

# 实用焊接器材手册

顾纪清 编

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本手册从实用、内容新的角度出发,系统地介绍了如手工电弧焊(交流、直流、弧焊逆变器)、埋弧焊、非熔化极交流、直流,脉冲手工氩弧焊(TIG)以及自动(TIG)焊,熔化极半自动及自动焊、脉冲氩弧焊(MIG/MAG)、CO<sub>2</sub> 气体保护焊、电渣焊、电阻焊、电子束焊、等离子弧焊、激光焊、摩擦焊、超声波焊等二十余类焊接设备和十余类切割设备的特点及技术参数。另外还介绍了焊条、焊丝、焊剂、钎剂与钎料的品种及性能,与国外焊接材料型号及牌号的对照,以及焊接材料用量的估算法。

本手册主要供从事焊接设计、制造的工程技术人员,技师、焊工及企业设备、材供等管理人员阅读使用,也可供相关的大专院校以及焊接培训班的师生阅读使用。

# 前 言

焊接是机械设备和钢结构工程的基础。半个世纪以来,我国焊接技术得到飞跃发展,焊接已广泛应用于机械、冶金、电力、石化、压力容器、船舶、石油钻井平台等海上建筑;桥梁、钢结构工业厂房、民宅、隧道等陆上建筑以及航空、航天等尖端工业领域。可见焊接在国民经济建设中发挥着极其重要的作用。

现代化建设离不开焊接,焊接离不开先进优良的器材,这是长期实践经验的总结。20世纪80年代,科研部门得出结论:二氧化碳气体保护焊成本只有手工电弧焊的一半,于是我国有关部门作了大力推广,在国内获得了很好的效果。中国船舶工业总公司为满足船舶生产发展的需要,早在80年代初期就大力开发了新技术、推广应用了新设备,使焊接生产效率得到了大幅度的提高,有力地促进了船舶工业的发展。在缩短造船周期,增强竞争能力等方面发挥了重要作用,同时也取得了显著的经济效益。

我国改革开放以来,焊接设备、材料和焊接技术也与时俱进,取得了新的发展。在普通手工电弧、埋弧焊、气体保护焊的基础上发展高效焊接,同时已将当代计算机、微电子、信息传感、机器人、真空、超声、激光、电子束、等离子等技术领域的最新成果广泛应用于焊接设备,从而将焊接技术推进到了现代实用技术的前沿。

本手册共分四篇,旨在全面介绍焊接器材。

第一篇,介绍焊接器材基础知识。

第二篇,介绍各种电焊设备特点、技术参数和应用范围。重点突出各类焊接设备选用,同时介绍了焊接设备的发展趋向。

第三篇,介绍常用的切割设备、割、焊辅助器件及工具。

第四篇,介绍焊接材料的分类和型号、牌号表示方法及焊材的特性。

本手册在编写过程中得到了山东大学邹增大教授以及各地专家的热

情帮助和悉心指导 ,特此致谢 ,并向关心本手册出版的焊接界同行及所引用文献的作者表示诚挚的谢意。

由于水平所限 ,难免有不足之处 ,敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第一篇 基本资料

第一章 常用字母及符号 ... 1.3	2. 长度单位及其换算 ..... 1.8
1. 汉语拼音字母及英语字母 ..... 1.3	1) 法定长度单位 ..... 1.8
2. 希腊字母 ..... 1.3	2) 市制长度单位 ..... 1.8
3. 俄语字母 ..... 1.4	3) 英制长度单位 ..... 1.8
4. 罗马数字 ..... 1.4	4) 长度单位换算 ..... 1.9
第二章 常用计量单位及其换算 ..... 1.5	3. 质量单位及其换算 ..... 1.9
1. 我国法定计量单位 ..... 1.5	1) 法定质量单位 ..... 1.9
1) 国际单位制(SI)的基本单位 ..... 1.5	2) 市制质量单位 ..... 1.9
2) 国际单位制(SI)的辅助单位 ..... 1.5	3) 英制及美制质量单位 ..... 1.9
3) 国际单位制(SI)中具有专门名称的导出单位 ..... 1.5	4) 质量单位换算 ..... 1.10
4) 可与国际单位制(SI)单位并用的我国法定计量单位 ..... 1.6	4. 力、力矩、强度及压力单位换算 ..... 1.10
5) SI用于构成十进倍数和分数单位的词头 ..... 1.7	1) 力单位换算 ..... 1.10
	2) 力矩单位换算 ..... 1.10
	3) 强度(应力)及压力(压强)单位换算 ... 1.11
	4) 千克力/毫米 <sup>2</sup> 与牛/毫米 <sup>2</sup> (兆帕)对照 ..... 1.11
	5) 牛/毫米 <sup>2</sup> (兆帕)与千克力/毫米 <sup>2</sup> 对照 ..... 1.13

