



中华人民共和国国家标准

GB/T 1958—2017
代替 GB/T 1958—2004

产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证

Geometrical Product Specifications(GPS)—
Geometrical tolerance—Verification

2017-11-01 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 相关符号 3

5 一般规定 3

6 检测条件 5

7 几何误差及其评定 5

8 基准的建立和体现 9

9 测量不确定度 17

10 合格评定 18

11 仲裁 18

附录 A（资料性附录） 工程图样和技术文件中的相关符号及说明 19

附录 B（资料性附录） 检验操作 21

附录 C（资料性附录） 检测与验证方案 28

附录 D（资料性附录） 最小区域判别法 94

附录 E（资料性附录） 在 GPS 矩阵模型中的位置 100



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 1958—2004《产品几何量技术规范(GPS) 形状和位置公差 检测规定》，与 GB/T 1958—2004 相比主要技术变化如下：

- 标准名称由原来的《产品几何量技术规范(GPS) 形状和位置公差 检测规定》修改为《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证》；
- 增加了几何误差检测与验证中涉及到的术语和定义(见第 3 章)；
- 增加了几何误差检测与验证技术文件中的相关符号(见第 4 章和附录 A)；
- 调整了几何公差项目及符号(见表 1, 2004 年版的表 1)；
- 将“一般规定”扩展修改为“一般规定”“检测条件”“测量不确定度”(见第 5 章、第 6 章、第 9 章；2004 年版的第 3 章)；
- 将“形状误差及其评定”和“位置误差及其评定”合并调整为“几何误差及其评定”，并对章节内容进行了系统的更新及编排(见第 7 章；2004 年版的第 4 章和第 5 章)；完善修改了“跳动”的定义及检测方法(见 7.4；2004 年版的 5.4)；
- 修改了“基准的建立和体现”，对章节内容进行了系统的更新及编排，增加了采用模拟基准要素和拟合(组成/导出)要素体现基准的图例；明确了基准目标是由基准要素的部分要素建立基准，其体现方法有模拟法和拟合法两种(见第 8 章，2004 年版的第 6 章)；
- 将标准中的有关术语进行了相应的改动，如“被测提取要素”改为“被测要素的提取要素”；“提取导出球心、提取导出圆心、提取导出中心线”等改为“提取导出要素(球心、圆心或中心线等)”；
- 增加了测量不确定度(见第 9 章)；
- 增加了合格评定(第 10 章)；
- 修改了“仲裁”，并对章节内容进行了必要的更新和编排(见第 11 章，2004 年版的第 7 章)；
- 增加了几何误差的检验操作规范及缺省规范，给出了典型几何误差检验操作图例(图释)(见附录 B)；
- 将“检测方案”修改为“检测与验证方案”(见附录 C，2004 年版的附录 A)，同时以原附录 A 方案的图例为基础，经筛选、更新、补充、调整形成了新的检测与验证示例。给出了基于新一代 GPS 操作技术的几何误差检测与验证方法和检验操作集示例。附录 C 的表 C.2～表 C.15 的表中序号带 * 的表示修订后新增的示例，其中带 * 的示例采用了原标准中的测量装置和检测与验证方案，但更新了图例标注及说明；带 * 的示例采用了新的测量装置和检测与验证方案；
- 将“最小区域和定向最小区域判别法”修改为“最小区域判别法”，增加了位置误差的定位最小区域判别法(见附录 D，2004 版的附录 B)；
- 增加了在 GPS 矩阵模型中的位置(见附录 E)。

本标准由全国产品几何技术规范标准化技术委员会(SAC/TC 240)提出并归口。

本标准起草单位：中机生产力促进中心、郑州大学、北京市计量检测科学研究院、上海大学、深圳市

GB/T 1958—2017

计量质量检测研究院、上海市计量检测科学研究院、大连机车车辆有限公司、北京汽车股份有限公司。

本标准主要起草人：明翠新、张琳娜、赵凤霞、吴迅、李明、于冀平、瞿潮庆、郑鹏、王红、滕丽静、李海斌。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 1958—1980、GB/T 1958—2004。



产品几何技术规范(GPS)

几何公差 检测与验证

1 范围

本标准规定了几何公差中的形状误差、方向误差、位置误差和跳动的检测条件、检测方法、误差评定方法、测量不确定度估算方法、检测与验证操作集(操作算子)制定方法及合格评定规则,并给出了几何误差的检测与验证方案及示例。

本标准适用于工件几何误差的检测与验证。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1182 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注

GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 4249 产品几何技术规范(GPS) 公差原则

GB/T 4380 圆度误差的评定 两点、三点法

GB/T 16671 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求

GB/T 17851 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 基准和基准体系

GB/T 18779.1 产品几何量技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第1部分:按规范检验合格或不合格的判定规则

GB/T 18779.2 产品几何量技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第2部分:测量设备校准和产品检验中GPS测量的不确定度评定指南

GB/T 18779.3 产品几何技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第3部分:关于对测量不确定度的表述达成共识的指南

GB/T 18780.1 产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义

GB/T 18780.2 产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第2部分:圆柱面和圆锥面的提取中心线、平行平面的提取中心面、提取要素的局部尺寸

GB/T 19022 测量管理体系 测量过程和测量设备的要求

GB/Z 20308 产品几何技术规范(GPS) 总体规划

GB/T 24635.3 产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM)确定测量不确定度的技术 第3部分:应用已校准工件或标准件

GB/Z 24637.1 产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第1部分:几何规范和验证的模式

GB/Z 24637.2 产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第2部分:基本原则、规范、操作集和不确定度

ISO 1101(E) 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差(Geometrical product specifications (GPS)—Geometrical tolerancing—Tolerances of form, orientation, location and run-out)

ISO 5459(E) 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 基准和基准体系(Geometrical product speci-

fications (GPS)—Geometrical tolerancing—Datums and datum systems)

3 术语和定义

GB/T 18780.1、GB/T 18780.2、GB/Z 24637.1、GB/Z 24637.2、GB/T 17851、GB/T 4249 和 GB/T 16671界定的术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 18780.1、GB/Z 24637.1、GB/Z 24637.2、GB/T 17851 中的一些术语和定义。

3.1

组成要素 integral feature

面和面上的线。

[GB/T 18780.1—2002,定义 2.1.1]

注: GB/T 18780.1—2002 中还规定了公称组成要素、实际(组成)要素、提取组成要素、拟合组成要素等术语。

3.2

导出要素 derived feature

由一个或几个组成要素得到的中心点、中心线或中心面。

[GB/T 18780.1—2002,定义 2.1.2]

注: GB/T 18780.1—2002 中还规定了公称导出要素、提取导出要素、拟合导出要素等。

3.3

尺寸要素 feature of size

由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状。

注: 尺寸要素可以是圆柱形、球形、两平行平面、圆锥形或楔形。

[GB/T 18780.1—2002,定义 2.2]

3.4

方位要素 situation feature

能确定要素方向和/或位置的点、直线、平面或螺旋线类要素。

[GB/Z 24637.1—2009,定义 3.26]

3.5

基准要素 datum feature

零件上用来建立基准并实际起基准作用的实际(组成)要素(如:一条边、一个表面或一个孔)。

[GB/T 17851—2010,定义 3.5]

3.6

模拟基准要素 simulated datum feature

在加工和检测过程中用来建立基准并与实际基准要素相接触,且具有足够精度的实际表面(如一个平板,一个支撑、一根心轴或基准目标等)。

[GB/T 17851—2010,定义 3.6]

3.7

操作 operation

获取要素或特征值以及它们的公称值和极限值的特定方法。

[GB/Z 24637.1—2009,定义 3.20]

3.8

评估 evaluation

用来确定特征值、公称值及其极限值的操作。

[GB/Z 24637.1—2009,定义 3.8]

3.9

拟合要素 associated feature

通过拟合操作,由非理想表面模型或实际表面建立的理想要素。

[GB/Z 24637.1—2009,定义 3.1]

3.10

操作集 operator**操作算子 operator**

一组有序的操作。

[GB/Z 24637.2—2009,定义 3.3.1]

3.11

规范操作 specification operation

仅用数学表达式、几何图形、算法或其综合来明确表达的操作。

[GB/Z 24637.2—2009,定义 3.2.1]

注: GB/Z 24637.2—2009 中还规定了缺省规范操作、特定规范操作和实际规范操作。

3.12

检验操作 verification operation

实际规范操作所规定的测量过程和/或测量仪器的实施过程的操作。

[GB/Z 24637.2—2009,定义 3.2.5]

注: GB/Z 24637.2—2009 中还规定了理想检验操作、实际检验操作和简化检验操作。

3.13

规范操作集 specification operator

一组有序的规范操作。

[GB/Z 24637.2—2009,定义 3.3.3]

注: GB/Z 24637.2—2009 中还规定了完整规范操作集、不完整规范操作集、缺省规范操作集、特定规范操作集和实际规范操作集。

3.14

检验操作集 verification operator

一组有序的检验操作。

[GB/Z 24637.2—2009,定义 3.3.9]

注: GB/Z 24637.2—2009 中还规定了理想检验操作集、简化检验操作集和实际检验操作集。

3.15

不确定度 uncertainty

表征合理地赋予预定值或相关之值的分散性,与预定值或相关值相联系的参数。

[GB/Z 24637.2—2009,定义 3.4.1]

注: GB/Z 24637.2—2009 中还规定了测量不确定度、规范不确定度、相关不确定度、方法不确定度、测量仪器不确定度、符合性不确定度和总不确定度等。

4 相关符号

几何误差检测与验证中可能涉及到的工程图样和技术文件中的相关符号及说明参见附录 A。

5 一般规定

5.1 几何误差包括:形状误差、方向误差、位置误差和跳动,其所对应的几何公差项目及符号见表 1。

表 1 几何公差项目及符号

公差类型	公差项目	项目符号
形状公差	直线度	
	平面度	
	圆度	
	圆柱度	
	线轮廓度	
	面轮廓度	
方向公差	平行度	
	垂直度	
	倾斜度	
	线轮廓度	
	面轮廓度	
位置公差	位置度	
	同心度	
	同轴度	
	对称度	
	线轮廓度	
	面轮廓度	
跳动公差	圆跳动	
	全跳动	

5.2 几何误差的检测与验证过程主要包括：

- 确认工程图样和/或技术文件中的几何公差规范；
- 制定并实施检测与验证规范或检验操作集(几何误差的检验操作参见附录 B,几何误差的检测与验证方案参见附录 C)；
- 评估测量不确定度(见第 9 章)；
- 测量结果合格评定(见第 10 章)。

5.3 工程图样和/或技术文件是制订检验操作集的依据。若工程图样或技术文件未准确规范或规范的检验操作内容不完整,检验方与送检方对工程图样和/或技术文件的解读及应对措施应达成共识。

5.4 根据规范操作集制定实际检验操作集,编制测量过程规范文件(即:检测与验证规范),其测量过程的规范包括:测量方法、测量条件和测量程序等。

注:测量过程规范文件可参考 GB/T 19022 制定。

5.5 在几何误差的检测与验证过程中,测量不确定度的评估、表述及管理规范见第 9 章。

5.6 按实际检验操作集进行操作得到测量结果,测量结果应包括几何误差测得值和测量不确定度。按照测量结果与几何公差规范的符合性进行合格评定,见第 10 章。

6 检测条件

6.1 检测条件应在检测与验证规范中规定。实际操作中,所有偏离规定条件并可能影响测量结果的因素均应在测量不确定度评估时考虑。

6.2 几何误差检测与验证时缺省的检测条件为:

- 标准温度为 20 ℃;
- 标准测量力为 0 N。

6.3 如果测量环境的洁净度、湿度、被测件的重力等因素影响测量结果,应在测量不确定度评估时考虑。

6.4 几何误差检测与验证时,除非另有规定,表面粗糙度、划痕、擦伤、塌边等外观缺陷的影响应排除在外。

7 几何误差及其评定

7.1 形状误差及其评定

7.1.1 形状误差

形状误差是被测要素的提取要素对其理想要素的变动量。理想要素的形状由理论正确尺寸或/和参数化方程定义,理想要素的位置由对被测要素的提取要素进行拟合得到。拟合的方法有最小区域法 C(切比雪夫法)、最小二乘法 G、最小外接法 N 和最大内切法 X 等,工程图样或技术文件中的相关符号及说明参见附录 A 表 A.1;如果工程图样上无相应的符号专门规定,获得理想要素位置的拟合方法一般缺省为最小区域法,最小区域判别法参见附录 D。

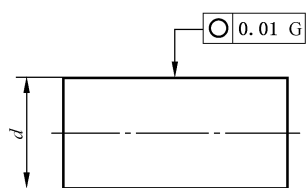
注 1: 最小区域法和最小二乘法根据约束条件不同分为三种情况:无约束(符号为 C 和 G)、实体外约束(符号为 CE 和 GE)和实体内约束(符号为 CI 和 GI)。

注 2: 形状误差值评估时可用的参数有:峰谷参数(T)、峰高参数(P)、谷深参数(V)和均方根参数(Q),其中峰谷参数(T)为缺省的评估参数。

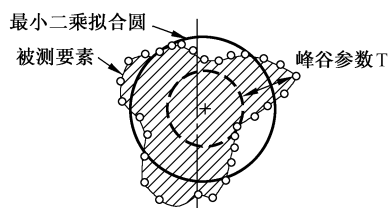
示例: 图 1、图 2 和图 3 给出了三种不同的圆度图样标注示例及解释。图 1 中,理想要素位置的获得方法和形状误差值的评估参数均采用了缺省标注,规范要求采用最小区域法拟合确定理想要素的位置,采用峰谷参数 T 作为评估参数。图 2 中,符号 G 表示获得理想要素位置的拟合方法采用最小二乘法,形状误差值的评估参数采用了缺省标注,评估参数为峰谷参数 T。图 3 中,符号 G 表示获得理想要素位置的拟合方法采用最小二乘法,符号 V 表示形状误差值的评估参数为谷深参数。



图 1 圆度图样标注及解释

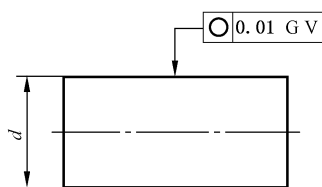


a) 图样标注

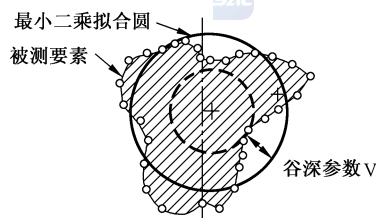


b) 解释

图 2 圆度图样标注及解释



a) 图样标注



b) 解释

图 3 圆度图样标注及解释

7.1.2 形状误差评定的最小区域法

最小区域法是指采用切比雪夫法(Chebyshev)对被测要素的提取要素进行拟合得到理想要素位置的方法,即:被测要素的提取要素相对于理想要素的最大距离为最小。采用该理想要素包容被测要素的提取要素时,具有最小宽度 f 或直径 d 的包容区域称为最小包容区域(简称最小区域),如图 4 和图 5 所示。

注 1: 图 4 表示了不同约束情况下的最小区域法:无约束的最小区域法(C)、实体外约束的最小区域法(CE)和实体内约束的最小区域法(CI)。

注 2: 最小区域的宽度 f 等于被测要素上最高的峰点到理想要素的距离值(P)与被测要素上最低的谷点到理想要素的距离值(V)之和(T);最小区域的直径 d 等于被测要素上的点到理想要素的最大距离值的 2 倍。

注 3: 一般情况下,各形状误差项目最小区域的形状分别与各自的公差带形状一致,但宽度(或直径)由被测提取要素本身决定。

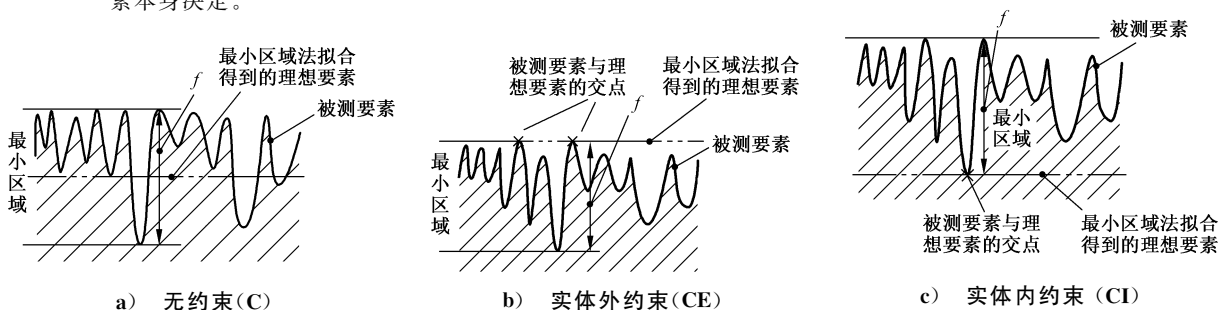


图 4 不同约束情况下的最小区域法

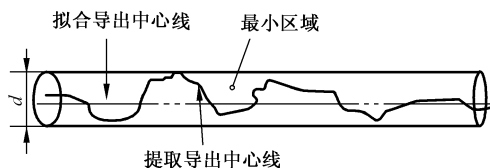


图 5 形状误差值为最小包容区域的直径

7.2 方向误差及其评定

7.2.1 方向误差

方向误差是被测要素的提取要素对具有确定方向的理想要素的变动量,理想要素的方向由基准(和理论正确尺寸)确定。

注:当方向公差值后面带有最大内切($\textcircled{X}$)、最小外接($\textcircled{N}$)、最小二乘($\textcircled{G}$)、最小区域($\textcircled{C}$)、贴切($\textcircled{T}$)等符号时,表示的是对被测要素的拟合要素的方向公差要求,否则,是指对被测要素本身的方向公差要求。

示例:图 6 是对贴切要素的平行度要求示例及解释。符号 $\textcircled{T}$ 表示此规范是对被测要素的拟合要素的方向公差要求,在上表面被测长度范围内,采用贴切法对被测要素的提取要素(或滤波要素)进行拟合得到被测要素的拟合要素(即:贴切要素),对该贴切要素相对于基准要素 A 的平行度公差值为 0.1 mm。

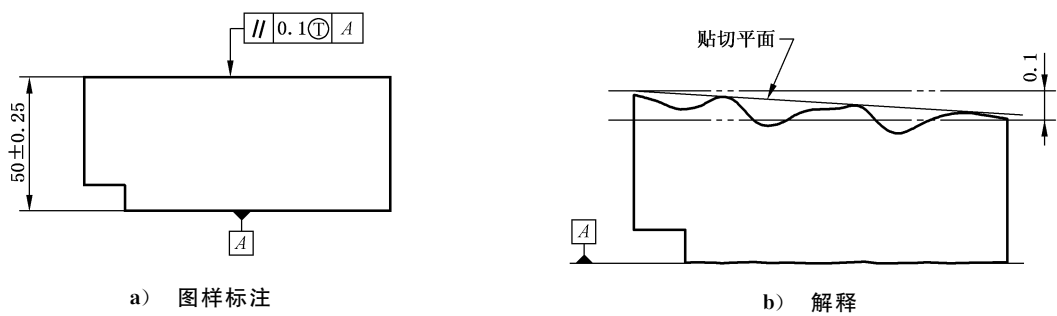


图 6 贴切要素的平行度要求

7.2.2 方向误差的评定

方向误差值用定向最小包容区域(简称定向最小区域)的宽度或直径表示。定向最小区域是指用由基准和理论正确尺寸确定方向的理想要素包容被测要素的提取要素时,具有最小宽度 f 或直径 d 的包容区域,如图 7 所示。

注:各方向误差项目的定向最小区域形状分别与各自的公差带形状一致,但宽度(或直径)由被测提取要素本身决定。

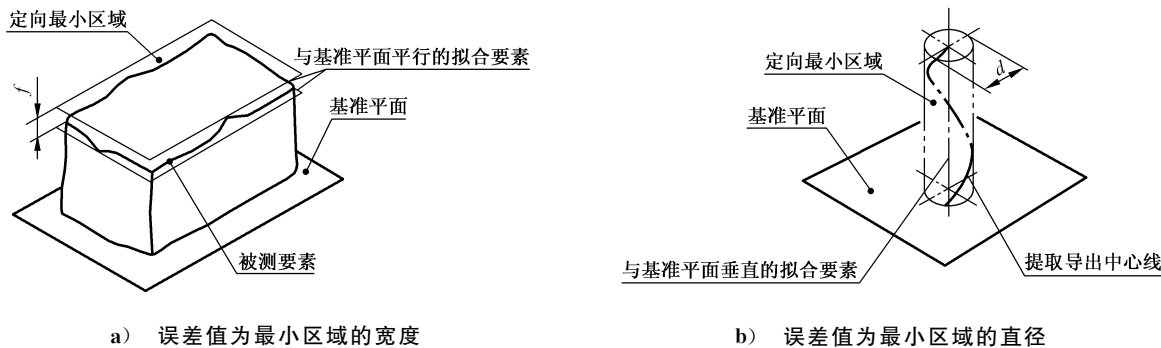


图 7 定向最小区域

7.3 位置误差及其评定

7.3.1 位置误差

位置误差是被测要素的提取要素对具有确定位置的理想要素的变动量,理想要素的位置由基准和

理论正确尺寸确定。

注：当位置公差值后面带有最大内切(ⓧ)、最小外接(Ⓝ)、最小二乘(ⓖ)、最小区域(Ⓒ)、贴切(Ⓣ)等符号时，表示的是对被测要素的拟合要素的位置公差要求，否则，是指对被测要素本身的位置公差要求。

7.3.2 位置误差的评定

位置误差值用定位最小包容区域(简称定位最小区域)的宽度 f 或直径 d 表示。定位最小区域是指由基准和理论正确尺寸确定位置的理想要素包容被测要素的提取要素时，具有最小宽度 f 或直径 d 的包容区域，如图 8 所示。

注：各位置误差项目的定位最小区域形状分别与各自的公差带形状一致，但宽度(或直径)由被测提取要素本身决定。

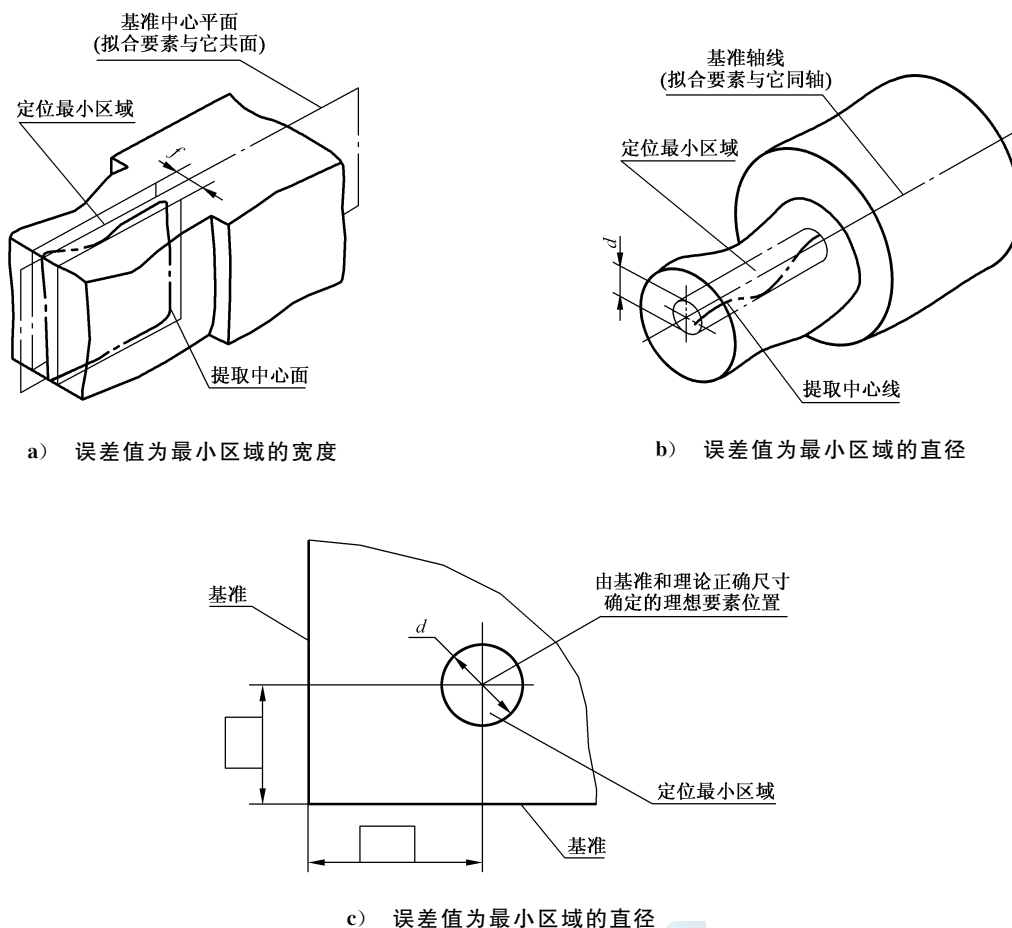


图 8 定位最小区域

7.4 跳动

跳动是一项综合误差，该误差根据被测要素是线要素或是面要素分为圆跳动和全跳动。

7.4.1 圆跳动是任一被测要素的提取要素绕基准轴线做无轴向移动的相对回转一周时，测头在给定计值方向上测得的最大与最小示值之差。

7.4.2 全跳动是被测要素的提取要素绕基准轴线做无轴向移动的相对回转一周，同时测头沿给定方向的理想直线连续移动过程中，由测头在给定计值方向上测得的最大与最小示值之差。

8 基准的建立和体现

8.1 基准的建立

由基准要素建立基准时,基准由在实体外对基准要素或其提取组成要素进行拟合得到的拟合组成要素的方位要素建立,拟合方法有最小外接法、最大内切法、实体外约束的最小区域法和实体外约束的最小二乘法。

8.1.1 单一基准的建立

单一基准由一个基准要素建立,该基准要素从一个单一表面或一个尺寸要素中获得。包括:
a) 基准点:基准由理想要素(如:球面、平面圆等)在实体外对基准要素或其提取组成要素采用最小外接法(对于被包容面)或采用最大内切法(对于包容面)进行拟合得到的拟合组成要素的方位要素(球心或圆心)建立。示例如图 9 所示。



图 9 基准点示例

b) 基准直线:基准由理想直线在实体外对基准要素或其提取组成要素(或提取线)采用最小区域法进行拟合得到的拟合直线建立。示例如图 10 所示。

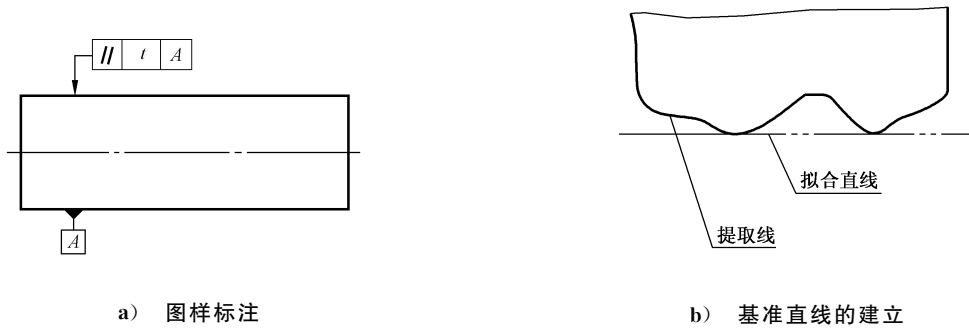


图 10 基准直线示例

c) 基准轴线:基准由理想要素(如:圆柱面、圆锥面等)在实体外对基准要素或其提取组成要素采用最小外接法(对于被包容面)或采用最大内切法(对于包容面)进行拟合得到的拟合组成要素的方位要素(或拟合导出要素)建立。示例如图 11 和图 12 所示。

