

焊接材料烘焙标准及操作规程

1、焊条的烘焙温度和保温时间，严格按焊条生产厂家推荐的烘焙规定或有关的技术标准要求要求进行。国外焊材的烘焙要求，按所提供的焊材质保书或有关技术标准要求进行烘焙。

2、如焊条生产厂家无烘焙规定或有关技术标准，则按下表的烘干标准进行：

焊条类别	酸性焊条	碱性焊条	碱性不锈钢焊条
保温时间	1h	1h	1h
烘干温度	70~150℃	350-400℃	150~250℃

注：(1)酸性焊条储存时间短且包装良好的，使用于一般结构件焊接，在使用前不再烘焙。

(2)碱性焊条对含氢量有特别要求的，烘焙温度应提高到 400~450℃，保温 1~2h

3、焊条烘干时，应缓慢升温、保温、缓慢降温，严禁将需烘干的焊条直接放入已升至高温的烘箱内，或者将烘至高温的焊条从高温炉中突然取出冷却，以防止焊条药皮因骤冷或骤热面产生开裂或脱落现象。

4、同一烘干箱每次只能入同种烘干标准的焊条进行烘干，对烘干标准相同，但批号、牌号或规格不同的焊条，堆放时必须有一定的物理间隔，且焊条堆放不宜过高（一般为 1~3 层），以保证焊条烘干均匀。

5、烘干后的焊条，应贮放在温度为 50~100℃ 的恒温保温箱内，随用随取。

6、当焊条在施工现场放置超过 4 个小时以上时，应对焊条重新烘干处理，但焊条反复烘干次数不得超过三次。

附件 17：焊接材料回收制度

焊接材料回收制度

为了节省焊材，保证焊接工程质量，保持安全、清洁、文明的施工环境，特制定焊材回收制度。

1、每个焊工只允许领用、退回自己本人使用的焊材，不允许几个焊工所需的焊材由一个焊工领用、退回，并要求当天退回剩余焊材及焊材头。

2、焊工在焊接施工过程中，不得乱抛乱丢焊材头及剩余焊材，必须放回焊条保温筒内，下班后交回焊材库，由焊材管理人员点收，并填好《焊材回收记录单》。

3、焊接时，焊条头、焊丝头焊后余留长度不得超过 60mm，特殊位置焊接时，允许部分焊材头剩余长度超过这个限度。

4、焊条回收率：要求地面组装阶段到达 97%，安装阶段不得低于 95%。到达这个要求的，按实际回收数给予适当奖励；焊丝回收，一根焊丝回收带色标的两根焊丝头，回收要求同

焊条头。奖励金额按实际回收数给予适当奖励。焊材回收率低于 90%的焊工，给予扣款处理，扣款数额为：领用数与实际回收差额部分×0.5 元/根。

- 5、焊条烘焙员每月把每个焊工当月的焊材领用数及焊材头回收数进行统计，把统计结果上交给物资部和焊接项目，由两部门审核后报主管经理批准，依照规定奖惩。
- 6、焊材回收假设出现异常情况〔如当天退回焊材数超过当天领用数等〕，该焊工当月不予建奖，并每次扣罚 50 元。
- 7、焊工领用出去没使用完的焊条当天下班前退回焊材库，并重新焊干，此批焊材应做好识别标记，第二天发放焊材时，此批焊材应优先发放。焊条重新烘干次数不得超过三次。
- 8、如第二次、三次烘干焊材数不足焊工所领用数，应不予发放。

附件 18：焊材的贮存与保管制度

焊材的贮存与保管制度

- 1、焊材必须在干燥通风的室内仓库存放。焊材贮存库内，不允许放置有害气体和腐蚀性介质，室内保持整洁。
- 2、焊材存放在专用架子上，严格防范焊材受潮。
- 3、焊材堆放时应按种类、牌号、规格、入库时间分类堆放，每垛应有明确标记，防止混乱。
- 4、焊材在供给给使用单位之后，保质期至少保证在6 个月之内。入库的焊材应做到先入库批次先发放。
- 5、特种焊材贮存与保管应高于一般性焊材。特种焊材应堆放在专用仓库或指定区域。
- 6、对受潮或包装损坏的焊材，未经处理不允许入库。
- 7、一般焊材一次出库不能超过一天的用量。已经领出库的焊材，焊工必须保管好。当天使用不完的焊材当天退回焊材仓库。
- 8、焊材贮存库内，应设置去湿机、温湿仪且运行正常。低氢型焊材室内温度不低于 5℃，相对空气湿度低于 60%。

附 录 A
(资料性附录)
焊条烘焙温度与时间

序号	型号	烘焙温度 (°C)	烘焙时间 (小时)	保温温度 (°C)	备注
1	E5015	400	2	100-150	结(J)507
2	E4315	350	2	100-150	结(J)427
3	E4303	200	1	100-150	结(J)422
4	E5016	400	2	100-150	结(J)506
5	E5515-B1	350	2	100-150	热(R)207
6	E5515-B2	350	2	100-150	热(R)307
7	E6015-B3	350	2	100-150	热(R)407
8	E1-5MoV-15	350	2	100-150	热(R)507
9	E0-19-10-16	200	1	100-150	奥(A)102
10	E0-19-10Nb-16	200	1	100-150	奥(A)132
11	E0-18-12Mo2-16	200	1	100-150	奥(A)202
12	E1-23-13-16	200	1	100-150	奥(A)302
13	E2-26-21-16	200	1	100-150	奥(A)402
14	E0-19-10-15	250	1	100-150	奥(A)107
15	E0-19-10Nb-15	250	1	100-150	奥(A)137
16	E0-18-12Mo2-15	250	1	100-150	奥(A)207
17	E0-18-12Mo2V-15	250	1	100-150	奥(A)237
18	E2-26-21-15	250	1	100-150	奥(A)407
19	HJ401-H08A	250-300	2	100-150	焊剂(HJ)431

20	HJ502-H10Mn2	250-300	2	100-150	焊剂(HJ)350
21	烧结焊剂	250-300	2	100-150	SJ101
22	烧结焊剂	250-300	2	100-150	SJ301

第二章 焊接材料

2.1 焊接材料的概述

2.1.1 作用

焊接过程中的各种填充金属以及为了提高焊接质量而附加的保护物质统称为焊接材料。随着焊接技术的迅速发展，焊接材料的应用范围日益扩大。而且，焊接技术的发展对焊接材料无论在品种和产量方面都提出了越来越高的要求。

焊接生产中广泛使用焊接材料主要包括焊条、焊丝、焊剂和保护气体等。

焊接材料的质量对保证焊接过程的稳定和获得满足使用要求的焊缝金属起着决定的作用。归纳起来，焊接材料应具有以下作用：

1. 保证电弧稳定燃烧和焊接熔滴顺利过渡；
2. 在焊接过程中保护液态熔池金属，以防止空气侵入；
3. 进行冶金反应和过渡合金元素，调整和控制焊缝金属的成分与性能；
4. 防止气孔、裂纹等焊接缺陷的产生；
5. 改善焊接工艺性能，在保证焊接质量的前提下尽可能提高焊接效率。

2.1.2 各国焊接材料发展现状

涂料焊条目前在世界各国焊接材料生产中仍占较大的比例。在焊条的使用方面，美国目前主要使用钛型、高纤维型和低氢型焊条，为了提高熔敷效率，在钛型和低氢型焊条药皮里加入一定量的铁粉。在欧洲主要是钛型、钛钙型和低氢型焊条，但北欧低氢型焊条比例较高，而且和美国一样，发展高效率铁粉焊条。日本用于低碳钢的焊条药皮类型主要是钛铁矿型、钛钙型和铁粉氧化铁型，用于高强钢、特殊钢和外表堆焊的几乎都是低氢型焊条。

世界各国在埋弧焊焊接材料的使用方面近年来变化不大。欧、美埋弧焊焊剂的用量一直保持在约占焊材总量的 11%~15%之间，其中烧结焊剂的用量在逐渐增加，熔炼焊剂的用量逐渐减少。目前，在欧、美及日本等工业发达国家，烧结焊剂的使用量已占全部焊剂使用量的 70%以上，且品种齐全，形成系列。日本在带极堆焊中，仍大量使用烧结焊剂。

从各国焊接材料的发展来看，近年来国外焊丝生产的增长速度较快，涂料焊条所占的比例有所下降，气体保护焊焊丝的品种和数量正在逐年增加，而且特别引人注意的是药芯焊丝的发展。在实芯焊丝的使用方面，日本大量采用的是 CO₂ 气体保护焊，美国则大量采用混合气体保护焊。

我国焊接材料生产能力，特别是自动焊接用焊丝的生产能力，近年来有了明显发展。我国焊材生产中焊条的年产量占焊材总量的比例在逐年减少，由 80 年代中期的 90%以上降低到 90 年代初期的 85%左右，预计今后数年间，这种变化仍将延续下去。

为适应我国经济发展的需要，应尽快提高我国焊接自动化水平，调整我国焊接材料的构成比例，大力发展自动和半自动焊接材料。预计今后数年我国药芯焊丝的产量和品种将会有较快的发展。

2.2 焊条

2.2.1 分类

电焊条的分类方法很多，可分别按用途、熔渣的碱度、焊条药皮的主要成分、焊条性能特征等不同

角度对电焊条进行分类。

1 按用途分类

电焊条按用途可分为十大类，见表 2-1，表中还列出焊条型号按化学成分进行分类的方法以便于比较。

2 按熔渣碱度分类

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。

表 2—1

焊条牌号			焊条型号		
序号	焊条分类 (按用途分类)	代号 汉字(字母)	焊条分类 (按化学成分分类)	代号	国家标准
1	结构钢焊条	结(J)	碳钢焊条	E	GB/T5117-95
2	钼及铬钼耐热钢焊条	热(R)	低合金钢焊条	E	GB/T5118-95
3	低温钢焊条	温(W)			
4)	不锈钢焊条: 铬不锈钢焊条	铬(G)	不锈钢焊条	E	GB/T983-95
2)	铬镍不锈钢焊条	奥(A)			
5	堆焊焊条	堆(D)	堆焊焊条	ED	GB984-2001
6	铸铁焊条	铸(Z)	铸铁焊条	EZ	GB10044-88
7	镍及镍合金焊条	镍(Ni)	镍及镍合金焊条	ENi	GB/T13814-92
8	铜及铜合金焊条	铜(T)	铜及铜合金焊条	TCu	GB3670-95
9	铝及铝合金焊条	铝(L)	铝及铝合金焊条	TAl	GB3669-2001
10	特殊用途焊条	特(TS)	----	--	

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。碱性焊条的药皮中含有多量的大理石和萤石，并有多量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。另外，碱性焊条主要靠大理石等碳酸盐分解出CO₂做保护气体，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。

采用水银法或气相色谱法测定时，每 100g 熔敷金属中的扩散氢含量，碱性焊条为≤15ml，酸性焊条则为 15mL 以上，采用甘油法测定时，每100g 熔敷金属中的扩散氢含量，碱性焊条为1~8ml，酸性焊条则为 17~50ml。

3 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,由于使用的粘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 2-2。

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异,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。

4. 按焊条性能分类

按性能分类的焊条，都是根据其特殊使用性能而制造的专用焊条，如超低氢焊条、低尘低毒焊条、立向下焊条、打底层焊条、高效铁粉焊条、防潮焊条、水下焊条、重力焊条等

2.2.2 组成

焊条由焊芯和药皮两部分组成，焊芯采用焊接专用的金属丝（即焊丝）。焊芯牌号的首位字母是“H”，后面的数字表示含碳量，其它合金元素含量的表示方法与钢材的表示方法大致相同。对高质量的焊条焊芯，尾部加“A”表示优质钢，加“E”表示特优质钢。通常各种电焊条所用的焊芯种类见表2—3。

表 2-2 焊条药皮类型及主要特点

序号	药皮类型	电源种类	主要特点
0	不属已规定类型	不规定	在某些焊条中采用氧化锆、金红石等,这些新渣系目前尚未形成系列
1	氧化钛型	直流或交流	含多量氧化钛,焊条工艺性能良好,电弧稳定,引弧方便,飞溅很小,熔深很浅,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.随药皮中钾、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
2	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,焊条工艺性能良好,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
3	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
4	氧化铁型	直流或交流	药皮中含多量氧化铁和较多的锰铁脱氧剂,熔深大,熔化速度快,焊接生产率高,电弧稳定.再引弧方便.立焊、仰焊较困难,飞溅稍大,焊缝抗裂性能较好,适用于中厚板焊接。由于电弧吹力大,适于野时操作。假设药皮中加入一定量的铁粉,则为铁粉氧化铁型
5	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型焊接,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
6	低氢型	直流或交流	药皮组分以碳酸盐和萤石为主,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。适宜于焊接重要的焊接结构。按照药皮中稳弧剂量、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
7	低氢型	直流	
8	石墨型		药皮中含有多量石墨,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,适用于平焊。采用有色金属焊芯时,能改善其工艺性能,但电流不宜过大
9	盐基型		药皮中含多量氯化物和氟化物,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,焊后常用热水清洗

