

现代公差的应用

〔加拿大〕罗兰德·希尔 著
赛休杰姆逊

汪 恺 舒森茂 译



机械工业出版社

加拿大是世界上最早提出形状和位置公差理论,并将其应用于设计图样的国家之一,也是最早提出独立原则的国家。本书作者长期从事形位公差理论和实践工作,并参与了ISO(国际)标准的制订工作。本书在加拿大出版,并在美、英、墨西哥和新加坡等国家发行。

本书深入浅出地介绍了形位公差的术语和基本概念,在设计图样中的应用,测量和检验原则,量规的设计和选用原则,以及测量数据的处理和计算等。并重点叙述了位置公差的应用。书中结合各章内容介绍了ISO和有关国家标准的情况。为便于读者掌握书中内容,各节中均附有复习题。

本书对于我国形位公差国家标准的应用和贯彻,以及阅读和正确理解国外引进技术的图样颇为有益,可供工厂、研究设计部门的工程技术人员以及工程院校的师生使用。

MODERN
ENGINEERING
TOLERANCING

Rowland Hill Cecil H. Jensen 著
Mc Graw-Hill Ryerson Limited, 1976
Printed and bound in Canada

• • •
现代公差的应用

罗兰德·希尔
〔加拿大〕赛休·杰姆逊 著
汪恺、舒森茂 译

•
机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国专业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

•
开本 787×1092 1/16·印张 17 1/2·字数 423 千字

1985年12月北京第一版·1985年12月北京第一次印刷

印数 00,001—11,000·定价 4.20 元

•
统一书号: 15033·6110

目 录

译者序	
前言	
引言	1
第1章 尺寸极限和公差的准确解释	5
第1节 基本术语的定义	5
第2节 基本规则	9
第3节 尺寸极限的解释和测量条件	17
第2章 单一形状公差和定向公差	24
第4节 几何公差	24
第5节 形状公差—线和面的直线度	29
第6节 与要素尺寸的关系—最大实体原则	35
第7节 尺寸要素的直线度	42
第8节 形状公差—平面度	54
第9节 基准和三基面概念	57
第10节 以尺寸要素为基准	68
第11节 定向—平面间的角度关系	77
第12节 定向—线对面	83
第13节 线为基准的定向	93
第3章 要素的定位公差	104
第14节 单一孔的定位	104
第15节 位置度	110
第16节 位置度的基准	117
第17节 孔的尺寸和定位公差的计算	131
第18节 成组要素的定位—方法1	141
第19节 成组要素的定位—方法2	146
第20节 成组要素的定位—方法3	153
第21节 成组要素的定位—方法4(MMC)	162
第22节 成组要素的定位—方法4(RFS)	178
第4章 其它方法和现代方法	185
第23节 各种型式的定位和孔的方向	185
第24节 其它各种要素的定位	200
第25节 圆度	208
第26节 圆柱度	216
第27节 轮廓度—线轮廓度	222
第28节 轮廓度—周边轮廓度和面轮廓度	230
第29节 关联公差—共面度和对称度	239
第30节 关联公差—同心度和同轴度	249
第31节 关联公差—跳动	259
几何公差标注规则提要	269
附录 符号的形状和比例	271

引 言

什么是现代公差注法

零件工程图样的作用是将设计者的信息传递给制造者和检验者。必须包括零件正确生产所需要的全部信息，也必须使检验者能够对零件是否合格作出准确的判断。

所以，每张图样必须传递三种基本信息，它们是：

1. 所用的材料；
2. 零件的尺寸或大小；
3. 形状或几何特征。

图样还必须以公差或尺寸极限的形式，对这些基本信息指出所允许的变动量。

材料通常由另外的技术文件或补充文件规定，图样只需引用这些文件。

大小由线性尺寸和角度来规定，公差可直接加在尺寸上，或用一般公差 $\ominus$ 的文字说明加以规定，有时可参照其它技术文件。

形状和几何特征，如方向和位置，由图样的视图来表达，在一定程度上由尺寸进行补充。

在过去，标注在尺寸后面的公差，例如标注在假想的中心线之间尺寸后面的公差，往往没有准确的解释。基准要素的技术要求经常被忽略，导致在指定基准或者不指定基准时，都从实际表面进行测量。表达公差的各种不同方法和使用小数点位数的准确含义发生了混乱。而几何特征的公差经常用简单的文字说明来规定，没有建立准确的标注方法和解释。画了直线或圆周，但对直和圆的程度如何不加说明，画了直角，对 90° 角的变动范围不加以规定。在相互垂直的两个方向上规定了孔的位置，但几乎都没有规定孔在 45° 方向上应如何变化。

现代公差注法体系涉及几何公差注法和位置度公差注法，使用基准和基准目标，以及线性尺寸公差和角度公差的更准确的解释，它给设计者和绘图者提供了以非常准确的方法表达允许变动量的手段。此外，这些方法和符号是国际通用的，从而克服了语言障碍。

什么时候应用几何公差注法

零件图上不需要对每个要素都采用几何公差。只要每个要素都符合所有的尺寸公差，在大多数情况下，可以期望形状误差将由制造工艺和所用设备的精度进行适当地控制，还可通过测量和检验方法进行部分的补充控制。

如果怀疑这样的控制是否可靠，则应规定如本书所述的控制形状、方向或位置的几何公差。在零件形状有可能产生弯曲或变形时，通常需要规定几何公差。当几何误差必须控制在比制造过程中所期望的数值更小的范围内时，也需要规定几何公差，以作为满足功能要求或互换性要求的一种手段。

为承做转包工作车间设计的图样，需要规定更加完善和明确的公差注法。因为这些车间的设备和工艺方法经常改变，制造过程中可能产生的误差是不知道的。反之，如果某一车间已经证明能制造和装配出质量良好的产品，那么在该车间制造和装配这些零件就无需再采用

