

焊工手册

埋弧焊·气体保护焊·电渣焊·等离子弧焊

中国机械工程学会焊接学会

中国焊接协会 编

机械工业部哈尔滨焊接研究所

机械工业出版社



焊 工 手 册

埋弧焊·气体保护焊·电渣焊·等离子弧焊

中国机械工程学会焊接学会
中 国 焊 接 协 会 编
机械工业部哈尔滨焊接研究所
主 编 周昭伟
副主编 任大成 陈裕川 李敏贤



机 械 工 业 出 版 社

《焊工手册》(埋弧焊·气体保护焊·电渣焊·等离子弧焊)是《焊工手册》(手工焊接与切割)的姊妹篇,内容包括埋弧焊、气体保护焊、电渣焊、等离子弧焊四篇,每一篇都分多章介绍了该焊接生产技术的工作原理、方法种类、工艺特点、专业技术、设备原理、应用与维修、焊接材料的选择、焊接工艺与操作要领、质量控制方法、缺陷防止措施、劳动卫生和安全技术等,同时列举了大量生产应用实例。本手册以总结当前最新焊接基础知识和生产实践经验为基础,注意吸收国外先进经验,图文并茂、数据可靠、深入浅出、简明扼要。

本书读者对象主要是各工业部门从事焊接生产的焊工、焊接技师、焊工培训教师和相关工程技术人员。同时,这部手册也可供焊接科研、设计和教学人员以及焊接专业的学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊工手册:埋弧焊·气体保护焊·电渣焊·等离子弧焊
中国机械工程学会焊接学会等编. —北京:机械工业出版社, 1998.5

ISBN 7-111-06119-5

I. 焊… II. 中… III. 焊接工艺-手册 IV. TG44-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 08811 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:武江 方婉莹 吕德齐 版式设计:霍永明

责任校对:韩晶 封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 4 月第 1 版第 3 次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·30.75 印张·3 插页·1042 千字

7001—9000 册

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

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

编 审 者 名 单

主 编：周昭伟(教授级高级工程师)

副主编：任大成(教授级高级工程师)

陈裕川(高级工程师)

李敏贤(教授级高级工程师)

(以下按姓氏笔划排列)

王同芬

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

任大成

机械工业部哈尔滨焊接研究所
教授级高级工程师

李开斌

上海电焊机厂
工程师

李敏贤

机械工业部机械科学研究院
教授级高级工程师

宋长义

机械工业部哈尔滨焊接研究所
教授级高级工程师

张承德

太原重型机器厂
高级工程师

俞继伦

青岛荏原环境设备有限公司
教授级高级工程师

邹积铎

上海重型机器厂
高级工程师

陈裕川

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

林柏山

机械工业部哈尔滨焊接研究所
教授级高级工程师

周大中

机械工业部哈尔滨焊接研究所
教授级高级工程师

周昭伟

机械工业部哈尔滨焊接研究所
教授级高级工程师

茹公超

上海电焊机厂
高级工程师

钟 彬

机械工业部哈尔滨焊接研究所
高级工程师

钱在中

太原重型机器厂
高级工程师

夏丕旭

机械工业部哈尔滨焊接研究所
教授级高级工程师

殷桂良

上海电焊机厂
高级工程师

蔡龙庭

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

序

本书的姊妹篇——《焊工手册》(手工焊接与切割)作为广大焊工和科技人员的工具书,尽管其内容只限于手工焊接与切割,却深受读者欢迎,多次发行(近50万册),畅销不衰,在焊接领域中发挥了不可低估的作用。

随着时代的发展和技术的进步,机械制造业对自动化生产的要求也在不断提高。现在比任何时候都更加需要一部侧重机械化焊接技术的工具书,以满足广大焊接工作者,特别是广大焊接工人的实际需要。

本书——《焊工手册》(埋弧焊、气体保护焊、电渣焊、等离子弧焊)正是在上述客观需求下应运而出的焊接文库中的又一光辉篇章。参与本书工作的全体成员,以其扎实的理论知识和丰富的实践经验,或奔走调查在工厂,或挥汗疾书于斗室,辛勤劳动,反复修改,可以说这是诸多专家通力合作所完成的新成果。

