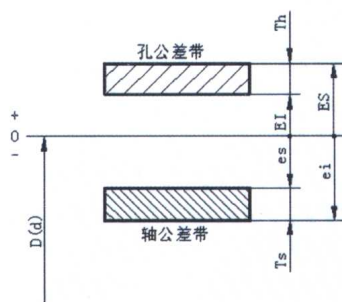


中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

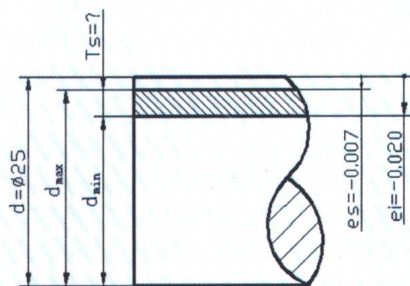
公差配合与 测量技能基础

(任务驱动模式)

冯 旭 主编



公差带图解



轴的公差

“工学结合”新理念
“校企合作”新模式

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



GONGCHA PEIHE YU CELIANG JINENG JICHU

本教材是为适应“工学结合、校企合作”培养模式的要求,根据中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织制定的中等职业教育教学计划大纲编写的。本教材的主要内容包括:公差与配合,几何公差,表面粗糙度,千分尺、内径指示表和杠杆指示表,量块和量规,正弦规和水平仪。

本教材可供中等职业技术学校、技工学校、职业高中使用。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技能基础(任务驱动模式)/冯旭主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 5

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-30651-1

I. ①公… II. ①冯… 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 085628 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:荆宏智 责任编辑:赵磊磊

版式设计:张世琴 责任校对:申春香

封面设计:马精明 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·6.5 印张·154 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-30651-1

定价:15.00 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

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材 编审委员会

主 任 郝广发 季连海

副主任 刘亚琴 周学奎 何阳春 林爱平 李长江 李晓庆
徐 彤 刘大力 张跃英 董桂桥

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 平	王兆山	王 军	王沛均	王德意	方院生
付志达	许炳鑫	杜德胜	李 涛	杨柳青 (常务)	
杨耀双	何秉戌	谷希成	张正明	张 莉	周庆礼
孟广斌	赵杰士	郝晶卉	荆宏智 (常务)	姜方辉	
贾恒旦	奚 蒙	徐卫东	章振周	梁文侠	喻勋良
曾燕燕	蒙俊健	戴成增			

策划组 荆宏智 徐 彤 何月秋 王英杰

《公差配合与测量技能基础》编审人员

主 编 冯 旭

参 编 洪兴丽 姜 莉

主 审 梁东晓

序

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，落实文件中提出的中等职业学校实行“工学结合、校企合作”的新教学模式，满足中等职业学校、技工学校和职业高中技能型人才培养的要求，更好地适应企业的需要，为振兴装备制造业提供服务，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会共同聘请有关行业专家制定了中等职业学校6个专业10个工种新的教学计划大纲，并据此组织编写了这6个专业的“十一五”规划教材。

这套新模式的教材共近70个品种。为体现行业领先的策略，编出特色，扩大本套教材的影响，方便教师和学生使用，并逐步形成品牌效应，我们在进行了充分调研后，才会同行业专家制定了这6个专业的教学计划，提出了教材的编写思路和要求。共有22个省（市、自治区）的近40所学校的专家参加了教学计划大纲的制定和教材的编写工作。

本套教材的编写贯彻了“以学生为根本，以就业为导向，以标准为尺度，以技能为核心”的理念，“实用、够用、好用”的原则。本套教材具有以下特色：

1. 教学计划大纲、教材、电子教案（或课件）齐全，大部分教材还有配套的习题集和习题解答。

2. 从公共基础课、专业基础课，到专业课、技能课全面规划，配套进行编写。

3. 按“工学结合、校企合作”的新教学模式重新制定了教学计划大纲，在专业技能课教材的编写时也进行了充分考虑，还编写了第三学年使用的《企业生产实习指导》。

4. 为满足不同地区、不同模式的教学需求，本套教材的部分科目采用了“任务驱动”形式和传统编写方式分别进行编写，以方便大家选择使用；考虑到不同学校对软件的不同要求，对于“模具CAD/CAM”课程，我们选用三种常用软件各编写了一本教材，以供大家选择使用。

5. 贯彻了“实用、够用、好用”的原则，突出“实用”，满足“够用”，一切为了“好用”。教材每单元中均有学习目标，本章小结、复习思考题或技能练习题，对内容不做过高的难度要求，关键是使学生学到干活的真本领。

本套教材的编写工作得到了许多学校领导的重视和大力支持以及各位老师的热烈响应，许多学校对教学计划大纲提出了很多建设性的意见和建议，并主动推荐教学骨干承担教材的编写任务，为编好教材提供了良好的技术保证，在此对各个学校的支持表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在某些缺点或不足，敬请读者批评指正。

中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

前 言

本教材是在总结多年中等职业教育教学和教改实践经验的基础上，根据中等职业教育教学改革的总体要求，综合国内同类教材的编写优点，结合我国中等职业教育教学的教学特色和我国中等职业教育学生的共性特点，遵循实用、够用的原则而编写的。

