

机械制造工艺学

吉林工学院 姜兴序 主 编 耿廷宇 副主编

华中理工大学出版社

机 械 制 造 工 艺 学

姜 兴 序 主 编

责任编辑 刘宜藩

*

华中理工大学出版社出版发行

《武昌喻家山》

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 419 000

1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

印数: 1—1 000

ISBN 7-5609-0535-8/TH·47

定价: 3.58元

内 容 提 要

本书主要包括以下四个方面：公差与配合，机械加工工艺的基本理论，典型表面加工分析及机械加工工艺规程设计，机床夹具设计的基本知识等。全书分为四篇共十八章。

本书为工业企业管理工程专业用的教材，同时也是机械制造工艺专科以及非机械专业的教学用书。全书在文字叙述方面，注意突出重点，深入浅出，便于教学和自学。

本书也可作为有关工程技术人员参考之用。

前 言

本书是根据工业企业管理工程专业的教学计划中《机械制造工艺学》教学大纲的要求，同时兼顾到机械制造工艺专科和其他非机制专业的教学需要，以及根据我们多年来从事上述各专业的教学实际情况和经验进行编写的。本书可与1989年华中理工大学出版社出版的《金属切削机床与刀具》（姜兴序主编、魏向兰副主编）配套使用。

全书共分四篇十八章，第一篇第一至五章介绍公差与配合的基本知识；第二篇第六至九章讲述机械加工工艺的基本理论；第三篇第十至十三章讨论典型表面加工及机械加工工艺规程设计；第四篇第十四至十八章介绍机床夹具设计的基本知识。上述内容的安排和取舍，主要依据教学大纲的要求，以及考虑到当前教学改革形势，拓宽知识面，加强实践性的教学环节和内容。同时在理论阐述上，深入浅出注意典型性和系统性。

本书由吉林工学院姜兴序副教授主编、耿廷宇副教授担任副主编，参加编写的还有哈尔滨机电专科学校王乃俊同志（第一篇）、第一汽车制造厂职工大学隋金福副教授（第七、八章）、吉林工学院戴殿琪同志（第十一、十六、十八章）和长春大学谢文欣同志（第十、十二、十三章）。本书在编写过程中得到了有关工厂、院校和研究所的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中的错误和不妥之处在所难免，诚恳欢迎广大读者批评指正。

编 者

1988年10月于长春

目 录

第一篇 公差与配合

第一章 公差与配合概述	(1)
第二章 光滑圆柱形的公差与配合	(3)
§ 2-1 基本术语及其定义	(3)
§ 2-2 公差与配合标准的基本规定	(8)
§ 2-3 公差与配合的选用	(17)
§ 2-4 公差与配合旧国标简介	(21)
§ 2-5 光滑极限量规	(23)
第三章 形状和位置公差	(27)
§ 3-1 形位公差的研究对象	(27)
§ 3-2 形位公差的项目、符号及标注	(28)
§ 3-3 形位误差和形位公差	(33)
§ 3-4 形位公差带的分析	(34)
§ 3-5 公差原则	(41)
§ 3-6 形位公差值和形位公差等级的选择	(47)
§ 3-7 形位误差的检测	(50)
第四章 表面粗糙度	(52)
§ 4-1 表面粗糙度对零件功能的影响	(52)
§ 4-2 表面粗糙度的评定标准	(52)
§ 4-3 表面粗糙度的标注	(55)
§ 4-4 表面粗糙度的选用	(57)
§ 4-5 表面光洁度国家标准简介	(57)
§ 4-6 表面粗糙度的检测	(59)
第五章 圆柱齿轮公差与测量	(62)
§ 5-1 齿轮传动的使用要求	(62)
§ 5-2 齿轮加工误差和测量	(62)
§ 5-3 齿轮副误差及测量	(70)
§ 5-4 渐开线圆柱齿轮精度标准	(72)
§ 5-5 圆柱齿轮传动公差旧机标简介	(79)

第二篇 机械加工工艺的基本理论

第六章 机械制造过程概述	(81)
§ 6-1 生产过程和工艺过程	(81)
§ 6-2 生产纲领和生产类型	(82)
§ 6-3 工件的安装及基准	(83)
§ 6-4 工件定位原理	(85)

