

焊接设备的 工作原理与维修

谢海兰 编

高效·节能
新型·常用



广东科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

焊接设备的工作原理与维修 / 谢海兰编. —广州: 广东科技出版社, 2001.7

ISBN 7 - 5359 - 2798 - X

I . 焊… II . 谢… III . ①焊接设备-使用②焊接设备-维修
IV . TG43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 15058 号

Hanjie Shebei De Gongzuo Yuanli Yu Weixiu

出版发行: 广东科技出版社

(中国广州市水荫路 11 号 13~14 楼 邮政编码: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn. com

出版人: 黄达全

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 广州市番禺新华印刷有限公司

(广州番禺市桥工农大街 45 号 邮政编码: 511400)

规 格: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张 8.25 字数 17 万

版 次: 2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~4 000 册

定 价: 17.00 元

若发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本书从维修的角度出发，结合作者长期工作中的经验体会，介绍了电气设备维修的一般方法。重点选择目前使用比较广泛的大阪（OTC）X系列、XC系列CO₂半自动焊机，唐山松下KR系列CO₂半自动焊机，上海MZ-1-1000型自动埋弧焊机，广州ZX₅系列晶闸管整流弧焊机，成都ZX₇系列逆变式直流弧焊机为例，既深入浅出地介绍了焊机的工作原理和故障分析处理，又体现出了设备维修应掌握的知识 and 技能，以及如何掌握设备的工作原理和分析处理维修问题的方法。书中还选入了排除疑难故障的实例。

本书注重介绍分析问题的方法和在实践中的应用，实用性强，而且条理清晰，文字简洁，通俗易懂，不仅对于焊接设备维修人员会有很大帮助，而且对一般电气设备维修人员也会有较大的启发与帮助。

本书可供设备维修人员、电气与焊接专业的工程技术人员、管理人员和焊工参考，还可供大专院校、技校和职校有关专业的师生参考，也可作高效节能焊接设备维修电工的培训教材。

前 言

高效焊接技术，是指与常规手工电弧焊相比生产效率较高的焊接技术。按其工艺和材料的不同，高效焊接方法，目前船厂常用的可分为六大类，即手工焊条高效焊、气体保护焊、埋弧焊、电渣焊、气电自动焊和单面焊。目前使用最广泛的是 CO₂ 气体保护焊。

高效焊接方法具有效率高、质量好、成本低、适用广等优点。在发达国家，已普遍使用高效焊接方法了，焊接高效化率达到了 80% 以上。在我国，“八五”期间以来，高效焊接技术发展很快，但与国外相比，还有很大差距，我国各工业行业焊接高效化率平均为 25%，有些中、小型工厂，还在使用效率低、耗能大的直流旋转焊机。因此，无论是放眼世界，还是面对国内，为了降低成本，提高产品质量和竞争力，都应该大力推广使用高效焊接技术，使用高效节能型焊机。

高效节能焊接设备，一般都应用了当代电子技术，电子控制的焊接电源已成为当今焊接电源发展的方向，因此，技术比较复杂，购买设备投入的资金比较大，对维修保养的要求比较高。这是影响其推广使用的原因之一。但它的效率高，例如 CO₂ 焊一般比普通手工焊生产效率高 1~4 倍，还有质量好、省电、减少变形等优点，无疑是合算的。如果选用质量比较好的焊机，正确地使用焊机，善于管理，注意维护保养，焊机的使用寿命将是很长的。平时，只需要正常的消耗，并不需要很多的维修费用。至于维修的技术能力，一般的企业都具备，关键是加强组织与管理，充分发挥有关人员的积极性。

高效焊接技术的进一步推广使用，在很大程度上取决于其设备的维修与保养。为此，作者将从事设备的电气技术与维修工作的近 30 年来的心得体会，倾注在本书的字里行间，希望能对设备维修（特别是对高效节能焊接设备的维修）提供帮助，能对我国焊接技术的进步尽点微薄之力。作者认为，只要读者能够很好地掌握几种典型的焊接设备的工作原理与故障分析处理方法，能够做到融会贯通，举一反三，不断提高自己分析和处理设备维修问题的能力，那么就能更好地做好电气设备的维修工作。

