



高等职业教育“十一五”规划教材
高职高专机电类教材系列

盛继生 / 主 编

张洪涛 卢相中 / 副主编

马光锋 / 主 审

机械制造基础

 科学出版社
www.sciencep.com

● 高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专机电类教材系列

机械制造基础

盛继生 主 编

张洪涛 卢相中 副主编

马光锋 主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本教材根据高职高专教学的要求编写。全书共14章, 主要内容包括: 工程材料(含非金属材料)的基础知识、金属材料强化方法及其选用; 材料成型的基本原理、基础知识、基本工艺方法及毛坯选择与质量检验; 切削加工的基础知识和基本工艺方法; 先进制造技术简介等。书中实例大量来自生产实际。

本书可作为高等职业院校、各类成人教育学院大专层次的理工科类机械制造基础课程的教材, 亦可供相关工程技术人员自学。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础 / 盛继生主编. —北京: 科学出版社, 2007

(高职高专机电类教材系列)

高等职业教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-03-019353-7

I. 机… II. 盛… III. 机械制造-高等学校: 技术学校-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 127587 号

责任编辑: 何舒民 任加林 / 责任校对: 刘彦妮

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2007 年 9 月第一次印刷 印张: 24 1/4

印数: 1—3 000 字数: 549 800

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137154(VT03)

高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专机电类教材系列

编 委 会

主任 李振格

委员 (按拼音排序)

崔州平	杜巧连	高汉华	黄晓红
蒋勇敏	李传军	李正峰	卢恩贵
卢相中	陆全龙	倪兆荣	盛继生
孙庆群	王宏启	王 军	王淑珍
魏增菊	吴东平	吴水萍	谢旭华
邢江勇	徐起贺	徐晓东	续永刚
于小喜	张洪涛	张晓娟	周宗明

本书是针对高等职业技术学院机械类和近机械类专业的教学要求，由在
高职院校从事多年高职教学实践经验的教师编写而成。
在编写本书时，我们充分考虑了高职教育人才培养目标的实际情况，注
重实践性、启发性、科学性，做到基本概念清晰、重点突出、简明扼要，
对基本理论部分以够用和实用为原则，以强化应用为重点。因多数高职院
校都设有铸、锻、焊等热加工专业，因此这些内容的阐述相对详细些，特
种加工、先进制造技术只作了简要介绍，体现了面向生产实际，突出职业
性的精神。书中的名词术语、材料牌号、设备型号、技术标准等采用了现
行的国家标准。

前言

本书除可作为高等职业院校、各类成人教育学院大专层次的理工科
类机械制造基础课程的教材外，亦可供相关工程技术人员自学。

全书共 14 章，总课时为 60~80 学时。根据本课程的特点，教学中应先
进行实习，后进行本课程讲课，或实习和讲课穿插进行，亦可采用现场教学
手段。本书第 14 章的内容可作为选学内容，其他章节各院校也可根据实际情
况决定取舍。

本教材编写人员及分工：第 1、6、8 章由金华职业技术学院盛继生编
写；第 2、9、14 章由厦门华天涉外职业技术学院陈庆蕊编写；第 3 章由武
汉工业职业技术学院邹哲维编写；第 4、5 章由河北能源学院卢相中编写；
第 7 章由金华职业技术学院金向平编写；第 10、11 章由江西工业工程职业
技术学院周杨萍编写；第 12、13 章由洛阳理工学院张洪涛编写。厦门华

天涉外职业技术学院陈庆蕊编写；第 3 章由武
汉工业职业技术学院邹哲维编写；第 4、5 章由河北能源学院卢相中编写；
第 7 章由金华职业技术学院金向平编写；第 10、11 章由江西工业工程职业
技术学院周杨萍编写；第 12、13 章由洛阳理工学院张洪涛编写。厦门华

