

陈茂爱 闫建新 等编著

气体保护焊

技术问答

QITI BAOHUHAN
JISHU WENDA



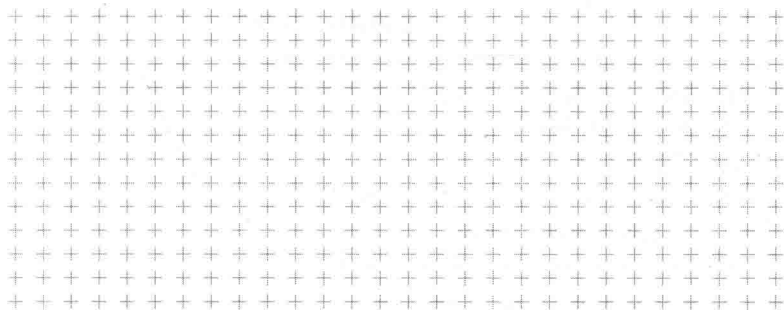
化学工业出版社

陈茂爱 闫建新 等编著

气体保护焊

技术问答

QITI BAOHUHAN
JISHU WENDA



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以问答的形式介绍了焊接基础知识、钨极氩弧焊、等离子弧焊、熔化极气体保护焊、药芯焊丝电弧焊和气体保护焊安全技术方面的知识、技能和经验。重点突出实用性,详细阐述各种方法的焊接材料、焊接工艺、常见缺陷及解决办法、焊接设备组成及选用、常见设备故障及排除方法、操作技术技能和焊接安全方面的常见问题,对于最近几年发展起来的新的气体保护焊技术的应用和常见技术问题也给予简单的介绍。

本书适合焊接技工和焊接技术人员使用,也可供高等院校和高职院校焊接专业学生、焊接技术管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

气体保护焊技术问答/陈茂爱,闫建新等编著. —北京:
化学工业出版社, 2015.12
ISBN 978-7-122-25388-0

I. ①气… II. ①陈…②闫… III. ①气体保护焊-问题解
答 IV. ①TG444-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 242518 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:陈 喆

责任校对:陈 静

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张10½ 字数279千字

2016年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

我国是世界第一机械制造业大国，正在向制造业强国大踏步迈进，对焊接技术人员和技术工人的技术水平提出了越来越高的要求。在工业生产中，钨极氩弧焊、熔化极氩弧焊、二氧化碳气体保护焊、等离子弧焊和药芯焊丝电弧焊等气体保护焊方法应用最为广泛，遇到的技术问题也最多，迫切需要深入浅出、简单易用的综合性技术书籍。本书就是为此而编写的。

本书以各种气体保护焊方法为主线，对实际焊接生产中遇到的技术问题和经验进行归类，以问答的形式呈现给读者，便于查阅；为了便于理解，本书尽可能地利用插图来阐述问题，具有针对性和实用性。对最近几年发展起来的新的先进气体保护焊工艺方法也进行了简要论述，具有先进性和新颖性。

本书主要供焊接技工和焊接技术人员使用，也可供高等学校和高等职业院校的大学生、工厂的焊接技术管理人员参考。

参与本书编写的人员有：陈茂爱、闫建新、陈东升、张栋、张振鹏、高海光、姜丽岩、霍玉双、宋思利、高进强、杨敏、魏星等。

限于编著者水平有限，书中难免出现不足之处，恳请广大读者批评指正。

编著者



目 录

CONTENTS

1	第1章	Page
CHAPTER	焊接基础知识	1

1.1	焊接基础理论知识	1
1-1	焊接的本质是什么?	1
1-2	焊接与其他连接方法相比有何特点?	1
1-3	焊接与铸造成形和塑性成形方法相比有何特点?	2
1-4	焊接方法是如何分类的?	2
1-5	什么是熔化焊? 熔化焊是如何分类的?	2
1-6	什么是电弧焊? 电弧焊是如何分类的?	3
1-7	什么是气体保护焊? 气体保护焊包括哪些具体的焊接方法?	4
1-8	什么是电弧?	4
1-9	电弧由哪几个区域组成?	5
1-10	电弧燃烧所需的带电粒子是如何产生的?	5
1-11	什么是电离? 电离有哪几种?	6
1-12	什么是电离能? 什么是电离电压? 为什么碱金属碳酸盐会起到稳弧作用?	7
1-13	什么是电子发射? 电子发射有哪几种?	7
1-14	什么是逸出功? 阴极材料的逸出功对电弧稳定性及引弧性能有何影响?	8
1-15	电弧的阴极区、弧柱区和阳极区在电弧燃烧过程中各起什么作用?	8
1-16	阳极压降大小主要取决于哪些因素?	9
1-17	阴极压降大小主要取决于哪些因素?	9

