

零件表面形状和位置公差

中南矿冶学院机械制造教研室编

一九七六年十月

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

阶级斗争是纲，其余都是目。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断的总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。停止的论点，悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。

目 录

§ 1 概述	1
§ 2 形位公差的基本定义 (或概念)	2
一、形状误差及最小条件	3
二、位置误差及几点说明	6
三、公差与公差带	8
四、独立公差与相关公差	9
§ 3 表面形状和位置公差代号及其注法	12
§ 4 零件表面的形状公差	17
一、平面的形状公差	17
二、园柱面的形状公差	23
§ 5 零件表面的位置公差	29
1. 不平行度	29
2. 不垂直度	37
3. 不同轴度	40
4. 不对称度	43
5. 位移度	44
6. 径向跳动	55
7. 端面跳动	56
§ 6 相关公差的应用	58
§ 7 表面形状和位置公差的选择	61
表面形状和位置公差的标注实例, 附图 1 — 4	70
附表 1 不直度、不平度公差及其精度等级应用	71
附表 2 圆柱面形状 (不圆度、椭圆度、不柱变) 公差及其精度等级应用	73
附表 3 不同轴度、不对称度公差及其精度等级应用	75
附表 4 径向跳动公差及其精度等级应用	77
附表 5 不平行度、不垂直度、端面跳动公差及其精度等级应用	79

零件表面形状和位置公差

§ 1 概 述

任何机器产品都是由零件按一定的技术要求装配而成的。因此,机器的质量主要决定于:零件的加工精度和机器的装配精度,而零件的加工精度是从下述三方面来评定的。

1. 尺寸精度;
2. 表面几何形状精度(包括表面光洁度、表面波度、表面的形状精度);
3. 表面相互位置精度。

这三项精度对机器的质量起着决定性的作用。现以车床质量指标之一,要求在图示(图1)平面内,床头箱主轴轴线与床身导轨平行,其允许的不平行度误差为 A_z , (图中的标注

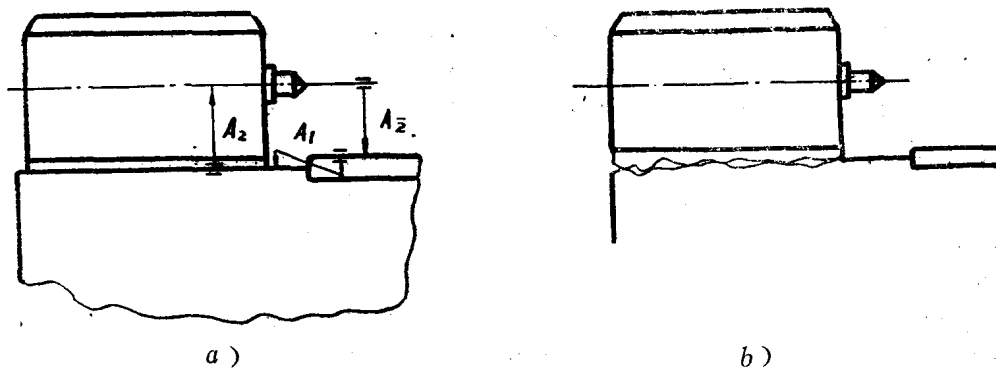


图 1

为装配图中的尺寸链系统图,不要与旧符号混淆)从图中看出,影响这一精度指标的有:

A_1 —床身导轨面与安装床头箱平面之间的不平行度误差;

A_2 —床头箱主轴轴线对其安装基面的不平行度误差。

由此可见,为了保证车床的这项装配精度,就给零件床头箱和床身提出了表面之间的位置精度要求:即床头箱两主轴支承孔轴线应平行于安装基准面;床身的导轨面应与安装床头箱的平面平行,否则不能保证 A_z 的精度要求(根据尺寸链原理 $A_z = A_1 + A_2$)。除此以外,床头箱和床身的安装平面本身的形状精度(光洁度、不平度)也影响 A_z 这一精度的实现。如图 1、b 所示:假如两安装平面不平或很粗糙,则接触情况就不好(接触面积小,接触点分布不均匀),床头箱的安装位置就不可靠。这种情况下,当把床头箱紧固在床身上时,在紧固

力的作用下接触面将产生较大的变形,使床头箱的位置受到破坏。这样即使 A_1 、 A_2 的精度保证了, A_3 的精度仍不能得到保证,要确保这一精度还必须对床头箱和床身的安装表面提出表面光洁度和形状精度(不平度)的要求。

图2为四辊轧机机架示意图。为了保证四个轴承座在机架窗口面内有正确的装配位置,

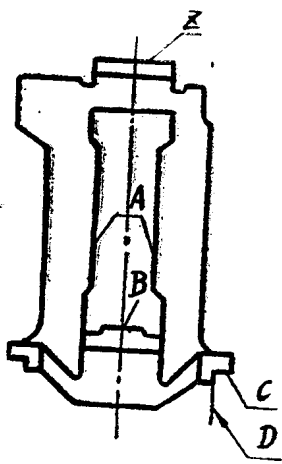


图2

就要求两窗口面A相互平行,并与窗口底面B相垂直。

机架下面的底脚平面C和侧面D对整个机架安装精度影响很大,因此要求两底脚面C与窗口面A垂直,两底脚板侧面D应与A面平行。机架顶面Z是用来安装压下装置的,故应与窗口面A相互垂直。

由上面的分析看出,为了保证机器的精度和工作性能,机器对零件表面的形状和位置精度要求是很普遍的,几乎涉及到每张零件图纸的要求和标注。但是零件表面的形状和位置精度有那些项目,含义是什么,如何计量,如何标注,在以前我国没有完整的制定出正式国家标准,有些行业或工厂沿用苏修的标准,而苏修的标准是很陈旧的。有些行业或工厂自行制订标准。这就造成“形位公差”术语、定义及在图纸上的标注很不统一,概念混乱,有的甚至不合理。例如不对称度在使用中

