

钢铁材料 速查手册

孙玉福 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



钢铁材料速查手册

主 编 孙玉福

副主编 赵西平 侯起飞 徐丽娟

参 编 毕晓勤 刘胜新 孙 斌 宋月鹏 张 炎
周 伟 赵靖宇 邓 晶 陈 永 毛 磊
洪书淮 陈慧敏 潘继民 徐 锓 夏 静
陈 伟 余颂青 张振亚 路书芬 柳洪洁
董国强 王志刚 翟 震 李立碑 李 菁

主 审 汪大经



机械工业出版社

本手册是一本钢铁材料速查工具书。其主要内容包括钢铁材料相关知识,生铁、废钢铁和铁合金,铸铁,铸钢,结构钢,工具钢,不锈钢和耐热钢,精密合金共8章,并附有常用钢铁材料产品标准目录和中外常用钢铁材料牌号对照等。本手册根据现行的钢铁材料相关国家标准和行业标准(资料收集截止到2009年6月)编写而成,内容新,数据翔实可靠,实用性强;本手册具有多种检索方式,易于快速查阅。

本手册可供机械、冶金、化工、电力、航空航天及军工等行业的工程技术人员、营销人员使用,也可供相关专业在校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢铁材料速查手册/孙玉福主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 111 - 27620 - 3

I. 钢… II. 孙… III. ①钢 - 金属材料 - 技术手册
②铁 - 金属材料 - 技术手册 IV. TG14-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第117774号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:陈保华 版式设计:霍永明 责任校对:魏俊云

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2009年8月第1版·第1次印刷

148mm×210mm·18.375印张·2插页·541千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 27620 - 3

定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379734

封面无防伪标均为盗版

前 言

钢铁材料广泛应用于机械、冶金、化工、石油、轻工、纺织、电子、军工等领域，对国民经济的发展起着重要的作用。由于其品种规格多样，涉及的标准文件繁多，一般读者不具备就近查阅全部标准文件的条件。为了给广大工程技术人员在生产实践中能正确选材、合理用材提供科学依据，我们编写了这本手册，使读者可以方便地快速查阅和掌握钢铁材料的相关数据。

本手册内容“新、精、准”，全面核实查对了2009年6月前发布国家标准和行业标准，包括部分2009年6月以后开始实施的最新标准。叙述简明扼要、表文对照，并统一采用国家法定计量单位，强调“基本、常用、关键、准确、实用”，精心选编了各种钢铁材料牌号、化学成分、主要性能指标的最新资料，全面、科学、系统地进行了归纳总结。全书主要内容包括钢铁材料相关知识，生铁、废钢铁和铁合金，铸铁，铸钢，结构钢，工具钢，不锈钢和耐热钢，精密合金共8章，并附有常用钢铁材料产品标准目录和中外常用钢铁材料牌号对照等。

读者使用本手册进行查阅时，除了按目录进行查阅外，还可按下列方式进行：

- 1) 如果已知标准代号，则可通过标准代号索引（按数字升序排列）进行快速查阅，并可掌握新旧标准代替情况。
- 2) 如果已知标准名称，则可通过标准名称索引（按拼音升序排列）进行快速查阅，并可掌握新旧标准代替情况。
- 3) 如果不知标准代号及名称，则可根据材料的类别查阅附录C全书表格一览，根据表号可快速查找所需内容。
- 4) 通过查阅附录A常用钢铁材料产品标准目录，可以对具体标准进行检索，掌握本手册未完整包括的各种钢铁材料产品的尺寸规格、检验方法等内容。

5) 通过查阅附录 B 中外常用钢铁材料牌号对照, 可以迅速掌握我国常用钢铁牌号与日本、美国、国际标准化组织、欧洲钢铁牌号的对应情况。

本手册可供机械、冶金、化工、电力、航空航天及军工等行业的工程技术人员、营销人员使用, 也可供相关专业在校师生参考。

本手册由郑州大学的孙玉福任主编, 赵西平、侯起飞、徐丽娟任副主编, 参加编写的有毕晓勤、刘胜新、孙斌、宋月鹏、张炎、周伟、赵靖宇、邓晶、陈永、毛磊、洪书淮、陈慧敏、潘继民、徐锬、夏静、陈伟、余颂青、张振亚、路书芬、柳洪洁、董国强、王志刚、翟震、李立碑、李菁。武汉理工大学的汪大经教授对全书进行了详细审阅。