5. 功、能、热量及功率单位换算 .....	1. 14	密度 .....	1. 26
1) 功、能及热量单位换算 .....	1. 14	3) 钝铜、黄铜、青铜、无氧铜的密度 .....	1. 27
2) 功率单位换算 .....	1. 14	4) 青铜、白铜, 锌及锌合金, 铅、锡及合金的密度 .....	1. 28
6. 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算关系 .....	1. 14	5) 铝及铝合金的密度 .....	1. 29
<b>第三章 金属材料基本知识</b> .....	1. 16	5. 硬度表示方法及使用范围 .....	1. 30
1. 钢铁产品的牌号表示方法 .....	1. 16	6. 硬度值对照表 .....	1. 30
1) 化学元素符号 .....	1. 16	<b>第四章 焊接基本知识</b> .....	1. 34
2) 钢铁产品命名符号 .....	1. 18	1. 焊接术语 .....	1. 34
3) 钢铁产品牌号表示方法 .....	1. 19	2. 焊接电源的基本要求 .....	1. 40
2. 常用型材理论质量(重量)计算公式 .....	1. 22	1) 弧焊电源的外特性 .....	1. 41
1) 基本公式 .....	1. 22	2) 弧焊电源的动特性 .....	1. 42
2) 各种形状钢材断面积的计算公式 .....	1. 22	3. 焊机铭牌 .....	1. 43
3. 主要纯金属及部分非金属的性能 .....	1. 23	4. 焊接工艺方法符号 ...	1. 45
4. 常用金属材料的密度 .....	1. 25	5. 钢材的可焊性 .....	1. 46
1) 钢、铁、不锈钢的密度 .....	1. 25	1) 碳当量法 .....	1. 46
2) 轴承合金、硬质合金、镍及镍合金的		2) 钢材再热裂纹敏感性法 .....	1. 48
		3) 焊接裂纹试验法 ...	1. 48
		6. 电焊机常用电气元件符号 .....	1. 49
		7. 焊接材料消耗定额的估算 .....	1. 52

1) 常用系数解释及 计算方法 .....	1.52	5) 焊缝熔敷金属截面 积计算公式 .....	1.55
2) 常用焊条的熔化 系数( $a_p$ )和熔敷 系数( $a_h$ ) .....	1.53	6) 对接焊缝焊条需用 量消耗定额 .....	1.55
3) 手工电弧焊填角 焊焊条用量计算 ...	1.53	7) 手工电弧焊焊条用 量计算实例 .....	1.56
4) 手工电弧焊钢板 对接焊条需用量 计算 .....	1.55	8) 埋弧自动焊焊接材 料估算 .....	1.56
		9) 保护气体消耗量计 算 .....	1.57

## 第二篇 焊 接 设 备

### 第五章 焊接设备的分类

及用途 .....	2.3
1. 焊接设备分类 .....	2.3
2. 各种焊接方法的基 本特点及用途 .....	2.4
3. 电焊机型号代表字 母及其含义 .....	2.6
4. 选用焊接设备的一 般原则 .....	2.12
5. 焊接新设备的应用 与发展趋势 .....	2.13

### 第六章 手工电弧焊设备 ... 2.15

1. 弧焊电源类型 .....	2.15
2. 弧焊变压器、弧焊 整流器及直流弧焊 发电机的特点 .....	2.17
3. 弧焊电源的一般参数	

.....	2.18
4. 弧焊变压器 .....	2.19
1) 动铁心式弧焊变压 器的主要技术参数 .....	2.19
2) 动圈式弧焊变压器 的主要技术参数 ...	2.20
3) 抽头式弧焊变压器 的主要技术参数 ...	2.22
4) 串联电抗器式弧焊 变压器的特性 .....	2.23
5. 直流弧焊发电机 .....	2.23
1) 差复极式直流弧焊 发电机的型号及技 术参数 .....	2.23
2) 柴(汽)油机驱动 直流弧焊发电机 ...	2.24
6. 弧焊整流器 .....	2.26