“公差配合与测量技能基础”是中等职业教育机械类专业的技术基础课，是中等职业教育机械类专业的必修课程。本教材的主要内容包括：公差与配合，几何公差，表面粗糙度，千分尺、内径指示表和杠杆指示表，量块和量规，正弦规和水平仪。通过学习，能够为随后的工艺课和生产实习打下必要的专业理论基础和测量技能基础。

本教材采用模块化设置，围绕培养目标和课程内容，构建知识、技能紧密关联的教学单元模块，注意把学习专业理论与测量实践相结合。模块中的每个实践课题都有明确的训练目标，并针对各自的目标整合相应的理论和技能内容，以实现理论教学与技能教学一体化。在每个课题后还设置了相应的思考题，以检验学生对相关知识与技能的掌握情况。本教材图文并茂，将各个知识点和技能要点以图片的形式展示出来，从而提高了教材的可读性和亲和力。

本教材由冯旭主编，洪兴丽、姜莉参加编写，梁东晓主审。

希望广大读者对本教材提出宝贵意见和建议，以便我们进一步改进和完善。

编 者

目 录

序

前言

绪论

第一单元 公差与配合	4
模块一 公差配合的基本术语及定义	4
一、概述	4
二、尺寸的术语及定义	4
三、偏差与公差的术语及定义	6
四、公差带图	8
五、配合的术语及定义	8
测量实践课题一 金属直尺、内外卡钳测量 基本技能	10
一、训练目标	10
二、相关知识	10
三、综合练习：阶梯板的测量	14
模块二 标准公差与基本偏差	15
一、标准公差	15
二、基本偏差	15
测量实践课题二 游标卡尺测量基本技能	16
一、训练目标	16
二、相关知识	16
三、综合练习：阶梯板的测量	20
模块三 公差与配合的应用	22
一、基准制和配合的选用	22
二、公差等级的选用	23
测量实践课题三 游标万能角度尺测量基本 技能	23
一、训练目标	23
二、相关知识	24
三、综合练习：异形件的测量	26
测量实践课题四 指示表测量基本技能	28
一、训练目标	28
二、相关知识	28
三、综合练习：偏心轴的测量	30
第二单元 几何公差	32
模块一 几何公差概述	32
一、基本概念和基本术语	32

二、几何公差的特征项目和符号	33
三、几何公差的识读方法	34
测量实践课题一 平面度检测基本技能	36
一、训练目标	36
二、相关知识	36
三、综合练习：箱体平面度的检测	37
模块二 形位误差和公差	38
一、形状误差和形状公差	38
二、其他误差和公差	38
测量实践课题二 圆度检测基本技能	38
一、训练目标	38
二、相关知识	38
三、综合练习：阶梯轴圆度的检测	39
模块三 形位公差带	40
一、形位公差带的含义	40
二、形位公差带的组成和应用	41
测量实践课题三 平行度检测基本技能	44
一、训练目标	44
二、相关知识	44
三、综合练习：轮坯平行度的检测	48
测量实践课题四 垂直度检测基本技能	48
一、训练目标	48
二、相关知识	48
三、综合练习：轴垂直度的检测	51
第三单元 表面粗糙度	53
模块一 表面粗糙度概述	53
一、基本概念	53
二、表面粗糙度的评定参数	53
测量实践课题一 表面粗糙度检测基本 技能	53
一、训练目标	53
二、相关知识	54
三、综合练习：轴套表面粗糙度的检测	54
模块二 表面粗糙度代号及识读	55
一、表面粗糙度代号	55
二、表面粗糙度的标注	59
测量实践课题二 表面粗糙度检测仪检测	

基本技能	61	三、量块的维护保养	77
一、训练目标	61	测量实践课题一 量块使用技能	77
二、相关知识	61	一、训练目标	77
三、综合练习：表面粗糙度的检测	64	二、综合练习：用量块测量工件的尺寸	78
第四单元 千分尺、内径指示表和杠杆		模块二 角度量块	78
指示表	66	测量实践课题二 检测工件的楔角	80
模块一 千分尺	66	模块三 量规的使用技能	81
一、外径千分尺	66	一、光滑极限量规	81
二、其他千分尺	68	二、螺纹量规	83
测量实践课题一 千分尺测量基本技能	70	测量实践课题三 用螺纹环规检验螺纹轴	85
一、训练目标	70	一、训练目标	85
二、综合练习：用千分尺测量阶梯轴的		二、综合练习：用螺纹环规检验螺纹轴	85
尺寸	70	第六单元 正弦规和水平仪	87
模块二 内径指示表	71	模块一 正弦规的使用技能	87
测量实践课题二 内径指示表测量基本		测量实践课题一 用正弦规测量 N_{02} 莫氏锥度	
技能	72	塞规	88
一、训练目标	72	一、训练目标	88
二、综合练习：用内径指示表测量阶梯		二、综合练习：用正弦规测量 N_{02} 莫氏锥度	
套的尺寸	72	塞规	88
模块三 杠杆指示表	73	模块二 水平仪的使用技能	89
测量实践课题三 杠杆指示表测量基本		一、水平仪	89
技能	75	二、水准式水平仪的工作原理	90
一、训练目标	75	三、倾斜角的计算	90
二、综合练习：用杠杆指示表测量轴套的		四、水平仪的读数方法	90
尺寸	75	五、使用水平仪时的注意事项	91
第五单元 量块和量规	76	测量实践课题二 导轨直线度的检测	91
模块一 长度标准量块	76	一、训练目标	91
一、量块的用途、结构形式和精度等级	76	二、综合练习：测量床身导轨的直线度	91
二、量块的尺寸组合及使用方法	76	参考文献	93

