

张少棠 主编

钢铁材料手册

第1卷

碳素结构钢 (第2版)



 中国标准出版社

第1卷

碳素结构钢

(第2版)

张少棠 主编

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

钢铁材料手册. 第1卷, 碳素结构钢/张少棠主编
—2版. —北京: 中国标准出版社, 2010
ISBN 978-7-5066-5757-0

I. ①钢… II. ①张… III. ①钢-金属材料-技术手册②铁-金属材料-技术手册③结构钢:碳素钢-技术手册 IV. ①TG141-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 059262 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 17.125 字数 504 千字

2010 年 5 月第二版 2010 年 5 月第二次印刷

*

定价 40.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

钢铁材料手册 第1卷 碳素结构钢(第2版)

编辑委员会

主 编	张少棠		
副主编	滕长岑	伍千思	金 琳
	赵玉玺	王祖恺	
编 委	栾 燕	高建平	孙 伟
	魏 绵	柳泽燕	林红亚
	张进莺	仇金辉	安 平
	翟 颖	张 建	王滨玉
	李晓光	郑 岩	安 静
	王克齐	杨 楠	杨 坤
	王秀亭	杨世奎	

再 版 前 言

《钢铁材料手册》(共 10 卷)自 2001 年陆续出版以来,为钢铁生产、使用、科研、设计及国内外贸易等部门的读者提供了一套内容丰富、信息量大、实用性强的参考资料,已成为有关人员查阅方便、必备的工具书。随着近年来钢铁工业的快速发展,制修订了大量的钢铁标准。手册第 1 版中收录的很多国内外标准均已修订,原有内容已不能满足读者的需要,有必要进行修订、再版。

本书是《钢铁材料手册》的第 1 卷《碳素结构钢》。此次再版,主要有以下两个特点:

一、全面更新了第 1 版中收录的标准。近几年来,我国的标准化事业取得了飞快的发展。合金结构钢标准(包括国家标准和行业标准)大部分都进行了更新;而欧洲标准已代替了原来英国、德国、法国等国家的技术标准,统一采用了欧洲(EN)标准体系;美国(ASTM)、日本和 ISO 标准也更换许多新内容。除了更新的内容以外,本次再版还收录了许多新的标准,使内容更加丰富、全面。

二、书的编写格式作了更新。本次再版没有沿用第1版中以国家(地区、标准化组织)为顺序的编排方式,而采用了新的编排方式。除“总论”和“附录”外,标准主要技术内容按综合标准、长条钢材产品标准、扁平钢材产品标准、钢管和钢丝产品标准分为四大类,分别编排,以便于读者查找、比对。

再版工作主要由张少棠负责全面编写工作。在一年多时间里,本书编委会的成员做了大量的组织、资料、审查等很多细致的工作,在资料收集、标准复印、全书体系安排等方面,做了大量的细致而繁琐的工作。没有他们的大力支持和全力帮助,本书是难以完成的。在此对他们热情协助、辛勤劳作致以衷心的感谢。

这次再版工作,虽然力求标准材料内容全面更新,尽量做到编译内容准确,但由于编者水平所限,以及国内、国外标准变化的很快,难免编译有误,不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009年12月

第1版前言

钢铁工业是国民经济发展的重要基础,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,冶金工业信息标准研究院组织编写了这套手册。本手册按照钢类分为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。附录部分还收入了主要国外和国际(ISO)不锈钢标准目录以及国内外钢的牌号对照等。

本手册内容丰富、信息量大、实用性强,是钢铁生产、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和标准,在此对有关单位和作者表示衷心的感谢。由于我们水平有限,错误和不当之处在所难免,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换算。

本书为第 1 卷 碳素结构钢

编委会

2003 年 5 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	11
2.1	我国标准的规定	11
2.2	国外和国际(ISO)标准的 规定	14
3	牌号表示方法	18
3.1	中国	18
3.2	美国	20
3.3	日本	21
3.4	俄罗斯	23
3.5	欧盟	24
3.6	国际标准	27
4	主要生产工艺简介	28
4.1	概述	28
4.2	型钢生产	31
4.3	钢板和钢带生产	33
4.4	线材生产	38
5	主要生产品种和用途	42

5.1	棒材	42
5.2	型钢	43
5.3	钢板、钢带	48
5.4	焊接钢管	51
5.5	线材	52
5.6	钢丝	53
6	综合标准主要技术要求	54
6.1	GB/T 700—2006 碳素结构钢	54
6.2	ASTM A6/A6M-07 轧制结构钢棒材、钢板、 型钢和钢板桩的一般要求	58
6.3	ASTM A36/A36M-05 碳素结构钢	112
6.4	JIS G 3101—2004 一般结构用轧制钢材	116
6.5	JIS G 3106—2004 焊接结构用轧制钢材	119
6.6	JIS G 3136—2005 建筑结构用轧制钢材	124
6.7	ГОСТ 380—1994 普通碳素钢 牌号	132
6.8	EN 10025-2:2004 结构钢热轧产品 第 2 部分： 非合金结构钢技术交货条件	134
6.9	ISO 630:1995 结构钢 钢板、宽扁钢、棒材、型钢 和异型钢	153
6.10	ISO 1052:1982 一般工程用钢	157
7	长条钢材产品标准主要技术要求	159
7.1	GB/T 14292—1993 碳素结构钢和低合金结构钢热 轧条钢	159
7.2	GB/T 6725—2008 冷弯型钢	160
7.3	GB/T 702—2008 热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许 偏差	161
7.4	GB/T 706—2008 热轧型钢	178
7.5	GB/T 11263—2005 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢 ...	202
7.6	YB 3301—2005 焊接 H 型钢	223

