

ASME Y14.43-2011

【ASME Y14.43-2003(R2008)的修订版】

检具与夹具的尺寸 与公差标注原则

工程图纸与相关文档的实践方式

国际标准



美国机械工程师协会

目录

前言.....	iv
1 概述.....	1
2 引用文件.....	1
3 定义.....	1
4 原则.....	5
5 检具设计.....	11
6 尺寸与公差标注.....	19
7 使用.....	31
8 夹具.....	34

图

5-1 固定销的结构.....	15
5-2 推销的结构 — 类型 I.....	16
5-3 推销的结构 — 类型 II.....	17
6-1 基准目标符号.....	21
6-2 绝对公差标注法.....	22
6-3 检具制造商的公差等级.....	23
6-4 检具制造商的公差表.....	23

表

6-1 插销极限尺寸 — 等级 ZM、YM、及 XM.....	24
6-2 插销极限尺寸 — 等级 XXM.....	26
6-3 套筒与局部量具极限尺寸 — 等级 ZM、YM、及 XXM.....	28
6-4 套筒与局部量具极限尺寸 — 等级 XXXM.....	30

规范性附录

I 检具策略图示.....	35
II 实体状态的解释.....	41

资料性附录

A 检具特征的示例.....	47
B 检具示例及图示.....	62
C 与尺寸要素无关(RFS)及与实体边界无关(RMB).....	129

前言

本标准所包含的信息为使用 ASME Y14.5，尺寸与公差标注，中建立的原则为要素创建检具与夹具的方法。本标准阐述了用以测量最大实体状态（MMC）的通规及用以测量最小实体状态（LMC）的止规。本文件源自于已废止的 ANSI B4.4-1981，工件检测。本标准阐述了用以测量几何公差的功能检具，特别是【MMC 与最大实体边界（MMB）概念的】实效状态边界的验证。本标准还包含用以测量参照与尺寸要素无关（RFS）及与实体边界无关（RMB）的工件几何公差的检具与夹具示例。通规、止规与功能检具主要用以收集定性数据。当测量终端产品及某一制造阶段的产品以收集定量数据时，可使用夹具来恰当地模拟基准要素。

本标准中适用于检具与夹具的设计、尺寸及公差的原则与决策均符合 ASME Y14.5-2009 及该标准更早期的版本中的原则。本标准中所展示的检具与夹具均为 ASME Y14.5 中所示理论的实际体现，用以模拟（MMC 概念的）实效状态边界与模拟基准要素。

本标准中所讨论的检具仅涉及定性数据的收集（合格或不合格信息），而夹具可用在定量数据收集设备上。如本标准中的图所示，夹具与检具的区别在于检具包含参照基准要素与被测要素，而夹具仅包含参照基准要素。

本标准中的规则与原则符合 ANSI B4.4 及 ASME Y14.5 中的相关规则与原则。本标准中展示了检具与夹具更多的信息与示例。

理解检具与夹具是理解基于 ASME Y14.5 的产品尺寸与公差标注的关键。

本标准旨在服务于负责为工件设计检具与夹具的专业技术人员的需求。其中工件的尺寸与公差标注均符合 ASME Y14.5。

下列为主版本 ASME Y14.43 的更新内容：

- (a) 增加表格以表示各种检具类型及配合等级（ZM、YM、XM、XXM 与 XXXM）的定义、尺寸、公差、公差分配及粗糙度。
- (b) 使用基准要素移动符号并在检具中模拟其含义。
- (c) 包含可移动基准目标符号的可移动基准目标模拟器。
- (d) 在检具中模拟不规则的基准要素并且在检具元件的尺寸中包含更多的信息。
- (e) 包含更多推销示例。
- (f) 优化螺纹孔检具的细节
- (g) 提升和优化检具完全爆炸图的细节
- (h) 在检具中模拟作为基准要素的弧形表面
- (i) 论证并检测了基准要素空间自由度的发布与援引
- (j) 在检具中模拟参照为基准要素的圆角
- (k) 检测偏置的腰形基准要素
- (l) 在检具上展示非对称的或单向的新轮廓度公差符号
- (m) 展示参照于理论位置的平面检具元件
- (n) 更多 RFS 或 RMB 基准要素模拟器的图例
- (o) RMB 于 MMB 下的平面基准要素模拟
- (p) 使用扩张型检测销模拟 RMB 下的成组基准要素
- (q) 更多用于不规则孔的面轮廓度检测示例
- (r) 用以检测半径方向上孔的固定式圆锥形基准要素
- (s) 增加参照于 RMB 下与 MMB 下的复杂成组基准

这些更新旨在相对于以前的版本为用户提供关于检具与夹具的设计、尺寸标注、及公差标注更详细的信息以及更深入的理解。

本标准于 2011 年 1 月 28 日由 ANSI 批准为美国国家标准。

检具与夹具的尺寸与公差标注原则

1 概述

1.1 范围

本标准包含检具与夹具的尺寸与公差标注的设计实践方式，可用以验证受控于 MMC 下的几何公差所生成的最大实体状态 (MMC) 尺寸包容边界及实效状态边界，以及受控于最大实体边界 (MMB) 的基准要素。一些检具与夹具的示例可用以检测使用与尺寸要素无关 (RFS) 及与实体边界无关 (RMB) 的工件，如资料性附录 C 所示。

当用以验证根据 ASME Y14.5-2009 标注尺寸与公差的工件时，大多数的实践方式都是针对于收集定性数据的接收型检具。一些示例表示的则是将工件夹紧后用以定量数据的收集。这些实践方式的产品定义示例均符合 ASME Y14.5 的要求。由于 ASME Y14.5 不是检具标准，所以 ASME Y14.43 表示的是在 ASME Y14.5 中所示理论的实际表现，图示工件在验证公差时的夹紧与检测方式。

关于检具与夹具的原则及实践方式，见第 4 至第 8 章及规范性附录 I 和 II。

1.2 单位

本标准采用国际单位制 (SI)，因为在工程图纸中其通常优先于美国惯用单位制。美国惯用单位制可等效应用且已制定的原则无需调整。

1.3 图

本标准中的图均符合 ASME Y14.5-2009。这些图仅旨在帮助用户理解行文中所描述的检具与夹具设计原则及方法。图示可添加细节用以强调或故意未画完整。尺寸与公差的数值仅用作示意。

1.4 对本标准的引用

当图纸以本标准为基础时，须在图纸上或参照的文档中将此情况注明。对本标准的引用须声明为“根据 ASME Y14.43-2011 开发”。

2 引用文件

下列版本的美国国家标准在规定的范围内构成本标准的一部分。若更新版的标准与本标准的内容不冲突则可直接使用。若本标准的内容与引用标准的内容冲突，应以本标准的内容为准。

ASME B4.2, Preferred Metric Limits and Fits
ASME B46.1, Surface Texture (Surface Roughness, Waviness, and Lay)
ASME B89.6.2, Temperature and Humidity Environment for Dimensional Measurement
ASME B89.7.2, Dimension Measurement Planning
ASME Y14.36M-1996, Surface Texture Symbols
ASME Y14.5-2009, Dimensioning and Tolerancing
ASME Y14.5M-1994, Dimensioning and Tolerancing
ASME Y14.5.1M-1994, Mathematical Definition of Dimensioning and Tolerancing Principles
Publisher: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990; ASME Order Department: 22 Law Drive, P.O. Box 2900, Fairfield, NJ 07007-2900 (www.asme.org)

3 定义

3.1 概述

本标准应用了下列术语定义。部分术语与 ASME Y14.5-2009 或 ASME Y14.5-1994 重复并且是这些版本特有的。在其他情况下，这些术语在 ASME Y14.5 的多个版本中是一致的且未注日期。

3.2 检测

3.2.1 实际局部尺寸

实际局部尺寸：在尺寸要素的任意横截面上的任意单独距离的测量值。

3.2.2 实际贴合包容边界

3.2.2.1 实际贴合包容边界 (ASME Y14.5-2009)

实际贴合包容边界：在实体外部的一个包容边界。是与要素相似的对应理想要素，在外要素的外部收缩到极限的最小尺寸，和在内要素的内部扩张到极限的最大尺寸并且可与该表面的最高点接触。实际贴合包容边界有两种类型——非关联的(不受基准约束)与关联的(受基准约束)——其描述如下所示。

关联的实际贴合包容边界：与要素相似的对应理想要素，在内要素的内部扩张到极限或在外要素的外部收缩到极限，并且相对于适用的基准约束方向与/或位置。

非关联的实际贴合包容边界：与要素相似的对应理想要素，在内要素内部扩张到极限或与在外要素的外部收缩到极限，但无任何基准约束。

3.2.2.2 实际贴合包容边界 (ASME Y14.5M-1994)

实际贴合包容边界：根据要素类型所定义的包容边界，如下所示：

(a) 对于外要素：与要素相似的对应理想要素，能够与要素外接的最小尺寸且与表面的最高点刚好接触，例如，与表面的最高点刚好接触的理想形状的最小圆柱或分开放距离最小且形状理想的两平行平面。对于受方向或位置公差控制的要素，实际贴合包容边界应相对于合适的基准约束方向，例如，垂直于第一基准平面。

(b) 对于内要素：与要素相似的对应理想要素，能够与要素内切的最大尺寸且与表面的最高点刚好接触，例如，与表面的最高点刚好接触的形状理想的最大圆柱或分开放距离最大且形状理想的两平行平面。对于受方向或位置公差控制的要素，实际贴合包容边界应相对于合适的基准约束方向。

3.2.3 定性检具

定性检具：用于收集定性数据的一系列接收型检具，例如，通规或功能检具。

3.2.4 定性数据

定性数据：检测过程中所获取的信息，仅表示零件可接收或不可接收。

3.2.5 校准

校准：检具的检测及随后的调整(如需要)工作，以满足特定的参数。

3.2.6 检定

检定：检具满足特定参数的归档工作。

3.2.7 复杂要素 (ASME

Y14.5-2009)

复杂要素：一个包含复合曲率或一系列其他要素的单一表面，可约束多达六个空间自由度。

3.2.8 基准要素模拟器

注：ASME Y14.5-2009 的基准要素模拟器有两种定义：(理论的)基准要素模拟器与(实际的)基准要素模拟器。尽管在 ASME Y14.5-2009 中该术语的缺省含义为理论的，但在 ASME Y14.43 中该术语的缺省含义为实际的。

3.2.8.1 基准要素模拟器 (ASME Y14.5M-1994)

基准要素模拟器：可与基准要素保持接触且足够精确的形面(如平板表面、检具表面、或心棒)，可用以建立模拟基准。

注：在制造或检测过程中模拟基准要素可用作基准的实际体现。

3.2.8.2 (实际的) 基准要素模拟器 (ASME Y14.5-2009)

(实际的) 基准要素模拟器：实际边界，可用以从规定的基准要素上建立模拟基准。

注：例如，检具、夹具元素、或数字数据(如机床台面、平板表面、心棒或数学模拟)，虽然不是理想表面，但精度足够高，由其导出的平面可用以建立模拟基准。在制造或检测过程中实际的基准要素模拟器可用作理论的基准要素模拟器的实际体现。

3.2.9 不规则尺寸要素 (ASME Y14.5-2009)

不规则尺寸要素: 共有两种类型的不规则尺寸要素, 如下所示:

(a) 直接标注公差的一个要素或一组要素, 可包含或包含于一个实际贴合包容边界, 如球、圆柱或一对平行表面。

(b) 直接标注公差的一个要素或一组要素, 可包含或包含于除球、圆柱或一对平行平面外的一个实际贴合包容边界。

3.2.10 规则尺寸要素 (ASME Y14.5-2009)

规则尺寸要素: 一个圆柱表面或球表面、圆形元素、以及一组两个相互平行的元素或相互平行的表面, 且以上的每个要素均与直接标注公差的尺寸关联。

3.2.11 定值极限量规

定值极限量规: 已定义几何形状与尺寸的设备, 可用以检测工件的要素与尺寸规范的符合性, 也称为“极限量规”。

3.2.12 夹具

夹具: 一种设备, 可用以在工装或检具上将零件牢固地约束于其在制造、装配或检测过程中的理论位置。

3.2.13 功能夹具

功能夹具: 含有组成检具元件的设备, 可与零件基准要素实现实际的接触。一般可将零件实现与其装配时相同的约束。该夹具及其检具元件可体现零件上的模拟基准要素且使用 ASME Y14.5 中的技术在图纸上识别。

3.2.14 功能检具

功能检具: 一种极限定值的检具, 可用以验证由要素的 MMC 及在 MMC 尺寸下适用的几何公差的组合效应所生成的 (MMC 概念的) 实效状态边界。

3.2.15 检具元件

检具元件: 检具的实际要素, 可用以验证工件与相关公差要求的符合性。这些实际要素

可表示基准要素模拟器、实效状态、或基准实体边界。

3.2.16 通规

通规: 一种定值极限量规, 可检测尺寸要素是否在 MMC 理想形状边界的范围内。

3.2.17 最小实体边界 (LMB) (ASME Y14.5-2009)

最小实体边界 (LMB): 公差或公差组合定义的极限边界, 存在于要素的实体上或其内部。

3.2.18 最小实体状态 (LMC)

最小实体状态 (LMC): 尺寸要素在规定的尺寸极限范围内所含材料最少的状态 (例如最大的孔径、最小的轴径)。

3.2.19 最大实体边界 (MMB) (ASME Y14.5-2009)

最大实体边界 (MMB): 公差或公差组合定义的极限边界, 存在于要素的实体上或其外部。

注: 关于在基准要素模拟中 MMB 的正确计算, 见 ASME Y14.5-2009, 图 4-16 及 4.11.5 与 4.11.6。

3.2.20 最大实体状态 (MMC)

最大实体状态 (MMC): 尺寸要素在规定的尺寸极限范围内所含材料最多的状态 (例如最小的孔径、最大的轴径)。

3.2.21 止规

止规: 一种定值极限量规, 可检测尺寸要素是否在 LMC 实际局部尺寸范围外。也称为“非通规”。

3.2.22 与尺寸要素无关 (RFS)

与尺寸要素无关 (RFS): 表示无论尺寸要素的实际贴合包容边界尺寸如何增加均只应用同一个几何公差值。

3.2.23 与实体边界无关 (RMB) (ASME Y14.5-2009)

与实体边界无关 (RMB): 表示基准要素模拟器可从 MMB 向 LMB 变化, 直到与要素边界达到最大接触。

3.2.24 合成状态

3.2.24.1 合成状态 (ASME Y14.5-2009)

合成状态：单一最差边界，由以下因素的综合效应生成：尺寸要素规定的 MMC 或 LMC、该实体状态下的几何公差、尺寸公差、以及要素由于偏离其规定的实体状态而导出的额外几何公差。

3.2.24.2 合成状态 (ASME Y14.5-1994)

合成状态：可变边界，由以下因素的综合效应生成：尺寸要素规定的 MMC 或 LMC、该实体状态下的几何公差、尺寸公差、以及要素由于偏离其规定的实体状态而导出的额外几何公差。

3.2.25 分开检测要求

分开检测要求：相对于公共基准参照系确定位置的要素或成组要素不需要共同检测的状态（该状态不影响组内要求）。若不要求同时检测，可将缩写词“分开要求”放置于公差框格下方。见同时检测要求。

3.2.26 同时检测要求

同时检测要求：相对于公共基准参照系确定位置的要素或成组要素需要相对于该公共基准参照系作为一个单一成组共同检测的状态。除非使用缩写词“分开要求”规定，否则复合公差框格的下层不适用此要求。

3.2.27 定量数据

定量数据：在检测过程中获取的信息，使用测量值表示零件的可接收程度。因此，该可接受程度是以数值的形式记录的。

3.2.28 实效状态

实效状态：固定边界，由被测尺寸要素规定的 MMC 或 LMC 及该实体状态下的几何公差的综合效应生成。

3.2.29 (MMC 概念的) 实效状态

(MMC 概念的) 实效状态：对于所有内尺寸要素，计算方式为从要素的 MMC 尺寸中减去

适用于 MMC 下的几何公差。对于所有外尺寸要素，计算方式为从尺寸要素的 MMC 尺寸中增加适用于 MMC 的几何公差。关于更多信息见最大实体边界。

3.2.30 工件/零件

工件/零件：通用术语，用以指示相互无关联的终端产品、分总成、或最终的总成。

3.2.31 零施力

零施力：理论状态，检具元件与工件要素相连时不施加任何的力。在本标准中使用时，零施力可理解为施加最小的实际力且不导致要素或检具变形或移动。当施加的实际力导致要素或检具相对于其自由状态变形或移动时，可视为过度施力。

3.3 公差标注

3.3.1 (保守的) 绝对公差

(保守的)绝对公差：检具公差标注的策略，可保证在应用检具制造商的公差、工件的尺寸极限、与几何控制下，零件可实现完全的随机装配。见 4.3.1。

3.3.2 检具制造商的公差

检具制造商的公差：检具制造商所允许的制造公差，应用于检具以及比较标定参照体。

3.3.3 测量不确定度

测量不确定度：校正的测量尺寸与实际尺寸之间的差异。在基于统计分布的信息足够时，此估计值可与特定的概率相关联。在其他情况下，可将随估计值给出的置信度数字表达式作为一种替代的形式给出。

3.3.4 乐观公差

乐观公差：检具公差标注的策略，可保证所有在公差范围内的零件要素在检测时可通过检具测量。见 4.3.2。

3.3.5 实用的绝对公差标注

实用的绝对公差标注：检具公差标注的策略，可预计到大多数在公差范围内的零件要素可通过检具测量，一些在公差范围内的临界

零件要素会无法通过检具测量，以及存在很低概率的可能会出现不在公差范围内的临界零件要素可通过检具测量。见 4.3.4 与规范性附录 II。

3.3.6 折中公差

折中公差：检具公差标注的策略，可保证大多数在公差范围内的零件要素在检测时可通过检具测量并且大多数不在公差范围内的零件要素无法通过检具测量。见 4.3.3。

3.3.7 磨损补偿公差

磨损补偿公差：由于检具随时间磨损而应用于检具元件的额外尺寸公差。

3.3.8 工件/零件公差

工件/零件公差：对于止通规，此公差标注为 LMC 与 MMC 之间的差值。对于功能检具，此公差为(最大实体概念的)实效状态与(最小实体概念的) LMC 之间的差值。

4 原则

4.1 概述

4.1.1 检具设计原则 检查包容边界或边界的检具在设计时均基于类似的原则，即是否检测 MMC 或 (MMC 概念的) 实效状态。通规可确定 ASME Y14.5 定义的 MMC 包容边界的符合性。功能检具可用以检测使用 ASME Y14.5 定义的 MMC 概念所创建的实效状态的符合性。资料性附录 B 包含的示例为功能检具的设计、尺寸标注及公差标注，这些检具可用以验证工件与其适用的实效边界之间的符合性。这些检具经常限定于定性数据收集（通过/不通过）。资料性附录 C 包含的示例为功能检具的设计、尺寸标注及公差标注，这些检具可用以验证工件与规定于 RFS 且参照于 RMB 的基准要素下的几何公差之间的符合性。当检具用以验证工件与参照于 RFS 且/或参照于 RMB 的基准要素下的几何公差之间的符合性时，其设计经常更复杂，并且通常因此须增加可扩展的或可收缩的检具元件与探针，使其能够收集定量数据。

4.1.2 检测的目标 当检测的目标为接收所有的好零件并且拒收所有的坏零件时，检测设备的制造误差会导致此目标无法实现。取决于所选择的公差标注策略，检具元件的尺寸范围会大于、小于或介于其检测的边界之上。所选的公差标注策略会决定临界状态的零件要素是否可接受。检具公差标注的实践方式要求检具设计的尺寸公差与/或几何公差在经济性允许的情况下做到尽可能地小。

4.1.3 经济性环境 检具与夹具的设计与制造是限定于特定的经济性环境之下的。检具允许的公差越小，制造的成本越高，当运用恰当时更多数量在规定范围内的零件可通过检测。相应地，更小的检具公差预留给检具磨损的余量也更小，因此会缩短检具寿命。当磨损超越可接收的极限时，检具会开始接收技术层面上的坏零件。须定期检测检具并且在此情况发生前应调换或维修检具。

检具允许的公差越大，能够从超差的零件中识别出合格零件的可靠性就越差，并且基于使用的检具公差标注策略可能拒收更多的合格零件或接受更多的超差零件。检具的成本须与工件接受/拒收率的成本相权衡。因此，设计人员须考虑盈亏点并且在检具过高的先期成本与由于拒收合格零件（即符合图纸规范的零件）与接收超差零件相比导致的过高长期成本之间做出正确的平衡决策。

4.2 检具的功能与使用

理论上，定值极限量规应接收所有在尺寸上符合规范的工件并且拒收所有不符合规范的工件。通规及功能检具须完全通过被测工件。若使用恰当，止规不得在任意位置上通过工件。

4.2.1 通规插销 当手持操作时，通规插销须通过孔的全部长度范围，且无需过度用力。若无法使用全型面通规插销或在 MMC 下理想形状的规则无需生效，则当使用部分通规时，应该应用于在轴向平面上绕周圈均匀分布的孔上。除非另有规定，对于刚

性要素要求在 MMC 下形状理想，需要使用 MMC 尺寸的全型面圆柱形插销及对于轴需使用 MMC 尺寸的圆柱形套筒。当检测如薄壁之类的非刚性工件时，不得额外施力，因为额外施力可使孔变形并给出错误的结果。对于非刚性要素，不要求在 MMC 下形状理想。

4.2.2 止规 设计为与工件接触的量规可以用以检测工件的 LMC 极限，如果是圆柱，则两个在直径方向上的对应点的分开距离应恰好等于 LMC 的尺寸极限。该止规在任意位置上不得通过或覆盖工件。若确定该两对应点类型的测量不能使用时，应使用圆柱形或球形的插销，当不过度施力时通过手持不得插入此孔。过度的力应视为足以使工件或检具破坏或变形的力。如果可能时，应从孔的两端分别检测。包含部分球形检测表面的止规在放入孔内时可将其倾斜，且若不过度施力则无法将其在孔内竖起。此检测设备须负责控制孔内的所有横截面。

4.2.3 圆柱形通规套筒 当测量力为零（或规定的修正值）时可通过手持将此量具包容轴的完整长度。若对于特定的工件，由于不要求在 MMC 规则下形状须理想而不能使用此圆柱形通规套筒时，可使用部分通规，此部分通规须

(a) 在其自身重量或在量规上标记的力作用下可通过包含水平轴线的尺寸合格的轴。

(b) 在不过度施力时可通过手持通过包含竖直轴线的尺寸合格的轴。

4.2.4 局部止规 局部止规须

(a) 在其自身重量或在量规上标记的力作用下不得通过包含水平轴线的尺寸合格的轴。

(b) 在不过度施力时不得通过手持通过包含竖直轴线的尺寸合格的轴。

4.2.5 功能检具 在不过度施力时功能检具的检测销须能够通过被测孔的整个深度范围。

在不过度施力时功能检具的孔（套筒）须能够通过被测轴的整个长度范围。若在检

具上模拟平面基准要素，工件上的基准要素须与检具上的模拟基准要素适当地接触（例如，至少三个居高点与第一平面基准要素接触，至少两个居高点与第二平面基准要素接触，至少一个居高点与第三平面基准接触）。当出现基准摆动问题时，关于基准平面的正确建立，见 ASME Y14.5.1M。若需对基准要素进行约束，须在工件图纸上规定，否则工件的约束须确保同一个零件在自由状态下的测量读数始终一致。

