

# 公差与配合

杨师祥 编



湖南大学出版社

## 前 言

公差配合、形位公差及表面粗糙度，是确定机械零件加工质量的三个主要方面。《公差与配合》、《形状和位置公差》及《表面粗糙度》等三项国家标准是机械工业重要的基础标准，是进行机械设计、生产、质量检验和维修必须遵守的技术标准。为了适应四个现代化建设的需要，便于国际间的经济技术交流和提高机械产品在国际市场上的竞争能力，我国先后颁布了以下新的国家标准。

1. 《公差与配合》国家标准（GB1800~1804-79），1980年7月1日实施。

2. 《形状和位置公差》国家标准（GB1182~1184-80；GB1958-80），1981年7月1日实施。

3. 《表面粗糙度代号（符号）及其注法》（GB131-83）、《表面粗糙度 参数及其数值》（GB1031-83）及《表面粗糙度 术语 表面及其参数》（GB3505-83）等国家标准，1985年1月1日实施。

上述三项国家标准，是机械工人、工程技术人员以及生产管理干部所经常使用的。目前，各地已将上述三项国家标准作为一门课程——《公差与配合》列入对机械行业工人进行技术培训的内容。编者应涟沅钢铁厂教育培训处的要求，从厂矿高级机械技术工人的需要出发，并结合多年来宣讲上述新国标的实际经验，编写了本书。

全书分三个部分共八章。第一部分第一章至第四章，从研究孔、轴公差带（公差）及孔、轴公差带的关系（配合）两大基本问题入手，介绍公差与配合标准及其使用，并结合介绍了旧国家标准及其与新国家标准的对照关系。第二部分第五章至第七章，从形位误差影响零件功能关系入手，介绍形位公差及其公差带的基本概念，阐述形位公差与尺寸公差的关系，并扼要地介绍了形位公差值及其选用与检测。第三部分第八章，从表面粗糙度影响零件配合性能入手，介绍表面粗糙度的评定标准以及它们与旧国家标准的对照关系。为便于复习，每一部分均附有习题。本书对有关必须着重讨论的标准（如标准公差表、轴的基本偏差表及孔的基本偏差表等）均列入正文，对那些在工作中经常使用的标准则列入附表。考虑到设计、生产、质量检验和维修的使用方便，在附表中列入了一般可查找的新国家标准及部分需用的旧国家标准。

本书力求通俗易懂，简明扼要，紧扣概念，侧重使用，既可作为对机械行业工人进行高级技术培训的教材，也可供工程技术人员及技术管理干部查阅参考。

本书在编写过程中，曾得到湖南省冶金工业总公司人事劳资教育处徐速、涟沅钢铁厂教育培训处李桂生、周定山、张兴新等同志的大力支持，在此谨表谢意。

由于水平所限，书中如有错漏之处，还望读者批评指正。

编 者

一九八八年五月于涟钢

# 目 录

绪 论	( 1 )
一、互换性	( 1 )
二、几何量误差	( 1 )
三、公差标准	( 2 )

## 第一部分 公差与配合

概 述	( 3 )
第一章 孔和轴的尺寸公差带	( 5 )
§ 1—1 关于孔和轴	( 5 )
§ 1—2 孔和轴的尺寸、尺寸偏差、尺寸公差及尺寸公差带	( 6 )
§ 1—3 标准公差与基本偏差	( 10 )
§ 1—4 尺寸公差带	( 22 )
第二章 孔、轴公差带的关系——配合	( 24 )
§ 2—1 配合	( 24 )
§ 2—2 基准制	( 30 )
第三章 公差与配合标准及其使用	( 40 )
§ 3—1 新国标规定的公差带与配合	( 40 )
§ 3—2 有关使用标准的规定及其应用	( 47 )
§ 3—3 公差与配合的选用方法	( 53 )
§ 3—4 极限尺寸判断原则	( 62 )
第四章 旧国标及其与新国标的对照	( 70 )
§ 4—1 旧国标简介	( 70 )
§ 4—2 旧国标与新国标的对照	( 75 )
习 题	( 79 )

## 第二部分 形状和位置公差

概 述	( 82 )
第五章 形位公差及公差带	( 86 )
§ 5—1 形状误差和形状公差	( 86 )
§ 5—2 位置误差和位置公差	( 86 )
§ 5—3 形位公差带	( 86 )

