

高等学校教材

机械制造技术基础

主 编 郝用兴
副主编 侯艳君 王栋 王才东

高等教育出版社

高等学校教材

机械制造技术基础

Jixie Zhizao Jishu Jichu

主 编 郝用兴

副主编 侯艳君 王 栋 王才东

高等教育出版社·北京

内容简介

“机械制造技术基础”课程涵盖了金属切削原理与刀具技术、金属切削机床原理、机械加工工艺与夹具技术,并将这些技术知识有机整合在一起,是机械制造领域的主要技术基础课程。

本书是根据高等学校本科机械类专业的专业规范和课程教学大纲的要求,组织富有多年生产实践经验与教学经验的一线骨干教师编写的。本书主要内容除绪论外,有机械制造技术的基础知识、金属切削机床与夹具、金属切削基本规律及其应用、典型加工工艺与装备、机械制造质量分析与控制、机械加工工艺规程设计、机器装配工艺和先进制造技术简介等。

本书注重学生获取知识、分析与解决工程技术问题能力的培养,建立先进制造理念,并且以系统的观点构筑机械制造技术基础的知识体系,体现了加强基础、重视系统、应用导向、理论联系实际、精炼实用的原则,理论问题抓住本质、重点突出,实际应用点面结合。内容由浅入深、编排精炼完整,各章附有思考题与练习题。

本书是高等工科院校机械设计制造及其自动化专业、机械电子工程等机械类专业的本科生教材,并可以作为高职、电大、函大等大学生的教材,或者作为其他近机类各专业本科生教材,也可供从事机械制造工程的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/郝用兴主编.--北京:高等教育出版社,2016.1

ISBN 978-7-04-044368-4

I. ①机… II. ①郝… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 287649 号

策划编辑 杜惠萍
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 杜惠萍
责任校对 刘莉

封面设计 钟雨
责任印制 耿轩

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京宏信印刷厂
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 26
字数 640千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2016年1月第1版
印 次 2016年1月第1次印刷
定 价 40.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 44368-00

前 言

“机械制造技术基础”课程是机械类专业学生必修的一门主干技术基础课程,通过学习这门课程,要求学生掌握机械制造的基本知识和基本理论,为学生学习后续专业课、做毕业设计或毕业论文以及毕业后从事机械设计制造工作打下基础。

“机械制造技术基础”是一门实践性很强的技术基础课程,必须有相应的实践性教学环节与之配合。学习本课程前,学生须经“金工实习”环节的培训;学习本课程后,学生要到制造企业进行工艺实习和生产实习。为便于学生消化吸收课程的基本内容,本书将加工方法与常用制造装备内容相融合。

本书是按照高等学校机械学科本科专业规范和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作、富有生产实践与教学经验的教师以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写的,以适应不同类型、不同层次的学校教学的需要。

本书注重学生获取知识、分析问题与解决工程技术问题能力的培养,而且力求体现注重学生工程素质与创新思维能力培养的特点。为此,在本书的编写上既要重点突出传统制造技术,又要体现先进制造技术的发展趋势。在内容的选择和编写上,本书有如下特点:

(1) 加强基础。重点突出加工方法中基础共性理论与技术。注重学生对机械制造系统中涉及的有关基本概念、基本理论、基本加工方法的学习及基本技能的培养。

(2) 重视系统。机械制造过程是在机械制造系统中实现的,机械加工系统由机床、刀具、夹具、工件和辅助工具构成,是制造系统的重要组成部分。在加工质量约束条件下,以加工效率和经济性为优化目标构建加工工艺规程。在本书的组织和设计中,关注机械制造系统中各部分之间的显性与隐性联系,使学生形成完整的机械制造系统及理论知识体系,训练基本技能。

(3) 应用导向。强化理论与实际的结合,在每一部分的课程内容结构上,以应用为目标,前叙内容为后续内容服务,全书内容为学生建立机械系统概念及知识体系构架、形成机械制造工艺与装备设计能力服务,环环相扣,提高教学效果。使学生在掌握理论的基础上,根据实际要求灵活运用工具书与技术资料进行工艺工装设计。

(4) 点面结合。本书以课程要求的核心知识内容为重点,适当介绍非传统加工技术与现代先进制造技术等新内容,做到重点讲透、点面结合,激发学生学习现代制造技术的热情。

本书内容包括机械制造技术的基础知识、金属切削机床与夹具、金属切削基本规律及其应用、典型加工工艺与装备、机械制造质量分析与控制、机械加工工艺规程设计、机器装配工艺和先进制造技术等内容。