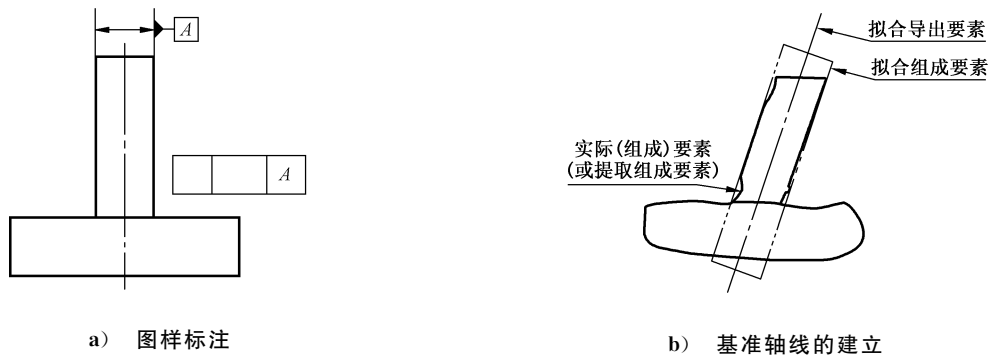
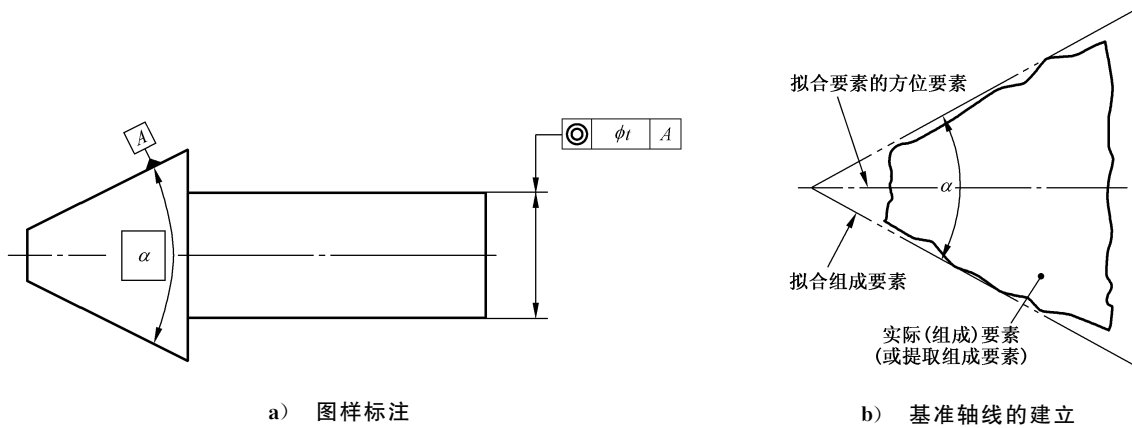


图 11 基准轴线示例一



注：圆锥的方位要素包括顶点和轴线，此图例中，规范要求仅用轴线这一方位要素建立基准。

图 12 基准轴线示例二

- d) 基准平面：基准由在实体外对基准要素或其提取组成要素（或提取表面）采用最小区域法进行拟合得到的拟合平面的方位要素建立。示例如图 13 所示。

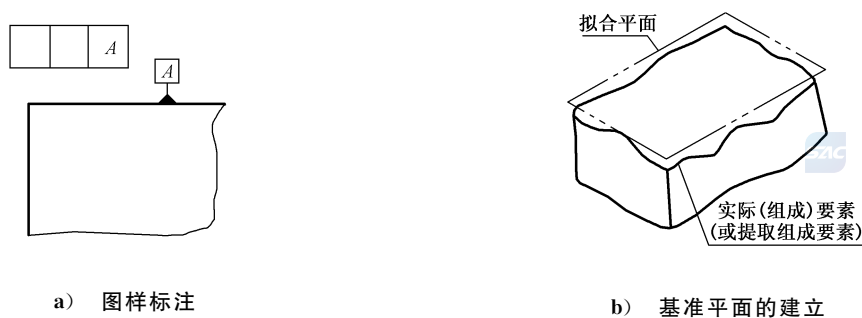


图 13 基准平面示例

- e) 基准曲面：基准由在实体外对基准要素或其提取组成要素（或提取曲面）采用最小区域法进行拟合得到的拟合曲面的方位要素建立。示例如图 14 所示。

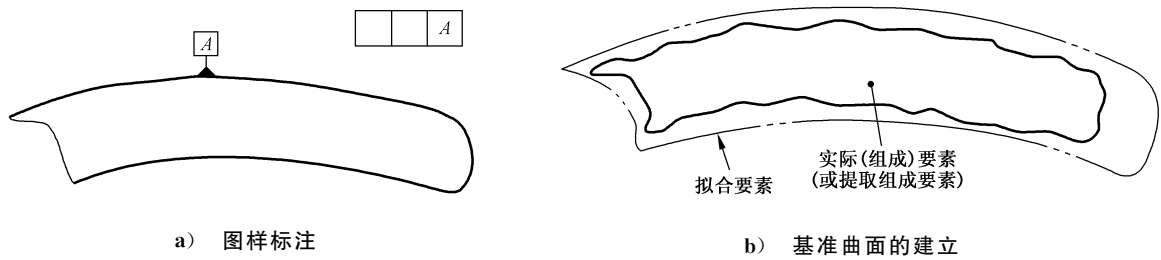


图 14 基准曲面示例

f) 由两平行平面建立的基准中心平面:基准由满足平行约束的两平行平面同时在实体外对基准要素或其两提取组成要素(或两提取表面)采用最小区域法进行拟合、得到的一组拟合组成要素的方位要素(或拟合导出要素)建立。示例如图 15 所示。

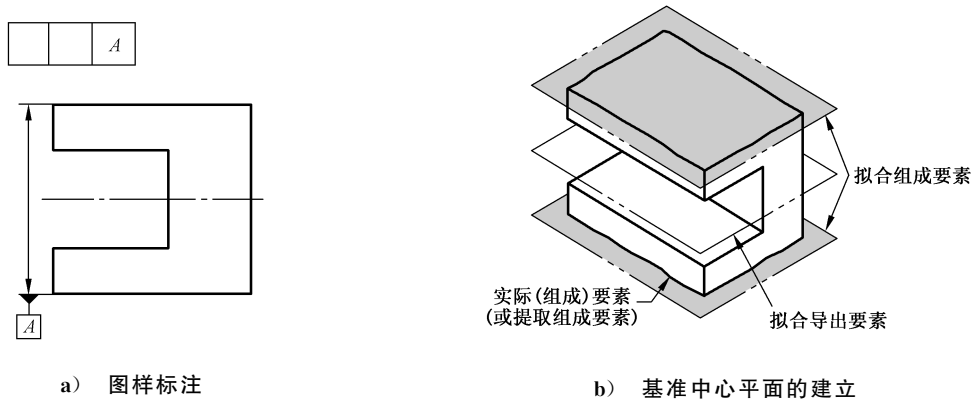


图 15 基准中心平面示例

8.1.2 公共基准的建立

公共基准由两个或两个以上同时考虑的基准要素建立。包括:

a) 公共基准轴线:由两个或两个以上的轴线组合形成公共基准轴线时,基准由一组满足同轴约束的理想要素(如:圆柱面或圆锥面)同时在实体外对各基准要素或其提取组成要素采用最小外接法(对于被包容面)或采用最大内切法(对于包容面)进行拟合、得到的拟合组成要素的方位要素(或拟合导出要素)建立,公共基准轴线为这些提取组成要素所共有的拟合导出要素(拟合组成要素的方位要素)。示例如图 16 所示。

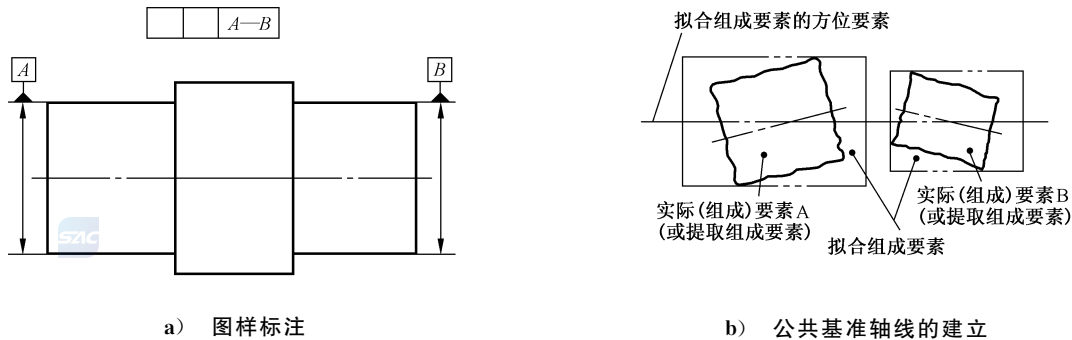


图 16 公共基准轴线示例

- b) 公共基准平面:由两个或两个以上表面组合形成公共基准平面时,基准由一组满足方向或/和位置约束的平面同时在实体外对各基准要素或其提取组成要素(或提取表面)采用最小区域法进行拟合、得到的两拟合平面的方位要素建立,公共基准平面为这些提取表面所共有的拟合组成要素的方位要素。示例如图 17 和图 18 所示。

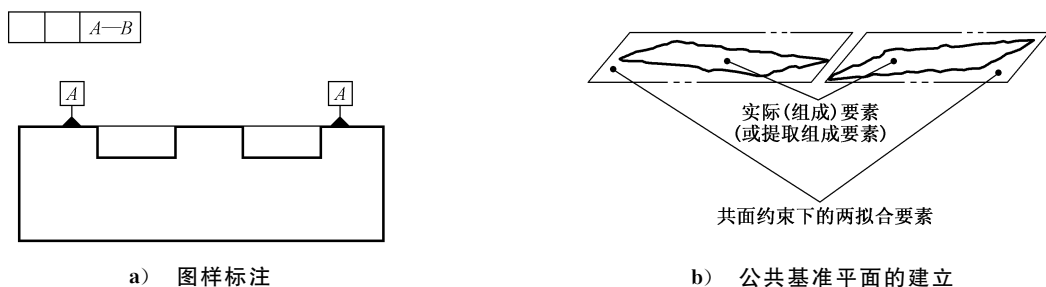


图 17 公共基准平面示例一

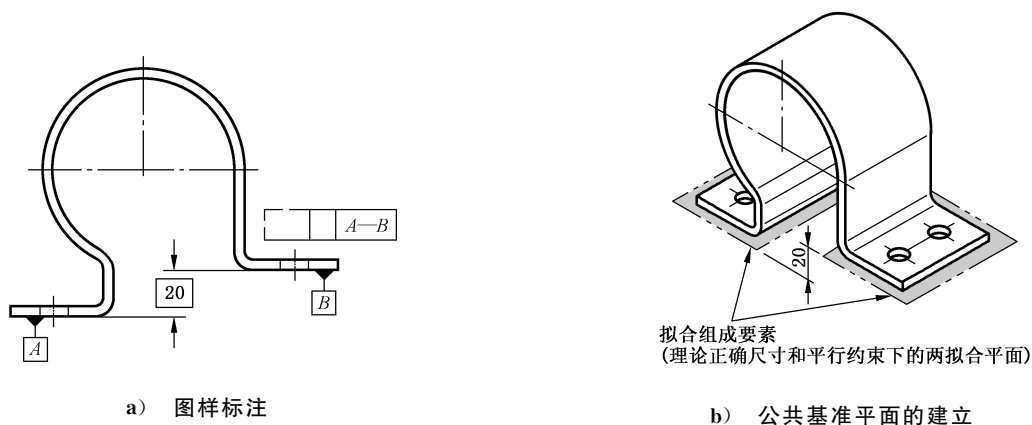


图 18 公共基准平面示例二

- c) 公共基准中心平面:由两组或两组以上平行平面的中心平面组合形成公共基准中心平面时,基准由两组或两组以上平行平面在各中心平面共面约束下、同时在实体外对各组基准要素或其提取组成要素(两组提取表面)采用最小区域法进行拟合、得到的拟合组成要素的方位要素(或拟合导出要素)建立,公共基准中心平面为这些拟合组成要素所共有的拟合导出要素(拟合组成要素的方位要素)。示例如图 19 所示。

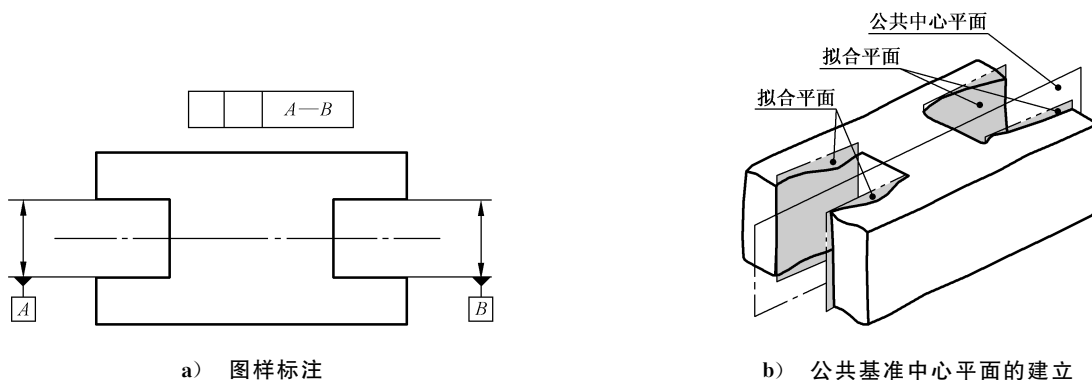


图 19 公共基准中心平面示例

8.1.3 基准体系的建立

8.1.3.1 基准体系由两个或三个单一基准或公共基准按一定顺序排列建立,该顺序由几何规范所定义。
8.1.3.2 用于建立基准体系的各拟合要素间的方向约束按几何规范所定义的顺序确定:第一基准对第二基准和第三基准有方向约束,第二基准对第三基准有方向约束。

示例 1: 如图 20 所示是三个相互垂直的平面建立的基准体系示例,这三个相互垂直的平面按几何规范定义依次称为第一基准、第二基准和第三基准。第一基准平面 A 由在实体外对基准 A 的实际表面(或提取组成要素)采用最小区域法进行拟合得到的拟合平面建立;在与第一基准平面 A 垂直的约束下,第二基准平面 B 由在实体外对基准 B 的实际表面(或提取组成要素)采用最小区域法进行拟合得到的拟合平面建立;在同时与第一基准平面和第二基准平面垂直的约束下,第三基准平面 C 由在实体外对基准 C 的实际表面(或提取组成要素)采用最小区域法进行拟合得到的拟合平面建立。

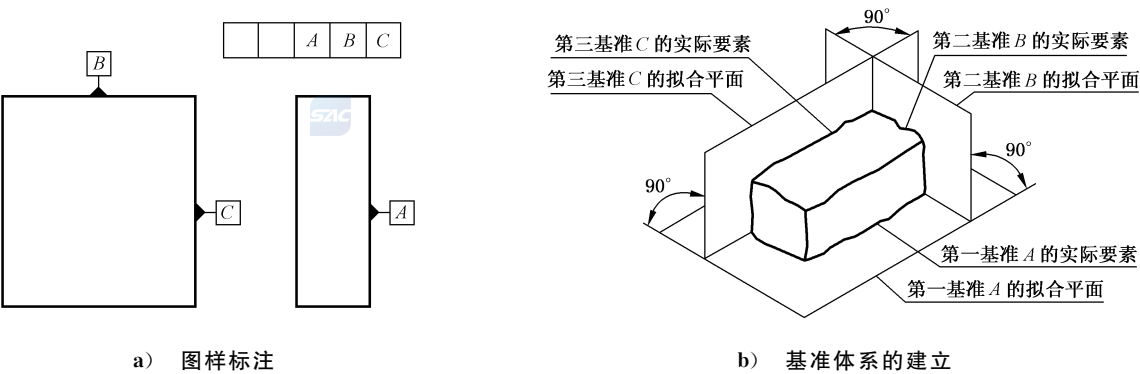


图 20 三个相互垂直的平面建立的基准体系示例

示例 2: 如图 21 所示是由相互垂直的轴线和平面建立的基准体系示例。第一基准 A 由在实体外对基准 A 的实际表面(或提取组成要素)采用最小外接法进行拟合得到的拟合圆柱的方位要素(轴线)建立;在与第一基准轴线垂直的约束下,第二基准 B 由在实体外对基准 B 的实际表面(或提取组成要素)采用最小区域法进行拟合得到的拟合平面建立。

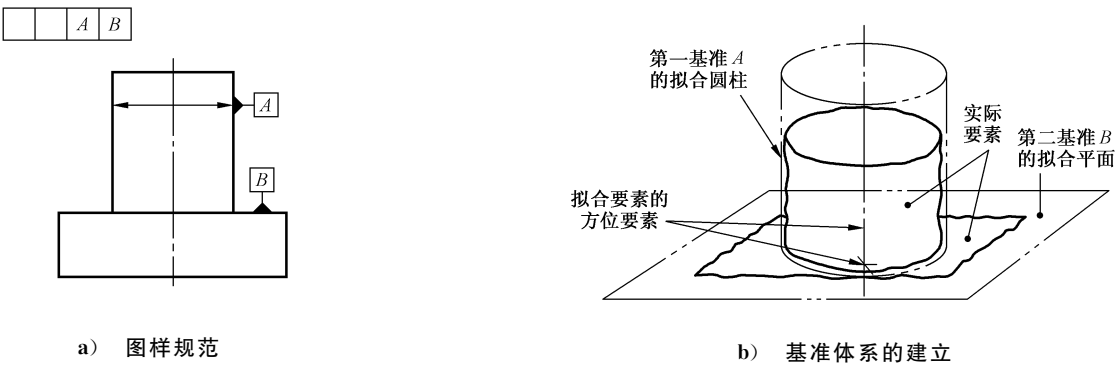
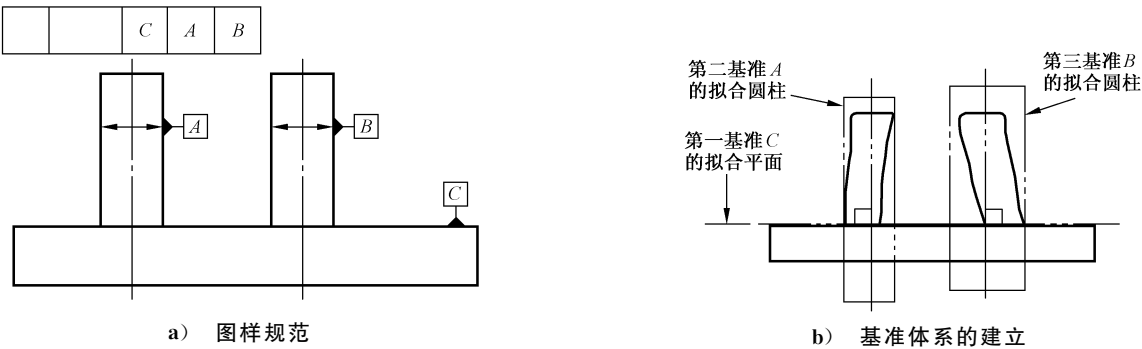


图 21 由相互垂直的轴线和平面建立的基准体系示例

示例 3: 如图 22 所示是由相互垂直的一个平面和两个圆柱轴线建立的基准体系示例。第一基准 C 由在实体外对基准 C 的实际表面(或提取组成要素)采用最小区域法进行拟合得到的拟合平面建立;第二基准 A 在与第一基准 C 垂直的约束下,由在实体外对基准 A 的实际表面(或提取组成要素)采用最小外接法进行拟合得到的拟合圆柱的方位要素(轴线)建立;第三基准 B 是在与第一基准 C 垂直、且与第二基准 A 平行的约束下,由在实体外对基准 B 的实际表面(或提取组成要素)采用最小外接法进行拟合得到的拟合圆柱的方位要素(轴线)建立。



注：图 b) 中，基准 C 的拟合平面用线示意性的表示。

图 22 由相互垂直的一个平面和两个圆柱轴线建立的基准体系示例

8.2 基准的体现

基准可采用拟合法和模拟法体现，示例如表 2 所示。

8.2.1 拟合法

采用拟合法体现基准，是按一定的拟合方法（见 8.1）对分离、提取（或滤波）得到的基准要素进行拟合及其他相关要素操作所获得的拟合组成要素或拟合导出要素来体现基准的方法。采用该方法得到的基准要素具有理想的尺寸、形状、方向和位置。

8.2.2 模拟法

8.2.2.1 采用模拟法体现基准，是采用具有足够精确形状的实际表面（模拟基准要素）来体现基准平面、基准轴线、基准点等。

8.2.2.2 模拟基准要素与基准要素接触时，应形成稳定接触且尽可能保持二者之间的最大距离为最小。

8.2.2.3 模拟基准要素是非理想要素，是对基准要素的近似替代，由此会产生测量不确定度，不确定度的评估见第 9 章及相关标准。

表 2 模拟法和拟合法体现基准的示例

基准示例		基准的体现（模拟法和拟合法）	
		模拟法（采用模拟基准要素：非理想要素）	拟合法（采用拟合基准要素：理想要素）
基准点	球的球心 	采用高精度的球分别与基准要素 A、B 接触，由球心体现基准	对基准要素的提取组成要素（圆球表面）进行分离、提取、拟合等操作，得到拟合组成要素的方位要素 [拟合导出要素（球心）]，并以此体现基准点 A 或 B

表 2 (续)

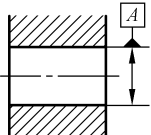
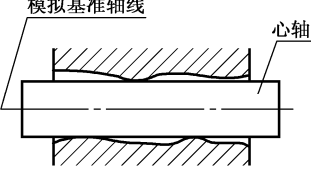
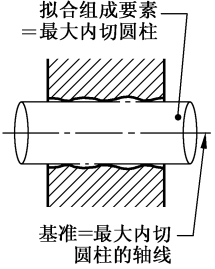
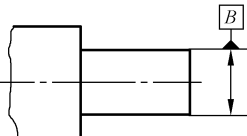
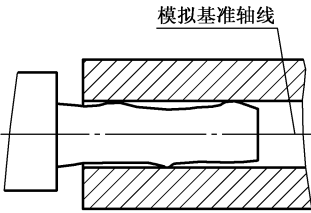
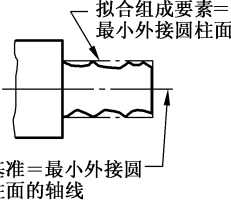
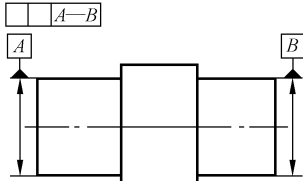
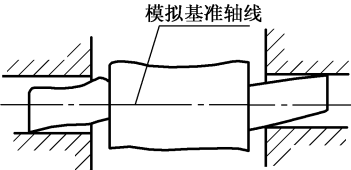
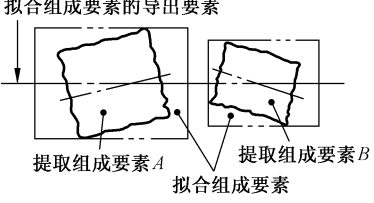
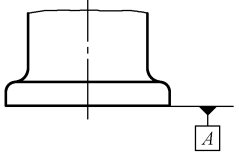
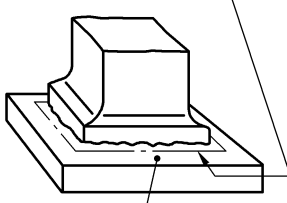
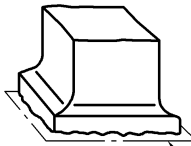
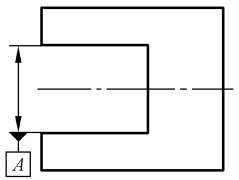
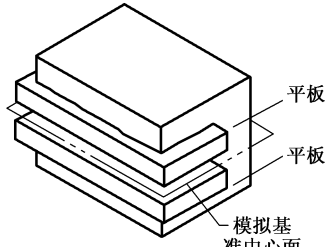
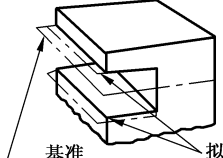
基准示例		基准的体现(模拟法和拟合法)	
		模拟法(采用模拟基准要素:非理想要素)	拟合法(采用拟合基准要素:理想要素)
基准轴线	一个孔的轴线 	 可胀式或与孔成无间隙配合的圆柱形心轴的轴线	 对基准要素的提取组成要素(内圆柱面)进行分离、提取和拟合等操作,得到拟合组成要素的方位要素(拟合导出要素),并以此体现基准轴线 A
基准轴线	一根轴的轴线 	 可胀式或与轴成无间隙配合的定位套筒的轴线	 对基准要素的提取组成要素(外圆柱面)进行分离、提取和拟合等操作,得到拟合组成要素的方位要素(拟合导出要素),并以此体现基准轴线 B
公共基准轴线		 可胀式同轴定位套筒的轴线	 对基准要素 A、B 的两个圆柱面分别进行分离、提取等操作,并在满足同轴约束的前提下同时对两提取圆柱面进行拟合操作,得到拟合组成要素共有的拟合导出要素(方位要素),并以此体现公共基准轴线 A—B

表 2 (续)

基准示例		基准的体现(模拟法和拟合法)	
		模拟法(采用模拟基准要素:非理想要素)	拟合法(采用拟合基准要素:理想要素)
基准平面	一个零件的表面 	基准=平板建立的平面  模拟基准要素为平板的表面 与基准表面接触的平板或平面	 基准=基准要素的拟合组成要素 对基准表面通过分离、提取、拟合等操作,得到拟合组成要素(拟合平面),并以此体现基准 A
	一个零件上的两个表面的中心面 	 与基准表面接触的两平行平板的工作面的中心面	 基准=拟合导出要素=中心平面 对基准要素的两个实际组成要素(实际表面)通过分离、提取、拟合等操作,得到拟合组成要素的方位要素(拟合导出要素),并以此体现基准中心平面 A

8.2.2.4 当基准要素本身具有足够的形状精度时,可直接作为基准,如图 23 所示。

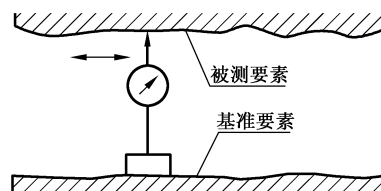


图 23 直接体现基准示例

8.3 基准目标

由基准要素的部分要素(一个点、一条线或一个区域)建立基准时,它采用基准目标(点目标、线目标或面目标)表示。

8.3.1 采用基准目标建立基准时,其体现方法有模拟法和拟合法两种形式。

8.3.2 采用模拟法时,基准“点目标”可用球端支承体现;基准“线目标”可用刃口状支承或由圆棒素线

体现;基准“面目标”按图样上规定的形状,用具有相应形状的平面支承来体现。各支承的位置,应按图样规定进行布置。

8.3.3 采用拟合法时,首先采用分离、提取等操作从基准要素的实际组成要素中获得基准目标区域,基准目标区域在基准要素中的位置和大小由理论正确尺寸确定;然后是按一定的拟合方法(见 8.1)对提取得到的基准目标区域进行拟合及其他相关要素操作,所获得的拟合组成要素或拟合导出要素来体现基准。示例如图 24 所示。

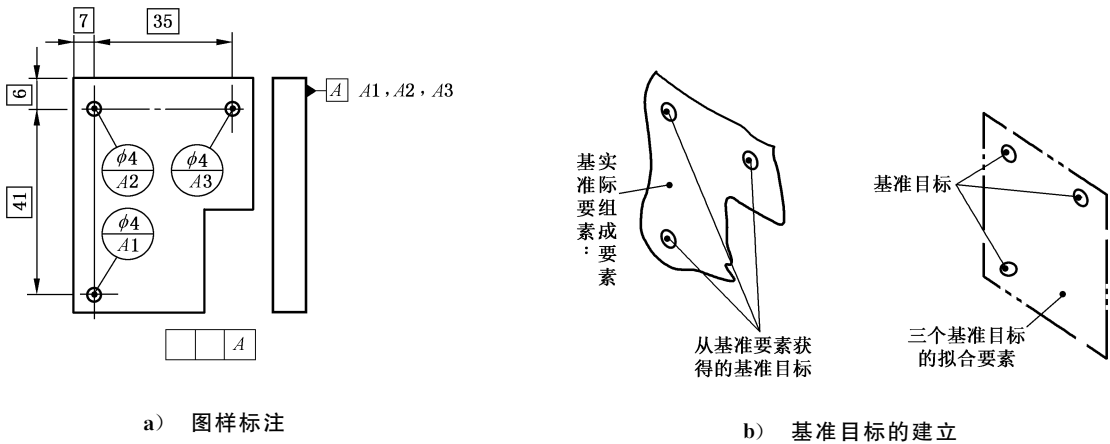


图 24 基准目标建立基准的拟合法示例

9 测量不确定度

- 9.1 测量不确定度表征了测得值的分散性,对其评估一般在制定检测与验证规范时完成。
- 9.2 为方便日常检测操作,可根据公差等级确定目标不确定度,如表 3 的目标不确定度的最大允许值推荐参考值,并根据检测要求验证测量不确定度的最大允许值——目标不确定度的适宜性。

表 3 测量不确定度的最大允许值(目标不确定度)的推荐参考值

被测要素的公差等级 ^a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
目标不确定度 ^b	33%			25%		20%		16%		12.5%		10%	
^a 公差等级见 GB/T 1184—1996 附录 B。													
^b 目标不确定度按其占相应规范的百分比计算。													

9.3 在检测任务明确的前提下,测量不确定度评估一般采用逼近 GUM 法,按 GB/T 18779.2 规定的不确定度管理程序(PUMA)和步骤进行。对使用坐标测量机(CMM)开展的检测任务,其测量不确定度评估可按 GB/T 24635.3 所规定的坐标测量机面向测量任务的测量不确定度评估方法进行。

