

内 容 简 介

本教材是中等职业教育国家规划教材。

本教材是根据教育部最新颁布的中等职业学校重点建设专业农业机械化专业主干课程《机械制造基础》教学大纲并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。主要内容有：毛坯的种类和选用、金属切削机床、夹具、刀具、金属切削加工方法、机械加工工艺规程的制订、农机典型零件加工工艺分析、产品装配基础知识、特种加工、数控车床、计算机辅助制造，实践技能训练。本书采用模块式结构，分基础、选修和实践技能三个模块，介绍了较多实用的新设备、新工艺和新技术，内容实用、图文并茂、文字精练、通俗易懂、形式新颖。每章前有提要、章后有思考题与习题，便于教、学(自学)、练及能力的培养。本教材可作为中等职业学校农业机械化专业教材，也可作有关工程技术人员自学用书。



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械制造基础

农业机械化专业用

丁新民 主 编
张文立 责任主审
张政兴 审 稿
谭豫之

中国农业出版社

编
审
人
员

主 编

丁新民 (陕西省农业机械化学校)

编 者

王明海 (黑龙江省农业机械化学校)

谢培甫 (湖南省机电工程学校)

周振宝 (南京农业大学工学院)

行学敏 (中国联合收割机总公司西安分公司)

主 审

曾宪章 (湖南省机电工程学校)

中等职业教育国家规划教材 出版说明



为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。



教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

编写说明



本书是根据教育部最新颁布的中等职业学校重点建设专业农业机械化专业主干课程《机械制造基础》教学大纲并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。授课学时约 100 学时，其中实验与实训 42 学时，课堂讨论 8 学时。适用于 3 年制农业机械化专业及相关专业，还可用作从事机械制造的工程技术人员参考书。

当今世界已进入知识经济的时代。构建在现代自然科学新成就基础上的新工艺在不断涌现，传统工艺不断发展。工艺过程正向着典型化、成组工艺和生产专业化的方向发展；设计、制造、管理向着集成化、智能化方向迈进。愈来愈多的新工艺、新技术应运而生，对制造业的从业人员的知识结构要求愈来愈高。知识面宽广，一专多能，是人才市场对职业学校毕业生的要求。本书就是在这样的背景下编写的。

本书有机地综合了金属切削机床、夹具及刀具基础知识，金属切削加工方法，农业机械制造工艺和现代制造技术等方面的有关内容。在内容的选取上，注意理论与实际结合，加强实践性和针对性，突出了技能训练。

本书采用了最新的国家标准和法定计量单位。

本书由陕西省农业机械化学校高级讲师丁新民主编，湖南省机电工程学校高级讲师曾宪章主审。参加本书编写工作的有丁新民（绪论、第 1、2、5、6、9 章；实践技能训练一、二、三、四、五、六、七、八）；南京农业大学工学院（南京农业机械化学校）讲师周振宝（第 3、10 章；实践技能训练十）；黑龙江省农业机械化学校高级讲师王明海（第 4、7 章）；湖南省机电工程学校高级讲师谢培甫（第 8、11 章，实践技能训练九）。在编写过程中，中国联合收割机总公司西安分公司推广研究员行学敏为本书提供了大量生产实践参考资料和建设性意见，使本书更具实用性。

BIANXIESHUOMING*



本书在编写过程中，得到有关学校和中国农业出版社的大力支持，参考了有关教材、手册、资料，并得到众多同志的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于本书改革力度大，成稿时间仓促，加之编者的水平有限，对本书内容的取舍、繁简深浅的把握很难准确，存在的错误和不妥在所难免，敬请有关专家和广大读者批评指正。

编者

2001年4月

目 录

中等职业教育国家规划教材出版说明
编写说明

绪 论

1

- 一、机械制造过程概述 1
- 二、机械制造业在国民经济中的地位和作用 1
- 三、机械制造的现状与发展 2
- 四、本课程性质与任务 3

第 1 章

毛坯的种类及选用

5

- 第一节 毛坯的种类 5
 - 一、铸件 5
 - 二、锻件 6
 - 三、冷冲压件 6
 - 四、型材 6
 - 五、焊接件 7
 - 六、毛坯精化制造新工艺 7
- 第二节 毛坯的选用 7
 - 一、毛坯选择的原则 7
 - 二、常用毛坯的特性比较 9
- 思考题与习题 11

