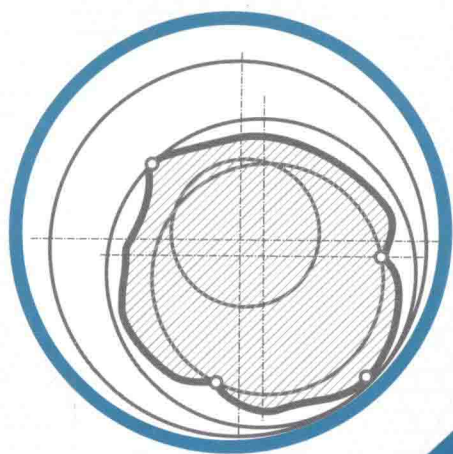




高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

互换性与技术 测量 (第二版)



主编◎楼应侯 卢桂萍 蒋亚南



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



高等院校机械类

“i” 创新规划系列教材

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

互换性与技术 测量 (第二版)

主 编 楼应侯 卢桂萍 蒋亚南

副主编 李 平 江 琴 刘秀杰

HUHUANXING YU JISHU CELIANG

RFID



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国 · 武汉

内 容 简 介

本书针对应用型本科院校“互换性与技术测量”课程应用性强、学时少的特点,突出实用、适用、够用和创新的“三用一新”的编写原则。书中采用了现行最新国家标准,在介绍相关国家标准的基础上,重点讲解对标准的理解和具体的工程应用。

本书包括精度设计及检测两个方面,共分9章,内容包括绪论、孔与轴的尺寸极限与配合、测量技术基础、几何公差及检测、表面粗糙度及其检测、光滑极限量规、尺寸链基础、零件典型表面的公差配合与检测、渐开线圆柱齿轮精度及检测。

本书可作为应用型本科院校机械类或近机类各专业的教学用书,也可供企业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/楼应侯,卢桂萍,蒋亚南主编. —2版. —武汉:华中科技大学出版社,2016.9
高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材
ISBN 978-7-5680-2163-0

I. ①互… II. ①楼… ②卢… ③蒋… III. ①零部件-互换性-高等学校-教材 ②零部件-技术测量-高等学校-教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 202988 号

互换性与技术测量

Huhuanxing yu Jishu Celiang(Di-er Ban)

楼应侯 卢桂萍 蒋亚南 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:刘 飞

封面设计:陈 静

责任校对:张 琳

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15

字 数:359千字

版 次:2016年9月第2版第1次印刷

定 价:30.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编 审 委 员 会

顾 问： 张 策 天津大学仁爱学院
张福润 华中科技大学文华学院
赵敖生 三江学院

主 任： 吴昌林 华中科技大学

副主任：（排名不分先后）

潘毓学	长春大学光华学院	李杞仪	华南理工大学广州学院
王宏甫	北京理工大学珠海学院	王龙山	浙江大学宁波理工学院
魏生民	西北工业大学明德学院		

编 委：（排名不分先后）

陈秉均	华南理工大学广州学院	邓 乐	河南理工大学万方科技学院
王进野	山东科技大学泰山科技学院	卢文雄	贵州大学明德学院
黄宝山	北京理工大学珠海学院	王连弟	华中科技大学出版社
孙立鹏	华中科技大学武昌分校	刘跃峰	桂林电子科技大学信息科技学院
宋小春	湖北工业大学工程技术学院药	孙树礼	浙江大学城市学院
齐从谦	上海师范大学天华学院	吴小平	南京理工大学紫金学院
沈萌红	浙江大学宁波理工学院	张胜利	湖北工业大学商贸学院
邹景超	黄河科技学院工学院	陈富林	南京航空航天大学金城学院
郑 文	温州大学瓯江学院	张景耀	沈阳理工大学应用技术学院
陆 爽	浙江师范大学行知学院	范孝良	华北电力大学科技学院
顾晓勤	电子科技大学中山学院	胡夏夏	浙江工业大学之江学院
黄华养	广东工业大学华立学院	孟文霞	烟台南山学院
诸文俊	西安交通大学城市学院	黄健求	东莞理工学院城市学院
刘丽梅	宁夏理工学院	曲尔光	运城学院
李雁三	四川大学锦城学院	范扬波	福州大学至诚学院
林育兹	厦门大学嘉庚学院	胡国军	绍兴文理学院元培学院
睦满仓	长江大学工程技术学院	容一鸣	武汉华夏理工学院
刘向阳	吉林大学珠海学院	宋继良	黑龙江东方学院
吕海霆	大连科技学院	李家伟	武昌工学院
于慧力	哈尔滨石油学院	张万奎	湖南理工学院南湖学院
殷劲松	南京理工大学泰州科技学院	李连进	北京交通大学海滨学院
胡义华	广西工学院鹿山学院	张洪兴	上海师范大学天华学院