绪 论

一、本课程的性质和任务

本课程是中等职业技术学校机械类专业“理实一体化”的技术基础课。本课程包括公差配合与测量技能基础两大部分，通过学习可为工艺课和生产实习教学打下必要的专业理论基础和测量技能基础。

通过本课程的学习，应了解国家标准中有关极限与配合等方面的基本术语及定义；熟悉极限与配合标准的基本规定；掌握极限与配合方面的基本计算方法及代号的标注和识读；了解几何公差的基本内容；理解几何公差代号的含义；掌握几何公差代号的识读方法；了解表面粗糙度的评定标准及掌握表面粗糙度符号、代号的注法；掌握表面粗糙度的基本检测方法；理解常用量具的读数原理；掌握常用量具和量仪的使用方法；掌握国家职业标准所要求的机械加工所需的测量技能基础。

学生在学习本课程时，要注意把专业理论与测量实践相结合，通过测量实践加深理解和掌握相关的理论知识。

二、互换性概述

1. 互换性的含义

一台机器或部件是由很多零件装配在一起所构成的。在装配时，从大批生产出来的同一规格的零件中任意取出一件，不需再经任何选择和修配，便可直接安装到机器或部件上，并能保证其使用性能，这种技术特性叫做互换性。具有这种技术特性的零件称为具有互换性的零件。互换性是现代机械工业生产必不可少的重要技术措施。

在日常学习和生活中，互换性的例子很多。例如自动铅笔的铅芯用没了，可以换上一根同样规格的铅芯继续使用；电子手表的电池没电了，换上一块同一规格的新电池可继续使用；自行车上的脚蹬坏了，换上一个同一规格的新脚蹬可继续使用。上述所列举的同一规格自动铅笔的铅芯，同一规格电子手表的电池，同一规格自行车的脚蹬，都是具有互换性的。可见，具有互换性的零、部件应同时具备两个基本条件：

- 1) 同一规格的零、部件不需挑选和修配，便可互换和装配。
- 2) 同一规格的零、部件互换和装配后能满足使用要求。

2. 互换性的作用

互换性对大批量产品的设计、制造、装配、使用和维修都具有十分重要的意义。

- 1) 为大批量产品的生产专业化创造了必要条件。
- 2) 促进了现代自动化生产的发展。
- 3) 有利于提高产品质量、降低生产成本。
- 4) 使用和维修方便。
- 5) 为产品的标准化、系列化、通用化奠定了基础，从而缩短了产品设计和制造周期，利于产品的更新换代，促进新产品的发展。

3. 互换性的种类

按互换程度划分可分为：

(1) 完全互换 又称为无限互换，是指零、部件在装配或更换时不需选择、修配或调整。

(2) 不完全互换 又称为有限互换，是指零、部件在装配或更换时不需要修配，但允许有附加选择或调整。

按互换范围划分可分为：

(1) 几何参数互换 又称为狭义互换，是指零、部件的尺寸、形状、位置及表面粗糙度等参数具有互换性，这是本课程学习的重点内容。

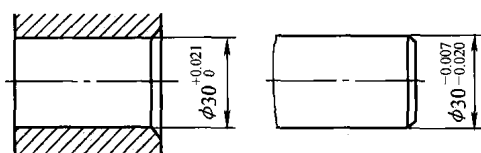
(2) 功能互换 又可称为广义互换，是指零、部件的几何参数、物理性能、化学性能及力学性能等方面都具有互换性。

4. 具有互换性零件的加工精度

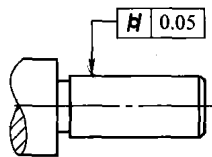
为保证加工出来的零件具有互换性，零件的加工精度应包括以下几项内容：

(1) 尺寸精度 是指零件加工后所得到的实际尺寸准确程度。它是由图样中给出的尺寸公差来控制的。如绪图 1 中所标注的孔的直径 $\phi 30^{+0.021}_0$ 和轴的直径 $\phi 30^{+0.007}_{-0.020}$ 。

(2) 几何形状精度 是指零件加工完成后所得到的实际形状相对于理想形状的准确程度。它是由图样上给出的形状公差来控制的。如绪图 2 中所标注的圆柱度公差 0.05mm。