本书由华北水利水电大学郝用兴、侯艳君、范素香、张太萍、吴金妹,郑州大学王栋,郑州轻工业学院王才东共同编写。本书由郝用兴担任主编,侯艳君、王栋、王才东担任副主编。

本书获得了华北水利水电大学“十二五”规划教材立项支持。哈尔滨理工大学司乃钧教授认真审阅了本书并且提出了宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

II 前言

在本书的编写过程中,吸收了许多教师对编写工作的宝贵意见,在此一并表示由衷的谢意。

本书在编写过程中参考和引用了一些教材中的部分内容和插图,所用参考文献均已列于书后,在此对有关出版社和作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2015 年 4 月

目 录

绪论	1	2.3.3 定位、夹紧符号及其标注	53
0.1 制造业与机械制造技术	1	2.4 定位误差的计算	54
0.2 机械制造技术的发展	2	2.4.1 加工误差的组成	54
0.3 课程内容体系与学习要求	3	2.4.2 定位误差及计算	54
0.3.1 课程内容与学习任务	3	2.4.3 各种定位方法的定位误差 计算	57
0.3.2 课程的特点	4	2.5 工件的夹紧	62
0.3.3 教材编排特点与课程学习	4	2.5.1 夹紧装置的组成	62
第1章 机械制造技术的基础知识	6	2.5.2 对夹紧装置的要求	63
1.1 机械制造过程	6	2.5.3 夹紧力的确定	63
1.1.1 生产过程	6	2.5.4 基本夹紧机构	66
1.1.2 工艺过程	7	2.5.5 夹紧的动力装置	78
1.1.3 生产纲领与生产类型	9	2.6 机床夹具的其他装置	80
1.2 机械加工表面的成形	11	2.7 典型夹具	85
1.2.1 零件表面的成形方法	11	本章小结	88
1.2.2 表面成形运动与辅助运动	13	思考题与练习题	88
1.2.3 工件表面、切削运动与切削要素	15	第3章 金属切削基本规律及其应用	93
1.3 获得加工精度的方法与工件 的装夹	18	3.1 金属切削刀具	93
1.3.1 基准的概念及其分类	18	3.1.1 刀具类型	93
1.3.2 获得零件加工精度的方法	19	3.1.2 刀具切削部分的构造要素	94
1.3.3 工件的装夹方式	21	3.1.3 刀具的几何参数	95
本章小结	22	3.1.4 刀具的工作角度	96
思考题与练习题	22	3.1.5 刀具材料	98
第2章 金属切削机床与夹具	23	3.2 金属切削过程的基本规律	102
2.1 金属切削机床	23	3.2.1 切削变形及切屑	102
2.1.1 机床的分类与型号编制	23	3.2.2 刀具前面上的摩擦与积屑瘤	106
2.1.2 机床的运动分析	28	3.2.3 影响切削变形的因素及切屑的 控制	108
2.1.3 车床	30	3.2.4 切削力	111
2.2 机床夹具概述	40	3.2.5 切削热、切削温度与切削液	117
2.2.1 机床夹具的种类与功能	40	3.2.6 刀具磨损与刀具耐用度	124
2.2.2 机床夹具组成	41	3.3 磨削过程及磨削机理	133
2.3 工件的定位	42	3.3.1 砂轮的特性	133
2.3.1 六点定位原理	42	3.3.2 磨削过程及磨削机理	136
2.3.2 定位方式和定位元件	46		

