



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

■ 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

主 编 杨好学

副主编 朱 琪 吴晓红

参 编 李 罡 蔡 霞 赵晓燕

主 审 赵卓贤

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书采用最新的国家标准,介绍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、形状和位置公差、表面粗糙度、滚动轴承的互换性、光滑极限量规、圆锥结合的互换性、键与花键联结的互换性、普通螺纹结合的互换性、渐开线圆柱齿轮传动的互换性及尺寸链。每章均附有相关的公差表格(见附表)及思考题与习题。

根据目前高职高专教学的特点和市场对人才的知识需求,本书对传统内容进行了精简,突出了应用性,利用一个综合实例贯穿全书的主要内容(第1、2、4、5、6、9、11章),以使读者对互换性的要求有一个整体的理解。

本书可作为高职高专院校、成人高校、电视大学等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。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/杨好学主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2006. 2

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

ISBN 7 - 5606 - 1634 - 8

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

② 零部件-测量-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 159244 号

策 划 毛红兵

责任编辑 王 瑛 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http: //www. xduph. com E-mail: xdupfxb@pub. xaonline. com

经 销 新华书店

印刷单位 中铁一局印刷厂

版 次 2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 14.25

字 数 330 千字

印 数 1~4000 册

定 价 16.00 元

ISBN 7 - 5606 - 1634 - 8/TG · 0005

XDUP 1926001 - 1

* * * 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。

面向 21 世纪

机电及电气类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

主 任：李迈强

副主任：唐建生 李贵山

机 电 组

组 长：唐建生（兼）

成 员：（按姓氏笔画排列）

王春林	王周让	王明哲	田 坤	宋文学
陈淑惠	张 勤	李 伟	吴振亭	李 鲤
徐创文	殷 铖	傅维亚	魏公际	

电 气 组

组 长：李贵山（兼）

成 员：（按姓氏笔画排列）

马应魁	卢庆林	冉 文	申凤琴	全卫强
张同怀	李益民	肖 珑	杨柳春	汪宏武
柯志敏	赵虎利	戚新波	韩全立	解建军

项目策划：马乐惠

策 划：马武装 毛红兵 马晓娟

电子教案：马武装

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

欢迎选购西安电子科技大学出版社教材类图书

~~~~~ 国家级、部级重点教材 ~~~~		局域网组建、管理与维护 (高职)	20.00
计算机系统结构 (第三版) (统编)	22.00	综合布线技术 (高职)	18.00
离散数学 (第三版) (统编) (乔维声)	16.00	计算机网络技术导论	16.00
雷达对抗原理 (统编)	15.00	计算机网络 (第二版) (袁家政)	26.00
雷达原理 (第三版)	23.00	计算机网络技术 (刘敏涵)	20.00
通信网的安全——理论与技术	42.00	计算机网络 (第二版) (蔡皖东)	18.00
模拟电子线路基础 (傅丰林)	16.00	计算机网络 (第二版) (雷振甲)	21.00
移动通信 (第三版) (统编) (郭梯云)	26.00	计算机网络工程	20.00
智能控制理论和方法	18.00	计算机网络实验教程	14.00
~~~~~ 计算机提高普及类 ~~~~		计算机组网实验教程	23.00
计算机应用基础 (第三版) (丁)	19.00	计算机网络学习辅导及习题详解	23.00
计算机组装与维护 (高职) (杜飞明)	22.00	网络工程设计与实践	29.00
计算机组装与维护实用教程		网络应用程序设计	21.00
(第二版) (高职)	29.00	现代网络技术	24.00
《新编计算机应用基础》		网络计算	19.00
(Windows 2000&Office 2002) (第二版)	22.00	~~~~~ 计算机技术类 ~~~~	
《新编计算机应用基础 (第二版)》		计算机系统结构 (陈智勇)	22.00
实践技能训练与案例分析	12.00	计算机系统——概念与技术 (洪龙)	18.00
计算机应用基础 (Windows 2000		计算机组成原理	
&Office 2002版) (教育部高职)	23.00	与系统结构实验教程 (杨小龙)	12.00
《计算机应用基础》实践技能训练		计算机系统安全	22.00
与案例分析 (教育部高职)	11.00	电子政务理论与实务	20.00
计算机应用基础上机与实习指导 (第三版)	12.00	电子商务概论	17.00
