

普通高等院校机电工程类规划教材

互换性与技术测量

主 编 胡立志
副主编 蒋钧钧 宁会峰

.. 013062699

TG801-43
55

普通高等院校机电工程类规划教材



互换性与技术测量

主 编 胡立志

副主编 蒋钧钧 宁会峰

清华大学出版社



北航

C1670357

TG801-43

内 容 简 介

“互换性与技术测量”是高等工科院校,特别是技术型工科院校机械类、近机类及仪器仪表类专业的一门重要的技术基础课。本书根据新一代几何产品技术规范标准,介绍了互换性与标准化概念、几何量测量基础、孔轴公差与配合、几何公差及几何误差检测、表面粗糙度轮廓及其检测、滚动轴承的公差与配合、孔轴检测与量规设计基础、圆锥公差与检测、圆柱螺纹公差与检测、圆柱齿轮公差与检测、键和花键联结的公差与检测等内容。

本书既可以作为基础教材,供高等学校机械设计及其自动化、仪器仪表、模具、化工机械等专业本科生使用,也可以作为生产企业和计量、检验机构的专业人员工作过程中的参考资料。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/胡立志主编. —北京:清华大学出版社,2013

普通高等院校机电工程类规划教材

ISBN 978-7-302-32642-7

I. ①互… II. ①胡… III. ①零部件—互换性—高等学校—教材 ②零部件—测量技术—高等学校—教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 122406 号

责任编辑:庄红权

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18.25 字 数:441 千字

版 次:2013 年 7 月第 1 版 印 次:2013 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:36.00 元

产品编号:052784-01

前 言

“互换性与技术测量”是高等工科院校特别是技术型工科院校的机械类专业的一门主要的技术基础课,内容涉及机械产品及其零部件的设计、制造、维修、质量控制与生产管理等多方面标准及其技术知识。

本课程概念性强,定义、术语多,涉及面广,符号、代号多,标准规定多,实践性极强,同时,随着机械加工水平的提高,本课程的相关标准不断更新。因此,本课程的教学内容要不断地与时俱进,随着标准的变化要不断地更新教学内容。本书按照教学大纲基本要求,根据新一代几何产品技术规范标准及相关国家标准,重点介绍了互换性与标准化概念,几何量测量基础,孔、轴公差与配合,几何公差及几何误差检测,表面粗糙度轮廓及其检测,滚动轴承的公差与配合,孔、轴检测与量规设计基础,圆锥公差与检测,圆柱螺纹公差与检测,圆柱齿轮公差与检测,键和花键联结的公差与检测等内容,计划授课 40 学时左右。

通过本课程的学习,学生应达到以下要求:

- (1) 掌握互换性和标准化的基本概念,精度设计的基本步骤、基本原则和一般方法。
- (2) 掌握基本几何量线性尺寸、角度尺寸、几何精度的基本概念及有关国家标准的基本内容,掌握形位精度和尺寸精度间的关系。具备初步设计几何量精度的能力。
- (3) 了解典型零件及传动件的精度设计基本知识,学会根据机器和零件的功能要求,选用合适的公差与配合,即进行精度设计,并能正确地标注到图样上。

- (4) 熟悉各种典型几何量的检测方法和初步学会使用常用的计量器具。

本书的编写有以下几个显著特点:

- (1) 内容新。严格按照相关最新国家标准;
- (2) 重基础。注重基础内容和标准应用,以方便自学;
- (3) 理论联系实际。结合零件精度设计实例对公差标准应用问题进行分析。

本书由胡立志任主编,蒋钧钧和宁会峰任副主编。其中胡立志编写第 1、2、7、9、11 章和习题,蒋钧钧编写第 3、5、10 章,宁会峰编写第 4、6、8 章。全书由胡立志统稿和定稿,由兰州理工大学龚俊教授主审。

在本书的编写和出版过程中,得到了兰州理工大学机电工程学院杨萍教授的极大支持。兰州理工大学机电工程学院机械制造及其自动化系的各位同仁提出了宝贵的意见,清华大学出版社也付出了艰辛的努力,在此一并表示谢意!

