

高等职业教育“十二五”规划教材  
中国高等职业技术教育研究会推荐  
高等职业教育精品课程

# 互换性与测量

杨好学 周文超 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等职业教育“十二五”规划教材  
中国高等职业技术教育研究会推荐  
高等职业教育精品课程

# 互换性与测量

杨好学 周文超 主编



国防工业出版社

发行部：(010) 88240777  
发行部：(010) 88240776  
发行部：(010) 88240775

## 内 容 简 介

本书为国家示范性高职院校课程改革成果,采用最新的国家标准,介绍新国家标准的规定及应用。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、典型零件的公差与测量。本书配有“职业导航”、“教学导航”、“知识轮廓树形图”、“知识梳理与总结”等内容,还附有相关的公差表格、思考题与习题,以便于教学及读者学习相关知识与技能。

根据目前高职高专教学改革的特点、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大刀阔斧的精简。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、齿轮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,突出了高职高专的应用性。同时利用一个综合实例贯穿全书的所有章节,目的是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机械类各专业的教学用书,也可供其他相关专业以及有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量/杨好学,周文超主编. —北京:国防工业出版社, 2014. 1  
高等职业教育“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-118-09084-0

I. ①互... II. ①杨... ②周... III. ①零部件 - 互换性 - 高等职业教育 - 教材 ②零部件 - 测量技术 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 211181 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 15¼ 字数 344 千字

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

# 高等职业教育制造类专业“十二五”规划教材 编审专家委员会名单

**主任委员** 方 新(北京联合大学教授)

刘跃南(深圳职业技术学院教授)

**委 员** (按姓氏笔画排列)

白冰如(西安航空职业技术学院副教授)

刘克旺(青岛职业技术学院副教授)

刘建超(成都航空职业技术学院教授)

米国际(西安航空学院副教授)

孙 红(辽宁省交通高等专科学校教授)

李景仲(江苏财经职业技术学院教授)

段文洁(陕西工业职业技术学院副教授)

徐时彬(四川工商职业技术学院副教授)

郭紫贵(张家界航空工业职业技术学院副教授)

黄 海(深圳职业技术学院副教授)

蒋敦斌(天津职业大学教授)

韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)

颜培钦(广东交通职业技术学院教授)

**总 策 划** 江 洪 湖

内容简介

《互换性与测量》

编委会

主编 杨好学 周文超

副主编 罗宗平 蔡霞 周养萍

编委 杨好学 周文超 罗宗平 蔡霞

周养萍 户艳 李晓玲 谢健

- (对换测量木对业限空旅瑞京) 张毅
- (对换测量木对业限空旅安西) 刘国米
- (对换测量木对业限空旅交高宁兵) 陈伟
- (对换测量木对业限空旅根恭兵) 林景李
- (对换测量木对业限空旅工西荆) 耿文娟
- (对换测量木对业限空旅商工川四) 洪加林
- (对换测量木对业限空旅工空海家淮) 黄崇淮
- (对换测量木对业限空旅限聚) 蒋黄
- (对换测量木对业限空旅限聚天) 陈建群
- (对换测量木对业限空旅限聚五枣) 贾玉梅
- (对换测量木对业限空旅限聚交求六) 徐敏

国防工业出版社

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码 100088)  
北京印刷厂印刷  
新华书店经销

总策划

开本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 344千字  
2014年1月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 32.00元

(本书如有印刷错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777 发行部: (010)88540776  
发行传真: (010)88540755 发行业务: (010)88540717

# 总序

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各院校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育制造类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技能型人才,这就要求我们高等职业教育制造类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育制造类专业的教材一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上要去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的机械设计制造类专业、自动化类专业、机电设备类专业、汽车类专业的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方新

2.3.3 尺寸分段	17
2.3.4 标准公差	18
2.4 基本偏差系列	19

# 前 言

“互换性与测量”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。

本书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,根据全国高职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编写的。书中采用最新国家标准,重点讲述新国家标准的基本概念,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结构、操作步骤留在实验时介绍;吸取了各校多年的教学经验,充分了解机械类各专业的要求。本书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使用。