注:如有适用的其他国家标准、国家计量技术规范或送检方和检测方都认可的测量不确定度评估方法,亦可按其估算测量不确定度。

- 9.4 在考虑测量不确定度分量来源时,应至少(但不限于)考虑以下四个方面:
- 测量器具引入的不确定度分量;
 - 测量对象引入的不确定度分量;
 - 测量条件引入的不确定度分量;

——测量方法引入的不确定度分量。

在确定测量不确定度分量来源时,注意不要遗漏对测量不确定度有较大影响的分量。

注: GB/T 18779.2 列出了影响测量不确定度的各种可能因素。

9.5 测量不确定度的评估值以接近且小于目标不确定度,并依此调整、优化和确定检测过程及方案,以降低检测成本。

9.6 检测前,检验方与送检方应对测量不确定度表述达成共识,并签订相关的协议。当检验方与送检方对测量不确定度表述有争议时,应按 GB/T 18779.3 规定的程序和步骤协调,最终达成共识。

9.7 送检方与检验方就测量不确定度表述所达成的共识和协议是检测结果合格判定的前提,该协议同时约束参与检测结果比对和仲裁的所有检验方。

注 1: 未对测量不确定度表述达成共识的检测工作,易引起纠纷,且难以调解。

注 2: 仲裁应选择独立于送检方(第一方)和检验方(第二方)的第三方检测机构。



10 合格评定

10.1 所有检测与验证工作应在规范下展开。合格评定是对测量结果与几何公差规范符合性的评价过程。

10.2 合格评定时,应考虑测量不确定度的影响。测量不确定度的评估按第 9 章的规定。测量不确定度评估值不大于工程图样给定公差值或最大允许偏差的 10%~33%时,一般可忽略测量不确定度对测得值的影响。

10.3 合格评定规则在送检方和检验方事先未作规定的情况下,默认执行 GB/T 18779.1 的规定;双方对检测结果的合格评定规则有协议约定的,按协议约定规则执行。

10.4 合格评定中涉及到最大实体要求Ⓜ、最小实体要求Ⓛ和可逆要求Ⓡ等相关要求见 GB/T 16671。

10.5 按测量任务和规范进行合格评定得到的合格性结果,仅对该测量任务和规范有效,并不能判定测量任务和规范中未涉及的要求是否满足。

11 仲裁

11.1 当送检方和检验方对检测结果发生争议时,可选择双方认可的第三方进行仲裁。

11.2 仲裁的依据为检测与验证规范(实际检验操作集)、达成共识的测量不确定度表述和双方签订的协议。

11.3 如在仲裁过程中仲裁方需重新制订检验操作集,则应由其评估检测过程的测量不确定度,其测量不确定度表述应取得争议各方的共识。

附 录 A
(资料性附录)
工程图样和技术文件中的相关符号及说明

A.1 相关符号的引用文件

本附录给出的工程图样或技术文件中可能涉及到的相关符号及说明引自 GB/T 1182、GB/T 4249、GB/T 16671、ISO 1101、ISO 5459,见表 A.1。

A.2 符号及说明

工程图样或技术文件中的相关符号及说明见表 A.1。

表 A.1 工程图样或技术文件中的相关符号及说明

符号	含义	说明
[ACS]	任意横截面	引自 GB/T 1182
[ALS]	任意纵截面	引自 ISO 5459
[CF]	接触要素	引自 ISO 5459
[DV]	可变距离(用于公共基准)	引自 ISO 5459
[PT]	点(方位要素的类型)	引自 ISO 5459
[SL]	直线(方位要素的类型)	引自 ISO 5459
[PL]	平面(方位要素的类型)	引自 ISO 5459
⋈	仅约束方向	引自 ISO 5459
	可移动基准目标框	引自 ISO 5459
CZ	组合公差带(combined zone)	引自 ISO 1101
UZ	(给定偏置量的)偏置公差带	引自 ISO 1101
OZ	(未给定偏置量的)偏置公差带	引自 ISO 1101
SZ	独立公差带	引自 ISO 1101
	方向要素指示符	引自 ISO 1101
	组合平面指示符	引自 ISO 1101
	相交平面指示符	引自 ISO 1101
	定向平面指示符	引自 ISO 1101
	在...之间	引自 ISO 1101
	从...到...	引自 ISO 1101
Ⓐ	中心要素	引自 ISO 1101
Ⓟ	延伸公差带	引自 GB/T 1182
Ⓢ	自由状态条件(非刚性零件)	引自 GB/T 1182

表 A.1 (续)

符号	含义	说明
Ⓜ	最大实体要求	引自 GB/T 16671
Ⓛ	最小实体要求	引自 GB/T 16671
Ⓢ	包容要求	引自 GB/T 4249
Ⓢ _{0.05} 0.1	基准目标	引自 GB/T 1182
Ⓢ ₀	理论正确尺寸	引自 GB/T 1182
在方向或位置公差中,体现被测要素的规范符号		
Ⓒ	最小区域(切比雪夫)要素	引自 ISO 1101
Ⓔ	最小二乘要素	引自 ISO 1101
Ⓓ	贴切要素	引自 ISO 1101
ⓧ	最大内切要素	引自 ISO 1101
Ⓝ	最小外接要素	引自 ISO 1101
形状误差评定中,获得理想要素位置进行的拟合操作方法的规范符号		
C	无约束的最小区域(切比雪夫)法	引自 ISO 1101
CE	实体外约束的最小区域(切比雪夫)法	引自 ISO 1101
CI	实体内约束的最小区域(切比雪夫)法	引自 ISO 1101
G	无约束的最小二乘法	引自 ISO 1101
GE	实体外约束的最小二乘法	引自 ISO 1101
GI	实体内约束的最小二乘法	引自 ISO 1101
N	最小外接法	引自 ISO 1101
X	最大内切法	引自 ISO 1101
形状误差的参数符号		
T	峰谷参数	引自 ISO 1101
P	峰高参数	引自 ISO 1101
V	谷深参数	引自 ISO 1101
Q	均方根参数	引自 ISO 1101

附 录 B
(资料性附录)
检验操作

B.1 几何误差的检验操作主要体现在被测要素的获取过程和基准要素的体现过程(针对有基准要求的方向公差或位置公差)。在被测要素和基准要素的获取过程中需要采用分离、提取、滤波、拟合、组合、构建等操作。

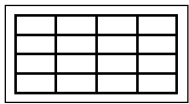
B.2 除非另有规定,对被测要素和基准要素的分离操作为图样标注上所标注公差指向的整个要素。

注:另有规定是指图样标注专门规定的被测要素区域、类型等。

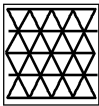
B.3 在对被测要素和基准要素进行提取操作时,要规定提取的点数、位置、分布方式(即:提取操作方案),并对提取方案可能产生的不确定度予以考虑。

B.4 常见的要素提取操作方案如图 B.1 所示。

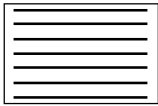
注:如果图样未规定提取操作方案,则由检验方根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等合理选择。



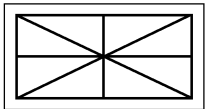
a) 矩形栅格法提取方案



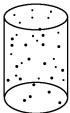
b) 三角形栅格法提取方案



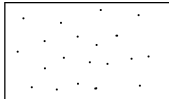
c) 平行线提取方案



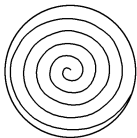
d) 米字形栅格法提取方案



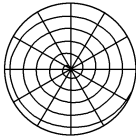
e) 随机布点法提取方案



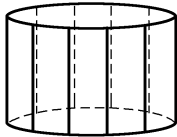
f) 极坐标栅格法提取方案



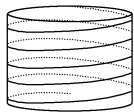
g) 渐开线法提取方案



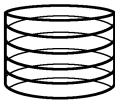
h) 蜘蛛网法提取方案



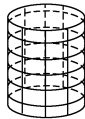
i) 母线法提取方案



j) 螺旋法提取方案



k) 圆周线法提取方案



l) 鸟笼法提取方案

图 B.1 要素的提取操作方案

B.5 圆柱面、圆锥面的中心线,两平行平面的中心面的提取导出规范见 GB/T 18780.2。

B.6 圆球面的提取导出球心,是对提取圆球面进行拟合得到的圆球面球心。除非有其他特殊的规定,

一般拟合圆球面是最小二乘圆球面。

B.7 当被测要素是平面(或曲面)上的线,或圆柱面和圆锥面上的素线时,通过提取截面的构建及其与被测要素的组成要素的相交来得到。

B.8 滤波操作不是一个必选的要素操作,目前 ISO 相关标准尚未规定缺省的滤波器及其参数,因此,如果图样或其他技术文件中没有明确给出滤波器及其参数,那么就是未要求滤波操作;如果图样上或其他技术文件中给出了滤波器规范,那么按照规范规定的滤波器类型和滤波器指数进行滤波操作。

注:接触式测量中的探针球型针尖、激光测量中的光斑等,具有形态滤波器的作用。

B.9 对获得被测要素过程中的拟合操作缺省:如图样上无相应的符号专门规定,拟合方法一般缺省为最小二乘法(示例见表 B.1“任意方向的直线度”中对提取截面圆的拟合操作)。

B.10 对基准要素的拟合操作缺省:对基准要素进行拟合操作以获取基准或基准体系的拟合要素时,该拟合要素要按一定的拟合方法与实际组成要素相接触,且保证该拟合要素位于其实际组成要素的实体之外,可用的拟合方法有最小外接法、最大内切法、实体外约束的最小区域法和实体外约束的最小二乘法。除非图样上有专门规定,拟合方法一般缺省规定为:最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)或最小区域法(对于平面、曲面等);缺省规定也允许采用实体外约束的最小二乘法(对于包容面、被包容面、平面、曲面等),若有争议,则按一般缺省规定仲裁。

B.11 除非图样上有专门规定,一般不对基准要素的提取要素进行滤波操作。

B.12 典型形状误差的检验操作示例见表 B.1。

表 B.1 典型形状误差的检验操作示例

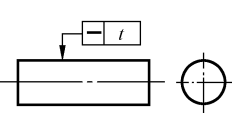
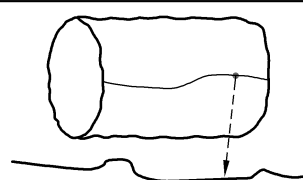
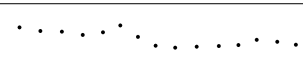
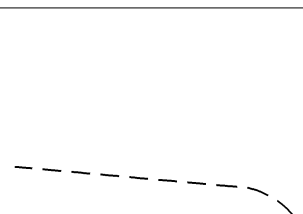
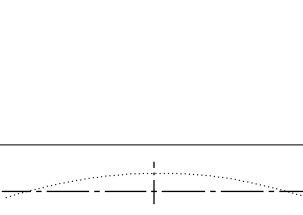
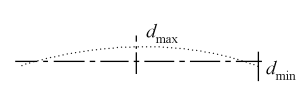
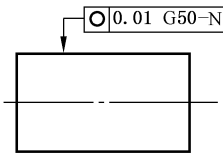
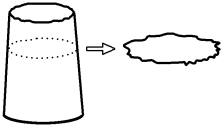
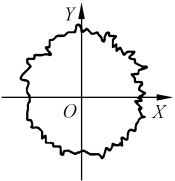
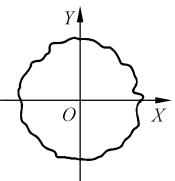
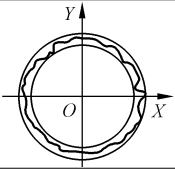
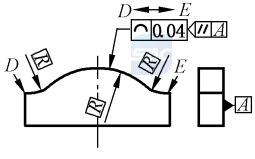
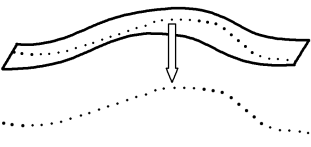
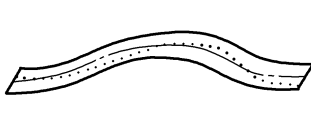
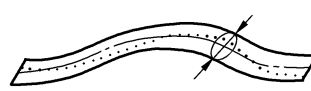
特征项目	图 例	检测与验证过程		说明	
		检验操作	图示		
给定平面内的直线度		操作集	分离操作		确定被测要素及其测量界限。被测要素(素线)由所构建的提取截面(被测圆柱的轴向截面)与被测圆柱面的交线确定
			提取操作		对被测素线采用一定的提取方案进行测量,获得提取素线
			滤波操作		图样上未给出滤波操作规范,因此不进行滤波操作。如果图样上给出了滤波操作规范,则需要根据图样规范进行滤波操作。示例:如图样上标注为 $\boxed{0.3\text{ SW-8}}$,则表示需要进行滤波操作,“SW-8”表示采用截止波长为 8 mm 的样条小波高通滤波器对提取素线进行滤波,得到滤波要素
			拟合操作		对(滤波后)提取素线采用最小区域法进行拟合,得到拟合素线
			评估操作		误差值为被测素线上的最高峰点、最低谷点到拟合素线的距离值之和
		符合性比较		将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定直线度是否合格	

表 B.1 (续)

特征项目	图 例	检测与验证过程		说明	
		检验操作	图示		
任意方向的直线度 —		操作集	分离操作		确定被测要素的组成要素及其测量界限
			提取操作		采用等间距布点策略沿被测圆柱面横截面圆周进行测量,在轴线方向等间距测量多个横截面,得到多个提取截面圆
			滤波操作		图样上未给出滤波操作规范,因此不进行滤波操作
			拟合操作		对各提取截面圆采用最小二乘法进行拟合,得到各提取截面圆的圆心
			组合操作		将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测圆柱面的提取导出要素(中心线)
			拟合操作		对提取导出要素采用最小区域法进行拟合,得到拟合导出要素(轴线)
			评估操作		误差值为提取导出要素上的点到拟合导出要素(轴线)的最大距离值的 2 倍
		符合性比较		将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测轴线的直线度是否合格	
平面度 		操作集	分离操作		确定被测表面及测量界限
			提取操作		按一定的提取方案对被测平面进行提取,得到提取表面
			滤波操作		图样上未给出滤波操作规范,因此不进行滤波操作
			拟合操作		对提取表面采用最小区域法进行拟合,得到拟合平面
			评估操作		误差值为提取表面上的最高峰点、最低谷点到拟合平面的距离值之和
			符合性比较		将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定平面度是否合格

表 B.1 (续)

特征项目	图 例	检测与验证过程		说明
		检验操作	图示	
圆度 		操作集	分离操作 	确定被测要素及其测量界限。被测要素由所构建的提取截面(被测圆柱的横向截面)与被测圆柱面的交线确定
			提取操作 	采用周向等间距提取方案沿被测件横截面圆周进行测量,依据奈奎斯特采样定理确定封闭轮廓的提取点数,得到提取截面圆
			滤波操作 	图样上给出了滤波操作规范。符号 G 表示采用高斯滤波器,数值 50 表示嵌套指数为 50 UPR,数值后面的“-”,表示这是一个低通滤波器
			拟合操作 	按图样规范,符号 N 表示对滤波后的提取截面圆采用最小外接法进行拟合,获得提取截面圆的拟合导出要素(圆心)
			评估操作	被测截面的圆度误差值为提取截面圆上的点与拟合导出要素(圆心)之间的最大、最小距离值之差
		符合性比较		将得到的圆度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定圆度是否合格
线轮廓度 		操作集	分离操作 	确定被测要素及其测量界限:从 D 到 E 的轮廓线
			提取操作 	沿与基准 A 平行的方向上,采用等间距提取方案对被测轮廓进行测量,测得实际线轮廓的坐标值,获得提取线轮廓
			拟合操作 	根据拟合缺省规定,采用无约束最小区域法对提取线轮廓进行拟合,得到提取线轮廓的拟合线轮廓。其中,拟合线轮廓的形状由理论正确尺寸 R 确定
			评估操作 	根据线轮廓度定义,其线轮廓误差值为提取线轮廓上的点到拟合线轮廓的最大距离值的 2 倍
		符合性比较		将得到的线轮廓度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定线轮廓度是否合格

B.13 典型方向误差和位置误差的检验操作示例见表 B.2。

表 B.2 典型方向误差和位置误差的检验操作示例

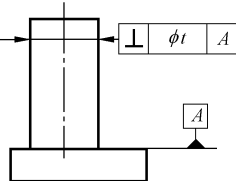
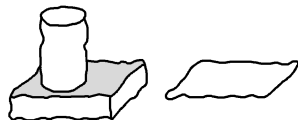
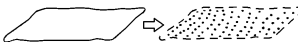
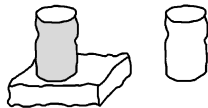
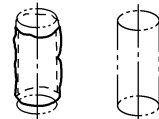
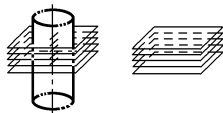
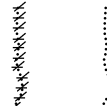
特征项目	图 例	检测与验证过程		说明	
		检验操作	图示		
垂 直 度	 	基准平面的体现	分离操作		确定基准要素及其测量界限
			提取操作		按一定的提取方案对基准要素进行提取,得到基准要素的提取表面
			拟合操作		采用最小区域法对提取表面在实体外进行拟合,得到其拟合平面,并以此平面体现基准 A。 注:体现基准的拟合操作,其拟合方法一般缺省规定为最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)或实体外约束的最小区域法(对于平面、曲面)等,详见附录 B 的 B.10
		被测圆柱轴线的获取	分离操作		确定被测要素的组成要素(圆柱面)及其测量界限
			提取操作		按一定的提取方案对被测圆柱面进行提取,得到提取圆柱面
			拟合操作		采用最小二乘法对提取圆柱面进行拟合,得到拟合圆柱面
			构建操作		采用垂直于拟合圆柱圆轴线的平面构建出等间距的一组平面
			分离、提取操作		构建平面与提取圆柱面相交,将其相交线从圆柱面上分离、提取出来,得到各提取截面圆
			拟合操作		对滤波后的各提取截面圆采用最小二乘法进行拟合,得到各提取截面圆的圆心
			组合操作		将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测圆柱面的提取导出要素(中心线)

表 B.2 (续)

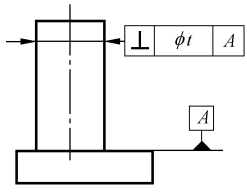
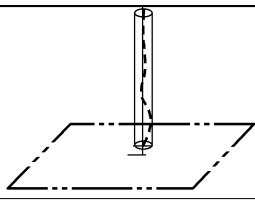
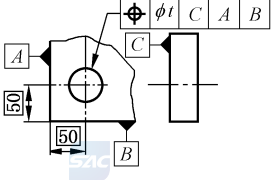
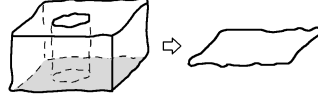
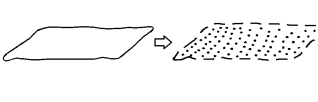
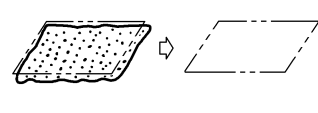
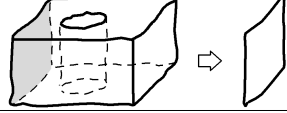
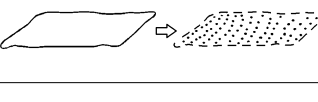
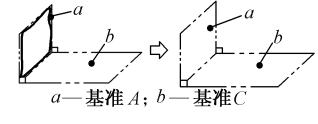
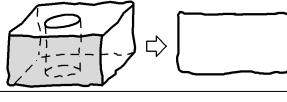
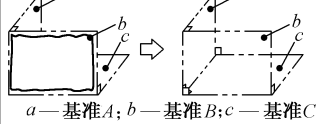
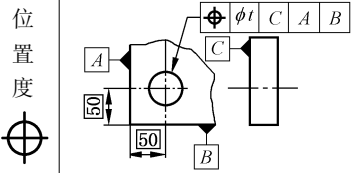
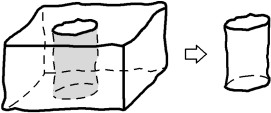
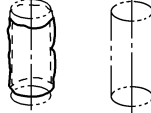
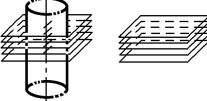
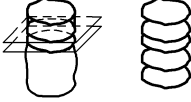
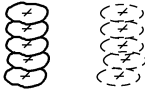
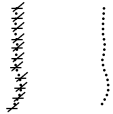
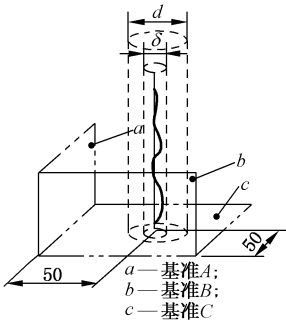
特征项目	图 例	检测与验证过程		说明
		检验操作	图示	
垂直度		被测圆柱轴线的获取		
		拟合操作		在满足与基准 A 垂直的约束下,对提取导出要素采用最小区域法进行拟合,获得具有方位特征的拟合圆柱面
		评估操作		垂直度误差值为包容提取导出要素的定向拟合圆柱面的直径
位置度		符合性比较		将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定垂直度是否合格
		分离操作		确定基准要素 C 及其测量界限
		提取操作		按一定的提取方案对基准要素 C 进行提取,得到基准要素 C 的提取表面
		拟合操作		采用最小区域法在实体外对基准要素 C 的提取表面进行拟合,得到其拟合平面,并以此拟合平面体现基准 C
		分离操作		确定基准要素 A 及其测量界限
		提取操作		按一定的提取方案对基准要素 A 进行提取,得到基准要素 A 的提取表面
		拟合操作	 a—基准 A; b—基准 C	在保证与基准要素 C 的拟合平面垂直的约束下,采用最小区域法在实体外对基准要素 A 的提取表面进行拟合,得到其拟合平面,并以此拟合平面体现基准 A
		分离操作		确定基准要素 B 及其测量界限
		提取操作		按一定的提取方案对基准要素 B 进行提取,得到基准要素 B 的提取表面
		拟合操作	 a—基准 A; b—基准 B; c—基准 C	在保证与基准要素 C 的拟合平面垂直,然后又与基准要素 A 的拟合平面垂直的约束下,采用最小区域法在实体外对基准要素 B 的提取表面进行拟合,得到其拟合平面,并以此拟合平面体现基准 B

表 B.2 (续)

特征项目	图 例	检测与验证过程		说明
		检验操作	图示	
位置度 	被测孔中心线的获取	分离操作		确定被测要素的组成要素(圆柱面)及其测量界限
		提取操作		按一定的提取方案对被测圆柱面进行提取,得到提取圆柱面
		拟合操作		采用最小二乘法对提取圆柱面进行拟合,得到拟合圆柱面
		构建操作		采用垂直于拟合圆柱面轴线的平面构建出等间距的一组平面
		分离、提取操作		构建平面与提取圆柱面相交,将其相交线从圆柱上分离出来,得到系列提取截面圆
		拟合操作		对各提取截面圆采用最小二乘法进行拟合,获得各提取截面圆的圆心
		组合操作		将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测圆柱面的提取导出要素(中心线)
		拟合操作		在保证与基准要素 C、A、B 满足方位约束的前提下,采用最小区域法对提取导出要素(中心线)进行拟合,获得具有方位特征的拟合圆柱面(即定位最小区域)
		评估操作		误差值为该定位拟合圆柱面的直径
		符合性比较		将得到的位置度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的位置度是否合格

附录 C (资料性附录) 检测与验证方案

C.1 本附录是根据所要检测的几何公差项目及其公差带的特点而拟定的检测与验证方案。

C.2 本附录给出的检测与验证方案图例以几何公差带的定义为基础,每一个图例可能存在多种合理的检测与验证方案,本附录提供的仅是其中的一部分。

C.3 本附录检测与验证方案中的检验操作集是指应用有关测量设备,在一定条件下的检验操作的有序集合。所给出的检验操作集可能不是规范操作集的理想模拟(即:可能不是理想检验操作集),由此会产生测量不确定度,测量不确定度的评估可按照第9章及相关标准进行。

C.4 各种检测与验证方案采用图例或附加一些必要的说明来表示,所有的图例只是示意性质的。

C.5 各检测与验证方案示例中,仅示例给出了所用测量装置的类型,并不涉及测量装置的型号和精度等,具体可以根据实际的检测要求和条件按相关规范选择。

C.6 在检测与验证前,应对有关几何要素进行的“调直”“调平”“调同轴”等操作(如:对直线的调直是指调整被测要素使其相距最远两点读数相等,对平面的最远三点调平是指调整平面使其相距最远三点的读数调为等值,等),目的是为了使得测量结果能接近评定条件或者便于简化数据处理。

C.7 常用符号及其说明见表C.1。

C.8 涉及的几何误差的检测与验证方案及示例见表C.2至表C.15。其中,表中的图例是以GB/T 1958—2004附录A中的图例为基础,经必要的筛选、更新、补充、调整形成的。

表 C.1 常用的符号及说明

序号	符号	说明	序号	符号	说明	序号	符号	说明
1		平板、平台(或测量平面)	5		间断直线移动	9		旋转
2		固定支承	6		沿几个方向直线移动	10		指示计
3		可调支承	7		连续转动(不超过一周)	11		带有测量表具的测量架(测量架的符号,根据测量设备的用途,可画成其他式样)
4		连续直线移动	8		间断转动(不超过一周)			

表 C.2 直线度误差的检测与验证方案

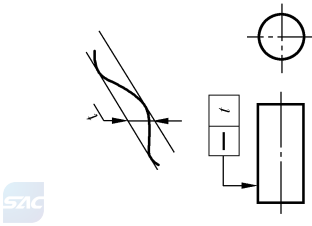
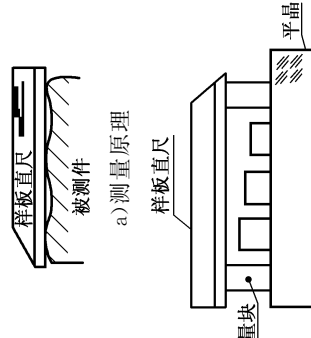
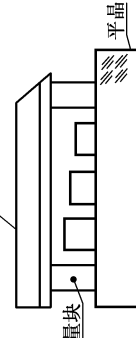
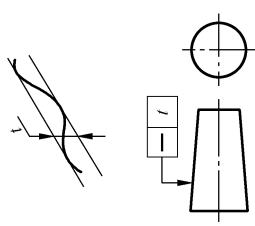
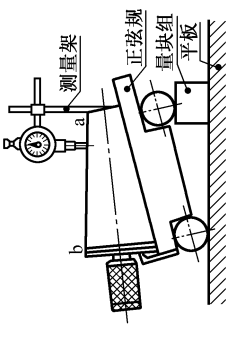
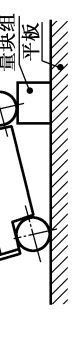
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		1. 样板直尺 (或平尺); 2. 光源; 3. 厚薄规; 4. 量块; 5. 平晶	 a) 测量原理  b) 标准光隙	1. 预备工作 样板直尺(或平尺)与被测素线直接接触,并置于光源和眼睛之间的适当位置,调整样板直尺,使最大光隙尽可能最小。 2. 被测要素测量与评估 1) 拟合:样板直尺(或平尺)与被测素线直接接触,并置于光源和眼睛之间的适当位置,调整样板直尺,使最大光隙尽可能最小。 2) 评估:样板直尺(或平尺)与被测件之间的最大间隙即为被测素线的直线度误差。 按上述方法测量若干条素线,取其中的最大值作为被测件的直线度误差。 误差值的测量:当光隙较大时,用厚薄规测量;当光隙较小时,用样板直尺(或平尺)与量块组成的标准光隙相比较,估读出所求直线度误差值。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素的直线度是否合格	1. 该方案中,样板直尺(或平尺)用于模拟理想直线,将被测素线与样板直尺(或平尺)直接接触进行比较测量,采用的是实物拟合作,样板直尺(或平尺)是理想要素的实际模拟物。 2. 该方案适用于中凸或中凹形状较小平面及短圆柱(锥)面等的直线度误差测量
2*		1. 平板; 2. 正弦规; 3. 量块组; 4. 带指示计的测量架	 a) 测量原理  b) 标准光隙	1. 预备工作 采用正弦规和量块将被测直线的两端点调整为相对于平板等高。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素及其测量界限。 2) 提取:沿被测素线方向移动指示器,采用一定的提取方案进行测量,同时记录各测点示值,获得提取线。 3) 拟合:采用最小区域法对提取线进行拟合,获得拟合直线。	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求,结构特点和提取操作设备的情况等,参考图B.1选择合理的提取方案。 2. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法、最小区域法两种。若在图样上未明确示出或说明,则缺省约定采用最小区域法。

表 C.2 (续)