就存在着两种概念,这两种概念在数值上相差一倍(在后面不对称度部分介绍);又如在某夹具标准中:不平度规定为0.02/100,而不平行度规定为0.01/100,这种规定显然是不合理的。这些情况造成了设计、工艺、检验计量人员理解的不一致,严重的影响到机器产品的质量与互换。为此,迫切要求制定国家标准进行统一。一是统一名词,术语,如统一术语:不直度、不圆度、位移度等;二是统一概念:如什么是不直度、不圆度、位移度等;三是统一基准,即评定这些误差时,如何来确定基准。

根据这一要求,国家先后正式颁布了有关形位公差的国家标准,它的编号和名称是:GB 1183—75“表面形状和位置公差”术语及定义;与此相适应的是GB 1184—75“表面形状和位置公差公差值”及GB 1182—74“表面形状和位置公差代号及其注法”。这三套标准构成了“形位公差”的一个完善的体系,根据国家的规定:GB 1182—74从1975年5月1日起开始试行,GB 1183—75、GB 1184—75从1976年1月1日起开始试行。

这一套标准是根据我国生产的实际情况,吸收国际上一些国家标准中的有用部分为我国所用而制订的。因此,它是结合我国生产实际的,同时又是符合国际上的发展趋势的。

本标准适用于平面、圆柱面(圆锥面)和球面。对于切削加工和非金属材料的零件,只要是前述几何表面都可适用。在生产实践中,有些产品装配后的精度,也可以采用本标准的术语及定义来评定。

在国际上由于各个国家工业发展的情况不同下定义的角度不同,“形位公差标准”形成了两种体系。一种是采用公差带的概念,如美国、西德、日本等;一种是采用贴切概念,如苏联、东德、捷克等。1969年国际标准化组织(ISO)颁布推荐标准ISO/R 1101采用公差带概念以来,有统一采用公差带概念的趋势。公差带概念比贴切概念更切合实际,同时根据我国的实际情况,我国颁布的“形位公差”标准采用公差带概念。

§ 2 形位公差的基本定义(或概念)

零件表面的形状和位置精度，是指加工所获得的零件表面形状和表面位置，近似于理想形状和理想位置的程度。零件表面的形状和位置精度，以形状误差和位置误差来表示，用形状公差和位置公差来控制。

一、形状误差及最小条件

形状误差 实际形状对理想形状的变动量。测量时，理想形状相对于实际形状的位置，应按最小条件来确定。

在这里提出了一个最小条件的问题，指出在测量“形状误差”时，应按最小条件来确定理想形状的位置，给“形状误差”的测量规定了一个前提条件。什么是最小条件呢？

最小条件 是指在确定理想形状的位置时,应使该理想形状与实际形状相接触,并使二者之间的最大距离为最小。

从这一规定可以看出：最小条件规定理想形状的位置必须满足两点要求：一是要求理想形状与实际形状相接触；二是要求理想形状与实际形状相接触后的位置，应是与实际形状之间的最大距离为最小的位置。

什么叫理想形状，理想形状就是指没有误差的形状，例如一条直线就是绝对直的，一个圆就是绝对圆的。

现以一断面轮廓的不直度和不圆度为例,说明最小条件及其误差的评定。

辩证法告诉我们：任何事物都存在着差异。“事物矛盾的法则，即对立统一的法则”。没有比较就不能鉴别。错误是相对正确而言的，对于零件的几何形状来讲也是这样，如对一条直线，说它不直是相对于直而言的；对一个圆，说它不圆是相对于圆而言的。

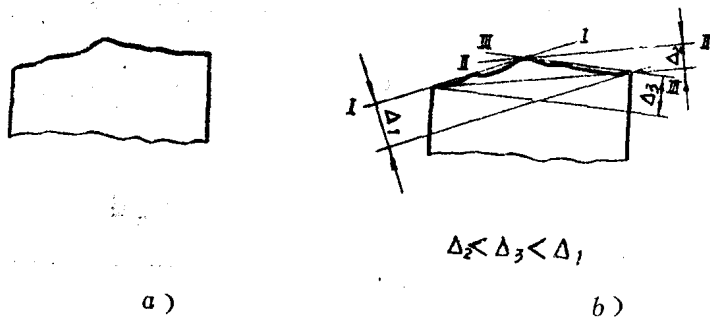


图 3

根据形状误差的定义,来评定图3 a所示断面轮廓的不直度误差。在这里断面轮廓的实际形状为一曲线,它不是直的,它的不直度误差是与理想直线相比较而评定的。要评定首先就要确定理想直线的位置。理想直线的位置根据最小条件:一是要求理想直线与实际轮廓相接触(不能相割),从图3 b中可以看出,与实际轮廓线相接触的理想直线可以作无数条,如直线 I—I、II—II、III—III……。各条直线与实际轮廓之间的最大距离有 A_1 、 A_2 、

Δ_3 ……。取最大距离，是因为一条理想直线与实际轮廓之间的最大距离只有一个，这样使所测误差值为唯一的数值。但是如果 Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_3 都可以认为是该轮廓的不直度误差，则还会造成测量误差的不一致，这种不一致是由于理想直线的位置变动而造成的。为此必须满足最小条件的第二个要求：即使理想直线与实际轮廓之间的最大距离为最小时的位置，如图 3 b 中直线 II—II 的位置，此时 Δ_2 为最小值。只有在这一位置量出的不直度误差值，才是评定该轮廓不直度误差唯一正确的、反映客观实际的数值。如果在评定形状误差时，不按最小条件的规定，则将得到偏大的误差值，得出错误的结论。

