

新编职业院校、高技能人才培养教材

JIXIE ZHIZAO JISHU
机械制造技术

主 编 林 涛

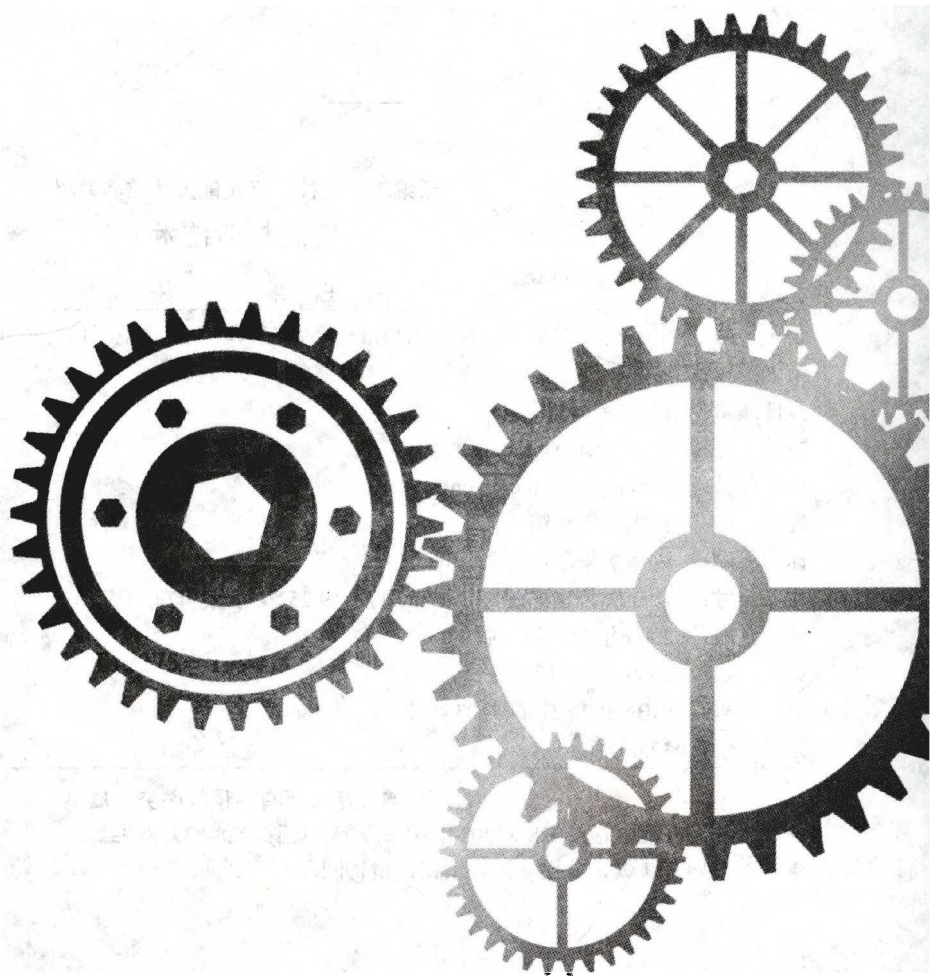


电子科技大学出版社

新编职业院校、高技能人才培养教材

JIXIE ZHIZAO JISHU
机械制造技术

主 编 林 涛



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术 / 林涛主编. — 成都: 电子科技大学出版社, 2009.8

(新编职业院校、高技能人才培养教材)

ISBN 978-7-5647-0341-7

I. 机… II. 林… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 143371 号

内 容 提 要

本教材根据机械加工工艺要求, 把原来的“金属切削原理与刀具”、“测量技术”、“金属切削机床”、“机械制造工艺学”和“机床夹具设计”等课程的相关内容有机结合在一起, 形成新的科学体系。全书共分十章, 主要内容包括测量技术、切削原理与刀具、机床夹具与工件装夹、钳工基础与装配、机械制造质量、机械制造工艺基础、金属切削机床概论、轴套类零件和螺纹加工、箱体类零件加工和其他加工技术简介等。每章后面都编有丰富的思考题和习题供师生选用。