表 2-3

电焊条种类	所用焊芯种类
低碳钢焊条	低碳钢焊芯（H08A 等）
低合金高强钢焊条	低碳钢或低合金钢焊芯
低合金耐热钢焊条	低碳钢或低合金钢焊芯
不锈钢焊条	不锈钢或低碳钢焊芯
堆焊焊条	低碳钢或合金钢焊芯
铸铁焊条	低碳钢、铸铁或非铁合金焊芯

焊条药皮由多种原材料组成，焊条药皮可以采用氧化物、碳酸盐、有机物、氟化物、铁合金等数十种原材料粉末，按照一定的配方混合而成。各种原材料根据其在焊条药皮中的作用，可分成以下几类：稳弧剂、造渣剂、脱氧剂、造气剂、合金剂、增塑剂、粘结剂。

1. 电焊条的型号

焊条型号是以焊条国家标准为依据，反映焊条主要特性的一种表示方法。焊条型号包括以下含义：焊条类别、焊条特点（如焊芯金属类型、使用温度、熔敷金属化学组成或抗拉强度等）、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）碳钢焊条型号划分

碳钢焊条型号编制方法为：首字母"E"表示焊条；前面的两位数字表示熔敷金属抗拉强度的最小值，单位为 kgf/mm²（1 kgf/mm²=9.81MPa）；第三位数字表示焊条的焊接位置，"0"及"1"表示焊条适用于全位置焊接（即可进行平、立、仰、横焊），"2"表示焊条适用于平焊及平角焊，"4"表示焊条适用于向下立焊；第三位和第四位数字组合时表示焊接电流种类及药皮类型。

据 GB/T5117-95《碳钢焊条》标准规定，碳钢焊条型号按熔敷金属抗拉强度、药皮类型、焊接位置和焊接电源种类的划分。见表 2-4。

表 2-4 碳钢焊条（GB517-1995）

焊条类型	药皮类型	焊接位置	电流种类
E43 系列—熔敷金属抗拉强度≥420MPa			
E4300	特殊型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E4301	钛铁矿型		
E4303	钛钙型		
E4310	高纤维素钠型	平、立、仰、横	直流反接
E4311	高纤维素钠型		交流或直流反接
E4312	高钛钠型		交流或直流正接
E4313	高钛钠型		交流或直流正、反接
E4315	低氢钠型		直流反接
E4316	低氢钾型		交流或直流反接
E4320	氧化铁型		平
		平角焊	交流或直流正接
E4322		平	交流或直流正接
E4323	铁粉钛钙型	平、平角焊	交流或直流正、反接
E4324	铁粉钛型		交流或直流正、反接
E4327	铁粉氧化铁型	平	交流或直流正、反接
		平角焊	交流或直流正接
E4328	铁粉低氢型	平、平角焊	交流或直流反接
E50 系列—熔敷金属抗拉强度≥490MPa			
E5001	钛铁矿型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E5003	钛钙型		直流反接
E5010	高纤维素钠型		交流或直流反接
E5011	高纤维素钾型		交流或直流反接
E5014	铁粉钛型		交流或直流正、反接
E5015	低氢钠型		直流反接
E5016	低氢钾型		交流或直流反接
E5018	铁粉低氢钾型		
E5018M	铁粉低氢型		直流反接
E5023	铁粉钛钙型		平、平角焊

E5024	铁粉钛型	平、横、仰、立向下	交流或直流正、反接
E5027	铁粉氧化铁型		交流或直流正接
E5028	铁粉低氢型		交流或直流反接
E5048			

注：1.焊接位置栏中文字涵义：平—平焊，立—立焊，仰—仰焊，横—横焊，平角焊—水平角焊，立向下—向下立焊。

2.直径不大于 4.0mm 的 E5014、E××15、E××16、E5018 和 E5018M 型焊条及直径不大于 5.0mm 的其他型号的焊条，可适用于立焊和仰焊。

3.E4322 型焊条适宜单道焊。

(2) 低合金钢焊条型号划分

根据 GB/T5118-95《低合金钢焊条》标准规定，低合金钢焊条型号按熔敷金属抗拉强度、拉伸性能要求（见表 2-7）、化学成分、药皮类型、焊接位置和焊接电源种类的划分。见表 2-5。

表 2-5 低合金钢焊条（GB/T5118-1995）

焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类
E50 系列—熔敷金属抗拉强度 \geq 490MPa			
E5003-×	钛钙型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E5010-×	高纤维素钠型		直流反接
E5011-×	高纤维素钠型		交流或直流反接
E5015-×	低氢钠型		直流反接
E5016-×	低氢钾型		交流或直流反接
E5018-×	铁粉低氢型		
E5020-×	高氧化铁型	平角焊	交流或直流正接
		平	交流或直流正、反接
E5027-×	铁粉氧化铁型	平角焊	交流或直流正接
		平	交流或直流正、反接
E55 系列—熔敷金属抗拉强度 \geq 540MPa			
E5500-×	特殊型	平、立、仰、横	直流或直流正、反接
E5503-×	钛钙型		
E5510-×	高纤维素钠型		直流反接
E5511-×	高纤维素钾型		交流或直流反接
E5513-×	高钛钾型		交流或直流正、反接
E5515-×	低氢钠型		直流反接
E5516-×	低氢钠型		交流或直流反接
E5518-×	铁粉低氢型		
E60 系列—熔敷金属抗拉强度 \geq 590MPa			
E6000-×	特殊型	平、立、仰、横焊	交流或直流正、反接
E6010-×	高纤维素钠型		直流反接
E6011-×	高纤维素钠型		交流或直流反接
E6013-×	高钛钾型		交流或直流正、反接
E6015-×	低氢钠型		直流反接
E6016-×	低氢钾型		交流或直流反接
E6018-×	铁粉低氢型		
E70 系列—熔敷金属抗拉强度 \geq 690MPa			
E7010-×	高纤维素钠型	平、立、仰、横	直流反接
E7011-×	高纤维素钾型		交流或直流反接
E7013-×	高钛钾型		交流或直流正、反接
E7015-×	低氢钠型		直流反接

E7016-×	低氢钾型		交流或直流反接
E7018-×	铁粉低氢型		

E75 系列—熔敷金属抗拉强度 $\geq 740\text{MPa}$			
E7515-×	低氢钠型	平、立、仰、横	直流反接
E7516-×	低氢钾型		交流或直流反接
E7518-×	铁粉低氢型		反接
E80 系列—熔敷金属抗拉强度 $\geq 780\text{MPa}$			
E8015-×	低氢钠型	平、立、仰、横	直流反接
E8016-×	低氢钾型		交流或直流反接
E8018-×	铁粉低氢型		反接
E85 系列—熔敷金属抗拉强度 $\geq 830\text{MPa}$			
E8515-×	低氢钠型	平、立、仰、横	直流反接
E8516-×	低氢钾型		交流或直流反接
E8518-×	铁粉低氢型		反接
E90 系列—熔敷金属抗拉强度 $\geq 880\text{MPa}$			
E9015-×	低氢钠型	平、立、仰、横	直流反接
E9016-×	低氢钾型		交流或直流反接
E9018-×	铁粉低氢型		反接
E100 系列—熔敷金属抗拉强度 $\geq 980\text{MPa}$			
E10015-×	低氢钠型	平、立、仰、横	直流反接
E10016-×	低氢钾型		交流或直流反接
E10018-×	铁粉低氢型		反接

注： 1. 后缀字母×代表熔敷金属化学成分分类代号，如 A1、B1、B2 等。

2. 焊接位置栏中文字涵义：平—平焊；立—立焊；仰—仰焊；横—横焊；平角焊—水平角焊。

3. 表中立和仰是指适用于立焊和仰焊的直径不大于 4.0mm 的 E××15-×、E××16-×、E××18-×型及直径不大于 5.0mm 的其他型号焊条。

低合金钢焊条型号编制方法与碳钢焊条基本相同,但后缀字母为熔敷金属化学成分的分类代号,并以短划"--"与前面数字分开。见表 2-6,如还有附加化学成分时,附加化学成分直接用元素符号表示,并以短划“-”与前面后缀字母分开。

表 2-6 低合金钢焊条熔敷金属化学成分 (GB/T5118-1995)

焊条型号	化 学 成 分 (质量分数) (%)												
	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	Nb	W	B	Cu
碳 钼 钢 焊 条													
E5003-A1		0.60											
E5010-A1													
E5011-A1													
E5015-A1							—	—	—	—	—	—	—
E5016-A1													
E5018-A1													
E5020-A1													
E5027-A1													
镍 钢 焊 条													
E5515-C1													
E5516-C1							—	—	—	—	—	—	—
E5518-C1													
E5015-C1L													
E5016-C1L		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
E5018-C1L													

E5016-C2													
E5018-C2													
E5015-C2L													
E5016-C2L													
E5018-C2L													
E5515-C3		~				~							
E5516-C3		1.25				1.10							
E5518-C3													

镍 钼 钢 焊 条

E5518-NM	0.10	~				~		~		—	—	—	0.10
----------	------	---	--	--	--	---	--	---	--	---	---	---	------

锰 钼 钢 焊 条

E6015-D1		~											
E6016-D1		~											
E6018-D1													
E6015-D3													
E6016-D3		~				—	—	~	—	—	—	—	—
E6018-D3													
E7015-D2													
E7016-D2		~											
E7018-D2													

续表

其它低合金钢焊条

E××03-G													
E××10-G													
E××11-G													
E××13-G	—	≥	—	—	≥	≥	≥	≥	≥				
E××15-G		1.00											
E××16-G													
E××18-G													
E5020-G													
E6018-M		~				~							—
E7018-M		~				~		~					
E7518-M		~				1.25 ~ 2.50				—	—	—	
E8518-M		~				1.75 ~ 2.50	~	~					
E8518-M1		~				~		~					
E5018-W		~			~	~	~						~
E5518-W		~			~	~	~		—				~

注：1.焊条型号中的“××”代表焊条的不同抗拉强度等级。

2.表中单值除特殊规定以外，均为最大百分比。

3.E5518-NM 型焊条 w(Al)不大于 0.05%。

4.E××××-G型焊条只要一个元素符合表中规定即可,当有-40℃冲击吸收功要求≥54J时,该焊条型号标志为E××××-E。

表 2-7 低合金钢焊条熔敷金属拉伸性能要求〔GB/T5118-1995〕

焊条型号	σ_b /MPa	σ_s 或 σ /MPa	δ_5 (%)
E5003-×	490	490	20
E5010-×, E5011-×, E5015-×, E5016-×, E5018-×, E5020-×, E5027-×,			22
E5500-×, E5503-×	540	440	16
E5510-×, E5511-×			17
E5513-×			16
E5515-×			17
E5516-×, E5518-×	540	440	17
E5516-C3, E5518-C3		440~540	22
E6000-×	590	490	14
E6010-×, E6011-×			15
E6013-×			14
E6015-×, E6016-×, E6018-×			15
E6018-M			22
E7010-×, E7011-×	690	590	15
E7013-×			13
E7015-×, E7016-×, E7018-×			15
E7018-M			18
E7515-×, E7516-×, E7518-×	740	640	13
E7518-M			18
E8015-×, E8016-×, E8018-×	780	690	13
E8515-×, E8516-×, E8518-×	830	740	12
E8518-M, E8518-M1			15
E9015-×, E9016-×, E9018-×	880	780	12
E10015-×, E10016-×, E10018-×	980	880	

注:表中的单值均为最小值。

(3) 不锈钢焊条型号划分

不锈钢焊条根据熔敷金属的化学成分、药皮类型、焊接位置及焊接电流种类划分型号。根据GB/T983-95《不锈钢焊条》标准规定,字母"E"表示焊条,"E"后面的数字表示熔敷金属化学成分分类代号,如有特殊要求的化学成分,该化学成分用元素符号表示放在数字的后面。短划"-"后面的两位数字表示焊条药皮类型、焊接位置及焊接电流种类。

E 308 -15

型号后面附加的后缀〔15、16、17、25、26〕表示焊条药皮类型及焊接电源种类,后缀15表示焊条为碱性药皮,直流反极性焊接;后缀16表示焊条可以是碱性药皮,也可以是钛型或钛钙型药皮,交直流两用;后缀17是药皮类型16的变型,表示焊条为钛酸型药皮〔用SiO₂代替药皮类型16中的一些TiO₂〕,焊接熔化速度快,抗发红性能优良,可交直流两用。后缀25和26焊条的药皮成分和操作特征与药皮类型15和16的焊条非常类似,药皮类型15和16焊条的说明也适合于药皮类型25和26。

