



中等职业教育课程改革新教材

ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU KECHENG GAIGE XINJIAOCAI

公差配合与测量技术

GONGCHA PEIHE YU CELIANG JISHU

江潮 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书针对中等职业教育的特点,从中等职业学校的实际情况和客观条件出发,以几何参数互换性相关国家标准在机械加工中的应用为主线,本着实用、够用的原则,讲解了公差配合与测量技术的相关知识。

本书围绕实际生产所需要的知识体系,编排的主要内容包括:极限与配合,形状和位置公差,表面粗糙度,平键、矩形花键联接的公差与检测,普通螺纹的公差配合与检测等。

本书可作为中等职业教育机械及其相关专业的教材,也可作为相关技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/江潮主编. —北京:机械工业出版社, 2010.6

中等职业教育课程改革新教材

ISBN 978-7-111-31146-1

I. ①公… II. ①江… III. ①公差-配合-专业学校-教材②技术测量-专业学校-教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 124139 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王佳伟 责任编辑:王佳伟

版式设计:霍永明 责任校对:王欣

封面设计:王伟光 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·9.75 印张·240 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-31146-1

定价:19.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书针对中等职业教育的特点，从中等职业学校的实际情况和客观条件出发，以几何参数互换性相关国家标准在机械加工中的应用为主线，本着实用、够用的原则组织知识体系，是编者多年的一线教学经验积累的成果。本书主要内容包括极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度，以及与之相关的测量技术基本知识和基本操作方法。

本书主要特点如下：

1. 在每个课题的开头均设有“学习目标”，使学生学习时有针对性，并有目的地掌握重点、难点。在每个教学模块后安排了实训与操作环节，突出以能力为本位，加强实践性教学环节，注重实际应用能力的培养。

2. 本书所涉及的知识和技能是按照实际生产岗位对工作的需求而展开的，其内容贴近生产实践，与实际生产对知识和技能的需求相符，使学生能更加适应工厂的生产和工作环境。

3. 本书除有针对性地讲解相关知识外，还罗列了实际生产中使用率很高的技术图表，可作为技术资料查阅。

本书由江潮主编。具体编写分工为：模块一由江潮编写，模块二、模块三由闫菲编写，绪论、模块四、模块五由孙宇编写。韩玉勇副教授主审。

由于编者的水平所限，书中难免存在缺点和不足，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言		
绪论	1	
模块一 极限与配合	4	
课题一 尺寸的术语及定义	4	
课题二 公差和标准公差	7	
课题三 孔轴配合	17	
课题四 公差带和配合的选择	22	
课题五 测量基础	27	
思考与练习	42	
实训与操作	42	
模块二 形状和位置公差	44	
课题一 形状和位置公差的识读	44	
课题二 形位公差公差带	53	
课题三 形位公差和尺寸公差的关系	71	
课题四 形状和位置误差的检测	78	
思考与练习	85	
实训与操作	88	
模块三 表面粗糙度	90	
课题一 表面粗糙度的评定	91	
课题二 表面粗糙度的符号、代号及其标注	96	
课题三 表面粗糙度的检测	100	
思考与练习	102	
实训与操作	103	
模块四 平键、矩形花键联接的公差与检测	105	
课题一 平键联接的公差与检测	105	
课题二 矩形花键联接的公差与检测	109	
思考与练习	116	
实训与操作	117	
模块五 普通螺纹的公差配合与检测	120	
课题一 普通螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响	120	
课题二 普通螺纹的公差与配合	126	
课题三 普通螺纹误差的检测	133	
思考与练习	140	
实训与操作	141	
附录	144	
参考文献	152	

绪 论

一、本课程的性质与任务

本课程是机械类各专业的技术基础课，是联系设计课程与工艺课程的纽带，是从基础课程过渡到专业课程的桥梁。本课程从解决机器零部件的互换性出发，围绕着误差和公差这两个基本概念，研究如何解决使用要求和制造要求二者之间的矛盾。

本课程的任务是：了解互换性和标准化在生产中的重要意义；学习和掌握有关公差配合的标准；学习和掌握一定的测量技术知识；初步具备精度设计和技术检测的能力，为后续的学习与工作打下良好的基础。

二、误差与公差的基本概念

1. 误差的基本概念

在机器零件的加工与制造过程中，想把零件的几何参数做成绝对精确是不可能，也是没有必要的。零件在加工过程中受机床、工艺、环境等因素的影响，其几何参数不可避免会出现误差。例如加工一批销轴，其直径总是大小不一，在一定范围内变动；其截面不可能是理想的圆；其素线不可能是理想的直线；其端面不可能是理想的平面等。

零件的几何参数对其理想参数或状态的变动量即为几何参数误差。几何参数误差主要包括尺寸误差、形状误差、位置误差、表面微观几何形状误差。

2. 公差的基本概念

零件是由各种加工方法制成的，在加工的过程中，加工误差不可避免。为了保证零件的使用要求，必须对加工误差加以限制，对零件提出各种公差要求。

所谓公差，就是指允许的几何参数变动量。与误差相对应，尺寸公差可限制零件的尺寸变动量；形状公差可限制零件上几何要素的形状对其理想形状的变动量；位置公差可限制零件上几何要素的位置对其理想位置的变动量；表面粗糙度可限制零件表面上的微观几何形状误差。

