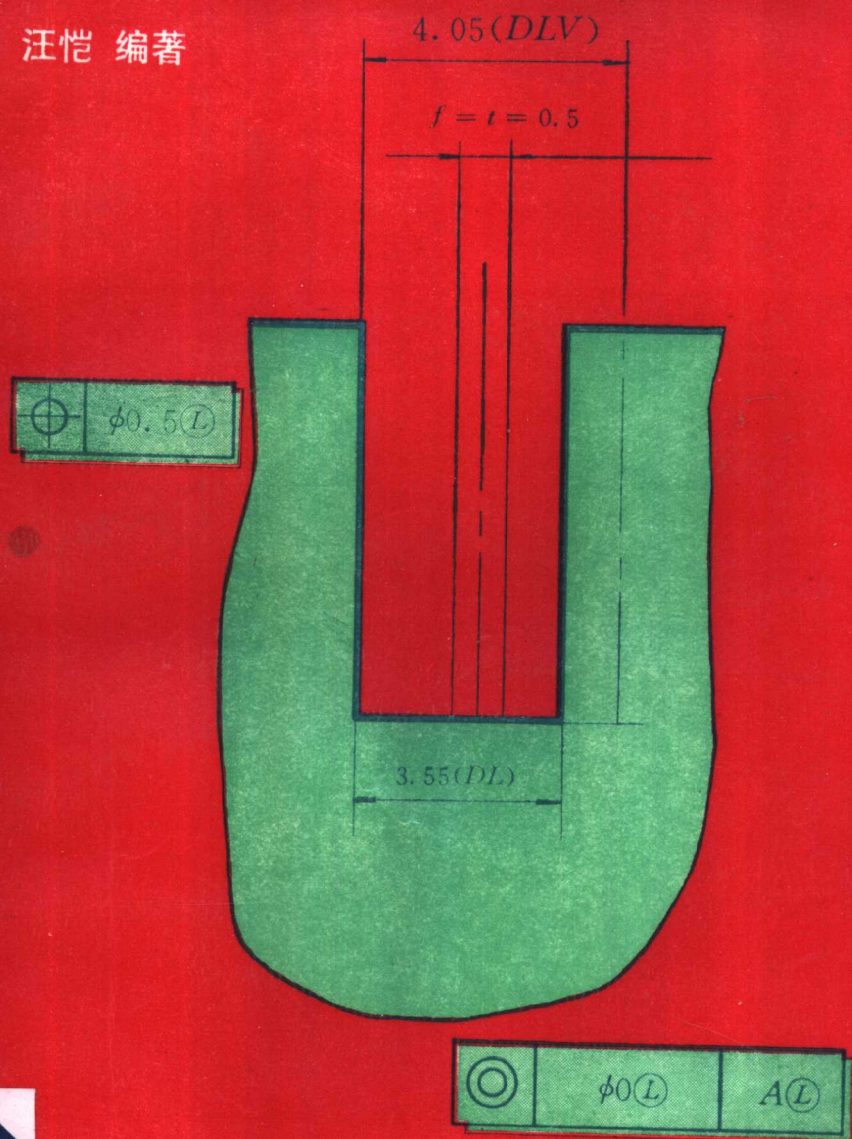


汪恺 编著



新编形位公差标准讲解

新编形位公差标准讲解

汪 恺 编著

中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编形位公差标准讲解/汪恺编著. -北京:中国标准出版社,1996.12

ISBN 7-5066-1300-X

I. 新… II. 汪… III. ①形位公差-国家标准:公差标准-中国-学习参考资料②形位公差-国际标准:公差标准-学习参考资料 IV. TG 801-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 13927 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 850×1168 1/32 印张 3½ 字数 106 千字