本书的特点是:首先利用一个综合实例贯穿基础标准(绪论、极限与配合、几何公差、表面粗糙度和测量技术基础)与典型零件标准(轴承、平键和齿轮),使学生对零件互换性的要求有全面的理解;其次对某些章节进行重组(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、齿轮等结合件的公差组合为普通结合件的互换性);最后增加了典型零件的公差与测量一章,利用两个零件(一个为轴类,另一个为箱体类),分析它们的互换性要求以及如何测量,以突出实用性。

近年来,由于各校对“互换性与测量”课程教学内容改革的情况有所不同,本书为扩大适用面,按50学时编写,带“\*”的章节较难,可在使用中根据具体情况进行取舍。

本书由高职高专院校具有丰富教学经验的教师编写。全书由西安航空学院杨好学、宜宾职业技术学院周文超担任主编,由宜宾职业技术学院罗宗平、西安航空学院蔡霞、西安航空职业技术学院周养萍担任副主编。参与本书编写的有杨好学(第1、2章)、周文超(第6章)、罗宗平(第7章)、蔡霞(第4章)、周养萍(第3章)、户艳(第5章)。谢健在本书的编写过程中提供了大力支持与帮助。

本书在策划、编写及出版过程中,得到了西安航空学院、宜宾职业技术学院、西安航空职业技术学院、张家界航空工业职业技术学院的大力支持与帮助,在此表示衷心感谢!此外,在编写中还引用了部分标准和技术文献资料,在此,对相关的单位、人员和专家一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

职业导航	1
第1章 绪论	2
本章教学导航	2
1.1 互换性	2
1.1.1 互换性的意义	2
1.1.2 互换性的作用	3
1.1.3 互换性的分类	3
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	6
1.3.1 标准	6
1.3.2 标准化	6
1.3.3 优先数与优先数系	7
1.3.4 本课程的研究对象与任务	7
本章知识梳理与总结	8
思考题与习题	8
第2章 极限与配合	9
本章教学导航	9
本章知识轮廓树形图	9
2.1 概述	10
2.2 极限与配合的基本内容	10
2.2.1 尺寸、公差和偏差的基本术语	10
2.2.2 配合的基本术语	13
2.3 标准公差系列	17
2.3.1 公差等级	17
2.3.2 公差单位*	17
2.3.3 尺寸分段*	17
2.3.4 标准公差*	18
2.4 基本偏差系列	19



2.4.1	基本偏差代号	19
2.4.2	轴的基本偏差的确定	20
2.4.3	孔的基本偏差的计算	21
2.4.4	极限与配合的标注	24
2.4.5	基准制配合	24
2.5	尺寸公差带与未注公差	26
2.5.1	公差带与配合	26
2.5.2	线性尺寸未注公差	28
2.6	极限与配合的选用	29
2.6.1	基准制的选择	29
2.6.2	公差等级的选用	30
2.6.3	配合种类的选择	32
2.7	尺寸链*	37
2.7.1	尺寸链的基本概念	37
2.7.2	完全互换法计算尺寸链	39
	本章知识梳理与总结	48
	思考题与习题	48
<b>第3章</b>	<b>测量技术基础</b>	<b>51</b>
	本章教学导航	51
	本章知识轮廓树形图	51
3.1	概述	51
3.1.1	测量与检验	51
3.1.2	几何量测量的目的和任务	52
3.1.3	长度基准与长度量值传递系统	53
3.1.4	量块	54
3.1.5	测量方法与测量器具	56
3.2	常用量具简介	58
3.2.1	游标量具	58
3.2.2	螺旋测微量具	59
3.2.3	机械量仪	61
3.3	测量数据处理	63
3.3.1	测量误差及其产生的原因	63
3.3.2	测量误差的分类	64
3.3.3	测量精度	65
3.4	光滑工件尺寸的检验	66
3.4.1	测量误差对工件验收的影响	66
3.4.2	验收极限与安全裕度	67
3.4.3	计量器具的选择	68

