

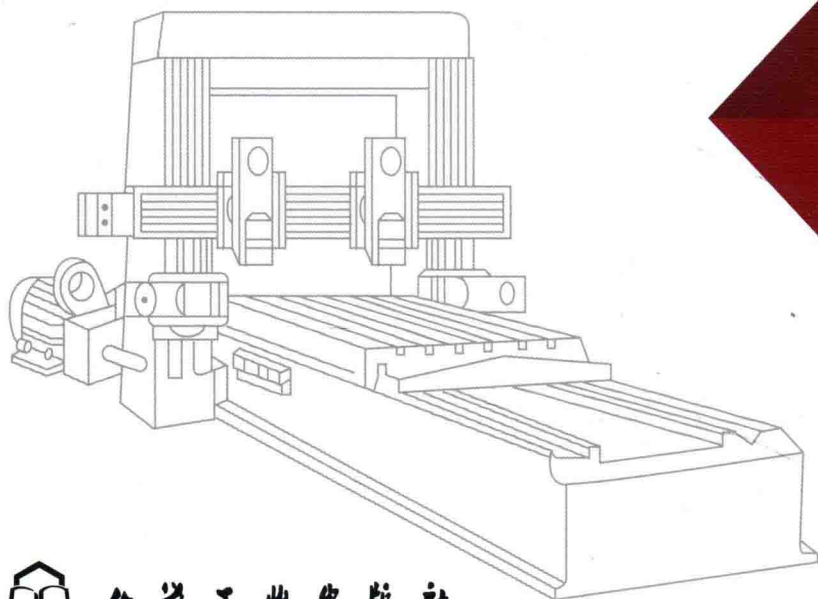
普通高等教育“十三五”规划教材



机械制造技术基础

JIXIE ZHIZAO JISHU JICHU

● 杨丙乾 主编 ● 康红艳 姬爱玲 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

机械制造技术基础

杨丙乾 主 编
康红艳 姬爱玲 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以金属切削原理为理论基础,以金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具为加工平台,围绕金属切削加工对“优质、高产、低成本”的要求,共分8章,分别介绍机械加工中工程技术人员应该具备的理论知识,主要内容包括:机械制造过程的基本概念、金属切削机床概述、金属切削原理及刀具、机械加工工艺规程设计、机械加工质量、机床夹具设计原理、装配工艺设计基础及先进制造技术概述等。

本书力求结构新颖、体系完整、内容充实,从设计、加工的原始要求作导入,围绕机械加工生产现场对“能设计工艺规程、能解决加工质量问题、能设计工装”能力的要求,不但全面系统地介绍有关传统机械加工的理论知识,也全面地介绍有关先进制造技术的相关知识,以期培养“能以科学思维方式解决工程实际问题”的高技术人才。

本书可作为高等院校机械类和近机类专业本科、高职高专学生的教学用书或参考书,也可供从事机械设计与制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/杨丙乾主编. —北京:化学工业出版社, 2016.1

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-25759-8

I. ①机… II. ①杨… 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282459号

责任编辑:高钰

文字编辑:陈喆

责任校对:程晓彤

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张22 $\frac{1}{4}$ 字数556千字 2016年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

前言

为顺应教育改革,提高教学质量,遵照高校教学质量工程建设要求,根据多年的教学、科研及生产实践经验,通过认真仔细的讨论,我们组织编写了本书。

本书作为“十三五”普通高等教育机电类专业规划教材,从教与学的需要出发,以“宽口径、重理论、偏应用”作为编写原则,力求做到:重点性与系统性的统一——既要突出课程的教学内容,又要照顾到学生自学的需要;理论性与实用性的统一——对机械制造中的理论详尽介绍,对理论的应用尽量通过应用实例说明;传统性与先进性的统一——既系统介绍传统机械加工技术,也尽量系统地介绍先进制造技术。以满足师生教与学需要为目的,以讲清理论概念、强化应用为重点。

本书以金属切削原理为理论基础,以金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具为加工平台,围绕金属切削加工对“优质、高产、低成本”的要求,采用“新颖的结构、完整的体系、充实的内容”,从设计、加工的原始要求作导入,围绕机械加工生产现场对“能设计工艺规程、能解决加工质量问题、能设计工装”的能力要求,不但全面系统地介绍有关传统机械加工的理论知识,也系统地介绍有关先进制造技术的相关知识。按照培养生产第一线高技术应用人才的培养要求,突出应用能力的培养,以期培养“能以科学思维方式解决工程实际问题”的高技术人才。

全书共分8章,分别介绍机械加工中工程技术人员应该具备的理论知识。第1章主要介绍机械加工工艺过程中的一些基本概念;第2章介绍机械加工中常用设备的基础知识;第3章介绍金属切削加工的原理、现象、控制和常用刀具;第4章讲解机械加工工艺规程编制及相关理论;第5章讲解机械加工的加工质量与控制;第6章讲解机床夹具的设计原理;第7章主要介绍装配工艺的基础知识和装配精度保证;第8章介绍先进制造技术的体系构成和相关概念。