天涉外职业技术学院陈庆蕊编写；第 3 章由武
汉工业职业技术学院邹哲维编写；第 4、5 章由河北能源学院卢相中编写；
第 7 章由金华职业技术学院金向平编写；第 10、11 章由江西工业工程职业
技术学院周杨萍编写；第 12、13 章由洛阳理工学院张洪涛编写。厦门华

天涉外职业技术学院马光锋教授认真地审阅了全稿，提出了许多宝贵的修改意见。

在教材编写中，得到了各相关院校和企业领导的大力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

限于编者水平，编写中难免有不足之处，恳切希望使用本书的广大读者多提宝贵意见，以求得到改进。

本书由天津职业技术师范大学马光锋教授担任主编，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任副主编，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。

本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。

本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。

本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。

本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。

本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。本书在编写过程中，得到了天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授的大力支持，天津职业技术师范大学机械工程系马光锋教授担任责任编辑。

81	.....	合金的晶体结构	3.1.1
82	.....	合金的相变	3.1.2
84	.....	合金的强化	3.1.3
87	.....	合金的时效	3.1.4
91	.....	合金的焊接	3.2
91	.....	合金的腐蚀	3.3
92	.....	合金的失效	3.4
93	.....	合金的回收	3.5
98	.....	合金的展望	3.6
98	.....	合金的附录	3.7
98	.....	合金的参考文献	3.8
98	.....	合金的参考文献	3.9
98	.....	合金的参考文献	3.10
98	.....	合金的参考文献	3.11
98	.....	合金的参考文献	3.12
98	.....	合金的参考文献	3.13
98	.....	合金的参考文献	3.14
98	.....	合金的参考文献	3.15
98	.....	合金的参考文献	3.16
98	.....	合金的参考文献	3.17
98	.....	合金的参考文献	3.18
98	.....	合金的参考文献	3.19
98	.....	合金的参考文献	3.20
98	.....	合金的参考文献	3.21
98	.....	合金的参考文献	3.22
98	.....	合金的参考文献	3.23
98	.....	合金的参考文献	3.24
98	.....	合金的参考文献	3.25
98	.....	合金的参考文献	3.26
98	.....	合金的参考文献	3.27
98	.....	合金的参考文献	3.28
98	.....	合金的参考文献	3.29
98	.....	合金的参考文献	3.30
98	.....	合金的参考文献	3.31
98	.....	合金的参考文献	3.32
98	.....	合金的参考文献	3.33
98	.....	合金的参考文献	3.34
98	.....	合金的参考文献	3.35
98	.....	合金的参考文献	3.36
98	.....	合金的参考文献	3.37
98	.....	合金的参考文献	3.38
98	.....	合金的参考文献	3.39
98	.....	合金的参考文献	3.40
98	.....	合金的参考文献	3.41
98	.....	合金的参考文献	3.42
98	.....	合金的参考文献	3.43
98	.....	合金的参考文献	3.44
98	.....	合金的参考文献	3.45
98	.....	合金的参考文献	3.46
98	.....	合金的参考文献	3.47
98	.....	合金的参考文献	3.48
98	.....	合金的参考文献	3.49
98	.....	合金的参考文献	3.50
98	.....	合金的参考文献	3.51
98	.....	合金的参考文献	3.52
98	.....	合金的参考文献	3.53
98	.....	合金的参考文献	3.54
98	.....	合金的参考文献	3.55
98	.....	合金的参考文献	3.56
98	.....	合金的参考文献	3.57
98	.....	合金的参考文献	3.58
98	.....	合金的参考文献	3.59
98	.....	合金的参考文献	3.60
98	.....	合金的参考文献	3.61
98	.....	合金的参考文献	3.62
98	.....	合金的参考文献	3.63
98	.....	合金的参考文献	3.64
98	.....	合金的参考文献	3.65
98	.....	合金的参考文献	3.66
98	.....	合金的参考文献	3.67
98	.....	合金的参考文献	3.68
98	.....	合金的参考文献	3.69
98	.....	合金的参考文献	3.70
98	.....	合金的参考文献	3.71
98	.....	合金的参考文献	3.72
98	.....	合金的参考文献	3.73
98	.....	合金的参考文献	3.74
98	.....	合金的参考文献	3.75
98	.....	合金的参考文献	3.76
98	.....	合金的参考文献	3.77
98	.....	合金的参考文献	3.78
98	.....	合金的参考文献	3.79
98	.....	合金的参考文献	3.80
98	.....	合金的参考文献	3.81
98	.....	合金的参考文献	3.82
98	.....	合金的参考文献	3.83
98	.....	合金的参考文献	3.84
98	.....	合金的参考文献	3.85
98	.....	合金的参考文献	3.86
98	.....	合金的参考文献	3.87
98	.....	合金的参考文献	3.88
98	.....	合金的参考文献	3.89
98	.....	合金的参考文献	3.90
98	.....	合金的参考文献	3.91
98	.....	合金的参考文献	3.92
98	.....	合金的参考文献	3.93
98	.....	合金的参考文献	3.94
98	.....	合金的参考文献	3.95
98	.....	合金的参考文献	3.96
98	.....	合金的参考文献	3.97
98	.....	合金的参考文献	3.98
98	.....	合金的参考文献	3.99
98	.....	合金的参考文献	3.100

