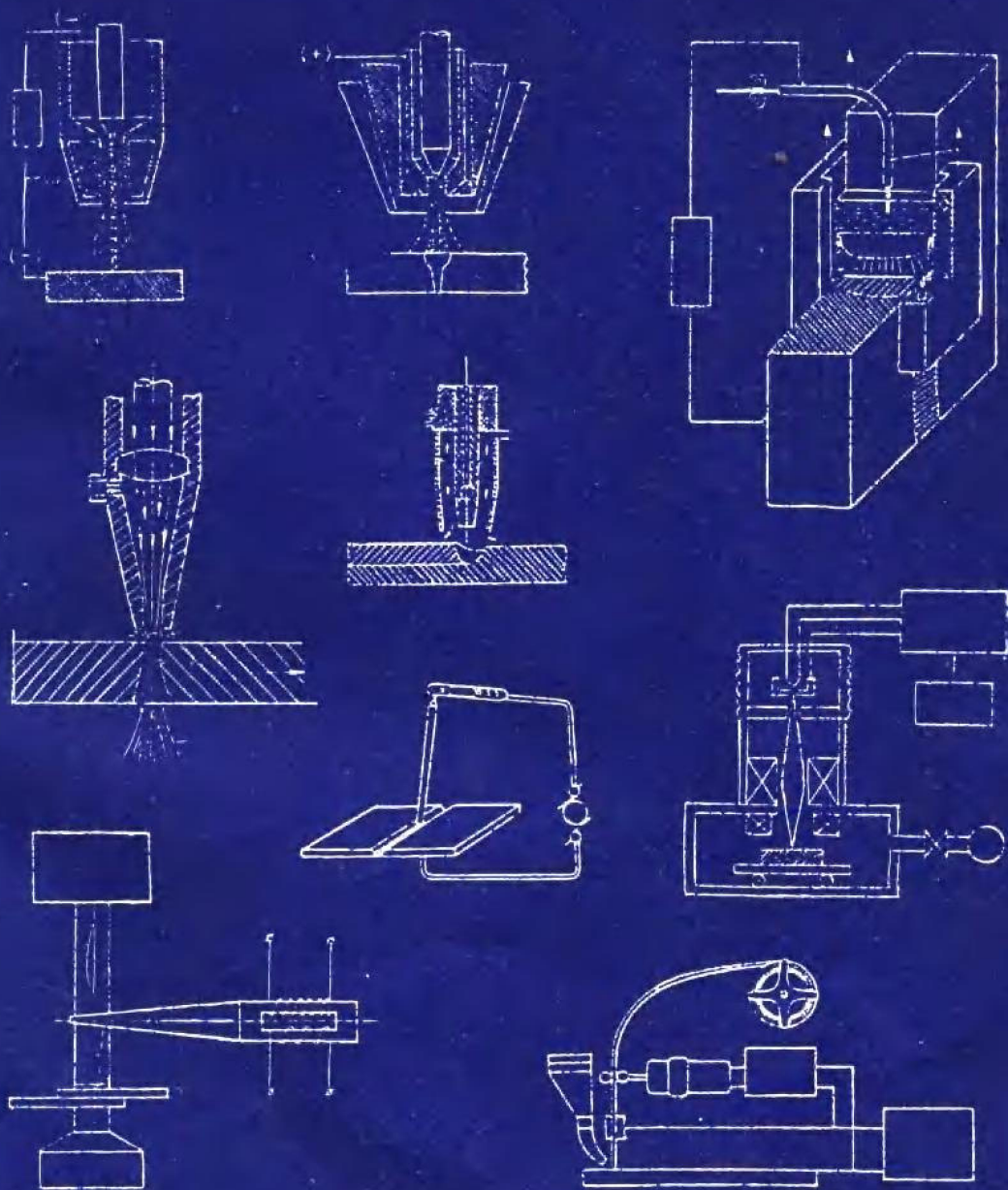


各类电焊机 使用、维修指南

崔信昌 主编



上海科学技术文献出版社

各类电焊机使用、维修指南

崔信昌 主 编

上海科学技术文献出版社

各类电焊机使用、维修指南

崔信昌 主编

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销

上海科学技术文献出版社
昆山联营厂印刷

开本 787×1092 1/16^{*} 印张 22.75 字数 302,000

1990年2月第1版 1990年2月第1次印刷

印数: 1—7,000

ISBN 7-80513-386-7/T·131

定价: 8.70元

《科技新书目》193-271

内 容 简 介

本书阐述了交直流弧焊机、气体保护焊机、埋弧焊机、等离子弧切割机和等离子弧焊接机、电阻点焊机、缝焊机、对焊机、电渣焊机、电子束焊机、激光焊机及超声波焊机的基本原理，介绍了各类焊机电气原理图、外部接线图、技术性能数据、使用规范参数、维修技术、质量检查、安全防护等方面的理论和实践知识。这是一本深入浅出的、颇有实用价值的指导性参考书。