由于编者的水平、时间有限,书中难免存在错误和不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2013 年 6 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 互换性与公差	1
1.1.1 互换性与公差的概念和作用	1
1.1.2 互换性的种类	2
1.2 标准化与优先数系	3
1.2.1 标准化	3
1.2.2 优先数系	4
1.3 本课程的任务	6
本章小结	6
习题	7
第 2 章 几何量测量基础	8
2.1 概述	8
2.2 长度、角度量值的传递	9
2.2.1 长度基准	9
2.2.2 长度量值传递系统	9
2.2.3 量块	9
2.2.4 角度量值传递系统	12
2.3 计量器具和测量方法	13
2.4 测量误差	16
2.4.1 测量误差的基本概念	16
2.4.2 测量误差的来源	16
2.4.3 测量误差的分类	18
2.4.4 测量精度的分类	19
2.5 各类测量误差的处理	20
2.5.1 测量列带随机误差的处理	20
2.5.2 测量列中系统误差的处理	24
2.5.3 测量列中粗大误差的处理	25
2.6 等精度测量列的数据处理	26
2.6.1 直接测量列的数据处理	26
2.6.2 间接测量列的数据处理	27
本章小结	29
习题	29

第3章 孔、轴公差与配合	31
3.1 基本术语及其定义	31
3.1.1 孔和轴的定义	31
3.1.2 尺寸的术语及定义	31
3.1.3 偏差和公差的术语及定义	32
3.1.4 配合的术语及定义	34
3.2 常用尺寸孔、轴《极限与配合》国家标准的构成	38
3.2.1 孔、轴标准公差系列	38
3.2.2 孔、轴基本偏差系列	40
3.2.3 孔、轴公差与配合在图样上的标注	45
3.2.4 孔、轴的常用公差带和优先、常用配合	46
3.3 常用尺寸孔、轴公差与配合的选择	49
3.3.1 配合制的选择	49
3.3.2 标准公差等级的选择	52
3.3.3 配合种类的选择	55
3.4 大尺寸孔、轴公差与配合	60
3.5 未注公差线性尺寸的一般公差	63
本章小结	64
习题	65
第4章 几何公差与几何误差检测	67
4.1 零件几何要素和几何公差的特征项目	67
4.1.1 零件几何要素及其分类	67
4.1.2 几何公差的特征项目及符号	69
4.2 几何公差在图样上的标注方法	69
4.2.1 几何公差框格和基准符号	69
4.2.2 被测要素的标注方法	70
4.2.3 基准要素的标注方法	72
4.2.4 几何公差的简化标注方法	74
4.3 几何公差带	75
4.3.1 几何公差的含义和几何公差带的特性	75
4.3.2 基准	77
4.3.3 形状公差带	79
4.3.4 轮廓度公差带	81
4.3.5 方向公差带	83
4.3.6 位置公差带	86
4.3.7 跳动公差带	91
4.4 公差原则	93
4.4.1 有关公差原则的一些术语及定义	94

4.4.2	独立原则	96
4.4.3	包容要求	98
4.4.4	最大实体要求	100
4.4.5	最小实体要求	106
4.5	几何公差的选择	110
4.5.1	几何公差特征项目及基准要素的选择	110
4.5.2	公差原则的选择	111
4.5.3	几何公差值的选择	111
4.6	几何误差及其检测	116
4.6.1	实际要素的体现	116
4.6.2	几何误差及其评定	116
4.6.3	几何误差的检测原则	122
	本章小结	123
	习题	124
第 5 章	表面粗糙度轮廓及其检测	129
5.1	表面粗糙度轮廓的基本概念	129
5.2	表面粗糙度轮廓的评定	130
5.2.1	取样长度、评定长度及长波和短波轮廓滤波器的截止波长	130
5.2.2	表面粗糙度轮廓的中线	131
5.2.3	表面粗糙度轮廓的评定参数	132
5.3	表面粗糙度轮廓的技术要求	134
5.3.1	表面粗糙度轮廓技术要求的内容	134
5.3.2	表面粗糙度轮廓幅度参数的选择	134
5.3.3	表面粗糙度轮廓参数极限值的选择	134
5.4	表面粗糙度轮廓技术要求在零件图上的标注	138
5.4.1	表面粗糙度轮廓的基本图形符号和完整图形符号	138
5.4.2	表面粗糙度轮廓技术要求在完整图形符号上的标注	138
5.4.3	表面粗糙度轮廓代号在零件图上标注的规定和方法	142
5.5	表面粗糙度轮廓的检测	145
	本章小结	147
	习题	148
第 6 章	滚动轴承的公差与配合	149
6.1	滚动轴承的互换性和公差等级	149
6.2	滚动轴承内、外径及相配轴颈、外壳孔的公差带	150
6.3	选择滚动轴承与轴颈、外壳孔的配合时应考虑的主要因素	152
6.4	与滚动轴承配合的轴颈和外壳孔的精度的确定	154
	本章小结	157