§ 5—4 形位公差的标注	(101)
第六章 形位公差与尺寸公差的关系	(105)
§ 6—1 一般规定	(105)
§ 6—2 独立原则	(108)
§ 6—3 相关原则	(109)
§ 6—4 公差原则小结	(116)
第七章 形位公差值及其选用与检测	(118)
§ 7—1 形位公差的等级与公差值	(118)
§ 7—2 形位公差等级和公差值的选用	(119)
§ 7—3 形位误差的评定及检测	(120)
习 题	(127)

### 第三部分 表面粗糙度

第八章 表面粗糙度	(129)
§ 8—1 概述	(129)
§ 8—2 表面粗糙度的评定标准	(130)
§ 8—3 表面粗糙度的标注	(135)
§ 8—4 表面粗糙度的选用	(139)
§ 8—5 表面光洁度简介	(140)
习 题	(141)

### 附 表

附表 1 1~500mm 标准尺寸	(142)
附表 2 轴的极限偏差	(144)
附表 3 孔的极限偏差	(153)
附表 4 基孔制与基轴制优先、常用配合极限间隙或极限过盈	(161)
附表 5 未注公差尺寸的极限偏差	(166)
附表 6 旧国标尺寸 1~500mm 基孔制静配合	(167)
附表 7 旧国标尺寸 1~500mm 基孔制动配合	(168)
附表 8 旧国标尺寸 1~500mm 基孔制过渡配合	(169)
附表 9 旧国标尺寸 1~500mm 基轴制静配合	(170)
附表 10 旧国标尺寸 1~500mm 基轴制动配合	(171)
附表 11 旧国标尺寸 1~500mm 基轴制过渡配合	(172)
附表 12 旧国标常用尺寸的非配合尺寸偏差表	(173)
附表 13 直线度、平面度未注公差值	(174)
附表 14 同轴度和对称度未注公差值	(175)
附表 15 直线度、平面度	(176)
附表 16 圆度、圆柱度	(177)

附表17 平行度、垂直度、倾斜度·····	( 178 )
附表18 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动·····	( 180 )
附表19 位置度数系·····	( 182 )
<b>主要参考文献·····</b>	<b>( 183 )</b>

# 绪 论

## 一、互换性

在我国实现现代化过程中，国民经济各个部门要求提供大量的现代化技术设备。同时，随着生活水平的提高，广大的城乡人民也要求得到各式各样物美价廉的日用机电产品。而组成这些技术设备和日用机电产品的各种零部件，在现代化生产中，一般应遵守互换性原则。

所谓互换性，是指在制成的同一规格的零部件中，不需作任何选择、辅助加工或调整就可装上机器，而且达到规定的使用性能要求。例如，一批规格为 M10—6H 的螺母，如果都能与其相配的 M10—6g 螺栓自由旋合，并且满足原定的连接强度要求，则这批螺母就具有互换性。又例如滚动轴承作为部件在机器中也具有这种互换性。

互换性有完全互换性和不完全互换性两种。所谓完全互换性，就是完全按照上述互换性原则来加工零部件以保证机器达到规定的使用性能要求。所谓不完全互换性，就是在装配时可以进行调整或分组装配。至于使用钳工修配进行装配的方法，则不属于互换性范畴。

一般来讲，大量生产和成批生产都采用完全互换，而在精度要求很高或零件尺寸太大时，则采用不完全互换，对单件和小批生产，特别是重型机器制造，则多采用不完全互换甚或采用修配的方法。

当零件具有互换性时，便可以在不同工厂乃至不同国家分别制造。这样，就有利于组织专业化协作，有利于使用现代化工艺设备，有利于采用流水线和自动线等先进的生产方式，从而为达到优质、高产、低成本的生产提供条件。

互换性给装配工作带来显著的效益。例如，一辆汽车有成万个零件和部件，这些零件和部件分别在许多家工厂中制成后集中在汽车厂的装配线旁。由于它们具有互换性，所以当装配运输带按一定速度移动时，各装配岗位上的装配工人就能顺利地装上零件或部件。这样，每隔几分钟就可以装配出一辆合格的汽车来。不难想像，如果零部件没有互换性，高效率地组织装配工作是无法实现的。

