

XINGWEIGONGCHAYUCELIANG

形位公差与测量



形位公差与测量

天津市《形位公差与测量》编写组编

天津科学技术出版社

形位公差与测量

天津市《形位公差与测量》编写组编

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 10 1/2 字数 247,000

一九八二年六月第一版

一九八二年六月第一次印刷

印数, 1-50,000

统一书号: 15212·59 定价: 1.03元

前 言

《形状和位置公差》国家标准是机械工业的一项重要基础性技术标准，此标准包括四个部分，即：《GB1182—80 形状和位置公差 代号及其注法》、《GB1183—80 形状和位置公差 术语及定义》、《GB1184—80 形状和位置公差 未注公差的规定》和《GB1958—80 形状和位置公差 检测规定》。经国家标准总局批准，于1981年7月1日开始实施。为了满足当前宣贯工作和有关人员学习的需要，我们根据上述标准和成都全国宣贯会议精神，编写了《形位公差与测量》这本书。

本书从实用出发，对于形位公差的一般原则作了通俗易懂、深入浅出的解释，对二类十四项公差的基本概念、标注方法、公差带特征、误差的评定及测量方法等作了系统介绍，位置度、相关原则、检测规定及形位公差的选择等内容也作了较深入全面的阐述和探讨。

本书可供有关工人和从事标准化、机械设计、工艺及检测等技术工作的技术人员学习之用，亦可作为高等院校及中等技术学校有关专业师生的参考读物及有关单位宣贯形位公差的参考材料。

本书的编写工作由天津市标准计量局及天津市标准化学会共同组织，以天津市形位公差标准宣贯组为主，并邀请了有关高校教师参加，其中由天津轻工业学院孔德音、天津大学徐宗铃、707所史芳珍、国营天津无线电厂王树椿、天津轻工业学院罗葆强、孙夔君等同志分章编写，孔德音、徐宗铃担任主

编，最后由天津市标准计量局边书鑫同志主持评审定稿。

由于我们水平有限，错误之处，希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 基本概念	(1)
第一节 零件的加工误差和要素	(1)
一、零件的加工误差.....	(1)
二、零件的要素.....	(2)
第二节 形位误差和公差	(5)
一、形状误差和公差.....	(5)
二、位置误差和公差.....	(7)
第三节 形位误差和最小条件	(10)
一、形状误差和最小条件.....	(10)
二、位置误差和最小条件.....	(15)
第四节 形位公差带	(18)
一、形位公差带的概念.....	(18)
二、形位公差带的构成要素.....	(20)
第五节 基准	(24)
一、基准的作用.....	(24)
二、基准的种类.....	(25)
第二章 形位公差的代号及其标注	(29)
第一节 形位公差的表示法	(29)
一、形位公差的表示法.....	(29)
二、形位公差项目的符号和有关符号.....	(30)
三、形位公差代号的组成.....	(30)
第二节 被测要素的标注方法	(32)
一、指引线的作用和画法.....	(32)
二、指引线的箭头与被测要素的连接方法.....	(33)
三、被测要素的简化标注法.....	(36)

四、关于在公差框格周围附加文字说明的规定	(38)
第三节 基准要素的标注方法	(39)
一、基准符号、连线的作用和画法	(39)
二、基准符号与基准要素的连接方法	(39)
三、基准代号的标注法	(41)
四、基准目标的标注法	(44)
第四节 公差数值和有关符号的标注方法	(45)
一、公差数值的标注方法	(45)
二、一些有关符号的标注方法	(46)
第五节 形位公差标注图例	(52)
第三章 形状公差及测量	(61)
第一节 直线度	(62)
一、直线度公差带	(63)
二、直线度误差的测量	(67)
三、直线度误差的数据处理	(71)
四、几点说明	(76)
第二节 平面度	(76)
一、平面度公差带	(77)
二、平面度误差的测量	(77)
三、平面度误差的数据处理	(79)
四、说明	(84)
第三节 圆度	(84)
一、圆度公差带	(84)
二、圆度误差的测量	(85)
三、圆度误差的数据处理	(91)
第四节 圆柱度	(93)
一、圆柱度公差带	(93)
二、圆柱度误差的测量	(93)
三、几点说明	(96)
第五节 线轮廓度	(97)