秘 书 俞道凯 华中科技大学出版社

总 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020)颁布以来,胡锦涛总书记指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝总理在2010年全国教育工作会议上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分。发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。目前,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,从1998年到2010年,我国民办高校从21所发展到了676所,在校生从1.2万人增长为477万人。独立学院和民办本科学校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机械专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011年7月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下,本套教材特色鲜明,教材编写参与面广,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学的需要。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型机械工程建设人才,我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

第二版前言

“互换性与技术测量”是工科院校机械类专业的一门重要的技术基础课程,包括精度设计及检测两个方面。该课程以相关国家标准为基础,旨在帮助学生正确理解国家标准,并根据具体情况,合理开展精度设计,满足产品的使用性能要求,降低生产成本。“互换性与技术测量”与机械设计、机械制造、质量控制等具有密切的联系,是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识和技能。

本书是高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材。本书针对应用型本科应用性强、学时少的特点,突出实用、适用、够用和创新的“三用一新”原则。书中采用现行最新国家标准,在每章开头对主要内容及相关国家标准进行介绍,重点讲解基本概念和标准的应用,减少理论推导,增加应用实例,与生产实际结合密切;误差检测在标准介绍之后,侧重于原理及具体应用,测量仪器不便于课堂讲授,可放在实验指导书中介绍。书中引用借鉴了大量的参考资料,在此向其作者及出版单位表示衷心感谢。

本次修订工作如下:调整了第3章与第6章内容;对第8章的标准做了更新,并加以完善;修改、增加了习题,如第2章、第5章等。

本书按36~45学时编写,共分9章,内容包括绪论、孔与轴的尺寸极限与配合、测量技术基础、几何公差及检测、表面粗糙度及其检测、光滑极限量规、尺寸链基础、零件典型表面的公差配合与检测、渐开线圆柱齿轮精度及检测。参加本书编写的有浙江大学宁波理工学院楼应侯(第1章、第4章4.4节和4.5节、第6章、第7章及附录)、南京理工大学紫金学院江琴(第2章)、武昌首义学院李平(第3章)、北京理工大学珠海学院卢桂萍(第4章4.1~4.3节)、山东科技大学泰山科技学院刘秀杰(第5章)、宁波大学科学与技术学院蒋亚南(第8章、第9章)。本书终稿由楼应侯按教材编写思路进行统稿和修改。感谢东南大学成贤学院易茜和浙江大学城市学院孙树礼两位老师对本书的支持。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正(E-mail:louyh@nit.zju.edu.cn)。

编 者

2016年6月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 互换性概述	(1)
1.2 公差与配合标准及其发展	(2)
1.3 标准与标准化	(2)
1.4 优先数与优先数系	(3)
1.5 课程特点与要求	(4)
第 2 章 孔、轴的尺寸极限与配合	(6)
2.1 基本术语及定义	(6)
2.1.1 孔、轴与尺寸	(6)
2.1.2 偏差、公差与公差带	(7)
2.1.3 间隙、过盈与配合	(9)
2.2 极限与配合的国家标准	(12)
2.2.1 标准公差(standard tolerance)	(12)
2.2.2 孔、轴的基本偏差系列	(14)
2.2.3 公差带与配合	(19)
2.3 尺寸精度设计	(23)
2.3.1 基准制的选用	(23)
2.3.2 公差等级的选用	(25)
2.3.3 配合的选用	(28)
2.3.4 尺寸精度设计举例	(31)
第 3 章 测量技术基础	(35)
3.1 概述	(35)
3.2 尺寸传递	(36)
3.2.1 长度基准与尺寸传递	(36)
3.2.2 角度基准与尺寸传递	(36)
3.2.3 量块	(37)
3.3 计量器具与测量方法	(39)
3.3.1 计量器具的分类	(39)
3.3.2 计量器具的基本度量指标	(40)
3.3.3 测量方法的分类	(41)
3.3.4 计量器具的合理选用	(42)
3.4 测量误差及数据处理	(48)