在机器的维护和修理方面，互换性也有其重要的意义。当机器的零部件突然损坏或按计划而定期更换时，便可在最短的时间内用备件加以替换，从而提高了机器的利用率和延长机器的使用寿命。

综上所述，零件和部件的互换性在实现我国社会主义现代化过程中，具有重要的技术和经济意义。

## 二、几何量误差

具有互换性的零部件，其几何参数是否必须制成绝对准确呢？事实上是既不可能也无必要。

零件在加工过程中，由于机床、刀具、夹具精度的影响，由于工件的热变形、弹性变形、制造工艺和工人操作技术水平的影响，以及测量误差等等原因，其制得的几何参数不可避免地会产生误差，这样的误差称为几何量误差。

几何量误差包含：

1. 尺寸误差；
2. 形状误差和位置误差；
3. 表面微观几何形状误差。

此外，还有介于形状误差和表面微观几何形状误差之间的表面波纹度误差。

虽然零件上的几何量误差可能会影响零件的使用功能和互换性，但实践证明，只要将这些误差控制在一定范围内，则零件的使用功能和互换性都能得到保证。因此，研究几何量误差及其控制范围——公差，是一个重要的课题。

### 三、公差标准

综上所述，若使机器的使用功能和互换性都能得到保证，就必须使同一规格的零件的尺寸误差、形状误差和位置误差以及表面微观几何形状误差等方面控制在一定的范围内，同时又要在制造上作到经济合理。为此，对零件的公差和相互配合制订了有关公差标准，这些标准是保证产品使用功能和零部件互换性的基础。本书从尺寸公差、形状和位置公差以及表面粗糙度（表面微观几何形状误差）等三个方面介绍有关标准。

# 第一部分 公差与配合

## 概 述

如前所述，由于种种原因，我们不可能使加工出来的同一尺寸达到绝对的一致，一定会产生尺寸误差，因此，互换性所要求的尺寸一致性，并不是将零件的尺寸绝对准确地制成某一个指定尺寸，而只是要求将尺寸误差控制在一个允许的合理范围之内。例如，零件图上标注的某一孔的尺寸为  $\phi 20^{+0.020}_0$ ，即将该尺寸控制在  $\phi 20 \sim \phi 20.02$  毫米的范围之内，制成的孔在此范围内时，均能保证达到所要求的互换性。那么，怎样才能给零件规定出允许的经济合理的尺寸范围呢？这就是公差与配合标准化所要解决的问题。

我国于1959年颁发了《公差与配合》的国家标准（GB159~174—59，简称旧国标），对促进我国机械工业的发展起了应有的作用，但由于旧国标已不能适应机械工业发展的需要，因此国家标准局于1980年颁发了新的《公差与配合》国家标准（GB1800~1804—79，简称新国标），并规定于1980年7月1日起实施以代替旧国标。

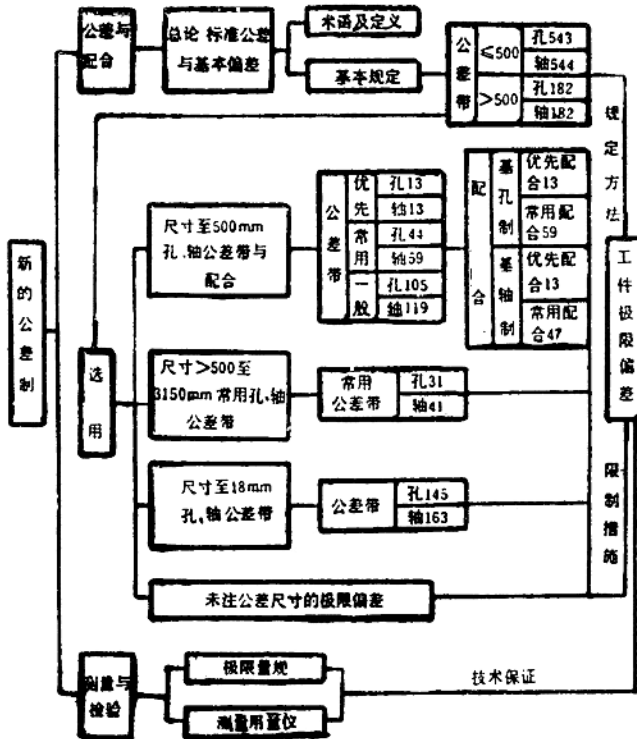


图 1-1 《公差与配合》新国标的基本结构



《公差与配合》新国标的结构见图 I—1。

新国标的构成分三部分：一是对公差与配合的规定，包括在《总论、标准公差与基本偏差》（GB1800—79）中；二是公差与配合的选用，GB1801~1804四个标准均属这一部分；三是技术保证的规定，由量规标准（GB1957—81）和检验标准（GB3177—82）组成。

