

新编中外

常用金属材料手册

XINBIAN ZHONGWAI
CHANGYONG JINSHUCAILIAO SHOUCHE

陕西省标准化研究院 编

陕西出版集团
陕西科学技术出版社

新 编

中外常用金属材料手册

XINBIAN ZHONGWAI CHANGYONG JINSHUCAILIAO SHOUCHE

陕西省标准化研究院 编

陕 西 出 版 集 团
陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编中外常用金属材料手册/陕西省标准化研究院编. —西安:
陕西科学技术出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-5369-5362-8

I. ①新... II. ①陕... III. ①金属材料—世界—手册
IV. ①TG14-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 065820 号

出版者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮编 710003
电话(029)87211894 传真(029)87218236
<http://www.snstp.com>

发行者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社
电话(029)87212206 87260001
传真(029)87257895

印刷 陕西长盛彩印包装有限公司

规格 787mm×1092mm 16 开本

印张 122

字数 4128 千字

版次 2012 年 6 月第 1 版

2012 年 6 月第 1 次印刷

定价 538.00 元

版权所有 翻印必究

编委会成员

顾问 周 廉 国际材料联合会主席 中国工程院院士
高武军 陕西冶金设计研究院有限公司副院长 研究员

主任 支良生
副主任 杨超峰 宋建忠 党光清 吴义田 赵亚莉
委员 (以姓氏笔画排序)
马 明 王 峰 叶 青 田晓燕 师丽娜 刘力真
刘鹏飞 孙 峰 孙建军 李 馨 李永毅 何晓芳
张 扬 张良清 张和平 张武宁 杨 及 苗 杰
范澍田 金岳田 侯 娜 种 芳 姜 烛 胥 鑫
骆 红 党 鹏 高 凯 康 璐

名誉主编 安继儒
主 编 支良生 党光清
副 主 编 宋建忠 吴义田 赵亚莉 杨超峰
执行主编 金岳田
执行副主编 范澍田 骆 红
责任编辑 宋宇虎
封面设计 张武宁

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。金属材料对人类社会文明和进步起到了巨大的推动作用。进入21世纪,金属材料在现代化的生产、高科技、航空航天和国防各个领域的作用更加重要。由于其品种规格繁多,性能用途各异,在机械、建筑、工程建设等行业应用也非常普遍,常用金属材料手册已成为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时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内来说都是一个很棘手的难题,由于各国工业基础、质量体系不尽相同,表示方法也不相同,新的更加科学的表示方法的不断产生,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和产品,实现国产化,首要问题就是牌号对照。本手册收录了中国、美国、英国、德国、法国、日本、欧洲标准化组织(CEN)和国际标准化组织(ISO)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3000多项;内容包括材料牌号表示方法、中外材料对照、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(收录了包括有9个国家和组织、涉及1200多件、截至2011颁布的最新标准),内容全(涉及中外金属材料牌号及对照、金属材料基础知识、铝、镁、铜、钛、锌、铅及合金,铸铁、铸钢、结构钢、工具钢、不锈钢和耐热钢、高温合金等13种常用金属材料的化学成分、力学物理性能、特性及用途等数据及指标),数据准(所有数据全部来自与相关国家和组织的3000多件现行有效标准,具有极高的可靠性),篇幅大(该书近2000页,400多万字),查找方便的大型工具书,可供相关技术人员及有关部门的业务人员参考使用。

本手册由陕西省标准化研究院编写,被列入陕西出版集团和陕西科学技术出版社2011年重大出版项目,必将以严谨、科学、可靠、实用等特点展现在广大读者面前,在我国转变经济发展方式中发挥其应有的作用。

本手册在编写过程中得到了西安交通大学、西北工业大学、西北有色金属研究院、陕西金属材料学会、陕西冶金研究院有限公司和陕西科学技术出版社等单位的大力支持,得到了中国工程院周廉院士、中国科学院魏炳波院士的关心与指导,在此一并表示致敬与感谢!