本书得到了赵子森、周方权、谢群集、刘桑、蓝方强、蔡新保等同事的大力支持和帮助，还得到了成都电焊机研究所、中国船舶工业公司高效焊接指导组、唐山松下机器有限公司、广州电焊机厂、珠海大衡焊割设备有限公司等单位的大力支持和帮助。在此，表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免有错误和不当之处，恳请广大读者指正。

目 录

第一章 电气设备维修的一般方法	(1)
第一节 对维修人员的具体要求	(1)
一、熟悉图纸	(1)
二、应掌握与设备使用与维修有关的知识	(2)
三、要注意积累经验	(2)
第二节 排除电气设备故障的一般方法	(2)
第二章 X 系列、XC 系列 CO ₂ 半自动焊机原理和故障处理	(4)
第一节 主要技术参数与结构	(4)
一、主要技术参数	(4)
二、焊机结构	(4)
第二节 工作原理	(5)
一、主电路	(5)
(一)各元件的作用	(5)
(二)主要特点	(8)
二、控制电路	(9)
(一)主晶闸管(可控硅)触发脉冲电路	(9)
(二)送丝电动机控制电路	(14)
(三)程序控制电路	(15)
第三节 常见故障分析与处理	(17)
第四节 XC 系列与 X 系列 CO ₂ 焊机工作原理比较	(20)
一、主电路	(20)
二、控制电路	(20)
(一)主晶闸管触发电路	(23)
(二)送丝机控制电路	(24)
(三)焊接基准信号、焊枪开关和点动开关电路	(24)
(四)程序控制电路	(25)
(五)附加功能电路	(29)
第五节 几种晶体管的简单介绍	(31)
一、二极管	(31)
(一)表示方法及主要特点	(31)
(二)简易判断方法	(31)
(三)基本参数及选用	(32)
二、晶闸管	(32)
(一)结构及表示符号	(32)

(二)简单测试	(32)
(三)工作原理	(33)
(四)基本特性与关断条件	(33)
(五)主要参数及选用	(34)
三、三极管.....	(35)
(一)种类及图形符号	(35)
(二)主要作用	(35)
(三)主要参数及选用	(35)
(四)利用万用表检测三极管	(35)
四、单结晶体管.....	(37)
(一)结构及图形符号	(37)
(二)简易判别方法	(37)
(三)基本特性	(37)
五、程控单结晶体管.....	(38)
第三章 KR 系列 CO₂ 半自动焊机原理和故障处理	(40)
第一节 特点及主要技术参数	(40)
第二节 工作原理	(41)
一、主电路.....	(41)
二、控制电路.....	(41)
(一)主晶闸管触发电路	(41)
(二)电压、电流控制与运算电路.....	(45)
(三)送丝机控制电路	(51)
(四)程序控制电路	(55)
(五)其他控制电路	(62)
第三节 常见故障分析与处理	(66)
第四节 焊枪与流量计的修理	(69)
一、焊枪.....	(69)
(一)焊枪结构	(69)
(二)焊枪的修理	(69)
二、流量计.....	(71)
(一)流量计结构	(71)
(二)流量计的修理	(71)
第四章 MZ-1-1000 型自动埋弧焊机原理和故障处理	(73)
第一节 主要技术参数与结构	(73)
一、主要技术参数.....	(73)
二、结构及其作用.....	(73)
(一)焊接电源	(73)
(二)焊接小车	(74)
第二节 操作程序与线路工作原理	(74)

一、焊前准备与调整	(74)
二、焊机的起动	(77)
三、起弧与焊接	(78)
第三节 维护与安全	(80)
第四节 常见故障分析与处理	(81)
一、焊接电源	(81)
二、焊机(焊接小车)	(82)
第五章 ZX₅ 系列晶闸管(可控硅)整流弧焊机原理和故障处理	(84)
第一节 主要技术参数与结构	(84)
一、主要技术参数	(84)
二、结构及其作用	(84)
第二节 工作原理	(87)
一、主电路	(87)
二、控制电路	(87)
(一)晶闸管触发脉冲电路	(87)
(二)信号控制电路	(89)
(三)稳压电源电路	(91)
第三节 常见故障分析与处理	(91)
第六章 ZX₇ 系列逆变式直流弧焊机原理和故障处理	(94)
第一节 逆变焊机简介	(94)
一、逆变器及逆变式弧焊电源	(94)
二、逆变电源的特点	(94)
第二节 主要技术参数与结构	(95)
一、主要技术参数	(95)
二、结构及其作用	(95)
第三节 工作原理	(100)
一、主电路	(100)
(一)输入整流器	(100)
(二)逆变电路	(100)
(三)输出整流器	(102)
二、控制电路	(102)
(一)信号综合放大电路	(102)
(二)V/f 变换电路(压控振荡器)	(102)
(三)逻辑控制电路	(103)
(四)触发脉冲电路	(105)
第四节 常见故障分析与处理	(106)
第七章 排除疑难故障的典型实例	(108)
第一节 芬兰 Marc-500(500HF)型多功能焊机故障的排除	(108)
一、焊机的功能与特点	(108)

