

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

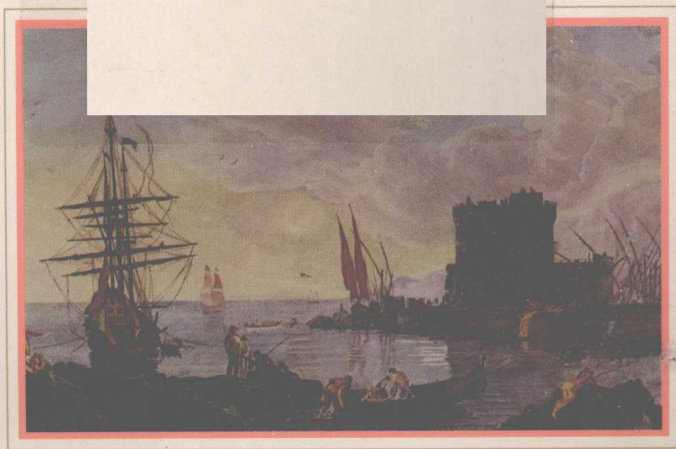
基础课程与实训课程系列

机械设计基础

□ 李 煜 主 编

□ 徐 明 梁文侠 副主编

- ▶ 从后续专业课程需要出发
- ▶ 强调实际运用，突出典型实例
- ▶ 知识、技能、态度三者相结合



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高级

机械设计基础

□ 李 煜 主 编
□ 徐 明 梁文侠 副主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础 / 李煜主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2010.4

职业教育机电类技能人才培养规划教材. 基础课程与实训课程系列
ISBN 978-7-115-21475-1

I. ①机… II. ①李… III. ①机械设计—职业教育—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第183674号

内 容 提 要

本书是将“极限配合与技术测量”、“工程材料及钢的热处理”、“工程力学”、“机械基础”等课程,以“机械基础”为课程主线而编写的综合性教材。全书共9章,内容包括机械设计综述、极限配合与技术测量、机械材料与钢的热处理、工程力学基础、平面连杆机构、其他常用机构、齿轮传动、带传动和链传动、轴承、轴、连接、液压传动和气压传动基础知识介绍等。

本书适合作为职业技术学院机械、机电类专业教材,也可供工程技术人员参考。

职业教育机电类技能人才培养规划教材

基础课程与实训课程系列

机械设计基础

-
- ◆ 主 编 李 煜
 - 副 主 编 徐 明 梁文侠
 - 责任编辑 张孟玮
 - 执行编辑 郭 晶
 - ◆ 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>
 - 中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 18.75
 - 字数: 482千字
 - 印数: 1—3 000册
 - 2010年4月第1版
 - 2010年4月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-21475-1

定价: 29.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育机电类技能人才培养规划教材

专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

编写委员会

主任委员

黄 志 刘钧杰 毛祥永 秦 伟 孙义宝

委 员

蔡 崧	曹 琪	陈海舟	陈长浩	陈建国	陈移新	成百辆	成振洋	崔元刚	邓万国
丁向阳	董国成	董伟平	董扬德	范继宁	封贵牙	冯高头	冯光明	高恒星	高永伟
葛小平	宫宪惠	顾颂虞	管林东	胡 林	黄汉军	贾利敏	姜爱国	金伟群	孔凡宝
李乃夫	李 煜	梁志彪	刘水平	柳 杨	陆 龙	吕 燕	罗 军	骆富昌	穆士华
钱 锋	秦红文	单连生	沈式曙	施梅仙	孙海锋	孙义宝	汤国泰	汤伟文	唐监怀
汪 华	王德斌	王立刚	王树东	王以勤	吴琰琨	解晨宁	许志刚	杨寿智	叶光胜
于书兴	于万成	袁 岗	张 骛	张璐青	张明续	张启友	张祥宏	张 燊	赵 真
					仲小敏	周成统	周恩兵	周晓宏	祝国磊

审稿委员会

鲍 勇	蔡文泉	曹淑联	曹 勇	陈海波	陈洁训	陈林生	陈伟明	陈煜明	程显吉
崔 刚	但汉玲	邓德红	丁 辉	窦晓宇	冯广慧	付化举	龚林荣	何世勇	洪 杰
黄 波	黄建明	蒋咏民	康建青	李春光	李天亮	李铁光	梁海利	梁红卫	梁锦青
廖 建	廖圣洁	林志冲	刘建军	刘 立	刘 霞	柳胜雄	卢艾祥	吕爱华	罗谷清
罗 恺	罗茗华	罗晓霞	孟庆东	聂辉文	彭向阳	乔 宾	孙名楷	谭剑超	腾克勇
万小林	王大山	王 峰	王来运	王灵珠	王 茜	王为建	王为民	王学清	王屹立
王 勇	王玉明	伍金浩	肖友才	谢 科	徐丽春	许建华	许启高	鄢光辉	严大华
严 军	杨小林	姚小强	姚雅君	叶桂容	袁成华	翟 勇	詹贵印	张 彬	张东勇
			张旭征	张志明	钟建明	周朝辉	周凤顺	周青山	邹 江

