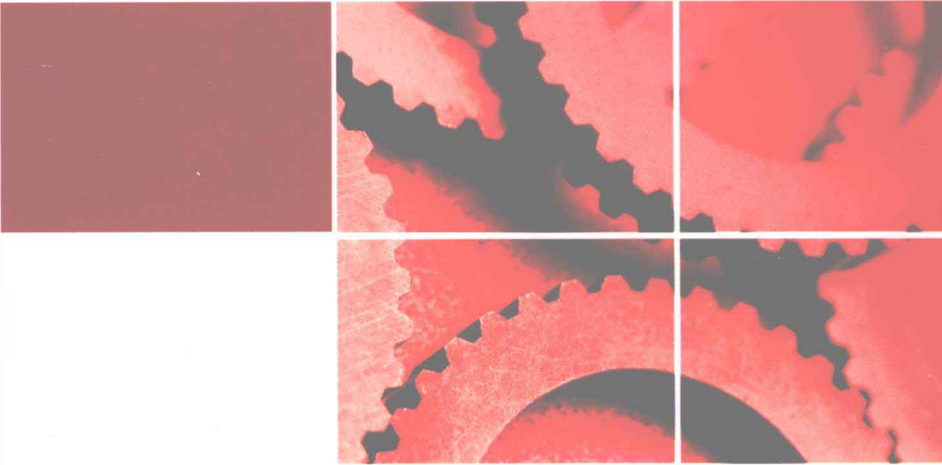


普通高等教育“十二五”工程训练系列规划教材



工程训练 ——基础篇

主 编 张祝新

副主编 王文忠 邹振宇 朴成道



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”工程训练系列规划教材

工程训练——基础篇

主 编 张祝新

副主编 王文忠 邹振宇 朴成道

参 编 王洪臣 尹凤哲 武 勇 郭健禹

闫 伟 刘 洋 王 征 栾 鑫

主 审 韩立强



机械工业出版社

本书是根据教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会编制的“高等学校机械基础系列课程现状调查报告暨机械基础系列课程教学基本要求”，并结合培养应用创新型工程技术人才的实践教学特点编写的。内容包括：工程材料及金属热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识、车削加工、铣削加工、磨削加工、钳工、电工基础知识。

本书适合普通高等院校机械类、近机械类专业的工程训练教学使用，对非机械类专业，可根据专业特点和后续课程需要，有针对性地选择书中内容。

图书在版编目（CIP）数据

工程训练——基础篇/张祝新主编. —北京：机械工业出版社，
2013.2

普通高等教育“十二五”工程训练系列规划教材
ISBN 978-7-111-41054-6

I. ①工… II. ①张… 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（2013）第 018033 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：丁昕祯 责任编辑：丁昕祯 章承林

版式设计：霍永明 责任校对：刘秀丽

封面设计：张 静 责任印制：张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·13 印张·318 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-41054-6

定价：25.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会编制的“高等学校机械基础系列课程现状调查分析报告暨机械基础系列课程教学基本要求”，并结合培养应用创新型工程技术人才的实践教学特点编写的。本书内容包括：工程材料及金属热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识、车削加工、铣削加工、磨削加工、钳工、电工基础知识。

本书具有体系新颖、内容精炼、图文并茂等特点，可读性强；内容组织上力求突出实用性、应用性、先进性和综合性；以主流常规生产设备为基础，各工种操作技能讲解简明扼要；示例结合训练内容和工程实际，学以致用。本书坚持“做学融和、知行合一”的教学理念，采用研究性教学方法，让学生在动手操作和思考感悟中学习机械工程的基本工艺知识，建立机械制造生产过程的概念，掌握基本操作技能，增强工程实践能力，培养创新意识和创新能力，提高学生的综合工程素质。

本书由韩立强教授主审，韩教授严谨治学的精神感动和教育了我们这些工程训练人。

本书由张祝新教授统稿并担任主编，长春工程学院王文忠、吉林建筑工程学院邹振宇、延边大学朴成道任副主编，参加编写的人员有王洪臣、尹凤哲、武勇、郭健禹、闫伟、刘洋、王征、栾鑫。编写分工为：张祝新（第9.7节），邹振宇（第1章），武勇（第2章、第3章），郭健禹（第4章、第7章），王文忠（第5章），王洪臣（第6章、第8章），朴成道（第9.1、9.2节），闫伟（第9.3、9.4节），尹凤哲（第9.5、9.6节），刘洋（第10.1、10.8节），栾鑫（第10.2、10.4、10.7节），王征（第10.3、10.5、10.6节）。