3.4.1	测量误差的基本概念	(48)
3.4.2	测量误差的来源	(48)
3.4.3	测量误差的分类	(49)
3.4.4	测量精度	(50)
3.4.5	随机误差的特征及其评定	(51)
3.4.6	各类测量误差的处理	(54)
3.4.7	等精度测量列的数据处理	(56)
第4章	几何公差及检测	(61)
4.1	概述	(61)
4.1.1	几何误差对零件使用性能的影响	(61)
4.1.2	有关“要素”的术语	(62)
4.1.3	几何公差特征项目及其符号	(65)
4.1.4	几何公差的标注	(66)
4.2	几何公差与公差带	(74)
4.2.1	形状公差与公差带	(75)
4.2.2	方向公差与公差带	(80)
4.2.3	位置公差与公差带	(85)
4.2.4	跳动公差与公差带	(89)
4.3	公差原则	(93)
4.3.1	公差原则有关尺寸术语与定义	(94)
4.3.2	公差原则	(96)
4.4	几何公差的选用	(100)
4.4.1	公差项目的选择	(100)
4.4.2	基准的选择	(101)
4.4.3	公差原则的选择	(101)
4.4.4	几何公差值(或公差等级)的选择	(102)
4.4.5	几何公差的选用示例	(108)
4.5	几何误差的评定与检测	(109)
4.5.1	几何误差的评定	(109)
4.5.2	几何误差的检测原则	(113)
4.5.3	几何误差的检测方法简介	(114)
第5章	表面粗糙度及其检测	(125)
5.1	概述	(125)
5.2	表面粗糙度的评定	(126)
5.2.1	基本术语及定义	(126)
5.2.2	表面粗糙度的参数值	(129)
5.3	表面粗糙度的选用	(130)

5.4	表面粗糙度的标注	(133)
5.5	表面粗糙度的检测	(136)
第6章	光滑极限量规	(138)
6.1	量规及其种类	(138)
6.1.1	概述	(138)
6.1.2	量规的种类	(138)
6.2	泰勒原则	(139)
6.3	量规公差带	(141)
6.4	量规设计	(144)
第7章	尺寸链基础	(147)
7.1	概述	(147)
7.1.1	尺寸链的定义、组成	(147)
7.1.2	尺寸链的类型	(148)
7.1.3	尺寸链的建立及判别	(148)
7.2	尺寸链计算方法	(149)
7.2.1	极值法	(150)
7.2.2	概率法	(155)
7.2.3	其他装配尺寸链计算方法	(157)
第8章	零件典型表面的公差配合与检测	(159)
8.1	螺纹的公差配合与检测	(159)
8.1.1	螺纹的分类与参数	(159)
8.1.2	普通螺纹的公差与配合	(165)
8.1.3	螺纹的公差带选用与标记	(168)
8.1.4	螺纹的检测	(171)
8.2	滚动轴承的公差配合	(174)
8.2.1	滚动轴承的公差等级	(174)
8.2.2	滚动轴承配合件公差及应用	(176)
8.3	圆锥配合的公差与检测	(183)
8.3.1	圆锥配合中的基本参数	(183)
8.3.2	圆锥公差	(184)
8.3.3	圆锥公差的给定方法	(186)
8.3.4	圆锥配合	(187)
8.3.5	圆锥锥度的检测	(188)
8.4	键与花键的公差配合与检验	(189)
8.4.1	键与花键的种类和用途	(189)
8.4.2	平键联结的公差与配合	(190)
8.4.3	矩形花键联结的公差与配合	(192)

