

无师自通 系列书

常用电焊机 维修技术

主 编 王亚君
副主编 刘 杰 孟丽因



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

名师自通系列书

常用电焊机 维修技术

主 编 王亚君

副主编 刘 杰 孟丽因

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以实用为原则,由浅入深地介绍了电焊机维修的基础知识和维修技巧,内容涉及焊机维修的基础知识与弧焊电源的分类与选用,各种类型弧焊电源的分类、组成、原理及故障维修技术,包括弧焊变压器、硅弧焊整流器、晶闸管弧焊整流器、逆变式弧焊电源、氩弧焊机、CO₂气体保护焊机、埋弧焊机、电阻焊机和等离子弧焊、切割设备等,并附焊机的典型维修案例供读者参考学习。

读者通过本书的学习,即可根据电焊机故障现象判断故障部位并采取适当的方法进行修复。

本书可供电焊机设计人员,工业生产企事业单位技术人员、技工、电气工程师及电气维修人员及焊机专业维修人员使用,也可作为职业技术学校辅助教学用书,供初学者和从事焊接相关专业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

常用电焊机维修技术 / 王亚君主编. —北京:中国电力出版社, 2018.1
(无师自通系列书)

ISBN 978-7-5198-1167-9

I. ①常… II. ①王… III. ①电弧焊—焊机—维修 IV. ①TG434

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 232746 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 丁 钊 (zhao-ding@sgcc.com.cn)

责任校对: 常燕昆

装帧设计: 赵姗姗

责任印制: 杨晓东

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2018 年 1 月第一版

印 次: 2018 年 1 月北京第一次印刷

开 本: 850 毫米×1168 毫米 32 开本

印 张: 9.375

字 数: 245 千字

印 数: 0001—2000 册

定 价: 35.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

焊接技术在机械、船舶制造、石油化工、航天、电力及家用电器等工业领域都具有广泛的应用。电焊机作为焊接工作的动力提供设备,是焊接生产中必不可少的设备。随着工业化进程和电工电子技术的飞速发展,焊机的数量和品种不断增加,而焊机的维护和维修不可避免地成为重要的保障工作。

为了使初学者快速掌握电焊机的维修技术,我们特编写了本书。本书以实用为原则,由浅入深地介绍了电焊机维修的基础知识和维修技巧。全书共分十章,第一章介绍了焊机维修的基础知识,包括焊机维修的材料和工具、常用低压电器、电子元件的种类、检测方法以及识读电路图,第二章介绍了弧焊电源的分类与选用;第三~十章分别介绍了各种类型弧焊电源的分类、组成、原理及故障维修技术,包括弧焊变压器、硅弧焊整流器、晶闸管弧焊整流器、逆变式弧焊电源、氩弧焊机、CO₂ 气体保护焊机、埋弧焊机、电阻焊机和等离子弧焊、切割设备等,每章均有该类型焊机的典型维修案例供读者参考学习。焊机故障多种多样,即使相同的故障现象,但最终解决手段也会不尽相同,本书列举的维修案例旨在帮助读者快速建立焊机故障维修的良好思路,掌握和运用焊机维修的正确手段。

本书由王亚君主编,其中第一~第六章由王亚君编写,第七章和第八章由刘杰编写,第九章和第十章由孟丽因编写,在写作过程中参阅了大量书籍和相关技术资料,在此对原作者表示衷心感谢。

本书可供电焊机设计人员、工业生产单位技术人员、技工、

电气工程师及电气维修人员、焊机专业维修人员使用，也可作为职业技术学校教学参考用书，供初学者和从事焊接相关专业人员学习参考。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

前言

第一章 焊机维修基础	1
第一节 焊机故障与维修概述	1
一、焊机故障分类	1
二、焊机维修方法	2
第二节 焊机维修工具与材料	7
一、焊机维修用仪表与工具	7
二、焊接维修用材料	28
第三节 常用电子元器件识别与检测	54
一、电阻元件	54
二、电容	59
三、电感元件	62
四、半导体二极管	66
五、半导体三极管	67
六、晶闸管	70
七、场效应管 (MOSFET)	71
八、绝缘栅双极型晶体管 (IGBT)	73
九、集成电路	75
第四节 电路图识读	76
第二章 弧焊电源分类与选用	84
第一节 弧焊电源的分类与型号	84
一、弧焊电源的分类	84
二、弧焊电源的型号	86

