

中等职业学校机电类规划教材

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI



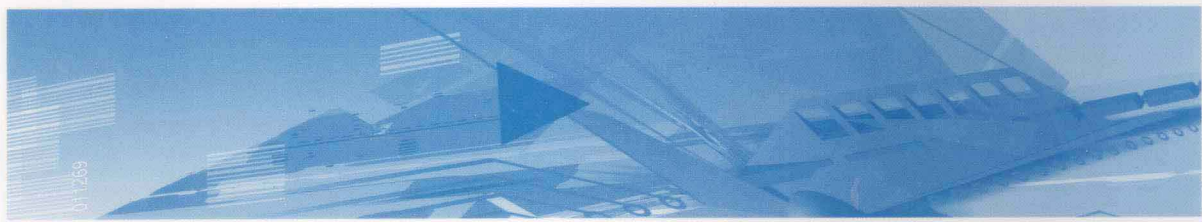
专业基础课程与实训课程系列

极限配合 与测量技术

(第2版)

张林 主编

BASIC & TRAINING



- 理论与实践融为一体
- 突出应用能力的培养
- 体现新技术，新标准



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中 等 职 业 学 校 机 电 类 规

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO JIDIANLEI GU



专业基础课程与实训课程系列

极限配合 与测量技术

(第2版)

张林 主编

BASIC & TRAINING



人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

极限配合与测量技术 / 张林主编. -- 2版. -- 北京:
人民邮电出版社, 2010.8

中等职业学校机电类规划教材. 专业基础课程与实训
课程系列

ISBN 978-7-115-22519-1

I. ①极… II. ①张… 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057710号

内 容 提 要

本书包含基础篇和项目篇。基础篇包括绪论、几何量的加工误差和公差、几何公差与尺寸公差的关系、表面粗糙度、螺纹的公差与配合、测量技术基础。项目篇包括内径百分表测量孔径、表面粗糙度的测量、轴承的选择、平键的测量、花键的检测、齿轮的测量、螺纹的测量。每个项目又分为若干个任务,便于教学开展和学生理解。

本书可作为中职学校机械类和仪器仪表类相关专业的教材,也可供相关工程技术人员参考。

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列

极限配合与测量技术(第2版)

◆ 主 编 张 林

责任编辑 刘盛平

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12

2010年8月第2版

字数: 300千字

2010年8月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-22519-1

定价: 22.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列教材编委会

主 任 曹根基

副 主 任	陈拥贤	杜德昌	韩满林	华永平	金国砥
	李乃夫	么居标	倪森寿	向 伟	周兴林

委 员	蔡慈明	蔡奕斌	陈晓红	陈银姆	方张龙
	费新华	高长春	耿德普	胡晓晴	江 潮
	姜玉柱	孔令秋	李光前	李为民	李现新
	林永康	刘 岳	刘胜贤	刘振海	骆子石
	马旭洲	石大锁	石秋洁	苏 毅	苏根良
	王建国	王锦亚	王杏珍	邬建忠	徐冬元
	徐晖鸣	徐玉华	许长斌	许学慧	杨海祥
	杨小平	杨永传	易培林	于建华	俞 良
	俞洪海	张国军	张继军	张孟玮	张赛梅
	章学军	章振周	郑德荣	周德仁	周利增
	周晓杜	朱 宏			

本书编委	张 林	刘学菁	张庆娣
------	-----	-----	-----

丛书前言

我国加入 WTO 以后,国内机械加工行业和电子技术行业得到快速发展。国内机电技术的革新和产业结构的调整成为一种发展趋势。因此,近年来企业对机电人才的需求量逐年上升,对技术工人的专业知识和操作技能也提出了更高的要求。相应地,为满足机电行业对人才的需求,中等职业学校机电类专业的招生规模在不断扩大,教学内容和教学方法也在不断调整。

为了适应机电行业快速发展和中等职业学校机电专业教学改革对教材的需要,我们在全国机电行业和职业教育发展较好的地区进行了广泛调研;以培养技能型人才为出发点,以各地中职教育教研成果为参考,以中职教学需求和教学一线的骨干教师对教材建设的要求为标准,经过充分研讨与精心规划,对《中等职业学校机电类规划教材》进行了改版,改版后的教材包括 6 个系列,分别为《专业基础课程与实训课程系列》、《数控技术应用专业系列》、《模具制造技术专业系列》、《计算机辅助设计与制造系列》、《电子技术应用专业系列》和《机电技术应用专业系列》。