本教材作为职业院校、高技能人才培养教材, 适用于机械类和近机械类有关教师使用, 也可供工程技术人员参考。

新编职业院校、高技能人才培养教材

机械制造技术

主 编 林 涛

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 罗 雅

责任编辑: 罗 雅

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都嘉华印业有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 19.25 字数 472 千字

版 次: 2009 年 8 月第一版

印 次: 2009 年 8 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-0341-7

定 价: 32.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 邮购部电话: 028-83208003。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

为了更好地适应职业技术学校机械类专业的教学要求,特别是适应培养高技能人才的需要,专门组织相关专业教师严格按照国家职业标准和有关技术标准编写了本教材,其特点是:

1. 根据职业资格证书和学历证书并重的精神,以及就业技能训练的要求,打破了传统的机械制造技术的编写模式,合理地安排了教学内容,保证教材内容与技能训练的同步性,将测量技术、钳工基础和特种加工技术等内容作为独立的章节编写,突出了机械专业的基本技能,而将职业院校在锻造、铸造方面的薄弱环节编写到其他加工方法简介一章。

2. 坚持以职业能力为本位,就业技能训练为导向,强化实践能力的培养,突出职业技术教育特色。根据机械类专业所从事职业的实际需要,合理地确定学生应具备的能力结构与知识结构,对教材内容的深度、难度做了较大程度的调整。

3. 坚持适用、够用和与时俱进的原则,突出教材内容的完整性,尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容,力求使教材具有鲜明的时代特征。

4. 在教材编写模式方面,尽可能使用图片和表格形式将各个知识点生动地展示出来,力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时,为了让学员更好地掌握教材内容,在每节后附有思考题及习题,旨在拓展学生思维和知识面,引导学生自主学习和创新提高。

本书由徐明成担任主审,周万平、刘飞任副主审;赵强、肖永强、徐庭东、向启元、鄢明红、方海燕参编。由于时间仓促,不可避免地存在不妥之处,欢迎各位同仁在使用过程中提出建议或意见,以便在再版时更合理、更完善、更科学。同时,本教材在编写过程中,参考书目较多,在此一并表示感谢!

目 录

绪 论.....	1
一、本课程的性质和内容.....	1
二、我国机械制造技术的发展现状.....	1
三、先进制造技术及其发展方向.....	2
四、学习本课程的目的和要求.....	4
【思考题及习题】.....	4
第一章 测量技术.....	5
第一节 万能量具.....	5
一、游标卡尺.....	5
二、千分尺.....	9
三、万能角度尺.....	11
四、百分表.....	13
【思考题及习题】.....	14
第二节 标准量具.....	15
一、量块.....	15
二、正弦规.....	16
【思考题及习题】.....	17
第三节 专用量具.....	17
一、塞规.....	18
二、卡规.....	18
三、塞尺.....	18
【思考题及习题】.....	19
第四节 三坐标测量机.....	19
一、三坐标测量机测量原理.....	19
二、三坐标测量机分类.....	19
三、三坐标测量机结构及软件.....	20
四、三坐标测量机的应用领域.....	20
【思考题及习题】.....	20
第五节 常用量具的维护和保养.....	21
【思考题及习题】.....	21
第二章 切削原理与刀具.....	22
第一节 切削要素和刀具的切削部分几何角度.....	22
一、切削运动.....	22

二、切削用量.....	23
三、切削时产生的表面.....	24
四、切削用量的选择.....	24
五、刀具切削部分的几何角度.....	25
【思考题及习题】.....	33
第二节 制造刀具的材料.....	34
一、刀具材料的性能与种类.....	34
二、高速钢.....	35
三、硬质合金.....	37
四、其他刀具材料.....	40
【思考题及习题】.....	41
※第三节 金属切削过程的基本规律.....	42
一、切削过程的金属变形.....	42
二、切削力.....	52
三、切削热.....	53
四、刀具寿命.....	53
【思考题及习题】.....	53
第四节 减小已加工表面粗糙度的方法.....	54
一、已加工表面粗糙度.....	54
二、减小已加工表面粗糙度值的措施.....	56
【思考题及习题】.....	58
第五节 切削液.....	58
一、切削液的作用.....	58
二、切削液的种类和选用.....	59
【思考题及习题】.....	62
第六节 常用刀具.....	62
一、零件表面的成形.....	62
二、刀具的类型.....	64
【思考题及习题】.....	65
※第三章 机床夹具与工件装夹.....	66
第一节 机床夹具概述.....	66
一、六点定位原理(六点定则).....	66
二、夹具概念及构成.....	67
三、夹具的类型.....	68
【思考题及习题】.....	69
第二节 工件及其定位.....	70
一、概述.....	70
二、工件的安装和基准.....	71

