

# 形位公差

唐绍宗 编著

**形位公差**

唐绍宗 编著



广西人民出版社出版

(南宁市河堤路14号)

广西新华书店发行 广西新华印刷厂印刷



开本787×1092 1/32 印张5.125 字数109,000

1983年5月第1版 1983年5月第1次印刷

印数1—16,000册

书号: 15113·97 定价: 0.48元

## 内 容 提 要

本书介绍了新《形位公差》的基本知识，内容包括：术语及其概念，形位公差的标注，公差带，公差值及其应用，相关原则，形位误差的评定等。内容比较全面，叙述简明扼要，逻辑性强，图文并茂，适合机械工人和管理干部阅读，亦适合作工人技术学校和专题学习班的教材。

## 前 言

本书结合新颁布的《形状和位置公差》国家标准，介绍形位公差的基本概念、标注方法、各个项目的公差带及其表示方法、公差值的应用、相关原则以及形位误差的评定和检测原则。以帮助读者了解形位公差的基本知识和有关的原理，为贯彻实施新标准打下基础。

本书编写力求简明扼要，图文并茂，便于工人和干部自学，亦能作为工人技术学校和专题学习班的教材。

本书在编写过程中，得到广西工程图学学会标准化专业学组的大力支持，提供了许多国内外的形位公差标准和资料。初稿完成后，曾蒙广西大学机械系金秀石同志进行校阅，提出了不少宝贵意见，对此深为感谢。

本书所涉及的是一个比较新的内容，不少名词及其概念还没有标准的解释，应用上更缺乏经验，书中出现不当甚至错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1982·8·

## 概 述

任何机器的精度，均取决于零件的精度，而零件的精度是由尺寸精度、形状精度、位置精度和表面光洁度所形成的，其中尺寸精度由尺寸公差控制，表面光洁度由光洁度等级控制，形状和位置精度则由形状和位置公差控制。形状和位置公差是形状公差与位置公差的统称，简称为形位公差。

零件的形状和位置精度，对零件的配合性能、连接强度、运动平稳性、密封性等功能均有密切的影响。尤其精度高的机械，对零件的形状和位置精度要求也更高，如车床床身的导轨面，由于走刀装置安装在导轨面上并作为滑行轨道，对于车床的运动精度和加工精度均有重大影响，因此对导轨面的直线度、平面度、上下滑面的平行度等形状和位置精度均有很高的要求。随着机电产品不断向高精度、高性能、高负荷的方向发展，对机械零件形位精度的要求必然会越来越高，采用的范围必将越来越广泛，其重要性将会日益突出。

机械零件的形位精度，对零件的互换性和经济加工也有很大影响。一条轴，它的尺寸虽然是合格的，但由于形位精度的影响，也可能影响互换而不能自由装配。对一个零件，若能根据功能要求，合理地控制尺寸精度和形位精度，也将减少加工工时，降低生产成本。

在机械制造中，最早偏重于注意零件的尺寸精度和表面光洁度，随着机械向高精、高速、高负荷发展，逐渐认识到形

状和位置精度的重要性。在第二次世界大战后，一些工业发展国家先后制定了形位公差的标准，开始是制定了几个单项的标准，以后公差项目逐步增加，当时采用以测定方法为基础的公差概念。到1969年由国际标准化组织(代号ISO)发布了一个采用公差带概念、项目比较齐全、用代号和符号标注的形位公差标准“ISO/R1101——1969”，推荐各国采用。我国于1975年颁发了一个试行的形位公差标准，并吸取了ISO标准的公差带概念和采用代号、符号标注的方法。在总结试行经验的基础上，于1980年修订成为正式的新的形位公差国家标准，并规定于1981年7月1日起实施。新标准充分吸取了国际的经验和我国的经验，项目齐全，概念严谨，内容充实，规定合理并便于国际交流，它必将对提高产品质量，发展精尖产品，促进机械的进出口贸易，开展技术交流以及提高我国的机械加工和检测水平等各方面，起到推进作用。

