

焊接材料手册 及 工程应用案例

● 主编 王成文

HANJIECAILIAOSHOUCEJI
GONGCHENGYINGYONGANLI



山西科学技术出版社
SHANXI SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

焊接材料手册 及 工程应用案例

HANJIECAILIAOSHOUCEJI
GONGCHENGYINGYONGANLI

主 编	王 成 文		
副主编	陈清阳	刘翠荣	刘 洁
编 委	叔旺林	吴志生	田文珍
	陈培君	朱觉新	刘明月
主 审	张文杰	王文先	

图书在版编目 (CIP) 数据

焊接材料手册及工程应用案例 / 王成文主编. —太原:
山西科学技术出版社, 2004.6

ISBN 7-5377-2366-4

I. 焊... II. 王... III. 焊接材料—中国—手册
IV. TG422-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 050807 号

焊接材料手册及工程应用案例

主 编:	王成文
出版发行:	山西科学技术出版社
社 址:	太原建设南路 15 号
邮 编:	030012
编辑部电话:	0351-4922107
发行部电话:	0351-4922121
E - mail:	skjcbbs@public.ty.sx.cn Info@sxstph.com.cn
网 址:	http://www.sxstph.com.cn
印 刷:	太原兴晋科技印刷厂

开 本:	850 × 1168 毫米 1/32
字 数:	488 千字
印 张:	19.625
版 次:	2004 年 9 月第 1 版
印 次:	2004 年 9 月太原第 1 次印刷
印 数:	1-3 000 册
书 号:	ISBN 7-5377-2366-4/T·375
定 价:	35.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与印厂联系调换。

序

焊接技术作为先进的连接工艺，广泛应用在国民经济建设和人们日常生活中。目前我国电弧焊焊接材料的研究与生产方兴未艾，材料品种发展的多元性、焊接工艺的复杂性，为焊接材料的研究制造与使用提供了良好的背景；焊接产品的高质量要求和焊接自动化的发展趋势，为半自动化、自动化焊接工艺使用的气体保护焊、埋弧自动焊焊接材料提供了良好的市场前景。

该书的作者来自我国重型机械设备制造企业及相关院校，在焊接生产实践中积累了丰富的工作经验。书中结合我国焊接材料标准化、系列化的最新状况，介绍了电弧焊焊接材料的主要技术要求及相关基础知识，同时也对数百种常用的焊条、焊丝、焊剂的性能和用途进行了说明；特别是选取三十多项焊接材料使用实例，讲解了焊接材料选用涉及的焊接工艺问题和注意事项，并在大型机械产品制造和修复工程中得到了验证，具有较强的代表性和实用性。

本书可作为焊接及相关专业教学的辅导资料，起到连接焊接理论教学与焊接工程实践的桥梁作用，该书能对促进焊接新技术的应用与交流、推动焊接材料领域的不断进步起到积极的作用。

天津大学教授 张文钺

2004. 4. 26



前 言

焊接是金属材料的主要连接手段，焊接材料的选用是焊接工艺的重要组成部分；焊接材料的合理选用不仅需要一定的焊接理论基础，而且需要在生产实践中不断总结。

本书结合我国焊接材料技术标准的制修订情况，依据我国现行广泛使用的二十多个焊接材料技术标准，介绍了焊条、焊丝、焊剂等电弧焊焊接材料的基本知识，介绍了国产常用电弧焊焊接材料的特点和用途；同时根据我国焊接产品的高质量要求和焊接自动化的发展趋势，大量介绍了气体保护焊、埋弧自动焊工艺使用的焊接材料，包括实芯焊丝、药丝焊丝等连续焊接工艺常用的焊接材料牌号。并且精选了三十余项焊接试验和工程应用案例，进行了分析解释，内容涉及常用金属材料、焊接技术条件和焊接产品形式等知识；这些焊接案例涉及压力容器、起重机、挖掘机、焊接钢结构等大型机械设备，在国家重点工程建设中得到了成功应用，已经产生了良好的经济效益。

本书共分为五章，第一章介绍了焊接材料的基本知识，由刘翠荣副教授、吴志生教授编写；第二章介绍了常用的焊条，由刘浩副教授、权旺林副教授编写；第三章介绍了常用的气体保护焊焊接材料，由陈清阳高工编写；第四章介绍了常用的埋弧焊焊接材料，由王成文高工编写；第五章介绍了焊接材料选用案例及分析，由王成文高工、田文珍高工编写。全书由王成文高工统稿。陈培君、朱觉新、刘明月等同志也参与了部分工作。审稿由张文