1-18	为什么说电弧电压与弧长是相互对应的？	9
1-19	什么是阴极斑点和阳极斑点？有何特点？	9
1-20	什么叫阴极雾化作用？阴极雾化作用有何用途？	10
1-21	电弧中负离子是如何产生的？负离子产生对电弧有稳定性有何影响？	10
1-22	焊接电弧有哪几种？各用于什么焊接方法？	11
1-23	什么是电弧的静特性曲线？电弧静特性有哪些影响因素？	12
1-24	什么是电弧热功率？电弧热在工件和焊丝（或钨极）之间分配如何？	13
1-25	什么是电弧热效率系数？	13
1-26	什么是电弧功率密度？电弧功率密度对焊接工艺性能有何影响？	14
1-27	电弧中的温度分布如何？	15
1-28	什么是电弧的刚直性？电弧刚直性是由什么决定的？	16
1-29	电弧为什么有时会偏离焊丝轴线？	16
1-30	引起电弧磁偏吹的工艺因素有哪些？	17
1-31	引起气流偏吹的原因主要有哪些？	18
1-32	减小电弧偏吹的常用方法有哪些？	19
1-33	气体保护焊的引弧方法有哪些？	19
1-34	什么是接触引弧？	20
1-35	接触引弧有哪几种？分别适合于什么情况？	21
1-36	什么是非接触引弧？	21
1-37	何谓焊接电弧的稳定性？	21
1-38	焊接电弧的稳定性影响因素有哪些？	22
1-39	什么是干伸长度？	23
1-40	什么是熔化速度？什么是熔化系数？	24
1-41	什么是熔敷速度？什么是熔敷系数？	24
1-42	什么是熔滴过渡？熔滴过渡有哪几种形式？	24
1-43	什么是自由过渡？自由过渡有哪几种形式？	24
1-44	什么是接触过渡？	26

1-45	什么是飞溅? 什么是飞溅率?	27
1.2	焊接工艺基础知识	28
1-46	什么是焊接接头?	28
1-47	焊接接头有哪几种形式?	28
1-48	什么是坡口? 开坡口的目的是什么?	29
1-49	表征坡口几何形状及尺寸的参数有哪些?	29
1-50	对接接头常用坡口形式有哪些?	29
1-51	角接接头常用坡口形式有哪些?	30
1-52	T形接头常用坡口形式有哪些?	30
1-53	端接接头常用坡口形式有哪些?	31
1-54	搭接接头常用坡口形式有哪些?	32
1-55	什么是焊缝、焊缝金属、熔敷金属?	32
1-56	什么是填充金属?	33
1-57	什么是焊缝表面、焊缝背面?	33
1-58	什么是焊缝轴线、焊趾、焊根?	33
1-59	什么是熔宽、熔深和余高?	34
1-60	什么是焊缝厚度 h 、焊缝实际厚度 h_s 和焊缝计算厚度 h_j ?	35
1-61	什么是焊脚和凹度?	36
1-62	什么是焊缝成形系数 ϕ ? 焊缝成形系数对焊缝质量有何影响?	36
1-63	什么是熔合比? 调整熔合比有何意义? 如何调整熔合比?	37
1-64	什么是单道焊? 多道焊?	38
1-65	什么是单层焊? 多层焊? 分段多层焊?	38
1-66	什么是单面焊? 双面焊?	38
1-67	什么是焊道? 焊层?	38
1-68	什么是封底焊道? 打底焊道? 打底焊?	38
1-69	什么是行走角? 工作角?	39
1-70	什么是前倾焊? 前倾角?	39
1-71	什么是后倾焊? 后倾角?	40
1-72	什么是焊缝倾角? 焊缝转角?	40