本书主要作为本科院校机械类和近机类专业的教学用书,或作为广大自学者及工程技术人员的自学和培训用书,对从事机械设计、机械制造的科技人员也有一定的参考价值。

本书参考学时72课时,有关章节内容可根据专业要求及学时情况酌情调整。

参加本书编写的单位及人员有:绪论、第1章、第6章由河南科技大学杨丙乾编写;第2章由洛阳理工学院康红艳编写;第3章由河南科技大学吴夜越编写;第4章由河南科技大学姬爱玲编写;第5章由河南科技大学许惠丽编写;第7章由河南科技大学贾晨辉、洛阳理工学院王艳红编写;第8章由河南科技大学贾晨辉编写。

本书由河南科技大学杨丙乾任主编,洛阳理工学院康红艳、河南科技大学姬爱玲任副主编,全书由河南科技大学杨丙乾统稿。

本书在编写过程中得到河南科技大学、洛阳理工学院的大力支持,在此一并表示感谢。

本书在编写过程中参阅了同行专家学者和一些院校的教材、资料和文献,在此谨致谢意。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正,以便进一步修改。

编者

2015年10月

目 录

0	绪论	1
0.1	制造业和机械制造技术	1
0.2	机械制造技术的发展	2
0.3	本课程的内容和学习要求	3
0.4	本课程的特点和学习方法	4
第1章	机械制造过程的基本概念	5
1.1	机械制造过程	5
1.1.1	机器的组成与制造过程	5
1.1.2	生产过程与工艺过程	9
1.1.3	工艺过程的组成	9
1.2	生产类型及其工艺特点	11
1.2.1	生产类型与生产纲领	11
1.2.2	生产类型的划分	13
1.2.3	不同生产类型的工艺特点	13
1.3	工件在机床上的装夹	14
1.3.1	工艺系统组成及调整	14
1.3.2	工件的安装方法	15
1.4	基准及其分类	16
1.4.1	基准概述	16
1.4.2	设计基准及其选择	17
1.4.3	工艺基准及其选择	19
1.5	加工精度的获得方法	24
1.5.1	尺寸精度的获得方法	24
1.5.2	形状精度的获得方法	25
1.5.3	位置精度的获得方法	28
	习题与思考题	28
第2章	金属切削机床概述	30
2.1	金属切削机床的分类及型号	30
2.1.1	机床的组成和传动原理	30
2.1.2	机床的分类	33

2.1.3	机床型号编制	33
2.2	车床	36
2.2.1	车床的工艺范围	36
2.2.2	车床的种类	37
2.2.3	CA6140 车床的传动和典型结构	37
2.3	磨床	51
2.3.1	磨床的工艺范围	51
2.3.2	磨床的种类	51
2.3.3	无心磨床的工作原理	54
2.4	齿轮加工机床	55
2.4.1	齿轮的加工方法	55
2.4.2	齿轮机床的种类	56
2.4.3	Y3150E 滚齿机的传动原理	56
2.5	其他机床	62
2.5.1	钻床及其应用	62
2.5.2	镗床及其应用	62
2.5.3	铣床及其应用	64
2.5.4	刨床及其应用	66
2.5.5	拉床及其应用	67
	习题与思考题	67

第3章 金属切削原理及刀具

70

3.1	金属切削刀具概述	70
3.1.1	刀具的组成	70
3.1.2	加工表面与切削要素	71
3.1.3	刀具材料	73
3.1.4	刀具几何参数	76
3.2	金属切削过程的基本原理	79
3.2.1	金属切削变形过程	80
3.2.2	切削力与切削功率	84
3.2.3	切削热产生与扩散	87
3.2.4	刀具的磨损和刀具寿命	88
3.3	金属切削过程的控制	95
3.3.1	材料的切削加工性	96
3.3.2	切屑的形态及控制	98
3.3.3	切削液及其作用	101
3.3.4	刀具几何参数的合理选择	104
3.3.5	切削用量的选择	106
3.4	金属切削刀具	110

3.4.1	车刀	110
3.4.2	孔加工刀具	112
3.4.3	铣刀	117
3.4.4	拉刀	118
3.4.5	螺纹刀具	121
3.4.6	齿轮刀具	123
3.4.7	砂轮	125
3.4.8	数控机床刀具简介	127
习题与思考题		129

第4章 机械加工工艺规程设计

130

4.1	机械加工工艺规程概述	130
4.1.1	工艺规程及组成	130
4.1.2	工艺规程的作用	131
4.1.3	工艺规程制订的方法步骤	132
4.2	工艺规程制订的依据	134
4.2.1	工艺规程制订的原始资料	134
4.2.2	零件的结构工艺性	135
4.2.3	工艺规程制订原则	137
4.3	工艺路线的拟订	137
4.3.1	表面加工方法和加工次数的确定	137
4.3.2	工序组合	139
4.3.3	加工阶段划分	140
4.3.4	机械加工工艺路线安排	141
4.3.5	其他辅助工序的安排	146
4.4	工序设计	148
4.4.1	工序余量确定	148
4.4.2	工序尺寸确定	151
4.4.3	设备与工装的选择	152
4.4.4	切削用量的选择	153
4.4.5	工时定额与工艺过程的技术经济分析	153
4.5	工艺尺寸链及其应用	156
4.5.1	尺寸链概述	156
4.5.2	尺寸链计算原理	156
4.5.3	工艺尺寸链应用	163
4.6	数控加工工艺	169
4.6.1	数控加工工艺特点	169
4.6.2	数控加工工艺设计的主要内容	169
4.6.3	数控加工工艺文件的形式	176

