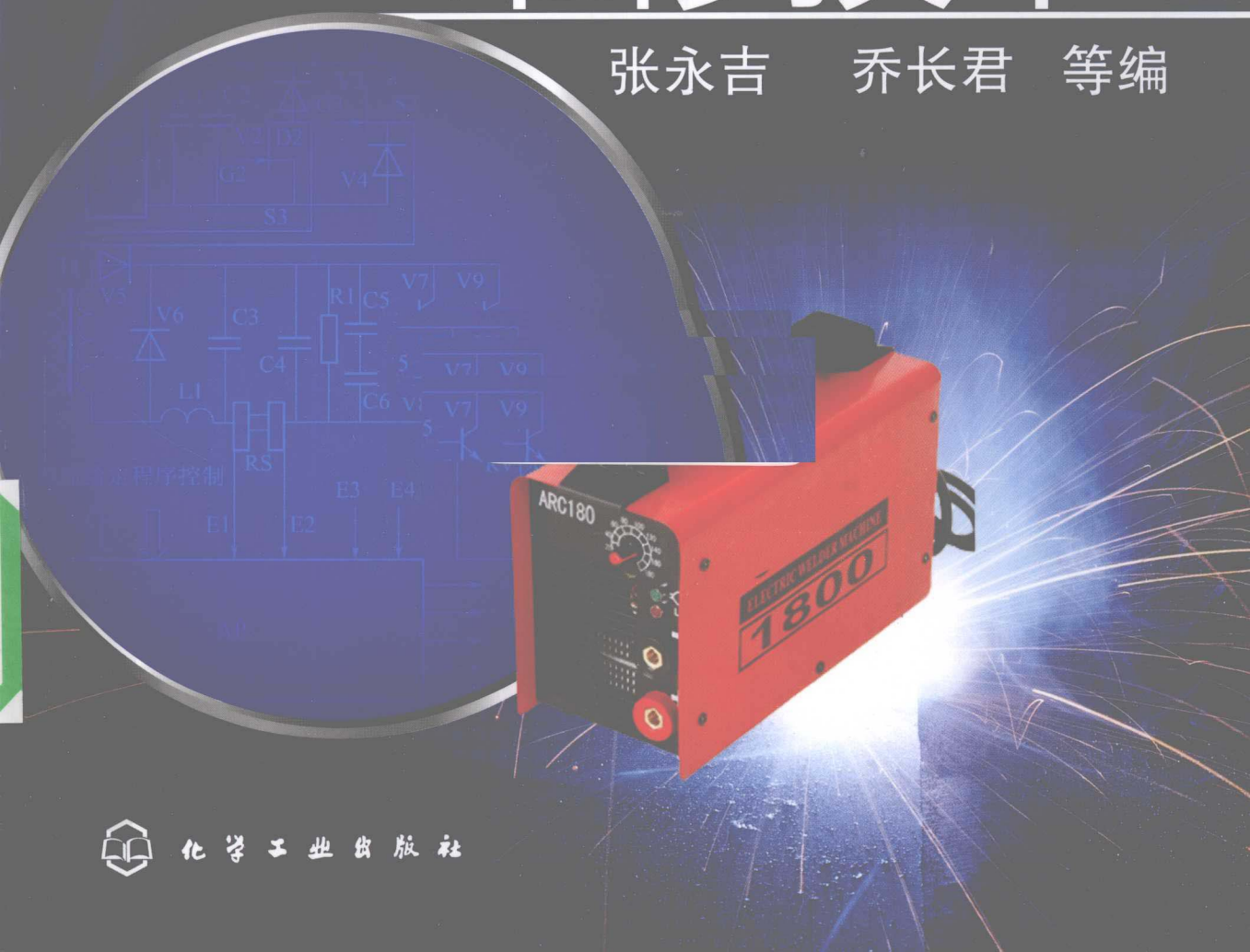


DIANHANJI WEIXIU JISHU 

电焊机

维修技术

张永吉 乔长君 等编

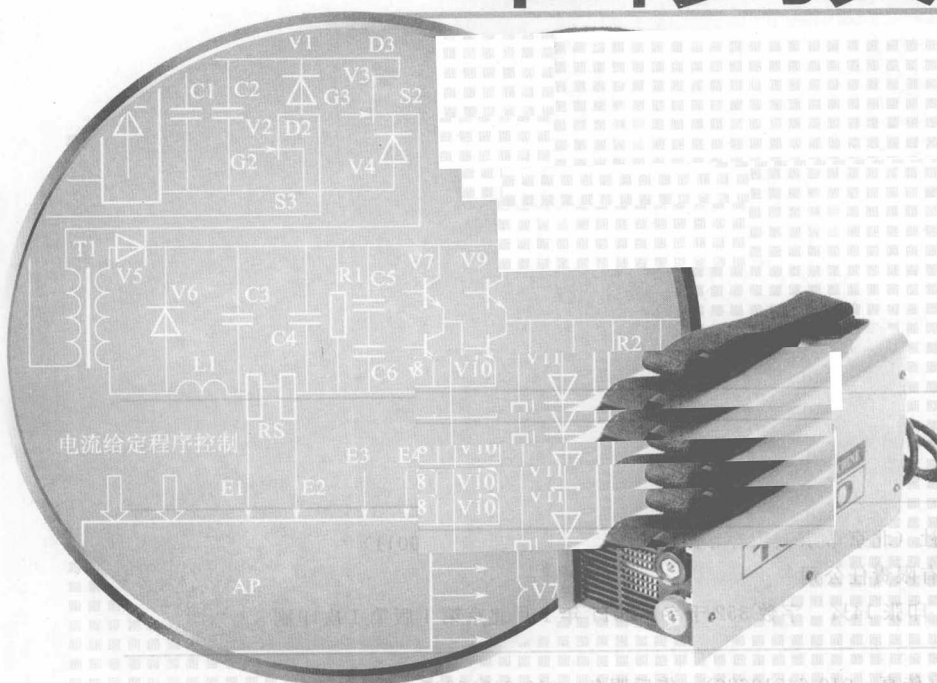


化学工业出版社

DIANHANJI WEIXIU JISHU

电焊机

维修技术



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

电焊机维修技术/张永吉, 乔长君等编. —北京: 化学工业出版社, 2010. 10

ISBN 978-7-122-09381-3

I. 电… II. ①张…②乔… III. 电弧焊-焊机-维修
IV. TG434

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 166761 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 王素芹

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14¼ 字数 352 千字 2011 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前 言

近年来，电焊机正以惊人的速度改进和发展，数量、品种不断增多，电焊机维修人员渴望能有一本比较系统的电焊机故障维修方面的书籍，因此，我们根据多年积累的电焊机检修资料整理编写了本书，以期能对维修人员的实际工作提供一定的帮助。

本书收集了常见电焊机的电气原理图及技术参数，主要包括交流弧焊机、CO₂ 半自动电焊机、钨极氩弧焊机、埋弧自动焊机、硅整流弧焊机、晶闸管整流式弧焊机、IGBT 逆变式弧焊机及空气等离子切割机等机型，同时列举了各类常用电焊机的检修实例，对故障的性质和产生的原因进行了分析，提出了故障的排除方法，并在书后附有电焊机常用配套件。

