



SHIERWU PUTONG GAODENG YUANXIAO GUIHUA JIAOCAI
“十二五”普通高等院校规划教材

GONGCHENG SHIXUN
JIAOCHENG

工程实训 教程

主编 / 高 樾 胡晓珍 赵陆民



电子科技大学出版社

工程实训

教程

GONGCHENG SHIXUN
JIAOCHENG

主 编	高 樾	胡晓珍	赵陆民	
副主编	杨 嵩	李东华	孙长山	李 刚
	束建芳	霍春明	余泽通	陈文凯
	董克权	董 亮	段宏兵	李江渝
	钱灿荣	王哨波	王新明	文明才
	蔡卫国	陈力航	钟小倩	
参 编	陈虹微	李勇兴	王荣杰	武立波



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程实训教程 / 高隹, 胡晓珍, 赵陆民主编. -成都: 电子科技大学出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5647-2989-9

I. ①工… II. ①高… ②胡… ③赵… III. ①工程技术-高等学校-教材 IV. ①TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 096749 号

内 容 简 介

此次出版是在认真总结近几年来工程实训教学改革的基础上, 结合编者多年来工程实践教学的经验 and 体会编写而成的。本教材在课程内容上涵盖了现代机械制造工艺过程的主要知识, 为全面提高本、专科生的素质, 培养高质量、高层次、复合型工程技术人才, 起到其它课程不可替代的作用。

全书共 10 章, 主要内容包括工程实训基础知识、钳工、车削加工、铣削加工、刨削、拉削与镗削、磨削加工、铸造、锻压、焊接、数控加工与特种加工。

工程实训教程

主 编 高隹 胡晓珍 赵陆民

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: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 全国新华书店经销

印 刷: 北京市龙展印刷厂

成品尺寸: 210mm×285mm 印张 18.25 字数 480 千字

版 次: 2015 年 6 月第一版

印 次: 2015 年 6 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2989-9

定 价: 35.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话:(028)83202463; 本社邮购电话:(028)83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

前 言

《工程实训教程》教材是根据国家教育部“工程材料及机械制造基础”课程指导小组制定的《工程实训教学基本要求》和《工程实训实施细则》而编写的。本教材可作为大学本科、专科机械类专业或近机类专业金工实训教材。

此次出版是在认真总结近几年来工程实训教学改革的基础上,结合编者多年来工程实践教学的经验 and 体会编写而成的。本教材在课程内容上涵盖了现代机械制造工艺过程的主要知识,为全面提高本、专科生的素质,培养高质量、高层次、复合型工程技术人才,起到其它课程不可替代的作用。

全书共 10 章,主要内容包括工程实训基础知识、钳工、车削加工、铣削加工、刨削、拉削与镗削、磨削加工、铸造、锻压、焊接、数控加工与特种加工。

由于编者水平、经验所限,书中难免有错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者
2015.3

目 录

第 1 章 工程实训基础知识简介

- 1.1 工程实训的功能定位、教学特点
 - 1.1.1 对工程实训类教学工作的认识
 - 1.1.2 工程实训的教育、教学定位
 - 1.1.3 工程实训的教学特点
- 1.2 工程实训的课程体系与教学内容
 - 1.2.1 工程实训课程体系
 - 1.2.2 工程实训教学内容
- 1.3 工程实训安全要求
- 1.4 金属材料基础知识
 - 1.4.1 金属材料的性能
 - 1.4.2 钢铁材料的使用知识及现场鉴别方法
 - 1.4.3 金属材料的热处理
- 1.5 常用量具与工器具
 - 1.5.1 钢直尺
 - 1.5.2 游标卡尺
 - 1.5.3 千分尺
 - 1.5.4 百分表
 - 1.5.5 卡钳
 - 1.5.6 其他量具简介

