



普通高等学校管理科学与工程类学科专业主干课程教材

工业工程基础

教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会 组编
张正祥 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等学校管理科学与工程类学科 核心课程及专业主干课程系列教材

全国普通高等学校管理科学与工程类学科核心课程及
专业主干课程教学基本要求 教育部高等教育司

管理科学与工程类学科核心课程教材

管理学 (送教师课件)	李 垣 等
微观经济学 (第2版) (送教师课件)	黄亚钧
宏观经济学 (第2版) (送教师课件)	黄亚钧
管理运筹学 (第2版) (送教师课件)	韩伯棠
管理信息系统 (送教师课件)	陈国青 等
管理统计学 (送教师课件)	胡 培 等

管理科学与工程类学科专业主干课程教材

管理科学专业主干课程教材

运筹学 (送教师课件)	朱道立 等
系统工程导论 (送教师课件)	陈宏民 等
决策理论与方法 (送教师课件)	郭立夫 等
预测方法与技术 (送教师课件)	刘思峰 等

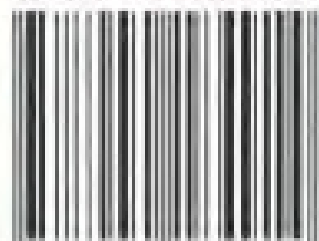
信息管理与信息系统专业主干课程教材

信息资源管理 (送教师课件)	马费成 等
信息系统分析与设计 (送教师课件)	陈 禹 等
数据结构与数据库 (送教师课件)	王 珊 等
计算机网络基础 (送教师课件)	石 签 等

工业工程专业主干课程教材

工业工程基础 (送教师课件)	张正祥 等
人因工程 (送教师课件)	廖建桥 等
物流工程 (送教师课件)	齐二石 等
生产管理 (送教师课件)	张 群 等

ISBN 7-04-018491-5



9 787040 184914 >

定价 29.30 元

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，也是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

 普通高等学校管理科学与工程类学科专业主干课程教材

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

工业工程基础

教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会 组编
张正祥 主编

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本书可作为高等院校管理科学与工程类学科专业主干课程教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

工业工程是当代工程技术与管理协同发展、有机结合的产物,是一门发展中的系统化技术。本书作为工业工程专业核心主干课程的教材之一,全面系统地介绍了现代工业工程的基本理论和基本方法。全书共6章,分别是:工业工程概述、生产率工程与管理、方法研究、作业测定、现场管理、工作研究应用案例。本书强调专业导入与学科认知的功能,具有系统性、基础性和实践性的特点。适于作管理科学与工程类专业本科、研究生、工程硕士及相关专业工业工程课程的教材,也可作为企业管理人员及相关技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工业工程基础/教育部高等学校管理科学与工程类
学科教学指导委员会组编;张正祥主编. —北京:高等
教育出版社,2006.2

ISBN 7-04-018491-5

I. 工... II. ①教...②张... III. 工业工程—
高等学校—教材 IV. F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 003313 号

策划编辑 查 宁 责任编辑 刘 荣 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 张 颖 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 23.5
字 数 430 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年2月第1版
印 次 2006年2月第1次印刷
定 价 29.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18491-00



主编简介

张正祥，西安交通大学工业工程系主任，教授。中国机械工程学会工业工程分会理事，青年委员会主任委员，陕西省工业工程研究会理事长，中国机械工程学会首批认证的工业工程专家。主讲课程有：工业工程基础、生产运作管理、系统工程。参加编写的教材有：《运筹学》、《工业工程手册》、《工业工程》、《生产计划与控制》。负责完成的各类科研项目30多项，发表论文累计40多篇，获国家级科技进步二等奖一项，教学成果二等奖一项，省部级科技进步奖及教学成果奖多项。主要研究方向：工业工程理论及应用研究，生产运作管理理论及应用研究。

丛书简介

教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会自2001年成立以来历经4次年会，在专家反复讨论达成一致的前提下，经教育部认可，最终确定该学科必修的5门核心课程及下属4个二级学科各4门共16门必修的专业主干课程。由教育部制定《全国普通高等学校管理科学与工程类学科核心课程及专业主干课程教学基本要求》，并委托管理科学与工程类学科教学指导委员会组织编写该学科核心课程和专业主干课程的系列教材。该系列教材经过几次教指委年会和专业小组会议充分讨论，反复推敲最终定稿，统一由高等教育出版社出版。作为教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会的一项工作成果，希望该套教材的出版能够为我国管理科学与工程类学科的发展奠定坚实的基础。

总 前 言

为适应我国经济社会发展需要,保证高等学校管理科学与工程类本科专业人才培养基本质量,我司委托高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会对管理科学与工程类四个本科专业:工程管理、工业工程、信息管理与信息系统、管理科学专业的教学内容和课程体系等问题进行系统研究,确定了上述四个专业的核心课程和专业主干课程,提出了这些课程的教学基本要求(经济学课程建议采用工商管理类的宏观经济学和微观经济学的教学基本要求),并编写相应教材。各门课程的教学基本要求及相应教材由高等教育出版社2004年秋季陆续出版,供各高等学校选用。

教育部高等教育司

2004年9月

前 言

本书是根据 2004 年在西安召开的教育部管理科学与工程类教学指导委员会会议上讨论通过的主干课程教材编写计划而组织编写的。

工业工程基础是工业工程本科专业的核心主干课程之一。通过本课程学习要求达到两个基本目的:一是使学生充分认识工业工程的性质与特点,以及工业工程专业的培养目标与知识结构,达到专业认识与专业教育的目的;二是使学生掌握工业工程的基本技术,包括方法研究、作业测定、现场管理等内容。为了达到上述目的,本书安排了六章内容:第 1 章工业工程概述,第 2 章生产率工程与管理,第 3 章方法研究,第 4 章作业测定,第 5 章现场管理,第 6 章工作研究应用案例。

参加本书编写的有西安交通大学张正祥教授、吴锋副教授、刘树林副教授以及许立敏、陈志伟、伍云山、刘圆圆等同志。张正祥教授担任主编。教育部管理科学与工程教学指导委员会主任委员齐二石教授担任主审。

鉴于工业工程在我国实践的时间较短,加上编者水平有限,书中错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2005 年 9 月于西安交通大学

教学支持说明

建设立体化精品教材,向高校师生提供系列化教学解决方案和教学资源,是高等教育出版社“服务教育”的重要方式。为支持相应课程的教学,我们配套出版了本书的教学课件,向采用本书作为教材的教师免费提供。

为保证该课件仅为教师获得,烦请授课教师填写如下开课情况证明。

我们的联系办法:

邮编和地址:100029 北京市朝阳区惠新东街4号

高等教育出版社高等文科出版中心管
理分社

电话:(010)58581966

E-mail:Tongning@hep.com.cn

证 明

兹证明_____大学_____系/院_____学期(学年)开设的
_____课程,采用高等教育出版社出版的_____ (书名
和作者)作为本课程教材,授课教师为_____,学生_____个班共_____人。

授课教师需要与本书配套的教学课件。

邮编和地址:_____

电话:_____

E-mail:_____

系/院主任:_____ (签字)

(系/院办公室盖章)

200__年__月__日

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第1章 工业工程概述	1
1.1 工业工程的起源与发展历程	1
1.1.1 工业工程的起源	1
1.1.2 工业工程的发展动因	2
1.1.3 工业工程的发展历程	4
1.2 工业工程的定义、目标及职能	6
1.2.1 工业工程的定义	6
1.2.2 工业工程的目标	7
1.2.3 工业工程的职能	8
1.3 工业工程的学科属性及特点	11
1.3.1 工业工程的学科属性	11
1.3.2 工业工程的学科范畴	12
1.3.3 工业工程学科的应用特点	14
1.4 工业工程的应用	15
1.4.1 工业工程的应用领域	15
1.4.2 工业工程的应用模式	16
1.4.3 工业工程的常用技术	17
1.4.4 我国工业工程的应用与发展	19
1.5 工业工程教育	23
1.5.1 工业工程教育的历史回顾	23
1.5.2 工业工程高等教育在国外的基本情况	24
1.5.3 我国工业工程人才培养的目标与模式	31
思考题	34
第2章 生产率工程与管理	35
2.1 生产率概述	35
2.1.1 生产的概念	35
2.1.2 生产率的概念	37

2.1.3 生产率管理	38
2.2 生产率测定与评价	43
2.2.1 生产率测定与评价的概念和意义	43
2.2.2 生产率测评的种类	44
2.2.3 生产率测评的特点与原则	48
2.2.4 生产率测定的方法	49
2.2.5 生产率评价方法	56
2.2.6 生产率测评的实施	60
2.3 生产率的提高	62
2.3.1 影响生产率的因素	62
2.3.2 企业提高生产率的途径	65
2.3.3 工业工程与提高生产率	77
2.4 生产率工程	82
2.4.1 生产率工程的概念	82
2.4.2 现代企业组织与生产率	82
2.4.3 现代企业组织的代理结构	85
2.4.4 学习组织与生产率	90
2.4.5 新型生产系统与过程重组对生产率的影响	93
2.4.6 混沌与提高竞争力的新生产率模式	95
2.4.7 生产率改善支持系统——面向基层管理和职工的集成系统	98
2.4.8 现代管理方法体系的确立	102
思考题	104
第3章 方法研究	106
3.1 方法研究原理	106
3.1.1 方法研究的内容	106
3.1.2 方法研究实施的基本程序	107
3.2 程序分析	110
3.2.1 程序分析概述	110
3.2.2 工艺程序分析	113
3.2.3 流程程序分析	118
3.2.4 线路图分析	133
3.2.5 管理程序分析	134
3.2.6 业务流程重组	140
3.3 操作分析	144
3.3.1 人机操作分析	144
3.3.2 联合操作分析	152
3.3.3 双手操作分析	155

3.4 动作分析	160
3.4.1 动作分析概述	160
3.4.2 动作经济原则	171
3.5 装配线平衡	173
3.5.1 装配线平衡的基本概念	173
3.5.2 装配线平衡方法	174
思考题	179
第4章 作业测定	181
4.1 概述	181
4.1.1 作业测定的概念	181
4.1.2 工时消耗与标准时间的构成	181
4.1.3 作业测定的主要方法	183
4.2 时间研究	184
4.2.1 时间研究的意义	184
4.2.2 时间研究的步骤与方法	185
4.3 工作抽样	204
4.3.1 工作抽样的原理	205
4.3.2 工作抽样的方法步骤	209
4.3.3 工作抽样的应用	217
4.3.4 工作抽样的应用举例	218
4.4 预定时间标准	226
4.4.1 预定时间标准的概念和特点	226
4.4.2 模特法	228
4.4.3 模特法实例	251
4.5 学习曲线	268
4.5.1 学习曲线的意义	268
4.5.2 学习曲线的对数分析	270
4.5.3 学习曲线的估算	271
4.5.4 学习曲线的应用	271
4.6 劳动定额制定及管理	272
4.6.1 劳动定额的基本概念	272
4.6.2 劳动定额的制定方法	273
4.6.3 劳动定额的管理	278
思考题	279
第5章 现场管理	281
5.1 现场管理的概念	281
5.1.1 现场、现场管理、现场管理优化	281



5.1.2 现场管理的特点	283
5.1.3 现场管理的目的和任务	285
5.1.4 现场改善手法	286
5.2 5S 活动	290
5.2.1 5S 概论	290
5.2.2 5S 活动的目的	292
5.2.3 5S 活动的内容与要求	293
5.2.4 5S 活动的推行	299
5.2.5 5S 项目的展开	301
5.3 定置管理	303
5.3.1 定置管理的含义	303
5.3.2 定置管理的基本理论	304
5.3.3 定置管理的实施	306
5.4 目视管理	310
5.4.1 目视管理的含义	310
5.4.2 目视管理的内容与形式	312
5.4.3 目视管理的常用方法	314
5.4.4 目视管理的基本要求	315
5.4.5 实施目视管理的技法	316
5.5 现场工作地布局及优化	319
5.5.1 现场工作地布局的目的与原则	319
5.5.2 现场工作地布局的基本形式	320
5.5.3 现场工作地布局的程序与方法	322
5.5.4 现场工作地优化布局	325
思考题	327
第 6 章 工作研究应用案例	328
6.1 工作研究概述	328
6.2 案例	329
6.2.1 案例一 某企业空调器安装盒装配线的再造	329
6.2.2 案例二 工作研究在某企业生产装配线优化设计的应用	336
6.2.3 案例三 某企业 FT-12 型交流台扇装配线的改进方案	339
6.2.4 案例四 某汽车生产厂汽车喇叭安装的改进	347
6.2.5 案例五 工作研究方法在生产作业过程优化中的应用	351
6.2.6 案例六 IE 在我国服务业应用的实证研究	356
参考文献	362

第1章 工业工程概述

1.1 工业工程的起源与发展历程

1.1.1 工业工程的起源

人类总是在不断探索中前进的。各种工程学科早期阶段都是从解决某些具体问题开始的,实际工作者从自己或前人成功的经验中得出解决某个问题的办法,并经过不断实践后加以归纳总结,才逐步形成某种理论。工业工程的发展也是从经验开始并逐步走向成熟的,并最终形成了一套比较完整的理论体系。那么,工业工程从什么时候开始的呢?

从20世纪初期蒸汽机开始促进机械化生产起至20世纪30年代中期这段时间,被称为科学管理年代,是工业工程产生的历史大背景。虽然在这之前,英国兴起的零件可互换性和劳动分工等被认为是促进大量化生产成为可能的重要概念,对工业工程的产生起到一定作用,使人们在谈论工业工程的起源时,保留对英国的亚当·斯密(Adam Smith)和剑桥大学教授查尔斯·马贝奇(C. W. Babbage)的记忆,但大多数人,特别是美国人把工业工程的开端归功于20世纪初期的泰勒,奉泰勒为工业工程之父。

弗雷德里克·温斯格·泰勒(F. W. Taylor)是一位工程师和效率专家。他长期在生产一线工作,当过工人、技工、工长、总技师和总工程师,具有极其丰富的实践经验。他是一个善于发现问题,敢于不断创新的人,一生中获得超过100多项专利,提出了一系列科学管理的原理和方法,主要著作有:《计件工资》(1895年)、《工场管理》(1903年)以及《科学管理原理》(1911年)。他所从事的工作与研究,始终围绕着提高效率这一目标,通过工作程序的改进、操作方法的改善、工具的改进,以及合理地制定劳动定额、采用标准化作业等,极大地提高了效率和降低了成本。这些思想和方法正是工业工程的内容。所以,泰勒的工作与研究成果,特别是他所创立的“时间研究”(time study),对工业工程的形成起到了非常重要的作用。

另一位对工业工程的产生与发展起到重要影响的人是和泰勒同一时期的美国人吉尔布雷斯(Frank B. Gilbreth, 1868—1924)。他也是一个工程师,其夫人是心理学家。吉尔布雷斯夫妇的主要贡献是创造了与时间研究密切相关的“动

作研究”(motion study),就是对人在从事生产作业过程中的动作进行分解,确定基本动作要素(称为动素 threbligs),然后进行科学分析,建立起省工、省时、高效的操作方法,以达到减低疲劳、提高工效的目的。例如,当时按他们的方法培训的砌砖工人平均作业效率由原来的每小时 120 块提高到 350 块。1912 年,吉尔布雷斯进一步改进动作研究方法,他们把工人操作时的动作拍成影片,创造了微动作分析法,同年他们又创造了工序图法,为分析和建立良好的作业方法提供了工具。他们在体能分析、疲劳分析、人对环境的反应,以及动作与时间的关系等方面的研究,均取得了重要成果,对工业工程的产生与发展做出了重要贡献。

泰勒和吉尔布雷斯夫妇所创立的“时间研究”和“动作研究”,是工业工程基础“工作研究”(work study)的主要内容,其中“动作研究”经过进一步的延伸和完善,扩大到操作和作业流程的研究,逐步形成了“方法研究”(method study)的完整体系。“时间研究”经过补充与完善更名为“作业测定”(work measurement),并将两者结合在一起统称为“工作研究”。由此可见,将工业工程的起源归功于泰勒和吉尔布雷斯夫妇是名副其实的。

1.1.2 工业工程的发展动因

在人类的发展史上,任何一门科学与技术的产生和发展都有其深刻的社会、经济及生产力发展的环境和动因,一种管理理论与体系的产生与发展则依赖于实践中旺盛需求的推动。工业工程的诞生是由于在 19 世纪末,发达资本主义国家资本的原始积累已初步完成,从自然经济步入商品经济;社会生产力条件下的生产方式则从作坊式的手工业向基于分工理论的大工业转换;科学技术也从蒸汽机时代进入到电机时代,实现了生产的电气化。工业工程作为一门具有很强工程背景的技术,是工业化和社会化生产方式发展的产物,其产生和发展与人类社会的进步、生产复杂程度的提高及近代自然科学、社会科学的各种新发明、新创造、新发展密切相关。因此,工业工程具有鲜明的时代特征,其发展是基于下述三个方面的原因。

1. 科学技术的发展

20 世纪初,以蒸汽机的发明为标志,实现了工业生产从手工作坊到机械化的转变,其结果形成了以蒸汽动力为核心的技术体系。1903 年,福特汽车公司建立了世界上第一条流水生产线,实现了大规模自动化生产,从而标志着机器大工业生产时代的来临。科学技术的进步,极大地提高了生产力,但同时也加剧了对各种资源的争夺。在资源有限的情况下,企业间的竞争也越发激烈,企业为了生存就必须降低成本、提高效率,而这正是工业工程的基本目标,因此,需求动因是工业工程得以产生与发展的根本原因。

随着科学技术的不断进步,不断引发产品和产业结构革命性的变化,如 20

世纪 30 年代问世的永磁式发电机和电动机揭开了第二次产业革命的序幕。电能的广泛应用改变了纺织、机械制造、冶金、食品、化工等传统行业,并带动了电力、电器、材料、电信、电加工、汽车等新兴产业的崛起。第三次产业革命是以电子技术的广泛应用为主要内容的。电子技术的应用不仅实现了生产自动化,而且还带动了电子材料、电子器件、仪器仪表、家用电器、机电一体化、计算机、医疗电子等工业的蓬勃发展。随着大规模集成电路作芯片的微型计算机研制成功,揭开了第四次技术革命的序幕,信息、新材料、激光、生物、空间、海洋开发等高新技术群落大量出现。20 世纪末计算机、网络技术的应用,推进了全球信息化,它对人类社会进步的影响、生产力的推进将是前所未有的,对于企业的生产运作,以及人们工作、学习、生活方式的冲击和影响也是巨大的。

科学技术的快速发展,一方面促进了社会生产力的提高,同时也改变了社会经济环境,对企业生产经营提出更高的要求。工业工程为了适应这种变化,就必须不断兼收并蓄各种学科技术的新成果,提出新的管理理念和新的方法与手段。因此,科学技术的发展是推动工业工程学科发展的动因。

2. 社会生产力的发展

工业工程的核心是降低成本、提高效率。在市场经济条件下,生产企业一般都会对此提出要求。但由于生产力水平的不同,其要求的程度亦有所不同。随着经济的不断发展,生产资源的需求随之增加。当经济发展到一定水平时,影响企业的各种环境因素就会增多,如环境保护的要求,社会责任的增加,人力成本的提高,能源和原材料的涨价等。企业的生产经营成本将成倍增加,企业间的竞争也随之加剧,使企业降低成本、提高效率的意识明显增强,任何低效率、高能耗的生产,会使企业在激烈的市场竞争中很快倒闭。因此,企业这一时期对工业工程技术与人才表现出旺盛的需求。如美国从 20 世纪 50 年代末,日本从 20 世纪 70 年代初,我国台湾地区从 20 世纪 80 年代开始都大量增加了对工业工程师的需求,这些国家和地区在这一时期的人均 GDP 均达到 2 000 美元以上。

3. 社会经济形态的演进

人类社会的发展已经历了两种经济形式,即自然经济和商品经济。自然经济是一个以自然分工为基础的封闭式经济,因此产生的社会生产力是局限在有限的自给自足的封闭式经济形式中的。而商品经济是一种有效利用资源的社会生产力与科学技术快速发展的开放式经济,市场经济是商品经济发展的高级阶段,在社会化大生产和完善的市场体系条件下,市场在资源配置方面起基础性的作用。所以,商品经济促使人类要更加有效地利用资源和新的科学与工程技术的成果,寻求资源的优化配置和合理使用,研究各生产要素的有机配合,实现系统运行的优化,从而获得高质量、高效率、低消耗和最优的整体经济效益。工业工程的理论和方法正是围绕这一主题而产生、发展起来的,其应用也从生产制造



业向其他领域迅速拓展,由此产生的社会经济效益又推动了市场经济的发展,所以,工业工程是商品经济形式下的产物或伴生物。

中国的改革开放使社会经济形态发生了根本变化,由计划经济走向市场经济,为工业工程的发展奠定了社会经济基础。随着我国经济结构的进一步调整和现代企业制度的推行,企业会逐步增强运用工业工程的自觉性,特别是加入世贸组织以后,中国的经济将和国际市场接轨,企业面对激烈的国际市场竞争,会增强运用工业工程的紧迫感。

1.1.3 工业工程的发展历程

从泰勒和吉尔布雷斯的研究作为工业工程的开端,工业工程的发展历程大致可分为三个阶段:

第一阶段:从20世纪初至40年代末,可称为工业工程的奠基期。

泰勒和吉尔布雷斯的研究成果被成功地应用于生产系统,使得企业生产效率、经济效益显著提高,更重要的是他们使得管理由传统的经验型管理模式上升为以科学规范为基础的科学管理模式,这就为工业工程的发展奠定了坚实的基础。

1903年,福特汽车公司将世界上第一条流水生产线引入生产系统,摒弃了小规模作坊式的生产模式,进入了大规模生产的新时代。电动机的产生与广泛应用,极大地提高了社会的生产能力。两次世界大战迫切需要工厂提高生产效率,泰勒、吉尔布雷斯等人科学管理的成果被管理者接受与采用,但却被工人阶级视为资本家残酷剥削的手段而遭到反对,风起云涌的工人运动使得劳资关系更为紧张。为了绕过阻力继续推广科学管理的理论与方法,人们提议将“科学管理”更名为“工业工程”,从而标志着工业工程概念的诞生。1908年,美国宾夕法尼亚州立大学根据泰勒的建议,首次开设了工业工程专业,并在理工学院建立了世界上第一个工业工程系。1911年,工业工程选修课首次在普度大学机械工程系开设。1917年,美国成立了工业工程师协会(Society of Industrial Engineers)。

20世纪30年代经济危机之后,在罗斯福总统新政的推动下,美国工商企业界力求摆脱危机,致力于提高生产效率以求经济的复苏,这就为工业工程创造了良好的发展环境。美国贝尔电话实验室的三位专家把统计推断和概率作为统计手段,应用于取样检验和质量控制;哈佛大学教授梅奥主持的“霍桑实验”融会心理学、社会学形成了“行为科学”,并被引入工业工程学科,使其内容更加丰富。与此同时,在这一阶段发展了工厂布置、设施设计、工具设计、人机关系、物料搬运等富于工程技术内容的工业工程理论与方法,同时对一些老方法,如动作研究、时间研究等进行了改进。重视与工程技术相结合,使工业工程不同于管理

的概念得到确立,使之成为一种在技术与管理之间起着桥梁作用的新型学科。

随着工业工程人才培养及应用领域的不断扩大,工业工程在美国的学科地位得到确立。到20世纪40年代末,全美有近50所大学设立了工业工程专业。1948年,美国工业工程师学会(American Institute of Industrial Engineers,简称AIIE)正式成立。

第二阶段:20世纪40年代末至70年代末,为工业工程的发展期。

工业工程的早期发展尽管很有成效,但仍然缺乏明确的理论基础,还未形成完整的体系。在应用领域,仍然以生产现场作为主要研究对象,缺乏对企业整体分析的能力。20世纪50年代,工业工程改变了这一切,从第二次世界大战前的经验分析转变为战后更多关注定量分析,逐步形成具有较完整理论体系的学科。

20世纪50年代的这10年,是工业工程发展最快的10年。一方面由于第二次世界大战后西方经济建设的恢复,大量军工企业转为民用,使生产力得到前所未有的高速发展。生产规模越来越大,形成大量流水生产和成批生产的模式,买方市场逐步形成,竞争日趋激烈。工业工程把关注的焦点逐步放到提升企业综合实力的竞争,注重企业整体效率的提高;另一方面“运筹学”(Operations Research,简称OR)等量化分析技术的成功应用,为工业工程提供了有力的工具,运筹学的若干方法已为工业工程师所广泛采用。工业工程出现了新纪元,许多传统方法纷纷让位,运筹学代替了经验主义。正因为如此,人们将这一时期称为工业工程与运筹学结合的时代。

与上述变化同时发生,并对工业工程发展同样起到关键作用的另一里程碑,就是计算机的应用。

在这一时期,对工业工程发展与完善产生影响的还有一些研究领域,如人因工程(人机工程学、工效学)、组织设计、工资与激励、生产与库存控制等。

总之20世纪50年代的10年是工业工程发展最快的10年,除了学科本身不断完善外,工业工程技术开始在许多工业化国家发展起来,如西欧(英国、德国、法国等)、日本、苏联、澳大利亚和其他一些国家和地区,从20世纪50年代前后相继开始采用工业工程技术,使工业工程走向世界。

第三阶段:从20世纪70年代末至今,称为工业工程的创新期。

这一时期,工业工程发展变化的主要特点首先是它与系统工程(System Engineering,简称SE)的结合。

进入70年代末,系统工程的理论与方法已发展得相对成熟,并获得广泛应用。许多成功的应用案例引起人们广泛的注意。进入80年代,许多工业工程学者认为,系统工程重视系统哲学思想的培养和系统分析方法的训练,又包含有较丰富的自然科学和社会科学知识,正是工业工程所需要的一种“统帅”科学,可以把系统工程的方法论、运筹学的数理分析、工业工程的传统技术和工业专门知



识有机地结合起来,形成一个比较完备的学科体系。使工业工程既可对小至一个劳动岗位进行分析与设计,也可对一条生产线、一个企业,甚至整个工业系统进行分析与设计。工业工程与系统工程的结合,是工业工程发展历程中的一个里程碑。

其次是工业工程的理论与方法快速从制造业向其他领域渗透,应用范围扩大到金融管理、政府管理、医疗卫生管理及其他公用事业等系统。

再次是在网络技术与信息技术的支持下,不断兼收并蓄各种新的管理思想与方法,如计算机辅助设计(computer aided design)、计算机辅助制造(computer aided process planning)、先进制造技术(advanced manufacturing technology)、精益生产(lean production)、敏捷制造(agile manufacturing)、柔性制造(flexible manufacturing)、准时化生产(just in time)、并行工程(concurrent engineering)、计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing systems)、业务流程再造(business process reengineering)、供应链管理(supply chain)、企业资源计划(enterprise resource planning)等,使得工业工程的学科体系更趋完善。相信随着现代科技的不断进步,社会生产日新月异,工业工程会发挥更大的作用,并且这种趋势还将继续下去。

1.2 工业工程的定义、目标及职能

1.2.1 工业工程的定义

工业工程(Industrial Engineering,简称IE)的产生至今将近一个世纪,在其发展过程中,随着生产力水平的不断提高和科学技术的不断进步,应用领域在不断扩大,研究内容在不断充实和深化。因此,在不同历史时期、不同国家、不同组织和学者对工业工程概念的表达存在一定差异,就像其他交叉与边缘学科一样,往往存在多种乃至几十种说法。但这丝毫没有影响这些科学技术与方法在社会实践中的成功应用与发展。工业工程最具权威和今天仍被广泛采用的定义是美国工业工程师学会于1955年给出的,具体表述如下:

“工业工程是关于将人力、物力、设备、信息以及能源作为一个完整的系统进行统一设计、改进和实施的学科。它运用数学、物理及社会科学的专门知识和技能,并应用工程分析和设计的原理和方法对系统可能获得的成果进行确定、预测和评价。”

上述定义被美国国家标准学会(ANSI)收入美国国家标准Z94 1982中,作为标准术语来采用。

上述定义和解释表明,工业工程的研究对象是由人力、物力、设备、信息以及



能源等诸多要素所组成的一个系统整体,强调研究的系统性。这与早期工业工程活动以效率为主的局部性改良有很大不同。从系统的观点看,这种变化是个体事物向系统化发展的必然结果,因此系统性将成为工业工程研究方法的一大特征。另外,定义同时也表明工业工程在知识应用上强调多学科的交叉与渗透,注重知识的综合化,这也是工业工程方法体系结构复杂、内容多样的一个重要原因。

美国工业工程师学会于1990年对工业工程的定义作了进一步的修改,对工业工程研究对象的具体特征、应用目标及知识应用等方面作了更为具体和细致的描述,具体表述如下:

“工业工程是对由人、信息、材料、设备、方法所组成的生产和服务系统进行规划、设计、实施与管理,从而保证系统在整个生命周期内的性能、可靠性、可维护性、运行规程和成本控制。”

为了实现系统的目标利润、效率、效益、适应性、应变能力、质量和系统的持续改善,工业工程将综合应用人类科学、社会科学、经济学、计算机科学、工程技术、管理科学、通信技术,以及物理学、行为科学、数学、统计学、组织理论和伦理学等多种学科知识。

上述定义进一步明确了以下几个方面的概念:

(1) 工业工程研究和应用的主要对象是生产与服务系统。这一方面说明工业工程仍以企业活动为主要研究对象,但在应用领域由过去只注重提供有形产品的制造业逐步扩大到提供产品服务的一切有经济性活动的组织。

(2) 明确了工业工程的基本职能,即规划、设计、实施与管理。这同管理的基本职能非常接近,表明工业工程注重技术与管理的结合。

(3) 知识应用上几乎涵盖了所有学科,这进一步说明工业工程解决的往往是系统问题,一般系统问题都具有结构复杂、影响因素众多的特点,因此,在知识应用上,必然是多种知识的综合,体现了学科交叉与渗透的基本发展趋势。

1.2.2 工业工程的目标

美国工业工程专家 P. 希克斯 (Philip E. Hicks) 指出:“工业工程”的目标就是设计一个系统及系统的控制方法,使它以最低的成本生产具有特定质量水平的一种或几种产品,并且这种生产必须是在工人和最终用户的健康和安全的条件下进行。希克斯的这一概念非常朴实地说明了工业工程的目标。工业工程的最终目标是提高企业的整体效益,即提高生产率。因此,工业工程的任务便是设计一个良好的生产系统及对系统有效控制的方法。

《美国大百科全书》(1982版)对工业工程的目标解释是:“工业工程是对一个组织中人、物料和设备的使用及其费用作详细分析研究,这种工作由工业工程

师完成,目的是使组织能够提高生产率、获利性和效益。”这一解释除了说明工业工程的目标,同时引出一个重要概念,即工业工程的目标任务是由工业工程师来完成的,因此,明确工业工程师的职责任务是实现工业工程目标的关键。

一般地讲,工业工程师的任务就是从企业整体出发,综合运用各种技术、管理和经济手段,实现降低成本、提高质量、提高生产效率和效益的目的。由于在生产与经营过程中影响成本、质量、效率和效益的环节和因素很多,因此,工业工程师的实际工作内容是十分广泛的,归纳起来主要有以下四个方面:

(1) 根据企业发展战略和产品结构调整方向,组织新产品或技术改造项目的开发、设计和鉴定工作,围绕这些内容有效地开展市场调研,进行产品或项目的选择与技术经济评价。

(2) 对生产系统进行综合诊断、评价、改进、管理与维护。具体包括企业诊断与现场管理、成本分析与控制、质量控制与系统可靠性维护、生产过程与工作方法的改进、人机环境的合理配置、生产计划与控制等。

(3) 进行组织设计与职务设计,制定绩效考核与评价标准,建立企业激励机制,有效地调动各类人员的积极性。

(4) 跟踪工业工程的最新成果,采用先进制造技术,建立精益、敏捷、柔性的生产系统。

1.2.3 工业工程的职能

工业工程具有管理科学与工程技术的双重特性,因此,其职能也具有双重性。

管理职能最核心的是合理组织生产力和维护调整生产关系这两大基本职能。在管理过程中,这两大基本职能又表现为各种具体职能,如决策、计划、组织、控制、协调等。这些具体职能是管理工作基本内容和功效的概括反映,它们以动态的形式联接各管理要素,形成完整的管理活动过程。

工程技术活动是人类为满足自己多方面的需要,运用科学所揭示的自然规律,能动地改造自然和利用自然的实践活动。

工程技术活动需要满足既定目标的要求,遵循自然规律和社会规律相统一的原则,因此,对工程技术活动必须有合理的规则。工程技术活动的最终成果是有形的东西,因此必须有具体的设计方案。工程技术活动除了要符合科学原理所阐明的有关自然规律外,还要受到许多条件的制约,因此,必须对设计方案进行综合评价,以保证工程技术活动的可行性。最后,一般工程技术活动工作内容广泛、结构复杂,需要有效的组织与实施,才能保证工程技术活动的顺利完成。

由此可见,规划、设计、评价与实施构成了工程技术活动的基本职能。

工业工程具有工程技术的基本属性,因此,在职能上具有很大相似性,但工

业工程与纯工程技术相比,由于研究与服务对象的不同,其职能的内涵也大不一样,同是规划与设计,所包含的内容、研究思路与方法却大不相同。下面具体说明工业工程的基本职能及包含的主要内容。

1. 规划

规划是对完成某项任务的一种总策划。对工程技术而言,它是一种总体设计方法;对管理而言,它是一种带有战略思考的总体谋划。工业工程中规划兼有两者的含义。其区别主要根据规划的内容而定。对一个工业工程师来说,常见的规划任务主要有:

- (1) 设施规划;
- (2) 产品规划;
- (3) 生产规划;
- (4) 技术规划;
- (5) 教育规划。

2. 设计

工程技术的设计是根据规划要求,按照技术原理的构思运用科学知识和工程经验,使规划方案具体化的过程。由于工业工程研究对象的差异性,在知识应用上需要大量用到管理学的原理与方法。具体的设计任务包括以下一些主要内容:

- (1) 工厂设计;
- (2) 生产系统设计;
- (3) 人机环境系统的设计;
- (4) 组织设计;
- (5) 岗位设计;
- (6) 工作设计;
- (7) 程序设计;
- (8) 方法设计;
- (9) 薪酬体系设计;
- (10) 作业标准化设计;
- (11) 管理制度设计。

3. 评价

评价是对现存的各种系统、各种规划和计划方案以及个人与组织的业绩作出是否符合既定目标或准则的评审与鉴定工作,包括各种评价指标和程序的制定及评价工作的实施。评价是改善的基础,评价是决策的依据。工业工程中常见的评价工作主要有:

- (1) 产品开发的可行性评价;

- (2) 质量标准的评价;
- (3) 系统可靠性评价;
- (4) 技术改造项目的可行性评价;
- (5) 人力资源的评价;
- (6) 岗位测评与工作效率的评价;
- (7) 方法评价。

4. 改善

改善是对原有系统或方法的一种改进。不断暴露问题、不断改善是工业工程应用的一大特点。改善的本质是创新。创新是系统维护和持续发展的重要途径。因此,改善活动可以贯穿企业生产的全过程。在工业工程的应用中,具体的改善活动主要包括以下一些内容:

- (1) 生产工艺的改善;
- (2) 工装的改善;
- (3) 设备的改善;
- (4) 业务流程的改善;
- (5) 操作方法的改善;
- (6) 动作的改善;
- (7) 现场布置的优化与改善;
- (8) 工作环境的改善。

5. 实施

实施是计划付诸行动的过程。工业工程中规划、设计、评价、改善等任何活动都需付诸实施,实施就要动用各种资源,就需要进行有效地组织、协调和控制。可见,管理的职能在此发挥了作用。在工业工程活动中,关注过程管理,关注实施过程中的组织、协调与控制,是工业工程应用成败的重要一环,必须给予高度重视。工业工程中组织实施的重要项目有以下一些:

- (1) 新产品开发项目的组织与实施;
- (2) 企业重大技改项目的组织与实施;
- (3) 企业改建与扩建项目的组织与实施;
- (4) 厂址选择与工厂布置项目的组织与实施;
- (5) 生产过程的组织与实施;
- (6) 薪酬体系改革项目的组织与实施;
- (7) 企业运行机制与组织变革项目的组织与实施。

在工业工程活动中,上述各项具体职能起着各自特殊的作用。但是,这些职能之间又有着密切联系,它们相互影响,浑然一体,构成完整的职能体系。因此在工业工程活动中,一方面要掌握各职能的特点和作用,另一方面又要注意各职

能的衔接和配合,统筹安排,灵活运用,才能取得最佳效果。

1.3 工业工程的学科属性及特点

1.3.1 工业工程的学科属性

人们习惯上把技术、工程、管理称为工业系统的三大要素,其中技术是工业生产的必要手段,它是科学知识、劳动技能和劳动经验的总和。狭义的技术常指生产工艺、工具、机器及其他技术装备;工程是人们根据某种生产目的,有判断地运用科学知识,设计开发能经济有效地利用各种技术和资源的某些系统,去达到既定目标的专业活动;管理是人们运用行政、组织、人事、财政、金融、贸易等手段,来支持和保证生产、技术开发和各种工程活动的顺利实现,从而保证工业系统功能得以充分发展和顺利运行的职能。

从这三个要素的关系看,显然,工程是联接技术和管理的桥梁。它一方面要开发利用技术,另一方面要为管理提供决策依据。

从工业工程的定义看,它与管理存在着很大的依存关系,在很大程度上表现出管理的特征,如规划、组织、协调等职能,因此,人们往往容易把工业工程理解为管理技术。

诚然,工业工程具有管理特征,但并不等于管理,就像有人把用于管理的数学知识(如概率与统计、线性代数、运筹学等)称作“管理数学”一样,但它并不是管理,仍然是数学。工业工程的实质是工程技术,是解决生产与服务系统的具体方法和手段,它的主要研究分支如工作研究、设施布置、物流分析、工效学等均面向作业层,具有明显的工程特色。过去我们只强调其管理的一面,而忽视其工程的性质,因此,影响了工业工程的健康发展。

工业工程属于工程学科范畴,但不同于一般的工程技术,其他工程技术更注重客体的研究,而工业工程不仅要研究系统中的物质形态和方法,更需关注系统中人的因素,考虑人的行为特征、精神状态、体能,以及对激励的反应和对环境的适应情况等。因此,与一般工程技术相比,工业工程具有技术管理的二重性,是一种多学科相互交叉与渗透的边缘学科。

按学科分类,国外把工业工程划入工程学范畴,但作为一门独立学科进行建设。目前,我国将工业工程划入管理科学与工程学科,相信这是我国工业工程发展初期的一种过渡,随着工业工程在我国不断发展与壮大,工业工程将成为一门独立学科,也只有这样工业工程才能得到更好的发展。

1.3.2 工业工程的学科范畴

工业工程知识应用的综合化,决定了工业工程学科范畴的广泛性。早在1972年,美国国家标准 ANSI-Z94 将工业工程学科范畴归纳为12个研究方向,后经补充成为17项(1982年修订版),具体内容如下:

- (1) 生物力学;
- (2) 成本管理;
- (3) 数据处理与系统设计;
- (4) 销售与市场;
- (5) 工程经济;
- (6) 设施规划(含工厂设计、物料搬运等);
- (7) 材料加工(含工具设计、工艺研究、自动化等);
- (8) 应用数学(含运筹学、统计与概率等);
- (9) 组织设计理论;
- (10) 生产计划与控制(含库存管理、运输路线、调度发贷等);
- (11) 实用心理学(含心理学、社会学、工作评价、工资激励等);
- (12) 方法研究与作业测定;
- (13) 人因工程;
- (14) 工资管理;
- (15) 人体测量学;
- (16) 安全;
- (17) 职业卫生与医学。

经过20多年的发展,工业工程的学科范畴也相应发生了一些变化,主要是增加了一些新的内容,补充了新的知识。此外,由于不同国家和地区的差异,工业工程的研究领域也各有侧重,形成不同的研究方向,归纳起来,主要有以下四个方面:

1. 制造系统工程(manufacturing system engineering)

随着先进制造技术的应用和系统思想的引入,由传统的材料加工概念扩大到包含工艺、资源、信息等要素的制造系统概念,并逐步形成体系。具体的研究内容包括:

- (1) 先进制造工艺;
- (2) 制造资源的整合与优化;
- (3) 制造信息系统(包含CAD、CAM、CAPP、CIMS、MRP II、ERP、OPT等);
- (4) 制造系统的设计与集成;
- (5) 制造系统自动化;

(6) 先进制造模式(含准时生产(JIT)、精益生产(LP)、敏捷制造(AM)、柔性制造系统(FMS)、并行工程(CE)等)。

2. 运作管理系统工程(operations management systems engineering)

这是以企业为对象,支持生产与运作过程的相关管理技术,具体内容包括:

- (1) 生产计划与控制;
- (2) 采购管理与库存控制;
- (3) 成本管理与控制;
- (4) 质量管理与控制;
- (5) 设施规划与物流控制;
- (6) 方法研究与作业测定;
- (7) 现场管理;
- (8) 项目管理;
- (9) 组织设计;
- (10) 资源管理;
- (11) 供应链管理等。

3. 运筹学与系统工程(operations research and system engineering)

这是以定量化分析技术为主的各种数学方法,具体包括:

- (1) 规划论(线性规划、非线性规划、动态规划);
- (2) 图与网络技术;
- (3) 组合分析;
- (4) 随机模型;
- (5) 离散优化;
- (6) 计算方法;
- (7) 系统评价;
- (8) 统计分析;
- (9) 系统优化;
- (10) 计算机仿真技术等。

4. 人因工程(human factor engineering)

这是与人因相关的理论及分析方法,具体包括:

- (1) 组织理论与行为科学;
- (2) 心理学;
- (3) 工作分析与岗位设计;
- (4) 工资与激励;
- (5) 职业卫生与安全;
- (6) 人体科学;

- (7) 生物力学;
- (8) 人机系统设计;
- (9) 工效分析等。

1.3.3 工业工程学科的应用特点

1. 工业工程的核心和根本点在于提高生产率

任何生产和服务系统,从功能看完成的就投入与产出的转换,而生产率是衡量这种转换功能的综合效率和效益指标。正如管理学者德鲁克(Peter F. Drucker)所指出的,“生产率是一切经济价值的源泉”。所以,它成为一切经济组织乃至一个国家所关注和追求的一项重要指标。

工业工程从一产生就是为追求更高的效率。早期的工业工程师已被称为“效率工程师”。随着工业工程研究领域和应用范围的扩大,关注系统整体的效率和效益,自然成为工业工程的目标,因此,工业工程所开发的一切方法和技术,始终围绕着提高生产率这一目标;反过来,生产率水平是否得到提高,也是衡量工业工程能否成功应用的一个指标。

2. 工业工程的研究强调系统性

20世纪70年代系统工程的思想方法被引入工业工程后,使工业工程的研究思路发生了巨大变化,虽然研究对象仍立足于作业层,但更强调全局与系统,强调工业工程师应具有全局观念和系统观点,掌握系统设计、机能优化、整体协调的思想与方法。在实际应用中,更注重事物的普遍联系,从整体和全局出发,开发出一些极具系统特色的方法,如日本工业工程界在许多企业推广的TPS(全员提高劳动生产率)、TPM(全员生产维修制度)和TQM(全面质量管理)等。

3. 工业工程注重人的因素

工业工程注重人的因素,这是区别于其他工程学科的重要特点之一。在工业工程的研究与应用中,总是以人为中心对系统进行设计、改进与实施的。无论是方法研究,还是作业测定,无论是设施规划,还是人机工程,人都是主体,人是一切生产和服务中最活跃的因素,即使到了高度自动化时代,人也是系统的主体。因此,工业工程关注人、尊重人,注重发挥人的主动性与积极性,把提高人的效用看作是促使系统效率提高的首要因素。

4. 工业工程注重知识应用的综合化

工业工程的目标是提高生产率,凡是有利于提高生产率的一切方法、手段都可以作为工业工程的知识范畴,这正是工业工程定义中对知识应用领域描述得如此广泛的一个重要原因。从理论上讲这是毫无疑问的,因为,生产率的提高是可以通过多种途径和手段来实现的。如改进工艺,引进新材料、新设备,开发新产品,提高管理水平,提高员工素质等,这些方法不可能靠某一学科来独立提供,

而往往是多种学科知识应用的综合结果。因此,知识应用的综合化便成为工业工程的一大特点。值得提出的是,无论工业工程在知识应用上如何广泛,但终归应有自身的学科体系,因为没有边界的学科,就等于这个学科不存在。今天,在进行工业工程人才的培养过程中应特别注意这一点,否则培养出来的人就会变成似乎什么都懂,又什么都干不了的“万金油”。

5. 工业工程注重不断创新

工业工程的发展历史就是一部不断创新的历史,注重创新是工业工程发展的灵魂。工业工程一方面兼收并蓄不同学科的相关知识,一方面不断调整自身的研究目标与研究思路。坚持不断暴露问题,不断改善,追求目标由最好(best way)转向持续改善(continuous improvement)。

1.4 工业工程的应用

1.4.1 工业工程的应用领域

工业工程发展初期,应用对象是制造业,当然制造业今天仍然是工业工程的主要应用对象,不过制造业独享其成果的时代从第二次世界大战以后就有所改变。工业工程的方法与技术被更广泛的非制造领域所接受,如建筑业、交通运输业、零售业、金融企业、公共卫生,以至政府组织等。究其原因,一个重要的因素就是工业工程的核心价值——效率与效益,这是一切经济组织所追求的共同目标,也是工业工程在不同领域得到应用的基础。

在美国,专业学会组织往往享有很高的地位,它是推动学科发展的重要力量。美国工业工程师学会现已成为一个国际性学术组织,从该学会组织专业分会设置的情况就可大致看出工业工程的应用领域的分布情况,它们分别是:

- (1) 航空与航天;
- (2) 计算机与信息系统;
- (3) 电子工业;
- (4) 能源工业;
- (5) 工程经济;
- (6) 人类工程;
- (7) 设施规划与设计;
- (8) 金融业务;
- (9) 政府;
- (10) 工业和劳务关系;
- (11) 管理;

- (12) 运筹学;
- (13) 加工工业;
- (14) 生产和库存管理;
- (15) 质量控制与可靠性工程;
- (16) 零售商业;
- (17) 卫生系统;
- (18) 运输与销售;
- (19) 公用事业;
- (20) 作业测定和方法工程;
- (21) 制造系统。

21 个分会中,涉及的应用领域有:航空与航天、电子工业、能源、金融、政府、零售商业、卫生、运输、公用事业以及加工制造业,可见工业工程应用领域的广泛性。

1.4.2 工业工程的应用模式

受各民族、文化、传统等多种因素的影响,工业工程在世界各国的发展与应用模式有所不同。从整体上分析,发达国家应用工业工程理论形成了两种典型模式。

1. 技术 - 设计型模式

以美国为代表的西方工业工程管理哲理,体现为技术 - 设计型模式,如图 1-1 所示。

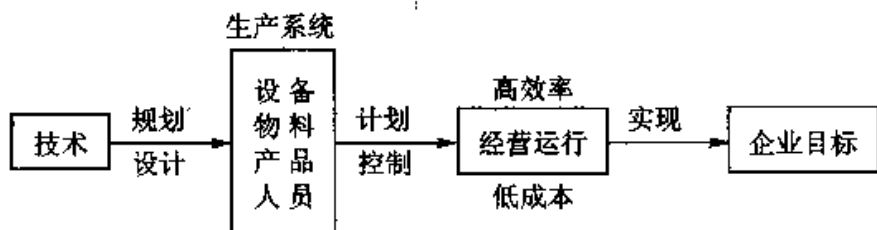


图 1-1 工业工程的技术 - 设计型模式

美国企业在工业工程应用方面有相当雄厚的基础和管理积累,它强调以工程技术为基础来规划设计企业的资源(包括人的行为),以计划、控制为手段来实现企业的目标。从泰勒科学管理阶段开始,直至今天的知识经济时代来临,这种工业工程设计模式均运用得相当成功,目前美国推行的先进制造战略及信息技术应用的模式仍是采用这种哲理。

2. 技术 - 改善型模式

以日本为代表的工业工程管理哲理表现为技术 - 改善型模式,如图 1-2 所示。

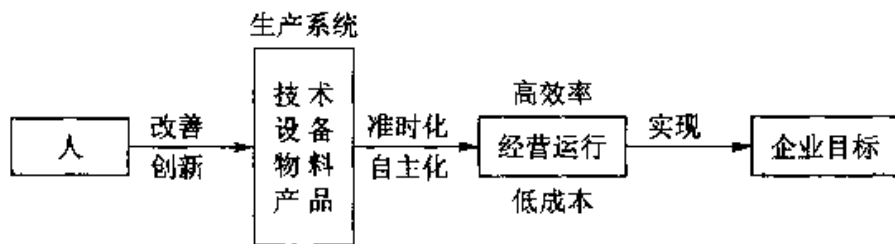


图 1-2 工业工程的技术 - 改善型模式

日本引进美国的工业工程进行本土化改造非常成功,典型的代表是丰田生产方式。它强调员工的主观能动性,从企业改善入手,消除浪费,采用以工业工程为技术支持的连续改善的管理思想,经过 40 多年的艰苦努力取得了巨大的成功。这种成功在于注重借鉴美国先进的工业工程管理技术并与日本企业的实践相结合。

上述两种模式虽有差异,但都是适应其各自实际国情的,我国利用工业工程以期达到跨越式发展的目标,必须吸取美国和日本的成功经验,同时密切结合自己的实际国情,创造出适合我国国情的工业工程应用模式。

世界各国的经济发展是不平衡的,但是任何一个国家和地区的生产力发展到一定阶段并要向高水平发展时都会面临众多的难题,科技与管理常常是生产力发展的关键所在,科技转化为现实生产力的过程中,应用工业工程的管理技术是非常重要的。

亚太地区经济发展迅速,尤以中国台湾、韩国等最快,这些国家和地区的显著特征之一是广泛研究与应用工业工程。我国正在发展社会主义市场经济,全面参与国际市场竞争。此时此刻,深入分析和了解发达国家和亚太地区和国家的发展经验,研究当今工业工程理论应用特征、发展趋势以及工业工程高等教育对国民经济的影响和国家生产力整体提升的作用不仅十分必要,而且具有划时代的战略意义。

1.4.3 工业工程的常用技术

在美国 G. 萨尔文迪主编的《工业工程手册》中,根据哈里斯(Neville Harris)对英国 667 家公司应用工业工程方法的统计结果,按方法使用频率的高低排序,列出了 32 种常用技术与方法,它们是:

- (1) 方法研究;
- (2) 作业测定(直接劳动);

- (3) 奖励;
- (4) 工厂布置;
- (5) 表格设计;
- (6) 物料搬运;
- (7) 信息系统开发;
- (8) 成本与利润分析;
- (9) 作业测定(间接劳动);
- (10) 物料搬运设备选用;
- (11) 组织研究;
- (12) 职务评估;
- (13) 办公设备选择;
- (14) 管理的发展;
- (15) 系统分析;
- (16) 库存分析与控制;
- (17) 计算机编程;
- (18) 项目网络技术;
- (19) 计划网络技术;
- (20) 办公室工作测定;
- (21) 动作研究的经济效果;
- (22) 目标管理;
- (23) 价值分析;
- (24) 资源分配网络技术;
- (25) 工效学;
- (26) 成组技术;
- (27) 事故与可操作性分析;
- (28) 模拟技术;
- (29) 影片摄制;
- (30) 线性规划;
- (31) 排队论;
- (32) 投资风险分析。

同一资料中还反映了对我国香港地区应用工业工程情况的调查结果,该结果表明,应用最普遍的技术是:工厂布置与物料搬运、方法研究、作业测定、工厂设施与制造工程、生产和质量管理等。

此外,1989年我国国家自然科学基金重大项目(编号97880010),在关于现代管理方法与提高生产率的关系调查中,归纳出对企业提高生产率有促进作用

的管理方法和常用技术:全面质量管理、网络计划技术、价值工程、设备综合管理、计算机辅助管理、工资与激励、工作研究、库存控制、成本管理等。

上述资料表明,企业的根本目标或人类从事生产活动的本质并不因环境或手段的变化而变化,低成本、高质量、高效率和高效益始终是企业追求的目标。用于帮助企业实现上述目标的常用技术,并不会因为时代的发展而被摒弃,如工作研究、设施规划、质量管理等,虽然这些方法的产生与提出距今已有几十年甚至上百年的历史,但今天仍然是企业选择的主要方法。因此,在划定工业工程的学科范畴或构建工业工程的学科体系时,必须从企业的实际应用出发,同时也要考虑学科自身的建设与发展,注重学科体系的基础性、系统性与应用性,合理划定学科边界,以及与其他学科的分工与合作,逐步形成自身的特色。

按照上述观点及工业工程的实际应用,工业工程的方法体系可分为四个层次,具体结构如图 1-3 所示。

1.4.4 我国工业工程的应用与发展

1. 我国工业工程应用的历史回顾

我国工业工程应用的历史可追溯到 20 世纪 50 年代初期,当时,新中国处于恢复国民经济,开展大规模工业建设的时期。在“一·五”期间投资建设的 156 个工业项目的带动下,全面推行苏联的企业管理模式,如采用现代生产组织与计划方法来管理企业,根据科学的时间研究制定劳动定额标准等。其中一些管理方法正是工业工程的常用技术。

从总体上看,从新中国成立以后到改革开放前这一段时间,我国企业普遍采用的是苏联的管理模式,工厂的建设、布置、经营管理活动等完全是按照计划经济的要求来进行的。值得指出的是,50—60 年代,在社会主义建设高潮中所掀起的合理化建议和技术革新运动。广大技术人员和一线操作人员以极大的热情进行生产工具、工艺过程、操作方法和技术标准的改进,改善劳动条件,提高工作效率,降低消耗和成本。这一活动对推动技术进步和科学管理的发展起到积极的作用,同时涌现出大批革新能手和先进高效的生方法,如郝建秀工作法、苏长有砌砖法、王崇伦的万能工具胎等。实际上,这些旨在提高效率的生产技术和

管理方法正是工业工程所关注和研究的内容。

1978 年开始,我国实行经济体制改革和对外开放政策,由单一的计划经济体制逐步向市场经济体制过渡,企业的生产经营环境发生了巨大变化,为了适应这种变化,企业需要寻求一种新的管理模式。80 年代初,在全国推广了 18 种现代管理方法,如系统工程(SE)、全面质量管理(TQC)、价值工程(VE)、网络计划技术(PERT)、成组技术(GT)、线性规划(LP)、项目管理等。各高校纷纷设立管理专业,全国各地大大小小的管理培训如雨后春笋般出现,一时间学习西方发达

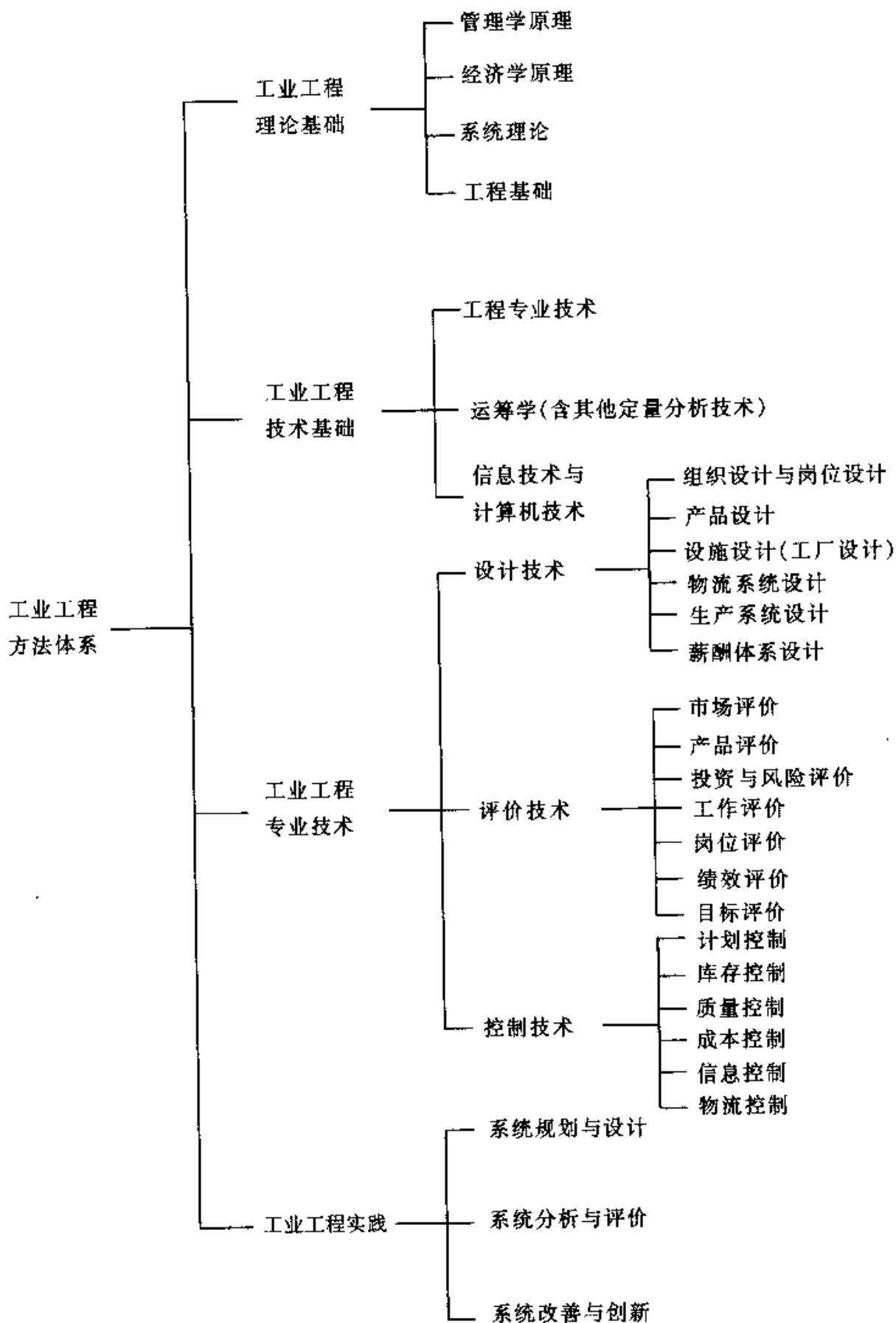


图 1-3 工业工程方法体系结构

国家的企业管理经验和方法成为时尚。1985年,机械电子工业系统有关部门组织和指导一些企业进行应用“工作研究”试点,以及推行日本提出的“5S”活动,取得明显效果。

例如,红光电子管厂从1986年起应用“工作研究”的原理和方法在黑白管总装生产线试用,改进了七个工序作业方法,投入改进费30多万元,却使生产线每年获得311万元的经济效益,同时节约工时3万多小时,节约劳动力24人,单位产品工时压缩25%。1988年又在引进的黑白显像管电子枪生产线推行MOD法。改进20个工序,仅用1万元改进费就使生产线的班产量由2500只增加到3200只,年增产电子管枪42万只,年增产值840万元,节约原材料费用69万多元,使年共增产节资363万多元,投入与效益之比为1:370。

大连无线电十三厂应用工业工程中的“工作研究”,改进收录机装配流水线,使流水线效率从42.7%提高到83.7%,日产量由102台提高到204台。

北京机床电器公司在日本专家的指导下,第一条CTP-10A接触器配线使班组日产量由1100台提高到2200台,年增产值429万;第二条CTO-20A接触器装配线年增产值1165万元。

大连机车车辆厂三个试点车间应用工业工程,每年获直接经济效益200万元。该厂三车间通过工业工程管理方法,使产品合格率上升到99.8%。

第二汽车制造厂传动分厂把IE的物流理论具体为“一个流的工作法”,在不增加投入的情况下,人员养活三分之一,产值增加三分之一。宝钢运用工业工程,实现减员6500人的目标,劳动生产率每年提高13%。

这些企业工业工程的应用成果逐步被广大企业所了解、认同并开始朝着主动追求方向发展,这不仅初露工业工程应用蓬勃生机的端倪,也在客观上为工业工程高等教育学科蓬勃发展起到了推动作用。

我国工业工程学科的建设与发展,企业全面引入工业工程理论与方法是从20世纪90年代开始的。1990年,我国机械工程学会成立了工业工程研究会,标志着我国工业工程学科的正式诞生。两年后,国家教育部于1992年批准西安交通大学和天津大学首批设立工业工程专业,1993年正式招收本科生,拉开了中国工业工程专门人才培养的序幕。

时至今日,工业工程在我国的发展已形成一定规模,并产生了较大的影响,具体可归纳为以下三个方面。

(1) 工业工程学术活动异常活跃。以1990年5月中国机械工程学会成立工业工程研究会为标志,中国工业工程学术组织的建设和学术活动的开展得到快速发展。首先,中国机械工程学会在各省的分会纷纷设立了工业工程研究会或学术分会,形成网络体系,从组织形式上保证了工业工程学术活动的深入性。继中国机械工程学会之后,中国电子工程学会、中国统计学会等学术组织也相继



成立了工业工程分会,使工业工程在不同行业中的推广应用得到发展,提高了工业工程应用的广泛性。其次,各种工业工程学术活动得到广泛开展,从1990年至今,以中国机械工程学会为代表的工业工程学术组织共举办了具有一定规模和影响力的学术活动20多次,平均每年举办一次以上。这些活动一方面起到了宣传、倡导工业工程的作用,使更多的企业了解和认识工业工程,提高了企业应用工业工程的意识;另一方面通过学术交流,加深了人们对工业工程学科的认识,对工业工程学科与专业建设起到了积极的作用。可以说中国机械工程学会等学术组织对中国工业工程发展功不可没。

(2) 工业工程人才培养形成规模。中国工业工程专业教育从1992年的两所高校发展到今天的130多所高校,每年平均以10%以上的速度在增长,招生人数从60人扩大到今天的6000多人,并形成多层次(专科、本科、双学位、硕士及博士)、多种形式(电大、自考、全日制及在职教育)、大范围(遍及全国25个省市)的格局。

(3) 工业工程在企业中的应用逐步扩大。进入20世纪90年代,工业工程的应用逐步开始推广。首先在大型制造企业中得到成功应用,如航空工业所属的上飞、成飞、西飞、沈飞四家企业,在从国外转包生产合作中成功应用工业工程的基础上,逐步将工业工程的应用扩大到整个企业,四家企业都成立了工业工程领导小组、工业工程工作组或设置工业工程办公室。再如一汽、二汽等汽车制造行业,全面推行现场优化与综合管理,采用“一个流”生产方式,应用工作研究进行生产系统的改善等。还有宝钢、鞍钢等冶金企业都在全面推行工业工程技术,鞍钢从1984年就提出了应用工业工程,1986年正式将工业工程技术应用于生产实践中,并一直延续至今,取得了可喜效果。其次,一大批进入中国的外资企业,由于对工业工程的技术比较了解,因此对工业工程的专门人才表现出极大的兴趣,如我国台湾企业富士康,在企业内部成立了工业工程学院,与国内相关高校合作,长年坚持对职工进行工业工程培训。特别值得关注的是大量民营企业开始提出对工业工程技术和专门人才的需求。

2. 工业工程在中国的应用前景

任何学科的发展都有其特定的历史背景和发展条件,工业工程的发展也同样如此。

从我国的情况看,自改革开放以来,经济体制的改革不断深化,科学技术、经济建设等各个方面都有了迅速发展,经济实力得到极大提高。2005年人均GDP将达到1200美元以上,到2010年我国实现第2步战略目标时,人均GDP将接近2000美元。此外,由于全球经济结构的大调整,中国将成为全球的制造工厂,大量的制造企业为工业工程的应用提供了客观条件,因此,在中国发展工业工程的时机已经成熟,而且具有广阔的发展前景。



值得指出的是,中国是一个大国,又是一个变革中的发展中国家,一方面我们积极利用外资,引进技术,发展先进的新型工业,建立起一大批较高水平的企业;另一方面我们仍拥有众多的生产力水平较低的传统企业,这些企业多数基础薄弱、技术装备落后、管理水平与生产力水平低,存在着十分艰巨的改造与提高任务。由于我国企业总体的低水平和发展中的不平衡,决定了企业在工业工程应用中内容的多样性和需求程度的差异性。

在推广应用工业工程技术的过程中,必须结合中国的具体情况,一方面继续发展传统工业工程方法,结合企业的技术改造,采用适宜的工业工程技术解决企业中存在的实际问题;另一方面,也要充分关注现代工业工程技术的研究与应用。

当今,一个更加激励的竞争环境正在全球范围内形成,未来消费者导向的市场环境正在发生结构性变化,呈现日趋多样化、个性化的发展趋势。为了适应未来市场快速、多变的特点,企业必须建立起“精益、敏捷、柔性”的生产经营系统,甚至为企业进行“再造”。近年来美、日等发达国家已充分注意到这一发展动态,并进行积极的研究,因此,尽早开展这方面的研究与应用是我国工业工程界不容忽视的使命。

1.5 工业工程教育

1.5.1 工业工程教育的历史回顾

1908年,美国宾夕法尼亚理工学院(今宾州州立大学)建立了世界上第一个工业工程系。1911年,工业工程的选修课首先在美国普杜大学机械工程系开设。到1959年在美国设立工业工程系的大学达到71所,1968年增长到126所,1975年增到150所。从20世纪40年代中期至70年末,工业工程逐步由美国走向全球,如欧洲和日本在40年代末引入工业工程,印度1975年引入工业工程。

中国的工业工程经历了一个漫长而曲折的发展过程,早在40年代,我国就设有工业管理专业,在一些大学设有工业管理系,进行工业工程人才的培养,这说明工业工程在中国曾有它的历史地位。

改革开放前这一段时间,企业的建设、布置、经营管理活动等完全是按照计划经济的模式来进行。由于企业对人才的需求发生了变化,因此学校的专业设置也相应作了调整,各类适合市场经济条件下的企业管理类专业和课程均被取消,这是中国发展历史过程中的一个特殊时期。

改革开放以后,随着我国经济体制的变革,企业人才的需求发生了变化,为了适应这种变化,我国高等院校普遍设置了各类管理专业,十多年时间里为我国



培养了大量的管理人才,有力地推进了我国管理科学的发展,促进了企业管理水平的提高。但同时我们也应看到,这一时期,也是我国管理科学研究与人才培养不断学习、探索和完善的过程。因此,在人才的培养目标上,以及培养计划和课程设置等方面自然会存在一些不足的地方。如过去我们过分强调了管理的职能,而忽视了管理与工程技术的结合;过分强调了管理者的作用,而忽视了对企业中人的因素的普遍研究;过分强调了经营管理和传统生产组织的研究,而忽视了人-机-环境的协调配合以及现场管理等内容。从企业的实际情况看,它们一方面需要各类高层经营管理人才,但大量需要的是能够将技术与管理结合起来,在企业中从事以降低成本、提高质量、提高生产率为目标的各项生产与经营管理具体活动的组织者与操作者,以及能对企业系统进行整体设计、评价、改良与创新的复合型人才。从美日等西方国家的管理人才培养的情况看,前者符合MBA专业的培养目标,后者正是工业工程(IE)专业的培养目标。显然这同我国现行管理人才的培养模式有所区别,关于这一问题,在80年代后期,我国管理学界的老一代学者就开始认真思考并加以研究,与此同时,我国部分企业开始有组织、有计划地推行工业工程技术,并取得了良好效果。不少合资企业或大型合资项目,对工业工程在企业中的应用都提出了明确的要求,如大众汽车公司、沈飞、上飞、西飞、宝钢、鞍钢、一汽和上汽等大型企业在与外企合作过程中,都将工业工程在企业中的应用作为一个重要条件,这一切都为工业工程在我国的发展提供了有力的佐证。此外,各种工业工程学术活动非常活跃,工业工程学术组织相继成立,工业工程的教育正是在这种背景下建立和发展起来的。

1992年,由国家教委主持在西安交通大学召开了工业工程专业论证会,来自全国14所重点大学的专家教授进行了认真的分析与研究,最后得出结论:在中国发展工业工程教育既是必要的,也是可行的。同年教委批准由西安交通大学、天津大学两所学校开办工业工程专业,稍后又批准重庆大学,至此拉开了中国工业工程教育的序幕。

90年代末,中国工业工程教育进入一个发展旺盛期,1999年有38所高校开办工业工程专业,到2003年增加到107所,估计2005年将达到130所以上。

1.5.2 工业工程高等教育在国外的基本情况

1. 美国工业工程专业的培养目标和课程设置情况

培养目标:以佐治亚理工学院为例,该校于1924年设立工业与系统工程系(1945年改为学院),目前在全美大学工业工程专业的排行榜上连续多年名列榜首。他们认为:在当今这个以计算机为驱动力的技术信息社会里,传统的致力于制造和服务系统的分析和设计的工业工程技术已不能满足社会对工业工程的需求,现代社会对工业工程师的要求是具有对复杂系统的检测和优化的能力。宾

州州立大学对学生的要求是:具有坚实的多方面的知识背景,如人文、艺术和社会科学等,并且要求学生发展在下述一种工业工程研究领域中的能力:

- 制造方面:工厂布置、储存、物料运输、自动化、质量控制、成本控制。
- 运筹学:决策、数学模型支持的管理信息系统以及仿真技术。
- 人因:心理学、生物学、生物力学、人机交互作用、劳动力安全。

课程设置:根据 ABET(the Accreditation Board for Engineering and Technology)对美国工程类专业学生的要求,学生在本科四年的学习中,应用两年半的时间来学习数学、基础、科学和工程类课程,其中一年时间学习数学和基础科学,一年左右学习工程科学,还有半年学习工程设计,另外还要有半年时间学习人文和社会科学。

(1) 佐治亚理工学院(Georgia Institute of Technology)。其工业系统工程系开设的专业课程见表 1-1。

表 1-1 佐治亚理工学院工业系统工程系开设的专业课程

基础统计方法	供应链建模概念	随机制造与服务系统
工业工程建模	生产与库存	工程经济学
质量系统	应用概率	模拟分析与设计
供应链建模概论	统计与应用	人机集成系统设计
物流学	工程优化	机器人与自动化数据采集应用
技术预测与评价	健康系统概念	

(2) 宾州州立大学(Pennsylvania State University)。其工业制造工程系的课程结构见表 1-2。

表 1-2 宾州州立大学工业制造工程系的课程结构

知识结构		课程结构	
基础科学	27%	必修课	69%
工程课	15%	选修课	31%
工业工程	15%	(共 128 学分)	
人文社科	25%		

该系课程注重实践,重点在制造过程与自动化、质量控制与计量、工作测量与人类工程学、计算机等。学生有机会获得第一手的制造基础经验,如锻造、焊接和机加工。本科生在头两年主要学习工程基础与人文类课程,如数学、物理、艺术、人类与社会科学。后两年,学生进入核心课程的学习,主要包括切削加工、

工业系统模拟和建模、设备布置与物料处理、生产系统模拟、人工智能和专家系统,而且这些课程大都有实践环节。

(3) 普杜大学(Purdue University)。其工业工程系的课程结构见表1-3。

表1-3 普杜大学工业工程系的课程结构

知识结构		课程结构	
数学与物理	13	必修课	74%
工程课	31	选修课	26%
人文社科	18	(共125学分)	
专业工程课	48		
技术选修课	15		

另外,该学院所推荐的专业课程有:人类工程学、制造工程、运筹学与系统工程、产品与系统管理工程四门。

① 从具体课程来看,各所院校存在一些共同的课程,主要有:微积分、化学、物理及实验、写作、初等微分方程、线性代数、概率与统计、机械原理、电路、电子学、力学、计算机导论、工业经济学原理、热力学、制造工艺、材料结构与特征、系统模拟、工业工程导论、计算机辅助制造和自动化、工业心理学、人机工程、成本会计、质量控制及可靠性、工厂与系统设计、工业组织与设计、生产计划与控制、工作设计与测定、生产系统、制造工程、信息系统设计、设施布置与规划、库存与成本分析等。

② 从课程设置来看,美国的工业工程专业课程基本上是以工程学科内容为主,管理学科内容为辅。

③ 从实践的角度来看,美国的工业工程专业更注重学生实践能力的培养。许多学校都安排了机械方面和工厂实际项目研究方面的实习,使学生有机会获得第一手的基础经验,为以后工作打下了良好的基础,并使学生对所学专业有了感性的认识,对学习很有帮助。

2. 英国工业工程专业的培养目标和课程设置情况

欧洲各国相比美国而言,开设工业工程专业较晚,而且往往采用不同的名称,但主要内容基本相同。

目前,英国有剑桥、诺丁汉、Warwick、Cranfield 等几所大学开设工业工程专业。英国大学有相当的自主权,专业名称和学制年限可由各校自定,在专业设置和管理模式上强调自身特点。

(1) 剑桥大学。该校工业工程系涵盖了除化学以外的各工程学科,学生在头两年学习相同的基础课程,第三年开始分专业。该校工业工程系共1200名



本科生,300 名研究生,分为 5 个专业,其中一个专业讲授制造和管理课程,与工业工程专业类似。

(2) Warwick University。该校的理学院的工程系鼓励学生在第 2、3 学年时中断一年的学习参加一段时期的工业生产实践,获得必要的工作经验,然后再继续攻读学位。该校理学院的课程设置有很大的灵活性。

该校的制造工程与管理(manufacturing engineering and management)专业即为我们所说的工业工程专业。其培养目标是使学生最大限度地适应当今的工业发展,其中包括对组成制造系统的人、资本和技术资源的必要管理技能。学生可以用三年获得学士学位,也可以用四年时间获得硕士学位。其专业的课程设置情况见表 1-4。

表 1-4 Warwick 大学制造工程与管理专业的课程设置

第一学年			
专业课			选修课
设计和计算机技术	流体与能量		工程师法语或工程师德语
电力与电子系统	材料与生产		工程用符号
工程力学			建模与系统动力学
第二学年(学生可根据表现转入硕士学位的学习)			
专业课			选修课
CAD/CAM	产品与工艺控制	工程设计	工业可靠性设计
工程系统分析	生产组织与控制	工程经济	机械学
原料与工艺	制造系统工程实验室	项目管理	
第三学年			
专业课			选修课
项目	质量技术		自动化与机器人
制造工艺	运作计划与控制		计算机集成制造
材料与设计			设计技术与管理

3. 日本工业工程专业的培养目标和课程设置

日本作为战后一片废墟上建立起来的新兴工业化国家,其发展速度和质量令人惊叹。日本引进美国的工业工程进行本土化改造非常成功,带来了可观的经济效益。目前,北海道工业大学、早稻田大学、大阪府立大学等多所大学都开了工业工程或相关专业课程。

(1) 早稻田大学工业管理系统工程系(Waseda University)。该系成立于1935年,起初名为工业管理系。1996年更名为工业管理系统工程系。该系以数学、系统技术、信息技术、人体工程学为主要研究方向。他们认为学生应具备充分利用人力、材料、设备、资金和信息等管理资源的能力。他们努力使学生掌握最新的专业知识,培养其对问题的感知力、理论和组织化能力、用计算机和数学方法分析解决问题的能力。

(2) 北海道工业大学工业工程的教育目标是使学生获得工业工程学科的全面的知识和技能,逐渐掌握在如下方面的基本原理及应用:信息管理系统、工业动态系统、管理信息的统计分析、过程与优化中的运筹学技术及生产过程中的计划和设计等。该系也十分注重信息网络系统在教学中的应用。该系为学生提供如下七个研究领域的课程:

① 生产管理;② 工商管理;③ 管理数学;④ 计算机科学;⑤ 制造工程;⑥ 信息系统;⑦ 人力资源。

4. 工业工程在韩国、新加坡、中国香港和中国台湾

(1) 工业工程在韩国。目前,韩国约有七所大学开设有工业工程专业:Korea University, Pohang University of Science & Technology (POSTECH), Korea Advanced Institute of Science and Technology, Seoul National University(汉城国立大学), Hanyang University, Pusan National University(釜山国立大学)等。

表1-5列出了蔚山大学和浦江大学工业工程专业的课程。

表1-5 蔚山大学和浦江大学的工业工程专业课程设置表

蔚山大学(总计78分)	比例	浦江大学(总计96分)	比例
工业工程专业课(计24学分)	30.8%	工业工程专业课(计25学分)	26.0%
工业工程概论(3)		工业经济(2)	
作业管理(3)		作业管理(3)	
生产管理I、II(6)		工业计算机应用(2)	
运筹学(6)		人机工程学(3)	
质量管理(3)		运筹学(6)	
人机工程学(3)		质量管理(3)	
		生产管理(3)	
		系统财算(3)	

(2) 工业工程在新加坡。目前在新加坡开设工业工程的大学有新加坡国立大学和南洋理工大学。其中新加坡国立大学的工业工程系在东南亚地区是比较

具有代表性的。该校学生在本科的第一年以工程基础课程的学习为主。第二年,根据学生的学术表现以及个人意愿选择下列工程课程:土木工程、电子工程、工业系统工程或机械工程。开设的专业课程有:实体分配与运输管理、库存与材料管理、操作工艺与系统、服务运作管理和决策等。

新加坡南洋理工大学的工业工程本科教学计划的核心课程如表1-6所示。

表1-6 新加坡南洋理工大学工业工程本科核心课程设置表

基础科学	数学3	工程技术	通信技巧2
	数学4		机械力学
	法律准则		固体力学
工业工程	工程材料资产评估		热动力学
	工程设计		机械原理设计
	工业附件		动力控制
	设计应用与分析		热传导
	工程测量		流体力学
经济管理	人力资源管理及企业学		电子工程
	工程及社会学		制造加工
	经济准则		变型固体力学
	项目		机械系统设计

限选课设置——学生必须选修三门课程进行学习,其中至少有两门课程是从以下三组课程中的一组选出:

① 产品设计:工业设计、人因工程、机械设计、微处理机系统、材料选择及设计;

② 制造工程:材料工程、制造系统及其自动化、网形制造、电子制造加工、精密机器及工具;

③ 机械电子:机器人、动作控制系统、控制系统设计及微处理机系统。

由其专业设置可看出,其课程的工程性很强,重点在于培养适于企业需要的工业工程师。

(3) 工业工程在中国香港。香港大学工业及制造系统工程系(industrial & manufacturing systems engineering)建于1973年,是香港第一个开设工业工程学位课程的系。学士学位课程主要包括:先进制造系统工程、计算机辅助设计计划技术、生产工程等。该校强调软件工程和计算机在高效制造与服务系统中的应用。在学习过程中,学生要从智能系统工程中学习新的技术,例如,虚拟现实、模

糊逻辑、源算法、人工神经网络。同时还要学习许多管理类课程,包括:质量管理、管理会计与金融、组织设计与行为、生产管理、制造系统设计与分析、运筹学、工业统计学、工程管理、原料管理和物流学。学位课程共三年,目前有 250 名学生。为了适应时代发展的要求,课程重心向以下几方面转移:工业营销、产品开发、制造系统工程、商业系统与管理、金融信息与控制。这样的课程设置使毕业生可以满足相关各部门对人才的需求,在服务业、商业、政府和生产系统中都能有用武之地。

(4) 工业工程在中国台湾。在台湾 IE 教育起源于成功大学 1955 年工管系开设的工业工程课程。1963 年,台湾得到联合国特别基金,由工商界联合发起成立金属工业发展中心,以辅助机械、基本金属、运输工具等行业为主要任务。1963 年起,东起大学、中原大学(1964 年)、逢甲大学(1968 年)和成功大学(1972 年)相继成立了工业工程专业。20 世纪七八十年代,台湾地区大学数目逐渐增多,设立工业工程专业的院校也逐步增加。目前,台湾的一般大学、科技大学、技术学院、专科学校中共有 41 所设立工业工程专业,在校的学生高达 31 495 人,在校的硕士生、博士生人数为 2 412 人。相对台湾 2 300 万人口而言,工业工程专业的人数是非常庞大的,从另一方面讲,也表明了市场对工业工程人才需求的强度。

1971 年 8 月,台湾成功大学成立工业管理学系。工业管理学系旨在培育具有工程学识的管理人才,学生须有良好的数理基础,后来,该系更名为工业管理科学系。表 1-7 反映了该系的必修课的课程设置分类情况。

表 1-7 台湾成功大学工业管理系本科必修专业课分类表

基础科学	英语听讲实习(一)(二)	经济管理	管理学
	计算机概论		生产管理
	计算机程序及应用		行销管理
工业工程	制造程序		人力资源管理
	品质管制		工业管理概论
	人因工程学		会计学
	行为科学		统计学(一)(二)
	系统分析		作业研究(一)(二)

如今,IE 在台湾是独立的学科,它包括生产系统、咨询系统、服务系统、作业研究及人因工程五个研究领域。IE 理论及方法在第三产业的应用与推广已成为台湾 IE 的一大特色。

1.5.3 我国工业工程人才培养的目标与模式

1. 工业工程本科教育的培养目标

(1) 工业工程师的任务及应具备的基本素质。一般讲,工业工程应用的主要对象是生产企业,使命是提高生产效率和效益,核心是降低成本、提高质量。工业工程师的任务就是从企业整体出发,综合运用各种技术、管理和经济手段,实现降低成本、提高质量、提高生产效率和效益的目的。由于在生产与经营过程中影响成本、质量、效率和效益的环节和因素很多,因此工业工程师的实际工作内容又是十分广泛的,归纳起来主要有以下四个方面:

① 组织并参与制定企业发展战略与规划,提出产品结构调整方向,进行产品或项目的选择与技术经济评价。

② 对生产系统进行综合诊断、评价、改进、管理与维护。具体包括企业诊断与现场管理、成本分析与控制、质量控制与系统可靠性维护、生产过程与工作方法的改进、人-机-环境的合理配置、生产计划与控制等。

③ 进行组织设计与职务设计,制定绩效考核与评定标准,建立企业激励机制,有效地调动各类人员的积极性。

④ 跟踪工业工程的最新研究成果,采用现代生产制造技术,建立敏捷、精简、柔性的生产系统。对上述各项工作,实际上每位工业工程师又都有自己的侧重点,即每一位工业工程师都是某一方面的专家,这些工业工程师在工业工程部的统一领导下开展工作,共同完成各项任务。

由此可见,工业工程师是一种专门技术人才,他们的岗位应该是其他技术人员无法代替的,他们所完成的任务是其他技术人员无法完成的。在我国,工业工程师能否充分发挥使用,关键在于企业是否设有工业工程师岗位和相应的组织结构。

从工业工程师所完成任务看,他们应具备以下基本素质和知识结构:① 具有扎实的工程专业理论与技术,或者是某一工程专业的专门技术人才。② 系统掌握工业工程的理论与方法,并能在生产与经营过程中有效地运用这些方法。③ 具有全局观念和系统观点,掌握系统设计、机能优化、整体协调的思想与方法。④ 善于进行组织协调,有较强的组织管理能力。

(2) IE 人才的培养目标与知识结构。从理论上说工业工程师应具备的知识结构和素质要求,就应该是 IE 人才培养的目标要求,但实际上两者是有所区别的。工业工程师所具备的能力与素质,很大一部分是在实际过程中形成的。学校的 IE 教育只能是为了使学生将来成为合格工业工程师打下一个基础。这种基础应包括两方面内容。一是使学生建立一种专业思想或者叫专业意识,明确自己将来在生产企业中的地位、作用和历史使命,并在学习过程中有意识地去



培养自己作为工业工程师所应具备的那种能力;二是使学生系统地掌握工业工程师应具备地理论基础和技术手段。因此,IE本科教育的培养目标是:

工业工程大学本科毕业,应具有坚实的自然科学和社会科学的基础理论知识,系统掌握一门工程专业技术和工业工程的基本理论与方法,懂得现代经济与现代管理理论,并能综合运用这些理论与方法初步分析、解决生产企业或其他部门提出的实际问题。他们经过五年左右的工作实践,应成为合格的工业工程师。

按照这个培养目标,IE本科毕业生的知识结构的特点是:

① 具有坚实的自然科学和社会科学的基础理论知识,包括政治经济学、哲学、法律、外语、物理、化学、普通高等数学和工程数学等。这是进一步学习工程专业课程和工业工程课程的基础,也是对一般理工科大学本科生的基本要求。

② 系统掌握一门工程专业技术。工业工程师是一种综合型的工程技术人才,在工作中面对的是实际生产系统,因此,至少必须系统地掌握一门工程专业技术。可以这样说,没有专门工程技术的IE人才,称不上是真正的IE人才。另外,掌握专门工程技术,绝非是选学几门课程能够解决的,必须系统地学,因为任何学科的知识体系都有它内在的联系,表现出很强的系统性。掌握一门工程专业技术,同时也掌握了工程分析与计算的手段——计算机知识,这些都是进一步学习工业工程课程的重要基础。

③ 系统掌握工业工程的基本理论与方法。工业工程学科已经自成体系,尽管由于发展阶段不同分为传统IE和现代IE,但是它是一个完整的体系。因此,必须让学生系统地学,全面了解和掌握工业工程的发展历史和方法体系。从工业工程的发展趋势看,它不断综合各种学科的最新成果。现代经济和现代管理的理论和方法也不断渗透到工业工程中来,而且工业工程本身就具有管理的职能,因此,要求学生懂得现代经济和现代管理的理论与方法是一项最基本的要求。

④ 具有综合运用各种知识解决问题的能力。这是工业工程人才的一个突出特点。对于生产企业来说,工业工程师要解决的问题一般都带有系统性特征,因此要求工业工程师应具有系统的观点、思想和方法。我们说IE人才是一种技术与管理结合的复合型人才,这种结合就是靠系统工程的理论与方法来实现的,因此,学习和掌握系统工程原理和方法对IE人才来说是非常重要的。

2. 工业工程本科教育的培养模式

(1) 专业复合与学制。目前,国内工业工程专业的学制有四年制本科、五年制双学位、六年制学硕连读等多种形式,其中四年制本科占绝大多数。从实际培养情况看,几种学制各有特色。四年制时间短,快出人才;五年制有利于专业复合;六年制有利于吸引优秀考生,提高生源质量。从发展看,六年制学硕连读的培养模式已引起各高校的高度重视,不少学校开始实行学硕连读的贯通式培养

模式。

关于工业工程专业与哪一类工程专业复合,这是值得研究的一个问题。与不同的工程专业复合,培养出的工业工程人才就具有不同的特点,有可能形成不同的专业工业工程师,如机械工业工程师、电气工业工程师等。就目前国内的情况看,多数与机械工程专业复合,这与国外的情况大致相同。困难的是由于学制的限制,这种复合往往是不完整的,这就需要在课程结构上作出合理的安排。

(2) 课程设置与学时分配。按照工业工程专业的知识结构,其课程可分为四个层次:① 基础课;② 工业工程技术基础课;③ 工业工程的经济管理基础课;④ 工业工程专业课。基础课包括理工基础及人文社科类,约占课时比例 35%。工业工程技术基础课主要是复合专业的工程类课程,约占 20%。工业工程的经济管理基础课占 20%。工业工程专业课占 25%,其中核心主干课为工业工程基础、工效学、设施规划与物流分析、生产与运作管理。

3. 我国 IE 与国际 IE 学科的对比分析

由于我国 IE 学科专业结构的划分与国外不同,所以我国 IE 学科设置按国外划分标准进行重新统计,按目前各校的课程设置情况,其结构如表 1-8、表 1-9 所示。

表 1-8 我国 IE 学科设置情况

知识结构		课程结构	
基础科学	19%	必修课	90%
工程(除 IE)	21%	选修课	10%
工业工程	29%	(共 149.5 学分)	
人文社科	31%		

表 1-9 我国部分高校与国外高校 IE 学科设置情况对比

项目	知识结构				课程结构	
	基础科学	工程	工业工程	人文社科	必修课	选修课
天津大学	19%	21%	29%	31%	90%	10%
西安交大 (五年制)	20%	31%	25%	24%	90%	10%
普度大学	33%	17%	31%	19%	74%	26%
宾州立大学	27%	15%	33%	25%	69%	31%
威斯康星	34%	10%	31%	25%	—	—

从上面的统计资料不难看出,我国 IE 学科的课程设置与国外同专业还是有一定差别的。

首先,从知识结构上来看,我国 IE 教育在基础科学上的重视程度明显低于美国大学。美国是一个十分重视基础科学教育与研究的国家,进行基础科学教育的目的在于使学生具有坚实的科学背景和清晰的逻辑思维,以培养学生在未来工作中的自学能力和创新能力。这些基础科学的研究影响,正是由于这个原因,使美国在将近一个世纪内都保持了世界第一强国的位置。

其次,我国课程设置中的人文社科的比重较高。这是因为政治、历史等课程在其中占了较大部分,而这些在其他国家的 IE 课程设置中是不包括在内的。

最后,必修课与选修课的比例不够合理。这种情况通常会限制学生的研究方向甚至兴趣范围,从而使整个人才结构失调,不符合未来生产多样性和个性化发展的特征。



思考题

1. 试说明工业工程起源的基本背景。
2. 工业工程发展的动因有哪些?
3. 工业工程发展经历了哪几个阶段?各有什么特点?
4. 什么是工业工程?
5. 根据工业工程的定义,说明工业工程的基本特点。
6. 工业工程的目标是什么?
7. 工业工程的职能是什么?各有何特点?
8. 说明工业工程的学科属性以及和管理学科的区别与联系。
9. 工业工程的主要研究方向有哪些?
10. 工业工程学科应用的特点是什么?
11. 工业工程的应用模式是什么?
12. 工业工程有哪些常用技术?
13. 试描述工业工程方法体系的基本结构。
14. 工业工程人才培养的特点是什么?
15. 工业工程专业的核心主干课是什么?

第2章 生产率工程与管理

2.1 生产率概述

2.1.1 生产的概念

生产是人类活动的基本形式,它是一切社会财富的源泉。从一般意义上讲,生产可以定义为:一切社会组织将其输入转化为输出的过程,即“投入—变换—产出”的过程——投入一定的资源,经过一系列多种形式的变换,使其价值增值,最后以某种形式产出供给社会的过程,图2-1为生产系统的转换示意图。

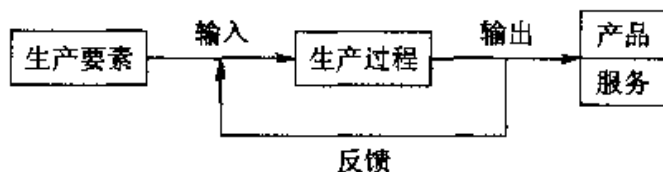


图2-1 生产系统功能示意图

其中投入包括:人力、设备、物料、信息、技术、能源、土地等劳动资源要素。

产出包括两大类:有形产品 and 无形产品。

中间的变换过程也就是劳动过程、价值增值过程,即运作过程。

1. 生产的投入要素

在工业生产中,投入要素为劳动力、资金、原料、燃料、技术等。主要投入要素的种类:

(1) 以土地为代表的自然资源要素。土地是最基本的一种要素,尤其是在以农业为主要产业的经济起步阶段,土地可以说是最根本的财富源泉。自然资源是社会财富的源泉之一,是社会生产过程中不可缺少的物质要素,是人类生存和发展的自然基础。自然资源主要包括水资源、能源资源、矿产资源、土地资源、气候资源等。

(2) 资本要素。在各类生产要素中,资本是一种极为重要的要素。资本可分为货币资本和实物资本两大类。货币资本是指用于生产过程中,购买劳动手段的,以货币形式存在的资本;实物资本指的是以机器设备、厂房等形式而存在

的生产手段。资本的重要性不但在于它的不可替代性,还在于它具有一个极为重要的特点,可以循环使用,并且只要使用得当,就会越用越多。资本在经济活动中可以说具有举足轻重的作用。在一些经济不发达地区,资本稀缺经常是最根本和首要的限制,约束条件。

(3) 劳动力要素。这是指可用于生产过程的一切人力资源,是一种对生产率发展起决定性作用的要素。没有劳动力要素的参与,其他要素只是一种可能的要素,而并不能形成现实的财富,因而劳动力无疑是经济增长的重要动因。劳动力资源的利用程度,对其他要素的配置情况起了重要影响。资本、技术和自然资源等要素的使用效率和相互配置情况,很大程度上要受到劳动力状况的制约。因此,劳动力的数量、质量及其构成,直接影响着生产率的提高。

(4) 技术要素。这是指制造某项产品、应用某项工艺或提供某项服务的系统知识。“科学技术是第一生产力”这句话精辟地概括了科技对生产率发展的重要意义。在经济发达国家,技术进步对经济增长的贡献已远远超过资本和劳动投入量增加的贡献。随着知识经济时代的到来,技术作为知识的主要内容正成为一种强势要素和关键要素,并在经济发展中起着不可替代的作用。

(5) 管理要素。又称生产组织要素或企业家才能要素,是指为了生产和生活的需要而采取的对生产活动过程的计划、决策、组织、指挥、控制和协调。管理的作用在于通过对其他要素的积聚、组合,使要素得到优化配置,从而实现单一要素所无法实现的正和效应、聚集效应,以取得最佳的经济效益。

(6) 信息要素。信息是客观世界中各种事物的变化和特征的最新反映,是客观事物之间联系的表征,也是客观事物状态经过传递后的再现,是消息、情报、资料的统称。它具有可传递性、可再生性、可处理性、可储存性和可共享性等特征,为生产者和管理者在制定有关其他要素的移动、配置的决策时提供指导和参考。管理越是现代化,信息的作用越突出,并成为经济生产和管理中的中心环节之一。

以上六种生产要素中,管理、技术和信息要素都具有高智力、高知识含量的特点,具有知道是什么、为什么、怎么做的知识共性,因此可以归为知识要素。所以,以上六种要素又可以简单的概括为四种主要或基本要素,即自然资源、资本、劳动力和知识要素。

2. 生产的产出财富

产品和服务是生产活动的两大类产出。生产的产出为社会形成了新的产品和服务,按照对新产品和服务的使用分为中间产品和最终产品。中间产品是指用于生产过程的产品和服务,最终产品是指用于居民消费和社会公共消费的产品和服务。

(1) 产品。产品的生产过程是通过将生产要素输入,经物理、化学变化,转

化为有形物品的输出。对物质生产部门而言,生产活动的涵盖范围随着生产系统的前伸和后延也大为扩展。生产系统的前伸是指生产系统在以市场为导向的同时,已将其功能扩展到战略制定、产品创新设计乃至与资源的供应合为一体。生产系统的后延是指企业的生产职能已扩展到产品销售和售后服务方面,产品可以储存,生产过程和消耗过程是分离的。

(2) 服务。劳动服务型生产的产出不是物质产品,而是无形的产品“服务”。它的基本特征是主要以提供劳务为主。服务不能储存,生产过程和消耗过程同时发生。

3. 生产过程的转换机制

在生产过程中,投入在企业和经济结构中转变成了产出,经济学家使用两种相关的方法使投入转变为产出的生产过程模型化。一种方法是把一种经济系统的产出理解为生产经济,它采用具体的函数形式,称之为生产函数,并据此建立生产过程模型。这种方法是利用计量经济学的技术,从生产函数推导出估算模型,把企业、产业和经济的产出同投入联系起来。在这种方法中,投入包括劳动力和资本。在企业层次,大多数的研究采用的是这种方法。另一种方法是在经济(或产业)中,建立生产过程模型的主要方法——增长会计学。这种方法对生产过程的具体特性做了假设,而且根据这种假设,把产出的各种组合分解到了对生产的各种投入之中。

2.1.2 生产率的概念

1. 生产率的定义

生产率是产出与投入之比。一个生产系统的投入包括人力、物力、时间、金钱等,产出指可以满足顾客需求的产品或服务。生产率表示每单位生产要素能够生产或提供实物产品或服务商品的数量。有三种类型生产率度量法:单要素生产率、多要素生产率、全要素生产率。

如果把生产组织看作一个简单的资源转换系统,可用图 2-2 表示。尽管这种定义很简单,但要实际应用还需进一步涉及资源构成、如何测算、如何确定其价值以及测算的时间范围等问题。

生产率定义可适用于各种层次和规模的系统,既可用于一个企业,也可用于一个行业(如机械工业)、一个城市以至整个国家经济,以衡量生产效率和经济效益。

工业工程的目标就是设计和不断改善生产系统,使之更有效地运行,取得更好的效果。所以,生产率也是衡量 IE 应用效果指标,是工业工程师必须掌握的一个尺度。

2. 生产率的本质与内涵

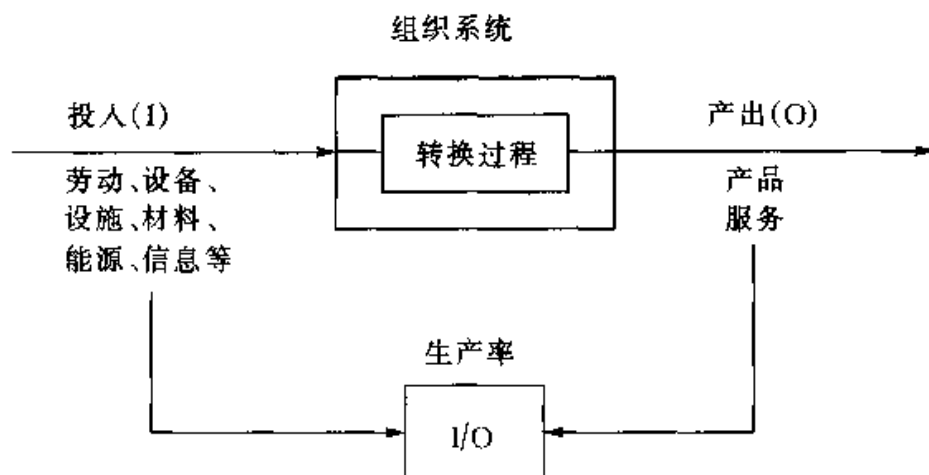


图 2-2 生产率的一般概念

生产率的本质是资源的有效利用程度。生产率的实质含义是对生产能力利用的考核,是对资源利用程度的考核。它可用来衡量生产组织(企业、政府),也可用来衡量各种产业、部门或整个经济体。早期主要是关系到总体经济层面。

生产率的基本内涵是劳动者对社会标准质量劳动时间的节约程度。它包括单位产品活劳动与物化劳动的节约和社会总劳动时间的节约。随着社会向前发展,劳动生产率是不断提高的。劳动生产率反映了在社会化大生产基础上的市场经济条件下,人与自然物质变换过程中投入与产出及其相互比较的效益和效率的关系。它是对今天特定生产方式下人与自然发生关系过程中所创造的、能够满足社会需要的使用价值的能力的客观描述。它体现了蕴涵于人与自然物质变换过程的生产性、变化性、经济性、有效性、相关性、社会性和局部性与全局性的内在有机统一。它说明了劳动生产率的实质就是劳动者对劳动时间的节约程度,提高劳动生产率实质就是节约劳动时间。

2.1.3 生产率管理

1. 生产率管理的含义

生产率管理是一种现代管理方法,它是在西方工业发达国家兴起的一个十分热门的研究和应用领域,是衡量生产系统绩效的指标。

关于生产率管理的含义,这里引用美国生产率问题专家辛克(D. S. Sink)所下的定义:

生产率管理是一个较大的管理过程中的一个子系统,其内容包括根据系统的产出和投入之间的关系来进行规划、组织、领导、控制和调节。因此,它必须包括生产率测定和生产率改善。

由此可见,生产率管理就是对一个生产系统的生产率进行规划、测定、评价、

控制和改善的系统管理过程。其实质是以不断提高生产率为目标和动力,对生产系统进行积极的维护和改善。

生产率管理与质量管理(保证生产质量的过程)、规划(确定什么是有效可取的方案的过程)、作业测定和预算(评价劳动和资金效率的过程)、财务和审计(负责评价盈利率)以及人事管理等都密切相关。

2. 生产率管理系统模型

生产率管理系统模型如图 2-3 所示。

(1) 生产率管理系统模型包括以下几个基本组成部分:

- ① 规划部分(战略、技术与经济规划,包括生产率规划反馈);
- ② 资源流动部分(表明生产组织投入—产出的资源或要素运行过程);
- ③ 生产率测定部分;
- ④ 生产率评价、规划、控制和改善部分。

(2) 模型中若干术语的含义如下:

① 投入变量:任何一种以不同数量、类型和质量得到的、可控制的因素或资源(例如,能源、人力、材料和数据等)。

② 过程或转换:指某种投入变量在形态、外形、状况、性质、功能、个性、特征等方面的变化过程(例如制造、培训、处理……)。

③ 产出变量:投入变量经过转换过程而产生的任何一种可控制的因素或资源(例如,能源、人员、服务、数据/信息等)。

④ 结果变量:出售和(或)交付给一个组织环境中的人或机构的成果。

⑤ 属性:某种变量的度量单位或鉴别的特征(例如,大小、颜色、反应时间、质量、数量等)。

产出(产品或服务)交付给顾客以后才获得成果(结果变量),顾客为使用产出而付出代价并做出相应的反应。所以,可以而且应该把顾客使用产出的结果作为衡量系统效能的度量来考察和控制。

3. 生产率管理系统分析

用系統工程观点来看,生产率管理是整个经营管理大系统中的一个子系统。从图 2-3 可以看出,生产率管理系统的核心部分是由生产率测定、评价、规划、改善等几部分有机合成的生产率循环,可用图 2-4 表示。在生产率循环中,“生产率改善”是关键,因为这是管理的目的所在。

生产率管理系统或生产率循环的运行过程如下:

(1) 生产率测定。系统分析的第一步是要确定系统的目标,并选择衡量总体目标的标志,力求用定量化的方式表达,以便通过建立模型和选择合适的标准进行分析比较。生产率测定就是要完成这一任务,为评价、规划创造前提,为提高生产率提供依据。

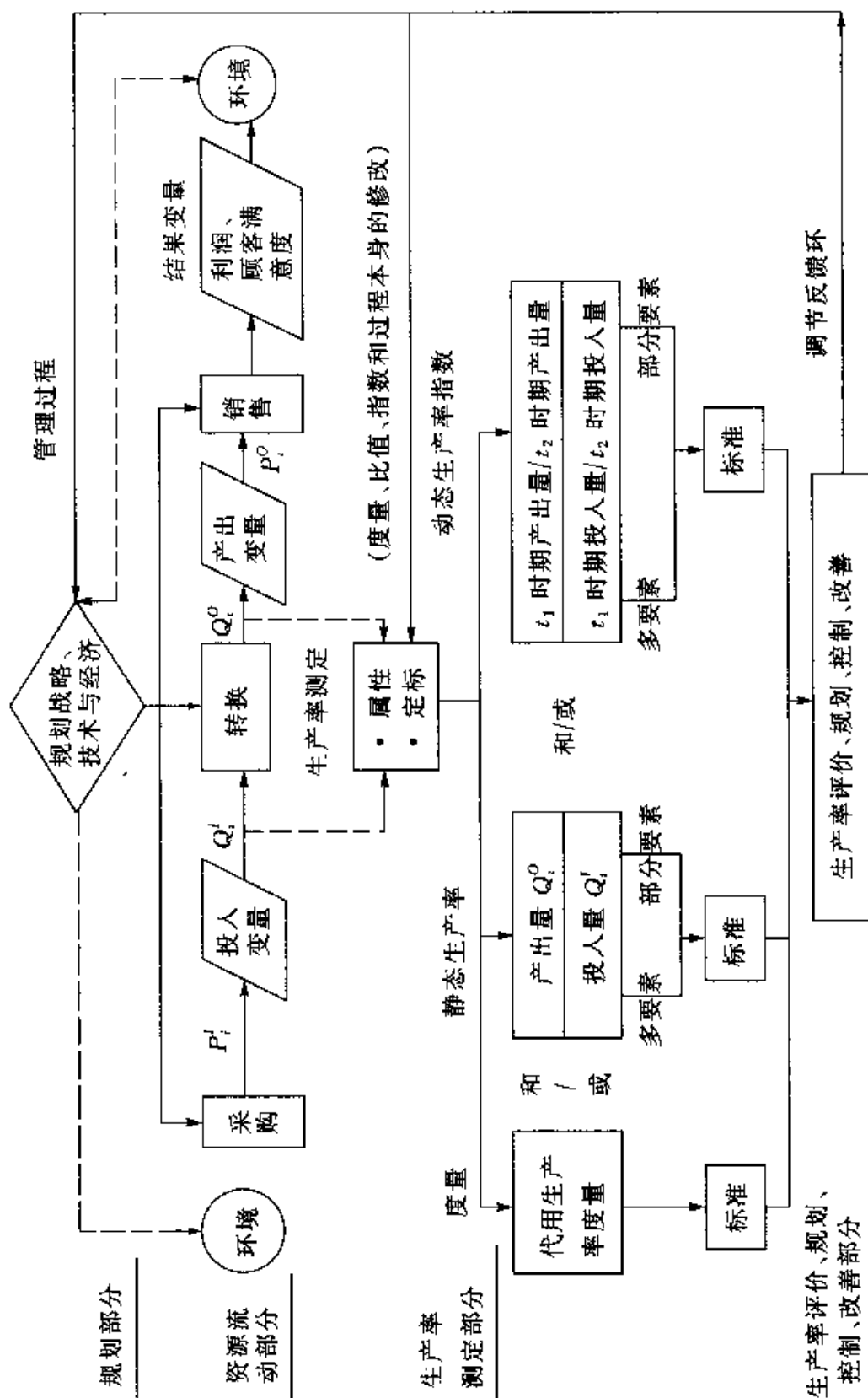


图 2-3 生产率管理系统模型

P_i' ——投入因素的价格； Q_i' ——投入因素的数量； P_i^o ——产出因素的价格；

Q_i^o ——产出因素的数量； t_1 ——第一时期（基准期）； t_2 ——第二时期（测定期）

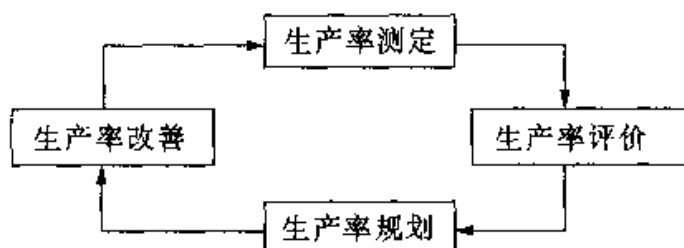


图 2-4 生产率循环

(2) 生产率评价。将生产率测定的结果与选择的标准,或者与规划的生产率目标进行比较,对系统的运行效果做出评价,为对系统进行规划提供信息。

(3) 生产率规划。根据生产率测定和评价所提供的信息,对生产率控制和改善做出规划。

(4) 生产率改善。上述几个步骤所获得的关于生产率的信息回到生产率管理子系统与生产系统的接口,即规划部分,对发展战略、技术和经营等方面的规划施加调节作用。换句话说,通过生产率管理规划,对生产系统(即图 2-4 中的资源流动部分)各个环节的改进提出新的目标,确定更高的生产率标准,这就是生产率管理对生产系统的改善所起到的控制作用。

(5) 测定和评价。对这些调节作用所产生的效果进行测定和评价,即进入新一轮测定、评价、规划、改善和提高的循环。

4. 现代管理和工业工程方法与提高生产率的关系

随着国有企业建立现代企业制度工作的日益深入,人们愈发意识到,对现代企业制度应全面、完整地理解,要用动态、发展的眼光来看待这一复杂大系统。产权明晰固然是前提,管理科学更是基础。深化改革、制度创新要同强化管理有机结合、同步发展,应赋予管理这一永恒主题以时代特色,制度创新必须伴随着管理创新。

现代管理方法和手段的应用是管理科学的主要内容和重要标志之一。众所周知,要进行生产就必须投入劳动力、劳动资料、劳动对象、资金、信息等生产要素,并使这些生产要素有机地结合起来,组成一个有序的生产体系,才能更好地发挥其效用,取得较高的生产率。然而,这仅仅是问题的一个方面,要提高生产率还必须实现更多的有效产出。要通过现代管理方法的应用提高产出的质和量,提高产出的有效性。

(1) 增加产出的方式。通过产出的增加提高生产率主要表现为以下两个方面:

① 增加有效产出数量。如应用设备管理方法,提高设备完好率,减少设备的闲置时间,使其负荷强度合理化,就能在原有设备投入的基础上增加产品产出

的数量。再如,应用工作研究等方法,合理组织劳动过程,提高劳动效率,就能在相同的人工成本条件下获得更高的产出。

② 提高产出的有效性。一是从使用价值的角度着手,应用质量管理方法提高产出的质量,增加合格产品输出;二是从价值的角度出发,通过市场营销方法的应用,摸清市场需求,增强产出对市场需求的适应能力,并通过优化市场营销组合扩大产品销售,提高产品的实现率。通过产出有效性的提高来提高生产率这一途径,在我国有很大的现实意义。

(2) 减少投入的方式。通过合理组织生产要素投入来提高生产率主要从以下三个方面着手:

① 有效地利用每一生产要素,减少既定产出条件下的投入量,提高生产率。

减少投入的方法主要有三个:一是应用物料管理方法,减少以至杜绝各种物料的浪费;二是优选更加经济的替代原料或工艺方法,降低必要的料工消耗;三是合理组织生产过程,缩短运输路线,消除重复劳动。

② 提高生产要素的结合效应。如在多品种少批量生产类型的行业中,由于加工品种繁多,并不是每台设备(或装置)的能力都得到了充分利用,即相当一部分生产要素还有剩余生产能力。例如机械行业,用成组技术改造原有生产组织;在装置型行业,如精炼石油生产中用蒸馏塔结合生产多种石油制品,就会产生结合生产的范围经济。设用 X_1, X_2 表示两种产品生产时的成本,则分别生产时的成本函数可表示为 $C(X_1, 0)$ 和 $C(0, X_2)$, 结合生产时的成本函数则为 $C(X_1, X_2)$, 当

$$C(X_1, X_2) < C(X_1, 0) + C(0, X_2) \text{ 时}$$

就产生范围经济。改善生产要素组织,提高其结合效应,使生产率获得了提高。

③ 优化产生要素的投入结构和投入领域。就投入结构而言,应用优化选择的方法调整投入结构,使每单位成本所获的各种生产要素的边际产量趋于相等。就可以在投入总量一定的条件下,通过结构改变而使产出趋于最高。就投入领域而言,相同的投入要素在不同经营领域就能获得不同的产出。如一吨原油作燃料用于发电的产值与用作化纤生产原料的产值比为 1:9。因此,应用战略管理方法,正确选择或转换经营领域,就能以相同的投入获得更高的产出,从而大大提高生产率。

(3) 提高产出与投入的比率。生产经营活动中,常常有这样的情况,即产出与投入是同方向发展的,因此着眼于产出与投入的比率来考察生产率状况有更本质的意义。这种同方向发展的情况有下列两种:

① 追加一定投入获得更大产出。如在市场营销管理中,追加一些销售费用,采用一项成功的广告方案,就能使销售量获得更大的提高;在新产品开发中,追加一部分投资,开发成功一种新产品就能获得销售收入的大幅度增加等。在

商品经济下,这一提高生产率的方式有极其重要的经济意义。因为人们从事生产经营活动绝不是单纯为了追求既定产出条件下的绝对节约,而是希望追加一部分投入以获得产出的更大增长,即相对节约。相对节约的本质是在更高生产率基础上实行扩大再生产,它反映了商品经济的特点与内在要求。

