

火电生产类学徒工初级工培训教材

焊接基础知识

(试用本)

水利电力出版社

内 容 提 要

本书为火电生产类学徒工初级工培训教材之一，主要叙述电焊、气焊的设备及其使用方法；介绍焊条和焊丝的知识；讲述电力生产中常用的接头型式和对口技术；简要叙述手工电弧焊及气焊气割的原理，并着重介绍基本的操作手法。此外，对焊接变形和常见的焊接缺陷也作了简要叙述。本书可供具有初中毕业文化程度的学徒工初级工培训使用，也可供有关的技术工人自学时参考。

火电生产类学徒工初级工培训教材

焊 接 基 础 知 识

(试用本)

*

水利电力出版社出版发行

(北京德胜门外六铺炕)

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 3.625印张 78千字

1983年4月第一版 1983年4月北京第一次印刷

印数00001—65000册 定价 0.32元

书号15143·5161

前 言

为了提高水利电力系统学徒工初级工的技术水平,使技工培训工作逐步走向正规化、系统化,我们统一组织编写了水电生产、水电施工、火电生产、火电建设和供电等五类学徒工初级工的培训教材。

这五类培训教材是按照原水利部、原电力工业部颁发的工人技术等级标准中相应的应知技术理论要求编写的。每一工种的培训教材包括基础课与专业课两部分,注意到学徒工初级工两个阶段技术理论教育的系统性和完整性,力求密切联系生产实际,深入浅出,突出工人培训教材的特点。

火电生产类培训教材包括22个工种共23本,其中基础课11本,专业课12本,委托山西省电力工业局组织编写,并约请各大区网局和省电力工业局的有关同志参加审稿。

《焊接基础知识》系基础课教材之一,由太原第二热电厂杨志同志主编,山西省电力工业局周昌荣同志参加了编写,山西电建工程局总工程师党定学以及陕西坝桥电厂、东电三公司一处、华东电建一公司等单位参加了审定。

由于编写时间仓促,又缺乏经验,培训教材中难免存在错误和不妥之处,现以试用本出版,内部发行。希望使用单位和广大读者提出宝贵意见,以提高再版的质量。

水利电力部

1982年12月

目 录

前言

绪论 1

第一章 电弧焊设备及工具 2

第一节 电焊机的要求 2

第二节 电焊机的选择及电焊机的暂载率 5

第三节 交流电焊机 8

第四节 直流电焊机 17

第五节 电焊机常见故障产生的原因及排除方法 23

第六节 手工电弧焊工具 25

思考题 27

第二章 气焊气割设备及工具 28

第一节 气焊气割用气 28

第二节 乙炔发生器 30

第三节 回火防止器 34

第四节 附属设备 36

第五节 气焊气割工具及辅助工具 43

思考题 46

第三章 焊条及焊丝 47

第一节 电焊条的分类及其用途 47

第二节 选择电焊条的要点 54

第三节 电焊条的质量评定与保管 56

第四节 焊丝 57

思考题 59

第四章 对口技术 60

第一节	焊接接头型式及坡口型式	60
第二节	对口技术要求	65
思考题		69
第五章	手工电弧焊技术	70
第一节	手工电弧焊的特点	70
第二节	电弧及电源	71
第三节	焊缝的空间位置	78
第四节	电流及焊层的选择	81
第五节	基本操作技术	83
思考题		93
第六章	气焊气割技术	94
第一节	气焊气割的原理	94
第二节	气焊技术	95
第三节	气割技术	100
思考题		104
第七章	焊接变形及其消除方法	105
第一节	焊接变形及其消除方法	105
第二节	焊缝常见的缺陷	108
思考题		110

绪 论

近代焊接技术的历史虽然很短，但其发展速度却是很快的。过去金属结构使用最多的铆接方法，已被焊接方法所代替。锅炉制造业零部件间的连接，几乎已全部使用了焊接。这是因为焊接比铆接具有一系列的优点。

完成同样的连接任务，焊接比铆接约节省金属20%；焊接的准备和装配工作比铆接简单，能节省大量的工时和人力；焊接设备费用低，占地面积小，操作灵活，投资少；焊接产品的严密性好。使用焊接方法可以免除铆接带来的巨大的噪音，劳动条件有所改善，劳动强度大为降低，所以，焊接是有发展前途的工种。

