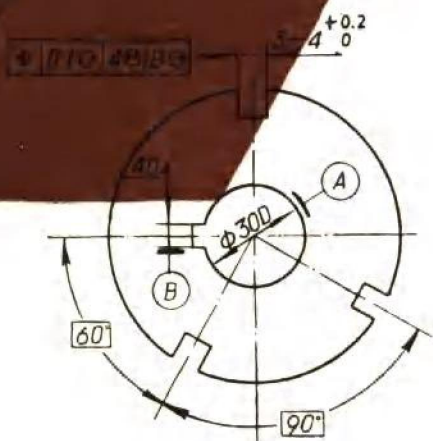


# 尺寸公差与 形位公差基础

王睿 编著



机械工业出版社

本书是在宣讲《公差与配合》(GB1800~1804—79)和《形状和位置公差》(GB1182~1184—80、GB1958—80)的基础上编写而成的。书中对该两项标准的名词术语的定义及其基本概念等都作了详细的阐述。

本书共分八章。前三章以光滑尺寸公差与配合为主,介绍公差制的发展概况、新标准的基本内容和特点,分析公差带中的基本偏差、标准公差的概念及其计算和查表的方法,后五章是以形状和位置公差为主,讲解用框格标注形位公差的方法、含义和要求等,并通过实例用正投影法画图加以阐述,以帮助读者加深理解。

为使读者了解形位公差与光滑尺寸公差、表面粗糙度、加工方法等的关系,本书还附有有关的表格,以供读者查对选用。为巩固读者的学习效果,书末还附有思考与练习题。

本书可供工程技术人员、机械工人学习之用,也可作为贯彻该标准的讲义和技工学校、技术短训班的教材。

另外,在编写本书的过程中,得到清华大学精仪系花国梁副教授的审阅与指导,编者在此表示衷心的感谢。

## 尺寸公差与形位公差基础

王睿 编著

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/32·印张 7<sup>1</sup>/<sub>4</sub>·字数158千字

1987年1月北京第一版·1987年1月北京第一次印刷

印数 00,001—15,250 ·定价1.75元

一统书号. 15033·6378

# 目 录

第一章 概论	1
第一节 互换性与公差制	1
一、机械工业的发展, 必须贯彻“专业化协作的原则”	1
二、“公差制”发展的几个阶段	2
三、我国的新公差标准为什么采用国际公差制	6
四、我国新的公差标准的构成	10
第二节 形状和位置公差的基本概念与标准	11
一、形状和位置公差的基本概念	11
二、形状和位置公差标准	14
第二章 光滑尺寸公差	16
第一节 尺寸、公差与极限尺寸判断原则	16
一、尺寸、公差与公差带	16
二、极限尺寸判断原则	19
第二节 标准公差与基本偏差	21
一、标准公差	22
二、基本偏差	27
第三章 配合	44
第一节 配合的定义与种类	44
一、配合的定义	44
二、配合的种类	45
第二节 配合的两种制度	56
一、基孔制	56
二、基轴制	56
第三节 公差、配合的标注与查表	59

## IV

一、公差、配合在图样上的标注方法	59
二、查表确定公差与基本偏差	61
第四节 常用、优先公差带	69
第五节 未注公差尺寸的极限偏差	90
一、适用范围	90
二、使用公差等级	90
第六节 《公差与配合》新旧标准对照	91
第四章 形状和位置公差在图样上的标注方法	97
第一节 形状和位置公差的项目和代号	97
一、形状公差项目	97
二、位置公差项目	97
三、形状和位置公差各项目的符号	97
四、基准代号	100
五、基准目标代号	101
第二节 形状和位置公差的标注方法	102
一、标注方法举例	102
二、标注方法的一般规定	110
第五章 形状和位置公差	118
第一节 形状公差	118
一、形状公差概念	118
二、形状公差带	121
三、形状误差的评定	121
第二节 位置公差	146
一、位置公差的概念	146
二、位置误差的评定	147
第六章 相关公差	173
第一节 独立公差与相关公差	174
一、独立公差	174
二、相关公差	174