第 2 章

金属切削机床

12

- 第一节 金属切削机床概述 12
 - 一、机床的分类 12



二、机床型号的编制方法	12
三、机床的选用原则	14
第二节 车床	14
一、车床概述	14
二、CA6140 型卧式车床	15
三、其他车床简介	22
第三节 钻床和镗床	22
一、钻床	22
二、镗床	24
第四节 铣床	26
一、铣床的种类及工艺范围	26
二、X6132 型万能升降台铣床的组成及运动	28
第五节 刨床	30
一、刨床的种类及工艺范围	30
二、B6065 型牛头刨床的组成及运动	31
第六节 磨床	32
一、磨床的种类及工艺范围	32
二、M1432A 型万能外圆磨床的组成及运动	33
第七节 锯床	34
一、锯床概述	34
二、锯削加工的工艺特点	35
思考题与习题	36

第 3 章 刀 具 37

第一节 概述	37
一、切削运动与切削表面	37
二、切削要素与切削层参数	38
三、切削用量选择原则	39
四、常用刀具材料	42
第二节 车刀	44
一、常用车刀的种类和用途	44
二、车刀的组成	45
三、车刀的几何角度	45
四、车刀几何角度的选择	47
第三节 其他常用刀具	49
一、孔加工刀具	49
二、铣刀	51

思考题与习题	52
--------------	----

第 4 章 夹 具 54

第一节 概述	54
一、机床夹具的概念和作用	54
二、机床夹具的分类	55
三、机床夹具的组成	55
第二节 工件的定位与夹紧	56
一、工件的定位	56
二、定位基准及其选择	59
三、工件的夹紧	59
四、车床夹具中常用的夹紧装置	62
第三节 车床夹具	63
一、车床夹具概述	63
二、车床通用夹具结构特点及应用	63
三、车床专用夹具的典型结构	65
思考题与习题	66

第 5 章 金属切削加工方法 68

第一节 外圆加工	68
一、外圆常用加工方法	68
二、外圆的车削加工	68
三、外圆的磨削加工	74
第二节 内孔加工	76
一、内孔加工方法	76
二、车孔	77
三、钻孔	80
四、扩孔和铰孔	82
五、铰孔	82
六、镗孔	83
第三节 平面加工	84
一、平面加工方法	84
二、端面车削加工	85
三、平面的刨削加工	86
四、平面的铣削加工	88
五、平面的磨削加工	91



六、平面刮削	92
七、平面研磨	92
第四节 螺纹加工	92
一、螺纹加工方法	92
二、车螺纹	93
三、攻螺纹和套螺纹	96
四、螺纹的其他加工方法	97
思考题与习题	98

第 6 章 机械加工工艺流程的制订 99

第一节 概述	99
一、生产过程和工艺过程	99
二、机械加工工艺流程	100
三、生产类型及其工艺特点	101
四、机械加工工艺流程	103
第二节 分析零件图	106
一、分析、审查产品的零件图和装配图	106
二、分析零件的结构工艺性	107
三、分析零件的技术要求	108
第三节 拟定工艺路线	109
一、加工方法的选择	109
二、加工顺序的确定	112
第四节 确定加工余量、工序尺寸及公差	114
一、加工余量的确定	114
二、工序尺寸及其公差的确定	116
思考题与习题	120

第 7 章 典型农机零件的机械加工工艺分析 122

第一节 轴类零件加工	122
一、概述	122
二、曲轴机械加工工艺分析	124
第二节 套类零件加工	127
一、概述	127
二、柴油机汽缸套机械加工工艺分析	128
第三节 箱体类零件加工	130
一、概述	130

