

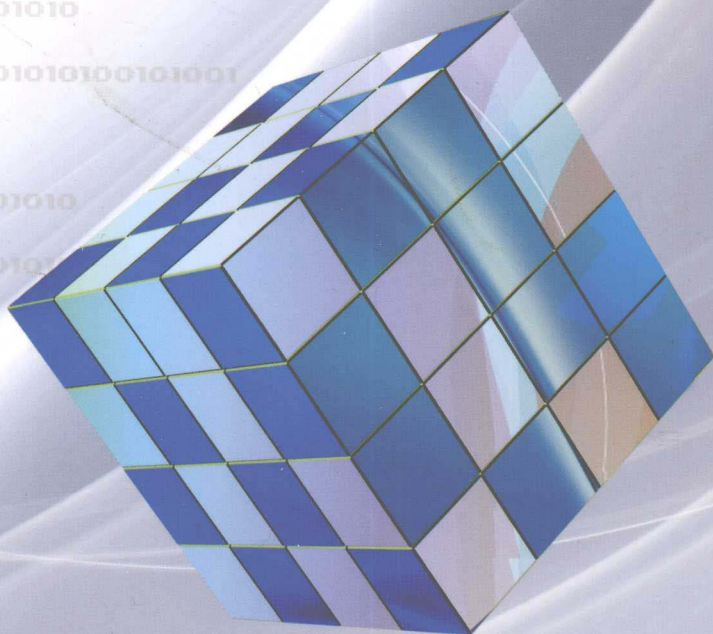
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材



数控技术应用专业

金工实训 (第2版) (项目导向式)

邵 刚 主 编
徐 滢 安 荣 副主编
汤伟文 主 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材 · 数控技术应用专业

金工实训(第 2 版)

(项目导向式)

邵 刚 主 编

徐 滢 副主编
安 荣

汤伟文 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材是根据“教育部技能型紧缺人才培养指导方案”的文件精神,贯彻新的国家标准,并且采用“基于工作过程的项目教学法”,集“教、学、做”为一体,使学生的学习过程中身临其境,培养学生的动手能力及解决零件加工的工艺能力,本书本着“淡化理论,够用为度”的指导思想,结合本课程的具体情况和教学实践、工程实践来编写,着力于激发学生的学习兴趣,力争做到图文并茂、易教易学。其内容包括:实训基本知识、钳工、车削加工、铣削加工、刨削、拉削、镗削、磨削加工、铸造、锻压、焊接技能实训等,每章后面附有习题,本书最后还另外配了4套综合试题,便于广大师生复习总结。

本教材还可作为成人高校、夜大、职大、电大等大专层次的教学用书,以及近机类或非机类本科层次的教学用书。也适于作为有关工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训:项目导向式/邵刚主编. —2版. —北京:电子工业出版社,2010.4

(新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业

ISBN 978-7-121-10574-6

I. ①金… II. ①邵… III. ①金属加工-实习-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第049100号

策 划:陈晓明

责任编辑:赵云峰 特约编辑:王 芳

印 刷:北京丰源印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:378千字

印 次:2010年4月第1次印刷

印 数:4000册 定价:24.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本教材是根据“两年制高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺型人才培养指导方案”的文件精神,本着“突出技能,重在实用,淡化理论,够用为度”的指导思想,结合本课程的具体情况和教学实践、工程实践来编写的。

通过本书的学习实训,可以帮助学生在金工实训时,了解毛坯和零件的加工工艺工程,零件的主要加工方法,并指导学生的实际操作,获得基本操作技能,同时使学生对机械制造的全过程有一个初步的整体概念,为以后的学习打下一定的实践基础。

书中内容注重理论和实践结合,以实训为重点,删去了一些工艺理论知识,突出能力的培养,强化实践教学。

本书还充实了数控加工方面的内容,简单介绍了数控机床的坐标系、编程方法和操作方法。学生通过实习就可以手工编写一些简单的加工程序,从而扩展学生的眼界,增强学生的操作技能。

本书的内容是基础知识和冷加工知识在前,热加工知识在后。如果各校实习顺序与本书所列工种顺序不同,可由教师指定上课内容。

本教材由合肥通用职业技术学院邵刚主编,合肥学院徐滢,安徽职业技术学院安荣担任副主编。编写分工如下:邵刚编写模块一、模块二、模块三和模块九;徐滢编写模块四、模块七和模块八;安荣编写模块五和模块六,林浩和蒋健编写了模块十。广州轻工高级技工学校汤伟文主审了全书。