第二节	相关公差的名词、术语 .....	175
一、	作用尺寸 .....	175
二、	最大实体状态 (MMC) .....	177
三、	最小实体状态 (LMC) .....	177
四、	实效状态 .....	177
五、	包容原则 .....	178
六、	最大实体原则 .....	180
第三节	相关公差的应用 .....	185
一、	相关公差的应用举例 .....	185
二、	相关公差的应用条件 .....	190
第七章	形状和位置公差与有关因素的关系 .....	192
第一节	形状和位置公差等级 .....	192
一、	形状公差等级 .....	192
二、	位置公差等级 .....	192
第二节	形状、位置公差与有关因素的关系 .....	202
一、	形状、位置公差与尺寸公差、表面光洁度之 的关系 .....	202
二、	形状、位置公差与各种加工方法之间的关系 .....	205
第八章	形状、位置公差的选择 .....	209
第一节	零件上基本尺寸的确定 .....	209
一、	直线度和平面度依据的参数 .....	209
二、	圆度和圆柱度依据的参数 .....	209
三、	平行度、垂直度和倾斜度依据的参数 .....	209
四、	同轴度、对称度、圆跳动和全跳动依据的参数 .....	209
第二节	公差等级的选择 .....	209
一、	形位公差等级与光滑尺寸公差等级之间的关系 .....	209
二、	同一零件上, 形状公差与位置公差的关系 .....	210
三、	利用“类比法”选择公差等级 .....	210
第三节	形位公差选择举例 .....	211

第四节 未注形状、位置公差 .....	213
附录 .....	216
思考与练习题 .....	216
一、光滑尺寸公差部分 .....	216
二、形状、位置公差部分 .....	221

---

# 第一章 概 论

## 第一节 互换性与公差制

### 一、机械工业的发展，必须贯彻“专业化协作的原则”

在社会主义建设的每个阶段，机械制造工业，始终担负着为国民经济各部门提供技术装备的任务。在进行这项工作过程中，机械工业一方面要扩大本身的生产规模，另一方面则要广泛组织协作，提高专业化生产的能力。

各专业工厂如何正常地协作？如何有节奏的、有条不紊的进行大生产？从技术上讲，就是要求零件具有“互换性”的条件。

所谓“互换性”，是指在制成的同一规格零、部件中，不需作任何挑选或修配，就能顺利装配，而且达到原定性能的要求。或者，当机器上的零件磨损后，可以用备件顺利地替换，并能保持原来的性能。

怎样做到“互换”呢？这就要求控制零件相互结合的配合尺寸。那么是不是说这些配合尺寸一定要加工得绝对准确呢？不是。事实上，配合尺寸也不可能加工得绝对准确。实际上，在加工时，零件的尺寸要受到机床、刀具、测量方法等一系列因素的影响，不可避免地会产生误差。另外，从另一个角度讲，要求零件尺寸“互换”，就是允许零件的相应尺寸在一定的范围内变动。这个允许的变动范围，就是“公差”的概念。《公差与配合》标准，就是为保证产品使用功能和零部件互换性而制定的。

## 二、“公差制”发展的几个阶段

“公差制”的建立和发展是由生产的发展决定的，并且是与社会的政治、经济条件密切联系的。在学习新标准时，了解一下“公差制”的发展情况，对我们理解新标准是有帮助的。

1776年，世界上最大的成就之一，是将直径为650mm的汽缸直径切削加工到误差为1mm左右的精确度，从而，开创了蒸汽机在工业中广泛应用的新纪元。

1850年，出现了较高精度的游标卡尺，促使加工精度提高，使误差降低到0.01mm；也就是说，在近一百年间，切削加工精度提高了两个数量级。

到十九世纪末，生产中出现了千分尺，人们将加工精度推向了微米级，在检验方面，已经从标准量规发展到极限量规，制造零件不必要精确的按一个特定的尺寸加工了，即可以按由两个极限尺寸确定的尺寸范围加工制造，按“公差”制造。所以，“公差制”可以从1900年算起，至今已有八十多年历史了。其间大约可以分为三个阶段。

(一) 1900年到1925年，为初期阶段。1900年，英国伦敦有一家羊毛机器公司，使用了极限量规，并按“互换性”原则组织生产。由于它的产品分布面很广，要求备件量很大，因而需要制订统一的公差与配合标准；1902年，纽瓦尔(NEWALL)“极限表”编制出来了。这是最早的公差标准。它仅规定了基孔制配合，含有两个精度基准孔A和B，见图1，并且采用双向不对称偏差。基准孔A和B，与相应的轴可以分别形成六种不同的配合，其中两种压配合F与D，一种过渡配合P，三种动配合Z、Y与X。