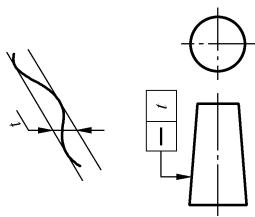
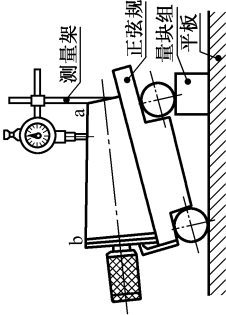
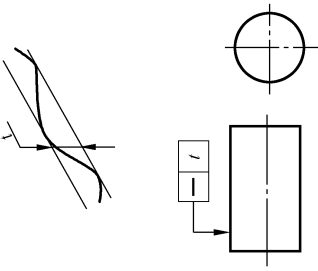
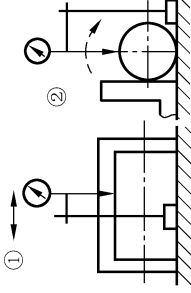
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2*		1. 平板; 2. 正弦规; 3. 量块组; 4. 带指示计的测量架		4) 评估:误差值为提取线上的最高峰点、最低谷点到拟合直线之间的距离值之和。 按上述方法测量多条素线,取其中最大的误差值作为该被测件的直线度误差值。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的直线度是否合格	3. 误差值的评估参数有 T、P、V、Q,缺省为 T(本例)。 4. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定
3		1. 平板; 2. 直角座; 3. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测零件放置在平板上,并使其紧靠直角座。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素及其测量界限。 2) 提取:沿被测素线方向移动指示器,采用一定的提取方案进行测量,同时记录各测点示值,获得提取线。 3) 拟合:采用最小区域法对提取线进行拟合,获得拟合直线。 4) 评估:误差值为提取线上的最高峰点、最低谷点到拟合直线之间的距离值之和。 按上述方法测量多条素线,取其中最大的误差值作为该被测件的直线度误差值。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的直线度是否合格	备注说明同本表序号 2 的备注

表 C.2 (续)

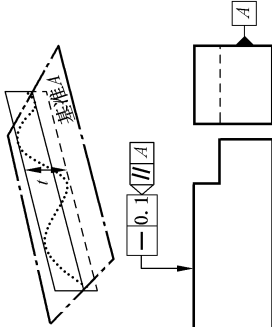
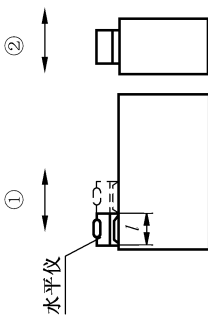
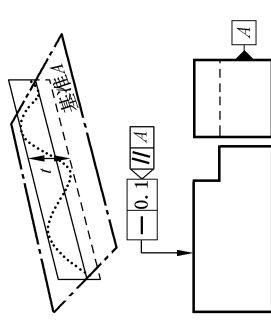
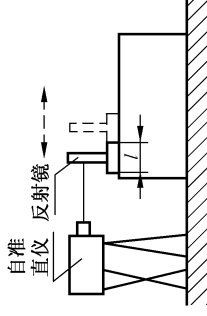
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4*		1. 水平仪; 2. 桥板		1. 预备工作 将固定有水平仪的桥板放置在被测零件上,调整被测件至水平位置。 2. 被测要素的测量与评估 1) 分离:确定被测要素的测量方向及其测量界限。 2) 提取:水平仪按节距 l 沿与基准 A 平行的被测直线方向移动,同时记录水平仪的读数,获得提取线。 3) 拟合:采用最小区域法对提取线进行拟合,得到拟合直线。 4) 评估:误差值为提取线上的最高峰点、最低谷点到拟合直线之间的距离值之和。 按上述方法测量多条直线,取其中最大的误差值作为该被测件的直线度误差值。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素的直线度是否合格	1. 图例中的相交平面框格  表示被测要素是提取表面上与基准 A 平行的直线。其测量方向与基准 A 平行。 2. 其余备注说明同本表序号 2 的备注
5*		1. 自准直仪; 2. 反射镜; 3. 桥板		1. 预备工作 将反射镜放在被测表面上直线的两端,调整自准直仪使光轴与两端点连线平行。 2. 被测要素的测量与评估 1) 分离:确定被测要素的测量方向及其测量界限。 2) 提取:反射镜按节距 l 沿与基准 A 平行的被测直线方向移动,同时记录垂直方向上的示值,获得提取线。 3) 拟合:采用最小区域法对提取线进行拟合,得到拟合直线。	1. 图例中的相交平面框格  表示被测要素是提取表面上与基准 A 平行的直线。其测量方向与基准 A 平行。

表 C.2 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
5*		1. 自准直仪; 2. 反射镜; 3. 桥板		4) 评估: 误差值为提取线上的最高峰点、最低谷点到拟合直线之间的距离值之和。 按上述方法测量多条直线, 取其中最大的误差值作为该被测件的直线度误差值。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测要素的直线度是否合格	2. 其余备注说明同本表序号 2 的备注
6*		1. 准直望远镜; 2. 瞄准靶		1. 预备工作 将瞄准靶放在前后端两孔中, 调整准直望远镜使其光轴与两端孔的中心连线同轴。以几何光轴作为测量基线, 测出被测轴线相对该基线的偏离量。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测轴线及其测量界限(此处为三个孔的轴线)。 2) 提取: 将瞄准靶分别放在被测件的各孔中, 同时记录各测点的水平和垂直方向示值, 获得三个孔的提取要素。 3) 拟合: 采用最小区域法对三个孔的提取要素同时进行拟合, 得到公共的拟合导出要素(轴线)。 4) 评估: 误差值为提取要素上的点到公共的拟合导出要素(轴线)的最大距离值的 2 倍。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定直线度是否合格	1. 本图例中, CZ 符号表示三个孔中心线具有组合的公差带。 2. 此方法适用于测量大型的孔类零件。 3. 其余备注说明同本表序号 2 的备注

表 C.2 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
7		1. 精密分度装置; 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件安装在精密分度装置的顶尖上。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:采用等间距布点策略沿被测圆柱横截面圆周进行测量,在轴线方向等间距测量多个横截面,得到多个提取截面圆。 3) 拟合:采用最小二乘法分别对每个提取截面圆进行拟合,得到各提取截面圆的圆心。 4) 组合:将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测件的提取导出要素(中心线)。 5) 拟合:采用最小二乘法对提取导出要素进行拟合,得到拟合导出要素(轴线)。 6) 评估:误差值为提取导出要素上的点到拟合导出要素的最大距离值的 2 倍。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定直线度是否合格	1. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法 and 最小区域法两种。若在图样上未明确示出或说明,则缺省约定采用最小区域法。本示例采用最小区域法。 2. 其余备注说明同本表序号 2 备注的 1、3、4
8		圆柱度仪		1. 预备工作 将被测件放置在圆柱度仪的工作台上,并进行调心和调平。 2. 被测要素测量与评估 步骤同序号 7。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定直线度是否合格	备注说明同本表序号 7 的备注



表 C.2 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
9 **		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在坐标测量机的工作台上。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取: 采用一定的布点策略对被测圆柱进行测量, 得到提取圆柱面。 3) 拟合: 采用最小二乘法对提取圆柱面进行拟合, 得到拟合圆柱面。 4) 构建: 采用垂直于拟合圆柱面轴线的平面构建出等间距的一组合适分布的平面。 5) 分离、提取: 构建平面与提取圆柱面相交, 将其相交线从圆柱上分离出来, 并提取得到系列提取截面圆。 6) 拟合: 采用最小二乘法分别对每个提取截面圆进行拟合, 得到各提取截面圆的圆心。 7) 组合: 将各提取截面圆的圆心进行组合, 得到被测件的提取导出要素(中心线)。 8) 拟合: 根据图样规范, 符号 G 要求采用最小二乘法对提取导出要素进行拟合, 得到拟合导出要素(轴线)。 9) 评估: 误差值为提取导出要素上的点到拟合导出要素(轴线)的最大距离值的 2 倍。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定直线度是否合格	1. 对为体现被测要素而进行的拟合操作, 拟合方法有最小二乘法、最大内切法、最小外接法和最小区域法, 若在图样上未明确示出或说明, 则缺省约定采用最小二乘法。 2. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作, 拟合方法有最小二乘法和最小区域法两种。在本例中, 图样采用符号 G 明确示出了采用最小二乘法。若在图样上未明确示出或说明, 则缺省约定采用最小区域法。 3. 其余备注说明同本表序号 2 备注的 1、3、4

表 C.2 (续)

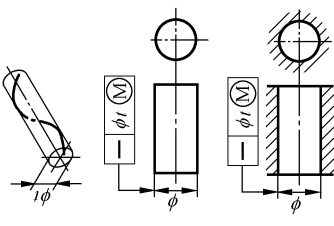
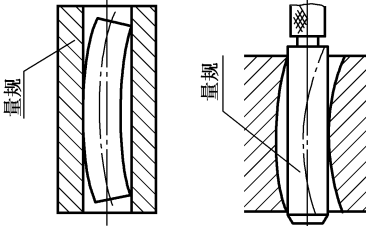
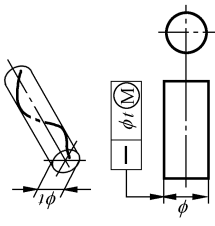
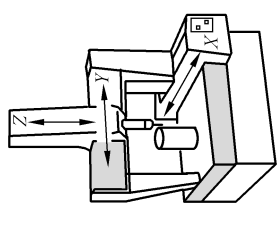
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
10*		1. 功能量规; 2. 千分尺		1. 预备工作 采用整体型功能量规。 2. 被测要素测量与评估 1) 局部实际尺寸的检验: 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测要素实际轮廓的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 2) 体外作用尺寸的检验: 功能量规的检验部位与被测要素的实际轮廓相结,如果被测件能通过功能量规,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。 3. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,才可判定被测要素合格	1. 最大实体要求应用于被测要素时的检验,需要同时控制被测要素的局部实际尺寸和体外作用尺寸;直线度合格的条件为:任一局部实际尺寸均不得超越最大实体尺寸和最小实体尺寸,体外作用尺寸不得超越最大实体实效尺寸。 2. 功能量规是用来确定被测要素实际轮廓是否超出最大实体实效边界的全形通规。功能量规检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸。 3. 最大实体实效尺寸等于最大实体尺寸加上(对被包容面)或减去(对包容面)所规范的几何公差差值,见 GB/T 16671
11*		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件安装在坐标测量机的工作台上。 2. 被测要素测量与评估 1) 提取:采用一定的提取方案对被测圆柱面进行提取,获得提取圆柱面。 2) 拟合:对提取圆柱面在实体约束下采用最小外接圆柱法进行拟合,得到被测量圆柱面的拟合圆柱和拟合圆柱的轴线。	1. 本示例是采用数字化计量方式。用最小实体尺寸和最大实体尺寸控制局部实际尺寸,用最大实体实效尺寸控制体外作用尺寸。

表 C.2 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
11*		坐标测量机		3) 评估: 拟合圆柱的直径即为被测轴的体外作用尺寸。同时, 由提取圆柱面上的点到拟合圆柱轴线的距离可计算求得局部实际直径。 3. 符合性比较 将体外作用直径与最大实体实效尺寸进行比较, 任一局部实际直径与最大实体尺寸和最小实体尺寸进行比较, 判定被测件直径是否合格。 被测件合格的条件下: 体外作用直径不得大于最大实体实效尺寸, 任一局部实际直径不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸	2. 其余备注说明同本表序号 10** 的备注
注 1: 序号中无脚注的示例是沿用了 GB/T 1958—2004 中原有的图例、测量装置和检测与验证方案。 注 2: 序号中带有 * 的示例是采用了 GB/T 1958—2004 中原有的测量装置和检测与验证方案, 只更新了图例标注及说明。 注 3: 序号中带有 ** 的示例是本附录中新增的检验方案, 采用了新的测量装置和检测与验证方案。					

表 C.3 平面度误差的检测与验证方案

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		平晶		1. 预备工作 将平晶以微小角度逐渐与被测面相贴合, 观察干涉条纹。 2. 被测要素测量与评估 1) 拟合: 将平晶与被测表面按最小区域法直接接触, 即保持二者之间接触的最大距离为最小。 2) 评估: 当出现环形干涉纹时, 应调整平晶的位置, 使干涉带数为最少, 平面度误差值为封闭的干涉条纹数乘以光波长之半。 当出现不封闭的弯曲干涉纹时, 应调整平晶位置, 使干涉带数为 3~5 条干涉带, 平面度误差值为条纹的弯曲度与相邻两条纹间距之比再乘以光波长之半。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定平面度是否合格	1. 该方案中, 平晶用于模拟理想平面, 将被测平面与平晶直接接触进行比较测量, 采用的是实物拟合操作, 平晶是理想要素的实际模拟物。 2. 该方案适用于测量高精度的 (平晶能全部覆盖的) 小平面

表 C.3 (续)

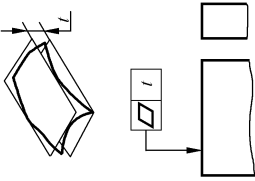
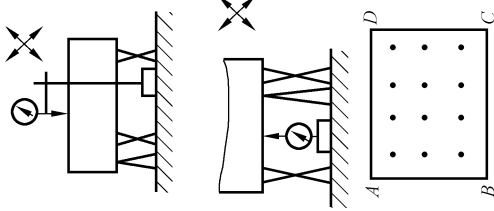
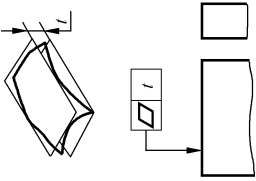
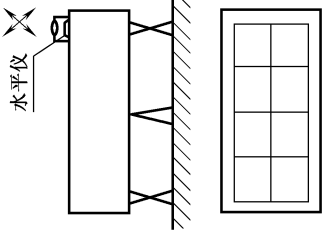
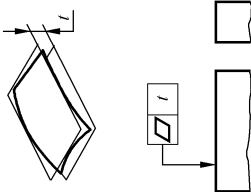
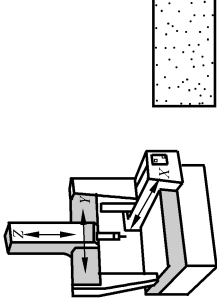
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2		1. 平板; 2. 带指示计的测量架; 3. 固定和可调支承		1. 预备工作 将被测件支承在平板上,将任意三远点调成等高或大致等高(也可调整两对角线的角点)。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及测量界限。 2) 提取:按一定的测量布点方式逐点移动测量装置,同时记录各测量点相对于测量基面(用平板体现)的坐标值,得到提取表面。 3) 拟合:采用最小区域法对提取表面进行拟合,得到拟合平面。 4) 评估:误差值为提取表面上的最高峰点、最低谷点到拟合平面的距离值之和。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测表面的平面度是否合格	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法 and 最小区域法两种。若在图样上未明确示出或说明,则缺省约定采用最小区域法(本例)。 3. 误差值评估参数有 T、P、V、Q,缺省为 T(本例)。 4. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定

表 C.3 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3		1. 平板; 2. 水平仪; 3. 固定和可调支承		1. 预备工作 将被测件支承在平板上,将两对角线的角点分别调成等高或大致等高(也可调整任意三远点)。 2. 被要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及测量界限。 2) 提取:用水平仪按一定的测量布点方式逐点移动测量装置,同时记录各测量点的示值并转换为线值,得到提取表面。 3) 拟合:采用最小区域法对提取表面进行拟合,得到拟合平面。 4) 评估:误差值为提取表面上的最高峰点、最低谷点到拟合平面的距离值之和。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测表面的平面度是否合格	备注说明同本表序号 2 的备注
4**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定放置在坐标测量机的工作台上。 2. 被要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及测量界限。 2) 提取:采用散点布点方式对被测表面进行提取,记录各提取点测量数据值,得到提取表面。 3) 拟合:采用最小区域法对提取表面进行拟合,得到拟合平面。 4) 评估:误差值为提取表面上的最高峰点、最低谷点到拟合平面的距离值之和。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测表面的平面度是否合格	备注说明同本表序号 2 的备注

注: 序号说明同表 C. 2。

表 C.4 圆度误差的检测与验证方案

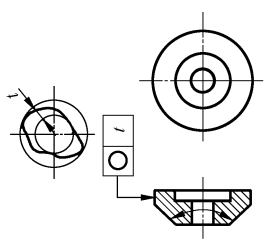
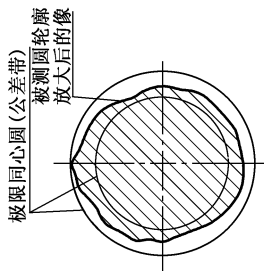
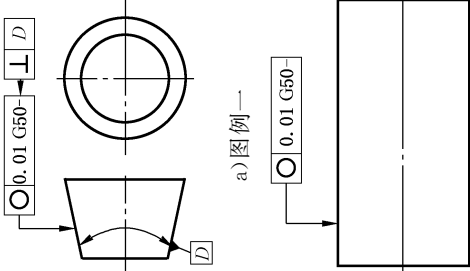
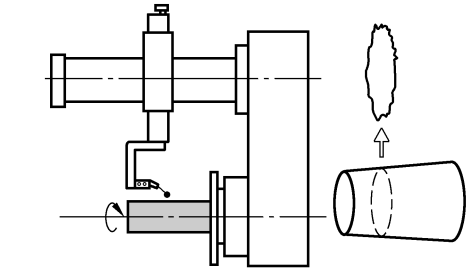
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		投影仪或其他类似量仪		1. 预备工作 将被测件放置在玻璃工作台上,由灯泡发出的照明光经准直透镜后平行照射到工件上,工件的截面圆轮廓经投影物镜和反射镜成像在投影屏上。 2. 被测要素的测量与评估 1) 拟合:将被测圆轮廓的投影与事先绘制好的两极限同心圆相比较(同心圆间距按工件的圆度公差带选取,并放大K倍)。 2) 评估:误差值为两极限圆之间的距离值与被测轮廓的放大倍数K之比。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的圆度是否合格	1. 该方案是将被测轮廓的投影与理论的极限同心圆直接进行比较测量。 2. 该方案适用于测量具有刃口形边缘的小型零件
2**		圆度仪(或类似量仪)		1. 预备工作 将被测件放置在圆度仪上,同时调整被测件的轴线,使它与量仪的回(旋)转轴同轴。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素及其测量界限。 2) 提取:采用一定的提取方案沿被测件横截面圆周进行测量,得到提取截面圆。 3) 滤波:采用嵌套指数为50UPR的低通高通滤波器对提取截面圆进行滤波,获得滤波截面圆轮廓。 4) 拟合:采用最小区域法对滤波后的提取截面圆进行拟合,获得提取截面圆的拟合导出要素(圆心)。 5) 评估:被测截面圆的圆度误差值为提取截面圆上的点到拟合导出要素(圆心)之间的最大、最小距离值之差。	1.  是方向要素框格,用来标识公差带宽度的方向,框格中的“ ”符号表示公差带的宽度方向垂直于基准D”。 2. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 3. 滤波操作:本图例给出了需要采用滤波操作的规范,符号G表示采用高斯滤波器,数值

表 C.4 (续)

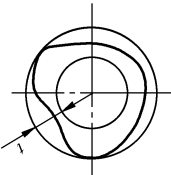
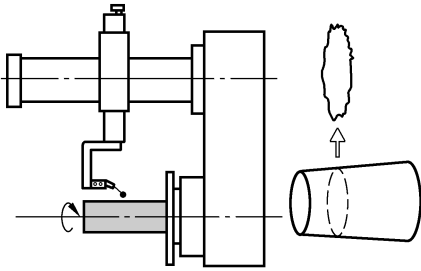
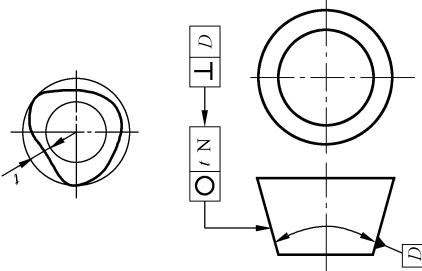
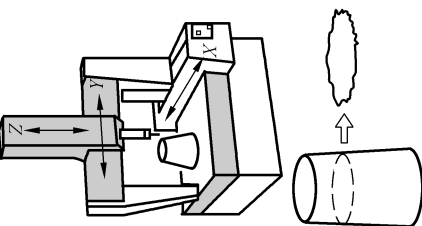
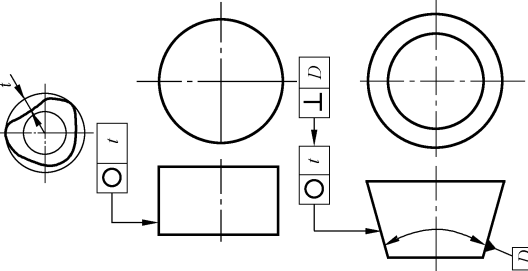
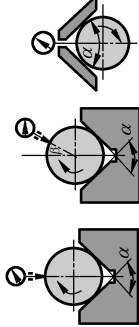
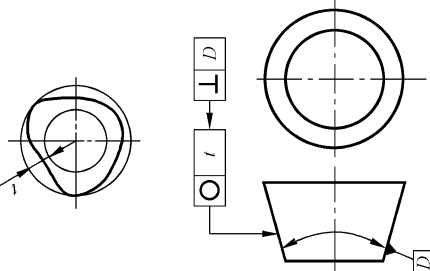
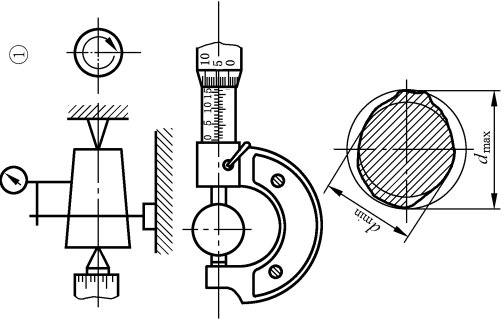
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2**		圆度仪(或类似量仪)		重复上述操作,沿被测件轴线方向测量多个横截面,得到各个截面的误差值,取其中的最大误差值为圆度误差值。 3. 符合性比较 将圆度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的圆度是否合格	50 表示嵌套指数为 50 UPR,数值后面的“-”,表示这是一个低通滤波器;若数值前面的“-”,则表示是高通滤波器。 4. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法、最小外接法、最大内切法、最小区域法四种。若在图样上未明确示出或说明,则根据缺省约定采用最小区域法。 5. 误差值评估参数有 T、P、V、Q,缺省为 T(本例)。 6. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定
3**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件放置在坐标测量机工作台上。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素及其测量界限。 2) 提取:在被测横截面上采用一定的提取方案进行测量,得到提取截面圆。 3) 拟合:根据图样规范要求,采用最小外接法对提取截面圆进行拟合,获得提取截面圆的拟合导出要素(圆心)。 4) 评估:被测截面的圆度误差值为提取截面圆上的点到拟合导出要素(圆心)之间的最大、最小距离值之差。 重复上述操作,沿轴线方向测量多个横截面,得到各个截面的误差值,取其中的最大值为圆度误差值。 3. 符合性比较 将得到的圆度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的圆度是否合格	1. 在本图例中,图样上的符号 N 表明了圆度误差值评估时采用最小外接法获得理想要素的位置。 2. 滤波操作:本图例未规定滤波操作规范,因此不进行滤波操作。 3. 其余备注说明同本表序号 2** 备注的 1、2、4、5、6

表 C.4 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4*		1. 平板; 2. 带指示计的测量架; 3. V形块; 4. 固定和可调支承		1. 预备工作 将被测件放在 V 形块上,使其轴线垂直于测量截面,同时固定轴向位置。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素及其测量界限。 2) 提取:在被测件横截面上采用一定的提取方案进行测量,记录被测件回转一周过程中指示计的最大、最小读数。 3) 评估:被测截面的圆度误差值为指示计的最大、最小读数差值与反映系数 F 之比。 重复上述操作,沿轴线方向测量多个横截面,得到各个截面的误差值,取其中的最大误差值为圆度误差值。 3. 符合性比较 将得到的圆度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的圆度是否合格	1. 该方案属于圆度误差的近 似测量法(三点法),测量结果 的可靠性取决于截面形状误差 和 V 形块夹角的综合效果, 适用于具有奇数棱的圆截面。 2. 测量方法与被测件的棱数 是否已知直接有关。如果棱 数已知,直接按 GB/T 4380 选 用反映系数 F 较大的测量装 置,如果棱数未知,一次测量 不能正确得出零件的圆度误 差,应采用两点法和三点法 进行组合,组合方案见 GB/T 4380。 3. 其余备注说明同本表序号 2** 备注的 1、2、4、5、6
5*		1. 平板; 2. 支承; 3. 带指示计的测量架; 或千分尺		1. 预备工作 将被测件放在支承上,同时固定轴向位置。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素及其测量界限。 2) 提取:采用指示计测量时,调整指示计使被测轴线垂 直于测量截面,在被测件旋转一周过程中,记录指示计 的最大、最小示值。 3) 评估:被测截面圆的圆度误差值为指示计的最大、最 小示值差值的一半或最大、最小直径值之差的一半。 重复上述操作,沿轴线方向测量多个横截面,得到各个 截面的误差值,取其中的最大值为圆度误差值。 3. 符合性比较 将得到的圆度误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测件的圆度是否合格	1. 该方案属于圆度误差的近 似测量法(两点法),适用于具 有偶数棱的圆截面。 2. 其余备注说明同本表序号 2** 备注的 1、2、4、5、6

注: 序号说明同表 C.2

表 C.5 圆柱度误差的检测与验证方案

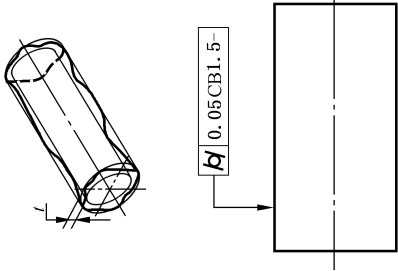
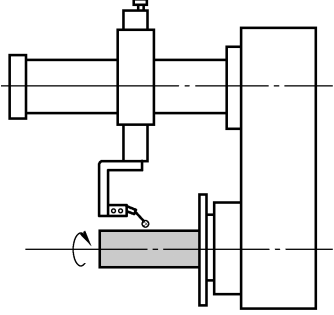
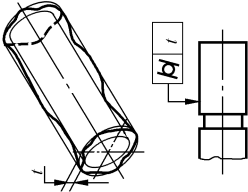
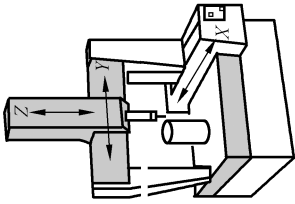
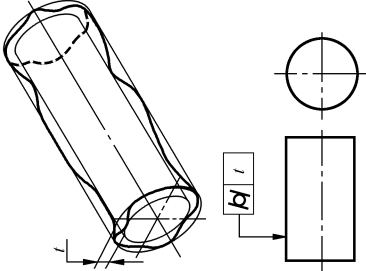
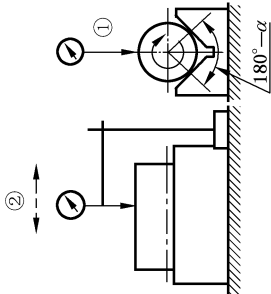
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1*		圆柱度仪 (或其他 类似仪器)		1. 预备工作 将被测件安装在圆柱度仪工作台上,并进行调心和调平。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测圆柱面及其测量界限。 2) 提取:在被测件圆柱面上采用一定的提取方案进行测量,得到提取圆柱面。 3) 滤波:采用结构元素为半径 1.5 mm 的封闭球形态学低通滤波器对提取圆柱面进行滤波,获得滤波后的提取圆柱面。 4) 拟合:采用最小区域法对滤波后的提取圆柱面进行拟合,得到被测圆柱面的拟合导出要素(轴线)。 5) 评估:圆柱度误差值为提取圆柱面上各点到拟合导出要素(轴线)的最大、最小距离值之差。 3. 符合性比较 将得到的圆柱度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的圆柱度是否合格	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 滤波操作:本图例给出了需要采用滤波操作的规范,符号 CB 表示采用封闭球形态学滤波器,数值 1.5 表示球半径为 1.5 mm,数值 1.5 后面的“-”,表示这是一个低通滤波器。 3. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法、最小外接法、最大内切法、最小区域法四种。若在图样上未明确示出或说明,则缺省约定采用最小区域法(如本例)。 4. 误差值评估参数有 T、P、V、Q,缺省为 T(本例)。 5. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定

