

钢铁材料手册

第1卷

碳素
结构

钢

《钢铁材料手册》总编辑委员会 编著

中国标准出版社



钢铁材料手册

第1卷

碳素结构钢

《钢铁材料手册》总编辑委员会 编著

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁材料手册. 第1卷. 碳素结构钢/《钢铁材料手册》
总编辑委员会编著. —北京: 中国标准出版社, 2002
ISBN 7-5066-2954-2

I. 钢… II. 钢… III. ① 钢-技术手册② 铁-技
术手册③ 结构钢: 碳素钢-技术手册

IV. TG14-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第079578号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码: 100045

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 880×1230 1/32 印张 11½ 插页 1 字数 336 千字

2003年5月第一版 2003年5月第一次印刷

*

印数 1--2 000 定价 30.00 元

网址 www.bzcbs.com

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68533533

《钢铁材料手册》总编辑委员会

主 任 杨德泽

委 员 张少棠 徐庆安 蔡一鸣 刘国普

廖隆国 董雁鹏 滕长岭 胡国萃

纪 贵 袁晓玲 吴建伟 彭敬云

张惠娟

《钢铁材料手册》 第1卷 碳素结构钢 编 辑 委 员 会

主 编 胡国萃

副主编 申景阁 张少棠

编 委 崔淑雅 齐小鸣 董雁鹏 廖隆国

蔡 宁 纪 贵 陈宏熹 滕长岭

彭敬云 张惠娟 徐庆安 蔡一鸣

安 平 王滨玉 金首双 赵玉玺

张圣启

前

言

钢铁工业是国民经济发展的重要基础工业,钢铁是国民经济各部门的重要原材料。随着我国改革开放的进一步深化、社会主义市场经济的不断完善和科学技术的日益进步与发展,国民经济各部门对钢铁产品的品种和质量有了更高的要求。同时,钢铁生产企业也在不断地进行结构优化、调整产品结构、降低成本、提高产品质量,以适应市场的需要,从而更好地为国民经济的发展服务。

为帮助钢材使用部门和钢铁企业更好地掌握和理解钢材标准中的技术要求,冶金信息标准研究院组织编写了这套手册。本手册按钢类分为10卷,分别为碳素结构钢、低合金高强度钢、优质碳素结构钢、合金结构钢、不锈钢、耐热钢、工具钢、弹簧钢、轴承钢、精密合金类材料。各卷以所述钢类的基本技术特性为基础,以现行的我国全部标准和国外部分标准的主要技术要求为重点,将基本技术特性与标准技术要求相结合进行综合论述。在使读者掌握和

理解标准技术要求的同时,也能对各钢类的基本技术特性和生产情况有一较深入的了解。其内容包括总论、定义、分类、生产工艺、主要生产品种和用途、金相组织、物理性能、化学性能、力学性能、工艺性能以及标准主要技术要求、国内外生产发展状况等。附录部分还收入了国内相关标准的主要技术要求、主要国外(国际)标准目录、国内外主要生产企业和钢的类似牌号对照等。

本手册内容丰富、信息量大、实用性强,是钢铁企业、使用部门以及科研院所和大专院校有关人员必备的工具书和参考资料。

本手册在编写过程中参阅了国内外有关文献资料 and 标准,在此向有关单位和作者表示衷心的感谢。由于我们编写人员的水平有限,本手册难以准确、完善地反映钢铁工业生产和科学技术不断发展的情况,错误和不当之处恳请读者提出宝贵意见。

本手册中的国内和国外(国际)标准主要技术要求摘录并非保证依据,仅供参考,在任何情况下都应以前行原文版本为准。选编的美国 ASTM 和英国 BS 标准中有个别标准采用英制单位,为了更准确地表明其规定,本手册未进行国际单位制单位换算。

