

高等职业教育

机械行业“十二五”规划教材

机械制造技术 基础

Fundamentals of Mechanical Manufacturing Technology

理论实际相结合突出实践性

内容组织精练体系结构新颖

采用最新标准配套资源完整



◎ 张绪祥 熊海涛 主编

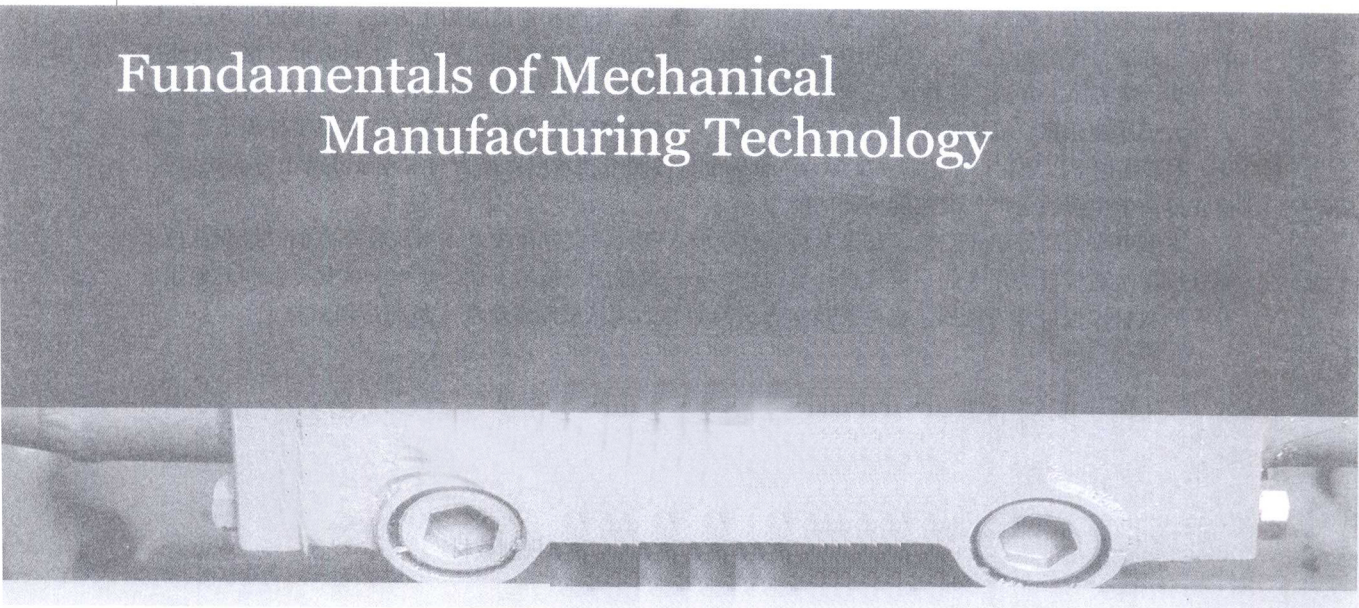
◎ 於红梅 汪超 齐真 副主编

高等职业教育

机械行业“十二五”规划教材

机械制造技术 基础

Fundamentals of Mechanical
Manufacturing Technology



◎ 张绪祥 熊海涛 主编

◎ 於红梅 汪超 齐真 副主编

人民邮电出版社

北 京



精品系列

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础 / 张绪祥, 熊海涛主编. — 北京:
人民邮电出版社, 2013.3
高等职业教育机械行业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-30089-8

I. ①机… II. ①张… ②熊… III. ①机械制造工艺
— 高等职业教育—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第023167号

内 容 提 要

本书共10章,以机械制造方法和加工装备为主线,融入机床、工具和金属切削原理,介绍金属材料的热加工方法(铸造、锻造和焊接)、车削加工方法、铣削和刨插削加工方法、钻削加工方法、铰削加工方法、镗削加工方法、拉削加工方法、磨削加工方法、齿轮加工方法、塑料成形方法、快速成形方法、精密加工方法、特种加工方法、表面处理等方法。以实现产品质量为主线,融入工件的装夹、夹具、尺寸链计算、机械加工工艺规程设计方法、机械装配工艺规程设计方法、典型零件加工工艺设计。本书强调学以致用,理论联系实际,注重学生机械制造技术应用能力与工程素养两个方面的培养,旨在提高学生解决生产一线实际问题的能力。

本书可作为高等职业院校、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院机械制造与自动化专业、模具设计与制造专业、数控加工技术专业、机电一体化专业和其他相近专业的教材,也可作为机械、机电类技术人员的参考书或机械制造企业人员的培训教材。

高等职业教育机械行业“十二五”规划教材 机械制造技术基础

-
- ◆ 主 编 张绪祥 熊海涛
副 主 编 於红梅 汪 超 齐 真
责任编辑 韩旭光
 - ◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 29 2013年3月第1版
字数: 764千字 2013年3月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-30089-8

定价: 56.00 元

读者服务热线: (010)67132746 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前言

本书根据教育部制定的《高职高专教育机电类专业人才培养目标及规格》为主要依据,结合现代工业对应用型人才提出的新要求和教学改革研究成果,针对高职高专学生的特点,充分体现“理论够用,能力为本,重在应用”的高职高专教育特点,能较好地体现面向 21 世纪高职高专的教材特色。