表 C.5 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在坐标测量机工作台上。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测圆柱面及其测量界限。 2) 提取: 在被测圆柱面上采用一定的提取方案进行测量, 得到提取圆柱面。 3) 拟合: 采用最小区域法对提取圆柱面进行拟合, 得到被测圆柱面的拟合导出要素(轴线)。 4) 评估: 圆柱度误差值为提取圆柱面上各点到拟合导出要素(轴线)的最大、最小距离值之差。 3. 符合性比较 将得到的圆柱度误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测件的圆柱度是否合格	1. 滤波操作: 本图例未规定滤波操作规范, 因此不进行滤波操作。 2. 其余备注说明同本表序号 1* 的备注 1、3、4、5
3		1. 平板; 2. V形块; 3. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件放在平板上的 V 形块内(V 形块的长度要大于被测件的长度)。 2. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测圆柱面及其测量界限。 2) 提取: 在被测圆柱横截面上采用一定的提取方案进行测量, 得到该圆截面的最大、最小读数值。 3) 评估: 连续测量若干个横截面, 然后取各截面内所测得的所有读数值中的最大与最小读数值之差与反映系数 F 之比为圆柱度误差值。 3. 符合性比较 将得到的圆柱度误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定圆柱度是否合格	1. 该方案属于圆柱度误差的近似的测量法(三点法), 适用于测量具有奇数棱的圆柱面。 2. 为测量准确, 通常使用夹角 $\alpha=90^\circ$ 和 $\alpha=120^\circ$ 的两个 V 形块分别测量。 3. 滤波操作: 本图例未规定滤波操作规范, 因此不进行滤波操作。 4. 其余备注说明同本表序号 1* 的备注 1、3、4、5

注: 序号说明同表 C. 2。

表 C.6 线轮廓度误差的检测与验证方案

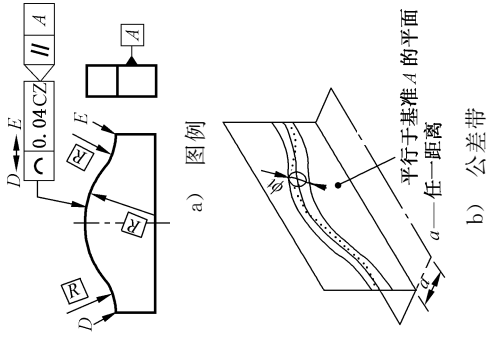
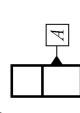
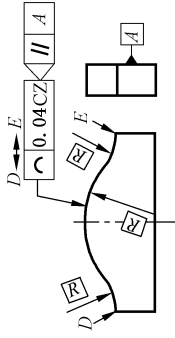
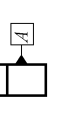
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1*		1. 仿形测量装置; 2. 指示计; 3. 固定和可调支承; 4. 轮廓样板		1. 预备工作 调整被测件相对于仿形测量装置和轮廓样板的位置,再将指示计调零。 2. 被测要素测量与评估 1) 拟合:将被测轮廓与轮廓样板的形状进行比较。 2) 评估:误差值为仿形测头上各测点的指示计最大示值的 2 倍。 重复进行多次测量,取其最大的值作为误差值。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测轮廓的线轮廓度是否合格	1. 该方案中,将被测线轮廓的形状与轮廓样板的形状进行比较测量,轮廓样板为理想要素的实际模拟物。指示计的测头应与仿形测头形状相同。 2. 图例中的相交平面框格  表示被测要素是提取表面上与基准 A 平行的直线。其测量方向与基准 A 平行。图例中的 $D \leftrightarrow E$ 表示被测要素的测量界限范围, D 和 E 分别表示被测要素的起始点和终止点。图例中的 CZ 表示从 D 到 E 的被测要素具有公共的公差带。 3. 该方案属于轮廓度近似、实用的测量方法之一,可测量一般的中、低精度零件。 4. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定
2*		轮廓样板		1. 预备工作 选择样板,调正被测件与轮廓样板的位置,使二者之间的最大缝隙为最小。 2. 被测要素测量与评估 1) 拟合:将轮廓样板与被测轮廓直接接触,并使二者之间的最大缝隙为最小。 2) 评估:误差值为被测轮廓与轮廓样板之间的最大缝隙值。	1. 该方案中,将被测轮廓与轮廓样板直接接触进行比较测量,采用的是实物拟合操作,轮廓样板为理想要素的实际模拟物。 2. 图例中  、 $D \leftrightarrow E$ 和 CZ 说明同序号 1* 的备注 2。

表 C.6 (续)

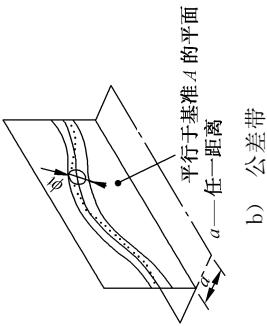
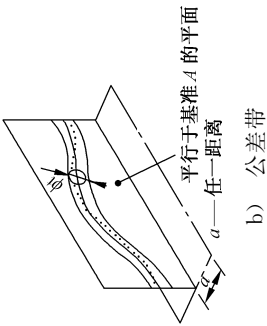
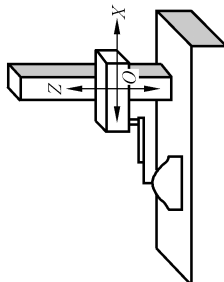
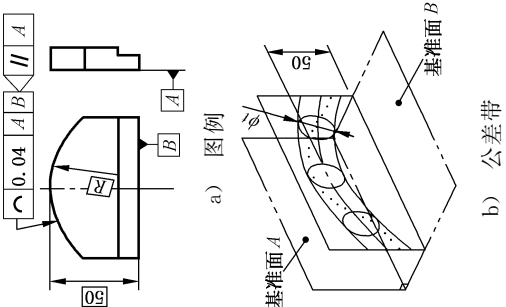
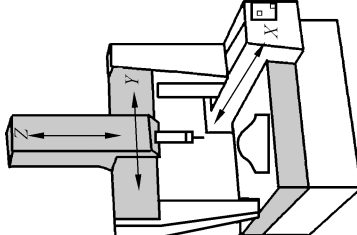
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2*	 平行于基准A的平面 a—任一距离 b) 公差带	轮廓样板		3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定轮廓精度是否合格	3. 该方案属于轮廓度近似、实用的测量方法之一,可测量尺寸较小和薄的零件。 4. 根据第9章进行测量不确定度评估,并依据第10章进行合格评定
3**	 平行于基准A的平面 a—任一距离 b) 公差带	直线式轮廓仪		1. 预备工作 找正被测件并确认被测轮廓在直线式轮廓仪测量范围内。 2. 被测要素测量与评估 1) 提取:直线式轮廓仪测头在被测轮廓线上横向移动同时记录下各测点的X坐标值和Z坐标值。获得提取轮廓。 2) 拟合:采用最小区域法对提取轮廓进行拟合,得到提取轮廓的拟合轮廓的位置。其中,拟合轮廓的形状由理论正确尺寸R确定(即由理论曲线方程确定)。 3) 评估:轮廓误差值为提取轮廓上的点到拟合轮廓的最大距离值的2倍。 对任意截面上的被测要素重复上述操作,取其最大的值作为误差值。 3. 符合性比较 将得到的轮廓误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定轮廓精度是否合格	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图B.1选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法 and 最小区域法两种。若在图样上未明确示出或说明,则根据缺省约定采用最小区域法。 3. 图例中 $\begin{matrix} \text{H} \\ \text{A} \end{matrix}$ 、 $D \begin{matrix} \text{H} \\ \text{A} \end{matrix} E$ 和 CZ 说明同序号1*的备注2。 4. 根据第9章进行测量不确定度评估,并依据第10章进行合格评定

表 C.6 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4**	 a) 图例 b) 公差带	坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在坐标测量机工作台上。 正式测量前的准备工作。 2. 基准体现 1) 分离: 确定基准要素 A 及其测量界限。 2) 提取: 按一定的提取方案对基准要素 A 进行提取, 得到基准要素 A 的提取表面。 3) 拟合: 采用最小区域法对提取表面在实体外进行拟合, 得到其拟合平面, 并以该平面体现基准 A。 4) 分离: 确定基准要素 B 及其测量界限。 5) 提取: 按一定的提取方案对基准要素 B 进行提取, 得到基准要素 B 的提取表面。 6) 在保证与基准要素 A 的拟合平面垂直的约束下, 采用最小区域法在实体外对基准要素 B 的提取表面进行拟合, 得到其拟合平面, 并以该拟合平面体现基准 B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测线轮廓及其测量界限。 2) 提取: 在已建立好的基准体系下, 沿与基准 A 平行的方向上, 采用一定的提取方案对被测轮廓进行测量, 测得实际线轮廓的坐标值, 获得提取线轮廓。 3) 拟合: 采用最小区域法对提取线轮廓进行拟合, 得到提取线轮廓的拟合线轮廓。其中, 拟合线轮廓的形状和位置由理论正确尺寸 (R、50) 和基准 A、B 确定。 4) 评估: 线轮廓误差值为提取线轮廓上的点到拟合线轮廓的最大距离值的 2 倍。 按上述方法测量多条线轮廓, 取其中最大的误差值作为该被测件的线轮廓度误差值。 4. 符合性比较 将得到的线轮廓度误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定线轮廓度是否合格	备注说明同本表序号 3** 的备注

注: 序号说明同表 C. 2

注：序号说明同表 C.2

表 C.7 面轮廓度误差的检测与验证方案

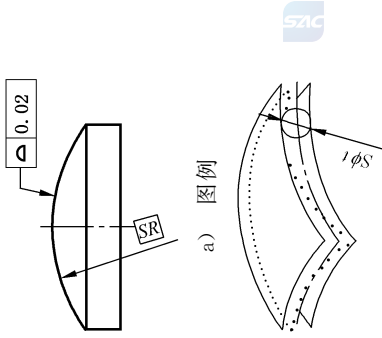
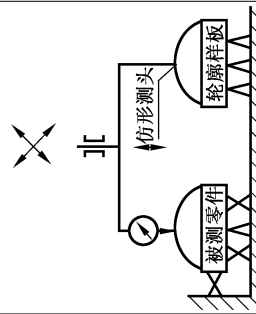
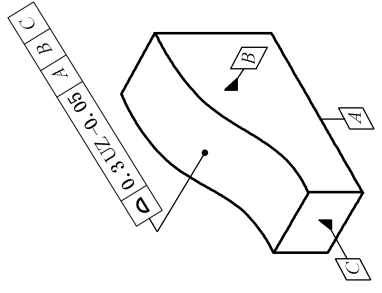
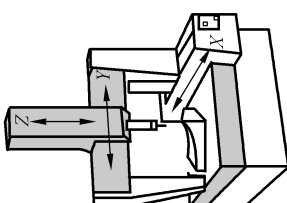
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		1. 仿形测量装置; 2. 固定和可调支承; 3. 轮廓样板; 4. 指示计		1. 预备工作 调整被测件相对于仿形系统测量装置和轮廓样板的位置,再将指示计调零。 2. 被测要素测量与评估 1) 拟合:将被测轮廓与轮廓样板的形状进行比较。 2) 评估:误差值为仿形测头上各测点的指示计最大示值的 2 倍。 3. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素的直线度是否合格	1. 该方案中,将被测表面轮廓与轮廓样板进行比较测量,轮廓样板为理想要素的实际模拟物。指示计的测头应与仿形测头形状相同。 2. 该方案属于轮廓度近似、实用的测量方法之一,可测量一般的中、低精度零件。 3. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定
2**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离:确定基准要素 A、B、C 及其测量界限。 2) 提取:按一定的提取方案分别对基准要素 A、B、C 进行提取,得到基准要素 A、B、C 的提取表面。 3) 拟合:采用最小区域法对提取表面 A 在实体外进行拟合,得到其拟合平面,并以此平面体现基准 A。 在保证与基准要素 A 的拟合平面垂直的约束下,采用最小区域法在实体外对基准要素	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。

表 C.7 (续)

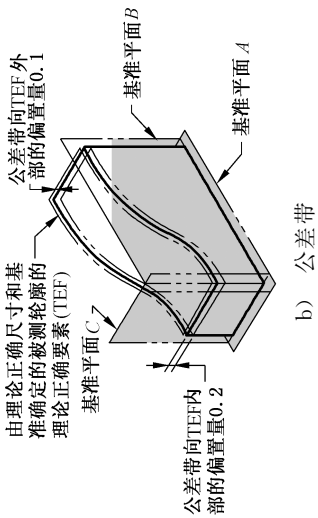
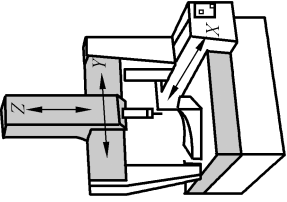
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2**		坐标测量机		B的提取表面进行拟合,得到其拟合平面,并以此拟合平面体现基准B。 在保证与基准要素A的拟合平面垂直,然后又与基准要素B的拟合平面垂直的约束下,采用最小区域法在实体外对基准要素C的提取表面进行拟合,得到其拟合平面,并以此拟合平面体现基准C。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测面轮廓及其测量界限。 2) 提取:在已建立好的基准体系下,采用一定的提取方案对被测表面进行测量,获得实际面轮廓的坐标值。 3) 拟合:采用最小区域法对提取面轮廓进行拟合,获得提取面轮廓的拟合面轮廓。其中,拟合面轮廓的形状由理论正确尺寸确定,拟合面轮廓的位置由基准和由UZ所定义,拟合面轮廓的位置由基准和由UZ所定义的偏置量确定。拟合面轮廓的位置即是面轮廓度公差带的中心位置,在本图例中,拟合面轮廓的位置处于从基准所确定的实际轮廓处再向材料内偏置-0.05 mm。 4) 评估:面轮廓误差值为提取面轮廓上的点到拟合面轮廓的距离值。 4. 符合性比较 将得到的面轮廓度误差值与公差值进行比较,判定被测面轮廓的面轮廓度是否合格。即提取面轮廓上的点向轮廓外的偏移量不得大于0.1 mm(即0.3/2-0.05),向轮廓内的偏移量不得大于0.2 mm(即0.3/2+0.05) mm	2. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法 and 最小区域法两种。若在图样上未明确示出或说明,则根据缺省约定采用最小区域法。 3. 图例中的UZ表示公差带的中心位置相对于由理论正确尺寸所确定的理论正确要素是偏置的,后面跟的数据-0.05为偏置量,偏置量前的符号表示偏置的方向,如为负号表示公差带的中心位置由理论正确轮廓向材料内偏置,如为正号表示公差带的中心位置由理论正确轮廓向材料外偏置。 4. 根据第9章进行测量不确定度评估,并依据第10章进行合格评定

表 C.7 (续)

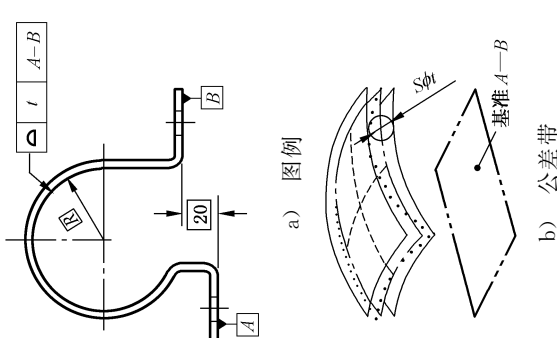
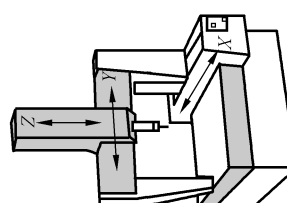
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离:确定基准要素 A、B 及其测量界限。 2) 提取:按一定的提取方案分别对基准要素 A、B 进行提取,得到基准要素 A、B 的提取表面。 3) 拟合:在实体约束下,采用最小区域法对 A、B 两实际组成要素在相互平行的方向约束下和距离由理论正确尺寸 20 定义的位置约束下同时进行拟合,得到两个拟合平面(参见图 18)。 基准由组合的两拟合平面之间的方位要素建立。组合的两拟合平面的恒定类为平面类,其方位要素为两拟合平面的中心平面(基准 A—B)。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测面轮廓及其测量界限。 2) 提取:采用一定的提取方案进行测量,获得实际面轮廓的坐标值。 3) 拟合:采用最小区域法对提取面轮廓进行拟合,获得提取面轮廓的拟合面轮廓。其中,拟合面轮廓的形状由理论正确尺寸确定,拟合面轮廓的位置由基准确定。 4) 评估:面轮廓误差值为提取面轮廓上的点到拟合面轮廓的最大距离值的 2 倍。 4. 符合性比较 将得到的面轮廓度误差值与公差值进行比较,判定被测面轮廓的面轮廓度是否合格	1. 关于提取操作的备注说明同本表序号 2** 的备注 1。 2. 对为获得被测要素误差值而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法和最小区域法两种。若在图样上未明确示出或说明,则根据缺失约定采用最小区域法。 3. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定
注:序号说明同表 C.2。					

表 C.8 平行度误差的检测与验证方案

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		1. 平板; 2. 带指示计的测量架		1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 若在图样上的方向公差值后面带有最大内切(⊗)、最小外接(⊙)、最小区域(Ⓢ)、贴切(Ⓣ)等符号时,则表示该方向公差是对被测要素的拟合要素的要求。 3. 对为获得被测要素方向误差值而进行的拟合操作,拟合法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的最小区域(即定向最小区域)。 4. 评估:包容提取表面的两定向平行平面之间的距离,即平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的平行度是否合格	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 若在图样上的方向公差值后面带有最大内切(⊗)、最小外接(⊙)、最小区域(Ⓢ)、贴切(Ⓣ)等符号时,则表示该方向公差是对被测要素的拟合要素的要求。 3. 对为获得被测要素方向误差值而进行的拟合操作,拟合法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的最小区域(即定向最小区域)。 4. 评估:包容提取表面的两定向平行平面之间的距离,即平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的平行度是否合格

表 C.8 (续)

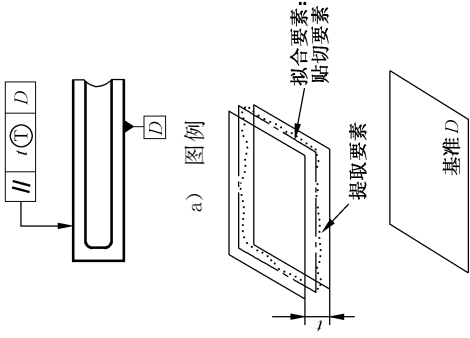
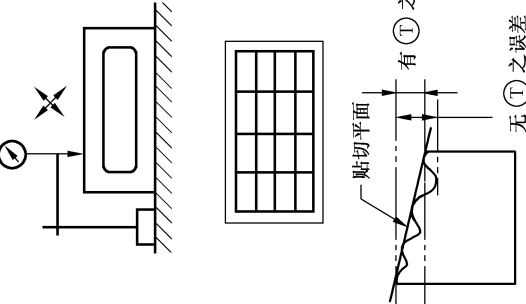
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2**		1. 平板; 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在平板上,且尽可能使基准表面 D 与平板表面之间的最大距离为最小。 2. 基准体现 采用平板(模拟基准要素)体现基准 D。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及其测量界限。 2) 提取:按一定的提取方案(如矩形栅格方案)对被测表面进行测量,获得提取表面。 3) 拟合:采用(外)贴切法对被测要素的提取表面进行拟合,获得提取表面的(贴切)拟合平面。 4) 拟合:在与基准 D 平行的约束下,采用最小区域法对提取表面的(贴切)拟合平面进行拟合,获得具有方位特征的拟合平行平面(即定向最小区域)。 5) 评估:包容提取表面的(贴切)拟合平面的两定向平行平面之间的距离,即平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的平行度是否合格	1. 本图例中,符号 $\textcircled{T}$ 表示是对被测要素的贴切要素的方向公差要求。 2. 其余备注说明同本表序号 1 备注的 1、3、4、5

表 C.8 (续)

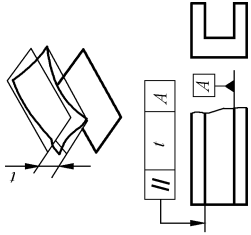
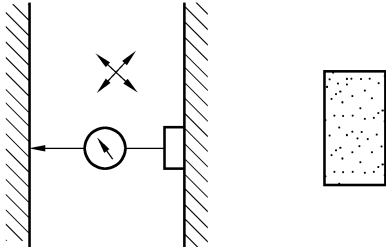
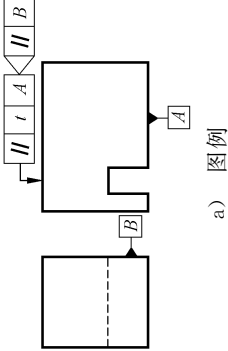
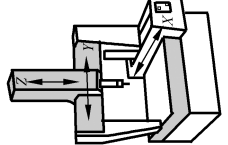
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3		带指示计的测量架		1. 预备工作 带指示计的测量架直接放基准 A 上。 2. 基准体现 采用直接法(基准要素本身)体现基准。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测表面及其测量界限。 2) 提取: 按一定的提取方案(如随机布点方案)对被测表面进行测量, 获得提取表面。 3) 拟合: 在与基准 A 平行的约束下, 采用最小区域法对提取表面进行拟合, 获得具有方位特征的拟合平行平面(即定向最小区域)。 4) 评估: 包容提取表面的两定向平行平面之间的距离, 即平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测要素对基准的平行度是否合格	1. 本图例中, 采用直接法(基准要素本身)体现基准, 会产生相应的测量不确定度。 2. 其余备注说明同本表序号 1 备注的 1、2、3、5
4**	 a) 图例	坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离: 确定基准要素 A 及其测量界限。 2) 提取: 按一定的提取方案(如平行线方案)对基准要素 A 进行提取, 得到基准要素 A 的提取表面。 3) 拟合: 采用最小区域法对提取表面在实体外进行拟合, 得到其拟合平面, 并以此平面体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测表面及其测量界限。 2) 提取: 沿与平面 A 和平面 B 平行的方向, 采用平行线布点方案对被测表面进行测量, 获得提取线。	1. 在体现基准的拟合操作中, 一般缺省的拟合方法有最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)或实体约束的最小区域法(对于平面、曲面)等, 详见附录 B 的 B.10。

表 C.8 (续)

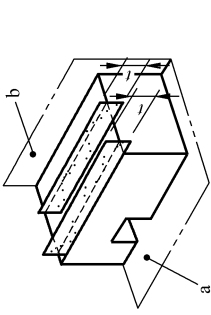
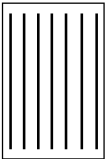
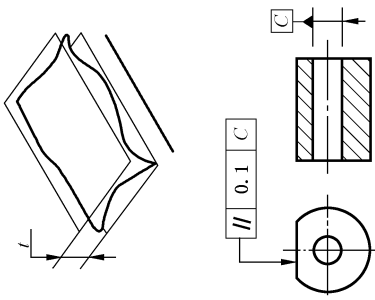
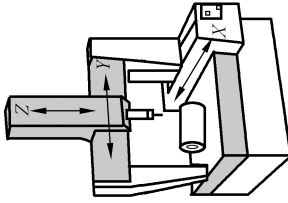
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4 **	 a—基准平面 A；b—基准平面 B b) 公差带	坐标测量机		3) 拟合:在与基准 A 平行的约束下,采用最小区域法对提取线进行拟合,获得具有方位特征的拟合平行线(即定向最小区域)。 4) 评估:包容提取线的两定向平行线之间的距离,即平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的平行度是否合格	2. 图例中的 $\parallel B$ 表示被测要素是提取表面上与基准平面 B 平行的直线,其测量方向与基准 B 平行。 3. 其余备注说明同本表序号 1 备注的 1、2、3、5
5 *		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离:确定基准要素 C 及其测量界限。 2) 提取:按一定的提取方案对被测内圆柱面进行提取,得到提取内圆柱面。 3) 拟合:采用最大内切法对提取内圆柱面在实体外进行拟合,得到其导出拟合轴线,并以此轴线体现基准 C。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及其测量界限。 2) 提取:沿与基准轴线 C 平行的方向,采用平行线布点方案对被测表面进行测量,获得提取表面。 3) 拟合:在与基准 C 平行的约束下,采用最小区域法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的拟合平行平面(即定向最小区域)。 4) 评估:包容提取表面的两定向平行平面之间的距离,即平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的平行度是否合格	1. 在体现基准的拟合操作中,一般缺省的拟合方法有最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)或实体约束的最小区域法(对于平面、曲面)等,详见附录 B 的 B.10。 2. 备注说明同本表序号 1 备注的 1、2、3、5

表 C.8 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
6		1. 平板; 2. 等高支承; 3. 心轴; 4. 带指示计的测量架		1. 预备工作 基准要素由心轴模拟体现。安装心轴,且尽可能使心轴与基准孔之间的最大间隙为最小;将等高支承支承在心轴上,调整(转动)被测件使$L_3=L_4$。 2. 基准体现 采用心轴(模拟基准要素)体现基准 C。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及其测量界限。 2) 提取:选择一定的提取方案对被测表面进行测量,获得提取表面。 3) 拟合:在给定方向上保持与基准 C 平行的约束下,采用最小区域法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的拟合平行平面(即定向最小区域)。 4) 评估:包容提取表面的两定向平行平面之间的距离,即平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测轴线对基准的平行度是否合格	备注说明同本表序号 1 的备注
7		1. 平板; 2. 带指示计的测量架; 3. 心轴		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在平板上,且尽可能保持基准表面与平板表面之间的最大距离为最小。安装心轴,且尽可能使心轴与被测孔之间的最大间隙为最小,被测孔的轴线由心轴模拟。 2. 基准体现 采用平板(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的模拟被测要素(心轴)及其测量界限。	该方案中: 1. 被测要素由心轴模拟体现。通过对模拟被测要素(心轴)的提取、拟合及组合等操作,获得的被测要素的提取导出要素(中心线)。 2. 该方法是一种简便实用的检测方法,但由于该方法不是直接对被测要素的组成要素进行提取,且提取部

表 C.8 (续)

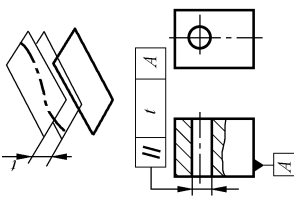
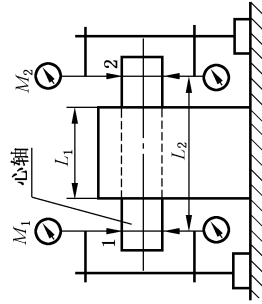
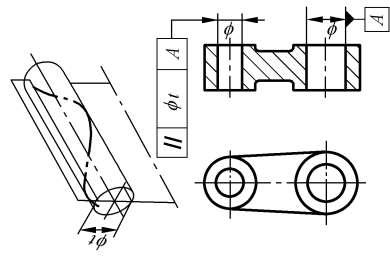
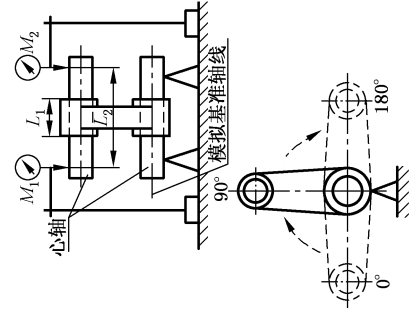
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
7		1. 平板; 2. 带指示计的测量架; 3. 心轴		2) 提取:在轴向相距为 L_2 的两个垂直于基准平面 A 的正截面上测量,分别记录测位 1 和测位 2 上的指示计示值差 M_1 和 M_2 。 3) 评估:平行度误差值按下式进行计算得到: $f = \frac{L_1}{2L_2} M_1 - M_2 $ 4. 符合性比较 将得到的给定方向的平行度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的给定方向的平行度是否合格	位与被测要素不完全重合,由此会产生相应的测量不确定度。 3. 在模拟被测要素(心轴)上,提取截面之间的距离与,被测要素的长度不等时,其平行度误差值的评估需按比例折算。 4. 其余备注说明同本表序号 1 备注的 1、2、3、5
8		1. 平板; 2. 心轴; 3. 等高支承; 4. 带指示计的测量架		1. 预备工作 被测要素和基准要素均由心轴模拟体现。安装心轴,且尽可能使心轴与基准孔、心轴与被测孔之间的最大间隙为最小;采用等高支承将模拟基准要素的心轴调整至与平板平面平行的方向上。 2. 基准体现 采用心轴(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的模拟被测要素(心轴)及其测量界限。 2) 提取:在靠近被测件两端面的两个截面(距离为 L_2)或多个截面上,按截面圆周法提取方案对模拟被测要素(心轴)进行提取操作,得到被测要素的各提取截面圆。 3) 拟合:采用最小二乘法对被测要素的各提取截面圆分别进行拟合,得到各提取截面圆的圆心。 4) 组合:将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测要素的提取导出要素(中心线)。	该方案中被测要素和基准要素均由心轴模拟体现。 其余备注说明同本表序号 6 的备注