② 减少一定产出,使投入有更大减少。如在市场经营管理中,通过产品生命周期分析,及时淘汰处于衰退期的老产品;在产品需求暂时不足或生产要素暂时供给不足的情况下,及时调整生产方案,使投入比产出下降得更多;在项目管理中,通过追踪决策,坚决停止得不偿失,变为包袱的项目建设等,都是这一方式的具体应用。这一方式反映了商品经济的本质特征,即在商品经济条件下,人们从事生产经营活动并不单纯把产出作为目标,而是同时考虑产出与其代价即投入两个方面,即生产率的高低。同时,商品经济条件下的生产经营活动是一种机会选择的过程。既然原有经营项目的产出所需代价太大,有碍生产率的提高,人们就必然会用方案评价与优化选择的方法,将原有项目减少产出而节约下来的投入运用于新的机会成本小的项目,以获得比原有项目更多的产出。

生产率管理系统的运行过程表明,它是一个以提高生产率为目标,以生产率测定和评价为手段,对生产系统进行能动地控制的过程。由于生产率的提高是一个永无止境的目标,所以,生产率管理成为促进生产系统改善和发展,不断提高生产率的积极动力。

2.2

生产率测定与评价

2.2.1 生产率测定与评价的概念和意义

1. 生产率测定与评价的概念

所谓生产率测定与评价(以下简称测评),就是对某一生产、服务系统(组织)或社会经济系统的生产率进行测定、评价及分析的活动和过程。

生产率测定(productivity measurement)主要是根据生产率的定义,比较客观地度量和计算对象系统或组织当前生产率的实际水平,为生产率分析提供基本素材和数量依据。

生产率评价(productivity evaluation)是在将对象系统生产率实际水平的测算结果与既定目标、历史发展状况或同类系统水平进行比较的基础上,对生产率状况及存在的问题等所进行的系统评价和分析。它能为生产率的改善与提高提供比较全面、系统和有实用价值的信息。

生产率测定与评价是一项完整工作的两个阶段,相互依存,缺一不可。生产率测定是评价的基础和重要依据,没有经过测算的生产率评估是缺乏客观性和



说服力的;生产率评价是生产率测定的目的和必然发展,不进行评估与分析的生产率测定实际意义不大,其所提供的信息基本上没有什么实用价值。

2. 生产率测定与评价的意义

在整个生产率工程及管理工作中,生产率测评的地位与作用十分重要。它回答在哪里寻找机会来提高生产率,并指明改善与提高工作量的大小。因此,生产率测评是生产率提高的前提,是生产率管理系统过程的中心环节和实质部分之一。

在国家、地区和部门等宏观和中观社会经济系统层次上,生产率测评有助于评价经济绩效的好坏和经济政策的质量,有助于鉴别不同地区和部门内影响收入和投资分配的因素,有助于该地区 and 部门优先发展项目的选择决策,从而为公共资源的有效利用和政府实施对经济生活的有效调控提供客观而有价值的依据。

在企业生产系统等微观组织的发展过程中,生产率测评的作用和意义主要表现在以下五个方面。

第一,定期或快速评价各种投入资源或生产要素的转换效率及系统效能,确定与调整组织发展的战略目标,制定适宜的资源开发与利用规划和经营管理方针,保证企业或其他组织的可持续发展。

第二,合理确定综合生产率(含利润、质量、工作效果等)目标水平和相应的评价指标体系及调控系统,制定有效地提高现有生产率水平,不断实现目标要求的策略,以确保用尽可能少的投入获得较好或满意的产出。

第三,为企业或组织的诊断分析,建立现实可行的“检查点”,提供必要的信息,指出系统绩效的“瓶颈”和发展的障碍,确定需优先改进的领域和方向。

第四,有助于比较某一特定产业部门或地区、国家层次中不同微观组织的生产率水平及发展状况,通过规范而详细的比较研究,提出有针对性的并容易被人们所接受的提高与发展方案和相应的措施,以提高竞争力,求得新的发展。

第五,有助于决定微观组织内各部门和工作人员的相对绩效,实现系统内各部分、各行为主体间利益分配的合理化和工作的协同有序,从而保证集体努力的有效性。

2.2.2 生产率测评的种类

生产率作为生产系统产出与投入比较的结果,依所考察的不同对象、范围和要素,可具有各种不同的表现形式,因而有不同类型的生产率及相应的测评方法,如图2-5所示。

1. 从生产系统投入资源或要素范围分类

(1) 部分要素生产率或要素生产率(partial factor productivity, PP)是生产过

程的总产出与某一种资源(要素)的投入之比。这时对各种资源投入而言可有不同的生产率度量。

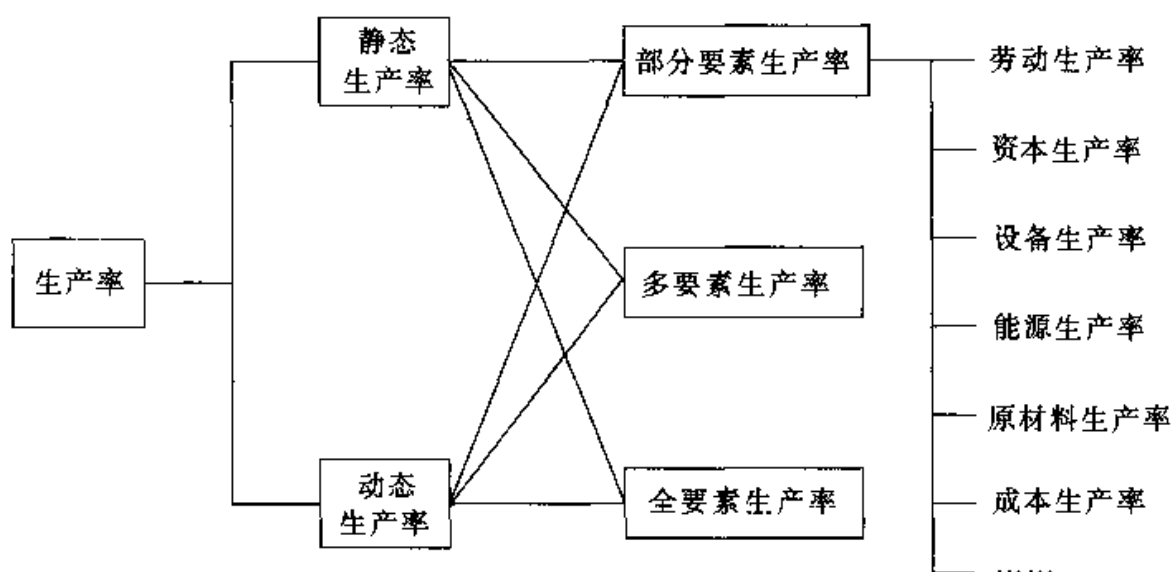


图 2-5 生产率的种类

最常见的部分要素生产率包括：

- ① 劳动生产率——只考虑劳动力(人数、工时等)投入所计算的生产率；
- ② 资本生产率——用固定资产账面值或折旧费用作为投入计算的生产率；
- ③ 设备生产率——投入资源为设备额定产出能力或可利用工时的生产率；
- ④ 能源生产率——用能源这一项资源(通常以千瓦为单位)作为投入(只考虑能耗)的生产率；

⑤ 原材料生产率——以投入生产过程的原材料重量或价值来测算的生产率；

⑥ 成本生产率——将所有资源的成本总计作为投入,是一种比较特殊的要素生产率。另外,还有工资生产率、投资生产率、外汇生产率、信息生产率等要素生产率。

在中国,目前也将要素生产率划分为:关于活劳动与物化劳动类投入要素生产率,如劳动生产率、设备生产率、特耗(含能耗)生产率等;关于货币资本类投入要素生产率,如成本生产率、资金生产率、投资生产率等。

部分要素生产率的测定一般根据生产率的定义,采用直接求产出量与投入量之比或其指数之比的算术方法(比值法)来比较简单地实现。

(2) 多要素生产率(multifactor productivity, MP)是生产过程或系统的总产出与某种生产要素的实际投入量之比,它表明几种要素的综合使用效果。

(3) 总生产率或全要素生产率(total productivity, TP)生产过程或系统的总产出与全部资源(生产要素)投入总量之比。

全要素生产率的定量测评比较复杂,宜按照系统评价的原理和定量与定性分析相结合的基本方法来进行。通常采用各种系统评价方法及效用函数、数据包络分析(DEA)方法和生产函数法(如柯布道格拉斯生产函数、丹尼森法、超越对数函数法等),在经过适当简化处理后,也可直接采用比值法。采用比值法所建立的全要素生产率简化测算模型在许多场合仍是简单实用的。

2. 从生产系统运作结果分类

可将生产率及其测评分为狭义和广义两类:

(1) 狭义生产率。只考虑直接的资源(要素)投入产出结果的各种要素生产率,其测评方法如上所述。

(2) 广义生产率。生产系统从投入到产出转换过程的总绩效或效能(Performance)。通常可用如下指标来测评:

效益或效果(effectiveness):生产系统实现既定目标的程度。该目标应是充分考虑系统内外部环境条件的适宜目标。

效率(efficiency):系统对资源的利用程度。该指标更强调对资源(时间、资本、劳力等)的节约和有效使用。

质量(quality):生产系统的行为及结果符合用户要求或技术规格的程度。

生产率(productivity):生产系统的投入量与产出量之间的关系。

获利能力(profitability):衡量生产系统在一定时期中盈利性的指标,如利润、利润率。

工作生活质量(quality of work life):指生产系统的设备、工具、设施和环境等方面对促进劳动者健康、安全、舒适、高效率工作的条件好坏,反映系统在一定时期内维持正常运作与保持发展的能力水平。它与系统运行过程中各方面的协作与配合程度等有很大关系。

创新(innovation):生产系统的创造性和在较长时期内不断改善与持续发展的能力。

以上七个绩效指标是密切相关的,它们之间的因果关系如图2-6所示。

从图2-6可以看出,创新和工作生活质量(两者都直接涉及人类因素)是其他各指标的基础,是系统得以维持和发展的原动力。所以,它们是测评广义生产率的重要指标。

对广义生产率的测评只能是一项系统评价工作,需要建立适宜的系统效能评价指标体系,采用以多指标为基础,定性与定量相结合的系统评价方法来进行综合评析。

3. 从生产率测评层次和对象分类

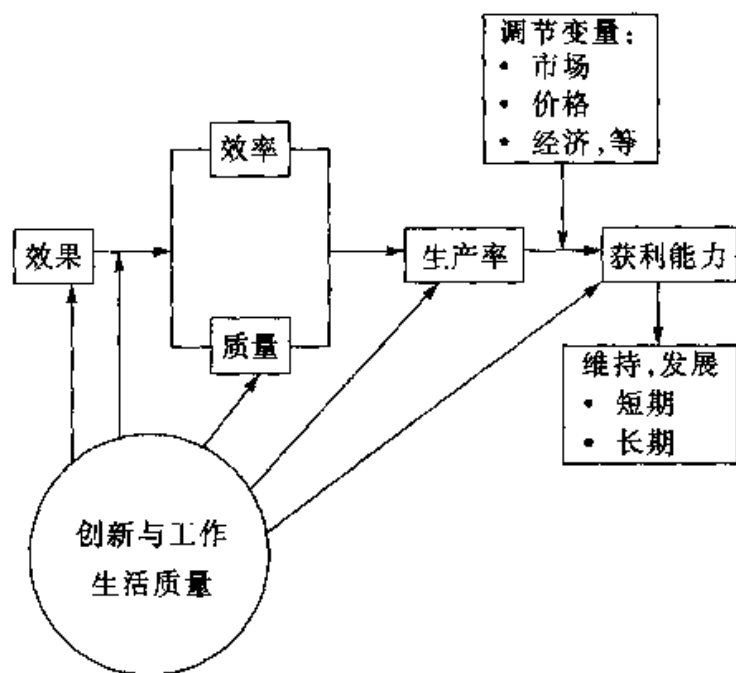


图 2-6 生产系统基本绩效指标的因果关系

(资料来源: D. Scott Sink, Productivity Management)

大体上有国民经济生产率、部门(或行业)生产率、地区经济生产率、组织(企业等)生产率等。组织生产率测评又可分为对营利性组织(企业等)和非营利性组织(政府和公共机构等)等不同类型组织生产率的测评。以生产企业为代表的营利性组织的生产率测评更具代表性和现实意义,测评方法也相对比较规范和成熟。

4. 从生产率测评方式分类

可将生产率及其测评指标分为如下两类:

(1) 静态生产率(static productivity ratios)。某一给定时期的产出量与投入量之比,也就是一个测评期的绝对生产率。比值法和系统评价方法等是对其测评的基本和有效的方法。

(2) 动态生产率指数(dynamic productivity indexes)。一个时期(测评期)的静态生产率被以前某个时期(基准期)静态生产率相除所得的商。它反映了不同时期生产率的变化。比值法、基于统计学和计量经济学原理的各种方法等,是对其测评的基本方法和常用技术。

此外,从对生产系统投入与产出的计量形态看,可分为实物形态和价值形态生产率两种不同表达方式。一般来说,只要产品比价和物价指数等没有问题,以价值形态表示的生产率指标比较准确且更易加总与综合。

2.2.3 生产率测评的特点与原则

生产率测评需要考虑多种因素的影响,是一项复杂的系统性工作,其主要特点和相应的原则如下。

1. 生产率测评首先应具有整体性、目的适应性等特点并达到科学、客观等基本要求

生产率测评系统作为整个组织的管理与控制系统的构成部分和重要环节,其设置和运作宜适应整个系统的营运目标,具备测算、评价、分析、预警等完整功能,为整个生产系统的管理工作提供客观、准确、快捷、有效的控制信息。一个完善、高效的生产率测评系统必然是组织中管理信息系统(MIS)的核心部分。

2. 生产率测评的方法是由测评的目的和问题的类型及所处环境条件所决定的

为此,在具体方法的选择上,应坚持问题导向,从实际出发,创造性地使用测评方法和模型。另外,在生产率测评的方法论上,既反对唯“数据”、“量化”和“复杂化”,也反对唯“经验”和无条件的“简化”,提倡定量与定性方法的有机结合。

3. 生产率测评应有技术上的基本原则和要求,这是测评工作科学、有效的保障

比如:测评对象的选择等具有广泛性、代表性和可知性;测评项目或指标的确定应具有可测性、独立性和系统性;多要素生产率测算应具有可叠加性;通过横、纵向比较进行测评时应具有可比性等。

4. 生产率测评不是一个纯粹的技术问题,其成功和有效与否会受到测评对象和主体行为因素的制约与影响

决策者的态度,测评的具体目的及其说明,测评主体的认识、立场、公正性,测评对象的理解、积极性等,均会对测评过程和结果造成直接和潜在的影响。测评对象的参与,决策者的支持和适度影响尤为重要。

5. 生产率测评应注意协调好国家、部门、地区、企业等不同层次的要求和关系

测评工作要努力做到微观→中观→宏观的多级递阶和大系统的总体优化及综合协调,并体现在测评目标及组织设定、测评指标及方法设计、测评主体选择及其工作方式确定、测算、评价及测评后工作(控制/改善、提高/发展)等全过程中。这在中国建立社会主义市场经济新体制的过程中更具有现实意义。

6. 生产率测评的制度化和科学化势在必行

不论对国家、地区、部门,还是企业或其他组织,均需尽快建立起常设、规范的生产率测评系统和制度,并应逐步职业化和科学化,这是确保生产率测评连

续、公正、有效地进行,促使企业及社会经济健康、高效、持久发展的重要条件。

2.2.4 生产率测定的方法

1. 基本公式

生产率测定在企业等组织系统和生产率管理过程中的位置及其基本数量关系如图 2-7 所示。

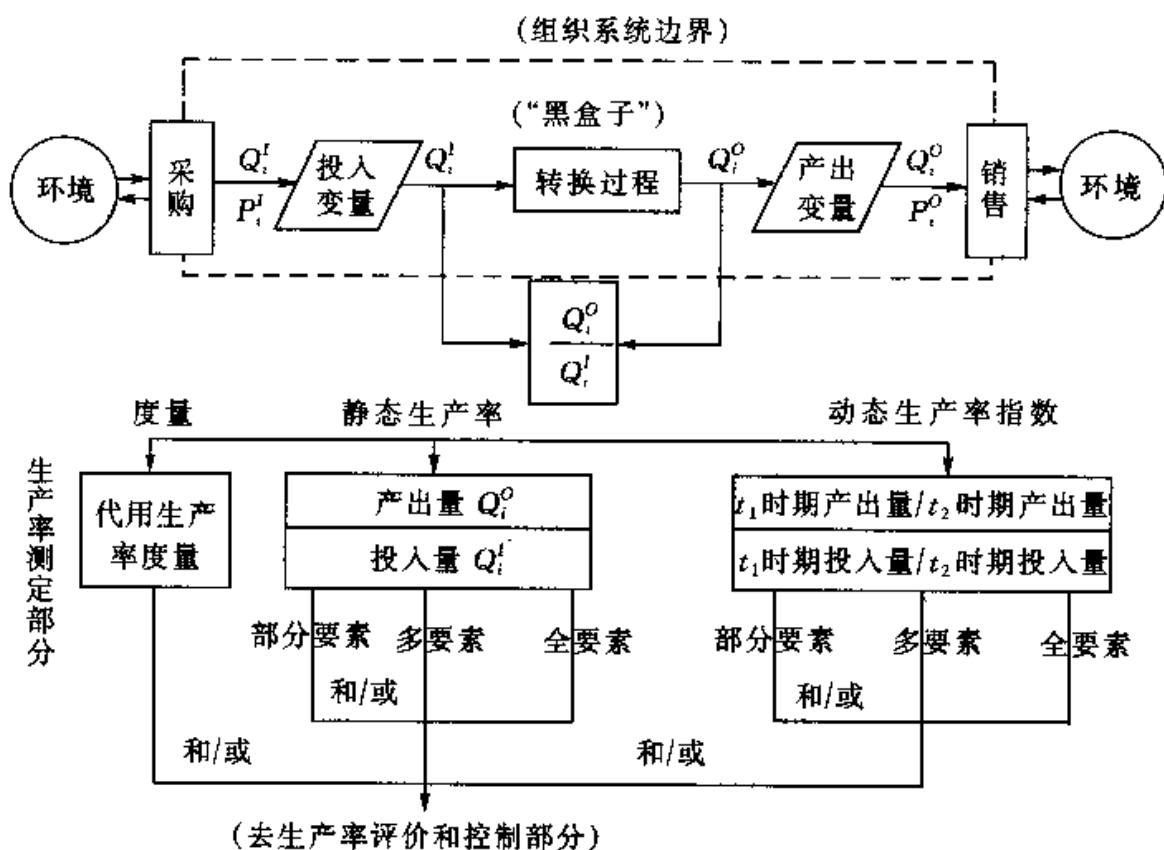


图 2-7 生产率管理系统中的生产率测定部分

P_i^I ——投入因素的价格; Q_i^I ——投入因素的数量; P_i^O ——产出因素的价格;
 Q_i^O ——产出因素的数量; t_1 ——第一时期(基准期); t_2 ——第二时期(测定期)

根据图 2-7 所提供的生产率测算的基本指标及其具体数量关系,有如下测定生产率的基本关系和相应的测算公式:

$$\text{静态生产率} = \frac{\text{测定期内产出量}}{\text{测定期内要素投入量}}$$

$$\text{部分要素生产率} \quad PP = \frac{\sum_{i=1}^q Q_i^O}{Q_i^I} \quad (2-1)$$

$$\text{多要素或全要素年生产率} \quad TP = \frac{\sum_{i=1}^q Q_i^o}{\sum_{i=1}^m Q_i^I} \quad (2-2)$$

$$\text{动态生产率指数} = \frac{k \text{ 时期产出量} / k \text{ 时期投入量}}{j \text{ 时期产出量} / j \text{ 时期投入量}}$$

$$\text{全要素生产率指数} \quad TPI = \frac{\sum_{i=1}^q Q_{i,k}^o / \sum_{i=1}^m Q_{i,k}^I}{\sum_{i=1}^q Q_{i,j}^o / \sum_{i=1}^m Q_{i,j}^I} \quad (2-3)$$

(注:部分要素生产率指数 PPI 在测算上可看作全要素生产率指数 PPI 的特例,只要令式 2-3 中 $m=1$ 即可。)

式中, Q_i^o, Q_i^I ——分别为测定期内第 i 种产出量与投入量;

$Q_{i,k}^o, Q_{i,k}^I$ ——分别为现测定期 k 内第 i 种产出量与投入量;

$Q_{i,j}^o, Q_{i,j}^I$ ——分别为基准期 j 内第 i 种产出量与投入量。

生产率测算的基本公式应基于生产率的定义,是测算各种生产率指标的基础,且对部分要素生产率的测算是比较方便和实用的。然而,在考虑多种资源(或生产要素)综合投入及具有多种不同产出(产品和服务)、生产系统及其环境状况动态变化(如产品结构和领域服务的调整、价格及成本的变动、各种广义生产率指标的出现)等实际情况时,对生产率的科学测算就比较复杂,甚至有些困难。首先,对于多种不同类型的要素(人力、材料、设备等)如何统一其度量单位,准确地反映投入、产出的真实量度;其次,如何确定系统或被分析单元的边界,哪些是产出,哪些是投入;第三,各种要素对生产率的作用大小或权重的确定。最主要的问题还在于各要素之间的相互作用,这对总生产率的影响常常是随机的。

2. 多要素和全要素生产率测定

多要素或全要素生产率通常采用式(2-2)所示的模型进行测定。在进行计算时,对各种不同要素投入和产出分别求和之前,必须根据具体测定对象和要求,对投入要素和产出(产品和服务)作加权处理。只有经过适当的处理,才能得出合理的累计总产出量和相应的总投入量。

全要素生产率的测定比较复杂,一些理论和实际工作者试图为之建立测算模型。其中,美国 Craig 和 Harris 提出的一个较有实用价值的全要素生产率测算简化模型如下。

测定时期 t 内的全要素生产率

$$TP_t = \frac{Q_t}{I_{Lt} + I_{Ct} + I_{Rt} + I_{Qt}} \quad (2-4)$$

式中, Q_t ——时期 t 内所生产产品的总产出量, 用基准年货币单位(元)计量;

I_{Lt} ——时期 t 所消耗的全部劳力, 用基准年货币单位(元)计量;

I_{Ct} ——时期 t 所消耗资本的基准年货币(元)值;

I_{Rt} ——时期 t 所消耗原材料和外购零部件的基准年货币(元)值;

I_{Qt} ——时期 t 所消耗的其他物品和劳务的基准年货币(元)值。

使用该测算模型时要注意以下各点。

第一, 总产出量 Q_t 宜采用工业增加值或净产值。因为前者仅计算在生产产品和提供劳务过程中增加的价值(不计算中间产品和中间劳务投入的价值), 后者只反映在一定时期内工业生产活动新创造的价值。它们既可反映企业生产的实际增长量, 也可反映企业经营的经济结果, 并消除了转移来的、重复计算的价值。

第二, 分母中的四项投入是大多数生产组织都具有的, 但不是所有组织都以相同的方式来定义和计算。建议把劳动投入 I_{Lt} 定义为企业中所有各类工作的工时数劳动成本的总和; 资本投入是指货币资本(包括企业经营的固定资产年度折旧总值)的投入; 其他物品和劳务是指除劳力、资本、原材料投入以外的所有物品等项目, 例如维修用品、用具、财产税等。

第三, 全要素生产率可看作是对劳力和资本及其他相关要素生产率加权平均并按价格波动加以调整的结果。通常可由工时方法或财务方法来具体测算得出。

第四, 该模型较为简单实用, 但将投入要素简单相加, 忽略了各要素的不同作用是其不足之处。

3. 部分要素生产率测定

(1) 劳动生产率。劳动生产率是指人们在生产过程中进行劳动的效率, 反映劳动者在一定时间内创造使用价值的能力。它是生产系统和国民经济统计中所用的一项最主要的生产率指标。从前面介绍的生产率测定概念来看, 它属于部分要素生产率, 并且通常衡量一个时期的静态(绝对)生产率值。

劳动生产率的测定通常采用以下方法和指标: 以工人用单位劳动量所生产的产品数量或产出值来测定, 这叫计算劳动生产率的直接法; 用生产单位产品所消耗的劳动量来测定, 叫做逆算法。用公式表示为:

$$\text{劳动生产率} = \frac{\text{产品数量(产出值)}}{\text{生产这些产品所消耗的劳动量}} \quad (2-5)$$

$$\text{或} \quad \text{劳动生产率} = \frac{\text{生产这些产品所消耗的劳动量}}{\text{产品数量}} \quad (2-6)$$

式中的产品数量即生产率基本公式中的产出,生产这些产品所消耗的劳动量是劳力投入量,通常以劳动时间或工时表示。利用式(2-5)计算所得为劳动生产率正指标,用来说明一个车间、企业、地区或整个工业部门的劳动生产率水平;利用式(2-6)计算所得称为劳动生产率的逆指标,一般用于企业内部制定劳动定额、安排作业计划及编制定员和劳动计划等。

计算劳动生产率时,通常采用如下度量单位来计算产出和投入:

① 产出,即生产量或产出值指标。主要有:实物指标、标准实物指标和价值指标。

实物指标是以重量、容量、件数等单位表示生产量,例如:钢铁生产用吨数表示钢产量、轴承工业用套数表示轴承产量等。

标准实物指标是将实物指标转换成一种标准指标,例如:用载重吨位表示船舶生产量等。

价值指标是以某一时间的不变价格表示产品的产出值(增加值或净产值),这是使用最广泛的一种度量。其好处在于,无论一个企业、一个工业部门或整个国民经济有多少种不同种类、不可相比的产品,都可以用它们的价格来计算,用统一的货币单位来累计产出值。

② 投入,即劳动消耗量指标。根据生产率测定的需要,可采用以下几种指标表示劳动消耗量。

人·时(一个人工小时):一个工人一小时劳动量;

人·日(一个人工日):一个工人一天的劳动量;

还有人·月、人·季、人·年等,均表示一个工人在相应的单位时间内的劳动量。

同前面讨论过的生产率测定种类相仿,根据所考虑的投入劳动力资源范围,常用的工业企业劳动生产率指标有以下两种:

$$\text{全员劳动生产率} = \frac{\text{产品总量或总产出值}}{\text{全部职工平均人数}} \quad (2-7)$$

$$\text{生产工人劳动生产率} = \frac{\text{产品总量或总产出值}}{\text{生产工人(含学徒)平均人数}} \quad (2-8)$$

全部劳动生产率受生产工人比重大小的影响,反映出企业人员结构的合理程度,可供企业调整生产和非生产人员比例参考。生产工人劳动生产率表明直接参与生产的劳动力水平,包括工人技术素质、劳动组织与纪律等。

此外,还有一种社会劳动生产率,即以全社会(国家、部门或地区)为统计单位,按照所有物质生产部门全部活劳动和物化劳动的消耗来计算的劳动生产率,它反映整个社会生产的效果和效率。

比如,在国家层次上,劳动生产率可通过把全部的经济活动人口作为投入,

把全部最终产品和服务的市场价值作为产出来计算,即:

$$\text{劳动生产率} = \frac{\text{国民生产总值(GNP)}}{\text{参与生产的人数}} \quad (2-9)$$

在国家或部门层次上,劳动生产率在理论上还用每一工作小时的物质产出来度量,但由于对不同产品其单位产出所需要的工作量有所不同,通常也用工时法来测算,即:将产出转换成一个合格工人在标准绩效下一个小时所完成的工作量,或称之为“工作单位”。

为不掩盖其他生产要素的相对效率和把未充分就业的劳动者考虑进去,可用下式来更加有效和全面地测算国家或地区的劳动生产率,即:

$$\text{国家(或地区)劳动生产率} = \frac{\text{总产出}}{\text{加权人-时数}} \quad (2-10)$$

式中,加权人-时数——利用每小时平均收入对劳动力人时数加权求得。

(2) 其他部分要素生产率。除了劳动生产率之外,还有其他几个常用的部分要素生产率。

① 设备生产率,指每单位设备生产能力所提供的实际产出量或产出值。其公式为:

$$\text{设备生产率} = \frac{\text{产出量或产出值(或生产利用实际工时)}}{\text{额定产出能力(或额定利用工时)}} \quad (2-11)$$

② 材料生产率,指每单位材料(或材料费用)所提供的产出值或产出量。其公式为:

$$\text{材料生产率} = \frac{\text{产出值或产出量}}{\text{材料量(或材料费用)}} \quad (2-12)$$

目前常用的是材料占用率,即每单位产出值或产出量占用的材料,它是材料生产率的倒数。其公式为:

$$\text{材料占用率} = \frac{\text{材料量(或材料费用)}}{\text{产出值或产出量}} \quad (2-13)$$

③ 能源生产率,指每单位能源所实现的产出值或产出量。其公式为:

$$\text{能源生产率} = \frac{\text{产出值或产出量}}{\text{消耗的标准能源}} \quad (2-14)$$

常用的能源消耗率是能源生产率的倒数,即每单位产品产出值或产出量所消耗的能源。其公式为:

$$\text{能源消耗率} = \frac{\text{能源消耗量}}{\text{产出值或产出量}} \quad (2-15)$$

④ 资金生产率,指每单位资金(固定资金和流动资金)值所提供的产出值或产出量。其公式为:

$$\text{资金生产率} = \frac{\text{增加值或净产值(或产品产量)}}{\text{固定资产净值平均余额} + \text{流动资金平均余额}} \quad (2-16)$$

上式中的增加值或净产值宜采用不变价,投入资金均应采用重估价和可比价。

⑤ 成本生产率,指每单位资源总成本所换取的产出值。其公式为:

$$\text{成本生产率} = \frac{\text{增加值或净产值}}{\text{总成本}} \quad (2-17)$$

由于总成本包括了活劳动和物化劳动的综合消耗,故成本生产率在一定程度上可反映综合的生产率。这在中国工业经济中有较强的针对性和实际意义。

4. 服务性工作 & 非营利性部门生产率测定

(1) 背景。无论是企业生产系统,还是社会经济系统,越来越需要更多非直接劳动或生产服务性要素的投入。间接的、专业(技术)的、服务性的以及管理方面的人员和部门的不断出现和快速发展,是现代经济生活中的普遍现象,社会就业结构也相应地发生了明显变化。与此相关的是,政府和公共部门等非营利性机构的管理问题也日益引起社会的关注。

在美国,大约一个世纪之前,直接劳动成本通常占产品总成本的 50% ~ 80%,但今天间接劳动的成本却达到了直接劳动成本的 8 倍左右。另外,目前在这个国家只有约 1/4 的从业人员在制造业和采矿业等工业部门工作,其余近 3/4 的就业者均受雇于服务性组织及非营利性机构。正是由于社会经济生活的快速发展和日益多样化,生产机械化与自动化水平的大幅度提高和非直接劳动成本(和管理成本)相对于直接劳动成本的极大增加等,使得提高间接劳动及非营利性部门的生产率就成为目前国际上公认的提高工业和社会生产率的最重要的机会之一。

(2) 服务性工作的生产率测定。显然,提高服务性工作生产率也是十分重要的。但是,这类生产率的测定却不像传统的劳动生产率测定那样容易。这主要是由于服务性工作或间接劳动的产出一般都难于准确度量,不同类型服务的产出的计算和处理不是那样直接。另外,不同的部门和工作通常都会有不完全相同的生产率测算方法。比如,对制造企业中的材料管理者或保养者来说,其生产率指数可取“服务于直接劳动的间接劳动工时数”与“直接劳动工时数”的比值;对于超级市场或百货公司来说,空间的利用、资金的周转和(或)每天每平方米的销售额,还有每工时的收入等,都可用作生产率指数;对一家保险公司则可测算在每个支付期内每项业务和每个雇员完成定额的情况(如百分比);行政管理部门或办公室工作的日产出可以依信件处理、答复、个人访谈、打印的文件、归档的资料等工作量来计算,每项活动花费的时间可以用适当的计量方法来测定。

通常间接劳动或服务性工作的产出可使用事务工作的时间标准、时间研究、随机抽样(活动或工作抽样)等一般的计量方法来测定。

近年来,在国际上提出了一种专门用于服务性工作生产率测定计算、计算服务产出的工作单元分析法。

所谓工作单元,是指一定的工作“量”,或指从这个“量”中得到的结果。从定量的角度来看,这个“量”适宜于作为一个整体来处理。这个整体可以是各种具有不同尺度和大小的“工作单元”,小至“手臂的一个动作”,大到“一个机构全年的工作”。因此,采用“工作单元的级别”来规定和区分不同大小的“工作单元”。

工作单元分析就是用工作单元去描述一个组织的产出或产出的一部分。分析从组织的目标和有关衡量有效性的说明开始,然后从大到小,从高到低,一个级别一个级别地描述其产出。工作单元分析的一般程序如下。

① 目标的阐述(最高级工作单元分析)。具体内容包括:服务类型的确定;任务涉及领域分析;目的、目标与指标分析;限制与自主权分析。

② 毛总产出的阐述(次高级工作单元分析)。这是在上一步进行总体分析的基础上,对产出进行大类划分和初步细化的结果。

③ 计划产出的阐述。这是对次高级工作单元进一步分解后的分析和说明。

④ 单位产出的阐述。这是对较低级工作单元进行的具体分析与说明。

还需要说明的是,任何级别工作单元的完整内容必须代表所研究组织的活动中得出的全部工作或工作的整体。工作单元级别愈低,其内容就需要说明得愈详细,且每个级别中的各项内容不能重复。

(3) 政府和公共部门生产率测定。随着政府等非营利性部门在社会经济生活中地位与作用的日益突出,以及对不断增加的从业人员和费用的日益关注,对公共机构或非营利性组织进行生产率测定就变得越来越重要了。

非营利性组织生产率测定与工业及一般服务业有所不同,其经济性产出并不重要,投入与产出的对应关系不甚明显,生产率主要用效率和有效性来间接反映。机构最终产出和其投入相比较,就是它的效率;机构工作项目所造成的影响就是它的有效性。比如,政府和有关社会组织培训临时待业者以帮助他们重新就业,则每个教员所培训的人数就是一种效率的量度,而待业者中被培训并获得或重新获得职业的人数比例就是一种有效性的量度。总之,政府和公共部门的生产率主要集中在既定成本条件下日益增加的服务量和工作结果上。

与一般服务性部门相类似,政府和公共机构的产出指标的性质也是大不相同的,它们可包括不同的项目,如已注册的商标数,所做气象观察的结果,培训或治愈的人员等。非营利组织生产率的测定较少有严格的量化测算,更实际有用的应是一种定性的测评或评估。

2.2.5 生产率评价方法

可用来进行生产率测评的系统评价的具体方法或技术是多种多样的,其中比较有代表性的方法是以下几种:

1. 系统评价法

在得到生产率测定的结果之后,为给生产率的改善提供更有实际意义的信息,还须采用系统评价等方法对系统的生产率,尤其是广义生产率进行系统评价。因为生产率测算的结果只能反映出对象系统当前投入与产出的数量关系,这既不能表明其生产率的高低或满足目标要求的程度,也无法显示出生产率的综合水平。系统评价对各类管理问题(如生产率管理)的系统分析与决策是必不可少的。

简单来说,系统评价就是全面评定系统的价值。而价值通常被理解为评价主体根据其效用观点对于评价对象满足某种需求的认识,它与评价主体、评价对象所处的环境状况密切相关。因此,评价问题是由评价对象(what)、评价主体(who)、评价目的(why)、评价地点(where)和评价时期(when)等要素所构成的问题(5W)复合体。

评价对象是指接受评价的事物、行业或组织系统。在生产率评价中,各类生产率的综合水平及其缺陷等就是评价对象。

评价主体是指评定对象系统价值大小的个人或集体。评价主体根据对象的性质及实际状况(如生产率测算结果)、个人的性格特点及当时的环境和对未来的展望等因素,对于某种利益和损失有自己独到的感觉和反应。这种感觉和反应就是效用。效用观点给人们的启示是,评价主体的个性特点及所处环境条件,是决定系统评价结果的不可忽视的重要因素。如要对某一生产系统的生产率进行评价,不同的利益团体在不同的环境条件下可得到很不相同的评估结果。

评价目的即系统评价所要解决的问题和所能发挥的作用。生产率系统评价的目的在于通过问题分析和优化,寻求有效改善和提高生产率的途径与方法。

评价地点是指被评价对象所涉及和占有的空间,或称评价范围(如,是部分要素生产率,还是全要素生产率;是社会生产率,还是企业生产率等)。

评价时期即系统评价在系统开发与过行全过程中所处的阶段。一般有:期初评价、期中评价、期末评价和跟踪评价。生产率评价处于生产率测定与改善之间,多属于过程(期中、跟踪)评价和支持重要决策的期初评价。

系统评价的一般过程包括:① 对评价问题的认识,即探讨和明确评价对象、主体、目的、范围、时期等基本要素;② 对评价对象及其环境的预测分析;③ 评价指标的设定及由多个指标所构成的评价指标体系的建立;④ 评价函数确定,评价函数是指能分析计算出评价指标的数量化模式或数学模型;⑤ 评价值计

算;⑥综合评价,即在单项评价(以定量为主)的基础上,评定系统的总价值(定量与定性相结合)。生产率测算过程也已包含在本过程的第③、④、⑤步当中。

系统评价过程要有切实的客观基础(如对生产率水平的定量测算),这是第一位的;同时,评价的最终结果在某种程度上又取决于评价主体多方面的主观认识,这是由价值的特点所决定的。因此,可用来进行生产率测评的系统评价的具体方法或技术是多种多样的,其中比较有代表性的方法是:以经济关系和量化及优化分析为基础的费用效益(或投入-产出)分析法和数据包络分析法;以多指标评价和定性定量分析相结合为特点的层次分析法、模糊综合评判法等。

费用效益分析(cost-benefit analysis)法是20世纪初确立,近年来又得到不断发展的比较经典和基础性的评价方法。从系统评价的观点出发,在费用-效益分析的费用分析中,要特别重视对以下各组费用(投入)的综合分析与系统研究:货币费用与非货币费用;实际费用与经常费用。在效益分析中,应注意对有效度(即用货币以外的数量尺度所表示的效果)等非经济效果的度量与分析。这些对生产率测评有重要意义。

数据包络分析(DEA)方法是20世纪80年代中叶由卡尼斯(A. Charnes)和库泊(W. W. Cooper)等人以效率概念为基础所建立的,用于评价同类系统间相对有效性的一种方法。该方法以待评价系统投入-产出指标的权重系数为优化变量,运用数学规划模型(如评价系统规模有效性的CCR模型和评价系统技术有效性的CCGS模型),对待评价系统的相对有效性做出综合评价,且可获得许多反映系统状态的管理信息,对生产率的改善与优化控制提供支持。

层次分析(analytic hierarchy process, AHP)法是由美国运筹学家萨迪(T. L. Saaty)于20世纪70年代初提出的一种系统评价与决策分析方法。该方法把复杂问题从总目标要求开始分解成各个组成因素,又将这些因素按支配关系逐级形成递阶层次结构;通过两两比较的方式建立判断矩阵,并据此确定各层次中诸因素间的相对重要性;然后进一步综合有关人员的判断,确定出评价对象间相对重要(满意)度的总排序。整个过程体现了人们分析-判断-综合的思维特征,具有定性定量相结合和系统、灵活、简洁等特点。可用来对生产率进行分项(投入、产出)或综合的系统评价,以确定不同系统生产率满足生产率综合要求(如效果、效率、质量、获利能力、生产率、工作生活品质、创新等)的相对水平。

模糊综合评判法是在模糊数学(20世纪60年代中叶创立)应用与发展基础上实现多评价主体对某一评价对象进行系统评价的有效方法。该方法从确定评价因素(指标)集和评定(语)集开始,通过统计确定单因素评价隶属度向量,进而形成隶属度矩阵,在确定出指标权重等权重向量后,按某种矩阵运算法则,计算出某一评价对象的综合评定向量(综合隶属度向量)及综合评定值(综合得分)。采用该方法对某一系统的生产率综合水平进行民主评议十分有效。

2. 比较分析法

可比性是衡量生产系统绩效的基础,比较分析是进行生产率评价的基本方法。一般说来,生产率评价需要进行以下三个方面的比较分析。

第一,目前状况与过去某个时期(基期)发展状况的比较,也叫纵向比较。这种比较并不能说明现时成绩是否令人满意,只能说明系统状况(如生产率水平)是在改善和提高或在恶化和降低及其变化的程度。

第二,某对象系统(一个人、一道工序、一项工作、一个单位、一个部门、一个地区、一个国家等)和其他系统间状况的比较,也称之为横向比较。这种比较说明系统间的相对绩效,有助于系统间的相互学习与借鉴,是最一般意义上(或狭义)的比较分析。

第三,实际结果和目标要求的比较,可称之为系统比较。由于它着眼于生产率提高的前景和理想状态,追求可持续发展,因而可能是最有意义和最佳的比较。进行这种比较分析的基础是设计出合理的目标系统及其指标体系,而目标的确定又与本系统的历史分析和系统间的横向比较有关。

企业间比较(IFC)是企业生产率比较分析(横向比较)的重要方法。它实际上是从事相似活动的企业之间关于成本、盈利、效率、质量等信息及其他有关资料的一种“交流”,若比较研究由专门的组织或机构来进行时尤为如此。进行企业间生产率比较的主要目的是:①说明一个企业与同类型其他企业(尤其是先进企业)相比较绩效如何,从而给本企业和有关部门决策者提供一个判断企业发展状况和经营有效性的客观基础;②将管理部门和决策者的注意力引向企业内比较薄弱或强有力的领域;③通过比较分析和综合评价,为企业的改善与发展提供决策支持。

在比较分析与研究中,为保证可比性与有效性,应采用同样的生产率测评指标及具有可比性的基础统计资料,并以此作为比较的依据和基础。对生产系统来说,分析的方面或指标通常可涉及许多相关内容,如:产出的数量、组成、产品的种类和加工过程中纵向整合程度,原材料的可利用性和性质、组成成分及其来源,能源的可利用性和利用情况,劳动力投入的数量和组成,生产技术状况,资本产出的数量和组成,生产规模及其影响,市场的特点和位置,税收等政府法规的影响等。在以各类指标为基础进行比较分析时,要注意实物量和价值量、尤其是价格的可比性。

3. 企业生产率评价实用方法

企业生产率测评与分析是生产率管理的核心内容之一。人们在管理实践中探寻和归结出了多种具有实用价值的企业生产率评估与分析方法,其中劳勒法和生产率快速评价法比较有代表性。

(1) 劳勒法。该方法是由英国工作研究协会和生产率审计会理事劳勒(A.

Lawlor)等专家在多年管理实践基础上于20世纪80年代中叶正式提出的一种生产率评价与分析方法。A.劳勒认为,生产率是一个综合的量度和系统的评价指标,即组织如何有效率地和高效地运行以满足以下几个目标的要求。

① 经济或收益目标:主要考察资金总额(总收益)能否充分满足组织运作与发展的需求,并可评估其主要指标的完成程度。

② 效率:它告诉人们实际需要的产出如何良好地由可利用的投入生产出来,并说明可利用能力和使用情况。这一量度可显示出产出对投入的关系和资源与总容量相比较的利用程度。

③ 有效性:它是目前的业绩与资源若被更有效地使用时可能得到的业绩(目标状态)相比较的结果。这一概念可引申出潜力的概念,即达到一个新的绩效标准的可能产出或如果所有投入被充分利用时获得的总收益(潜在总收益)。生产率提高依赖于有效性提高和可利用资源的更好利用之间的有机结合。

④ 进展趋势:它要求与目前业绩和历史上基期业绩的比较相结合,以确认企业绩效是提高还是下降,变动速度如何等。

劳勒法要求企业内生产率测评至少要有两个层次,即初级和次级。初级测评主要涉及总收益生产率,它揭示某企业的初级或总体绩效量度;次级测评涉及利润生产率、流动资金生产率、库存生产率等,它们是反映各种所用资源与可利用资源总值的比率的指标。据此可对生产率潜力作出比较客观、具体的评估。

(2) 生产率快速评估(QPA)方法。该方法是20世纪80年代中前期菲律宾发展学会生产率发展中心首创和实践的一种生产率评估方法,它是一种对企业盈利率和生产率绩效、其固有的长处和弱点等进行系统评估的方法,对中小型企业尤为适用。

生产率快速评估方法的主要目的是:分离出改进的问题领域并确定改进的优先领域,为整个组织建立生产率测评与控制指标。该方法包括三个组成部分,即企业绩效评价(CPA)、定性评价、产业绩效评价。企业绩效评价是其核心。

企业绩效评价是研究过去若干个(至少是三个)时期(年度、季度或月份)由财务报表获得的具体盈利率和生产率比率。它的主要任务是通过建立生产率指标的持续监督来诊断问题领域,控制整个企业,以建立一个适宜的生产率提高计划(PIP)。在进行企业绩效评价时,必须进行两个方面的比较,即目前的绩效同历史上的基期绩效之间的比较,实际绩效和规划目标的比较。

进行企业绩效评价时,首先根据收支平衡表、收益表等财务报表,计算过去时期的资产收益(ROA)并分析确定其增长率和变化趋势。在此基础上,从盈利率或生产率开始,测算初、次级盈利率比率和生产率比率,并评析其变动趋势。根据对盈利率和生产率趋势的综合评估与深入分析,可以探究出资产收益率变化的内在原因,诊断出需要改进的优先领域和问题点,提出有针对性的提高企业

绩效水平的具体方法。通过评价属于不同层次的主要指标(如:盈利率与生产率、劳动生产率和资本生产率等)的趋势和剖析相互之间的关系,还可以解释和说明生产率提高及绩效改进的行为和措施,从而保证生产率管理决策的合理性和有效性。

作为对立足于财务报表的企业绩效评价的必要补充,还必须对企业绩效的非财务及非数量化指标进行定性评价。这通常可采用以专家评价为基础的各种系统评价方法(如层次分析法、模糊综合评判法等)来进行。

有时在企业绩效综合评价的基础上,还需要对整个产业进行绩效评估,这一般是产业内多家企业绩效评估的集成。

2.2.6 生产率测评的实施

1. 信息工作

信息是现代社会最宝贵的资源之一,是管理的枢纽和神经。信息工作是生产率测评与管理的重要基础工作,任何生产率测评方法的应用和测评工作的实施都首先需要尽可能准确地收集有关资料和采集所需的信息(数据)等。生产率测评所需的信息有定量与定性等不同种类,并有以下几个主要来源。

(1) 产品数据。产品本身的有关资料是生产率测评的一个基本数据来源。对于具有内在价值的有形产品来说,在确定总产出中每种产出的权重之前,产品目录和图纸可以作为鉴别不同产品的依据。只有对不同的产出给以适当的加权,才能进行累计得出总产出。而服务性工作的产出则较难得到准确的数据,为此需要进行认真的分析。

(2) 会计数据。会计账目是最直接和准确的数据来源之一。每种产出能否主要通过会计账目来确定权重等,取决于所采用的会计制度的完善程度。如果有详细的成本会计制度,所有必要的数据就都可以很容易得到;但是,如果没有每种产品各自详细的劳力、材料和管理费等项的会计账目,则取得必要的数据就比较困难了。一般说来,企业对于产品的利润或成本比较重视,有形产品的生产通常都具备这类数据。

对于服务性或间接的生产活动,即使有比较完善的成本会计制度,也难于得到准确的数据。这是因为往往不管产品及服务的种类和不同时期的变化如何,都把各种成本混计在了一起。因此,在采用了某种鉴别不同类型服务的产出之后,通常还需要用某种作业测定的方法将不同成本(权重)分配到各种不同的产品上去,然后再累加在一起。

(3) 作业测定数据。作业测定是运用某种方法来确定一个基准时期内生产每种产出所需要的劳动量(必要时还需确定劳动类型)。这种数据是完成除了材料生产率等以外的几乎所有生产率测评所必需的。

(4) 专家评判信息。对非定量或无统计来源的测评指标,多依赖于有关专家的评判结果,并采用一定的方法和手段(如:德尔菲(Delphi)法、层次分析法中的判断矩阵、模糊综合评判法中的隶属度矩阵等)对这些定性评判信息进行量化处理。

(5) 其他信息。以上各类信息除一部分专家评判信息之外,基本上都是生产系统运行过程中的第一手资料。在生产率评价,尤其是比较分析等过程中,通常还可通过各种间接渠道(报告、报道、会议信息、统计资料等)收集到所需要的各类参考、补充性信息资料或称第二手资料。这项工作的效果与有关人员信息意识的强弱有很大关系。

为做好生产率测评的信息工作,至少应注意以下几点:① 保证信息资料的准确、及时、客观、适用、全面、可靠、经济;② 原始数据和资料的收集只是信息处理的第一步,在此基础上,还应做好信息加工及传输、存储、检索和输出等工作,提高信息的使用价值;③ 力求信息处理工作的规范化与标准化,并尽可能采用以计算机系统为核心的现代信息系统技术。

2. 技术问题

由于各种各样的群体或组织有不完全相同的目的,并因此使用各种不同的生产率测评体系和方法,以致没有一种通用的生产率衡量标准。所以,在进行特定的生产率测评系统设计时应考虑的最核心的技术问题是如何建立和选择适宜的测评方法。另外,还有其他一些常见的技术问题。如:如何将各种类型的投入综合成一个可接受的共同标准;如何处理一定时期内的投入或产出在性质上的可能改变;如何保持投入和产出测评的彼此独立;如何使测评过程能被有关人员所理解,测评结果能被委托人或决策者所接受等。

生产率测评的目的是满足管理上的需要,为管理决策提供依据。生产率测评要为生产率规划、控制和提高提供数据等信息,从而开拓一个新的生产率管理循环。所以,选择什么样的生产率测评方法和模型首先要以生产率管理的要求为依据,并考虑其他许多相关的因素,如:测评的目的和结果的使用者;对象系统或委托单位对测评的重视程度和承诺结果;管理部门的理解与支持;测评控制系统的成熟性和影响力;产出的可变性和投入的种类、性质及稳定性;生产技术类型及生产周期;成本和可比性等。

比如,在企业的经营管理中,常常要考察特定要素(劳力、资本等)的效率和运作效果,并要和历史上的水平、国内外同行业、同类产品的生产状况或所确定的生产率目标水平等进行比较,以寻求改善管理与经营状况,这时就要进行部分要素生产率的测评,用相应的模型首先测算出劳动生产率、资本生产率等。在资本密集生产部门及经营中,生产率的提高通常会减少对工时的需求,这时,生产率评价可以只根据资本生产率来进行;在劳动密集生产部门及经营中,劳动生产

率的提高虽不会降低对固定资产的需求,但却会促进资本生产率的提高。这时,应主要测评直接劳动生产率。

3. 组织行为

生产率测评的目的是通过调控与解决各种问题来提高生产率水平和改善组织绩效。实施生产率测评是一种组织变革的前期过程和一项复杂的工作,一般都会遇到试图维持现状的各种阻力。对于生产率测评,无论是管理者还是操作者(如工人),都有许多潜在的关切缘由,有时甚至会产出惧怕心理和抵制行为。这可能包括:对测评的误解和不恰当的采用;暴露不合格或不良的绩效;需要额外的时间和报告;效率提高和管理规范化导致精简人员或“自主权”减少的可能性等。对上述各种组织行为问题,需要进行认真分析和对待。

生产率测评成功与否,在很大程度上依赖于管理者怎样有效地减少反对测评和变革的力量,提高员工的参与意识和积极性。为此,通常可有如下做法。

(1) 在设计和实施测评过程中要有管理人员、工人等有关人员的参与。这样可使有关人员建立主人翁意识,并有助于认识的改变。

(2) 使各类有关人员共同分享以前不曾透露过的组织信息。这一方面可使人们产生一种被信任感,并且可使组织中所有的人都面对现实,从而增强对维护组织生存与发展的紧迫感。

(3) 开发和沟通一种集体认可的组织目标、价值标准和文化氛围。

(4) 高层管理者应通过他们的感受和行为来说明生产率提高的重要性和测评的必要性、艰巨性。还应要求与鼓励基层管理者参与制定生产率测评与提高计划,这将使他们对全过程负起责任。

(5) 充分认识和注意协调高层管理者、基层管理人员和工人在认识上所可能存在的分歧,求同存异。

2.3 生产率的提高

2.3.1 影响生产率的因素

影响生产率提高的因素很多,也很复杂。这些因素中,有的是生产系统本身的构成因素,有的则是生产系统外部环境因素。在提高生产率的过程中,它们相互影响、相互制约,共同发挥作用。

1. 国家和部门生产率的影响因素

对于国家和部门(产业)这样的宏观经济范围来说,影响生产率的因素主要有以下几个方面。

(1) 人力资源。随着现代经济社会的进一步发展,人类经济活动中知识和

技术的含量急剧增加。表现为劳动形态由体力型向智力型转化,劳动工具和劳动对象日益复杂、精细、多样和高技术化。经济结构、产业结构、劳动组织处于急剧变革之中,技术以及产品更新的速度日益加快,从而使劳动者而对着更为频繁的职业流动和劳动内容的变更。这意味着现代经济活动中,不仅所蕴含的知识、技术含量急剧增加,而且从质和内容上正在经历着日益加剧的变动。这种变化对人力资源的素质提出了更高的要求。

(2) 科技水平。科技水平直接影响到产业的生产率。从某种意义上讲,生产率是反映一个国家科技实力和水平的重要指标。工业发达国家之所以具有比不发达国家高得多的生产率,一个重要原因就在于有居于世界领先地位的科学技术和装备。

不断提高生产率主要依靠科技进步,依靠加强研究开发。国家要鼓励和促进发展科学技术,并采取相应的政策和措施来支持有利于技术进步的事业,鼓励采用先进技术,大力促进技术转移和扩散,增加新技术与装备的投资。

(3) 宏观管理政策。宏观管理政策是国家和部门生产率的重要影响因素,在某种意义上甚至是起决定性作用的因素。所谓宏观政策是指国家的经济体制、产业结构和产业政策、技术政策和技术装备政策、技术引进政策以及战略规划等。

在各项政策因素中,结构性因素和机制性因素是对生产率提高影响最大的两个因素。

在一定的条件下,任何事物都有一个合适的结构问题,都有一个恰当的比例问题。结构合理,比例恰当,事物就顺利发展。反之,结构失调,比例失衡,事物就要停滞,甚至受到破坏。社会经济和工业也是这样。结构和比例的失衡,往往给经济、给工业,因而也给生产率带来极为严重的损害。因此,优化国民经济结构、产业结构、产品结构、技术结构、企业组织结构,并根据客观发展使之逐步高度化、现代化,是从整体上提高国家生产率的战略性因素。

国家经济运行机制和企业经营机制是社会经济和企业生存与发展过程中的内在机制和运行方式,它在很大程度上决定着影响生产率提高的各因素的合理配置和有机协调,是进一步解放生产力,调动各方面积极性的关键性因素。因此,坚持改革,加速新机制的建立,是从深层次上提高我国生产率水平的战略性措施。

人力资源、科技水平,以及国家宏观管理政策,是影响国家整体生产率水平的三大因素。其中人力资源与科技水平是基础性因素,它反映了一个国家生产力的现实水平,而宏观管理政策是决定性因素,它反映了一个国家的生产关系、运行机制和综合管理能力,是调动基础性因素,促进生产率提高的有力保证。

2. 企业生产率的影响因素

(1) 产品设计。一个企业的生产率首先受其产品本身设计水平的影响,在满足用户对产品技术性能和使用性能等方面要求的前提下,产品结构或用材先进的话,便既可节省工时、材料和机器,又可大大提高生产效率。

因此,研究开发新产品,改进原有产品设计,采用现代设计方法,推行“三化”(标准化、系列化、通用化)和成组技术等,在产品设计上下功夫,可为生产率提高创造前提条件。

(2) 生产系统设计。生产系统实现由产品设计到成品产出的转换过程,如前面分析过的,生产率是由全系统各要素(人、物料、设备、能源、信息、技术、资金、厂房设施……)共同作用的综合效果。因此,设计一个使各要素合理配置和有效运行的系统,对提高生产率具有决定性的作用,也正是工业工程的主要任务。

任何一个现代企业都是十分复杂的系统,无论其内容组成和外部环境(市场、经济、社会、政策等)都无时不在发展变化之中,每个生产系统实际上总是处于动态运行的状态,有许多随机因素影响。所以,生产系统的设计不能一劳永逸,必须随着生产发展、技术进步,不断地采用先进、适用的科技成就和现代的机器设备,经常对生产系统进行技术改造,更新生产手段,从而保证生产率不断增长。

(3) 生产规模。产品的生产批量也会影响生产率。这是因为一般来说,产量的增加常常只需增加直接生产成本(生产工人、物料……),而辅助人员和设施不需增加,或者增加不多,这显然是有利于生产率提高的。从另一方面看,大批量生产的情况下,工人操作熟练程度高,经验丰富,生产效率和工作效率都比较高。并且,机器与工具容易实现标准化,便于采用自动的高效生产方式,这对提高生产率的作用更是显而易见的。

(4) 职工素质。人的因素对生产率有十分深刻的影响。生产过程的任何环节都离不开工人的参与,各生产率要素都必须直接地或间接地通过人起作用。

人对生产率的影响主要表现在两个方面:一是各类人员(经营管理人员、工程技术人员、工人、职员……)胜任其职责的专业技术素质;二是人的思想境界、精神和行为、积极性和创造性,它们直接影响工作效率。因此,职工的教育和培训,管理方面对他们采取激励和思想教育,严格的纪律都是十分必要的。

(5) 政治思想工作。人的思想和行为是影响生产率的重要因素,并且是最活跃的因素。把加强政治思想工作与行为科学研究和应用结合起来,不断创造新的激励人们积极性和创造精神的组织管理方法,对发展生产率有着很大的潜力。

2.3.2 企业提高生产率的途径

1. 教育培训与提高生产率

在影响生产率提高的因素中,人力资源或职工素质是影响生产率提高的一个重要因素。而人力资源质量的高低又取决于教育的质量与水平,因此教育培训对提高生产率起着非常重要的作用。

(1) 教育培训的本质。教育培训是按照一定社会经济、科技发展的要求,根据工作和生产的需要,对劳动者进行与其岗位紧密联系的一种有目的的专门性教育和训练活动。其内涵界定如下。

第一,教育培训的主要对象是在职职工、职业岗位变换人员及即将进入企业专门工作领域的某些就职人员。具体说,是指已在岗上或即将上岗的工人、技术人员和管理人员。

第二,培训的目的是提高劳动者的职业素质,包括知识、技术、思想觉悟和职业道德,以适应经济、科技的发展和职业岗位的变化,提高企业经济效益和社会生产率。

第三,教育培训的类型包括职工的文化知识教育、专业技术教育、岗位培训、技术人员的继续教育等。从内容上涉及与企业生产、研究开发和管理有关的各个领域以及实际的工作和生产技能。

(2) 教育培训的经济功能。教育对经济的间接作用,表现为接受教育培训后劳动者在其经济活动中所作的贡献和创造的经济效益。这一功能又可分为几个层次:劳动者个体、企业层次和宏观层次。

教育培训对经济的作用可用图2-8所示框图表示,可以看出,教育培训对经济的作用主要是通过对生产率的作用实现的。由此可见,只有将教育培训放在经济、管理的大系统中才能深入揭示它对生产率作用的客观规律。

(3) 职工教育培训的国际经验。第二次世界大战后日本通过学校正规教育和企业内培训两大教育体系大力加强工程技术人员、管理人员和工人的培训,形成了适应工业部门现有水平和今后发展的合理人才结构。特别是在职教育培训为员工们提供了继续接受教育的机会,使他们能不断适应技术和设备更新的要求,保证了生产率持续不断地提高。这是日本从战后的废墟中迅速复苏并实现经济持续高速发展的一个重要原因,有不少值得借鉴的经验。

① 重视对工程技术人员的培养。日本的企业界承担着培训工程技术人员的部分任务。日本大学的工程学生,在校主要学习基础理论知识,专门技术训练要在企业中进行。一般情况下,毕业生经录用后,首先要在生产第一线当工人,有的还要到销售店去服务,取得生产和销售的实际知识。在此基础上,由有经验的技术人员或基层干部指导,从始至终去完成一项技术工作,取得从事技术工作的经验。企业还让他们参加一定期限的短期训练班,弥补技术上的不足。企业

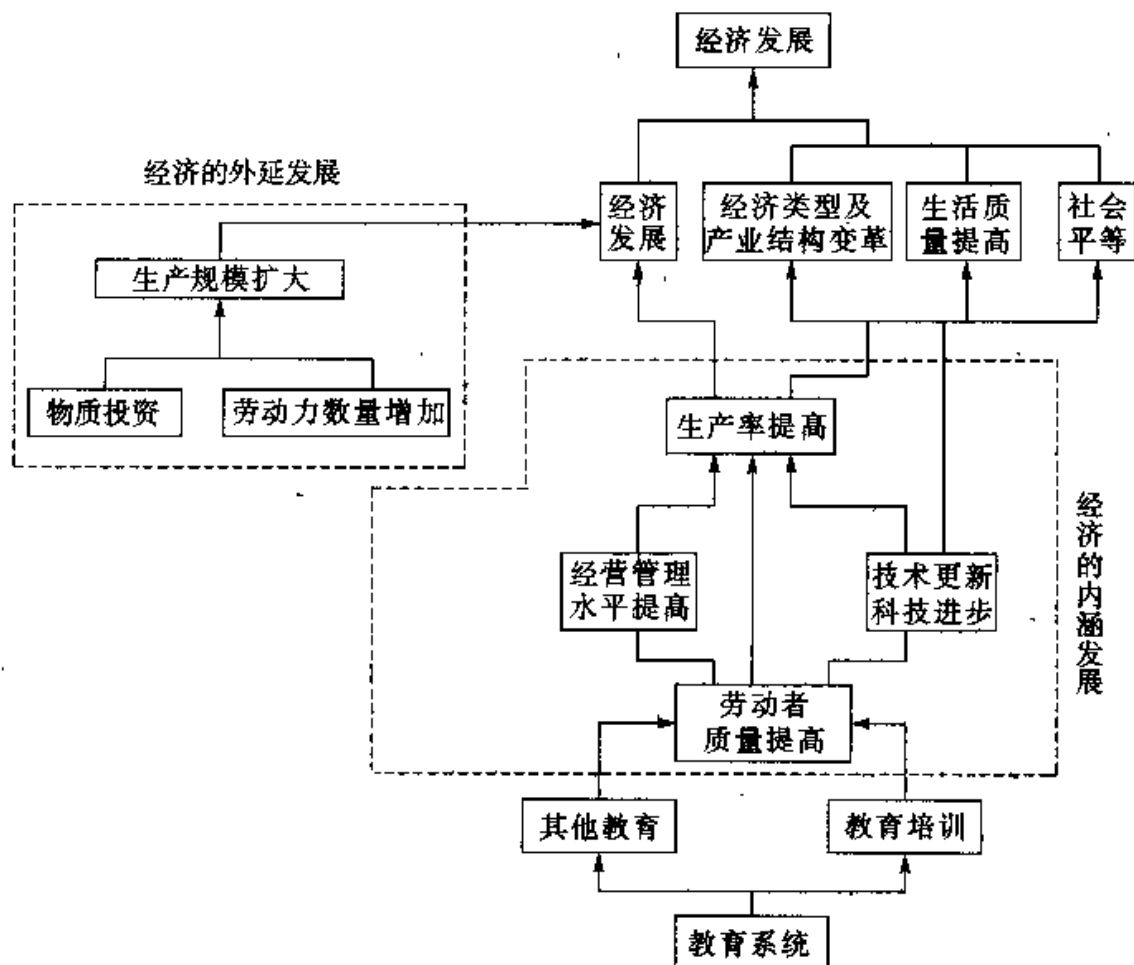


图 2-8 教育培训对经济作用的框图

还把少数工程技术人员派往国外留学。

② 加强对熟练技术工人的培养。日本教育系统为加强职业技术教育,改革了中等教育结构,初中阶段根据地方实际情况建立了以普通课程为目标和以职业课程为目标的学校;高中阶段建立了以普通教育为目标和以职业教育为目标的学校。加强了职业高中数量,二者比例,目前按学校数统计,职业教育类占 60% 以上。

日本企业内对熟练技术工人的培养占重要地位。工人的培训分许多“层”,每“层”都有不同的训练内容和要求,同时将定期培训同考核晋级、提薪结合起来进行。新工人入厂要经过严格挑选,一般是和学校建立联系,并个别面试,合格后才予以录取。新工人入厂后,一般都经过半年训练,专业性强的要经过九个月到一年的教育培训。不仅学理论,而且进行实际操作的技能训练。经过严格培训合格后,新工人到工厂现场还要固定一名老工人继续培训一年,进一步帮助新工人熟练掌握操作技能。

除了重视新工人和徒工的培训,日本还十分重视在职职工的继续教育。日本在新建企业或大规模进行设备更新和技术改造的企业中,要进行再教育、再训

练。这种教育采取脱产培训和现场培训交叉进行。另外,随着企业产品结构不断变化,工人的工种也相应变化。因此,企业鼓励工人一专多能,有的企业对工人多学一门技术还有工资补贴。日本加强继续教育的另一措施,是实行高中阶段的产学合作。日本高中分全日制、定时制和函授制三种类型。高中阶段产学合作主要是通过定时制和函授制同企业的联系来实现的。通过两者的使用和交流,企业使毕业于初中的在职职工接受高中教育,学生毕业后发给证书,国家承认享有高中毕业的同等待遇。

③ 加强对经营管理人员的培训。日本企业也很重视对经营管理人员的培训,强调培训经营管理人员全面的管理才能。一般情况下,股长以下职员岗位比较固定,以使其积累经验并增长能力。对股长以上的管理干部实行定期调动的制度。此外,设培训中心和研修中心,对各级管理人员进行定期轮训或开办专题讲座。对社长、董事长一级领导人员的培训提高采取了以下办法:一是出国考察,每年都派一些到国外去,开阔眼界或进行专题考察;二是请学者、专家、教授讲课或当顾问;三是参加社会经济团体组织的企业之间经验交流;四是在本企业的研修中心进行专题研究总结。

2. 技术进步与提高生产率

(1) 技术进步的作用与基本特征。

① 技术的含义。中国社会科学院语言研究所对“技术”所下的定义:“技术是人类在认识自然和改造自然的反复实践中积累起来有关生产劳动的经验和认识,也泛指其他操作方面的技巧。”现代系统学研究认为,技术是有目的的动态过程,而动态过程的效能表明技术水平和技术进步的作用。

从功能结构原理(功能表现结构、结构载荷功能)看,技术的功能结构如图2-9所示。

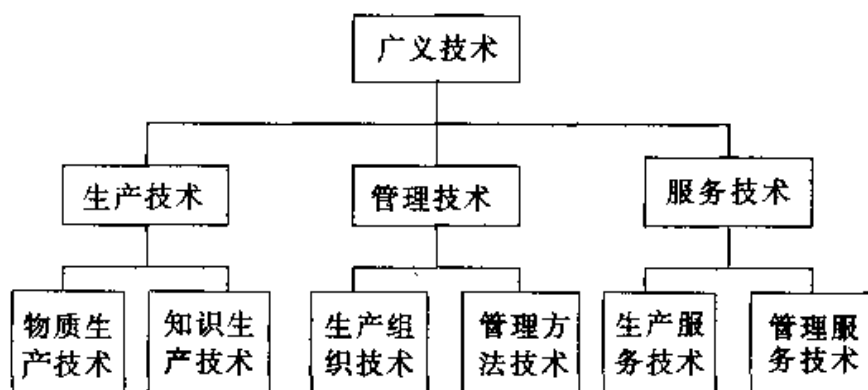


图 2-9 技术的功能结构示意图

② 技术进步的基本特征:

第一,技术进步的渐进性,即通过无数小的改进使技术本身不断完善,带来



经济效益提高的技术进步,属于技术革新性质。

第二,技术进步的飞跃性。当技术发展到一定的程度就会产生重大变革,出现一次飞跃。现代电子技术、生物技术、能源技术、材料技术的变革导致了一场新技术革命,促进技术向高级化转移。现代技术发展的多样化、多层次性,使得为满足同一目的有多种技术可供选择,因此,技术进步无论以何种方式实现,都具有较强的选择性。

第三,技术进步的系统性。某项技术的进步,可向其他领域推广、渗透和扩散,促进其他产业技术的发展,逐步形成新的技术进步体系,推动产业结构出现更加协调和全新的局面。任何一项技术进步都不可能孤立地存在,而必须与其他一系列技术相互依存结成一个整体系统。

第四,技术进步的周期性。科技的迅速发展,必然促使技术更新换代速度加快,形成螺旋上升的循环。当代科学技术转化为生产力和产生经济效益的过程越来越短,技术进步导致经济增长的速度越来越快。

第五,技术进步的可预测性。由于现代软科学、社会科学和科学技术的发展,使得人们对技术进步可带来的经济效益和社会效益,可能进行评价和预测,并可按需加以引导和作为决策依据。

③ 技术进步在生产要素中的体现。技术进步在生产发展过程中起着重要的催化作用,它渗透于生产力的诸要素中,并使之不断物化转换为社会生产力。在这个过程中,有人的要素的投入,也有物的要素,以及人与其他要素之间的有效协调。所以技术进步对生产要素的影响主要体现在以下六个方面。

第一,不断提高先进的技术装置,包括机器、设备、工具等。技术在改善和提高生产装置水平这方面的作用极为重要。

第二,不断提供先进的生产工艺,促进生产工艺改善和水平的提高,并进而使劳动力和生产的组合更加合理、更加有效。

第三,不断开发新产品,促进老产品升级换代,增加品种,提高产品的质量,并促进资源、材料的节约和合理利用。

第四,不断提高劳动者的劳动素质。这除了技术熟练程度、文化知识以外,还包括劳动者工作的有效性和创造性。

第五,不断促进生产布局的合理化,增强生产组织和产业结构的合理性。保证协调生产、均衡生产,达到在时间和功率上更充分地利用劳动和生产设备。

第六,不断促使管理方法科学化、管理手段自动化,改善和提高管理决策水平,这是一种生产的组织因素、效率因素。生产各环节能否迅速吸收技术成果,生产运转是否灵活,都直接与管理现代化水平有关。

技术进步对生产率增长的作用过程,如图2-10所示。

(2) 技术进步与提高生产率。技术进步对生产率水平的提高有着最直接的

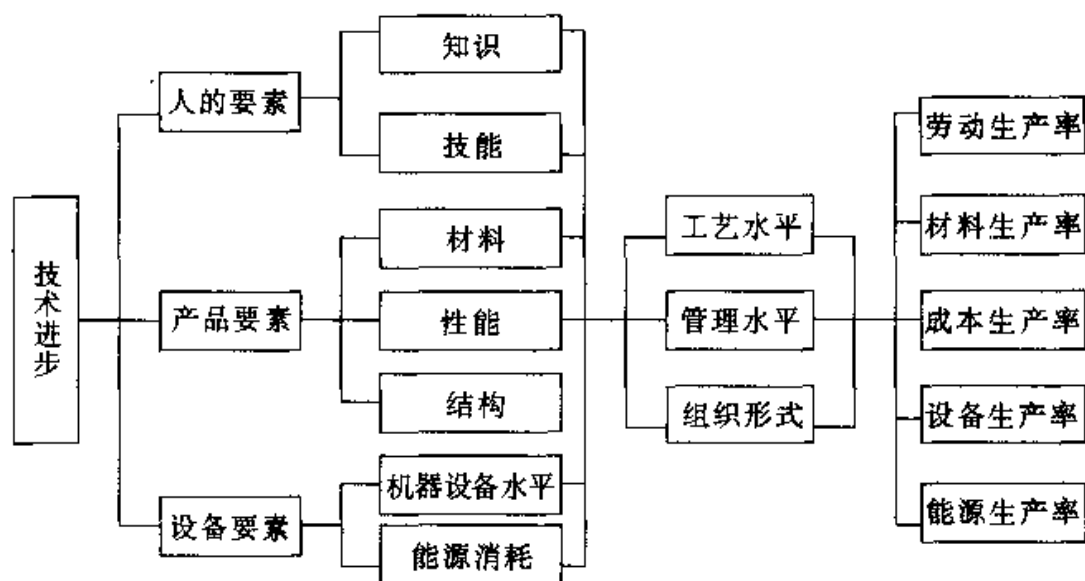


图 2-10 技术进步对生产率增长的作用过程

关系。近代生产率水平的迅速提高是工业革命的结果。当代的技术革命,对生产率正在产生并将产生更大的影响。利用生产函数分析,可以更确切地说明二者的关系。

① 技术进步对提高生产率有“倍加”的作用。按照柯布-道格拉斯(Cobb-Douglass)生产函数进行分析,式中, Y 为产值, K 为固定资产净值, L 为劳动力, α 、 β 分别为资本和劳力弹性系数。

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta} \quad (2-18)$$

按 $\alpha + \beta = 1$ 的情况描述技术、资本、劳动与产出之间的关系,使产出在给定因素投入下发生变化:

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha} \quad (2-19)$$

在这里, A 是不能用投入量 K 、 L 的增长来解释产出 Y 增长的无因次技术参数,即“中性技术进步”。

由中性技术模式表达的“价值的产出与投入之比”:

$$A = \frac{Y}{K^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha}} = \left(\frac{Y}{L} \right)^{1-\alpha} \cdot \left(\frac{Y}{K} \right)^{\alpha} \quad (2-20)$$

式中, $\frac{Y}{L}$ ——劳动生产率;

$\frac{Y}{K}$ ——资金生产率。

这个公式表示,技术进步就等于所定义的全要素生产率。它不但给出了测量技术进步水平的数学表达,也说明了技术进步贡献的实质:提高技术水平等于提高生产率。

如果从狭义的劳动生产率的角度作进一步的分析,可以更清楚地理解技术进步与生产率的关系。

按弹性的数学意义和经济意义,假定生产目的是追求利润和在完全竞争的条件下,则有:

$$\alpha = \frac{\partial L_{\eta} Y}{\partial L_{\eta} K} = \frac{QK}{PY}$$

式中, P ——产出价格;

Q ——资本价格。

当 $P = Q$ 时有:

$$\alpha = \frac{K}{Y}$$

在一般情况下,一年内用同一价格计量社会生产总值 Y 和固定资产净值 K , 即 $P = Q$ 是符合实际的。由此,

$$A = \left(\frac{Y}{L} \right)^{\frac{K}{Y}} \left(\frac{K}{Y} \right)^{\frac{K}{Y}} \quad (2-21)$$

式中, $\frac{K}{Y}$ ——单位产值平均占用资本。

由这个公式,可以得到图 2-11 所示的技术进步的 A 与生产率 $\frac{Y}{L}$ 的关系。

根据计算,1980 年我国的 $\frac{K}{Y}$ 水平约为 0.6, 而到 2000 年降到了 0.2 左右。

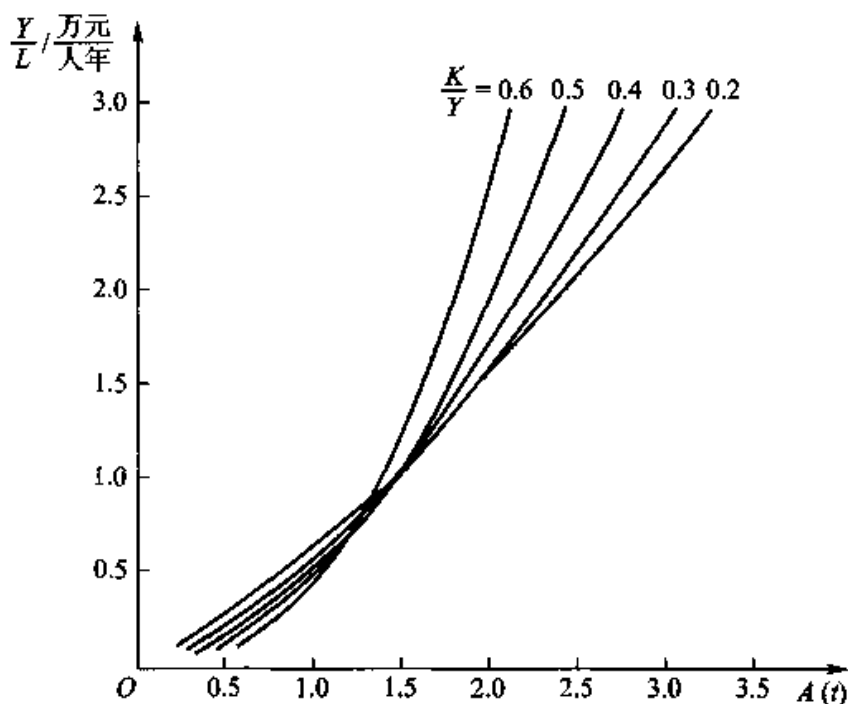


图 2-11 技术水平与劳动生产率关系图

根据图 2-11,可以得到对技术进步与生产率关系的以下三点定性的结论。

第一,技术水平低时,单位产值占用资本多(资本密集),劳动力生产率低;技术水平高时,单位产值占用资本少(知识密集),劳动生产率高。

第二,技术水平低时,技术进步对提高劳动生产率的影响小于 1;技术水平高时,技术进步对提高劳动生产率影响大于 1。提高技术水平,对提高生产率有“倍加”作用。我国目前技术水平的平均水平大约在 1.5 左右,正处于技术进步对生产率影响发生质变的临界状态。提高进步水平对生产率的发展将起到事半功倍的作用。

第三,在我国当前 $\frac{K}{Y}$ 值比较高的粗放经济水平下,技术进步对提高生产率的“倍加”作用更明显。走技术进步的道路是发展经济的捷径。

② 技术进步是生产率持续、高速发展的保证。从分析提高生产率的不同方式对其不同的影响作用的角度进行分析,可以帮助人们对技术进步的作用认识更深。

由公式(2-19)两边除以 L ,则得:

$$\frac{Y}{L} = A \left(\frac{K}{L} \right)^{\alpha} \quad (2-22)$$

式中, $\frac{K}{L}$ ——劳动力与资本的比值,称为固定资产装备率。

由式(2-22)可得到图 2-12 所示劳动生产率与固定资产装备率的函数关系。

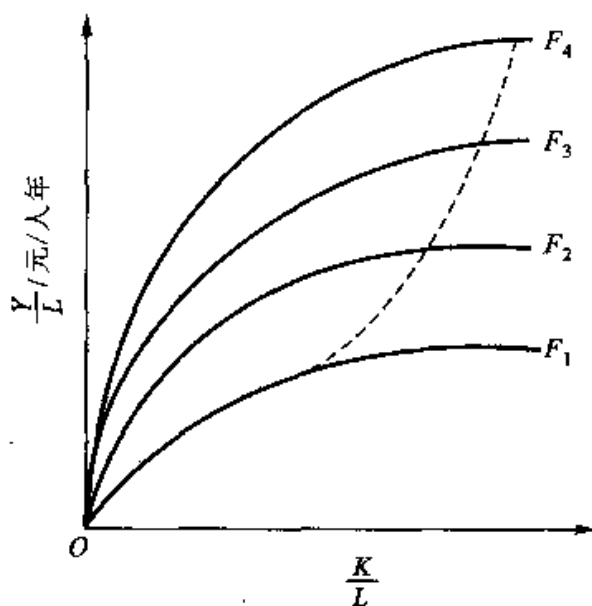


图 2-12 劳动生产率与固定资产装备率的关系



第一, F_1, F_2, F_3, F_4 表示在不同的技术进步水平下, 固定资产装备率对劳动生产率的不同作用。技术进步对提高固定资产装备的效率有着明显的作用。

第二, 在某一定技术水平 F_1 条件下, 劳动生产率随着固定装备率的增加而迅速增加, 达到一定程度后, 劳动生产率增长速度变慢, 甚至会变为 0。换句话说, 没有技术进步作用, 生产率不可能得到持续地提高。

第三, 技术水平越高, 固定资金装备率对提高生产率的作用就越大。

第四, 从长期的动态生产过程分析, 技术进步作用下的劳动生产率与固定资产装备率之间的关系近似于虚线所示。说明二者结合是提高生产率的合理方式。图 2-13 是美国生产率中心测算的在 20 世纪 80 年代人与技术对生产率发展的影响关系。可以看出, 当生产率发展到一定程度后, 通过人的劳动提高的生产率的潜力会很小, 而技术的贡献将成为主要部分。这个结构与生产函数分析的结构一致。虽然我国目前劳动力的潜力还很大, 但这正好说明, 在我国技术与劳动两者结合对提高生产率具有很大的潜力。

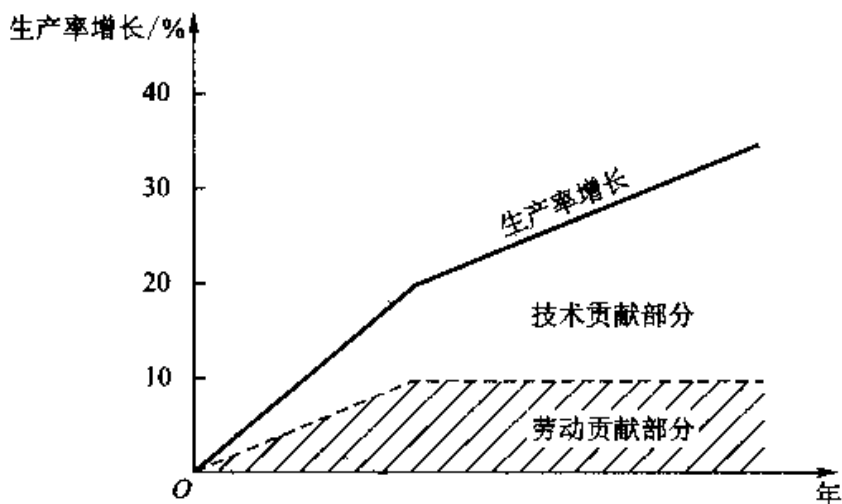


图 2-13 人与技术的生产率预测

我国长期以来一直主要靠外延扩大再生产, 通过扩大生产规模和增加劳动投入来提高生产力和生产率的水平。因此, 虽然在初期取得了明显的发展, 但规模不经济和少慢差费问题越来越严重。若继续沿袭老路, 无论从经济效率、投资能力, 还是人的素质等限制来看都已不可能。所以, 以技术进步为主, 靠扩大再生产和发展集约化经营确实是提高生产率的唯一可行、有效的途径。

(3) 技术进步分析的数学模型。

① 技术水平 A 。由公式(2-22)可以得到技术水平的测算公式:

$$A(t) = \frac{Y}{L} \cdot \left(\frac{L}{K} \right)^{\alpha} \quad (2-23)$$

式中,统计量 Y, K, L 按国家统计局水平规定:

总产值 Y ,按亿元(或万元)计;

固定资产净值 K ,按亿元(或万元)计;

在业职工人数 L ,按万人(或人)计。

按上述量纲计算的技术水平 $A(t)$,为某系统 t 年的“广义技术”水平。数值大表示水平高。式中资本的产出弹性系数 α 的取值是一个很重要但又很难确定的问题。在定性分析技术进步与生产率的关系时,应用追求利润时的假设,得出 $\alpha = \frac{K}{Y}$ 。但我国目前情况与这种假设尚有很大差别,许多经济组织甚至出现单位产值平均占用资本 $\frac{K}{Y} > 1$ 的极不符合经济常规的情况。因此用这个假设实际测算技术水平值,有可能得出一些不符合实际的结论。

根据以前各种计算的经验, α 值变化很慢,且波动基本为 $0.2 \sim 0.5$,为计算方便并考虑到与不同国家地区的可比性,可采用经验值 $\alpha = 0.2$ 。

② 技术进步变化率(即发展速度)。知道了 t_0 年的技术水平 $A(t_0)$ 和 t_n 年的技术水平 $A(t_n)$,就可以计算出 t_0 年的变化的 R :

$$R = \frac{L_n \frac{A(t_n)}{A(t_0)}}{t_n - t_0} \quad (2-24)$$

③ 技术进步对年生产率增长的贡献。若令劳动生产率 $\frac{Y}{L} = Q$,则有技术进步对生产率增长的贡献:

$$P_A = \frac{Q_t - \frac{Q_t}{A_t}}{Q_t - Q_0} \quad (2-25)$$

3. 激励与提高生产率

激励对提高职工积极性、增强组织凝聚力和活力、提高劳动生产率具有十分重要的作用。组织激励存在三种类型:物质利益激励、个人精神激励和协调发展激励。建立在激励基础上的定性模型可以通过模糊多层评价模型进行定量分析。

(1) 激励对调动工人的重要性。所谓激励,并没有一般定义。贝雷尔森和斯坦纳兹在《人类行为科学发现成果》一书中认为“一切内心要争取的条件、希望、愿望、动力等都构成人的激励,它是人类活动的内心状态”。激励实际上具有激发动机,鼓励行为,形成动力的意义。对于每一个个体来讲,要产生一定的有意义的行为都需要自我激励和来自周围个体和组织的激励。在一般情况下,这些内在的和外在的激励可以把对个体产生的作用的外部压力和吸引力转化成

个体内在的自动力。自动力越强,则积极性越高。

应当指出的是,激励作为一种干涉变量出现,是一种内部的和心理的过程。人们被激励出的自动力并不能直接被观察,而只能通过个体的行为来衡量激励程度的高低。

(2) 群体凝聚力和生产效率的关系。对群体凝聚力和生产力关系,曾有专家进行专门的研究。社会心理学家 Schachter 从群体凝聚力与诱导的关系对生产率的影响进行了试验。他发现,群体自身凝聚力高低和对群体施行不同的诱导实际上会产生四种不同的情况,见图 2-14。

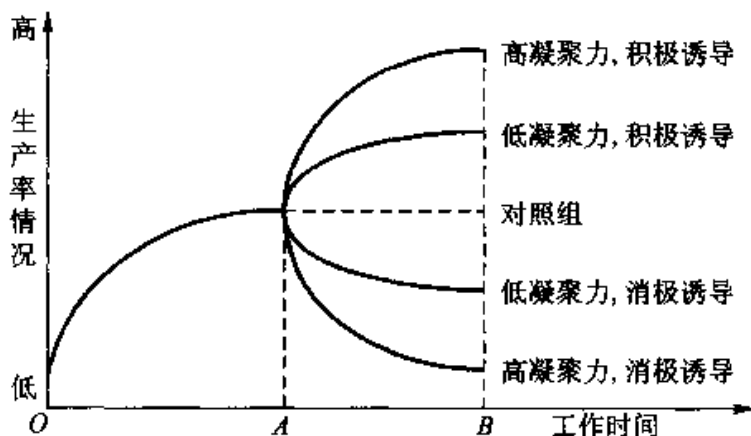


图 2-14 群体凝聚力与诱导关系对生产率的影响

五个实验小组,分两阶段进行,OA段各小组差异不大,AB段施以不同诱导,从图 2-14 可以看出,对凝聚力不同的小组施以不同的诱导,生产率发生明显变化。

通过 Schachter 的实验可以看到:

第一,群体凝聚力的高低与生产率的高低不是绝对的对应关系,关键在于有无正确的诱导方式。

第二,在同样施以积极诱导情况下,凝聚力高的群体生产率明显高于凝聚力低的群体。

第三,如果对凝聚力高的群体施以消极诱导,其导致生产率的下降比凝聚力低的群体还要快。

事实上,影响生产率高低的因素是很复杂的。然而,在假定其他条件如设备、工艺、工作环境等不变的情况下,凝聚力与诱导内容、方式对生产率高低有着明显的、持久性的影响。实验同时证明,低凝聚力积极诱导而产生的较高生产率是很难维持的。

因此,通过有效的激励增强组织凝聚力,同时,有效的激励产生的也是积极诱导的作用(如使个人目标与组织目标一致,团结一致,比学赶帮等),两者必定

会促使生产率提高,这是一个充分条件。从长远的时间有效性来理解,通过激励来提高凝聚力,实施正确诱导也是提高生产率的必要条件。

(3) 群体活力与生产率的关系。和群体凝聚力相联系的是群体活力。凝聚力高的群体活力也强;反之,则群体活力就弱。群体活力表明了一个群体为达到目标而具有的积极进取的态度和奋斗的精神。

一般来说,群体活力越强,生产率肯定要高一些。然而,正如群体凝聚力与工作效率的关系一样,群体活力与工作效率的关系也取决于对活力的正确诱导,即使群体目标与组织目标一致。

达维斯(K. Davis)对此进行了专门的研究,他认为群体活力与生产率的关系具体有三种,见图 2-15。

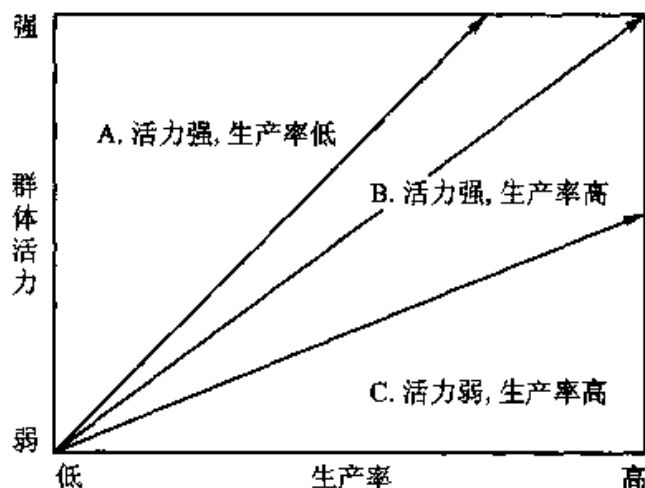


图 2-15 群体活力与生产率的关系

① A 线表明,注重增强群体活力,而忽视将其引导到提高生产率方面来,这种群体目标往往与组织目标相背。

② B 线表明,群体活力的增强是建立在正确诱导即群体目标与组织目标相一致的基础上,因而强盛的活力带来了高生产率。

③ C 线表明,群体活力较低,但通过严格的科学管理,也可产生较高生产率,其发展的结果必将使活力越来越弱,最终会导致生产率的全面崩溃。

由达维斯的研究成果参照我国国情,可以确定,A 线和 C 线都不应是中国企业追求的目标,特别是 C 线。

B 线表明活力强生产率也高,应该是中国企业所追求的目标。要使活力强,且将活力引导到提高生产率方面,唯一有效的手段就是激励。

综上所述,激励对提高劳动生产率有着巨大的作用,然而这种作用也并不是完全可以直接实现的。因此,对于组织激励做一确切的分析,建立一种符合我国国情的激励机制是十分必要的,也是具有实际意义的。



4. 企业内部决策机制与提高生产率

企业内部决策机制会影响企业的生产率水平,这是一个无可非议的事实,但企业内部决策机制对生产率水平到底有多大的影响,这方面的定量研究的资料到现在还不多见。原因当然是多方面的,但主要原因不外乎是要准确取得一批企业的数据比较困难,特别是要定量分析企业内部决策机制对生产率水平的影响,首先必须建立一套评价企业内部决策机制的指标体系。本书将在实证研究的基础上,通过生产率水平模型和生产函数模型,对定量研究企业内部决策机制给企业生产率水平带来的影响进行探索。

(1) 模型的基本假定。

① 生产函数模型的基本假定和方法。

我们认为中间投入是工业企业生产过程中的一个重要因素,它主要包括原材料消耗和能源消耗。因此,在生产函数模型中我们将中间投入包括进去。

这样,我们可以假定生产函数是三变量的柯布-道格拉斯函数,即:

$$Y = AL^\alpha K^\beta M^\gamma \quad (2-26)$$

式中, A, α, β, γ ——待估常数;

Y ——产出;

L ——劳动收入;

K ——资金投入;

M ——中间投入。

两边取对数,得到超越对数生产函数:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K + \gamma \ln M \quad (2-27)$$

其回归式:

$$\ln Y = \hat{A} + \hat{\alpha} \ln L + \hat{\beta} \ln K + \hat{\gamma} \ln M + \varepsilon \quad (2-28)$$

其中, ε 是服从正态分布 $N(0, \sigma^2)$ 的随机变量。

利用实证研究取得若干企业的数据回归出(2-28)式,可得到一个横截面的生产函数,并用估计常数 $(\hat{A}, \hat{\alpha}, \hat{\beta}, \hat{\gamma})$ 来表示这个生产函数。

生产函数代表所分析样本的平均技术关系,常数 A 表示投入变动所解释的产出变动的剩余,则可以将(2-27)式改写如下:

$$\ln A_i = \ln Y_i + \alpha \ln L_i + \beta \ln K_i + \gamma \ln M_i \quad (2-29)$$

② 生产率水平模型的基本假设方法。

一个工业企业,其生产率水平的大小主要取决于以下三因素:装备技术水平;劳动者的素质;决策机制水平。

假定 A 企业生产率水平与其影响因素之间存在着线性相关关系,故设定:

$$A = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + v_i \quad (2-30)$$

式中, a_0, a_1, a_2, a_3 ——待定常数;

A ——企业生产率水平;

X_1 ——企业装备技术水平;

X_2 ——企业劳动者的素质;

X_3 ——企业内部决策机制水平;

v_i ——服从正态分布 $N(0, \delta^2)$ 的随机变量。

在回归出 $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$ 之后, 由于

$$\frac{\partial A}{\partial X_3} = \hat{a}_3 \quad (2-31)$$

因而可以定量分析企业决策机制对企业生产率水平的影响, 结合(2-28)式还可以定量地分析企业内部决策机制水平对企业产出水平的影响。

(2) 数据及其处理。随机选择我国西北、西南地区的 12 个企业作为研究对象, 按照前述两个模型的设定变量, 分别取得 1989 年的有关数据。具体地, 我们使用的指标包括如下几项:

- ① 工业总产值; ② 年平均职工人数; ③ 固定资产净值; ④ 年原材料消耗; ⑤ 年能源消耗; ⑥ 具有中专以上文化程度人员总数; ⑦ 企业决策机制评价值。

下面为两个模型中使用的各个变量的具体含义:

Y ——工业总产值(万元);

L ——年职工评价人数(人);

K ——固定资产净值(万元);

M ——年原材料消耗 + 能源消耗(万元);

A ——企业生产率水平;

X_1 ——固定资产净值/年职工平均人数(万元/人);

X_2 ——企业具有中专以上文化程度人员总数/年职工平均人数(%);

X_3 ——决策机制评价值。

2.3.3 工业工程与提高生产率

现代工业工程(IE)包括大量的现代管理技术, 使之成为企业提高质量、降低消耗、提高生产率的重要方法。其突出特点是, 在企业现有条件下, 不增加投资或少投资, 不增加工人劳动强度, 甚至减轻工人的劳动强度, 通过重新组合生产要素, 优化生产流程, 改进操作方法, 整顿生产现场秩序, 并对这一切加以标准化来提高企业整体功能, 以达到提高生产率的目的。

1. 工业工程的技术体系

工业工程属于多学科相互渗透的交叉学科, 其学科范畴相当广泛, 所使用的



方法与技术内容丰富、类型众多。IE 的技术内容与体系结构如图 2-16 所示。

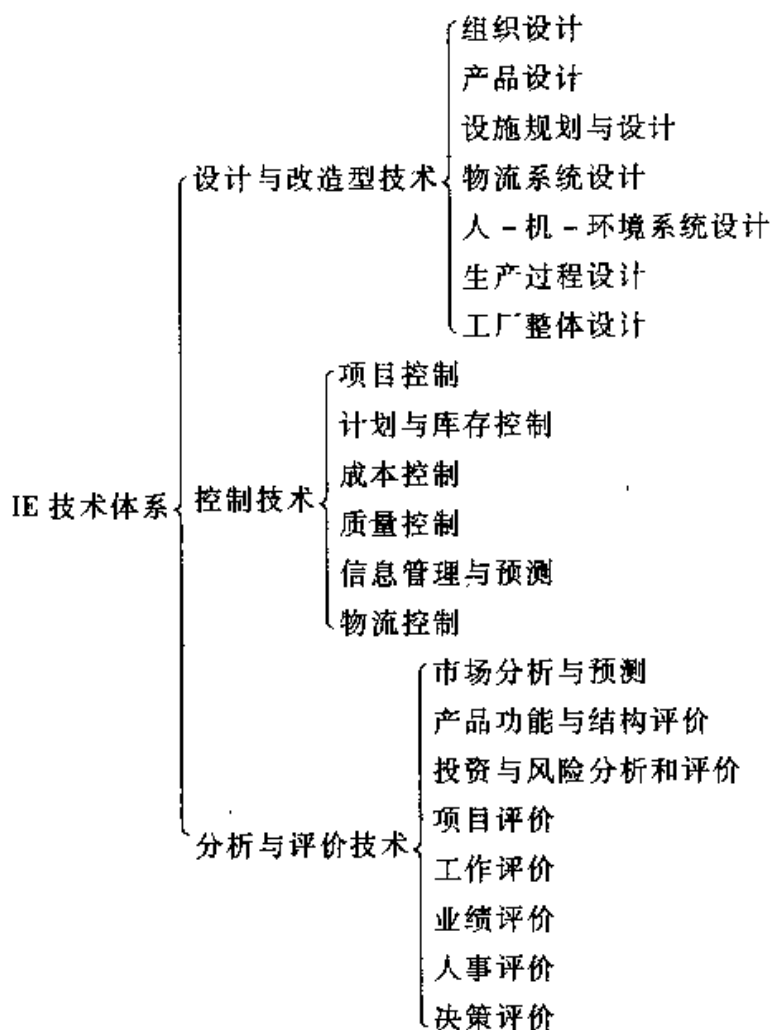


图 2-16 IE 技术体系

2. 工业工程技术在企业的应用

可以说,所有的工业工程技术都是提高生产率的直接手段。运用 IE 原理和方法设计和建立具有良好运行机制的生产系统,或者对现有的生产系统进行不断地改善,都可以达到提高生产率的目的。下面列举一些 IE 技术在企业中的应用范围。

- ① 运用 IE 原理和方法对现有生产组织进行系统分析,改进工厂布置;
- ② 生产技术和设施更新改造,采用现代化制造技术,如 CNC、CAD/CAM、CAPP、FMC、FMS、CIM 等;
- ③ 加强研究开发,开发新工艺,建立新流程;
- ④ 应用价值工程分析改进产品设计,减少产品工作量,降低成本;
- ⑤ 开发工作研究,改善作业和工艺系统,减少多余操作和无效工作时间;
- ⑥ 应用现代生产/库存技术(如 MRP、MRP II),建立均衡和高效的生产系统;

⑦ 在生产系统设计和改造中运用现代物流技术；

⑧ 运用可靠性工程进行系统维护,保证系统运行质量；

⑨ 采用工效学知识和技术改善作业环境,创造良好的工作条件；

⑩ 注重进行组织和职务设计(organization and job design),充分发挥各个环节、各种工作的职能,发挥组织的整体优势。

此外也可以从影响企业生产率的各种因素的对应方法进行分类,比较典型的是国际劳工组织提供的一种分类方法,见表2-1。

表2-1 提高生产率的主要要素和方法综合

I. 提高生产率的外部要素/方法
1. 工人和管理者对提高生产率的态度
2. 提高生产率的经济和环境方面的要素
• 市场规模
• 市场稳定性
• 生产要素的变动性
• 原材料的质量和适用性
• 资金和信贷的可利用性
• 税收结构
• 有效的培训设施
• 研究和信息交换
• 技术革新和机械化
• 企业的地理优势
II. 提高生产率的内部方法
1. 工厂布置、机器和设备
• 每个工人平均生产量
• 物料搬运
• 机器的维修保养
• 工厂布置
2. 成本会计和降低成本的技术
• 成本控制
• 预算和预算控制
• 机会成本分析



-
- 成本增量分析
 - 例外管理
 - 盈亏平衡分析
 - 组织的成本降低计划
 - 折现现金计算
3. 生产的组织、计划和控制
- 生产计划和控制
 - 简化、标准化和专业化(包括更好的产品设计)
 - 作业研究
 - 库存控制
 - 价格分析
 - 其他方法:例如运筹学(OR)、抽样、模拟、排队、网络技术(PRET、CPM)等
4. 人事策略
- 管理者与工人的合作
 - 工人的选择与安排
 - 职业培训
 - 职务分析、功绩评价和晋升
 - 督促与纪律
 - 工资激励和利润分成计划
 - 工作条件和福利
 - 劳动方法
 - 作业时间
 - 轮班数
-

表2-2是几种提高生产率的直接方法比较。从长远来看,开发新产品、新工艺,尽量采用先进的机器设备和现代化厂房设施,无疑是增强生产力、提高生产率的有效途径之一。不过,这种方法需要大量投资,有的还要耗费大量外汇去从国外进口,并且这种靠引进技术来提高生产率的方法还会影响我国的技术和工业发展,甚至影响就业。大量的企业所面临的是在投资较少或者不投资的情况下进行技术改造,通过更好地利用现在资源,充分发挥现在生产要素的作用来

提高生产率。显然,像工作研究那样的传统 IE 方法可以作出很大的贡献。

表 2-2 几种提高生产率直接方法的比较

	改进方式	采取方法	成本	见效快慢	生产率 提高程度	工作研究 的作用
投资	1. 开发新技术 或对现有工艺 作根本性改进	基础研究,应用 研究,实验开发	高昂	一般需数 年	无明显限制	以方法研究来改 进设计阶段中的 作业与维护保养 工作
	2. 增设更现代 化的或高生产 能力的工厂或 设备,或使现有 工厂现代化	购买工艺研究	高昂	安装后立 即见效	无明显限制	在进行现代化改 造时,对工厂布 局进行方法研 究,以改进作用
改进	3. 减少产品的 工作量	产品研究与开 发,质量管理, 方法研究,价值 分析	与第 1、 2 两种 方法比 较低廉	一般要几 个月	有限度,与第 4、5 两种程度 相同,应在它们 之前先采用	方法研究(及其 延伸,即价值分 析),改进设计, 使生产易于进行
	4. 减少工艺中 的工作量	工艺研究、实 验,工艺计划, 方法研究,操作 工人培训,价值 分析	低廉	立即见效	有限度,但常常 程度较高	方法研究通过消 除不必要的活 动,减少操作中的 精力与时间浪费
	5. 减少无效时 间(包括管理 部门和工人造 成的)	作业测定,市场 政策,标准化, 产品开发,生产 计划与控制,材 料控制,有计划的 维修保养,人 事政策,改善劳 动条件,操作工 人培训,奖励制 度	低廉	开始时收 效慢,但效 果迅速增 加	有限度,但常常 程度较高	作业测定,调查 现有做法,找出 无效时间,规定 绩效标准,作为 计划控制、工厂 的利用、劳动成 本控制、奖励制 度的基础

2.4

生产率工程

2.4.1 生产率工程的概念

从世界范围看,过去几十年中,企业一直处于不断增加的改进生产率和绩效的压力之中,先进的设计和制造技术推动绩效标准达到更高的水平,产品生命周期日见缩短,用户要求以更低的成本获得更高质量的产品,市场环境也不断提出新的要求。

传统的生产率概念和生产率管理方法为一个现成组织改善和提高生产率提供了系统化的基本原理和工具,但面对迅速发展的现代社会、经济环境和市场机制,还必须在包括组织本身的创新和管理在内的更大范围内研究持续提高生产率和竞争的问题。生产率的改进和管理不仅需要分析、评价、控制这样一类技术性方法,而且更应该注重对系统的自组织混沌性和复杂性的思考,以及研究企业组织制度及行为的现代企业理论等一系列创新的方法和手段,进而建立围绕技术效率、资源配置效率及非资源配置效率的三层结构,以过程为导向,用创新方法来提高生产率。所以生产率工程涉及创新的生产率改善的方法、手段和过程以及创造性解决生产率管理问题的形式的研究、开发和实施。在生产率工程的三层次效率中,无论是企业现状,尤其是我国国有企业的现状,还是未来的发展趋势(如敏捷制造战略)都表明,有关企业组织和机制方法的效率,即“非资源配置效率”是改进和提高的关键所在,这主要有赖于形成自组织学习过程(或自适应系统)。运用现代企业组织及行为等理论能形成有利于发掘管理者、职工的创造力,提高企业生产率,竞争力的有关组织理论、方法和手段。

2.4.2 现代企业组织与生产率

1. 现代企业制度中组织结构的选择

企业史学家钱德勒(A. D. Chandler)通过丰富的史料研究,对为什么M型公司(多事业部组织)在美国占支配地位作了详尽的解释;西蒙(H. A. Simon)和马奇(J. G. March)等人通过对人类行为建模来帮助人们理解复杂的新出现的公司是如何进行决策的。其成果体现在赛叶特(R. M. Cyert)和马奇(J. G. March)的有关企业行为理论的著作中。鲍威尔(J. L. Bower)通过对企业计划和投资决策的研究建立了多事业部组织战略过程模型,从而在钱德勒描述的多事业部组织结构与赛叶特和马奇提出的决策理论之间建立起联系的纽带。

在20世纪90年代之前,无论是管理实践还是管理理论,我国和世界各国企业组织结构的主流一样处于健全和完善的过程之中。当企业的管理者正在扩展

他们的多角化战略,精心设计新的部门化结构以逐步调整其新的管理过程的同时,各研究派追随着钱德勒鲍威尔(J. L. Bower)以及赛叶特和马奇的开创性工作,构建起更为丰富和精致的理论和模型的翻版。改革开放以来,我国一些优秀企业正在不断地接近、跟上国际先进企业管理实践的发展步伐,但我国企业管理理论的发展在结合本国背景的研究过程方面还有待系统化。

近年来,竞争市场和技术的全球化及相应的经济和社会化所形成的新的环境需求对现代企业战略、组织结构和管产生深远的影响。人们开始发现一些用于解释公司早期形成的、现存战略、组织和决策范式的模型已与现实脱节并逐步失去其作用。主要表现在当前企业中出现范围广泛的各类问题已与经典的组织结构和过程产出越来越多的冲突。在美国,钱德勒研究过的四个事业部组织形式的首创者中的两个;通用汽车和西尔斯公司在公众的心目中变成“问题成堆”的形象。与此同时,中国正在经历一次重大转折,社会主义市场经济体制和建立现代企业制度目标的确立及开始的进程,将一个不容回避的问题摆在我国企业界和管理理论界面前。现代公司多事业部组织及其管理理论和形式在政、企分开,产权明晰的基础上,是否就是我国企业在建立现代企业制度过程中的最佳选择?