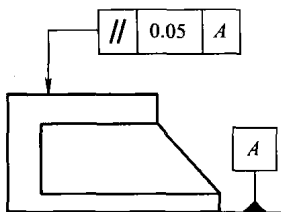
绪图 1 孔和轴的尺寸公差



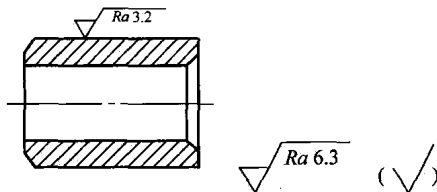
绪图 2 形状公差

(3) 相互位置精度 是指零件加工后，所得到的实际位置相对于理想位置的准确程度。它是由图样上给出的位置公差和方向公差来控制的。如绪图 3 中所标注的平行度公差 0.05mm。

(4) 表面粗糙度 是指零件表面微观的不平整程度。它是由图样上给出的表面粗糙度符号所规定的要求来控制的。如绪图 4 中所标注的两个符号均为表面粗糙度符号。



绪图 3 方向公差



绪图 4 表面粗糙度

三、《极限与配合》国家标准与标准化

国家有关技术管理部门为适应现代机械工业发展的需要，等效采用由国际标准化组织

(ISO) 制定的国际公差制，颁布了《极限与配合》国家标准。

《极限与配合》国家标准是一项涉及面广、影响大的重要基础标准，它的应用几乎涉及到国民经济各个部门，尤其对机械工业具有更重要的作用。

贯彻《极限与配合》国家标准，利于产品和零、部件之间的统一和互换配套，便于组织专业化协作生产；利于保证产品精度、使用性能和寿命等各项技术要求；利于机器的设计、制造、使用和维修；利于技术交流和引进。

在现代科学技术发展的过程中，特别是现代机械工业发展的过程中，贯彻《极限与配合》国家标准，提高标准化程度是一项最基础的技术性工作，在生产实践中掌握和贯彻国家标准是对技术工人的基本要求。

第一单元 公差与配合

模块一 公差配合的基本术语及定义

一、概述

轴与孔结合是各种机械连接形式中最简单、最基本的一种，实际应用最为广泛。轴与孔的加工表面都是圆柱体，在加工过程中由于机床精度的限制、刀具刃磨角度的误差、工艺系统的刚性等多种因素的影响。零件的尺寸、形状、微观几何形状（表面粗糙度）以及相互位置等几何量总会存在一定的误差。为了满足零部件的互换性要求，使相同规格零、部件的几何参数接近一致，必须控制加工误差，将加工误差控制在一定的限度之内。

首先要在设计时规定一定的公差（即零件几何参数允许的变动量）来控制加工误差，其次要在加工时和加工后控制加工误差，即根据设计时规定的公差，选择合理的加工方法，按设计要求进行加工和测量。

为了保证零、部件的互换性要求，设计者必须选用国家标准规定的公差数值，保证产品应达到的要求和符合标准规定。

圆柱体结合的公差与配合是机械工程方面重要的基础标准，它不仅适用于圆柱体，也适用于其他结合中的单一尺寸确定的部分。我国从 1994 年开始就对公差与配合系列标准进行修订，目前最新的国家标准是 GB/T 1800.1—2009《产品几何技术规范（GPS） 极限与配合 第 1 部分：公差、偏差和配合的基础》。新的国家标准依据国际标准（ISO）编写，尽可能与国际标准一致或等同。

二、尺寸的术语及定义

1. 尺寸

用特定单位表示线性长度值的数值称为尺寸。它由数字和长度单位两部分组成。一般情况下尺寸只表示长度量，如长度、宽度、高度、厚度、深度、直径、半径和中心距等。工程中规定图样上尺寸的特定单位为 mm。以毫米（mm）为单位时不需要标注计量单位的代号或名称。