三、互换性概述

1. 互换性的概念

广义的互换性概念是指一种产品、过程或服务替代另一产品、过程或服务能满足同样要求的能力。日常生活中，这种互换性的应用实例比比皆是，如自行车、摩托车零部件，圆珠笔芯、日光灯管、服装鞋帽等。

机器零部件的互换性是指同一规格的零部件，不需要任何挑选、调整或修配，就能装配，并完全符合规定使用功能要求的性能。

零部件的互换性包括力学性能、物理性能、化学性能、几何参数等方面的互换性。本课程仅针对几何参数的互换性加以研究，不加说明时，本课程所述及的互换性均指几何参数的互换性。

2. 互换性的分类

互换性按互换的范围和程度不同可分为完全互换与不完全互换两种。

由于加工误差的存在,使得批量加工的零部件尺寸总是大小不一,这就导致零件装配后其结合总是松紧不同。根据结合部位的使用要求,在装配时可以采用完全互换、不完全互换、修配等方式来满足装配精度的要求。

完全互换即前文互换性定义所述的互换,也称为绝对互换。

完全互换适用于一般的装配精度要求。这种互换方式的生产组织方便,生产效率高,在机器制造特别是成批、大量生产中得到广泛应用。但是,当机器的装配精度要求很高时,为了满足装配精度的要求,两配合件的尺寸变动范围都要非常小,这必然导致生产成本大幅提高甚至于无法加工,此时,应当采用不完全互换。

不完全互换是指在装备前允许附加选择,装配时允许附加调整但不允许修配,装配后能满足预期使用要求的互换。

不完全互换适用于装配精度要求较高的场合,其生产组织相对完全互换要复杂,生产效率相对较低,但是可以获得高的装配精度和良好的装配效果。典型的不完全互换是分组装配法:两配合件分别按照相对宽松的公差要求批量加工,在装配前先采用适当的手段对两批工件分别进行检测,并分成若干组。装配时,同一组别的零件互相装配。由于分组后每一组之内零件的尺寸变动量大大减小,故同组零件装配后其结合的松紧均匀一致性好,装配精度大大提高。由于此时零件的互换被限制在同一组之内,因此称为不完全互换。

并非所有零件都要采用互换性方式生产,通常在单件小批量生产中,特别是重型机械的制造中,常采用修配法。所谓修配法,是指在装配时采用补充的机械加工或钳工修刮方法来达到所要求的方法。此时,零件不具有互换性。

3. 互换性的技术经济意义

互换性的技术经济意义可以从设计方面、加工制造方面、使用和维修方面充分体现。

1) 设计方面。各种机械结构中都广泛采用具有良好互换性的标准件和通用件,可以大大简化绘图、计算等工作,便于采用计算机辅助设计,缩短设计周期,提高设计品质。

2) 加工制造方面。零部件具备良好的互换性可以方便零件的分散加工、集中装配;有利于组织专业化生产与协作;有利于采用现代化、高效率的生产设备;有利于采用自动线、流水线等先进的生产方式,为提高生产效率,降低生产成本提供了可靠的保障。

3) 使用和维修方面。由于大部分机器零件具有互换性,当机器零部件损坏后可以立刻更换,这样就缩短了维修时间,降低了维修费用,提高了机器的使用效率和价值。

综上所述,在机械生产中,遵循互换性原则可以大大提高设计与制造的劳动生产率,有利于深化分工与协作,提高产品质量,降低生产成本。因此,互换性在机械制造中具有十分重要的技术经济意义。

四、实现互换性生产的必要条件

1. 制定和贯彻统一的公差配合标准是实现互换性生产的基础

标准是指对于需要协调统一的重复性事物所作的统一规定。

标准化是指为了在一定范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在的问题制定共同使用和重复使用的条款的活动。该定义中的活动包括编制、发布和实施标准的过程。标准化的意义在于通过标准化使得一定群体范围内对于某一事物达成共识和统一,从而获得最佳的秩序,或者最佳的效益。

按对象的特征,标准可分为:基础标准、产品标准、方法标准、安全和环境保护标准

等。基础标准是指生产技术活动中最基本的具有官方指导意义的标准。这类标准具有一般的共性,是通用性最强的标准。本课程所讲述的极限与配合标准、几何公差标准、表面粗糙度标准等就属于基础标准。

按适用领域、有效作用范围和发布权力的不同,我国的技术标准可分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四级。强制性国家标准代号以汉语拼音首字母 GB 打头,后面跟国标序号及颁布时间,如 GB 10794—2009;推荐性国家标准以 GB/T 表示,指导性国家标准以 GB/Z 表示。

技术标准是规范设计和生产的技术法规,学习和掌握有关的公差配合标准是本课程学习的基本任务之一。机械生产必须遵循各种公差标准,如 GB/T 1800—2009《产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第一部分:公差、偏差和配合的基础》、GB/T 1182—2008《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注》等。只有设计、生产都按照统一的标准进行,才能保证互换性生产的顺利进行。