本书编委

李 煜 徐 明 梁文侠 郭铜民 熊 彦 吴转玲 杨 艺 徐锦华

序



随着我国制造业的快速发展,高素质技术工人的数量与层次结构远远不能满足劳动力市场的需求,技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于进一步加强高技能人才工作的意见》(中办发〔2006〕15号)的通知。目前,各类职业院校主动适应经济社会发展要求,主动开展教学研讨,探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式,对中高级技能人才的培养和培训工作起到了积极推动的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求,来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高,而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有扎实地掌握一技之长才能实现就业。但是,加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习;只有牢固地掌握相关理论基础知识,才能自如地运用各种技能,甚至进行技术创新。所以,如何解决理论与实践相结合的问题,走出一条理实一体化的教学新路,是摆在职业教育工作者面前的一项重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的,依据职业教育专家的研究成果,依靠技工学校教师和企业一线工作人员,共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电类专业教学进行规划的基础上,我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心,根据理论知识够用、强化技能训练的原则,将理论和实践有机结合,开发出机电类技能人才培养专业教学方案,并制订出每门课程的教学大纲,然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容,首批55本教材涵盖2个层次(中级工、高级工),3个专业(数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化)。教材内容统筹规划,合理安排知识点与技能训练点,教学内涵生动活泼,尽可能使教材体系和编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学要求。

我们衷心希望本套教材的出版能够对目前职业院校的教学工作有所帮助,并希望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,使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题专家指导委员会

2009年2月



前言

PREFACE

“机械设计基础”课程是职业技术学院机械类、机电类专业必修的一门专业基础课，其主要作用是培养学生应用机械方面的知识来解决生产与生活中实际问题的能力，使学生初步具有应用机械方面知识，提升学生的专业素质，为进一步学习专业技能课程和在工作中解决问题打下基础，为其职业生涯发展和终身学习奠定基础。

本书按照职业院校《机械基础》教学大纲基本精神和机械加工类国家职业资格等级考核标准编写。全书内容包括公差与配合、工程力学基础、机械材料、常用机构、机械传动、轴系零件、液压传动和气压传动等。

本书的内容安排充分考虑了职业院校学生的学习特点和教学规律。按照“教、学、做一体化”教学模式设计教材框架，通过社会调查和企业调研确定学生必备的机械基础知识和关键能力，根据知识目标确定教材理论知识的深度和广度，依据技能目标组织优选涉及机械基础知识和技能培训案例。

从后续专业课程的学习和将来工作岗位的需要出发，本书对理论知识的介绍贯彻“必需、够用”的原则，对素材和实例的选择特别强调实际应用和典型案例，重点选取与学习、工作、生活相关的实际案例，通过案例将理论和实践教学有机融合在一起，有效解决了以前教学举例与实际应用脱节的问题。本书在编写过程中，按照职业教育的培养目标，结合机电类、机械类专业的特点，本着实用为本、突出技能的原则，削枝强干，精选应用型、技能型内容，突出培养中高级专门人才的现场实际工作能力。

本书可作为机电类各专业、机械类各专业的教材，也可供工程技术人员参考。各章结尾均附有一定数量的习题，以便读者对所学内容进行复习和巩固。

本书第1章、第2章由李煜、徐明、梁文侠编写；第3章由郭铜民编写；第4章、第5章由熊彦编写；第6章、第8章由吴转玲编写；第7章、第9章由杨艺编写。本书由李煜任主编，徐明、梁文侠任副主编，徐锦华审校了全稿。

本书是职业教育教学改革综合课程建设的一次探索和尝试。限于编者的水平，书中难免存在缺点和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2010年1月



