



中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

极限配合与技术测量

jixian peihe yu jishu celiang

■ 主编 文海滨



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

极限配合与技术测量

主 编 文海滨

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书主要内容为理论教学及部分常用仪器介绍,另有配套实验教程供学生实验或者工程人员检测指导用。理论教学内容包括:极限与配合概述、技术测量基础、形位公差、表面粗糙度、平键和花键连接、普通螺纹联结、直齿圆柱齿轮。

本书力求以培养综合素质为基础,以能力为根本,把提高学生的实际职业能力放在首要位置,突出实践性教学手段,以让学生达到能为生产一线服务的优秀劳动者。新教材编委全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

版权专用 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

极限配合与技术测量/文海滨主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009. 8
ISBN 978 - 7 - 5640 - 2589 - 2

I. 极… II. 文… III. ①公差: 配合 - 专业学校 - 教材
②技术测量 - 专业学校 - 教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 137376 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 8.5

字 数 / 218 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 14.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/母长新

出版说明

中等职业教育是以培养具有较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的初级阶段。目前,中等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据教育部关于要求发展中等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,北京理工大学出版社组织编写了《21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材是中等职业教育课程改革项目研究成果。坚持以能力为本位,以就业为导向,以服务学生职业生涯发展为目的的指导思想。主要从以下三个角度切入:

1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚,致力于中等职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关联的岗位有关知识所构成,充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性,使得该系列教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融于一炉。

2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有的中等职业教育教材内容上的“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上的“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上的“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向,力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学和能力的培养,使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合中等职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式,注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学,吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时,为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际,注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入,在培养学生创造能力和自我学习能力的培养基础上,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想,在本系列教材的内容编写上,我们坚持以下一些原则:

1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上,根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结

构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性,以相关行业和区域经济状况为依托,特别强调面向岗位群体的指向性,淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势,保证学生的岗位适应能力得到训练,使其有较强的择业能力,从而使教材有活力、有质量。

2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时,注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容,但随着社会发展和科技进步,及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”,“人有我精”或“众有我新”,科学预测人才需求远景和人才培养的周期性,以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向,参考发达地区的发展历程,力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快,科技迅猛发展引起技术手段不断更新,用人机制的改革使人才转岗频繁,由此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽,当窄则窄。在紧扣本专业课程内容基础上延伸或派生出一些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力,挖掘了其潜力。

4. 稳定性和灵活性原则

中高职职业教育的专业课程都有其内核的稳定性,这种内核主要是体现在其基本理论,基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点,但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式,设置与生产实践相切合的项目,推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则,教材的编写者都是既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强实践技能的专家,他们分别是:相关学科领域的专家;中等职业教育科研带头人;教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写,将理论性与实践性高度统一,打造精品教材。另外,还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件,以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之,该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果,希望本系列教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

北京理工大学出版社

前 言



2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。本书为了配合该项工程的实施，根据教育部颁发的《中等职业学校机械加工技术专业指导方案》中主干课程《极限配合与技术测量教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育教材。

本书主要内容为理论教学及部分常用仪器介绍，另有配套实验教程供学生实验或者工程人员检测指导用。理论教学内容包括：极限与配合概述、技术测量基础、形位公差、表面粗糙度、平键和花键连接、普通螺纹联结、直齿圆柱齿轮。

本书力求以培养综合素质为基础，以能力为根本，把提高学生的实际职业能力放在首要位置，突出实践性教学手段，以让学生达到能为生产一线服务的优秀劳动者。新教材编委全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

由于编者水平有限，编写中难免有不足之处，敬请广大读者和各位同仁提出宝贵意见，以帮助改正。

编者

目 录

绪 论	1
第一节 互换性和标准化概述	1
第二节 课程的地位、性质和任务	2
第一章 极限与配合	4
第一节 基本术语及其定义	4
第二节 极限与配合的基本内容	12
第二章 技术测量基础	25
第一节 技术测量的一般概念	25
第二节 测量方法分类	26
第三节 计量器具的分类及其技术指标	27
第四节 测量误差的基本知识	29
第五节 孔、轴尺寸与锥度、角度的检测	33
第三章 形状和位置公差	42
第一节 形位公差概述	42
第二节 形位公差的标注方法	44
第三节 形位公差带	48
第四节 形位误差的检测	51