本套教材力求体现国家倡导的“以就业为导向,以能力为本位”的精神,结合职业技能鉴定和中等职业学校双证书的需求,精简整合理论课程,注重实训教学,强化上岗前培训;教材内容统筹规划,合理安排知识点、技能点,避免重复;教学形式生动活泼,以符合中等职业学校学生的认知规律。

本套教材广泛参考了各地中等职业学校的教学计划,面向优秀教师征集编写大纲,并在国内机电行业较发达的地区邀请专家对大纲进行了多次评议及反复论证,尽可能使教材的知识结构和编写方式符合当前中等职业学校机电专业教学的要求。

在作者的选择上,充分考虑了教学和就业的实际需要,邀请活跃在各重点学校教学一线的“双师型”专业骨干教师作为主编。他们具有深厚的教学功底,同时具有实际生产操作的丰富经验,能够准确把握中等职业学校机电专业人才培养的客观需求;他们具有丰富的教材编写经验,能够将中职教学的规律和学生理解知识、掌握技能的特点充分体现在教材中。

为了方便教学,我们免费为选用本套教材的老师提供教学辅助光盘,光盘的内容为教材的习题答案、模拟试卷和电子教案(电子教案为教学提纲与书中重要的图表,以及不便在书中描述的技能要领与实训效果)等教学相关资料,部分教材还配有便于学生理解和操作演练的多媒体课件,以求尽量为教学中的各个环节提供便利。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前中等职业学校的教学工作,并希望能得到职业教育专家和广大师生的批评与指正,以期通过逐步调整、完善和补充,使之更符合中职教学实际。

欢迎广大读者来电来函。

电子函件地址: lihaitao@ptpress.com.cn, liushengping@ptpress.com.cn

读者服务热线: 010-67143761, 67132792, 67184065

第2版前言

本书第1版2006年4月出版后,承蒙广大读者采用,至今已多次印刷。但自2006年以来国家陆续颁布了新的标准,为了更好地满足中职学校教学要求,特对本书进行必要的修订。

本次修订以指导中职学校学生提高实践能力为出发点,淡化理论知识的讲授,注重结论指导实践。突出职业教育的实用性和知识结构的重点,以提高学生实践技能为本位,保留第1版项目教学法的特色,加强实践技能的训练,强化创新能力的培养,使培养的学生适应科技进步、经济发展和市场就业的需要。

本书本着“简明、实用、够用”的原则进行修订,正确处理理论知识与技能的关系。在内容上尽量做到少而精,突出重点,在表述上力求通俗、新颖、易懂,方便读者学习。同时,教师在实施教学过程中,针对每一个项目,利用课件教学与现场教学有机地结合起来,边讲、边看、边练、边实践。将课本知识与实践知识融为一体,充分调动学生主动学习的积极性,达到融会贯通的目的,提高学生实际动手能力和操作技能,以便满足用人企业对中职学生在实践技能方面的需求。

与第1版相比,本书作了如下修订。

- (1) 更新书中国标,一律采用2009年年底以前颁布的最新国家标准。
- (2) 增加有关配合的术语及定义。
- (3) 增加第4章表面粗糙度。
- (4) 增加第5章螺纹的公差与配合。
- (5) 充实和部分更新了例题和习题,使各章节例题基本齐全,习题更接近学生水平。
- (6) 订正第1版书中存在的错误或不合理的内容。
- (7) 增加书后参考答案。

本书由天津市第一轻工业学校张林、刘学菁、张庆娣编写,第1、2章由张林编写,第4章及项目一、二、三、四、五、六、七由刘学菁编写,第3、5、6章由张庆娣编写。张林任主编并统校全书。

本书在编写过程中得到了有关领导和院校教师的大力支持与热心帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免有错误和疏漏之处,欢迎广大读者批评指正。

编者

2010年1月

编者的话

“极限配合与测量技术”是中等职业学校机械类及近机械类专业的一门重要技术基础课。目前在许多的同类教材中,对该课程讲述的效果还不够理想,表现在学生学完本课以后,在简单机械设计中不知怎样应用,考虑问题不知从何入手。固然各方面因素很多,但某些教材体系不合理也是其中重要原因之一。由于学生生产实践经验不足,因此感觉到内容抽象庞杂,枯燥乏味,抓不住重点。为了改善教学效果,贯彻落实全国职业教育工作会议精神,克服某些教材专业设置落后、内容比较陈旧的情况,更好地满足中等职业学校教学改革的需要,按照“极限配合与测量技术”教学大纲的要求,我们精心编写了这本教材。