对国内外典型公司企业的案例分析表明,20世纪90年代创造的组织模式已不同于多事业部形式。正像广义的多事业部组织模式中有多种形式一样,在这些开创新形式先河的公司中也各有千秋。但表现为公司结构、组织过程和管理角色的新模式的共性和事业部形式的差异与当时部门化组织基本原则和职能式组织的不同有惊人的相似之处。

2. 交易成本与组织效率

从经济作业整体到企业再到企业内部的单位,存在着许多层次的经济组织。企业区别于其他小于它的单位的主要标志在于其能与个体签订协议的法人地位。这样,个体就不必为组织其交易面签订复杂、多边的契约,从而通过协商可以实现更有效的安排。

经济组织理论分析的基本单位是交易。在交易中,产品或服务从一个人转移到另一个人手中。分析的焦点之一是有关交易者的行为。经济组织的主要任务是协调各参与者的行动,使其形成连贯的计划,并激励参与者按计划行事。

根据组织如何有效地满足人们的需求和愿望来评价组织,即基于效率来进行评价。由于组织部分被设计,则可以从组织设计者追求效率的角度来解释组织的特性。不同种类的组织中,相对成功的组织为有关具体环境下哪种组织最有效提供了理论依据。把效率作为实证原则需要注意组织服务的对角利益以及组织安排可行性。能在组织成员中进行讨价还价的小组,当其势力扩张时,可以决定有利于他们自身但对于组织来说是低效率的安排。在此意义上的效率仅被

用于预测而没有评价其达成共识的社会期望。此外,如果对小组(群体)而言不存在更好的可行方案,看起来存在浪费的安排从实施意义上可能仍然是有效的。

在现代经济中,生产的扩展已经通过专业化分工的方式得以实现。根据专业化分工,任何个人只需完成非常细小的组织任务部分。专业化分工的增加使得人们在工作中互相依存的程度增加,从而协调的需求不断增加。有两种极端的协调方式:向计划制定者沟通信息,由其来进行所有重要的决策;向个人提供其决策所需的信息和资源,使其自己做出适合于总体计划的决策。真实经济中所采用的都是这两种方式的混合。

交易成本是协商和履行交易的成本,它包括:协调成本,诸如监视环境的成本,为进行决策计划与讨价还价的成本;激励成本,诸如衡量(考核)绩效,提供激励以及形成协定来保证人们服从指令、履行诺言并保持一致的成本。

交易的最佳组织和管理方式取决于交易的属性。有五种属性尤为重要。

(1) 资产专用性。当协和体被要求进行大的专门化投资时,他们一般将寻求以能保障这些投资的方式来组织。

(2) 当一个团体长期参与频繁、类似的交易时,这一团体大多会寻求建立更加专门化的、能减少交易成本的机制或程度。在两个以上的人之间进行长期、经常性的交易将允许这些团体建立非正式的协定,从而减少签订正式协议的需要,根据喜好的自愿组合,减少了对外力强制性协定的需要。

(3) 交易发生环境的不确定性和所需决策的复杂性,使得很难对所需要的业绩(绩效)进行确切的预测。这将损害简单契约的效果,从而导致团体在签约时更注重决策权和程序而不仅仅是绩效的具体方面。

(4) 考核绩效所付出的代价则使提供绩效激励变得相当困难,导致团体寻求对绩效的考核和激励不那么重视的组织。

(5) 当一个交易与其他交易联系比较密切时,即交易中共同性的错误比局部错误的代价更大,此时在对个体交易承担责任的人员中无论是通过加强管理监督还是安排经常性的会议,协调机制都要进一步加强。

简单地说,交易成本理论认为组织设计应以交易成本最小化为准则。但这种过于简单的理论存在两个问题:交易成本很难从逻辑关系上区分于其他成本;效率本身并不总是意味着总成本最小化。

当个体偏好与财富作用无什么关系时,即当每个人都认为无论是接收或支付一些货币对第一个结果都完全相等以及对于货币转移没有事先限制时,有效地分析恰恰能使总价值最大化。这一结论就是所谓的价值最大化原则。当财富作用不存在时,所有关于生产性活动和组织安排的决策都不会受财富、资产或团体讨价还价能力的影响。而仅仅有关收益和成本如何被分享的决策将受这些因素的影响。

总体上看,价值最大化准则并没有描述组织如何运转。组织实际要为形形色色的冲突的个体利益服务而不仅仅是将单一的组织整体目标最大化。例如,在企业中甚至所有者的利益也有很大差别。

从理论上说,人们可能存在自利和机会主义的一面,成功的组织必须构建起一种渠道,引导自利行为变为社会有益的行为。

2.4.3 现代企业组织的代理结构

宏观经济调整和过渡的成功,来自经济组织特别是企业的生产率和效率的提高,而与之直接相关的是生产单位和治理的方式、生产运行及其经济效率的制度框架,故我国从传统计划体制向社会主义市场经济的过渡最终取决于微观经济结构的正确形成。我国国有企业现有的企业规模、产品构成水平和垂直集成的程度、所有制关系和治理结构正通过建立现代企业制度向适合于市场导向的企业推进。哪些经济准则将影响我国企业结构性的变化?这一问题显然至关重要。

科斯(R. H. Coase)认为企业的内部组织非常重要,尽管与其他微观和宏观经济协调机制有联系,但有必要分开研究。因此,一个企业的交易比市场或计划更便宜的程度,就取决于企业本身的组织结构和市场或计划机制的各种特征。这一定理的推论就是,经济环境制度和协调机制的特性影响企业组织结构的选择。组织结构由这样一些规则 and 规定组成,它们决定人们在企业中的位置,正式职能的构成,谁在何时履行它们,企业中的沟通渠道以及如何通过激励、权力和规范化手段来控制参与者行为等。

目前,人们更关心的是组织结构、行为及其绩效的构造和成因。为了扩大和加深这一理解,需要建立一个组织计划与分析的统一框架来识别组织结构中的要素。

与所有成员都具有完全理性,在追求组织共同目标时毫无异议的情况相比,有限理性与自利行为将减少组织报酬的数额,进而改变不同成员共享的规模。为此,我们把这些表现称之为问题。这些问题可以归纳为典型客观-技术问题和主观-代理问题。管理者为了消除这类问题的负面影响,就必须寻求合适的组织结构设计,特别是控制、监督和组织文化诸方面的合理安排,从而使上述问题不出现或尽可能少出现。

1. 客观-技术问题

组织各个位置上的成员的有限理性与环境产生的非完全信息结合在一起会引起四类客观-技术问题:非完全信息、非完全决策、独立行动的非完全配合、无法预料的结果和错误。上述的任何一个问题都会对组织行动的后果产生不确定性影响。

组织中信息的非完全性表现在无论是组织外部环境的信息还是组织内部一

些成员已经拥有的信息,都不可能无代价地传递到用户手中。这是因为,一些信息本身不可能有效地形成或传递;人及其设计的机器(构)本身也不能完全地进行传递,获取和传递信息要付出代价。非完全信息产生不确定性是由于决策者不可能知道其决策的确切结果,非完全信息导致的组织实践的一个例子是例外管理。位居高层的决策者仅参与在组织环境中出现较少但对组织的报酬产生重大变化的一类决策,而把常规性决策留给有较完整信息和相关技能的较低层次的成员。

决策的质量和速度取决于决策者的技能和信息,而这些直接受到决策者有限理性的特点和程度影响。结果,决策一般也是非完全的。为了减少复杂性和决策过程的成本,简单的规则常常比精确的推理更加适用。

仅当组织成员具备完全的相互理解对方在计划和实施阶段行动的能力时,他们从事各自独立活动的行动才能自发地得到协调。但在现实中有限理性往往妨碍这种自发的协调;故为了减少组织中与个体分离活动所造成的结果不确定性,明确的协调是必要的。

个体活动也会产出始料不及的不利结果,即导致错误,这是由于人们无法掌握其行动的所有因果关系。错误必然导致不确定性。在现实中人们的能力和技能并非均匀分布,有限理性的特点和程度也因人而异,故有必要通过一定程度的专门化及具体的考核来减少错误的可能性。因此,客观-技术问题是引起有关组织、协调和监督实务发生变化的至关重要的因素。

2. 主观-代理问题

个人追逐私利可能引发类似于有限理性所引起的问题。尽管从表面上看客观-技术与主观-代理问题很类似,但实际上主观-代理问题具有完全不同的特点。

在组织中有三类贯穿始终的主观-代理问题。第一类问题产生于个体言不由衷或假戏真做,在代理理论中称之为败德或隐蔽行为。第二类问题表现为个体有时会说不会做或说而不做,在代理理论中称之为逆向或自我选择。上述问题又分别表现为事后(为根据过去经济实绩分析)和事前(根据预期经济变化)的机会主义,照一般说法分别相当于欺骗和欺诈。这两类问题的产生都是因为组织成员中的信息不对称。不对称信息可能就是由于有限理性产生的简单的不完全信息,也可能是自私的个体蓄意隐瞒或篡改信息造成的。第三类问题产生于组织成员为增加其在组织报酬中的份额采取共同行动的意愿和能力,可称之为策略(共谋)行为。策略行为表现为在提高一个团体讨价还价能力的同时降低其他团体讨价还价的能力,尽管从事这一行动的成员可能希望利用不对称信息,但指导这一行为的观点却是简单明了的。这种共谋行为的观点却是简单明了的。这种共谋行为得以存在的原因是由于这些行为的复杂性和非强制性,故无法通过签订契约或协议来防止其发生。

在代理理论中,委托人被认为代理人更愿意冒险。委托人选择是一种以简单的框架组成的组织结构。这种结构是由约定代理人行为条款的激励契约和报酬组成的。契约是由委托人对实际报酬计划的承诺及代理人行动部分(偶然因素)组成。委托人无法观察到这些行动,至少无法对契约进行量化(考核)。委托人观察到的是代理人行动的结果,而这些还要受环境变化的影响。如果仅当代理人掌握委托人没有掌握的对其有利的某些情况并签订了这一契约时,才出现了所谓的逆向选择。败德行为则表现为接受契约的代理人从事使契约对其本人更为有利的行动。

在一个委托人和多个代理人的情况下,例如一个总经理和若干个部门经理,委托人无法观察到每一个代理人的行动,这些行动与环境的状态一起共同影响每一个体对组织报酬的贡献。当影响多个代理人业绩可观察部分的环境状态相关时,则可依据相对于其他代理人而言每个代理的业绩来逐一确定代理人的报酬。这种计划有助于使代理人形成战略联盟,但是可能产生更不利于委托人的结果,并损害整个组织的利益。

在多委托人的情况下,由于他们不具有同样的时间偏好,面对不同的税率,有的委托人对质量更重视,致使委托人目标产生分歧。委托人可能会不同意安排给代理人的目标,甚至反对组织目标和结构的选择。在对代理人进行控制的过程中由于个体搭便车的动机,则每个委托人都寄希望于其他委托人提供控制所需的资源,特别当个人的收益比较而言小于控制成本时更是如此。

如果个体的行动不能完全被强制性协定所制约,他们可能会从事策略行为。如果现在暂时不考虑逆向选择问题,若这种协定存在,从而各团体都能为使组织报酬最大化而奋斗。如果这种协定不可行,则科斯定理就不成立,也就为委托人和代理人同样会产生的策略行为打开方便之门。与共谋行为相关的行动不仅会影响报酬的分享而且必然会减少组织的报酬。

第一,隐瞒信息的后果是使成员自身效用得到增加,组织报酬减少。因此,代理人可能会隐瞒对其绩效考评从而对其报酬分配不利的信息,也会去对其业绩不利后果的改进行动设置障碍。同样,委托人(所有者)也会冒代理人(职工)不满使组织报酬下降的风险,通过歪曲报酬的信息从而在与代理人的谈判中处于有利的地位,尽管这与其自身利益没有必然的联系。

第二,尽管所有者(委托人)在设备上的投资可能会危及技术工人的地位及其收入,但能为所有者带来利润的增长,然而它对生产以至组织报酬可能带来不利的影响。

第三,契约或默契的废止可能助长团体违反规则,扩大其效用而损害组织长期的报酬。因此,尽管对于非正式的协议而言,解聘(雇)职工的不允许的,却有利于增加所有者的利润,但可以导致比较死板的、在未来不严重危及生产的情况

下限制裁减劳动力的工作规定的出现。

高层管理者对上述行动会做出多种反应。这些反应会影响组织结构,包括某些要素,诸如谁负责存取一定类型的信息,谁与之进行正式的信息沟通。

3. 组织设计中的结构性要素

一般而言,如果为客观-技术问题,加强培训可能是低成本高效率的解决方法;如果是主观-代理问题,则应变革激励方式,诸如报酬共享、奖励以及公开批评或以解雇相威胁,此外,监督也是需要的。但若问题归属不明了,就需采用能同时解决这两类问题的办法,这与解决专门问题的方法相比成本会高出许多,且效率较低。

应该根据高层管理者的需求来设计组织结构。组织的其他成员将在一定程度上支持能缓解客观-技术问题和主观-代理问题的测算,这一支持的程度取决于他们的权利被剥夺即在报酬上其份额减少的程度。因此,管理者实际并非是其组织结构的唯一设计者。然而,高层管理者毕竟拥有其组织中最大的权利,因此他们的利益和考虑是最重要的。

纵向控制与横向控制的权衡。组织结构的关键要素是对其所有活动进行控制的分配和实施。最基本的两种备选方案是纵向层级体系和横向联合交往。在活动的层级体系中,上级被授权向其下级发出指令并提出建议使其完成一定的活动,委托人或高层管理者作为组织的领导承担着制定组织规则和政策的任务。在活动的联合交往中,成员在本质相同的权利基础上共同做出决策。

组织针对不同的活动运用层次体系和联合交往这两种方法。但事实上(研究表明)在不考虑经济系统或其他要素的情况下,层次体系在组织占主导地位。这可能是由于客观-技术和主观-代理问题在一定程度上都需要通过信息决策能力来解决,至少在某些问题上是如此。解决主观-代理问题显然离不开协调和监督。而协调与监督都需要在协调人与被协调人、监督人与被监督人之间建立层级关系。层次体系也是对主观-代理问题做出的响应,因为委托人通常不会赋予代理人在影响委托人报酬份额问题上的相等的决策权,而至少在这些问题上扮演组织最终监督人的角色。

然而在有关如何在组织成员中分配其报酬这一决策中产生的客观-技术问题似乎更需要联合交往方式而不是层级关系。相反,主观-代理问题却需要具有分配决策的层级关系。在一般情况下,层级关系及需要通过层级和联合方式来治理的活动的特点取决于主观-代理问题的性质及严重程度。

在由于过宽的控制幅度与过多的等级层次所造成的效率损失之间存在着一种权衡关系。过宽的控制幅度是指位居某一层次的上级接收到来自其下属过多的信号。因此,必须依靠行政总结或其他节约注意力的方式得到的总体信息。这可能失去了具有潜在重要性的具体信息。过多的等级层次则会因长期延滞以及在不同层次的信息传递中为使传递有效和出错最小所采用的平均或其他简单

统计方法导致的柔性丧失。由于过宽控制幅度所产生的问题,委托与代理人之间的单一层次监督将不能满足具有多专业化任务和职能的大型组织的需要。

无论是什么原因,只要层级关系存在就会出现客观-技术与主观-代理问题。在理想的协和队(协作)组织中,没有主观-代理问题,协调人具有明确的目标和有关组织能力的完全信息;根据这些追求的目标协调人能制定最优决策并在成员的充分合作下实施决策。但有限理性经常使单一个体不可能单枪匹马地做所有这一切,一些信息收集和处理,决策以及实施控制的责任的委托是必要的。因此,客观-技术问题意味着甚至团队的管理都需要一定层级关系。由于组织中较高层次的上级行动的影响将随层次增加而成倍增加,组织将使这些层次的成员具备更多的相关技能。同时投资以减少有限理性。

层次关系中的决策和信息存取或多或少要涉及分权。在某下级所掌握的信息以及以总结形式向上级呈交的报告之外,可能会出现败德行为。假设上级仅能根据其在 n 维产出空间的下级的总产值来衡量下级的业绩进而协调他们的活动,如果只要下级完成了产出指标就可获得优厚报酬而不管下级的努力有多大,那么他们就有可能选择能达到上级所看到的产出指标而其付出努力最小的 n 种产出的组合。下级的混合产出必然导致上级的报酬大大小于上级在 n 维产出空间分别协调所获得的可能报酬。这些经常被指责为来自下级造成上、下级低效率关系的影响,可能是上级在协调一系列诸如此类败德行为中唯一公开的战略。

这种棘轮原则可以通过另一重要的同为逆向选择和败德行为的例子来反映。上级在其下级生产能力的不完全信息的情况下,制定下级的产出指标,基于下级报告的产出,并根据其是否完成或超额完成该指标来支付报酬。上级一般总是用上一期的报告产出作为衡量其下级最低生产能力的指标并依此建立后续阶段的指(目)标。一旦意识到这一点,下级就会向上级报告非常接近于目标的生产情况,只要能使上级在后续阶段制定相对容易完全成的目标,而不管实际产出如何,从而使下级在今后有了一定的缓冲。

决策分权和权力下授都会面临败德问题。由于有限理性和自利的影响,上级得到的往往是有偏差的总体信息,而下级则根据其所运作的精确的信息网络追逐他们自己的具体目标。这就产生了对决策分权的限制。

一般情况下,为了限制代理人追逐私利的范围,委托人仅赋予代理人有限的资源。例如,信息在代理人中间共享,根据允许了解的程度提出代理人存取的信息要求。同样,决策权可能被限制在相当狭窄的范围之内。因而,在层级体系中决策与信息分权的程度主要根据主观-代理问题的严重性确定。

即使在层级关系占主导地位的组织中,诸如创新和新技术推广这样一类活动,也需要通过联合交往的方式来控制,联合交往方式主要在上级直接干预、协调共同活动的下级中创造出的一种横向联系。例如委员会、临时工作小组以

及团队工作。这有助于比通常的自下而上再从上到下的信息传递在群体成员中创造更宽更深的共同知识的集合。根据策略考虑成员间共享的信息是属于那种绝不泄露给上级的一类信息。横向联合的群体有时表现为具有一定权利联盟的下级不应该作出与委托人不一致的决策。而分散化的下级却做不到这一点。

2.4.4 学习组织与生产率

1. 组织背景的形成

20世纪70年代和80年代,一种关于大组织间接具体化的观点在组织理论中占支配地位。理论的间接性变得尤为明显的是总体生态学和交易成本分析,在这种分析中,分析的焦点即取决于总量集成,诸如组织总体或专门交易的微观层次。在这些理论中,组织被归纳为剥离了所有的社会活动及其关系的抽象。与此同时,这些理论表达了一种基于组织成员基本上是消极和病态假设的个体组织交互的观点。

组织从本质上而言是一种社会结构。虽然组织行动和组织内部的行动都可以通过各种各样的经济和其他目标来激励,但它们还是在通过社会结构塑造的社会交互过程中产出的。

在钱德勒的模型中,高层管理者是企业家和资源分配者,中层管理者是行政管理人员,而基层管理者是作业执行者。对于鲍威尔,高层管理者是公司结构背景的缔造者,中层管理者是各信息的传递者,而基层管理者是作业决策的创造者。在赛叶特和马奇的分析中,高层管理者是建立标准作业程度并解决冲突的统治联盟,中层管理者是基于局部理性的下层单位的捍卫者和倡导者,而基层管理者则是组织问题的解决人。我们认为,三个管理群体在每个核心过程中都扮演着关键的角色,高层管理者基本是组织目的的创建者以及现状的挑战者,中层管理者是战略与能力的横向集成者,而基层管理者是组织的倡导者。

根据人类属性相对论和人类行为环境决定论的观点,大多数管理者既可能具有创造性又可能会逃避责任;既注重合作但又可能是机会主义者;既可能受情性约束又具有学习的能力。在企业中,实际行为部分取决于参与者的事先安排(即具体个人涉及的人类特征频谱的位置),部分取决于他们面对的环境(即企业背景如何影响他们的行为)。因此,企业家过程是建立在这些假设之上,即个人具有代理和创造性能力,从而创建这样装置并支持机制来诱发、鼓励这种行为。类似地,集成过程同时假设和塑造合作行为,而重组过程被设计为在创造驱使人们行动的背景时,为人类学习的动力提供资本。总而言之,驱动过程相同的管理行动,也有助于在引导组织成员发挥创造精神、合作和学习的基础上,创造能改进过程效率的组织背景。这种管理行动组织背景和个体行为的交互和互动发展对提高组织效率是至关重要的。

2. 静态与动态效率和自组织学习

(1) 建立学习组织。人类自身的设计是适应学习的。没有人教婴儿如何行走、讲话以及搭积木,孩子们自然而然地开始了学习实践和走路,并不断延续下去。然而,人类社会组织的基本制度却更强调控制而不是学习;更注意根据业绩进行奖励而不是培养创新精神激励奋发进取。通过对少数长期保持生命力的企业的研究发现,其生存和发展的奥秘来自管理“边际实验”,不断捕捉新的组织机会以及开掘潜在增长源的能力。因此,一个能充分利用其组织成员的集体智慧的管理者的潜在报酬,就是在竞争中稳操胜券。

财富(Fortune)杂志曾这样评论,“20世纪90年代最成功的企业将是被称之为学习组织的具有完善适应能力的企业”。但提高适应能力只是向学习组织迈出第一步。学习的动力远比有效地适应环境要深刻得多。申奇(P. M. Seng)认为,学习的动力实质上是一种生产性地扩大自我能力的动力。如果适应性学习相当于应付,则生产性学习相当于创造。日本的全面质量运动体现了从适合标准到适应需要,直至满足顾客潜在需求的不断发展。

生产性学习需要一种无论是理解用户还是理解管理企业方面的看待世界的新方式。很多企业通过库存控制,坚持生产预测等方面进行竞争,却没有意识到减少生产过程的延误是减少不稳定性、加强成本控制以及提高产品和服务的关键所在。这可以通过建立与供应者可靠的关系网络,并对生产过程进行再设计——一种既提高用户忠诚度,又加强成本控制的方法实现。生产性学习需要对控制活动体系的理解,即抓住影响整体的问题根源。学习组织的形成需要在现实与想象之间存在一种创造性的牵引力。

学习组织设计的第一项任务就是设计居统治地位的目标,形成想象及核心价值等人们应为之奋斗的观念。学习组织的“行业战略”就如同企业不断学习以实现企业平均条件一样,关键在于形成战略思考。个人行为选择是形成对复杂系统本质的认识以及系统阐述和处理这种复杂性的概念和世界观的需要。学习组织要将成员的内在(思维)模型(式)表面化。但研究心理模型并不仅仅是揭示隐含的假设,作为学习组织的管理者要帮助成员透过表面的条件,看到问题的根源,从而改变对现实的看法——捕捉新的机会。

人们对现实的看法可以反映在图2-17所示的三个层次。

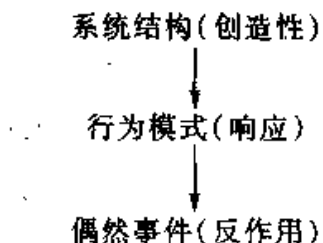


图 2-17 人们对现实看法的三个层次

大部分企业的管理者注意力放在事件和行为模式上,而学习组织的领导应对三个层次都给予重视,但注意力主要集中在系统结构上,因为只有它指出了行为模式变化的根本原因。

学习组织的三种修炼体现在:建立共识、心理模型处理及系统思考。个人想象形成组织共识如同相互作用的光源形成的三维全息图像。组织每个成员都能分担整个责任而不是一部分。这可以通过鼓励个人想象、沟通及寻求支持、发展想象、外在与内部想象的结合以及识别想象等来实现。

正确实用的组织理论的重要前提就是要与组织现实的心理模型(思维模式)相一致。故要考察抽象观念的飞跃;在质询与辩护间保持平衡;区分信奉与使用的理论;认识防御性惯例并不对组织造成损害。

管理系统思考的技巧表现在:考察相互关系(过程);超越责备的行动;区分个体与动态的复杂性,注重后者;集中了高杠杆领域;避免不考虑后果的问题求解。

(2) 组织的牵引力对效率的作用。企业作为一个学习组织在现实和想象之间形成创造性张力。正像学习组织从适应性学习向生产性学习的过渡,要打破静态效率与动态效率之间的平衡,趋于动态效率一样,离不开组织的创造性(生产性)学习。

首先,应把企业视为信息处理(单位)实体。注意力放在信息处理过程中的一种基本的牵引力上,利用它来寻求和改进环境如何变化及组织行动如何响应的固有的信念框架,或利用它来重新思考信念本身。在这种牵引力中隐含着两类效率(可更具体一些,效率导向的搜索过程或学习过程):通过适应性学习,在一组固定的初始条件下;不断寻求改进的静态效率以及主要通过创造性学习不断地重新思考初始条件的动态效率。

能够较好描述这些观点的组织要素就是组织中的决策权结构。而定义决策权的关键是信息或知识的控制问题的权衡。有两种备选方案。其一是分权,使组织各不同部分能利用各自独具风格的知识。但由于被授予决策权的各部分代理人的自利行为,分权会引发控制问题。其二是集权,使不很相关且专门化的知识在集权下以低成本传递。但集权是以信息问题的成本为代价来解决控制问题的。

决策结构对组织如何与其环境进行交互会产生非常不同的影响,从而产生了静态效率和动态效率的概念。以自上而下决策过程为标志的控制驱动组织适合于追求静态效率:在目标等均确定后,其管理者则指明追求目标应遵循的学习经验。而知识驱动的组织则能比较好地适应对动态效率的追寻,这是因为这类组织注意自下而上,强调把握新的机会:其管理者可能制定一些自上而下的计划,但并不完全按这种计划行动,而把它作为发现新机会的试金石。

我国在建立现代企业制度过程中应特别注意将静态效率与动态效率之间的牵引力作为我国企业组织重组的关键一环。当前要处理好追求目标竞争位置(静态效率)与如何建立竞争的新视野(动态效率),或适应组织现有的资源、能力或战略与转移和进取的关系。随着变革的加速,动态效率越来越为企业界所重视,但也并非灵丹妙药。产业和企业组织结构的保证作用,组织背景与管理行动相结合的企业重组理论框架的构造对两类效率的权衡至关重要。

2.4.5 新型生产系统与过程重组对生产率的影响

在制造企业,当前一个不利于现行的大量生产类型的生产系统的竞争环境正在出现,一直被成功和广泛应用的大量流水生产方式和方法也与今天面临的种种生产经营问题格格不入,于是就涌现出一系列新的制造系统理论和组织管理理论,其中企业吸收柔性生产技术(flexible manufacturing technology)、敏捷制造(agile manufacturing)以及精简生产(lean production)的精髓,包容全面质量管理、准时制(just-in-time)生产等现代管理经验并将其与相关资源以及创新的组织结构集成为一独特管理环境和生产实体的新型生产系统(根据其英文的三个关键字 lean, agile 和 flexible,把它简称为 LAF 生产系统)和体现对企业过程进行根本的重新思考和彻底的重新设计思想的企业过程重组(business process re-engineering)集中反映了今后生产率工程发展的趋势。

1. 新型生产系统与提高生产率

LAF 系统的特征主要体现在:以虚拟公司为特征,有全新的企业合作关系,大规模(范围)的通信网络系统;高度柔性、模块化的设计与制造系统;管理者和职工创造能力的充分发掘,以及基于任务的组织管理。尽管 LAF 系统主要表现为一种先进的制造技术,但在技术背后却孕育着制造企业管理与组织观念的重大变革。事实上,技术创新及技术资源的利用是基于主观评价和计划体系的管理决策的一个组成部分。对企业间合作采取更加灵活的方式以及充分发掘管理者和职工的创造能力,是构成 LAF 系统的核心所在。在当前建立现代企业制度的过程中,这种“软”改造有利于我国制造企业“调整素质,全力应变”。针对我国制造企业管理与技术状况及其发展,LAF 生产系统的模式和实现途径有许多问题值得研究。

LAF 系统实质是根据自组织原理建立的生产战略、组织结构和制造活动的系统。它不依赖外部因素推动,在自身建立起来的“竞争-合作-协调”机制的作用下,自发产生突变,将原来有序度低(高熵)的分散成员变成有序度高(低熵)的动态公司,使之在功能和时间-空间上出现新的结构,发挥出强的市场竞争力。

从战略角度看,LAF 系统兼有智能制造系统(IMS)、敏捷制造、精简生产、准



时制以及柔性系统的特点,是计算机集成制造(CIM)的扩展。在推广应用 LAF 系统时,既要把它作为一种根本的经营模式的转变来对待,又要注意将制造技术演进式创新的规律结合我国国情进行研究。当前应在国家支持和宏观调控下,以企业和科研院、所为基础,并通过向社会大力宣传新的制造概念,从而在公众的支持下促进 LAF 生产系统的开发与应用。应注意工程技术界与经济管理领域专家的联合研究,从我国已有的好思想、好制度(如鞍钢宪法)中分析原因,找出解决途径,克服安于现状的思想。靠廉价劳动力参与国际竞争的作法在多种、高效率、高质量、低成本的新制造技术面前将无优势可言。要开始跟踪研究和开发 LAF 生产系统的关键技术和装备;研究 LAF 制造下的人才培养规划;改进理工科教育;适应 LAF 生产系统的发展。

LAF 系统强调管理者与职工创造能力、主人翁精神与协调精神。例如,美国人认为并行工程(concurrent engineering)是一种影响很大收效不小的新思想,而日本人则觉得这是精简生产中理所当然应包括的。这就是日本利用家族亲和力形成的日本特有团队精神的体现。东亚文化的核心是中国文化。我国制造企业应利用这一优势,注意总结、提炼、汲取我国文化中的管理价值观、伦理的精髓,同时吸收西方管理的合理内核,体现时代精神,从而建立起具有中国特色的管理模式与管理精神。

2. 企业过程重组

面临竞争日益激烈的国际、国内市场,企业的管理者都希望通过精简得到足以承受任何竞争价格的组织机构,以及为用户提供最好的产品和服务,更加灵活地适应多变的市场环境。

一方面,理想的管理目标是精简、敏捷、灵活、敏感、富有竞争性、创造性、高效率,重视顾客和盈利。但另一方面,我国有些企业却是臃肿、笨拙、刻板、迟钝、毫无竞争力和创造力、低效率以及轻视用户需求和放任亏损。缩小与现实的差距关键是要解决企业应该如何运作,为什么要这样做等问题。

而对先进技术的发展,国家间行将消失的市场界限以及消费者选择的多样化,要求企业对那些给它们带来过成功的经典目标、方法及基本的组织原则进行重新思考,摒弃那些过时的原则和做法。

强调战略可能导致对企业日常经营活动根本改变的忽视;推进管理方法往往成为权宜之计;自动化确能使一些工作的效率提高,但不能从根本上提高绩效,应该重新考察企业的工作方式。

企业的直线职能式结构建立在狭义的过程之上,在这一过程中人们的活动仅限于其内部及向上级汇报,很难与其外部客户建立联系。过细的专业分工与过程分解,使得某一下属的新想法必须历经从其上级始至公司最高层终的漫游,而被扼杀只需一个“不”字。

今天的过程设计条件仅在狭小的、可预测的限度内变化。今天的组织规模不经济不仅表现在直接人工方面,而且是由于企业将自然过程细分工使用于协调与集成工作的管理成本大大增加所致。如某一个企业成本高,它可以将其转嫁到消费者身上,而消费者不满意却别无他方。现在到了以过程为导向来组织企业的时候了。

海默(M. Hammer)和钱皮(J. Champy)提出一种以从头开始创立一个更好的工作方式为主线的企业重组(business reengineering)的思想。

其要点表现在四方面:提出“企业应该做什么”这一类基本的问题;建立一套全新的完成工作的方式;取得绩效总体水平的突飞猛进;创造价值的过程导向。

重组理论提出后,立刻成为席卷全世界工商企业界的管理革新浪潮,许多国际知名的大公司为了寻求绩效的提高或摆脱困境,纷纷对自己的内部进行重组,并取得了显著的效果。

2.4.6 混沌与提高竞争力的新生产率模式

我国国有工业企业相对非国有工业企业(例如集体、乡镇企业等)生产率增长缓慢,20世纪80年代后期至呈下降趋势,进入90年代才开始回升。但即使在国有企业中,有些已进入成熟的企业生产率却获得了增长。这种大范围较长时间的对生产率变化状况的观察(包括对全世界生产率变化的分析)为我们提供两条重要结论。

(1) 大多数传统的改进生产率的来源已趋于枯竭或脱离现实。

(2) 新的生产率改进的潜力将在把自己视为动态、非线性共有的系统的组织中出现。

这一观点标志着生产率正在从专业化向非线性动力学转移。只有对企业系统中潜在混沌的管理,才能促进在生产率和竞争力方面量的增加。

1. 传统的生产率模式

传统生产率模式的本质是将生产率视为专业化的一个函数。这种思想在1776年首先由斯密(A. Smith)在别针制造中提出,直至今日仍对企业组织中的工作组织起着支配性的影响。按这种范式工作,按诸如营销、工程技术、制造、采购、控制、人力资源或财务等职能进行典型的划分。而每一职能又进一步专业化。专业化模式和对经济和管理思想的影响根深蒂固。19世纪80年代,泰勒(F. W. Taylor)的研究就是定义和优化专业化分工具体单位的一种方式。今天在大多数管理实践中仍充斥着把生产单位作为一种个体运作的优化活动的观念。

资本、规模、经济以及技术等能够促进生产率提高的要素都受到专业化的影

响,限制了它们改进生产率的能力。由于许多制造过程受到各种有形、控制性以及经济方面的限制,使规模资本提高生产率的优势无法发挥;规模的影响又使经验(学习)作用也自我限制;随着市场的规模化和个性化所出现的复杂性对于传统的生产率改进是一种阻力;而因受到经验限制的作用,技术难以显著提高生产率或遏制边际生产率收益下滑的势头。当然,企业组织制度结构方面改革进程的迟缓是在上述影响生产率一般因素的基础上,影响我国国有企业生产率的一个重要因素。

2. 一种新的生产率模式

根据我国一些企业及日本几家大公司具体情况的调查分析,他们在工厂或技术方面并没有什么特别惊人之举,然而他们的劳动生产率、净资产生产率以及产品组合的复杂性都不约而同地在相当短的时间内,得到了大幅度的提高。

传统的生产率模式很难解释在相对成熟的产品和市场中同时产生巨大成果的现象。根据传统模式,资本替代将因缺少产量的巨大增加而导致资产生产率的下降。使劳动生产率和资产生产率同时增长的途径只有一条,即简化产品组合。然而,这些公司非但没有简化,反而使其产品组合的复杂系数有了成倍的增长。而按照传统的战略成本和观点,这种倍增将必然导致因复杂性而增加的成本抵消来自资本、规模和经验的收益。但这些公司的同步改进的事实却对这些传统规则提出了挑战。

对这种现象的解释只能是,劳动生产率、资本生产率和复杂性的同步倍增是平分周期时间或等额倍增生产率的自然而然的結果。将其生产能力倍增或生产周期一分为二的组织能使每单位产出的劳动生产率增加两倍,与此同时所需劳动力减少,产量相应增加,生产能力的倍增同时也使资本生产率倍增。相同的产出可以一半时间内通过相同的资产实现或在相同时间内利用一半资产来完成。相应地,如果所有事情的完成的速度都得到倍增,产品多样性倍增导致的复杂性也就不会产生什么问题了。

速度本身就是生产率改进的主要源泉。生产能力的加速通常与一些专业化资本引入的更先进的技术或控制系统有关。这些公司的发展并不是来源于这些基本速度,而是在没有加速个体增值步骤的同时,实现了全过程的高速增长。

3. 企业生产率的非线性动力学特性

新的生产率模式是一个非线性系统。大多数企业过程是由包括负反馈在内的复杂活动序列组成的。由于这样的反馈环境几乎在所有的企业过程都呈线性状态,大多数反馈环境在时间上又存在延迟性,故整个序列不仅具有非线性,而且还有动态性。

对于线性系统,由于:①局部优化之和即达到总(整)体最优;②随着专业化程度提高,复杂性成本增长微不足道,从而使生产率提高。但而对非线性动态

环境,这种线性的专业化模式注定要失败。

对于非线性动态系统,局部优化之和不等于全局优化,具体活动的管理者无法从其所在角度孤立地了解其行动对整个系统的影响。在非线性动态系统中增加对整个系统的影响。在非线性动态系统中增加专业化程度就增加了联系的成本(会议、文件、电话、材料传递)以及时间的延迟,增加幅度相当于 n 的阶乘。即使在一种复杂性的非线性系统中,无论个体联系成本多么小,专业化的增加都将使它们有可能超过任何生产率的收益。

对企业的调查表明,可能区分出三类企业不同的管理方式。

第一类仍采用传统管理方式的组织生产率普遍较低。组织规模与单一产品保持一致。这一类企业为典型的过程中心制造企业,在僵化和多层级的组织结构中管理幅度相当有限,职能和过程中心的管理缺乏系统的观点。少数不思变革的国有和集体企业属于这一范畴。

第二类多为乡镇和集体企业,也包括少数中小型国有企业,其中近半数为通过财务杠杆收购其他企业的一类企业,他们摒弃了自认为不必要的间接活动以削减开支使成本降至最低。这类企业保持一个高债务的资本结构,注意管理现金流量而不是报告利润,组织结构扁平,管理幅度较宽,而且不愿在办公设施和基础研究方面投资,这类企业基本上属于由效率推进的专业化模式。

第三类企业是以高速成长为标志的企业。他们取得与传统企业相同的产出但付出间接劳动成本仅占传统企业的30%左右。第三类企业系统化解决时间问题的特点表现在:①他们响应用户的时间比前两类企业都要快;②产品系列也更宽些;③这些企业根据非线性动态系统模式进行管理,例如中层管理以这种方式可以识别企业的全部过程,他们按过程而不是传统的职能来进行组织。

结论是专业化不可能再继续产生生产率收益。联系的成本(代价)将超过收益,中层管理者不可能使这一线性系统最优化。

4. 理论影响及新型组织系统设计思路

现在有必要对以非线性动态方式观察的企业系统行为在理论上做出解释。这一应用数学的分支即为混沌理论。据我们观察,企业组织混沌的综合特征主要表现在以下几个方面。阈值作用常常标志着湍流或混沌的开始,而处于这一点时,从理论上说企业系统会变得难以管理。例如汽车制造企业的订货—交货过程,随着专门设计要求的增加,由于进度延误的车型在某阈值下会迅速产生混沌作用,使进度延迟变为重新加工备件。

这些综合特征还表现在一些仍无法用传统企业绩效和会计手段解释的方面:类似于洛伦兹(Lorenz)的蝴蝶效应——取决于初始条件的敏感性,初始条件的微小变化将产生巨大的后果。在一系列较小或较大的规模中,组织结构、行为、问题和绩效的自相似性,说明无论是组织、生产率,还是质量都有可能服从费

根鲍姆(Feigenbaum)常数。企业行为模式从无同一性,但无论经济、竞争和市场或管理如何变化,始终处于某区域之中。企业系统本身可能自我响应,即绩效取决于奇异因子,但永不重复、不可预测。追求非线性模式才有可能打破这种模式。

目前到了摒弃传统的说教式方法的时候了,由于实际的企业过程是复杂、非线性和动态的,而现行的组织结构本身已适应使扰动最小化及管理界面的要求。快速系统具有最小化混沌的潜力,且能自动改进生产率,我们应做的是对企业系统进行重组。

(1) 通过高质量的重新设计,使系统过程增强应变能力,建立引起混沌的反馈环来“纠偏”。

(2) 减少系统的反作用时间。在建成重组组织中借用建立快速分布式计算系统的一些构造原则。

专业化模式可称之为诺伊曼(J. V. Neumann)结构,如福特(Ford)装配线和经典组织结构都是范例。非线性动力学的时间模式称之为分权、并行的处理网络,即便是每一简单过程本身均为冯·诺伊曼结构也是如此。随着工作在一个定义恰当的系统中的扩散,内部自组织群体(控制黑箱)中劳动者或资本(工厂中的产品)的更加专业化的单位的共同布置将减少信号失真和延迟。这与超级计算机的密集网络组合与并行处理的设计有相同的原理。设计用来处理所有事件的过程比之若干处于不同事件的简单的直线型过程更具动态复杂性。

2.4.7 生产率改善支持系统——面向基层管理和职工的集成系统

生产率改善分析模型的使用对象是高层管理者。但在通常认同的生产率改善的三种主要方式(资金投入、技术创新和人力资源的有效利用)中,人力资源的有效利用往往是最关键也是最基本的。因为人力资源的充分利用是投资和技术创新发挥有效作用的保证。大量的研究和实验以及非正式的观察已说明,在任何一个组织或企业的广大职工中,蕴藏着巨大的创造力,应变革他们的工作方法,以便改进其生产率、质量,扩大其工作满意程度。国外(如日本)和我国一些优秀企业的经验已经说明为企业的基层领导和广大的职工提供实践这一能力的有效途径,是极有价值的。一个宽松、和谐的管理气氛,适宜的工作条件以及公平的报酬系统,加之提供机会和适当的培训,广大职工在生产率改善方面是能够做出巨大贡献的。成本降低收益分享(shred cost)就是一种集行为科学和工业工程为一体的方法,通过职工参与小组和根据分享比率在组织和员工之间公平分配成本降低的收益,称之为报酬分享计划的一种生产改善的新方法。

现在,人机交互的计算机支持系统在帮助高层管理者进行非结构化决策方面正在发挥越来越大的作用。为了真正形成以生产率改善现代管理方法和手段

的集成系统,变工人受计算机监控为职工主动思考参与生产过程决策,促使企业生产率改善的系统化,开发与建立面向企业基层和广大职工的生产率改善支持系统是必要的。

1. 生产率改善支持系统的前提

任何形式的职工参与活动都需要以下前提:

- (1) 管理者和职工之间的基本信任;
- (2) 公平的奖励系统;
- (3) 以开放式沟通、交流和协调作为准则的企业文化;
- (4) 即使职工未接受过正规意义下的较高教育,他们也能够和愿意自己识别和思考。

2. 生产率改进支持系统的组成及功能

最基本的生产率改善支持系统由以下几部分构成。

(1) 方法工程专家系统。主要以工业工程的方法分析、方法改进软件对职工提供支持。这种支持表现为专家系统模块以群体或个体方式进行的客观咨询。为了适合广大职工使用,需要有一个能利用现有软件包的方案,去拼装一个基本的通用型的专家系统。例如,利用物流最小化的经验规则,去构造一车间布置的专家系统。对于职工来说这是一个多专家系统的递阶层次结构,在咨询帮助下,职工能从一个以脱机形式进行其工作决策的初学者逐步成为一个以集成在线方式承担工作决策责任的半自主化的参与者。这实质上是种桥型支持层次结构可用图2-18表示。

(2) 创造过程支持系统。这主要是指对群体创造力提高过程(诸如头脑风暴法、集思广益法等)通过微机联网方式提供支持。特别在思考方式的选择、创新构思的组织方面提供辅助性帮助。创造过程支持系统一般由以下功能构成。

扩散搜索——构思的分类、安排和组合,并产生方案。

问题再定义——以最一般和应用的方式识别问题层次和定义范围。

构思处理——通过放大、缩小、变换进行构思的转换操作。

隐喻辅助——将类似事件用新方式直观化,有助于发现和估计其效用。

情景描述和分析——构划事件可能的结果,有助于理解为产生期望结果如何制定政策。

创造过程支持系统的作用主要体现在两方面:把用户从手工性作业中解放出来,从而把主观思考变为综合的思维;为用户提供一个直观的高动态便笺式工作存储器。

(3) 职工信息中心。中心可以为职工提供通常的支持性软件和数据库。数据库包括现行的和历史的生产品信息,诸如生产成本、设备数据和其他工艺规程、材料规格、人的因素等数据,以及以往形成的标准、总结报告的表格。同时有良

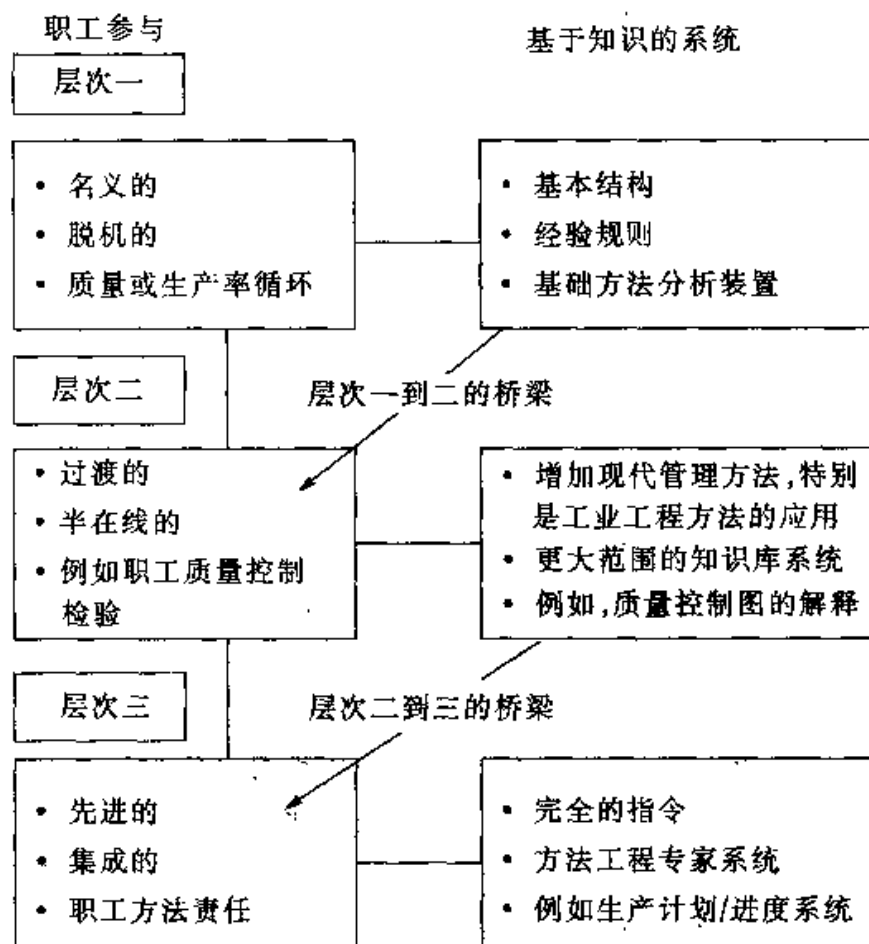


图 2-18 生产率改善支持的基于知识的桥型系统层次结构

好的查询功能。

(4) 分析模型。以电子数据表格 (spreadsheet) 为基础模型集合, 可以为工作群体进行方法变动的敏感性分析。在模型集合中, 主要包括生产率指标和方法变动对于产出的质量的影响分析模型。

在上述生产率改善支持系统的初始结构中, 子系统之间不需要提供直接的数据流。它们可以分别实施, 独立使用。但是, 在信息中心和分析模型之间的数据传递却是基本的。这种关系如图 2-19 所示。在这种系统中, 既可以以个人微机方式, 又可以以计算机通信网络形式为个人或群体提供支持。

综上所述, 面向基层管理者和职工的生产率改善支持系统可以以渐近方式进行开发。比较容易的第一步是开发管理数据库数据来降低微机数据库软件的负荷。其他数据可通过键盘输入, 所需数据量一般不可能非常大。

第二步是引入分析模型并与数据库相连接。与此同时, 可以考虑载发或利用现有的辅助构思软件包。

以上前提将有助于参与目标和计算机支持的实现, 为高生产率的获得提供

了更多的机会。为了促进职工培训和适应计算机支持系统,我们建议以一种分阶段、渐进的方式引入不同的支持水平和层次。

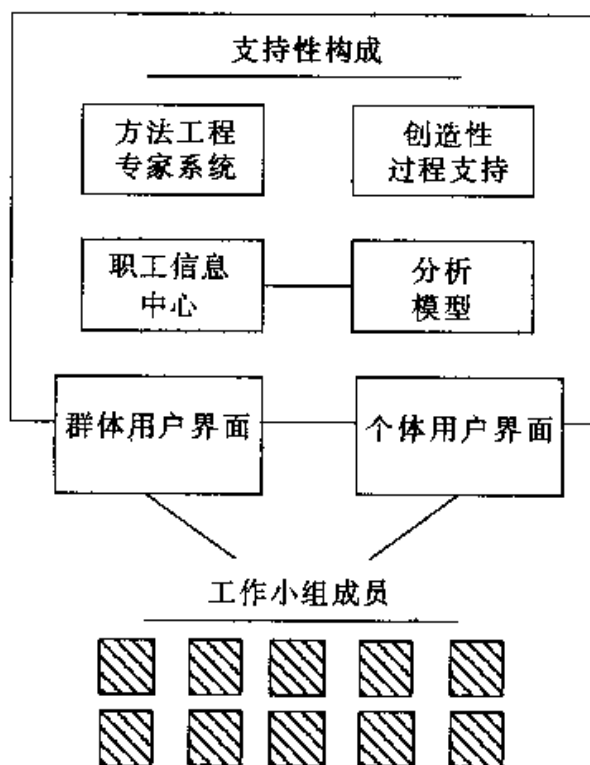


图 2-19 面向基层管理者和职工的生产率改善支持系统结构

层次一：引导性参与。

引入质量循环或职工讨论小组等其他形式,在此层次,职工自控其工作方法的机会还很少,仅能对管理提出改进的建议。

层次二：过渡性参与。

此时,进一步提供职工群体会议的讲坛,职工在选择工作方法、控制产出、质量保证等方面有了更高程度的自主性。此阶段,改进支持系统开始以“在线”方式作为职工日常工作部分,并支持职工改进(讨论)小组,诸如质量循环等。同时,管理者将更大范围的信息功能通过支持系统提供给职工。

层次三：先进的集成参与。

此时,企业环境的生产率改善支持系统在线集成已经形成。职工具有扩充的支持功能指令,并从更广的数据库中存取数据。更高参与水平的取得必将伴随更先进的技术。高技术的引进需要不同类型的职工,他们在工作过程的控制中更有能力进行在线决策,并且在一定程度上,采用计算机支持系统完成常规任务。

接下来,基于知识的模块可以通过利用现有的专家系统开发工具(框架)来



开发。最后,扩展的专家系统、分析模型以及构思形成支持工具可以加入,从而形成完整的生产率改善支持系统。

2.4.8 现代管理方法体系的确立

1. 现代管理方法

现代化管理是综合各种科学方法的“立体管理”,在这一复杂庞大的管理立体体系面前,必须有一套适合于指导管理者集团进行管理实践的现代化管理方法论——这就是把各种方法综合在现代化管理方法体系中的立体交叉方法。这一方法是遵循立体管理理论,保证立体管理职能的正常发挥,实现立体决策目标群的特有方法。有了它,就能在作为管理主体的管理者集团与管理客体(譬如生产率工程与管理)之间架起一座桥梁,使错综复杂的管理立体网络之间,发生各种联系并有效地运转起来。

(1) 当代学科结构的划分。为了构建现代化管理方法的立体有机体系,有必要综观一下当代学科结构的划分。由于科学技术的飞速发展,传统的所谓数、理、化、天、地、生的自然科学划分已无法包容现代不断产生的大量新学科。现代科学技术,一方面不断地划分,成立新的部门和领域;另一方面又日趋“完整”,形成结构严密的体系。按照钱学森的认识,当代学科在纵向可分为九大部门:自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、文艺理论和行为科学;从横向看,又可分为基础科学、技术科学和工程技术三个层次。而各部门和各层次又都相联系,从而构成人类改造环境的巨大智慧布局。这一认识有助于我们现代化管理方法体系的确立。

(2) 现代管理方法(论)立体综合体系。管理方法的概念在以往的管理理论中,通常是以非常具体的技术科学、精确的数学问题的表述形式出现的,比如工业工程、博弈模型、运筹学方法等。这些方法就其经济内涵看,体现在经济总增长中扣除纯经济要素(资金、劳动力等)增长率所带来增长之后的剩余部分之中,体现在生产率的稳定提高之中。因此,我们可以给出如下定义:“现代管理方法是指在现代正确哲学指导下,当代科学技术以及现代工具,通过管理工作者的正确判断而引入管理过程并与生产要素相结合之后,引起的全要素生产率发生变化的软系统及其宏观的经济效应。”

在这里,我们站在宏观角度广义地去认识现代管理方法系统。它被认为由三部分组成:管理理论及相关科学技术的研究和开发;管理者素质的培养;管理技术的更新改造。对于这一系统,投入主要是三部分的投资以及其他软投入:如入力的投入、培训教育投资、管理技术更新改造投资、管理研究与开发投资、现代科学技术最新成就的投入等。现代管理方法体系的水平和技术进步一样,可以视为生产函数等量图的变化,管理水平的每一种形式等于输入一个增量,只不过

相对于技术进步而言,此处输入量并不实际增加,只是效果的提高而已。

2. 现代化管理方法对企业生产率水平的影响

提高生产率绝不是一种孤立的单一活动,唯其如此,它才成为围绕着众多企业家和经济工作者的重大问题。我们认为,提高生产率活动必然贯穿于任何一个企业的生产过程的始终,同时还遵循这样一种理性的逻辑关系:要使生产率提高,必须进行管理;要使管理有效,必须进行控制;要使控制协调进行,必须进行测算;要使测算准确,必须定义;要使定义严格,必须定量。

改进生产率的现代管理方法集成系统见表2-3。

表2-3 改进生产率的现代管理方法(技术)集成系统

	计划	测算	全面质量管理	参与管理	奖励系统
现在	<ul style="list-style-type: none"> • 经营计划 • 设备计划 • 资金计划 • 产品计划 	<ul style="list-style-type: none"> • 统计质量控制 • 财务比率 • 目标管理 • 成效评价 • 折现现金流量 • 项目管理 • 成本会计 • 分析开发和维护 	<ul style="list-style-type: none"> • 质量保证 • 检验 • 质量循环 • 统计质量控制 • 价值工程 	<ul style="list-style-type: none"> • 质量循环 • 个人建议系统 • 头脑风暴 • 参与管理 • 任务强度 	<ul style="list-style-type: none"> • 激励系统 • 工作比率 • 论功行赏 • 利润分享
正在出现	<ul style="list-style-type: none"> • 人力资源 • 效率改进 • 质量 	<ul style="list-style-type: none"> • 投入/产出分析 • 统计过程控制 • 全要素生产率测量模型 • 目标矩阵 • 成本驱动分析 • 成本计划控制系统 • 竞争基准管理系统分析 • 决策支持系统 	<ul style="list-style-type: none"> • 质量管理 • 保证 • 减少依赖检验 • 统计过程控制 • 生产过程设计 • 用户意见收集 	<ul style="list-style-type: none"> • 效率活动小组 • 小组建议系统 • 决策民主化 • 根据需要、基础和灵活性进行的教育、训练和开发 	<ul style="list-style-type: none"> • 利益分享系统 • 奖金制度 • 工业现代奖励计划 • 基本表现分析 • 灵活性的收入系统 • 与成效挂钩的奖励制度 • 群体动力系统 • 成效改进分享系统 • 主要因素分析

续表

	计划	测算	全面质量管理	参与管理	奖励系统
将来	<ul style="list-style-type: none"> • 全方法, 集成高参与计划系统 	<ul style="list-style-type: none"> • 全方法集成测算系统 • 管理支持系统 • 改进导向测算 • 统计成效控制 • 全系统导向(多群体组织)集成 • 管理集团驱动 • 使用者开发和维护 	<ul style="list-style-type: none"> • 实验设计 • 质量功能扩散 • 全生命周期质量管理 • 全方位成效管理 	<ul style="list-style-type: none"> • 半自治工作小组和全自治工作小组 • 自我管理小组 • 从上至下, 自下而上战略成效改进计划 	<ul style="list-style-type: none"> • 职工参股计划 • 集成各群体和组织成效评价和奖励系统 • 全方位报酬系统管理

这一系统也反映这样一些研究成果和认识:有效的生产率改进,有赖于诸种方法的配套运用,以形成集成作用;当某一环节被认为最需要加强时,按“列”去选取方法;当着眼于某一时间阶段工作,则按“行”去选取方法并加以配套;方法体系是一动态结构,有时间限制,需要不断深化。总之,通过生产率工程和管理的应用,我国企业的生产率必将提高到一个新的水平。



思考题

1. 简述生产和生产率的概念。
2. 生产率管理的含义是什么? 生产率管理系统包括哪些基本组成部分?
3. 生产率的测定与评价有什么现实意义?
4. 简述广义生产率通常可用的测评指标。
5. 生产率测定中需要考虑哪些要素? 服务性行业的生产率是怎样测定的?
6. 简述几种生产率的评价方法。
7. 简述两种企业生产率评价的实用方法。
8. 简述国家和部门生产率的影响因素和企业生产率的影响因素。
9. 简述企业提高生产率的途径。
10. 什么是生产率工程?
11. 某企业相关资料如下页表所示:

指标	上年	本年
总产值	8 759.24(万元)	9 586.25(万元)
全部职工平均人数	1 100	1 190
生产工人平均人数	865	851

- (1) 计算全员劳动生产率和工人劳动生产率;
- (2) 分析各因素对全员劳动生产率变动影响。

第3章 方法研究

3.1 方法研究原理

方法研究是指对现有的或拟议的工作(加工、制造、装配、操作等)方法进行系统地记录和严格的考查,并以此作为开发和应用更容易、更有效的工作方法,以及降低成本的一种手段的研究性工作。

3.1.1 方法研究的内容

表3-1为日本规格协会所介绍的方法研究的分析层次及分析技术。方法研究的分析技术从宏观到微观一般可分为程序分析、操作分析和动作分析。

表3-1 方法研究的分析层次及分析技术

	工序	作业单位	作业要素	动作单位	基本元素
作业划分	以材料的加工过程单位为基础的作业划分	以加工、检验、搬运等作业单位为基础的作业划分	以作业单位中所包含的一系列作业要素为基础的作业划分	以一个作业要素中所包含的一系列动作单位为基础的作业划分	以单位动作中所包含的一系列动作要素为基础的作业划分
工艺分解举例					
分析技术					

注:引自日本规格协会出版的《经营工程学丛书》第14卷《作业研究》。

1. 程序分析

完成任何工作所需经过的路线和手续即为程序。任何人或任何一个机构办任何一件事都需要经过一定的程序。

在公文处理方面,一件公文的收文、签收、拟稿、签署以至盖章、发文,都有一定的程序。在产品制造方面,原材料进厂、入库、领料、加工、装配、检验、成品入库、发货,都有一定的程序。

这些程序手续愈繁、路线愈长,则所消耗的人力和时间就愈多,其结果是成本愈高。如果认真观察和分析任何一项工作,都会发现存在或多或少无效的动作和时间上的浪费。

程序分析主要以整个生产过程为对象,研究分析一个完整的工艺程序,从第一个工作地到最后个工作地全面研究、分析有无多余或重复的作业,程序是否合理,搬运是否太多,等待时间是否太长等,并进一步改善工作程序和工作方法,其目的如下:

- (1) 取消不必要的程序(工艺、操作、动作)。
- (2) 合并一些过于细分或重复的工作。
- (3) 改变部分操作程序,以避免重复。
- (4) 调整布局,以减少搬运。
- (5) 重排和简化必要的程序,重新组织一个效率更高的完整程序。

2. 操作分析

操作分析研究分析以人为主体的程序,使操作者(人)、操作对象(物)、操作工具(机)三者能科学地组织、合理地布局与安排,以减轻工人的劳动强度,减少作业时间的消耗,保证工作质量。

3. 动作分析

动作分析研究分析人在进行各种操作时的身体动作,以排除多余动作,减轻疲劳,使操作简便有效,从而制定出最佳的动作程序。

3.1.2 方法研究实施的基本程序

方法研究建立在将复杂的问题逐步地加以剖析,以寻求解决的方法上。实施方法研究共有如下8个基本步骤。

1. 选择所研究的工作或工艺

在选择某项作业进行方法研究时,必须考虑以下因素。

(1) 经济因素。考虑该项作业在经济上是否有价值,或首先选择有经济价值的作业进行研究。例如:阻碍其他生产工序的“瓶颈”,长距离的物料搬运或需大量人力和反复搬运物料的操作等。

(2) 技术因素。必须查明是否有足够的技术手段来从事这项研究。假如某

车间由于某台机床的切削速度低于生产线上高速切削机床有效切削的速度,从而造成“瓶颈”,要提高其速度,该台机床的强度能否承受较快的切削,必须请教机床专家。

(3) 人的因素。当确定了进行方法研究的对象后,必须让企业的有关成员都了解进行该项方法研究对企业和对他们个人的意义。要说明方法研究不但提高企业的生产率,而且也提高他们个人的经济利益,不是让他们干得更辛苦,而是让他们干得更轻松,干得更有效。要取得他们的支持,激发他们的生产热情,从而使方法研究更深入地进行。在方法研究的推行中,要特别注重由工人们提出的改进意见。

可利用方法研究的作业范围是十分广泛的,表3-2给出了一般的选择范围。

在确定选择对象时,可用ABC分析法。ABC分析法即巴雷特分析法,通过该方法可以在众多的可以进行方法研究的对象中,抓住重点,照顾一般。

表3-2 方法研究的一般选择范围

作业类型	例子	记录技术
整个制造过程	从原材料投产到任务完成、产品产出,包括:准备、检查、产品接收、包装和发运	工艺流程图 流程程序图 流程图解(线路图、线图)
工厂平面布置:物料移动	某零件经过全部加工工序的移动 某零件在某工序间的移动	流程程序图、线路图、线图 (物料型)
工厂平面布置:工人移动	给某种机器或设备供应某零件的工人	流程程序图(人型线路图)
工作场所平面布置	钳工台上轻便装配工作,手工排序	流程程序图、双手操作图、联合作业分析图
集体作业或自动机器工作	装配线,操纵半自动车床的工人	联合作业分析图、流程程序图(设备型)

2. 观察记录现行方法

利用最适当的记录方法,记录直接观察到的每一件事实,以便分析。最常用的记录技术是图表法和图解法,主要有如下几类。

(1) 表示工艺过程的图表,如工艺流程图、流程程序图(包括人型、物料型和设备型),双手操作图。

(2) 利用时间坐标的图表,如人机程序图、联合作业分析图等。

(3) 表示活动的图解,如线路图(经路图)、线图。

3. 严格分析所记录的事实

对记录的每一件事逐项进行考查的内容包括:该事的目的、发生的地点、完成的顺序、当事人、采用的方法等。严格考查所用的方法是采用“5W1H”提问技术和“ECRS”四大原则(详见下一节),通过提问技术发掘问题之所在,然后按照取消、合并、重排、简化(ECRS)原则来建立新方法。

4. 设计最经济的方法

明确解决问题的关键所在后,就着手设计新的方法,科学地解决问题。一般必须设计出若干可行的方案,加以分析比较,以便选出最佳方案。在研究设计这些方案的过程中,要注意发挥集体的智慧,促使职工提出各种改进生产的方案。

5. 评选新方案

选择最佳方案首先要考虑的是适用性。具体判断最佳方案时要考虑下述因素。

(1) 经济性。在评选方案时,必须对每个方案做成本预测,进而进行比较,选择节省费用最多的方案。

(2) 安全与管理问题。所设计的工艺路线中,机器设备及工具的安全性、维护保养方式,以及产品质量及其管理问题都应考虑。

(3) 相关单位的协作配合。任何新方案的实施均应在所实施部门的领导支持下进行,还需各相关单位的协作配合。

6. 计算标准作业时间

明确所选方法的工作量及有关的作业时间,并通过作业测定制定该项工作的标准作业时间。

7. 确定标准

以上步骤完成后,即可进行下列步骤。

(1) 撰写报告书。应对现行的和改进的方法作详细的叙述,讲述提出改进的理由。报告书一般包括下列内容:① 两种方法(现行的和改进的)生产过程的比较;② 两种方法费用上的比较(包括材料成本、工作时间、设备、工作场所的布置等);③ 全体工作人员对新方案的认识(如劳动强度有无减轻,操作方法有无改善,管理是否容易);④ 新方案的工作标准以及工作的时间标准。

(2) 确定工作标准。具体包括:① 制品的标准;② 原材料的标准;③ 机器设备和工具标准;④ 工作环境标准(照明、温度、湿度、噪音等);⑤ 动作标准;⑥ 作业指导书。

(3) 确定工作的时间标准。具体包括:① 人员或机器的每日工作量;② 单位零件或产品的标准时间;③ 生产量一定时,完成生产任务所需的人数。



8. 实施与维持新方案

按新方案进行工作,在实施中观察新方案的各种效果,检查新方案是否达到原定目标;所定标准与实际情况是否有差异、有无调整的必要时。如发现有不当之处,应加以修正;如适用,则应以适当的管理步骤来维持。

3.2 程序分析

3.2.1 程序分析概述

1. 程序分析所用记录符号

按照方法研究实施的基本程序,一个十分重要的步骤是记录现行方法的全部事实。整个改进能否成功,取决于所记录事实的准确性,因为这是严格考查、分析与开发改进方法的基础。

为了能清楚地表示任何工作的程序,美国机械工程师学会(ASME)将吉尔布雷斯设计出的40种符号加以综合,制定出5种符号,1979年由美国制定为国家标准(ANSI Y15.3M-1979),以便以标准格式精确地记录详细信息。程序分析的基本记录符号为:

○——表示操作。它是工艺过程、方法或工作程序中的主要步骤,如搅拌、机加工、打字等。操作是使产品接近完成的活动之一,因为无论是机加工、化学处理或装配,总是把物料、零件或服务向着完成推进一步。

⇒——表示搬运、运输。它是工人、物料或设备从一处向另一处的移动。

□——表示检验。它是对物料的品质和数量或者某种操作执行情况的检查。

D——表示暂存或等待。它是运行中的等待,如前后两道工序间处于等待的工作或零件,等电梯,等候批示的公文或等待开启的货箱等。

▽——表示受控制的储存。它是物料在某种方式的授权下存入仓库或从仓库发放,或为了控制目的而保存货品。

●——表示同时或同一工作场所由同一人执行着操作与检验两种工作。它是在原来五种符号的基础上派生出的符号。

2. 程序分析技巧

掌握了记录符号和记录技术(用符号作图表进行记录的技术)后,下一步是应用分析技术对记录的全部事实进行分析。分析技巧具体包括的内容是“一个不忘,四大原则,五个方面和六大提问技术”。分别为:

一个不忘——不忘动作经济原则;

四大原则——取消、合并、重排、简化;

五个方面——操作、运输、储存、检验、等待；

六大提问技术——对目的、方法、人物、时间、地点和原因进行提问。

(1) 分析时的动作经济原则(将在后面介绍)。动作经济原则在程序分析时有极大的作用,应根据动作经济原则建立新方法并不断加以改进。根据国内外经验,应用动作经济原则,可在同样或更少的花费下获得更多的产值。

(2) 分析时的“ECRS”四大原则。对现行的方案或工作进行严格考核与分析的目的是为了建立新方法。在建立新方法时,要灵活运用下列四项原则。

① 取消(eliminate)。在进行“完成了什么”、“是否必要”及“为什么”等问题的提问中不能有满意答复者都属不必要的,要给予取消。取消是改进的最佳方式。取消不必要的工序、操作或动作是不需要投资的一种改进,是改进的最高原则。

② 合并(combine)。对于无法取消者,看是否能合并,以达到省时省力的目的。可合并一些工序或动作,或将由多人于不同地点从事的不同操作改为由一人或一台设备完成。

③ 重排(rearrange)。经过取消、合并后,可再根据“何人、何处、何时”三种提问进行重排,使工作能有最佳的顺序,除去重复,办事有序。

④ 简化(simplify)。经过取消、合并、重排后的必要工作,就可考虑能否采用最简单的方法及设备,以节省人力、时间及费用。

总而言之,分析时通过提问技术,首先考虑取消不必要的工作(工序、动作、操作);其次是将某些工序或动作合并,以减少处理的手续;再次是将工作台、机器以及储运处的布置重新调整,以减少搬运的距离,有时也要变更操作或检验的顺序,以避免重复;最后是用最简单的设备或工具代替复杂的设备或工具,或者用较简单、省力、省时的动作代替繁重的动作。

(3) 分析时的五个方面。由于记录是从操作、搬运、检验、储存和等待五个方面进行的,所以分析也可从五个方面着手。

① 操作分析。这是最重要的分析,它涉及产品的设计,如果产品设计做某些微小变动,很可能改变整个制造过程。可通过操作分析省去某些工序,减少某些搬运或合并某些工序,使原需在多处进行的工作,合并在一处完成。

② 搬运分析。搬运问题需考虑搬运重量、距离及消耗时间。运输方法和工具的改进,可减少搬运人员的劳动强度和工作时间。调整厂区或车间或设备的布置与排列,可缩短运送的距离与时间。

③ 检验分析。产品检验的目的是为了剔除不合格的产品,应根据产品的功能和精度要求,选择适宜的检验方法并决定是否需要设计更好的工夹量具等。

④ 储存分析。应着重对仓库管理、物资供应计划和作业进度等进行检查分析,以保证材料及零件的及时供应,避免不必要的物料积压。

⑤ 等待分析。等待应减到最低限度。要分析引起等待的原因,如果等待由设备造成,则可从改进设备着手。

实际分析时,应对以上五个方面按照提问技术逐一进行分析,然后采用取消、合并、重排、简化四大原则进行处理,以寻求最经济合理的方法。

(4) 分析时的六大提问。为使分析能得到最多的意见而不致有任何遗漏,最好按提问技术(即六大提问)依次进行提问(图3-1)。

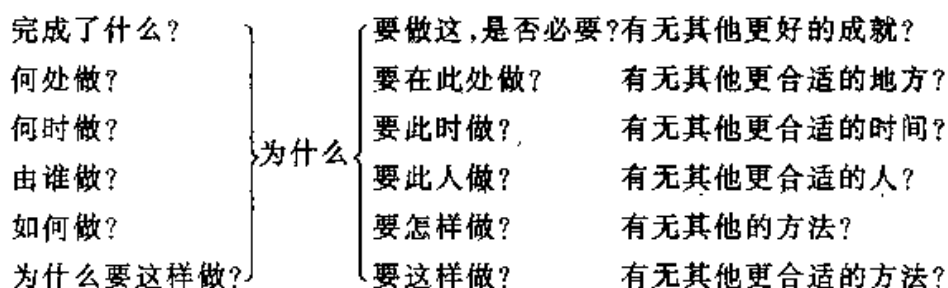


图3-1 提问技术

提问技术在国外又称为6W技术,或5M1H技术,这是因为相应的每一提问都有一个W字母,如 what—完成了什么? where—何处做? when—何时做? who—由谁做? how—如何做? why—为什么要这样做?

当进行程序分析时,以上问题必须有系统地一一询问,这种有系统的提问技术乃是程序分析成功的基础,切不可有任何疏漏。上述提问的前两项(左边与中间)目的在于了解现行的情况,以便对右边的问题提出建设性的意见。

如上分析技巧,特别是“5W1H”技术、“ECRS”四大原则或动作经济原则,可在任何发现问题的场所使用。

3. 程序分析的种类及相应图表

(1) 程序分析的种类。包括:工艺程序分析、流程程序分析、布置与路线分析、闲余能量分析、操作时两手的移动分析。

(2) 程序分析的图表。进行程序分析时,应根据研究对象的不同而采用不同图表进行记录,程序分析的相应图表如图3-2所示。

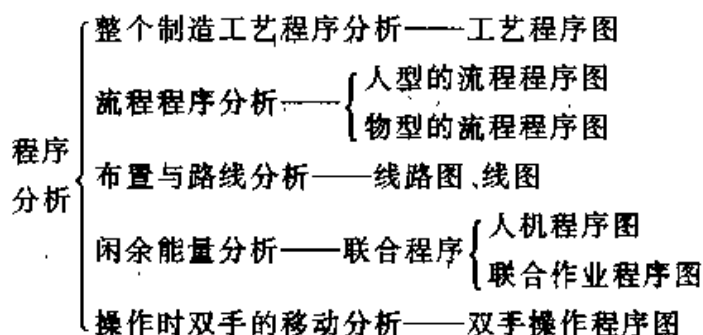


图3-2 程序分析的图表分类

4. 程序分析的实施要点

(1) 基本原则。尽可能取消不必要的工序;合并工序,减少搬运;安排最佳的顺序;使各工序尽可能地经济;找出最经济的搬运方法;尽可能地减少在制品的储存。

(2) 考虑可取消、合并、重排、简化的工序或操作因素。寻找必要的工序或操作;改变工作顺序;改变设备或利用新设备;改变工厂布置或重新编排设备;改变操作或储存的位置;改变订购材料的规格;发挥每个工人的技术专长。

(3) 考虑取消、合并、重排、简化搬运的因素。取消某些操作;改变物品存放的场所或位置;改变工厂布置;改变搬运方法;改变工艺过程或工作顺序;改变产品设计;改变原材料或零部件的规格。

(4) 考虑有无等待可以取消或缩短时间的因素。改变工作顺序;改变工厂布置;改造原有设备或采用新设备。

(5) 考虑有无检验工作能取消、合并、简化的因素。它们是否真的必需?有何效果?有无重复?由别人做是否更方便?能否用抽样方法?

5. 程序分析的步骤

参照方法研究步骤;程序分析步骤如下。

(1) 选择。选择所需研究的工作,可参考方法研究的实施程序中所应考虑的问题进行选择。

(2) 记录。用程序分析的有关图表对现行的方法全面记录。程序分析的有关图表分类如图3-2所示。

(3) 分析。用“5W1H”提问技术,对所记录的事实进行逐项提问,并根据“ECRS”四大原则,对有关程序进行取消、合并、重排、简化。

(4) 建立。在以上基础上,建立最实用最经济合理的新方法。

(5) 实施。采取措施使此新方法得以实现。

(6) 维持。坚持规范及经常性的检查,维持该标准方法不变。

3.2.2 工艺程序分析

1. 工艺程序分析的意义

工艺程序分析是对现场的宏观分析。它把整个生产系统作为分析对象,分析的目的在于改善整个生产过程中不合理的工艺内容、工艺方法、工艺程序或作业现场的空间配置,通过严格的考查分析,设计出经济合理、最优化的工艺方法、工艺程序或空间配置。进行工艺程序分析要用到工艺程序图和流程程序图。工艺程序图仅展示并描述程序中的“操作”以及保证操作效果的“检验”两种主要动作,从而避免了图形的冗长和复杂,可以很方便地研究整个程序。

通过工艺程序分析能清楚地了解到问题的关键所在,并可清楚地看到它在整个程序中的位置,以便发现问题,并进行改进。

2. 工艺程序图的内容、构成与绘制方法

(1) 工艺程序图的内容。

① 工艺程序图含有工艺程序的全面概况及各工序之间的相互关系。它根据工艺顺序编制,且标明各工序所需时间。② 工艺程序图能清晰地表明各种材料及零件的投入过程,可作为制定采购计划的依据。③ 工艺程序图还包含各生产过程的机器设备、工艺范围、所需时间及顺序。因此在进行程序分析时工艺程序图可提供:各项操作及检验的内容及生产线上工位设置;原材料的规格和零件的加工要求;制造程序及工艺布置的大概轮廓;所需工具和设备的规格、型号及数量,因而也提供了生产所需的投资数额及产品的生产成本。

(2) 工艺流程图的构成与绘制方法。

在工艺程序图绘制之前,必先掌握充分的资料,如产品的工艺过程(加工工艺、装配工艺),原材料(或零件)的品种、规格、型号及每一工序的时间等。

在工艺程序图中,工艺程序的顺序以垂线表示,以水平线代表材料(或零部件)的引入。材料无论是自制还是外购,均以水平线引入垂直线,工艺程序图的绘制原理如图3-3所示。

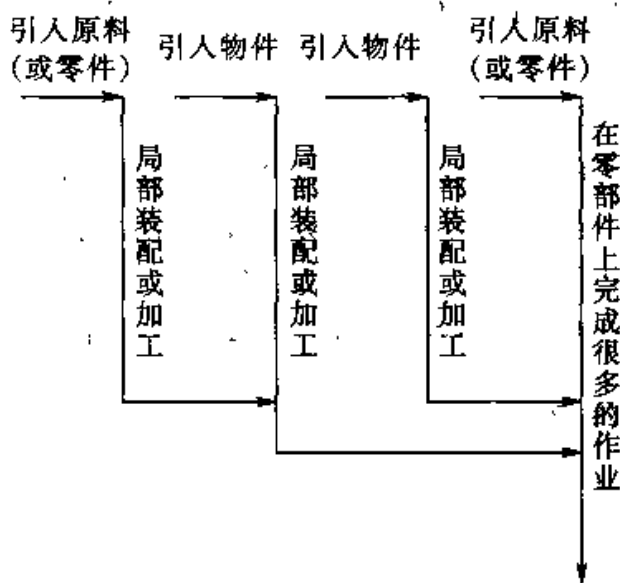


图3-3 工艺程序图绘制原理

现以输电接合器的加工装配为例,介绍工艺程序图的构成。

输电接合器由接合器套、隔离垫圈、销、隔离圆筒、内部套圈、接合器帽、盅套圈共7个零件组成,如图3-4所示。

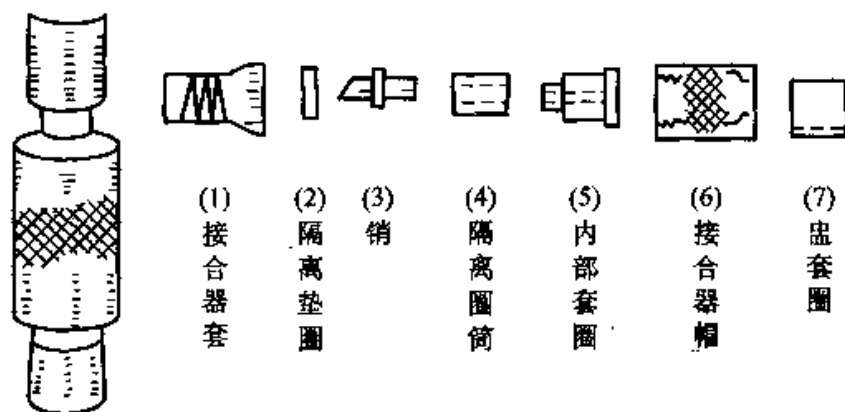


图 3-4 结合器及其零件图

图 3-5 为接合器的工艺程序图。图中的操作和检验符号内均有数字 1, 2, 3, … 这些数字标明了这些操作或检验的先后顺序。先看操作①, 在操作①的上方有水平线, 表明投入材料为青铜杆, 即接合器套是由青铜杆经“车、钻、铰、螺纹加工及切断”完成第一个操作, 工时为 0.051 65 小时。随后进行检验①, 检验符号的左边“日工”表示白天检验, 检验合格后送去钻孔②, 时间 0.014 5 小时, 检验②之后, 铣 8 个槽③, 去毛刺④, 镀镉⑤, 接合器套的加工以此完毕, 此时的操作为⑤。操作⑥在另一垂线上, ⑥的上方水平线表明用黄铜杆加工销的工艺流程, 操作内容是车外部直径并切断(小端的), 时间 0.006 0 小时, 之后车大端直径并钻孔⑦, 切槽⑧, 铣断面⑨, 去毛刺⑩, 检验③。镀镉⑪后, 销的加工已完成, 引入到接合器套垂线上准备装配。操作⑫在另一条垂直线上, 操作⑫上方的水平线表明内部套圈(材料为黄铜杆)的加工流程, 操作⑫内容为车、钻、铰及切口, 去毛刺⑬, 表示内部套圈加工完毕。操作⑭左边垂直线上, 引入水平线上标明是黄铜杆制造盅套圈的加工流程; 经过车、钻、铰及切断⑭和去毛刺⑮加工完毕, 引入到内部套圈处等待装配。操作⑯在最左边垂线上, 上端的水平引入线标明这是接合器帽(材料为黄铜杆)的加工工艺流程, 经过车、钻、铰、压花及切断⑯, 去毛刺⑰, 镀镉⑱, 检验④后引入到内部套圈处。通过操作⑲局部装配盅套圈接合帽于内部套圈上, 将此装配部件引入到接合器套处, 通过操作⑳, 将销、隔离垫圈、隔离圆筒及内部套筒装配于接合器上, 最后通过检验⑤, 完成全部加工装配。

通过输电接合器的工艺程序图可以看出: 工艺程序图中垂直线表示工艺流程的程序, 水平线代表材料及零件的投入。它以主要零件作为工艺程序图的主要垂直线, 其引入线上有材料或零件规格、型号。具体绘制工艺程序图时, 从右边开始, 从上往下垂直地表示装配件中主要元件和零部件所进行的操作或检查, 时间标注在操作的左边。检查员一般是计时工作的, 因此检查一般不需要专门

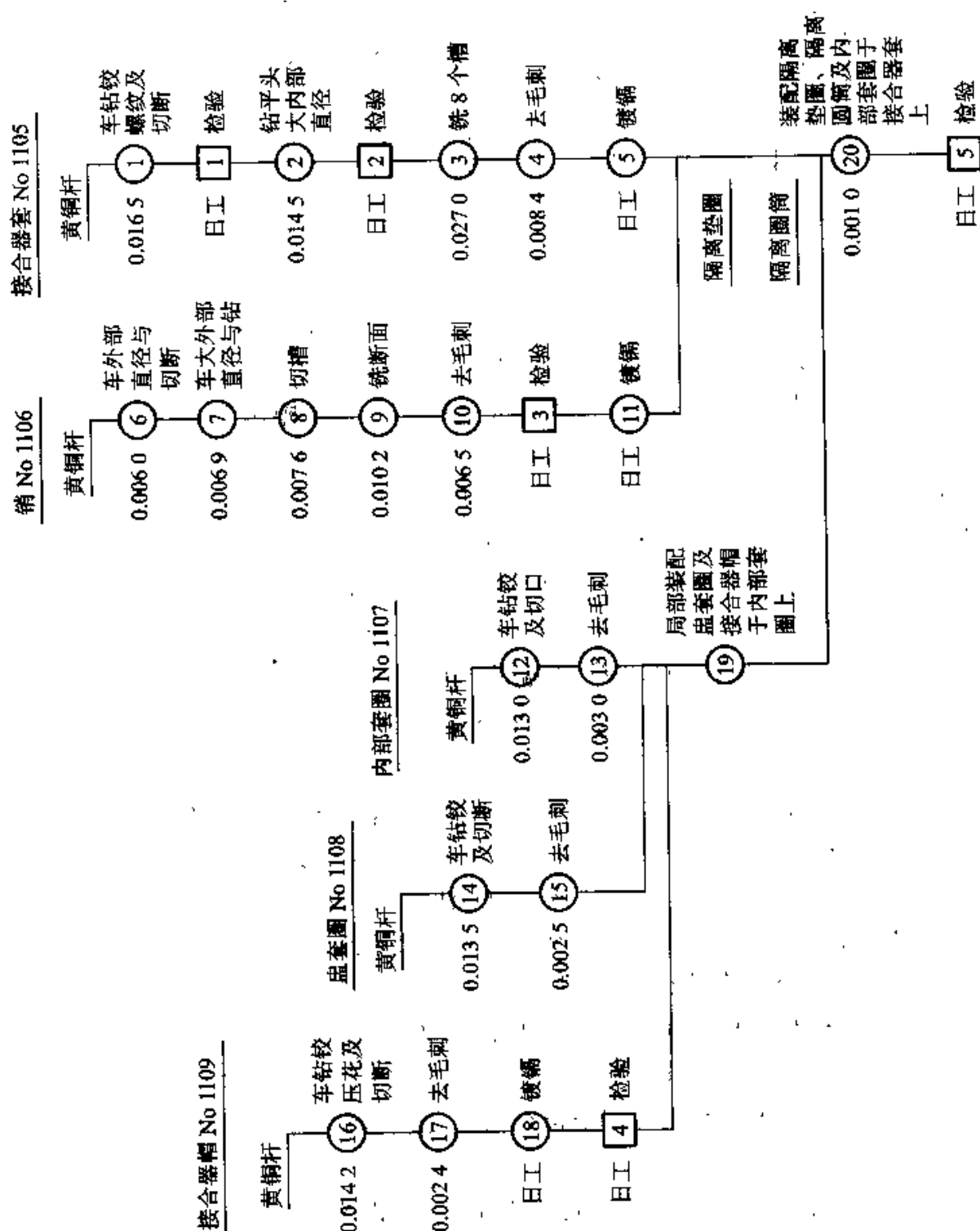


图 3-5 输电结合器的工艺程序图

规定时间。操作、检查的内容标注在符号的右边。若有多个零件,均从右向左,按其在主要件上的装配顺序,依次排列,符号之间的垂线长度约6毫米。操作和检验均按加工装配先后次序从1开始编号,从上向下,自右至左,遇到水平线即转入下一个零件连续编号。如果要表示各零件与主要零件的装配,就从那些零部件开始通过水平线接到主要操作线适当位置。顺着编号可以很清楚地看到各个零件的加工与装配程序。

如果工作需要分成几部分分别处理,此时一个主要程序就要分成几个分程序,通常是将主要的分程序置于最右边的一列,其余的依其重要性,自右向左依次排列。图3-6为电拖车检查及维修的工艺流程图实例。

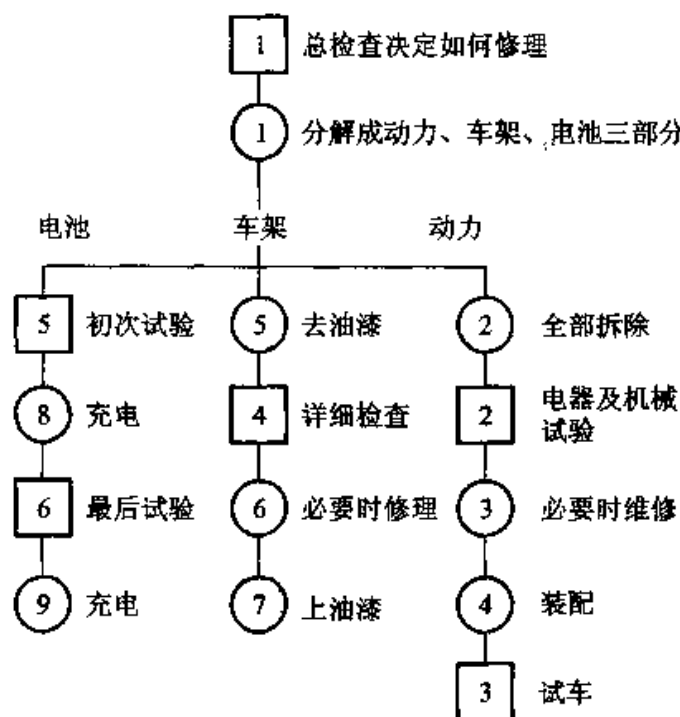


图3-6 电拖车检查及维修的工艺流程图

在操作中,有时可能出现重复动作,例如需在箱盖上钉五个钉子,钉一个钉子工艺流程图如图3-7(a)。再下面的动作将重复出现“拿起一只钉”、“对准位置”、“重钉一下”、“连续钉五下”,为便于记录可按图3-7(b)所示办法。工艺流程图中还可有分支或循环,如图3-8为在铅铤上钻孔及镀银的工艺流程图,其中既有分支又有循环。

3. 工艺流程分析实例

国内某厂电子枪生产线的工艺流程分析中,先绘制了电子枪装配图,再绘制电子枪生产线改进前的工艺流程图。该图真实地记录生产线的供料点、供料规格和用量、时间、人员配备及电子枪生产线的概况和各作业之间的相互关系。从

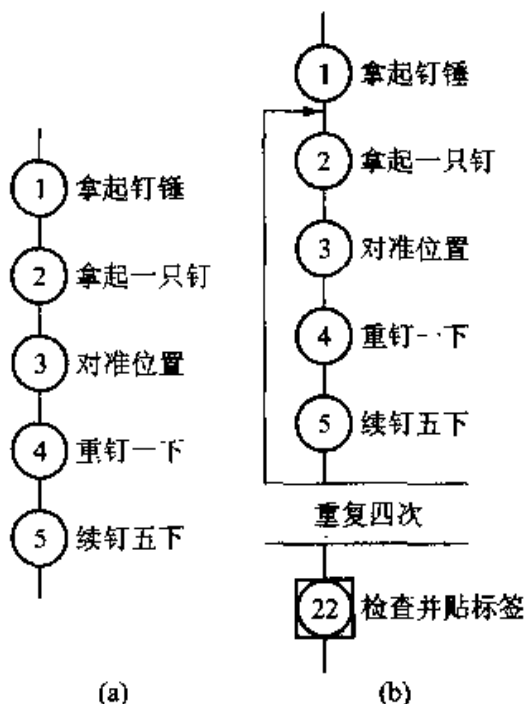


图 3-7 在箱盖上钉五个钉子的程序图

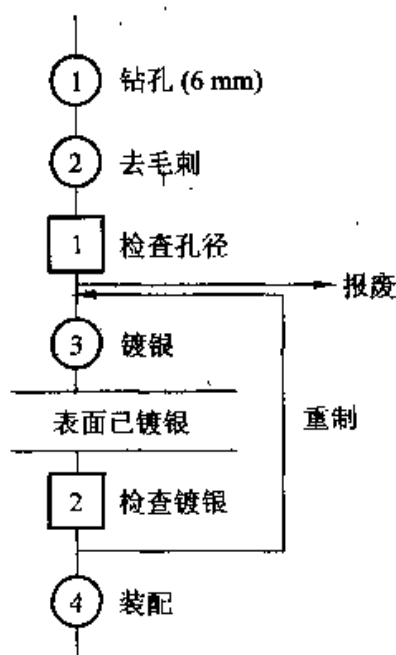


图 3-8 钻孔及镀银工艺程序图

而可对整个生产线的现状有所了解,为工艺程序分析提供依据。然后,依照分析步骤,在记录的基础上严格地考查、分析,对“操作”和“检验”进行提问,当问到点数排列透镜工序时,发现其可以被取消。

然后又根据取消、合并、重排、简化原则,将装灯丝、焊芯柱的操作分解成两个工位,并将装灯丝工位排到最后,避免了灯丝的损坏,从而使每个工作班节约灯丝 326 根,年节约 19.56 万根,节约资金 19.56 万元,节约返修工时 540 小时。

3.2.3 流程程序分析

1. 流程程序图的意义与内容

了解工作的概貌需用工艺程序图,而流程程序图则进一步对生产现场的整个制造程序作详细的记录,以便于对整个制造程序中“操作”、“检验”、“搬运”、“储存”、“暂存”等作详细的研究与分析,特别是适用于分析其搬运距离、暂存、储存等“隐藏成本”的浪费。

流程程序图由操作、检验、搬运、暂存、储存五种符号构成,此图比工艺程序图详尽而复杂。而常对每一主要零件(或产品)分别作图,并对其搬运、检验、暂存、操作或储存进行独立研究。流程程序图依其研究的对象可分为两种。

(1) 物料型流程程序图。标明生产或搬运过程中,材料或零件被处理的步骤。

(2) 人员流程程序图。记载操作人员在生产过程中一连串的活动。

2. 流程程序图的构成

流程程序图与工艺程序图的构成极为相似,其差别仅为加入了“搬运”、“储存”、“暂存”三种符号,而在时间之外,再加上搬运的距离。现举例说明流程程序图的构成。

例 3-1 人员流程程序图举例。

工作任务:用量规核对工件尺寸。

开始:工人坐在工作台旁,工件在工作台上。

结束:工人坐在工作台旁,已核对的工件在工作台上。

图 3-9 为该工人按要求核对工件尺寸的流程程序图。

例 3-2 物料型流程程序图举例。图 3-10 为其流程程序图。

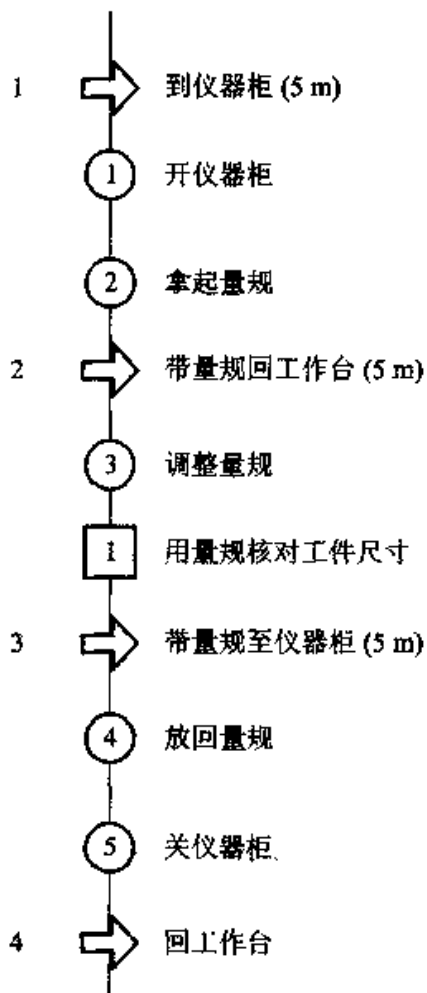


图 3-9 用量规核对工件尺寸
(人员流程程序图)

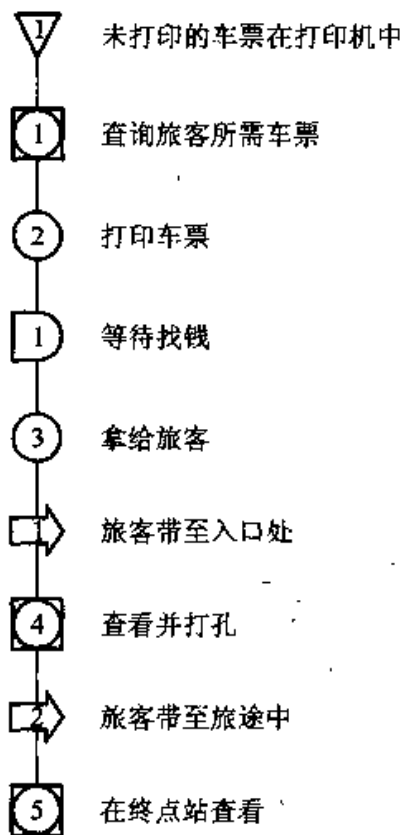


图 3-10 火车票的发售、使用
(物料型流程程序图)

工作任务:短途单程的火车车票发售、使用。

开始:未打印的车票在打印机中。

结束：票在终点站被查看。

在实际工作中,进行流程程序分析一般都使用事先设计好的流程程序图表。这种图表是将五种符号印在表格中,分析记录时,只需将各项工作按照发生的顺序用直线将符号连接起来即可,见表 3-3。

表 3-3 人员及物料型流程程序图标准表格例表

编号:

共 页 第 页

工作部别：_____图 号：_____ 工作名称：_____编 号：_____ 开始：_____ 结束：_____ 研究者：_____年__月__日 审阅者：_____年__月__日						统计表															
						项别				现行方法		改良方法		节省							
						操作次数： <input type="radio"/>															
						运送次数： <input type="checkbox"/>															
						检验次数： <input type="checkbox"/>															
						等待次数： <input type="checkbox"/>															
						储存次数： <input type="checkbox"/>															
						运输距离：(m)															
				共需时间：(min)																	
现行方法							改良方法														
步骤	情况					工作说明	距离(m)	需时(min)	改善要点				步骤	情况					工作说明	距离(m)	需时(min)
	操作	运送	检验	等待	储存				剔除	合并	排列	简化		操作	运送	检验	等待	储存			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

3. 流程经济原则

生产过程中的流程主要指产品从原料加工成部件又由部件组装成成品的过程。物料在过程中进行流动变化,工艺、人员、信息在这一过程中一样在流动中变化,由此我们发现生产过程中的流程主体有很多种。

在工场中流动周转的因素包括信息、物料、机械、资金等,在制造现场直接相关的流程包括生产加工的工艺流程、人的作业流程、手的操作流程。流程程序分析过程中应遵循的流程经济原则如表3-4所示。

表3-4 流程经济原则及其说明

流程	原则	说明
产品 工艺 路线	一般 生产 线	1. 路线最短原则 2. 禁止孤岛加工 3. 禁止局域路线分离 4. 减少停滞的原则 5. 禁止重复的停滞 6. 禁止交叉 7. 禁止逆行 8. 减少物流前后摇摆 9. 减少无谓移动 10. 去除工序间隔 11. I/O一致原则 12. 物料上下移动减少
作业 流程	一般 生产 线	1. 线路最短原则 2. 去除间隔的原则 3. 与产品工艺一致原则 4. I/O一致的原则 5. 禁止逆行的原则 6. 零等待的原则

4. 流程程序分析实例

此例按照程序分析的基本步骤进行。

例3-3 某仓库领、发料工作的改进。

某工厂新上任的仓库主任发现每天上班后领料人特别拥挤,且等待时间过长。该仓库每天要供应全厂六个车间的物料,领料发生迟延,必将影响全厂的工作。此外该仓库发料员常发生锯伤手指的情况。经与仓库人员商量后,决定选择仓库的发料工作为改进对象。

(1) 选择。以仓库发料作为改进对象。

(2) 记录。运用记录技术记录以下情况:

第一,仓库的平面布置。该仓库是一层平房,其平面布置如图3-11所示。

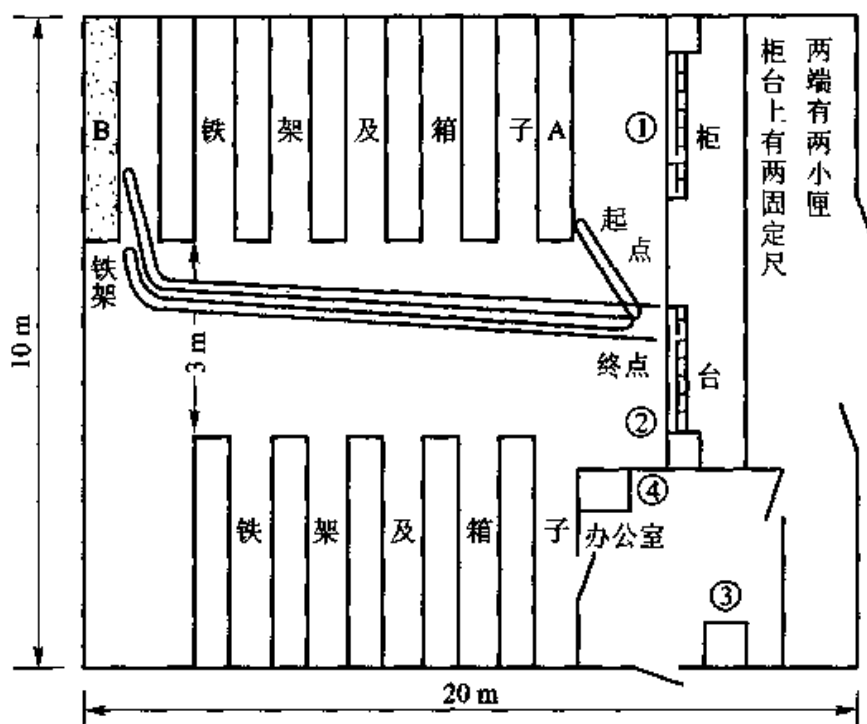


图 3-11 仓库平面布置图

领料人从右边大门进入至柜台处,该柜台与大门之间约有 3 米左右的距离。在柜台内侧有两个 1 米长的固定尺,柜台两端各有一小匣,用于储存已经发料的领料单。柜台一端连着办公室,由窗口可以看到柜台处发料的情况。仓库内全部是铁架及箱子,存放各种大小物料及零件。仓库后面的铁架 B 系堆放钢管、铁管及橡皮等物料处。柜台后面铁架 A 处,放锯切用的手锯。图中①、②代表发料员,③是仓库管理员,④是仓库主任。

第二,记录实际发料情况,以发橡皮管为例(见表 3-5)。发料情况为:工作开始为发料员②审阅领料单(查看要领的物料或零件的名称、规格、数量及主管是否均已签章)。此例为领 1.2 米的橡皮管,该发料员由中间过道走到仓库最后的铁架 B(约 15 米),选取比所需长度稍长的橡皮管,拿回柜台,放柜台固定尺上量取所需长度,以大拇指按住锯切点,以手握住橡皮管走至距柜台 2 米远的 A 处,拿到锯子后再返回到柜台上锯所需长度的橡皮管。锯切时以拇指按住锯切点(不但锯不平,且有锯伤手指的危险),锯毕即将锯子放柜台上(可以想象下次再需锯子时,在 A 处将找不到锯子)。将橡皮管在尺上校对其长度后交给领料人,并在领料单上签字以示该料已发放,再将领料单放入小匣内。最后将锯下之余料送回仓库后面的铁架 B 上。

表 3-5 仓库发料流程程序图(原方法)

工作部别:仓库 图 号: 工作名称:自仓库发橡皮管 编 号: 开始:发料员在柜台收到领料单 结束:发料员等待另一领料单 研究者: 年 月 日 审阅者: 年 月 日										统计表														
										项别	现行方法	改良方法	节省											
										操作次数: ①	9													
										运送次数: ⇨	6													
										检验次数: □	4													
										等待次数: D														
										储存次数: ▽														
										运输距离: (m)	64													
										共需时间: (min)														
现行方法										改良方法														
步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)	改善要点					步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)		
	操 作	运 送	检 验	等 待	储 存				剔 除	合 并	排 列	简 化	操 作		运 送	检 验	等 待	储 存						
1	○	⇨	■	D	▽	审阅领料单								○	⇨	□	D	▽						
2	○	⇨	□	D	▽	至铁架处	15							○	⇨	□	D	▽						
3	●	⇨	■	D	▽	选取比需要稍长的橡皮管(必须稍长)								○	⇨	□	D	▽						
4	○	⇨	□	D	▽	回柜台	15							○	⇨	□	D	▽						
5	●	⇨	■	D	▽	量取尺寸指住锯切点(用大拇指指出锯切点)								○	⇨	□	D	▽						
6	○	⇨	□	D	▽	带橡皮管至铁架 A 处	2							○	⇨	□	D	▽						
7	●	⇨	□	D	▽	从箱内取弓锯								○	⇨	□	D	▽						
8	○	⇨	□	D	▽	带橡皮管及弓锯回柜台处	2							○	⇨	□	D	▽						
9	●	⇨	□	D	▽	锯切需要长度(手指有受伤的危险,锯不平)								○	⇨	□	D	▽						
10	●	⇨	□	D	▽	放锯于柜台上(因此,下次常找不到锯子)								○	⇨	□	D	▽						

续表

现行方法										改良方法													
步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)	改善要点				步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)		
	操作	运送	检验	等待	储存				剔除	合并	排列	简化		操作	运送	检验	等待	储存					
11	○	→	■	D	▽	再量试尺寸							○	→	□	D	▽						
12	●	→	□	D	▽	发给领料人							○	→	□	D	▽						
13	●	→	□	D	▽	在领料单上签字							○	→	□	D	▽						
14	●	→	□	D	▽	放领料单于匣中							○	→	□	D	▽						
15	○	→	□	D	▽	带余料至铁架上	15						○	→	□	D	▽						
16	●	→	□	D	▽	放余料在铁架上							○	→	□	D	▽						
17	○	→	□	D	▽	回柜台	15						○	→	□	D	▽						

(3) 严格分析所记录的全部事实。按照基本程序对记录的事实采用提问技术逐项提问。首先是对操作提问。由表 3-5 仓库发料的流程程序图可见,第一个操作是步骤 3,现对步骤 3 的操作进行提问:

问:完成了什么? 是否必要?

答:选取比需要稍长的橡皮管是必要的。

问:为什么?

答:怕在柜台上量时不够长,故必须选取稍长的橡皮管。

问:有无其他更好的做法?

答:可能有,假如能够储存各种不同长度的管子。

问:何处做(即在什么地方锯)?

答:在柜台上锯。

问:为何在此处锯(即为什么要在柜台上锯)?

答:因为锯子在附近,柜台上固定尺,柜台平面可用作锯切台。

问:有无其他更合适之处?

答:如能在存放管子的铁架处锯,则可节省来回的行走。

问:何时做(什么时候锯的)?

答:在整个发料工作时间的概一半时锯,即走了大约 35 米之后才锯。

问:为何需此时(为什么要在此时锯)?

答:因为要先取橡皮管及锯子,最后才能放到柜台上锯。

问:有无其他更合适的时间锯?

答:好像可最初在铁架 B 处选取管子时锯,或事先锯好最常用的各种尺寸管子。

问:由谁做(即由什么人锯)?

答:由发料员锯。

问:为何要发料员锯?

答:仓库不可能有其他人。

问:有无其他更合适的人锯?

答:如果由有锯切经验的人来做,可能更好。

问:如何做(他是怎么锯的)?

答:他用左手握住管子,用拇指按住管子锯切的地方作为锯片下切处。

问:为何要如此锯?

答:因为在锯切的过程中,并无任何可以夹住管子的东西。

问:有无其他更合适的办法?

答:如能使用一个简单的设备夹住管子,则既可保持正确平整的锯缝,又可
不致锯伤手指。

现在对第 5 步骤的“检验”进行提问:

问:完成了什么?

答:锯切点已经找出来,并用拇指按住。

问:是否必要?

答:是必要。

问:为什么?

答:因为这样可以保证锯出所需的长度。

问:有无其他更好的办法?

答:如果仓库储存所需长度的管子,则可取消此动作。

问:何处做?

答:在柜台上做。

问:为何要在此处做?

答:因为尺是固定在柜台的边缘上。

问:有无其他更合适的地方?

答:有,那就是在最后面的铁架 B 处。

问:何时做?

答:在柜台与铁架间行走约 35 米后,于锯前做。

问:为什么要在那时候?

答:因为尺在柜台上,所以必须将管子带至柜台处时才可做。

问:有无其他更合适的时间做?

答:有,如果在选择管子时做,则不需带管子到柜台前。

问:由谁做?

答:发料员。

问:为什么需此人做?

答:因为他的工作就是发料。

问:有无其他更合适的人?

答:如果找有锯切经验的人来做更好。

问:如何做?

答:将管子平放在尺上,使其一端位于尺的起点,再移动左手待拇指到所需的尺寸即用拇指按住锯切处。

问:为什么要这样做?

答:因为一向都是如此做的。

问:有无其他更合适的方法?

答:如果有一设备,能夹住橡皮管,并能调整和指出锯切点,又不会锯伤手指为最好。

如果对步骤 11 即第 4 个检验提问,则有:

问:完成了什么?

答:管子已按其需要的尺寸锯好,现在再来量取其尺寸。

问:是否必要?