第四章 表面粗糙度	55
第一节 表面粗糙度概述	55
第二节 表面粗糙度的评定	56
第三节 表面粗糙度的选用	59
第四节 表面粗糙度的符号代号及其注法	61
第五节 表面粗糙度的测量	64
第五章 平键和花键联结的技术测量	68
第一节 平键联结的技术测量	68
第二节 矩形花键联结的技术测量	71
第六章 普通螺纹结合的公差与检测	76
第一节 概 述	76
第二节 螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响	80
第三节 普通螺纹的公差与配合	83
第四节 普通螺纹的检测	101
第七章 直齿圆柱齿轮的公差与检测	106
第一节 齿轮概述	106
第二节 齿轮误差的评定指标及检测	109
第三节 齿轮副误差的评定指标及检测	117
第四节 渐开线圆柱齿轮精度标准及应用	118

* * * * *

第一节 互换性和标准化概述

1. 互换性

现代化工业生产时专业化的协作生产，即用分散加工，集中装配的方法来保证产品质量、提高生产率和降低成本的。这种分散加工、集中组装的产品质量主要由零部件的互换性给予保证。

所谓互换性，是指在制成同一规格的零件中，不需要作任何挑选或附加加工（如选配或钳工加工）就可以组装成部件和整机，并能达到设计要求。例如，自行车上某部位的螺母丢了，只要任选一个相同规格的螺母就可以旋入使用，就是因为这批螺母具有互换性。

根据零件的互换范围不同，互换性可分为完全互换性和不完全互换性两种。完全互换性是指零、部件在装配时，不需要作任何选择或附加加工，装配后能满足预定的使用性能；而不完全互换性则是指零（部）件在装配时允许进行附加选择与调整，但不允许修配，装配后能满足预定的使用性能。其中完全互换性通用性强、装配方便，可减少修理时间和费用，利于专业化生产，所以完全互换性在机器制造中被广泛采用。

互换性的作用体现在多个方面：

设计上，由于采用了具有互换性的标准件、通用件，可是设计工作简化，设计周期缩短，并便于计算机辅助设计。

制造上，互换性是组织专业化协作生产地重要基础

装配上，由于装配时不需要附加加工和修配，减轻了公认的劳动强度，缩短了劳动周期。并且可以采用流水作业的装配方式，大幅度地提高生产率。

使用上，由于零（部）件具有互换性，生产中各种设备的零（部）件及人们日常使用的拖拉机、自行车等零（部）件损坏后，可在最短时间内用备件加以替换，很快地恢复其使用功能。减少了修理时间及费用，从而提高了设备的利用率，延长了它们的使用性能。

综上所述，互换性是现代化生产基本的技术原则，在机器的制造与使用中具有很重要的作用。

2. 标准化

在现代化生产中,标准化和标准是一项重要的技术措施。因为一种机械产品的制造过程往往涉及许多部门和企业,甚至还要进行国际间合作。为了适应生产上各部门与企业和技术上相互协调的要求,必须有一个共同的技术标准。

标准化是以制定标准和贯彻执行技术标准为主要内容的全部活动过程。所谓标准是指技术标准,是为产品和工程上的规格、技术要求及其检测方法等方面所作的技术规定。标准是从事设计、制造和检测工作的技术依据。

标准是保证互换性的基础。只有统一的技术标准,才能保证互换性生产的实现。我国最早关于极限与配合的国家标准是 GB159 ~ 174—1959,它颁布于 1959 年,称为《公差与配合》国家标准。1979 年又颁布了 5 个新的标准,GB1800—1979《公差与配合 总论 标准公差与基本偏差》,GB1801—1979《公差与配合 尺寸至 500mm 孔、轴公差带与配合》,GB1802—1979《公差与配合 尺寸大于 500mm 至 3150mm 常用孔、轴公差带》,GB1803—1979《公差与配合 尺寸至 18mm 孔、轴公差带》,GB1804—1979《公差与配合 未注公差尺寸的极限偏差》。1999 年,我国又制定了 GB/T 1800.4—1999《极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表》;同时根据 ISO 1829—1975《一般用途公差带的选择》,结合我国实际使用情况对 GB/T1801—1979,GB/T1802—1979 进行了修订,修订后的标准为 GB/T 1801—1999《极限与配合 公差带与配合的选择》。

第二节 课程的地位、性质和任务

本课程是机械加工技术专业的一门主干课程,是机械类各专业的一门必修课。

本课程的主要学习目标:

- (1) 能够正确分析图样中的尺寸要求,识读公差带代号和配合公差带代号;
- (2) 能熟练查阅极限与配合相关标准,进行极限与配合的基本计算;
- (3) 正确选择和使用量具,对尺寸进行测量与检验;
- (4) 熟悉形位公差和形位公差的基本内容;
- (5) 正确识读形位公差代号的含义,并分析形位公差带的意义;
- (6) 能对常见的形位公差项目尽享测量;
- (7) 理解表面粗糙度的符号含义,熟悉表面粗糙度的评定标准,掌握零件表面粗糙度的常用测量方法;
- (8) 了解普通螺纹连接的公差特点,熟悉其基本检测方法。

学习本课程时,应将本课程的学习与专业工艺课程的知识有机地结合起来,利用实践中所获得的感性知识来促进本课程的学习,同时也要将本课程中所学的知识和技能运用到专业工艺实践活动中,在解决实际问题的过程中,进一步加深理解和掌握本课程的内容,巩固和提高本课程中所学的知识和技能。



1. 什么是互换性?
2. 用日常生活中的事例来阐述互换性的意义。
3. 什么是标准化?
4. 通过实例来解释标准化的实际意义。

极限与配合



本章概述

装配在一起的零件（如轴和孔），只有各自达到相应的技术要求后，装配在一起才能满足所设计的松、紧程度和工作精度要求，实现功能并保证互换性。本章内容就是通过国标，讲述这些技术要求的定义及选用方法等，以为后续章节服务。



学习目标

1. 理解孔、轴及其他与尺寸相关的术语和定义。
2. 掌握有关公差、偏差的定义，掌握与配合相关的定义。
3. 掌握基准制含义，及其一般选用原则。
4. 理解标准公差和基本偏差系列的选用原则。
5. 掌握公差带的选用，掌握配合代号及其标注方法。

* * * * *

第一节 基本术语及其定义

专业术语及其定义是公差与配合标准的基础，也是从事机械设计和制造人员在公差与配合方面的技术语言。

一、孔、轴的广义含义

1. 孔

孔主要是指工件圆柱形的内表面，也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱形的内表面部分。

标准中定义的轴、孔是广义的。从加工工艺上讲，随着刀具的逐渐切削，轴的尺寸不断减少，而孔的尺寸不断加大。从装配上讲，轴是被包容面，孔是包容面。

2. 轴

轴主要是指工件圆柱形的外表面，也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱形的外表面

部分。

二、与尺寸相关的术语和定义

1. 尺寸

用特定单位表示线性尺寸值的数字称为尺寸。尺寸由数值和特定单位两部分组成，如 50 mm（毫米），80 km（千米）等。尺寸包括直径、半径、宽度、深度、高度、中心距等，但不包括角度。图样上标注尺寸时常以 mm 为单位，这时，只标数字，省去单位。当采用其他单位时，则必须标注单位。

2. 基本尺寸 (D, d)

基本尺寸是根据使用要求，通过强度、刚度等方面的计算或结构的需要而确定的，通过它应用上下偏差可算出极限尺寸。通常图样上标注的都是基本尺寸。如图 1-1 所示，孔的基本尺寸用大些字母表示，轴的基本尺寸用小写字母表示。

为了减少定值刀具（如钻头、铰刀等）、量具（如量规）、型材和零件尺寸的规格，国家标准（GB/T 2822—1981）已将尺寸标准化。因此，基本尺寸应尽量选取标准尺寸，即通过计算或实验的方法得到的标准尺寸。

3. 实际尺寸 (D_a, d_a)

实际尺寸是通过测量获得的尺寸。由于测量过程中存在测量误差，所以测量的尺寸并非尺寸的真值。而零件本身也存在着形状误差，所以同一表面上不同位置的实际尺寸也不一定相等，如图 1-2 所示。

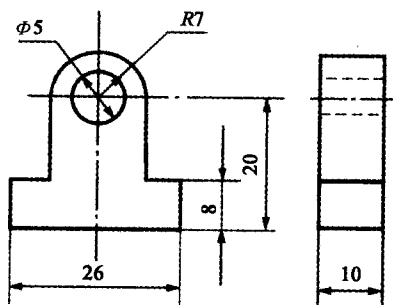


图 1-1 基本尺寸图

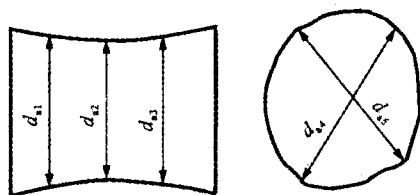


图 1-2 实际尺寸

4. 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值，称为极限尺寸。在机械加工中，由于各种误差的存在，如机床的误差、刀具的误差、量具的误差，要把相同规格的零件都加工成同一尺寸是不可能的。从使用的角度上，一般既没有必要，也不应该使零件的实际尺寸和基本尺寸完全相同，所以引入极限尺寸的概念。