计算机软件技术基础教程	21.00	电子商务基础与应用 (第四版) (含盘)	34.00
计算机综合能力实训教程 (高职)	10.00	数据结构(C) (第二版) (杨秀金)	20.00
办公自动化技术及应用教程	22.00	《数据结构》算法实现及解析	
办公自动化设备的使用和维护		——配合严蔚敏的《数据结构》(C语言版)	
(第二版) (高职)	18.00	(含光盘) (第二版)	35.00
网络办公自动化技术及应用 (高职)	21.00	数据结构——使用 C++语言 (第二版)	23.00
~~~~~ 计算机网络类 ~~~~		数据结构 (高职) (周岳山)	15.00
Internet基础与使用 (第二版) (高职)	13.00	计算方法与实习 (高职)	11.00
Internet基础与使用 (第二版) (中专)	12.00	算法设计与分析	15.00
计算机网络安全 (高职)	15.00	编译原理教程	15.00
网络安全技术 (高职)	17.00	《编译原理教程》习题解析与上机指导	12.00
网络安全与保密	24.00	编译原理基础	13.00
网络信息安全技术	17.00	《编译原理基础》习题与上机题解答	10.00
网站建设与维护 (崔良海)	18.00	编译原理学习指导	19.00
网站建设与维护 (廖常武)	19.00	《离散数学》习题解答	16.00
Internet技术及其应用教程	15.00	离散数学 (蔡英)	19.00
计算机图形图像与网页制作 (高职)	19.00	《离散数学》学习指导书	16.00
互联网实用技术与网页制作 (高职)	14.00	离散数学 (马光思)	22.00

离散数学(乔维声)	21.00	3DS MAX 6.0实用教程(高职)	23.00
软件工程(第二版)	22.00	~~~~~微机与控制类~~~~~	
软件工程与数据库概论	14.00	微型计算机原理与应用(第二版)(本科)	33.00
信息系统分析与设计(卫红春)	19.00	《微型原理及应用》(第二版)学习指导	18.00
信息系统分析与设计(高职)(卫红春)	18.00	微型计算机原理(第四版)	29.00
信息系统分析与设计(第二版)(陈圣国)	14.00	《微型计算机原理》(第四版)学习指导书	14.00
人工智能技术导论(第二版)	18.00	《微型计算机原理》学习与实验指导	18.00
~~~~~计算机辅助技术类~~~~~		微型计算机原理及接口技术(新世纪)	25.00
电子工程制图(含习题集)(高职)	25.00	微型计算机原理与组成	20.00
工程制图(含习题集)(高职)	22.00	80X86 微机原理与接口技术	26.00
计算机绘图(第二版)(许社教)	25.00	单片机原理及接口技术	15.00
DSP应用技术(高职)	25.00	单片机应用实训教程(高职)	22.00
现代DSP技术	22.00	新编单片机原理与应用(第二版)	22.00
电子电路CAD程序及其应用(高职)	16.00	可编程序控制器原理及应用(第二版)	22.00
电子线路CAD实用教程(第二版)	22.00	计算机控制技术(高职)(温希东)	12.00
电子工艺与电子CAD(高职)	14.00	计算机外部设备(第二版)	17.00
电子电路EDA技术	15.00	微机外围设备的使用与维护(高职)	19.00
EDA技术及应用(第二版)	24.00	~~~~~数据库及计算机语言类~~~~~	
EDA技术综合应用实例与分析	22.00	数据库原理(第二版)(郭盈发)	16.00
EDA技术与数字系统设计(高职)	14.00	数据库原理(高荣芳)	18.00
数字电路EDA设计(高职)	19.00	Visual FoxPro 6.0数据库原理与应用	
~~~~~操作系统类~~~~~		(高职)	21.00
计算机操作系统(第二版)(颜)	17.00	基于VFP和SQL的数据库技术及应用	16.00
计算机操作系统(修订版)(汤)	24.00	SQL Server 2000应用基础与实训教程	
《计算机操作系统》学习指导与题解	16.00	(高职)	19.00
计算机操作系统(王津)	16.00	Oracle数据库SQL和PL/SQL实例教程	
计算机操作系统(孙)	15.00	(高职)	17.00
计算机操作系统(方敏)	28.00	数据库技术及应用(高职)	14.00
计算机操作实训教程(张)	18.00	网络数据库技术及应用(高职)	20.00
操作系统教程——Linux实例分析(孟)	21.00	QBASIC程序设计教程	20.00
Linux操作系统实用教程(高职)	20.00	程序设计与C语言	23.00
Linux实训指导教程(高职)	13.00	《程序设计与C语言》学习指导	16.00
~~~~~图形处理类~~~~~		C语言程序设计实例教程(高职)(丁爱萍)	18.00
多媒体技术及应用(王坤)	21.00	C语言程序设计案例教程(高职)(李培金)	18.00
多媒体软件设计技术(第二版)	20.00	C++程序设计(陈圣国)	14.00
多媒体技术与应用(第二版)(傅献祯)	16.00	C++程序设计语言	20.00
多媒体技术教程(杨安琪)	20.00	《C++程序设计语言》经典题解与实验指导	13.00
多媒体技术基础及其应用(吕辉)	22.00	新编C语言程序设计教程(第二版)	22.00
计算机图形学(张义宽)	20.00	《新编C语言程序设计教程(第二版)》	
计算机图形学(丁爱玲)	14.00	习题解答与实验指导	15.00
计算机图形学(研究生系列)(璩柏青)	26.00	C++Builder 6.0 程序设计(高职)	19.00
计算机图形学——图形的计算与显示原理	22.00	Visual Foxpro 6.0 程序设计教程(丁)	22.00
数字图像处理	20.00	Visual Basic 程序设计(第二版)	20.00
		Visual Basic·NET程序设计教程(高职)	18.00