8.4.4 平键与矩形花键的检验	(197)
第9章 渐开线圆柱齿轮精度及检测	(200)
9.1 概述	(200)
9.1.1 齿轮传动的基本要求	(200)
9.1.2 不同工况齿轮的传动要求	(201)
9.1.3 齿轮加工误差	(201)
9.2 单个齿轮的精度评定指标及检测	(203)
9.2.1 齿轮轮齿同侧齿面偏差及检测	(203)
9.2.2 齿轮径向综合偏差、径向跳动及检测	(206)
9.3 渐开线圆柱齿轮精度等级和选用	(206)
9.3.1 渐开线圆柱齿轮精度等级	(206)
9.3.2 精度等级的选用	(207)
9.3.3 齿轮检验项目的确定	(208)
9.3.4 偏差的允许值	(209)
9.3.5 齿轮精度的标注	(212)
9.4 齿轮副精度评定指标及检测	(212)
9.4.1 中心距偏差	(212)
9.4.2 轴线平行度偏差	(213)
9.4.3 轮齿接触斑点	(213)
9.4.4 侧隙及齿厚偏差	(215)
9.5 齿轮坯的精度	(218)
9.5.1 基准轴线	(219)
9.5.2 齿坯精度	(220)
9.5.3 轮齿及其他表面的粗糙度	(221)
9.6 齿轮精度设计举例	(221)
附录 符号含义及说明	(224)
参考文献	(227)

第1章 绪 论

互换性是现代化大批量生产的基础,标准是规范生产与生活的准则,互换性与标准化涉及产品的设计、制造及质量控制、组织管理、维修服务等许多领域。本课程主要讲述“产品几何量技术规范与认证”(简称 GPS)方面的标准,为产品设计与制造提供重要的依据。本章内容涉及的标准主要有:GB/T 321—2005《优先数和优先数系》,GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范(GPS)总体规划》。

1.1 互换性概述

在现代生产和生活中,互换现象随处可见。例如,水笔芯用完了,换一根即可再用;自行车某个零件坏了,很容易另配一个;工厂生产的一批零件,可以相互替换,装配时用哪一个都可以。由此可以看出,这些零件的共同之处在于:只要是相同规格,就能相互替换,满足相同的使用要求。这种零部件所具有的不经任何挑选或修配便能在同规格范围内互相替换的特性称为互换性。

机械制造中的零件互换应满足几何参数及力学性能两个方面的要求,本课程仅讨论几何参数方面的互换。几何参数主要包括尺寸、形状(宏观、微观)及位置等。理想的互换零件的几何参数完全相同,但实际上是不可能也没必要,而是允许在规定的范围内变动。

允许零件几何参数的变动量称为公差,实际零件的某一几何参数值与理想值之差称为加工误差。

零件互换的实现就是控制加工误差在设计规定的公差范围内。设计人员需要合理设计零件公差,综合权衡零件性能与加工成本之间的关系,以获取最佳技术经济效益。

互换性按其互换程度分为完全互换和不完全互换。完全互换是指零部件不需任何挑选、调整或修配等辅助处理,便可顺利装配,并在功能上满足使用性能要求。不完全互换可分为分组互换、调整互换及修配互换等。分组互换是指零件加工后,按尺寸大小分成若干组,对应组零件进行装配,组内零件可互换;调整互换采用调整零件安装位置或采用合适尺寸的零件实现装配要求;修配互换采用修磨的方法改变零件尺寸满足装配要求。完全互换对于自动装配、生产协作、维修优势明显,应当优先选用,不完全互换的优点在于适当地放宽了制造公差,降低了零件制造成本,适合在特定场合使用。

零部件互换性的实现对于机械产品的设计、制造、维护具有重要意义。零部件的互换奠定了“三化”(标准化、系列化、通用化)基础,可以大大简化设计工作,缩短设计周期,便于开展计算机辅助设计;互换性有利于组织专业化生产,采用先进高效的生产设备,提高产品质量,降低制造成本;零件互换极大地提高了设备维护的方便性,减少了维修时间及费用,提高了设备的使用率。

1.2 公差与配合标准及其发展

早期的机械制造业没有互换性的概念,相配的零件基本采用一一对应的“配作”。例如,车轮与车轴,需要通过一一对应不断的修配,才能获得合适的间隙。近代的互换性始于18世纪后半期,英、法等国首先将互换性用于兵器生产。

