

钢铁材料手册

第4卷

合金
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4卷

合金结构钢

《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4卷, 合金结构钢/《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 7-5066-3059-1

I. 钢… II. 钢… III. ①钢-技术手册②铁-技术手册③合金钢: 结构钢-技术手册 IV. TG14-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第106020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 20 $\frac{1}{8}$ 插页4 字数 606 千字

2003年7月第一版 2003年7月第一次印刷

*

印数 1—2 500 定价 48.00 元

网址 www.bzchs.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

第4卷 编辑委员会

主 编 滕长岭

副主编 何国勤 蔡一鸣 张少棠

编 委 廖隆国 董雁鹏 胡国萃
彭敬云 蔡 宁 崔淑雅
齐小鸣 安 平 陈宏熹
王克齐 张 雁 王滨玉
张 建 金首双 陈 楠
张圣启 赵玉玺

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。各分册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、标准主要技术要求,以及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,本手册未进行公制单位换算。

本书为第4卷 合金结构钢

编者

2003年4月

目

录

1	总论	1
1.1	合金结构钢的发展概况	1
1.2	合金结构钢标准的变迁和标准水平	2
2	合金结构钢的分类	8
2.1	调质钢	8
2.2	渗碳钢	9
2.3	氮化钢(渗氮钢)	9
2.4	超高强度钢	10
2.5	非调质钢	12
2.6	硼钢	12
2.7	冷锻钢	13
2.8	耐热结构钢	13
2.9	易切削结构钢	13
3	合金结构钢的牌号表示方法	15
3.1	中国	15
3.2	日本	17

3.3	美国	25
3.4	俄罗斯	31
3.5	德国	32
3.6	英国	38
3.7	法国	42
3.8	欧洲标准化组织	44
3.9	国际标准化组织(ISO)	50
4	合金结构钢的特性	51
4.1	合金元素在合金结构钢中的作用	51
4.2	合金结构钢的基本性能	53
5	合金结构钢的主要生产工艺简介	61
5.1	合金结构钢的冶炼	61
5.2	合金结构钢的浇注	62
5.3	合金结构钢的压力加工	62
5.4	合金结构钢的热处理	65
6	我国通用的合金结构钢各牌号的主要用途	66
7	我国合金结构钢标准的主要技术要求	76
7.1	GB/T 3077—1999 合金结构钢	76
7.2	GB/T 3078—1994 优质结构钢冷拉钢材技术条件	96
7.3	GB/T 3079—1993 合金结构钢丝	102
7.4	GB/T 5216—1985 保证淬透性结构钢技术条件	108
7.5	GB/T 5953—1999 冷镦钢丝	118
7.6	GB/T 6478—2001 冷镦和冷挤压用钢	122
7.7	GB/T 8162—1999 结构用无缝钢管	132
7.8	GB/T 8731—1988 易切削结构钢技术条件	139
7.9	GB/T 11251—1989 合金结构钢热轧厚钢板	143
7.10	GB/T 11254—1989 压缩机阀片用热轧薄钢板	146

7.11	GB 13447—1992	无缝气瓶用钢坯	148
7.12	GB/T 13791—1992	冷拉异型钢	152
7.13	GB/T 13796—1992	工业链条用冷拉钢	163
7.14	GB/T 15712—1995	非调质机械结构钢	166
7.15	GJB 1951—1994	航空用优质结构钢棒规范	171
7.16	GJB 2150—1994	航空用合金结构钢热轧钢板规范	184
7.17	GJB 2151—1994	航空用合金结构钢冷轧钢板规范	189
7.18	GJB 2608—1996	航空用结构钢厚壁无缝钢管规范	194
7.19	GJB 2609—1996	航空用结构钢薄壁无缝钢管规范	202
7.20	YB/T 037—1993	优质结构钢冷拉扁钢	211
7.21	YB/T 054—1994	抽油杆用热轧圆钢	215
7.22	YB/T 4068—1991	热轧环件	219
7.23	YB/T 5035—1996	汽车半轴套管用无缝钢管	224
7.24	YB/T 5052—1993	金刚石岩芯钻探用无缝钢管	228
7.25	YB/T 5132—1993	合金结构钢薄钢板	231
7.26	YB/T 5211—1993	链式葫芦起重圆环链用钢丝	236
7.27	YB/T 158—1999	汽轮机螺栓用合金结构钢棒	238
8	国外(国际)合金结构钢标准的主要技术要求		243
8.1	ASTM A29/A29M—1993(1999 编辑性修改) 热加工和冷加工碳素钢和合金钢棒材的一般要求		
8.2	ASTM A304—1996 符合末端淬透性要求的合金钢棒 材		
8.3	ASTM A322—1991(1996) 标准级合金钢棒材		
8.4	ASTM A331—1995 冷加工合金钢棒材		
8.5	ASTM A355—1989(1994) 氮化合金钢棒材		
8.6	ASTM A434—1990a(1995) 热轧或冷加工调质处理的		