本书可供广大焊工和焊接技术人员以及从事焊接设备维修保养的有关人员参考。

前 言

随着工业技术的发展和四化建设的需要,电焊机的数量品种日益增多,电焊机的使用维修也就成了一个亟待普及的问题,因而收集了各类电焊机资料,编写了此书。

本书着重介绍各类电焊机的使用、维修要点。首先阐述各类电焊机的概况和结构原理、外部接线图,而后分述使用规范参数、质量检查、安全防护等内容。以上这些都是使用、维修电焊机人员必须具备的。

本书第八章中的电子束焊机和激光焊机由高级工程师陈沛生编写;超声波焊机由副教授齐志扬编写;第五章中的 CO_2 气体保护焊焊枪部分由李泗贤工程师编写。在编写过程中,曾得到朱政行教授、张卓然讲师、董德新工程师、邵俊、黄爱萍等同志的支持和帮助,谨致以衷心的感谢。

由于本书内容广泛,而本人水平有限,难免有不足和不妥之处,至希读者不吝赐教,予以批评指正。

编 者

1987年7月于上海

目 录

前 言

第一章 手工交流弧焊机的使用和维修	1
§ 1. 手工交流弧焊机发展概况	1
§ 2. 有关交流弧焊机的基础知识	2
一、交流弧焊机的基本性能	2
二、弧焊变压器的分类	3
三、弧焊变压器的结构及工作原理	4
§ 3. 手工交流弧焊机的使用与规范参数的选择	17
一、手工交流弧焊机的技术性能数据	17
二、焊接规范参数的选择	17
三、焊机的安装使用及安全事项	20
§ 4. 手工交流弧焊机的维修、故障处理及维修参考数据	22
一、焊机维修及故障处理	22
二、焊机维修参考数据	23
§ 5. 交流弧焊机的性能检查试验	25
第二章 直流弧焊发电机的使用和维修	28
§ 1. 概述	28
§ 2. 直流弧焊发电机的基础知识	28
一、直流弧焊发电机的工作原理	28
二、直流弧焊发电机的分类	33
三、直流弧焊发电机的结构特点和工作原理	34
§ 3. 直流弧焊发电机的使用和规范参数的选择	42
一、直流弧焊发电机的主要技术数据	42
二、焊接规范参数的选择	42
三、焊机的安装、使用及安全注意事项	49
§ 4. 直流弧焊发电机的维修及故障处理	52
§ 5. 直流弧焊机的性能检查试验	54
一、一般性外观检查	54
二、直流弧焊发电机基本检查项目及试验方法	54
第三章 弧焊整流器的使用和维修	59
§ 1. 概述	59
§ 2. 弧焊整流器的基础知识	59
一、整流元件及基本整流电路工作原理	59
二、弧焊整流器的组成与分类	69
三、磁放大器式硅弧焊整流器	69
四、其它类型的硅弧焊整流器	75

五、可控硅式弧焊整流器	78
六、晶体管式弧焊整流器	79
§ 3. 弧焊整流器的技术数据及质量检查	82
一、各种弧焊机的技术性能数据	82
二、弧焊整流器的质量检查	82
三、弧焊整流器的安装及安全注意事项	89
§ 4. 弧焊整流器的使用和维修	90
一、弧焊整流器的使用	90
二、弧焊整流器的维修	90
第四章 埋弧焊机的使用和维修	92
§ 1. 概述	92
§ 2. 埋弧焊机的分类、结构和工作原理	92
一、埋弧焊机的分类	92
二、埋弧焊机的结构和工作原理	94
§ 3. 埋弧焊机的性能检查试验	116
§ 4. 埋弧焊机的技术性能数据	117
§ 5. 埋弧焊接使用的焊剂和焊丝	117
§ 6. 埋弧焊接使用的规范参数的选择	124
§ 7. 埋弧焊机的维修及故障处理	127
一、焊机的维修	127
二、故障处理	128
第五章 气体保护焊机的使用和维修	129
§ 1 概述	129
§ 2 TIG 焊机结构原理、使用和维修	129
一、TIG 焊机结构简介	129
二、TIG 焊机产品介绍	135
三、TIG 焊机的质量检查试验	148
四、TIG 焊机的技术性能数据	149
五、TIG 焊机使用的电极、气体和规范参数的选择	155
六、交流 TIG 焊机的使用与维修(以 NSA-400 型为例)	159
七、直流 TIG 焊机的使用与维修(以 NSA1-300-2 型为例)	160
§ 3 熔化极气体保护焊机的结构原理、使用和维修	161
一、熔化极气体保护焊的特点	161
二、熔化极气体保护焊机结构组成	162
三、熔化极气体保护焊机产品介绍	166
四、熔化极气体保护焊机的检查试验	177
五、熔化极气体保护焊机的技术性能数据	179
六、熔化极气体保护焊机使用规范参数的选择	182
七、熔化极气体保护焊机的使用与维修(以 NBC5-500 型磁场 CO ₂ 气体保护半自动弧焊机 为例)	185
第六章 等离子弧切割机和焊机的使用和维修	190