第 2 章 钳工

- 2.1 概述
- 2.2 划线
 - 2.2.1 划线的作用及种类
 - 2.2.2 划线的工具及其用法
 - 2.2.3 划线基准及其选择方法
 - 2.2.4 划线步骤
 - 2.2.5 划线实例
- 2.3 锯削
 - 2.3.1 锯削的应用范围
 - 2.3.2 手锯
 - 2.3.3 锯削的操作要点
 - 2.3.4 锯割操作实例
 - 2.3.5 锯割时常见的缺陷及分析
 - 2.3.6 锯削考核实例
- 2.4 錾削
 - 2.4.1 錾削的作用
 - 2.4.2 錾削工具

- 2.4.3 镗削操作方法
- 2.4.4 镗削操作实例
- 2.4.5 镗削考核实例
- 2.5 锉削
 - 2.5.1 锉削加工的应用
 - 2.5.2 锉刀及选用原则
 - 2.5.3 锉削方法
 - 2.5.4 锉削时常见的缺陷分析
 - 2.5.5 锉削注意事项
 - 2.5.6 锉削操作实例
- 2.6 孔加工
 - 2.6.1 钻床
 - 2.6.2 钻孔用的夹具
 - 2.6.3 钻孔
 - 2.6.4 扩孔
 - 2.6.5 绞孔
 - 2.6.6 钻孔实例
- 2.7 攻螺纹和套螺纹
 - 2.7.1 攻螺纹
 - 2.7.2 套螺纹
 - 2.7.3 攻套螺纹考核实例
- 2.8 刮削与研磨
 - 2.8.1 刮刀及其用法
 - 2.8.2 显示剂
 - 2.8.3 刮削质量检查
 - 2.8.4 刮削常见缺陷与分析
 - 2.8.5 研磨
 - 2.8.6 刮削操作实例
- 2.9 装配与拆卸
 - 2.9.1 装配常识
 - 2.9.2 装配示例
 - 2.9.3 拆卸工作基本原则
- 2.10 钳工典型综合件实例

第3章 车削加工

- 3.1 概述
 - 3.1.1 车削的加工范围
 - 3.1.2 切削运动与切削用量
- 3.2 普通卧式车床
 - 3.2.1 机床型号的编制方法
 - 3.2.2 普通车床的组成及其功能
 - 3.2.3 CA6140 车床的传动系统
- 3.3 车削刀具
 - 3.3.1 车刀种类、材料与用途

- 3.3.2 车刀的组成与几何角度
- 3.3.3 车刀的刃磨
- 3.4 安装工件及所用附件
 - 3.4.1 三爪卡盘安装工件
 - 3.4.2 四爪卡盘安装工件
 - 3.4.3 双顶尖安装工件
 - 3.4.4 卡盘和顶尖配合装夹工件
 - 3.4.5 花盘安装工件
 - 3.4.6 心轴安装工件
 - 3.4.7 中心架和跟刀架的应用
- 3.5 车削加工
 - 3.5.1 车床的基本操作
 - 3.5.2 车外圆
 - 3.5.3 车端面、切槽和切断
 - 3.5.4 孔加工
 - 3.5.5 车圆锥面
 - 3.5.6 车螺纹
 - 3.5.7 车成形面
- 3.6 典型零件的车削加工实例
 - 3.6.1 车轴类零件的加工工序
 - 3.6.2 车套类零件的加工工序

第4章 铣削加工

- 4.1 概述
- 4.2 铣床及其附件
 - 4.2.1 铣床的种类
 - 4.2.2 铣床的基本部件及应用
 - 4.2.3 铣床的主要附件
- 4.3 铣刀
 - 4.3.1 铣刀的种类及其应用
 - 4.3.2 铣刀的安装
- 4.4 铣削加工
 - 4.4.1 铣平面
 - 4.4.2 铣台阶面
 - 4.4.3 铣斜面
 - 4.4.4 铣沟槽
 - 4.4.5 铣螺旋槽
 - 4.4.6 铣成形面及曲面
- 4.5 齿轮齿形加工
 - 4.5.1 铣齿
 - 4.5.2 滚齿
 - 4.5.3 插齿