$\ominus$ 一般公差即我国标准的未注公差——译者注。

这种公差注法了。

检验和测量原则

对线性尺寸或角度，以及形状、方向或位置的几何公差规定公差要求，并不意味着要用任何特殊的加工、检验或测量方法。

但应该注意的是，由最大实体状态符号 MMC(见第 6 节) 修饰的几何公差所控制的尺寸要素，可以由固定通端量规[⊖]来检验。反之，如果没有这种修饰，则需分别检验。

不过分析尺寸极限和公差影响的最好方法之一是建立检验或测量的原则，它可以确定要素是否位于理论公差带内。本书广泛地应用了这种分析或解释方法，但图示的检验或测量设备仅仅举例说明原则，并不打算表示完整的量规设计，也并不意味着仅仅适用这种方法。

举例来说，从很多测量方法中，可以看到零件紧靠在测量平板上。实际上，在适当的位置夹紧零件和测量元件的某种方法总是必要的。为了生产，应毫无怀疑地模拟测量原则来设计某种形式的装置。

制造者通常习惯于使用比图样要求更精确的测量方法。例如，如果零件的直径没有规定形状公差，则卡钳式测量(如用千分尺)就能满足图样的要求，然而，制造者可能选用环规。环规除检验其最大尺寸外，还能控制其圆度在 MMC 零公差范围内，如果环规具有足够长度，那么也可以在同一范围内控制其直线度或圆柱度。如果有关单位对此意见都一致，这种方法是非常令人满意的。但是，如果引起争论，就应当按本节所述正确的测量原则，深信零件在实际应根据图样要求来控制。

国家和国家标准

本书参考了几个国家和国际标准化成员国所发布的技术制图标准。国际标准化成员国通常按其缩写称呼，其缩写列于下表：

缩 写	国际标准化成员国	尺寸和公差注法标准代号
ANSI	美国国家标准学会	ANSI Y14.5
BSI	英国标准学会	BS 308Part II
CSA	加拿大标准协会	CSA B78.2
ISO	国际标准化组织	ISO R1101
SAA	澳大利亚标准协会	AS CZI Sect.8 ^①

① AS CZI Sect.8已为AS1100 Part10—1974所代替——译者注。

在这些标准中，绝大多数符号是统一的，也有些不同，主要是表示基准要素的方法和符号在图样上应用的方法不同。在本书中，作者着眼于加拿大、美国、英国和其它国家之间的图样交流，对读者熟悉这些符号的不同用法是有益的。为此，当图示中出现两种或多种方法时，则将每种方法都标出相应标准化成员国的缩写。在 ISO、CSA 和 BSI 全都应用统一的符号和方法之处，则标注“国际”或“ISO”。然而，除本书中特别指明外，应用不同的符号或方法，并不是在任何情况下都会影响公差的原则和解释。

投影法

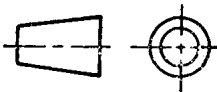
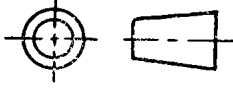
本书中绝大多数图例是按第三角投影法画的，这是北美和某些其它国家常用的方法。欧

⊖ 固定通端量规亦称固定量规、功能通端量规，我国称为综合量规——译者注。

洲大多数国家采用第一角投影法。

应当指出，这些图例也可以画成第一角投影，并不影响本书所涉及的各种原则。

每个图样推荐在其标题栏内或接近标题栏处标注所用的 ISO 投影符号(见下表)，这样，对采用了什么投影法绘的图就一目了然了。

ISO 投 影 符 号	
第 一 角 投 影	第 三 角 投 影
	

在本书中所示出的绝大多数图例,无论是两个或多个视图,只要视图是受投影法影响的,都画上了 ISO 投影符号。

图例

本书中绝大多数图样不是完整的工作图，它们仅用来解释某一原则。因此，为了避免分散对所述内容的注意力，省略了与解释原则无关的绝大多数的细节。

小数点记号

本书所有数值所用的小数点记号是在该数字行中的一个点，与英语国家通常的用法是一致的。而很多非英语国家的小数点记号是逗号，为了避免混淆，本书中逗号不用于区分多位数的值。不论在小数点的哪一边，大于四位数的值都由每隔三位数空一个间隔来区分。例如：

32 541.0 不是 32,541.0 或 32541.0
2.562 827 不是 2.562,827 或 2.562827

数值的表示

技术图样上的尺寸不是以毫米就是以英寸为单位，每张图纸都应使用文字说明来指示尺寸所用的单位，如“尺寸单位为毫米”。这样，除了用不同单位的那些数值外，其它尺寸均可省略任何单位符号。

由于现在采用国际单位制(SI)，而且已为世界上绝大多数国家所采用，因此本书中除另加说明外，尺寸都以毫米为单位。但这并不是说该标注公差的方法只能用于米制尺寸，所有标注方法同样适用于英制尺寸的图样。这些原则不会随计量单位不同而发生变化，读者在应用这些原则时，采用什么单位都是同样方便的。