焊接是指两件分离的金属部件借助于第三者——焊条，而连接成一个整体的过程。焊接是晶内的连接。钎接（焊）是通过熔化的钎料与钎接金属表面形成连接的。

焊接技术在火力发电厂的安装和检修中占着十分重要的地位。焊接质量的好坏直接关系到电厂的安全运行。因此，作为一名电业检修工人，除学好本专业知识外，还要很好地学习焊接基础知识，从而保证电力生产的安全经济运行。

第一章 电弧焊设备及工具

手工电弧焊的设备，包括交流手弧焊变压器，直流手弧焊发电机和手弧焊整流器。这些设备分别简称为交流弧焊机、直流弧焊机和焊接整流器，它们统称为电焊机。

第一节 电焊机的要求

为了获得优质焊接接头，电弧稳定地燃烧是个重要因素。决定电弧稳定燃烧的许多因素中，首要的因素是电焊机。对电焊机的基本要求有如下三点。

1. 陡降的外特性 为了达到焊接电弧由引弧到稳定地燃烧这个目的，电源应能按照一定的规律供给电压和电流，也就是说要求电源在引弧时能供给电弧较高的电压和较小的电流；当电弧稳定燃烧时，电流增大，电压则应急剧降低，如果焊条与工件短路，短路电流不应太大，而应限制在一定数值。能够满足这种要求的电源，称为具有陡降外特性的电源，这种电源外特性的曲线称为电源的陡降外特性曲线如图1-1所示。

电焊机具有陡降外特性，不仅能保证电弧稳定地燃烧，而且能保证短路时不会产生过大电流而将电焊机烧毁。一般电焊机的短路电流为焊接电流的120~130%，最大不得超过150%。

调好电焊机的电流后，即电焊机的外特性不变时，在正

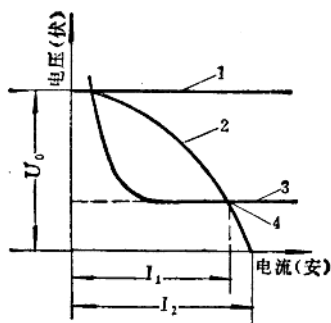


图 1-1 电弧稳定燃烧对电源外特性的要求

I_1 —焊接电流； I_2 —短路电流； U_0 —空载电压

1—一般照明电源的平外特性；2—焊接电源的陡降外特性曲线；

3—电弧的静特性曲线；4—电弧稳定燃烧点

常的焊接过程中，若拉长电弧，则焊接电流下降，电弧电压增高，使焊缝熔深减小，熔宽加大。反之，如果压低电弧，则焊接电流增大，电弧电压降低，焊缝熔深增大，熔宽减小。图1-2是电弧长度的变化对电流影响的示意图。

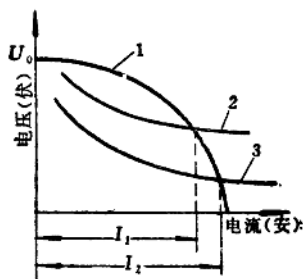


图 1-2 电弧长度变化引起的电流变化

I_1 —拉长电弧时的焊接电流； I_2 —压低电弧时的焊接电流； U_0 —空载电压

1—焊接电源的陡降外特性曲线；2—较长电弧的静特性曲线；3—较短电弧的静特性曲线

2.适当的空载电压 焊接时，为了便于引弧，要求电焊机具有较高的引弧电压。引弧电压就是未焊时的焊机电压，也称空载电压。

空载电压对引弧和稳定燃烧都有重要的作用。如果单从引弧和稳定燃烧考虑，电焊机的空载电压则越高越有利。如从安全和降低电焊机的成本考虑，电焊机的空载电压则越低越好。因此，电焊机的空载电压应能既保证引弧和稳定燃烧，又保证焊工的安全。目前，我国生产的直流电焊机的空载电压大多在40~90伏之间，交流电焊机的空载电压大多在60~85伏之间。生产实践证明，交流电焊机的空载电压低于65伏时，常给焊接过程造成困难。