最早的公差制度出现在1902年的伦敦。生产批量的增加及配件供应的需要,促使企业内部具备统一的公差与配合标准,以生产剪羊毛机为主的英国纽瓦(Newell)公司制定了尺寸公差的“极限表”。1906年,英国颁布公差国家标准 B. S. 27。其他国家也陆续颁布相关标准。

为便于国际交流,1926年成立了国际标准化协会(ISA),并于1940年正式颁布国际公差与配合标准。1947年2月,国际标准化协会重建并改名为国际标准化组织(ISO),1962年起修订公布了一系列标准,构成现行的国际标准。

新中国成立后,我国在前苏联标准的基础上,于1955年由原第一机械工业部制定、颁布了第一个公差与配合标准。为适应改革开放需要,从1979年起,标准化工作逐步与国际标准接轨。为便于国际贸易与合作,我国于1999年8月成立“全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员会”(SAC/TC 240),和国际标准化组织 ISO/TC 213 工作对口,开展“产品几何技术规范与认证(geometrical product specifications and verification)”,简称 GPS 认证,不断修订国家标准。

1.3 标准与标准化

标准是指对需要协调统一的重复性事物和概念所作的统一规定。它以科学、技术和实践经验的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。

标准化是指在经济、技术、科学及管理社会实践中,对重复性事物和概念通过制订、发布和实施标准,达到统一,以获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。标准化包括制订标准和贯彻标准的全部活动过程。

标准按性质分为技术标准和管理标准两大类,按对象特征,技术标准分为基础标准、产品标准、方法标准、卫生标准和安全及环境保护标准等,管理标准分为生产组织标准、经济管理标准及服务标准。

我国现有标准按使用范围分四级:国家标准、行业标准、地方标准及企业标准。国家标准(GB)由国务院标准化管理委员会编制计划和组织草拟,并统一审批、编号和发布。国家标准在全国范围内适用,其他各级标准不得与国家标准相抵触,国家标准是四级标准体系的主体。行业标准是指对没有相应的国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求所制定的标准。如机械行业标准代号为 JB。行业标准是国家标准的补充,是特定行业内的统一标准,在相应国家标准实施后,应自行废止。地方标准是指省、

直辖市和自治区制定并发布的标准。企业标准是指企业自行制定的标准。企业可以根据自身情况,制定高于国家标准的标准,即“内控标准”。企业标准的修订可以为国家标准标准的修订提高奠定基础。不同标准在实施过程中的强制程度存在差异,如国家标准分强制性标准 GB、指导性标准 GB/Z 及推荐性标准 GB/T 等。

国际标准由国际标准化组织或其他机构组织制定,并公开发布。主要有 ISO 及 IEC(国际电工委员会)发布的标准。其他常见区域和国家标准有欧共体标准 EN、美国国家标准学会标准 ANSI、德国工业标准 DIN、英国国家标准 B. S、日本工业标准 JIS。

1.4 优先数与优先数系

为了满足不同用户的要求,产品的性能参数(如功率、转速等)和规格参数(如加工直径、容积等)均需要系列化。由于产品的参数不是孤立的,一旦确定,会按一定的规律扩散传播。例如,螺栓的尺寸确定后,会影响螺母的尺寸、丝锥和板牙的尺寸、螺栓孔的尺寸、加工螺栓孔的钻头尺寸及扳手尺寸等。由此可见,产品技术参数不能随意确定,不然会导致产品规格繁杂,给生产组织、协调配套及使用维护带来极大困难。

为使产品的参数能够合理分档、分级,必须推行科学、统一的数值标准,即优先数和优先数系。这是一种科学的数值制度,适用于各种数值的分级,是国际上统一的数值分级制度。我国目前的国家标准为 GB/T 321—2005。本课程中的许多标准,如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度等参数系列,都选用优先数系。