某些国家在图样上表达尺寸和公差用的方法稍有差异。但是，本书为统一起见，对所有使用米制单位的图例都采用下列规则，这些规则代表不同标注方法的一种折衷方案。

a) 数值除为 0 之外，至少用两位数表示。对于 1 到 9 的一位数值，在小数点后加一个 0。例如：

1.0 不是 1

当数值为 0 时，只用一位数。例如：

0 不是 0.0

b) 当数值小于 1，在小数点前加 0.。例如：

0.94 不是 .94

c) 两个尺寸极限的写法是小数点后的位数相同。例如,

5.20 不是 5.2
5.15 不是 5.15

d) 除一个公差值为零之外, 单向或双向不对称公差值写成小数点后位数相等。例如,

+0.050 不是 +0.05 +0.08 不是 +0.08
-0.015 不是 -0.015 -0 不是 -0.00

e) 这些规则分别适用于尺寸及其公差, 也就是尺寸和公差的小数点后面的位数不需要相等。例如,

1.5±0.04 不是 1.50±0.04

10±0.1 不是 10.0±0.1

编排介绍

本书正文是按学习进程即章节顺序安排的, 其中每一节的内容都是完整的。第一章介绍基本概念, 基本规则和解释。第二章向读者介绍早期最简单的几何公差。第三章和第四章逐步深入地阐述较复杂的几何公差和现代方法。

建议读者在学习下一节内容之前, 能完全了解上一节的理论和应用。为此, 在每一节的末尾附有若干复习题, 以测验读者对学过内容的理解力。复习题中尽量多提出一些问题, 以使读者在对复习题做出答案时得到同样的数值。若答案要求用文字或图形表达, 可能会有一些变更, 但只要意思一样也是允许的。

预备知识

阅读本书的读者需要熟悉制图的一般原则以及坐标尺寸和公差注法的一般方法, 并在检验和测量技术方面具有足够的知识, 以便了解通常用来举例说明尺寸极限和公差解释的测量原则。

第1章 尺寸极限和公差的准确解释

现代工程公差注法主要由几何公差注法和位置度公差注法组成，还包括其它有关方法，例如基准的应用、基准目标和延伸公差带。这些新方法对于在工程图上表达准确的信息要求是非常有用的。但是它们不能取代传统的坐标尺寸和公差注法。新方法只能通过附加传统方法可能缺少的那些要求来进行补充。

传统方法的正确解释至今还没有建立。但是，没有传统方法就无法说明新方法的优点，也不可能试图应用新方法。此外，为了完全了解公差注法的解释，了解所用术语的准确含义也是十分必要的。

因此，第1章的目的在于给出某些术语的定义和基本规则，并建立坐标极限和公差的正确解释，以及规定零件测量的条件。必要时，将介绍其它术语和定义，并对公差问题给予解释。

第1节 基本术语的定义

本节给出了工程图尺寸注法和公差注法的一些基本术语的定义。虽然这些术语并不是新的，但它们的真正含义值得特别注意。这样，在本书中所叙述的有关公差的解释就会得到正确的理解，而不致含糊不清。

尺寸

尺寸是一种给定大小的几何特性，如直径、长度、角度、位置或中心距离，如图1-1所示。该术语也为了便于设计者在图样中表示尺寸的大小或数值。

一个物体即使象长度、宽度和直径这类尺寸的大小或数值是未知的，也认为它具有尺寸，这是基本概念。然而，图样是用来规定制造和检验零件所必须的全部尺寸数值的。所以，我们认为一张完整的图样必须给出所有特性尺寸的数值。在广义上

说，尺寸这一术语不仅限制设计的几何要素，而且也包括其它制造和检验规范，例如质量、压力或容量。然而，这些规范通常被归类于更常用的一些术语，如图样要求。

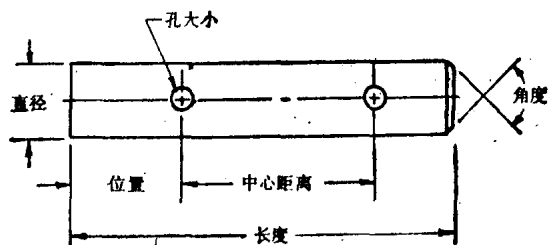


图1-1 零件尺寸

公差

尺寸的公差(Tolerance)是指尺寸所允许的总的变动量，它等于两个尺寸极限之差。当公差以双向表示时，有时使用复数名词 Tolerances (正负公差) 来表示给定尺寸的两个允许变动量。

例如在图1-2中，中心距尺寸 40 ± 0.2 的公差是0.4mm，但是按照一般说法，数值 $+0.2$ 和 -0.2 通常称之为正负公差(Tolerances)。在英国标准中称之为公差极限(limits of tolerance)⊖。

⊖ 正负公差、公差极限在我国标准中称为极限偏差——译者注。

双向公差 双向公差是一种表示为正负数值的公差，两者均不为零，它表示在两个方向上对给定尺寸规定的允许变动量（见图1-3）。

单向公差 单向公差是仅在一个方向上对给定尺寸规定允许变动量的公差，另一个方向的允许变动量为零（见图1-3）。

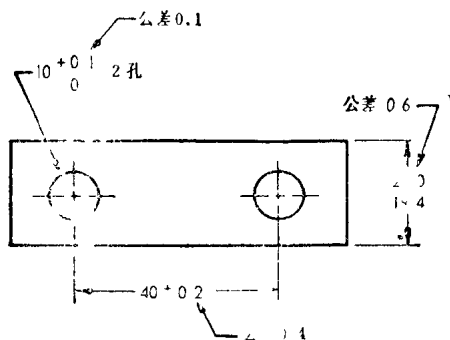


图1-2 公差

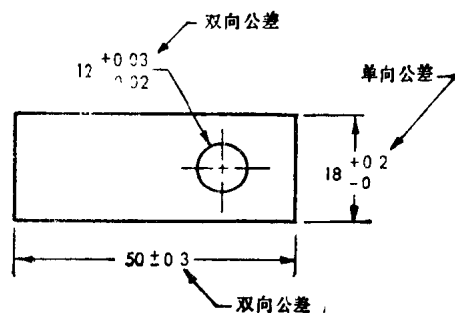


图1-3 公差

尺寸极限

尺寸极限是给定尺寸的最大和最小的允许尺寸。

在图1-4中，宽度19.4~20.0是直接用尺寸极限表示的，而两孔间的中心距则是用公差表示的，其尺寸极限为40.2和39.8mm。尺寸极限通常用于诸如宽度、直径和长度这类尺寸，因为这类尺寸可以使用通端量规和止端量规。但尺寸极限不能用于中心距。