2. 必要的技术测量手段是实现互换性生产的技术保证

加工中及加工后零件是否符合规定的公差要求需要通过检测来确定。检测的过程既要保证测量结果的可靠性,又要兼顾检测的效率及检测的经济性,没有可靠的技术测量手段就不可能实现互换性生产。

综上所述,制定和贯彻统一的公差标准,统一计量单位及采用必要的技术测量手段是实现互换性生产的两个必要条件。

五、基本学习环节

本课程内容多,实践性强,学好本课程需要抓好以下基本环节:

1) 课内学习。通过课堂学习和现场实训学习基础知识和重点内容,这是最基本、最重要的学习环节,应力争在课堂上把主要知识点听懂、理解。

2) 自学。自主学习是学生必须具备的能力,也是学生获得知识的重要方法之一。由于课时有限,部分易懂的章节可以通过自学来解决。

3) 练习及作业。了解国标不难,但要做到熟悉和应用国标必须加强练习。本课程实用性强,只有加强练习才能具备应用标准的能力。

4) 实训。通过实训可以进一步学习测量的基本知识,掌握一定的测量技能,对实训的基本要求是:原理清楚,方法正确,数据准确,报告完整准确。

模块一 极限与配合

机器与机构是由各种零件组成的。这些零件在工作过程中相对静止或运动，形成不同性质的配合，以满足特定的性能要求。为保证零件装配后能达到性能要求，并具有互换性，这些零件应当满足尺寸要求。所谓满足尺寸要求，并不是要求零件都准确地制成一个设计规定的尺寸，而是要求尺寸保持在某一个合理的范围内。对于相互配合的零件，这个范围一方面要保证相互配合的尺寸之间形成一定的关系，能够满足使用性能要求；另一方面又要在制造上经济合理。

“极限”协调了机器零件使用要求与制造经济之间的矛盾；“配合”则是反映了零件组合时相互之间的关系。因此，极限与配合决定了机器零部件相互配合的条件和状况，直接影响到产品的精度、性能和使用寿命，它是评定产品质量的重要指标。

光滑圆柱形配合是众多机械连接形式中最简单、最基本的一种，应用也最为广泛。本模块将以光滑圆柱形配合为例，介绍极限与配合的相关知识。

课题一 尺寸的术语及定义

学习目标

1. 掌握有关尺寸的术语及定义。
2. 初步建立尺寸大小、合格的概念。

知识学习

一、孔和轴

光滑圆柱形的外表面和内表面称为轴和孔。在极限与配合中，轴和孔有其更广泛的含义。

孔通常指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面（由两相同的平行平表面或切面形成的包容面）。

轴通常指工件的圆柱形外表面，也包括非圆柱形外表面（由两相反的平行平表面或切面形成的包容面）。

如图 1-1a、b 所示的尺寸 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 和 D_5 等尺寸所确定的内表面都称为孔。它们都是由两相同的表面形成的，两表面之间没有材料而形成孔，或称为包容面。由尺寸 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 等尺寸所确定的外表面都称为轴。它们都是由两相反的表面形成的，两表面之间有材料而形成轴，或称为被包容面。

对于标准中的轴和孔的含义可以从下面三个方面来理解：

1) 轴、孔是单一的尺寸。例如对于一个圆孔（或轴），用一个直径尺寸作为孔的尺寸，而对于一个方形的孔（或轴），就必须分解为两个单一尺寸，即长度和宽度。

2) 从装配关系上讲, 零件装配后, 其结合形成包容和被包容的关系, 包容面统称为孔, 被包容面统称为轴。

3) 从加工过程上讲, 在切削过程中孔的尺寸由小变大, 而轴的尺寸由大变小。

二、尺寸

以特定单位表示线性尺寸的数值, 称为线性尺寸或长度尺寸, 简称为尺寸。

在机械零件中, 零件的直径、长度、宽度、高度和中心距等都是线性尺寸。尺寸由数字和长度单位两部分组成。在技术图样上, 长度尺寸通常都以毫米 (mm) 为单位进行标注, 因此, 单位的符号 (mm) 可以省略不注。采用其他单位时, 则必须在数值后注写单位。

1. 基本尺寸

基本尺寸由设计给定。基本尺寸是可以用来与极限偏差 (上偏差和下偏差) 一起计算得到极限尺寸 (最大极限尺寸和最小极限尺寸) 的尺寸。

孔的基本尺寸常用 D 表示, 轴的基本尺寸常用 d 表示。

基本尺寸是 mm (毫米) 单位的整数值或小数。基本尺寸可以在机械设计中, 根据强度、刚度、运动等条件计算得到, 有时也可以通过试验、类比等方法直接选用。其数值建议按国家标准 GB/T 2822—2005 《标准尺寸》予以标准化。

2. 实际尺寸

实际尺寸是在允许的测量误差内, 通过测量得到的某一轴或孔的尺寸。孔的实际尺寸常用 D_a 表示, 轴的实际尺寸常用 d_a 表示。

实际尺寸是使用一定的测量器具和方法, 在一定的环境条件下, 从测量器具上获得的数值, 或是经过适当的数据处理以后的结果。由于测量过程中不可避免地存在误差, 因此实际尺寸中包含有允许的测量误差, 所以实际尺寸往往不是被测尺寸的真实大小 (真正的尺寸)。至于在实际工作中, 允许的测量误差是多少, 以何种精确程度的测量结果作为实际尺寸才符合经济合理的原则, 则需要根据被测尺寸的精度要求和测量成本来确定。