本书由长期工作在生产检修一线、具有丰富实践经验的工程技术人员编写，注重解决维护保养中的难题，书中案例都是难得的经验之作。

本书具有以下特点：

(1) 真实性。本书收集的数据、电路原理图都来源于生产厂家的说明书及各专业参考书籍，真实可靠。

(2) 实用性。本书的检修方法都来源于实践，原理分析与维修过程紧密联系，突出技能和技巧。

(3) 完整性。本书既介绍了传统焊接设备，也介绍了近几年刚刚兴起的逆变式弧焊机，并且着重加以阐述。

本书可供从事电焊机维修工作的电工和电气技术人员阅读，也可供具有一定经验的焊工及焊接技术人员参考。

参加本书编写的有张永吉、乔长君、马天钊、汪深平、马军、杨春林、姜延国等。

由于编者水平有限，书中不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 电焊机维修基础知识	1
1.1 电焊机维修人员应掌握的知识	1
1.1.1 对维修人员的要求	1
1.1.2 焊接设备故障排除的一般方法	1
1.1.3 维修人员应掌握的技能	2
1.1.4 电焊机故障的分类	3
1.2 电焊机常用材料	3
1.2.1 电焊机用导电材料	7
1.2.2 电焊机用绝缘材料	8
1.2.3 电焊机用导磁材料	12
1.3 电焊机修理常用设备、仪表及工具	15
1.3.1 电焊机修理常用设备	15
1.3.2 电焊机修理常用仪表	16
1.3.3 电焊机修理常用工具	16
1.4 线圈绕制工艺	16
1.4.1 多匝绕组的绕制	17
1.4.2 铁芯的制造与修理	19
1.4.3 铁芯夹紧螺杆与夹件的绝缘	21
1.4.4 导线的接长方法	21
1.4.5 大截面的铜导线缺损的焊补	23
1.4.6 电缆与接头的冷压连接	23
第 2 章 交流弧焊机检修	24
2.1 交流弧焊机的结构及工作原理	24
2.1.1 同体式交流弧焊变压器的结构及工作原理	24
2.1.2 分体式交流弧焊变压器的结构及工作原理	26
2.1.3 动铁分磁半开式交流弧焊变压器的结构及工作原理	27
2.1.4 动绕组增强漏磁式交流弧焊变压器的结构及工作原理	29
2.1.5 动铁分磁全开式交流弧焊变压器的结构及原理	30
2.2 弧焊变压器技术数据	32
2.3 交流电焊机的故障原因及处理方法	37
2.3.1 动铁式交流弧焊机的维修	37
2.3.2 动圈式交流弧焊机的维修	39
2.3.3 抽头式交流弧焊机的维修	42
第 3 章 CO₂ 半自动电焊机维修	44
3.1 CO ₂ 半自动电焊机的工作原理	44

3.1.1	CO ₂ 电弧焊的特点和应用	44
3.1.2	焊接材料	44
3.1.3	焊接规范选择	45
3.1.4	基本操作技术	46
3.2	日本大阪 X 系列 CO ₂ 半自动电焊机	47
3.2.1	概述	47
3.2.2	日本大阪 X 系列 (XⅢ-500PS) CO ₂ 半自动电焊机故障分析和处理	58
3.2.3	NBC-250 型 CO ₂ 气体保护半自动电焊机	63
3.3	MBC-500S 型 CO ₂ 自动电焊机故障分析及维修	68
3.3.1	MBC-500S 型 CO ₂ 自动电焊机结构组成	68
3.3.2	故障分析及维修	68
3.4	NBC-200 型 CO ₂ 气体保护半自动电焊机故障分析及维修	72
3.4.1	NBC-200 型 CO ₂ 气体保护电焊机基本原理	72
3.4.2	CO ₂ 气体保护半自动弧焊机的维护保养	74
3.4.3	NBC-200 型半自动 CO ₂ 电焊机常见故障分析和处理	77
3.5	Thyarc 牌 NBC-400 型逆变式 CO ₂ 气体保护电焊机、NBM-400 型逆变式脉冲 MIG/MAG 电焊机的故障处理	79
3.5.1	基本原理	79
3.5.2	NBC-400 型逆变式 MAG/CO ₂ 气体保护电焊机故障检修	80
3.6	气体保护电焊机技术数据	83
第 4 章	钨极氩弧焊机的检修	86
4.1	氩弧焊机基本原理	86
4.1.1	手工直流钨极氩弧焊机原理	86
4.1.2	NSA-500-1 型手工交流钨极氩弧焊机原理	87
4.2	其他钨极氩弧焊机电路图及技术参数	90
4.2.1	NSA-300 型直流手工钨极氩弧电路	90
4.2.2	KW 型手工钨极氩弧焊机控制电路	90
4.2.3	钨极氩弧焊机主要技术数据	90
4.3	钨极氩弧焊机的使用及维护保养	93
4.3.1	钨极氩弧焊机的组成和特点	93
4.3.2	直流氩弧焊与脉冲氩弧焊的区别	96
4.3.3	焊前准备和焊前清洗	96
4.3.4	焊接规范参数	96
4.3.5	焊接操作	97
4.3.6	手工钨极氩弧焊机维护保养	97
4.4	钨极氩弧焊机检修实例	99
4.4.1	NSA4-300 型手工直流钨极氩弧整流电路故障分析及处理	99
4.4.2	NSA-500-1 型手工交流钨极氩弧焊机故障分析及处理	101
4.4.3	NSA-300 型手工直流钨极氩弧整流电路故障分析及处理	103
4.4.4	KW 型手工钨极氩弧机控制箱常见故障与处理	107
第 5 章	埋弧自动焊机检修	109
5.1	埋弧自动焊机的工作原理	109
5.1.1	MZ-1000 型交流埋弧焊机工作原理	109