优先数系由一些十进制数等比数列构成,代号为 Rr (R 是优先数创始人 Renard 的首字母,r 取 5,10,20,40,80 等),公比 $q_r = \sqrt[r]{10}$,其含义是在每个十进制数的区间(如 1.0~10,10~100)各有 r 个优先数。R5,R10,R20,R40 为基本系列,优先选用 R5,其次为 R10,R80 为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合。各系列公比为

$$\text{R5 系列} \quad q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.5849 \approx 1.6$$

$$\text{R10 系列} \quad q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.2589 \approx 1.25$$

$$\text{R20 系列} \quad q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.1220 \approx 1.12$$

$$\text{R40 系列} \quad q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.0593 \approx 1.06$$

$$\text{R80 系列} \quad q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.0292 \approx 1.03$$

按上述公比计算得到的优先数的理论值,除了 10 的整数幂外,都是无理数,工程上无法应用。实际应用的都是经过圆整后的近似值(见表 1-1)。

国家标准允许从基本系列和补充系列 Rr 中,每 p 项取值导出派生系列,表示为 Rr/p。如派生系列 R10/3 的公比为 $q_{3/10} = 10^{3/10} \approx 2$,可导出三种不同项值的数列

$$1.00, 2.00, 4.00, 8.00$$

$$1.25, 2.50, 5.00, 10.0$$

$$1.60, 3.15, 6.30, 12.5$$

根据生产的情况,有时需要在某些数值区段分得密一些,其他区段疏一些,这时可以采

用复合系列,即由若干个等公比的系列混合构成的多公比系列。如 10,16,25,50,100 是由 R5 与 R10/3 两个系列构成的复合系列。

表 1-1 优先数基本系列(摘自 GB/T 321—2005)

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00			2.24	2.24		5.00	5.00	5.00
			1.06				2.36				5.30
		1.12	1.12	2.50	2.50	2.50	2.50			5.60	5.60
			1.18				2.65				6.00
	1.25	1.25	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30	6.30
			1.32				3.00				6.70
		1.40	1.40		3.15	3.15	3.15			7.10	7.10
			1.50				3.35				7.50
1.60	1.60	1.60	1.60			3.55	3.55		8.00	8.00	8.00
			1.70				3.75				8.50
		1.80	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00			9.00	9.00
			1.90				4.25				9.50
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50	10.00	10.00	10.00	10.00
			2.12				4.75				

1.5 课程特点与要求

本课程是机械类专业十分重要的专业基础课程,是机械设计及制造类课程必备的先修课程。本课程的内容是在机械设计后,产品及零件结构确定的基础上,完成精度设计,包括产品装配图中的零件配合精度及装配精度的确定,以及零件图中尺寸精度、形状精度、位置精度和表面粗糙度的确定,如图 1-1 所示。此项工作直接影响产品的使用性能及零件加工的成本。因此,本课程是一门综合性、实践性、应用性很强的课程,学习过程中应始终保持工程应用意识。

本课程的学习也是了解和贯彻相关国家标准的过程。课程涉及的标准很多,必然带来众多的术语、定义、符号、代号、规定、图形、表格等,导致内容多而逻辑性和推理性少。因此初学时往往感到内容枯燥、繁杂,不会应用等情况,需要在学习过程中注重基本概念的理解和具体应用。

本课程要求能够理解和正确标注产品装配图和零件图中相关的配合、尺寸公差、几何公差及表面粗糙度,初步掌握产品及零件进行精度设计的能力,熟悉常见的几何量测量检验方法。具体表现如下:

(1) 建立标准化、互换性及测量技术的基本概念;

(2) 熟悉公差与配合的相关标准,清楚各基本术语的定义,能够合理选择或设计配合,正确绘制孔、轴公差带图及配合公差带图;