在本手册的编写过程中, 参考了国内外同行的部分文献和大量相关标准。另外, 隋方飞、赵丹、肖志云、杨娟、杨会龙、张冠宇、孙华为、王璐、马永华、张兵权参加了资料收集和书稿整理工作, 在此谨向有关人员表示衷心的感谢!

由于我们水平有限, 错误之处在所难免, 敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 钢铁材料相关知识	1
1.1 钢铁材料的分类	1
1.1.1 生铁的分类	1
1.1.2 铸铁的分类	2
1.1.3 钢的分类	4
1.2 钢铁材料牌号表示方法	9
1.2.1 基本原则	9
1.2.2 生铁牌号表示方法	9
1.2.3 铁合金产品牌号表示方法	10
1.2.4 铸铁牌号表示方法	13
1.2.5 铸钢牌号表示方法	15
1.2.6 钢的牌号表示方法	16
1.3 钢铁材料牌号统一数字代号体系	27
1.3.1 基本原则	27
1.3.2 钢铁材料统一数字代号的结构形式	27
1.3.3 钢铁材料的类型与统一数字代号	27
1.3.4 钢铁材料细分类与统一数字代号	28
1.4 合金元素在钢中的作用	35
1.5 常用金属材料力学性能术语	51
1.6 常用钢铁材料性能	52
1.6.1 常用钢铁材料的物理性能	52
1.6.2 常用钢铁材料的力学性能	58
1.6.3 常用钢铁材料的工艺性能	62
1.7 钢铁材料常用的热处理方法	65
1.8 钢铁材料的交货状态	77

1.9 钢铁材料的标记	79
1.9.1 钢铁材料的标记代号	79
1.9.2 钢铁材料的涂色标记	81
1.10 钢铁材料的理论重量计算公式	84
1.11 常用钢铁材料的储运管理	85
第2章 生铁、废钢铁和铁合金	87
2.1 生铁	87
2.2 废钢铁	90
2.3 铁合金	92
2.3.1 铁合金产品必测元素和标记	92
2.3.2 钒铁及其合金	94
2.3.3 硅铁及其合金	95
2.3.4 磷铁	99
2.3.5 铬铁及其合金	100
2.3.6 锰铁及其合金	101
2.3.7 钼铁及其合金	106
2.3.8 铌铁	107
2.3.9 硼铁	107
2.3.10 钛铁及其合金	108
2.3.11 钨铁	109
第3章 铸铁	110
3.1 灰铸铁	110
3.2 球墨铸铁	113
3.3 蠕墨铸铁	117
3.4 可锻铸铁	118
3.5 特殊性能铸铁	120
3.5.1 耐热铸铁	120
3.5.2 抗磨白口铸铁	122
3.5.3 高硅耐蚀铸铁	126
第4章 铸钢	128
4.1 一般工程用铸造碳钢	128

4.2 低合金铸钢	129
4.3 铸钢件	130
4.4 铸钢的特性和用途	152
第5章 结构钢	153
5.1 结构钢成品化学成分允许偏差	153
5.2 碳素结构钢	155
5.2.1 普通碳素结构钢	155
5.2.2 优质碳素结构钢	160
5.3 合金结构钢	172
5.3.1 普通合金结构钢	172
5.3.2 低合金高强度结构钢	188
5.4 易切削结构钢	194
5.5 非调质机械结构钢	201
5.6 保证淬透性结构钢	205
5.7 高耐候性结构钢	210
5.8 专用结构钢	212
5.8.1 车辆用钢	212
5.8.2 电工用钢	223
5.8.3 锻件用钢	230
5.8.4 建筑用钢	254
5.8.5 冷镦和冷挤压用钢	268
5.8.6 履带用钢	273
5.8.7 桥梁及船舶用钢	274
5.8.8 汽轮机叶片用钢	281
5.8.9 石油裂化用无缝钢管用钢	284
5.8.10 涂镀钢	285
5.8.11 输送流体用无缝钢管用钢	291
5.8.12 弹簧钢	302
5.8.13 铁塔用钢	306
5.8.14 压力容器用钢	308
5.8.15 轴承用钢	320