1) 动铁心式弧焊整流器的主要技术参数 .....	2. 26
2) 动圈式弧焊整流器的主要技术参数 ...	2. 27
3) 晶闸管式弧焊整流器 .....	2. 28
7. ZX7 系列 IGBT 逆变式弧焊整流器的主要技术参数 .....	2. 31
<b>第七章 埋弧自动焊设备</b> .....	2. 33
1. 埋弧自动焊机的特点 .....	2. 33
2. 等速送丝埋弧焊机 ...	2. 33
3. 变速送丝埋弧焊机 ...	2. 34
4. 常用埋弧自动焊机的主要技术参数 .....	2. 34
5. 专用埋弧焊机的型号与主要技术参数 ...	2. 37
6. 埋弧自动焊操作的辅助装置 .....	2. 39
1) 立柱式焊接操作机 .....	2. 39
2) 平台式焊接操作机 .....	2. 40
3) 门架式焊接操作机 .....	2. 41
7. MZJ-1000 型变速送丝埋弧焊机 .....	2. 41

1) 焊前准备 .....	2. 42
2) 焊接 .....	2. 42
3) 停止焊接 .....	2. 42
4) MZJ-1000 型埋弧焊机常见故障 .....	2. 43
<b>第八章 非熔化极气体保护焊设备</b> .....	2. 45
1. 钨极惰性气体保护焊 .....	2. 45
2. TIG 焊的优缺点 .....	2. 46
3. TIG 焊的应用参数 ...	2. 47
4. 焊接设备的组成及附件 .....	2. 47
1) 弧焊电源 .....	2. 47
2) 控制系统 .....	2. 48
3) 焊炬 .....	2. 49
4) 钨极 .....	2. 53
5) 喷嘴与氩气流量 ...	2. 53
6) 焊炬、钨极及进气出水总成 .....	2. 54
5. 手工氩弧焊设备 .....	2. 55
1) 直流手工 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 55
2) IGBT 逆变式 TIG 焊设备的技术参数 ...	2. 57
6. 交流手工氩弧焊设备 .....	2. 59
1) 正弦波交流手工 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 59

2) 方波交流手工 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 60	参数 .....	2. 74
3) IGBT 双重逆变式方波交直流多功能 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 62	6) 高频脉冲 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 76
4) 美国米勒公司、林肯公司产交直流两用手工 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 64	8. 自动 TIG 焊设备 .....	2. 76
5) 瑞典伊萨公司产交直流两用手工 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 66	1) 通用自动 TIG 焊设备 .....	2. 77
7. 脉冲手工 TIG 焊设备 .....	2. 68	2) 专用自动 TIG 焊设备 .....	2. 80
1) 脉冲手工 TIG 焊设备的特点及分类 .....	2. 68	第九章 熔化极氩弧焊设备 .....	2. 85
2) 低、中频脉冲手工 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 68	1. 特点及分类 .....	2. 85
3) IGBT 逆变式低、中频脉冲 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 70	2. MIG 焊设备组成 .....	2. 86
4) WSM 系列逆变直流脉冲氩弧焊设备技术参数 .....	2. 72	3. MIG 焊设备分类及选用 .....	2. 87
5) 国外低、中频脉冲 TIG 焊设备的技术参数 .....	2. 74	4. 半自动 MIG 焊设备 .....	2. 87
		1) 特点 .....	2. 87
		2) 设备配置 .....	2. 88
		3) 半自动 MIG 焊设备的技术参数 .....	2. 88
		4) IGBT 逆变式半自动 MIG 焊设备的技术参数 .....	2. 90
		5. 自动 MIG 焊设备 .....	2. 91
		6. 熔化极脉冲氩弧焊设备 .....	2. 93
		1) 特点 .....	2. 93
		2) 半自动熔化极脉冲氩弧焊设备的技术参数 .....	2. 94