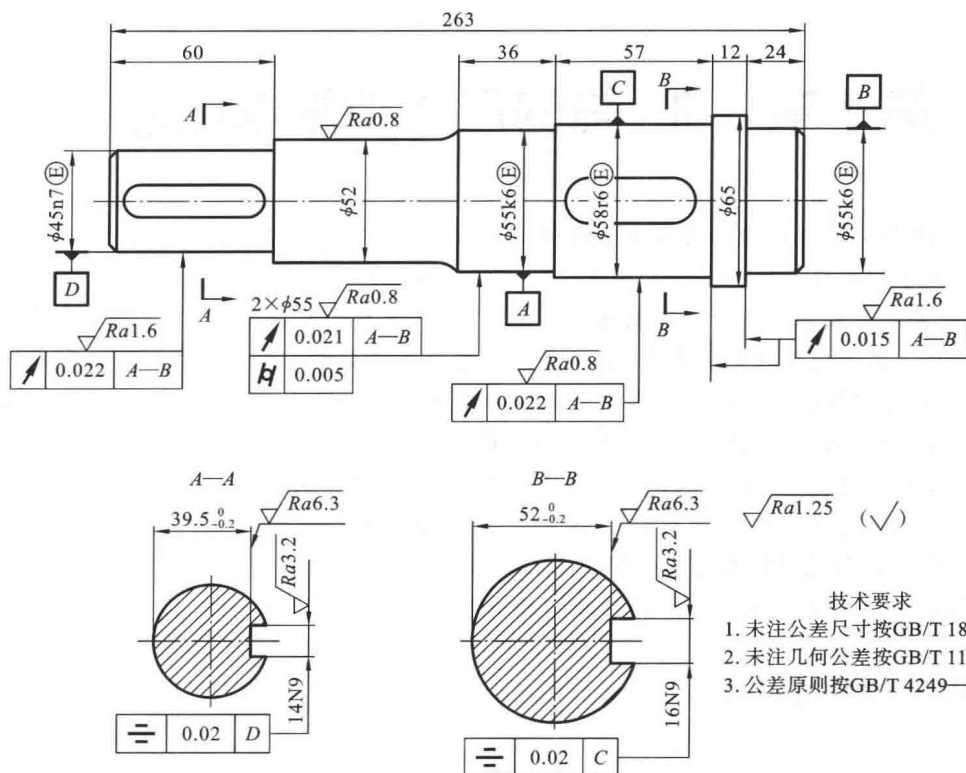


图 1-1 齿轮箱输出轴

(3) 熟悉几何公差各项目内容及其定义,具备初步的设计能力,熟悉公差原则及其应用;

(4) 在产品装配图及零件工作图中正确标注相关的配合、尺寸公差、几何公差及粗糙度;

(5) 熟悉常见的测量仪器,掌握常见的几何量测量方法;

(6) 了解量规的特点与应用,能够设计光滑极限量规;

(7) 了解零件典型表面的公差配合与检测。

习 题

1-1 举例说明互换性在工业生产中的意义。

1-2 试述工业产品及零件互换的实现方式。

1-3 什么是优先数系?举例说明优先数系的现实应用。

1-4 写出下列优先数基本系列和派生系列中 10 以后的 5 个优先数的常用值:R5, R5/2, R10, R10/3, R20, R20/5。

1-5 摇臂钻床的主参数(最大钻孔直径,单位为 mm):25, 40, 63, 80, 100, 125 等,属于哪种优先数系列,公比为多少?

第2章 孔、轴的尺寸极限与配合

公差与配合是一项应用广泛而重要的标准,也是最基础、最典型的标准。在机械制造业中,“公差”用于协调机器零件的使用要求与制造经济性之间的矛盾,“配合”反映机器零件之间有关功能要求的相互关系。合理地选用公差与配合,有利于机器的设计、制造、使用和维修,直接影响产品的使用性能和寿命,是评定产品质量的重要技术指标。本章讲述公差与配合的有关国家标准及其合理选用。相关的国家标准主要有 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》、GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》、GB/T 1800.2—2009《产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第2部分:标准公差等级和孔、轴极限偏差表》、GB/T 1801—2009《产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 公差带和配合的选择》、GB/T 1804—2000《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》。

2.1 基本术语及定义

2.1.1 孔、轴与尺寸

1. 孔和轴(hole and shaft)

