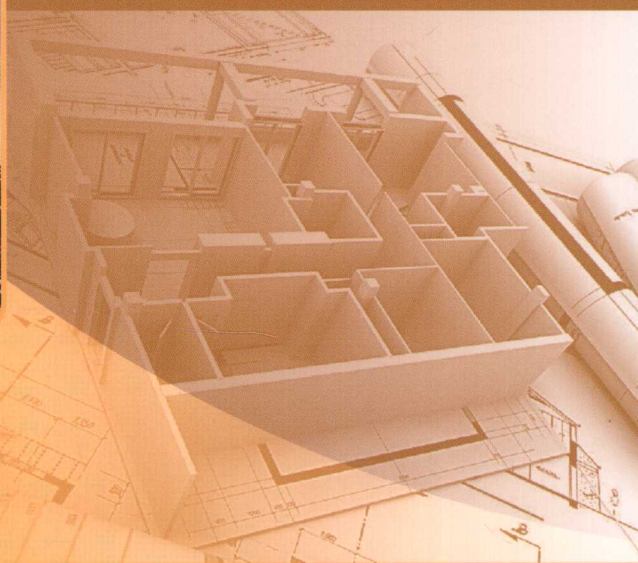
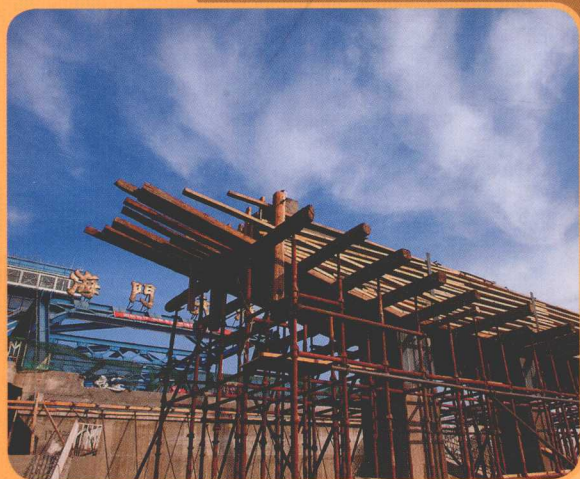


高等工科院校机械、材料、电气、自动化工程类训练教材

工程训练 基础教程

GONGCHENG XUNLIAN
JICHU JIAOCHENG

艾长胜 陶可瑞 朱绍伟 主编



海洋出版社

高等工科院校机械、材料

训练教材

工程训练基础教程

GONGCHENG XUNLIAN JICHU JIAOCHENG

艾长胜 陶可瑞 朱绍伟 主编

海洋出版社

2016年·北京

内 容 简 介

本书根据教育部制定并实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神,结合卓越工程师教育培养目标要求,以“学习工艺知识,提高工程素质,培养创新精神”为宗旨,探索现代工程训练的的内涵和方式,遵循实践教学的特点而编写。

本书共分为 15 章,内容包括工程材料的基本知识,铸造,压力加工,焊接与切割,切削加工基本知识,车削加工,铣削加工,刨削、磨削及精密加工,钳工,数控车削,数控铣削,特种加工,零件加工工艺分析,机械创新制造实训,电工技术,电子技术等。

本书体系新颖、内容精练、重点突出,兼顾传统的工艺装备与现代自动化技术方法,既可指导各工种技能操作,也能满足制造基础知识的学习和新技术的学习。

适用范围:本书是高等工科院校机械、材料、电气、自动化工程类的工程训练教材,也可供近机类、非机类的职业技术学院、职工大学、电视大学相关专业选用,还可供工程技术人员及技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程训练基础教程/艾长胜,陶可瑞,朱绍伟主编.--北京:海洋出版社,2016.9
ISBN 978-7-5027-9488-0