习题	157
第7章 孔、轴检测与量规设计基础	159
7.1 孔、轴实际尺寸的验收	159
7.1.1 孔、轴实际尺寸的验收极限	159
7.1.2 计量器具的选择	161
7.1.3 验收极限方式和相应计量器具的选择示例	161
7.2 光滑极限量规	163
7.2.1 光滑极限量规的功用和种类	163
7.2.2 光滑极限量规的设计原理	164
7.2.3 光滑极限量规的定形尺寸公差带和各项公差	166
7.2.4 光滑极限量规工作部分极限尺寸的计算和各项公差的确定示例	167
7.3 功能量规	169
7.3.1 功能量规的功用和种类	169
7.3.2 功能量规的设计原理	170
7.3.3 功能量规工作部分的定形尺寸公差带和各项公差	171
7.3.4 功能量规设计计算示例	174
本章小结	175
习题	176
第8章 圆锥公差与检测	178
8.1 圆锥公差与配合的基本术语和基本概念	178
8.1.1 圆锥的主要几何参数	178
8.1.2 圆锥公差的术语	179
8.1.3 圆锥配合的术语和圆锥配合的形成	180
8.2 圆锥公差的给定方法和圆锥直径公差带(公差区)的选择	181
8.2.1 圆锥公差项目	181
8.2.2 圆锥公差的给定和标注	182
8.2.3 圆锥直径公差带(公差区)的选择	183
8.3 圆锥角的检测	183
本章小结	184
习题	185
第9章 圆柱螺纹公差与检测	186
9.1 概述	186
9.2 普通螺纹几何参数误差对互换性的影响	187
9.3 普通螺纹的公差与配合	191
9.4 普通螺纹的检测	195
9.4.1 综合检验	195

9.4.2 单项测量	195
9.5 机床梯形丝杠和螺母的精度与公差	198
本章小结	200
习题	200
第 10 章 圆柱齿轮公差与检测	202
10.1 齿轮传动的使用要求	202
10.2 影响齿轮使用要求的主要误差	204
10.2.1 影响齿轮传递运动准确性的主要误差	204
10.2.2 影响齿轮传动平稳性的主要误差	207
10.2.3 影响轮齿载荷分布均匀性的主要误差	207
10.2.4 影响侧隙的主要误差	208
10.3 齿轮的强制性检测精度指标、侧隙指标及其检测	209
10.3.1 齿轮传递运动准确性的强制性检测精度指标及其检测	209
10.3.2 齿轮传动平稳性的强制性检测精度指标及其检测	211
10.3.3 轮齿载荷分布均匀性的强制性检测精度指标及其检测	214
10.3.4 评定齿轮齿厚减薄量用的侧隙指标及其检测	216
10.4 评定齿轮精度时可采用的非强制性检测精度指标及其检测	219
10.5 齿轮精度指标的公差(偏差允许值)及其精度等级与齿轮坯公差	222
10.6 齿轮副中心距极限偏差和轴线平行度公差	226
10.7 齿轮侧隙指标的极限偏差	228
10.7.1 齿厚极限偏差的确定	228
10.7.2 公法线长度极限偏差的确定	230
10.8 圆柱齿轮精度设计	230
本章小结	234
习题	235
第 11 章 键和花键联结的公差与检测	237
11.1 普通平键联结的公差、配合与检测	237
11.2 矩形花键联结的公差、配合与检测	241
11.3 直齿渐开线花键联结的公差、配合与检测	245
11.3.1 渐开线花键的基本参数和几何尺寸	245
11.3.2 渐开线花键联结的定心方式和配合尺寸	247
11.3.3 内花键的作用齿槽宽、外花键的作用齿厚和作用侧隙	247
11.3.4 内、外渐开线花键的配合尺寸公差带和配合类别	248
11.3.5 内花键齿槽宽、外花键齿厚及作用侧隙的极限值	250
11.3.6 渐开线花键非配合尺寸的极限偏差、齿根圆弧曲率半径极限值 和表面粗糙度轮廓要求	251