# 目 录

概 述 .....	( 1 )
第一章 基本术语及其概念 .....	( 1 )
一、要素 .....	( 1 )
二、形位误差与形位公差 .....	( 4 )
三、理论正确尺寸和几何图框 .....	( 9 )
四、基准和三基面体系 .....	( 10 )
五、延伸公差带 .....	( 12 )
六、最大实体状态和最大实体尺寸 .....	( 14 )
七、独立原则和相关原则 .....	( 14 )
八、包容原则 .....	( 15 )
第二章 形位公差的标注方法 .....	( 16 )
一、公差框格 .....	( 16 )
二、被测要素的标注 .....	( 20 )
三、基准要素的标注 .....	( 26 )
四、其它有关符号的标注方法 .....	( 32 )
第三章 形位公差的种类及其公差带 .....	( 38 )
一、直线度 .....	( 38 )
二、平面度 .....	( 42 )
三、圆 度 .....	( 44 )
四、圆柱度 .....	( 45 )
五、线轮廓度 .....	( 46 )
六、面轮廓度 .....	( 48 )
七、平行度 .....	( 49 )

八、垂直度	( 53 )
九、倾斜度	( 58 )
十、同轴度	( 61 )
十一、对称度	( 64 )
十二、位置度	( 68 )
十三、圆跳动	( 75 )
十四、全跳动	( 77 )
<b>第四章 形位公差值及其应用</b>	<b>( 80 )</b>
一、未注形位公差值	( 80 )
二、注出形位公差值	( 85 )
三、形位公差的选用	( 90 )
四、位置度公差计算	( 104 )
<b>第五章 相关原则及其应用</b>	<b>( 108 )</b>
一、有关术语、定义和概念	( 108 )
二、包容原则	( 113 )
三、最大实体原则	( 115 )
<b>第六章 形位误差的评定</b>	<b>( 131 )</b>
一、形状误差的评定	( 131 )
二、理想基准的建立和体现	( 136 )
三、位置误差的评定	( 142 )
四、检测原则	( 149 )
五、若干规定	( 152 )



# 第一章

## 基本术语及其概念

新的《形位公差》国家标准，吸取了《形位公差》国际标准的内容，出现了许多新的术语和概念，学习并掌握形位公差，应该对有关的术语和概念有比较透彻和准确的理解。在本章中先将一些基本术语的名称、定义和概念介绍如下。

### 一、要素

任何形状的机械零件，从形体分析和线面分析的角度来看，都是由点、线（直线或曲线）、面（平面或曲面）所围成的。如图 1—1 所示的零件，它是由圆球、圆台、圆柱和圆锥四个简单形体所组成，再进一步做线面分析，它则是由

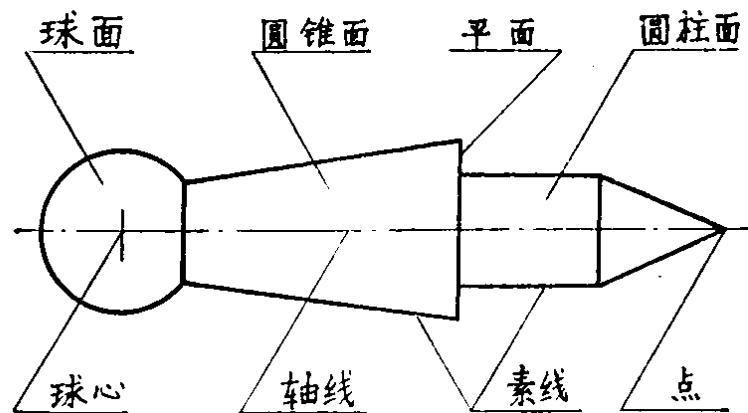


图1-1

球面、圆锥面、平面、圆柱面和曲面的轮廓素线（直线或曲线）、面与面的交线、轴心线以及球心（点）、圆锥顶点所构成。在形位公差中，对于构成零件形状的点、线、面统称为要素。位于零件内外表面的要素称为表面要素或轮廓要素；对球心、轴心线或中心平面等假想要素称为中心要素。在形位公差中，有关要素方面的术语有以下几种。