二、变速箱体机械加工工艺分析	131
第四节 连杆机械加工工艺分析	134
一、连杆零件及其工艺特点	134
二、连杆的材料、毛坯和热处理	136
三、连杆的机械加工工艺流程	136
思考题与习题	137

第 8 章 产品装配基础知识 138

第一节 概述	138
一、装配的概念	138
二、装配的组织形式	138
三、装配工艺的基本内容	139
四、装配精度及零件精度	140
第二节 装配尺寸链	141
一、装配尺寸链的概念	141
二、装配尺寸链的建立	142
三、装配尺寸链的计算	142
第三节 装配方法及选择	142
一、装配方法	142
二、装配方法的选择	145
第四节 装配工艺规程的制订	145
一、制订装配工艺规程的原则与所需用的原始资料	146
二、制订装配工艺规程的步骤与工作内容	146
三、划分装配工序的一般原则	147
思考题与习题	148

*** 第 9 章 特种加工 149**

第一节 电火花加工	149
一、电火花加工原理	149
二、电火花加工机床的组成	150
三、电火花加工的特点	151
四、电火花加工的应用	151
第二节 电解加工	152
一、电解加工原理	152

* 为选修内容。



二、电解加工的工艺特点及应用	153
第三节 其他特种加工	154
一、超声波加工	154
二、激光加工	155
三、特种加工方法的特点及综合比较	156
思考题与习题	157

*** 第 10 章 数控车床 158**

第一节 数控车床概述	158
一、数控车床特点	158
二、数控车床组成	159
三、数控车床应用	159
第二节 数控车床的程序编制	159
一、程序段通用格式及含义	160
二、编程基本问题	162
三、几种常用走刀轨迹的编程方法	163
四、编程步骤	170
思考题与习题	173

*** 第 11 章 计算机辅助制造 (CAM) 174**

第一节 计算机辅助制造 (CAM)	174
一、计算机辅助制造的含义、组成及功能	174
二、柔性制造单元 (FMC) 的含义、组成及功能	175
三、柔性制造系统 (FMS) 的含义、组成及功能	176
四、成组技术 (GT)	176
第二节 计算机辅助工艺规程设计 (CAPP) 技术	178
一、CAPP 的作用	178
二、CAPP 的工作原理	179
三、CAPP 应用简介	180
思考题与习题	181

实践技能训练 182

课题一 农机典型零件毛坯的选用	182
一、实训教学要求	182
二、相关基础知识和选择方法	182

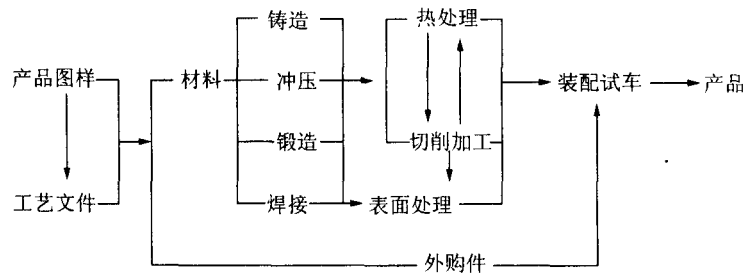
课题二	CA6140 型车床的主要部件和机构调整	185
一、	实训教学要求	185
二、	相关基础知识和调整方法	186
课题三	车刀的刃磨和几何角度测量	190
一、	实训教学要求	190
二、	实验用设备、仪器及材料	190
三、	外圆车刀的刃磨	190
四、	车刀几何角度的测量	192
课题四	三爪自定心卡盘的拆装	195
一、	实训要求	195
二、	实训设备工具	195
三、	三爪自定心卡盘的拆装	195
课题五	工件在四爪单动卡盘上的装夹和找正	197
一、	实训要求	197
二、	相关工艺知识	197
三、	操作步骤	197
课题六	零件结构形状工艺性(课堂讨论)	198
一、	实训教学要求	198
二、	综合性训练	198
课题七	热处理工序在加工工艺路线中位置的确定 (课堂讨论)	199
课题八	轴类零件机械加工工艺综合训练	201
一、	实训教学要求	201
二、	相关知识和工艺编制方法	201
课题九	典型农机产品的装配	205
一、	实训教学要求	205
二、	曲柄连杆机构的装配(CA6102 型汽油机)	205
课题十	数控车床的基本操作方法	207
一、	实训教学要求	207
二、	所需设备	207
三、	MJ-50(FANUC-OPE 系统)数控车床操作面板	208
四、	MJ-50(FANUC-OPE 系统)数控车床操作	213
附表		216
附表 1	金属切削机床类、组划分表	216
附表 2	常用机床主参数及折算系数	217
参考文献		219