答:无此必要,因为在锯前已经量好。而且此种锯切并非精确的锯切,因此本步可以取消。

对提问和回答进行分析、归纳、整理,得出以下三种改进意见:

第一,在仓库不需锯切:① 储存一定长度的管子;② 由锯工来锯(不用仓库的人员锯)。

第二,减少锯切:① 锯成各种常用尺寸的管子(进仓库时锯);② 比所需长度长 20 厘米以内的管子不再锯切;③ 收料时即在管子上注明各种尺寸。

第三,安全而又容易地锯切:① 在铁架处、选择与锯切同时进行,不用来回走动;② 使用可以夹持管子,并可以安全控制锯切的设备;③ 在铁架处量长度,与选择合并。

下面可根据程序分析的四大原则,进行取消、合并、重排、简化工作。

对于“在仓库不需锯切”的意见:储存生产所需长度的管子,如果产品是固定的,则容易做到;如果产品不固定,则是很难做到。仓库专门有一位锯工来锯料,也不需要。

将“减少锯切”与“安全而又容易地锯切”合并起来考虑:在铁架 B 处适当高度的地方刻上刻度,以 10 厘米为单位,这样发料员发料时便可方便地在铁架处量取长度,而不必走到柜台前来量尺寸。在铁架处锯,则需要在铁架前增加锯切工作台。

可以夹持管子,并可以安全锯切的设备,如图 3-12 所示。图中,活动夹和锯切架固定在平台上,锯切时,将管子放槽内,活动夹可将管子固定在所需位置,锯子亦挂在锯切架旁边。发料的改进方法平面图如图 3-13 所示,其流程程序图如表 3-6。

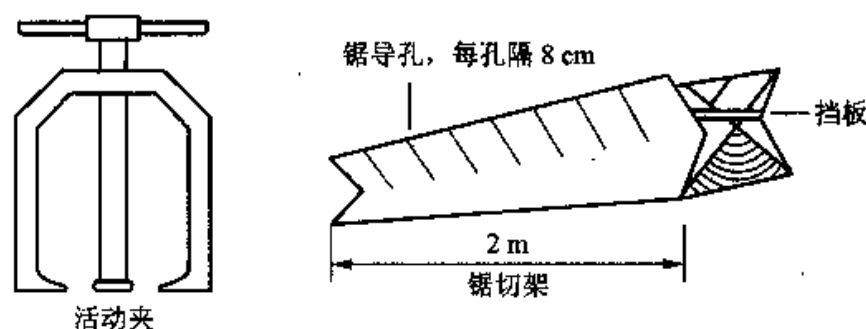


图 3-12 锯切的设备(活动夹与锯切架)

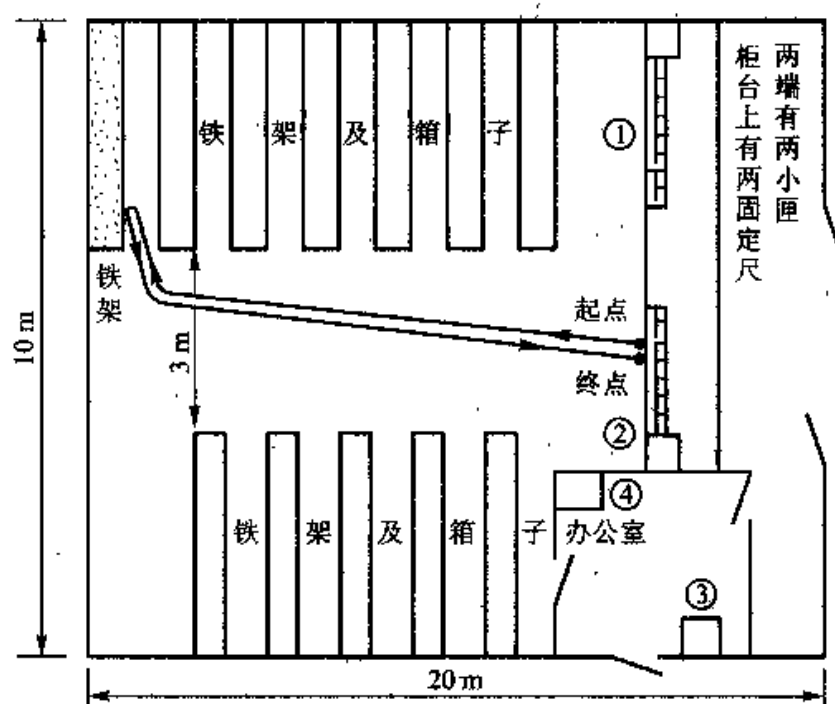


图 3-13 发料(硬橡皮管)的改进方法

(4) 建立新方案。发料新方案的流程图(表3-6)表明,发料员首先仍如过去一样审阅领料单,根据领料要求(领料1.2米长的橡皮管),走到最后面的铁架B处,取出一根橡皮管,只要在铁架处刻度处一比,就很容易量得需要的长度。然后在锯切架处安全而容易地完成锯切工作(锯子就在锯切架旁),锯完后,可以放余料于铁架上,锯挂于原处钩上。然后带锯好的管子返回柜台,办理发料及领料单的手续。

表3-6 仓库发料的流程程序图(改进方法)

工作部别: <u>仓库</u> 图号: _____ 工作名称: <u>自仓库发橡皮管</u> 编号: _____ 开始: <u>发料员在柜台收到领料单</u> 结束: <u>发料员等待另一领料单</u> 研究者: _____ 年 ____ 月 ____ 日 审阅者: _____ 年 ____ 月 ____ 日		统计表																	
		项别	现行方法	改良方法	节省														
		操作次数: ○	9	7	2														
		运送次数: ⇨	6	2	4														
		检验次数: □	4	2	2														
		等待次数: D																	
		储存次数: ▽																	
		运输距离: (m)	64	30	34														
共需时间: (min)																			
现行方法						改良方法													
步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)	改善要点	步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)	
	操作	运送	检验	等待	储存						剔 除	合 并	排 列	简 化	操作				运送
1	○	⇨	■	D	▽	审阅领料单					1	○	⇨	■	D	▽	审阅领料单		
2	○	⇨	□	D	▽	至铁架处	15				2	○	⇨	□	D	▽	至铁架处	15	
3	●	⇨	■	D	▽	选取比需要稍长的橡皮管(必须稍长)				✓	3	●	⇨	■	D	▽	选取合适长度管子放锯铁架上		
4	○	⇨	□	D	▽	回柜台	15				4	●	⇨	□	D	▽	自钩上取锯		
5	●	⇨	■	D	▽	量取尺寸指住锯切点(用大拇指指出锯切点)			✓		5	●	⇨	□	D	▽	锯切需要长度		
6	○	⇨	□	D	▽	带橡皮管至铁架A处	2		✓		6	●	⇨	□	D	▽	余料放回铁架,锯挂钩上		
7	●	⇨	□	D	▽	从箱内取弓锯				✓	7	○	⇨	□	D	▽	带管子至柜台	15	

续表

现行方法										改良方法											
步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)	改善要点				步骤	情况					工作说明	距离 (m)	需时 (min)
	操作	运送	检验	等待	储存				剔除	合并	排列	简化		操作	运送	检验	等待	储存			
8	○	→	□	D	▽	带橡皮管及弓锯回柜台处	2		✓				8	●	→	□	D	▽	发给领料人		
9	●	→	□	D	▽	锯切需要长度 (手指有受伤的 危险,锯不平)				✓			9	●	→	□	D	▽	在领料单上签 字		
10	●	→	□	D	▽	放锯于柜台上 (因此,下次常 找不到锯子)			✓				10	●	→	□	D	▽	放领料单于匣 中		
11	○	→	■	D	▽	再量试尺寸			✓					○	→	□	D	▽			
12	●	→	□	D	▽	发给领料人								○	→	□	D	▽			
13	●	→	□	D	▽	在领料单上签 字								○	→	□	D	▽			
14	●	→	□	D	▽	放领料单于匣 中								○	→	□	D	▽			
15	○	→	□	D	▽	带余料至铁架 上	15		✓					○	→	□	D	▽			
16	●	→	□	D	▽	放余料在铁架 上								○	→	□	D	▽			
17	○	→	□	D	▽	回柜台	15		✓					○	→	□	D	▽			

由表3-6的表头处可见,新方法比老方法每次节省了2个操作、4次运送、2次检验,路程缩短34米。

(5) 实施。新方案必须经由领导批准才能实施,为此需起草一份建议书,其内容如下:

提案人: ×××

工作部门: ×××

改良方案的效益:采用新方案,解决了领料人在柜台处的拥挤及等待,提高了管子的锯切质量,发料员的手指不会割伤,操作更加安全可靠。

首先,可节省:① 平均每人每次3分钟的等待时间。每天平均600人次,共

节省 1 800 分钟(即 30 小时),相当于每天 3~4 人的工作量;② 锯伤的医疗费及因伤休息时的工资损失。

其次,所需设备及措施:① 在铁架的适当高处做各种长度记号,以 10 厘米为单位;② 在铁架上添置一个 2 米长的台架,作为锯切的工作台;③ 添置锯切架及活动夹,如图 3-12 所示。

最后,新设备的成本。锯切架、活动夹估计约需 100 元。

待领导批准后即可实施新方案。

例 3-4 某公司外购玻壳进厂入库搬运路线分析及启示。

1. 背景资料

如图 3-14 所示,某彩色显像管总公司现年产 6 种产品 720 万只。该公司生产用的物料 1 000 多种,经 ABC 分类知,其中玻壳和成品的搬运量占总搬运量的一半多。总装一厂的玻壳由自己的玻璃厂供应,总装二、三厂的全部靠外购。

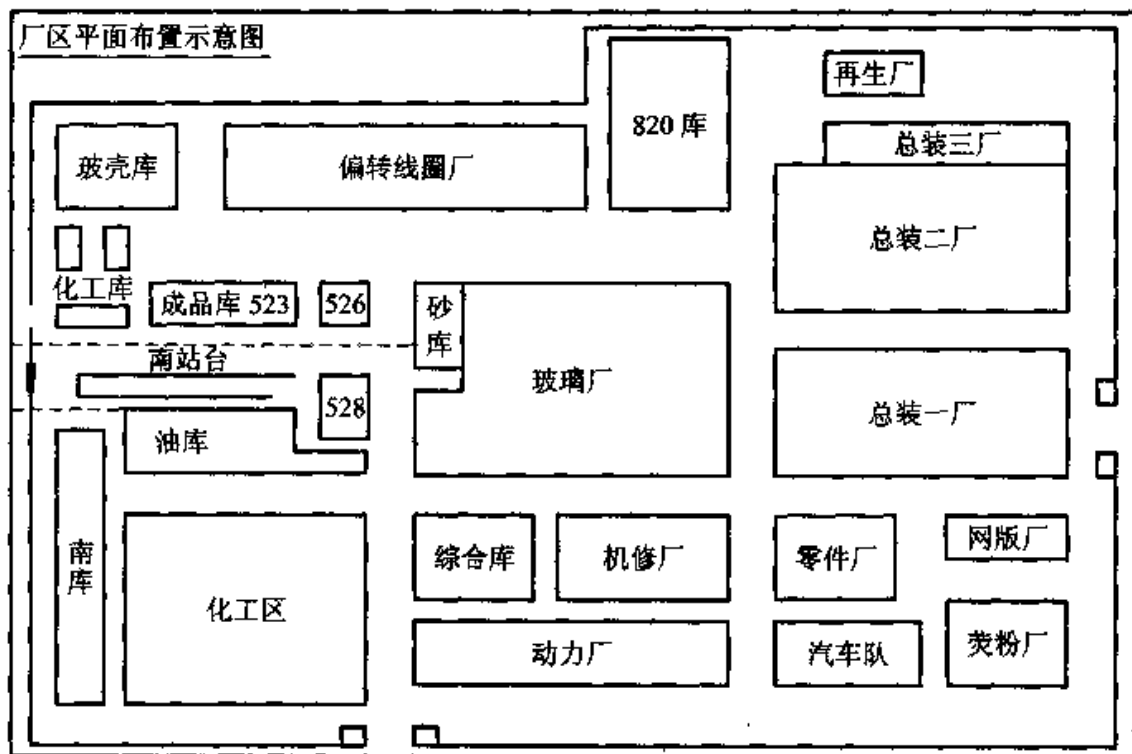


图 3-14 某公司厂区示意图

该公司外购玻壳主要(90%以上)靠火车运入。玻壳从火车站运至玻壳库的流程为:玻壳通过铁路运至公司内火车站,由叉车卸至南站台;待卡车来后,由叉车装上卡车;卡车绕过 528 房南边的公路,穿过砂库西边的铁路,经过 526 工段北边的公路运至玻壳库门口;最后,再由叉车卸入库房。该项物流存在如下问

题:① 搬运路线长,曲折迂回;② 装卸次数多,从供应厂家到本厂玻壳库共有 8 次叉车装卸,而其中在本厂就有 3 次;③ 经过厂内铁路一次,过铁路时震动剧烈,对玻壳十分不利。

由于玻壳易损坏,多次叉车装卸和震动必然导致破损率增加。根据调查,玻壳破损率已达到 3%~5% 之多。

当前成品外销主要(90% 以上)是靠汽车运出,而火车运输很少。在成品储存方面,除使用公司内的库房外,还在厂外租借库房。请给出改进方案。

2. 改进方案

首先要产生大量备选方案,此环节可以发挥集体的力量。然后系统分析备选方案,进行方案择优。方案择优可以考虑技术可行性、改造成本、对厂内原有布局的破坏、对原有物流的影响、是否导致中断等因素。

一个改进方案为:将玻壳库与成品库 523 对调。

本方案简单可行,成本低,收效显著。

如图 3-15 所示,方案改进前外购玻壳共有 8 次装卸(进厂前有 5 次装卸),方案改进后只有 6 次装卸。玻壳每年的需要量为 720 万只,2/3 由外购来提供,单价为 400 元/只,破损率取 $(3\% + 5\%) / 2 = 4\%$,玻壳装卸减少率为 $(8 - 6) / 8 = 2/8$,一年仅玻壳损失就可节约:

$$\begin{aligned} & 2/3 \times 720 \times 4\% \times 400 \times 2/8 \\ & = 1920 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

3. 注意事项

调换仓库方案与新建玻璃厂方案并非互相对立,不具有排他性,两者可以同时进行,同时实施。即在建立其第二玻璃厂点火生产成功之前,同时实施调换仓库方案。

最优方案是静止的,是特定阶段的最优解。随着公司实力的壮大,市场份额的增大,2001 年公司已建了自己的第二玻璃厂,玻壳不再靠外购,当然不用火车运进该公司了。随其客户厂家数量因竞争而减少,公司成品运出的批量要加大,再加上铁路运输成本的下降会使得决策者考虑用火车外运成品,届时成品库和玻壳库将重新对调。

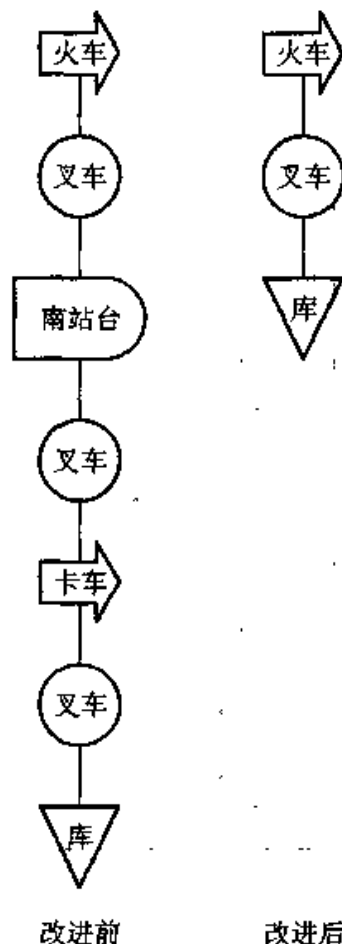


图 3-15 实例的流程程序图

3.2.4 线路图分析

1. 线路图分析的意义与内容

线路图是以作业现场为对象,对现场布置及物料(包括零件、产品、设备)或作业者的实际流通过路线进行分析,常与流程程序图配合使用,以达到改进现场布置和移动路线,缩短搬运距离的目的。

线路图依比例缩小绘制工厂的简图或车间平面布置图,将机器、工作台等的相互位置一一绘制于图上,并将流程程序图上所有的动作以线条或符号表示。材料与人员的流通路线用虚线表示,各项动作发生的位置则用符号及数字标示。

流动的方向一般以箭头表示。线路图主要用于“搬运”或“移动”路线的分析。

图3-16为汽缸头加工的线路图(原方法),图3-17为用线路图表示的其改良方法。图中标明了汽缸头由铸造车间制成铸件后所经过的加工路线、运输方向及距离等。

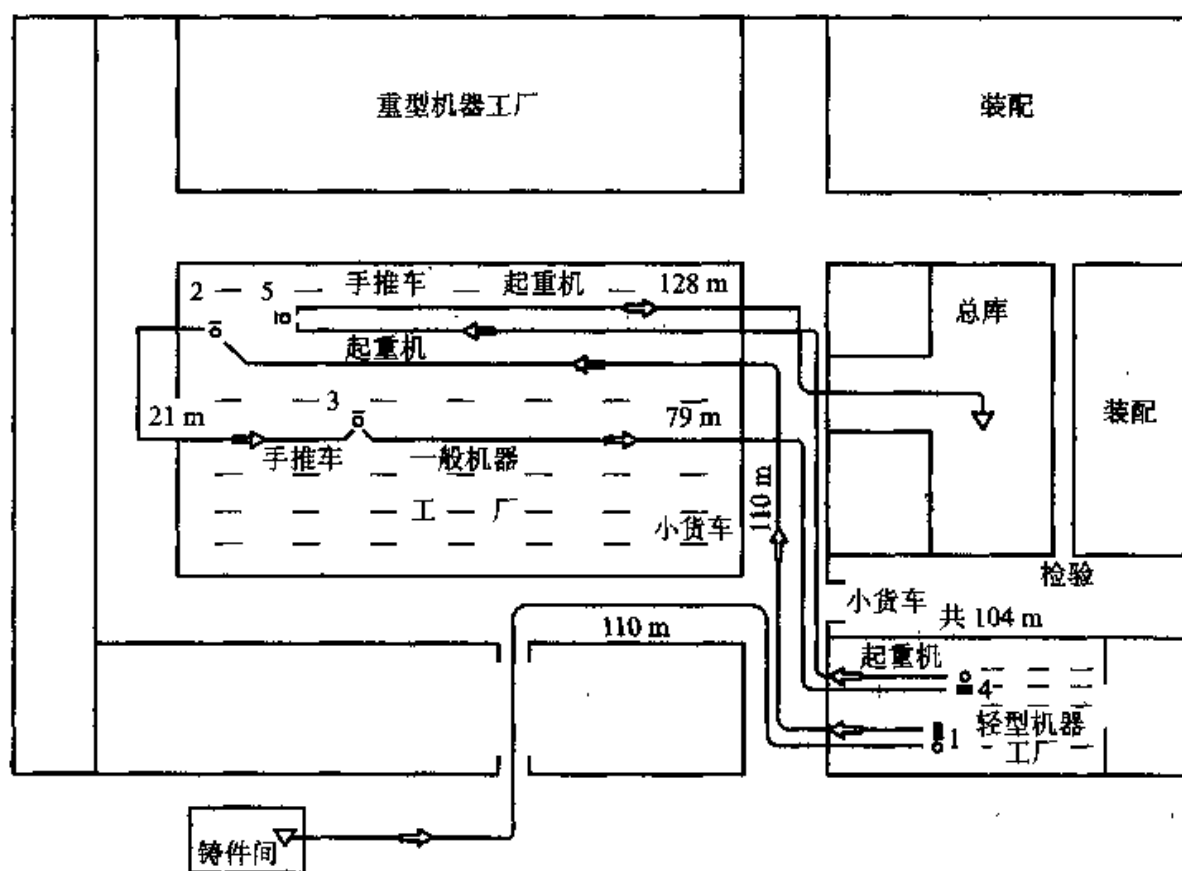


图3-16 汽缸头加工线路图(原方法)

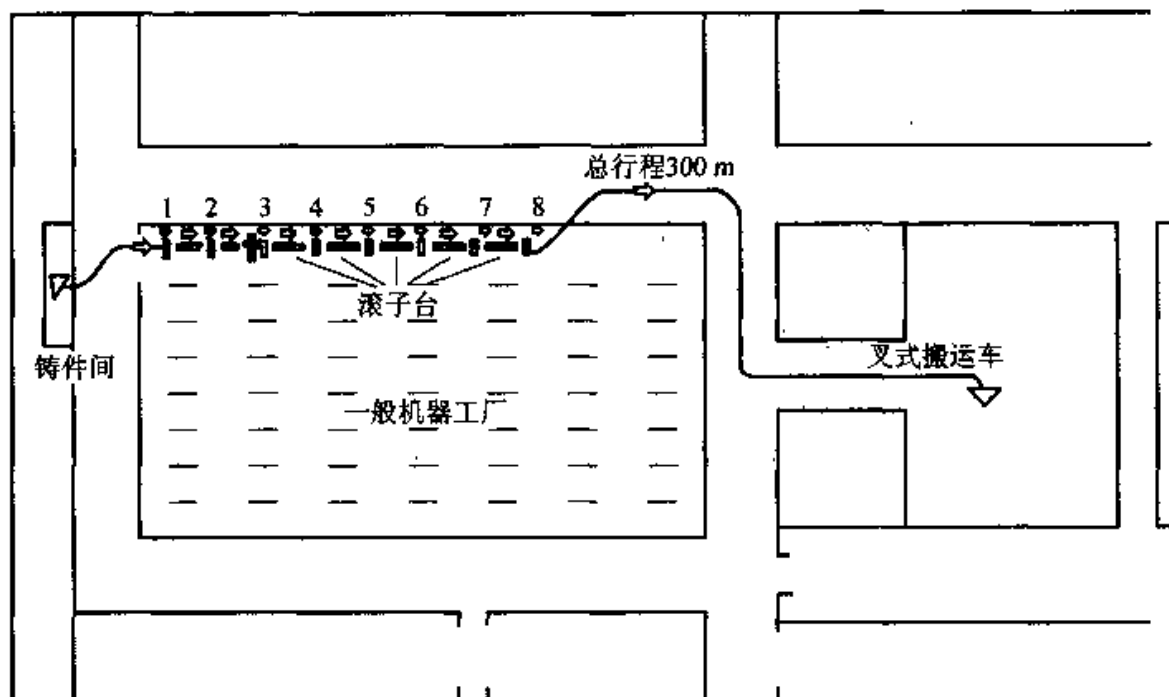


图 3-17 汽缸头加工线路图(改良方法)

2. 线路图的绘制要求

第一,在同一图面表示加工、装配等程序时,所有在制品的流程均应画出。如在制品类型很多,可分别采用实线、虚线、点画线或以不同颜色表示,而其移动方向,则以短箭头重叠于各线上。

第二,许多流程由同一路径通过时,将流程数及其重量表示在线上,工厂在实际应用中也可用铁钉与不同颜色的丝线来表示不同的流程。

第三,可用各类不同的线或不同颜色表示不同的搬运方法。

第四,线与线的交叉处,应以半圆型线表示避开的意思。

第五,流程遇有立体移动时,则应利用三维空间图表示。

3.2.5 管理程序分析

1. 何为管理程序分析

我们经常会听到很多企业员工抱怨“行政办公效率”太差。的确,办公效率和生产效率一样是企业竞争力的集中体现。在工厂里,除了对物料的加工,使其发生物理或化学性质的改变来形成产品外,数据记录、信息传递、事故处理、工作安排、材料收发等办公管理的工作也必不可少。而且,随着自动化、机械化程度的提高,管理事务性工作所占的比重也越来越大。对贸易或服务类行业而言,这方面的情形尤其明显。

管理事务性的工作往往涉及多人、多部门的配合,一般以文件、表单的传递

来作为配合的信号或依据。许多公司在生产效率改善方面花费了大量的精力,却没有注意到身边许多办公事务性工作的不合理给公司带来极大的浪费和损失。因此,以文件和表单的流动为中心展开调查,进而实施改善的管理程序分析也就成为一种必要了。办公管理的内涵,日本的上野阳一的定义说明如下:

(1) 服务的观念。办公管理工作是一种服务,必须维持良好的办公环境,加速文件处理。办公事务工作的人员必须具备这一认识,才能发挥服务精神。

(2) 转移及补足。增进办公效率方法之一,为设法将以人力之工作转移事务机器来代替,如算盘改用计算器,利用电话代替奔告,利用图表统计来补足记忆等等,皆为“补足及移转”。

(3) 分担及连结。分担即专业分工,连结即为许多作业可并行,并非得连续,有助于节省时间。

(4) 集约化、简单化、标准化。

2. 管理程序分析的作用

事务性的工作虽然不起眼,并不会对制品的性质产生直接的影响,但其重要性却不可忽视。有时,一个信息传递的错误,比如材料清单写错或者生产计划下达错误,可能给公司带来重大损失乃至灭顶之灾,从信息传递的角度而言管理程序分析的作业如下:

- (1) 制定标准作业流程;
- (2) 便于进行工作改善;
- (3) 便于职务交接与代理;
- (4) 便于计算工作负荷;
- (5) 权责可以明确;
- (6) 提升工作效率。

3. 管理程序分析图

管理程序分析同其他 IE 程序分析的方法一样可以进行标准化的分析工作,其常用的分析图方法有两种。

NNK 式:日本能率协会经营管理中心所长二枝氏所创。

能大式:日本产业能率短期大学所创。

管理程序分析的记号与产品工艺分析大致相同,另外增加了一些独特的记号,详细如表 3-7 所示。

4. 管理程序分析的方法与步骤

管理程序分析的具体做法与前面所介绍过的几种工程分析类似,以下同样以具体事例的展开来说明管理程序分析的具体做法。如某公司的外加工品在入库接收时,涉及的部门包括仓库、采购、质检、财务等,具体操作耗费的时间很长,中途的转账办理也相当麻烦,现在试图通过管理程序分析的方法来获得改善。

表 3-7 管理程序分析所使用的符号

记号的名称		记号	意义	备注
作业		○	使传票变化的过程 • 写 • 印刷 • 分类整理 • 包装等	
搬运		○	使传票位置变化的过程 • 利用人搬运 • 利用机械搬运	搬运记号的直径为作业直径的 1/3 ~ 1/2, 除了○记号之外, 也可以使用⇨记号
停滞	储藏	▽	传票有计划地被蓄积的过程 • 在仓库的蓄积 • 使用前的保管 • 使用后的保存	
	留滞	D	传票反计划的滞留在状态 • 等待作业所造成的滞留 • 等待运搬所造成的滞留 • 等待检查所造成的滞留等	
检查	数量检查	□	确认传票张数的过程	
	质的检查	◇	检查传票内容的过程核对, 点检等	
特殊记号	转记	○⊗	对照两种的传票、记录于右侧	
	核对	◇◇	对照两种的传票, 再核对	
	电话联络	○◎	以电话联络, 再记录于右侧	
	整批运搬	○	把两种以上的传票一起送出	

(1) 展开预备调查。当问题已大致明确, 应先展开预备调查。管理程序分析所涉及的项目与其他工程分析差异较大, 具体可参考以下项目:

- 表单或文件的种类、内容、频度、张数。
- 有关联的部门、有关联的人。
- 表单、文件的流动与所需的时间。
- 表单、文件的填写方法、填写时机。
- 表单与管理运行的关系。

对于本例而言, 通过预备调查了解到外加货品的人库接收一般按以下程序操作:

① 外加工厂把货品连同交货单、收领单交给仓库管理人员。

② 仓库管理人员在检查完货品数量后, 在收领单上盖收领章, 返还给外加工厂; 接着把交货单送到采购部, 货品送到质检部。

③ 采购部根据交货单开出检验单,由仓库人员送到质检部。

④ 收到请检验单后,质检人员开始检查货品,货品检查完以后,将货品连同检验单送到仓库,检验单的一联送到财务部。

⑤ 仓库把货品入库整理,再依据检验单在材料账簿上记下账目,保留一份检验单,将另一联送采购部保管。

⑥ 财务部按检验单记录财务账。

(2) 绘制管理程序分析表。根据预备调查所了解的情况,使用表 3-7 所示的工程记号,绘制管理程序分析表。绘制程序分析表时,应尽量使负责人员、表单的名称、表单和作业流动的关系、表单之间的关系明确化。对本事例进行分析所得到的管理程序分析表如表 3-8 所示。

表 3-8 外协零件的接收管理程序分析表(改善前)

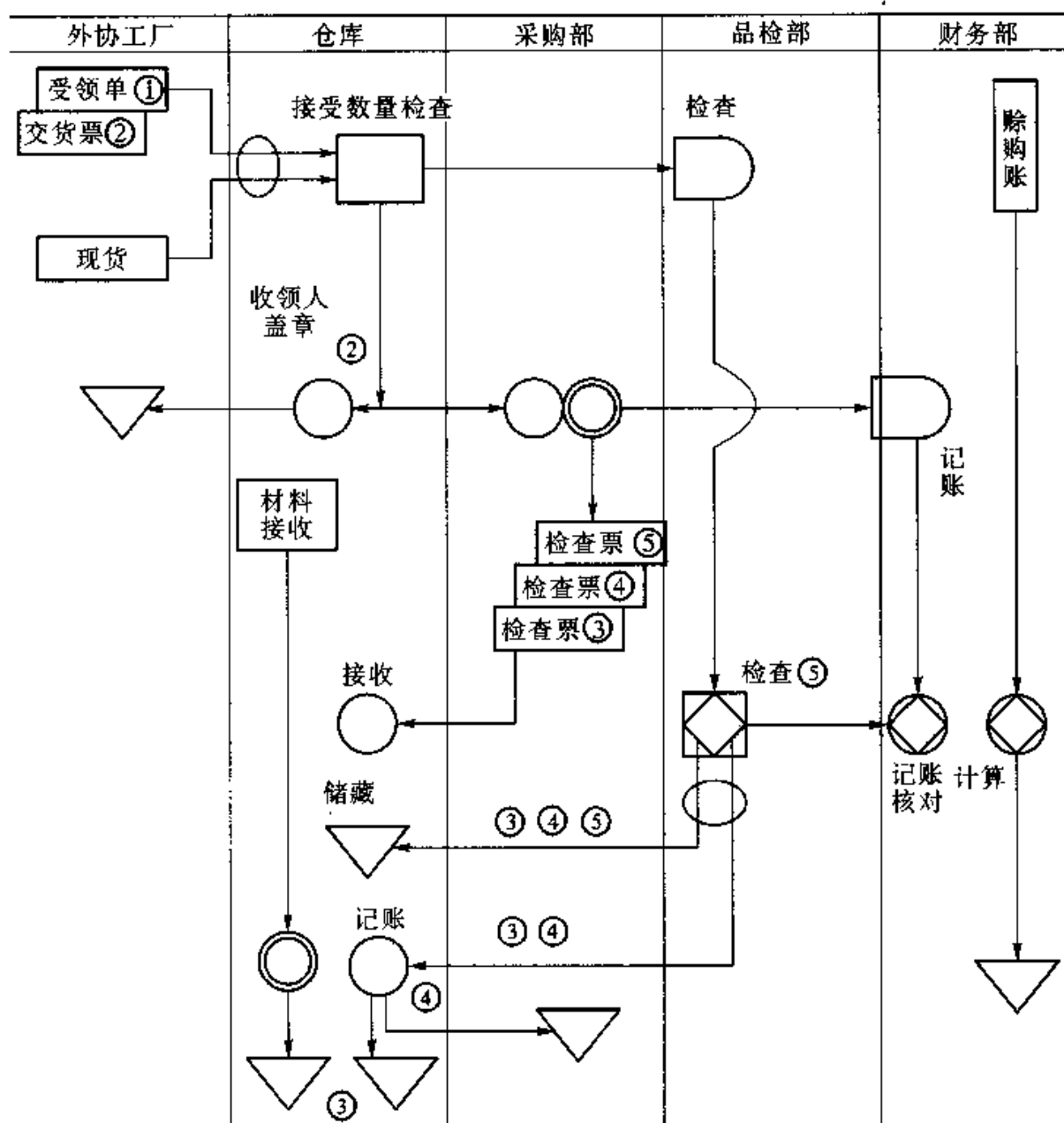


表3-8 仅限于处理的流程,有必要的话可以把时间也标示出来。

(3) 拟订改善方案。针对表3-8,展开以下检查:

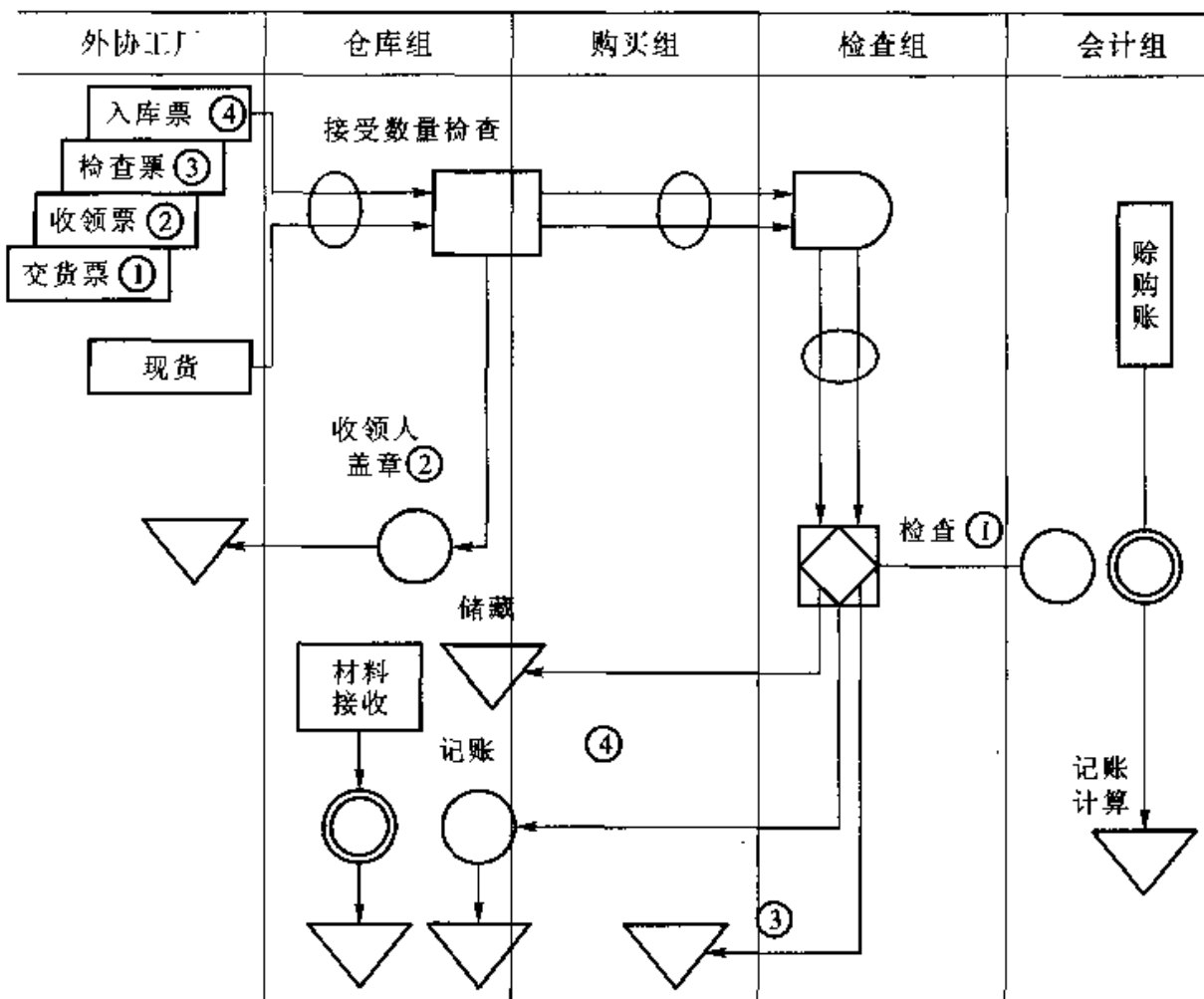
- ① 各种表单真的必要吗? 张数、内容是否有问题?
- ② 表单的填写是否费时费力? 过账、核对作业是否太多?
- ③ 表单的流动顺利吗? 是否有停滞的现象?
- ④ 传送方法有没有可以改善的地方?
- ⑤ 时机和现场作业配合得上吗?

对本事例来说,通过检查可以发现以下问题:

- ① 质检在接到货品之后还要等待检验单方可执行检查,造成时间浪费。
- ② 由采购部根据交货单转开检验单,不仅耗时,而且易产生错误。

至于改善的方法,大家一致认为,应该把交货单和检验单进行合并,变为一式四联的入库检验单,各公司的交货单一律废止,统一使用本公司印刷的入库检验单。这样,可以减少很多中间环节的重复操作。采购部不必根据交货单填写检验单,财务部也不必核对请检单和交货单是否一一对应,改善后的管理程序分析表如表3-9所示。

表3-9 外协零件的接收管理程序分析表(改善后)



(4) 改善方案的实施与评估。管理作业的改善往往会涉及很多部门和人员的配合,所以改善的内容应多探讨,考虑各方面的意见,必要的时候还要实施教育培训或召开说明会,做到众所周知。

改善方案实施时,应制定周密的行动计划,对实施的时机、实施前后的交接、实施的注意事项做出明确的说明,尽量避免管理工作的混乱。

改善方案付诸实施之后,应查看管理工作是否按照改善方案的程序运行,以及改善的目的是否达到。比如:表单的数量是否如预想的减少,处理时间是否有所缩短,事务量是否相应减少。

当然,也应检查改善方案是否也相应地带来一些副作用,比如给流程中的某些人员带来工作的不便,或者使管理易于造成疏忽。

(5) 改善内容标准化。管理程序分析的标准化与其他程序分析有所不同,因为管理程序的更改有牵一发而动全身的特点,往往不会抱着“改改看”的态度进行更改,然后再逐步进行标准化。一般改善方案在形成过程中已经过多方探讨,实施时为求统一步调,相应的标准化资料也已完成,事后的标准化仅仅是将临时版改为正式版而已。现今时代办公自动化使传统的管理业务处理流程面临很多挑战,如何进行管理流程再造,是很多企业应面对的重大课题。

5. 管理办公的改善

国家机关或企业公司的事务工作,手续是否简单明快,往往就要抓“行政效率”的高低。将某一项管理用“管理程序分析图”予以分析绘制后,就如前面介绍的“产品工艺分析”一样,改善的方法手段有异曲同工之妙。

(1) 分析图的调查与分析。针对分析图内的各项程序,应予以详细的调查及研究。

- ① 各项程序及工作方法;
- ② 顺序;
- ③ 使用的文件、账票;
- ④ 工作时间;
- ⑤ 手续间的距离;
- ⑥ 同一部门或一人的负荷量;
- ⑦ 出现的问题。

上列运用 IE 的方法有工作简化法、动作研究、动作经济、时间研究等方法。

(2) 工作简化法(省工原理)四要素。

- ① 剔:剔除。

运用 5W1H 查问,哪些手续可以剔除掉不要?

why? 为何做? 不做可以吗?

what? 做什么? 不这样做行吗?

where? 在哪里做? 一定要在这个部门吗?

when? 何时做? 换时间可以吗?

who? 谁来做? 一定要他做吗?

how? 如何做? 变通个方法行吗?

② 合:合作。

流程内的各项手续,同样用 5W1H 法,试行哪些手续可否合并。

③ 排:重排。

经过剔除、合并以后,剩下的手续可否按顺序重排。

④ 简:简化。

经过了上面的剔、合、排以后,是否最简单,达到最好的效果,能否再简化。

一般来说,在管理事务性的工作中很少有人有画流程图的想法,整个系统的工作缺乏一气呵成,如用图把它连接起来,再把工作简化法的概念考虑进去,就会发现很容易去除掉一些不必要的工作。

3.2.6 业务流程重组

业务流程重组,英文全称为 business process reengineering(以下简称 BPR),是 20 世纪 80 年代初源于美国的最新管理思想。随后,在以美国为首的西方各类公司开始了 BPR 改革的热潮。BPR 是近年国外管理界在全面质量管理(TQM)、准时生产(JIT)、精益生产(lean produce)、零缺陷(zero defect)等一系列管理理论与实践全面展开并获得成功的基础上产生的,是西方发达国家在世纪末,对已运行了 100 多年的专业分工细化及组织分层制的一次反思及大幅度改进。

1. BPR 的由来

西方世界的经济增长速度在第二次世界大战之后不断放慢。大致说来,60 年代约下降 5%;70 年代约 3.6%;80 年代约 2.8%;90 年代进一步下降 2%。在短短 20 年间就丧失了近 60% 的增长势头。而与此同时,全球的生产力在迅速提高,科学技术的发展也日新月异,经济体系已由工业经济逐步转向以信息和知识为基础的服务经济。全球经济日趋一体化,市场竞争越来越激烈,如此等等,都迫使企业从根本上重新思考自己的企业过程。

20 世纪 60 年代以来,在日本兴起了一种被称作改善(kaizen)的管理哲学,结果带来了日本工业的巨大复苏。“改善”的原意是每个人总是在不断地改进着每一件事。在西方,日本的改善文化逐渐演变成了 TQM 和 ISO-9000 运动。到了 80 年代,许多大公司,特别是美欧一些大公司开始认识到这种连续的改善对企业适应新的环境变化是远远不够的。同时,信息技术的发展也为彻底的改善提供了有利条件。90 年代初,美国的米歇尔·哈默(M. Hammer)博士提出了

业务流程重组的概念。自此之后,BPR 为管理学界和实业界所推崇,被奉为“现代管理的一场革命”。

一些世界级的大公司如福特汽车、柯达、IBM 等纷纷报道了 BPR 所带来的巨大成效。据报道,BPR 一般在一至二年内取得回报,平均降低成本 48%,降低次品率 60%,缩短时间 80%。显然,BPR 在管理学上的价值几乎与泰勒的工业工程原理旗鼓相当,必将对世界经济和人类社会的发展产生巨大的影响和深远的意义。

现在的企业管理结构和运营机制及其背后的理念和原则是在 19 世纪设计出来的,在 20 世纪运行得不错,它是工业社会,尤其是早期工业社会的产物。不管人们是否情愿正视,显然它已越来越不适应信息社会的需要。而现在已经进入了 21 世纪,这就是企业界当前面临的问题所在。

因此,当前企业所面临的挑战呼唤着管理上的根本性变革。

2. BPR 理论的核心思想

BPR 指的是:针对业务过程的基本问题进行反思,从市场需求出发对它进行彻底地重新设计,以便在成本、质量、服务和速度等当前衡量企业绩效的这些重要的尺度上取得显著的进展。

上述 BPR 的定义可归纳为四个关键词,即:“基本的”、“彻底的”、“显著的”和“过程”,它们分别包含了四个核心理念。其中最重要的概念是“过程”,即企业改造的对象是企业过程。过程强调的是:工作如何进行而不是工作是什么。这一点与传统观念有着根本的区别。亚当·斯密的观点是:把工作分解成若干极其简单的任务,把每一种任务交给专门的人员去做。这种以任务为基础的思路,在过去 200 年里成为企业组织机构设计的基本依据。而今,管理的思路已经开始出现转变,转向以过程为基础。过程管理的思想是 BPR 的最大贡献。

此外,“基本的”是指在着手再造之前,先挑出一些最基本的问题:为什么我们要干这项工作?为什么我们要这样干?提出这些基本问题,会促使人们去注意观察从事自己的工作时所困扰的那些规则和前提,结果人们往往会发现这些规则已经是过时的、错误的或不适当的。

所以,“基本的”含义是不以现有的事物为起点,任何事物都不是理所当然的,它并不注重事情“现在是”怎样,而是注重事情“应该是”怎样。其次是“彻底的”。彻底的重新设计是指:要从事物的根本着手,不是对现有事物作表面的变动或是修修补补,而是把旧的一套扔到九霄云外。“显著的”意思是:BPR 不只求业绩上取得点滴的改善或逐步的提高,而是要在经营业绩上取得显著的改进。点滴的改进只需要微调,而显著的改进则需要破旧立新。

3. BPR 的主要特征

根据国外一些成功的案例,我们可以看出企业实施 BPR 后所表现的主要特

征如下。

(1) 组织结构扁平化——决策权下放

传统的管理结构特点是科层化,它的结构像金字塔,指挥垂直向下,一级向一级负责。处于低层的员工只负责某一工序或某一环节的活动,只知道“如何做”、“做什么”,却不允许思考“为什么要做”之类的问题。生产经营过程被分割成几乎不可再分的地步,从而形成一条单向的管理命令链。大量的中间管理人员负责检查、记录,监督之类的工作,而他们又常常与企业具体的运营状况脱节。由于人性和人体自然的不完美性,以及这条链外多种相关因素的可变性,其中的每一环节都可能造成阻滞和延误。此外,严格的根据机械逻辑或高度理性建立起来的前后工作次序又不可能使人在同一时间做几件事情。所以,渐渐地人们发现这条路愈发难走,越来越令人感到失望。当然,这种模式在工业社会,尤其是早期,确实曾经发挥过很大的进步作用。由于它有科学性的一面,所以在当今很多人的头脑中根深蒂固,因而也成为束缚人们思想的一个重要的原因。

BPR 的实施提倡企业各级权力下放,鼓励一般员工在自己的能力和责任范围之内进行决策。决策成为员工工作的主要内容,员工们可以借助信息技术的支持,根据实际情况,无需向上级请示即可做出决定。决策不再与实际工作相分离,因而管理控制、监督的人员可以大大减少,相应地起到了压缩管理层次的作用。这里需要指出的是:权力下放并不意味着管理人员无事可做,而是要求管理人员从监工头转变为教练员,同时将更多的精力放在企业发展的战略决策上。

(2) 以过程为核心——合并同类活动

BPR 最基本的思路是强调以过程为核心,打破原有职能界限和任务分割,尽可能将跨职能部门的不同专业人员集成起来,合并成一种任务,由一个人或一个小组来完成。由此消除了传统分工中存在的大量无谓劳动,因而大幅度提高企业活动的效率和准确性,但与此同时,实施 BPR 对员工的素质提出了更高的要求。可以相信,基于社会教育水平的提高和信息技术的飞速发展,对集成后企业活动的运行提供了强有力的支持和保证。

(3) 倡导总量控制和延迟控制——以经济效果为准则

传统的管理模式为控制员工投机取巧或滥用职权而层层设防,互相牵制。这种思路、做法虽然可以制止违规行为,但同时也付出了大量的控制成本,有时甚至超过控制所产生的效益。而员工在严格的监视下,在死板的规则中,容易产生逆反心理,难以发挥工作的积极性和主动性。部门之间的互相制约更为推卸责任、逃避义务提供了借口。BPR 的思想使长期困扰人们的控制问题耳目一新。它主张以经济效果为准则,要求控制产生的收益必须大于进行控制所耗费的成本,否则就毫不犹豫地取消控制或改变控制的方式。同时,它倡导总量控制和延迟控制,这两种控制机制成本低、工作量小,且允许少量的滥用权力,其目的

是适度提高员工积极性和主动性。

(4) 充分利用信息技术——解决分散与集中的矛盾

由于信息技术的发展,空间距离给许多业务造成的障碍已经消除。今天,其应用已渗透到企业运营的多个方面、多个层次。过去,远离总部的分公司或其他部门只能分散、独立地工作,依靠电话、传真等方式传递信息,因而常常无法及时实施企业高层的指挥意图和灵活响应市场变化的需求,体现不出集中的要求和优势。现在,信息技术正以指数级的速度在进步,为信息资源的共享、集中控制和管理各种企业资源奠定了坚实的基础,其巨大的潜能必将为企业的运作带来深刻的影响。充分利用并及时跟踪这些新技术就可以越来越多地拥有分散与集中所产生的优势,以及二者结合所带来的巨大效益。

4. BPR 对企业管理的意义

(1) 对组织机构的影响。BPR 对企业的冲击是巨大的,现代企业的职能部门数量及级别会大大压缩,企业的组织机构不再是“多级管理”,而是呈现“扁平化”趋势。以专业技术组织的职能部门仍将存在,但部门之间的“边界”大大淡化。部门经理权力有限,一般只是制定战略、培训及管理人员,员工直接服务对象是顾客,而不是“上司”。

(2) TEAM(流程团队)在企业中重要地位的体现。按照一定的流程组成的 TEAM 活跃在企业经济活动中。TEAM 可以是临时的,也可以是永久的。一个 TEAM 可以跨越许多专业部门,如在一个计算机公司内,为了一个项目,可以由市场部、销售部、技术部、维修部、财务部等多部门共同组成一个临时的 TEAM。这样,企业以一个整体共同面向用户,避免了在销售时,同一公司的不同部门络绎不绝地出现在同一个用户面前;而在系统维护时,用户则不知道去找谁的局面。在一个商场,可以对某类商品的进货,由商品部、采购部、财务部、小组、库房等组成一个永久的 TEAM,用以提高商品进货的效率、商品的适销度。

(3) 对人事管理及考核、薪酬制度的冲击。由于采用“流程”为工作重点,对以官本位为基础的专业职能及人事管理体制产生了极其猛烈甚至是残酷无情的冲击,分析并量化工作流程将是一项复杂及崭新的挑战。对各级管理人员的评定将不再是各种行政级别,整个流程的执行结果将是人员的考核、薪酬评定的标准。

(4) 对员工的积极要求。在运作中,员工将分为具有领导及沟通能力的“流程领导者”和各类应用专家,每个人可以根据自身特点选择自己的发展方向,只要认真努力,自然会拥有名义及地位。如在微软公司的项目组中,一个级别较低的 PM(项目经理)可以领导一个技术级别等同于比尔·盖茨的技术专家。在此情况下,每个人追求的将不再是各级“经理”或“处长”等,而是各种“专家”。

(5) 对企业管理方式的冲击。国内有些企业有个误区,提起加强管理,就是制定出数大本《XX 企业管理制度汇编》,然后监督执行。但我们同样可以看到,许多管理制度健全并严格执行的国有企业仍然被市场无情地抛弃,这就是只重局部管理、不看整体流程所造成的,可以称之为见木不见林。我们可以在事后埋怨体制,但事实上,整体流程僵化的绳索往往是我们自己套在脖子上的。

5. 实施 BPR 的原则

(1) 企业的业务以“流程”为中心,而不以一个专业职能部门为中心进行。一个流程是一系列相关职能部门配合完成的,体现于为顾客创造有益的服务。对“流程”运行不利的障碍将被铲除,职能部门的意义将被减弱,多余的部门及重叠的“流程”将被合并。

(2) 以顾客为中心。全体员工建立以顾客而不是“上司”为服务中心的原则。顾客可以是外部的,如在零售商业企业,柜台营业员直接面对的是真正的顾客;也可以是内部的,如商场的理货员,他的顾客是卖场的柜台小组。每个人的工作质量由他的“顾客”做出评价,而不是“领导”。

(3) “流程”改进后具有显效性。改进后的流程的确提高了效率,消除了浪费,缩短了时间,提高了顾客满意度和公司竞争力,降低了整个流程成本。

3.3

操作分析

通过对以人为主的工序的详细研究,使操作者、操作对象、操作工具三者科学地组合、合理地布置和安排,达到工序结构合理,减少作业的工时消耗,以提高产品的质量和产量为目的而作的分析,称为操作分析。根据不同的研究对象,操作分析可分为:人机操作分析、联合操作分析、双手操作分析。

3.3.1 人机操作分析

1. 人机操作分析的意义与目的

在现代生产中,机器设备几乎都是全自动或半自动的,工人的主要工作变成了“监督”机器。在人与机器共同工作的过程中,无论是人还是机器,总有许多闲余时间,这一等待时间就称为“干扰时间”。这些闲余时间如果能加以利用,就可以提高生产率,提高工人的收入。人机操作分析用于研究在人与机器的共同工作过程中,调查、了解在操作周期(加工完一个零件的整个过程为一个操作周期和周程)内机器操作与工人操作的相互关系,以充分利用机器与工人的能量,进行平衡操作。进行人机操作分析要用人机操作图,它可将生产过程中工人操作的手动时间和机器的机动时间清楚地表达出来。

2. 人机操作图的构成

人机操作图有多种画法,一般说来,由以下部分构成。

(1) 以适当的线段的长短代表时间多少。如 1 厘米代表 10 分钟等。

(2) 在图上用适当的间隔将人与机器分开,作出垂线。最左边为工人操作时间动作单元(见图 3-18,第一栏)及垂线,在该垂线上按所取的时间比例,由上向下记录工人每一动作单元所需时间。当工人操作时用实线(或实框其他方式)表示,空闲用虚线(或虚框其他方式)表示,机器亦然。

(3) 待人与机器的操作时间均已记录之后,在该图下端将工人与机器的操作时间和空闲时间予以统计,供分析时参考(见图 3-18)。

作业名称:在零件上铣沟槽.编号:_____.图号:_____.日期:_____. 开始动作:_____.动作结束:卸下加工件.研究者:_____.			
动作单元	操作者	1' 机床 (No 5 铣床)	2' 机床 (No 6 铣床)
按停 1' 机床	— 0.000 4	停机	铣沟槽
将 1' 机床台面空退 12 cm	— 0.001 0	被操作	— 0.004 0
松夹具,卸下零件放在一边	— 0.001 0	0.002 4	空闲
捡起零件放 1' 机床台面上夹紧	— 0.001 8	0.003 2	— 0.002 4
开动 1' 机床	— 0.000 4	铣沟槽	停机
铣床空进,调整进给	— 0.001 0	0.004 0	被操作
走到 2' 机床前	— 0.001 1	空闲	— 0.003 2
按停 2' 机床	— 0.000 4		
将 2' 机床台面空退 12 cm	— 0.001 0		
松夹具,卸下零件放在一边	— 0.001 0		
捡起零件放 2' 机床台面上夹紧	— 0.001 8		
开动 2' 机床	— 0.000 4		
铣床空进,调整进给	— 0.001 0		
走到 1' 机床前	— 0.001 1		
统计	操作者	每周期空闲时间:0.000 0; 操作时间:0.013 4; 每周期工时数:0.013 4	
	1' 机床	每周期空闲时间:0.003 8; 操作时间:0.009 6; 周期时间:0.013 4	
	2' 机床	每周期空闲时间:0.003 8; 操作时间:0.009 6; 周期时间:0.013 4	

图 3-18 工人与机器的操作记录图

注:1. 动作单元时间为包括宽放时间在内的标准时间(小时)。

2. 在一机多人作业时(多动作程序图多人机程序图),左方记录机器的操作单元,代表时间的垂线填写机床工作时间,右侧表示工人操作。

表 3-10 为某工人看管一台机床的情况,通过该表可很方便地查出电动钻床在铸钢件上钻一个直径 1.27 厘米孔时,操作者和机器所用的时间。

表 3-10 在铸钢件上钻孔的人机操作程序分析

比较项目	人的工作时间(min)	机器工作时间(min)
工作内容	拿起铸件,放上钻模,夹紧,放低钻头,准备进刀,时间 0.5	空闲
	空闲	在铸件上钻 $\Phi 1.27\text{cm}$ 的孔,时间 2.5
	抬起钻头,取出铸件并放在一起,清洁钻模的铁屑,时间 0.75	空闲
空闲时间	2.5	1.25
工作时间	1.25	2.5
整个周期	3.75	3.75
利用率	$1.25/3.75 \times 100\% = 33\%$	$2.5/3.75 \times 100\% = 67\%$

由表 3-10 可知,铸件在机器上钻孔时,人的工作时间占加工周期的 33%,机器则占 67%。

3. 人机操作分析实例

例 3-5 在立式铣床上精铣铸铁件的平面。

图 3-19 是在立式铣床上精铣铸件时人机操作情况的详细记录图。从图中可见,一个工作周期中铣床有 3/5 的时间没有运作。同时可以发现,当工人操作时,机床停止自动切削;机床自动切削时,工人则无事做。经分析可见,工人将工件夹紧到机床台面上和机加工完后松开夹具、取下零件必须在机床停止时进行,但用压缩空气清洁零件,用样板检验工件的深度等是可以在机床自动切削中同时进行的。要缩短工作周期时间,应尽量利用机器自行工作的时间并行开展些手工操作。本例中,将检查工作物,去除加工面的毛刺,将加工完的工件放入成品盒,取出铸件,做好加工前的准备,在存放加工好的工件的同时取出待加工件,用压缩空气清洁已加工的铸件等放在机器自行加工中进行就可以大幅度压缩周期。

图 3-20 为改进后的记录图,由图可见,重新安排工作后,不需增加设备和工具,加工周期由 2 分钟压缩为 1.36 分钟,提高工效 32%。

再举一例,图 3-21 中,人准备或拿开工件时,机器空闲;机器加工时,则人空闲,人和机器的非空闲率均为 60%,均有 40% 的空闲,总周期为 10 个时间单位。

图 3-22 中的“准备下一工件”改在机器加工时间内进行。总周期时间可缩短为 8 个时间单位,非空闲率为 75%。

工作：铣制第二面 图号：B239

产品：B239 铸件 速度 走刀量

机器：4 号立铣 80 r/min 380 mm/min

制作人：_____ 工号：369

研究人：_____ 日期：_____

项目		现行方法	改良方法	节省
工作时间 min	人	1.2		
	机	0.8		
空闲时间 min	人	0.8		
	机	1.2		
周程时间/min		2.0		
利用率/%	人	60		
	机	40		

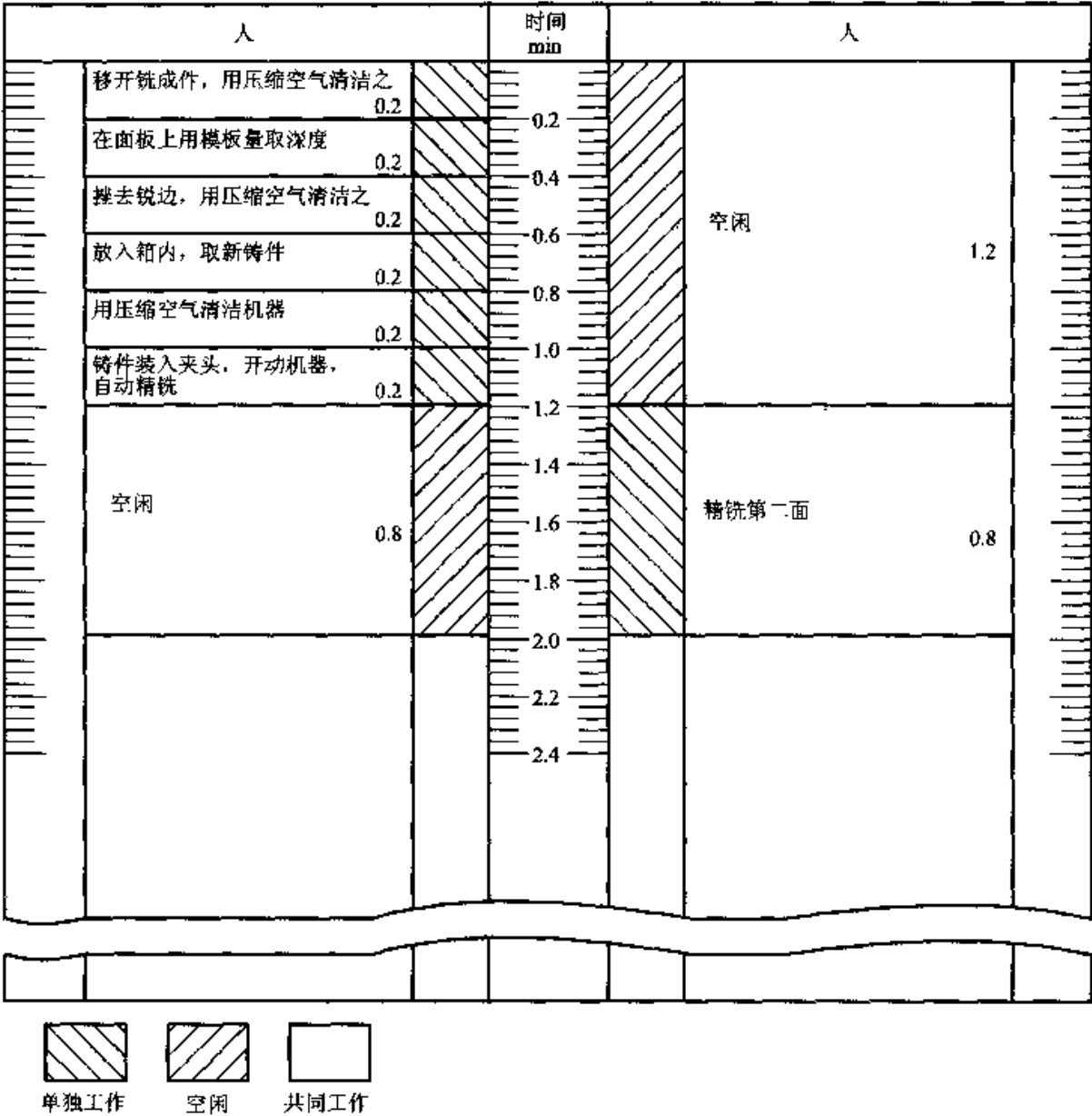


图 3 - 19 精铣铸件时人机操作图(现行方法)

工作：铣制第二面 图号：B239/1

产品：B239 铸件 速度 走刀量

机器：4 号立铣 80 r/min 380 mm/min

制作人：_____ 工号：369 _____

研究人：_____ 日期：_____

项目		现行方法	改良方法	节省
工作时间 min	人	1.2	1.12	0.8
	机	0.8	0.8	—
空闲时间 min	人	0.8	0.24	0.56
	机	1.2	0.56	0.64
周程时间/min		2.0	1.36	0.64
利用率/%	人	60	83	23
	机	40	59	19

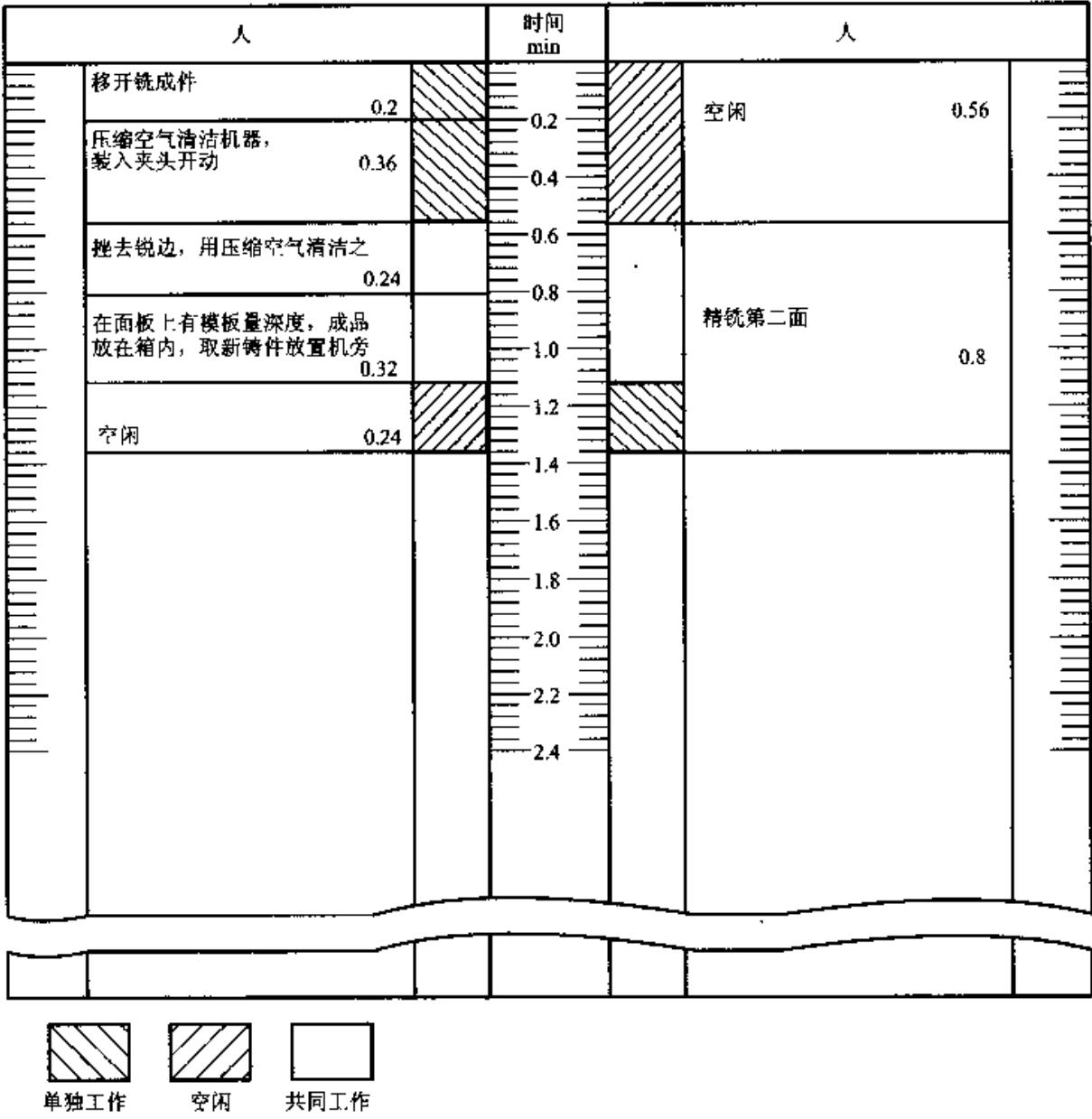


图 3-20 精铣铸件时人机操作图(改良方法)



图 3-21 机加工人机操作原方法程序图

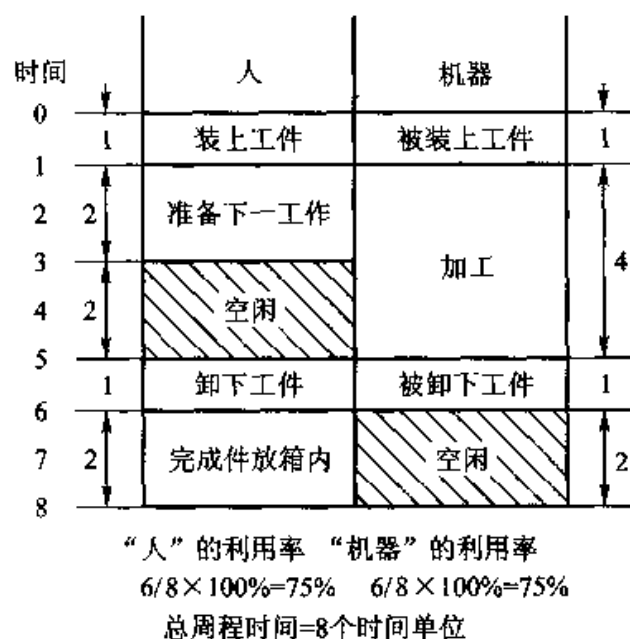


图 3-22 机加工人机操作改良方法(一)程序图

为使人的“准备工作”与“拿开工件”同“机器工作”同时进行,根据“ECRS”四大原则中取消空闲和等待时间的分析原则,可采用图 3-23 中的方法。图中已将“准备下一工件”与“完成件放箱内”两个人的动作与机器加工同时进行,达

到理想的情况,人不等待机器,机器不等待人,人、机的利用率均达到100%,总周期时间已减少至6个时间单位。这种理想的安排在一般情况下不一定能达到,但这是方法研究所追求的目标。

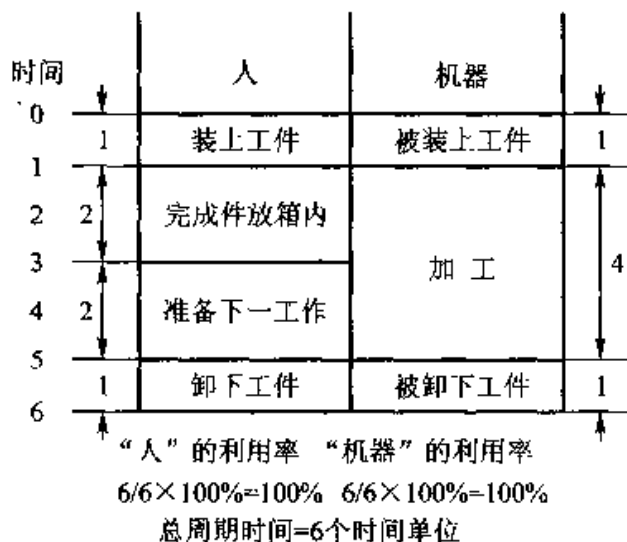


图3-23 机加工人机操作改良方法(二)程序图

4. 闲余能量分析

人机操作分析的目的,在于了解工人或机器的闲余能量,并设法利用,以提高工效。闲余能量的分析可从下面三个方面进行。

(1) 机器的闲余能量。在机器加工过程中,装、卸工件的工作是为了保证机器加工得以实现的辅助操作,对工件本身的变化不直接起作用,因此应尽量减少这部分工作所占的时间。因机器加工能力的不平衡而发生的机器空闲,可通过平衡生产线能力解决。影响机器加工时间的因素,可从零件的加工精度以及机器的负载能量两方面考虑。

(2) 工人的闲余能量。工人的闲余能量分析主要考虑在机器自动加工时人工的空闲,应注意将两类不同的作业交叉进行(见例3.5)。

(3) 工人与机器数的确定。通常以一年或一个月的工作量为依据来计算工人数的需要量,其计算公式为:

$$\text{工人数} = \frac{\text{一月(年)总工作量}}{\text{平均一个工人一月(年)的有效工时}}$$

在人机共同工作时,决定一个工人看管多少台机器,常用下式计算:

$$N = \frac{t + M}{t}$$

式中, N ——一个工人可操作的机器数;

t ——一个工人操作一台机器所需人员的动作时间(包括从一台机器走到

另一台机器的时间)；

M ——机器自动完成该项工作的时间。

有时会发生 N 不是整数,多增加一台机器,机器就有空闲;减少一台机器,则会发生工人空闲,这种情况下应考虑工人或机器空闲对成本的影响。确定机器数时可用下式先求出一个工人操作机器的最低数,即

$$N_1 = \frac{L + M}{L + W}$$

式中, N_1 ——一个工人操作机器的最低数;

L ——装、卸工件时间;

M ——机器机动时间;

W ——工人由一台机器走到另一台机器所需时间。

$(L + W)$ 为工人操作机器所需时间,而 $(L + M)$ 为一台机器的作业周期,从而得出工人操作最低机器数为 N_1 。

5. 关于干扰问题

纺织工业最早面临机器干扰问题,因而发展了最初的处理程序。在发生机器干扰问题的各种不同产业中,有着很多种情况,下面举例说明部分内容。

(1) 一家公司的不同部门的人员,到一公共储藏室领取他们需要的工具或物料。这些人就是“机器”,而储藏室则类似于操作工或修理工。这种情况下操作者在机器间行动的时间通常为零。

(2) 进入港口的船只,每一艘船需要在一定时期内停泊在有限数目的泊位中的一个上。

(3) 在一织机上织布由于断纱或者供纱的锭子上线空了需要更换,这都要求挡车工定期检查。这类工作花费时间很少,所以每一位挡车工支配几台织机。因为挡车工每次只能照看一台织机,所以偶尔也可能有很多台织机同时停下来。

(4) 考虑一包括有 N 台微处理机和 O 个存储器模块的计算机系统,使每一台微处理机能够接通每一个存储器模块。这里微处理机是机器而存储器模块是操作者。在这样一个系统中,不同的计算机程序可能同时要求接通同一个存储器模块,这就造成干扰。

(5) 决定一名服务员指派餐桌数目,在一急救病房内适当地配备护士,以及在一航空站指派出理行李的最佳办事员人数,在性质上都与机器干扰问题相类似。

可以看到,机器干扰问题各式各样,解决的方法也是多种多样。对不同的方法需应用的各种假定也是不同的。

机器干扰问题的模型可以按照机器故障的形态加以分类。当无故障时间与服务时间恒定时,情况称为“正规系统”。换句话说,停机时间可以预测。自动

螺丝车床和注塑机为具有正规形态的典型机器。可以根据一台闲置机器的成本对通过分析一名操作者的实际工作量的人工成本来指派机器。如果故障发生前的时间或服务时间不可知,则情况称为“随机的”。用数学语言讲,如果一台运转中的机器在下一个瞬间停机的概率与它已运转的时间长短无关,则无故障时间呈现指数分布形式。这是一种通常的情况,因此大多数方法按指数分布假定。当机器修理后,无故障时间取决于修理工的修理质量。如果修得好,机器可以长时间不产生故障;不然的话,它可能比期望的调整时间更早地需要调整,这种故障时间的分布则可能是超指数的。另一普通的假定是这些时间为常数。

有些程序与决定给一名操作者指派多少台机器有关,这样的问题称为“多机-单操作者问题”。其他的一些方法与指派多少名操作者给一给定数目的机器有关,这称为“多机-多操作者问题”。

3.3.2 联合操作分析

1. 联合操作分析的意义与目的

在生产中,有两个或两个以上操作人员同时对一台设备或一项工作进行操作,称为联合操作作业。联合操作分析常采用“联合操作图”,该图使用普通的时间单位,记录一个以上的工作者、工作物及机器设备的动作,并显示其相互关系。当需要了解某一工作程序内,各个对象的各种不同动作的相互关系时,最好的方法就是画出联合操作图。联合操作分析可以达到以下的目的。

(1) 发掘空闲与等待时间。利用联合操作分析,可将那些不明显的空闲与等待时间完全分析出来。

(2) 使工作平衡。利用联合操作分析,可以使共同工作中的每个工人的工作趋于平衡,以花费更少的人工成本。

(3) 减少周期时间。利用联合操作分析,可以减少周期时间,以提高整个工作的效率及效益。

(4) 获得最大的机器利用率。如果机器设备价格低,就应注意提高工人的利用率,但很多情况是机器设备很昂贵,应最有效地利用机器设备,提高设备利用率。

(5) 合理地指派人员与机器。利用“联合操作图”充分研究人与机器的动作,予以合理的调配,可以达到有效地运用人力与机器的目的。

(6) 决定最合适的方法。完成任何一项工作都可有许多方法,其中一定有一种比较好的方法。利用“联合操作图”标明人与机器的相互关系,找出浪费的时间并予以取消,最后以其周期时间的长短作为衡量方法好坏的依据,可选出最为合适的方法。

2. 联合操作图的构成

图 3-24 为一实际的联合操作分析图,其画法同人机操作图基本相同。图的顶部应有工作名称、研究者姓名、时间线的单位,并注明是现行方法还是改良方法等。时间线所代表的时间值,完全根据所研究的工作确定。

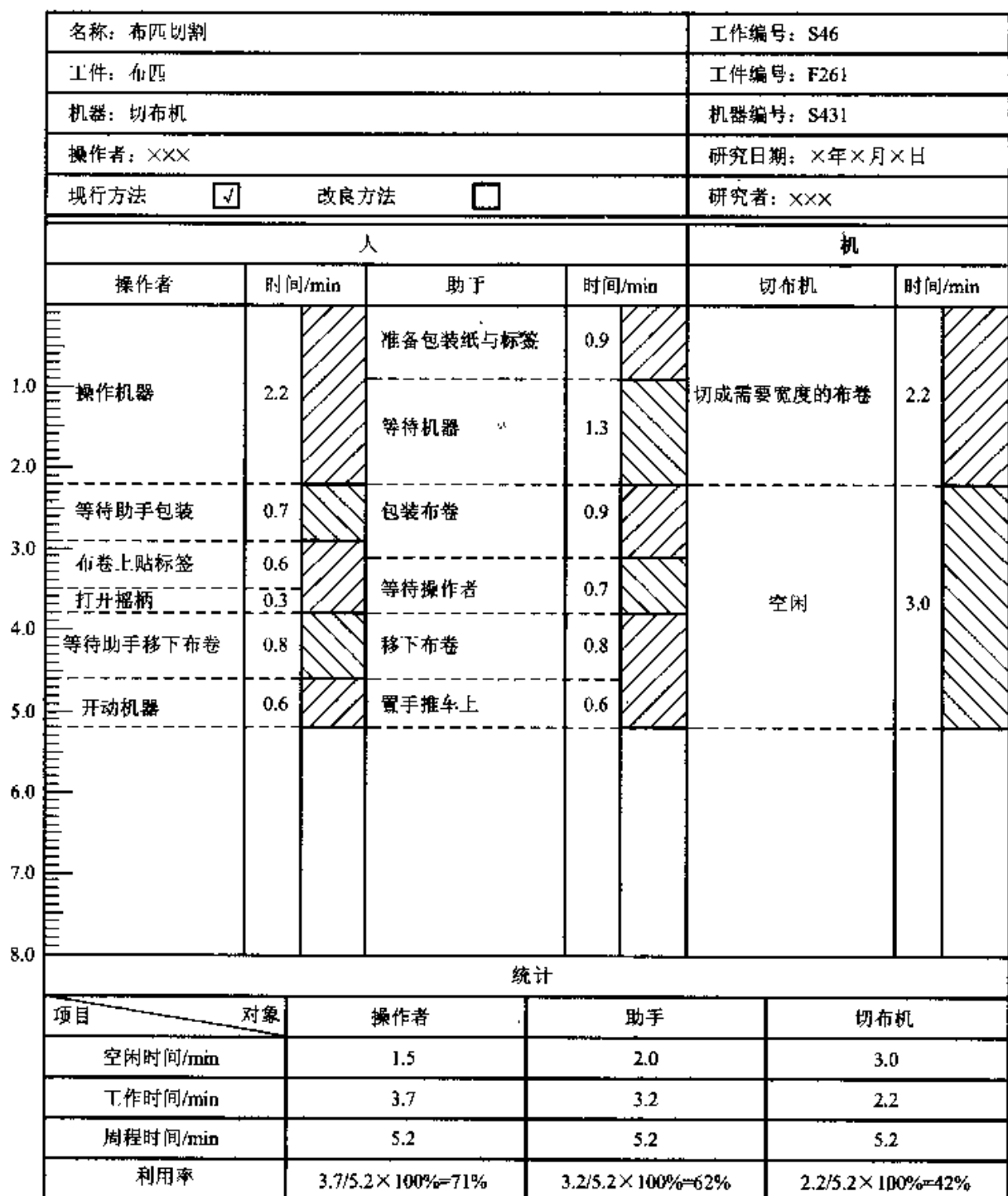


图 3-24 布匹切割联合操作图(现行方法)

具体绘制联合操作图时,首先要将一个循环工作的起始点作为一周期的起点,亦作为联合操作图的起点和终点。将每位工作人员或各机器设备名称填入

各纵栏的顶端。然后根据时间线,按照各动作所需时间和先后顺序分别填入各纵栏内,为表述明晰,可用不同形式(如空白、涂黑、斜线、点行等)来表示“工作”、“空闲”或“等待”等。

在填入资料时,为了减少差错应一次填入一个研究对象的动作,填写完毕一个,再填写下个对象的动作,直至填完所有对象。

3. 联合操作分析的基本原则和实例

(1) 联合操作分析的基本原则。利用联合操作图对联合操作进行分析的基本原则是:人与人或人与机的动作应尽可能同时完成,以达最佳,如图3-25所示。

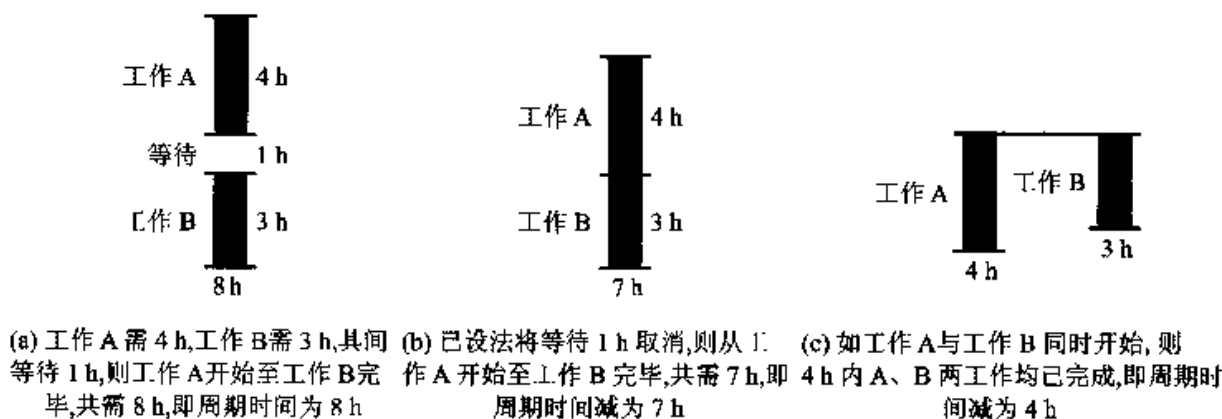


图3-25 联合操作方案对比图

联合操作分析的目的是:对各个研究对象的工作进行调配,尽可能取消空闲或等待时间,最终缩短周期。

(2) 联合操作分析实例。

例3-6 将成匹的布切成所需宽度。

图3-26为机器简图,成匹的布置于切布机的后轴A上,当布经过切刀B与转动圆轴C时,被切成顾客所需的宽度。切后的布绕于D轴上,切至顾客需要的长度后停机。操作者及其助手将切好的布卷用包装纸包好,贴上标签并注明品级、长度、颜色等。最后,自D轴取下,放到手推车上,其整个操作的情况由多动作图即联合操作图记录,如图3-24所示。由所记录的联合操作图可看出,机器的空闲时间太多,其利用率仅为42%。操作者利用率为71%,其助手为62%。采用提问技术进行分析,机器空闲太多的原因在于切好的布绕在D轴上,必须等待操作者及其助手进行包装后,机器才可再开始工作。

改良方法是增设一连座轴E(见图3-27)。当布被切成需要宽度和长度绕于D轴上后,可将布卷全部滑移至连座的E轴上。这是一个需时很短的简单动作,当布卷移于E轴后,操作者就可开动机器,同时其助手可在E轴上完成包

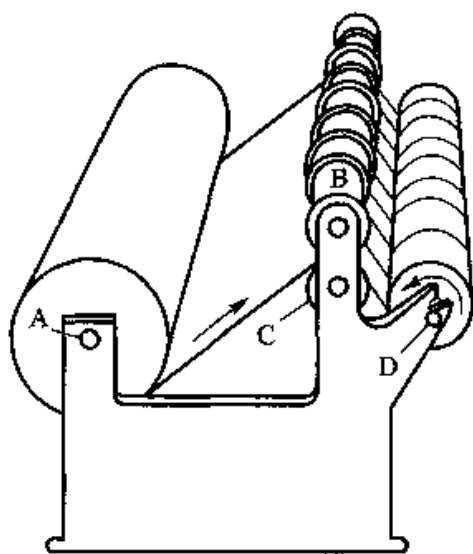


图 3-26 切布机

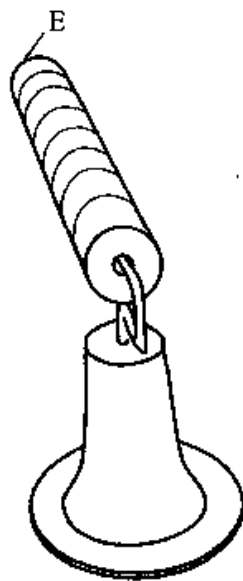


图 3-27 连座轴架

装、贴标签、注明品级、长度、颜色等，并放到手推车上。

本例现行方法（见图 3-24）周期时间为 5.2 分钟，即 1 小时切布 11.5 周次。改良后（见图 3-28），周期为 3.6 分钟，即 1 小时切布达 16.6 周次，每小时增加切布 5.1 周次，亦即增加切布能力 44%，机器的利用率也增加至 61%。

3.3.3 双手操作分析

1. 双手操作分析的意义与作用

生产现场的具体操作，主要靠工作人员的双手完成。调查了解并分析如何经济地用双手进行实际操作称为双手操作分析。分析时常采用“双手操作程序图”。

双手操作程序图以双手为对象，记录其动作，表示其关系，并可指导操作者如何有效地运用双手，从事生产性的工作。提供一种新的动作观念，找出一种新的改善途径。

双手操作分析的作用，可归纳为以下几点。

- (1) 研究双手的动作及其平衡。
- (2) 发掘“独臂”式的操作。
- (3) 发现伸手、找寻以及笨拙而无效的动作。
- (4) 发现工具、物料、设备等不合适的放置位置。
- (5) 使动作规范化。

2. 双手操作程序图的画法

- (1) 绘制双手操作程序图的要点。

图 3-28 布匹切割联合操作图(改良方法)

② 作图时,先在左上角记录有关资料,如现行方法、改进方法、工作名称、研究日期与编号、操作人、研究人、核准人的姓名以及起点(开始)、终点(结束)、工具、材料、工作的规格、精度等。

③ 右上角画工作场所的平面布置图(如工作台上的布置,表明操作对象、操作工具的名称)。

④ 图的中间分别记录左右手动作。要边观察,边记录,一次观察一只手的动作。通常先记录右手,将其动作记录于图纸的中间靠右边,并反复补充、核对、改正,切勿遗漏。再以同样的程序及要求记录左手的动作于图纸的中间靠左边。必须注意,左右手的同时动作应画在同一水平位置,并且要多次核对左右手动作的关系,使记录准确无误。

⑤ 记录完成后,应将左右手的动作分别进行统计,统计资料可放在左右手动作的右方或右下方。

(2) 简单画法。最简单的手操作程序图,仅用下面两种符号:

○——小圈表示伸手或运送;

○——大圈表示握取、对准、使用及放下物件的动作。

例如:在信纸上签名(见图3-29)。

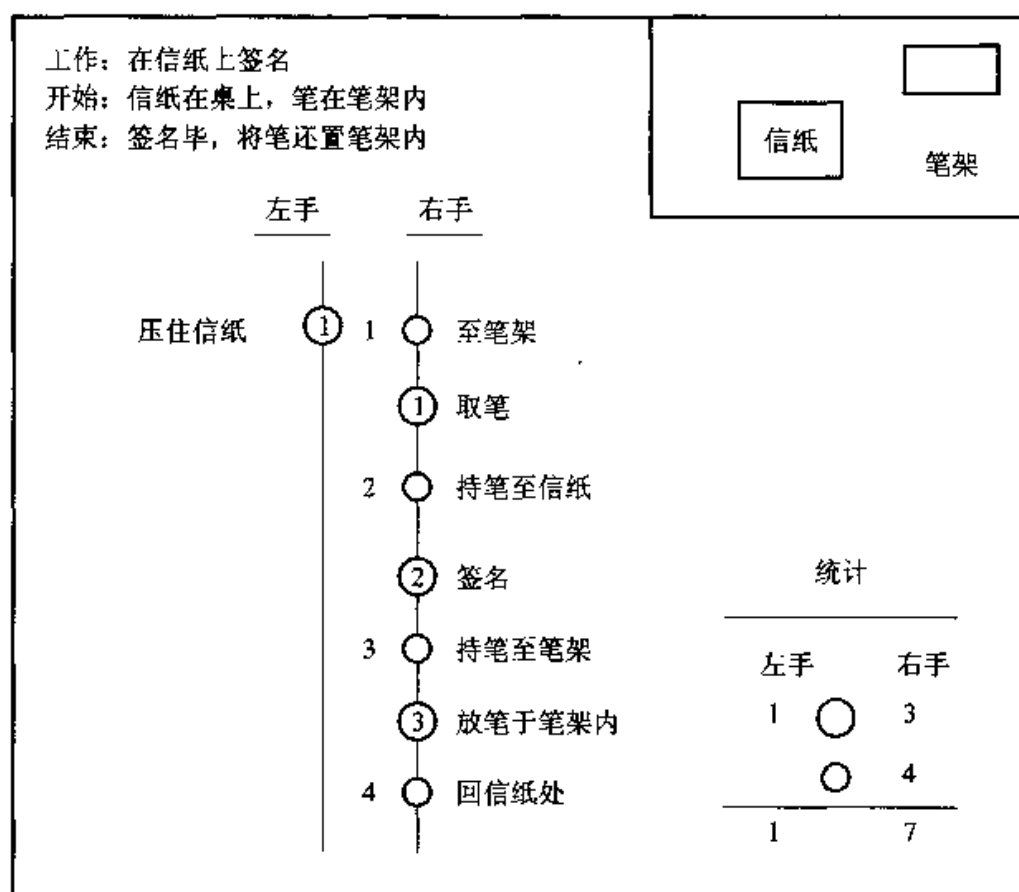


图 3-29 在信纸上签名的双手操作程序图

(3) 一般画法。上述简单画法未按动作性质分类,分析时不易区别。常用的双手操作程序图的一般画法多用三种或四种以上符号表示。

○ ——操作,即握取、放置、使用、放手的动作;

⇨ ——搬运,手移动的动作;

D ——等待,即手的延迟、停顿;

▽ ——持住,表示手持住工件、工具或材料的动作。

□ ——检查。此符号用得不多,因为工人在检查物件时(握住物件进行观察或测量),可根据具体情况用操作或其他符号表示。当然也可以用检查符号。

图3-30为检查轴的长度并装入套筒的双手操作程序图。

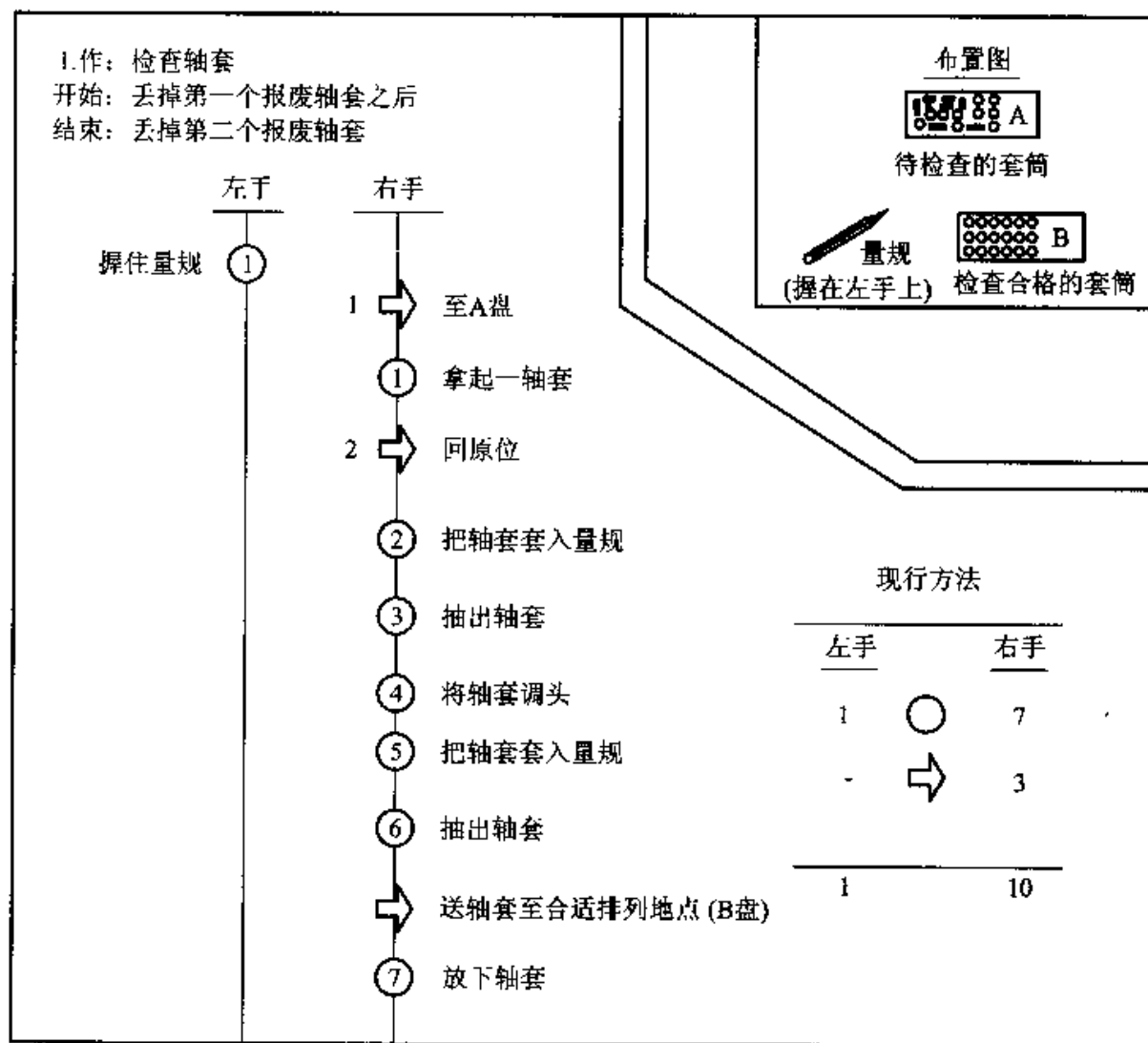


图3-30 检查轴的长度并装入套筒的双手操作程序图

3. 双手操作程序图的分析要点

同程序分析一样,采用“5W1H”提问技术及取消、合并、重排、简化等建立新方法的四大原则进行分析。

(1) 分析、改善操作的要点。① 尽量减少操作中的动作;② 排列成最佳顺序;③ 有机会时合并动作;④ 尽可能简化各动作;⑤ 平衡双手的动作;⑥ 避免

用手持物;⑦ 工作设备应合乎工作者的身材。

(2) 采用提问技术

第一,有无操作因下列的改变而予以剔除? ① 改变动作的顺序;② 改变工具及设备;③ 改变工作场所的布置;④ 合并所用工具;⑤ 改变所用材料;⑥ 改变产品设计;⑦ 使夹具动作迅速。

第二,有无“等待”可以减免? ① 因动作的改变;② 因身体各动作的平衡;③ 因同时以双手对称动作完成制品。

第三,有无动作可以简化? ① 因用较好工具;② 因改变杠杆机构;③ 因改变物件放置地点;④ 采用较佳盛具;⑤ 因应用惯性力;⑥ 工作台高度适当。

第四,运送是否可以简化? ① 因改变布置缩短距离;② 因改变方向;③ 因动作路线变化。

4. 双手操作分析实例

例 3-6 中检查轴的长度并装入套筒,图 3-31 为现行方法,图 3-32 为改良方法。

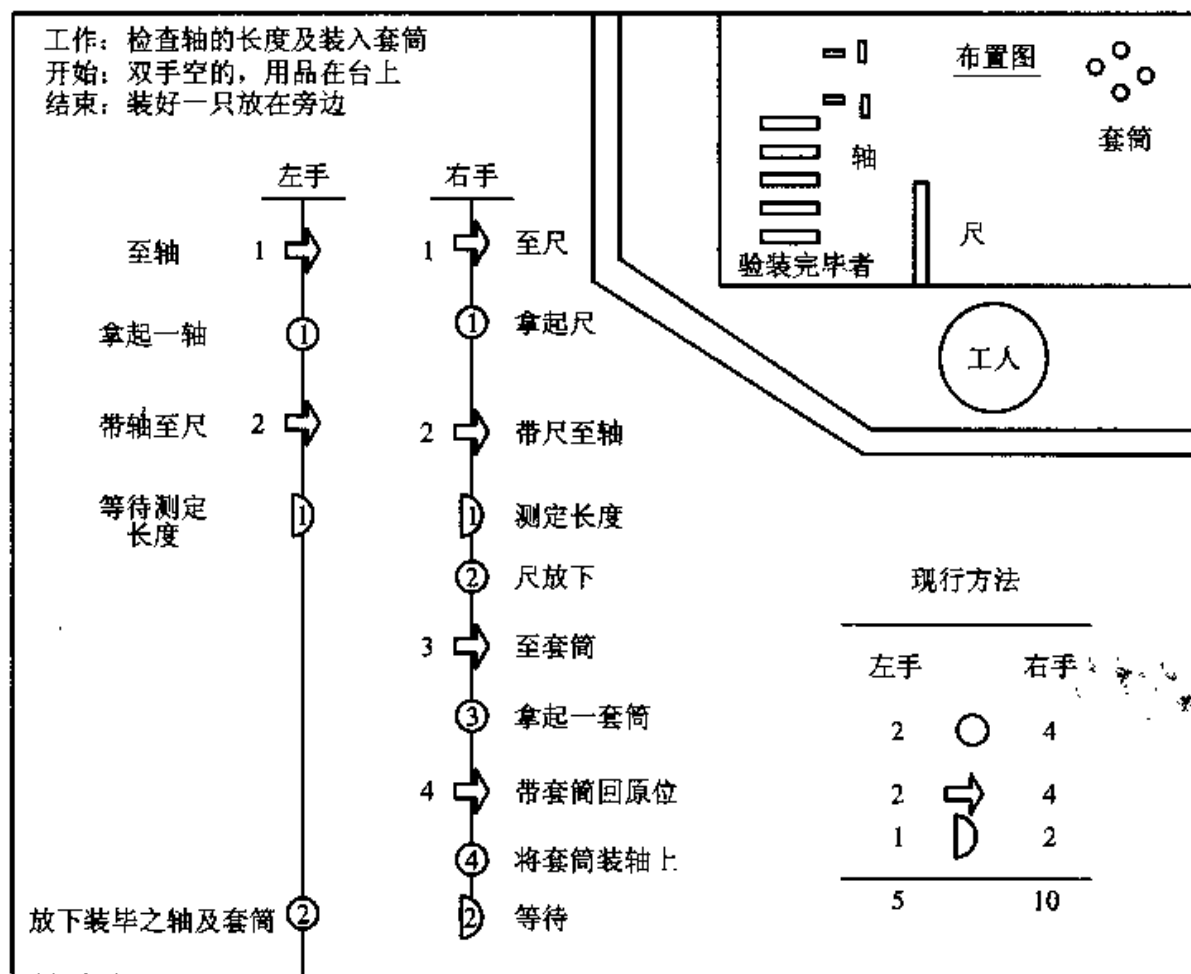


图 3-31 检查轴的长度并装入套筒的现行方法

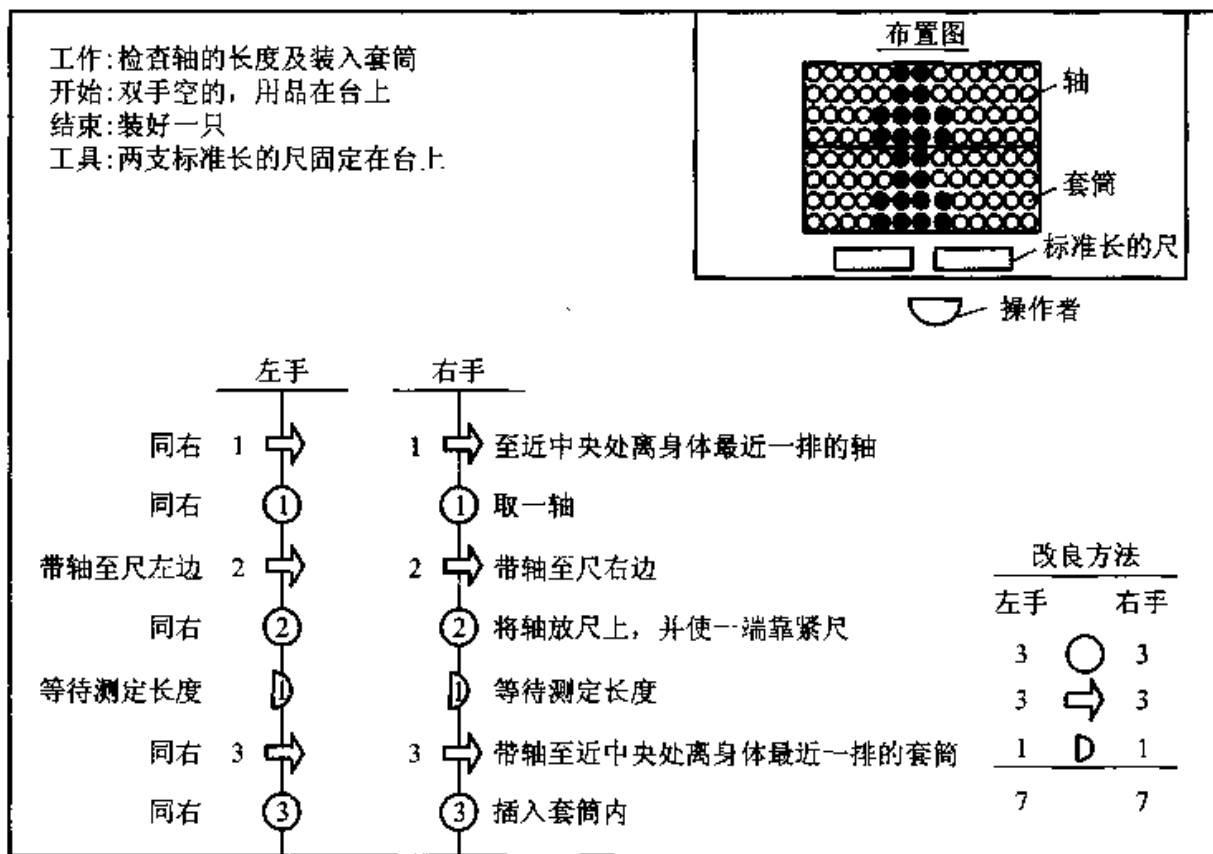


图 3-32 检查轴的长度并装入套筒的改良方法

此改良方法不但使双手动作数目减小了,而且完全达到双手同时对称动作的原则,改良方法中已取消了下列三种低效率的动作:

第一,一手持物,另一手往复动作。

第二,将装入套筒的方法改变,使轴直接套入套筒,节省了套筒拿起与放下的无效动作。

第三,改变原来用的普通尺为两标准长度的尺,并固定于台上,省去了每次将尺拿起与放下的动作。

3.4 动作分析

3.4.1 动作分析概述

1. 动作分析的意义与目的

动作分析是在程序决定后,寻找并取消人体各种动作的浪费,以寻求省力、省时、安全和经济的动作。

动作分析的实质是研究分析人在进行各种操作的细微动作,删除无效动作,

使操作简便有效,并提高工作效率。

动作分析的目的在于发现操作人员的无效动作或浪费现象,简化操作方法,减少工作疲劳,降低劳动强度。并在此基础上制定出标准的操作方法,为制定动作时间标准做技术准备。

2. 动作分析方法

动作分析是由吉尔布雷斯(F. B. Gilbreth)夫妇首创的,发展到现在,按精确程度不同,有下列三种方法:

(1) 目视动作分析。即以目视观测的方法寻求改进动作方法。一般是详细观测各个操作单元,采用双手操作分析的方法及动作经济原则来进行分析。

(2) 动素分析。人完成的操作虽然千变万化,但人完成操作的动作,均可由17个基本动作要素构成,这17个基本动作要素称为17个动素。动素分析将操作中所用的各个动素逐项分析以谋求改进。

(3) 影片分析。即用摄影机将各个操作动作拍摄成影片放映,而加以分析。目前也多采用摄像机,将生产线上各个动作拍摄下来,然后放映加以分析,也可以借助计算机辅助于分析。

3. 动素的名称、定义及形象符号

(1) 伸手(transport empty,用TE表示)。

定义:空手移动,伸向目标,又称运空。

起点:当手开始伸出的瞬间开始。

终点:当手刚触及目的物的瞬间終了。

分析:

- ① 伸手系指空手;
- ② 此动素前常接“放手”,后跟“握取”;
- ③ 此动素不能取消,但可缩短距离;
- ④ 移动距离是指动素的实际路径,而非两点间直线距离;
- ⑤ 在其他条件不变时,移动长距离较短距离需要的时间较多;
- ⑥ 熟练的操作者在重复性工作中,其手的移动几乎经过完全相同的路线;
- ⑦ 伸手通常包括以下过程:由静止开始,加速达最大,以后以此速度等速前进,最后减速到完全停止;

⑧ 手移动时,必须以眼引导手,故眼的移动常对操作有影响。

改善:

- ① 能否缩短其距离;
- ② 能否减少其方向的变化,尤其是突变;
- ③ 能否将工具、物件预先放至手边;

④ 应选择需时较少的移动。手的移动按其需时多少,由少到多顺序如下:伸手至一固定位置的物件或地点;伸手至每次位置均略有变动的物件(此时需用眼寻找);伸手至一堆混杂物中选取,或伸手至很小的物件。

(2) 移物(transport loaded,用TL表示)。

定义:手持物从一处移至另一处的动作称移物,又称运实。

起点:手有所负荷并开始朝向目的地移动的瞬间开始。

终点:有所负荷的手抵达目的地的瞬间结束。

分析:

① 运送的物件可能为手或手指携带,亦可能属于滑送、拖送、推送等;

② 此动素所需时间,依其距离、重量及移动种类而定,故可缩短距离、减轻重量及改良移动种类,以达到改善;

③ 运实途中常发生“预对”;

④ 此动素前常接“握取”,后跟“对准”及“放手”。

改善:

① 能否减少其重量;

② 是否可应用合适的器具,如输送带、容器、盛具、镊子、钳子及夹具等;

③ 是否使用身体的合适部位,如手指、手腕、前臂、肩等;

④ 能否用重力来滑运或坠送;

⑤ 搬运设备能否用脚来操纵;

⑥ 是否因物料的搬运或程序的往返而增加搬动时间;

⑦ 是否可因增加一小工具或放搬运物靠近使用点而取消搬运;

⑧ 搬运方向的突变是否可以取消?各种阻碍物能否搬去;

⑨ 常用物料是否已放置于使用地点;

⑩ 是否已用合适的工具、小盒子等,其操作是否按装配顺序排列;

⑪ 是否视搬运物的重量,使用身体最合适的部位而达到最快的搬运速度;

⑫ 是否有些身体的动作可取消;

⑬ 双手的动作能否同时、对称而又方向相反;

⑭ 能否由提送改为滑送;

⑮ 眼的动作能否与手的动作相协调。

(3) 握取(grasp,用G表示)。

定义:利用手指充分控制物体。

起点:当手指或手掌环绕一物体,欲控制该物体的瞬间开始。

终点:当物体已被充分控制的瞬间结束。

注意:当物体已被充分控制后的握取称为持住(即已不是握取了)。

分析:

- ① 此动素不能取消,但可以改善;
- ② 此动素着重点在以手指围绕物体,用任何工具夹物,均不能称为握取;
- ③ 握取常发生在“运空”与“运实”之间,其后常跟“持住”。

改善:

- ① 是否可一次握取多件或减少握取次数;
- ② 是否可在容器或盛具端开一缺口,以便握取。特别是对于较小零件,是否可以改变容器或盛具的边缘,以利握取;
- ③ 工具、物件能否预先放好,以利握取;
- ④ 前一工位的操作者放下工件的位置以及工具等旋转的位置,能否使下一位操作者简化握取;
- ⑤ 是否能用其他工具代替手的握取;
- ⑥ 工具、物件能否预先放于回转盘内,以利握取。

(4) 装配(assemble,用 A 表示)。

定义:为了两个以上的物件的组合而做的动作。

起点:两个物件开始接触的瞬间。

终点:两个物件完全配合的瞬间。

分析:

- ① 此动素的改善多于取消;
- ② 此动素前常有“对准”或“预对”,后常跟“放手”。

改善:

- ① 能否用夹具或固定器;
- ② 能否使用自动设备;
- ③ 能否同时装配数件;
- ④ 工具是否已达最有效的速度及送进;
- ⑤ 是否可用动力工具,以减少人的装配时间。

(5) 使用(use,用 U 表示)

定义:利用器具或装置所做的动作,称使用或应用。

起点:开始控制工具进行工作的瞬间。

终点:工具使用完毕的瞬间。

分析:

- ① 此动素常可获得改善,通过改善不但可节省时间,还可节省物料;
- ② 在某种操作内,常可连续发生多次的“使用”;
- ③ 以手代替工具工作时,亦属此动素,如用手裁纸,即属手在“应用”。

改善:

同“装配”。

(6) 拆卸(disassemble,用DA表示)。

定义:对两个以上组合的物体,作分解动作。

起点:两个物体开始分离的瞬间。

终点:两个物体完全分离的瞬间。

注意:尽量使用工具,以减少时间。

分析:

- ① 此动素常被改善;
- ② 此动素前常为“握取”,后常跟“运实”或“放手”;
- ③ 此动素所需时间,常与两物件的连接情况及松紧程度有关。

改善:

同“装配”。

(7) 放手(release load,用RL表示)。

定义:从手中放掉东西,称放手或放开。

起点:手指开始脱离物体的瞬间。

终点:手指完全脱离物体的瞬间。

注意:考虑放手的终点是否为下一动素开始的最佳位置。

分析:

- ① 此动素为所有动素需时最少者;
- ② 实际测算时常与前一动素合并计时。

改善:

- ① 能否取消此动素?
- ② 能否就在工作完处放手,用坠送法收集物件?
- ③ 能否在运送途中放手?
- ④ 是否必须要极小心地放手?能否避免?
- ⑤ 容器或盛具是否经过特殊设计,能方便地接纳放手后的物件?
- ⑥ 放手后,手或运送的位置是否对下一动作或移动最为有利?
- ⑦ 能否一次放手多件物品?

(8) 检查(inspect,用I表示)。

定义:将产品与所制定的标准作比较的动作,叫检查或检验。

起点:开始检验物体的瞬间。

终点:产品质量的优劣被决定的瞬间。

分析:

- ① 此动素为眼注视指定物,而脑正在判断是否合格;
- ② 此动素的重点是心理上的反应;
- ③ 检验时,按操作情况需用视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等器官;

④ 此动素所需时间常因下列因素而定:个人的反应快慢、标准的精确度、物料的误差、视力等感官的好坏;

⑤ 如其他条件相同,则人对声的反应比对光的反应快,而对触觉的反应比对声与光的反应更快,人对声的反应时间为 0.185 秒,人对光的反应时间为 0.225 秒,人对触觉的反应时间为 0.175 秒。

改善:

- ① 能否取消或与其他操作合并?
- ② 能否同时使用多种量具或多用途的量具?
- ③ 增加亮度或改善灯光的布置是否可减少检验的时间?
- ④ 检验物与检验者眼睛的距离是否合适?
- ⑤ 检验物的数量是否能够采用机器自动检验?

(9) 寻找 (search, 用 Sh 表示)。

定义:确定目的物的位置的动作。

起点:眼睛开始致力于寻找的瞬间。

终点:眼睛找到目的物的瞬间。

分析:

- ① 新手及不熟练者此动素较多,训练有素及工作熟练者,则费时极小;
- ② 如工具、零件、物料各有定所,工作现场布置合适,则此动素费时极少,如此也是取消此动素的最有效的方法;

③ 如能取消此动素为好;

④ 操作愈复杂、愈需记忆、愈不稳定或物件愈精细时,此动素费时愈多。

改善:

- ① 给予物件特别标示(用标签或涂颜色);
- ② 改良工作场所布置;
- ③ 是否需要特殊的灯光;
- ④ 物件、工具有固定位置,并放置于正常工作范围内;
- ⑤ 操作人员应培训,使之成为习惯性的动作,而取消此动素。

(10) 选择 (select, 用 St 表示)。

定义:在同类物件中,选取其中一个。

起点:寻找的终点即为选择的起点。

终点:物件被选出。

分析:

- ① 实际应用上常将“寻找”与选择合并来计时;
- ② 物件愈精细,规格愈严格,此动素的时间愈长;
- ③ 物件分类放置,避免混杂在一起,以及良好的现场布置,常可取消此

动素。

改善:

- ① 是否可取消此动素?
- ② 工具物件能否标准化和互换使用?
- ③ 能否改善安排,而使选择较容易或可以取消?
- ④ 能否当前一操作完毕时,即将零件(物料)放于下一操作的预放位置?
- ⑤ 能否涂上颜色,以利选择?

(11) 计划(plan,用Pn表示)。

定义:在操作中,为决定下一步骤所做而进行的考虑。

起点:开始考虑的瞬间。

终点:决定行动的瞬间。

分析:

- ① 此动素完全为心理的思考时间,而非手的动作时间;
- ② 操作中操作者犹豫时,此动素即发生;
- ③ 操作愈熟练,此动素时间愈短。

改善:

- ① 是否可以改善工作方法,简化动作?
- ② 是否可改善工具、设备,使操作简单容易?
- ③ 操作人员是否可通过培训,使其熟练而减少或消除此动素?

(12) 定位(position,用P表示)。

定义:将物体放置于所需的正确位置为目的而进行的动作,又称对准;

起点:开始放置物体至一定方位的瞬间。

终点:物体已被安置于正确方位的瞬间。

分析:

- ① 此动素前常为移动,后常跟“放手”;
- ② 很多情况此动素常可能发生在“运实”途中;
- ③ 此动素所需时间常按下列情形而定:对称的物件,或任何方向均可放置的物件,需时最少;半对称的物件,即能有数个位置可以放置,需时较对称物件多,较不对称物件少;不对称物件,仅有一个位置可以放置,需时最多。

改善:

- ① 是否必须对准?
- ② 能否用量具帮助对准?
- ③ 松紧度能否放宽?
- ④ 手臂能否有依靠,使手能放稳而减少对准的时间?
- ⑤ 物件的握取是否容易对准?

⑥ 能否利用脚操作的夹具?

(13) 预定位(pre-position,用 PP 表示)。

定义:物件定位前,先将物件安置到预定位置,又称预对。

起点和终点:与“定位”的起点、终点相同。

分析:

① 此动素常与其他动素混合在一起;

② 所谓预对,必须能将物件放置于合适的位置上,方便以后的取用,例如将用完的笔,放置于略倾斜而直立的笔架上,就要称作“预对”,因为下次从笔架上拿笔时,这就是握取使用的位置;

③ 可以利用夹持工具或待设盛具,使物件保持应用时的姿势,以便使握取时就已成为使用时的姿势。

改善:

① 物件能否在运送中预先对正?

② 工具的设计是否能使放下后的手柄保持向上,以利用下次使用?

③ 工具能否悬挂起来,以便一伸手即可拿到?

④ 物体的设计能否使每一面(边)均相同?

(14) 持住(hold,用 H 表示)。

定义:手握物并保持静止状态,又称拿住。

起点:用手开始将物体定置于某一方位的瞬间。

终点:当物体不必再定置于某一方位上为止的瞬间。

分析:

① 此动素常发生在装配工作及手动机器的操作中,前为握取,后为放手;

② 手绝对不是有效的持物工具,而是成本最贵的夹持工具,应设法利用各种夹具来代替手持物;

③ 能否于操作中取消此动素?

改善:

① 能否用夹具来持物?

② 能否运用摩擦力或黏着力?

③ 能否应用磁铁?

④ 如持住不能取消,则是否已设“手靠”、“手垫”以减轻手的疲劳?

(15) 休息(rest,用 R 表示)。

定义:因疲劳而停止工作。

起点:停止工作的瞬间。

终点:恢复工作的瞬间。

分析:

- ① 此动素所需时间的长短,视工作性质及操作者的体力而定;
- ② 此动素通常都在工作周期中发生;
- ③ 改善工作环境及动作等级可减少或消除此动素。

改善:

- ① 肌肉的运用及人体动作的等级是否合适;
- ② 温度、湿度、通风、噪声、光线、颜色以及其他工作环境地是否合适?
- ③ 工作台的高度是否合适?
- ④ 操作者是否坐立均可?
- ⑤ 操作者是否有高度合适的座椅?
- ⑥ 重物是否用机械装卸?
- ⑦ 工作时间长短是否合适?