本书在编写过程中参考和引用了相关教材、手册、学术杂志等文献资料上的有关内容，借鉴了许多同行专家的教学、教研成果，在此一并表示诚挚的谢意。

本书适合于普通高等院校机械类、近机械类专业的工程训练教学使用，对非机械类专业，可根据专业特点和后续课程需要，有针对性地选择书中内容。

本教材的编写和出版，是我们进行工程训练课程和教材改革的一种尝试，一定会存在许多不足之处。加之本书内容多、范围广，由于编者水平有限，书中难免有错误和不足，恳请读者指正。希望同行和读者提出宝贵意见，使我们编写的教材更好地为教育教学改革服务，更好地为培养高质量的人才服务。

编 者

目 录

前言

第1章 工程材料及金属热处理	1
1.1 机械工程材料概述	1
1.1.1 常用机械工程材料简介	1
1.1.2 金属材料性能	8
1.2 常用热处理方法	11
1.2.1 概述	11
1.2.2 整体热处理	12
1.2.3 表面热处理	13
1.2.4 常用的热处理设备	15
思考题	17
第2章 铸造	18
2.1 概述	18
2.2 砂型铸造造型材料及工艺装备	19
2.2.1 型砂的组成	19
2.2.2 型砂的性能	19
2.2.3 型砂和芯砂的制备	20
2.2.4 铸型的组成	20
2.2.5 型芯的作用	21
2.2.6 浇冒口系统	21
2.2.7 模样和芯盒的制造	21
2.3 手工砂型造型	22
2.3.1 分型面的选择	22
2.3.2 常用手工造型工具	23
2.3.3 造型方法	23
2.3.4 制芯	27
2.4 铸造合金的熔炼	28
2.4.1 铸造合金的种类	28
2.4.2 铸造合金的熔炼设备	28
2.5 铸件的落砂、清理及缺陷分析	29
思考题	31
第3章 锻压	32
3.1 概述	32
3.1.1 锻压的概念	32
3.1.2 锻造对零件力学性能的影响	32
3.2 金属的加热与锻件的冷却及热处理	33
3.2.1 金属的加热	33

3.2.2 锻件的冷却	34
3.2.3 锻件的热处理	35
3.3 自由锻	35
3.3.1 自由锻的设备与工具	35
3.3.2 自由锻的特点	36
3.3.3 自由锻的基本工序	36
3.4 模锻	40
3.5 板料冲压	42
思考题	44
第4章 焊接	45
4.1 概述	45
4.2 焊条电弧焊	46
4.2.1 焊条电弧焊基本知识	46
4.2.2 焊条	48
4.2.3 焊条电弧焊操作技术	49
4.3 气焊与气割	52
4.3.1 气焊	52
4.3.2 气割	54
4.4 气体保护电弧焊	55
4.4.1 氩弧焊	55
4.4.2 二氧化碳气体保护焊	58
思考题	60
第5章 切削加工基础知识	61
5.1 切削的概念	61
5.1.1 切削运动	61
5.1.2 切削用量三要素	62
5.2 机械加工零件的技术要求	62
5.2.1 加工精度	62
5.2.2 表面质量	63
5.3 常用量具	64
5.3.1 钢直尺	64
5.3.2 卡钳	65
5.3.3 游标读数量具	65
5.3.4 螺旋测微量具	67
5.3.5 指示式量具	69
思考题	70
第6章 车削加工	71
6.1 概述	71
6.2 车床	72
6.2.1 车床的型号	72
6.2.2 车床的组成	73
6.2.3 卧式车床的传动系统	74

6.3 工件的安装及所用附件	75
6.3.1 自定心卡盘	75
6.3.2 单动卡盘	75
6.3.3 顶尖	76
6.3.4 中心架和跟刀架	77
6.3.5 心轴	78
6.3.6 花盘	78
6.4 车刀及车刀安装	79
6.4.1 车刀的种类及结构	79
6.4.2 车刀的切削角度	81
6.4.3 车刀的刃磨	82
6.4.4 车刀的安装	83
6.5 车床操作	83
6.5.1 刻度盘原理及应用	83
6.5.2 车削步骤	84
6.5.3 粗车与精车	85
6.5.4 车削外圆	85
6.5.5 车削端面	85
6.5.6 车削台阶	86
6.5.7 钻孔与车孔	87
6.5.8 车槽与切断	89
6.5.9 车削锥面	90
6.5.10 车削成形面	91
6.5.11 滚花	92
6.5.12 车螺纹	92
思考题	94
第7章 铣削加工	95
7.1 铣削概述	95
7.1.1 铣削运动及其加工范围	95
7.1.2 铣削加工的工艺特点	95
7.1.3 铣削用量	95
7.1.4 铣床及其附件	97
7.2 铣刀	100
7.2.1 铣刀的基础知识	100
7.2.2 铣刀的种类	100
7.2.3 铣刀的安装	102
7.2.4 铣刀的合理使用	103
7.3 铣削方法	103
7.3.1 铣削层要素	103
7.3.2 周铣	104
7.3.3 端铣	105
7.3.4 铣平面	105
7.3.5 铣沟槽	106