杰高工、王文先教授负责。本文作为一本焊接工具书，相信能够对从事焊接的工程技术人员、教师、在校学生、焊工和企业管理人员有所益处，希望在焊接技术进步、加快新技术推广和提高生产实践水平中做出一定的贡献。

在本书的编写过程中，太原重型机械（集团）公司和太原重型机械学院的领导和科技工作者给予了大量支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

因编者水平有限，书中难免会有错误及不足之处，愿与读者交流改正。

编 者

2004 年 4 月

目 录

第一章 焊接材料的基本知识.....	1
一、焊接材料的发展过程	1
1. 焊接技术的发展简史	1
2. 我国焊接材料的发展过程	1
3. 我国焊接材料的生产状况和发展方向	2
二、焊接材料的分类和标记	5
1. 焊条的分类和标记	5
(1) 焊条的分类	6
(2) 焊条的型号和牌号	11
2. 焊丝的分类和标记	33
(1) 焊丝的分类	33
(2) 焊丝的型号和牌号	34
3. 焊接用气体的分类和标记	48
(1) 焊接用气体的分类	48
(2) 焊接保护气体的选用	50
4. 埋弧焊焊剂的分类和标记	50
(1) 焊剂的分类	50
(2) 焊剂的型号和牌号	55
三、焊接材料的主要性能与质量检验	61
1. 焊条检验技术	61
(1) 焊条原材料的检验	61
(2) 焊条生产过程中的技术检验	62
(3) 焊条成品的检验	65
(4) 焊条熔敷金属化学成分试验	71

(5) 焊条熔敷金属力学性能试验	74
(6) 焊条 T 型接头角焊缝试验	80
2. 焊丝检验技术	81
(1) 气体保护电弧焊用焊丝的检验	81
(2) 药芯焊丝的检验	84
(3) 埋弧焊用焊丝的检验	95
3. 埋弧焊焊剂检验技术	96
(1) 碳钢和低合金钢埋弧焊用焊剂的试验	96
(2) 不锈钢埋弧焊用焊剂的试验	98
四、焊接材料使用中的相关知识	102
1. 焊接材料的储存与保管	102
(1) 焊接材料的储存与保管条件	102
(2) 焊接材料使用前的烘干	103
2. 焊接材料用量计算	105
(1) 焊接材料用量的计算原理	105
(2) 典型焊接工艺的焊接材料用量的计算	106
(3) 焊接工程中常用的焊接材料消耗定额	107

第二章 焊 条113

一、碳钢焊条	113
1. 碳钢焊条选用说明	113
2. 常用的碳钢焊条介绍	116
二、500MPa 等级以上的低合金高强钢焊条	134
1. 500MPa 等级以上的低合金高强钢焊条 选用说明	134
2. 常用的抗拉强度在 500MPa 等级以上的低合金 高强钢焊条介绍	138
三、钼和铬钼耐热钢焊条	159

1. 钼和铬钼耐热钢焊条选用说明	159
2. 常用的钼和铬钼耐热钢焊条介绍	162
四、低温钢焊条	181
1. 低温钢焊条选用说明	182
2. 常用的低温钢焊条介绍	183
五、不锈钢焊条	189
1. 不锈钢焊条选用说明	189
2. 常用的不锈钢焊条介绍	193
六、堆焊焊条	212
1. 堆焊焊条选用说明	212
2. 常用的堆焊焊条介绍	218
七、铸铁焊条	247
1. 铸铁焊条选用说明	247
2. 常用的铸铁焊条介绍	249
八、镍及镍合金焊条	257
1. 镍及镍合金焊条选用说明	257
2. 常用的镍及镍合金焊条介绍	258
九、铜及铜合金焊条	265
1. 铜及铜合金焊条选用说明	265
2. 常用的铜及铜合金焊条介绍	267
十、铝及铝合金焊条	270
1. 铝及铝合金焊条选用说明	270
2. 常用的铝及铝合金焊条介绍	272
第三章 气体保护焊焊接材料	275
一、气体保护焊实芯焊丝	276
1. 常用实芯焊丝的技术条件	276
2. 常用的气体保护焊实芯焊丝介绍	281