由于编写人员水平有限,编辑过程中难免有疏漏之处,欢迎广大读者批评指正。

陕西省标准化研究院
2012年4月

目 录

第 1 章 基本知识

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	(11)
1.2 金属材料常用性能名词术语	(15)
1.2.1 力学性能	(15)
1.2.2 物理性能	(18)
1.2.3 化学性能	(22)
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	(27)
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	(29)
1.5.1 ISO(国际标准化组织)	(30)
1.5.2 IEC(国际电工委员会)	(30)
1.5.3 欧洲标准化委员会(CEN)标准	(30)
1.5.4 美国标准	(30)
1.5.5 DIN(德国标准)	(31)
1.5.6 BS(英国标准)	(31)
1.5.7 JIS(日本工业标准)	(31)
1.5.8 NF(法国标准)	(32)
1.6 金属材料的选用原则	(32)
1.7 切削工具材料的选择	(33)
1.8 金属材料常用标准名词术语	(35)
1.9 钢材缺陷术语	(37)
1.10 金属材料的保管	(39)

第 2 章 中外金属材料牌号的表示方法

2.1 中国国家、行业以及企业、工厂标准代号	(42)
2.1.1 中国国家、行业准代号	(42)
2.1.2 中国部分冶金企业、工厂标准代号	(43)
2.2 外国国家标准名称及代号	(44)
2.3 国外各国家、部(协会)标准代号及名称	(47)
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)
2.6.2	欧洲标准化委员会(CEN)钢铁产品牌号的表示方法	(67)
2.6.3	美国(SAE)钢铁产品牌号的表示方法	(77)
2.6.4	英国国家标准(BS)钢铁产品牌号的表示方法	(84)
2.6.5	法国国家标准(NF)钢铁产品牌号的表示方法	(90)
2.6.6	德国工业标准(DIN)钢铁产品牌号的表示方法	(96)
2.6.7	日本工业标准(JIS)钢铁产品牌号的表示方法	(102)
2.6.8	国际标准化组织(ISO)钢铁产品牌号的表示方法	(114)
2.7	有色金属材料中外牌号的表示方法	(117)
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	(117)
2.7.2	欧洲标准化委员会(CEN)有色金属及其合金产品牌号的表示方法	(131)
2.7.3	美国有色金属及其合金产品牌号的表示方法	(137)
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	(143)
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	(147)
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	(158)
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	(165)
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	(173)

第3章 各国材料牌号对照

3.1	金属材料牌号对照及其代用的基本原则	(180)
3.2	各国材料牌号对照表	(181)
3.2.1	黑色金属材料牌号对照表	(181)
3.2.2	有色金属材料牌号对照表	(232)

第4章 铝及铝合金

4.1	中国铝及铝合金	(254)
4.1.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(254)
4.1.2	铝及铝合金的力学性能	(274)
4.1.3	铝及铝合金的物理性能	(322)
4.1.4	铝及铝合金的特性及用途	(324)
4.1.5	铸造铝合金的有关性能	(334)

4.2	欧洲标准化委员会(CEN) 铝及铝合金	(347)
4.2.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(347)
4.2.2	铝及铝合金的力学性能	(368)
4.3	美国铝及铝合金	(439)
4.3.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(439)
4.3.2	铝及铝合金的力学性能	(462)
4.3.3	铝及铝合金的物理性能	(479)
4.3.4	铝及铝合金的特性及用途	(487)
4.4	英国铝及铝合金	(513)
4.4.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(513)
4.4.2	铝及铝合金的力学性能	(518)
4.5	法国铝及铝合金	(529)
4.5.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(529)
4.5.2	铝及铝合金的力学性能	(538)
4.6	德国铝及铝合金	(569)
4.6.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(569)
4.6.2	铝及铝合金的力学性能	(580)
4.6.3	铝及铝合金的特性及用途	(604)
4.7	日本铝及铝合金	(607)
4.7.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(607)
4.7.2	铝及铝合金的力学性能	(611)
4.7.3	铝合金铸件的特性及用途	(635)
4.8	国际标准化组织(ISO)铝及铝合金	(636)
4.8.1	铝及铝合金牌号和化学成分	(636)
4.8.2	铝及铝合金的力学性能	(640)

