

第3版

简明焊接材料 选用手册

JIANMING HANJIE CAILIAO XUANYONG SHOUCE

张子荣 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



简明焊接材料选用手册

(第3版)

张子荣 主编



机械工业出版社

本书是一部系统介绍焊条, 焊丝与焊剂, 焊接用气体及其他材料, 钎料与钎剂及热喷涂材料等各类焊接材料的型号、牌号、化学成分、性能和特点及其选用的工具书。作为手册本书突出了实用性和可靠性。修订后的第3版所列数据资料取自最新现行国家标准、行业标准和生产实践, 也吸纳了部分国际标准或外国的有关标准。本书内容新、覆盖面全、编纂系统、表述简明、查阅方便, 是焊接结构设计、工艺编制和现场施工工程技术人员必备的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

简明焊接材料选用手册/张子荣主编. —3版.

—北京: 机械工业出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-111-36298-2

I. ①简… II. ①张… 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 (2011) 第 224233 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: 俞逢英 侯宪国 责任编辑: 俞逢英

版式设计: 张世琴 责任校对: 任秀丽 李锦莉

封面设计: 张 静 责任印制: 杨 曦

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 3 版 · 第 1 次印刷

130mm × 184mm · 25.625 印张 · 735 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36298-2

定价: 58.00 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 网络服务

社服 务 中 心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

读 者 购 书 热 线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

第3版前言

本手册以焊接材料的现行国家标准为依据，并参照原机械工业部编写的《焊接材料产品样本》的有关内容，分章详细地介绍了焊条、焊丝与焊剂、焊接用气体及其他材料、钎料与钎剂、热喷涂材料等各类焊接材料的型号、牌号、化学成分、性能、用途、选用原则及典型焊接材料的选用，力求内容先进，简明实用，查阅方便，数据详实。本书是一部面向从事焊接结构设计、工艺编制和现场施工的工程技术人员及焊工使用的工具书。本书自第1版（1997年）、第2版（2004年）出版以来，已为广大焊接工作者所接受并应用于实际工作，多次重印，受到读者的厚爱与好评。

近年来，随着我国国民经济的快速发展，基础材料行业特别是钢铁产品的快速增长，为焊接材料产品提供了广阔的市场。焊接材料的生产规模也在不断地扩大，品种增加，质量稳步提高。目前我国焊接材料年总产量已超过300万t，居世界首位，是焊接材料生产和消费的第一大国。近几年尤为突出的是CO₂气体保护焊实芯焊丝和药芯焊丝的发展更为迅速，使我国焊接材料的产品结构发生较大的变化，促使多种焊接材料新标准颁发和修订。为了及时、全面地反应最新科技成果和标准的变化，更好地为广大读者服务，本书在第2版的基础上进行了修订，其中包括吸纳了新的焊接材料（如耐火钢焊条、承压设备用焊接材料、A-TIG焊活性剂、多种钎料和喷涂材料等）；为适应我国逐

步与国际接轨的需要,也引入了部分 ISO 国际标准、AWS 及欧洲 (EN) 标准,删除了过时、使用较少或已纳入国家标准的非标准材料及其他内容(如焊接材料的用量计算等)。

在第3版编写过程中,对第2版的内容进行了认真的分析和必要的增删,使本书编纂更为系统,内容最新、覆盖面更全、表述简明、数据准确可靠、实用性更强,是一部简明实用的焊接材料手册。

本书第3版还由教授级高工张子荣主编,刘宏程工程师对本书所引国内外资料的收集、查阅、汇编、审核作了大量的工作并参与本书第一章、第五章的编写工作;第二、三章由高级工程师时炜和张子荣合写,其余均由张子荣编写,全书由太原理工大学王宝教授审稿。

在编写过程中曾得到太原理工大学教授孙咸、李卫国、张芳、张梅、岳延安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,书中难免出现不妥或遗漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

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版仍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!