以前在一些工厂中，常采用两端点连线法来确定理想直线的位置，如图 4 所示：将被测

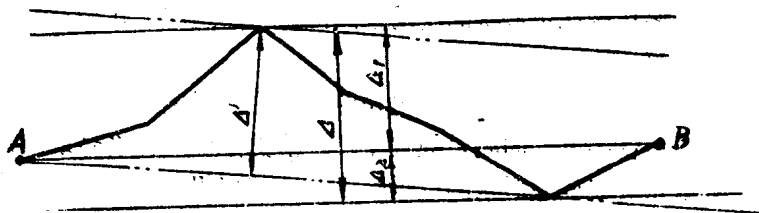


图 4

实际轮廓线两端点 A 、 B 连接起来，此时的 $A-B$ 直线即认为是理想直线，实际轮廓的不直度误差为二者之间最大正负绝对值之和即：

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$$

这种方法不符合国家标准规定的最小条件，往往得到偏大的误差值，由图中可以看出，当采用最小条件来评定该轮廓线的不直度误差时，则其不直度误差为 Δ' 。显然： $\Delta > \Delta'$ 。因此 Δ 不能客观地反映该轮廓线的不直度误差。某厂为了证实这一情况，对一条五米长的导轨进行了一次测量，分别用最小条件和两端点连线法来进行评定。结果是同一条导轨，用两端点连线法测出的不直度误差值是 86μ ，而按最小条件来评定时，测出的不直误差是 59μ ，两者相差 27μ 。因此在国家标准颁布以后，应该按最小条件来评定不直度误差。

现在再来看一看不直度误差的定义：

不直度误差： 在给定平面内，为包容实际线且距离为最小的两平行直线之间的距离 Δ (图 5 a)。

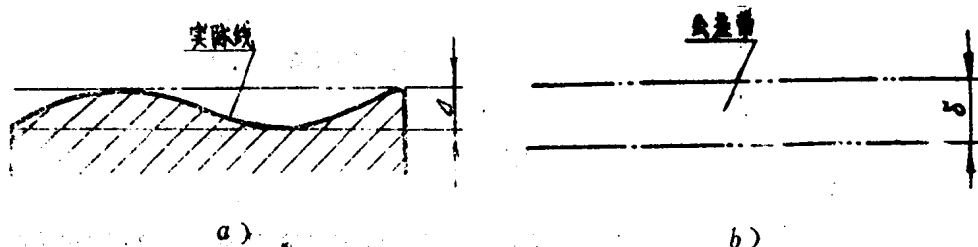


图 5

它的公差带是距离为公差值 δ 的两平行直线之间的区域 (图 5 b)。

由上述可知，包容实际线可以作无数组两平行直线，但最应取距离为最小的一组，其值

Δ 为该实际线的不直度误差值，这就是**最小条件**。

上面是讲的按最小条件评定不直度误差的情况，下面再看看按小条件评定圆柱面横断面的不圆度误差的情况。

若要评定如图 6 a 所示的一圆柱面横剖面的不圆度误差，在这里理想形状是一个圆。从

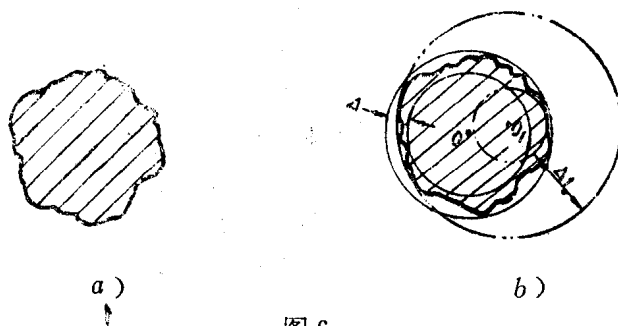


图 6

图 6 b 可以看出：根据最小条件，一是要求理想圆与实际圆相接触，在这里理想圆与实际圆相内接和外接的同心圆，可以作无数组（这里仅作两组），各组内、外接同心圆半径之差 $(R_{\max} - R_{\min} = \Delta)$ Δ 、 Δ_1 即是理想圆与实际圆之间的最大距离。若都可以被认为是该实际圆的不圆度误差，这样就造成测量误差的不一致，为此必须满足最小条件的第二个要求，即要求与实际圆相内接和外接的同心圆半径差为最小，如图 6 b 中的 Δ 值即是该实际圆的不圆度误差，这一值是唯一正确的，反映客观实际的该轮廓的不圆度误差值。

不圆度误差： 包容同一横剖面实际轮廓，且半径差为最小的两同心圆间的距离 Δ （图 7 a）。

不圆度公差带： 半径差为公差值 δ 的两同心圆间的区域（图 7 b）。

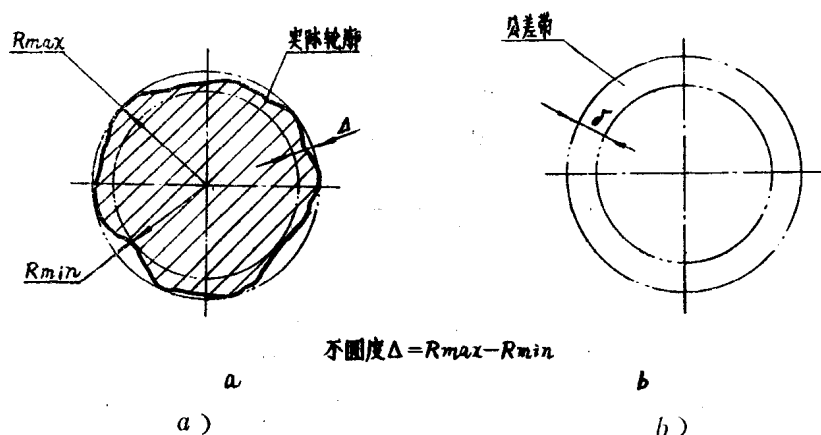


图 7

从图 7 中可以看出：紧紧包容实际轮廓的两同心圆半径差 $R_{\max} - R_{\min} = \Delta$ ，为该轮廓的不圆度误差值，即是在最小条件下的误差值。