目录

CONTENTS

第 1 章 机械设计综述1	第 4 章 构件的外力和平衡计算 57
1.1 概述.....2	4.1 基本概念..... 58
1.2 机械设计的一般要求.....4	4.2 基本理论及定理..... 60
第 2 章 公差与配合5	4.3 约束与约束反力..... 63
2.1 互换性和尺寸公差.....6	4.4 画构件的受力图..... 65
2.1.1 互换性定义和意义.....6	4.5 构件的平衡计算..... 68
2.1.2 尺寸公差的术语和定义.....7	4.6 考虑摩擦时的平衡问题..... 79
2.2 标准公差和基本偏差.....10	小结..... 83
2.2.1 标准公差.....11	思考与练习..... 84
2.2.2 基本偏差.....11	第 5 章 构件的内力和强度计算 90
2.2.3 公差带代号.....12	5.1 强度计算的基本概念..... 91
2.3 配合.....13	5.2 内力与截面法..... 95
2.4 形位公差简介.....16	5.3 杆件的内力图..... 104
2.5 表面粗糙度.....19	5.4 杆件的应力及强度计算..... 109
2.6 技能训练.....23	小结..... 121
小结.....29	思考与练习..... 123
思考与练习.....30	第 6 章 机械传动 128
第 3 章 机械材料32	6.1 机械传动的类型..... 129
3.1 力学性能.....33	6.2 摩擦轮传动..... 129
3.1.1 强度和塑性.....33	6.3 带传动..... 131
3.1.2 硬度.....35	6.3.1 带传动的组成、原理和类型..... 132
3.1.3 冲击韧性和疲劳强度.....36	6.3.2 V 带传动..... 133
3.2 铁碳合金相图.....38	6.4 螺旋传动..... 137
3.3 钢的热处理.....43	6.4.1 螺纹..... 137
3.4 碳素钢和合金钢.....48	6.4.2 螺纹连接的预紧和防松..... 141
3.5 铸铁.....51	6.4.3 螺旋传动..... 143
3.6 非铁金属及其合金.....51	6.5 链传动..... 147
小结.....53	6.5.1 链传动的类型和特点..... 147
思考与练习.....53	6.5.2 滚子链结构和链轮..... 148

6.5.3 链传动的布置、张紧及润滑	150	8.1.1 键连接	208
6.6 齿轮传动	152	8.1.2 销连接	212
6.6.1 齿轮传动的特点与类型	152	8.2 轴	213
6.6.2 渐开线齿廓及其啮合特性	154	8.2.1 轴的分类	213
6.6.3 渐开线直齿圆柱齿轮	156	8.2.2 轴的结构设计	215
6.6.4 其他齿轮传动	159	8.3 轴承	218
6.7 蜗杆传动	163	8.3.1 滚动轴承	218
6.7.1 蜗轮蜗杆传动特点、应用和类型	164	8.3.2 滑动轴承	226
6.7.2 圆柱蜗杆传动的基本参数和几何尺寸计算	165	8.4 联轴器、离合器和制动器	229
6.7.3 蜗杆、蜗轮材料及润滑	168	8.4.1 联轴器	230
6.8 轮系	170	8.4.2 离合器	232
6.8.1 轮系及其分类	170	8.4.3 制动器	234
6.8.2 定轴齿轮系传动比的计算	171	8.5 技能训练	235
6.9 技能训练——圆柱齿轮的装配	176	小结	237
小结	177	思考与练习	238
思考与练习	178	第9章 液压与气压传动	240
第7章 常用机构	181	9.1 液压传动的基本概念	241
7.1 平面连杆机构	182	9.1.1 液压传动的基本原理	241
7.1.1 铰链四杆机构的组成与分类	182	9.1.2 液压传动系统中压力和流量	244
7.1.2 铰链四杆机构的基本性质	186	9.2 液压元件	248
7.1.3 铰链四杆机构的演化	191	9.2.1 液压泵	249
7.2 凸轮机构	193	9.2.2 液压缸	254
7.2.1 凸轮机构概述	193	9.2.3 控制阀	259
7.2.2 凸轮机构工作过程及从动件运动规律	196	9.2.4 液压辅助元件	268
7.3 间歇运动机构	199	9.3 液压基本回路及液压系统实例	271
7.3.1 棘轮机构	199	9.3.1 液压基本回路	271
7.3.2 槽轮机构	202	9.3.2 液压传动系统实例	276
小结	204	9.4 气压传动	279
思考与练习	205	9.4.1 气压传动的工作原理及应用特点	279
第8章 轴系零件	207	9.4.2 气压传动常用元件简介	281
8.1 键、销及其连接	208	小结	283
		思考与练习	285
		附录	288
		参考文献	292



机械设计综述

任何一台机器的设计,都要进行构件的运动分析、结构设计、强度、刚度计算、材料的选择,还要进行精度设计。本书主要介绍机械运动一般规律,材料机械性能以及构件的强度、刚度、稳定性理论,常用金属材料及热处理工艺,协调机器零件的使用要求与制造经济性之间矛盾的公差标准,常用的机械零件、机械传动类型、机构的组成和运动特点等机械设计所必须掌握的知识。图 1-1 所示为一种设备的机械结构。