二、故障现象与排除	(108)
第二节 林肯 DC-1000 型自动埋弧焊机故障的排除	(111)
第三节 一线之差所引起的疑难故障.....	(114)
第四节 日本松下无控电缆 CO ₂ 焊机故障的排除	(115)
第五节 日本 SG-2Z 垂直气电自动焊设备主机印刷板的修理	(116)
第六节 关于 ZX ₇ -400 型逆变焊机维修小议.....	(118)
附:搞好高效焊机的维修与管理,促进高效焊接技术的推广使用——广州文冲 船厂维修与管理的经验体会	(120)

第一章 电气设备维修的一般方法

对于电气设备的维修，我们都希望比较准、快、好地排除故障，要做到这一点是很不容易的。为了能正确、迅速地分析和判断设备发生故障的部位或损坏元件，一是要有该设备原理图，并了解清楚电路原理、结构和工艺特点；二是要有正确的维修方法和技巧；三是要有必要的工具和仪器；四是要有易损零部件的配件。为此，维修人员平时要注意钻研设备的技术图纸，学习与设备和图纸有关的知识，深入地掌握设备的工作原理及元件的性能与识别。在维修过程中，注意掌握分析问题、判断故障的方法，积累经验。对图纸的理解是关键，钻研越深，掌握的知识和积累的经验越多，在需要排除设备故障的时候，就会更有把握，就能比较迅速、准确地排除故障。

第一节 对维修人员的具体要求

一、熟悉图纸

在仔细地阅读设备使用说明书后，再去看图。对于比较复杂的设备的电气原理图，如何去看呢？

1. 首先，分清主电路和控制电路。
2. 联想工艺对设备的要求，了解主电路和控制电路分别由哪几部分组成，其作用原理如何。
3. 对电路中不清楚的元、器件或单元，看有关参考书、资料或与别人讨论。
4. 对于复杂的电路，必要的时候进行简化，掌握主要元件的作用。
5. 综观全图，看各电路之间的联系，电路是怎样实现设备各种功能的，形成整体概念。
6. 用符号、图形及简短的语言，按照自己的思路 and 需要，可详可略，写出设备的操作动作程序（即工作流程）。这是必要的。因为这是对看图纸资料的一个概括性总结，是读书“由厚变薄”的方法的应用，可以帮助记忆，以后维修设备时可以按照工作流程来查找故障。
7. 记住一些必须掌握的主要技术参数以及设备在正常工作时的某些测试点的参考数据或波形，以便维修时做比较。
8. 在工作中不断加深和完善对电气原理图的理解。

二、应掌握与设备使用与维修有关的知识

对于焊接设备来说，应掌握焊接材料、工艺、机械等因素对设备工作的影响，因为有的设备故障，是由于这些因素的问题而产生的。

三、要注意积累经验

俗话说，熟能生巧，有了经验，就能帮助我们掌握某些规律，更快地排除故障和预防故障的发生。为此，最好配一个笔记本，将某些故障发生的时间、现象、原因分析和处理方法记录下来。

第二节 排除电气设备故障的一般方法

1. 了解故障现象及其产生的原因，联系自己已掌握的知识，作出分析判断，确定是哪方面的问题。有时候，首先要检查一下是否正确地使用了设备（应仔细阅读说明书），然后再想一想是设备的电气、机械，还是操作是否符合规范等方面的问题。

2. 断开电源，对设备进行检查。对自己所怀疑的地方，先易后难或查找可能性最大的地方，检查接头、插头是否松脱，电线、电缆是否破损，印刷板元件或线路有没有脱焊或烧坏，注意机内有没有烧焦味等。