这里需要说明的是，对于某些项目在测量过程中，若按最小条件来确定理想形状的位置比较困难时，可按接近最小条件的测量方法来测量误差值。对某些目前常用的测量方法，有时不可能按最小条件来评定，此时只要不影响产品质量仍然允许采用；但在仲裁时，必须按最小条件来评定。

二、位置误差及几点说明

位置误差： 实际位置对其理想位置的变动量。理想位置是由基准的理想形状的位置来确定，测量时，确定基准的理想形状的位置应符合最小条件。

位置误差与形状误差比较起来，要显得难于理解和复杂一些。我们知道：任何物体的位置，都是相对于某一指定的基准而言的，没有指定的基准则无法表示物体的位置。同样的道理，零件上某一表面的位置，是相对于另一指定表面而言的。如图 8 a 所示上平面的位置是相对于下平面而定的，如上平面对下平面的不平行度。因此在位置误差的定义中，有两个理想

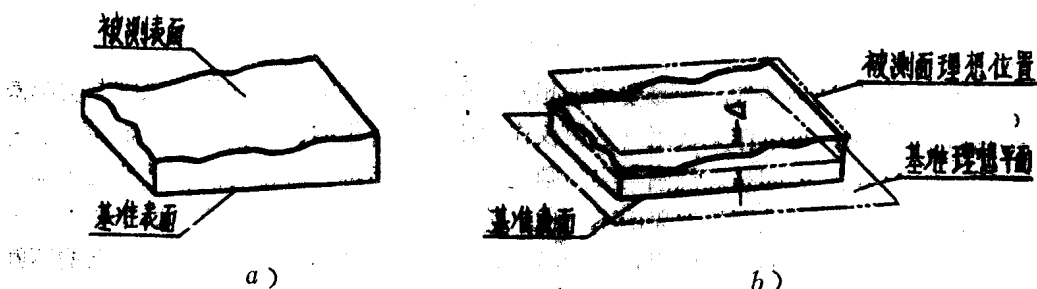


图 8

形状的位置问题：一个是被测表面理想形状的位置，一个是基准表面理想形状的位置，下面就进一步来讨论这个问题。

一是基准表面的理想形状，和它的位置应符合最小条件。

零件上的基准表面是一个实际面，如图 8 中的下平面它是由加工获得的，它不是绝对平的，即存在着加工误差——形状误差（粗糙度、不平度）。因此，在评定上下面的不平行度位置误差时。若不排除基准表面（下平面）的形状误差对位置误差的影响，则它的形状误差就必然要反映到位置误差中去，这样就造成所测位置误差不准确。怎样才能排除基准表面形状误差对位置误差的影响呢？那就要求基准表面按理想形状考虑，而理想形状的位置应符合最小条件。

怎样来实现这一要求呢？一般用量的仪表面来体现基准表面的理想平面。如图 8 b 所示：将零件放在平台上，则平台表面即是基准表面的理想平面，由于基准表面与平台平面是紧紧相贴的，因此认为平台平面相对于基准表面的位置是符合最小条件的。如图 9 所示，这样在评定位置误差时，就能不让

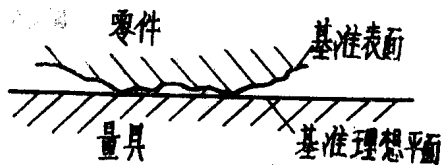


图 9

基准表面的形状误差起作用，故排除了基准表面形状误差的影响。

这样是否可靠，合理呢？我们认为是可靠、合理的。

1. 从零件的加工来看，在工艺上对有相互位置精度要求的表面，为了保证精度，都按互为基准的原则来进行加工。如图8所示的零件，总是要先加工底面（基准表面）使获得较高的精度，然后再以底面作为定位基准加工上平面。

2. 从零件的检验来看，以量仪表面来体现基准表面的理想平面，是与零件加工时的定位相一致的，使基准表面与量仪平面紧紧接触，这样就排除了形状误差的影响，得出准确的位置误差值。若不排除形状误差的影响，则在不同的位置，将测得不同的位置误差值。

3. 从零件在机器上的装配来看，前面介绍了床头箱在床身上装配的例子，分析了零件各表面的位置精度要求，是根据机器的装配要求提出来的。一般来讲零件的基准面即是它的装配基准，如箱体的底面。若以箱体底面作为基准表面放在平台上评定主轴轴线对底面的不平行度误差。这样测出的误差值，正是箱体装在床身上，实际起作用的误差值。因此，这样来测量能客观地反映实际情况。

从上述几点来看，关于基准表面理想形状的规定，是符合实际情况的。它是与零件的加工、检验、装配情况相一致的。

第二是被测表面的理想形状和它的位置。

如图8b所示，它应包容被测表面，并平行于基准平面。这样被测实际表面相对于理想平面的位置变动量 Δ ，就是它的不平行度误差值。

不平行度误差 包容被测表面并平行于基准平面，且距离为最小的两平行平面间的距离 Δ （图8b）。

这里提出一个问题，就是在测量位置误差时，排不排除被测表面的形状误差。

在国标GB1183—75位置误差定义注“1”中规定：“必要时，可排除被测表面形状误差的影响”。即是说在一般情况下，不排除被测表面形状误差对位置误差的影响；也就是所测位置误差包含了被测表面的形状误差。这一规定是基于以下几点考虑：