7.3.6 铣斜面	107
7.3.7 铣齿轮	107
思考题	108
第8章 磨削加工	109
8.1 概述	109
8.2 磨床及其组成	110
8.2.1 外圆磨床	111
8.2.2 内圆磨床	112
8.2.3 平面磨床	112
8.2.4 无心外圆磨床	113
8.3 砂轮	114
8.3.1 砂轮的特性及代号	114
8.3.2 砂轮的检查、安装、平衡及修整	116
8.4 磨削加工方法	116
8.4.1 外圆磨削	116
8.4.2 内圆磨削	117
8.4.3 平面磨削	117
8.4.4 外圆锥面磨削	118
思考题	119
第9章 钳工	120
9.1 概述	120
9.1.1 钳工的工作内容	120
9.1.2 钳工的分类	120
9.1.3 钳工的特点	120
9.1.4 钳工常用设备	120
9.1.5 钳工常用工量具	121
9.2 划线	121
9.2.1 划线的目的和分类	121
9.2.2 划线工具	122
9.2.3 划线基准及其选择	125
9.2.4 划线方法	125
9.3 锯削	126
9.3.1 锯削工具	126
9.3.2 锯削方法	127
9.3.3 锯削的注意事项	128
9.4 锉削	129
9.4.1 锉刀及其选用	129
9.4.2 锉削方法	131
9.4.3 锉削的注意事项	133
9.5 钻孔、扩孔、铰孔与铰孔	134
9.5.1 钻孔	134
9.5.2 扩孔、铰孔与铰孔	138
9.5.3 钻孔、扩孔、铰孔与铰孔的注意事项	139

9.6 攻螺纹与套螺纹	140
9.6.1 攻螺纹	140
9.6.2 套螺纹	141
9.6.3 攻螺纹与套螺纹的注意事项	142
9.7 装配	142
9.7.1 装配的基本概念	142
9.7.2 装配工艺和组织形式	142
9.7.3 装配的基本原则	143
9.7.4 装配方法	144
9.7.5 基本零件的装配	144
9.7.6 典型机构的装配	146
9.7.7 拆、卸机器的基本要求	146
思考题	147
第10章 电工基础知识	148
10.1 安全用电	148
10.1.1 电流对人体的危害	148
10.1.2 防止触电的技术措施	148
10.1.3 电气安全工作要求与措施	149
10.1.4 电气防火	149
10.1.5 静电、雷电、电磁危害的防护措施	150
10.1.6 触电急救程序及电气火灾扑救方法	150
10.2 常用电工工具及仪表	152
10.2.1 常用电工工具	152
10.2.2 常用电工仪表	155
10.3 室内照明配线	156
10.3.1 室内照明概述	156
10.3.2 室内照明灯具和附加元件	157
10.3.3 室内照明控制电路	159
10.3.4 室内照明系统安装工艺	161
10.4 低压电器及控制回路	162
10.4.1 常用低压电器元件的规格性能	162
10.4.2 三相异步电动机可逆起动电路原理图	163
10.4.3 配线工艺要求	166
10.5 异步电动机检修	166
10.5.1 异步电动机概述	166
10.5.2 异步电动机的工作原理	167
10.5.3 异步电动机的结构	167
10.5.4 异步电动机的拆卸与组装	168
10.5.5 异步电动机交流绕组的基本概念	169
10.5.6 定子绕组的制作	170
10.5.7 三相绕组的连接及首末端判断	170
10.6 低压动力盘及配电变压器	172
10.6.1 低压动力盘概述	172

10.6.2 低压动力盘的结构	172
10.6.3 低压动力盘电器元件的安装与调试	175
10.6.4 低压动力盘配线工艺	176
10.6.5 配电变压器	178
10.7 二次回路	180
10.7.1 二次回路中的继电器	181
10.7.2 二次回路的基本工作原理	182
10.7.3 二次回路配线的工艺要求	186
10.8 高压开关检修	187
10.8.1 高压断路器的基本知识	187
10.8.2 户内少油断路器	189
10.8.3 真空断路器	192
10.8.4 高压断路器的操动机构	193
思考题	196
参考文献	197