极限尺寸的两个界限值中，较大的一个称为最大极限尺寸，较小的称为最小极限尺寸。如图 1-3 所示：

孔的基本尺寸

$$D = \phi 30 \text{ mm}$$

孔的最大极限尺寸

$$D_{\max} = \phi 30.021 \text{ mm}$$

孔的最小极限尺寸	$D_{\min} = \phi 30 \text{ mm}$
轴的基本尺寸	$d = \phi 30 \text{ mm}$
轴的最大极限尺寸	$d_{\max} = \phi 29.993 \text{ mm}$
轴的最小极限尺寸	$d_{\min} = \phi 29.980 \text{ mm}$

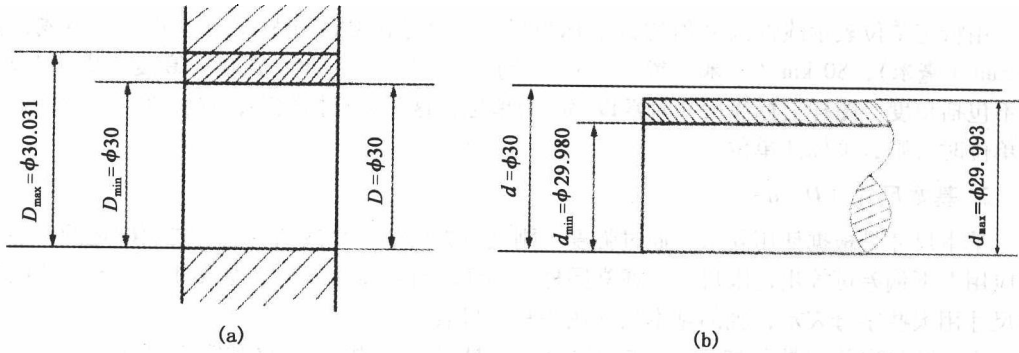


图 1-3 极限尺寸

(a) 孔的极限尺寸；(b) 轴的极限尺寸

基本尺寸和极限尺寸都是设计时是给定的，基本尺寸可以在极限尺寸所确定的范围内也可以在极限尺寸所确定的范围外。如图 1-3 (a) 中孔的基本尺寸等于孔的最小极限尺寸，在两极极限尺寸所确定的范围内；而图 1-3 (b) 中轴的基本尺寸大于轴的最大极限尺寸，在两极极限尺寸所确定的范围外。当不考虑形位误差的影响，加工后的零件获得的实际尺寸若在两极极限尺寸所确定的范围之内，则零件合格；否则，不合格。

三、有关公差、偏差的术语及其定义

1. 尺寸偏差

尺寸偏差简称偏差，是指某一尺寸（极限尺寸、实际尺寸）减其基本尺寸所得的代数差。

偏差可能是正、负或者零，书写或标注时，正、负或零都要标注。

由于某一尺寸包含实际尺寸和极限尺寸，因而尺寸偏差有极限偏差和实际偏差之分。

(1) 极限偏差 极限偏差就是极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

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。孔的上偏差用 ES 表示，轴的上偏差用 es 表示；孔的下偏差用 EI 表示，轴的下偏差用 ei 表示，如图 1-4 所示。

孔、轴的上、下偏差可用公式表示为

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D & es &= d_{\max} - d \\ EI &= D_{\min} - D & ei &= d_{\min} - d \end{aligned} \quad (1-1)$$

在图样上或技术文件中标注极限偏差时，上偏差标在基本尺寸的右上角，下偏差标在基本尺寸的右下角，如 $\phi 40^{+0.02}_{-0.01}$ 。为了使标注保持严密性，即使上偏差或下偏差为零仍须标注，如 $\phi 40^{+0.02}_0$ ，当上下偏差值相等而符号相反时，为了简化标注，可标注为 $\phi 40 \pm 0.008$ 。

