



面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材



互换性与技术测量

(第二版)

主编 杨好学
主审 赵卓贤



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

互换性与技术测量

(第二版)

主编 杨好学

主审 赵卓贤

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书依据最新的国家标准(2009年11月1日实施),介绍了新国标的规定及应用,其内容包括绪论、极限与配合、测量技术基础、几何公差、表面粗糙度、普通结合件的互换性、圆柱齿轮传动的互换性和典型零件的公差与测量。每章章首均有本章重点提示,章末还附有相关的公差表格及思考题与习题。

根据目前高职高专教学的特点、市场人才的知识需求和生产一线的需要,本书对传统内容进行了精简、整合与增设,即:将尺寸链并入极限与配合,将光滑极限量规并入测量技术基础,将滚动轴承、圆锥、键与花键、螺纹等结合件的公差组合为普通结合件的互换性;增加典型零件的公差与测量一章,其目的在于使读者学习完本书后,用生产实践中最常见的两个零件——轴类和箱体类工件的实例自测学习效果,突出了实用性。同时利用减速器输出轴这个综合实例贯穿全书的所有章节,以使读者对典型零件的合格性有一个整体的理解。

本书可作为高职高专院校、成人高校等机械类专业的教学用书,也可供其他相关专业以及有关工程技术人员参考。

☆ 本书配有电子教案,需要者可登录出版社网站,免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/杨好学主编. —2版.

—西安:西安电子科技大学出版社,2010.2

面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

ISBN 978-7-5606-2392-4

I. 互… II. 杨… III. ① 零部件—互换性—高等学校:技术学校—教材

② 零部件—测量—技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 011982 号

策 划 毛红兵

责任编辑 王 瑛 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学

电 话 (029)88242885

网 址 www.xduph.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2010年2月第2版 2010年2月第7次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 15

字 数 345千字

印 数 30 001~34 000册

定 价 21.00元

ISBN 978-7-5606-2392-4/TG·0027

XDUP 2684002—7

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

第二版前言

基于2009年上半年最新的基础标准已全部颁布完成,因此有必要将《互换性与技术测量》第一版的内容进行修改,补充新国标的新内容,主要有《极限与配合》(GB/T 1800.1—2009、GB/T 1800.2—2009 替代 GB/T 1800.1~3—1997、GB/T 1800.4—1999)、《几何公差》(GB/T 1182—2008、GB/T 4249—2009、GB/T 16671—2009 替代 GB/T 1182—1996、GB/T 4249—1996、GB/T 16671—1996)、《表面粗糙度》(GB/T 1031—2009、GB/T 3505—2009、GB/T 131—2006 替代 GB/T 1031—1995、GB/T 3505—2001、GB/T 131—1993)、《圆柱齿轮》(GB/T 10095.1—2008、GB/T 10095.2—2008 替代 GB/T 10095.1—2001、GB/T 10095.2—2001)、《光滑极限量规》(GB/T 1957—2006 替代 GB/T 1957—1981)等。

再版教材将第一版的12章内容整合改编为7章,并增加了第8章的综合应用章节。本书的特点如下:

(1) 利用一个综合实例——减速器输出轴贯穿基础标准(绪论、极限与配合、几何公差、表面粗糙度和测量技术基础)、典型零件标准(轴承、平键和齿轮)和综合应用(典型零件的公差与测量),使学生对零件互换性的要求有全面的理解。

(2) 对有些章节进行重组,将尺寸链并入极限与配合,将光滑极限量规并入测量技术基础,将滚动轴承、圆锥、键与花键、螺纹等结合件的公差组合为普通结合件的互换性。

(3) 增加第8章,利用生产一线常用的两个典型零件——减速器输出轴和减速器箱体的实例自测学习效果,分析它们的互换性要求以及实践中经常采用的测量器具和测量方法,以达到与生产车间接轨的目的。

近年来,各学校对“互换性与技术测量”课程教学内容改革的情况有所不同,本教材为扩大适用面,按50学时编写。其参考学时为:第1章2学时,第2章10学时,第3章8学时(含实验),第4章12学时,第5章4学时(含实验),第6章6学时,第7章6学时(含实验),第8章2学时,各学校在使用中可根据具体情况进行取舍。