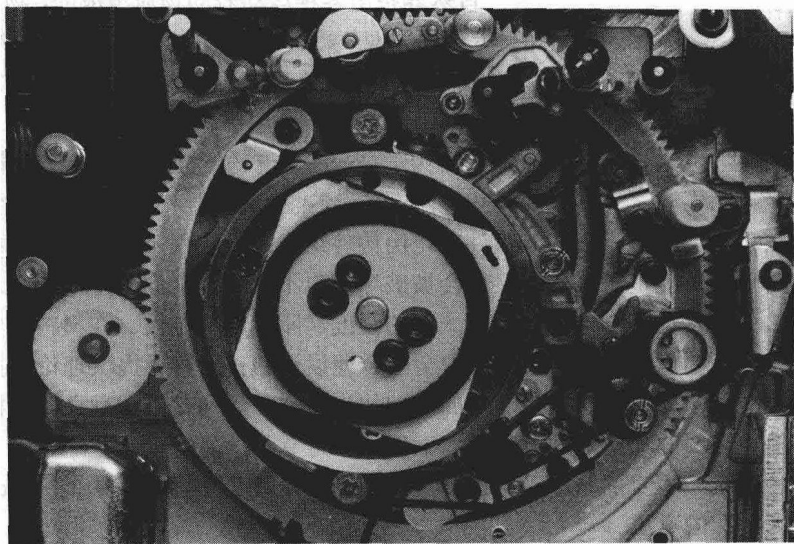


图 1-1 一种设备的机械结构

知识目标

- ◎ 掌握本课程的学习方法。
- ◎ 了解机械设计的步骤。
- ◎ 了解机械设计的各因素。

1.1

概述

1. 公差与配合

公差与配合是一项涉及面广,影响深远的重要基础标准,它的应用涉及国民经济的各个部门,尤其对机械行业更具有重要作用。机器的质量和成本,很大程度取决于公差与配合。

结构、材料相同的同类、同规格产品,质量和价格可有很大差别,其原因就在于公差与配合的差别。机器可拆,运动尺寸、结构尺寸可测,材料也可分析探测,但公差与配合不可测。因此,公差与配合是绝对的技术秘密。图 1-2 所示为一种轴类零件。

组成机器的零件需要有精确的尺寸、形状才能进行装配及使用,零件间的配合性质会影响机器的寿命。

公差是用来协调机器零件的使用要求与制造经济性之间的矛盾;配合是指基本尺寸相同、相互结合的孔与轴公差带之间的关系。配合反映了机器零件之间有关功能要求的相互关系。将“公差与配合”标准化,有利于机器的设计、制造、使用和维修,直接影响产品的精度、性能和使用寿命。

2. 工程力学

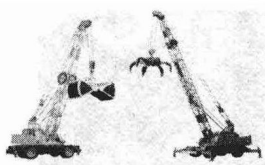


图 1-3 起重机

自然界是由各种运动着的物质组成的,物质运动的形式是多种多样的,其中最常见、最简单的一种运动形式就是物体的位置随时间而改变。如车辆、行人的运动和各种机器的转动,这种运动称为机械运动,简称为运动。图 1-3 所示为起重机。

工程力学是一门研究物体机械运动一般规律和材料机械性能以及构件的强度、刚度、稳定性理论的学科,包括理论力学,材料力学等主要内容。

工程上的机械、设备、组件都是由构件组成的。构件工作时要承受载荷的作用。为了使构件在载荷作用下能正常工作而又不会被破坏,也不发生过度的变形,同时还要保持原有的平衡状态而不丧失稳定性,要求构件具有一定的强度、刚度和稳定性。在材料力学中研究构件的强度、刚度、稳定性的问题,为既经济又安全的合理设计和使用材料提供理论依据。

工程力学知识是机械类专业的基础知识,在专业和基础课程之间起桥梁作用,为专业研究和设计提供必要的理论基础。所以,工程力学是专业学习的重要基础。

各种机械本身的装配及其工作过程都牵涉工程力学。英语中的 **Mechanics** (机械) 一词,也有“力学”的意思。

技师是从事工程技术应用工作的高级技能人才,必须具备解决生产中技术难题的能力,应在技术和理论上具有扎实的基础和较强的能力,才能在实践中解决一些难题。所以,学习一定工程力学的知识,对于今后的工作和学习将是至关重要的。

工程力学是来源于实践的系统理论,因此进行现场观察和实验是认识力学规律的重要环节。学习本课程时,要求大量观察实际生活中的力学现象,并学会用力学的基本理论知识去解释和分析这些现象。要利用我们原有的直接经验与感性认识与所学的理论进行对照、检验和分析。

3. 金属材料与热处理

金属材料是现代机械制造业的基本材料,广泛应用于制造生产和生活用品。金属材料的性能



图 1-2 轴类零件

包含使用性能和工艺性能两方面。使用性能是指金属材料在使用条件下所表现出来的性能,工艺性能是指金属在制造加工过程中反映出来的各种性能。

金属材料之所以广泛用来制造机械结构、设备和生产工具,是由于它具有良好的力学性能,即具有很高的强度、硬度以及足够的塑性和韧性;此外还可以利用某些金属材料所具备的耐高温、耐腐蚀及各种特殊的物理性能制造各类工业产品,以满足不同的工业需要。