182	11.3.7 渐开线花键键齿的检测方法	251
182	11.3.8 渐开线花键的标记和公差要求在图样上的标注方法	252
200	本章小结	254
200	习题	254
	附录	256
202	主要参考文献	280
204		
207		
207		
208		
208		
208		
211		
214		
216		
219		
222		
226		
228		
230		
230		
234		
235		
237		
237		
241		
242		
246		
247		
247		
248		
250		
251		

第1章 绪 论

1.1 互换性与公差

1.1.1 互换性与公差的概念和作用

互换性的概念在日常生活中到处都能遇到。例如,灯泡坏了,可以换个新的;自行车、缝纫机、钟表的零部件坏了,也可以换个新的。之所以这样方便,是因为这些合格的产品和零部件具有在尺寸、功能上能够彼此互相替换的性能,即它们具有互换性。广义地说,互换性是指一种产品、过程或服务代替另一种产品、过程或服务能满足同样要求的能力。

机械工业生产中,经常要求产品的零部件具有互换性。什么叫机械产品零部件的互换性呢?参看图 1.1 所示的圆柱齿轮减速器,它由箱体 1、端盖(轴承盖)2、滚动轴承 3、输出轴 4、平键 5、齿轮 6、轴套 7、齿轮轴 8、垫片 9 和挡油环、螺钉等许多零部件组成,而这些零部件是分别由不同的工厂和车间制成的。装配减速器时,在制成的同一规格零部件中任取一件,若不需经过任何挑选或修配,便能与其他零部件安装在一起而成一台减速器,并且能够达到