I. ①工… II. ①艾…②陶…③朱… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 123451 号

总 策 划: 刘斌

责任编辑: 刘斌

责任校对: 肖新民

责任印制: 赵麟苏

排 版: 海洋计算机图书输出中心 晓阳

出版发行: 海洋出版社

地 址: 北京市海淀区大慧寺路 8 号(707 房间)印
100081

经 销: 新华书店

技术支持: 010-62100059

发 行 部: (010) 62174379 (传真) (010) 62132549
(010) 62100075 (邮购) (010) 62173651

网 址: <http://www.oceanpress.com.cn/>

承 印: 北京朝阳印刷厂有限责任公司

版 次: 2016 年 9 月第 1 版

2016 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16

张: 24

字 数: 576 千字

印 数: 1~1500 册

定 价: 39.00 元

本书如有印、装质量问题可与发行部调换

前 言

卓越工程师教育培养计划是为贯彻落实党的十七大提出的走中国特色新型工业化道路、建设创新型国家、建设人力资源强国等战略部署,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》实施的高等教育重大计划。实施“卓越计划”,培养一批创新性强、能够适应经济社会发展需求的各类工程科技人才,着力解决高等工程教育中的实践性和创新性问题的,提高科技创新能力,对于加快经济发展方式的转变、实现未来我国经济社会的持续发展,具有重要意义。

随着现代科学技术的迅猛发展,整个社会对人才的需求发生着深刻的变化,对学生的培养目标也发生着很大转变。为了适应时代的要求,在工程训练的实践教学过程中,逐步实现由传统的金工实习向现代工程训练的教学方向转化;由单一技能训练向网络化、系统化条件下的集成技术训练方向转化;由操作技能训练向技能与管理、技能与创新实践相结合的方向转化;培养学生在现代化的工程训练过程中,提高工程素质和综合能力,建立大机械、大制造、大工程的概念。

本书根据教育部制定并实施的“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神,结合卓越工程师教育培养目标要求,以“学习工艺知识,提高工程素质,培养创新精神”为宗旨,探索现代工程训练的的内涵和方式,遵循实践教学的特点而编写的。

本书在内容和插图上从工程的系统性和工艺特征进行编排,避免不必要的重复,使内容更合理和简练,力求注重实际、生动易懂、图文并茂,以利于学生自学和实践。

本书是作者在结合几年来教学实践过程总结自编讲义的基础上补充完善的,内容分为两部分:机械工程技术和电工电子技术。内容包括:工程材料的基本知识,铸造,压力加工,焊接与切割,切削加工基本知识,车削加工,铣削加工,刨削、磨削及精密加工,钳工,数控车削,数控铣削,特种加工,零件加工工艺分析,机械创新制造实训,电工技术,电子技术。每章末有复习思考题。本书体系新颖、内容精练、重点突出,兼顾传统的工艺装备与现代自动化技术方法,既可指导各工种技能操作,也能满足制造基础知识的学习和新技术的学习。

本书由艾长胜教授对整体内容进行了规划,陶可瑞对全文进行了统稿,并由艾长胜、武震、陶可瑞、罗良武、朱绍伟、魏原芳、鞠红、王肖、刘华冠、田芳、张宏芳、王维波、刘珀、谢心相、罗国强、聂洪宇、庞敏敏、孙运宣、丁建秋等参与编写。书中有不妥之处敬请广大读者指正,并提出宝贵意见。

编者

2016年4月于蓬莱

目 录

第 1 章 机械工程材料基础	1
1.1 工程材料概述	1
1.2 金属材料的性能	1
1.2.1 使用性能	1
1.2.2 工艺性能	2
1.2.3 经济性能	3
1.3 常用金属材料	3
1.3.1 钢的分类	3
1.3.2 钢铁材料的编号	4
1.3.3 常用钢材的管理和鉴别	6
思考与练习	8
第 2 章 铸造技术	9
2.1 概述	9
2.2 铸造生产常规工艺	9
2.3 造型	13
2.3.1 手工造型	13
2.3.2 制芯	17
2.3.3 合型	17
2.3.4 造型的基本操作	18
2.3.5 合金的浇注	20
2.3.6 机器造型	20
2.4 铸造工艺设计	21
2.4.1 分型面	21
2.4.2 型芯	22
2.4.3 铸造工艺参数	23
2.4.4 模样的结构特点	23
2.5 铸件常见缺陷的分析	24
2.6 铸工安全操作规程	26
思考与练习	26
第 3 章 锻压技术	27
3.1 概述	27