3.3.3 磨削力、磨削热、磨削温度与切 液	137	5.1 机械加工精度	202
3.4 金属切削过程基本规律的 应用	140	5.1.1 概述	202
3.4.1 工件材料的切削加工性	141	5.1.2 工艺系统的几何误差对加工精度的 影响	203
3.4.2 刀具几何参数的合理选择	143	5.1.3 工艺系统的受力变形对加工精度的 影响	211
3.4.3 切削用量的合理选择	144	5.1.4 工艺系统的受热变形对加工精度的 影响	219
本章小结	151	5.1.5 工艺系统其他因素对加工精度的 影响	225
思考题与练习题	151	5.1.6 保证和提高加工精度的途径	227
第4章 典型加工工艺与装备	152	5.2 加工误差的统计分析	229
4.1 车削加工	152	5.2.1 加工误差的分类	229
4.2 磨削加工	154	5.2.2 加工误差的分布规律	230
4.2.1 概述	154	5.2.3 加工误差的统计分析方法	233
4.2.2 外圆磨削	155	5.3 机械加工表面质量	244
4.2.3 内圆磨削	158	5.3.1 加工表面质量对产品使用性能的 影响	244
4.2.4 平面磨削	158	5.3.2 影响表面粗糙度的因素	246
4.2.5 无心磨削	160	5.3.3 影响加工表面金属层物理力学性能 的因素	248
4.2.6 光整加工	161	5.4 机械加工过程中的振动	251
4.2.7 高效磨削	165	5.4.1 受迫振动	251
4.3 铣削加工	166	5.4.2 自激振动	252
4.3.1 概述	166	5.4.3 机械加工振动的诊断	255
4.3.2 铣刀	167	5.4.4 控制机械加工振动的措施	257
4.3.3 铣削方式	170	本章小结	260
4.3.4 常用铣床	171	思考题与练习题	260
4.3.5 铣削技术的发展	173	第6章 机械加工工艺规程设计	262
4.4 刨削和拉削	173	6.1 概述	262
4.4.1 刨削加工	173	6.1.1 机械加工工艺规程的作用	262
4.4.2 拉削加工	176	6.1.2 机械加工工艺规程的设计原则	262
4.5 孔加工	178	6.1.3 制订机械加工工艺规程所需原始 资料	263
4.5.1 钻孔	178	6.1.4 机械加工工艺规程的制订步骤与 内容	263
4.5.2 扩孔	180	6.1.5 机械加工工艺规程的格式	264
4.5.3 铰孔	181	6.2 机械加工工艺规程设计	267
4.5.4 镗孔	182	6.2.1 零件的结构工艺性分析	267
4.5.5 孔加工机床	183	6.2.2 毛坯确定	272
4.6 成形表面加工	187		
4.6.1 螺纹加工	187		
4.6.2 齿形加工	191		
本章小结	200		
思考题与练习题	201		
第5章 机械制造质量分析与控制	202		

6.2.3 定位基准的选择	273	7.4 装配工艺规程设计	360
6.2.4 工艺路线的拟订	277	7.4.1 制订装配工艺规程的基本原则 ...	360
6.2.5 加工余量、工序尺寸及公差的 确定	286	7.4.2 制订装配工艺规程的原始资料 ...	360
6.2.6 工艺尺寸链及其应用	292	7.4.3 制订装配工艺规程的步骤	360
6.2.7 直线尺寸链在工艺过程中的 应用	296	本章小结	364
6.2.8 机床和工艺装备的选择	306	思考题与练习题	364
6.2.9 时间定额和提高生产率的工艺 途径	307	第8章 先进制造技术简介	367
6.2.10 工艺方案的技术经济分析	309	8.1 概述	367
6.3 典型零件的工艺分析	312	8.2 先进制造工艺技术	369
6.3.1 连杆加工	312	8.2.1 高速切削技术	369
6.3.2 齿轮加工	327	8.2.2 特种加工技术	370
本章小结	336	8.2.3 快速原型技术	374
思考题与练习题	337	8.2.4 超精密加工技术	377
第7章 机器装配工艺	341	8.2.5 纳米加工技术	379
7.1 概述	342	8.3 机械制造自动化技术	380
7.1.1 装配的概念	342	8.3.1 概述	380
7.1.2 装配单元的概念	342	8.3.2 数控加工技术	383
7.1.3 装配工作的一般内容和生产 形式	342	8.3.3 工业机器人	384
7.1.4 装配精度	344	8.3.4 柔性制造系统(FMS)	387
7.1.5 零件精度与装配精度的关系	344	8.3.5 计算机辅助工程设计技术	389
7.2 装配尺寸链	345	8.4 先进制造生产模式	390
7.2.1 装配尺寸链的基本概念	345	8.4.1 成组技术	390
7.2.2 装配尺寸链的查找方法	345	8.4.2 并行工程	392
7.3 保证装配精度的装配方法	347	8.4.3 虚拟制造	394
7.3.1 互换法	347	8.4.4 敏捷制造	396
7.3.2 选择法	353	8.4.5 精益生产	398
7.3.3 修配法	355	8.4.6 智能制造	399
7.3.4 调整法	357	8.4.7 绿色制造	401
		本章小结	402
		思考题与练习题	402
		参考文献	403

