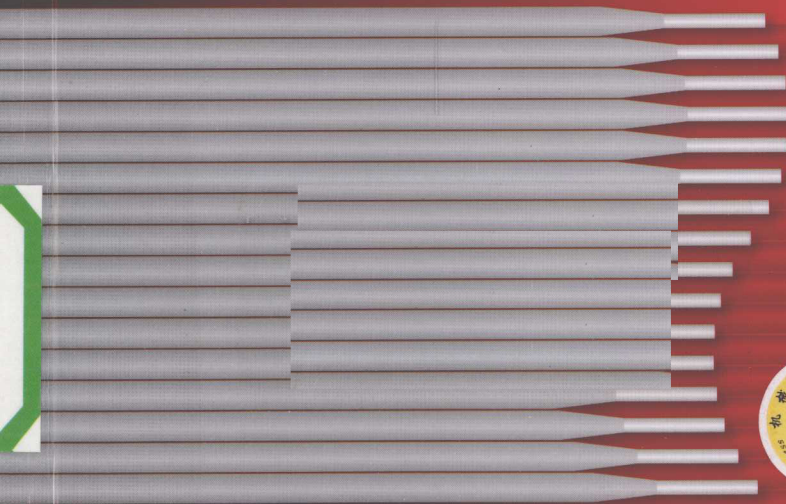


常用焊接材料 速查手册

陈 永 主编



常用焊接材料 速查手册

主 编 陈 永

参 编 潘继民 赵 旭 李 莎 严咏志
李立凤 王铁骊 邵 冰 王 煜
吴珊珊 贾海波 马军贵 颜新奇



机械工业出版社

本手册以现行标准为依据,以图表的形式给出了各种焊接材料的牌号、供货状态、用途、熔敷金属的化学成分及力学性能、尺寸规格等数据。其内容包括焊条、焊丝、焊剂与气焊熔剂、钎料及钎剂、焊接用合金粉末及气体、常用金属材料的焊接性及焊接材料的选用。手册最后将焊接材料消耗定额的制定、国内外焊接材料型号对照作为附录给出,供读者参考。本手册资料新颖、数据齐全、图表结合、查阅快捷,具有极强的实用性。

本手册是焊接技术人员和焊接工人的必备工具书,也可供焊接材料设计、制造和采购人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

常用焊接材料速查手册/陈永主编. —北京:机械工业出版社, 2011.3

ISBN 978 - 7 - 111 - 32955 - 8

I. ①常… II. ①陈… 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 263637 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 陈保华 责任编辑: 崔滋恩

版式设计: 霍永明 责任校对: 姚培新

封面设计: 姚毅 责任印制: 杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

130mm × 184mm · 12.375 印张 · 276 千字

0'001—4 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 32955 - 8

定价: 29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑: (010) 88379734

社服务中心: (010) 88361066

网络服务

销售一部: (010) 68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

焊接材料是发展焊接技术的重要基础，是影响焊接质量的重要因素，涉及的范围十分广泛。正确地选择和应用焊接材料是焊接工作者必备的技能。随着科学技术的发展，焊接材料的品种和数量也在不断增加，并受到机械、冶金、建筑、锅炉及压力容器、电力、桥梁、船舶、交通工具、航空航天和核动力工程等行业的极大关注。然而，焊接材料品种繁多，标准更新尚需完善，正确地选用焊接材料是广大焊接工程技术人员、采购人员、营销管理人员的迫切需要。为了提高相关人员的工作效率，我们在总结实践经验的基础上编写了本手册。

本手册以国家审定实施的现行标准为依据，从实际应用和提高工作效率出发，以图表的形式给出了各类焊接材料的牌号、用途、化学成分、力学性能、尺寸规格等内容。全书共6章，内容包括焊条、焊丝、焊剂与气焊熔剂、钎料及钎剂、焊接用合金粉末及气体、常用金属材料的焊接性及焊接材料的选用。手册最后将焊接材料消耗定额的制定、国内外焊接材料型号对照作为附录给出，供读者参考。本手册资料新颖、数据齐全、图表结合、查阅快捷，具有极强的实用性。