高职机械制造技术系列课程包括“机械制造技术”、“机械制造工艺与夹具”、“模具制造工艺”、“现代制造技术”和“数控加工技术”,其中“机械制造技术”是新教学计划中整合度较大的一门新课,它由原机械专业的 5 门专业课“金属工艺学”、“金属切削原理与刀具”、“金属切削机床”、“机械制造工艺学”和“机床夹具设计”,按照新专业培养要求重新整合而成。但是随着技术的进步,原有的课程体系、内容和名称受到挑战。本教材是在我国振兴制造业、大力发展职业教育的背景下,根据机械制造技术课程实践性强、综合性强,灵活性大的特点,结合企业对高技能人才的要求,在本书编写过程中力求内容的渐进性和知识的连续性,同时注重点和面的有机结合,使教材做到好讲、好学、实用。

参加本书编写的有武汉职业技术学院、武汉科技职业学院和武汉工程职业技术学院。其中:张绪祥编写绪论、第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 7 章、第 8 章、第 7 章、附录,於红梅、齐真、陈建武编写第 4 章,熊海涛编写第 5 章,汪超编写第 6 章,张四新编写第 10 章。张绪祥、熊海涛任主编,於红梅、汪超、齐真任副主编,全书由武汉职业技术学院王军主审。

本书在编写过程中得到了有关领导和同行们的大力帮助和支持,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中肯定有很多缺点和不妥之处,望广大读者不吝赐教。

编者
2012 年 12 月

目 录

绪论	1	二、切削力	52
第 1 章 机械制造过程分析	7	三、切削热和切削温度	55
第一节 机械制造过程	7	四、刀具磨损与刀具耐用度	58
一、企业生产过程中的基本概念	7	第二节 切削过程基本规律的应用	61
二、机械制造工艺过程的组成	8	一、切屑的控制	62
三、零件(毛坯)成形方法	11	二、工件材料的切削加工性	65
第二节 机械制造企业		三、刀具几何参数的合理选择	66
生产组织分析	13	四、切削用量的合理选择	68
一、生产纲领	13	五、切削液的合理选用	70
二、生产类型	13	思考与练习	71
三、企业组织产品生产的模式	15	第 4 章 机械加工方法	72
思考与练习	16	第一节 车削加工	72
第 2 章 金属切削机床与刀具	17	一、概述	72
第一节 机械零件表面的成形过程	17	二、车床	74
一、零件表面及其成形方法	17	三、车刀	80
二、表面成形运动	19	四、典型车削加工	84
三、切削运动和切削要素	20	第二节 铣削和刨插削加工	86
第二节 金属切削机床	22	一、铣削加工概述	86
一、机床概述	22	二、铣床	91
二、机床传动原理	27	三、铣刀	96
三、机床的传动系统	28	四、刨插削加工	103
四、机床的运动计算	31	第三节 钻削、铰削、	
五、数控机床概述	32	镗削和拉削加工	106
第三节 刀具	36	一、概述	106
一、刀具的类型	36	二、钻削加工	108
二、刀具切削部分的几何参数	37	三、铰削加工	119
三、刀具材料	43	四、镗削加工	122
思考与练习	46	五、拉削加工	127
第 3 章 金属切削过程	48	第四节 磨削加工	133
第一节 切削过程的基本规律	48	一、概述	133
一、切削变形	48	二、磨具的特征和选用	135

三、磨削加工类型	140	三、主要用途	235
四、先进磨削技术	146	第三节 精密加工技术	235
第五节 齿轮加工	150	一、精密加工和超精密	
一、概述	150	加工的范畴	235
二、滚齿加工	152	二、精密加工和超精密	
三、插齿加工	159	加工的特点	236
四、齿面的精加工方法	162	三、常用光整加工方法	237
思考与练习	167	四、超精密切削	242
第5章 铸造、锻压和焊接	168	五、超精研抛加工	245
第一节 铸造	168	第四节 特种加工技术	246
一、概述	168	一、概念	246
二、合金的铸造性能	169	二、特种加工的特点及应用范围	246
三、铸造方法	173	三、特种加工方法	247
四、铸造生产常见缺陷	179	第五节 表面处理技术	257
五、铸造工艺设计	180	一、表面涂层技术	257
六、铸件结构工艺性	186	二、表面改性技术	258
第二节 锻压	191	三、其他表面技术	259
一、概述	191	思考与练习	259
二、金属的锻造性能	192	第7章 工件的装夹与	
三、自由锻	193	机床夹具基础	260
四、模锻	198	第一节 概述	260
五、板料冲压	202	一、装夹的概念	263
第三节 焊接	207	二、机床夹具在	
一、概述	207	机械加工中的作用	263
二、手工电弧焊	208	三、机床夹具的分类	263
三、其他焊接方法	213	四、机床夹具的组成	264
四、焊接结构工艺设计	222	第二节 工件定位的基本原理	265
思考与练习	228	一、六点定位规则	265
第6章 其他加工方法	229	二、限制工件自由度与	
第一节 工程塑料的成形	229	加工要求的关系	267
一、挤出成形	229	第三节 典型的定位方式、定位元件及	
二、注射成形	230	定位装置	269
三、模压成形	231	一、基准、定位副及对	
四、吹塑成形	232	定位元件的基本要求	269
五、压注成形	232	二、典型定位方式及定位元件	271
第二节 快速成形技术	233	三、常见定位方式所能限制的	
一、分类	233	自由度	282
二、基本原理	233		