本教材以指导中等职业学校学生提高实践能力为出发点,淡化理论知识的灌授,注重结论指导实践。以提高学生实践技能为本,突出职业教育的实用性,改变同类教材理论内容偏深、偏难,知识结构重点不突出以及实践指导性欠缺的弊端。本教材采用项目教学法,更新教学内容,突出实践技能的训练,强化创新能力的培养,以培养具备较宽理论基础和技能型的生产一线高素质劳动者,使培养的人才适应科技进步、经济发展和市场就业的需要。其根本目的是促进职业教育改革和技能人才培养。

针对中等职业学校机械类、近机械类各专业培养目标和就业市场对毕业生的基本要求,本书在编写过程中,本着“简明、实用、够用”的原则,反映了新知识、新技术、新工艺和新方法,体现了科学性、实用性、代表性和先进性,正确处理了理论知识与技术能力的关系。教师在教学过程中,针对每一教学项目,可以边讲、边练、边实践,能充分调动学生学习的积极性和主动性,不断提高学生的操作技能。本书采用了新的国标,内容上尽可能做到少而精,表述上力求通俗、新颖、易懂,方便读者学习。

本书由天津市第一轻工业学校张林、刘学菁、丁肃然编写,第1~3章由张林编写,项目一、二、三、四、六由刘学菁编写,第4章及项目五由丁肃然编写。张林任主编并统校全书,天津市机电职业技术学院赵云霞教授审阅了全书。本书课件部分由天津市第一轻工业学校张庆娣老师制作。

本书在编写过程中得到了有关领导和院校教师的大力支持与热心帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中错误和疏漏之处,欢迎广大读者批评指正。

编者

2005年12月

目 录

基 础 篇

第 1 章 绪论	1	2.4 几何公差及其公差带	30
1.1 “极限配合与测量技术”课程的特点与任务	1	2.4.1 几何公差的符号及代号	31
1.1.1 “极限配合与测量技术”课程的特点	1	2.4.2 评定对象	33
1.1.2 “极限配合与测量技术”课程的任务	1	2.4.3 评定基准	34
1.2 互换性概述	2	2.4.4 几何公差的标注	35
1.2.1 互换性的含义	2	2.4.5 形状公差项目及其公差带	48
1.2.2 互换性的种类	3	2.4.6 位置公差项目及其公差带	51
1.3 精度要求与加工误差的评定	3	2.4.7 几何公差值	56
1.3.1 精度及精度要求	3	习题	58
1.3.2 加工误差的限制与评定	4	第 3 章 几何公差与尺寸公差的关系	60
1.4 标准化与优先数系	4	3.1 基本概念	60
1.4.1 标准	4	3.1.1 作用尺寸	60
1.4.2 标准化	5	3.1.2 实体状态和实体尺寸	60
1.4.3 优先数和优先数系	5	3.1.3 极限尺寸判断原则(泰勒原则)	61
习题	6	3.1.4 实效状态和实效尺寸	61
第 2 章 几何量的加工误差和公差	8	3.2 公差原则	63
2.1 几何量的加工误差	8	3.2.1 独立原则	63
2.1.1 尺寸误差	8	3.2.2 相关要求	64
2.1.2 形状误差和位置误差	9	习题	69
2.1.3 表面微观几何形状误差(表面粗糙度)	9	第 4 章 表面粗糙度	71
2.2 尺寸公差与配合的基本术语及定义	9	4.1 概述	71
2.2.1 有关尺寸的术语及定义	10	4.1.1 表面粗糙度的概念	71
2.2.2 有关尺寸偏差、公差术语及定义	12	4.1.2 表面粗糙度对零件使用性能的影响	71
2.2.3 有关配合的术语及定义	19	4.2 表面粗糙度评定参数	72
2.3 尺寸公差与配合的国家标准(公差配合的选用)	22	4.3 表面粗糙度的标注	74
2.3.1 标准公差系列	24	4.3.1 表面粗糙度符号	74
2.3.2 基本偏差系列	25	4.3.2 表面结构完整图形符号的组成	75
2.3.3 对未注公差尺寸的要求	29	4.3.3 表面结构要求在图样上的注法	76
		4.4 表面粗糙度的选择	77
		习题	78
		第 5 章 螺纹的公差与配合	80

