

标准新 数据准 品种全

新编中外 金属材料手册

宋小龙 安继儒 主编

XINBIAN ZHONGWAI
JINSHU CAILIAO SHOUCHE



化学工业出版社

新编中外 金属材料手册

宋小龙 安继儒 主编

XINBIAN ZHONGWAI
JINSHU CAILIAO SHOUCHE

藏书



化学工业出版社

·北京·

本手册收录了中国、欧洲、美国、英国、德国、法国、日本、国际标准化组织等国家和组织中有关金属材料的最新数据。以表格形式为主，详细列出了金属牌号的表示方法、中外牌号对照，各种金属及合金的牌号、化学成分、力学性能、特性、用途以及品种、规格、尺寸、重量与热处理数据等资料。

本手册标准新、数据准、品种全、对照准确、查阅方便，是从事金属材料设计、生产、选用和贸易等工作人员常用的案头工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

新编中外金属材料手册/宋小龙, 安继儒主编. —北京: 化学工业出版社, 2007. 8
ISBN 978-7-122-00968-5

I. 新… II. ①宋…②安… III. 金属材料-世界-手册 IV. TG14-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 122081 号

责任编辑: 丁尚林 邢 涛
责任校对: 陶燕华

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 91 $\frac{1}{4}$ 字数 2322 千字 2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 198.00 元

版权所有 违者必究

编委会成员

顾 问：李鹤林 中国工程院院士
傅恒志 中国工程院院士
孙 军 西安交通大学材料科学与工程学院院长
金属材料强度国家重点实验室主任

主 任：刘 黎

委 员（以姓氏笔画排序）

丁春华	于 光	王 飞	左 宏	田玉民	田龙刚
仝明信	朱杰武	朱晓东	朱蕊花	乔冠军	刘 黎
刘宗耀	刘耀恒	江 峰	安 江	安继儒	孙巧艳
李新德	宋小龙	陈东宁	周根树	周善林	段明亮
徐长根	郭朝维	韩 燕	潘希德	戴继明	

主 编：宋小龙 安继儒

副主编：刘耀恒 李新德 田龙刚 刘宗耀

前 言

材料是人类赖以生存的物质基础，是现代工业、农业、国防及科学技术发展的先决条件。材料和工艺往往成为新技术及新产品生产成败的关键，直接影响到产品的性能和寿命。金属材料品种规格繁多，性能用途各异，在机械、建筑、工程建设等行业应用非常普遍，材料手册是各类工程技术人员必备的工具书。

工程技术人员在产品设计中首先遇到的就是材料牌号问题，材料牌号对照在全世界范围来说都是一个很棘手的难题，由于各国工业基础、质量体系不同，表示方法也不相同，因而出现了牌号对照、近似对照、相近对照等问题。材料牌号是某种用途材料的代表符号，根据牌号才能查到其标准、成分、性能等内容。从国外引进先进技术及产品，实现国产化，首要问题就是牌号对照。本手册编入了中国、美国、英国、德国、法国、日本、国际标准化组织（ISO）、欧洲标准化委员会（CEN）等国家和组织的最新标准中的钢铁材料、有色金属材料及高温合金等，涉及标准近 1200 项；内容包括材料牌号表示方法、中外牌号对照、化学成分、力学性能、物理性能、产品规格、热处理数据、单位换算等。本手册是一本标准新、数据全、对照准确、查找方便的大型工具书，可供相关专业技术人员及有关部门的业务人员参考使用。

本手册在编写中得到了西安交通大学、长安大学、西安建筑科技大学及陕西省标准化研究院的支持，得到了中国标准化研究院赵楠院长的指导帮助，在此深表感谢。

由于编者水平及资料收集所限，本手册难免有不尽完善之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

2008 年 1 月于西安

目 录

第 1 章 金属材料基本知识	1
1.1 金属材料名词解释	1
1.1.1 黑色金属材料	1
1.1.2 有色金属材料	12
1.2 金属材料常用性能名词术语	16
1.2.1 力学性能	16
1.2.2 物理性能	19
1.2.3 化学性能	21
1.3 合金元素及其在合金中的作用	22
1.3.1 合金元素在钢中的作用	22
1.3.2 合金元素在铝合金中的作用	26
1.4 金属热处理工艺名词术语	28
1.5 怎样识别和使用现行标准	30
1.5.1 ISO (国际标准化组织)	30
1.5.2 IEC (国际电工委员会)	31
1.5.3 欧洲标准化委员会 (CEN) 标准	31
1.5.4 美国标准	31
1.5.5 DIN (德国标准)	32
1.5.6 BS (英国标准)	32
1.5.7 JIS (日本工业标准)	32
1.5.8 NF (法国标准)	32
1.6 金属材料的选用原则	33
1.7 切削工具材料的选择	34
1.8 金属材料常用标准名词术语	36
1.9 钢材缺陷术语	39
1.10 金属材料的保管	42
第 2 章 中外金属材料牌号的表示方法	44
2.1 中国国家、行业以及企业、工厂标准代号	44
2.1.1 中国国家、行业标准代号	44
2.1.2 中国部分冶金企业、工厂标准代号	45
2.2 外国国家标准名称及代号	46
2.3 国外各国家、部 (协会) 标准代号	48
2.4 国际标准、区域性标准和制定机构的名称及代号	53
2.5 国外企业厂商代号及名称	54
2.6 黑色金属材料中外牌号的表示方法	55
2.6.1 中国国家标准 (GB) 钢铁产品牌号的表示方法	55
(1) 钢铁产品牌号表示方法	55
(2) 铸造材料热处理名称及代号表示方法	65
2.6.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 钢铁产品牌号的表示方法	67
(1) 钢铁产品的牌号表示方法	67
(2) 钢产品的状态代号表示方法	75
2.6.3 美国 (SAE) 钢铁产品牌号的表示方法	76
2.6.4 英国国家标准 (BS) 钢铁产品牌号的表示方法	83
2.6.5 法国国家标准 (NF) 钢铁产品牌号的表示方法	89
2.6.6 德国工业标准 (DIN) 钢铁产品牌号的表示方法	95
2.6.7 日本工业标准 (JIS) 钢铁产品牌号的表示方法	101
2.6.8 国际标准化组织 (ISO) 钢铁产品牌号的表示方法	113
2.7 有色金属材料中外牌号的表示方法	116
2.7.1 中国国家标准 (GB) 有色金属及其合金产品牌号的表示方法	116
(1) 原标准规定	116
(2) 新标准规定	117
2.7.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 有色金属及其合金牌号的表示方法	127
(1) 有色金属的牌号表示方法	128
(2) 有色金属状态代号的表示方法	132
2.7.3 美国有色金属及其合金产品牌号的表示方法	132
2.7.4 英国国家标准 (BS) 有色金属及其合金产品牌号的表示方法	138
2.7.5 法国国家标准 (NF) 有色金属及其合金产品牌号的表示方法	140
(1) 铜、镍及其合金状态代号	143
(2) 变形铝及铝合金状态代号	144
(3) 镁及镁合金状态代号	149
(4) 铸造有色金属及合金的交货状态代号	150
2.7.6 德国工业标准 (DIN) 有色金属及其合金产品牌号的表示方法	151