不锈钢焊条通常用于铬含量大于 4%,镍含量小于 50%的不锈钢或耐热钢的焊接。根据 GB/T983-95《〈不锈钢焊条〉标准规定,不锈钢焊条型号按熔敷金属的化学成分、力学性能、焊接电源种类和焊接位置划分,见表 2-8、2-9、2-10。

表 2-8 不锈钢焊条熔敷金属化学成分〔质量分数〕〔%〕〔GB/T983-1995〕

焊条 型号	C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	Cu	其它
E209-XX								
E219-XX								
E240-XX								-
E307-XX								-
E308-XX								-
E308H-XX								-
E308L-XX								-
E308Mo-XX								-
E308MoL-XX								-
E309-XX								-
E309L-XX								-
E309Nb-XX								
E309Mo-XX								-
E309MoL-XX								-
E310-XX								-
E310H-XX								-
E310Nb-XX								
E310Mo-XX								-
E312-XX								-
E316-XX								-
E316H-XX								-
E316L-XX								-
E317-XX								-
E317L-XX								-
E317MoCu-XX								-
E317MoCuL-X X								-
E318-XX								-
E318V-XX								
E320-XX								

E320LR-XX								
E330-XX								-
E330H								-
E330MoMnWN								
b-XX								
E347-XX								
E349-XX								
E383-XX								-
E385-XX								-
E410-XX								-
E410NiMo-XX								-
E430-XX								-
E630-XX								
E16-8-2-XX								-
E16-25MoN-X								N: ≥
X								
E11MoVNi-XX								
E11MoVNW-X								
X								
E2209-XX								
E2553-XX								

注:1、表中单值均为最大值。

2、当对表中给出的元素进行化学成分分析还存在其他元素时，这些元素的总量不得超过 0.5%(铁除外)。

3、焊条型号中的字母 L 表示碳含量较低，H 表示碳含量较高，R 表示碳、磷、硅含量料低。

4、考虑到以后标准修订中，将把 E502、E505、E7Cr、E5MoV、E9Mo (5) 型焊条归入合金钢焊条中，在本表中未摘录。

表 2-9 焊接电源种类及焊接位置

焊条型号	药皮类型	电源种类	焊接位置
EXXX (X) -15	碱性低氢型	DC	全位置
EXXX (X) -25	(同上)	DC	平焊、横焊
EXXX (X) -16	低氢型、钛型或钛钙型	AC 或 DC	全位置
EXXX (X) -17	(同上)	AC 或 DC	全位置
EXXX (X) -26	(同上)	AC 或 DC	平焊、横焊

表 2-10 熔敷金属力学性能

焊条型号	抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 δ_s (%)
------	-----------------------	--------------------

E209-XX	690	15
E219-XX	620	
E240-XX	690	
E307-XX	590	30
E308-XX	550	35
E308H-XX		
E308L-XX	520	
E308Mo-XX	550	
E308MoL-XX	520	
E309-XX	550	25
E309L-XX	520	
E309Nb-XX	550	
E309Mo-XX		
E309MoL-XX	540	
E310-XX	550	
E310H-XX	620	10
E310Nb-XX	550	25
E310Mo-XX		
E312-XX	660	22
E316-XX	520	30
E316H-XX		
E316L-XX	490	
E317-XX	550	25
E317L-XX	550	
E317L-XX	520	
E317MoCu-XX	540	
E317MoCuL-XX		
E318-XX	550	
E318V-XX	540	30
E320-XX	550	
E320LR-XX	520	
E330-XX		
E330H-XX	620	10
E330MoMnWNb-XX	590	25
E347-XX	520	25
E349-XX	690	25
E383-XX	520	30
E385-XX		

E410-XX	450	20
E410NiMo-XX	760	15
E430-XX	450	20
E502-XX	420	
E505-XX		
E630-XX	930	7
E16-8-2-XX	550	35
E16-25MoN-XX	420	30
E7Cr-XX	420	20
E5MoV-XX	540	14
E9Mo-XX	590	16
E11MoVNi-XX	730	15
E11MoVNiW-XX		
E2209-XX	690	20
E2553-XX	590	15

(4) 堆焊焊条型号划分

根据 GB984-85 《堆焊焊条》标准规定,堆焊焊条型号按熔敷金属化学成分及药皮类型划分。堆焊焊条型号编制方法为:首字母"E"表示焊条;第二位"D"表示堆焊;型号中第三位至倒数第三位表示焊条特点,用拼音字母或元素符号表示堆焊焊条的分类,见表 2-11。最后两位数字表示焊条药皮类型及焊接电源种类,并用短划"-"与前面符号分开,见表 2-12。如在同一基本型号内有几个分类时,可用字母 A、B、C 等标志,再细分可加注数字,如 A1、A2 等。

堆焊焊条型号举例:

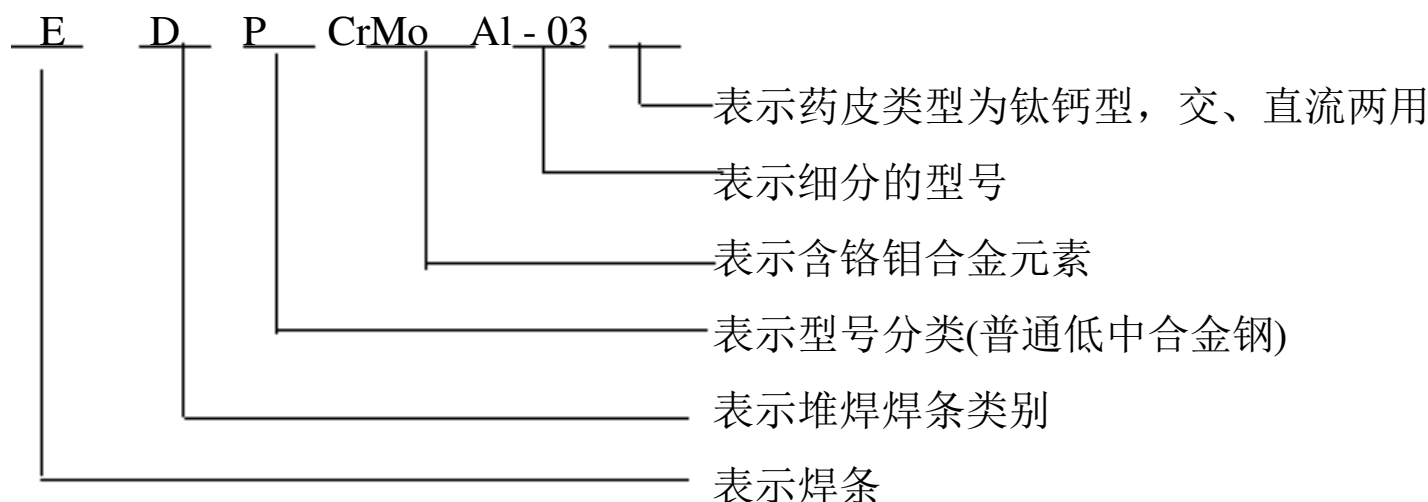


表 2-11 堆焊焊条的分类

型号分类	熔敷金属类型	型号分类	熔敷金属类型
EDP XX-XX	普通低中合金钢	EDD XX-XX	高速刀具钢
EDR XX-XX	热强合金钢	EDZ XX-XX	合金铸铁
EDCr XX-XX	高铬钢	EDZr XX-XX	高铬铸铁
EDMn XX-XX	高锰钢	EDCOCR XX-XX	碳经钨
EDCrMn XX-XX	高铬锰钢	EDW XX-XX	碳化钨
EDCrNi XX-XX	高铬镍钢	EDT XX-XX	特殊型

表 2-12 堆焊焊条型号中药皮类型的数字表示

焊条型号	药皮类型	焊接电源
------	------	------

ED XX-00	特殊型	AC 或 DC
ED XX-03	钛钙型	AC 或 DC
ED XX-15	低氢钠型	DC
ED XX-16	低氢钾型	AC 或 DC
ED XX-08	石墨型	AC 或 DC

表 2-13 堆焊焊条型号及堆焊金属化学成分和硬度

焊条型号	堆焊金属化学成分 (%)															堆焊层硬度 HRC (HB)	
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W	V	Nb	Co	Fe	B	S	P	其他元素总量		
EDPMn2-XX																—	22
EDPMn3-XX																	28
EDPMn4-XX			—	—		—											30
EDPMn5-XX																	40
EDPMn6-XX																—	50
EDPCrMo-A1-XX																	22
EDPCrMo-A2-XX												—	—	—			30
EDPCrMo-A3-XX		—	—									—					40
EDPCrMo-A4-XX																	
EDPCrMn-Si-XX						—											50
EDPCrMo-V-A1-XX																	
EDPCrMo-V-A2-XX		—	—														55
EDPCrSi-A-XX																—	45
EDPCrSi-B-XX																—	60
EDRCrMn-Mo-XX					—		—	—	—	—	余量					—	40、45
EDRCrW-XX					—			—									48
EDRCrMo-WV-A1-X																	55
EDRCrMo-WV-A2-X		—	—									—					
EDRCrMo-WV-A3-X																	50
EDRCrMo-WCo-A-X			0.80														52~58
EDRCrMo-WCo-B-X		~	~						—				—	—	—		62~66
EDCr-A1-XX						—	—										40
EDCr-A2-XX		—	—	10.00													37
EDCr-B-X																	45
EDMn-A-XX					—	—											
EDMn-B-XX						2.50											170
EDCrMn-A-XX					—	—											38~48
焊条型号	堆焊金属化学成分 (%)															堆焊层硬度 HRC (HB)	
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W	V	Nb	Co	Fe	B	S	P	其他元素总量		

EDCrMn-B-XX																20
EDCrMn-C-XX							—	—	—							28
EDCrMn-D-XX	0.50~			9.50~									—	—		210
EDCrNi-A-XX		0.60~	4.80~		7.00~		—	—	—						—	270~320
EDCrNi-B-XX		0.60~	3.80~				—	—	—							37
EDCrNi-C-XX		2.00~	5.00~				—	—	—							
EDD-A-XX	0.70~															
EDD-B-XX	0.50~			3.00~						—						
EDD-C-XX	0.30~															55
EDD-D-XX	0.70~			3.80~			—	—	—							
EDZ-A1-X	2.50~	—	—	3.00~											—	
EDZ-A2-X	3.00~							—	—							
EDZ-A3-X	4.80~								—				—	—		60
EDZ-B1-X	1.50~	—	—													50
EDZ-B2-X		—	—	4.00~				8.50~	—	—						60
EDZCr-A-X		1.50~														40
EDZCr-B-X	1.50~															45
EDZCr-C-X	2.50~		1.00~					—	—	余量						48
EDZCr-D-X	3.00~	1.50~										0.50~ 250				58
EDCoCr-A-XX	0.70~						—	3.00~								40
EDCoCr-B-XX	1.00~							7.00~	—					—	—	44
EDCoCr-C-XX	1.75~							11.00~		余量						53
EDCoCr-D-XX	0.20~															28~35
EDWA-X	1.50~							40.00~								
EDWB-XX	1.50~							50.00~		—	余量					60
EDTVXX	2.00~					2.0~		5.00~								180

注:1、型号中 XX 表示药皮类型代号。

2、表中列出的化学成分单个值均为最大值，硬度单个值均为最低平均值。

3、标“*”者为经热处理后的硬度值，热处理标准在焊条说明书中规定。

(5) 铸铁焊条型号划分

根据 GB10044-88《铸铁焊条及焊丝》标准规定,铸铁焊条型号按熔敷金属的化学成分及用途划分。首字母"E"表示焊条;字母"Z"表示用于铸铁焊接;在“EZ”后面用熔敷金属主要化学元素符号或金属类型代号表示,见表 2-14,再细分时用数字表示。铸铁焊条型号划分及熔敷金属化学成分列于表 2-15。