2. 孔的尺寸和轴的尺寸

孔的尺寸主要是指工件的圆柱形内尺寸要素，也包括非圆柱形的内尺寸要素（由两个平行平面或切面形成的包容面）。

轴的尺寸主要是指工件的圆柱形外尺寸要素，也包括非圆柱形的外尺寸要素（由两个平行平面或切面形成的被包容面）。

如图 1-1a 所示，5 应当视为孔的尺寸，20 应视为轴的尺寸；如图 1-1b 所示，16 应视为孔的尺寸，16.32、60、100 应当视为轴的尺寸。

【例 1-1】 根据图 1-2 所示填空。

孔的尺寸：_____；

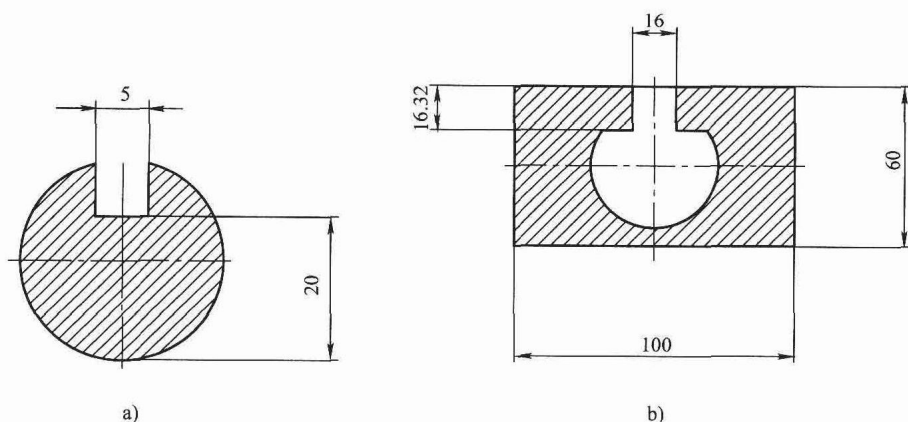


图 1-1 孔的尺寸和轴的尺寸（一）

轴的尺寸：_____。

解 孔的尺寸： $\phi 60$ 、60、40、10（右）；

轴的尺寸：10（左）、100、110_____。

3. 公称尺寸

由图样规范确定的理想形状要素的尺寸称为公称尺寸。

公称尺寸是计算极限尺寸和极限偏差的起始尺寸，公称尺寸应标注在图样中。孔的公称尺寸代号用 D 表示，轴的公称尺寸代号用 d 表示。

4. 实际尺寸

对实际零件通过测量获得的尺寸称为实际尺寸。由于受量具的精度、环境条件、测量操作的技术水平和视觉误差等多种因素的影响，必然存在一定的测量误差，实际尺寸并非实际零件尺寸的真实数值。同时，由于存在形状误差，零件的同一表面上的不同部位，其实际尺寸往往并不相等。孔、轴的实际尺寸分别用 D_a 、 d_a 表示。如图 1-3 所示，由于形状误差，沿轴向不同部位的实际尺寸不相等，不同方向的实际直径尺寸也不相等。

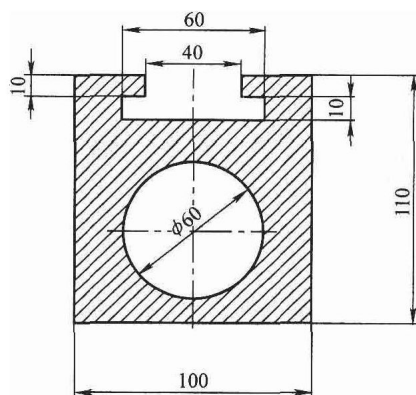


图 1-2 孔的尺寸和轴的尺寸（二）

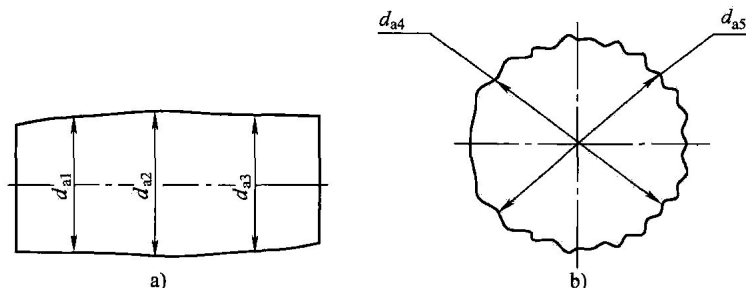


图 1-3 实际尺寸

5. 极限尺寸

尺寸要素允许的尺寸的两个极端称为极限尺寸。实际尺寸要位于其中，或等于极限尺寸，就是合格尺寸。尺寸要素允许的最大尺寸称为上极限尺寸，孔、轴的上极限尺寸分别用 $D_{\max}$ 、 $d_{\max}$ 表示；尺寸要素允许的最小尺寸称为下极限尺寸，孔、轴的下极限尺寸分别用 $D_{\min}$ 、 $d_{\min}$ 表示，如图 1-4 所示。

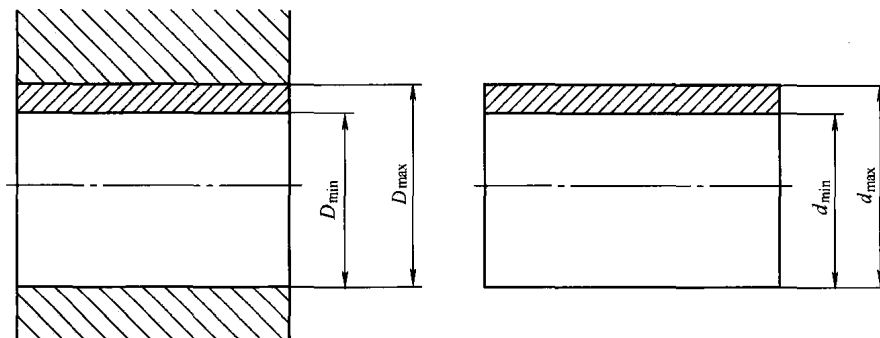


图 1-4 极限尺寸

三、偏差与公差的术语及定义

1. 尺寸偏差（简称偏差）

尺寸偏差是由某一尺寸减去公称尺寸所得的代数差，可为正值、负值或零。在计算和标注时，除零外的值必须带有正、负号。

(1) 极限偏差 极限偏差分上极限偏差和下极限偏差。

1) 上极限偏差：上极限尺寸减去其公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差。孔用 ES 表示，轴用 es 表示。