三、工件常用定位方式及定位元件的选择	71
【思考题及习题】	71
第三节 夹紧装置	71
一、夹紧装置的组成	71
二、对夹紧装置的基本要求	72
三、夹紧力的确定	72
四、常用夹紧机构	74
五、其他夹紧机构	78
【思考题及习题】	79
第四节 定位基准的选择原则	79
一、基准的分类	79
二、精基准的选择原则	79
三、粗基准的选择	80
【思考题及习题】	81
※第五节 常用夹具	81
一、车削夹具	81
二、铣削夹具	84
三、钻削夹具	86
【思考题及习题】	90
第四章 钳工基础与装配	91
第一节 钳加工	91
一、划线	91
二、螺纹加工	95
三、刮削	99
【思考题及习题】	101
第二节 装配工艺过程与装配精度	101
一、装配工艺过程	101
二、装配精度	103
【思考题及习题】	105
第三节 可拆连接的装配	106
一、连接概述	106
二、螺纹连接的装配	106
三、键连接的装配	110
四、销连接的装配	111
【思考题及习题】	112
第四节 传动机构的装配	112
一、带传动机构的装配	112
二、齿轮传动机构的装配	115

【思考题及习题】	118
第五节 轴承的装配	118
一、滑动轴承的装配	118
二、滚动轴承的装配	121
【思考题及习题】	123
※第六节 模具装配	123
一、模架的装配	124
二、凸模和凹模的装配	129
三、凸模和凹模装配后间隙的调整	131
四、冲裁模的总装	132
【思考题及习题】	138
第五章 机械制造质量	140
第一节 概述	140
一、机械加工质量	140
二、加工精度与加工误差	140
三、获得机械加工精度的方法	140
【思考题及习题】	141
第二节 机械加工精度	141
一、原理误差	142
二、工艺系统几何误差	142
三、工艺系统的受力变形	145
四、工艺系统的热变形	148
【思考题及习题】	149
第三节 机械加工表面质量	149
一、表面质量的含义	149
二、表面质量对产品使用性能的影响	150
三、影响表面质量的因素及其控制措施	151
四、机械加工中的振动	153
第六章 机械制造工艺基础	156
第一节 基本概论	156
一、机械制造工艺基础的含义及内容	156
二、基本概念	157
【思考题及习题】	159
第二节 机械加工工艺规程的制定	159
一、机械加工工艺规程的作用	159
二、制定工艺规程的技术依据及原则	160
三、制定工艺规程的步骤	160

四、工艺文件的格式.....	162
【思考题及练习】	163
第三节 零件图分析.....	163
一、零件结构分析.....	163
二、零件的技术要求分析.....	164
【思考题及习题】	164
第四节 毛坯及定位基准的确定.....	164
一、毛坯的种类.....	164
二、选择毛坯应考虑的因素	165
三、基准的分类.....	165
四、定位基准的选择.....	166
【思考题及习题】	168
第五节 加工路线的确定.....	169
一、表面加工方法的选择.....	169
二、加工阶段的划分.....	171
三、工序的集中与分散.....	172
四、加工顺序的确定.....	173
【思考题及习题】	174
第六节 尺寸链.....	174
一、尺寸链的基本术语	175
二、尺寸链图.....	175
三、工艺尺寸链的特性	176
四、工艺尺寸链计算的基本公式.....	176
五、工艺尺寸链的计算形式.....	176
六、工艺尺寸链的分析与解算.....	177
七、装配尺寸链.....	179
【思考题及习题】	179
第七章 金属切削机床概论.....	180
第一节 金属切削机床及传动.....	180
一、零件表面的切削加工成形方法	180
二、机床的运动.....	180
三、机床的分类与型号编制.....	181
四、机床的传动原理及传动系统.....	183
【思考题及习题】	184
第二节 车床.....	184
一、卧式车床的工艺范围	184
二、卧式车床主要组成部件.....	184
三、CA6140 型卧式车床的传动系统及调整计算	186