3.灵活的调节电流 工件有厚薄，焊条有粗细，为了保证可靠的焊接，电焊机应能灵活地调节焊接电流。一般情况下，电焊机能调节的最大电流如不小于最小电流的4~5倍，即可满足使用要求。一般电焊机通常都有粗调和细调以实现焊接电流的调节。

4.良好的动特性 焊接过程中，电焊机的负荷总是不断地变化的。例如，引弧时焊条与工件短路，随即又突将焊条拉开；焊接过程中，焊条金属的熔滴往熔池过渡，将焊条与工件短路，随后电弧又拉长等，这些都引起电焊机负荷发生急剧变化。由于焊接回路中总有一定感抗存在，电焊机的输出电流和电压不可能迅速地依照外特性曲线变化，而要经过一个过渡过程才能稳定在外特性曲线上的某一点。电焊机的结构不同，这种过渡过程的性能也不同。电焊机的这种过渡过程的性能称为电焊机的动特性。

动特性良好的电焊机，引弧时容易起弧，焊接过程中电弧长度的变化平稳而不易熄弧，飞溅也较少，施焊者明显地

感到焊接过程很“安静”，电弧很“柔软”。相反，动特性不好的电焊机，引弧时焊条容易粘在工件上，或焊条拉开的距离稍大一些就不能起弧，焊接过程中电弧偶尔拉长一些就易熄灭，飞溅有时也较严重，施焊者感到电弧很“暴躁”，很“硬”。

5. 电焊机的结构必须牢固、轻巧并易维修。

第二节 电焊机的选择及电焊机的暂载率

手工电弧焊机的分类如表1-1。每一类中又按额定次级电流（焊接电流）分成各种型号，各种型号电焊机的技术数据，将在以后有关章节予以介绍。

表 1-1 手工电弧焊机分类

交流手弧焊	串联电抗器类	分体动铁式(包括多站式) 同体动铁式 饱和电抗器式	
变 压 器	漏磁变压器类	动铁式 动圈式 抽头式 饱和磁分路式	
直 流	直流手弧焊发电机	他激差复激式(包括电流反馈式) 三电刷差复激式多站式(自激差复激式) 三电刷裂极式 间极去磁式	
手弧焊机	手弧焊整流器	三相	磁放大器式(包括高压引弧式) 动铁式 动圈式 可控整流器式
		单相	直流 交直流两用

一、电焊机的选择

1. 电焊机类别的选择 如果焊接产品要求用碱性低氢型直流焊条(即焊条牌号末位数字为“7”者)焊接，应选用直流电焊机(直流手弧焊发电机或者手弧焊整流器)。一般情况

下，通常尽量选用交流电焊机，因为交流电焊机价格低，使用和维护较简单。交直流弧焊机优缺点的比较，如表1-2。

表 1-2 交直流弧焊机优缺点比较

项 目	交 流	直 流
电弧稳定性	低	高
极性可换性	无	有
磁吹影响	很小	较大
空载电压	较高	较低
触电危险①	较大	较小
构造与维修	较简	较繁
噪音	不大	发电机大、整流器很小
成本	低	高
供电	一般为单相供电	一般为三相供电
重量	较小	较大

① 交流峰值电压(正弦波)为 $\sqrt{2}U_0$ ，故有触电危险。

2. 电焊机容量的选择 电焊机型号前面的字母和字母后面的数字，表示电焊机的结构形式，例如BX1-×××、AX-×××、ZX-×××，后面的数字表示额定次级电流值，例如×××-330、×××-320、××-165。

焊接时的主要规范是焊接电流。因此，按照需要的焊接电流，从电焊机型号后面的数便可选择电焊机的容量，不必用计算所需的焊接容量（即功率）的办法选择电焊机。

二、电焊机的暂载率

电焊机的输出功率（可粗略地看能输出多大电流）主要由电焊机发热的情况来决定。因为发热严重，温升过高，电焊机便会烧毁，所以温升是有一定的限制的（一般不得超过60~80℃）。电焊机的温升，一方面取决于焊接电流的大