2.7.7 日本工业标准 (JIS) 有色金属及其合金产品牌号的表示方法	156	(2) 铜及铜合金状态代号的表示方法	167
2.7.8 国际标准化组织 (ISO) 有色金属及其合金产品牌号的表示方法	164	(3) 铝、镁及其合金状态代号的表示方法 (ISO 2107 规定的状态代号)	168
(1) 加工用铝及铝合金数字代号表示方法	164	(4) 铝及铝合金产品的另一种状态代号 (美国的状态代号)	169
第 3 章 各国材料牌号对照	171		
3.1 金属材料牌号对照及其代用的基本原则	171	3.2 各国材料牌号对照表	173
(1) 根据化学成分对照	171	3.2.1 黑色金属材料牌号对照表	173
(2) 根据力学性能对照	171	(1) 各国黑色金属材料牌号对照	173
(3) 根据化学成分和力学性能对照	172	(2) 德国与其他国家碳素钢、合金钢牌号对照	208
(4) 根据使用条件选择代用材料	172	(3) 法国与其他国家牌号对照	212
(5) 根据工艺要求, 考虑、选择适合的牌号	172	3.2.2 有色金属材料牌号对照表	216
(6) 以优代劣	173		
第 4 章 铸铁	234		
4.1 中国铸铁	234	(3) 耐热铸铁件的使用条件与应用	239
4.1.1 灰铸铁件	234	4.1.5 蠕墨铸铁件	240
(1) 灰铸铁件牌号及力学性能	234	(1) 蠕墨铸铁件牌号和力学性能	240
(2) 灰铸铁件的硬度牌号	235	(2) 蠕墨铸铁件的使用性能及应用举例	240
(3) 硬度和抗拉强度之间的关系 (参考件)	235	4.1.6 耐磨铸铁件	240
(4) 灰铸铁件的特点及应用范围	236	(1) 中锰抗磨球墨铸铁件及合金耐磨铸铁件	240
4.1.2 球墨铸铁件	236	(2) 抗磨白口铸铁件	241
(1) 球墨铸铁件牌号和力学性能	236	(3) 冷硬铸铁件	243
(2) 球墨铸铁件的硬度牌号	237	4.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 铸铁	243
(3) 球墨铸铁件的特性及用途	237	4.3 美国铸铁	246
4.1.3 可锻铸铁件	237	4.4 英国铸铁	249
(1) 可锻铸铁件牌号和力学性能	237	4.5 法国铸铁	250
(2) 可锻铸铁件的特性及用途	238	4.6 德国铸铁	250
4.1.4 耐热铸铁件	238	4.7 日本铸铁	251
(1) 耐热铸铁件牌号和化学成分	238	4.8 国际标准化组织 (ISO) 铸铁	251
(2) 耐热铸铁件的力学性能	239		
第 5 章 铸钢	253		
5.1 中国铸钢	253	(3) 合金钢铸件	256
5.1.1 铸钢牌号和化学成分	253	(4) 高锰钢铸件	258
(1) 一般工程用铸造碳钢件	253	(5) 一般用途耐腐蚀钢铸件	258
(2) 焊接结构用碳素铸钢件	253	(6) 工程结构用中高强度不锈钢铸件	260
(3) 一般工程与结构用低合金铸钢件	253	(7) 一般用途耐热钢和合金铸件	261
(4) 合金钢铸件	254	5.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 铸钢牌号, 化学成分及力学性能	262
(5) 高锰钢铸件	254	5.3 美国铸钢	265
(6) 一般用途耐蚀钢铸件	254	5.4 英国铸钢	273
(7) 工程结构用中高强度不锈钢铸件	255	5.5 法国铸钢	274
(8) 一般用途耐热钢和合金铸件	255	5.6 德国铸钢	277
5.1.2 铸钢的力学性能、特性和应用	256	5.7 日本铸钢	279
(1) 一般工程用铸造碳钢件	256	5.8 国际标准化组织 (ISO) 铸钢	282
(2) 焊接结构用碳素铸钢件	256		

第 6 章 结构钢	283		
6.1 中国结构钢	283	6.4.1 结构钢牌号和化学成分	390
6.1.1 结构钢牌号和化学成分	283	6.4.2 结构钢的力学性能	398
6.1.2 结构钢的力学性能	296	6.5 法国结构钢	408
6.1.3 结构钢的特性与用途	314	6.5.1 结构钢牌号和化学成分	408
6.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 结构钢	323	6.5.2 结构钢的力学性能	421
6.2.1 结构钢的牌号与化学成分	323	6.6 德国结构钢	445
(1) 调质用结构钢	323	6.6.1 结构钢牌号和化学成分	445
(2) 表面硬化钢	325	6.6.2 结构钢的力学性能	454
(3) 氮化钢	326	(1) 普通结构钢	454
(4) 自由切削钢	326	(2) 渗碳钢	456
(5) 弹簧钢	326	(3) 氮化钢	457
(6) 压力容器用钢	328	(4) 易切削钢	458
(7) 管材	332	(5) 可热处理钢	459
(8) 结构钢热轧产品	337	(6) 调质钢	463
(9) 一般工程用途的敞口钢模锻件	338	(7) 滚珠轴承钢	464
6.2.2 结构钢的力学性能	340	(8) 弹簧钢	465
(1) 调质用结构钢	340	(9) 表面淬火用钢	466
(2) 表面硬化钢	341	(10) 冷挤压钢	467
(3) 氮化钢	342	(11) 低温钢	468
(4) 自由切削钢	343	(12) 可焊接细晶粒结构钢	471
(5) 淬火和回火弹簧用热轧钢	344	(13) 石油化工高压抗氢钢	472
(6) 压力容器用钢	346	(14) 高温结构钢	473
(7) 管材	352	(15) 冷压细晶粒结构钢	474
(8) 光亮钢产品	357	6.6.3 结构钢的特性及用途	475
(9) 结构钢热轧产品	365	6.7 日本结构钢	480
(10) 一般工程用途的敞口钢模锻件	367	6.7.1 结构钢牌号和化学成分	480
6.3 美国结构钢	370	6.7.2 结构钢的力学性能	485
6.3.1 结构钢牌号和化学成分	370	6.8 国际标准化组织 (ISO) 结构钢	492
6.3.2 结构钢的力学性能	376	6.8.1 结构钢牌号和化学成分	492
6.4 英国结构钢	390	6.8.2 结构钢的力学性能	496
第 7 章 工具钢	499		
7.1 中国工具钢	499	7.1.4 硬质合金	508
7.1.1 碳素工具钢	499	(1) 硬质合金代号和化学成分	508
(1) 碳素工具钢牌号、化学成分和力学性能	499	(2) 硬质合金的力学性能	508
(2) 碳素工具钢的特性及用途	499	(3) 硬质合金的用途	509
7.1.2 合金工具钢	500	7.1.5 凿岩钎杆用中空钢	510
(1) 合金工具钢牌号、化学成分和力学性能	500	7.2 欧盟标准化委员会 (CEN) 工具钢	510
(2) 合金工具钢的特性及用途	503	7.3 美国工具钢	511
7.1.3 高速工具钢	505	7.4 英国工具钢	514
(1) 高速工具钢牌号、化学成分和力学性能	505	7.5 法国工具钢	516
(2) 高速工具钢的特性及用途	507	7.6 德国工具钢	521
		7.7 日本工具钢	525
		7.8 国际标准化组织 (ISO) 工具钢	528
第 8 章 不锈钢和耐热钢	533		
8.1 中国耐热钢	533	8.1.1 不锈钢耐热钢牌号和化学成分	533