1-73	什么是平焊位置? 平焊?	41
1-74	什么是横焊位置? 横焊?	41
1-75	什么是立焊位置? 立焊?	41
1-76	什么是仰焊位置? 仰焊?	41
1-77	什么是全位置焊?	42
1-78	什么是焊接符号?	42
1-79	如何在图纸上标注焊接符号?	42
1-80	什么是焊缝基本符号? 焊缝基本符号有哪些?	43
1-81	焊接符号中的辅助符号有哪些? 用于指示什么信息?	46
1-82	焊接符号中的补充符号有哪些? 用于指示什么信息?	46
1-83	常用的焊缝尺寸符号有哪些?	47
1-84	如何标注焊缝尺寸符号及数据?	48
1-85	什么是弧焊电源的外特性?	49
1-86	在焊接领域中电极通常指什么?	50
1-87	什么是直流正接? 直流反接?	50
1.3	气体保护焊常见焊接缺陷	50
1-88	什么是焊接缺欠? 焊接缺陷? 两者有何区别?	50
1-89	焊接缺陷如何分类?	51
1-90	什么是焊接裂纹?	52
1-91	常见的焊接裂纹有哪些?	52
1-92	什么是结晶裂纹? 有何特征?	52
1-93	什么是液化裂纹? 有何特征?	53
1-94	什么是多边化裂纹? 有何特征?	53
1-95	什么是延迟裂纹? 有何特征?	54
1-96	什么是淬硬脆化裂纹? 有何特征?	54
1-97	什么是低塑性脆化裂纹? 有何特征?	55
1-98	什么是再热裂纹? 有何特征?	55
1-99	什么是层状撕裂? 有何特征?	55
1-100	什么是应力腐蚀裂纹? 有何特征?	56
1-101	什么是夹渣?	56

1-102	什么是气孔?	57
1-103	什么是未焊透?	57
1-104	什么是未熔合?	57
1-105	什么是咬边?	57
1-106	什么是焊瘤?	58
1-107	什么是烧穿?	58
1-108	什么是凹坑?	58
1-109	什么是塌陷?	59
1-110	什么是蛇形焊道?	59
1-111	什么是驼峰焊道?	59
1.4	焊接工艺评定	60
1-112	什么是焊接工艺?	60
1-113	什么是焊接工艺参数?	60
1-114	什么是焊接工艺规程? 焊接工艺规程包括哪些内容?	60
1-115	什么是预焊接工艺规程?	62
1-116	什么是焊接工艺评定报告(PQR)?	63
1-117	什么是焊接作业指导书?	66
1-118	什么是焊接工艺评定? 焊接工艺评定的目的是什么?	66
1-119	焊接工艺评定采用怎样的程序进行?	66



第2章 钨极氩弧焊

Page

68

2.1	钨极氩弧焊的原理及特点	68
2-1	什么是钨极氩弧焊?	68
2-2	钨极氩弧焊有何优点?	69
2-3	钨极氩弧焊有何缺点?	69
2-4	钨极氩弧焊如何分类?	70
2-5	什么是阴极雾化作用? 有何用途?	70
2-6	直流正极(DCSP)的钨极氩弧焊有何工艺特点?	70
2-7	直流反接(DCRP)的钨极氩弧焊有何工艺特点?	71

2-8	交流钨极氩弧焊有哪几种? 有何工艺特点?	71
2-9	什么是直流分量? 如何消除?	72
2-10	正弦波交流钨极氩弧焊需要采取什么措施来稳定 电弧?	73
2-11	为什么方波交流钨极氩弧焊不用采取稳弧措施?	74
2-12	脉冲钨极氩弧焊有哪几种?	75
2-13	低频脉冲钨极氩弧焊有何工艺特点?	76
2-14	高频脉冲钨极氩弧焊有何工艺特点?	76
2-15	中频脉冲钨极氩弧焊有何工艺特点?	77
2-16	什么是热丝钨极氩弧焊?	77
2-17	热丝钨极氩弧焊有何工艺特点?	78
2.2	钨极氩弧焊的焊接材料	79
2-18	钨极氩弧焊可采用哪些气体作保护气体?	79
2-19	为什么钨极氩弧焊通常采用氩气做保护气体?	79
2-20	钨极氩弧焊对氩气的纯度有何要求?	79
2-21	氦气与氩气相比有何工艺特点?	80
2-22	钨极氩弧焊对氦气的纯度有何要求?	81
2-23	氩氦混合气体保护的钨极氩弧焊有何工艺特点?	81
2-24	氩氦混合气体保护的钨极氩弧焊有何工艺特点?	81
2-25	钨极氩弧焊的钨极作用是什么? 对钨极有何 要求?	82
2-26	电极材料有哪些? 各有何特点?	82
2-27	为什么不同钨电极对空载电压有不同要求?	82
2-28	常用钨极的规格有哪几种?	83
2-29	什么是钨极许用电流? 钨极许用电流影响因素有 哪些?	83
2-30	钨极氩弧焊通常采用什么填充金属?	85
2-31	什么是可熔夹条? 规格有哪几种?	85
2.3	钨极氩弧焊设备	86
2-32	钨极氩弧焊设备由哪几部分组成?	86
2-33	钨极氩弧焊机对弧焊电源有何要求?	86
2-34	钨极氩弧焊机的控制系统主要起什么作用?	87