复习思考题

第 5 章 刨削、拉削与镗削

- 5.1 概述
- 5.2 刨削
 - 5.2.1 刨削类机床
 - 5.2.2 刨削运动及刨削用量
 - 5.2.3 刨刀及其安装
 - 5.2.4 工件的安装
 - 5.2.5 刨削加工
- 5.3 拉削与镗削
 - 5.3.1 拉削
 - 5.3.2 镗削
- 5.4 刨削加工实例

第 6 章 磨削加工

- 6.1 概述
 - 6.1.1 磨削特点
 - 6.1.2 磨削加工的应用范围
- 6.2 磨床
 - 6.2.1 外圆磨床
 - 6.2.2 内圆磨床
 - 6.2.3 平面磨床
 - 6.2.4 无心磨床
- 6.3 砂轮
 - 6.3.1 砂轮的组成与特性
 - 6.3.2 砂轮的安裝及調整
- 6.4 磨削基本工艺
 - 6.4.1 磨外圆
 - 6.4.2 磨内孔和内圆锥面
 - 6.4.3 磨外圆锥面
 - 6.4.4 磨平面
 - 6.4.5 磨齿轮

第 7 章 铸造

- 7.1 概述
 - 7.1.1 铸造生产的特点
 - 7.1.2 常用的铸造方法
- 7.2 造型材料与工艺装备
 - 7.2.1 型砂和芯砂
 - 7.2.2 模样、芯盒与砂箱
- 7.3 手工造型常用工具
 - 7.3.1 手工造型常用工具
 - 7.3.2 砂型的组成
 - 7.3.3 手工造型基本操作
 - 7.3.4 手工造型方法

- 7.3.5 分型面与浇注位置
- 7.3.6 浇注系统、冒口与冷铁
- 7.4 机器造型
- 7.5 造芯、合型
 - 7.5.1 造芯
 - 7.5.2 合型
- 7.6 铸铁的熔炼
 - 7.6.1 冲天炉的构造
 - 7.6.2 炉料的熔化过程
- 7.7 浇注、落砂、清理
 - 7.7.1 浇注
 - 7.7.2 落砂
 - 7.7.3 清理
- 7.8 特种铸造
 - 7.8.1 金属型铸造
 - 7.8.2 压力铸造和低压铸造
 - 7.8.3 离心铸造
 - 7.8.4 熔模铸造
 - 7.8.5 消失模铸造
- 7.9 铸件的结构工艺性及缺陷分析
 - 7.9.1 铸件的结构工艺性
 - 7.9.2 缺陷分析

复习思考题

第8章 锻压

- 8.1 概述
- 8.2 锻造生产过程
 - 8.2.1 下料
 - 8.2.2 坯料的加热
 - 8.2.3 锻造成形及冷却
 - 8.2.4 锻后热处理
- 8.3 自由锻
 - 8.3.1 自由锻设备和工具
 - 8.3.2 自由锻基本工序及操作
- 8.4 胎模锻
 - 8.4.1 扣模
 - 8.4.2 套筒模
 - 8.4.3 合模
- 8.5 板料冲压
 - 8.5.1 冲床
 - 8.5.2 板料冲压的基本工序

第9章 焊接

- 9.1 概述

- 9.1.1 焊接方法分类
- 9.1.2 焊接过程的基本问题
- 9.1.3 几个常用焊接名词术语
- 9.2 焊接电弧及弧焊电源
 - 9.2.1 弧焊电弧
 - 9.2.2 常用弧焊电源及其技术特性
- 9.3 焊条电弧焊(手工电弧焊)
 - 9.3.1 电焊条
 - 9.3.2 手弧焊工艺
- 9.4 气焊与气割
 - 9.4.1 气焊
 - 9.4.2 气割
- 9.5 气体保护焊
 - 9.5.1 CO₂气体保护焊
 - 9.5.2 氩弧焊
- 9.6 其他焊接方法
 - 9.6.1 埋弧自动焊
 - 9.6.2 电渣焊
 - 9.6.3 等离子弧焊接和切割