本书包括了埋弧焊、气体保护焊、电渣焊和等离子弧焊四种焊接工艺方法。既有方法原理及相关设备介绍,又有焊接材料和工艺参数推荐,也有质量控制和安全卫生指南,同时书中还附有大量生产应用实例,的确是一部理论联系实际的好书。

此外,手册还注意吸收当前国内外焊接领域的先进经验,突出了工人工具书的特点,适当兼顾科技人员的需要,内容丰富,资料翔实,图文并茂,通俗易懂,条理清晰,查阅方便,堪称广大焊工和科技人员的得力助手。

相信本手册定会受到广大焊接工作者的青睐,她将在我国焊接领域的各个角落发出光和热,为推动焊接制造技术的进步,为振兴机械工业做出新的贡献!

中国焊接学会理事长

1997年12月



前言

焊接技术已经成为机械及其他产品的现代先进制造技术之一，广泛地应用于电站、核能、石化、煤炭、冶金、矿山、建筑、桥梁、船舶、汽车、机车、车辆、航天、航空、海洋工程、仪器仪表、电子部件，轻工纺织以及日用家电等国民经济各个部门。现代焊接技术在推动我国工业的发展中已占有相当重要的地位。

在工业发达国家中，社会上产品的50%在制造过程中与焊接技术有关，焊接结构产量已占钢产量的50%~60%。我国的钢铁年产量已超过1亿吨，以目前焊接结构占钢产量的30%计算，每年就有2700万吨钢结构需要焊接。我国的焊接生产已有相当大的规模，需要一支高素质的焊工队伍。

近20年来，我国焊接技术发展迅速，除了传统的手工焊接方法之外，埋弧焊、气体保护焊、电渣焊、等离子弧焊等许多高效优质焊接方法已在生产中得到普遍应用，许多企业在推广应用了这些高效优质的焊接技术之后，大大提高了焊接质量和生产率，节材、节能、降低了成本，提高了经济效益，增强了企业在市场经济中的竞争力。

《焊工手册》(手工焊接与切割)自1975年出版以来，深受广大焊工及科技人员的欢迎，但其内容只涉及手工焊接与切割部分。随着焊接技术的进步和焊接生产的现代化，迫切希望有这样一本介绍埋弧焊、气体保护焊、电渣焊、等离子弧焊等高效优质焊接技术的焊工手册，作为广大焊工从事上述焊接生产的工具书，系统地向他们提供从事焊接生产和技术培训所必须掌握的基础知识、专业技术、操作工艺要领、质量控制方法、缺陷防止措施、设备的使用与维修、焊接材料的选择、劳动卫生与安全等，同时还列举一些覆盖上述焊接方法和应用领域的生产实例，作为读者加深理解，灵活应用的借鉴。所以，我们新编的这本《焊工手册》(埋弧焊、气体保护焊、电渣焊、等离子弧焊)，作为以前出版的《焊工手册》(手工焊接

与切割)的续集和姊妹篇。

本手册的编写思路是遵循以总结当前国内最新焊接工艺和生产实践经验为基础,结合相关的焊接基础理论,注意吸收国外先进经验,从广大焊工对此类工具书的要求出发,力求简明扼要,深入浅出,通俗易懂,图文并茂,列举大量生产实例,数据可靠,分类便查,做到实用性、科学性,先进性,可靠性兼优。

参加策划、编写与审校本书的成员,均是长期从事焊接生产实践、科研开发的专家,他们毕生工作于工厂企业和科研部门,理论扎实,知识渊博,经验丰富,学风严谨,认真负责。他们为编写好这本书,不分寒暑,开展了大量的调查研究工作,收集了许多素材。许多工厂企业的科技人员热情地为本书提供了丰富的生产应用实例,为本手册添增了生动的篇章。

本手册在编写过程中得到了以下单位的鼓励、支持以及经费上的赞助:

机械工业部哈尔滨焊接研究所中焊科技开发公司

湖南省零陵地区焊剂厂

上海焊接成套设备工程公司

上海电焊机厂

哈尔滨电焊机厂

机械工业部机械科学研究院

机械工业部哈尔滨焊接技术培训中心

常州泛洋电气设备有限公司

哈尔滨焊接切割成套设备制造公司

我们谨向上述单位的领导和同志们表示衷心的感谢!