3. 极限尺寸

制造工件时, 不可能准确地加工成某确定的尺寸。为了满足某种使用要求, 在设计确定基本尺寸的同时, 需要以基本尺寸为基数, 给出尺寸允许的变动范围。

尺寸允许变动的界限值, 称为极限尺寸。通常设计规定两个极限尺寸: 允许的最大尺寸, 称为最大极限尺寸; 允许的最小尺寸, 称为最小极限尺寸。计算时, 孔的最大极限尺寸、最小极限尺寸分别用 $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 表示; 轴的最大极限尺寸、最小极限尺寸分别用 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$ 表示。

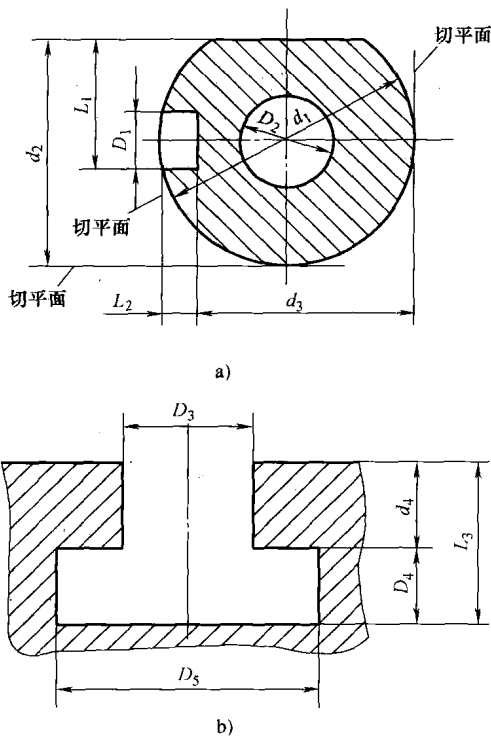


图 1-1 孔和轴
a) 带键槽空心轴 b) T 形槽

三、偏差

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为偏差，也称为尺寸偏差。

1. 极限偏差

极限偏差是极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。极限偏差有上偏差与下偏差之分。

上偏差：最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。

下偏差：最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。

如图 1-2 所示，极限尺寸与基本尺寸和极限偏差的关系是：

$$\text{上偏差} = \text{最大极限尺寸} - \text{基本尺寸}$$

$$\text{下偏差} = \text{最小极限尺寸} - \text{基本尺寸}$$

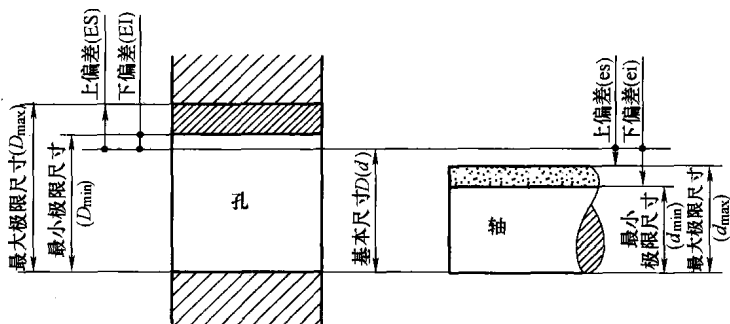


图 1-2 基本尺寸、极限尺寸与偏差

孔的上偏差和下偏差用 ES、EI 表示；轴的上偏差和下偏差用 es、ei 表示。

极限尺寸与基本尺寸和极限偏差的关系可以表示为：

对于孔

$$D_{\max} = D + ES$$

$$D_{\min} = D + EI$$

对于轴

$$d_{\max} = d + es$$

$$d_{\min} = d + ei$$

关于极限偏差在图样上的标注，国标规定：将带有“+”号或“-”号的极限偏差（包括零），用比基本尺寸小的数字标注在基本尺寸的右方。上偏差标注在基本尺寸的右上方，下偏差标注在基本尺寸的右下方，例如： $\phi 25^{+0.015}_{+0.002}$ 、 $\phi 25^{+0.021}_0$ 。当上、下偏差数值相等而符号相反时，可简化标注，例如 $\phi 40 \pm 0.008$ 。

2. 实际偏差

实际偏差是实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

孔和轴的实际偏差分别以 E_a 和 e_a 表示。实际偏差、实际尺寸和基本尺寸之间的关系为：

对于孔

$$E_a = D_a - D$$

对于轴

$$e_a = d_a - d$$

实际偏差是加工后产生的。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、负值或零。偏差值除零外，数值前必须带“+”或“-”号。一般零件加工后的实际偏差只要在上、下偏差所限制的范围内，则零件的尺寸就合格。

例 1 设计一轴，直径的基本尺寸为 $\phi 60\text{mm}$ ，最大极限尺寸 $\phi 60.18\text{mm}$ ，最小极限尺寸 $\phi 59.988$ ，求轴