2) 下极限偏差：下极限尺寸减去其公称尺寸所得的代数差称为下极限偏差。孔用 EI 表示，轴用 ei 表示。

如图 1-5 所示，孔、轴的极限偏差可表示为：

孔：孔的上极限偏差 = 孔的上极限尺寸 - 孔的公称尺寸

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

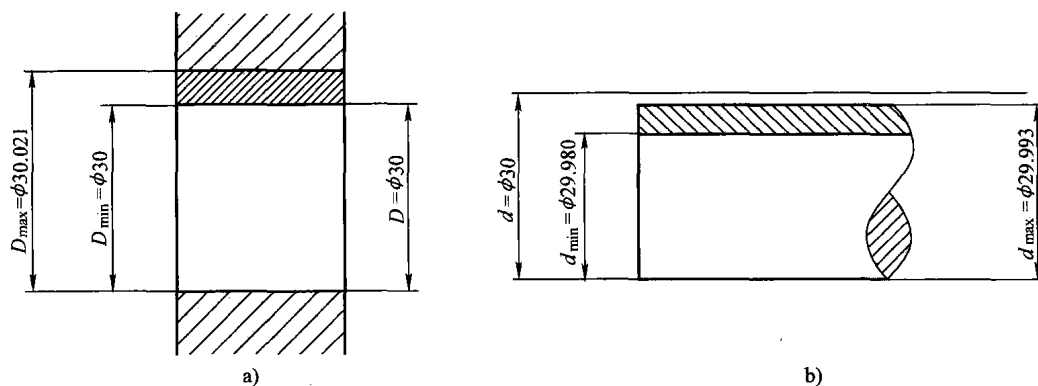


图 1-5 孔、轴的极限偏差

a) 孔的极限偏差 b) 轴的极限偏差

孔的下极限偏差 = 孔的下极限尺寸 - 孔的公称尺寸

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

轴：轴的上极限偏差 = 轴的上极限尺寸 - 轴的公称尺寸

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

轴的下极限偏差 = 轴的下极限尺寸 - 轴的公称尺寸

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

(2) 实际偏差 实际尺寸减去公称尺寸所得的代数差称为实际偏差。

【例 1-2】 已知轴的公称尺寸为 $\phi 80\text{mm}$ ，轴的上极限尺寸为 $\phi 79.970\text{mm}$ ，下极限尺寸为 $\phi 79.951\text{mm}$ ，求轴的极限偏差。

$$\text{解 } es = d_{\max} - d = 79.970\text{mm} - 80\text{mm} = -0.030\text{mm}$$

$$ei = d_{\min} - d = 79.951\text{mm} - 80\text{mm} = -0.049\text{mm}$$

如图 1-6 所示，轴的公称尺寸与极限偏差在图样上标注为 $\phi 80_{-0.049}^{-0.030}\text{mm}$ 。孔、轴极限偏差的标注形式见图 1-7。

2. 尺寸公差

允许尺寸的变动量称为尺寸公差（简称公差）。它等于上极限尺寸与下极限尺寸之差的绝对值，也等于上极限偏差与下极限偏差之差的绝对值。

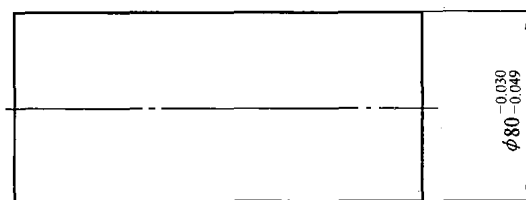


图 1-6 轴极限偏差的标注形式

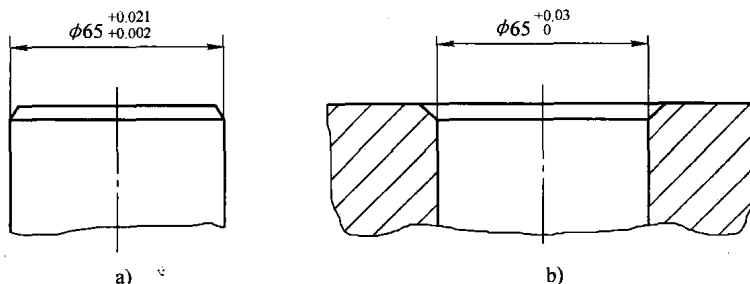


图 1-7 孔、轴极限偏差的标注形式

a) 轴的标注形式 b) 孔的标注形式

孔：

$$Th = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$$

轴：

$$Ts = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei|$$

注意：公差与偏差是两个根本不同的概念，公差是绝对值，不能为零，它代表制造精度的要求，反映加工的难易程度；而偏差是代数差，表示与公称尺寸偏离的程度，与加工难易度无关。

