



中国标准出版社

形状和位置公差标准 应用指南

汪恺 主编



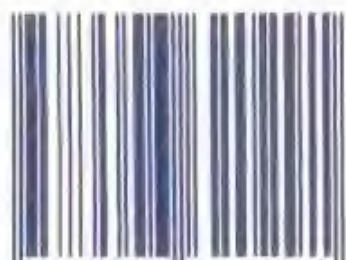
责任编辑: 韩基新 黄栩
封面设计: 徐东彦

责任校对: 刘宝灵
责任印制: 李京生

中国标准出版社出版的相关书目

《新编形位公差标准讲解》	12.00元
《机械工业标准应用问答丛书 形状和位置公差》	28.00元
《新编形状和位置公差标注示例图册》	88.00元
《中国机械工业标准汇编 形状和位置公差及其误差检测卷》	88.00元
《中国机械工业标准汇编 极限与配合卷》	65.00元

ISBN 7-5066-2029-4



9 787506 620291 >

ISBN 7-5066-2029-4

TH·188 定价: 86.00元

62

TG 851

12-29

形状和位置公差标准 应用指南

主 编 汪 恺



A0939952

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

形位公差标准应用指南/汪恺主编. —北京: 中国标准出版社, 1999. 12

ISBN 7-5066-2029-4

I. 形… II. 汪… III. 形位公差-基本知识
IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 49131 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电 话: 68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 787×1092 1/16 印张 39 $\frac{3}{4}$ 字数 946 千字

2000 年 10 月第一版 2000 年 10 月第一次印刷

*

印数 1—4 000 定价 86.00 元

第一章 概 述

产品的质量、功能及寿命除取决于合理的设计外,其内在质量和表面特征状况也是决定因素。内在质量主要受材料的化学成分、力学性能、内部产生的缩孔、受力后的开裂等因素的影响。表面特征状况是指表面的化学成分、硬度、粒度均匀度及几何特征状况等。

第一节 零件几何特征的形成及影响

零件的几何特征状况系指零件上各要素的尺寸偏差、形状和位置误差、表面波纹度和表面粗糙度等状况。

尺寸偏差是实际尺寸与基本尺寸之差或实际角度与基本角度之差,属宏观误差。它影响着工件的可装配性及配合性质等。

形状和位置误差是实际形状和实际位置相对其理想形状和理想位置的偏离,属宏观几何误差。它影响着工件的可装配性、配合性质、结构强度、接触刚度、密封性、运动精度及啮合性能等。

表面粗糙度是零件表面在其形成过程中所产生的周期性和非周期性的不规则微小峰谷。峰谷之间的间距和深度之比一般在 $5:1\sim 150:1$ 之间,属微观几何误差。它影响着工件的摩擦系数、密封性、防腐蚀性、疲劳强度、接触刚度及导电、导流性能等。

表面波纹度是工件表面上周期性不规则的峰谷。峰谷之间的间距大于表面粗糙度的间距。峰谷之间的间距和深度之比一般在 $100:1\sim 1\,000:1$ 之间,属微观和宏观之间的几何误差。它影响着工件的运动精度及配合性能等。

各种形式的误差或偏离的定义是难以严格确定的,它们之间没有明确的界限。国际标准化组织虽经长期讨论,但仍未得到确切的结论。目前只能根据其误差和不规则性的产生原因在国际标准中加以定义。

微观和宏观几何误差之间的主要差别除形成的原因不同之外,其检测方法也不相同。宏观误差可以用通用量仪在给定长度上测得,如在一定长度范围内用两点法测量尺寸、用功能量规检测同轴度和位置度、用指示器检测跳动等;而微观几何误差则需用专门的仪器测定,如用轮廓仪在有代表性的一段长度上测得。由于波纹度介于宏观误差和微观误差之间,有时较接近于微观几何误差,有时它的某些部分又会影响宏观误差的测量结果,因而它与表面粗糙度及形状误差的分界至今尚未在国际上得到统一。

各种几何误差产生的原因见表 1-1。

在工件的加工过程中,必然会产生上述几何特征的误差或偏离。误差值或偏离量的大小决定了工件的几何精度。

表 1-1

几何特征	产生原因
尺寸偏差	机床精度、工人技术水平
表面粗糙度	加工过程中刀具和工件表面之间的摩擦;切屑分离时的金属撕裂和塑性变形;刀具切削刃的形状;机床刀具系统高频振动;涂镀层;晶体形成过程与晶体结构;腐蚀和锈蚀等
表面波纹度	工具的形状误差;工件的偏心装夹;机床、刀具系统的振动等
形状误差	机床的形位精度,如导轨的直线度误差、主轴与工作台的不平行等;工件的装夹误差;刀具的装夹误差;切削力不均匀;工件翘曲变形;刀具磨损;机床、刀具系统的振动等

第二节 形状和位置公差提出

形状和位置误差(以下简称形位误差)对工件的装配和功能的影响是在 40 年代中期才开始在国际范围内受到重视的。在此以前,由于受到生产发展水平的限制,人们的认识大多停留在用尺寸公差来控制形位误差的初级阶段,因而对精度要求较高的零件只能采取收紧尺寸公差带的方法,这样,不仅提高了制造成本,在不少情况下也达不到控制形位误差的目的。

随着科学技术的发展,人们进一步认识到机器设备能保证加工零件达到一定的形状和相互位置的要求,因而提出了相对地放松尺寸公差,并给出形状和位置公差的方法以满足零件的功能要求。

生产实践证明,工件的某些形状和位置误差与尺寸公差无关。尺寸精度再高也无法控制工件要素的形状和位置误差,如:

——圆柱表面的棱圆和轴线弯曲(图 1-1)。

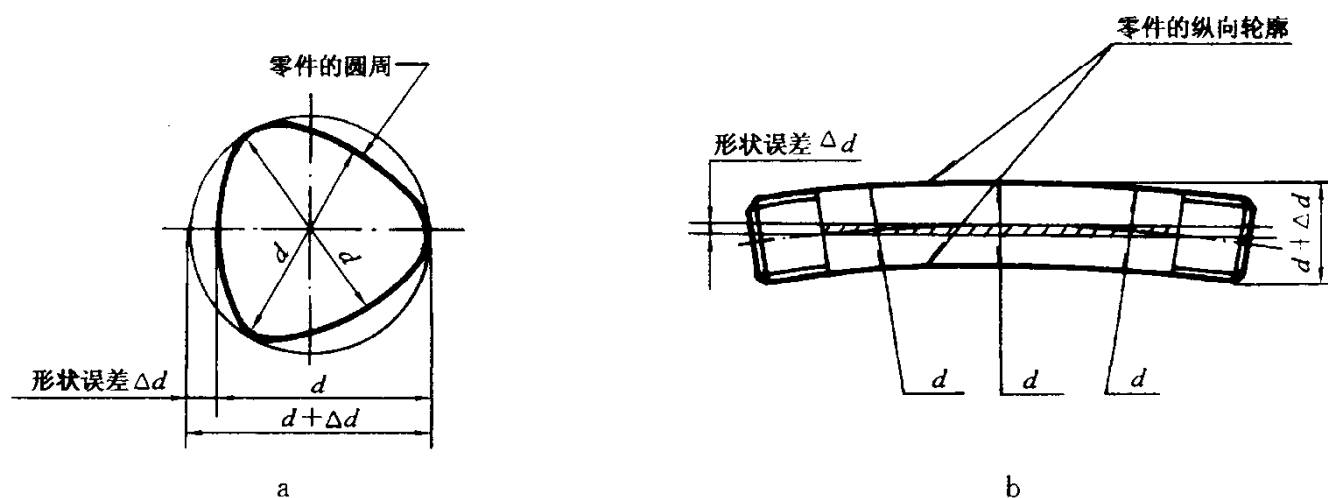


图 1-1

图 1-1a 表示在轴的横剖面内,直径由两点之间距离测得。由于存在形状(棱圆)误差,即使直径处处相等(均为 d),也无法与直径 $D=d$ 的孔相配。与之相配的孔必须考虑轴的形状误差 Δd ,即孔的直径应为 $D=d+\Delta d$ 。

图 1-1b 表示在轴的纵剖面内,直径由两点间距离测得。由于存在形状(轴线弯曲)误差 Δd ,即使直径处处相等(均为 d),也无法与直径 $D=d$ 的孔相配。与之相配的孔必须考虑轴的

形状误差 Δd , 即孔的直径应为 $D = d + \Delta d$ 。

——平表面间的垂直(图 1-2)。

图 1-2 表示两平表面的高度及长度由两对应点之间距离测得。如高度和长度处处相等(均为 b 及 l), 由于存在位置误差 Δx , 因此无法保证 A 面与 D 、 C 面和 D 面与 A 、 B 面之间的相互垂直要求。

——两孔或两轴之间的同轴(图 1-3)。

图 1-3 表示零件的两个孔 D_1 和 D_2 , 其尺寸均符合公差要求, 但由于两孔的轴线存在着偏离 Δx 而影响与之相配的轴的装配。

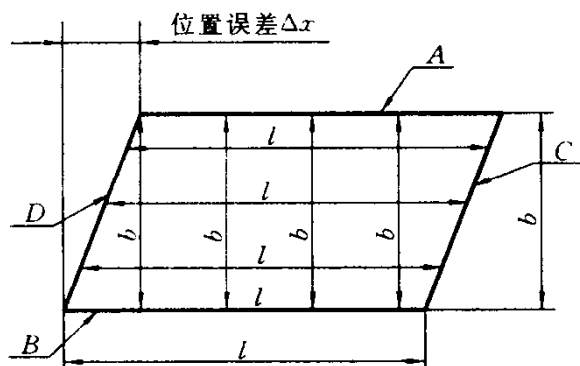


图 1-2

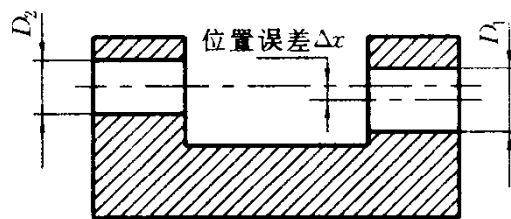


图 1-3

由上可知, 在一些情况下, 尺寸并不具备控制形位误差的功能。因此, 为了达到装配、互换的要求, 对零件除给出尺寸公差外, 还应给出形位公差的要求, 以满足日益提高的产品功能的要求。

第三节 形状和位置公差的标准

长期以来, 国际标准化组织和一些工业发达国家对形位公差的研究和标准化做了大量的工作。就如何确立和统一形位公差的基本概念及相关的术语定义; 如何给出形位公差的要求; 如何控制形位误差以及用什么方式在图样中表示有关基本概念、符号和标注方法等制定了一系列的国际标准和各国标准, 进一步推动了形位公差技术的发展。

1950 年, 美国、英国和加拿大三国联席会议首次向国际标准化组织 ISO 提出统一概念及统一表示方法(文字表示法)的问题, 称为 ABC 提案。同年美国军用标准 MIL-STD-8 首次提出了框格标注法和一系列形位公差项目的特征符号。这些提案和标准为以后 ISO 标准的制定和发布打下了基础。

ISO 第 10 技术委员会第 5 分委员会 (ISO/TC10/SC5) 承担了形位公差的标准化工作。1958 年 ISO 提出了关于形位公差框格表示法的标准推荐草案, 第一次向世界各国推荐了形位公差各项的特征符号和框格表示法。1969 年正式发布了国际标准 ISO/R1101-I:1969《形状和位置公差 第 I 部分 概论、符号、图样表示法》。自 ISO 发布了正式标准后, 各国相继采用, 美、英和加拿大也修订了本国标准, 或直接采用框格表示法或将框格表示法列入附录在全国推广。