3.2 锻压的生产工艺过程	27
3.2.1 下料	27
3.2.2 坯料加热	28
3.2.3 加热缺陷及防止措施	28
3.2.4 加热设备	29
3.2.5 锻后冷却与热处理	31
3.3 自由锻	31
3.3.1 自由锻的定义、特点及应用	31
3.3.2 自由锻设备及工具	32
3.3.3 自由锻的生产工序	33
3.4 模锻	39
3.5 胎模锻	39
3.6 锻件的质量检验与缺陷分析	40
3.6.1 锻件的质量检验	40
3.6.2 锻件的缺陷分析	40
3.7 板料冲压	41
3.7.1 冲压的定义、特点及应用	41
3.7.2 冲压主要设备	42
3.7.3 冲压基本工序	43
3.7.4 冲压模具	45
3.7.5 冲压件常见的缺陷分析	47
3.8 全自动数控转塔冲床	47
3.8.1 自动加工操作流程	47
3.8.2 CAD 输出代码流程	48
3.8.3 模具的选用和保养	51
思考与练习	53
第4章 焊接与切割技术	54
4.1 焊接概述	54
4.2 切割概述	55
4.3 焊条电弧焊	56
4.3.1 焊条电弧焊的原理	56
4.3.2 焊条电弧焊的特点	57
4.3.3 焊接电弧	58
4.3.4 焊条	59
4.3.5 焊条电弧焊操作技术	61
4.3.6 焊条电弧焊工艺参数	63
4.3.7 焊接位置	65
4.3.8 焊接接头形式和焊接坡口形式	66
4.3.9 焊条电弧焊设备安全要求	66

4.3.10	焊条电弧焊安全操作规程	67
4.4	埋弧焊	68
4.4.1	埋弧焊的原理	68
4.4.2	埋弧焊的特点	69
4.4.3	埋弧焊的焊接材料	69
4.4.4	埋弧焊的焊前准备	70
4.4.5	埋弧焊的工艺参数	71
4.4.6	I型坡口预留间隙双面埋弧焊工艺参数	72
4.4.7	埋弧焊的安全操作规程	73
4.5	气体保护电弧焊	73
4.5.1	气体保护电弧焊概述	73
4.5.2	熔化极气体保护焊	74
4.5.3	二氧化碳气体保护焊	74
4.5.4	非熔化极(钨极)氩弧焊	79
4.5.5	熔化极氩弧焊	83
4.6	等离子弧焊	85
4.6.1	等离子弧焊的原理	85
4.6.2	等离子弧焊的特点	85
4.6.3	等离子弧的工作方式	86
4.6.4	等离子弧焊的应用	86
4.6.5	等离子弧焊的工艺参数	87
4.6.6	等离子弧焊的安全操作规程	88
4.7	电阻焊	88
4.7.1	电阻焊的原理	88
4.7.2	电阻焊的特点	89
4.7.3	电阻焊的分类	90
4.7.4	电阻焊设备	92
4.7.5	电阻焊电源	93
4.7.6	电阻焊安全操作规程	93
4.8	气焊	94
4.8.1	气焊的原理	94
4.8.2	气焊的特点	94
4.8.3	气焊焊接材料	95
4.8.4	气焊设备及工具	95
4.8.5	气焊的火焰	96
4.8.6	气焊火焰的点燃与熄灭	97
4.8.7	气焊的工艺参数	97
4.8.8	气焊安全操作规程	99
4.9	钎焊	99

4.9.1 钎焊的原理	99
4.9.2 钎焊的特点	100
4.9.3 钎焊的材料	100
4.9.4 钎焊的操作工艺	101
4.9.5 钎焊注意事项	102
4.10 气割	102
4.10.1 气割的原理	102
4.10.2 气割的条件要求	102
4.10.3 常用金属的气割性	103
4.10.4 气割的特点	103
4.10.5 气割设备与工具	104
4.10.6 气割的工艺参数	105
4.10.7 气割安全操作规程	106
4.11 等离子弧切割	107
4.11.1 等离子弧切割的原理	107
4.11.2 等离子弧切割的优点	107
4.11.3 空气等离子弧切割简介	108
4.11.4 等离子弧切割的工艺参数	108
4.11.5 等离子弧切割安全操作规程	109
4.12 激光切割	110
4.12.1 激光切割的原理	110
4.12.2 激光切割的分类	111
4.12.3 激光切割的特点	112
4.12.4 激光切割机系统组成	113
4.12.5 激光切割机材料分析	113
4.12.6 激光切割机安全操作规程	114
4.13 焊接缺陷及控制	115
4.13.1 焊缝的外部缺陷	115
4.13.2 焊缝的内部缺陷	116
4.13.3 焊接缺陷产生的原因及防止措施	117
4.13.4 焊接变形及防止措施	122
思考与练习	124
第5章 金属热处理技术	126
5.1 钢的热处理基本工艺	127
5.1.1 普通热处理	127
5.1.2 表面热处理	128
5.1.3 其他热处理	130
5.2 热处理常用设备	130
5.2.1 热处理炉	130

