

钢铁材料手册

第7卷

工具

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7卷

工 具 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7卷. 工具钢/《钢铁材料手册》
总编辑委员会编. —北京: 中国标准出版社, 2002
ISBN7-5066-3017-6

I. 钢… II. 钢… III. ①钢—技术手册②铁—技
术手册③工具钢—技术手册 IV. TG14-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第092599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 11³/₁₆ 插页 1 字数 345 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 32.00 元

网址 www.bzcbbs.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7卷 编辑委员会

主 编 纪 贵

副主编 朱红一 张少棠 崔淑雅

编 委 滕长岭 胡国萃 蔡 宁 齐小鸣
赵玉玺 张圣启 安 平 王滨玉
金首双 陈 楠

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)标准目录及国内外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 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现行原文版本为准。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 7 卷 工具钢

编 者

2001 年 4 月

目

录

1	总论	1
1.1	工具钢的发展概况及其在经济建 设中的作用	1
1.2	国内外生产状况	2
1.3	我国工具钢标准的变迁	7
1.4	国内外工具钢标准评述	15
2	定义、分类和牌号表示方法	24
2.1	碳素工具钢(非合金工具钢)	24
2.2	合金工具钢	26
2.3	高速工具钢	31
3	特性	35
3.1	碳素工具钢	36
3.2	合金工具钢	37
3.3	高速工具钢	39
4	主要生产工艺简介	41
4.1	碳素工具钢	41
4.2	合金工具钢	43
4.3	高速工具钢	45

5	主要生产品种、性能和用途	49
5.1	碳素工具钢	49
5.2	合金工具钢	51
5.3	高速工具钢	67
6	我国工具钢标准主要技术要求	74
6.1	GB/T 1298—1986 碳素工具钢技术条件	74
6.2	GB/T 3278—2001 碳素工具钢热轧钢板	95
6.3	YB/T 5058—1993 弹簧钢、工具钢冷轧钢带	97
6.4	YB/T 5061 1993 手表用碳素工具钢冷轧钢带	101
6.5	YB/T 5062—1993 锯条用冷轧钢带	103
6.6	GB/T 5952—1986 碳素工具钢丝	106
6.7	GB/T 1301—1994 凿岩钎杆用中空钢	110
6.8	GB/T 1299—2000 合金工具钢	115
6.9	YB/T 095—1997 合金工具钢丝	143
6.10	GB/T 9943—1988 高速工具钢棒技术条件	145
6.11	GB/T 9942—1988 高速工具钢大截面锻制钢材技术 条件	167
6.12	GB/T 9941—1988 高速工具钢钢板技术条件	179
6.13	GB/T 3080—1982 高速工具钢丝	181
6.14	GB/T 911—1966 工具钢热轧及锻制扁钢品种	184
7	国外和国际(ISO)工具钢标准主要技术要求	186
7.1	ASTM A686—1992 碳素工具钢	186
7.2	ASTM A681—1994 合金工具钢	200
7.3	ASTM A600—1992a(1999 年确认) 高速工具钢	221
7.4	JIS G4401—2000 碳素工具钢钢材	237
7.5	JIS G4404—2000 合金工具钢钢材	241
7.6	JIS G4403—2000 高速工具钢钢材	249

7.7	DIN 17350—1980	工具钢 交货技术条件	253
7.8	BS 4659—1989	工具和模具钢技术条件	273
7.9	NF A35—590—1992	钢铁产品——工具钢	285
7.10	ISO 4957—1999	工具钢	301
附录 I 我国相关标准主要技术要求			322
1	GB/T 702—1986	热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量及 允许偏差	322
2	GB/T 908—1987	锻制圆钢和方钢尺寸、外形、重量及 允许偏差	325
3	GB/T 905—1994	冷拉圆钢、方钢、六角钢尺寸、外形、 重量及允许偏差	328
4	GB/T 708—1988	冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量 及允许偏差	332
5	GB/T 709—1988	热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量 及允许偏差	337
6	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	342
7	GB/T 3207—1988	银亮钢	347
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	351
附录 II 国外和国际(ISO)工具钢标准目录			355
1	美国 ASTM		355
2	日本 JIS		355
3	德国 DIN		355
4	英国 BS		355
5	法国 NF		355
6	俄罗斯 ГОСТ		356
7	国际标准 ISO		356