自 1977 年开始, ISO/TC10/SC5 的各参与国致力于形位公差及尺寸公差之间关系的研讨

和统一。就要素实际尺寸和形位误差之间的关系,除了其必然的内在联系外,还取决于工件的功能要求达成了共识。绝大多数的工件要素,其尺寸公差和形位公差是相互独立的要求,它们所应遵循的是独立原则,ISO 将此原则称为图样上公差标注的基本原则。少数的工件要素由于功能要求只需控制在一定的理想边界之内。理想边界是由设计者根据功能要求给定的,如:要求控制在最大实体尺寸理想边界内,应给出符号 $\textcircled{E}$,以表示应遵循的是包容要求;要求控制在最大实体实效边界内,应给出符号 $\textcircled{M}$,以表示所应遵循的是最大实体要求;要求控制在最小实体实效边界内,应给出符号 $\textcircled{L}$,以表示所应遵循的是最小实体要求;如仅要求一个控制边界,而其实际尺寸允许超出极限尺寸时,应给出符号 $\textcircled{M}(\textcircled{R})$ 或 $\textcircled{L}(\textcircled{R})$,以表示应遵循的是最大实体要求和可逆要求或最小实体要求和可逆要求,其边界仍然是最大实体实效边界或最小实体实效边界。

ISO/TC10/SC5 经历了近 20 年的工作,对上述关系及所遵守边界的认识达到了统一。除了 1985 年发布的 ISO 8015《技术制图 公差标注的基本原则》外,又于 1996 年发布了 ISO/DIS 2692:1996《技术制图 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》。目前世界各国包括原经互会国家在内均已采用 ISO 标准,因此有关形位公差的概念、符号及图样上的表示方法已在世界范围内达到了真正的统一。

我国于 1978 年正式重新加入国际标准化组织。1980 年发布了参照采用 ISO 标准的四个形位公差最基础的标准,基本做到了与国际标准的统一。

在此基础上,由全国形位公差标准化技术委员会承担和组织了一系列有关形位公差和形位误差方面标准的制定、修订工作。1984 年发布了 GB 4249《公差原则》标准,确立了尺寸公差和形位公差之间的正确关系。纠正了尺寸在任何情况下均能控制形位误差的错误认识。GB/T 4380—1984《确定圆度误差的方法 两点、三点法》的提出,纠正了生产现场仅以两点或三点法测量圆度的错误概念。1987 年发布了 GB/T 7234 及 GB/T 7235,对用圆度仪测圆度的术语、定义及测量方法进行了规定,统一了圆度精度要求较高的测量方法。同年 GB/T 8069《位置量规》的发布,进一步建立了边界控制的概念。在 1989 年和 1992 年又分别制定和发布了直线度、平面度和同轴度误差检测的标准,作为 GB/T 1958—1980 的补充和细化。

“八五”期间,根据生产技术和国际标准化工作的进展,我们全面修订了 1980 年发布的有关形位公差的标准,制定了最大实体要求、最小实体要求和可逆要求的标准,做到了等效采用 ISO 标准,与国际接轨。

国际标准化组织十分重视几何特征标准化之间存在的不协调问题,特别是有关术语和基本概念。为了适应几何特征标准化方面的不断深入及该技术领域的不断发展,ISO 于 1992 年组成了三个技术委员会(ISO/TC3“极限与配合”,ISO/TC10/SC5“几何公差及尺寸公差表示法”和 ISO/TC57“表面特征及计量”)的联合协调工作组,即 JHG 3-10-57,负责三个技术委员会工作范围内的技术协调工作。JHG 经过四年卓有成效的工作,从术语、概念、分类,标准链及标准矩阵以及标准的制修订层次、日期等各个方面进行了技术协调。在 JHG 工作的基础上,1996 年 6 月 ISO 成立了新的技术委员会 ISO/TC213“产品几何技术规范”,同时撤消了原 ISO/TC3,ISO/TC10/SC5 及 ISO/TC57,使这三个方面的标准化工作能协调一致地在统一的新的 TC213 指导下进行。

第四节 我国标准、ISO 标准及采用 ISO 标准的情况

有关形位公差方面已发布的 ISO 标准和我国标准以及它们之间的关系见表 1-2。

表 1-2

ISO 标准	我国标准	采用程度
ISO/DIS 1101:1996 《技术制图 几何公差 形状、定向、定位和跳动公差 通则、定义、符号和图样表示法》	GB/T 1182—1996 《形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法》	等效采用 ¹
ISO/DIS 2692:1996 《技术制图 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》	GB/T 16671—1996 《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》	等效采用 ¹
ISO 7083:1983 《技术制图 几何公差符号 比例和尺寸》	GB/T 1182—1996 附录 A	等效采用
ISO/TR 5460:1985 《技术制图 几何公差 形状、定向、定位和跳动公差 检测原则和方法 指南》	GB/T 1958—1980 《形状和位置公差 检测规定》	参照采用 ¹
ISO 8015:1985 《技术制图 基本的公差原则》	GB/T 4249—1996 《公差原则》	参照采用 ¹
ISO 5458:1987 《技术制图 几何公差 位置度公差注法》	GB/T 13319—1991 《形状和位置公差 位置度公差》	参照采用
ISO 3040:1990 《技术制图 尺寸和公差表示法 圆锥》	GB/T 15754—1995 《技术制图 圆锥的尺寸和公差注法》	等效采用
ISO 2768-2:1989 《一般几何公差——第 2 部分 未注几何公差》	GB/T 1184—1996 《形状和位置公差 未注公差值》	等效采用
ISO 5459:1981 《技术制图 几何公差 几何公差的基准和基准体系》	—	—
ISO 1660:1987 《技术制图 轮廓度的尺寸和公差注法》	—	—
ISO 10578:1992 《技术制图 定向、定位公差 延伸公差带》	GB/T 17773—1999 《形状和位置公差 延伸公差带》	等效采用

续表 1-2

ISO 标准	我国标准	采用程度
ISO 10579:1993 《技术制图 尺寸和公差表示法 非刚性零件》	GB/T 16892—1997 《形状和位置公差 非刚性零件注法》	等效采用
ISO 4292:1985 《圆度误差评定法 两点法和三点法测量》	GB/T 4380—1984 《确定圆度误差的方法 两点、三点法》	参照采用 ¹⁾
ISO 6318:1985 《圆度测量 圆度的术语、定义和参数》	GB/T 7234—1987 《圆度测量 术语、定义及参数》	等效采用
ISO 4291:1985 《圆度误差评定法 半径变化量测量》	GB/T 7235—1987 《评定圆度误差的方法 半径变化量测量》	参照采用
—	GB/T 8069—1998 《功能量规》	—
—	GB/T 11336—1989 《直线度误差检测》	—
—	GB/T 11337—1989 《平面度误差检测》	—
—	JB/T 7557—1994 《同轴度误差检测》	—
1) 在 ISO 标准草案阶段(DIS)采用。		

