

国内外焊丝焊剂 简明手册

尹士科 杨鸣山
王移山 夏林青

合编

兵器工业出版社

国内外焊丝焊剂简明手册

尹士科 杨鸣山
王移山 夏林青 编

兵器工业出版社

(京)新登字049号

内 容 简 介

本手册主要分国内、国外两大部分,共收集了国内外焊丝(实芯焊丝和药芯焊丝)、焊剂(熔炼焊剂和烧结焊剂)1000多个牌号。国内部分包括已列入国家标准和《焊接材料产品样本》中的牌号90多个,还收集了近年来国内新研制的产品70余个牌号,以便于各方面选择和使用。国外部分包括苏联及东欧国家、日本、美国、瑞士、瑞典及德国等十多个国家的900多个牌号,并有重点地介绍了其成分、性能、特征和用途等,为对外合资及技术引进提供国外信息,也为国产焊丝、焊剂的开发,特别是药芯焊丝和烧结焊剂的研制提供借鉴。

本手册主要供工程、产品设计部门和焊丝焊剂的使用单位所用,也为焊丝、焊剂生产厂家的老产品改造和新产品开发等提供技术信息,还可供从事教学、科研的焊接界朋友参考。

国内外焊丝焊剂简明手册

尹士科 杨鸣山 编
王移山 夏林青

*
责任编辑 董连仁
封面设计 王 伦

*
兵器工业出版社出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

新华书店总店北京科技发行所经销
育才印刷厂印装

*
开本: 787×1092¹/₁₆·印张12⁵/₁₆·字数276千字
1992年4月北京第一版·1993年6月北京第二次印刷
印数: 50 001—10 000·定价: 7.20元

*
ISBN 7-80038-405-5/TG·30

前 言

焊接材料包括焊条、焊丝和焊剂等，已广泛用于船舶、桥梁、车辆、压力容器、化工设备、工程机械、海洋设施及原子能工业等各个领域，在国民经济建设中起着重要作用。为了使设计、制造、检验、使用等各方面的工程技术人员更好地了解 and 掌握各种焊接材料的成分、性能、特征及用途，特以手册的形式将国内外的焊接材料加以汇总、整理、编辑出版。焊接材料方面的手册原计划分为两本书单独出版：第一本是《国内外焊条简明手册》，已经出版；第二本是本手册，即《国内外焊丝焊剂简明手册》。

《国内外焊丝焊剂简明手册》主要包括两大部分，即国内部分和国外部分。国内部分有已列入国家标准的实芯焊丝（GB—1300、GB—4243和GB—8110），也收入了焊接材料产品样本中的药芯焊丝、熔炼焊剂和烧结焊剂等诸多牌号，还收集了某些科研单位和焊接材料生产厂家近年来所研制的新产品，为老产品的选用和新产品的推广应用起到媒介和促进作用。特别是对性能优良的新型焊接材料，如烧结焊剂、药芯焊丝等的应用起到宣传和技术交流作用。

国外部分收集了苏联及东欧国家、日本、美国、瑞士、瑞典及德国等十多个国家的900多个焊丝焊剂牌号，并将其成分、性能、特征和用途等分别作了说明。应予以指出的是，对苏联和东欧国家的焊剂产品介绍最为详细，参考性和实用性也最大，将为我国焊剂产品的开发提供有益的借鉴。其它厂家，如日本的神钢公司和日铁溶接公司、瑞士的奥利康公

司、瑞典的伊萨和美国的林肯公司等，都是国际上有影响的焊接材料生产厂家，也是我国进口焊丝焊剂的主要厂家，故本手册将这些厂家的产品作了较全面的介绍，为引进和消化吸收国外新型焊接材料提供技术信息。鉴于国外资料收集较困难，未能列入更多的厂家和产品。限于编者水平，错误之处请批评指正。