3.4.4	计量器具选择实例	69
3.5	光滑极限量规的设计	70
3.5.1	概述	70
3.5.2	光滑极限量规的分类	71
3.5.3	工作量规的公差带	72
3.5.4	量规设计	73
	本章知识梳理与总结	79
	思考题与习题	79
<b>第4章</b>	<b>几何公差</b>	<b>81</b>
	本章教学导航	81
	本章知识轮廓树形图	81
4.1	概述	82
4.2	几何公差的基本概念	83
4.2.1	零件的要素	83
4.2.2	几何公差类型	84
4.2.3	几何公差带	84
4.2.4	几何公差的代号	85
4.2.5	几何公差的基准符号	87
4.3	形状公差	87
4.3.1	形状误差及其评定	87
4.3.2	形状公差各项目	88
4.4	基准	93
4.4.1	基准的建立	93
4.4.2	基准的分类	93
4.4.3	基准的体现	94
4.5	轮廓度公差	95
4.5.1	线轮廓度公差	95
4.5.2	面轮廓度公差	96
4.5.3	轮廓度误差的测量方法	97
4.6	方向公差	98
4.6.1	方向误差及其评定	98
4.6.2	方向公差各项目	98
4.6.3	方向公差带特点	103
4.7	位置公差	104
4.7.1	位置误差及其评定	104
4.7.2	位置公差各项目	104
4.7.3	位置公差带特点	108
4.8	跳动公差	109

00	4.8.1 跳动误差及其评定	109
00	4.8.2 跳动公差各项目	109
00	4.8.3 跳动公差带特点	112
15	4.8.4 几何误差的检测原则	112
00	4.9 几何公差的标注	114
00	4.9.1 几何公差的标注符号	114
00	4.9.2 几何公差标注的基本规定	115
00	4.9.3 几何公差标注的特殊规定	115
18	4.9.4 几何公差的简化标注	116
18	4.10 公差原则	116
18	4.10.1 公差原则的基本术语及定义	117
18	4.10.2 独立原则	120
00	4.10.3 相关要求	120
18	4.11 几何公差的选择	126
00	4.11.1 几何公差项目的选择	126
00	4.11.2 几何公差值的确定	127
00	4.11.3 基准要素的选用	134
00	4.11.4 公差原则的选用	135
00	4.11.5 未注几何公差	135
00	4.11.6 几何公差的选择方法与实例	136
00	本章知识梳理与总结	139
00	思考题与习题	140
00	<b>第5章 表面粗糙度</b>	<b>145</b>
00	本章教学导航	145
00	本章知识轮廓树形图	145
00	5.1 概述	145
00	5.1.1 表面结构	145
00	5.1.2 表面粗糙度的概念	146
00	5.1.3 表面粗糙度对零件使用性能的影响	146
00	5.2 表面粗糙度的评定参数	147
00	5.2.1 基本术语及定义	147
00	5.2.2 评定参数	149
00	5.3 表面粗糙度的标注	151
00	5.3.1 表面粗糙度符号及意义	151
00	5.3.2 表面粗糙度符号及其标注	152
00	5.3.3 表面粗糙度在图样上的标注	155
00	5.3.4 表面粗糙度在图样上的标注示例	157
00	5.4 表面粗糙度的选择	157

5.4.1	表面粗糙度评定参数的选择	157
5.4.2	表面粗糙度评定参数值的选择	158
5.5	表面粗糙度的测量	160
5.5.1	比较法	160
5.5.2	光切法	160
5.5.3	光波干涉法	161
5.5.4	针描法	161
	本章知识梳理与总结	163
	思考题与习题	163
<b>第6章</b>	<b>普通结合件的互换性</b>	<b>164</b>
	本章教学导航	164
	本章知识轮廓树形图	164
6.1	滚动轴承的互换性	167
6.1.1	滚动轴承的公差	168
6.1.2	滚动轴承配合的选择	169
6.2	圆锥结合的互换性	175
6.2.1	锥度、锥角系列与圆锥公差	175
6.2.2	圆锥公差的标注	177
6.2.3	角度与锥度的测量	178
6.3	键与花键连接的互换性	181
6.3.1	单键连接的互换性	182
6.3.2	花键连接的互换性	184
6.4	普通螺纹结合的互换性	188
6.4.1	普通螺纹的种类及其几何参数对互换性的影响	188
6.4.2	普通螺纹的公差与配合	191
6.4.3	普通螺纹的测量	195
6.5	渐开线圆柱齿轮传动的互换性*	197
6.5.1	齿轮传动的使用要求	197
6.5.2	齿轮的评定指标及其测量	198
6.5.3	齿轮精度标准及其应用	204
	本章知识梳理与总结	224
	思考题与习题	224
<b>第7章</b>	<b>典型零件的公差与测量</b>	<b>226</b>
	本章教学导航	226
7.1	轴类工件	226
7.1.1	轴类工件的互换性要求	227
7.1.2	轴类工件的测量	228