3. 做了外观检查后，再进行通电检查或试机。在通电的最初时刻，应注意有没有异常的声音、气味和火花。如有，则立刻断开电源，进行排除。如没有，则继续检查，观察设备的部件和元器件工作是否正常，根据图纸资料和工作流程，利用万能表进行检测，还可用观察印刷板的指示灯或更换印刷板等办法查找故障出在哪一环节。通电后，要特别注意人身和设备的安全，哪些部位已有电，要心中有数，即使认为没有电的地方，也要注意有可能带电。

4. 有时候，故障不很明显，如设备的各参数都正常，但设备不能正常使用，叫人“莫名其妙，无从下手”，或者设备时好时坏，故障现象不定，像“捉迷藏”。这类极少数的疑难故障，关系到设备的命运，但找出来了，也可能非常简单。可是，要找出来，却很不容易，有时真叫人绞尽脑汁。平时的学习与积累，此时显得很重要了。于是，要深入地看图，进一步分析可能是什么原因引起的，进行细致的检查，分析和处理方法如下：

(1) 接触不良。这类故障不易发现，甚至用万用表测量电阻、电压都没有问题或无明显问题，因此，应细心观察是否有点生锈，接触是否松动，接触面是否平整，是否足够大等。

(2) 可能有虚焊点。对可疑的焊点重新焊接。

(3) 可能有似坏不坏的元件。这种元件，用万用表测量是好的。但在使用中，即动态时就不行了。对所怀疑的元器件，可换上好的元件试一试。如果电线似断不断，电缆内某

线间绝缘不可靠，也可用这种“代替法”试一试。

(4) 缩小范围。如果不清楚故障出在什么地方，可断开线路或换上好的元、部件，将范围缩小，再用前述方法寻找故障。

(5) 检查接线或元件参数是否有错误，特别是别人已修过的设备。对照原理图或根据设备的性能进行分析，确有错误，则加以改正。值得一提的是，维修人员在修理设备时要细心，必要时要做好“记号”，不要接错线，用替代元、器件时，要知道换上该元件行不行，对电路有什么影响。如果维修人员不清楚，那还是照葫芦画瓢为好，不能随便使用代用元器件或改线，否则，会越修越糟，甚至损坏设备。

(6) 必要时，用示波器进行检查。

(7) 如果从各方面检查电器没有问题，那就要从机械、操作等方面寻找原因。

对疑难故障的排除，要沉着、坚持、细心。有时，感到“山穷水尽”，没办法了，其实，正因为已找遍了，所以，很快就会“柳暗花明”，找到故障的。

5. 关于印刷板的检修。一般设备的印刷电路板，厂家都没有提供电原理图，只有外部接线图，采用下面的办法查找印刷板的故障很有实效：

(1) 用万用表对所怀疑的元件、线路作一般检查。

(2) 查不出问题时，用万用表将坏了的印刷板与好的印刷板的元件或线路对比测量，分析判断（一般在板上测量，不要焊下元件），注意避免损坏元件和印刷板。

(3) 对所怀疑的焊点重新焊接。

(4) 画出印刷板的电原理图或发生故障的部分原理图，对故障进行分析检查。

(5) 根据对原理图的分析，掌握重要环节的参数及波形，用示波器进行检查。

第二章 X 系列、XC 系列 CO₂ 半自动焊机原理和故障处理

大阪 (OTC) X 系列 CO₂ 半自动焊机, 有 XⅢ-200PS、XⅢ-350PS、XⅢ-S 三种规格, 其工作原理基本相同。现在生产的新型 XC 系列焊机, 是在原 X 系列焊机的基础上, 有所改进。目前, 原大阪型机还在使用, 其图纸资料也比较齐全, 因此, 现在仍选 X 系列焊机为例。但为了满足对 XC 系列焊机维修的需要, 也对 XC-500 型焊机的控制线路进行了初步的测绘, 将在第四节对 X、XC 两系列焊机的工作原理作一比较。这样, 如果读者既能深入了解大阪型 CO₂ 半自动焊机的工作原理, 又能掌握 XC 系列与 X 系列焊机的不同之处, 那么, 无论是对旧机, 还是对新机, 就都能较好地解决其设备维修问题。下面以 XⅢ-500PS 型焊机为例加以说明。