5.1 概述	80	6.1.1 长度单位和长度基准	92
5.1.1 普通螺纹的基本要求	80	6.1.2 长度量值传递系统	93
5.1.2 普通螺纹的基本牙型	80	6.1.3 量块	93
5.1.3 螺纹的主要几何参数	81	6.2 测量器具和测量方法	97
5.2 螺纹几何参数误差对互换性的影响	82	6.2.1 测量器具及其技术性能指标	97
5.2.1 几何参数误差对互换性的影响	82	6.2.2 测量方法及其分类	99
5.2.2 作用中径及保证螺纹互换性的条件	85	6.3 测量误差与数据处理	100
5.3 螺纹连接的公差与配合	86	6.3.1 测量误差的基本概念及其表示方法	100
5.3.1 螺纹的公差等级	86	6.3.2 测量误差的分类及其处理方法	101
5.3.2 螺纹的基本偏差	87	6.3.3 等精度直接测量的数据处理	102
5.3.3 螺纹连接件的公差与配合选用	88	6.4 测量器具的选择及使用	104
5.3.4 螺纹在图样上的标注	89	6.4.1 工件尺寸的验收极限	104
习题	90	6.4.2 测量器具的选择	105
第6章 测量技术基础	92	6.4.3 游标量具的使用	106
6.1 测量单位和测量值传递	92	6.5 先进测量仪器简介	113
		习题	115

项目篇

项目一 内径百分表测量孔径	116	项目五 花键的检测	151
任务一 内径百分表的原理及测量方法	116	任务一 花键的检测	151
实验报告 用内径百分表测量孔径	117	任务二 在分度头上测量花键轴的不等分累积误差	152
任务二 孔、轴的尺寸公差及配合	118	任务三 矩形花键的基本尺寸和定心方式	153
任务三 几何公差的选用	131	任务四 花键连接的公差与配合	155
习题	134	任务五 花键的几何公差	156
项目二 表面粗糙度的测量	136	任务六 花键的标注	157
任务 比较法检测表面粗糙度	136	习题	157
实验报告	137	项目六 齿轮的测量	159
项目三 轴承的选择	138	任务一 齿轮测量	159
任务一 滚动轴承精度等级的确定	138	任务二 齿轮的误差及其评定指标与检测	162
任务二 选择负荷类型确定负荷大小	140	习题	170
任务三 滚动轴承配合的选用	142	项目七 螺纹的测量	171
习题	144	任务 螺纹的测量	171
项目四 平键的测量	146	实验报告	172
任务一 平键键槽的测量	146	参考答案	174
任务二 平键连接的公差与配合	148	参考文献	182
习题	149		

基础篇

第 1 章

绪论

1.1 “极限配合与测量技术”课程的特点与任务

1.1.1 “极限配合与测量技术”课程的特点

“极限配合与测量技术”课程是中等职业学校机械类和仪器仪表类相关专业的一门重要技术基础课，它与机械设计、机械制造等专业课有着密切的联系。

任何机械产品的设计，总是包括运动链的设计、强度链的设计和精度链的设计。运动链的设计，主要是确定适当的机构和运动副，以便实现预定的动作，完成该产品要完成的工作，这方面的知识属于“机械原理”课程的内容；强度链的设计，主要是确定零件的材料和尺寸，使之在完成它所承担的工作时，不致遭到破坏和严重变形，保证工作的稳定性和一定的使用寿命，这方面的知识属于“机械零件”课程的内容；精度链的设计，主要是根据装配组件中零件与零件（或组件与组件）之间的相互位置关系和零件的功能要求，恰如其分地给出零件的尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度数值，以便将零件的制造误差限制在一定的范围之内，使机械产品装配后能保证正常的工作，这正是本课程要研究的问题。

机器或仪器仪表的精度是决定整台机器或仪器仪表质量的重要因素。实践证明，相同结构、相同材料的机器或仪器仪表，倘若精度不同，它们的质量会相差很大。

零件的精度确定以后，就必须有相应的工艺措施来保证，所以本课程又是学习“机械制造工艺学”等专业课的必备基础。另外，机械零件加工后是否符合精度要求，只有通过检测才能知道，所以检测是精度要求的技术保证，也是本课程所要研究的另一个重要问题。测试能力是在校学生应具备的基本技能之一，测试技能也是每个工程技术人员从事生产和科研工作的基本能力之一。

1.1.2 “极限配合与测量技术”课程的任务

学生在学习本课程之前，应具有一定的理论知识和初步的生产知识，能读图并懂得图样的标注方法。学生学完本课程后，应初步达到以下要求。

- （1）建立互换性、公差与高质量产品的基本概念。

- (2) 了解各种几何参数有关公差标准的基本内容和主要规定。
- (3) 能正确识读、标注常用的公差配合要求,并能查用有关表格。
- (4) 会正确选择和使用生产现场的常用量具和仪器,能对一般几何量进行综合检测。
- (5) 会使用光滑极限量规。