3) 半自动 IGBT 逆变式 熔化极脉冲氩弧焊设 备的技术参数 .....	2. 95	护焊设备的技术 参数 .....	2. 109
4) 美国米勒公司产半 自动熔化极脉冲氩 弧焊设备的技术参 数 .....	2. 96	4. 自动 CO <sub>2</sub> 气体保护 焊设备 .....	2. 116
5) 悬臂式自动熔化极 脉冲氩弧焊设备的 技术参数 .....	2. 98	1) 特点 .....	2. 116
6) 小车式自动熔化极 脉冲氩弧焊设备的 技术参数 .....	2. 99	2) 自动 CO <sub>2</sub> 气体保护 焊机的技术参数 ...	2. 116
7. MIG/MAG 焊常用 保护气体的选择 .....	2. 101	5. 汽车制造专用 CO <sub>2</sub> 焊 设备技术参数 .....	2. 118
8. 熔化极气体保护焊 的焊炬及送丝机构 .....	2. 102	1) 汽车传动轴、轴管专 用自动 CO <sub>2</sub> 焊机的 技术参数 .....	2. 119
1) 焊炬 .....	2. 102	2) 汽车后桥专用自动 CO <sub>2</sub> 焊机的技术参 数 .....	2. 120
2) 送丝机 .....	2. 104	3) 轿车前桥及轴承座支 架专用自动 CO <sub>2</sub> 焊 机的技术参数 .....	2. 122
第十章 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 设备 .....	2. 106	4) 轮圈专用自动 CO <sub>2</sub> 焊机的技术参数 ...	2. 124
1. CO <sub>2</sub> 气体保护焊特点 .....	2. 106	6. 药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 焊接 设备 .....	2. 125
2. CO <sub>2</sub> 气体保护焊设备 组成 .....	2. 106	1) 美国米勒公司产药 芯焊丝 CO <sub>2</sub> 焊设备 的技术参数 .....	2. 126
3. 半自动 CO <sub>2</sub> 气体保护 焊设备 .....	2. 107	2) IGBT 逆变式药芯焊 丝 CO <sub>2</sub> 焊设备的技 术参数 .....	2. 129
1) 特点 .....	2. 107	7. 简易自动角焊机 .....	2. 131
2) 半自动 CO <sub>2</sub> 气体保		8. CO <sub>2</sub> 焊接桁车及生产 线 .....	2. 131

9. 自保护焊设备 .....	2. 132	机的技术参数 .....	2. 145
<b>第十一章 等离子弧焊设备</b>		9. 等离子弧粉末堆焊机	
.....	2. 134	.....	2. 146
1. 等离子弧焊的原理		1) 特点及用途 .....	2. 146
与方法 .....	2. 134	2) 等离子弧粉末堆焊	
2. 等离子弧焊的特点		机的技术参数 .....	2. 146
.....	2. 135		
3. 等离子弧焊的设备		<b>第十二章 电阻焊设备 ...</b>	2. 149
组成 .....	2. 135	1. 电阻焊的特点及应用	
1) 焊接电源 .....	2. 135	.....	2. 149
2) 控制系统 .....	2. 135	2. 电阻点焊机 .....	2. 152
3) 供气系统 .....	2. 136	1) 工频交流点焊机的	
4) 水路系统 .....	2. 136	主要技术参数 .....	2. 152
5) 焊枪 .....	2. 136	2) 气压传动式点焊机	
4. 等离子弧焊的用途		的技术参数 .....	2. 154
.....	2. 137	3) 次级整流点焊机的	
1) 采用小孔法等离子		技术参数 .....	2. 155
弧焊材料的厚度 ...	2. 137	4) 汽车专用多点焊机	
2) 微束等离子弧焊		的主要技术参数 ...	2. 157
.....	2. 137	5) 钢筋网多点焊机的	
5. 大电流等离子弧焊		主要技术参数 .....	2. 159
机的技术参数 .....	2. 138	3. 电阻凸焊机的技术	
6. 微束等离子弧焊机		参数 .....	2. 160
的技术参数 .....	2. 139	4. 交流电阻缝焊机的	
7. 脉冲等离子弧焊机		主要技术参数 .....	2. 162
.....	2. 141	5. 电容贮能缝焊机、点	
8. 等离子弧热丝堆焊		焊机及螺柱焊机的	
机 .....	2. 144	技术参数 .....	2. 163
1) 特点及用途 .....	2. 144	6. 电阻对焊机的主要	
2) 等离子弧热丝堆焊		技术参数 .....	2. 165
		7. 电极 .....	2. 167