§ 1 等离子弧基本原理	190
一、概述	190
二、产生等离子弧的基本原理	191
三、等离子弧的结构形式	192
§ 2 等离子弧切割机的使用与维修	193
一、概述	193
二、等离子弧切割原理及特点	193
三、等离子弧切割使用的气体 and 电极	195
四、等离子弧切割机	199
五、等离子弧切割机质量检查	217
六、等离子弧切割机的使用、维修与故障原因	218
七、等离子弧切割机的技术数据与切割工艺规范参数的选择	219
§ 3 等离子弧焊机的使用与维修	224
一、概述	224
二、等离子弧焊接的两种基本方法	224
三、国产的几种等离子弧焊机	225
四、等离子弧焊机的技术数据与使用规范参数	230
五、等离子弧焊机的使用、维修与故障处理	241
§ 4 等离子弧切割和焊接与气体保护焊有害因素的测定及安全防护措施	241
一、有害气体与粉尘	241
二、有害气体及金属粉尘的防护措施	244
三、弧光辐射	245
四、高频电磁场	246
五、放射性物质	246
第七章 电阻焊机的使用与维修	248
§ 1 概述	248
§ 2 点焊机的使用与维修	248
一、点焊机的基本原理	248
二、点焊机的结构类型、使用与维修	249
三、各种点焊机的技术数据	259
四、点焊工艺规范参数的选择	259
五、点焊缺陷原因分析	270
六、凸焊机	271
§ 3 缝焊机的使用与维修	273
一、缝焊机的基本原理	273
二、缝焊机的结构类型	274
三、缝焊机的技术数据	281
四、缝焊工艺规范参数的选择	281
五、缝焊机的使用、维修与故障处理	281
§ 4 对焊机的使用与维修	284
一、对焊机的基本原理	284
二、对焊机的结构类型	285

三、对焊机的技术数据	289
四、对焊工艺规范参数的选择	294
五、对焊机的使用与维修	295
§5 电阻焊机的质量检查	295
§6 电阻焊机用的控制设备	297
一、非同期控制箱	297
二、同期控制箱	298
三、PS1-500 型及 PS2-500 型配套件	310
第八章 电渣焊机与特种焊机的使用与维修	312
§1 电渣焊机的使用与维修	312
一、概述	312
二、电渣焊热源及冶金过程特点	312
三、电渣焊用的焊丝、焊剂及焊接规范参数的选择	313
四、电渣焊机结构性能技术数据	315
§2 电子束焊机的使用与维修	322
一、概述	322
二、原理	323
三、设备	323
四、应用	325
五、焊接工艺规范参数	327
六、防护与维修	328
§3 激光焊机的使用与维修	329
一、概述	329
二、原理	329
三、设备	330
四、应用	333
五、防护与维修	333
§4 超声波焊机的使用与维修	334
一、概述	334
二、原理、特点和应用	335
三、超声波焊机	337
四、维护与检修	342
附录1. 电焊机型号编制办法(JB1475-74)	344
附录2. 电焊机老产品新旧型号对照表	347
附录3. 计量单位换算表	350
附录4. 电焊机生产厂名称与简称表	353
主要参考资料	354

第一章 手工交流弧焊机的使用和维修

§ 1 手工交流弧焊机发展概况

据统计,各国生产电焊机总数的 90% 左右为弧焊机,而弧焊机的 50% 左右为交流弧焊机。自第一台交流弧焊机问世到现在,已经有 60 多年的历史。电焊机的品种现在已发展到几百种。在工业生产中,交流弧焊机的应用仍占很重要的地位,其数量仍占居首位。如日本 1980 年生产了 187706 台电焊机,弧焊机为 174407 台,其中,交流弧焊机为 80595 台。70 年代美国就发展到 80 多种交流弧焊机。交流弧焊机能够长期而广泛的应用,其主要原因是制造简单,价格便宜,效率高,耗电相对的少。一台交流弧焊机所消耗的电能仅是相同功率直流弧焊发电机的 30~40%。交流弧焊机的效率可达 0.83~0.93,而直流弧焊发电机的效率为 0.3~0.6。一般手工直流弧焊发电机的空载功率损耗为 2~3kW,而交流弧焊机为 0.2kW 左右。一公斤焊着金属用直流弧焊发电机的空载功率损耗为 6~8kW/h,而用交流弧焊机仅为前者的二分之一。

交直流弧焊机的优缺点见表 1-1 及 1-2。

表 1-1 交直流焊机优缺点对比

项 目	交 流	直流(电焊发电机)
电弧稳定性	低	高
极性可换性	无	有
磁偏吹影响	很小	较大
触电危险性	较大	较小
构造与维修	较简单	较复杂
噪音	不大	较大
成本	低	高
重量	较小	较大

表 1-2 一般弧焊变压器与直流弧焊发电机的经济比较

指 标	直 流 弧 焊 机	弧 焊 变 压 器
一公斤焊着金属消耗电能	6~8(kW/h)	3~4(kW/h)
效率	0.3~0.6	0.83~0.9
空载功率消耗	2~3kW	0.2kW
焊机材料消耗	100%	30~35%
生产焊机工时	100%	20~30%
设备价格	100	30~40%