第二节 焊接电弧	89
一、焊接电弧的构造	89
二、焊接电弧的静特性	90
第三节 弧焊电源的电气特性	91
一、弧焊电源的外特性	91
二、弧焊电源的调节特性	93
三、弧焊电源的动特性	95
第四节 弧焊电源的选择	96
一、根据焊接电流种类选择	96
二、根据焊接工艺方法选择	96
三、根据弧焊电源功率选择	97
四、根据工作条件和节能要求选择	98
第五节 弧焊电源的安装与使用	100
一、焊接回路附件的选用	100
二、弧焊电源的安装	100
三、弧焊电源的使用	101
第三章 弧焊变压器	103
第一节 弧焊变压器工作原理与分类	103
一、弧焊变压器的工作原理	103
二、弧焊变压器的分类	103
第二节 常用弧焊变压器	104
一、同体式弧焊变压器	104
二、动圈式弧焊变压器	105
三、动铁式弧焊变压器	107
四、抽头式弧焊变压器	108
第三节 弧焊变压器的故障维修与案例	109
一、弧焊变压器的维护	109
二、弧焊变压器的常见故障与维修	109
三、弧焊变压器维修案例	115

第四章 硅弧焊整流器	138
第一节 硅弧焊整流器的组成与分类	138
第二节 典型硅弧焊整流器	140
一、无反馈磁饱和电抗器式硅弧焊整流器	141
二、全部内反馈磁饱和电抗器式弧焊整流器	142
三、部分内反馈磁饱和电抗器式弧焊整流器	143
第三节 硅弧焊整流器的故障维修与案例	145
一、硅弧焊整流器的维护与故障维修	145
二、硅弧焊整流器的维修案例	147
第五章 晶闸管弧焊整流器	158
第一节 晶闸管弧焊整流器的组成与应用	158
第二节 ZX5 系列弧焊整流器	159
一、主电路	160
二、触发电路	161
三、控制电路	161
第三节 ZDK-500 型弧焊整流器	163
一、主电路	164
二、触发电路	165
三、反馈控制电路	165
第四节 晶闸管弧焊整流器的故障维修与案例	166
一、晶闸管式弧焊整流器的维护与故障维修	166
二、晶闸管式弧焊整流器的维修案例	168
第六章 逆变式弧焊电源	183
第一节 逆变式弧焊电源的基本原理和分类	183
一、逆变式弧焊电源的基本原理	183
二、逆变式弧焊电源的种类	184
第二节 典型的逆变式弧焊电源	185
一、晶闸管逆变式弧焊电源	186
二、晶体管逆变式弧焊电源	188

三、场效应管逆变式弧焊电源	189
四、IGBT 逆变式弧焊电源	191
第三节 逆变式弧焊电源的故障维修与案例	191
一、逆变式弧焊电源常见故障与维修	191
二、逆变式弧焊电源维修案例	193
第七章 氩弧焊机的故障与修理	203
第一节 氩弧焊设备	203
第二节 氩弧焊设备维护与维修	210
一、氩弧焊设备的维护	210
二、氩弧焊设备的常见故障与维修	211
三、氩弧焊设备故障修理案例	213
第八章 CO ₂ 气体保护焊机的故障与修理	227
第一节 CO ₂ 气体保护焊设备	227
一、CO ₂ 气体保护焊设备组成	227
二、典型 CO ₂ 气体保护焊机	233
第二节 CO ₂ 气体保护焊设备维护与维修	238
一、CO ₂ 气体保护焊设备维护	238
二、CO ₂ 气体保护焊设备常见故障与维修	238
三、CO ₂ 气体保护焊设备故障修理案例	240
第九章 埋弧焊机的故障与修理	249
第一节 埋弧焊设备	249
一、自动埋弧焊机的工作原理	250
二、MZ-1000 型埋弧焊机的构造与使用	251
第二节 埋弧焊设备使用与维护	252
一、埋弧焊设备使用	252
二、埋弧焊设备维护与维修	254
三、埋弧焊设备故障修理案例	256
第十章 其他种类焊机的故障与修理	266
第一节 电阻焊机故障与修理	266

