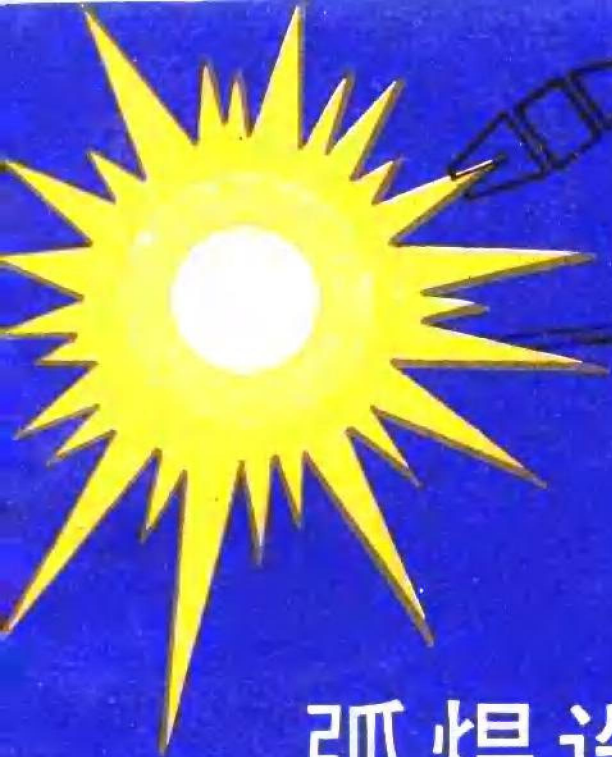
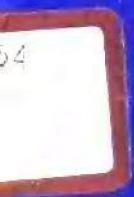




弧焊设备的使用与维护

黄国定 吴克俭 编著



机械工业出版社



焊接设备中，绝大部分是弧焊设备。

本书作者总结了长期使用弧焊设备的经验，结合实际介绍了我国各种常用弧焊设备的正确选择、安装、使用和维护等四个方面的内容；并通过实例，具体地分析了各类弧焊设备常见故障产生的原因及防止方法。此外，还介绍了弧焊设备的安全使用与节约用电方面的知识。

本书内容既有实践经验介绍，又有理论分析，可供焊工和从事焊接设备维修的人员阅读；也可供大、中专焊接专业师生及厂矿企业的焊接技术人员参考。

弧焊设备的使用与维护

黄国定 吴克铮 编著

*

责任编辑：俞逢英 版式设计：吴静霞

封面设计：王 伦 责任校对：熊天荣

责任印制：郭 炜

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 7 1/4·插页 1·字数 160 千字

1989 年 7 月北京第一版·1989 年 7 月北京第一次印刷

印数 0,001—4,300·定价：5.25 元

*

ISBN 7-111-00441-8/TH·77

前 言

焊接是一种基本加工方法。它与国民经济各部门的发展有直接关系。随着我国“四化”的进展，焊接技术愈显其重要性。

焊接方法分为熔焊、压焊、钎焊三大类，以熔焊为主；在熔焊中又以电弧焊的应用最为普及、广泛。1986年我国大约有各种焊接设备近10万台，其中弧焊设备占焊接设备总数的95%，即为佐证。

对数量如此众多的弧焊设备的正确使用与维护，于各个部门焊接任务的顺利完成，无疑具有十分重要的意义。本书就常用的弧焊设备在生产实际使用中出现的主要问题，阐述其使用与维护的基本知识与技术。