1) 电极的型式及作用 .....	2. 167	参数 .....	2. 176
2) 常用电极材料的成分及性能 .....	2. 167	4) 电子束焊机的选用 .....	2. 179
8. 电阻焊机的选用 .....	2. 168	5) 电子束焊机的操作 与安全防护 .....	2. 179
1) 电阻焊机类型的选择 .....	2. 168	3. 激光焊设备 .....	2. 181
2) 电阻焊机功率的选择 .....	2. 169	1) 激光焊的特点、分类及应用 .....	2. 181
3) 典型工件选择对焊的方法 .....	2. 170	2) 激光焊设备的组成 .....	2. 182
第十三章 其他焊接设备 .....	2. 171	3) CO <sub>2</sub> 激光器的四种 型式 .....	2. 182
1. 电渣焊设备 .....	2. 171	4) CO <sub>2</sub> 激光器激励电 源 .....	2. 183
1) 电渣焊的分类及特点 .....	2. 171	5) 快速轴流式 CO <sub>2</sub> 激 光器的技术参数 ...	2. 184
2) 电渣焊机型号及代表符号 .....	2. 173	6) 日本产快速轴流式 CO <sub>2</sub> 激光器的技术 参数 .....	2. 186
3) 电渣焊对焊接电源的基本要求 .....	2. 173	7) 德国产横流式 CO <sub>2</sub> 激光器的技术参数 .....	2. 187
4) 常用熔化嘴电渣焊机的技术参数 .....	2. 173	8) 部分国产激光焊机的 技术参数 .....	2. 188
5) 常用熔化嘴电渣焊用电源的技术参数 .....	2. 174	9) 国外部分激光焊机的 特点及适用范围 .....	2. 188
2. 电子束焊设备 .....	2. 174	10) 激光焊设备的选用 原则 .....	2. 189
1) 类型及特点 .....	2. 174	4. 摩擦焊设备 .....	2. 190
2) 真空电子束焊机组成 .....	2. 176	1) 摩擦焊的特点及应	
3) 电子束焊机的技术			

用 .....	2. 190	的选择 .....	2. 197
2) 摩擦焊机的结构 .....	2. 191	3) 不同钎焊方法的主要特点 .....	2. 200
3) 摩擦焊机的选用 .....	2. 191	4) NCH 系列多工位自动火焰钎焊机 .....	2. 202
4) 国产连续驱动摩擦焊机的技术参数 ...	2. 192	5) QQ-12 型钎焊机技术参数 .....	2. 203
5) C-25A-2 型连续驱动摩擦焊机的技术参数 .....	2. 193		
6) 阿塞拜疆石化机械研究所连续驱动摩擦焊机系列的技术参数 .....	2. 193	第十四章 焊接设备的使用维护及故障排除 .....	2. 204
7) 国外部分连续驱动摩擦焊机的技术参数 .....	2. 193	1. 电焊机的使用与维护 .....	2. 204
5. 超声波焊机 .....	2. 194	2. 焊接设备常见故障的排除 .....	2. 205
1) 类型特点和应用 .....	2. 194	1) 弧焊变压器常见故障的排除 .....	2. 205
2) 超声波焊机的分类与组成 .....	2. 195	2) 弧焊发电机常见故障的排除 .....	2. 206
3) 超声波焊机的选用 .....	2. 196	3) 弧焊整流器常见故障的排除 .....	2. 207
4) 超声波焊机的技术参数 .....	2. 196	4) 埋弧自动焊机常见故障的排除 .....	2. 208
6. 钎焊设备 .....	2. 197	5) 手工钨极氩弧焊机常见故障的排除 .....	2. 210
1) 钎焊的特点及应用 .....	2. 197	6) CO <sub>2</sub> 气体保护焊机常见故障的排除 .....	2. 211
2) 常用材料的钎焊性及钎料、钎焊熔剂		7) 气体减压器常见故障的排除 .....	2. 213