一、电阻焊的分类	266
二、典型电阻焊设备故障修理案例	268
第二节 等离子弧焊设备故障与修理	274
一、等离子弧焊设备	276
二、等离子切割设备	280
三、等离子弧焊及切割设备故障修理案例	281
参考文献	290



第一章

焊机维修基础

第一节 焊机故障与维修概述

一、焊机故障分类

任何种类的焊机,经过一段时间的使用,会产生各种各样的故障。电焊机的故障是指由于种种原因致使电焊机的电气线路(包括元器件)或机构的损坏,使其不能正常工作,从而丧失功能的过程和结果。为了深入了解焊机故障并及时采取技术措施来解决,焊机故障可从不同角度来进行分类,具体见表 1-1。

表 1-1 焊机故障的分类

分类方法	名称	定 义
电焊机故障存在的位置	外部故障	指电焊机不需拆除机壳在外面就能观察到的故障,如手弧焊机受外力撞击使焊机调节电流的手柄倾斜,影响了电流调节功能的顺畅
	内部故障	故障在焊机壳内,查找、观察和修理时必须打开机壳仔细查找,有时还需用借助仪表进行一系列的测试才行。焊机的故障,绝大部分属于此类
电焊机故障产生的原因	外因故障	焊机因受外力因素、环境条件或外接电源(如电网三相供电不平衡)等原因产生的故障,外因故障的表现处不一定在焊机的外部,有时也会在焊机的内部
	内因故障	使焊机产生故障的因素发生在焊机内部,如焊机某个元件损坏、某段导线断开或虚连、某个紧固螺栓松动等。此类故障占焊机故障的绝大部分
电焊机故障产生的时间特点	间歇性故障	指电焊机正常使用一段时间后,产生了故障,而经过间歇一段时间之后该焊机的故障自愈,功能恢复,由此周而复始地重复以上现象
	永久性故障	焊机的故障一旦产生便永久存在,只有将损坏了的元器件或电路更换或修好后,焊机才能恢复其功能

续表

分类方法	名称	定 义
电焊机故障产生的速度	突发性故障	焊机在没有预兆的条件下突然发生的故障。这类故障操作者不能预知
	渐发性故障	焊机的故障能够早期发现,故障在最终出现之前,往往出现一系列现象,操作者能有预感,如焊机的变压器发热烫手,则预示着如果不及早排除故障变压器将会被烧毁
故障对焊机功能的影响	局部性故障	焊机的某些个别功能丧失
	全部性故障	焊机的全部或大部分功能丧失
故障的外表特征	显现性故障	有明显的外表特征极易被发现的故障。这类故障在产生过程中和故障出现以后,都有明显的物理、化学现象同时或相继发生,如接触器线圈过电压烧毁会有线圈冒烟、焦糊味、变色等现象发生
	隐蔽性故障	没有外表特征的故障,这类故障不易被发现,如绝缘硬导线的内部折断,在外观根本看起来不出来
焊机的使用寿命	磨损性故障	焊机因长年正常使用自然耗损而产生的故障
	错用性故障	指焊机虽远未达到使用期,但因操作者使用不当产生的故障
	薄弱性故障	是指焊机因设计和制造不当出现性能缺陷的产品,此类故障无修复价值
故障的维修费用	可修复的故障	焊机的故障不很严重,修复费用不太大的故障
	不可修复的故障	这里所指不可修复,是指焊机损坏严重,修复起来工作量大,修复耗用材料多,修复的费用接近或超过原焊机的价值

二、焊机维修方法

由于焊机的原理、结构及制造和焊接工艺的特点,涉及机械、电气、电子、自控和气(液)压传动等专业技术,要求焊机维修人员的技艺范围较广,应具备一职多能的本领。焊机故障的维修工作一般应经过现场调查、分析原因、查找故障、维修和试车等步骤。