7.2	箱体类工件	229
7.2.1	箱体类工件的互换性要求	229
7.2.2	箱体类工件的测量	230
	本章知识梳理与总结	231
	思考题与习题	231
	参考文献	232
	1.1 互换性的基本概念	115
	1.2 互换性的分类	115
	1.3 互换性的应用	116
	2.1 公差与配合的基本术语及定义	117
	2.2 公差与配合的标注	120
	2.3 公差与配合的选用	120
	3.1 公差与配合的测量	126
	3.2 公差与配合的检验	127
	3.3 公差与配合的合格判定	134
	4.1 公差与配合的标注	135
	4.2 公差与配合的标注	135
	4.3 公差与配合的标注	136
	4.4 公差与配合的标注	136
	4.5 公差与配合的标注	136
	4.6 公差与配合的标注	136
	4.7 公差与配合的标注	136
	4.8 公差与配合的标注	136
	4.9 公差与配合的标注	136
	4.10 公差与配合的标注	136
	4.11 公差与配合的标注	136
	4.12 公差与配合的标注	136
	4.13 公差与配合的标注	136
	4.14 公差与配合的标注	136
	4.15 公差与配合的标注	136
	4.16 公差与配合的标注	136
	4.17 公差与配合的标注	136
	4.18 公差与配合的标注	136
	4.19 公差与配合的标注	136
	4.20 公差与配合的标注	136
	4.21 公差与配合的标注	136
	4.22 公差与配合的标注	136
	4.23 公差与配合的标注	136
	4.24 公差与配合的标注	136
	4.25 公差与配合的标注	136
	4.26 公差与配合的标注	136
	4.27 公差与配合的标注	136
	4.28 公差与配合的标注	136
	4.29 公差与配合的标注	136
	4.30 公差与配合的标注	136
	4.31 公差与配合的标注	136
	4.32 公差与配合的标注	136
	4.33 公差与配合的标注	136
	4.34 公差与配合的标注	136
	4.35 公差与配合的标注	136
	4.36 公差与配合的标注	136
	4.37 公差与配合的标注	136
	4.38 公差与配合的标注	136
	4.39 公差与配合的标注	136
	4.40 公差与配合的标注	136
	4.41 公差与配合的标注	136
	4.42 公差与配合的标注	136
	4.43 公差与配合的标注	136
	4.44 公差与配合的标注	136
	4.45 公差与配合的标注	136
	4.46 公差与配合的标注	136
	4.47 公差与配合的标注	136
	4.48 公差与配合的标注	136
	4.49 公差与配合的标注	136
	4.50 公差与配合的标注	136
	4.51 公差与配合的标注	136
	4.52 公差与配合的标注	136
	4.53 公差与配合的标注	136
	4.54 公差与配合的标注	136
	4.55 公差与配合的标注	136
	4.56 公差与配合的标注	136
	4.57 公差与配合的标注	136
	4.58 公差与配合的标注	136
	4.59 公差与配合的标注	136
	4.60 公差与配合的标注	136
	4.61 公差与配合的标注	136
	4.62 公差与配合的标注	136
	4.63 公差与配合的标注	136
	4.64 公差与配合的标注	136
	4.65 公差与配合的标注	136
	4.66 公差与配合的标注	136
	4.67 公差与配合的标注	136
	4.68 公差与配合的标注	136
	4.69 公差与配合的标注	136
	4.70 公差与配合的标注	136
	4.71 公差与配合的标注	136
	4.72 公差与配合的标注	136
	4.73 公差与配合的标注	136
	4.74 公差与配合的标注	136
	4.75 公差与配合的标注	136
	4.76 公差与配合的标注	136
	4.77 公差与配合的标注	136
	4.78 公差与配合的标注	136
	4.79 公差与配合的标注	136
	4.80 公差与配合的标注	136
	4.81 公差与配合的标注	136
	4.82 公差与配合的标注	136
	4.83 公差与配合的标注	136
	4.84 公差与配合的标注	136
	4.85 公差与配合的标注	136
	4.86 公差与配合的标注	136
	4.87 公差与配合的标注	136
	4.88 公差与配合的标注	136
	4.89 公差与配合的标注	136
	4.90 公差与配合的标注	136
	4.91 公差与配合的标注	136
	4.92 公差与配合的标注	136
	4.93 公差与配合的标注	136
	4.94 公差与配合的标注	136
	4.95 公差与配合的标注	136
	4.96 公差与配合的标注	136
	4.97 公差与配合的标注	136
	4.98 公差与配合的标注	136
	4.99 公差与配合的标注	136
	4.100 公差与配合的标注	136

