

焊接材料手册

国内产品及中外标准卷

尹士科 主编



 中国标准出版社

焊接材料手册

国内产品及中外标准卷

尹士科 主编

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

焊接材料手册. 国内产品及中外标准卷/尹士科主编.

— 北京:中国标准出版社,2010
ISBN 978-7-5066-5561-3

I. ①焊… II. ①尹… III. ①焊接材料-技术手册
IV. ①TG42-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 097448 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 787×1092 1/16 印张 19.5 字数 675 千字

2010 年 6 月第一版 2010 年 6 月第一次印刷

*

定价 46.00 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

主 编

焊接材料手册

国内产品和中外标准卷

主 编 尹士科

副主编 邹增大

编 者 (按姓氏笔画排序)

王移山 吕奎清 李 勇 李春范 李箕福

李亚琳 吴振祥 陈义岗 侯永泰 高盛平

韩基新 喻 萍 裴新军

主 审 吴树雄

主 编 简 介

尹士科,1964年毕业于山东工学院焊接专业。1980年赴日本进修1年,教授级高工,享受国务院颁发的政府特殊津贴。曾被山东工业大学聘为兼职教授和博士生导师,指导博士研究生1人,硕士研究生3人;并担任淄博齐鲁焊业有限公司技术顾问。40多年来,一直在钢铁研究总院从事低合金钢焊接材料和焊接冶金的研究工作。“六五”、“七五”、“八五”期间均承担了国家攻关课题,包括潜艇、核潜艇耐压壳体用钢、60~100公斤级高强度钢、-90℃低温钢、耐盐卤腐蚀钢等钢的焊接性及配套焊接材料研究,共取得科研成果20多项,获全国科学大会奖一项,国家级科技进步二等奖2项,部(省)级科技进步一等奖3项,部级其他奖7项。研制开发碳钢、低合金钢、不锈钢和堆焊用焊条、焊丝、焊剂40多种,获国家授权专利8项。在国际性焊接会议上发表论文6篇,在全国性专业会议和杂志上共发表论文70余篇,有10多篇被会议评为优秀论文。主要著译作有“金属焊接材料手册”、“焊接材料实用基础知识”、“焊丝选用指南”、“世界焊接材料手册”、“焊接接头性能调控与应用”、“低合金调质高强度钢焊接及工程应用”、“国内外焊条简明手册”、“国内外焊丝焊剂简明手册”、“碳钢及低合金高强度钢焊接材料”、“焊工益友”、“焊接船体钢时的氢”(俄文)、“窄间隙焊接”(日文)、“神钢焊接材料手册”(日文)。参与了大型工具书或丛书“机械工程手册”、“钢铁辞典”、“中国冶金百科全书”、“中国材料工程大典”、“焊接手册(第3卷)”、“材料辞典”及“舰艇材料冶金军工史”中有关焊接的章节或辞条的编写工作。

近几十年来,随着科学技术的飞速发展,国内外焊接材料制造厂商生产的焊接材料在产品结构和品种数量、质量等方面都有了很大变化,研究开发了不少新的产品,特别是熔化极气体保护焊用实心焊丝和药芯焊丝,成了当今焊接材料生产应用和研发的主流,并将得到持续性发展。有资料报道,目前发达国家的自动化和半自动化焊接比例,已占到整个焊接工作量的 80% 以上。我国的焊接材料产品结构近十年来也有了显著变化,焊条产量在整个焊接材料中所占的比例已由 1998 年的 78% 下降至 2006 年的 57%。

在焊接材料标准方面近十年来也发生了明显变化,国际标准化组织(ISO)在 2002 年以后制定或修订了 20 多个焊接材料标准;欧洲国家则以通用的 EN 标准取代了各自国家的标准;日本和美国的焊材标准绝大多数作了修订;中国的焊材标准也有半数以上完成了修订。

这次出版的“焊接材料手册”分成了国内产品卷和国外产品卷,国内卷详细介绍了中国的焊接材料产品,同时也介绍了 15 个国内大型焊接材料制造厂的产品牌号,为读者了解和选用国产焊接材料提供了有实用价值的资料。国外卷介绍了主要工业发达国家的焊接材料,包括了跨国集团公司及其子公司的产品,为读者在国际范围内正确选用焊接材料提供了可靠的依据,也为我国焊接材料的研究和生产指明了方向。当前我国是焊接材料的生产大国,但从产品结构、品种、质量方面与国际水平仍有很大差距。该书的出版对我国研究开发具有自主知识产权的焊接材料、对促进我国焊接技术向自动化机械化方向发展,对我国焊接材料制造业的结构调整以及应对我国加入 WTO 后的工作都具有重要意义。

该书的国内产品卷还汇集了我与主要工业发达国家的焊接材料标准,这对我国焊接材料的生产与研制以及标准的修订有重要的参考价值。

该书的内容适应我国当前国民经济发展的需求,为建设资源节约型、环境友好型社会和创新型国家提供技术支撑。全书结构严谨,数据翔实,且多为近期发布的内容。对我国焊接工作者有一定的可读性,特向焊接界朋友们推荐。