第一节 主要技术参数与结构

一、主要技术参数

1. 额定容量: 32kVA
2. 额定输入相数、电压: 3 相 380V (±10%)
3. 额定输出电流: 500A
4. 额定输出电压: 45V
5. 焊接电流范围: 50~500A
6. 焊接电压范围: 15~45V
7. 空载电压: 50~70V (R4 从 0 至最大时)
8. 额定负载持续率: 60%
9. 焊丝直径: $\phi 1.2$ 、 $\phi 1.6$ (mm)

二、焊机结构

1. 焊接电源: 具有一定的外特性, 提供可调的焊接电压和电流。

主要由主变压器、晶闸管整流器、平衡电抗器、直流电抗器、接触器、风机、控制元器件所组成。

印刷电路板都装在焊接电源内, 其功能如表 2-1 所示。

表 2-1 印刷电路板的功能

印刷电路板号	功 能
P7539S	触发电路
P7539Q	模拟控制电路；送丝机控制电路
P7204P	±15V 电源，同步脉冲电路，缺相保护电路
P1589J	触发主晶闸管的接线板
P7204J	主接触器控制电路
P7541R	焊接程序控制电路

2. 送丝机：自动输送焊丝。

主要元、部件有：送丝电动机、电磁气阀、减速箱、送丝轮、矫正轮、加压手柄等。

3. 遥控盒：用来远距离调节电弧电压和焊接电流，手动控制送丝，装有电位器和按钮。

4. 焊枪：具有送气、送丝和输电的功能。

半自动 CO₂ 焊枪，一般采用鹅颈式焊枪，主要零件有：导电嘴、喷嘴、绝缘体、连杆、鹅颈管、焊把、手把开关、三位一体（气管、弹簧软管、焊接电缆线及控制电线）的电缆、导管、导管套等。

5. 流量计：预热、减压和调节 CO₂ 气体流量。

主要零件有：加热装置，高、低压室，压力表、调压手柄、外表管、内表管、浮子、流量调节旋钮等。

第二节 工作原理

一、主电路

如图 2-1 中最上面部分电路所示，其组成主要有交流接触器 KM、主变压器 T₁、晶闸管整流元件 VT₁~VT₆、平衡电抗器 L₁、直流电抗器 L₂ 等。

(一) 各元件的作用

1. 交流接触器 KM：用来接通或断开主电路。

2. 主变压器 T₁：主要功能是把三相 380V 的电网电压降低到整流电路所需的电压值，该电压经晶闸管整流后，得到适合于焊接的电压值。T₁ 的原边为三角形接法，副边有 2 个三相绕组，都接成星形，且同名端相反（即相位相反）故称双反星形。此外，T₁ 的副边还有 2 个绕组，即流量计加热器的电源（100V），送丝机主回路和程序控制电路的电源（26V）。