第七章 机械加工精度	(87)
§ 7-1 概述	(87)
§ 7-2 工艺系统的几何误差	(88)
§ 7-3 工艺系统受力变形引起的加工误差	(95)
§ 7-4 工艺系统热变形引起的加工误差	(105)
§ 7-5 工件的内应力所引起的加工误差	(110)
§ 7-6 加工误差的综合分析	(111)
第八章 机械加工表面质量	(118)
§ 8-1 概述	(118)
§ 8-2 影响表面粗糙度的因素	(119)
§ 8-3 影响表面物理机械性能的因素	(122)
§ 8-4 机械加工中的振动	(123)
第九章 尺寸链	(129)
§ 9-1 概述	(129)
§ 9-2 工艺尺寸链	(132)
§ 9-3 工艺尺寸链跟踪图解法	(138)
§ 9-4 装配尺寸链	(141)

第三篇 典型表面加工及机械加工工艺规程设计

第十章 典型表面加工	(149)
§ 10-1 外圆表面加工	(149)
§ 10-2 孔加工	(158)
§ 10-3 平面加工	(167)
第十一章 机械加工工艺规程设计	(175)
§ 11-1 概述	(175)
§ 11-2 定位基准的选择	(176)
§ 11-3 工艺路线的制定	(178)
§ 11-4 加工余量的确定	(188)
§ 11-5 时间定额和提高劳动生产率的工艺措施	(191)
§ 11-6 工艺方案的技术经济分析	(195)
§ 11-7 工艺文件	(198)
第十二章 主轴加工工艺	(203)
§ 12-1 概述	(203)
§ 12-2 主轴加工工艺过程分析	(204)
§ 12-3 主轴主要加工工序的分析	(207)
第十三章 箱体加工工艺	(210)
§ 13-1 概述	(210)
§ 13-2 箱体加工工艺过程分析	(212)
§ 13-3 箱体加工主要工序的分析	(214)

第四篇 机床夹具设计

第十四章 机床夹具概述	(218)
§ 14-1 机床夹具的分类	(218)
§ 14-2 机床夹具的组成与功用	(219)
第十五章 工件在夹具中的定位	(222)
§ 15-1 定位方式及定位元件	(222)
§ 15-2 定位误差的分析与计算	(228)
§ 15-3 工件以“一面两孔”定位及定位元件	(234)
第十六章 工件在夹具中的夹紧	(239)
§ 16-1 夹紧装置的组成和基本要求	(239)
§ 16-2 夹紧力的确定	(240)
§ 16-3 典型夹紧机构	(242)
§ 16-4 夹紧的动力源装置	(255)
第十七章 夹具的其它装置及元件	(260)
§ 17-1 刀具导向装置	(260)
§ 17-2 对刀装置	(264)
§ 17-3 分度装置	(265)
§ 17-4 夹具的对定元件	(266)
§ 17-5 夹具体	(268)
第十八章 专用夹具设计方法	(269)
§ 18-1 夹具设计步骤	(269)
§ 18-2 夹具设计实例	(270)
参考文献	(274)

第一篇 公差与配合

第一章 公差与配合概述

一、互换性概述

在产品生产过程中，一般应遵守互换性原则。所谓互换性，是指在按照同一设计图纸生产的同一规格的一批零件或部件中，任取其一，不需挑选或附加修配就能装配在机器上，并能达到规定的性能要求。该零部件称为具有互换性的零部件。白炽灯泡与灯头的连接，自行车辐条与车圈的连接，螺栓与螺母的连接等都是互换性应用的实例。

零部件的互换性应包括其几何参数、机械性能和物理性能等方面的互换，本课程仅讨论几何参数的互换性问题。

按照互换性范围的不同，有完全互换性与不完全互换性之分。当不限定互换范围时，称为完全互换性。由于某种特殊原因，只允许零件在一定范围内互换时，称为不完全互换性，也称有限互换性。例如，当机器上某些部位的装配精度要求很高时，若采用完全互换性，则相配零件的制造精度要求很高，这将导致加工困难（甚至无法加工）或制造成本过高的问题。为此，生产中往往将零件的制造精度适当降低，使其便于制造，然后按实测尺寸的大小，将制成的相配零件分为若干组，使每组内的尺寸差别比较小，零件的互换范围也只限定在各分组内，最后再将相应组的零件进行装配。这样，既解决了零件的加工困难，又保证了装配的精度要求。

由于零部件具有互换性，因此，可简化装配过程，缩短产品的生产周期，从而提高了产品的经济效益。

二、几何参数误差

所谓几何参数，一般包括尺寸大小，几何形状（宏观、微观），以及相互位置关系等。为了满足互换性的要求，似乎在同规格的零部件中，其几何参数都要制造得完全一致。但在实践中既不可能也是不必要的。实际上，只要零部件的几何参数保持在一定范围内，就能达到互换的目的。限制几何参数变动范围的几何量称为公差。