小，同时也取决于负荷的状态（如长时间连续通电、间断通电）。相同焊接电流的时候，如果长时间连续焊接，电焊机的温升就高；如果间断地焊接，电焊机的温升就低一些。为了让电焊机的温升不超过所允许的数值，连续焊接时，应使电焊机的输出电流小一些；间断焊接时，可使电焊机的输出电流大一些。对不同负荷状态，应给电焊机规定不同的输出电流（焊接电流），这样才能不烧毁电焊机，又能合理发挥电焊机的能力。电焊机的暂载率是用百分数表示电焊机的某种负荷状态，如连续焊接的负荷状态，其暂载率为100%。实际上，手弧焊多为断续焊接的负荷状态，其暂载率的计算方法为

$$\text{暂载率} = \frac{\text{在选定的工作时间周期内电焊机负载的时间}}{\text{选定的工作时间周期}} \times 100\%$$

我国有关标准规定，500安以下的焊机选定的工作时间周期为5分钟。计算暂载率时，只要测出在焊接过程中每个5分钟内电焊机输出焊接电流的时间（即电弧燃烧时间），代入上式就可计算出暂载率。

实际证明，手工电弧焊在5分钟的时间周期内，总有一段时间用来换焊条，打药皮及修理焊缝等，也就是说电弧燃烧的时间不够5分钟，因此，暂载率通常小于100%。我国规定手工电弧焊的额定暂载率为60%，铭牌上规定的额定电流，即指在额定暂载率负荷状态下允许使用的焊接电流。

如果焊缝很短，停弧次数多，则暂载率比额定暂载率低；相反，如果手工焊改作自动焊，那么暂载率就比额定暂载率大。负荷的暂载率比额定暂载率小时，允许使用的焊接电流可比额定电流大。负荷的暂载率比额定暂载率大时，允

许使用的焊接电流必须小于额定电流。国产电焊机铭牌上均标有不同暂载率时所允许使用的焊接电流，如表1-3。

表 1-3 不同暂载率电流值对照表

暂载率(%)	100	80	60 ^①	40	20
电 流 值 (安)	116	130	150	183	260
	230	257	300	363	516
	387	434	500	611	868
	775	868	1000	1222	1735

① 表中60%为额定暂载率。

第三节 交 流 电 焊 机

交流电焊机是手弧焊电源中最简单而普遍的一种，它具有材料省、成本低、效率高、使用可靠、维修容易等优点。由于优质交流电焊条的大量生产，交流电焊机益加得到广泛的使用。采用交流电焊机焊接，磁偏吹的现象很少发生。但交流电焊接的电弧稳定性比直流电差，热量分配也不够理想，所以交流电焊接质量比直流电焊接质量差。

一、基本原理及主要数据

交流电焊机是一个特殊的降压变压器，具有陡降的外特性。为了保证外特性陡降及交流电弧的稳定燃烧，在电源内部应有较大的感抗。获得感抗的方法，一般靠增加变压器本身的漏磁或在漏磁变压器的次级回路中串联电抗器。调节电流的原理，就是调节电焊机的感抗值（如改变动铁芯，动绕组的位置或调节铁芯的饱和程度）。

根据获得陡降外特性的方法，交流电焊机可归结为两大类，即串联电抗器类及漏磁变压器类。常用交流电焊机的型号及主要技术数据见表1-4。

二、常用交流电焊机简介

(一) BX1-330型交流电焊机

BX1-330型(BS-330型)交流电焊机是目前国内使用较广的一种焊机，其结构属于动铁芯漏磁式类型。空载电压为60~70伏，工作电压为30伏，电流调节范围为50~450安。

1. 电焊机的构造 BX1-330型交流电焊机是一台具有三只铁芯柱的单相漏磁式降压变压器，两边为固定的主铁芯，中间为可动铁芯。变压器的初级线圈为筒形，绕在一个主铁芯柱上。次级线圈分为两部分，一部分绕在初级线圈外面，另一部分兼做电抗线圈，绕在另一个主铁芯柱上。焊机的两端装有接线板，一端为初级接线板，供接入网路电源用；另一端为次级接线板，供接往焊接回路用，并可采用接法I和接法II两种方法进行电流粗调节。转动电焊机的电流调节手柄可以使中间的动铁芯前后移动，进行电流细调节。