表 C.8 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
8		1. 平板; 2. 心轴; 3. 等高支承; 4. 带指示计的测量架		5) 拟合:在与基准 A 平行的约束下,采用最小区域法对提取导出要素(中心线)进行拟合,获得具有方位特征的拟合圆柱面(即定向最小区域)。 6) 评估:包容提取导出要素(中心线)的定向拟合圆柱面的直径即为平行度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的平行度是否合格	该方案中被测要素和基准要素均由心轴模拟体现。 其余备注说明同本表序号 6 的备注
9*		1. 功能量规; 2. 千分尺		1. 预备工作 采用插入型功能量规。将被测件放置在固定支座上,固定销为功能量规的定向部位,活动支座为功能量规的导向部位。 2. 基准的体现 用功能量规的定向部位体现基准。 3. 基准要素和被测要素的测量与评估 1) 采用依次检验方式。 固定销是用来检验基准 A 的光滑极限量规通规,其公称尺寸为基准 A 的最大实体尺寸,将被测件的基准孔套在量规的固定销上,基准要素 A 用固定销检验合格后,然后在基准的定向	1. 该方案是最大实体要求同时应用于被测要素和基准要素的检验。 2. 检验被测要素的功能量规,其检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸。检验时,如果功能量规能通过被测件,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。 3. 检验基准要素的功能量规一般是检验被测要素功能量规的定位部位。

表 C.8 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
9*		1. 功能量规; 2. 千分尺		约束下用塞规检验被测要素的平行度误差,如果塞规能自由通过被测孔,说明被测孔实际轮廓的平行度误差合格,其体外作用尺寸也合格。 2) 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测孔的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 4. 符合性比较 实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,可判定被测要素合格	若基准要素为中心要素,且本身不采用最大实体要求[即:基准本身采用包容要求(如本例)或独立原则],则功能量规定位部位的尺寸、形状、方向和位置由基准要素的最大实体边界确定; 若基准要素为中心要素,且也采用了最大实体要求,则功能量规定位部位的尺寸、形状、方向和位置由基准要素的最大实体实效边界确定; 若基准要素为轮廓要素,则功能量规定位部位的尺寸、形状、方向和位置应与基准要素的理想要素相同(其理想要素由其提取要素的拟合要素或模拟基准要素体现)

注: 序号说明同表 C.2。

表 C.9 垂直度误差的检测与验证方案

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		1. 平板； 2. 直角座； 3. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件的基准平面固定在直角座上,同时调整靠近基准的被测表面的指示计示值之差为最小值。 2. 基准体现 采用直角座(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及其测量界限。 2) 提取:选择一定的提取方案(如米字形提取方案),对被测表面进行测量,获得提取表面。 3) 拟合:在与基准 A 垂直的约束下,采用最小区域法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的拟合平行平面(即定向最小区域)。 4) 评估:包容提取表面的两定向平行平面之间的距离,即垂直度误差。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的垂直度是否合格	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 若在图样上的方向公差值后面带有最大内切(⊗)、最小外接(⊙)、最小二乘(⊕)、最小区域(⊖)、贴切(⊗)等符号时,则表示该方向公差是对被测要素的拟合要素的要求。 若方向公差值后面无相应的符号,则表示该方向公差是对被测要素本身的要求(如本图例)。 3. 对为获得被测要素方向误差值而进行的拟合操作,拟合方法缺省约定采用定向最小区域法。 4. 该方案中采用模拟基准要素体现基准,简便实用,但会产生相应的测量不确定度。 5. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定

表 C.9 (续)

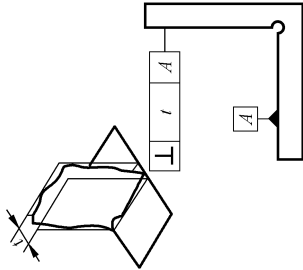
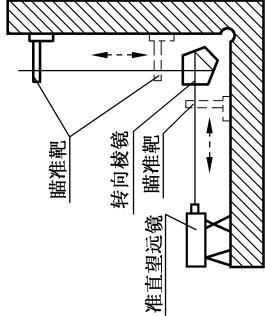
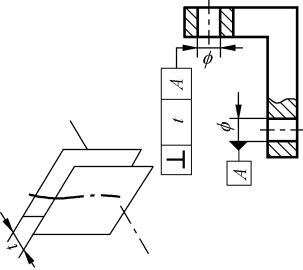
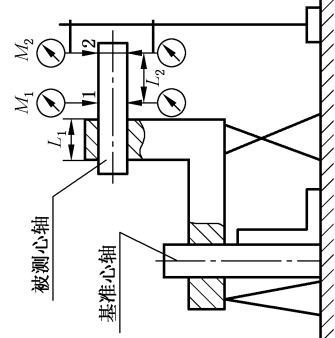
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2		1. 准直望远镜; 2. 转向棱镜; 3. 瞄准靶		1. 预备工作 将准直望远镜放置在基准表面上,同时调整准直望远镜使其光轴与基准表面平行。 2. 基准体现 采用准直望远镜的光轴体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及其测量界限。 2) 提取:选择一定的提取方案(如:平行线提取方案),对被测表面进行测量,获得提取表面。 3) 拟合:在与基准 A 垂直的约束下,采用最小区域法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的拟合平行平面(即定向最小区域)。 4) 评估:包容提取表面的两定向平行平面之间的距离,即垂直度误差。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的垂直度是否合格	备注说明同本表序号 1 的备注
3		1. 平板; 2. 直角尺; 3. 心轴; 4. 固定和可调支承; 5. 带指示计的测量架		1. 预备工作 基准轴线与被测轴线均由心轴模拟。安装心轴,且尽可能使心轴与被测孔、心轴与基准孔之间的最大间隙为最小。将被测件放置在高支承上,并调整模拟基准要素(心轴)与测量平板垂直。 2. 基准体现 采用心轴(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的模拟被测要素(心轴)及其测量界限。	该方案中: 1. 被测要素和基准要素均由心轴模拟体现。 2. 通过对模拟被测要素(心轴)的提取、拟合及组合等操作,获得的被测要素的提取导出要素(中心线)。该方法是一种简便实用的检测方法,但由于该方法不是直接对被测要素的组成要素进行提取,且提取部位与被测要素不重合,由此会产生相应的测量不确定度。

表 C.9 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3		1. 平板; 2. 直角尺; 3. 心轴; 4. 固定和可调支承; 5. 带指示计的测量架		2) 提取:在轴向相距为 L_2 的两个平行于基准轴线 A 的正截面上测量,分别记录测位 1 和测位 2 上的指示计示值差 M_1 和 M_2 。 3) 评估:垂直度误差值按下式进行计算得到: $f = \frac{L_1}{2L_2} M_1 - M_2 $ 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的垂直度是否合格	3. 在模拟被测要素(心轴)上,提取截面之间的距离与 被测要素的长度不等时,其 垂直度误差值的评估可按 比例折算。 4. 其余备注说明同本表序 号 1 备注的 1、2、3、5
4*		1. 转台; 2. 直角座; 3. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件放置在转台上,对被测件进行调心和调平,使被测件的基准要素与转台平面之间的最大距离为最小,同时被测轴线与转台回转轴线对中。 2. 基准体现 采用转台(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:选择一定的提取方案对被测中心线的组成要素进行测量,即:测量若干个截面轮廓的测值,获得提取圆柱面。 3) 拟合:按图样规范,符号 ⑨ 要求对提取圆柱面采用最小外接法进行拟合,得到提取圆柱面的拟合导出要素(轴线)。 4) 拟合:在与基准 A 垂直的约束下,采用最小区域法对拟合导出要素(轴线)进行拟合,获得具有方位特征的拟合圆柱面(即定向最小区域)。	1. 本图例中,符号 ⑨ 表示是 对被测要素的最小外接拟 合要素有方向公差的要求。 2. 其余备注说明同本表序 号 1 的备注

表 C.9 (续)

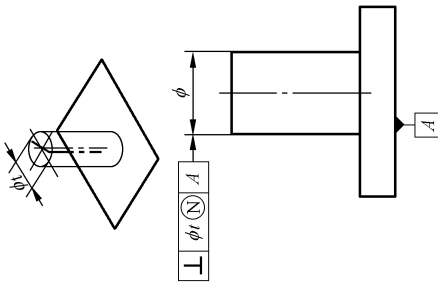
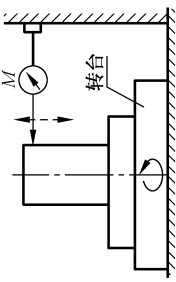
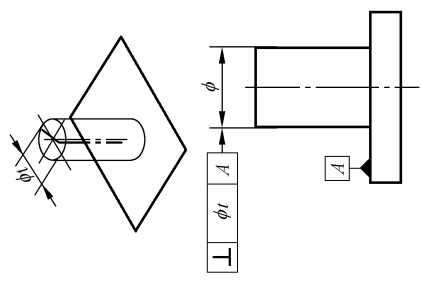
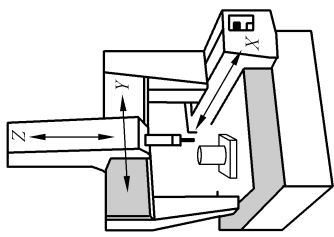
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4*		1. 转台; 2. 直角座; 3. 带指示计的测量架		5) 评估: 包容提取导出要素的定向拟合圆柱面的直径, 即为被测要素(任意方向)的垂直度误差。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测要素对基准的垂直度是否合格	1. 本图例中, 符号 $\textcircled{M}$ 表示是对被测要素的最小外接拟合要素有方向公差的要求。 2. 其余备注说明同本表序号 1 的备注
5**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件稳定放置在坐标测量机的工作台上。 2. 基准体现 1) 分离: 确定基准要素及其测量界限。 2) 提取: 按一定的提取方案对基准要素进行提取, 得到基准要素的提取表面。 3) 拟合: 采用最小区域法对提取表面在实体外进行拟合, 得到其拟合平面, 并以此平面体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取: 选择一定的提取方案对被测中心线的组成要素进行测量, 获得提取圆柱面。 3) 拟合: 采用最小二乘法对提取圆柱面进行拟合, 获得拟合圆柱面的轴线。	1. 在体现基准的拟合操作中, 缺省的拟合方法有最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)或实体外约束的最小区域法(对于平面、曲面)等, 详见附录 B 的 B.10。 2. 其余备注说明同本表序号 1 备注的 1、2、3、5

表 C.9 (续)

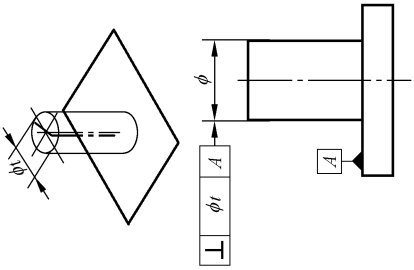
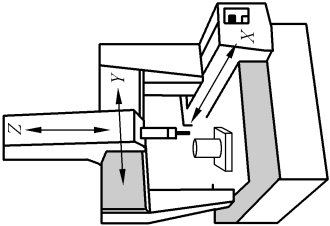
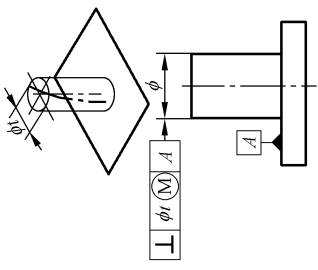
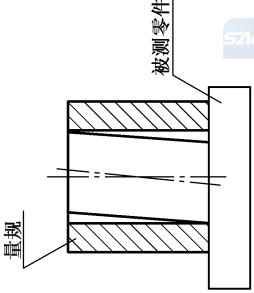
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
5**		坐标测量机		4) 构建、分离:垂直于拟合圆柱面的轴线,通过构建和分离操作,获得一系列提取截面圆。 5) 拟合:采用最小二乘法分别对一系列提取截面圆进行拟合,得到一系列截面圆心。 6) 组合:将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测件的提取导出要素(中心线)。 7) 拟合:在与基准 A 垂直的约束下,采用最小区域法对提取导出要素进行拟合,获得具有方位特征的定向拟合圆柱面(即定向最小区域)。 8) 评估:包容提取导出要素的定向拟合圆柱面的直径,即垂直度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的垂直度是否合格	1. 在体现基准的拟合操作中,一般缺省的拟合方法有最小外接法(对于包容面)、最大内切法(对于包容面)或实体约束的最小区域法(对于平面、曲面)等,详见附录 B 的 B.10。 2. 其余备注说明同本表序号 1 备注的 1、2、3、5
6*		1. 功能量规; 2. 千分尺		1. 预备工作 采用整体型功能量规,将量规套在被测表面上,量规的定位部位与基准表面稳定接触。 2. 基准的体现 用功能量规的定位部位体现基准。 3. 被测要素的测量与评估 1) 实际尺寸的检验 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测要素实际轮廓的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 2) 体外作用尺寸检验 功能量规的检验部位与被测要素的实际轮廓相结合,如果被测件能通过功能量规,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。 4. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,才可判定被测要素合格	1. 本示例中,最大实体要求应用于被测要素,采用功能量规进行检验。 2. 功能量规检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸。基准要素为轮廓要素,因此,功能量为规定部位的尺寸、形状、方向和位置与基准要素的理想要素相同。 3. 其余备注说明参见平行度(表 C.8) 序号 9 的备注

表 C.9 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
7*				1. 预备工作 采用插入型功能量规。将被测件放置在固定座上,固定销为功能量规的定位部位。 2. 基准的体现 用功能量规的定位部位体现基准。 3. 基准要素和被测要素测量与评估 1) 采用依次检验方式。 固定销是用来检验基准 A 的光滑极限量规通规,其公称尺寸为基准 A 的最大实体尺寸,将被测件的基准孔套在量规的固定销上,基准要素 A 用固定销检验合格后,然后回转被测件,用功能量规检验被测要素的垂直度误差,如果被测表面能自由通过量规的凹槽,说明被测要素的垂直度误差合格,被测表面的体外作用尺寸也合格。 2) 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测表面的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 4. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,可判定被测要素合格	1. 本示例中最大实体要求应用于基准要素和被测要素,且基准本身采用了包容要求。量规为插入型功能量规,采用依次检验方式分别检验基准要素和被测要素是否合格。 2. 功能量规检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸,功能量规定位部位的公称尺寸为基准要素的最大实体尺寸。 3. 其余备注说明参见平行度(表 C.8) 序号 9 的备注

注: 序号说明同表 C.2。

表 C.10 倾斜度误差的检测与验证方案

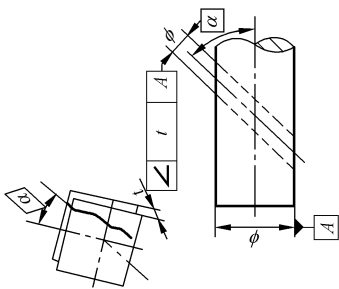
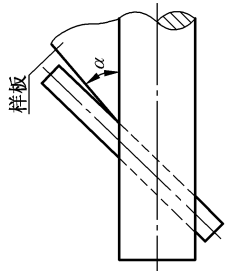
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1	 1. 定角样板; 2. 心轴; 3. 塞尺		1. 预备工作 被测要素由心轴模拟体现,安装心轴,且尽可能使心轴与被测孔之间的最大间隙为最小。 2. 基准的体现 基准轴线由其外圆柱面体现。 3. 被测要素测量与评估 1) 拟合:在被测件的轴剖面内,将定角样板的一条边(或面)与体现基准的外圆柱面直接接触并使二者之间的最大缝隙为最小。 2) 评估:用塞尺测量定角样板的另一条边(或面)与心轴(被测模拟要素)之间的最大缝隙值,该值即为倾斜度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测轴线的倾斜度是否合格	1. 该方案中,被测要素由心轴模拟体现,无需对被测要素进行提取操作,直接将模拟被测要素(心轴)与定角样板直接接触进行比较测量,采用的是实物拟合操作,定角样板是理想要素的实际模拟物。 2. 该方案中,也可不需评估出误差值大小,直接进行符合性比较:用厚度等于倾斜度公差值的塞尺测量心轴和定角样板之间的最大缝隙。如果塞尺塞不进去,说明倾斜度合格。如果塞尺能塞进去,说明倾斜度不合格。 3. 该方案属于倾斜度误差近似、实用的测量方法之一,适用于低精度被测零件的倾斜度误差测量。 4. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定	

表 C.10 (续)

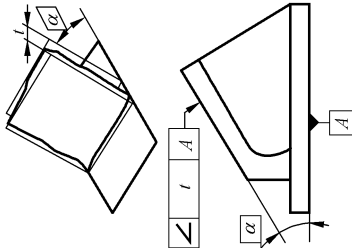
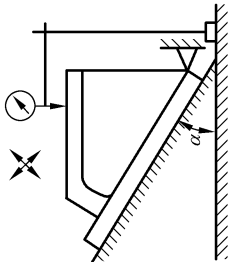
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2		1. 平板； 2. 定角座可 用正弦尺 (或精密转 台)代替； 3. 固定支承； 4. 带指示计 的测量架		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在定角座上,且尽可能保持基准表面与定角座之间的最大距离为最小。 2. 基准体现 采用定角座(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及其测量界限。 2) 提取:选择一定的提取方案(如米字形提取方案),对被测表面进行测量,获得提取表面。 3) 拟合:在与基准 A 倾斜角为 α 的约束下,采用最小区域法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的定向拟合平行平面(即定向最小区域)。 4) 评估:包容提取要素的两定向平行平面之间的距离,即被测要素的倾斜度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的倾斜度是否合格	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 若在图样上的方向公差值后面带有最大内切(ⓧ)、最小外接(Ⓝ)、最小二乘(ⓖ)、最小区域(Ⓢ)、贴切(Ⓣ)等符号时,则表示该方向公差是对被测要素的拟合要素的要求。若方向公差值后面无相应的符号,则表示该方向公差是对被测要素本身的要求(如本图例)。 3. 对为获得被测要素方向误差值而进行的拟合操作,拟合方法缺省约定采用定向最小区域法。 4. 该方案中采用模拟基准要素体现基准,简便实用,但会产生相应的测量不确定度。 5. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定

表 C.10 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3		1. 平板； 2. 直角座； 3. 定角垫块； 4. 固定支承； 5. 心轴； 6. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件放在直角座的定角垫块上,且尽可能保持基准表面与定角垫块之间的最大距离为最小;安装固定支承与基准 B 稳定接触。 被测轴线由心轴模拟。安装心轴,且尽可能使心轴与被测孔之间的最大间隙为最小。 2. 基准体现 在采用直角座和定角垫块(模拟基准要素)体现基准 A 的前提下,采用固定支承体现基准 B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的模拟被测要素(心轴)及其测量界限。 2) 提取:在模拟被测要素(心轴)上,距离为 L_2 的两个截面或多个截面上,按截面圆周法提取方案对模拟被测要素(心轴)进行提取操作,得到被测要素的各提取截面圆。 3) 拟合:采用最小二乘法对基准要素的各提取截面圆分别进行拟合,得到各提取截面圆的圆心。 4) 组合:将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测要素的提取导出要素(中心线)。 5) 拟合:在基准 A、B 和理论正确尺寸(角度)的约束下,采用最小区域法对提取导出要素(中心线)进行拟合,获得具有方位特征的定向圆柱面(即定向最小区域)。 6) 评估:包容提取导出要素(中心线)的定向拟合圆柱面的直径即为被测要素的倾斜度误差。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准的倾斜度是否合格	该方案中: 1. 被测要素由心轴模拟体现。通过对模拟被测要素(心轴)的提取、拟合及组合等操作,获得的被测要素的提取导出要素(中心线)。 2. 该方法是一种简便实用的检测方法,但由于该方法不是直接对被测要素的组成要素进行提取,且提取部位与被测要素不重合,由此会产生相应的测量不确定度。 3. 在模拟被测要素(心轴)上,提取截面之间的距离与被测要素的长度不等时,其倾斜度误差值的评估可按比例折算。 4. 其余备注说明同本表序号 2

表 C.10 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离: 确定基准要素 A 及其测量界限。 2) 提取: 按一定的提取方案对被测内圆柱面进行提取, 得到提取内圆柱面。 3) 拟合: 采用最大内切法对提取内圆柱面在实体外进行拟合, 得到其导出拟合轴线, 并以此轴线体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测表面及其测量界限。 2) 提取: 选择一定的提取方案, 对被测表面进行测量, 获得提取表面。 3) 拟合: 在基准 A 及理论正确尺寸 a 的约束下, 采用最小区域法对提取表面进行拟合, 获得具有方位特征的定向拟合平行平面 (即定向最小区域)。 4) 评估: 包容提取表面的两定向平行平面之间的距离, 即被测要素的倾斜度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测要素对基准的倾斜度是否合格	1. 在体现基准的拟合操作中, 一般缺省的拟合方法有最小外接法 (对于被包容面)、最大内切法 (对于包容面) 和实体约束的最小区域法 (对于平面、曲面) 等, 详见附录 B 的 B.10。本例依此采用最大内切法拟合体现基准 A。 2. 其余备注说明同本表序号 2 备注的 1、2、3、5
5		1. 平板; 2. 定向角座; 3. 心轴; 4. 带指示计的测量架		1. 预备工作 基准由定向角座模拟体现, 将被测件放在定向角座上, 调整使心轴平行于测量装置定向座定角 α 所在平面。 被测要素由心轴模拟体现, 安装心轴, 且尽可能使心轴与被测孔之间的最大间隙为最小 2. 基准体现 采用定向角座 (模拟基准要素) 体现基准 A。	备注说明同本表序号 3 的备注

表 C.10 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
5		1. 平板； 2. 定角导向座； 3. 心轴； 4. 带指示计的测量架		3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测要素的模拟被测要素(心轴)及其测量界限。 2) 提取: 在模拟被测要素(心轴)上、距离为 L_2 的两个截面或多个截面上, 按截面圆周法提取方案对模拟被测要素(心轴)进行提取操作, 得到被测要素的各提取截面圆。 3) 拟合: 采用最小二乘法对被测要素的各提取截面圆分别进行拟合, 得到各提取截面圆的圆心。 4) 组合: 将各提取截面圆的圆心进行组合, 得到被测要素的提取导出要素(中心线)。 5) 拟合: 在基准 A 和理论正确尺寸(角度)的约束下, 采用最小区域法对提取导出要素(中心线)在给定方向上进行拟合, 获得具有方位特征的定向两拟合平行平面(即定向最小区域)。 6) 评估: 包容提取导出要素(中心线)的定向拟合平行平面的距离, 即被测要素给定方向的倾斜度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测要素对基准的倾斜度是否合格	备注说明同本表序号 3 的备注

注: 序号说明同表 C.2

表 C.11 同轴度误差的检测与验证方案

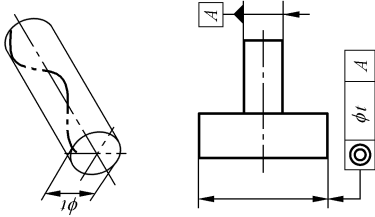
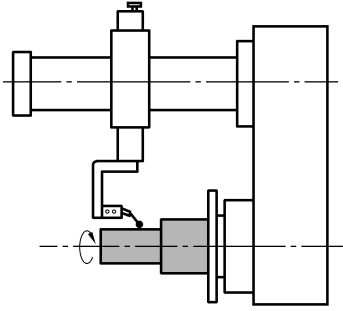
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		圆柱度仪		1. 预备工作 将被测件放置在圆柱度仪回转工作台上,并调整被测件使其基准轴线与工作台面回转中心同轴。 2. 基准体现 1) 分离:确定基准要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:采用周向等间距提取方案,垂直于回转轴线,对基准要素的多个提取截面进行测量,得到基准要素的提取圆柱面。 3) 拟合:在实体外采用最小外接圆柱法对提取圆柱面进行拟合,得到拟合圆柱面的轴线(方位要素),并以此轴线(拟合导出要素)体现基准。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:采用周向等间距提取方案,垂直于回转轴线,对被测要素的组成要素进行测量,获得一系列提取截面圆。 3) 拟合:采用最小二乘法分别对一系列提取截面圆进行拟合,得到一系列提取截面圆心。 4) 组合:对各提取截面圆的圆心进行组合操作,获得被测要素的提取导出要素。	1. 提取操作:根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等,参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如,对被测要素进行提取操作时,为便于数据处理,一般采用等间距提取方案,但也允许采用不等间距提取方案。 2. 对为体现被测要素而进行的拟合操作,拟合方法有最小二乘法、最大内切法、最小外接法和最小区域法,若在图样上未明确示出或说明,则缺省约定采用最小二乘法。 3. 对为获得被测要素位置误差值而进行的拟合操作,拟合方法缺省约定采用定位最小区域法。

表 C.11 (续)

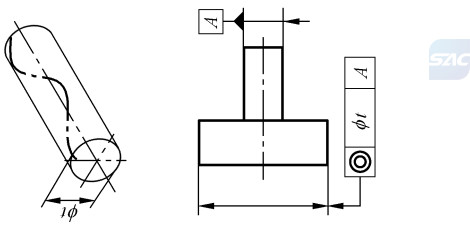
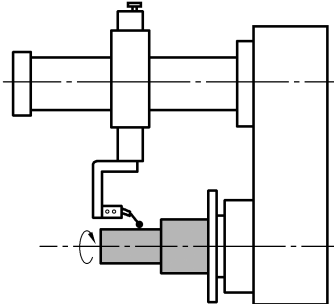
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		圆柱度仪		5) 拟合:在与基准同轴的约束下,采用最小区域法对提取导出要素进行拟合,获得具有方位特征的拟合圆柱面(即定位最小区域)。 6) 评估:包容提取导出要素的定位拟合圆柱面的直径,即同轴度误差值。 4. 符合性比较 将得到的同轴度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准 A 的同轴度是否合格	4. 若在图样上的位置公差值后面带有最大内切(ⓧ)、最小外接(Ⓝ)、最小二乘(ⓖ)、最小区域(Ⓒ)、贴切(Ⓓ)等符号时,则表示该位置公差是对被测要素的拟合要素的要求。 若位置公差值后面无相应的符号,则表示该位置公差是对被测要素本身的要求(如本图例)。 5. 对为获得被测要素位置误差值而进行的拟合操作,拟合方法缺省约定采用定位最小区域法。 6. 在体现基准的拟合操作中,一般缺省的拟合方法有最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)和实体外约束的最小区域法(对于平面、曲面)等,详见附录 B 的 B.10。 7. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定

表 C.11 (续)

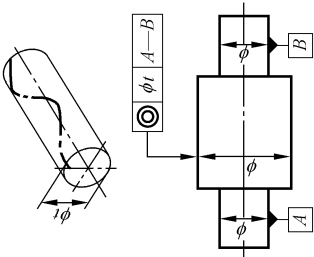
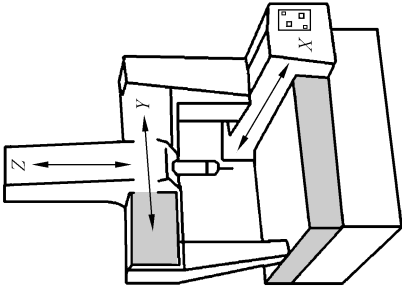
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2**		坐标测量机		1. 预备工作 被测件放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离: 确定基准要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取: 采用一定的提取方案, 分别对基准要素 A、B 进行测量, 得到基准要素 A、B 的提取组成要素。 3) 拟合: 采用一组同轴圆柱面, 在实体外、同时对 A、B 的提取组成要素采用最小外接法进行拟合, 得到拟合组成要素共有的拟合导出要素(轴线), 并以此共有的轴线体现基准 A—B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取: 选择一定的提取方案对被测中心线的组成要素进行测量, 获得提取圆柱面。 3) 拟合: 采用最小二乘法对提取圆柱面进行拟合, 获得拟合圆柱面的轴线。 4) 构建、分离: 垂直于拟合圆柱面的轴线, 通过构建和分离操作, 获得一系列提取截面圆。 5) 拟合: 采用最小二乘法分别对一系列提取截面圆进行拟合, 得到一系列截面圆圆心。 6) 组合: 将各提取截面圆的圆心进行组合, 获得被测要素的提取导出要素(轴线)。 7) 拟合: 在与基准 A—B 同轴的约束下, 采用最小区域法对被测要素的提取导出要素(轴线)进行拟合, 获得具有方位特征的拟合圆柱(即定位最小区域)。 8) 评估: 具有方位特征的拟合圆柱的直径, 即同轴度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测要素对基准的同轴度是否合格	该方案中: 1. 为体现图中 A—B 公共基准轴线的拟合操作, 必须在保证方向和/或位置约束的前提下、同时对 A 和 B 的提取组成要素进行拟合, 获得共有的拟合组成要素的方位要素(共有的拟合导出要素)体现公共基准轴线 A—B。 2. 其余备注说明同本表序号 1 的备注