5.2.2 控温仪表	132
5.2.3 冷却设备	132
5.2.4 感应加热设备	133
5.3 热处理质量控制与检验	137
5.3.1 热处理常见缺陷及其控制	137
5.3.2 热处理工件检测	139
5.4 热处理生产安全知识	141
5.4.1 安全操作规程	141
5.4.2 设备安全	142
思考与练习	142
第6章 切削加工基础知识	144
6.1 切削加工概述	144
6.1.1 切削运动	144
6.1.2 切削加工的三个表面	145
6.1.3 切削用量	145
6.2 刀具的材料	146
6.2.1 工具钢	146
6.2.2 硬质合金	147
6.2.3 涂层刀具	147
6.2.4 超硬刀具材料	147
6.3 常用量具	148
6.3.1 游标卡尺	148
6.3.2 千分尺	150
6.3.3 百分表	151
6.3.4 万能角度尺	152
6.4 加工精度和表面粗糙度	153
6.4.1 加工精度	154
6.4.2 表面粗糙度	154
6.4.3 尺寸精度与表面粗糙度的关系	154
思考与练习	154
第7章 车削加工技术	155
7.1 车削加工概述	155
7.2 卧式车床	156
7.2.1 机床的型号	156
7.2.2 卧式车床的结构	156
7.3 车刀及其安装	159
7.3.1 车刀的种类	159
7.3.2 车刀的组成	159

7.3.3 车刀的主要角度及其作用	159
7.3.4 车刀的安装	160
7.4 车床操作	161
7.4.1 CDS6132 车床停车练习 (主轴离合器手柄 13 在停止位置)	161
7.4.2 CDE6150A 车床停车练习(主轴正反转及停止手柄 11 在停止位置)	162
7.4.3 低速开车练习	163
7.5 零件的车削加工	164
7.5.1 车外圆	164
7.5.2 车端面	166
7.5.3 车台阶	167
7.5.4 切槽与切断	168
7.5.5 车圆锥面	170
7.5.6 孔加工	171
7.5.7 车螺纹	172
7.5.8 滚花	174
7.6 车床附件及其使用方法	175
7.6.1 用四爪卡盘安装工件	175
7.6.2 用顶尖安装工件	176
7.6.3 中心架和跟刀架的使用	176
7.7 车削加工安全操作规程	177
思考与练习	178
第 8 章 铣削加工技术	179
8.1 铣削加工概述	179
8.1.1 铣削特点	179
8.1.2 铣削用量	179
8.1.3 铣削的应用	180
8.1.4 铣削方式	180
8.2 铣床	182
8.2.1 万能卧式铣床	182
8.2.2 万能立式铣床及龙门铣床	184
8.3 铣刀及其安装	184
8.3.1 铣刀	184
8.3.2 铣刀的安装	185
8.4 铣削的基本操作	186
8.4.1 铣平面	186
8.4.2 铣斜面	188
8.4.3 铣键槽	188
8.4.4 铣成形面	189
8.4.5 铣齿形	190

8.5 铣床附件及工件安装	192
8.5.1 铣床附件及其应用	192
8.5.2 工件的安装	194
8.6 铣床安全操作规程	196
思考与练习	196
第9章 刨削加工技术	198
9.1 刨削加工概述	198
9.1.1 刨削加工的特点	198
9.1.2 刨削加工范围	198
9.2 刨床	199
9.2.1 牛头刨床的组成	200
9.2.2 牛头刨床的传动系统	201
9.2.3 牛头刨床的调整	202
9.3 刨刀及其安装	202
9.3.1 刨刀	202
9.3.2 刨刀的安装	203
9.3.3 工件的安装	203
9.4 刨削的基本操作	203
9.4.1 刨平面	203
9.4.2 刨沟槽	205
9.4.3 刨成形面	206
9.5 牛头刨床安全操作规程	206
思考与练习	207
第10章 磨削加工	208
10.1 磨削加工概述	208
10.1.1 磨削加工的分类及其方法	208
10.1.2 磨削工艺系统	210
10.1.3 磨削原理	211
10.2 磨料与磨具	213
10.2.1 磨料的分类及其特性	213
10.2.2 磨具结构与特性	214
10.2.3 磨具的选择与使用	215
10.3 磨削液	215
10.4 固结磨具磨削	215
10.4.1 外圆磨削	216
10.4.2 内圆磨削	217
10.4.3 精密、高精密和超精密磨削简介	217
10.5 磨削加工安全操作规程	218