本课程除课堂教学要讲授检测知识外,为了强化学生的检测技能,建议可考虑安排专用实验周以培养学生的综合检测能力。

1.2 互换性概述

互换性是现代化生产的一个重要技术经济原则,它广泛地应用于机械设备和各种家用机电产品的生产中。互换性现象在人们日常生活中随处可见,例如,机器或仪器上掉了一个螺钉,可以按相同的规格买一个装上;汽车、自行车、手表和电视机等小家电中的零部件若有损坏,只需换一个规格相同的新的零部件装上即可正常使用。

互换性原则被广泛采用,因为它不仅仅对生产过程产生影响,而且还涉及产品的设计、使用和维修等各个方面。

在设计方面采用具有互换性的标准件、通用件,可使设计工作简化,缩短设计周期,降低产品成本并便于进行计算机辅助设计。

1.2.1 互换性的含义

1. 互换性的含义

在制造业中,互换性是指制成的同一规格的一批零件或部件,不需做任何挑选、调整或修配(如钳工修理),就能进行装配,并能满足机械产品使用性能要求的一种特性,即同规格零部件可以相互替换的性能。

2. 互换性的作用

(1) 从设计看,按照互换性要求设计产品,最适合选用具有互换性的标准零部件、通用件,使设计、计算和制图等工作大为简化,且便于计算机辅助设计,缩短设计周期,加速产品更新换代。

(2) 从制造看,按互换性原则组织生产,各个工件可同时分别加工,实现专业化协调生产,便于用计算机辅助制造,以提高产品质量和生产率,降低制造成本。

(3) 从装配看,由于零部件具有互换性,可提高装配质量,缩短装配周期,便于实现装配自动化,提高装配效率。

(4) 从使用看,由于具有互换性,若零部件坏了,可方便地用备件替换,既缩短维修时间,又能保证维修质量,从而可提高机器的利用率,延长机器的使用寿命。

3. 具有互换性的条件

显然,互换性应同时具备两个条件:第一,不需挑选、不经修理就能进行装配;第二,装配以后能满足使用要求。所以要使零件具有互换性,就必须保证零件几何参数的准确性。但是,零件在加工过程中不可避免地要产生误差,而且这些误差可能会影响到零件的使用性能。如何解决这个问题呢?实践证明,只要将这些误差控制在一定范围内,即按“公差”来制造,仍能满足零件使用功能的要求,也就是说仍可以保证零件的互换性要求。

1.2.2 互换性的种类

(1) 在机械制造中的互换性,可分为广义互换性和狭义互换性。

① 广义互换性。广义互换性是指机器的零件在各种性能方面都达到了使用要求。如几何参数的精度、强度、刚度、硬度、使用寿命、抗腐蚀性、热变形和导电性等都能满足机械的功能要求。

② 狭义互换性。狭义互换性是指机器的零部件只满足几何参数方面的要求,如尺寸、形状、位置和表面粗糙度的要求。根据本课程的内容要求,本书只研究几何参数方面的互换性。

(2) 互换性按其程度又可分为完全互换性(绝对互换性)和不完全互换性(有限互换性)。

① 完全互换性。完全互换性也称绝对互换性,是指当零(部)件在装配或更换前,不做任何选择;装配或更换时,不做调整或修配;装配或更换后,能满足预定使用要求。例如,螺栓、圆柱销等标准件的装配。

② 不完全互换性。不完全互换性也称有限互换性,是指当零(部)件在装配前,允许有附加的选择;装配时允许有附加的调整但不允许修配;装配后能满足预定使用要求。

分组装配法即属不完全互换性。例如,当装配精度要求很高时,若采用完全互换将使相配零件的尺寸公差很小,这将导致加工困难,成本提高,甚至无法加工。为此,生产中往往把零件的尺寸公差适当放大,以便加工。而在加工后再根据实测尺寸的大小,将制成的相配零件各分成若干组,使同组的尺寸差别比较小。然后,按对应组进行装配,这样既保证了装配精度的要求,又解决了零件的加工困难。此时,仅组内零件可以互换,组与组之间不可互换,故称不完全互换性。

上述两种互换性的使用场合不同,一般来说,不完全互换性常用于部件或机械制造厂内部的装配。至于厂际协作,往往要求完全互换性。例如,滚动轴承内、外圈滚道直径与滚珠直径的配合,由于精度要求高,加工困难,采用分组装配,所以是不完全互换性;滚动轴承内圈内径与轴的配合,外圈外径与轴承座孔的配合,为完全互换性。