由于诸方面的因素,本手册难免有许多不足之处,希望广大读者在阅读和使用本手册的过程中,提出宝贵意见,批评指正,以期再版时改进。

主编

南昭伟

目 录

序

前言

第 1 篇 埋 弧 焊

第 1 章 埋弧焊方法概论 ... 1

1 埋弧焊过程原理及
其特点 1

2 埋弧焊工艺方法及
其分类 3

2.1 单丝焊接法 4

2.2 加大焊丝伸出长度
焊接法 4

2.3 热丝埋弧焊接法 6

2.4 多丝埋弧焊接法 7

2.5 加金属粉末埋弧
焊接法 10

2.6 窄间隙埋弧焊 11

3 埋弧焊的优缺点及适
用范围 14

3.1 埋弧焊的优缺点 ... 14

3.2 埋弧焊的适用
范围 14

第 2 章 埋弧焊用焊剂

材料 16

1 埋弧焊的冶金特点 16

2 埋弧焊时的主要冶
金反应 16

2.1 硅、锰还原反应 ... 16

2.2 碳的烧损 17

2.3 去氢反应 18

2.4 脱硫和脱磷反应 ... 18

3 埋弧焊用焊剂 19

3.1 埋弧焊焊剂的
分类 19

3.2 对焊剂性能的基
本要求 20

3.3 埋弧焊焊剂的制
造方法 20

3.4 焊剂的质量检验 ... 25

3.5 埋弧焊焊剂型号及标
准成分 28

4 埋弧焊焊剂选择 33

4.1 碳钢埋弧焊焊剂的选
择原则 33

4.2 低合金钢埋弧焊焊剂
的选择原则 38

4.3 不锈钢埋弧焊焊剂的
选择原则 38

5 焊剂的贮存与烘干 38

6 埋弧焊用焊丝 39

7 埋弧焊焊剂与焊丝的
选配 44

第 3 章 埋弧焊设备与工艺

装备 46

1 概述	46	2.1 埋弧焊接头和坡口形 式的设计原则	81
2 埋弧焊用焊接电源	46	2.2 埋弧焊接头坡口 标准	83
2.1 埋弧焊电源的种类及 基本特性	47	2.3 焊接衬垫	83
2.2 埋弧焊整流器	49	3 埋弧焊焊前准备	94
2.3 晶闸管式弧焊整 流器	52	3.1 焊接坡口的制备	94
2.4 晶闸管电抗器式矩形 波交流弧焊电源	54	3.2 焊材的准备	96
2.5 埋弧焊电源的选 用原则	58	3.3 接头的组装	96
3 埋弧焊机的控制系统	59	4 埋弧焊操作技术	97
3.1 埋弧焊电弧的自动 调节原理	59	4.1 引弧及收弧技术	97
3.2 埋弧焊送丝系统控 制电路	61	4.2 电弧长度的控制	98
3.3 埋弧焊行走机构控 制电路	64	4.3 焊丝位置的调整	99
4 埋弧焊接和埋弧堆焊 设备	65	4.4 焊道顺序的 排列	101
4.1 通用埋弧焊设备	65	4.5 引弧板和引出板 的设置	101
4.2 专用埋弧焊设备	69	5 埋弧焊工艺规程	105
4.3 埋弧堆焊设备	69	5.1 焊接工艺评定	106
第4章 埋弧焊工艺及 技术	71	5.2 焊接工艺参数的选 择原则	110
1 埋弧焊工艺基础	71	5.3 埋弧焊工艺的优 化设计	114
1.1 焊缝形成和结晶过程 的一般规律	72	5.4 埋弧焊典型焊接工 艺参数	115
1.2 焊接工艺参数对焊缝 成形的影响	74	第5章 碳钢的埋弧焊 工艺	126
1.3 其他工艺参数对焊缝 成形的影响	77	1 碳钢的基本特性	126
2 埋弧焊接头的设计	81	1.1 概述	126
		1.2 碳钢的分类	126
		1.3 普通结构钢的基 本特性	127
		1.4 优质碳素结构钢的	