第10章 数控机床

- 10.1 数控车床
 - 10.1.1 车床概述
 - 10.1.2 数控编程常用指令
 - 10.1.3 数控车床操作
 - 10.1.4 典型工件的工艺分析
- 10.2 数控铣床
 - 10.2.1 数控铣床概述
 - 10.2.2 数控铣床编程
 - 10.2.3 数控铣床操作
 - 10.2.4 数控铣床编程实例
- 10.3 加工中心
 - 10.3.1 加工中心概述
 - 10.3.2 加工中心的编程
 - 10.3.3 XH714/6 立式铣削加工中心操作
 - 10.3.4 加工中心加工实例
- 10.4 数控电火花线切割机床
 - 10.4.1 数控电火花线切割机床概述
 - 10.4.2 数控电火花线切割机床编程基础
 - 10.4.3 数控电火花线切割机床操作面板说明及操作
 - 10.4.4 数控电火花线切割机床加工实例
- 10.5 数控电火花成形机
 - 10.5.1 数控电火花成形机概述
 - 10.5.2 电火花成型加工工艺基本规律

- 10.5.3 电极
- 10.5.4 数控电火花成形机床面板的说明及操作
- 10.5.5 数控电火花成形机床加工实例
- 10.6 其他特种加工技术
 - 10.6.1 特种加工概述
 - 10.6.2 超声加工技术
 - 10.6.3 激光加工技术
 - 10.6.4 快速成形技术
 - 10.6.5 复合加工技术

第1章 工程实训基础知识简介

工程实训是我国高等教育改革发展中出现的一个新事物，是我国高校实施工程教育的一种实践教学新模式，工程训练中心是国家在高校实验教学建设方面单项资金投入最大的项目，是工科类高校中教学规模最大，学生受众人数最多的实践教学基地。教育部领导提出：“工程实训中心要象高校的图书馆、体育馆一样，成为一种常态化的公共教育资源。”

就全国高校教学总体情况而言，“实践教学目前依然是高校人才培养过程中最薄弱的环节之一，实践教学环节在高校发展中的‘短板效应’依然突出，加强实践教学已经成为提高人才培养质量亟待解决的重大课题。”

从1998年开始的将金工实习转变到现在的工程实训，提出和完成了两个转变，即由单一到综合的转变和由技能到能力的转变。工程实训就此成为我国高等工程实践教育的重要组成部分。它起源于传统的金工实习，是随着我国高等工程教育改革而形成的具有中国特色的工程实践教学模式。

1.1 工程实训的功能定位、教学特点

工程实训是集知识、能力、素质培养三位一体的工程实践教学模式。工程实训通过制造工程实践，传授制造工程知识，训练工程实践能力和创新思维，培养工程素质。工程实训是在高校工程实训中心进行的工程实践教学活动。工程实训中心是以综合性为特点的工程实践性教学基地。它是根据对学生的培养要求，采用多样性工程集成的思想对各种工程生产技术进行精选，遵循教学规律，采用现代教育技术建立起来的一个实际工程环境。学生从中通过直接动手实践获得对工业生产各个环节的基本认识，各种加工方法的初步训练，群体、质量、安全、经济、环保等工程素质的初步培养；获得市场、创新、大工程系统意识的初步创立，获得组织、管理能力的初步锻炼。并形成：从科目分科学习向工程实际综合，从知识积累向能力生成，从接受灌输向创新输出的初步转化。（均摘自1998中国高等教育发展——世行贷款项目指南）

1.1.1 对工程实训类教学工作的认识

1. 是新事物，新模式，具有中国特色

- 1) 工程实训不同于一般专业类教学，不同于课程类教学，也不同于传统的金工实习。
- 2) 工程实训内容包含机械制造实习，但不等同于后者。
- 3) 开设具有通识性特点的工程实践类课程。