# 第一章 孔和轴的尺寸公差带

新国标的內容，主要是关于孔和轴的尺寸公差以及孔和轴配合的有关规定。公差研究的是孔和轴的尺寸公差带，用于协调机器零件使用要求与制造经济性之间的矛盾；配合研究的是孔和轴的尺寸公差带之间的关系，反映零件组合时相互之间的关系。

## § 1—1 关于孔和轴

### 一、孔和轴的定义

新国标对孔和轴的定义：“孔主要指圆柱形的内表面，也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分；轴主要指圆柱形的外表面，也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分”。

所谓“其他内表面”和“其他外表面”是指圆柱面以外的曲面或平面；“由单一尺寸确定的部分”是指在零件上由单一尺寸所确定的部分，它不包含非单一尺寸所确定的部分。

可见，标准中所说的孔和轴，不是我们一般所理解的概念，而是有它特定的含义。

### 二、孔和轴的判断

判断是孔还是轴，可以由以下三个方面来确定：

#### 1. 由单一尺寸所确定的部分

图 1—1 中，将圆柱形的内表面叫做孔，圆柱形的外表面叫做轴。此外，图中的键槽，它是由单一的宽度尺寸所确定的，是由两个相互平行的侧平面所构成的内表面，对于这样的槽也把它看作是孔，将槽宽的尺寸当作孔的尺寸。又如键槽的深度，其中图 (a) 孔槽深度是由单一尺寸所确定的两内表面形成的，也把它看作孔，将它的槽深尺寸看作孔的尺寸；图

(b) 中的轴槽底面至外圆表面间的距离，是由单一尺寸所确定的两外表面（平面和外圆柱面）形成的，应把它看作轴，将该尺寸看作轴的尺寸。



图 1—1 孔、轴示例

#### 2. 包容面是孔，被包容面是轴

如图 1—2，当孔、轴相结合时，孔的内表面包围轴的外表面，孔的内表面称为包容面，轴的外表面称为被包容面，于是可以确认，当两零件相结合装配在一起时，包容面就是孔，被包容面就是轴。而构成包容面的单一尺寸看作孔的尺寸，构成被包容面的单一尺寸看作轴的尺寸。如图 1—3 所示，将键装入键槽内，键槽的两个侧面是包容面，属于孔，确定键槽的宽度尺寸应看作孔的尺寸；键的两侧面为被包容面，属于轴，键宽尺寸应看作轴的尺寸。

3. 加工中,随着加工余量的切除,即随着零件实体占有材料量的减少,其尺寸若由小变大则是孔,若由大变小则是轴。

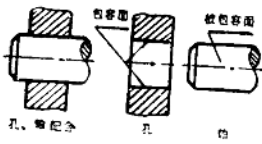


图 1—2 孔、轴装配

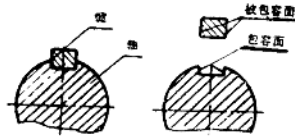


图 1—3 键装入键槽

## § 1—2 孔和轴的尺寸、尺寸偏差、尺寸公差及尺寸公差带

### 一、关于尺寸

#### 1. 尺寸定义

在新国标中将尺寸定义为：“用特定单位表示长度的数值”。

所谓“长度”是泛指零件的长度、宽度、高度、直径、半径等，但不包括角度。

新国标常用的尺寸单位是毫米 (mm) 和微米 ( $\mu\text{m}$ )，它们的换算关系是：

$$1,000\text{微米}(\mu\text{m}) = 1\text{毫米}(\text{mm})$$

$$1\text{微米}(\mu\text{m}) = 0.001\text{毫米}(\text{mm})$$

#### 2. 基本尺寸

由设计给定的尺寸叫做基本尺寸。它是确定机器和零件结构以及基本形状的尺寸。在零件图和装配图上标注的尺寸 (不计公差)，通常都是基本尺寸。

#### 3. 实际尺寸

通过测量所得的尺寸叫做实际尺寸。

对实际尺寸要明确以下几点：

(1) 由于存在着测量误差，所以实际尺寸并不是尺寸的真实数值。

(2) 由于加工时会产生形状误差 (如图 1—4)，因而即使在零件的同一表面上 (如圆轴的同—外表面或圆孔的同—内表面)，其不同位置的实际尺寸也往往是不相同的。测量时常以最高峰尺寸作为实际尺寸。