汇编语言程序设计(第二版)(韩海)	18.00	电工技术(常晓玲)	19.00
汇编语言程序设计(李强)	23.00	电工技术实训(高职)	12.00
汇编语言程序设计(李革新)	19.00	电工基础(王秀英)	19.00
微型计算机汇编语言程序设计(龚)	23.00	电工与工业电子学	18.00
面向对象程序设计与VC++实践	22.00	电工技能实训教程(高职)	26.00
面向对象程序设计与C++语言	17.00	电力电子技术(高职)	15.00
面向对象程序设计教程	19.00	电子线路仿真设计(王皓)	18.00
面向对象程序设计——JAVA	23.00	电子测量技术(高职)	16.00
《面向对象程序设计——JAVA》 学习指导与习题解答	19.00	电子技术基础(高职)(苏丽萍)	22.00
JAVA语言程序设计教程	18.00	电子技术基础——模拟电子技术(高职)	20.00
JAVA程序设计(高职)	18.00	电子技术基础——数字电子技术(高职)	14.00
Visual C++.NET管理信息系统开发案例	26.00	智能卡技术(刘守义)	20.00
~~~~~ 电子技术类 ~~~~~		手机原理与维护(陈良)	13.00
测试与计量技术基础	19.00	光电探测原理	25.00
传感器原理及工程应用	13.00	天线与电波传播(含光盘)	24.00
模拟电子技术(第二版)(教育部高职)	17.00	天线技术(高职)	14.00
模拟电子电路基础(王卫东)	23.00	电子线路基础(21世纪)(傅丰林)	19.00
模拟电子技术基础(21世纪)(孙肖子)	22.00	《电子线路基础》学习和题解指导	22.00
模拟电子技术(第二版)(江)	18.00	电子线路基础	20.00
《模拟电子技术》学习指导与题解	12.00	电磁场微波技术与天线	18.00
数字电子技术(第二版)(江)	18.00	电磁场与电磁波(第二版)	20.00
《数字电子技术》学习指导与题解	14.00	电磁场与电磁波(含光盘)(郭辉萍)	21.00
数字电子技术(第二版)(郭永贞)	19.00	电磁场与电磁波学习指导(21世纪)	21.00
数字电子技术(第二版)(教育部高职)	12.00	高频电子线路(中专)	16.00
数字电子技术基础(21世纪)	18.00	扩频通信	9.80
《数字电子技术基础》学习指导(21世纪)	8.00	扩展频谱通信及其多址技术	19.00
现代数字系统设计	25.00	信号与系统(第二版)(陈生潭)	29.00
数字电路与系统设计	25.00	《信号与系统》学习指导	17.00
数字电路与逻辑设计	18.00	信号与系统(张小虹)	22.00
数字系统设计基础	19.00	《信号与系统》学习指导	19.00
电路理论基础	20.00	信号与线性系统	26.00
电路基础(第二版)(21世纪)	21.00	数字信号处理(第二版)(丁玉美)	21.00
《电路基础》学习指导与习题全解(刘)	15.00	数字信号处理(丁玉美)	16.00
电路基础学习指导(21世纪)	15.00	数字信号处理(刘顺兰)	19.00
电路分析——基础理论与实用技术(高职)	20.00	自适应信号处理(研究生系列)	16.00
电路分析(第二版)(教育部高职)	18.00	随机信号处理	13.00
电路分析学习指导与题解(高职)(李)	19.00	数字信号处理——时域离散随机信号处理	19.00
电路分析基础(第二版)(张永瑞)	18.00	《数字信号处理 ——时域离散随机信号处理》学习指导	10.00