第四节 定位误差的分析与计算	284
一、造成定位误差的原因	284
二、定位误差 Δ_0 的计算	286
三、几种典型定位情况的 定位误差	287
第五节 工件的夹紧	289
一、夹紧装置的组成和基本要求	289
二、夹紧力的确定	290
三、基本夹紧机构	293
第六节 夹具的其他装置和元件	298
一、对刀及导向元件	299
二、夹具在机床上的安装方式及 连接元件	303
三、分度装置	305
四、夹具体	306
第七节 专用夹具设计概述	308
一、夹具设计的基本要求	308
二、专用夹具设计的步骤	309
三、夹具总图上尺寸、公差和 技术要求的标注	310
思考与练习	312
第 8 章 机械产品质量的实现	316
第一节 机械零件加工质量	316
一、机械零件加工质量的构成	316
二、获得零件加工质量的方法	317
三、零件加工工艺尺寸链	321
四、加工工艺尺寸链计算示例	326
第二节 机械产品的装配质量	330
一、装配的概念	330
二、装配工作的基本内容	330
三、机械装配精度	331
四、装配精度与零件精度的关系	332
五、装配尺寸链	333
六、装配精度的实现方法 及其选择	338
七、装配方法的选择	346
思考与练习	346

第 9 章 机械制造工艺规程设计	349
第一节 概述	349
一、工艺规程的格式和内容	349
二、工艺规程的作用	352
三、工艺规程设计的原则	353
四、工艺规程设计的原始资料	354
五、工艺规程设计的步骤	354
第二节 机械加工工艺规程设计	355
一、分析零件图和产品装配图	355
二、毛坯的确定	359
三、定位基准的选择	361
四、工艺路线的拟定	365
五、工序内容的拟定	371
六、制定机械加工工艺规程实例	377
第三节 数控加工工艺设计	380
一、数控加工工艺的概念	380
二、数控加工工艺的特点	381
三、数控加工工艺设计	381
四、数控加工工序的设计	382
五、数控加工工艺设计实例	383
第四节 装配工艺规程设计	386
一、制定装配工艺规程的原则	386
二、制定装配工艺规程 所需的原始资料	386
三、制定装配工艺规程的 方法与步骤	387
四、减速器装配工艺编制实例	390
第五节 工艺过程技术经济分析	393
一、时间定额及其组成	393
二、提高机械加工 生产率的工艺措施	394
三、工艺过程技术经济分析	397
思考与练习	400
第 10 章 典型零件加工工艺设计	403
第一节 轴类零件加工	403
一、概述	403
二、主轴加工工艺过程分析	406
三、轴类零件加工精度分析	407

四、典型轴类零件加工	
工艺设计实例	411
第二节 套类零件加工	413
一、概述	413
二、套类零件加工工艺分析	415
三、套类零件加工精度分析	417
四、典型套类零件加工	
工艺设计实例	419
第三节 箱体零件加工	421
一、概述	421
二、箱体加工工艺分析	425
三、箱体的孔系加工	428
思考与练习	432

附录 1: 机械加工相关技术规范	435
一、切削加工件通用技术条件	
(JB/T 8828—2001)	435
二、切削加工通用工艺守则	
(JB/T 9168.1—1998)	439
附录 2: 常用机械加工余量	441
附录 3: 常用切削用量	444
附录 4: 常见加工问题分析及	
解决措施	448
参考文献	453

一、制造、制造业、制造系统与制造技术

所谓制造，是一种将有关资源（如物料、能量、资金、人力资源和信息等）按照社会的需求转变为新的、有更高应用价值资源的行为和过程。随着社会的进步和制造活动的发展，制造的内涵也在不断地深化和扩展，因此，制造的概念是一个不断发展进化的概念。机械制造是各种机械、机床、仪器、仪表制造过程的总称。制造业是进行制造活动，为人们提供使用或利用的工业品或生活消费品的行业。人类的生产工具、消费产品、科研设备和武器装备等，没有哪一样能离开制造业，没有哪一样的进步能离开制造业的进步，这些产品都是由制造业提供的，可以说制造业是国民经济的装备部，是国民经济产业的核心，是工业的心脏，是国民经济和综合国力的支柱产业。

制造过程是制造业的基本行为，是将制造资源转变为有形财富或产品的过程。制造过程涉及国民经济的大量行业，如机械、电子、轻工、化工、食品、军工和航天等。因此，制造业对国民经济有较显著的带动作用。

制造系统是制造业的基本组成实体。制造系统是由制造过程及其所涉及的硬件、软件和制造信息等组成的一个具有特定功能的有机整体，其中的硬件包括人员、生产设备、材料、能源和各种辅助装置，软件包括制造理论和制造技术，而制造技术又包括制造工艺和制造方法等。