(1) 现场调查。焊机维修人员要亲自到出现故障的现场,向焊机的操作者详细了解焊机出现故障的情况,了解焊工的操作过程。维修人员要仔细观察现场环境有无异常,查看焊机的外观有无损坏,查看被焊工件的状况,检查焊接回路有无异常,检查焊机的一次输入电路及电源网络状况等。现场调查进行得越详细,检查得越仔细越好。

(2) 分析原因。是根据现场调查所获得的故障现象、焊机工作原理知识的掌握(可看焊机的原理电路图),进行故障原因的分析,确定故障可能发生的部位。

(3) 查找故障。即进行机内检查,分为断电机内检查和带电机内检查,具体故障查找方法见表 1-2。查找故障应首先进行断电状态的机内检查,通常采用感官检查法和万用表电阻检测法。对电焊机的某些故障,经断电机内检查就能找到;但有些故障在断电状态仍然查不到,那就可以进行焊机带电空载机内查找。这时可以使用验电笔法、亮灯检查法和仪表测量法等,具体见表 1-2。如果在已确定的范围内没有查出故障,就应重新分析判断以便扩大查找范围。如果仍未查出故障,就可以考虑进行焊机带电有载查找,即焊机进行在维修人员监视下在试件上施焊,观察机内各元器件运行状况和焊机是否会出现故障重现的现象。

表 1-2

焊机故障查找方法

方法	具 体 操 作
感官检查法	这是一种焊机断电的检查法。它是利用维修人员感官的感觉去直接查找故障,包括: (1) 问。维修者询问操作者和事故现场目击者看到的故障现象、焊机操作过程及使用规范、故障发生时有何异常等,据此直接寻找故障点。 (2) 闻。维修者以鼻子接近被检查的电器元器件,闻其周围是否有异味,如绝缘物烧糊的焦味或塑料烧熔的刺鼻辣味,依此判断故障点。 (3) 看。维修者观察焊机元器件的外观、接线端及其活动部分(如动触点),有无烟痕、烧熔、脱落、断头及活动障碍等现象,以此判断故障点。

续表

方法	具体操作
感官检查法	(4) 听。有的电器元件在故障产生的当时或其后会发出异常的声音,如接触器得电后噪声很大,电动机得电后只“嗡嗡”响而不转动等都是故障。维修者可以声响来判断其故障点。 (5) 摸。在距焊机出现故障短时间内,在断电的前提下维修者可以用手去触摸待查元器件的表面,感觉其温度是否有过热、绝缘是否破坏;同时可以用手轻轻拉动物器件的连接导线,检查是否有掉头或松动现象,由此可以确定某些故障点
验电笔检查法	这是一种焊机带电的故障检查法。用验电笔在一个待测的电路,对电路裸露点的电位进行定性不定量的测试方法。当验电笔触及被测点时,验电笔的氖管灯亮时表示该点有电(或电路通),如果验电笔不亮即为该点没电(或电路断),便可找到有故障的电路元件和导线
亮灯检查法	这是一种电路带电的故障检查法,就是用一个有灯泡(最好装在金属网罩内)的灯头,接上两根导线作为检测工具。检测时,将灯泡的一根带鳄鱼夹的引出线接在待查元器件电路的一端,而用灯泡的另一根带测试棒的引出线,依次触及电路中的各待查点,用灯泡的“亮”与“不亮”来判定该待查元件的好坏。选用灯泡的额定电压要与待测电路的电压相适应,功率以 15~40W 为宜
仪表测量法	电压测量法 这是焊机的带电检测法。即使用万用表电压挡测量电源、某段电路或某个元器件的电压值,以此判断其工作是否正常。一般来说,电压值偏差超过 10%,就应引起注意,某处可能有故障
	电阻测量法 这是焊机不带电的测量方法。在电焊机的故障检测中。用万用表的电阻挡测量可有两种用法:① 定量测定电路中电阻元件的电阻值,以确定其功能的好坏;② 定性检查焊机中某段电路或某个元件、某根导线是否有断点,以确定电路的导电状况和工作状态
	绝缘电阻测量法 这是不带电的测量。即使用绝缘电阻表定量测定某个元器件或某段电路对地(通常是对机壳)的绝缘电阻值,或测某一部件与另一部件(如变压器一次绕组与二次绕组)之间绝缘电阻值
	电流测量法 使用钳形电流表,在电焊机带电状态下测定焊机或焊机内某个电路的交流电流值。电流的测量是以测定的电流值与焊机正常工作时的电流值比较,其差值超过正常值的 10%时为异常,应查找原因
状态比较法	是以故障发生时焊机所表现的状态与焊机正常工作时的状态比较,以此作为依据来找出焊机故障的原因、发生处或范围的方法
短接法	短接法是检查电路中断路故障的一种带电检测方法,即利用一段绝缘导线,在带电的电路中将怀疑有断路的导线(或元件)两端短接起来。如果此时电路通了,该电路的功能恢复了,证明该处断路的判断正确;然后将其断电,对该断路的导线或元件进行技术处理,排除故障。假如用导线短接起来后可疑断路处状况依然如故,则说