三、公差标准

在现代化生产中，标准是产品设计、制造过程中的技术依据。因为一种机电产品的制造往往涉及到许多部门或企业，甚至还要进行国际间的协作，如果没有共同依据的标准，将难以获得良好的效果。

技术标准（简称标准）就是对产品和工程建设的质量、规格及其检验方法等方面的一种技术依据，它是从事生产、建设的技术规定。当前我国技术标准分为三级：国家标准（GB）、部门标准（专业标准），如原机械工业部标准（JB）和企业标准。

对零件的公差和相互配合所制订的标准，称为公差标准。它是保证产品使用性能和零部件互换性的基础。

四、几何参数的测量

标准是产品设计、生产过程中的技术依据，技术测量是产品生产过程中能否保证产品质量的重要技术措施。

现在，我国已初步具备独立设计和制造各种长度计量和测试器具的能力，如丝杠动态检查仪、激光波比长仪、齿轮整体误差检查仪等精密计量测试仪器，都已达到或接近世界先进水平。

总之，互换性是现代化生产的重要原则，制订和贯彻公差标准，采用先进的技术测量措施，是实现互换性生产的必要条件。因此，学习公差理论和有关标准，掌握几何量测量的基本知识，对从事机械工程方面的研究、设计、制造和管理人员都具有重要意义。

第二章 光滑圆柱形的公差与配合

新国标《公差与配合》由下述五个标准组成。

GB1800—79是《公差与配合》标准的基础部分，内容有术语定义和有关基本规定；

GB1801—79适用于尺寸至500mm的孔和轴，由于500mm以内的尺寸是机械制造中最常用的尺寸，故该标准的用途最广；

GB1802—79适用于尺寸大于500~3150mm的孔和轴，是为重型机械中大尺寸的公差与配合而制订的；

GB1803—79适用于尺寸至18mm的孔和轴，是为仪器仪表和钟表行业而制订的；

GB1804—79为未注公差尺寸的极限偏差标准，是为图样上未注公差的尺寸规定其极限偏差的数值。

本教材主要介绍GB1800—79，GB1801—79和1804—79三个标准的基本内容。

§ 2-1 基本术语及其定义

一、有关公差的术语及其定义

1. 尺寸

用特定单位表示长度的数字称为尺寸。例如，在零件图中标注圆的直径为 $\phi 30\text{mm}$ 、圆弧半径为 $R0.5\text{mm}$ 、中心距为 45mm 等。在机械制图中，图样上的尺寸通常都以毫米（mm）为单位，且在标注时将单位省略。当以其它长度单位表示尺寸时，应加以标明。

2. 基本尺寸

由设计给定的尺寸称为基本尺寸。

孔的基本尺寸以 D 表示，轴的基本尺寸以 d 表示。

基本尺寸可以在设计中根据强度、刚度，结构和工艺上的要求，通过计算或试验的方法确定，也可以类比相似零件的尺寸来确定。

为了简化加工所用的切削刀具（如钻头、铰刀）、测量工具（如塞规、卡规）、型材和零件尺寸的规格，有关标准中已将尺寸标准化，设计时应参照选用。

3. 实际尺寸

通过测量所得的尺寸称为实际尺寸。

孔的实际尺寸以 D_a 表示，轴的实际尺寸以 d_a 表示。

由于零件的实际表面存在着形状误差，故在同一表面上不同位置的实际尺寸往往是不相同的；同时，由于测量过程中不可避免地存在着测量误差，所以实际尺寸并非尺寸的真值（真实大小），如图2-1所示。



图2-1 实际尺寸

4. 极限尺寸

允许实际尺寸变动的界限值称为极限尺寸。通常规定两个界限值，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。极限尺寸是以基本尺寸为基数来确定的。

孔的最大和最小极限尺寸分别以 D_{max} 和 D_{min} 表示，轴的最大和最小极限尺寸分别以 d_{max} 和 d_{min} 表示，如图2-2所示。

设计中规定极限尺寸是为了限制加工中零件实际尺寸的变动，以满足预定的使用要求。在一般情况下，完工零件的尺寸合格条件是其任一局部实际尺寸都在最大、最小极限尺寸之间。或以公式表示如下：