(1) 不锈钢牌号和化学成分	533	8.4.2 不锈钢的力学性能	625
(2) 耐热钢棒牌号和化学成分	536	8.4.3 航空用钢的室温力学性能	629
(3) 不锈钢冷轧钢板牌号和化学成分	537	8.5 法国不锈钢	632
(4) 不锈钢热轧钢板牌号和化学成分	540	8.5.1 不锈钢及阀门钢牌号和化学成分	632
(5) 不锈钢和耐热钢冷轧钢带牌号和化学成分	542	8.5.2 不锈钢的室温力学性能	636
(6) 耐热钢牌号和化学成分	544	8.5.3 不锈钢的高温 and 低温力学性能	644
(7) 外科植入物用不锈钢的牌号及化学成分	545	8.5.4 不锈钢的蠕变性能	650
8.1.2 不锈钢的力学性能	545	8.6 德国不锈钢	651
(1) 不锈钢的热处理制度及力学性能	545	8.6.1 不锈钢牌号和化学成分	651
(2) 不锈钢冷轧钢板的热处理制度及力学性能	549	8.6.2 不锈钢的力学性能	655
(3) 不锈钢热轧钢板的热处理制度及力学性能	552	(1) 不锈钢的热加工和热处理制度及力学性能	655
(4) 耐热钢的热处理制度及力学性能	554	(2) 阀门钢的热处理制度及力学性能	661
(5) 耐热钢板的热处理制度及力学性能	556	(3) 耐热钢的力学性能	662
(6) 不锈钢和耐热钢冷轧钢带的热处理制度及力学性能	558	(4) 耐高温钢的热处理制度及力学性能	663
(7) 外科植入物用不锈钢的力学性能	562	(5) 非磁性钢的力学性能	665
8.1.3 不锈钢的特性及用途	562	8.7 日本不锈钢	666
(1) 不锈钢的特性及用途	562	8.7.1 不锈钢牌号和化学成分	666
(2) 耐热钢的特性及用途	564	8.7.2 不锈钢的力学性能	677
8.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 不锈钢和耐热钢	565	(1) JIS G 4303 (1986) 标准规定的力学性能	677
8.2.1 不锈钢和耐热钢的牌号及化学成分	565	(2) JIS G 4304 标准规定的力学性能	679
8.2.2 不锈钢和耐热钢的力学性能	573	(3) JIS G 4305 (1981) 标准规定的力学性能	680
(1) 一般用途的薄板/板材和带材	573	(4) JIS G 4306 (1981) 标准规定的力学性能	682
(2) 一般用途的半成品, 棒材, 轧制线材和型材及光亮件不锈钢产品	577	(5) JIS G 4307 标准规定的力学性能	684
(3) 压力容器用钢板	590	(6) JIS G 4309 (1981) 标准规定的力学性能	686
(4) 压力容器用不锈钢棒材	592	(7) JIS G 4311 (1987) 标准规定的力学性能	687
(5) 一般工程用不锈钢敞口钢模锻件	594	(8) JIS H 4312 (1981) 标准规定的力学性能	688
(6) 机械弹簧钢丝及绳索用钢丝	595	(9) JIS G 4313 (1986) 标准规定的力学性能	689
(7) 管材	596	(10) JIS G 4314 (1984) 标准规定的力学性能	690
(8) 弹簧用不锈钢带材	599	(11) JIS G 4317 (1981) 标准规定的力学性能	692
(9) 耐蠕变的镍钴合金钢	599	(12) 不锈钢铸件的热处理及力学性能	692
(10) 具有特殊高/低温性能的紧固件用钢和镍合金	600	(13) 耐热钢铸件的热处理及力学性能	693
(11) 内燃机及阀门用钢及合金	602	8.8 国际标准化组织 (ISO) 不锈钢及耐腐蚀钢	693
8.3 美国不锈钢	603	8.8.1 不锈钢及耐腐蚀钢牌号和化学成分	693
8.3.1 不锈钢牌号和化学成分	603	8.8.2 不锈钢及耐腐蚀钢的力学性能	698
(1) 标准不锈钢	603		
(2) 非标准不锈钢	606		
8.3.2 不锈钢的力学性能	608		
8.3.3 不锈钢的物理性能	615		
8.4 英国不锈钢	620		
8.4.1 不锈钢牌号和化学成分	620		

第9章 高温合金	703	9.1.2 高温合金牌号和化学成分	705
9.1 中国高温合金	703	9.1.3 高温合金的力学性能	724
9.1.1 高温合金牌号的表示方法	703		