本书为第 1 卷 碳素结构钢

编 者

2003 年 3 月

目

录

1	总论	1
1.1	现代钢铁生产的发展	1
1.2	我国碳素结构钢标准的变迁	5
2	定义和分类	10
2.1	我国标准的规定	10
2.2	国外和国际(ISO)标准的规定	12
3	牌号表示方法	17
3.1	中国	17
3.2	美国	19
3.3	日本	20
3.4	德国	22
3.5	英国	25
3.6	法国	26
3.7	俄罗斯	28
3.8	欧洲标准	29
3.9	国际标准	32
4	主要生产工艺简介	33
4.1	概述	33
4.2	型钢生产	36

4.3	钢板和钢带生产	38
4.4	线材生产	43
5	主要生产品种和用途	47
5.1	棒材	47
5.2	型钢	48
5.3	钢板、钢带	53
5.4	焊接钢管	56
5.5	线材	57
5.6	钢丝	58
6	我国标准主要技术要求	59
6.1	GB/T 700—1988 碳素结构钢	59
6.2	GB/T 14292—1993 碳素结构钢和低合金结构钢热轧 条钢	62
6.3	GB/T 11263—1998 热轧H型钢和剖分T型钢	63
6.4	YB/T 3301—1992 焊接H型钢	75
6.5	YB/T 5007—1993 农业机械用特殊截面热轧型钢	85
6.6	GB/T 6725—1992 冷弯型钢技术条件	94
6.7	GB 13013—1991 钢筋混凝土用热轧光圆钢筋	94
6.8	GB/T 2826—1981 每米38~50 kg钢轨用垫板技术条 件	98
6.9	GB/T 11264—1989 轻轨	99
6.10	GB/T 701—1997 低碳钢热轧圆盘条	103
6.11	GB/T 912—1989 碳素结构钢和低合金结构钢热轧 薄钢板和钢带	106
6.12	GB/T 3274—1988 碳素结构钢和低合金结构钢热轧 厚钢板和钢带	107
6.13	GB/T 3277—1991 花纹钢板	109
6.14	GB/T 11253—1989 碳素结构钢和低合金结构钢冷 轧薄钢板及钢带	112

6.15	YB/T 5037—1993	200 升油桶用热轧碳素结构钢薄 钢板	114
6.16	GB/T 716—1991	碳素结构钢冷轧钢带	117
6.17	GB/T 3524—1992	碳素结构钢和低合金结构钢热轧 钢带	120
6.18	GB/T 8164—1993	焊接钢管用钢带	123
6.19	YB/T 5065—1993	自行车用冷轧碳素钢宽钢带和钢 板	126
6.20	YB/T 5066—1993	自行车用热轧碳素钢和低合金钢 宽钢带及钢板	131
6.21	YB/T 5067—1993	自行车用冷轧钢带	134
6.22	YB/T 5068—1993	自行车用热轧钢带	138
6.23	YB/T 5088—1993	同轴电缆用电镀锡钢带	142
6.24	YB/T 5195—1993	电镀铅锡合金钢带	144
6.25	YB/T 023—1992	金属软管用碳素钢冷轧钢带	147
6.26	YB/T 024—1992	铠装电缆用钢带	149
6.27	YB/T 025—1992	包装用钢带	153
6.28	GB/T 3091—2001	低压流体输送用焊接钢管	156
6.29	GB/T 3640—1988	普通碳素钢电线套管	166
6.30	GB/T 13792—1992	带式输送机托辊用电焊钢管	167
6.31	GB/T 13793—1992	直缝电焊钢管	171
6.32	GB/T 14291—1993	矿用流体输送电焊钢管	175
6.33	YB/T 4028—1991	深井水泵用电焊钢管	178
6.34	GB/T 343—1994	一般用途低碳钢丝	181
6.35	GB/T 346—1984	通讯线用镀锌低碳钢丝	185
6.36	GB/T 3082—1984	铠装电缆用镀锌低碳钢丝	189
6.37	YB/T 4026—1991	网围栏用镀锌钢丝	191
6.38	YB/T 5033—2001	棉花打包用镀锌钢丝	195
7	国外和国际(ISO)标准主要技术要求		199
7.1	ASTM A6/A6M—1999 轧制结构钢棒材、钢板、型钢		