本教材在编写过程中始终得到了合肥通用职业技术学院束蓓院长的关心和支持。此外谢超、李彦军、张荣花、张莉、胡传松、鲍家定、李洪山等同志对本书的编写也做了大量工作。编者参考了许多相关资料,在此对所有参与者及参考文献的作者一并表示感谢。

由于编者水平所限,时间亦十分仓促,书中难免存在缺点、错误,恳请广大读者批评指正,以求改进。

编 者
2009. 11

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单(排名不分先后)

桂林工学院南宁分院	湖北孝感职业技术学院
江西信息应用职业技术学院	江西工业工程职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	四川工程职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	广东轻工职业技术学院
保定职业技术学院	广东技术师范职业技术学院
安徽职业技术学院	西安理工大学
杭州中策职业学校	辽宁大学高职学院
黄石高等专科学校	天津职业大学
天津职业技术师范学院	天津大学机械电子学院
福建工程学院	九江职业技术学院
湖北汽车工业学院	包头职业技术学院
广州铁路职业技术学院	北京轻工职业技术学院
台州职业技术学院	黄冈职业技术学院
重庆科技学院	郑州工业高等专科学校
济宁职业技术学院	泉州黎明职业大学
四川工商职业技术学院	浙江财经学院信息学院
吉林交通职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
连云港职业技术学院	南京金陵科技学院
天津滨海职业技术学院	无锡职业技术学院
杭州职业技术学院	西安科技学院
重庆电子工程职业学院	西安电子科技大学
重庆工业职业技术学院	河北化工医药职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院	石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院
长春职业技术学院

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

模块一 安全、文明生产教育和金工实训基础知识	(1)
1.1 实训项目1 安全实训、安全生产教育	(1)
1.2 实训项目2 金属材料常识	(2)
1.2.1 金属材料的力学性能	(2)
1.2.2 金属材料的工艺性能	(3)
1.2.3 常用金属材料的种类及牌号	(3)
1.2.4 金属材料的热处理	(5)
1.2.5 钢铁材料现场鉴别方法	(6)
1.3 实训项目3 常用量具的认知与使用	(8)
1.4 实训项目4 切削运动与切削用量	(13)
1.4.1 切削运动	(13)
1.4.2 切削用量三要素	(14)
1.4.3 加工精度与表面质量	(14)
习题1	(16)
模块二 钳工实训	(17)
2.1 实训项目5 钳工基础知识	(17)
2.2 实训项目6 划线	(18)
2.2.1 基本知识	(18)
2.2.2 划线工具	(19)
2.2.3 划线基准	(21)
2.3 实训项目7 錾削	(23)
2.3.1 基本知识	(23)
2.3.2 錾削技能训练	(24)
2.4 实训项目8 锯削	(25)
2.4.1 手锯	(25)
2.4.2 锯削的操作要点	(26)
2.4.3 技能训练	(27)
2.4.4 锯削时常见的缺陷及分析	(28)
2.5 实训项目9 锉削	(28)
2.5.1 基本知识	(29)
2.5.2 技能训练	(30)
2.5.3 锉削时常见的缺陷分析	(32)
2.5.4 锉削工艺实例	(32)
2.6 实训项目10 孔加工	(33)
2.6.1 钻孔	(33)
2.6.2 钻头的安装	(34)