绪 论

0.1 制造业与机械制造技术

制造业是指对制造资源,包括物料、能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等,按照市场要求,通过制造过程,转化为可供人们利用和使用的工业品与生活消费品的行业。制造过程包括的环节有产品设计、原料采购、仓储运输、加工、制造、装配与检验、订单处理、批发经营、零售过程等。制造业包括的生产领域有石油加工、炼焦和核燃料加工业,化学原料和化学制品制造业,医药制造业,化学纤维制造业,橡胶和塑料制品业,非金属矿物制品业,黑色金属冶炼和压延加工业,有色金属冶炼和压延加工业,金属制品业,通用设备制造业,专用设备制造业,汽车制造业,铁路、船舶、航空航天和其他交通运输设备制造业,电气机械和器材制造业,计算机、通信和其他电子设备制造业,仪器仪表制造业,其他制造业,废弃资源综合利用业,金属制品、机械和设备修理业等 31 个领域。

制造业是一个国家经济发展的重要支柱,也是一个国家的立国之本,制造业的整体能力和发展水平标志着一个国家的经济实力、国防实力、科技水平,也决定着一个国家,特别是发展中国家实现现代化和民族复兴的进程。没有强大的制造业,一个国家将无法实现经济快速、健康、稳定的发展,人民的生活水平也难以提高。据统计,20 世纪 90 年代 20 个工业化国家制造业所创造的财富占国民生产总值(GDP)的比例平均为 22.15%,在工业化国家中,1/4 以上的人口从事与制造业相关的工作。其中,美国财富的 68%来源于制造业,日本国内生产总值的 49%是由制造业提供的,而中国制造业在工业生产总值中也占 40%。中国改革开放 30 多年积累的大量外汇储备,主要是通过大量的制造业产品出口获得的。2013 年中国全年全社会固定资产投资 447 074 亿元,其中制造业投资规模达 147 370 亿元,占全社会固定资产投资总额比例高达 33%,比上年度增加 18.5%,中国已成为公认的制造业大国。

机械制造业是制造业的重要组成部分,是国民经济各部门的装备部。机械制造业包括从事各种动力机械、起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产的工业部门。此外,电子通信、家用电器等一般意义上的非机械产品的制造,也有大量的机械制造活动。因此,机械制造业发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。

机械制造业在国民经济中具有极为重要的地位,是国家工业体系的重要基础,主要表现在:机械制造业在整个规模生产总值中比重大,是国民经济的支柱、经济增长的发动机;机械制造业中发展和运用的高新技术,对于带动相关行业技术的发展具有重要作用,是高新技术产业化的重要载体;机械制造业就业人口比重大,是就业的主渠道之一、是出口创汇的主产业;机械制造业水平的高低,是国家国际竞争力的集中体现,工业、农业以及其他行业 and 部门,需要机械制造业源源

不断地及时提供大量先进的装备。国防部门有赖于机械制造部门提供舰船、航空航天、武器装备、工程设备等现代化装备以保障国家安全。

2013年,我国装备制造业产值规模突破20万亿元,占全球比重超过三分之一,稳居世界首位。当前我国多数装备产品产量位居世界第一。2013年我国发电设备产量1.2亿千瓦,约占全球总量的60%;造船完工量4534万载重吨,占全球比重41%;汽车产量2211.7万辆,占全球比重25%;机床产量95.9万台,占全球比重38%。此外,我国新兴产业发展取得重大进展,智能制造装备、海洋工程装备、先进轨道交通装备、新能源汽车等新兴产业发展取得明显成效。目前,我国高端装备制造业产值占装备制造业比重已超过10%。

0.2 机械制造技术的发展

机械制造技术是使原材料变成机械产品过程中所采用技术的总称。拥有先进的机械制造技术能使一个国家的制造业乃至整个工业经济处于有利的竞争地位。机械制造技术水平的提高与进步对整个国民经济的发展,以及科技、国防实力的提高有着重要影响。

机械制造技术可以追溯到很久以前,我国古代指南车、地动仪、汉代被中香炉等器物的制造,均有独到之处;18世纪工业革命中,蒸汽机的制造标志着制造技术的机械化;20世纪20年代起到第二次世界大战结束,特别是第二次世界大战中,军工制造业的发展,大大地促进了制造技术水平的提高。例如,第二次世界大战中,在坦克战场上真正的王者是苏联的T-34中型坦克。它是第二次世界大战中最优秀的和生产数量最多的坦克,也是至今世界上服役时间最长的坦克,其主要因素是,T-34中型坦克具有优良的制造与维护性能,可以快速大量生产。20世纪50年代“少品种、大批量生产”大大地提高了各个行业的生产装备水平,使得人们拥有大量物美价廉的现代工业产品,提高了人们的生活质量。20世纪70年代出现了“精益生产(lean manufacturing,简称LP)”,通过系统结构、人员组织、运行方式 and 市场供求等方面的变革,使生产系统适应用户需求变化,最终达到包括市场供销在内的生产各方面最好的结果。新的制造模式,使得制造企业能够适应人们对产品的不断变化的需求,生产成本降低、质量不断提高。