电路分析基础全真试题详解(张永瑞)	20.00	微波电路CAA与CAD(研究生系列)	21.00
电路分析基础(高职)(牛金生)	16.00	射频/微波电路导论	28.00
电路与电子技术(路松行)	22.00	微电子器件可靠性(研究生系列)	13.00
电力电子技术(曾方)	15.00	物理光学与应用光学	26.00
电工基础(第二版)(教育部高职)	18.00	非线性光学(研究生系列)	40.00

现代光学(研究生系列)	18.00	计算机数据通信教程(张燕)	15.00
红外物理(研究生系列)	20.00	纠错码——原理与方法(王新梅)	35.00
常用低压电器与可编程序控制器	22.00	编码理论	19.00
可编程逻辑器件原理、开发与应用	22.00	数字通信原理与技术(第二版)	25.00
可编程逻辑器件原理及应用(朱明程)	23.00	现代通信新技术	20.00
多传感器数据融合及其应用(研究生系列)	18.00	现代交换技术	20.00
毕业设计指导(电类)(高职)	28.00	程控交换技术实用教程(高职)(李正吉)	11.00
~~~~~通信与自动控制类~~~~~			
《通信电子线路(第二版)》学习指导	25.00	程控数字交换原理学习指导与习题解析	12.00
光纤通信(方强)	15.00	自动控制原理(赵四化)	16.00
光纤通信(张宝富)	18.00	自动控制原理(薛安克)	19.00
光纤通信(刘增基)	15.00	《自动控制原理》学习指导与题解(方斌)	22.00
卫星通信	12.00	自动控制原理及其应用(高职)	15.00
移动通信(章坚武)	16.00	智能化仪器原理及应用(曹建平)	16.00
蜂窝移动通信技术	23.00	楼宇自动化(高职)	14.00
移动通信技术(高职)	18.00	电梯原理及逻辑排故(高职)	22.00
数字通信系统(强世锦)	17.00	~~~~~家用电器与机电类~~~~~	
数字通信原理与技术(第二版)	25.00	电视原理与系统(赵坚勇)	16.00
数字通信原理(黎洪松)	25.00	电视原理与电视机检修(高职)	16.00
通信原理与通信技术	23.00	电视机原理与技术(李林和)	20.00
《通信原理与通信技术》学习指导	22.00	数字电视技术	20.00
多媒体通信技术(王汝言)	23.00	电器原理与技术(裴昌幸)	24.00
现代通信系统	24.00	调音技术(高职)	16.00
通信电路(沈伟慈)	18.00	音响技术	13.00
通信电源(高职)	14.00	现代音响与调音技术	19.00
通信系统(修订版)(王秉钧)	22.00	工程力学(皮)	12.00
现代通信系统导论(高职)	18.00	机械工程基础(李茹)	26.00
现代通信网概论	25.00	机械设计基础(赵冬梅)	21.00
现代通信理论与技术导论	25.00	机械设计基础(张京辉)	24.00
现代通信技术与网络应用	23.00	机械基础(周家泽)	17.00
现代通信新技术	20.00	机械CAD/CAM技术(万新)	20.00
现代通信原理与技术	26.00	计算机辅助机械设计(秦汝明)	19.00
通信工程专业英语	12.00	数控机床原理与编程(陈富安)	20.00
微波技术与天线	17.00	数控加工与编程(高职)	19.00
锁相技术	14.80	机电一体化技术	17.00
计算机通信网(沈)	24.00	电切削加工技术(高职)(詹)	13.00
计算机通信网(修订版)(刘后铭)	18.00	液压与气动技术(朱梅)	19.00
		特种加工技术(周旭光)	10.00