续表

方法	具体操作
短接法	明该处并未断路,应另行查找其他处。短接法是维修人员手拿绝缘导线带电操作,一定要注意安全,以防触电。短接法只适用于压降极小的导线和触点之间的断点故障查寻。对于压降较大的电器元件,如接触器的线圈或电阻,不能使用此法;否则,会发生短路事故,并灼伤维修人员的手。对某些要害部位,必须保证设备不会出现新的故障情况下才可以使用此法
置换法	在复杂的焊机电路中出现了故障,经初步分析认为可能是某个元件有故障,可以选择与故障元件规格型号相同的完好元件与其置换,代替故障元件,焊机通电以观其效。如果此时焊机的功能恢复如初,说明替代正确,故障也排除了;假如置换后经试验焊机的故障依旧,则表明被置换的元件并未有故障,仍应置换回去,重新分析故障原因
电路分割法	电焊机的构成除去机械部分以外,就是电气部分,电气部分是由电路构成的。一个复杂的电路,都是由若干个单独的电路所组成。每个单独的电路都有自己独立的功能。而电气故障的出现,意味着电路功能的丧失,所以焊机的电气故障总是发生在某个或几个单独的电路之中。用电路分割法,就是将分割的单独电路逐一查寻,实质上是缩小查寻范围,简化电路
故障再现法	为了能准确、迅速地判断找到并排除故障,维修人员有时还要求焊工重新按照出现故障时的操作重复一遍,重现故障。只适用于焊机的小型故障,而对于重大的、对人对设备会带来危险性的故障是不可用的
清单法	根据焊机的故障现象特征,经过充分分析,将产生故障的所有原因详尽地列出清单,逐项查找验证,最后查出原因并加以排除

进行焊机机内带电故障检查时,一定要特别注意:人员要防触电;仪表、元器件要防短路。

(4) 维修与试运行。故障维修是排除故障的中心工作,就是将故障点的故障进行技术处理,如更换损坏了的元器件、更换折断了导线、重新包扎漏电处的绝缘、重焊虚焊点等手段完成维修。维修完成后,焊机要经过试运行来检验故障排除的维修效果。如果焊机恢复了原有的功能,说明维修工作完成;如果试车中又发现了新的故障现象,则应继续维修,直至修好为止。