1997 年 2 月第一版 1997 年 2 月第一次印刷

*

印数 1—5000 定价 12.00 元

*

标 目 300 —01

前 言

《新编形位公差标准讲解》是介绍近年来新制、修订的形状和位置公差(以下简称形位公差)标准的主要内容及采用 ISO 标准的有关情况。

1980 年我国发布了 GB 1182—80《形状和位置公差 代号及其注法》、GB 1183—80《形状和位置公差 术语及定义》、GB 1184—80《形状和位置公差 未注公差的规定》和 GB 1958—80《形状和位置公差 检测规定》四个形位公差的国家标准。其中 GB 1182 和 GB 1183 是参照采用国际标准 ISO 1101—1969《技术制图

形状和位置公差 形状、方向、位置和跳动公差 通则、定义、符号和图样表示法》制定的。GB 1958 是参照采用 ISO/TR 5460《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》制定的。GB 1184 是在当时还没有相应的国际标准参照下,国标工作组从实际生产中测得的大量数据进行数据处理后,寻找出数系规律而制定的标准。上述标准内容科学合理、技术领先,相当于当时形位公差领域的国际先进水平,奠定了我国在形位公差技术领域的基础。

随着形位公差技术领域的不断发展,在原有标准的基础上,又相继制定和发布了一系列形位公差国家标准和行业标准,到目前为止已发布的共有 14 项标准,它们是:

GB 1182—80 《形状和位置公差 代号及其注法》、

GB 1183—80 《形状和位置公差 术语及定义》

GB 1184—80 《形状和位置公差 未注公差的规定》

GB 1958—80 《形状和位置公差 检测规定》

GB 4249—84 《公差原则》

GB 4380—84 《确定圆度误差的方法 两点三点法》

1CAC02/06

GB 7234—87 《圆度测量 术语、定义及参数》

GB 7235—87 《评定圆度误差的方法 半径变化量测量》

GB 8069—87 《位置量规》

GB 11336—89 《直线度误差检测》

GB 11337—89 《平面度误差检测》

GB 13319—91 《形状和位置公差 位置度公差》

JB/T 5996—92 《圆度测量 三测点法及其仪器的精度评定》

JB/T 7557—92 《同轴度误差检测》

其中 GB 1182—80 } 将被 GB/T 1182 代替
GB 1183—80 }

GB 1184—80 将被 GB/T 1184 代替

GB 4249—84 将被 GB/T 4249 代替

形位公差标准的制定和实施,得到了工程界、科技界和教育界的重视,高等院校和科研单位为此开展了一系列科研工作,如圆度、圆柱度的测量方法、仪器设备的试制开发及软件的应用开发等。经过15年的贯彻执行,已将形位公差标准应用于生产的各个环节,对推动我国的技术进步,提高产品质量,进行国际间技术交流和贸易往来都起到了显著的作用。

在国际标准化方面,这15年来,形位公差领域发展很快,各发达国家都十分重视。国际标准化组织第10技术委员会第5分委员会(ISO/TC10/SC5)在这期间提出了一系列新标准,对ISO 1101等标准进行了全面的修订,对框格表示法补充了新的规定。制、修订的主要标准有:

ISO 5459—1981 《技术制图 几何公差基准和基准体系》

ISO 1101—1983 《技术制图 几何公差 形状、定向、定位及跳动公差 通则、定义、符号及图样表示法》

ISO 7083—1983 《技术制图 几何公差符号 比例和尺寸》

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》

ISO 8015—1985 《公差标注的基本原则》

ISO 1660—1987 《技术制图 轮廓度的尺寸和公差注法》

ISO 5458—1987 《技术制图 几何公差 位置公差》

ISO 2692—1988 《技术制图 几何公差 最大实体原则》

ISO 3040—1990 《技术制图 尺寸和公差表示法 圆锥》

ISO 10578—1992 《技术制图 定向定位公差 投影公差带》

ISO 10579—1993 《技术制图 尺寸和公差 非刚性零件》

80年代末至今,ISO 还开展了对最小实体要求和可逆要求的研究和标准化工作,对1988年发布的ISO 2692标准又作了修订。

在上述国际标准的制修订工作中,我国均派专家参加,掌握了大量的信息和动态,因此我国与ISO得以同步地开展形位公差国家标准的制修订工作。现修订了GB 1182、GB 1183、GB 1184和GB 4249,新制定了《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》标准,这些标准均等效采用ISO相应的标准。