20世纪80年代,信息技术、计算机技术等快速发展,并且与制造管理等相关技术结合,发展了CAD/CAM、CAPP、GT、CNC、CE(并行工程)、FMS、CIMS、TQC等,促进了机械制造技术的进一步提高。进入20世纪90年代,为满足人们需求多样化,快速响应市场需求,出现了敏捷制造、精益-敏捷-柔性(LAF)生产系统、快速可重组制造、动态制造联盟、基于网络的制造、全球制造等新的制造模式。出现了以用户需求为中心,以柔性、精益和敏捷为竞争优势,把技术进步、人因改善和组织创新作为三项并重的基础工作,以实现资源快速有效集成为中心任务的“虚拟公司”等生产组织形式。

进入21世纪,采用以计算机和现场总线局域网为核心,依托超级宽带Internet网,充分整合利用全球优势资源与技术,实行全球化虚拟制造和经营管理,实现“全球制造”成为取得竞争优势的必然选择。为了满足新材料、极端工作环境装备制造需求,满足人类可持续发展需求,各种新型制造技术、极端制造技术、生物制造技术、绿色制造技术等将不断引领制造技术向前发展。

机械制造技术与机械制造业在新中国成立后得到了长足发展,至改革开放前,一个具有相当规模和一定技术基础的机械工业体系已基本形成。改革开放 30 多年来,我国机械制造业充分利用国内、外两方面的资源,有计划地推进企业的技术改造,引导企业走依靠科技进步的道路,使机械制造技术、产品质量和水平及经济效益发生了显著变化,为繁荣国内市场、扩大出口创汇、推动国民经济的发展做出了很大贡献。

尽管我国制造业的综合技术水平有了大幅度提高,在某些方面甚至达到了国际先进或国际领先水平,但与工业发达国家相比,仍存在着一定差距,主要表现在:工业生产能耗和物耗高,劳动生产率低,技术含量低。研发投入不足,技术创新活动薄弱,是制约我国向制造业强国转变的关键因素。2009 年 5 月国务院通过的《装备制造业调整与振兴规划》,提出依托高速铁路、煤矿与金属矿采掘、基础设施、科技重大专项等十大领域重点工程振兴装备制造业;抓住九大产业重点项目实施装备自主化;提升四大配套产品制造水平。

目前,世界主要工业国家中,美国制造业遥遥领先,处于第一方阵;德、日处于第二方阵;中国、英国、法国、韩国处于第三方阵。新一轮科技革命和产业变革正在兴起,我国制造业发展面临着发达国家蓄势占优和新兴经济体追赶比拼的两头挤压和双重挑战。

“中国制造 2025”提出了中国从制造大国转变为制造强国三个十年“三步走”的战略:第一个十年进入世界强国之列;第二个十年要进入世界强国的中位;第三个十年即 2045 年,进入世界强国的领先地位,最终要在新中国成立一百周年成为制造强国。这个方案相当于未来十年中国制造业转型升级的一个行动指南,也为我国机械制造工业的发展指明了方向。

目前,我国高速铁路装备制造技术、深海石油工程设备制造技术、航空航天设备制造技术、电力设备制造技术、核电设备制造技术、重型施工装备制造技术、通信设备制造技术等正在快速发展。有些领域已经取得了举世瞩目的成绩,世界上越来越多地出现中国装备制造的身影,中国装备制造的竞争力正逐步壮大,已有上百种制造产品(涉及家电、通信设备、纺织、医药、机械设备、化工等十多个行业)的产量成为“世界第一”。

0.3 课程内容体系与学习要求

0.3.1 课程内容与学习任务

机械产品的生产过程是指从原材料到该机械产品出厂的全部劳动过程。它包括以下四个过程:生产技术准备过程,如产品的设计与绘图、制订工艺规程、设计与制造专用工艺设备与装备等;工艺过程,即直接用于改变毛坯的形状、尺寸、表面质量、力学性能、外观等的劳动过程;辅助生产过程,即为完成工艺过程所必须进行的一些劳动过程,如设备的维修、刀具的刃磨、某些动力的生产等;生产服务过程,即为顺利完成工艺过程而进行的一些劳动过程,如供销、运输、保管、生活服务。