的上、下偏差。

$$\text{解: } es = d_{\max} - d = 60.018\text{mm} - 60\text{mm} = +0.018\text{mm}$$

$$ei = d_{\min} - d = 59.988\text{mm} - 60\text{mm} = -0.012\text{mm}$$

例 2 某孔的基本尺寸为 $\phi 40\text{mm}$ ，加工后测得的实际尺寸为 $\phi 39.994\text{mm}$ ，最大极限尺寸 $\phi 40\text{mm}$ ，最小极限尺寸 $\phi 39.989\text{mm}$ ，求孔的上、下偏差，并判断该尺寸是否合格。

$$\text{解: } ES = D_{\max} - D = 40\text{mm} - 40\text{mm} = 0\text{mm}$$

$$EI = D_{\min} - D = 39.989\text{mm} - 40\text{mm} = -0.011\text{mm}$$

$$E_a = D_a - D = 39.994\text{mm} - 40\text{mm} = -0.006\text{mm}$$

由于 $ES > E_a > EI$ ，所以该尺寸合格。

课题二 公差和标准公差

学习目标

1. 掌握公差、标准公差、基本偏差的概念，并能查阅标准公差、基本偏差数值表格。
2. 能进行极限偏差的计算。

知识学习

最大极限尺寸和最小极限尺寸之间的差值，体现了设计所允许的尺寸的变动量。允许尺寸的变动量称为尺寸公差，简称公差。公差体现了零件的尺寸精度。公差值大，零件加工后的尺寸一致性差，零件的尺寸精度低，但加工简单，成本低；公差值小，零件加工后的尺寸一致性好，零件的尺寸精度高，但加工复杂，成本高。设计人员应根据零件使用时的精度要求，并考虑制造时的经济性，确定公差值的大小。

一、尺寸公差

1. 定义

公差是允许尺寸的变动量，没有正、负，也不可能为零。孔的尺寸公差用 T_D 表示，轴的尺寸公差用 T_d 表示。

如图 1-3 所示，尺寸公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差，或上偏差与下偏差之差，可表示为：

对于孔

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

对于轴

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

2. 公差带图

表示零件的尺寸相对其基本尺寸所允许的变动范围，称为公差带。用图表示的公差带称为公差带图，如图 1-4 所示。在公差带图中，表示基本尺寸的一条直线，称为零线。零线是确定基本偏差的一条基准线，以其为基准确定偏差和公差。画公差带图时，先画出零线，然后根据上、下偏差的大小分别画出孔和轴的公差带。极限偏差位于零线的上方，表示偏差为正值；极限偏差位于零线的下方，表示偏差为负值；极限偏差与零线重合，表示偏差为零。

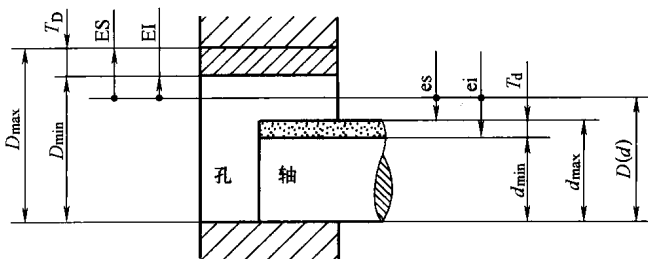


图 1-3 尺寸的偏差与公差

由于公差值与零件尺寸的数值相差很大,难以用相同的比例画出,为了简化和分析方便,通常只是将公差部分按照一定的比例放大画出,不必画出孔和轴的全部。这使研究零件尺寸公差带、分析零件配合性质,变得十分清楚和方便。

3. 公差带的大小和位置

公差带图可以形象地表示出公差带的位置和大小。如图 1-5 所示,可以看出公差带图包括公差带的大小和公差带位置两个部分。

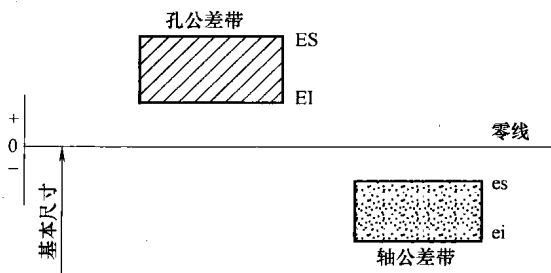


图 1-4 公差带图

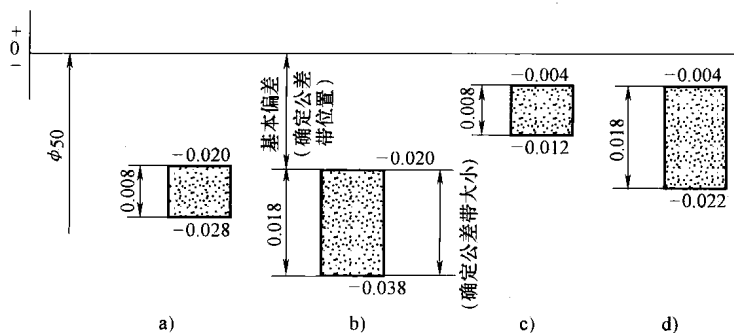


图 1-5 公差带的大小和位置

上、下偏差之间的宽度表示了公差带的大小,即表示了公差值。取上偏差或下偏差中靠近零线的一个为基本偏差。基本偏差反映了公差带靠近基本尺寸(零线)的位置。图 1-5 中,图 a 与图 c,图 b 与图 d 的公差值分别相同,但两个公差带的位置不相同;图 a 与图 b,图 c 与图 d 公差带的位置分别相同,但公差值不相同。可见,公差值反映了公差带的大小,基本偏差反映了公差带的位置。