1. 在测量过程中，排除被测表面的形状误差是很困难的，考虑到国际上各国在评定位置误差时，一般也都不排除；

2. 被测表面的形状误差与位置误差相比，一般来讲形状误差比位置误差小得多，因此对于位置误差来讲，形状误差往往可以忽略不计；

3. 位置误差包含了形状误差，是对零件的精度要求提高了，而不是降低了，对提高机器产品的质量是有利的。

归纳起来，关于上述问题可用图10所示的不平行度误差的测量示例说明如下：

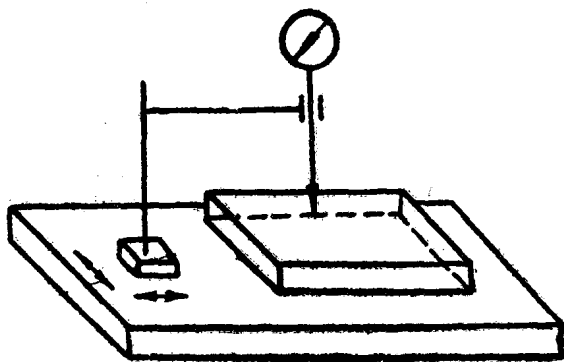


图10

将被测零件的基准表面放在平台上，则是以平台平面作为基准表面的理想位置进行测

量, 基准平面符合最小条件, 指示计的读数值反映了该平面对基准平面的不平行度误差和该平面的形状误差 (如不平度误差)。因此指示计的读数值是二者的综合。

测试过程中, 在某些情况下不能满足上述条件时, 应尽可能接近上述条件为原则。

被测表面的形状误差需要排除的情况是:

1. 国标 *GB 1183—75*, 位置误差的定义注“2”中规定: “实际轴线可用轴、孔等的实际表面来体现, 当用心轴或量规测量时, 用心轴或量规的轴线来代替”。

图11所示为检验孔的轴线与基面的不平行度误差。为了计量的方便, 是以心轴或量规的表面来体现被测孔的理想形状和位置进行测量的。这样就排除了被测表面的形状误差对位置误差的影响。这种情况往往是必要的, 若不排除被测表面形状误差的影响反而难于实现。

2. 零件表面的形位误差, 在加工中往往是由于不同的原因造成的, 减少这些误差的措施也不一样。因此, 当需要区分形状误差与位置误差的数值时, 应设法将其区分出来, 以便研究造成误差的原因和采取减少误差的措施。

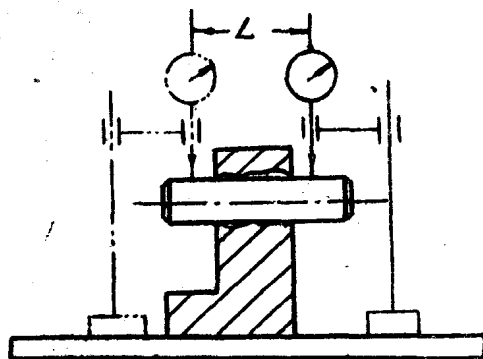


图11

三、公差与公差带

形状误差和位置误差由给定的形位公差和形位公差带来限制。其定义如下。

形状公差 形状误差的最大允许值。

位置公差 位置误差的最大允许值。

公差带 限制实际形状和位置变动的区域。构成实际形状和位置的点、线、面必须在此区域内。

误差是一个实际数值, 是通过实际测量取得的, 它用符号 Δ 表示。

公差是一个给定的数值, 公差带是一个给定的区域, 它是误差的最大允许值, 是根据设计要求给定的。

形位公差的公差带在概念上是与尺寸公差的公差带相一致的。

图上给定的值称为公差值, 公差带的宽度由公差值决定。如图 5 b 所示是在给定平面内不直度误差的公差带, 它的形状为两条平行直线, 构成实际表面的轮廓不能超出此公差带的范围, 超出了就算不合格; 又如如图 7 b 所示不圆度误差的公差带, 它的形状为两同心圆所组成的圆环, 圆柱面横剖面的实际轮廓不能超出此公差带的范围, 超出了就算不合格。由此可见, 公差带是一给定的限制形位误差的一个平面或空间的区域, 它应包容零件的实际轮廓。用公差带来限制形位误差比较形象、确切。形位公差的公差带由以下四方面的因素来决定。

1. **公差带的宽度:** 公差带的宽度、直径或半径由公差值 δ 来决定, 它可以是一倍或二倍公差值。对于圆形公差带, 若公差值为半径值时, 在公差值前应加注“R”; 若公差值为直径值时, 在公差值前应加注“ ϕ ”。

2. **公差带的形状:** 公差带的形状由误差的特征来决定。根据形位公差的项目, 归纳起来公差带的形状有以下八种:

(1) 两条平行直线: 如在给定平面内不直度 (如母线的不直度) 的公差带 (图 5 b);

- (2) 一个圆 } 如点的位移度公差带, 是以公差值 δ 为半径的圆或球体, 在图样上应在公差值前加注“R”。
- (3) 一个球 } 差值前加注“R”。
- (4) 两个同心圆: 如不圆度的公差带是两个同心圆所组成的圆环 (图 7 b) ;
- (5) 一个圆柱体: 对于轴心线的不直度, 直线 (轴心线) 对平面的不垂直度, 其公差带是直径为 ϕ 的圆柱体; 在图样上应在公差值前加注“ ϕ ”, 如 $\phi 0.01$;
- (6) 两个同轴的圆柱面: 如不圆度的公差带;
- (7) 两个平行平面: 形成这一公差带的情况比较多, 如给定方向的不直度, 不平度、不平行度、不垂直度、不对称度、位移度……等的公差带;
- (8) 一个四棱柱: 如在互相垂直的二个方向上的不直度, 直线间的不平行度、直线对平面的不垂直度、直线的位移度……等的公差带。

3. 公差带的方面: 形状公差带的方向由图纸上给定的方向和最小条件来决定, 因为最小条件决定了理想形状的位置; 位置公差带的方向, 由图纸上给定的方向和误差的特征来决定, 如不平行度、不垂直度的公差带, 必须平行或垂直于基准面。

4. 公差带的位置: 公差带的位置分为固定的和浮动的两种。不同轴度、不对称度和位移度的公差带由基准的位置所决定是固定的。其它项目的公差带是浮动的, 是随零件有关表面位置 (在尺寸公差范围内) 的变化而浮动的, 如平面之间的不平行度公差带, 是随被测表面至基准平面之间的距离变化而浮动的。