机械制造工艺过程包括零件的制造工艺过程和产品装配工艺过程;而零件的制造工艺过程又包括毛坯制造工艺过程(如铸造、锻造、冲压、焊接等工艺过程);机械加工工艺过程和热处理工艺过程。“机械制造技术基础”主要是研究零件机械加工装配工艺过程中有关的基本知识和基本理论。

本课程涵盖了“金属切削原理与刀具”“金属切削机床概论”“机械制造工艺与夹具”等课程中的基本内容,并将这些课程中基本的概念和知识要点有机整合在一起,形成本课程的知识体系。本课程学习的主要任务是学习金属切削过程的基本理论、切削过程中所产生的诸多现象和变化规律;学习机械制造工艺理论、机械制造加工及装配工艺与装备等。

0.3.2 课程的特点

机械制造技术基础课程是一门重要的技术基础课,要求学生掌握机械制造技术的基本知识和基本理论,为后续专业课程学习打下良好的基础,同时了解现代机械制造技术的最新发展。其特点如下:

1) 综合性。本课程是在机械制图、机械设计、工程力学、工程材料、金属工艺学、互换性与技术测量、机电传动与控制等课程的基础上开设的专业基础课程,用到多种学科的理论和方法。而现代制造技术更有赖于计算机技术、信息技术和其他高科技的发展,要求学生在学习时,综合运用过去学过的知识与理论,并且结合现代技术的发展进行学习。

2) 实践性。要求对机械制造生产实践进行深入了解,并且将理论知识与生产实践结合,运用理论分析生产实践中的问题,将生产实践中的经验与体会上升到理论高度,知其然且知其所以然,始终做到理论联系实际。

3) 灵活性。机械制造生产活动内容是极其丰富的,同时灵活多变。本课程讲述的是机械制造生产活动中的一般规律和原理。将其应用于生产实际时,要充分考虑企业的具体条件,如生产规模的大小,技术力量的强弱,设备、资金、人员的状况等。需要学生树立实事求是、因地制宜的理念。

0.3.3 教材编排特点与课程学习

本书在内容编排和体系结构上进行了较大的调整和变动,遵循学生对机械制造技术理论知识的认知规律,从对生产过程的了解开始,以零件表面成形导入制造方法,以装备学习为基础,以切削理论为导引,结合典型加工工艺与装备。体现以应用为导向、以理论为基础,点面结合形成连贯有效的学习过程。在此基础上通过机械加工精度内容的学习,加深加强理论,培养应用研究能力,为工艺规程、装配规程设计打基础。通过典型零件的工艺分析,结合具体实例讲述装配工艺规程设计,有效提高设计与理论知识应用能力。通过先进制造技术的学习,激发学生兴趣,拓展思路、提高创新应用能力。

通过本课程的学习,要求学生能对整个机械制造活动有一个总体的、全面的了解与把握,获得机械制造技术最基本的知识与技能,具体要求如下:

- 1) 认识制造业与机械制造过程。
- 2) 熟悉金属切削机床的结构、工作原理,具有正确选用金属切削机床设备的能力。
- 3) 认识并掌握金属切削过程的基本规律,具有根据加工条件合理选择切削液、切削用量的基本能力。
- 4) 了解常用的金属切削刀具的结构、工作原理和加工特点,能够结合生产实际选用和使用刀具。
- 5) 掌握机械加工的基本知识,能正确选择加工方法及工艺装备,初步具有编制零件加工工

艺规程、设计机床夹具的能力。

6) 掌握机械制造工艺、机械加工质量的基本理论和基本知识,具有分析、解决现场生产过程中的质量、生产效率、经济性问题的基本能力。

7) 了解当今先进制造技术和先进制造模式,初步具备对制造系统、制造模式选择决策的能力。

第 1 章

机械制造技术的基础知识

机械产品的制造是把原材料通过加工变为产品的过程,包括毛坯制作、零件加工、检验、装配、包装、运输等。机器零件的加工过程是在金属切削机床上通过刀具与工件间的相对运动,从毛坯上切除多余金属,从而获得符合技术要求的形状、位置、尺寸精度和表面质量的过程。为实现这一过程,工件与刀具之间要按照特定的要求作相对运动,形成所需表面。