孔的尺寸合格条件 $D_{max} > D_o > D_{min}$

轴的尺寸合格条件 $d_{max} > d_o > d_{min}$

尺寸合格的孔、轴才具有互换性。

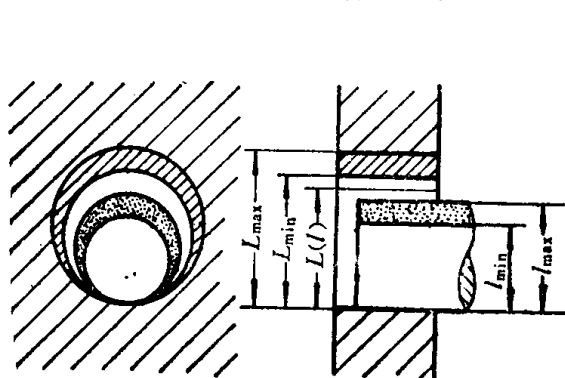


图2-2 极限尺寸

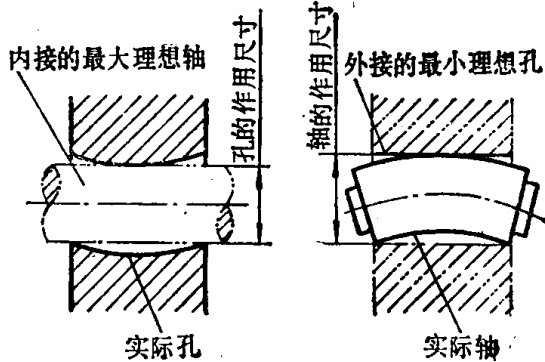


图2-3 作用尺寸

5. 作用尺寸

在结合面的全长上，与实际孔相内接的最大理想轴的尺寸，称为孔的作用尺寸。

在结合面的全长上，与实际轴相外接的最小理想孔的尺寸，称为轴的作用尺寸。

孔的作用尺寸以 D_w 表示，轴的作用尺寸以 d_w 表示，如图2-3所示。

决定孔、轴能否自由组装或装配后松紧程度的尺寸，不是它们的局部实际尺寸，而是作用尺寸。

6. 最大实体尺寸和最小实体尺寸

在极限尺寸范围内，孔、轴具有允许的材料量为最多时的状态称为最大实体状态（MMC）；孔、轴具有允许的材料量为最少时的状态称为最小实体状态（LMC）。

孔、轴处于最大实体状态时的尺寸称为最大实体尺寸（MMS），即孔的最小极限尺寸 D_{min} 和轴的最大极限尺寸 d_{max} ；孔、轴处于最小实体状态时的尺寸称为最小实体尺寸（LMS），即孔的最大极限尺寸 D_{max} 和轴的最小极限尺寸 d_{min} 。

最大实体状态（MMC）对装配是最困难的状态，即可能获得最紧的装配结果的状态；最小实体状态（LMC）对装配是最容易的状态，即可能获得最松的装配结果的状态。

二、尺寸偏差

某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差，或简称为偏差。

1. 实际偏差

实际尺寸减去基本尺寸所得的代数差称为实际偏差，可用下式表示：

孔的实际偏差 $E_o = D_o - D$

轴的实际偏差 $e_o = d_o - d$

实际偏差具有与实际尺寸相同的性质。用实际偏差代替实际尺寸主要是为了计算方便。

由于实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，所以实际偏差可能为正值、负值，也可能为零。因此，用实际偏差进行计算时，必须带有正、负号。

2. 极限偏差

极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为极限偏差。

最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上极限偏差，简称上偏差，可用下式表示：

$$\text{孔的上偏差} \quad ES = D_{\max} - D$$

$$\text{轴的上偏差} \quad es = d_{\max} - d$$

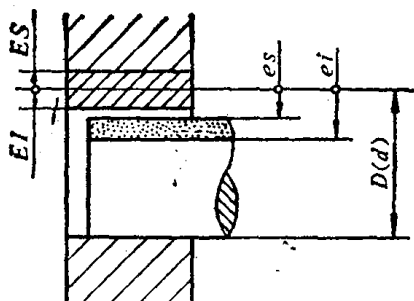


图2-4 极限偏差

最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下极限偏差，简称下偏差，可用下式表示：

$$\text{孔的下偏差} \quad EI = D_{\min} - D$$

$$\text{轴的下偏差} \quad ei = d_{\min} - d$$

极限偏差具有与极限尺寸相同的性质。极限偏差代替极限尺寸主要是为了计算和图样标注的方便，如图2-4所示。

根据极限尺寸与基本尺寸大小的不同，极限偏差可以为正、负或零。但是由于最大极限尺寸总大于最小极限尺寸，所以上偏差总大于下偏差。

三、公差与公差带

1. 公差

允许尺寸的变动量称为尺寸公差，简称公差。

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，可用下式表示：

$$\text{孔的公差} \quad T_D = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$$

$$\text{轴的公差} \quad T_d = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei|$$