5.9 结构钢复合材料	324
5.9.1 复合材料的最小抗拉强度	324
5.9.2 钛-钢复合板	324
5.9.3 铜-钢复合钢板	326
5.9.4 镍-钢复合板	327
第6章 工具钢	328
6.1 碳素工具钢	328
6.2 合金工具钢	330
6.3 高速工具钢	338
6.4 凿岩杆杆用中空钢	343
第7章 不锈钢和耐热钢	345
7.1 不锈钢和耐热钢的牌号及化学成分	345
7.2 不锈钢和耐热钢的物理性能	360
7.3 不锈钢和耐热钢加工产品	367
7.3.1 不锈钢和耐热钢适用加工产品形状	367
7.3.2 不锈钢钢板和钢带	375
7.3.3 不锈钢钢棒	388
7.3.4 不锈钢钢管	394
7.3.5 不锈钢钢丝	398
7.3.6 压力容器用不锈钢锻件	399
7.3.7 耐热钢钢板和钢带	402
7.3.8 耐热钢钢棒	407
7.4 特种不锈钢	412
7.4.1 含铜抗菌不锈钢	412
7.4.2 外科植入物用不锈钢	413
7.4.3 压力容器用爆炸不锈钢复合板	414
第8章 精密合金	416
8.1 精密合金的分类及牌号	416
8.2 软磁合金	416
8.3 变形永磁合金	425
8.3.1 铁基永磁合金	425

8.3.2 稀土钴永磁材料	434
8.4 弹性合金	437
8.4.1 弹性元件用合金	437
8.4.2 发条用高弹性合金	441
8.4.3 轴尖用合金	443
8.4.4 恒弹性合金	446
8.5 膨胀合金	449
8.5.1 定膨胀合金	449
8.5.2 玻封铁铬 4J28 合金	453
8.5.3 低膨胀铁镍、铁镍钴合金	453
8.5.4 热双金属膨胀带材	454
8.6 精密电阻合金	462
8.6.1 高电阻电热合金	462
8.6.2 镍铬电阻合金丝	466
8.6.3 镍铬基精密电阻合金	469
附录	
附录 A 常用钢铁材料产品标准目录	473
附录 B 中外常用钢铁材料牌号对照	488
附录 C 全书表格一览	528
标准代号索引	559
标准名称索引	567
参考文献	575

第 1 章 钢铁材料相关知识

1.1 钢铁材料的分类

钢铁材料又称黑色金属材料，是工业中应用最广、用量最多的金属材料，广泛应用于机械、冶金、化工、石油、轻工、纺织、电子、军工等领域，其品种规格繁多，性能及用途各异。钢铁是以铁与碳、硅、锰、磷、硫以及少量其他元素所组成的合金。

1.1.1 生铁的分类

生铁是碳的质量分数大于 2.11% 的铁碳合金，工业生铁碳的质量分数一般为 2.5% ~ 4.0%，并含有 Si、Mn、S 及 P 等元素，是用铁矿石经高炉冶炼的产品。

生铁一般按含硅量划分牌号，按含锰量分组，按含磷量分级，按含硫量分类。生铁的分类如表 1-1 所示。

表 1-1 生铁的分类

分类方法	分类名称	说 明
按用途分类	炼钢生铁	指用于平炉、转炉炼钢用的生铁，一般含硅量较低（硅的质量分数不大于 1.75%），含硫量较高（硫的质量分数不大于 0.07%）。其是炼钢用的主要原料，在生铁产量中占 80% ~ 90%。炼钢生铁质硬而脆，断口呈白色，所以也叫白口铁
	铸造生铁	指用于铸造各种铸件的生铁，俗称翻砂铁。一般含硅量较高（硅的质量分数达 3.75%），含硫量稍低（硫的质量分数小于 0.06%）。它在生铁产量中约占 10%，是钢铁厂中的主要商品铁，其断口为灰色，所以也叫灰口铁
按化学成分分类	普通生铁	指不含其他合金元素的生铁，如炼钢生铁、铸造生铁都属于这一类生铁