1.1 机械制造过程

在现代制造工业中,机械产品的制造系统复杂、庞大。首先,企业决策者根据订货、市场需求分析及预测,决定生产制造某种产品,然后组织研究设计部门进行产品开发,工艺部门进行工艺设计,供应部门准备原材料、设备和装备,生产部门做生产组织准备,毛坯车间做毛坯制造。这些工作完成后,再进行产品零件加工和处理、产品装配和调试、性能测试、质量检验和包装仓储,以及其他与之相关的各个环节。产品最终制造完成后,还需要销售、发运和进行售后服务,并由市场反馈获得所制造的机械产品的综合信息。这个过程依市场经营需求而进行,与市场 and 用户有密切的关系。

从狭义的制造概念出发,机械制造过程是指利用各种机床、技术和设备工具对原材料、半成品进行加工或处理,最终使之成为产品的过程。

1.1.1 生产过程

机械产品的生产过程是指由原材料(或半成品)转化为最终产品的一系列相互联系的全部劳动过程的总和。它不仅包括毛坯制造、零件的加工及热处理、装配及检验、油漆、包装过程等直接生产过程,还包括原材料的运输和保管以及设备、工艺装备(刀具、夹具、量具)等的制造、维修等生产技术准备工作。

1.1.2 工艺过程

机械加工工艺过程是指用机械加工方法(主要是切削加工方法)逐步改变毛坯的形态(形状、尺寸以及表面质量),使其成为合格零件所进行的全部过程。它由若干个按顺序排列的工序组成,而工序又可依次细分为安装、工位、工步和走刀等几个层次。

一、工序

一个或一组工人,在一台机床或一个工作地点,对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程,称为工序。工序是组成工艺过程的基本单元。划分工序的主要依据是工作地点是否变动和工作是否连续以及操作者和加工对象是否改变,共四个要素。在加工过程中,只要有其中一个要素发生变化,即构成不同的工序。如图 1.1 所示的阶梯轴,当生产批量较小时,其工序划分见表 1.1。在工序 2 中,对轴的一端车大外圆及倒角后,要调头车小外圆及倒角。假如把一批工件的大外圆及倒角先全部加工好,再加工全部工件的小外圆及倒角,那么同样是这些加工内容,由于对每个工件而言加工过程是不连续的,因此应算作是两道工序。如表 1.2 所示,这种情况常见于大批量生产时。

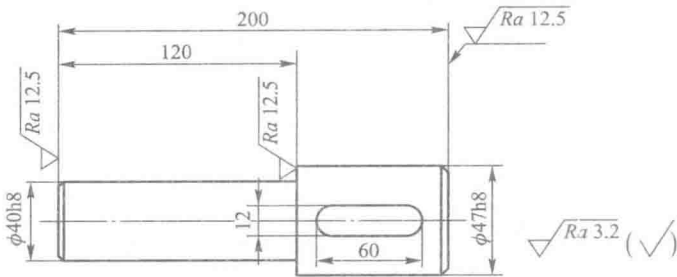


图 1.1 阶梯轴

表 1.1 阶梯轴单件小批生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	车一端面,打中心孔;调头车另一端面,打中心孔	车床
2	车大外圆及倒角,调头车小外圆及倒角	车床
3	铣键槽,去毛刺	铣床

表 1.2 阶梯轴大批量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	铣两端面,打中心孔	铣端面、打中心孔机床
2	车大外圆及倒角	车床
3	车小外圆及倒角	车床
4	铣键槽	键槽铣床
5	去毛刺	钳工台

二、安装

在加工前,先将工件在机床上正确放置,并加以固定,此过程称为装夹。工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在表 1.1 的工艺过程中,工序 1 要调头一次,即有两次安装。

加工过程中应尽量减少安装次数,因为这不仅可以减少辅助时间,而且可以减少因安装误差而导致的加工误差。

三、工位

生产中为了减少工件的安装次数,在加工中常采用各种回转工作台、回转或移位夹具及多轴机床等,使工件在一次安装中可以先后处于不同的位置进行加工。为了完成一定的工序,工件在一次安装后,工件与夹具或设备的可动部分一起相对于刀具或设备的固定部分所占据的每一个工作位置,称为工位。机床或夹具的工位有两个或两个以上的,称为多工位机床或多工位夹具。

四、工步

工件在一次安装中,在加工表面和加工工具不变以及切削用量中的切削速度和进给量不变的情况下,所连续完成的那一部分工序,称为工步。一般情况下,在一个工序内用一种工具每加工一个表面即为一个工步,如果某一个表面加工要分几次切削时,切削速度和进给量不改变的,算一个工步;切削速度或进给量改变则算两个工步。