(16) 迟延(unavoidable delay,用 UD 表示)。

定义:不可避免的停顿。

起点:开始等候的瞬间。

终点:开始工作的瞬间。

分析:

- ① 当程序发生故障或中断时,即为迟延;
- ② 由于程序的需要而等待机器或他人的工作,或待检、待热、待冷等。

改善:

此动素的发生非操作者所能控制,必须在管理及工作方法上作某些改善。

(17) 故延(avoidable delay,用 AD 表示)。

定义:可以避免的停顿。

起点:开始停顿的瞬间。

终点:开始工作的瞬间。

分析:

- ① 这是由于操作者的疏忽而产生的,可以避免;
- ② 如能建立一个有工作意愿、有纪律、有效率的工作团体,此动素即可避免。

改善:

- ① 改善管理方法、规章、制度、政策,减少操作者的抱怨。
- ② 改善工作环境,提供一个合适、健康、愉快而有效的生产场所。
- ③ 改善工作方法,降低劳动强度等。

(18) 发现(find,用 F 表示。这个动素的美国机械工程学会增加的)


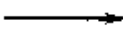




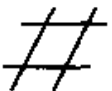




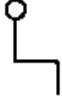




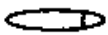

定义:东西已找到的瞬间动作。

起点:眼睛开始寻找到物体的瞬间。

终点:眼睛已找到物体的瞬间。

动素还可以用形象图案(符号)、颜色等方法表示,如表3-11所示。

表3-11 动素符号、名称、缩写及其颜色一览表

符号	名称	缩写	颜色	符号	名称	缩写	颜色
	伸手	TE	草绿		选择	St	浅灰
	握取	G	红		计划	Pn	棕
	移物	TL	绿		定位	P	蓝
	装配	A	紫		预定位	PP	淡蓝
	使用	U	紫红		持住	H	金赭
	拆卸	DA	淡红		休息	R	橘黄
	放手	RL	洋红		迟延	UD	黄
	检查	I	深褐		故延	AD	柠檬黄
	寻找	Sh	黑		发现	F	

用动素来表达人的动作程序称动素程序图。

4. 用动素符号表示的实例

用动素符号表示的双手程序图如3-33所示,其改良方案同双手程序图。

5. 动素的分类

按对操作的作用,动素可分为有效动素与无效动素两大类。

(1) 有效动素。指对操作有直接贡献者,其又可分为如装配、拆卸、使用等

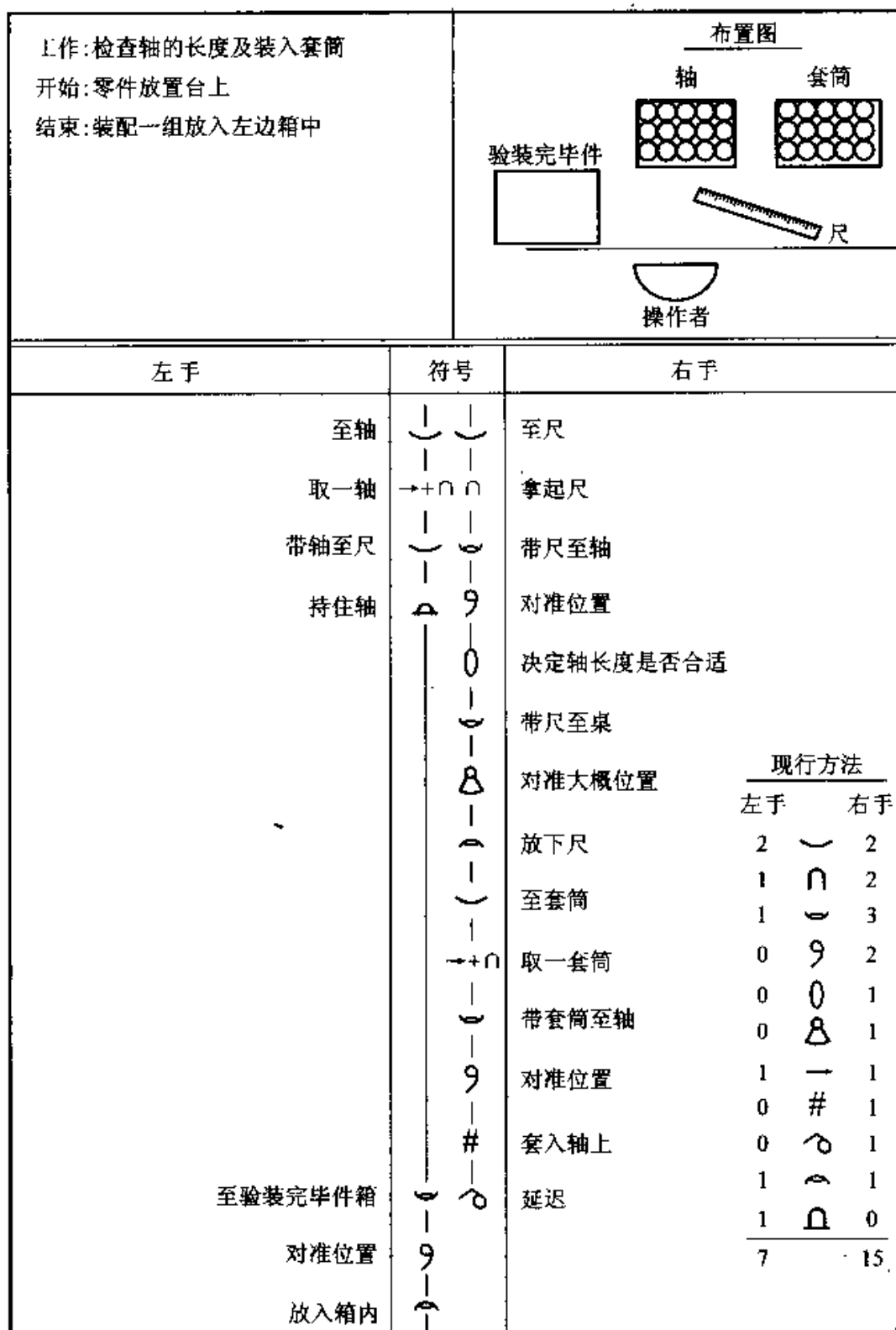


图 3-33 用动素符号表示的双手程序图

核心动素和伸手、握取、移物及放手等操作中的常用动素。

(2) 无效动素。无效动素还可以分为如寻找、选择、检查、持住、定位及预定

位等辅助动素和休息、故延、延迟及计划等消耗性动素两类。

我国台湾的周道教授将这 17 种动素用 4 个同心圆表示(见图 3-34):第一圈为中心圈,内含核心动素;第二圈为常用动素,是改善的对象;第三圈为辅助性动素,操作中愈少愈好;第四圈(最外圈)为消耗动素,应尽可能予以取消。

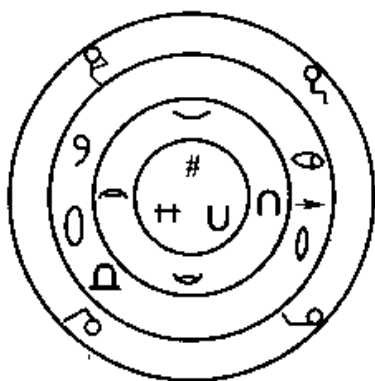


图 3-34 动素同心圆

3.4.2 动作经济原则

动作经济原则为吉尔雷斯首创,经多位学者研究改进,后由美国巴恩斯(R. M. Barnes)将此原则分为 22

条,可进一步归纳为 3 大类共 10 条。任何工作中的动作,合乎这些原则,皆为经济有效的动作;否则,就应改进。动作经济原则有两大功用,即帮助发掘问题和提供建立新方法的方向。

1. 关于人体的运用(第 1~8 条)

第 1 条,双手应同时开始并同时完成其动作。

第 2 条,除规定的休息时间外,双手不应同时空闲。

第 3 条,双臂的动作应该对称、反向并同时进行。

第 4 条,手的动作应以最低的等级而能得到满意的结果。

第 5 条,物体的动量应尽可能地利用,但是如果需要人体肌肉力量制止时,则应将其减至最小的程度。

第 6 条,连续的曲线运动,比方向突变的直线运动为佳。

第 7 条,弹道式的运动、较受限制或受控制的运动轻快自如。

第 8 条,动作应尽可能地运用轻快的自然节奏,因为轻快的自然节奏使动作流利及自发。

2. 关于工作地布置(第 9~16 条)

第 9 条,工具物料应放置在固定的地方。

第 10 条,工具物料及装置应布置在工作者前面近处。

第 11 条,零件物料的供给,应利用其重量坠送至工作者的手边。

第 12 条,坠落应尽量利用重力实现。

第 13 条,工具物料应依最佳的工作顺序排列。

第 14 条,应有适当的照明,使视觉舒适。

第 15 条,工作台及坐椅的高度,应保证工作者坐立适宜。

第 16 条,工作椅式样及高度,应能使工作者保持良好姿势。

3. 关于工具设备(第 17~22 条)

第 17 条,尽量解除手的工作,以夹具或脚踏工具代替手。

第18条,可能时,应将两种工具合并使用。

第19条,工具物料应尽可能预放在工作位置上。

第20条,手指分别工作时,各手指负荷应按照其本能予以分配。

第21条,设计手柄时,应尽可能增大与手的接触面。

第22条,机器上的杠杆、十字杆及手轮的位置,应能使工作者极少变动姿势,且能最大地利用机械力。

4. 对动作经济原则的进一步归纳

动作经济原则可进一步归纳为十条原则,第1条、第2条及第3条互相关联,均为双手的动作,可以把它们合并为第一条原则:即双手的动作应同时而对称。

第4条可以作为第二条原则:人体的动作应以尽量应用最低级而能得到满意结果为妥。

第5条、第6条、第7条及第8条均互相关联,可合并为第三条原则:尽可能利用物体的动能,曲线运动较方向突变的直线运动为佳,弹道式运动较受控制的运动轻快,动作尽可能使之有轻松的节奏。

动作经济原则的第9条、第10条、第13条均属工具和物料放置的原则,可合并为第四条原则:工具、物料应置于固定处所及工作者前面近处,并依最佳的工作顺序排列。

第11条零件物料的供给,应利用其重量坠至工作者的手边及第13条坠放方法,应尽可能合并为一条原则,即第五条原则:零件、物料应尽量利用其重量坠送至工作者前面近处。

第14条、第15条及第16条,可合为一条原则,即第六条原则:应有适当的照明设备,工作台及座椅式样和高度使工作者保持良好的姿势及坐立适宜。

第17条可专门作为一条原则,即第七条原则:尽量解除手的工作,而以夹具或足踏工具代替手。

第八条原则:可能时,应将两种或两种以上工具合并为一(第18条原则)。此原则应用范围相当广泛,且极受欢迎。

第20条、第21条及第22条,可合并为第九条原则:手指分别工作时,各指负荷应按其本能予以分配。手柄的设计,应尽可能与手的接触面大;机器上的杠杆、手轮的位置,尽可能使工作者少变动其姿态势。

第十条原则:工具及物料应尽可能预放在工作位置(事前定位)。

3.5 装配线平衡

3.5.1 装配线平衡的基本概念

1. 产品装配

适合于一般制造环境的“装配”的字典定义如下:将某几个零件配或装在一起。虽然大多数商店都出售包括由几个或很多个零件装配成的商品,人们通常以汽车、家用电器或者其他包括有很多单个零件组成的代表性的热销产品来想象工业性装配工作。对于制造厂来说,装配职能就像是决定命运的时刻。将所有自己制造好的与采购到的零部件组合成一个组建或部件。有缺陷的零部件、错误的零部件或缺漏零部件都会使装配工作陷于停顿。

2. 装配线

装配线的基本概念是采取某种物料搬运装置,例如传送带,将待装零部件通过一些相对固定的装配站进行流水装配,最后成为产品。根据分工原则制定的各工作单元分配至各工作站是各站的工作量大致平衡。每个工人在他的工作站上做指定的工作单元;当每一产出单元经过该站时,工人对之重复规定的操作。图3-35是一个典型的装配线布局。

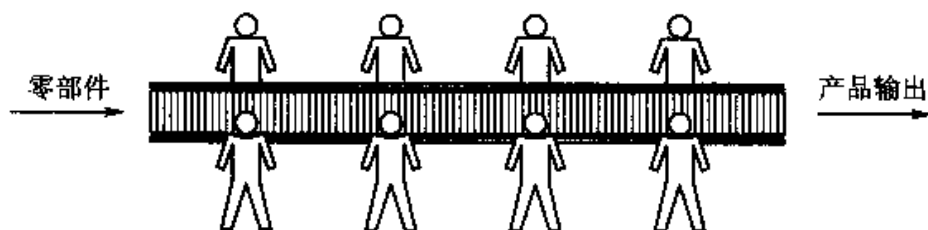


图 3-35 典型装配线布局图

对装配线平衡问题能普遍接受的定义是由萨尔凡森提出的:“在规定的装配线速度,使总的空闲时间最少,或使做一额定工作量的操作人数最少。”这是以“使平衡延迟最少”而知名。“平衡延迟”定义为由于支配各不同工作站不等的工作时间所造成的整个装配线的总控制时间量。在极少数的情况下,有可能使各工作站完全平衡,这时整个装配线没有空闲时间。

3. 平衡前的主要基础工作

(1) 完成初步工艺流程的制定与优化。首先要制定初步的工艺流程,然后按照 5W1H 法以及 ECRS(取消/合并/重排/简化)四大准则对工艺流程分别进行程序改善、动作改善、搬运与物流改善以及初步的作业组合改善。“改善的目

的是为了消除工艺流程中存在的各种不合理现象,减少浪费”。

(2) “最低合理作业元素”的划分。时间研究的基本单元是“最低合理作业元素”。所谓“最低合理作业元素”就是指不能再分的作业元素或最小自然作业单元(以后简称“作业元素”)。“由于一台发动机一般有300个以上的零部件,如果作业单元划分得过细,会使整个平衡过程十分复杂;划分得过粗,又使平衡难以很好进行。因此,必须寻找一个最佳尺度。为简便起见,可以将一连串逻辑上不可分割,且必须由同一人在同一工位完成的系列动作单元组合在一起,作为一个作业元素进行研究”。

如将螺栓/平垫圈/弹簧垫圈装配在某一部件上,三者只能在同一工位上连续完成装配,因此,该部件加上各种紧固件的装配可视为同一作业元素。

(3) 完成所有作业元素的时间研究。研究方法可以采用秒表测时,也可以采用预定时间标准(PTS)法。“秒表法”的优点是方便快捷,缺点是必须根据作业者的熟练程度以及作业条件选定评比系数,评比系数的选定具有一定的主观性,因此对时间研究的结果影响较大。PTS法的优点是不受作业熟练程度和评比者主观性的影响,具有一定的客观公正性,但时间花费大。在现有的40多种PTS法中,由于模特法简练,且易于掌握,在汽车发动机行业使用最为广泛。

3.5.2 装配线平衡方法

1. 建立装配线模型使用的参数

为了更好地了解装配线平衡问题及使用计算机的线平衡程序,以下列符号来规定各个问题:

C ——周期时间;

K ——工作站数目;

i ——工作单元号数;

T_i ——工作单元 i 的时间值;

S_k ——指派给工作站 k 的时间量;

d_k ——在 k 站上的延迟(空闲时间);

D ——整个装配线的总平衡延迟。

周期时间确定了已装配好的产品离开装配线终点的速率,即流水装配的产品在经过每一个装配站时可使用的最大时间量。在传送线上装配产品,其周期时间可由下式确定:

$$C = \frac{H}{p}$$

式中, H ——计划水平(日、工作等)的小时数;

p —— H 小时内要求的产量,包括返工及废品。

用 C 值, 对一装配线的最小站数为:

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{C} + r \quad (0 \leq r \leq 1)$$

如果对一给定的周期时间, 除式 $\sum_{i=1}^N T_i / C$ 得出一个余数 r , 则完全平衡, 即所有工作站的时间均等于周期时间, 是不可能的。完全平衡的条件, C 应为:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{K_{\min}}$$

整条线(在所有站上)的平衡延迟由下式确定:

$$D = \sum_{i=1}^K d_k = \sum_{i=1}^K (C - S_k)$$

图 3-36 表示对一个站, d 、 C 及 S 的关系。

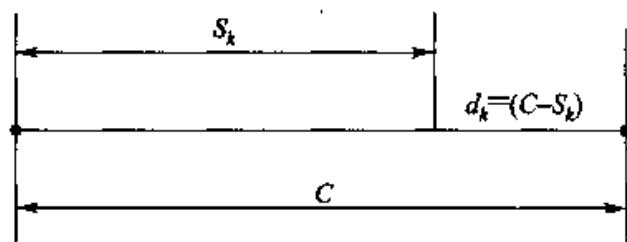


图 3-36 d 、 C 及 S 的关系

容易理解的是, 如果平衡延迟已经最小, 则站的数目也将是最少。

$$\begin{aligned} \min \sum_{k=1}^K (C - S_k) &= KC - \sum_{k=1}^K S_k \\ &= KC - \text{常数} \end{aligned}$$

2. 对指派各工作单元至各站的先后次序限制

对一个具体的周期时间, 各站的工作单元分配会因受到单元次序的限制而变得复杂。必须重新强调, 在大多数情况下, 一个装配工作单元是划分完成产品所需的总装配工作的结果。划分时应考虑所产生的一些基本成分如伸手、抓取、移动和插入等已经减至最少。有些工作单元由于局部的情况可能无法细分到这种程度。

为了观察, 用先后次序图可以形象地规定各工作单元间的先后次序限制。霍夫曼列举了一个简单的九个单元的装配次序图。这个图表明, 单元 2、3 不能在单元 1 完成之前进行, 但当单元 1 完成后, 它们自己之间完成的次序没有规定。其他的一些单元也表明了类似的先后次序限制。

应该注意关于什么时候进行哪些单元的限制,存在着多种为完成装配可能选择的顺序。如图3-37所示的例子就有24种不同的顺序。

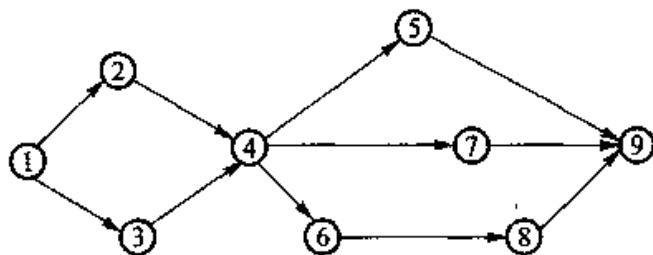


图3-37 先后次序图

先后次序图的信息可以更紧凑的包括在一个矩阵内,表3-12表示了图3-37中各元素的关系。矩阵中“+1”表示第*i*项相对子第*j*项有必须领先的关系。例如单元3必须领先于单元4。“0”表示没有先后关系。“-1”表示第*i*项相对于第*j*项有必须延后的关系。

表3-12 先后次序矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	-1	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
3	-1	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
4	-1	-1	-1	0	+1	+1	+1	+1	+1
5	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	+1
6	-1	-1	-1	-1	0	0	0	+1	+1
7	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	+1
8	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	+1
9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0

3. 一种装配线平衡方法

使用前述的九单元问题,可以用两个附加列来转变先后次序矩阵,以得到装配线平衡方法所需要的单元时间资料(表3-13)。这个矩阵的第一列为矩阵各行所代表单元的操作时间。矩阵的最末一列为矩阵相应一行所代表单元的位置权值。一单元的位置权值为该单元以及以后带有+1关系的单元的时间值之和。例如单元4的位置权值计算为: $0.05 + 0.01 + 0.04 + 0.05 + 0.04 + 0.06 = 0.25$ 。

表 3-13 位置权值矩阵

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	PW
1	0.05	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.37
2	0.03	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0.28
3	0.03	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0.29
4	0.05	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0.25
5	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.07
6	0.04	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.14
7	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.11
8	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.10
9	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06

装配线平衡的排列位置加权法的基本逻辑:通过按位置加权数递减的次序,在满足先后次序限制的条件下,指派尽可能多的单元至一装配站,直至该站的装配时间接近超过限制。

如果按照九单元先后次序图所规定的产品生产进度为每 40 小时 285 件,排列位置加权装配线平衡方法应如何安排各站的工作量? 周期循环时间按下式计算:

$$C = \frac{H}{p} = \frac{40}{285} = 0.14 (\text{小时/件})$$

对于该周期时间,最少站数是:

$$K = \frac{\sum T_i}{C} = \frac{0.37}{0.14} = 2.64 \approx 3 (\text{站})$$

结果是非整数,表示不可能是完美的平衡,最少站数为 3。

如前所述,本方法的原则为当先后次序限制和工作站中剩余的未指派空闲时间允许时,按照位置权值递减的次序对各工作站再指派单元。如图 3-38 为指定单元至站的分派步序流程。可以编制相应的程序。按照此种方法可以得到表 3-14 所示的 3 站平衡。

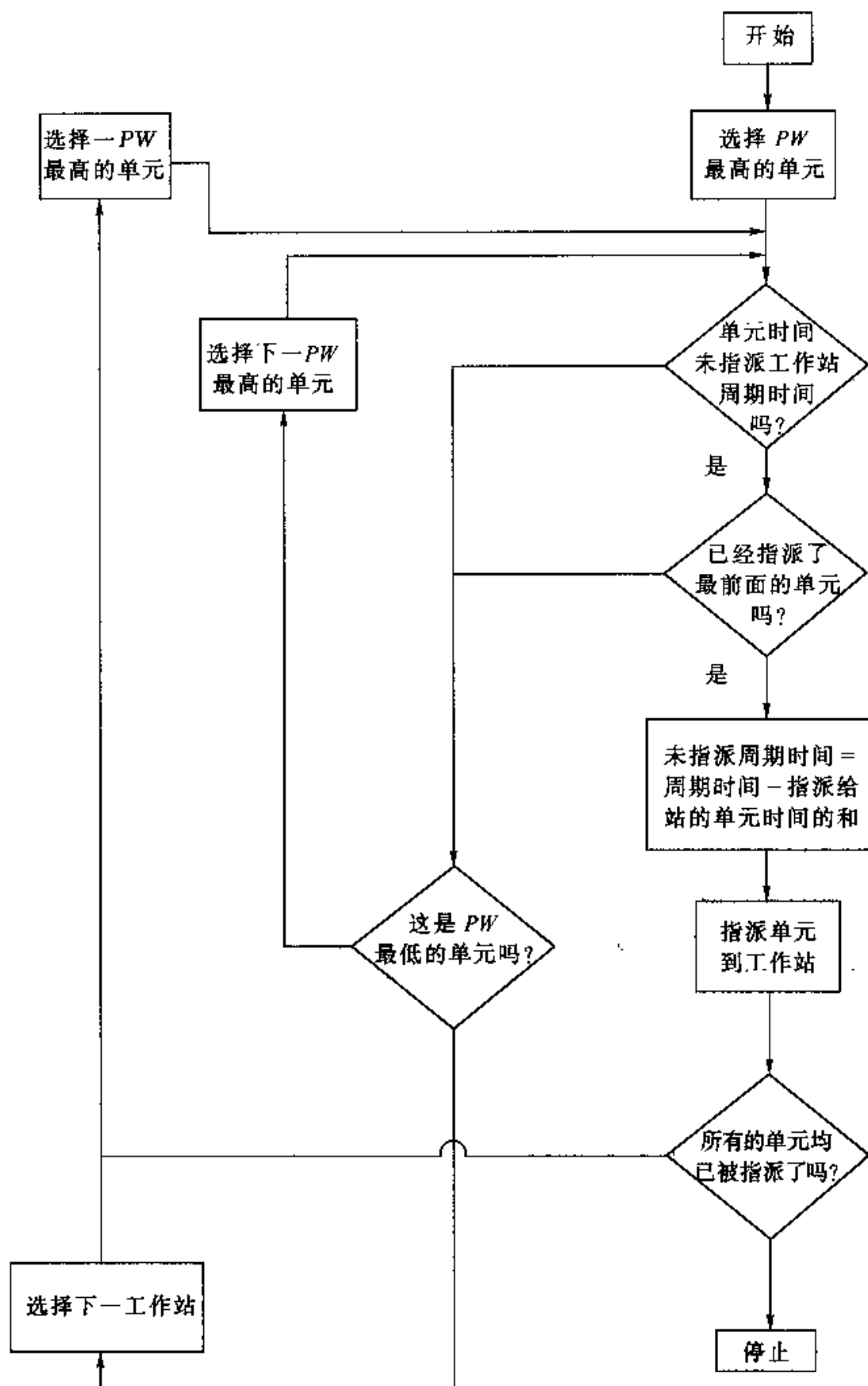


图 3-38 指定单元至站的分派步序流程图

表 3-14 使用位置加权的九元素解法

工作站(K)	单元(i)	位置权数	前面紧邻的单元	单元时间 T_i	工作站时间 $\sum T_i$	平衡延迟 $C - S_k$
1	1	0.37	—	0.05	0.05	0.09
1	3	0.29	1	0.04	0.09	0.05
1	2	0.28	1	0.03	0.12	0.02
2	4	0.25	2,3	0.05	0.05	0.09
2	6	0.14	4	0.04	0.09	0.05
2	7	0.11	4	0.05	0.14	0
3	8	0.10	6	0.04	0.04	0.10
3	5	0.07	4	0.01	0.05	0.09
3	9	0.06	5,7,8	0.06	0.11	0.03

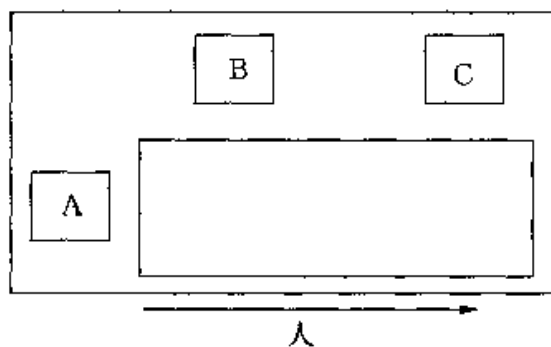


思考题

1. 什么是方法研究？方法研究的内容包括哪些？
2. 简述实施方法研究的 8 个基本步骤。
3. 请画出美国国家标准中程序分析的基本符号并写出其代表的含义。
4. 什么是程序分析时的“SWIH”技术？
5. 什么是程序分析时的“ECRS”四原则？
6. 流程程序图与工艺程序图在构成上有哪些不同之处？
7. 简述 BPR 的思想及其实施原则。
8. 操作分析共分哪几种？这几种分析的作用有什么不同？
9. 试画出动作分析中 18 个动素的动作符号并写出对应名称。
10. 装配线平衡的目的是什么？
11. 试依照你的实际情况，绘出下列事情的流程程序图和线路图。
 - (1) 用洗衣机(全自动或半自动)洗衣服并晾在竹竿上。
 - (2) 写一封信拿到附近邮局去投递。
 - (3) 早晨起床后,穿衣、洗漱、吃早餐、出门。
12. 根据下列资料,试求一个工人操作几台机器最合适。
 - (1) 装卸零件时间为每台 1.41 分钟/次。
 - (2) 从一台机器走到另一台机器的时间为 0.08 分钟。

(3) 机器的自动切削时间为 4.34 分钟(不需工人看管)。

13. 写录取通知书的信封。通知书已经预先打好,每一张上都有被通知者的姓名。其工作流程是:在信封上写上姓名、地址、邮编。下图为其动作:从 A 盒中拿出一张通知,从 B 盒中拿出一个信封,放中间位置,左手压住,以右手执笔写以上内容。然后以右手拿出通知,左手拿出信封,放通知书入信封,再放信封(含通知)于 C 盒。试用动素程序图记录此程序。



第4章 作业测定

4.1 概述

4.1.1 作业测定的概念

国际劳工组织的工作研究专家为作业测定下的定义是：“作业测定(工作衡量)是运用各种技术来确定合格工人按规定的作业标准完成某项工作所需的时间。”

合格工人的定义为：“一个合格工人必须具备必要的身体素质、智力水平和教育程度,并具备必要的技能和知识,使他所从事的工作在安全、质量和数量方面都能达到令人满意的水平。”

按规定的作业标准是指经过方法研究后制定的标准的工作方法及有关设备、材料、负荷、动作等一切规定的标准的状况。

以上定义表明,作业测定是建立在方法研究的基础之上。方法研究通过对现有工作方法和工艺过程进行系统的调查研究和严格的考查及开发,制定新的工作方法,以减少产品生产的工作量或简化生产工艺过程。方法研究主要是靠消除物料或操作人员的非必要活动,以合理的方法代替不合理的方法;作业测定则是在合理的工作方法基础上,测定必经的作业时间,通过评比、宽放等技术,制定出合理的标准时间,并以此作为制定劳动定额的依据。

作业测定技术是以减少或最后消除无效的时间为目的的。而方法研究消除生产过程和人员操作中的非必要活动,也主要是以减少或最后消除无效时间为依据的,可见两者的目的实际上是相同的。因此,在实际应用中,往往是将两种技术结合起来使用。

4.1.2 工时消耗与标准时间的构成

1. 工时消耗的过程

工人在生产中的工时消耗可分为定额时间和非定额时间两大部分。定额时间是指在正常的生产技术组织条件下,工人为完成一定量的工作所必须消耗的时间。它由作业时间、布置工作地时间、休息时间与生理需要时间,以及准备与结束时间等构成,而非定额时间则包括非生产时间(指工人在工作班内做了生

产以外的或不必要的工作所损失的时间)和停工时间。具体构成情况如图4-1所示。

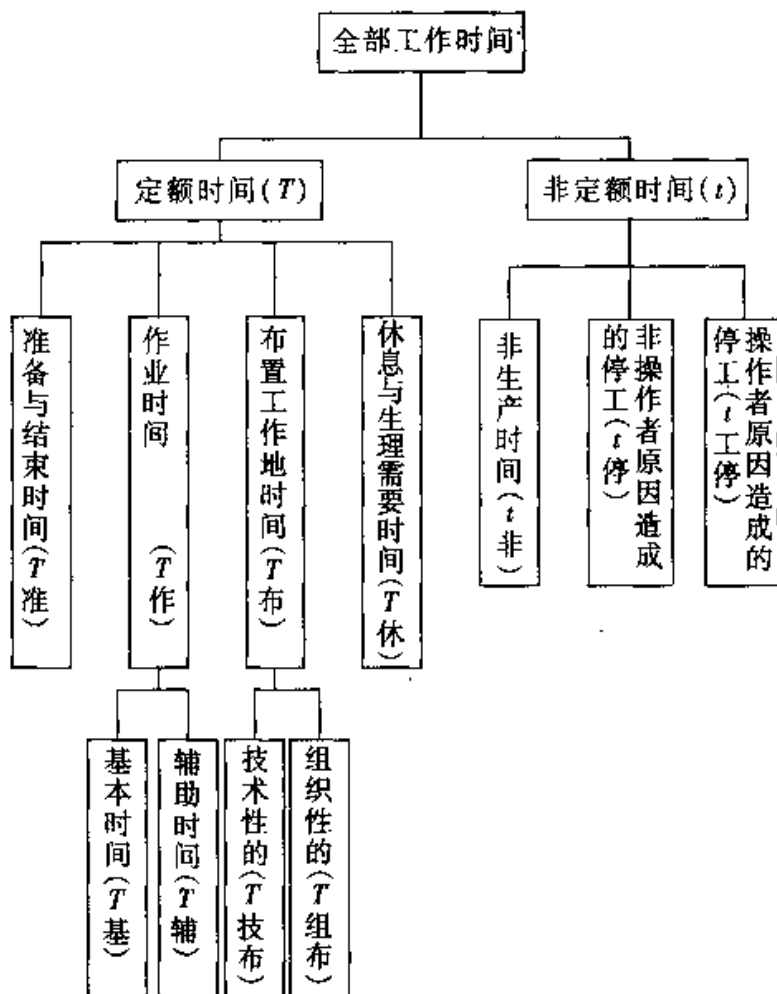


图4-1 工时消耗构成

2. 标准时间和工时定额

标准时间的含义是：“在适宜的操作条件下,用最合适的操作方法,以普通熟练工人的正常速度完成标准作业所需的劳动时间。”其构成如图4-2所示。

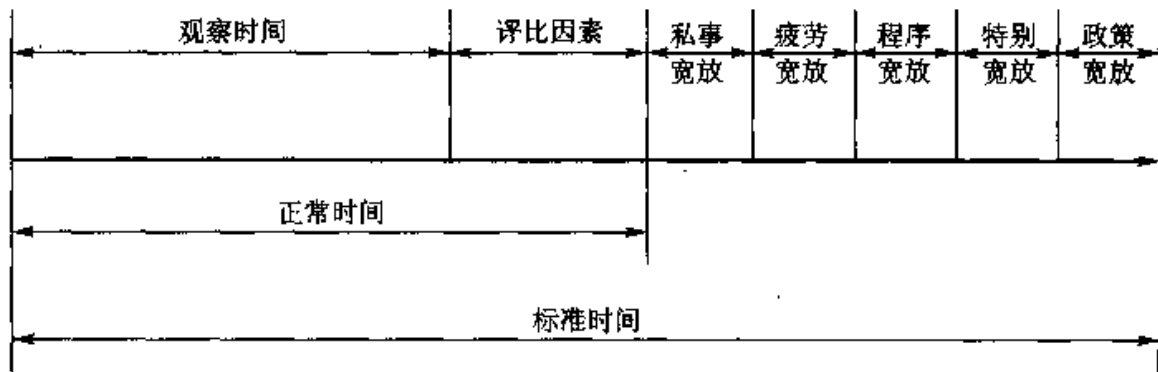


图4-2 标准时间的构成

这里“适宜的操作条件”、“最合适的操作方法”是指通过方法研究后,所确定的操作条件与操作方法,“普通熟练工人”与“正常速度”则意味着标准时间是适合大多数作业者的时间,“标准作业”又是标准时间的依据,是作业测定的结果。因此对于标准时间的特性的理解是:

(1) 客观性。对应于某一标准化了的作业操作(通过方法研究),标准时间是不以人们的意志而转移的客观存在的一个量值。

(2) 可测性。只要将作业标准化了,就可以用科学的方法对操作进行测定(如秒表测时、工作抽样 PTS 技术等),以确定标准时间的量值。

(3) 适用性。因为标准时间是以熟练工人以正常速度能完成某项作业的劳动标准时间,不强调以过分先进或十分敏捷的动作完成某项操作的时间,所以它应该是易于被大多数人所接受的。

工时定额的侧重点是“规定了一个额度”,所以即使同一作业,由于用途不同,可能有不同量值的定额值。例如“现行定额”、“计划定额”、“目标定额”等,各种名称对应不同的值,但却都对应着同一种作业。

许多生产单位为了完成计划、安排生产等目的,往往没有对作业进行方法研究和作业测定时,也要预先规定一个定额作为时间标准,所以它不能称为标准时间。标准时间的侧重点在于找出规定条件下,按标准的操作方法进行工作时所消耗的时间,它对应于某一标准作业只有一个唯一的量值。基础 IE 的目的之一就是要用方法研究和作业测定去求得这一量值,只有这样,在制定各种工时定额时才有可靠的依据。因此标准时间与工时定额的联系在于:

(1) 标准时间是制定工作定额的依据。

(2) 工时定额是标准时间的结果。一般来讲“现行定额”往往就是标准时间,而“计划定额”与“目标定额”则与标准时间有一定的差异。当上级下达规定的工时定额指标时,有了标准时间,就可以知道自己单位的标准时间与上级下达定额的差异,做到心中有数。

4.1.3 作业测定的主要方法

1. 时间研究(秒表时间研究)

时间研究是利用秒表或电子计时器,在一段时间内,对作业的执行情况作直接的连续观测,把工作时间以及与标准概念(如正常速度概念)相比较的对执行情况的估价等数据,一起记录下来给予一个评比值,并加上遵照组织机构所制定的政策允许的非工作时间作为宽放值,最后确定出该项作业的时间标准。

2. 工作抽样

时间研究是在一段时间内,利用秒表连续不断地观测操作者的作业,而工作抽样则是在较长时间内,以随机的方式,分散地观测操作者。利用分散抽样来研

究工时利用效率,具有省时、可靠、经济等优点,因此成为调查工作效率,合理制定工时定额的通用技术。

3. 预定时间标准法

这是国际公认的制定时间标准的先进技术。它利用预先为各种动作制定的时间标准来确定进行各种操作所需要的时间,而不是通过直接观察或测定。由于它能精确地说明动作并加上预定工时值,因而有可能较之用其他方法提供更大的一致性。而且不需对操作者的熟练、努力等程度进行评价,就能对其结果在客观上确定出标准时间,故在国外称为预定时间标准(predetermined time system)法,简称PTS法。PTS法种类很多,本章将重点介绍MOD法(modular arrangement of predetermined time standard)。

4. 标准资料法

标准资料法是将直接由秒表时间研究、工作抽样、预定时间标准法所测得的测定值,根据不同的作业内容,分析整理为某作业的时间标准,以便将该数据应用于同类工作的作业条件上,使其获得标准时间的方法。

4.2 时间研究

4.2.1 时间研究的意义

1. 时间研究的定义

时间研究也称秒表时间研究、直接时间研究或密集抽样时间研究,是以秒表为工具,在一段时间内,连续不断地直接测定某一作业操作者的作业的一种作业测定技术,旨在决定一位合格适当训练有素的操作者,在标准状态下,对一特定的工作以正常速度操作所需要的时间。它有以下两个要素。

第一,合格适当训练有素的操作者,即操作者必须是一个合格的工人,而且该作业必须适合于他做;操作者对该项特定工作的操作方法,必须受过完全的训练;操作者必须在正常速度下工作,不能过度紧张,也不能故意延误,工作时生理状态正常。

第二,在标准状态下,系指用经过方法研究后制定的标准的工作方法、标准设备、标准程序、标准动作、标准工具、标准机器的运转速度及标准的工作环境等。

2. 时间研究的用途

决定工作时间标准,并用以控制人工成本;制定标准时间作为资金制度的依据;决定工作日程及工作计划;决定标准成本,并作为标准预算的依据;决定机器的使用效率,并用以帮助解决生产线的平稳。

3. 时间研究的特点

时间研究是一种最为直接和可靠的作业测定方法,它以工序作业时间为对象,

按操作顺序进行多次重复的观察、记录并加以分析研究的一种方法。它有如下特点:

以工序作业时间为对象,以研究操作方法为重点;需要对作业进行多次重复和观察;提供的数据是制定工序作业时间和时间定额标准的基础资料。

4.2.2 时间研究的步骤与方法

1. 时间研究的准备工作

(1) 工具准备。

① 秒表(马表、停表)。时间研究用的计量工具多采用 $1/100$ 分秒表(见图 4-3)。此类秒表表面为 100 个小格,长针每分钟转一周。故长针每移动 1 小格即代表 $1/100$ 分钟,即 0.01 分钟。短针表面分 30 格,短针每半小时转一周,短针每移动 1 格,即代表 1 分钟,故长针转一周,亦即短针转一格。

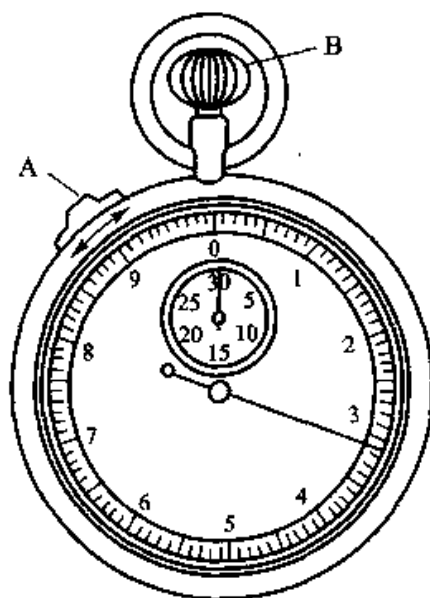


图 4-3 $1/100$ 分秒表

表面左上角外缘的 A 钮,控制表针的走与停,将 A 钮向上推,表针即行,将 A 钮向下推,表即停止。按下 B,表针即回位。

目前,国内定额员多用电子计时器。用 $1/100$ 分秒表是因为读值、记录容易,整理、计算方便。

② 时间研究表格。是记录一切有关研究资料及每单元的时间与评比等资料之用。其格式可自行设计,其大小按实际情况及观测板的大小面定。为便于保存、查阅,各单位应规定统一格式,现介绍中国香港、台湾等企业所使用的时间研究表格,供读者参考。

表 4-1 为一般通用的研究表,亦称长周期时间研究表(或主表),主要用于调查和测定工作班内各类间接工时消耗和为确定宽放率提供原始数据,也适用

于任何形式的操作。表首部供填测时的有关资料。其他部分供记录各周程每一单元的评比、表上时间(用连续记时记录的)以及本单元时间。有关操作的布置、机器、工件等图形可划于表反面或另附纸。

表 4-1 一般通用的时间研究表

时间研究表首页										
部别:						研究编号:				
操作:	方法研究编号:					张号:				
						完成时间:				
						开始时间:				
工厂/机器:	号码:					经过时间:				
						操作人:				
工具及样板:						钟号:				
产品/零件:	号码:					研究人:				
图号:	物料:					日期:				
品质:						审核人:				
注意:将工作位置布置/机器布置/零件等草图绘于背面或另附										
动作单元说明	R.	W. R.	S. T.	B. T.	动作单元说明	R.	W. R.	S. T.	B. T.	

备注: R. — 评比 (rating) W. R. — 表读数 (watch reading)
 S. T. — 减去时间 (subtracted time) B. T. — 基本时间 (basic time)

表4-2(正面)、表4-3(反面)为短期研究表,也是一般常用较详细的研究

表 4-3 短期研究表(反面)

研究日期		完成时间: 开始时间: 经过时间:		短周期研究表										研究编号:		
														张号:		
单元号码	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	操作人:			
站立 <input type="checkbox"/> 坐 <input type="checkbox"/> 移动 <input type="checkbox"/>											钟号: 观察人: 核定人: 外来动作因素:					
周期序数													符号	R	T	说明
1													A	-		
2													B	-		
3													C	-		
4													D	-		
5													E	-		
6													F	-		
7													G	-		
8													H	-		
9													I	-		
10													J	-		
11													K	-		
12													L	-		
13													M	-		
14													N	-		
15													O	-		
16													P	-		
17													Q	-		
18													R	-		
总计																
观察次数																
平均																
评比%																
基本时间																

③ 观测板。时间研究时使用观测板,以安放秒表和时间研究表格。其结构如图 4-4 所示。其尺寸应考虑观测者使用方便、顺手、轻便。板的硬度和韧度能够承受记录时手的压力。

④ 铅笔。

⑤ 计算尺。

⑥ 测量距离及速度的仪器等(以上所列为基本的)。

(2) 资料准备。为制定某一操作标准时间,必须对整个操作有详细而完整的了解,不能遗漏操作的任何一部分或有任何错误,否则将导致标准时间的失误。

通常记录资料的项目均应填入时间研究表格的表头或首页。

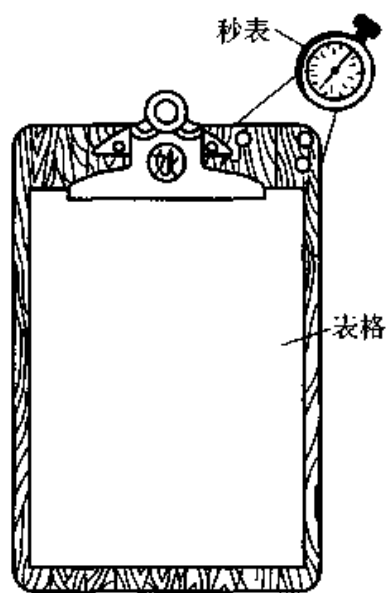


图 4-4 观测板

① 能迅速识别研究内容的资料:研究号码,页数与总页数,研究者的姓名,研究日期,研究批准者的姓名。

② 能正确识别制造的产品或零件的资料、产品或零件的名称、图样或规格的号码、材料、品质要求(记录其标准规格号码,如为机械加工,则公差与加工精度都是一般常用的规格)。

③ 能正确识别制造程序、方法、工厂或机器的资料,操作的部门或地点,操作或动作的说明,“方法研究单”或“标准操作单”的号码,机器的制造厂名称、型式、大小或能量,工具、夹具及量规,工作现场的布置图、零件表面加工图。

④ 能识别操作者的资料:操作者的姓名、性别,操作者所具有操作经验程度(技术水平)。

⑤ 研究的期间:研究开始时间;研究完成时间;研究经过的时间。

⑥ 有关工作环境的资料:温度、湿度、照明、噪声以及其他影响操作者生理与心理资料。

(3) 单元划分。秒表所测度的时间并非其操作的总时数,因总时间内所包括的动作,不但数量多,且性质亦很复杂,很难评比其快慢。因此应将操作发为若干单元,每一单元的动作不但数量减少,而且均为性质相同的动作,所以个别评比每一单元的快慢要容易而准确得多。因此,划分单元的好坏将直接影响测时的成败,必须依据下列要求进行。

① 检查现行操作方法。测时应先将方法标准化,方法不同,时间亦不同。所以如果方法尚未标准化,将使时间研究毫无意义。

② 划分操作单元的目的。

- 操作者在整个操作中,其动作很难保持快慢一致,也许有些单元速度较快,另一些又较慢,有些也许正好,所以如对每一单元个别予以评估,则操作率(即动作的快慢)可作较精确的调整。

- 可将操作内生产工作(有效时间)与非生产工作(无效时间)分开。

- 各单元分别评比,使标准时间更为精确,尤其高度疲劳单元独立,则休息宽放更为正确合理。

- 每单元予以详细说明,并测计其标准时间,则详细的操作规则即可产生,且以后如某单元时间相加而获得。

- 介绍一操作内容的最好方法,就是交此操作分为若干具体可量计的单元,每个单元再给予详细的说明,此种详细的说明,不但可作为介绍整个操作的说明,并且还可用来作为“标准操作”培训新人。

- 如已制定出每个单元的标准时间,将其综合,即为整个操作的标准时间。且以后单元如遇有增减时,亦可迅速算出其标准时间。

③ 划分操作单元的原则。

- 第一单元应有明显辨认的起点和终点,有时为方便辨认,将工作循环中,一个操作单元中止,另一个操作单元开始的瞬间称为分解点或定时点,划分操作单元时,明确分解点。

- 单元时间愈短愈好,但以使时间研究人员能精确测记为宜。一般认为0.04分钟为宜。

- 尽可能使每一人工单元内的操作动作为基本动作(如伸手、握取等),以便易于辨认。

- 不变单元与可变单元应分开。不变单元是指因加工对象的尺寸、大小、重量的不同而变化的单元。在焊接操作中的焊缝所需时间是随焊缝的长短而变化,故为可变单元。

- 规则单元、间歇性单元和外来单元应分开。规则单元是加工每个工件者有规则性地出现的单元;间歇单元是加工过程中偶尔出现的单元;外来单元为偶发事件,且将来不需列入标准时间以内。

- 关于操作的时间标准仅用于其特定的操作,所以每一单元应有详细的说明,或记于时间研究表内,或另附纸于后。

这里介绍一种动作单元分析(见表4-4),此例为将两块铸铁用螺钉连接起来(图4-5)。

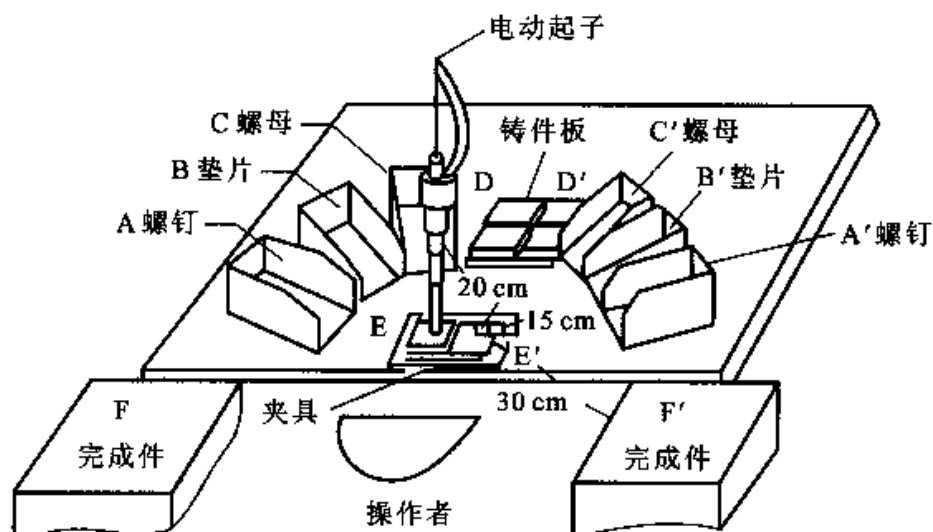


图 4-5 将两块铸铁用螺钉连接起来

表 4-4 动作单元分析

操作 单元 编号	说明(左手)	操作 单元 编号	说明(右手)
1	自左边 C 盒内取一螺母(15 cm) 放螺母于左边夹具的 E 槽内(15 cm) 自左边 B 盒内取一垫片(15 cm) 放垫片于螺母上(15 cm)	1	自右边 C'盒内取一螺母(15 cm) 放螺母于右边夹具的 E'槽内(15 cm) 自右边 B'盒内取一垫片(15 cm)
2	自前方铁板堆 D 上取地一块铁板 (20 cm) 放第一块铁板于左边夹具 E 内 (20 cm) 自前方铁板堆 D 上取第二块铁板 (20 cm) 放第二块铁板于左边夹具 E 内 (20 cm)	2	自前方铁板堆 D'上取地一块铁板 (20 cm) 放第一块铁板于右边夹具 E'内(20 cm) 自前方铁板堆 D'上取第二块铁板 (20 cm) 放第二块铁板于右边夹具 E'内(20 cm)
3	自左边 B 盒内取一垫片(15 cm) 放垫片于左边铁板近中间空处 (15 cm) 自左边 A 盒内取一螺钉(15 cm) 放螺钉穿过垫片、铁板,并转螺钉 一、二次,以便装入螺母	3	自右边 B'盒内取一垫片(15 cm) 放垫片于右边铁板近中间空处 (15 cm) 自右边 A'盒内取一螺钉(15 cm) 放螺钉穿过垫片、铁板,并转螺钉一、 二次,以便装入螺母

续表

操作 单元 编号	说明(左手)	操作 单元 编号	说明(右手)
4	握左边夹具内之铁板(25 cm) 同上 握右边夹具内之铁板(10 cm) 持住铁板 同上	4	自夹具上方 30 cm 处取电动扳手 (30 cm) 放电动扳手转紧螺钉头上(30 cm) 用电动扳手转紧螺钉 放电动扳手转紧螺钉 放电动扳手于右边螺钉上(10 cm) 用电动扳手旋紧螺钉 放回电动扳手(30 cm)
5	取左边装好的铁板(10 cm) 放于左边箱内排列好(30 cm)	5	取右边装好的铁板(30 cm) 放于右边箱内排列好(30 cm)

(4) 观测次数的确定。时间研究要求对同一项作业进行多次重复的测定,因而需要事先确定观察次数。显然,增加观测次数能提高测定的精度,但是观察次数过多,会增加测定工作量,既不经济,也没有必要。观察次数可根据统计学中提供的公式计算,为简便起见,也可根据经验数据来确定。一般是根据测定作业的生产类型及测定作业要素的时间值长短来考虑,愈接近大量生产,作业要素时间值愈短,为了保证一定的测时精度,需要较多的测定次数。表 4-5 提供了确定观察次数经验数据,可供参考。

表 4-5 观测次数和标准稳定性系数表

生产类型	作业要素 时间(s)	稳定系数		工序作业时间(min)的观察次数						
		机动 工作	手动 工作	1	2	5	10	20	30	40
大量和流水 生产	6 以下	1.5	2.0	30	25	20	15			
	6 ~ 18	1.3	1.7	25	20	15	13			
	18 以上	1.2	1.5	20	16	14	12			
大批生产	6 以下	1.8	2.5	25	20	15	13	10		
	6 ~ 18	1.5	2.0	20	15	12	10	8		
	18 以上	1.3	1.7	15	13	10	9	7		

续表

生产类型	作业要素 时间(s)	稳定系数		工序作业时间(min)的观察次数						
		机动 工作	手动 工作	1	2	5	10	20	30	40
成批生产	—	1.7	2.5	— —	15	13	12	10	8	6
小批生产	—	2.0	3.0	— —	— —	10	8	7	6	5

2. 测时

(1) 测时的方法。前面步骤是测时的准备工作,准备工作就绪即可开始测定。测时的方法有归零法、累积测时法、周程测时法、连续测时法。

① 归零法。第一单元开始时,开动秒表;第一单元结束时,即按停秒表。读取表上读数,然后使表针回复到零位。次一单元开始,再开动秒表,如此不断记录每一单元时间。现场记录时,因为要归零,所以费时,且易漏记。

② 累积测时法。用两个秒表,由一连杆机构连结。一表开动,另一表即停止;一表停止,另一表即开动,停止表上的时间,读取后立即归回零位。此法最大缺点是携带不便。

③ 周程测时法。单元甚短的操作,可用此法。此法采用每次去掉一个单元的办法来测时。假设某工序有 a 、 b 、 c 、 d 、 e 五个操作单元,每次只记录四个单元的时间值:

$$A = a + b + c + d = 28s \text{——去掉 } e$$

$$B = b + c + d + e = 30s \text{——去掉 } a$$

$$C = a + c + d + e = 28s \text{——去掉 } b$$

$$D = a + b + d + e = 28s \text{——去掉 } c$$

$$E = a + b + c + e = 28s \text{——去掉 } d$$

设 $X = (a + b + c + d + e)$, 则 $4X = 4(a + b + d + c + e) = 142s$, $X = 35.5s$ 。则

$$a = X - B = (35.5 - 30) = 5.5s$$

$$b = X - C = (35.5 - 29) = 6.5s$$

$$c = X - D = (35.5 - 23) = 12.5s$$

$$d = X - E = (35.5 - 23) = 12.5s$$

$$e = X - A = (35.5 - 28) = 7.5s$$

④ 连续测时法。这里仅介绍最常用的连续测时法。此法为:当第一单元开始时,开动秒表,在整个研究过程中不使秒表指针回零,而任其继续走动。仅当

每一单元完毕时看指针并记录其表面时间,待全部记录完毕,再将两相邻单元的表面时间相减,以求得每一单元的时间。例如某一操作共有4个单元,各单元记录如图4-6所示:

1		2		3		4	
T	R	T	R	T	R	T	R
09	09	06	15	13	28	04	32

“R”为现场观测时,记录每一单元末的钟面上时间
“T”为该单元时间,连续相减求得

图4-6 连续测时法

如:第一单元时值为 $09 - 0 = 09$

第二单元时值为 $15 - 09 = 06$

第三单元时值为 $28 - 15 = 13$

第四单元时值为 $32 - 28 = 4$

用此法现场记录时,因表针开动后不再操作,任其继续走动,至各单元末记录其时间,比较方便,且一起连续记时,能保证所有时间均可记录而无遗漏。

需注意的是,秒表上1小格为0.01分钟,然而为简化记录起见,仅记为01,03,11,34等,省去记小数点的麻烦。整数分钟亦仅记一次,其次发生者即省略,例如1.02,1.14,1.36,2.12,2.38等则记为102,14,36,12,38等;有时需将单元发生的频率记入时间研究表内,则记为1/10,即表示每10周程该单元发生一次。 $2/1 \times 1/10$,即表示某单元在操作中重复二次,在10周程中发生一次。这些简化表示方法,在其他测时方法中均通用。

(2) 现场测时可能发生的情况。现场测时时,很可能遇到下列情况,时间研究人员可参照下述方法进行处理。

① 如测时时来不及记录某一单元的时间,则应在该单元“R”行中记一“×”或“M”,表示失去记录。不准按照估计随意补入,以免影响其真实性(见表4-6的第1周程)。

② 如操作中发现操作者省去某一单元,则在该单元的“R”行中划一斜线,表示省去(见表4-6的第2周程)。

③ 如操作者不按照单元的顺序进行,则在该单元的“R”行内划一横线,横线上记完成时间,横线下记开始时间(见表4-6的第3周程)。

④ 外来单元的发生可能有两种情形,一种为正巧在某一单元完成时发生,另一种即在某单元内任何时间发生,现分别说明其记录方法。

正巧在某一单元完成时发生。此时,每当发现有外来单元时,则于次一单元的“T”行内记注英文字母,如第一次发生则记A,第二次发生则记B,如此类推,

且所有外来单元,亦包括单元内任何时间发生者,均取用英文字母。并于时间研究表右边“外来单元”栏,英文字母“R”折横线下方,记入开始时间,待外来单元完成时,将其完成时间记入横线的上方,完成时间减去开始时间即为该外来单元的时间,记入“T”行内。最后,将该外来单元的内容记入“说明”栏内(见表4-6的第4周程)。

在某单元内任何时间发生。则在该单元的“T”行内记下英文字母,其他与第一种情形完全相同(见表4-6第5周程)。

外来单元时间很短。此时,无法照上述方法记录时间,如物掉地上,拾起后随即开始工作。则不必分开,同单元时间一起记录在该单元时间内,同时在该单元“T”行内,记一英文字母,并在说明栏内说明该单元情况(见表4-6第6周程)。或在“T”栏的数字上加一圆圈,因为小于0.06分钟,可以忽略。

表4-6 连续计时法

周程	①		②		③		④		⑤		外来单元			
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	符号	R	T	说明
1	13	13	28	15	53	25	×		66		A	$\frac{86}{53}$	33	更换皮带
2	84	18	104	20	27	23	39	12	/		B	$\frac{425}{94}$	31	更换并调整螺丝
3	54	15	72	17	$\frac{205}{85}$	20	$\frac{85}{71}$	14	222	17	C	—		工具掉地上,拾起擦灰,并调整
4	36	14	53	17	306	A 20	20	14	38	18	D	—		
5	52	14	68	16	87	19	431	B 13	49	18	E	—		
6	64	15	81	17	501	20	23	C 22	41	18	F	—		
7											G	—		

(3) 剔除异常值。记录之后即着手计算和综合。首先应计算各单元的平均值,但在计算平均值之前,必须检查分析并剔除观测数值内的异常值。

美国机械工程协会(SAM)对异常值定义为:某一单元的秒表读数,由于一些外来因素的影响,而使其超出正常范围的数值。

剔除异常值的方法有多种,此处介绍最常用的方法——三倍标准差法,其计算方法如下:

假设对某一操作单元观测 n 次所得时间为: $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, 则平均值为

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (4-1)$$

标准偏差为:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} \end{aligned} \quad (4-2)$$

正常值为 $\bar{X} \pm 3\sigma$ 内的数值,超值者即为异常值。

偏差上限为 $\bar{X} + 3\sigma$, 偏差下限为 $\bar{X} - 3\sigma$, 在上限与下限之间均视为正常值。凡不在这个区域内的数值,即异常值予以剔除。根据正态分布的原理,在正常情况下,若计算同一分布的抽样数值,其 99.7% 的数据应在均值正负三倍标准差区域内,图 4-7 为管制界限图,图中涂黑的部分为超过 $\bar{X} \pm 3\sigma$ 界限的异常值。

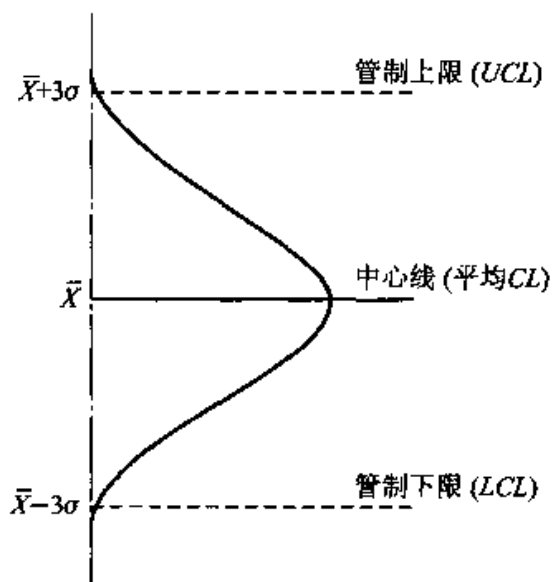


图 4-7 管制界限

例 4-1 某一操作单元,观测 20 次,其中漏记一次,其余 19 次观测数据如下:

20, 20, 21, 20, 22, 20, 19, 24, 20, 22

19, 21, 20, 28, 21, 20, 20, 22, M, 20

则
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{399}{19} = 21$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{78}{19}} = 2.02 \approx 2$$

管制上限 $UCL = 21 + (3 \times 2) = 27$

管制下限 $LCL = 21 - (3 \times 2) = 15$

数值 28 大于 27, 在管制上限之外, 为异常值, 应予以剔除。

(4) 观察次数的修正。为了提高观测精度和可靠度及弥补观测次数的不足, 往往对观察次数进行修正。这种修正是建立在统计学原理基础之上的。这里介绍误差界限法。此法计算观测次数 N 的公式如下 (误差为 $\pm 5\%$, 可靠度为 95%) :

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad (4-3)$$

式中, X_i ——每一次秒表读数;

n ——观测次数的初始值。

例如, 某一单元试行观测 10 次, 结果如表 4-7:

7, 5, 6, 8, 7, 6, 7, 6, 6, 7

平均值欲得 $\pm 5\%$ 误差, 95% 可靠度, 问需观测多少次? 此处 $n = 10$ 。

表 4-7 10 次的测量值

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合计
$\sum X_i$	7	5	6	8	7	6	7	6	6	7	65
$\sum X_i^2$	49	25	36	64	49	36	49	36	36	49	429

代入公式:

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{10 \times 429 - (65)^2}}{65} \right]^2$$

$$= 24.6 \approx 25 (\text{次})$$

已测了 10 次, 需再测 15 次。

列线图法。列线图见图 4-8。

由列线图求观测次数的方法如下:

先将某一单元任测若干次;

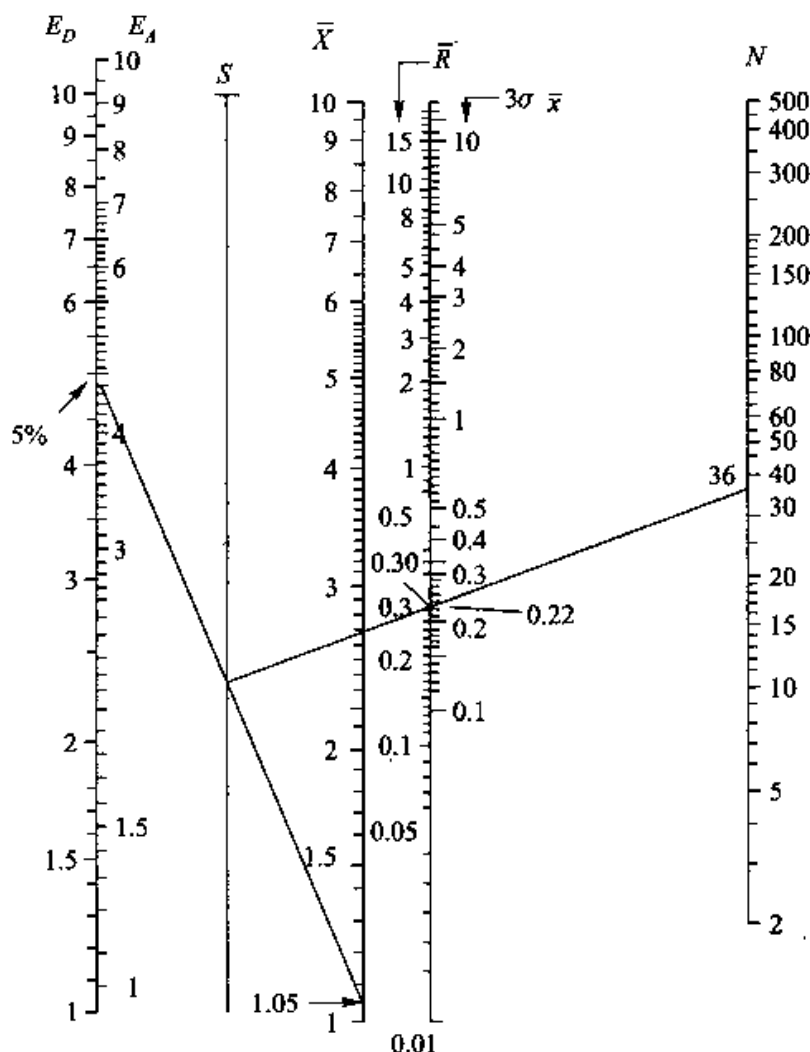


图 4-8 列线图

每 4 个单元的值为一组, 求每组的和 (S), 平均 (\bar{X}) 及全距 ($R = X_{\text{最大}} - X_{\text{最小}}$);

求平均总和 (每组和的和) 及平均总全距 (各组全距的和), 则

$$\frac{\text{总和}}{\text{观测次数}} = \bar{X}; \frac{\text{总全距}}{\text{组数}} = \bar{R}$$

由列线图可求 N (观测次数), 误差为 $\pm 5\%$, 可靠度为 95% 。

例 4-2 某单元先已观测 24 次, 4 个一组, 共 6 组。

总和 (各组和的和) = 25.27

总全距 (各组全距的和) = 1.79

$$\text{则 } \bar{X} = \frac{25.27}{24} = 1.05; \bar{R} = \frac{1.79}{6} = 0.30$$

由列线图求 N :

在图 4-6 中,由 E_n 线上找出误差百分数 5;由 \bar{X} 线上找出 1.05;上两点连线与 S 线相交。

由 \bar{R} 线上找出 0.30;作 0.3 与 S 线上的交点连线,并延长与 N 线相交,此交点即为所求的观测次数 ($N=36$)。

列线图亦可作控制图,其方法为:

由列线图上 $\bar{X}=0.30$ 处, R 线的另一边 3σ \bar{X} 线上即可找出 0.22;

以 \bar{X} 为中心线, $\bar{X} \pm 3\sigma$ 为上下限:

$$\bar{X} = 1.05$$

$$\bar{X}_{\text{上限}} = 1.05 + 0.22 = 1.27$$

$$\bar{X}_{\text{下限}} = 1.05 - 0.22 = 0.83$$

图 4-9 为其控制图。由控制图可见,各点均在上下限之内,故此单元值可用。

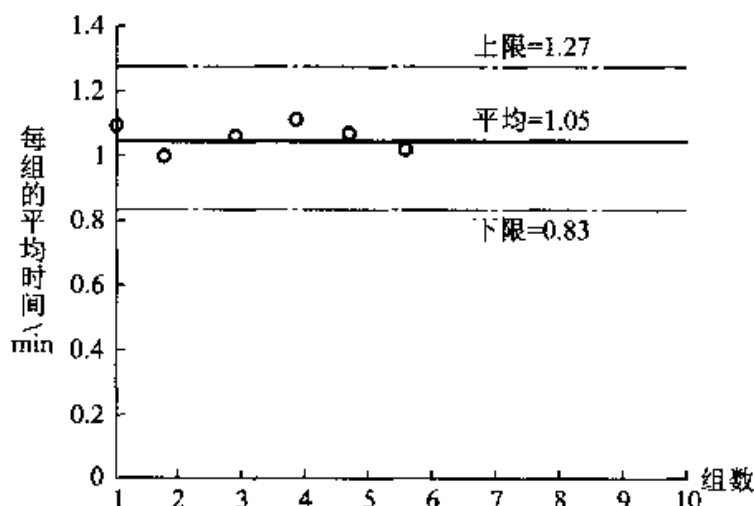


图 4-9 控制图

3. 确定标准时间

(1) 观测时间。根据观测次数来测时,每一单元都有时间值,取所有时间值的算术平均数,即为该单元的操作时间。

(2) 正常时间。观测时间仅为该操作者个人的平均时间,所以还不能作为标准时间。因为这个人的动作可能比标准动作快,也可能比标准动作慢。所以必须利用“评比”予以修正,使其动作慢者变快,快者变慢,为一不快不慢的“正常时间”。

“评比”与“宽放”一直是时间研究中有争议的问题,因为评比与宽放必须靠人来判断,而无法用计算或查表解决。但靠判断总有人为的因素在内,至今尚无解决的办法。所以时间研究必须由具有经验的人去做。

① 评比。就是时间研究人员将所观测到的操作者的操作速度,与自己理想中的理想速度(正常速度)作一想像的比较。

② 建立理想速度(或称正常速度)的方法。根据评比的定义可知,时间研究人员必须能在自己头脑中建立一个理想的速度,然后再根据这个理想速度去评比操作者动作的快慢。

③ 确定评比尺度。评比时需将观察操作者的速度与理想速度(正常速度)作精确的比较,所以必须有具体的数字表示其快慢。为了达到这个目的,就必须有一个评比的尺度。常用的速度评比尺度有三种,即60分法,100分法和75分法。并以此为标准进行评分,如操作速度超过正常速度,则评分高于此标准;反之,则低于此标准。但具体得分情况则全凭经验与判断,经验愈丰富,判断愈精确,评比误差亦愈小。一般情况下,认为:

在有刺激情况下,三种尺度的正常速度为

80, 133, 100

在无刺激情况下,三种尺度的正常速度为

60, 100, 75

各种操作水平与评比的例子,见表4-8和表4-9。

化观测时间为正常时间。其公式如下:

$$\text{正常时间} = \text{每个操作单元的观测时间} \times \frac{\text{时间研究人员的评比}}{\text{正常评比}}$$

表4-8 操作水平与评比举例

评比			操作水平	相当行走速度 km/h
正常 = 60	正常 = 75	正常 = 100		
40	50	67	甚慢;笨拙,摸索之动作;操作人似在半睡状态,对操作无兴趣	3.2
60	75	100	稳定,审慎,从容不迫,似非按件计酬,操作虽似乎缓慢,但经观察并无故意浪费行为(正规操作)	4.8
80	100	133	敏捷,动作干净利落、实际;很像平均合格之工人;确实可达到必要的质量标准及精度	6.4
100	125	167	甚快;操作人表现高度的自信与把握,动作敏捷,协调,远远超过一般训练有素的工人	8.0
120	150	200	非常快;需要特别努力及集中注意,但似乎不能保持长久;“美妙而精巧的操作”,只有少数杰出工人才能办到	9.6

表 4-9 评比举例

60 分法	100 分法	75 分法
1. 观测时间为 18s, 你的评比为 80 正常时间 = $18 \times \frac{80}{60} = 24(s)$	1. 观测时间为 18 s, 你的评比为 133 正常时间 = $18 \times \frac{133}{100} = 24(s)$	1. 观测时间为 18s, 你的评比为 100 正常时间 = $18 \times \frac{100}{100} = 18(s)$
2. 观测时间为 16 s, 你的评比为 90 正常时间 = $16 \times \frac{90}{60} = 24(s)$	2. 观测时间为 16 s, 你的评比为 150 正常时间 = $16 \times \frac{150}{100} = 24(s)$	2. 观测时间为 16 s, 你的评比为 112 正常时间 = $16 \times \frac{112}{100} = 18(s)$
3. 观测时间为 28.8 s, 你的评比为 50 正常时间 = $28.8 \times \frac{50}{60} = 24(s)$	3. 观测时间为 28.8 s, 你的评比为 83 正常时间 = $28.8 \times \frac{83}{100} = 24(s)$	3. 观测时间为 28.8 s, 你的评比为 63 正常时间 = $28.8 \times \frac{63}{100} = 18(s)$

④ 评比时应注意的事项。评比最主要的作用,是将观测的时间修正为在正常情况下所需的时间。在实际应用中,还必须注意以下各点,以求得正确可用的时间。

其一,有效操作速度。评比时不应只注意其动作的速度,因为操作者可能加入了許多不必要的动作,所以动作快的,不一定是高速度的工作。有时看起来动作似慢,但也许是经济有效的动作。所以,评比时应注意其有效操作的速度。

其二,用力大小。影响操作者动作的快慢,用力的大小往往是原因之一。例如荷重物的行走,同无负担的行走,是不可能同样快速的,所以对用力的大小要给予合适的评比。

其三,困难操作的评比。简单的操作动作时间快,复杂、困难的操作动作时间慢。所以在评比时,应对操作给予判断,给予适合的评比值。

其四,需要思考操作的评比。对一种操作,评比困难,必须对此类操作有实际经验,才能给予正确的评比。例如各种检验工作就是这种类型的操作。

(3) 宽放时间。正常时间是操作者连续稳定工作所需的时间。如果以正常时间为标准,则必然使操作者从早到晚工作,而不能有任何的停顿或休息。所以在制定标准时间以前,必须找出操作时所需的停顿或休息,加入正常时间,这才符合实际的需要,也才能使操作者稳定地维持正常的操作。这种进一步进行修正的时间称为“宽放时间”。

① 增加宽放时间的原因如下。

第一,操作周程中操作的疲劳,需要休息。

第二,操作者个人的需要,如喝水、上厕所、擦汗、更衣等。

第三,操作者听取班长或车间主任的指示,或本人指示助手等,而使本身工作停顿。

第四,操作者领材料、工件、物件及完成件,工具的送走等。

第五,操作中等待检验,等待机器的维修、保养,等待材料等。

第六,操作者从事操作前的准备工作,如清理工作场所、擦拭机器、所需物件的准备,以及操作中,操作完后工作场所、机器、物料及工具的清理工作。

第七,操作者从事刀具的刃磨、更换皮带、调整机器等工作。

② 宽放时间的种类如下。

第一,私事宽放。这是考虑操作者生理上的需要,如喝水、上厕所、擦汗、更衣等。每天8小时工作,上下午无规定的休息时间时:

- 对于轻松工作,一般为正常时间的2%~5%;
- 对于较重工作(或不良环境)则大于5%;
- 对于举重工作(或天气炎热)定为7%;
- 一般情形多以正常时间的5%计。

第二,疲劳宽放。疲劳是操作者在一段时间的连续工作后,有疲劳感或劳动机能衰退的现象,称为工作疲劳。疲劳属于人的生理、生命现象的一部分。人从休息状态进入工作状态,则承受了“负荷”,为了适应这种“负荷”,并为了维护身体内部的正常,身体的呼吸、循环、内分泌器官以及其他内脏器官都发生了变化,负荷的持续使人受到的影响称为“负担”。随着工作时间的增长,人体的负担积累起来,就成为疲劳。疲劳还有生理疲劳和心理疲劳之分,但无论哪种疲劳都会影响工作效率,所以必须给予“宽放”时间,以消除疲劳。

但到目前为止,尚无一满意的方法来计算疲劳的宽放值,所以一般还是以估计的方法来确定。在一般情况下常以正常时间的百分率来表示,如表4-10所示。

表4-10 以正常时间的百分数表示疲劳宽放(%)

说明	男	女	说明	男	女
1. 基本疲劳宽放时间	4	5	2.5	0	1
较重的基本疲劳宽放时间	9	11	5	1	2
2. 基本疲劳宽放时间的可变增加时间			7.5	2	3
(1) 站立工作的宽放时间	2	4	10	3	4
(2) 不正常姿势的宽放时间			12.5	4	6
轻微不方便	0	1	15	6	9
不方便(弯曲)	2	3	17.5	8	12
很不方便	7	7	20	10	15
(3) 用力或使用肌肉(举伸、推或拉)举重或用力(kg)			22.5	12	18

续表

说明	男	女	说明	男	女
25	14		连续的	0	0
30	19		间歇大声的	2	2
40	33		间歇很大声的	5	5
50	58		高音大声	5	5
(4) 光线情况			(8) 精神紧张		
稍低于规定值	0	0	相当复杂的操作	1	1
低于规定值	2	2	高复杂或需全神贯注的工作	4	4
非常不充分	5	5	很复杂的工作	8	8
(5) 空气情况			(9) 单调——精神方面		
通风良好, 空气新鲜	0	0	低度	0	0
通风不良, 但无毒气体	5	5	中度	1	1
在炉边工作或其他	5	15	高度	4	4
(6) 视觉紧张			(10) 单调——生理方面		
一般精密工作	0	0	相当长而讨厌	1	0
精密或精确工作	2	2	十分长而讨厌	2	1
很精密或很精确的工作	5	5			
(7) 听觉紧张(密切注意)			非常长而讨厌	5	2

第三, 程序宽放。这是操作中无法避免的延迟所需要的宽放时间, 也就是这种宽放为补偿操作者因其从事的操作内发生强迫等待的时间, 如本来操作两台机器, 但一台机器发生故障, 仅能操作一台时。

第四, 特别宽放时间。按其发生的情形分成三类。(a) 周期动作宽放时间, 如刃磨工具、清洁机器或工厂、周程检查, 发生在一固定间隔或某一定周期之后的动作时间。(b) 干扰宽放时间。一人操作多台机器, 当在这台机器操作时, 另一台机器已停止, 等待来操作。称为干扰宽放。(c) 临时宽放。对可能发生而不能确定会发生的事件发生时, 给予临时宽放时间, 通常规定此类宽放时间不得超过正常时间的 5%。

第五, 政策宽放时间。政策宽放并非“时间研究”的一部分, 但应用上实际有效。它是作为管理政策上给予的宽放时间。它不但能配合事实上的需要, 而且能保持“时间研究”的原则不受破坏。例如因某种原因, 某类操作者在市场上的工资已升高, 按工厂标准工资已无法雇到此类操作者, 则可以将其差额用“政策宽放”给予补偿。其他如材料的品质不良, 或机器的机能欠佳时, 也都常给予此类宽放。当这些影响因素消失时, 这种宽放也就取消。

$$\text{宽放率}(\%) = \left(\frac{\text{宽放时间}}{\text{正常时间}} \right) \times 100\% \quad (4-4)$$

(4) 标准时间。由最初用秒表测得的时间, 经评比率修正为正常时间, 然后

考虑宽放时间的加入,最后得到标准时间。

标准时间的计算方法。例如,某一单元观测时间为 0.8 分钟,评比为 110%,宽放为 5%,则

$$\text{标准时间} = \text{正常时间} + (\text{正常时间} \times \text{宽放百分数})$$

$$= \text{正常时间} \times (1 + \text{宽放率})$$

$$\text{正常时间} = \text{观测时间} \times \frac{\text{评比值}}{\text{正常评比}}$$

$$= 0.8 \times \frac{110}{100} = 0.88 (\text{分钟})$$

$$\text{标准时间} = 0.88 \times \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 0.924 (\text{分钟})$$

(5) 时间研究的应用实例。现以在铣床上铣通槽为例来说明其应用。此例中共有以下七个操作单元:拿起零件放在夹具上;夹紧零件;开动机床,铣刀空进;立铣通槽;按停机床,床台退回;松开夹具,取出零件;刷出铁屑。通过对这七个操作单元的 10 次观测,得到每个操作单元的平均操作时间。例如第 1 单元的平均操作时间为 0.143,第 2 单元为 0.155……1,2,3,4,5,6,7 的评比系数为 110%,而第 4 操作单元的评比系数为 100%,以第 1 单元为例,则

$$\text{正常时间} = \text{观测时间} \times \text{评比系数}$$

$$= 0.143 \times 1.10 = 0.157$$

$$\text{标准时间} = \text{正常时间} (1 + \text{宽放率})$$

$$= 0.157 \times (1 + 0.15) = 0.181$$

以此类推,将各单元的标准时间之和求出后,化为普通钟表时间,即得在铣床上铣槽的时间。

4.3 工作抽样

工作抽样创始于 1934 年,由英国统计学者迪佩特(L. H. Tippett)首先应用统计学与概率论原理,在纺织厂中用来调查织布机的开动率和工时利用率,并将其研究成果公开发表,命名为快读法(snap-reading method)。由于当时人们对数理统计知道得很少,论文没有引起反映。1940 年美国动作研究专家莫罗(R. L. Morrow)将此法代替传统的工作日写实,来测定正常作业时间应加上多大宽放系数,并称此法为此例迟延法(ratio-delay study)。随后动作研究专家巴恩斯亦开始了对此法的研究,1956 年巴恩斯(R. M. Barnes)将部分有关论文编辑成册出版,书名即为《工作抽样》(Work Sampling)。在此著作中,介绍了工作抽样的基本原理和大量的应用实例。从此工作抽样才逐渐为人们所认识和接受,并成为应用十分广泛的工

作研究技术,成功地应用于工厂、医院、商店、学校、银行及政府机关等单位。

4.3.1 工作抽样的原理

工作抽样又称瞬间观测法,它是通过对现场对象以随机的方式进行瞬时观察,调查各种对象活动事项的发生次数及发生率,从而进行作业测定的一种方法。

工作抽样是根据数理统计的理论,以概率法则作为基础的方法,即“总体中随机地取样本,如果这个样本足够大,则从样本的性质可推断出总体的状态”。由于它不是全数调查,所以就会产生误差,这又取决于抽样的数量(即观测次数)。抽样数越多可靠性就越高;反之,可靠性就越低。但是抽样次数多,人力、物力、财力的消耗将增加。因此就必须考虑可靠度与精度的问题。

1. 可靠度与精度

可靠度是指观测结果的可信程度,也就是子样符合总体状态的程度。

根据概率定理,用工作抽样法处理的现象接近于正态分布曲线。以平均数 \bar{X} 为中线两侧取标准差的1倍、2倍、3倍时,其面积分别为总面积的68.25%、95.45%、99.73%,见图4-10。正态分布的概率如表4-11所示。

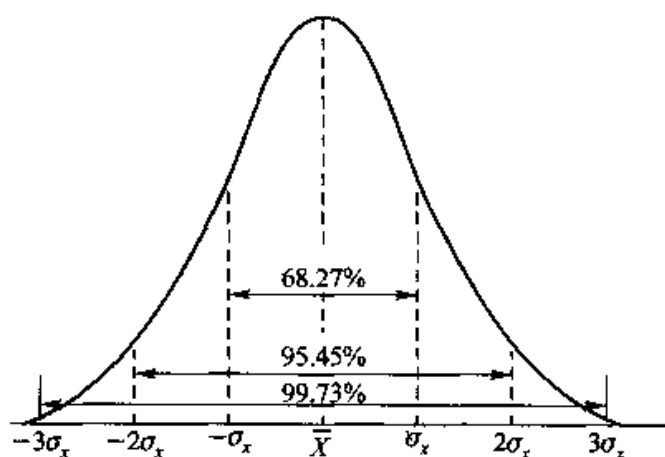


图4-10 正态分布曲线

表4-11 正态分布概率

范围($\pm\sigma$)	概率(%)	范围($\pm\sigma$)	概率(%)
$\pm 0.76\sigma$	50.0	$\pm 2.58\sigma$	99.0
$\pm 1\sigma$	68.25	$\pm 3\sigma$	99.73
$\pm 1.96\sigma$	95.0	$\pm 4\sigma$	99.99
$\pm 2\sigma$	95.45	—	—

工作抽样一般取 2σ 的范围,即确定95%(实际95.45%)的可靠度,也就是

说在抽取的 100 个子样中有 95 个是接近总体状态的;或者说事前预定抽样数据中有 95% 以上落入 2σ 的范围,仅有 5% 的数据可能超出范围。

精确度就是允许的误差,抽样的精确度分为绝对精确度 E 和相对精确度 S 。当可靠度定为 95% 时,绝对精度 $E = 2\sigma$ 。根据统计学中二项分布标准 σ ,在一定条件下为

$$\sigma = \sqrt{[P(1-P)]/n} \quad (4-5)$$

$$\text{而} \quad E = 2\sigma = 2 \sqrt{[P(1-P)]/n} \quad (4-6)$$

式中, P ——观测事件发生率;

n ——观测次数。

相对精度即为绝对精度与观测事项发生率之比

$$S = E/P = 2 \sqrt{[P(1-P)]/n/P}$$

在工作抽样中,因抽样的不同而确定不同的绝对精度标准,见表 4-12。

表 4-12 绝对精度

抽样目的	绝对精度概略标准
调查停工中断时间等管理上的问题	$\pm (3.6 \sim 4.5)$
工作改善	$\pm (2.4 \sim 3.5)$
决定工作地布置等时间的比率	$\pm (1.2 \sim 1.4)$
制定标准时间	$\pm (1.6 \sim 2.4)$

相对精度的标准可在 $\pm (5\% \sim 10\%)$ 范围内选择。一般都将可靠度定为 95%,相对精度定为 $\pm 5\%$ 。

2. 观测次数

观测次数是根据所规定的可靠度和精度要求而定,在可靠度取 95% 时,可计算出所需观测的次数。

$$\text{用绝对精度 } E \quad n = \frac{4P(1-P)}{E^2} \quad (4-7)$$

$$\text{用相对精度 } S \quad n = \frac{4(1-P)}{S^2 P} \quad (4-8)$$

利用式(4-7)、(4-8)时,每一式均有两个未知数(P 和 n),为此可先进行 100 次左右的试测来求 P 。例如经过 100 次观察,其设备的开动率为 75%,则按式(4-7),绝对精度取为 $\pm 3\%$,则

$$n = \frac{4P(1-P)}{E^2} \approx \frac{4 \times 0.75(1-0.75)}{(0.03)^2} = 334(\text{次})$$

表 4-13 给出了在可靠度为 95% 时,不同误差的观测次数。

表 4-13 n (观测次数) 数值 (可靠度 95%)

误差					误差				
$P\%$	占总量		P 值本身误差		$P\%$	占总量		P 值本身误差	
	5%	1%	1%	5%		5%	1%	1%	5%
1	16	396	3 960 000	158 400	27	316	7 884	108 148	4 326
2	32	784	1 960 000	78 400	28	323	8 064	102 857	4 114
3	47	1 164	1 293 000	51 720	29	330	8 234	97 931	3 917
4	62	1 536	960 000	38 400	30	337	8 400	93 333	3 733
5	76	1 900	760 000	30 433	31	343	8 556	89 032	3 561
6	92	2 256	626 667	25 067	32	349	8 704	85 000	3 400
7	102	2 604	531 429	21 257	33	354	8 844	81 212	3 249
8	118	2 944	460 000	18 400	34	360	8 976	77 647	3 106
9	131	3 276	404 444	16 178	35	365	9 100	74 284	2 917
10	144	3 600	360 000	36 000	36	369	9 216	71 111	2 844
11	157	3 916	323 636	12 945	37	373	9 324	58 108	2 724
12	169	4 224	293 333	11 733	38	377	9 424	65 263	2 611
13	181	4 524	267 692	10 708	39	381	9 516	62 564	2 503
14	193	4 816	245 714	9 829	40	384	9 600	60 000	2 400
15	205	5 100	226 667	9 067	41	387	9 676	57 561	2 302
16	216	5 376	210 000	8 400	42	390	9 744	55 238	2 210
17	266	5 644	195 294	7 812	43	392	9 804	53 023	2 121
18	236	5 904	182 222	7 289	44	395	9 856	50 909	2 036
19	246	6 156	170 526	6 821	45	397	9 900	48 889	1 956
20	256	6 400	160 000	6 400	46	398	9 936	46 957	1 878
21	266	6 636	150 476	6 019	47	399	9 964	45 106	1 804
22	275	3 916	323 636	5 673	48	400	9 984	43 333	1 733
23	284	7 084	133 913	5 357	49	400	9 996	41 633	1 665
24	292	7 296	126 667	5 067	50	400	10 000	40 000	1 600
25	300	7 500	120 000	4 800	51	400	9 996	38 431	1 537
26	308	7 696	113 846	4 554	52	400	9 984	36 923	1 477

续表

误差					误差				
P%	占总量		P 值本身误差		P%	占总量		P 值本身误差	
	5%	1%	1%	5%		5%	1%	1%	5%
53	399	9 964	35 472	1 419	77	284	7 084	11 948	489
54	398	9 936	34 074	1 363	78	275	6 864	11 282	451
55	397	9 900	32 727	1 309	79	266	6 636	10 633	425
56	395	9 856	31 429	1 257	80	256	6 400	10 000	400
57	392	9 804	30 175	1 207	81	246	6 156	9 383	375
58	390	9 744	28 966	1 159	82	236	4 904	8 780	351
59	400	9 996	41 633	1 665	83	226	5 644	8 193	328
60	384	9 600	26 667	1 067	84	216	5 376	7 619	305
61	381	9 516	25 574	1 023	85	208	5 100	7 059	282
62	377	9 424	24 516	981	86	193	4 816	6 512	261
63	373	9 323	23 492	940	87	181	4 524	5 977	239
64	369	9 246	22 500	900	88	169	4 224	5 455	218
65	365	9 100	21 538	862	89	157	3 946	4 944	198
66	360	8 946	20 606	824	90	144	3 600	4 444	178
67	354	8 844	19 701	788	91	131	3 276	3 956	158
68	349	8 704	18 824	753	92	118	2 944	3 478	139
69	343	8 556	17 971	719	93	102	2 604	3 011	120
70	337	8 400	17 143	686	94	92	2 256	2 553	102
71	330	8 236	16 338	654	95	76	1 900	21 058	84
72	323	8 064	15 556	622	96	62	1 536	1 667	67
73	316	7 884	14 995	592	97	47	1 164	1 237	50
74	308	7 696	14 054	562	98	32	784	816	33
75	300	7 500	13 333	533	99	16	396	404	16
76	292	7 296	12 632	505					

应该注意的是,按式4-7、式4-8或表4-13查出观测次数,是指需要得到的抽样数。若以一台机器(或一个人)作为被观测的对象,每次观测只能得到一个抽样,这样算出的或查出的观测次数即为实际应进行观察的次数。若以 X 人(或 X 台机)为每次被观测的对象,则观察一次就可得到 X 个抽样,则实际观测的次数 $K = n/X$,得出实际的应观测次数。然后再除以每日可观测的次数,即得出观察日数。

例 4-3 观测某作业组,有 10 名工人,规定可靠度为 95%,相对精度为 5%。根据原有的资料,他们的工作比率为 70%,准备每日观察 20 次。则

$$n = \frac{4(1+P)}{S^2P} = \frac{4 \times (1+0.7)}{(0.005)^2 \times 0.7} = 686 (\text{次})$$

实际应观测次数 $K = 686/10 = 68.8 \approx 69$ (次);观测日数 $= 68.6/20 = 3.43 \approx 4$ (日)。

4.3.2 工作抽样的方法步骤

1. 确立调查目的与范围

调查目的不同,则项目分类、观测次数与方法均不相同。如以设备开动情况为调查目的,则还需明确调查的范围,是一台设备、几台设备,还是车间、全厂的所有设备;如以科室、库房工作人员的工作比率为观测对象,则还需确定是基本科室、库房,还是全厂科室、库房;如果确定某科室为调查观测对象,则还需进一步明确调查范围是该科室的一部分工作人员,还是全部等。

2. 调查项目分类

根据所确定的目的与范围,就可以对调查对象的活动进行分类,分类的粗细根据抽样的目的而定。如只是单纯调查机器设备的开动率,则观测项目可分为“工作”、“停工”、“闲置”三项。如果进一步了解停工和闲置的原因,则应将可能发一的原因详细分类,以便进一步了解,见图 4-11、图 4-12。

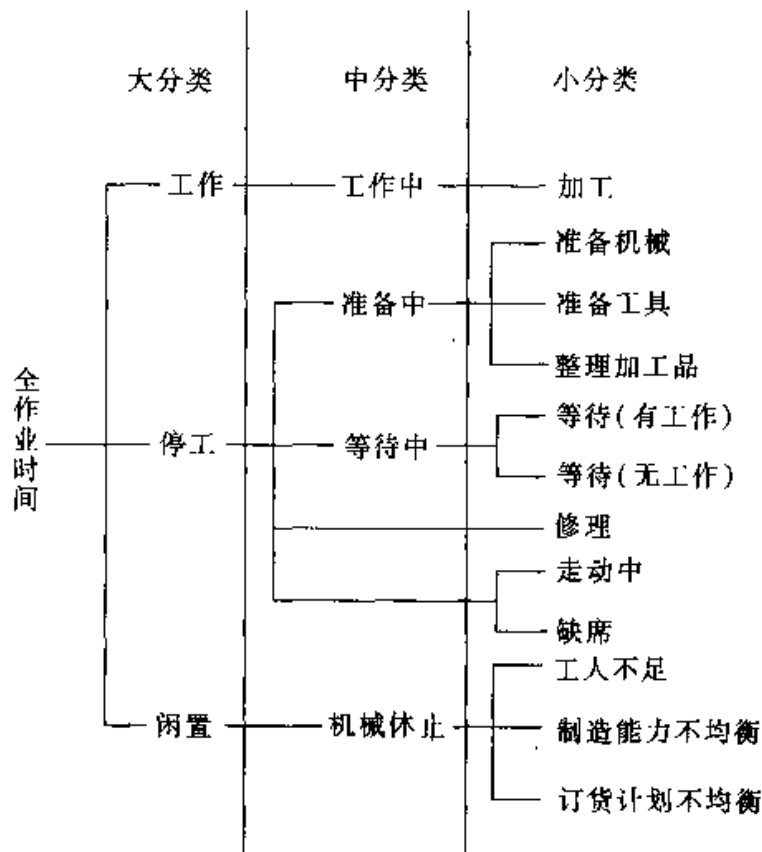


图 4-11 调查项目分类

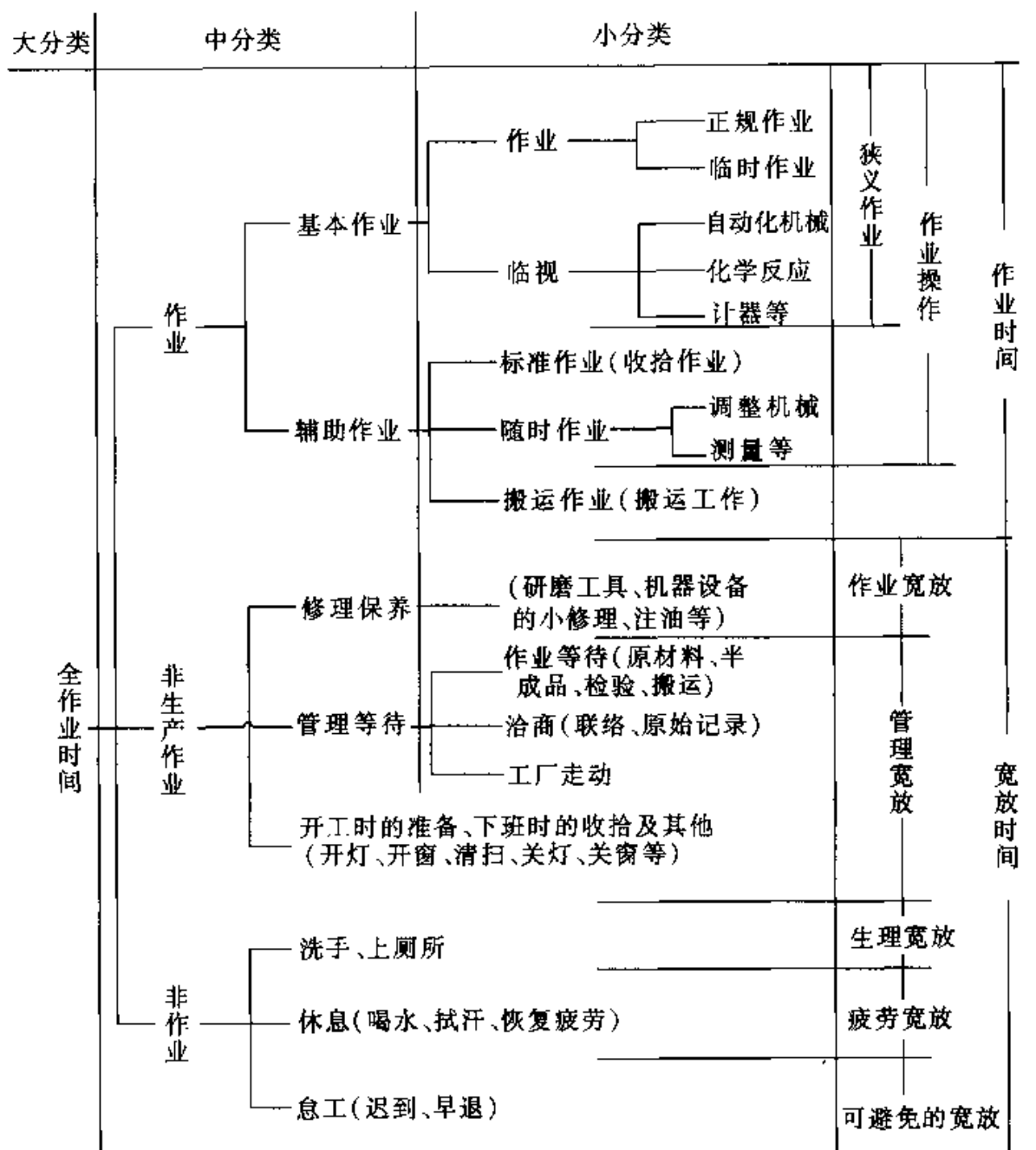


图 4-12 调查项目分类

抽样项目分类是工作抽样表格设计的基础,也是使抽样结果达到抽样目的的保证。必须结合企业的实际调查目的而制定。

3. 决定观测方法

在观测前,首先要绘制被观测的设备及操作者的分布平面图和巡回观测的路线图,并注明观测的位置。图 4-13 为某工厂的机器与操作者的配置平面图。图中圆圈为观测机器的位置,×为观测操作者的位置,带箭头的线条表示巡回路线。

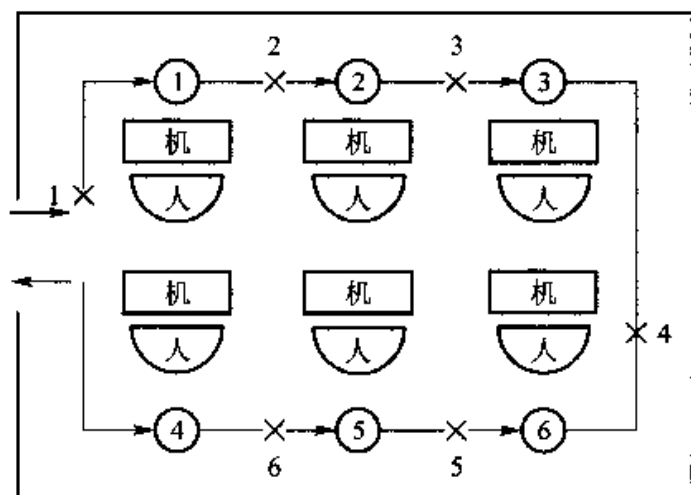


图 4-13 机器和工人配置图及巡回路线

4. 设计调查表格

调查表格的内容和形式取决于调查的目的和要求,如表 4-14。其仅能了解机器开动率与操作者的作业率,不能更进一步分析空闲的原因。表 4-15 是其空闲项目的时间细分。

表 4-14 空闲时间分析

分类		操作	空闲	合计			操作率(%)
机器	1#	正正正正 正正		32	18	50	64
	2#			38	12	50	76
	3#			24	26	50	48
操作人	1#			27	23	50	54
	2#			22	28	50	44
	3#			33	17	50	66

表 4-15 空闲时间细分

[illegible]

续表

分类	操作	修理	故障	停电	工作中	工作准备	搬运	等材料	等检查	商议	清扫	洗手	作业小计	操作率(%)
操作者	1#												20	67
	2#												20	67
	3#												15	50

5. 向有关人员说明调查目的

为使工作抽样取得成功,必须将抽样的目的、意义与方法向被测对象讲解清楚,以消除不必要的疑虑,并要求操作者一定按平时的状态工作,避免紧张或做作。

6. 试观测,决定观测次数

正式观测前,需进行一定次数的试观测,按照调查的项目分类、观测方法、调查表格等进行。通过试观测,得出观测事项的发生率,然后根据前面介绍过的公式(4-7)、式(4-8)决定正式观测次数以及观测日数。

7. 正式观测

正式观测时,还需决定每日每次观测的时刻。

(1) 决定每日的观测时刻。观测时刻的决定必须保证其随机性,这是工作抽样的理论依据,如观测时刻选择不当,将会产生观测偏差。决定观测时刻的方法有多种,现介绍其中两种。

① 随机起点,等时间间隔法。

观测实例。设在某厂的一个车间实施工作抽样。决定观测5日,每日观测20次,该车间是上午8时上班,下午5时下班,中间休息1小时(中午12时至1时)。可按下列步骤决定每日观测时刻。

步骤一:作两位数的乱数排列。较简单的方法是:以黄色纸片代表个位,取10张,上面分别写0,1,2,⋯,9;以10张红色纸片代表10位,上机同样分别写0,1,2,3,⋯,9。每次从不同颜色的纸片中随机地各抽出一张,记下数字。将抽出的放回,再各抽一纸,如此反复抽取,即得乱数排列。设共抽15次,乱数排列如下:21,94,62,35,06,64,96,40,85,77,88,63,52,27,75。

步骤二:将此数列中小于50的数保留,大于50的则减去50,保留其余数。得出21,44,12,35,06,14,46,4,35,27,38,13,02,27,25。

步骤三:去掉上述数列中大于30的数,得出21,12,06,14,27,13,27,25。

步骤四:决定第一日的观测时刻,首先决定第一日第一次的观测时刻。取乱

数排列的最前面数字 21, 因为 8 时上班, 所以每一次观测时刻为 8 时 21 分。随后是决定每次观测的时间间隔, 每日工作 480 分钟, 减去第一次的 21 分钟, 再除以每日的观测次数, 得出时间间隔为:

$$(480 - 21) / 20 = 22.95 \approx 23 (\text{分钟})$$

第二次的观测时刻为:

$$8 \text{ 时 } 21 \text{ 分} + 23 \text{ 分} = 8 \text{ 时 } 44 \text{ 分}$$

第三次的观测时刻为:

$$8 \text{ 时 } 44 \text{ 分} + 23 \text{ 分} = 9 \text{ 时 } 03 \text{ 分}$$

如此类推第一天的 20 次的观测时刻。

步骤五: 决定第二日的观测时刻, 首先决定第二日第一次的观测时刻, 取乱数排列的第二个数字 12, 于是第 2 天第一次的观测时刻为 8 时 12 分。

由于各次观测时间的间隔为 23 分钟, 所以第二次的观测时刻为 8 时 35 分, 第三次的观测时刻为 8 时 58 分。如此类推第二天的 20 次观测的时刻。

步骤六: 决定第三天到第五天的观测时刻。其方法同前, 观测时刻见表 4-16。

表 4-16 观测时刻

观测日		1	2	3	4	5
乱数		21	12	06	14	27
观测起点		8:21 分	8:12 分	8:06 分	8:14 分	8:27 分
观测间隔 (min)		23	23	23	23	23
观测时刻	1	8:21	8:12	8:06	8:14	8:27
	2	8:44	8:35	8:29	8:37	8:50
	3	9:07	8:58	8:52	9:00	9:13
	4	9:30	9:21	9:15	9:23	9:36
	5	9:53	9:44	9:38	9:46	9:59
	6	10:16	10:07	10:01	10:09	10:22
	7	10:39	10:30	10:24	10:32	10:45
	8	11:02	10:53	10:47	10:55	11:08
	9	11:25	11:16	11:10	11:18	11:31
	10	11:48	11:39	11:33	11:41	11:54
	11	13:21	13:12	13:06	13:11	13:27
	12	13:44	13:35	13:29	13:37	13:50
	13	14:07	13:58	13:52	14:00	14:13

续表

观测日		1	2	3	4	5
观测时刻	14	14:30	14:21	14:15	14:23	14:36
	15	14:53	14:44	11:38	14:46	14:59
	16	15:16	15:07	15:01	15:09	15:22
	17	15:39	15:30	15:24	15:32	16:45
	18	16:02	15:53	15:47	15:55	16:08
	19	16:25	16:16	16:10	16:18	16:31
	20	16:48	16:30	16:33	16:41	16:54

此法简单、时间间隔相等,利于观测人员掌握。不足之处在于除首次是由随机原理决定的观测时刻处,其余的观测时刻保留。

② 分层抽样法。例如,某工厂某车间白班安排如下:

上午8:30~8:30 30分钟工作准备及机器调整

8:30~11:45 195分钟工作

11:45~12:00 15分钟收拾

下午1:00~1:15 15分钟准备下午工作

1:15~4:30 195分钟工作

4:30~5:30 30分钟结束、清洁、打扫工作

这样,就必须按时间分别规定观测次数和观测时间,所以叫分层抽样。

假设每日需观测的总次数 $n=300$ 次,每日8小时工作。其观测次数如下:

上午8:00~8:30 $(30/480) \times 300 = 19$ (次)

中午11:45~12:00 $(15/480) \times 300 = 22$ (次)

上、下午工作时间为: $(195 + 195) \times 300/48 = 244$ (次)

以上两种方法可根据实际情况应用。

(2) 实地观测。观测人员按照既定的观测时刻及预定的抽样调查项目,将观测到的活动状态准确地记录在调查表格上。在记录的过程中切忌主观武断,以表面现象下结论,要求耐心细致,深入现场,了解实质,尽可能准确。

8. 整理数据作出结论

全部观测结束后,观测人员必须整理分析记录表,并进行以下工作。

(1) 剔除异常值。经过观测记录之后,应根据记录数据绘制管理图,确定管理界限,然后将超过管理界限的异常值去掉。管理界限是根据观测事项发生率,采用下列公式算出:

$$\text{管理界限} = \bar{P} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (4-9)$$

式中, \bar{P} ——观测事项发生率的平均数;

n ——平均每日观察次数。

管理图采用直角坐标图形,横坐标代表日期(或其他),纵坐标代表观测事项发生率。按 P 管理上限和下限分别找出平行于横轴的水平线,然后再将每日观测事项的发生率标注于图上,凡超出管理界限者,即为异常值,应去掉。

现举例说明,设观测结果如表 4-17 所示,即观测 6 个班,每班观测 160 次。

表 4-17 观测结果

观测班次	每班观测次数	工作次数	工作比率(%)
1	160	129	80.63
2	160	142	88.75
3	160	124	77.50
4	160	125	78.13
5	160	119	74.38
6	160	120	75.00
合计	960	159	79.06

将表 4-17 有关数字代入,即得

$$\text{管理界限} = 0.7906 \pm 3 \sqrt{\frac{0.7906(1-0.7906)}{160}} = 0.7906 \pm 0.0966$$

故:管理上限 = $0.7906 + 0.0966 = 0.8872$

管理下限 = $0.7906 - 0.0966 = 0.6940$

据此作出管理图,见图 4-14。

由图 4-14 中可以看出,第 2 班的工作比率为 88.75%,越出上管理界限 88.72%,应作为异常值剔除。异常值去掉后,还需再次计算观测事件的平均发生率。新的观测事件平均发生率是否可靠,应根据原来确定的可靠度与精度来考虑。

去掉异常值对应的观测事项的次数(异常值去掉时,其相应的观测日数是否可达到观测的总次数)。如已达到或超过即可,否则尚需继续观测。

去掉异常值对应的观测次数之后,按新的观测事件平均发生率计算的绝对精度与相对精度是否达到原定的精度要求。如已达到或超过,说明此平均发生率是可信的,否则尚需继续观测。为此需按下式计算:

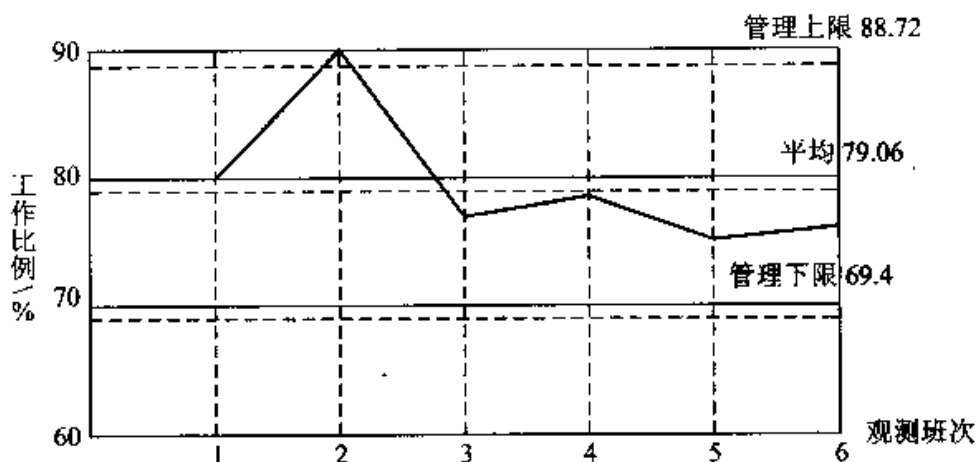


图 4-14 管理图

$$\text{绝对精度 } E = 2 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{相对精度 } S = 2 \sqrt{\frac{1-\bar{p}}{n}}$$

仍以上例说明,上例中因为第2班的工作比率超过上限管理界限,剔除之后,重新计算平均工作比率为:

$$\bar{p} = \frac{129 + 124 + 125 + 119 + 120}{160 \times 5} \times 100\% = 77.13\%$$

去掉异常值后,下的观测次数为800次,而原来决定的观测次数为400次,已大大超过规定次数。

计算绝对精度:

$$\text{绝对精度 } E = 2 \sqrt{\frac{0.7713(1-0.7713)}{160 \times 5}} = \pm 0.0297$$

原选择的绝对精度为 $\pm 3\%$,证明有效。

计算相对精度:

$$\text{相对精度 } S = 2 \sqrt{\frac{1-0.7713}{160 \times 5}} = \pm 0.0388$$

原选择的相对精度 $\pm 5\%$,故此可以肯定观测有效。

(2) 做出结论,改进工作。经过上述步骤,并确认结果可信之后,就可得出结论。被观测对象的工作比率是否合适? 负荷是否充分? 人员多余还是不足等。做出结论之后,应分析研究原因,有针对性地提出改进方案,达到工作抽样能充分发掘人员与设备的潜力,提高经济效益的目的。

4.3.3 工作抽样的应用

工作抽样在实际中应用很广,主要用于以下两方面。

1. 工作改善

利用工作抽样,可调查出操作者或机器的工作比率与空闲比例。即

$$\text{空闲比率}(\%) = \frac{\text{空闲时间}}{\text{总观测时间}} \times 100\% \quad (4-10)$$

$$\text{工作比率}(\%) = \frac{\text{工作时间}}{\text{总观测时间}} \times 100\% \quad (4-11)$$

在对空闲比率进行研究时,可根据空闲部分的组成,细分成项目进行观察记录,找出问题并进行改善。

2. 制定标准时间

用工作抽样制定高阶次工作的标准时间,具有省时、经济的特点。

用工作抽样制定标准时间,除了求出工作比率,尚需赋予评比与宽放。宽放值的赋予和秒表时间研究类似,可实地观察计算,亦可政策性地赋予。而评比,一般利用“绩效指标”来决定。绩效指标是指某产量应消耗的正常时间与实际消耗时间之比。即

$$\text{绩效指标}(\%) = \frac{\text{某产量应消耗的正常时间}}{\text{观测量实际消耗时间}} \times 100\% \quad (4-12)$$

则

$$\text{标准时间} = \frac{\text{总观测时间} \times \text{工作比率} \times \text{平均绩效指标}}{\text{观测期间的总产量}} + \text{宽放} \quad (4-13)$$

此外,尚可向管理者提供人工效率因素:

$$\text{人工效率因素} = \text{工作比率} \times \text{平均绩效指标}$$

(1) 工作抽样的优点如下。

第一,工作抽样的主要优点是节省时间及费用。据国外资料报道,这种方法的费用只有秒表时间研究费用的5%~50%。

第二,工作抽样可以在许多天或数星期内进行观测,因而可以减少每天或每星期之间差异的影响。也可以在任何时间中断,在任何时间再继续,而不会影响其结果。

第三,工作抽样在事无指定的可靠度之下展开,即使是不太熟悉资料收集方法的人,所提供的结果仍有意义。

第四,如果仅是为了工作改善,则可以不需要受过训练的人来承担。对于观测者来说,由于间断抽样,所以疲劳较少。

(2) 工作抽样的缺点如下。

第一,对于调查分布在距离较远的各车间的许多工人和机器来说,由于观测者要把许多时间花在走路上,有时也是不经济的,因此用工作抽样必须很好地安排观测路线,以减少走路的时间。

第二,工作抽样由于无法将作业细分,所以只适用于第三、四阶段的工作。

4.3.4 工作抽样的应用举例

例 4-4 某罐头厂为了以下几项调查,决定进行工作抽样。

(1) 桔子分瓣(即桔子剥皮后,把整个桔子分瓣成单片)作业工作是否依照所规定的标准工作方法来工作。

(2) 皮带运输机是否充分地发挥作用。

(3) 分瓣作业与前道剥皮作业工序是否均衡。

分瓣工作地的布置如图 4-15 所示。图 4-15 中的号码表示工人的工作位置,共有 22 个工人分两侧来承担分瓣作业,分散抽样的结果如表 4-18、表 4-19 所示。

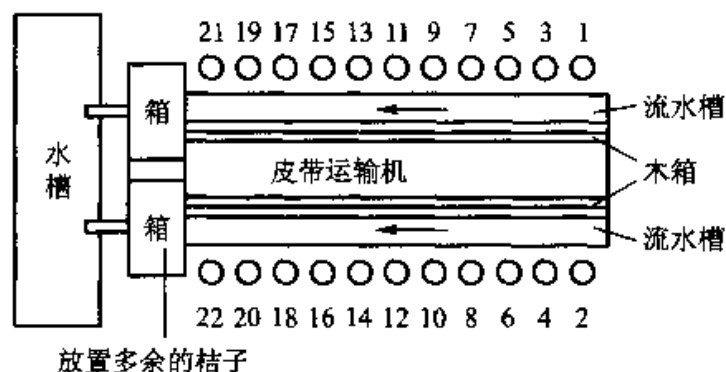


图 4-15 分瓣工作地布置图(现状)

表 4-18 工作抽查的结果

观测日期	全部观测次数	工人空闲次数	$P(\%)$
10月7日	100	9	9
10月28日	100	12	12
10月29日	100	6	6
10月30日	100	10	10
10月31日 11月7日	100	15	15
共计	1 200	120	10

表 4-19 工作抽查的结果

在传送带工作的工人号码			收集(%)			计(%)
左	右	作业中 (%)		将多余的桔子放入箱中 (%)	将腐烂的桔子放入箱中 (%)	
1	2	100	—	—	—	100
3	4	97	3	—	—	100
5	6	98	2	—	—	100
7	8	95	5	—	—	100
9	10	92	4	—	—	100
11	12	96	4	—	—	100
13	14	91	6	—	3	100
15	16	93	5	—	2	100
17	18	97	3	—	—	100
19	20	88	6	6	—	100
21	22	68	—	25	7	100
平均		92.3	3.5	8	1.4	100

由表 4-19 中的数据可知,分瓣作业的平均工作效率为 92.3%,而“收集”、“移多余的桔子放入箱内”、“将腐烂的桔子放入箱内”等工序影响了分瓣作业,应进行分析以便改进。

“收集”工序:因为传送带与工作位置间有木缘,工人工作时需从传递上收集 10 个左右的桔子搁置在木缘上以便工作。

“将多余的桔子放入箱内”工序:由于前道工序剥皮作业输入较多的桔子在传送带上,致使分瓣作业超负荷,如不检取传递带上多余的桔子,将会掉到地板上。21 号及 22 号工人的分瓣作业只有 68%,因为必须“将多余的桔子放入箱中”,花去了 25%。改进方法是改用图 4-16 所示的回转输送机。“多余的桔子”在传送带上绕行等待分瓣,不需放入箱中。

“将腐烂的桔子放入箱内”工序:建议腐烂的桔子在剥皮作业中一经发现,即刻随手舍弃。

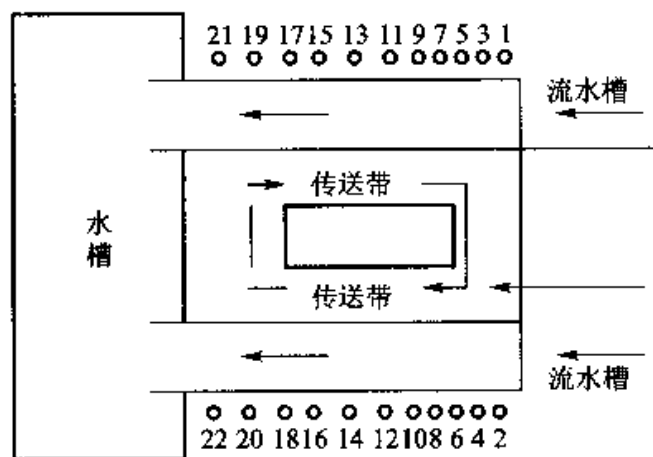


图 4-16 分瓣工作地布置图(改善方法)

例 4-5 某饮料厂主要生产瓶装汽水、汽酒等饮料,采用流水线集体作业的生产组织形式。如何在市场经济的情况下,在与同行业的市场竞争中立于不败之地,如何在不增加人力、设备的情况下,提高产品质量,增加产品产量,降低成本。

该厂邀请了专家对饮料、饴糖、料、精制酒等几条流水线进行了技术诊断,并运用程序分析、时间研究、工作抽样等管理方法制定了合理的劳动定额,明显地提高了劳动效率和经济效益,其中 A 汽酒、B 汽水和 C 汽车三条生产线的定员减少了 2.27%,班产量提高了 36.36%。

该厂 C 汽水的生产流程程序图如图 4-17 所示。此条流水线的大部分工序属

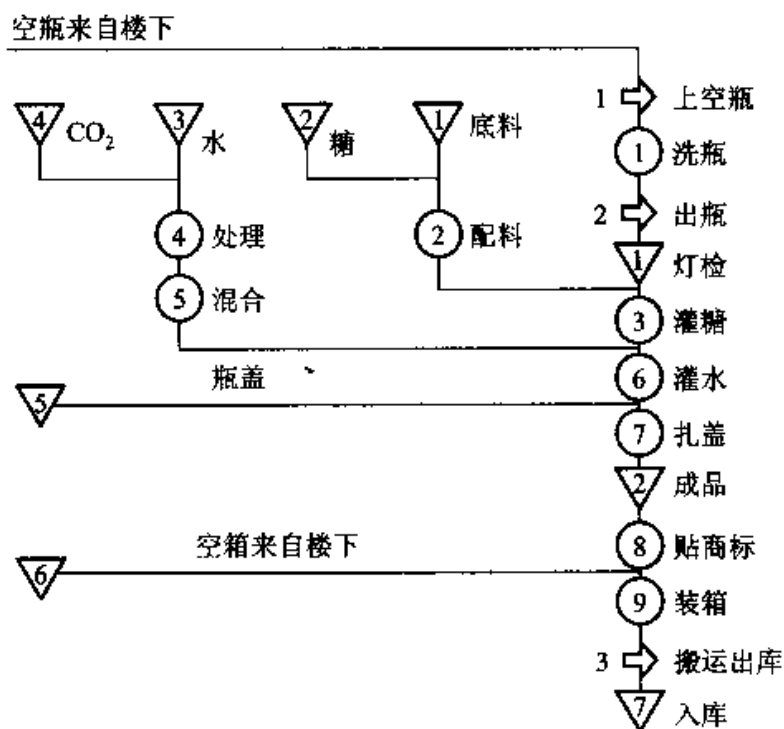


图 4-17 C 汽水流程图

于纯机动的,少部分工序是机手并动和手动作业。一个工序或工位只有1人看管,设备只要出产品就算是在工作。用工作抽样对手工上空瓶、自动洗瓶机监视、出瓶、灯检、灌糖、灌水与扎盖、成品检验、装箱等8个工位作为观测对象。