二、药芯焊丝	297
1. 常用药芯焊丝的技术条件	297
2. 常用的药芯焊丝介绍	309
三、硬质合金堆焊焊丝	348
1. 国产硬质合金堆焊焊丝的技术条件	348
2. 常用的硬质合金堆焊焊丝介绍	348
四、有色金属及其合金焊丝	355
1. 国产有色金属及其合金焊丝的技术条件	355
(1) 铜及铜合金焊丝技术条件	356
(2) 铝及铝合金焊丝技术条件	358
(3) 镍及镍合金焊丝技术条件	361
2. 常用有色金属及其合金焊丝介绍	364

第四章 埋弧焊焊接材料371

一、埋弧焊焊丝	371
1. 常用埋弧焊焊丝的技术条件	371
2. 常用的埋弧焊焊丝介绍	381
二、埋弧焊焊剂	405
1. 埋弧焊焊剂技术条件	405
2. 常用的埋弧焊焊剂介绍	410

第五章 焊接材料选用案例分析451

一、大型桥式起重机箱型结构生产中钢板拼接技术	451
1. 大型桥式起重机钢板拼接的必要性	451
2. 大型桥式起重机钢板拼接工艺要点	452
3. 焊接材料选择说明	454
二、Q345E (16MnD) 钢大型桁架结构制造技术	455
1. Q345E (16MnD) 钢力学性能和焊接性分析	455

2. Q345E (16MnD) 钢焊接材料的选择	456
3. Q345E (16MnD) 钢焊接工艺评定	460
三、硬齿面焊接结构齿轮制造的焊接材料的选择	462
1. 硬齿面焊接结构齿轮的特点	462
2. 硬齿面焊接结构齿轮的焊接材料的选择	463
3. 硬齿面焊接结构齿轮焊接工艺及质量检测要点	466
四、螺旋输料器生产中常用的加工工艺及焊接材料的选择	466
1. 螺旋输料器的主要特点	466
2. 螺旋输料器生产中常用的加工工艺	467
3. 螺旋输料器生产中常用的焊接材料的选择	468
4. 螺旋输料器的实际生产	469
五、西气东输管道工程中大直径锚固法兰的焊接工艺试验	470
1. 我国油气管道工程焊接技术概况	470
2. 西气东输管道工程中大直径锚固法兰技术要求	470
3. 西气东输管道工程中大直径锚固法兰的焊接技术条件	471
4. 西气东输管道工程中大直径锚固法兰的焊接材料的选择	472
5. 西气东输管道工程中大直径锚固法兰的焊接工艺试验	473
六、大型钢结构安装施工中的焊接材料的选择	475
1. 钢结构工地焊接的技术要求	475
2. 钢结构工地焊接用焊接材料的选择	475
七、提高焊接结构件动载使用寿命的焊接材料的选择	479
1. 机械式挖掘机焊接结构件早期失效的分析	479
2. 焊接用钢材的性能及改进	480

3. 挖掘机生产中焊接材料的选择	482
4. 在挖掘机焊接结构制造中的应用	484
八、水压机大厚度工作缸的焊接制造	486
1. 水压机大厚度工作缸的技术要求	486
2. 水压机大厚度工作缸焊接方法的选择	487
3. 水压机大厚度工作缸焊接材料的选择	488
4. 水压机大厚度工作缸焊接工艺要点	490
九、13MnNiMoNbR 压力容器用钢的焊接工艺试验	491
1. 13MnNiMoNbR 钢的基本性能	491
2. 13MnNiMoNbR 钢的焊接材料的选择	492
3. 13MnNiMoNbR 钢焊接工艺要点	495
4. 13MnNiMoNbR 钢焊接接头质量检测	496
十、12Cr2Mo1 珠光体耐热钢超高压阀体的焊接工艺	
分析及生产	496
1. 超高压阀体的技术要求	496
2. 12Cr2Mo1 钢焊接性分析	497
3. 12Cr2Mo1 钢焊接方法及焊接材料的选择	498
4. 12Cr2Mo1 钢阀体的焊接工艺	499
5. 12Cr2Mo1 钢阀体焊接接头质量检测及生产	499
十一、20MnMoNb 钢大厚度高压容器的焊接工艺	
试验	500
1. 高压容器的技术条件	500
2. 焊接方法的选择	501
3. 焊接材料的选择及其相关因素试验	501
4. 高压容器专用焊接工艺及焊接试验	502
5. 高压容器的焊接质量检验	505
十二、大厚度珠光体耐热钢 (15CrMoR 钢) 焊接工艺	
分析及应用	505