(a) 当使用功能检具原则时，推荐：

(1) 检具、制造工装与零件（包括公差及其补偿）应由一支同步工程团队负责设计。

(2) 检具定义应使用与定义被测零件相同的几何特征。

(b) 当使用功能检具原则时，要求：

(1) 应使用零件的基准要素或基准目标定义检具的模拟基准要素。

(2) 用以验证位置度要求的功能检具上的检测元素应以产品图纸上标注尺寸的要素位置来确定理论位置的尺寸。

(3) 检具应模拟被测要素的实效状态或，如适用，MMC，而基准尺寸要素的模拟为其合适的 MMB 或 RMB。关于模拟在其合适的 LMB 下的基准要素，尽管在软件程序中是可行的，但已证明在实际检测中是不可行的。

(4) 当在产品规范中援引同时要求时，所有功能检具的元件须在单次检测中可插入或包容所有的零件要素。

(c) 当使用功能检具原则时，可看到：

(1) 当未援引分开要求时，为每个零件规定一个基准参照系即允许使用一套检具来验收零件。

(2) 当增加基准参照系数量时会导致检具数量增加或对于多个基准参照系会要求在一套检具上进行多步操作与多步检测。

4.3 检具公差标注策略

4.3.1 至 4.3.4 解释了多种可选择的检具公差标注原则形式。检具或夹具设计者可为特定的实施情况选择这些策略之一。

本标准推荐对通规使用绝对公差标注策略以及对功能检具使用实用的绝对公差

标注策略。其结果为基于 ASME Y14.43 设计、标注尺寸与公差的通规不会接收任何超出其 MMC 理想形状包容边界的零件，以及功能检具实际上不会接收任何超出其（MMC 概念的）实效状态边界、其 MMC、或，如适用，其 MMB 的零件。采用实用的绝对公差标注策略的检具有很小的统计概率可能接收超出其几何公差的零件。接收此风险是为了接收更多临界状态但技术上在公差范围内的零件，从而降低被测零件的长期成本。在功能检具上使用绝对公差标注策略也是可接受的，但若使用的公差数值与本来用于实用的绝对公差标注策略的检具相同时，在公差带范围内应用的更大部分公差将拒收合格零件。对于止规，本标准推荐量具设计采用绝对公差标注策略的精神，可拒收所有超出其 LMC 的零件。对于止规，实现方式为减少基于 LMC 设计的检测销的尺寸公差，并增加基于 LMC 设计的检测孔的尺寸公差。

检具的公差越大，接收或拒收合格零件的可能就越大，这取决于选择 4.3.1 至 4.3.4 中定义的何种检具策略。

4.3.1 绝对公差标注（保守的公差标注） 采用绝对公差标注（保守的公差标注）的检具公差标注策略可确保零件的完全随机装配性，实现方式为将检具制造商的公差、允许的磨损、测量不确定度与形状控制等所有因素均考虑在工件的尺寸极限与几何控制范围内。检具公差从极限【例如，被测要素的 MMC 或（MMC 概念的）实效状态】起为检具元件增加材料。基于此策略制造的检具会接收大部分在公差范围内的零件要素。拒收所有不在公差范围内的零件要素，以及拒收小部分技术上在公差范围内的临界零件要素。见规范性附录 I，图 I-2。

4.3.2 乐观公差标注 采用乐观公差标注的检具公差标注策略可确保检具在检测时可接收所有在公差范围内的零件要素，实现方式为将检具制造商的公差、允许的磨损、测量不确定度与形状控制等所有因素均考虑在工件的尺寸极限与几何控制范围外。检具公差从极限【例如，被测要素的

MMC 或（MMC 概念的）实效状态】起为检具元件减少材料。基于此策略制造的检具会接收所有在公差范围内的零件要素，拒收大部分不在公差范围内的零件要素，以及接收小部分技术上不在公差范围内的临界零件要素。见规范性附录 I，图 I-3(a) 与 I-3(b)。

4.3.3 折中公差标注 采用折中公差标注的检具公差标注策略可确保检具在检测时可接收大多数在公差范围内的零件要素以及拒收大多数不在公差范围内的零件要素。实现方式为将检具制造商的公差、允许的磨损、测量不确定度与形状控制等因素部分考虑在工件的尺寸极限与几何控制范围内，部分考虑在工件的尺寸极限与几何控制范围外。检具公差从极限【例如，被测要素的 MMC 或（MMC 概念的）实效状态】起为检具增加与减少材料。基于此策略制造的检具会接收大部分在公差范围内的零件要素；拒收大部分不在公差范围内的零件要素；接收小部分不在公差范围内的临界要素；拒收小部分在公差范围内的临界要素。见规范性附录 I，图 I-4。

4.3.4 实用的绝对公差标注 采用实用的绝对公差标注的检具可预计接收大多数在公差范围内的零件要素，拒收部分在公差范围内的临界零件要素，以及很低的概率接收不在公差范围内的部分临界零件。实现方式为在考虑检具制造商的公差、允许的磨损、测量不确定度与形状控制等因素时确保检具的所有尺寸公差在工件的尺寸极限范围内，但允许几何公差超出工件可接收的实效状态边界一小部分。见规范性附录 II。

4.4 统计学：统计公差标注

统计公差标注的方法为基于统计学原则分配公差并且典型的做法是应用于总成的子零件。子零件公差的增加值可超过从总成按数学计算所得公差的 100%。对过程分布的考量可决定装配的子零件能否制造出可用的总成。将子零件公差作为群体特征进行评估而不是单个零件数据。在子零件的制造中当公差增加时可将过程能力视为一个因

素。在建立群体特征时需获取定量数据。

因此，本标准不推荐使用物理（定性）检具验证标注统计公差（ST）的要素。定量数据收集设备，如坐标测量仪，更适于验证统计公差。当使用定量数据收集方式时，若使用夹具模拟基准要素，则可提高测量精度。

4.5 反映零件几何公差的检具几何公差

每个代表工件要素的检具要素推荐按为该特定工件要素指定公差的 5%至 10%之间设定公差。如 4.3 所述，检具公差标注策略的选择会将检具公差与工件公差关联，并且决定检具公差是包含其中或额外添加。

注：本标准推荐检具设计者将零件公差的 5%用作检具公差，同时将另外的 5%用作允许的磨损量。该推荐应作为检具设计者的指南。检具公差的选择须考虑零件功能、安全、与经济性结果。在考虑检具子零件的累计（公差累积）误差时须特别小心。

4.5.1 公差累积的效应 检具的尺寸标注方式应与所检测的零件相同，使用被测要素设定公差的 5%至 10%作为检具公差。推荐使用基线尺寸标注方式以减少公差累积。若在检具中已表示出所有被测要素的公差的 5%至 10%时，应考虑整个检具公差的累计。不推荐此公差大于特定被测工件要素公差的 50%。例如，若检测成组孔的位置度公差且这些孔最大的位置度公差为 0.3（已包含所有来源于孔的尺寸极限的可能补偿公差），则检测此成组孔的检具（可包含检具第一基准模拟器的平面度、第二基准要素模拟器的尺寸公差与垂直接度公差、第三基准要素模拟器的尺寸公差与位置度公差、以及检测该成组孔的检测销的尺寸公差与位置度公差），在累加后不应超过孔的零件公差（0.3）的 50%。在此示例中，所有模拟零件基准要素的以及代表检测零件上成组孔的检测销的相关检具公差累积不应超过 0.15 的公差。

4.6 检具设计要求

所有被测工件的尺寸与公差都应充分考虑标注，确保可创建该检具并且可用以检测工件上的要素。

4.6.1 检具设计准则 每个检具的设计目标均为遵从每个被测要素。检具的设计须反映工件规范。因此，工件的尺寸与公差标注须充分，确保功能要求明确可制造及可检测。零件规范不完整可导致检具无法设计、标注尺寸或标注公差。

4.6.2 完整性 所有检具的尺寸标注与公差标注须完整。

4.7 检具尺寸及其与要素充分匹配的原则

4.7.1 止通规原则 MMC 与 LMC 是分开的定量尺寸要求

(a) 检测被测要素的 MMC 极限应使用插销或套筒，其长度等于要素的最大长度或工件与其匹配零件的最大匹配长度，并且其直径等于工件要素的 MMC。该通规应在不施力的前提下完全通过或覆盖在公差范围内的工件要素。

(b) 检测工件的 LMC 极限的检具设计应与工件在直径方向上的两对应点接触，其分开距离等于工件的 LMC 极限。该止规在任何位置上不得通过或覆盖在公差范围内的工件要素。

(c) 除非 MMC 与实效状态边界相同（即在 MMC 下零公差的情况），此时可用功能检具同时验证 MMC 包容边界与实效状态边界，否则（MMC 概念下的）实效状态边界的功能检测是与尺寸极限分开的验证要求。检测被测要素或成组被测要素的实效状态边界应使用插销或套筒，其直径等于（MMC 概念的）实效状态且其长度等于要素的最大长度，或要素与其匹配零件的最大匹配长度（如适用，可标注要素长度、要素的受控长度、或延伸公差带）。这些功能检具的元件应能够在不施力的前提下完全通过在公差范围内的工件要素。模拟基准要素的检具元件为与零件要素相反的几何要素。对基准尺寸要素的模拟为其合适的 MMB 或 RMB。对 LMB 下的基准尺寸要素的最佳模拟方式为计算机辅助测量机的软件而非物理（实物）检具。

4.7.2 原则的偏离

(a) 当需要偏离 4.7.1(a) 及(c) 给出的【检测 MMC 与 (MMC 概念的) 实效状态】原则时, 部分考量示例如下所示:

(1) 若已知基于所使用的制造工艺, 孔或轴或其他尺寸要素的直线度或方向(如适用)偏差很小且不影响装配工件的配合特征时, 通规或功能检具的插销或套筒的长度可小于匹配工件的匹配长度。这类对理想状态的偏离可更便于使用标准夹具块。

(2) 对于大孔的检测, 通规或圆柱形功能检具插销太重而不方便使用时, 若已知基于所使用的制造工艺, 该孔的圆度与直线度偏差很小且不影响装配工件的配合特征时, 允许使用部分圆柱形检测块或球形检具。

(3) 使用通规或圆柱形功能检具套筒检测轴时经常不方便, 若已知基于所使用的制造工艺, 轴的圆度与直线度偏差很小且不影响装配工件的配合特征时, 可使用局部检具代替。应分开检测小直径长轴的直线度。

(b) 当需要偏离 4.7.1(b) 给出的(检测 LMC) 原则时, 部分考量示例如下所示。对于以下示例, 不需要或不必使用两点式检测设备检测 LMC:

(1) 点接触易于磨损, 从而在大多数情况下可使用, 如适用, 小平面、圆柱形表面或球形表面代替。

(2) 在检测非常小的孔时, 很难设计与制造两点式检测设备。可能只得使用完整的圆柱形止规插销, 但用户需意识到可能会接收直径超出止规极限的工件。

(3) 当使用有限的接触力操作两点式机械接触设备时, 非刚性工件可能变形成椭圆形。若不可能将接触力减少到几乎为零, 则会需要使用完整的圆柱形止规套筒或插销。

注: 经常可用简单的测量工具模拟专门用于检测 LMC 的止规在每一组两点对应的位置, 如包含合适探头的百分表、游标卡尺、或甚至小孔检具。

4.8 检测过程中的工件扭曲

如果检具使用不小心, 可能会使工件扭曲。为避免此情况发生, 在检测过程中须操作适当。在使用过程中零件或检具的扭曲都

会损害检测操作的正确性并且能导致接收不符合规范的零件或拒收符合规范的零件。

4.8.1 完全的自由状态测量 不得通过扭曲工件以获得合格的测量结果。除非另有规定, 所有工件应在自有状态下检测。
【见 ASME Y14.5-2009, 1.4(m) 与 5.5.】

4.8.2 约束 若要求工件在约束状态下检测(见 ASME Y14.5-2009, 5.5.2), 须在设计图纸上以及尺寸测量计划上(见 ASME B89.7.2) 针对工件或被测要素注明。这些注须按需标注完整, 确保工件的检测方式与其实际功能一致。

4.8.3 柔性零件 除非另有规定, 所有柔性零件应在自由状态下检测【见 ASME Y14.5-2009, 1.4(m)】。若期望在约束状态下检测, 须在工件图纸上注明并伴有测量方式的计划。

4.9 尺寸控制形状的原则(包容原则)

(a) 对于孔 能内切于孔且与表面的居高点恰好接触的最大理想假想圆柱直径须不得小于 MMC 尺寸极限。在孔内任意位置的最大直径须在任意直径方向上的两对应点上不得超过 LMC 尺寸极限。

(b) 对于轴 能外接于轴且与表面的居高点恰好接触的最小理想假想圆柱直径须不得大于 MMC 尺寸极限。在轴上任意位置的最小直径须在任意直径方向上的两对应点上不得小于 LMC 尺寸极限。

(c) 上述解释都要求若在工件上, 处处尺寸都位于其最大实体极限, 则该工件的圆度与直线度须是理想的(即理想的圆柱)。对于所有尺寸要素, 如圆柱、球、及任意两对应平行平表面, 尺寸极限可控制表面形状, 若实际制造的尺寸要素处处位于其 MMC 时, 其形状须为理想的。除非另有规定, 且遵从于上述要求, 所有尺寸要素相对于理想形状的偏离在实际制造的尺寸要素位于其 LMC 时可达到全部的尺寸公差值。

(d) 当基于尺寸公差所允许的最大形状偏差太大而无法满足装配零件的功能要

求时，应分开规定形状公差（例如，平面度、直线度、圆度或圆柱度）。在其他情况下，当基于尺寸公差所允许的最大形状偏差太小时，可取消在 MMC 下形状须理想的规则或使用下列方法之一放松要求：

- (1) 对尺寸要素使用独立原则符号（见 ASME Y14.5-2009）
- (2) 可使用平均尺寸表示对于该要素，只需其平均尺寸在尺寸公差的范围内即可。
- (3) 使用诸如导出中位线的直线度或导出中位面的平面度控制
- (4) 图纸注释，如“无在 MMC 下形状须理想的要求”。
- (e) 上述关于在 MMC 下形状须理想的规则不适用于
 - (1) 非刚性要素
 - (2) 直接采购状态下的备用件尺寸要素

(3) 控制要素几何公差的公差框格可在规定的几何公差之后使用 LMC 符号。这些控制于 LMC 下的要素在测量尺寸符合性时须符合在 LMC 下形状须理想的要求以及在任意两点直径方向上对应点上（例如，在直径上）的不得超出 MMC。

4.9.1 “横截面”之于“两点”之于“包容边界” 除非另有规定，应使用完整形状的通规或其模拟器检测所有刚性尺寸要素在 MMC 下是否具有理想形状包容边界。除非另有规定，应使用两点对应式的检测工具检测 LMC，与止规近似。若无法使用两点对应式的止规检测 LMC，可使用能检测要素横截面的检具，如小孔检具。

4.10 功能检具验证装配性

常使用功能检具验证工件的装配性。实现方式须为检测工件要素或被测要素的尺寸与几何特征。

4.11 检测温度

检具须在 20 摄氏度（68 华氏度）下标定。见 7.2.1。

4.12 经济性

当通规或功能检具的经济性不可行时，可使用其它检测工具构建合适的模拟方式。例如，计算机控制的坐标测量机可用以获取数字数据集。这些测点可用以建立实际数值的模型并且将其与被测要素的计算机最差设计模型比较，以确定通常使用物理（硬）止规或功能检具检测的边界符合性。这些计算机生成的通规与功能检具可模拟物理检具的功能。这些模拟的虚拟检具将仅验证或拒收其所探测的点，但这些测点未必能够代表被测工件的所有点。另外，对于须检测与基准相对关系的被测要素，推荐将工件尽可能地夹紧，因为相对于在基准要素上直接使用探针的模拟方式，夹紧可更好地模拟平面居高点与轴线。夹具的制造精度水平须足够高，以确保不确定度可接受。

4.12.1 初始成本的合理性 定值极限功能检具与夹具在下列情况中可用以检测工件：

- (a) 使用方便且可满足检测目的
- (b) 被测工件的数量足够多，可平衡检具的制造成本
- (c) 仅靠极限检具的设计可与工件的形状相匹配
- (d) 大批量工件的验证为定性数据的收集而仅针对小批量的样件收集定量数据
- (e) 被测的零件是柔性的且有约束要求

4.12.2 速度与能力：物理检具之于虚拟检具 当考虑通规与功能检具的初始投资时，应考虑检具验证或拒收零件要素的速度。这些检具在检测复杂的要素几何特征时，其速度一般须快于其它的检测工具。然而，除非使用计算机生成的虚拟检具，否则物理通规或物理功能检具只可收集定性数据。但是定量数据一般无法与物理通规或物理功能检具关联。通常应使用虚拟通规与功能检具收集定量数据。

5 检具的设计

5.1 止通规

5.1.1 插销

(a) 全形面圆柱形插销 (推荐) 全形面圆柱形插销的检测表面为外圆柱的形面。手持插销的检测方法不得产生会影响插销尺寸或形状的额外压力。

(b) 修正的全形面圆柱形插销量具 (不推荐) 可在插销的导向端头附近使用较小的周围沟槽以及在末端的剩余短圆柱表面上略微减小直径以起到引导功能使插销更便于插入工件孔。本标准不推荐此实践方式。然而, 若使用, 实际的端头检测直径须尽量保持尖锐。出于安全目的, 推荐边角应使用 10% 或最大 0.25 的倒角, 两者应以取小为准。大于此数值的倒角会起引导作用且可能损坏量具与/或工件。

(c) 局部圆柱形插销 【对于须检测其 MMC 包容边界或 (MMC 概念的) 实效状态边界的要素, 本标准不推荐此设计。】局部圆柱形插销的检测表面形状为外圆柱, 但有两处轴向部分可减小或取消。

(d) 局部球形插销 【对于须检测其 MMC 包容边界或 (MMC 概念的) 实效状态边界的要素, 本标准不推荐此设计。】局部球形插销的形状与全形面球形插销相似但有两处相等的部分用垂直于手持轴线方向的平面切除。在横向平面中, 直径须处处与插销的极限尺寸相符。

(e) 测量表面有减少的局部圆柱形插销 【对于须检测其 MMC 包容边界或 (MMC 概念的) 实效状态边界的要素, 本标准不推荐此设计。】测量表面有减少的局部圆柱形插销与局部圆锥形插销相似, 但在平行于手持轴线方向的平面中将测量表面减少。在横向平面中, 直径须处处与插销的极限尺寸相符。

5.1.2 球形端头的棒状量具 【对于须检测其 MMC 包容边界或 (MMC 概念的) 实效状态边界的要素, 本标准不推荐此设计。】对于球形检测面, 接触半径不得大于工件最小尺寸的 50%。检具须具备足

够的刚度且在使用过程中不会明显变形。棒状量具可以是定值的或可调的 (例如可收缩的量具)。对于须检测适用的实际局部尺寸极限符合性的要素, 本标准推荐球形端头的棒状量具。

5.1.3 全形面圆柱形套筒 (推荐)

全形面圆柱形套筒的检测表面为内圆柱的形面。套筒须具有足够的壁厚以避免在正常使用的情况下产生变形。

5.1.4 局部量具

局部量具将平坦且平行的检测表面作为其工作尺寸。通规和止规应处于局部量具的同一侧。局部量具应为定值的或可调的。

5.1.5 检定主盘

检定主盘的检测表面是外圆柱的形面。

5.1.6 设定主筒

设定主筒的检测表面是内圆柱的形面。

5.1.7 差异

止通规须易于识别。实现方法为使用不同形状或长度的检测元件, 如相对于较长的通规, 止规比较短。颜色标记可作为替代方案, 推荐通规使用绿色, 止规使用红色, 或使用沟槽表示止规。无论采用哪种方式, 量具的标记方式在正常使用过程中不得磨损 (即标记在量具的非功能面上)。

5.2 功能检具的构造

功能检具的物理及功能构造源自于被测元件的产品描述。

5.2.1 检测子零件以实现总成或功能要求

须检测每个被测要素以确保要素满足从总成要求导出的子零件要求。若功能标准并非来自于总成, 则检具须确保子零件要求是从功能要求导出的。

5.2.2 基准要素模拟器

在设计检具时, 工件基准要素与包含于检具上的基准要素模拟器的相互作用可建立模拟基准。这

些模拟器应具备足够的精度，并由下列形状、尺寸、方向与位置描述控制。

(a) 平面要素

(1) 形状 平面基准要素应由平表面模拟。该表面的面积须足够大以确保与整个基准要素接触。若选择其他构造，须考虑接受超差零件或拒收合格零件的风险。

(2) 方向 由于用以模拟第一基准要素的检具表面可建立其他检具元件的方向，所以不需要有特定的方向。用以模拟第二或第三基准要素的检具表面相对于上级基准的方向须约束于规定的或缺省的角度。

(b) 圆柱形孔

(1) 形状 须使用长度足够的圆柱形外表面（销）模拟用作第一或第二基准要素的孔，使其可与整个基准要素配合。若孔为第三基准要素，须使用圆柱形表面模拟。若选用其他方案，须考虑接受超差零件或拒收合格零件的风险。

(2) 方向 由于用以模拟第一基准要素的检具表面可建立其他检具元件的方向，所以不需要有特定的方向。用以模拟第二或第三基准要素的检具表面相对于上级基准的方向须约束于规定的或缺省的角度。

(3) 尺寸 对于基于 MMB 参照的单一孔，检测销的尺寸是固定的。若要素的轴线不受直线度公差控制，则模拟第一基准要素的销的尺寸等于该要素的 MMC 尺寸。若基准要素的轴线受直线度公差控制，则模拟器须等于实效状态尺寸（MMB）。模拟第二与/或第三基准要素的销的尺寸须等于 MMB 尺寸。对于基于 RMB 参照为基准要素的单一孔，检测销须至少能够模拟从内边界到 LMC 的尺寸范围。即须使用一系列标有尺寸刻度的销或可扩张的设备，而非固定尺寸的销。该模拟器在保持其相对于上级基准的理论方向与位置的同时须能够相对于基准要素居中且与要素的尺寸无关。

(4) 位置 由于用以模拟第一基准要素的检测销可建立其他检具元件的位置，所以它不需要有特定的位置。用以模拟第二或第三基准要素的模拟器须相对于上级基准模拟器约束位置。

(c) 圆柱形轴

(1) 形状 须使用长度足够的圆柱形内表面（孔）模拟用作第一或第二基准的轴，使其可与整个基准要素配合。若轴为第三基准要素，须使用圆柱形内表面模拟。若选用其他方案，须考虑接受超差零件或拒收合格零件的风险。