1906年，英国国家标准B.S.27发表。



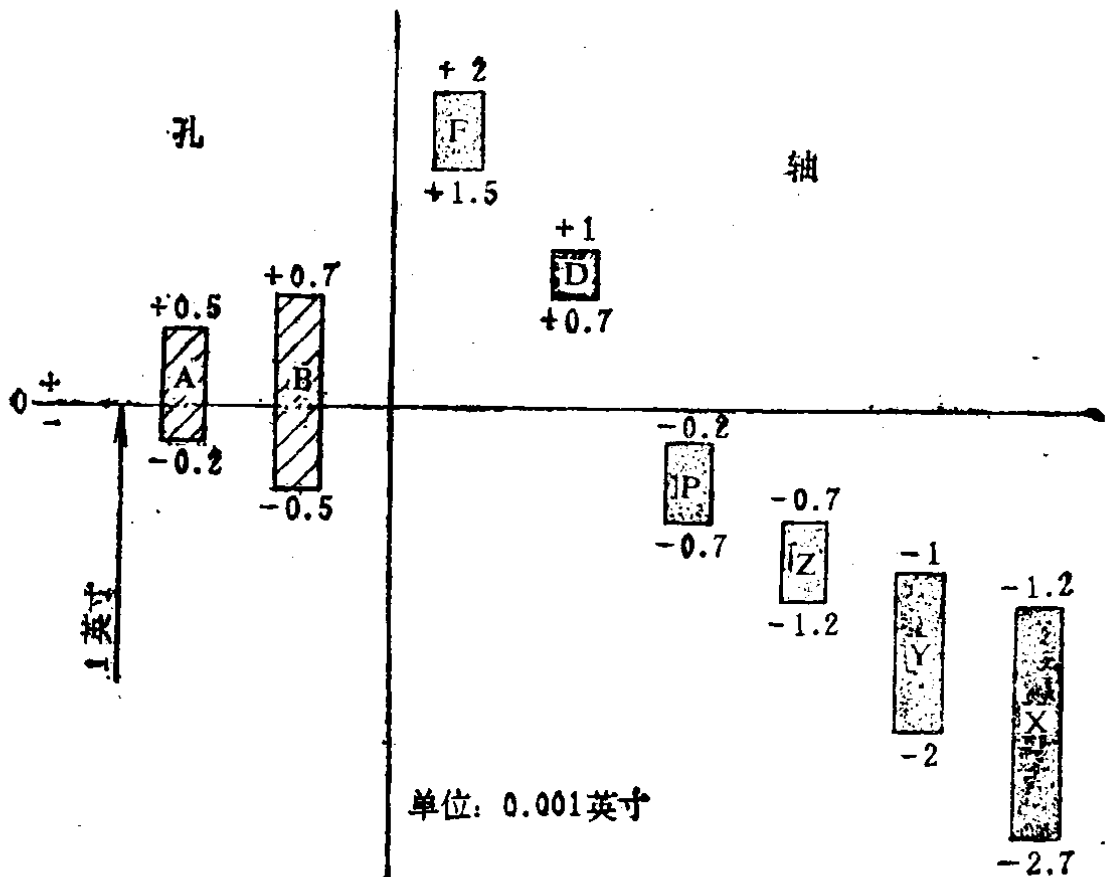


图1 纽瓦尔制公差带图

1924年，英国由于军需品生产的要求，又制订了国家标准B.S.164。

1925年，美国最初的公差制A.S.A.B 4a出版。

英美国家标准比纽瓦尔制有所发展，但基本结构相同，都属于初期“公差制”。

(二) 1926年到1962年，为旧“公差制”阶段。1926年，德国标准“DIN公差制”发表。见图2，它比英美“公差制”都有了较大发展。其特点简要地介绍如下：

1. 它同时规定了基孔制和基轴制。
2. 它明确提出了公差单位的概念。
3. 它把公差的精度等级与配合代号区分开来（纽瓦尔

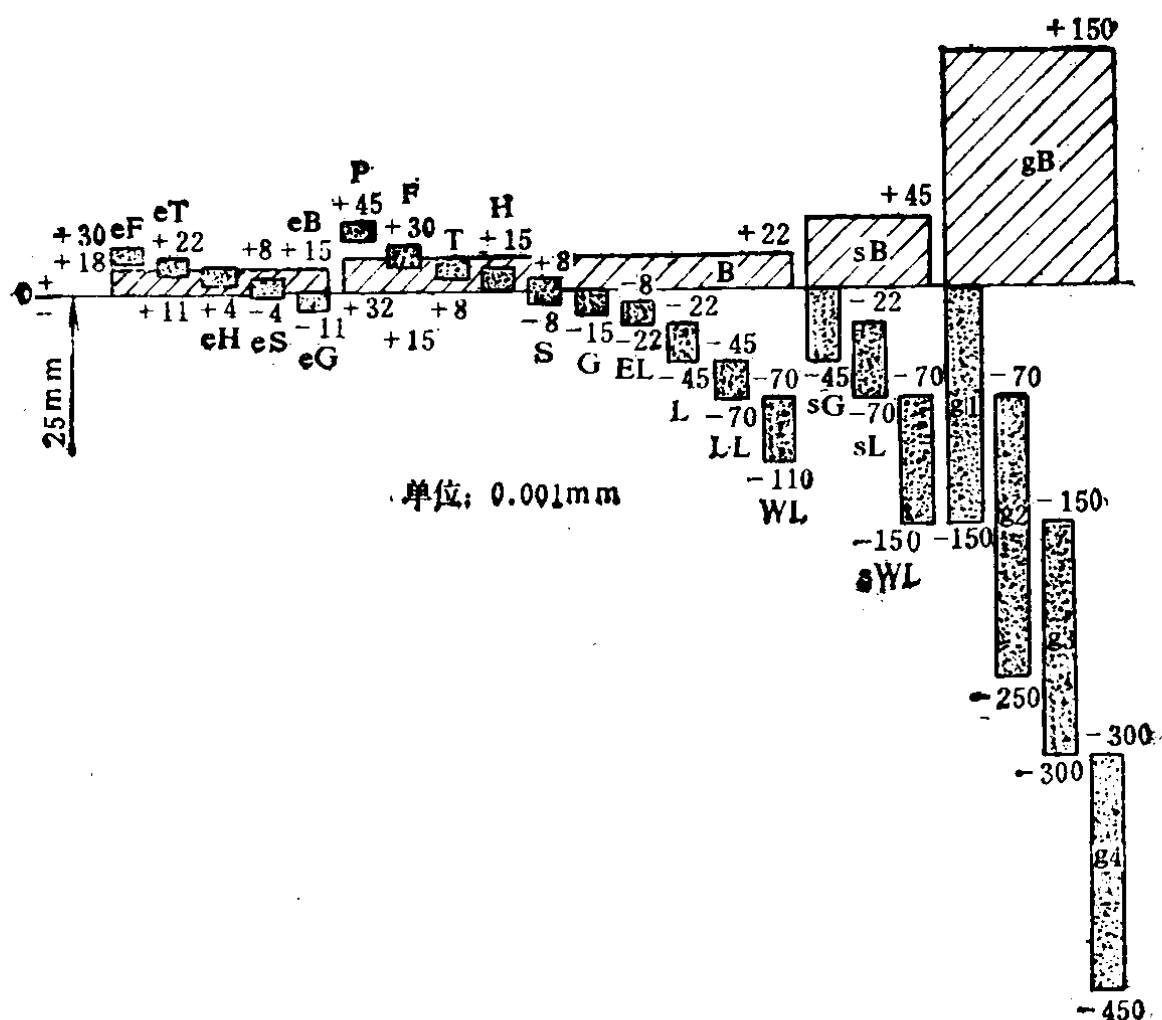


图2 DIN的公差带图(以基孔制为例)

制中规定, 一个代号表示一对极限偏差), 并且定出e、f、s、g四个精度级别, 每级又规定若干种配合。以上四种代号含义如下:

e 为超精密级配合。

f 为精密级配合 (在图上不注出 f)。

s 为中等级配合。

g 为粗糙级配合。

从图2中可以看出, 在中等级配合中, 分为sG、sL、sWL三种不同间隙的配合, 其中sG轴与基准孔的配合, 最

小间隙为零。

以上四个精度级别的公差单位依次为 1、1.5、3、10。

4. 它的配合代号，用配合名称的德文缩写字母表示，并用大写。

P——重压配合；	F——压配合；