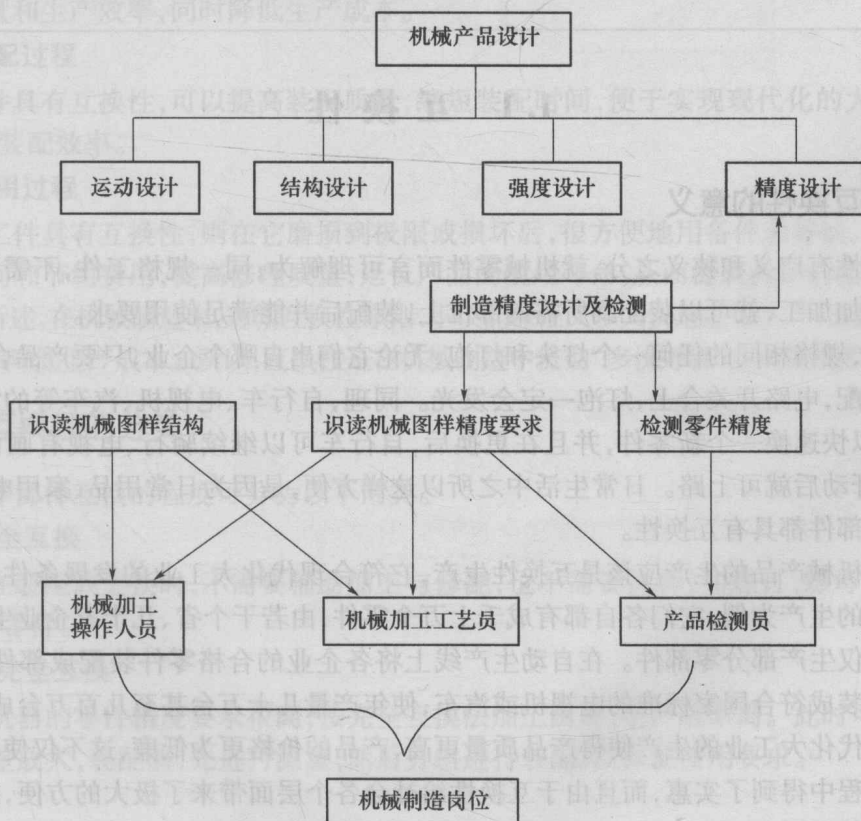
## 职业导航

机械产品的制造包括设计、加工和检测三个过程。

机械产品设计包括四个方面,即运动设计、结构设计、强度设计和精度设计(见下图),其中精度设计是本课程的研究内容。设计结果以机械图样的形式体现。

机械产品的加工以机械图样为依据,无论机械加工操作人员还是工艺员,都必须能够识读机械图样结构及精度要求。

零件加工后能否满足精度要求需要通过检测加以判断,检测是产品达到精度要求的技术保证,检测人员要求具备机械精度基本知识和检测操作能力。



# 第1章 绪论

## 本章教学导航

**知识重点:** 互换性的概念及意义、优先数。

**教学难点:** 实现互换性的条件及与标准化的关系。

**推荐的学习方法:** 课堂上,听课+互动;课外,了解生活或生产中零件互换性的实例。

**必须掌握的理论知识:** 互换性、公差与加工误差、标准和标准化。

**课堂随笔:** \_\_\_\_\_

## 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上,装配后并能满足使用要求。

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、汽车等的零件被损坏,也可以快速换一个新零件,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电视机或汽车,使年产量几十万台甚至几百万台成为可能,而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,这不仅使消费者在现代化进程中得到了实惠,而且由于互换性给社会各个层面带来了极大的方便,推动了社会生产力的发展。

由于电视机或汽车要在生产线上装配,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,大型国有企业和民营企业不同的设备条件,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,这说明了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”(即实际参数值所允许的最大变动量)。

### 1.1.2 互换性的作用

#### 1. 产品设计

由于标准零部件采用互换性原则设计和生产,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

零部件具有互换性,可以提高装配质量;缩短装配时间,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,则在它磨损到极限或损坏后,很方便地用备件来替换。可以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进行生产,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