7.7	GB/T 20933—2007	热轧 U 型钢板桩	251
7.8	YB/T 4081—2007	护栏波形梁用冷弯型钢	256
7.9	YB/T 4155—2006	标准件用碳素钢热轧圆钢及 盘条	259
7.10	YB/T 4163—2007	铁塔用热轧角钢	263
7.11	YB/T 5048—2006	拖拉机大梁用槽钢	270
7.12	GB 1499.1—2008	钢筋混凝土用钢 第 1 部分: 热轧光圆钢筋	275
7.13	GB 1499.2—2007	钢筋混凝土用钢 第 2 部分: 热轧带肋钢筋	280
7.14	GB/T 1499.3—2002	钢筋混凝土用钢筋焊 接网	288
7.15	GB/T 11264—1989	轻轨	292
7.16	GB/T 701—2008	低碳钢热轧圆盘条	296
7.17	ASTM A510M-06	碳素钢线材和粗圆钢丝一 般要求(公制)	297
7.18	ASTM A663/A663M-89	(2006) ^① 要求 力学性能的商品级碳素钢棒材	306
7.19	JIS G3138—2005	建筑结构用轧制棒材	309
7.20	JIS G3191—2002	热轧棒材和盘条(卷状棒材)的 尺寸、质量及允许偏差	313
7.21	BS 4449:1997	混凝土用碳素钢筋	316
7.22	EN 10034:1993	结构钢工字钢和 H 型钢 形状 和尺寸允许偏差	323
7.23	EN 10056-1:1998	结构钢等边和不等边角钢 第 1 部分:尺寸	327
7.24	EN 10056-2:1993	结构钢等边和不等边角钢 第 2 部分:形状和尺寸允许偏差	335

^① 括号中的数字为年号,表示该标准在该年进行了确认。下同

7.25	ISO 6935-1:2007 钢筋混凝土用钢 第1部分: 光圆钢筋·····	337
7.26	ISO 6935-2:2007 钢筋混凝土用钢 第2部分: 带肋钢筋·····	344
8	扁平钢材产品标准主要技术要求·····	356
8.1	GB/T 708—2006 冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差·····	356
8.2	GB/T 709—2006 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差·····	363
8.3	GB 912—2008 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带·····	375
8.4	GB/T 3274—2007 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带·····	376
8.5	GB/T 3524—2005 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带·····	378
8.6	GB/T 716—1991 碳素结构钢冷轧钢带·····	381
8.7	GB/T 11253—2007 碳素结构钢冷轧薄钢板及钢带·····	384
8.8	YB/T 4151—2006 汽车车轮用热轧钢板和钢带·····	387
8.9	YB/T 4159—2007 热轧花纹钢板和钢带·····	390
8.10	YB/T 5064—1993(2005) 自行车链条用冷轧钢带·····	396
8.11	YB/T 5066—1993(2005) 自行车用热轧碳素钢和低合金钢宽钢带及钢板·····	398
8.12	YB/T 5088—2007 同轴电缆用电镀锡钢带·····	402
8.13	YB/T 023—1992(2005) 金属软管用碳素钢冷轧钢带·····	404
8.14	YB/T 024—2008 铠装电缆用钢带·····	406
8.15	ASTM A659/A659M-06 商品级热轧碳素钢(CS)薄板和钢带(碳含量最大值为0.16%~0.25%)·····	409

8.16	ASTM A749/A749M-97(2002) 热轧 碳素钢和高强度低合金钢钢带的一般要求	412
8.17	JIS G 3131—2005 热轧低碳钢厚板、薄板和 钢带	418
8.18	JIS G 3141—2005 冷轧碳素钢薄板和钢带	421
8.19	ISO 4995:2001 结构级热轧钢板	433
9	钢管和钢丝产品标准及相关标准主要技术要求	441
9.1	GB/T 3091—2008 低压流体输送用焊接 钢管	441
9.2	GB/T 13792—1992 带式输送机托辊用电焊 钢管	480
9.3	GB/T 13793—2008 直缝电焊钢管	483
9.4	GB/T 14291—2006 矿山流体输送用电焊 钢管	490
9.5	YB/T 4028—2005 深井水泵用电焊 钢管	504
9.6	YB/T 5305—2008 碳素结构钢电线 套管	511
9.7	GB/T 346—1984 通讯线用镀锌低碳 钢丝	513
9.8	GB/T 3082—2008 铠装电缆用热镀锌或热镀 锌-5%铝-混合稀土合金镀层低碳钢丝	516
9.9	YB/T 4026—1991 网围栏用镀锌钢丝	519
9.10	YB/T 5033—2001 棉花打包用镀锌 钢丝	523
9.11	YB/T 5144—2006 轴承保持器用碳素结构 钢丝	526
9.12	YB/T 5294—2006 一般用途低碳 钢丝	528

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 m³ 以下,向 2 000~5 000 m³ 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 300~500 °C 提高到 1 000~1 200 °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。