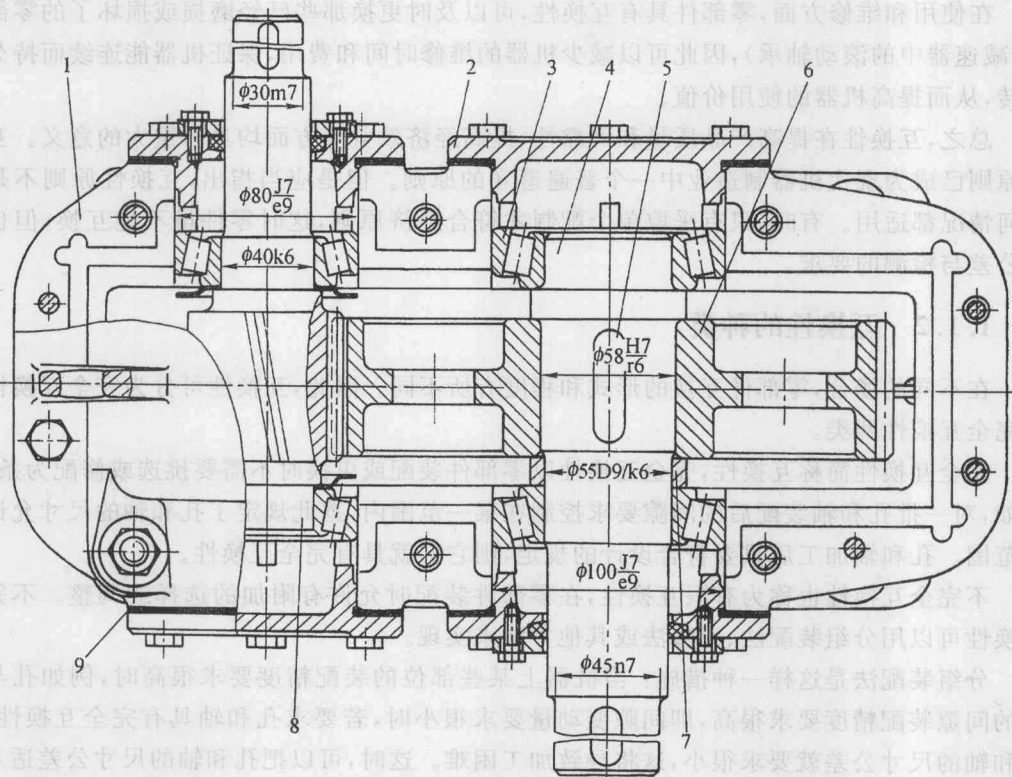


图 1.1 圆柱齿轮减速器

1—箱体; 2—端盖; 3—滚动轴承; 4—输出轴; 5—平键; 6—齿轮; 7—轴套; 8—齿轮轴; 9—垫片

规定的功能要求,则说明这样的零部件具有互换性。零部件的互换性就是同一规格零部件按规定的技术要求制造,能够彼此相互替换使用而效果相同的性能。

加工零件的过程中,由于种种因素的影响,零件各部分的尺寸、形状、方向和位置以及表面粗糙度轮廓等几何量难以达到理想状态,总是有或大或小的误差。但从零件的功能看,不必要求零件几何量制造得绝对准确,只要求零件几何量在某一规定范围内变动,保证同一规格零件彼此充分近似。这个允许变动的范围叫做公差。

设计时要规定公差,而加工时会产生误差,因此要使零件具有互换性,就应把完工零件的误差控制在规定的公差范围内。设计者的任务就在于正确地确定公差,并把它在图样上明确表示出来。这就是说,互换性要用公差来保证。显然,在满足功能要求的前提下,公差应尽量规定得大些,以获得最佳的技术经济效益。

零部件的互换性应包括几何量、力学性能和理化性能等方面的互换性。本课程仅讨论几何量的互换性及与之联系的几何量公差和检测。

互换性在机器制造业中有什么作用?

在设计方面,零部件具有互换性,就可以最大限度地采用标准件、通用件和标准部件,大大简化绘图和计算等工作,缩短设计周期,有利于计算机辅助设计和产品品种的多样化。

在制造方面,互换性有利于组织专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备,以至采用计算机辅助制造,有利于实现加工过程和装配过程机械化、自动化,从而可以提高劳动生产率,提高产品质量,降低生产成本。

在使用和维修方面,零部件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件(如减速器中的滚动轴承),因此可以减少机器的维修时间和费用,保证机器能连续而持久地运转,从而提高机器的使用价值。

总之,互换性在提高产品质量和可靠性、提高经济效益等方面均具有重大的意义。互换性原则已成为现代机器制造业中一个普遍遵守的原则。但是应当指出,互换性原则不是在任何情况都适用。有时,只有采取单个配制才符合经济原则,这时零件虽不能互换,但也存在公差与检测的要求。

1.1.2 互换性的种类

在不同的场合,零部件互换的形式和程度有所不同。因此,互换性可分为完全互换性和不完全互换性两类。

完全互换性简称互换性,完全互换性以零部件装配或更换时不需要挑选或修配为条件。例如,对一批孔和轴装配后的间隙要求控制在某一范围内,据此规定了孔和轴的尺寸允许变动范围。孔和轴加工后只要符合设计的规定,则它们就具有完全互换性。

不完全互换性也称为有限互换性,在零部件装配时允许有附加的选择或调整。不完全互换性可以用分组装配法、调整法或其他方法来实现。

分组装配法是这样一种措施:当机器上某些部位的装配精度要求很高时,例如孔与轴间的间隙装配精度要求很高,即间隙变动量要求很小时,若要求孔和轴具有完全互换性,则孔和轴的尺寸公差就要求很小,这将导致加工困难。这时,可以把孔和轴的尺寸公差适当放大,以便于加工。将制成的孔和轴按实际尺寸的大小各分成若干组,使每组内零件(孔、轴)的尺寸差别比较小。然后,把对应组的孔和轴进行装配,即大尺寸组的孔与大尺寸组的轴装