8) 低压焊炬常见故障的排除 .....	2. 214
9) 射吸式割炬、割嘴	

常见故障的排除 .....	2. 215
---------------	--------

### 第三篇 切割设备及焊割常用辅助器具

#### 第十五章 火焰切割设备 ... 3. 3

1. 焊割用气体、气瓶及减压器( 阀).....	3. 3
1) 焊割用气体的特性及用途 .....	3. 3
2) 氧气瓶的规格及用途 .....	3. 5
3) 溶解乙炔气瓶的规格及用途 .....	3. 6
4) 液化石油气瓶的规格及用途 .....	3. 6
5) 乙炔发生器的规格及用途 .....	3. 7
6) 气体减压阀的参数及用途 .....	3. 8
2. 火焰切割与其他热切割法综合比较 .....	3. 9
3. 手工切割设备 .....	3. 10
1) 气焊( 或气割)设备 .....	3. 10
2) 射吸式焊炬 .....	3. 10
3) 射吸式焊炬型号表示方法 .....	3. 11
4) 射吸式焊炬的型号及主要技术参数 ...	3. 12

5) 射吸式焊炬的工作原理及优、缺点 .....	3. 12
6) 射吸式割炬 .....	3. 13
7) 射吸式割炬的基本参数 .....	3. 14
8) 等压式焊炬 .....	3. 15
9) 等压式焊炬的型号及主要技术参数 ...	3. 15
10) 等压式割炬 .....	3. 16
11) 等压式割炬的型号和主要技术参数 .....	3. 16
12) 等压式焊割两用炬的型号和主要技术参数 .....	3. 17
13) 等压式割嘴 .....	3. 17
14) 等压式割嘴的技术参数 .....	3. 18
15) 快速割嘴 .....	3. 18
16) 焊嘴与割嘴的截面形状 .....	3. 19
17) 氧气、乙炔快速接头的规格 .....	3. 20
4. 半自动气割机 .....	3. 20
1) 手扶式半自动气割	

机 .....	3. 20
2) 小车式半自动气割机 .....	3. 21
3) 仿形气割机 .....	3. 24
5. 自动气割机 .....	3. 26
1) 光电跟踪气割机 ...	3. 26
2) 门式气割机 .....	3. 28
3) 数控气割机 .....	3. 29
6. 专用气割机 .....	3. 34
1) 专用气割机的主要参数 .....	3. 34
2) CNCG 系列数控管道气割机 .....	3. 35
3) 便携式 1K-72T 全方位自动气割机 .....	3. 36
<b>第十六章 等离子弧气割设备</b> .....	3. 38
1. 等离子弧气割设备的组成及切割原理 .....	3. 38
2. 部分国产非氧化性等离子弧切割机的主要技术参数 .....	3. 39
3. KLG 系列空气等离子弧切割机的主要技术参数 .....	3. 40
4. 美国“海宝”HD3070 精细等离子弧切割机的主要技术参数 .....	3. 41

## 第十七章 激光切割设备

.....	3. 43
1. 激光切割装置的类型及用途 .....	3. 43
2. LMX 型一体式激光切割机的主要技术参数 .....	3. 44
3. Rf-2500 型数控激光切割机主要技术参数 ...	3. 44

## 第十八章 碳弧气刨设备

.....	3. 45
1. 碳弧气刨原理及设备用途 .....	3. 45
2. 碳弧气刨炬 .....	3. 45
1) 侧面送风式碳弧气刨炬 .....	3. 45
2) 对碳弧气刨炬的要求 .....	3. 46
3) 标准碳弧气刨炬及夹头 .....	3. 46

## 第十九章 焊接与切割常用辅助设备

工具 .....	3. 48
1. 电焊钳 .....	3. 48
2. 电焊面罩 .....	3. 48
3. 电焊护目镜片 .....	3. 49
4. 电焊手套、脚套 .....	3. 49
5. 气焊、气割用氧气橡胶软管与乙炔橡胶软管 .....	3. 49