目 录

前言	.....	1
第1章 绪论	.....	1
1.1 机械产品制造的一般概念	.....	2
1.2 机械零件工艺过程	.....	3
1.3 机械制造技术的发展简史	.....	4
1.4 工程材料与机械制造技术发展趋势	.....	5
1.5 课程性质、特点和研究对象	.....	5
第2章 材料的力学性能	.....	7
2.1 强度和塑性	.....	8
2.1.1 拉伸曲线	.....	8
2.1.2 强度	.....	9
2.1.3 塑性	.....	10
2.2 硬度	.....	11
2.2.1 布氏硬度	.....	11
2.2.2 洛氏硬度	.....	12
2.2.3 维氏硬度	.....	13
2.3 冲击韧性	.....	13
2.4 疲劳强度	.....	15
小结	.....	15
思考题与习题	.....	16
第3章 铁碳合金	.....	17
3.1 金属的晶体结构与结晶	.....	18

3.1.1	晶体结构的基础知识	18
3.1.2	金属实际的晶体结构	22
3.1.3	金属的结晶过程	24
3.1.4	合金的晶体结构和二元相图	27
3.2	铁碳合金相图	31
3.2.1	纯铁的同素异构转变	31
3.2.2	铁碳合金的基本组织	32
3.2.3	铁碳合金相图	33
3.3	铁碳合金相图应用	38
3.3.1	含碳量对铁碳合金组织和力学性能的影响规律	38
3.3.2	Fe-Fe ₃ C 相图的应用	40
	小结	40
	思考题与习题	41
第4章	钢的热处理	42
4.1	钢在加热时的转变	43
4.1.1	钢在加热(或冷却)时组织转变的温度	44
4.1.2	钢加热时的组织变化	44
4.2	钢在冷却时的转变	46
4.2.1	过冷奥氏体的等温转变	47
4.2.2	马氏体转变区	48
4.2.3	过冷奥氏体等温转变曲线的应用	48
4.2.4	钢的整体热处理	49
4.3	钢的表面热处理	57
4.3.1	钢的表面淬火	57
4.3.2	化学热处理	60
4.4	热处理的应用	62
4.4.1	常见的热处理缺陷及预防	63
4.4.2	热处理的技术条件及工序位置	64
4.5	热处理新技术简介	65
4.5.1	可控气氛热处理	65
4.5.2	真空热处理	66
4.5.3	形变热处理	66
4.5.4	强韧化处理	67