5.1.2	MZ1-1000 型交流自动埋弧焊机工作原理	112
5.2	埋弧自动焊机其他电路	114
5.3	埋弧自动焊机的维护和使用	116
5.3.1	埋弧自动焊机的维护保养	116
5.3.2	埋弧焊机使用规范参数	116
5.4	埋弧自动焊机技术数据	120
5.4.1	埋弧自动焊机技术数据	120
5.4.2	埋弧半自动焊机技术数据	120
5.5	检修实例	125
5.5.1	MZ-1000 型交流埋弧自动焊机的故障	125
5.5.2	MZ1-1000 型交流自动埋弧焊机常见故障分析及处理	131
第 6 章	硅整流（晶体管）弧焊机检修	135
6.1	硅整流弧焊机基本原理及结构	135
6.1.1	ZXG7-300-1 型弧焊整流器工作原理	135
6.1.2	动圈变压器式（ZXG1-160）硅整流弧焊机基本原理	137
6.1.3	电磁调节型（ZXG-300）硅弧焊整流器电焊机原理	138
6.1.4	ZXG-1500 型硅整流器式直流电焊机原理	140
6.2	弧焊整流器技术数据	141
6.3	硅整流弧焊机使用与维护	145
6.3.1	手工硅弧焊整流器的一般检查试验	145
6.3.2	整流弧焊机的安装	146
6.3.3	整流弧焊机的使用	147
6.3.4	整流弧焊机电源线选用	147
6.4	整流弧焊机常见故障分析及处理	147
6.5	整流弧焊机改造实例	153
第 7 章	晶闸管整流式弧焊机检修	155
7.1	ZX5 系列晶闸管式弧焊整流器原理	155
7.1.1	概述	155
7.1.2	主电路	156
7.1.3	触发电路	156
7.2	典型电路	162
7.2.1	ZX5-400 型晶闸管整流弧焊机电气原理图	162
7.2.2	ZDK-500 型晶闸管弧焊整流器主电路原理图	163
7.2.3	GS-300SS 型晶闸管弧焊整流器主电路图	163
7.2.4	ZX5-250 型晶闸管弧焊整流器主电路	164
7.2.5	LHF-250 型晶闸管弧焊整流器主电路图	164
7.3	直流晶闸管式弧焊机技术数据	165
7.4	直流晶闸管弧焊整流器故障分析及处理	166
7.4.1	ZX5-400 型晶闸管弧焊整流器故障分析及处理	166
7.4.2	ZDK-500 型晶闸管弧焊整流器故障分析及处理	167
7.4.3	GS-300SS 型晶闸管弧焊整流器故障分析及处理	168
7.4.4	ZX5-250 型晶闸管弧焊整流器故障分析及处理	169
7.4.5	LHF-250 型晶闸管弧焊整流器故障分析及处理	171

