

简明

焊接
材料

第2版

选用
手册

简明焊接材料选用手册

(第 2 版)

张子荣 时炜 编著



机械工业出版社

本书是一部系统介绍焊条、焊丝、焊剂、钎料、钎剂、焊粉及焊接用气体等各类焊接材料的型号、牌号、成分、性能、用途及其选用的工具书。突出作为手册的实用性、准确性和可靠性。本书是在第一版基础上修订的。修订后的第2版反映了近几年焊接材料的最新成果,采纳了新颁布的国内外标准。对正确选用各类焊接材料有一定的指导意义和实用价值。本手册所列数据资料大多取自最新国标、部标和生产实践,具有内容最新、覆盖最全、编纂系统、表述详实,取材先进实用、简明、查阅方便之特点。

此外,书中还搜集了各国焊材型号与牌号对照,便于查阅使用。

本书是焊接结构设计、工艺编制和施工工程技术人员必备的工书之一。可作为焊工、焊材销售、采购人员的参考书。也可作为大专院校技工学校焊接专业和焊工培训的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

简明焊接材料选用手册/张子荣,时炜编著. —2版.
—北京:机械工业出版社,2004.3
ISBN 7-111-05687-6

I. 简... II. ①张... ②时... III. 焊接材料—
技术手册 IV. TG42-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第122537号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:俞逢英 版式设计:张世琴 责任校对:张媛
封面设计:姚毅 责任印制:李妍
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2004年3月第2版·第1次印刷
787mm×1092mm^{1/32}·25.625印张·2插页·736千字
定价:41.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

第 2 版前言

本手册以焊接材料的现行国家标准和原机械部编写的《焊接材料产品样本》为主线,分章介绍了焊条、焊丝与焊剂、焊接用气体、钎料与钎剂和焊粉等各类焊接材料的型号、牌号、成分、性能、用途以及典型焊接材料的选用,力求内容先进、简明实用,查阅方便。是一部主要面向实际从事焊接结构设计、工艺编制和施工的工程技术人员和焊工使用的工具书。本书第 1 版自 1997 年问世以来,已为我国焊接工作者广泛应用,重印多次版,受到广大读者的欢迎与好评。

近几年来,国内外焊接材料的发展令人瞩目,又有多种焊接材料新标准颁发与修订。为了及时、全面地反映最新的科技成果和标准的变化,更好地为广大读者服务,本书在保留第一版总体框架和题材内容的基础上,对全书 1/3 以上的内容进行了修订。包括:吸纳了新的焊接材料(如高效焊条、多种药芯焊丝的新品种等);删除了一些过时或很少使用的焊接材料和已有国家标准的非标准材料;补充了第 1 版中的遗漏,修正了一些不妥或错误之处;采用了最新国家标准,使现在与广大读者见面的第 2 版在焊接材料方面更具内容最新、覆盖最全、编纂系统、表述详实、先进实用和数据准确可靠之特点。

本书第 2 版由教授级高工张子荣主编,第 2、3 章由高级工程师时炜、张子荣合编,其余各章均由张子荣编写。全书由太原理工大学教授王宝审稿。对原第 1 版编者之一的教授级高工郑华对本书所做的工作及付出的劳动表示衷心的感谢。

谢!

在编写过程中,曾得到山西省焊接学会教授级高工楚喜福、太原理工大学教授孙咸以及李卫国、岳延安、刘宏程等同志大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。对本书所引用文献的作者和为本书提供有关资料及做出有益帮助的同志深表谢意。

由于编者水平有限,遗漏或错误之处敬请读者批评指正。

编者

目 录

第2版前言

第一章 焊条	1
第一节 焊条的分类、性能及用途	1
一、焊条的组成及作用	1
二、对焊条的基本要求	4
三、焊条型号的分类及编制方法	4
四、焊条牌号的分类及表示方法	26
五、焊条型号与牌号的对照	34
六、结构钢焊条的主要性能及用途	34
七、钼及铬钼耐热钢焊条的主要性能及用途	49
八、低温钢焊条的性能及用途	49
九、不锈钢焊条的性能及用途	49
十、堆焊焊条的性能及用途	62
十一、铸铁焊条的性能及用途	62
十二、镍及镍合金焊条的性能及用途	63
十三、铜及铜合金焊条的性能及用途	63
十四、铝及铝合金焊条的性能及用途	63
十五、特殊用途焊条的性能及用途	110
第二节 焊接材料的管理	110
一、焊接材料的采购及验收	110
二、焊接材料的入库及保管	111
三、生产过程中的管理	112
第三节 焊接材料的用量计算	115
一、焊接材料用量的计算法	115