4.5.5	循环热处理	68
	小结	68
	思考题与习题	69
第 5 章	常用工程材料	71
5.1	碳素钢	72
5.1.1	常存杂质元素对碳素钢性能的影响	72
5.1.2	碳素钢的分类、牌号和用途	73
5.2	低合金钢和合金钢	75
5.2.1	合金元素在钢中的作用	75
5.2.2	低合金钢分类和低合金高强度结构钢	77
5.2.3	合金钢的分类和牌号表示方法	79
5.3	有色金属及其合金	92
5.3.1	铝及铝合金	93
5.3.2	铜及铜合金	97
5.3.3	轴承合金	100
5.3.4	粉末冶金简介	102
5.3.5	硬质合金	104
5.4	非金属材料	106
5.4.1	概述	106
5.4.2	塑料	107
5.4.3	橡胶	112
5.4.4	陶瓷	114
5.4.5	复合材料	115
	小结	118
	思考题与习题	118
第 6 章	铸造成型	120
6.1	铸铁	121
6.1.1	铸铁的石墨化	121
6.1.2	常用铸铁	122
6.2	铸造成型工艺基础	125
6.2.1	合金的流动性和充型能力	126
6.2.2	合金的收缩	128
6.2.3	合金的吸气性和氧化性	132

80	6.3 铸造成型方法	132
80	6.3.1 砂型铸造	132
90	6.3.2 特种铸造	138
15	6.4 铸造成型工艺设计	143
55	6.4.1 浇注位置的选择	143
55	6.4.2 铸型分型面的选择	144
85	6.4.3 工艺参数的选择	146
85	6.5 铸件结构工艺性	148
85	6.5.1 砂型铸造工艺对结构设计的要求	148
75	6.5.2 合金铸造性能对铸件结构设计的要求	150
95	小结	151
95	思考题与习题	151
	第7章 锻压成型	153
70	7.1 压力成型工艺基础	154
001	7.1.1 金属塑性变形的实质	154
501	7.1.2 塑性变形对组织和性能的影响	155
401	7.1.3 金属的冷变形和热变形	156
801	7.1.4 锻造流线及锻造比	157
801	7.1.5 金属的锻造性能	158
501	7.2 自由锻	160
511	7.2.1 自由锻基本工序	160
411	7.2.2 自由锻工艺规程的制订	161
211	7.2.3 自由锻件的结构工艺性	165
811	7.3 模锻	166
811	7.3.1 锤上模锻	166
051	7.3.2 胎模锻	171
151	7.4 板料冲压	172
151	7.4.1 冲压基本工序	173
551	7.4.2 冲模	175
251	7.5 其他锻压工艺及新工艺简介	177
851	7.5.1 精密模锻	177
851	7.5.2 挤压	177
551	7.5.3 轧锻	178

7.5.4 超塑性成形	179
小结	180
思考题与习题	180
第8章 焊接	182
8.1 焊接的基本原理	183
8.1.1 焊接工艺的特点与分类	183
8.1.2 焊接电弧	184
8.1.3 焊接过程	184
8.1.4 焊接接头的组织和性能	185
8.1.5 焊接应力与变形	188
8.2 常用焊接方法	191
8.2.1 焊条电弧焊	191
8.2.2 埋弧自动焊	195
8.2.3 气体保护焊	198
8.2.4 电渣焊	200
8.2.5 电阻焊	201
8.2.6 钎焊	203
8.3 常用金属材料的焊接	204
8.3.1 金属材料的焊接性	204
8.3.2 碳素结构钢和低合金高强度结构钢的焊接	205
8.3.3 不锈钢的焊接	207
8.3.4 铸铁的焊补	207
8.3.5 有色金属的焊接	208
8.4 焊接结构工艺性	210
8.4.1 焊接结构材料的选择	210
8.4.2 焊接方法的选择	210
8.4.3 焊接接头设计	211
8.5 常见焊接缺陷产生原因分析及预防措施	216
8.5.1 常见焊接缺陷	216
8.5.2 焊接缺陷的产生原因及预防措施	216
8.6 焊接质量检验	218
8.6.1 焊接检验过程	218
8.6.2 焊接检验方法	218