绪 论

一、机械制造过程概述

机械制造是各种机械、工具、仪器、仪表制造过程的总称。

任何机械或部件都是由许多零件按照一定的设计要求制造和装配而成的。农业机械的传统制造过程一般是：



随着社会的进步，多品种、中小批量生产已逐步成为生产的主要形式，成组技术、柔性制造技术、计算机集成制造系统极大地提高了多品种、中小批量产品的生产率，使机器制造过程发生较大的改变。由此可见，现代机械制造过程是一个因产品类型、品种数量、交货期以及设备、人员素质状况等综合因素变化的动态过程。

二、机械制造业在国民经济中的地位和作用

机械制造业是国民经济中一个非常重要的产业。它为国民经济各领域、科学研究、国家建设和人民生活提供各种技术装备，在社会主义现代化建设中有着十分重要的作用。例如，发展农业需要大量拖拉机、各种类型的种植与收获机械、脱粒与粉碎机械、各种运输机械。发展轻工业需要大量纺织、缝纫、造纸、

食品机械及其他类型轻工机械。还需要大量制造汽车、船舶、航空航天设备、动力设备、电子工业设备等机械。

21 世纪的先进制造技术已是当代国际间科技竞争的手段之一。国际生产工程学会 (CTPR) 第 44 届年会主席指出: 世界各国的竞争主要是制造技术的竞争。我国已将先进制造技术列为国家重点发展的四大支柱产业之一。因此, 机械制造工业在我国社会主义现代化建设中居于十分重要的地位。

三、机械制造的现状与发展

1. 我国古代在机械制造方面的辉煌成就 我国古代在机械制造方面的成就极其辉煌, 以出土的在地下埋藏 2 000 多年的秦始皇陵陪葬大型彩绘铜车马为例: 一车四马, 由一名御宫佣驭驾; 其材料以青铜为主, 并配有金银饰品, 大小约为真实车、马、人的一半; 其结构精致、形态逼真, 由 3 000 多个零、部件组成, 综合了铸造、焊接、凿削、研磨、抛光以及各种联接等工艺。铜车马制作的精湛技艺, 集中反映了我国劳动人民为人类古代文明做出的巨大贡献。

史料记载, 1668 年我国应用直径近 7 m 的镶齿铣刀, 由牲畜带动旋转, 铣削天文仪器上的铜环。

明朝宋应星所著《天工开物》一书, 载有冶铁、炼钢 (百炼钢和灌钢)、铸钟、锻铁 (熟铁)、焊接 (锡焊和银焊)、淬火等各种加工方法, 是世界上最早的机械制造方面的科学著作之一。

2. 世界在机械制造方面近 200 年概况 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。它的出现, 标志着人类用机器代替手工的机械化时代步入新时期。随后相继出现了各种类型的金属切削机床和刀具、自动线、加工中心、群控系统及无人化全自动工厂。可以预料, 实现生产过程全面自动化的时代会很快来到。表 1 为世界近 200 年生产机械化和自动化简史。