第二章 形位公差通则、术语及表示法

产品结构设计给出了结构的理想形状及相互位置要求,但必须经过零件的加工制造和装配才能形成产品。无论加工设备多么精确,工人的操作技能如何高超,仍然不可能制造出具有完全理想形状和准确无误相互位置的零件和产品,零件上各要素的实际形状和位置相对于其理想形状和理想位置的偏离就是形状误差和位置误差。形状和位置误差的大小反映了零件的形状和位置的制造精度。形位误差的存在是客观、必然的,但它可以通过制造技术进行人为的控制。不能认为形状和位置的精度越高就越好,而是应根据零件功能进行经济合理的控制。这就是在图样中给出合理的形位公差的要求。加工制造过程按此要求进行控制,检测则是对加工制造是否保证了设计要求作出判断。我国标准 GB/T 1182 及国际标准 ISO 1101 对此均给出了系统的规定,本章将结合上述标准进行详细的介绍。

第一节 基本概念

控制零件的形状和位置误差,实质上是对构成零件各要素的控制,对各要素相对于理想状况变动量(偏离量)的限制。但仅仅限制其误差值是不够的,必须在整个要素上加以限制。因此,控制形位误差的不仅是一个公差值,而是包容整个被测要素的具有一定形状和一定大小的形位公差带(以下简称公差带)。零件的要素是否在此公差带内,即是否合格要通过检测来判断。不同的检测方法必然会有不同的检测结果,为了尽可能客观真实地反映要素的实际状况,我国标准、ISO 标准及各国标准均规定了形位误差的检测要符合“最小条件”的评定方法。符合最小条件的评定方法能最大限度地通过合格件,最大限度地减少误废而不造成误收。实际生产中的检测方法是多种多样的。标准中规定“最小条件”的评定方法并不意味着废除一切其他方法,而是提醒人们用其他方法得到的测试结果可能是偏大的,如据此来判断零件的合格与否,可能造成误废。当在检测过程中产生争议时,应以“最小条件”的评定方法进行仲裁。

1 形位公差带

形位公差带是设计者根据零件要素的功能要求在图样上给出的。设计者应从被测对象、所要求的公差项目、公差带的坐标方向、公差带的大小及有无基准要求等五个方面作出明确的标注。根据设计要求,可确定公差带的形状、公差带的大小和公差带的位置,公差带的放置方向除按设计给定的坐标方向外,还应根据最小条件的要求做微调。以上这四个方面确定了判断形位误差是否合格的公差带,即通常所说的通过影响公差带的四个因素来确定公差带。

(1) 公差带的形状

决定公差带形状的首要因素是被测要素的特征,其次为所要求的公差项目及公差带的坐标方向。如对于非圆曲线来说,只能用轮廓度控制,其公差带也只能是两等距曲线。对于轴线直线度,则要视其属一个坐标方向(x 或 y)、两个互相垂直的坐标方向还是极坐标(360°)方向来决定其公差带是一组平行直线、在互相垂直方向上的两组平行直线还是一个圆柱面。对于给定截面上的线(如素线、圆),其公差带是两维的;对于中心点、轴线、圆柱面、中心面、表面等,其公差带是三维的。如给出一个方向或两个方向,则表示仅在这个方向受限制。公差带的形状与

要素尺寸无关。

根据要素及公差项目的特征和图样上的标注,公差带的常见形状有下列九种(图 2-1):

- 圆内的区域(图 2-1a);
- 两同心圆之间的区域(图 2-1b);
- 两同轴圆柱面之间的区域(图 2-1c);
- 两等距曲线之间的区域(图 2-1d);
- 两平行直线之间的区域(图 2-1e);
- 圆柱面内的区域(图 2-1f);
- 两等距曲面之间的区域(图 2-1g);
- 两平行平面之间的区域(图 2-1h);
- 球内的区域(图 2-1i)。

在 GB 1182—80 中还有一种四棱柱的公差带形式,它用于轴线在两个互相垂直方向的直线度、平行度、垂直度、位置度等。ISO 1101:1983 以及各国标准也均有此规定。在修订 ISO 1101 时,取消了四棱柱公差带的形式,取而代之以两对互相独立的平行平面公差带,其方向相互垂直。据分析,这是由于给定的两个互相垂直方向的要求是独立的,是分别测量、分别满足要求的,因而不需要也不应该用一个共同的公差带来控制。GB/T 1182—1996 和 ISO 一致,也取消了这种四棱柱形式。