合金钢棒材	303
8.7 ASTM A739—1990a(1995) 高温部件、承压部件或高温承压部件用热加工合金钢棒材	306
8.8 ASTM A20/A20M—1997b 压力容器用钢板的一般要求	308
8.9 ASTM A202/A202M—1993 压力容器用铬锰硅合金钢板	323
8.10 ASTM A203/A203M—1997 压力容器用镍合金钢板	325
8.11 ASTM A204/A204M—1993 压力容器用钼合金钢板	328
8.12 ASTM A225/A225M—1993 压力容器用锰钒镍合金钢板	330
8.13 ASTM A353/A353M—1993 压力容器用两次正火和回火的9%镍合金钢板	333
8.14 ASTM A387/A387M—1992(1997) 压力容器用铬钼合金钢板	335
8.15 ASTM A517/A517M—1993 压力容器用淬火和回火的高强度合金钢板	340
8.16 ASTM A533/A533M—1993 压力容器用淬火和回火的锰钼和锰钼镍合金钢板	344
8.17 ASTM A542/A542M—1995 压力容器用淬火和回火的铬钼和铬钼钒钛硼合金钢板	347
8.18 ASTM A543/A543M—1993 压力容器用淬火和回火的镍铬钼合金钢板	350
8.19 ASTM A782/A782M—1990(1996) 压力容器用淬火和回火的锰铬钼硅钨合金钢板	353
8.20 ASTM A844/A844M—1993 压力容器用直接淬火工艺生产的9%镍合金钢板	355
8.21 ASTM A514/A514M—1994a 适于焊接的淬火和回火的高屈服强度合金钢板	357

8.22	ASTM A829/A829M—1995	结构级合金钢板	360
8.23	JIS G 4052—1979	保证淬透性的结构钢钢材(H 钢)	366
8.24	JIS G 4102—1979	镍铬钢钢材	376
8.25	JIS G 4103—1979	镍铬钼合金钢钢材	382
8.26	JIS G 4104—1979	铬合金钢钢材	390
8.27	JIS G 4105—1979	铬钼合金钢钢材	396
8.28	JIS G 4106—1979	机械结构用锰合金钢及锰铬合金 钢钢材	402
8.29	JIS G 4202—1979	铬钼铝钢钢材	408
8.30	JIS G 3508—1991	冷顶锻用硼钢盘条	413
8.31	JIS G 3545—1991	冷顶锻用硼钢丝	418
8.32	JIS G 4109—1987	锅炉及压力容器用铬钼钢板	422
8.33	JIS G 3441—1988	机械结构用合金钢钢管	427
8.34	JIS G 3458—1988	管道用合金钢钢管	429
8.35	DIN 17211—1987	氮化钢 交货技术条件	435
8.36	DIN 17212—1972	火焰淬火和感应淬火热钢 交货技 术条件	439
8.37	DIN 17204—1990	淬火和回火无缝圆钢管 交货技 术条件	450
8.38	BS 3604/1—1990	承压用具有规定高温性能的铁素 体合金钢管 第1部分:无缝钢管和电阻焊管	460
8.39	NF A35-562—1986	钢铁产品 热处理用特殊易切 削钢棒材和线材 质量	469
8.40	NF A49-215—1981	钢管 热交换器用非合金钢和 铁素体合金钢无缝钢管 尺寸及交货技术条件	475
8.41	ГОСТ 4543—1971	合金结构钢 牌号和技术条件	487
8.42	ГОСТ 1051—1973	冷拉优质钢	513

8.43	ГОСТ 11269—1976 特殊用途高级优质合金结构钢厚 板和齐边宽扁钢 技术条件	515
8.44	EN 10083/1—1991+A1—1996 淬火和回火钢 第 1 部分:特殊钢交货技术条件	520
8.45	EN 10083/3—1995 淬火和回火钢 第3部分:硼钢 交货技术条件	543
8.46	EN 10084—1998 表面硬化钢 交货技术条件	548
8.47	EN 10028/4—1994 压力容器用钢扁平产品 第4部 分:规定低温性能的镍合金钢	560
8.48	ISO 683-10—1987 热处理钢、合金钢和易切钢 第10 部分:压力加工氮化钢	566
8.49	ISO 683-11—1987 热处理钢、合金钢和易切钢—— 第11部分:加工表面硬化钢	570
附录 I 我国相关标准主要技术要求		580
1	GB/T 342—1997 冷拉圆钢丝、方钢丝、六角钢丝尺 寸、外形、重量及允许偏差	580
2	GB/T 702—1986 热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量 及允许偏差	585
3	GB/T 708—1988 冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量 及允许偏差	589
4	GB/T 709—1988 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量 及允许偏差	594
5	GB/T 905—1994 冷拉圆钢、方钢、六角钢尺寸、外形、 重量及允许偏差	599
6	GB/T 908—1987 锻制圆钢和方钢尺寸、外形、重量及 允许偏差	604
7	GB/T 14981—1994 热轧盘条尺寸、外形、重量及允许 偏差	607
8	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	609