(3) 对配合零件的实际尺寸应遵守泰勒原则 (即极限尺寸判断原则)。

(4) 对非配合零件的实际尺寸则用两点法测量，其合格的条件是实际尺寸在二极限尺寸之间。

#### 4. 极限尺寸

极限尺寸是允许尺寸变化的两个界限值，

其中较大的一个称为最大极限尺寸，较小的一个称为最小极限尺寸。最大极限尺寸与最小极限尺寸二者统称为极限尺寸。极限尺寸以基本尺寸为基数来确定。就是说，极限尺寸是在设计确定基本尺寸的同时，为满足某种使用上的要求而确定的。例如，为了使轴能在孔当中旋

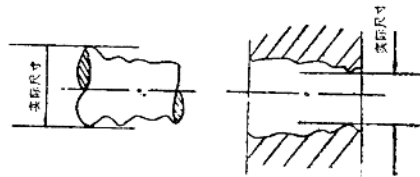


图 1—4 实际尺寸示例

转，应把孔的极限尺寸规定得大一些，相应的轴的极限尺寸要规定得小一些。

### 5. 尺寸示例

有关基本尺寸、极限尺寸的相互关系见图 1—5 所示。

图中：

$$L = 50 \quad L_{max} = 50.105 \quad L_{min} = 50.080$$

$$l = 50 \quad l_{max} = 49.92 \quad l_{min} = 49.895$$

式中：

$L$ ——孔的基本尺寸；

$l$ ——轴的基本尺寸；

$L_{max}$ ——孔的最大极限尺寸；

$l_{max}$ ——轴的最大极限尺寸；

$L_{min}$ ——孔的最小极限尺寸；

$l_{min}$ ——轴的最小极限尺寸。

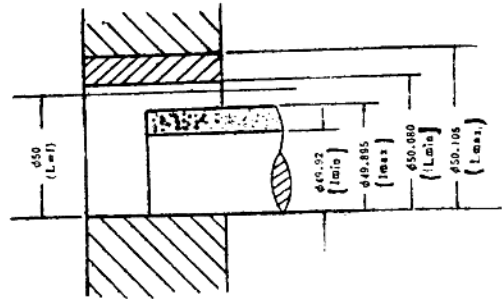


图 1—5 尺寸示意图

## 二、尺寸偏差、尺寸公差及尺寸公差带

### 1. 尺寸偏差（简称偏差）

偏差是某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。这里所讲的某一尺寸可以是最大极限尺寸、最小极限尺寸或某个实际尺寸。

最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差；最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差；上偏差与下偏差统称为极限偏差。

实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。

表 1—1

尺寸偏差的计算

单位：毫米（mm）

实例	基本尺寸	最大极限尺寸	最小极限尺寸	实际尺寸	上偏差	下偏差	实际偏差	在图样中的标注
1	$L = 50$ (孔)	$L_{max} = 50.105$	$L_{min} = 50.080$	50.093	$ES = L_{max} - L$ $= 50.105 - 50$ $= +0.105$	$EI = L_{min} - L$ $= 50.080 - 50$ $= +0.080$	$50.093 - 50$ $= +0.093$	$50^{+0.105}_{+0.080}$
2	$L = 50$ (孔)	$L_{max} = 50.025$	$L_{min} = 50$	50.013	$ES = L_{max} - L$ $= 50.025 - 50$ $= +0.025$	$EI = L_{min} - L$ $= 50 - 50$ $= 0$	$50.013 - 50$ $= +0.013$	$50^{+0.025}_0$
3	$L = 1$ $= 50$ (孔或轴)	$L_{max} = 50.012$	$L_{min} = 49.988$	50.006	$ES = es$ $= 50.012 - 50$ $= +0.012$	$EI = ei$ $= 49.988 - 50$ $= -0.012$	$50.006 - 50$ $= +0.006$	$50 \pm 0.012$
4	$l = 50$ (轴)	$l_{max} = 50$	$l_{min} = 49.975$	49.995	$es = l_{max} - l$ $= 50 - 50$ $= 0$	$ei = l_{min} - l$ $= 49.975 - 50$ $= -0.025$	$49.995 - 50$ $= -0.005$	$50^0_{-0.025}$
5	$l = 50$ (轴)	$l_{max} = 49.92$	$l_{min} = 49.895$	49.915	$es = l_{max} - l$ $= 49.92 - 50$ $= -0.080$	$ei = l_{min} - l$ $= 49.895 - 50$ $= -0.105$	$49.915 - 50$ $= -0.085$	$50^{-0.080}_{-0.105}$