(1) 决定观测次数。经研究,规定可靠度为95%,绝对精度为3%,相对精度为 $\pm 5\%$ 。根据该厂过去的统计资料,工作比率为80%,规定每班观测20次。

总观测次数 $n = 4(1 - P)/(S^2 P)$ 。将 $P = 80\%$, $S = 5\%$ 代入上式,得

$$n = 4(1 - 0.8)/(0.05^2 \times 0.8) = 400(\text{次})$$

观测轮班数 $= 400/(8 \times 20) = 2.5$ 班,取3。

(2) 决定每日的观测时刻。为了简便,采用随机起点等时间间隔法,设乱数数列为:18,13,2,9,11,19,5。

该厂白班作业时间从7时开始,故第一天第一次观测时刻是7时18分。各次观测时间间隔: $(480 - 18)/20 = 23$ 分钟。则第二次为7时41分,如此类推。

第二天第一次的观测时刻为7时13分,第二次为7时36分,其余类推。

(3) 实施观测,整理分析观测结果。按观测次数应观测三个班,现有意识地观测6个班,观测对象为8个工位,每班观测20次,共960次。

首先,计算管理界限,作出管理图。

$$\begin{aligned} \text{管理界限} &= \bar{P} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{N}} \\ &= 0.7906 \pm 3 \sqrt{\frac{0.7906(1 - 0.7906)}{160}} \\ &= 0.7906 \pm 0.0966 \end{aligned}$$

即管理上限为88.72%,下限为69.4%。

由于第二班的工作比率越出上管理界限,作为异常值剔除,再重新计算比率。

$$\begin{aligned} \text{平均工作率} &= \frac{129 + 124 + 125 + 119 + 120}{160 \times 5} \\ &= 77.13\% \end{aligned}$$

其次,检查观测次数是否适合。余下的5班观测次数为 $160 \times 5 = 800$ 次,仍远远超过400次。

最后,计算绝对精度

$$\begin{aligned} E &= 2\sigma = 2 \times \sqrt{\frac{0.7713(1 - 0.7713)}{160 \times 5}} \\ &= \pm 0.0297 \end{aligned}$$

在预先规定的 $\pm 3\%$ 内,观测有效。

工作抽样结束后,再应用抽样所得平均工作比率来制定流水线的产量定额,

为此应用秒表测时法去测试各工序的每分钟产量,结果发现各工序的能力不平衡,而流水线的产量决定于薄弱工序的能力,通过平整流水线,使产量达到81.1瓶/分钟。于是

$$\begin{aligned} \text{C 汽车生产线的轮班产量定额} &= 480 \times 77.13\% \times 81.1 \\ &= 30\,025(\text{瓶}) \end{aligned}$$

经过适当放宽,将流水线产量定额规定为30 000瓶/班,班产量提高36.36%(原来为22 000瓶/班)。

最后进行合理定员,配备43人,与原配备(44人)比较,减少了2.27%。

例4-6 某罐头厂生产蜜桃罐头。由于要增加产量,致使罐头的称量作业发生问题,而称量工作十分重要。如重量不足将受到检查不合格的损失,如超出规定的重量,企业亦受亏损。因此称量工人必须是熟练工。现行方法如图4-18所示。

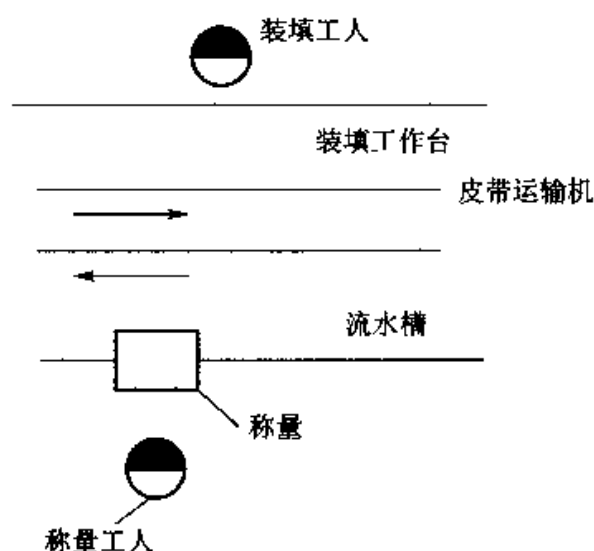


图4-18 现行方法

由图中可见:①蜜桃由流水槽送至称量工人的工作位置;②称量工人适宜地选择蜜桃的大小及色泽,在秤盘上称量规定的重量;③称毕的蜜桃交由装填工人装进空罐内,由于作业效率低,致使流水槽中充满未经称量的蜜桃。为解决此问题,进行工作抽样来调查作业现状。

对27个称量工人作了518次的观测,情况如表4-20所示。由表的观测结果可归纳为下列情况:①称量工人的称量工作只占51.5%,其余的48.5%则做称量以外的“选择蜜桃的大小及颜色”与“从流水槽中捞起蜜桃”的工作。②27个称量工人的工作内容为:专门担任称量的14人,挑选

蜜桃大小及色泽与从流水槽中捞起蜜桃的 9 人；其他工作的 4 人。因此，27 架秤中，有 13 架停用。对 27 个装填工人进行 5198 次观测的情况如表 4-21 所示。由表中可归纳以下情况。装填工人装填工作只占 43.4%，而装填以外的工作竟占 56.6%；在装填以外的工作中，等待（空闲）占 26.9%（由于秤量工作跟不上造成的）。因此需提高称量工作的效率，以消除装填工人的等待。

表 4-20 对称量工人观测的结果

项目分类	次数	工作占比(%)
称量	267	51.5
挑选壹桃	84	16.2
从水槽中捞取蜜桃	92	17.8
操作	25	4.8
搬运	12	2.3
等待(空闲)	24	4.6
不在	14	2.7
合计	518	99.9

表 4-21 对装填工人观测的结果

项目分类	次数	工作占比(%)
装填	225	43.3
等待(空闲)	139	26.9
整理空罐	60	11.6
汲水	10	1.8
洗空罐	38	7.3
操作	22	4.3
搬运	13	2.5
不在	11	2.2
合计	518	99.9

根据上述情况将工作地作了如图 4-19 所示的布置。改进后的情况是：①

称量工人身旁配置辅助作业工人,担任“从流水槽中捞蜜桃”及“选择蜜桃的大小及色泽”等工作,使称量工人作好称量工作。② 规定两架称配置3个装填工人。

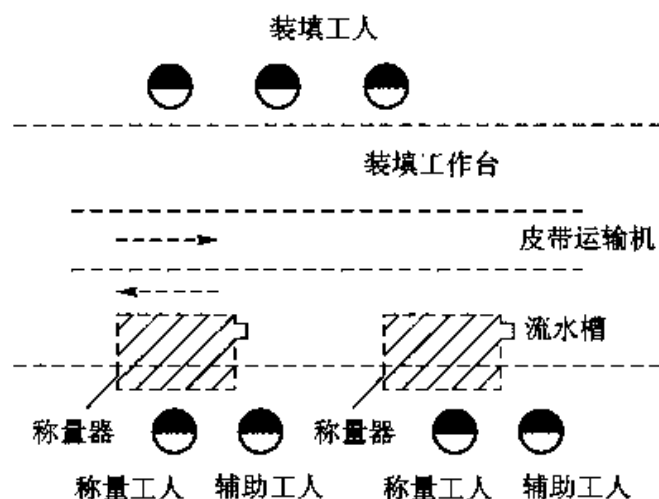


图 4-19 改进后的方法

改进后的情况与现行情况比较见表 4-22。由表可见,1 架秤的产量可提高到 197%,1 个工人的产量可提高到 113%。

表 4-22 改进成果比较表

工作内容		现行方法	改进方法
人数	称量	1	2
	附随作业	0	2
	装填	1	3
	合计	2	7
提高情况(%)	生产量	100	394
	1 架秤的生产量	100	197
	1 个工人的生产量	100	113

例 4-7 某厂在家用电器生产线上实施工作抽样,对 29 名操作者进行 6 天的观测,每天观测 20 次,结果如表 4-23 所示。

表 4-23 装配操作者的工作抽查统计表

作业项目	次数	项目占比(%)	分类
装配	351	10.1	基本作业 75.0%
焊接	248	7.1	
拧螺纹	539	15.5	
装上零件	308	8.8	
手作业	536	15.4	
最后加工	100	2.9	
检验	271	7.8	
包装	175	2.4	
其他		5.0	
准备材料	118	3.4	辅助作业 9.3%
搬运零件	131	3.8	
零件产品整理	43	1.2	
修正	14	0.4	作业宽放 3.4%
准备工具	22	0.6	
搬运	47	1.4	
其他	25	0.7	
商谈	33	0.9	工作地宽放 6.4%
协助	23	0.7	
等待	150	4.3	
其他	16	0.5	
闲谈	81	2.3	人的宽放 6.2%
休息	48	1.4	
上厕所	34	1.0	
其他	53	1.5	
合计	3480	100.0	100%

根据上表记录的结果,采用如表 4-24 所示的对策进行改善。

表 4-24 分析与对策

观测结果	问题	改进对策
等待 4.3% 闲谈 2.3% 休息 1.4%	<ul style="list-style-type: none"> • 装配线不均衡 • 安定器装配为瓶颈作业,而包装作业有充裕 • 外包零件的延误 	<ul style="list-style-type: none"> • 设法使装配线平衡 • 有充裕的作业应负担一部分的准备作业 • 管理人员的培训
准备材料 3.4% (拆开零件的包装)	<ul style="list-style-type: none"> • 操作者为准备作业而使装配线发生停滞 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用纸箱 • 使用塑料袋
搬运零件 3.8% 零件产品整理 1.2%	<ul style="list-style-type: none"> • 工作地布置不善 • 整理不善,以致阻塞通路 • 装配作业中需要搬运零件 	<ul style="list-style-type: none"> • 改善整体的布置 • 整理零件棚位 • 设置专人负责零件
检验 7.8%	<ul style="list-style-type: none"> • 有重修作业 	<ul style="list-style-type: none"> • 以训练与激励提高操作者的工作质量 • 提高冲压、焊接的质量
在传送带上 75% 的基本作业并未充分发挥效率	<ul style="list-style-type: none"> • 派工方式、工作环境等管理上有问题 	<ul style="list-style-type: none"> • 工作方法的改善 • 促进标准化 • 对基本作业进行动作和时间研究

4.4 预定时间标准

4.4.1 预定时间标准的概念和特点

1. 预定时间标准法的概念

预定时间系统(predetermined time system)简称 PTS 法,在我国常称预定时间标准(法),是国际公认的制定时间标准的先进技术。它利用预先为各种动作制定的时间标准来确定进行各种操作所需要的时间,而不是通过直接观察来测定。

吉尔布雷思(F. B. Gilbreth)提出的“动素”,是进行动作研究的基本概念。

把时间用量加到动作研究上是由美国人西格(A. B. Segnr)在 1924 年提出的,在他发表的第一个预定时间标准——动作时间分析(Motion Time Analysis)的论文中论述到:“在实际条件的范围内,所有熟练人员完成真正基本动作所需要的时间是常量。”他的动作时间分析(简称 MTA)引起了产业界的极大注意,推

动人们开始研究各种预定时间标准。

1934年,美国无线电公司的奎克(J. H. Quick)创立了工作因素法(work factor system),简称WF法。

1948年美国西屋电公司梅纳德(H. B. Maynad)、斯坦门丁(G. J. Stegmerth)、斯克瑞(J. L. Schwab)公开了研制的方法时间衡量(methods time measurement)简称MTM。

WF法和MTM法是建立在对动作的性质与条件力详细及极高精度的基础上,但这样的要求无疑给测定者对技术的掌握和使用带来了困难。因此,又发展了容易掌握又可较迅速分析简化的PTS法,如MTM-Ⅱ、MTM-Ⅲ及WF法简易法等。

但是,随着科技的发展,产品趋向于周期短、批量小时,以上方法仍存在诸多不便,往往出现了生产批量已完成,而标准作业时间尚未来得及修订好的情况。因此必须寻求更为简单、便于使用的PTS法。

1966年,澳大利亚的海特(G. C. Heyde)博士,在长期研究的基础上所创立的模特排时法(modolar arrangement of predetermind time standard,简称MOD法)便是一种使动作和时间融为一体时,而精度又不低于传统的PTS技术的更为简单、易掌握的PTS技术。

自1924年提出动作时间分析(MTA)以来,许多从事工业企业管理的人,都在致力于创造出科学的简便可行的PTS法,到目前为止,世界上已有40多种预定时间标准,其中用得较多的列于表4-25中。本章将重点介绍MOD法。

表4-25 预定时间标准的典型方法

方法的名称	开始采用的时间/年份	编制数据方法	创始人
动作时间分析(MTA)	1924	电影微动作分析波形自动记录图	西格(A. B. Segur)
肢体动作分析	1938		霍尔姆斯(Holmes)
装配工作动作时间数据	1938	时间研究现场作业片,实验室研究	恩格思托姆(Engstrom) 盖皮恩格尔(Gepinger)
工作因素法(WF)	1938	时间研究现场作业片,用频闪观测器摄影进行研究	奎克(J. H. Quick) 谢安(Shea) 柯勒(Koehler)

续表

方法的名称	开始采用的时间/年份	编制数据方法	创始人
基本手工劳动要素时间标准	1942	波形自动记录器作业片,电时间记录器	西屋电器公司
方法时间衡量(MTM)	1948	时间研究现场作业片	梅纳德(H. B. Maynard) 斯坦门丁(G. J. Stegemerten) 斯克瓦布(Senwab)
基本动作时间研究(DMT)	1950	实验室研究	普雷斯格利夫(Presgrave)等
空间动作时间(DMT)	1952	时间研究影片,实验室研究	盖皮恩格尔(Gepinger)
预定人为动作时间(HPT)	1952	现场作业片	拉扎拉斯(Lazarus)
模特计时法(MOD)	1966		海特(G. C. Heyde)

2. 预定时间标准法的特点

(1) 在作业测定中,不需要对操作者的速度、努力程度等进行评价,就能预先客观地确定作业的标准时间。

(2) 可以详细记述操作方法,并得到各项基本动作时间值,从而对操作进行合理的改进。

(3) 可以不使用秒表,在工作前就决定标准时间,并选定操作规程。

(4) 当作业方法变更时,必须修订作业的标准时间,但所依据的预定动作时间标准不变。

(5) 用 PTS 法平整流水线是最佳的方法。

4.4.2 模特法

1. 模特法的原理

(1) 所有人力操作,均包括一些基本动作。通过大量的试验研究,模特法把生产实际中操作的动作归纳为 21 种。

(2) 人做同一动作(在条件相同时)所需的时间性值基本相等。表4-26为人体各部位动作一次的最少平均时间。这里所说的条件相同,是指操作条件相同。例如,手在无障碍物时的移动和在有障碍物时的移动,以及不同高度的障碍物时的移动,其时间值是不同的。

表4-26 人体各部位动作一次最少平均时间

动作部分	动作情况		动作一次最少平均时间(s)
手	抓取动作	直线的	0.07
		曲线的	0.22
	旋转动作	克服阻力	0.72
		不克服阻力	0.22
脚	直线的		0.36
	克服阻力的		0.72
腿	直线的		0.66
	脚向侧面		0.72 ~ 1.45
躯干	弯曲		0.72 ~ 1.62
	倾斜		1.26

这里所说的不同的人在做同一动作所需时间值基本相等,是指大多数人而言,对于少数特别快、特别慢的人不包括在内。

表4-27 为人体各部动作最大频率。

表4-27 人体各部动作的最大频率

动作部位	最大频率(次/min)
手指	204 ~ 406
手	360 ~ 430
小臂	190 ~ 392
臂	99 ~ 344
脚	300 ~ 378
腿	330 ~ 406

由表中可知,每一动作即使是重复动作,其时间值也都会有事实上的差异,

所以说是“基本相等”。

(3) 不同部分动作时,其动作所用的时间值互成比例(如手腕的动作是手指动作的2倍,小臂/的动作是手指动作的3倍),因此可以根据其他不同身体部位动作的时间值。

从理论上不说,时间性单位的量值愈小,愈能精确地测量各种动作的时间值。对于各种 PTS 法时间量值的选择原则是,应小于该种 PTS 法中速度快的基本动作,动作一次所需时间值的某一量为该法的时间单位。

模特法在人体工程学实验的基本上,根据人的动作级次,选择以一个正常人的级次最低、速度最快、能量消耗量最少的一次手指动作的时间消耗值,作为它的时间单位,即 $1\text{MOD} = 0.129$ 秒。模特法 21 种动作都以手指一次(移动约 2.5 厘米)的时间性消耗值为基准进行试验、比较,来确定各动作的时间值。

大量的试验、研究表明,一个人(或不同的人)以最快速度进行操作,其动作所需时间,与这个人(或不同人),以正常速度进行操作,其动作所需时间性之比是一常数(或基本接近常数),例如:

不同的人(或同一个人)手的移动(无障碍时)

$$\frac{\text{最快速度所需时间}}{\text{正常速度所需时间}} = K = 0.57$$

手的移动(障碍物高度为 10~30 厘米)

$$\frac{\text{最快速度所需时间}}{\text{正常速度所需时间}} = K = 0.59$$

上身弯曲的往复动作, $K = 0.51$; 坐立往复动作, $K = 0.57$ 。

假设:身体一部分最快动作的时间值为 t_1 , 身体某一部位正常动作的时间值为 T_1 ; 身体其他部位最快动作的时间值为 t_2 , 身体其他部位正常动作时间值为 T_2 ; 身体另外其他部位最快动作时间值为 t_3 , 身体另外其他部分正常动作时间值为 T_3 ……身体第 n 部位的最快动作时间为 t_n , 身体第 n 部位正常动作时间值为 T_n 。则

$$\frac{t_1}{T_1} = \frac{t_2}{T_2} = \frac{t_3}{T_3} \cdots = \frac{t_n}{T_n} = K$$

因
$$\frac{t_1}{T_1} = \frac{t_2}{T_2}, \text{故 } \frac{T_2}{T_1} = \frac{t_2}{t_1} \text{ 或 } \frac{t_3}{t_1} = \frac{T_3}{T_1}, \frac{t_n}{t_1} = \frac{T_n}{T_1}$$

也就是说,两个动作的最快速度所需时间之比,等于两个动作的正常速度所需时间之比。由于正常速度仅是时间研究人员头脑中的一个概念(见时间研究中关于正常速度的论述),在实际中难以确定。而动作的最快速度所需时间是通过大量的实测,用数理统计方法来求得其代表值,即可求得 K 值。这样

只要令 t_1 为手指动作一次的正常值,就可根据上式求得身体其他部位一次动作与手指一次动作的比值,从而决定其他部位动作的模特值。试验表明,其他部位动作一次的 MOD 数都大于 1MOD,通过四舍五入简化处理,得到其他动作一次所需的正常时间值均为手指动作一次 MOD 数的整倍数。

2. 模特法的特点

(1) 记。模特法将动作归纳为 21 种,不像其他方法有几十种,甚至 100 多种(见表 4-28)。用一张模特排时法基本图就可以全部表示出来(见图 4-20),图上有 21 个方形,表示 21 个动作。21 个动作分两大类,上部为基本动作,11 种,下部为身体及其他动作,10 种。上部的 11 种动作分为三大类:移动(M)、抓取(G)、放置(P)。每个动作右边的数字表示相应动作的时间值,下部分 10 种动作,表示身体及其他方面的动作,同时也反映了时间值。这样一线基本示意图就表达了模特分析的基本动作,“一看就懂”。

表 4-28 模特法与其他方法的比较

PTS 名称	MODAPTS	MTM	WF	MSD	MTA	BMT
基本动作及 附加因素种 类	21 种	37 种	139 种	54 种	38 种加 29 个公式	391 种
不同的时间 值数字个数	8 个	31 个				

模特法把动作符号与时间值融为一体。如 G3 表示复杂的抓取动作,同时也表示了该动作的时间为 $3\text{MOD} = 3 \times 0.129 = 0.387$ (秒)。如果是移动小臂去抓放在零件箱中的一个小螺钉(抓时要同时扒开周围的其他零件),在模特法中用 M3G3 表示,其中 M3 表示小臂的移动, G3 表示复杂的抓取, M3G3 时间值是 6MOD (其中 M3 为 3MOD , G3 为 3MOD) 因此只要知道动作的符号,也就知道了时间,所以“一看就会”。

在模特法的 21 种动作中,不相同的时间值只有“0,1,2,3,4,5,17,30”8 个,而且都是整数。这样只要有了动作表达式,就能用心算计算出动作的时间值,所以“一记就牢”。

(2) 实用。采用模特法不需测时,亦不要进行评比,就能根据其动作决定正常时间。因此,使用它来分析动作、评价工作方法、制定标准时间、平整流水线,都比其他 PTS 法容易,且见效快。

在实际使用中,还可以根据企业的实际情况,决定 MOD 的单位时间值的大

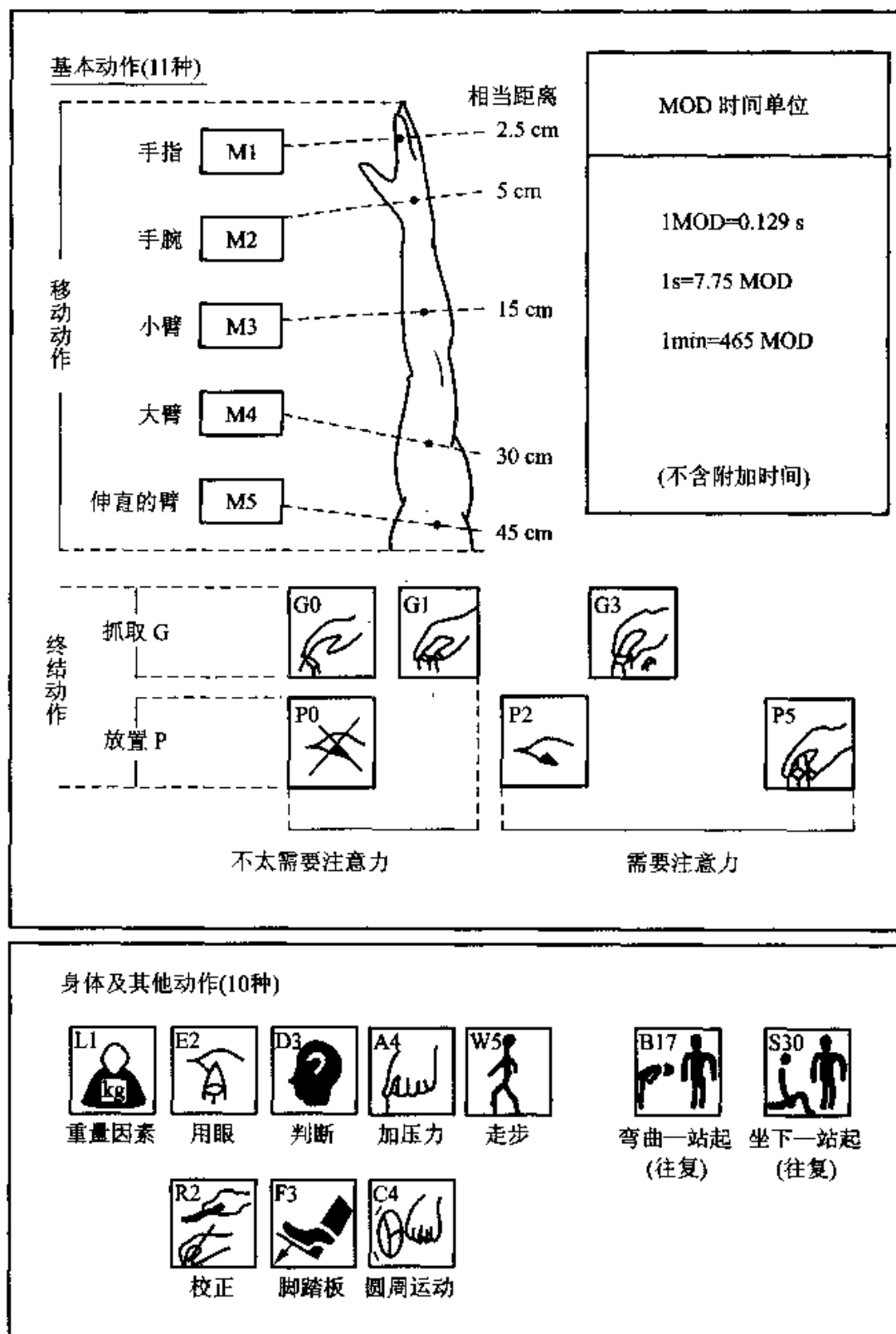


图 4-20 模特法基本示意图

小。如：

1MOD = 0.129 秒正常值、能量消耗最小动作；

1MOD = 0.1 秒高效值, 熟练工人的高水平动作时间值;

1MOD = 0.143 秒包括消除疲劳时间的 10.7% 在内的动作时间;

1MOD = 0.12 秒快速值, 比正常值快 7% 左右。

模特法的实用性还表现在, 用模特法的时间值计算动作时间的精度 (对 1 分钟以上的作业) 并不低于其他 PTS 法。表 4-29 为日本早稻田大学采用实测值与模特法分析值的比较, 由表可见实测值与模特法分析值很接近。

表 4-29 实测值与模特法分析值的比较

序号	作业内容	取样数	实测区间 推定值	实测平 均值	标准 偏差	MOD 分 析值	平均实测 值与 MOD 分析值之比
1	双手贴透明胶条	75	2.744 ~ 2.887	2.806	0.24G	2.333	0.98
2	单手贴透明胶条	75	2.265 ~ 2.482	2.343	0.425	2.451	0.96
3	贴橡皮胶	75	6.770 ~ 6.981	6.876	0.424	6.837	1.06
4	往信封里装 1~3 册杂志	50	2.812 ~ 3.435	3.124	0.961	3.612	0.88
5	往信封里装 5 册以上 杂志	25	6.048 ~ 6.928	6.468	1.000	6.837	0.98
6	往信封里装印刷品	75	1.901 ~ 2.046	1.974	0.296	1.984	10.2
7	取得 3 册读物	75	2.662 ~ 2.769	2.716	0.213	2.838	0.96
8	取得 10 册左右杂志	75	3.930 ~ 4.126	4.033	0.346	4.386	0.92
9	拿在手中数 10 册杂志	50	3.624 ~ 4.159	3.892	0.836	4.773	0.82
10	拿在手中数 10 册以上 杂志	25	9.716 ~ 10.640	10.180	1.056	10.320	0.99

模特法与 WF 法分析作业的比较见表 4-30, 由表可见两者之间只差 0.009 2 分钟。

表 4-30 WF 法与 MOD 法分析的比较

动作分析	WF 法		MOD 法 (MOD)
	动作分析	时间 (WFU)	
伸手 50 cm 向零件	A50D	80	M5
抓取零件 (重 1.15 kg)	F2.5W	23	G1
把零件拿向主机, 移动 100 cm	A100WSD	159	M5P2
用手指移动零件 (距离 7.5 cm)	F7.5D	28	M1
手移动 (5 cm) A 箱一易损零件	ASP	29	M2
手移动零件 75 cm 到某处	A75D	96	M5
用手把零件向下 2.5 cm	A2.5W	26	M1P0
放下零件 (手移动 2.5 cm)	A2.5W	26	M1P0
		467 (0.0467 min)	26 (0.0559 min)



3. 模特法的动作分类

根据工业生产的实际统计,一般最常见的手工操作,其操作动作有95%以上是上肢为主的动作,并且上肢动作的基本特点是由成对出现的“移动动作”和“终结动作”结合而成的。一个操作动作的完成就对应着“移动-终结”动作及一些其他少量的附加因素的组合。其动作分类见表4-31。

表4-31 模特排时动作法分类

在工厂中常见的操作动作	上肢动作 (基本动作)	移动动作	移动动作	M1 手指动作	注1、注2:需要注意的动作 独:只有在其他动作停止的场合独立进行着 往:往复动作,即往复一次回到原来状态
				M2 手腕动作	
				M3 小臂动作	
				M4 大臂动作	
				M5 伸直的手臂	
		终结动作	反复多次的反射动作	(M1/2, M1, M2, M3)	
				G0 碰、接触	
				G1 简单地抓	
				G3(注)复杂地抓	
	其他动作	下肢动作	附加因素	P0 简单放置	
				P2(注1)复杂地抓	
				P5(注2)组装	
		其他动作		F3 踏板动作	
				W5 走步动作	
				L1 重量因素	
				E2(独)目视	
				R2(独)校正	
				D3(独)单纯地判断和反应	
				A4(独)按下	
				C4 旋转动作	
				B17(往)弯体动作	
				S30(往)起身坐下	

4. 模特法的动作分析

(1) 基本动作——上肢动作。

① 移动动作(M)。移动动作包括 5 种,分别以手指、手和手臂进行作业来区分。

手指动作 M1。表示用手指的第三个关节前的部分进行的动作,每动作一次时间值为 1MOP,相当于手指移动了 2.5 cm 的距离。如:用手指把开关拨到 ON (或 OFF)位置的动作;用大拇指和食指旋转栓上的螺母,每拧一次为 M1,即 1MOD;用手指按擦密封条。

手的动作 M2。用腕关节以前的部分进行动作,当然也包括了手指的动作,每拧一次为 2MOD。相当于动作距离为 5 cm 左右。如:用手指转动调谐旋钮,每次转动不超过 180°;将电阻插在印刷电路板上;用手翻书。注意:做法动作,有时或多或少都牵动小臂,在分析时仍为 M2。

小臂的动作 M3。肘关节以前(包括手指、手、小臂)的动作。每动作一次时间值为 3MOD,相当移动 15 cm 左右的距离。如:在纸上划一条约 15 cm 长的线;在作业范围内,移动小臂去取放在工作台上的零件;注意:在实际操作中,M3 动作会或多或少过牵动大臂,或者移动了肘关节,此时仍按 M3 分析。在操作中,M3 的移动动作范围叫正常作业区(见图 4-21)。在设计作业范围时,应参考图 4-21 的作业范围,并尽量使操作动作作用 M3 动作来完成。

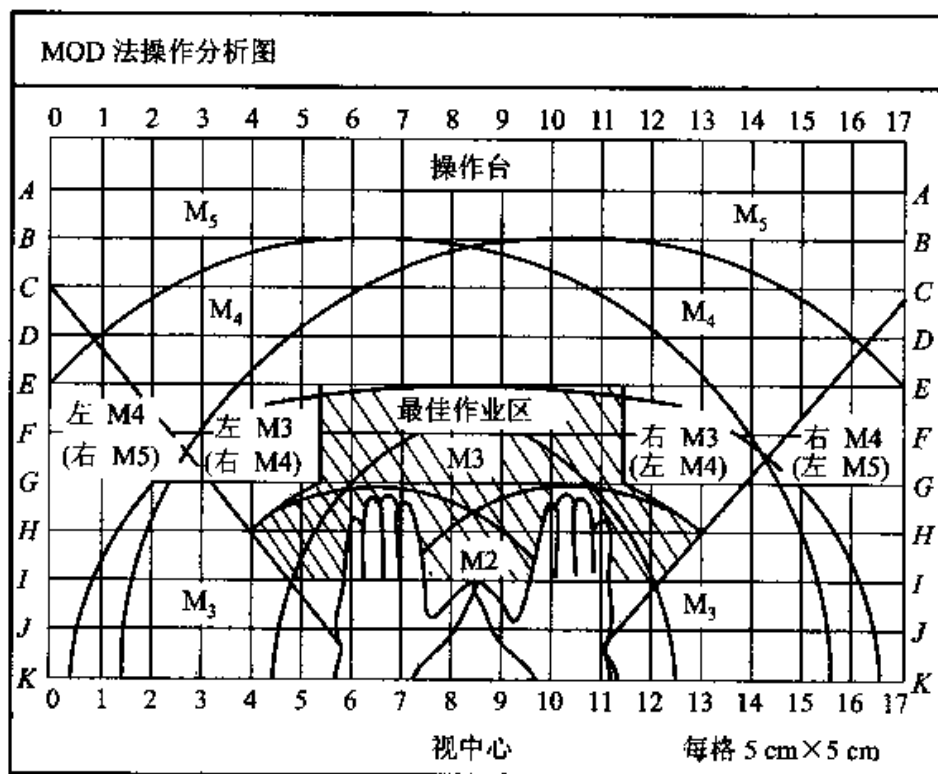


图 4-21 模特法移动的作业范围

大臂动作 M4 伴随肘的移动,小臂和大臂作为一个整体在自然状态下伸出的动作,其时间值为 4MOD,相当于移动距离 30 cm。如:把手伸向放在桌子前方的零件;把手伸向放在略高于操作者头部的工具。在设计作业区时,不一定能把所有的动作范围全部设计在 M3 的正常作业区内,此时可将某些动作或某些工具,设计在 M4 的区域内。

大臂尽量伸直的动作 M5。在胳膊自然伸直的基础上,再尽量伸直的动作。用 M5 表示,时间值为 5MOD,相当于移动距离为 45 cm。在进行该动作时,有一种紧张感,感到盘或肩、背的肌肉被拉紧的情况。如:把手尽量促向工作台的侧面;尽量伸直胳膊取高架上的东西;坐在椅子上抓放在地上的物体。从方法研究的角度讲,用这些姿势取物不恰当,属 5 级动作,不符合动作经济原则,在实际中应取消或尽量避免。

② 终结动作。包括抓取和放置动作。

抓取动作(G)。移动动作后,手或手指握住(或触及)目的物的动作叫抓取动作,用符号 G 表示。抓取动作随着对象与方式的不同分为三种:

- 触摸动作 G0。用手、手指去触目的物的动作,它没有抓取目的物的意图,只是触及而已,所以为 0MOD。如:用手去按计算器的按键时,必先伸手去接触按键,然后再按数字键;用手去推动放在桌上某一物件时,必先接触该物体,才能推动该物体。

- 简单地抓 G1。在自然放松的状态下用手或手指抓取物件的动作,在被抓物件的附件没有障碍物,是比较简单地抓,时间值为 1MOD。如:抓起放在工作台上的旋具;抓起放在书桌上的钢笔;两手同时伸出捧住电视机。该动作属于抓取容易取的物件,不太需要注意力,一抓即可。

- 复杂的抓取动作 G3。需要注意力的动作,是 G1 所不能实现的。在抓区目的物时有迟疑现象,或是目的物周围有障碍物,或是目的物比较小,不容易一抓就得,或是目的物易变形、易碎,时间值为 3MOD。如:抓起放在工作台面上的垫片;抓起放在台子上的一支绣花针;抓起放在零件箱中的小螺钉,抓时必须排开周围其他物件。

放置动作(P)。将手中的物体放置在一定的位置所作的动作。由于放置的方法与条件不同,有的需有注意力,有的不需注意力。分为以下三类:

- 简单的放置 P0。把抓着的物品运送到目的地后,直接放下的动作。该动作是放置动作中最简单的一种,它不需要用眼注视周围的情况,放置处也无特殊要求,被放下的物体允许移动或滚动,因此无需时间值,所以为 0MOD。如:将拿着的旋具放到桌子旁;把放下工具的手,移回原来的位置。

- 需要注意力的放置动作 P2。放置物体时,需要用眼睛看,以决定物体的大致位置,时间值为 2MOD。如:把垫圈套入螺栓的动作;电烙铁用完后,放到烙

铁架上;将装配完了的零件放到传送带上;把茶杯盖盖在茶杯上。

- 需要有注意力的复杂的旋转的动作 P5。将物体正确地放在所规定的位置或进行配合的动作是比 P2 更复杂的动作,从始至终需用眼看其精确的位置,时间值为 5MOD。如:把旋具的头放入螺钉头的沟槽中;把导线焊在印刷线路板上;把电阻插入印刷版的孔中;把轴与套配合的动作。

基本的动作注意点:

- 11 种基本动作中, M1、M2、M3、M4、M5、G0、G1、P1 是不需要注意力的动作,而 G3、P2、P5 是需要注意力的。

- 移动动作和终结动作总是成对出现的。例如,伸手是移动动作,伸手去干什么(目的)必然有一个目的,这就是伸手去拿某件物件或者去放置某物件。例如,伸手取笔,伸手为移动 M3,取笔为抓取 G1。所以,伸手取笔的基本动作是移动加抓取,表示为: $M3G1 = 4MOD$ 。例如,将轴套套入轴上(图 4-22)。把轴套放在 A 点上,为 M3P5。到 B 点时为少量插入轴中。套依靠自重自然落下,则不需加算移动动作。

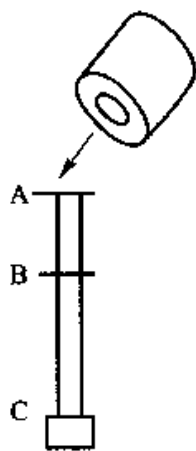


图 4-22 轴套装配

③ 反射动作(又称特殊移动动作)。不是每次都特别需要注意力或保持特别意识的反复出现的重复动作叫反射动作。例如,用锉刀锉物,用锯子锯物;用铁锤钉钉子等。这种反射动作一般速度快,使用的工具与身体部位不变,因此其时间消耗为正常动作的 70%。所以反射动作的时间值为:

手指的往复动作 M1,每一个单程动作时间为 $1/2MOD$;手的往复动作 M2,每一个单程动作时间为 $2MOD$;手臂的往复动作 M3,每一个单程动作时间为 $2MOD$;手臂的往复动作 M4,每一个单程动作时间为 $3MOD$;M5 的动作一般不发生反射动作与终结动作,都是成对出现的,所以反射动作的时间值最大为 $3MOD$ 。

如前所述,模特法中移动动作与终结动作都是成对出现的,唯有反射动作没有终结动作,所以称它为特殊移动动作。

④ 同时动作。用不同的身体部位同时进行相同或不同的两个以上的动作,称为同时动作。一般以两手的同时动作为佳(排除一手空闲的情况),这样可以提高工作效率(见动作经济原则)。如桌上放着橡皮和削尖的铅笔,两手同时伸出(M3),用左手抓橡皮(G1),右手抓笔(G1),然后放到自己面前;桌上放着螺钉箱,另在高于头的地方吊着旋具。两手同时伸出(M3, M5),左手抓螺钉(G3),右手抓旋具(G1),拿到身前,螺钉槽与旋具尖对好;桌子上放着零件箱, A 箱装螺钉, B 箱装垫圈。两手同时伸出(M3),左手抓螺钉(G3),右手抓垫圈

(G3),然后同时拿到身前安装。

同时动作的条件。两手不是在任何情况下都能同时进行动作的,在下面两种情况下可以同时动作:

- 当两只手的终结动作都不需要注意力的时候。例如一只手去抓旋具,另一只手去拿螺钉,因为两只手的终结动作都是 G1,都是不太需要注意力的,所以可同时动作。又如双手同时伸出去拿箱子中的销子,每只手拿一只,都是 G1 的终结动作,所以可同时进行。

- 当一只手的终结动作是需要注意力的,而另一只手的终结动作是不需要注意力的时候。例如,一只手去抓取螺钉,另一只手去抓取放在台子上的一只平垫圈。这时只有一只手的终结动作是需要注意力的,所以可同时动作。对于两只手都要注意力的动作,不可能同时进行。因为此时两只手的终结动作都需要注意力。例如,两只手同时去拿放在工作台面上的平垫片,就不可同时进行,而只能完成一只手的终结动作,再做另一只手的(表 4-32)。

时限动作和两手同时动作的时间值。两手可以同时动作时,时间值大的动作叫做时限动作,用时限动作的时间值来表示。两手同时动作时间值的分析举例见表 4-33。由于左、右两只手的终结动作均为 G1,是不需要注意力的,所以可同时进行。左手时间值 $M3G1 = 4MOD$,右手动作时间值为 $M4G1 = 5MOD$ 。所以,右手的动作为时限动作。当两手动作的时间值相同时,可任取一只手的时间值计算。

表 4-32 终结动作两手动作分析表

情况	同时动作	一只手的终结动作	另一只手的终结动作
1	可能	G0 或 P0 或 G1	G0 或 P0 或 G1
2	可能	G0 或 P0 或 G1	P0 或 G3 或 P5
3	不可能	P2 或 P3 或 P5	P2 或 G3 或 P5

表 4-33 时限动作举例表

No	左手动作	右手动作	标记符号	次数	MOD
1	抓零件 (M3G1)	抓旋具 M4G1	M4G1		5

两手都需要注意力时的分析方法。例如,左手 M3G3,右手 M4G3。由于移动动作是不需注意力的,所以两手可同时伸出。当左手伸到所需位置时,就进行抓取 G3 的动作,此时右手不能亦做 G3 的动作,所以在目的物旁等待,等到左手做完动作后,右手只稍动一下,即可进行终结动作 G3。右手稍动一下是因为人

不可能僵直手去取物,这个动作为 M2,其分析如图 4-23 所示。这样左手先做完 M3G3 的动作,随后右手做 M2G3 的动作,其时间值为 $M3G3 + M2G3 = 11\text{MOD}$ 。

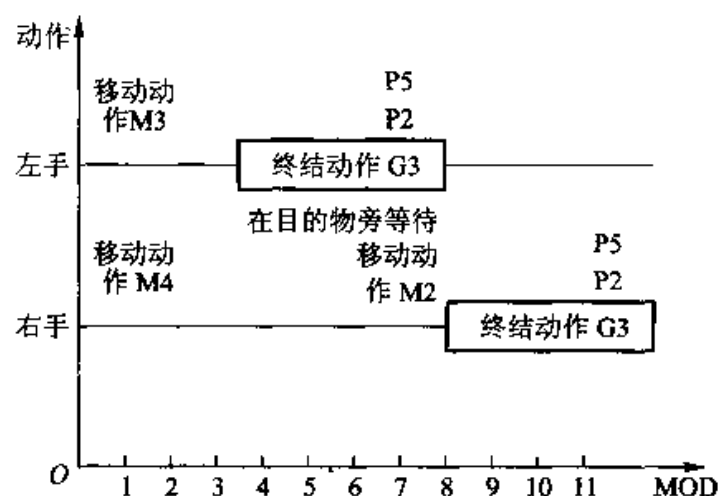


图 4-23 都需要注意力的双手动作状态示意图

假如上面这个例子中,左、右动作先后不同,如左手先动作,其情况见表 4-34。右手由于同左手同时伸出,等待左手做完 M3G3 的动作后,右手腕再动一下(M2),做抓取的动作,所以右手动作为 M2G3。

表 4-34 时限动作举例表

No	左手动作	右手动作	标记符号	次数	MOD
1	抓零件 A M3G1	抓零件 B M4G3	M3G3 M2G3		11

表 4-35 是右手先动作的分析表。由表 4-35 可见,右手与左手可同时伸出。右手先做完 M4 的称动(此时右手也同时伸出 M3),然后左手做一个手腕的 M2 动作去取物 G3。所以时间值为 $M4G3 + M2G3 = 12\text{MOD}$ 。由于上述例子可见,即使同一动作,若两只手先后动作不同,其时间值也不同。下面例子是如果两手同时动作,终结动作均需注意力时(均为左手先做)的时间值(见表 4-36)。

表 4-35 右手先动情况表

No	左手动作	右手动作	标记符号	次数	MOD
1	伸手抓零件 A M3G3	伸手抓零件 B M4G3	M4G3 M2G3		12

表 4-36 两手同时先动情况表

序号	左手	右手	MOD 分析	MOD 值
1	M4G3M4P2	M4G1M4P0	M4G3M4P2	13
2	M2G1M3P2	M4G1L03P0	M4G1M3P2	10
3	M3G1M3P2	M4G1M4P2	M4G1M3 P2M2P2	14
4	M3G3M4P5	M4G3M3P5	M3G3M2G3 D44P5M2P5	27

分析要点:

首先分析两手是否可以同时动作,如可以,则看哪一只手为时限动作,时间按时限动作取。如表 4-36 序号 1 的例子中,左、右手最先的动作是 M4G3, M4G1。由于两手动作中,左手是需要注意力的,右手不需注意力,所以两手可以同时动作。右手 M4G3 为 7MOD,是时限动作,时间值即为 7MOD。再看 M4P2 和 M3P0,也是可以同时动作的,时限动作为 M4P2,为 6MOD。

如果是两手均需要注意力的,则看哪只手先做、哪只手后做,后做的那只手在等待先做的手做完后,做一个 M2 的动作,再做终结动作。如表 4-36 序号 3 的动作,首先分析左、右手的动作:M3G1(左),M4G1(右),都是终结动作不需注意力的,则 M4G1 为时限动作,所以时间值为 M4G1。再看 M3P2(左)、M4P2(右),两手的终结动作都是需注意力的,因为左手先做,所以是 M3P2 + M2P2 = 9MOD,再加上先做 M4G1 = 5MOD,所以共为 14MOD。

(2) 身体及其他动作。

① 脚踏动作 F1。将脚跟随在踏板上,做足颈动作,其时间值为 3MOD。这个动作必须是脚跟不离踏板,否则就不是 F3。F3 是单程的,如果踏一下又回来,因为足颈活动了两次,所以是两个 F3。必要时,连续压放脚踏板的时间值,要使用计时器计算有效时间,如:脚踏缝纫机制衣;脚踏汽车油门;脚踏冲床的开关。

② 步行动作 W5。动膝关节,使身体移动或回转身体的动作。包括向前、向后、向横侧,凡必用脚支配身体的水平移动的动作均属此动作,每进行一次为 5MOD。在 F3 脚踏动作中如果脚跟离开踏板,则应为 W5。如果走 6 步,最后的一只脚拖上来,则拖上来的不计,即时间值为 $W5 \times 6$;如果最后的一步要求立正,则要算一步,即为 $W5 \times 7$ 。如果步行的目的是去拿物,则因为在走步的过程中把手伸出,作好拿物的准备,所以此时手的移动为 M2。有时伸手取物时,需把



臂伸长向横侧,为保护身体的平衡,而把脚亦向横侧面走一步,此时是以臂的动作为主,而足仅是辅助手的移动,就不再分析为W5,而只计取手臂移动的值。

③ 弯曲动作B17。从站立的状态,弯曲身体或蹲下,单膝触地,然后回复到原来状态的往复动作。一个周期为17MOD。B17中的手移动动作同W5一样,一律分析为M2。如果在B17中遇到搬运重量的动作,则必须加上重量因素,重量因素的考虑将在后面叙述。B17中是单膝触地,不是双膝,因为如果是双膝触地,则不能一站即起复原位,必须按实际情况测定。

④ 站起来再坐下的动作S30。坐在工作椅上站起来,再坐下的往复动作,一个周期为30MOD。这个动作包括了站起来向后推椅子及坐下拉椅子的动作。

⑤ 搬运动作的重量因素L1。搬运重物时,物体的重量影响运作的速度,并且随物体的轻重而影响时间值,因此应予以考虑。重量因素按下列原则考虑:有效重小子2kg,不考虑;有效重量为2~6kg的,重量因素为L1,时间值为1MOD;有效重量为6~10kg的,重量因素为 $L1 \times 2$,时间值为2MOD;以后每增加4kg,时间值增加1MOD。

有效重量的计算原则为:单手负重,有效重量等于实际重量;双手负重,有效重量等于实际重量的1/2;滑动运送物体时,有效重量为实际重量的1/3;滚动运送物体时,有效重量为实际重的1/10。

两人用手搬运过程中有放置动作时附加一次,而不是在抓取、移动、放置过程中都考虑,且不受搬运距离长短的影响。

⑥ 目视动作E2(独立动作)。为看清事物而眼睛移动(向一个新的位置移动视线)和调整焦距两种动作中,每做其中一个动作,都用E2表示,时间值为2MOD。

所谓独立动作,是指做这个动作时,其他动作都停止的情况下独立进行的。例如,要看清仪表盘上的读数,首先必须转移视线,将视线由别的地方转移到仪表盘面上来,这时 $E2 = 2MOD$;然后再进一步看清盘面的读数(调整焦距),则给一个调焦的 $E2 = 2MOD$ 。

眼睛是重要的感觉器官,对于人们的动作起着导向作用。手在移动时,一般要瞬时看一下物体的位置,以控制手的速度和方向。这种眼睛的动作,一般是在动作之前或动作中进行的,而不是特别有意识地使用眼睛的动作,动作分析时不给时间值。只有眼睛独立动作时,才给时间值,如读文件,找图的记号,注意认真检查;为了进行下一个动作,向其他位置转移视线或调整焦距。一般作业中,独立地使用眼睛的频率不多,在生产线上装配工序和包装工序中,进行包含某种检查因素作业,一般都是同其他的动作同时进行的。所以要很好地进行观察分析,不能乱用E2。其动作举例还有:看仪表指针的位置;看装饰品位置;看装饰器表面;看布朗的波形;看安全规格表等。



人的眼睛不可能在广阔的范围内看清物体,一般把可以看得非常清楚的范围叫做正常视野。在正常视野内,不给眼睛动作时间值。但是在正常视野内,对于调整焦距动作,必要时给以 E2,因为在眼睛动作中,移动视线时不能同时调整眼睛的焦点。从正常视野向其他点移动视线时,用 E2 进行的动作约在 20 ~ 30 cm 范围内。看更广的范围时,伴随眼球运动,还有头的辅助作用,而且两者同时进行,这时相当于 110 厘米的范围,应给予 E2(眼的移动)×3 的时间值(不分析头的动作)。

⑦ 矫正动作 R2(独立动作)。矫正抓零件和工具的动作,或将其回转,或改变方向而进行的动作。例如,拿起铅笔然后矫正为写字的方式(笔尖对着纸);又如抓取一只二极管并矫正好方向,以便插向二极管座,这是出现在抓取(G)之后或放置(P)之前时行重新校正操作物位置的動作,必须独立进行时,才给时间值,每动作一次 2MOD。如:给收音机装一只五号电池,用手抓起电池后,要按“+”、“-”方向装好电池。向一个印刷版的规定孔内,插入二极管,要矫正拿在手中的二极管方向,这些都需要有一个矫正动作。分析举例见表 4-37。

表 4-37 两手同时先动情况表

序号	左手动作	右手动作	标记符号	次数	MOD
1	BD	抓二极管 M3G3	M3G3		6
2	BD	送到身前 M3P0	M3P0		3
3	BD	看清极性 E2D3	E2D3		5
4	BD	改变方向 R2	R2		2

在操作过程中,操作熟练者为了缩短动作时间,在进行前一个动作时,已经使用身体其他部位着手下一个动作的准备,这个矫正准备动作不难记时间值,如用 M4 的动作抓零件或工具,移至身前。在其移动过程中,矫正成为最容易进行一下动作的状态(改变其位置或方向)。这种状况,只记移动和抓取的时间值,不记矫正的时间值。

⑧ 判断动作 D3(独立动作)。动作与动作之间出现的瞬时判定。例如,看压力表的表盘面,看压力是否在正常值,除了 E2 之外,还必须判断读数反应的壓力是否属正常值。D3 适用于其他一切动作间歇的场合。

在流水线生产中,检查产品(或零件)是否合格,只有当判断出次品时,才加 D3 动作时间值,与其他动作同时进行的判断动作不给 D3 时间值。眼睛从看说明书移向看仪表指针,判断指针是否在规定的范围内,此动作应分析为

E2E2D3。如：一个检验工位的工人，其工作是用手去拿上道工序装好的无线电装置并放在自己身前，然后再双手各拿一支万用表的表笔，矫正表笔对正放于接触无线电装置两支脚的位置，测量其电阻是否符合要求，其分析如表4-38。又如抓取一只二极管，拿到自己身前，看极性、改变方向，然后插入仪器指定位置，眼睛移向仪器表头指针，判定是否在正常数据范围内，分析如表4-39所示。

表4-38 分析表

左手		右手		MOD	MOD 值
动作	分析	动作	分析	分析	
向左伸手拿装置	M4G1	同左	M4G1	M4G1	5
移向身前放下	M4P0	同左	M4P0	M4P0	4
伸向万用表表笔， 取笔	M3G1	同左	M3G1	M3G1	4
矫正方向，贴紧量脚	R2P2	同左	R2P2	R2P2	4
看万用表并判断	E2D3			E2D3	5
总计					22

表4-39 分析表

左手		右手		MOD	MOD 值
动作	分析	动作	分析	分析	
BD		取二极管	M3G3	M3G3	6
BD		拿到身前	M3P0	M3P0	3
BD		看其极性	E2D3	E2D3	5
BD		改换方向	R2	R2	2
BD		插入仪器内	M3P5	M3P5	8
BD		看仪器表头	E2E2D3	E2E2D3	7
总计					31

⑨ 施加压力 A4(独立动作)。操作中需要堆、拉以克服阻力的动作。用 A4 表示，时间值为 4MOD。

A4 一般是在推、转等动作终了后才发生，用力时，发生手和胳膊或踏使全身肌肉紧张的现象。其动作举例有：铆钉对准配合孔用力推入；用力拉断



电源软线;用力推和配合旋钮;旋具最后一下拧紧螺钉;手最后用力关紧各种闸阀。A4 是独立动作,当加压在 2kg 以上且其他动作停止时,才给 A4 时间值。

上述例中,加力时伴有少许移动动作,此移动动作不给分析及时间值。分析举例如表 4-40 所示。

表 4-40 装铆钉动作分析

序号	左手动作	右手动作	符号动作	次数	MOD
1	BD	抓铆钉 M3G3	M3G3		6
2	BD	把铆钉移到板的一端	M3P2		5
3	BD	施力 A4	A4		4

⑩ 旋转动作 C4。为使目的物作圆周运动而回转手或手臂的动作。即以手腕或肘关节为轴心,旋转一周的动作,用 C4 表示,时间值为 4MOD。如:摇车床的把柄;搅拌液体;旋转 1/2 周以上的为旋转动作,不到 1/2 的应作为移动动作。带有 2kg 以上负荷的旋转动作,由于其负荷大小不同,时间值也不同,应按有效时间计算。

(3) 动作分析时使用的其他符号。

① 延时 BD。表示一只手进行动作时,另一只手什么动作也不做,即停止状态。BD 不给予时间值。

② 保持 H。表示用手拿着或抓着物体一直不动的状态。有时为了防止零件倒下,而用固定的工具也为 H。H 也不给予时间值。

③ 有效时间值 UT。指人的动作之外的机械或其他所有的加工时间。有效时间要用计时仪表分别确定其时间值。例如,用电动旋具拧螺母、焊锡、铆接铆钉、涂粘接剂等。

在动作分析时,应把有效时间值如实地填入分析表中的有效时间栏内,在不影响安全生产或产品质量的前提下,应充分利用有效时间的等待时间进行其他作业。所以灵活地运用有效时间是改善作业的重点。在改善作业中,BD 和 H 出现得越少越好。

(4) 模特排时法分析记录表的填写方法。分析记录表的形式见表 4-41。表中,动作只有一次时,次数栏不用填写。有效时间、MOD 总计时间和会计时间应以普通时间为单位,换算时按 1MOD 等于 0.129 秒填入。

表 4-41 模特法记录表

零件图号:		年 月 日				
设备名称		作业条件				
工序名称		使用工具				
作业名称		分析条件				
序号	左手动作	右手动作	动作方式分析符号	次数	MOD	
1						
2						
3						
有效时间:s min		MOD s min		合计: s min		

在填写分析记录表的同时,还需在分析记录表的下面画出其作业图,以便对照分析表进行改善。

5. 模特法的应用

(1) 动作的改进。根据应用模特排时法的实践经验,对改善各种动作着眼点归纳整理如下。

① 替代、合并移动动作 M。

- 应用滑槽、传送带、弹簧、压缩空气等替代移动动作。
- 用手或脚的移动动作替代身体其他部分的移动动作。
- 应用机器、工夹具等自动化、机械化装置替代人体的移动动作。
- 将移动动作尽量组合成为结合动作。
- 尽量使移动动作和其他动作同时动作。
- 尽可能改进急速变换方向的移动动作。

② 减少移动动作 M 的次数。

- 一次运输的物品数量越多越好。
- 采用运载量多的运输工具和容器。
- 两手同时搬运物品。
- 用一个复合零件替代几个零件的功能,减少移动动作次数。

③ 用时间值小的移动动作替代时间值大的移动动作。

- 应用滑槽、输送带、弹簧、压缩空气等。简化移动动作,降低动作时间值。
- 尽量采用短距离的移动动作。
- 改进操作台、工作椅的高度。



- 将上下移动动作改为水平、前后移动动作。
- 将前后移动动作改为水平移动动作。
- 用简单的身体动作替代复杂的身体动作。
- 设计成有节奏的动作作业。
- ④ 替代、合并抓的动作 G。
 - 使用磁铁、真空技术等抓取物品。
 - 抓的动作与其他动作结合,变成同时动作。
 - 即使是同时动作,还应改进成为更简单的同时动作。
 - 设计成能抓取两种物品以上的工具。
- ⑤ 简化抓的动作 G。
 - 工件涂以不同颜色,便于分辨抓取物。
 - 物品做成容易抓取的形状。
 - 使用导轨或限位器。
 - 使用送料(工件)器,如装上、落下送进装置,滑动、滚动运送装置等。
- ⑥ 简化放置动作 P。
 - 使用制动装置。
 - 使用导轨。
 - 固定物品堆放场所。
 - 同移动结合成为结合动作。
 - 工具用弹簧自动拉回放置处。
 - 一只手做放置动作时,另一只手给予辅助。
 - 工件采用合理配合公差。
 - 两个零件的配合部分尽量做成圆形的。
 - 工具的长度尽可能在 7 厘米以上,以求放置得稳定性。
- ⑦ 尽量不使用眼睛动作 E2。
 - 尽量与移动动作 M、抓取动作 G 和放置动作 P 结合成为同时动作。
 - 作业范围控制在正常视野范围内。
 - 作业范围应豁亮、舒适。
 - 以声音或触觉进行判断。
 - 使用制动装置。
 - 安装作业异常检测装置。
 - 改变零件箱的排列、组合方式。
 - 使用导轨。
- ⑧ 尽量不做矫正动作 R2。
 - 同移动动作 M 组合成为结合动作。

- 使用不用矫正动作 R2 而用放置动作 P 就可完成操作动作的工夹具。
 - 改进移动动作 M 和放置动作 P, 从而去掉矫正动作 R2。
- ⑨ 尽量不做判断动作 D3。
- 与移动动作 M、抓的动作 G 和放置动作 P 组合成同时动作。
 - 两个或两个以上的判断动作尽量合并成为一个判断动作。
 - 设计成没有正反面或方向性的零件。
 - 运输工具和容器涂上识别标记。
- ⑩ 尽量减少脚踏动作 F3。
- 与移动动作 M、抓的动作 G 和放置动作 P 尽量组合成为同时动作。
 - 用手、肘等的动作替代脚踏动作。
- ⑪ 尽量减少按、压动作 A4。
- 利用压缩空气、液压、磁力等装置。
 - 利用反作用力和冲力。
 - 使用手、肘的加压动作代替手指的加压动作。
 - 改进加压操作机构。
- ⑫ 尽量减少行走动作 W5、身体弯曲动作 B17、起坐动作 S30。
- 设计使工人一直坐着操作规的椅子。
 - 改进作业台的高度。
 - 使用零件、材料搬运装置。
 - 使用成品搬动装置。
 - 前后作业相连接。

表 4-42、表 4-43 为国内某无线电厂电子枪装配生产线用模特法所表示的操作人员程序图(改进前和改进后)。作业名称为:管针修正、灯丝冷阻测量。改进前的操作情况见操作人员程序图(改进前),按照上述的改善各种动作着眼点进行改进。将左手取修丰规并持住,改进为用一修正测量器架(图 4-24)。

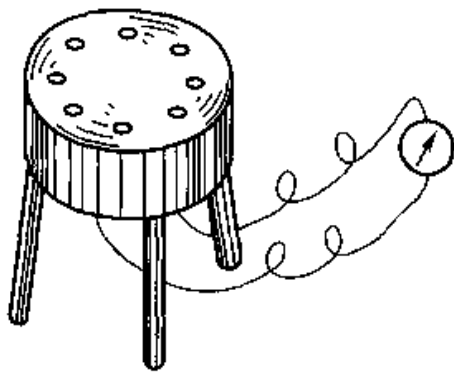


图 4-24 修正测量器架

工作时,将电子枪插入到修正测量器架后,在电子枪管针修正的同时也测量其冷阻。由改进后的操作人员程序图可见,改进后工序压缩率为42.79%。

表 4-42 电子枪管管针修正、灯丝冷阻测量

件名	电子枪	状态	改进前	改进后	工序压缩率
操作	管针修正、灯丝冷阻测量	周程 (MOD)	1 297	742	$\frac{\text{改进前时间} - \text{改进后时间}}{\text{改进前时间}} \times 100\% = \frac{1\,297 - 742}{1\,297} \times 100\% = 42.79\%$
地点	电子枪装架间				
研究量	一盒(25支)	周程 时间 (min)	2.7	1.6	
绘制					
日期	1989年3—9月				
审核					

操作人员程序图(改进前)

左手动作			右手动作		
动作叙述	时间 (MOD)	分析式	分析式	时间 (MOD)	动作叙述
将待修盒置于面	7	M3G1M3P0 M3G3M3P0	M2G1M2P0 (M3G1) × 25 (M3P2) × 25 (M3G1M2P5) × 25 (M3P0) × 25 (M3G1M2P0M3P0) × 25		将空盒移至近旁
取修正归并持住	7				
				100	拿一支枪
				125	插入修正规中
				275	握住排气管往下拉
				50	往上推
				225	取出放入盒中
				10	将修完盒转到下工位
将待检枪移至近旁		M3G1M3P0 (M3G3R2 + 2M3P0) × 5 (M3P2) × 5	M3G1M3P0M3P0 (M2P5 + 2D3) × 25 M3P0 M3G1M3P0M3P0		辅助左手
抓5支枪在手中排好	65				
				11	取测量笔头
				375	测量冷阻
放入盒中	25				
				3	放下测量笔头
				10	将检完盒转到下工位
合计	113			1184	

表 4-43 灯丝冷阻测量的操作人员程序图

改进要点					
改进前			改进后		
修正管脚、测冷阻两道工序分开,测冷阻时易漏测			修正管脚与冷阻两道工序合并,采用新式管脚规,可同时测冷阻		
操作人员程序图(改进后)					
左手动作			右手动作		
动作叙述	时间 (MOD)	分析式	分析式	时间 (MOD)	动作叙述
将待修盒移到近旁	7	M3G1M3P0 (M3G1)×25 (M3P2)×25 (E2×2+D3)×25 (M3P0M3P0)×25	(M3G1)×25 (M2P5)×25 (M2P0)×25 M3G1M3P0M3P0		
拿一支枪	100				
插入修正测量器架	125				握住排气管
				175	往下拉
看表判断	175				
取出放入盒中	150				往上推
				10	将检完盒转到下工位
合计	567			185	

(2) 应用模特法制定标准时间。

① 标准时间的计算式:

$$\text{标准时间} = \text{正常时间} \times (1 + \text{宽放率})$$

② 用模特法确定正常时间。用模特法确定的时间即正常时间,不需评比,现举例说明。

例 4-8 在车床上松开三爪卡盘将零件取下,再夹紧一个毛坯,确定这一作业正常时间和标准时间。

(1) 操作方法。左手伸出取下 T 型扳手,移向并插入三爪卡盘的调整孔,双手松开卡盘。右手取放零件后,再拿起毛坯放入卡盘,同时左手旋转 T 型扳手,稍微拧紧毛坯,右手随即取一金属块(或 T 型扳手),敲打毛坯以矫正毛坯的夹持,然后双手用劲旋转 T 型扳手平夹紧毛坯,左手将“T”型扳手从调孔中取出放回原处。

(2) 动作分析如下:

第一个动作组合:左手伸出去拿起 T 型扳手,并移向三爪卡盘的调整孔中,右手同时伸向三爪卡盘并拨转卡盘以调整孔的位置,以使 T 型扳手插入。

第二个动作组合:双手用力放松卡盘,左手握持 T 型扳手,右手同时取出零件,放入零件箱中。

第三个动作组合:右手拿起毛坯并放入三爪卡盘,左手旋转 T 型扳手稍微拧紧毛坯,右手取拿 T 型扳手敲打毛坯,以矫正毛坯的夹持,同时左手旋转卡盘,以使右手敲打需要矫正的部位。

(3) 按模特法作出动作分析式。

第一个动作组合:

左手:伸手取 T 型扳手,移向并插入卡盘调整孔 M4G1 M4P5。

右手:移向卡盘,拨动卡盘 M4G0 M3P0。

MOD 值: $5 + 9 = 14(\text{MOD})$ 。

第二个动作组合:

左手:扶持扳手;右手:移向并握取扳手 M3G1。

双手用力放松抓手 M4P0A4。

左手:旋松卡盘,扶持扳手 M2P0;右手:扶持零件。

左手:扶持零件;右手:取出零件,转身放入零件箱 M3P0W5MP2P2(12MOD)。

MOD 值: $4 + 8 + 5 + 2 + 12 = 31(\text{MOD})$

第三个动作组合:

左手:扶持扳手,当毛坯插入时,旋转扳折,夹紧毛坯, M2P0(2MOD);右手:移向并取出毛坯,转身插入卡盘 M4G1W5M2P2(14MOD)。

左手:取起扳手,交给右手, M3P0;右手:接起扳手 M2G1(3MOD)。

左手:移向卡盘,拨动卡盘两次 M3G0 (M3P0M2G0) $\times 2$ (13MOD)

MOD 值: $2 + 14 + 3 + 13 = 32(\text{MOD})$

第四个动作组合:

左手:移向并握持扳手,插入调整孔 M3G0 M2P2;右手:移动扳手,让左手握取,同时插入调整孔 M3P0M2P2(7MOD)。

双手用力夹紧毛坯 M3P0A4(7MOD)。

双手取出扳手移入下一个调整孔,再用力夹紧 M3P2M2POA4(11MOD)。

左手取出扳手放到主轴箱盖上 M3G0M4P0(7MOD)。

MOD 值: $7 + 7 + 11 + 7 = 32(\text{MOD})$

MOD 值: $14 + 31 + 32 + 32 = 109(\text{MOD})$

(4) 计算标准时间:按表 4-44 取宽放宽率为 22%,则

标准时间 = $109(1 + 22\%)$

$$= 132.98(\text{MOD}) \times 0.129$$

$$= 17.15(\text{秒})$$

表 4-44 各种车间的宽放率举例

工种	作业宽放(%)	车间宽放(%)	私事宽放(%)	疲劳宽放(%)	其他宽放(%)	合计(%)	备注
机械加工 (小件)	5	3	3	5	6	22	小型电机零件加工车间
						25	
	5	3	3	4	-	15	
机械加工 (大件)	10	5	4	5	2	26	重型电机零件加工车间
	7	5	3	7	-	22	加工车间
装配	7	5	3	3~8	1	18~23	
	5	4	3	5	-	17	家电装配车间
	18		4	4~8	-	26~30	车间

4.4.3 模特法实例

某厂在国外引进了一套录音机总装流水线,现介绍该厂如何用模特法来平整流水生产线。其操作程序图如图 4-25 所示。电机部件共有 11 个,如图 4-26 所示。

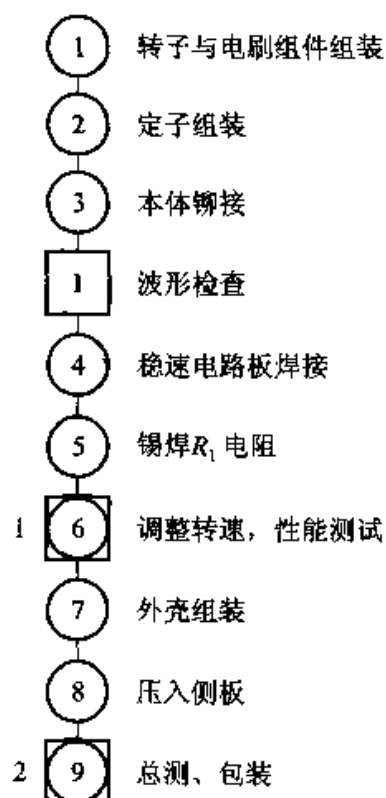


图 4-25 录音机电机装配操作程序图

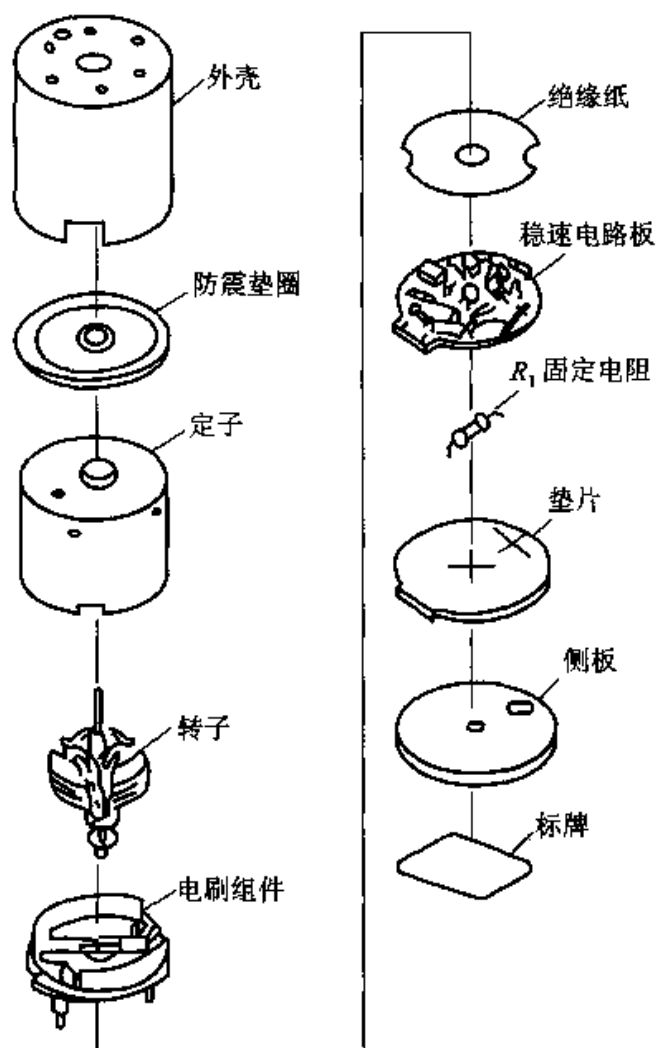


图 4-26 录音机电机零部件示意图

1. 第1工位

第1工位,转子与刷组件组装:把电刷组件、转子、定子依次组装成电机本体。双手操作范围约45厘米。

(1) 作业前的准备:

- ① 电刷压簧打开夹具(图4-27)。
- ② 周转箱放置架。
- ③ 转子周转箱,转子在箱内整齐插放。
- ④ 定子周转箱,定子在箱内整齐插放。
- ⑤ 小型传送带
- ⑥ 镊子、卡尺等。

(2) 作业要素说明:

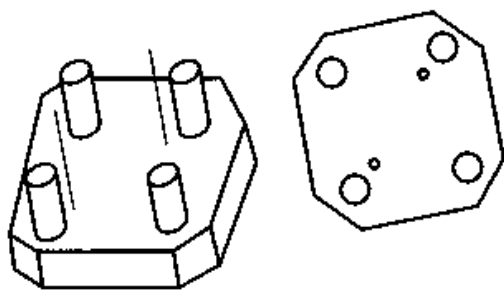


图 4-27 电刷压簧打开夹具

① 电刷压簧打开方式如图 4-28 所示左手持住夹具,右手半电刷组放置在夹具上。夹具上的两销针插入电刷光面一侧,然后用左手指根部固定夹具不动,用指尖把电刷组件按逆时针方向旋转一下即打开。操作时,销针不准插入阻尼线圈一侧或用销针压迫电刷压簧,旋转角度以能插入转子轴为宜。

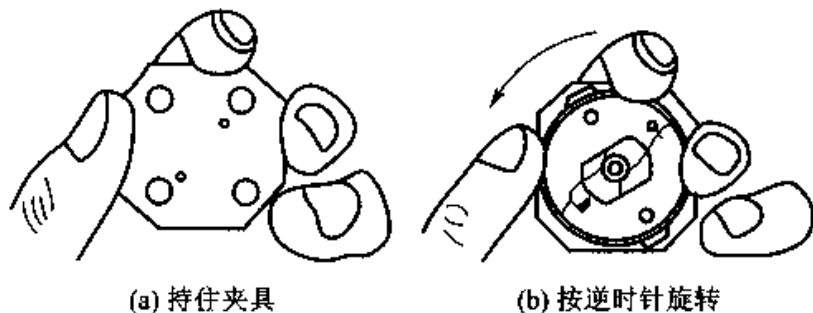


图 4-28 电刷压簧打开操作示意图

② 电刷组件压簧打开后,右手拿转子,对准插入电刷组件上,见图 4-29。转子插入时,挡油环不能接触电刷压簧,以免碰坏。转子插入后,右手转动一下检查配合情况,同时拿着夹具左手将电刷压簧恢复到原来的状态并压紧。

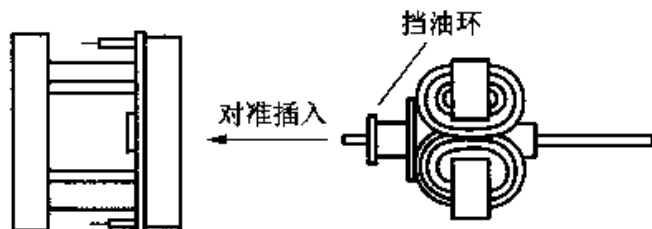


图 4-29 转子插入示意图

③ 转子插入后,目测电刷压簧是否对准刷环中心,见图 4-30。

④ 装配定子时,由于磁力的作用,要用食指顶住定子轴承部位,推压轴的尾端进行组装,见图 4-31。组装时,定子、转子、电刷组件呈水平状态进入,转子

不要连接到定子的磁铁上,电刷压簧不许变形。定子插入转子轴后需转动调整定子与电刷组件的位置,使定子制品与电刷组件凸舌对准后装入。

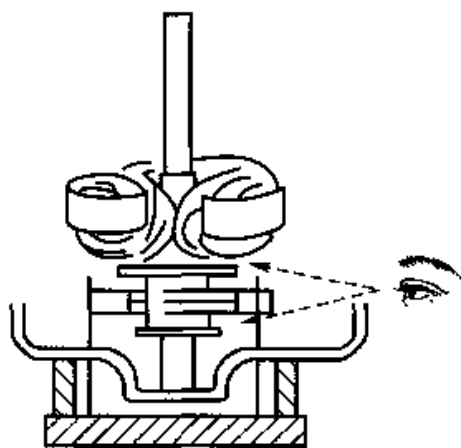


图 4-30 目测检查电刷压簧是否对准刷环中心

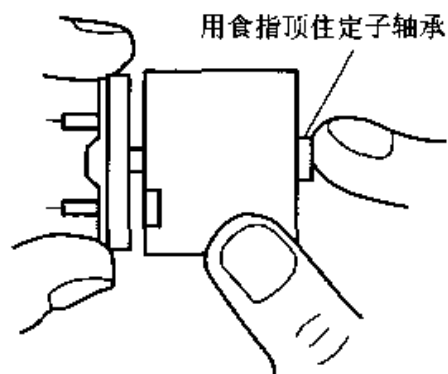


图 4-31 装配定子示意图

⑤ 动作因素分析(双手操作程序图)。

表 4-45 为第 1 工位的双手操作程序图。

操作说明:① 第 1 单元中的用眼动作属结合动作,不计时间;② 第 3 单元中的放置动作如图 4-31 所示,定子孔的位置被其外壳挡住,放置时有较高难度,故分析其动作为 P5。

表 4-45 第 1 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:电刷组件、转子、定子组装		工作地布置简图					
工位序号:1							
定员:1							
操作者:							
MOD 数:40 时间:5.16s							
日期:							
单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	持住夹具			9	1	M3G1 M3P2	取电刷组件放置在夹具中

续表

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
2	旋转电刷组件,打开压簧。转子插入后,将压簧恢复原状,同时手指根部放松,让夹具自行脱落	M1P0 M1P0	1	12	1	M4G1 M4P2 M1P0	取转子插在电刷组件中,并转动一下,同时用眼检查电刷压簧是否对准刷环中心
3	持住夹具和电刷组件			14	1	M3G1 M3P5 R2	取定子装在转子轴上,并调整缺口方向
4	持住夹具			5	1	M3P2	将电机放在传送带上,并将电机轴插入传送带槽中

2. 第2工位

第2工位,本体铆接:将电机本体在铆接机上进行铆合,使定子外壳与电刷组件成为一件,并兼测试电机性能。双手活动范围约35cm。

(1) 作业前的准备:

- ① 电机本体铆接装置。
- ② 示波器
- ③ 直流稳压电源电流表。
- ④ 电机周转箱。
- ⑤ 测试夹具。
- ⑥ 钳子、镊子、尼龙锤等。

(2) 作业要点说明:

① 左手取电机本体放在铆接机的夹具上,并使夹具上的定位销与定子外壳的定位孔对合,然后右手触动开关启动铆接机。铆合部位见图4-32,铆合后的电机上下轴承不偏移,铆合的松紧程度以使钳子只能稍许插入电刷组件为宜。

② 根据电机转动声音,观察电流表指针,放置距离小于25 mm,则不考虑移动运动。观察示波器波形,判断铆接是否符合要求。再用拇指按住电机轴加负载,观察波形进行判断。

③ 用右手凭手感检验电机轴向间隙(图4-33),间隙为0.07~0.63 mm。

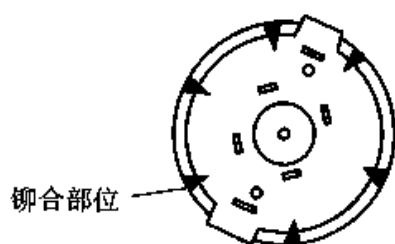


图 4-32 铆合部位示意图

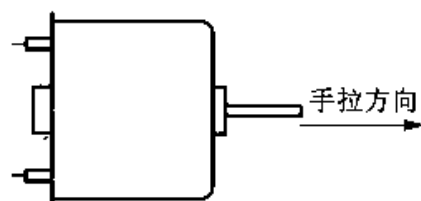


图 4-33 轴向检验示意图

表4-46为第2工位的双手操作程序图。

表 4-46 第2工位的双手操作程序图

作业内容:本体铆接及测试			工作地布置简图				
工位序号:2							
定员:1							
操作者:							
MOD 数:38 时间:4.092s							
日期:							

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	取电机体移向铆合夹具	M3G1 M3P0	1	9	1	M3P2 M3G1	将测试好的电机整齐地放在周转箱内,然后取铆合好的电机
2	放置在夹具中	M2P2	1	4	1	M2P0	手握电机,移向铆接机开关
3	手收回持住测试夹具	M3P0	1	6	1	M1G0 M3P2	小指触动开关后,将电机插入左手的测试夹具
4	用眼观察电流表、示波器、判断是否合格	E2D3	2	10			持住电机

续表

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
5	拇指加负载,判断波形是否正常	M1G0 D3	1	4			持住电机
6	持住电机			3 2	1 4	M2G0 $\frac{1}{2}$ M1P0	抓取电机轴段,来回拉动两次,手感检查轴向间隙

3. 第3工位

第3工位,稳速电路板焊接:将铆合好的电机本体焊上稳速电路板。双手活动范围约35 cm。

(1) 作业前准备:

- ① 自动焊接机。
- ② 稳速电路板装配夹具。
- ③ 接线柱弯曲夹具。
- ④ 扁嘴钳、直径1.2 mm松香焊锡丝等。
- ⑤ 传送带。

(2) 作业要点说明:

① 左手将铆接好的电机同本体放置在稳速电路板装配夹具上,右手取绝缘纸放在电机本体上,然后左手再取稳速电路板放置其上。各零件依次放置位置见图4-34。

② 右手拿接线柱弯曲夹具将电刷组件上的接线柱向外弯曲,见图4-35。

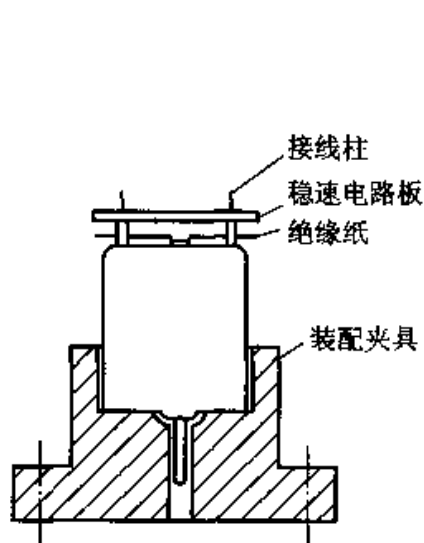


图4-34 零件依次装配位置示意图

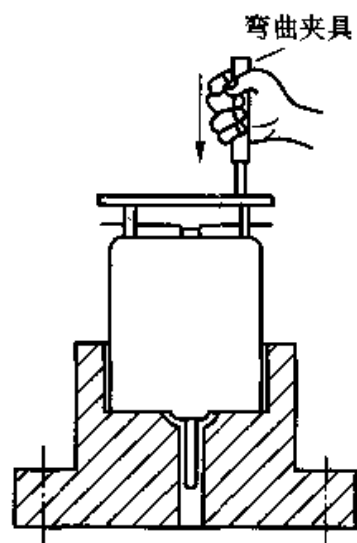


图4-35 用弯曲夹具将接线向外弯曲

③ 要注意检查自动焊接机的焊锡质量,如出现牛角焊、堆焊和少焊的现象,应修正。接线柱弯曲夹具平时用右手的食指、中指和拇指夹持住,以减少取放动作。

表4-47为双手操作程序图。

操作说明:

- 左手最后的放手动作与第一单元的M3动作重合,所以不计时间;
- 测试夹具始终握在左手中,没有取放动作;
- 第六单元中右手拉动电机轴的动作属反射动作,故分析为 $\frac{1}{2}$ M1P0。

表4-47 第3工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:焊接稳速电路板		工作地布置简图					
工位序号:3							
定员:1							
操作者:							
MOD 数:38 时间:4.773s							
日期:							

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	将电机本体放置在装配夹具上	M2P2	1	10	1	M3G3	取绝缘纸
2	取稳速电路板	M3G1	1	5	1	M2P2	放置在电机本体上
3	放置在电机本体上并按住	M3P2	1	5	1	M2P0 R2	离开电机后调整一只手中弯曲夹具的位置
4	持住电机			8	4	M2P0	用弯曲夹具将接线柱向外弯曲
5	取出装配夹上的电机放置在焊接机的夹具上,启动开关后握取下一个电机	M3P2 M2G0 M3G1	1	11	1	M3G1 M3P0	伸手取出焊接机上焊好的电机,放置在传送带上

4. 第4工位

第4工位,锡焊 R₁ 固定电阻;双手活动范围 35 cm。

(1) 作业前的准备:

- ① 焊锡作业夹具。
- ② 直径 4mm 焊丝、20W 内热式电烙铁。
- ③ 小型电烙铁冷却存放位置。
- ④ 传送带。
- ⑤ 排风扇、镊子、海绵、烙铁尖温度计等。

(2) 作业要点说明:

① 左手取电机放置在焊锡夹具上,右手拿 R₁ 固定电阻。电烙铁始终用食指中指和拇指持住,以减少烙铁的取放动作。

② 为减少锡焊丝的取产和缠绕动作,将锡焊丝固定在左手食指上(固定松紧程度适中,固定方法见图 4-36),操作时用拇指向前推进。

③ R₁ 固定电阻形体较小,为了改善握取动作,可在其下垫上一块海绵衬垫。

④ 焊接时不允许出现牛角焊、堆焊、少焊等现象。



图 4-36 焊丝固定方法示意图

(3) 动作因素分析(双手操作程序图):

表 4-48 为第4工位动作因素分析双手操作程序图。

表 4-48 第4工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:锡焊 R ₁ 固定电阻		工作地布置简图					
工位序号:4							
定员:1							
操作者:							
MOD 数:40 时间:1.65s							
日期:							
单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	将电机放置在焊锡作业夹具上持住	M3P2	1	5 5	1	M3G1 M3P2	取 R ₁ 电阻放置在电机的稳速电路板上

续表

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
2	用中指按住电阻,食指和拇指送焊丝对准其焊接部位	M1G0 M1P2	1	4			持住手中烙铁,做好焊接准备
3	持住			20	2	M2P2 M2P0 焊丝熔化时间 4 MOD	焊 R ₁ 电阻
4	取传送带上的下一个电机	M3G1	1	6	M2G1 M3P0		握取焊好的电机,将它放置在传送带上

5. 第5工位

第5工位,调整转速及性能测试:调整电机转速,通过仪器测试电机在最大或最小负荷时的性能变化。调整电机转速是通过调节稳速电路板上的一个可变电阻来实现的。对电机加负载是利用两个小砝码来进行的。为了平衡生产线的节拍(流水生产线的节拍,就是顺序出产两件同样制品之间的时间间隔),作业要求每一工序的时间 t 必须小于或等于节拍 C (即 $t \leq C$)。该作业设置为双工位,即两人分别使用两套同样的器具设备进行作业。这样,可使该工位的节拍时间为单工位时间的一半。双手活动范围约为45 cm。

(1) 作业前准备:

- ① 电流检测器。
- ② 振荡器。
- ③ 直流电压表。
- ④ 闪频观测器。
- ⑤ 示波器。
- ⑥ 电机性能测试夹具。
- ⑦ 调速起子。
- ⑧ 传送带。
- ⑨ 测速盘、蜡线、7 g 和 4 g 砝码各 1 个。

(2) 作业要点说明:

① 左手取电机产在测试夹具中,右手则拿起测速盘套在是机轴上。测速盘上系着两个砝码系挂方法见图 4-37,上面一个砝码为 7 g,下面一个为 4 g。两个砝码的重量为测试电机的最大负荷。当用右手托起下面的 4 g 砝码时,其电机的负荷重量为 7 g 此时为测试电机的最小负荷。

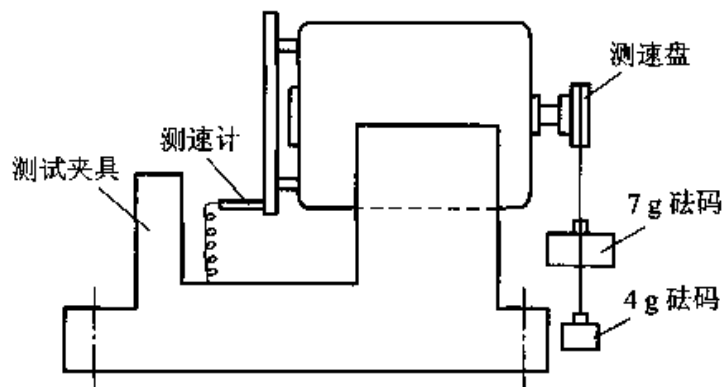


图 4-37 电机安放在测试夹具上示意图

② 调速前判断电机波形是否正常。

③ 左手将调速起子插入可变电阻器,按逆时针旋到底,再按顺时针旋到底,通过闪频观测器进行观察,以检查电机转速是否有可调范围。然后逆时针旋动起子,进行最大负荷时的转速调整。再用右手托起下面一个砝码,检查电机最小负荷的转速。在调整最大负荷和检查最小负荷转速时,如果闪频观察器镜面上显示出来的标记是静止状态,则为合格新产品,否则为不合格。

④ 调整电机转速后,用左手控制两上微动开关来变换频率,并通过电流测器和直流电压表测试电机性能。

⑤ 调速起子测速盘及砝码始终拿在手中,以减少取放动作。

(3) 动作因素分析(双手操作程序图)见表 4-49。

6. 第 6 工位

第 6 工位,外壳组装:电机本体装上防震垫圈和外壳。双手活动范围约 45 cm。

(1) 作业前准备:

- ① 周转箱及周转箱放置台。
- ② 小型传送带。
- ③ 量具等。

表 4-49 第5工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:调整转速及测试		工作地布置简图					
工位序号:5							
定员:2							
操作者:							
MOD 数:78 时间:10.062s							
日期:							
单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	从传送带上取电机移向测试夹具	M4G1 M4P0		9			持住测速盘
2	用食指和无名指拨开测速针后,将电机放在测试夹具上	M1G0 M2P2		5		M2P0	配合左手使电机到位
3	放开小纸和无名指使测速针复原后持住电机	M1P0		9		M2P2 E2D3	将测速盘套入电机轴后观察波形判断
4	将调速起子对准可变电阻器	M3P2		5			空闲
5	调整最大负荷时电机转速	经测定为 12 MOD		12			空闲
6	空闲			4		M1G0 D3	托起 4g 砝码,通过闪频观测器检查最小负荷转速
7	移至微动开关	M3P0 M1G0		3			持住砝码
8	掀动开关变换频率,用眼观察电流表和电压表测试电机性能	(E2D3) × 2 M1G0 (E2D3) × 2		22			持住砝码
9	从测试夹具上取下电机	M2G1 M2P0		5		M2G0 M1G1	托起电机后握取测速盘
10	放置传送带上	M4P0		4		M2P0	取下测速盘

(2) 作业要点说明:

① 左手拿着电机,右手拿着垫圈装入电机内,再用右手取箱内外壳并装配。防震垫圈夹在电机本体与外壳之间,要注意将其凸台朝上。移动过程中要以电机轴朝上拿取。稳速电路板的凸部要与外壳的凹部对合。

② 为了使下一工位的作业方便,应将电机轴插入小型传送带上的槽内。

(3) 动作因素分析(双手操作程序图):

表 4-50 为动作因素分析(双手操作程序图)。

表 4-50 第 36 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:外壳组装		工作地布置简图					
工位序号:6							
定员:2							
操作者:							
MOD 数:37 时间:4.773s							
日期:							
单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	从传送带上取电机移至胸前	M4G1 M4P0		12		M3G1 M3P5	取防震垫装入电机轴的伸出端
2	持住电机			14		M4G1 M4P5	从周转箱内取电机外壳并装配
3	持住电机			11		M1G1 M1P0 M1G1 M4P2	握取电机轴伸出端旋转一下,检查装配情况,然后将电机放在小型传送带上

操作说明:

① 第1单元中,由于防震垫圈是一种较薄的橡皮元件,对抓取动作并不困难,但在卡入电机承凸台时,需要来回拉动才能装入,是一个比较困难的放置动作,分析为P5。

② 第2单元中的外壳装配动作,一方面要使电机上的防震垫圈的凸台卡入外壳的中孔内,另一方面还要顾及到外壳的凹部缺口与稳速电路板的凸部对合。因此,这一动作是需要两次以上修正的放置动作,故也分析为P5。

③ 外壳装入电机的距离正好是2.5 cm,故不用考虑移动动作(只考虑放置)。

7. 第7工位

第7工位,侧板组装贴标牌:将垫片、侧板装配到电机上,并自动贴上标牌。双手动作范围约45 cm。

(1) 作业前准备:

- ① 侧板压入机动装置及夹具。
- ② 小型传送带。
- ③ 镊子、旋具等。

(2) 作业要点说明:

右手从小型传送带上取电机放置在机动装置的夹具上,然后再用右手取垫片组装到电机(要注意垫片的光面朝上),同时左手取侧板放置在机动装置中的另一夹具上(也要注意其正反面)。电机和侧板上的定位孔都要与夹具上的销对合放入,最后双手掀动开关。

(3) 动作因素分析(双手操作程序图):

表4-51 为动作因素分析(双手操作程序图)。

操作说明:

① 第2、3单元的双手故动作交叉进行,其终结动作都需注意力(垫片和侧板都有正反面定位要求)。因此,在右手取垫片的移动动作其他移动动作都应分析为M2。

② 双手掀动开关是将手移至开关处以后的手指动作。因此,在手指动作前有M3P0动用。

8. 第8工位

第8工位总测:对以前各工位中组装的质量进行综合评价和判断,并反馈到各工序。双手活动范围约45 cm。

(1) 作业前的准备:

- ① 直流稳压电源。

表 4-51 第 7 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:侧板组装贴标牌		工 作 地 布 置 简 图						
工位序号:7								
定员:1								
操作者:								
MOD 数:38 时间:4.902s								
日期:								
单 元	左手		时间			右手		
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述	
1	空闲			11		M4G1 M4P2	取电机放置在装置中的夹具上	
2	取侧板	M2G3		11		M3P3	取垫片	
3	放置在装置的另 一夹具上	M2P2		8		M2P2	装入电机	
4	掀动开关	M3P0 M1G0		4		M3P0 M1G0	掀动开关	
5	压入装置启动,压入侧板,自动贴标牌	经测定 时间为 4MOD		4				

② 示波器。

③ 电压表和电流表。

④ 轴向振摆检查仪。

⑤ 轴向间隙检查仪。

⑥ 成品包装盒。

⑦ 镊子、旋具等。

(2) 作业要点说明:

① 左手取电机,右手将测试棒上的两电极与电机触点接触,并保持接触良好。为了减少测试棒的取放动作,测试棒始终握在右手中。

② 空载检查。先看示波器,后看电流表,然后用食指给电机轴加压,感觉其

振动情况,并检查示波器和轴向振摆仪。最后用右手检查向间隙。

③ 外观检查。如有锈斑、轴承污染、外壳脏、无标牌,均视为不合格品。

④ 如发现轴向间隙异常,即用轴向间隙检查仪进一步检查,以确定是否合格。

⑤ 将合格品整齐插放在包装盒内的穴孔内,点数,勿漏插。

(3) 动作因素分析(双手操作程序图):

表4-52为双手操作程序图。

表4-52 第8工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:总测			工作地布置简图				
工位序号:8							
定员:1							
操作者:1							
MOD 数:37 时间:4.773s							
日期:							
单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	取传送带上电机	M3G1		6		M4P2	将测好的电机插放在包装盒内
2	移至胸前持住	M2P0		6		M4P2	将测试棒两电极接电机触点持住
3	目视示波器,电流表,判断电机性能是否正常	M2D3	2	10			
4	用食指给电机轴加压,并目视示波器、振摆仪,判断是否正常	M1P0 E2D3	1 2	1 10			
5				2 2	1 4	M1G1 $\frac{1}{2}$ M1	握取电机轴来回拉动两次,检查轴向间隙

9. 总结

以上为应用 MOD 法来确定各工位的工作量,并按动作经济原则设计操作和各种工装器具的实例,应用中尽量采用最不易引起疲劳的肘以下的动作 M3。流水生产线的均衡情况见表 4-53。

表 4-53 录音机电机装配流水线的均衡情况

工位号	名称	定员	MOD 数	时间(s/人)	备注
1	电刷组件、转子、定子组装	1	40	5.160	第 1,2 操作内容 第 3,4 操作内容
2	本体铆接及测试	1	38	4.902	
3	焊接稳速电路板	1	38	4.092	
4	锡焊 R ₁ 固定电阻	1	40	5.160	
5	调整转速及测试	2	78	5.031	双工位
6	外壳组装	1	37	4.773	
7	侧板组装贴标牌	1	38	4.902	
8	总测	1	37	4.773	

整条流水线通过 MOD 法分析,共设置了 8 个工位,定员 9 人,平均节拍时间为 4.95 秒。

平整意见:此条流水线上瓶颈工位是第 1、4 和 5 工位。可对这几个工位进行改进。

(1) 将第 1 工位的转子周转箱放在右手侧旁,让过小型传送带即可。这样,可使大部分的转子取放动作同原来的 M4 动作改为 M3 动作,减少了 2MOD。即为原来的 40MOD 减为 38MOD。

(2) 第 4 工位的锡焊工具可改成手动锡焊枪。这种锡焊枪可在手指动作下自动送进焊丝,而这个手指动作可设计成结合动作。这样,可减少第 2 动作单元中左手的 M1P2 动作,减少了 3MOD 即由原来的 40MOD 减为 37MOD。

(3) 第 5 工位的传送带上有两排电机,靠近操作者这边的电机为未测电机,另一边为已测好的电机。只要将操作者与近处一排电机的距离缩短 5 厘米以上,就可将第 1 动作单元的 M4 动作改为 M3,使原来的 78MOD 改为 76MOD。

通过以上改进,使此条流水线平均节拍时间减为 4.83 秒,提高工效 5%。

图 4-38 为时间-工位图,其中实线表示平整后的情况,虚线表示平整前的情况。由此可见,经过平整流水线后,各工位的操作时间比较均衡。

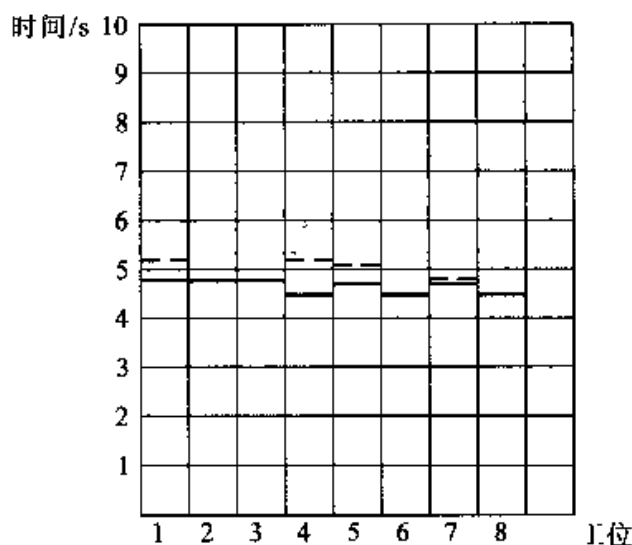


图 4-38 时间—工位图

4.5 学习曲线

在制造业中，同一产品生产重复次数增加，单位产品生产工时必然呈下降趋势，而且这种趋势呈现一定规律性。1936年，美国康奈尔大学副校长 T. P. Wright 博士研究由于生产重复程度的提高，工时下降的规律，并最先提出学习曲线。

4.5.1 学习曲线的意义

所谓学习曲线，就是用来表示单台（件）产品生产工时和累积产量之间函数关系的曲线。通常以横坐标表示累积产量，纵坐标表示单台（件）产品的工时，通过对实际资料的整理分析，在坐标图中得到一条工时递减的曲线。如根据飞机机构架制造实际工时消耗资料的分析，发现当累积产量每增一倍，单台产品工时递减 20%。假如第一架飞机消耗 100 000 小时，生产第二架的工时则为 80 000 小时，当生产到第四架时则降至 64 000 小时。这个累积产量和单台产品工时消耗的函数曲线，习惯叫做 80% 学习曲线。通常用百分比的学习率表示任一已知的学习曲线。表 4-54 为 80% 学习曲线累积产品和单台工时、累计直接人工工时、累计平均直接人工工时的资料，图 4-39 则是描绘这些数字的关系。学习曲线描绘在双对数坐标中，单台人工工时和累积平均人工工时的曲线将变为直线，如图 4-40 所示。

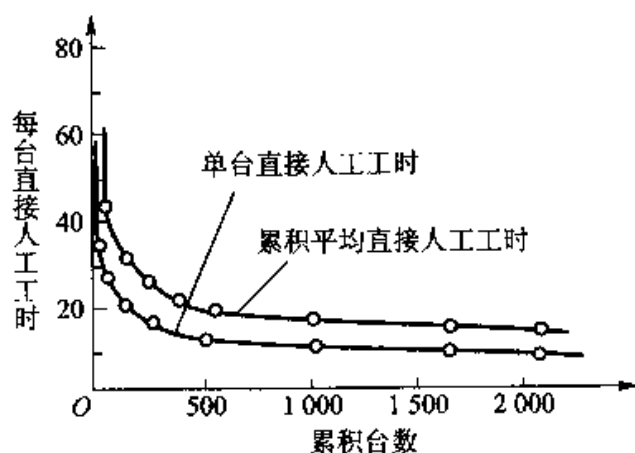


图 4-39 80% 学习曲线对数图

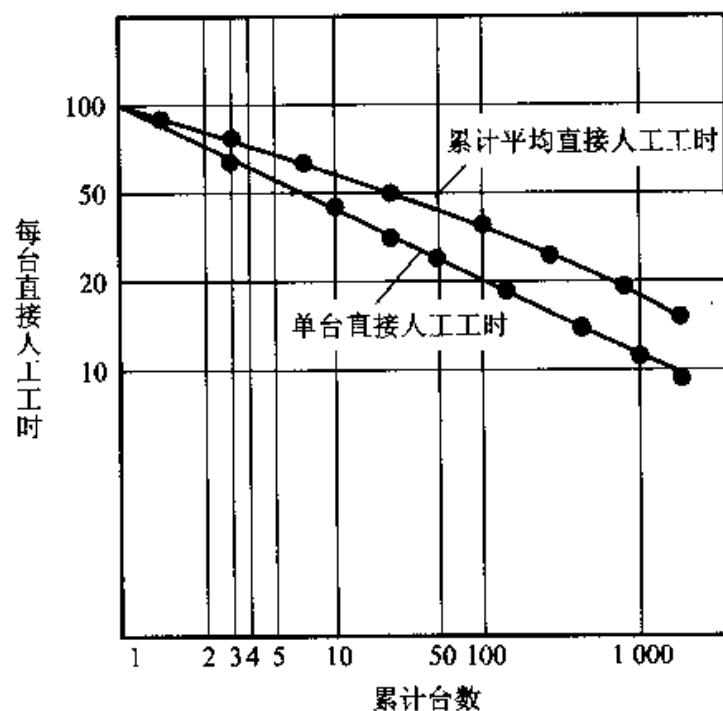


图 4-40 80% 学习曲线对数图

表 4-54 80% 学习曲线累积产量和人工工时

累积产量	单台直接人工工时	累积人工工时	累积平均直接人工工时
1	100 000	100 000	100 000
2	80 000	180 000	90 000
4	64 000	314 210	78 553
8	51 200	534 591	66 824

续表

累积产量	单台直接人工工时	累积人工工时	累积平均直接人工工时
16	40 960	892 014	55 751
32	32 768	1 467 862	45 871
64	26 214	2 362 453	37 382
128	20 972	3 874 395	30 269
256	16 777	6 247 318	24 404

4.5.2 学习曲线的对数分析

上述单台产品人工工时和累积产量的关系用函数关系表示为:

$$y = a(c)^n \quad (4-14)$$

式中, y ——第 x 台次的工时;

a ——第 1 台的工时;

c ——生产产品的学习率(上例中 c 为 80%);

n ——倍增次数。

而 $2^n = x$, x 为累积生产台数。

对上式两边取对数,得

$$n \lg 2 = \lg x \quad (4-15)$$

又设

$$m = \frac{\lg c}{\lg 2} \quad (4-16)$$

(4-14)式两边取对数

$$\lg y = \lg a + n \lg c \quad (4-17)$$

将(4-15)与(4-16)式代入(4-17)式得

$$\begin{aligned} \lg y &= \lg a + m \lg x \\ y &= ax^m \end{aligned} \quad (4-18)$$

公式(4-18)便是学习曲线函数式,式中 m 为学习系数。由于 $m = \lg c / \lg 2$, 因而学习率一定,则学习系数是一个定值,如表 4-55 所示。

表 4-55 学习率与学习系数(m)对照

学习率(%)	学习系数 m	学习率(%)	学习系数 m
50	-1.0	58	-0.786
53	-0.916	60	-0.737
55	-0.862	63	-0.667

续表

学习率(%)	学习系数 m	学习率(%)	学习系数 m
65	-0.599	78	-0.358
68	-0.556	80	-0.322
70	-0.514	83	-0.269
73	-0.454	85	-0.234
75	-0.415	90	-0.152

利用函数公式(4-18),在已知第1台产品工时和产品学习率的情况下,可以推算任意台产品的直接人工工时。例如,欲如生产到第64台产品时的直接人工工时,已知第1台工时为100 000,学习率为80%,代入函数公式

$$y_{64} = 100\,000 \times 64^{-0.322} = 26\,214(\text{小时})$$

4.5.3 学习曲线的估算

学习曲线应用中,确定学习率是至关重要的。学习率大(接近100%),说明随着累积产量增加,工时下下降缓慢;学习率小,则说明随着累积产量增加,工时下下降迅速,或者说工人熟练程度提高较快。那么,影响学习率的因素是什么?主要取决于产品的结构及其制造工艺。产品结构及工艺方法决定了手工作业在加工作业中所占的比重。手工作业比重大,随着生产重复程度的增加,工人技术熟练程度容易提高,学习率就小。机器加工时间比重大,即使生产重复程度的增加,产品生产工时下下降缓慢,因而学习率就大。此外,学习率的大小受企业组织管理因素的影响。随着组织管理的改善,对新产品工时的消耗降低。因此,组织管理因素也是影响学习率的一个重要方面。

学习率的估算可采取多种方法。如果系统尚未开工生产,或者生产后未注意积累原始资料,则可以采取类推比较方法。就是根据同行业中相似产品的学习率,再结合本企业具体条件来决定学习率。如果系统已进行若干时间生产,并积累了原始数据,则可利用统计学中的回归分析求解学习系数 m 。因为用对数方法可将函数方程 $y = ax^m$ 转换为直线方程 $\lg y = \lg a + m \lg x$,从而利用原始数据求出 a 及 m 的估算值。如同其他统计分析方法一样,估算值的准确性取决于搜集数据的多少及正确性。

4.5.4 学习曲线的应用

学习曲线在工业工程中运用很广,可用于系统的稳定性,可用于预测产品工

时,可以作为新产品报价的依据,也可以用作考核生产工人技术熟练程度提高的依据。这里举例说明在预测工时中的应用。

例如,某企业已生产 A 产品 150 台,第 150 台的工时为 100 小时,同时已知学习率为 80%。今年计划再生产 100 台,试预测这 100 台产品的平均工时为多少?