表 2-14 铸铁焊条类别及型号

类别	名称	型号
铁基焊条	灰铸铁焊条	EZC
	球墨铸铁焊条	EZCQ
镍基焊条	纯镍铸铁焊条	EZNi
	镍铁铸铁焊条	EZNiFe

	镍铜铸铁焊条 镍铁铜铁焊条	EZNiCu EZNiFeCu
其它焊条	纯铁及碳钢焊条 高钒焊条	EZFe EZV

表 2-15 铸铁焊条的化学成分

铸铁焊条 牌号	C	Si	Mn	S	P	Fe	Ni	Cu	Al	V	球化剂	其他 元素 总量
EZC			≤	≤	≤	余	—	—	—	—	—	—
EZCQ			≤	≤	≤	余	—	—	—	—	0.04~	≤
EZNi-1	≤	≤	≤	≤	—	≤8	≥90	—	—	—	—	≤
EZNi-2	≤	≤	≤	≤	—	≤8	≤85	≤	≥	—	—	≤
EZNiFe-1	≤	≤	≤	≤	—	余	45~60	—	—	—	—	≤
EZNiFe-2	≤	≤	≤	≤	—	余	45~60	≤	≤	—	—	≤
EZNiFe-3	≤	≤	≤	≤	—	余	45~60	≤	—	—	—	≤
EZNiCu-1	≤	≤	≤	≤	—	≤6	60~70	24~35	—	—	—	≤
EZNiCu-2		≤	≤	≤	—	3~6	50~60	35~45	—	—	—	≤
EZFeCu	≤	≤	≤	≤	—	余	45~60	4~10	—	—	—	≤
EZFe-1	≤	≤	≤	≤	≤	余	—	—	—	—	—	—
EZFe-2	≤	≤	≤	≤	≤	余	—	—	—	—	—	—
EZV	≤	≤	≤	≤	≤	余	—	—	—	—	—	—

表 2-16 镍及镍合金焊条的成分要求

型号	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni)	Co	Al	Ti	Cr	Nb+ Ta	Mo	V	W	其他 元素 总量
ENi-0								≥92									
ENi-1																	
ENiCu-7							其余	62~69	—			—	4)	—	—	—	

ENiCrFe-0							—						3) 15.0~			
ENiCrFe-1							≥62			—						
ENiCrFe-2		1.0~											0.5~	0.5~		
ENiCrFe-3		5.0~					≥59	2)					1.0~	—		
ENiCrFe-4		1.0~					≥60	—						1.0~		
ENiMo-1																
ENiMo-3												2.5~				
ENiMo-7										—						
ENiCrMo-0		1.0~					—	其余	2)					3.0~		—
ENiCrMo-1		1.0~	18.0~							—			1.75~	5.5~		
ENiCrMo-2	0.05~		17.0~										—	8.0~		0.2~
ENiCrMo-3							≥55	2)					3.15~			—
ENiCrMo-4								其余					—			3.0~
ENiCrMo-5								其余					—			3.0~
ENiCrMo-6		2.0~					≥55	—		—				5.0~		1.0~
ENiCrMo-7								其余		—			—			
ENiCrMo-8		0.5~					—	68~78						8.5~		—
ENiCrMo-9			18.0~					其余		—				6.0~		

注:①在对本有中规定的化学元素进行分析时,如果发现存在其他元素,则应进一步分析,分析结果不应超过其他元素总量。

②表中所列单个值,除有其他规定,则均为最大值。

- 1) Ni 含量包括附带的钴。
- 2) Co—有要求时最大为 0.12。
- 3) Ta—有要求时最大为 0.30。
- 4) Nb—有要求时最大为 2.5。

(6) 有色金属焊条型号

--镍及镍合金焊条 (GB/T13814-1992)

-镍及镍合金焊条的化学成分及性能要求见表 2-16 和表 2-17。

表 2-17 镍及镍合金焊条的性能要求

型号	熔敷金属拉伸试验	型号	熔敷金属拉伸试验

	抗拉强度 σ_b		延伸率 δ_s		抗拉强度 σ_b		延伸率 δ_s
	MPa	(kgf/mm ²)			MPa	(kgf/mm ²)	
ENi-0	410	(42)	20	ENiCrMo-0	620	(63)	20
ENi-1				ENiCrMo-1			
ENiCu-1	480	(50)	30	ENiCrMo-2	650	(66)	30
ENiCrFe-0	550	(56)		ENiCrMo-3	760	(77)	
ENiCrFe-1				ENiCrMo-4	690	(70)	
ENiCrFe-2				ENiCrMo-5			
ENiCrFe-3				ENiCrMo-6	620	(63)	
ENiCrFe-4	650	(66)	20	ENiCrMo-7	690	(70)	25
ENiMo-1	690	(70)	25	ENiCrMo-8	620	(63)	
ENiMo-3				ENiCrMo-8			
ENiMo-7	760	(77)					

注:表中所列值均为最小值。

铝及铝合金焊条 (GB/T3669-1983)

铝及铝合金焊条的化学成分及抗拉强度要求的意见见表 2-18 和表 2-19

表 2-18 焊芯化学成分 (%)

型号	Si	Fe	Cu	Mn	Zn	Al	其他元素总量
TA1	≤	≤	≤	≤	≤	≥	≤
TAl _i		≤	≤	≤	≤	余	≤
TAlMn	≤	≤	≤		≤	余	≤

表 2-19 熔敷金属抗拉强度

型号	σ_b MPa
TA1	≥64
TA1Si	≥118
TA1Mn	≥118

铜及铜合金焊条(GB/T 3670-1995)

铜及铜合金焊条的化学成分及性能要求见表 2-20

表 2-20 铜及铜合金焊条化学成分(%)及性能要求

型号	Cu	Si	Mn	Fe	Al	Sn	Ni	P	Pb	Zn
Ecu				f	f	—	f			f
EcuSi-A				—	f	—	f			f
EcuSi-B				—	f	—	f			f
EcuSn-A	余量	f	f	f	f		f			F
EcuSn-B	余量	f	f	f	f		f			f
EcuAl-A2	余量		f			f	f	—		f
EcuAl-B	余量		f			f	f	—		f
EcuAl-C	余量					—		—		f
EcuNi-A	余量					—				f
EcuNi-B	余量					—				f
EcuAlNi	余量					—		—		f
EcuMnAlNi	余量					f		—		f

注：①表中所列化学成分的单个值为最大值，力学性能的单个值为最小值。

②表中 f 表示微量元素。

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假设干小类。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假设干小类,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 2-21, 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/T5117-1995, 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。当熔敷金属中含有某些主要元素时,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 2-21 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)

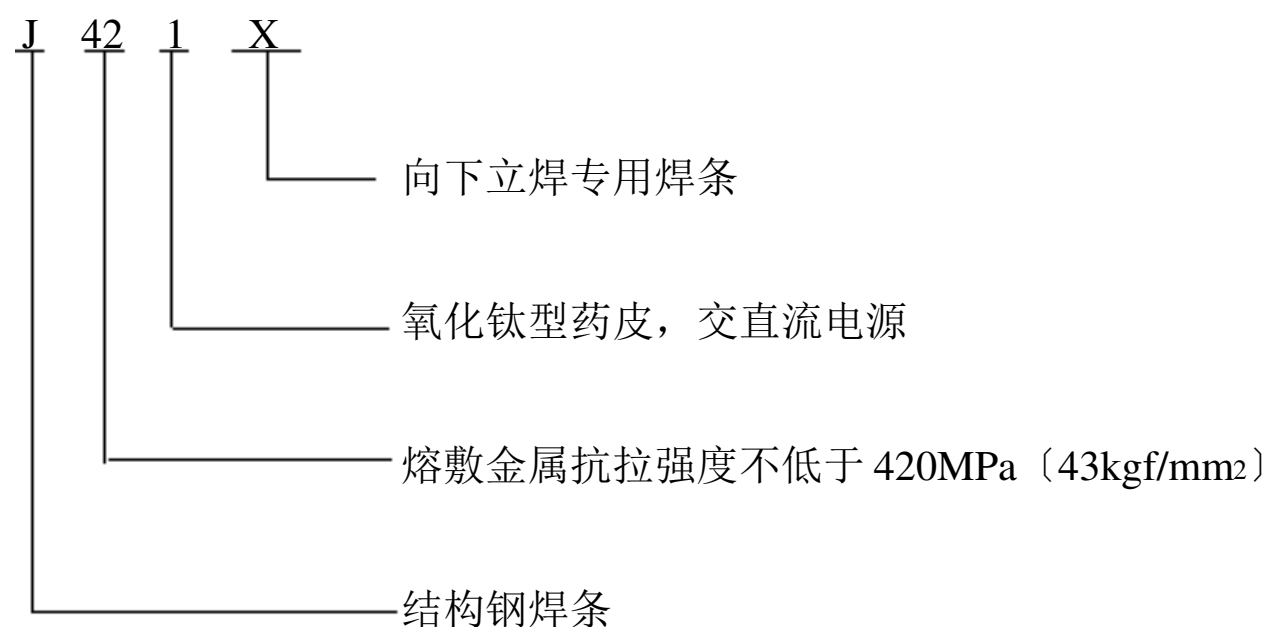
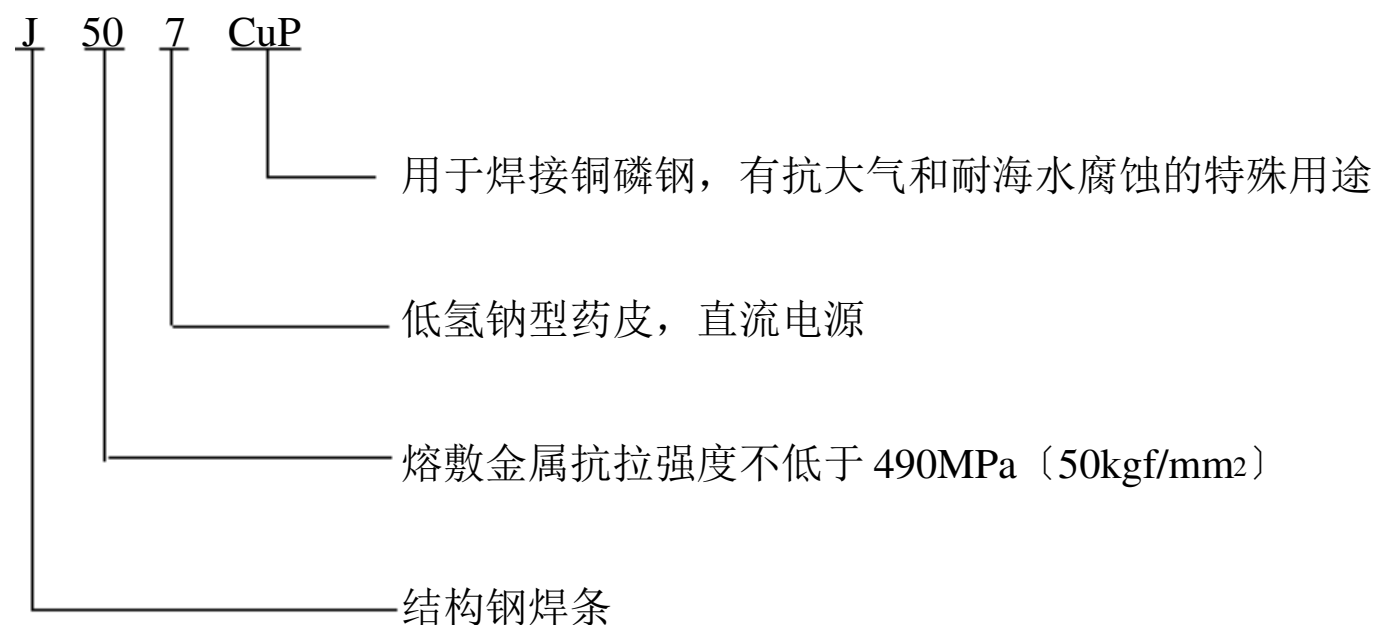
牌号前加"J"(或"结"字)表示结构钢焊条。牌号前两位数字,表示焊缝金属抗拉强度等级,其系列如表 2-22。牌号第三位数字,表示药皮类型和焊接电源种类,药皮中含有多量铁粉、焊条效率为 105%以上,在牌号末尾加注"Fe"字;焊条效率在 125%以上时在 Fe 字后面再加两位数字,如 J506Fe13 等。结构钢焊条有特殊性能和用途的,则在牌号后面加注起主要作用的化学元素符号或主要用途的拼音字母。

表 2-22 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

牌号举例：



(2) 钼和铬钼耐热钢焊条

牌号前加“R”（或“热”字），表示钼和铬钼耐热钢焊条。牌号第一位数字，表示熔敷金属主要化学成分组成等级，见表 2-23。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，以区别铬钼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 2-21）。