9.1.4 高温合金的物理性能	731	9.4 法国高温合金	759
9.1.5 高温合金的特性及用途	739	9.4.1 高温合金牌号和化学成分	759
9.2 美国高温合金	741	9.4.2 高温合金的力学性能	760
9.2.1 高温合金牌号和化学成分	741	9.4.3 高温合金的物理性能	762
9.2.2 高温合金的力学性能	746	9.5 德国高温合金	763
9.2.3 高温合金的物理性能	749	9.5.1 高温合金牌号和化学成分	763
9.2.4 高温合金的特性及用途	752	9.5.2 高温合金的力学性能	767
9.3 英国高温合金	754	9.5.3 高温合金的物理性能	768
9.3.1 高温合金牌号和化学成分	754	9.5.4 高温合金的特性及用途	769
9.3.2 高温合金的力学性能	756	9.6 日本高温合金	769
9.3.3 高温合金的物理性能	758		

第 10 章 铝及铝合金 770

10.1 中国铝及铝合金	770	(9) 铸造铝合金的主要特性及用途	822
10.1.1 铝及铝合金牌号和化学成分	770	10.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 铝及铝合金	826
(1) 纯铝冶炼产品 (铝锭)	770	10.2.1 铝及铝合金牌号和化学成分	826
(2) 变形铝及铝合金	770	10.2.2 铝及铝合金的力学性能	834
(3) 铸造铝及铝合金	777	(1) 铝及铝合金片材、板材及带材	834
10.1.2 铝及铝合金的力学性能	782	(2) 铝及铝合金挤压杆材/棒材、管材和 型材	854
(1) 铝及铝合金挤压棒	782	(3) 铝及铝合金冷拔棒材和管材	864
(2) 导电用铝线	784	(4) 铝及铝合金箔	869
(3) 铝钛合金线	785	(5) 铝及铝合金锻坯	872
(4) 铝及铝合金铆钉线	785	(6) 电工用铝薄板材、带材和板材	873
(5) 半导体键合铝-1%硅细线丝	785	(7) 铝及铝合金冷拔丝	873
(6) 铝及铝合金热挤压无缝圆管	786	(8) 铝及铝合金锻件	876
(7) 铝及铝合金拉 (轧) 制无缝管	787	10.3 美国铝及铝合金	877
(8) 铝及铝合金轧制板材	788	10.3.1 铝及铝合金牌号和化学成分	877
(9) 铝及铝合金花纹板	796	(1) 重熔用铝锭	877
(10) 表盘及装饰用纯铝板	796	(2) 炼钢用铝锭	877
(11) 铝及铝合金波纹板	797	(3) 变形铝及铝合金	878
(12) 铝及铝合金压型板	797	(4) 美国铝业协会 (AA) 铸造铝及 铝合金	890
(13) 一般用途的铝及铝合金箔	798	10.3.2 铝及铝合金的力学性能	901
(14) 空调器散热片用素铝箔	800	(1) 美国铝业协会 (AA) 轧制或冷加工 精制棒、线材的力学性能	901
(15) 铝合金建筑型材	800	(2) 美国铝业协会 (AA) 铝合金挤压棒材、 线材、型材的力学性能	903
(16) 工业用铝及铝合金热挤压型材	800	(3) 美国铝合金铆钉及冷镦头用铝合金丝及 条材	906
(17) 铝及铝合金带材	802	(4) 铝合金在不同温度下的典型抗拉 性能	912
(18) 常用铝及铝合金加工产品的一般力学 性能	804	10.3.3 铝及铝合金的物理性能	916
10.1.3 铝及铝合金的物理性能	806	10.3.4 铝及铝合金的特性及用途	923
10.1.4 铝及铝合金的特性及用途	808	10.4 英国铝及铝合金	943
10.1.5 铸造铝合金的有关性能	815	10.4.1 铝及铝合金牌号和化学成分	943
(1) 铸造铝合金的室温力学性能	815	10.4.2 铝及铝合金的力学性能	948
(2) 铸造铝合金的高温力学性能	817	10.5 法国铝及铝合金	956
(3) 铸造铝合金的低温力学性能	817	10.5.1 铝及铝合金牌号和化学成分	956
(4) 铸造铝合金的物理性能	818	(1) 变形铝及铝合金牌号和化学成分	956
(5) 铸造铝合金的铸造工艺参数	819		
(6) 铸造铝合金的热处理种类、代号和 特点	819		
(7) 铸造铝合金的热处理工艺规范	820		
(8) 铸造铝合金的性能比较	822		

(2) 铝及铝合金常用拉制管材及制品的化学成分	958	(1) 一般用途铝及铝合金板、带材	994
(3) 铝合金带、箔材的化学成分	959	(2) 电工用铝板、带	1001
(4) 铝及铝合金及其铸件的化学成分	959	(3) 花纹板	1001
(5) 铸造纯铝牌号和化学成分	961	(4) 管材	1002
(6) 铸造铝合金牌号和化学成分	961	(5) 棒、线、型材	1004
(7) 铝及铝合金牌号的对照	961	(6) 铝及铝合金型材	1006
(8) 法国铝合金及其铸件的牌号与国际标准的牌号对照	962	(7) 铝及铝合金线材	1007
10.5.2 铝及铝合金的力学性能	963	(8) 锻件	1010
(1) 铝及铝合金板、带	963	(9) 铸造铝合金(砂型、冷硬、精密及压铸件)	1011
(2) 刚性容器用铝合金板、带	972	10.6.3 铝及铝合金的特性及用途	1014
(3) 铝及铝合金薄带和箔材	972	10.7 日本铝及铝合金	1016
(4) 铝及铝合金管材及制品	974	10.7.1 铝及铝合金牌号和化学成分	1016
(5) 铸造铝合金	983	10.7.2 铝及铝合金的力学性能	1020
(6) 铝及铝合金锻件	985	10.7.3 铝合金铸件的特性及用途	1041
10.6 德国铝及铝合金	986	10.8 国际标准化组织(ISO)铝及铝合金	1042
10.6.1 铝及铝合金牌号和化学成分	986	10.8.1 铝及铝合金牌号和化学成分	1042
(1) 重熔用铝锭	986	(1) 重熔用铝锭	1042
(2) 变形铝及铝合金	986	(2) 变形铝	1042
(3) 各类铝合金(铸造合金、金属锭、液态金属)	989	(3) 变形铝合金	1042
(4) 铝中间合金锭	991	(4) 铝及铝合金铸件与锭	1043
(5) 铸造铝合金(砂型、冷硬、精密及压铸件)	992	10.8.2 铝及铝合金的力学性能	1045
10.6.2 铝及铝合金的力学性能	994	(1) 铝及铝合金轧制产品	1045
		(2) 铝及铝合金管材	1050
		(3) 铝镁合金型材	1052