2-35	钨极氩弧焊为什么一般采用非接触引弧?	88
2-36	什么是高频振荡器引弧?有何特点?	88
2-37	什么是高压脉冲引弧?有何特点?	89
2-38	钨极氩弧焊能否进行接触引弧?	90
2-39	手工钨极氩弧焊枪的主要作用是什么?	91
2-40	手工钨极氩弧焊枪由哪几部分组成?	91
2-41	钨极氩弧焊枪有哪几种?	92
2-42	钨极氩弧焊气路系统有哪些部件组成?各起什么 作用?	93
2-43	钨极氩弧焊对送丝机有何要求?	94
2-44	钨极氩弧焊设备的安装和使用过程中应注意哪些 事项?	95
2-45	如何维护与保养钨极氩弧焊设备?	95
2-46	钨极氩弧焊设备常见故障有哪些?如何排除?	96
2.4	钨极氩弧焊焊接工艺	97
2-47	为什么钨极氩弧焊的焊前清理要求极其严格?清理 方法有哪些?	97
2-48	机械清理方法有哪些?分别用于什么情况下?	97
2-49	如何利用化学清理法处理铝及铝合金工件?	97
2-50	如何利用化学清理法处理钛及钛合金工件?	98
2-51	如何利用化学清理法处理镁及镁合金工件?	98
2-52	钨极氩弧焊焊接平板时常用接头及坡口类型有哪些? ...	99
2-53	钨极氩弧焊工艺参数有哪些?	101
2-54	如何选择电流的种类及极性?	102
2-55	如何确定焊接电流大小?	102
2-56	如何确定脉冲钨极氩弧焊的脉冲电流参数?	103
2-57	如何确定焊接速度?	104
2-58	低频脉冲钨极氩弧焊时焊接速度与脉冲频率要如何 匹配?	104
2-59	如何确定钨极的直径及端部形状?	105
2-60	如何制备钨极端部形状?	106
2-61	如何确定喷嘴孔径及氩气流量?	107

2-62	钨极氩弧焊焊接过程中如何根据熔池表面情况来判断气体保护效果?	108
2-63	如何根据焊点的颜色来判断保护效果?	108
2-64	影响钨极氩弧焊气体保护效果的因素有哪些?	109
2-65	大电流 TIG 焊时为什么保护焊缝背部、高温焊缝和热影响区? 如何保护?	110
2-66	如何确定钨极伸出长度?	110
2-67	如何确定喷嘴离工件的距离?	112
2-68	如何确定电弧电压?	112
2-69	如何根据板厚确定铝及铝合金手工钨极氩弧焊的焊接工艺参数?	112
2-70	如何根据板厚确定不锈钢手工钨极氩弧焊的焊接工艺参数?	112
2-71	如何根据板厚确定不锈钢脉冲钨极氩弧焊的焊接工艺参数?	114
2-72	如何根据板厚确定铝及铝合金脉冲钨极氩弧焊的焊接工艺参数?	115
2-73	钨极氩弧焊的常见问题有哪些? 如何解决?	115
2-74	钨极氩弧焊的常见焊接缺陷有哪些? 如何防止?	116
2.5	钨极氩弧焊的手工操作技术	117
2-75	手工钨极氩弧焊如何正确引弧?	117
2-76	手工钨极氩弧焊焊枪的握持方式有哪些?	117
2-77	手工钨极氩弧焊运枪方式有哪些? 各有何特点?	118
2-78	手工钨极氩弧焊焊枪的横向摆动方式有哪些? 各有何特点?	118
2-79	手工钨极氩弧焊的填丝方法有哪些? 各有何特点?	119
2-80	手工钨极氩弧焊填丝时应注意什么?	121
2-81	对接接头平焊时如何操作?	122
2-82	平角焊时如何操作?	122
2-83	搭接接头平焊时如何操作?	122
2-84	角接接头平焊时如何操作?	123
2-85	立焊时如何操作?	123