附录Ⅲ	国内外工具钢类似牌号对照	357
1	碳素工具钢	357
2	合金工具钢	358
3	高速工具钢	360

1 总 论

1.1 工具钢的发展概况及其在经济建设中的作用

人类的生产与生活都离不开工具的使用。自从有了钢铁以后,人们逐渐认识到钢铁的强度与硬度等力学性能要比其他材料优越得多,用钢铁制成的工具大大提高了劳动生产率。

15 世纪初期,人们采用高炉生产出铁,到 18 世纪中期生产出高碳钢,并开始用这种材料制造成工具和弹簧。后来随着平炉、转炉,特别是电弧炉的出现,人们大量地将工具用于生产和生活中,并将钢中的碳含量加以提高,生产出优质高碳钢,利用这种钢硬度高的特点,把它制造成各种工具,这样就产生了碳素工具钢。

后来,特别是蒸汽机问世后,很多产品的加工制造已由手工加工变成了机械加工,由于机械加工要比手工加工要求高,例如切削速度加快了,这样碳素工具钢的工艺性能已不能满足加工制造的要求。基于这种情况,于 19 世纪中期发明了锰、钨含量较高的高碳合金工具钢。之后,人们将钢中锰含量减少,并增加铬含量,就形成了铬-钨系列合金工具钢。20 世纪初期,为提高钢的耐磨性,在高碳高铬钢基础上,将铬提高到 12%,形成了耐磨型冷作模具钢。20 世纪 30 年代,为了适应热作模具的需要,人们又进一步研究并获得红硬性更优良的模具钢以及为满足铝合金压铸模具的需要,开发出钨系热作模具钢,如 3Cr2W8V 等,以及含 5% 铬的铬-钼系热作模具钢,如 H 11、H 12、H 13 等。20 世纪 60 年代,美国研制出 VASCO-MACVM、Matrix II CVM 型等基体钢;中国、日本又在这种类型钢的基础上,开发出高强度和高热强性冷作与热作模具钢。之后,美国又根据塑料工业的发展,推出塑料用模具钢,如压制成形钢 P1~P6,以及预硬钢 P20 等。

随着机床切削加工工业的发展,被切削的材料品种不断增加,强度越来越高,切削速度不断加快,这样就要求切削工具具有良好的红硬

性、较高的硬度和耐磨性。19 世纪末期,人们发现含钨高碳钢在高温下淬火具有良好的红硬性,于是提出了最初的高速工具钢(1.85%C、3.8%Cr、8%W)。之后,又调整了碳和钨含量,形成了W18Cr4V 通用高速工具钢牌号。20 世纪中期,为适应高速工具钢在质量和性能方面的需要,粉末高速钢有了较大的发展。与此同时,人们还研制与开发出一系列低合金高速工具钢。值得指出的是,由于切削刀具材料的发展,人们先后开发出硬质合金、氧化铝陶瓷、氮化硅-氧化铝、金刚石等多种刀具材料。这样就形成了高速工具钢与硬质合金等切削刀具材料共同发展的状况,但高速工具钢仍然是制造刀具的主导材料。