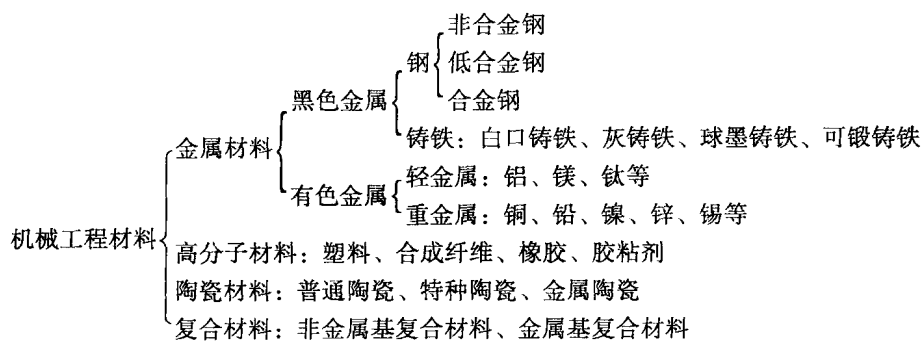
第 1 章 工程材料及金属热处理

1.1 机械工程材料概述

材料是人类一切生产和生活活动的物质基础。机械工程材料是指用于制造工程构件、机械零件和工具的材料。按材料的化学成分、结合键的特点，机械工程材料大体可分为金属材料、高分子材料、陶瓷材料和复合材料四大类。

1.1.1 常用机械工程材料简介

1. 常用机械工程材料分类



2. 常用金属材料简介

金属及其合金分为黑色金属和有色金属两大类。黑色金属是指铁和铁基合金（钢、铸铁和铁合金）；有色金属是指除黑色金属以外的所有金属及其合金。

（1）黑色金属 黑色金属根据含碳量不同分为钢和铸铁两大类：碳的质量分数小于 2.11% 的铁碳合金为钢，碳的质量分数大于 2.11% 的铁碳合金为铸铁。

1) 钢的分类。

①钢按化学成分可分为非合金钢、低合金钢和合金钢。非合金钢、低合金钢和合金钢合金元素规定含量界限值见表 1-1。因为海关关税的目的而区分非合金钢、低合金钢和合金钢时，除非合同或订单中另有协议，表 1-1 中 Bi、Pb、Se、Te、La 系和其他规定元素（S、P、C 和 N 除外）的规定界限值可不予考虑。

表 1-1 非合金钢、低合金钢和合金钢合金元素规定含量界限值

合金元素	合金元素规定含量界限值(质量分数,%)		
	非合金钢	低合金钢	合金钢
Al	<0.10	—	≤0.10
B	<0.0005	—	≤0.0005

(续)

合金元素	合金元素规定含量界限值(质量分数,%)		
	非合金钢	低合金钢	合金钢
Bi	<0.10	—	≤0.10
Cr	<0.30	0.3 ~ <0.5	≤0.50
Co	<0.10	—	≤0.10
Cu	<0.10	0.10 ~ <0.50	≤0.50
Mn	<1.00	1.00 ~ <1.40	≤1.40
Mo	<0.05	0.05 ~ <0.10	≤0.10
Ni	<0.30	0.30 ~ <0.50	≤0.50
Nb	<0.02	0.02 ~ <0.06	≤0.06
Pb	<0.40	—	≤0.40
Se	<0.10	—	≤0.10
Si	<0.50	0.50 ~ <0.90	≤0.90
Te	<0.10	—	≤0.10
Ti	<0.05	0.05 ~ <0.13	≤0.13
W	<0.10	—	≤0.10
V	<0.04	0.04 ~ <0.12	≤0.12
Zr	<0.05	0.05 ~ <0.12	≤0.12
La系(每一种元素)	<0.02	0.02 ~ <0.05	≤0.05
其他规定元素 (S、P、C、N除外)	<0.05	—	≤0.05

注：1. La系元素含量，也可作为混合稀土含量总量。

2. 表中“—”表示不规定，不作为划分依据。

当标准、技术条件或订货单对钢的熔炼分析化学成分规定最小值或范围时，应以最小值作为规定含量进行分类。当标准、技术条件或订货单对钢的熔炼分析化学成分规定最大值时，应以最大值的0.7倍作为规定含量进行分类。在没有标准、技术条件或订货合同规定钢的化学成分时，应按生产厂报出的熔炼分析值作为规定含量进行分类。当Cr、Cu、Mo、Ni四种元素，其中有两种、三种或四种元素同时有规定时，对于低合金钢，应同时考虑这些元素中每种元素的规定含量；所有这些规定含量的总和，应不大于表1-1中规定的两种、三种或四种元素中每种元素最高界限总和的70%。如果这些元素的规定含量总和大于表1-1中规定的元素中每种元素最高界限值总和的70%，即使这些元素每种元素的规定含量低于规定的最高界限值，也应划入合金钢。