第 11 章 铜及铜合金

11.1 中国铜及铜合金	1053	(3) 棒材	1117
11.1.1 铜及铜合金牌号和化学成分	1053	(4) 铜及铜合金切削加工用杆材及空心棒	1121
11.1.2 铜及铜合金的力学性能	1053	(5) 铜及铜合金锻坯及锻件	1123
(1) 棒材	1053	(6) 线材	1126
(2) 板材	1053	(7) 一般用途的型材和扁棒材	1131
(3) 带材	1074	(8) 管材	1133
(4) 线材	1077	(9) 铜及铜合金铸件	1136
(5) 管材	1080	(10) 弹簧及连接器用带材	1139
11.1.3 铜及铜合金的物理性能	1091	(11) 建筑用薄板和带材	1141
11.1.4 铸造铜合金的特性及用途	1095	(12) 结构支架用带材	1141
11.2 欧洲标准化委员会(CEN)铜及铜合金	1097	(13) 电气产品用铜合金	1142
11.2.1 铜及铜合金的牌号及化学成分	1097	11.3 美国铜及铜合金	1146
(1) 纯铜冶炼产品	1097	11.3.1 铜及铜合金牌号和化学成分	1146
(2) 铜及铜合金加工产品	1102	11.3.2 铜及铜合金的力学性能	1155
(3) 铜及铜合金铸造产品	1108	(1) 铅黄铜板材、带材、棒材的力学性能	1155
(4) 焊接用铜及铜合金	1111	(2) 铜及铜合金棒材的力学性能	1156
11.2.2 铜及铜合金的力学性能	1112	(3) 纯铜条、棒材的力学性能	1156
(1) 一般用途的板材、薄板、带材和圆形材	1112	(4) 海军用黄铜条、棒和型材的力学性能	1156
(2) 锅炉、压力容器及蓄水器用平板、薄板材和圆形材	1117	(5) 磷青铜棒材、条材及型材的力学性能	1156

性能	1158	(6) 铜线	1202
(6) 硅青铜合金条材、棒材及型材的力学性能	1159	(7) 铸件	1202
(7) 铝青铜条、棒和型材的力学性能	1160	11.4.3 铜及铜合金的物理性能	1205
(8) 铍青铜棒、条材的力学性能	1161	11.5 法国铜及铜合金	1206
(9) 纯铜棒、条材的力学性能	1162	11.5.1 铜及铜合金牌号和化学成分	1206
(10) 铜锌合金棒材的力学性能	1162	(1) 纯铜	1206
(11) 硅青铜棒、条材的力学性能	1162	(2) 黄铜棒	1206
(12) 白铜合金棒材的力学性能	1163	(3) 加工黄铜	1207
(13) 镍白铜及锌白铜板材、薄板、带材、圆棒材的力学性能	1164	(4) 加工青铜	1208
(14) 加铅黄铜板、薄板、带及轧制棒的力学性能	1165	(5) 铜镀合金	1208
(15) 锰青铜条、棒及型材的力学性能	1166	(6) 铜铝合金	1208
(16) 铜铍钴合金条、棒材的力学性能	1166	(7) 铜镍合金	1208
(17) 铜-锌-铅合金棒材的力学性能	1167	(8) 铸造铜合金	1210
(18) 铜合金冷凝器管及热交换器用中厚板、薄板的力学性能	1167	11.5.2 铜及铜合金的力学性能	1210
(19) 铜铁合金板、薄板、带和轧制棒的力学性能	1168	(1) 铜及铜合金板、带材	1210
(20) 磷青铜板、薄板带及轧制棒的力学性能	1168	(2) 青铜轧制板、带	1211
(21) 美国铜合金管材的力学性能	1170	(3) 铜铝合金板、带	1212
(22) 美国各类铍铜合金加工产品的力学性能	1171	(4) 铜镀合金板、条、带材	1212
(23) 铍铜合金锻材和挤压材的力学性能和电性能	1174	(5) 一般用途的铜镍合金板、带	1213
(24) 连续铸造铜合金的力学性能	1175	(6) 铜镍锌合金板、带	1213
(25) 美国常用的铸造铜合金的力学性能	1176	(7) 热交换器用铜合金板	1214
(26) 铝青铜砂型铸件的力学性能	1177	(8) 航空用铜及铜合金板、带	1214
(27) 美国金属型青铜铸件的力学性能	1178	(9) 铜及铜合金管材	1214
(28) 美国几种主要铜合金砂型铸造时的铸造性能	1178	(10) 钎焊铜管	1215
11.3.3 铜及铜合金的特性及用途	1179	(11) 制冷和空调用圆铜管	1215
11.4 英国铜及铜合金	1183	(12) 热交换器用铜合金管	1216
11.4.1 铜及铜合金牌号和化学成分	1183	(13) 铜及铜合金棒、线、型材	1216
(1) 铜及铜合金加工材牌号和化学成分	1183	(14) 铅黄铜棒、线和型材	1216
(2) 纯铜的化学成分	1190	(15) 高强度黄铜棒、线和型材	1217
(3) 铜合金的化学成分	1190	(16) 铜镀合金棒、线	1217
(4) 黄铜的化学成分	1191	(17) 一般用途的磷青铜线	1218
(5) 青铜及镍铜合金的化学成分	1192	(18) 锌白铜棒、线	1218
(6) 精炼铜锭的化学成分	1192	(19) 航空结构件用铜合金棒	1218
(7) 铸造铜合金的化学成分	1193	(20) 铸造铜合金	1220
11.4.2 铜及铜合金的力学性能	1194	11.6 德国铜及铜合金	1221
(1) 纯铜的力学性能	1194	11.6.1 铜及铜合金牌号和化学成分	1221
(2) 铜合金的力学性能	1195	(1) 铜冶炼产品	1221
(3) 黄铜的力学性能	1195	(2) 加工铜及铜合金	1221
(4) 青铜及镍铜的力学性能	1196	(3) 加工黄铜	1222
(5) 铜及铜合金薄板、带和箔材的力学性能	1197	(4) 加工铜镍锌合金	1224
		(5) 加工铜镍合金	1224
		(6) 电阻材料用铜合金	1224
		(7) 铸造铜及铜合金	1224
		(8) 铜中间合金	1227
		11.6.2 铜及铜合金的力学性能	1228
		(1) 铜及铜合金板、带材	1228
		(2) 铜锌合金板、带	1228
		(3) 铜锡合金板、带	1232
		(4) 铜镍锌合金板、带	1233
		(5) 铜镍合金、铜铝合金板、带	1234