1.3 精度要求与加工误差的评定

机械产品除具有互换性要求外,还有精度要求,这项要求同样是机械产品的基本要求之一。

1.3.1 精度及精度要求

在机械产品中,几何精度通常简称为精度,它是指零部件的实际几何形体与理想几何形体相接近的程度,包括尺寸、形状及相互位置的精度。

零件的几何形体是通过加工后得到的。在实际生产中,任何加工方法都无法将零件制造得绝对准确,总是存在加工误差。精度要求得越高,则加工误差应越小。

各类机械产品对精度的要求是不同的。例如,车间用的精度最低的 630mm×400mm 的划线平台,工作面的平面度误差要求不大于 0.07mm;而 0 级千分尺测砧平面的平面度误差则要求不大于 0.6μm;直径为 $\phi 100$ mm 的轴,按中等精度要求,尺寸误差不大于 0.035mm,高精度要求时,尺寸误差不大于 0.015mm。

随着科学技术的发展和生产水平的提高,对产品几何精度的要求也越来越高。例如,用于精密配合的 $\phi 100$ mm 的轴,尺寸误差不大于 0.006mm;而 10mm 的 00 级量块的尺寸误差则不大于 0.00012mm;大规模集成电路,要在 1mm² 的硅片上集成数以万计的元件,其上的线条宽度约为

1 μm , 允许的几何误差仅为 0.05 μm 。

由此可见, 要保证零部件及产品的精度要求, 必须将加工误差限制在一定的范围, 并应在零件加工后给予正确的评定。

1.3.2 加工误差的限制与评定

机械加工的零件总是存在各种误差, 由于产品的精度要求不同, 允许其误差的大小也不同。同时, 为了满足互换性的要求, 也应使同一规格零部件的几何参数接近一致, 即必须限制加工误差的大小。对于加工误差的限制与评定, 主要从以下两方面进行。

1. 公差

公差是限定零件加工误差范围的几何量, 是保证互换性生产的一项基本的技术措施。因此, 对有互换性和精度要求的零件, 就可以用公差来控制其加工误差, 以满足互换性和精度的要求。另外, 零件的尺寸大小一定时, 给定的公差值越小, 精度就越高, 但随之而来的是加工越困难。所以设计者不能任意规定公差值, 必须按国家标准选取公差数值。

2. 检测

检测即检验和测量, 是将被测几何参数与单位量值进行比较或判断的过程, 由此确定被测几何参数是否在给定的极限范围之内。零件在加工中或加工后是否达到了要求, 其误差是否在给定的公差范围内, 这些都需要按一定的标准进行正确的检验和测量, 因此检测是保证互换性生产的又一基本措施。所以应从保证产品质量和考虑经济性这两方面综合加以解决, 并制订和贯彻统一的检测标准。

1.4 标准化与优先数系

标准化是指制订标准和贯彻标准以促进经济全面发展的全部活动过程。要实现互换性生产, 就要求广泛的标准化。一切标准都是标准化活动的结果, 而标准化的目的, 又是通过制订标准来体现的, 所以制订标准和修订标准是标准化的基本任务。

1.4.1 标准

1. 标准的含义

标准是指对重复性事物和概念所做的统一规定。它以科学、技术和实践经验的综合成果为基础, 经有关部门协调一致, 由主管部门批准, 以特定的形式发布, 作为共同遵守的准则和依据。我国现已颁布实施的《标准化法》规定, 作为强制性的各级标准, 一经发布必须遵守, 否则就是违法。

2. 标准的分类

根据不同的适用范围, 我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准 4 个层次。

(1) 国家标准 (代号 GB) 是由国务院标准化行政主管部门制订, 在全国范围内统一的技术要求。主要包括: 有关通用的名词术语、公差配合等基础标准; 基本原料、材料标准; 通用的零部件、元器件、构件、配件和工具、量具标准; 通用的试验方法和检验方法的标准; 有关安全、卫生和环境保护的标准等几方面。

(2) 行业标准 (代号 ZB) 是对那些没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技

术要求所制订的标准。如机械标准 (JB)、冶金标准 (YB)、石油标准 (SY)、轻工标准 (QB) 和邮电标准 (YD) 等。在公布国家标准之后, 该行业标准即行废止。

(3) 地方标准 (代号 DB) 是对没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品的安全、卫生要求等所制定的标准。在公布了相应的国家标准或行业标准之后, 该项地方标准即行废止。