为使读者较全面地掌握弧焊设备的使用与维护方面的知识，本书还简要地介绍了弧焊设备的工作原理、结构特点。

在本书的编写过程中，一些电焊机制造厂及使用厂提供了有关原始资料；全书由浙江大学邹伯敏副教授审阅，在此一并致谢。

由于我们水平有限，难免存在一些错误和缺点，欢迎广大读者批评指正。

编者

1987年6月

目 录

前言

第一章 概述	1
§ 1-1 金属焊接方法与电弧焊机的分类	1
§ 1-2 电弧焊机的正确使用与维护的意义	4
第二章 焊接电弧及其对电源的要求	5
§ 2-1 焊接电弧	5
§ 2-2 电弧对弧焊机电源的基本要求	10
§ 2-3 弧焊电源的分类	15
第三章 直流弧焊发电机的使用与维护	17
§ 3-1 直流弧焊发电机	18
§ 3-2 直流弧焊发电机的使用与维护	26
第四章 弧焊变压器的使用与维护	43
§ 4-1 弧焊变压器	43
§ 4-2 弧焊变压器的使用与维护	52
第五章 硅弧焊整流器的使用与维护	60
§ 5-1 硅弧焊整流器的组成与分类	61
§ 5-2 常用硅弧焊整流器	62
§ 5-3 硅弧焊整流器的使用与维护	72
第六章 手工电弧焊机的使用与维护	82
§ 6-1 手工电弧焊电源的选用	82
§ 6-2 弧焊电源的安装	96
§ 6-3 手工电弧焊机的使用与维护	108
第七章 埋弧自动焊机的使用与维护	115
§ 7-1 埋弧自动焊机	115
§ 7-2 埋弧自动焊机的使用与维护	123
第八章 氩弧焊机的使用与维护	137

§ 8-1 概述与分类	137
§ 8-2 氩弧焊机	139
§ 8-3 氩弧焊机的使用与维护	156
第九章 二氧化碳弧焊机的使用与维护	180
§ 9-1 概述与分类	180
§ 9-2 二氧化碳弧焊机	181
§ 9-3 二氧化碳弧焊机的使用与维护	189
第十章 等离子弧焊机的使用与维护	201
§ 10-1 等离子弧焊机	202
§ 10-2 等离子弧焊机的使用与维护	211
第十一章 安全用电与节约用电	217
§ 11-1 安全用电	217
§ 11-2 节约用电	224
参考文献	226

第一章 概 述

焊接广泛地应用于国民经济各个部门，如机械、交通、建筑、化工、电力、航天、航空、原子能、海洋和电子等工业部门。“哪里有建设，哪里就需要焊接”。这句话是一点也不过分的。据统计全世界每年焊接结构的重量约占当年钢产量的60%左右，亦即全世界的钢铁有一半以上需经焊接加工后方能使用，足见焊接之重要。

今天，焊接不仅可以使金属材料永久地连接起来，也可以使某些非金属材料达到永久连接的目的。焊接应用的领域还在继续扩大。

§ 1-1 金属焊接方法与电弧焊机的分类

为了满足不同产品、不同材料和不同使用条件的需要，目前已有多种焊接方法，但总的来说主要有：熔焊、压焊与钎焊三大类，详见图 1-1。

电焊机按焊接热源原理来分，则有电弧焊机和电阻焊机两种基本类型。电弧焊机是通过电弧产生的热量熔化焊接材料（焊条、焊丝、焊剂）而使工件实现焊接的；电阻焊则是通过大电流使工件接合处产生很高的电阻热，达到塑熔并加压而实现焊接的。随着科学技术的发展和新热源的出现，新的焊接设备还在发展和增加。电焊机的类别如图 1-2 所示。