广义而言，制造技术是按照人们所需目的，运用主观掌握的知识和技能，操纵可以利用的客观物质工具和采用有效的方法，使原材料转化为物质产品的过程所施行的手段的总和，是生产力的主要体现。制造技术与投资和熟练劳动力一起将创造新的企业、新的市场和新的就业。制造技术是制造业的支柱，而制造业又是工业的基石，因此，可以说制造技术是一个国家经济持续增长的根本动力。机械制造技术就是完成机械制造活动所施行的一切手段的总和。

二、机械制造业在国民经济中的地位

机械制造业是制造业的最主要的组成部分，它的主要任务就是完成机械产品的决策、设计、制造、装配、销售、售后服务及后续处理等，其中包括对半成品零件的加工技术、加工工艺的研究及其工艺装备的设计制造。机械制造业担负着为国民经济建设提供生产装备的重任，为国民经济各行业提供各种生产手段，其带动性强，波及面广，产业技术水平的高低直接决定着国民经济其他产业竞争力的强弱，以及今后运行的质量和效益；机械制造业也是国防安全的重要基础，为

国防提供所需武器装备,世界军事强国,无一不是装备制造业的强国,机械制造业还是高科技产业的重要基础。作为基础的高科技可以认为有五大领域,即信息科技、先进制造科技、材料科技、生命科技和集成科技,机械制造业为高科技的发展提供各种研究和生产设备,世界高科技强国,无一不是装备制造业的强国。世界机械制造业占工业的比重,从1980年以来,已上升至超过1/3。机械制造业的发展不仅影响和制约着国民经济与各行各业的发展,而且还直接影响和制约着国防工业和高科技的发展,进而影响到国家的安全和综合国力,对此应有足够清醒的认识。

然而,第二次世界大战后,美国却出现了“制造业是夕阳产业”的观点,忽视了对制造业的重视和投入,以至工业生产下滑,出口锐减,工业品进口陡增,第二、第三产业的比例严重失调,经济空前滑坡,物质生产基础遭到严重削弱。近几年,美国、日本、德国等工业发达国家都把发展先进制造技术列为工业、科技的重点发展技术。美国政府历来认为,生产制造是工业界的事,政府不必介入。但经过10年反思,美国政府已经意识到,政府不能不介入工业技术的发展,自20世纪80年代中期,美国制订了一系列民用技术开发计划并切实加以实施。由于给予了重视,近年来美国的机械制造业有所振兴,汽车、机床、微电子工业又获得了较大发展。可见,机械制造业是国民经济赖以发展的基础,是国家经济实力和科技水平的综合体现,是每一个大国任何时候都不能掉以轻心的关键行业。

三、我国机械制造业的发展现状

改革开放三十年以来,我国的机械制造业已经具有了相当雄厚的实力,为国民经济、国防和高科技提供了有力的支持,我国的机械制造业为汽车、火车、飞机、农业机械、火箭、宇宙飞船、电站、造船、计算机、家用电器、电子及通信设备等行业提供了生产装备。机械制造业是我国实现经济腾飞,提升高科技与国防实力的重要基础。据介绍,1980年,中国制造业增加值仅占世界的1.5%。1990年,中国制造业增加值超过巴西,位居发展中国家和地区之首,占全球比重的2.7%,进入了世界制造业10强,位居第八。2000年,中国制造业增加值占全球的比重达7.0%,仅次于美国、日本和德国,在世界10强中居第四位。2004年,中国在全球制造业中的份额提高至10%,排名超过德国,上升至世界第三位。2005年的统计表明,全国机械工业生产、销售延续了前两年高速增长的势头,增速分别保持在20%以上,我国机械制造业的主要经济指标占全国工业的比重约为1/5~1/4,出口额占全国外贸总额的30%,从业人数占工业总人数的25%。从机床生产能力可看出一个国家的机械制造业水平。我国能自主设计、生产各种普通机床、小型仪表机床、重型机床以及各种精密的、高度自动化的、高效率的和数字控制的机床,产品品种较齐全,大部分达到20世纪90年代国际水平,部分达到国际先进水平。

中国制造业有了显著的发展,无论制造业总量还是制造业技术水平都有很大的提高。机械制造业从产品研发、技术装备和加工能力等方面都取得了很大的进步,但具有自主知识产权的品牌产品却不多。通过对我国机械制造业现状的分析和研究,业内人士普遍认为,中国的机械制造比欧美发达国家落后了将近30年。面对21世纪世界经济一体化的挑战,机械制造业存在的主要问题有以下几个方面。

1. 合资带来的忧愁

改革开放以来,我国大量引进技术和技术装备使机械制造业有了长足的发展,但也给人们带来了许多担忧。20世纪90年代以来,大型跨国公司纷纷进军杀入国内机械工业市场,主要集中

在汽车、电工电器、文化办公设备、仪器仪表、通用机械和工程机械等领域，这几个行业约占机械工业外商直接投资金额的 80%。外国投资者的经营策略是：“基本前提是对华投资活动中必须保持其控制权”，当前跨国企业特别热衷于并购我国高成长性行业中的优势企业。目前已经能看到的是工程机械行业、油嘴油泵行业、轴承行业等。