8.7	其他焊接技术简介	219
8.7.1	等离子弧焊接和切割	220
8.7.2	真空电子束焊接	221
8.7.3	激光焊接与切割	222
8.7.4	扩散焊接	223
8.7.5	摩擦焊	224
	小结	224
	思考题与习题	224
第9章	机械零件材料及毛坯的选择与质量检验	227
9.1	机械零件的失效	228
9.1.1	失效的基本概念	228
9.1.2	零件失效的主要形式	228
9.1.3	零件失效的原因	231
9.1.4	失效分析实例	231
9.2	机械零件材料选择的一般原则	233
9.2.1	零件材料的使用性能	234
9.2.2	零件材料的工艺性能	235
9.2.3	零件材料选材的经济性	235
9.3	零件毛坯选择的一般原则	236
9.3.1	毛坯的种类	236
9.3.2	毛坯选择的一般原则	239
9.4	毛坯质量检验	242
9.4.1	毛坯质量检验	243
9.4.2	毛坯加工中常见缺陷及检验	245
	小结	246
	思考题与习题	246
第10章	金属切削加工基础知识	247
10.1	切削运动和切削要素	248
10.1.1	切削运动	248
10.1.2	切削要素	250
10.2	金属切削刀具	252
10.2.1	刀具材料	252
10.2.2	车刀切削部分几何参数	255

10.3	金属切削过程中的物理现象	259
10.3.1	金属切削过程的实质与三个变形区	259
10.3.2	积屑瘤	260
10.3.3	刀具磨损与刀具耐用度	262
10.3.4	提高切削加工质量与切削效率的途径	266
	小结	268
	思考题与习题	268
第 11 章	切削加工方法	270
11.1	车削加工	271
11.1.1	车床	271
11.1.2	工件在车床的安装	272
11.1.3	车削加工的工艺特点与应用	274
11.2	钻削、铰削和镗削加工	275
11.2.1	钻削加工	275
11.2.2	铰削加工	278
11.2.3	镗削加工	280
11.3	铣削加工	285
11.3.1	铣床	285
11.3.2	铣刀	286
11.3.3	铣削要素	287
11.3.4	铣削方式	289
11.3.5	铣削的应用	291
11.3.6	铣削加工的工艺特点	294
11.4	刨削、插削和拉削加工	295
11.4.1	刨削加工	295
11.4.2	插削加工	296
11.4.3	拉削加工	297
11.5	磨削与光整加工	298
11.5.1	砂轮	298
11.5.2	磨削加工	300
11.5.3	光整加工	302
11.6	螺纹、齿轮加工	305
11.6.1	螺纹加工	305

11.6.2	齿轮加工	308
	小结	314
	思考题与习题	314
第12章 机械加工工艺过程的基础知识		315
12.1	基本概念	316
12.1.1	生产过程和工艺过程	316
12.1.2	工艺过程的组成	316
12.2	工件的装夹	318
12.2.1	工件的装夹方式	318
12.2.2	定位基准的选择	320
12.2.3	工件的定位	324
12.2.4	夹具简介	325
12.3	机械加工工艺规程的制定	327
12.3.1	制定零件工艺规程的内容和要求	327
12.3.2	制定工艺规程的步骤	328
12.4	典型零件加工工艺过程举例	328
12.4.1	轴类零件的机械加工工艺过程	328
12.4.2	盘套类零件的机械加工工艺过程	330
12.4.3	箱体类零件的机械加工工艺过程	332
	思考题与习题	334
第13章 零件的结构工艺性		335
13.1	零件结构的切削加工工艺性	336
13.1.1	基本概念	336
13.1.2	切削加工对零件结构工艺性的要求	336
13.2	零件结构的装配工艺性	341
第14章 现代制造技术与特种加工		344
14.1	现代制造技术概述	345
14.1.1	现代制造技术的内涵及技术构成	345
14.1.2	现代制造技术的分类	346
14.2	柔性制造系统(FMS)	347
14.2.1	柔性制造系统(FMS)概念	347
14.2.2	FMS的组成与功能	348
14.2.3	FMS的级别和适用范围	350