第5章 机械加工质量**180**

5.1 加工质量概述	180
5.1.1 加工精度概述	180
5.1.2 表面质量概述	182
5.2 影响加工精度的因素及控制	184
5.2.1 加工前误差	185
5.2.2 加工中误差	195
5.2.3 加工后误差	202
5.2.4 提高加工精度的工艺措施	203
5.3 影响加工表面质量的因素及控制	206
5.3.1 影响表面粗糙度的因素及控制	206
5.3.2 表面层物理机械性能的影响因素及控制	207
5.3.3 表面层金相组织变化的影响因素及控制	211
5.4 加工误差的统计分析方法	212
5.4.1 加工误差的分类	213
5.4.2 分布曲线分析法	213
5.4.3 点图分析法	218
习题与思考题	220

第6章 机床夹具设计原理**222**

6.1 机床夹具概述	222
6.1.1 机床夹具的作用	222
6.1.2 机床夹具的组成	224
6.1.3 机床夹具的种类	225
6.2 工件在夹具中的定位设计	225
6.2.1 工件的定位方案设计	226
6.2.2 定位尺寸分析与计算	237
6.2.3 定位误差的分析与计算	240
6.3 工件在夹具中的夹紧设计	249
6.3.1 夹紧装置概述	249
6.3.2 夹紧力设计计算	250
6.3.3 典型夹紧机构分析	254
6.4 典型机床夹具设计原则	263
6.4.1 车床类夹具设计原则	264
6.4.2 钻床夹具设计原则	267
6.4.3 铣床夹具设计原则	273
6.4.4 其他机床夹具设计原则	277

6.5 专用机床夹具设计的方法步骤	279
6.5.1 专用机床夹具设计的原则	279
6.5.2 专用机床夹具设计的步骤	279
6.5.3 专用机床夹具的技术要求	280
6.5.4 专用机床夹具设计举例	280
习题与思考题	284

第7章 装配工艺设计基础

288

7.1 机器装配概述	288
7.1.1 机器装配的内容	288
7.1.2 机器装配的组织形式	289
7.1.3 机器装配工艺过程	290
7.2 装配精度的保证方法	293
7.2.1 装配尺寸链及应用	293
7.2.2 保证装配精度的方法	295
7.3 装配工艺规程制定	304
7.3.1 装配工艺规程制定原则	304
7.3.2 装配工艺规程制定的方法和步骤	304
习题与思考题	305

第8章 先进制造技术概述

308

8.1 先进设计技术	309
8.1.1 先进设计思想	309
8.1.2 先进设计方法	311
8.2 先进制造工艺技术	316
8.2.1 精密、超精密加工技术	319
8.2.2 高速加工技术	324
8.2.3 特种加工技术	327
8.2.4 快速成形技术	330
8.3 制造自动化技术	332
8.3.1 数控加工技术	333
8.3.2 机器人技术	334
8.3.3 自动化检测与监控技术	337
8.3.4 自动化控制技术	339
8.4 先进组织、管理技术	341
8.4.1 先进制造生产模式	341
8.4.2 先进生产管理技术	344
习题与思考题	347

绪论

0.1 制造业和机械制造技术

制造业涉及国民经济各个行业，如机械、电子、轻工、食品、石油、化工、能源、交通、军工和航空航天等。社会的进步和发展离不开制造业的革新和发展。制造业是一个国家或地区经济发展的重要支柱，是一个国家经济的命脉。强大的制造业是一个国家综合实力的体现。其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、科技水平和生活水平。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，就不能在激烈的国际市场竞争中取胜，一个国家将无法实现经济快速、健康和稳定的发展，人民的生活水平就难以提高。

机械制造业是制造业的重要组成部分，是为用户创造和提供机械产品的行业，包括机械产品的开发、设计、制造、流通和售后服务。机械制造业是制造业的核心，是为国民经济各部门提供各种技术装备的工业部门，带动性强，涉及面广，其生产能力和发展水平不仅决定了相关产业的质量、效益和竞争力的高低，而且成为传统产业借以实现产业升级的基础和根本手段。