中国机械工程学会焊接分会顾问
装甲兵工程学院教授、中国工程院院士

徐鸿士

2010年3月

焊接材料,包括焊条、焊丝、焊带、焊剂和保护气体等,已广泛用于船舶、桥梁、压力容器、化工设备、工程机械、海洋设施、建筑工程、机车车辆和核电工业等各个领域,在国民经济建设和国防现代化中起着重要的作用。随着科学技术的快速发展,国内外各焊接材料生产厂生产的焊接材料在品种、质量和产品结构等方面都发生了大的变化,开发了新的焊接产品,特别是 CO_2 气体保护焊用实心焊丝和药芯焊丝的开发和应用有了显著的变化,已成为当今焊接材料研发和生产的主流,并将得到持续性发展。

我国的焊接材料产量已持续十多年位居世界第一,其产量由1998年的100万吨猛增到2007年的350万吨以上,实属惊人的发展速度。焊接材料的产品结构近十年来也有了显著变化,焊条的产量虽然逐年增加,但它在焊材总量中所占的比例已有较大幅度的下降,由1998年的78%下降至2007年的50%左右。今后,中国的焊接自动化进程会更快,有人预测,5年后中国的焊接自动化和半自动化率可达70%左右。在焊材品种方面还要开发出更多更好的高科技型焊接材料,以满足管线钢、新一代微合金化耐热钢、超低碳贝氏体高强度钢、双相不锈钢及节镍、含氮型铬不锈钢等新钢种或新产品对新型焊接材料的需求。

原《焊接材料手册》将国内国外的焊接材料产品合在一起,为适应不同读者群的需要,这次将其分为国内产品卷和国外产品卷。本册为国内产品卷,主要包含两个方面的内容,一是国产焊接材料的成分、性能、特征和用途等方面的内容,因为全国通用的“焊接材料产品样本”未予更新,所以本书中的相应内容亦未更改,仅对力学性能符号和国产焊丝牌号等作了局部更改。但是,各焊接材料厂家的产品牌号有了很大变动,首先是厂家增多了,特别是外资或合资厂家由3个增至6个;其次是各个厂家的产品数量大幅度增加,特别是药芯焊丝产品牌号增多,供货厂家也不少,这样可为用户提供更大的选用空间。外资厂生产的

一些高质量高科技的产品也可以在本书中查到,为企业选购国外的先进产品提供了方便。另一方面的内容是中外焊接材料标准,与2000年的版本相比较有了很明显的变化,其一是增加了国际标准化组织(ISO)的标准,共18个,其中有17个标准是2002年以后制定或修订的;其二是日本和美国的焊接材料标准绝大多数都完成了新的修订;其三是原有的中国标准已大部分作了修订,20个中国标准中有13个作了修订。本书中这70多个系统新颖的焊接材料标准会使读者感到耳目一新、有所启示,查用更加方便。

中国工程院院士徐滨士教授为本书撰序,给了作者巨大鼓舞,特致敬意。

在本手册的编写过程中,朴东光、佟英荃、邵朱云、陈默、何少卿、郭正民、槐佩刚、崔现臣、王克顺、邓刚等给予了大力支持,提供了相关技术资料,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免出现错误或不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2010年3月

目 录

第一章 中国的焊接材料	1
一、电焊条的分类和牌号编制	2
二、焊丝的分类和牌号编制	6
三、焊剂的分类和牌号编制	11
四、结构钢焊条	14
五、低合金耐热钢焊条和低温钢焊条	35
六、不锈钢焊条	35
七、堆焊焊条	45
八、铸铁焊条和有色金属焊条	59
九、特殊用途焊条及新研制的焊条	76
十、实芯焊丝	79
十一、药芯焊丝	90
十二、焊剂	94
十三、国内部分焊接材料厂的产品牌号	102
第二章 中国焊接材料标准	121
一、碳钢焊条(GB/T 5117—1995)	122
二、低合金钢焊条(GB/T 5118—1995)	125
三、不锈钢焊条(GB/T 983—1995)	129
四、堆焊焊条和铸铁焊条	132
五、铝、铜、镍焊条	138
六、气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝	143
七、焊接用盘条	146
八、镍、铝、铜焊丝	154
九、药芯焊丝	164
十、埋弧焊用焊丝和焊剂	176
第三章 国际标准化组织(ISO)焊接材料标准	181
一、碳钢和细晶粒钢用焊接材料	182
二、高强度钢用焊接材料	197
三、耐热钢用焊接材料	205
四、不锈钢和高温耐热钢用焊接材料	210
五、其他焊接材料	226