参与本书编写的有西安航空技术高等专科学校杨好学(第1章、第6章、第7章、第8章)、西安航空技术高等专科学校蔡霞(第4章、第5章)、西安航空技术高等专科学校户艳(第2章、第3章)。本书由杨好学任主编,赵卓贤任主审。

本书在第二版修改过程中,得到了合编院校任课教师的大力支持;西安航空技术高等专科学校李晓玲老师参与了本书部分插图的制作。此外,在本书的编写中还引用了最新国家标准的部分内容和技术文献资料。在此,对上述单位、人员和专家一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2009年12月

第一版前言

“互换性与技术测量”是高职院校、高等专科学校机械类各专业的重要技术基础课。它包含几何量公差与误差两大方面的内容,把标准化和计量学两个学科有机地结合在一起,与机械设计、机械制造、质量控制等多方面密切相关,是机械工程人员和管理人员必备的基本知识和技能。

本教材是在广泛征求高职院校、高等专科学校各专业人士意见的基础上,根据全国高等工程专科机械工程类专业教学指导委员会审批的教材编写大纲而编写的。书中采用最新的国家标准,重点讲述新国标的规定及应用。书中利用一个综合实例贯穿基础标准(绪论、尺寸公差、形位公差和表面粗糙度)与典型零件标准(轴承、平键和齿轮),使学生对零件的互换性要求有全面的理解;公差表格紧跟在相应的公差标准之后,有助于对各类公差的应用;较全面地介绍了几何量的各种误差和常用的检测方法,而把不便在课堂上讲授的仪器机构、操作步骤留在实验室介绍;教材中吸取了各校教师多年的教学经验,充分了解了机械类各专业课程对本教材的要求,把教材的重点放在专业课和生产一线的应用上,注重各标准的标注与通用量具的测量。

近年来,由于各校对“互换性与技术测量”课程教学内容改革的情况有所不同,本教材为扩大适用面,按50学时编写,各学校在使用中可根据具体情况进行取舍。

本书共12章,主要内容包括绪论、极限与配合、技术测量基础、形状和位置公差、表面粗糙度、普通螺纹结合的互换性、渐开线圆柱齿轮传动的互换性等。参与本书编写的有:西安航空技术高等专科学校杨好学(第1章、第2章、第8章)、兰州工业高等专科学校朱琪(第4章、第6章)、兰州工业高等专科学校吴晓红(第10章、第11章)、西安航空技术高等专科学校李罡(第3章)、西安航空技术高等专科学校蔡霞(第5章、第12章)、河南工业职业技术学院赵晓燕(第7章、第9章)。本书由杨好学任主编,朱琪、吴晓红任副主编,赵卓贤任主审。

本书在策划、编写及出版过程中,得到了合编院校的任课教师的大力支持;西安交通大学赵卓贤教授对本书的编写给予了精心指导,并进行了细致的审阅,提出了许多建设性的意见和建议。此外,在本书的编写中还引用了部分标准和技术文献资料,在此,对有关单位和专家一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年2月

音 像

ISBN 7-309-05005-1

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 互换性	1
1.1.1 互换性的意义	1
1.1.2 互换性的特点	2
1.1.3 互换性的分类	2
1.2 互换性与技术测量	3
1.2.1 几何参数的误差与公差	3
1.2.2 技术测量	5
1.3 互换性与标准化	5
1.3.1 标准	5
1.3.2 标准化	6
1.3.3 优先数与优先数系	6
1.3.4 本课程的研究对象与任务	7
思考题与习题	8
第 2 章 极限与配合	9
2.1 概述	9
2.2 极限与配合的基本内容	9
2.2.1 尺寸、公差和偏差的基本术语	9
2.2.2 配合的基本术语	12
2.3 标准公差系列	16
2.3.1 公差等级	16
2.3.2 公差单位	16
2.3.3 尺寸分段	16
2.3.4 标准公差	17
2.4 基本偏差系列	18
2.4.1 基本偏差代号	18
2.4.2 轴的基本偏差的确定	19
2.4.3 孔的基本偏差的计算	21
2.4.4 极限与配合的标注	23
2.4.5 基准制配合	23
2.5 尺寸公差带与未注公差	24
2.5.1 公差带与配合	24
2.5.2 线性尺寸未注公差	27
2.6 极限与配合的选用	27
2.6.1 基准制的选择	27
2.6.2 公差等级的选用	28