②钢按主要质量等级和主要性能或使用特性分类。

a. 非合金钢按主要质量等级可以分为普通质量非合金钢、优质非合金钢、特殊质量非合金钢。

(a) 普通质量非合金钢是指生产过程中不规定需要特别控制质量的钢。同时满足以下四种条件的钢为普通质量非合金钢。

a) 钢为非合金化的（符合表 1-1 对非合金钢合金元素规定含量界限值的规定）。

b) 不规定热处理（退火、正火、消除应力及软化处理不作为热处理对待）。

c) 如产品标准或技术条件中有规定，其特性值应符合下列条件：碳的质量分数最高值 $\geq 0.10\%$ ；硫或磷的质量分数最高值 $\geq 0.040\%$ ；氮的质量分数最高值 $\geq 0.007\%$ ；抗拉强度最低值 $\leq 690\text{MPa}$ ；屈服强度最低值 $\leq 360\text{MPa}$ ；断后伸长率最低值 $(L_0 = 5.56 \sqrt{S_0}) \leq 33\%$ ；弯心直径最低值 ≥ 0.5 倍的试件厚度；冲击吸收能量最低值（ 20°C ，V 型，纵向标准试样） $\leq 27\text{J}$ ；洛氏硬度最高值 $\geq 60\text{HRB}$ 。

d) 未规定其他质量要求。典型的普通质量非合金钢主要有：普通质量低碳结构钢板和钢带、碳素结构钢、碳素钢筋钢、铁道用钢、一般工程用不进行热处理的普通质量碳素钢、锚链用钢、普通碳素钢条钢、一般用途低碳钢丝、热轧花纹钢板及钢带、栅栏用钢丝等。

(b) 优质非合金钢是指在生产过程中需要特别控制质量（例如控制晶粒度，降低硫、磷含量，改善表面质量或增加工艺控制等），以达到比普通质量非合金钢特殊的质量要求（例如良好的抗脆断性能，良好的冷成形性等），但这种钢的生产控制和质量要求不如特殊质量非合金钢严格（如不控制淬透性）。

典型的优质非合金钢主要有：冲压薄板低碳钢、锅炉与压力容器用钢、一些造船用钢、铁道用钢、桥梁与汽车用钢等。

(c) 特殊质量非合金钢是指在生产过程中需特别严格控制化学成分和特定的制造及工艺条件，以改善综合性能，并使性能严格控制在极限范围内的非合金钢。符合下列条件之一的钢为特殊质量非合金钢。

a) 钢材要经过热处理并至少具有下列一种特殊要求的非合金钢（包括易切削钢和工具钢）。要求淬火和回火或模拟表面硬化状态下的冲击性能；要求淬火或淬火和回火后的淬硬层深度或表面硬度；要求限制表面缺陷，比对冷镦和冷挤压用钢的规定更严格；要求限制非金属夹杂物含量和（或）要求内部材质均匀性。

b) 钢材不进行热处理并至少应具有下述一种要求的非合金钢：要求限制非金属夹杂物含量和（或）内部材质均匀性，例如钢板抗层状撕裂性能；要求限制硫和（或）磷的质量分数的最高值，并符合熔炼分析值 $\leq 0.020\%$ 、成品分析值 $\leq 0.025\%$ ；要求残余元素的含量并限制 Cu 熔炼分析最高质量分数 $\leq 0.10\%$ 、Co 熔炼分析最高质量分数 $\leq 0.05\%$ 、V 熔炼分析最高质量分数 $\leq 0.05\%$ ；表面质量的要求比 GB/T 6478—2001《冷镦和冷挤压用钢》的规定更严格。