对于连续进行的几个相同的工步,例如在法兰上依次钻四个 $\phi 15$ 的孔(图 1.2a),习惯上算作一个工步,称为连续工步。如果同时用几把刀具(或复合刀具)加工不同的几个表面,这也可看作是一个工步,称为复合工步(图 1.2b)。

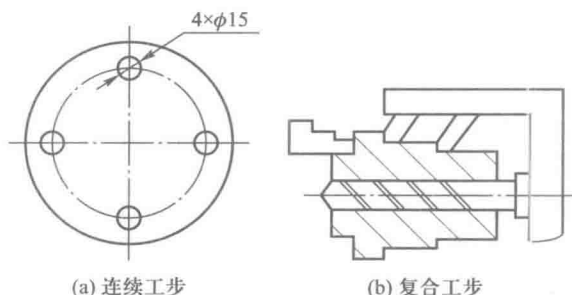


图 1.2 连续工步和复合工步

五、走刀

同一工步中,切削刀具在加工表面上切削一次所完成的加工过程,称为一次走刀。一个工步可包括一次或数次走刀,而每一次切削就是一次走刀,如图 1.3 所示。走刀是构成工艺过程的最小单元。

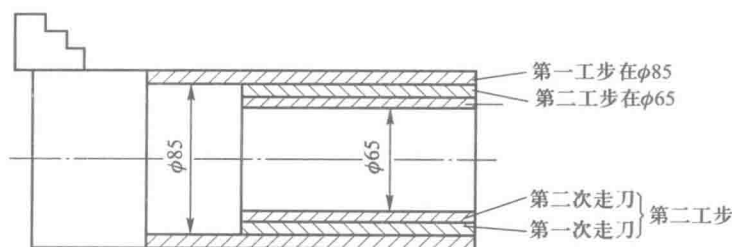


图 1.3 工步与走刀

1.1.3 生产纲领与生产类型

一、生产纲领

产品的年生产纲领是指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。

零件的生产纲领要计入备品和废品的数量,因此对一个工厂来说,产品的产量和零件的产量是不一样的。零件生产纲领的计算公式为

$$N = Qn(1 + \alpha)(1 + \beta) \quad (1.1)$$

式中: N ——零件的生产纲领,件/年;

Q ——产品的年产量,台/年;

n ——每台产品中该零件的数量,件/台;

α ——零件的备品率,%;

β ——零件的废品率,%。

其中,备品率的多少要根据用户和修理单位的需要进行考虑。一般由调查及经验确定,可在0%~100%内变化。零件平均废品率根据生产条件不同各工厂的不一样。生产条件稳定,产品定型,如汽车、机床等产品生产废品率一般为0.5%~1%;当生产条件不稳定、新产品试制,废品率可高达50%。

二、生产类型的划分

生产类型是对生产规模的一种分类。根据零件的生产纲领、尺寸大小和复杂程度,可将生产分为单件生产、成批生产和大量生产三种类型。

1) 单件生产 工厂的产品品种不固定,每一品种的产品数量很少,工厂大多数工作地点的加工对象经常改变。例如,重型机械、造船业、新产品试制等。

2) 成批生产 工厂的产品品种基本固定,但数量少,品种多,需要周期地轮换生产,工厂内大多数工作地点的加工对象是周期性地变换。例如,机床和电动机制造一般属于成批生产。

3) 大量生产 工厂的产品品种固定,每种产品数量很大,工厂内大多数工作地点的加工对象固定不变。例如,汽车、拖拉机和轴承制造等一般属于大量生产。

在成批生产中,根据批量大小可分为大批量生产、中批量生产和小批量生产。小批量生产的工艺特点接近于单件生产,大批量生产的工艺特点接近于大量生产,中批量生产的特点介于小批量和大批量生产之间。在同一个工厂中,可以同时存在几种不同生产类型的生产。例如,轴承厂虽然按大量生产的工艺特征组织生产,但其机修和工具分厂(或车间)却按单件生产的工艺特征组织生产。

表1.3为机床行业划分生产类型的参考数据,可确定生产类型。不同生产类型的制造工艺有不同特点,各种生产类型的工艺特点见表1.4。

表 1.3 生产类型和生产纲领的关系

生产类型	生产纲领(件/年或台/年)		
	重型(30 kg 以上)	中型(4~30 kg)	轻型(4 kg 以下)
单件生产	5 以下	10 以下	100 以下