公差

公差是外表面要素的最大尺寸和与之相配的内表面要素的最小尺寸之间的给定差值。因此，公差是装配时该两个要素间存在的最小间隙或最大过盈。

公差可以分配给两者中的任一个要素，有时以适当的比例分配给两个要素。

在图1-5中，假设基本尺寸给定为12mm，公差均等地分配给两个零件。在该例中，公差0.2mm是最小间隙。

尺寸大小

从理论上说，零件要制造成准确的尺寸是不可能的。如果用足够精确的方法进行测量，

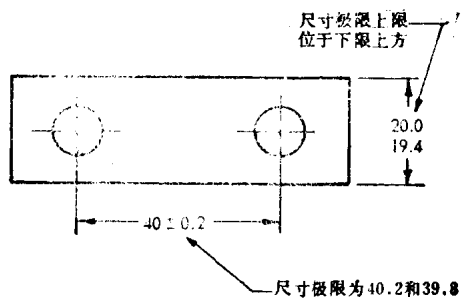


图1-4 尺寸极限

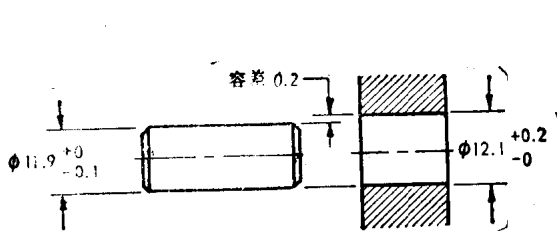


图1-5 公差

就会发现每个零件的尺寸都有微小的差别。因此，为了讨论和解释问题起见，必须考虑到零件的每一个尺寸都有很多不同的大小。

尺寸极限这个术语已经下了定义，实际上它是最大允许尺寸和最小允许尺寸的综合术语。其它常用尺寸的术语定义如下。

实际尺寸 实际尺寸是指在标准测量条件下，对零件正确地测量所获得的数值。通常简称为零件的测得尺寸。

公称尺寸 公称尺寸是一般识别所使用的尺寸名称。

公称尺寸用于装配图明细表、技术规格和其它技术文件中的有关零件。公称尺寸通常等于基本尺寸，但有时也相差悬殊。例如 $1/2$ in 钢管的直径是 0.84 in， $.250-20\text{UNC}-2\text{A}$ 螺栓的直径尺寸极限为 $.2408$ 和 $.2489$ in。在这两个例子中， $1/2$ in 和 $.250$ in 均为公称尺寸。

给定尺寸 给定尺寸是图样上带有公差尺寸。

给定尺寸通常等于设计尺寸，如不涉及容差时，则等于基本尺寸（见下述）。

设计尺寸 设计尺寸是与分配公差有关尺寸。

理论上，每个要素的设计是以给定尺寸为依据的，所以应在图样上给定这种尺寸。对于配合要素，设计尺寸根据所采用的公差从基本尺寸中导出。当没有公差时，设计尺寸等于基本尺寸。

基本尺寸 基本尺寸即理论尺寸，由所采用的公差和公差从基本尺寸中得出尺寸极限。

不控制配合要素或不带公差尺寸，其基本尺寸就是图样上给定的尺寸。

在图样上有时给定的基本尺寸是没有公差的，并围以方框，表示一般公差的文字说明不适用于它。在这种情况下，其变动量由其它有关尺寸的公差或几何公差来控制。

图 1-6 示出了两个配合要素及其放大的公差带和容差带，以举例说明尺寸、公差和容差。该图还用于说明如图 1-7 所示之公差方框图的由来，公差方框图通常用于表示零件尺寸极限、检验极限和量规公差之间的关系。

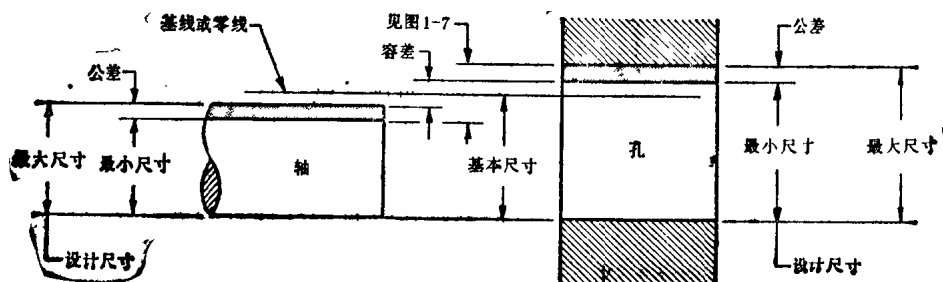


图 1-6 配合零件的尺寸

偏差

在 ISO 术语中，把基线或零线与最大尺寸和最小尺寸之差分别称为上偏差和下偏差。所以，在图 1-8 中，轴的上偏差为 -0.1 ，下偏差为 -0.17 ，孔的上偏差为 $+0.3$ ，下偏差为 $+0.1$ ，轴长度的上偏差和下偏差分别为 $+0.15$ 和 -0.15 。