2.6.3 配合种类的选择	31
2.7 尺寸链	35
2.7.1 尺寸链的基本概念	35
2.7.2 完全互换法	37
思考题与习题	46
第3章 测量技术基础	48
3.1 概述	48
3.1.1 测量与检验	48
3.1.2 几何量测量的目的和任务	49
3.1.3 长度基准与长度量值传递系统	50
3.1.4 量块	51
3.1.5 测量方法和测量器具	53
3.2 常用量具简介	55
3.2.1 游标类量具	55
3.2.2 螺旋测微类量具	57
3.2.3 机械类量具	59
3.3 测量数据处理	61
3.3.1 测量误差及其产生的原因	61
3.3.2 测量误差	62
3.3.3 测量精度	63
3.4 光滑极限量规的设计	64
3.4.1 概述	64
3.4.2 光滑极限量规的分类	65
3.4.3 工作量规的公差带	66
3.4.4 量规设计	66
思考题与习题	73
第4章 几何公差	75
4.1 概述	75
4.2 几何公差的基本概念	77
4.2.1 零件的要素	77
4.2.2 几何公差带	78
4.2.3 几何公差的代号	79
4.2.4 几何公差的基准符号	80
4.3 形状公差	81
4.3.1 形状误差及其评定	81
4.3.2 形状公差各项目	82
4.4 基准	86
4.4.1 基准的建立	86
4.4.2 基准的分类	86
4.4.3 基准的体现	87
4.5 轮廓度公差	88
4.5.1 线轮廓度公差	88
4.5.2 面轮廓度公差	89

4.5.3	轮廓度误差的测量方法	90
4.6	方向公差	91
4.6.1	方向误差及其评定	91
4.6.2	方向公差各项目	91
4.6.3	方向公差带的特点	96
4.7	位置公差	96
4.7.1	位置误差及其评定	96
4.7.2	位置公差各项目	97
4.7.3	位置公差带的特点	100
4.8	跳动公差	100
4.8.1	跳动误差及其评定	100
4.8.2	跳动公差各项目	101
4.8.3	跳动公差带的特点	104
4.8.4	几何误差的检测原则	104
4.9	几何公差的标注	106
4.9.1	几何公差的标注符号	106
4.9.2	几何公差标注的基本规定	106
4.9.3	几何公差标注的特殊规定	107
4.9.4	几何公差的简化标注	108
4.10	公差原则	108
4.10.1	公差原则的基本术语及定义	109
4.10.2	独立原则	111
4.10.3	相关要求	112
4.11	几何公差的选择	118
4.11.1	几何公差项目的选择	118
4.11.2	几何公差值的确定	119
4.11.3	基准要素的选用	126
4.11.4	公差原则的选用	127
4.11.5	未注几何公差	127
4.11.6	几何公差的选择方法与实例	128
	思考题与习题	132
第5章	表面粗糙度	136
5.1	概述	136
5.1.1	表面结构	136
5.1.2	表面粗糙度的概念	137
5.1.3	表面粗糙度对零件使用性能的影响	137
5.2	表面粗糙度的评定参数	138
5.2.1	基本术语及定义	138
5.2.2	评定参数	140
5.3	表面粗糙度的标注	142
5.3.1	表面粗糙度的基本符号	142
5.3.2	表面粗糙度在图样上的标注	146
5.4	表面粗糙度的选择	148