表 1 世界近 200 年生产机械化和自动化简史

年份	项 目	说 明	年份	项 目	说 明
1775	汽缸镗床	英国威尔肯逊	1862	万能磨床	美国
1797	车床	英国茅兹雷	1864	外圆磨床	美国
1817	龙门刨床	英国	1870	螺纹加工自动机床	美国
1818	卧式铣床	美国惠特尼	1895	滚齿机	美国
1818	机械式的仿形车	美国布兰查德	1900	拉床	美国
1830	钻床	英国	1913	传送机装配线	美国福特
1835	自动机	英国惠特沃斯	1923	靠模仿形铣床	美国
1835	插床	英国	1924	自动线	英国莫里斯汽车公司
1836	牛头刨床	英国	1925	研磨机	美国
1840	转塔车床	美国	1935	超精加工机床	美国

(续)

年份	项目	说明	年份	项目	说明
1946	成组技术	苏联米特洛凡诺夫	1958	加工中心(自动换刀装置的数控机床)	美国卡尼和特雷克公司
1950	汽车活塞制造传送自动化	苏联	1960	自适应控制铣床(当切削力、切削转矩、刀具磨损、工件硬度不均匀时,自动调整切削用量)	美国本迪克斯公司
1952	三坐标数字控制立式铣床	美国麻省工学院帕森斯	1963	计算机辅助设计(CAD)	美国萨瑟兰
1954	工业机器人	美国德沃尔	1968	计算机直接数控系统(群控系统)(DNC)	英国莫林斯公司
1955	自动编程语言APT	美国	1968	群控系统	日本铁路大工厂
1955	滚动轴承生产全自动化	苏联			

3. 我国的机械制造技术现状 新中国成立后,在中国共产党的领导下,我国的机械制造业不断壮大,已经发展成为门类齐全、具有很大规模和较高水平的完整工业体系,金属切削科学和技术也有了突飞猛进的发展。改革开放以来,我国在自力更生的基础上,充分引进消化和吸收 1 300 多项国外新技术、新工艺,使制造加工技术正在接近发达国家的水平。经过 40 余年的不断努力,我国机床工业已由只能生产简单机床,发展到能生产 2 000 余种金属切削机床通用品种,年产量达到 20 万台左右,机床拥有量 500 余万台。我国有上千家研究所研制生产的数控车床、加工中心、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、高精度高速磨床等都达到较先进的水平。但与工业发达国家相比,尚需加强创新能力,才能在产品质量、生产能力、技术水平等诸多方面缩小与工业化发达国家的差距,甚至在许多方面赶超他们。

四、本课程性质与任务

本课程是农业机械化专业学生必修的一门实践性很强的技术基础课程。它的主要任务是:使学生具备高素质劳动者和农业机械化专业初中级专门人才所必需的机械制造基本知识和基本技能;为进一步学习专业知识和职业技能,提高全面素质,增强适应职业变化的能力、创新能力和继续学习的能力打下一定的基础。通过本课程的理论教学、实验与实训教学、现场参观、实习教学等环节。达到如下要求:

1. 基本知识

- (1) 了解毛坯的种类,掌握毛坯的选用方法。
- (2) 了解机床、夹具、刀具等工艺装备的类型、特点及应用。
- (3) 掌握外圆、内孔、平面、螺纹加工的基本方法和工艺特点。
- (4) 初步掌握制订农机典型零件的机械加工工艺规程的方法。
- (5) 掌握机械装配的基础知识和一般农机产品的装配方法。
- (6) 了解现代机械制造技术发展概况。



2. 基本技能

- (1) 具有合理选用毛坯和零件加工方法的能力。
- (2) 初步具有制订农机典型零件机械加工工艺规程的能力。
- (3) 根据机械零件加工要求, 具有合理选用机床、刀具、夹具和量具等工艺装备的能力。
- (4) 初步具有车、钳、焊等工种的基本操作技能。
- (5) 初步具有装配农机典型产品(部件)的能力。

3. 思想教育

- (1) 初步具有辩证思维的能力。
- (2) 具有创新意识和创新精神。
- (3) 树立职业道德意识。

本课程实践性很强, 涉及的基本知识, 既来源于实践, 又服务于实践, 在长期的机械制造实践中, 已经得到了反复验证和广泛应用。因此, 深入机械制造现场观察了解和实际操作, 是学好本课程的一个关键环节。