



高职高专规划教材

J
I
N

金工实训

G
O
N
G

主 编 王熙福

副主编 黄兴红 孙连栋 王德良

S
H
I
X
U
N

浙江大學出版社

高职高专规划教材

金工实训

主 编 王熙福

副主编 黄兴红 孙连栋 王德良

浙江大學出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

金工实训 / 王熙福主编. — 杭州: 浙江大学出版社,
2004. 11

高职高专机电类规划教材

ISBN 7-308-03960-9

I. 金... II. 王... III. 金属加工—实习—高等学校:
技术学校—教材 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 103653 号

丛书策划: 樊晓燕

封面设计: 刘依群

责任编辑: 樊晓燕

出版发行: 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

排 版: 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷: 浙江大学印刷厂

开 本: 787mm×960mm 1/16

印 张: 13.25

字 数: 267 千

版 印 次: 2004 年 11 月第 1 版 2006 年 12 月第 3 次印刷

印 数: 5001-7000

书 号: ISBN 7-308-03960-9/TG·028

定 价: 18.00 元

内 容 提 要

金工实训课程是高职学生一门重要的实践课,本书编写的指导思想是使学生通过学习了解机械制造的一般过程,熟悉机械零件常用加工方法及所用设备结构原理,工、卡、量具的操作,掌握机械制造一般过程的基本理论知识,在实践中达到具有独立完成简单零件加工能力。内容包括金属材料的基本知识、铸造、锻压、焊接、钳工、车削、刨削、铣削、磨削和特种加工等。

本书可作为高等职业技术学校机电类专业学生的教材,也可供中等专业学校机电类学生选用。

高职高专机电类规划教材

参编学校(排名不分先后)

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

宁波工程学院

宁波职业技术学院

嘉兴职业技术学院

金华职业技术学院

温州职业技术学院

浙江工贸职业技术学院

台州职业技术学院

浙江水利水电高等专科学院

浙江轻纺职业技术学院

浙江工业职业技术学院

丽水职业技术学院

湖州职业技术学院

湖北襄樊职业技术学院

前 言

本书作为高等职业技术教育机电类专业教材,是根据教育部制定的高等职业技术教育教学基本要求,结合高等职业技术教育的特点与编者的经验编写而成的。

金工实训课程是高职学生一门重要的实践课,本书编写的指导思想是使学生通过学习了解机械制造的一般过程,熟悉机械零件常用加工方法及所用设备结构原理,工、卡、量具的操作,掌握机械制造一般过程的基本理论知识,在实践中达到具有独立完成简单零件加工能力。

本书可作为高等职业技术学校机电类专业学生的教材,也可供中等专业学校机电类学生选用。

参加本书编写工作的有:宁波职业技术学院王熙福编写第1,2,3,4章;浙江机电职业技术学院黄兴红、吴兴、葛建华、汪荣青编写第5,7,8,9,10章;台州职业技术学院孙连栋编写第6章;全书由王熙福任主编,黄兴红、孙连栋、王德良任副主编。

由于编者水平所限,书中难免存在不足和错误,恳请读者,特别是同行专家提出批评和修改意见。

编者

2004年9月

目 录

第 1 章 金属材料的基本知识	1
1.1 金属材料的力学性能	1
1.2 金属材料的工艺性能	2
1.3 常用金属材料的分类	3
1.4 常用钢铁材料简介	4
思考题	5
第 2 章 铸造	6
2.1 概述	6
2.2 砂型制造	8
2.2.1 造型材料	8
2.2.2 造型	9
2.3 铸铁的熔炼	15
2.3.1 冲天炉的构造	15
2.3.2 冲天炉炉料	16
2.3.3 冲天炉的熔化过程	17
2.4 铸件的结构工艺性	18
2.4.1 铸件外形的设计	18
2.4.2 铸件内腔的设计	22
2.4.3 铸件壁的设计	22
2.5 铸件常见缺陷	24
思考题	28
第 3 章 锻压	29
3.1 概述	30
3.2 坯料的加热和锻件的冷却	31
3.2.1 坯料加热	31
3.2.2 锻件的冷却	33
3.3 自由锻造和模型锻造	33
3.3.1 自由锻造	33