(4) 企业标准是对没有国家标准、行业标准和地方标准的产品, 可制定企业标准, 作为组织生产的依据。对已有国家标准或行业标准的, 国家鼓励企业制订严于国家标准或行业标准的企业标准, 在企业内部适用, 有利于提高产品的质量。

1.4.2 标准化

标准化是指在经济、技术、科学及管理等社会实践中, 对重复性事物和概念, 通过制定、发布和实施标准达到统一, 以获得最佳秩序和社会效益的有组织的活动过程。

标准与标准化虽然是两个不同的概念, 但又有着不可分割的联系。没有标准, 也就没有标准化; 反之没有标准化, 标准也就失去了存在的意义。

目前标准化已渗透到社会的各个方面, 通过制订、发布和实施的手段, 使标准达到统一, 可以获得最佳秩序 (如最佳的生产秩序、工作秩序等) 和最佳社会效益 (如最大限度地减少不必要的劳动消耗, 增加社会生产力)。显然, 标准化的意义在于积极地推动社会的进步和生产的发展, 其作用是很重要的。

1.4.3 优先数和优先数系

在生产中, 为了满足用户不同的需求, 产品必然出现不同的规格, 有时, 同一产品的同一参数也要从小到大取不同的数值。这些数值的选取, 直接影响到加工过程中的刀具、夹具、量具等规格数量。例如, 键的尺寸确定后, 键槽的尺寸也就随之确定, 继而加工键槽的刀具和量具的尺寸也应当与之对应。可见产品的参数值不能无级变化, 否则会使产品、刀具、量具和夹具的规格品种繁多, 导致标准化的实施、生产管理、设备维修以及部门间的协作等多方面的困难。为了便于组织互换性生产和协作、配套及维修, 合理解决要求产品多样化的用户同只生产单一品种的生产者之间的矛盾, 就需要对各种技术参数的数值进行简化和优选, 最后统一为合理的标准数系, 以便使设计者优先选用数系中的数值, 使设计工作从一开始就纳入标准化的轨道。这个标准的数系就是优先数系, 它可以使工程上采用的各项参数指标分档合理, 并能使生产部门以较少的品种和规格, 经济合理地满足用户对各种规格产品的需求。

优先数系是国际上统一的数值分级制度, 是一个重要的基础标准。我国也采用这种制度。

优先数系是一种十进制的等比数列。所谓十进, 是要求在数系中包括 $1, 10, 100, \dots, 10^n$ 和 $0.1, 0.01, \dots, 10^{-n}$ (n 为正整数)。所谓等比, 是按一定的公比形成的数列。每后一项的数值相对于前一项数值的增长率 (后项减前项的差值与前项之比的百分比) 是相等的, 它符合分级均匀的需要。即优先数系是由公比为 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[9]{10}$ 、 $\sqrt[8]{10}$ 、 $\sqrt[7]{10}$ 、 $\sqrt[6]{10}$, 且项值中含有 10 的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。例如, 数列中 $1 \sim 10, 10 \sim 100, 100 \sim 1\,000$ 等称为十进段。每个十进段中的项数都是相等的, 相邻段对应项值只是扩大到 10 倍或缩小到 $1/10$ 。这种性质有利于简化工程设计。各数列分别用符号 R5、R10、R20、R40、R80 表示, 分别称为 R5 系列、R10 系列、R20 系列、R40 系列和 R80 系列, 即

R5 系列是以 $\sqrt[5]{10} \approx 1.60$ 为公比形成的数系；
R10 系列是以 $\sqrt[10]{10} \approx 1.25$ 为公比形成的数系；
R20 系列是以 $\sqrt[20]{10} \approx 1.12$ 为公比形成的数系；
R40 系列是以 $\sqrt[40]{10} \approx 1.06$ 为公比形成的数系；
R80 系列是以 $\sqrt[80]{10} \approx 1.03$ 为公比形成的数系。

前 4 个系列在优先数系中为基本系列，R80 为补充系列。当参数要求分级很细，基本系列不能满足需要时才采用补充系列。

在标准中所列的每个数系的数值都已进行了圆整，在选择数值系列时应优先按标准确定。优先数系的基本系列如表 1.1 所示。

表 1.1 优先数基本系列

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				3.15				8.50
		1.80	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00			9.00	9.00
			1.90				4.25	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

表 1.1 中只给出了 (1, 10) 区间的优先数，对大于 10 和小于 1 的优先数，均可用 10 的整数幂 (10、100、1 000…或 0.1、0.01、0.001…) 乘以表 1.1 中的优先数求得。