(2) 实际偏差 实际偏差是实际尺寸减其基本尺寸的代数差。

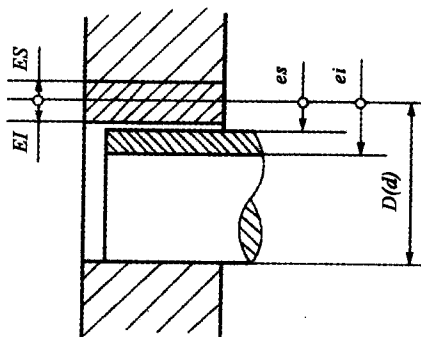


图 1-4 极限偏差

例 1-1 有一个孔的直径 $\phi 50\text{mm}$ ，最大极限尺寸为 $\phi 50.048\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 50.009\text{mm}$ ，求孔的上、下偏差。

解：由公式 (1-1) 可知孔的上、下偏差分别为

$$ES = D_{\max} - D = 50.048 - 50 = +0.048 \text{ (mm)}$$

$$EI = D_{\min} - D = 50.009 - 50 = +0.009 \text{ (mm)}$$

例 1-2 有一轴，其直径的基本尺寸为 $\phi 60\text{mm}$ ，最大极限尺寸为 $\phi 60.018\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 59.998\text{mm}$ ，求轴的上、下偏差。

解：由公式 (1-1) 可知轴的上、下偏差分别为

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

$$ei = d_{\min} - d = 59.998 - 60 = -0.012 \text{ (mm)}$$

2. 尺寸公差 (T)

尺寸公差是设计人员根据零件使用时的精度要求，并考虑制造时的经济性，对尺寸变动范围同给定的允许值。

尺寸公差的数值等于最大极限尺寸减最小极限尺寸之差的绝对值。孔和轴的尺寸公差分别用 T_h 和 T_s 表示，其表达式为：

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| \quad [1-2 (a)]$$

$$T_s = |d_{\max} - d_{\min}| \quad [1-2 (b)]$$

由公式 (1-1) 得 $D_{\max} = D + ES$ $D_{\min} = D + EI$

代入公式 [1-2 (a)] 中可得

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |(D + ES) - (D + EI)| = |ES - EI|$$

所以

$$T_h = |ES - EI| \quad [1-3 (a)]$$

同理可推出

$$T_s = |es - ei| \quad [1-3 (b)]$$

所以，公差又等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。

从使用角度和加工角度来说，基本尺寸相同的零件，公差值越大，加工越容易；反之越困难。

例 1-3 求孔 $\phi 20_{+0.020}^{+0.104}$ 的尺寸公差。

解：利用公式 [1-2 (a)] 进行计算，得

$$D_{\max} = D + ES = 20 + 0.104 = 20.104 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = D + EI = 20 + 0.020 = 20.020 \text{ mm}$$

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |20.104 - 20.020| = 0.084 \text{ mm}$$

利用公式 [1-3 (a)] 进行计算，得

$$T_h = |ES - EI| = |(+0.104) - (+0.020)| = 0.084 \text{ mm}$$

例 1-4 求轴 $\phi 25_{-0.020}^{-0.007}$ 的尺寸公差。

解：利用公式 [1-2 (b)] 进行计算，得

$$d_{\max} = d + es = 25 + (-0.007) = 24.993 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d + ei = 25 + (-0.020) = 24.980 \text{ mm}$$

$$T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |24.993 - 24.980| = 0.013 \text{ mm}$$