T——迫配合；	H——推配合；
S——轻推配合；	G——滑配合；
EL——紧动配合；	L——动配合；
LL——轻动配合；	WL——松动配合。

基准孔用 B 表示，基准轴用 W 表示。

5. 它规定了标准参考温度  $20^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$ )。

德国 DIN 公差制，在当时是比较先进的，它影响了一些国家公差制的制订，如苏联公差制和日本公差制，都参考了 DIN 的公差制。

1929年，苏联 OCT “公差与配合”标准诞生。它也分为基孔制和基轴制；基准件偏差采用单向制；精度级别分为 1，2，3，4 级；公差与偏差的数值与 DIN 公差制也很接近等。

我国的旧国家标准《公差与配合》(GB 159~174-59)就是参考苏联标准制订的。

(三) 1962年——国际公差制阶段。国际公差制——ISO 公差制，最早在 1957 年以草案形式公布，经过一系列国际会议的讨论，于 1962 年正式颁布。

下面就国际公差制的发展简况说明如下：

1947 年 2 月，国际标准化协会 (ISA) 重建，改名为国际标准化组织 (ISO)。ISA 的英文全称是：INTERNATIONAL FEDERATION OF THE NATIONAL

## STANDARDIZING ASSOCIATIONS.

ISO的英文全称是：INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.