c) 具有规定的电导性能（不小于 9S/m ）或具有规定的磁性能（对于只规定最大比总损耗和最小磁化强度而不规定磁导率的磁性薄板和带除外）的钢。

典型的特殊质量非合金钢主要有：优质碳素结构钢、保证淬透性钢、航空用钢、兵器用钢等。

b. 非合金钢按其主要性能或使用特性分类如下：

(a) 以规定最高强度（或硬度）为主要特性的非合金钢，例如冷成形用薄钢板。

(b) 以规定最低强度为主要特性的非合金钢，例如造船、压力容器、管道等用的结构钢。

(c) 以限制碳含量为主要特性的非合金钢（但下述 d、e 项包括的钢除外），例如线材、调质用钢。

(d) 非合金易切削钢, 钢中硫的质量分数最低值、熔炼分析值不小于 0.070%, 并(或) 加入 Pb、Bi、Te、Se、Sn、Ca 或 P 等元素。

(e) 非合金工具钢。

(f) 具有专门规定磁性或电性能的非合金钢, 例如电磁纯铁。

(g) 其他非合金钢, 例如原料纯铁等。

c. 低合金钢按主要质量等级分为普通质量低合金钢、优质低合金钢和特殊质量低合金钢。

(a) 普通质量低合金钢是指不规定生产过程中需要特别控制质量要求的, 供作一般用途的低合金钢。同时满足下列条件的钢为普通质量低合金钢。

a) 合金含量较低(符合表 1-1 对低合金钢的合金元素规定含量界限值规定)。

b) 不规定热处理(退火、正火、消除应力及软化处理不作为热处理对待)。

c) 如产品标准或技术文件中有规定, 其特性值应符合下列条件: 硫或磷的质量分数最高值 $\geq 0.040\%$; 抗拉强度最低值 $\leq 690\text{MPa}$; 屈服强度最低值 $\leq 360\text{MPa}$; 断后伸长率最低值 $\leq 26\%$; 弯心直径最低值 ≥ 2 倍的试件厚度; 冲击吸收能量最低值 (20°C , V 型, 纵向标准试样) $\leq 27\text{J}$ 。

d) 未规定其他质量要求。

典型的普通质量低合金钢主要有: 一般用途低合金结构钢、一般低合金钢筋钢、低合金轻轨钢、矿用低合金钢、热轧钢等。

(b) 优质低合金钢是指在生产过程中需要特别控制质量(例如控制晶粒度, 降低硫、磷含量, 改善表面质量或增加工艺控制等), 以达到比普通质量低合金钢特殊的质量要求(例如良好的抗脆断性能, 良好的冷成形性等), 但这种钢的生产控制和质量要求不如特殊质量低合金钢严格。除普通质量低合金钢和特殊质量低合金钢以外的低合金钢为优质低合金钢。

典型的优质低合金钢主要有: 一般用途低合金结构钢、锅炉和压力容器用低合金钢、汽车用低合金钢、桥梁用低合金钢、输送管线用低合金钢、锚链用低合金钢等。

(c) 特殊质量低合金钢是指在生产过程中需要严格控制质量和性能(特别是严格控制硫、磷等杂质含量和纯洁度)的低合金钢。符合下列条件之一的钢为特殊质量低合金钢。

a) 规定限制非金属夹杂物含量和(或) 内部材质均匀性, 例如, 钢板抗层状撕裂性能。

b) 规定严格限制磷和(或) 硫的质量分数的最高值, 并符合熔炼分析值 $\leq 0.020\%$ 、成品分析值 $\leq 0.025\%$ 。

c) 要求残余元素的含量并限制 Cu 熔炼分析最高质量分数 $\leq 0.10\%$ 、Co 熔炼分析最高质量分数 $\leq 0.05\%$ 、V 熔炼分析最高质量分数 $\leq 0.05\%$ 。

d) 规定低温(低于 -40°C , V 型)冲击性能。

e) 可焊接的高强度钢, 规定的屈服强度最低值 $\geq 420\text{MPa}$ 。

f) 弥散强化钢, 规定碳的质量分数熔炼分析最小值不小于 0.25%; 并具有铁素体/珠光体或其他显微组织; 含有 Nb、V、Ti 等一种或多种微合金化元素。一般在热成形过程中控制轧制温度和冷却速度完成弥散强化。

g) 预应力钢。

典型的特殊质量低合金钢主要有：一般用途低合金结构钢、压力容器用低合金钢、保证厚度方向性能低合金钢等。

d. 低合金钢按其主要性能和使用特性分类如下：

a) 可焊接的低合金高强度结构钢。

b) 低合金耐候钢。

c) 低合金混凝土用钢和预应力用钢。

d) 铁道用低合金钢。

e) 矿用低合金钢。

f) 其他低合金钢，如焊接用钢。

e. 合金钢按主要质量等级分为优质合金钢和特殊质量合金钢。

(a) 优质合金钢是指在生产过程中需要特别控制质量和性能（如韧性、晶粒度或成形性）的钢，但其生产控制和质量要求不如特殊质量结构钢严格的合金钢。优质合金钢主要有：一般工程用合金钢，如钢板桩用合金钢 GB/T 20933—2007 中的 Q420bz，矿用合金钢 GB/T 10560—2008 中的牌号（20Mn2A、20MnV、25MnV 除外）等；合金钢筋钢，如 GB/T 20065—2006 中的合金钢等；电工用合金钢，主要含有硅或硅和铝等合金元素，但无磁导率的要求；铁道用合金钢，如 GB/T 11264—2012 中的 30CuCr；凿岩、钻探用合金钢，如 GB/T 1301—2006 中的合金钢；硫、磷的质量分数大于 0.035% 的耐磨钢，如 GB/T 5680—2010 规定的高锰铸钢。