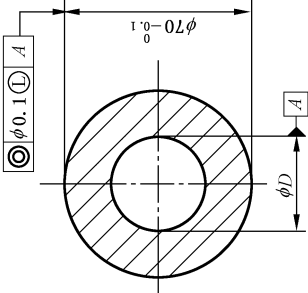
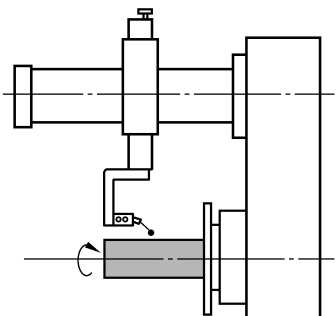
表 C.11 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3		1. 一对同轴导向套筒; 2. 平板; 3. 支承; 4. 带指示计的测量架		1. 预备工作 采用一对同轴导向套筒模拟公共基准轴线 A—B。将两指示计分别在铅垂轴截面内相对于基准轴线对称地分别调零。 2. 基准体现 采用一对同轴导向套筒(模拟基准要素)体现公共基准 A—B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:测头垂直于回转轴线,采用周向等间距提取方案对被测要素的组成要素进行测量,记录各测量点 M_a 、 M_b 值。 3) 评估:以各圆截面上对应测量点的差值 $ M_a - M_b $ 的最大值作为该圆截面的同轴度误差。 按上述方法,在若干个截面上测量,取各截面测得的示值差值绝对值的最大值作为该被测件的同轴度误差。 4. 符合性比较 将得到的同轴度误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测要素对基准 A—B 的同轴度是否合格	该方案中: 1. 采用一对同轴导向套筒(模拟基准要素)体现基准 A—B 时,一对同轴导向套筒对公共基准轴线拟合会引起相应的测量不确定度。 2. 其余备注说明同本表序号 1 的备注
4*		1. 整体型功能量规; 2. 千分尺		1. 预备工作 采用整体型功能量规,将量规与被测表面相结合。 2. 基准的体现 用功能量规的定位部位体现基准。 3. 被测要素的测量与评估 1) 实际尺寸的检验: 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测要素实际轮廓的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。	1. 本示例中,最大实体要求同时应用于基准要素和被测要素,量规为整体型功能量规。 2. 检验被测要素的功能量规,其检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸。检验时,如果功能量规能通过被测件,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。

表 C.11 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4*		1. 整体型功能量规; 2. 千分尺		2) 体外作用尺寸的检验: 功能量规的检验部位与被测要素的实际轮廓相结合,如果被测件能通过功能量规,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。 4. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,才可判定被测要素合格	3. 本示例中,基准要素与被测要素为同一要素,其定位部位与检验部位为同一部位。 4. 其余备注说明参见平行度序号 9 的备注
5**		圆柱度仪或类似仪器		1. 预备工作 将被测件安装在工作台上,并进行调心和调平。 2. 基准的体现 1) 分离:确定基准要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:采用一定的提取方案,对基准要素 A 进行测量,得到基准要素 A 的提取组成要素。 3) 拟合:在实体外对 A 的提取组成要素采用最大内切法进行拟合,得到拟合圆柱面的拟合导出要素(轴线),并以此轴线体现基准 A。 3. 被测要素的测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:采用一定的提取方案,对被测要素进行提取,得到提取圆柱面。 3) 拟合:在与基准 A 同轴的约束下,采用最大内切圆柱法对提取圆柱面进行拟合,得到被测圆柱面的拟合圆柱和轴线。	1. 本示例是采用数字化计量方式。最小实体要求应用于被测要素,需要同时控制被测要素的局部实际尺寸和体内作用尺寸,其中,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸;体内作用尺寸不得超越最小实体实效尺寸。 2. 最小实体实效尺寸等于最小实体尺寸减去(对被包容面)或加上(对包容面)所规范的几何公差差值,见 GB/T 16671。 3. 其余备注说明同本表序号 1 的备注

表 C.11 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
5**		圆柱度仪或类似仪器		4) 评估: 拟合圆柱的直径即为被测圆柱面的体内作用直径。同时, 由提取圆柱面上的点到拟合圆柱轴线的距离可计算求得局部实际直径。 4. 符合性比较 将体内作用直径与最小实体实效尺寸进行比较, 局部实际直径与最大实体尺寸进行比较, 判定被测件直径是否合格。 被测件合格的条件为: 体内作用直径不得大于最小实体实效尺寸, 局部实际直径不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸	1. 本示例是采用数字化计量方式。最小实体要求应用于被测要素, 需要同时控制被测要素的局部实际尺寸和体内作用尺寸, 其中, 其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸; 体内作用尺寸不得超越最小实体实效尺寸。 2. 最小实体实效尺寸等于最小实体尺寸减去(对被包容面)或加上(对包容面)所规范的几何公差值, 见 GB/T 16671。 3. 其余备注说明同本表序号 1 的备注

注: 序号说明同表 C.2。

表 C.12 对称度误差的检测与验证方案

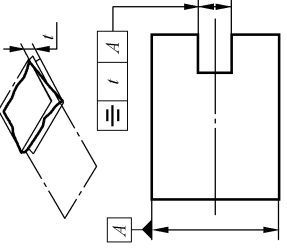
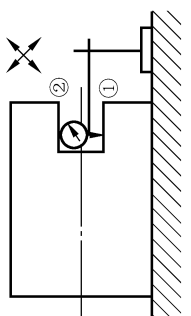
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1*		1. 平板; 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在平板上。 2. 基准的体现 1) 分离: 确定基准要素的组成要素及其测量界限。	1. 提取操作: 根据被测工件的功能要求、结构特点, 参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如, 对被测要素进行提取操作时, 为便于数据处理解, 一般采用等间距提取方案, 但也允许采用不等间距提取方案。

表 C.12 (续)

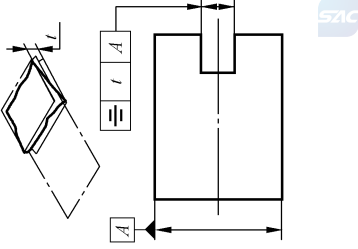
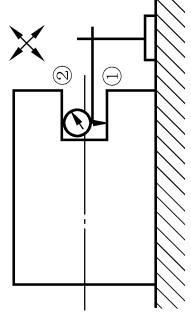
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1*		1. 平板; 2. 带指示计的测量架		2) 提取:选择一定的提取方案,对基准要素的组成要素进行测量,得到两个提取表面(提取组成要素)。 3) 拟合:采用一组满足平行约束的平行平面,在实体外、同时对两个提取组成要素进行最大内切法拟合,得到拟合组成要素的拟合中心平面(方位要素),并以此拟合中心平面体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:选择一定的提取方案,对被测要素的组成要素(①和②)进行测量,得到两个提取表面(提取组成要素)。 3) 分离、组合:将提取表面(提取组成要素)的各对应点连线中点进行分离、组合操作,得到被测要素的提取导出要素(中心面)。 4) 拟合:在基准 A 的约束下,采用最小区域法对被测要素的提取导出要素(中心面)进行拟合,获得具有方位特征的两定位拟合平行平面(即定位最小区域)。 5) 评估:包容提取导出要素(中心面)的两定位平行平面之间的距离,即对称度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测中心平面对基准的对称度是否合格	2. 对为获得被测要素位置误差值而进行的拟合操作,拟合方法缺省约定采用定位最小区域法。 3. 在体现基准的拟合操作中,一般缺省的拟合方法有最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)、实体外约束的最小区域法(对于平面、曲面)等,详见附录 B 的 B.10。 4. 若在图样上的位置公差值后面带有最大内切(ⓧ)、最小外接(Ⓝ)、最小二乘(ⓖ)、最小区域(Ⓢ)、贴切(Ⓣ)等符号时,则表示该位置公差是对被测要素的拟合要素的要求。 若位置公差值后面无相应的符号,则表示该位置公差是对被测要素本身的要求(如本图例)。 5. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定

表 C.12 (续)

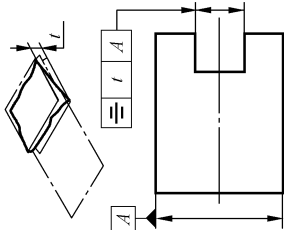
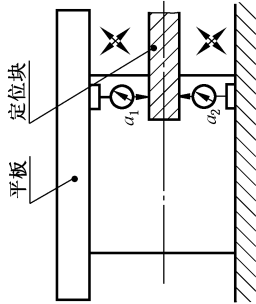
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2		1. 平板； 2. 与平板平行的定位块； 3. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在两块平行的平板之间，且尽可能保持它们之间的最大距离为最小。将定位块放置于被测槽中，且尽可能保持定位块与槽的上下表面之间的最大距离为最小。 2. 基准体现 采用两块平行的平板（模拟基准要素）体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离：确定被测要素的模拟被测要素（定位块）及其测量界限。 2) 提取：选择平行线提取方案，在模拟被测要素（定位块）上下两测量面对应点处进行测量，得到上下两测量面多个对应测量点值。 3) 评估：以上下两测量面对应测量点的差值的最大值作为被测要素的对称度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较，判定被测中心平面对基准的对称度是否合格	1. 被测要素由定位块模拟体现。通过对模拟被测要素（定位块）的提取、组合等操作，获得的被测要素的提取导出要素（中心面）。 2. 该方法是一种简便实用的检测方法，但由于该方法不是直接对被测要素的组成要素进行提取，且提取部位与被测要素，且提取部位与被测要素不完全重合，由此会产生相应的测量不确定度。 3. 如果模拟被测要素（定位块）的长度大于被测要素的长度，其对称度误差值的评估可按比例折算。 4. 其余备注说明同本表序号 1* 的备注

表 C.12 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3**		1. 千分尺; 2. 平板		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在平板上。 2. 基准的体现 采用模拟基准要素(平板)与基准要素的组成要素稳定接触,体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:采用一定的提取方案,在多个测量点处用千分尺测量槽的壁厚值[(1)或(2)],得到上下两测量面多个对应测量点值。 3) 评估:上下两测量面对应测量点的壁厚差值的最大值为被测要素的对称度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测中心平面对基准的对称度是否合格	1. 该方案是一种简便实用的检测方法,仅适用于测量形状误差较小的零件。 2. 备注说明同本表序号 1* 备注的 1、3、4
4**		1. 平板; 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在两块平行的平板之间,且尽可能保持它们之间的最大距离为最小。 2. 基准体现 采用两块平行的平板(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取:如图 a) 所示进行测量,沿孔素线方向测量(至少测量三个点),然后,将被测件上下方向回转 180°,如图 b) 所示进行测量,沿孔素线方向对应测量几个点,得到两条提取线。 3) 评估:两条提取线各对应点之间的差值作为被测要素的对称度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测中心平面对基准的对称度是否合格	备注说明同本表序号 1* 备注的 1、3、4

表 C.12 (续)

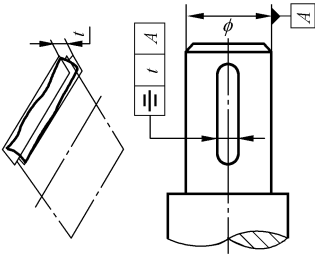
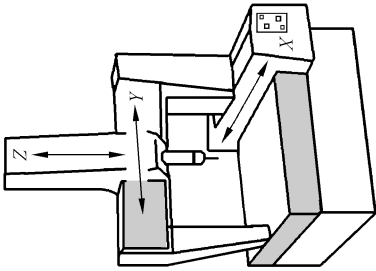
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
5**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离: 确定基准要素 A 的组成要素及其测量界限。 2) 提取: 按一定的提取方案对被测圆柱面进行提取, 得到提取圆柱面。 3) 拟合: 采用最小外接法对提取圆柱面在实体外进行拟合, 得到其导出拟合轴线, 并以此轴线体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定被测要素的组成要素(两平行表面)及其测量界限。 2) 提取: 选择一定的提取方案, 分别对被测要素的组成要素(两平行表面)进行测量, 得到两个提取表面。 3) 拟合: 对两个提取表面同时采用最小二乘法进行拟合、得到的两个提取表面的拟合导出要素(提取导出中心面)。 4) 拟合: 在以基准 A 为对称中心面的约束下, 采用最小区域法对提取导出中心面进行拟合, 获得具有方位特征的两定位拟合平行平面(即定位最小区域)。 5) 评估: 两定位平行平面之间的距离, 即被测要素的对称度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测中心平面对基准的对称度是否合格	1. 对为体现被测要素而进行的拟合操作, 拟合方法有最小二乘法、最大内切法、最小外接法和最小区域法, 若在图样上未明确示出或说明, 则缺省约定采用最小二乘法。 2. 其余备注说明同本表序号 1*

表 C.12 (续)

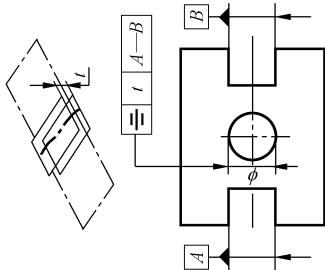
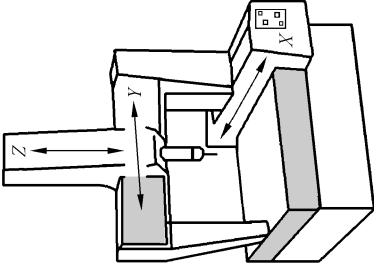
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
6 **		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件放置坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离: 确定基准要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取: 选择一定的提取方案, 对基准要素的组成要素进行测量, 分别得到基准要素 A、B 的两组提取组成要素。 3) 拟合: 采用两组满足平行且对称中心平面共面约束的平行平面, 在实体外、同时对基准要素 A、B 的两组实际表面(或提取组成要素)进行最小区域法拟合, 得到拟合组成要素共有的拟合中心平面(方位要素), 并以此共有的拟合中心平面体现基准 A—B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离: 确定与被测要素的组成要素及其测量界限。 2) 提取: 按截面圆周法提取方案对被测内圆柱面进行多截面测量, 得到被测要素的各截面提取截面圆。 3) 拟合: 采用最小二乘法对被测要素的各提取截面圆分别进行拟合, 得到各提取截面圆的圆心。 4) 组合: 对各提取截面圆的圆心进行组合操作, 获得被测内圆柱面的提取导出要素(中心线)。 5) 拟合: 在基准 A—B 的约束下, 采用最小区域法对被测要素的提取导出要素(中心线)进行拟合, 获得具有方位特征的两定位拟合平行平面(即定位最小区域)。 6) 评估: 包容提取导出要素(中心线)的两定位拟合平行平面之间的距离, 即被测要素对称度的误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测中心线对基准的对称度是否合格	该方案中: 1. 为体现图中 A—B 公共基准中心平面的拟合操作, 必须在保证方向和位置约束的前提下, 同时对 A 和 B 的提取组成要素进行拟合, 获得共有的拟合组成要素的方位要素(共有的拟合中心平面 A—B)。 2. 其余备注说明同本表序号 1* 的备注

表 C.12 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
7 *		1. 功能量规; 2. 千分尺		1. 预备工作 采用组合型功能量规,被测件与功能量规的检验部位和定位部位相结合。 2. 基准的体现 用功能量规的定位部位体现基准。 3. 基准要素和被测要素的测量与评估 1) 采用共同检验方式,同时检验基准要素和被测要素的合格性。 2. 定位块是用来检验和体现公共基准 A—B 的合格性,其宽度的公称尺寸为基准的最大实体实效尺寸(本例中最大实体实效尺寸等于最大实体尺寸),如果基准要素 A—B 可以自由地通过两定位块,说明基准要素合格。 圆柱销用来检验被测要素的合格性,如果在基准定位约束的前提下,被测表面能自由通过圆柱销,说明被测要素的对称度误差合格,被测要素的体外作用尺寸也合格。 2) 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测要素的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 4. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,可判定被测要素合格	1. 本方案是对被测要素和基准要素均采用了最大实体要求,且基准要素应用了零几何公差的最大实体要求的检验。 2. 检验被测要素的功能量规,其检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸。检验时,如果功能量规能通过被测件,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。 3. 本例中,基准要素本身也采用了最大实体要求,则功能量规定位部位的公称尺寸为基准要素的最大实体实效尺寸,由于几何公差值为 0,所以,最大实体实效尺寸等于最大实体尺寸。 4. 其余备注说明参考平行度(表 C.8) 序号 9 的备注

注: 序号说明同表 C.2。

表 C.13 位置度误差的检测与验证方案

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		1. 标准钢球； 2. 回转定心 夹头； 3. 平板； 4. 带指示计 的测量架		1. 预备工作 被测件稳定地放置在回转定心夹头上,且被测件与回转定心夹头的内孔和上表面稳定接触,使它们之间的最大距离为最小。 将标准钢球放置在被测件的球面上且稳定接触,使二者之间的最大距离为最小。 2. 基准体现 采用回转定心夹头的中心线和上表面(模拟基准要素)体现基准 A 和 B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的模拟被测要素(标准钢球)及其测量界限。 2) 提取:在标准钢球回转一周过程中,采用等间距提取方案对标准钢球表面进行提取操作,记录径向指示计最大示值差值之半为相对基准轴线 A 的径向误差 f_x 和垂直方向指示计相对于基准 B 的轴向误差 f_y。 3) 评估:被测点位置度误差值为: $f = 2\sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定球心的位置度是否合格	1. 被测要素由标准钢球模拟体现。 2. 该方案是一种简便实用的检测方法,但由于该方案不是直接对被测要素的组成要素进行提取,由此会产生相应的测量不确定度。 3. 根据第 9 章进行测量不确定度评估,并依据第 10 章进行合格评定

表 C.13 (续)

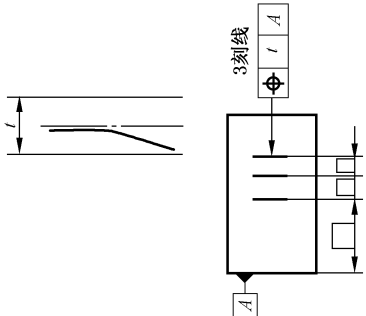
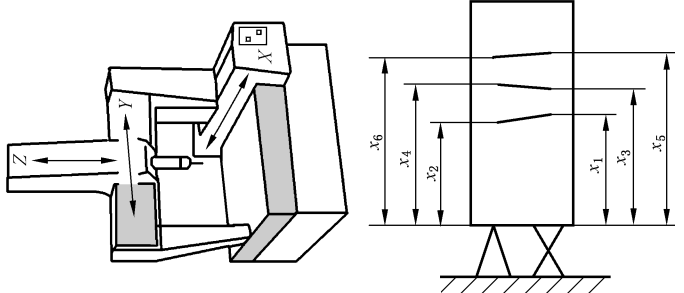
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 采用坐标测量装置的工作台(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 确定被测刻线及其测量界限。 2) 提取: 分别对三条被测刻线进行提取操作, 得到各被测刻线的最大和最小的坐标值: $x_1 - x_2, x_3 - x_4, x_5 - x_6$。 3) 评估: 将测得的各坐标值分别与相应的理论正确尺寸比较, 取其中的最大差值乘以 2, 作为该零件的位置度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较, 判定被测刻线的位置度是否合格	1. 提取操作: 根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况等, 参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如, 对被测要素进行提取操作时, 为便于数据处理, 一般采用等间距提取方案, 但也允许采用不等间距提取方案。 2. 若在图样上的位置公差值后面带有最大内切(⊙)、最小外接(⊖)、最小二乘(⊕)、最小区域(⊖)、贴切(⊕)等符号时, 则表示该位置公差是对被测要素的拟合要素的要求。 若位置公差值后面无相应的符号, 则表示该位置公差是对被测要素本身的要求(如本图例)。 3. 根据第 9 章进行测量不确定度评估, 并依据第 10 章进行合格评定

表 C.13 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3**		坐标测量机		1. 预备工作 将被测件放置在坐标测量机工作台上。 2. 基准体现 1) 分离：确定基准要素 A、B、C 及其测量界限。 2) 提取：按米字形提取方案分别对基准要素 A、B、C 进行提取，得到基准要素 A、B、C 的提取表面。 3) 拟合：采用最小区域法对提取表面 A 在实体外进行拟合，得到其拟合平面，并以此平面体现基准 A。 在保证与基准要素 A 的拟合平面垂直的约束下，采用最小区域法在实体外对基准要素 B 的提取表面进行拟合，得到其拟合平面，并以此拟合平面体现基准 B。 在保证与基准要素 A 的拟合平面垂直，然后又与基准要素 B 的拟合平面垂直的约束下，采用最小区域法在实体外对基准要素 C 的提取表面进行拟合，得到其拟合平面，并以此拟合平面体现基准 C。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离：确定被测要素的组成要素及其测量界限。	1. 提取操作：根据被测工件的功能要求、结构特点和提取操作设备的情况，参考图 B.1 选择合理的提取方案。比如，对被测要素进行提取操作时，为便于数据处理，一般采用等间距提取方案，但也允许采用不等间距提取方案。 2. 对为体现被测要素而进行的拟合操作，拟合方法有最小二乘法、最小内切法、最小外接法和最小区域法，若在图样上未明确示出或说明，则一般约定采用最小二乘法。

表 C.13 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3**		坐标测量机		2) 提取:采用等间距布点策略沿被测圆柱横截面圆周进行测量,在轴线方向等间距测量多个横截面,得到多个提取截面圆。 3) 拟合:采用最小二乘法分别对每个提取截面圆进行拟合,得到各提取截面圆的圆心。 4) 组合:将各提取截面圆的圆心进行组合,得到被测件的提取导出要素(中心线)。 5) 拟合:在基准 A、B、C 的约束下,以由理论正确尺寸确定的理想轴线的位置为轴线,采用最小区域法对提取导出要素进行拟合,得到包容提取导出要素(中心线)的圆柱。 6) 评估:误差值为包容提取导出要素(中心线)圆柱的直径值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定位置度是否合格。 对于多孔孔组的位置度误差的测量与评估,则可按上述方法逐孔测量和计算	3. 对体现基准的拟合操作中,一般缺省的拟合方法有最小外接法(对于被包容面)、最大内切法(对于包容面)和实体约束的最小区域法(对于平面、曲面)等,详见附录 B 的 B.10。 4. 对为获得被测要素位置误差值而进行的拟合操作,拟合方法缺省约定采用定位最小区域法。 5. 其余备注说明同本表序号 2 备注的 2、3

表 C.13 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
4	1. 坐标测量机; 2. 可胀式心轴	1. 坐标测量机; 2. 可胀式心轴	1. 预备工作 将被测件放置在坐标测量机工作台上。按基准调整被测件,使其与测量装置的坐标方向一致。 安装心轴,并尽可能使心轴与被测孔之间的最大间隙为最小。以心轴的轴线模拟体现被测孔的中心线。 2. 基准体现 采用坐标测量机工作台面(模拟基准要素)体现基准 A,采用基准要素本身(直接法)体现基准 B 和 C。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素的模拟被测要素(心轴)及其测量界限。 2) 提取:在模拟被测要素(心轴)上,靠近被测件的板面处,测量 x_1, x_2, y_1, y_2。按下式分别计算出坐标尺寸 x, y: $X \text{ 方向坐标尺寸: } x = \frac{x_1 + x_2}{2}$ $Y \text{ 方向坐标尺寸: } y = \frac{y_1 + y_2}{2}$ 3) 评估:将 x, y 分别与相应的理论正确尺寸比较,得到 f_x 和 f_y,位置度误差值为: $f = 2\sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ 然后把被测件翻转,对其背面按上述方法重复测量,取其中的误差较大值作为该零件被测孔的位置度误差值。 对于多孔孔组,则按上述方法逐孔测量和计算。 若位置度公差带为给定两个互相垂直的方向,则直接取 $2f_x, 2f_y$ 分别作为该零件在两个方向上的位置度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定位置度是否合格	1. 该方案是一种简便实用的检测方法,但由于该方案不是直接对被测要素的组成要素进行提取,且提取部位与被测要素不完全重合,由此会产生相应的测量不确定度。 2. 在模拟被测要素(心轴)上,若提取截面之间的实际距离与理论距离不等时,其位置度误差值的评估可按比例折算。 3. 其余备注说明同本表序号 2 备注的 2、3	

表 C.13 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
5		1. 平板; 2. 专用测量 支架; 3. 带指示计 的测量架		1. 预备工作 将被测件安装于专用测量支架上,调整被测件在专用支架上的位置,使指示计的示值差为最小。指示计按专用的标准零件调零。 2. 基准体现 采用专用测量支架上孔和支承点(模拟基准要素)体现基准 B 和 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测表面及其测量界限。 2) 提取:按米字形提取方案对被测要素进行提取操作,得到提取表面。 3) 拟合:在基准 B、A 约束下,以由理论正确尺寸确定的理想平面为中心,采用最小区域法对提取表面进行拟合,获得具有方位特征的两定位拟合平行平面(即定位最小区域)。 4) 评估:两定位拟合平行平面之间的距离,即被侧面的位置度误差值。 4. 符合性比较 将得到的误差值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测平面的位置度是否合格	备注说明同本表序号 3 的备注
6*		1. 功能量规; 2. 千分尺		1. 预备工作 采用整体型或组合型功能量规,被测轮廓与量规的检验部位相结合,同时保证量规的定位部位与被测件的基准表面稳定接触。 2. 基准的体现 用功能量规的定位部位体现基准。 3. 被测要素的测量与评估	1. 本示例中,最大实体要求应用于被测要素。 2. 功能量规检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸。

表 C.13 (续)

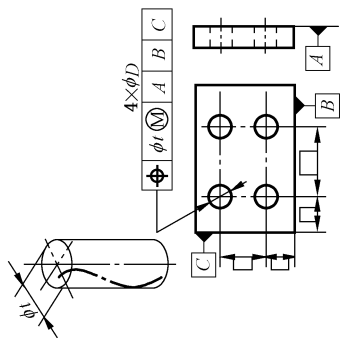
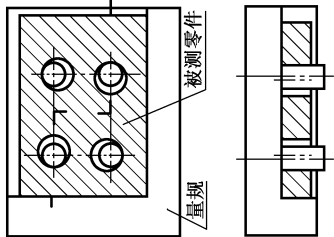
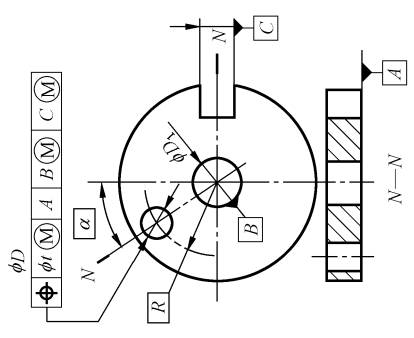
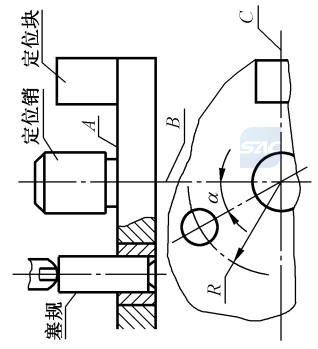
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
6*		1. 功能量规; 2. 千分尺		1) 实际尺寸的检验: 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测要素实际轮廓的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 2) 体外作用尺寸的检验: 功能量规的检验部位与被测要素的实际轮廓相结合,如果被测件能通过功能量规,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。 4. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,才可判定被测要素合格	3. 基准要素为三个轮廓要素,因此,功能量规规定的部位尺寸、形状、方向的位置与基准要素的理想要素相同。 4. 其余备注说明参见平行度(表 C.8) 序号 9 的备注
7**		1. 功能量规; 2. 千分尺		1. 预备工作 采用插入型功能量规。被测轮廓与量规的检验部位相结合,同时保证量规的定位部位与被测件的基准表面稳定接触。 2. 基准的体现 用功能量规的定位部位体现基准。 3. 被测要素的测量与评估 1) 采用依次检验方式。 量规上定位销是用来检验基准 B 的光滑极限量规通规,其公称尺寸为基准 B 的最大实体尺寸,量规上的定位块是用来检验基准 C 光滑极限量规通规,其公称尺寸为槽宽的最大实体尺寸。在保证与量规定位部位 A 稳定接触的约束下,将被测件的基准孔 B 和基准对称中心面 C 分别与量规的定位销和定位块相结合,若量规能自由通过被测件,则被测件的基准要素合格。	1. 本示例中最大实体要求应用于基准要素和被测要素,量规为插入型功能量规,采用依次检验方式分别检验基准要素和被测要素是否合格。 2. 功能量规检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸,功能量规定位部位的公称尺寸为基准要素的最大实体尺寸。 3. 其余备注说明参见平行度(表 C.8) 序号 9 的备注