孔通常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(由两平行平面或切面形成的包容面)。

轴通常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(由两平行平面或切面形成的被包容面)。

根据定义可以看出,孔、轴的概念是广义的,不只是一般概念中的圆柱形的,如图 2-1 所示。它可以从以下几个方面理解。

(1) 孔和轴一定是尺寸要素,图 2-1(a)中的 d_1 、 d_2 、 d_3 和图 2-1(b)中的 d_4 表示轴的尺

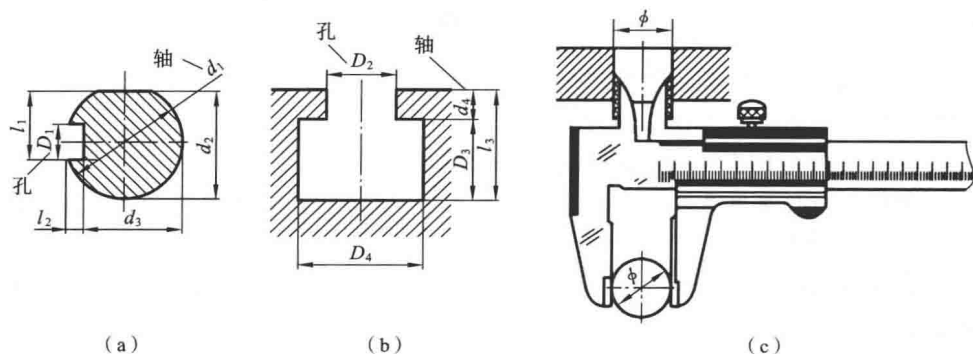


图 2-1 孔与轴的区分

寸,图 2-1(a)中的键槽宽度 D_1 和图 2-1(b)中的 D_2 、 D_3 、 D_4 表示孔的尺寸;而图 2-1(a)和(b)中的尺寸 l_1 、 l_2 、 l_3 不属于孔或轴的尺寸。

(2) 从装配关系看,孔是包容面,轴是被包容面。

(3) 从切削加工的角度看,随着材料的去除,孔的尺寸是越加工越大,轴的尺寸是越加工越小。

(4) 从测量方法看,测量孔用内卡脚,测量轴用外卡脚,如图 2-1(c)所示。

2. 尺寸(size)

尺寸是以特定单位表示线性尺寸值的数值,也称线性尺寸或称长度尺寸。如直径、长度、宽度、高度、深度等都是尺寸。

3. 公称尺寸(nominal size)

公称尺寸是由图样规范确定的理想形状要素的尺寸。公称尺寸是在设计零件时,由设计者根据使用要求,通过运动分析、结构设计、刚度计算和强度计算后给定的尺寸。公称尺寸可以是一个整数或一个小数值。孔的公称尺寸用 D 表示,轴的公称尺寸用 d 表示。

4. 实际尺寸(actual size)

实际尺寸是通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。由于加工误差的存在,按同一图样加工的零件,实际尺寸往往存在差异,即使同一零件的不同位置、不同方向的实际尺寸(局部实际尺寸)也往往不一样(见图 2-2)。因此实际尺寸是实际零件上某一位置测得的值。孔、轴的实际尺寸分别用 D_a 和 d_a 表示。

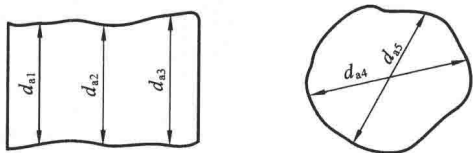


图 2-2 圆柱销实际尺寸

5. 极限尺寸(limits of size)

极限尺寸是一个孔或轴的尺寸允许的两个极端。其中,孔、轴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。孔的最大、最小极限尺寸分别用 $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 表示,轴的最大、最小极限尺寸分别用 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$ 表示。

加工后的实际尺寸应处于最大与最小极限尺寸之间,即满足 $D_{\max} \geq D_a \geq D_{\min}$, $d_{\max} \geq d_a \geq d_{\min}$ 。

2.1.2 偏差、公差与公差带

1. 零线(zero line)

在极限与配合图解中,表示公称尺寸的一条直线,以其为基准确定偏差和公差。通常,零线沿水平方向绘制,正偏差位于其上,负偏差位于其下。

2. 偏差(deviation)

偏差是指某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

1) 实际偏差(actual deviation)

实际尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为实际偏差。孔的实际偏差用字母 E_a 表示,轴的实际偏差用字母 e_a 表示。实际偏差是零件上实际存在的偏差,能测出其大小。对一批零件而言,它是一个随机变量。