第 8 章 IGBT 逆变式弧焊机检修	172
8.1 逆变式弧焊机基本原理	172
8.1.1 ZX7 系列可控硅逆变弧焊整流器原理	172
8.1.2 KEMPPI 公司 Mastertig 1500/2200 型直流手工焊/脉冲氩弧焊两用逆变弧焊机工作原理	175
8.2 其他逆变式氩弧焊机电路图及技术参数	178
8.2.1 其他逆变式氩弧焊机电路图	178
8.2.2 逆变式氩弧焊机维护及技术参数	178
8.3 逆变式弧焊机的故障处理	184
8.3.1 ZX7 系列逆变式弧焊机的故障处理	184
8.3.2 IGBT-ZX7-400 (500) 型逆变电焊机的故障处理	185
8.3.3 WSM 系列多功能电焊机故障处理	186
8.3.4 Thyarc 牌 WSM5 系列逆变式直流脉冲氩弧焊机故障处理	187
8.3.5 TIG160、180、125、135 型逆变氩弧焊机故障处理	188
第 9 章 空气等离子切割机检修	192
9.1 苏达牌 CUT 系列空气等离子切割机	192
9.1.1 特点与用途简介	192
9.1.2 技术参数及工作原理	192
9.1.3 操作过程	197
9.1.4 割炬安装、维护及零件更换	200
9.1.5 故障检修	202
9.2 逆变式切割机的维修	204
9.2.1 瑞佳 CTU30、40 型逆变式切割机的维修	204
9.2.2 瑞佳 CTU60、70、100、120 型逆变式切割机的维修	206
附表 电焊机常用配套件	208
附表 1 快速接头	208
附表 2 冷却风扇	209
附表 3 焊钳	209
附表 4 焊枪	210
附表 5-1 氩弧焊焊炬 (一)	210
附表 5-2 氩弧焊焊炬 (二)	211
附表 6 空气等离子弧切割炬	211
附表 7 碳弧气刨枪	212
附表 8 面罩	212
附表 9 导电嘴	212
附表 10 CO ₂ 气体减压流量计	213
附表 11 氩气减压流量调节器	213
附表 12 混合气体配比器	213
附表 13 电磁气阀	213
附表 14 电极及材料	214
附表 15 携带充气式小钢瓶	214
附表 16 电焊条保温筒	215
附表 17 焊剂烘干机	215

附表 18-1 焊条烘干设备（一）	216
附表 18-2 焊条烘干设备（二）	216
附表 19 印刷电动机	217
附表 20 电器元件	217
参考文献	218

第 1 章 电焊机维修基础知识

1.1 电焊机维修人员应掌握的知识

1.1.1 对维修人员的要求

(1) 维修人员要能够看懂主电路，分清焊接设备的主回路和控制回路由哪几部分组成，明白其作用原理。

(2) 对电路中一些不清楚的元器件或控制单元，要结合维修焊接设备查询相关资料。对一些复杂的电路，要进行简化处理，并且要掌握主要元件的工作原理。

(3) 看焊接设备电气原理图时，要弄清各电路之间的联系。电路是怎样实现各种功能的，要形成整体概念。另外掌握其辅助设备的相互联系和作用也很关键。

(4) 可以用符号、图形及简短的语言，按照自己的思路 and 需要，写出设备的操作程序（即工作流程），对图纸资料做一个概括性总结，以后维修焊接设备时，按照工作流程来查找故障。

(5) 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某些测试点的数据或波形，以便今后维修时进行比较，对今后的维修很有帮助。

(6) 在工作中不断加深和完善电气原理图的理解和熟悉。

(7) 在维修工作中，要做好原始记录。如故障性质、时间、原因、处理方法以及分析和修理的过程和方法要一一记录下来。

1.1.2 焊接设备故障排除的一般方法

(1) 首先要正确地使用焊接设备（应仔细阅读说明书），了解故障现象及其产生的原因，结合自己掌握的知识及经验，作出正确的分析和判断，确定是哪方面的问题，是电气设备故障还是机械原因，或是焊接工艺规范使用不当等。

(2) 对设备进行检查，要断开电源，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、电缆是否有破损，印制板元件或线路有没有脱焊或烧坏，而且不要放过附属设备的问题，注意机内有没有烟味等。