	和钢板桩的一般要求	199
7.2	ASTM A36/A36M—1997a 碳素结构钢	247
7.3	JIS G3101—1995 一般结构用轧制钢材	249
7.4	JIS G3136—1994 建筑结构用轧制钢材	253
7.5	JIS G3444—1994 一般结构用碳素钢管	259
7.6	BS 4449—1997 混凝土用碳素钢筋	263
7.7	ГОСТ 380—1994 普通碳素钢 牌号	269
7.8	EN 10025—1990+Al—1993 非合金结构钢热轧产品 交货技术条件	272
7.9	ISO 630:1995 结构钢 钢板、宽扁钢、棒材、型钢和 异型钢	289
7.10	ISO 1052:1982 一般工程用钢	293
7.11	ISO 6935/1:1991 钢筋混凝土用钢 第1部分:光圆 钢筋	294
7.12	ISO 6935/2:1991 钢筋混凝土用钢 第2部分:带肋 钢筋	297
附录 I	我国相关标准主要技术要求	304
1	GB/T 702—1986 热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量及 允许偏差	304
2	GB/T 706—1988 热轧工字钢尺寸、外形、重量及允许偏 差	307
3	GB/T 707—1988 热轧槽钢尺寸、外形、重量及允许偏 差	311
4	GB/T 9787—1988 热轧等边角钢尺寸、外形、重量及允 许偏差	315
5	GB/T 9788—1988 热轧不等边角钢尺寸、外形、重量及 允许偏差	323
6	GB/T 9946—1988 热轧 L 型钢尺寸、外形、重量及允许 偏差	330
7	GB/T 708—1988 冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及	

	允许偏差	332
8	GB/T 709—1988 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及 允许偏差	337
9	GB/T 222—1984 钢的化学分析用试样取样法及成品 化学成分允许偏差	342
附录Ⅱ 国内外碳素结构钢类似牌号对照		345
附录Ⅲ 国外和国际(ISO)标准目录		346
(1)	美国 ASTM	346
(2)	日本 JIS	347
(3)	德国 DIN	349
(4)	英国 BS	349
(5)	俄罗斯 ГОСТ	350
(6)	欧洲标准 EN	351
(7)	国际标准 ISO	351

1 总 论

1.1 现代钢铁生产的发展

碳素结构钢(原称普通碳素结构钢)是钢铁生产中产量最大、品种最多、用途最广的钢类,是工程结构的主要原材料。碳素结构钢中只含有铁、碳、硅、锰及杂质元素磷和硫,不含任何其他有意添加的合金元素。这类钢一般不要求进行热处理,通常在交货状态下使用,其性能主要取决于钢中的碳含量。据一些工业发达国家的统计,碳素钢约占钢总产量的70%,合金钢约占钢总产量的10%,低合金钢约占钢总产量的15%~20%。而碳素结构钢占碳素钢产量的绝大部分。因此,钢铁生产的发展是以碳素结构钢生产的发展为代表的。现代钢铁生产的发展主要表现在以下几个方面。

1.1.1 炼铁

炼铁生产的发展主要是为炼钢提供优质而且经济的铁水。首先表现在炼铁高炉的大型化,高炉容积由 $1\,000\text{ m}^3$ 以下,向 $2\,000\sim 5\,000\text{ m}^3$ 甚至更大的方向发展。此外,还表现在采用还原性好、强度高、含铁品位高的烧结矿和球团矿;提高热风温度,从 $300\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 提高到 $1\,000\sim 1\,200\text{ }^{\circ}\text{C}$;采用无料钟炉顶、高压炉顶、富气鼓风、喷吹煤粉(喷油)等;采用计算机控制生产过程,这些新技术大大降低了能源消耗,提高了生产效率。为了降低铁水的硫含量,目前普遍采用了铁水预处理新技术,硫的质量分数可降至0.015%左右。除高炉冶炼铁水外,还开发了直接还原炼铁和熔融还原炼铁等新工艺。