正确尺寸

正确位置尺寸 正确位置尺寸是指给定一个要素或几个要素的理论位置的尺寸。

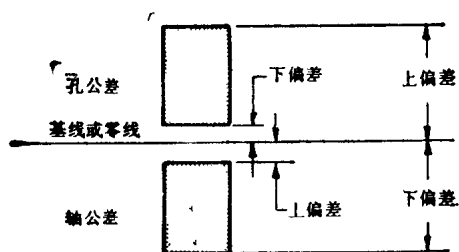


图1-7 公差方框图

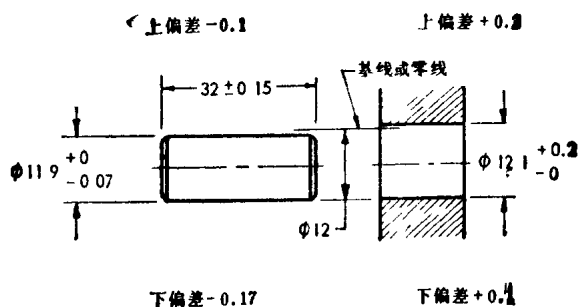


图1-8 偏差

基准尺寸 基准尺寸是指确定基准或基准目标的正确位置的尺寸。

基本尺寸 基本尺寸表示要素的正确大小。

以上三种尺寸都称为正确尺寸（见图1-9）。正确尺寸是没有公差的。每种尺寸都围以方框，表示一般公差的文字说明不适用于它。这些尺寸可由几何公差、位置公差或其它尺寸的公差来控制。虽然工具和量规的尺寸并不是正确尺寸，但因为工具和量规的制造公差很小，与产品公差相比，其误差可以忽略不计，所以仍可把工具和量规的尺寸看成是正确尺寸。

要素

要素是指零件所给定的特征部位，如表面、孔、槽、螺纹或轮廓等。

要素虽然可以包括一个或多个表面，但是在几何公差注法中该术语的应用通常是狭义的，用以表示具体的点、线或面。例如被加工或作为基准的孔的轴线、零件的边缘、单一平面或曲面。

轴线

轴线是一条理论直线，零件或圆形要素绕该轴线旋转，或假想绕该轴线旋转。

在制图中，往往把轴线和中心线这两个术语相混淆。零件图表示零件的理想形状，在零件图上圆形要素（如孔和轴）的轴向中心线同轴线是重合的。其次，图样中可以对该中心线给出几何公差，如直线度。这种直线度通常称为轴线直线度，但是根据定义轴线总是直的，因此也就会产生争议。其真正的含义应为每个零件的实际中心线和理想轴线（见图1-10）两者在给定公差范围内重合。

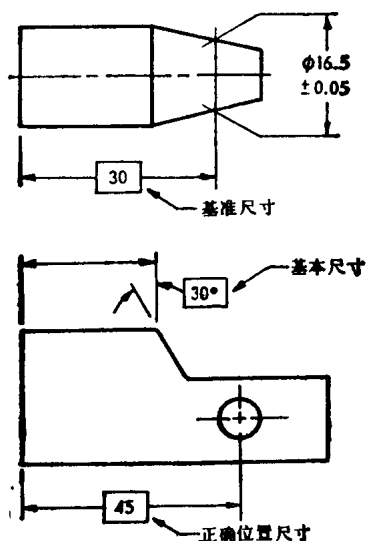


图1-9 正确尺寸

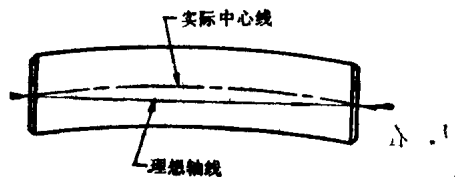


图1-10 零件变形时实际中心线和理想轴线的偏离

第1节 复习题

- 1 参照图1-11计算尺寸④到⑥的公差。
- 2 图1-11中尺寸③和④的尺寸极限是什么？
- 3 指出图1-11中尺寸⑥的公差带形式。

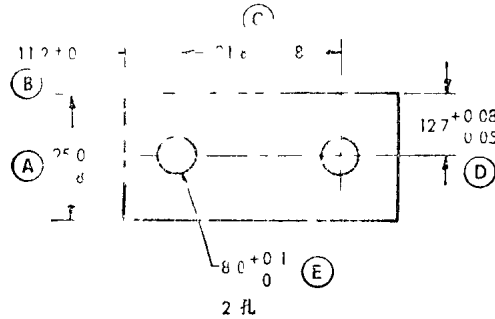


图 1-11

- 4 参照图1-12确定：
 - a) 公称尺寸；
 - b) 给定尺寸；
 - c) 公差；
 - d) 基本尺寸；
 - e) 设计尺寸；
- 5 用图1-12中的数据，画出与图1-7相似的公差方框图，并示出尺寸偏差和尺寸极限。
- 6 重画图1-13，将尺寸的公差带画上影线。

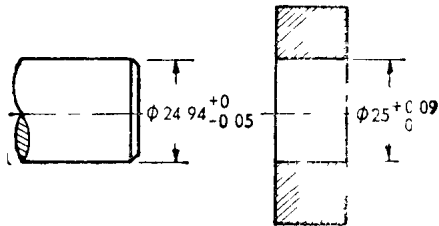


图 1-12

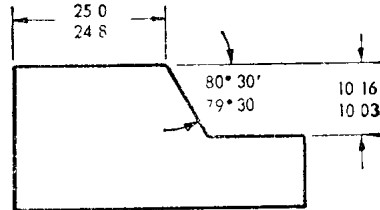


图 1-13

第2节 基本规则

规则1 数值的规定

对于确定每个面、点、线即要素的大小或位置所必需的每一个尺寸，都应在图样上给出数值。

主要尺寸不能从其它尺寸或参考其它文件推导出，也不能从图样上量取。

规则2 要求的独立性

图样上的每一项要求，如果不规定特定的关系，都是指独立应用的，与其它

或特征无关。

这个规则适用于每个尺寸的大小、尺寸极限、尺寸公差、形状或位置公差，以及任何物理、化学、电或其它要求。

如果需要对一项要求规定其特殊关系时，则应用文字说明或符号在图样中特别指出，或者在有关技术要求或标准中加以规定。

当规定了形状公差，但不用 MMC 修饰时，应该分别应用和测量，而与要素尺寸、颜色、重量、密度或其它特征无关。MMC 是指最大实体状态，将在第 6 节中阐述。用 MMC 修饰时，表示要素的尺寸和形状间具有特定关系。