(2) 方向 由于用以模拟第一基准要素的检具表面可建立其他检具元件的方向，所以不需要有特定的方向。用以模拟第二或第三基准要素的检具表面相对于上级基准的方向须约束于规定的或缺省的角度。

(3) 尺寸 对于基于 MMB 参照的轴，检具孔的尺寸是固定的。若要素的轴线不受直线度公差控制，则模拟第一基准要素的检具孔的尺寸等于该要素的 MMC 尺寸。若基准要素的轴线受直线度公差控制，则模拟器须等于实效状态尺寸（MMB）。模拟第二与/或第三基准要素的孔的尺寸须等于 MMB 尺寸。对于基于 RMB 参照为基准要素的轴，检具孔须至少能够模拟从内边界到 LMC 的尺寸范围。即须使用可收缩的设备，而非固定尺寸的销。该模拟器在保持其相对于上级基准的理论方向与位置的同时须能够相对于基准要素居中且与实体边界的尺寸无关。

(4) 位置 由于用以模拟第一基准要素的检具孔可建立其他检具元件的位置，所以它不需要有特定的位置。用以模拟第二或第三基准要素的模拟器须相对于上级基准模拟器约束位置。

(d) 槽宽

(1) 形状 须使用面积足够的一对相互平行的对应外平表面（块）模拟槽宽，使其可与整个基准要素关联。

(2) 方向 由于用以模拟第一基准槽宽的检具表面可建立其他检具元件的方向，所以不需要有特定的方向。用以模拟第二与/或第三基准槽宽的检具表面相对于上级基准的方向须约束于规定的或缺省的角度。

(3) 尺寸 对于基于 MMB 参照的槽宽，检具表面的分开距离是固定的。若要素的中心平面不受平面度公差控制，则模拟第一基准要素的平表面的固定分开距离须等于该要素的 MMC 尺寸。若基准要素的中心平面受平面度公差控制，则模拟器须等于实效状态

尺寸 (MMB)。模拟第二与/或第三基准要素的平表面的固定分开距离须等于 MMB 尺寸。对于基于 RMB 参照为基准要素的槽宽，检具表面须至少能够模拟从内边界到 LMC 的尺寸范围。即须使用一系列标有尺寸刻度的块或可扩张的设备，而非固定尺寸的块。该模拟器在保持其相对于基准或上级基准的理论方向与位置的同时须能够相对于基准要素居中且与实体边界的尺寸无关。

(4) 位置 由于用以模拟第一基准要素的检具表面可建立其他检具元件的位置，所以它不需要有特定的位置。第二与第三基准模拟器须相对于上级基准模拟器约束位置。

(e) 凸台

(1) 形状 须使用面积足够的一对相互平行的对应内平表面（开档）模拟凸台，使其可与整个基准要素配合。

(2) 方向 由于用以模拟第一基准凸台的检具表面可建立与其他检具元件的方向，所以不需要有特定的方向。用以模拟第二与/或第三基准凸台的检具表面相对于上级基准的方向须约束于规定的或缺省的角度。

(3) 位置 由于用以模拟第一基准要素的检具表面可建立其他检具元件的位置，所以它不需要有特定的位置。第二与第三基准模拟器须相对于上级基准模拟器约束位置。

(4) 尺寸 对于基于 MMB 参照的凸台，检具表面的分开距离是固定的。若要素的中心平面不受平面度公差控制，则模拟第一基准要素的平表面的固定分开距离须等于该要素的 MMC 尺寸。若基准要素的中心平面受平面度公差控制，则模拟器须等于实效状态尺寸 (MMB)。模拟第二与/或第三基准要素的平表面的固定分开距离须等于要素的实效状态尺寸 (MMB)。对于基于 RMB 参照为基准要素的凸台，检具表面须至少能够模拟从内边界到 LMC 的尺寸范围。即须使用可收缩的设备，而非固定尺寸的槽宽。该模拟器在保持其相对于基准或上级基准的理论方向与位置的同时须能够相对于基准要素居中且与实体边界的尺寸无关。

(f) 轮廓表面或数字上定义的表面 若将弧形的或轮廓表面用作基准要素，须使用基准要素模拟器表示，以模拟合适的边界状态。

(g) 特殊状态基准模拟器

(1) 应使用固定在其理论位置的圆柱形检具元件模拟圆柱形基准尺寸要素，用以约束位置及角度方向。然而，若在工件上的公差框格中参照基准要素之后有使用移动符号，则检具元件须具有滑动能力。须允许其在一个方向上移动，以约束零件剩余的功能自由度。

(2) 应使用固定在其理论位置的宽度检具元件模拟宽度基准尺寸要素，以确定位置及角度方向。然而，若在工件上的公差框格中参照基准要素之后有使用移动符号，则检具元件须具有滑动能力。须允许其在一个方向上移动，以约束零件剩余的功能自由度。

(3) 在公差框格中参照基准要素的目的为约束零件要素的空间自由度 (x, y, z, u, v 与 w)。还可在基准参照要素之后用括号规定每个基准要素所约束的空间自由度。此方式的优先级高于基准要素本身约束能力，可限制某些空间自由度的约束并由该公差框格中的后续基准参照要素替代。在这些示例中，模拟这些基准要素的检具元件须能够代表工件规定的空间自由度。见图 B-24。

5.2.3 检具元件的构造

(a) 固定式元件与可移动元件 对于单一零件，当检测/装夹的零件数量较少且元件磨损很小时，固定式元件可用作基准要素模拟器。当夹紧过程中对刚度要求较高时，对于用于加工的夹具，也可使用固定式元件。对于复杂零件，当无法使用固定式元件完成装配或标记时，可对基准要素模拟器使用可移动元件。当检测/装夹的零件数量较多，且出于磨损要求，元件需便于替换（如检测销）时，也可使用可移动元件。在设计包含了可移动元件的检具时，须考虑可移动检测元件对测量不确定度的效应。

(b) 可移动/可转动元件 元件须能够转开或转动的目的是为零件的装载提供空

隙或通过性，为确保重复性，要求有标记特征。在设计包含可转动元件的检具时，须考虑可转动元件对测量不确定度的效应。

5.2.4 基准目标的构造

(a) 基准目标点模拟器 球形的或半球形的销可用以代表基准目标点模拟器。球形模拟器的中心位置须在零件公称表面的法向上偏置，数值等于球形半径。基准目标点模拟器的位置缺省是固定的。当应用可移动基准目标符号或基准目标是基于 RMB 建立中心点、轴线或中心平面时可使用可移动基准目标模拟器。在这些示例中，对于在工件上该接触点的表面构造可指定使用锥形销。若接触的目标点是在半径或其他弧面上，则圆锥尖端相对于球体可更好地稳定零件以及更好地与目标点接触。可为销的尖点设定任意规定的理论尺寸，但可在缺省的法向或零件图纸尺寸标注的理论角度方向上移动。除非另有规定，基准目标模拟器须与工件表面的规定几何要素在法向上接触。因此，可移动基准目标模拟器须能够移动，在规定的接触点上按工件图纸的定义与工件表面接触。

(b) 基准目标线模拟器 在大多数的示例中推荐使用圆柱销的侧面代表基准目标线。基准目标线模拟器缺省位于固定位置。当应用可移动基准目标符号或基准目标是基于 RMB 建立中心点、轴线或中心平面时，可使用可移动基准目标模拟器。可为模拟器设定任意规定的理论尺寸，并且可在缺省的法向或零件图纸标注的理论角度方向上移动。除非另有规定，基准目标模拟器须与工件表面的相应几何要素在法向上接触。因此，可移动基准目标模拟器须能够移动，在规定的接触线上按工件图纸的定义与工件表面接触。

(c) 基准目标区域模拟器 推荐使用基准目标区域模拟器代表其接触的区域。例如，若基准目标区域为平面，基准目标区域模拟器也须为平面。理想情况下，平面区域模拟器要求与工件要素实现完全的面接触。表面的不规则程度将会接触限定于合适的居高点上。除非在图纸的注中规定必须约束

接触，否则零件应以未约束状态放置于目标模拟器上。可尝试完全接触，但零件表面的不规则程度会将夹具的接触降级为在目标区域范围内的居高点接触。若使用多个区域构建同一个基准，则将所有区域视为一个连续的表面，并寻求与基准建立合适的居高点接触。若使用多个区域建立一个基准参照系，须给出基准的优先级顺序以及以此为基础的合适接触。若基准目标区域缺省为或指定为可移动基准目标区域，则 5.2.4 (a) 与 (b) 所述的规则同样适用于此处的检具或夹具基准目标模拟器。

5.2.5 实体状态修饰符或实体边界修饰符

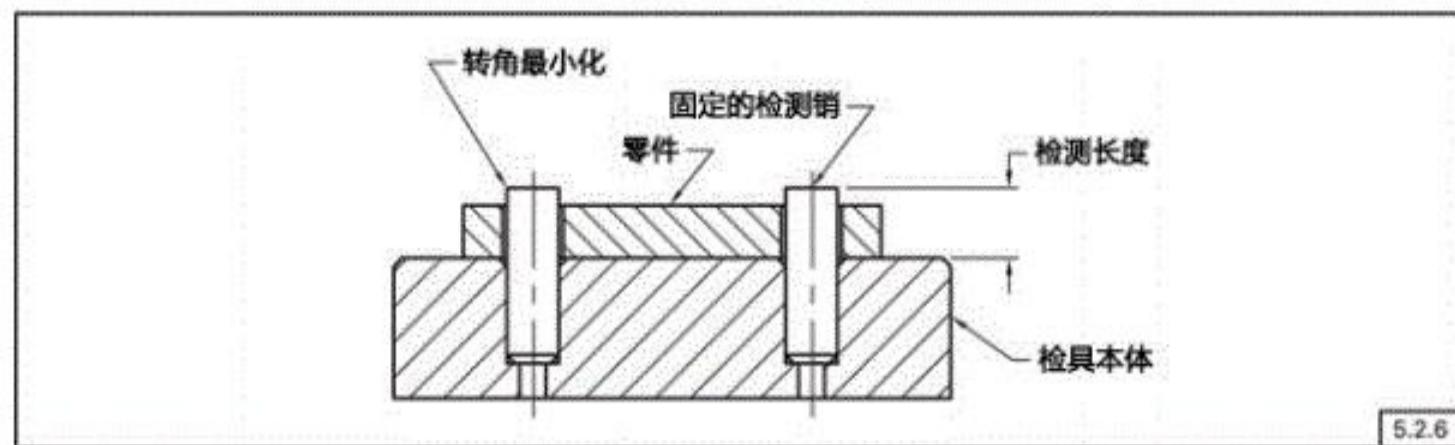
可对代表基准尺寸要素的检具元件的几何控制使用实体状态修饰符或实体边界修饰符。可对属于尺寸要素的检具元件规定 MMC、LMC 或 RFS。若在检具上参照为基准要素，则可参照为 MMB、LMB 或 RMB。每个使用的实体状态修饰符都可影响检具的成本以及检具会接收的工件数量。与工件的公差标注相同，检具的公差标注也应由工程团队决定最合适 的实体状态修饰符使用方法。

当检具的基准尺寸要素参照 MMB 或 LMB 时，若基准要素偏离其适用的 MMB 或 LMB，则允许被测检具元件作为一个成组产生位置偏移。该方式会降低检具识别合格工件与超差工件的精确度。当工件的要素在与检具元件偏移相同的方向上的偏移超出其公差时，此规则可允许检具接收该工件。然而，更可能出现的情况是检具成组元件的偏移方向与工件成组元素的偏移方向不同。由于成组要素偏移的不确定，此规则可导致检具合格的工件。

因此，当参照检具的基准尺寸要素时，本标准推荐使用 RMB 概念。当无论基准要素的尺寸发生变化或几何形状变得更理想时，此概念均不允许在检具上的成组要素偏移。对基准要素使用 RMB 概念可能增加检具的初始制造成本。但更精确、可靠的检具可将此初始成本的增加随时间推移而摊低。

关于实体状态修饰符选择的结果及每个种类的示例，见规范性附录 II 与资料性附录 A。

图5-1 固定销的结构



5.2.6 被测要素对检具的影响 对于所有使用 MMC 概念的工件被测要素，应使用检具元件代表其实效状态尺寸。若被测要素是轴，应使用检具孔代表，如全型面的检测套筒。若被测要素是孔，应使用全型面的检测销代表。无论何种被测要素的结构，均应使用与被测结构的属性相反的检具元件代表。

(a) **固定销** 当检测内尺寸要素的方向或位置时，可使用固定销，然而，可能很难确定基准要素是否与其代表的检具元件已适当接触。

固定的检测销可设计为在检具使用过程中将其装配至其对应的检具基座上或本体上并保持固定。见图 5-1。对于通孔，检测销的最小长度为被测要素的最大长度。对于盲孔，检测销的长度为被测要素的最小长度。检测销的功能角须尽量保持尖锐，在避免安全隐患的前提下，防止将工件引导进检具、防止接收超差零件、与/或防止损伤工件或检具。检测销的导向端应倒角，以辅助检测销装配进检具基座或本体。

(b) **推销** 为便于装载或卸载工件，相对于固定销的概念更推荐推销的检具设计。推销的概念允许在试图将检测销插入检具及检测零件之前使零件能够适当地落在其基准参照系中。

推销检具设计的另一个额外的应用为在允许分开检测要求时可检测多个成组要素，可减少要求的检具总数量。

若应用推销的检具设计，检具公差须分配至检测销的尺寸极限与其对应的检具孔

的位置度公差。也须考虑检测销及其对应的检具孔的匹配。在推销检具的设计中须小心确保检具孔和销所分配和使用的公差可使销能够从检具孔中方便地插拔，同时间隙达到最小。

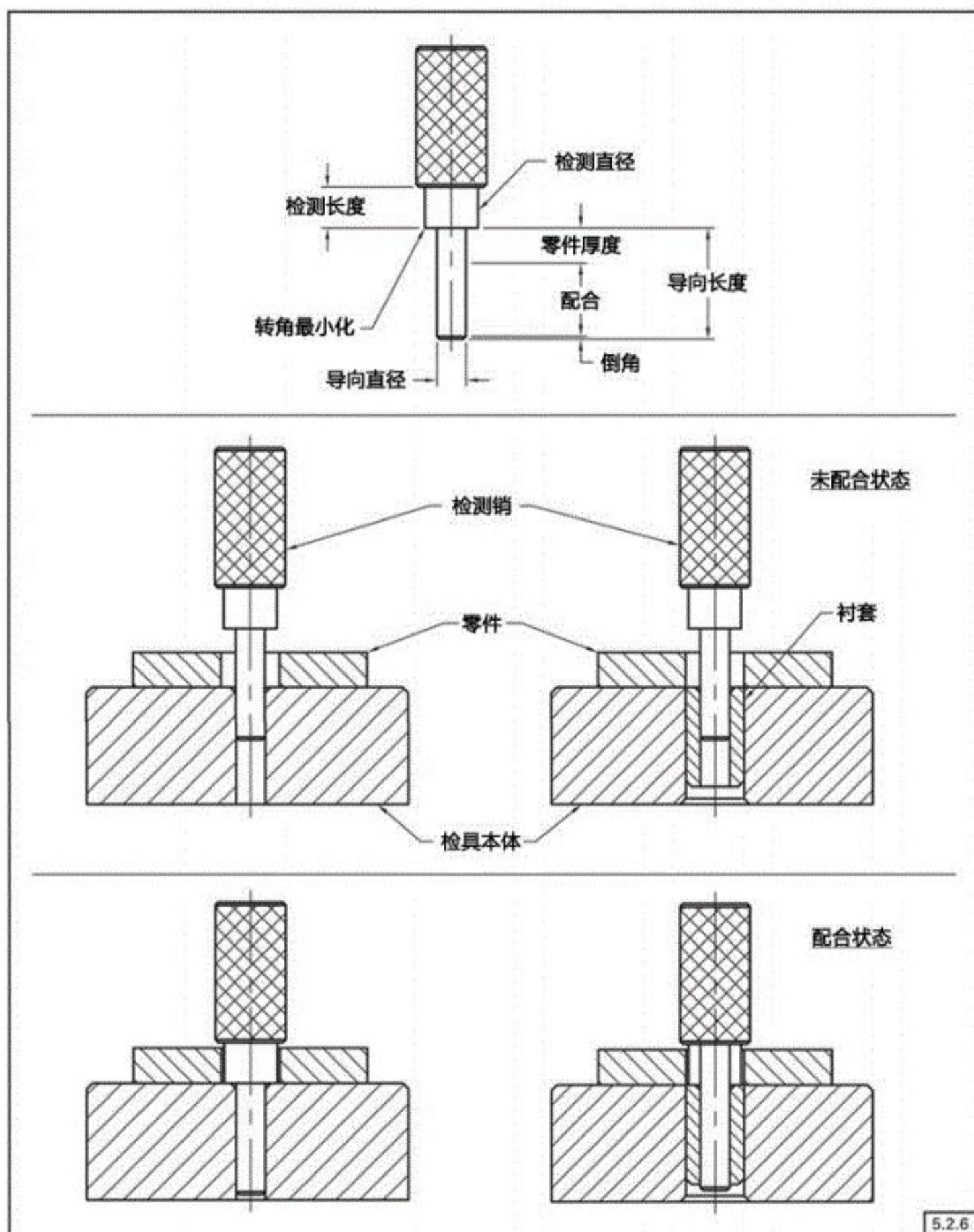
当使用绝对检具公差标注与实用的绝对检具公差标注方法时，检测销尺寸的公差须全部为正值，不得为负。插入销的检具孔也须有公差。若须确保检测销能够始终插入其检具孔，则检具孔的尺寸须至少等于检测销的 MMC 尺寸。

由于检具孔对检测销有定向作用，因此对此类型的检具孔推荐使用延伸公差带。使用的公差值会增加 (MMC 概念的实效状态) 检测销的实效尺寸，从而侵占 (MMC 概念的) 被测孔的实效状态边界。这样创建的检测销的实效状态大于其检测的孔的实效状态。检具孔的延伸公差带给出的公差值越大，越有可能拒收基于工程图纸在理论上可接收的被测零件孔。检测销给出的尺寸公差须尽量小。关于滑动匹配，见 ASME B4.2。

基于应用情况，推销可设计为可移动的或可拆卸的。将这两种类型的推销称为类型 1 与类型 2。

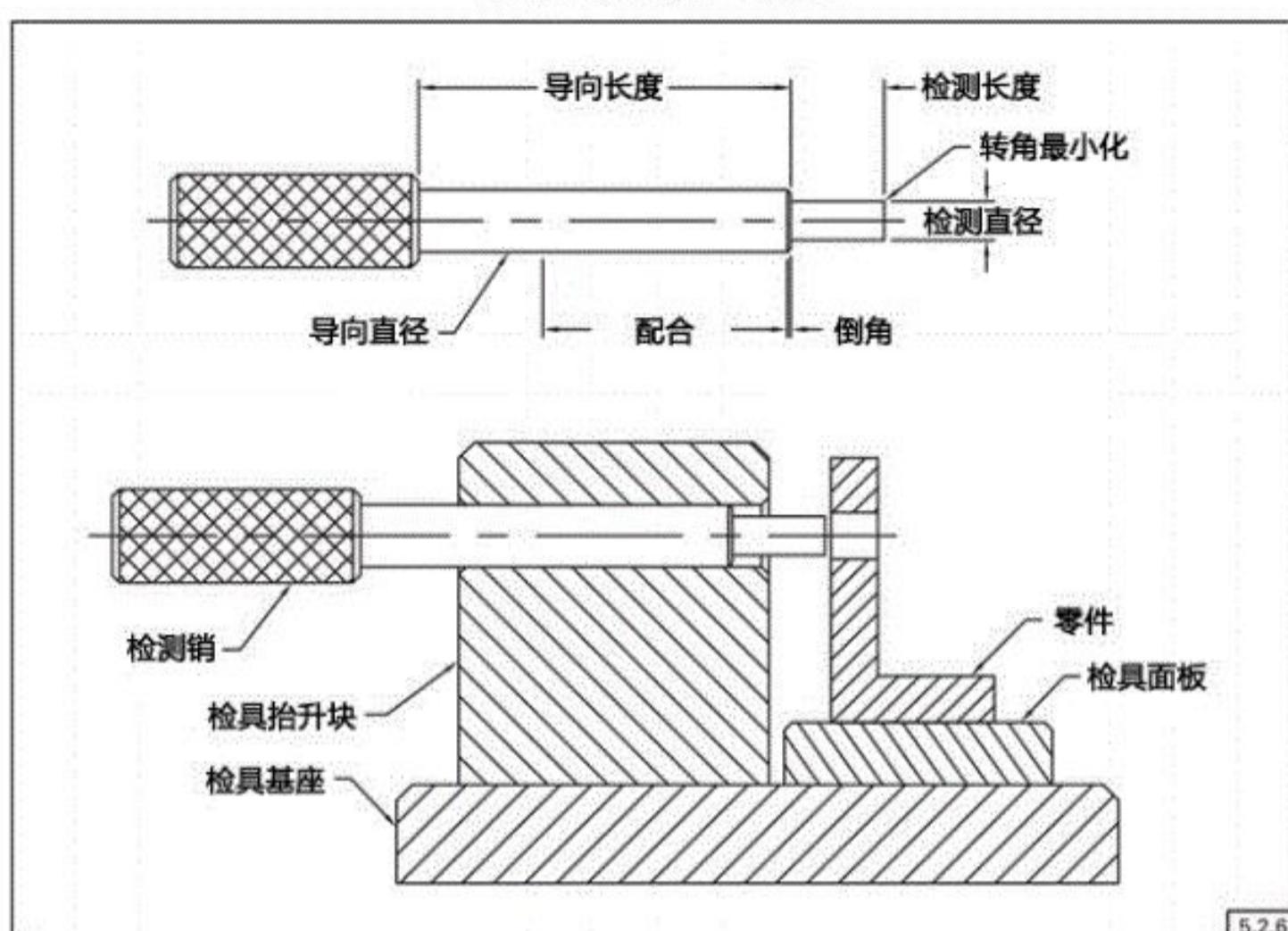
(1) 类型 1 的推销设计为当装载或卸载被测工件时可从检具基座或本体上移开。见图 5-2。导向部分为将推销导入检具本体并将检测销确定于合适位置及方向的推销部分。导向部分的配合长度为在检测直径到达工件之前导向部分与检具本体的界面。配合

图5-2 推销的结构 — 类型1



5.2.6

图5-3 推销的结构 — 类型2



长度推荐为导向部分直径的 2.5 至 3 倍以确保在检测直径到达工件之前将检测销可实现充分定位与定向。检测直径为检测销上的实际检测元件。检测直径的长度至少须等于被测要素的最大长度。检测直径的功能角在避免安全隐患的前提下须尽量保持尖锐。

(2) 类型 2 的推销设计为推销与检具块或本体始终装配在一起, 但可收缩以便于装载和卸载工件。见图 5-3。导向部分的配合长度为在检测直径到达工件之前导向部分与检具本体的界面。配合长度推荐为导向部分直径的 4 倍以确保推销的定位稳定。导向部分为推销与检具本体配合的部分, 实现推销适当的定位与定向。导向部分的长度须至少等于检具本体的宽度及检具本体与工件的距离之和。导向部分的直径尺寸应标准化, 比检测直径约大 30%。检测直径是推销的实际检测元件。最小检测长度为被测要素的最大长度。检测直径的功能角在避免安全隐患的前提下须尽量保持尖锐。