基本特性	129	2 低合金结构钢的焊	
1.5 特种用途碳素结构钢		接性	159
的基本特性	131	2.1 热影响区的组织	
2 碳钢的焊接性及埋弧		变化	159
焊特点	135	2.2 冷裂纹敏感性	161
2.1 低碳钢的焊		2.3 接头的韧性	162
接性	138	2.4 再热裂纹敏	
2.2 中碳钢的焊		感性	162
接性	140	2.5 热裂纹敏感性	163
2.3 高碳钢的焊		3 低合金结构钢的埋弧	
接性	140	焊工艺	166
2.4 低碳钢埋弧焊工		3.1 焊前准备	167
艺要点	140	3.2 焊材选择	171
2.5 中碳钢埋弧焊工		3.3 焊接工艺方案	
艺要点	141	的选定	192
2.6 高碳钢埋弧焊工		3.4 焊接工艺规范	
艺要点	141	参数	192
3 碳钢埋弧焊典型工艺		3.5 操作技术	193
规程	142	3.6 焊后热处理	194
3.1 20g 中厚板对接接头		4 常用低合金钢埋弧焊工艺	
的双面埋弧焊	142	及接头性能	199
3.2 130mm 中碳钢厚板		4.1 16Mn 钢的埋	
加钢衬垫单 V 形坡		弧焊	199
口埋弧焊	142	4.2 15MnV 钢的埋	
第 6 章 低合金结构钢埋弧		弧焊	200
焊工艺	143	4.3 13MnNiMoNb 钢的	
1 低合金结构钢的基本		厚板埋弧焊	203
特性	143	4.4 14MnMoV 高强度钢	
1.1 概述	143	的埋弧焊	204
1.2 低合金结构钢		4.5 15MnMoVN 调质高	
的分类	143	强钢的埋弧焊	206
1.3 常用低合金结构钢的		4.6 14MnMoVN 调质钢	
基本特性	144	的厚板埋弧焊	207

4.7 15CrMo 低合金耐热 钢的埋弧焊..... 209	4 奥氏体不锈钢的焊接性 及埋弧焊特点 235
4.8 12Cr1MoV 低合金耐 热钢的埋弧焊..... 210	4.1 焊接接头的耐 蚀性 235
4.9 2.25Cr-1Mo 低合金 耐热钢的埋弧 焊..... 212	4.2 奥氏体钢焊缝的热 裂倾向 236
4.10 22NiMoCr37 核 容器用钢的埋弧 焊 215	4.3 焊接接头的高温 脆变 240
4.11 Ni3.5%低温用钢的 埋弧焊 217	4.4 铬镍奥氏体不锈钢埋 弧焊工艺特点 241
第7章 不锈钢耐蚀钢的埋弧 焊工艺 219	5 奥氏体不锈钢埋弧焊 工艺 244
1 不锈钢耐蚀钢的基本 特性 219	5.1 焊前准备 244
1.1 概述 219	5.2 焊接材料 245
1.2 不锈钢的分类 219	5.3 焊接工艺参数 251
1.3 不锈钢的耐 蚀性 226	5.4 典型埋弧焊工艺 参数 255
2 铁素体不锈钢的焊接性及 埋弧焊特点 227	5.5 不锈钢埋弧焊焊缝 成分和力学性能示 例 257
2.1 铁素体不锈钢的 焊接性 227	第8章 埋弧堆焊 260
2.2 铁素体不锈钢的埋弧 焊特点 229	1 埋弧堆焊方法 260
3 铁素体不锈钢的埋弧 焊工艺 230	1.1 概述 260
3.1 焊前准备 230	1.2 埋弧堆焊方法 原理 262
3.2 焊接材料 230	1.3 高效埋弧堆 焊法 269
3.3 焊接工艺参数 232	1.4 埋弧堆焊方法的 选择 274
3.4 典型焊接工艺规程 示例 232	2 带极埋弧堆焊的冶金和 工艺特点 277
	2.1 带极熔化特点 277
	2.2 堆焊金属的渗