2. 存在着许多技术黑洞

中国的机械制造业除了面临“外敌”之外，自身也存在着诸多问题。业内人士认为，我国机械行业存在一个巨大的技术“黑洞”，最突出的表现是对外技术依存度高。近几年来，中国每年用于固定资产的上万亿元设备投资中，60%以上是引进的。作为窗口的国家高新技术产业开发区，也有 57%的技术源自国外。整个工业制造设备的骨干都是外国产品，这暴露了我国工业化的虚弱性。机械制造业是一个国家的脊椎和脊柱，中国今后如果不把腰杆锻炼硬了，挺直了，那么整个经济和国防都是虚弱的。

3. 机械制造业落后近 30 年

有人在网上发起“中国的机械制造业落后欧美发达国家多少年”的讨论，很多人认为“至少 30 年的差距”。这种差距尤其表现在发动机上。发动机作为机械的“心脏”，怎么评价它在机械中的重要性都不过分。

为何市场没有换来必要的技术？专家认为，并不是拿来了车型就等于转让了技术，一些关键的地方还需要学习，还需要有人点拨。但是相当多企业只关注合资、引进等形式上的东西。仿制而不消化吸收使机械工业步入歧途。除了消化不到位之外，技术壁垒也是中国引进技术的巨大障碍。目前知识产权已经成为包括美国在内的发达国家保持与发展中国家之间差距的一种武器。“欧美发达国家在小心翼翼地保持着与中国技术水平几十年的差距。”

4. 国家扶持的支点偏离

业内人士普遍认为，技术黑洞的形成与国家的重视程度、投入密切相关。国家在过去的二十多年来忽视了发展机械行业，在政策、资金等方面都出现了偏差。

产权激励制度是创新和研发产品的重要保障。国有企业对创新人才的产权激励基本上没有实行。一方面创新成果的知识产权没有得到有效的保护，另一方面，创新者的贡献没有得到产权确认。企业研发的技术和产品，要么被国家无偿拿走，要么被其他的企业无偿抄袭。

四、机械制造技术的发展过程和趋势

机械制造有着悠久的历史，我国秦朝的铜车马已有带锥度的铜轴和铜轴承，说明在公元 210 年以前就可能有了磨削加工。从 1775 年英国 J·Wilkinson 为了加工瓦特蒸汽机的气缸，研制成功镗床开始，到 1860 年，经历了漫长岁月后，车、铣、刨、插、齿轮加工等机床相继出现了。1898 年发明了高速钢，使切削速度提高了 2~4 倍，1927 年德国首先研制出硬质合金刀具，切削速度比高速钢刀具又提高了 2~5 倍。为了适应硬质合金刀具高速切削的需求，金属切削机床的结构发生了较明显的改进，从带传动改为齿轮传动，机床的速度、功率和刚度也随之提高。至今，仍然广泛使用着各种各样的齿轮传动的金属切削机床，但在结构、传动方式等方面，尤其在控制方面有了极大的改进。

加工精度可以反映机械制造技术的发展状况。1910 年时的加工精度大致是 $10\mu\text{m}$ (一般加工), 1930 年提高到 $1\mu\text{m}$ (精密加工), 1950 年提高到 $0.1\mu\text{m}$ (超精密加工), 1970 年提高到 $0.01\mu\text{m}$, 而目前已提高到 $0.001\mu\text{m}$ (纳米加工)。

20 世纪 80 年代末期, 美国为提高制造业的竞争力和促进国家的经济增长, 首先提出了先进制造技术 (Advanced Manufacturing Technology, AMT) 的概念, 并得到欧洲各国、日本以及一些新兴工业化国家的响应。在 AMT 提出的初期, 主要发展集中在与计算机和信息技术直接相关的技术领域方面, 该领域成为世界各国制造工业的研究热点, 取得了迅猛的发展和应用。这方面的主要成就有:

(1) 计算机辅助设计技术 (Computer Aided Design, CAD)。可完成产品设计、材料选择、制造要求分析、优化产品性能以及完成通用零部件、工艺装备和机械设备的设计与仿真等工作。

(2) 计算机辅助制造技术 (Computer Aided Manufacturing, CAM)。以计算机数控机床 (Computer Numeric Control, CNC)、加工中心 (Machining Center, MC)、柔性制造系统 (Flexible Manufacturing System, FMS) 为基础, 借助计算机辅助工艺规程设计 (Computer Aided Process Planing, CAPP)、成组技术 (Group Technology, GT) 和自动化编程技术 (Automatically Programmed Tool, APT) 而形成, 可实现零件加工的柔性自动化。

(3) 计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, CIMS) 把工厂生产的全部活动, 包括市场信息、产品开发、生产准备、组织管理以及产品的制造、装配、检验和产品的销售等都利用计算机系统有机地集成为一个整体。

在实践过程中, 人们逐渐认识到制造技术各方面必须协调发展, 如果仅仅局限于系统技术和软件设计, 忽视对制造工艺等主体技术的研究, 脱离实际地强调无人化生产, 必将导致制造技术各领域发展的严重失衡, 以至不能充分发挥效益。1994 年, 美国联邦科学工程和技术协调委员会 (FCCSET) 下属的工业和技术委员会先进制造技术工作组, 系统说明了 AMT 的技术群内容: 第一, 主体技术群, 包括面向制造的设计技术群 (包括产品设计、工艺过程设计和工厂设计等) 和制造工艺技术群 (主要涉及产品制造与装配工艺过程及其工艺装备)。第二, 支撑技术群 (主要包括理论、标准、信息、机床、工具、检测、传感与控制等各方面的技术)。第三, 制造基础设施 (是指为管理上述技术群的开发并激励推广应用而采取的各种方案与机制, 其要素主要是工人、工程技术人员和管理人员的培训与教育)。