欢迎来函索取本社最新书目和教材介绍, 欢迎投稿!

从邮局或银行汇款邮购者, 汇款单上务必写清收书人姓名、地址、邮编、电话。款到后我社将挂号发书, 加收5元包装邮费(一次购书30元以上者可免收邮费)。

通信地址: 西安市太白南路2号 西安电子科技大学出版社发行部 邮 编: 710071

电 话: (029) 88201467 传 真: (029) 88213675

主 页: <http://www.xduph.com> E-mail: [xdupfxb@pub.xaonline.com](mailto:xdupfxb@pub.xaonline.com)

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1	2.6.3 配合种类的选择 .....	29
1.1 互换性 .....	1	思考题与习题 .....	38
1.1.1 互换性的概念 .....	1	<b>第 3 章 测量技术基础</b> .....	40
1.1.2 互换性的作用 .....	2	3.1 概述 .....	40
1.1.3 互换性的分类 .....	2	3.2 长度基准与量值传递 .....	41
1.2 互换性与技术测量 .....	2	3.2.1 基准的建立 .....	41
1.2.1 几何参数误差与公差 .....	2	3.2.2 长度量值传递系统 .....	41
1.2.2 技术测量 .....	4	3.2.3 量块 .....	41
1.3 互换性与标准化 .....	5	3.3 测量方法与测量器具 .....	44
1.3.1 标准 .....	5	3.3.1 测量方法的分类 .....	44
1.3.2 标准化 .....	5	3.3.2 测量器具的分类 .....	46
1.3.3 优先数与优先数系 .....	6	3.3.3 测量器具的度量指标 .....	47
1.3.4 本课程的研究对象与任务 .....	6	3.4 测量误差及其处理 .....	48
思考题与习题 .....	7	3.4.1 测量误差 .....	48
<b>第 2 章 极限与配合</b> .....	8	3.4.2 测量误差产生的原因 .....	48
2.1 概述 .....	8	3.4.3 测量误差的分类 .....	50
2.2 极限与配合的基本内容 .....	8	3.4.4 测量精度的分类 .....	50
2.2.1 尺寸与公差的基本术语 .....	8	3.4.5 随机误差的特性与处理 .....	51
2.2.2 配合的基本术语 .....	11	思考题与习题 .....	56
2.3 标准公差系列 .....	14	<b>第 4 章 形状和位置公差</b> .....	57
2.3.1 公差等级 .....	14	4.1 概述 .....	57
2.3.2 公差单位 .....	15	4.1.1 零件的要素 .....	58
2.3.3 尺寸分段 .....	15	4.1.2 形位公差项目及符号 .....	59
2.4 基本偏差系列 .....	16	4.1.3 形位公差的标注 .....	59
2.4.1 基本偏差代号 .....	16	4.1.4 形位公差带 .....	62
2.4.2 极限与配合的标注 .....	17	4.2 形状公差 .....	63
2.4.3 基准制配合 .....	18	4.2.1 形状误差的评定 .....	63
2.4.4 轴的基本偏差的确定 .....	19	4.2.2 形状公差各项目 .....	64
2.4.5 孔的基本偏差的计算 .....	20	4.3 形状或位置公差 .....	68
2.5 尺寸公差带与未注公差 .....	22	4.3.1 基准和基准体系 .....	68
2.5.1 公差带与配合 .....	22	4.3.2 轮廓度公差 .....	70
2.5.2 线性尺寸未注公差 .....	25	4.4 位置公差 .....	72
2.6 极限与配合的选用 .....	25	4.4.1 位置误差的评定 .....	72
2.6.1 基准制的选择 .....	25	4.4.2 定向公差 .....	73
2.6.2 公差等级的选用 .....	26	4.4.3 定位公差 .....	76