第四章 美国、日本焊接材料标准 236

 一、美国焊接材料标准 236

 二、日本焊接材料标准 276

参考文献 301

第一章 中国的焊接材料

中国焊接材料的发展从建立新中国起到现在经历了3个大的阶段。

第一阶段:从建国初期至1965年,这个阶段主要是手工电弧焊焊条白手起家、仿制及发展阶段。

第二阶段:从1966年至1990年,这个阶段主要是手工电弧焊焊条迅速发展和完善的阶段。

第三阶段:1990年至目前为止,这个阶段主要是调整产品结构,开发优质高效焊接材料阶段。

多年来,电焊条产品一统天下,20世纪80年代后,为了适应焊接向“优质、高效、低成本”方向发展的趋势,开始发展CO₂气体保护焊实心焊丝,短短几年内,从国外引进了几十条焊丝镀铜生产线,开展了现代化的焊丝生产。进入20世纪90年代后,一些企业又开发了CO₂气体保护焊药芯焊丝产品。经过约20年的努力,CO₂气体保护实心焊丝的产量已达到80万吨,正沿着良性方向发展。药芯焊丝发展更快,短短10余年已形成了15~20万吨的生产规模,取得了令人瞩目的成就。至此,中国焊接材料门类齐全,产品结构有了明显的改变,质量水平有了较大的提高,成为全球第一焊材生产大国。近10年来,我国的焊条、CO₂气体保护焊用实心焊丝(MAG焊丝)、药芯焊丝和埋弧焊焊材(含焊丝和焊剂)的产量汇集于表1-1。

表 1-1 中国焊接材料近 10 年的产量变化

万 t

年份	焊条	MAG 焊丝	药芯焊丝	埋弧焊材	总产量
1997	72.5	5.6	0.13	3.6	81.83
1998	87.0	7.0	0.20	5.0	99.20
1999	90.0	10.6	0.36	5.0	105.96
2000	90.0	11.7	0.76	6.0	108.40
2001	100.0	14.0	1.20	7.0	122.20
2002	110.0	25.0	1.90	8.0	144.90
2003	150.0	30.0	3.80	9.1	192.90
2004	160.0	35.0	5.0	25.0	225.0
2005	170.0	60.0	7.00	35.0	272.00
2006	175.0	80.0	12.00	40.0	307.00

(1) 电焊条

电焊条是世界上最早出现的焊材产品,虽然存在

生产效率低、焊接烟尘大等不足,但是由于具有价格低、适应性强、能够全位置焊接等特点,特别是在中国人工费用低廉、焊接自动化水平比较低的情况下,仍是焊接生产中使用最多的主导产品。目前已经获得电焊条生产许可证的生产企业有近300家,生产能力大约为200万吨。在焊条品种方面,也由解放初期的仿制,到独立研究开发,1972年有130余个品种,1997年列入机械部编“焊接材料产品样本”中的产品已经有近400种。

(2) CO₂ 气体保护焊用实心焊丝

中国早在20世纪50年代末开始研究CO₂气体保护焊工艺,20世纪70年代在电站锅炉及压力容器行业得到应用。但由于各种原因,直到20世纪80年代初熔化极气体保护焊的应用还很少。随着改革开放的深入,一些大型企业引进国外先进技术,有些合资生产的产品要求采用气体保护焊。许多企业在引进技术和合资生产的同时,购进大批焊接设备和盘状层绕的镀铜焊丝,推动了CO₂焊接的应用。最近10年是中国CO₂实心焊丝发展的高峰期,焊丝市场不断扩大,焊丝生产企业急剧增加,1996年初步统计为150家,目前全国的焊丝生产厂有300家左右。从1983年天津焊丝厂从德国引进设备到现在,全国已从德国、瑞典、加拿大、日本、瑞士、意大利及中国台湾地区引进各种焊丝生产设备50多套,总投资达到5000多万美元,国产或自行研制的设备400余套。

1997年列入机械部编“焊接材料产品样本”中的焊丝牌号只有8个。最近10年来,由于市场需求增加,耐热钢焊丝、耐候钢焊丝及高强钢焊丝,如590、690MPa级焊丝,输油、气管线钢用高品质的焊丝等相继问世。由于焊丝生产企业的不懈努力,焊丝生产工艺更趋合理,焊丝的表面清理及镀铜质量得到了明显改善。另外,为了加强环保、降低生产成本、改进焊接工艺性能,有的企业已开始生产带有特殊涂层的不锈钢气体保护焊丝,并且较好地解决了导电嘴磨损及防锈问题。通过种种努力,使得CO₂气体保护焊丝应用领域不断增多,市场不断扩大,可谓非常有发展前途的“黄金”产品。

(3) 药芯焊丝

由于药芯焊丝具有电焊条的力学性能和化学成分的可调性,同时又具有实心焊丝能够连续送丝、焊接生产效率率高、焊接质量优良的双重特点,符合焊接生产向

高效、优质、低成本方向发展的趋势,近 10 年来引起了中国焊接行业的极大重视。

中国药芯焊丝的兴起实际始于 20 世纪 90 年代初。前提是在 20 世纪 70 年代末中国船舶产品打入国际市场,为了满足国际市场要求,提高焊接生产效率和改善焊接质量成为突出问题。为此,1982 年中船总公司提出推广应用高效焊接技术的方案,1983 年又提出“大力推广应用高效焊接技术,更新焊接设备,开发高效焊接材料,依靠焊接技术进步,提高生产效率”的方针。十几年来从采用重力焊、高效铁粉焊条、CO₂ 实心焊丝到药芯焊丝,使得整个船舶制造行业的焊接自动化水平不断提高。从而缩短了船舶建造周期,降低了焊接生产成本,船舶建造行业成为使用药芯焊丝的大户。