利用公式 [1-3 (b)] 进行计算，得

$$T_s = |es - ei| = |(-0.007) - (-0.020)| = 0.013 \text{ mm}$$

从以上两例可以看出，求公差的大小可以采用极限尺寸和极限偏差两种方法。由于图样上标注的是基本尺寸和上、下偏差，因此采用极限偏差的方法计算要简单一些。

3. 零线、公差带与公差带图

图 1-5 表明了两个相互结合的孔、轴的基本尺寸、极限尺寸、极限偏差与公差的相互关系。

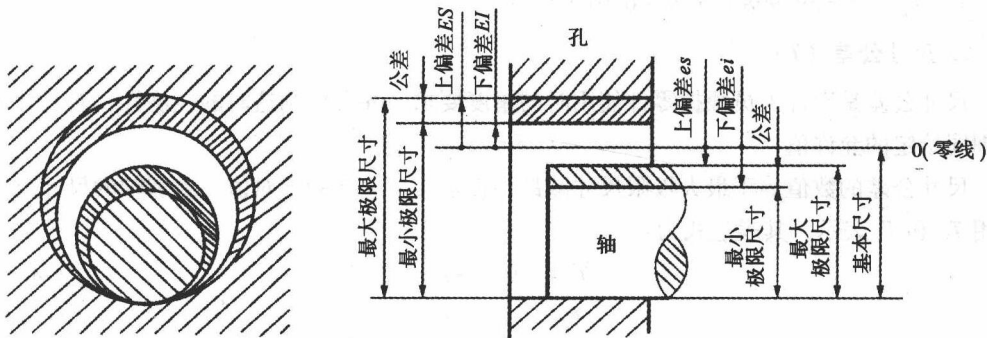


图 1-5 尺寸公差与偏差

为简化起见，在实际应用中可以不必画出孔与轴的全形，只将轴向截面图中有关公差部分按规定放大画出，这种图示的方法称为尺寸公差带图。

(1) 零线 确定偏差的一条基准直线（零偏差线）称为零线。通常零线表示基本尺寸。以零线为基准确定偏差和公差。作公差带图时，通常将零线沿水平方向绘制，在其左端画出表示偏差大小的纵坐标轴，并标上“0”和“+”“-”号，在其左下方画上带单向箭头的尺寸线，并标上基本尺寸值。正偏差位于零线上方，负偏差位于零线下方，零值与零线重合。再标上孔、轴的上、下偏差值，就可画好如图 1-6 所示的公差带图。

(2) 尺寸公差带 由代表上偏差和下偏差的两条直线所限定的一个区域称为公差带。它是由公差大小和其相对零线的位置来确定。公差带沿零线方向的长度可以适当选取。为了

区别，一般在同一图中，孔和轴的公差带的剖面线相反，且疏密程度不同，如图 1-7 所示。

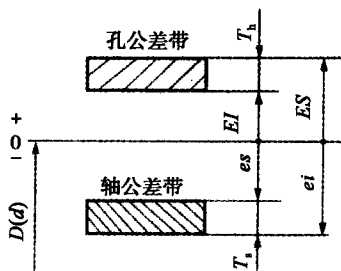


图 1-6 公差带图

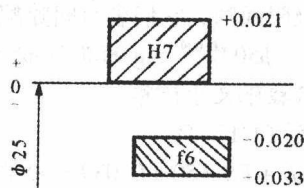


图 1-7 公差带图示例

从公差带图中可以看出确定公差带的要素有两个：公差带大小和公差带位置。公差带的大小是指公差带沿垂直零线方向的宽度，由公差值的大小确定。公差带的位置由极限偏差相对零线的位置确定。国标规定，用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差称为基本偏差。基本偏差一般为靠近零线的那个偏差，如图 1-8 所示。

四、有关配合的术语及定义

1. 配合

基本尺寸相同的，相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合。相互配合的孔和轴的基本尺寸应相同；孔和轴公差带之间的不同关系决定了孔和轴结合的松紧程度，也就是决定了孔和轴的配合性质。

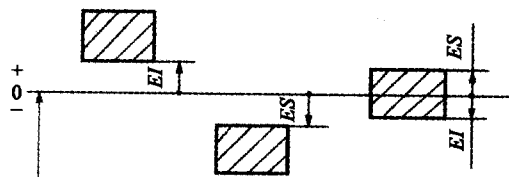


图 1-8 基本偏差的选取

2. 间隙与间隙配合

(1) 间隙 (X) 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差为正值时称为间隙。间隙数值前面应标“+”号，如 +0.05。

在轴与孔的配合中，间隙的存在是轴与孔能够相对运动的基本条件。

(2) 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。这时，孔的公差带应在轴的公差带的上方，如图 1-9 所示。

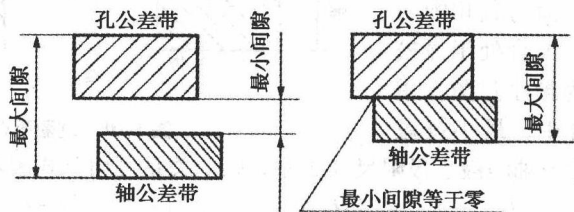


图 1-9 间隙配合

当孔为最大极限尺寸而与其相配的轴为最小极限尺寸时，配合处于最松状态，此时的间隙称为最大间隙，用 X_{\max} 表示。当孔为最小极限尺寸而与其相配的轴为最大极限尺寸时，配合处于最紧状态，此时的间隙称为最小间隙，用 X_{\min} 表示。以上关系用公式表示为：

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = (D + ES) - (d + ei) = ES - ei \quad (1-4)$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = (D - EI) - (d - es) = EI - es \quad (1-5)$$