3.3.2 模型锻造	36
3.4 锻件图	37
3.5 冲压	39
3.5.1 冲压设备	40
3.5.2 板料冲压基本工序	41
3.5.3 冲模	43
思考题	44
第4章 焊接	45
4.1 概述	46
4.1.1 焊接的分类	46
4.1.2 焊接方法的优点	47
4.2 焊接接头、焊缝形式和焊缝符号	49
4.2.1 焊接接头的形式	49
4.2.2 焊缝形式	51
4.2.3 焊缝符号	52
4.3 手工电弧焊	54
4.3.1 电弧焊的设备和工具	55
4.3.2 手工电弧焊方法	55
4.4 气焊和气割	58
4.4.1 气焊	58
4.4.2 气割	58
4.5 常见焊接缺陷及焊接变形	59
4.5.1 常见焊接缺陷	59
4.5.2 焊接变形	60
思考题	61
第5章 钳工	62
5.1 概述	63
5.1.1 钳工的工艺范围	63
5.1.2 钳工的主要设备	63
5.2 划线	65
5.2.1 划线的种类与作用	65
5.2.2 划线钳工工具及其使用	66
5.2.3 划线的步骤与方法	71
5.3 锯削和锉削	74
5.3.1 锯削	74

5.3.2 锉削	79
5.4 钻孔、扩孔、铰孔与铰孔	85
5.4.1 钻孔	85
5.4.2 扩孔与铰孔	89
5.4.3 铰孔	90
5.5 攻螺纹与套螺纹	92
5.5.1 攻螺纹	92
5.5.2 套螺纹	95
思考题	96
第6章 车削	97
6.1 常用量具	97
6.1.1 量具的类型	97
6.1.2 游标卡尺	98
6.1.3 千分尺	102
6.1.4 万能游标量角器	106
6.2 车刀及其刃磨	108
6.2.1 车削加工特点、加工范围及切削用量	108
6.2.2 车刀	110
6.2.3 车刀的刃磨	115
6.3 车床及工件的装夹	121
6.3.1 车床的型号及组成	121
6.3.2 车床附件及工件的安装	123
6.3.3 车床的维护保养	126
6.4 直母线类课题	128
6.4.1 车削外圆	129
6.4.2 内孔的车削	133
6.4.3 车圆锥	135
6.5 折母线类课题	140
6.5.1 切槽与切断	140
6.5.2 三角螺纹的车削	142
6.6 特型类课题	148
6.6.1 车削成型面	148
6.6.2 滚花	149
6.7 找正类课题	150
6.7.1 在花盘上装夹工件	150

6.7.2 在角铁上装夹工件	151
思考题	151
第7章 刨削	153
7.1 刨削加工概述	153
7.1.1 刨削加工范围	153
7.1.2 刨削加工的工艺特点	154
7.2 牛头刨床	154
7.2.1 牛头刨床的组成	154
7.2.2 牛头刨床的操纵调整	155
7.3 平面刨削	156
7.3.1 刨水平面	156
7.3.2 刨斜面	158
7.3.3 刨垂直面	160
思考题	161
第8章 铣削	162
8.1 铣削加工概述	162
8.1.1 铣削加工工艺范围	162
8.1.2 铣削运动与铣削要素	163
8.1.3 铣削加工工艺特点	164
8.2 铣床	164
8.2.1 铣床的组成	164
8.2.2 分度头及其操作	165
8.3 铣刀	167
8.3.1 铣刀的分类及其用途	167
8.3.2 铣刀的安装	169
8.4 平面铣削	169
8.4.1 铣削方式	169
8.4.2 典型平面铣削实例	170
8.5 键槽铣削	172
8.5.1 工件的装夹方法	173
8.5.2 铣刀的选择与装夹	173
8.5.3 铣刀的对刀	174
8.5.4 键槽的铣削方法	175
8.6 螺旋槽铣削	175
8.6.1 圆柱螺旋线的形成及要素	175

8.6.2 铣螺旋槽时配换齿轮齿数的计算	176
8.6.3 铣圆柱螺旋槽的方法	177
思考题	178
第9章 磨削	179
9.1 磨削加工概述	180
9.1.1 磨削加工的工艺范围	180
9.1.2 磨削加工的工艺特点	181
9.1.3 砂轮	181
9.1.4 磨床的种类	182
9.2 外圆磨削	183
9.2.1 外圆磨削基本方法	183
9.2.2 外圆磨床	184
9.3 内圆磨削	186
9.3.1 内圆磨削方法	186
9.3.2 内圆磨削工艺特点	187
9.3.3 内圆磨床	187
9.4 平面磨削	188
9.4.1 平面磨削方法	188
9.4.2 平面磨床	188
思考题	189
第10章 特种加工	190
10.1 特种加工概述	190
10.1.1 特种加工技术的发展	190
10.1.2 特种加工技术的特点	190
10.2 电火花加工	191
10.2.1 电火花加工的原理和特点	191
10.2.2 电火花加工方法及应用	192
10.2.3 电火花加工机床	193
10.3 超声波加工	195
10.3.1 超声波加工的原理和特点	195
10.3.2 超声波加工的应用	196
思考题	196
参考文献	197