近 20 年来, 随着科学技术的发展和社会与环境因素的改变, 世界制造业已进入了一个巨大变革时期, 这一变革的主要特点是:

(1) 先进技术的出现正急剧地改变着现代机械制造业的产业结构和生产过程。

(2) 传统的相对稳定的市场已经变成了动态的多变的市场, 产品周期缩短, 更新快, 品种增多, 批量缩小。目前市场对产品的需求不仅是价廉物美, 而且还要交货期短, 售后服务好, 乃至还要求具有深刻的文化内涵和良好的环境适应性。

(3) 传统的管理、劳动方式、组织结构和决策准则都在经历着新的变革。

(4) 包括资本与信息在内的生产能力在世界范围内迅速提高和扩散, 形成了全球性的激烈竞争格局, 市场经济化的潮流正在将越来越多的国家带进世界经济一体化之中。随着生产力的国际扩散, 产业间和产业内的国际分工已成为一股不可抗拒的发展潮流。

21 世纪是知识经济来临的世纪。所谓知识经济, 是一种以知识而不是以物质资源作为其主要支柱的经济。知识经济的发展, 在极大程度上依赖于知识的创造、传输和利用。近 30 年来, 美国蓝领工人的人数从占劳动人口的 33% 下降到 17%, 即产生了劳动力从工业向信息业和服务业的

转移。世界各发达国家都在加速发展教育,尤其是高等教育和职业教育。在这样的大趋势下,可以预见,机械制造业需要加以调整和改造。其主要发展趋势是:

1. 现代机械制造业的信息化趋势

物质、能量和信息是构成制造系统的三大要素。前两者在历史上曾经占据主导地位,受到重视、研究、开发和利用。随着知识经济的到来,信息这一要素正在迅速上升成为制造系统的主导因素,并对制造业产生实质性的影响。现代产品是在其制造过程中所投入的知识和信息的物化与集成,这些知识和信息被物化在产品中,影响着产品的生产成本。产品信息的质(内容)规范该产品的使用价值,而产品信息的量则量度其交换价值。另外,信息技术的水平对于制造业的组织结构和运行模式有着决定性的影响。机械制造业从手工模式,发展到泰勒模式,直到现代模式,而制约与促进这一发展的基本因素是信息技术的水平。适应知识经济条件下的信息技术水平的制造业的组织结构和运行模式一定会在探索中形成。

2. 现代机械制造业的服务化趋势

今天的制造业正在演变为某种意义上的服务业。工业经济时代大批量生产条件下的“以产品为中心”正在转变为“以顾客为中心”。一种“顾客化大生产(Mass customized Manufacturing)模式正在确立,在这种模式下,借助于分布式、网络化的制造系统,以大批量生产条件生产各个顾客不同需求的产品,既可以满足顾客的个性化要求,又能实现高效率和高效益生产,实现高质量、低价格目标。今天,制造业所考虑和所操作的不止产品的设计与生产,而是包括市场调查、产品开发或改进、生产制造、销售、售后服务,直到产品的报废、解体与回收的全过程,涉及产品的整个生命周期,体现了制造业全方位地为顾客服务、为社会服务的宗旨。

3. 现代机械制造业的高技术化趋势

促进机械制造业发展的有信息技术、自动化技术、管理科学、计算机科学、系统科学、经济学、物理学、数学和生物学等,机械制造业发展的方向主要有:

(1) 切削加工技术的研究。切削加工是机械制造的基础方法,切削加工约占机械加工总量的95%左右。目前的水平是:陶瓷轴承主轴的转速已达 $15000\sim 50000\text{r/min}$,采用直流电动机的数控进给速度可达每分钟数十米,高速磨削的切削速度可达 $100\sim 150\text{m/s}$ 。要研究新的刀具材料,提高刀具的可靠性和切削效率,研制柔性自动化用的刀具系统和刀具在线监测系统,还要进行切(磨)削机理的研究。

(2) 精密、超精密加工技术和纳米加工技术的研究。精密、超精密加工技术在高科技领域和现代武器制造中占有非常重要的地位,目前的情况是:日本大阪大学和美国LLL实验室合作研究超精密切削时,成功地实现了 1nm 切削厚度的稳定切削;中小型超精密机床的发展已经比较成熟和稳定,美、英等国还研制出了几台有代表性的大型超精密机床,可完成超精密车削、磨削和坐标测量等工作,机床的分辨率可达 0.7nm ,是现代机床的最高水平。这方面的研究工作主要有:微细加工技术、电子束加工技术、纳米表面的加工技术(原子搬迁、去除和重组)、纳米级表面形貌和表层物理力学性能检测、纳米级微传感器和控制电路、纳米材料以及超微型机械等。

(3) 先进制造技术的研究。先进制造技术是机械制造最重要的发展方向之一,目前,计算机辅助设计及辅助制造(CAD/CAM)一体化、柔性自动化制造技术——包括数控机床、加工中心、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)等,在各发达国家已经得到生产应用,而计算机