(c) 边界概念 当在公差带的验证中须使用 MMC 概念生成的检测方法时应使用边

界概念。在 ASME Y14.5 之前的版本中最初的解释是针对长腰孔和长腰轴的, 此概念在 ASME Y14.5M-1994 中进行了拓展, 从而包含了在 ASME Y14.5 较早版本中不视为尺寸要素的形状更特殊的要素。但此概念在特殊构造要素上的应用仍然是与常规圆柱形要素的定向与定位是相同的。若被测要素的实效状态边界是可计算的, 则可使用检具来检测该边界。当被测边界要能够完全代替公差带时, 可选择在被测要素的公差框格下注明术语“边界”。

(d) 同时要求之于分开要求 当在成组要素的位置控制中使用相同的基准且优先级顺序也一样, 并且基准参照要素之后使用的材料边界修饰符一致时, 就意味着援引同时检测要求。遵从同时检测要求规则的多组成组要素须在同一套检具上同时检测。该检测方法比分开要求更严格。分开要求为每组成组使用分开的检具检测, 并且由于很多原因(如基准要素的摆动与成组在不同方向上的偏移), 该检测方法不如同时要求严格。在理论概念上, 分开检测的要求可接收更多

数量的被测工件。该检测方法不确保使用分开的检具检测多组成组要素可与一个同时包含所有成组的匹配要素的零件成功装配。

使用同时检测要求的一个主要目的是确保多组成组要素的功能如同一个成组，例如，所有与多组成组要素同时匹配的要素在总成中也能在匹配零件上同时检测。为明确成组须同时检测，(ASME Y14.5 允许) 在产品图纸上可将注，如“同时要求”，放置于所有属于该同时检测要求的要素公差框格的相邻位置或下方。为明确成组可分开检测，在产品图纸上可将注，如“分开要求”，放置于所有要素公差框格的相邻位置或下方，否则这些要素会视为或误解为适用同时检测要求。

同时检测的要求不会自动应用于复合公差框格的下层。若的确存于此要求，在产品图纸上须将注，如“同时要求”，放置于复合公差框格下层的右侧。

5.3 设计约束

如同任何测量工具一样，关于检具的设计、制造、使用与维护，须考虑其优势与劣势。

5.3.1 使用生命周期 检具在使用过程中会磨损。最终检具的磨损会超出可接收的极限并且开始接收超出公差的零件。因此，须严格监控检具的磨损以决定检具替换和修正的时机。检具的初始设计应尽量考虑监控和维护的便利性。

5.3.2 现有部件的沿用 应尽量为检具采购现有部件。该实践方式可能会减少检具的初始及修正成本。

5.3.3 尺寸与重量 为达到最佳使用效果，检具的物理尺寸及重量应尽量做得易于操作。检具过重会使其难以操作与使用。若操作困难，在检测工件时可能会损坏工件或检具。

5.3.4 物理属性 在选择检具所使用的材料时，须考虑稳定性、耐久性及刚度。

(a) **材料** 检具元件一般须选择合适的高质量工具钢制造，经过热处理后可提供

高度的耐磨性。当其他的耐磨材料的耐磨质量不低于上述规定的工具钢时也可使用，如硬质合金。

检具表面还可应用硬质镀铬工艺，但电镀厚度须至少能够容纳检具的正常磨损。当工件属性或制造环境需要时，也存在使用特殊材料（如玻璃）的特定应用。在这些应用中，须小心指定检具标定流程，确保频次足够可充分控制检具的磨损。

(b) **硬度** 检具的表面硬度须至少达到 700HV (维氏硬度指标) /RHC60 (洛氏 C 硬度)。

(c) **稳定性** 检具制造商须使用合适的方法，如材料、形状、尺寸，确保检具足够稳定。

(d) **表面结构** 表面结构须与期望的检具精度保持一致。应使用粗糙度的算术平均偏差值， R_a ，表示粗糙度的最大值，推荐的等级如下所示：

检具制造 厂商的 公差等级	粗糙度的算术平均偏差值 (R_a)	
	ISO-1302, 毫米	ASME Y14.36M, 微英寸
ZM	0.2	8
YM	0.1	4
XM	0.1	4
XXM	0.05	2
XXXM	0.05	2

见 ASME B4.2 与 ASME B46.1。为尽可能地符合第 5 章列出的设计准则，应考虑规定额外的表面结构参数以提供比 R_a 规范更严格的表面结构控制。

5.3.5 标记 每套检具与夹具及其相关的附件须采用下列方式标记，以满足易读性及耐久性：

(a) 工件的极限值，或用理论尺寸与指明工件公差带的符号代替

(b) 根据应用情况标记通规或止规

(c) 制造商的名字或商标

(d) 序列号或零件号（可选）

标记须位于非检测表面上并且不得影响检具精度。

注：对于端头可翻新的插销，标记应制作在把手和翻新端头上。

5.3.6 经济性要求 检具设计须考虑使用的便捷性。应考虑尺寸与重量以及构造。应为检具设计合适的操作特征，如抓手特征与提环。可在设计中包含检具台面或其他类似形式的操作设备。

(a) 安全性考虑 须考虑安全性。应尽量去除尖角，将重量最小化，为操作性与安全性优化尺寸与构造。

(b) 过程辅助信息 为确保检具设备的正确使用，须考虑提供过程辅助信息，如辅助检具操作性的图板或过程图。

(c) 分开的检具元件 当检具包含组成检具设备的分开元件时，须为这些检具总成中松散的元件提供存储条件。例如推销、设置块与标定结构。

5.3.7 环境

(a) 储存环境 检具须储存在最有利于保存的环境中。在两次使用之间检具须尽量重新打包。推荐为检具涂抹防腐物质（例如轻质机油或其等效产品）。在处理油与塑料零件时须小心。须审核其兼容性。

(b) 使用环境 在检具设计中，须考虑可能对检具的使用与维护产生有害影响的环境因素。这些因素可能包括油、碎片、水、空气、污染物、及震动。

5.4 膨胀系数

膨胀系数是表示材料相对于温度变化膨胀或收缩量的数值。见 ASME B89.6.2。

(a) 检具元件使用相同的材料 检具的元件应尽可能使用与被测零件相同的材料制造，将热胀冷缩效应最小化（例如用以检测铝制零件的检具使用铝制基座）。然而，基准要素模拟器与检具元件须满足 5.3.4(b) 的要求。

(b) 检具元件使用不同的材料 当检具元件使用的材料与被测零件不同时，如使用钢制检具基座检测铝制零件，须分析热胀冷缩效应对检测过程的影响。然而，在 20°C (68°F) 下检测零件对热胀冷缩的效应是可控的。

5.5 柔性零件的检测

拟用于柔性零件的检具设计须识别工

程图纸上定义的约束要求并按其描述来模拟这些要求。工程图纸对约束要求的描述应足够并可复现期望的功能状态。检具设计才能复制这些要求并将检测误差最小化。工艺工具（如工装夹具）可包含在检具上没有的，用于加工目的的额外支撑。

5.6 重复性

检具设计须能够实现最佳的测量重复性。检具元件给出的形状与方向控制对重复性有很大的影响。形状与方向控制得越严格，则在每次使用检具时更容易以同样的方式将零件装载和定向到检具上。检验员操作检具的方式会波动。这也可能影响检测结果的重复性。

环境稳定性是重复性的主要因素。环境不稳定将导致检测结果波动。因此应尽可能小心地控制环境。

6 尺寸与公差标注

6.1 概述

检具的尺寸与公差标注方法须能够反映被测工件使用的尺寸与公差标注方法。若可行，公差设定应比被测要素严格 10 到 20 倍。

6.2 公差计算

6.2.1 通规 通规应按被测要素的 MMC 尺寸制作。通规可检测 MMC 下理想形状的符合性，方式为检测 MMC 尺寸确认包容边界的符合性。

6.2.2 功能检具 功能检具应相对于被测要素的（MMC 概念的）实效状态制作。功能检具可检测（MMC 概念的）实效状态边界的符合性。关于尺寸与公差标注的选择见资料性附录 A。

6.2.3 检具公差 推荐将工件公差的 5% 用于检具制造商的公差，并将另外的 5% 视为允许的磨损。这些公差组合在一起后组成了应用于通规 MMC 尺寸极限或功能检具的（MMC 概念的）实效状态极限的全部检具

公差（5%到10%）。见6.4。

6.2.4 工件的公差 通规的工件公差为被测要素的MMC尺寸与LMC尺寸的差值。功能检具的工件公差为被测要素的（MMC概念的）实效状态尺寸与LMC尺寸的差值。

6.2.5 (MMC概念的)实效状态 所有内尺寸要素的（MMC概念的）实效状态计算方法为从要素的MMC尺寸中减去适用于MMC下的几何公差。所有外尺寸要素的（MMC概念的）实效状态计算方法为向要素的MMC尺寸上增加适用于MMC下的几何公差。

6.2.6 基准目标的公差 基准目标模拟器的所有几何特征可标注公差。包括线、区域及范围的形状、尺寸、方向、位置。

6.2.6.1 基准目标的理论尺寸 当使用理论尺寸定义基准目标时，ASME Y14.5规定可应用工装或检具的公差。此方法很大程度上受益于公司的内部工艺标准（或其他通用的或局部的公差规范），可视为理论尺寸能够提供适用的公差。当存在这些文件时，推荐在工程图纸上或在参照文件之后对其引用。

然而，当无公司文件或工件定义，且所示的（或缺省的）理论尺寸要定义基准要素模拟器的形状、尺寸、方向或位置时，若未给出公差，本标准对于基准目标模拟器的理论尺寸的缺省公差定义如下所示：

(a) 对于形状：小于等于基准目标所在的表面形状控制所给出的最大公差的10%。

(b) 对于方向：小于等于基准目标所在的多个表面之间控制方向所给出的最大方向公差的10%。此控制一般用于目标线模拟器与目标区域模拟器。

(c) 对于位置：小于等于基准目标与相对于它们定位（通常用位置度或轮廓度）的零件要素之间控制位置所给出的最大位置公差的10%。

(d) 对于尺寸：小于等于基准目标所在要素控制尺寸所给出的最大尺寸公差的10%。若未给出工件要素的尺寸公差，则小于等于

须使用的最大形状公差的10%。

注：ASME Y14.5-2009指出应使用本标准作为基准要素模拟器的公差信息以及模拟器相互关系的公差标准。仅当工件图纸是基于使用此处包含的缺省要求时才要求在工件图纸上引用本标准。当期望引用本标准时，工件图纸须包含注“缺省的基准目标公差见ASME Y14.43”。

6.2.6.2 标注尺寸公差的基准目标 当基准目标使用尺寸公差定义时，本标准推荐在工件图纸上或引用文件之后添加注，指出基准目标规定的公差是否100%用于工装及检测过程或者是和否还有其他的解释意图。

基准目标公差的开发应考虑以下因素：

(a) 使用基准要素形状、尺寸、方向或位置公差的10%控制基准目标的形状或相互关系。

(b) 在一些示例中，需要定义目标模拟器的尺寸与公差，如模拟器的球直径。由于零件表面的瑕疵，这些尺寸与公差会决定模拟器与零件表面上的点的接触有效程度。

6.2.6.3 尺寸的解释 对于与基准目标符号上部相关的尺寸解释，存在下列情况。见图6-1。应了解到，由于ASME Y14.5未对用于基准目标符号（内部或外部）的数值做出解释，所以这些数值可以是理论的或标注公差的。因此需要在工件图纸的开发中标注坐标以确保充分理解所有要求。当在检具或夹具的图纸上列有本标准时，可应用下列信息：

(a) 符号上部包含的数值缺省为理论尺寸。不要求在尺寸周围添加方框。见图6-1(a)。

(b) 当用指引线将无公差的非理论尺寸应用于基准目标符号时表示可应用标题栏的公差。见图6-1(b)。

(c) 当用指引线将包含极限公差或正负公差的尺寸应用于基准目标符号时，表示为其允许的公差。见图6-1(c)。

(d) 当用指引线将理论尺寸放置于基准目标符号的外部时，须在尺寸周围添加方框。见图6-1(d)。

图6-1 基准目标符号



注：当使用方法(b)或(c)时，所规定的全部公差表示全部的工装公差要求。

图 6-1 至 6-4 说明了 6.2.6.3 描述的技术。

6.3 公差分配

6.3.1 尺寸与几何公差 尺寸控制与几何控制之间的检具公差分配应能够使检具制造最优化并且使在总共的检具公差极限范围内的所有检具的接收程度最优化。有时为达成此目标，可要求将检具的几何公差在 MMC 或 LMC 下制定为零。然而，如果在公差框格以及尺寸极限中出现公差，则可采用 RFS 概念。由于 B4.2 描述的滑动匹配尺寸公差极其严格，所以对于推销，在检具基座上的导向孔很少使用 MMC 或 LMC 下的零公差。

6.3.2 公差的应用 基于绝对的检具公差标注策略，所有检具制造商的公差、允许的磨损、以及测量不确定度均须保持在工件/零件的尺寸极限范围内。

6.3.3 公差的效应 基于本标准推荐的实践方式，对于（绝对公差标注的）通规，所有的检具公差须保持在尺寸极限的范围内，或者对于功能检具若使用绝对的公差标注方法，须保持在实效状态极限的范围内（见图 6-2）。对于功能检具，本标准推荐的实践方式为绝对的公差标注方法或实用的

绝对公差标注方法。使用这些方法的检具所给出的任何公差可有效地减少实际有用的工件公差。

检具制造商的公差采用这些检具公差标注方法的目的是避免接收超出其尺寸或几何公差的零件，同时也会造成可能拒收一小部分临界的、处于边缘的可接收零件。理论上，实用的绝对检具公差标注实践方式也会接收一小部分临界的、处于超差边缘的零件，但实际上这种情况发生的数学概率极低。推荐使用实用的绝对检具公差标注策略，检具上可用的公差量与使用绝对的检具公差标注策略一致，但只有一半公差是用于拒收超差工件的。

允许磨损将延长检具的使用寿命并且当检具磨损很关键时应使用此方法。然而，额外的允许磨损量可能增加拒收本来处于边缘的可接收零件的百分比，拒收的原因是检具将其视为超出其尺寸或几何公差。

6.4 公差表

本章描述的是用于检测工件尺寸的量具，其公差范围从 0.006mm (IT6) 至 0.4mm (IT11)。对于内(孔)量具和外(轴)量具，覆盖的尺寸范围达 500mm，且以圆柱形要素的应用来表示。然而，同样的原则也可用于其他几何形状以及类似的表格也可适用于功能检具公差标注的应用。此处的信息是基于 ASME B4.2 表示的。

图 6-3 给出的描述为标准的检具制造

图6-2 绝对公差标注法

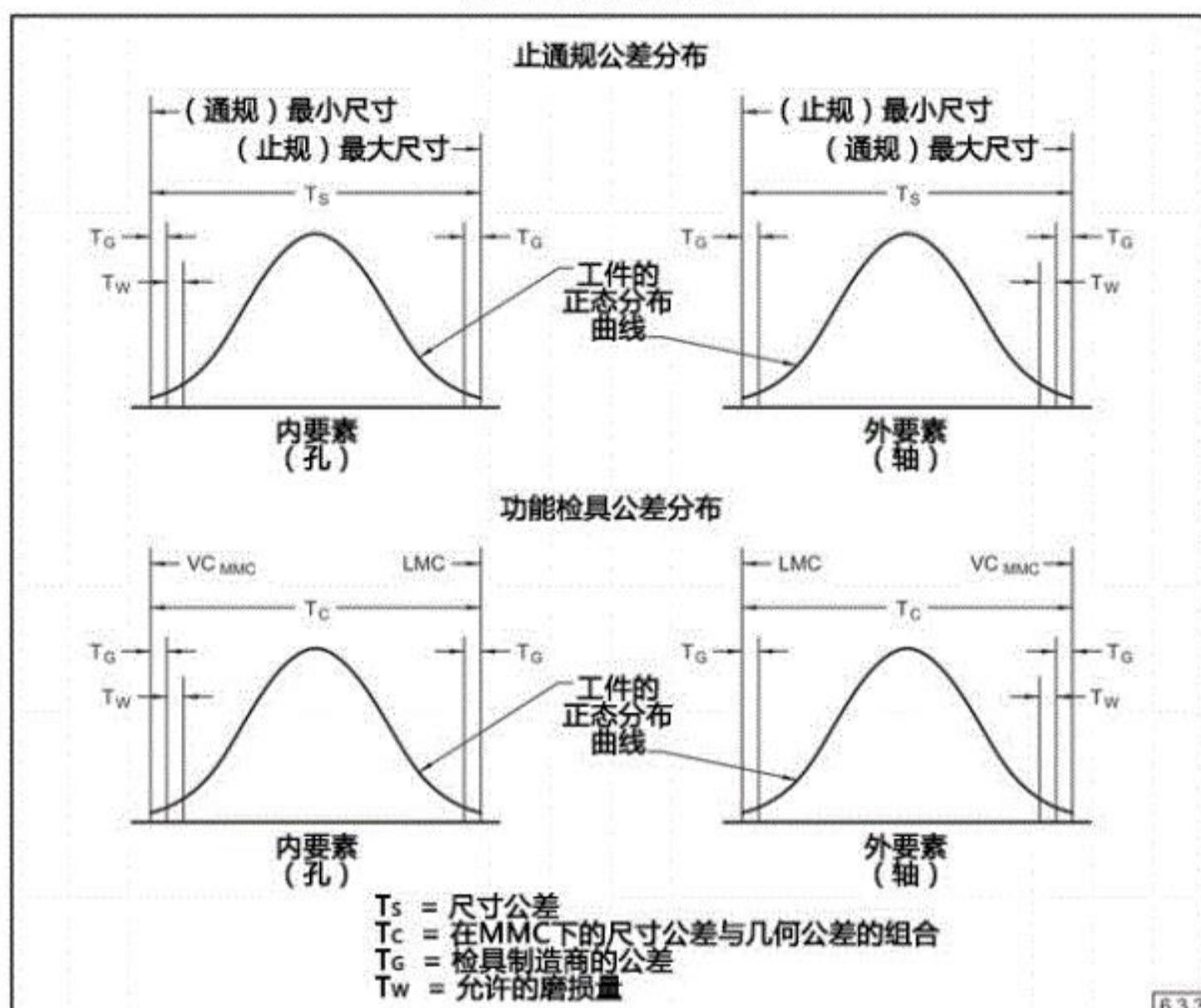


图6-3 检具制造商的公差等级

	检具制造商的公差			工件的公差 推荐的用法
	ISO符号	等级【注(1)】	IT等级	
拒收 合格 零件的 概率增加	ZM	0.05IT11	IT11	推荐用于检测公差设定为C11与H11的内要素(孔) 工件(见表6-1)以及公差设定为c11与h11的外要素 (轴)工件(见表6-3)的低精度检具。
	YM	0.05IT9	IT9	推荐用于检测公差设定为C9与H9的内要素(孔) 工件(见表6-1)以及公差设定为c9与h11的外要素 (轴)工件(见表6-3)的检具。
	XM	0.05IT8	IT8	推荐用于检测公差设定为F8与H8的内要素(孔) 工件(见表6-1)的一般精度检具。
	XXM	0.05IT7	IT7	推荐用于检测公差设定为G7、H7、K7、N7、P7、S7 与U7的内要素(孔)工件(见表6-2)以及公差设定为 f7与h7外要素(轴)工件(见表6-3)的检具。
检具成本 增加	XXXM	0.05IT6	IT6	推荐用于检测公差设定为g6、h6、k6、n6、p6、s6与 u6的外要素(轴)工件(见表6-4)的高精度检具。

缺省要求：对于高于等级XXXM的检具制造商公差等级，规定IT5、IT4、或IT3(见ANSI B4.2，表B1)的5%并使用标注0.05 IT5、0.05 IT4，等。

注：检具制造商的公差等于工件公差的5%或适用的IT等级值的5%(见图6-4)。

图6-4 检具制造商的公差表

理论尺寸 大于	至	等级ZM (0.05IT11)	等级YM (0.05IT9)	等级XM (0.05IT8)	等级XXM (0.05IT7)	等级XXXM (0.05IT6)
0	3	0.0030	0.0012	0.0007	0.0005	0.0003
3	6	0.0037	0.0015	0.0009	0.0006	0.0004
6	10	0.0045	0.0018	0.0011	0.0007	0.0005
10	18	0.0055	0.0021	0.0013	0.0009	0.0006
18	30	0.0065	0.0026	0.0016	0.0010	0.0007
30	50	0.0080	0.0031	0.0019	0.0012	0.0008
50	80	0.0090	0.0037	0.0023	0.0015	0.0010
80	120	0.0110	0.0043	0.0027	0.0017	0.0011
120	180	0.0125	0.0050	0.0031	0.0020	0.0013
180	250	0.0145	0.0057	0.0036	0.0023	0.0015
250	315	0.0160	0.0065	0.0040	0.0026	0.0016
315	400	0.0180	0.0070	0.0044	0.0028	0.0018
400	500	0.0200	0.0077	0.0048	0.0031	0.0020