二、标准公差

公差带是由大小和位置两个要素决定的,因此国家标准《极限与配合》中对这两个要素进行了标准化,从而得到多种大小不一和位置不同的公差带,形成了“标准公差系列”和“基本偏差系列”。标准公差系列给出了标准化了的公差值,即标准公差。基本偏差系列给出了标准化了的基本偏差,简称为基本偏差。因此,符合国家标准的公差带,其大小由标准公差决定,位置由基本偏差决定。

对公差带的两个要素进行标准化,可以满足不同的使用要求,同时又能达到简化统一、方便生产的目的。

国家标准规定的标准公差数值见表 1-1。标准公差的数值与标准公差等级和基本尺寸所在的尺寸段有关。

1. 标准公差等级

标准公差等级是用来确定尺寸公差等级的。标准公差共分 20 级,用阿拉伯数字 01、0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18 表示。其中 01 级公差等级最高;18 级公差等级最低。

表 1-1 标准公差数值 (摘自 GB/T 1800.1—2009)

基本尺寸 /mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm											mm						
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2	3.2	5	8	12.5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.9	1.4	2.3	3.6	5.6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.5	2.3	3.7	6	9.2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.8	4.4	7	11	17.5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5	21	33

注：1. 基本尺寸大于 500mm 的 IT1 至 IT5 的标准公差数值为试行的。

2. 基本尺寸小于或等于 1mm 时，无 IT14 至 IT18。

标准公差代号为 IT，将表示等级的阿拉伯数字写在标准公差代号 IT 之后，表示该等级的标准公差，共 20 个标准公差等级。如 6 级标准公差表示为 IT6，读作公差等级 6 级。

2. 尺寸分段

标准公差数值不仅与标准公差等级有关，而且也与基本尺寸有关。对于相同的公差等级，虽然精度相同，如果基本尺寸不同，其标准公差值的大小也不同。

在生产中，使用的基本尺寸很多，而且每一个基本尺寸都应对应一个公差值，这样会形成一个相当庞大的公差数值表，给生产带来很大的困难。因此，在国家标准《极限与配合》中，对基本尺寸进行了分段，同一个尺寸段内的所有基本尺寸，在相同的公差等级下，规定

具有相同的公差数值。

国家标准规定,基本尺寸小于 500mm 的分为 13 段,基本尺寸大于 500mm 的分为 8 个段。具体尺寸分段见表 1-1 左侧“基本尺寸”栏。

3. 标准公差数值

通过表 1-1,可以根据基本尺寸所在的尺寸段和对应的标准公差等级,查出标准公差数值。

比较表中的数值,可以看出在同一尺寸段中,随着 IT01 至 IT18 公差等级逐渐降低,精度等级依次降低,相应的标准公差值依次增大。

在国家标准《极限与配合》中,基本尺寸小于等于 500mm 的规定了 IT01 至 IT18 共 20 个标准公差等级;基本尺寸大于 500 至 3150mm 的规定了 IT1 至 IT18 共 18 个标准公差等级。

三、基本偏差

为了满足不同性质的需要,在国家标准《极限与配合》中,对孔、轴公差带的位置予以标准化,形成基本偏差系列。

在一般情况下,靠近零线的偏差为基本偏差,如图 1-6 所示。从图中可以看出,公差带在零线的上方,其下偏差为基本偏差;公差带在零线下方,其上偏差为基本偏差。

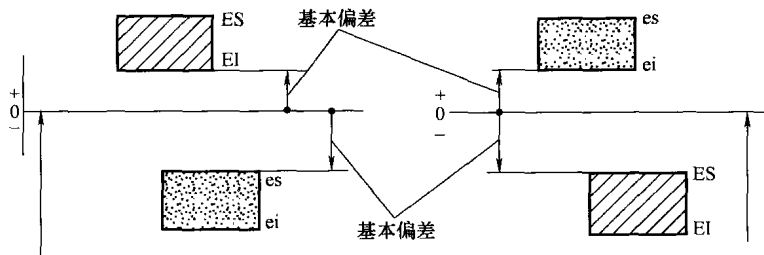


图 1-6 基本偏差示意图

国家标准规定了孔、轴各 28 种公差带的位置,分别用不同的拉丁字母按顺序排列表示,大写的字母代表孔,小写的字母代表轴。为避免混淆,在 26 个拉丁字母中,基本偏差代号不使用其中的 5 个字母: I、L、O、Q、W (*i*、*l*、*o*、*q*、*w*)。同时增加 CD、EF、FG、JS、ZA、ZB、ZC (*cd*、*ef*、*fg*、*js*、*za*、*zb*、*zc*) 7 组双字母,共 28 个代号,即孔、轴各有 28 个基本偏差。