编者

1991年7月

目 录

第一章 焊丝和焊剂的分类.....	(1)
1. 焊丝的分类.....	(2)
1.1 实芯焊丝.....	(2)
1.1.1 埋弧焊用焊丝.....	(2)
1.1.2 气保焊用焊丝.....	(5)
1.2 药芯焊丝.....	(7)
1.2.1 药芯焊丝的种类和特性.....	(7)
1.2.2 药芯焊丝的应用.....	(10)
1.2.3 自保护药芯焊丝的特点及应用.....	(13)
2. 焊剂的分类.....	(14)
2.1 按制造方法分类.....	(15)
2.2 按化学成分分类.....	(16)
2.2.1 按照焊剂的主要成分特性分类.....	(16)
2.2.2 按 SiO_2 含量分类.....	(17)
2.2.3 按 MnO 含量分类.....	(19)
2.2.4 按 MnO 、 SiO_2 和 CaF_2 含量组合分类.....	(20)
2.3 按熔渣的碱度分类.....	(21)
2.4 按化学活度系数分类.....	(22)
2.5 焊剂与焊丝的组合表示.....	(22)
第二章 国内焊丝和焊剂.....	(28)
1. 国内焊丝.....	(28)
1.1 实芯焊丝.....	(28)
1.1.1 焊接碳钢、低合金钢和高合金钢用的钢焊丝.....	(28)
1.1.2 硬质合金堆焊焊丝.....	(28)
1.1.3 铜及铜合金焊丝.....	(44)

1.1.4 铝及铝合金焊丝	(49)
1.1.5 铸铁气焊焊丝	(52)
1.2 药芯焊丝	(54)
2. 国内焊剂	(57)
2.1 熔炼焊剂	(62)
2.2 烧结焊剂	(78)
第三章 国外焊丝和焊剂	(93)
1. 苏联与东欧国家的焊丝和焊剂	(94)
1.1 焊丝	(94)
1.1.1 实芯焊丝	(94)
1.1.2 药芯焊丝	(112)
1.2 焊剂	(122)
1.2.1 焊接低碳钢用的焊剂	(122)
1.2.2 焊接低合金钢用的焊剂	(149)
1.2.3 焊接中、高合金钢用的焊剂	(162)
1.2.4 丝极和带极堆焊用的焊剂	(177)
1.2.5 电渣焊焊剂	(190)
2. 日本神钢公司的焊丝和焊剂	(199)
3. 日本日铁焊接公司的焊丝和焊剂	(229)
4. 瑞士奥利康 (OERLIKON) 公司的焊丝和焊剂	(255)
4.1 焊丝	(255)
4.2 焊剂	(269)
4.2.1 碳钢及低合金钢用焊剂	(270)
4.2.2 不锈钢及耐热钢用焊剂	(289)
5. 瑞典伊萨 (ESAB) 公司的焊丝和焊剂	(296)
5.1 焊丝	(296)
5.2 焊剂	(296)
6. 美国林肯 (LINCOLN) 公司的焊丝和焊剂	(313)
6.1 焊丝	(313)

6.1.1 实芯焊丝	(313)
6.1.2 药芯焊丝	(315)
6.2 焊剂	(328)
7. 美国麦克凯 (MCKAY) 公司的焊丝	(334)
8. 德国蒂森 (THYSSEN) 公司的管线钢用焊丝和 焊剂	(346)
附录	(348)
一、碳钢药芯焊丝标准 (GB10045—88)	(348)
二、美国焊接学会标准 (AWS) 节选	(353)
三、日本工业标准 (JIS) 节选	(370)
参考文献	(385)

第一章 焊丝和焊剂的分类

随着各种自动和半自动焊接方法的推广应用，焊丝和焊剂的品种逐年增多，使用量也逐渐扩大。根据日本国内的统计，1979年实芯焊丝占焊材总量的23%，1989年占到46%，正好增长一倍；药芯焊丝则由1979年的1%增加到1989年的14%，其增长速度更快。焊剂的用量变化不大，10年间占焊材总量的变化范围为11%~15%，其中烧结焊剂的用量在逐渐增多，熔炼焊剂的用量在逐渐减少。1980年焊剂总产量为3万吨，烧结焊剂只占28.6%；1989年焊剂总产量为2.2万吨，烧结焊剂占到32.7%，增长了4%。在美国气保焊焊丝的用量很大，1979年气保焊焊丝用量占焊材总量的42%，1988年增长到49%；埋弧焊焊丝的比例在减少，由1979年的7%下降到1988年的4%，相应的焊剂用量也会按相近的比例下降。苏联的焊剂产量在世界上最大，1980年的产量达17.4万吨；1987年为16.7万吨，比1980年下降4%左右。实芯焊丝的产量逐年增加，1987年的产量为18.4万吨，比1980年增加了23%；药芯焊丝的增长速度更快，1987年产量为2.4万吨，比1980年增长30%。我国的焊丝和焊剂产量不大，占焊材总量的10%左右。据不完全统计，1989年气保焊用实芯焊丝的产量约1.6万吨，药芯焊丝约800吨，埋弧焊用实芯焊丝的产量约1.4万吨，熔炼焊剂约1.5万吨，烧结焊剂约0.4万吨。今后我国焊丝和焊剂的产量将逐年增多，特别是镀铜焊丝，随着镀铜质量和层绕技术的提高，其产量将会明显提高。药芯焊丝的生产已引起人们的兴趣，有些厂家已列入开发规划，估计过不太久时间将有一个较大的飞跃。烧结焊剂在我国推广应用是近几年的事，但已显示出较大的优越性和