热处理是将金属工件放在一定的介质中加热到适宜的温度,并在此温度中保持一定时间后,又以不同速度冷却的一种工艺方法。

热处理是机械制造中的重要工艺之一,与其他加工工艺相比,热处理一般不改变工件的形状和整体的化学成分,而是通过改变工件内部的显微组织,或改变工件表面的化学成分,赋予或改善工件的使用性能。其特点是改善工件的内在质量,而这一般不是肉眼所能看到的。图 1-4 所示为某种金属材料的金相照片。

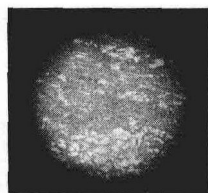


图 1-4 金相照片

材料内部的微观组织直接影响零件的宏观性能。为使金属工件具有所需要的力学性能、物理性能和化学性能,除合理选用材料和各种成形工艺外,热处理工艺往往是必不可少的。钢铁是机械工业中应用最广的材料,钢铁显微组织复杂,可以通过热处理予以控制,所以钢铁的热处理是金属热处理的主要内容。另外,铝、铜、镁、钛等及其合金也都可以通过热处理改变其力学、物理和化学性能,以获得不同的使用性能。

在从石器时代进展到铜器时代和铁器时代的过程中,热处理的作用逐渐为人们所认识。早在公元前 770~前 222 年,中国人在生产实践中就已发现,铜铁的性能会因温度和加压变形的影响而变化。白口铸铁的柔化处理就是制造农具的重要工艺。

公元前 6 世纪,钢铁兵器逐渐被采用。为了提高钢的硬度,淬火工艺遂得到迅速发展。中国河北省易县燕下都出土的两把剑和一把戟,其显微组织中都有马氏体存在,说明是经过淬火的。

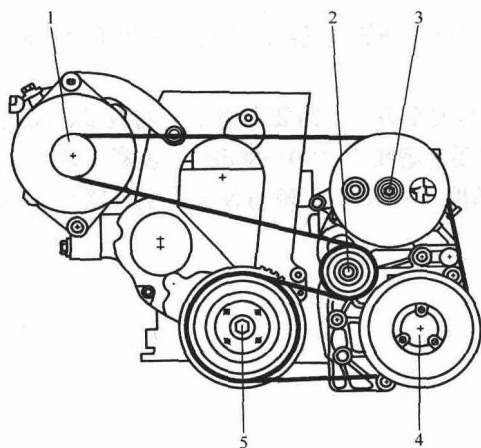
随着淬火技术的发展,人们逐渐发现冷却剂对淬火质量的影响。三国蜀人蒲元曾在今陕西斜谷为诸葛亮打制 3 000 把刀,相传是派人到成都取水淬火的。这说明中国在古代就注意到不同水质的

冷却能力了,同时也注意了油和尿的冷却能力。中国出土的西汉(公元前 206~公元 24 年)中山靖王墓中的宝剑,心部含碳量为 0.15%~0.4%,而表面含碳量却达 0.6%以上,说明已应用了渗碳工艺。

材料的种类和处理工艺对机械设计有着重要影响。

4. 机械原理

机械原理研究机械中机构的结构和运动,以及机器的结构、受力、质量和运动。人们一般把机构和机器合称为机械。机构是由两个以上的构件通过活动联接以实现规定运动的组合体。机器是由一个或一个以上的机构组成,用来做有用的功或完成机械能与其他形式的能量之间的转换。图 1-5 为一种发动机的示意图。



- 1—交流发电机
- 2—附件传动带
- 3—转向盘动力泵(带动力转向盘的车辆)/惰轮(无动力转向盘的车辆)
- 4—空调压缩机
- 5—机轴滑轮

图 1-5 一种发动机示意图

各种机器主体都是由某些常用机构组合而成。

日常生活和生产中，我们都接触过许多机器，例如缝纫机、洗衣机、复印机、各种机床、汽车、拖拉机、起重机等。各种不同的机器，具有不同的形式、构造和用途，但就其组成而言，却都是由各种机构组合而成的。如内燃机、压缩机和冲床等的主体机构都是曲柄滑块机构。

机械基础的研究对象是机器中的各种常用机构，如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、螺旋机构和间歇运动机构（如棘轮机构、槽轮机构等）以及组合机构等。在学习过程中，我们将研究机构是怎样组成的，机构的组成情况对其运动的影响，以及机构具有确定运动的条件；其次要研究机构的组成原理、机构的结构分类及其应用。



