

# 实用焊工手册

第三版

孙景荣 编



化学工业出版社

· 北京 ·

第三版《实用焊工手册》在前版的基础上，更注重了它的实用性。主要内容包括常用焊接设备；焊接工装夹具的结构及选用；接头形式及焊接符号；焊接材料；焊接工艺及方法；焊接质量检验及试验；焊接工艺评定及工艺规程以及焊接安全生产技术等方面，共分八章。本书适当删掉了部分理论内容，增加了大量的实用技术数据，以便供焊接工作者在生产施工过程中查阅。

本书是现场焊接工程技术人员和技术工人的一本工具书，为各行业焊工在生产过程中对焊接设备、材料、工艺方法的选择提供方便，可作为提高焊工理论知识和操作技能的学习用书。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

实用焊工手册/孙景荣编. —3版. —北京: 化学工业出版社, 2007.1

ISBN 978-7-5025-9913-3

I. 实… II. 孙… III. 焊接-技术手册 IV. TG4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 005611 号

---

责任编辑: 陈 丽

文字编辑: 张燕文

责任校对: 陈 静

装帧设计: 张 辉

---

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: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 13 $\frac{1}{4}$  字数 356 千字

2007 年 3 月北京第 3 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

当前，正是我国经济建设迅猛发展的时期，焊接技术已经广泛应用于国民经济的各个领域，成为不可缺少的先进技术之一。随着现代科学的进步，焊接新工艺、新材料、新装备不断涌现，机械化、自动化水平不断提高。人们对焊接过程有了新的认识，焊接工人队伍成为我国工业发展的重要技术力量。焊接工人的素质、生产效率、技术熟练程度等，都必须适应这一新形式的需要。这已经成为当前一项重要课题。

本手册是为适应新形势发展需要而编写的。在编写过程中，力求做到科学性、适用性、先进性、可靠性，并大量选用了国家最新标准、规范、法规、名词和术语。在内容上，除了着重解决焊工在实际工作中经常遇到的有关技术问题外，也考虑到指导现场施工的技术人员的工作需要。本手册列入了大量参数，特别是列入了新材料、新工艺、新的焊接设备等方面的有关数据和经验，以便于生产中应用。

本手册在层次上以精、短为主，尽量不纵向深入；各章节也尽可能地以图、表等易看、速查的形式编写，有利于读者随时、随地查阅、参考。书中内容针对性较强，特别注重实用性，知识面较广，资料较全，可以覆盖焊接结构生产的全过程。本手册适用于从事结构、锅炉、容器等各行业焊接生产的人员。

本手册主要收编了常用焊接设备；焊接工装、夹具选用；接头形式及焊接符号；焊接材料；焊接方法及工艺；焊接质量检验与试验；焊接工艺评定及工艺规程以及焊接安全生产技术等方面内容，共分八章，另有相关附录以供查阅。书中第一章由孙林林编写、第四章由刘文贤编写，其余由孙景荣、崔延鹏编写。全书经吉化集团

公司重型机械有限公司技术处的杜雪松（高工）负责校审。在编写过程中，得到吉林化工学院、吉化集团机械有限公司工艺处等单位大力支持，在此一并表示感谢。由于编者水平所限，书中难免有漏误与不妥之处，衷心希望广大读者批评指正。

编者

2006 年 10 月于吉化

# 目 录

第一章 常用焊接设备 .....	1
第一节 焊接设备的分类与型号 .....	1
一、焊接设备分类 .....	1
二、焊机型号及代表符号含义 .....	1
三、弧焊电源的特性 .....	5
第二节 常用各种手工弧焊设备 .....	8
一、弧焊变压器 .....	8
二、焊接整流器 .....	12
三、晶闸管相控式弧焊整流器 .....	14
四、逆变弧焊电源 .....	15
五、直流弧焊发电机 .....	19
六、钨极氩弧焊机 .....	21
第三节 熔化极气体保护焊机 .....	25
一、熔化极气体保护焊机的分类 .....	25
二、熔化极气体保护焊机的用途 .....	25
三、焊枪及送丝装置 .....	26
第四节 埋弧焊机 .....	28
一、埋弧焊机的种类及应用 .....	28
二、埋弧焊的专用设备 .....	30
第五节 等离子弧焊机 .....	35
一、微束等离子弧焊机 .....	36
二、大电流等离子弧焊机 .....	38
第六节 电阻焊机 .....	39
一、电阻焊机的组成及分类 .....	39