上述四个因素确定了, 公差带就确定了。

四、独立公差和相关公差

为了说明独立公差和相关公差的概念, 先分析一下两个零件相配合 (装配) 的情况。

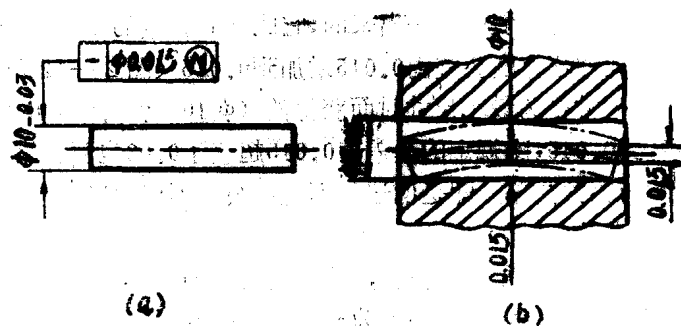


图12

图12所示为一圆柱销, 其直径尺寸为 $\phi 10_{-0.03}^{+0.00}$, 轴心线的不直度公差值为 $\phi 0.015$ 。若要将此圆柱销装入孔内 (或通过量规孔), 如图 12 b 所示: 这时孔的最小尺寸应等于柱销最大尺寸 $\phi 10$, 加上不直度公差值 0.015 为 $\phi 10.015$ (这里没有考虑孔的制造公差和磨损), 这时若柱销直径处于最大尺寸 $\phi 10$, 不直度误差也处于最大值 0.015 时, 则柱销刚好装入孔内 (或通过量规孔), 孔壁与柱销之间将不存在间隙; 若柱销直径处于最小尺寸 $\phi 9.97$, 不直度误差仍为最大值 0.015 时, 则柱销装入孔后, 如图 12 c 所示: 柱销与孔壁之间由于柱销直径变小, 而存在 0.03 的间隙。从可装配性来看, 在柱销直径处于最小尺寸 $\phi 9.97$ 或最大最小

尺寸之间时，还容许柱销不直度误差值增加，增加值最大可到0.03。如图12d所示的情况，柱销不直度误差增加到0.045 ($0.015 + 0.03$) 时，还可以装入孔内（或通过量规孔）。对于不垂直度、不同轴度、位移度……等都有这种类似的情况。

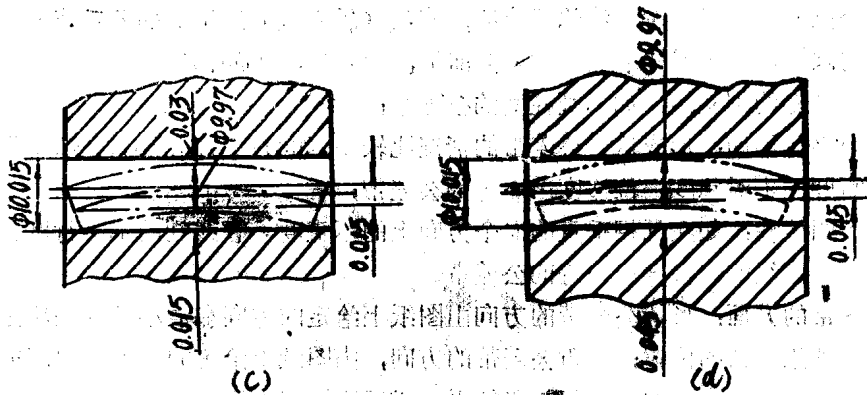


图12

从这个例子，可以得出以下概念：

独立公差 其公差值即为图样上给定的公差，与零件有关表面的实际尺寸无关。

即是说这个公差值的数值，是不随有关表面的实际尺寸的变化而改变的。如柱销的不直度公差为0.015，无论柱销的直径处于最小或最大尺寸时，它都只允许不直度公差为0.015，这一公差值就称为独立公差，超过了这一规定的公差值就算不合格。

相关公差 其公差值不仅与图样上给定的公差有关，而且与零件有关表面的实际尺寸有关。

这一公差是考虑到零件的可装配性提出来的，它比独立公差的要求低一些，即是说在满足柱销装入孔的条件下，允许不直度公差由0.015增加到0.045（图2—12d），增加量0.03是由于柱销的直径由最大尺寸变为最小尺寸时而获得的（ $\phi 10 - \phi 9.97 = 0.03$ ），只要柱销能装入孔内，柱销不直度到0.045，比规定的公差0.015超差了0.03也算合格，这种情况的不直度公差值0.045，就称为相关公差。即是说这一不直度公差不仅取决于图上给定的值0.015，而且与柱销的直径尺寸有关。

为了区别是采用独立公差还是相关公差，给相关公差规定了一个符号 $\textcircled{M}$ ，若在图样上在给定公差值的后面注上 $\textcircled{M}$ ，则表示这一公差为相关公差；若不注这一符号，则表示这一公差为独立公差。

51 [1]

在设计中是采用独立公差或相关公差，应根据零件的装配要求而定。一般来讲，装配精度要求高的采用独立公差，装配精度要求低的采用相关公差。

因此：形状公差和位置公差可以是独立公差或者是相关公差。

为了概括一般情况，采用相关公差时需要明确以下概念。

最大实体条件 是指零件表面在尺寸公差范围内实体为最大的情况。在该情况下，对于孔、槽等内表面为最小极限尺寸，对于轴类等外表面为最大极限尺寸。

结合柱销为例，它的最大实体条件就是其直径处于最大极限尺寸 $\phi 10$ 的时候，对于装配来讲即是装配情况最坏的时候。最大实体条件是从国外引进来的，它可以用符号 MMC 来表

示。

实质尺寸 在最大实体条件下,能与其自由组装的另一相配零件的界限尺寸。

结合柱销为例,与柱销配合的孔(或量规)的实质尺寸,就是在最大实体条件下($\phi 10$)加上给定公差值 0.015 为 $\phi 10.015$ (对不同轴度、不对称度和位移度是加二倍公差值)。