想
一
想

怎样才能学好“机械设计基础”这门课程？

1.2

机械设计的一般要求

进行机械设计时，通常需要考虑下面这些问题。

(1) 使用功能要求。例如，对减速器的传动比、功率、转速等的要求；对牛头刨床行程、速度变化系数等的要求。

(2) 经济性要求。例如，考虑设计、制造、使用、维护保养，尽量降低每个环节上的耗费。设计上，采用先进的设计手段（如 CAD）；采用“三化”零部件——系列化、通用化、标准化。制造上，采用新的工艺、结构和材料；力求改善零件的结构工艺性——减少用料、易加工。

(3) 装配可靠、拆卸方便。

(4) 使用保养。应合理提高自动化水平和生产率；降低能耗；适当延长机器寿命（润滑系统、表面保护）。

(5) 劳动保护要求。例如，在操作者的方便与安全方面，需要考虑手柄的数量、高低、转向、驱动力，链条传动防护罩；在环境保护方面，需要考虑噪声（70~80dB）、色彩协调、密封等。

(6) 其他要求，如可靠性、重量（飞机）、精度（机床）、运输方便（大型机器）、安装与拆卸（流动使用机器，如起重机）。

作业测评

1. 观察周围有哪些机器？
2. 一台合格的机器应该具备哪些条件？



公差与配合

在研究机器的精度时，要处理好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，并用检测手段保证其贯彻实施。由此可见，“公差”在生产中是非常重要的。公差与配合是机械类专业的基础知识，是基础课程和专业课程的桥梁，是设计类课程和制造工艺类课程的纽带。本章介绍精度设计及机械加工误差的有关问题，以及几何形状测量中的一些问题。

知识目标

- ◎ 了解国家标准中有关极限与配合等方面的基本术语及其定义。
- ◎ 熟悉极限与配合标准的基本规定。
- ◎ 掌握极限与配合方面的计算方法及代号的标准和识读。
- ◎ 熟悉形位公差和表面粗糙度的基本规定。

技能目标

- ◎ 掌握长度的测量方法。
- ◎ 了解千分尺的结构，掌握其基本使用方法。
- ◎ 了解百分表的结构，掌握其基本使用方法。
- ◎ 掌握常用形位误差的测量方法。

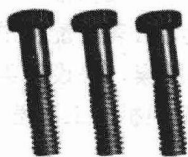
2.1

互换性和尺寸公差

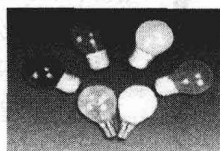
现代机械工业要求机器零件具有互换性,以便在装配时不经选择和修配就能达到预期的配合性能,从而有利于机械工业组织广泛协作,进行高效率的专业化生产。为使相互组合零件具有互换性,必须保证其尺寸、几何形状和相互位置以及表面粗糙度技术要求的一致性。

2.1.1 互换性定义和意义

零件具有互换性有利于组织协作和专业化生产,对保证产品质量,降低成本及方便装配、维修有重要意义。互换性的应用,如图2-1所示。



(a) 相同类型规格的螺栓在使用中可以互换



(b) 不同样式的灯泡可以安装在对应型号的灯座上

图2-1 互换性的应用

基础知识

在机械和仪器制造中,遵循互换性原则,不仅能显著提高劳动生产率,而且能有效保证产品质量和降低成本。所以,互换性是机械和仪器制造中的重要生产原则与有效技术措施。

机械和制造业中的互换性,通常包括几何参数(如尺寸)和力学性能(如硬度、强度)的互换。

所谓几何参数,一般包括尺寸大小、几何形状(宏观、微观),以及相互位置关系等。为了保证零件能够互换,应将同规格的零、部件的实际尺寸值限制在一定的范围内,以保证零、部件充分近似,即应按公差来制造。公差即允许实际参数值的最大变动量。

互换性是指从一批相同的零件中任取一件,不经修配就能装配到机器或部件中,并满足产品的性能要求。

按照互换范围的不同,可分为完全互换(绝对互换)和不完全互换(有限互换)。完全互换在机械制造中应用广泛。但是,在单件生产的机器中(特重型、特高精度的仪器),往往采用不完全互换。这是因为在这种情况下,完全互换将导致加工困难(甚至无法加工)或制造成本过高。为此,生产中往往把零、部件的精度适当降低,以便于制造。然后再根据实测尺寸的大小,将制成的相配零、部件各分成若干组,使每组内尺寸差别比较小,最后再把相应组的零、部件进行装配。这样既解决了零部件的加工困难,又保证了装配的精度要求。