一、线轮廓度公差带.....	(97)
二、线轮廓度误差的测量.....	(98)
三、线轮廓度误差值的求法.....	(99)
第六节 面轮廓度.....	(100)
一、面轮廓度公差带.....	(100)
二、面轮廓度误差的测量.....	(100)
三、几点说明.....	(102)
第四章 位置公差及测量	(112)
第一节 平行度	(113)
一、平行度公差带.....	(113)
二、平行度误差的测量.....	(118)
三、几点说明.....	(120)
第二节 垂直度	(122)
一、垂直度公差带.....	(122)
二、垂直度误差的测量.....	(127)
三、几点说明.....	(129)
第三节 倾斜度	(129)
一、倾斜度公差带.....	(129)
二、倾斜度误差的测量.....	(134)
三、几点说明.....	(135)
第四节 同轴度	(137)
一、同轴度公差带.....	(137)
二、同轴度误差的测量.....	(139)
三、几点说明.....	(142)
第五节 对称度	(143)
一、对称度公差带.....	(143)
二、对称度误差的测量.....	(147)
三、几点说明.....	(149)
第六节 圆跳动	(150)
一、圆跳动公差带.....	(150)

二、圆跳动误差的测量	(153)
三、几点说明	(155)
第七节 全跳动	(156)
一、全跳动公差带	(157)
二、全跳动误差的测量	(158)
三、几点说明	(160)
第八节 定向、定位误差测量数据处理	(161)
一、被测要素的理想要素相对于基准无固定方位	(161)
二、基准用分析法体现	(163)
三、对中心要素进行测量	(164)
第五章 位置度	(166)
第一节 位置度概念	(166)
一、位置度表示法	(166)
二、基本概念	(168)
第二节 位置度公差带	(172)
一、位置度误差及其公差	(172)
二、位置度公差带	(173)
第三节 位置度的基准	(178)
一、几何图框与基准的关系	(178)
二、基准的数量及顺序	(184)
第四节 位置度的标注及其公差带解释	(189)
一、仅用理论正确尺寸标注,采用单一位置度控制	(189)
二、仅用理论正确尺寸标注,采用复合位置度控制	(190)
三、尺寸公差与位置度公差合标	(192)
第五节 位置度的综合控制作用	(193)
一、控制多孔的同轴度	(195)
二、控制垂直度和同轴度	(195)
三、控制轴线对轴线的垂直度和位置度	(196)
第六节 位置度的测量	(197)
一、采用综合量规测量	(197)

二、采用通用量具或量仪测量	(200)
第七节 延伸公差带	(201)
一、延伸公差带概念	(201)
二、延伸公差带的应用	(205)
三、延伸公差带的检验	(206)
第六章 相关原则	(208)
第一节 基本概念	(208)
一、局部实际尺寸	(208)
二、作用尺寸	(209)
三、最大实体状态和最大实体尺寸	(211)
四、最小实体状态和最小实体尺寸	(213)
五、实效状态和实效尺寸	(213)
六、最大实体状态边界与实效状态边界	(216)
七、独立原则和相关原则	(217)
第二节 最大实体原则	(220)
一、最大实体原则的概念	(220)
二、最大实体原则的应用	(222)
三、最大实体原则的适用范围	(244)
第三节 包容原则	(245)
一、包容原则的概念	(245)
二、包容原则的应用	(246)
第四节 相关原则的测量	(255)
一、几种公差原则的比较	(255)
二、最大实体原则的测量	(257)
三、包容原则的测量	(260)
第七章 形位误差的检测	(262)
第一节 形位误差的检测原则	(262)
一、与理想要素比较原则	(262)
二、测量坐标值原则	(264)
三、测量特征参数原则	(265)