制造技术是制造业为国民经济建设和人民生活生产各类必需物资所使用的一切生产技术的总称，是将原材料和其他生产要素经济合理地转化为可直接使用的具有较高附加值的成品/半成品和技术服务的技术群。制造技术支撑着制造业的健康发展，是国家经济上获得成功的关键技术。世界上所有国家，特别是经济比较发达的国家都非常重视制造技术的发展。美国一直是制造业的大国，但是在 20 世纪 50 年代，由于只重视高新技术和军用技术的发展，忽视了制造技术的发展，从而严重影响其国际经济竞争中的竞争力，在汽车、家电等产业上受到了日本有力的挑战，丧失了许多市场，导致了 20 世纪 90 年代初的经济衰退。这一严重局面引起了美国决策层的重视，重新审视和反省自己的产业政策。随后制定了一系列振兴制造业的计划，使先进制造技术在美国迅速发展，从而促进了美国经济的全面复苏。

新中国成立后，经过五十多年、几代人的前赴后继和奋发努力，我国的制造业和制造技术得到了长足进步和发展，为国民经济各部门提供重大装备的能力不断提高，一个具有相当规模和水平的制造体系已经形成，使得中国成为世界瞩目的制造业大国。经过三十多年的改革开放，中国的制造业产量占世界的近 25%，超过德国成为世界制造业产出最大的国家，

制造业的快速发展,带动了国内其他产业的创新和发展,在扩大就业、增加收入和改善人民生活等方面发挥了巨大作用,有力地推动了我国工业化和现代化进程。制造业已成为提升我国综合国力和参与全球竞争的战略基石。

但是,我国总体上仍然是一个发展水平较低的发展中国家,按可比价格计算,我国人均GDP排名世界100名左右。其根本原因在于,我国的制造业产品质量水平不高,导致市场竞争力不强,从而使得产品的利润率较低,处于价值链的低端,我国总体上还只是“世界工厂”。应该看到我国的制造业和制造技术与西方工业发达国家、制造业强国相比还存在着明显的差距,自主开发和技术创新能力还比较薄弱。

当今高新技术的迅猛发展,正悄然改变着人类的生活方式,推动着世界迈入了知识经济时代,而知识经济的本质与核心就是创新。如何用高新技术改造传统的制造业、特别是机械制造业,不断进行概念创新、技术创新、产品创新和管理创新,以适应更快、更好、更便宜、更能满足特殊要求的市场需求,是摆在我国制造业,特别是机械制造业面前的一个十分艰巨的任务。为此,必需紧紧抓住薄弱环节,紧扣战略重点,以先进的装备制造和机电一体化产品为突破口,加速机械制造业的发展,使我国能成为真正意义上的制造强国。

0.2 机械制造技术的发展

机械制造技术是人类历史上最早发展起来的实用技术之一,1775年,英国人威尔肯逊为了制造瓦特发明的蒸汽机制造了汽缸镗床,生产方式从手工作坊式生产转变为以机械加工和分工原则为中心的工厂生产,自此,人类用机器代替手工的机械化时代步入了新的时期。从20世纪20年代起到第二次世界大战结束,各国为了赢得战争,不计成本地大力发展军火工业使制造业取得飞速发展,实现了以刚性自动化制造技术为特征的大规模生产方式。20世纪50年代,人类进入了和平发展时期,那种不计成本的生产制造模式已经不能为企业所接受,为了降低成本提高效率广泛采用了“少品种、大批量”的做法,强调的是“规模效益”,从而为社会提供了大量的价廉物美的产品。这种“刚性”的生产制造模式,很快为人们所接受,并被誉为制造业的最佳模式。

20世纪70年代以后,随着市场竞争的加剧,各企业为了击败竞争对手,主要通过提高产品质量,降低生产成本来实现。其基本原则是“消灭一切浪费”和“不断改善品质”,以最优质量和最低成本的产品提供给市场,提出了一种新的生产制造模式,即被称为“精益生产”的制造模式。

20世纪80年代,随着世界经济和人民生活水平的提高,市场环境发生了巨大的变化,一方面表现为消费者需求日趋主体化、个性化和多样化,另一方面是制造企业之间竞争逐渐全球化。制造业若仍沿用传统的做法,企图依靠制造技术的改进和管理方法的创新来适应这种变化,已不再可能。此时,以单项的先进制造技术,如计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、成组技术(GT)、数控技术(CNC)、并行工程(CE)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、全面质量管理(TQC)等作为工具与平台,来缩短生产周期,提高产品质量,降低生产成本和改善服务质量应运而生。这些单元技术为单一产品大批量刚性自动化生产向多品种小批量柔性自动化生产方向发展提供了技术基础。尽管这些单项的先进制造技术和全面质量管理的采用为企业带来不少效益。但是,这些单项的技术对整个制造业的改造也还只停留在具体的制造技术和管理方法