思考与练习	218
第 11 章 钳工技术	219
11.1 钳工概述	219
11.2 钳工常用的设备和工具	220
11.2.1 钳工工作台	220
11.2.2 台虎钳	220
11.2.3 砂轮机	221
11.2.4 台式钻床	222
11.2.5 摇臂钻床	222
11.2.6 立式钻床	222
11.2.7 操作钻床时注意事项	223
11.3 钳工的基本操作	224
11.3.1 划线	224
11.3.2 锯削	228
11.3.3 锉削	231
11.3.4 钻孔	235
11.3.5 攻螺纹和套螺纹	238
11.4 钳工安全操作规程	243
思考与练习	243
第 12 章 特种加工技术	245
12.1 数控电火花线切割加工	245
12.1.1 电火花线切割机工作原理	245
12.1.2 电火花线切割加工的应用范围	246
12.1.3 电火花线切割加工的特点	246
12.1.4 数控电火花线切割加工机床的分类与组成	246
12.1.5 数控电火花线切割的加工工艺与工装	248
12.1.6 数控电火花线切割机床的操作	251
12.1.7 数控电火花线切割加工实例	257
12.1.8 数控电火花线切割加工安全操作规程	259
12.2 电火花成型加工	259
12.2.1 电火花成型加工的原理	259
12.2.2 电火花成型加工的特点及应用范围	261
12.2.3 电火花加工的局限性	261
12.2.4 电火花成型加工在模具制造业中的应用	262
思考与练习	263
第 13 章 数控加工技术	264
13.1 数控技术简介	264

13.2	数控加工工艺简介	265
13.3	数控编程基础	266
13.3.1	数控程序编制方法	267
13.3.2	数控编程的基本概念	267
13.4	数控铣削加工技术	270
13.4.1	概述	270
13.4.2	数控铣床加工特点	271
13.4.3	数控铣床坐标系	271
13.4.4	数控铣床常用指令	273
13.4.5	数控铣编程示例	278
13.5	数控车削加工技术	279
13.5.1	数控车削概述	279
13.5.2	数控车床坐标系	280
13.5.3	数控车床编程	281
13.5.4	车刀设置	285
13.5.5	数控车加工程序示例	286
13.5.6	数控铣床安全操作规程	288
13.5.7	数控车床安全操作规程	288
	思考与练习	289
第 14 章	电工技能实训	290
14.1	常用电工仪表及工具的使用	290
14.1.1	钳子	290
14.1.2	螺丝刀	292
14.1.3	电工刀	292
14.1.4	验电笔	293
14.1.5	活络扳手	293
14.1.6	数字万用表	294
14.1.7	兆欧表	296
14.1.8	钳形电流表	298
14.1.9	示波器	299
14.1.10	电度表	300
14.2	常用低压元器件	303
14.2.1	刀开关	304
14.2.2	组合开关	305
14.2.3	熔断器	306
14.2.4	主令电器	307
14.2.5	接触器	309
14.2.6	继电器	311
14.3	电工基本技能	315

14.3.1	导线结扣做法	315
14.3.2	导线的电气连接	315
14.3.3	导线端头与接线桩的连接	318
14.3.4	双控灯电路设计和安装	319
14.3.5	日光灯电路原理和连接	320
14.4	电气控制技术基础	322
14.4.1	自锁控制原理与电路设计	322
14.4.2	三相异步电动机正反转原理与电路设计	322
14.4.3	电路安装及调试	324
14.5	安全用电	327
14.5.1	触电的基本概念	327
14.5.2	触电急救	329
14.5.3	家庭用电常识	331
	思考与练习	333
第 15 章	电子技术实训	334
15.1	电子元器件	334
15.1.1	电阻器	334
15.1.2	电容器	337
15.1.3	电感器	340
15.1.4	半导体二极管	341
15.1.5	半导体三极管	342
15.1.6	晶闸管	344
15.1.7	集成电路	346
15.2	印制电路板	349
15.2.1	印制电路板的作用	349
15.2.2	印制电路板相关名称解释	349
15.2.3	印制电路板设计的通用要求	350
15.2.4	印制电路板设计的基础	350
15.2.5	印制板图设计	355
15.2.6	印制电路板制造工艺	357
15.3	电子电路的手工焊接技术	359
15.3.1	焊接机理	359
15.3.2	手工焊接的工具与材料	360
15.3.3	手工焊接的基本操作过程	362
15.4	先进焊接技术介绍	364
15.4.1	波峰焊	364
15.4.2	回流焊	366
	思考与练习	268
	参考文献	369