互换性在机械或仪器制造中的作用是很大的。

从使用方面看,如人们经常使用的自行车和手表的零件,生产中使用的各种设备的零件等,当它们损坏以后,修理人员很快就可以用同样规格的零件换上,恢复自行车、手表和设备的功能。而在某些情况下,互换性所起的作用还很难用价值来衡量。例如在战场上,要立即排除武器装备的故障,继续战斗,必须快速更换损坏的零件,这时确保零、部件的互换是绝对必要的。从制造方面来看,互换性是提高生产水平和进行文明生产的有力手段。装配时,不需辅助加工和修配,

故能减轻装配工人的劳动强度,缩短装配周期,并且可使装配工人按流水作业方式进行工作,以致进行自动装配,从而大大提高生产效率;加工时,由于规定有公差,同一部机器上的各种零件可以同时加工;用量大的标准件还可以由专门车间及工厂单独生产;还可以采用高效率的专用设备,乃至采用计算机辅助加工。这样产量和质量必然会得到提高,成本也会显著降低。具有互换性的螺母,如图 2-2 所示。

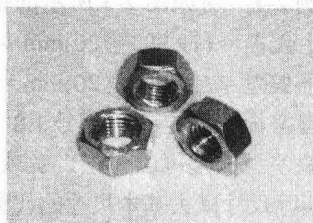


图 2-2 螺母具有互换性,使维修更换方便

从设计方面看,由于采用互换原则设计和生产标准零件、部件,可以简化绘图、计算等工作,缩短设计周期,并便于采用计算机辅助设计。举例:电脑鼠标坏了,买一个回来就可以用,不论什么品牌,什么批次都能用,说明它有互换性。互换性的作用是大规模生产中保证相同的零件能相互交换,不然就要一个个配,不仅耗时而且提高成本。



想
—
想

生活中有哪些零件具有互换性?

应用示例 1 零件的互换

在工作台上,取 10 个 M10 螺柱和螺母,另取 10 个 M10 × 1.5 的螺柱和螺母;进行零件互换,观察互换零件的情况,理解有互换性零件的特点。

操作步骤

- (1) 任取一对同规格螺柱和螺母进行配合,观察配合情况。
- (2) 任取一对不同规格螺柱和螺母进行配合,观察配合情况。

结论: (1) 不同规格的零件,不能互换。

(2) 同规格几何尺寸、形状且都相同的零件才能互换。

作业测评

1. 观察生活中有互换性的零件,举例说明。
2. 举例说明互换性的作用。

2.1.2 尺寸公差的术语和定义

基础知识

1. 基本尺寸——设计给定的尺寸。如图 2-3 中的 $\phi 20\text{mm}$ 。
2. 实际尺寸——零件制成后,通过测量所得的尺寸。
3. 极限尺寸——允许零件实际尺寸变化的两个界限值,其中较大的一个尺寸称为最大极限尺寸,较小的一个尺寸称为最小极限尺寸。

图 2-3 中给出了销轴 $\phi 20\text{mm}$ 的最大极限尺寸为 $\phi 19.980\text{mm}$,最小极限尺寸为 $\phi 19.965\text{mm}$,实际尺寸只要在这两个极限尺寸之间均为合格。

4. 尺寸偏差(简称偏差)——某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差。尺寸偏差有上偏差、下偏差(统称极限偏差)和实际偏差。

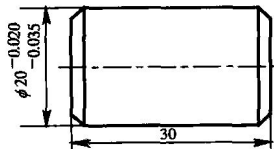


图 2-3 销轴直径的公差

上偏差 = 最大极限尺寸 - 基本尺寸

下偏差 = 最小极限尺寸 - 基本尺寸

例 2-1 对如图 2-3 所示的销轴, 计算直径的上下偏差。

上偏差 = $(19.993 - 20)\text{mm} = -0.020\text{mm}$

下偏差 = $(19.965 - 20)\text{mm} = -0.035\text{mm}$

国家标准规定: 用代号 ES 和 es 分别表示孔和轴的上偏差; 用代号 EI 和 ei 分别表示孔和轴的下偏差。偏差可以为正、负或零值。

实际尺寸减去基本尺寸的代数差称为实际偏差。零件尺寸的实际偏差在上、下偏差之间均为合格。

5. 尺寸公差 (简称公差) —— 允许尺寸变动的量。

即公差 = 最大极限尺寸 - 最小极限尺寸

或公差 = 上偏差 - 下偏差

例 2-2 计算如图 2-3 所示的轴的公差。

公差 = $(19.980 - 19.965)\text{mm} = 0.015\text{mm}$

或公差 = $[-0.020 - (-0.035)]\text{mm} = 0.015\text{mm}$

由于最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸, 所以公差总是正值, 且不能为零。在零件图上, 凡有公差要求的尺寸, 通常不是标注两个极限尺寸, 而是标注出基本尺寸和上、下偏差, 如图 2-3 所示。