配,小尺寸组的孔与小尺寸组的轴装配,从而达到装配精度要求。采用分组装配时,对应组内的零件可以互换,而非对应组之间则不能互换,因此零件的互换范围是有限的。

调整法也是一种保证装配精度的措施。调整法的特点是在机器装配或使用过程中,对某一特定零件按所需要的尺寸进行调整,以达到装配精度要求。例如,图 1.1 所示减速器中端盖与箱体间的垫片 9 的厚度在装配时作调整,使轴承 3 的一端与对应端盖 2 的底端之间预留适当的轴向间隙,以补偿温度变化时轴的微量伸长,避免轴在工作时弯曲。

一般来说,对于厂际协作,应采用完全互换性。至于厂内生产的零部件的装配,可以采用不完全互换法。

1.2 标准化与优先数系

1.2.1 标准化

现代工业生产的特点是规模大、分工细、协作单位多、互换性要求高。为了适应生产中各部门的协调和各生产环节的衔接,必须有一种手段,使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的技术统一,成为一个有机的整体,以实现互换性生产。标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段。标准化是互换性生产的基础。

所谓标准是指为了在一定的范围内获得最佳秩序,经协商一致并由公认机构批准,规定共同使用的和重复使用的一种规范性文件。标准应以科学、技术和经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的。

所谓标准化是指为了在一定的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。标准化工作包括制定标准、发布标准、组织实施标准和对标准的实施进行监督的全部活动过程。这个过程是从探索标准化对象开始,经调查、实验和分析,进而起草、制定和贯彻标准,而后修订标准。因此,标准化是个不断循环而又不断提高其水平的过程。标准化的重要意义在于改进产品、过程和服务的适用性,防止贸易壁垒,并促进技术合作。

根据《中华人民共和国标准化法》的规定,我国按标准的使用范围将其分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。对需要在全国范围内统一的技术要求,应当制定国家标准;国家标准由国务院标准化行政主管部门制定。对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,可以制定行业标准;行业标准由国务院有关行政主管部门制定,并报国务院标准化行政主管部门备案,在公布相应的国家标准之后,该项行业标准即行废止。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,可以制定地方标准;地方标准由省、自治区、直辖市标准化行政主管部门制定,并报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案,在公布相应的国家标准或者行业标准之后,该项地方标准即行废止。企业生产的产品没有国家标准和行业标准的,应当制定企业标准,作为组织生产的依据,企业的产品标准须报当地政府标准化行政主管部门和有关行政主管部门备案;已有国家标准和行业标准的,企业还可以制定严于国家标准和行业标准的企标,在企业内部使用。按标准的法律属性将国家标准、行业标准分为强制性标准和推荐性标准。保障人体健康,人身、财产安全的标准和法律、行政法规规定为强制执行

的标准,是强制性标准,其他标准是推荐性标准。

按标准的作用范围,标准分为国际标准、区域标准、国家标准、地方标准和试行标准。前四者分别为国际标准化的标准组织、区域标准化的标准组织、国家标准机构、国家的某个地区一级所通过并发布的标准。试行标准是指由某个标准化机构临时采用并公开发布的文件,以便在使用中获得有必要作为标准依据的经验。

按标准化对象的特性,标准分为基础标准、产品标准、方法标准、安全标准、卫生标准、环境保护标准等。基础标准是指在一定范围内作为其他标准的基础并普遍使用,具有广泛指导意义的标准,如极限与配合标准、几何公差标准、圆柱齿轮精度制标准等。

有了标准,并且标准得到正确的贯彻实施,就可以改进产品质量,缩短生产周期,便于开发新产品和协作配套,提高社会效益,发展社会主义市场经济和对外贸易。而标准化是组织现代化大生产的重要手段,是联系设计、生产和使用等方面的纽带,是科学管理的重要组成部分。

标准化不是当今才有的,早在人类开始创造工具时代就已出现。它是社会生产劳动的产物。在近代工业兴起和发展的过程中,标准化日益显得重要起来。在 19 世纪,标准化的应用就十分广泛,尤其在国防、造船、铁路运输等行业中的应用更为突出。20 世纪初,一些资本主义国家相继成立全国性的标准化组织机构,推进了本国的标准化事业。以后由于生产的发展,国际交流越来越频繁,因而出现了地区性和国际性的标准化组织。1926 年成立了国际标准化协会(简称 ISA)。第二次世界大战后,1947 年重建国际标准化协会,改名为国际标准化组织(International Standardization Organization, ISO)。现在,这个世界上最大的标准化组织已成为联合国甲级咨询机构。