二、几种电阻焊机的主要技术数据 .....	41
第七节 特种焊接设备 .....	50
一、电子束焊机 .....	50
二、激光焊机 .....	51
三、摩擦焊机 .....	52
第二章 焊接工装夹具结构及选用 .....	57
第一节 定位器 .....	58
第二节 夹具体 .....	58
第三节 夹紧机构 .....	58
一、手动夹紧机构 .....	59
二、气动及液压夹紧机构 .....	67
三、磁力夹紧机构 .....	74
第四节 组合夹具 .....	77
第三章 焊接接头形式及焊接符号表示方法 .....	79
第一节 接头形式 .....	79
一、对接接头 .....	79
二、T形接头 .....	81
三、角接头 .....	81
四、搭接接头 .....	82
第二节 焊缝形式 .....	82
一、平焊缝 .....	82
二、立焊缝 .....	83
三、横焊缝 .....	83
四、仰焊缝 .....	83
第三节 焊接接头的设计规定 .....	86
第四节 焊缝符号标注及应用 .....	118
一、基本符号 .....	118
二、辅助符号 .....	120
三、补充符号 .....	121
第五节 焊缝符号在图样上的位置 .....	122

第六节	基本符号的应用	125
第七节	基本符号的组合	128
第八节	基本符号与辅助符号组合	130
第九节	焊缝尺寸符号及标注位置	131
第十节	焊缝符号标注错误示例	133
第四章	焊接材料	136
第一节	焊条	136
一、	焊条的组成	136
二、	焊条的分类、型号及牌号	137
三、	焊条的保管及使用	171
四、	常用国产焊条的特点及用途	173
第二节	焊丝	180
一、	实芯焊丝	180
二、	药芯焊丝	181
第三节	焊剂	200
一、	埋弧焊用焊剂	200
二、	气焊熔剂	208
第四节	钎料	209
一、	硬钎料	209
二、	软钎料	223
第五节	钎剂	233
一、	软钎剂	233
二、	硬钎剂	236
第五章	焊接方法及工艺	240
第一节	气焊	240
一、	特点	240
二、	应用范围	241
三、	焊接工艺	242
第二节	焊条电弧焊	245
一、	特点	245

二、应用范围	245
三、焊接工艺	245
第三节 埋弧焊	253
一、特点	253
二、应用范围	254
三、焊接工艺	254
第四节 二氧化碳气体保护焊	258
一、特点	258
二、分类及应用范围	259
三、操作技术	259
第五节 氩弧焊	263
一、特点	263
二、氩气的保护效果	264
三、分类及应用范围	266
四、焊接技术	267
第六节 等离子弧焊	270
一、特点	270
二、焊接过程	271
三、应用范围	272
四、焊接技术	273
第七节 电渣焊	274
一、特点	274
二、应用范围	275
三、焊接技术	276
第八节 点焊	282
一、特点	282
二、应用范围	282
三、焊接技术	283
第九节 缝焊	287
一、特点	287

二、种类及应用范围	288
三、工艺参数	288
第十节 凸焊	290
一、特点及应用范围	290
二、焊接工艺	291
第十一节 对焊	292
一、特点及应用范围	292
二、工艺参数	294
第十二节 摩擦焊	296
一、特点	296
二、应用实例	298
三、焊接工艺	298
第十三节 钎焊	300
一、特点	300
二、应用范围	301
三、焊接工艺	301
第六章 焊接质量检验与试验	309
第一节 焊接质量检验	309
一、各种焊接方法常见缺陷及防止措施	309
二、焊接接头无损检验	326
三、焊接接头力学性能试验	334
四、焊接接头冲击试验	339
五、焊接接头硬度试验	340
六、焊接接头压扁试验	341
七、焊接接头耐晶间腐蚀试验	343
八、焊接接头金相检验	346
九、焊接接头化学分析	348
十、压力容器致密性试验	348
第二节 焊条质量评定试验	350
一、外观质量检验	350