从表 4-55 中查得 80% 学习率的学习系数 m 为 -0.322,因此得第 1 台产品工时为:

$$a = \frac{100}{150^{-0.322}} = 501.8 (\text{小时})$$

因为

$$y_{\text{平均}} = \frac{1}{100} \int_{150}^{250} ax^m dx$$

所以

$$\begin{aligned} y_{\text{平均}} &= \frac{502}{100} \times \frac{1}{m+1} (250^{0.678} - 150^{0.678}) \\ &= \frac{502}{100} \times \frac{1}{0.678} (250^{0.678} - 150^{0.678}) \\ &= 91.59 (\text{小时}) \end{aligned}$$

即,这 100 台产品的平均工时为 91.59 小时,比第 150 台的工时减少 8.41 小时。

4.6

劳动定额制定及管理

4.6.1 劳动定额的基本概念

劳动定额,是指在一定的生产技术和组织条件下,为生产一定数量的产品或完成一定的工作所规定的劳动消耗量的标准。

劳动定额的基本表现形式有两种:

(1) 生产单位产品消耗的时间 - 时间定额。

(2) 单位时间内应当完成的合格产品的数量 - 产量定额。两者互为倒数关系。另外,还有一种看管定额,这是一个人或一组工人同时看管几台机器设备。工业企业采用什么形式的劳动定额,要根据生产类型和生产组织的需要而定。产量定额主要适用于产品品种少的大量生产类型企业;看管定额一般为纺织企业所采用。

劳动定额是组织现代化大工业生产的客观要求。在现代工业企业里,工人一般只从事某一工序的工作,企业内部的这种分工是以协作为条件的,怎样使这种分工在空间和时间上紧密地协调起来,这就必须以工序为对象,规定在一定的

时间内应该提供一定数量的产品,或者规定生产一定产品所消耗的时间。否则,生产的节奏性就会遭到破坏,造成生产过程的混乱。

4.6.2 劳动定额的制定方法

根据企业的生产特点、生产技术条件和不同的生产类型,正确地选择制定定额的方法,是关系企业能不能快、准、全地制定出先进合理的工时定额的一个重要问题,也是关系能不能充分发挥定额对调动劳动者的积极性,促进生产管理改善和不断提高劳动生产率的积极作用的问题。

企业生产管理常用的制定劳动定额的方法主要有以下几种:

1. 类推比较法

类推比较法是制定劳动定额的常用方法之一。这种方法是以现有的产品定额资料作为依据,经过对比推算出另一种产品零件或工序的定额的方法。作为依据的定额资料有:类似产品零件或工序的定额的方法;类似产品零件或工序的实耗工时资料;典型零件、工序的定额标准。用来对比的两种产品必须是相似或同类型、同系列的,具有明显的可比性。如果缺乏可比性,就不能采用类推比较法来制定定额。

比较类推法的操作方法如下:

(1) 确定具有代表性的典型零件(或工作)。一般可根据零件尺寸大小、加工精度、加工的复杂程度、工件重量进行分类。

(2) 制定典型零件(或工作)的劳动定额作为参考系。

(3) 比较类推制定其他相似零件(或工作)的劳动定额。

类推比较法含有经验估计法的成分,因为对比分析时,会有凭主观经验估计和推算的成分。还应该看到,作为对比依据的定额或典型零件定额,也可能是采用经验估工法来制定的。如果运用过去的记录,统计资料作为对比的依据,则类推比较法与统计分析法有类似之处。

类推比较法的主要优点是制定定额的工作量不大,只要运用的依据恰当,对比分析细致,可保证劳动定额水平的平衡和提高。产品的系列化、标准化、通用化程度越高,产品的相似件越多,越能显示出这种方法的优点。

2. 经验估工法

在制定劳动定额时,有多种方法可供使用。经验估工法就是其中的常用的方法之一。这个方法是由定额人员、技术人员和工人结合以往生产实践经验,依据图纸、工艺装备或产品实物进行分析,并考虑所使用的设备、工具、工艺装备、原材料及其他生产技术和组织管理条件,直接估算定额的一种方法。经验估工法又可分为综合估工、分析估工和类比估工三种方法。

(1) 综合估工,又称粗估工。它的特点是在估工时凭定额人员、技术人员和老工人的实际经验,对影响工时消耗的诸因素进行综合的粗略分析,笼统地估算整个工序的定额。一般运用于对定额准确程度要求较低的单件小批的生产条件。但在大量大批生产条件下,生产条件较稳定,定额人员和工人都非常熟悉的零件,工序定额也采用这种方法。

(2) 分析估工法,又称细估工。用这种方法制定定额的步骤是:①按定额时间分类,把工序划分为若干个组成部分。②分析影响各个定额的组成时间消耗的因素,并在此基础上,根据估工者的经验,确定各个组成部分的工时定额。③汇总为工时定额。

(3) 类比估工法。采用此法时,一般采用粗估法制定代表件的工序定额,其他类似零件的定额,则以代表零件的工序定额为基础,进行比较估工来确定。

在采用经验估工时,为了提高估工的可靠程度,一般应考虑以下几项因素:①有关工艺规程的内容,如零件的几何形状、复杂程度和尺寸大小、加工精度以及公差的大小,零件的技术要求和材料等。②有关设备和工艺装备情况等。③有关原材料、外购件、外协件情况。④有关操作方法和劳动组织情况。⑤有关产品的批量和品种情况。上述因素都直接影响工时消耗,所以,在估工时必须认真地加以分析,针对实际情况,分别进行估工。

经验估算法的手续简便,易于掌握,制定和修改的工作量小。但是,由于估算比较粗糙,劳动定额准确性较差。劳动定额水平不易平衡,为了提高估工的质量,应当:充分依靠群众,集中群众的智慧和经验,避免只靠个别人的经验作为唯一的依据;提高定额人员的水平,提高经验估工的准确性;建立和积累资料,为全面细致地分析研究影响工时消耗的各种因素提供依据;深入生产实际,积累有关资料,建立估工登记制度。

为了进一步提高经验估工质量和减少偏差,可采取一些数学方法,来提高估工的准确性。比如,运用概率统计的方法进行概率估工。概率估工法又称为“三点估工法”。它是由定额制定人员对某一工时预先估计出先进工时(T_o)、保守工时(T_p)、最有可能的工时(T_M)三种数值,然后按下式计算出先进合理工时。

$$T = M + \lambda \sigma$$

式中, T ——工序先进合理工时;

M ——工序平均时间;

σ ——工时正态分布的标准偏差;

λ ——概率计算 λ 参数,表示标准偏差的倍数。

其中, M 、 λ 的计算公式为:

$$M = \frac{T_o + 4T_M + T_p}{6} \quad \lambda = \frac{T_p - T_o}{6}$$

λ 随希望达到的达额面的大小而定,预定达额面越大,取值越大。各种 λ 值对应正态分布的概率 $P(\lambda)$ 。

3. 技术测定法

技术测定法是制定劳动定额的常用方法之一。这种方法是在分析技术组织条件和工艺规程的基础上,对定额各部分时间的组成进行分析计算和测定来确定定额的方法。这是制定劳动定额的比较科学的一种方法。

技术测定法制定劳动定额的步骤是:

(1) 把制定定额的工序初步分解为若干组成部分(如工步、操作、动作等)。

(2) 分析工序结构和操作方法的合理性及组成部分的时间消耗因素。如能否取消不必要的动作,有无可合并、简化、代替、交叉的动作,以达到工时消耗的经济合理。

(3) 计算确定各组成部分和整个工序时间的定额。

根据制定定额的特点,技术测定法又分为分析研究法和分析计算法两种。

采用分析研究法时以写实和测试的方法来确定劳动定额各部分的时间。通常作业时间用测试方法取得;布置工作地时间,生理需要与休息时间,准备结束时间用写实方法取得。

为了便于阐述,这里结合一个例子进行说明。假定根据测时所得资料,某种零件在机床上加工,单件作业时间为 6.7 分钟,根据工作日写实的资料,布置工作地时间、休息与生理需要时间占作业时间的 7%,准备结束时间为 75 分钟,若每批加工零件 100 件,那么,单件定额如下:

$$T = 6.7 \times (1 + 7\%) + 75/100 = 7.919$$

分析计算法则是根据定额手册中提供的各项定额标准,通过计算来制定劳动定额的一种方法。

技术测定法的优点是能使定额的制定建立在分析各种影响因素的基础上,有较充分的科学依据,劳动定额水平容易做到先进合理;使用统一的时间定额标准,可以使定额水平达到统一平衡,使复杂的劳动定额制定工作条理化,便于掌握劳动定额水平。有利于下级的贯彻执行。

技术测定法的缺点是制定劳动定额方法复杂、工作量大、耗费时间长,不易做到迅速及时。它对生产工艺过程要求稳定,对企业各项管理工作和管理组织形式要求比较完善。所以,它的应用范围受到一定的限制。

4. 统计分析法

统计分析法是企业制定劳动定额时常用的方法之一。这种方法是根据过去同类产品或类似零件、工序的工时统计资料,在分析当前组织技术和生产条件的变化来制定定额的方法。这种方法简单易行,工作量小,以占有比较大量的经济资料为依据,比经验估工法更能反映实际情况。凡是生产条件比较正常、产品比

较固定、品种比较少、原始记录和统计工作又比较健全的情况下,一般都可以用这种方法。

统计分析法的步骤和计算方法如下:

(1) 分析工时统计资料的可靠性。对其中实作工时的异常值应予剔除,对明显失真的统计数字应进行修正。

(2) 计算工序平均实作工时。

(3) 计算工序平均先进工时。有三种计算方法:

第一种是:

$$\text{平均实作工时} = \frac{\text{工序实作工时数列之和}}{\text{数列项数}}$$

$$\text{平均先进工时} = \frac{\text{工序平均实作工时} + \text{最先进工序实作工时}}{2}$$

第二种是:

$$\text{平均先进工时} = \frac{\text{先进部分实作工时之和} + \text{平均实作工时} \times \text{落后部分实作工时项数}}{\text{总项数}}$$

$$\text{平均先进工时} = \frac{\text{先进部分工序实作工时之和}}{\text{先进部分项数}}$$

式中,先进部分工序实作工时——小于、等于工序平均实作工时的各项

(4) 分析确定工序定额。从分析技术组织条件现状和改进的可能性,以及平均熟练程度、努力程度、作业速度和工人的生产率着手,对统计计算的结果进行评审,得出最终的工序定额。

采用统计分析法制定定额,由于是依据过去的统计资料,其中包括有可能改进但尚未改进所消费工时在内的,往往还由于原始记录和统计资料存在某些虚假因素,如果不进行必要的分析,利用这种资料制定的定额必然容易受过去生产中的缺点和不正常因素的影响,使定额的可靠性较差。为了提高统计分析定额的质量,可从如下两方面努力:

① 加强管理方面的措施。

- 加强工时统计工作,建立分产品、分零件、分工序的实作工时台账。
- 严格执行原始凭证的记录和审核程序,对其中失真的数据及时处理。
- 力求占有较多的实作工时统计数据,防止因数据不足而造成统计定额的误差。

- 重视“分析”这一环节,对计算结果要细加分析,否则,不能直接作为定额。

② 运用概率统计的方法。

此法与概率估工法基本相同,不同点在于以工序实作工时统计资料代替三

点估工资料作为计算依据,因而 M 和 σ 的计算方法如下:

式中, M ——总体平均实作工时;

T_i ——区间平均实作工时;

n_i ——该区间的工人数;

σ ——标准偏差。

$$M = \frac{T_1 n_1 + T_2 n_2 + \cdots + T_i n_i}{n_1 + n_2 + n_3 + \cdots + n_i} \quad \sigma = \sqrt{\frac{(T_1 - M)^2 n_1 + (T_2 - M)^2 n_2 + \cdots + (T_i - M)^2 n_i}{n_1 + n_2 + \cdots + n_i}}$$

企业生产管理常用的制定劳动定额的方法的比较可用下表 4-56 来列示。

表 4-56 制定劳动定额方法比较表

项目 方法		制定定额的 基本方法	特点	优缺点	应用范围
经验估工法		专业人员根据自己的生产实践经验,参照生产技术文件和实物,考虑生产技术组织条件来估算定额的方法	凭专业人员的实践经验	方法简便,制定速度快,但技术依据不足	多品种单件小批生产;新产品试制;一次性临时定额
统计分析法		利用过去生产过的同类型产品或类似产品工序的实际工时消耗的资料,在分析比较的基础上制定定额的方法	凭统计资料的数据	方法比较简便,制定的速度也快,但定额的可靠性取决于统计资料的质量	成批生产
类推比较法		以同类产品典型零件的定额和规定参数为依据,进行分析比较后制定定额的方法	以典型零件定额和规定为依据类推比较	制定速度较快,如果典型零件或参数选择不当,会影响定额质量	多品种单件小批生产
技术分析法	技术测定法	在分析生产技术组织条件和总结先进经验的基础上,应用测定和写实方法来制定定额的方法	根据现场制定的时间参数	方法较复杂,工作量较大,但技术依据较充分,定额质量较好	成批生产 大量生产

续表

项目 方法		制定定额的 基本方法	特点	优缺点	应用范围
技术分 析法	技术计 算法	在合理的工艺规程 和工作地组织的基 础上,利用各种时间 标准和工艺参数标 准来计算定额的方 法	根据时间标 准和工艺参 数标准进行 计算	方法最复杂, 工作量大,但 技术依据充 分,定额质量 比其他方法 好	成批生产 大量生产

4.6.3 劳动定额的管理

劳动定额的管理可以从以下几个方面进行。

1. 劳动定额的维护

劳动定额是企业的一项工作标准,具有严肃性,一旦制定就必须认真贯彻执行,这样才能发挥它的积极作用。在使用中也需要根据实际情况作修正工作。做好日常的定额执行情况的统计、检查和分析工作对于劳动定额的维护是很重要的。

首先要加强班组的实际工时消耗的原始记录,原始记录反映工人的生产成绩、工时利用和定额任务完成情况,是定额统计工作的基础。然后要做好定额的统计分析和统计工作,主要内容有实做工时的统计、完成定额情况的统计、工时利用的统计。根据统计资料就可以分析定额的执行情况,主要分析劳动定额与实做工时之间的差距,工人能够达到定额水平的人数比例,影响工时利用的各种因素等。这样,一方面可以及时采取措施,提高工时利用率;另一方面为修改定额积累资料 and 提供依据。

劳动定额修改有定期修改和不定期修改两种。定期修改是根据企业生产的正常发展,预先规定修改期限。生产条件比较稳定,原定额比较准确的企业,修改期可定得长些,如一年修改一次。反之,可定得短些,如半年一次。定期修改工作是全面的审查和修改,而不定期修改属于临时修改。当局部的生产条件发生很大变化,如产品设计和工艺的变更,原材料和毛坯件的变更,生产组织方式的变动,都应该及时修正定额。

在劳动定额的维护管理中,要把握住劳动定额的两个特性,即稳定性和变动性。稳定性是相对的,一个先进合理的定额,在一段时期内与生产发展水平是相适应的,在这时期内企业的定额水平保持稳定不变是必要的。变动性是绝对的,

企业的生产技术水平不可能总是停留在一个水平上,而是处在不停的发展过程之中,当生产技术水平发展到一个新的高度,定额需要作相应的修改。变动往往是一个渐变的过程,由局部的量变逐步发展为全体的质变,因此,定额的变动不能频繁。即使是一年一次的定期修改,主要工作在于全面审查,而不能是大面积的修改,除非全企业的生产条件发生了全面的、大规模的变化。局部的修改应该是经常性的,不合理的定额必须随时修改。从劳动定额的作用来看,它事关生产计划编制、成本核算、工人劳动工作量的考核、职工报酬分配。所以修改工作要制度化,要有一定的审批手续,一般修改要得到厂长的批准,修改后要由厂长认定。

2. 劳动定额的贯彻和分析

劳动定额制定以后,必需组织定额的贯彻执行。贯彻执行劳动定额要加强思想政治工作,要依靠群众,发挥老工人和班组定额人员在定额管理工作中的模范带头作用;要把专业管理和群众管理密切结合起来;加强定额考核分析工作,随时掌握工人达额情况和存在的问题,及时研究解决;要切实贯彻执行各种重要的技术组织实施,及时地鉴定、总结和推广群众性的合理化建议和技术革新成果;还要把发动群众开展劳动竞赛密切结合起来;企业人员深入现场调查研究,帮助工人达额,保证定额的全面贯彻执行。

为了保证劳动定额的贯彻执行和给制定、修改定额提供可靠的资料依据,企业必须加强对定额完成情况的统计、检查和分析工作。

(1) 要健全工时消耗的原始记录,分析工时原始记录的准确性。

(2) 分析研究工时的利用情况。企业工时利用情况,主要通过工人出勤率及工时利用率两个指标来反映。

工时利用的变化,影响着劳动生产率的高低。分析工时利用的目的,主要是提出工时浪费的原因,采取措施加以克服,以增加生产时间,缩短停工时间,增加有效工时,减少无效工时。

(3) 分析工时定额的完成情况。从分析完成定额的情况着手总结先进经验,找出影响定额贯彻的各种因素,以促进劳动生产率的提高,并进一步掌握工时消耗变动的规律,为制定和修改定额提供依据。



思考题

1. 时间研究的基本原理是什么?
2. 何谓宽放?为什么要增加宽放?宽放有多少种?试联系实际情况叙述宽放的种类。

3. 试简述工作抽样的步骤?
4. 如何决定观测时刻? 决定观测时刻的方法有几种? 你认为哪种方法随机性较强?
5. 何谓预定时间标准法? 有什么特点及用途?
6. 是否在任何情况下都能同时动作? 同时动作的条件是什么?
7. 何为学习曲线?
8. 试简述劳动定额的制定方法有哪几种?
9. 对某项操作单元已观测 20 次, 其时值整理如下:
0.09 0.08 0.10 0.12 0.09 0.08 0.09 0.12 0.11 0.11
0.12 0.09 0.10 0.12 0.10 0.08 0.09 0.10 0.12 0.09
设可靠度为 95%, 相对误差为 $\pm 5\%$, 试计算其理论观测次数为多少?

第5章 现场管理

在市场条件下,几乎所有的商品都可以通过市场交易获得,但惟有企业内在的管理能力不能通过市场买卖获得。即便通过市场取得了一些辅助条件,比如外来经验、管理软件等等,但它也必须通过企业内部的嫁接、改造,直到转化成自己的东西,才能发挥作用,取得成效。

企业现场是人们从事各种生产经营活动的第一场所,由于现场环境的多样性和复杂性,企业现场往往存在诸多管理问题。因此,加强现场管理,井然有序、卓有成效地组织企业现场的各种生产活动至关重要。现场管理是企业管理的一个重要组成部分,如果现场管理搞不好,必将影响到整个企业的生产经营活动。它不仅导致企业生产上不去,质量提不高,不能充分发挥企业人、财、物的有效组合,造成浪费;还会直接影响到员工生产积极性的发挥,造成员工情绪不佳、士气不高、缺乏生机。可以想象,一个缺乏生机和活力的企业要想在激烈的市场竞争中取胜几乎是不可能的。现场管理同时要求企业的每一个成员上至领导、下至员工都要树立现场意识,建立健全的岗位责任制,把好每一道生产工序的生产质量关,尽可能地消除不合格品,定岗、定责、定人,确保企业生产经营活动的正常、有序、高效运转。

现场管理是企业管理的起始点和落脚点,企业的一切活动都离不开现场。身为企业的管理人员更应该重视现场,要不断地深入现场,亲身体验,及时发现现场存在的问题,并着手去解决问题,不断改善现场条件,使企业形成一个良性循环。

5.1 现场管理的概念

5.1.1 现场、现场管理、现场管理优化

要理解现场管理的含义,首先必须明确现场的概念。什么是现场?现场一般指场所。就是指企业为顾客设计、生产和销售产品和服务以及与顾客交流的地方。现场为企业创造出附加值,是企业活动最活跃的地方。例如制造业,开发部门设计产品,生产部门制造产品,销售部门将产品销售给顾客。企业的每一个部门都与顾客的需求有着密切的联系。这里我们所探讨的是生产现场,就是从事产品生产、制造或提供生产服务的场所,即劳动者运用劳动手段,作用于劳动对象,完成一定生产作业任务的场所,也就是我们常说的基本作业单元。

那么现场管理的含义又是什么呢?我们学过《管理学原理》这门课,都知道关于管理的定义有很多种说法,要是我们从现场管理的角度来看,管理就是一个组织为了实现自己的经营目标,有效地利用所拥有的资源,有计划、高效率地进行运作所采取的措施,它对生产的范围、时间、进度等各个方面进行规范,设置目标,把握进程的时间情况,为完成目标寻求最好的方法所实施的行动。所以现场管理就是设置目标、编制实施计划、充分地利用人、物、设备等物资去实现既定的目标。

现场管理可以分为广义的现场管理和狭义的现场管理。广义的现场管理,是指对企业所有生产经营活动场所的管理。生产经营活动场所的管理不仅包括生产作业现场,而且包括与生产作业有关的质量现场、设备现场、实验现场、物流现场、运输现场和安全环保现场,还包括企业的现场信息、现场纪律、现场计量、现场抽样、现场流程、现场定置及现场诊断、现场改善等企业所有现场的管理。狭义的现场管理,主要是指对企业的各个生产车间以及为生产车间服务的料场、仓库、运输等生产作业场所的管理。为了企业的良性运作,对企业的所有经营活动场所,都必须实行科学管理。但是,任何管理都有它的侧重点。在企业的所有生产经营活动场所中,生产作业现场是最重要的,因为它直接实现生产的转换,把劳动对象加工成产品。这里我们所探讨的侧重点是现场管理的中心环节——生产部门的制造现场,但现场管理的原则对其他部门的现场管理也都是适用的。

由此,这里所指的现场管理的概念就是运用科学的管理思想、管理方法和管理手段,对现场的各种生产要素,如人(操作者、管理者)、机(设备)、料(原材料)、法(工艺、检测方法)、环(环境)、资(资金)、能(能源)、信(信息)等,进行合理配置和优化组合的动态过程,通过计划、组织、控制、协调、激励等管理职能,保证生产现场按预定的目标,实现优质、高效、低耗、均衡、安全、文明的生产作业。

现场管理并不是一个新概念,早在20世纪初,泰勒就把生产作业现场的管理作为企业科学管理的重点。他通过在生产现场分析研究工人的操作,选用最合适的劳动工具,采用先进合理的操作步骤,省去不合理的多余操作程序,制定出各种工作的标准操作方法,让工人按标准程序进行操作。同时对工人的工时消耗进行研究,规定完成合理操作的标准作业时间,制定先进的工时定额等,从而达到了提高生产效率的目的。我国提出的文明生产、建设文明的生产现场、实行文明管理等,实际上也属于现场管理的一部分。只是目前的现场管理与以往所讲的现场管理相比,已经有了很大的发展。它不仅局限于原来的保持生产现场的环境整洁和使现场井然有序,而且要在此基础上实现现场管理系统的优化。

现场管理系统的优化是更高层次的现场管理。它是以提高各项工作质量,特别是以提高产品质量为核心的强化基础工作的一系列的现场管理工作。企业的生产现场基本上是由劳动者(操作者、管理者)、劳动手段(设备和工具)和劳动对象(原材料、在制品、半成品)等组成。搞好现场管理,实现现场管理系统的优化,其

实质就是以现代管理思想为指导,运用现代科学管理方法,管理手段和管理组织,对生产现场的各种生产要素(劳动者、劳动手段、劳动对象)进行合理配置和有效控制,使其形成最佳组合,从而保证企业的生产活动高质量、高效率地进行。

但由于企业的生产现场受行业特点的影响,优化现场管理的具体要求和办法也不尽相同。从生产技术特点看,不同行业的生产现场有明显的差别,钢铁企业是炼钢、轧钢;纺织企业是纺纱、织布、印染。即便是在同一个机械制造企业中,冷加工与热加工的生产现场也有很大差异。从技术装配程度看,从生产规模看,从生产类型看,从生产现场的组织管理方式与管理内容看,也有区别。

总之,现场管理是各项专业管理——质量管理、工艺管理、生产管理、定置管理、物流管理、信息管理、纪律管理乃至企业管理发展的高层次系统管理,并且融合了企业文化,从而使上述管理的作用得到最大限度的发挥。

5.1.2 现场管理的特点

现场管理是企业管理的一个重要组成部分,与其他的专业管理相比,具有自己的特点。这些特点主要表现在:

1. 基层性

企业管理一般可以分为三个层次,即最高管理层、中间管理层、初级管理层。最高管理层主要负责企业的整体战略决策,中间管理层主要是对各种专业的管理做出决策,而初级管理层则负责各种具体业务决策。现场管理属于具体业务的管理,是企业管理的基础。基础扎实,现场管理水平高,可以增强企业的内功,提高对外部环境的承受能力和应变能力;可以使企业的生产经营目标,以及各项计划、指令和各项专业管理要求,顺利地在基层得到贯彻与落实。现场管理需要以管理的基础工作为依据,离不开标准、定额、计量、信息、原始记录、规章制度与基础教育。基础工作健全与否,直接影响现场管理的水平。通过加强现场管理,又可以进一步健全基础工作。所以,加强现场管理要从抓基层建设、基本功训练、基本素质的提高来开展。

2. 整体性

现场管理是属于企业管理这个大系统中的一个子系统。抓住现场管理不把生产现场作为一个子系统进行综合治理、整体优化,往往会抓了某一个方面的工作改进,忽视了各项工作之间的配套改革;有时比较注重生产现场地各项专业管理,但忽视了它们在生产现场中的协调与配合,所以收效不大。现场管理作为一个系统,具有整体性、相关性、目的性和环境适应性,这个系统的外部环境就是整个企业,并逐步延伸到销售市场。企业生产经营的目标、方针、决策和措施都会直接影响整个企业管理。这个系统管理的是人、机、料、法、环、资、能、信等生产要素,通过生产现场有机的转换过程,向环境输出各种合格的产品、半成品或劳

务。同时,反馈转换中的各种信息,以促进各方面工作的改善。生产现场管理系统的性质是综合的、开放的、有序的、动态的和可控的。

现场管理包括的内容相当丰富,它涉及企业内部和外部的人、财、物、信息等各种要素的管理,而不只是单一要素的管理工作。因此,要搞好现场管理就不能孤立地只考虑某一个要素,必须从整体出发,搞好各个要素间的协调。

3. 群众性

现场管理的核心是人。人与人、人与物的组合是现场生产要素最基本的组合,不能见物不见人。现场的一切生产活动,各项管理工作都要现场的人去掌握、去操作、去完成。优化现场管理仅靠少数专业人员是不够的,必须依靠现场所有职工的积极性和创造性,动员广大工人群众参与管理。生产工人在岗位工作过程中,按照统一标准和规定的要求,实行自我管理、自我控制,以及实行岗位工作之间相互监督。工人自主管理,开展职工民主管理活动,必须改变人们在计划经济下的传统观念,培养工人大生产的习惯和参与管理的能力,不断提高工人的素质。随着企业中青年工人比例迅速提高和老工人相应地逐步减少,现场生产工人的素质已影响到现场管理水平的提高。工人素质中突出的是责任问题。如果没有责任心,再好的管理制度和管理方法也无济于事。提高工人素质既不能任其发展,也不能操之过急,要坚持以人为本,要从多方面做过细的工作。

4. 规范性

现场管理要严格执行操作规程,遵守工艺纪律及各种行为规范。现场的各种制度的执行,各类信息的收集、传递和分析利用需要标准化,要做到规范齐全并提示醒目,尽量让现场人员能看得见、摸得着,人人心中有数。例如需要大家共同完成情况,画成图表,定期公布于众,让现场人员都知道自己应干什么和干得怎么样。与现场生产密切相关的规章制度,如安全守则、岗位责任制等亦可张贴出来,以便于现场人员共同遵守执行。现场区域划分、物品摆放位置、危险处等应设有明显标志。各生产环节之间、各道工序之间的联络,可根据现场工作的实际需要,建立必要的信息传导装置。

5. 动态性

现场各种生产要素的组合,是在投入与产出转换的运动过程中实现的。优化现场管理是由低级到高级不断发展、不断提高的动态过程。在一定的条件下,现场生产要素的优化组织,具有相对的稳定性。生产技术条件稳定,有利于生产现场提高质量和经济效益。但是由于市场环境的变化,企业产品结构的调整,以及新产品、新工艺、新技术的采用,原有的生产要素组合和生产技术条件不能适应了,必须进行相应的变革。现场管理应根据变化的情况对生产要素进行必要的调整和合理配置,提高生产现场对市场环境的适应能力,从而增强企业的竞争能力。所以,稳定是相对的,有条件的变化则是绝对的。“求稳怕变”或“只变不

定”都不符合市场经济与现场动态管理的要求。

要搞好现场管理工作,除了考虑上述一般的特点外,还要考虑各个行业和各个企业的具体情况。各个行业和各个企业由于生产的产品种类不同,工艺和设备也有很大差别,人员的素质和管理水平也不尽相同,就是在同一个企业中,基本生产车间和辅助生产车间、冷加工和热加工车间的情况也会有些差异。因此,它们在现场管理上也还会有各自不同的特点和要求。要搞好现场管理,必须从各行业、各企业、各车间的实际情况出发,实现现场管理系统的优化,千万不能只采用一个模式,只有这样才能充分发挥现场管理的功能,防止形式主义。

5.1.3 现场管理的目的和任务

在人类社会,任何活动都是有目的的活动。现场管理也不例外,它有其特定的目的。现场管理是为企业的生产经营目的服务的。企业生产经营目的就是生产为社会创造更多的价值,并为企业带来生存和发展的盈利。企业利用自身所拥有的生产资料原材料转换成产品或服务项目,完成创造价值,将生产资料实现增值,这个过程是在现场进行的。产品在生产现场被制造出来,产品质量的好坏、成本与效益的高低都是生产现场实现的。因此,现场管理的目的就是按照企业的生产经营目标,合理有效地计划、组织、协调和控制各种要素,以达到优质、高效、低耗、均衡和安全地完成产品生产过程。现场管理必须为实现企业的生产经营目的服务。企业由生产型转为生产经营型后,市场竞争更加激烈,用户和消费者对产品的要求不断地提高,企业不仅要增加产量,而且产品的品种要多、质量要好、价格要便宜、交货要及时。而这些需求又在不断变化,要适应这种需求不断变化的状况,更有效地实现企业的生产经营目的,就必须加强现场管理。如果现场管理混乱,就难以全面地实现这些要求。正因为如此,我们搞现场管理就必须讲求实效。衡量一个企业现场管理搞得好坏,最终还要看它的现场管理是否有利于实现企业的生产经营目的,是否利于保证和促进生产的发展,为企业在激烈的市场竞争中赢得优势。

企业现场管理的目的决定了现场管理的任务。现场管理的基本任务就是运用组织、计划、控制、调节的职能,把投入企业生产过程的各种要素有效地结合起来,形成一个有机的体系,按照最经济的方式,不断地生产出满足社会需要的产品或劳务。现场管理的具体任务有以下几点:

1. 建立正常的生产秩序和文明的生产环境

建立正常的生产秩序是保证企业生产活动正常进行,实现生产过程良性循环的重要前提。一个企业的生产现场是否具有好的生产秩序,就能使生产有条不紊地进行,减少差错,避免事故的发生,提高效率,保证质量。企业要想稳定地生产出用户满意的优质产品和服务,必须有一个整洁、明亮、安全的作业环境。

因此,建立正常的生产秩序和文明的生产环境是搞好现场管理、实现现场管理系统优化的一项重要任务。

2. 实现各种要素的最佳结合

在现代化大生产条件下,企业的各种要素主要是指人、财、物以及使整个生产过程正常运转的各种信息。这些要素是生产活动必须具备的前提,又是实现企业生产经营目的的重要保证。

3. 提高企业的经济效益

企业管理必须以提高经济效益为中心。现场管理既然是企业管理的一个重要组成部分,因此它也必须把提高经济效益作为自己的一项主要任务。搞好现场管理,建立正常的生产秩序和文明生产环境,实现各项要素的最佳结合,就是要做到投入少产出多而且要好,其最终成果都要体现在经济效益上。企业只有不断提高经济效益,才能使员工收入不断地增加,并使自己获得更大的发展。

5.1.4 现场改善手法

1. 现场改善意识

- (1) “现场、现物、现实”意识。
- (2) “及时、及早、及至”意识。
- (3) “问题、方法、协调”意识。

2. 解决问题七步法

问题解决七步法见图 5-1。

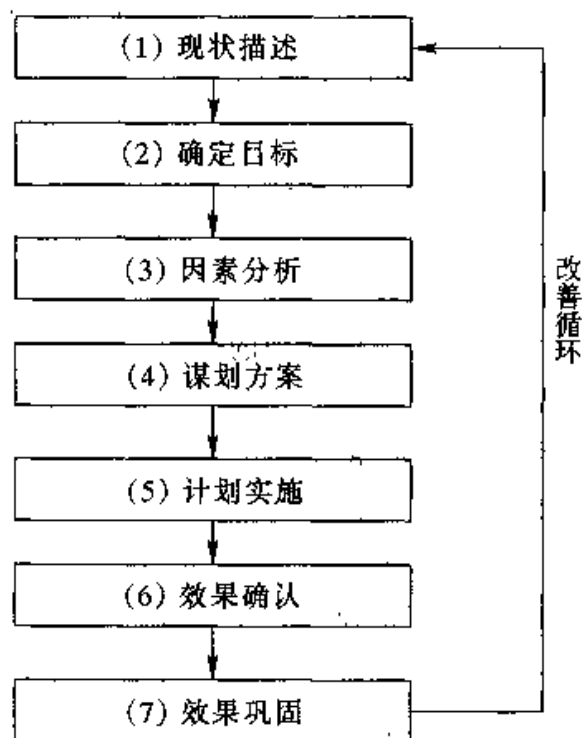


图 5-1 问题解决七步法

(1) 现状描述。

现状问题诊断方法:

① 行业标杆法:比较实际状况与行业标杆之间的差距,例如大型商业集团物流运营水平可与沃尔玛的相关指标进行比较,以寻找差距。

② 目标分解法:根据本公司设定中、长期目标以及本部门岗位职责目标分解,对比现状找问题。例如运营成本的控制,根据目标利润及目标成本分解,确定本部门(岗位)成本改善点。

③ 挑战自我法:以永不满足的心态,四处“挑刺儿”。例如,为什么总是停机?为什么这样混乱?为什么等待如此之多?

④ 4M 检查表(machine, material, method, man)逐一对照检查问题,见表 5-1。

表 5-1 4M 检查表

项目	问题	项目	问题
设备	设备经常停机吗? 对精度的控制有效吗? 维修强度合理吗? 生产能力是否合适? 设备配置和布置是否合理?	人员	是否遵守作业标准? 工作技能如何? 工作态度是否积极? 作业条件与环境如何?
材料	材料品质状况如何? 材料库存是否合理? 物料存放、搬运是否合理方便? 材料成本如何?	方法	作业标准内容是否合适? 作业前后准备工作是否经济有效? 前后工序衔接如何? 作业安全性如何?

⑤ 预警报告。利用统计数据或分析报告的预警功能发现问题。例如,某月设备利用率大幅下降,人员缺勤率突然大幅上升,可能隐含某种隐患需要改善。

⑥ 客户投诉。客户的异常投诉通常是改善的基本动因。

(2) 确定目标。

- ① 用量化的方法明确目标。
- ② 设立可达到的目标。
- ③ 分阶段设立目标进度。
- ④ 与公司方针与上级指标一致。

(3) 因素分析(鱼骨图)。

- ① 先将问题细化,再进行调查,收集信息。

② 运用发散思维方法的技术梳理问题原因。

③ 用层别手法对问题做更深一层区分。

④ 针对问题类别不同,展开对应分析。

(4) 谋划方案。

① 先制定理想化整体方案。

② 准备选择和备用的多种方案。

③ 运用构思检查单激发思维。

④ 运用集思广益头脑风暴法。

⑤ 选择目前可实施的方案。

⑥ 制定行动计划。

(5) 计划实施。

① 先行获取上级的认同与支持。

② 经过试行阶段对方案调整。

③ 事先动员相关人员。

④ 落实每个人的责任。

⑤ 跟踪日程进度。

⑥ 及时处理意外情况。

(6) 效果确认。

① 以改善目标为评价基准。

② 量化的改善前后效果对照。

③ 关注无形效果。

④ 留意并消除连带的消极效果。

⑤ 得失反省,不佳效果的再改善。

(7) 效果巩固。

① 作业方法标准化。

② 技术规格标准化。

③ 改进内容的装置化。

3. 作业改善四阶段法。

(1) 第一阶段——作业分解。

① 描述现状(AS-IS):列出全部作业项目明细。

② 分类处理:按某种指标分类,如搬运作业、机械作业、手工作业。

③ 摘录作业中的状态、条件和问题要点。

(2) 第二阶段——问题发掘。

利用5W2H认识问题(见表5-2):

表 5-2 问题发掘 5W2H 表

5W1H	
why	为什么这是必要的?
what	目的、对象是什么?
where	在什么地方做更好?
when	什么时间做更合适?
who	什么人做更合适?
how	什么方法更好?
how much	耗费如何?

(3) 第三阶段——新方法设计。

- ① 除去不要的项目明细。
- ② 尽可能联结项目明细。
- ③ 以更好的顺序编排作业。
- ④ 对必要的项目进行简单化处理。
- ⑤ 确保作业更加安全适宜。
- ⑥ 借助协作的力量。
- ⑦ 记录新方法的项目明细。

(4) 第四阶段——新方法实施。

- ① 让上级理解新方法。
- ② 让下属理解新方法。
- ③ 征得相关责任者的认同。
- ④ 新方法的推进与巩固。
- ⑤ 承认协助方的功绩。

作业改善分析实例,见表 5-3。

表 5-3 作业改善分析表

项目明细	作业分类	问题类别				改善开始 日期	预计完成 日期
		工作迟缓	失误多	损耗多	其他		
工件移动	搬运	◎				×月×日	×月×日
工件装夹	手工	◎			○	×月×日	×月×日
机械加工	机械			◎		×月×日	×月×日
工件清点	手工		◎			×月×日	×月×日
计量检查	手工	○				×月×日	×月×日

5.2 5S 活动

5.2.1 5S 概论

“人造环境,环境育人”。踏入新世纪,企业之间的竞争更加全方位、全球化、企业在强调以品质为中心的同时,逐步意识到以人为本的重要性。企业必须以人为本,通过创造良好的环境,培养和吸引一流的人才,缔造一流的企业,制造一流的产品,这精辟地概括了5S管理的真谛。

即使拥有世界上最先进的生产工艺或设备,如不对其进行有效的管理,工作场地一片混乱,工件乱堆乱放,其结果只能是生产效率低下,员工越干越没劲,这样的企业只会生产问题和制造麻烦,对社会可能没有任何积极的意义。5S现场管理可以有效地解决这个问题,它能使企业的生产环境得到极大的改善,是企业走上成功之路的重要手段。

5S起源于日本,已经在日本流传200多年了。其具体含义是指在生产现场中对人员、机器、材料、方法等生产要素进行有效管理,是日式企业独特的一种管理方法。

早在1955年,日本的5S还处于一种家庭式的、针对物品提出的“安全始于整理整顿,终于整理整顿”的宣传口号。当时只推行了前两个S,其目的仅为了确保作业空间和安全。后来,随经济的发展而逐步提出了口号“清扫,清洁,修养”,也就是3S,从而使这个管理概念进一步拓展。到了1986年,日本的5S著作逐渐问世,从而对整个现场管理模式起到了冲击的作用,并由此掀起了工厂管理5S模式的热潮。5S管理模式也逐步得到了完善。

5S来自日文整理(SEIRI)、整顿(SEITON)、清扫(SEISO)、清洁(SEIKETSU)、素养(SHITSUKE)发音的第一个字母“S”,所以统称为“5S”。其中:

- 整理:区分必需品和非必需品,现场不放置非必需品;
- 整顿:将寻找必需品的时间减少为零;
- 清扫:将岗位保持在无垃圾、无灰尘、干净整洁的状态;
- 清洁:将整理、整顿、清扫进行到底,并且制度化;
- 素养:对于规定了的事,大家都要遵守执行。

其含义可以从表5-4中看出:

开展“5S”活动能创造良好的工作环境,提高员工的工作效率,如果员工每天工作在满地脏污、到处灰尘、空气刺激、灯光昏暗、过道拥挤的环境中,怎能调动员工的积极性呢?而整齐、清洁有序的环境,能给企业及员工带来对质量的认

识和对质量认识的提高,获得顾客的信赖和社会的赞誉,提高员工的工作热情,提高企业形象,增强企业竞争力。

表 5-4 5S 的具体含义

中文	日文	英文	备注
整理	SEIRI	organization	倒掉垃圾,长期不用的东西放仓库
整顿	SEITON	neatness	30 秒内就可以找到要找的东西
清扫	SEISO	cleaning	谁使用谁清洁
清扫	SEIKETSU	standardization	管理的公开化、透明化
素养	SHITSUKE	discipline and training	严守标准、团队精神

开展“5S”现场管理可得到丰厚的利润。作为一名企业的管理者,常常忽略了隐含在管理中的成本,在企业中经常看到的浪费现象有:

- (1) 无价值的工作造成的浪费,如不必要的会议,开会的空谈。
- (2) 信息错误造成的浪费,如信息来源的错误,会造成不可估量的损失。
- (3) 等待的浪费,如停工待料。
- (4) 操作不当致设备故障造成的浪费。

(5) 意外事故造成的浪费,轻则财产损坏,重则人员伤亡,造成不可挽回的损失。

(6) 生产过量或不足造成的浪费,过多积压,过少供应不足,均造成不良后果。

(7) 原材料库存量过多或过少的浪费,过多必将造成系列成本的增加,过少则造成停工待料,影响供货期等。

(8) 产品检验和返工的浪费。企业应该通过实施现代质量控制方法,设法降低不良品率,提高一次加工合格率,而片面质量检验把关和返工返修等,非但不能提高产品质量,反而增加成本。

(9) 物品堆放,标志管理混乱造成的浪费。物品在流转或库存中堆放不合理,无法做到先进先出,造成物品堆放时间过长,生锈,变质,造成质量下降,甚至不合格;而标志混乱,在企业内部无法追踪不合格品产生的原因和责任人,流出厂外给企业信誉造成无可挽回的损失。

(10) 文件缺乏和记录管理不善造成的浪费。文件缺乏,管理混乱必然对企业的发展产生负面效应。一个企业管理不善造成的损失不止上述这些内容,我们应通过“5S”活动加强现场管理,解决上述浪费现象,真正做到管理中获取效益。

5.2.2 5S 活动的目的

众所周知,实施 5S 现场管理模式,可以为企业带来新的转机和提升,并可以改善企业的品质、提高生产力、降低成本、减少浪费、确保准时交货、确保安全生产,以及在维持组织活力、不断增强员工们高昂的士气方面发挥着重要的作用。

“人、事、物”三方面的安全是企业有效运营的“三安原则”,每个企业必须严格遵循,才能确保安全生产并能保持员工们高昂的士气。试想一个生产型企业,人员的安全受到威胁,生产的安全受到影响,物品安全受到影响,那么必定会人心惶惶,员工大量流失,从而影响到企业的生产、经营及经济效率,导致企业濒临破产。所以,一个企业要想改善和不断提高企业形象,就必须推行 5S 现场管理计划。

概括起来讲,推行 5S 最终要达到的目的有八个方面:

1. 改善和提高企业形象

整齐、清洁的工作环境容易吸引顾客,让顾客心情舒畅;同时,由于口碑相传,企业会成为其他公司的学习对象,从而能大大提高企业的威望。

2. 促成效率的提高

良好的工作环境和工作气氛,加上有修养的工作伙伴,员工们可以集中精神,认认真真地干好本职工作,必然就能大大提高效率。试想,如果员工们始终处于一个杂乱无序的工作环境之中,情绪必然就会受到影响。相反,物品摆放有序,不用寻找,员工可以集中精神工作,工作兴趣高,效率自然会提高。

3. 改善零件在库周转率

整洁的工作环境,有效的保管和布局,彻底进行最低库存量管理,能够做到必要时能立即取出有用的物品。工序间物流通畅,能够减少甚至消除寻找、滞留时间,改善零件在库周转率。

4. 减少直至消除故障,保障品质

优良的品质来自优良的工作环境。通过经常性的清扫、点检,不断净化工作环境,才能有效避免污损东西或损坏机器,维持设备的高效率,提高生产品质。

5. 保障企业安全生产

整理、整顿、清扫,必须做到储存明确,物归原位,工作场所内保持宽敞、明亮,通道畅通,地上不随意放置物品。如果工作场所有条不紊,意外的发生也会减少,安全就会有保障。

6. 降低生产成本

通过实施 5S,可以极大减少人员、设备、场所、时间等的浪费,从而降低生产成本。

7. 改善员工精神面貌,使组织活力化

人人都变成有修养的员工,有尊严和成就感,对自己的工作尽心尽力,并具有改善意识(可以实施合理化提案改善活动),增加组织的活力。

8. 缩短作业周期,确保交货期

通过实施整理、整顿、清扫、清洁来实现标准的管理,企业的管理就会一目了然,使异常现象明显化,减少人员、设备、时间的浪费,生产顺畅,提高了作业效率,缩短了作业周期,从而确保交货期。

5S 活动的目标是培养人们形成不断改善现场环境的意识;通过员工的积极参与,建立良好的团队合作关系;把经理和管理人员培养为 5S 实践中的带头人;为进一步推行更先进的改善方法,如全面质量管理等,打下坚实的基础。

5.2.3 5S 活动的内容与要求

5S 现场管理包括整理、整顿、清扫、清洁、素养五方面的内容。

1. 整理

(1) 整理的含义。整理就是将必需物品与非必需品区分开,必需品摆在指定位置挂牌明示,实行目标管理,不要的东西则坚决处理掉,在岗位上不要放置必需以外的物品。这些被处理掉的东西可能包括原辅材料、半成品和成品、设备仪器、工模夹具、管理文件、表册单据等,具体处理的标准可以见表 5-5。

表 5-5 标准表范例

使用频率	处理方式
一年没有用过一次的物品	废弃、放入暂存仓库
也许要使用的物品	放在工作场所附近集中摆放
三个月使用一次的物品	
一星期用一次的物品	放在作业现场
三天用一次的物品	放在不要移动就可以取到的地方或随身携带

注:此标准表为包含整理和整顿在内的执行标准,在实际实施中各企业应针对企业的具体情况,制定反映自身制度的标准。

(2) 整理的目的及其作用。

整理的目的是把“空间”腾出来,防止误用,创造清爽的工作环境,可以起到以下作用:

- ① 减少碰撞,保障生产安全,提高产品质量;
- ② 消除混料差错;
- ③ 有利于库存,节约资金;
- ④ 使员工心情舒畅,工作热情高涨。

(3) 整理的推行要点。

- ① 对每件物品都要看看是否必要,是否非得这样放置;
- ② 要区别对待马上要用的、暂时不用的、长期不用的;
- ③ 即使是必需品,也要适量,将必需品的数量要降低到最低程度;
- ④ 在哪儿都可有可无的物品,不管是谁买的,有多昂贵,也应坚决处理掉;
- ⑤ 非必需品是指在这个地方不需要的东西在别的地方或许有用,并不是完全没有用,应寻找它合适的位置;
- ⑥ 当场地不够时,不要先考虑增加场所,要整理现有的场地。

(4) 整理的具体实例。

① 废弃无使用价值的物品:

不能使用的旧手套、破布、砂纸;精度不准的千分尺、卡尺等测量工具;过时的报表、资料;无法修理好的器具设备等。

② 处理不会再使用的物品:

目前已不生产的产品的零件或半成品;已无保留价值的试验品或样品;加工错误无法修复的产品;已切换机种的生产设备等。

③ 处理销售不出去的产品:

已经过时的、不合潮流的产品;预测事物造成生产过剩的产品;有致命缺陷的产品等。

④ 占据工场重要位置的闲置设备:

不使用的旧设备;领导购买的,没有任何使用价值的设备。

⑤ 减少滞留,谋求物流顺畅:

工作岗位上只能摆放当天工作的必需品;工场是否被零件或半成品塞满;工场通道或靠墙的地方,是否摆满了卡板或推车。

2. 整顿

(1) 整顿的含义。整顿就是把要用的东西留下来,依“三定原则”定品、定位、定量地摆放整齐,明确地标示出来。

除必需物品放在能够立即取到的位置外,一切乱堆乱放、暂时不需放置而又无特别说明的东西,均应受到现场管理干部(小组长、车间主任等)的责任追究。这种整顿对每个部门都同样重要,它其实也是研究提高效率方面的科学,它研究怎样才可以立即取得物品,以及如何能立即放回原位。任意存放物品并不会让工作速度加快,反而使寻找时间加倍,所以,必须思考分析怎样拿取物品更快,并让大家都能理解这套系统,遵照执行。

(2) 整顿的目的及其作用。整顿的目的是整齐有标示,不要浪费“时间”找东西,工作场所一目了然,创造整齐洁净的环境,可以达到以下作用:

① 提高工作效率;

- ② 将寻找时间减少为零;
- ③ 异常情况(如丢失、损坏)能马上发现;
- ④ 非担当者的其他人员也能明白要求和做法;
- ⑤ 不同的人去做,结果是一样的(已经标准化)。

(3) 整顿的推行要点。

- ① 将寻找的时间减少为零;
- ② 有异常(如丢失、损坏)能马上发现;
- ③ 其他人员也能明白要求和做法,即其他人员也能迅速找到物品并能放回原处;
- ④ 不同的人去做,结果是一样的(已经标准化)。

(4) 整顿的具体实例。

① 把文件存放在一个地方。这样做将会减少必需文件的数量。限制文件的分发数目,因为这样做可以加快回收文件速度,减少管理难度。这种做法对已经实行计算机化的办公室来说尤为重要。应避免个别处理电子文件,共享的文件可储存于已建立的计算机网络。

② 无纸化。对于需要文件进行工作的人,也要限制分发的文件数量。如果已经采用了电子邮件系统,最佳的策略就是通过把电子邮件系统作为一种日常工具来创建一个“无纸化工厂”。

③ 只开一个小时的会议。尽量把会议的持续时间限制在一小时之内。这种做法可大大减少花在会议上的时间。在会议召开之前,安排好开会程序,散会后跟进会议上的决定。减少浪费时间,只考虑召开有意义的会议。有条件的话,可以考虑使用电视电话和电子邮件来代替面对面的会议。

④ 一分钟电话。在打电话之前,综合考虑一下你的思想和问题。在谈话的时候力求用语言简洁和准确表达出自己的思想。可能的话,应在一分钟内跟对方说再见。

⑤ 今天的工作今天做。这种做法将会大大减少“待办”的工作量,缩短处理工作的时间。每天上班的开始,把今天必须做的事情按紧急程度排好,尽量在当天全部做完,不要拖到第二天或加班完成。

3. 清扫

(1) 清扫的含义。

清扫就是将工作场所、环境、仪器设备、材料、工具等上的灰尘、污垢、碎屑、泥沙等脏东西清扫擦拭干净,创造一个一尘不染的环境,公司所有人员(含董事长)都应一起来执行这个工作。

(2) 清扫的目的及其作用。

清扫的目的是清除“脏污”,保持现场内干干净净、明明亮亮,创造清洁的工

作场所,并使质量稳定。经过整理、整顿,必需物品处于立即能取到的状态,但取出的物品还必须完好可用,这是清扫最大的作用。

(3) 清扫的推行要点。

① 最好能分配每个人应负责清洁的区域。分配区域时必须绝对清楚地划清界限,不能留下没有人负责的区域。

② 对自己的责任区域都不肯去认真完成的员工,不要让他担当更重要的工作。

③ 到处都干净整洁,客户感动,员工心情舒畅。

④ 在整洁明亮的环境里,任何异常,包括一颗螺丝掉在地上都可以马上被发现。

⑤ 设备异常在保养中就能发现和得到解决,不会在使用中“罢工”。

(4) 清扫的具体实例。

① 清扫工具:

抹布和拖把悬挂放置,充分利用空间;随时清理不能使用的拖把、扫帚;对扫帚或抹布进行数量管理。

② 搬送车辆:

在叉车或推车的后边装上清扫用具,这样可以一边作业一边清扫;车辆上准备抹布,以便随时清扫其本身的灰尘。

③ 机械设备每天要保持光亮:

机械设备保持锃亮如新;不能将机械不清洁的地方用油漆等粉饰一番,蒙骗过关;通过对机械设备每天的擦洗来发现细小的异常;清扫后及时维护保养。

④ 分类垃圾箱:

设立分类垃圾箱,便于垃圾分类回收。

4. 清洁

(1) 清洁的含义。

清洁就是在“整理”、“整顿”、“清扫”之后的日常维持活动,即形成制度和习惯。每位员工随时检讨和确认自己的工作区域内有无不良现象,如有,则立即改正。在每天下班前几分钟(视情况而定)实行全员参加的清洁作业,使整个环境随时都维持良好状态。实施了就不能半途而废,否则又回到原来的混乱状态。

(2) 清洁的目的及其作用。

清洁的目的,即通过制度化来维持成果,并显现“异常”,并做到异常时的对策办法可视化。其作用主要体现在两个方面:

① 将整理、整顿、清扫后取得的良好作用维持下去,成为公司的制度;

② 对已取得的良好成绩,不断进行持续改善,使之达到更高的境界。

(3) 清洁的推行要点。

① 进一步落实前 3S 工作(如表 5-6 所示),并贯彻其意识,力图进一步提高;

表 5-6 进一步落实 3S

	整理	整顿	清扫
没有进行 3S	必需品和非必需品混放	找不到必需品	工场到处是脏污、灰垢
将 3S 习惯化	消除非必需品	用完的物品放回原处	清扫脏污
将 3S 制度化(清洁)	不生产非必需品的机制	取放方便的机制	不会脏污的机制

② 一旦开始了实施就不能半途而废,否则公司又很快回到原来的情形。

(4) 清洁的具体实例。

前面已经提到过,清洁实际上就是把前面的 3S 彻底贯彻下去,这就意味着连续地、反复不断地进行整理、整顿、清扫活动,所以在这里就不特别举例了,具体的实例可以参考前面 3S 的内容。

5. 素养

(1) 素养的含义。素养就是使每位员工依规定行事,养成好习惯,工作主动积极,形成良好的企业文化。培养全体员工良好的工作习惯、组织纪律和敬业精神。每一位员工都应该自觉养成遵守规章制度、工作纪律的习惯,努力创造一个具有良好氛围的工作场所。如果绝大多数员工能够将以上要求付诸实践,个别员工就会抛弃坏的习惯,向好的方面发展。

(2) 素养的目的及其作用。素养的目的是养成工作规范认真的习惯,改变“人质”,营造团队精神。其作用主要体现在:

- ① 重视教育培训,保证人员基本素质;
- ② 持续推动 4S,直至成为全员的习惯;
- ③ 使每位员工严守标准,按标准作业;
- ④ 净化员工心灵,形成温馨明快的工作氛围;
- ⑤ 培养优秀人才,铸造战斗型团队;
- ⑥ 成为企业文化的起点和最终归属。

(3) 素养的推行要点

- ① 学习、理解并努力遵守规章制度,使它成为每个人应具备了一种修养;
- ② 领导者的热情帮助与被领导者的努力自律是非常重要的;
- ③ 需要人们有更高的合作奉献精神和职业道德;
- ④ 互相信任,管理公开化、透明化;
- ⑤ 勇于自我检讨反省,为他人着想,为他人服务。

(4) 素养的具体实例

素养是一个相对抽象的名词,那么怎样才算是做到素养这一点呢?我们把素养具体化为两大方面:个人修养、职业道德以及按标准规定要求作业这两个方面。一般说来,这两个方面在公司中会体现在《礼仪规范》、《员工手册》及一些制度方法中。

就具体实例而言,这部分的内容也包括很多方面,这里就公司内接电话这个细节问题来举例说明素养的问题。接电话这一行为要求注意以下几个方面:铃声响三声内接电话;第一句话是:您好!某某公司!我是某某;受话人是旁边同事时说:“请稍等,我马上去叫他。”受话人不在时说:“对不起,他走开了,请问有什么可以转达的吗?”声音温和亲切,不要显得不耐烦。

6. 5S 之间的关系

整理、整顿、清扫、清洁、素养,这五个 S 并不是各自独立,互不相关的。它们之间是一种相辅相成,缺一不可的关系。

整理是整顿的基础,整顿又是整理的巩固,清扫是显现整理、整顿的效果,而通过清洁和修养,则使企业形成一个所谓整体的改善气氛。关于这 5 个 S 之间的关系,一些公司流传着这样几句顺口溜:只有整理没整顿,物品真难找得到;只有整顿没整理,无法取舍乱糟糟;整理整顿没清扫,物品使用不可靠;3S 之效果怎保证?清洁出来献一招;标准作业练素养,公司管理水平高。五者的具体关系可以见图 5-2:

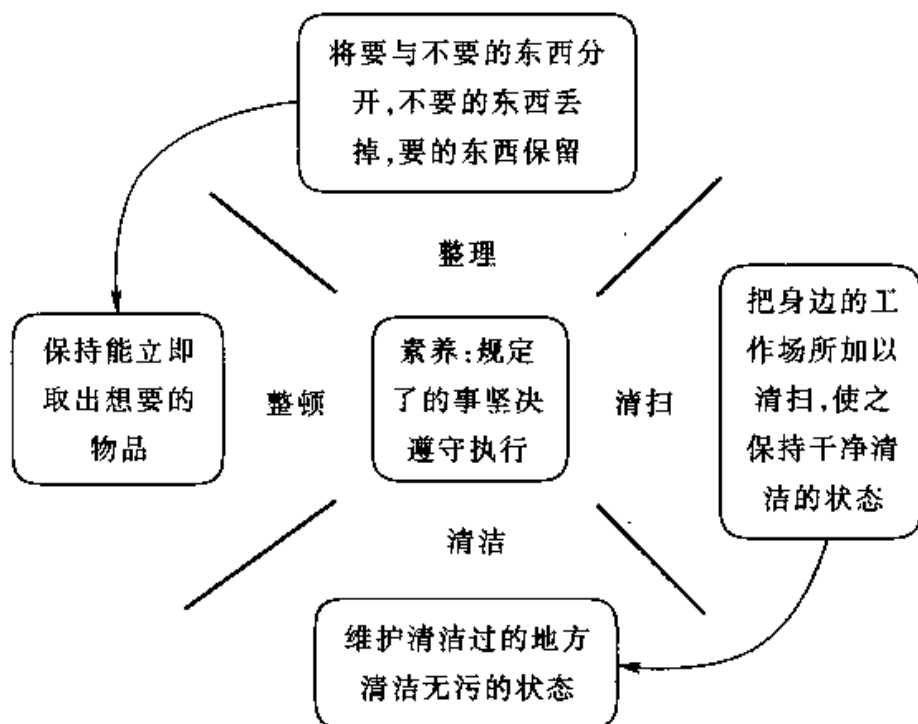


图 5-2 5S 之间的关系

5.2.4 5S 活动的推行

1. 推进原理

就 5S 的表面来看,5S 只是简简单单的几个字,但是再简单的事不去做,或不彻底去实施,就不会有效果。而实施 5S 如果缺乏事前的准备和规划,加上推进及实施人员缺乏应有的共识和决心,往往也会无疾而终。

如前面所说,5S 是通过推行整理、整顿、清扫来强化管理,再用清洁来巩固效果。而用清洁来巩固效果,通过这个 4 个 S 来规范员工的行为,通过规范行为改变工作态度,使之成为习惯,最后达到成功的目的。把这句话总结来说就是要经历三个阶段:形式化—行事化—习惯化。这一点可以从图 5-3 中更清楚地看出:

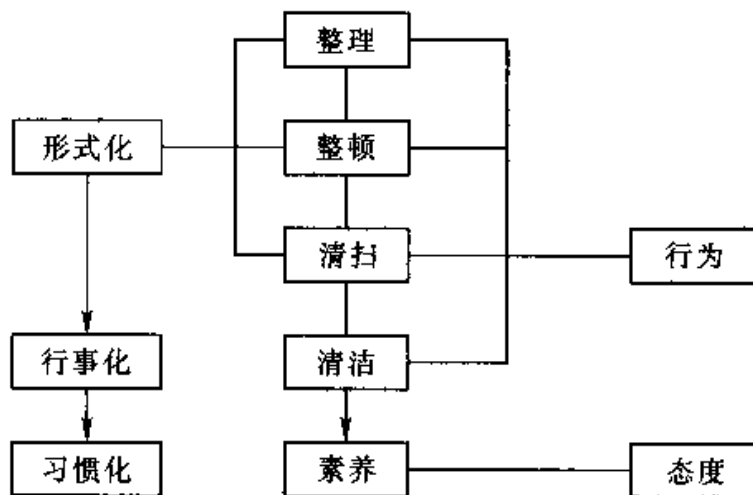


图 5-3 5S 推进原理图

就 5 个 S 的推进顺序而言,一般是按照上图这个顺序进行的,先开始整理、整顿后,才进行清扫。到了一定程度,具备了大工业生产的条件,可以导入清洁——标准化和制度化,形成全体员工严守标准的良好风气后,修养也大功告成。一个有良好风气、秩序的公司,才能形成优秀的企业文化。

2. 推进组织

实践表明,在推行 5S 的过程中常见的阻力是有人认为不需要整理和整顿;不需要时时清扫;整理整顿不会增加产品;几年前已执行过 5S 了;没有时间执行 5S;不必执行 5S 的所有 5 个要素等。因此,要达到满意的效果,企业必须大力促进 5S 活动的推行,这对于一个企业而言,是一项系统工程,必须进行科学的策划,在整个推进过程中要实施严密的监控和管理,做到有步骤、有计划的推行。

(1) 搜集相关信息,制定推进方案。一个企业在开始推行 5S 之前,必须搜集充足的 5S 方面的信息,对 5S 应有正确的理解,认识到推行 5S 所能带来的效

果。同时要对公司的现状有清醒的认识,搞清楚公司是否需要推行,应在什么时候推行。这时可以到一些现场管理较好的公司进行观摩,既可以通过比较认识到双方之间差距和自己存在的问题,也可以借鉴其他公司的经验。整備工作完成后,公司应指派具体部门或个人制定5S的整体推进方案。

(2) 成立相关组织,明确责任分工。推进方案制定好后,公司应成立相应的组织来承担具体的推进工作。许多公司在具体推进时往往会选择公司的生产制造部门。主要原因在于便于管理。但5S的推行往往涉及各个部门,而且在推行过程中最好有外部力量的监督和调控。因此,在大的公司或集团中推行5S时,一般以成立相关的推进委员会或项目组为佳。推进组织内部的权责划分也至关重要。组织内部人数不宜过多,一般4~5人左右,以免在内部沟通上浪费太多的人力,造成决策迟缓等问题。与此同时,内部成员间应分工明确,权责一致,互相协助改善工作。

(3) 进行宣传、教育,营造良好氛围。任何一个管理活动的开展,都离不开教育培训工作,而这一点往往为管理所忽视,以致常常出现管理活动走样甚至半途而废的情形。管理者必须通过有计划的教育培训活动,采取各种宣传手段,使公司全体员工对5S活动有一个正确的认识,对公司推行该项活动理解并予以支持。这将为5S的推行营造一个良好的氛围,达到事半功倍的效果。

(4) 选择试点单位,分步推进5S。在一个单位中突然全面推行5S,所引起的震动、遇到的阻力、冒的风险极大。特别是一些大的集团更要注意这方面的问题。刚开始推进时,可以选择生产制造部门作为试点,从整理整顿开始,分部推进5S。一来生产现场是现场管理的核心。二来其推行见效较快,易引起其他部门的兴趣。同时也可以通过试点单位的推行发现潜在问题,吸取有益的教训和经验。在5S的具体推进中,也应分步骤、有计划的推行。首先应反复进行整理整顿作战,将多余的物品进行清理,对必需品进行科学合理的摆放,并做到定期清扫。为现场创造一个干净整洁的工作环境。其次,在此基础上,使其形成一种制度和习惯,并督促每个员工来遵守和服从这个制度和习惯。

(5) 讨论修正推进方法,在公司全面推行。通过试点单位的具体尝试,推进组织应对推进方法进行检讨、修正。并在公司范围内展示推进成果,如可用图片将试点单位推进前后的现场状况进行比较等。然后拟定全公司的具体实施的计划,并在公司范围内推行。

(6) 考核、评分与检讨、奖励。在5S推行过程中,推行组织应定期对活动的推行进行检查、考核、评比。可组织各种相关竞赛活动。对检查中发现的问题,要即时采取对策,对考核、评比中出现的优秀单位和个人应予以褒奖。

(7) 后续新方案的制定与推行。当原定方案的目标基本达到时,推进组织应考虑制定新的推进方案,以便将5S管理推进更深的层次。但新的方案不可立

即执行。必须原定方案的目标完全实现,其成果得到充分巩固后,才可进一步推行新方案,使现场管理进入不断向上的良性循环。

以上所说的 5S 推行步骤的一般的程序可以用图 5-4 表示:

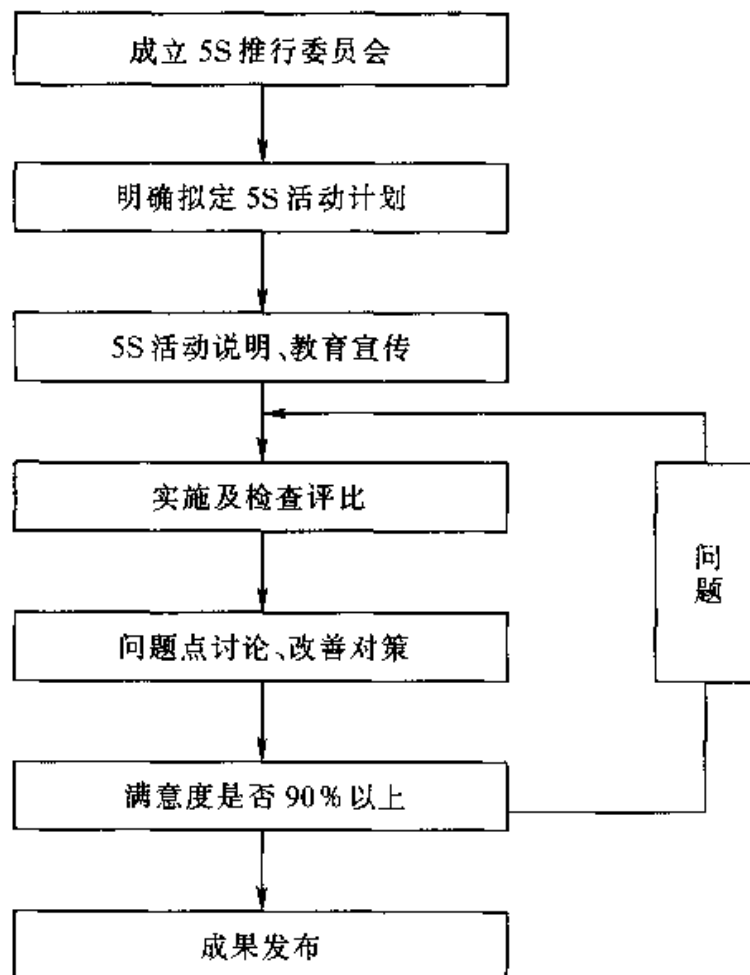


图 5-4 5S 推进程序图

5.2.5 5S 项目的展开

1. 改善物流

(1) 物流不畅的原因:

- ① 布局设计不合理;
- ② 物流管理不到位。

(2) 改善物流的方法:

- ① 根据当天生产产量分时段投料;
- ② 均衡生产,保证全过程流畅;
- ③ 不良品要及时处理。

2. 减少搬运

减少搬运要遵循以下原则:

- (1) 机械化原则:条件允许,应尽量使用机动车、卡板。
- (2) 自动化原则:使用电梯、传送带等方式运输,必要时设置联动装置或机械手。
- (3) 标准化原则:使用标准的包装箱、卡板、货架,减少装码时间,合理利用空间。
- (4) 均衡原则:均衡每位员工的工作量,避免空闲等待。
- (5) 直线原则:搬运距离要尽量缩短,重复往返的线路会降低搬运效率。
- (6) 安全原则:作业要规范化,对员工要进行安全培训指导,机动车要做到专人驾驶,员工要正确使用头盔、安全带等,实施人车分流。

3. 降低库存

(1) 库存量相关要素。研究降低库存问题可从两个方面着手:资金与场地占用。因此,调查库存量现状和进行库存改善活动可沿以下思路进行:

- ① 哪种材料最贵或占用资金最多?
- ② 哪种材料占地面积最大?

(2) 零部件库存量减少。

- ① 根据生产计划及交货期分批购入原材料,保证最低库存量;
- ② 做好在库量管理,控制在库金额;
- ③ 定期盘点。

(3) 减少半成品滞留。控制生产周期,减小在制品库存量。

(4) 降低成品库存。

- ① 客户需要的才生产;
- ② 客户什么时候需要,什么时候生产。

4. 精简业务

现有确定的业务流程往往存在着许多无谓的环节,精简业务将提高效率,减少浪费。这一工作可通过以下的设问进行:

- (1) 该工作是否必要,为什么不能取消?
- (2) 为什么用这种方法,有没有更好的方法?
- (3) 为什么在这个阶段确认,能否改变?
- (4) 为什么按这种程序,能否改变程序?
- (5) 为什么这样设计,能否改变设计?
- (6) 为什么有这些步骤,能否简化合并?
- (7) 为什么要买这种材料,有没有更便宜的材料替代?
- (8) 若重新调整程序,能否提高效率、缩短时间?

5. 会议 5S

高效率会议召开注意事项:

(1) 议题明确。主持人一开始应向与会者申明会议议题,介绍背景及概况,与会议无关的话题要避免。

(2) 气氛把握。主持人以大家感兴趣或关注的话题引起共鸣,活跃会议气氛。

(3) 节奏把握。发言要简短,一次发言要控制在3分钟以内,不可同时讲几个主题,滔滔不绝,离题万里。3~5次发言后,要及时总结,提高讨论的深度和广度,切中主题。

(4) 耐心聆听。不管是谁发言,都要耐心聆听。中途打断或面露不屑之色都不利于会议的展开。

(5) 做好记录。对发言人提出的情报、意见或想法应做认真的记录,并有所肯定和回应。

6. 文件 5S

(1) 整理。明确哪一类文件需要,哪一类文件不需要;无效的文件与不需要的文件要及时清理;

(2) 整顿。将文件分门别类保存好;制作目录索引,便于查找。

(3) 清扫。防潮防尘防蛀;定期修补维护。

(4) 清洁。专人管理;责任分明;设置专门的文件柜,用来存放文件。

(5) 修养。使用完后及时归位;爱护文件,节省用纸;按规定要求制定发行文件;发行新版本时,及时回收销毁旧版本;文件变更时,要及时更改目录索引。

5.3 定置管理

企业现场是由生产要素构成的,现场管理是对各生产要素的综合管理。为了实现现场管理的规范化、科学化,为了保证产品质量,提高工作效率,便产生了定置管理。定置管理是一种科学的现场管理方法和技术,它主要研究生产要素中人、物、场所三者的状况以及它们在生产活动中的相互关系。推行定置管理能有效地促进企业工作现场的文明生产,强化现场的综合管理,同时对企业的精神文明建设会起到促进作用。定置管理是企业挖掘内部潜力的重要途径。

5.3.1 定置管理的含义

定置管理起源于日本,由日本工业工程研究所的文明生产创导者青木龟男始创。他从20世纪50年代开始,根据日本企业生产现场管理实践,经过潜心钻研,提出了定置管理这一新的概念。后来,又由日本企业管理专家清水千里在应用的基础上,发展了定置管理,把定置管理总结和提炼成为一种科学的管理方

法,并于1982年出版了《定置管理入门》一书。日本许多企业都推行这一科学管理方法,尤其是生产规模较大、管理水平较高的企业,如丰田汽车公司、松下电器公司等。

定置管理(fixed position management)是对生产现场中的人、物、场所三者之间的关系进行科学地分析研究,使之达到最佳结合状态的一门科学管理方法,它以物在场所的科学定置为前提,以完整的信息系统为媒介,以实现人和物的有效结合为目的,通过对生产现场的整理、整顿,把生产中不需要的物品清除掉,把需要的物品放在规定位置上,使其随手可得,促进生产现场管理文明化、科学化,达到高效生产、优质生产、安全生产。定置管理是“5S”活动的深入和发展。

5.3.2 定置管理的基本理论

1. 定置管理的主要内容

定置管理的研究对象,主要研究生产要素中人、物、场所以及三者在生产活动中的关系,从而把影响工序质量的主要因素人(操作人员)、机(机器设备)、料(原材料)、法(操作工艺流程)、环(外界环境)有机地结合起来。定置管理主要研究企业生产现场中物品的放置管理,也就是通过整理、整顿物品,把生产过程中不需要的东西统统扔掉,使生产中需要的物品随手可得,节省操作时间,实现生产现场管理的合理化、规范化。

(1) 人与物和场所的有机结合。场所是人与物结合的前提条件。因为“先有物和场所的结合”,而后才能有“物与人的结合”。因此,场所是基础,是前提条件。产品的生产过程,都可以看作是人与物作用于场所的过程。它包括两个系统:一个是工作主体的人与机器设备(包括工具在内)结合的人机系统,另一个是人与物(仅指劳动对象)结合的人物系统。这里所说的物,既包括劳动对象的物(如原材料、辅助材料、燃料、在制品、半成品等),同时也包括作为劳动工具的物(如刀刃、量具、工作服、模具、机械设备等)。

生产车间仅有物还不能进行生产活动,只有当物与操作人员结合时才能进行生产活动。但是,通常会有这种情况发生:生产现场虽有各种各样的物,但当操作者根据工作指令进行加工时,却不能马上找到工作对象以及自己将要使用的工具。这是因为人与物没有进行科学合理的结合。这就是定置管理所要研究的主要问题之一——人与物的关系。

(2) 定置管理的位置系统。在人与物的结合中,为了使人一目了然,必须先要把物固定在一定的场所。但实际上企业生产车间内的物只有与操作者结合才对工作起作用,物是根据工作车间的变化而移动的。例如原材料、零部件、在制品、半成品、制成品等,通过移动,工作才得以进行。任何一个企业的生产过程都是一个从原材料进厂,按照工艺流程依次流入各个工序,通过加工处理,制成品出

厂的投入产出的转换过程。这个转换系统叫做企业的物流系统。

考虑人与物的结合时,必须以物品的流动为前提。定置管理所讲的物流系统不是单纯的物的移动,而是强调物品的科学、合理摆放,依次进入每一道工序,使整个操作流程规范化,使各道工序之间秩序井然,不致延误、阻碍下一道工序的操作,这就是定置管理的核心内容。企业的生产车间如何科学地、合理有序地摆放生产必需的物品,而将没用的物品处置管理呢?定置管理的目标不是一天能实现的,它必须经过长时间的实践,由操作人员不断地总结经验与教训,才能使物品摆放有序,缩短找工具的时间,从而提高工作和效率。

(3) 定置管理与现场管理之间的关系。掌握定置管理与现场管理的关系,可以帮助我们正确理解定置管理的基本作用以及两者之间的共性与个性。

首先,从基本概念来说,现场管理是对现场管理诸多生产要素的综合管理。管理目的是使企业的各要素处于良好状态,实施各要素的优化组合,保证生产企业的经营活动正常运转,使企业的各种条件不断得到改进,以保证优质、高效、低耗、均衡、安全的进行生产经营活动。企业现场管理是企业方针、目标服务的。定置管理是在生产活动中研究人、物和场所三者关系的一种科学方法,定置管理的目的是为企业现场的安全生产和文明操作,提高产品质量和工作效率,规定物品和场所结合的方法、程序和标准,从而使现场管理科学化、系统化和规范化。定置管理是为了现场管理服务的。

从定置管理与现场管理的基本概念可以清楚地看出,它们都是以生产要素为研究对象。但现场管理是多个要素,而定置管理只有“物”中的三个要素,即操作者、原材料、机器设备。现场管理是综合性的管理,而定置管理是对物的特定管理方法。现场管理包含了定置管理,定置管理从属于现场管理。也就是说,定置管理是现场的定置管理。

其次,从管理功能来说,定置管理与现场管理是互为补充、互相渗透、相辅相成的,它们共同承担企业现场的管理任务,使现场各要素不断优化,确保企业工作现场处于良性运行状态。把强化企业现场管理与推行定置管理结合起来,作用会更大。把定置管理这一科学方法应用到现场管理中去,有利于人的管理理念和管理素质的提高,有利于企业将各项专业管理落实到现场。各项专业管理是强化企业管理的突破口。推行定置管理以后,不仅对现场管理的成果起到了巩固作用,而且使现场管理的作用进一步加强了。

2. 定置管理的任务

企业的性质不同,生产的产品不同,因此定置管理的内容也不同,但推行定置管理的目的是一样的。为了实现企业目标,定置管理要完成下列五项基本任务:

(1) 搞好企业的全面质量管理工作。把现场的各要素(主要是人、机、物)

有机地结合起来,加强控制,人人负责,各自把牢自己的质量关,从而实现全面质量控制,保证产品的质量。

(2) 不断改造处于不良状态下的工作环境。营造一种和谐的工作氛围,建立一个庭园式、居室式的企业,以消除不合格品。

(3) 实现企业管理的科学化、规范化、系统化。这样才能保证良好的生产秩序,使人、机、物的结合发挥得最好。

(4) 改变企业传统的生产管理模式。为了适应日趋激烈的竞争,企业必须树立现代化的适合企业实际及促进企业管理观念,逐步建立新的管理机制,提高企业的技术水平,提高产品的质量,采用科学管理的新方法来促进和加强企业的各项管理工作。

(5) 推广定置管理。定置管理的有效实施,为企业管理人员及全体员工素质的提高创造了有利条件,员工素质的提高又有利于企业的长远发展利益。

5.3.3 定置管理的实施

定置管理是一项科学的现场管理方法。推行定置管理涉及面比较广,工作量大。企业的管理人员和全体人员需要掌握定置管理的实质和实施步骤,精心规划、组织、加强领导工作,实行定期考核,根据实际情况不断地总结、调整,才能使定置管理发挥作用。

开展定置管理应按照以下六个步骤进行:

1. 进行工艺研究

工艺研究是定置管理开展程序的起点,它是对生产现场现有的加工方法、机器设备、工艺流程进行详细研究,确定工艺在技术水平上的先进性和经济上的合理性,分析是否需要和可能用更先进的工艺手段及加工方法,从而确定生产现场产品制造的工艺路线和搬运路线。工艺研究是一个提出问题、分析问题和解决问题的过程,包括以下三个步骤:

(1) 对现场进行调查,详细记录现行方法。通过查阅资料、现场观察,对现行方法进行详细记录,是为工艺研究提供基础资料,所以,要求记录详尽准确。由于现代工业生产工序繁多,操作复杂,如用文字记录现行方法和工艺流程,势必显得冗长繁琐。在调查过程中可运用工业工程中的一些标准符号和图表来记录,则可一目了然。

(2) 分析记录的事实,寻找存在的问题。对经过调查记录下来的事实,运用工业工程中的方法研究和时间研究的方法,对现有的工艺流程及搬运路线等进行分析,找出存在的问题及其影响因素,提出改进方向。

(3) 拟定改进方案。提出改进方向后,定置管理人员要对新的改进方案作具体的技术经济分析,并和旧的工作方法、工艺流程和搬运线路作对比。在确认

是比较理想的方案后,才可作为标准化的方法实施。

2. 对人、物结合的状态分析

人、物结合状态分析是开展定置管理中最关键的一个环节。在生产过程中必不可少的是人与物,只有人与物的结合才能进行工作;而工作效果如何,则需要根据人与物的结合状态来定。人与物的结合是定置管理的本质和主体。定置管理要在生产现场实现人、物、场所三者最佳结合,首先应解决人与物的有效结合问题,这就必须对人、物结合状态进行分析。

在生产现场,人与物的结合有两种形式,即直接结合和间接结合。直接结合是指需要的东西能立即拿到手,不存在由于寻找物品而发生时间的耗费。如加工的原材料、半成品就在自己岗位周围,工检量具、贮存容器就在自己的工作台上或工作地周围,随手即得。间接结合是指人与物呈分离状态,为使其结合则需要信息媒介的指引。信息媒介的准确可靠程度影响着人和物结合的效果。

按照人与物有效结合的程度,可将人与物的结合归纳为 ABC 三种基本状态:

(1) A 状态,表现为人与物处于能够立即结合并发挥效能的状态。例如,操作者使用的各种工具,由于摆放地点合理而且固定,当操作者需要时能立即拿到或做到得心应手。

(2) B 状态,表现为人与物处于寻找状态或尚不能很好发挥效能的状态。例如,一个操作者想加工一个零件,需要使用某种工具,但由于现场杂乱或忘记了这一工具放在何处,结果因寻找而浪费了时间;又如,由于半成品堆放不合理,散放在地上,加工时每次都需弯腰,一个个地拣起来,既影响了工时,又提高了劳动强度。

(3) C 状态,是指人与物没有联系的状态。这种物品与生产无关,不需要人去同该物结合。例如,生产现场中存在的已报废的设备、工具、模具,生产中产生的垃圾、废品、切屑等。这些物品放在现场,必将占用作业面积,而且影响操作者的工作效率和安全。因此,定置管理就是要通过相应的设计、改进和控制,消除 C 状态,改进 B 状态,使之都成为 A 状态,并长期保持下去。

3. 开展对信息流的分析

信息媒介就是人与物、物与场所合理结合过程中起指导、控制和确认等作用的信息载体。由于生产中使用的物品品种多、规格杂,它们不可能都放置在操作者的手边,如何找到各种物品,需要有一定的信息来指引;许多物品在流动中是不回归的,它们的流向和数量也要有信息来指导和控制;为了便于寻找和避免混放物品,也需要有信息来确认,因此,在定置管理中,完善而准确的信息媒介是很重要的,它影响到人、物、场所的有效结合程度。

人与物的结合,需要有四个信息媒介物:第一个信息媒介物是位置台账,它

表明“该物在何处”,通过查看位置台账,可以了解所需物品的存放场所。第二个信息媒介物是平面布局图,它表明“该处在哪里”。在平面布局图上可以看到物品存放场所的具体位置。第三个信息媒介物是场所标志,它表明“这儿就是该处”。它是指物品存放场所的标志,通常用名称、图示、编号等表示。第四个信息媒介物是现货标示,它表明“此物即该物”。它是物品的自我标示,一般用各种标牌表示,标牌上有货物本身的名称及有关事项。在寻找物品的过程中,人们通过第一个、第二个媒介物,被引导到目的场所。因此,称第一个、第二个媒介物为引导媒介物。再通过第三个、第四个媒介物来确认需要结合的物品。因此,称第三个、第四个媒介物为确认媒介物。人与物结合的这四个信息媒介物缺一不可。

建立人与物之间的连接信息,是定置管理这一管理技术的特色。是否能按照定置管理的要求,认真地建立、健全连接信息系统,并形成通畅的信息流,有效地引导和控制物流,是推行定置管理成败的关键。

4. 定置管理设计

定置管理设计,就是对各种场地(厂区、车间、仓库)及物品(机台、货架、箱柜、工位器具等)如何科学、合理地统筹安排。定置管理设计主要包括定置图设计和信息媒介物设计。

(1) 定置图设计。定置图是对生产现场所在物进行定置,并通过调整物品来改善场所中人与物、人与场所、物与场所相互关系的综合反映图。其种类有室外区域定置图,车间定置图,各作业区定置图,仓库、资料室、工具室、计量室、办公室等走置图和特殊要求定置图(如工作台面、工具箱内,以及对安全、质量有特殊要求的物品定置图)。定置图绘制的原则有:① 现场中的所有物均应绘制在图上;② 定置图绘制以简明、扼要、完整为原则,物形为大概轮廓、尺寸按比例,相对位置要准确,区域划分清晰鲜明;③ 生产现场暂时没有,但已定置并决定制作的物品,也应在图上表示出来,准备清理的无用之物不得在图上出现;④ 定置物可用标准信息符号或自定信息符号进行标注,并均在图上加以说明;⑤ 定置图应按定置管理标准的要求绘制,但应随着定置关系的变化而进行修改。

(2) 信息媒介物设计。信息媒介物设计,包括信息符号设计和示板图、标牌设计。在推行定置管理时,进行工艺研究、各类物品停放布局、场所区域划分等都需要运用各种信息符号表示,以便人们形象地、直观地分析问题和实现目视管理,各个企业应根据实际情况设计和应用有关信息符号,并纳入定置管理标准。在信息符号设计时,如有国家规定的(如安全、环保、搬运、消防、交通等)应直接采用国家标准。其他符号,企业应根据行业特点、产品特点、生产特点进行设计。设计符号应简明、形象、美观。

定置示板图是现场定置情况的综合信息标志,它是定置图的艺术表现和反映。标牌是指示定置物所处状态、标志区域、指示定置类型的标志,包括建筑物标碑,货架、货柜标牌,原材料、在制品、成品标牌等。它们都是实现目视管理的手段。各生产现场、库房、办公室及其他场所都应悬挂示板图和标牌,示板图中内容应与蓝图一致。示板图和标牌的底色宜选用淡色调,图面应清洁、醒目且不易脱落。各类定置物、区(点)应分类规定颜色标准。

5. 定置实施

定置实施是理论付诸实践的阶段,也是定置管理工作的重点。其包括以下三个步骤:

(1) 清除与生产无关之物。生产现场中凡与生产无关的物,都要清除干净。清除与生产无关的物品应本着“双增双节”精神,能转变利用便转变利用,不能转变利用时,可以变卖,化为资金。

(2) 按定置图实施定置。各车间、部门都应按照定置图的要求,将生产现场、器具等物品进行分类、搬、转、调整并定位。定置的物要与图相符,位置要正确,摆放要整齐,贮存要有器具。可移动物,如推车、电动车等也要定置到适当位置。

(3) 放置标准信息名牌。放置标准信息名牌要做到牌、物、图相符,设专人管理,不得随意挪动。要以醒目和不妨碍生产操作为原则。

总之,定置实施必须做到:有图必有物,有物必有区,有区必挂牌,有牌必分类;按图定置,按类存放,账(图)物一致。

6. 定置检查与考核

定置管理的一条重要原则就是持之以恒。只有这样,才能巩固定置成果,并使之不断发展。因此,必须建立定置管理的检查、考核制度、制定检查与考核办法,并按标准进行奖罚,以实现定置管理长期化、制度化和标准化。

定置管理的检查与考核一般分为两种情况:一是定置后的验收检查,检查不合格的不予通过,必须重新定置,直到合格为止。二是定期对定置管理进行检查与考核。这是要长期进行的工作,它比定置后的验收检查工作更为复杂,更为重要。

定置考核的基本指标是定置率,它表明生产现场中必须定置的物品已经实现定置的程度。其计算公式是:

$$\text{定置率} = \frac{\text{实际定置的物品个数(种数)}}{\text{定置图规定的定置物品个数(种数)}} \times 100\%$$

例如,检查某车间的3个定置区域,其中合格区有30种零件,有4种零件没有定置,待检区有20种零件,其中有3件零件没有定置,返修区有30种零件,其中有1种零件没有定置,则该场所的定置率为:

$$\text{定置率} = \frac{(30 + 20 + 30) - (4 + 3 + 1)}{30 + 20 + 30} \times 100\% = 87.5\%$$

5.4 目视管理

5.4.1 目视管理的含义

在日常活动中,我们是通过“五感”(视觉、嗅觉、听觉、触摸、味觉)来感知事物的。其中,最常用的是“视觉”。据统计,人的行动的60%是从“视觉”的感知开始的。因此,在企业管理中,强调各种管理状态、管理方法清楚明了,达到“一目了然”,从而容易明白、易于遵守,让员工自主性地完全理解、接受、执行各项工作,这将会给管理带来极大的好处。

我们先举几个简单的事例:

交通用的红绿灯:红灯停、绿灯行;

饮水机:红色开关表示热水,蓝色开关表示冷水;

排气扇上绑一根小布条,看见布条飘起即可知到正在运行。

在商品过剩的今天,生产企业需要从各个方面满足消费者的需求,其结果使得企业不得不进行多品种、少量、快速的生产,从而导致对现场、物品的管理难度增大。而目视管理作为一种管理手段,能使企业全体人员减少差错,轻松地进行各种管理工作。

以上定义如果还有些不甚明了的话,让我们引入管理极限的概念,其示意图如5-5所示:

任何一个管理指标都会有一个合理或可能的范围,超出这个范围意味着问题。管理的目的就是要将管理指标控制在合理的范围之内。

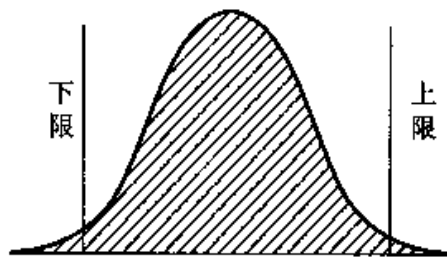


图 5-5 管理极限示意图

目视管理又称“直观管理”,是一种创造一个谁都能“一目了然”的生产现场的管理方法。

目视管理是利用一些手段和工具作为信息载体,将生产现场的物流、人流、场所的状态、运行态势以快捷、形象、醒目、简单、概括、明了的方式表现出来,促使人们视觉接受和迅速做出反映,实现生产现场的有序运作和高效率管理的一种科学方法。

带有目视管理特点的某些活动在我国企业中早已存在。例如,在安全生产管理制度中一般都规定:停机检修机器设备时,应在电源开关处挂上标示牌;凡危险处所,均应挂警告牌。这就是目视管理的具体应用。然而,明确提出并且系

统实施目视管理,在我国时间还不长。它是改革开放以来引进国外企业管理经验,并加以消化吸收后出现的新事物。从一些企业实行目视管理的经验来看,这种管理方式充分发挥了视觉信号显示的特长,具有诸多优越性,是一种符合大机器生产要求和人们生理及心理需要的科学管理方式,值得提倡和推广。通过目视管理可以达到以下几个目的:

1. 目视管理形象直观,有利于提高工作效率

现场管理人员组织指挥生产,实质是在发布各种信息。操作工人有秩序地进行生产作业,就是接收信息后采取行动的过程。在机器生产条件下,生产系统高速运转,要求信息传递和处理既快又准。如果与每个操作工人有关的信息都要由管理人员直接传达,那么不难想象,拥有成百上千工人的生产现场,将要配备多少管理人员。

目视管理为解决这个问题找到了简捷之路。它告诉我们,迄今为止,操作工人接受信息最常用的感觉器官是眼、耳和神经末梢,其中又以视觉最为普遍。

可以发出视觉信号的手段有仪器、电视、信号灯、标志牌、图表等。其特点是形象直观,容易认读和识别,简单方便。在有条件的岗位,充分利用视觉信号显示手段,可以迅速而准确地传递信息,无需管理人员现场指挥即可有效地组织生产。

2. 目视管理透明度高,便于现场人员互相监督,发挥激励作用

实行目视管理,对生产作业的各种要求可以做到公开化。干什么、怎样干、干多少、什么时间干、在何处干等问题一目了然,这就有利于人们默契配合、互相监督,使违反劳动纪律的现象不容易隐藏。

例如,根据不同车间和工种的特点,规定穿戴不同的工作服和工作帽,很容易使那些擅离职守、串岗聊天的人处于众目睽睽之下,促使其自我约束,逐渐养成良好习惯。又如,有些地方对企业实行了挂牌制度,单位经过考核,按优秀、良好、较差、劣等四个等级挂上不同颜色的标志牌;个人经过考核,有序与合格者佩戴不同颜色的臂章,不合格者无标志。这样,目视管理就能起到鼓励先进,鞭策落后的激励作用。

总之,大机器生产既要求有严格的管理,又需要培养人们自主管理、自我控制的习惯与能力。目视管理为此提供了有效的具体方式。

3. 目视管理有利于产生良好的生理和心理效应

对于改善生产条件 and 环境,人们往往比较注意从物质技术方面着手,而忽视现场人员的生理、心理和社会特点。例如,控制机器设备和生产流程的仪器、仪表必须配齐,这是加强现场管理不可缺少的物质条件。

不过,如果要问:哪种形状的刻度表容易认读?数字和字母的线条粗细的比例多少才最好?白底黑字是否优于黑底白字等等,人们对此一般考虑不多。然

而这些却是降低误读率、减少事故所必须认真考虑的生理和心理需要。又如,谁都承认车间环境必须干净整洁。但是,不同车间(如机加工车间和热处理车间),其墙壁是否应“四白落地”,还是采用不同的颜色?什么颜色最适宜?诸如此类的色彩问题也同人们的生理、心理和社会特征有关。

目视管理的长处就在于,它十分重视综合运用管理学、生理学、心理学和社会学等多学科的研究成果,能够比较科学地改善同现场人员视觉感知有关的各种环境因素,使之既符合现代技术要求,又适应人们的生理和心理特点,这样,就会产生良好的生理和心理效应,调动并保护工人的生产积极性。

5.4.2 目视管理的内容与形式

目视管理以生产现场的人-机系统及其环境为对象,应贯穿于这一系统的输入、作业和输出三个环节。同时也要覆盖作业者、作业环境和作业手段。这样,目视管理的内容才是完整的。具体说,其内容和主要形式如下:

1. 规章制度与工作标准的公开化

为了维护统一的组织和严格的纪律,保持大工业生产所要求的连续性、比例性和节奏性,提高劳动生产率,实现安全生产和文明生产,凡是与现场工人密切相关的规章制度、标准、定额等,都需要公布于众;与岗位工人直接有关的,应分别展示在岗位上,如岗位责任制、操作程序图、工艺卡片等,并要始终保持完整、正确和洁净。

2. 生产任务与完成情况的图表化

现场是协作劳动的场所,因此,凡是需要大家共同完成任务都应公布于众。计划指标要定期层层分解,落实到车间、班组和个人,并列表张贴在墙上;实际完成情况也要相应地按期公布,并用作图法使大家看出各项计划指标完成中出现的趋势,以促使集体和个人都能按质、按量、按期地完成各自的任务。

3. 与定置管理相结合,实现视觉显示信息的标准化

在定置管理中,为了消除物品混放和误置,必须有完善而准确的信息显示,包括标志线、标志牌和标志色。因此,目视管理在这里便自然而然地与定置管理融为一体,按定置管理的要求,采用清晰的、标准化的信息显示符号,各种区域、通道,各种辅助工具(如料架、工具箱、工位器具、生活柜等)均应运用标准颜色,不得任意涂抹。

4. 生产作业控制手段的形象直观与使用方便化

为了有效地进行生产作业控制,使每个生产环节、每道工序能严格按照期量标准进行生产,杜绝过量生产、过量储备,要采用与现场工作状况相适应的、简便实用的信息传导信号,以便在后道工序发生故障或由于其他原因停止生产,不需

要前道工序供应在制品时,操作人员看到信号,能及时停止投入。例如,“看板”就是一种能起到这种作用的信息传导手段。

各生产环节和工种之间的联络,也要设立方便实用的信息传导信号,以尽量减少工时损失,提高生产的连续性。例如,在机器设备上安装红灯,在流水线上配置工位故障显示屏,一旦发生停机,即可发出信号,巡回检修工看到后就会及时前来修理。

生产作业控制除了期量控制外,还要有质量和成本控制,也要实行目视管理。例如,质量控制,在各质量管理点(控制),要有质量控制图,以便清楚地显示质量波动情况,及时发现异常,及时处理。车间要利用板报形式,将“不良品统计日报”公布于众,当天出现的废品要陈列在展示台上,由有关人员会诊分析,确定改进措施,防止再度发生。

5. 物品的码放和运送的数量标准化

物品码放和运送实行标准化,可以充分发挥目视管理的长处。例如,各种物品实行“五五码放”,各类工位器具,包括箱、盒、盘、小车等,均应按规定标准数量盛装,这样,操作、搬运和检验人员点数时既方便又准确。

6. 现场人员着装的统一化与实行挂牌制度

现场人员的着装不仅起劳动保护的作用,在机器生产条件下,也是正规化、标准化的内容之一。它可以体现职工队伍的优良素养,显示企业内部不同单位、工种和职务之间的区别,因而还具有一定的心理作用,使人产生归属感、荣誉感、责任心等,对于组织指挥生产,也可创造一定的方便条件。

挂牌制度包括单位挂牌和个人佩戴标志。按照企业内部各种检查评比制度,将那些与实现企业战略任务和目标有重要关系的考评项目的结果,以形象、直观的方式给单位挂牌,能够激励先进单位更上一层楼,鞭策后进单位奋起直追。个人佩戴标志,如胸章、胸标、臂章等,其作用同着装类似。另外,还可同考评相结合,给人以压力和动力,达到催人进取、推动工作的目的。

7. 色彩的标准化管理

色彩是现场管理中常用的一种视觉信号,目视管理要求科学、合理、巧妙地运用色彩,并实现统一的标准化管理,不允许随意涂抹。这是因为色彩的运用受多种因素制约:

(1) 技术因素。不同色彩有不同的物理指标,如波长、反射系数等。强光照射的设备,多涂成蓝灰色,是因为其反射系数适度,不会过分刺激眼睛。危险信号多用红色,这既是传统习惯,也是因其穿透力强,信号鲜明的缘故。

(2) 生理和心理因素。不同色彩会给人以不同的重量感、空间感、冷暖感、软硬感、清洁感等情感效应。例如,高温车间的涂色应以浅蓝、蓝绿、白色等冷色为基调,可给人以清爽舒心之感;低温车间则相反,适宜用红、橙、黄等暖色,使人

感觉温暖。热处理设备多用属冷色的铅灰色,能起到降低“心理温度”的作用。家具厂整天看到的是属暖色的木质颜色,木料加工设备则宜涂浅绿色,可缓解操作者被暖色包围所涌起的烦躁之感。从生理上看,长时间受一种或几种杂乱的颜色刺激,会产生视觉疲劳,因此,就要讲究工人休息室的色彩。如纺织工人的休息室宜用暖色;冶炼工人的休息室宜用冷色。这样,有利于消除职业疲劳。

(3) 社会因素。不同国家、地区和民族,都有不同的色彩偏好。例如,我国人民普遍喜欢绿色,因为它是生命、青春的象征;而日本人则认为绿色是不吉祥的。

以上我介绍了目视管理的7种主要形式,为了能够实现目视管理的目标,各企业可根据企业的具体情况采用不同的目视管理方法。

5.4.3 目视管理的常用方法

下面以企业的生产现场为例来说明,通常生产现场常用的目视管理方法有以下几种:

1. 设置目视管理网络

企业为了实现现场管理目视化,为了使指挥部门能及时掌握生产动态,下达生产指令,应逐步形成一个完整的信息自动显示控制中心,也就是建立起一个指挥系统的目视管理网络,从而把生产的计划、组织、指挥、控制、协调等多项管理功能有效地统一起来。为此必须做到:

(1) 在生产线上设置自动显示信号灯。此举用于显示生产线地工作运转状况。同时在生产线明显处悬挂当日的生产计划和实际完成情况的数字显示屏,相应地配备传真或电话通信系统,方便员工请示、汇报。不具备自动显示装置条件的生产现场,可以使用目视板代替,指定专人负责,把工作运转情况、生产计划及完成计划情况及时准确地记载到目视板上。

(2) 在生产调度室设置电控数字和信号显示屏。这样便可以对各生产线的运转情况一目了然。不具备设置电控数字和信号装置条件的企业,可以用目视调度板来代替,由调度人员专门负责,及时把各生产线的运转情况、工作计划及其完成情况标记在目视调度板上。

2. 设置目视管理平面图

设置目视管理平面图既是把企业现场的目标图表表示出来,使各部门一目了然,根据目视管理平面图确定自己的岗位职责。将目视管理平面图放置在生产车间的显眼位置,使每一位员工都能按照目标去发挥自己的能动性。

3. 设置各种物流图

物流图是指在一块板上形象地画出各种零件取送的数量、时间间隔、路线、目的地、工具种类及其存放地点和数量,以及运输车辆类别等。

4. 设置标准岗位板

标准岗位板是指针对具体岗位的标准而设置的目视板。目视上标明零件号、零件名称、标准储备定额、工具的零件数、工具的定额存放数、取送零件批量等。

5. 设置工序储备定额显示板

工序储备定额显示板是指在一块板上标明某种零件号、零件名称、储备定额,以方便生产管理人员对照监督工序在制品数量是否在规定限额内的一种目视管理方法。

6. 设置库存对照板

库存对照板是将企业库存积压的产品及各种零部件分类做标记,按时间排序,从而防止领错或发错,特别是有利于新来人员熟悉业务,提高工作效率。

7. 设置零件箱信息卡

零件箱信息卡是一种特制的卡片,上面标明零件号、零件名称、箱内装有零件的数量、交件单位和需件单位等。

8. 设置成品库储备显示板

成品库储备显示板标明了成品库存的所有零部件号、名称、最低和最高储备额、工具容量、发送单位、实物库存数量等。

9. 设置明显的地面标志

明显的地面标志是指用各种颜色的线条或方框标明交通运输要道、原材料堆放区域、半成品放置区域、产成品放置区域等。

10. 设置生产线传票卡

在生产线悬挂传票卡,目的是指生产线上正在安装什么,下一步安装准备工作是否已经完成,生产线的负荷是多少,是否需要加班等。

11. 设置安全生产标记牌及信号显示装置

这类装置是指类似“安全第一”这样的警示装置,以避免或减少事故的发生。

5.4.4 目视管理的基本要求

推行目视管理,要防止搞形式主义,一定要从企业实际出发,有重点、有计划地逐步展开。在这个过程中,应做到的基本要求是:统一、简约、鲜明、实用、严格。

统一:即目视管理要实行标准化,消除五花八门的杂乱现象。

简约:即各种视觉显示信号应易懂,一目了然。

鲜明:即各种视觉显示信号要清晰,位置适宜,现场人员都能看得见、看得清。

实用:即不摆花架子,少花钱、多办事,讲究实效。

严格:即现场所有人员都必须严格遵守和执行有关规定,有错必纠,赏罚分明。

5.4.5 实施目视管理的技法

1. 红牌战术

所谓红牌就是一张红色的纸牌,常用来警戒他人不符合要求的行为。红牌战术是用红牌来区别生产运作过程中要与不要的物品和指出需要立即改善的事项,并让每个人都能清楚地看见,以便尽快改善。具体应用的项目主要有:

- (1) 指出需要整理并除掉的物品、机器、设备和工具。
- (2) 对改善不力事项发出警告,要求限期改善。
- (3) 对改善失效行为做出处罚,要求限期整改。
- (4) 指出需要严格管理的范围,然后重点跟进和控制。

2. 看板管理

看板管理指的是广义看板的运用过程,目的是为了让大家对管理信息一目了然,并明确是什么?要什么?还差多少?其具体运用方式如下:

- (1) 管理板:显示生产管理中现场实际状态的看板,展示有用的数据。
- (2) 信息传递板:表明生产活动的某种重要内容,向大家做出公告。
- (3) 订货与取货指令板:在JIT生产方式中专门使用,属于专用看板。
- (4) 通行牌:也就是俗话说的“腰牌”,用来表示某种授权及其结果状态。
- (5) 颜色标牌:用不同颜色的标牌显示特定的意义,并区分状态。

3. 黄线警戒

黄色的警界线通常用来表示某种特定区域或提示该处所异常、有危险,要求工作人员提高警惕性,并谨慎作业。警界线的类别有:

- (1) 生产运作警戒区:表示该区域不能擅自进入。
- (2) 物料放置区域界限:提醒工作人员摆放物品时不要越界。
- (3) 安全警界线:提示进入该区域的工作人员要特别注意安全。

4. 红线截止

红色表示禁止,即工作人员的活动、行为或生产中的某种状态等到此为止,不能再继续下去了。常用的表示类别有:

- (1) 不符合要求的任何物品或状态。
- (2) 最大极限标志,如高度、重量、长度等的极限量。
- (3) 封锁或禁止使用的区域、物品。
- (4) 被隔离的区域。
- (5) 存在危险的区域。

5. 警示灯

警示灯就是用灯光色彩表示某种状态的发光器具,常用的有信号灯、指示灯、报警灯等,主要用途是将现场的异常情况通知给管理者或监视人员。警示灯通常用不同颜色的灯光表示特定的意思,这些意思是事先规定好的,具体如下:

- (1) 红灯表示情况危急或停止状态。
- (2) 绿灯表示情况允许或正常稳态。
- (3) 黄灯表示有异常情况,需要引起注意或尽快采取措施。
- (4) 白灯一般表示检验状态,较少用,除非专用。
- (5) 蓝灯表示特殊控制状态,一般专门使用。
- (6) 灯灭表示警示系统停止工作或故障。

6. 宣传与告示栏

宣传栏起学习与宣传的作用,目的是给工作人员提供一个开放式的信息交流平台,以便领悟新知识,加强相互沟通。告示栏起通知、通报和传达信息的作用,通常用来告知工作人员那些不具有严重影响性的信息,起到公开、公平和快捷的作用。

7. 生产指令板

生产指令板指的是显示生产计划任务与实际完成状况信息或反映所发生的生产问题点与改善状况的看板,通过直接显示的结果,促使相关人员随时掌握,及时跟进。具体类别主要有:

- (1) 生产计划看板:用来显示当前或近期的生产计划。
- (2) 生产管理板:显示生产线的生产状况,如产量、差数和注意事项等。
- (3) 品质现况板:显示当前车间里各班组或生产线的品质状态。
- (4) 物品转移板:主要显示物料或产品的移动状态、要求等。
- (5) 曝光板:重点暴露生产现场那些具有严重影响的事件。

8. 作业标准书

作业标准书也叫工艺看板,也就是用看板的形式把相关制造标准展示出来,以便让工作人员能更透彻地学习和遵守,并在必要时参照。主要形式有:

- (1) 生产流程指示图、布局图。
- (2) 作业指导书或工艺标准书及其样板。
- (3) 关键环节控制示意图,即重点指向标示。

9. 错误示范表

错误示范表就是把那些容易发生的不良现象用列表或照相的形式展现出来,以便让现场工作人员认识何谓不良,了解不良的本质及其产生机理,并验证不良品的形成状态,从而做到彻底预防。具体表现形式有:

- (1) 不良现象及其结果揭示表。

- (2) 不良品的重点事项在改正前后的对照片。
- (3) 被示范的错误动作以及和正确动作相比较的照片。

10. 样板

所谓样板,就是展示某种具体要求状态的实物。样板的种类很多,生产中常根据其用途来区分类别,通常主要有以下几种:

- (1) 标准样板:批量生产中抽取的代表产品质量水准并符合要求的产品。
- (2) 组装样板:提供的能代表产品标准组装状态且具有示范作用的产品。
- (3) 性能样板:提供的能代表产品标准性能状态且具有示范作用的产品。
- (4) 限度样板:检验产品时提供的代表产品最低接收界限的产品。
- (5) 顾客样板:有两种,一种是企业提供给顾客,为了取得其认可以及被认可的产品;另一种是顾客提供给企业的标准产品。
- (6) 良品样板:提供给 QC 人员用于识别或检验工序工程状态的合格产品。
- (7) 不良品样板:提供给 QC 人员用于识别或检验工序工程状态的不良产品。

不良品样板因产品的具体不良项目不同而可能会有很多种,在实际使用中需要注意区分。

11. 贴纸

贴纸就是用来直接标示某种特定信息的专用纸张,因为其具有可粘贴性,所以叫贴纸。生产中常用的贴纸的形式特别多,主要如下:

- (1) QCPASSED 贴纸:表示被 QC 判定为合格,已处于通过状态的产品。
- (2) 颜色贴纸:用不同颜色表示一定的时间期限,常用于先进先出管理中。
- (3) 箭头贴纸:用带有箭头的贴纸表示问题或不良的发生处所。

12. 自动控制和监视显示器

借助各种仪表、装置或特殊物品来自动显示某种状态,从而给管理和监视人员提供各种有效信息,在该过程中所用的物品就是自动控制和监视显示器。常见的类别主要有:

- (1) 空压机的压力显示表:用来显示气压。
- (2) 变压器的油温显示装置:依据石英砂的颜色判断温度。
- (3) 灭火器自带仪表的显示指针:当指在红色区域时表示已失效。
- (4) 机器、设备上的各种显示仪器、屏幕:显示数据或图形。
- (5) 马达的轴温自动显示贴纸:不同的温度显示不同的颜色。

5.5 现场工作地布局及优化

5.5.1 现场工作地布局的目的与原则

在企业的生产过程中,现场工作地如何布局是决策领域中一个决定长期作业效率的部分,布局设计问题事实上已经渗透到世界上的每一个企业系统中。

由此可以看出,现场工作地布局战略的目的是为了发展一种经济性的布局。可以使企业需要不断地发展壮大,工业生产率需要持续提高,工业产品、项目建设、生产要素(人、技术等)、经营管理等方面都可达到一个新的层次。

一个现场工作地的布局规定了生产工艺(如焊接、钻孔、上漆)、相关设备和工作区域(包括顾客和仓储区域)的细节安排。一种有效的布局有助于区域内或区域间的物料和人员的流动,管理和布局的设置必须考虑到有效性和高效率。布局决策包括最佳的机器布局(在生产环境下),办公和办公桌布局(在办公环境下),以及服务中心的布局(在诸如医院或医院百货公司的环境下)。由于篇幅的原因,本章主要针对生产环境下的布局设置及其优化进行讨论。

在进行布局设置时,应考虑和遵从以下原则:

1. 系统性原则

现场工作地的布局设计的对象必然处于一定的社会、经济与生产环境之中,布局设计的结果应有利于环境的改善与发展。在设计过程中不能单纯追求个别指标的先进,要服从整体优化的原则,在必要时往往要牺牲局部利益。

2. 近距离原则

在环境与条件(包括工艺、安全卫生、地理、环保等)允许的情况下,应使设施之间的距离最短,以减少无效运输和搬运费用,降低物流成本。

3. 场地与空间有效利用原则

现场的设备需要占有一定的场地面积与空间,要达到有效利用,不允许无谓的浪费。在工厂企业中空间的有效利用,有利于节约资金。

4. 有利于机械化、自动化发展原则

机械化、自动化是社会经济和生产系统发展水平的标志,布局设计应有利于其发展,留有发展必备的余地。

5. 安全和方便原则

工业设施的设计要保证安全,维修与操作方便,不能一味追求运输与搬运距离的缩短。

6. 灵活性原则

布局设计的方案要有利于对象系统的发展,要考虑建设规模、技术进步、市

场需求、产品改造与调整等发展因素。

7. 投资建设费用最小原则

资金往往是有限的,布局设计要使用最少的建设投资而达到系统功能的要求,并有利于生产运行的管理。

8. 便于科学管理与信息传递原则

当工业系统建设完成后,系统目标的实现和效益获取决定于科学管理水平。而在信息时代,生产过程中信息传递与管理是实现科学管理的关键,因此,布局设计方案要有利于科学管理与信息传递。

5.5.2 现场工作地布局的基本形式

在企业的生产环境中,存在着各式各样的布局形式,各种不同层次的布局适应不同企业生产的需要,本章我们将讨论其中三种形式:固定位置的布局(fixed-position layout)、工艺导向布局(process-oriented layout)、产品导向布局(product-oriented layout)。

1. 固定位置的布局

在一个固定布局中,生产项目保持在一个地方,工作人员和设备都到这个地点工作。这种类型的项目例子有一艘船、一条高速公路、一座桥及一幢建筑物。

固定位置的布局技术还未得到充分的发展,原因有以下几个:首先,在所有地方,空间实际上是有限的。其次,在建设过程的不同阶段需要不同的材料,所以随着项目的进行,不同材料的安排很关键。第三,材料所需的空间是不断变化的,例如,随着工程发展,建造一艘船的外壳所使用的钢板量是在不断改变的。

由于在现场工作地的固定位置布局问题很难解决,一个替代策略就是将尽量多的工作在远离现场的地方得到解决。在造船厂中,支撑管道的托架成为标准化零件,从而在邻近的装配线上装配,这就是一种替代方法。

2. 工艺导向布局

工艺导向布局能同时处理各种不同的产品或服务。事实上,当制造各种不同要求的产品或对待有不同需求的顾客时,这种布局是最有效的。工艺导向布局是一种典型的小批量、高度多样性生产中所使用的策略。在这种短周期生产环境下,每种产品或者每组产品都具有不同的作业顺序。按照产品所要求的生产顺序,产品从一个生产部门转移到另一个生产部门,机器设备是根据所要进行的生产工艺类型来进行安排的。

图5-6展示了电锯和电钻这两种产品的生产工艺。工艺导向布局的另一个例子是医院或诊所。病人不断进入诊所,每个人都有自己的诊病需要,要求经过登记区、挂号、观察室、手术室、药房等。

工艺导向布局一个突出优点是设备和人员安排方面的灵活性。比如一台机

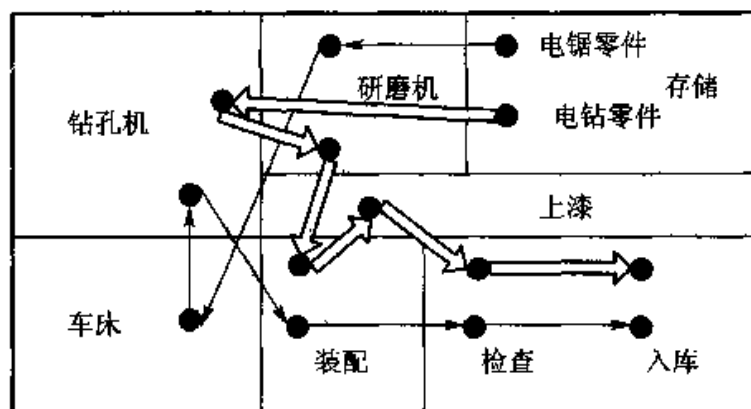


图 5-6 工艺导向布局下两组零件的生产工序

器若出现故障,并不需要整个生产停下来,因为工作可以转移到另一台机器上进行。工艺导向布局在处理小批量零件的生产或套件,以及不同大小和型号零件的生产方面也具有优势。

工艺导向布局的缺陷来自于设备使用的通用性。由于计划、生产准备和材料的处理方面的困难导致该系统的运行会花费更多的时间和成本,而且由于生产工序有较大的不平衡性,劳动力熟练程度的要求和工作过程中的创新要求会更高。提高劳动技能需要增强培训和积累经验,而较多的在制品增加了资本投资。

在工艺导向布局的计划中,最为常见的做法是合理安排部门或工作中心的位置,以减少材料的处理成本。换句话说,零件和人员流动较多的部门应该相邻。这种方法的材料处理成本取决于:

- (1) 两个部门(i 或 j)在某一时间内物品或人员的流动量。
- (2) 与部门间距离相关的成本,成本可以表达为部门之间距离的一个函数。

3. 产品导向布局

产品导向布局是对生产大批量、相似程度高、少变化的产品进行组织规划,重复生产和连续生产需要采用产品布局。采用这种布局满足的条件是:

- (1) 产品的数量足够大,使得设备的利用率高。
- (2) 产品的需求稳定能够使企业放心地投资昂贵的专用设备。
- (3) 产品是标准规格或者达到产品生命周期的大量生产阶段,这样可以放心地投资于专用设备。
- (4) 原材料和零件的供应充足,质量稳定,保证它们可以在专用设备上进行加工。

产品导向布局的两种类型是生产和装配线。生产线是在一系列机器上制造零件,诸如汽车轮胎或冰箱的金属部件。装配线是在一系列工作台上将制造出

的零件组合在一起。两种类型都是重复过程,而且二者都必须“平衡”。即在生产线上的一台机器所做的工作相平衡,就像装配线上一个雇员在一个工作站上所做的工作必须和另一雇员在另一个工作站上做的工作相配合一样。

生产线趋向于机器步调,并要求通过机械和工程上的改变来达到平衡。装配线则相反,生产的步调由分配给个人或工作站的任务来确定。所以,装配线上可以将一个人的工作转移给另一个人来达到平衡。在这种情况下,每个人或工作站要求的时间是一样的。波音公司巨大的产品(如波音747飞机)的最后组装线采用的就是产品导向布局。

产品导向布局的中心问题是生产线上保持一种平滑、连续流动的平衡生产状态,并减少每个工作站的闲暇时间,一条平衡性好的装配线具有的优点是人员和设备利用率高,雇员之间工作流量相等,这就是所谓的装配线平衡。事实上,产品导向布局的目的在于使生产线或装配线的不平衡减至最少。

因为生产线和组装线的问题是类似的,我们就以组装线为例来进行讨论。在组装线上,产品一般经过自动设备,例如传递,并经过一系列工作站才能完成(如图5-7)。产品导向布局比工艺导向布局使用了更多的自动设备和专用设备。

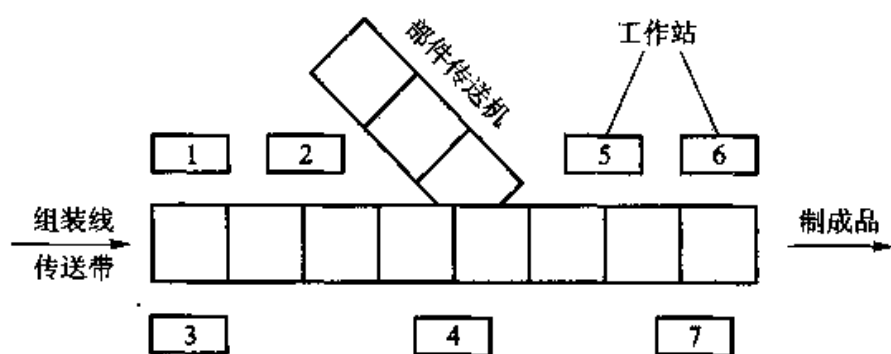


图 5-7 一项装配线布局

在企业实际生产过程中,一项优秀的布局策略使作业效率大为提高,我们这里只是简要介绍了三种布局形式,具体到实际中,为了寻求一个较好的方案,所要考虑的变量范围广、数量多。鉴于此,布局决策虽然吸收了很多科学研究成果,但仍不失为是一门艺术。

5.5.3 现场工作地布局的程序与方法

在现场工作地布局过程中,常见的使用方法有系统布置规划(SLP)和计算机辅助设施布置技术。后者主要包括计算机辅助规划设计(CRAFT)、计算机辅助空间布局技术(SPACECRAFT)等。这一节主要介绍系统布置规划,这种方法

是一种最基本的设施布置方法,也是其他各种布置方法的基础。

1. 系统布置规划原理

系统布置规划(systematic layout planning, SLP)是60年代初由美国R. Muther提出的系统化设施布置方法。SLP既是一种最为著名且应用十分普遍的方法,又具有方法论意义。SLP的程序和内容如图5-8所示,该程序符合系统分析和系统设计的思想与原理。

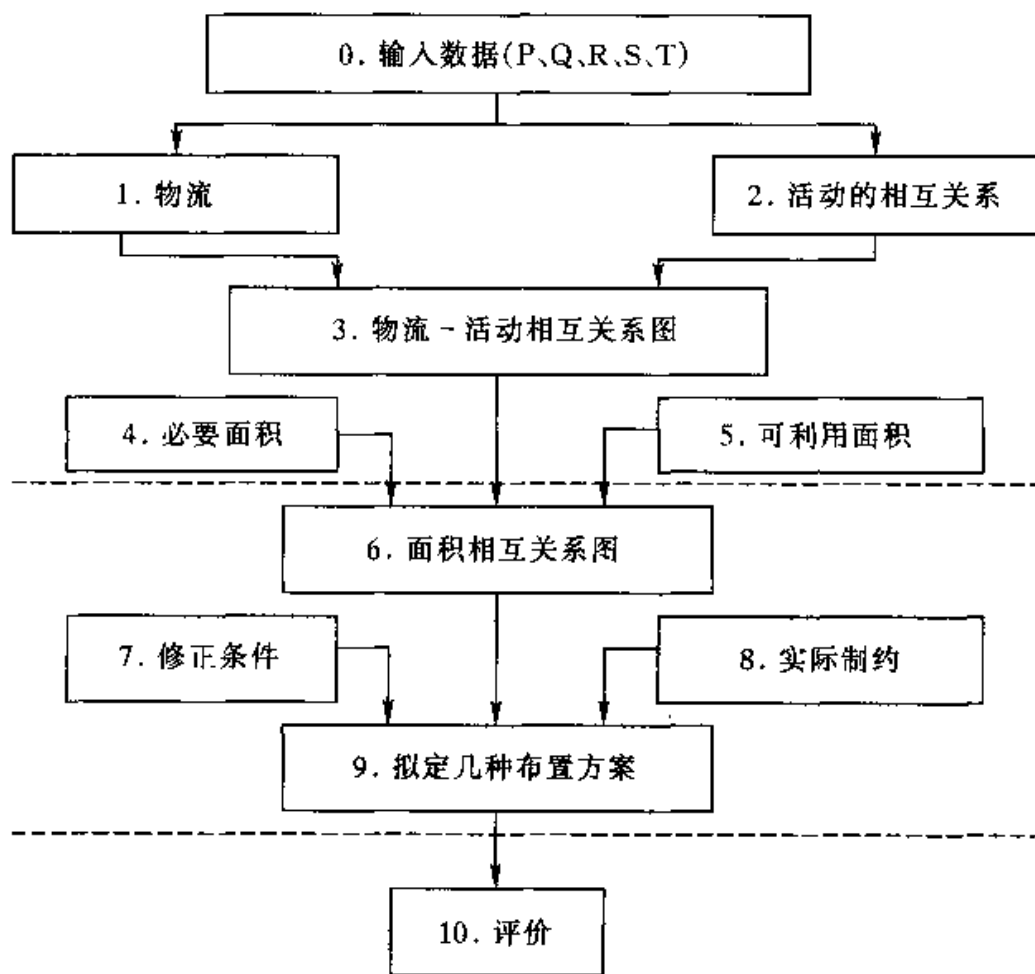


图 5-8 系统布置规划(SLP)程序框图

系统布置规划的全过程共分为分析、寻优和评价3个阶段。

(1) 分析阶段。该阶段以资料收集和设施间的关系分析为基本内容,包括如下4项工作:

① 数据收集与分析(图中0、1项工作)在SLP活动初期一般需要收集有关产品(零件)种类(product, P)、产品(零件)数量(quantity, Q)、生产中的工艺流程及物流路线(routing, R)、辅助设施及信息系统流程(services, S)及标准的作业、工序、流动、周转时间(time, T)等基本资料,尤其是这些方面的数据及图标等。其中P(产品种类)、Q(产品数量)是最基本的资料。

② 活动关系分析(图5-8中第2项工作)在设施布置设计中,可以利用活动关系图,通过两两比较,对企业内各部门或作业活动之间关系的密切程度进行定性分析和综合评价。对接近度评价的标度及其含义如表5-7所示。

表5-7 活动接近度标度定义

接近度标度	含义
A(absolutely necessary)	两活动之间的关系绝对必要
E(especially important)	两活动之间的关联特别重要
I(important)	两活动之间的关联重要
O(ordinary)	两活动之间的密切程度一般
U(unimportant)	两活动之间的关联不太重要
X	两活动之间的关联无关紧要
-	两活动间的关系不考虑

③ 物流-活动相互关系分析(图5-8中第3项工作)在物流分析和活动关系分析的基础上,可以绘制物流-活动相互关系图,将部门或作业之间的活动关系转换并展开成一定的位置关系。在绘制物流-活动相互关系图时,首先应按照A、E、I、O、U、X的顺序将各部门依次就近配置,然后用连接部门之间的线条数表示这两个部门的接近度。

④ 面积的设定(图5-8中第4、5项工作)在实际的设施布置设计过程中,常因受到现有厂房或可利用土地面积与形状的限制等,而不得不把需要的面积与可利用的面积结合起来权衡考虑。

(2) 布置设计的寻优阶段(图5-8中第6~9项工作)。对于设施来说,首先要把设定的面积与物流-活动相互关系图结合起来,按比例绘成面积关系图;然后用适当的方法,根据现有设施空间(如厂房)的实际条件和各种修正条件(如运输方式、贮存设备、场地环境、人的要求、厂房特性、辅助设施和管理控制要求等),对各部门的位置、形状等进行调整,最终形成几个可行和初步优化的布置方案。

(3) 选择或布置方案的评价阶段(图5-8中第10项工作)。

该阶段的工作就是对经上一阶段初步筛选的各备选方案进行技术经济分析和综合评价,从定性与定量的结合中主观与客观两个方面认定每个方案的价值,得到设施布置的推荐方案。

2. 计算机辅助设施布置技术

由于计算机系统的许多优良性能 and 新的定量分析方法的发展,利用计算机辅助进行设施布置的设计不但能大大改善和加速布置设计全过程(尤其是寻优

阶段这一过程)及其进程,而且可以得出更为直观的结果。

在各种计算机辅助设施布置中,最著名是计算机辅助规划技术(computerized relative allocation of facilities technique, CRAFT),这种程序能够得到“好的”但并不总是“最优”的解决方法。比如某个公司下面有 20 个部门,在考虑这个布局问题时,CRAFT 是一种搜寻技术,它能检验部门的各种不同安排以减少总的材料处理成本。

计算机辅助技术不断向前发展,不仅能解决二维平面的案例,也能解决三维空间的案例。二维的案例是单层空间问题,由 CRAFT 来协助完成,三维案例是多层空间问题由计算机辅助空间布局技术(SPACECRAFT)来协助完成。

我们这里对计算机辅助设施布置技术只是简单的介绍,关于这一部分更详细的内容可以参见相关的参考资料。

5.5.4 现场工作地优化布局

对企业的生产现场进行布局优化是为了进一步提高生产效率,本节将简要介绍一下现场设施布局优化的基本思想。

1. 布局优化的原理

当今,常用的设施布局优化分析与设计的原理是:假定平面系统有 n 个设施,并记每两个设施间的物流量(在一定时期内)为 X_{ij} 。这个目标函数可以表达成以下的形式:

$$\text{成本} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$$

式中, n ——工作中心或部门的总数量;

i, j ——各个部门;

X_{ij} ——从部门 i 到部门 j 物品流动的数量;

C_{ij} ——一件物品在部门 i 和部门 j 之间流动的成本。

工艺导向布局(和固定位置布局)尽量减少与距离相关。 C_{ij} 这个因子综合考虑了距离和其他成本。于是可以假定不仅移动难度相等,而且装卸成本也是恒定的。虽然它们并非总是恒定不变的,但为了简单起见,将这些数据(即成本、难度、装卸费用)概括为一个变量。

2. 现场工作地优化布局的实际应用

从上面这个函数可以看出,如果将设施位置进行 L 次调整(由于受设施面起、工艺面积、工艺条件、环境、管理等方面所限,这种调整是有限的),则可以得到 L 个可行方案,可算出 L 个成本,这样取最小值即为最佳方案,下面我们来看一个例子。

某公司设有 6 个生产车间,现欲调整车间之间的布局使各车间之间处理、运

送材料的成本降到最低。首先假设(以简化问题)每个车间占地 20×20 米,而公司总共面积是 60×40 米,布局优化可以分为以下几个步骤:

首先,构建一个矩阵来表示这 6 个车间之间每天零件和材料的流动量,如表 5-8 所示:

表 5-8 各生产车间之间的货物流动量

车间	1	2	3	4	5	6
1		50	100	0	0	20
2	20		30	50	10	0
3	100	30		20	0	100
4	0	20	20		50	0
5	0	10	0	50		0
6	20	0	100	0	0	

由表可以看出,车间 1 和 3 以及 3 和 6 之间的物流量比较多,接下来可以绘制一副可行的布局,尽量把物流量大的车间安排在一起,图 5-9 就是众多布局中的一种。

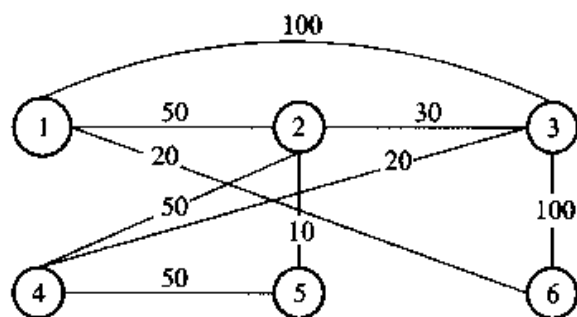


图 5-9 生产车间物流图

然后使用处理成本等式计算这种布局所需成本:成本 $= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$ 。这里假设相邻车间每运送一个单位的物流量成本是 1 元,非相邻车间间的成本是 2 元。所以车间 1 和 2 之间的处理成本是 50 元,车间 1 和 3 之间的处理成本是 200 元,由此可算出这种布局所需花费的处理成本是 570 元。

接下来,通过试验和试错(或者计算机程序处理)来改进布局以降低成本。这种布局只是众多布局中的一种,对于这个例子,其实有 720 种($6! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$)可能的安排。

在实际工作地的优化过程中,一般很难找到最优解,有时候经过几次重新布局后,找到一种相对合理的布局达到我们的要求就可以了,比如上面的例子,如

果经过某一种调整,处理成本从 570 元降到 480 元,而且公司又认为可以接受,就可以了。因为在实际优化过程中,一个优化方案要适应建筑物的形状以及一些不可移动的物体(比如装卸台和楼梯),还得考虑到电源系统的配置、美观和其他因素。

此外,在现场工作地的优化过程中,还可以引入一些数学的方法,比如一个生产车间由于技术改造需要,需要增添若干新设备(包括生产线、加工中心等),在设计布局时,首先得考虑到工艺要求、管理、安全、环境等多种因素,从物流分析的角度考虑,按照最优设计的要求,可以采用线性规划(LP)技术,并建立相应的数学模型,在此就不详述了,读者如有兴趣可以参照相关参考资料。



思考题

1. 什么是现场和现场管理?
2. 现场管理有哪些特点?
3. 请简述一下 5S 活动的内容及其含义?
4. 在企业中,如何去整体推进 5S?
5. 定置管理的内容主要有哪些?
6. 目视管理的内容主要有哪些?
7. 5S 活动、定置管理、目视管理这三者之间的关系是什么?
8. 如果在推行 5S 活动时听到员工的这样几句话:“推进、整理、整顿,又不能提高生产率”,“我们这水平是蛮不错的了”,“文件、资料一大堆,这么多的要求,做不到”,您会如何解决呢?为什么?