第 1 章

金属材料的基本知识

金属材料是重要的机械工程材料,它包括:铁和以铁为基的合金(俗称黑色金属),如钢、铸铁和铁合金等;非铁金属材料(俗称有色金属),如铜及铜合金、铝及铝合金等。钢铁材料应用最广泛,占整个结构材料和工具材料的 90% 左右。

为了正确、合理地使用金属材料,必须了解金属材料的基本知识。由于机械类专业在后续课程中将详细介绍机械工程材料专门知识,本章仅对金属材料的性能及分类进行简单介绍。

金属材料的性能包括使用性能和工艺性能。使用性能反映材料在使用过程中所表现出来的特性,主要有物理性能、化学性能、力学性能等;工艺性能反映材料在加工制造过程中所表现出来的特性。

在机械行业中选用材料时,一般以力学性能作为主要依据。

1.1 金属材料的力学性能

力学性能是指材料在外力作用下所表现出来的特性。力学性能主要有强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

1. 强度

金属抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度。工程中常用的强度指标是屈服极限和抗拉强度极限。屈服极限以符号 σ_s 表示,单位为 MPa。屈服极限代表材料抵抗微量塑性变形的能力。抗拉强度极限以符号 σ_b 表示,单位为 MPa。抗拉强度极限代表材料抵抗断裂的能力。

2. 塑性

材料在断裂前发生不可逆塑性变形的能力称为塑性。常用的判据是断后伸长率(用符号 δ 表示)和断面收缩率(用符号 ψ 表示)。断后伸长率和断面收缩率的数值越大,则材料的塑性越好。

3. 硬度

材料抵抗局部变形,尤其是塑性变形、压痕或划痕的能力称为硬度,它是衡量金属软硬程度的判据。材料的硬度是用专门的硬度试验计测定的。常用的硬度有布氏硬度和洛氏硬度两种。

布氏硬度试验是用淬硬钢球(或硬质合金球)为压头,以规定的压力将其压入被测材料表面,停留一段时间后卸载,测量其表面的压痕直径。按照国家标准规定,布氏硬度用 HB 表示。当压头为淬火钢球时,表示为 HBS;当压头为硬质合金球时,表示为 HBW。

洛氏硬度试验是用顶角为 120° 的金刚石圆锥体(或直径为 1.588mm 的淬硬钢球)为压头,在规定的压力下压入工件表面。洛氏硬度值使用最广泛的是 HRC,它可以从硬度计的刻度盘上直接读取。洛氏硬度 HRC 应用于淬火钢、调质钢等,比如热处理后车刀刀头、钻头、铰刀的硬度约为 60HRC 左右。

4. 韧性

韧性是指金属在断裂前吸收变形能量的能力。金属的韧性通常随加载速度提高、温度降低、应力集中程度加剧而减小。

1.2 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能主要有铸造性、锻造性、焊接性和切削加工性。

1. 铸造性

铸造性是指金属材料在铸造时是否易于成型的能力。铸造性的好坏取决于熔融金属的流动性和收缩性。主要影响因素是材料的化学成分、液体金属的温度等。一般来讲,灰铸铁和锡青铜比钢的铸造性好。

2. 锻造性

锻造性是指金属材料在锻压加工过程中改变本身形状而不致破裂的能力。它与金属材料的成分、加工条件有关。金属塑性愈高,变形抗力愈小,则锻造性愈好。低碳钢比高碳钢和合金钢的锻造性好。

3. 焊接性

焊接性主要指金属材料在一定的焊接工艺条件下,是否容易焊接的能力。焊接性好的材料,在焊接处不易产生裂纹、气孔、夹渣等缺陷。可以用一般的焊接方法和简单

的工艺措施进行焊接。低碳钢具有良好的焊接性。

4. 切削加工性

金属材料进行切削加工时的难易程度称为切削加工性。切削加工性好的材料,在加工时刀具的磨损量小,切削用量大,加工的表面质量也比较好。切削加工性能的好坏取决于金属材料的硬度、导热性、金属内部结构因素,尤其受硬度的影响较大,太硬、太软都会使切削加工发生困难。对一般钢材来说,硬度大于 300HBS 时,切削加工发生困难。当硬度大于 450HBS 时,多数采用磨削加工。