对于高精度零件，设计中有时要求，所有的尺寸要素在最大实体尺寸时不能有形状误差。这种要求通常是在图样上由对每个尺寸要素的尺寸，加注一个在下面章节中将论述的零几何公差来给出的。另一个方法是加注文字说明，如“在最大实体状态下要求理想形状”，以规定所有要素的尺寸和形状之间的一般关系。

有些国家，例如联邦德国，建议用一个专用符号Ⓜ来代替上述的文字说明。该符号表示零件在最大实体尺寸时必须位于理想形状的包容面内。也有其它国家，例如美国，采取相反的方法，即不规定形状公差时，要求零件必须具有在最大实体尺寸下的理想形状。当尺寸和形状间不需要这种关系（许多被加工零件就是这种情况）时，图样必须加注文字说明，如“在最大实体状态下不要求理想形状”。当加注该文字说明时，其图样解释则同澳大利亚、英国和加拿大等国家不加注文字说明的图样解释一致。

有时要求同时检验两个独立的几何公差。这种特殊关系在图样上由加注文字说明“同时应用”来表示，如第 21 节所述。美国标准采取了相反的方法。该标准指出，这些几何公差被认为是有关的，且需要同时进行检验。看来似乎这些要素属于同一要素组，除非图样中另有规定，这些公差是无关的和独立的要求。

规则 3 隐含几何形状

每个零件或要素都应具有图样所表示的几何形状。

除有特别精确的要求外，不需要给定要素的几何形状要求。但图样所示的是直线就意味着有直线度要求，是圆线就意味着有圆度要求，是平行线就意味着有平行度要求，是垂直线就意味着有垂直度要求，是中心线就意味着有对称度要求，是对公共中心同心的两个要素则意味着有同心度要求。

所以，例如矩形零件的四个角不需要标注角度 90° ，也不需要对其相对的两边给定平行度要求。

但是，如果对图示形状和位置仅允许有一定的偏离，或者对形状和位置有一定的精度要求，那就必须给定要素的几何形状要求。如果对理想几何形状和位置允许有微小的偏离时，为了清楚地表示有此要求的某处尺寸，该处尺寸则应放大画出。图 2-1 示出了一些示例，图中未按比例画出的尺寸下面画有一横线。

规则 4 角度大小

角度用以控制线和面的一般方向，而不控制线和面上的各个点。

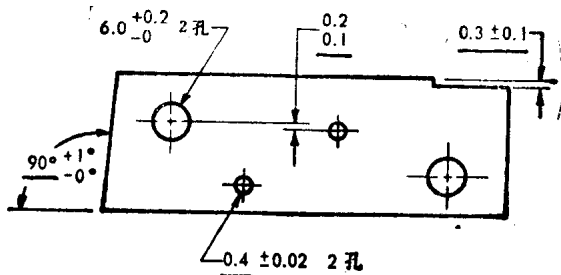


图2-1 小尺寸的放大画法

图 2-2 所示为在两个表面之间带有一个角度的简单零件, 如果用两块平板的工作面与零件表面接触时, 两块平板的工作面之间的角度必须位于图样上规定的角度极限之内。如果要求控制表面上的各个点, 则应采用第 11 节中阐述的倾斜度公差。

规则5 线性尺寸(不带基准的)

若不规范基准, 线性尺寸是指点对点之间的距离, 它可以是所标注表面的两对应点之间的距离, 也可以是图样上直接标注的两点之间的距离。

下列一些例子可以帮助理解这种点对点线性尺寸的原则。

图 2-3 示出了带有直径 D 的圆形要素, 其意思是指在沿圆周的两对应点之间测量时, 如在 $a-a$ 、 $b-b$ 或 $c-c$ 处, 直径应位于规定的尺寸极限内。

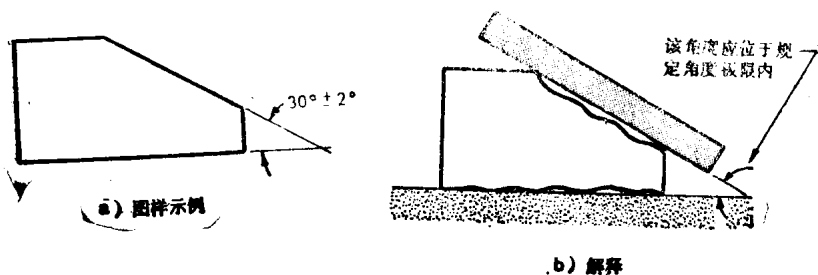


图 2-2 角度尺寸

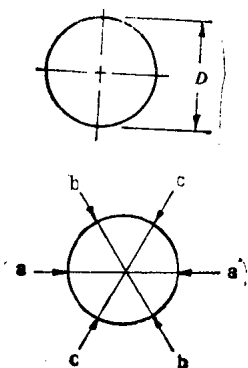


图 2-3 用于直径尺寸 (一)