5.4.1	表面粗糙度评定参数的选择	148
5.4.2	表面粗糙度评定参数值的选择	149
5.5	表面粗糙度的测量	151
5.5.1	比较法	152
5.5.2	光切法	152
5.5.3	针描法	152
	思考题与习题	153
第6章	普通结合件的互换性	155
6.1	滚动轴承的互换性	155
6.1.1	滚动轴承的公差	156
6.1.2	滚动轴承配合的选择	158
6.2	圆锥结合的互换性	164
6.2.1	锥度、锥角系列与圆锥公差	164
6.2.2	圆锥公差的标注	167
6.2.3	角度与锥度的测量	168
6.3	键与花键联结的互换性	171
6.3.1	单键联结的互换性	171
6.3.2	花键联结的互换性	174
6.4	普通螺纹结合的互换性	179
6.4.1	普通螺纹的几何参数对互换性的影响	179
6.4.2	普通螺纹的公差与配合	182
6.4.3	普通螺纹的测量	186
	思考题与习题	196
第7章	圆柱齿轮传动的互换性	197
7.1	概述	197
7.1.1	圆柱齿轮传动的使用要求	197
7.1.2	齿轮加工误差的主要来源及其特性	198
7.2	圆柱齿轮的评定指标及其测量	199
7.2.1	影响传递运动准确性的误差及测量	199
7.2.2	影响传动平稳性的误差及测量	202
7.2.3	影响载荷分布均匀性的误差及测量	203
7.2.4	影响齿轮副侧隙的偏差及测量	204
7.3	圆柱齿轮精度标准及其应用	206
7.3.1	使用范围	206
7.3.2	精度等级	206
7.3.3	精度等级的选择	206
7.3.4	评定参数的公差值与极限偏差的确定	208
7.3.5	齿轮副侧隙和齿厚极限偏差的确定	208
7.3.6	检验项目的选择	209
7.3.7	齿坯精度	209
7.3.8	图样标注	212
	思考题与习题	220

第 8 章 典型零件的公差与测量	221
8.1 典型零件	221
8.2 减速器输出轴	221
8.2.1 减速器输出轴的互换性要求	222
8.2.2 减速器输出轴的检测	223
8.3 减速器箱体	224
8.3.1 减速器箱体的互换性要求	225
8.3.2 减速器箱体的检测	225
思考题与习题	226
参考文献	227

第1章 绪论

本章重点提示

本章主要讲述互换性原理,通过标准、标准化和技术测量来学习误差与公差的关系。完全互换性是现代化大工业生产的基础,而国家标准是现代化大工业生产的依据,技术测量则是现代化大工业生产的保证。互换性作为一根主线贯穿本教材的所有章节。本章的重点是互换性的意义和几何参数的误差与公差,要求掌握完全互换性的定义、分类、优点,几何量的加工误差的分类以及各种误差对互换性的影响。对于其他内容作一般的了解,同时要求对减速器输出轴有深入的理解。

1.1 互 换 性

1.1.1 互换性的意义

互换性有广义和狭义之分,就机械零件而言,可理解为:同一规格工件,不需要作任何挑选和附加加工,就可以装配到所需的部位,并能满足使用要求。

例如,规格相同的任何一个灯头和灯泡,无论它们出自哪个企业,只要产品合格,都可以相互装配,电路开关合上,灯泡一定会发光。同理,自行车、电视机、汽车等家用电器的零件被损坏,也可以快速换一个同样规格的新零件,并且在更换后,自行车可以继续骑行、电视有画面并有伴音、汽车开动后就可上路。日常生活中之所以这样方便,是因为日常用品、家用电器、交通工具的零部件都具有互换性。

现代机械产品的生产应该是互换性生产,它符合现代化大工业的发展条件。以电视机和汽车的生产为例,它们各自都有成千上万个零件,由若干个省、几十家企业生产制造,而总装厂仅生产部分零部件。在自动生产线上将各企业的合格零件装配成部件,再由部件迅速总装成符合国家标准的电视机或汽车,从而使年产量几十万台甚至几百万台成为可能。这种现代化大工业的生产使得产品质量更高,产品的价格更为低廉,使消费者在现代化进程中得到了实惠。互换性的生产和维修给社会各个层面带来了极大的方便,推动了社会的发展。

由于电视机或汽车要在生产线上装配,因此要求各个企业在制造零部件时必须符合国家的统一技术标准。这种跨地区、跨行业的大型国有企业和民营企业有着不同的设备条

件,工人的技术水平也不尽相同,但加工出来的零件可以不经选择、修配或调整,就能装配成合格的产品,这说明零件的加工是按规定的精度要求制造的。

如何使工件具有互换性?设加工一批零件的实际参数(尺寸、形状、位置等几何参数及硬度、塑性、强度等其他物理参数)的数值都为理论值,即这批零件完全相同。装配时,任取其中一件,配合的效果都是相同的。但是,要获得这种绝对准确和完全相同的产品在实际生产中是根本不可能的,而且也没有必要。