本讲座在系统介绍形位公差基本概念的同时,主要介绍我国这批新标准的内容和等效采用ISO四个标准的情况,以便各企业、科研单位尽早了解这些标准,做好贯彻实施这些标准的准备。

编者

1996年6月

目 录

第一讲 基本概念	1
一、形状和位置误差的形成	1
二、形状公差提出	5
三、形状误差的评定原则——最小条件	9
第二讲 形位公差分类、符号和框格表示法	13
一、形位公差分类	13
二、形位公差符号	15
三、形位公差框格标注法	16
第三讲 形位公差公差带定义和示例	38
一、形状公差的公差带定义及示例	38
二、形状或位置公差的公差带定义及示例	41
三、位置公差的公差带定义及示例	43
第四讲 各种相关性要求的基本概念符号及表示方法	64
一、包容要求 $\textcircled{E}$	65
二、最大实体要求 $\textcircled{M}$	67
三、最小实体要求 $\textcircled{L}$	75
四、可逆要求 $\textcircled{R}$	83
五、延伸公差带	86
六、自由状态条件 $\textcircled{F}$	91
第五讲 形位公差公差值	93
一、未注公差值	93
二、注出公差值	97

第一讲 基本概念

形位公差是用于控制产品质量的一项重要技术指标,是相对于形位误差而提出的。40年代初期人们发现尺寸公差已不能完全控制零件的精度而严重影响产品的互换时,国际标准化组织和发达国家开始了形位公差的研究和标准化工作。

要理解形位公差,必须首先了解形位误差的形成,以便合理地控制它,并以此为保证产品质量的重要手段。

一、形状和位置误差的形成

零件所存在的各种形位误差,一般是由于加工过程中受到加工设备、刀具、夹具以及原材料的内应力等各种因素造成的。

1. 形状误差的形成

由于加工零件本身的内应力及其装夹方式和所受到的切削合力以及机械振动等因素都会使零件产生形状误差,举例如下:

加工细长的轴类零件时,在两端顶尖支承和切削力的作用下,会产生弯曲变形(图 1a)。由于切削深度的变化,轴的两端较之中心点切削深度要大,当零件处于自由状态时,则呈现鼓形(图 1b),这就形成了圆柱度误差。

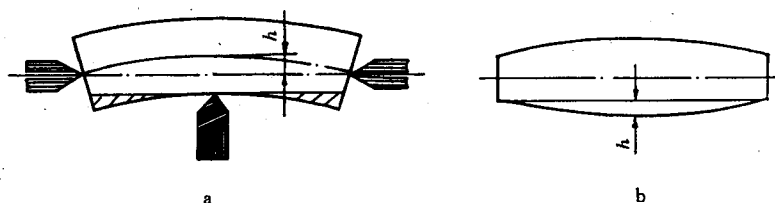


图 1

一端夹紧的轴,处于悬臂状态,由于切削力的作用而产生向上弯曲

(图 2a),造成了切削深度的不同,零件取下以后,在自然状态时呈喇叭形(图 2b),这就形成了圆柱度误差。

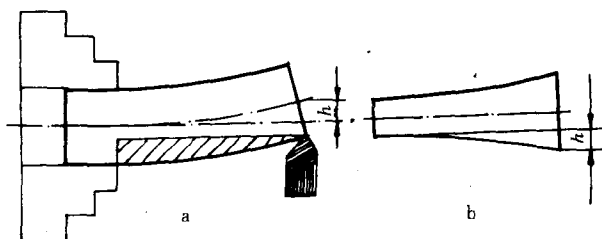


图 2

由三爪卡盘夹紧的薄壁零件,由于夹紧力的作用,工件产生变形(图 3a),在镗孔时,假设不计其振动的影响,镗孔基本上没有误差,但松开卡盘后,工件恢复了原来形状,所加工的孔呈三棱形(图 3b),产生了圆度误差。