2. 工作原理 BX1-330型电焊机的工作原理如图1-3。焊机的陡降外特性是靠动铁芯的漏磁作用而获得的。

空载时，由于无焊接电流通过，电抗线圈不产生电压降，故具有较高的空载电压，便于引弧。

焊接时，次级线圈有焊接电流通过，同时在铁芯内产生磁通，可动铁芯的漏磁显著增加，这样，次级电压就下降，从而获得降压的外特性，外特性曲线如图1-4。图中曲线1为接法I，动铁芯在最里位置；曲线2为接法I，动铁芯在最外位置；曲线3为接法II，动铁芯在最里位置；曲线4为接

常用交流电焊机主要技术数据

表 1-4

交流焊机型号	新型号	BX1-330	BX-500	BX3-500	BP-3×500	BX6-120	BX1-135
	旧型号	BS-330	BA-500	BK-500	BM-3×500		
变压器类别	动铁芯调磁式		同体式	动圈式	多站式	手提抽头式	动铁式
初级电压(伏)	220/386		220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
空载电压(伏)	按 I 法	70 60	60	70 60	70	分 9 级	75 60
	按 II 法	50~180 160~450	150~700	60~190 170~670	35~210	45~160	25~85 50~150
额定工作电压(伏)	30		30	30	25	25	30
额定暂载率(%)	65		65	60	65	10	65
初级电流(安)	220V	96	145	151	320		41
	380V	56	84	87.4	185		23.5
额定焊接电流(安)	330		500	500	155	125	135
不同暂载率时的焊接电流 (安)	100%	265	100%	400	388	变压器次级连 续电流为 3×500	
	65%	330	65%	500	500		135
	35%	450	30%	700	670		150

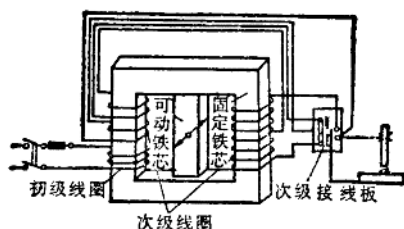


图 1-3 BX1-330型交流电焊机的原理图

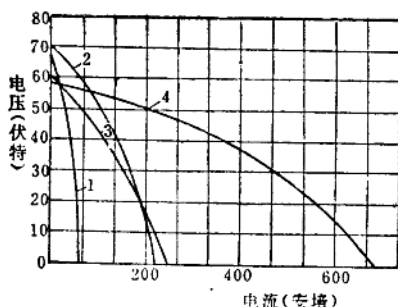


图 1-4 BX1-330型交流电焊机的外特性曲线

法II，动铁芯在最外位置。

短路时，通过电抗线圈的电流越大，则产生的磁力线也越多，产生的反电压也越大，使次级线圈的电压接近于零，这样就抵消了短路电流。

3. 调节电流的原理 BX1-330型交流电焊机是一个特制的降压变压器，通过改变其次级线圈的匝数（圈数），可达到电流粗调的目的。这种调节范围较大，电流可成倍的变化。调节的方法就是改变次级线圈接线板上连接片的位置。如图1-5所示，当连接片在位置I的时候，空载电压为70伏，

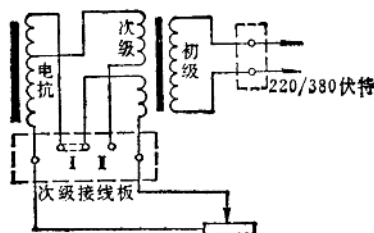


图 1-5 电流粗调节

焊接电流调节的范围是50~180安，当连接片在位置 II 的时候，空载电压为60伏，电流调节范围是160~450安。

这种电焊机的电流细调方法是改变动铁芯的位置。如图1-6所示，当动铁芯在主铁芯中间时，空气间隙小，磁阻小，磁力线多，产生的反电压大（阻碍电流的力量大），电流减小；动铁芯离开主铁芯时，空气间隙大，磁阻大，磁力线少，产生的反电压小，电流增大。

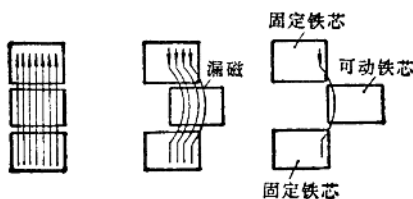


图 1-6 电流细调节

(二) BA-500型交流电焊机

BA-500型交流电焊机的结构属同体组合电抗器式。空载电压为60伏，工作电压为30~40伏，电流调节范围为150~700安。