表6-1 插销极限尺寸—等级ZM、YM、及XM

理论尺寸	等级ZM (0.05IT11) 【注(1)】				等级YM (0.05IT9)				等级XM (0.05IT8)			
	C11【注(2)】		H11		D9		H9		F8		H8	
	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规
1 最大值	1.0630	1.1200	1.0030	1.0600	1.0212	1.0450	1.0012	1.0250	1.0067	1.0200	1.0007	1.0140
1 最小值	1.0600	1.1170	1.0000	1.0570	1.0200	1.0438	1.0000	1.0238	1.0060	1.0193	1.0000	1.0133
1.2 最大值	1.2630	1.3200	1.2030	1.2600	1.2212	1.2450	1.2067	1.2250	1.2067	1.2200	1.2007	1.2140
1.2 最小值	1.2600	1.3170	1.2000	1.2570	1.2200	1.2438	1.2000	1.2238	1.2060	1.2193	1.2000	1.2133
1.6 最大值	1.6630	1.7200	1.6030	1.6600	1.6212	1.6450	1.6012	1.6250	1.6067	1.6200	1.6007	1.6140
1.6 最小值	1.6600	1.7170	1.6000	1.6570	1.6200	1.6438	1.6000	1.6238	1.6060	1.6193	1.6000	1.6133
2 最大值	2.0630	2.1200	2.0030	2.0600	2.0212	2.0450	2.0012	2.0250	2.0067	2.0200	2.0007	2.0140
2 最小值	2.0600	2.1170	2.0000	2.0570	2.0200	2.0438	2.0000	2.0238	2.0060	2.0193	2.0000	2.0133
2.5 最大值	2.5630	2.6200	2.5030	2.5600	2.5212	2.5450	2.5012	2.5250	2.5067	2.5200	2.5007	2.5140
2.5 最小值	2.5600	2.6170	2.5000	2.5570	2.5200	2.5438	2.5000	2.5238	2.5060	2.5193	2.5000	2.5133
3 最大值	3.0630	3.1200	3.0030	3.0600	3.0212	3.0450	3.0012	3.0250	3.0067	3.0200	3.0007	3.0140
3 最小值	3.0600	3.1170	3.0000	3.0570	3.0200	3.0438	3.0000	3.0238	3.0060	3.0193	3.0000	3.0133
4 最大值	4.0737	4.1450	4.0037	4.0750	4.0315	4.0600	4.0015	4.0300	4.0109	4.0280	4.0009	4.0180
4 最小值	4.0700	4.1413	4.0000	4.0713	4.0300	4.0585	4.0000	4.0285	4.0100	4.0271	4.0000	4.0171
5 最大值	5.0737	5.1450	5.0037	5.0750	5.0315	5.0600	5.0015	5.0300	5.0109	5.0280	5.0009	5.0180
5 最小值	5.0700	5.1413	5.0000	5.0713	5.0300	5.0585	5.0000	5.0285	5.0100	5.0271	5.0000	5.0171
6 最大值	6.0737	6.1450	6.0037	6.0750	6.0315	6.0600	6.0015	6.0300	6.0109	6.0280	6.0009	6.0180
6 最小值	6.0700	6.1413	6.0000	6.0713	6.0300	6.0585	6.0000	6.0285	6.0100	6.0271	6.0000	6.0171
8 最大值	8.0845	8.1700	8.0045	8.0900	8.0418	8.0760	8.0018	8.0360	8.0141	8.0350	8.0011	8.0220
8 最小值	8.0800	8.1655	8.0000	8.0855	8.0400	8.0742	8.0000	8.0342	8.0130	8.0339	8.0000	8.0209
10 最大值	10.0845	10.1700	10.0045	10.0900	10.0418	10.0760	10.0018	10.0360	10.0141	10.0350	10.0011	10.0220
10 最小值	10.0800	10.1655	10.0000	10.0855	10.0400	10.0742	10.0000	10.0342	10.0130	10.0339	10.0000	10.0209
12 最大值	12.1005	12.2050	12.0055	12.1100	12.0521	12.0930	12.0021	12.0430	12.0173	12.0430	12.0013	12.0270
12 最小值	12.0950	12.1995	12.0000	12.1045	12.0500	12.0909	12.0000	12.0409	12.0160	12.0417	12.0000	12.0257
16 最大值	16.1005	16.2050	16.0055	16.1100	16.0521	16.0930	16.0021	16.0430	16.0173	16.0430	16.0013	16.0270
16 最小值	16.0950	16.1995	16.0000	16.1045	16.0500	16.0909	16.0000	16.0409	16.0160	16.0417	16.0000	16.0257
20 最大值	20.1165	20.2400	20.0065	20.1300	20.0676	20.1170	20.0026	20.0520	20.0216	20.0530	20.0016	20.0330
20 最小值	20.1100	20.2335	20.0000	20.1235	20.0650	20.1144	20.0000	20.0494	20.0200	20.0514	20.0000	20.0314
25 最大值	25.1165	25.2400	25.0065	25.1300	25.0676	25.1170	25.0026	25.0520	25.0216	25.0530	25.0016	25.0330
25 最小值	25.1100	25.2335	25.0000	25.1235	25.0650	25.1144	25.0000	25.0494	25.0200	25.0514	25.0000	25.0314
30 最大值	30.1165	30.2400	30.0065	30.1300	30.0676	30.1170	30.0026	30.0520	30.0216	30.0530	30.0016	30.0330
30 最小值	30.1100	30.2335	30.0000	30.1235	30.0650	30.1144	30.0000	30.0494	30.0200	30.0514	30.0000	30.0314
40 最大值	40.1280	40.2800	40.0080	40.1600	40.0831	40.1420	40.0031	40.0620	40.0269	40.0640	40.0019	40.0390
40 最小值	40.1200	40.2720	40.0000	40.1520	40.0800	40.1389	40.0000	40.0589	40.0250	40.0621	40.0000	40.0371
50 最大值	50.1380	50.2900	50.0080	50.1600	50.0831	50.1420	50.0031	50.0620	50.0269	50.0640	50.0019	50.0390
50 最小值	50.1300	50.2820	50.0000	50.1520	50.0800	50.1389	50.0000	50.0589	50.0250	50.0621	50.0000	50.0371
60 最大值	60.1495	60.3300	60.0095	60.1900	60.1037	60.1740	60.0037	60.0740	60.0323	60.0760	60.0023	60.0460
60 最小值	60.1400	60.3205	60.0000	60.1805	60.1000	60.1703	60.0000	60.0703	60.0300	60.0737	60.0000	60.0437

表6-1 插销极限尺寸—等级ZM、YM、及XM(续)

理论尺寸	等级ZM(0.05IT11)【注(1)】				等级YM(0.05IT9)				等级XM(0.05IT8)			
	C11【注(2)】	H11	D9	H9	F8	H8	通规	止规	通规	止规	通规	止规
80 最大值	80.1595	80.3400	80.0095	80.1900	80.1037	80.1740	80.0037	80.0740	80.0323	80.0760	80.0023	80.0460
80 最小值	80.1500	80.3305	80.0000	80.1805	80.1000	80.1703	80.0000	80.0703	80.0300	80.0737	80.0000	80.0437
100 最大值	100.1810	100.3900	100.0110	100.2200	100.1243	100.2070	100.0043	100.0870	100.0387	100.0900	100.0027	100.0540
100 最小值	100.1700	100.3790	100.0000	100.2090	100.1200	100.2027	100.0000	100.0827	100.0360	100.0873	100.0000	100.0513
120 最大值	120.1910	120.4000	120.0110	120.2200	120.1243	120.2070	120.0043	120.0870	120.0387	120.0900	120.0027	120.0540
120 最小值	120.1800	120.3890	120.0000	120.2090	120.1200	120.2027	120.0000	120.0827	120.0360	120.0873	120.0000	120.0513
160 最大值	160.2225	160.4600	160.0125	160.2500	160.1500	160.2450	160.0050	160.1000	160.0461	160.1060	160.0031	160.0630
160 最小值	160.2100	160.4475	160.0000	160.2375	160.1450	160.2400	160.0000	160.0950	160.0430	160.1029	160.0000	160.0599
200 最大值	200.2545	200.5300	200.0145	200.2900	200.1757	200.2850	200.0057	200.1150	200.0536	200.1220	200.0036	200.0720
200 最小值	200.2400	200.5155	200.0000	200.2755	200.1700	200.2793	200.0000	200.1093	200.0500	200.1184	200.0000	200.0684
250 最大值	250.2945	250.5700	250.0145	250.2900	250.1757	250.2850	250.0057	250.1150	250.0536	250.1220	250.0036	250.0720
250 最小值	250.2800	250.5555	250.0000	250.2755	250.1700	250.2793	250.0000	250.1093	250.0500	250.1184	250.0000	250.0684
300 最大值	300.3460	300.6500	300.0160	300.3200	300.1965	300.3200	300.0065	300.1300	300.0600	300.1370	300.0040	300.0810
300 最小值	300.3300	300.6340	300.0000	300.3040	300.1900	300.3135	300.0000	300.1235	300.0560	300.1330	300.0000	300.0770
400 最大值	400.4180	400.7600	400.0180	400.3600	400.2170	400.3500	400.0070	400.1400	400.0664	400.1510	400.0044	400.0890
400 最小值	400.4000	400.7420	400.0000	400.3420	400.2100	400.3430	400.0000	400.1330	400.0620	400.1466	400.0000	400.0846
500 最大值	500.5000	500.8800	500.0200	500.4000	500.2377	500.3850	500.0077	500.1550	500.0728	500.1650	500.0048	500.0970
500 最小值	500.4800	500.8600	500.0000	500.3800	500.2300	500.3773	500.0000	500.1473	500.0680	500.1602	500.0000	500.0922

注：

(1) 插销的公差等级XXM等于国际公差IT11圆整后的5% (见图6-4)。

(2) 工件孔的公差G7 (见ANSI B4.2, 表4)

表6-2 插销极限尺寸 — 等级XXM

等级XXM (0.05IT7) 【注(1)】																												
理论尺寸	G7【注(2)】				H7				K7				N7				P7				S7				U7			
	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规				
1 最大值	1.0630	1.1200	1.0005	1.0100	0.9905	1.0000	0.9865	0.9960	0.9845	0.9940	0.9765	0.9860	0.9725	0.9820														
1 最小值	1.0600	1.1170	1.0000	1.0095	0.9900	0.9995	0.9860	0.9955	0.9840	0.9935	0.9760	0.9855	0.9720	0.9815														
1.2 最大值	1.2630	1.3200	1.2005	1.2100	1.1905	1.2000	1.1065	1.1960	1.1845	1.1940	1.1765	1.1860	1.1725	1.1820														
1.2 最小值	1.2600	1.3170	1.2000	1.2095	1.1900	1.1995	1.1060	1.1955	1.1840	1.1935	1.1760	1.1855	1.1720	1.1815														
1.6 最大值	1.6630	1.7200	1.6005	1.6100	1.5905	1.6000	1.5865	1.5960	1.5845	1.5940	1.5765	1.5860	1.5725	1.5820														
1.6 最小值	1.6600	1.7170	1.6000	1.6095	1.5900	1.5995	1.5860	1.5955	1.5840	1.5935	1.5760	1.5855	1.5720	1.5815														
2 最大值	2.0630	2.1200	2.0005	2.0100	1.9905	2.0000	1.9865	1.9960	1.9845	1.9940	1.9765	1.9860	1.9725	1.9820														
2 最小值	2.0600	2.1170	2.0000	2.0095	1.9900	1.9995	1.9860	1.9955	1.9840	1.9935	1.9760	1.9855	1.9720	1.9815														
2.5 最大值	2.5630	2.6200	2.5005	2.5100	2.4905	2.5000	2.4865	2.4960	2.4845	2.4940	2.4765	2.4860	2.4725	2.4820														
2.5 最小值	2.5600	2.6170	2.5000	2.5095	2.4900	2.4995	2.4860	2.4955	2.4840	2.4935	2.4760	2.4855	2.4720	2.4815														
3 最大值	3.0630	3.1200	3.0005	3.0100	2.9905	3.0000	2.9865	2.9960	2.9845	2.9940	2.9765	2.9860	2.9725	2.9820														
3 最小值	3.0600	3.1170	3.0000	3.0095	2.9900	2.9995	2.9860	2.9955	2.9840	2.9935	2.9760	2.9855	2.9720	2.9815														
4 最大值	4.0737	4.1450	4.0006	4.0120	3.9916	4.0030	3.9846	3.9960	3.9806	3.9920	3.9736	3.9850	3.9696	3.9810														
4 最小值	4.0700	4.1413	4.0000	4.0114	3.9910	4.0024	3.9840	3.9954	3.9800	3.9914	3.9730	3.9844	3.9690	3.9804														
5 最大值	5.0737	5.1450	5.0006	5.0120	4.9916	5.0030	4.9846	4.9960	4.9806	4.9920	4.9736	4.9850	4.9696	4.9810														
5 最小值	5.0700	5.1413	5.0000	5.0114	4.9910	5.0024	4.9840	4.9954	4.9800	4.9914	4.9730	4.9844	4.9690	4.9804														
6 最大值	6.0737	6.1450	6.0006	6.0120	5.9916	6.0030	5.9846	5.9980	5.9806	5.9920	5.9736	5.9850	5.9696	5.9810														
6 最小值	6.0700	6.1413	6.0000	6.0114	5.9910	6.0024	5.9840	5.9954	5.9800	5.9914	5.9730	5.9844	5.9690	5.9804														
8 最大值	8.0845	8.1700	8.0007	8.0150	7.9907	8.0050	7.9817	7.9960	7.9767	7.9910	7.9687	7.9830	7.9637	7.9780														
8 最小值	8.0800	8.1655	8.0000	8.0143	7.9900	8.0043	7.9810	7.9953	7.9760	7.9903	7.9680	7.9823	7.9630	7.9773														
10 最大值	10.0845	10.1700	10.0007	10.0150	9.9907	10.0050	9.9817	9.9960	9.9767	9.9910	9.9687	9.9830	9.9637	9.9780														
10 最小值	10.0800	10.1655	10.0000	10.0143	9.9900	10.0043	9.9810	9.9953	9.9760	9.9903	9.9680	9.9823	9.9630	9.9773														
12 最大值	12.1005	12.2050	12.0009	12.0180	11.9889	12.0060	11.9779	11.9950	11.9719	11.9890	11.9619	11.9790	11.9569	11.9740														
12 最小值	12.0950	12.1995	12.0000	12.0171	11.9880	12.0051	11.9770	11.9941	11.9710	11.9881	11.9610	11.9781	11.9560	11.9731														
18 最大值	16.1005	16.2050	16.0009	16.0180	15.9889	16.0060	15.9779	15.9950	15.9719	15.9890	15.9619	15.9790	15.9569	15.9740														
18 最小值	16.0950	16.1995	16.0000	16.0171	15.9880	16.0051	15.9770	15.9941	15.9710	15.9881	15.9610	15.9781	15.9560	15.9731														
20 最大值	20.1165	20.2400	20.0010	20.0210	19.9860	20.0060	19.9730	19.9930	19.9660	19.9860	19.9530	19.9730	19.9470	19.9660														
20 最小值	20.1100	20.2335	20.0000	20.0200	19.9850	20.0050	19.9720	19.9920	19.9650	19.9850	19.9520	19.9720	19.9460	19.9660														
25 最大值	25.0080	25.0280	25.0010	25.0210	24.9860	25.0060	24.9730	24.9930	24.9660	24.9860	24.9530	24.9730	24.9400	24.9600														
25 最小值	25.0070	25.0270	25.0000	25.0200	24.9850	25.0050	24.9720	24.9920	24.9650	24.9850	24.9520	24.9720	24.9390	24.9590														
30 最大值	30.0080	30.0280	30.0010	30.0210	29.9860	3																						

表6-2 插销极限尺寸—等级XXM(续)

等級XXM(0.05IT7)【注(1)】

理论尺寸	G7【注(2)】		H7		K7		N7		P7		S7		U7	
	通規	止規												
120最大值	120.0137	100.0470	120.0017	120.0350	119.9767	120.0100	119.9567	119.9900	119.9427	119.9760	119.9007	119.9340	119.8357	119.8690
最小值	120.0120	120.0453	120.0000	120.0333	119.9750	120.0083	119.9550	119.9883	119.9410	119.9743	119.8990	119.9323	119.8340	119.8673
160最大值	160.0160	160.0540	160.0020	160.0400	159.9740	160.0120	159.9500	159.9880	159.9340	159.9720	159.8770	159.9150	159.7870	159.8250
最小值	160.0140	160.0520	160.0000	160.0380	159.9720	160.0100	159.9480	159.9860	159.9320	159.9700	159.8750	159.9130	159.7850	159.8230
200最大值	200.0173	200.0610	200.0023	200.0460	199.9693	200.0130	199.9423	199.9860	199.9233	199.9670	199.8513	199.8950	199.7373	199.7810
最小值	200.0150	200.0587	200.0000	200.0437	199.9670	200.0107	199.9400	199.9837	199.9210	199.9647	199.8490	199.8927	199.7350	199.7787
250最大值	250.0173	250.0610	250.0023	250.0460	249.9693	250.0130	249.9423	249.9860	249.9233	249.9670	249.8333	249.8770	249.6893	249.7330
最小值	250.0150	250.0587	250.0000	250.0437	249.9670	250.0107	249.9400	249.9837	249.9210	249.9647	249.8310	249.8747	249.6870	249.7307
300最大值	300.0196	300.0690	300.0026	300.0520	299.9666	300.0160	299.9366	299.9860	299.9146	299.9640	299.8006	299.8500	299.6206	299.6700
最小值	300.0170	300.0664	300.0000	300.0494	299.9640	300.0134	299.9340	299.9834	299.9120	299.9614	299.7980	299.8474	299.6180	299.6674
400最大值	400.0208	400.0750	400.0028	400.0570	399.9628	400.0170	399.9298	399.9840	399.9048	399.9590	399.7588	399.8130	399.5318	399.5860
最小值	400.0180	400.0722	400.0000	400.0542	399.9600	400.0142	399.9270	399.9812	399.9020	399.9562	399.7560	399.8102	399.5290	399.5832
500最大值	500.0231	500.0830	500.0031	500.0630	499.9581	500.0180	499.9231	499.9830	499.8951	499.9550	499.7111	499.7710	499.4231	499.4830
最小值	500.0200	500.0799	500.0000	500.0599	499.9550	500.0149	499.9200	499.9799	499.8920	499.9519	499.7080	499.7679	499.4200	499.4799

注：

(1) 插销的公差等级XXM等于国际公差IT11圆整后的5% (见图6-4)。

(2) 工件孔的公差G7 (见ANSI B4.2, 表4)

表6-3 套筒与局部量具极限尺寸—等级ZM、YM、及XXM

理论尺寸	等级ZM (0.05IT11)【注(1)】				等级YM (0.05IT9)				等级XM (0.05IT7)			
	c11【注(2)】	通规	止规	通规	止规	d9	通规	止规	通规	止规	f7	通规
1 最大值	0.9400	0.8830	1.0000	0.9430	0.9800	0.9562	1.0000	0.9762	0.9940	0.9845	1.0000	0.9905
最小值	0.9370	0.8800	0.9970	0.9400	0.9788	0.9550	0.9988	0.9750	0.9935	0.9840	0.9995	0.9900
1.2 最大值	1.1400	1.0830	1.2000	1.1430	1.1800	1.1562	1.2000	1.1762	1.1940	1.1845	1.2000	1.1905
最小值	1.1370	1.0800	1.1970	1.1400	1.1788	1.1550	1.1988	1.1750	1.1935	1.1840	1.1995	1.1900
1.6 最大值	1.5400	1.4830	1.6000	1.5430	1.5800	1.5562	1.6000	1.5762	1.5940	1.5845	1.6000	1.5905
最小值	1.5370	1.4800	1.5970	1.5400	1.5788	1.5550	1.5988	1.5750	1.5935	1.5840	1.5995	1.5900
2 最大值	1.9400	1.8830	2.0000	1.9430	1.9800	1.9562	2.0000	1.9762	1.9940	1.9845	2.0000	1.9905
最小值	1.9370	1.8800	1.9970	1.9400	1.9788	1.9550	1.9988	1.9750	1.9935	1.9840	1.9995	1.9900
2.5 最大值	2.4400	2.3830	2.5000	2.4430	2.4800	2.4562	2.5000	2.4762	2.4940	2.4845	2.5000	2.4905
最小值	2.4370	2.3800	2.4970	2.4400	2.4788	2.4550	2.4988	2.4750	2.4935	2.4840	2.4995	2.4900
3 最大值	2.9400	2.8830	3.0000	2.9430	2.9800	2.9562	3.0000	2.9762	2.9940	2.9845	3.0000	2.9905
最小值	2.9370	2.8800	2.9970	2.9400	2.9788	2.9550	2.9988	2.9750	2.9935	2.9840	2.9995	2.9900
4 最大值	3.9300	3.8587	4.0000	3.9287	3.9700	3.9415	4.0000	3.9715	3.9900	3.9786	4.0000	3.9886
最小值	3.9263	3.8550	3.9963	3.9250	3.9685	3.9400	3.9985	3.9700	3.9894	3.9780	3.9994	3.9880
5 最大值	4.9300	4.8587	5.0000	4.9287	4.9700	4.9415	5.0000	4.9715	4.9900	4.9786	5.0000	4.9886
最小值	4.9263	4.8550	4.9963	4.9250	4.9685	4.9400	4.9985	4.9700	4.9894	4.9780	4.9994	4.9880
6 最大值	5.9300	5.8587	6.0000	5.9287	5.9700	5.9415	6.0000	5.9715	5.9900	5.9786	6.0000	5.9886
最小值	5.9263	5.8550	5.9963	5.9250	5.9685	5.9400	5.9985	5.9700	5.9894	5.9780	5.9994	5.9880
8 最大值	7.9200	7.8345	8.0000	7.9145	7.9600	7.9258	8.0000	7.9658	7.9870	7.9727	8.0000	7.9857
最小值	7.9155	7.8300	7.9955	7.9100	7.9582	7.9240	7.9982	7.9640	7.9863	7.9720	7.9993	7.9850
10 最大值	9.9200	9.8345	10.0000	9.9145	9.9600	9.9258	10.0000	9.9658	9.9870	9.9727	10.0000	9.9857
最小值	9.9155	9.8300	9.9955	9.9100	9.9582	9.9240	9.9982	9.9640	9.9863	9.9720	9.9993	9.9850
12 最大值	11.9050	11.8005	12.0000	11.8955	11.9500	11.9091	12.0000	11.9591	11.9840	11.9669	12.0000	11.9829
最小值	11.8995	11.7950	11.9945	11.8900	11.9479	11.9070	11.9979	11.9570	11.9831	11.9660	11.9991	11.9820
18 最大值	15.9050	15.8005	16.0000	15.8955	15.9500	15.9091	16.0000	15.9591	15.9840	15.9669	16.0000	15.9829
最小值	15.8995	15.7950	15.9945	15.8900	15.9479	15.9070	15.9979	15.9570	15.9831	15.9660	15.9991	15.9820
20 最大值	19.8900	19.7665	20.0000	19.8765	19.9350	19.8856	20.0000	19.9506	19.9800	19.9600	20.0000	19.9800
最小值	19.8835	19.7600	19.9935	19.8700	19.9324	19.8830	19.9974	19.9480	19.9790	19.9590	19.9990	19.9790
25 最大值	24.8900	24.7665	25.0000	24.8765	24.9350	24.8856	25.0000	24.9506	24.9800	24.9600	25.0000	24.9800
最小值	24.8835	24.7600	24.9935	24.8700	24.9324	24.8830	24.9974	24.9480	24.9790	24.9590	24.9990	24.9790
30 最大值	29.8900	29.7665	30.0000	29.8765	29.9350	29.8856	30.0000	29.9506	29.9800	29.9600	30.0000	29.9800
最小值	29.8835	29.7600	29.9935	29.8700	29.9324	29.8830	29.9974	29.9480	29.9790	29.9590	29.9990	29.9790
40 最大值	39.8800	39.7280	40.0000	39.8480	39.9200	39.8611	40.0000	39.9411	39.9750	39.9512	40.0000	39.9762
最小值	39.8720	39.7200	39.9920	39.8400	39.9169	39.8580	39.9969	39.9380	39.9738	39.9500	39.9988	39.9750
50 最大值	49.8700	49.7180	50.0000	49.8480	49.9200	49.8611	50.0000	49.9411	49.9750	49.9512	50.0000	49.9762
最小值	49.8620	49.7100	49.9920	49.8400	49.9189	49.8580	49.9969	49.9380	49.9738	49.9500	49.9988	49.9750
60 最大值	59.8600	59.6795	60.0000	59.8195	59.9000	59.8297	60.0000	59.9297	59.9700	59.9415	60.0000	59.9715
最小值	59.8505	59.6700	59.9905	59.8100	59.8963	59.8260	59.9963	59.9260	59.9685	59.9400	59.9985	59.9700
80 最大值	79.8500	79.6695	80.0000	79.8195	79.9000	79.8297	80.0000	79.9297	79.9700	79.9415	80.0000	79.9715
最小值	79.8405	79.6600	79.9905	79.8100	79.8963	79.8260	79.9963	79.9260	79.9685	79.9400	79.9985	79.9700
100 最大值	99.8300	99.6210	100.0000	99.7910	99.8800	99.7973	100.0000	99.9173	99.9640	99.9307	100.0000	99.9667
最小值	99.8190	99.6100	99.9890	99.7800	99.8963	99.7930	99.9957	99.9130	99.9623	99.9290	99.9983	99.9650