2. 是面向各专业，四年不间断，是在校内实施工程实践教育的大平台。

3. 综合性是最突出特点(综合性内容、综合性能力)。

4. 是有利于科研教学转化、学科专业融通、学校企业协同的创新教学平台。

5. 是课程体系和教学内容深度改革的突破口。

1.1.2 工程实训的教育、教学定位

1. 工程实训具有通识性基础工程实践教学特征，面向本科工科各专业，给大学生以工程实践的教育、工业制造的了解和工程文化的体验。

工科学生应该对典型工业产品的结构、设计、制造有一个基本的、完整的体验和认识。这种体验

和认识对理解、学习和从事现代社会的任何一种高级技术工作都是必需的基础。这种基础在发展中国家高中阶段不可能自然获得，在中国，大学低年级也不可能通过校外认识实习获得，需要通过校内工程训练中心的教学获得。

2. 教育部关于示范中心评审的文件中强调“工程训练中心”根据国家经济社会发展、走新型工业化道路对现代工程技术人才的需求，引导学校加强学生实践能力和创新能力的培养，营造突出综合性、实践性、设计性、研究性、创新性为特点的工程实践和创新环境。训练学生的动手能力、工程应用能力和工程管理能力等，使学生了解工程环境，建立工程意识，得到现代工业生产、工艺、技术、管理等工业方面的基本知识和基本训练，掌握操作和实验技能，激发创新精神，提高综合素质。这为我国高校工程训练发展指明了新的方向和目标，对工程训练中心的建设和发展提出了明确的要求。

工程训练的建设和发展愿景，应该是面向各专业的具有技术通识性特征的工程实践教学平台，又是实现学科交叉，文理交融，即有利于培养学生良好工程素养，又有利于培养学生良好工程素质的工程实践教育平台。

1.1.3 工程实训的教学特点

1998 中国高等教育发展——世行贷款项目指南中明确要求，工程实训教学要虚实结合，能实不虚；软硬结合，能硬不软；讲练结合，能练不讲。强调学生亲身体验，向实践学习，在实践中学习。

1.2 工程实训的课程体系与教学内容

1.2.1 工程实训课程体系

关于高校工程实训的课程体系建设，1998 年世行贷款项目指南中提出：采用模块化、分层次的教学模式，工程实训内容分为 11 个模块：

1. 工业生产认识模块
2. 基本制造工艺实习
3. 现代制造技术实习
4. 非金属材料成形工艺实习
5. 典型简单机械产品设计、制造综合实习
6. 电工电子工程基本训练
7. 工业控制系统入门训练
8. 机电产品拆装、调试实习
9. 工业安全和环保实习
10. 工程系统运行实习
11. 机电产品创新实践

从层次上看，工程实训分为三个层次：基础性的实习、综合性的工程实训和开放性的创新创业训练。通过大学阶段规范系统的工程实训使学生的专业能力、跨专业和学科知识融合能力得到系统的训练与提高，最终起到提高学生素质、加强工程文化教育的目的，培育出符合社会需求的复合型人才。

1.2.2 工程实训教学内容

金工实习是指工程材料及机械制造基础实习，简称金工实习，是从民国开始就在工科大学开设的实践能力的培养课程。工程实训是在金工实习基础上发展而来的全新教学模式，在金工实习的基础上通过实施工程实训、创新训练、素质教育来达到为社会培养高素质人才的目的。注重开发能力本位、项目驱动的课程体系，构建实践理论、实践操作与实践能力培养的教学体系。

工程实训的教学内容从宏观层面上看,包括机械、电气、工业自动化、计算机等,实现机电控的全面覆盖和融合;从具体内容看,不仅包括传统的金工实习内容,而且包括先进制造技术、特种加工技术等。从教学方式上看,也已经从实训科目分科学习向工程实际综合,从知识积累向能力生成,从接受灌输向创新输出的初步转化;从能力培养层次看分为基础实习、工程实训、综合和创新训练、工程性工程实训等。