1962年，自从ISO公差制颁布以后，各国都很重视，到目前为止，除各工业国均已采用国际公差制外，许多发展中国家，也已纷纷采用。

国际公差制与旧公差制比较有许多特点。旧公差制着眼于配合性质的标准化，按照精度等级规定多种配合类别，使划分配合的依据不统一，结果，公差带大小不仅与精度等级有关，而且还随配合类别而改变，造成了“精度”、“配合”本身的概念与规律之间的混乱。而国际公差制，则是对形成配合的两项基本要素——“公差带的大小”和“公差带的位置”分别进行标准化。前者由“标准公差系列”确定，后者由“基本偏差系列”确定。两者结合，构成轴或孔的不同公差带，而配合则由轴与孔的公差带结合而成。这样就避免了旧公差制存在的缺陷。此外，国际公差制还包括了测量与检验制，形成了完整的体制。

### 三、我国的新公差标准为什么采用国际公差制

解放后，我国逐步采用了苏联公差制，这对我国的机械工业发展起了积极的作用。但随着科学技术发展，原有标准已不能满足需要；而国际公差制，经过许多国家使用，证明有许多优点，因而结合我国生产实际，有分析的采用国际公差制，必将大大促进我国工业的发展。

#### (一) 旧公差标准存在以下问题。

1. 精度等级偏低：据统计，旧公差标准的12级精度，比国际公差制的公差等级约少6~7级。譬如，我国生产的精密轴承，要求与它配合的座孔与轴颈，其正常精度需要比

旧标准的一级精度再提高 2~3 级，才能符合运转要求。

2. 配合种类偏少：如某手表厂采用的 76 种配合中，使用旧标准的只占 7 种，而借用国际制的就有 60 多种。

3. 不适应单件小批生产的需要。如第一种动配合，往往达不到质量要求。

4. 大尺寸段的公差与配合，不符合加工实际情况。这主要是它未考虑温度对加工零件尺寸误差及形位误差的影响。

5. 旧公差标准，缺少测量与检验制度。

6. 旧公差标准在规律性方面存在明显问题。例如：

(1) 精度等级的划分，来源于典型的加工方法。如 4 级精度由精车而得，2 级精度由磨削而得，等等。随着生产的发展，工艺的改进，它的局限性日益表现出来。在相邻两个精度等级之间，其公差比值是在 1.4 到 2.1 之间变动，无规律可循，且不便于延伸或插入新的等级。

(2) 按精度等级规定配合，使精度等级与公差值脱节，造成名

不符实。如： $\frac{D}{d}$ ， $\frac{D}{db}$ ，

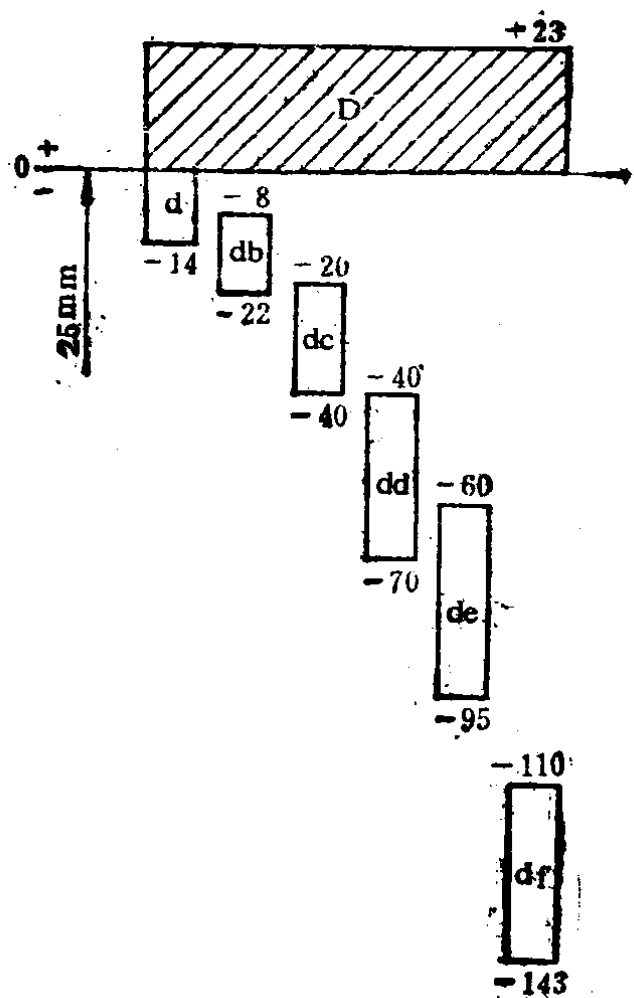


图 3 孔、轴公差随配合而改变

$\frac{D}{dc}$ ,  $\frac{D}{dd}$ ,  $\frac{D}{de}$ ,  $\frac{D}{df}$ 同为基孔制中二级精度的动配合, 但孔与轴的公差却不相等, 而且轴的公差大小也在变动。以