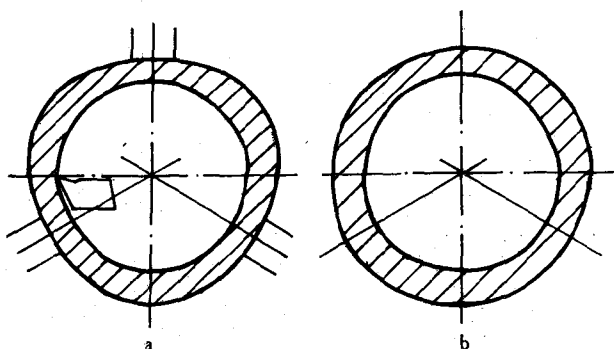


图 3

圆柱零件在加工过程中,由于机床的振动,使主轴回转精度受到影响,加工后的零件会产生圆度误差(图 4a)和圆柱度误差(图 4b)。

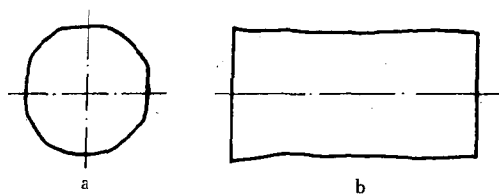


图 4

由于机床主轴顶尖和尾架顶尖的连线与机床导轨不平行,使工件在加工过程中,切削深度发生变化(图 5a),加工后零件呈锥形,形成圆柱度误差(图 5b)。

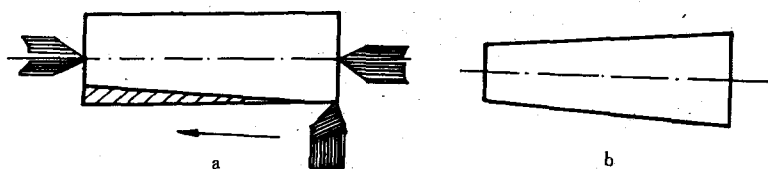


图 5

2. 位置误差的形成

由于机床本身存在的定位误差,零件的安装和定位误差,夹具和刀具的安装和调整误差以及夹紧力和切削力引起零件自身变形等各种因素,使零件产生位置误差。举例如下:

由于夹具的刚性较差,刨削时受切削力影响,夹具产生变形,导致切削深度的变化,致使角铁两侧面间产生垂直度误差(图 6)。

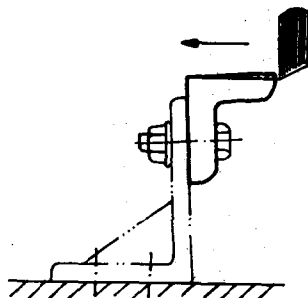


图 6

工件在机床工作台上,由于安装方法不当,夹紧力使工件变形(图 7a),加工时两钻头轴线平行,松开夹具后工件恢复原来形状,导致两孔产生平行度误差(图 7b)。

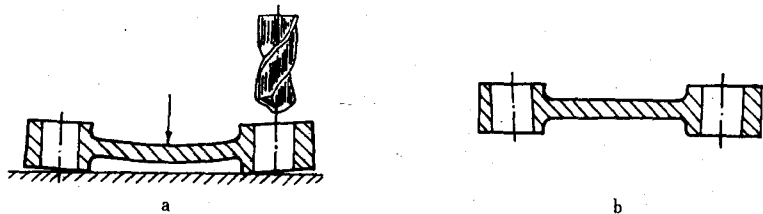


图 7

由于钻模钻套轴线之间存在误差,加工后工件就会产生位置度误差(图 8)。

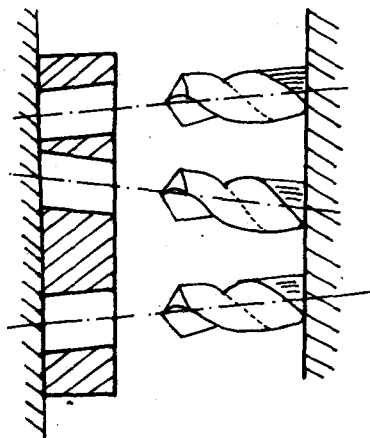


图 8

阶梯轴零件,掉头加工另一端轴颈时,由于定位基准的变化,会产生同轴度误差(图 9)。

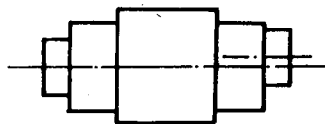


图 9

由于钻床钻头轴线与工作台存在着垂直度误差,加工后的工件孔与端面亦会产生垂直度误差(图 10)。

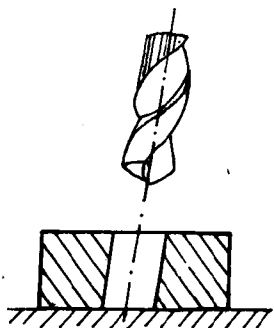


图 10

从以上示例可以看出,形状和位置误差是客观存在的,是不可避免的,但它是可以被控制在一定精度内的。

二、形位公差的要求

给形位误差以控制,使其控制在一定的精度范围内以满足零件的功能要求,这就需要在图样中给出形位公差的要求。

给出的形位公差要求是对组成零件各要素的实际形状和位置偏离其理想状况的要求。它不仅仅是一个量的要求,而是对整个被测要素的要求。

在零件图上给出的形位公差要求应用框格表示,未给出形位公差的要素应遵守未注公差标准的规定,同样也是被控制的要素。因此,可以说图样上零件的任何要素均有相应的形位公差要求。

1. 控制形位公差的对象

控制形位公差的对象不是指零件而是指零件上的要素。组成零件的要素是点、线、面。

点、线、面本身只有形状公差要求时称作为单一要素。点、线、面相对于基准或作为其它要素的基准而具有位置公差要求时称关联要素。关联要素的点、线、面构成了位置公差的被测要素或基准要素。

(1) 构成零件特征——点、线、面。

任何零件都是由点、线、面组成的,如图 11 所示:

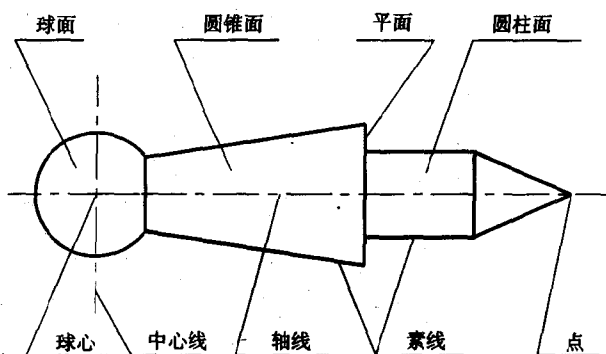


图 11

点——圆心、球心、中心点、交点等,如图 11 中的球心、轴线和锥点等。

线——素线、曲线、交线、轴线、中心线、刻线等。

面——平面、曲面、圆柱面、圆锥面、球面、中心平面等。

点具有位置但无大小,因此点要求控制的误差仅是位置而没有形状。线和面则需控制形状和位置的误差。不论控制要素的误差是对形状或位置而言,都是对整个被测要素的控制。

(2) 要素分类

常涉及到的要素有以下几种:

a. 轮廓要素

是实际存在的要素,是人们看得到或触摸到的要素,如图 11 中

的球面、圆锥面、平面、圆柱面、锥点、素线等。

b. 中心要素

是实际上不存在的而由其轮廓要素导出的一种要素,如图 11 中的球心和轴线。它是几何要素中非常重要的一种要素。最大实体要求、最小实体要求和可逆要求都是对中心要素而不是对轮廓要素提出的。

c. 实际要素

实际要素是零件上实际存在的要素,可能是轮廓要素也可能是中心要素,是相对于理想要素提出的,通常所说的被测要素一定是指实际要素。

d. 理想要素

理想要素指的是几何意义的,非常完美没有任何误差的要素,实际上并不存在。在评定误差时,实际要素必须与理想要素相比较,所以在建立实际要素概念的同时必须建立理想要素的概念。