现代加工业可以制造出精确度很高的工件,但仍然会有误差(尽管加工误差相当小)。而另一方面从机器设备的使用和互换性生产要求来看,只要制成的零件实际参数值变动在控制的范围内,保证零件几何参数充分近似即可。所以要使产品具有互换性,就必须按照技术标准的规定来制造,而控制几何参数的技术规定就称为“公差”(公差即为实际参数值所允许的最大变动量)。

1.1.2 互换性的特点

1. 产品设计

由于标准零部件是采用互换性原则设计和生产的,因而可以简化绘图、计算等工作,缩短设计周期,加速产品的更新换代,且便于计算机辅助设计(CAD)。

2. 生产制造

按照互换性原则组织加工,实现专业化协调生产,便于计算机辅助制造(CAM),以提高产品质量和生产效率,同时降低生产成本。

3. 装配过程

因为零部件具有互换性,可以提高装配质量,缩短装配时间,所以便于实现现代化的大工业自动化,提高装配效率。

4. 使用过程

由于工件具有互换性,因而在它磨损到极限或损坏后,可以很方便地用备件来替换,缩短维修时间和节约费用,提高修理质量,延长产品的使用寿命,从而提高了机器的使用价值。

综上所述,在机械制造中,遵循互换性原则,不仅能保证又多又快地生产,而且能保证产品质量和降低生产成本。所以,互换性是在机械制造中贯彻“多快好省”方针的技术措施。

1.1.3 互换性的分类

按照零部件互换程度的不同,互换可分为完全互换和不完全互换。

(1) 完全互换:零件在装配或更换时,不需要辅助加工与修配,也不需要选择。一般标准件都可以完全互换,包括螺钉、螺母、滚动轴承、齿轮等。

(2) 不完全互换:在零件完工后,通过测量将零件按实际尺寸的大小分为若干组,组内零件具有互换性,组与组之间不能互换,属于不完全互换。装配时需要进行挑选或调整的零部件也属于不完全互换。

1.2 互换性与技术测量

1.2.1 几何参数的误差与公差

零件在机械加工时,由于“机床—工具—辅具”工艺系统的误差、刀具的磨损、机床的振动等因素的影响,工件在加工后总会产生一些误差。加工误差就几何量来讲,可分为尺寸误差、几何误差和表面粗糙度。

1. 尺寸误差

零件在加工后实际尺寸与理想尺寸之间的差值,即为尺寸误差。零件的尺寸要求如图 1-1(a)所示,但经过加工,它的实际尺寸 d_{a1} 、 d_{a2} 、 d_{a3} 、 d_{a4} 、 d_{a5} 与理想尺寸各有不同,有的在极限尺寸范围内,个别的则超出了极限尺寸,即为尺寸误差。

2. 几何误差

几何误差又分为几何形状误差和相互位置误差。

(1) 几何形状误差:由于机床、刀具的几何形状误差及其相对运动的不协调,使光滑圆柱的表面在加工中产生了误差。如图 1-1(b)所示,产生了素线的不直(d_{a1} 、 d_{a2} 、 d_{a3} 三个直径尺寸大小不一),即为直线度误差;因为光滑圆柱的横截面理论上都是理想的几何圆,而加工后实际形状变成一个误差圆,如图 1-1(c)所示(d_{a4} 、 d_{a5} 的横剖面尺寸不同),出现了圆度误差。以上即为几何形状误差。

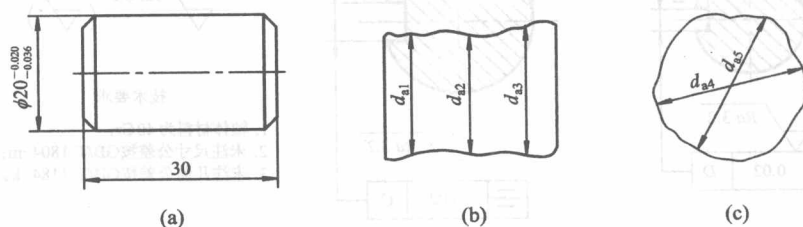


图 1-1 几何形状误差

(a) 零件的尺寸要求; (b) 零件的轴剖面; (c) 零件的横剖面

(2) 相互位置误差:如图 1-2 所示,在车削台阶轴时,由于其结构的特点,需要先加工大尺寸一端,然后再调头车削小直径一端。如果操作者调整轴线不仔细,加工后该零件会产生台阶轴的轴线错位,从而会出现同轴度误差,造成零件的实际位置与理想位置的偏离。