第 5 章 镁及镁合金

5.1	中国镁及镁合金	(655)
5.1.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(655)
5.1.2	镁及镁合金的力学性能	(659)
5.1.3	镁合金的一般物理性能	(665)
5.1.4	镁及镁合金的特性及用途	(668)
5.2	欧洲标准化委员会(CEN) 镁及镁合金	(669)
5.2.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(669)
5.2.2	镁及镁合金铸件的力学性能	(672)
5.3	美国镁及镁合金	(673)
5.3.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(673)
5.3.2	镁及镁合金的力学性能	(677)
5.4	英国镁及镁合金	(683)
5.4.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(683)
5.4.2	镁及镁合金的力学性能	(686)



5.5	法国镁及镁合金	(688)
5.5.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(688)
5.5.2	镁合金的力学性能	(688)
5.6	德国镁及镁合金	(689)
5.6.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(689)
5.6.2	镁及镁合金的力学性能	(691)
5.6.3	变形镁合金和铸造镁合金的特性及用途	(694)
5.7	日本镁及镁合金	(694)
5.7.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(694)
5.7.2	镁及镁合金的力学性能	(696)
5.8	国际标准化组织(ISO)镁及镁合金	(698)
5.8.1	镁及镁合金牌号和化学成分	(698)
5.8.2	镁及镁合金的力学性能	(700)

第 6 章 铜及铜合金

6.1	中国铜及铜合金	(701)
6.1.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(701)
6.1.2	铜及铜合金的力学性能	(720)
6.1.3	铜及铜合金的物理性能	(751)
6.1.4	铸造铜合金的特性及用途	(755)
6.2	欧洲标准化委员会(CEN)铜及铜合金	(757)
6.2.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(757)
6.2.2	铜及铜合金的力学性能	(774)
6.3	美国铜及铜合金	(826)
6.3.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(826)
6.3.2	铜及铜合金的力学性能	(840)
6.3.3	铜及铜合金的特性及用途	(874)
6.4	英国铜及铜合金	(882)
6.4.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(882)
6.4.2	铜及铜合金的力学性能	(893)
6.4.3	铜及铜合金的物理性能	(907)
6.5	法国铜及铜合金	(908)
6.5.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(908)
6.5.2	铜及铜合金的力学性能	(913)
6.6	德国铜及铜合金	(927)
6.6.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(927)
6.6.2	铜及铜合金的力学性能	(934)
6.6.3	铜合金的物理性能	(976)
6.6.4	铜及铜合金的特性及用途	(977)
6.7	日本铜及铜合金	(979)
6.7.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(979)

6.7.2	铜及铜合金的力学性能	(986)
6.7.3	铜及铜合金的特性及用途	(1008)
6.8	国际标准化组织(ISO)铜及铜合金	(1017)
6.8.1	铜及铜合金牌号和化学成分	(1017)
6.8.2	铜及铜合金的力学性能	(1023)

第 7 章 钛及钛合金

7.1	中国钛及钛合金	(1034)
7.1.1	钛及钛合金牌号和化学成分	(1034)
7.1.2	钛及钛合金的力学性能	(1042)
7.1.3	工业纯钛在各种介质中的耐蚀性能	(1050)
7.1.4	加工钛及钛合金的一般物理性能	(1052)
7.1.5	加工钛及钛合金的特性及用途	(1053)
7.2	美国钛及钛合金	(1055)
7.2.1	钛及钛合金牌号和化学成分	(1055)
7.2.2	钛及钛合金的力学性能	(1076)
7.2.3	钛及钛合金的技术规范	(1106)
7.3	英国钛及钛合金	(1108)
7.3.1	钛及钛合金牌号和化学成分	(1108)
7.3.2	钛及钛合金的力学性能	(1110)
7.3.3	钛及钛合金的物理性能	(1114)
7.3.4	钛及钛合金的特性及用途	(1115)
7.4	法国钛及钛合金	(1116)
7.4.1	钛及钛合金牌号和化学成分	(1116)
7.4.2	钛及钛合金的力学性能	(1117)
7.4.3	钛及钛合金的特性及用途	(1118)
7.5	德国钛及钛合金	(1118)
7.5.1	钛及钛合金牌号和化学成分	(1118)
7.5.2	钛及钛合金的力学性能	(1123)
7.6	日本钛及钛合金	(1126)
7.6.1	钛及钛合金牌号和化学成分	(1126)
7.6.2	钛及钛合金的力学性能	(1127)
7.7	国际标准化组织(ISO)钛及钛合金	(1128)
7.7.1	钛及钛合金牌号和化学成分	(1128)
7.7.2	钛及钛合金的力学性能	(1129)