【思考题及习题】	189
第三节 铣床	189
一、X6132 型万能升降台铣床简介	189
二、其他常用铣床简介	191
【思考题及习题】	192
第四节 钻床	193
一、钻削概述	193
二、钻床	193
三、钻床的主要工作内容	194
四、钻削方法	194
【思考题及习题】	196
第五节 磨床	196
一、M1432B 型万能外圆磨床简介	196
二、M7120A 型卧轴矩台平面磨床简介	197
【思考题及习题】	198
第八章 轴套类零件和螺纹加工	199
第一节 轴类工件的加工	199
一、概述	199
二、车外圆、端面和台阶的车刀	200
三、切断和车槽车刀	202
四、轴类零件定位基准中心孔加工	205
五、轴类工件的车削工艺及实例	207
【思考题及习题】	211
第二节 套类工件的加工	212
一、车孔	212
二、车内沟槽、端面直槽和轴肩槽	215
【思考题及习题】	217
第三节 车螺纹	217
一、车三角形螺纹	217
二、车螺纹时车床的调整及乱牙的预防	221
三、螺纹的测量	225
【思考题及习题】	227
第九章 箱体类零件的加工	228
第一节 概述	228
第二节 箱体类零件的平面加工方法	228
一、刨削加工方法	228
二、刨削加工的特点	230

【思考题及习题】	230
第三节 箱体零件的孔系加工	230
一、镗床与镗削方法	230
二、镗削的工艺特点	234
【思考题及习题】	235
第四节 箱体类工件加工实例	235
【思考题及习题】	236
第十章 其他加工技术简介	237
第一节 数控加工概论	237
一、数控机床的基本组成及工作原理	237
二、数控机床的分类	238
三、数控机床的主体结构	239
四、数控加工编程的基础知识	241
五、数控车床编程实例	248
【思考题及习题】	249
第二节 铸造	249
一、概述	249
二、砂型的制作	251
三、浇注、落砂和清理	257
四、特种铸造简介	258
第三节 锻造	262
一、概述	262
二、自由锻	264
三、模锻	268
【思考题及习题】	270
第四节 冲压	271
一、冲压常用设备	271
二、分离工序	272
三、成型工序	272
【思考题及习题】	274
第五节 焊接	275
一、概述	275
二、焊条电弧焊	276
三、气焊与气割	281
【思考题及习题】	285
第六节 特种加工技术	285
一、电火花加工	285
二、电解加工	287

三、激光加工.....	288
四、精密特种加工工艺.....	289
五、超声波加工.....	291
六、水射流加工.....	292
七、快速成型技术 (RP)	293
【思考题及习题】	294
参考书目.....	295

绪 论

一、本课程的性质和内容

机械制造技术是实践性很强的机械类专业课。本课程涉及的专业知识广,实践性也很强,因此,在学习的过程中,必须深入生产或实习车间,密切联系生产实践,在实践中加深对课程内容的理解,在实践中强化对所学知识的应用。

机械制造技术是各种机械制造过程所涉及的技术的总称,包括零件制造、整机装配等一系列的工作。它包括毛坯生产(如铸造、焊接、锻造、冲压、型材、粉末冶金加工和注塑等)、切削加工(如车削、铣削、磨削、钻削、钳工等)、机械装配技术、其他加工技术(如电火花加工、电解加工、超声波加工、激光加工、电子束加工、水刀加工、快速成型技术等)和表面工程技术,并且它们之间相互交叉。

机械零件的加工实质是零件表面的成形过程,这些成形过程是由不同的加工方法来完成的。在一个零件上,被加工表面类型不同,所采用的加工方法也就不同;同一个被加工表面,精度要求和表面质量要求不同,所采用的加工方法和加工方法的组合也不同。

本教材在机械制造技术方面的主要内容包括:1)各种常用的加工方法和由这些方法构成的加工工艺;2)在机械加工中,由机床、刀具、夹具与被加工工件一起构成了一个实现某种加工方法的加工工艺系统;3)为了保证加工精度和加工表面质量,需要对工艺过程的有关技术参数进行优化选择,实现对加工过程的质量控制,因而工艺系统、表面成形和切削加工的基本理论是本课程的基本理论;4)典型零件的加工工艺及加工方法;5)特种加工技术简要介绍。