(续)

分类方法	分类名称	说 明	
按化学成分分类	特种生铁	天然合金生铁	指用含有共生金属（如铜、钒、镍等）的铁矿石或精矿，或用还原剂还原而炼成的一种特种生铁，它含有一定量的合金元素（一种或多种，由矿石的成分来决定），可用来炼钢，也可用于铸造
		铁合金	铁合金和天然合金生铁不同之处，是在炼铁时特意加入其他成分，炼成含有多种合金元素的特种生铁。铁合金是炼钢的原料之一，也可用于铸造。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。铁合金的品种很多，如按所含的元素来分，可分为硅铁、锰铁、铬铁、钨铁、钼铁、钛铁、钒铁、磷铁、硼铁、镍铁、铌铁、硅锰合金及稀土合金等，其中用量最大的是锰铁、硅铁和铬铁；按照生产方法的不同，可分为高炉铁合金、电炉铁合金、炉外法铁合金、真空碳还原铁合金等

1.1.2 铸铁的分类

铸铁是碳的质量分数大于 2.11% 的铁碳合金，是将铸造生铁在炉中重新熔化，并加入铁合金、废钢、回炉铁调整成分而得到的，铸铁与生铁的区别是进行了二次加工。铸铁的分类如表 1-2 所示。

表 1-2 铸铁的分类

分类方法	分类名称	说 明
按断面颜色分类	灰铸铁	1) 这种铸铁中的碳大部分或全部以自由状态的片状石墨形式存在，其断面呈暗灰色，故称为灰铸铁 2) 有一定的力学性能和良好的切削加工性，是工业上应用最普遍的一种铸铁
	白口铸铁	1) 白口铸铁是组织中完全没有或几乎完全没有石墨的一种铁碳合金，其中碳全部以渗碳体形式存在，断面呈白亮色 2) 硬而且脆，不能进行切削加工，工业上很少直接应用其来制造机械零件。在机械制造中，有时仅利用其来制造需要承受冲击载荷的机件 3) 可以用激冷的办法制造内部为灰铸铁组织、表层为白口铸铁组织的耐磨零件，如火车轮圈、轧辊、犁铧等。这种铸铁具有很高的表面硬度和耐磨性，通常又称为激冷铸铁或冷硬铸铁

(续)

分类方法	分类名称	说 明
按断面颜色分类	麻口铸铁	这是介于白口铸铁和灰铸铁之间的一种铸铁, 其组织为珠光体 + 渗碳体 + 石墨, 断面呈灰白相间的麻点状, 故称麻口铸铁, 这种铸铁性能不好, 极少应用
按化学成分分类	普通铸铁	普通铸铁是指不含任何合金元素的铸铁, 一般常用的灰铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁等都属于这一类铸铁
	合金铸铁	在普通铸铁内有意识地加入一些合金元素, 以提高铸铁某些特殊性能而配制成的一种高级铸铁, 如各种耐蚀、耐热、耐磨的特殊性能铸铁, 都属于这一类铸铁
按生产方法和组织性能分类	普通灰铸铁	普通灰铸铁具有一定的强度、硬度, 良好的减振性和耐磨性, 具有高的导热性, 好的抗热疲劳能力, 同时还具有良好的铸造工艺性能, 以及切削加工性能, 生产简便, 成本低, 在工业和民用生活中得到了广泛的应用
	孕育铸铁	1) 孕育铸铁又称变质铸铁, 是在灰铸铁的基础上, 采用“变质处理”, 即是在铁液中加入少量的变质剂 (硅铁或硅钙合金), 造成人工晶核, 使能获得细晶粒的珠光体和细片状石墨组织的一种高级铸铁 2) 这种铸铁的强度、塑性和韧性均比一般灰铸铁要好得多, 组织也较均匀一致, 主要用来制造力学性能要求较高而截面尺寸变化较大的大型铸件
	可锻铸铁	1) 由一定成分的白口铸铁经石墨化退火后而成, 其中碳大部或全部呈团絮状石墨的形式存在, 由于其对基体的破坏作用较之片状石墨大大减轻, 因而比灰铸铁具有较高的韧性, 故又称韧性铸铁 2) 可锻铸铁实际并不可锻造, 只不过具有一定的塑性而已, 通常多用来制造承受冲击载荷的铸件
	球墨铸铁	1) 球墨铸铁, 是通过在浇铸前往铁液中加入一定量的球化剂 (如纯镁或其合金) 和墨化剂 (硅铁或硅钙合金), 以促进碳呈球状石墨结晶而获得的 2) 由于石墨呈球形, 应力大为减轻, 其主要减小金属基体的有效截面积, 因而这种铸铁的力学性能比普通灰铸铁高得多, 也比可锻铸铁好 3) 具有比灰铸铁好的焊接性和热处理工艺性 4) 和钢相比, 除塑性、韧性稍低外, 其他性能均接近, 是一种同时兼有钢和铸铁优点的优良材料, 因此在机械工程中获得了广泛的应用
	特殊性能铸铁	这是一种具有某些特性的铸铁, 根据用途的不同, 可分为耐磨铸铁、耐热铸铁、耐蚀铸铁等。这类铸铁大部分都属于合金铸铁, 在机械制造上应用也较为广泛