各基本偏差所确定的公差带位置(基本偏差系列),如图 1-7 所示。

从基本偏差系列图中可以看出:

1) 孔、轴同字母的基本偏差很多是对称地位于零线的各一侧。对于轴, a 至 h 的基本偏差为上偏差 *es*, h 的上偏差为零,其余全部为负值,它们的绝对值依次逐渐减少;从 j 至 zc 基本偏差为下偏差 *ei*,除 j 外都是正值,其绝对值依次逐渐增大。对于孔,从 A 至 H 的基本偏差为下偏差 *EI*,J 至 ZC 为上偏差 *ES*,其正负号情况与轴的基本偏差情况相反。

2) 代号 JS 和 *js* 在各公差等级中完全对称,因此基本偏差可以是上偏差(正值)也可以是下偏差(负值)。

3) 代号 K、M、N、*k* 它们随公差等级不同而有两种(个别尺寸段的某些等级有三种)基本偏差数值。

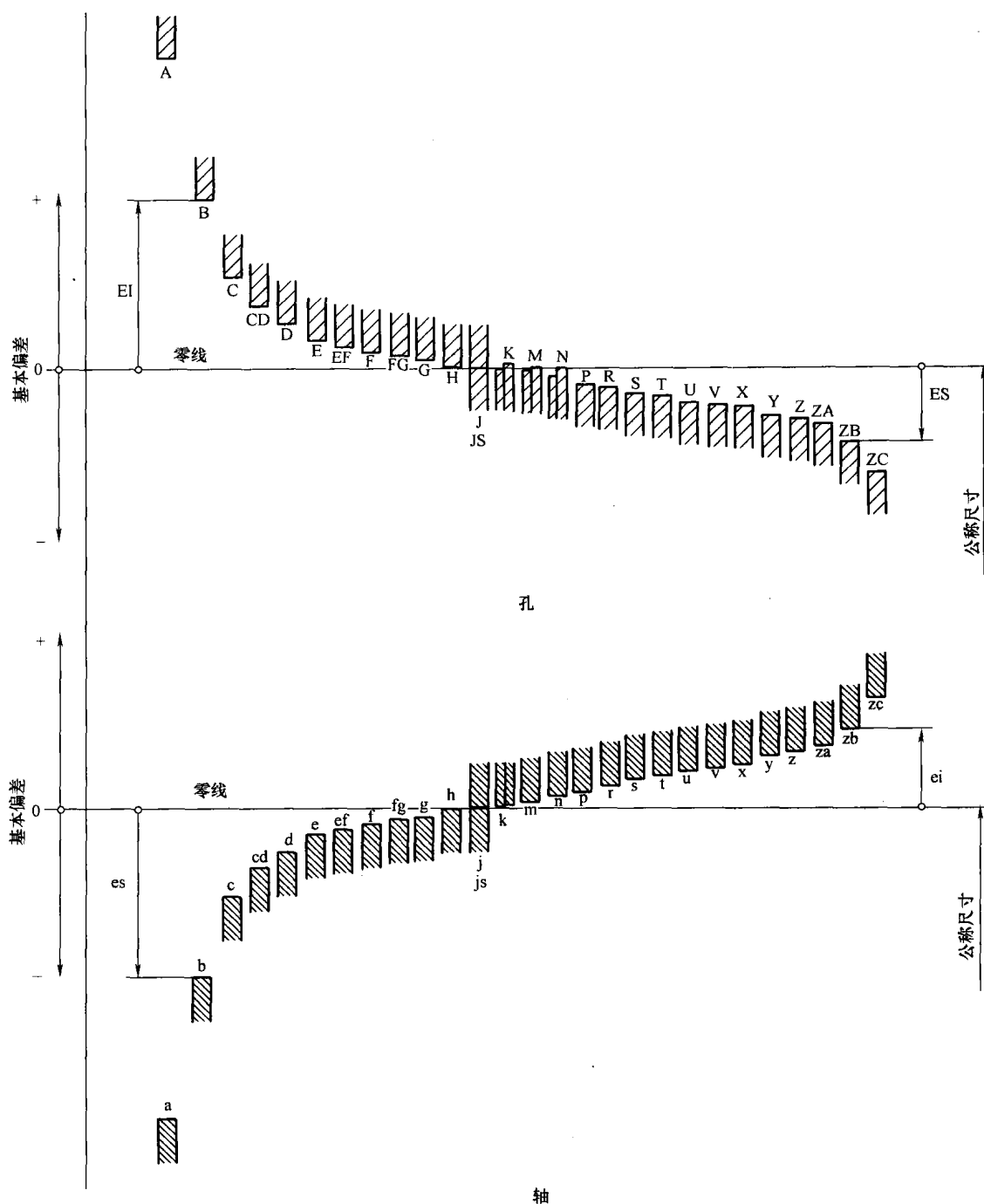


图 1-7 基本偏差系列图

4) 在基本偏差系列图中, 仅绘出了公差带的一端, 而另一端是开口的, 这是因为另一个偏差的大小, 取决于公差等级和基本偏差的组合。

5) 孔和轴的基本偏差的数值, 可以通过表 1-2 孔的基本偏差数值和表 1-3 轴的基本偏差数值直接查出。

表 1-2 尺寸 ≤ 500mm 的孔的基本偏差

基 本 偏 差													基 本 偏 差							
基本尺寸 /mm	下偏差 EI																			
	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J			K		M		
	所有的公差等级												6	7	8	≤8	>8	≤8	>8	
≤3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	偏差等于 $\pm \frac{IT_n}{2}$	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	
>3 ~6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1 +Δ	—	-4 +Δ	-4	
>6 ~10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1 +Δ	—	-6 +Δ	-6	
>10 ~14																				
>14 ~18	+290	+150	+95	—	+50	+32	—	+16	—	+6	0		+6	+10	+15	-1 +Δ	—	+7 +Δ	-7	
>18 ~24																				
>24 ~30	+300	+160	+110	—	+65	+40	—	+20	—	+7	0		+8	+12	+20	-2 +Δ	—	-8 +Δ	-8	
>30 ~40	+310	+170	+120																	
>40 ~50	+320	+180	+130	—	+80	+50	—	+25	—	+9	0		+10	+14	+24	-2 +Δ	—	-9 +Δ	-9	
>50 ~65	+340	+190	+140																	
>65 ~80	+360	+200	+150	—	+100	+60	—	+30	—	+10	0		+13	+18	+28	-2 +Δ	—	-11 +Δ	-13	
>80 ~100	+380	+220	+170																	
>100 ~120	+410	+240	+180	—	+120	+72	—	+36	—	+12	0		+16	+22	+34	-3 +Δ	—	-13 +Δ	-13	
>120 ~140	+460	+260	+120																	
>140 ~160	+520	+280	+210	—	+145	+85	—	+43	—	+14	0		+18	+26	+41	-3 +Δ	—	-15 +Δ	-15	
>160 ~180	+580	+310	+230																	
>180 ~200	+660	+340	+240																	
>200 ~225	+740	+380	+260	—	+170	+100	—	+50	—	+15	0		+22	+30	+47	-4 +Δ	—	-17 +Δ	-17	
>225 ~250	+820	+420	+280																	
>250 ~280	+920	+480	+300																	
>280 ~315	+1050	+540	+330	—	+190	+110	—	+56	—	+17	0	+25	+36	+55	-4 +Δ	—	-20 +Δ	-20		
>315 ~355	+1200	+600	+360																	
>355 ~400	+1350	+680	+400	—	+210	+125	—	+62	—	+18	0	+29	+39	+60	-4 +Δ	—	-21 +Δ	-21		
>400 ~450	+1500	+760	+440																	
>450 ~500	+1650	+840	+480	—	+230	+135	—	+68	—	+20	0	+33	+43	+66	-5 +Δ	—	-23 +Δ	-23		