工程实训机械类教学内容涵盖去除成形加工技术、受迫成形加工技术和增材加工技术三种基本的制造技术。按教学载体细分,主要包括:普通车床、普通铣刨磨床(齿轮加工机床)、铸造技术、焊接技术、锻造技术、冲压折弯技术、数控机床(数控车床、数控铣床、加工中心等)、电火花线切割技术、电火花成型技术、激光加工技术(激光切割、激光雕刻、三维内雕、打标、焊接等)、3D打印技术(SL、LOM、SLS、FDM等)、工业机器人(焊接、搬运、清洁等)、精密测量技术(三坐标测量机、关节臂测量机)等。电气类工程训练包括电工基础实训、电子实训。计算机实训包括组网、拆装、系统调试等。电气类和计算类实训主要用于对学生进行电气、计算机基础技术的普及。随着工业自动化的快速发展,工业自动化技术实训也已经成为工程训练发展建设必不可少的实训项目,具体包括:机电一体化技术实训、变频技术、冗余技术、过程控制技术等,对应的软件和硬件实习体系。这些属于目前工业主流的具有普适性的工业自动化基础知识,学生通过这些实训后具有广泛的适应能力。

1.3 工程实训安全要求

工程训练是大学生在学校第一次全方位的生产技术实践活动,期间学生必须严格遵守各实训内容的安全操作规则,遵守工艺规程,这是工程训练顺利进行的重要保障。

下面是各实训单元通用的共同守则。

1. 学生训练前必须学习安全规则和各项制度,并进行必要的安全考核。
2. 操作时必须精神集中,不准操作手机、与别人闲谈、阅读书刊和收听广播等。
3. 不准在现场内追逐、打闹、喧哗。
4. 在开始工作以前,必须穿戴好劳保用品,扣好纽扣,扎好袖口。女同学必须戴上安全帽,把长发盘进帽子里,不准穿裙子或长衣宽袖、短裤、汗背心、拖鞋、凉鞋、高跟鞋进入实习地点,不准戴围巾、手套工作,以免造成工伤事故。
5. 未了解机床的性能和未得到实习指导教师的许可前,不得擅自开动机床。
6. 开车前必须对下列各项进行检查
 - (1)机床各转动部分的润滑情况是否良好;
 - (2)主轴、刀架、工作台在运转时是否受到阻碍;
 - 1)防护装置是否已经装好;
 - 2)机床上及其周围是否堆放有影响安全的物品。
 - (3)装夹刀具及工件时必须停车,装夹必须牢固可靠。
 - (4)不要把刀具、工件及其他物品放置在机床导轨和工作台台面上。
 - (5)刀具和工件接触时,必须缓慢小心,以免损伤刀具及造成其他事故。
 - (6)开车后应注意下列事项:
 - 1)不得用手去触摸工作中的刀具、工件或其他运转部件,不得将身体靠在机床上;
 - 2)如遇刀具或工件破裂,应立即停车并向实习指导教师报告;
 - 3)切断工件时,不要用手抓住将要断离的工件;
 - 4)禁止直接用手去清除切屑,应该用特备的钩子或刷子;
 - 5)禁止在机床运行时测量工件的尺寸或进行试探机床、润滑油等操作;
 - 6)如遇电动机发热,发生噪音等不正常现象,或发现机床上有麻电现象时,应立即停车并向实习



指导教师报告。

- 7)二人以上同时操作一台机器时,需密切配合,开车时应打招呼,以免发生事故。
- 8)离开机床或停电时,应随手关闭机床电门。
7. 工作完毕后,必须整理工具并做好机床的清洁工作。

1.4 金属材料基础知识

1.4.1 金属材料的性能

金属材料的性能一般分为使用性能和工艺性能两类。使用性能反映材料在使用过程中的表现特性,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,如铸造性能、锻造性能、焊接性能、热处理性能、切削性能等。

1. 金属材料的物理性能和化学性能

金属材料的物理性能包括密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性、磁性等;金属材料的化学性能是指它们抵抗各种介质侵蚀的能力,通常分为抗氧化性和耐蚀性。

2. 金属材料的力学性能

力学性能是指材料在受外力作用时所表现出来的各种性能。由于任何机械零件工作时都承受外力的作用,因此,所用材料的力学性能就显得格外重要。金属材料的主要力学性能有强度、塑性、硬度、冲击韧度等。

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。屈服强度用符号 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。抗拉强度用符号 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 δ 和断面收缩率 ψ 。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。硬度是材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。材料的硬度是用专门的硬度试验机测定的,硬度试验普遍采用压入法。常用的硬度试验指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