上, 而对不适应当前时代要求的传统的大批量封闭式的生产制造模式并没有进行变革。

20 世纪 90 年代, 由于信息科学和技术的发展, 使全球经济打破了传统的地域经济发展模式, 全球经济一体化的进程加快。在这种形式下, 快速响应市场需求成为制造业发展的一个主要方向。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、全球制造等模式就是在这种形式下而产生的新的生产制造模式。这其中 LAF 生产系统是在全面吸收精益生产、敏捷制造和柔性制造的精髓后的一种全新的生产制造模式, 是当今 21 世纪极有发展前景的先进制造模式。这种模式的主要特征是: 以用户需求为中心、制造的战略重点是时间和速度, 并兼顾质量和品种, 以柔性、精益和敏捷为竞争的优势, 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, 实现资源快速有效的集成是其中心任务, 集成对象涉及技术、人员、组织和管理, 组织形式采用如“虚拟公司”在内的多种类型。

进入 21 世纪, 世界经济、科学技术和人类社会的发展将呈现出新的特点, 如随着经济全球化进程, 国际经济分工和产业结构调整加速推进, 随着关税壁垒的消失, “全球制造”将成为更合理的选择。随着新材料 (纳米材料、复合材料、智能材料、环境友好材料等) 的不断进展, 将进一步改变未来机器和产品的结构和特性。

21 世纪的制造技术将普遍采用以计算机和现场总线局域网为核心, 对物流、工艺、质量、成本等信息进行综合管理与控制的 CIMS 集成制造系统, 并可依托超级宽带 Internet 网, 实行全球化虚拟制造和经营管理。网络化制造是按照敏捷制造的思想, 采用 Internet 技术, 建立灵活有效、互惠互利的动态企业联盟, 实现研究、设计、生产和销售各种资源的重组, 从而提高企业的市场快速响应和竞争能力的新模式。同时 21 世纪的制造技术与制造产业将是绿色技术, 是可持续发展的技术与产业, 仍然是创造人类物质文明的支柱和人类精神文明和国家竞争力的基础。

0.3 本课程的内容和学习要求

本课程主要介绍机械产品的生产过程及生产活动的组织, 机械加工过程及其系统。内容包括机械制造概论、机械加工装备、金属切削过程及控制、机械制造质量分析与控制、机械加工工艺流程设计和先进制造技术等。

本课程是机械类本科相关专业一门主干技术基础课, 涵盖了《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床概论》、《机械制造工艺学》等课程中的基本内容, 并将这些课程中最基本的概念和知识要点有机整合形成本课程的要点。在内容编排和体系结构上进行了较大的调整和变动, 遵循学生认识机械制造技术的认知规律, 首先介绍机械制造的基本概念, 继而介绍机械制造中所用装备 (机床、刀具和夹具), 然后进一步深入介绍金属切削过程及控制, 机械制造质量分析与控制和机械制造工艺规程的设计, 最后介绍机械制造技术的发展——先进制造技术的有关知识。

通过课程的学习, 要求学生能对整个机械制造过程有一个总体的了解与把握, 初步掌握金属切削过程的基本规律和机械加工的基本知识。具体应达到以下几项要求。

- ① 认识制造业、特别是机械制造业在国民经济中的作用, 了解机械制造技术的发展。
- ② 认识并掌握金属切削过程的基本规律, 并能按具体工艺要求选择合理的加工条件。
- ③ 了解机械加工所用装备 (机床、刀具、机床夹具) 的基本组成、结构和原理, 具有

根据具体加工工艺要求,选择机床、刀具和夹具的能力。

④ 掌握机械加工过程中影响加工质量(加工精度和表面质量)的因素,能针对具体的工艺问题进行分析。

⑤ 掌握制定机械加工工艺规程和机器装配工艺规程的基本理论(包括定位和基准理论、工艺和装配尺寸链理论等),初步具备制定中等复杂零件机械加工工艺规程的能力。

⑥ 了解当今先进制造技术的发展概况,初步具备对制造单元以及制造系统选择决策的能力。

0.4 本课程的特点和学习方法

《机械制造技术基础》是机械设计、制造及其自动化专业的一门重要的专业基础课程,它有“综合性、实践性、灵活性”强的特点。

(1) 综合性

机械制造技术是一门技术性很强的技术,要用到多种学科的理论和方法,包括物理学、化学的基本原理,数学、力学的基本方法,以及机械学、材料科学、电子学、控制论、管理科学等多方面的知识。而现代机械制造技术则更是有赖于计算机技术、信息技术和其他高新技术的发展,反过来机械制造技术的发展又极大地促进了这些高新技术的发展。

(2) 实践性

机械制造技术本身是机械制造生产实践的总结,因此具有极强的实践性。机械制造技术是一门工程技术,它所采用的基本方法是“综合”。机械制造技术要求对生产实践活动不断地进行综合,并将实际经验条理化和系统化,使其逐步上升为理论;同时又要及时地将其应用于生产实践之中,用生产实践检验其正确性和可行性;并用经过检验的理论和方法对生产实践活动进行指导和约束。

(3) 灵活性

生产活动是极其丰富的,同时又是各异的和多变的。机械制造技术总结的是机械制造生产活动的一般规律和原理,将其应用于生产实际要充分考虑企业的具体情况,如生产规模的大小,技术力量的强弱,设备、资金、人员的状况等等。对于不同的生产条件,所采用的生产方法和生产模式可能完全不同。而在基本相同的生产条件下,针对不同的市场需求和产品结构以及生产进行的实际情况,也可以采用不同的工艺方法和工艺路线。这充分体现了机械制造技术的灵活性。