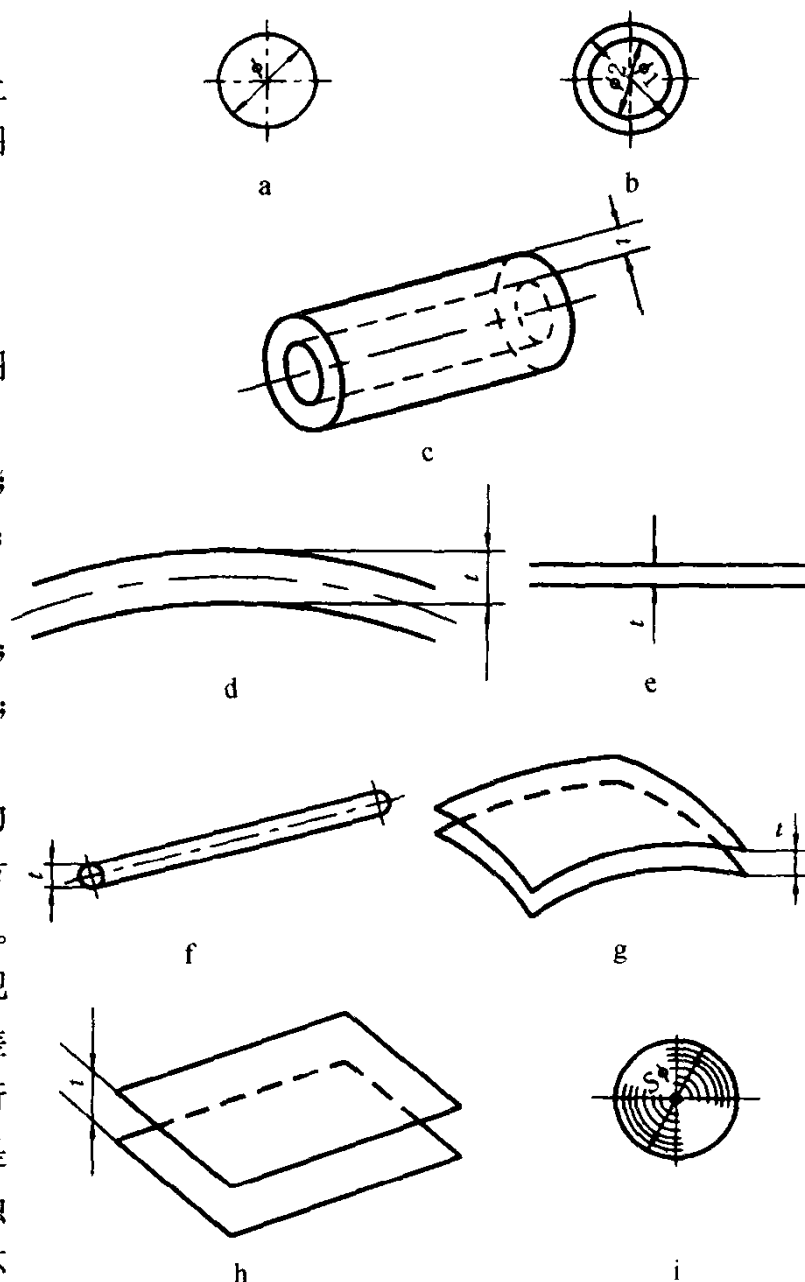


图 2-1

(2) 公差带的大小

公差带的大小指的是公差带的直径或宽度,是由给出的公差值决定的。

给出公差值的同时还应给出测量方向,此方向即框格指引线的箭头方向。箭头方向一般垂直于被测要素,也有垂直于轴线或不垂直于被测要素而与基准成一给定角度的情况。

公差带的大小代表了所要求形位公差精度的高低。

(3) 公差带的方向

公差带的放置方向直接影响到形位误差评定的准确性。

对于形状公差带,其放置方向应符合最小条件。

对于位置公差中的定向公差,其放置方向应由被测要素与基准的几何关系来确定。如平行度要求公差带放置方向与基准平行,垂直度要求公差带放置方向与基准垂直,而倾斜度则要求呈一定的角度。

对于定位公差,其放置方向是相对于基准的理论正确尺寸而对称配置的。其中,同轴度的被测轴线与基准轴线的理论正确尺寸为0,对称度的被测要素与基准要素之间的理论正确尺寸也为0,而位置度则在 x 、 y 、 z 三个坐标上分别给出理论正确尺寸。

跳动公差带的方向是垂直于基准轴线(径向跳动),平行于基准轴线(端面跳动)或与基准轴线成一定角度(斜向跳动)。

(4) 公差带的位置

形状公差带只是用来限制被测要素是否直,是否圆,是否平等形状要求。它与被测要素处于什么位置,实际尺寸的大小均无关。因此形状公差带的位置应与要素的设置方向一致。

由于零件要素同时受到尺寸公差的控制,因此形状公差带实际上必然在尺寸公差所允许的范围内浮动或受理论正确尺寸的控制(如轮廓度)。

位置公差带的位置直接与基准和尺寸性质有关。如被测要素与基准的关系由尺寸公差控制,则公差带除与基准保持所应有的几何关系(平行、垂直等)外,还可在尺寸公差带内浮动,见图2-2a;如被测要素与基准之间由理论正确尺寸控制,则公差带应固定在理论正确尺寸所要求的位置上,见图2-2b。