第 8 章 锌及锌合金

8.1	中国锌及锌合金	(1130)
8.1.1	锌及锌合金牌号和化学成分	(1130)
8.1.2	锌及锌合金的规格及力学性能	(1134)

8.2	欧洲标准化委员会(CEN) 锌及锌合金	(1137)
8.2.1	锌及锌合金牌号和化学成分	(1137)
8.2.2	锌及锌合金的力学性能	(1138)
8.3	美国锌及锌合金	(1138)
8.4	英国锌及锌合金	(1140)
8.4.1	锌及锌合金牌号和化学成分	(1140)
8.4.2	锌及锌合金的力学性能	(1140)
8.5	法国锌及锌合金	(1141)
8.5.1	锌及锌合金牌号和化学成分	(1141)
8.5.2	锌及锌合金的力学性能	(1142)
8.6	德国锌及锌合金	(1142)
8.6.1	锌及锌合金牌号和化学成分	(1142)
8.6.2	锌及锌合金的力学性能	(1143)
8.7	日本锌及锌合金	(1144)
8.7.1	锌及锌合金牌号和化学成分	(1144)
8.7.2	锌及锌合金的力学性能	(1146)
8.7.3	压铸锌合金使用部件实例	(1146)
8.8	国际标准化组织(ISO) 锌及锌合金	(1147)

第9章 铅及铅合金

9.1	铅及铅合金牌号和化学成分	(1149)
9.2	铅及铅合金的规格及特性	(1152)

第10章 铸 铁

10.1	中国铸铁	(1156)
10.1.1	灰铸铁件	(1156)
10.1.2	球墨铸铁件	(1159)
10.1.3	可锻铸铁件	(1163)
10.1.4	耐热铸铁件	(1164)
10.1.5	蠕墨铸铁件	(1166)
10.1.6	耐磨铸铁件	(1167)
10.2	欧洲标准化委员会(CEN) 铸铁	(1170)
10.3	美国铸铁	(1174)
10.4	英国铸铁	(1179)
10.5	法国铸铁	(1181)
10.6	德国铸铁	(1182)
10.7	日本铸铁	(1183)
10.8	国际标准化组织(ISO) 铸铁	(1184)

第11章 铸 钢

11.1	中国铸钢	(1186)
11.1.1	铸钢牌号和化学成分	(1186)

11.1.2 铸钢的力学性能、特性和应用	(1189)
11.2 欧洲标准化委员会(CEN) 铸钢	(1196)
11.3 美国铸钢	(1199)
11.4 英国铸钢	(1211)
11.5 法国铸钢	(1214)
11.6 德国铸钢	(1217)
11.7 日本铸钢	(1218)
11.8 国际标准化组织(ISO)铸钢	(1222)

第 12 章 结构钢

12.1 中国结构钢	(1223)
12.1.1 结构钢牌号和化学成分	(1223)
12.1.2 结构钢的力学性能	(1238)
12.1.3 结构钢的特性与用途	(1264)
12.2 欧洲标准化委员会(CEN) 结构钢	(1276)
12.2.1 结构钢牌号和化学成分	(1276)
12.2.2 结构钢的力学性能	(1293)
12.3 美国结构钢	(1330)
12.3.1 结构钢牌号和化学成分	(1330)
12.3.2 结构钢的力学性能	(1341)
12.4 英国结构钢	(1368)
12.4.1 结构钢牌号和化学成分	(1368)
12.4.2 结构钢的力学性能	(1377)
12.5 法国结构钢	(1391)
12.5.1 结构钢牌号和化学成分	(1391)
12.5.2 结构钢的力学性能	(1405)
12.6 德国结构钢	(1431)
12.6.1 结构钢牌号和化学成分	(1431)
12.6.2 结构钢的力学性能	(1441)
12.6.3 结构钢的特性及用途	(1463)
12.7 日本结构钢	(1469)
12.7.1 结构钢牌号和化学成分	(1469)
12.7.2 结构钢的力学性能	(1474)
12.8 国际标准化组织(ISO)结构钢	(1481)
12.8.1 结构钢牌号和化学成分	(1481)
12.8.2 结构钢的力学性能	(1487)