牌号举例：

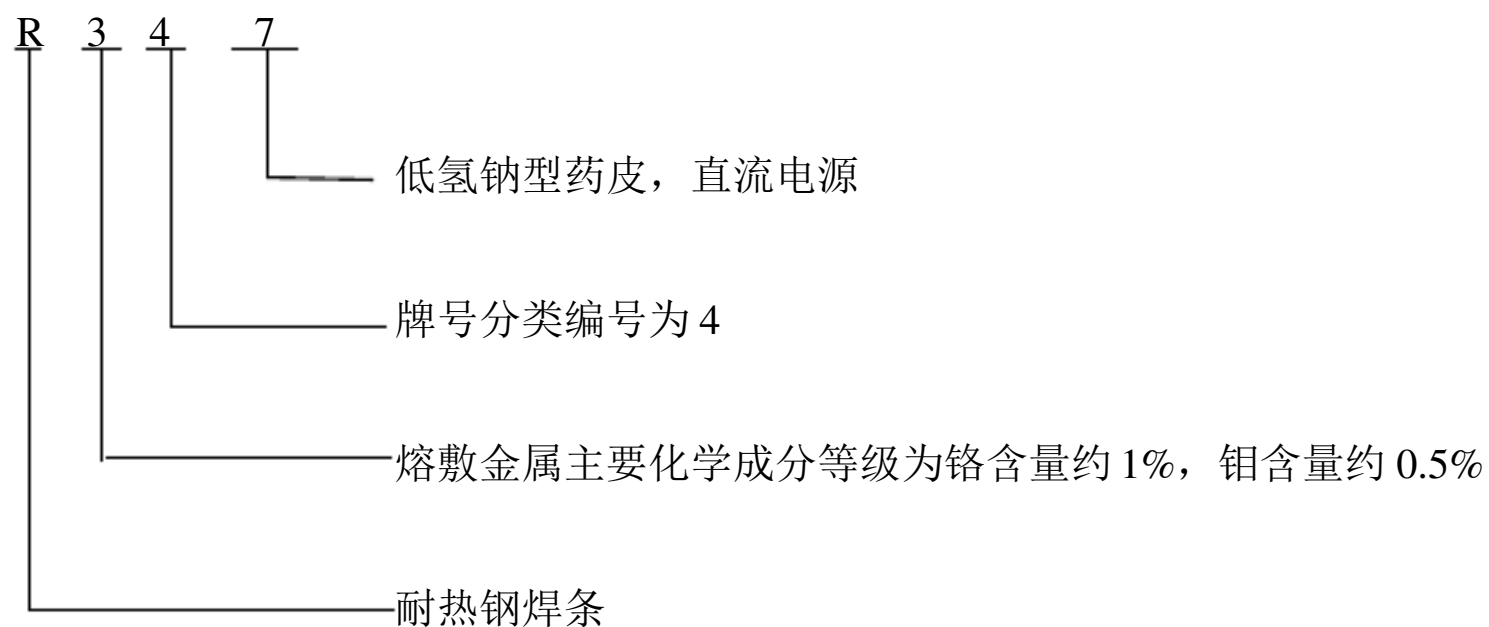


表 2-23 耐热钢焊条熔敷金属主要化学成分组成等级

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 Cr 1%~2%，含 Mo 0.5%~1%
R4××	含 Cr 约 2.5%~2%，含 Mo 约 1%
R5××	含 Cr 约 5%，含 Mo 约 %
R6××	含 Cr 约 7%，含 Mo 约 1%
R7××	含 Cr 约 9%，含 Mo 约 1%
R8××	含 Cr 约 1%，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，表示低温钢焊工作温度等级，参见表 2-24。牌号第三位数字，表示药皮类型和焊接电源种类（见表 2-21）。

牌号举例：

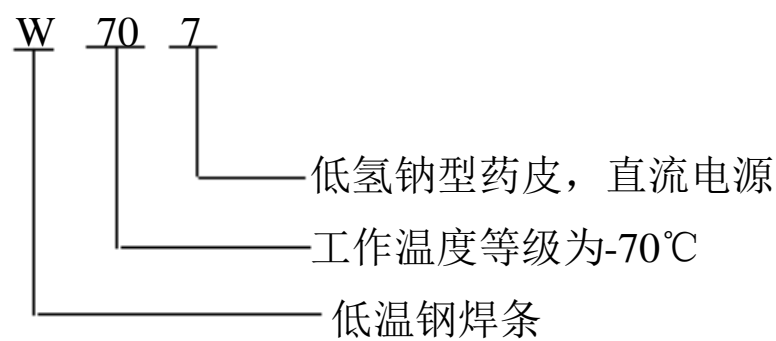


表 2-24 低温钢焊条工作温度等级

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

(4) 不锈钢焊条

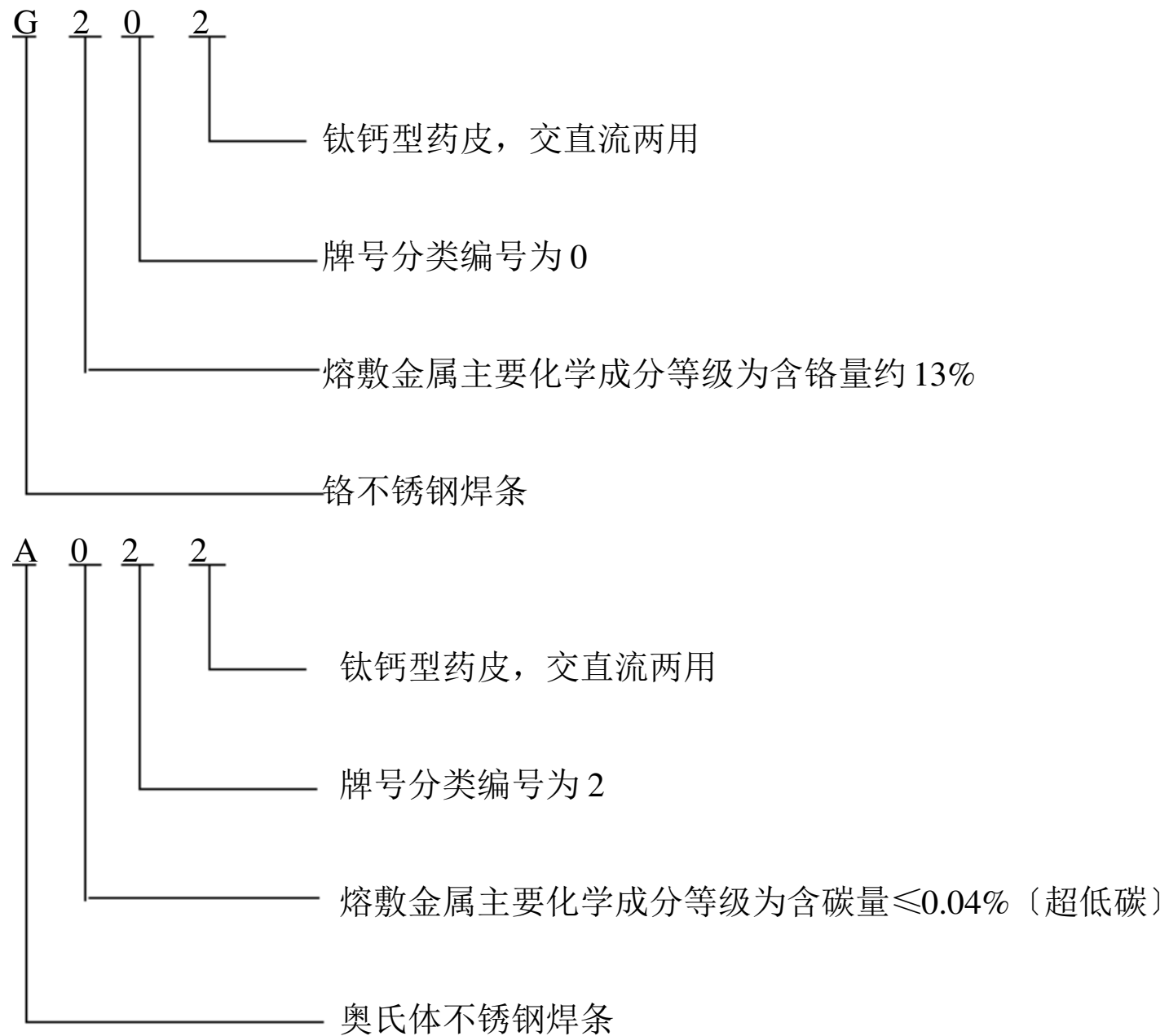
牌号前加“G”（或“铬”字）或“A”（或“奥”字），分别表示铬不锈钢焊条或奥氏体铬镍不锈钢焊条。牌号第一位数字，表示熔敷金属主要化学成分组成等级，参见表 2-25。

表 2-25 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 量约为 13%
G3××	含 Cr 量约为 17%
A0××	含 C 量≤0.04%（超低碳）
A1××	含 Cr 量约为 19%，含 Ni 量约为 10%
A2××	含 Cr 量约为 18%，含 Ni 量约为 12%
A3××	含 Cr 量约为 23%，含 Ni 量约为 13%
A4××	含 Cr 量约为 26%，含 Ni 量约为 21%
A5××	含 Cr 量约为 16%，含 Ni 量约为 25%
A6××	含 Cr 量约为 16%，含 Ni 量约为 35%
A7××	铬锰氮不锈钢
A8××	含 Cr 量约为 18%，含 Ni 量约为 18%
A9××	含 Cr 量约为 20%，含 Ni 量约为 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 牌号，按 0、1、2、……9 顺序排列，以区别镍铬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 2-21）。

牌号举例：



(5) 堆焊焊条

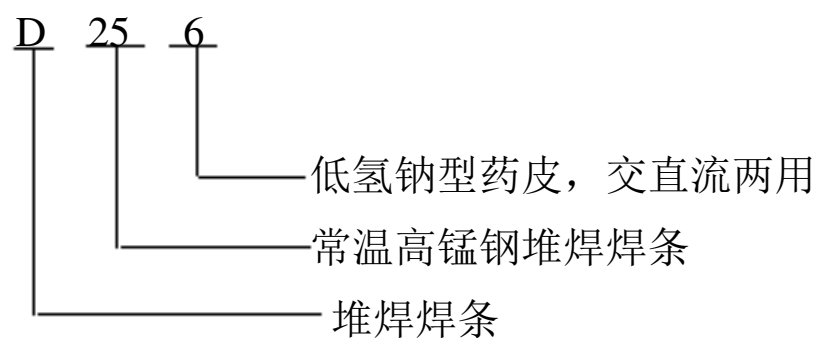
牌号前加“D” (或“堆”字), 表示堆焊焊条。牌号的前两位数字表示堆焊焊条的用途或熔敷金属的主要成分类型等, 见表 2-26。

表 2-26 堆焊焊条牌号的前两位数字含义

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
D90×~99×	待发展的堆焊焊条

牌号第三位数字表示药皮类型和焊接电源种类 (见表 2-21)。

牌号举例：



(6) 铸铁焊条

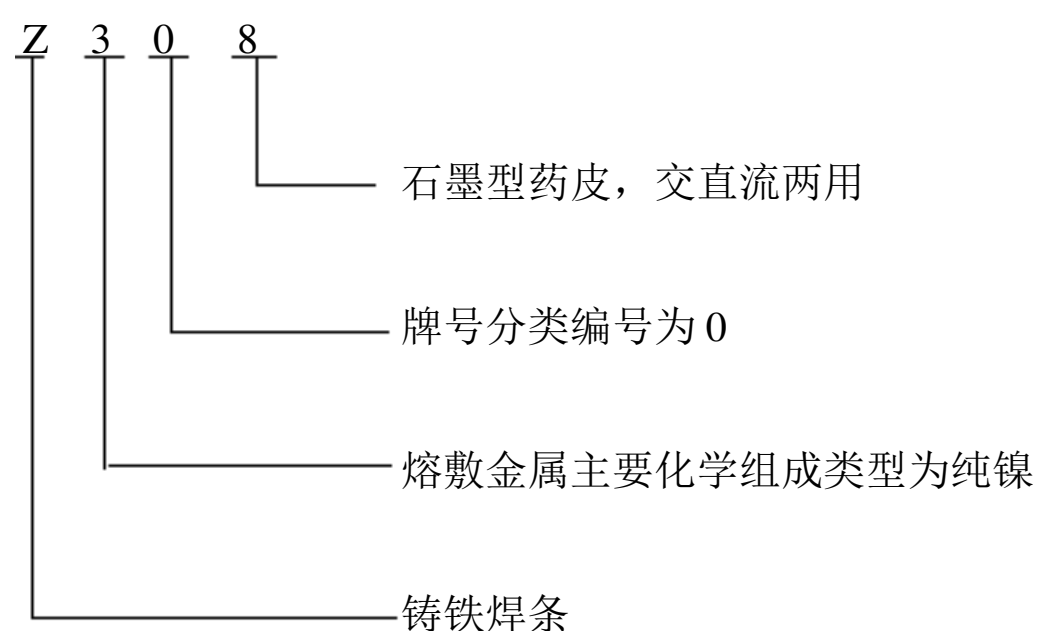
牌号前加“Z” (或“铸”字), 表示铸铁焊条。牌号第一位数字, 表示熔敷金属主要化学成分组