极限尺寸和实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，所以偏差可以为正、负或零值。  
新国标对偏差的代号规定如下：

孔的上偏差  $ES$ ；孔的下偏差  $EI$ ；

轴的上偏差  $es$ ；轴的下偏差  $ei$ 。

当已知基本尺寸、极限尺寸和实际尺寸时，可计算其偏差值，如表 1—1 所列。

## 2. 尺寸公差（简称公差）

公差是允许尺寸的变动量。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。

上述定义，可用公式表达为

$$Th = |L_{max} - L_{min}| \text{ 或 } Th = |ES - EI|,$$

$$Ts = |l_{max} - l_{min}| \text{ 或 } Ts = |es - ei|.$$

式中： $Th$ ——孔的公差；

$Ts$ ——轴的公差。

应用上述公式的计算实例见表 1—2

表 1—2 极限尺寸与公差的计算 单位：毫米 (mm)

实例	已 知	最大极限尺寸	最小极限尺寸	公 差
1	$50 \begin{matrix} +0.105 \\ +0.080 \end{matrix}$ (孔)	$L_{max} = L + ES$ $= 50 + 0.105$ $= 50.105$	$L_{min} = L + EI$ $= 50 + 0.080$ $= 50.080$	$T_h = L_{max} - L_{min}$ $= 50.105 - 50.080 = 0.025$ 或 $T_h = ES - EI$ $= 0.105 - 0.080 = 0.025$
2	$50 \begin{matrix} +0.025 \\ 0 \end{matrix}$ (孔)	$L_{max} = L + ES$ $= 50 + 0.025$ $= 50.025$	$L_{min} = L + EI$ $= 50 + 0$ $= 50$	$T_h = L_{max} - L_{min}$ $= 50.025 - 50 = 0.025$ 或 $T_h = ES - EI$ $= 0.025 - 0 = 0.025$
3	$50 \pm 0.012$ (孔或轴)	$L_{max} = l_{max}$ $= 50 + 0.012$ $= 50.012$	$L_{min} = l_{min}$ $= 50 + (-0.012)$ $= 49.988$	$T_h = Ts$ $= 50.012 - 49.988 = 0.024$ 或 $T_h = Ts$ $= 0.012 - (-0.012) = 0.024$
4	$50 \begin{matrix} 0 \\ -0.025 \end{matrix}$ (轴)	$l_{max} = l + es$ $= 50 + 0$ $= 50$	$l_{min} = l + ei$ $= 50 + (-0.025)$ $= 49.975$	$T_s = l_{max} - l_{min}$ $= 50 - 49.975 = 0.025$ 或 $T_s = es - ei$ $= 0 - (-0.025) = 0.025$
5	$50 \begin{matrix} -0.080 \\ -0.105 \end{matrix}$ (轴)	$l_{max} = l + es$ $= 50 + (-0.080)$ $= 49.92$	$l_{min} = l + ei$ $= 50 + (-0.105)$ $= 49.895$	$T_s = l_{max} - l_{min}$ $= 49.92 - 49.895 = 0.025$ 或 $T_s = es - ei$ $= (-0.080) - (-0.105) = 0.025$

公差是一个不为零而且也没有正、负号的数值,所以,零公差或负公差的说法是不妥当的。公差是与尺寸加工精确程度密切联系的,在基本尺寸相同的情况下,允许尺寸变动量越小,也就是公差值越小,表示尺寸加工的精度要求越高,加工就越困难;允许尺寸变动量越大,即公差值越大,尺寸加工的精度要求就越低,加工也越容易。