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

第1版前言

焊接是现代工业生产中金属加工工艺的主要方法之一，广泛应用于机械制造、机车车辆、桥梁、船舶、压力容器、海洋工程、化工机械、管道、军工、航空、航天、核能等工业部门。在常用的焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊、钎焊和喷涂等焊接过程中，正确选用焊接材料对提高焊接质量、保证产品使用性能、提高设备使用寿命、降低生产成本、提高企业经济效益等均有重要的作用。

本书按焊接材料的现行国家标准和统一牌号为主线，分章叙述了焊条、焊丝与焊剂、焊接用气体、钎料和钎剂、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，内容简明、实用，查阅方便，希望对从事焊接结构设计、焊接工艺编制的广大工程技术人员和焊工在正确选用焊接材料方面有所帮助，以利于提高产品质量，降低生产成本，提高企业经济效益。

本书由张子荣主编，第二、三章由时炜、张子荣、郑华合编，其余各章由张子荣编写。全书由太原工业大学王宝教授审稿。

在编写过程中，曾得到山西省焊接学会楚喜福教授级高工、太原工业大学孙威教授和河南省华光特种焊条厂、郑州市特种焊条有限公司等单位的大力支持，在此深表谢意。对本书所引文献的作者和为本书提供有关资料以及做出有益帮助的同志一并表示感谢。

由于编者水平所限，遗漏和错误之处在所难免，敬请

读者批评指正。

编 者

目 录

第3版前言

第2版前言

第1版前言

第一章 焊条	1
第一节 焊条的分类、性能及用途	1
一、焊条的发展概况	1
二、焊条的组成及作用	3
三、对焊条的基本要求	4
四、焊条的分类	10
五、焊条型号的分类及编制方法	10
六、焊条牌号的分类及表示方法	26
七、焊条型号与牌号的对照	42
八、结构钢焊条的主要性能及用途	42
九、钼及铬钼耐热钢焊条的主要性能及用途	57
十、低温钢焊条的性能及用途	57
十一、不锈钢焊条的性能及用途	57
十二、堆焊焊条的性能及用途	70
十三、铸铁焊条的性能及用途	107
十四、镍及镍合金焊条的性能及用途	107
十五、铜及铜合金焊条的性能及用途	107
十六、铝及铝合金焊条的性能及用途	119
十七、特殊用途焊条的性能及用途	119
十八、新研发的焊条——承压设备用焊条及耐火 钢用焊条	119

第二节 焊接材料的管理	127
一、焊接材料的采购及验收	127
二、焊接材料的入库及保管	128
三、生产过程中的管理	129
第三节 焊条的选用	132
一、焊条选用的基本原则	132
二、焊接碳钢时焊条的选用	135
三、焊接低合金高强钢时焊条的选用	141
四、焊接低合金耐腐蚀钢时焊条的选用	144
五、焊接低温用钢时焊条的选用	157
六、焊接耐热钢时焊条的选用	159
七、焊接不锈钢时焊条的选用	165
八、焊接 9Ni 钢时焊条的选用	186
九、焊接奥氏体型高锰钢时焊条的选用	186
十、堆焊时焊条的选用	188
十一、焊接镍及镍合金时焊条的选用	219
十二、焊接异种钢时焊条的选用	225
第二章 焊丝与焊剂	246
第一节 焊丝	247
一、焊丝的分类	247
二、实芯焊丝的牌号、型号及化学成分	247
三、药芯焊丝的型号、牌号及性能	317
四、对焊丝的技术要求	359
第二节 埋弧焊及电渣焊用焊剂	380
一、焊剂的分类	380
二、焊剂的型号	380
三、焊剂的牌号	385
四、常用焊剂的组成成分及用途	390
五、对焊剂的基本要求	390