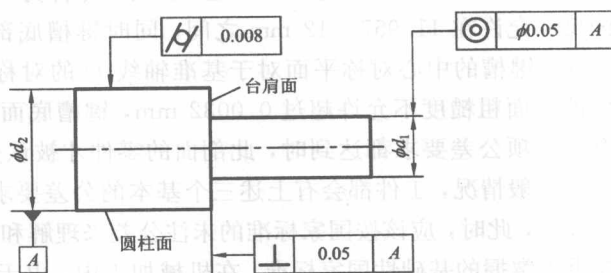


图 1-2 相互位置误差

3. 表面粗糙度

表面粗糙度(微观的几何形状误差)是指加工后刀具在工件表面留下刀具痕迹,即使经过精细加工,目视很光亮的表面,经过放大观察,也可很清楚地看到工件表面的凸峰和凹谷,使工件表面产生粗糙不平。

加工误差在机械制造中是不可避免的,只要将工件的这些误差都控制在公差范围内就为合格品,如图 1-3 所示。

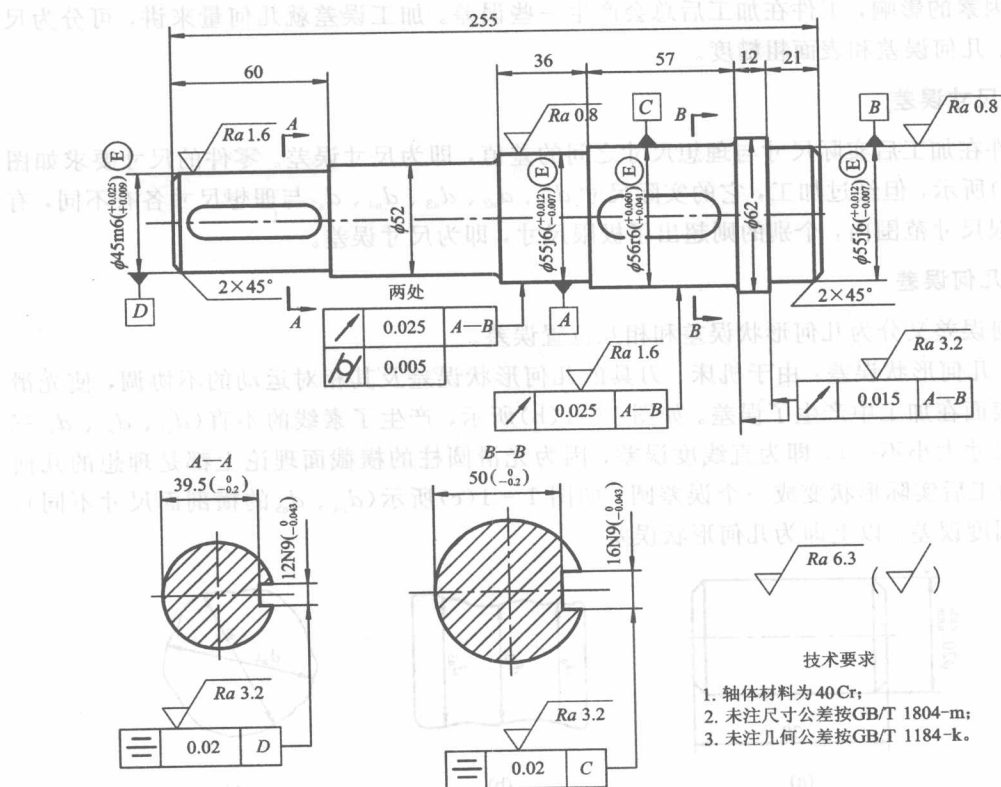


图 1-3 减速器输出轴

图 1-3 中表示了减速器输出轴的尺寸、几何、表面粗糙度的公差要求,即在加工过程中各要素不能超出所规定的极限值,否则该零件为不合格产品。例如, A-A 剖面,键槽宽度的尺寸允许在 11.957~12 mm 之间,同时键槽底部的另一个尺寸只能在 39.3~39.5 mm 之间;键槽的中心对称平面对于基准轴线的对称度要控制在 0.02 mm 之内;键槽两侧面的表面粗糙度不允许超过 0.0032 mm,键槽底面的表面粗糙度不能超过 0.0063 mm。只有这三项公差要求都达到时,此剖面的零件才被认为是合格的。