成类型。第一位数字的含义列于表 2-27。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 2-21）。

表 2-27 铸铁焊条牌号第一位数字含义

焊条牌号	熔敷金属主要化学成分组成类型
Z1××	碳钢或高钒钢
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

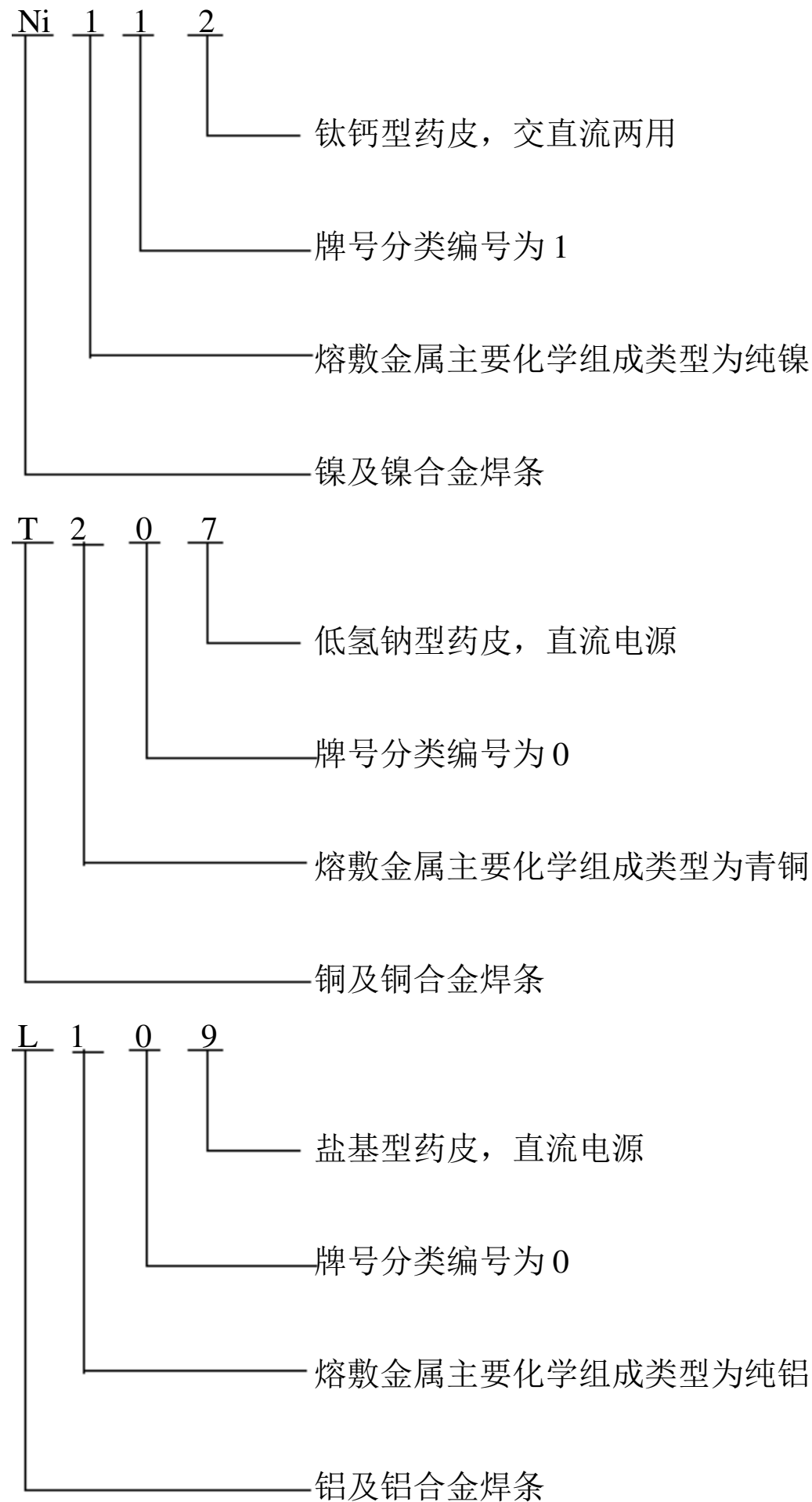
牌号前加“Ni”（或“镍”字）、“T”（或“铜”字）、“L”（或“铝”字），分别表示镍及镍合金焊条、铜及铜合金焊条、铝及铝合金焊条。牌号第一位数字，表示熔敷金属化学成分组成类型，其含义列于表 2-28。

表 2-28 有色金属焊条牌号第一位数字的含义

焊条牌号	熔敷金属化学成分组成类型
镍及镍合金焊条 Ni1×× Ni2×× Ni3×× Ni4××	纯镍 镍铜合金 茵科镍合金 待发展
铜及铜合金焊条 T1×× T2×× T3×× T4××	纯铜 青铜合金 白铜合金 待发展
铝及铝合金焊条 L1×× L2×× L3×× L4××	纯铝 铝硅合金 铝锰合金 待发展

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 2-21）。

牌号举例：



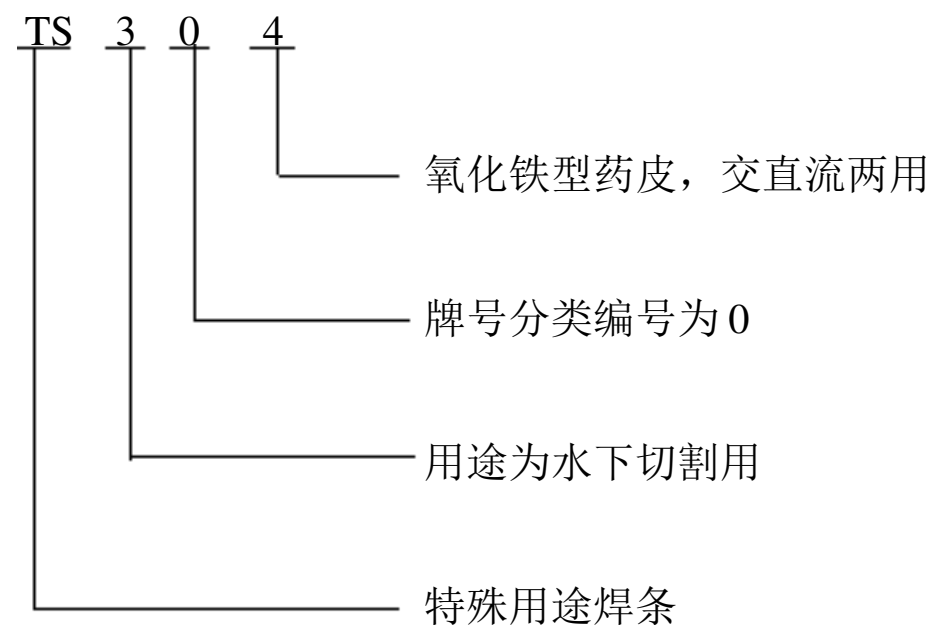
(8) 特殊用途焊条

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，其含义列于表 2-29。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 2-21）。

表 2-29 特殊用途焊条牌号第一位数字含义

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：



2.2.4 电焊条的选用

焊条的选用须在确保焊接结构安全、可靠使用的前提下,根据被焊材料的化学成分、力学性能、板厚及接头形式、焊接结构特点、受力状态、结构使用条件对焊缝性能的要求、焊接施工条件和技术经济效益等综合考查后,有针对性的选用焊条,必要时还需进行焊接性试验。焊条的选用原则如下:

1 同种钢材焊接时焊条选用要点

(1) 考虑焊缝金属力学性能和化学成分

对于普通结构钢,通常要求焊缝金属与母材等强度,应选用熔敷金属抗拉强度等于或稍高于母材的焊条。对于合金结构钢,有时还要求合金成分与母材相同或接近。在焊接结构刚性大、接头应力高、焊缝易产生裂纹的不利情况下,应考虑选用比母材强度低的焊条。当母材中碳、硫、磷等元素的含量偏高时,焊缝中容易产生裂纹,应选用抗裂性能好的碱性低氢型焊条。

(2) 考虑焊接构件使用性能和工作条件

对承受动载荷和冲击载荷的焊件,除满足强度要求外,主要应保证焊缝金属具有较高的冲击韧度和塑性,可选用塑、韧性指标较高的低氢型焊条。接触腐蚀介质的焊件,应根据介质的性质及腐蚀特征选用不锈钢类焊条或其它耐腐蚀焊条。在高温、低温、耐磨或其它特殊条件下工作的焊接件,应选用相应地耐热钢、低温钢、堆焊或其它特殊用途焊条。

(3) 考虑焊接结构特点及受力条件

对结构形状复杂、刚性大的厚大焊接件,由于焊接过程中产生很大的内应力,易使焊缝产生裂纹,应选用抗裂性能好的碱性低氢焊条。对受力不大、焊接部位难以清理干净的焊件,应选用对铁锈、氧化皮、油污不敏感的酸性焊条。对受条件限制不能翻转的焊件,应选用适于全位置焊接的焊条。

(4) 考虑施工条件和经济效益

在满足产品使用性能要求的情况下,应选用工艺性好的酸性焊条。在狭小或通风条件差的场合,应选用酸性焊条或低尘焊条。对焊接工作量大的结构,有条件时应尽量采用高效率焊条,如铁粉焊条、高效率重力焊条等,或选用底层焊条、立向下焊条之类的专用焊条,以提高焊接生产率。

(1) 强度级别不同的碳钢+低合金钢或低合金钢+低合金高强钢

一般要求焊缝金属或接头的强度不低于两种被焊金属的最低强度,选用的焊条强度应能保证焊缝及接头的强度不低于强度较低侧母材的强度,同时焊缝金属的塑性和冲击韧性应不低于强度较高而塑性较差侧母材的性能。因此,可按两者之中强度级别较低的钢材选用焊条。但是,为了防止焊接裂纹,应按强度级别较高、焊接性较差的钢种确定焊接工艺,包括焊接标准、预热温度及焊后热处理等。

(2) 低合金钢+奥氏体不锈钢

应按照对熔敷金属化学成分限定的数值来选用焊条,一般选用铬、镍含量较高的、塑性、抗裂性较好的 25-13 型奥氏体钢焊条,以防止因产生脆性淬硬组织而导致的裂纹。但应按焊接性较差的不锈钢确定焊接工艺及标准。

(3) 不锈复合钢板

应考虑对基层、覆层、过渡层的焊接选用三种不同性能的焊条。对基层〔碳钢或低合金钢〕的焊接,选用相应强度等级的结构钢焊条;覆层直接与腐蚀介质接触,应选用相应成分的奥氏体不锈钢焊条。关键是过渡层〔即覆层与基层交界面〕的焊接,必须考虑基体材料的稀释作用,应选用铬、镍含量较高、塑性和抗裂性好的 25-13 型奥氏体焊条。

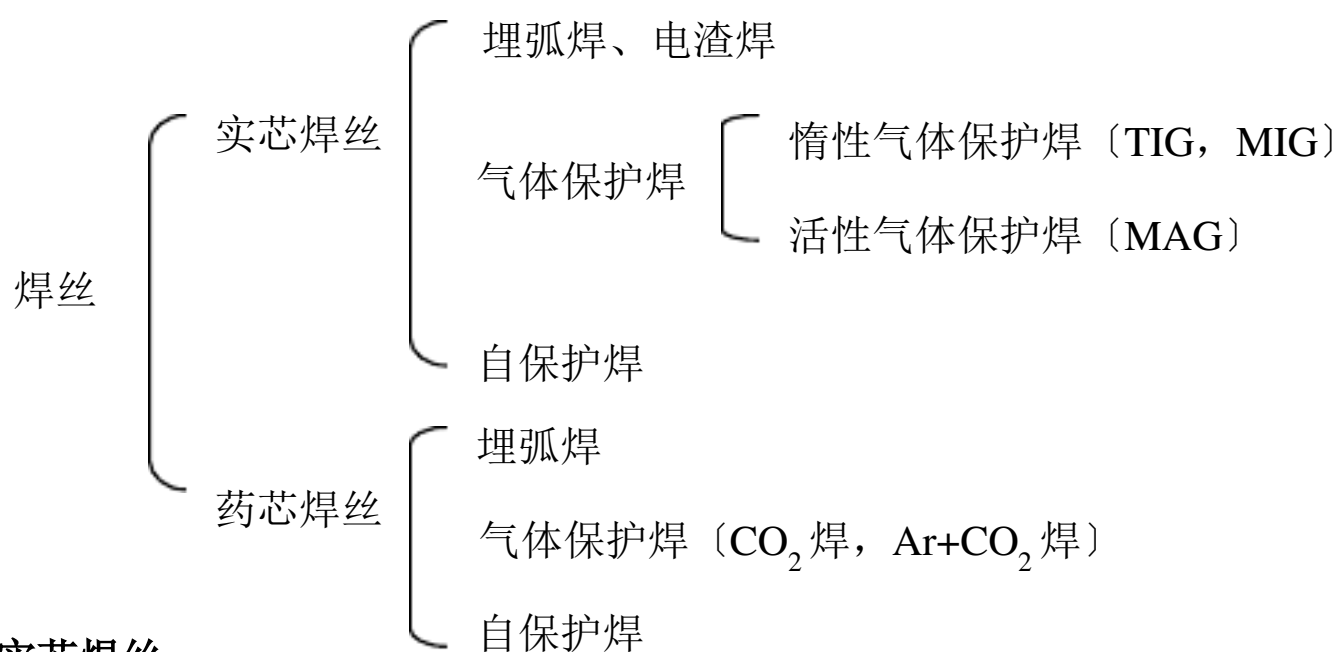
2.3 焊丝

2.3.1 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、气保焊焊丝、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。