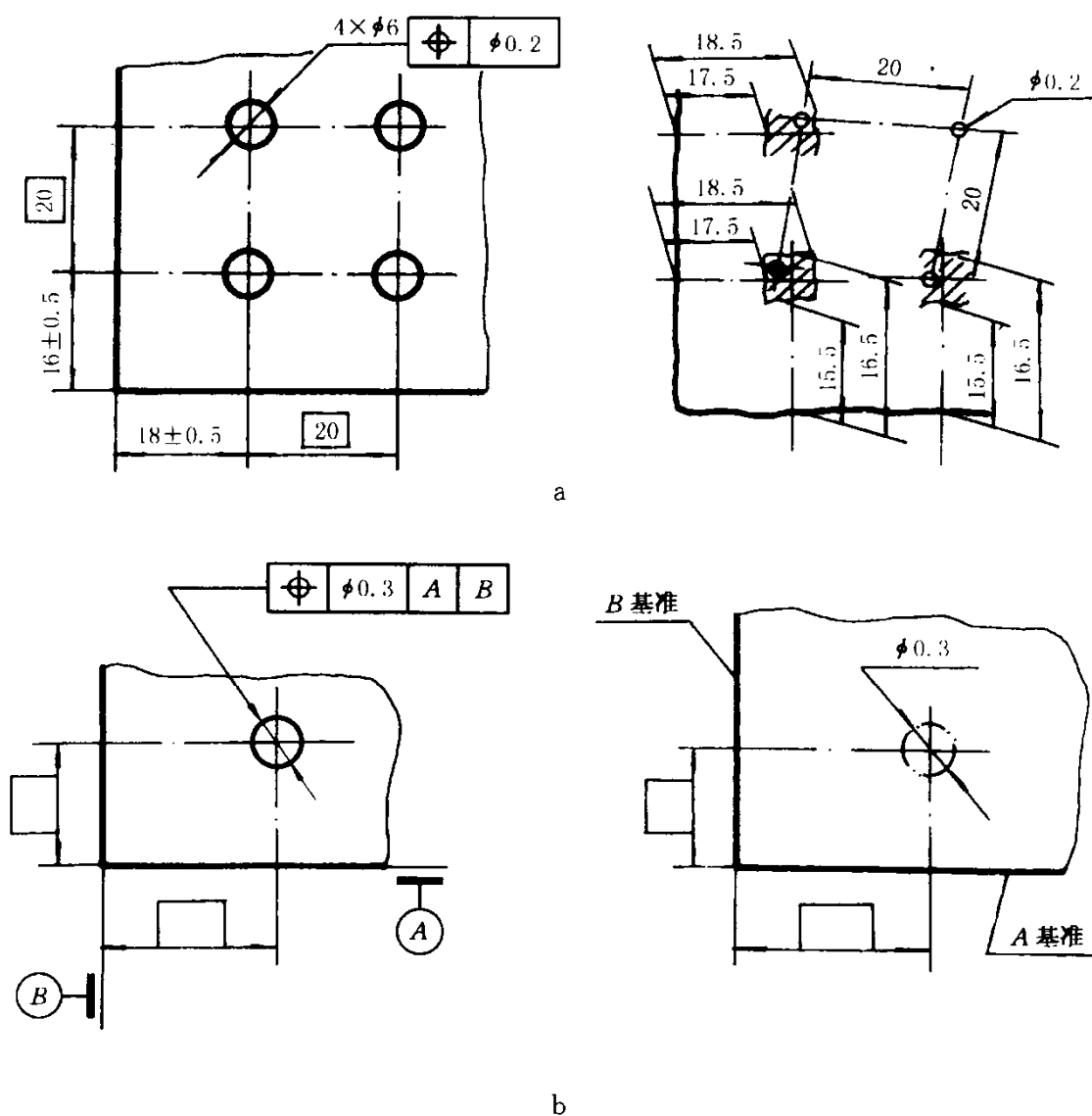


图 2-2

2 评定形位误差的原则——最小条件

评定形位误差有多种方法。如在生产现场评定直线度误差有两端点连线法,最小区域法,最小二乘法等;评定平面度误差有对角线平面法,三远点平面法,最小区域法,最小二乘法等;评定圆度误差有最小外接圆法,最大内接圆法,最小区域法,最小二乘法等。各种方法得出的误差值都不相同,甚至差异很大。这就会造成误废或误收,直接影响了产品的质量和制造成本。

按照 GB/T 1182 和 ISO 1101 的规定,形位误差的评定应符合最小区域法即最小条件,并以此为仲裁方法。在生产中究竟选择什么评定方法,影响因素是复杂的。在满足功能要求的前提下,应考虑检测的简便性与经济性。如有时采用最小二乘法,其原因是电算方便,所有点均参与计算,结果稳定。但是从理论上说,任何方法所得的结果均不小于最小区域法的评定结果。

形状误差各个项目符合最小条件的示例如下:

示例 1 直线度误差

图 2-3 为给定平面内的直线度误差及评定结果。

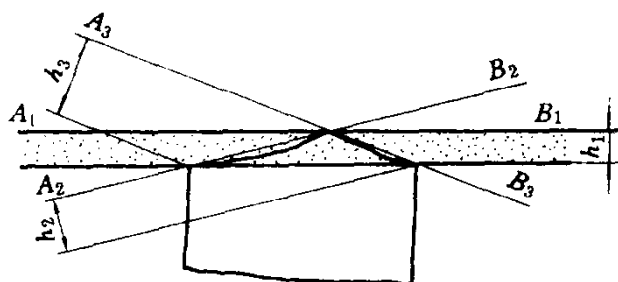


图 2-3

实际线上各点相对其理想直线的偏离量为直线度误差。误差值必须小于或等于给定的公差值。

与实际线接触并包容整个被测实际线的理想直线可以做无数根。由不同位置的理想直线与实际线之间的差异可以获得不同的误差值。

标准规定,理想线的选择必须符合最小条件,即理想直线与另一根与之平行的理想直线必须共同包容整个被测实际线,并使其间的距离为最小。

与其他位置的理想直线相比,某一对理想直线之任一根线与实际线上各相应点之间的最大距离为最小,这一对理想线就形成最小包容区域。

从图 2-3 中可以看出: A_1-B_1 , A_2-B_2 , A_3-B_3 , ……均是与实际线接触并包容整个被测实际线的理想线,但符合最小条件的只有 A_1-B_1 。它既包容了实际要素,又符合其间距离为最小的要求。它与另一根接触实际线并与之平行的理想线形成了最小包容区域,因而,该两平行直线之间的距离 h_1 为直线度误差。

示例 2 平面度误差

图 2-4 是平面度误差及评定结果。

实际表面上的各点相对其理想平面的偏离量为平面度误差。误差值必须小于或等于给定的公差值。

与实际面相接触并包容整个被测表面的理想平面可以有无数个。由不同位置的理想平面与实际平面之差异可得到不同的误差值。

标准规定,理想平面的选择必须符合最小条件,即理想平面及与之平行的理想平面必须包容整个被测实际面,并使其间的距离为最小,以此形成最小包容区域。

从图 2-4 中可以看出, $A_1-B_1-C_1-D_1$ 这一理想平面与实际面相接触并和另一与之平行的平面包容整个被测表面(图 2-4a), $A_2-B_2-C_2-D_2$ 也符合以上两个条件(图 2-4b)。还可以

做出多个符合以上条件的理想平面,但符合最小条件的只有一个。从图中可知,理想平面 $A_1-B_1-C_1-D_1$ 和另一与之平行的平面既包容了被测面,同时两理想平面之间的距离又是最小。因此,该两平行平面之间的距离 h_1 即为平面度误差。

示例 3 圆度误差

图 2-5 为横截面内的圆度误差及评定结果。

包容实际圆做一外包容圆,同时,再做一与之同心的内包容圆,形成两个同心的包容圆组。从每组包容圆之间的半径差可获得不同的误差值。其中最小的半径差就是符合最小条件的圆度误差值。

图 2-5 示出了两组同心圆。当然,还可以做出多组包容实际圆的同心包容圆。图中以 C_2 定心的 A_2 同心圆组的半径差为最小,符合最小条件,其半径差 Δr_2 即为圆度误差。