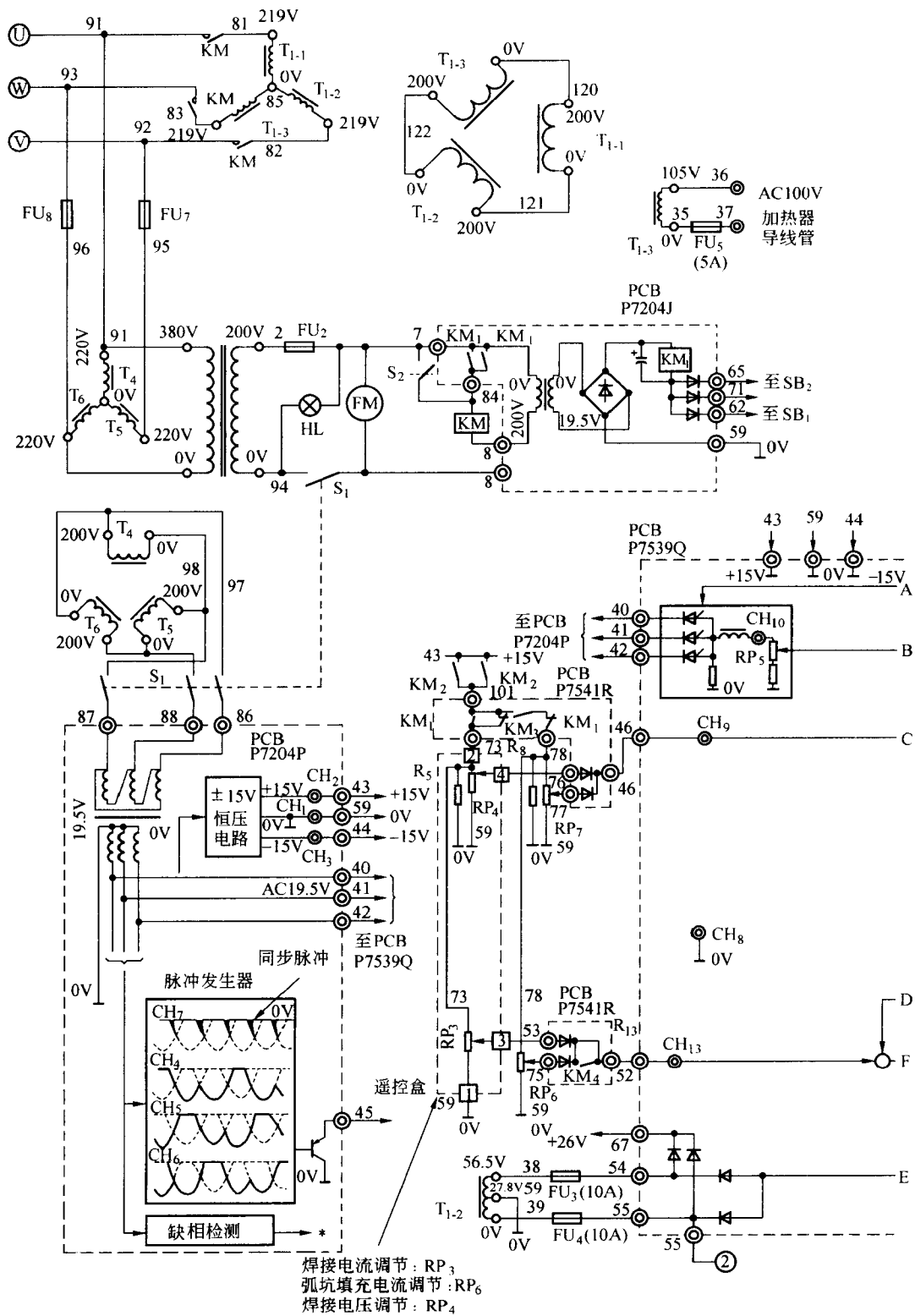


图 2-1 (1) XIII-500PS 型电路原理图 (1)