4.4.4 跳动公差 .....	80	第7章 光滑极限量规 .....	135
4.4.5 形位误差的检测原则 .....	83	7.1 概述 .....	135
4.5 公差原则 .....	84	7.1.1 塞规和卡规(环规) .....	135
4.5.1 术语及其意义 .....	85	7.1.2 量规的分类 .....	136
4.5.2 独立原则 .....	89	7.2 工作量规公差带 .....	136
4.5.3 相关要求 .....	90	7.3 量规设计 .....	137
4.6 形位公差的选择 .....	94	7.3.1 量规设计原则 .....	137
4.6.1 形位公差项目的选用 .....	94	7.3.2 量规的形式与结构 .....	138
4.6.2 基准要素的选用 .....	95	7.3.3 设计举例 .....	139
4.6.3 公差原则的选用 .....	96	7.3.4 量规的技术要求 .....	141
4.6.4 形位公差值的选用 .....	96	思考题与习题 .....	142
4.6.5 未注形位公差 .....	99	第8章 圆锥结合的互换性 .....	143
4.6.6 形位公差的选用举例 .....	99	8.1 概述 .....	143
思考题与习题 .....	103	8.1.1 圆锥体配合的特点 .....	143
第5章 表面粗糙度 .....	108	8.1.2 圆锥配合的基本参数 .....	143
5.1 概述 .....	108	8.2 锥度、锥角系列与圆锥公差 .....	144
5.1.1 表面粗糙度的概念 .....	108	8.2.1 锥度与锥角系列 .....	144
5.1.2 表面粗糙度对互换性的影响 .....	108	8.2.2 圆锥公差的基本参数 .....	144
5.2 表面粗糙度的评定参数 .....	109	8.2.3 圆锥公差 .....	145
5.2.1 基本术语及定义 .....	109	8.3 圆锥配合 .....	146
5.2.2 评定参数 .....	112	8.3.1 圆锥配合的特点 .....	146
5.3 表面粗糙度的标注 .....	114	8.3.2 圆锥配合的种类 .....	148
5.3.1 表面粗糙度的基本符号 .....	114	8.3.3 圆锥配合的一般规定 .....	148
5.3.2 表面粗糙度的代号及其标注 .....	114	8.3.4 圆锥公差的标注 .....	149
5.3.3 表面粗糙度在图样上的标注 .....	117	8.4 锥度与锥角的测量 .....	150
5.4 表面粗糙度的选择 .....	117	8.4.1 相对测量法 .....	150
5.4.1 表面粗糙度评定参数的选择 .....	117	8.4.2 绝对测量法 .....	152
5.4.2 表面粗糙度评定参数值的选择 .....	118	8.4.3 间接测量法 .....	152
5.5 表面粗糙度的测量 .....	119	思考题与习题 .....	156
思考题与习题 .....	122	第9章 键与花键联结的互换性 .....	157
第6章 滚动轴承的互换性 .....	123	9.1 单键联结的互换性 .....	157
6.1 概述 .....	123	9.1.1 概述 .....	157
6.2 滚动轴承的公差 .....	124	9.1.2 平键联结的公差与配合 .....	157
6.2.1 滚动轴承的公差等级 .....	124	9.1.3 单键的测量 .....	159
6.2.2 滚动轴承内、外径的公差带 .....	125	9.2 花键联结的互换性 .....	159
6.3 滚动轴承配合的选择 .....	126	9.2.1 概述 .....	159
6.3.1 轴颈和外壳孔的公差带 .....	126	9.2.2 矩形花键结合的公差与配合 .....	160
6.3.2 配合选择的基本原则 .....	126	9.2.3 矩形花键的形位公差和 表面粗糙度 .....	162
6.3.3 配合表面的形位公差及 表面粗糙度 .....	130	9.3 矩形花键的标注及测量 .....	164
6.3.4 滚动轴承配合选用举例 .....	131	9.3.1 花键的标注 .....	164
思考题与习题 .....	134	9.3.2 花键的测量 .....	164