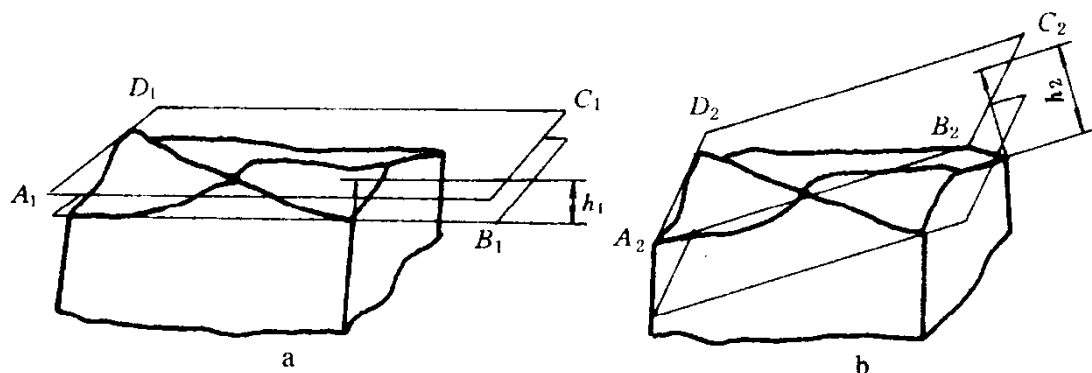


图 2-4

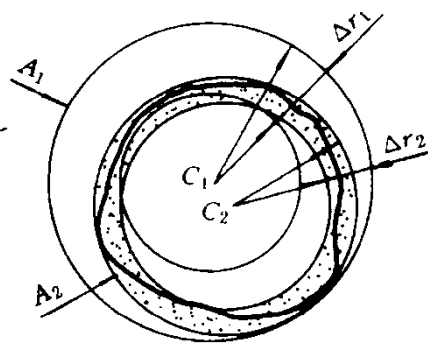


图 2-5

示例 4 圆柱度误差

图 2-6 为圆柱零件的圆柱度误差及评定结果。

包容实际圆柱面做一外包容圆柱面,同时,再做一与之同轴的内包容圆柱面形成两个同轴的包容圆柱面组。从每组包容圆柱面之间的半径差可获得不同的误差值。其中最小的半径差就是符合最小条件的圆柱度误差值。

图 2-6 示出了两组同轴圆柱面,还可以做出多组包容实际圆柱面的同轴圆柱面。图中以 Z_2 为轴线、半径差为 Δr_2 的 A_2 同轴圆柱面组半径差为最小,符合最小条件,此半径差 Δr_2 即为圆柱度误差。

示例 5 位置误差

位置误差符合最小条件主要有两个方面,其一是基准应符合最小条件。由于实际基准要素有形状误差存在,和被测要素一样,体现基准的理想要素,其放置位置必须符合最小条件。这一要求在国外标准和有关书籍中被称作最小摆动要求,见图 2-7;其二是按设计要求与基准成一定的几何关系(平行、垂直、同轴等)的理想被测要素应符合最小条件,即形成最小包容区域,见图 2-8。

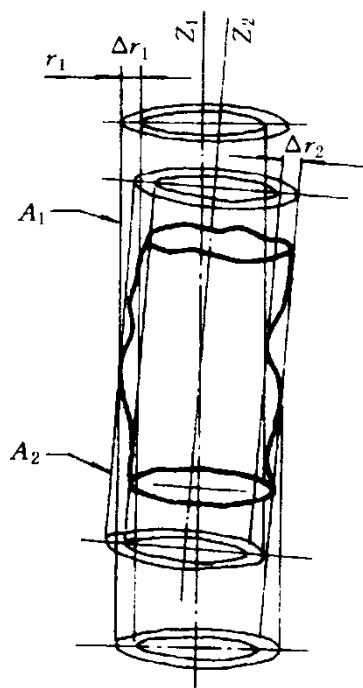


图 2-6

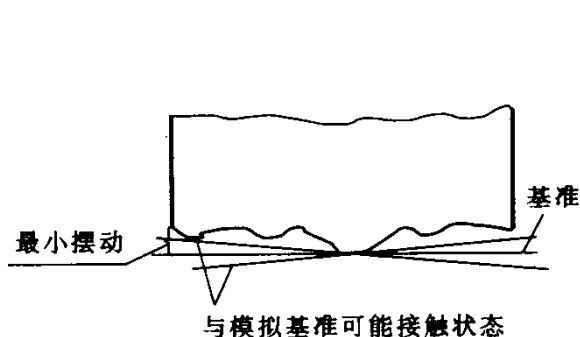


图 2-7

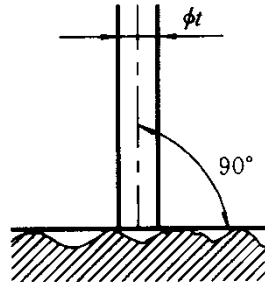
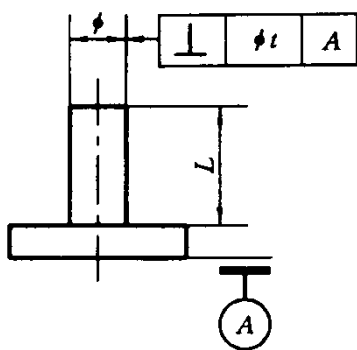


图 2-8

第二节 术语及定义

形位公差和形位误差的术语及其含义对国内和国际间技术信息的交流十分重要。相同含义的不同术语及同一术语的不同含义均会造成概念上的混淆和技术交流的障碍。在现代化生产和高速传递信息的今天,术语及其定义在国内及国际范围的统一显得尤为重要。国际标准化组织十分重视在公差和误差领域内术语和定义的统一和标准化工作。现已提出 ISO/DIS 14660-1《产品的几何规范(GPS) 几何要素 第1部分:通用术语和定义》; ISO/DIS 14660-2《产品的几何规范(GPS) 几何要素 第2部分:圆柱体和圆锥体的测得轴线;测得中心面;测得局部尺寸和局部直径的定义》;ISO/CD 5459-1《产品的几何规范(GPS) 几何公差的基础 第1部分:通用术语和定义》等有关形位公差和形位误差方面的术语和定义。我国也将等效或等同采用。现根据我国新制定的形位公差标准及 ISO 标准(草案)中所涉及的术语及定义进行介绍。

几何公差的基准 第1部分:通用术语和定义》等有关形位公差和形位误差方面的术语和定义。我国也将等效或等同采用。现根据我国新制定的形位公差标准及 ISO 标准(草案)中所涉及的术语及定义进行介绍。