第三节 埋弧焊用焊剂及焊丝的选用	410
一、焊剂与焊丝的选配原则	410
二、低碳钢埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	410
三、低合金高强钢埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	413
四、低温钢、耐候钢埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	417
五、耐热钢埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	419
六、不锈钢埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	421
七、其他高合金钢埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	431
八、镍基耐蚀合金埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	432
九、铜及铜合金埋弧焊时焊剂及焊丝的选用	436
第四节 电渣焊用焊剂及焊丝的选用	438
一、电渣焊用焊剂	438
二、电渣焊时焊剂及焊丝的选用	442
第五节 气体保护焊焊接材料的选用	442
一、碳钢和低合金钢气体保护焊时焊接材料的选用	443
二、耐热钢气体保护焊时焊接材料的选用	450
三、不锈钢气体保护焊时焊接材料的选用	450
四、其他高合金钢气体保护焊时焊接材料的选用	454
五、高温合金气体保护焊时焊接材料的选用	465
六、镍基耐蚀合金气体保护焊时焊接材料的选用	476
七、铜及铜合金气体保护焊时焊接材料的选用	482
八、铝及铝合金气体保护焊时焊接材料的选用	487
九、镁合金气体保护焊时焊接材料的选用	496
十、钛及钛合金气体保护焊时焊接材料的选用	497
十一、异种金属气体保护焊时焊接材料的选用	502
第六节 堆焊焊丝及焊带的选用	516
一、堆焊用焊丝	520
二、堆焊用焊带	520
三、堆焊材料的选用	520

第七节 气焊焊丝与熔剂的选用	531
一、气焊焊丝的选用	532
二、气焊熔剂的选用	532
第三章 焊接用气体及其他材料	534
第一节 焊接用气体的基本性质及技术要求	534
一、氩气 (Ar)	534
二、氦气 (He)	536
三、二氧化碳气体 (CO ₂)	537
四、氧气 (O ₂)	538
五、可燃气体	539
六、氮气 (N ₂)	542
第二节 焊接用气体的选用	542
一、焊接方法与气体的选用	543
二、被焊材料与保护性气体的选用	544
第三节 钨极 (不熔化电极) 的选用	551
一、钨极的性能与分类	551
二、钨极的化学成分、分类标记及选用	551
第四节 活性焊接法及表面活性焊接材料 (A-TIG 焊活性剂)	553
一、活性剂的发展及应用情况	554
二、碳钢 A-TIG 焊的表面活性剂	554
三、不锈钢 A-TIG 焊的表面活性剂	557
四、铝合金 A-TIG 焊的表面活性剂	558
五、其他活性焊接法	561
第四章 钎料与钎剂	563
第一节 钎料的分类与编号	563
一、钎料的基本要求	563
二、钎料的分类	564
三、钎料的型号和牌号的表示方法	566

第二节 钎料	568
一、软钎料	568
二、硬钎料	589
三、膏状钎料	630
四、非晶态钎料	635
第三节 钎剂	638
一、钎剂的作用及其应具备的条件	638
二、钎剂的分类	639
三、软钎剂的成分及性能	641
四、硬钎剂的成分及性能	649
五、铝用钎剂的成分及性能	653
六、气体钎剂	659
第四节 钎料与钎剂的选用	665
一、钎焊碳钢、低合金钢时钎料与钎剂的选用	666
二、钎焊不锈钢时钎料及钎剂的选用	667
三、钎焊工具钢、硬质合金时钎料及钎剂的选用	669
四、钎焊高温合金时钎料的选用	669
五、钎焊铸铁时钎料及钎剂的选用	676
六、钎焊铜及铜合金时钎料与钎剂的选用	676
七、钎焊铝及铝合金时钎料与钎剂的选用	682
八、钎焊钛及钛合金时钎料与钎剂的选用	688
九、钎焊镁及镁合金时钎料与钎剂的选用	688
十、钎焊锆及锆合金时钎焊材料的选用	691
十一、钎焊难熔金属时钎焊材料的选用	693
十二、钎焊稀有贵金属时钎焊材料的选用	698
十三、钎焊非金属时钎焊材料的选用	703
十四、钎焊异种金属时钎焊材料的选用	708
第五章 热喷涂材料	712
第一节 热喷涂的分类、机理及技术特点	712

一、热喷涂的分类	712
二、热喷涂的机理及技术特点	715
第二节 热喷涂材料的选用	715
一、热喷涂材料的分类	715
二、热喷涂材料的牌号	717
三、热喷涂材料的选用原则	723
四、热喷涂丝（棒）材的选用	724
五、热喷涂粉末的化学成分、特性及用途	724
附录	764
附录 A 国内外主要焊接材料标准对照表	764
附录 B 国内外常用焊条型号对照表	777
附录 C 国内外常用焊丝型号对照表	783
附录 D 国内外常用钎料型号对照表	792
参考文献	804