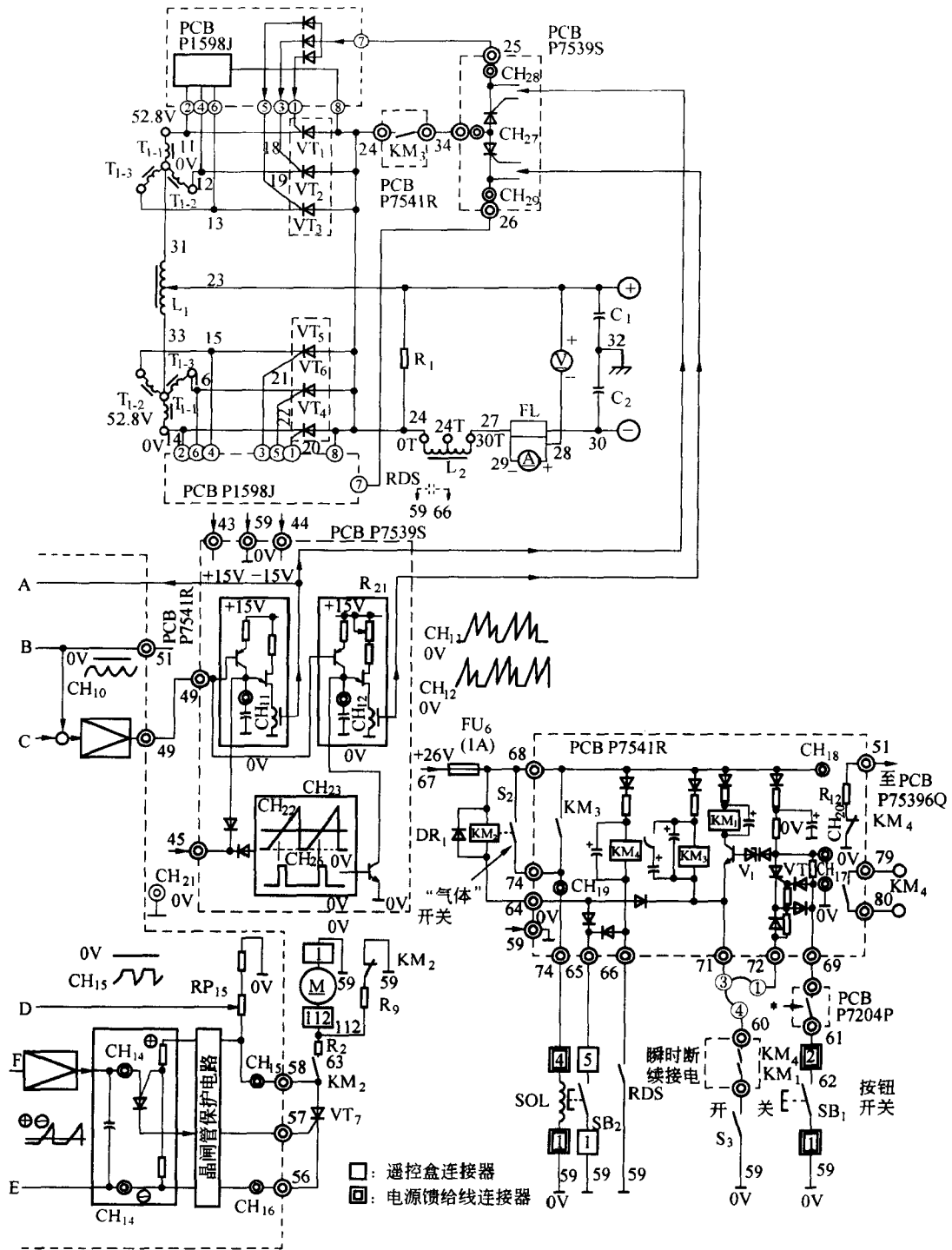


图 2-1 (2) XIII-500PS 型电路原理图 (2)

3. 晶闸管 $VT_1 \sim VT_6$: 为可控整流元件, 通过调节 $VT_1 \sim VT_6$ 的导通角, 来调节焊机输出电压的大小。

4. 平衡电抗器 L_1 : 是一个带中心抽头的有铁芯的电感, 能使 2 组双反星形整流电路同时导电。

5. 直流电抗器 L_2 : 用作滤波, 可减少飞溅, 改善焊机的动特性, 使电弧燃烧更稳定些。

6. 续流电阻 R_1 : 为晶闸管的维持电流提供通路。

(二) 主要特点

焊机主回路采用了带平衡电抗器的双反星形整流电路 (如图 2-2 所示):

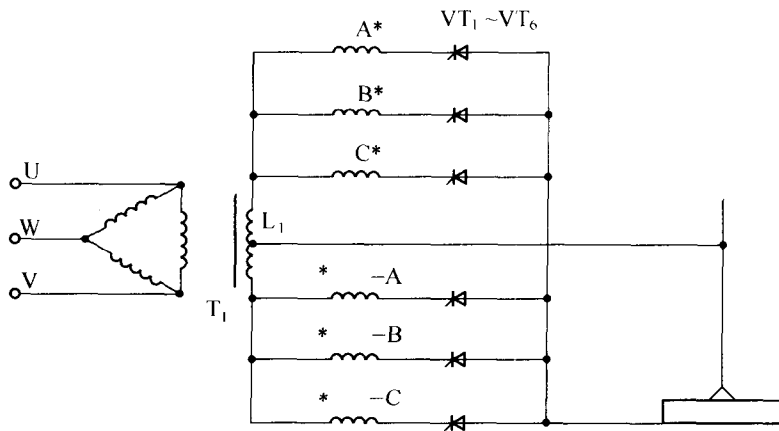


图 2-2 带平衡电抗器的双反星形整流电路

在这种电路中, 2 组整流电路的整流电压平均值相等, 但 2 组输出电压波形的相位相差 60° , 因此其瞬时值并不相等 (如图 2-3a 和 b 所示)。

如果不带平衡电抗器, 那么双反星形整流电路就是一个六相半波整流电路, 它的工作方式与三相半波电路相似, 任意瞬间只有一管导通, 其他管子都因承受反向电压而关断。此时, 每只管的导电时间短 (60°), 电流峰值高, 变压器的利用率低, 因此很少采用。