1 要素

(1) 要素 组成零件的点、线、面。

- ① 轮廓要素(实有要素)¹⁾ 零件表面上的面或线。
- ② 中心要素(取得要素)¹⁾ 从一个或多个轮廓要素上获取的中心点、中心线或中心面。
- ③ 单一要素 给出形状公差要求的要素,如圆、圆柱面等。
- ④ 关联要素 对其他要素有功能关系的要素。
- ⑤ 被测要素 给出了形状或(和)位置公差的要素。
- ⑥ 基准要素 用来确定理想被测要素方向或(和)位置的要素。

(2) 尺寸要素 用线性尺寸确定的几何形状。

注:尺寸要素可以是一个圆柱面、一个球面或者两个相对应的平面,术语“光滑工件”和“单一要素”,其意义与此接近。

(3) 理想要素 理论正确的要素。

- ① 理想轮廓要素 由技术图样或其他文件规定的理论正确的轮廓要素。
 - ② 理想中心要素 从一个或多个理想轮廓要素上获取的中心点、中心直线或中心平面。
- (4) 零件的实际表面 使整个零件与周围介质分隔的实际存在要素的组合。

1) 括号中为 ISO 标准中的名称。

(5) 实际的(轮廓)要素 受邻近的实际(轮廓)要素所限的零件实际表面的轮廓要素部分。

(6) 测得的轮廓要素 由实际要素上的有限点测得的近似实际要素的代表体。测量方法应符合规定。

注：代表体的取得应符合要素的功能要求。每一个实际(轮廓)要素上会存在若干个代表体。

(7) 测得的中心要素 从测得的轮廓要素上获取的中心点、中心线或中心面。

(8) 组成的轮廓要素 具有理想形状的轮廓要素。该理想形状是根据测得要素并按规定的方法确定的。

(9) 组成的中心要素 从一个或多个组成的轮廓要素上获取的中心点、中心直线(曲线)或中心平面(曲面)。

(10) 各几何要素定义之间的内在关系

图 2-9 示出了按定义表达的上述各要素之间的内在关系。

图 2-10 表示各种要素内在关系的图解。

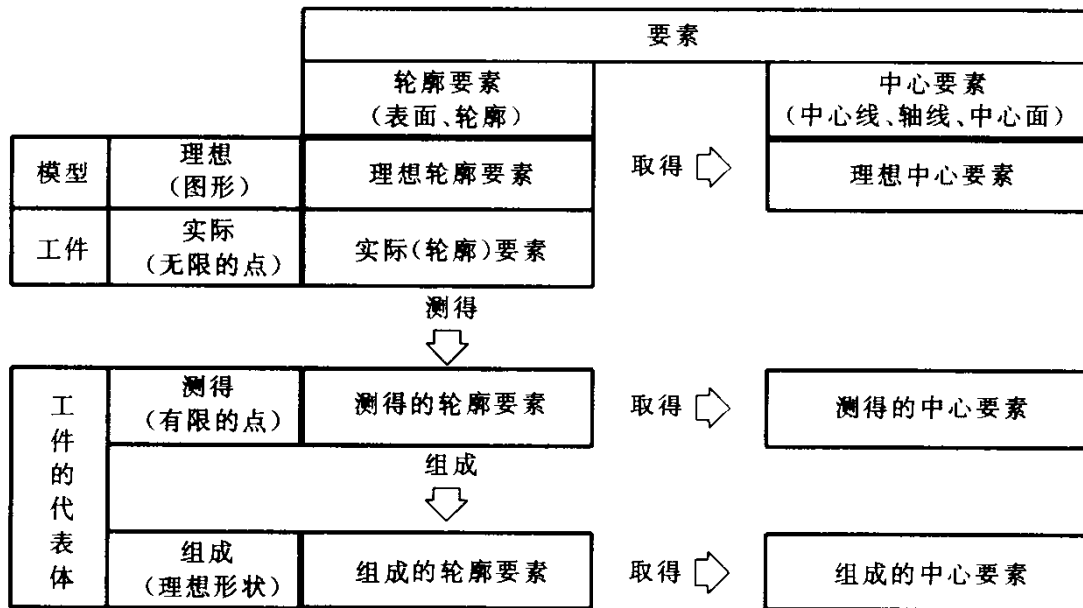


图 2-9

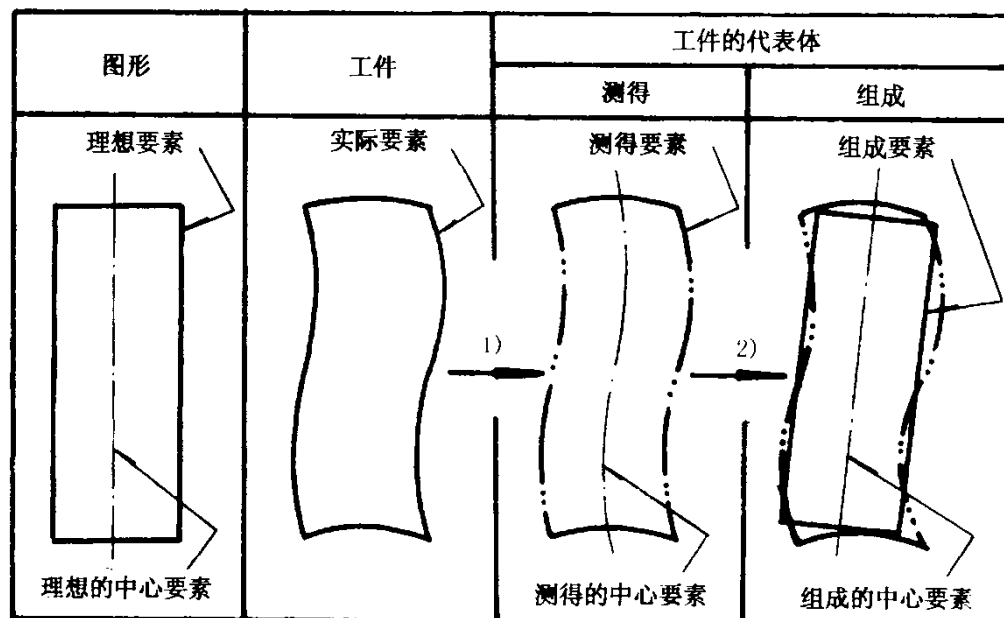


图 2-10