一般情况,工件都会有上述三个基本的公差要求(有的零件图纸也许没有标注尺寸和几何公差,此时,应该按国家标准的未注公差来理解和执行),这也正是本教材中最重要的、需要重点掌握的基础性国家标准。在机械加工中,由于各种误差的存在,一般认为公差是误差的最大允许值,因此,误差是在加工过程中产生的,而公差则是由设计人员确定的。

1.2.2 技术测量

技术测量是实现互换性的技术保证,如果仅有与国际接轨的公差标准,而缺乏相应的技术测量措施,实现互换性生产是不可能的。

测量中首先要统一计量单位。解放前我国长度单位采用市尺,1955年成立了国家计量局,1959年统一了全国计量制度,正式确定采用公制(米制)作为我国基本计量制度。1977年颁布了计量管理条例。1984年颁布了国家法定计量单位。1985年颁布了国家计量法。

伴随着长度基准的发展,计量器具也在不断改进。1850年美国制成了游标卡尺,1927年德国制成了小型工具显微镜,从此几何量的测量随着工业化的进程而飞速发展。

目前,我国制造业正在日新月异地发展,计量测试仪器的制造工业也发展得越来越快。长度计量仪器的测量精度已由毫米级提高到微米级,甚至达到纳米级。测量空间已由二维空间发展到三维空间。测量的尺寸小至微米级,大到米级。测量的自动化程度也越来越高,已由人工读数测量结果发展到自动定位、测量,计算机数据处理,自动显示并打印测量结果。

1.3 互换性与标准化

1.3.1 标准

公差标准在工业革命中起过非常重要的作用,随着机械制造业的不断发展,要求企业内部有统一的技术标准,以扩大互换性生产规模和控制机器备件供应。早在20世纪初,英国一家生产剪羊毛机器的公司——纽瓦尔(Newall)于1902年颁布了全世界第一个公差与配合标准(极限表),从而使生产成本大幅度下降,同时,产品质量不断提高,在市场上挤跨了其他同类公司,在这一领域鹤立鸡群。这个过程中,极限表起了举足轻重的作用。

1924年英国在全世界最早颁布了国家标准 B. S 164 - 1924,美国、德国、法国等也紧随其后颁布了各自国家的国家标准,指导着各国的制造业的发展。1929年苏联也颁布了《公差与配合》标准。在此阶段,西方国家的工业化不断进步,生产也快速发展,同时国际间的交流也日益广泛。1926年国际标准化协会(ISA)成立,1940年正式颁布了国际《公差与配合》标准,第二次世界大战后的1947年将ISA更名为ISO(国际标准化组织)。

1959年我国正式颁布了第一个国家标准《公差与配合》(GB 159~174—59),此标准完全依赖1929年苏联的国家标准,并指导了我国20年的工业生产。

随着我国经济建设的快速发展,旧国标已不能适应现代大工业互换性生产的要求,因此,自1979年以来在国家标准局的统一领导下,有计划、有步骤地对旧的基础标准进行了三次重大的修订,其目的是与国际标准接轨。第一次是20世纪70年代末、80年代初期,修订的标准有《公差与配合》(GB 1800~1804—79),《形状与位置公差》(GB 1182~1184—80),《表面粗糙度》(GB 1031—83)等;第二次是20世纪90年代中末期,修订的标准有《极限与配合》(GB/T 1800.1~1800.3—1997, GB/T 1800.4—1999等),《形状与位置公差》(GB/T 1182—1996, GB/T 16671—1996),《表面粗糙度》(GB/T 1031—1995等);最新修

订的标准是《极限与配合》(GB/T 1800.1—2009, GB/T 1800.2—2009 等),《几何公差》(GB/T 1182—2008, GB/T 16671—2009),《表面粗糙度》(GB/T 1031—2009, GB/T 3505—2009)等多项国家标准。这些新国家标准的颁布,正在对我国的机械制造业起着越来越大的作用。

1.3.2 标准化

现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细、协作多,为使社会生产有序地进行,必须通过标准化使产品规格品种简化,使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。