针对上述特点,在学习本课程时,要特别注意紧密联系和综合应用以往所学过的知识,注意应用多种学科的理论和方法来分析和解决机械制造过程中的实际问题;同时要特别注意紧密联系实际,充分理解机械制造技术的基本概念。只有具备较多的实践知识,才能在学习时理解得深入透彻。因此,在学习本课程时,必须加强实践性环节,即通过生产实习、课程实验、课程设计、电化教学、现场教学及工厂调研等来更好地体会和加深理解所学内容,并在理论与实际的结合中,培养分析和解决实际问题的能力。

第1章

机械制造过程的基本概念

1.1 机械制造过程

一个优质的产品，材料是基础，设计是根本，工艺是保证。所谓工艺，就是技术、手段和方法，再好的设计也需要通过工艺来实现。

机械制造技术就是研究如何优质、高效、低消耗地制造机械产品的一门应用科学。为此，需要先从机器的结构设计入手，了解机器的结构组成，进而研究零件的加工工艺过程和机器装配工艺过程，从而全面学习和掌握优质机械的制造工艺。

1.1.1 机器的组成与制造过程

(1) 机器及其组成

机器是由众多零件组装而成，用来转换和传递能量、传送物料和信息、能执行机械运动产生有用功的装置，如机床、汽车、飞机等。

部件是机器中一个可以独立装拆的一部分，由若干装配在一起的零件所组成，一般具有自己的独立功能和运动，图 1-1 所示为普通车床的主要部件构成。

组件是由一组零件通过装配在一起而形成的一个独立结构单元，以便进一步装配到部件或机器中，图 1-2 所示为传动轴组件。

由多个零件装配后而形成的一个刚性结构单元，也可以看作是一个“组合零件”，称为合件或套件，如图 1-3 所示。

采用合件结构形式，可以使结构紧凑，方便加工，能满足零件对不同材质的需要。采用图 1-3 (a) 合件结构，方便装、拆，便于零件更换，但零件装配后存在有相互位置误差。图 1-3 (b) 合件装配后一般不再拆分，通过对装配后的合件主要装配基准面进行加工，可以最大限度消除零件间的相互位置误差。