二、查表法	117
三、图表法	124
第四节 焊条的选用	127
一、焊条选用的基本原则	128
二、焊接碳钢的焊条选用	130
三、焊接低合金高强钢的焊条选用	137
四、焊接低合金耐腐蚀钢的焊条选用	139
五、焊接低温用钢的焊条选用	152
六、焊接耐热钢的焊条选用	154
七、焊接不锈钢的焊条选用	168
八、焊接 9Ni 钢时焊条的选用	172
九、焊接奥氏体型高锰钢时焊条的选用	183
十、堆焊焊条的选用	184
十一、焊接铸铁的焊条选用	215
十二、焊接镍及镍合金的焊条选用	215
十三、焊接铜及铜合金的焊条选用	226
十四、焊接铝及铝合金的焊条选用	226
十五、焊接异种钢的焊条选用	232
十六、特殊用途及特殊性能焊条的选用	252
第二章 焊丝与焊剂	257
第一节 焊丝	258
一、焊丝的分类	258
二、实芯焊丝的型号、牌号及成分	260
三、药芯焊丝的型号、牌号及性能	291
四、对焊丝的技术要求	325
第二节 埋弧焊及电渣焊用焊剂	347
一、焊剂的分类	347
二、焊剂的型号	347
三、焊剂的牌号	352

四、常用焊剂的组成成分及用途	357
五、对焊剂的基本要求	357
第三节 埋弧焊用焊剂及焊丝的选用	377
一、焊剂与焊丝的选配原则	377
二、低碳钢埋弧焊焊剂及焊丝的选用	377
三、低合金高强度钢埋弧焊焊剂及焊丝的选用	380
四、低温钢、耐候钢埋弧焊焊剂及焊丝的选用	384
五、耐热钢埋弧焊焊剂及焊丝的选用	386
六、不锈钢埋弧焊焊剂及焊丝的选用	388
七、其他高合金钢埋弧焊焊剂及焊丝的选用	398
八、镍基耐蚀合金埋弧焊焊剂及焊丝的选用	399
九、铜及铜合金埋弧焊焊剂及焊丝的选用	403
第四节 电渣焊焊剂及焊丝的选用	405
一、电渣焊用焊剂	405
二、电渣焊焊剂及焊丝的选用	409
第五节 气体保护焊焊接材料的选用	409
一、碳钢和低合金钢气体保护焊焊接材料的选用	410
二、耐热钢气体保护焊焊接材料的选用	417
三、不锈钢气体保护焊焊接材料的选用	417
四、其他高合金钢气体保护焊焊接材料的选用	421
五、高温合金气体保护焊焊接材料的选用	432
六、镍基耐蚀合金气体保护焊焊接材料的选用	443
七、铜及铜合金气体保护焊焊接材料的选用	451
八、铝及铝合金气体保护焊焊接材料的选用	459
九、镁合金气体保护焊焊接材料的选用	472
十、钛及钛合金气体保护焊焊接材料的选用	475
十一、难熔金属熔焊及焊接材料的选用	478
十二、其他有色金属气体保护焊焊接材料的选用	478
十三、异种金属气体保护焊焊接材料的选用	478

第六节 堆焊焊丝及焊带的选用	503
一、堆焊用焊丝及焊带	507
二、堆焊材料的选用	507
第三章 焊接用气体及钨极	552
第一节 焊接用气体的基本性质及技术要求	552
一、氩气 (Ar)	552
二、氦气 (He)	554
三、二氧化碳气 (CO_2)	554
四、氧气 (O_2)	557
五、可燃气体 (C_2H_2 、 C_3H_8 、 C_3H_6 、 CH_4 、 H_2)	557
六、氮气 (N_2)	560
第二节 焊接用气体的选用	561
一、焊接方法与气体的选用	561
二、被焊材料与保护性气体的选用	561
第三节 钨极 (不熔化电极) 的选用	569
一、钨极的性能特点与分类	569
二、钨极的成分、牌号及其选用	569
第四章 钎料与钎剂	571
第一节 钎料的分类与编号	571
一、对钎料的基本要求	571
二、钎料的分类	572
三、钎料的型号和牌号的表示方法	574
第二节 钎料	576
一、软钎料	576
二、硬钎料	598
三、膏状钎料	636
四、非晶态钎料	641
第三节 钎剂	644
一、钎剂的作用及应具备的条件	644