1993 年至 1998 年是药芯焊丝生产设备引进的高峰期,至 2002 年,先后已有 17 个企业分别从英国、美国、日本、乌克兰、德国、意大利、瑞典、中国台湾地区引进 24 条生产线。目前国内共有药芯焊丝生产企业 29 家,生产线总计 50 余条(含自制生产线 30 余条),其中采用盘条法的 4 条,采用钢管法的 1 条,其余均为钢带法。设备引进和研制的费用总计近亿元人民币。中国药芯焊丝产业经过几代人的不懈努力,克服了很多无法想象的困难,目前已进入稳定发展时期。目前,已能生产碳钢、高强钢、低温钢、耐热钢、不锈钢及堆焊等各种药芯焊丝。

(4) 埋弧焊焊丝

国内早期埋弧焊丝的生产比较简单,只是将钢厂提供的焊接用钢盘条拔成一定规格(如 $\phi 3.2$ mm、 $\phi 4.0$ mm 等)即成为埋弧焊用焊丝。一般焊条厂和钢丝厂均可供货。

近几年来随着 CO₂ 气体保护镀铜焊丝的应用,很多用户提出埋弧焊焊丝也要镀铜,以防止焊丝生锈。相对于 CO₂ 气体保护焊实心焊丝来说,生产埋弧焊焊丝工艺比较简单,生产 CO₂ 气体保护焊丝的企业绝大多数都生产埋弧焊焊丝,目前年产量 20 万吨左右。

(5) 埋弧焊焊剂

国内从 20 世纪 50 年代开始逐渐采用埋弧焊,在埋弧焊发展的早期到 20 世纪 80 年代末,主要使用的是熔炼焊剂。陶质焊剂和烧结焊剂是从 20 世纪 70 年代开始研发和使用的。国内具有一定规模的焊剂生产厂家约 100 家,其中能生产烧结焊剂的有 30 多家。2006 年整个焊剂行业生产能力 30 万吨左右,其中熔炼焊剂 16~17 万吨,烧结焊剂 13~14 万吨。

科研院所中的中国钢研科技集团公司和哈尔滨焊接研究所等,对烧结焊剂的研究具备较强的实力,这些科研院所建立了自己的生产基地,年生产能力近千吨,且以生产高附加值的特种焊剂为主。近年来,在轧钢

制造、修复,加氢反应器、核容器表面堆焊、超低氢高韧性焊剂等方面,取得了一定的成果。一些生产焊剂的企业,如锦州天鹅焊材有限公司、四川大西洋集团有限责任公司等也具备较强的科研实力,为满足用户需求,开发了不少新品种。

尽管我国的焊材产量已多年居世界第一位,是名副其实的焊材生产大国,但还没有达到焊材强国的要求。由于长期缺乏深入的基础理论研究,中国的焊接材料质量和工艺水平长期落后于国外,而且进展缓慢。虽然产品品种不少,但多数为中低档产品,难以抵挡国外中高端焊接材料产品的不断涌入。重大装备所需要的关键焊接材料,如超级耐热钢、超级不锈钢用焊接材料,耐腐蚀的镍基合金焊接材料,输油输气管线钢用焊材、不锈钢堆焊用的焊带等基本依靠进口;工程机械用的高强度钢(900~1 100 MPa)的气保焊焊丝、核电设备用的焊材等也主要依靠进口。另外,国内焊接材料生产企业的研发能力相对较弱,生产工艺装备也较为落后,没有造就像林肯、伊萨、合伯特、神钢、伯乐那样知名的品牌,致使国内产品在国际市场上缺乏竞争力,这应是今后整个焊材行业应予极大关注的。

一、电焊条的分类和牌号编制

1. 电焊条的分类

电焊条的分类方法有多种,可以从不同角度对电焊条进行分类。从焊接冶金角度,按熔渣的碱度可将焊条分为酸性焊条和碱性焊条;按焊条药皮的主要成分,可将焊条分为钛钙型焊条、钛铁型焊条、低氢型焊条、铁粉焊条等;从用途角度,又可将焊条分为结构钢焊条、耐热钢焊条及不锈钢焊条等十大类。现将各种分类方法分别叙述如下。

(1) 按熔渣的碱度分类 在实际生产中通常将焊条分为两大类——酸性焊条和碱性焊条(又称低氢型焊条),即按熔渣中酸性氧化物与碱性氧化物的比例分类。当熔渣中酸性氧化物的比例高时为酸性焊条,反之即为碱性焊条。

从焊接工艺性能来比较,酸性焊条电弧柔软,飞溅小,熔渣流动性和覆盖性均好,因此,焊缝外表美观,焊波细密,成形平滑;碱性焊条的熔滴过渡是短路过渡,电弧不够稳定,熔渣的覆盖性差,焊缝形状凸起,且焊缝外观波纹粗糙,但在向上立焊时,容易操作。