因为公差仅表示尺寸允许变动的范围，所以是绝对值，而不是代数值。

2. 公差带

由代表两极限偏差或两极限尺寸的两平行直线所限定的区域，称为尺寸公差带（简称公差带）。

取基本尺寸作为零线（偏差为零），按适当的放大比例画出表示极限偏差的两平行线所构成的图形，称为公差带，如图2-5所示。

通常，零线水平放置，且取定零线以上为正偏差，零线以下为负偏差。在公差带图上，极限偏差的数值多以微米（ μm ）为单位标注。

公差带的宽度取决于公差值的大小，公差带相对于零线的位置，取决于极限偏差值的大小。相同大小的公差带，可以随极限偏差的不同而具有不同的位置。只有既给出差值用以确定公差带的宽度，又给定一个极限偏差（上偏差或下偏差）用以确定公差带的位置，才能完整地描述一个公差带。表达设计要求。

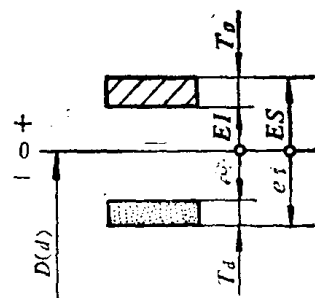


图2-5 公差带图

四、配合

1. 间隙和过盈

相互结合的孔与轴的尺寸差值称为间隙或过盈。孔的尺寸大于轴的尺寸时，其差值称为间隙，以 X 表示。轴的尺寸大于孔的尺寸时，其差值称为过盈，以 Y 表示。所以过盈就是负间隙，间隙就是负过盈。

孔的实际尺寸与轴的实际尺寸之差称为实际间隙或实际过盈，以公式表示如下：

$$\text{实际间隙 } X_a = D_a - d_a$$

$$\text{实际过盈 } Y_a = d_a - D_a$$

孔、轴的极限尺寸确定后，也就确定了间隙或过盈的变动界限。允许间隙变动的界限值称为极限间隙；允许过盈变动的界限值称为极限过盈。

极限间隙或极限过盈各有最大值和最小值。它们与相互结合的孔、轴的极限尺寸或极限偏差之间的关系以公式表示如下：

$$\text{最大(极限)间隙 } X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$\text{最小(极限)间隙 } X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

$$\text{最大(极限)过盈 } Y_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI$$

$$\text{最小(极限)过盈 } Y_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES$$

显然

$$X_{\max} = -Y_{\min}; X_{\min} = -Y_{\max}$$

2. 配合

基本尺寸相同的，相互结合的孔和轴的公差带之间的关系称为配合。

根据孔、轴公差带之间位置关系的不同，配合分为三类：

(1) 间隙配合

具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合，称为间隙配合。

从公差带图看，孔公差带在轴公差带之上；从极限尺寸或极限偏差的关系看， $D_{\min} \geq d_{\max}$ 或 $EI \geq es$ ，如图2-6所示。

表示间隙配合松紧程度的特征值是最大极限间隙和最小极限间隙。有时也用平均间隙表示。

平均间隙 X_{av} 是最大间隙与最小间隙的平均值，即

$$X_{av} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

间隙的允许变动量称为间隙公差。

间隙公差等于最大极限间隙与最小极限间隙之代数差的绝对值，或以公式表示如下：

$$\text{间隙公差 } T_X = |X_{\max} - X_{\min}|$$

若将极限间隙与孔、轴尺寸或极限偏差的关系代入上式，则可得

$$\begin{aligned} T_X &= |(D_{\max} - d_{\min}) - (D_{\min} - d_{\max})| = |(D_{\max} - D_{\min}) - (d_{\max} - d_{\min})| \\ &= T_D + T_d \end{aligned}$$

$$\text{或 } T_X = |(ES - ei) - (EI - es)| = |(ES - EI) + (es - ei)| = T_D + T_d$$