表6-3 套筒与局部量具极限尺寸—等级ZM、YM、及XXM

理论尺寸	等级ZM (0.05IT11) 【注(1)】				等级YM (0.05IT9)				等级XM (0.05IT7)			
	c11【注(2)】	通规	止规	通规	止规	d9	通规	止规	通规	止规	f7	通规
120最大值	119.8200	119.6110	120.0000	119.7910	119.8800	119.7973	120.0000	119.9173	119.9640	119.9307	120.0000	119.9667
最小值	119.8090	119.6000	119.9890	119.7800	119.8757	119.7930	119.9957	119.9130	119.9623	119.9290	119.9983	119.9650
160最大值	159.7600	159.5525	160.0000	159.7625	159.8550	159.7600	160.0000	159.9050	159.9570	159.9190	160.0000	159.9620
最小值	159.7775	159.5400	159.9875	159.7500	159.8500	159.7550	159.9950	159.9000	159.9550	159.9170	159.9980	159.9600
200最大值	199.7600	199.4845	200.0000	199.7245	199.8300	199.7207	200.0000	199.8907	199.9500	199.9063	200.0000	199.9563
最小值	199.7455	199.4700	199.9855	199.7100	199.8243	199.7150	199.9943	199.8850	199.9477	199.9040	199.9977	199.9540
250最大值	249.7200	249.4445	250.0000	249.7245	249.8300	249.7207	250.0000	249.8907	249.9500	249.9063	250.0000	249.9563
最小值	249.7055	249.4300	249.9855	249.7100	249.8243	249.7150	249.9943	249.8850	249.9477	249.9040	249.9977	249.9540
300最大值	299.6700	299.3660	300.0000	299.6960	299.8100	299.6865	300.0000	299.8765	299.9440	299.8946	300.0000	299.9506
最小值	299.6540	299.3500	299.9840	299.6800	299.8035	299.6800	299.9935	299.8700	299.9414	299.8920	299.9974	299.9480
400最大值	399.6000	399.2580	400.0000	399.8580	399.7900	399.6570	400.0000	399.8670	399.9380	399.8838	400.0000	399.9458
最小值	399.5820	399.2400	399.9820	399.6400	399.7830	399.6500	399.9930	399.8600	399.9352	399.8810	399.9972	399.9430
500最大值	499.5200	499.1400	500.0000	499.6200	499.7700	499.6227	500.0000	499.8527	499.9320	499.8721	500.0000	499.9401
最小值	499.5000	499.1200	499.9800	499.6000	499.7623	499.6150	499.9923	499.8450	499.9289	499.8690	499.9969	499.9370

注：

- (1) 套筒与局部量具的公差等级ZM等于国际公差IT11圆整后的5% (见图6-4)。
 (2) 工件轴的公差C11 (见ANSI B4.2, 表2)

表6-4 套筒与局部量具极限尺寸—等级XXXM

等级XXXM (0.05IT6) 【注(1)】

理论尺寸	g6【注(2)】		h6		k6		n6		p6		s6		u6	
	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规
1 最大值	0.9980	0.9923	1.0000	0.9943	1.0060	1.0003	1.0100	1.0043	1.0120	1.0063	1.0200	1.0143	1.0240	1.0183
最小值	0.9977	0.9920	0.9997	0.9940	1.0057	1.0000	1.0097	1.0040	1.0117	1.0060	1.0197	1.0140	1.0237	1.0180
1.2 最大值	1.1980	1.1923	1.2000	1.1943	1.2060	1.2003	1.2100	1.2043	1.2120	1.2063	1.2200	1.2143	1.2240	1.2183
最小值	1.1977	1.1920	1.1997	1.1940	1.2057	1.2000	1.2097	1.2040	1.2117	1.2060	1.2197	1.2140	1.2237	1.2180
1.6 最大值	1.5980	1.5923	1.6000	1.5943	1.6060	1.6003	1.6100	1.6043	1.6120	1.6063	1.6200	1.6143	1.6240	1.6183
最小值	1.5977	1.5920	1.5997	1.5940	1.6057	1.6000	1.6097	1.6040	1.6117	1.6060	1.6197	1.6140	1.6237	1.6180
2 最大值	1.9980	1.9923	2.0000	1.9943	2.0060	2.0003	2.0100	2.0043	2.0120	2.0063	2.0200	2.0143	2.0240	2.0183
最小值	1.9977	1.9920	1.9997	1.9940	2.0057	2.0000	2.0097	2.0040	2.0117	2.0060	2.0197	2.0140	2.0237	2.0180
2.5 最大值	2.4980	2.4923	2.5000	2.4943	2.5060	2.5003	2.5100	2.5043	2.5120	2.5063	2.5200	2.5143	2.5240	2.5183
最小值	2.4977	2.4920	2.4997	2.4940	2.5057	2.5000	2.5097	2.5040	2.5117	2.5060	2.5197	2.5140	2.5237	2.5180
3 最大值	2.9980	2.9923	3.0000	2.9943	3.0060	3.0003	3.0100	3.0043	3.0120	3.0063	3.0200	3.0143	3.0240	3.0183
最小值	2.9977	2.9920	2.9997	2.9940	3.0057	3.0000	3.0097	3.0040	3.0117	3.0060	3.0197	3.0140	3.0237	3.0180
4 最大值	3.9960	3.9884	4.0000	3.9924	4.0090	4.0014	4.0160	4.0084	4.0200	4.0124	4.0270	4.0194	4.0310	4.0234
最小值	3.9956	3.9880	3.9996	3.9920	4.0086	4.0000	4.0156	4.0080	4.0196	4.0120	4.0266	4.0190	4.0306	4.0230
5 最大值	4.9960	4.9884	5.0000	4.9924	5.0090	5.0014	5.0160	5.0084	5.0200	5.0124	5.0270	5.0194	5.0310	5.0234
最小值	4.9956	4.9880	4.9996	4.9920	5.0086	5.0010	5.0156	5.0080	5.0196	5.0120	5.0266	5.0190	5.0306	5.0230
6 最大值	5.9960	5.9884	6.0000	5.9924	6.0090	6.0014	6.0160	6.0084	6.0200	6.0124	6.0270	6.0194	6.0310	6.0234
最小值	5.9956	5.9880	5.9996	5.9920	6.0086	6.0010	6.0156	6.0080	6.0196	6.0120	6.0266	6.0190	6.0306	6.0230
8 最大值	7.9950	7.9865	8.0000	7.9915	8.0100	8.0015	8.0190	8.0105	8.0240	8.0155	8.0320	8.0235	8.0370	8.0285
最小值	7.9945	7.9860	7.9995	7.9910	8.0095	8.0010	8.0185	8.0100	8.0235	8.0150	8.0315	8.0230	8.0365	8.0280
10 最大值	9.9950	9.9865	10.0000	9.9915	10.0100	10.0015	10.0190	10.0105	10.0240	10.0155	10.0320	10.0235	10.0370	10.0285
最小值	9.9945	9.9860	9.9995	9.9910	10.0095	10.0010	10.0185	10.0100	10.0235	10.0150	10.0315	10.0230	10.0365	10.0280
12 最大值	11.9940	11.9836	12.0000	11.9896	12.0120	12.0016	12.0230	12.0126	12.0290	12.0186	12.0390	12.0286	12.0440	12.0336
最小值	11.9934	11.9830	11.9994	11.9890	12.0114	12.0010	12.0224	12.0120	12.0284	12.0180	12.0384	12.0280	12.0434	12.0330
18 最大值	15.9940	15.9836	16.0000	15.9896	16.0120	16.0016	16.0230	16.0126	16.0290	16.0186	16.0390	16.0286	16.0440	16.0336
最小值	15.9934	15.9830	15.9994	15.9890	16.0114	16.0010	16.0224	16.0120	16.0284	16.0180	16.0384	16.0280	16.0434	16.0330
20 最大值	19.9930	19.9807	20.0000	19.9877	20.0150	20.0027	20.0280	20.0157	20.0350	20.0227	20.0480	20.0357	20.0540	20.0417
最小值	19.9923	19.9800	19.9993	19.9870	20.0143	20.0020	20.0273	20.0150	20.0343	20.0220	20.0473	20.0350	20.0533	20.0410
25 最大值	24.9930	24.9807	25.0000	24.9877	25.0150	25.0027	25.0280	25.0157	25.0350	25.0227	25.0480	25.0357	25.0610	25.0487
最小值	24.9923	24.9800	24.9993	24.9870	25.0143	25.0020	25.0273	25.0150	25.0343	25.0220	25.0473	25.0350	25.0603	25.0480
30 最大值	29.9930	29.9807	30.0000	29.9877	30.0150	30.0027	30.0280	30.0157	30.0350	30.0227	30.0480	30.0357	30.0610	30.0357
最小值	29.9923	29.9800	29.9993	29.9870	30.0143	30.0020	30.0273	30.0150	30.0343	30.0220	30.0473	30.0350	30.0603	30.0350
40 最大值	39.9910	39.9758	40.0000	39.9848	40.0180	40.0028	40.0330	40.0178	40.0420	40.0268	40.0590	40.0438	40.0760	40.0608
最小值	39.9902	39.9750	39.9992	39.9840	40.0172	40.0020	40.0322	40.0170	40.0412	40.0260	40.0582	40.0430	40.0752	40.0600
50 最大值	49.9910	49.9758	50.0000	49.9848	50.0180	50.0028	50.0330	50.0178	50.0420	50.0268	50.0590	50.0438	50.0860	50.0708
最小值	49.9902	49.9750	49.9992	49.9840	50.0172	50.0020	50.0322	50.0170	50.0412	50.0260	50.0582	50.0430	50.0852	50.0700
60 最大值	59.9900	59.9720	60.0000	59.9820	60.0210	60.0030	60.0390	60.0210	60.0510	60.0330	60.0720	60.0540	60.1060	60.0980
最小值	59.9890	59.9710	59.9990	59.9810	60.0200	60.0020	60.0380	60.0200	60.0500	60.0320	60.0710	60.0530	60.1050	60.0970
80 最大值	79.9900	79.9720	80.0000	79.9820	80.0210	80.0030	80.0390	80.0210	80.0510	80.0330	80.0780	80.0600	80.1210	80.1030
最小值	79.9890	79.9710	79.9990	79.9810	80.0200	80.0020	80.0380	80.0200	80.0500	80.0320	80.0770	80.0590	80.1200	80.1020
100 最大值	99.9880	99.9671												

表6-4 套筒与局部量具极限尺寸—等级XXXM(续)

理论尺寸	等级XXXM (0.05IT6)【注(1)】													
	g6【注(2)】		h6		k6		n6		p6		s6		u6	
通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	通规	止规	
120 最大值	119.9880	119.9671	120.0000	119.9791	120.0250	120.0041	120.0450	120.0241	120.0590	120.0381	120.1010	120.0801	120.1660	120.1451
	119.9869	119.9660	119.9989	119.9780	120.0239	120.0030	120.0439	120.0230	120.0579	120.0370	120.0999	120.0790	120.1649	120.1440
160 最大值	159.9860	159.9623	160.0000	159.9763	160.0280	160.0043	160.0520	160.0283	160.0680	160.0443	160.2150	160.1913	160.2150	160.1913
	159.9847	159.9610	159.9987	159.9750	160.0267	160.0030	180.0507	160.0270	160.0667	160.0430	160.2137	160.1900	160.2137	160.1900
200 最大值	199.9850	199.9575	200.0000	199.9725	200.0330	200.0055	200.0600	200.0325	200.0790	200.0515	200.1510	200.1235	200.2650	200.2375
	199.9835	199.9560	199.9985	199.9710	200.0315	200.0040	200.0585	200.0310	200.0775	200.0500	200.1495	200.1220	200.2635	200.2360
250 最大值	249.9850	249.9575	250.0000	249.9725	250.0330	250.0055	250.0600	250.0325	250.0790	250.0515	250.1690	250.1415	250.3130	250.2855
	249.9835	249.9560	249.9985	249.9710	250.0315	250.0040	250.0585	250.0310	250.0775	250.0500	250.1675	250.1400	250.3115	250.2840
300 最大值	299.9830	299.9526	300.0000	299.9686	300.0360	300.0056	300.0660	300.0356	300.0880	300.0576	300.2020	300.1716	300.3820	300.3516
	299.9614	299.9510	299.9984	299.9680	300.0344	300.0040	300.0644	300.0340	300.0864	300.0560	300.2004	300.1700	300.3804	300.3500
400 最大值	399.9820	399.9478	400.0000	399.9658	400.0400	400.0058	400.0730	400.0388	400.0980	400.0638	400.2440	400.2098	400.4710	400.4368
	399.9802	399.9460	399.9982	399.9640	400.0382	400.0040	400.0712	400.0370	400.0962	400.0620	400.2422	400.2080	400.4692	400.4350
500 最大值	499.9800	499.9420	500.0000	499.9620	500.0450	500.0070	500.0800	500.0420	500.1080	500.0700	500.2920	500.2540	500.5800	500.5420
	499.9780	499.9400	499.9980	499.9600	500.0430	500.0050	500.0780	500.0400	500.1060	500.0680	500.2900	500.2520	500.5780	500.5400

注：

(1) 套筒与局部量具的公差等级XXXM等于国际公差IT6圆整后的5% (见图6-4)。

(2) 工件轴的公差g6 (见ANSI B4.2, 表2)

商的公差等级, 图6-4给出的是这些等级所适用的检具制造商的公差(圆整至5%)。表6-1至6-4给出基于图6-4中的公差所计算的止通规极限尺寸以及ASME B4.2中的首选尺寸。

当通规的极限尺寸计算中包含检具允许的磨损时, 须在图6-1至6-4所示的通规尺寸极限中增加或减少图6-4中适用的检具制造商公差。

为满足绝对的检具公差标注策略, 所有检具制造商的公差、允许的磨损以及测量不确定度须保持在工件的尺寸极限范围内。

7 使用

7.1 概述

使用MMC概念可创建出用于检测是否满足MMC概念的功能检具。功能检具应相对于被测要素的实效状态进行尺寸与公差标注(见资料性附录A中的检具策略与允许的磨损示例)。检具的使用方式应与被测要素的功能表现严格相同。若零件将用于总成, 则检具设计应与总成状态严格相同。

7.2 环境条件

7.2.1 温度 所有的零件尺寸与公差均应用于20°C(68°F)的温度下。若检具与工件均处于20°C(68°F)下则温度不会造

成测量偏差。对于其他条件, 须考虑检具与工件的热胀冷缩效应。若检具与工件处于非20°C(68°F)的相同温度下, 两者的热胀冷缩量可使用下列公式计算:

$$KL(T - 20)$$

其中:

K = 膨胀系数

L = 长度

T = 温度, °C

当膨胀系数相同时, 不会引入温度相关的测量不确定度。然而, 当处理不同的膨胀系数时, 温度相关的测量不确定度会成为一个因素。若检具或工件由多个部件构成且这些部件的膨胀系数不同, 则应检验该结构以确认是否会由于扭曲或弯曲从而发生额外的不确定度。更多的其他考虑因素包含:

(a) 缓慢变化的温度 若空气温度随时间缓慢变化并且检具与工件结构中的热传导率很高, 则在假设检具与工件的温度是均匀的但不相等的前提下, 由温度导致的不确定度是可探知的。

(b) 快速变化的温度 若发生小幅度的快速空气温度变化并且若检具与工件的质量较大, 温度变化的效应可能非常小。在这些情况下, 没有足够的热量流入或流出检具与工件, 不会使温度显著变化。快速的与/或大当量的温度波动会导致检具与工件的温度变化不同, 从而导致扭曲与弯曲。这

种不确定须尽量考虑或避免。

(c) 辐射能量, 如阳光与人造光线 应避免阳光而且在可见光谱之外的人造光线与辐射能量应控制在最低水平。间接光照也经常会有影响。光照水平应尽量保持均一, 以避免对检具或工件的不均匀加热。辐射能量造成的最常见问题是影响大型表面的平面度。一些其他须考虑的温度因素为工件在检测环境中的不稳定、来自于冷热风道的空气、检测人员的体温。关于环境条件的更多信息见 ASME B89.6.2。

7.2.2 湿度 过度潮湿的环境会造成金属表面腐蚀从而损坏检具元件并且还会使人员感到不适。这些因素都可对检测精度产生不利影响。因此测量环境很重要, 应将湿度保持在一定水平以避免这些情况发生。推荐的相对湿度须不得超过 45%。关于环境条件的更多信息见 ASME B89.6.2。

7.2.3 污染 测量环境的污染会对检测精度产生不利影响。因此保持环境清洁很重要, 应避免油脂、污垢与灰尘。特别是当公差很小的时候, 外部粒子也会影响检测精度。

7.3 校准和检定

7.3.1 校准 当检具首次投入使用或检具返修后应进行校准。应在受控的环境中校准检具以确认所有的尺寸与公差均符合要求。可将一套检具校准为主检具并用以检测其他检具。主检具应标注严格的公差。校准后的检具可用于在样品检测区域检测零件且可标注相对宽松的公差。车间检具用以在车间环境中检测刚加工完毕的零件。当车间检具显示某零件超差时可将其放至样品检测区域再检测。在车间里使用的检具精度不要求与主检具或样品检测检具同样高且只需精确到一个略大的公差范围即可, 但仍须在规定的检具公差范围内。

7.3.2 检定 应根据检具的使用及检具与零件的材料在给定的时间框架内进行检定。应在检具校准后进行检定。应在检

具上或随检具的文件上规定时间框架。应再次检测尺寸与公差, 确认它们是否仍然满足检具的尺寸要求。若满足检具图纸的要求, 检具仍然是校准的, 但这并非是检具的再校准。若检具不满足规范, 可将其从主检具降级为样品检测检具或采取其他方式调整。检具也有可能是超差的。若出现该情况, 检具应再加工或返修。若检具进行了返修, 须再校准。

7.3.3 频次 检具的使用频次可随时间产生损毁效应。取决于检具设计, 若未准确探测检具损毁情况, 则检具的磨损、损坏、毛刺或尺寸不稳定均能够导致测量错误。

7.3.4 方法

(a) 几何特征的控制 定值检具的尺寸与几何特征的综合公差不得超过被测工件要素所使用的公差的 50%。关于此 50% 规则更完整的解释, 见 4.5.1。可用于检具上的几何公差包括的几何特征符号与用于工件上的相同: 直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度、面轮廓度、垂直度、平行度、倾斜度、位置度、同轴(心)度、对称度、圆跳动度、与全跳动度。见 ASME Y14.5-2009。

(b) 定值极限量规尺寸检测 有很多方法可用于确定量规尺寸。在进行任何测量之前将局部量规的检测表面、量块与检定主盘(取决于使用的方法)仔细地擦拭干净是很重要的。对于检定主盘还推荐涂抹一层凡士林薄膜然后仔细擦拭, 且不得将凡士林磨去。四种检测定值极限量规的方法如下所示:

(1) 检定主盘法 对于局部通规, 可使用两个检定主盘。对于新的局部通规, 应能够在竖直方向上以工作载荷小心地与检定主盘接触后通过并卸载。从而避免惯性力。

当应用上述相同的方法后, 局部通规应不能通过磨损检测盘。若局部通规可通过磨损检测的参照盘, 那么通规应返修或替换。磨损检测盘比检定主盘略大一点。

对于局部止规, 当应用上述相同的方法后, 应恰好通过合适的检定主盘。

(2) 量块法 该方法使用一套量块并且同时适用于局部通规与局部止规。量块的

组合取决于适用的工件极限尺寸。然后根据要求逐渐增加或减少量块组合，直到局部量规在竖直方向上以工作载荷恰好通过量块组合。另一个可接受的量块替代方案为在沿局部竖直方向上依靠量块的自身重量恰好通过间隙。

量块组合的尺寸应按适用的止通规极限进行标注与比较。

(3) 检定主盘法与量块法 该方法使用一个直径小于局部量规工作尺寸的检定主盘且一并使用一套量块，同时适用于局部通止规。调整量块组合使间隙量具在竖直方向上以工作载荷恰好通过量块组合的宽度以及检定主盘。

量块与检定主盘的尺寸之和应按适用的止通规极限进行标注与比较。

(4) 用指针与检定主盘对比 在面板上放置一块与之垂直的板并且将局部量规固定在这块垂直的板上进行检定，其检测表面与面板平行。将【机械的或电子的（取决于测量精度要求）】指针固定在传送架上，可用以将已知尺寸从检定的检定主盘上传送至局部量规的检测表面上，相对于已知尺寸的任何偏差可通过指针读数记录。

注：除检定主盘法主要用于定值局部量规外，上述的所有方法均适用于定值的或可调式的局部量规。

7.4 仲裁检测

当要求对零件的接收/拒收进行仲裁时，可要求使用仲裁检具。此检具的优先级高于所有的其他检具并且是零件是否合格与否的最终裁决。

检具有很多不同的应用。本标准主要针对的是检测最终产品的要求。也有过程检测的要求。好的检测实践方式为使用两套检具。一套用于过程检测而另一套用于最终检测。

若工件被过程检具拒收，可先将其放置在一边，使用公差更严格的最终检具执行最终检测。由于该检具贮于更有利于检具保存的受控环境中，所以一般是更可靠的检具而可用作工件状态的最终裁决。此类公差更严格的检具称为仲裁检具。

7.4.1 过程检测 过程检测有几种用途。其一为审核产品的制造过程是否受控。通规与功能检具虽然不显示零件的实际量值，但是它们可显示零件是否超出接收极限。由于检测无法满足统计过程能力研究的定量数据收集要求，如果对此类数据有要求，须使用额外的检测方法。另一个益处是过程使用检测可免于制作个几乎重复的产品最终仲裁检具。一般地，这套过程检具由制造人员使用，其允许的磨损量大于最终的仲裁检具。原因是过程检具的使用环境差于最佳的检具操作与保存环境。这些检具会比在受控的检测环境中使用的检具磨损得更快。

7.4.2 仲裁检具 仲裁检具的公差更严格并且存储于更有利于检具保存与恰当使用的受控环境中。这些检具的可靠性一般更高而可用作最终裁决，确定工件的状态。受磨损的检具实际上是更好的最终仲裁检具，因为只要它们不出超它们设计时要验证的边界，相对于拥有更多实体的新检具它们可接收更多的合格零件。若过程不可靠，可要求对产品进行 100% 的仲裁检测。