思考题与习题 .....	166	11.2.3 影响载荷分布均匀性 的误差及测量 .....	188
<b>第 10 章 普通螺纹结合的互换性</b> .....	167	11.2.4 影响齿轮副侧隙的偏差及 测量 .....	189
10.1 概述 .....	167	11.3 齿轮副的评定指标 .....	191
10.1.1 螺纹的种类及使用要求 .....	167	11.4 渐开线圆柱齿轮精度标准及 其应用 .....	192
10.1.2 普通螺纹的基本几何参数 .....	167	11.4.1 使用范围 .....	192
10.2 普通螺纹的几何参数对互换性 的影响 .....	168	11.4.2 精度等级 .....	192
10.2.1 普通螺纹联结的互换性要求 .....	168	11.4.3 精度等级的选择 .....	192
10.2.2 螺距误差的影响 .....	168	11.4.4 评定参数的公差值与极限偏差 的确定 .....	194
10.2.3 牙型半角误差的影响 .....	169	11.4.5 齿轮副侧隙和齿厚极限偏差 的确定 .....	194
10.2.4 中径偏差的影响 .....	170	11.4.6 检验项目的选择 .....	195
10.2.5 作用中径及泰勒原则 .....	170	11.4.7 齿坯精度 .....	195
10.3 普通螺纹的公差与配合 .....	171	11.4.8 图样标注 .....	198
10.3.1 普通螺纹的公差带 .....	171	思考题与习题 .....	206
10.3.2 螺纹公差带的选用 .....	172	<b>第 12 章 尺寸链</b> .....	207
10.3.3 螺纹标注 .....	173	12.1 基本概念 .....	207
10.4 普通螺纹测量 .....	175	12.1.1 尺寸链的基本术语与定义 .....	207
10.4.1 单项测量 .....	175	12.1.2 尺寸链的分类 .....	209
10.4.2 综合测量 .....	176	12.2 完全互换法 .....	210
思考题与习题 .....	180	12.2.1 基本公式 .....	210
<b>第 11 章 渐开线圆柱齿轮传动 的互换性</b> .....	181	12.2.2 尺寸链的计算 .....	210
11.1 概述 .....	181	12.3 大数互换法 .....	213
11.1.1 圆柱齿轮传动的使用要求 .....	181	12.3.1 基本公式 .....	213
11.1.2 齿轮加工误差的主要来源及 其特性 .....	182	12.3.2 大数互换法解尺寸链 .....	215
11.2 齿轮的评定指标及其测量 .....	183	思考题与习题 .....	216
11.2.1 影响传递运动准确性 的误差及测量 .....	183	<b>参考文献</b> .....	217
11.2.2 影响传动平稳性的误差及 测量 .....	186		