1.3 常用金属材料的分类

1. 钢

图 1-1 所示为钢的分类表。

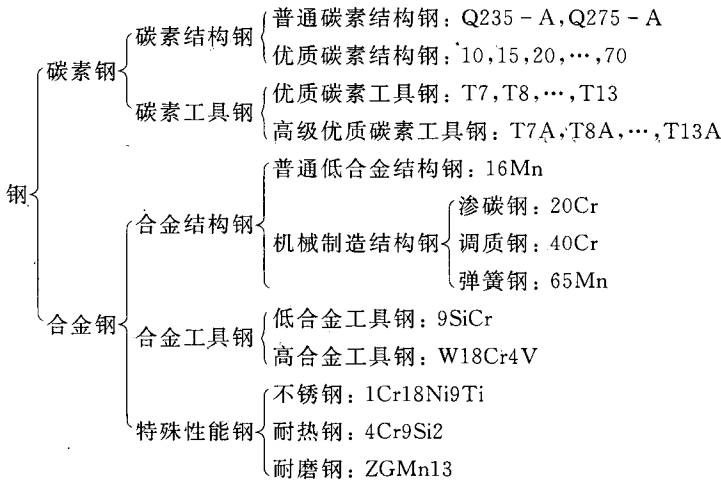


图 1-1 钢的分类表

2. 铸铁

图 1-2 所示为铸铁的分类表。

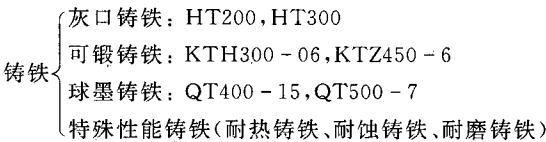


图 1-2 铸铁的分类表

3. 有色金属

图 1-3 所示为部分有色金属的分类表。

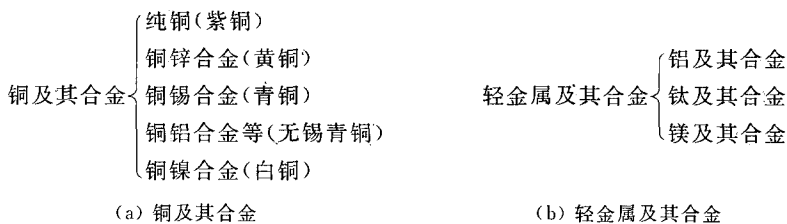


图 1-3 部分有色金属的分类表

1.4 常用钢铁材料简介

1. 钢

工业上将含碳量小于 2.11% 以下的铁碳合金称为钢。下面以举例的方法介绍常用的碳钢钢号。

- 普通碳素结构钢 Q235-A, Q275-A 用于制造各种型钢、薄板、焊接件、螺钉、螺母、垫圈等一些力学性能要求不高的机器零件。

- 优质碳素结构钢 40 钢、45 钢用于制作轴、杆、齿轮、连杆等。具有较好的综合力学性能；优质碳素工具钢 T7 钢、T8 钢用于制作手钳、镊子、锤、螺丝刀等；T10 钢制作手锯锯条；T12 钢制作锉刀、刮刀。

- 低合金钢和合金钢的力学性能高于碳素结构钢，在制造机械零件、工具、模具及特殊性能工件方面得到广泛应用。

- 合金结构钢 40Cr 用于制造齿轮、轴、连杆螺栓、曲轴等。
- 合金弹簧钢 60Si2Mn 用于制造汽车、拖拉机减震弹簧。
- 轴承钢 GCr15 用于轴承内外套圈及滚动体。
- 量具刃具钢 9SiCr 用于制造丝锥、板牙、冷冲模、铰刀。
- 高速工具钢 W18Cr4V 用于制造齿轮铣刀、钻头、车刀等。
- 冷作模具钢 Cr12 用于制造冷冲模具。
- 热作模具钢 5CrMnMo 用于制造中小型热锻模。
- 不锈钢、耐蚀和耐热钢 1Cr13, 1Cr18Ni9Ti 用于制造耐腐蚀、耐高温机器零件。

2. 铸铁

铸铁是含碳量大于 2.11% 以上，主要由铁、碳和硅组成的合金的总称。

常用的铸铁是灰铸铁。牌号有 HT200, HT300 等，主要用来制造机床床身、齿轮箱、刀架等。由于铸铁具有良好的铸造性能、切削加工性、减震性、减摩性、低的缺口敏

感性,并且成本较低,因此,在机械工业中得到了广泛应用。

思 考 题

1. 45 钢、T8 钢、HT200 表示何种材料? 各用于制造什么零件?
2. 板牙、轴承滚动体、锉刀等应用什么材料制造?