以上两式表明，间隙公差等于相结合的孔、轴公差之和。

间隙公差表示对一批孔、轴配合所得间隙要求的均匀程度的特征值。

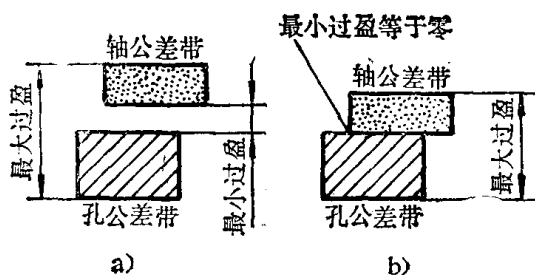


图2-7 过盈配合

(2) 过盈配合

具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合,称为过盈配合。

从公差带图看,孔公差带在轴公差带之下;从极限尺寸或极限偏差的关系看, $D_{max} \leq d_{min}$ 或 $ES \leq ei$,如图2-7所示。

表示过盈配合松紧程度的特征值是最大极限过盈和最小极限过盈。有时,也用平均过盈

表示。平均过盈 Y_{av} 是最大过盈和最小过盈的平均值,即

$$Y_{av} = \frac{Y_{max} + Y_{min}}{2}$$

过盈的允许变动量称为过盈公差。

过盈公差等于最大过盈与最小过盈之代数差的绝对值,或以公式表示如下:

$$T_Y = |Y_{max} - Y_{min}|$$

若将极限过盈与孔、轴极限尺寸或极限偏差的关系代入上式,则可得

$$\begin{aligned} T_Y &= |(d_{max} - D_{min}) - (d_{min} - D_{max})| = |(d_{max} - d_{min}) + (D_{max} - D_{min})| \\ &= T_d + T_D \end{aligned}$$

$$\text{或} \quad T_Y = |(es - EI) - (ei - ES)| = |(es - ei) + (ES - EI)| = T_d + T_D$$

以上两式表明,过盈公差等于相互结合的轴、孔尺寸公差之和。

过盈公差表示对一批孔、轴配合所得过盈要求的均匀程度的特征值。

间隙公差和过盈公差统称为配合公差。它们都是配合松紧的允许变动量。

(3) 过渡配合

一批孔、轴结合,可能具有间隙,也可能具有过盈的配合,称为过渡配合。

从公差带图看,孔、轴公差带有重叠;从孔、轴极限尺寸或极限偏差的关系看, $D_{max} > d_{min}$ 、 $D_{min} < d_{max}$,或 $ES > ei$ 、 $EI < es$,如图2-8所示。

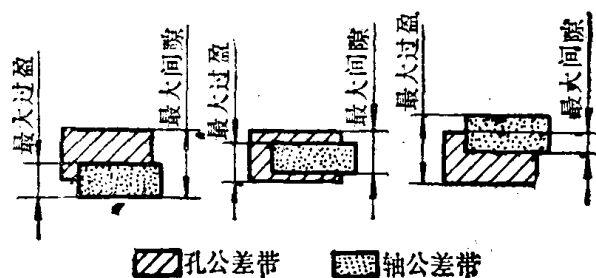


图2-8 过渡配合

表示过渡配合松紧程度的特征值是最大极限过盈或最大极限间隙。

由于最大极限过盈等于负的最小极限间隙,最小极限过盈等于负的最大极限间隙,所以,过渡配合的松紧程度可能表示为平均间隙,也可能表示为平均过盈,即

$$\text{平均间隙} \quad X_{av} = \frac{X_{max} + X_{min}}{2} = \frac{X_{max} - Y_{max}}{2} \quad (X_{max} > Y_{max})$$

$$\text{平均过盈} \quad Y_{av} = \frac{Y_{max} + Y_{min}}{2} = \frac{Y_{max} - X_{max}}{2} \quad (Y_{max} > X_{max})$$

过渡配合的配合公差可按间隙配合计算如下:

$$\text{配合公差} \quad T_f = |X_{max} - X_{min}| = |X_{max} - (-Y_{max})| = |X_{max} + Y_{max}|$$

亦可按过盈配合计算如下:

$$\text{配合公差} \quad T_f = |Y_{max} - Y_{min}| = |Y_{max} - (-X_{max})| = |X_{max} + Y_{max}|$$

上述两种计算结果都表明,过渡配合的配合公差等于最大极限间隙和最大极限过盈之和

的绝对值。

若将孔、轴的极限尺寸或极限偏差代入上式，则可得

$$T_f = |X_{max} + Y_{max}| = |(D_{max} - d_{min}) + (d_{max} - D_{min})| = |(D_{max} - D_{min}) + (d_{max} - d_{min})| = T_D + T_d$$