交流弧焊机的形式主要有动铁式、动圈式及抽头式。交流弧焊机的基本原理几十年来无多大变化,但近十年来,对改进焊机性能及使用材料方面有了新的发展,如用 H 级或 F 级绝缘材料,用冷轧硅钢片、铝导线代替铜导线等等。另外如用动铁式弧焊变压器采用的耐高温铁心结构,可以避免磁通的局部集中,平滑地改变漏磁通密度和铁心的气隙长度,使焊接电流无级线性调节。线圈采用盘形绕组,不仅简化了焊机制造工艺,并使变压器的结构比较紧凑,变压器的铁心叠装也由插片法过渡为焊接或螺栓连接法,即先将扼和栓分别叠装,用螺柱或电焊制成整体,然后再将扼和柱拼烧在一起,使生产工艺大为简化。

在提高交流弧焊机的稳定性方面,近年来认为改善焊接电流波形,使短路电流过零点时具有较快的电流增长率和提高空载电压的办法是比较有效的。但提高空载电压会增加材料消耗,降低功率因数,所以改善交流弧焊机性能最经济的办法,还是改善电流波形为好。

在有些情况需要用较高的空载电压时,为防止触电,焊机上可装空载断路开关或空载降压装置,使空载时电压降到 24 伏或 36 伏,而在引弧时出现短时间的(0.02 秒)高压。

为提高焊机的功率因数,降低输入功率,可在焊机上增装补偿电容,这样就能使输入功率减少 20% 左右。

§ 2 有关交流弧焊机的基础知识

一、交流弧焊机的基本性能

交流弧焊机应具备下列基本性能。

1. 引弧容易

引弧时,焊条和工件接触。焊条端头和工件表面往往有锈和其它杂质,导致接触不良,接触电阻大,需要有较高的空载电压,才能将高电阻的接触面击穿;再者,空气由不导电状态转为导电状态,气体的电离与电子的发射,都需要一定的电场能。如果空载电压过低,电子发射能力太弱,气体不能充分电离,电弧不能建立,故要有足够高的空载电压,才容易引弧。

2. 能保证电弧稳定燃烧

一般电弧连续燃烧的条件是:

$$U_0 \geq (1.5 \sim 2.4) U_p$$

式中, U_0 ——空载电压; U_p ——电弧电压。

空载电压越高,对交流电弧连续燃烧越有利,但空载电压高,费材料且不安全,所以空载电压应适当,原一机部标准规定交流弧焊机空载电压 $U_0 \leq 80V$ 。

3. 能保证焊接规范参数的稳定性

在手工电弧焊的焊接过程中,由于焊工手的颤动或工件不平整等,电弧长度经常会发生变化。弧长变化时,电弧静特性曲线就要上下平移,这样“电源-电弧”系统稳定工作点 A 就要改变(图 1-1)。电弧长度增加时,电弧静特性曲线从 3 上移至 4。若电源外特性是陡降的(图 1-1 中曲线 1),稳定工作点将由 A 点变到 A_1 点,焊接电流就由 I_A 减小到 I_{A1} 。

若电源外特性是缓降的(图 1-1 中曲线 2),稳定工作点将由 A 点变到 A_2 点,焊接电流就由 I_A 减小到 I_{A2} 。

比较上述两种情况可知,具有陡降外特性的电源,在弧长发生变化时,焊接电流变化较小,也就是说具有陡降外特性电源,焊接过程中电流变化不大,能保证焊接规范参数(主要是电流)的稳定性。

4. 短路电流,不宜过大

在电弧引燃和焊条金属熔入焊缝时,经常发生短路。如果短路电流 I_{w_d} 太大,焊机将出现过载,有被烧坏的危险。此外,电流过大会使焊条过热,药皮脱熔,并使熔滴的飞溅增加。但是,如短路的电源不够大,也会使引弧和焊条金属熔滴的过渡发生困难。一般规定短路电流应满足下列条件:

$$1.25 < \frac{I_{w_d}}{I_g} < 2$$

式中, I_{w_d} ——稳态短路电流;

I_g ——对应于稳定工作点的工作电流。

5. 有一定的电流调节范围

为适应焊接工作的需要,焊接电流应有一定的调节范围。原一机部标准规定,手工电弧焊机的电流调节范围为:

$$I_g(\min) \leq 25\% I_N;$$

$$I_g(\max) \geq 120\% I_N。$$

式中, $I_g(\min)$ ——最小焊接电流;

$I_g(\max)$ ——最大焊接电流;

I_N ——额定焊接电流。

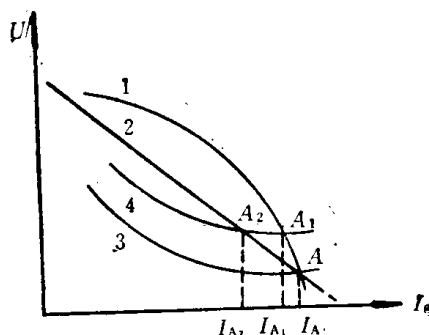


图 1-1 弧长变化对电弧电流的影响

二、弧焊变压器的分类

交流弧焊机的形式有弧焊变压器式、马达电动发电机式和交直流整流器式等。但现在国内外生产和使用的交流电焊机绝大多数是弧焊变压器式。

弧焊变压器是一种具有陡降外特性的特殊降压变压器。根据其获得陡降外特性的方法、电抗器与变压器的结合方式和调节电流的方法,可分为几种;根据增加电抗的方式不同,将弧焊变压器作如下分类:

1. 串联电抗器式弧焊变压器

它是由一台正常漏磁的(平特性)变压器,串联一个电抗器组成的,所以又被称为正常漏磁式变压器。根据电抗器与变压器配合方式又分为两种。

(1) 分体式弧焊变压器。其特点是分体式的变压器与电抗器串联,在结构上两者完全独立。BN(旧型号)系列弧焊变压器及 BP-3×500 多站式弧焊变压器均属这类型式。

(2) 同体式弧焊变压器。其特点是电抗器叠于变压器之上,平特性变压器与电抗器组成一个整体,故称同体式,它们之间不但有电的联系,还有磁路之间的联系。BX2 系列弧焊变压器属于这一类。

2. 增强漏磁式弧焊变压器

这种变压器是人为的增加变压器自身的漏抗,由于漏抗与电抗的性质相同,也就达到了

增加次级回路等效电抗的目的。按其结构特点分为：

(1) 动圈式弧焊变压器。它的初级绕组和次级绕组互相独立，且有较大的距离。采用这种结构形式的目的是减弱初、次级耦合，增强空气漏磁，增大漏抗以获得陡降外特性。次级绕组可以上下移动，以改变初、次级间的距离，使漏抗发生变化，从而调节焊接电流，故称为动圈式弧焊变压器。BX3 系列属于这种类型。

(2) 动铁式弧焊变压器。其特点是在初、次级之间增加一个活动铁芯，作为磁分路，以增加漏磁，加大电抗，从而获得陡降外特性。由于它是靠动铁芯的移动改变漏抗来调节规范，故又称为动铁增强漏磁式。

由于结构上的特点，根据绕组配置不同，又可分为：

a. 全开式。即初级绕组和次级绕组完全分开，分别绕在动铁芯柱两侧的芯柱上，它们耦合较差，故称为全开式。

b. 半开式。将次级绕组分成两部分，一小部分与初级绕组同时绕在一个共同的芯柱上，而次级绕组的大部分绕在另一个芯柱上。

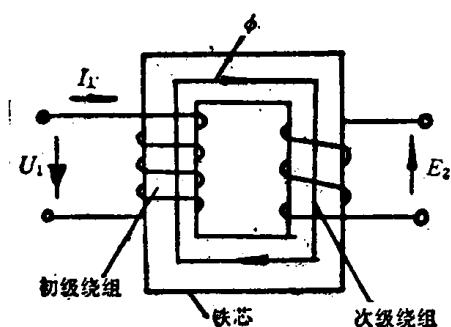
根据动铁芯的结构不同，又可分为矩形动铁芯式和梯形动铁式(斜铁芯式)两类。如根据绕组结构形式不同又可分为筒式和盘式两种。除此之外，还有单相和三相之分。

(3) 抽头式弧焊变压器。它的特点是靠初、次级绕组耦合不紧密，增大漏抗而获得陡降外特性的。它的次级绕组在一个铁芯柱上。初级绕组分成两部分，一部分与次级绕组绕在同一个芯柱上，而绕组另一部分单独绕在另外一个芯柱上。但初级绕组抽头较多，通过接换初级绕组匝数，改变初、次级绕组的配置状况，改变漏抗，从而进行调节规范。BX6-120属于这一类，以上为弧焊变压器的大致分类。其具体品种型号技术数据见 § 3。

三、弧焊变压器的结构及工作原理

1. 一般变压器的基本原理

在介绍弧焊变压器工作原理之前，首先简单介绍一下一般变压器的基本工作原理，而后介绍具有代表性的弧焊变压器的结构性能及其工作原理。



W_1 —初级绕组； W_2 —次级绕组

图 1-2 变压器示意图

图 1-2 中， W_1 是初级绕组， W_2 是次级绕组。 W_1 和 W_2 绕在同一铁芯上。初级绕组将电能传给铁芯，使铁芯中产生交变磁场，然后铁芯又把磁能传给次级绕组，使次级绕组产生电，这就是变压器的基本工作原理。变压器初、次级绕组感应的电动势之比等于其匝数之比，列式为：

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} = K$$

K 称为变压器的变压比。

2. 分体式弧焊变压器的结构及工作原理

分体式弧焊变压器是一个平特性降压变压器和一个独立的电抗器组成。图 1-3 是这种弧焊变压器的示意图。它的次级绕组输出的一端串联了电抗器绕组之后，再接至焊条或工件。这种弧焊变压器的型号有 BX-500。