2-86	横焊时如何操作?	125
2-87	仰焊时如何操作?	126
2-88	钨极氩弧焊时如何接头?	127
2-89	钨极氩弧焊时如何熄弧?	128
2-90	什么是左焊法和右焊法? 各有何特点?	128
2.6	管子及管板焊接技术	129
2-91	利用钨极氩弧焊进行管子对接时通常采用什么坡口形式?	129
2-92	利用钨极氩弧焊对管子进行打底焊时如何保护焊缝背部?	129
2-93	管子对接钨极氩弧焊有哪几种方式?	133
2-94	管子全位置钨极氩弧焊的焊接顺序有哪几种? 各有何特点?	133
2-95	用手工钨极氩弧焊进行管子对接打底焊时如何选择焊接工艺参数?	135
2-96	用手工钨极氩弧焊进行管子对接打底焊时如何操作?	135
2-97	用手工钨极氩弧焊进行管子对接打底焊时如何填丝?	136
2-98	用手工钨极氩弧焊进行管板焊接时常用什么接头及坡口形式?	137
2-99	骑坐式管板焊接有几种焊接方式?	139
2-100	骑坐式管板的垂直固定平角焊时如何操作?	139
2-101	骑坐式管板垂直固定仰角焊时如何操作?	140
2-102	骑坐式管板水平固定全位置焊时如何操作?	142
2-103	插入式管板焊接时如何操作?	142
2-104	管子全位置自动焊机有哪几部分组成? 有何特点?	143
2-105	管子全位置自动焊机机头结构有哪几种? 各有何特点?	144
2-106	管板自动 TIG 焊机机头有哪几部分组成? 有何特点?	145

3.1 等离子弧焊的特点及应用	147
3-1 什么是等离子体? 什么是焊接等离子弧?	147
3-2 等离子弧是依靠什么压缩作用形成的?	147
3-3 等离子弧有哪几类? 各有何特点?	148
3-4 等离子弧焊有何优点?	149
3-5 等离子弧焊有何缺点?	151
3-6 等离子弧焊可焊接哪些材料?	152
3-7 什么是等离子气?	152
3.2 等离子弧焊机	152
3-8 等离子弧焊机有哪几部分组成?	152
3-9 等离子弧焊机对弧焊电源外特性有何要求?	153
3-10 等离子弧焊对电流种类和极性有何要求?	153
3-11 等离子弧焊对电源空载电压有何要求?	153
3-12 等离子弧焊如何引弧?	153
3-13 等离子弧焊机的控制系统起何作用?	154
3-14 等离子弧焊机的供气系统有哪几部分组成?	154
3-15 等离子弧焊枪由哪几部分组成? 关键部件是 什么?	155
3-16 等离子弧焊枪的压缩喷嘴有哪几种结构形式? 各有 何特点?	156
3-17 压缩喷嘴的形状尺寸有哪些? 对压缩效果有何 影响?	157
3-18 等离子弧焊对电极有何要求?	158
3-19 如何判断钨极与压缩喷嘴之间的同轴度?	160
3-20 什么是双弧? 有何危害?	160
3-21 产生双弧的原因有哪些? 如何防止双弧发生?	161
3.3 离子弧焊工艺	162
3-22 等离子弧焊的焊缝成形方法有哪几种?	162
3-23 什么是穿孔型等离子弧焊? 有何特点?	162

3-24	什么是熔入型等离子弧焊?有何特点?	163
3-25	什么是微束等离子弧焊?有何特点?	163
3-26	什么是脉冲等离子弧焊?有何特点?	163
3-27	为什么穿孔型等离子弧焊的焊接厚度有限?各种材料的厚度限值有多大?	164
3-28	薄板等离子焊常用的接头和坡口形式有哪些?	164
3-29	厚板等离子弧焊的接头及坡口形式有哪些?	164
3-30	薄板的装配应注意哪些问题?	165
3-31	等离子弧焊的焊接工艺参数有哪些?	166
3-32	如何确定喷嘴直径和焊接电流?	167
3-33	如何确定等离子气的种类及流量?	167
3-34	如何确定焊接速度?	168
3-35	如何确定喷嘴离工件的距离?	168
3-36	如何确定保护气体流量?	168
3-37	等离子弧焊时如何填丝?	170
3-38	如何根据板厚确定穿孔型等离子弧焊的焊接工艺参数?	170
3-39	如何根据板厚确定熔入型等离子弧焊的焊接工艺参数?	170
3-40	如何根据板厚确定微束等离子弧焊的焊接工艺参数?	170
3-41	如何根据板厚确定脉冲等离子弧焊的焊接工艺参数?	171