(3) 外观检查后，再进行通电检查或试机。在通电前，应注意有没有异常声音、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，观察设备的部件和检测元器件工作是否正常。根据工作流程和图纸资料利用万用表（或相关的仪器和示波器）进行检测，还可以用观察相关的指示灯在电路中的作用来判断，也可以更换印制板等办法查找故障出在哪一环节。通电后，要特别注意人身安全和设备状况，哪些部件已有电，要做到心中有数，即使认为没有电的地方，也要把它当作有电对待。

(4) 设备故障点有时候不很明显，往往电路的各参数都很正常，但设备就是不能正常使

用,叫人“莫名其妙,无从下手”,或者设备时好时坏(软故障),故障现象不定,像“捉迷藏”。对于这类极少数的疑难故障,应细致地检查分析可能是什么原因引起的,分析和处理方法如下。

① 电路板的元器件接触不良。这类接触不良故障,不易被发现,特别是元器件虚焊(旧焊接设备或用时间比较久的焊接设备,非常容易出现此类故障),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,应细心地观察是否有生锈点、接触是否有点松动、接触面是否平整等。

② 可能有虚焊点。对焊点重新焊接。

③ 有个别的器件(如二极管、三极管、电源块、集成块),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,可换上好的元器件试一试。如果电线要断不断,电缆内部某线间绝缘不可靠,也可以用这种“代替法”试一试。

④ 可以用优选法(分段、分片)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器件,将范围缩小,再用前述方法寻找故障。

⑤ 特别是别人已修过的设备,要认真检查接线或元件参数是否有错误。对照设备的原理图或根据设备的性能进行分析,确定有错误后,则加以改正。值得一提的是维修人员在修理时要细心,必要时要做好“记号”,不要接错线。用替代元器件时,要知道换上该元器件行不行(在实际应用中有的元器件技术参数要求是很严格的,不可忽视),如果维修人员不清楚,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,越修越糟,甚至会搞坏设备。

⑥ 有的元器件是不能用一般的方法进行检测好坏的,此时要对照原理图,用示波器测定各点波形。

⑦ 如果检查电气没有问题,就要从机械、工艺规范等其他方面寻找原因。

(5) 关于印制电路板的检修

一般焊接设备的印制电路板,厂家都没有提供电气原理图,只有外部接线图和主电气原理图。可采用下面的办法查找印制电路板的故障点。

① 用万用表对所怀疑的元件、线路做检查。针对所怀疑的焊点和连接点要重新焊接和处理。

② 查不出问题时,在有条件的情况下(备件齐全),可用万用表将坏了的印制电路板与好的印制电路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)注意避免把元件和印制电路板搞坏。

③ 根据设备印制电路板,画出电气原理图或发生故障部分原理图,对故障进行分析检查。

④ 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。

1.1.3 维修人员应掌握的技能

(1) 机械钳工的技能:常用的是锯、锉、刮、研、钻孔、攻螺纹、套螺纹、画线、测量、拆卸、装配等钳工的基本技能。

(2) 机械维修工的技能:一般机械的维修、机械传动机构的维修、气压传动机构的维修和液压传动机构的维修等。

(3) 综合电工的技能:电焊机就其本质来讲是一种特殊的电气机械,所以它的维修要求电气的工种类别较多,其技能主要有以下几个方面。

① 通用电工基本技能。

- ② 一般电机维修工艺的技能。
- ③ 低压电器维修工的技能。
- ④ 自控系统中关于继电控制电路的维修技能。
- ⑤ 电气装配工的技能。
- ⑥ 关于变压器铁芯叠片、线圈绕制、绝缘处理等技能。
- ⑦ 一般的半导体电子电路维修技能。

1.1.4 电焊机故障的分类

任何电焊机经过一定时期的使用,必然会产生各种各样的故障。电焊机的故障,概括地讲是指其应有功能的丧失。电焊机是机电设备中的一大类别,所以按设备故障诊断学的观点,电焊机的故障可以从不同角度来进行分类,这对于深入了解电焊机故障的产生、性质和危害,及时地采取技术对策(排除故障或加强维护保养工作)均有很大的益处。