6. 电焊机电缆 .....	3. 50	口机 .....	3. 53
7. NZHG 型自动内热 式焊剂烘箱 .....	3. 51	12. TRB 系列电焊条 保温筒 .....	3. 53
8. SRX-1 型焊丝盘绕 去锈机 .....	3. 51	13. 焊接辅助工具 .....	3. 54
9. ZH 型焊剂回收机 .....	3. 52	1) 气动铆钉枪 .....	3. 54
10. ZYH 系列自控远红 外焊条烘干箱 .....	3. 53	2) 立式端面气动砂 轮机 .....	3. 55
11. GPJ 系列管子坡		3) 电动角向磨光机 ...	3. 55
		4) 焊接测量器 .....	3. 56

## 第四篇 焊 接 材 料

第二十章 焊条 .....	4. 3	的表示方法 .....	4. 10
1. 焊条组成及外形特 征 .....	4. 3	3) 不锈钢焊条型号的 表示方法 .....	4. 11
1) 焊条的用途与组 成 .....	4. 3	4) 堆焊焊条型号的表 示方法 .....	4. 13
2) 焊条药皮 .....	4. 3	5) 铸铁焊条型号的表 示方法 .....	4. 14
3) 焊条偏心度 .....	4. 6	6) 铜及铜合金焊条型 号的表示方法 .....	4. 14
4) 焊芯直径和长度 .....	4. 7	7) 铝及铝合金焊条型 号的表示方法 .....	4. 15
2. 焊条分类 .....	4. 7	4. 焊条牌号的表示方 法 .....	4. 15
1) 焊条分类方法 .....	4. 7	1) 结构钢焊条( 碳钢 及低合金钢焊条 ) 牌号的表示方法 ...	4. 15
2) 酸性焊条与碱性焊 条 .....	4. 8	2) 钼和铬钼耐热钢焊 条牌号的表示方法 .....	4. 17
3) 酸性焊条与碱性焊 条的比较 .....	4. 8		
3. 各类焊条的型号表 示方法 .....	4. 9		
1) 碳钢焊条型号的表 示方法 .....	4. 9		
2) 低合金钢焊条型号			

3) 低温钢焊条牌号的表示方法 .....	4. 18	钢焊条的选择 .....	4. 25
4) 不锈钢焊条牌号的表示方法 .....	4. 18	5) 不同钢号焊接推荐选用的焊条 .....	4. 27
5) 堆焊焊条牌号的表示方法 .....	4. 19	7. 常用焊条的成分、性能和用途 .....	4. 29
6) 铸铁焊条牌号的表示方法 .....	4. 20	1) 结构钢焊条 .....	4. 29
7) 镍及镍合金焊条牌号的表示方法 .....	4. 20	2) 铬和铬钼耐热钢焊条 .....	4. 47
8) 铜及铜合金焊条牌号的表示方法 .....	4. 21	3) 低温钢焊条 .....	4. 47
9) 铝及铝合金焊条牌号的表示方法 .....	4. 21	4) 铬不锈钢焊条 .....	4. 56
10) 特殊用途焊条牌号的表示方法 .....	4. 22	5) 铬镍不锈钢焊条的化学成分 .....	4. 56
5. 碳钢和低合金钢的焊条芯 .....	4. 23	6) 铬镍不锈钢焊条的力学性能及主要用途 .....	4. 62
1) 碳钢和低合金钢焊条芯的牌号及化学成分 .....	4. 23	7) 堆焊焊条 .....	4. 65
2) 结构钢焊条焊缝金属抗拉强度等级 ...	4. 23	8) 铸铁焊条 .....	4. 68
6. 焊条选择 .....	4. 24	9) 镍及镍合金焊条 ...	4. 69
1) 同种钢材焊接时焊条的选择 .....	4. 24	10) 铜及铜合金焊条 .....	4. 69
2) 异种钢、复合钢焊接时焊条的选择 .....	4. 25	11) 铝及铝合金焊条 .....	4. 70
3) 低碳钢不同结构焊接焊条的选择 .....	4. 25	12) 特殊用途焊条 .....	4. 71
4) 低合金高强度结构		13) 航空工业用焊条 .....	4. 72
		14) 船舶工业常用焊条 .....	4. 73
		15) 船舶专用焊条 .....	4. 77
		16) 部分焊接材料经国内外各船级社(协会)认可一览表 .....	4. 78