1. 常用的低合金耐热钢概况	505
2. 15CrMoR 钢的基本性能	505
3. 15CrMoR 钢焊接性能研究	507
4. 15CrMoR 钢焊接接头试验	507
5. 15CrMoR 钢焊接工艺要点	509
十三、不锈钢埋弧焊烧结焊剂的特点及试验	510
1. 不锈钢产品的一般技术要求	510
2. 奥氏体不锈钢的焊接特点和焊接材料	511
3. 不锈钢埋弧焊烧结焊剂 SJ601 的技术特点	511
4. 不锈钢埋弧焊烧结焊剂 SJ601 的试验和 使用要点	512
十四、低合金高强度结构钢的焊接试验及焊接材料的 选择	515
1. 低合金高强度结构钢的技术特征	515
2. 低合金高强度结构钢的焊接材料的选择	516
3. StE690 低合金高强度结构钢的焊接试验	517
4. 低合金高强度结构钢在焊接工程中的应用	519
十五、双相不锈钢复合钢板的焊接试验及应用	519
1. 双相不锈钢复合钢板的性能	519
2. 双相不锈钢复合钢板的焊接材料试验	520
3. 双相不锈钢复合钢板的焊接工艺	521
4. 双相不锈钢复合钢板焊接接头的质量检测	523
十六、耐磨高锰钢铸件的焊接工艺分析	523
1. 高锰钢的特点	523
2. 高锰钢的焊接性问题	524
3. 常用的高锰钢焊接材料	525
4. 高锰钢构件及其焊接技术的应用	527
十七、低温环境用铸钢件焊接工艺试验	527

1. 低温环境用铸钢件焊接的必要性	527
2. ZG20CrNi 铸钢的基本性能	527
3. ZG20CrNi 铸钢焊接材料的选择	529
4. ZG20CrNi 铸钢焊接接头试验	530
5. ZG20CrNi 铸钢焊接工艺要点	531
十八、起重机主梁轨道对接焊工艺试验及应用	532
1. 起重机主梁轨道对接焊的必要性	532
2. 起重机钢轨的主要技术条件	532
3. 起重机钢轨的焊接工艺分析	533
4. 起重机钢轨的焊接工艺要点	534
十九、高硬度耐磨钢板的使用及其焊接技术	535
1. 高硬度耐磨钢板的基本概况	535
2. Hardox400 高硬度耐磨钢板的焊接材料的选择	537
3. Hardox400 高硬度耐磨钢板的焊接试验	537
4. 高硬度耐磨钢板的技术特性	539
二十、球磨铸铁阀体与不锈钢密封环的焊接	539
1. 城市污水排放系统中的阀门结构	539
2. 球磨铸铁阀体与不锈钢密封环的焊接工艺 分析	540
3. 球磨铸铁阀体与不锈钢密封环的焊接试验	541
4. 球磨铸铁阀体与不锈钢密封面的焊接生产	542
二十一、铝合金花纹板熔化极惰性气体保护焊焊接 材料的选择	543
1. 铝合金花纹板性能及其焊接方法的选择	543
2. 铝合金花纹板熔化极惰性气体保护焊焊接 材料的选择	545
3. 铝合金花纹板熔化极惰性气体保护焊焊接 工艺要点	547