几何量的公差与检测也应纳入标准化的轨道。根据产品的使用性能要求和制造的可能性,既要加工方便又要经济合理,就必须规定几何量误差的变动范围,也就是规定合适的公差作为加工产品的依据,公差值的大小就是根据上述基本原则进行制定和选取的。为了实现互换性,必须对公差值进行标准化,不能各行其是。标准化是实现互换性生产的重要技术措施。例如,一种机械产品的制造,往往涉及许多部门和企业,如果没有制定和执行统一的公差标准,是不可能实现互换性生产的。对零件的加工误差及其控制范围所制定的技术标准称为“极限与配合、几何公差”等标准,它是实现互换性的基础。

为什么要用新国标代替旧国标?因为新国标采用最新的国际标准制,国际标准制的概念更加明确,结构更加严密,规律性也更强。另外,最新的国际标准制有利于国际间的技术交流。随着机电产品的出口越来越多,现代工业化建设不断完善,技术引进和援外日益增多,采用国际标准制就显得十分重要。

1.3.3 优先数与优先数系

产品无论在设计、制造,还是在使用中,其规格,如零件尺寸、原材料尺寸、公差、承载能力及所使用设备、刀具、测量器具的尺寸等性能与几何参数都要用数值表示。而产品的数值具有扩散传播性。例如,复印机的规格与复印纸的尺寸有关,复印纸的尺寸则取决于书刊、杂志的尺寸,复印机的尺寸又影响造纸机械、包装机械等的尺寸。又如,某一尺寸的螺栓会扩散传播到螺母尺寸,制造螺栓的刀具(丝锥、扳牙等)尺寸,检验螺栓的量具(螺纹千分尺、三针直径)的尺寸,安装刀具的工具、工件螺母的尺寸等。由此可见,产品技术参数的数值不能任意选取,不然会造成产品规格繁杂,直接影响互换性生产、产品的质量以及产品的成本。

生产实践证明,对于产品技术参数合理分档、分级,对产品技术参数进行简化和协调统一,必须按照科学、统一的数值标准,即优先数与优先数系。它是一种科学的数值制度,也是国际上统一的数值分级制度。它不仅适用于标准的制定,也适用于标准制定前的规划、设计,从而把产品品种的发展一开始就引入科学的标准化轨道。因此,优先数系是国际上统一的一个重要的基础标准。

优先数系由一些十进制等比数列构成,其代号为 R(R 是优先数系创始人 Renard 的缩写),相应的公比代号为 Rr。r 代表 5、10、20、40 等数值,其对应关系如下:

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

R10= $\sqrt[10]{10}\approx1.25$ (R10 系列)

R20= $\sqrt[20]{10}\approx1.12$ (R20 系列)

R40= $\sqrt[40]{10}\approx1.06$ (R40 系列)

一般优先选择 R5 系列，其次为 R10 系列、R20 系列等，其具体数值见附表 1-1。

1.3.4 本课程的研究对象与任务

本课程是机械类专业及相关专业的一门重要的技术基础课，在教学中起着联系基础课和专业课的桥梁作用，同时也是联系机械类基础课与机械制造工艺类课程的纽带。

各种公差的标准化管理属于标准化范畴，而技术测量属于计量学范畴，它们是两个独立的系统。本课程正是将公差标准与计量技术有机地结合在一起的学科。

本课程是从加工的角度研究误差，从设计的科学性去探讨公差。众所周知，科学技术越发达，对机械产品的精度要求越高，对互换性的要求也越高，机械加工就越困难，这就必须处理好产品的使用要求与制造工艺之间的矛盾，处理好公差选择的合理性与加工出现误差的必然性之间的矛盾。因此，随着机械工业的高速发展，我国制造大国的地位越来越明显，本课程的重要性也越来越突出。

学习本课程的基本要求如下：

- (1) 掌握互换性原理的基础知识；
- (2) 了解本课程所介绍的各种公差标准和基本内容并掌握其特点；
- (3) 学会根据产品的功能要求，选择合理的公差并能正确地标注到图样上；
- (4) 掌握一般几何参数测量的基础知识；
- (5) 了解各种典型零件的测量方法，学会使用常用的计量器具。

附表 1-1 优先数系的基本系列(摘自 GB/T 321—1980) mm

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