模具、刀具和量具在工业生产中使用量很大,是机械制造业发展水平的标志之一。现代工业和高新技术的发展对于工具钢的产品质量、品种规格的要求不断提高,特别是模具已成为工业产品的主要成形工具,如80%家电行业用零件、70%机电行业用零件都是用模具成形的,也就是说,精密的、批量生产的无切削或少切削零件基本上都是采用模具来成形的。在工业发达国家,模具生产得到了很大发展,已成为一个新兴的行业。模具的制造周期、质量、精度在很大程度上直接影响到工业产品质量的提高、成本的降低和更新换代的速度。同样,刀具是机械制造业关键性、基础性的消耗材料。切削机床和工艺设计是以刀具性能为基础的。除了一般机床加工部门要求各类刀具降低成本、稳定质量、提高性能外,程控机床、兵器、航空、宇航及其他高科技产业部门对刀具的性能也提出了更高的要求。作为工具用钢(模具、刀具、量具)主要原材料的碳素工具钢、合金工具钢和高速工具钢,其质量、数量、品种、规格和成本,对机械制造等行业的影响很大,在各种生产活动中具有非常重要的作用,对各类产品的质量和生产效率的提高也有重要的意义。

1.2 国内外生产状况

我国工具钢的生产主要采用电弧炉冶炼、模铸成钢锭,再用热轧(冷拔)或锻制方法制造出用户要求的钢材,而国外有部分钢种已采用连铸生产。工具钢的生产主要集中在特殊钢厂。由工具钢制成各种工具主要集中在大型工具厂。

1.2.1 碳素工具钢

目前,我国碳素工具钢产量约占钢产量的0.5%~0.8%,1999年产量为2.1万t,比1998年产量下降40%。各工业发达国家中碳素工具钢产量约占钢产量的0.5%左右,其中用于工具的比例约占一半。

我国生产碳素工具钢主要在钢厂完成,制造工具在专业工具厂进行。这一点与工业发达国家有较大不同。发达国家为降低产品成本,已将部分工具产品转移到钢厂生产。纵观国外生产的发展趋势,有以下几个特点:

(1) 采用专业化生产。为提高质量、降低成本,只有少数几个特殊钢厂生产碳素工具钢,但其产量却占全国产量的2/3左右。

(2) 生产工艺、装备现代化。为满足用户需求和保证产品质量,在冶炼过程中采用超高功率电炉加炉外精炼工艺,这样提高了钢的纯净度,改善了钢的性能,特别是横向性能和韧性。

(3) 强化精整、检测工序。如国外一些特殊钢厂,坯料修磨场地约占主要轧钢区面积的50%,而且成品精整所占面积超过了主要轧钢区的面积。有的甚至单独建立精整车间。在生产过程中,国外普遍实行在线检测,如无损电磁检验等。这些措施保证了可以生产优质的碳素工具钢。

1.2.2 合金工具钢

当前,我国合金工具钢产量不高,1999年产量为2.9万t,比1998年增长26%。工业发达国家合金工具钢产量约占总产量的0.1%,其中模具钢产量较大,大约占工具钢产量的70%~80%。

我国大量生产的合金工具钢牌号主要有:3Cr2W8V、5CrNiMo、5CrMnMo、4Cr5MoSiV1、Cr12、Cr12MoV、CrWMn和9SiCr等。除4Cr5MoSiV1外,基本上仍然是20世纪50年代的水平。高效牌号的产量仍然很少。此外,在塑料模具方面,我国还在大量使用45钢和40Cr钢,用这类钢制成的塑料模使用寿命不足国外的1/2。还有,我国合金工具钢的品种主要为棒材,约占产量的90%,而扁钢、板材、模块等均较少,不仅给用户选材造成困难,而且影响了模具的制造周期和成本。

与国外相比较,我国合金工具钢的生产有以下几点不同或差距:

首先,我国现有的先进装备不配套,例如炉外精炼、精锻、快锻等。因此生产的产品,如品种、尺寸精度、外形和内部质量等与国外相比有一定差距。

其次,工业发达国家对工模具钢的生产已由分散向集中发展,例如由几家装备了先进生产线的生产工模具钢的主导工厂承担合金工具钢的生产,其产量占本国总产量的60%~80%,从而能够生产出品种齐全、质量上乘的产品。

目前,国外合金工具钢的发展趋势,概括起来有以下几方面:

(1) 牌号通用化、系列化

所谓牌号通用化、系列化是指通用型牌号性能从低到高形成系列,用以满足不同工模具的要求。例如美国ASTM标准中列有冷作模具钢牌号O1、O2、A2、D2、D3等;热作模具钢牌号H11、H13、H21等;塑料模具钢牌号P20等。这些牌号通用性强,形成系列,适用于各种工模具。

(2) 品种规格多样化

为了满足工模具业的发展需要,模具钢的品种规格多样化有了较大发展。工业发达国家合金工具钢中扁钢、板材产量占较大比例,同时还可提供经淬火、回火处理的模块制品等深加工产品。一些国家的标准还规定了粗车圆钢棒、冷拉钢棒、无心磨削钢棒、冷拉方钢和扁钢等技术要求,可满足各种用途工模具的需要。

(3) 提高钢的性能

为了提高合金工具钢的纯净度而采用各种精炼工艺。目前,国外已将钢中的硫和磷含量降低到0.01%以下,这样不但提高了钢的冲击韧性,而且改善了热疲劳性能。近期,又推出了高等向性能的合金工具钢钢材,使横向的塑性和韧性性能达到纵向性能的80%~90%,将工具寿命提高了1~3倍。

1.2.3 高速工具钢

目前,我国高速工具钢年产量平均在3万t左右,1999年达到7.4万t,比1998年增长10%,是高速工具钢产钢大国。世界高速工具钢年总产量约为20多万t。

在生产过程中,高速工具钢的生产要比碳素工具钢和合金工具钢复杂得多,有的要求电渣重熔以及特殊的轧、锻工艺与设备。

我国生产与使用的高速工具钢牌号如下:

W18Cr4V 钢 在20世纪60年代以前该牌号用量占总量的95%以上,以后逐年减少,目前只限于用作大型机械厂的自用工具及耐热部件。

W18Cr4VCo5、W18Cr4V2Co8 钢 这两个牌号为 W18Cr4V 的高性能牌号;W12Cr4V5Co5 钢引自美国 T15 钢,具有较高耐磨性和硬度,已被广泛使用。

钨-钼系高速工具钢牌号中W6Mo5Cr4V2(M2)是各国产量最多的牌号。在该系列中,我国研制的 W9Mo3Cr4V 钢制作的刀具,以及 W6Mo5Cr4V2Al 钢制作的立铣刀具均已大量出口国外。

钼系高速工具钢牌号也是国际常用牌号,其中W2Mo5Cr4V2 用作螺纹工具;W2Mo9Cr4VCo8 钢为用量最大的超硬型高速工具钢,但我国生产较少。

无钴或低钴超硬型高速工具钢牌号,虽然未列入标准,但仍有一定产量。例如我国研制的 W12Mo3Cr4V3N,用作简单刀具和模具;W9Mo3Cr4VCo5 等牌号,钴含量较低,可解决钴资源不足的问题。

低合金高速工具钢,例如我国开发的 D301、D601 钢虽未列入标准,但所生产的刀具仍占不少的份额;还有德国、美国、瑞典研制的 ABC-Ⅲ、VASCO-Day、M50、D950 等,较多地用作木工锯条和木工刨等工具。

国外工业发达国家高速工具钢生产的发展趋势和我国存在的差距:

(1) 实行专业化生产。国外主要工具钢生产厂基本上采用单一产品的专业化生产。高速工具钢的工艺、设备比较先进,产品质量比较高。主要措施是:冶炼,以中等容量的电弧炉冶炼,部分钢材产品采用电渣重熔及炉外精炼;锭型分配,根据钢材尺寸选用大、中、小锭型,比较齐全;钢锭开坯,采用水压快锻、精锻;在轧制上,采用热连轧生产钢材并经剥皮后交货;钢材热处理,采用氮或氮-氢气体保护退火处理,以及在线检测等。另外,粉末高速工具钢的产量也已具有一定规模。与这些国