(6) 低合金化铜板、带	1235	11.7.1 铜及铜合金牌号和化学成分	1268
(7) 弹簧用铜及铜合金条材和带材和电工用铜板、带材	1236	11.7.2 铜及铜合金的力学性能	1274
(8) 热交换器用铜及铜合金管板	1240	11.7.3 铜及铜合金的特性及用途	1291
(9) 铜及铜合金管材	1241	11.8 国际标准化组织 (ISO) 铜及铜合金	1297
(10) 电工用铜管	1246	11.8.1 铜及铜合金牌号和化学成分	1297
(11) 热交换器用铜及铜合金管	1246	(1) 铜冶炼产品	1297
(12) 泵用铜管	1247	(2) 加工铜及铜合金	1297
(13) 铜及铜合金棒、线和型材	1247	(3) 加工铜锌合金	1298
(14) 电工用铜棒和型材	1253	(4) 加工铜锡合金	1300
(15) 挤压型材	1255	(5) 加工铜铝合金	1300
(16) 铜线杆	1255	(6) 加工铜镍合金	1300
(17) 铜及铜合金线	1256	(7) 加工铜镍锌合金	1301
(18) 电工用铜线	1261	(8) 特殊铜合金	1301
(19) 弹簧用铜及铜合金线	1262	(9) 铸造铜合金	1301
(20) 电阻材料用铜合金	1263	11.8.2 铜及铜合金的力学性能	1304
(21) 铸造铜合金	1264	(1) 板材和带材	1304
(22) 铸造铝青铜合金	1265	(2) 管材	1306
11.6.3 铜合金的物理性能	1265	(3) 以直条供应的实心产品	1308
11.6.4 铜及铜合金的特性及用途	1267	(4) 成卷供应的拉制实心产品	1310
11.7 日本铜及铜合金	1268	(5) 挤制产品	1311
		(6) 锻件	1311

第 12 章 镁及镁合金 1312

12.1 中国镁及镁合金	1312	(1) 镁合金挤压棒材、型材及管材的力学性能	1329
12.1.1 镁及镁合金牌号和化学成分	1312	(2) 镁合金砂型铸件的力学性能	1330
(1) 重熔用镁锭	1312	(3) 镁合金压铸件的力学性能及特性	1331
(2) 铸造镁合金	1312	(4) 镁合金永久型铸件的力学性能	1331
(3) 压铸镁合金	1313	(5) 镁合金板材和锻件的力学性能	1332
(4) 加工镁及镁合金	1313	12.4 英国镁及镁合金	1333
12.1.2 镁及镁合金的力学性能	1314	12.4.1 镁及镁合金牌号和化学成分	1333
(1) 铸造镁合金	1314	12.4.2 镁及镁合金的力学性能	1336
(2) 压铸镁合金	1314	12.5 法国镁及镁合金	1338
(3) 加工镁及镁合金	1314	12.5.1 镁及镁合金牌号和化学成分	1338
(4) 镁合金板、带	1319	12.5.2 镁合金的力学性能	1338
(5) 镁合金挤压棒材	1319	12.6 德国镁及镁合金	1339
(6) 镁合金挤压型材	1320	12.6.1 镁及镁合金牌号和化学成分	1339
12.1.3 镁合金的一般物理性能	1320	12.6.2 镁及镁合金的力学性能	1341
12.1.4 镁及镁合金的特性及用途	1321	(1) 德国镁合金半成品的力学性能	1341
12.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 镁及镁合金	1322	(2) 德国铸造镁合金的力学性能	1342
12.2.1 欧洲镁及镁合金的牌号及化学成分	1322	12.6.3 变形镁合金和铸造镁合金的特性及用途	1344
(1) 非合金镁	1322	12.7 日本镁及镁合金	1344
(2) 镁及镁合金铸造产品	1322	12.7.1 镁及镁合金牌号和化学成分	1344
(3) 阳极用镁合金	1324	12.7.2 镁及镁合金的力学性能	1346
12.2.2 欧洲镁及镁合金铸件的力学性能	1325	12.8 国际标准化组织 (ISO) 镁及镁合金	1348
12.3 美国镁及镁合金	1326	12.8.1 镁及镁合金牌号和化学成分	1348
12.3.1 镁及镁合金牌号和化学成分	1326	12.8.2 镁及镁合金的力学性能	1349
12.3.2 镁及镁合金的力学性能	1329		

第 13 章 钛及钛合金 1350

13.1 中国钛及钛合金	1350	13.1.1 钛及钛合金牌号和化学成分	1350
--------------	------	---------------------	------