1.1.2 炼钢

目前世界上大多数国家已采用复合吹炼转炉炼钢。其是在顶吹和底吹氧气转炉炼钢法的基础上,综合两者的优点并克服两者的缺点而发展的新炼钢法,即在原顶吹转炉的底部吹入不同气体以改善熔池搅

拌。常用的复吹转炉炼钢技术,如以空气加氮(或氩)作底吹气体、以氮作冷却气体的熔池搅拌复吹转炉炼钢法(BSC-BAP法);用天然气保护底枪、从底部向熔池分别喷吹煤和氧的炼钢法(KMS法);将占总氧量30%的氧气混合石灰粉一同从炉底吹入熔池的炼钢法(K-BOP法)和将占总氧的体积分数10%~20%的氧气从底部吹入,并用丙烷或天然气冷却炉底喷嘴的炼钢法(LD-OB法)等。复合吹炼转炉炼钢,既改善了钢的质量,又提高了效率,所以在世界上得到了广泛应用,其产量已占钢总产量的一半以上。

电炉炼钢技术也有了新的发展。超高功率电炉(每吨炉容量所配的变压器容量为600 kVA以上)技术、直流电炉技术、废钢预热技术、热装铁水技术,以及相关技术的应用,不但使电炉的炼钢周期与转炉越来越近,而且更具优越性。电炉新技术的发展大大提高了生产率,降低了电耗和电极消耗,与炉外精炼、连铸、连轧相配合,已成为中、小钢厂的发展方向。直流电炉还具有减轻噪音污染、电弧稳定、对电网冲击小、减小和消除网路电压波动与闪烁、降低耐火材料消耗、提高炉龄、有效利用电能等优点。总之,电炉生产技术与装备的完善和发展主要表现在以下几个方面。

(1) 超高功率电炉技术的开发和完善,并与炉外精炼有效的衔接,使电炉生产工艺的流程、效率、节能等方面发生了根本性改变,是实现超高功率电炉——钢水精炼——近终形连铸——连轧短流程工艺的基础条件。

(2) 直流电炉技术的发展和在生产中的应用,进一步提高了效率、降低了消耗、减少了对环境和电网的污染。交流电炉也以高阻抗及智能电极调节器等新技术,保持了继续发展的态势。

(3) 采用高强度化学能输入和转炉炼钢技术,如复合吹炼、二次燃烧、煤气助熔、泡沫渣、高铁水比等,进一步提高了电炉的生产效率和钢的质量。

(4) 相关技术与装备的进步满足了冶炼和精炼的需要,如长寿耐火材料、高效供配电、人工智能控制、偏心炉底出钢等。

电炉炼钢生产的发展一直以提高效率、降低消耗、扩大品种、提高质量、优化生产结构为主要目标。近年来电炉新技术的开发推动了电炉

炼钢生产的快速发展。有些工业化国家的电炉钢比已经超过了50%，一些钢铁生产主要国家也计划将电炉钢比提高到40%以上。

1.1.3 炉外精炼

将初炼的钢液(经转炉或电炉进行熔化、脱磷、脱碳和主合金化)在真空、惰性气体或还原性气氛的容器中进行脱气、脱氧、脱硫、去除杂质和成分微调等,称为炉外精炼。将炼钢过程分为初炼和精炼的优点是提高钢的质量、缩短冶炼时间、简化工艺过程、降低成本和更好的与连铸衔接。炉外精炼的种类很多,大致可分为常压下炉外精炼和真空下炉外精炼两类;按处理方式的不同,又可分为钢包处理型炉外精炼(无补偿钢水温度下降的加热装置)和钢包精炼型炉外精炼(有补偿钢水温度下降的加热装置)。目前,炉外精炼已成为炼钢生产实现优质、高产、低耗的有效措施。