6. 尺寸公差带——公差带是表示公差大小和相对于零线位置的一个区域。

图 2-4 表示了一对互相结合的孔与轴的基本尺寸、极限尺寸、偏差、公差的相互关系。

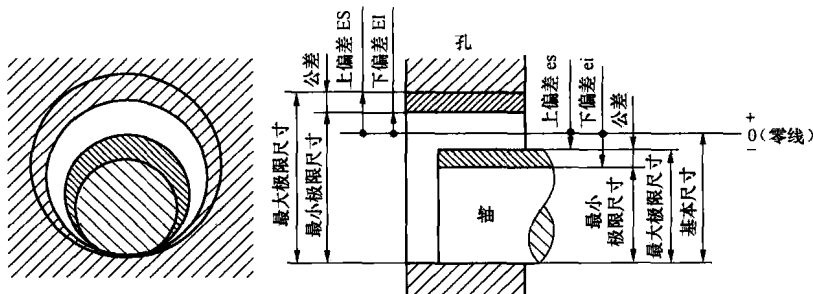


图 2-4 极限与配合示意图

为简化起见, 一般只画出孔和轴的上、下偏差围成的方框简图, 称为公差带图, 如图 2-5 所示。

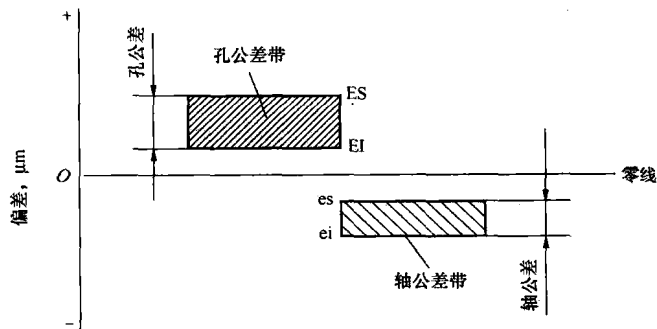


图 2-5 公差带图

在公差带图中, 零线是表示基本尺寸的一条直线。当零线画成水平线时, 正偏差位于零线的

上方, 负偏差位于零线的下方, 偏差值的单位为微米。



想
一
想

实际尺寸是零件的真值吗?

应用示例 2 简单长度尺寸的测量

1. 结构

千分尺的结构如图 2-6 所示。

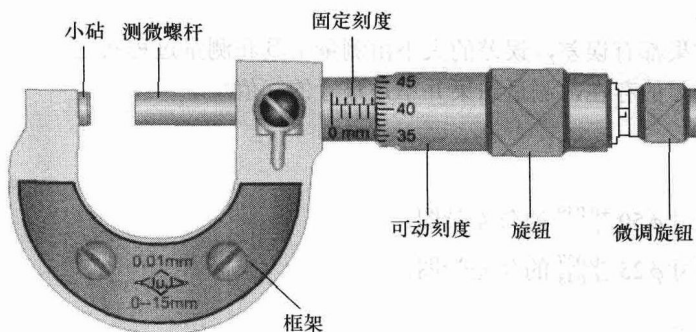


图 2-6 千分尺的结构

2. 使用方法及读数

(1) 使用方法

- ① 根据要求选择适当量程的千分尺。
- ② 清洁千分尺的尺身和测砧。
- ③ 把千分尺安装于千分尺座上固定好然后校对零线。
- ④ 将被测件放到两工作面之间, 调微分筒, 使工作面快接触到被测件后, 调测力装置, 直到听到三声“咔、咔、咔”时停止。

(2) 读数方法

读数被测值的整数部分要主刻度上读(以微分筒(辅刻度)端面所处在主刻度的上刻线位置来确定), 小数部分在微分筒和固定套管(主刻度)的下刻线上读。当下刻线出现时, 小数值 = $0.5 +$ 微分筒上读数, 当下刻线未出现时, 小数值 = 微分筒上读数。则整个被测值 = 整数值 + 小数值。

① $0.5 +$ 微分筒数(下刻线出现)。

② 微分筒上读数(下刻线未出现)。

如图 2-7 所示, 读套筒上侧刻度为 3, 下刻度在 3 之后, 也就是说 $3 + 0.5 = 3.5$, 然后读套管刻度与 25 对齐, 就是 $25 \times 0.01 = 0.25$, 全部加起来就是 3.75。

例 2-3 刻度读法(实际测量时读到小数点后两位即可), 如图 2-8、图 2-9 所示。

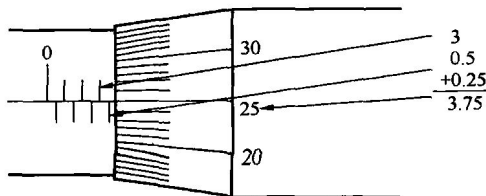


图 2-7 千分尺的读数