2.3.2 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外表处理。目前主要是镀铜处理,包括电镀、浸铜及化学镀铜等方法。不同的焊接方法应采用不同直径的焊丝。埋弧焊时电流大,要采用粗焊丝,焊丝直径在 2.4~6.4mm;气保焊时,为了得到良好的保护效果,要采用细焊丝,直径多为。

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,母材成分的影响也大,所以焊接标准变化时,也会给焊缝成分和性能带来较大影响。埋弧焊焊丝的选择既要考虑焊剂成分的影响,又要考虑母材的影响。为了得到不同的焊缝成分,可以采用一种焊剂(主要是熔炼焊剂)与几种焊丝配合 F 也可以采用一种焊丝与几种焊剂(主要是烧结焊剂)配合。对于给定的焊接结构,应根据钢种成分、对焊缝性能的要求指标及焊接标准大小的变化等进行综合分析之后,再决定所采用的焊丝和焊剂。

低碳钢用焊丝 由于焊缝中合金成分不多,故可采用焊丝渗合金,也可采用焊剂渗合金。通过焊剂向焊缝中过渡时,有利于改善焊缝的抗热裂纹能力和抗气孔性能;通过焊丝向焊缝中过渡时,有利于提高焊缝的低温韧性。焊接低碳钢时多采用低碳焊丝(H08A 等),当母材含碳量较高或强度要求较高、而对焊缝韧性要求不高时,也可采用含碳量较高的焊丝,如 H15A 或 H15Mn 等。

高强度钢用焊丝 根据对焊缝强度级别和韧性的要求,分别采用不同成分的焊丝。590MPa 级的焊缝多采用 Mn-Mo 系焊丝,如 H08MnMoA、H08Mn2MoA、H10MnSiMoTi、H10Mn2Mo 等; 690~780 MPa

级的焊缝多采用 Mn-Cr-Mo 系、Mn-Ni-Mo 系或 Mn-Ni,Cr-Mo 系焊丝。当对焊缝韧性要求较高时,往往采用含 Ni 的焊丝成分系统,如 H08CrNi2MoA 等。焊接 690 MPa 级以下的钢种时,可采用熔炼型焊剂和烧结型焊剂;焊接 780 MPa 级高强度钢时,为了得到高的韧性,最好采用烧结型焊剂。因为熔炼型焊剂碱度较低,为提高韧性应提高焊剂碱度,但又会导致焊接工艺性能明显变坏,故熔炼型焊剂的应用受到限制。

Cr-Mo 耐热钢用焊丝 为保证焊缝成分与母材相接近,焊接 Cr-Mo 钢时多采用 Cr-Mo 系统的焊丝,如焊接 1Cr-1/2Mo、21/4Cr-1Mo、5Cr-1/2Mo 钢时,可分别采用 H08CrMoA、H08Cr2MoA 和 H1Cr5Mo 焊丝,所用的焊剂通常为熔炼型焊剂。为了降低焊缝金属的回火脆性,已研制出了降低焊缝含 P 量的熔炼型焊剂和烧结型焊剂,同时严格限制焊丝中的 P、S、Sn、Sb 等有害杂质的含量。

低温钢用焊丝 埋弧焊焊接低温钢的主要困难是如何保证低温韧性。焊丝成分 C、Si 的含量要低些, P、S 的含量要尽可能降低。根据使用温度的不同,焊丝中可加入不同数量的 Ni。使用温度越低,加入的 Ni 要越多。含 Ni 低时,Mn 的含量可适当高些;反之,Mn 的含量要适当降低。为消除回火脆性,还应加入 0.3%左右的 Mo。其次,要采用碱度高的焊剂。

不锈钢用焊丝 采用的焊丝成分要与被焊接的不锈钢成分基本一致。焊接铬不锈钢时可采用 H0Cr14、H1Cr13、H1Cr17 等焊丝;焊接铬镍不锈钢时,可采用 HoCr19Ni9、HoCr19Ni9Ti 等焊丝;焊接超低碳不锈钢时,应采用相应的超低碳焊丝,如 H00Cr19Ni9 等。焊剂可采用熔炼型或烧结型,要求焊剂的氧化性要小,以减少合金元素的烧损。目前国外主要采用烧结型焊剂,我国仍然以熔炼型焊剂为主,但正在研制和推广使用烧结型焊剂。。

外表堆焊用焊丝 为了增加耐磨性,或使金属外表获得某些特殊性能,需要从焊丝中过渡一定量的合金元素。这类焊丝因含碳和合金元素较多,难于加工制造,目前尚无批量生产的定型产品。随着药芯焊丝的问世,这些合金元素可加入药芯中,且加工制造方便,故采用药芯焊丝来进行埋弧堆焊耐磨外表是一种可行的方法,并已得到广泛应用。此外,在烧结型焊剂中加入合金元素,堆焊后也能得到相应成分的堆焊层,它与实芯或药芯焊丝相配合,可完成各种要求的堆焊。

2. 气体保护焊用焊丝

气保焊方法分为:惰性气体保护非熔化极焊接,简称 TIG 焊接;惰性气体保护熔化极焊接,简称 MIG 焊接;活性气体保护熔化极焊接,简称 MAG 焊接;还有自保护焊接。惰性气体主要采用 Ar,活性气体主要采用 CO₂。TIG 焊接时采用纯 Ar;; MIG 焊接时一般采用 Ar+2%O₂ 或 Ar +5%CO₂;MAG 焊接时采用 CO₂、CO₂+Ar 或 CO₂+ Ar+O₂。采用纯 CO₂ 焊接时,飞溅较多,焊道外观成形不良,焊接薄板时难于操作。为了改善 CO₂ 焊接的工艺性能,一是采用 CO₂+Ar 混合气体;二是采用药芯焊丝。

(1) TIG 焊接用焊丝 TIG 焊接有时不加填充焊丝,被焊母材直接加热熔化后焊接起来;有的加填充焊丝。手工填丝为切成一定长度的焊丝,自动填丝时采用盘式焊丝。由于保护气体为纯氩,无氧化性,焊丝熔化后成分基本不变化,所以焊丝成分即为焊缝成分。也有的采用母材成分作为焊丝成分,使焊缝成分与母材相一致。TIG 焊接时线能量很小,焊缝强度和塑韧性都优良,很容易满足各方面的性能要求。

(2) MIG 和 MAG 焊接用焊丝 MIG 方法主要用于焊接不锈钢等高合金钢。为了改善电弧特性,在 Ar 气中混入适量 O₂ 或 CO₂,即成为 MAG 方法。焊接超低碳不锈钢时不能采用 Ar+5%CO₂ 混合气体;只可采用 Ar+2%O₂ 混合气体,以防焊缝增碳,但是焊接低合金钢时,宜采用 Ar+5%CO₂,以便提高焊缝的抗气孔能力。由于 Ar 较昂贵,现在低合金钢的 MIG 焊接正在逐步被 Ar+20%CO₂ 的 MAG 焊接所取代。MAG 焊接时由于保护气体有一定氧化性,使某些易氧化的合金元素烧损掉,故应适当提高焊丝中 Si、Mn 等脱氧元素的含量,其他成分可以与母材相一致,也可以有假设干差异。如焊接高强度钢时,焊缝中 C 的含量通常低于母材,Mn 的含量往往明显高于母材,这不仅为了脱氧,也是焊缝合金成分的要求。这种成分有利于提高焊缝强度,且很少降低塑性和韧性。另外,为了改善低温韧性,焊缝中硅的含量不宜过高。

(3) CO₂ 焊接用焊丝

CO₂ 焊接时,由于电弧的热作用,CO₂ 气体中分解出原子氧,具有强烈的氧化性质,CO₂ 本身也是一种

活性气体,具有一定的氧化性能。氧化反应的结果,导致合金元素大量烧损。所以 CO₂ 焊接用焊丝成分中应有足够数量的脱氧剂,如 Si、Mn、Ti 等。如果合金量不足,脱氧不充分,将导致焊缝中产生气孔,焊缝力学性能,特别是韧性将明显下降。采用 CO₂ 焊接薄板或立焊、仰焊时,焊接电流很小,熔滴呈短路过渡;当焊接厚板或平焊、角焊时,焊接电流大,熔滴呈滴状过渡。在第二种情况下,熔滴中的合金元素容易烧损,故焊丝中除加入 Si、Mn 脱氧元素外,还要加入 Ti、Zr、Al 等强脱氧剂。由于 Ti 等的加入,熔滴细化、电弧稳定、飞溅减小,焊接工艺性能变好。

在我国 CO₂ 焊接已得到广泛应用,主要是焊接低碳钢及低合金结构钢,最常用的焊丝是 H08Mn2Si 和 H08Mn2SiA,该焊丝的工艺性能较好,飞溅不大,抗气孔性能良好,焊缝力学性能可到达国标及美国标准中规定的要求。

适于 CO₂ 焊接的焊丝还有 H10MnSi、H10MnSiMo、H30CrMnSi 等,可根据被焊钢种成分及对焊缝的性能要求进行选用。

(4) 自保护焊接用实芯焊丝

它是利用焊丝中所含有的合金元素在焊接过程中进行脱氧、脱氮,以消除从空气中进入焊接熔池内的氧和氮的不良影响。为此,除提高焊丝中 C、Si、Mn 的含量外,还要加入强脱氧元素 Ti、Zr、Al、Ce 等。这种焊丝在前苏联研究较早,并有应用。我国虽然也做了不少研究工作,但尚未正式用于焊接产品。

2.3.3 药芯焊丝

药芯焊丝也称粉芯焊丝或管状焊丝。50 年代初期,首先在西欧研制了这种焊接材料。60 年代美国研制成功了低碳钢和 490 MPa 级钢用直径为 2.0~2.4mm 的药芯焊丝,并在生产中得到应用。我国在 60 年代已制造出直径在 2.4mm 以上的药芯焊丝,但由于焊机送丝辊轮压力大,焊丝易压扁等问题,阻碍了药芯焊丝的推广应用。80 年代中期,我国从国外引进了细直径药芯焊丝成套生产设备,使我国的药芯焊丝生产由粗丝扩展到细丝,解决了药芯焊丝推广应用中存在的问题,因而使我国的药芯焊丝生产得到了大的发展,正在逐步扩大使用。

近几年来全位置焊接用细直径药芯焊丝的用量急剧增加,这类焊丝为钛型渣系,焊接工艺性能好,过去实芯焊丝解决不了的问题,如飞溅大、成形差、电弧硬等缺点,采用细直径药芯焊丝焊接时都不存在了。

根据焊丝结构,药芯焊丝可分为有缝焊丝和无缝焊丝。后一种形式的焊丝可以镀铜,性能良好,成本又低,已成为今后的发展方向;根据保护气体的有无,可分为气体保护焊丝和自保护焊丝;根据其内层填料中有无造渣剂,又可分为"药粉型"(有造渣剂)焊丝和"金属粉型"(无造渣剂)焊丝;按照渣的碱度,可分为钛型(酸性渣)、钙钛型(中性或弱碱性渣)和钙型(碱性渣)焊丝。一般说来,钛型渣系的焊道成形美观,全位置焊接时工艺性能优良,电弧稳定,飞溅很少;但焊缝的韧性和抗裂性能较差。与此相反,钙型渣系的焊缝韧性和抗裂性能优良,而焊道成形和焊接工艺性能稍差。钙钛型渣系介于上述两者之间。