目前用得最广泛的是电弧焊机，它占全部焊机的90%以上。如1985年的弧焊电源占该年焊接电源产量的94.5%。电

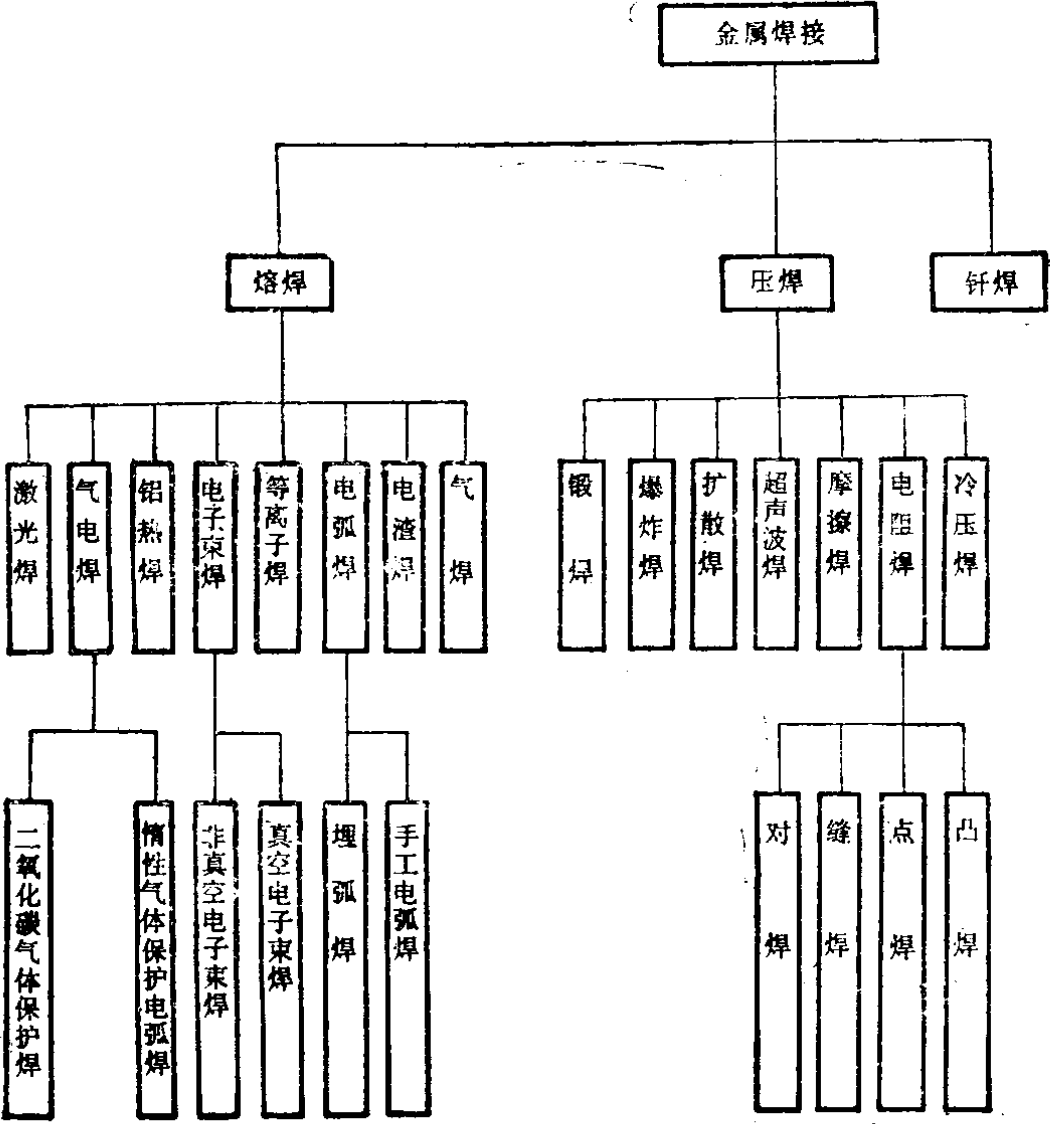


图1-1 金属焊接方法的分类

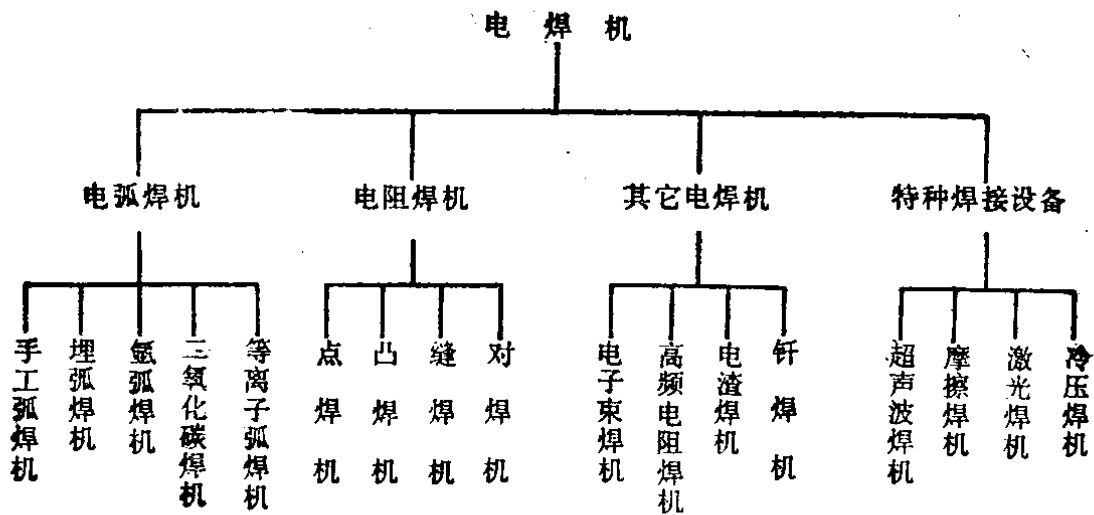


图1-2 电焊机的类别

弧焊机在电焊机“家族”中占有十分显赫的地位。1985年焊机产量构成比如表 1-1 所示。

表1-1 1985年电弧焊机产量及构成比

年 份 产量及构成比	1985年		弧焊电源占电焊机 总产量的百分比 (%)
	(台)	(%)	
总产量	89470	100	94.5
交流弧焊电源	50000	55.9	
整流弧焊电源	7000	7.8	
旋转弧焊电源	23570	26.3	
自动半自动弧焊电源	4000	4.5	
电阻焊机	4000	4.5	
其它焊机	900	1.0	