1.1.3 钢的分类

钢是碳的质量分数为 0.04% ~ 2.3% 的铁碳合金，通常情况下碳的质量分数不超过 1.7%。钢的分类如表 1-3 所示。

表 1-3 钢 的 分 类

分类方法	分类名称	说 明
按冶炼方法分类	按冶炼设备分类	平炉钢
		转炉钢
		电炉钢
	按脱氧程度和浇注制度分类	沸腾炉

(续)

分类方法	分类名称	说明
按冶炼方法分类	按脱氧程度和浇注制度分类	镇静钢 1) 脱氧完全的钢, 浇注时钢液镇静, 没有沸腾现象, 所以称镇静钢 2) 成分偏析少, 质量均匀, 但金属的收缩率低 (缩孔多), 成本较高 3) 通常情况下合金钢和优质碳素钢都是镇静钢
	半镇静钢	1) 脱氧程度介于沸腾钢和镇静钢之间的钢, 浇注时沸腾现象较沸腾钢弱 2) 钢的质量、成本和收缩率也介于沸腾钢和镇静钢之间。生产较难控制, 故目前在钢产量中占比重大
按化学成分分类	碳素钢	1) 指碳的质量分数$\leq 2\%$, 并含有少量锰、硅、硫、磷和氧等杂质元素的铁碳合金 2) 按其含碳量的不同可分为 工业纯铁: 碳的质量分数$\leq 0.04\%$的铁碳合金 低碳钢: 碳的质量分数$\leq 0.25\%$的钢 中碳钢: 碳的质量分数为$0.25\% \sim 0.60\%$的钢 高碳钢: 碳的质量分数$> 0.60\%$的钢 3) 按钢的质量和用途的不同, 又分为普通碳素结构钢、优质碳素结构钢和工具碳素钢 3 大类
	合金钢	1) 在碳素钢基础上, 为改善钢的性能, 在冶炼时加入一些合金元素 (如铬、镍、硅、锰、钼、钨、钒、钛、硼等) 而炼成的钢 2) 按其合金元素的总含量, 可分为 低合金钢: 这类钢的合金元素总质量分数$\leq 5\%$ 中合金钢: 这类钢的合金元素总质量分数为$5\% \sim 10\%$ 高合金钢: 这类钢的合金元素总质量分数$> 10\%$ 3) 按钢中主要合金元素的种类, 又可分为 三元合金钢: 指除铁、碳以外, 还含有另一种合金元素的钢, 如锰钢、铬钢、硼钢、钼钢、硅钢、镍钢等 四元合金钢: 指除铁、碳以外, 还含有另外两种合金元素的钢, 如: 硅锰钢、锰硼钢、铬锰钢、铬镍钢等 多元合金钢: 指除铁、碳以外, 还含有另外 3 种或 3 种以上合金元素的钢, 如铬锰钛钢、硅锰钼钒钢等