家相比较,我国还有一定差距,例如炼钢炉容量不大,化学成分控制水平不很高,锭型种类单一;多半采用冷锤开坯、采用模列式轧机轧制,产品精度不高,以及“黑皮”交货,产品定尺率不高和包装不够好等不足。至于粉末高速工具钢的生产还有待加强。

(2) 满足越来越高的要求。机床加工已采用新的方法制刀具,并强化了工艺过程,要求提供与之相匹配的更高质量的高速工具钢作为原料保证。此外,为切削高合金钢和非铁材料,要求能够切削材料硬度达400HBS以上的高速工具钢,以及提供能切削高温合金和钛合金等更难加工材料的钢种。

除此之外,我国还应降低高速工具钢的消耗量,目前我国已超过了日本的消耗水平,与美国相持平,但我国机床加工工业规模与水平并未达到他们的程度。为此,一方面钢厂要采取措施提高产品质量,增加品种,减小尺寸偏差等;另一方面机床加工水平也应进一步提高,只有两方面共同努力才能将高速工具钢消耗量降下来。

(3) 提高钢种类型系列化和品种规格多样化水平。工业发达国家主要生产与使用三种类型钢种,即通用型、高钒和加钴型以及超硬型高速工具钢。举例如下:

(1) 美国采用的牌号有:

通用型牌号——T1、M7、M1、M2;

高钒型型号——M3,加钴型牌号——T4、T6、M35;

超硬型牌号——T15、M42、M41。

(2) 日本采用的牌号有:

通用型牌号——SKH2、SKH9;

高钒型牌号——SKH53,加钴型牌号——SKH4A、SKH3、SKH55;

超硬型牌号——SKH10、SKH7。

(3) 瑞典采用的牌号有:

通用型牌号——HSP-11、HSP-54、HSP-43、HSP-41;

加钴型牌号——HSP-5、HSP-6;

超硬型牌号——HSP-15。

我国在钢种系列化上已做了许多工作,取得了明显成果,建立了较

为完善的钢种体系,今后在标准化以及钢种类型的生产和使用上还有待进一步加强和提高。在品种规格方面,首先是应进一步开发粉末高速钢和大量生产高速钢扁钢;其次是大力发展深加工产品,增加冷拉、磨光、剥皮材和半成品的生产;第三是扩大高速钢产品的规格范围,以满足不同的需求。

1.3 我国工具钢标准的变迁

1.3.1 碳素工具钢

我国碳素工具钢标准现有8个,其中国家标准5个,冶金行业标准3个,分别对棒材、钢板、钢带和钢丝的各项技术要求作了具体规定,标准体系比较完整,能够满足使用要求。其中,GB/T 1298—1986《碳素工具钢技术条件》为基础性标准,其他棒材、钢板、钢带和钢丝标准,都是以此为基础根据使用要求制定的。碳素工具钢标准体系见表1-1。

表 1-1 碳素工具钢标准体系

序号	品种	标准号	标准名称	标准变迁
1	棒材	GB/T 1298—1986	碳素工具钢技术条件	重6 1952、YB 5—1959、 GB 1298—1977
2	棒材	GJB 1665—1993	弹芯用 T12A 冷拉钢 规范	YB 483—1964
3	钢板	GB/T 3278—2001	碳素工具钢热轧钢板	YB 538—1965 GB 3278—1982
4	钢带	GJB 1495—1992	弹链、弹夹用冷轧钢带 规范	YB 689—1976
5	钢带	YB/T 5058—1993	弹簧钢、工具钢冷轧钢 带	YB 268—1963、 GB 3525—1983
6	钢带	YB/T 5061—1993	手表用碳素工具钢冷 轧钢带	YB 318—1964、 GB 3528—1983、 GB 3528—1989
7	钢带	YB/T 5062—1993	锯条用冷轧钢带	YB 530—1965、 GB 3529—1983
8	钢丝	GB/T 5952—1986	碳素工具钢丝	YB 548—1965