按照零部件互换的程度可分为以下两类。

#### 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,如螺钉、螺母、滚动轴承、齿轮等零件。

#### 2. 不完全互换

有些机器的零件精度要求很高,按完全互换法加工困难,生产成本低。此时可将工件的尺寸公差放大,装配前,先进行测量,然后分组进行装配,以保证使用要求。

## 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,使得工件在加工后总会产生一些误差。加工误差就几何量来讲,可分为以下几种。

### 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。零件的尺寸要求如图 1-1 (a) 所示,但经过加工,它的  $d_{a1}$ 、 $d_{a2}$ 、 $d_{a3}$ 、 $d_{a4}$ 、 $d_{a5}$  的实际尺寸各有不同,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 ( $d_{a1}$ 、 $d_{a2}$ 、 $d_{a3}$  的直径尺寸大小不一),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 ( $d_{a4}$ 、 $d_{a5}$  横剖面尺寸不同),出现了圆度误差,即为几何形状误差。

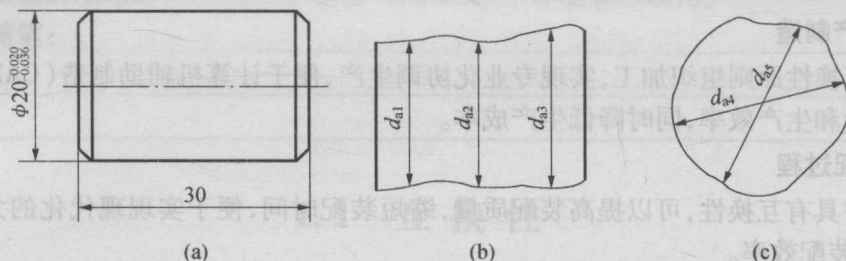


图 1-1 几何形状误差

(a) 零件的尺寸要求; (b) 零件的轴剖面; (c) 零件的横剖面。

### 3. 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,然后再掉头车削小直径一端。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,造成了零件的实际位置与理想位置的偏离。

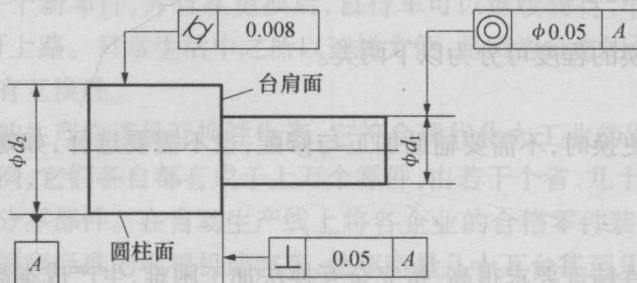


图 1-2 相互位置误差

### 4. 表面粗糙度(微观的几何形状误差)

它是加工后刀具在工件表面上留下的微小波形,即使经过精细加工,目视很光亮的表面,经过放大观察,也可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,只要将工件的加工误差(尺寸、形状、位置和表面粗糙度)都控制在公差范围内就为合格品,如图 1-3 所示。