(1) 海绵钛·····	1350	13.3.2 钛及钛合金的力学性能·····	1405
(2) 冶金用二氧化钛·····	1350	(1) 板、带材·····	1405
(3) 铸造钛及钛合金·····	1351	(2) 棒材、线材·····	1406
(4) 加工钛及钛合金·····	1352	(3) 锻件·····	1406
(5) 外科植入物用钛及钛合金加工材·····	1354	13.3.3 钛及钛合金的物理性能·····	1408
13.1.2 钛及钛合金的力学性能·····	1354	13.3.4 钛及钛合金的特性及用途·····	1409
(1) 钛及钛合金铸件·····	1354	13.4 法国钛及钛合金·····	1410
(2) 加工钛及钛合金·····	1355	13.4.1 钛及钛合金牌号和化学成分·····	1410
(3) 板材·····	1356	13.4.2 钛及钛合金的力学性能·····	1411
(4) 带、箔材·····	1358	13.4.3 钛及钛合金的特性及用途·····	1411
(5) 棒材·····	1358	13.5 德国钛及钛合金·····	1411
(6) 管材·····	1359	13.5.1 钛及钛合金牌号和化学成分·····	1411
(7) 饼和环·····	1360	(1) 加工钛及钛合金·····	1411
(8) 外科植入物用钛及钛合金加工材·····	1360	(2) 铸造钛及钛合金·····	1414
13.1.3 工业纯钛在各种介质中的耐蚀性能·····	1361	13.5.2 钛及钛合金的力学性能·····	1414
13.1.4 加工钛及钛合金的一般物理性能·····	1363	(1) 板、带材·····	1414
13.1.5 加工钛及钛合金的特性及用途·····	1363	(2) 棒材、线材·····	1415
13.2 美国钛及钛合金·····	1365	(3) 锻坯、锻件·····	1416
13.2.1 钛及钛合金牌号和化学成分·····	1365	13.6 日本钛及钛合金·····	1417
(1) 海绵钛·····	1365	13.6.1 钛及钛合金牌号和化学成分·····	1417
(2) 加工钛及钛合金·····	1366	(1) 钛冶炼产品·····	1417
(3) 铸造钛及钛合金·····	1378	(2) 加工钛及钛合金·····	1417
13.2.2 钛及钛合金的力学性能·····	1379	13.6.2 钛及钛合金的力学性能·····	1419
(1) 板、带材·····	1379	(1) 板、带材·····	1419
(2) 棒材、坯料和线材·····	1387	(2) 管材·····	1420
(3) 管材·····	1397	(3) 棒材·····	1421
(4) 铸件·····	1398	(4) 线材·····	1421
13.2.3 钛及钛合金的技术规范·····	1401	13.7 国际标准化组织 (ISO) 钛及钛合金·····	1422
13.3 英国钛及钛合金·····	1403	13.7.1 钛及钛合金牌号和化学成分·····	1422
13.3.1 钛及钛合金牌号和化学成分·····	1403	13.7.2 钛及钛合金的力学性能·····	1422
第 14 章 锌及锌合金 ·····	1423		
14.1 中国锌及锌合金·····	1423	14.5 法国锌及锌合金·····	1433
14.1.1 锌及锌合金牌号和化学成分·····	1423	14.5.1 锌及锌合金牌号和化学成分·····	1433
14.1.2 锌及锌合金的规格及力学性能·····	1426	14.5.2 锌及锌合金的力学性能·····	1434
14.2 欧洲标准化委员会 (CEN) 锌及锌合金·····	1429	14.6 德国锌及锌合金·····	1434
14.2.1 欧洲锌及锌合金的牌号及化学成分·····	1429	14.6.1 锌及锌合金牌号和化学成分·····	1434
14.2.2 欧洲锌及锌合金的力学性能·····	1429	14.6.2 锌及锌合金的力学性能·····	1435
14.3 美国锌及锌合金·····	1430	14.7 日本锌及锌合金·····	1436
14.4 英国锌及锌合金·····	1431	14.7.1 锌及锌合金牌号和化学成分·····	1436
14.4.1 锌及锌合金牌号和化学成分·····	1431	14.7.2 锌及锌合金的力学性能·····	1437
14.4.2 锌及锌合金的力学性能·····	1432	14.7.3 压铸锌合金使用部件实例·····	1437
		14.8 国际标准化组织 (ISO) 锌及锌合金·····	1438
第 15 章 铅及铅合金 ·····	1439		
15.1 铅及铅合金牌号和化学成分·····	1439	15.2 铅及铅合金的规格及特性·····	1442
附录 法定计量单位 ·····	1447		

第1章 金属材料基本知识

1.1 金属材料名词解释

1.1.1 黑色金属材料

(1) 生铁

生铁是指碳含量大于2%的铁碳合金。工业生铁一般含碳量不超过4.5%。按其成分、性能及用途的不同，生铁分为三类。

① 炼钢生铁 一般硅含量较低 ($\leq 1.75\%$)，含硫量则较高 ($\leq 0.07\%$)，它是平炉、转炉炼钢的主要原料，在生铁产量中占80%~90%。炼钢生铁硬而脆，断口为白色，所以也称为白口铁。

② 铸造生铁 一般含硅量较高 (达3.75%)，含硫量稍低 ($\leq 0.06\%$)，由于熔低、流动性好，用来铸造各种生铁铸件，也叫铸铁。它在生铁产量中约占10%。铸造生铁中的碳以石墨形式存在，断口为灰色，所以也叫灰口铁。

③ 合金生铁 用含有共生金属如铜、钒、镍等的铁矿石炼成的生铁就是合金生铁，如含钒生铁。合金生铁不同于有意识地加入一些合金元素配制成的合金铸铁。加进合金铸铁中的镍、铬、锰、钒、钛等元素，是为了便于热处理时改善组织从而改进强度、耐磨性能等力学性能。

(2) 可锻铸铁

可锻铸铁是由炼钢生铁在900~1000℃的高温下经过2~9天的长时间退火而形成的一种铸铁。可锻铸铁又根据金相组织的不同，分为黑心可锻铸铁、珠光体可锻铸铁和白心可锻铸铁。

(3) 工业纯铁

工业纯铁是指含碳量低于0.04%的铁碳合金，含铁约99.9%，而杂质总含量约为0.1%。工业纯铁可在电炉、平炉或氧气转炉中冶炼。它主要用于磁性材料。

(4) 铁合金

铁合金是铁与一定量其他金属元素的合金。铁合金是炼钢的原料之一。在炼钢时作钢的脱氧剂和合金元素添加剂，用以改善钢的性能。

由于生产铁合金比生产纯金属工艺过程简单、经济，如在金属铬中每吨铬的价格要比碳素铬铁中每吨铬的价格高5倍，而铁元素对炼钢无害；铁合金又往往比纯金属有熔点低和密度大（指密度小的金属如钛、硼等）、易于加入钢中等优点，因此钢中的合金元素多以铁合金状态加入。

按所含元素的不同，铁合金又分为以下几种，它们的用量最大。

① 硅铁 按含硅量不同分为工业硅铁，含硅95%、75%、45%等的硅铁，还有含硅12%的贫硅铁、硅铝合金、硅钙合金等硅质合金。

② 锰铁 按含碳量分为碳素锰铁（含C 7%），中碳锰铁（含C 1.5%~1.0%），低碳锰铁（含C 0.5%），金属锰、硅锰合金。

③ 铬铁 按含碳量分为碳素铬铁（含C 8%~4%），中碳铬铁（含C 4%~0.5%），低碳铬

铁 (含 C 0.5%~0.15%), 微碳铬铁 (含 C 0.06%), 超微碳铬铁 ($C < 0.03\%$), 金属铬、硅铬合金。

(5) 沸腾钢

它是脱氧不完全的钢, 一般用锰铁和铝脱氧。脱氧后钢水中还剩下相当量的氧 (FeO), FeO 和 C 起作用放出一氧化碳气体, 因此钢水在钢锭模内呈沸腾现象, 称为沸腾钢。这种钢表面质量好, 加工性能良好, 因此常用来轧制各种不同厚度的钢板。另外没有缩孔, 用的脱氧剂少, 所以成本低。它的缺点是化学成分不均匀, 抗腐蚀性和力学强度较差。