集成制造系统(CIMS)正处于研究和试用阶段。最近,还提出了有关生产组织管理的指导性的“精益生产(Lean Production)”模式以及敏捷制造(Agile Manufacturing)技术。后者是基于Internet网络技术而实施的基层单位计算机管理和自动化、计算机仿真和制造过程的虚拟技术,以及异地设计、异地制造和异地装配等。先进制造技术的研究已经取得显著成效,今后,必将在原有基础上迅速发展和推广应用。

五、本课程的性质、研究内容、特点与学习目的

机械制造技术基础课程是一门机械类专业的主干专业基础课。以机械制造方法和加工装备为主线,融入机床、刀具和金属切削原理,包括金属材料的热加工方法(铸造、锻造和焊接)、塑料成形方法、车削加工方法、铣削和刨插削加工方法、钻削加工方法、镗削加工方法、拉削加工方法、磨削加工方法、齿轮加工方法、快速成形方法、精密加工方法、特种加工方法和表面处理方法等。以实现产品质量为主线,融入工件的装夹、夹具、尺寸链计算、机械加工工艺规程设计方法、机械装配工艺规程设计方法和典型零件加工工艺设计。本书强调学以致用,理论联系实际,注重学生机械制造技术应用能力与工程素养两个方面的培养,旨在提高学生解决生产一线实际问题的能力。

涉及面广,实践性强,综合性强,灵活性大是本课程的最大特点。学习本课程时,要重视实践性教学环节,如金工实习、生产实习是学习本课程的实践基础,不容忽视。本课程的综合实验和课程设计是重要的实践性教学环节,不仅可以帮助牢固掌握知识,培养综合应用知识的能力,而且有利于将知识转化为技术应用能力。生产中的实际问题,往往是千差万别的,生产的产品不同、批量不同、现场生产条件不同,其制造方法也不一样。

通过本课程的学习,要求学生对机械制造有一个总体的了解和把握,初步掌握金属切削过程的基本规律和机械加工工艺的基本知识,能选择机械加工方法、机床、刀具、夹具及切削加工参数,初步具备制订机械加工工艺规程的能力;掌握机械加工精度和表面质量的基本理论和基本知识,初步具备分析和解决现场工艺问题的能力。学习本课程时,关键在于掌握本课程的基本理论和基本知识,并灵活运用去处理质量、成本和生产效益这三者的辩证关系,以求在保证质量的前提下最好的经济效益。

第1章

机械制造过程分析

减速机结构如图 1-1 所示,减速机是企业的产品,必须生产出来才能销售,才能为企业创造利润。从图中我们可以看出减速机由许多零件组成,这些零件必须经过机械加工和装配才能制造出来。在制造过程中企业有很多问题需要我们去了解。

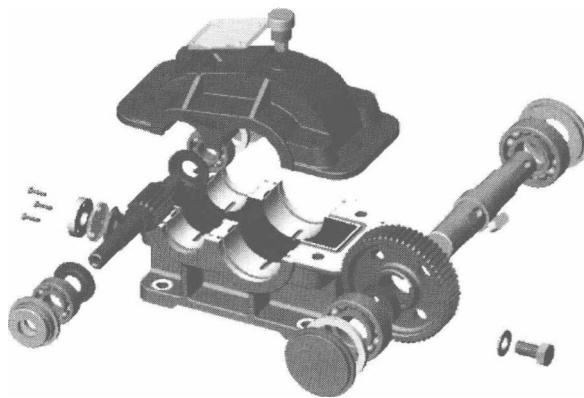


图 1-1 减速机示意图

第一节

机械制造过程

一、企业生产过程中的基本概念

1. 生产系统

一种符合市场需求且有竞争力产品的出现,都要经过从市场调查研究、产品的功能定位、结构设计、生产制造、销售服务到信息反馈、功能改进这一个复杂的过程。这个过程包含了一个企业的全部活动。这些活动形成了一个具有输入、输出的封闭系统,即生产系统。

在生产系统中,企业与市场之间的交互过程是系统的决策级(I级),企业内部不同功能环节

之间的交互过程是系统的经营管理级(Ⅱ级),而最基础的工作则是由生产工艺和制造等部分构成的制造级(Ⅲ级)来完成。制造级是把产品设计的技术信息转化为实际产品的核心环节,它对市场定位的实现具有至关重要的影响。

2. 生产过程

根据设计信息将原材料和半成品转化为产品的全部过程称为生产过程。

生产过程包括原材料的运输保管和准备、生产的准备、毛坯制造、零件的制造过程、部件和产品的装配过程、质量检验、表面处理和包装等工作。

应该指出,上述的“原材料”和“产品”的概念是相对的,一个工厂的“原材料”可能是另一个工厂的“产品”,而另一个工厂的“产品”又可能是其他工厂的“原材料”。因为在现代制造业中,通常是组织专业化生产的产品,如汽车制造,汽车上的轮胎、仪表、电器元件、标准件及其他许多零部件都是由其他专业厂生产的,汽车制造厂只生产一些关键零部件和配套件,并最后组装成完整的产品——汽车。产品按专业化组织生产,使工厂的生产过程变得较为简单,有利于提高产品质量,提高劳动生产率和降低成本,是现代机械工业的发展趋势。