### 3. 公差与偏差的区别

公 差	偏 差
1. 不为零且无正负号;	1. 可以为正、负或零;
2. 用于限制实际尺寸变动量,代表公差带大小,影响配合精度;	2. 极限偏差用于限制实际偏差,代表公差带位置,影响配合松紧;
3. 反映尺寸制造精度。	3. 反映机床的调整进刀。

### 4. 尺寸公差带 (简称公差带)

上述“尺寸”、“偏差”以及“公差”之间的关系可用图 1—6 表示。为了简化起见,在实用中常不画出孔和轴,而只画出放大的孔和轴的公差带来分析问题,这就是公差与配合的图解,简称公差带图。如图 1—7 就是图 1—6 的公差带图。所谓公差带就是在公差带图中,由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。图 1—7 中,代表  $ES$  和  $EI$  两条直线所限定的区域是孔的公差带;代表  $es$  和  $ei$  两条直线所限定的区域是轴的公差带。

图 1—7 中所示的零线是在公差带图中,确定偏差的一条基准直线,即零偏差线。通常,零线表示基本尺寸。

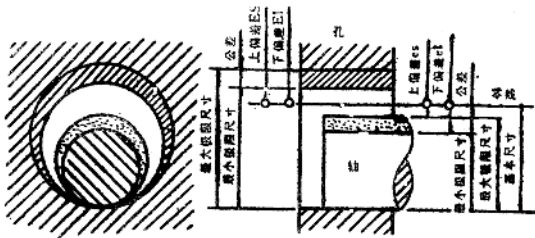


图 1—6 公差与配合的示意图

公差带图的绘制如图 1—8 所示。

设已知孔的基本尺寸及其极限偏差为  $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ +0.009 \end{smallmatrix}$  毫米,轴的基本尺寸及其极限偏差为

$\phi 50 \begin{smallmatrix} -0.009 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$  毫米。其公差带图绘制步骤如下:

(1) 画一横坐标代表基本尺寸  $\phi 50$ , 这条线就是零线。

(2) 将偏差值按一定比例放大,如图 1—8 若是放大一千倍,即在零线的上方或下方,以 1 毫米代表偏差值 0.001 毫米。如孔的上偏差为  $+0.025$  毫米,下偏差为  $+0.009$  毫米,就

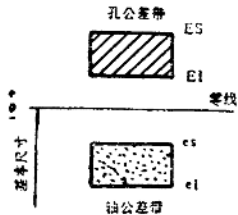


图 1—7 公差带图

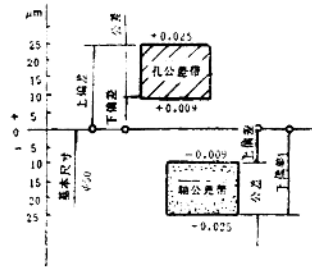


图 1—8 公差带图的绘制

在零线上方25毫米处画一水平线表示孔的上偏差，再在零线上方的9毫米坐标处画一水平线表示孔的下偏差，然后在代表孔的上、下偏差的两条水平线之间画上剖面线，即画出了孔的公差带图。

(3) 按照同一比例和同样方法，在零线下方画出轴的公差带图。

画公差带图时，可采用任意放大比例绘制。在公差带图上，如没有必要，也可不标注偏差值。

综上所述，研究孔和轴的尺寸公差，实质上就是研究孔和轴的尺寸公差带。确定尺寸公差带的基本内容有两个，一是公差带的大小，二是公差带的位置；公差带大小由标准公差确定，公差带位置由基本偏差确定。

### § 1—3 标准公差与基本偏差

图 1—9 是表示公差带大小和公差带位置的一个示意图。

(1) 与 (2)：

上偏差的数值相同，说明公差带相对于零线的最近位置相同。下偏差的数值不相同，因为 (1) 的公差为  $0.008\text{mm}$ ，(2) 的公差为  $0.018\text{mm}$ ，即公差带的大小不同。