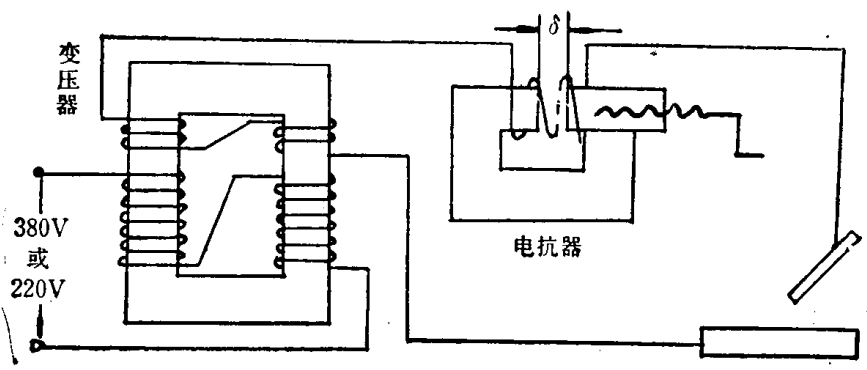


图 1-3 分体式弧焊变压器结构示意图

此种弧焊变压器由于初、次级耦合得很好，漏磁很小，由漏磁引起的变压器漏抗 X_T 很小，可以忽略不计。

电抗器是一个具有很大电感量的铁芯线圈。它的铁芯有一个活动部分，可由螺杆移动来调节磁路中空气隙的大小以改变磁阻。

这种弧焊变压器的 X_T 和初、次级绕组中的电阻 r_1 和 r_2 可以不计，因此，变压器输出的空载电压

$$\frac{U_0}{U_1} = \frac{W_2}{W_1} \quad U_0 = \frac{1}{K_T} U_1,$$

由此可知， U_0 只与 U_1 有关。 K_T 为变压器的变压比。

3. 同体式弧焊变压器结构及工作原理

同体式弧焊变压器属于正常漏磁类弧焊变压器。这种变压器的结构如图 1-4 所示。其构造的特点是变压器与电抗器组成一体。下面部分是一个正常漏磁的变压器，上面部分是一个电抗器。它们之间不仅有电的联系，还有磁的联系。

图中 I 为变压器的初级绕组，II 为变压器的次级绕组，III 为电抗绕组。变压器的初级绕组和次级绕组都分成两部分，分别绕在下部两侧的铁芯柱上，其漏磁通很小，可认为其漏感抗 $X_T = 0$ 。用螺杆移动可动铁芯，能改变空气隙的大小，从而改变磁阻。

此种变压器的工作原理分几种情况简要介绍如下：

(1) 空载情况

由图 1-5 可知， $\phi_0 = \phi_{B0} + \phi_{C0}$

ϕ_0 是空载电流 I_0 通过初级绕组 W_1 产生的主磁通， ϕ_{C0} 和 B_{C0} 是分路磁通。由于 ϕ_{B0} 所经过的磁路较长，而且磁路中有空气隙 δ ，所以 ϕ_{B0} 上遇到的磁阻 $R_{m\delta}$ 比 ϕ_{C0} 的磁阻 R_{mC} 要大得多。根据磁路欧姆定律，则 ϕ_{B0} 比 ϕ_{C0} 要小得多。 δ 增大， ϕ_{B0} 减小。通常 ϕ_{B0} 只占主磁通 ϕ_0 的 0.05~0.01，即变压器初级绕组 I 与电抗器绕组 III 的耦合系数；