3. 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指材料在加工过程中对所用加工方法的适应能力。材料的工艺性能决定了材料加工的难易程度。材料的工艺性能好,则其加工工艺简便,容易保证加工质量,加工成本低。

1)铸造性能:铸造性能指金属材料能否用铸造方法制成优质铸件的性能。铸造性能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)锻造性能:锻造性能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(即屈服强度小),则锻造性能越好。

3)焊接性能:焊接性能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性能。焊接性能好的材料,易于用一般的焊接方法和简单的工艺措施进行焊接。

4)切削加工性能: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能。切削加工性能好的材料,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200 HBW左右的即具有良好的切削加工性能。

1.4.2 钢铁材料的使用知识及现场鉴别方法

钢铁材料是钢和铸铁的总称,它们都是以铁和碳为主要成分的铁碳合金。工业用钢按化学成分可分为碳素钢和合金钢两大类。生产上应用的铸铁有灰铸铁、球墨铸铁和可锻铸铁等。

1. 常用钢铁材料的种类及牌号

钢铁材料具有优良的加工性能和使用性能，其来源丰富，是机械工程中应用最广的材料，常用来制造机械设备、工具、模具，并广泛应用于工程结构中。

1)碳素钢：含碳量小于2.11%且含有硅、锰等有益元素和硫、磷等有害杂质的铁碳合金称为碳素钢，简称碳钢。碳钢的价格低廉，工艺性能良好，在机械制造中被广泛应用。碳素钢的分类见表1-1。

表 1-1 碳素钢的分类

分类方式	名称	特点
按化学成分(含碳量)分类	低碳钢	含碳量 $\leq 0.25\%$ ，强度低，塑韧性好，锻压和焊接性能好
	中碳钢	$0.25\% < \text{含碳量} < 0.6\%$ ，强度较高，有一定的塑性和韧性
	高碳钢	含碳量 $> 0.6\%$ ，经热处理，可达到很高的强度和硬度，但塑性、韧性较差
按质量等级分类	普通碳素钢	硫、磷含量较高
	优质碳素钢	硫、磷含量较低
	高级优质碳素钢	硫、磷含量很低
按用途分类	碳素结构钢	一般属于低碳钢和中碳钢，主要用于制造机械零件、工程构件
	碳素工具钢	属于高碳钢，主要用于制造刀具、量具和模具等

常用碳素钢的牌号及应用见表1-2。

表 1-2 常用碳素钢的牌号及应用

名称	牌号	应用举例	说明
碳素结构钢	Q215A	用于制造金属结构件、拉杆、套圈、铆钉、载荷不大的凸轮、垫圈、渗碳零件及焊接件	碳素钢牌号是由代表钢材屈服点的字母Q、屈服点值、质量等级符号、脱氧方法4个部分组成。其质量共有4个等级，分别以A、B、C、D表示
	Q235A	用于制造金属结构、心部强度要求不高的渗碳或氰化零件、吊钩、气缸、螺栓、螺母、轮轴、盖及焊接件	
优质碳素结构钢	45	用于制造强度要求较高的零件	牌号的两位数字表示平均含碳量的万分数，45号钢即表示平均含碳量为0.45%，含锰量比较高的钢，需加化学元素符号Mn
一般工程用铸造钢	ZG200—390 ZG270—500 ZG339—639	一般用于制造形状复杂、机械性能较高的零件。如机座、箱体、连杆、齿轮等	牌号用字母ZG+两组数字表示。第一组数字表示最小屈服强度，第二组数字表示最小抗拉强度值
碳素工具钢	T8/T8A	有足够的韧性和较高的硬度，用于制造工具等	用“碳”或T后附以平均含碳量的千分数表示，有T7~T13

2)合金钢：为了改善和提高钢的性能，在碳钢的基础上加入一些合金元素的钢称为合金钢。常用的合金元素有硅、锰、镍、铬、铜、钒、钛、稀土等。合金钢还具有耐低温、耐腐蚀、高磁性、高耐磨性等良好的特殊性能，在工具、力学性能和工艺性能要求高且形状复杂的大型截面零件和有特殊性能要求的零件方面，得到了广泛的应用。工业上常按用途把合金钢分为合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢，常用合金钢的牌号种类及用途见表1-3。