二、焊接工艺性能试验	352
第三节 可焊性试验	357
一、可焊性的定义	357
二、可焊性的分类	357
三、焊接使用过的试验方法	358
第七章 焊接工艺评定及焊接工艺规程	363
第一节 焊接工艺评定	363
一、焊接工艺评定的目的	363
二、焊接工艺评定的程序	364
三、焊接工艺评定的规则	367
四、试验要求与评定结果	380
五、焊接工艺评定指导书及焊接工艺评定报告推荐格式	389
第二节 焊接工艺规程	393
一、焊接工艺规程的作用	393
二、焊接工艺规程的编制原则	393
三、焊接工艺规程的制定依据	394
四、焊接工艺规程的基本要求和内容	394
第八章 焊接安全技术要求	398
一、焊条电弧焊安全技术要求	399
二、埋弧焊安全技术要求	400
三、钨极氩弧焊安全技术要求	400
四、熔化极气体保护焊安全技术要求	400
五、等离子弧焊安全技术要求	400
六、电渣焊安全技术要求	401
七、电子束焊安全技术要求	401
八、激光焊安全技术要求	401
九、电阻焊安全技术要求	402
十、摩擦焊安全技术要求	402
十一、钎焊安全技术要求	402
十二、高频焊安全技术要求	403

附录一	常用焊接标准目录 .....	404
附录二	常用标准代号 .....	407
附录三	焊接收缩余量 .....	409

# 第一章 常用焊接设备

随着焊接技术的飞速发展，焊接设备正在不断更新换代。一些陈旧、原始的焊接设备，已经不能适应现代焊接的需求。为此，本手册中对淘汰的设备（如 GX 系列等）从有关章节中删除；并将近年问世的新设备（如逆变电源等）录入手册中，以便焊接工作者在生产过程中使用现代焊接技术。

## 第一节 焊接设备的分类与型号

### 一、焊接设备分类

焊接设备分类如图 1-1 所示。

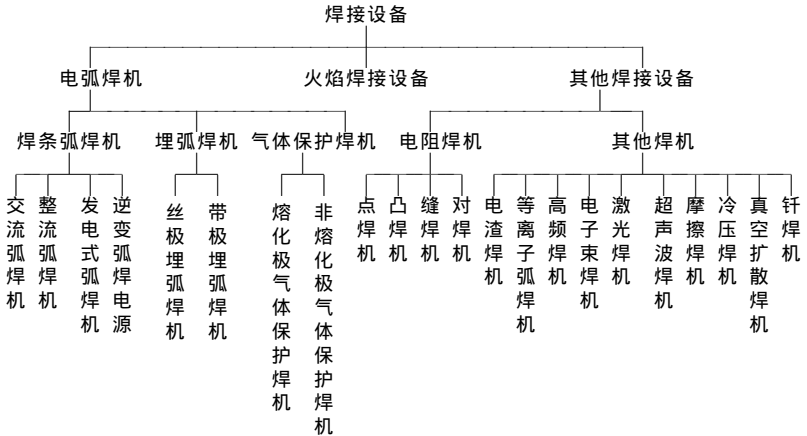


图 1-1 焊接设备分类

### 二、焊机型号及代表符号含义

焊机型号各号位符号的含义如图 1-2 所示。

## 2 实用焊工手册

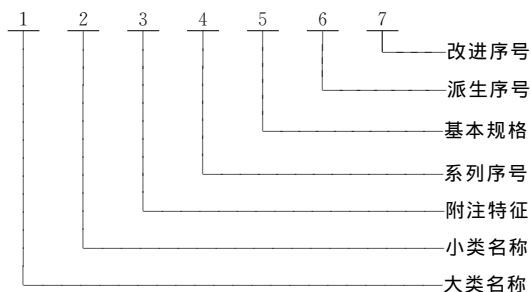


图 1-2 焊机型号各号位符号的含义

特殊环境的代表字母列于表 1-1 中。

表 1-1 特殊环境的代表字母

特殊环境名称	代表字母	特殊环境名称	代表字母
热带	T	高原	G
湿热带	TH	水下	S
干热带	TA		

电焊机型号代表字母见表 1-2。

表 1-2 电焊机型号代表字母

序号	第一字母		第二字母		第三字母		第四字母		第五字母	
	代表字母	大类名称	代表字母	小类名称	代表字母	附注特征	代表字母	系列序号	代表字母	基本规格
1	B	弧焊变压器	X P	下降特性 平特性	L	高空载 电压	省略 1 2 3 4 5 6	磁饱和式 动铁芯式 串联电抗式 动圈式 晶闸管式 抽头式	A	额定焊接 电流
2	Z	弧焊整流器	X P D	下降特性 平特性 多特性	省略 M L E	一般电源 脉冲电源 高空载电压	省略 1 2 3 4 5 6 7	磁放大器 动铁芯式 动圈式 晶体管式 晶闸管式 抽头式 变频、逆变	A	额定焊接 电流