【例 1-3】 已知孔、轴的公称尺寸为 $\phi 60\text{mm}$ ，孔的上极限尺寸为 $\phi 60.030\text{mm}$ ，下极限尺寸为 $\phi 60\text{mm}$ ；轴的上极限尺寸为 $\phi 59.990\text{mm}$ ，下极限尺寸为 $\phi 59.970\text{mm}$ 。求孔、轴的极限偏差和公差。

解 代入相应公式计算得：

$$\text{孔的上极限偏差 } ES = D_{\max} - D = 60.03\text{mm} - 60\text{mm} = +0.03\text{mm}$$

孔的下极限偏差 $EI = D_{\min} - D = 60\text{mm} - 60\text{mm} = 0$

轴的上极限偏差 $es = d_{\max} - d = 59.99\text{mm} - 60\text{mm} = -0.01\text{mm}$

轴的下极限偏差 $ei = d_{\min} - d = 59.97\text{mm} - 60\text{mm} = -0.03\text{mm}$

孔的公差 $Th = |D_{\max} - D_{\min}| = |60.03\text{mm} - 60\text{mm}| = 0.03\text{mm}$

轴的公差 $Ts = |d_{\max} - d_{\min}| = |59.99\text{mm} - 59.97\text{mm}| = 0.02\text{mm}$

孔或轴的公称尺寸与极限偏差在图样上分别标注为

孔: $\phi 60^{+0.03}_0 \text{mm}$ 轴: $\phi 60^{-0.01}_{-0.03} \text{mm}$

四、公差带图

由于公差与偏差的数值与公称尺寸数值相比差别很大,不便于同一比例尺表示。为了便于讨论,这里只画出放大的孔、轴公差带,即公差与配合图解(简称公差带图),如图 1-8 所示。

1. 零线

在公差带图中,确定偏差的一条基准直线为零偏差线,简称零线,通常零线表示公称尺寸。在公差带图中,正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方。

2. 尺寸公差带(简称公差带)

在公差带图中,由代表上、下极限偏差的两条直线所限定的一个区域为尺寸公差带。在国家标准中,公差带包括“公差带大小”和“公差带位置”两个参数。前者由标准公差确定,后者由基本偏差确定。

3. 标准公差

国家标准规定的用以确定公差带大小的任一公差称为标准公差。

4. 基本偏差

国家标准规定的用以确定公差带相对于零线位置的上极限偏差或下极限偏差,一般指靠近零线的那个偏差,即为基本偏差。

五、配合的术语及定义

1. 配合

配合是指公称尺寸相同的并且相互结合的孔和轴公差带之间的关系。孔轴配合时,孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差为正时是间隙,为负时是过盈。

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。在公差带图上,孔的公差带位于轴的公差带之上,如图 1-9 所示。在间隙配合时,当孔为上极限尺寸、轴为下极限尺寸时,装配后便产生最大间隙($X_{\max}$);当孔为下极限尺寸、轴为上极限尺寸时,装配后便产生最小间隙($X_{\min}$)。最大间隙和最小间隙统称

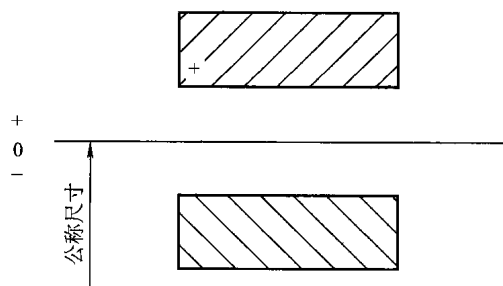


图 1-8 公差带图

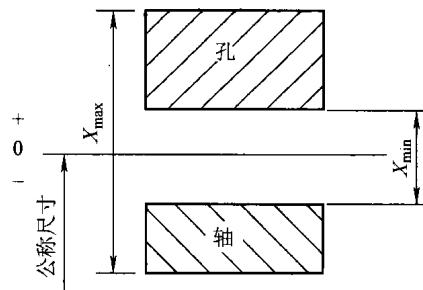


图 1-9 间隙配合

为极限间隙，其计算式为

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

【例 1-4】 公称尺寸为 $\phi 60\text{mm}$ 的孔、轴配合，已知 $D_{\max} = \phi 60.03\text{mm}$ ， $D_{\min} = \phi 60\text{mm}$ ， $d_{\max} = \phi 59.99\text{mm}$ ， $d_{\min} = \phi 59.97\text{mm}$ 。求极限间隙量。

解

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 60.03\text{mm} - 59.97\text{mm} = +0.06\text{mm}$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 60.00\text{mm} - 59.99\text{mm} = +0.01\text{mm}$$

3. 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。在公差带图上，孔的公差带在轴的公差带之下，如图 1-10 所示。当孔为上极限尺寸、轴为下极限尺寸时，装配后便产生最小过盈（ $Y_{\min}$ ）；当孔为下极限尺寸、轴为上极限尺寸时，装配后便产生最大过盈（ $Y_{\max}$ ）。最小过盈与最大过盈统称为极限过盈，其计算式为