圆柱零件的直径, 如图 2-4 中的直径 D , 是沿着其长度在任意两对应点之间, 如在 $a-a$ 、 $b-b$ 、 $c-c$ 或 $d-d$ 处应用。

该规则也适用于如图 2-5 所示具有非连续截面的零件, 此时直径适用于 $a-a$ 、 $b-b$ 或 $c-c$ 处。但是, 当对这种情况有疑问时, 例如两个表面相隔很远, 最好是重复注出尺寸。

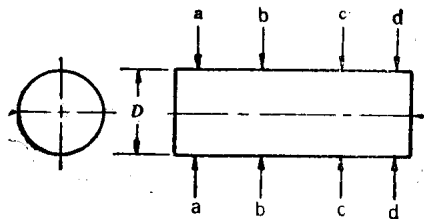


图 2-4 用于直径尺寸 (二)

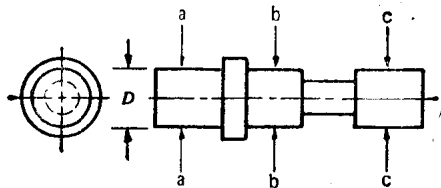


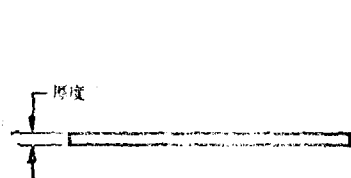
图 2-5 用于间断表面

此规则用于矩形零件时, 厚度的测量应垂直于两表面之间的中心线, 厚度均匀的零件, 则应垂直于表面进行测量。同时应在表面的不同点处进行足够数量的测量, 以保证整个表面符合厚度极限的要求。这条规则也同样适用于弯曲或弓形的零件, 如图 2-6 所示。

如果厚度不均匀即表面不平时, 在理论上, 测量应垂直于中心线, 且可以不完全垂直于表面, 如图 2-7 所示。

同样的解释也适用于长度测量。如果两端面互相平行且与邻面垂直, 长度通常应垂直于端面测量, 如图 2-8 所示。

如果端面与邻面不垂直, 或与另一个面不平时, 若要求精密测量, 就应该垂直于中心



a) 图样示例

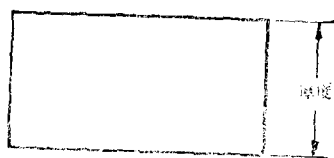


b) 测量点

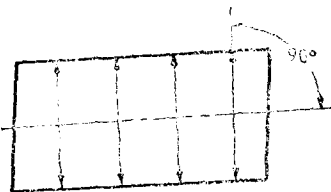


c) 弯曲或弓形零件的测量点

图2-6 薄形零件的厚度测量

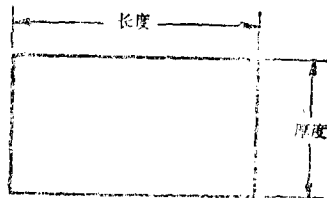


a) 图样示例

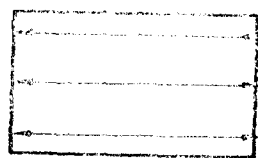


b) 测量方向

图2-7 厚度测量



a) 图样示例



b) 测量方向

图2-8 长度测量 (一)

或中心平面测量，如图2-9所示。

尽管有上述的规则，但测量还必须保持在零件边缘范围内进行，而不能象图2-10所示那样，试图垂直于两个端面在空间中的某一点上进行。因此，对于很薄的零件，其长度测量应平行于表面进行。

上述这些示例所示的正确测量方式完全是理论上的，在实际测量时并不需要找出中心线的方向，因为在大多数情况下，根据表面来测量还是相当准确的。但是在处理某些比较复杂

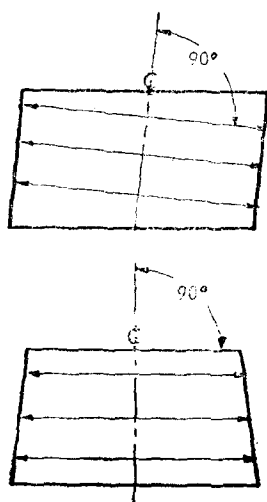
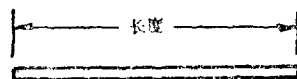


图2-9 长度测量 (二)



a) 图样示例



b) 不正确的长度测量



c) 正确的长度测量

图2-10 薄形零件的长度测量

的形状，特别是处理在上端或下端具有成型面的零件时，这些理论规则就显得非常重要了。例如，当零件如图2-11 a所示，在下端面有一个圆角时，其长度 L 应在 L_1 处测量，而不是在 L_2 处，高度 H 应在 H_1 处测量，而不是在 H_2 处，如图2-11 b所示。如果在 L_2 处的测量值超出了尺寸极限，并不说明是长度误差，而是角度误差。

这些规则应用于位置尺寸时（见图2-12），则尺寸 D 适用于从孔的轴线到零件侧面上相应点之间的距离，且垂直于侧面，即在 a 处测量。如果零件侧面与底面不垂直时，尺寸 D 则应在 b 处进行测量，所测值才是孔的轴线和零件侧面相应点之间的最短距离。