二、钎剂的分类	645
三、软钎剂的成分及性能	647
四、硬钎剂的成分及性能	647
五、铝用钎剂的成分及性能	655
六、气体钎剂	661
第四节 钎料与钎剂的选用	667
一、钎焊碳钢、低合金钢时钎料及钎剂的选用	668
二、钎焊不锈钢时钎料及钎剂的选用	670
三、钎焊工具钢、硬质合金时钎料及钎剂的选用	671
四、钎焊高温合金时钎料的选用	671
五、钎焊铸铁时钎料及钎剂的选用	678
六、钎焊铜及铜合金时钎料及钎剂的选用	678
七、钎焊铝及铝合金时钎料及钎剂的选用	681
八、钎焊钛及钛合金时钎料及钎剂的选用	690
九、钎焊镁及镁合金时钎料及钎剂的选用	690
十、钎焊锆及锆合金时钎焊材料的选用	693
十一、钎焊难熔金属时钎焊材料的选用	695
十二、钎焊稀贵金属时钎焊材料的选用	700
十三、钎焊非金属材料时钎焊材料的选用	705
十四、钎焊异种金属时钎料及钎剂的选用	709
第五节 气焊焊丝与熔剂的选用	713
一、气焊焊丝的选用	713
二、气焊熔剂的选用	714
第五章 合金粉末	715
第一节 热喷涂、喷熔材料的分类	715
一、热喷涂、喷熔材料的性能及分类	716
二、热喷涂、喷熔材料的选用原则	717
第二节 合金粉末的选用	717
一、合金粉末牌号	717

二、合金粉末的成分、性能和选用	719
附录	750
附录 A 国内外焊条对照表	750
附录 B 国内外实芯焊丝对照表	772
附录 C 国内外药芯焊丝对照表	782
附录 D 国内外焊剂对照表	785
附录 E 国内外钎料对照表	789
附录 F 国内外主要焊接材料标准对照表	798
参考文献	810

第一章 焊 条

第一节 焊条的分类、性能及用途

一、焊条的组成及作用

焊条由焊芯和药皮两部分组成。

1. 焊芯

焊接时焊芯的作用：一是传导焊接电流，产生电弧；二是焊芯熔化形成焊缝中的填充金属。

我国目前生产的各类焊条中，除不锈钢、有色金属等焊条外，大多以 H08A 或 H08E 低碳钢作焊芯。各类焊芯的牌号、成分等请参看本书第二章表 2-1。

焊芯的长度即是焊条的长度，通常为 200~700mm。焊条的长度不仅与方便使用、充分利用材料有关，而且还取决于焊芯的直径、材质、药皮组成等因素。如直径粗的焊条，因焊芯电阻小，药皮通常不会因焊芯发红而开裂脱落，故一般较长；而不锈钢等高合金焊条，常因焊芯的电阻大、焊接时焊条易发红，药皮易开裂脱落，所以不锈钢等焊条的长度一般比碳钢焊芯的焊条约短 50mm。

焊条的直径系指焊芯直径而言，实际生产中一般均按国家标准规定的规格进行生产。其直径规格有 1.6mm、2.0mm、2.5mm、3.2（或 3.0）mm、4.0mm、5.0（或 4.8）mm、5.6（或 5.8）mm、6.0mm、6.4mm、8.0mm 等多种。在 JB/T 6964—1993《特细碳钢焊条》中规定，焊条直径有 0.6mm、0.8mm、1.0mm、1.2mm、1.4mm 和 1.6mm 等特细焊条，主要用于碳钢薄板的焊接。

2. 药皮

药皮是焊条的重要组成部分，也是决定焊条和焊接质量的重要因素。一般说来焊条药皮是由矿石、铁合金或纯金属、化工物料和有机物的粉末混合均匀后粘接在焊芯上。药皮常用的组成物及其作用，见表 1-1。