本手册由郑州大学的陈永主编，参加编写的有潘继民、赵旭、李莎、严咏志、李立凤、王铁骊、邵冰、王煜、吴珊珊、贾海波、马军贵、颜新奇、丛康丽、李威、张素红、鞠

文彬、高玉、高见峰，鲁科明老师对全书进行了详细的审阅。

在本书的编写过程中，参考了国内外同行的大量参考文献和相关标准，在此谨向有关人员表示衷心的感谢！

由于我们水平有限，错误和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 焊条	1
1.1 焊条的分类、型号及牌号	1
1.1.1 焊条的分类	1
1.1.2 焊条的型号	5
1.1.3 焊条的牌号	5
1.1.4 焊条的型号与牌号对照	15
1.2 焊条的选用原则	15
1.3 常用焊条	18
1.3.1 碳钢焊条	18
1.3.2 低合金钢焊条	27
1.3.3 不锈钢焊条	42
1.3.4 铸铁焊条	61
1.3.5 堆焊焊条	68
1.3.6 承压设备用钢焊条	88
1.3.7 铝及铝合金焊条	90
1.3.8 铜及铜合金焊条	92
1.3.9 镍及镍合金焊条	93
第2章 焊丝	112
2.1 焊丝的分类、型号及牌号	112
2.1.1 焊丝的分类	112
2.1.2 焊丝的型号	112
2.1.3 焊丝的牌号	115
2.1.4 焊丝的型号与牌号对照	117

2.2 焊丝的选用原则	119
2.3 常用焊丝	121
2.3.1 熔焊用钢丝	121
2.3.2 气体保护电弧焊用碳钢及低合金钢焊丝	126
2.3.3 埋弧焊用低合金钢焊丝	135
2.3.4 埋弧焊用不锈钢焊丝	137
2.3.5 铸铁焊丝	142
2.3.6 耐蚀合金焊丝	146
2.3.7 铝及铝合金焊丝	148
2.3.8 铝合金挤压型材配用焊丝	156
2.3.9 铜及铜合金焊丝	156
2.3.10 镍及镍合金焊丝	164
2.3.11 镁及镁合金焊丝	174
2.3.12 免清洗焊接用焊锡丝	175
2.3.13 碳钢药芯焊丝	176
2.3.14 低合金钢药芯焊丝	183
2.3.15 不锈钢药芯焊丝	206
第3章 焊剂与气焊熔剂	217
3.1 焊剂的分类、型号及牌号	217
3.1.1 焊剂的分类	217
3.1.2 焊剂的型号	217
3.1.3 焊剂的牌号	221
3.2 常用焊剂	224
3.2.1 埋弧焊用碳钢焊剂	224
3.2.2 埋弧焊用低合金钢焊剂	224
3.2.3 埋弧焊用不锈钢焊剂	224
3.3 焊剂与焊丝的选用	226
3.3.1 低碳钢埋弧焊焊剂与焊丝的选用	226
3.3.2 低合金高强度钢埋弧焊焊剂与焊丝的选用	227

3.3.3	低合金高强度调质钢埋弧焊焊剂与焊丝的选用	228
3.3.4	低合金耐热钢埋弧焊焊剂与焊丝的选用	229
3.3.5	不锈钢埋弧焊焊剂与焊丝的选用	231
3.3.6	铜及铜合金埋弧焊焊剂与焊丝的选用	232
3.3.7	常用材料电渣焊焊剂与焊丝的选用	232
3.4	气焊熔剂	236
3.4.1	气焊熔剂的牌号	236
3.4.2	气焊熔剂的成分及用途	237
3.4.3	铝及铝合金气焊熔剂	240
3.4.4	铜及铜合金气焊熔剂	240
3.4.5	镍及镍合金气焊熔剂	241
第4章	钎料及钎剂	243
4.1	钎料的分类、型号及牌号	243
4.1.1	钎料的分类	243
4.1.2	钎料的型号	243
4.1.3	钎料的牌号	245
4.2	钎料与母材的匹配及选用顺序	246
4.3	常用钎料	247
4.3.1	铝基钎料	247
4.3.2	银钎料	251
4.3.3	铜基钎料	259
4.3.4	镍基钎料	272
4.3.5	锰基钎料	278
4.3.6	贵金属及其合金钎料	280
4.3.7	锡铅钎料	286
4.3.8	无铅钎料	397
4.4	钎剂	303
4.4.1	钎剂的分类	303
4.4.2	钎剂的型号	304