合金	279	第 9 章 埋弧焊生产应用实	
2.3 带极堆焊时母材的		例	313
熔化特点	281	1 实例 1 5 万 kW 高压加	
2.4 带极堆焊的		热器壳体纵缝双面	
效率	285	埋弧焊	313
3 埋弧堆焊用焊接材料 ..	288	1.1 概述	313
3.1 堆焊材料的		1.2 焊接工艺	314
分类	288	1.3 接头性能	314
3.2 带极埋弧堆焊		2 实例 2 20MPa 蓄势器筒	
材料	290	体环缝埋弧焊	315
4 埋弧堆焊用设备	295	2.1 概述	315
4.1 埋弧堆焊用		2.2 焊接工艺	316
机头	295	2.3 焊后检查	316
4.2 埋弧堆焊机行走		2.4 接头性能	316
机构	297	3 实例 3 疏水冷却器纵环	
4.3 堆焊用焊接		缝埋弧焊	317
电源	300	3.1 概述	317
5 埋弧堆焊工艺	301	3.2 焊接工艺	318
5.1 埋弧堆焊工艺		3.3 焊后检查	319
要点	301	3.4 接头性能	319
5.2 堆焊层的焊后加工及		4 实例 4 600MW 锅炉梁	
热处理	304	柱角接缝及腹板拼接埋	
5.3 堆焊操作技术	305	弧焊	320
6 各种材料的带极埋弧堆		4.1 概述	320
焊工艺	306	4.2 腹板拼接焊接	
6.1 碳钢带极堆焊		工艺	320
工艺	306	4.3 焊后检查	321
6.2 耐蚀合金的堆焊		4.4 梁与柱角接缝埋	
工艺	307	弧焊	321
6.3 耐磨合金的堆焊		4.5 焊后检查	322
工艺	311	5 实例 5 600MW 锅炉锅筒	
6.4 有色金属的		纵环缝窄间隙埋弧焊 ..	323
堆焊	311	5.1 概述	323

5.2 锅筒纵环缝焊接 工艺	324	8.4 接头性能	337
5.3 焊后检查	325	9 实例 9 高压球形气瓶环 缝埋弧焊	338
5.4 接头性能	325	9.1 概述	338
6 实例 6 铁路桥梁构件的 埋弧焊	326	9.2 环缝埋弧焊 工艺	338
6.1 九江长江大桥 概况	326	9.3 焊后检查	340
6.2 杆件埋弧焊工 艺	327	9.4 接头典型力 学性能	340
6.3 埋弧焊接头典型力 学性能	330	10 实例 10 300MW 电站锅炉 铬钼耐热钢集箱环缝埋 弧焊	340
6.4 焊接接头的无损检 验	331	10.1 概述	340
7 实例 7 CO ₂ 汽提塔球形封 头与下筒体及凸缘间接缝的 埋弧焊	331	10.2 焊接工艺	341
7.1 概述	331	10.3 焊后检查	342
7.2 焊前准备	333	10.4 接头性能	342
7.3 焊接工艺	333	11 实例 11 气化炉壳体纵环缝 的窄间隙埋 弧焊	343
7.4 BHW-35(13MnNi- Mo54)对接接头 性能	334	11.1 概述	343
7.5 BHW-35 与 20Mn- Mo 锻件对接 埋弧焊	334	11.2 焊接工艺	344
8 实例 8 200MW 电站锅炉 锅筒纵环缝窄间隙埋 弧焊	335	11.3 焊后检查	345
8.1 概述	335	11.4 接头性能	346
8.2 纵环缝窄间隙埋弧焊 工艺	336	12 实例 12 80 万吨/年加氢 反应器环缝埋 弧焊	346
8.3 焊后检查	337	12.1 概述	346
		12.2 焊接工艺	347
		12.3 焊后检查	348
		12.4 接头力学 性能	348
		13 实例 13 600MW 电站锅炉 过热器集箱环缝埋弧焊 ..	349