常用的钢包处理方法有真空循环脱气法(RH、DH)、钢包真空吹氩法(Gazid)、钢包喷粉处理法(IJ、TN、SL)等;钢包精炼方法有真空吹氧脱碳法(VOD)、真空电弧加热脱气法(VAD)、钢包精炼法(ASEA-SKF)、封闭式吹氩成分微调法(CAS)、氩气脱碳法(AOD)等。此外,还有为了扩大或增加功能、扩大应用范围而开发的各种精炼方法的改进型。

1.1.4 连铸

钢液浇注是炼钢生产中的一个重要环节。与模铸相比,连铸具有增加金属收得率、节约能源、改善劳动条件、提高生产效率、提高铸坯质量、提高综合收得率,并且可以取消初轧开坯工序,大大缩短工艺流程、便于实现机械化和自动化等优点。目前,除特殊钢中的一部分工具钢和高速钢外,几乎所有的钢都可进行连铸。同时,一些改善铸坯质量、提高连铸生产效率的技术也在不断地开发和应用。据世界钢铁工业连铸比的统计(不包括中国大陆),1970年为4.4%、1975年为11.3%、1980年为28.4%、1985年为45.8%、1990年为64.1%、1995年为80.8%、1999年为87.7%。可以看出,世界范围的连铸发展是非常快的,这有力地促进了钢铁工业的发展。同时,近终形连铸和薄板坯连铸也有了很大发

展。1989年世界第一套薄板坯连铸连轧设备的投产,开创了热轧钢带生产的新阶段。

常用的连铸机有立式连铸机、立弯式连铸机、弧型连铸机、直弧型连铸机、超低头弧型连铸机、水平连铸机等;薄板坯连铸连轧工艺有CSP工艺、ISP工艺、FTSP工艺、CONROLL工艺、TSP工艺等。

1.1.5 轧钢

轧钢生产主要是向高速化、连续化、产品高精度化和品种规格多样化的方向发展。连续轧制(连轧)具有轧制速度快、效率高、轧件头尾温差小、产量高、损耗少、产品质量优良等优点,现已广泛用于冷、热轧钢板(带)、线材、小型材等钢材的生产。目前,在轧钢生产的整个工序中已普遍采用了在线检测和自动控制技术。同时,在热轧过程中,通过对加热温度、轧制温度、变形量、变形速率、终轧温度和轧后冷却等工艺参数合理控制,使轧件的塑性变形与固态相变相结合,从而获得良好的组织,提高钢材的强韧性,使其具有优良的综合性能的控制轧制技术;通过冷却装置,在轧制线上对热轧后轧件的温度和冷却速度进行控制,也就是利用轧件轧后余热进行在线热处理,以提高产品的性能,特别是强度,并且与控制轧制相配合可获得更好的强韧性匹配效果的控制冷却技术,现已广泛用于钢板(带)、钢管、型材、线材、棒材的生产中。

现代轧钢技术的发展,主要表现在以下几个方面:

- (1) 生产过程连续化;
- (2) 轧机高速化;
- (3) 生产过程自动化;
- (4) 生产规模大型化;
- (5) 生产过程专业化;
- (6) 采用自动控制、在线检测,提高产品质量;
- (7) 采用控制轧制、控制冷却技术改善钢材的性能;
- (8) 采用连铸-连轧工艺;
- (9) 采用节约能源、减少金属损耗、降低成本、改善劳动条件的新工艺和新技术。

1.2 我国碳素结构钢标准的变迁

我国最早的碳素结构钢标准是1952年引进原苏联标准ГОСТ 380—1950《普通碳素钢钢号和一般技术条件》制定的重工业部标准重4-52《普通碳素钢钢号和一般技术条件》。之后,对该标准进行了5次修订,其编号分别为重工业部标准重4-55、冶金工业部标准YB 151—1963、国家标准GB 700—65、GB 700—79和GB 700—88。