4

CHAPTER

第4章 熔化极气体保护焊

Page

173

4.1	熔化极气体保护焊的基本原理及分类	173
4-1	什么是熔化极气体保护焊?	173
4-2	熔化极气体保护焊有哪几类?	174
4-3	二氧化碳气体保护焊有何优点?	174
4-4	二氧化碳气体保护焊有何缺点?	174
4-5	MIG/MAG 焊有何优点?	175

4-6	MIG/MAG 焊有何缺点?	175
4-7	二氧化碳焊过程中有何冶金反应? 这些反应有何不利 影响?	175
4-8	二氧化碳焊采用何种措施进行脱氧?	176
4-9	二氧化碳气体保护焊的熔滴过渡形式有哪些?	176
4-10	什么是短路过渡? 有何特点?	177
4-11	什么是细颗粒过渡? 有何特点?	178
4-12	MAG 焊的熔滴过渡形式有哪些? 常用的熔滴过渡方 式是什么?	179
4-13	MIG 焊的熔滴过渡形式有哪些? 常用的熔滴过渡方 式是什么?	179
4-14	什么是喷射临界电流? 影响临界电流大小的因素有 哪些?	180
4-15	为什么普通 MIG/MAG 焊不适合于空间位置焊接和 薄板焊接?	180
4-16	什么是脉冲喷射过渡? 有哪几种形式?	182
4-17	脉冲 MIG/MAG 焊有何特点?	182
4-18	熔化极气体保护焊各种熔滴过渡方式在焊接生产中 的适用性如何?	183
4.2	熔化极气体保护焊焊接材料	183
4-19	熔化极气体保护焊常用的保护气体有哪些? 各有何 特点?	183
4-20	为什么 MIG/MAG 焊通常通过采用混合气体而不是纯 氩气进行焊接?	186
4-21	二氧化碳焊对二氧化碳气体纯度有何要求? 使用时应 注意什么哪些问题?	186
4-22	碳钢和低合金钢焊丝型号是如何编制的?	186
4-23	碳钢和低合金钢焊丝牌号是如何编制的?	187
4-24	铝焊丝型号是如何编制的?	187
4-25	铜焊丝型号是如何编制的?	188
4-26	常用不锈钢焊丝有哪些?	188
4-27	熔化极气体保护焊常用焊丝规格有哪几种?	188

4-28	什么是喷嘴防堵剂? 如何使用?	188
4-29	什么是飞溅去除剂? 如何使用?	189
4-30	什么是陶质衬垫? 有何特点?	189
4-31	半自动 CO ₂ 焊常用的陶质衬垫有哪些? 如何使用?	190
4.3	熔化极气体保护焊设备	191
4-32	熔化极气体保护焊设备由哪几部分组成?	191
4-33	熔化极气体保护焊机有哪几种?	191
4-34	熔化极气体保护焊机对弧焊电源和送丝机有何要求?	192
4-35	短路过渡对电源动特性有何要求?	192
4-36	熔化极气体保护焊所用的等速送丝机有哪几部分组成? 其作用是什么?	193
4-37	熔化极气体保护焊所用的等速送丝机有哪种? 各有何特点?	194
4-38	熔化极气体保护焊枪有哪几部分组成? 起什么作用?	195
4-39	熔化极气体保护焊枪有哪几种? 各有什么特点?	195
4-40	CO ₂ 焊气路系统由哪几部分组成?	197
4-41	为什么 CO ₂ 焊气路系统中需要安装干燥气和预热器?	197
4-42	MIG/MAG 焊气路系统与 CO ₂ 焊有何区别?	199
4-43	熔化极气体保护焊机使用时应注意哪些问题?	199
4-44	如何维护熔化极气体保护焊机?	199
4-45	熔化极气体保护焊机有哪些常见故障? 如何排除?	200
4.4	CO ₂ 焊焊接工艺	202
4-46	CO ₂ 焊时如何确定焊丝直径	202
4-47	CO ₂ 焊通常采用何种电流及极性?	202
4-48	如何确定短路过渡 CO ₂ 焊的焊接电流和电弧电压?	202
4-49	如何确定细颗粒过渡 CO ₂ 焊的焊接电流和电	