在研究孔的相关公差时,与孔配合的轴的实质尺寸,则是孔在最大实体条件下减去给定公差值(对于不同轴度、不对称度和位移度减去二倍公差值)。

相关公差由两部分组成:

(1) **给定值** 是在零件的有关表面(被测表面、基准表面)为最大实体条件时给定的公差值。

(2) **补偿值** 是由于零件的有关表面(被测表面、基准表面)的实际尺寸偏离最大实体条件而形成的。

结合柱销为例:柱销不直度相关公差的补偿值(即增加值 0.03)是由于柱销直径的实际尺寸偏离最大实体条件(直径小于最大极限尺寸 $\phi 10$)而形成的,补偿值在柱销直径公差值内变动,即在 $0 \sim 0.03$ ($\phi 10 \sim \phi 9.97$) 之间变动。

最大补偿值 为零件有关表面(被测表面、基准表面)的尺寸公差值,对于不同轴度、不对称度,位移度取有关表面尺寸公差值的一半。

很明显,柱销不直度相关公差的最大补偿值,即是柱销直径 $\phi 10_{-0.03}$ 的公差值 0.03,有关不同轴度、不对称度或位移度其相关公差的最大补偿值为什么取其尺寸公差值的一半,将在后面介绍。

实际补偿值 为零件有关表面(被测表面、基准表面)的实际尺寸与处于最大实体条件下的极限尺寸之差,对于不同轴度,不对称度或位移度为此差值的一半。

结合柱销为例:若柱销直径的实际尺寸为 $\phi 9.98$,则其实际补偿值为 $\phi 10 - \phi 9.98 = 0.02$,即是说在这一情况下,柱销不直度的误差允许由 0.015 增加到 0.035。

以上就是关于相关公差概念的介绍,由于相关公差在我国是一个新的概念,在国外也出现不久,也是一个新的概念,并且还在发展过程中。采用相关公差的普遍意义,在目前来讲:在于装配质量允许的条件下,以前没有采用相关公差认为是不合格的废品零件,采用相关公差以后,只要能进行装配即成为是合格的零件。

由于相关公差主要用于装配,因此采用相关公差时,误差的检验一般都采用专用综合量规进行,不需要测出误差的具体数值,更不必去区别给定值或补偿值,只要量规能通过,就能进行装配。

有关相关公差的扩大应用,将在第六节详细介绍。

§ 3 表面形状和位置公差代号及其注法

表面形状和位置公差在图样上的标注应按国家标准《机械制图》中 GB1182—74 所规定的方法进行。

按照 GB1182—74 中规定:表面形状和位置公差在图样上应用代号标注,也可在技术要

求中用文字说明。这两种标注方法不是平行使用的，在一般情况下，应该尽量采用代号的标注方法，用文字说明，只是当前的一种过渡措施，当用代号标注有困难时才采用。

根据国标 GB1183—75 中所规定的形位公差项目，GB1182—74 中规定了它们在图样上的符号如表 1。

表 1

类别	名称	符号	类别	名称	符号
形状公差	不直度	—	位置公差	不平行度	//
	不平度	▱		垂直度	⊥
	不圆度	○		同轴度	◎
	椭圆度	⊕		对称度	≡
	不柱度	⊞		位置度	⊙
	不圆柱度	⊞	跳动公差	径向跳动	↗
				端面跳动	↗

按 GB1182—74 规定，在图样上形位公差代号的标注用带指示箭头的指引线和框格表示（如图 13）。下面介绍这种标准方法的有关问题。

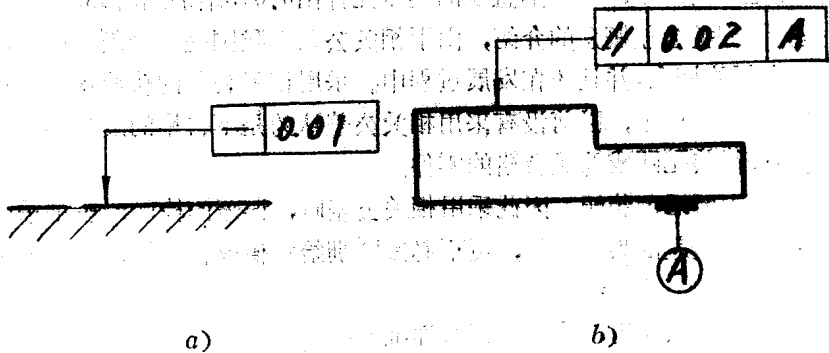


图 13

1. 公差框格

GB1182—74 中规定：公差框格用细实线画出。分成两格或多格，如图 13a 是两格，图 13b 则是三格，根据需要还可以是四格或五格。其中第 1 格标注被测表面形位公差项目的符号，如 “—” “//” 等，第 2 格标注公差数值或有关符号，第 3 格及 3 格以后，标注基准符号。公差框格可水平或垂直放置，由于水平放置的方式，书写及读图比较方便，因此在一般

情况下，要求水平放置。

2. 指示箭头

指示箭头（即带指示箭头的指引线）就是从公差框格旁边引出来的箭头，按标准规定，指示箭头的画法如下：

- (1) 指示箭头可以从框格的左端或者右端引出来。
- (2) 箭头指向被测表面，并必须垂直于被测表面的可见轮廓线或其延长线，箭头的方向就是公差带的宽度方向。
- (3) 当被测部位是指的轴心线或对称平面时，箭头应和尺寸线相连起来（图14）。