强的生命力，它解决了熔炼焊剂难于解决的几个问题，特别是在高碱度下仍能保证良好的工艺性能，这对焊接高强度高韧性钢是极为有利的。当然熔炼焊剂也有它的优势，今后仍会大量使用。

1. 焊丝的分类

焊丝的分类方法很多，按制造方法的不同可分为实芯焊丝和药芯焊丝；按其适用的焊接方法，又可分为埋弧焊丝、电渣焊丝、气保护或自保护焊焊丝、堆焊焊丝、气焊焊丝等；按被焊材料的不同，又分为碳钢焊丝、低合金钢焊丝、不锈钢焊丝、有色金属焊丝等，现分述如下。

1.1 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。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 $2.4\sim 6.4\text{mm}$ ；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 $1.2\sim 1.6\text{mm}$ 。

1.1.1 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，母材成分的影响也大，所以焊接规范变化时，也会给焊缝成分和性能带来较大影响。所以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；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规范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。

（1）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锰，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锰时，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。

（2）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。60kgf $\ominus$ 级的焊缝多采用Mn-Mo系焊丝，如H08MnMoA、H08Mn2MoA、H10MnSiMo-Ti、H10Mn2Mo等；70~80kgf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H08Cr-Ni2MoA等。焊接70kgf级以下的钢种时，可采用熔炼型焊剂和烧结型焊剂；焊接80kgf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。

（3）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

$\ominus 1\text{kgf}=9.8\text{N}$

$1\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$ 、 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 、 $5\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$ 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、As等有害杂质的含量。

(4) 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。首先，焊丝成分要控制得当，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；含Ni高时，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。

(5) 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、H1-Cr13、H1Cr17等焊丝；焊接铬镍不锈钢时，可采用H0Cr19-Ni9、H0Cr19Ni9Ti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。

(6) 表面堆焊用焊丝 为了增加耐磨性，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表面是一个可行的方法，并已得到广泛应用。此外，在烧结型焊剂中加入合金

元素，堆焊后也能得到各种成分的堆焊层，它与实芯或药芯焊丝相配合，可完成各种要求的堆焊。

1.1.2 气保焊用焊丝

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气，活性气体主要采用CO₂气。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气。采用纯CO₂焊接时，飞溅较多，焊道外观及成形不良，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棒；自动填丝时采用盘式焊丝。由于保护气体为纯Ar，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。

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，其它成分可以与母材相一致，也可以有若干差别。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钢结构，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、焊缝力学性能可达到国际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。

1.2 药芯焊丝

药芯焊丝也称粉芯焊丝或管状焊丝,是一种很有发展前途的焊接材料。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50kgf(490MPa)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,焊接工艺性能非常好,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复存在了,故该类焊丝受到用户的欢迎。

1.2.1 药芯焊丝的种类和特性

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，焊缝扩散氢含量低，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 $\frac{1}{3}$ ，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。

上述三种“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1-1。

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

表1-1 各种药芯焊丝的焊接特性比较

项 当		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	细小滴过渡	滴状过渡	滴状过渡	滴状过渡
	飞溅量	粒小, 极少	粒小, 少	粒大, 多	粒小, 极少
	熔渣覆盖性	良 好	稍 差	差	渣极少
	脱渣性	良 好	稍 差	稍 差	稍 差
	烟尘量	一 般	稍 多	多	少
焊 接 性 能	缺口韧性	一般	良 好	优 秀	良 好
	扩散氢(mL/100g)	2~10	2~6	1~4	1~3
	含氧量(ppm)	600~900	500~700	450~650	600~700
	抗裂性能	一般	良 好	优 秀	优 秀
	X射线检查	良 好	良 好	良 好	良 好
	抗气孔性能	稍 差	良 好	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

自身的粘性和表面张力形成焊道, 故表面形状不良。药芯焊丝焊接时, 能形成一定数量的熔渣, 依靠渣的表面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