13.1 概述	349	18.2 堆焊工艺及检查结 果	359
13.2 焊接工艺	350	参考文献	361
13.3 焊后检查	351		
13.4 接头力学性 能	351		
14 实例 14 1Cr18Ni9Ti 不锈钢 板对接埋弧焊	352		
14.1 概述	352		
14.2 焊接工艺	352		
14.3 接头各项性 能	353		
15 实例 15 300MW 电站锅炉 高压加热器管板带极 堆焊	353		
15.1 概述	353		
15.2 堆焊工艺	354		
15.3 焊后检查及力学 性能	354		
16 实例 16 24 万吨/年尿素 装置汽提塔管板带极埋弧 堆焊	355		
16.1 概述	355		
16.2 堆焊工艺	355		
16.3 焊后检查	356		
17 实例 17 300MW 混流式水 轮机转轮双金属上冠不锈钢 带极埋弧堆焊	357		
17.1 概述	357		
17.2 堆焊工艺及试验结 果	358		
18 实例 18 水泥挤压辊药芯 带极埋弧堆焊	359		
18.1 概述	359		
		第 2 篇 气体保护焊	
		第 1 章 气体保护焊方法	
		概论	363
		1 气体保护焊原理、特点及 应用范围	363
		1.1 气体保护焊 原理	363
		1.2 气体保护焊的 特点	364
		1.3 气体保护焊的应 用范围	365
		2 气体保护焊方法分类 ..	365
		第 2 章 CO ₂ 气体保护 焊	368
		1 CO ₂ 气体保护焊的特点 及应用范围	368
		1.1 CO ₂ 气体保护焊 的特点	368
		1.2 CO ₂ 气体保护焊的应 用范围	368
		2 CO ₂ 气体保护焊冶金 原理	369
		2.1 氧化还原反应	369
		2.2 硅、锰脱氧	369
		2.3 气孔及防止措 施	370
		3 CO ₂ 气体及焊丝	371
		3.1 CO ₂ 气体	371

3.2 焊丝	372	8.2 CO ₂ 焊接修复	464
4 CO ₂ 气体保护焊设备 ...	377	9 CO ₂ 气体保护焊常见焊接 缺陷及防止措施	465
4.1 焊接设备的组 成	377	9.1 电弧不稳	466
4.2 焊接电源	377	9.2 焊道成形不良	466
4.3 供气系统	383	9.3 气孔	469
4.4 送丝系统	386	9.4 裂纹	470
4.5 焊枪	394	10 CO ₂ 气体保护焊应用 实例	471
4.6 典型 CO ₂ 气体保护 焊设备简介	400	10.1 CO ₂ 气体保护焊在 汽车制造业的应 用	471
4.7 国内常用 CO ₂ 气体 保护焊机型号及技术 数据	409	10.2 CO ₂ 气体保护焊在 机车车辆制造业的 应用	475
4.8 CO ₂ 气体保护焊机的 常见故障及维护 ...	409	10.3 CO ₂ 气体保护焊 在造船业的应 用	478
5 焊接工艺及焊接技术 ...	414	10.4 CO ₂ 气体保护焊在 起重机制造业的 应用	483
5.1 熔滴过渡形式及焊接 工艺参数	414	10.5 CO ₂ 气体保护焊在 摩托车制造业的 应用	490
5.2 焊接技术	423	10.6 CO ₂ 气体保护焊在 锅炉压力容器制造 业的应用	494
6 CO ₂ 电弧点焊	455	10.7 CO ₂ 气体保护焊在 重型机电设备制造 业的应用	501
6.1 特点及应用范 围	455	10.8 CO ₂ 气体保护焊在 轻工机械制造业 的应用	506
6.2 接头形式及焊接参数 选择	456		
7 CO ₂ 气电立焊	458		
7.1 特点及应用范 围	458		
7.2 焊接设备及辅助 装置	459		
7.3 接头形式及焊接参数 选择	461		
8 CO ₂ 堆焊与焊接修复 ...	462		
8.1 CO ₂ 堆焊	462		