二、我国机械制造技术的发展现状

新中国成立以来,我国的机械制造业也取得了很大的成就,由“中国制造”逐步发展为“中国创造”,拥有自主知识产权的技术越来越多。新中国成立初期,我国在几乎空白的工业基础上,建立起了初步完善的制造业体系,生产出了我国的第一辆解放汽车、第一艘轮船、第一台万吨水压机、第一台机车、第一架飞机、第一颗人造地球卫星等。同时,为了追赶世界制造技术的先进水平,不断地开发新产品、研究推广先进制造技术,在引进和吸收国际先进技术的基础上有了飞速的发展。目前,我国在机械制造技术方面为航天、造船、大型发电设备制造、机车车辆制造等重要行业提供了一批高质量的数控机床和柔性制造单元;为汽车、摩托车等大量生产行业提供了可靠性高、精度保持性好的柔性生产线;已经可以供应实现网络制造的设备;五轴七轴联动数控技术更加成熟;高速数控机床、高精度精密数控机床、并联机床等已走向实用化;国内自主开发的高性能的数控系统已逐步成熟,数控机床的整机性能、精度、加工效率等都有了很大的提高;神舟七号宇宙飞船、A320等大型飞机装配制造、杭州湾36km跨海大桥、北京至天津高速列车等世界领先技术逐步得到推广和使用,在技术上已经克服了长期困扰我们的可靠性问题。

同时,我国的制造技术与国际先进技术水平相比还有不小的差距。数控机床在我国机械制造领域的普及率不高,国产先进数控设备的市场占有率还较低,数控刀具、数控检测系统

等数控机床的配套设备仍不能适应技术发展的需要,机械制造行业的制造精度、生产效率、整体效益等都还不能满足市场经济发展的要求。这些问题都需要我们继续学习和应用,攻克难关。

三、先进制造技术及其发展方向

先进制造技术是一门综合性、交叉性前沿学科和技术,学科跨度大,内容广泛,涉及制造业生产与技术、经营管理、设计、制造、市场各个方面。先进制造技术就是在传统制造技术的基础上,利用计算机技术、网络技术、控制技术、传感技术与机、光、电一体化技术等方面的最新进展,不断发展完善。其发展方向主要在以下几个方面:

(1) 数控加工技术 数字控制 (Numerical Control) 是用数字化信号对机械设备的运动及其加工过程进行控制的一种方法,简称数控 (NC)。数控机床是一种以数字量作为指令信息形式,通过电子计算机或专用电子计算装置,对这种信息进行处理而实现自动控制的机床。CAD/CAPP/CAM/CAE (计算机辅助设计/计算机辅助工艺规程/计算机辅助制造/计算机辅助分析) 等技术进一步完善并集成化,为提高生产效率、改善劳动条件、保证产品质量、实现快速响应提供了必要的保证,如图0-1零件是用计算机辅助制造完成的。

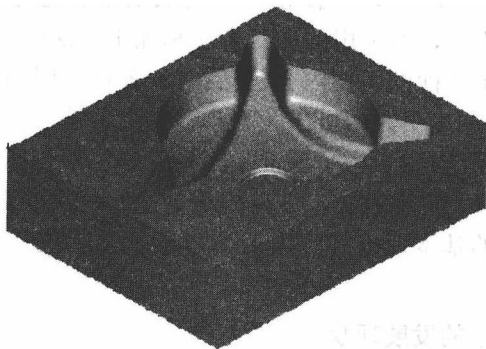


图 0-1 自动编程加工模具下模

(2) 超精密加工和纳米加工技术 它是指被加工零件的尺寸精度为 $0.1\sim 0.01\mu\text{m}$,加工表面粗糙度达 $R_a 0.03\sim 0.0051\mu\text{m}$ 数量级的加工技术。随着加工技术的发展,超精密加工的技术指标也在不断变化。

一般加工: 精度 $10\mu\text{m}$ 左右, $R_a 0.3\sim 0.8\mu\text{m}$;