(1) 从故障产生的时间特点分

① 间歇性故障:指在很短时间内电焊机出现功能丧失的状况,过后电焊机的功能又能恢复到标准状态的现象。

② 永久性故障:指电焊机丧失了功能,只有在更换某些零部件之后才能恢复其原功能的现象。

(2) 从故障产生的速度分

① 突发性故障:指电焊机不能靠早期试验或预测而突然产生的故障。

② 渐发性故障:指电焊机能够早期发现和预测的故障。

(3) 从故障对电焊机的功能影响分

① 局部性故障:指电焊机的某些个别功能的丧失。

② 全局性故障:指电焊机的全部或大部分功能的丧失。

(4) 按电焊机故障产生的原因分

① 磨损性故障:指电焊机因自然耗损产生的故障,这是可以预料到的。

② 错用性故障:指电焊机因使用不当造成的故障,这属于责任事故。

③ 薄弱性故障:指电焊机因设计和缺陷或制造不良使零部件性能不佳而造成的故障,这是由于产品质量不合格便出厂所致。

(5) 从故障的修复费用分

① 可修复的故障:指故障不严重,修复费用不大的故障。

② 不可修复的故障:严格来说,不存在不可修复的故障。这里指的不可修复,是指修复工作量大,耗用材料多,所用费用接近或超过原电焊机的价值时,就认为此类故障为不可修复。

1.2 电焊机常用材料

电焊机的修理工作,需要选择和使用电气材料,需要使用修理工具和仪表,有时还需要使用专用设备。有了这些条件,配合适当的焊接修理工艺,才能将电焊机的故障排除,恢复其应有的功能,将电焊机修好。为此,本章将扼要阐述电焊机修理所用材料、工具、仪表、设备和基本工艺。

表 1-1 对导电铜合金的性能要求、选用及应用中注意事项

名称	性能要求	选用的铜合金	应用中注意事项
电动机、发电机的整流子片和滑环	电导率 大于 85% IACS 抗拉强度 大于 300MPa 伸长率 大于 2% 硬度 大于 80HBS 软化温度超过工作温度,接触性好,耐磨性高	银铜、稀土铜、镉铜、锍铜和铬锍铜等	冷作铜虽导电性很好,但强度和耐热性低,通常用到 80℃,高于 150°就开始软化;稀土铜、银铜和镉铜适于作 250℃ 以下的电机换向器片;锍铜(0.2%~0.4% Zr)适于作 350℃ 以下的电机整流子片;铬锍铜(铬砷铜、铬铅铜)在 500℃ 以下有足够高的强度、高的耐磨性、高的电导率,适于作 350~500℃ 的高功率电机的换向器片
电焊机电极、电极支承座、电极臂和导电滑环	电极的作用是传导必要的焊接电流和传递必要的焊接压力。因被焊接的材料是多种多样的,要求材料性能也在很大范围内变化。 要求的主要特性为: (1)具有比焊接材料更高的导电性和导热性,否则将发生电极和被焊接材料的熔焊现象或电极表面合金化 (2)要求强度高,特别是高温硬度高,以保持电极形状的持久性 (3)与被焊材料不发生合金化和粘着 (4)抗氧化性好,使用中不生成氧化皮 电极支承座和电极臂要求有较高的电导率(以减少焊接回路阻抗)和强度。 导电滑环要求有高的电导率和耐磨性	根据被焊接材料的不同,使用电极可分四类: (1)铝、镁轻合金和铜合金的焊接,电极可用银铜、镉铜、锍铜和弥散硬化铜 (2)低碳钢、镍合金和低合金钢的焊接,电极可用锍铜、银锍铜、铬铜、铬锡铜、铬铝镁铜和铬锍铜等 (3)不锈钢和耐热合金的焊接,电极可用高导电铍铜、钴硅铜、镍硅铜、镍钛铜和铬钛锡铜等 (4)铂(箔、带)、金饰和灯丝等的特殊焊接以及工件表面不允许有铜迹时(如银钨触头焊接于支座),电极可用钨、钼、铜钨合金、弥散硬化铜和复合电极(铬铜镶钨或弥散硬化铜)	选择电极材料时,在保证成良好焊接的情况下,应着重提高使用寿命。 (1)铝、镁轻合金的焊接,其特点是散热快,要求输入更大热量,即短时间通入大电流。同时,由于铝、镁熔点低,容易发生粘着现象,所以要求电极材料的电导率大于 85% IACS 和抗软化温度高 (2)低碳钢等的焊接,电极材料的电导率要求大于 75% IACS (3)耐热合金等的焊接,其特点是焊接温度高,时间长,焊接时所加压力大,要求电极材料具有高的强度、硬度和耐热性,电导率大于 40% IACS