14.3 计算机集成制造系统 (CIMS)	352
14.3.1 计算机集成制造 (CIM) 与计算机集成制造系统 (CIMS) 的概念	352
14.3.2 CIMS 的功能构成	352
14.4 数控加工 (CNC)	355
14.4.1 数控机床概述	355
14.4.2 数控机床的坐标系统	357
14.4.3 数控编程	358
14.5 特种加工	360
14.5.1 特种加工的分类及工艺特点	360
14.5.2 电火花 (EDM) 加工	361
14.5.3 电解加工	362
14.5.4 超声波加工	364
14.5.5 激光加工	366
14.5.6 其他特种加工	367
小结	370
思考题与习题	370
参考文献	371

第1章

绪论

机械制图是一门传授工程材料及其主要加工工艺方法，即机械零件制造原理与工艺过程的综合性技术基础课。它系统地介绍：机械工程材料的性能、应用及改进材料性能的工艺方法；各种成形工艺方法及其在机械制造中的应用和相互联系；机械零件的加工工艺过程等方面的基础知识。

机械制图是一门传授工程材料及其主要加工工艺方法，即机械零件制造原理与工艺过程的综合性技术基础课。它系统地介绍：机械工程材料的性能、应用及改进材料性能的工艺方法；各种成形工艺方法及其在机械制造中的应用和相互联系；机械零件的加工工艺过程等方面的基础知识。

机械制图是一门传授工程材料及其主要加工工艺方法，即机械零件制造原理与工艺过程的综合性技术基础课。它系统地介绍：机械工程材料的性能、应用及改进材料性能的工艺方法；各种成形工艺方法及其在机械制造中的应用和相互联系；机械零件的加工工艺过程等方面的基础知识。

机械制图是一门传授工程材料及其主要加工工艺方法，即机械零件制造原理与工艺过程的综合性技术基础课。它系统地介绍：机械工程材料的性能、应用及改进材料性能的工艺方法；各种成形工艺方法及其在机械制造中的应用和相互联系；机械零件的加工工艺过程等方面的基础知识。

1.1 机械产品制造的一般概念

任何一台机械产品都是由若干个具有不同几何形状和尺寸的零件按照一定的方式组合而成的。机械产品的制造过程大致可分为生产技术准备、毛坯制造、零件加工、产品检测和装配等过程。

1. 生产技术准备过程

机械产品投产前必须作各项技术准备工作,其中最主要的一项是制定工艺规程。工艺规程是直接指导各项技术操作的重要文件。此外,正确选择材料,标准件购置,刀具、夹具、模具、装配工具等的预制,热处理设备和检测仪器的准备等,都要求在本过程中安排就绪。

2. 毛坯制造过程

毛坯可由不同方法获得。合理选择毛坯,可显著提高生产率和降低成本。常用的毛坯制造方法有:铸造、锻压、焊接和各种型材。

(1) 铸造

一般来说,结构复杂,特别是内腔复杂或大型零件采用铸造方法形成毛坯。某些小型或结构简单的零件,在生产批量很大时,也往往采用铸造方法成形。

(2) 锻压

承受重载荷的零件,如主轴、连杆、重要齿轮等,常采用锻压加工获得毛坯。因为经锻压后金属材料内部组织得到改善,提高了力学性能。

(3) 焊接

工艺过程较铸造简单,近年来,由于焊接技术的提高,现代工程中的一些金属结构和零件普遍采用焊接成形。

(4) 型材

圆棒料、板料、管料、角钢、槽钢、工字钢等均为型材。其中以圆棒料应用最广,用作螺钉、销钉、小型盘状零件和一般轴类零件的坯料,使用方便。板料、角钢、槽钢、工字钢等则普遍用于金属结构。

3. 零件加工过程

金属切削加工是目前加工零件的主要方法。通用的加工设备有车床、钻床、镗床、刨床、铣床和磨床。此外,还有各种专用机床、特种加工机床。选择加工方法、选用机