续表

序号	第一字母		第二字母		第三字母		第四字母		第五字母	
	代表字母	大类名称	代表字母	小类名称	代表字母	附注特征	代表字母	系列序号	代表字母	基本规格
3	M	埋弧焊机	Z S U D	自动焊 半自动焊 堆焊 多用	省略 J E M	直流 交流 交直流 脉冲	省略 1 2 3 9	焊车式 横臂式 机床式 悬挂式	A	额定焊接 电流
4	W	TIG 焊机	Z S D Q	自动 手工 点焊 其他	省略 J E M	直流 交流 交直流 脉冲	省略 1 2 3 4 5 6 7 8	焊车式 全位置车式 横臂式 机床式 旋转焊头式 台式 机器人式 变位式 真空式	A	额定焊接 电流
5	N	MIG/MAG 焊机	Z B D U C	自动焊 半自动焊 点焊 堆焊 切割	省略 M C	氩气及混合 气保护焊 直流 氩气及混合 气保护焊 脉冲 二氧化碳 保护焊	省略 1 2 3 4 5 6 7	焊车式 全位置焊车 横臂式 机床式 旋转焊头式 台式 机器人式 变位式	A	额定焊接 电流
6	H	电渣焊机	S B D R	丝极 板极 多用极 熔嘴					A	额定焊接 电流
7	D	点焊机	N R J Z D B	工频 电容贮能 直流冲击波 次极整流 低频 变频	省略 K W	一般点焊 快速点焊 网状点焊	省略 1 2 3 6	垂直运动 圆弧运动 手提式 悬臂式 机器人式	kV·A J kV·A	额定容量 最大贮能 额定容量
8	T	凸焊机	N R J Z D B	工频 电容贮能 直流冲击波 次极整流 低频 变频			省略	垂直运动	kV·A J	额定容量 最大贮能

## 4 实用焊工手册

续表

序号	第一字母		第二字母		第三字母		第四字母		第五字母	
	代表字母	大类名称	代表字母	小类名称	代表字母	附注特征	代表字母	系列序号	代表字母	基本规格
9	F	缝焊机	N R J Z D B	工频 电容储能 直流冲击波 次极整流 低频 变频	省略 Y P	一般缝焊 快速缝焊 垫片缝焊	省略 1 2 3	垂直运动 圆弧运动 手提式 悬臂式	kV·A J kV·A	额定容量 最大贮能 额定容量
10	U	对焊机	N R J Z D B	工频 电容储能 直流冲击波 次极整流 低频 变频	省略 B Y G C T	一般对焊 薄板对焊 异形截面焊 钢窗闪光焊 自行车圈 链条	省略 1 2 3	垂直运动 圆弧运动 手提式 悬臂式	kV·A J kV·A	额定容量 最大贮能 额定容量
11	L	等离子弧焊接与切割	G H U D	切割 焊接 堆焊 多用	省略 R M J S F E K	直流 熔化极 脉冲 交流 水下 粉末 热丝 空气	省略 1 2 3 4 5 8	焊车式 全位置焊车 横臂式 机床式 旋转焊头式 台式 手工	A	额定焊接 电流
12	S	超声波焊机	D F	点焊 缝焊			省略 2	固定式 手提式	kW	输入功率
13	E	电子束焊机	Z D B W	高真空 低真空 局部真空 真空外	省略 Y	静止式 移动式	省略 1	二极枪 三极枪	kV mA	电子束电压 电子束流
14	G	光束焊机	D Q Y S	固定激光 气体激光 液体激光 光束			1 2 3 4	单管式 组合式 折叠式 横向流动式	J kW	输出能量 输出功率
15	Y	冷压焊机	D U	点焊 对焊			省略 2	固定式 手提式	kN	顶锻压力
16	C	摩擦焊机	省略 S D	一般旋转 惯性式 振动式	省略 S D	单头 双头 多头	省略 1 2	卧式 立式 倾斜式	kN	顶锻压力