$\phi 25 \frac{D}{de}$ 与 $\phi 25 \frac{D}{db}$ 两种配合比较, 轴的公差大小竟相差2.5

倍之多, 见图3, 这就造成了精度等级概念与规律的混乱。

(3)不是以间隙大小或过盈大小划分配合种类, 其结果导致配合的松紧程度, 不仅随着配合类别而变, 同时还随精度等级而变, 也就是说, 划分配合的依据很不统一。如动配合是以最小间隙为依据划分配合类别的; 静配合则以平均过盈为依据, 也有以最小或最大过盈为依据的; 过渡配合则以最大过盈为依据划分配合类别。下面以第三种动配合和静配合为例分析这方面的问题, 见图4、图

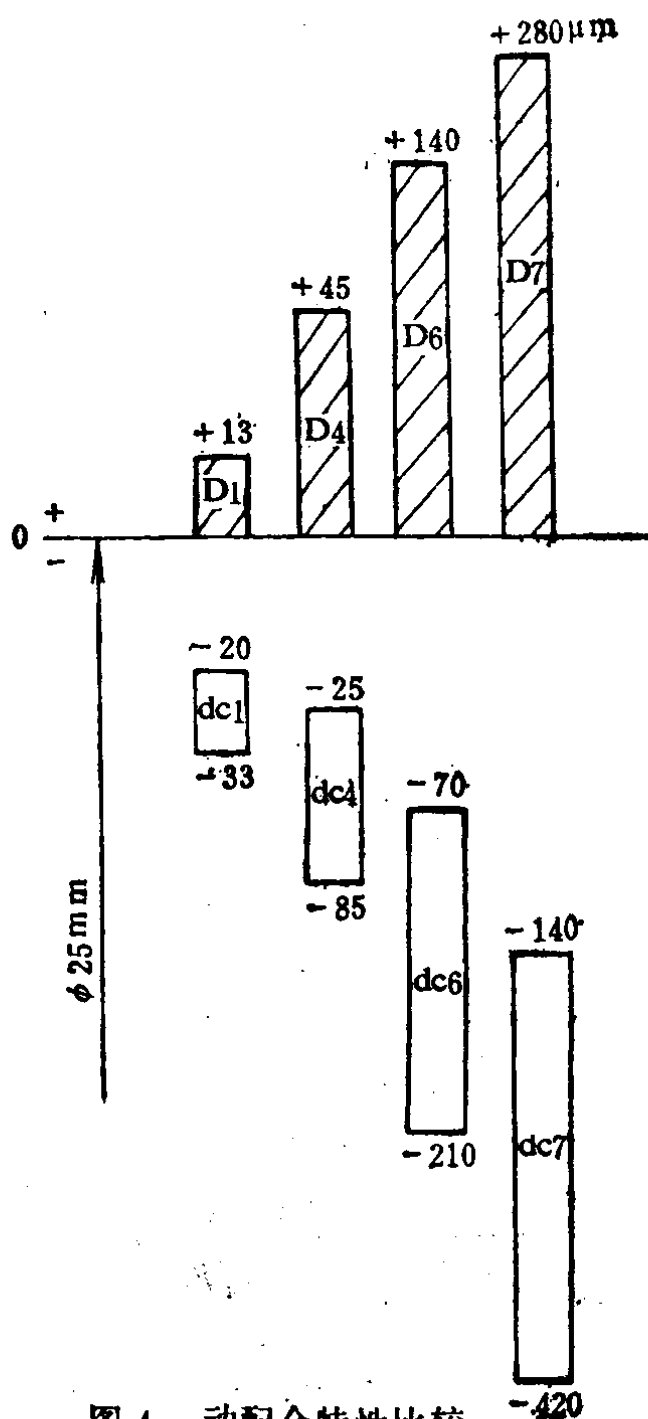


图4 动配合特性比较

5. 图4为第三种动配合(基孔制)。但 $\frac{D1}{dc1}$ 与 $\frac{D4}{dc4}$ 两种配合,其最小与最大间隙,均能保持一定的润滑油膜,它属液体摩擦的动配合;而 $\frac{D6}{dc6}$ 与 $\frac{D7}{dc7}$ 两种配合,由于最小间隙太大不能保持液体摩擦状态时的油膜厚度。尽管它们同为第三种动配合,但其使用效果相差悬殊,原因是,零件尺寸的公差带大小不仅与精度等级有关,还随配合类别不同而改变;另一方面,尺寸的公差带位置,也随两个参数变化。