2.6.3	钻孔的方法	(34)
2.6.4	钻孔常见的缺陷分析	(36)
2.6.5	知识拓展——扩孔和铰孔	(37)
2.7	实训项目 11 攻螺纹和套螺纹	(38)
2.7.1	基本工具	(39)
2.7.2	攻螺纹操作方法	(39)
2.7.3	攻螺纹的常见缺陷分析	(40)
2.7.4	套螺纹基本技能	(41)
2.8	实训项目 12 刮削	(43)
2.8.1	刮刀及其用法	(43)
2.8.2	刮削质量的检验	(44)
2.8.3	平面刮削	(44)
2.8.4	曲面刮削	(45)
2.9	实训项目 13 装配与拆卸	(45)
2.9.1	装配工艺过程	(45)
2.9.2	装配方法	(47)
2.9.3	常用连接方式的装配	(48)
2.9.4	销连接的类型及其装配	(50)
2.9.5	过盈连接及其装配	(50)
2.9.6	整体式滑动轴承的装配	(51)
2.9.7	拆卸工作基本原则	(54)
习题 2		(54)
模块三	车工实训	(56)
3.1	实训项目 14 卧式车床及操作	(56)
3.1.1	车削加工	(56)
3.1.2	机床型号的编制方法	(57)
3.1.3	普通车床的组成	(57)
3.1.4	普通车床的传动	(59)
3.2	实训项目 15 车刀	(59)
3.2.1	车刀的组成	(61)
3.2.2	车刀的几何角度与切削性能的关系	(61)
3.2.3	常用车刀的刃磨方法	(63)
3.2.4	技能训练	(64)
3.3	实训项目 16 工件的装夹	(65)
3.3.1	工件的安装	(65)
3.3.2	三爪卡盘装夹工件	(65)
3.3.4	四爪单动卡盘的工作特点	(66)
3.3.5	双顶尖装夹工件	(66)
3.3.6	卡盘和顶尖配合装夹工件	(68)
3.3.7	心轴安装工件	(68)
3.3.8	中心架和跟刀架的应用	(69)
3.3.9	用花盘安装工件	(70)
3.4	实训项目 17 车削外圆、端面与台阶	(71)

3.4.1	车端面和台阶	(71)
3.4.2	车外圆	(72)
3.4.3	刻度盘的使用	(74)
3.4.4	车削外圆的缺陷、原因及解决办法	(74)
3.5	实训项目 18 车削圆锥体	(75)
3.5.1	圆锥的参数	(75)
3.5.2	车圆锥的方法	(76)
3.5.3	车配套锥面	(77)
3.6	实训项目 19 镗、钻、车圆柱孔	(77)
3.6.1	镗孔	(78)
3.6.2	钻孔	(79)
3.6.3	扩孔	(80)
3.6.4	铰孔	(80)
3.7	实训项目 20 切槽和切断	(80)
3.7.1	车槽刀和切断刀	(81)
3.7.2	切断	(82)
3.8	实训项目 21 车三角形螺纹	(82)
3.8.1	螺纹基本知识	(83)
3.8.2	螺纹车刀及其安装	(83)
3.8.3	车床的调整	(84)
3.8.4	车螺纹的操作步骤	(85)
3.8.5	车削普通螺纹的进刀方法	(85)
3.8.6	车削普通螺纹时切削用量的选择	(86)
3.8.7	乱扣及其预防法	(87)
3.8.8	螺纹的测量	(88)
3.8.9	车螺纹时的缺陷及预防措施	(88)
3.9	实训项目 22 成形车刀车削成形面	(89)
3.9.1	用普通车刀车削成形面	(89)
3.9.2	用成形车刀车削成形面	(90)
3.9.3	靠模法	(90)
3.10	实训项目 23 典型零件的车削加工	(90)
3.10.1	轴类零件车削加工	(91)
3.10.2	套类零件车削加工	(91)
3.10.3	带有多重表面轴类零件车削加工	(92)
3.11	实训项目 24 数控车床编程基础	(93)
3.11.1	数控车床概述	(93)
3.11.2	数控车床组成	(93)
3.11.3	数控车床的坐标系	(94)
3.11.4	数控编程	(96)
3.11.5	加工程序的组成	(96)
3.11.6	程序段格式	(96)
3.11.7	编程方式	(97)
3.11.8	数控系统功能指令代码	(97)

3.11.9 基本代码使用	(101)
3.11.10 数控车床循环指令应用	(104)
3.11.11 数控编程实例	(109)
3.12 实训项目 25 数控车床基本操作	(109)
习题 3	(113)
模块四 铣工实训	(115)
4.1 实训项目 26 铣工基础	(115)
4.1.1 铣削运动和铣削用量	(115)
4.1.2 铣削特点及加工范围	(116)
4.2 实训项目 27 铣床及其附件	(117)
4.2.1 铣床基本部件及应用	(118)
4.2.2 铣床的操作和调整	(119)
4.2.3 铣床主要附件	(119)
4.3 实训项目 28 铣刀及其安装	(122)
4.3.1 常用铣刀种类	(122)
4.3.2 铣刀的安装	(123)
4.4 实训项目 29 铣削平面和台阶面	(124)
4.4.1 铣平面	(124)
4.4.2 铣台阶面	(126)
4.5 实训项目 30 铣斜面、沟槽及螺旋槽	(128)
4.5.1 铣斜面	(128)
4.5.2 铣沟槽	(129)
4.5.3 铣 T 形槽	(129)
4.5.4 铣螺旋槽	(131)
4.5.5 铣台阶面及曲面	(132)
4.6 实训项目 31 齿轮齿形加工	(132)
4.6.1 铣齿	(133)
4.6.2 滚齿	(133)
4.6.3 插齿	(134)
4.7 实训项目 32 数控铣床加工	(134)
4.7.1 数控铣床坐标系	(134)
4.7.2 数控铣床的编程	(135)
习题 4	(138)
模块五 刨削、拉削与镗削实训	(139)
5.1 实训项目 33 刨削加工	(139)
5.1.1 刨削运动及刨削用量	(139)
5.1.2 刨削类机床	(141)
5.1.3 龙门刨床	(144)
5.1.4 刨削加工	(147)
5.2 实训项目 34 拉削与镗削	(148)
5.2.1 拉削	(148)
5.2.2 镗削	(149)
习题 5	(153)