四、测量跳动原则	(265)
五、控制实效边界原则	(266)
第二节 几项有关检测的规定	(267)
一、标准测量条件	(267)
二、关于测量精度	(268)
三、关于仲裁	(269)
第三节 形位误差及其评定	(269)
一、形状误差及其评定	(270)
二、位置误差及其评定	(272)
第四节 基准的建立和体现	(274)
一、基准的建立	(275)
二、基准的体现	(279)
第八章 形位公差的选择	(288)
第一节 形位公差与尺寸公差、表面光洁度的关系	(288)
一、形状公差与尺寸公差的关系	(289)
二、位置公差与尺寸公差的关系	(293)
三、形状公差和位置公差的关系	(298)
四、形状公差和尺寸公差与表面光洁度的关系	(299)
第二节 公差等级和公差值的选择	(303)
一、主参数的确定	(303)
二、公差等级的选择	(303)
三、公差等级的应用举例	(306)
第三节 未注公差的形位公差	(306)
一、自身尺寸公差能控制的形位公差	(306)
二、自身尺寸公差不能控制的形位公差	(320)
三、不需给定未注公差值的形位公差	(320)
第四节 有关形位公差值的问题	(323)
一、关于公差值改为全值标注的问题	(323)
二、关于测量时的数值折算问题	(323)
参考书目	(326)

第一章 基本概念

第一节 零件的加工误差和要素

一、零件的加工误差

按照生产图样加工的产品零件，由于机床、夹具、刀具以及工艺操作等诸因素的影响，零件尺寸和形状不可能都做到绝对准确，总是有误差的，这些误差归纳起来可分为四类：

1. 尺寸误差

零件加工后所得到的尺寸和图样中规定的尺寸不一致，这个差值就是尺寸误差。例如，一根轴的直径要求为50毫米，但加工后测量得知轴的直径为50.01毫米，这个大了的0.01毫米就是该轴直径的尺寸误差。

2. 形状误差

零件完工后形状出现的误差称为形状误差。例如，一根轴的横剖面形状应是一个理想的完整圆。但由于加工误差，完工后的实际横剖面成为椭圆，而不是理想的完整圆。这种误差便属于形状误差。

3. 位置误差

零件大都是由若干个点、线、面形成的，它们相互之间的位置都有规定的要求，在加工中也会出现误差。例如，轴套类零件，其内孔和外圆的轴线应位于同一直线上。但完工后两轴线相互之间出现偏离，这就产生了同轴度误差。这类误差属于位置误差。

4. 表面光洁度

表面光洁度是指零件加工表面上所具有的较小间距和微小峰谷的不平度。经过精细加工的零件表面，这种峰谷大小用肉眼是难以区分的，因此它属于微观的形状误差。

为了提高产品质量和保证零件的互换性，以上四种误差在加工中都需加以控制，给出一个经济合理的允许变动范围，即由相应的公差予以限制。这就是尺寸公差、形状公差、位置公差和表面光洁度。本书主要介绍形状公差和位置公差（简称形位公差）的基本内容及检测知识。

二、零件的要素

既然形位公差是限制零件加工中出现的形位误差，而零件的形体又是由若干个不同形状和位置的点、线、面构成，这些点、线、面统称为零件的要素。要素是构成零件形体的基本单元，如图1-1所示。其圆柱面、圆锥

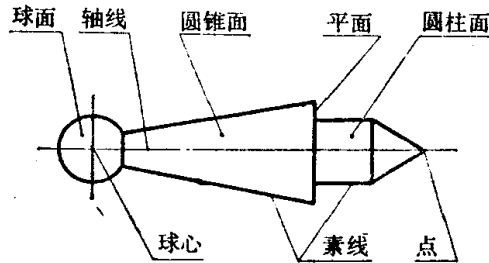


图1-1

面、球面、端平面、轴线、素线等都是构成这些零件的要素。在分析研究零件的形位误差和公差时，就要研究零件上这些要素的自身状况及它们之间的相互位置关系。

零件上的要素，按照不同的出发点，通常有以下几种分类方法：

1. 按是否存在误差分

按照要素自身所处状态和其他要素间相互位置关系有无误差，区分为理想要素和实际要素。

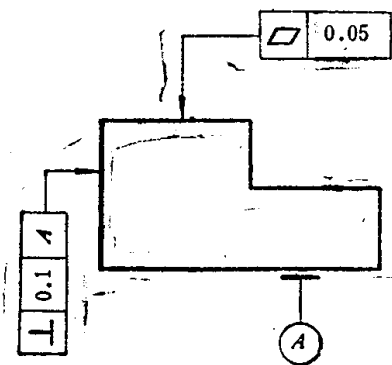


图1-2

(1) 理想要素 具有几何学意义的要素。即在自身形状和与其他要素间相互位置关系上无任何误差的要素。如图1-2所示零件的底平面，当无形状误差时，就是理想要素，称为理想平面。