第6章 工作研究应用案例

6.1 工作研究概述

工业工程的核心是降低成本、提高质量和生产率,而工作研究(work study)是工业工程体系中的最重要的基础技术。工作研究是“管理科学”之父泰勒和吉尔布雷斯夫妇开创的研究方法,包括方法研究(methods study)和作业测定(work measurement)两大技术,其目的是用科学和合理的操作方法代替老的不合理的方法,以节约时间,从而达到提高生产率的目的。工业工程是在工作研究的基础上不断充实和发展起来的,其各项技术的应用几乎都要以工作研究作为基础才能取得理想的效果。

企业降低成本、提高生产率主要取决于生产过程中如何充分有效地发挥生产要素的作用,获得更大的产出,人们对此所做的努力集中表现在技术和管理两个方面。工作研究是工业工程的经典内容,19世纪末起源于美国,并在欧洲、日本等西方国家广泛应用和迅速发展。20世纪,它对各工业化国家的高速发展做出了重大贡献,被公认为是建立企业基础标准、提高生产力的重要手段,在工业发展体系中起着举足轻重的作用。

工作研究作为工业工程的基础方法。它以生产系统的微观基础——作业或操作系统为研究对象,其基本功能是生产系统诊断分析,最终目的是提高生产率。它是一种不需要投资,或用很少投资就能增加现有资源产出率的一种工程与管理相结合的技术。通过工作研究可以找出更容易、更有效的工作方法,制定出科学、合理的作业时间标准,使人、机、物得到最大限度的利用,提高生产率和工作效率。

工作研究是工业工程的源头和基础核心,用以考察生产和管理工作,系统地调查所有影响效率与经济的因素,以最少的人力、原料、能源和资料,获得尽量大的产出,从而达到效率最佳的目的。在美国,有90%的企业应用工作研究。英国应用工业工程的情况大体与美国相似,其中有84%的企业应用工作研究,占应用工业工程各项技术的首位。日本、前联邦德国、法国、澳大利亚等发达国家及我国的台湾和香港地区的工业工程师亦将工作研究作为其首选技术,为企业提高生产率达50%以上。美国调查2 000名工业工程技术人员应用哪些工业工程技术对企业做出的贡献最大,50%的人回答是方法研究,40%的人回答是作业

测定。从20世纪60年代到80年代,我国已经有了一定水平的工业工程应用案例。从80年代开始,随着外资企业的进入使工业工程在一定范围内得到推广。经过近20年的发展,取得了较大的成就。据不完全统计,在中国已有上百家企业不同程度地应用工业工程,获显著效果的已达30余家。这些应用涉及汽车、钢铁、机械制造、家电、建材、资讯等十几个行业,包括第一汽车集团、一汽大众有限公司、广东科龙集团、广东美的集团以及东南沿海的许多企业都已经将应用工业工程作为企业管理水平的重要手段,并取得了显著效果。本章将选取几个成功应用工作研究的我国企业的案例,作为读者学习的材料。

6.2 案例

6.2.1 案例一 某企业空调器安装盒装配线的再造

1. 背景

某空调器制造厂从日本引进了一条效率极高的空调器总装配线,按东西方向布置,四周布置着一些相当先进的辅助设备。但在北侧纵向摆放着几张桌子,一些年轻女工围绕桌子用手工方式装配一种称作安装盒的重要部件。这与高度流水生产的空调器总装配线很不协调。因此,该厂决定根据企业再造工程(BPR)的思想,专门对这个安装盒装配线进行根本性的改造,使其与空调器总装配线的生产能力相适应。经过反复观察,认为无需投入多少资金购置新的机器设备,只需以工作研究为主,适当配合其他的工业工程技术,就可达到目的。

2. 流程研究

流程研究是指对产品的现行生产过程进行分析、改进或重新设计,以寻求最优产品生产过程的一种研究活动。这种研究着眼于宏观,可以从总体上获得最优的产品生产过程。而这里的所谓“最优”,又是指利用各种分析技术,设法使整个产品生产过程合理化、简单化和高效化。

(1) 现状。这条安装盒装配线的任务是组装出空调器所用的安装盒。它由9道工序组成,每道工序皆由工人手工操作,如图6-1所示。

每道工序的单件加工时间(实际为单件装配时间)在图6-1中标出。按现行方法装配出一个完整的安装盒共用11.45分钟。

(2) 分析。运用5W1H提问技术分析该条装配线各道工序的设置情况,结果发现了两大问题:

① 各道工序的单件加工时间不平衡,最短的第9道工序只有45秒,最长的第6道工序历时186秒,两者相差3倍。

② 安装盒的实际日产量和生产效率都很低。计算实际日产量是为了判断

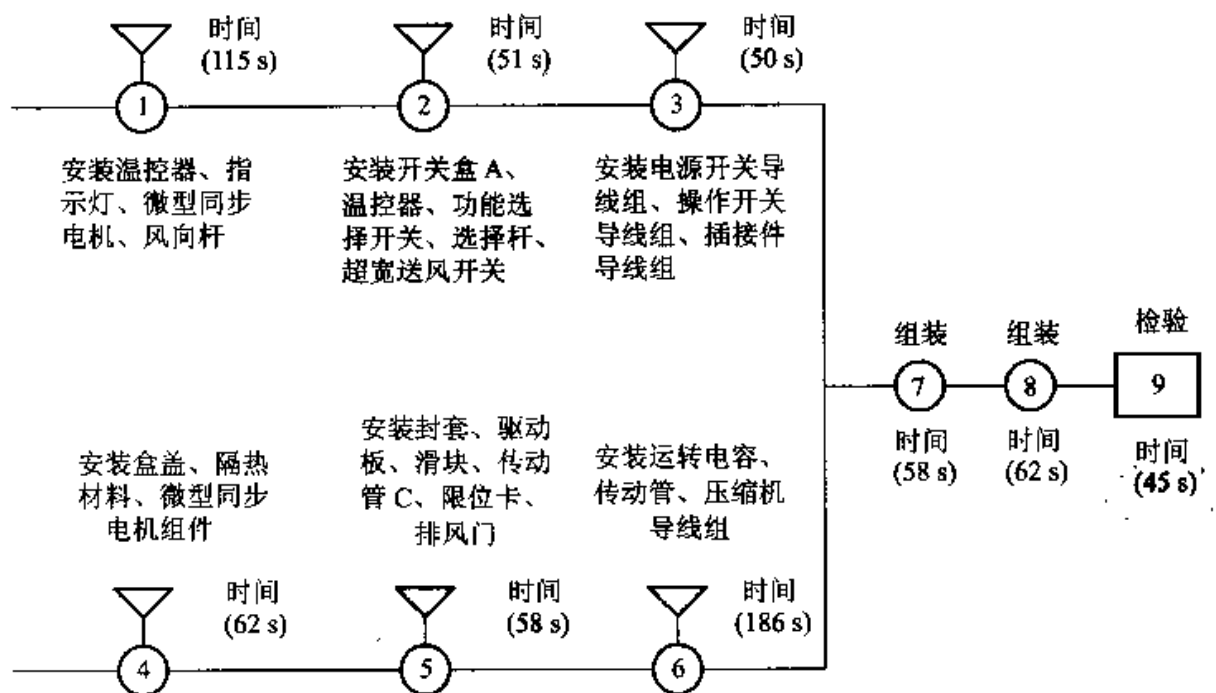


图 6-1 安装盒装配线工艺流程图

在现行装配方法下所能取得的经济效益是多大,计算时只能按照最薄弱的生产工序即第6道工序来考虑。由于该装配线为一班制,若将一个工作日中布置工作和休息等宽放时间规定为1小时,即每日实际工作时间为7小时,由此可得安装盒装配线的实际日产量为:

实际日产量 = 实际生产时间/最长单件加工时间 = $7 \times 60 \times 60 / 186 = 135$ (台)

实际生产效率也是衡量经济效益大小的一个重要指标。该装配线的实际生产效率为:

$$\begin{aligned} \text{实际生产效率} &= \text{工序单件加工时间总和} / (\text{最长单件加工时间} \times \text{工序数目}) \\ &= (115 + 51 + \dots + 45) / (186 \times 9) = 41.0\% \end{aligned}$$

由上面的计算可知,安装盒装配线的生产效率是很低的,这同时表明该生产线大有潜力可挖。

(3) 再造。为了寻求最优的安装盒装配过程,我们进一步观察整个装配线,发现除第9道工序的单件加工时间略低于60秒外,第2,3,4,5,7,8这6道工序的单件加工时间比较接近。因此,将平均单件加工时间定为60秒(此处只是粗略确定,尚未采用其他方法精确地确定)。只有各工序的单件加工时间均靠近平均单件加工时间时,才能发挥装配线的整体效益,提高日产量。为此,我们运用工业工程中的“四种技巧(即简化、分解、重排和取消)”,对现行安装盒装配线的诸工序进行改造,从而得到了可使整个安装盒装配线各工序单件加工时间趋

于平衡、达到提高生产效率和日产量目的的生产过程新方案,如图 6-2 所示。

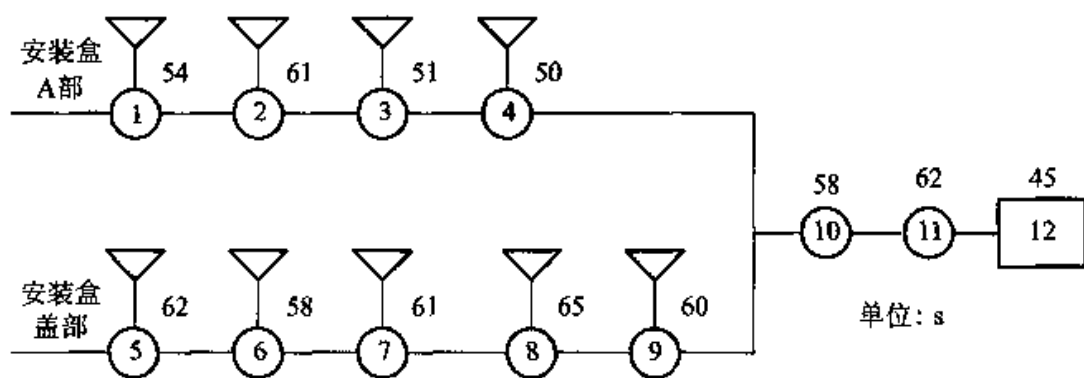


图 6-2 安装盒装配线分工序图解新方案

该新方案共有 12 道工序,比现行工序多了 3 道。变化之处是:

① 将现行方案的第 1 道工序分解成为两道新工序,即安装温控器和指示灯的任务划归 1 名工人操作,单件加工时间定为 54 秒;安装微型同步电机及风向杆的任务划为另 1 道工序,配备另一名工人来操作,单件加工时间定为 61 秒。

② 现行方案中的第 6 道工序分解为 3 道新工序,即划分为安装压缩机导线组、安装运转电容和安装传动管三道工序,分别由 1 名工人承担,工序单件加工时间依次定为 61 秒、65 秒和 60 秒。

③ 现行方案中的其他各道工序单件加工时间均保持不变,只将工序的编号依次顺延以便与图 6-2 所示相符合。

(4) 效果评价。经上述简单的变动(再造)后,安装盒装配线的经济效益有了较大提高,即:

① 日产量大幅增加。

$$\text{新方案日产量} = 7 \times 60 \times 60 / 65 = 387 (\text{台})$$

该式分母中的 65 秒为最薄弱工序的单件加工时间。由计算结果可知,这比改进前的现行方案日产量(135 台)增加了 252 台,增产率为 187%。

② 生产效益明显提高。

新方案生产效率 = $(54 + 61 + 51 + \dots + 45) / (65 \times 12) = 88.1\%$,比改进前提高了 114%。

③ 若将安装盒新方案的日增产量改为年增产量,且又都能装配到该厂所产空调器上,就意味着空调器全年也会有同等幅度的大增产。每台空调器出厂价按 2 900 元考虑,每台销售利润按 200 元考虑,全年有效工作时间按 248 天计算,若产品适销对路,则新方案可使空调器年增销售收入为 18 124 万元 $(2\,900 \times 252 \times 248)$,年增销售利润 1 249 万元 $(200 \times 252 \times 248)$ 。

3. 工序研究

(1) 现状分析。工序研究是指对一道工序或对一个生产岗位的全部影响因素(如人员、设备、工装、设施、材料、方法和环境)进行分析、改进或新的设计,以使该工序或岗位的生产活动最优化和标准化的研究活动。我们在原对安装盒装配线的各道工序进行研究时,首先进行现状调查,发现了以下五方面的问题:

① 工人普遍缺少问题意识。在装配线上,只有个别工人考虑其所在工序或岗位是否必要及有无改进的可能性,大部分工人则对原本就不合理的装配活动习以为常,默然接受。

② 工装存在问题。部分工装不适应装配要求,如第2道工序(安装选择杆组件等)所用模具就不便于工人操作,因其不具备定向定位性。还有一些岗位甚至没有必要的工装,致使生产效率低下,制品质量也得不到保证。

③ 生产设施问题较大。这主要是工作台和坐凳的设计不合理。装配线上不少女工身材矮小,在工作台旁操作时常要站起来取放物料,极不方便。工人所坐的凳子质地坚硬,高低尺寸不可调,影响工人体的舒适感,并且不能充分发挥身体的潜能。

④ 材料供应也经常出现问题。从个别外协厂订购的原材料及半成品质量低劣,规格不合适,严重影响了生产过程的连续性。如在进行现状调查期间,就发现安装盒A板上的指示灯孔距与工艺要求严重不符合,该工序上的工人不得不用铁锤等工具重新调整孔距,曾造成停工两天的生产损失。

⑤ 装配方法上也存在欠缺。有些工人不按操作规程进行装配,结果出现了不合格品。有些制品虽可返工修复,但又延迟了发送制品的时间,给后面各道工序的工人造成不必要的麻烦,影响了后序工人技能的正常发挥。

(2) 改进措施:

① 努力提高工人素质。对工人进行必要的岗位培训,鼓励她们提合理化建议,加强她们的问题意识。

② 改进工装。现以第2道工序(安装选择杆组件等)为例。其改进前、后的工装如图6-3和图6-4所示。这种改进的目的是减少工装不对位而造成的不合格品出现。主要改进点是:改图6-3所示的立方体结构为图6-4所示的梯形结构,铲除两梯形外侧部分薄层,从而完善其定向定位性。3条厚薄线是跟选择杆相吻合的,对转动的选择杆能起暂时的固定作用,便于组件的安装。

③ 重新设计生产设施。

- 工作台设计。为使工人方便地取放装配线上的制品,将图6-5所示的工作台改为图6-6所示的工作台,即将工作台的台面距工人一侧凹进一个半圆形,并在左、右前方放置本工序待安装的零部件,工人所坐位置朝凹形移近一些。这样的改进设计,可便于工人伸出肘部,就近取放零件盒中的制品和进行装配工作,同时肘部能得到必要的支撑。按女工身材特点,取工作台高度为70cm。

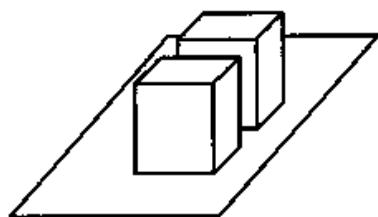


图 6-3 改进前选择杆组件工装图

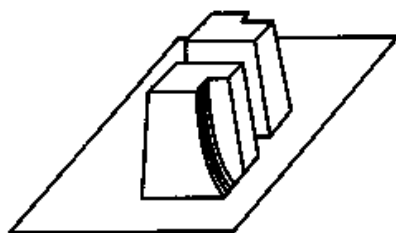


图 6-4 改进后选择杆组件工装图

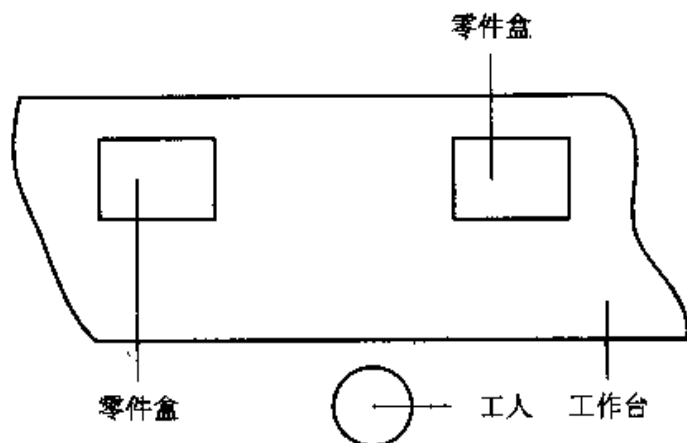


图 6-5 改进前工作台图

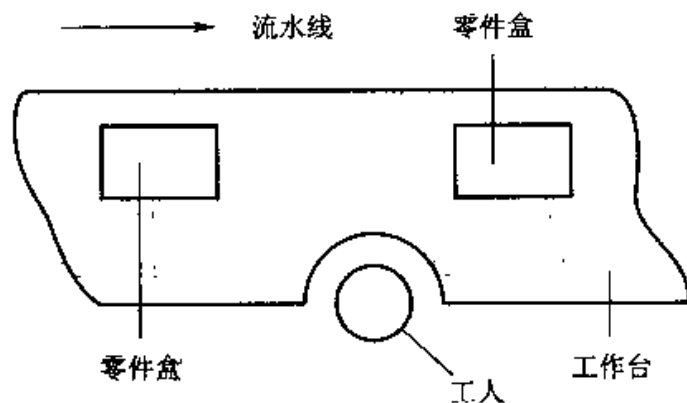


图 6-6 改进后工作台图

• 座椅设计。工人现在所坐的是图 6-7 所示的小方凳。由于是木板结构,质地坚硬,缺少靠背,容易引起疲劳。为了便于工人有必要的短暂的放松时间以及工作时也能感到舒适,现设计成如图 6-8 所示的新型座椅。针对装配线上皆为女工的特点,设计时采用高度为 $44 \pm 20\text{cm}$ 升降可调式结构,座宽 50cm 左右,座面形状平整,并略向后倾 60 度,表面略有弹性,不可太软。这样,既便于调节坐态,又可使臀部压力始终分布在承压能力最强的两个坐骨上。座面面料最好选用纤维材料,以便既能透气,又可减少身体在座面上的滑动。座椅的靠背

与椅面角度在 95 度至 110 度之间,宽 32cm 至 37cm,背高 13cm 左右。

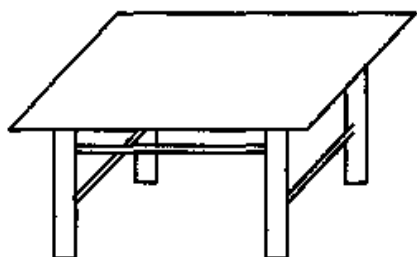


图 6-7 改进前坐凳图

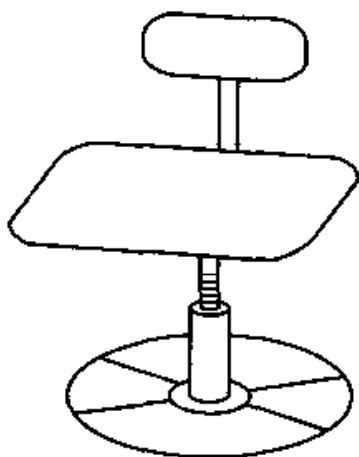


图 6-8 改进后座椅图

- 将气动改锥改为悬挂式。在生产中经常使用的气动改锥,原来都是放在桌面上,工人使用时采取的是抓取方式。现改为用一种弹簧垂直悬吊于空中,工人用它时,伸手就可拉下来;不用时一松手,就可自动抽回空中。这可减少工人握持改锥而造成的不必要的体力消耗。

④ 加强外协外购件管理。凡不符合工艺要求的外协件和外购件,一律不准进入装配线。

以上一系列措施的实施,可进一步提高安装盒装配线的生产效率,同时能消除每道工序中每个生产岗位工人的疲劳,保证她们的身心健康。

4. 动作研究

这是指对生产工人每个动作中的更细小部分(动素)进行分析、改进或新的设计,以使该动作最优化和标准化的研究活动。在前述流程研究和工序研究之后,再对各生产岗位上工人的众多动作进行研究,可以找出大量无目的的、多余的、不经济的动作,将这些不合理的动作予以消除或改进,就会组建出更能使工人轻松、安全、准确、高效率地从事生产活动的最优动作体系,从而使安装盒装配线内部的潜力得到更深层次的挖掘,取得更好的经济效益。由于动作研究的工作量太大,我们仅对线上原第 2 道工序利用工业工程中的动作经济原则进行了分析研究,如附表所示。

由附表可以看出,经过动作研究,第 2 道工序的工时由 51 秒降为 37 秒,节省了 14 秒,约为 1/4。依此计算,年节约时间为 $(248 \times 387 \times 14) / (60 \times 60) = 373$ (小时)。整个安装盒装配线每日平均可节约 1.5 小时。按照该厂一班制、每班实际工作 7 小时计算,全年可节约出 53 天时间。若再按日产空调器 387 台、每台出厂价格 2 900 元计算,则全年所节约出的时间共可为该厂增加销售收

入 5 948 万元($2\,900 \times 387 \times 53$)。若每台空调器售出后可获利 200 元,则全年所节约出的时间共可为该厂增加利润 410 万元($200 \times 387 \times 53$)。

对原安装盒装配线第 2 道工序的动作研究见表 6-1。

表 6-1 对原安装盒装配线第 2 道工序的动作研究

动作顺序	动作内容	改进前的动素			改进后的动素			分析比较
		左手	右手	时间(s)	左手	右手	时间(s)	
1	安装指示灯	取安装盒	取指示灯,将指示灯导线穿过安装盒孔	24	—	—	0	由于会影响后续工序,故取消该项内容
2	布置安装盒中所需零件	取功能选择开关,选择杆组件,找宽松风开关,温控器组件并置于工装上	继续持安装盒	12	取功能选择开关、选择杆组件并置于工装上	取超宽送风开关、温控器组件并置于工装上	7	双手同时动作,可提高生产效率
3	装配安装盒(1)	—	—	0	取安装盒	将指示灯导线穿过安装盒孔	4	将动作 1 移至此处,可取消重复动作,减少时耗
	调整工装	调整工装	使安装盒孔与各零件销孔位置对齐	6	调整工装	使安装盒孔与各零件销孔位置对齐	6	无需改进
	装配安装盒(2)	逐个取螺钉,按于气动改锥头	取气动改锥逐个打钉	22	取一把螺钉并逐个按于气动改锥头	取气动改锥并逐个打钉。每次打钉略增加时间,取代点检,但所用时间不宜过长,应防滑扣发生	20	将逐个取用变为一次取用,能降低重复抓取频率
4	检查	持安装盒	对气动改锥逐个点检	5	—	—	0	与上项动作合并
	合计			51			37	节约 14s

6.2.2 案例二 工作研究在某企业生产装配线优化设计的应用

1. 生产装配线现状

某公司主要生产各类电能表,产品结构比较简单,产量较大。工厂共有2个车间,共5条相同的电表生产装配线(图6-9)。

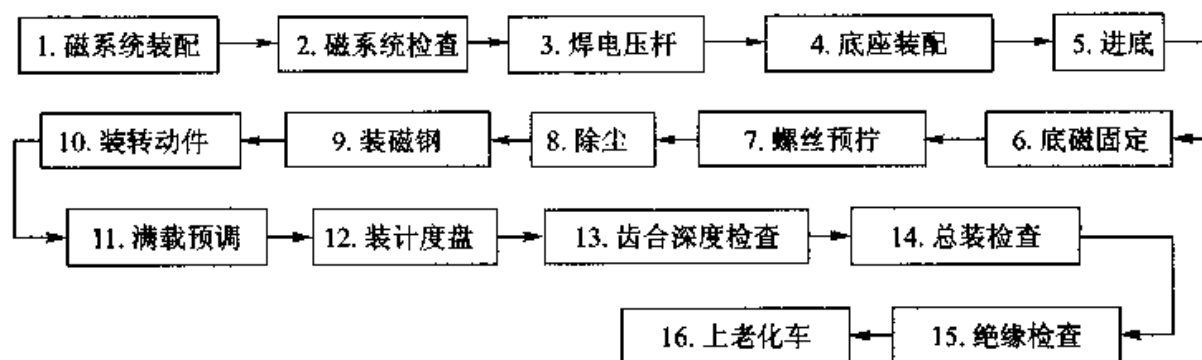


图6-9 电能表生产装配流程

2. 问题分析

运用工作研究中的程序分析、操作分析和动作分析,对该生产装配流程进行了详细的调查研究,找到了其问题所在。

(1) 工序存在瓶颈问题。应适当调整工序、工位。通过对现有工序的排布情况分析并测定其实际的生产时间发现,其工序的安排比较合理,但工序间存在着快慢不一的现象。表6-2中第8、9、13道工序所需时间长,生产压力比较大,出现生产瓶颈;而第5、10、14道工序所需时间少,生产能力严重过剩。

表6-2 改进前各工序实际生产时间统计

工序	时间(秒)	工人数	工序	时间(秒)	工人数
1	0.7	3	9	1.2	4
2	0.96	2	10	0.31	3
3	0.75	2	11	0.64	2
4	0.82	2	12	0.81	2
5	0.27	7	13	1.54	2
6	1.0	2	14	0.47	2
7	0.81	2	15	0.91	2
8	1.47	2			

(2) 操作不规范,效率低。对工人的双手操作进行了分析后发现,动作的随

意性大。图 6-10 是第三道工序的双手操作图,可以看到会多次出现只有一只手忙碌,另一只手空闲的状态。

(3) 存在不合理的动作。有些工具和零件摆放不合理,造成人体动作能量级较高。

3. 生产装配线优化设计

(1) 解决生产瓶颈。对整个生产装配线的分析结果显示了生产瓶颈的存在,因此需要重新平衡生产线,合理配置工序、工位。由表 6-3 可以看出,调整之后总的工人数量由 39 名减少到了 34 名,生产线节拍从原来 1.54 秒减到 1.03 秒,均衡效果明显,解决了生产瓶颈问题。

序号	左手操作说明	时间	○	⇌	D	▽	▽	D	⇌	○	时间	右手操作说明
1	空闲	1.0			●					●	1.0	至传送带
2	空闲	2.0			●					●	2.0	拿一基架
3	空闲	0.5			●					●	0.5	翻转至台面
4	空闲	1.0			●					●	1.0	至传送带
5	空闲	2.0			●					●	2.0	拿一基架
6	空闲	0.5			●					●	0.5	翻转至台面
7	至料盒	1.0		●						●	1.0	至台面
8	拿两根电焊丝	1.0	●							●	1.0	拿电焊枪
9	放一根至焊点	0.35	●							●	0.35	焊住 1
10	放一根至另一焊点	0.35	●							●	0.35	焊住 2
11	至料盒	1.0		●						●	1.0	空闲
12	拿两根电焊丝	1.0	●							●	1.0	空闲
13	放一根至焊点	0.35	●							●	0.35	焊住 3
14	放一根至另一焊点	0.35	●							●	0.35	焊住 4
15	放回传送带	1.0		●						●	0.2	放下焊枪

注:○:操作;⇌:移动;D:等待;▽:储存

图 6-10 第三道工序改进前双手操作

表 6-3 改进后各工序实际生产时间统计

工序	时间(秒)	工人数	工序	时间(秒)	工人数
1	0.7	3	4	0.92	2
2	0.95	2	5	0.95	2
3	0.75	2	6	1.0	2



续表

工序	时间(秒)	工人数	工序	时间(秒)	工人数
7	0.81	2	12	0.81	2
8	0.98	3	13	1.03	3
9	0.98	5	14	0.93	1
10	0.94	1	15	0.91	2
11	0.64	2			

(2) 改进双手操作。通过大量的观察和深入的研究,对第2、3、5、7、8道工序的操作进行重新设计(图6-11),规范、简化、合并动作,使动作更科学,提高效率。

序号	左手操作说明	时间	○	⇒	D	▽	▽	D	⇒	○	时间	右手操作说明
1	空闲	1.0			●					●	1.0	至传送带
2	空闲	2.0			●					●	2.0	拿一基架
3	空闲	0.5			●					●	0.5	翻转至台面
4	至料盒	1.0	●							●	0.5	至传送带
5	拿四根电焊丝	1.4	●							●	1.0	拿一基架
6	放一根至焊点1	0.35	●							●	0.35	翻转至台面
7	放一根至焊点2	0.35	●							●	0.35	至台面
8	放一根至焊点3	0.35	●							●	0.35	拿电焊枪
9	放一根至焊点4	0.35	●							●	0.35	焊住1
10	放回传送带	1.0		●						●	0.2	焊住2

注:○:操作;⇒:移动;D:等待;▽:储存

图6-11 第三道工序改进后双手操作

(3) 合理放置配件及工具,提高动作效率。有些工具和零件摆放不合理,造成工人要用很大动作幅度才可以完成动作。如第8工序的装配中需要磁钢,第9道工序中需要转盘,工人拿零件的动作幅度太大、距离太远(图6-12)。改进之后距离变短(图6-13),操作动作能量级下降,缩短了作业时间。

4. 效果评价

通过改进,原来每条生产线电能表生产能力从3 000个/日增加至3 140个/日,效率大幅提高;同时,工人数量由39名减少到34名,降低了用工成本。工作研究在企业提高工作效率方面具有很大的优势,如投入小,见效快,能“精益求

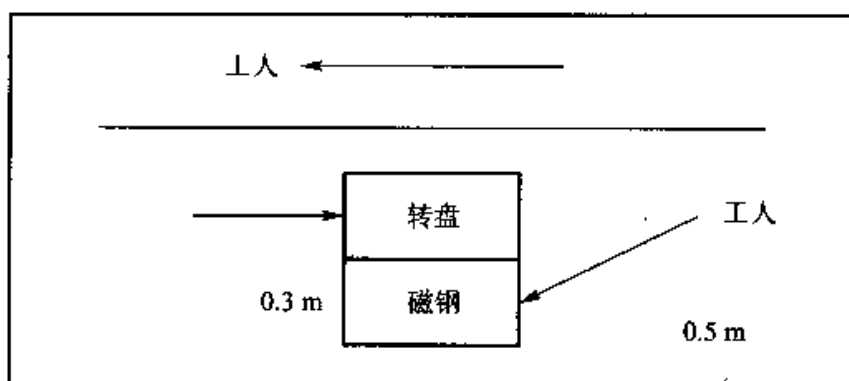


图 6-12 改进前工件位置

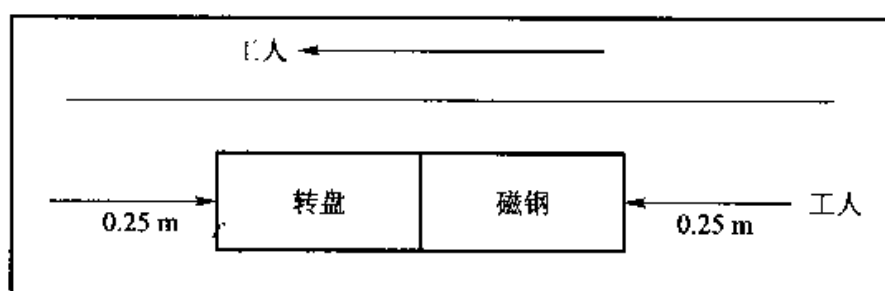


图 6-13 改进后工件位置

精”，能在某种程度上解决企业的“滞涨”问题。

6.2.3 案例三 某企业 FT-12 型交流台扇装配线的改进方案

工业工程的原理和工作研究方法在国外已应用多年,但由于种种原因,我国大多数企业在这方面的的工作尚未实质性展开,使产品生产周期长、在制品占用多,流动资金周转慢,生产能力得不到充分发挥,工作效率和经济效益受到很大影响。本案例针对重庆轻工业局某企业 FT-12 型交流台扇装配线作了应用尝试,取得了明显的效果。

1. 生产现场的调研和分析

工厂使用的 FT-12 型台扇装配线建于 1986 年,其后未作过任何改进,属于粗略节拍主线移动式装配线,传送带理论速度为 1.5 米/分钟,现行速度为 1.0 米/分钟,平均班产量 600 多台,线上操作工人 34 名,辅助作业人员 4 名,线下工人 9 名。采用单班制生产,每周工作 5 天,每天工作 7.5 小时。为了便于分析研究,首先对生产现场装配线的工艺流程、操作情况和工作地布局进行了观测和记录。并对线上各工序进行了实测,绘出 FT-12 型台扇装配线流程程序图(图 6-14)。

需指出的是,在装配线流程程序分析图中,第 10 道工序为检测,由于检测工序在两条传送带上进行,除了在两条传送带之间有人力搬运外,基本上是机器操

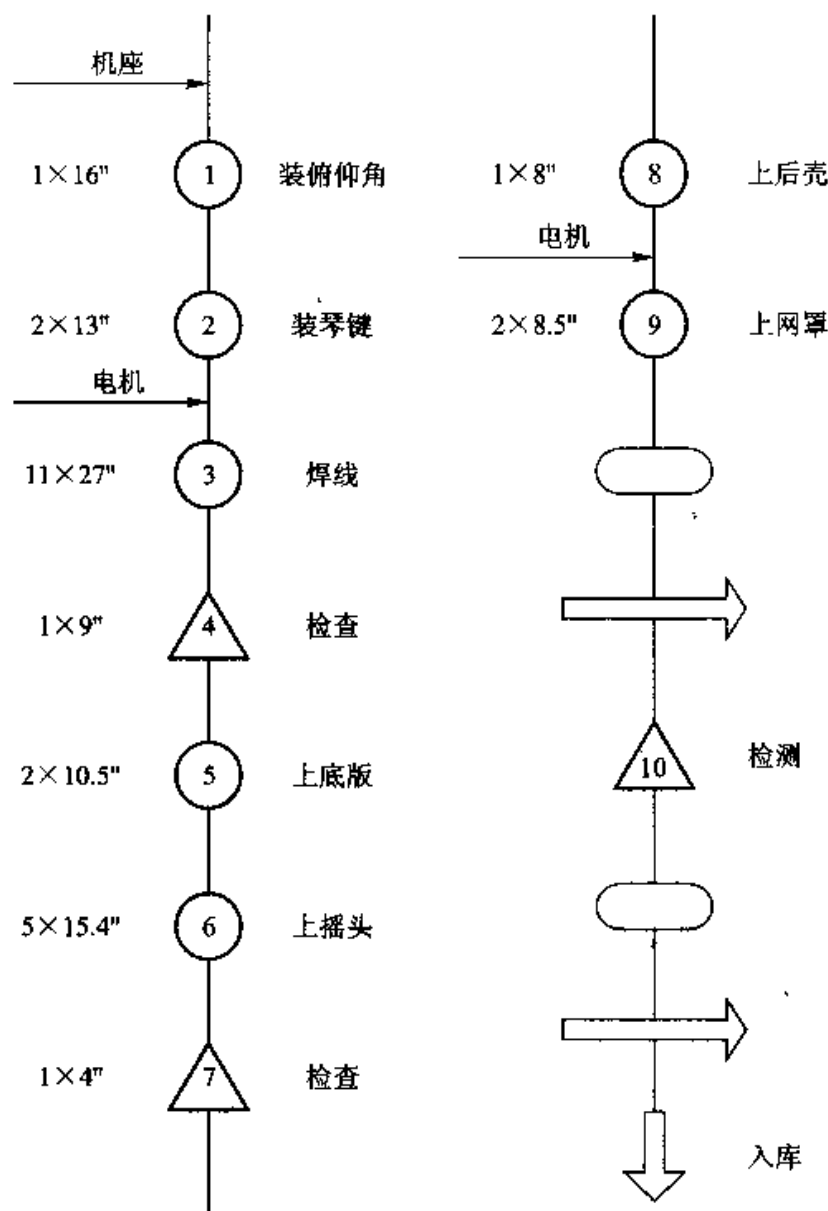


图 6-14 FT-12 型台扇装配线流程程序图

作,且处于一种动态平衡,即检测工序输入多少台电扇,则输出多少台,不受操作工人动作影响,因此本研究的生产线平衡主要指第一条生产线——主装配线,其包括的工序如表 6-4 和表 6-5 所示。

由装配线流程程序分析知,焊线操作花费时间过长,平均每人达 27 秒,为整个装配线的“瓶颈”,且各工序间极不平衡,造成装配线需用保险在制品量过大,每天上午焊线和摇头之间所需的在制品量达 400 多台,需专门设置 1~2 个工人添加于在制品上。同时,由于焊线工序过长,上道工序(琴键)又有大量产品流入,故操作人员还要花去部分时间从传送带上拿下未进行焊线工序的在制品,这更增加了焊线工序的操作时间。另外,由于各工序(特别是焊线)的元器件包装物多,需花时间进行清理,且有的操作人员乱堆乱放,影响了其他人员的操作,这



充分说明了装配线缺乏统一有序的管理。

表 6-4 线上个工作地测时记录

工序名称	工作地编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{X}	σ
上俯仰角	右 1	15	18	15	17	17	14	20	16	14	14	16	1.9
上琴键	左 1	26	25	29	28	26	25	25	26	30	27		
	右 2	23	24	25	29	26	30	25	26	23	25	26	2.03
焊线	左 2	307	304	285	310	324	281	303	296	287	284		
	左 3	345	326	370	337	327	244	393	338	324	324		
	左 4	236	239	233	245	245	235	253	243	263	259		
	左 5	279	292	271	283	302	292	221	363	288	289		
	左 6	223	213	217	216	210	222	220	435	225	223		
	左 7	302	342	289	261	327	264	309	265	371	301		
	右 3	328	276	260	415	354	193	307	278	318	297		
	右 4	249	255	375	341	325	230	256	225	251	243		
	右 5	319	314	337	316	312	337	322	361	308	332		
	右 6	236	238	226	239	234	246	228	220	237	229		
	右 7	332	473	586	498	467	533	46	392	268	608	304	76.5
检测	左 8	9	10	8	12	11	8	9	7	10	8	9	1.47
上底板	右 8	28	26	21	30	28	28	31	30	39		29	
	左 9	13	10	15	13	12	12	16	14	9	14	21	8.52
上摇头	右 9	59	60	58	54	68	54	67	63	61		62	
	右 10	65	59	69	59	74	63	66	61	61		79	
	右 11	80	84	76	78	79	88	79	75	78	77		
	左 10	62	55	66	63	61	63	63	65	58	63		
	左 11	...	备用		
	左 12	101	119	121	125	125	114	123	130	88	114	77	21.83
检测	右 12	5	4	4	4	3	3	3	5	3	4	4	0.75
上后壳	右 13	8	7	6	13	8	7	10	7	6	7	8	2.02
上网罩	左 13	13	23	15	12	17	15	17	16	15	16	17	
		20	12	13	19	13	19	21	28	18	12	17	3.94



表 6-5 FT-12 型台扇主装配线流程程序表

工序号	工序名称	时间(s)	人数	按各工序算出的节拍(s)
1	装俯仰角	16	1	16
2	装琴键	26	2	13
3	焊线	301	11	27
4	检查	9	1	9
5	上底板	21	2	10.5
6	上摇头	77	5	15.4
7	检查	4	1	4
8	上后壳	8	1	8
9	上网罩	17	2	8.5
合计		479	26	111.4

(1) 装配线的理论班产。根据实测资料,取隘路工序的生产节拍为该装配线的生产节拍,则理论班产量为:

$$N = (T_0 \times \eta) / r = (7.5 \times 60 \times 60 \times 0.93) / 27 = 930 \text{ 台}$$

式中, N ——理论班产量,台;

T_0 ——制造工作班时间,秒;

η ——工时利用系数,一般取 0.9~0.96,这里取 $\eta = 0.93$ (即每班休息 30 分钟);

r ——生产节拍,上式中 $r = 27$ 秒。

(2) 装配线最大生产能力计算。

最大生产能力 $N_{\max} = \text{有效作业时间} / \text{单件作业时间}$

$$= 7.5 \times 60 \times 60 \times 0.93 \times 26 / 479 = 1\,363 \text{ (台)}$$

由以上计算数据所知,由于装配线作业时间不平衡,造成现行产量与理论班产量及最大生产能力相差较大。因此,挖掘生产潜力,降低关键工序的作业时间是本研究的突破口。

(3) 装配线的线闲余率。由于装配线是按一定的速度来运行的,如果各工位作业时间有差异,那么,作业时间较短的工位则会产生等待现象,造成装配线上作业人员忙闲不均,这种等待称为工位闲余,全线工位闲余的总和就称为线闲余。而线闲余与产品流程时间(节拍 \times 工位数)的百分比称为线闲余率。它是反映装配线人力、物力资源利用率的指标,同时也反映了装配线组织和设计的合理程度。

$$\text{线闲余率 } A = T_2/T_1 = \frac{r \times n - \sum_{i=1}^n t_i}{r \times n} \times 100\%$$

式中, r ——装配线的生产节拍时间秒;

n ——装配线的工位数;

t_i ——第 i 工位的作业时间秒, $i = 1, 2, 3, \dots, n$;

T_1 ——产品流程时间;

T_2 ——线闲余时间。

根据表 1 和表 2 中的数据并取最大工位作业时间为生产节拍代入上式得:

$$\begin{aligned} A &= \frac{r \times n - \sum_{i=1}^n t_i}{r \times n} \times 100\% = \frac{27 \times 26 - 479}{27 \times 26} \times 100\% \\ &= 31.77\% \end{aligned}$$

装配线作业平衡率 $= 1 - A = 68.23\%$ 。

从以上数据可以看出,该装配线节拍与各工作地节拍失调,存在着近 32% 的线闲余时间,说明该装配线平衡率较差,有待进一步改进。

2. 装配线的改进方案

以上提到,本案例是利用工作研究方法改进 FT-12 型交流台扇装配线的。具体地说,就是应用了工作研究中“取消、合并、重排、简化”的方法对 FT-12 型交流台扇装配线进行以下的改进和调整。

(1) 生产节拍的调整。生产节拍是流水装配线的重要参数,它决定了装配线的生产效率。原装配线由于隘路工序作业时间较长,使装配线上各工作地负荷不平衡,需大量保险在制品,传送带时开时关,由此造成装配线无明显节拍性,各工序之间生产能力不平衡,为此,我们给装配线设定一个节拍。

从装配线流程程序分析图可以看出,装俯仰角工序由于其工作时间决定了装配线在制品的投放时间,再其动作简单不易分解或合并。因此,以装俯仰角工序作业时间 16 秒作为流水线的节拍,且考虑与其他工序的协调后,确定该流水线的节拍为 20 秒。

(2) 工位的平衡和改进。将装配线节拍定为 20 秒后,原装配线上各工位中就只有焊线工序各工位的作业时间超过新节拍时间。为了使装配线能按节拍运行,达到均衡生产的目的,有必要对焊线工位的作业进行分析和改进。

在焊线工位,单件作业时间平均为 301 秒,大大超过其他工序中各工位作业时间,故采用以下方法来减少焊线工序作业时间。

① 操作的分解与合并。在焊线工序中,需要操作的项目较多,这是其作业时间过长的主要原因。在这里将其中的两个操作项目分解出来,合并到上琴键

工序中去,这样焊线工序总的作业时间就会相应减少。进行分解和合并时应考虑以下原则。

- 分割出的操作不会给原操作造成困难。
- 分割出的操作尽可能合并到邻近工位去,这样可使工艺流程和设备不会发生大的变化。
- 被合并的工位不会因作业的增加而使装配顺序发生改变,导致装配操作非常困难或工作量大大增加。
- 分割合并作业要考虑操作类型相同、技术难度相当,使操作人员能够承受。根据以上原则,将焊线工序中装接线卡(约10秒)和装定时器(约9秒)分解出来,合并到操作类型相同,且为邻近工序的装琴键工序中去。这样,装琴键、电容、摇头开关、线卡和定时器的操作方式基本一样,都是用电动螺丝刀上螺丝,且减少了焊线工序由于所需装配元件较多使操作台布置较凌乱的现象。但为了使增加到上琴键工序的操作时间不超过节拍,还需对上琴键工序重新进行动作设计。

② 操作的删除及工作台的布置。

• 操作的删除。在接电机线时,原电机线头在电机制造车间生产时已经剥过,但由于时间较久,产生铜锈,使线头的焊接性较差。因此,焊线工序操作人员在进行操作时,需要用剪刀将线头剪去,再重新剥线,耽搁了不少时间。另外,由于电机线外皮剥制长度不够,操作人员还需将外皮多剥开33~66毫米并剪去。在改进时,建议电机生产车间只将电机线外皮剥至焊线操作使用长度,而内芯的剥制由焊线操作进行。这样,不仅节省了双方的时间,而且节约电线。

• 操作台布置。现行操作台布置中,定时器电源线的放置不符合动作经济原则。按动作经济原则的要求,工具物料和操作装置应布置于操作者面前近处,而现在却是把定时器、电源线置于右后方。这样,每操作一次都要有一个转身、回身的动作。因此,应把定时器、电源线置于左前方工作台空闲处,只需伸手便可拿到,降低动作等级。但在本次改进方案中,由于建议将上定时器操作合并到上琴键工序中去,故将电源线放于左上角,而将固线卡放于右手边,同时接线卡和定时器都交给上琴键工序。

③ 应用模特法(modapts)进行动作分析和时间研究。

模特法是一种简单实用的预定动作时间标准法,用它可以方便地进行动作分析并且能较准确地表示和确定动作时间。其具体步骤和方法如下:

- 将操作分解为若干动作并按动作经济原则对各动作进行有效性和合理性分析,删除多余动作,改进无效和不合理动作,然后将有效合理的动作重新组合成新的操作,即标准操作,并绘制动作程序图。
- 按模特法写出各动作或操作分析式,再根据分析式算出各动作和操作

时间。

- 综合各动作和操作时间并考虑适当的宽放时间确定工位作业时间。

按动作分析的步骤和方法,对焊线工序的左2工位进行动作分析和工位作业时间的确定,制定出左右手工作程序图(限于篇幅未加展示)。

标准时间 = 正常时间 / (1 - 宽放率), 其中正常时间由左右手工作程序图中的时间相加求得,宽放率根据经验确定。

代入数据,则得标准时间 = $(1492.5 \times 0.129) / (1 - 0.35) = 296.2$ 秒,与实际测得的时间(301 秒)相差不大。

利用动作经济原则对焊线工序的动作和新的上琴键工作进行重新设计。

在前面我们将部分工作做了分解和合并,并对工作台布置进行了改善,以降低动作等级。同时我们还考虑建议操作人员在操作中先把一些较小装配元件,如螺丝、绝缘套等拿出并放在胸前工作台上,以便不用上臂动作便能拿到并进行操作。这样可以得到一套新设计动作(改进后)的 modapts 分析图表(也称改进后的左右手工作程序图,限于篇幅未加展示)。

改进后的标准时间 = 改进后的正常时间 / (1 - 宽放率), 其中改进后的正常时间由改进后的左右手工作程序图中的时间加总求得,宽放率也根据经验来确定。这里假设改进前后的宽放率相同,都等于 0.35。

改进后的标准时间 = $(1050 \times 0.129) / (1 - 0.35) = 208.4$ (秒)

同时,由于上琴键工序增加了 2 个操作项目,其时间有可能超过新规定的节拍 20 秒,有必要对其动作做出新的设计,详见上琴键左右手工作程序图(篇幅所限未加展示)。同样可以计算出上琴键工序的标准时间 = $(194 \times 0.129) / (1 - 0.35) = 38.5$ (秒)。

④ 装配线上其他工序的合并。

由装配线流程程序分析图可以看出,有的工序时间较短,低于新设定的节拍。故将一些时间较短的相邻工序适当合并,以增加装配线的平衡率,并降低人力资源的浪费。

此次合并的工序有:工序 4(检查)和工序 5(上底板)合并后时间为 14 秒,工序 7(检查)和工序 8(上后壳)合并后的时间为 13 秒。

且在工序 9(上网罩)中,只需一个人操作便可以满足装配线的要求,改进后的工作地节拍为 17 秒。

3. 改进后装配线的效果

基于上述这些改进原则和设想,绘制出新的装配线流程程序图如图 6-15: 根据新的装配线流程图可计算出改进方案所显示的增产效果。

(1) 理论班产:

$$N = (T \times \eta) / r = (7.5 \times 60 \times 60 \times 0.93) / 20 = 1\,256 \text{ (台)}$$

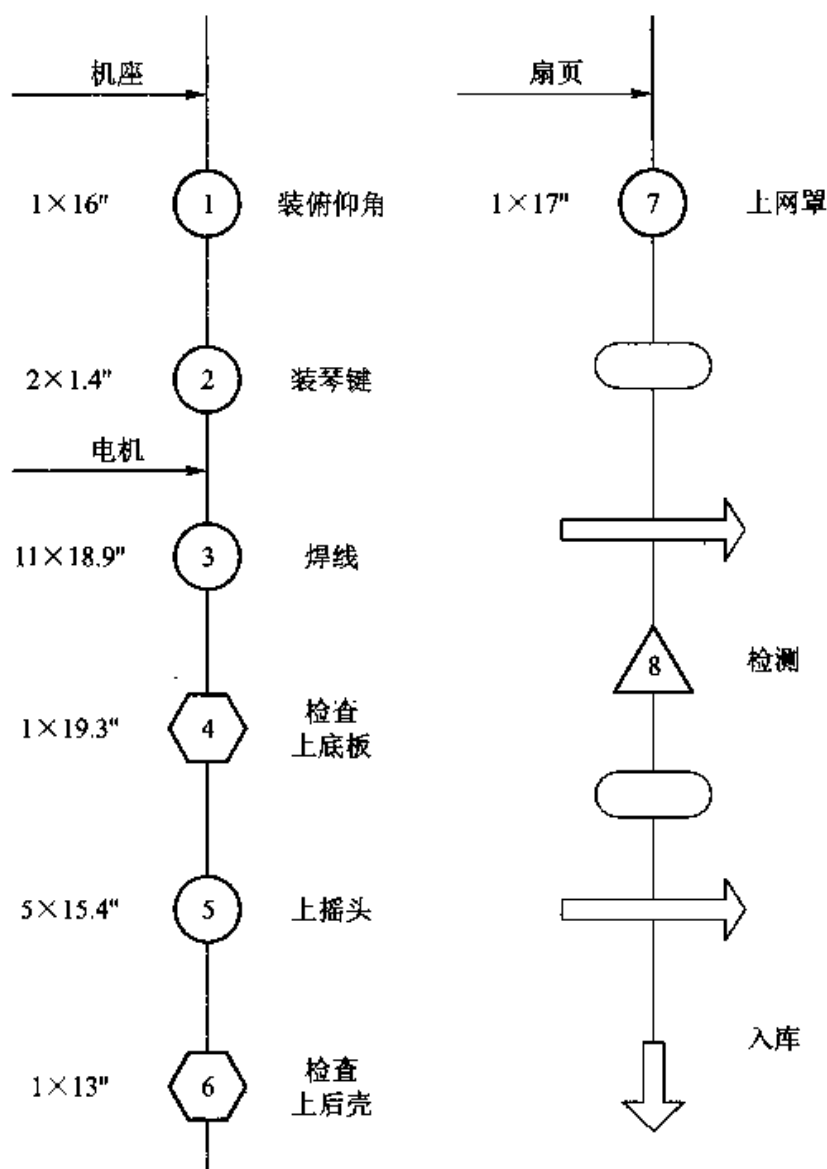


图 6-15 改进后的 FT-12 型交流台扇装配线流程图

(2) 装配线最大生产能力计算：

$$\begin{aligned}
 N_{\max} &= \text{有效作业时间} / \text{单位作业时间} \\
 &= (7.5 \times 60 \times 60 \times 0.93 \div 24) / 397.5 \\
 &= 1\,516 (\text{台})
 \end{aligned}$$

此处作业人员由原来的 26 人减为 24 人，单件作业时间也由原来的 479s 降低到 397.5s。

(3) 装配线线闲余率及平衡率计算：

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{r \times n - \sum_{i=1}^n t_i}{r \times n} \times 100\% \\
 &= (20 \times 24 - 397.5) / (20 \times 24) \times 100\% \\
 &= 17.2\%
 \end{aligned}$$

装配线的作业平衡率 = $1 - 17.2\% = 82.8\%$ 。

6.2.4 案例四 某汽车生产厂汽车喇叭安装的改进

1. 背景介绍

上海某有限公司应用 IE 技术,特别是与工作研究有关的管理工程基本技术,如方法研究、程序分析、动作分析、人机分析、时间研究、物料搬运、工作组态、劳动组织等方面,几年来对企业生产力的发展、提高起了很大的作用,使企业获得了明显的经济效益。

全员劳动生产率:1986 年月人均水平为 1.212 3 元,1991 年月人均水平为 10.499 0 元,五年来提高了 8.7 倍。

一线劳动生产率:1985 年每 20 人生产一辆汽车(CKD 生产方式),1991 年虽然加工深度高了(车身、冲压件已全部国产化),但同样生产一辆汽车只需 7.3 人,预计今年劳动生产率可达 6.0 人/辆;

生产工时:1985 年整车工时为 47.9 小时,(加工深度;车身、油漆、装配),1992 年整车工时为 31.46 小时(加工深度、冲压、车身、油漆、装配)生产工时下降了 39.8%,一线劳动生产率接近德国某公司下属工厂(6.3 人/车)的劳动生产率的水平,这些效率和效益的变化受到了国内同行的关注,得到了董事会的赞赏。

2. 现状分析

工作研究人员的活动主要是以现场作业为中心,是对人、材料、设备进行系统地研究,所以对生产现状,如生产过程、工艺流程、物料搬运、零件储存、工作方法等情况有充分的了解,有利于发现问题、分析问题、暴露工作系统中各项活动的缺点,并相提出改善方案。我们在开展工作研究这项工作时就发现了不少问题,现举例说明如下:图 6-16 为汽车喇叭预装工位。

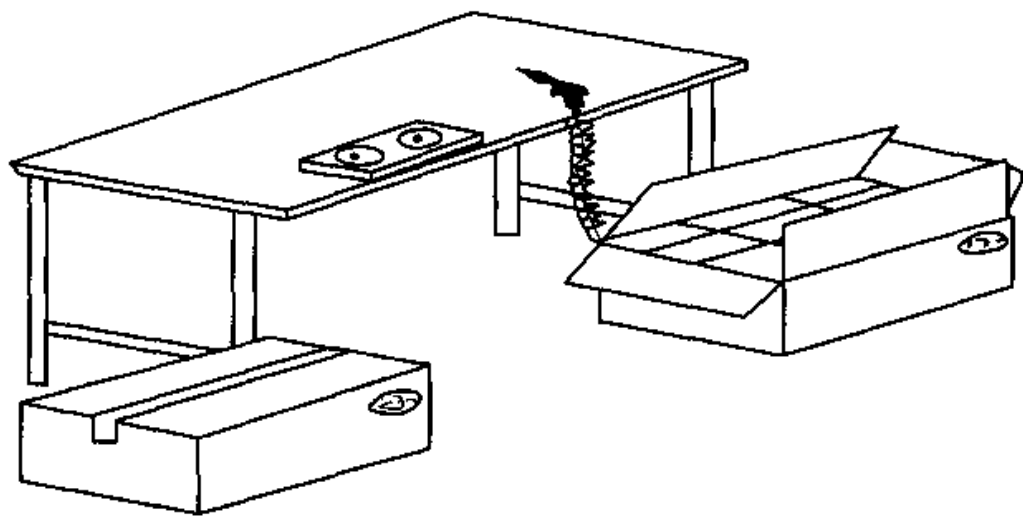


图 6-16 汽车喇叭预装工位

电喇叭由上海某有限公司提供,零件完工后经过二次包装运送至储存仓库(约一个月库存),按计划由储存仓库送至 CKD 仓库,用铲车送至喇叭预装工位。然后,操作人员经二次开箱把零件放到一个简易工作台上,放置过程中出现多次的弯腰动作,工作台上的紧固件等工件混合放置。

通过调查分析研究,我们发现存在以下问题:

(1) 工作台上的零件,混合放置,增加了操作工人许多多余的非生产性的动作,如寻找。

(2) 经二次开箱后,喇叭从纸盒内取出,开箱后纸箱、纸盒的清理,造成了较多的辅助工时。

(3) 喇叭包装的纸箱、纸盒无法回用,使包装费用大,造成零件成本高。

(4) 弯腰从纸盒内取出喇叭放到工作台上,弯腰次数频繁,费时又费力,增加劳动强度,消耗工时增多。

(5) 储存仓库内的零件库存量大,不仅增加了周转资金,而且占据了较大的库位。

(6) 从程序表 6-6 中可知,零件从供货厂到预装工位,整个工作流程中,运输(搬运)、储存、逗留占了很大的比重。

表 6-6 程序分析表(改时前)

序号	工作描述	符号					距离 (m)	时间 (h)	定员 (人)
		储存 ▽	搬运 ⇒	操作 ○	检验 □	延续 D			
1	喇叭由供货厂送至储存仓库		●				3 000		
2	喇叭存放在储存仓库	●						600	
3	运至 CKD 仓库		●				6 000		
4	喇叭存放在 CKD 仓库	●						24	
5	喇叭送至预装工位		●				150		
6	喇叭装配			●				0.02	
Σ		2	3	1					

由于存在上述这些问题,增加了不必要的搬运和移动,造成了时间的浪费,投入了较多生产费用,造成了生产成本的上升,此外增加了工人的劳动强度。

对此,我们首先从物料搬运系统开始,采用系统分析,结合程序分析。我们发现,该零件真正在工作位上的装配时间只不过 0.03% 左右,其他时间都处在仓库的储存和搬运状态,如果只对操作工人的动作分析,其效果还不大;要提高效率和效益,就得从整个工作系统着手来研究。

3. 改进方案

搬运在整个工作过程中仅起到上、下道工序的联接作用,对零件不起增值作用,此外搬运对成本占有一定的比重,所以应尽量减少搬运对必需的搬运尽量缩短其搬运距离及搬运次数。我们根据物流系统的原则,在物料搬运过程中采用合并或删除的办法,尽量减少物料、搬运环节,消除重复装卸,以少搬运或不搬运为原则。合理地确定物料的流向、路径、时间、储存,把整个生产过程有机地联系起来,消除不必要的搬运和移动,减少储存和储存时间等等待现象。此外改进零件包装形式,用塑料周转箱(见图6-17)替代原来的纸盒、纸箱的包装,并要求供货单位按时按需地送货到指定工作位,我们还根据人类工程学的原理,制定设计了一个新的工作位(见图6-18)替代原来的工作台。

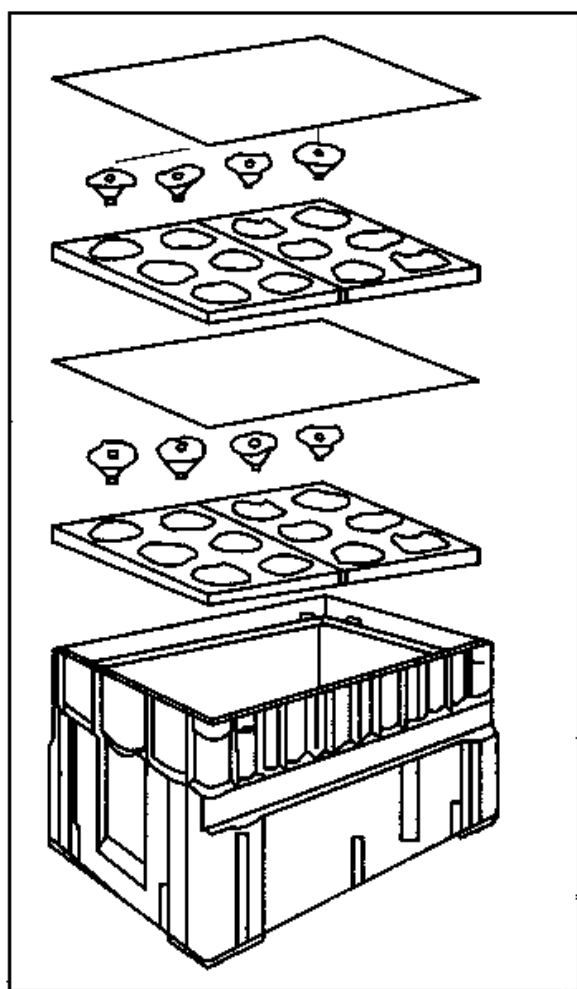


图 6-17 塑料周转箱

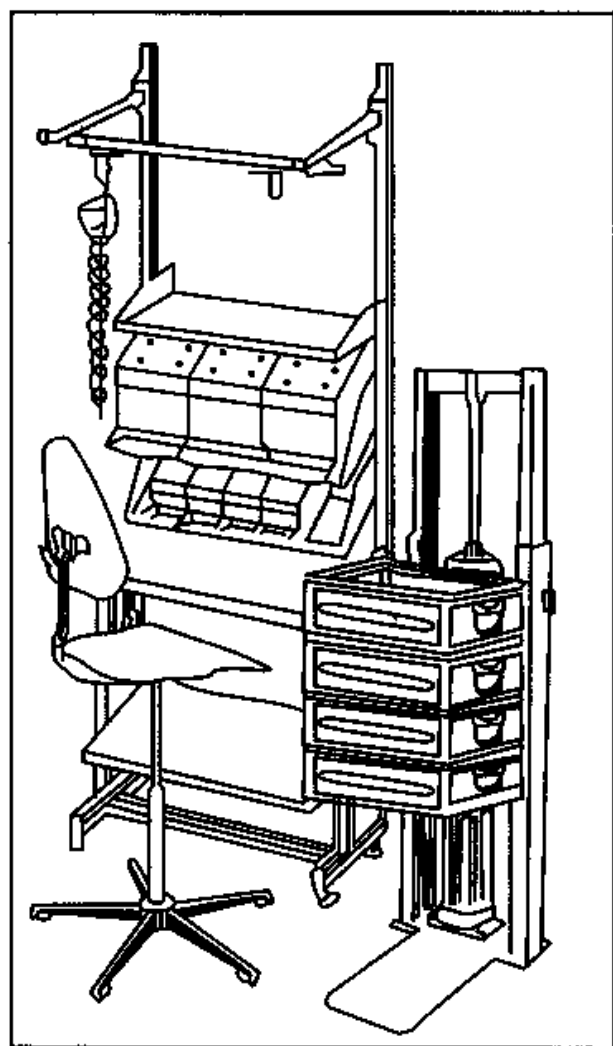


图 6-18 新工作位

(喇叭预装)合理化建议提出后,为了保证该建议的实施,我们先后征求了

本公司有关职能部门、生产采购、仓库、规划、车间等部门的意见,一致认为该方案可行,特别是生产车间,他们认为:“虽然生产工时减少了,生产量增加了,然而劳动强度减轻了,工人还是愿意接受的。”

由于改变了原来的零件包装形式,为了促使该方案实施顺利进行,我们又走访了供货厂说明了情况,很快得到了该公司有关部门领导的支持、帮助。据现场调查,该生产部门反映,采用新的方法,可以消除包装工序,能节省劳动力四个人,并且减少了生产过程中重复出现的搬运、存放等工作,减少了辅助时间,使这些无效生产时间转换成有效的生产时间,提高了工作效率,厂方表示满意。该厂劳动定额管理人员也从中得到了新的启发,为方案的实施奠定了基础。

4. 应用效果

(1) 该方案的经济效果。我们通过现状分析、比较,对提出的合理化建议进行评估,即对该方案的经济效果进行测算,它主要表现在以下几个方面。

① 运用大众时间标准分析制定喇叭装配的新标准时间为 0.35 分钟,原来的标准时间为 1.232 分钟,工时降低 71.6%,全年可节省工时 1 102.5 小时,可增加喇叭装配产量 189 000 只/年,全年可节省劳动力资金 6 317 元。

② 采用了新的零件包装形式——塑料周转箱。按今年 6.5 万生产计划计算,包装费用节约 9.36 万元,扣除塑料周转箱的投资费用 0.36 万元,降低了生产成本 9 万元。

③ 由于设计了新的工位器具,工作位布置符合人体活动特点,使工人操作坐立适宜,同时减少了许多不必要的非生产性的动作(弯腰拿取喇叭、选择紧固件等),缩短了动作距离,降低了工人的疲劳程度。

④ 物流系统良好,物品堆放整齐,场地整洁,无废纸盒子,工作环境有了改善,对生产、组织质量、安全都具有良好的效果。

⑤ 从改进后的程序分析表(如表 6-7)可知,减少了搬运环节,减少了笨重无效的劳动,降低了劳动强度。

表 6-7 程序分析表(改进后)

序号	工作描述	符号					距离 (m)	时间 (h)	定员 (人)
		储存 ▽	搬运 ⇒	操作 ○	检验 □	延续 D			
1	喇叭由供货厂送至预装工位		●				3 315		
2	喇叭装配			●				0.02	
Σ			1	1					

⑥ 缩短了库存周期,减少了仓库库位面积 40m^2 ,也减少了周转资金,改进前库存周期为一个月时间,改进后为 4 天左右,压缩了 20 天左右,按目前 250 台/日计算,流动资金占用量减少 24.4 万元。

(2) 实施该方案的体会。综上所述,应用工作研究产生的效率和效益是很大的,对提高企业的素质,实现科学的“精益生产”,推动企业的发展起到很大的作用,总结几年的实践,我们有以下几点体会:

① 开展工作研究能促进工作系统标准化,减少工作方法不适合、规划不完善、生产管理不善所引起的无效的时间,从而提高整体素质。

② 运用工作研究,能给企业带来更多、更好、更切实可行的合理化建议。

③ 工作研究借助方法、时间研究去寻求最经济、最有效的工作方法,它也是工作研究基本、重要的基础工作,它的理论和方法同样适合其他企业。

④ 大批量生产过程中,每个动作都要成千上万次地重复出现,即使节省几个动作、几秒钟时间,都会带来很大的经济意义。同时也使机床设备、工具、能源等都相应地减少磨损或消耗。因此,工时的节省会引起企业人力、物力、财力的一系列的节约,所以工时的节约是最大的节约。

⑤ 传统的劳动定额管理方法用多发奖金来增产,修改产品定额来降低工时,发展到一定程度,超过了工人的承受能力,而工作研究采用的方法是改进工作方法,改进工作位置布置,改善工夹具等,降低疲劳程度,减少工时,从而提高劳动生产率。

6.2.5 案例五 工作研究方法在生产作业过程优化中的应用

1. 背景介绍

本案例探讨的是应用工作研究方法改善某轮胎生产企业更换胶囊作业的问题。按工艺,轮胎在做好胎筒后要进行硫化,目的是形成强有力的物理化学结构,使轮胎经久耐用。轮胎经由硫化机硫化,通过蒸汽加压、加温,使轮胎定型。加温加压的装置就是胶囊。胶囊有使用寿命和性能问题,到了寿命或出现质量性能问题就要更换,以保证轮胎的质量。然而,更换胶囊意味着“停机”,更换作业时间的长短影响轮胎生产率。而且,时间越长,能量损失也越大,增加生产成本。因此,如何减少更换作业时间成为生产管理关注的问题。应用工作研究,改善更换胶囊作业,是提高生产绩效的有效方法之一。

2. 现状分析——更换胶囊的原作业过程

更换胶囊的原作业过程可分为 A、B、C 三个基本部分,如图 6-19 和图 6-20 所示。阶段 A 是更换胶囊前停机后的准备工作。B 阶段是主要作业过程,把旧胶囊从硫化机中拆卸下来并安装新胶囊。C 阶段为预热阶段,包括新胶囊预热和硫化机预热。

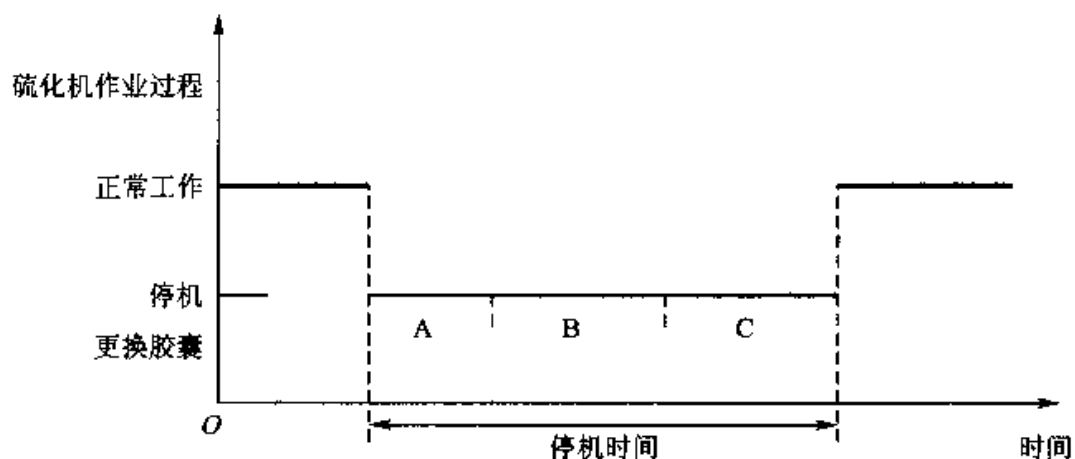


图 6-19 硫化和更换胶囊作业进程

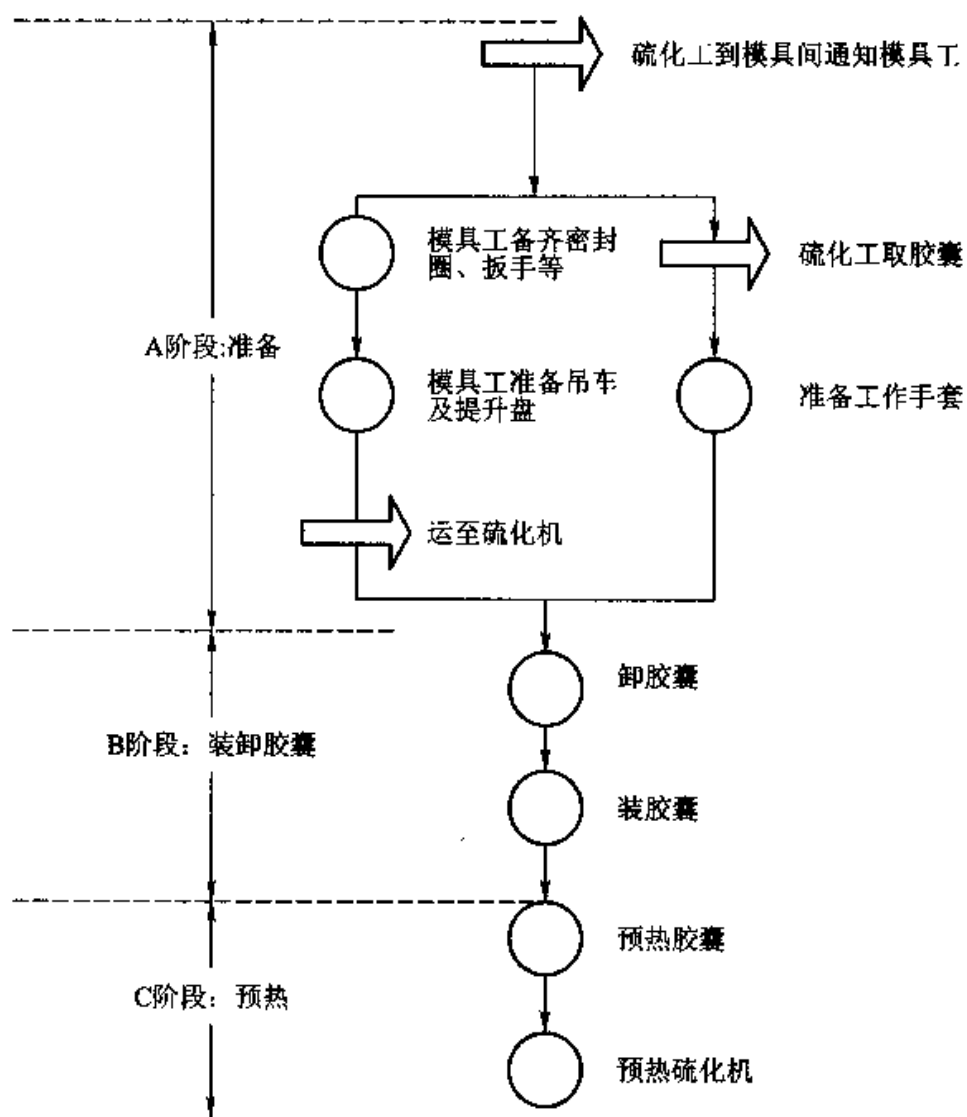


图 6-20 更换胶囊的原作业进程

3. 更换胶囊作业分析

(1) 原作业过程时间消耗测定。利用秒表时间研究法进行时间消耗测定,目的是弄清原作业过程的时间消耗状况。连续观测了 20 次更换胶囊作业,时间消耗按更换原因统计归类(见表 6-8)。

表 6-8 作业时间消耗测定

单位:cmn(1cmn=1/100min)

原因	次数	A 阶段	B 阶段	C 阶段	
				1	2
因性能原因更换	1	1 500	730	2 219	4 480
	2	900	1 168	3 024	5 342
	3	1 200	727	1 987	4 458
	4	1 600	727	1 994	4 566
	5	1 800	858	2 486	5 259
	6	2 200	695	1 989	5 045
	7	3 100	751	2 654	6 736
	8	1 000	998	2 719	5 012
	9	1 200	738	2 136	4 323
	10	1 400	818	2 487	4 985
	11	2 000	732	2 876	5 773
	12	1 100	652	2 163	4 189
	13	900	603	2 114	3 906
因寿命原因更换	14	700	2 151	3 019	5 987
	15	800	1 720	2 103	4 733
	16	1 600	1 867	2 346	5 979
	17	2 700	1 852	2 145	6 897
	18	1 300	1 823	2 741	5 967
	19	1 400	1 477	2 094	5 349
	20	600	1 698	2 091	4 534

(2) 计算正常观测值。正常观测值为剔除异常值后的平均观测值。按三倍标准差法剔除异常值。在管理上下限之外的,为异常值,应予以剔除。管理上下线按下列公式计算。

$$\text{管理上限: } UCL = \bar{x} + 3s$$

$$\text{管理下限: } LCL = \bar{x} - 3s$$

$$\text{其中,平均值: } \bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

$$\text{标准偏差: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

剔除异常值,得出操作过程的正常观测值和时间消耗统计(见表6-9)。

4. 作业流程分析改进

根据时间消耗统计,按正常观测值考察,预热硫化机(C阶段中第2操作单元)约占50%。根据生产工艺,这阶段的时间由设备按设定的温度来控制,受开模时间(从停机到开始预热硫化机的时间)的影响,属不可控时间消耗。工艺上要求预热胶囊20分钟(2 000 cmn),两种原因下的实际时间消耗与工艺要求基本一致。A阶段时间消耗占了较大的比例。由作业观察和时间消耗统计发现,B阶段操作中与处理模具相关的时间消耗较大,尤其因寿命更换胶囊时擦模具的时间消耗更为突出(平均时间消耗约为1 022cmn)。

表6-9 正常观测值

单位:cmn

原因		因性能原因更换						因寿命原因更换						总时间(3)
统计量		均值	标准偏差	UCL	LCL	正常观测值(1)	比重	均值	标准偏差	UCL	LCL	正常观测值(2)	比重	
A阶段		1 530.8	301.8	3 336.2	-274.6	1 530.8	15.90%	1 300	671.9	3 315.7	-715.7	1 300	11.70%	1 450 = 995 + 455
B阶段		803.1	152	1 259.1	347.1	803.1	8.30%	1 827	150.1	2 277.3	1 376.7	1 827	16.40%	1 161 = 522 + 639
C阶段	1	2 372.9	343.3	3 402.8	134.3	2 372.9	24.60%	2 352.7	345.4	3 398.9	1 326.5	2 362.7	21.20%	2 369 = 1 542 + 827
	2	4 929.2	723.5	7 099.7	2 758.7	4 929.2	51.20%	5 635.1	760.9	7 917.8	3 352.4	5 635.1	50.70%	5 176 = 3 204 + 1 972
合计						9 636	100%					11 124.8	100%	10 156

应用程序分析技术,对原胶囊更换作业进行分析。研究发现,准备工作可以在停机前完成。硫化工到模具车间通知模具工换胶囊是因为在更换过程中要用到一辆模具车间和硫化车间共用的机械吊车。只有模具工才有驾驶证。这在一定程度上影响了更换操作的准时性。解决办法是定做一辆专门用来换胶囊的非驾驶操作的吊车。由于工作手套、模具保护罩等都是低值易耗品,可事先把这些用品准备在每一个机器的旁边。考虑能否把模具车间的胶囊库存搬到硫化车间?车间共有14台硫化机,用于生产的有13台(其中一台用于实验)。每台硫化机装配2个胶囊,共需26个胶囊。胶囊主要有四种型号,每种类型的胶囊在硫化车间准备2个,库存8个胶囊即可满足更换需要(经统计,平均每天需用2个)。硫化车间有足够的空间来存放此数量的胶囊。另外,为安全起见,可考虑在模具车间备存4个。模具工负责这些胶囊以及工作手套、模具保护罩的供应;硫化工和维修工负责更换胶囊。在更换胶囊的作业流程中是否可以避免对模具

处理呢?应用提问、归纳、整理技术,得出如下结论要点:

- (1) 工艺要求擦模具,目的是保证轮胎的质量。
- (2) 如果将预先准备好的模具同胶囊一起运到硫化车间,可以在更换胶囊作业中省去擦模具操作;同时也省去装卸旧胶囊模具的操作。
- (3) 从操作者的角度考虑,这样可以避免在胶囊太热的环境下作业,从而有利于工人的健康。
- (4) 这样做可以提高更换效率和产品质量。
- (5) 可以由模具车间进行模具准备工作。模具车间的生产能力能满足要求。因此,可建立新的更换胶囊作业流程:取消原流程的准备阶段;取消 B 阶段中卸模具、擦模具和装模具操作;C 阶段操作保持不变。

5. 改进效果

通过生产过程工序并行化取消了原更换胶囊作业的某些操作,使停机后胶囊更换作业简化而紧凑。处理模具的操作与更换作业的分离有利于作业者的健康和轮胎质量的保证。A、B 阶段时间消耗直接减少,C 阶段硫化机预热时间间接地得到缩短(与开模时间有经验关系),也相应地减少能量消耗。根据作业变化和前述的统计数据,新旧方案的正常观测时间消耗见表 6-10。

表 6-10 新旧方案的正常观测时间消耗对比

单位:cmn

原因	因性能原因更换 (1)(新方案)	因寿命原因更换 (2)(新方案)	总时间	
			新方案: (3) = (1) × (13/20) + (2) × (7/20)	旧方案
A 阶段	0	0	0	1 450
B 阶段	662	713.7	680 = 430 + 250	1 161
C 阶段	1 2 372.9	2 362.7	2 369 = 1 542 + 827	2 369
	2 3 238	3 282	3 254 = 2 105 + 1 149	5 176
合计	6 272.9	6 358.4	6 303	10 156

应用新作业流程每次更换胶囊可节约 37.9% 的时间。按一条轮胎的硫化时间 5 500 cmn 计算,对单台硫化机来说,可以多硫化 1.4 条轮胎((3 853/5 500) × 2 = 1.4);一台硫化机有两个模具,同时硫化 2 条轮胎。一个模具因更换胶囊而停机,则另一个模具也不能生产。据统计,一个月更换胶囊的次数平均为 60 次,那么一个月可以多生产 84 条(1.4 × 60 = 84)轮胎。



6.2.6 案例六 IE 在我国服务业应用的实证研究

1. 背景介绍

某验光配镜中心,以医院为依托,是天津市规模最大、设备最先进的现代化专业验光配镜中心。1996 年验光人数达 12 万人,配镜 7 万副,年配制隐形眼镜 3 万片,现有固定资产 408 万元。该中心先后获“1995、1996 年国家技术监督局通报表扬的全国十家经销眼镜质量合格单位”、“卫生部第一次产业优秀表彰大会先进集体称号”。

自 80 年代以来,该中心在提高服务质量方便患者方面进行了不断的改革。然而,随着内外环境的变化,原有的管理模式显得难以适应现在的市场形势,对内表现为库存过大,服务作业系统缺少合理的约束机制;对外直接表现为顾客的等待时间过长,取镜处拥挤等。长时间等候将给眼睛不好的顾客带来更多不便,因而导致顾客流失,大大削弱该中心的竞争优势。

该中心地处天津市最大商业区中心,坐落于最繁华商业街上,在其左右各 100 米路段内林立着大大小小近 20 家眼镜店,与该中心隔壁的一家规模较大的配镜店赫然醒目地树立着“一小时服务”的大幅招牌,从价格到时间全方位地竞争着,市场竞争之激烈可想而知。面对日益增长的社会需求带来的机遇和日益激烈的市场竞争带来的压力,该中心与天津财经学院双方密切配合开展了应用 IE 提高服务质量和效率的尝试。

2. 流程分析

配镜流程如图 6-21 所示。

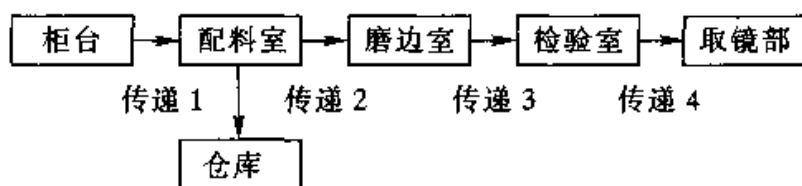


图 6-21 原配镜流程图

具体服务作业如下。

柜台: (1) 根据处方选镜架;

(2) 填写派工单;

(3) 把镜架与派工单放入传递盒;

传递 1: (4) 收集派工单与镜架;

(5) 把派工单与镜架送到发料室;

配料室: (6) 根据派工单选镜片;

(7) 判断是否有合适镜片;

- (8) 若有选出放在指定盒内;
- (9) 若无合适镜片去仓库领料;
- (10) 点中心,检测度数;
- (11) 把合格品放入盒中;
- (12) 登记、派工;

传递 2: (13) 送入磨边室;

- 磨边室: (14) 根据派工单选模片;
- (15) 判断是否有合适模片;
 - (16) 若有模片则裁边;
 - (17) 若无模片则重新制作模片、裁边;
 - (18) 把模片装入机器粗加工;
 - (19) 取出镜片精加工;
 - (20) 装配;
 - (21) 等待传递;

传递 3: (22) 收集成品;

- (23) 传递到检验室;

检验室: (24) 擦拭;

- (25) 判断外观是否合格;
- (26) 不合格,返修;
- (27) 合格,仪器检测;
- (28) 判断技术参数是否合格;
- (29) 不合格,返修或重新配制;
- (30) 合格品放入指定盒中;

传递 4: (31) 把成品镜传递到取镜部;

- 取镜部: (32) 根据顾客单据查找成品镜;
- (33) 试戴、调整;
 - (34) 是否合适;
 - (35) 不合适返修;
 - (36) 合适取走;

仓库: 定期传递镜片到发料室。

从具体的作业流程来看,整个配镜主要作业为 2,5,6,10,16,18,19,20,25,28,33,其他均为传递环节或辅助作业。由于传递环节过多,等待时间过长等导致整个配镜周期过长。图 6-22 是实际一批眼镜的加工流程时序图。

从图 6-22 可知,整个流程所用时间为 125 分钟,有效加工时间为 23 分钟,等待时间为 95 分钟,传递时间为 7 分钟。

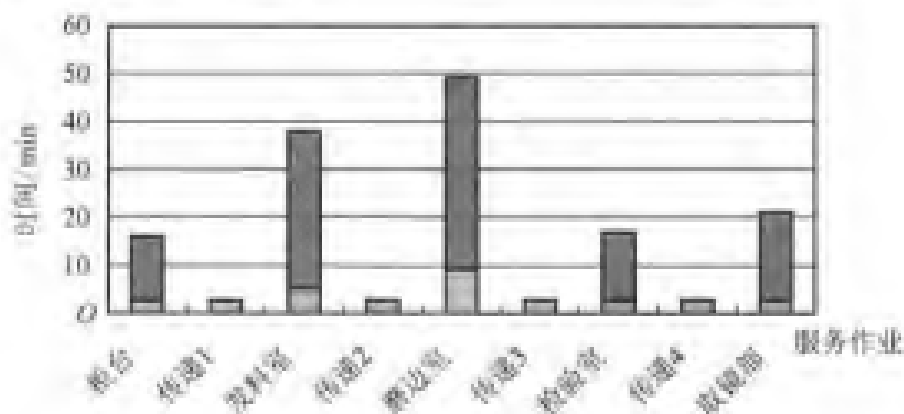


图 6-22 配镜流程时序图

等待时间约占整个流程时间的 80%，过长的原因主要是加工及传递批量过大，排队方法不科学，在制品存量过大。以传递批量每批 5 副为例，每副眼镜在每个工序上加工后要待其他 4 副加工完再传到下道工序；若每批 10 副的话，则每副眼镜的加工要待其他 9 副加工完才能传到下工序，这就使得每批中的先后次序无足轻重；再加上送料制，不论加工人员手下有无在制品，都可把待加工件送去排队，因而待加工眼镜的先后次序常常被打乱，先进不能先出，各道工序等待时间叠加累计，大大增加了配镜周期。

布局的不合理，使各环节的衔接不顺畅。一方面增加了传递时间，另一方面又使各环节的衔接出现中断。图 6-23 是空间布局及传递路线图。

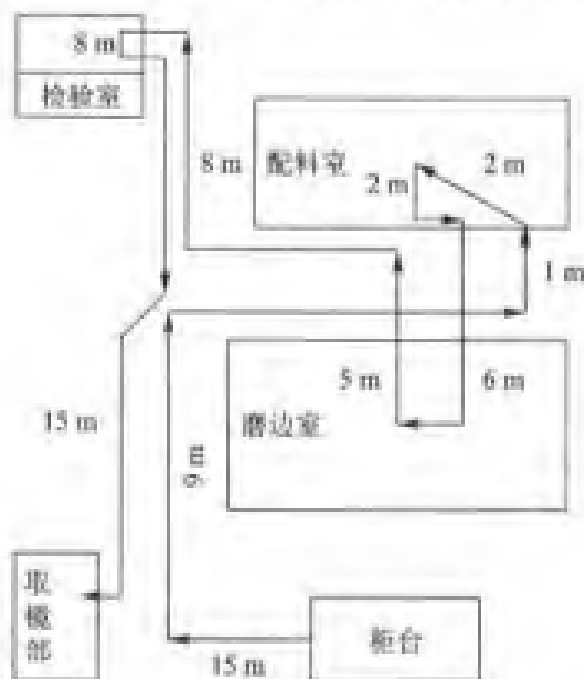


图 6-23 配镜部空间布局及传递路线图

从图中我们可以看到配镜流程的各个职能部门作业地点分散，没有能够很

好地利用空间,布局存在着严重的缺陷。物流的迂回、倒插现象十分严重,妨碍了流程的畅通性。

线性化的工作过程限制了交货时间,同时由于这种线性的工作方式没有信息系统的支持,使信息只能依附于物流过程一步步传递,各环节的沟通只能依靠派工单进行。作业现场混乱,模片查找困难,在制品堆积量大,使服务系统中的许多缺陷得以掩盖。

3. 改善方案设计

(1) 方案目标。通过对系统的优化、再设计,使整个服务系统达到准时化、标准化、信息化,实现一小时服务。

(2) 设计原则:

① “ECRS”四原则。即对工序进行取消,合并,重排,简化,使工作内容加以简化。

② 近距离原则。在条件允许的情况下,力求使物流距离最短,以减少传递距离,因而各作业单元应安置得尽量紧凑。

③ 尽量避免迂回和倒流以及曲折的物流流向原则。物流的迂回、倒流、曲折对物流系统优化极为不利,造成传送距离大,流向混乱,相应增大了传递时间。

④ 变“推进式”生产组织控制方式为“拉动式”控制方式,以保证准时化的实现。

⑤ 严格按照“先进先出,急件优先”的原则进行作业。

流程的设计方案如图 6-24。

(3) 方案要点。在加工环节变批量传递为单件传递,变批量加工为单件加工,变送料为取料,充分体现 JIT 生产方式的重要特点;在瓶颈工序实行每个加工人员加工一副,准备一副,加工完成后送回一副,再取一副的作业方式。

参考准时制的“看板”方式,在加工环节通过“看板”进行物料的传递、信息的交流。所谓“看板”,就是装有待加工件的塑料盒,红色看板盒为急件,黄色看板盒为期件,这样,加工人员很容易做出判断,使急件得以优先加工。此外在加工环节的取送制品的方式也加以彻底改变,由原来的配料人员送取成品,改为由加工人员自己取送成品。具体方式就是:制作特定的物料架,把看板盒放在不同区间,按照“急件优先”的原则,加工时加工人员必须先取走急件,待急件加工完毕后,才能取走期件。只有在把一个批量(初期一个看板盒装有两副待加工品,以后向一副过渡)的待加工品加工完毕后,才能再次取下一个批量的待加工品,在存取件的同时,把已加工完毕的成品放在物料架上。这样,在加工环节就形成了一个良性循环。一方面克服了传统送件方式下的平均主义,提高了加工人员的积极性与效率,使有能力的人员得以发挥最大的潜能;另一方面,减少了加工环节在制品堆积,使生产现场得以改善。

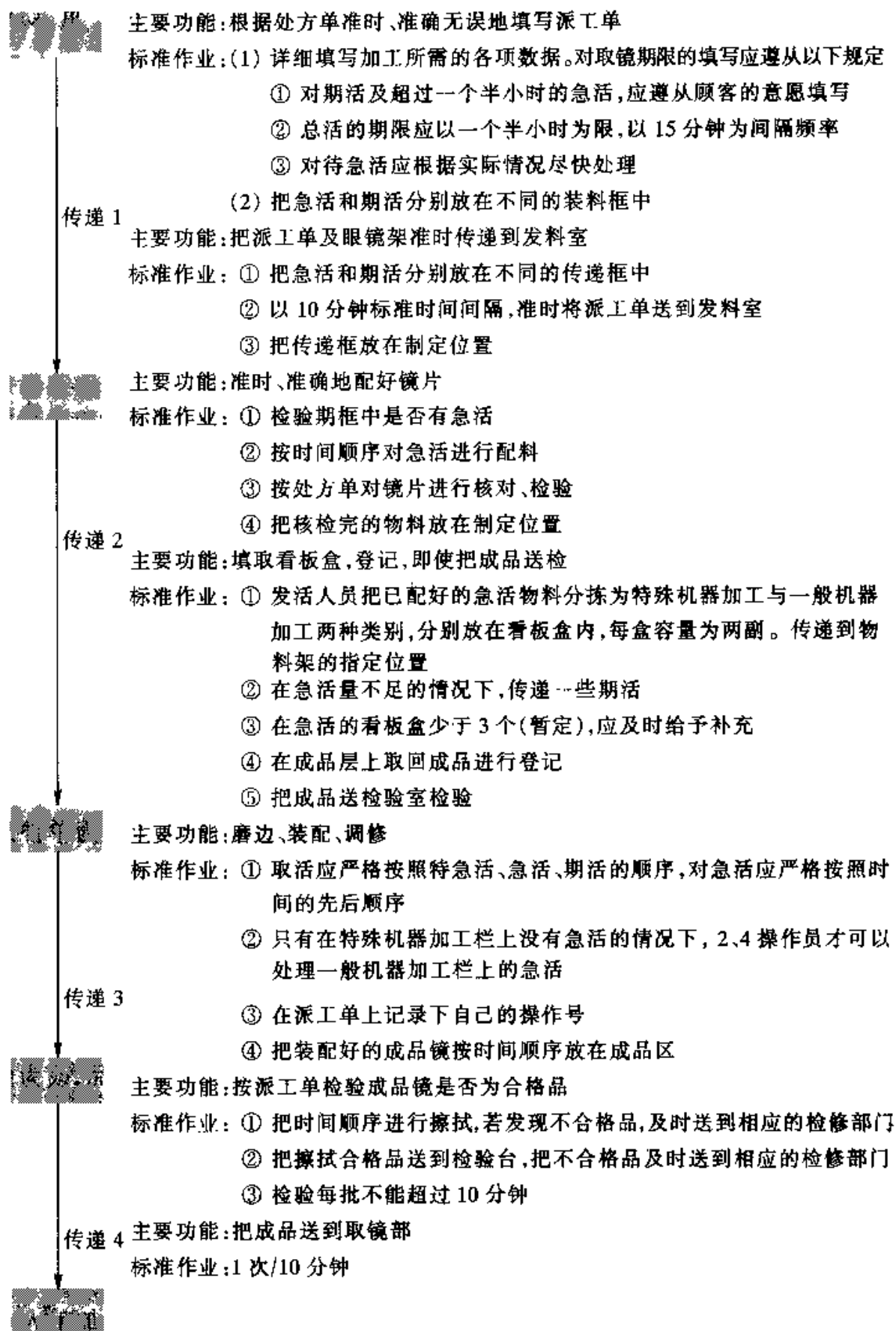


图 6-24 建议流程的设计方案

4. 效果评析

(1) 通过改进方案的实施大大缩短了配镜时间,提高了顾客满意度。表 6-11 和表 6-12 是实施改进方案后配镜时间的统计数据。

表 6-11 配镜时间分布

配镜时间(分)	0~30	30~45	45~60	60~75	>75
配镜数量	66	110	37	5	1

表 6-12 一小时内准时完工率与平均时间

配镜数量	准时完工件数	准时完工率	平均配镜时间
219	213	97.2%	37

对上述两组数据分析可知:

经过系统改进,平均配镜时间缩短到 37 分钟,1 小时内准时完工率达 97%,也就是说原来需 2~3 个多小时才能取到的眼镜,现在绝大多数都可在一小时内取到,基本实现一小时服务。

(2) 经过改进,缩短了取镜时间优化了取镜环境。按原先的作业方式,取镜时间相对集中,大量顾客集中取镜常常造成取镜处拥挤、混乱,妨碍工作,延长取镜时间。改进作业方式后实现了眼镜的先进先出,均衡流动,分散了取镜时间,取镜处的员工反映,由于取镜时间分散,使得顾客分散到达,大大缓解了取镜时的拥挤,改善了取镜环境,使取镜时的调试和说明等工作更加从容和精心,对提高服务质量和增加顾客满意度产生了很大作用。

(3) 提高质量和效率的同时降低了服务成本。按原先的作业方式,219 副急件的工作量需加班 3~4 个小时。因此,以前每逢周六、周日、寒暑假等配镜高峰日经常需要加班加点。改进以后,正常工作时间内工作效率的大幅提高避免了大量加班加点,减少了加班费用。改进以后单位时间内的配镜量增加了,但准时完工率反而提高,其原因是返工减少,证明配镜质量有所提高。

参考文献

1. 汪应洛. 工业工程手册. 沈阳: 东北大学出版社, 1999
2. 齐二石. 中国管理科学与工程类专业教育教学改革与发展战略研究. 北京: 高等教育出版社, 2002
3. 汪应洛, 安义中. 生产率工程. 成都: 四川大学出版社, 2001
4. 陈荣秋, 马士华. 生产与运作管理. 北京: 高等教育出版社, 1999
5. 汪应洛. 工业工程. 北京: 机械工业出版社, 1996
6. 汪应洛, 袁治平. 工业工程导论. 北京: 中国科学技术出版社, 2001
7. Salvendy. G. 现代管理工程手册. 上海市机械工程学会译. 北京: 机械工业出版社, 1987
8. [美] M. E. 蒙代尔. 动作与时间研究. 董靖译. 北京: 机械工业出版社, 1985
9. 安鸿章, 余刘军. 现代劳动定额学. 北京: 北京经济学院出版社, 1996
10. 李景元. 现代企业劳动定额员现场管理运作实务. 北京: 中国经济出版社, 2004
11. 苏伟伦. 百分百现场管理. 北京: 经济日报出版社, 2002
12. 聂云楚. 如何推进 5S. 深圳: 海天出版社, 2001
13. 周胜杰, 李宪荣. 共好 5S. 广州: 广东经济出版社, 2003
14. 柳克勋, 金光熙. 工业工程实用手册. 北京: 冶金工业出版社, 1993
15. 塞风, 张信传, 董新保等. 论工业生产率. 北京: 中国人民公安大学出版社, 1995
16. 刘丽文. 生产与运作管理. 北京: 清华大学出版社, 1998
17. 龚国华, 龚益鸣. 生产与运作管理. 上海: 复旦大学出版社, 1998
18. 施礼明, 汪星明. 现代生产管理. 北京: 企业管理出版社, 1997
19. [英] Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston. 运作管理. 李志宏译. 昆明: 云南大学出版社, 2002
20. [美] Jay Heizer, Barry Render. 生产与作业管理教程. 潘洁夫, 余远征, 刘知颖译. 北京: 华夏出版社, 1999
21. [英] S. N. 布罗德伯里. 生产率竞赛. 李晓东, 常欣译. 北京: 中国经济出版社, 2001
22. [美] D. W. 乔根森等. 生产率与美国经济增长. 李京文等译. 北京: 经济科学, 1989

23. 范中志,关立平.论在我国推广工作研究的必要性.中国机械工程学会首届工业工程学术会议论文集.1990
24. Riggs, James L. Productivity by Objectives. New Jersey:Prentice - hall 1983
25. Hicks, Philip E. Industrial Engineering and Management Science. New York: McGraw - Hill,1997
26. 范中志,张树武,孙义敏.基础工业工程.北京:机械工业出版社,1993
27. 赵铁生,王恒毅,李崇斌等.工效学.天津:天津科技翻译出版社,1989
28. Wayne C. Turner, Introduction to industrial and systems engineering,北京:清华大学出版社,2002
29. Hicks, Philip E. Industrial Engineering and Management——A New Perspective. New York: Mc Graw-Hill,2000
30. 李景元.现代企业现场管理.北京:企业管理出版社,2001
31. 朱昊.如何进行现场管理.北京:北京大学出版社,2004
32. 李广泰.生产现场管控.深圳:海天出版社,2005
33. 潘林岭.新现场管理实战.广州:广东经济出版社,2003
34. 韩展初.现场管理实务.厦门:厦门大学出版社,2002
35. 李广泰.看板与目视管理.深圳:海天出版社,2005
36. [日]门田安弘.新丰田生产方式.王瑞珠译.保定:河北大学出版社,2001