## 1. 理想要素

理想要素是指具有几何学意义的要素，所以有的书刊称为几何要素。所谓具有几何学意义是指处于理想状态的要素，如一个几何平面是指既无任何凸起、又无任何凹下的理想平面；一条直线是指两点间距离最短的没有丝毫弯曲的理想直线。概括起来讲，理想要素是指没有任何形状误差的要素。理想要素是评价实际要素形位误差的基础，形位公差也是对理想要素来讲的，因此在研究形位公差时，在头脑中要树立起理想要素这一概念。

## 2. 实际要素

机械零件上实际存在的由加工形成的点、线、面等要素，叫做实际要素。由于在加工中受机床、夹具、刀具精度的影响，受加工方法和操作技术水平的影响，以及工件发生冷缩热胀和弹性变形等情况，加工出来的点、线、面的实际形状和位置，不可能具有理想的形状和位置，必然要产生形位误差。我们的目的在于保证零件功能的前提下，控制实际要素的形位误差在一个容许的范围之内。

实际要素的形状或位置，由测量得出的形状和位置表示，但由于测量时受量具量仪精度、温度、测量力和读数误

差以及测量方法等因素的影响，而存在测量误差，所以测量得到的实际形状和位置，并非实际要素的真实形状和位置，然而只要测量误差在一个容许的范围之内，还是允许的。

### 3. 被测要素

在图样中给出形位公差的要素称为被测要素。被测要素应该是为保证零件的功能要求，必须控制其形位误差的要素。对形位精度要求很低的要素，也可作为被测要素，以避免不必要的精加工，以降低生产成本。由于形位误差的检测需要有相应的测试手段，而且有的检测方法比较复杂，所以确定被测要素时，应持慎重态度，对没有必要的则不应作为被测要素。

### 4. 基准要素

在确定零件上被测要素的位置精度时，都是相对于基准而言的，没有基准就谈不上位置精度。凡给定被测要素的位置公差时，被指定作为基准的要素，称为基准要素。在如图1—2中，当要求A面对B面垂直时，是将B面作为基准要素，A面为被测要素，如不指定基准面B作为测量基准，就无法测量A面的垂直情况。

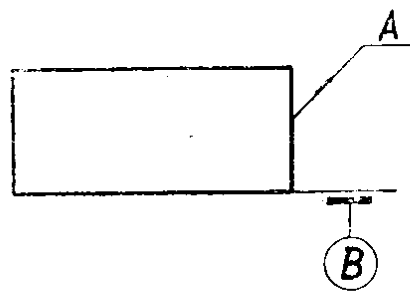


图1—2

又必须注意，所谓基准要素都是指理想基准要素，要根据实际要素建立理想要素作为基准要素，不能将实际要素作为基准要素。如图1—2，可将加工后的实际平面B，置于具有足够精度的平台或平板上，即可将与B面接触的平台或

平板表面作为实际平面的理想平面，而建立起理想基准要素。理想基准要素可简称为基准。

## 5. 单一要素

当讲到某一个要素的形状公差时，是指该要素的实际形状对其本身理想形状的允许变动量，与其它要素无关，所以将图样中给定形状公差的要素称为单一要素。

## 6. 关联要素

凡对被测要素有位置公差要求时，必须同时给出基准要素，被测要素与基准要素是互相关联不可分割的，所以对图样中给定位公差的位置要素称为关联要素。凡提到某要素为关联要素时，则该要素为给定位公差的被测要素。

当某一要素同时给出形状公差和位置公差时，则该要素既为单一要素、又为关联要素，即讲形状公差时称它为单一要素，讲位置公差时则称之为关联要素。

# 二、形位误差与形位公差

## 1. 形位误差

被测实际要素对其理想要素的变动量称为形位误差。将被测要素的实际形状与其理想形状比较所产生的变动量大小称为形状误差；将被测要素的实际位置与其理想位置比较所产生的变动量大小称为位置误差，此处所讲的理想位置是对基准来讲的，如对基准垂直、平行或对称等等。