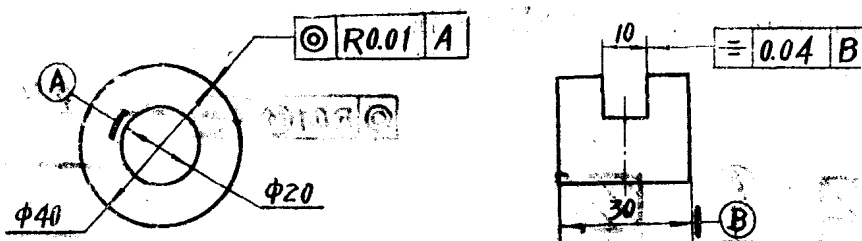


图14

- (4) 当地位比较小时，指示箭头可以代替一个尺寸的箭头（图15）。

3. 基准代号

- (1) 基准所在处用粗的短划（图16a）表示。短划需靠近基准要素的轮廓线，尽量是可

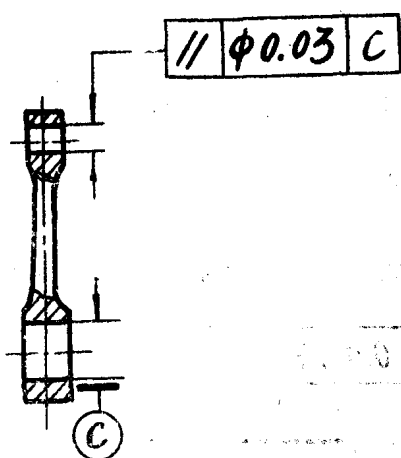


图5

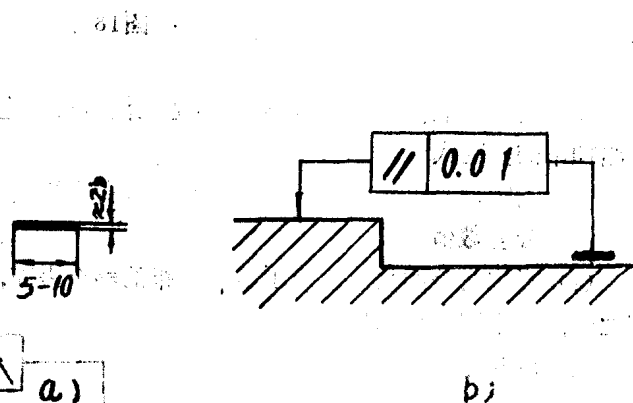


图16

见轮廓线，或其延长线，短划上的指引线与框格另一端相连（图16b）。

- (2) 如果被测部位与基准部位之间的距离比较远，短划不便与框格相连时，需标出基准代号——短划、圆圈与基准符号（图13b）。

- (3) 如果是任选基准，在表面上就不需画基准代号了，而用图17所示的方法标注。

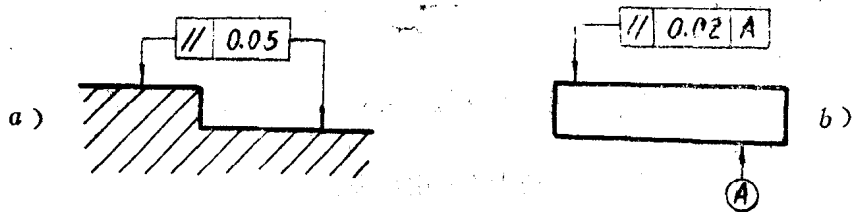


图17

(4) 当基准部位是表示轴心线或对称平面时，基准代号的标注位置见图14所示。

(5) 当基准部位是表示整体的轴心线（如公共轴心线）或对称平面时，短划应靠近轴心线或对称平面（图18a），也可象图18b那样标注。

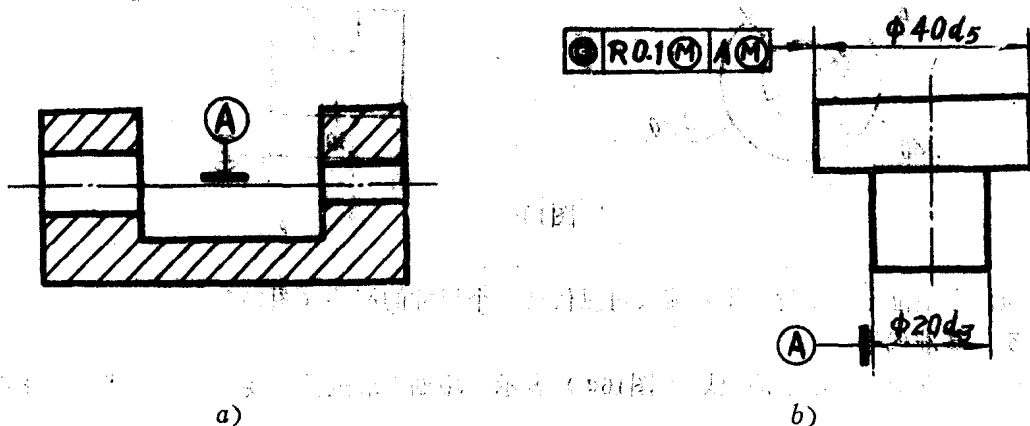


图18

(6) 当画基准代号的地方不够时，基准代号可靠近表示该表面形位公差要求的框格标注，如图19中的基准代号C。

(7) 当短划与尺寸线的箭头重叠时，可省略箭头（图15）。

4. 公差数值

(1) 形位公差的数值适用于箭头所指的整个表面，如需指定零件要素上某一部分为被测部位时，需用细实线画出其范围（图20）。

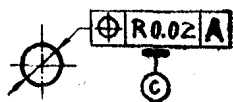


图19

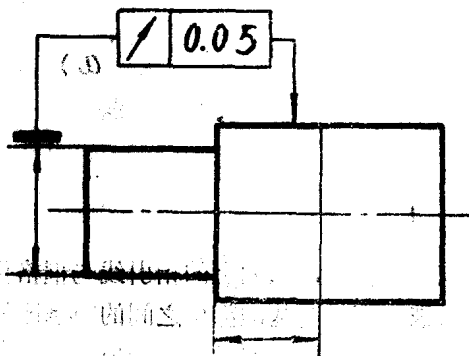


图20