酸性焊条的药皮中含有较多的氧化铁、氧化钛及氧化硅等,氧化性较强,因此在焊接过程中使合金元素烧损较多,同时由于焊缝金属中氧和氢含量较多,因而熔敷金属塑性、韧性较低。酸性焊条一般均可以交直流两用。典型的酸性焊条是 J422。

碱性焊条的药皮中含有多量的大理石和萤石,并

有较多的铁合金作为脱氧剂和渗合金剂,因此药皮具有足够的脱氧能力。再则,碱性焊条主要靠大理石等碳酸盐分解出二氧化碳作保护气体,与酸性焊条相比,弧柱气氛中氢的分压较低,且萤石中的氟化钙在高温时与氢结合成氟化氢(HF),从而降低了焊缝中的含氢量,故碱性焊条又称为低氢型焊条。但由于氟的反电离作用,为了使碱性焊条的电弧能稳定燃烧,一般只能采用直流反接(即焊条接正极)进行焊接,只有当药皮中含有多量稳弧剂时,才可以交直流两用。用碱性焊条焊接时,由于焊缝金属中氧和氢含量较少,非金属夹杂物也少,故具有较高的塑性和冲击韧性。一般焊接重要结构(如承受动载荷的结构)或刚性较大的结构,以及可焊性较差的钢材均采用碱性焊条。典型的碱性焊条是J507。

采用水银法或气相色谱法测定时,每100 g熔敷金属中的扩散氢含量,碱性焊条为 ≤ 15 mL,酸性焊条则为15 mL以上。

(2) 按药皮的主要成分分类 焊条药皮由多种原料组成,按照药皮的主要成分可以确定焊条的药皮类型。药皮中以钛铁矿为主的称为钛铁矿型;当药皮中含有30%以上的二氧化钛及20%以下的钙、镁的碳酸盐时,就称为钛钙型。唯有低氢型例外,虽然它的药皮中主要组成为钙、镁的碳酸盐和萤石,但却以焊缝中含氢量最低作为其主要特征而予以命名。对于有些药皮类型,由于使用的黏接剂分别为钾水玻璃(或以钾为主的钾钠水玻璃)或钠水玻璃,因此,同一药皮类型又可进一步划分为钾型和钠型,如低氢钾型和低氢钠型。前者可用于交直流焊接电源,而后者只能使用直流电源。

焊条药皮类型分类示于表1-2。

表1-2 焊条药皮类型分类

药皮类型	药皮主要成分	焊接电源
钛型	氧化钛 $\geq 35\%$	直流或交流
钛钙型	氧化钛30%以上,钙、镁的碳酸盐20%以下	直流或交流
钛铁矿型	钛铁矿 $\geq 30\%$	直流或交流
氧化铁型	多量氧化铁及较多的锰铁脱氧剂	直流或交流
纤维素型	有机物15%以上,氧化钛30%左右	直流或交流
低氢型	钙、镁的碳酸盐和萤石	直流
石墨型	多量石墨	直流或交流
盐基型	氯化物和氟化物	直流

由于药皮配方组分不同,致使各种药皮类型焊条的焊接工艺性能、焊接熔渣的特性以及焊缝金属力学

性能均有很大差别,因此在选用焊条时,要充分考虑各类焊条药皮类型的特点。

此外,对于药皮中含有多量铁粉的焊条,可以称为铁粉焊条。按照相应焊条药皮的主要成分,又可分为铁粉钛型、铁粉钛铁矿型、铁粉钛钙型、铁粉氧化铁型及铁粉低氢型等,构成了铁粉焊条系列。

(3) 按用途分类 我国现行的焊条分类方法,主要是根据焊条国家标准和机械工业系统编制的“焊接材料产品样本”按用途进行分类。

通常,焊条按用途可分为十大类,表1-3列出了焊条类别的划分。

表1-3 按用途对焊条分类

序号	焊条类别	代 号	
		拼音	汉字
1	结构钢焊条	J	结
2	钎及钎钎耐热钢焊条	R	热
3	铬不锈钢焊条	G	铬
	铬镍不锈钢焊条	A	奥
4	堆焊焊条	D	堆
5	低温钢焊条	W	温
6	铸铁焊条	Z	铸
7	镍及镍合金焊条	Ni	镍
8	铜及铜合金焊条	T	铜
9	铝及铝合金焊条	L	铝
10	特殊用途焊条	TS	特

注:焊条牌号的标注以汉语拼音为主,如J422。

2. 电焊条的牌号编制

焊条牌号是根据焊条的主要用途及性能特点来命名的。一般可分为十大类。各大类焊条按主要性能不同再分成若干小类。焊条牌号通常以一个汉语拼音字母(或汉字)与三位数字表示。拼音字母(或汉字)表示焊条各大类,后面的三位数字中,前面两位数字表示各大类中的若干小类,第三位数字表示各种焊条牌号的药皮类型及焊接电源,焊条牌号中第三位数字列于表1-4,其中盐基型主要用于有色金属焊条(如铝及铝合金焊条等),石墨型主要用于铸铁焊条及个别堆焊焊条中。如J507(结 507)焊条:“J”(结)表示结构钢焊条,牌号中前两位数字表示熔敷金属抗拉强度最低值为490 MPa,第三位数字“7”表示其药皮类型为低氢钠型,直流反接电源。按照GB/T 5117—1995,它应符合E5015型要求。又如A102(奥 102)焊条:“A”(奥)表示奥氏体不锈钢焊条,熔敷金属化学组成为0Cr19Ni9型,药皮类型为钛钙型,交直流电源。当熔敷金属中含