第1章 机械工程材料基础

1.1 工程材料概述

工程材料是指在机械、船舶、化工、建筑、车辆、仪表、航空航天等工程领域中用于制造工程构件和机械零件的材料。按照材料的组成、结合键的特点可将工程材料分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类。

(1) 金属材料。金属材料是金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料的统称,包括纯金属、合金、金属间化合物和特种金属材料。金属材料来源丰富,并且具有优良的物理性能和工艺加工性能,是机械工程中应用最普遍的材料。金属材料常用于制造机械设备、工具、模具,并应用于工程结构中,如船舶、桥梁等。

(2) 非金属材料。非金属材料通常指以无机物为主体的玻璃、陶瓷、石墨、岩石及以有机物为主体的木材、塑料、橡胶等材料,具有耐蚀性、绝缘性、绝热性和优异的成形性能,而且质轻价廉,因此发展极为迅速。如以陶瓷材料作为结构材料,具有强度高、耐热性好的特点,广泛应用于发动机、燃气轮机;作为耐磨损材料,则可用作新型的陶瓷刀具材料,能极大提高刀具的寿命。

(3) 复合材料。复合材料是以一种材料为基体,另一种材料为增强体组合而成的材料。该类材料因具有某些金属材料所不具有的特殊性能,而在工程上占有越来越重要的独特地位。

1.2 金属材料的性能

金属材料的性能一般分为使用性能、工艺性能和经济性能。

1.2.1 使用性能

使用性能是指金属材料为满足零件或产品的使用要求而必须具备的性能,它包括物理性能、化学性能和力学性能,是选材的主要依据,其中,力学性能是最主要的。金属材料使用性能的优劣决定了机械零件或产品的适用范围和寿命。

(1) 物理性能和化学性能。金属材料物理性能和化学性能是指金属材料本身具有的属性。物理性能包括密度、比重、熔点、热膨胀性、导热性、导电性以及磁性能和耐磨性能等。化学性能是金属材料在室温或高温时抵抗各种化学作用的能力,主要指抵抗活泼介质的化学侵蚀能力,如耐酸性、耐碱性、抗氧化性等。

(2) 力学性能。金属材料的力学性能(又称机械性能)是指金属材料在外力作用时所表

现出来的各种性能,主要包括强度、塑性、硬度、冲击韧性等,是选材和机械零件实际的的重要依据。

① 强度:是指金属材料在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。按照作用力的性质不同,可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪切强度和抗扭强度等。在工程上常用来表示金属材料强度的指标是屈服强度和抗拉强度,其值可通过拉伸试验测定。屈服点在拉伸中对明显塑性变形的抵抗能力,用符号 σ_s 表示,单位为 MPa;抗拉强度反映金属材料在拉伸中对断裂的抵抗能力,用符号 σ_b 表示,单位为 MPa。

② 塑性:是指金属材料在外力作用下,产生不可逆永久变形而不破坏的能力,主要指标为伸长率(延伸率)和断面收缩率,其值可由拉伸试验同时测定。伸长率和断面收缩率分别反映金属材料在拉伸中长度和横截面方向上的最大变形量,分别用 δ 和 ψ 表示。

③ 硬度:是指金属材料抵抗比它更硬的物体压入其表面的能力,即受压时抵抗局部塑性变形的能力。它是金属材料的重要性能指标之一。一般硬度越高,耐磨性越好。常用的硬度指标有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。

布氏硬度值反映用一定直径的淬火钢球或硬质合金球,在试样表面的压痕单位面积上所承受的平均压力大小,用符号 HBS(用淬火钢压头时)或 HBW(用硬质合金压头时)表示,其中 HBS 应用最为广泛。洛氏硬度值反映用金刚石圆锥或一定直径的淬火钢球压入被测材料表面的压痕深度的大小,并根据压头和试验力的不同,有 HRA、HRB、HRC 等几种标尺,其中 HRC 应用最为广泛。维氏硬度值反映用锥面夹角为 136° 的金刚石正四方棱锥体压入被测材料表面时压痕对角线长度大小,用符号 HV 表示。硬度值一般写在表示符号前面。