我国标准化工作在 1949 年新中国成立后得到重视。从 1958 年发布第一批 120 项国家标准起,至今已制定并发布两万多项国家标准。我国在 1978 年恢复为 ISO 成员国,业已参与 ISO 技术委员会秘书处工作和国际标准草案起草工作。我国在公差标准方面,从 1959 年开始,陆续制定并发布了公差与配合、形位公差、公差原则、表面粗糙度、光滑工件尺寸的检验、光滑极限量规、功能量规、圆锥公差、圆锥配合、平键、矩形花键、普通螺纹、圆柱齿轮精度制、尺寸链计算方法、圆柱直齿渐开线花键、极限与配合、几何公差等许多公差标准。随着经济建设发展的需要,有关部门本着立足于我国国情,对国际标准进行认真研究,积极采用,区别对待,组织大批力量对原有公差标准进行修订,以国际标准为基础制定新的公差标准。1989 年全国人大常委会通过并由国家主席发布了《中华人民共和国标准化法》。它的实施对于发展社会主义商品经济,促进技术进步,改进产品质量,发展对外贸易,提高社会效益,维护国家和人民的利益,使标准化工作适应社会主义现代化建设,具有十分重要的意义。1993 年全国人大常委会通过并由国家主席发布了《中华人民共和国产品质量法》,以加强产品质量监督管理,维护社会经济秩序,鼓励企业产品质量达到并且超过行业标准、国家标准和国际标准,不允许以不合格品冒充合格品。可以预计,在我国社会主义现代化建设过程中,我国标准化的水平和公差标准的水平将大大提高,对国民经济的发展必将做出更大的贡献。

1.2.2 优先数系

在设计机械产品和制定标准时,常常和很多数值打交道。当选定一个数值作为某种产品的参数指标时,这个数值就会按照一定的规律,向一切有关的制品和材料中有关指标传

播。例如,需要设计减速器箱体上的螺孔,当螺孔的直径(螺纹尺寸)一旦确定,则与之相配合的螺钉尺寸、加工用的丝锥尺寸、检验用的螺纹塞规尺寸,甚至在螺孔用丝锥攻螺纹之前的钻孔尺寸和钻头尺寸,也随之确定,且由于上述螺孔直径数值的确定,又使与之相关的垫圈尺寸、端盖上通孔的尺寸也随之而定。由于数值如此不断关联,不断传播,常常形成牵一发而动全身的现象,这就牵涉到许多部门和领域。在现代工业生产中,专业化程度高,国民经济各部门需要协调和密切配合,因此技术参数的数值不能随意选择,而应该在一个理想的、统一的数系中选择。

用统一的数系来协调各部门的生产,把各种技术参数分级,已成为现代工业生产的需要。探索和大量实践表明,采用包含项值1的等比数列作为统一的数系的优点很多。其中有两个突出的优点:数列中两相邻数的相对差为常数(相对差是指后项减前项的差值与前项之比的百分数);数列中各数经过乘、除、乘方等各种运算后还是数列中的数。而最能满足工业要求的等比数列是十进等比数列。所谓十进,就是数列的项值中包括:1,10,100, ..., 10^n 和 $1, 0.1, 0.01, \dots, 10^{-n}$ 这些数(这里 n 为正整数),数列中的项值可按十进法向两端无限延伸。因此,十进等比数列是一种较理想的数系,可以用作优先数系。