采用平衡电抗器后, 双反星形电路相当于 2 组三相半波整流电路并联。这是因为 2 组整流电路瞬时值之差, 降落在平衡电抗器上 (如图 2-3d 所示), 从平衡电抗器的中点引出导线作为整流输出的负端, 其电位等于两端点电位的平均值。所以, 2 组半波整流电路能够互不干扰, 在任一瞬时各有一管导通, 导电时间均为 120° , 电流峰值降低, 因此, 加大了输出电流, 提高了变压器的利用率。

带平衡电抗器双反星形整流电路的输出电压为 2 组整流输出电压的平均值 U_d (如图 2-3c 所示), 当晶闸管全导通时, 与变压器副边绕组相电压 ($U_{\text{相}}$) 的关系为:

$$U_d = 1.17U_{\text{相}}$$

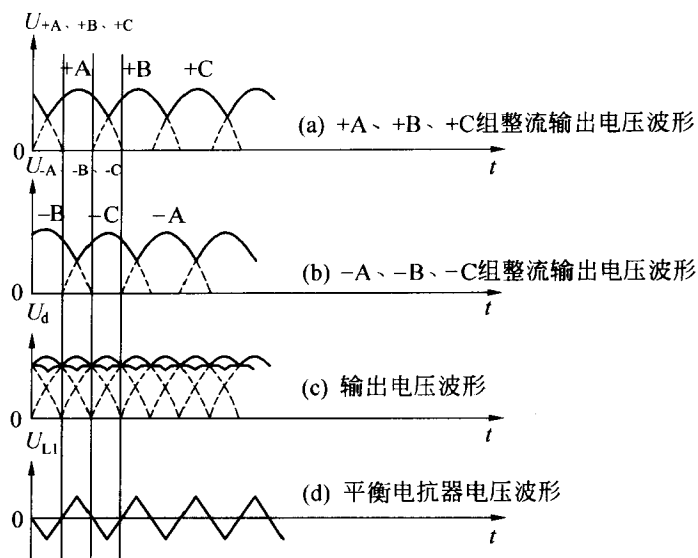


图 2-3 双反星形整流波形图

二、控制电路

控制电路的作用是实现焊机的各种控制与功能。主要由以下部分组成：1. 主晶闸管触发电路。2. 送丝机控制电路。3. 焊接程序控制电路。现对各部分电路作如下说明：

(一) 主晶闸管（可控硅）触发脉冲电路

产生触发脉冲触发主回路晶闸管，并通过对触发脉冲相位的控制，来控制晶闸管的导通角，从而调节焊接电压的大小。该电路又可分为 3 个部分：即触发脉冲产生及输出电路、同步电路、信号综合放大及网压补偿电路（如图 2-4 所示）。

1. 触发脉冲产生及输出电路：

在对电路作说明之前，先了解几个基本概念，即什么是晶闸管的控制角、导通角及移相（如图 2-5 所示）。图 2-5a 为主电路中一组星形连接的半波整流电路的电压 $U_A \sim U_C$ 的波形，中间是触发电路充电电容 C_{10} （或 C_{11} ）的电压波形，下面是脉冲变压器 TP_1 （或 TP_2 ）所产生的触发脉冲的波形。在晶闸管的一个导电周期中，晶闸管在正向电压下不导通的范围称为控制角，用 α 表示；而导通的范围则称为导通角，用 θ 表示。改变控制角 α （或导通角 θ ）的大小，使触发脉冲向左或向右移动，则称为触发脉冲的移相（如图 2-5 所示）。在单结晶体管触发电路中，晶闸管的控制角也就是电容（ C_{10} 、 C_{11} ）充电起始点到第一个脉冲电压出现的时间角（图 2-5c），因此，改变对电容（ C_{10} 、 C_{11} ）的充电速度，就能达到对晶闸管触发脉冲移相的目的（图 2-5 的 b 和 c）。

本机采用单结晶体管触发电路。该电路主要由晶体三极管 $V_3 \sim V_5$ 、电容 C_{10} 和 C_{11} 、单结晶体管 V_6 和 V_7 、脉冲变压器 TP_1 和 TP_2 、小晶闸管 VT_6 和 VT_7 等元件组成。