或
$$T_f = |X_{max} + Y_{max}| = |(ES - ei) + (es - EI)| = |(ES - EI) + (es - ei)| = T_D + T_d$$

以上两式表明，过渡配合的配合公差也等于相结合的孔、轴公差之和。它也是表示过渡配合松紧要求的均匀程度的特征值。

三类配合中，极限间隙或极限过盈和配合公差（间隙公差、过盈公差）之间的关系，可以用配合公差带图来表示，如图2-9所示。

在配合公差带图中，零线表示间隙或过盈等于零，零线以上为间隙，零线以下为过盈。

与尺寸公差带相似，配合公差带的大小，取决于配合公差的大小；配合公差相对于零线的位置，取决于极限间隙或极限过盈的大小。前者表示配合的精度，后者表示配合的松紧。

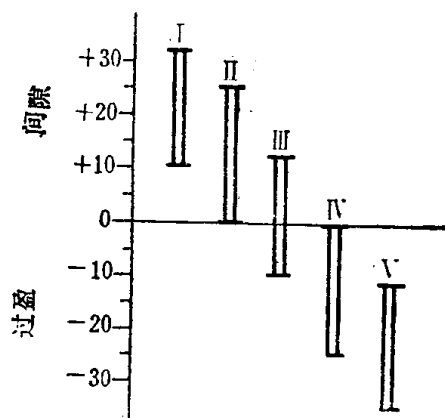


图2-9 配合公差带图

§ 2-2 公差与配合标准的基本规定

一、标准公差

标准公差是国家标准中规定的，用以确定公差带大小的任一公差。设置标准公差的目的，在于将公差带的大小标准化，也就是将尺寸的精确程度加以标准化。标准公差的代号为“IT”。

确定尺寸精确程度的等级称为公差等级。公差等级的高低用阿拉伯数字表示。标准中规定有20个公差等级，即IT01, IT0, IT1, IT2, ……，IT18。其中从IT01到IT18，等级依次降低，公差依次增大。如IT6读作标准公差6级，或简称为6级公差。

生产实践证明，在一定的加工条件下，被加工尺寸大小不同时，产生的误差大小也不一样，即加工误差是被加工尺寸的函数。又当加工工艺条件改变时，加工误差也随之改变。通过专门试验或统计分析，可以找出公差表达式为

$$T = ai$$

式中 T ——公差；

a ——公差单位系数，它与一定的工艺条件有关；

i ——公差单位，它是被加工尺寸的函数。

在尺寸 $\leq 3 \sim 500$ mm范围内，IT5~IT18（简称5~18级）的公差单位是

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001 D$$

式中 i 的单位为 μm ； D 为孔或轴的直径尺寸，单位为mm。

用公差计算式计算出的公差值，尾数化整之后，即为标准公差值。标准公差值列于表2-1中。

表2-1 标准公差数值(GB1800—79)

基本尺寸 (mm)	公差等级																			
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	(μm)												(mm)							
≤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
>3~6	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
>6~10	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
>10~18	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
>18~30	0.6	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
>30~50	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
>50~80	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
>80~120	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
>120~180	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
>180~250	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
>250~315	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
>315~400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
>400~500	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

表2-2 基本尺寸分段 (mm)

主 段 落	中间段落	主 段 落	中间段落
≤3			>120~140
>3~6		>120~180	>140~160
>6~10			>160~180
>10~18	>10~14 >14~18	>180~250	>180~200 >200~225 >225~250
>18~30	>18~24 >24~30	>250~315	>250~280 >280~315
>30~50	>30~40 >40~50	>315~400	>315~355 >355~400
>50~80	>50~65 >65~80	>400~500	>400~450 >450~500
>80~120	>80~100 >100~120		

公差单位计算式中，第二项是考虑测量温度和其他因素所引起的测量误差而加上的，当直径不大时，所占比重很小，故被加工尺寸改变时， i 值的变化主要为 $0.45\sqrt[3]{D}$ ，因此，国标中将尺寸至500mm的尺寸范围划分为13个尺寸段（见表2-2），每一个尺寸段只计算出一个标准公差值，这样可以大大简化标准公差表。

由标准公差计算式（见表2-3）可知，在IT6至IT18各级中，其公差单位系数 a 是以 $\sqrt[3]{10} \approx 1.6$ 为公比的几何级数。因此，每增加5个等级标准公差值增至10倍。