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

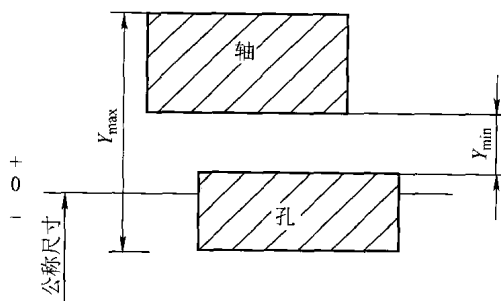


图 1-10 过盈配合

【例 1-5】 已知孔、轴的公称尺寸为 $\phi 60\text{mm}$ ， $D_{\max} = \phi 60.03\text{mm}$ ， $D_{\min} = \phi 60\text{mm}$ ， $d_{\max} = \phi 60.06\text{mm}$ ， $d_{\min} = \phi 60.04\text{mm}$ 。求极限过盈量。

解

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = 60.03\text{mm} - 60.04\text{mm} = -0.01\text{mm}$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = 60\text{mm} - 60.06\text{mm} = -0.06\text{mm}$$

4. 过渡配合

可能有间隙或过盈的配合称为过渡配合。在公差带图上，孔与轴的公差带相互交叠，如图 1-11 所示。当孔为上极限尺寸、轴为下极限尺寸时，装配后得到最大间隙；当孔为下极限尺寸、轴为上极限尺寸时，装配后产生最大过盈。其计算公式为

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

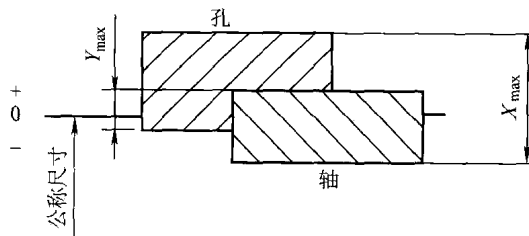


图 1-11 过渡配合

【例 1-6】 已知孔、轴的公称尺寸为 $\phi 60\text{mm}$ ， $D_{\max} = \phi 60.03\text{mm}$ ， $D_{\min} = \phi 60\text{mm}$ ， $d_{\max} = \phi 60.01\text{mm}$ ， $d_{\min} = \phi 59.99\text{mm}$ 。求极限间隙（过盈）量。

解

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 60.03\text{mm} - 59.99\text{mm} = +0.04\text{mm}$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = 60.00\text{mm} - 60.01\text{mm} = -0.01\text{mm}$$

5. 配合公差

配合公差 (Tf) 为组成配合的孔与轴的公差之和, 也等于极限间隙 (或过盈) 量之差的绝对值。配合公差表示配合精度, 是评定配合质量的一个重要指标。其计算式为

$$Tf = Th + Ts$$

用极限间隙 (或过盈) 量表示为

$$\text{间隙配合: } |X_{\max} - X_{\min}|$$

$$\text{过盈配合: } |Y_{\min} - Y_{\max}|$$

$$\text{过渡配合: } |X_{\max} - Y_{\max}|$$

测量实践课题一 金属直尺、内外卡钳测量基本技能

一、训练目标

- 1) 熟悉金属直尺、内外卡钳的读数方法。
- 2) 掌握金属直尺、内外卡钳的正确使用方法。
- 3) 能熟练使用金属直尺、内外卡钳对典型工件进行测量。

二、相关知识

1. 金属直尺

(1) 金属直尺的结构 金属直尺是一种简单的尺寸量具, 如图 1-12 所示, 它主要用来量取尺寸、测量工件, 也可以用作钳工划直线的导向工具。在金属直尺表面上刻有尺寸刻度线, 最小刻度为 0.5mm, 其长度规格有 150mm、300mm、500mm、1000mm 等多种。使用该尺测量比较直观, 但测量精度较低。



图 1-12 金属直尺

(2) 金属直尺的读数方法 首先将被测工件的一端与金属直尺零线对齐, 观察工件另一端与金属直尺上的哪条刻线对齐, 读出读数后再加上单位, 如图 1-13 所示。

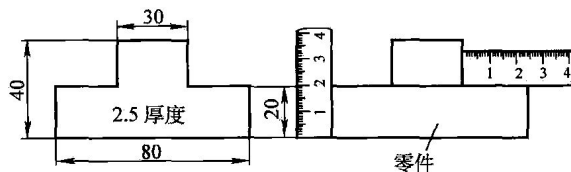


图 1-13 金属直尺的读数方法

(3) 金属直尺的使用方法

1) 对直角的测量: 在对一个直角进行测量时, 金属直尺应对基准边垂直放置, 此时零件的边线必须与“0”刻线对齐, 如图 1-14 所示。

2) 对台阶的测量: 如图 1-15 所示, 对台阶进行测量时, 金属直尺应对准基准边垂直放置, 在读数时视线应垂直于金属直尺的刻线面。

3) 没有台阶的测量: 测量没有台阶的零件时, 用大拇指在零件边上支撑钢直尺, “0”刻线必须和零件的测量边对准, 如图 1-16 所示。

4) 读数误差: 在金属直尺上读数的方向必须要垂直, 只有这样才能避免读数误差, 如图 1-17 所示。