2. 形位公差的控制概念——公差带

零件要素不仅用公差值来控制,而且还应根据零件要素的特征在二维或三维空间内控制其误差。如要素的误差在公差带内即视为合格。

公差带是由要素本身的特征和设计要求确定的。控制点、线、面的常见公差带有以下 9 种形式(图 12):

- 两平行直线之间的区域(图 12a);
- 两等距曲线之间的区域(图 12b);
- 两同心圆之间的区域(图 12c);
- 圆内的区域(图 12d);
- 球内的区域(图 12e);
- 圆柱内的区域(图 12f);
- 两同轴圆柱面之间的区域(图 12g);
- 两平行平面之间的区域(图 12h);
- 两等距曲面之间的区域(图 12i)。

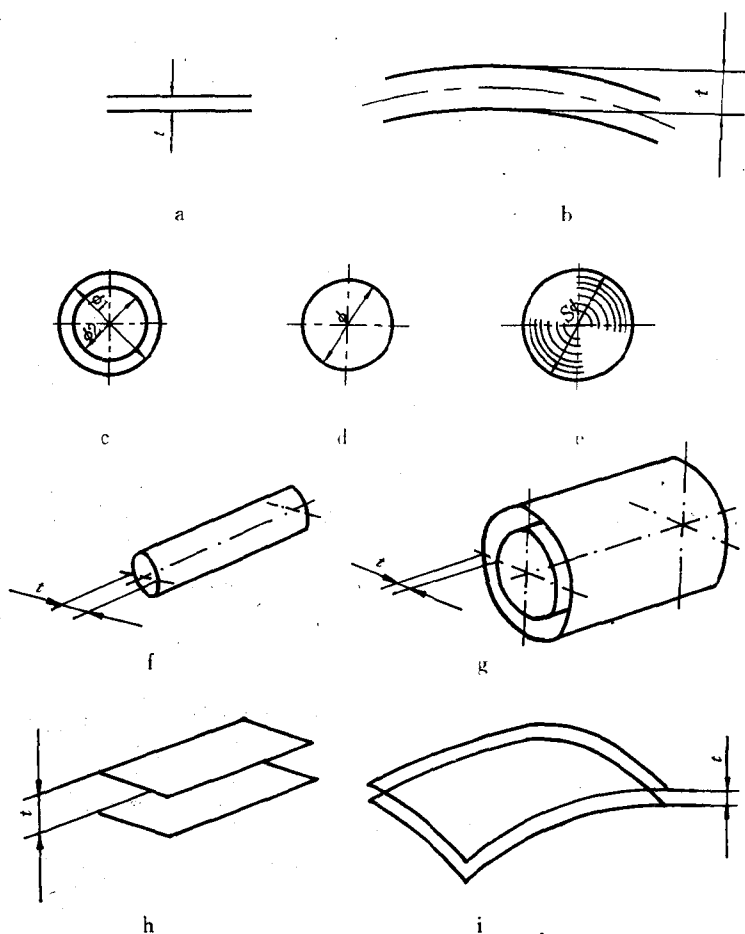


图 12

公差带是由大小、形状、方向和位置四个因素确定的。

零件上给出的公差值是指公差带的宽度还是直径,取决于被测要素的形状和设计功能的要求。如对于圆度,所给出的公差值只能是宽度值,对于同轴度,所给出的公差值是直径值。

公差带呈何形状,取决于被测要素的特征和设计要求,包括形位

公差项目和给定方向等。如被测要素是平面,则其公差带只能是两平行平面;被测要素是非圆曲面,其公差带就是两等距曲面;有时,形位公差的项目特征决定了形位公差带的形状,如同轴度的公差带只有圆柱面一种。