表 C.13 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
7**		1. 功能量规; 2. 千分尺		然后在基准的定位约束下,用塞规检验被测要素的位置度误差,如果塞规能自由通过被测孔,说明被测孔实际轮廓的位置度误差合格,其体外作用尺寸也合格。 2) 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测表面的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 4. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,可判定被测要素合格	1. 本示例中最大实体要素,量规为插入型功能量规,采用依次检验方式分别检验基准要素和被测要素是否合格。 2. 功能量规检验部位的公称尺寸为被测要素的最大实体实效尺寸,功能量规定位部位的公称尺寸为基准要素的最大实体尺寸。 3. 其余备注说明参见平行度(表 C.8) 序号 9 的备注
8**		1. 功能检具; 2. 千分尺		1. 预备工作 将被测件稳定地放置在检具上。 2. 基准的体现 基准目标法(检具上的小平面)体现基准。 3. 被测要素测量与评估 1) 实际尺寸的检验: 采用普通计量器具(如千分尺等)测量被测要素实际轮廓的局部实际尺寸,其任一局部实际尺寸均不得超越其最大实体尺寸和最小实体尺寸。 2) 体外作用尺寸的检验: 功能量规的检验部位与被测要素的实际轮廓相结合,如果被测件能通过功能量规,说明被测要素实际轮廓的体外作用尺寸合格。 4. 符合性比较 局部实际尺寸和体外作用尺寸全部合格时,才可判定被测要素合格	备注说明同本表序号 6 的备注

注: 序号说明同表 C.2。

表 C.14 圆跳动的检测与验证方案

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		1. 一对同轴圆柱导向套筒； 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件支承在两个同轴圆柱导向套筒内,并在轴向定位。 2. 基准体现 采用同轴圆柱导向套筒(模拟基准要素)体现基准 A—B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素及其测量界限。 2) 提取:在垂直于基准 A—B 的截面(单一测量平面)上,且当被测件回转一周的过程中,对被测要素进行测量,得到一系列测量值(指示值)。 3) 评估:取其指示计示值最大差值,即为单一测量平面的径向圆跳动。 重复上述提取、评估操作,在若干个截面上进行测量。取各截面上测得的径向圆跳动量中的最大值,作为该零件的径向圆跳动。 4. 符合性比较 将得到的径向圆跳动值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的径向圆跳动是否合格	1. 径向圆跳动属于特定检测方法定义的项目,简单实用。 2. 基准的体现:采用模拟基准要素体现基准。 3. 被测要素测量与评估,需要: 1) 构建测量面(测量平面); 2) 明确提取策略与方法; 3) 评估:无需拟合,可直接由指示计的最大、最小示值之差即得到相应的跳动值
2		1. 一对同轴顶尖； 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件安装在两同轴顶尖之间。 2. 基准体现 采用同轴顶尖(模拟基准要素)的公共轴线体现基准 A—B。 3. 被测要素测量与评估 其余步骤同本表序号 1	备注说明同本表序号 1 的备注

表 C.14 (续)

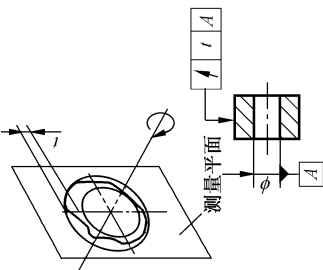
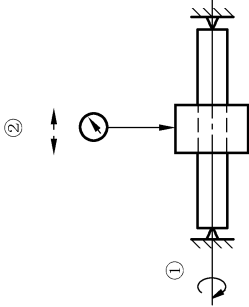
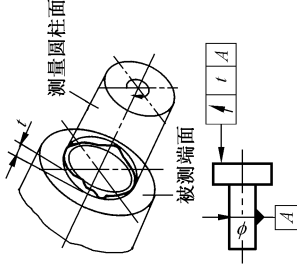
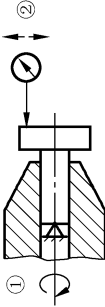
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
3		1. 一对同轴顶尖(或 V 形架); 2. 导向心轴; 3. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件固定在导向心轴上,并安装在两同轴顶尖(或等高 V 形架)之间。 2. 基准体现 采用导向心轴及同轴顶尖(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 其余步骤同本表序号 1	备注说明同本表序号 1 的备注
4		1. 导向套筒; 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件固定在导向套筒内,并在轴向上固定。 2. 基准体现 采用导向套筒(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素(端面)及其测量界限。 2) 构建、提取:在被测要素(端面)的某一半径位置处,沿被测件的轴向,构建相应与基准 A 同轴的测量圆柱面;在测量圆柱面上,且当被测件回转一周的过程中,对被测要素进行测量,得到一系列测量值(指示计示值)。 3) 评估:取其指示计示值的最大差值,即为单一测量圆柱面的端面圆跳动。 重复上述构建、提取、评估操作,在对应被测要素(端面)不同半径位置处的测量圆柱面上进行测量。取各测量圆柱面上测得的端面圆跳动量中的最大值,作为该零件的端面圆跳动。 4. 符合性比较 将得到的端面圆跳动值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件端面圆跳动是否合格	1. 端面圆跳动属于特定检测方法定义的项目,简单实用。 2. 基准的体现:采用模拟基准要素体现基准。 3. 被测要素测量与评估,需要: 1) 构建测量面(测量圆柱面); 2) 明确提取策略与方法; 3) 评估:无需拟合,可直接由指示计的最大、最小示值之差即得到相应的跳动值

表 C.14 (续)

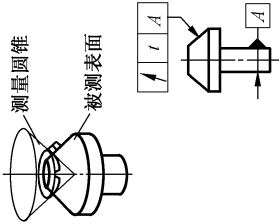
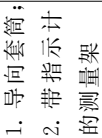
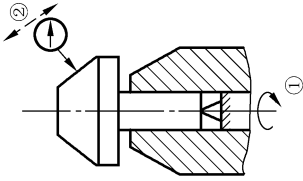
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
5		 1. 导向套筒; 2. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件固定在导向套筒内,并在轴向固定。 2. 基准体现 采用导向套筒(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素(圆锥面)及其测量界限。 2) 构建、提取:在被测要素(圆锥面)某一半径位置处,沿与锥面素线垂直的方向(或图样规范明确要求的方向)上,构建与基准 A 同轴的测量圆锥面;在测量圆锥面上,且当被测件回转一周的过程中,对被测要素进行测量,得到一系列测量值(指示计示值)。 3) 评估:取其指示计示值的最大差值,即为单一测量圆锥面的斜向圆跳动。 重复上述构建、提取、评估操作,在对应被测要素不同半径位置处的测量圆锥面上进行测量。取各测量圆锥面上测得的斜向圆跳动量中的最大值,作为该零件的斜向圆跳动。 4. 符合性比较 将得到的斜向圆跳动值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件锥面的斜向圆跳动是否合格	1. 斜向圆跳动属于特定检测方法定义的项目,简单实用。 2. 基准的体现:采用模拟基准要素体现基准。 3. 被测要素测量与评估需要: 1) 构建测量面(测量圆锥面); 2) 明确提取策略与方法; 3) 评估:无需拟合,可直接由指示计的最大、最小示值之差即得到相应的跳动值

表 C.15 全跳动的检测与验证方案

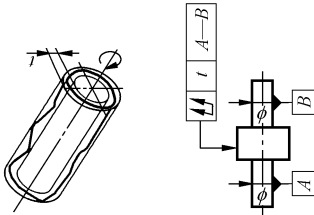
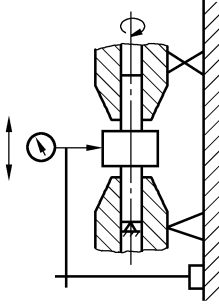
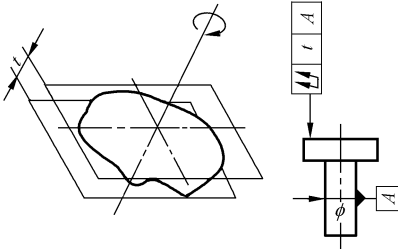
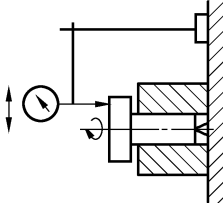
序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
1		1. 一对同轴导向套筒； 2. 平板； 3. 支承； 4. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件固定在同轴导向套筒内,同时使轴向上固定,并调整两导向套筒,使其同轴且与测量平板平行。 2. 基准体现 采用同轴导向套筒(模拟基准要素)体现基准A—B。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素(外圆柱面)及其测量界限。 2) 提取:在被测件相对于基准A—B连续回转、指示计同时沿基准A—B方向作直线运动的过程中,对被测要素进行测量,得到一系列测量值(指示计示值)。 3) 评估:取其指示计示值最大差值,即为该零件的径向全跳动。 4. 符合性比较 将得到的径向全跳动值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件的径向全跳动是否合格	1. 径向全跳动属于特定检测方法定义的项目,简单实用。 2. 基准的体现:采用模拟基准要素体现基准。 3. 被测要素测量与评估,需要: 1) 构建测量面; 2) 明确提取策略与方法; 3) 评估:无需拟合,可直接由指示计的最大、最小值之差即得到相应的跳动值

表 C.15 (续)

序号	图例	测量装置	检测与验证方案	检验操作集	备注
2		1. 导向套筒; 2. 平板; 3. 支承; 4. 带指示计的测量架		1. 预备工作 将被测件支承在导向套筒内,并在轴向上固定。导向套筒的轴线应与测量平板垂直。 2. 基准体现 采用导向套筒(模拟基准要素)体现基准 A。 3. 被测要素测量与评估 1) 分离:确定被测要素(端面)及其测量界限。 2) 提取:在被测件相对于基准 A 连续回转、指示计同时沿垂直于基准 A 方向作直线运动的过程中,对被测要素(端面)进行测量,得到一系列测量值(指示计示值)。 3) 评估:取其指示计示值最大差值,即为该零件的轴向全跳动。 4. 符合性比较 将得到的轴向全跳动值与图样上给出的公差值进行比较,判定被测件轴向全跳动是否合格	1. 轴向全跳动属于特定检测方法定义的项目,简单实用。 2. 基准的体现:采用模拟基准要素体现基准。 3. 被测要素测量与评估,需要: 1) 构建测量面; 2) 明确提取策略与方法; 3) 评估:无需拟合,可直接由指示计的最大、最小示值之差即得到相应的跳动值

附 录 D
(资料性附录)
最小区域判别法

D.1 形状误差的最小区域判别法

D.1.1 直线度误差的最小区域判别法

凡符合下列条件之一者,表示被测要素的提取要素已为最小区域所包容。

D.1.1.1 给定平面内,由两平行直线包容提取要素时,成高低相间三点接触,具有下列两种形式之一(如图 D.1)。

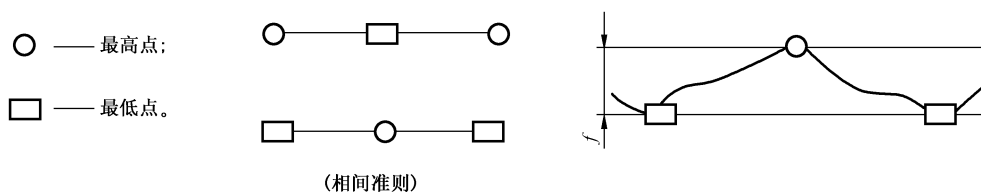


图 D.1

D.1.1.2 在给定方向上,由两平行平面包容提取线时,沿主方向(长度方向)上成高、低相间三点接触,具有下列两种形式之一(如图 D.2),可按投影进行判别。

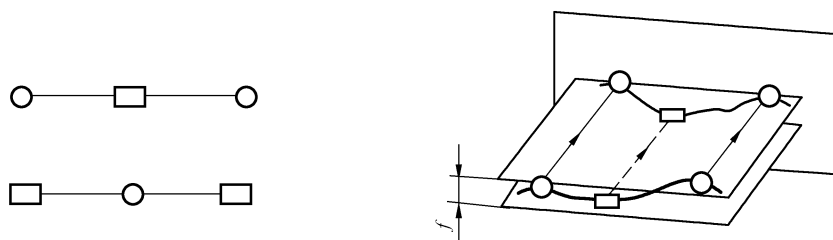
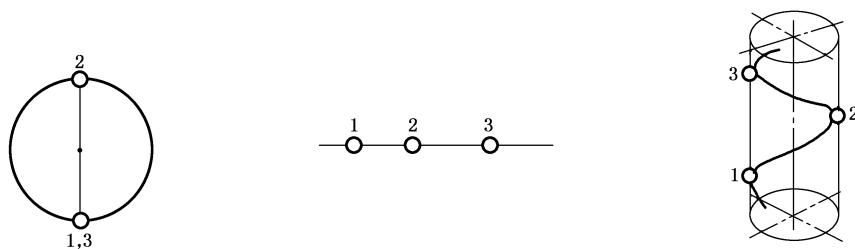


图 D.2

D.1.1.3 在任意方向上,由圆柱面包容提取线时,至少有下列三种接触形式之一:

a) 三点形式(三点在同一轴截面上,如图 D.3)



注: 1、3 两点沿轴线方向的投影重合在一起,即 1 与 3 两点在同一条素线上。

图 D.3

b) 四点形式(如图 D.4)

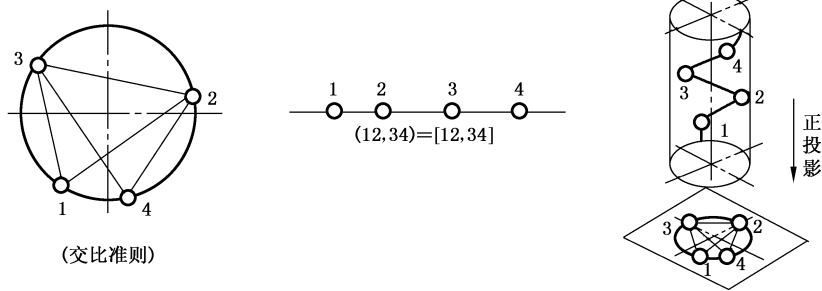
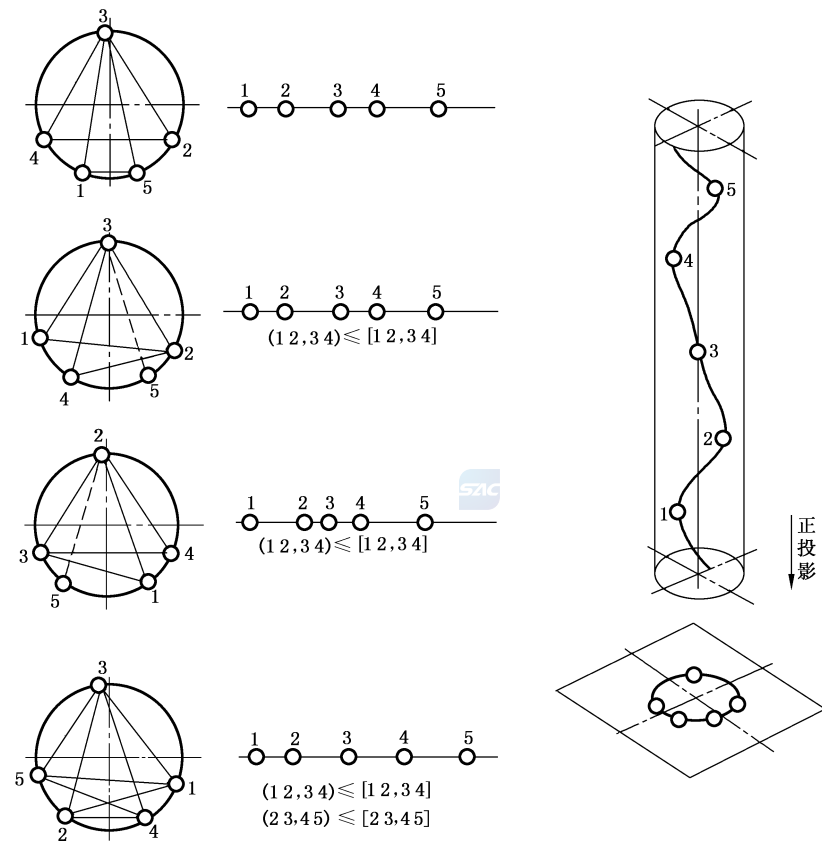


图 D.4

c) 五点形式(如图 D.5)

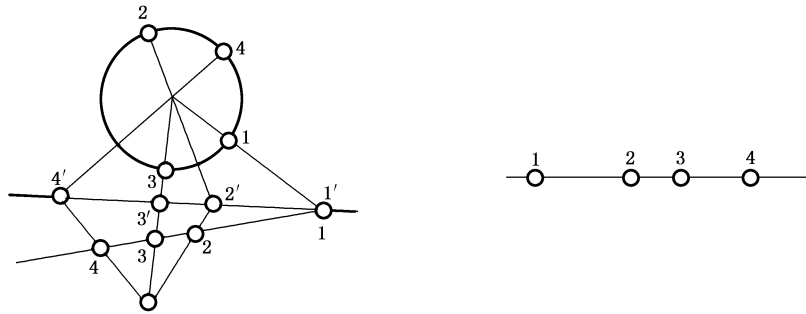


说明:

- 1——上列各图中,在直线上有编号的点“○”表示包容圆柱面上的实测点,在其轴线上的投影。
- 2——上列各图中,在圆周上有编号的点“○”表示包容圆柱面上的实测点,在垂直于轴线的平面上的投影,其编号与直线上点的编号对应。
- 3—— $(12, 34) = \frac{\overline{13} \cdot \overline{24}}{\overline{23} \cdot \overline{14}}$, 其中 $\overline{ab}$ 表示图中直线上两个编号点之间的距离。
- 4—— $(12, 34) = \frac{\sin \hat{13} \cdot \sin \hat{24}}{\sin \hat{23} \cdot \sin \hat{14}}$, 其中 $\hat{ab}$ 表示图中圆周上两个编号点对圆心的张角。
- 5——四点形式中的 $(12, 34) = [12, 34]$, 即 $\left| \frac{\overline{13} \cdot \overline{24}}{\overline{23} \cdot \overline{14}} \right| = \frac{\sin \hat{13} \cdot \sin \hat{24}}{\sin \hat{23} \cdot \sin \hat{14}}$ 。
- 6——五点形式还有其他的变形形式,从略。

图 D.5

D.1.1.4 图 D.5 中说明 3、4、5 等式成立,相当于下列的作图成立(如图 D.6)。



注:将图中圆周上四个点与圆心联结并且延长之,作任意一条直线与这四条线相交于 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$;将具有相应编号直线移向上图,使其点1与点 $1'$ 重合,若 2 、 $2'$ 连线, 3 、 $3'$ 连线, 4 、 $4'$ 连线的延长线汇交于一点,那么上述等式成立,即圆柱面包容区域的直径已为最小。

图 D.6

D.1.2 平面度误差最小区域判别法

由两平行平面包容提取表面时,至少有三点或四点与之接触,有下列形式之一:

a) 三个高点与一个低点(或相反)(如图 D.7);

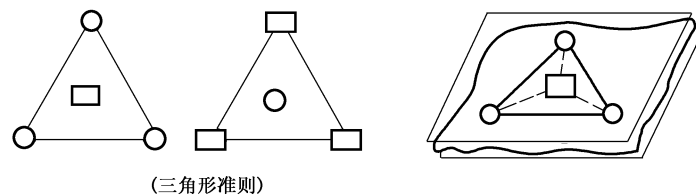


图 D.7

b) 两个高点与两个低点(如图 D.8);

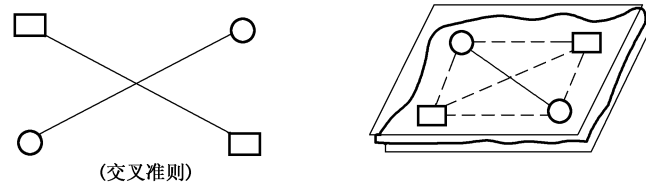


图 D.8

c) 两个高点与一个低点(或相反)(如图 D.9);

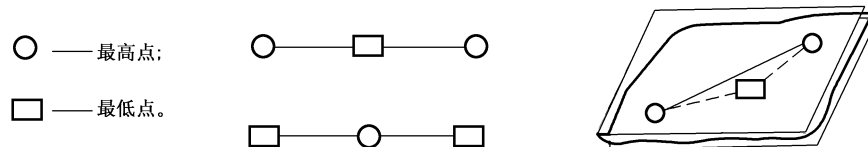


图 D.9

D.1.3 圆度误差最小区域判别法

由两同心圆包容被测提取轮廓时,至少有四个实测点内外相间地在两个圆周上,如图 D.10 所示。

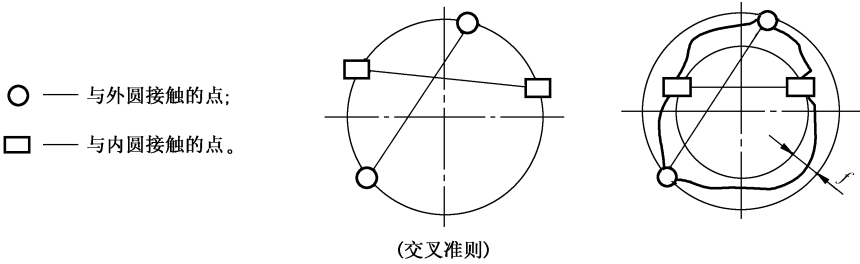


图 D.10

D.2 方向误差的最小区域判别法

D.2.1 平行度误差的最小区域判别法

凡符合下列条件之一者,表示被测要素的提取要素已为定向最小区域所包容。

D.2.1.1 平面(或直线)对基准平面

由定向两平行平面包容被测要素的提取要素时,至少有两个实测点与之接触;一个为最高点,一个为最低点,如图 D.11 所示。

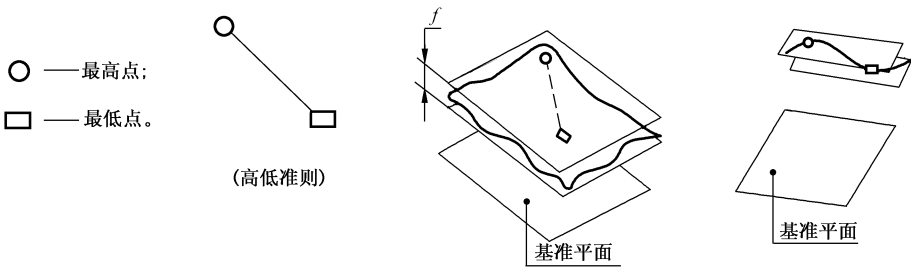


图 D.11

D.2.1.2 平面对基准直线

由定向两平行平面包容被测提取表面时,至少有两点或三点与之接触,对于垂直基准直线的平面上的投影具有下列形式之一(如图 D.12)。

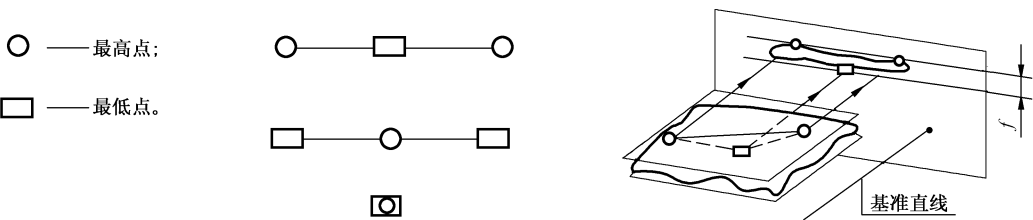


图 D.12

D.2.1.3 直线对基准直线(任意方向)

由定向圆柱面包容提取线时,至少有两点或三点与之接触,对于垂直基准直线的平面上的投影具有下列形式之一(如图 D.13)。

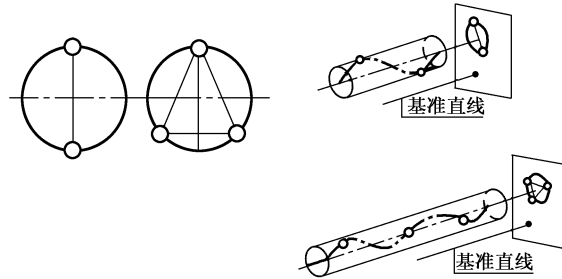


图 D.13

D.2.2 垂直度误差的定向最小区域判别法

凡符合下列条件之一者,表示被测要素的提取要素已为定向最小区域所包容。

D.2.2.1 平面对基准平面

由定向两平行面包容被测提取表面时,至少有两点或三点与之接触,在基准平面上的投影具有下列形式之一(如图 D.14)。

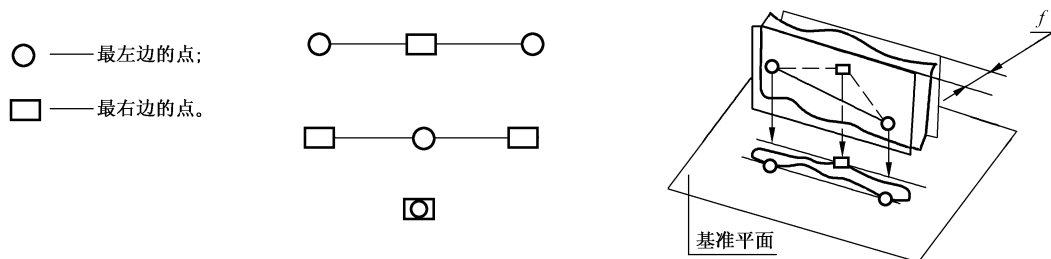


图 D.14

D.2.2.2 直线对基准平面(任意方向)

由定向圆柱面包容被测提取线时,至少有两点或三点与之接触,在基准平面上的投影具有下列形式之一(如图 D.15)。

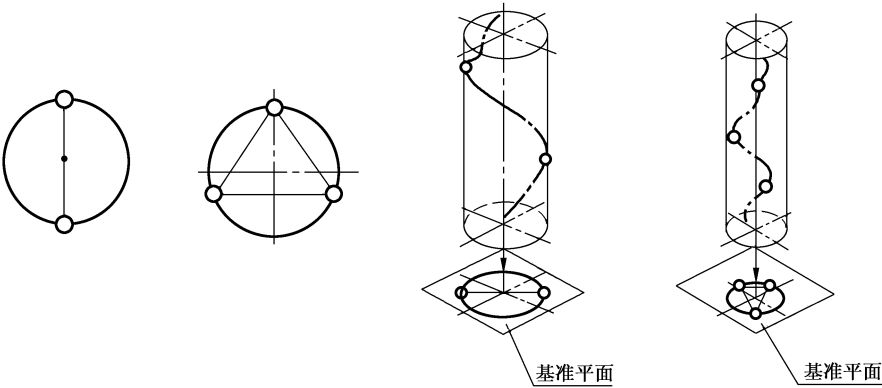


图 D.15

D.2.2.3 平面(或直线)对基准直线

由定向两平行平面包容被测要素的提取要素时,至少有两点与之接触,具有如图 D.16 的形式。

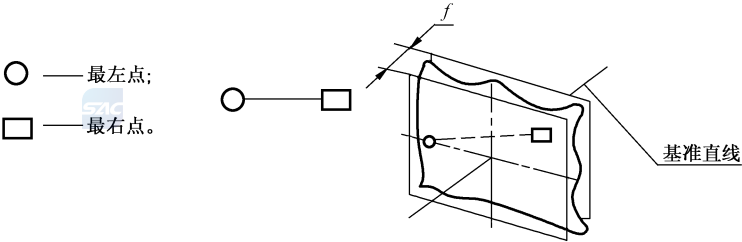


图 D.16

D.3 位置误差的最小区域判别法

同轴度误差的最小区域判别法用以基准轴线为轴线的圆柱面包容提取中心线,提取中心线与该圆柱面至少有一点接触(如图 D.17),则该圆柱面内的区域即为同轴度误差的最小包容区域。

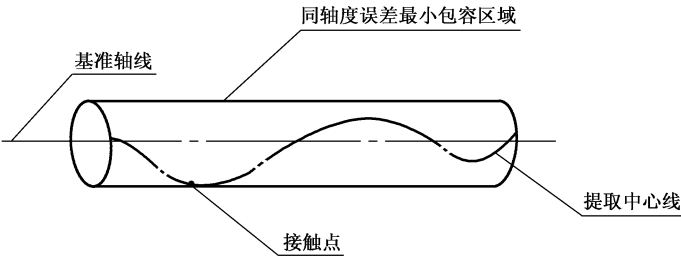


图 D.17

附 录 E
(资料性附录)
在 GPS 矩阵模型中的位置

E.1 概述

完整详细的 GPS 矩阵模型见 GB/Z 20308。

E.2 关于本标准的信息及其应用

本标准规定了按规范测量和评定几何误差的方法。

E.3 在 GPS 矩阵模型中的位置

本标准属于 GPS 通用标准,它影响通用 GPS 矩阵模型中形状、方向、位置、跳动和基准标准链的链环 3 和链环 4,在 GPS 矩阵模型中的位置如图 E.1 所示。

GPS基础标准

GPS 综合标准						
GPS 通用标准						
链环	1	2	3	4	5	6
尺寸						
距离						
半径						
角度						
与基准无关的线的形状						
与基准有关的线的形状						
与基准无关的面的形状						
与基准有关的面的形状						
方向						
位置						
圆跳动						
全跳动						
基准						
表面粗糙度						
表面波纹度						
原始轮廓						
表面缺陷						
棱边						

图 E.1 在 GPS 矩阵模型中的位置

E.4 相关的标准

相关的标准为图 E.1 所示标准链涉及的标准。