实际要素的形位误差由测量得到的误差确定，但由于测

量方法、测量设备和测具、温度、测力及读数等因素的影响，使测得的误差中包含有测量误差，所以测得的误差值并非形位误差的真值，必须控制测量误差使之在一个容许的范围之内。

在检测方法和检测条件相同的情况下，当被测的长度、宽度或面积相同时，形位误差值越小，其形位精度越高；形位误差值越大，其形位精度越低。在形位误差值相同时，其被测范围越大精度越高，范围越小精度越低。所以，不能仅从误差值的大小判断其形位精度的高低，要通过查阅形位公差值表加以具体判断。

## 2. 形位公差

实际要素对其理想要素的允许变动量称为形位公差。定义中所说的“允许变动”是指允许实际要素在给定的公差带区域内变动；“允许变动量”是指图样中给定的形位公差值，它是指给定公差带的宽度或直径的尺寸，不应将形位公差值理解为线性尺寸，而应理解为一个包容区域，这是新旧形位公差概念的原则性差别，这是掌握新形位公差必须树立的基本概念。不仅对形位公差应当按包容区域的公差带概念去理解，对形位误差的检测和评定也要按包容区域的概念去进行，新概念的形位误差是指包容实际要素的最小包容区域的宽度或直径，它是与公差带概念相适应的误差概念。详细介绍请阅第六章。

(1) 形状公差：单一要素的实际形状对其理想形状的允许变动量称为形状公差。图样中给定的形状公差值，是指给定公差带的宽度或直径。单一要素的实际形状只允许在给定的公差带区域内变动。

(2) 位置公差: 关联要素的实际位置与对基准具有给定方向或位置的理想要素的允许变动量称为位置公差。所谓对基准具有给定方向或位置, 是指与基准平行、垂直、倾斜, 或与基准同轴线、同在一个中心平面上等等由图样所给定的方向和位置。图样中给定的位置公差值, 是指对基准具有给定方向或位置的公差带的宽度或直径, 实际关联要素只允许在该给定的公差带区域内变动。

此外, 在新形位公差中不使用“形位偏差”或“偏差值”这种术语。在《公差与配合》国家标准中所规定的“尺寸偏差”定义是: “某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差”, 而“某一尺寸”指的是最大极限尺寸、最小极限尺寸或实际尺寸, 减其基本尺寸则分别称为上偏差、下偏差和实际偏差, 其偏差值可为正、负或者零。“尺寸公差”的定义是“允许尺寸的变动量”, 即允许变动的范围, 它没有正或负之分。形位公差也是指允许的变动量, 也没有正或负之分。将“公差”概念与“偏差”概念比较, 在形位公差中以采用“公差”这一术语较为合理, 所以不采用“偏差”的术语。

### 3. 形位公差项目

在形位公差标准中提出的形位公差项目共14项, 其中形状公差6项, 位置公差8项。

(1) 形状公差项目: 包括有直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度6个项目。将旧形状公差中反义词的项目名称改为正义词名称, 如将不直度改为直线度等等。随着新产品发展和老产品质量的提高, 对凸轮、叶轮、叶片、齿轮等零件, 需要控制曲线或曲面的形状误差, 同时吸取国外经验, 而增加了线轮廓度和面轮廓度两个项目。此

外，取消了以前采用过的椭圆度、不柱度、鼓形度、鞍形度、锥形度等项目，一是为了与国际标准的项目取得一致，二是通过控制圆柱面的有关项目并加注有关符号已可满足这些项目的要求。

(2) 位置公差项目：有平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度、位置度、圆跳动和全跳动 8 个项目。当被测要素对基准在方向上处于任意角度（平行与垂直除外）时，过去没有规定项目控制其误差，因此参考国际标准增加了倾斜度这一项目；位置度即为过去的位移度；对跳动项目作了新的规定，分为圆跳动与全跳动两个项目。在圆跳动中，又分为径向圆跳动、端面圆跳动和斜向圆跳动；全跳动则分为径向全跳动和端面全跳动。圆跳动与全跳动的区别在于：对被测表面在给定方向上任一测量面的跳动量称为圆跳动；对整个被测表面在给定方向上的跳动量称为全跳动；所谓给定方向是指径向、轴向（端面）和斜向。