零件是组成机器不可分拆的单个制件，是机械制造过程中的基本单元，它可以由一种材料或几种材料制成，如图 1-3 的合件均有三种零件构成。

(2) 机器的装配结构工艺性

机器是由众多零件组装在一起而形成的一个复杂有机整体，不同的装配结构会对机器的装配精度、维修方便性等产生不同的影响。把机器的装配结构是否满足优质、高产、低成本

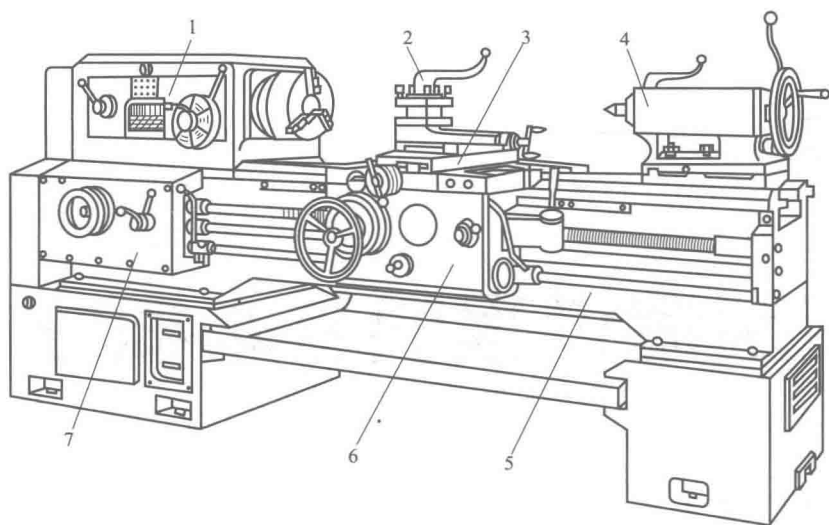


图 1-1 车床的主要组成部件

1—主轴箱；2—刀架；3—滑鞍；4—尾架；5—床身；6—溜板箱；7—进给箱

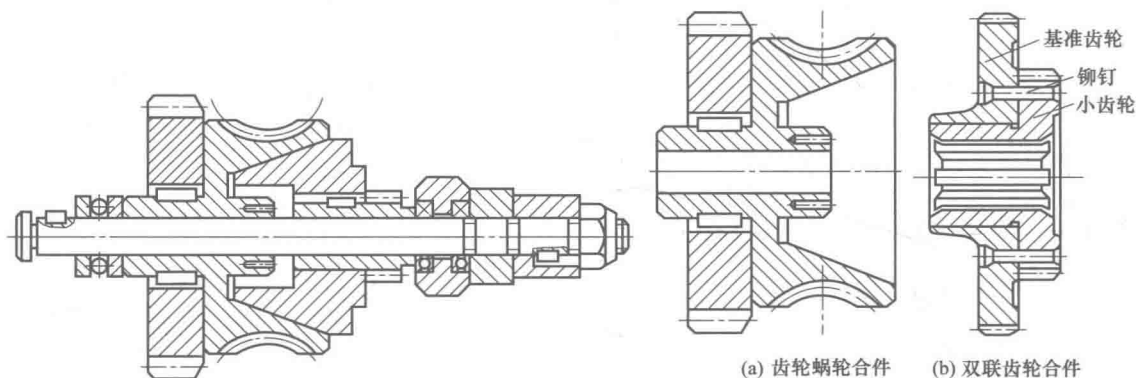


图 1-2 传动轴组件

(a) 齿轮蜗轮合件 (b) 双联齿轮合件

图 1-3 套件(合件)

进行装配的性能，称为装配结构工艺性。为获得优良的装配结构工艺性，机器结构设计需要注意下列问题。

① 尽量设计成独立装配单元。在机器设计中，机器应尽量由部件构成，部件尽量由组件构成。这样便于实现装配工作的平行进行，可以大大缩短装配周期，同时也便于后期维护时的拆装。

图 1-4 所示传动系统设计方案：图 1-4 (a) 采用一体式设计方案，其装配和拆卸都极为不便；图 1-4 (b) 通过联轴器 3，将传动系统分成两个部件—操纵箱和传动箱，其装配工艺性就大为改观。

② 便于零件的装拆。装配图的设计，必须要保证零件能装能拆，且要方便装拆。图 1-5 所示装配设计中，都可以装拆，但在图 1-5 (a) 中，由于齿轮直径较大，无法由轴承孔处装入，由于箱体内部空间一般都很狭小，因此装配就很不方便。图 1-5 (b) 采用了较小的齿轮直径，装配就变得比较容易。

③ 便于保证零件间相互位置精度。零件间的相互位置精度，直接影响着机器的装配精

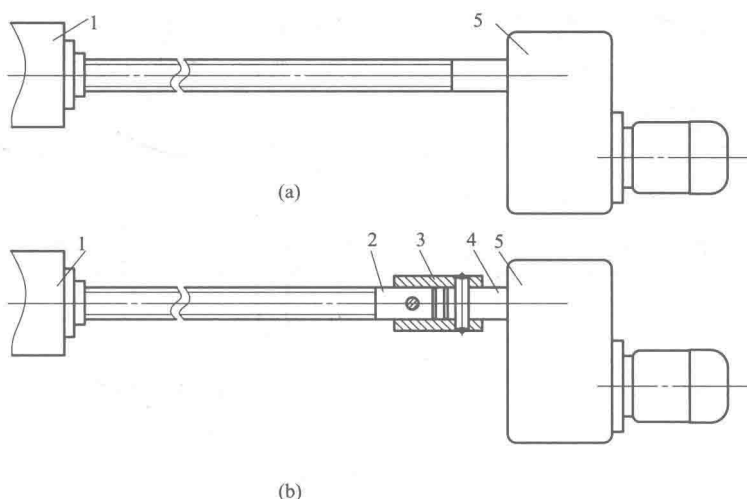


图 1-4 传动系统设计方案

1—操纵箱；2—传动轴；3—联轴器；4—输出轴；5—传动箱

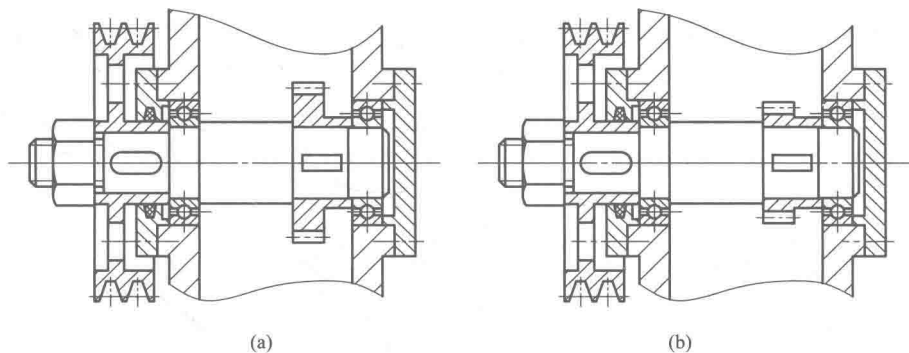


图 1-5 传动轴装配设计

度，进而影响机器的工作性能。对相互位置精度要求较高的零件，在机器装配结构设计时，必须采用便于保证零件间相互位置精度的装配结构。

如图 1-6 所示，A 尺寸需要精确保证。在图 1-6 (a) 中，定位套采用双销钉定位，则需要在定位套和本体上各加工两个定位孔，孔心距精度保证困难，所以尺寸 A 的精度也就不便保证；而图 1-6 (b) 中，定位套也直接与本体采用孔定位，所以 A 尺寸精度保证就比较方便。