附录Ⅱ 国内外合金结构钢类似牌号对照	613
1 国内外通用合金结构钢牌号对照	613
2 国内外保证淬透性合金结构钢牌号对照	619
3 国内外冷锻钢牌号对照	620
附录Ⅲ 国外和国际(ISO)合金结构钢标准目录	622
1 美国 ASTM	622
2 日本 JIS	624
3 德国 DIN	625
4 英国 BS	626
5 法国 NF	626
6 俄罗斯 ГОСТ	628
7 国际标准 ISO	628

1 总 论

1.1 合金结构钢的发展概况

合金结构钢是钢铁产品中的一类主要品种,与现代工业的发展关系密切。1872~1874年,美国建造密西西比河大桥,使用了高碳铬铸钢制造桥的拱架,这标志着合金钢工业规模生产和应用的开始。19世纪70年代末,法国和英国用铬钢制造军械武器(特别是装甲钢板、炮弹等)。19世纪80年代,法国开发和生产了低碳镍钢,使结构材料的性能达到新水平,这标志着合金结构钢工业生产的开端。不久后,实现了低碳铬钢的工业生产。在镍钢和铬钢之间展开了竞争。竞争结果是在19世纪最后十年里出现了镍铬钢。

合金结构钢除用于军工生产外,逐步向民用扩展。20世纪初,合金结构钢进入汽车制造工业。汽车制造业的需求又成了合金结构钢发展的强大动力。

19世纪末,法国人曾向钢中添加钒,单独地或同镍或铬结合应用。含钒的铬钢最初用于装甲钢板,后来用于汽车。1907年后,美国开始铬钒钢的工业生产。

第一次世界大战期间,开始了钼在结构钢中的工业应用,开发出镍钼钢、铬钼钢和镍铬钼钢。

第二次世界大战期间,合金结构钢广泛地用于制造飞机发动机零件(如曲轴、阀弹簧、齿轮、凸轮和紧固件等),也用于发动机架、飞机起落装置。合金结构钢在航空工业上的应用,使材料的冶金质量、工艺装备有了很大发展。

20世纪30年代,生产了按淬透性供货的合金结构钢——H钢。

20世纪50年代开发和应用了硼钢。硼钢是同样淬透性情况下最廉价的合金结构钢。

航空和航天事业的发展推动了超高强度钢的研制和开发。如低合

金超高强度钢 AISI 4340、300M、HP310,高合金的沉淀硬化不锈钢型超高强度钢,20%Ni 和 25%Ni 以及 18%Ni 马氏体时效型超高强度钢和 9Ni-4Co- $\times\times$ 型超高强度钢($\times\times$ 表示碳含量)。

20 世纪 70 年代,开发了非调质钢。

合金结构钢的发展可以分为三个阶段:1870 年以前为萌芽期;1870~1940 年期间为开发期;1940 年以后为改进提高期。

我国合金结构钢发展的基本情况是,20 世纪 50 年代学习原苏联、借鉴德国建立了中国的合金结构钢系列,仿制或试制一些原苏联标准规定的合金结构钢钢种,制定并实施了技术标准重 7~52;60~70 年代,合金结构钢的应用范围逐步扩大,为节约镍、铬元素和满足军工及尖端技术需要研制了一些新钢种;80 年代开始我国合金结构钢已基本自给。

1.2 合金结构钢标准的变迁和标准水平

50 年来,我国的合金结构钢已形成自己的钢种系列,建成了完整的合金结构钢标准体系,既有通用的标准,又有适合不同需要的专用标准。标准水平随着技术发展而不断提高,目前已基本达到国际同类产品的一般水平。下面就一些主要标准的概况介绍如下。