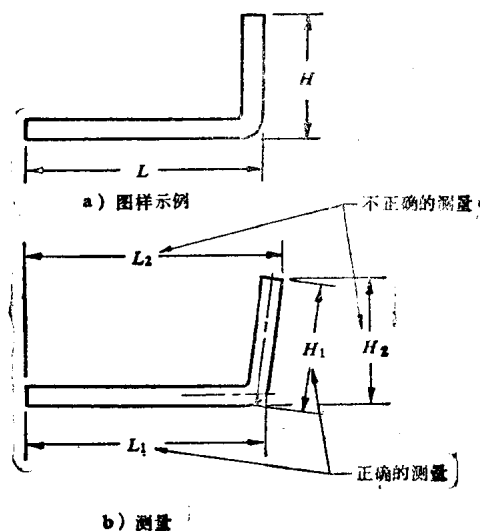


图2-11 成形零件的测量

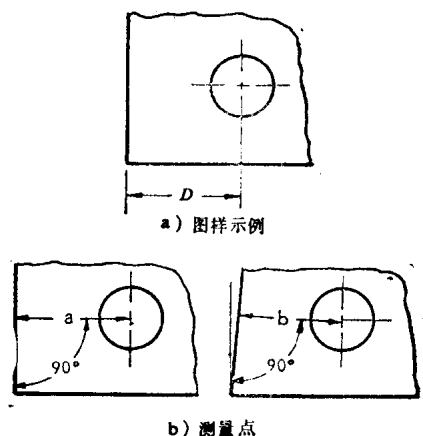


图2-12 位置的测量

当几个要素由一个尺寸控制时，如图2-13中由尺寸 D 控制一系列的孔，则尺寸 D 分别适用于每个孔的轴线到零件侧面对应点的距离。如果由于某种原因零件呈弓形，一系列孔位于同样弯曲的中心线上，则每个孔的位置分别在 a 、 b 和 c 处测量时，都应符合图样中尺寸极限的要求。

规则6 定位尺寸(相对于基准)

当定位尺寸起始于被指示为基准的要素或表面时，测量就应从理论基准进行，而不是从零件的实际要素或表面进行。

很多情况下，如图2-13所示中心线弯曲的零件往往不能满足功能要求，或者在图2-12中孔的位置要求平行于底面进行测量，这些要求均可通过使尺寸与基准要素有关而方便地加以

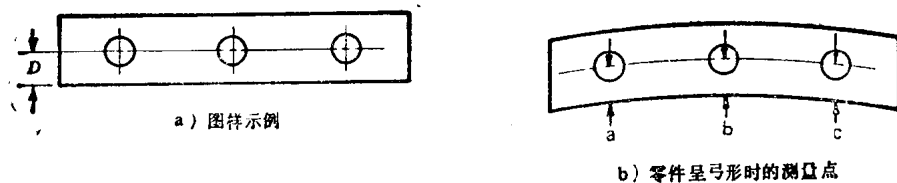


图2-13 弓形零件的测量

规定,如图2-14 $\ominus\ominus$ 所示。这个内容将在下面一些章节里,对座标尺寸公差的解释与几何公差和位置度公差相比较时,进行全面的叙述。

假定基准

由于起始点、线或表面与由尺寸定位的要素相互偏置,而往往存在不能应用点对点尺寸测量的基本规则的情况。此时,需要假定一个合适的基准,通常是把所涉及的线或面之一的理论延长部分作为假定基准。

下述一般规则涉及经常遇到的三种尺寸注法。但需要强调的是,如果对所假定的基准要素产生任何疑问时,则应规定所需的基准要素。尤其是尺寸公差与可能的形状变动量相比较小时,这种给定基准就显得特别重要。

1 如果尺寸涉及两个平行侧面或平面,则假定其中较大的一个侧面或平面为基准。

例如,如果图2-15 a 所示零件的两个表面不平行(见图2-15 b),那末只要上表面在a处和b处测量时位于尺寸极限内,尺寸D就可以认为合格,c处则不需要控制在尺寸极限之内。

2 如果侧面或平面只有一处可延长,则假定该侧面或平面的延长部分为基准。

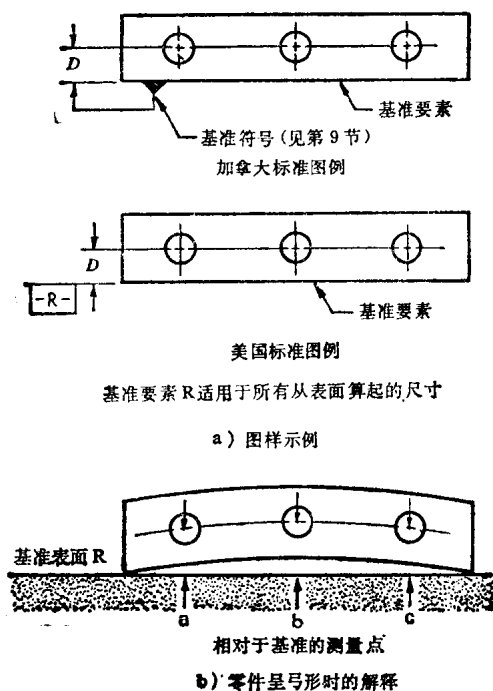


图2-14 涉及基准的尺寸

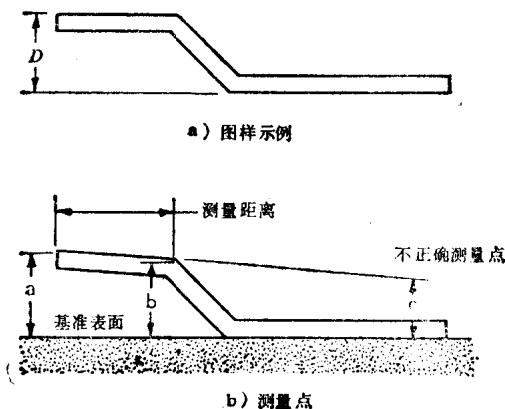


图2-15 假定基准 (一)

① 美国标准没有规定三角形基准符号,其基准符号如 $\boxed{-R-}$, 如果不象图2-14这样附加文字说明,就不适用于座标尺寸公差。

② 在ANSI Y14.5M—1982美国新标准中,对定位尺寸已规定了三角形基准符号,其注法同图2-14a 加拿大标准图例所示,解释仍同图2-14b——译者注。