(1) 与 (3)：

公差带位置不同，但公差带大小相同。

(1) 与 (4)：

公差带位置和大小都不同。

由此可见，公差带是由“公差带大小”和“公差带位置”两个要素组成的。“公差带大小”由标准公差确定，“公差带位置”由基本偏差确定，形成标准公差和基本偏差两个系列。从图 1—9 中，可以进一步看出，(1)与(2)基本偏差相等，标准公差不等，(1)与(3)标准公差相等，基本偏差不等，(1)与(4)则标准公差与基本偏差都不等。

新国标对公差带的两个要素分别进行标准化，是为了得到多种不同大小和不同位置的公差带，既满足不同的使用要求，又达到简化统一，便于生产的目的。

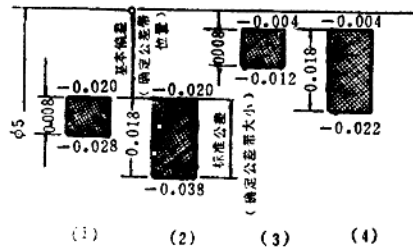


图 1—9 公差带大小和位置

表1-3 公差等级 数值 公差等级

基本尺寸		公差等级																		
mm		IT01	IT02	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
大于 至		μm																		
3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
30	0.8	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	6.0	9.0
500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
630	4.5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0
800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.2	5.0	8.0	12.5
1000	5.5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.6	5.6	9.0	14.0
1250	6.5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.2	6.6	10.5	16.5
1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.0	7.8	12.5	19.5
2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.0	9.2	15.0	23.0
2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.80	4.40	7.0	11.0	17.5	28.0
3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2.10	3.30	5.40	8.6	13.5	21.0	33.0

注: 基本尺寸小于1mm时, 无IT14至IT18。



## 一、标准公差

1. 标准公差定义：“标准公差是新国标的，用以确定公差带大小的任一公差。”新国标规定的标准公差数值见表 1—3。

### 2. 公差等级与代号

公差等级是确定尺寸精确程度的等级。

从表 1—3 可以看出，标准公差分 20 级，即：IT01、IT0、IT1 至 IT18。IT 表示标准公差，即国际公差（ISO 公差），公差等级的代号用阿拉伯数字表示。从 IT01 至 IT18 等级依次降低，而相应的标准公差依次加大，即：

高（公差等级）低

IT01、IT0、IT1……IT18

小（标准公差）大

### 3. 标准公差系列

表 1—3 所列的标准公差系列，是运用有关的计算公式，对每一基本尺寸分段的每个公差等级的标准公差值进行计算、化整并由此规定了不同标准公差值而形成的。

标准公差的数值按下列公式计算确定：

$$IT = \alpha \cdot i$$

$$i = f(D)$$

式中： $\alpha$ ——公差等级系数；

$i$ ——公差单位；

$D$ ——基本尺寸。

从上式说明，标准公差的数值是按多少倍的公差单位来计算的。公差单位是计算标准公差的基本单位，它是基本尺寸的函数。标准公差数值与基本尺寸之间的关系，则是通过公差等级系数相联系的。

### 4. 讨论

(1) 从理论上讲，基本尺寸不同，它的公差值也应该不同，但由于相邻尺寸的公差值相差是很小的，如果对每一基本尺寸都规定出它的公差值，不但会给设计和生产带来繁琐和困难，而且也使机械生产所需要的切削刀具、量具、夹具、机床等工艺装备的品种规格大大增加，这无疑是很不经济的。因此，在公差与配合标准中，将基本尺寸加以合理的分段，对同一尺寸分段、同一公差等级，只规定出一个统一的标准公差值。如在大于 30 至 50 毫米的尺寸分段中，对于尺寸在该尺寸段落内公差等级为 6 级，其标准公差值均为  $IT6 = 0.016 \text{ mm}$ 。所有这些尺寸在计算时的基本尺寸  $D$ ，均取尺寸分段首尾两个尺寸的几何平均值，即  $D = \sqrt{30 \times 50} = 38.73 \text{ mm}$ 。

(2) 公差等级高时，表示尺寸精确程度高，尺寸公差带小，标准公差值小，公差等级系数小；公差等级低时，表示尺寸精确程度低，尺寸公差带大，标准公差值大，公差等级系数大。

(3) 标准公差与基本尺寸分段和公差等级有关。在基本尺寸分段相同的情况下，由公差等级的高低决定公差值的大小，公差等级高的，公差值小，公差等级低的，公差值大；在