本书主要就是讲述电弧焊机的使用与维护的原理和方法。

§ 1-2 电弧焊机的正确使用与维护的意义

正因为弧焊机数量如此之多，使用如此之广，所以只有正确使用与维护电弧焊机，才能确保我国“四化”的各个领域中焊接任务的完成；再者，电弧焊机是电气设备，使用不正确，维护不良或检修不及时所造成的设备与人身事故往往较其它设备严重。故而此项工作具有重要的现实意义。

电弧焊机的正确合理使用与维护的主要目的，在于使电弧焊机经常处于正常的工作状态，达到安全可靠而经济地运转，从而保证焊接质量、安全生产。

要很好地掌握正确使用与维护焊机的方法与技术，首先要明了弧焊机的结构、组成和基本原理，否则将无从着手。故本书将首先介绍这方面的一些必要知识，在此基础上较详细地讲解电弧焊机的使用与维护。

第二章 焊接电弧及其对电源的要求

电弧焊电源是电弧焊机的供电设备，同一型式的弧焊电源可被多种电弧焊机选用，也就是说，电弧焊电源是电弧焊机的通用设备，所以首先予以介绍。

电弧焊电源的负载是焊接电弧。本章将首先分析焊接电弧的基本特点；在此基础上叙述焊接电弧对电源的基本要求；最后介绍常用电弧焊电源的分类。

§ 2-1 焊接电弧

电弧能放出强烈的光与热。我们常用的电弧焊就是利用电弧的热量来熔化焊条（焊丝）使工件进行焊接的。显然，焊接电弧的性能将直接影响焊接质量。只有了解焊接电弧的主要性质，才能明了产生焊接电弧的设备——电弧焊机应该具有怎样的性能，进而掌握电弧焊机的正确使用与维护的要点。

一、焊接电弧的构成

焊接电弧沿着其长度方向可分为阴极区、阳极区和弧柱区三个部分，如图 2-1 所示。三个区各具不同的电过程特点。

（一）阴极区

在阴极区的阴极表面有一个明亮的斑点。在阴极斑点中，大量的电子在电场和热能作用下逸出，形成一次电子发射的源地。

由阴极发射出的电子在电场作用下高速向阳极移动；而与此同时，弧柱中被电离的微粒——阳离子也向阴极移动。但由于阳离子质量远大于电子，其运动速度要比电子慢得多，这样，就使在阴极表面附近每一瞬间运动着的阳离子浓度远远超过电子浓度，因而在阴极区形成一个阳离子层。阳离子层与阴极表面形成较大的电位差，此电位差称为阴极电压降 U_i 。

(二) 阳极区

电弧中的电子受阳极的吸引，在阳极区形成电子层，该层与阳极形成电位差，此电位差称为阳极电压降 U_y 。

(三) 弧柱区

弧柱区是阳离子通向阴极、电子通向阳极的通道，同时又是空气受电子撞击而电离的场所。由于阴极区和阳极区的长度极小，因此弧柱长度就可以认为是电弧柱长度。弧柱区的负极端与正极端的电位差称为弧柱电压 U_r 。整个焊接电弧的电压降 U_f 为上述三者电压降之和，即：