表 1-1 常用原材料在焊条药皮中的作用

药 皮 组 成 物	主 要 成 分	稳 弧	造 气	造 渣	增 氧	脱 氧	渗 金	粘 结	增 氢	稀 渣	脱 渣	增 塑	增 弹	增 滑	脱 氢	增 效
钛铁矿	TiO_2 、 FeO 、 Fe_2O_3	B	—	A	A	—	—	—	—	B	—	—	—	—	—	—
金红石	TiO_2	A	—	A	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—
钛白粉	TiO_2	A	—	A	—	—	—	—	—	—	A	A	—	—	—	—
赤铁矿	Fe_2O_3	—	—	A	A	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—
铁砂	Fe_3O_4	—	—	A	A	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—
锰矿	MnO_2	—	—	A	A	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—
石英	SiO_2	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
长石	SiO_2 、 Al_2O_3 、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	A	—	A	B	—	—	—	B	A	—	—	—	—	—	—
花岗石	SiO_2 、 Al_2O_3 、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	—	—	A	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
白泥	SiO_2 、 Al_2O_3	—	—	A	B	—	—	—	A	—	A	—	—	—	—	—
粘土	SiO_2 、 Al_2O_3	—	—	A	B	—	—	—	A	—	A	—	—	—	—	—
膨润土	SiO_2 、 Al_2O_3	—	—	A	B	—	—	—	A	—	A	—	—	—	—	—
高岭土	SiO_2 、 Al_2O_3	—	—	A	B	—	—	—	A	—	A	—	—	—	—	—
云母	SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O	B	—	A	B	—	—	—	A	—	—	A	—	—	—	—
叶蜡石	SiO_2 、 Al_2O_3 、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	—	—	A	B	—	—	—	B	B	A	—	B	—	—	—
大理石	CaCO_3	B	A	A	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B	—
菱苦土	MgCO_3	—	A	A	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B	—
白云石	CaCO_3 、 MgCO_3	B	A	A	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B	—
白土	CaCO_3 、 MgCO_3 、 SiO_2 、 K_2O	B	B	A	B	—	—	—	A	—	A	B	A	—	—	—
石棉	SiO_2 、 MgO 、 CaO	—	—	A	B	—	—	—	A	—	—	—	B	—	—	—
滑石	SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO	—	—	A	B	—	—	—	A	—	—	—	A	—	—	—
萤石	CaF_2	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—	A	—
铝矾土	Al_2O_3	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
纯碱	Na_2CO_3	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—
石墨	C	B	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—

(续)

药 皮 组成物	主要成分	稳 弧	造 气	造 渣	增 氧	脱 氧	渗 合金	粘 结	增 塑	稀 渣	脱 渣	增 塑	增 弹	增 滑	脱 氢	增 效
木粉、竹粉	C、O、H	A	A	—	—	B	—	A	—	A	—	A	—	—	—	—
纤维素	C、O、H	A	A	—	—	B	—	A	—	A	—	A	—	—	—	—
鳞片石墨	C	B	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	A	A	—	—
锰铁	Mn、Fe	—	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	B
硅铁	Si、Fe	—	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	B
钛铁	Ti、Fe	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
铝铁	Al、Fe	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
铬铁	Cr、Fe	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
钼铁	Mo、Fe	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
钒铁	V、Fe	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
钨粉	W	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
金属铬	Cr	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
金属锰	Mn	—	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	B
镍粉	Ni	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
水玻璃	$K_2O \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$ $Na_2O \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$	A	—	B	—	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—	—
铁粉	Fe	B	—	—	—	B	A	—	—	—	—	—	—	—	—	A
还原钛	TiO_2 、Fe	A	—	A	—	—	B	—	—	—	A	—	—	—	—	B
绢云母	SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O	B	—	A	B	—	—	A	—	—	A	B	B	—	—	—
绢石英	SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O	B	—	A	B	—	—	A	—	—	A	—	B	—	—	—
海泡石	SiO_2 、 Al_2O_3	—	—	A	B	—	—	A	—	—	A	—	B	—	—	—
合成云母	SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O + Na_2O 、F	B	—	A	—	—	—	—	—	—	—	A	B	—	—	—
CMC	C、H、O	B	B	—	—	—	A	—	—	—	A	—	—	—	—	—
树脂	C、H、O	B	A	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—

注：A——主要作用；B——次要作用。应指出有些组成物的作用并不是绝对的。例如， SiO_2 在酸性渣中通常会增大渣的粘度，在碱性渣中则会使渣变稀等。

在焊接过程中焊条药皮的主要作用有：

(1) 保护作用 在焊接过程中某些物质(如有机物、碳酸盐等)受热分解出气体(如 CO_2 等)或形成熔渣起到气保护或渣保护作用,使熔滴和熔池金属免受有害气体(如大气中的 O_2 、 N_2 等)的影响。

(2) 冶金处理作用 同焊芯配合,通过冶金反应脱氧、去氢、去除杂质(如S、P等)或渗入有益的合金元素,以得到所需的化学成分,改善组织,提高性能。

(3) 改善焊接工艺性能 通过焊条药皮不同物质的合理组配(即药皮配方设计),有助于提高焊条的操作工艺性能,如稳定电弧、减少飞溅、改善脱渣、焊缝成形和提高熔敷效率等。

二、对焊条的基本要求

在焊接生产中,为确保焊接质量,对焊条通常有如下基本要求:

1) 焊缝金属应具有良好的力学性能或其他物理性能,如结构钢、不锈钢、耐热钢等焊条均要求焊缝金属应具有规定的抗拉强度等力学性能或耐腐蚀、耐热等物理性能。

2) 焊条的熔敷金属应具有规定的化学成分,以保证其使用性能的要求。

3) 焊条应具有良好的焊接工艺性能。如电弧稳定,飞溅小、脱渣性好和焊缝成形好、生产效率高、低尘毒等性能。

4) 要求焊条应具有良好的抗气孔、抗裂纹能力。

5) 焊条应具有良好的外观(表皮)质量。药皮应均匀、光滑地包覆在焊芯周围。偏心度一般应不大于4%、5%或7%(因焊条品种、规格而异)。药皮无开裂、脱落、起泡等缺陷,磨头磨尾圆整、尺寸符合要求,焊芯应无明显锈迹,药皮与焊芯应具有一定的结合强度及一定的耐潮性等。

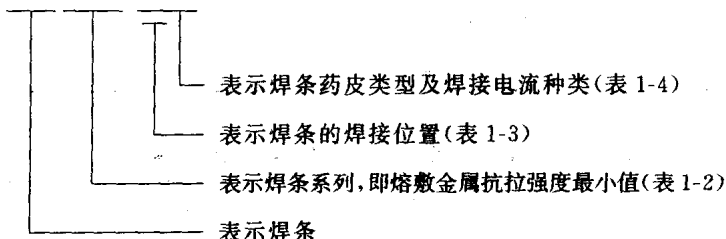
三、焊条型号的分类及编制方法

根据我国焊条国家标准规定,焊条可分为: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、铜及铜合金焊条和铝及铝合金焊条等。

1. 碳钢焊条及低合金钢焊条的分类及型号编制方法

(1) 焊条型号的主体结构 根据 GB/T 5117—1995《碳钢焊条》和 GB/T 5118—1995《低合金钢焊条》的规定, 焊条型号的主体结构由字母“E”和四位数字组成, 其结构及其含义如下:

E $\times_1 \times_2 \times_3 \times_4$



(2) 焊条型号的附加代号及含义 对碳钢焊条在第 4 位数字后若有附加“R”表示耐吸潮焊条; 附加“M”表示耐吸潮和力学性能有特殊规定的焊条; 附加“-1”表示对冲击性能有特殊规定的焊条; 附加“-S”表示特细焊条(见 JB/T 6964—1993)。碳钢焊条的型号如 E4303、E5018M、E5016-1、E5018-1R、E4313-S 等。

表 1-2 焊条熔敷金属抗拉强度($\times_1 \times_2$)系列

焊条类别	$\times_1 \times_2$	熔敷金属抗拉强度 σ_b /MPa $\geq$
碳钢焊条 (GB/T 5117—1995)	43	420
	50	490
低合金钢焊条 (GB/T 5118—1995)	50	490
	55	540
	60	590
	70	690
	75	740
	80	780
	85	830
	90	880
	100	980

① 当熔敷金属抗拉强度不小于 980MPa 时, $\times_1 \times_2$ 应标志 E100 $\times$ 。

表 1-3 焊条适用的焊接位置($\times_3$)

$\times_3$	焊接位置
0 1	全位置(平焊、立焊、仰焊、横焊)
2	平焊、平角焊
4 ^①	平焊、横焊、仰焊、向下立焊

① $\times_3$ 为“4”时, 仅对碳钢焊条适用。

表 1-4 $\times_3 \times_4$ 组合代表的药皮类型及电流种类

$\times_3 \times_4$	药皮类型	电流种类
00	特殊型	交流或直流正、反接
01 ^①	钛铁矿型	
03	钛钙型	
10	高纤维素钠型	直流反接
11	高纤维素钾型	交流或直流反接
12 ^①	高钛钠型	交流或直流正接
13	高钛钾型	交流或直流正、反接
14 ^①	铁粉钛型	
15	低氢钠型	
16	低氢钾型	交流或直流反接
18	铁粉低氢型	
20	氧化铁型	交流或直流正接
22 ^①		交流或直流正、反接
23 ^①	铁粉钛钙型	
24 ^①	铁粉钛型	
27	铁粉氧化铁型	交流或直流正接
28 ^①	铁粉低氢型	交流或直流反接
48 ^①		

① 仅在碳钢焊条中有此药皮类型, 在低合金钢焊条中无有。未标注者为碳钢焊条和低合金钢焊条所共有。