第 13 章 工具钢

13.1 中国工具钢	(1491)
13.1.1 碳素工具钢	(1491)
13.1.2 合金工具钢	(1492)
13.1.3 高速工具钢	(1497)



13.1.4	硬质合金	(1500)
13.1.5	凿岩钎杆用中空钢	(1505)
13.2	欧洲标准化委员会(CEN) 工具钢	(1505)
13.3	美国工具钢	(1506)
13.4	英国工具钢	(1511)
13.5	法国工具钢	(1513)
13.6	德国工具钢	(1519)
13.7	日本工具钢	(1522)
13.8	国际标准化组织(ISO)工具钢	(1527)

第 14 章 不锈钢和耐热钢

14.1	中国不锈钢耐热钢	(1530)
14.1.1	不锈钢耐热钢牌号和化学成分	(1530)
14.1.2	不锈钢耐热钢的热处理制度及力学性能	(1550)
14.1.3	不锈钢耐热钢的特性及用途	(1584)
14.2	欧洲标准化委员会(CEN) 不锈钢和耐热钢	(1588)
14.2.1	不锈钢耐热钢牌号和化学成分	(1588)
14.2.2	不锈钢耐热钢的力学性能	(1609)
14.3	美国不锈钢耐热钢	(1694)
14.3.1	不锈钢耐热钢牌号和化学成分	(1694)
14.3.2	不锈钢耐热钢的力学性能	(1704)
14.4	英国不锈钢耐热钢	(1718)
14.4.1	不锈钢耐热钢牌号和化学成分	(1718)
14.4.2	不锈钢耐热钢的力学性能	(1723)
14.4.3	航空用钢的室温力学性能	(1729)
14.5	法国不锈钢耐热钢	(1733)
14.5.1	不锈钢耐热钢及阀门钢牌号和化学成分	(1733)
14.5.2	不锈钢耐热钢的室温力学性能	(1741)
14.5.3	不锈钢耐热钢的高温 and 低温力学性能	(1751)
14.5.4	不锈钢耐热钢的蠕变性能	(1757)
14.6	德国不锈钢耐热钢	(1759)
14.6.1	不锈钢耐热钢牌号和化学成分	(1759)
14.6.2	不锈钢耐热钢的力学性能	(1766)
14.7	日本不锈钢耐热钢	(1780)
14.7.1	不锈钢耐热钢牌号和化学成分	(1780)
14.7.2	不锈钢耐热钢的力学性能	(1793)
14.8	国际标准化组织(ISO)不锈钢耐热钢及耐腐蚀钢	(1812)
14.8.1	不锈钢耐热钢及耐腐蚀钢牌号和化学成分	(1812)
14.8.2	不锈钢耐热钢及耐腐蚀钢的力学性能	(1822)

第 15 章 高温合金

15.1	中国高温合金	(1862)
15.1.1	高温合金牌号和化学成分	(1862)

15.1.2	高温合金的力学性能	(1880)
15.1.3	高温合金的物理性能	(1887)
15.1.4	高温合金的特性及用途	(1895)
15.2	美国高温合金	(1898)
15.2.1	高温合金牌号和化学成分	(1898)
15.2.2	高温合金的力学性能	(1903)
15.2.3	高温合金的物理性能	(1906)
15.2.4	高温合金的特性及用途	(1909)
15.3	英国高温合金	(1912)
15.3.1	高温合金牌号和化学成分	(1912)
15.3.2	高温合金的力学性能	(1914)
15.3.3	高温合金的物理性能	(1916)
15.4	法国高温合金	(1917)
15.4.1	高温合金牌号和化学成分	(1917)
15.4.2	高温合金的力学性能	(1918)
15.4.3	高温合金的物理性能	(1920)
15.5	德国高温合金	(1921)
15.5.1	高温合金牌号和化学成分	(1921)
15.5.2	高温合金的力学性能	(1926)
15.5.3	高温合金的物理性能	(1927)
15.5.4	高温合金的特性及用途	(1929)
15.6	日本高温合金	(1929)
15.6.1	高温合金牌号和化学成分	(1929)
15.6.2	高温合金的力学性能	(1930)
附录	法定计量单位	(1932)