④ 冲击韧性:是指金属材料抵抗冲击载荷而不断裂的能力,主要指标为冲击韧度,其值可由冲击试验测定。冲击韧度反映试样单位横截面上冲击吸收功 A_k 的大小,用符号 α_k 表示,单位为 KJ/m^2 。

⑤ 疲劳强度:是指材料承受交变应力作用的强度,以 σ_{-1} 来表示,是重要的强度指标之一。在工程实际中,很多机器零件所受的载荷不仅大小可能变化,而且方向也可能变化,如齿轮的齿、转动机械的轴等,这种载荷称为交变载荷。交变载荷在零件内部将引起随时间发生周期性循环变化的应力,称为交变应力。零件在交变应力作用下,发生断裂的现象称为疲劳断裂。疲劳断裂属于低应力脆断,其特点为:断裂时应力远低于材料静载荷下的抗拉强度,甚至屈服强度。无论是韧性材料还是脆性材料断裂前均无明显的塑性变形,是一种无预兆的、突然发生的脆性断裂,危险性极大。据统计,在机械零件的断裂失效中,80%以上属于疲劳断裂。

1.2.2 工艺性能

材料的工艺性能是其物理性能、化学性能和力学性能的综合反映,是反映材料在各种加工过程中,适应加工工艺要求的能力。工艺性能主要有铸造性能、锻造性能、焊接性能、热处理性能和切削加工性能等。

(1) 铸造性能。指液体金属能否用铸造方法制成优质铸件的性能。通常用金属的流动性、收缩和偏析来衡量。

- (2) 锻造性能。指金属经受锻造和冲压成形的能力，通常用塑性与变形抗力来评价。金属塑性越高，变形抗力越低，则其锻造性能越好，越有利于加工成形。
- (3) 焊接性能。指材料对焊接加工的适应能力，主要指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) 热处理性能。指材料适应热处理工艺及热处理效果的能力。
- (5) 切削加工性能。指在一定生产条件下，材料切削加工的难易程度。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。

1.2.3 经济性能

经济性能是指金属材料选用时，在满足机械零件或产品使用性能的前提下，使其生产和使用的总成本最低、经济效益最高的性能。总成本包括材料价格、材料的利用率和回收率、零件成品率、加工费用、零件寿命以及材料的货源、供应、储运等综合因素。

1.3 常用金属材料

金属材料大致可分为黑色金属和有色金属两大类。黑色金属分为钢和铸铁；有色金属是指黑色金属以外的各种金属及其合金，如铜及铜合金、铝及铝合金等。

1.3.1 钢的分类

在工业上使用的钢铁材料中，碳钢占有重要的地位，它是各种机器零件和结构的主要材料。一般将碳的质量分数 W_c （即含碳量）大于 0.02%、小于 2.11% 的铁碳合金称为碳钢， W_c 大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。 W_c 大于 6.69% 的铁碳合金脆性极大，没有使用价值。常用钢铁材料的分类见表 1-1。

表 1-1 常用钢铁材料的分类

类别	分类原则	名 称	特点及应用
碳 素 钢	按化学成分（碳 质量分数 C%）	低碳钢 ($W_c \leq 0.25\%$)	强度低，塑性、韧性好，锻压和焊接性能好
		中碳钢 ($W_c = 0.25\% \sim 0.6\%$)	强度较高，兼有一定塑性、韧性
		高碳钢 ($W_c > 0.6\%$)	强、硬度高，塑性、韧性较差
	按主要用途	碳素结构钢	用于制造各种工程结构零件（如桥梁、船舶、建筑构件等）和机器零件（如齿轮、轴、连杆等）
		碳素工具钢	用于制造各种工具（如刀具、量具、模具等）
	按冶金质量等 级（硫、磷质量分 数 S%、P%）	普通碳素钢 ($W_s \leq 0.055\%$; $W_p \leq 0.045\%$)	主要用于制造各种型材，用于桥梁、船舶、建筑构件等，也用于制造螺钉、螺母、铆钉等标准件
		优质碳素钢 ($W_s \leq 0.040\%$; $W_p \leq 0.040\%$)	主要用于制造各种机器零件
		高级优质碳素钢 ($W_s \leq 0.030\%$; $W_p \leq 0.035\%$)	主要用于制造各种重要的机器零件