表 1-3 常用合金钢的牌号、种类和用途

名称	牌号	应用举例	说明
低合金高强度结构钢	Q345C Q390C	用于制造工程构件，如压力容器、桥梁、船舶等	第一个字母 Q 表示屈服点的汉语拼音第一个字母，345 表示屈服点的数值(MPa)，最后一个字母 C 表示质量等级
合金结构钢	20Cr 50Mn2 GCr15	用于制作各种轴类、连杆、齿轮、重要螺栓、弹簧及弹性零件、滚动轴承、丝杠等	前面两位数字表示钢中碳的平均质量分数的万分数，元素符号表示所含合金元素，元素符号后面的数字表示该合金元素平均质量分数的百分数，质量分数 $< 1.5\%$ 时一般不标出；当 $1.5\% \leq \text{含量} \leq 2.5\%$ 时标 2；当 $1.5\% \leq \text{含量} \leq 3.5\%$ 时标 3，以此类推。若为高级优质钢，则在钢号后面标 A。滚动轴承钢在钢号前面加字母 G，Cr 后面的数字表示该元素平均质量分数的千分数
合金工具钢及高速工具钢	9SiCr W18Cr4V	用于制作各种刀具(如丝锥、板牙、车刀、钻头)、模具(如冲裁模、拉丝模、热锻模等)、量具(如千分尺、塞规等)	前面一位数字表示钢中碳的平均质量分数(%), 当碳的平均质量分数 $\geq 1.0\%$ 时不标出, 当其 $< 1.0\%$ 时以千分之几表示。高速钢例外, 当其 $< 1.0\%$ 时也不标出。合金元素平均质量分数的表示法与合金结构钢相同
特殊性能钢	1Cr18Ni9 15CrMo	用于制作各种耐腐蚀及耐热零件, 如汽轮机叶片、手术刀、锅炉等。	前面一位数字表示钢中碳的平均质量分数, 以千分之几表示。当碳的平均质量分数 $\leq 0.03\%$ 时, 钢号前以 00 表示, 当碳的平均质量分数 $\leq 0.08\%$ 时, 钢号前以 0 表示。合金元素平均质量分数的表示法与合金结构钢相同

3) 铸铁: 含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。由于铸铁含有的碳和杂质较多, 其力学性能比钢差, 不能锻造。但铸铁具有优良的铸造性、减振性、耐磨性等特点, 加之价格低廉, 生产设备和加工工艺简单, 是机械制造中应用最多的金属材料。资料表明, 铸铁件占机器总量的 45% 以上。常用铸铁的牌号、用途见表 1-4。

表 1-4 铸铁的牌号、应用及说明

名称	牌号	应用举例	说明
灰铸铁	HT150	用于制造端盖、泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮; 一般机床底座、床身、滑座等	HT 为灰铁两字汉语拼音首字母, 后面的一组数字表示 $\phi 30$ 试样的最小抗拉强度, 如 HT200 表示其最小抗拉强度为 200MPa
球墨铸铁	QT400-18 QT450-10 QT800-2	具有较高的强度和塑性。广泛用于机械制造业中易受磨损和受冲击的零件	QT 是球墨铸铁的代号, 后面的数字表示最小抗拉强度和最低伸长率。如 QT500-7 表示其最小抗拉强度为 500MPa, 最低伸长率为 7%
可锻铸铁	KTH300-06 KTH330-08 KTZ450-06	用于冲击、振动等零件, 如汽车零件、机床附件(如扳手)、各种管接头、低压阀门等	KTH、KTZ 分别代表黑心和白心可锻铸铁的代号, 数字分别代表最小抗拉强度和最低伸长率

在金工实训中, 主要用的是钢铁材料。

2. 钢铁材料的管理和鉴别

(1) 常用钢材的种类与规格见表 1-5。