注：1. 基本尺寸小于 1mm 时，各级的 A 和 B 及大于 8 级的 N 均不采用。

2. JS 的数值；对 IT7 ~ IT11，若 IT_n 的数值 (μm) 为奇数，则取 $JS = \pm \frac{IT_n - 1}{2}$ 。

数值 (摘自 GB/T 1800.1—2009)

偏差/μm														Δ/μm							
上偏差 ES																					
N		P ~ ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC							
≤8	>8°	≤7	>7												3	4	5	6	7	8	
-4	-4	在大于 IT7 的相应数值上增加一个 Δ 值	-6	-10	-14	—	-18	—	-20	—	-26	-32	-40	-60	Δ = 0						
+8 +Δ	0		-12	-15	-19	—	-23	—	-28	—	-35	-42	-50	-80	1	1.5	1	3	4	6	
-10 +Δ	0		-15	-19	-23	—	-28	—	-34	—	-42	-52	-67	-97	1	1.5	2	3	6	7	
-12 +Δ	0		-18	-23	-28	—	-33	—	-40	—	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9	
								-39	-45	—	-60	-77	-108	-150							
-15 +Δ	0		-22	-28	-35	—	-41	-47	-54	-65	-73	-98	-136	-188	1.5	2	3	4	8	12	
							-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-218							
-17 +Δ	0		-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1.5	3	4	5	9	14	
						-54	-70	-81	-95	-114	-136	-180	-242	-325							
-20 +Δ	0		-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-400	2	3	5	6	11	16	
				-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480							
-23 +Δ	0		-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19	
				-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690							
-27 +Δ	0		-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23	
				-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900							
				-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-770	-1000							
-31 +Δ	0		-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	3	4	6	9	17	26	
				-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250							
				-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350							
-34 +Δ	0		-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29	
				-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700							
-37 +Δ	0		-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32	
				-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100							
-40 +Δ	0	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34		
			-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600								

3. 特殊情况, 当基本尺寸大于 250 ~ 315mm 时, M6 的 ES 等于 -9 (不等于 -11)。

4. 对于小于或等于 IT8 的 K、M、N 和小于或等于 IT7 的 P ~ ZC, 所需 Δ 值从表内右侧栏选取。例如 18 ~ 30mm 段的 K7: $\Delta = 8\mu\text{m}$, 所以 $ES = -2 + 8 = +6\mu\text{m}$ 。