(续)

分类方法	分类名称	说明	
按用途分类	结构钢	建筑及工程用结构钢	1) 用于建筑、桥梁、船舶、锅炉或其他工程上制造金属结构件的钢, 多为低碳钢。由于大多要经过焊接施工, 故其含碳量不宜过高, 一般都是在热轧供应状态或正火状态下使用 2) 主要类型有 普通碳素结构钢: 按用途又分为一般用途的普碳钢和专用普碳钢 低合金钢: 按用途又分为低合金结构钢、耐腐蚀用钢、低温用钢、钢筋钢、钢轨钢、耐磨钢和特殊用途专用钢
		机械制造用结构钢	1) 用于制造机械设备上的结构零件 2) 这类钢基本上都是优质钢或高级优质钢, 需要经过热处理、冷塑成形和机械切削加工后才能使用 3) 主要类型有优质碳素结构钢、合金结构钢、易切结构钢、弹簧钢、滚动轴承钢
	工具钢	指用于制造各种工具的钢。这类钢按其化学成分分为碳素工具钢、合金工具钢、高速钢 按照用途又可分为刃具钢 (或称刀具钢)、模具钢 (包括冷作模具钢和热作模具钢)、量具钢	
	特殊钢	1) 指用特殊方法生产, 具有特殊物理、化学性能和力学性能的钢 2) 主要包括不锈钢、耐热不起皮钢、高电阻合金钢、低温用钢、耐磨钢、磁钢 (包括硬磁钢和软磁钢)、抗磁钢和超高强度钢 (指 $R_m \geq 1400 \text{ N/mm}^2$ 的钢)	
	专业用钢	指各工业部门专业用途的钢, 例如, 农机用钢、机床用钢、重型机械用钢、汽车用钢、航空用钢、宇航用钢、石油机械用钢、化工机械用钢、锅炉用钢、电工用钢、焊条用钢等	

(续)

分类方法	分类名称	说明	
按金相组织分类	按退火后的金相组织分类	亚共析钢	碳的质量分数 $< 0.80\%$ ，组织为游离铁素 + 珠光体
		共析钢	碳的质量分数为 0.80% ，组织全部为珠光体
		过共析钢	碳的质量分数 $> 0.80\%$ ，组织为游离碳化物 + 珠光体
		莱氏体钢	实际上也是过共析钢，但其组织为碳化物和奥氏体的共晶体
	按正火后的金相组织分类	珠光体钢、贝氏体钢	当合金元素含量较少，在空气中冷却如得到珠光体或索氏体、托氏体的，就属于珠光体钢；如得到贝氏体的，就属于贝氏体钢
		马氏体钢	当合金元素含量较高，在空气中冷却，如得到马氏体的，称为马氏体钢
		奥氏体钢	当合金元素含量较高，在空气中冷却，奥氏体直到室温仍不转变的，称为奥氏体钢
		碳化物钢	当含碳量较高并含有大量碳化物组成元素时，在空气中冷却，如得到由碳化物及其基体组织（珠光体或马氏体、奥氏体）所构成的混合物组织的，称为碳化物钢。最典型的碳化物钢是高速钢
	按加热、冷却时有无相变和室温时的金相组织分类	铁素体钢	含碳量很低并含有大量的形成或稳定铁素体的元素，如铬、硅等，故在加热或冷却时，始终保持铁素体组织
		半铁素体钢	含碳量较低并含有较多的形成或稳定铁素体的元素，如铬、硅等，在加热或冷却时，只有部分发生 $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ 相变，其他部分始终保持 α 相的铁素体组织
		半奥氏体钢	含有一定的形成或稳定奥氏体的元素，如镍、锰等，故在加热或冷却时，只有部分发生 $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ 相变，其他部分始终保持 γ 相的奥氏体组织
		奥氏体钢	含有大量的形成或稳定奥氏体的元素，如锰、镍等，故在加热或冷却时，始终保持奥氏体组织