有其他主要元素时,也可在焊条牌号后面加注元素符号,如 J507MoV、D547Mo 焊条。当药皮中含有多量铁粉,焊条效率大于 130% 时,焊条牌号后面可加注“Fe”及二位数字(以效率的十分之一表示),如 J502Fe16,表示熔敷金属抗拉强度大于 490 MPa 的铁粉钛钙型焊条,其焊条效率为 160% 左右。对于某些具有特殊性能的焊条,也可在焊条牌号的后面加注拼音字母,如 J507XG、J507RH 焊条,“X”表示向下立焊,“G”表示管子,“R”表示高韧性,“H”表示超低氢。用于铸铁焊补的某些镍及镍合金焊条,则在铸铁类型牌号中列出。某些不锈钢焊条主要用于堆焊,在编制时列在堆焊焊条牌号的类型中。

表 1-4 焊条牌号中第三位数字的含意

焊条牌号	药皮类型	焊接电源种类
□××0	不属已规定的类型	不规定
□××1	钛型	直流或交流
□××2	钛钙型	直流或交流
□××3	钛铁矿型	直流或交流
□××4	氧化铁型	直流或交流
□××5	纤维素型	直流或交流
□××6	低氢钾型	直流或交流
□××7	低氢钠型	直流
□××8	石墨型	直流或交流
□××9	盐基型	直流

注:表中“□”表示焊条牌号中的拼音字母或汉字,××表示牌号中的前两位数字。

各类电焊条牌号分类编制方法如下。

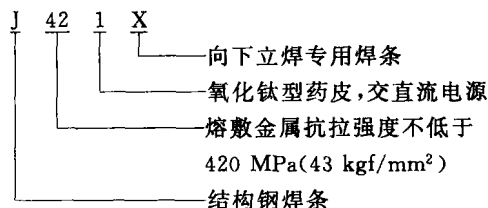
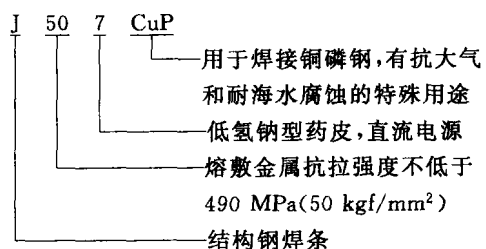
(1) 结构钢焊条(包括碳钢和低合金高强钢焊条) 牌号前加“J”(或“结”字)表示结构钢焊条。牌号前两位数字,表示焊缝金属抗拉强度等级,其系列如表 1-5。牌号第三位数字,表示药皮类型和焊接电源种类,见表 1-4。药皮中含有多量铁粉、焊条效率为 105% 以上,在牌号末尾加注“Fe”字;焊条效率在

表 1-5 焊缝金属抗拉强度等级

焊条牌号	焊缝金属抗拉强度等级	
	MPa	kgf/mm ²
J42×	420	43
J50×	490	50
J55×	540	55
J60×	590	60
J70×	690	70
J75×	740	75
J80×	780	80
J85×	830	85
J90×	880	90
J10×	980	100

125% 以上时在 Fe 字后面再加两位数字,如 J506Fe13 等。结构钢焊条有特殊性能和用途的,则在牌号后面加注起主要作用的化学元素符号或主要用途的拼音字母。

牌号举例:



(2) 铝和铬铝耐热钢焊条 牌号前加“R”(或“热”字)表示铝和铬铝耐热钢焊条。牌号第一位数字,表示熔敷金属主要化学成分组成等级,参见表 1-6。牌号第二位数字表示同一熔敷金属主要化学成分组成等级中的不同牌号,对于同一组成等级的焊条,可有十个牌号,按 0、1、2、……、9 顺序编排,以区别铬铝之外的其他成分的不同。牌号第三位数字表示药皮类型和焊接电源种类(见表 1-4)。

牌号举例:

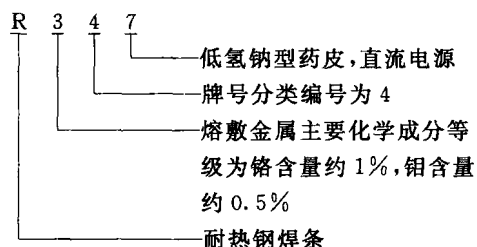


表 1-6 耐热钢焊条熔敷金属主要化学成分组成等级

焊条牌号	熔敷金属主要化学成分组成等级
R1××	含 Mo 约 0.5%
R2××	含 Cr 约 0.5%,含 Mo 约 0.5%
R3××	含 Cr1%~2%,含 Mo0.5%~1%
R4××	含 Cr 约 2.5%,含 Mo 约 1%
R5××	含 Cr 约 5%,含 Mo 约 0.5%
R6××	含 Cr 约 7%,含 Mo 约 1%
R7××	含 Cr 约 9%,含 Mo 约 1%
R8××	含 Cr 约 11%,含 Mo 约 1%