"金属粉型"药芯焊丝的焊接工艺性能类似于实芯焊丝,其熔敷效率和抗裂性能优于"药粉型",焊丝粉芯中大部分是金属粉(铁粉、脱氧剂等),还加入了特殊的稳弧剂,这可保证焊接时造渣少、效率高、飞溅少、电弧稳定等特点。另外,焊缝扩散氧含量低,抗裂性能得到改善。据统计,采用"金属粉型"焊丝施焊时,其造渣量为"药粉型"焊丝的 1/3,故不进行除渣就可连续多层焊接(3~4 层),焊接生产率得到提高。

上述"药粉型"药芯焊丝和"金属粉型"药芯焊丝的焊接特性,汇总于表 2-30。

表 2-30 “药粉型”药芯焊丝和“金属粉型”药芯焊丝的焊接特性

项 目		填充粉类型			
		钛型	钙钛型	钙型	“金属粉”型
工艺性能	焊道外观	美观	一般	稍差	一般
	焊道形状	平滑	稍凸	稍凸	稍凸
	电弧稳定性	良好	良好	良好	良好

	熔滴过渡 飞溅量 熔渣覆盖性 脱渣性 烟尘量	细小滴过渡 粒小, 极少 良好 良好 一般	滴状过渡 粒小, 少 稍差 稍差 稍多	滴状过渡 粒大, 多 差 稍差 多	滴状过渡 粒小, 极少 渣极少 稍差 少
焊接性能	缺口韧性 扩散量 (ml/100g) 含氧量 (ppm) 抗裂性能 X 射线检查 抗气孔性能	一般 2~10 600~900 一般 良好 稍差	良好 2~6 500~700 良好 良好 良好	优 1~4 450~650 优 良好 良好	良好 1~3 600~700 优 良好 良好
熔敷效率	70%~90%	70%~85%	70%~85%	70%~85%	90%~95%
备注					低电流时短路过渡

药芯焊丝的优点很多, 主要有如下几方面:

1) 飞溅小 由于药芯焊丝中加入了稳弧剂, 电弧燃烧稳定, 熔滴呈滴状均匀过渡, 故焊接时飞溅很少, 且飞溅颗粒细小, 在钢板上粘不住, 很容易清除。

2) 焊缝成形美观 在焊道成形方面, 熔渣起着重要作用。实芯焊丝施焊时无法依靠渣起作用, 仅依靠熔融金属自身的黏性和外表张力形成焊道, 故外表形状不良。药芯焊丝焊接时, 能形成一定数量的熔渣, 依靠渣的外表张力生成一个软的铸型, 这个铸型对形成良好焊道起着重要作用。

3) 熔敷速度高于实芯焊丝 采用药芯焊丝焊接时, 由于焊丝断面上通电部分的面积比实芯焊丝小, 在同样的焊接电流下药芯焊丝的电流密度高, 焊丝熔化速度快, 熔敷速度提高。

4) 可采用大电流进行全位置焊接 在各种焊接位置下, 药芯焊丝均可采用较大的焊接电流, 如 $\phi 1.2\text{mm}$ 焊丝, 其电流可用到 280A, 这时仍能顺利地实现向下立焊, 可称为其独到之处。

目前焊接结构钢用的药芯焊丝国内已有定型产品, 可批量生产。所采用的保护气体为 CO_2 , 适于自动或半自动焊接, 直流或交流电源均可满足要求。

国外药芯焊丝的应用范围更广, 可用于焊接各种类型的钢结构, 包括低碳钢、高强度钢、低温钢、耐热钢、不锈钢及耐磨堆焊等。所采用的保护气体有 CO_2 和 $\text{Ar}+\text{CO}_2$ 两种, 前者用于普通结构, 后者用于重要结构。图 2-1 为药芯焊丝的应用分类。

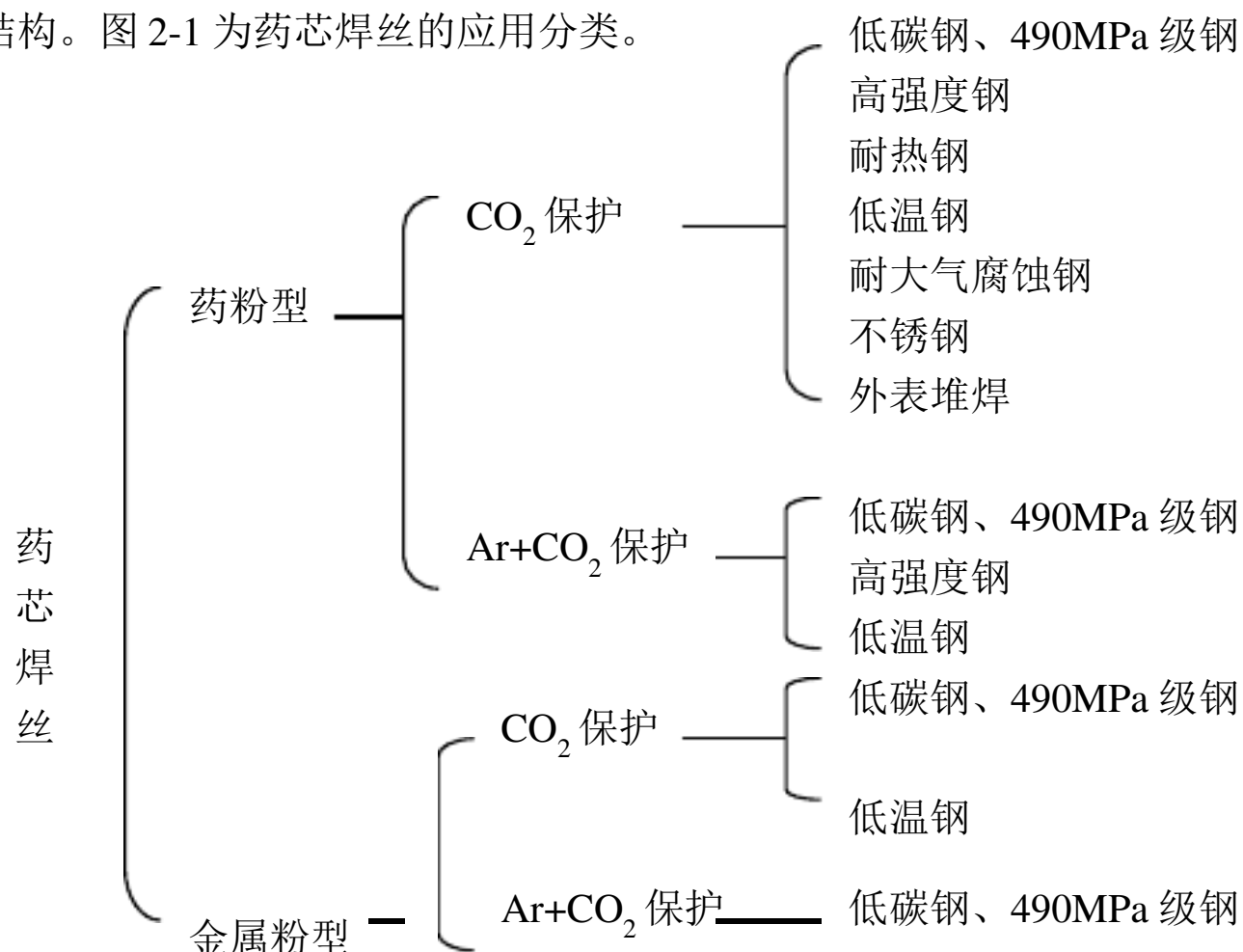


图 2-1

低碳钢及高强度钢用药芯焊丝 这类焊丝的品种多、用量大,主要用于造船、桥梁、建筑、车辆制造等部门。大多数焊丝为钛型渣系,其焊接工艺性能优良,焊接生产率较高。焊丝品种较多,有适于包括向下立焊在内的全位置焊接,也有的专用于角焊缝。从性能上有侧重于工艺性能,有侧重于焊缝力学性能和抗裂性能。从焊缝强度级别上看,490 MPa 级和 590 MPa 级的药芯焊丝已普遍使用。目前有缝的药芯焊丝居多,但近年来,无缝的药芯焊丝已明显增多。

低温钢用药芯焊丝 80 年代初这类药芯焊丝开始问世,其渣系仍以钛型为主,都是细直径焊丝,适于全位置焊接。焊缝低温韧性高,扩散氢含量低,焊接效率较高,已用于-40℃、-60℃下使用的低温结构焊接,如海洋结构、液化气船及贮罐等。

Cr-Mo 耐热钢用药芯焊丝 1985 年日本制定了 Mo 及 Cr-Mo 钢焊接用药芯焊丝标准,包括 0.5%Mo、0.5%Cr-0.5%Mo、1.25%Cr-0.5%Mo 和 2.25%Cr-1%Mo 四个钢号用的焊丝。保护气体有 CO₂ 和 Ar+CO₂ 两种,但目前用的主要是 CO₂ 保护。试验证明,Ar 的含量大于 30%后,焊接工艺变坏,熔渣覆盖不良。

不锈钢用药芯焊丝 这类焊丝的品种已有 20 多种,除铬镍系不锈钢药芯焊丝外,还有铬系不锈钢药芯焊丝。焊丝直径有 0.8、1.2、1.6mm 等,可满足薄板、中板及厚板的焊接需要。所采用的保护气体多数为 CO₂,也可采用 Ar+(20%~50%)CO₂ 的混合气体。试验说明,随着 Ar 比例的增加,导致气孔敏感性增大、熔合不良、焊道外表不美观等弊端,故 Ar 的比例最大为 80%。

耐磨堆焊用药芯焊丝 耐磨堆焊的方法多种多样,最常用的方法是药芯焊丝 CO₂ 堆焊和药芯焊丝埋弧堆焊,分别说明如下:

一一细直径药芯焊丝 CO₂ 堆焊 该方法优点很多:其一是效率高,生产效率为手工焊的 3~4 倍,与相同直径的实芯焊丝相比,其电流密度大,熔敷速度增加;其二是焊接工艺性能优良,电弧稳定,飞溅很少,脱渣容易,焊道成形美观。该方法只能通过药芯焊丝过渡合金元素,故多用于合金成分不太高的堆焊层。

一一药芯焊丝埋弧堆焊 该方法的优点是采用大直径的药芯焊丝(φ3.2、φ mm),焊接电流大,焊接生产率明显提高。另外,所采用的焊剂既可以是熔炼型的,也可以是烧结型的。采用烧结型焊剂时,可通过焊剂过渡合金元素,使堆焊层得到更高的合金成分,其合金含量可在 14%~20%之间变化,以便得到不同的硬度值。该方法主要用于堆焊轧制辊、送进辊、连铸辊等耐磨耐蚀部件。

3 自保护药芯焊丝的特点及应用

自保护药芯焊丝与焊条相似,是把作为造渣、造气和起脱氧、脱氮作用的药粉和金属粉放入钢带之内,焊接时药粉在电弧的高温作用下变成气体和熔渣,起到造渣和造气保护作用,不用另加气体保护。自保护药芯焊丝与焊条相比,有如下不利之处一是药粉的加入量受限制,一般占焊丝总质量的 15%~30%,而焊条药皮则占到总质量的 30%以上。药粉越少,造渣造气量也越少,保护效果和冶金反应会受到影响;二是采用自保护药芯焊丝焊接时,外层的钢带先熔化,内部的药粉后熔化,保护作用滞后。其三,熔化的先期是钢水在外,熔渣在内,保护效果下降。基于上述原因,焊缝中容易进入氮、氢、氧等气体,这既有损于焊缝的力学性能,特别是韧性,也容易在焊缝中产生气孔。

为了提高保护效果,一是调整药芯成分,如增加造气剂的比例,增加脱氧脱氮元素的含量等;二是选用合适的药芯焊丝截面形状。一般来讲,截面形状越复杂、越对称,电弧就越稳定,药芯的冶金反应和保护作用就越充分。但是随着焊丝直径的减小,这种差异逐渐缩小,当直径小于 2mm 时,截面形状的影响已不明显了。故目前细丝(φ2.0 mm)一般采用形状简单的"O"形截面,粗丝(φ2.4mm)多采用 E 形或双层结构等复杂截面。

采用自保护药芯焊丝施焊时,对风的抵抗能力优于气保焊焊接,通常可在四级风力下施焊(风速≤15m/s 即可)。因为不需要保护气体,适于野外或高空作业,故多用于安装现场和建筑工地,如高层建筑、高炉及热风炉等。

自保护焊接时烟尘很大,在窄小空间作业时要加强通风换气。另外,对操作技能要求较高,掌握不当会引起接头性能波动,故不宜用于焊接重要结构。目前主要用于焊接低碳钢和 490 MPa 级高强度钢及外表堆焊等。近来,日本已研制出了焊接低温钢用的自保护药芯焊丝。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/70701512400006054>