(b) 特殊质量合金钢是指需要严格控制化学成分和特定的制造及工艺条件，以保证改善综合性能，并使性能控制在极限范围内。除优质合金钢以外的所有合金钢都为特殊质量合金钢。

f. 合金钢按其主要性能和使用特性分类如下。

a) 工程结构用合金钢，包括一般工程用合金钢、供冷成形用的热轧或冷轧扁平产品用合金钢（压力容器用钢、汽车用钢和输送管线用钢）、预应力用合金钢、矿用合金钢、高锰耐磨钢等。

b) 机械结构用合金钢，包括调质处理合金结构钢、表面硬化合金结构钢、冷塑性成形（冷顶锻、冷挤压）合金结构钢、合金弹簧钢等，但不锈钢、耐蚀钢和耐热钢，轴承钢除外。

c) 不锈钢、耐蚀钢和耐热钢，包括不锈钢、耐酸钢、抗氧化钢和热强钢等，按其金相组织可分为马氏体型钢、铁素体型钢、奥氏体型钢、奥氏体-铁素体型钢、沉淀硬化型钢等。

d) 工具钢，包括合金工具钢、高速工具钢。合金工具钢分为量具刃具用钢、耐冲击工具用钢、冷作模具用钢、热作模具用钢、无磁模具用钢、塑料模具钢等；高速工具钢分为钨钼系高速工具钢、钨系高速工具钢、钴系高速工具钢等。

e) 轴承钢，包括高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、不锈轴承钢、高温轴承钢等。

f) 特殊性能钢，包括软磁钢、永磁钢、无磁钢及高电阻钢和合金等。

g) 其他，焊接用合金钢等。

2) 铸铁的分类。铸铁中硅、锰、硫、磷等杂质比钢多，抗拉强度、塑性、韧度等力学性能不如钢好，但容易铸造，减振性能好，易切削加工，且价格便宜。根据碳在铸铁中存在形态不同，通常可将铸铁分为白口铸铁、灰铸铁、球墨铸铁及可锻铸铁等。

①白口铸铁中的碳绝大多数以 Fe_3C 的形式存在,断口呈亮白色。白口铸铁硬度高、脆性大,很难进行切削加工,主要用于作为炼钢原料或者制作可锻铸铁的毛坯。

②灰铸铁中的碳大部分以片状石墨形式存在。灰铸铁断口呈现暗灰色,其硬度和强度较低,但抗震性能好,易切削,是铸造中用得最多的铸铁。

③球墨铸铁中的碳以球状石墨存在。球墨铸铁强度较高,塑性和韧度较好,用于制造受力复杂、载荷大的机件。

④可锻铸铁中的碳以团絮状石墨存在。可锻铸铁的强度和塑性较高,但实际并不能锻造,用于铸造要求强度较高的铸件。

(2) 有色金属及其合金 工业上把钢铁以外的金属称为有色金属。有色金属及合金具有钢铁材料所没有的许多特殊的力学、物理和化学性能,是现代工业不可缺少的金属材料。常用的有色金属有铝及其合金、铜及其合金等。

1) 铝及铝合金。

①纯铝的密度小 ($2.7\text{g}/\text{cm}^3$),导电、导热性仅次于银和铜,在大气中有良好的耐蚀性,强度和硬度低,塑性好。工业纯铝(如 1060、1035 等)主要用于制造电缆和日用器皿等。铝与硅、铜、镁、锰等元素组成的铝合金,强度较高。铝合金分变形铝合金和铸造铝合金。

②变形铝合金的塑性好,常制成板材、管材等型材,用于制造蒙皮、油箱、铆钉和飞机构件等。按主要性能特点和用途,变形铝合金又可分为防锈铝(如 5A05)、硬铝(如 2A11)、超硬铝(如 7A04)和锻铝(如 2A70)。

③铸造铝合金(如 ZA1Si12)的铸造性好,一般用于制造形状复杂及有一定力学性能要求的零件,如仪表壳体、内燃机气缸、活塞、泵体等。

2) 铜及铜合金

①纯铜具有优良的导电性、导热性和耐蚀性。纯铜的强度低、塑性好,工业上加工纯铜(如 T2、T3 等)主要用于制造电缆、油管等,很少用于制造机械零件。

②黄铜是以锌为主要合金元素的铜合金。加入适量的锌,能提高铜的强度、塑性和耐蚀性。只加锌的铜合金为普通黄铜(如 H62、H70);若在其中再加适量的铅、锰、锡、硅、铝元素可形成特殊黄铜(如 HPb59-1、HMn58-2 等),能进一步提高其力学性能、耐蚀性和可加工性;还有用于铸造的铸造黄铜(如 ZCuZn38)。黄铜主要用于制造弹簧、衬套及耐蚀零件等。