1.2.1 合金结构钢基础标准

1952 年由中央重工业部颁发了第一个合金结构钢标准:重 7-52。其中主要条文和评级图片是按原苏联标准 ГОСТ 4543—48 制定的。1955 年修改为重 7-55。1959 年,在冶金工业部组织下将重 7-55 修订为 YB 6—1959。按照节约镍、铬,少用或不用镍、铬的精神,确定了新的钢种系列。1971 年,将 YB 6—1959 修订为 YB 6—1971,仍然按照节约使用镍、铬的精神,推荐了我国自己研制的无镍铬代用钢种并恢复了原含镍铬的钢种。1982 年,将 YB 6—1971 进行了修订并升为国家标准 GB 3077—1982。这次结合生产、使用的实际情况,对钢种作了删减和补充。1988 年对 GB 3077—1982 进行修订,参照采用国外先进标准,使标准水平达到了国际同类产品标准的一般水平。修订后的 GB 3077—1988 与原 GB 3077—1982 相比主要有以下几点不同:

(1) 钢按冶金质量分为优质钢、高级优质钢和特级优质钢。特级优质钢是新增加的,其硫、磷杂质含量有所降低;

(2) 加严了轧材尺寸精度要求,使其尺寸精度水平达到了国际同类产品一般水平;

(3) 化学成分允许偏差按 GB 222—1984 中表 2 规定,严于国际标准(ISO)和德国相应标准规定,而与美国和日本的同类标准水平相当;

(4) 取消了原标准规定脱碳层不大于钢材直径或厚度 2% 的规定,使脱碳层的规定达到原苏联标准水平而严于美国标准。

1999 年,根据社会主义市场经济发展的需要,对 GB 3077—1988 又进行了修订,改为 GB/T 3077—1999,主要的修订内容有:

(1) 标准名称改为“合金结构钢”;

(2) 增加“经供需双方协商,可提供大于 250 mm 的棒材”;

(3) 增加“订货内容”一章;

(4) 增加钢产品标记代号;

(5) 增加钢牌号的统一数字代号;

(6) 删除不常用的 5 个牌号,增加我国自行研制的 1 个牌号;

(7) 增加规定残余钼含量上限;

(8) 对热处理工艺及个别牌号热处理参数进行了适当调整。

1.2.2 合金结构钢板、丝、管和锻件通用标准

1.2.2.1 合金结构钢薄钢板标准

1955 年重工业部颁发了“重 96-55”合金结构钢薄钢板标准,1963 年修改为 YB 204—1963,1985 年升为 GB 5067—1985,1993 年又调整为 YB/T 5132—1993。该标准包括了常用的合金结构钢薄钢板的主要牌号,达到了国际同类产品标准的一般水平。

1.2.2.2 合金结构钢厚钢板标准

1989 年,根据国内生产、使用需要,制定了合金结构钢热轧厚钢板标准 GB 11251—1989(现为 GB/T 11251—1989)。该标准列入了通用的牌号和一般技术要求。

1.2.2.3 合金结构钢钢丝标准

1982 年制定了合金结构钢丝标准 GB 3079—1982,1993 年修改为

GB/T 3079—1993。

1.2.2.4 合金结构钢钢管标准

1957 年制定了以合金结构钢为主的结构用无缝钢管标准“冶 11—57”，1963 年修订为 YB 231—1963，1964 年修订为 YB 231—1964，1970 年修订为 YB 231—1970，1987 年又修订升为国家标准 GB 8162—1987，1999 年再次修订成为 GB/T 8162—1999。

1.2.2.5 合金结构钢管坯标准

1989 年，根据制造钢管的需要，制定了合金结构钢圆管坯标准 GB 11171—1989，1993 年经调整改为 YB/T 5221—1993。

1.2.2.6 合金结构钢锻件标准

1997 年制定了“锻件用结构钢牌号和力学性能”国家标准 GB/T 17107—1997，其中主要牌号为合金结构钢。

1.2.3 合金结构钢专用标准

1.2.3.1 冷镦和冷挤压用合金结构钢标准

a) 1965 年，制定了冷镦钢(棒材)标准 YB 534—1965。1986 年升为国家标准 GB 6478—1986。2000 年，修订为 GB/T 6478—2000。此标准以合金结构钢为主。

b) 1964 年制定了冷顶锻用合金结构钢丝标准 YB 251—1964。1986 年经修订并升为国家标准 GB 5954—1986。1999 年，与 GB 5953—1986(冷顶锻用碳素结构钢丝)合并，修订为 GB/T 5953—1999，名称为“冷镦钢丝”。

1.2.3.2 保证淬透性结构钢标准

1985 年制定了保证淬透性结构钢标准，标准中主要为合金结构钢牌号。规定了淬透性带，可满足制造齿轮等要求保证淬透性带的特殊需要。但牌号还较少，与国外(如美国、德国、日本等)同类标准相比，牌号和技术水平相差较大。

1.2.3.3 合金结构钢冷拉材标准

a) 1955 年重工业部颁布了优质结构钢冷拉材标准(主要为合金结构钢牌号)。1963 年修订为 YB 194—1963。1982 年修订并升为国家标准 GB 3078—1982。1994 年修订为 GB/T 3078—1994。