4.4.3 钎剂的牌号	305
4.4.4 软钎剂的分类	306
4.4.5 软钎剂的性能要求	306
4.4.6 铝用软钎剂的成分及特点	309
4.4.7 硬钎剂的成分和性能	309
4.4.8 铝用硬钎剂的成分及特点	309
第5章 焊接用合金粉末及气体	320
5.1 焊接用合金粉末	320
5.1.1 喷焊合金粉末	320
5.1.2 镍基喷涂合金粉末	325
5.1.3 Ni-B-Si 系自熔合金粉末	326
5.1.4 Ni-Cr-B-Si 系自熔合金粉末	328
5.1.5 等离子弧堆焊用合金粉末	329
5.2 焊接用气体	334
5.2.1 焊接常用气体的钢瓶颜色标记	334
5.2.2 工业用液体二氧化碳技术要求	334
5.2.3 纯氩的技术要求	335
5.2.4 纯氮的技术要求	335
5.2.5 工业用氮气的技术要求	335
5.2.6 工业用气态氧的技术要求	336
5.2.7 乙炔气焊和切割用电石技术要求	336
5.2.8 不同材料焊接时保护气体的选用	337
第6章 常用金属材料的焊接性及焊接材料的选用	343
6.1 碳素钢的焊接	343
6.1.1 低碳钢的焊接	343
6.1.2 中碳钢的焊接	343
6.1.3 中碳调质钢的焊接	347
6.1.4 高碳钢的焊接	347
6.2 低合金高强度钢的焊接	348

6.3 不锈钢的焊接	351
6.3.1 奥氏体不锈钢的焊接	351
6.3.2 铁素体不锈钢的焊接	351
6.3.3 马氏体不锈钢的焊接	353
6.4 铜及铜合金的焊接	354
附录	359
附录 A 焊接材料消耗定额的制定	359
附录 B 国内外焊接材料型号对照	360
参考文献	386

第1章 焊 条

1.1 焊条的分类、型号及牌号

1.1.1 焊条的分类

1. 按用途分类

按用途可将焊条分为碳钢焊条、低合金钢焊条、不锈钢焊条、堆焊焊条、铸铁焊条、镍及镍合金焊条、铜及铜合金焊条、铝及铝合金焊条、低温钢焊条、结构钢焊条、钼及铬钼耐热钢焊条、特殊用途焊条。

2. 按熔渣的酸碱性分类

(1) 酸性焊条 药皮中含有大量的氧化钛、氧化硅等酸性造渣物及一定数量的碳酸盐等，熔渣氧化性强，熔渣碱度系数小于1。

(2) 碱性焊条 药皮中含有大量的碱性造渣物（ CaCO_3 、 CaF_2 等），并含有一定数量的脱氧剂和渗合金剂。碱性焊条主要靠碳酸盐分解出二氧化碳作保护气体，弧柱气氛中的氢分压较低。而且氟化钙在高温时与氢结合成氟化氢，降低了焊缝中的氢含量，故碱性焊条又称为低氢型焊条。

(3) 酸性焊条与碱性焊条工艺性能比较 两种焊条的工艺性能比较如表 1-1 所示。

3. 按药皮的类型分类

焊条药皮由多种原料组成，按照药皮的主要成分确定焊条的类型如表 1-2 所示，各种药皮焊条的主要特点如表 1-3

所示。

表 1-1 酸性焊条与碱性焊条工艺性能比较

酸性焊条	碱性焊条
1) 药皮组分氧化性强	1) 药皮组分还原性强
2) 对水、锈产生气孔的敏感性不大, 焊条在使用前经 150 ~ 200℃ 烘干 1h, 若不受潮, 也可不烘干	2) 对水、锈产生气孔的敏感性大, 要求焊条使用前经 (300 ~ 400)℃ × (1 ~ 2) h 再烘干
3) 电弧稳定, 可用交流电或直流电施焊	3) 由于药皮中含有氟化物, 恶化电弧稳定性, 必须用直流电施焊, 只有当药皮中加入稳弧剂后, 方可交、直流两用
4) 焊接电流较大	4) 焊接电流较小, 较同规格的酸性焊条小 10% 左右
5) 可长弧操作	5) 必须短弧操作, 否则易引起气孔及增加飞溅
6) 合金元素过渡效果差	6) 合金元素过渡效果好
7) 焊缝成形较好, 除氧化铁型外, 熔深较浅	7) 焊缝成形尚好, 容易堆高, 熔深较深
8) 熔渣结构呈玻璃状	8) 熔渣结构呈岩石结晶状
9) 脱渣较方便	9) 坡口内第一层脱渣较困难, 以后各层脱渣较容易
10) 焊缝常、低温冲击性能一般	10) 焊缝常、低温冲击性能较高
11) 除氧化铁型外, 抗裂性能较差	11) 抗裂性能好
12) 焊缝中含氢量高, 易产生白点, 影响塑性	12) 焊缝中扩散氢含量低
13) 焊接时烟尘少	13) 焊接时烟尘多, 且烟尘中含有有害物质较多