第1章 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。生铁具有坚硬、耐磨、铸造性好等性能。工业生铁一般含碳量不超过4.5%，并含C、Si、Mn、S、P等元素，是用铁矿石经高炉冶炼的产品。按其成分、性能及用途不同，生铁分为三类。

①炼钢生铁——一般硅含量较低(不大于1.75%)，含硫量则较高(不大于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(不大于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五倍，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。

硅铁：按含硅量不同分为工业硅，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。

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。

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($0.25\% \sim 0.8\%$)和较高含锰量($0.70\% \sim 1.20\%$)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三类:

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。

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。

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 $0.65\% \sim 1.35\%$ 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°C 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、钨、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、钨、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 $1.2 \sim 1.3\text{t}$ 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 $0.15\% \sim 0.50\%$ 的范围内。除含碳外,还含有一种或几种合金元素,如硅、锰、钨、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 $0.5\% \sim 1.5\%$ 。热变形模具用钢含碳量较低,在 $0.3\% \sim 0.6\%$ 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 $0.7\% \sim 1.4\%$,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 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 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拉抗强度、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 $0.6\% \sim 0.9\%$ 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($1.3\% \sim 2.8\%$)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。

(17)易切削钢

易切结构钢是在钢中加入一些使钢变脆的元素,使钢切削时切屑易脆断成碎屑,从而利于提高切削速度和延长刀具寿命。使钢变脆的元素主要是硫,在普通低合金易切结构钢中使用了铅、碲、铋等元素。

这种钢含硫量在 $0.08\% \sim 0.30\%$ 范围内,含锰量在 $0.60\% \sim 1.55\%$ 范围内。钢中的硫和锰以硫化锰形态存在,硫化锰很脆并有润滑效能,从而使切屑容易碎断,并有利于提高加工表面的质量。

(18)电工硅钢

电器工业用硅钢主要用来制造电器工业用硅钢片。硅钢片是电机和变压器制造中用量很大的钢材。

按化学成分硅钢可以分为低硅钢或高硅钢。低硅钢含硅量 $1.0\% \sim 2.5\%$,主要用来制造电机。高硅钢含硅量 $3.0\% \sim 4.5\%$,一般用来制造变压器。它们的含碳量 $\leq 0.06\% \sim 0.08\%$ 。

(19)轴承钢

轴承钢是用来制造滚珠、滚柱和轴承套圈的钢。轴承在工作时承受着极大的压力和摩擦力,所以要求轴承钢有高而均匀的硬度和耐磨性,以及高的弹性极限。

对轴承钢的化学成分的均匀性、非金属夹杂物的含量和分布、碳化物的分布等要求都十分严格。

轴承钢又称高碳铬钢,含碳为 1% 左右,含铬量为 $0.5\% \sim 1.65\%$ 。

轴承钢又分为高碳铬轴承钢、无铬轴承钢、渗碳轴承钢、不锈钢轴承钢、中高温轴承钢及防磁轴承钢6大类。

(20)钢轨钢

钢轨主要承受机车车辆的压力及冲击载荷,因此要求有足够的强度和硬度及一定的韧性。通常采用的钢轨钢是平炉和转炉冶炼的碳素镇静钢,这种钢含碳 $0.6\% \sim 0.8\%$,属于中碳钢和高碳钢,但钢中含锰量较高,在 $0.6\% \sim 1.1\%$ 的范围内。

近年来,已广泛采用普通低合金钢钢轨,如高硅轨、中锰轨、含铜轨、含钛轨等。普通低合金钢轨比碳素钢轨耐磨、耐腐蚀,使用寿命有很大的提高。

(21)桥梁钢

铁路或公路桥梁承受车辆的冲击载荷,桥梁钢要求有一定的强度、韧性和良好的抗疲劳性能,并且对钢材的表面质量要求较高。桥梁钢常采用碱性平炉镇静钢,已经成功地采用了普通低合金钢如16锰、15锰钒氮等。