第一章 焊 条

第一节 焊条的分类、性能及用途

一、焊条的发展概况

焊条的出现距今已有 100 多年的历史了。瑞典人奥斯卡尔·克杰尔贝格 (Oscar Kjellberg) 于 1904 年建立了世界上第一个焊条厂——ESAB 公司的 OK 焊条。1910 年瑞典又发明了矿物型厚药皮焊条；1919 年美国制造了锥型纤维素型焊条；1921 年英国人提出用大理石——萤石制造焊条药皮，即现在的碱性焊条；1917 年欧洲发明用机械设备压制焊条；到了 1927 年美国开始使用机械设备大量生产焊条。二次世界大战后焊条得到广泛的应用和发展，成为最重要的焊接材料。20 世纪 70 年代日本成功地研制了低尘低毒、超低氢等焊条。

我国焊条制造业的发展始于中华人民共和国成立初期，当时只有上海、天津等地几家手工小作坊式的焊条厂。1952 年上海制造了螺旋式压涂机，用来制造焊条，以仿制瑞典及苏联的焊条，如 OK-50P、YOH13 等。到 1964 年，我国焊条生产企业已发展到十几家，有钛型、钛钙型、钛铁矿型、低氢型碳钢及不锈钢用焊条，产量为 5.8 万 t，我国的焊条生产初具规模，1966 ~ 1990 年是我国焊条迅速发展和完善阶段。1990 年后主要是调整焊接材料产品结构，开发优质、高效、低成本的焊接材料。

目前我国已获得焊条生产许可证的企业有 310 余家，是世界焊条产量第一大国。我国多年来焊条产量及品种变化情况见图 1-1，图 1-2。

需要指出的是，多年来，焊接材料行业一直是焊条产品一统天下的局面。20 世纪 80 年代后，为适应焊接向“优质、高效、低成本”方向发展，CO₂ 气体保护实芯焊丝、药芯焊丝等快速发展。我国焊接

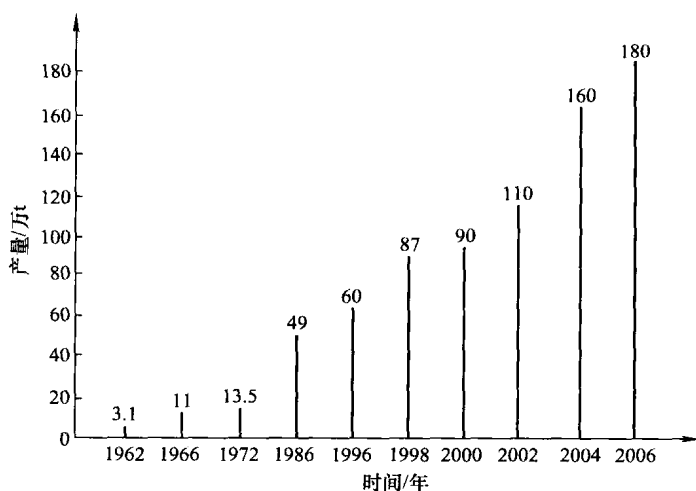


图 1-1 焊条产量变化情况

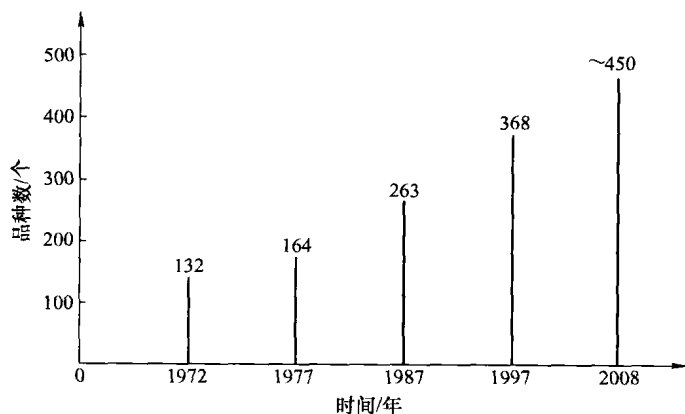


图 1-2 焊条品种变化情况