表 1-2 焊条药皮类型分类

药皮类型	药皮主要成分 (质量分数)	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

注: 当低氢型药皮中含有适量稳弧剂时, 可用于交流或直流焊接。

表 1-3 各种药皮焊条的主要特点

药皮类型	电源种类	主要特点
不属已规定的类型	不规定	在某些焊条中采用氧化锆、金红石碱性型等, 这些新渣系目前尚未形成系列
氧化钛型	直流或交流	含大量氧化钛, 焊接工艺性能良好, 电弧稳定, 再引弧方便, 飞溅很小, 熔深较浅, 熔渣覆盖性良好, 脱渣容易, 焊缝波纹特别美观, 可全位置焊接, 尤宜于薄板焊接, 但焊缝塑性和抗裂性稍差。根据药皮中钾、钠及铁粉等用量的变化, 分为高钛钾型、高钛钠型及铁粉钛型等
钛钙型	直流或交流	药皮中含氧化钛 30% 以上, 钙、镁的碳酸盐 20% 以下, 焊接工艺性能良好, 熔渣流动性好, 熔深一般, 电弧稳定, 焊缝美观, 脱渣方便, 适用于全位置焊接。如 J422 即属此类型, 是目前碳钢焊条中使用最广泛的一种焊条
钛铁矿型	直流或交流	药皮中含钛铁矿 $\geq 30\%$, 焊条熔化速度快, 熔渣流动性好, 熔深较深, 脱渣容易, 焊波整齐, 电弧稳定, 平焊、平角焊工艺性能较好, 立焊稍次, 焊缝有较好的抗裂性

(续)

药皮类型	电源种类	主要特点
氧化铁型	直流或交流	药皮中含大量氧化铁和较多的锰铁脱氧剂, 熔深大, 熔化速度快, 焊接生产率较高, 电弧稳定, 再引弧方便, 立焊、仰焊较困难, 飞溅稍大, 焊缝抗热裂性能较好, 适用于中厚板焊接。由于电弧吹力大, 适于野外操作。若药皮中加入一定量的铁粉, 则为铁粉氧化钛型
纤维素型	直流或交流	药皮中含 15% 以上的有机物, 30% 左右的氧化钛, 焊接工艺性能良好, 电弧稳定, 电弧吹力大, 熔深大, 熔渣少, 脱渣容易。可作立向下焊、深熔焊或单面焊双面成形焊接。立、仰焊工艺性好, 适用于薄板结构、油箱管道、车辆壳体等焊接。随药皮中稳弧剂、粘结剂含量变化, 分为高纤维素钠型 (采用直流反接)、高纤维素钾型两类
低氢钾型	直流或交流	药皮组分以碳酸盐和 CaF_2 为主。焊条使用前须经 300 ~ 400℃ 烘焙。短弧操作, 焊接工艺性一般, 可全位置焊接。焊缝有良好的抗裂性和综合力学性能。适于焊接重要的焊接结构。按药皮中稳弧剂量、铁粉量和粘结剂不同, 分为低氢钠型、低氢钾型和铁粉低氢型等
低氢钠型	直流	
石墨型	直流或交流	药皮中含有大量石墨, 通常用于铸铁或堆焊焊条。采用低碳钢焊芯时, 焊接工艺性能较差, 飞溅较多, 烟雾较大, 熔渣少, 适于平焊, 采用有色金属焊芯时, 能改善其工艺性能, 但电流不宜过大
盐基型	直流	药皮中含大量氯化物和氟化物, 主要用于铝及铝合金焊条。吸潮性强, 焊前要烘干。药皮熔点低, 熔化速度快。采用直流电源, 焊接工艺性较差, 短弧操作, 熔渣有腐蚀性, 焊后需用热水清洗

注: 表内含量均为质量分数。

1.1.2 焊条的型号

焊条型号表示方法是以国家标准为依据,反映焊条主要特性的一种表示方法。焊条型号包括焊条类别、焊条特点(如焊芯金属类型、使用温度、熔敷金属化学成分及抗拉强度等)、药皮类型及焊接电源。不同类型焊条的型号表示方法也不同。