10.9 CO ₂ 气体保护焊在 建筑业的应用 … 511	自动焊在汽车车轮生 产中的应用 …… 536
10.10 CO ₂ 气体保护焊 在焊接修复工作 中的应用 …… 514	5.2 贮液罐阀体 MAG 焊 …… 538
第 3 章 熔化极活性气体保 护焊(MAG 焊) … 521	5.3 加氢高压空冷器深 小孔内角缝 MAG 焊 …… 541
1 熔化极活性气体保护焊的 特点及应用范围 …… 521	5.4 钢板组合件的自动 MAG 焊 …… 544
1.1 熔化极活性气体保护 焊的特点 …… 521	5.5 集装箱波纹板的自 动 MAG 拼焊 …… 545
1.2 MAG 焊的应用 范围 …… 521	第 4 章 熔化极惰性气体保 护焊(MIG 焊) … 548
2 保护气体成分对 MAG 焊 过程的影响 …… 521	1 熔化极惰性气体保护焊的 特点及应用范围 …… 548
2.1 气体成分对熔滴过 渡形态的影响 …… 521	1.1 熔化极惰性气体保护 焊的特点 …… 548
2.2 气体成分对焊接飞 溅的影响 …… 522	1.2 MIG 焊的应用范 围 …… 548
2.3 气体成分对焊缝成 形的影响 …… 523	2 焊接设备 …… 549
3 焊接设备 …… 524	3 铝及铝合金的 MIG 焊 …… 550
3.1 焊接设备的组 成 …… 524	3.1 铝及铝合金的类型 及其焊接特点 …… 550
3.2 气体配比器 …… 524	3.2 焊前准备 …… 559
4 低碳钢及低合金钢的 焊接 …… 525	3.3 焊丝的种类及 选择 …… 561
4.1 保护气体及常用钢种 的焊丝选择 …… 525	3.4 焊接参数的选 择 …… 567
4.2 常用钢种的焊接 参数 …… 527	3.5 焊接操作 …… 571
5 焊接应用实例 …… 536	4 不锈钢的 MIG 焊 …… 583
5.1 不同气体保护的双枪	4.1 焊接特点 …… 583
	4.2 焊丝成分 …… 583

4.3 短路过渡 MIG	焊参数	583	焊(TIG 焊)	606
4.4 脉冲 MIG 焊参	数	585	1 钨极惰性气体保护焊的特	点及应用范围
4.5 射流过渡 MIG	焊参数	585	1.1 钨极惰性气体保护焊	的特点
5 铜及铜合金的焊接	587	1.2 TIG 焊的应用范	围	606
5.1 焊接特点	587	2 TIG 焊工艺方法	607	
5.2 焊接材料	588	2.1 直流 TIG 焊	607	
5.3 中厚板的焊接参	数	590	2.2 交流 TIG 焊	608
5.4 厚板的焊接参	数	590	2.3 脉冲 TIG 焊	610
6 焊接应用实例	592	2.4 热丝 TIG 焊	613	
6.1 铝储罐的半自动	MIG 焊	592	3 焊接设备	614
6.2 铝型材散热器与导电	排的自动		3.1 焊接设备的组	成
MIG 焊	594	3.2 焊接电源	614	
6.3 铝合金管子的自动	MIG 焊	596	3.3 高频振荡器	616
6.4 铝合金压力罐的三焊	枪自动 MIG 焊	598	3.4 高压脉冲发生	器
6.5 铜镍合金管对接接头	的自动 MIG 焊	600	3.5 电流衰减装置	617
6.6 高炉紫铜螺旋风口的	自动 MIG 焊	601	3.6 焊枪	618
6.7 低碳 Mn-Mo 钢筒体	的内表面 MIG 堆		3.7 气路系统	621
焊	603	3.8 水路系统	622	
6.8 热交换器用半圆管的	自动 MIG 焊	603	3.9 送丝机构	623
第 5 章 钨极惰性气体保护			4 焊接技术	623
			4.1 接头准备	623
			4.2 焊前清理	624
			4.3 电源种类及极	性
			4.4 氩气纯度	626
			4.5 焊接参数选择举	例
			4.6 焊接操作	637