7.5 对齐原则

对所有的尺寸测量工具均应尽可能遵循对齐原则。例如，被测要素或被测尺寸的轴线或中心平面应与检具的相应参照元件对齐。相应的对齐可以是垂直于轴线或中心平面、控制相对于被测要素的基准的方向、控制相对于被测要素的目标几何要素的方向。无论是哪种对齐方式，均应在检测过程中确保满足，以获得最佳检测结果。

7.6 测量力

本标准涉及的所有测量与检测操作，在其实施过程中均不得施加任何测量力。

注：当零件在自有状态下会产生波动时，图纸注释可要求在测量时需要对零件进行约束。本描述的意图并非是代替此类图纸注释。

若测量时在零件上施加了一定的测量力而非零时，测量结果应做相应的修正。然而，当施加的测量力不足以影响与零件功能相关的测量精度时，修正也非一直是必须的。

7.7 操作

推荐使检具尽可能地避开使用人员的手部温度，由于此温度可能足以影响检具尺寸。

8 夹具

8.1 概述

有两种常见的夹具类型。第一种的设计目的是在制造过程中保持和定位工件。第二种则设计为检测夹具，在检测过程中（恰当地）保持和定位工件。

8.2 与检具的相似点

夹具与检具的基准要素模拟器是相同的。与检具不同的是夹具一般不包括代表被测要素的元件。

8.2.1 基准 基于规定的实体状态，模拟基准要素可用以表示零件要素，这些模拟基准要素使用（常备的或常列的）标准检具部件，如夹头、柄轴、销、套筒等。用球形定位器与基准目标点接触、用定位销的相切表面与基准目标线接触、用倚靠面板或夹头与基准目标区域接触、用平的夹具料块与零件的基准要素平表面接触。

定位零件要素并将其相互关联的尺寸源自于工件图纸上规定的基准参照系。定位检具元件并将其相互关联的尺寸源自于模拟基准要素（夹具），即在检具图纸上依据 ASME Y14.5-2009 定义为基准的要素。零件与检具拥有相应的理论尺寸、几何特征与参照基准。如同零件图纸上的标注一样，在检具上表示为互相垂直、同轴或对称的基准要素须受位置与方向控制以免图纸规范不完

整。

当未规定约束与关联零件和检具基准要素的形状或其他几何公差时，会导致测量不确定度（系统误差）发生。当由于零件或检具基准要素的偏差导致零件在三维空间中的定位不确定时，会产生公差累积及另外的参照系（见 ASME Y14.5.1M）。

检具的定位要素须与零件的基准要素实现物理接触或结合，并且在检测其他零件要素之前须保持和验证此接触或结合。在功能检具的设计中须包含物理接触或结合的验证。

8.2.2 至关重要的约束条件 尽管夹具的成本通常低于检具，但对于设计与制造还是需要初始资金的投入。为使工件的制造与测量更快更准，一般认为夹具的投入随时间的推移是会体现其价值的。

8.2.3 重复性 与其他用以辅助制造与检测工件的工具一样，与零件上的基准要素接触的夹具元件的形状与方向会在很大程度上影响测量重复性。形状与方向越精确，在多次测量之间将零件从夹具上卸下的次数越少，则测量重复性越好。

8.3 与检具的差异点

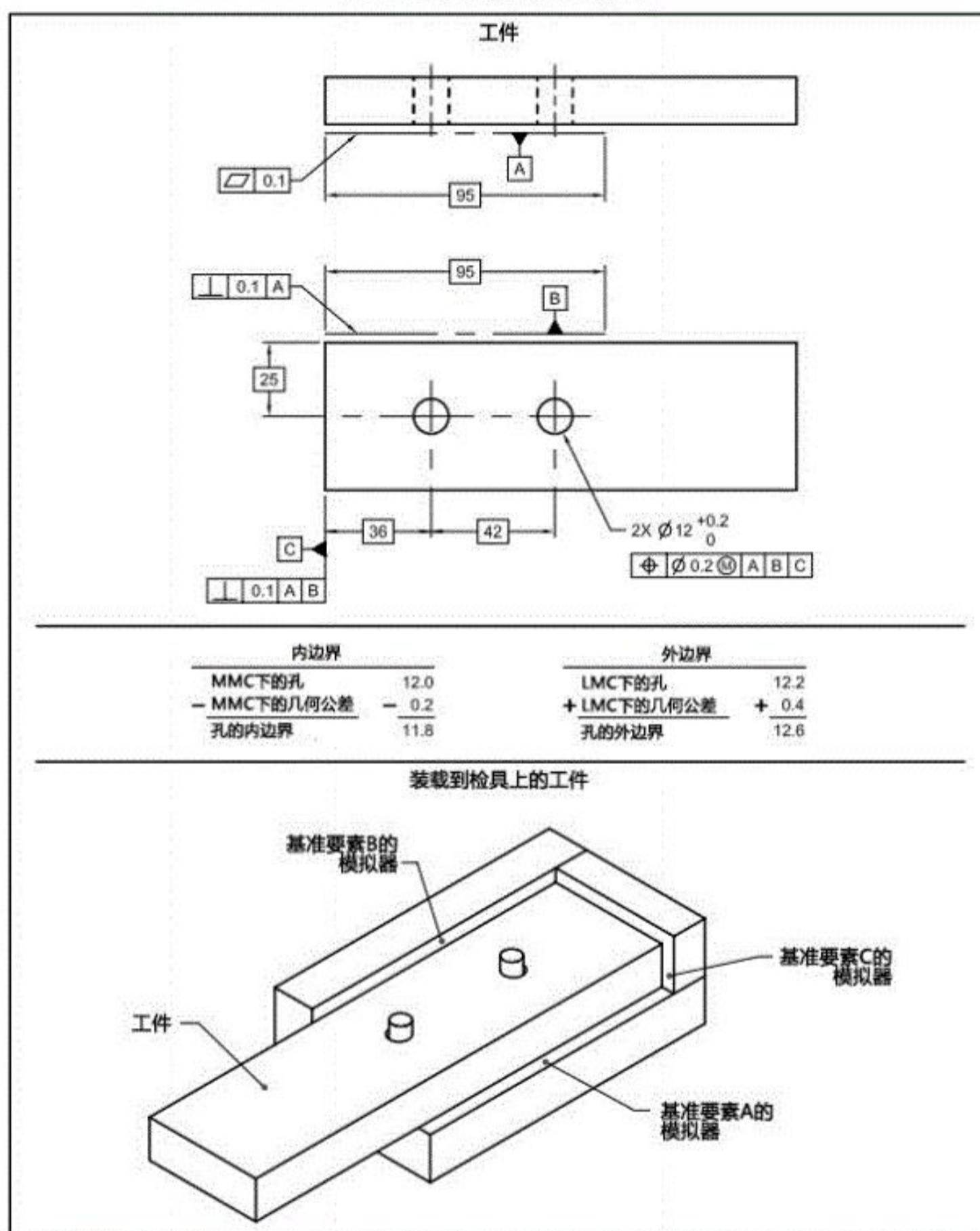
夹具与检具的唯一差异为夹具不包含代表被测要素的元件。检具或夹具的结构中均包含代表零件基准要素的元件以及需要的夹紧元件，但代表被测要素的元件则不是均包含的。与检具不同，会要求将测量支架与其他收集定量数据的方法共同使用，如计算机控制的坐标测量机。

规范性附录 I

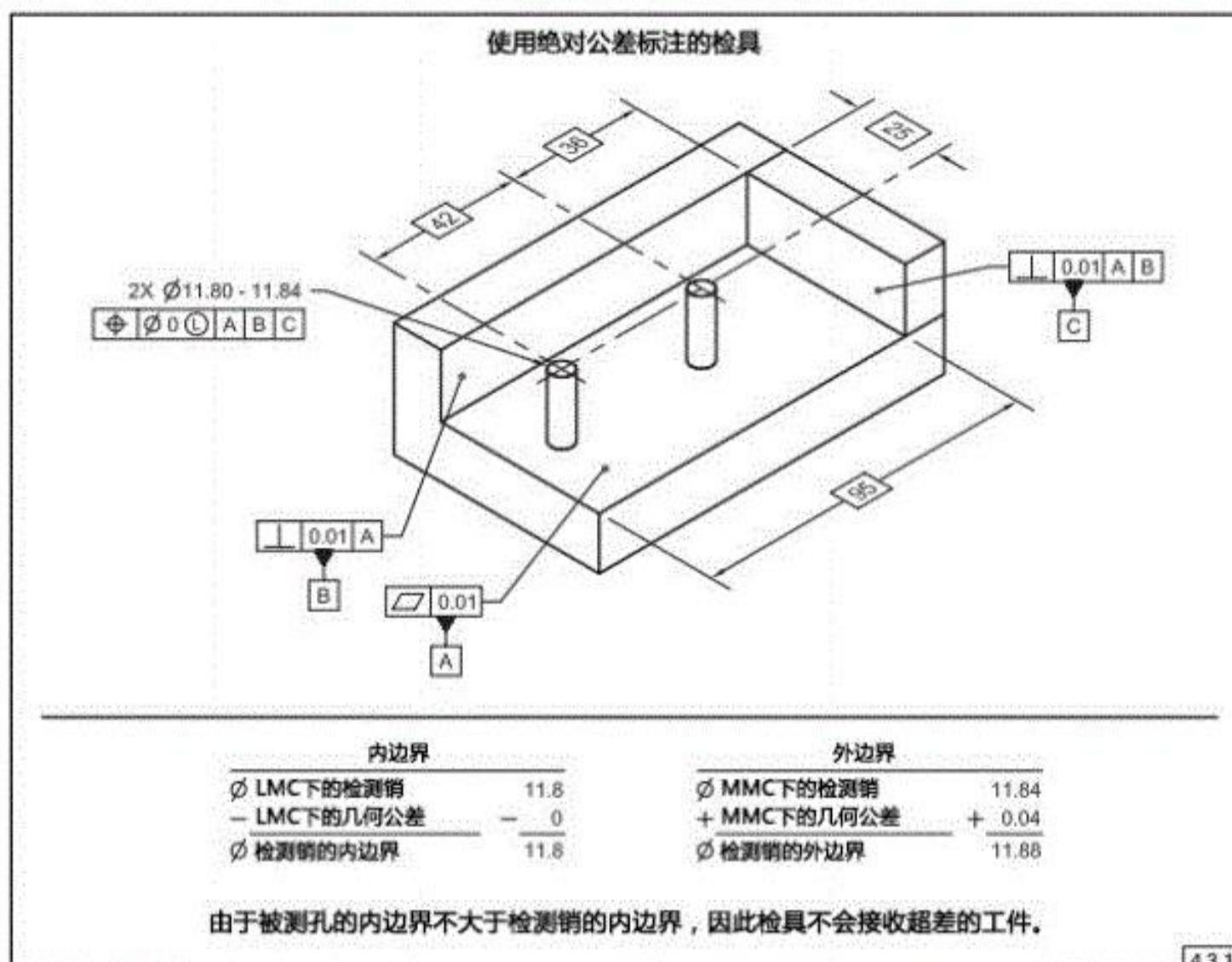
检具策略图示

本规范性附录中的图仅用作检具应用与策略的图示。不得因为期望的应用没有图示而假定其不适用或拒收图纸的理由。在一些示例中，图包含的额外细节，目的是用以强调；在另一些示例中，图则故意未画完整。

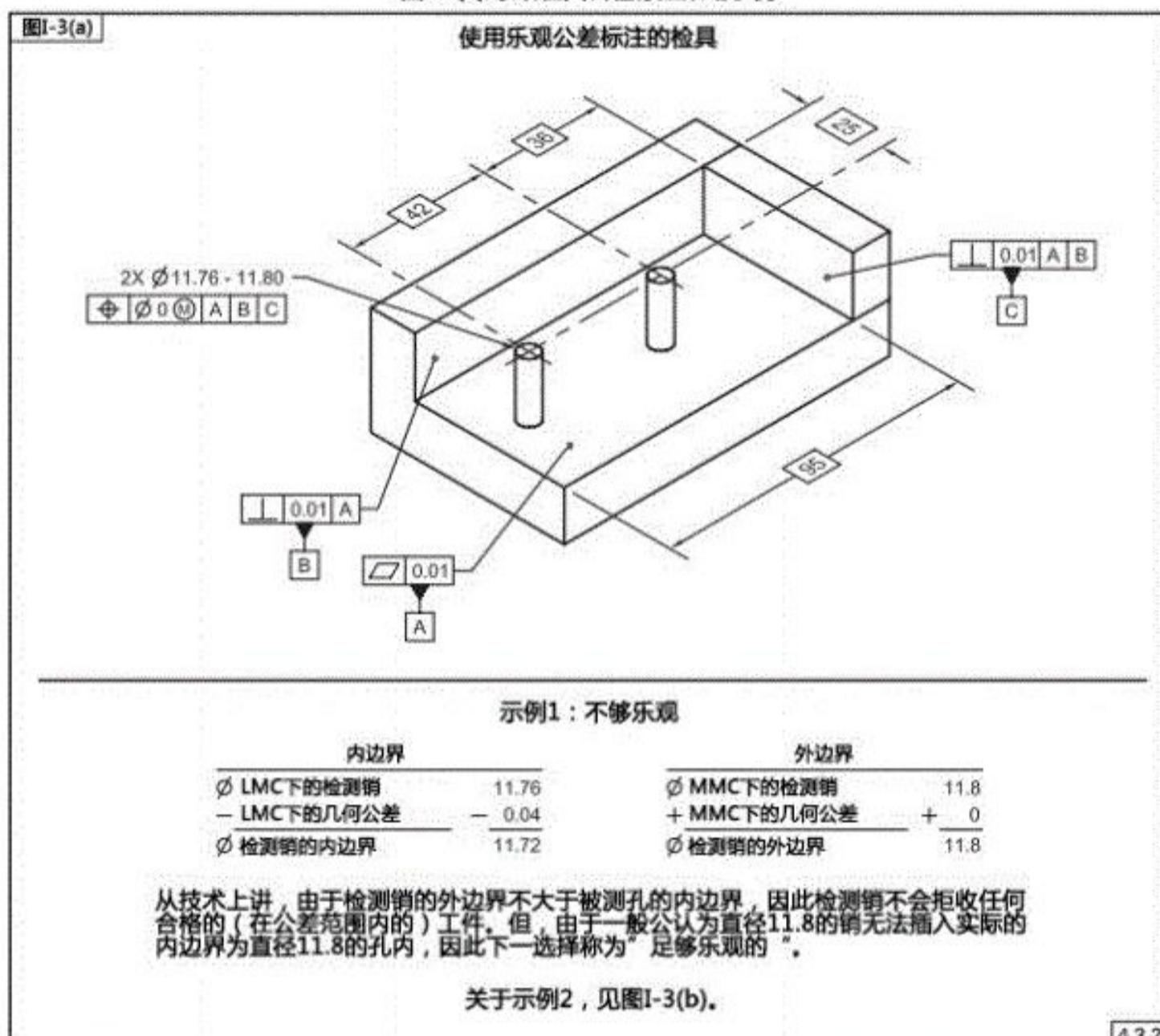
图I-1 检具公差标注策略示例的工件



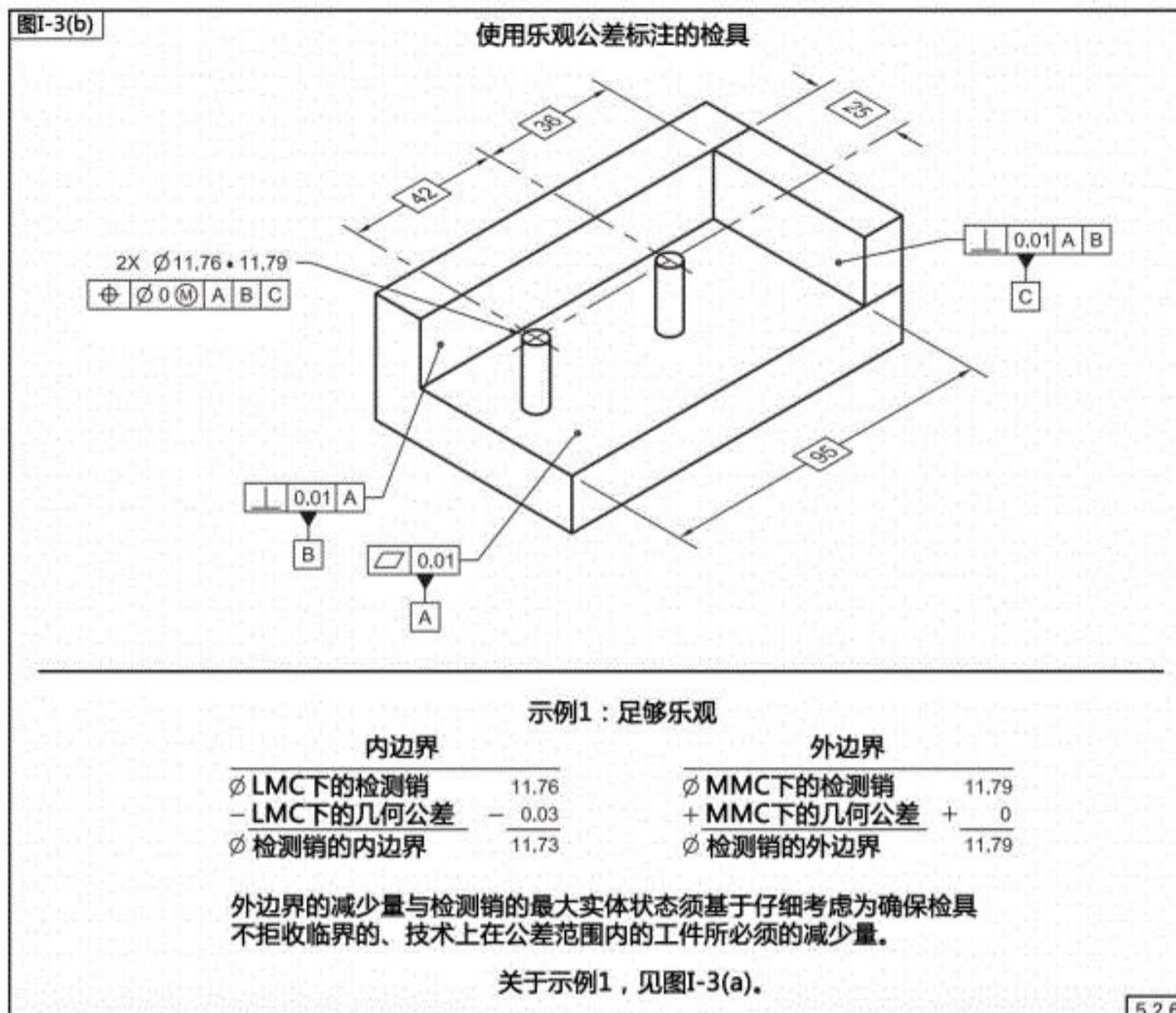
图I-2 绝对检具公差标注策略示例



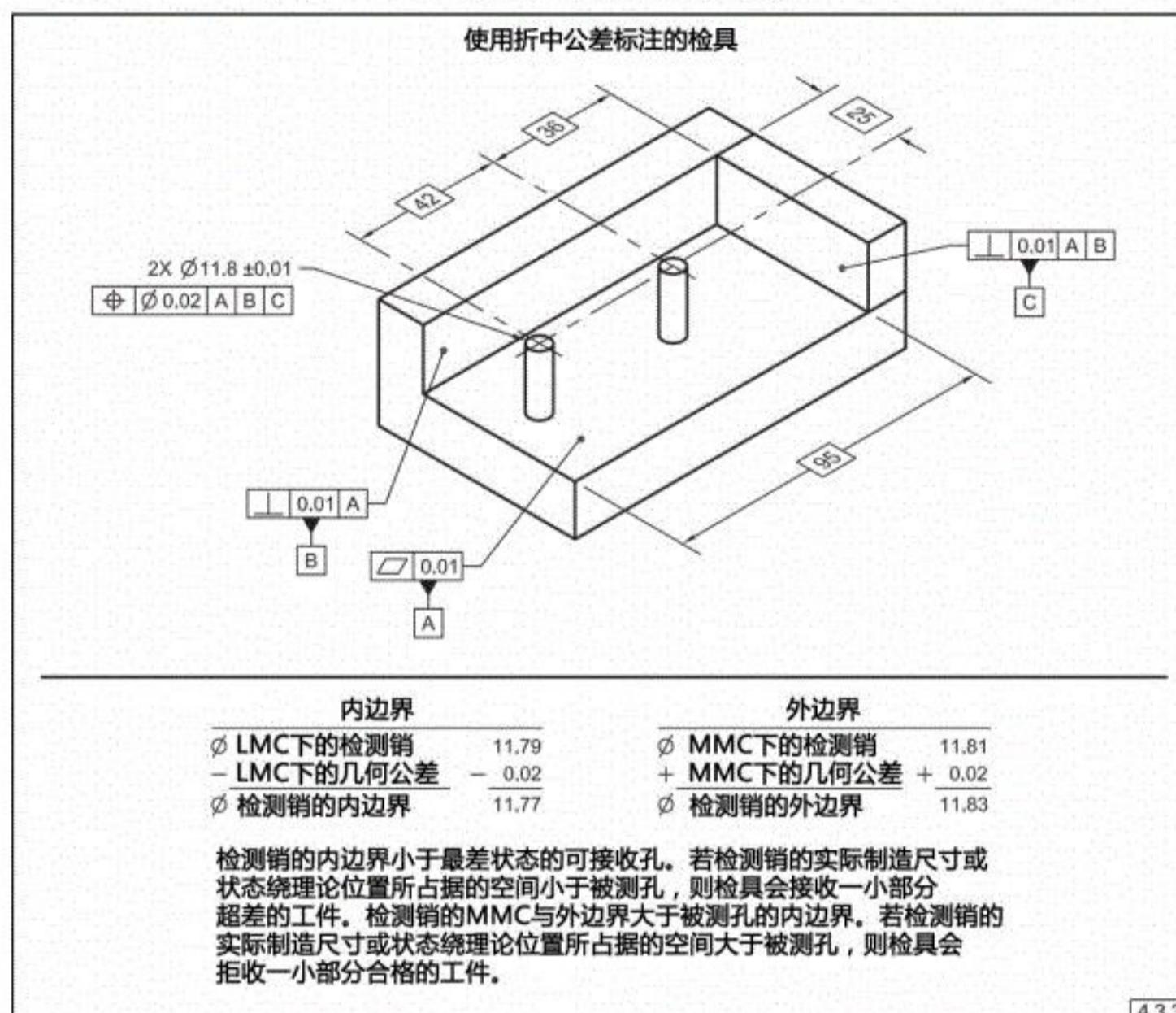
图I-3(a) 乐观检具公差标注策略示例



图I-3(b) 乐观检具公差标注策略示例



图I-4 折中检具公差标注策略示例



规范性附录 II

实体状态的解释

图 II-1 表示的是每种实体状态的差异及由其导出的优缺点。使用 MMC 下的零位置度公差标注控制工件孔，使其全部的公差都以尺寸要求来体现。每个孔的直径为 11.8 至 12.2，可为孔创建直径 11.8 (11.8 - 0) 的内边界以及直径 12.6 (12.2 + 0.4) 的外边界。内外边界之间的差值等于两个边界之间的公差值 0.8。