1.1.3 焊条的牌号

焊条牌号通常以一个汉语拼音字母(或汉字)加三位数字表示。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含义如表1-4所示,其中盐基型主要用于有色金属焊条,石墨型主要用于铸铁焊条和个别堆焊焊条。数字后面的字母符号表示焊条的特殊性能和用途,如表1-5所示,对于任一给定的焊条,只要从表中查出字母所表示的含义,就可以掌握这种焊条的主要特征了。

表 1-4 焊条牌号中第三位数字的含义

焊条牌号	药皮类型	焊接电源种类
□ × × 0	不属已规定的类型	不规范
□ × × 1	氧化钛型	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。

表 1-5 牌号后面加注字母符号的含义

字母符号	表示的意义	字母符号	表示的意义
D	底层焊条	RH	高韧性超低氢焊条
DF	低尘焊条	LMA	低吸潮焊条
Fe	高效铁粉焊条	SL	渗铝钢焊条
Fe15	高效铁粉焊条, 焊条 名义熔敷效率 150%	X	向下立焊用焊条
		XG	管子用向下立焊焊条
G	高韧性焊条	Z	重力焊条
GM	盖面焊条	Z16	重力焊条, 焊条名义 熔敷效率 160%
R	压力容器用焊条		
GR	高韧性压力容器用焊条	CuP	含 Cu 和 P 的抗大气腐 蚀焊条
H	超低氢焊条	CrNi	含 Cr 和 Ni 的耐海水腐 蚀焊条

1. 结构钢 (含低合金高强度钢) 焊条牌号编制方法

1) 牌号前加“J”表示结构钢焊条。

2) 牌号的前两位数字表示焊缝金属抗拉强度等级, 如表 1-6 所示。

表 1-6 焊缝金属抗拉强度等级

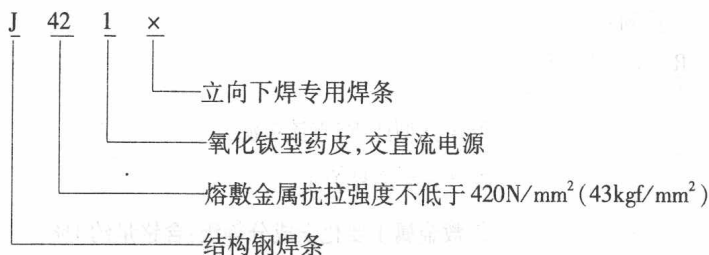
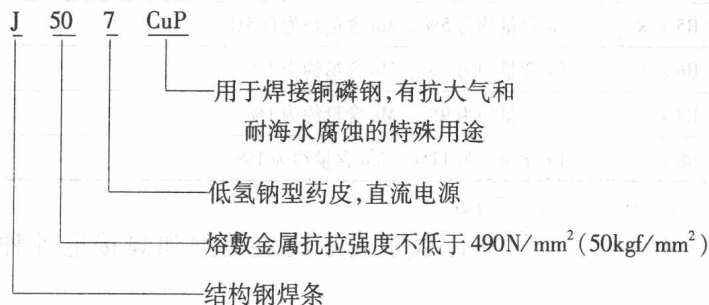
焊条牌号	焊缝金属抗拉强度等级		焊条牌号	焊缝金属抗拉强度等级	
	N/mm ²	kgf/mm ²		N/mm ²	kgf/mm ²
J42 ×	420	43	J70 ×	690	70
J50 ×	490	50	J75 ×	740	75
J55 ×	540	55	J85 ×	830	85
J60 ×	590	60	J10 ×	980	100

3) 牌号第三位数字表示药皮类型和焊接电源种类。

4) 药皮中铁粉含量约为 30% (质量分数) 或熔敷金属效率 105% 以上, 在牌号末尾加注 “Fe”。当熔敷效率不小于 130% 时, 在 “Fe” 后再加注二位数字 (以效率的 1/10 表示)。

5) 有特殊性能和用途的, 则在牌号后面加注起主要作用的元素或主要用途的拼音字母 (一般不超过两个)。

示例:



2. 钼和铬钼耐热钢焊条牌号编制方法

1) 牌号前加 “R” 表示钼和铬钼耐热钢焊条。

2) 牌号的第一位数字表示熔敷金属主要化学成分组成等级, 如表 1-7 所示。

3) 牌号的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 10