第 2 章

铸 造

【安全技术】

1. 按操作现场要求穿戴好防护用品。
2. 搬动砂箱时要注意轻放,以防砸伤手脚。砂箱摆放要平稳、整齐。
3. 造型时不可用嘴吹型腔中的型砂,以免型砂进入眼中。
4. 浇注时,铁水严禁落入水中,浇包必须烘干。浇包内的金属液不可过满,一般不超过浇包容量的 80%。不操作浇注的同学应远离浇包。
5. 不得用手拿取未冷却的铸件,以免烫伤。
6. 清理铸件时,注意观察周围环境,避免物件飞出伤人。

2.1 概 述

将液体金属浇注到具有与零件形状相适应的铸型空腔中,待其冷却凝固后,获得毛坯或零件的方法,称为铸造生产。

在铸造生产各种方法中,最基本的方法是砂型铸造,其生产过程如图 2-1 所示。

砂型铸造的主要工序为制模、制备造型材料、造型、造芯、烘干、合箱、熔化与浇注、铸件的清理与检查等。

除了砂型铸造外,还有特种铸造,主要包括熔模铸造、金属型铸造、压力铸造、离心铸造以及壳型铸造等。

铸造生产具有以下优点:

- (1) 铸造生产可以制成形状复杂,特别是具有复杂内腔的毛坯,如各种箱体、床身、

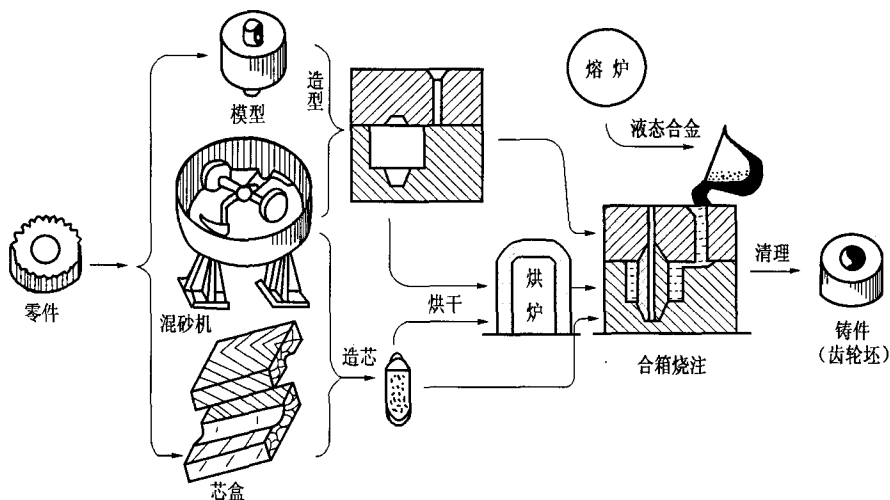


图 2-1 砂型铸造生产过程

机架等。

(2) 铸造生产的适应性很广。工业上常用的金属材料均可用来进行铸造,而且有些却只能用铸造的方法来制造零件,如应用很广的铸铁就是如此。铸件可以从几克至百吨以上。

(3) 铸造所用的原材料大多数价格低廉,来源广泛,并可以直接利用报废的机件及切屑,一般情况下,铸造不需昂贵的设备,故铸件成本较低。

(4) 铸件的形状与零件接近,因而可节省金属消耗,减少切削加工工作量,这也具有很大的经济意义。

铸造生产方法目前尚存在若干问题。如同样是用金属材料制成的铸件,其机械性能不如锻件高,这是由于铸件组织粗大,常有缩松、气孔等产生;铸造生产的工序多,且一些工艺过程难以精确地控制,这样就使得铸件质量不易稳定且易出现废品等。因此,一些承受动载荷的重要零件尚不能完全用铸件作毛坯。此外,在砂型铸造中,铸件表面质量不高,工人劳动条件差。不过,由于现代铸造技术在不断地发展,这些缺点正在逐步地被克服。

总之,铸造生产有许多优点,在工业中获得广泛的应用。在机器设备中,铸件占有很大的比重。近年来,由于精密铸造的发展,铸件的表面质量有了很大的提高,成为无屑加工的重要方法之一。另外由于新型铸造合金的成功应用,使铸件的机械性能也得到显著的提高。因此,铸件的使用范围日益扩大。目前我国已建立起相当数量的现代化铸工车间,由于广泛地实现机械化生产,采用新的工艺方法,从而使劳动生产率大大提高,劳动条件也获得了显著的改善。