$$U_f = U_i + U_y + U_r$$

式中 U_f ——电弧电压（伏）；

U_i ——阴极电压降（伏）；

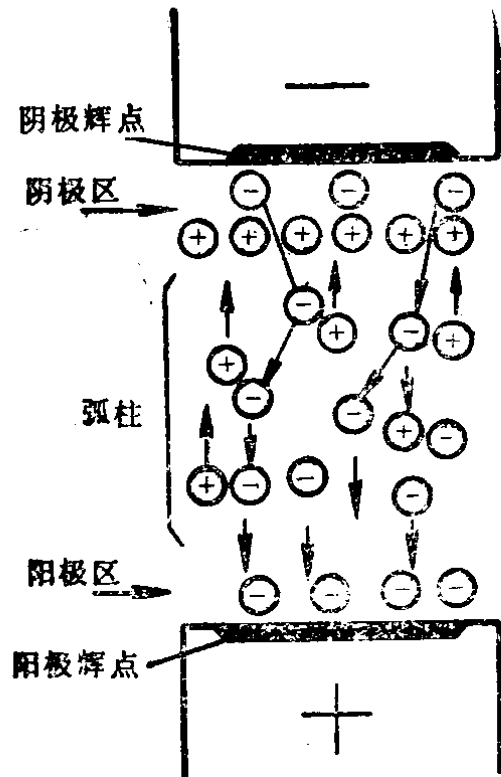


图2-1 焊接电弧的构造

U_y ——阳极电压降（伏）；

U_r ——弧柱电压降（伏）。

弧柱的温度高达6000~8000 K。

二、焊接电弧的静特性

电流通过电弧转化成热量，借此熔化焊条（焊丝）与工件进行焊接。这与电流通过电阻丝把电能转化成热量加热食品或其它物件比较，就电能转变成热能这一点上说是很相似的。但在两种电路中电流、电压和电阻之间的关系则大不相同。图 2-2 是直流电阻电路，图 2-3 是直流焊接电弧电路。

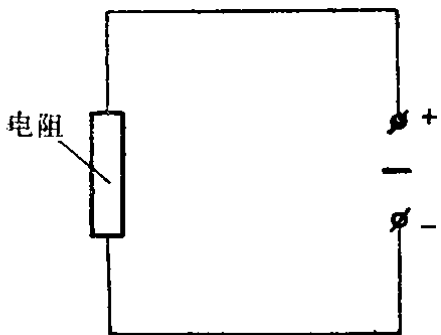


图2-2 电阻电路

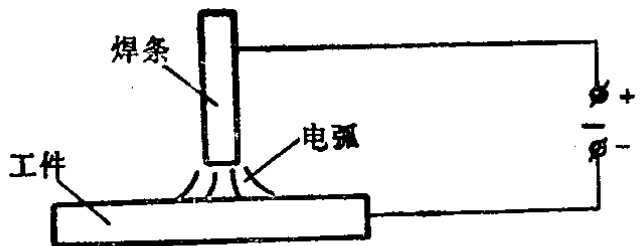


图2-3 电弧电路

在图 2-2 电路中，金属电阻两端的电压降与通过的电流值总是成正比，而且符合欧姆定律，即

$$U = IR$$

式中 U ——金属电阻两端的电压降（伏）；

I ——流经金属电阻的电流（安）；

R ——金属电阻值（欧）。

当金属电阻温升不很高时，电阻 R 基本不变，电流与电压的关系为直线关系，如图 2-4 所示。

而在图 2-3 的电弧电路中情况就要复杂得多。一定长度的电弧，一定直径的电极（焊条、焊丝）在稳定状态下测得

的电弧电压 U_f 和电弧电流 I_f 之间的关系不是一条直线，而是如图 2-5 所示为 U 形曲线。这说明电弧电路不服从欧姆定律，电弧的电阻不是常数，而是随电流变化而改变的。U 形曲线可分为 I、II、III 三段。

I 段电弧呈负特性，即电阻随电流增加而减小，电弧电压随电流增加而下降，是下降特性段；II 段电弧呈等压特性，即电流变化时电压基本不变，是平特性段；III 段的电弧电压随电流增加而上升，是上升特性段。

图 2-5 所示的曲线称为焊接电弧的伏安特性或静特性。这是焊接电弧最重要的特性。

由图 2-5 可见，I 段对应的电流较小，II 段对应的电流较大，III 段对应的电流最大。但电流大小是相对电极直径而言的，故准确地说，应该是 I、II、III 段的转折点位置、曲线下降与上升的斜度随电流密度的改变而改变。电流密度 j 是单位电极横截面积上通过的电流（安/毫米²），即