③青铜原指铜锡合金,现把以铝、硅、铅等为主要合金元素的铜合金也称为青铜。青铜按主加元素的不同分为锡青铜(如 QSn4-3)、铝青铜(如 QAl5)、铍青铜(如 QBe2)及用于铸造的铸造锡青铜(如 ZCuSn10Pb1)等。青铜的耐磨及减摩性好、耐蚀性好,主要用于制造轴瓦、蜗轮及要求减摩、耐蚀的零件等。

3. 高分子材料

高分子材料又称聚合物,是由相对分子质量很大的大分子组成的,其主要原料是石油化工产品。按其性能用途和使用状态,又分为塑料、橡胶、合成纤维和胶粘剂等类型。

(1) 塑料 塑料是以合成树脂为基础,加入各种添加剂(如增塑剂、润滑剂、稳定剂、填充剂等)制成的高分子材料。塑料具有密度低、耐蚀性好、绝缘、绝热、隔音性好、减摩耐磨性好、价格低、成型方便等优点。因此被广泛用于包装、日用消费品、农业、交通、运输、航空、电子、化工、通信、机械、建筑材料等领域。塑料的缺点是强度及硬度低、耐

热性差。

塑料有多种分类方法。

1) 按热性能可分为热塑性塑料和热固性塑料两种。

①热塑性塑料。典型品种有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、尼龙、ABS 塑料、聚甲醛、聚砒、有机玻璃等。这类塑料的特点是易于加工成型，可反复使用，强度较高，但耐热性和刚度较低。

②热固性塑料。典型的品种有环氧树脂、酚醛树脂、氨基树脂、不饱和聚酯树脂等。这类塑料的特点是具有较高的耐热性和刚度，但脆性大，不能反复成型与再生使用。

2) 按用途可分为通用塑料、工程塑料和特种塑料三种。

①通用塑料。通用塑料产量大、用途广、价格低，主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料六大品种。

②工程塑料。工程塑料具有较好的力学性能，用作工程结构材料的塑料，常用的有 ABS 塑料、聚酰胺、聚甲醛、聚四氟乙烯等。

③特种塑料。特种塑料是指耐热或具有特殊性能和用途的塑料，品种有氟塑料、有机硅树脂、环氧树脂、离子交换树脂等。

(2) 橡胶 橡胶是在室温下处于高弹态的高分子材料。工业使用的橡胶是在生橡胶（天然或合成的）中加入各种配合剂经硫化后制成的。橡胶的最大特点是弹性好，具有良好的吸振性、电绝缘性、耐磨性和化学稳定性。

橡胶分天然橡胶和合成橡胶。天然橡胶有很好的综合性能，广泛用于制造轮胎、胶带、胶管等。合成橡胶种类很多，常用的有丁苯橡胶、顺丁橡胶和氯丁橡胶等，用于制造机械中的密封圈、减振器、电线包皮、轮胎、胶带等。特种橡胶有乙丙橡胶、硅橡胶、氟橡胶、聚氨酯橡胶等。

4. 陶瓷材料

陶瓷材料包括整个硅酸盐材料和氧化物材料，是无机非金属材料的总称。陶瓷具有高硬度、高耐磨性、高熔点、高化学稳定性、高抗压强度等优点，但其脆性高，抗拉强度低，成形和加工都较困难。

陶瓷分普通陶瓷、特种陶瓷和金属陶瓷。普通陶瓷是由粘土、长石、石英等天然原料，经粉碎、成形和烧结制成制品，主要用于建筑工程、一般电气工业、生活用品及艺术品等。特种陶瓷是为满足工程上的特殊需要，使用人工提炼的、纯度较高的化合物制成的陶瓷，如高温陶瓷、电容器陶瓷、磁性陶瓷、压电陶瓷等。金属陶瓷是金属粉末与陶瓷粉末的烧结材料，主要用于工具、模具等。

5. 复合材料

复合材料是指由两种或两种以上性质不同的物质组成的人工合成材料。复合材料既保留了组成材料各自的优点，又得到了单一材料无法具备的优良综合性能，其突出特点是质量小、综合力学性能好，是人们按照性能要求而设计的一种新型材料。

组成复合材料的物质可分两类：一类为基体材料，起粘结剂的作用；另一类是增强材料，起提高强度和韧度的作用。

按增强材料形态的不同，复合材料分为纤维复合、层叠复合、颗粒复合三种类型。

按基体材料的不同，复合材料可分为聚合物基复合、金属基复合、无机非金属基复合三