模块六 磨工实训	(155)
6.1 实训项目 35 磨工基础	(155)
6.1.1 磨削运动及磨削用量	(156)
6.1.2 磨削安全知识	(157)
6.2 实训项目 36 砂轮的选择与安装	(157)
6.2.1 砂轮的种类与选择	(158)
6.2.2 砂轮的安装与修整	(158)
6.3 实训项目 37 磨削加工	(159)
6.3.1 万能外圆磨床	(159)
6.3.2 液压传动原理	(160)
6.3.3 磨外圆操作方法	(161)
6.3.4 平面磨床及其操作方法	(163)
习题 6	(164)
模块七 铸造实训	(165)
7.1 实训项目 38 砂型与整模造型	(165)
7.1.1 砂型	(166)
7.1.2 模样与芯盒	(166)
7.1.3 型砂和芯砂	(168)
7.1.4 型(芯)砂的组成	(168)
7.1.5 整模造型及造芯	(168)
7.1.6 浇注系统	(171)
7.1.7 造芯	(172)
7.2 实训项目 39 其他造型方法	(173)
7.2.1 分模造型	(173)
7.2.2 挖砂造型	(173)
7.2.3 假箱造型	(174)
7.2.4 活块造型	(174)
7.2.5 三箱造型	(175)
7.2.6 机器造型	(176)
7.3 实训项目 40 熔炼、浇注、落砂	(176)
7.3.1 铸铁的熔炼	(176)
7.3.2 冲天炉的构造	(177)
7.3.3 炉料的熔化过程	(178)
7.3.4 浇注	(179)
7.3.5 落砂	(179)
7.3.6 清理	(179)
7.4 实训项目 41 铸件分析	(180)
7.4.1 铸件的结构工艺性	(180)
7.4.2 缺陷分析	(182)
习题 7	(184)
模块八 锻压实训	(185)
8.1 实训项目 42 锻工基础	(185)

8.1.1	备料	(185)
8.1.2	加热	(185)
8.1.3	加热设备	(186)
8.1.4	加热缺陷及防止	(187)
8.1.5	冷却	(187)
8.2	实训项目 43 自由锻造与胎模锻	(188)
8.2.1	自由锻造	(188)
8.2.2	选择锻造工序	(191)
8.2.3	自由锻造工艺示例	(193)
8.2.4	胎模锻	(194)
8.3	实训项目 44 板料冲压	(195)
8.3.1	板料冲压的基本工序	(196)
习题 8		(199)
模块九 焊工实训		(200)
9.1	实训项目 45 手工电弧焊	(200)
9.1.1	手工电弧焊接过程及对手弧焊电源的基本要求	(200)
9.1.2	手弧焊的主要设备	(201)
9.1.3	焊条	(202)
9.1.4	手弧焊工艺	(203)
9.1.5	手弧焊操作技术	(206)
9.1.6	焊条运动基本三动作	(206)
9.2	实训项目 46 气焊与气割	(207)
9.2.1	气焊	(207)
9.2.2	气割	(209)
习题 9		(210)
模块十 金工实训试卷		(211)
试卷一		(211)
试卷二		(213)
试卷三		(216)
试卷四		(218)
参考答案		(222)
参考文献		(223)

模块一 安全、文明生产教育和金工实训基础知识

1.1 实训项目 1 安全实训、安全生产教育

教学目的与要求

- (1) 了解安全实训、安全生产的目的与意义。
- (2) 掌握安全实训、安全生产规程。

1. 安全实训、生产方针

“安全第一,预防为主”是组织实训和生产的方针。如果违背这个方针,会导致工伤事故发生,给人员和财产造成损失。因此,企业各类人员和学校师生员工对安全实训和安全生产的方针都必须认真了解,并贯彻到自己的实际行动中去。