因此，如图 II-2 所示的检测销的尺寸及几何公差受两个在 MMC 下位置度公差为零的 11.80 至 11.84 的直径控制。若在检测销的公差框格中使用 MMC 修饰符，可为检测销生成直径 11.76 (11.80 - 0.04) 的内边界以及直径 11.84 (11.84 + 0) 的外边界。检测销实际的最小直径为 11.8。

作为对比，如图 II-3 所示的检测销使用 LMC 下的零位置度公差且检测销的尺寸极限保持在 11.80 至 11.84，每个检测销将生成直径 11.8 (11.8 - 0) 的内边界以及直径 11.88 (11.84 + 0.04) 的外边界。检测销实际的最小直径为 11.8。

由于（在受控于 MMC 或 LMC 的检具中）检测销实际的最小直径为 11.8，所以若实际制造的孔超出其位置度公差就将很有可能被受控于 MMC 或 LMC 的检测销拒收。然而，在受控于 MMC 的检测销中，当其偏离 MMC 时，由于允许其偏移（补偿公差），有潜在的可能会接受技术上不合格的零件。例如，若 11.8 的孔实际制造时位置的偏离量及偏离方向（超出其在 MMC 下的零公差）与它的检测销一致，则 11.8 的检测销可能接受这个孔。其他类型的孔的偏移会导致检测销的外边界及物理尺寸与其干涉从而将拒收这个孔。

在受控于 LMC 的检测销中，由于检测销的内边界不小于工件上的孔的内边界，所以超差的工件孔即使在最理想的位置也不会被接收。

然而，由于受控于 LMC 的检测销会产生

11.88 的外边界，所以该检具将拒收的技术上合格的工件数量会多余受控于 MMC 的检测销所拒收的数量（因为受控于 MMC 的检测销的外边界直径只有 11.84）。

因此，存在很小的统计概率，受控于 MMC 的检测销可能会接收超差的工件孔。此概率远小于若检测销给定的尺寸公差允许其小于被测孔的 MMC 概念下的实效状态边界的概率。远大于受控于 MMC 的检测销接收超差工件概率的是受控于 LMC 的检测销拒收合格工件的百分比概率。之所以存在比受控于 MMC 的检测销更有可能受控于 LMC 的检测销会更大概率地拒收合格工件的原因是因为检测销的外边界更有可能与被测孔的内边界干涉，并且受控于 LMC 的检测销可生成比受控于 MMC 的检测销更大的外边界。

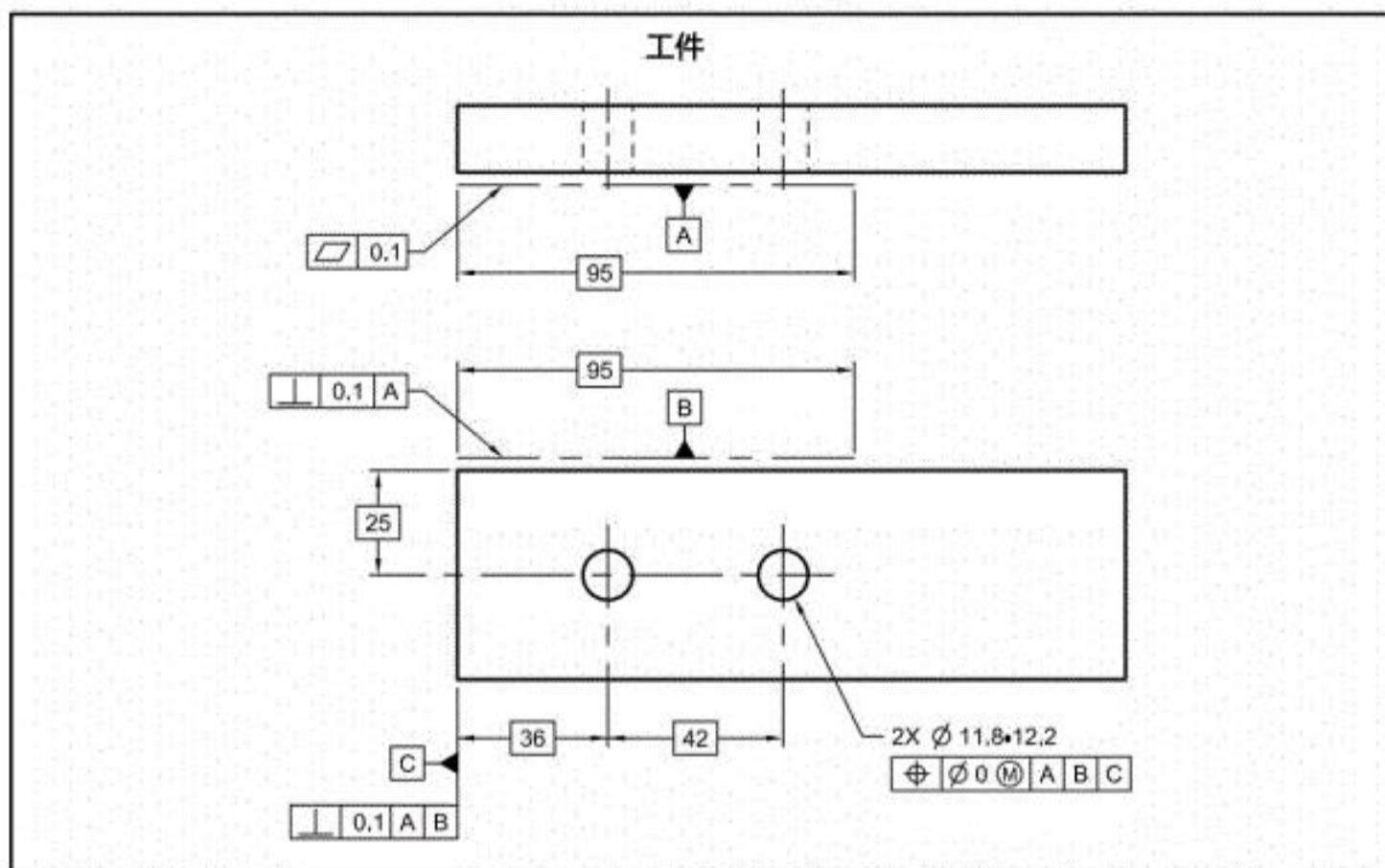
在受控于 MMC 及 LMC 的检测销中，本章讨论到的检具所使用的总公差是相同的：受控于 MMC 的检测销使用其生成的直径边界 11.84 与 11.76 之间的差值作为公差，而受控于 LMC 的检测销使用其生成的直径边界 11.88 与 11.80 之间的差值作为公差。在每个示例中使用的总公差均为直径 0.08。这是由工件上的被测孔所生成的外边界 12.6 与内边界 11.8 之间的差值公差的 10%。由于受控于 MMC 及 LMC 的检具使用的总公差相同，所以可假设检具的制造成本也是相同的。

也须考虑用 RFS 控制的检具。在图 II-1 中所示的同一个工件也可使用受 RFS 控制的检测销检测。该检具策略不可使用零位置度公差，因为当检测销的尺寸偏离 MMC 或 LMC 时不产生补偿公差。因此，应从检测销的尺寸公差中减去将放置在公差框格中代替零公差的这部分公差。例如，如图 II-4 所示，若检测销的尺寸公差为直径 11.80 至 11.82，则可将 0.02 的 RFS 位置度公差用在公差框格中。若检测销不控制轴线的直线度，则该检测销生成直径 11.78 (11.80 - 0.02) 的内边界与直径 11.84 (11.82 + 0.02) 的外边

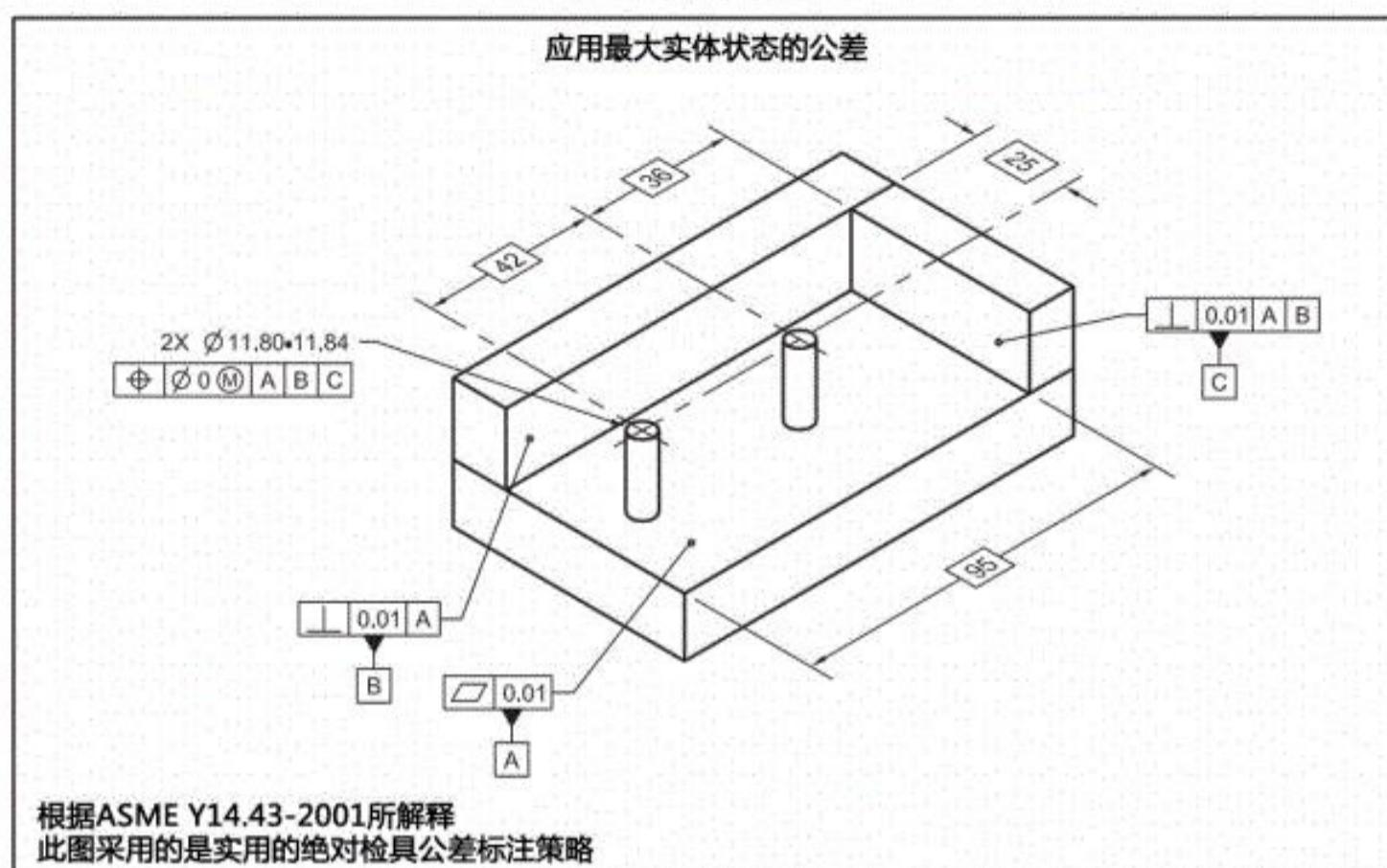
界。对于受控于 MMC 及 LMC 的检具公差标注概念，检测销的实际最小直径为 11.8。此方法仅使用直径 0.06 的检具公差 (11.84 - 11.78)。此公差小于受控于 MMC 或 LMC 可用的公差(两者的范围均为 0.08)。受控于 RFS

的检具因此在理论上比受控于 MMC 或 LMC 的检具制造成本更高。与 MMC 概念的检具一样，当受控于 RFS 的检测销的偏移方向与被测孔一致时有潜在的可能会接收超差的孔。

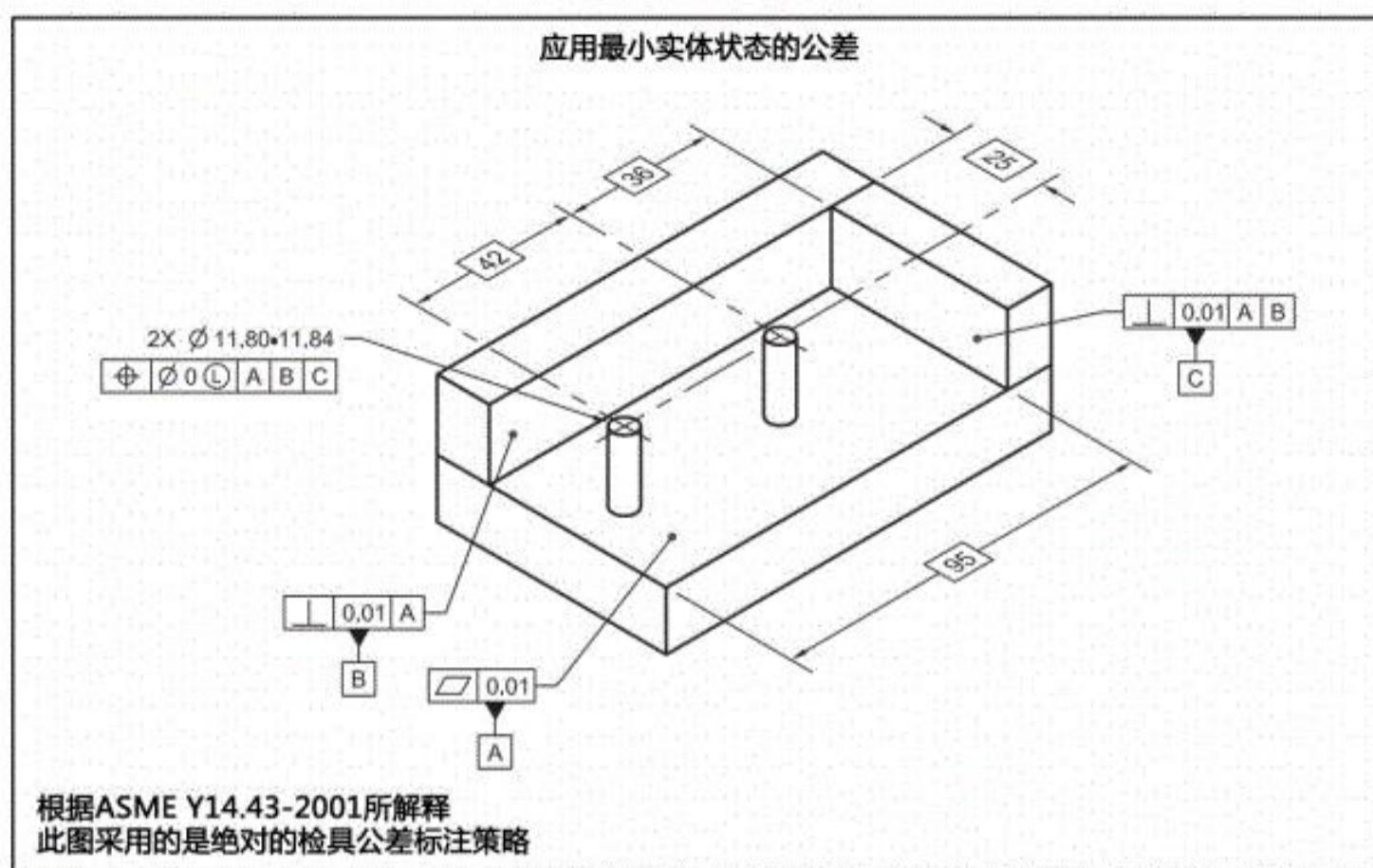
图II-1 实体状态修饰符示例的工作



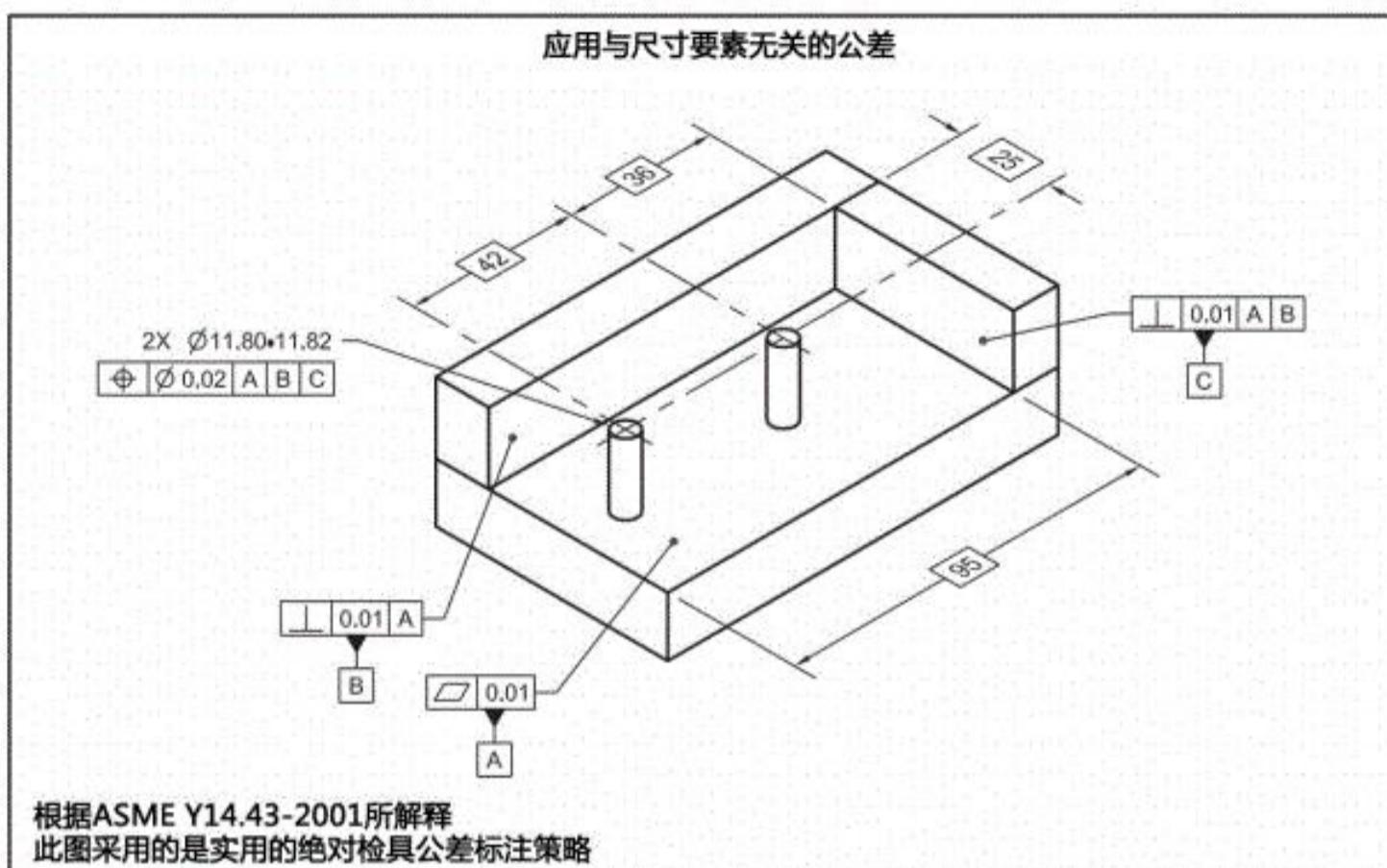
图II-2 检具的MMC修饰符



图II-3 检具的LMC修饰符



图II-4 检具的RFS修饰符



资料性附录 A

检具特征的示例

A-1 特征

检具特征的基础为设计师如何选择应用已有的不同原则，如检具策略、工件公差使用的百分比、实体状态修饰符及允许的磨损因素。基于这些选择，对于单份工件图纸可能给出多种具有不同特征的检具设计基础。基于单个工作开发的不同检具可能包含车间现场检具、仲裁检具以及主检具。每种检具要求的精度逐渐提高。对于这些原则的理解将有助于检具设计师完成检具设计任务并满足特定的功能要求。每份检具图纸必须使用图纸注释、相关文件或检具标识来定义检具的功能特征以充分描述这些特定的要求。表 A1 至 A3 及图 A-1 至 A-4(f) 基于各种不同策略、实体状态与允许的磨损的使用展示了检具功能特征的示例。

A-2 检具策略

由于检具策略将定义检具的功能接收特征，因此应首先决定。然后再开发其他的检具设计决策以支持期望的策略。

检具策略的选择包含绝对的、实用的绝对、折中的以及乐观的检具公差标注策略。

绝对的检具公差标注策略旨在确保检具不接收超差的零件。为达到此目的，检测销的最差内边界须大于或等于工件孔的 MMC/实效状态。【见表 A-2 与 A-3，以及图 A-3(a) 至 A-4(f)】。

实用的绝对检具公差标注策略的设计目的是为绝不接收超差零件的原则应用统计概率，同时也接受小概率接收超差零件的可能。【见表 A-1 与图 A-2(a) 至(d)】。

折中检具公差标注策略的设计条件为使公差落在可接收/可拒收的边界上。实用的绝对检具公差标注策略要求当非常特定的环境条件发生时才会接收超差的零件，而折中的检具公差标注策略则不同，其设计目

的为允许更多的环境条件发生并且更可能接收超差的零件。基于折中的检具公差标注策略设计且实际制造位于上公差界限附近的检具将不会接收任何超差工件并且拒收少量的合格工件。(见表 A-2 与 A-3)。

当不希望拒收合格工件且接收临界状态的超差零件不会损害最终产品时，可使用乐观的检具公差标注策略。(见表 A-2 与 A-3)。

在所有的检具设计中都须考虑允许的磨损与实体状态修饰符的效应。

A-3 检具使用的工件公差百分比

检具公差应基于(由 LMC 与实效状态的差异定义的)工件公差的一定百分比来使用。应由检具设计师决定百分比的数值并且随功能变化不同检具之间可以有所变动。本标准使用工件公差的 10% 并将其应用于检测销的定位上作为本文中所含图的基础。图示的该 10% 的数值为检具的总公差或检具公差加允许的磨损的组合。为检具公差所选的百分比数值须应用于检测销的尺寸公差以及在 MMC(或 LMC) 下的零位置度公差(TOP)。由于 RFS 下的零公差是不允许的，所以当检测销的位置度公差使用 RFS 的方法时，应将一部分的尺寸公差分配给位置度公差。

在本资料性附录中图示了两种检具公差的标注方法。

第一种方法，称为直接百分比，即检具公差(10%) 应用于检测销的尺寸以及 MMC 或 LMC 下的零位置度公差。添加到规定公差上的公差补偿效应将使边界增加并超过原始的百分比数值。当应用 RFS 时，规定的公差会导致内边界小于会使边界增加并超过原始百分比数值的 MMC 销的直径。使用直接百分比方法创建的检具所生成的总公差边界大于原始的百分比数值。这种检具会进一步侵占工件公差，从而减少工件总的接收范