表2-3 标准公差的计算公式

公差等级	公 式	公差等级	公 式	公差等级	公 式
IT01	$0.3+0.008D$	IT6	$10i$	IT13	$250i$
IT0	$0.5+0.012D$	IT7	$16i$	IT14	$400i$
IT1	$0.8+0.020D$	IT8	$25i$	IT15	$640i$
IT2	$(IT_1)(IT_5/IT_1)^{1/4}$	IT9	$40i$	IT16	$1000i$
IT3	$(IT_1)(IT_5/IT_1)^{2/4}$	IT10	$64i$	IT17	$1600i$
IT4	$(IT_1)(IT_5/IT_1)^{3/4}$	IT11	$100i$	IT18	$2500i$
IT5	$7i$	IT12	$160i$		

二、基本偏差

在规定了标准公差之后，为了确定公差带的位置，只需要规定一个极限偏差就可以了。该极限偏差称为基本偏差。

基本偏差就是国标中规定的，用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般来说是靠近零线的那个极限偏差。设置基本偏差的目的是将公差带相对于零线的位置加以标

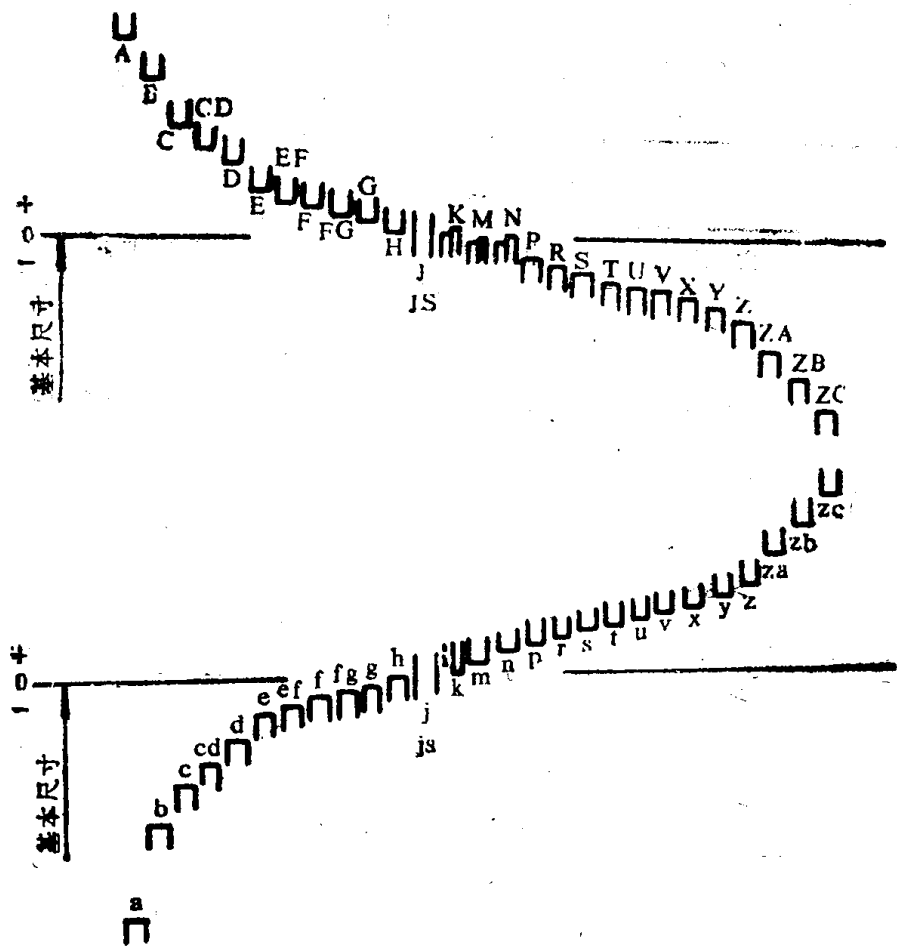


图2-10 基本偏差系列

准化，以满足各种配合性质的需要。

1. 基本偏差系列

标准设置了28个基本偏差，如图2-10所示。其中，21个基本偏差用单个拉丁字母为代号按顺序排列，7个基本偏差用两个合写拉丁字母为代号。且规定，大写字母表示孔的基本偏差，小写字母表示轴的基本偏差。

h的基本偏差为零，以h表示的公差带是基准轴的公差带。