公差带的放置方向直接影响误差评定的准确性。对于形状公差带,其放置方向应符合最小条件。对于位置公差中方向公差带,其放置方向由被测要素与基准的几何关系来确定,而对于定位公差带,其放置方向则由相对于基准的理论正确尺寸来确定。

对于形状公差带本身,没有位置要求,只是用来限制被测要素的形状误差。对于位置公差带其位置是由相对于基准的尺寸或理论正确尺寸定位。

三、形位误差的评定原则——最小条件

评定被测要素在加工过程中所产生的形位误差可以有不同的方法,如对直线度误差的测定有两端点连线法、最小二乘法和最小区域法等,各种方法得出的误差值都不相同,这样会导致产品在检验时误废或误收。

按照国家标准规定,形位误差的评定应符合最小条件。最小条件就是指两平行直线(平面、圆、圆柱面)包容被测要素且距离或直径为最小。最小条件既包容了整个被测要素又使误差值为最小。

最小条件是生产和检测中仲裁时所应遵循的原则,是科学合理的评定形位误差的方法。遵循最小条件能最大限度地通过合格零件,减少误废。

形位误差的评定应符合最小条件这一点与国际标准和世界上工业先进国家的标准是完全一致的,新的 ISO 1101 标准对最小条件,除规定了直线度和圆度应用示例外,在新版本中还增加了最小条件用于平面度和圆柱度的示例。现举例加以说明:

a. 直线度最小条件示例(图 13)

直线度最小条件应是两平行直线包容被测实际线且距离为最小,即被测实际线上各点距离其理想线的最大距离为最小。

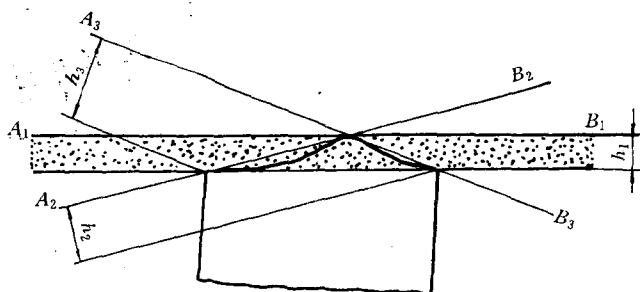


图 13

图 13 表示了三种包容情况,从图上看,包容最紧的是 A_1B_1 线,如果再紧一点,必然切入材料内部。所以符合最小条件只有 A_1B_1 线,它既包容了实际要素且两平行直线之间的距离又为最小,即 $h_1 < h_2 < h_3$,所以 h_1 是实际要素的直线度误差。

b. 平面度最小条件示例(图 14)

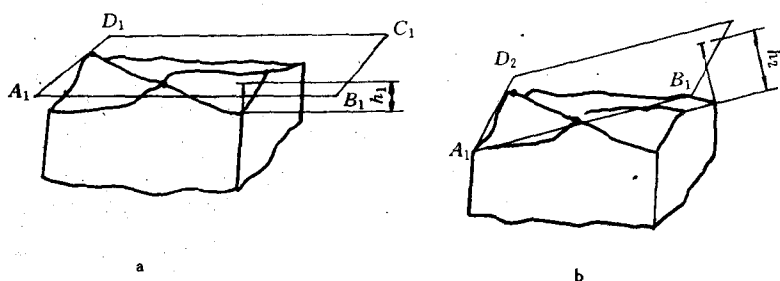


图 14

平面度最小条件应是两个平行平面包容被测面并使其间的距离为最小,即实际面上各点距离其理想面的最大距离为最小。

从图 14 可以看出,理想平面可呈多种方向,图 14a 示出的平面 $A_1B_1C_1D_1$,图 14b 示出的平面 $A_2B_2C_2D_2$,还可以有多种,但符合最小条件的只有一个。图上表示的两个平面度误差 h_1 和 h_2 ,显然 $h_1 < h_2 \dots$,因为 $A_1B_1C_1D_1$ 平面既包容了被测实际平面又使两平行平