精密加工: 精度 $10\sim 0.1\mu\text{m}$ 左右, $R_a 0.3\sim 0.03\mu\text{m}$;

超精密加工: 精度 $0.1\sim 0.01\mu\text{m}$ 左右, $R_a 0.03\sim 0.05\mu\text{m}$;

纳米加工: 精度高于 $0.001\mu\text{m}$, R_a 小于 $0.005\mu\text{m}$ 。

超精密加工的主要方法有: 1) 金刚石刀具超精密切削; 2) 精密和镜面磨削; 3) 精密研磨和抛光;

(3) 特种加工技术 利用声、光、电、磁、水、原子等能源实现的物理的、化学的加工方法,如超声波加工、电火花加工、激光加工(加工产品如图0-2、图0-3、图0-4所示)、电子束加工、电解加工、水刀加工等,它们在一些新型材料、难加工材料的加工和精密加工中取得了良好的效果。

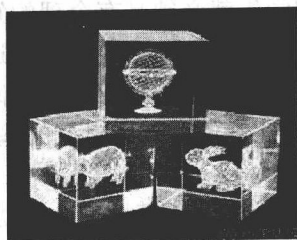


图 0-2 激光水晶内雕



图 0-3 激光打标图案

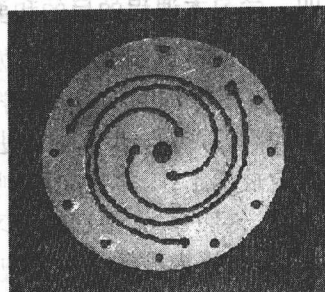


图 0-4 激光切割钢件

(4) 快速成形技术(RPM) 快速成形技术是综合利用CAD技术、数控技术、激光加工技术和材料技术实现从零件设计到三维实体原型制造一体化的系统技术。目前零件的快速成形已在机械加工、医学等方面得到推广和应用,其产品如图0-5、图0-6所示。



图 0-5 快速成型大猩猩

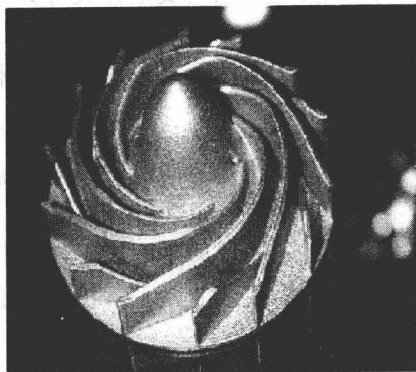


图 0-6 激光烧结涡轮叶片

(5) 智能制造技术 智能制造技术是在将人工智能融进制造过程的各个环节(即产品整个生命周期的所有环节),通过模拟专家的智能活动,对制造问题进行分析、判断、推理、构思、决策,旨在取代或延伸制造环境中人的部分脑力劳动;并对人类专家的制造智能进行收集、存储、完善、共享、继承和发展;从而在制造过程中系统能自动监测其运行状态,在受外界或内部激励时能自动调整其参数,以期达到最佳状态。

(6) 工业机器人 它最初主要应用在对人体有危险的操作环境。但是,在现代制造业中,利用机器人能扩大机械制造系统的功能和范围,以及提高自动化程度,是实现柔性自动化的基本设备。用于生产中的工业机器人有:铸造机器人、焊接机器人、喷漆机器人、装配机器人、搬运机器人等。此外,高压作业线、服装剪裁、管道作业、擦玻璃的机器人也发挥着巨大的作用。

(7) 柔性制造技术 传统的专用机床和“刚性”自动生产线虽然有很高的生产效率,但其加工的零件形状和尺寸单一,难以改变,这对于大批大量生产是合适的。为满足多品种、小批量、产品更新换代周期短的要求,20世纪70年代以来,随着微电子技术,特别是计算机技术、传感技术的发展,一种以机械加工为主的柔性制造技术得到迅速发展,主要有柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)。

四、学习本课程的目的和要求

为了适应机械制造技术的发展趋势,机械类和机电类专业的学生就必须具有合理的知识结构。通过本课程的学习,使学生掌握机械制造技术的基本加工技术和基本理论,再通过后续课程的学习,进一步掌握先进制造技术的有关知识,从而为将来胜任不同职业和不同岗位上的专业技术工作、掌握先进制造技术手段应用、具备突出的工程实践能力奠定良好的基础。为实现这一目的,本课程的学习要求主要有以下几方面:

(1) 掌握机械制造过程中测量技术、工件夹紧与定位、表面成形、切削加工、热加工及特种加工技术的基本理论;掌握常用加工方法及其工艺装备的基本知识和基本理论。

(2) 掌握钳加工的基本方法,并结合专业特点选学典型机构装配方法和模具装配方法。

(3) 掌握常用加工方法的综合应用、机械加工工艺等,初步掌握工艺装备选用的方法。

(4) 初步具备解决机械制造过程中工艺技术问题的能力和产品质量控制的能力。

(5) 了解常见金属切削机床传动结构,掌握常见金属切削机床的特点、工艺方法。

(6) 掌握轴套类、螺纹及箱体类等典型零件加工方法,并结合专业特点相应的重点学习典型零件的种类。

(7) 了解现代制造技术、先进制造技术的应用和发展。

【思考题及习题】

1. 结合机械方面的实习情况,简述机械制造生产过程。
2. 简述学好本课程的重要性。
3. 先进制造技术的发展主要表现在哪几个方面?
4. 深入校办工厂或企业,了解机械制造行业在国民经济建设中的作用。

第一章 测量技术

为了保证零件和产品的质量，必须用量具对其进行测量。用来测量、检验零件及产品尺寸和形状的工具称为量具。量具的种类很多，根据其特点和用途可分为万能量具、标准量具和专用量具三种类型。随着科技的发展，光学检测、超声波检测等先进测量技术逐步在生产中得到推广和应用，本章不作介绍。

对零件的几何量进行测量时，必须有统一的长度计量单位。我国规定以“米”（m）为长度基本单位，同时使用米的十进倍数和分数单位。米（m）、毫米（mm）、微米（ μm ）间换算关系如下： $1\text{m}=10^3\text{mm}$ ， $1\text{mm}=10^3\mu\text{m}$ 。在超精密测量中，采用纳米（nm）， $1\mu\text{m}=10^3\text{nm}$ 。在实际工作中，有以英寸作为基本单位， $1\text{英寸}=25.4\text{mm}$ 。另外，在机械制造中常用的角度单位有弧度（rad）和度、分、秒。 $1^\circ=0.0174533\text{rad}$ ， $1^\circ=60'$ ， $1'=60''$ 。

第一节 万能量具

万能量具一般都有刻度，但也有数字显示计数的，在测量范围内可以测量零件及产品的形状和尺寸的具体数值。常用的有游标卡尺、千分尺、万能角度尺和百分表等。

一、游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具，可以直接测量出工件的内径、外径、长度、宽度、深度等。

1. 游标卡尺的结构

游标卡尺可分为三用游标卡尺和双面量爪游标卡尺两种，其主要由尺身、副尺、内量爪、外量爪、深度测杆、锁紧螺钉等组成，如图1-1所示。游标卡尺的主尺和游标上有两副活动量爪，分别是内测量爪和外测量爪，内测量爪通常用来测量内径，外测量爪通常用来测量长度和外径。

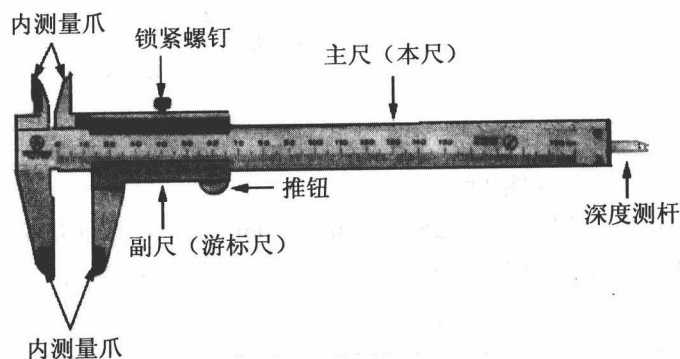


图 1-1 游标卡尺组成

2. 游标卡尺的刻线原理与读数方法

常用游标卡尺的测量精度按游标每格的读数值有 0.02mm （ $1/50$ ）和 0.05mm （ $1/20$ ）两