图5为静配合公差带图。其中 $\frac{D4}{ja4}$ 比 $\frac{D4}{jb4}$ 之平均过盈几乎

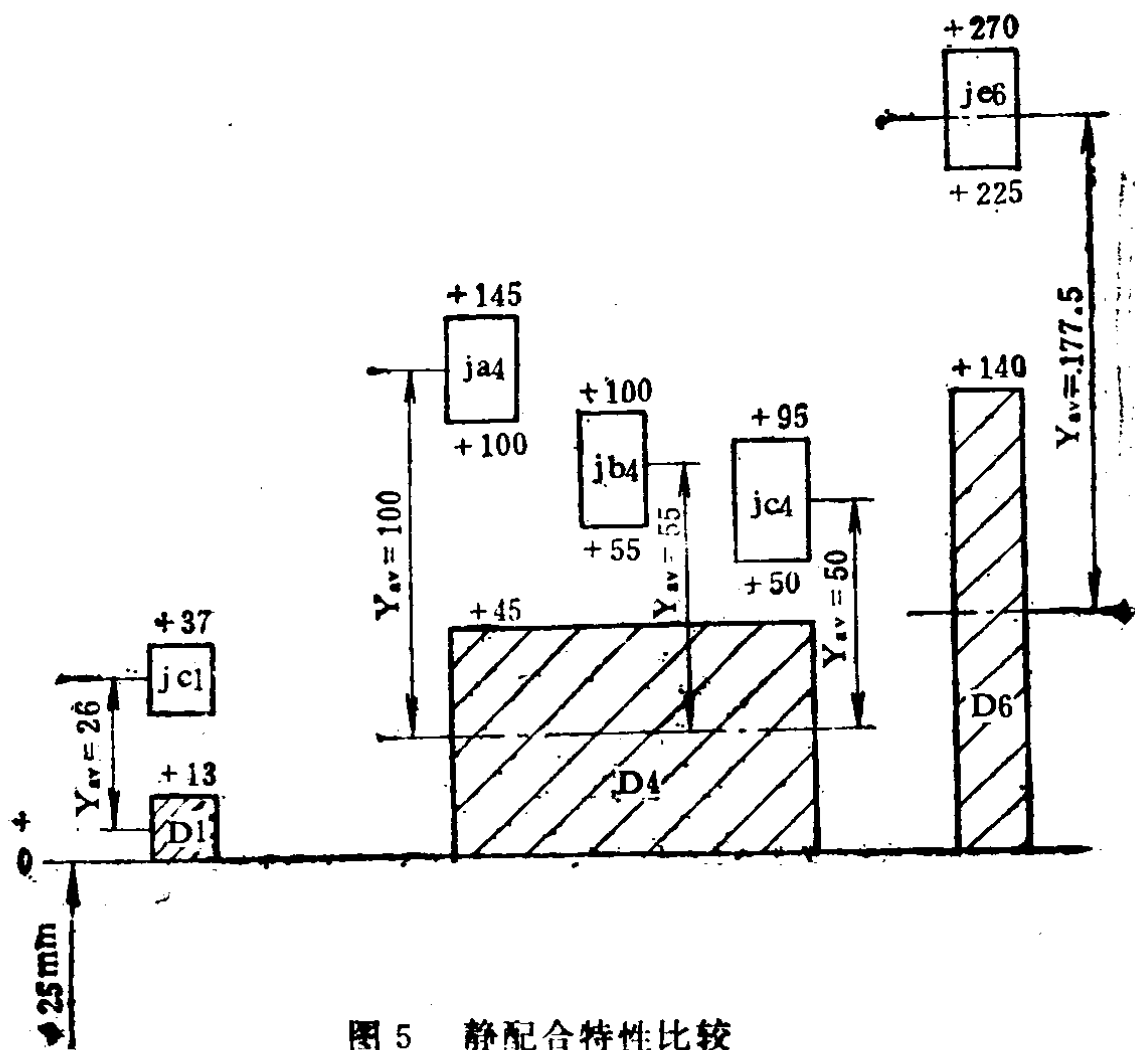


图5 静配合特性比较

大一倍，而  $\frac{D4}{jb4}$  与  $\frac{D4}{jc4}$  之平均过盈却基本相等。同为 4 级精度

的静配合，其过盈量相差，竟如此之大；再以  $\frac{D6}{je6}$  与  $\frac{D4}{ja4}$  比

较，前者为第五种静配合，后者为第一种静配合，但前者的平均过盈 ( $Y_{av} = 177.5$ )，比后者的平均过盈还要大，其松

紧顺序完全颠倒了。再用  $\frac{D4}{jc4}$  与  $\frac{D1}{jc1}$  两种静配合比较，同为第

三种静配合，由于精度等级不同，前者的平均过盈 ( $Y_{av} = 50$ )，几乎等于后者的两倍，可见配合性质，相差多么悬殊。

(二) 我国的新公差标准，基本上采用了 ISO 公差制。

1. ISO 公差制可以适应我国生产发展的要求：使用 ISO 公差制后，原来标准中存在的精度等级偏低，配合种类偏少等问题，均可解决。再从几种典型零部件，如液压元件，柴油机关键部位尺寸所采用的非标准公差与配合来分析，当采用 ISO 公差制后，均可列入正式标准。便于从旧标准到新标准的过渡。