(2) 实际要素 零件上实际存在的要素。由于加工和测量误差的存在，理想要素是无法得到的，零件上实际得到的要素总是存在误差，零件上实际存在并具有一定误差的要素称为实际要素。由于存在着测量误差的原因，实际测得的要素也并非要素的真实情况。但是一般说来，测量误差相对于被测实际要素存在的误差是很小的，所以还是用测得要素代替，称它为实际要素。

2. 按设计要求分

按照设计者在图样上给定的设计要求，零件上的要素又可区分为被测要素和基准要素。

(1) 被测要素 被测要素是指在图样给出了形状或位置公差要求的要素。如图1-2所示，其上表面给出了平面度公差要求；左侧面给出了对底平面A的垂直度公差要求。上表面和左侧面都为被测要素。完工零件应按图样要求对其被测要素（如上表面和左侧面）进行测量，符合要求为合格零件，不符合要求为废品。

(2) 基准要素 用来确定被测要素的方向或位置的要素。如图1-2所示，零件底面A是用作确定左侧面方向与底平面A垂直的基准要素；图1-3所示零件给出了 $\phi 40^{+0.1}$ 圆柱面轴线对 $\phi 20^{+0.03}$ 圆柱面轴线

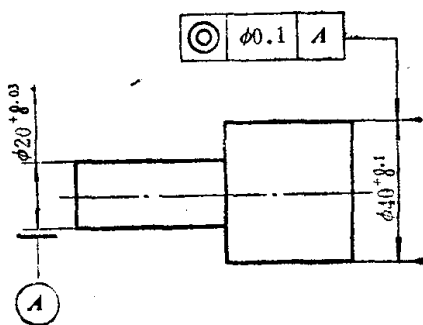


图1-3

的同轴度要求。所以， $\phi 20^{+0.03}$ 轴线是用以确定 $\phi 40^{+0.1}$ 轴线位置的基准要素。理想基准要素简称基准。

3. 按要素间的功能关系分

按要素之间有无功能关系，可区分为单一要素和关联要素。

(1) 单一要素 仅对其本身给出形状公差要求的要素。即与其他要素无功能关系的要素。如图1-4 (a) 所示板形零件，当只对其上表面提出形状公差平面度要求时，该上表面（平面）即为单一要素。

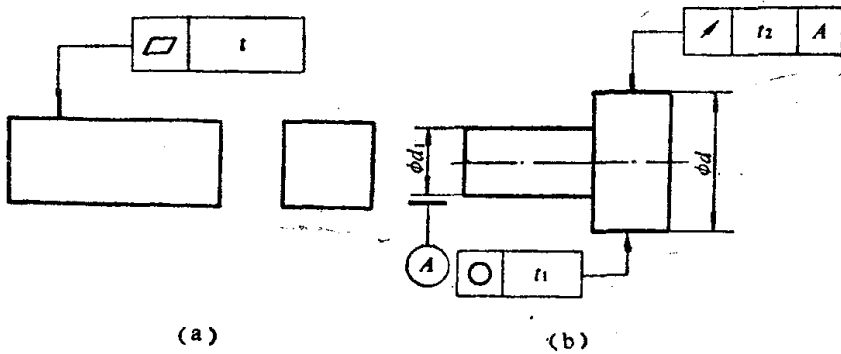


图1-4

(2) 关联要素 对其他要素有功能关系的要素。如图1-4 (b) 所示零件，当 ϕd 圆柱面对 ϕd_1 圆柱面轴线提出径向圆跳动要求时， ϕd 圆柱面就与 ϕd_1 的轴线A发生功能关系， ϕd 圆柱面即为关联要素。

通常在被测要素中，仅给出形状公差要求的要素都为单一要素（有基准要求的线轮廓度和面轮廓度例外）；给出位置公差要求的要素（包括有基准要求的线轮廓度和面轮廓度）都为关联要素。