为了满足生产的需要，有时需要采用派生系列，以 Rr/p 表示， r 代表 5、10、20、40、80。例如，R10/3 系列中， r 为 10， p 为 3，其含意为从 R10 系列中的某一项开始，每隔 3 项取一数值，若从 1 开始，就可得到 1、2、4、8…数系，若从 1.25 开始，就可得到 1.25、2.5、5、10…数系。

习题



一、判断题（正确的打√，错误的打×）

- 具有互换性的零件，其几何参数必须制成绝对精确。 ()
- 公差是允许零件尺寸的最大偏差。 ()
- 在确定产品的参数或参数系列时，应最大限度地采用优先数和优先数系。 ()
- 优先数系是由一些十进制等差数列构成的。 ()
- 公差值可以为零。 ()

二、多项选择题

- 互换性按其_____可分为完全互换性和不完全互换性。
A. 方法 B. 性质 C. 程度 D. 效果
- 具有互换性的零件，其几何参数制成绝对精确是_____。

- A. 有可能的 B. 有必要的 C. 不可能的 D. 没必要的

3. 加工后的零件实际尺寸与理想尺寸之差,称为_____。

- A. 形状误差 B. 尺寸误差 C. 公差

4. 互换性在机械制造业中的作用有_____。

- A. 便于采用高效专用设备 B. 便于装配自动化
C. 便于采用三化 D. 保证产品质量

5. 标准化的意义在于_____。

- A. 是现代化大生产的重要手段 B. 是科学管理的基础
C. 是产品的设计的基本要求 D. 是计量工作的前提

三、填空题

1. 不完全互换是指_____。

2. 完全互换是指_____。

3. 有时用加工或调整某一特定零件的尺寸,以达到其_____,称为_____。

4. 优先数系中任何一数值均称为_____。

5. 规定公差的原则是_____。

四、综合题

生产中常用的互换性有几种? 采用不完全互换的条件和意义是什么?

第2章

几何量的加工误差和公差

机械产品通常是由许多经过机械加工的零部件组成的。因此，在加工、测量和装配过程中都不可避免会产生各种误差。为了满足产品的互换性和精度要求，就必须控制这些误差，特别是加工误差。本章将讨论加工中出现的各种误差，着重介绍控制这些误差的公差项目及国家标准中的有关内容，为以后各章的学习奠定基础。

2.1 几何量的加工误差

任何机械零件都是由尺寸不同、形状各异的若干个表面所形成的几何体，是经过各种机械加工后形成的。加工中，由于种种原因，使得几何量会产生各种误差，通常分为尺寸误差、形状误差、相互位置误差和表面微观几何形状误差（表面粗糙度）。

2.1.1 尺寸误差

1. 尺寸误差的性质

尺寸误差是指零件的实际尺寸与其理想尺寸的差异，包括直线尺寸误差、中心距误差及角度误差，是最基本的误差形式，如图 2.1 中的 A 所示。加工时，对同一零件的尺寸，一般都可以采用不同的方法及加工工艺来制造，因此尺寸误差的变动也不一样。一批零件的尺寸误差大小和方向不变或有规律地变化，称为系统误差，可以设法消除或减小。尺寸误差大小和方向均变化不定，即数值分散，称为随机误差，无法消除或减小，但这种数值分散往往具有统计性，一般按正态规律分布。系统误差的产生主要是由加工时刀具的定值误差、机床-夹具的定值系统误差及测量时测量器具的刻度误差等引起的。随机误差的产生原因较多，例如，加工时温度的波动变化、材料不均匀、工艺系统的振动、工件的装夹，以及测量时周围条件的变化等各种因素。无论哪种因素对随机误差的大小都不起决定性作用。

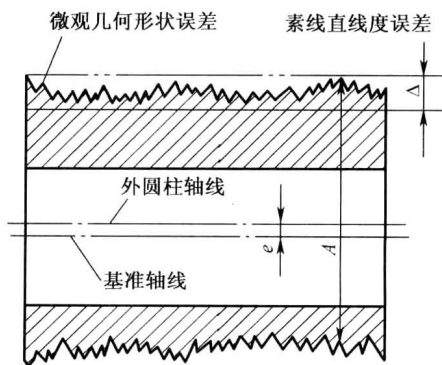


图 2.1 各种加工误差

2. 尺寸误差对零件功能的影响

尺寸误差的大小直接反映了零件尺寸精度的高低，对零件功能的影响主要是：影响两个配合件（如孔和轴）之间的松紧程度（即配合性质），尺寸误差过大，会使配合性质发生变化；影响两