在5次标准修订中,标准的名称修订了2次。自重4-52至GB 700—65标准名称与ГОСТ 380相同,一直为《普通碳素钢钢号和一般技术条件》;GB 700—79标准名称为《普通碳素结构钢技术条件》;GB 700—88标准名称改为《碳素结构钢》,去掉了普通二字,意味着标准内容有了根本的变化,不但包括有普通碳素钢,还包括了优质碳素钢。该标准为非等效采用国际标准ISO 630:1987,其他技术要求也有了很大改变,与国际标准基本一致。

1.2.1 重4-52《普通碳素钢钢号和一般技术条件》

该标准所包括的钢分为两类,甲类钢和乙类钢。甲类钢按力学性能交货,基本保证条件是抗拉强度(σ_b)和伸长率(δ);乙类钢按化学成分交货,基本保证条件是碳、硅、锰、磷和硫的含量。

1.2.1.1 牌号和化学成分

标准中列有8个牌号,0~7号钢。其牌号采用当时的拼音字母表示。

钢按冶炼炉种分别规定化学成分,有平炉钢、碱性侧吹转炉钢、酸性侧吹转炉钢(贝氏炉钢)。

杂质元素的质量分数规定硫不大于0.055%、磷不大于0.050%。残余元素规定铬、镍、铜均不大于0.30%。

镇静钢和沸腾钢均保证成品化学成分,其允许偏差分别为,碳 $+0.03\%$ 、 -0.02% 和 $\pm 0.03\%$;磷、硫 $+0.005\%$ 和 0.006% 。焊接结构用钢的碳含量不允许有上限偏差。

1.2.1.2 力学性能和工艺性能

标准规定甲类钢当伸长率合格时,抗拉强度(σ_b)上限可提高

29 MPa;如需方同意,冷弯合格时,抗拉强度(σ_b)上限可以不限。

冷弯试验作为甲类钢的附加条件,规定牌号1~3号钢冷弯180°,弯心直径 $d=0$,弯曲试样外表面不得有裂纹。

1.2.2 重4-59《普通碳素钢钢号和一般技术条件》

该标准与重4-52基本相同。由于当时许多钢厂采用小钢锭(4、6 in)直接轧制成材,锭小并使用不带保温帽的半镇静钢锭模和镇静钢锭模浇注,缩孔和疏松切不净,重4-55标准中以注的方式规定,凡因设备限制浇注边长200 mm以下不带保温帽的半镇静钢或镇静钢钢锭时,必须将钢材上的缩孔及有害疏松切除至肉眼不能看见为止。

1.2.3 YB 151—63《普通碳素钢钢号和一般技术条件》

该标准增加了特类钢,既保证力学性能,又保证化学成分。与重4-55相比,修订的内容较多,也更适合我国当时的生产和使用情况。

牌号的数量未变,但其表示方法改用汉语拼音字母和阿拉伯数字表示。

按类别:甲类钢、乙类钢、特类钢分别用字母A、B、C表示;

按冶炼方法:氧气转炉钢、碱性空气转炉钢分别用Y、J表示,平炉钢不标符号;

按脱氧程度:沸腾钢、半镇静钢在牌号末尾分别加字母F、b表示,镇静钢不标符号。

阿拉伯数字由小至大按碳含量平均值递增,分别表示不同的牌号。

例如3号甲类钢,氧气转炉冶炼钢的牌号分别为AY3、AY3F、AY3b。

甲类钢基本保证条件中增加了转炉钢需保证氮的体积分数不大于0.008%、铜的质量分数不大于0.30%的要求,并限制氢含量。

乙类钢基本保证条件中增加了砷和铜含量的规定。对使用含铜高的大冶铁矿石炼的钢,铜的质量分数可达0.40%,经双方协议也可达0.50%。参照原苏联标准ГОСТ 380—1957,规定砷的质量分数不大于0.08%。

提高了钢的纯净度,将磷的质量分数由不大于0.050%降为不大于