二十二、火力发电厂输电铝母线对接焊的焊接技术	
及施工	548
1. 输电铝母线的材料性能和焊接基本条件	548
2. 输电铝母线的焊接试验及焊接材料的选择	549
3. 输电铝母线的焊接工艺规程及现场施工	550
二十三、低合金锻体表面堆焊奥氏体不锈钢耐蚀层的	
焊接材料的选择	551
1. 堆焊奥氏体不锈钢耐蚀层常见的问题	551
2. 堆焊奥氏体不锈钢耐蚀层的焊接材料的选择	552
3. 堆焊奥氏体不锈钢耐蚀层试验	553
4. 合金锻件上堆焊奥氏体不锈钢耐蚀层工艺要点	554
二十四、中硬度高温阀门密封面的堆焊技术	555
1. 中硬度高温阀门密封面堆焊的技术要求	555
2. 中硬度高温阀门密封面堆焊焊接材料的选择	555
3. 中硬度高温阀门密封面的堆焊试验	556
4. 中硬度高温阀门密封面堆焊工艺要点	558
二十五、斗轮式挖掘机复合铲齿堆焊技术分析与	
应用	558
1. 斗轮式挖掘机铲齿的加工工艺简介	558
2. 斗轮式挖掘机铲齿堆焊技术的特点	559
3. 斗轮式挖掘机铲齿堆焊焊接材料的选择及焊接	
工艺试验	559
4. 斗轮式挖掘机铲齿堆焊技术的应用	561
二十六、大型锻压设备活动柱塞表面的预保护堆焊	
技术	561
1. 大型锻压设备主要零件的加工特点	561
2. 活动柱塞表面堆焊焊接材料的选择	562
3. 锻压设备活动柱塞表面预保护堆焊工艺的应用	564

二十七、碳素结构钢上堆焊耐磨铝青铜的焊接技术	564
1. 铝青铜的特点	564
2. 结构钢上堆焊耐磨铝青铜存在的焊接问题	565
3. 结构钢上堆焊耐磨铝青铜焊接工艺要点	566
4. 结构钢上堆焊耐磨铝青铜实例	567
二十八、连铸辊辊套表面堆焊耐磨层的试验与应用	567
1. 钢铁企业连铸生产工艺的基本情况	567
2. 连铸辊辊套的主要技术要求	568
3. 连铸辊辊套耐磨层堆焊焊接材料的选择	569
4. 连铸辊辊套耐磨层堆焊加工工艺分析及生产应用	570
二十九、大型铸铁件的焊接修复技术与工程应用	572
1. 铸铁的分类及其典型材料	572
2. 铸铁的焊接工艺特点及焊接材料的选用	573
3. 铸铁冷焊修复工艺与工程应用实例	575
三十、大型水压机立柱的焊接修复技术	578
1. 大型水压机立柱的技术条件及缺陷状况简介	578
2. 立柱焊接修复中的技术问题及对策	579
3. 立柱焊接修复的工艺要点	581
三十一、ZG5CrMnMo 垫板裂纹的焊接修复实例	581
1. 垫板的缺陷情况	581
2. 垫板修复的焊接性分析	582
3. 垫板修复焊接材料的选择	583
4. 垫板焊接修复时的注意事项	583
三十二、大型矿用挖掘机动臂的焊接修复工艺试验	584
1. 动臂修复中钢材及焊接材料的选择	584
2. 动臂修复的焊接工艺试验	585

3. 大型矿用挖掘机动臂的焊接修复	586
三十三、25 000kN 压机机架顶板焊接修复中焊接	
材料的选择及焊接工艺	588
1. 25 000kN 压机机架顶板开裂情况	588
2. 25 000kN 压机机架顶板修复补强技术措施	588
3. 25 000kN 压机机架顶板焊接修复中焊接材料的	
试验与选择	589
4. 25 000kN 压机机架顶板修复采取的工艺	590
5. 25 000kN 压机机架顶板修复工程的实施	591
三十四、铝板板材轧机铸轧辊辊芯的堆焊修复	
技术	591
1. 铝板板材轧机铸轧辊辊芯的工作状况	591
2. 辊芯材料中碳调质钢 42CrMo 的性能	592
3. 辊芯焊接性分析及焊接材料的选择	593
4. 辊芯修复工艺及焊接技术参数	594
三十五、大型挖掘机推压轴的焊接修复及加工工艺	595
1. 大型挖掘机中碳调质钢推压轴焊接修复的	
可行性	595
2. 大型推压轴焊接修复的复杂性	596
3. 母材的焊接性分析	596
4. 焊接材料的选择	597
5. 焊接修复方案的选择和工艺要点	599
三十六、大型掘进机刀盘夹持部位的补强焊接	600
1. 大型掘进机刀盘夹持部位的补强焊接问题	
的提出	600
2. 大型掘进机刀盘夹持部位的补强焊接技术分析	601
3. 大型掘进机刀盘夹持部位的补强焊接工艺	602
参考文献	605