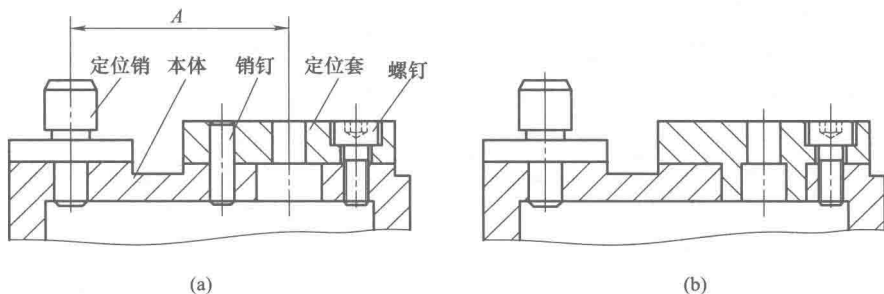


图 1-6 销、套中心距精度的保证方法

④ 便于保证零件的装配定位精度。装配基准面的完全贴合接触，可以保证零件定位的稳定性和唯一性，从而也会增加零件间的接触刚性。为此，零件间的定位基准面最好采用单一简单结构表面；接触的基准面要尽量采用“周边接触”。

如图 1-7 所示，图 1-7 (a) 下底面接触方式不好，由于平面度误差，可能导致定位不稳；图 1-7 (b) 下底面接触方式比较好。

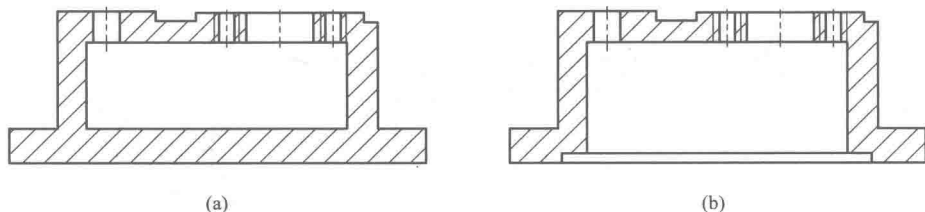


图 1-7 基准面的接触方式

⑤ 尽量减少装配中的机械加工和修配量。对于装配精度要求较高的配合表面，在装配过程中有时需要进行修配，以保证装配精度，此时就要尽量采用结构简单、修配量小的结构表面进行修配。

图 1-8 所示是车床主轴箱在床身上的两种安装方式。图 1-8 (a) 中，主轴箱直接在“平一山”导轨上安装，通过修配导轨面保证主轴轴线的位置精度，修配难度非常大。图 1-8 (b) 中，采用平面基准面安装主轴箱，用主轴箱 B 平面与导轨内侧垂直面定位，限制主轴箱的左右移动，以及主轴轴线的水平摆动，修配工作就比较简单。

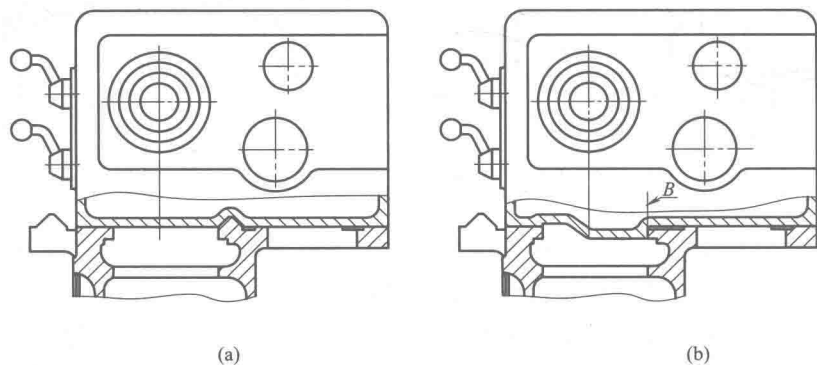


图 1-8 对修配面的结构要求

(3) 机器的制造过程

从系统学的角度出发，可以把生产企业看成是一个具有输入和输出的生产系统，输入端输入的是市场需求信息和物料供应，输出端输出的是产品和服务，中间环节就是设计制造，中间环节又需要物料流、信息流、人员流、资金流做支撑，如图 1-9 所示。

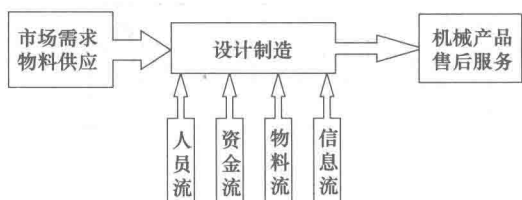


图 1-9 企业生产系统框图

在现代化生产企业中，通过采用计算机集成管理，用计算机协调各个子系统，使各个子系统可以有效、高效地协调运行，从而实现生产系统的最优化，保证企业效益的最大化，大大提高生产企业的现代化管理水平。