(3) 低温钢焊条 牌号前加“W”(或“温”字)表示低温钢焊条。牌号前两位数字,表示低温钢焊条工作

温度等级,参见表 1-7。牌号第三位数字,表示药皮类型和焊接电源种类(见表 1-4)。

牌号举例:

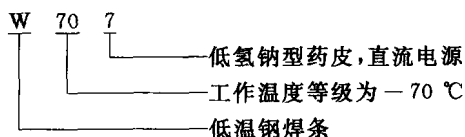


表 1-7 低温钢焊条工作温度等级

焊条牌号	工作温度等级/°C
W60×	-60
W70×	-70
W90×	-90
W10×	-100
W19×	-196
W25×	-253

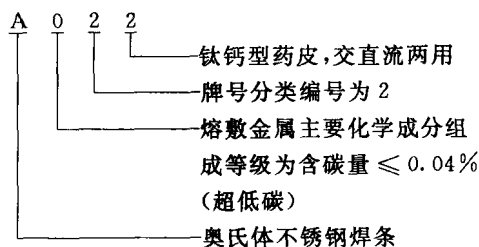
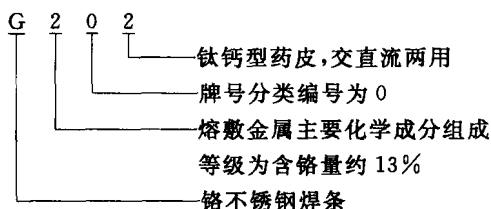
(4) 不锈钢焊条 牌号前加“G”(或“铬”字)或“A”(或“奥”字),分别表示铬不锈钢焊条或奥氏体铬镍不锈钢焊条。牌号第一位数字,表示熔敷金属主要化学成分组成等级,参见表 1-8。

表 1-8 不锈钢焊条熔敷金属
主要化学成分组成等级

焊条牌号	熔敷金属主要化学成分组成等级
G2××	含 Cr≈13%
G3××	含 Cr≈17%
A0××	含 C≤0.04%(超低碳)
A1××	含 Cr≈19%,含 Ni≈10%
A2××	含 Cr≈18%,含 Ni≈12%
A3××	含 Cr≈23%,含 Ni≈13%
A4××	含 Cr≈26%,含 Ni≈21%
A5××	含 Cr≈16%,含 Ni≈25%
A6××	含 Cr≈16%,含 Ni≈35%
A7××	铬锰氮不锈钢
A8××	含 Cr≈18%,含 Ni≈18%
A9××	含 Cr≈20%,含 Ni≈34%

牌号第二位数字表示同一熔敷金属主要化学成分组成等级中的不同牌号。对同一组成等级焊条,可有 10 个牌号,按 0、1、2、……、9 顺序排列,以区别铬镍之外的其他成分的不同。牌号第三位数字,表示药皮类型和焊接电源种类(见表 1-4)。

牌号举例:



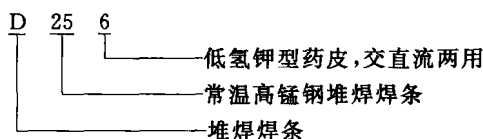
(5) 堆焊焊条 牌号前加“D”(或“堆”字)表示堆焊焊条。牌号的前两位数字表示堆焊焊条的用途或熔敷金属的主要成分类型等,见表 1-9。

表 1-9 堆焊焊条牌号的前两位数字含意

焊条牌号	主要用途或主要成分类型
D00×~09×	不规定
D10×~24×	不同硬度的常温堆焊焊条
D25×~29×	常温高锰钢堆焊焊条
D30×~49×	刀具工具用堆焊焊条
D50×~59×	阀门堆焊焊条
D60×~69×	合金铸铁堆焊焊条
D70×~79×	碳化钨堆焊焊条
D80×~89×	钴基合金堆焊焊条

牌号第三位数字表示药皮类型和焊接电源种类(见表 1-4)。

牌号举例:

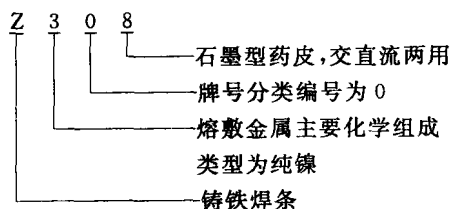


(6) 铸铁焊条 牌号前加“Z”(或“铸”字)表示铸铁焊条。牌号第一位数字表示熔敷金属主要化学成分组成类型。第一位数字的含意列于表 1-10。牌号第二位数字表示同一熔敷金属主要化学成分组成类型中的不同牌号,对同一成分组成类型焊条,可有十个牌号,按 0、1、2、……、9 顺序排列。牌号第三位数字表示药皮类型及焊接电源种类(见表 1-4)。