# 第1章 绪 论

## 1.1 互 换 性

### 1.1.1 互换性的概念

互换性(Interchangeability)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、交通工具的零配件都具有互换性。

现代机器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,从而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。消费者在现代化进程中得到了实惠,同时也注意到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,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,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、强度等其它物理参数)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 互换性的作用

#### 1. 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。在使用过程中,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,从而提高了机器的使用价值。

#### 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. 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)。

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。一般标准件有螺钉、螺母、滚动轴承、齿轮等。

(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,可分为尺寸误差、几何形状误差、相互位置误差和表面粗糙度。

(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。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( $d_{a4}$ 、 $d_{a5}$  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。

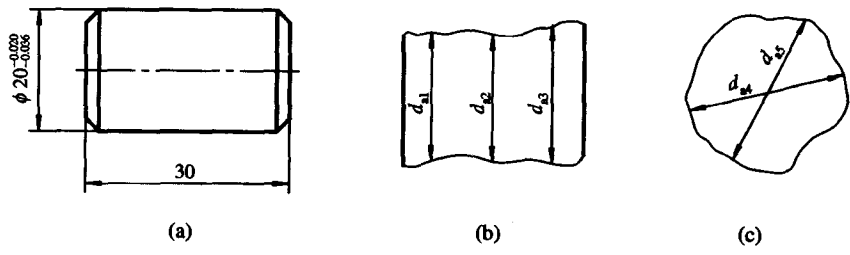


图 1-1 几何形状误差

(a) 零件的尺寸要求；(b) 零件的轴剖面；(c) 零件的横剖面

(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。

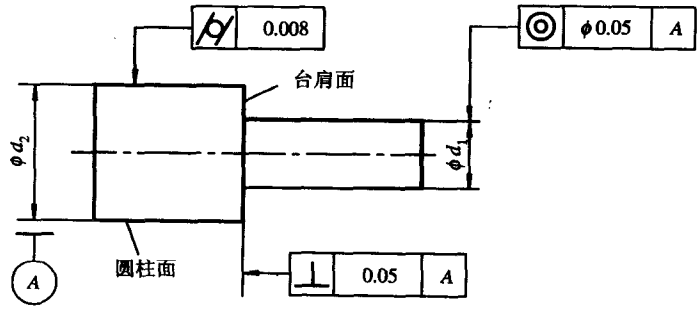


图 1-2 相互位置误差

(4) 表面粗糙度(微观的几何形状误差)：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。

图 1-3 中表示了输出轴的尺寸、形位、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，键槽宽度的尺寸只能在 11.957~12 mm 之间，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，同时键槽底部的另一个尺寸只能在 39.3~39.5 mm 之间，只有这四个要求都达到时，此剖面才可被认为是合格的。

Figure 10-10 illustrates the dimensioning of a mechanical part, showing the main view, section A-A, and section B-B. The main view includes dimensions for overall length (255), segment lengths (60, 36, 57, 12, 21), diameters ( $\phi 45$ ,  $\phi 52$ ,  $\phi 55$ ), and surface texture parameters (e.g.,  $R_a 0.025$ ,  $R_z 0.005$ ). Section A-A shows a cross-section with a diameter of 39.5 mm and a length of 12 mm. Section B-B shows a cross-section with a diameter of 50 mm and a length of 16 mm. Surface texture symbols are provided for various surfaces, indicating parameters like  $R_a$  and  $R_z$ .

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年俄罗斯(前苏联)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年成立了国际标准化协会(ISA),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年俄罗斯(前苏联)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,1979年原国家标准局统一布署,有计划、有步骤地对旧的基础标准进行了两次修订。一次是20世纪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);另一次是20世纪90年代中期,修订的标准有:《极限与配合》(GB/T 1800.1-1997, GB/T 1800.4-1999等),《形状和位置公差》(GB/T 1182-1996等),《表面粗糙度》(GB/T 1031-1995等)多项国家标准。这些新国家标准(简称新国标)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的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,如果没有制订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订的技术标准称为“极限与配合、形状与位置公差”等标准,它是实现互换性的基础。