$$j = \frac{\text{电极电流(安)}}{\text{电极横截面积(毫米}^2\text{)}}$$

一般埋弧焊的伏安特性处于水平段，但当采用细焊丝时，将

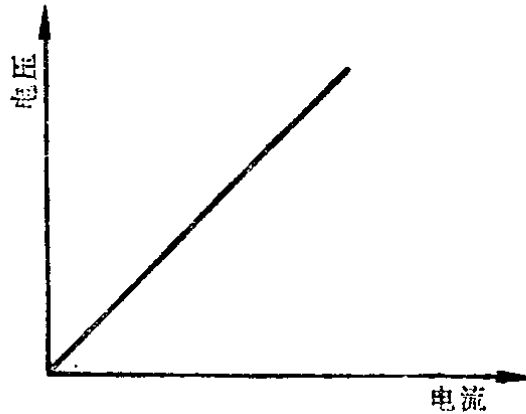


图2-4 普通电阻静特性

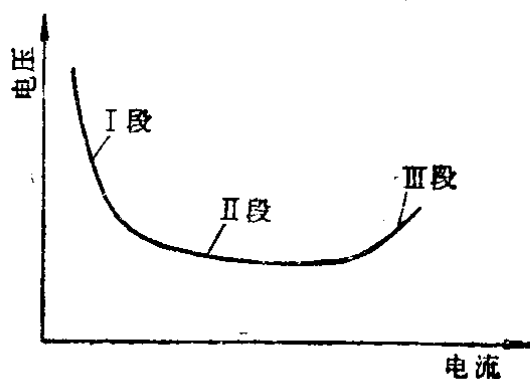


图2-5 电弧静特性曲线

处于上升伏安特性段。一般熔化极气体保护焊电流密度甚大，其伏安特性一般处于上升段，如图2-6 b所示。

这也就是说，不同的焊接规范（主要是焊接电流密度）和不同的工艺方法，在其正常使用范围内，并不包括电弧伏安特性的全部Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ段，而只是其中的一段。

下降伏安特性段对应的电弧极不稳定，一般只在电流密度甚小的脉冲氩弧焊的维弧电流中得到应用。手工电弧焊的电流密度一般在 $10 \sim 25$ 安/毫米² 之间，其电弧处于水平伏安特性段。由图2-5可见水平特性阶段电流变化甚广，所以电流密度在 $40 \sim 80$ 安/毫米² 的埋弧自动焊，也处于这个特性阶段。只有具有高电流密度的细焊丝埋弧焊时才逐步过渡到上升段。细焊丝熔化极气体保护焊电流密度较大，最高可达 200 安/毫米² 左右，它处于伏安特性的上

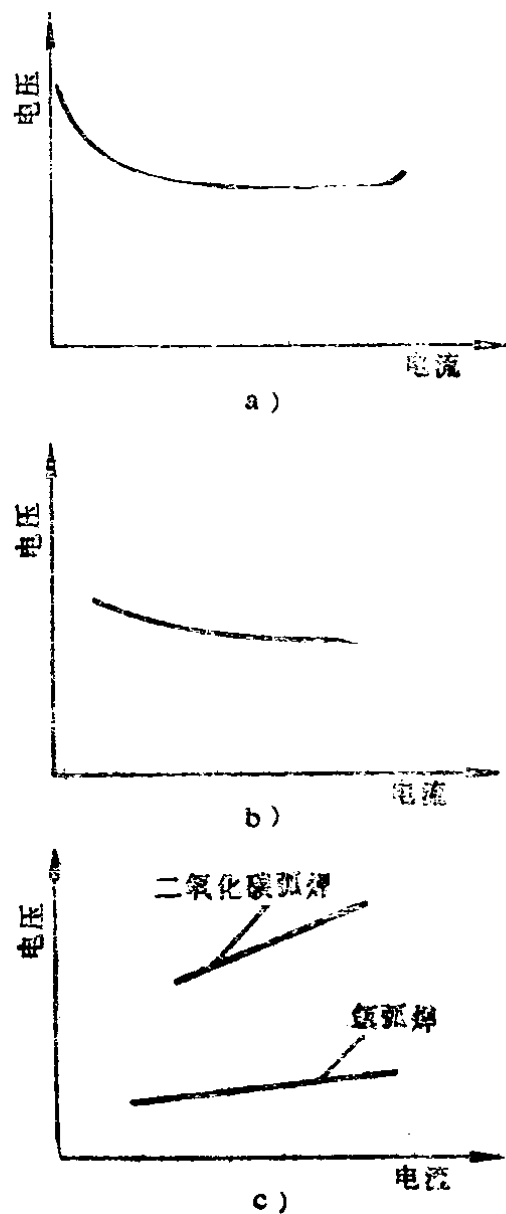


图2-6 几种焊接方法的电弧静特性曲线

a) 手工电弧焊 b) 埋弧自动焊
c) 气体保护焊

升段,见图 2-6。非熔化极气体保护焊基本处于水平特性阶段。

§ 2-2 电弧对弧焊机电源的基本要求

一、对电源外特性的要求

所谓“电源外特性”就是指在稳定状态下,电源输出的电流与输出端的电压的关系—— $U = f(I)$ 。它是弧焊电源至关重要的电气性能,直接决定了电弧是否能稳定地燃烧。