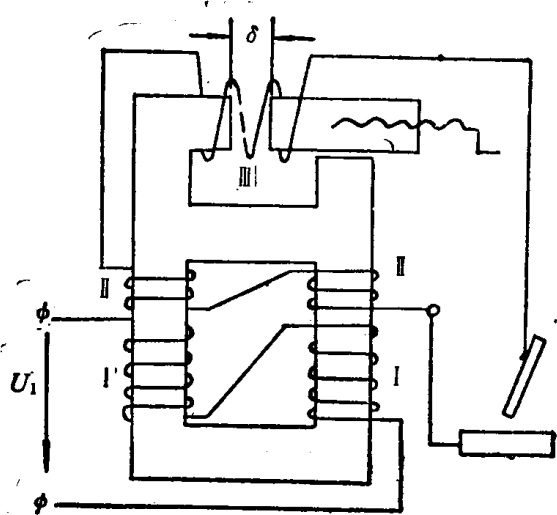


图 1-4 同体式弧焊变压器结构示意图

$$K_{1,3} = \frac{\phi_{B0}}{\phi_0} = 0.05 \sim 0.01$$

同体式弧焊变压器的次级绕组Ⅱ与电抗器绕组Ⅲ是串联反接的（见图 1-4），所以焊机二次空载电压 U_0 为二者空载感应电势之差：

$$U_0 = E_{20} - E_{P0};$$

$$E_{20} = 4.44fW_2\phi_0;$$

$$E_{P0} = 4.44fW_P\phi_{B0} = 4.44fW_PK_{1,3}\phi_0;$$

$$\text{所以 } U_0 = 4.44f(W_2 - K_{1,3}W_P)\phi_0;$$

E_{20} ——次级绕组空载感应电势；

E_{P0} ——电抗绕组空载感应电势；

W_2 ——次级绕组Ⅱ的匝数；

W_P ——电抗器绕组Ⅲ的匝数；

f ——频率。

因此，焊机变压比 K_T 为：

$$K_T = \frac{U_1}{U_0} = \frac{W_1}{W_2 - K_{1,3}W_P}$$

分析同体式弧焊变压器的空载情况，可以得出这样的结论：由于 $K_{1,3}$ 值很小，电势 E_{P0}

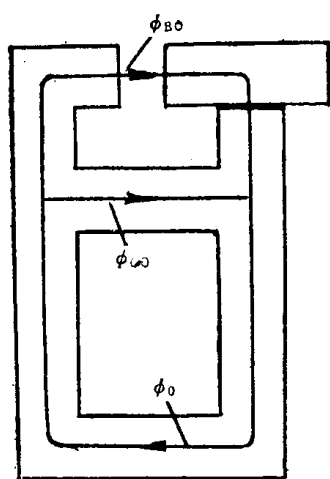


图 1-5 空载时磁通分布

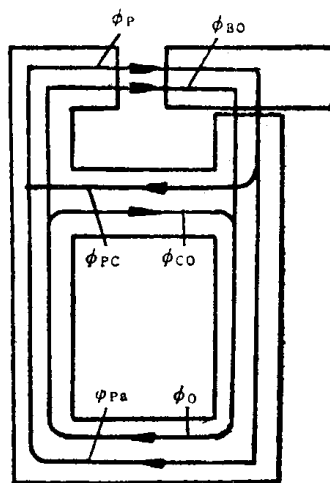


图 1-6 负载时磁通分布

只在 $3 \sim 0.8V$ 之间变化，所以电抗绕组对 U_0 影响不大，甚至可以不计。若增大空气隙 δ ，磁阻 R_{mB} 也增大，耦合系数 $K_{1,3}$ 将减小，使空载电压 U_0 稍有提高。

(2) 负载情况

在变压器的次级侧接通负载后，变压器铁芯内就有三个磁通，即：

- ① 初级电流 I_1 通过初级绕组产生磁势 I_1W_1 所建立起来的磁通 ϕ_1 ；
- ② 次级电流 I_2 流过次级绕组产生磁势 I_2W_2 所建立起来的磁通 ϕ_2 ；
- ③ 次级电流 I_2 流过电抗绕组产生磁势 I_2W_P 所建立起来的磁通 ϕ_P 。

根据变压器的原理，负载时变压器的铁芯中的主磁通与空载时期相比，基本上是不变的，仍为 ϕ_0 ，所以

$$\phi_1 + \phi_2 = \phi_0$$

负载时，变压器主磁通 ϕ_0 在各部分磁轭中的分配，也与空载时相同，其中绝大部分中间

磁轭闭合为 ϕ_{C0} ，很小一部分由上部磁轭闭合为 ϕ_{B0} ，见图 1-6。

负载时，电抗绕组产生的磁通 ϕ_P ，也有两个回路，磁通 ϕ_P 主要经过中间磁轭闭合为 ϕ_{PC} ，还有一部分经由下部磁轭闭合为 ϕ_{Pa} ，中间磁轭与下部磁轭的磁路长度大约为 1 与 3 之比，所以磁通 ϕ_{PC} 与 ϕ_{Pa} 之比约为 3:1。因此，电抗绕组产生的磁通 ϕ_P 约有 75% 通过中间磁轭，即：

$$\phi_{PC} = 0.75\phi_P;$$

$$\phi_{Pa} = 0.25\phi_P。$$

由图 1-6 可以看出，磁通 ϕ_{Pa} 与 ϕ_0 方向相同， ϕ_{Pa} 对变压器主磁通 ϕ_0 起增磁作用。因此，初级绕组中的激磁电流就会减小，节约了电能。而磁通 ϕ_{PC} 与 ϕ_{C0} 方向相反，合成磁通为两者之差。因此，中间磁轭的截面积可以减小，能够节约材料。这是变压器的次级绕组和电抗绕组串联反接的结果。

如果检修，把绕组重新拆接，若把电抗绕组的两端搞错了，与次级绕组的接法改变成“顺接”，则中间铁轭就会极度饱和，导磁率急剧下降，磁阻加大，电抗绕组中的感抗也变小，结果使变压器很快发热，电弧不能连续燃烧，也调节不到小的焊接电流数值。

(3) 短路情况

同体式弧焊变压器的短路电流 I_D ，按下式计算：

$$I_D = \frac{U_0}{X_P}; \quad X_P = 2\pi f \cdot \frac{W_P^2}{R_m}$$

式中， X_P ——电抗器的感抗；

W_P ——电抗器线圈匝数；

R_m ——磁阻；

R_m —— $R_\delta + R_P$ ；

R_P ——铁芯中的磁阻，可以不计；

R_δ ——空气隙中的磁阻。

则

$$R_m \approx R_\delta$$

$$R_\delta = \frac{\delta}{\mu_0 S_\delta}$$

式中， δ ——空气隙长度；

μ_0 ——空气的导磁率；

S_δ ——空气隙磁路断面积。

故

$$R_m \approx \frac{\delta}{\mu_0 S_\delta}$$

(4) 外特性调节

① 改变电抗器的空气隙长度 δ

当增大 δ 时，电抗器磁路的磁阻 R_δ 增大，电抗器的感抗 X_P 减小

$$\left(X_P \approx 2\pi f \cdot \frac{W_P^2}{R_\delta} \right),$$

焊机电流增大。

此外，当 δ 增大时，耦合系数 $K_{1,2}$ 减小，使空载电压 U_0 稍有增加。图 1-7 中的曲线 1 和曲线 2 就是改变 δ 长度所得到的两条不同的外特性曲线。