通常,现场调查、分析原因、查找故障、维修和试车的维修步骤并不是互相独立的,而是互相穿插进行。常用的焊机维修流程如图 1-1 所示。

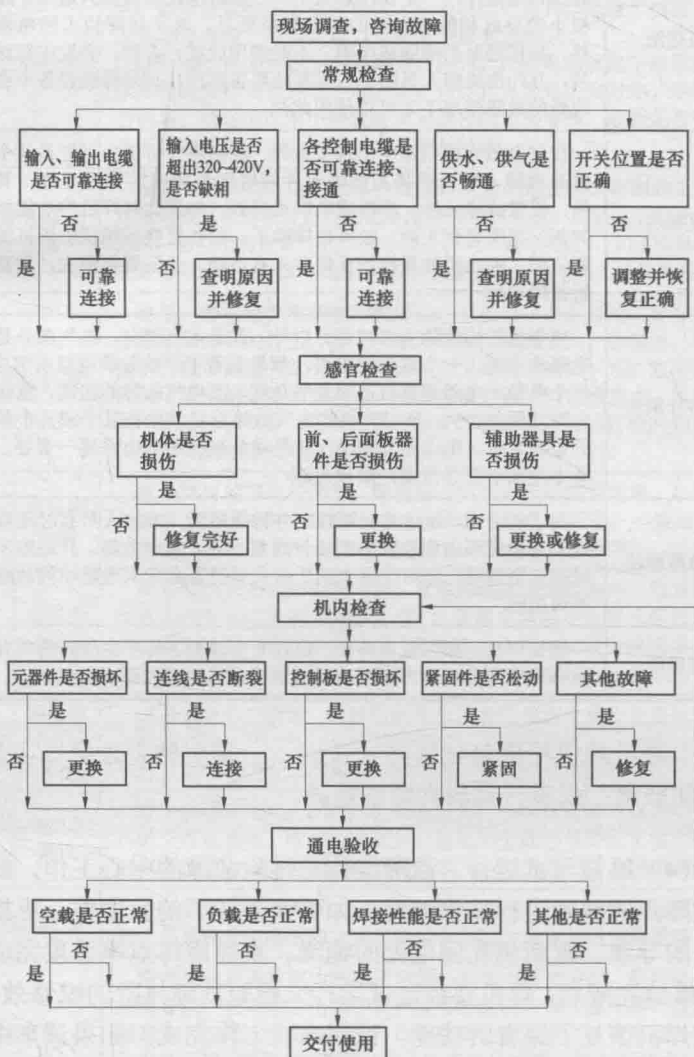


图 1-1 常用的焊机维修流程

第二节 焊机维修工具与材料

一、焊机维修用仪表与工具

(一) 验电笔

验电笔又称测电笔、电笔、试电笔等。电焊机属于低压电器，即电源电压和工作电压均低于 500V 的电器。所以，一般电工所用的验电笔，都是低压验电笔。常用的低压验电笔构造如图 1-2 所示。

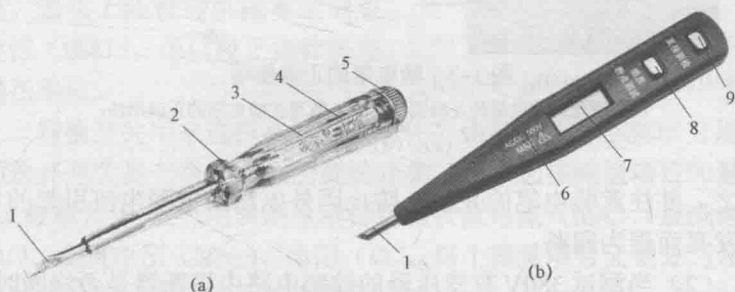


图 1-2 验电笔的构造

(a) 螺丝刀式验电笔；(b) 数显式验电笔

1—笔头；2—高电阻棒；3—氖管；4—弹簧；5—金属帽；6—发光二极管；

7—显示屏；8—感应断点测试按钮；9—直接测量按钮

使用验电笔时，正确的持笔方法很重要。以常规式验电笔为例，使用时，持验电笔手的食指要始终接触着验电笔尾端的金属帽，然后再用验电笔的测试端去触及测试点，验电笔才能正确显示（氖管亮或不亮）；反之，测试时持笔手的食指如果不触及验电笔尾端的金属帽或金属笔卡，被测点就是带电而氖管也不会亮，将会造成误测。验电笔的正确持笔法如图 1-3 所示。

使用验电笔测试时，要注意以下几种情况可能会出现误测的假象。

(1) 测试有一端接地的 220V 电路时，应从电源端开始依次