2. ISO 公差制，概念明确，规律性强，便于掌握，有利于标准本身的发展。

3. 采用 ISO 公差制，有利于国际之间的技术交流。

#### 四、我国新的公差标准的构成

新的国家标准《公差与配合》，已颁布了五项标准，加上即将颁布的极限量规与测量用量仪标准，将构成比较完整的公差与配合制度。图 6 表示了新的公差制体系。

新标准不仅适用于光滑圆柱面，也适用于由单一尺寸确定的表面，如键槽槽宽表面之间尺寸，以及结构尺寸，如两轴线之间的距离尺寸等。



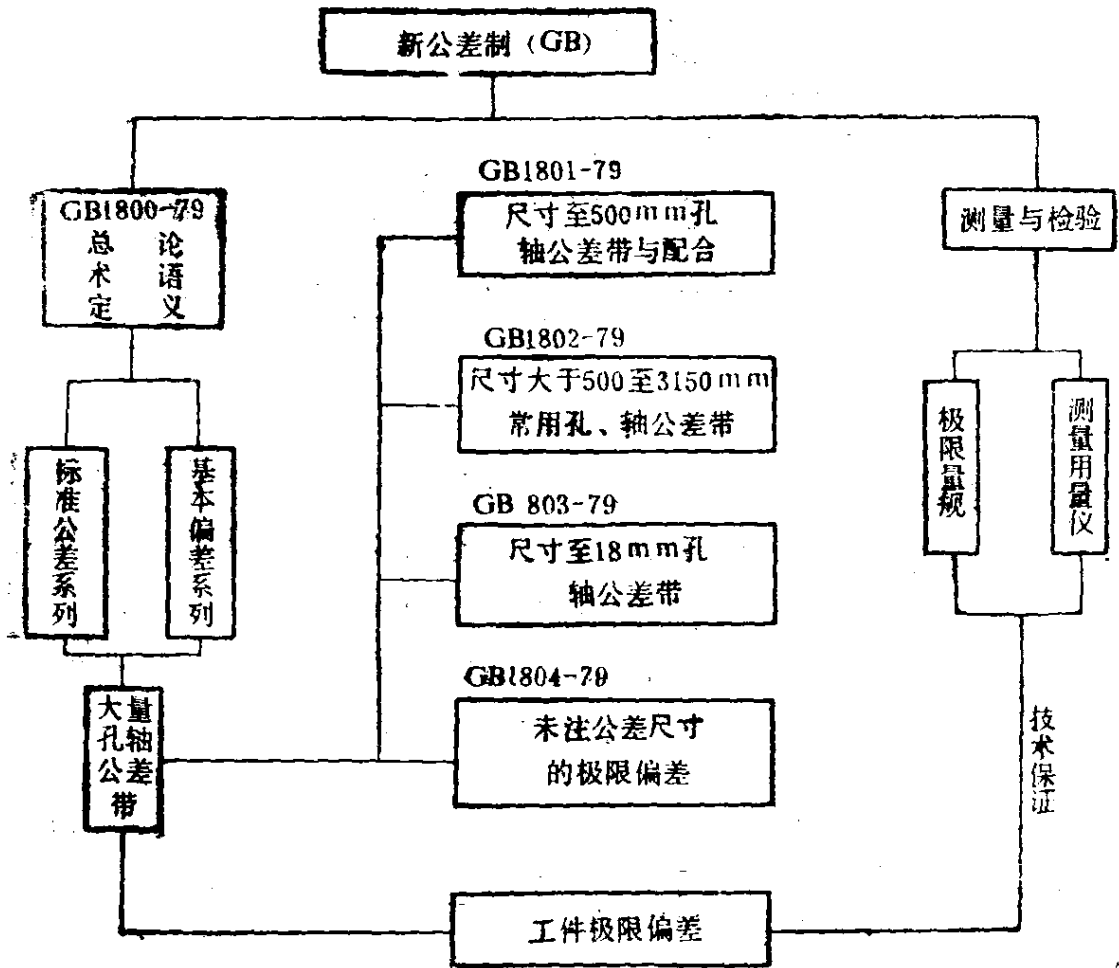


图6 新公差制体系

## 第二节 形状和位置公差的基本概念与标准

在早期的机械工业中，一般只控制零件的尺寸误差和表面光洁度，但是随着工业的发展，对零件的几何形状要求也越来越高了，也就是说，必须控制零件的形状、位置误差。

### 一、形状和位置公差的基本概念

在生产过程中，人们逐渐认识到，零件的几何形状误差和几何要素的位置误差同样影响着零件的质量，从而直接影响着机械产品的使用性能。图7所示为车床尾架，在使用过