“安全第一”是指在对待和处理安全与实训、安全与生产以及其他工作的关系时,要把安全工作放在首位。当实训、生产或其他工作与安全问题发生矛盾时,实训、生产或其他工作要服从安全。“安全第一”就是告诫各级管理者和全体师生员工,要高度重视安全实训和安全生产,将安全作为头等大事来抓,要把保证安全作为完成各项任务的前提条件。特别是各级领导和实习指导教师在规划、布置、实施各项实训工作时,要首先想到安全,采取必要和有效的防范措施,防止发生工伤事故。

2. 安全技术基础知识

“金工实训”是整个机械制造系列课程的重要组成部分,是学生进行工程实训获得机械制造基本知识和基本技能的一个必不可少的重要途径。“金工实训”又是一门实践性极强的专业基础课,需要学生在实训过程中通过独立操作和学习,获得有关机械制造方面的基本理论知识和基本的工艺技能。

实训是一个实践性很强的过程,如果在此过程中学生不遵守工艺操作规程或者缺乏一定的安全知识,就很容易产生人身安全事故和设备安全事故。因此,在进行金工实训中,必须遵守以下安全要求:

- (1) 虚心听从指导人员的指导,注意听课和示范。
- (2) 按指定地点工作,不得随便离岗走动,打闹嬉戏。
- (3) 实训时要穿工作服,女同学要戴工作帽,长头发要压入帽内,严禁戴手套操作机床,不准穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋进实训教室或车间。
- (4) 机器设备未经许可严禁擅自动手操作。设备使用前要检查,发现损坏或其他故障应停止操作并及时向教师报告。
- (5) 操作机器须绝对遵守该设备的安全操作规程,严禁两人同时操作一台机床。

- (6) 卡盘扳手使用完毕后,必须及时取下,方可启动机器。
- (7) 开动机床后,人不要站在旋转件的切线方向,更不能用手触摸还在旋转的工件或刀具,严禁在机床开动过程中测量工件尺寸。
- (8) 不准用手直接清除铁屑。
- (9) 使用电器设备,必须严格遵守操作规程,防止触电。
- (10) 万一发生事故,应立即关闭机床电源。
- (11) 工作结束后关闭电源,清除切屑,擦拭机床,加注油润滑,使用的工件、工具、量具、原材料应摆放整齐,工作场地要保持整洁。

1.2 实训项目2 金属材料常识

教学目的与要求

- (1) 了解金属材料的力学和工艺性能。
- (2) 掌握常用金属材料的分类和牌号。
- (3) 了解常用金属材料的热处理方法。

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能两大类。使用性能反映材料在使用过程中所表现出来的特性,如物理性能、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。

1.2.1 金属材料的力学性能

任何机器零件工作时都承受外力(载荷)的作用,材料在外力的作用下所表现出来的特性就显得格外重要,这种性能叫力学性能。金属材料的主要力学性能有:强度、塑性、硬度、冲击韧性等。

1. 强度

金属材料在外力作用下,抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度。强度特性的指标主要是屈服强度和抗拉强度。屈服强度以符号 σ_s 表示,单位为 MPa。屈服强度表征材料抵抗微量塑性变形的能力。抗拉强度以符号 σ_b 表示,单位为 MPa。抗拉强度表征材料抵抗断裂的能力。

2. 塑性

金属材料在外力作用下发生塑性变形而不被破坏的能力称为塑性。常用的塑性指标是伸长率(用符号 δ 表示)和断面收缩率(用符号 ψ 表示)。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

硬度通常是指金属材料抵抗比它更硬的物体压入其表面的能力。材料的硬度是用专门的硬度实验机测定的。常用的硬度实验指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

1.2.2 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

指金属材料能否用铸造方法制成优质铸件的性能。铸造性的好坏取决于熔融金属的充型能力。影响熔融金属充型能力的主要因素之一是流动性。

2. 锻造性

指金属材料在锻压加工过程中能否获得优良锻压件的性能。它与金属材料的塑性和变形抗力有关,塑性越高,变形抗力越小,则锻造性越好。

3. 焊接性

主要指金属材料在一定的焊接工艺条件下,获得优质焊接接头的难易程度。焊接性好的材料,易于用一般的焊接方法和简单的工艺措施进行焊接。

4. 切削加工性

用刀具对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,加工的表面质量好。对一般钢材来说,硬度在200HBS左右的则具有完好的切削加工性。