(6) 镇静钢

它是脱氧完全的钢, 先用锰铁、后用硅铁、最后用铝进行脱氧。由于钢中的氧已很少, 因此当钢水浇铸在钢锭模内时呈静止状态, 即没有 C 和 FeO 作用而产生一氧化碳的沸腾现象, 所以称为镇静钢。镇静钢的优点是化学成分均匀, 因此, 各部位的力学性能也均匀, 具有较好的焊接性和塑性及较强的抗腐蚀性能。但缺点是表面质量较差, 有缩孔, 且成本高。

(7) 半镇静钢

它的性能介于镇静钢和沸腾钢之间, 中等程度脱氧。由于生产过程较难控制, 它在钢的生产中占的比重不大。

(8) 碳钢

碳钢也叫碳素钢, 是含碳量小于 2% 的铁碳合金。碳钢除含碳外一般还含有少量的硅、锰、硫、磷。

按用途可以把碳钢分为碳素结构钢、碳素工具钢和易切结构钢三类。碳素结构钢又可以分为建筑结构钢和机器制造结构钢两种。

按含碳量可以把碳钢分为低碳钢 (含 $C \leq 0.25\%$)、中碳钢 (含 $C 0.25\% \sim 0.6\%$) 和高碳钢 (含 $C > 0.6\%$)。

按磷、硫含量可以把碳素钢分为普通碳素钢 (含磷、硫较高)、优质碳素钢 (含磷、硫较低) 和高级优质钢 (含磷、硫更低)。

一般碳钢中含碳量越高则硬度越高, 强度也越高, 但塑性降低。

(9) 碳素结构钢

碳素结构钢也叫优质碳素结构钢, 含碳量小于 0.8%。除几个含碳很低的钢号可以熔炼沸腾钢外, 其余都是镇静钢。

碳素结构钢按含锰量的不同可以分为正常含锰量 (0.25%~0.8%) 和较高含锰量 (0.70%~1.20%) 两组, 后者具有较好的力学性能和加工性能。

按碳含量可以把碳素结构钢分为以下三类。

① 低碳钢 主要用于冷加工和焊接结构, 在制造受磨损零件时可以进行表面渗碳。

② 中碳钢 主要用于强度要求较高的构件, 根据要求的强度不同进行淬火和回火处理。

③ 高碳钢 主要用来制造弹簧和受磨损构件。

碳素结构钢广泛用于建造厂房、桥梁、锅炉、船舶等。

(10) 碳素工具钢

碳素工具钢是基本上不含合金元素的高碳钢, 含碳量在 0.65%~1.35% 范围内, 碳素工具钢的生产成本低, 原料来源易取得, 加工性良好, 热处理后, 可以得到高硬度和高耐磨性, 所以是被广泛采用的钢种, 用来制造各种刀具、模具、量具。

但这类钢的红硬性差, 即当工作温度大于 250℃ 时, 钢的硬度和耐磨性就会急剧下降而失去工作能力。另外, 碳素工具钢如制成较大的零件则不易淬硬, 而且容易产生变形和裂纹。

(11) 合金钢

在钢中除含有铁、碳和少量不可避免的硅、锰、磷、硫元素以外，还含有一定量的合金元素，钢中的合金元素有硅、锰、钼、镍、铬、钒、钛、铌、硼、铝、稀土等其中的一种或几种，这种钢叫合金钢。

各国的合金钢系统，随各自的资源情况、生产和使用条件的不同而不同，国外以往曾发展镍、铬钢系统，我国则发展以硅、锰、钒、钛、铌、硼、稀土为主的合金钢系统。

合金钢在钢的总产量中约占百分之十几，一般是在电炉中冶炼的。

按用途可以把合金钢分为8大类，它们是：合金结构钢、弹簧钢、轴承钢、合金工具钢、高速工具钢、不锈钢耐酸钢、耐热不起皮钢、电工用硅钢。

(12) 普通低合金钢

普通低合金钢是一种含有少量合金元素（多数情况下总量不超过3%）的普通合金钢。这种钢的强度比较高，综合性能比较好，并具有耐腐蚀、耐磨、耐低温以及较好的加工性能、焊接性能等。

在大量节约稀缺合金元素（如镍、铬）的条件下，通常1t普通低合金钢可顶1.2~1.3t碳素钢使用，使用寿命和使用范围更是远远超过碳素钢。普通低合金钢可以用一般冶炼方法在平炉、转炉中冶炼，成本也和碳素钢接近。

(13) 合金结构钢

合金结构钢含碳量比碳素结构钢低一些，一般在0.15%~0.50%的范围内。除含碳外，还含有一种或几种合金元素，如硅、锰、钒、钛、硼及镍、铬、钼等。

合金结构钢易于淬硬和不易变形或开裂，便于通过热处理改善钢的性能。

合金结构钢广泛用于制造汽车、拖拉机、船舶、汽轮机、重型机床的各种传动件和紧固件。低碳合金结构钢一般进行渗碳处理，中碳合金结构钢一般进行调质处理。

(14) 合金工具钢

合金工具钢是含有多种合金元素，如硅、铬、钨、钼、钒等的中、高碳钢。

合金工具钢容易淬硬，不易产生变形和裂纹，适于用来制造尺寸大、形状复杂的刀具、模具和量具。

用途不同，合金工具钢的含碳量也不同。大多数合金工具钢的含碳量为0.5%~1.5%。热变形模具用钢含碳量较低，在0.3%~0.6%范围内；切削刀具用钢一般含碳量为1%左右；冷加工模具用钢则含碳量较高，如石墨模具钢含碳量达1.5%，高碳高铬型冷加工模具用钢含碳量高达2%以上。

(15) 高速工具钢

高速工具钢是高碳高合金工具钢，钢中含碳量为0.7%~1.4%，钢中含有能形成高硬度碳化物的合金元素，如钨、钼、铬、钒等。

高速工具钢具有高的红硬性，在高速切削的条件下，温度高达500~600℃硬度也不降低，从而保证良好的切削性能。

(16) 弹簧钢

弹簧在冲击、振动或长期交变应力下使用，所以要求弹簧钢有高的抗拉强度、弹性极限、高的疲劳强度。

在工艺上要求弹簧钢有一定的淬透性、不易脱碳、表面质量好等。

碳素弹簧钢即含碳量在0.6%~0.9%范围内的优质碳素结构钢（包括正常和较高含锰量的）。合金弹簧钢主要是硅锰系钢种，它们的含碳量稍低，主要靠增加硅含量（1.3%~2.8%）提高性能；另外还有铬、钨、钒的合金弹簧钢种。近年来，结合我国资源，并根据汽车、拖拉机设计新技术的要求，研制出在硅锰钢基础上加入硼、铌、钼等元素的新钢种，延长了弹簧的使用寿命，提高了弹簧质量。