3. 机械制造工艺过程

在生产过程中,毛坯的制造成形(如铸造、锻压、焊接等)、零件的机械加工、热处理、表面处理、部件和产品的装配等是直接改变毛坯的形状、尺寸、相对位置和性能的过程,称为机械制造工艺过程,简称工艺过程。

工艺过程是生产过程的主要组成部分,其中最主要的是机械加工工艺过程和机械装配工艺过程。

(1) 机械加工工艺过程。采用合理有序安排的各种加工方法逐步改变毛坯的形状、尺寸和表面质量使其成为合格零件的过程。

(2) 机械装配工艺过程。采用按一定顺序安排的各种装配工艺方法,把组成产品的全部零部件按设计要求正确地结合在一起形成产品的过程。

本课程主要研究的就是零件的加工方法、产品的装配方法和由这些方法合理组合而形成的机械加工工艺和产品的装配工艺。

4. 机械制造工艺规程

对于同一零件或产品,其加工工艺过程或装配工艺过程可以是多种多样的,但对于确定的条件,可以有一个最为合理的工艺过程。在企业生产中,把合理的工艺过程以文件的形式规定下来,作为指导生产过程的依据,这一文件称为工艺规程。根据工艺内容的不同,工艺规程可分为机械加工工艺规程、机械装配工艺规程等多种形式。

二、机械制造工艺过程的组成

1. 概述

机器是由零件、组件和部件等组成的,因而一台机器的机械制造工艺过程包括从零部件的加工到整机装配的全过程。

首先,组成机器的每一个零件要经过相应的工艺过程由毛坯转变为合格零件。在这一过程中,

要根据零件的设计信息,制订每一个零件的加工工艺规程,根据工艺规程的安排,在相应的工艺系统中完成不同的加工内容。加工工艺系统由机床、刀具、夹具和被加工零件(工件)构成。加工的零件不同,工艺内容不同,相应的工艺系统也不相同。工艺系统的特性及工艺过程参数的选择对零件的加工质量起决定性的作用。

其次,要根据机器的结构和技术要求,把某些零件装配成部件。部件是由若干组件、合件和零件在一个基准上装配而成的。部件在整台机器中能完成一定的、完整的功能。把零件和组件、合件装配成部件的过程,称为部装。部装的过程是依据部件装配工艺,应用相应的装配工具和技术完成的。部件装配的质量直接影响整机的性能和质量。

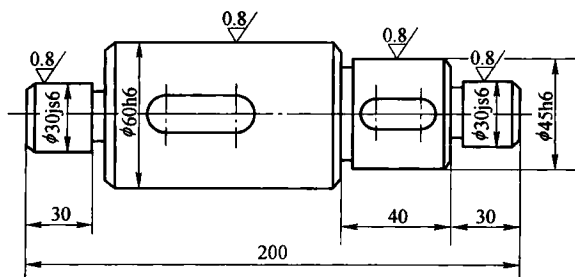
最后,是在一个基准部件上,把各个部件、零件装配成一台完整的机器。把零件和部件装配成最终产品的过程称为总装。在产品总装后,还要经过检验、试车、喷漆和包装等一系列辅助过程才能成为合格的产品。

2. 工艺过程的组成

一个零件的加工工艺往往是比较复杂的,根据它的技术要求和结构特点,在不同的生产条件下,常常采用不同的加工方法和设备,通过一系列的加工,才能使毛坯变成零件。我们在分析研究这一工艺过程时,为了便于描述,需要对工艺过程的组成单元给予科学的定义。

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成,而工序又可分为安装、工位、工步和走刀。

(1) 工序。工序是指一个或一组工人,在一台机床或一个工作地,对一个或同时对几个工件连续完成的那部分工艺过程。区分工序的主要依据是工作地是否变动和加工是否连续。如图 1-2 所示阶梯轴,当加工数量较少时,可按表 1-1 划分工序;当加工数目较大时,可按表 1-2 划分工序。



技术要求: 两个 $\phi 30js6$ 的外圆面要进行淬火处理 HRC45。

图 1-2 阶梯轴简图

从表 1-1 和表 1-2 可以看出,当工作地点变动时,即构成另一工序。同时,在同一工序内所完成的工作必须是连续的,若不连续,也即构成另一工序。下面着重解释“连续”的概念。所谓“连续”有按批“连续”和按件“连续”之分,表 1-1 与表 1-2 中,整批零件先在磨床上粗磨外圆后,再送高频淬火机高频淬火,最后再到磨床上精磨外圆,即使是在同一台磨床上,工作地点没有变动,但由于对这一批工件来说粗磨外圆和精磨外圆不是连续进行的,所以,粗磨和精磨外圆应为两道独立工序。除此以外,还有一个按件“不连续”问题,如表 1-2 中的工序 2 和工序 3,先将一批工件的一端全部车好,然后调头在同一车床上再车这批工件的另一端,虽然工作地点没有变动,但对每一个工件来说,两端的加工已不连续,严格按着工序的定义也可以认为是两道不同工序。不过,在这种情况下,究竟是先将工件的两端全部车好再车另一阶梯轴,还是先将