1.2.3 常用金属材料的种类及牌号

1. 碳素钢

含碳量小于2.11%的铁碳合金称为碳素钢,简称碳钢。碳钢中除铁、碳外,还有硅、锰等有益元素和硫、磷等有害杂质。

(1) 碳素钢的分类。按含碳量可分为:

- ① 低碳钢:含碳量 $<0.25\%$ 的钢。
- ② 中碳钢:含碳量 $>(0.25\% \sim 0.60\%)$ 的钢。
- ③ 高碳钢:含碳量 $>0.60\%$ 的钢。

按质量可分为:

- ① 普通碳素钢:硫、磷含量较高。
- ② 优质碳素钢:硫、磷含量较低。
- ③ 高级优质碳素钢:硫、磷含量很低。

按用途可分为:

- ① 碳素结构钢一般属于低碳钢和中碳钢。按质量可分为普通碳素结构钢和优质碳素结构钢两种。
- ② 碳素工具钢属于高碳钢。

(2) 碳素钢的牌号。

① 碳素结构钢。

a. 普通碳素结构钢:以 Q235-A·F 为例,对普通碳素结构钢牌号的表示方法说明如下:

Q——代表“屈服点”。

235——表示屈服点数值,单位为 N/mm^2 。

A——质量等级代号,共分 A、B、C、D 四等,其区别在于钢的化学成分、脱氧方法及力学性能的冲击实验。

F——表示脱氧方法。标注 F 表示沸腾钢;标注 b 表示半镇静钢;不标注此符号则表示为镇静钢(Z)或特殊镇静钢(TZ)。

b. 优质碳素结构钢:优质碳素结构钢是严格按化学成分和力学性能生产的,质量比普通碳素结构钢高。钢号用两位数字表示,它表示钢平均含碳量的万分之几。例如,30 号钢表示钢的含碳量为 0.30%。

含锰量较高的优质碳素结构钢还应将锰元素在钢号后面标出,如 15Mn,30Mn 等。

② 碳素工具钢:碳素工具钢均为优质钢,含碳量在 0.60%~1.35% 范围内。碳素工具钢的牌号用 T + 数字表示,数字表示含碳量的千分之几。高级优质碳素工具钢在钢号后加一个“A”。例如,T7 表示含碳量为 0.7% 的碳素工具钢。T10A 表示含碳量为 1.0% 的高级优质碳素工具钢

③ 铸钢:一般用于制造形状复杂、机械性能较高的零件。其牌号用字母 ZG + 两组数字表示。第一组数字表示最低屈服强度值,第二组数字表示最低抗拉强度值,例如,ZG270-500 表示屈服点为 270N/mm^2 ,最低抗拉强度为 500N/mm^2 的铸造碳素钢。

2. 合金钢

合金钢是在碳素钢中加入一些合金元素的钢。钢中加入的合金元素常有 Si、Mn、Cr、Ni、W、V、Mo、Ti 等。

(1) 合金钢的分类。按用途可分为以下几种。

① 合金结构钢:用于制造工程构件及各种机械零件,如齿轮、连杆、轴、桥梁等。

② 合金工具钢:用于制造各种工具、刀具、模具和量具。

③ 特殊性能钢:具有某种特殊的物理、化学性能的钢,包括不锈钢、耐热钢、耐磨钢等。

按合金元素总量可分为以下几种。

① 低合金钢:合金元素总量 $< 5\%$ 。

② 中合金钢:合金元素总量在 $5\% \sim 10\%$ 以内。

③ 高合金钢:合金元素总量 $> 10\%$ 。

(2) 合金钢的牌号。

① 合金结构钢:合金结构钢的牌号用“两位数字 + 元素符号 + 数字”表示。前两位数字表示钢中含碳量的万分数;元素符号表示所含合金元素;后面数字表示合金元素平均含量的百分数,当合金元素的平均含量小于 1.5% 时,只标明元素不标明含量。含量等于或大于 1.5%、2.5%、3.5% 时相应的以 2,3,4,⋯ 来表示,如 60Si2Mn(60 硅 2 锰)表示平均含碳量为 0.6%,硅含量为 2.1%,锰含量小于 1.5%。

② 合金工具钢:合金工具钢的含碳量比较高(0.8%~1.5%),钢中还加入 Cr、Mo、W、V 等