表 1-10 铸铁焊条牌号第一位数字含意

焊条牌号	熔敷金属主要化学成分组成类型
Z1××	碳钢或高碳钢
Z2××	铸铁(包括球墨铸铁)
Z3××	纯镍
Z4××	镍铁合金
Z5××	镍铜合金
Z6××	铜铁合金
Z7××	待发展

牌号举例:



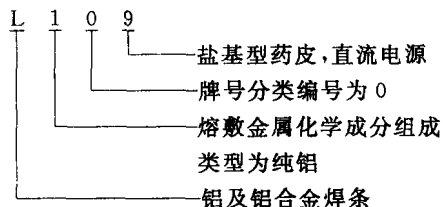
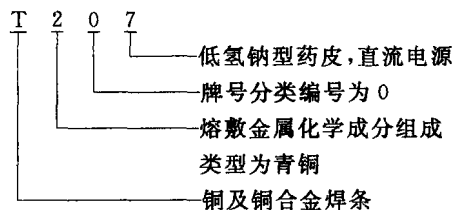
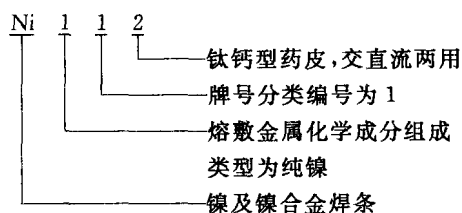
(7) 有色金属焊条 牌号前加“Ni”(或“镍”字)、“T”(或“铜”字)、“L”(或“铝”字)分别表示镍及镍合金焊条、铜及铜合金焊条、铝及铝合金焊条。牌号第一位数字,表示熔敷金属化学成分组成类型,其含意列于表 1-11。

表 1-11 有色金属焊条牌号第一位数字的含意

焊条牌号		熔敷金属化学成分组成类型
镍及镍合金焊条	Ni1××	纯镍
	Ni2××	镍铜合金
	Ni3××	茵科镍合金
铜及铜合金焊条	T1××	纯铜
	T2××	青铜合金
	T3××	白铜合金
铝及铝合金焊条	L1××	纯铝
	L2××	铝硅合金
	L3××	铝锰合金

牌号第二位数字表示同一熔敷金属化学成分组成类型中的不同牌号,对于同一成分组成类型焊条,可有十个牌号,按 0、1、2、……、9 顺序排列。牌号第三位数字表示药皮类型和焊接电源种类(见表 1-4)。

牌号举例:

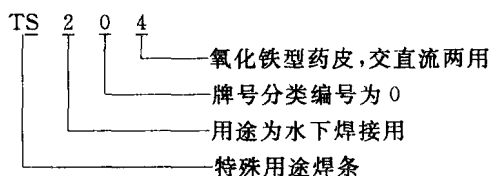


(8) 特殊用途焊条 牌号前加“TS”(或“特”字)表示特殊用途焊条。牌号第一位数字表示焊条的用途,其含意列于表 1-12。牌号第二位数字表示同一用途中的不同牌号,对同一类型焊条,可有十个牌号,按 0、1、2、……、9 顺序排列。牌号第三位数字表示药皮类型及焊接电源种类(见表 1-4)。

表 1-12 特殊用途焊条牌号第一位数字含意

焊条牌号	熔敷金属主要成分及焊条用途
TS2××	水下焊接用
TS3××	水下切割用
TS4××	铸铁件焊补前开坡口用
TS5××	电渣焊用管状焊条
TS6××	铁锰铝焊条
TS×××	特细焊条

牌号举例:



二、焊丝的分类和牌号编制

焊丝的品种较多,目前国产各种焊丝已有 70 余种,可根据不同情况对其进行分类。

1. 焊丝分类

按制造方法可分为实芯焊丝和药芯焊丝两大类,其中药芯焊丝又可分为气保护和自保护两种。

按焊接工艺方法可分为埋弧焊焊丝、气保护焊丝、电渣焊丝、堆焊焊丝和气焊焊丝等。

按被焊材料的性质又可分为碳钢焊丝、低合金钢焊丝、不锈钢焊丝、铸铁焊丝和有色金属焊丝等。

(1) 实芯焊丝 实芯焊丝是热轧线材经拉拔加工而成的。产量大而合金元素含量少的碳钢及低合金钢线材,常采用转炉冶炼;产量小而合金元素含量多的线材多采用电炉冶炼,分别经开坯、轧制而成。为了防止焊丝生锈,除不锈钢焊丝外都要进行表面处理。目前主要是镀铜处理,包括电镀、浸铜及化学镀铜等方法。近年来利用纳米技术和现代金属间化合物胶体涂层技术,开发了非镀铜焊丝,对焊丝表面进行涂层处理,以替代镀铜处理。埋弧焊时电流大,要采用粗焊丝,焊丝直径在 2.4~6.4 mm;气保焊时要采用细焊丝,直径多为 0.8~1.6 mm。

1) 埋弧焊用焊丝 埋弧焊接时,焊缝成分和性能主要是由焊丝和焊剂共同决定的。另外,埋弧焊接时焊接电流大,熔深大,母材熔合比高,母材成分的影响