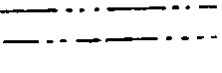
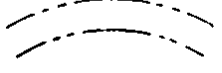



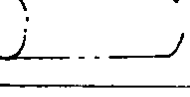
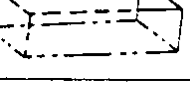
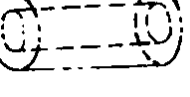
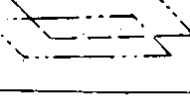

在位置公差项目中，平行度、垂直度和倾斜度三项，是对基准在给定方向上的公差，所以统称为定向公差；同轴度、对称度和位置度三项，是对给定位置的公差，又统称为定位公差；圆跳动和全跳动则统称为跳动。

#### 4. 形位公差带

在图样中给定的形位公差值，其含义是给出了允许被测要素的一个变动区域。例如被测要素为一条直线，给出的变动区域可有四种，可为两平行直线之间的区域，或为两平行平面之间的区域，或为一个圆柱面之间的区域，或为一个四棱柱之间的区域。又如被测要素为一个平面时，其允许的变动区域只有一种，就是由两个平行平面所形成的允许变动区

表1—1

形位公差带形状及其应用范围

序号	公差带		适用被测要素									
	名称	图示法	点	直线	任意曲线	圆	平面	圆柱面	圆锥面	任意曲面	球面	
1	两平行直线			○								
2	两等距曲线				○							
3	两同心圆						○	○	○		○	
4	一个圆		○									
5	一个球		○									
6	一个圆柱			○								
7	一个四棱柱			○								
8	两同轴圆柱							○				
9	两平行平面			○			○					
10	两等距曲面									○		



域。在形位公差中，对被测实际要素的允许变动区域，即称为形位公差带。

形位公差中所采用的公差带主要有十种形状，十种公差带的图示法及其适用的被测要素范围见表 1—1。对形位公差带应理解为具有理想形状的允许变动区域，表中前四种公差带是处于被测平面或截平面上的平面公差带，如第 1 种公差带为两个平行直线之间的区域，第 3 种为两个同心圆之间的区域。表中后六种公差带均为处于空间的立体公差带，因此必须培养空间想象和空间分析能力，才能正确分析立体公差带在空间的位置和实际要素在公差带中的变动情形，这是掌握形位公差应具备的基本条件。

### 三、理论正确尺寸和几何图框

#### 1. 理论正确尺寸

为了确定理想要素的理想形状、方向或位置，规定将不附带尺寸公差并在方框中注写的尺寸数字称为理论正确尺寸。如图 1—3 中的  $\phi 30$  和  $90^\circ$  等尺寸和角度，是确定  $4-\phi d$  孔轴线理想位置的不附有尺寸公差的理论正确尺寸。理论正确尺寸是专为确定理想要素的形状和方位所使用的理想尺寸，在加工时其实际尺寸则仍由给定的尺寸公差控制。

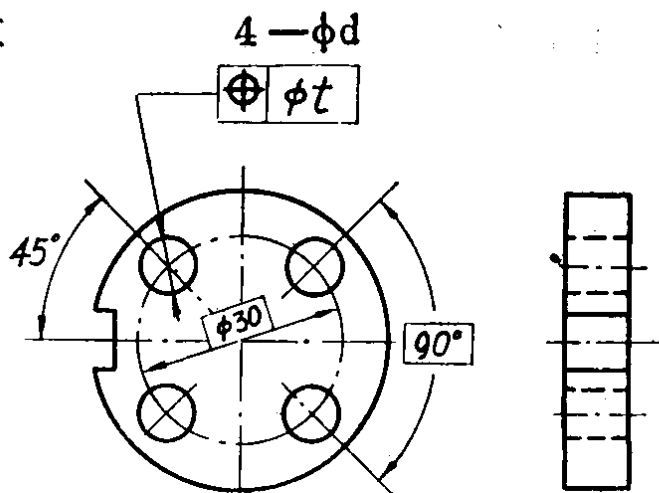


图 1—3