为了满足我国工业生产的需要,国家标准 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》规定十进等比数列为优先数系,并规定了5个系列。它们分别用系列符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示,称为 R_r 系列,公比 $q_r = \sqrt[r]{10}$ 。同一系列中,每增 r 个数,数值增至10倍。其中前4个系列是常用的基本系列,而 R80 则作为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合。各系列的公比为:

$$\text{R5 的公比: } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$$

$$\text{R10 的公比: } q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$$

$$\text{R20 的公比: } q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$$

$$\text{R40 的公比: } q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$$

$$\text{R80 的公比: } q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$$

R5 中的项值包含在 R10 中, R10 中的项值包含在 R20 中, R20 中的项值包含在 R40 中, R40 中的项值包含在 R80 中。

优先数系的5个系列中任一个项值均称优先数,其理论值为 $(\sqrt[r]{10})^{N_r}$, 式中 N_r 是任意整数。按照公比计算得到的优先数的理论值,除10的整数幂外,都是无理数,在工程技术上不能直接应用。而实际应用的数值都是经过化整后的近似值,根据取值的精确程度,数值可以分为:

(1) 计算值: 取5位有效数字,供精确计算用。

(2) 常用值: 即通常所称的优先数,取3位有效数字,是经常使用的。

(3) 化整值: 将基本系列中的常用值作进一步化整后所得的数值,一般取两位有效数字。例如对 R10 系列中的常用值 3.15, 化整为第一化整值 3.2 和第二化整值 3.0。

优先数系的基本系列(优先数的常用值)见附表 A.1。

为了使优先数系有更大的适应性,可以从 R_r 系列中,每逢 p 项选取一个优先数,组成新的系列——派生系列,以符号 $R_{r/p}$ 表示,公比 $q_{r/p} = q_r^p = (\sqrt[r]{10})^p = 10^{\frac{p}{r}}$ 。

例如,经常使用的派生系列 R10/3,就是从基本系列 R10 中,自 1 以后,每逢三项取一个优先数组成的,即

1.00, 2.00, 4.00, 8.00, 16.0, 32.0, ...

再如,首项为 1 的派生系列 R5/2,就是从基本系列 R5 中,每逢两项取一个优先数组成的,即

1.00, 2.50, 6.30, 16.0, 40.0, 100, ...

优先数系有很广泛的应用,它适用于各种尺寸、参数的系列化和质量指标的分级,对保证各种工业产品品种、规格的合理简化分档和协调配套具有重大的意义。选用基本系列时,应遵守先疏后密的规则,即应当按照 R5、R10、R20、R40 的顺序,优先采用公比较大的基本系列,以免规格过多。当基本系列不能满足分级要求时,可选用派生系列。选用时应优先采用公比较大和延伸项含有项值 1 的派生系列。

1.3 本课程的任务

本课程是高等学校机械类各专业的一门重要技术基础课,是教学计划中联系设计课程与工艺课程的纽带,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。本课程由几何量公差与几何量检测两部分组成。前一部分的内容主要通过课堂教学和课外作业来完成,后一部分的内容主要通过实验课来完成。

任何一台机器的设计,除了运动分析、结构设计、强度计算和刚度计算以外,还有精度设计。机器的精度直接影响到机器的工作性能、振动、噪声、寿命和可靠性等。研究机器的精度时,要处理好机器使用要求与制造工艺的矛盾,解决的方法是规定合理的公差,并用检测手段保证精度设计的实施。学习本课程可以使学生熟悉机器零件的精度设计,合理确定几何量公差,以保证满足使用要求。

学生在学习本课程时,应具有一定的理论知识和生产实践知识,即能够读图,懂得图样标注法,了解机械加工的一般知识和熟悉常用机构的原理。学生在学完本课程后应达到下列要求:

(1) 掌握标准化和互换性的基本概念及有关的基本术语和定义;

(2) 基本掌握本课程中几何量公差标准的主要内容、特点和应用原则;

(3) 初步学会根据机器和零件的功能要求,选用几何量公差与配合;

(4) 能够查用本课程介绍的公差表格,正确标注图样;

(5) 熟悉各种典型几何量的检测方法和初步学会使用常用的计量器具。

总之,本课程的任务在于使学生获得机械工程师必须具备的几何量公差与检测方面的基本知识和技能。而后续课的教学和毕业后的实际工作锻炼,则将使学生进一步加深理解并逐渐熟练掌握本课程的内容。

本章小结

(1) 互换性是指机械产品中同一规格的一批零件或部件,任取其中一件,不需要作任何挑选、调整或附加加工(如钳工修配)就能装在机器(或部件)上,并且达到预订使用性能要求