从焊接电路中可知,电源输出的电流就是焊接电流,故该电流必定是电弧静特性曲线与电源外特性曲线交点对应的电流值;电压也必然是两条曲线交点对应的电压值。故可将两条曲线按同一比例画在坐标图上,如图 2-7 所示。

图 2-7 中 A 与 B 是两条曲线的交点。在 A 点如因某种干扰而导致电流增加时,由于在电流增加方向,电源电压高于电弧燃烧所需要的电压,电弧或是熄灭或是越来越大,一直增到 B 点为止,可见 A 点不是稳定工作点。

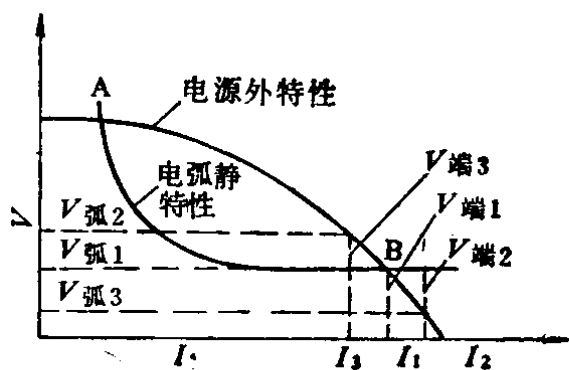


图2-7 下降外特性的电源

在 B 点,如因某种干扰而导致电流增加时,由于在电流增加方向,电源电压低于电弧燃烧所需要的电压,而使电流回到原来工作点 B 上。这就是说 B 点是稳定工作点。

由上面分析可以得出这样的结论:只有能够提供稳定工作点的外特性,才能保证电弧的稳定燃烧。而稳定点的标志就是在该点的电流增大方向,电源电压低于电弧燃烧所需要

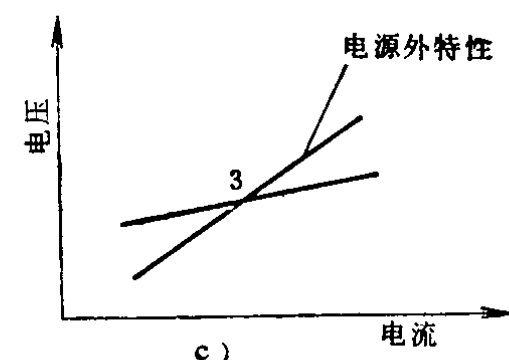
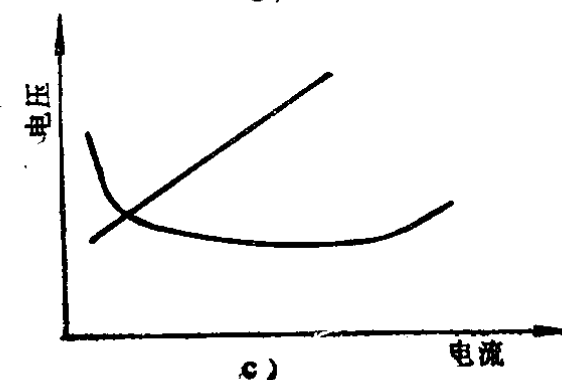
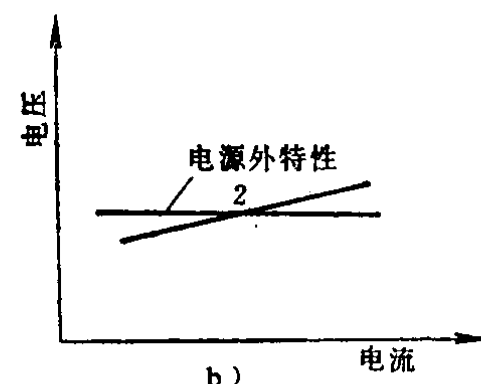
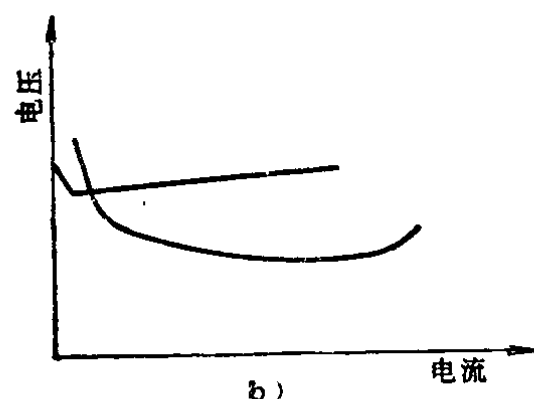
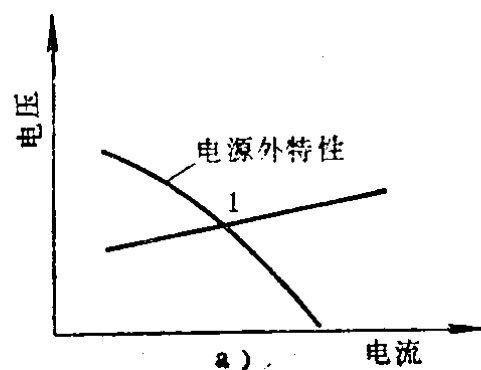
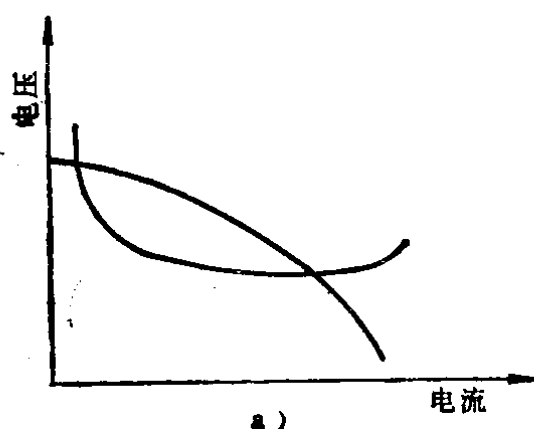