② 改变变压器初级绕组的匝数 W_1

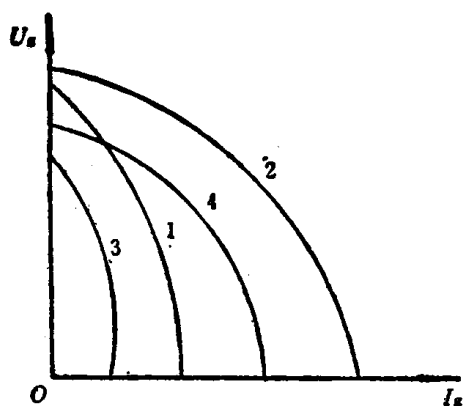


图 1-7 改变间隙 δ 和匝数 W_1 所得的外特性曲线

$$\text{根据公式 } K_T = \frac{U_1}{U_0} = \frac{W_1}{W_2 - K_{1,3} W_P}$$

若 W_1 增加, 则 U_0 减小。

根据外特性方程式

$$U_0 = \sqrt{U_0^2 - I_0^2 X_P^2} \quad \text{和} \quad I_0 = \frac{\sqrt{U_0^2 - U_{0q}^2}}{X_P}$$

U_0 减小, I_0 也减小。

图 1-7 中的曲线 3 和曲线 4 就是改变 W_1 所得的两条不同的外特性曲线。

(5) 同体式弧焊变压器的特点

① 由于变压器与电抗器复合为一体, 又采用反接法, 与分体式相比可以省去一根中间磁轭。

② 电抗绕组磁通分量 ϕ_{P0} 对变压器主磁通起增磁作用, 这样便减小了激磁电流, 提高了焊机功率因数, 节省电能。

③ 电抗器动铁芯工作时震动, 在小电流范围下, 因震动而引起电流波动, 焊接规范不稳定。

属于这类焊机的产品有 BX 和 BX2 型。BX 型是手摇螺杆带动活动铁芯来改变气隙 δ 的大小以调节焊接电流。BX2 型是由马达驱动螺杆带动活动铁心来改变气隙 δ 的大小以调节焊接电流。

4. 动铁分磁半开式弧焊变压器结构及工作原理

动铁分磁半开式弧焊变压器是一种增强漏磁式弧焊变压器, 它不需要另外接电抗器, 而用活动铁芯增加焊接变压器本身的漏抗 X_T 。依靠 X_T 来获得陡降外特性。BX1 (BS) 系列弧焊变压器即属于这一类。

动铁分磁半开式弧焊变压器的结构如图 1-8 所示。它的铁芯由两部分组成: 一部分是口字形铁芯。左铁芯柱为 a , 右铁芯柱为 b ; 另一部分是在口字形铁芯内的活动铁芯柱 c , 它可在螺杆的带动下, 作垂直于水平面方向的运动, 以调节焊机漏抗 X_T 的大小来调节焊接电流。动铁分磁半开式弧焊变压器的初级绕组 I 绕在铁芯柱 a 上, 而次级绕组的一部分与初级绕组绕在同一个芯柱 a 上的, 即绕组 II, 另一部分 III 绕在右芯柱 b 上。次级绕组 II 与初级绕组 I 耦合很好, 它们之间漏磁小, 而次级绕组 III 与初级绕组 I 耦合得差, 漏磁大, 所以称为半开

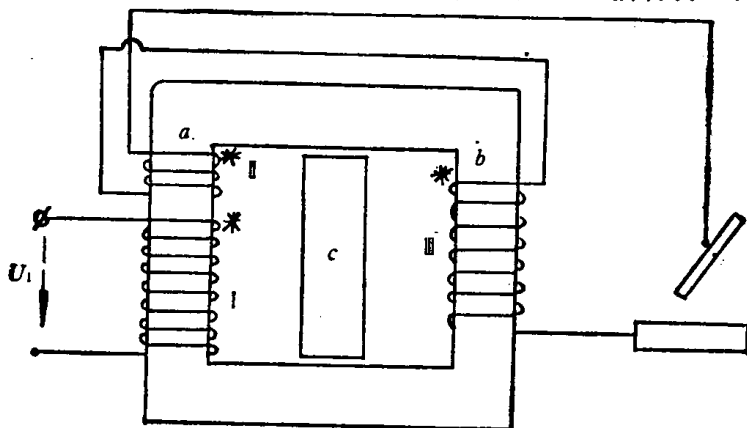


图 1-8 BX1 型焊机结构示意图