此外，还可按照几何结构特征，将零件上的要素区分为轮廓要素和中心要素。

内外圆柱面、内外圆锥面、内外球面、平面等都为轮廓要素；轴线、中心点、中心线、中心平面等都为中心要素。轮廓要素是具体的、看得见摸得着的要素；中心要素是由零件的轮廓要素所确定的，是抽象的、看不见摸不着的要素，它的具体形状和位置通常需要由自身的轮廓要素来体现。

如图1-4 (b) 所示圆柱体零件，其圆柱面为轮廓要素，而轴线则为中心要素。显然，轴线是抽象的看不见的要素，需要由自身的轮廓要素圆柱面才能体现出来。

第二节 形位误差和公差

一、形状误差和公差

1. 形状误差

什么是形状误差，前面已经提到了一些简单概念。为了更具体地了解，再看一个例子。

如图1-5 (a) 所示，小轴的直径尺寸为 $\phi 20f6$ (-0.033)，要求与图1-5 (b) 所示的 $\phi 20H7$ ($+0.021$) 孔装配形成间隙配合 $\phi 20 \frac{H7}{f6}$ 。如一批轴完工后，经测量，其中一个实际尺寸为 $\phi 19.980$ ，显然这个尺寸在允许的尺寸公差 ($\phi 19.980$ 到 $\phi 19.967$) 内，应为合格。但是，装配时却出现了装不进 $\phi 20H7$ 孔的现象。经仔细查找发现小轴轴线做弯了 0.05 毫米，如图 1-5 (c) 所示。这时即使孔加工到最大极限尺寸 $\phi 20.021$ ，小轴仍装不进，当然也不能形成间隙配合。这种轴线弯曲的加工误差就属于形状误差。

所以，形状误差是指被测实际要素对其理想要素的变动量。就是说，形状误差是用被测实际要素的形状与其理想要素的形状进行比较而得到的。如图1-5 (c) 所示，轴线直线度误

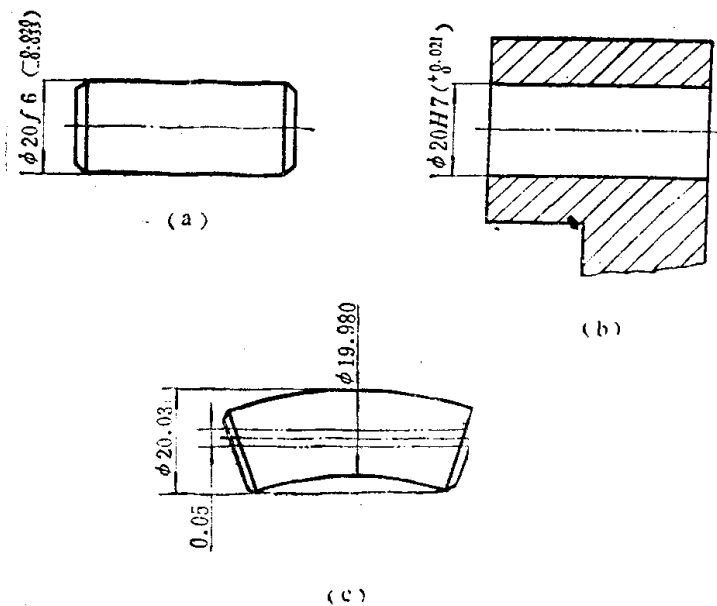


图1-5

差是由实际轴线与理想轴线（直线）比较而得到的，其数值为0.05毫米。

2. 形状公差

为了保证零件的使用性能要求，且能满足互换性生产，需要给出零件上某些线或面等单一要素的形状误差以允许的变动范围。这个单一实际要素的形状所允许的变动全量称为形状公差。如图1-5 (a) 所示的小轴，为控制轴线直线度误差规定了一个公差值 $\phi 0.02$ ，如图1-6所示。这个 $\phi 0.02$ 就是实际轴线的形状所允许的变动全量。当实际零件的轴线直线度误差超出公差值 $\phi 0.02$ 而为 $\phi 0.05$ 时(如图1-5(c)所示)，即为

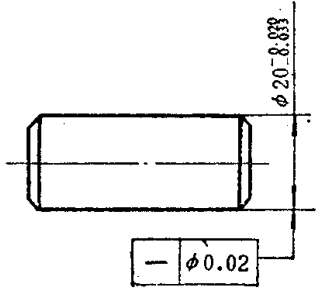


图1-6