续表

序号	第一字母		第二字母		第三字母		第四字母		第五字母	
	代表字母	大类名称	代表字母	小类名称	代表字母	附注特征	代表字母	系列序号	代表字母	基本规格
17	Q	钎焊机	省略 Z	电阻钎焊 真空钎焊					kV·A	额定容量
18	P	高频焊机	省略 C	接触加热 感应加热					kV·A	额定容量
19	R	螺柱焊机	Z S	自动 手工	M N R	埋弧 明弧 电容			A	额定电流
20	J	其他焊机		真空扩散 旋弧焊机	省略 D	单头 多头	省略 1	卧式 立式	m <sup>3</sup> kN	真空容量 顶锻压力
21	K	控制器	D F T U	点焊 缝焊 凸焊 对焊	省略 F Z	同步 非同步 质量控制	1 2 3	分立元件 集成电路 微机	kV·A	额定容量

### 三、弧焊电源的特性

#### 1. 弧焊电源的静特性

根据焊接方法的需要，焊接电弧的静特性大体分以下几种。

(1) 下降特性 这种特性适用于手工焊条电弧焊。其弧柱的电流密度较小，弧柱截面可以自由膨胀，随  $I_{\text{弧}}$  增大， $U_{\text{弧}}$  下降，如图 1-3 所示。

(2) 平直特性 这种特性适用于手工焊条电弧焊、埋弧自动焊、钨极氩弧焊。其弧柱电流密度中等，弧柱截面可以自由膨胀，随  $I_{\text{弧}}$  增大， $U_{\text{弧}}$  几乎不变，如图 1-4 所示。

(3) 上升特性 这种特性适用于埋弧焊（细丝）、熔化极气体保护焊。其弧柱电流密度较大或受大气压缩，弧柱不能自由膨胀，随  $I_{\text{弧}}$  增大， $U_{\text{弧}}$  上升，如图 1-5 所示。

#### 2. 弧焊电源的外特性

弧焊电源外特性是指在规定的范围内，弧焊电源稳态输出电流与端电压的关系。从电弧的静特性曲线可知，为达到焊接电弧由引弧到稳定燃烧的目的，要求电弧按照一定规律性来供给电压和电

## 6 实用焊工手册

流，即要求电源在引弧时能供给高的电压和较小的电流，当电弧稳定燃烧时，电流增大，而电压急剧下降。能满足这一要求的电源，称为陡降外特性电源。在坐标图上表示出这种电源的外特性曲线，称为电源陡降外特性曲线，如图 1-6 所示。

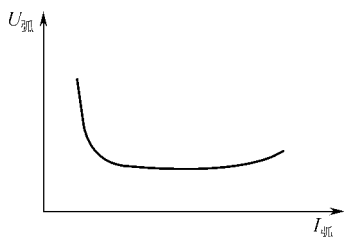


图 1-3 下降特性曲线示意



图 1-4 平直特性曲线示意

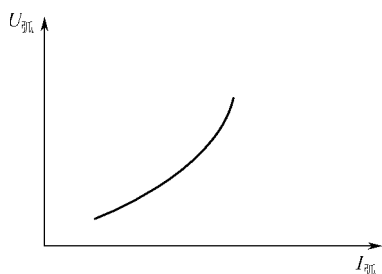


图 1-5 上升特性曲线示意

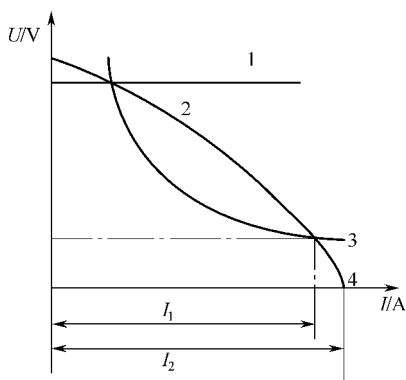


图 1-6 电弧稳定燃烧时电源的外特性的要求示意

$I_1$ —焊接电流； $I_2$ —短路电流；1—一般照明电源的平特性曲线；2—焊接电源的陡降外特性曲线；3—电弧静特性；4—电弧的稳定燃烧点

由图 1-6 可见，一般照明或动力用的电源，都是平直外特性，即无论输出的电流大小，输出的电压基本不变。具有陡降外特性的电源，不但能保证电弧稳定燃烧，而且能保证在短路时，不会产生过大的电流而将电源设备烧毁。