图2-8 手工电弧焊对电源外特性的要求

a) 下降电源外特性 b) 水平电源外特性 c) 上升电源外特性

图2-9 熔化极气体保护电弧静特性对电源外特性的要求

a) 下降电源外特性 b) 水平电源外特性 c) 上升电源外特性

的电压。

由上述结论可知，对于具有平伏安特性的手工弧焊电弧，只有下降外特性电源才能够提供稳定的工作点（图2-8

a), 而水平外特性和上升外特性电源, 则不能提供稳定工作点, 如图2-8 b、c 所示。

而对于具有上升伏安特性的熔化极气体保护焊电弧 (图2-6 c), 则不论具有下降的、平的或具有相当斜度上升的外特性曲线的电源均能适用。这一点由图2-9 可以看出。在分图 a、b、c 中均能见到, 从电源外特性曲线与电弧伏安特性曲线交点 1、2、3 起, 在电流增大方向电源电压均低于电弧燃烧所需要的电压。

但在这里要着重指出, 上面讲的“稳定点”是指在该点上电源供电与电弧用电之间的平衡, 也就是“供电-用电”系统的稳定。换言之, 这个“稳定”只是意味着在该点供电情况下, 电弧可以持续不灭地燃烧, 但并不等于说在该点供电情况下, 可以保证焊接规范 (电流、电压) 的稳定。

为了既保证“供电-用电”系统的稳定, 又保证焊接规范的稳定, 需要根据焊接方法与工艺, 选取恰当的外特性曲线。譬如上面讲到下降外特性电源能为手工电弧焊提供稳定点 (图2-9 a), 但事实证明, 为了保证焊接规范的稳定, 只是“下降”是不行的, 它还要求“陡降外特性电源”。现分析如下。

手工电弧焊时弧长完全由人手掌握, 不论技艺如何高, 总不可能保证弧长一直稳定不变, 事实上总是在或多或少地上下抖动着, 而弧长改变, 焊接规范最重要的指标——电流也将随之改变。但不同斜度的外特性, 电流改变值是不一样的。

由图2-10可知, 该图中电源外特性曲线比较平坦, 这时如果因弧长抖动, 电流工作值偏离 ΔI 时, 电源输出的端电压和电弧电压出现 ΔU_1 的差额。在图2-11中, 电源外特性曲线