表 1-2 导电铜合金的品种、性能和主要用途

类 别	名 称	室温性能				高温性能		主要用途
		抗拉强度 (×10MPa)	伸长率 /%	硬度 /HBS	电导率 /% IACS	软化温度 /℃	高温强度 (×10MPa)	
中强度、高导电铜合金(抗拉强度为 350~600MPa,电导率为 70%~98% IACS)	冷作铜	35~45	2~6	80~110	98	150	20~24 (200℃)	换向器片、架空导线、电线车
	银铜	35~45	2~4	95~110	96	280	25~27 (290℃)	换向器片、点焊电极、发电机转子绕组、引线、导线
	银铬铜	40~42	24	130	82	500		点焊电极和缝焊轮
	稀土铜	35~45	2~4	95~110	96	280		换向器片、导线
	镉铜	60	2~6	100~115	85	280		点焊电极、缝焊轮、电焊机零件、高强度绝缘导线、滑接导线
	铬铜	45~50	15	110~130	80~85	500	31 (400℃)	点焊电极、缝焊轮、电极支承座、开关零件、电子管零件

续表

类 别	名 称	室温性能				高温性能		主要用途
		抗拉强度 (×10MPa)	伸长率 /%	硬度 /HBS	电导率 /% IACS	软化温度 /℃	高温强度 (×10MPa)	
中强度、高导电铜合金(抗拉强度为 350～600MPa, 电导率为 70%～98% IACS)	铬铝镁铜	40～45	18	110～130	70～75	510		点焊电极和缝焊轮
	铈铜	40～45	10	120～130	90	500	35 (400℃)	换向器片、开关零件、导线、点焊电极
	铈铜	45～50	10	130～140	85	500	37 (400℃)	
	铈铜	50～55	9	135～160	80	500		点焊电极、缝焊轮、铜线连续退火的电极轮
	铬铈铜	50～55	10	140～160	80～85	520		换向器片、点焊电极、缝焊轮、开关零件、导线
	铈砷铜	50～55	10	150～170	90	520		换向器片、点焊电极和缝焊轮
	铈铅铜	52～55	12	150～180	70～80	550	43 (400℃)	
中强度、高导电铜合金(抗拉强度为 350～600MPa, 电导率为 70%～98% IACS)	铜-氧化铝	48～54	12～18	130～140	85	900	20 (800℃)	点焊电极、导电弹簧、高温导电零件
	铜-氧化铍	50～56	10～12	125～135	85	900	30 (800℃)	
	铅铜	30～35	12	80～85	97～99	150		易切削导电连接件
高强度、中导电铜合金(抗拉强度为 600～900MPa, 电导率为 30%～70% IACS)	铍钴铜	75～95	5～10	210～240	50～55	400	35 (425℃)	不锈钢和耐热合金的焊接电极、导电滑环
	镍铍铜	55～60	15	160～180	55～60	400		
	铬铍铜	50～60		140～160	60～70	400		
	钴硅铜	75～80	6	240	45～55	550		
	镍硅铜	60～70	6	150～180	40～45	540		电焊机的导电部件、导电弹簧、导电滑环
	镍钛铜	60	10	150～180	50～60	600	40 (500℃)	电焊机电极, 对焊模
	铬钛锡铜	65～80	7～12	210～250	42～50	450	39 (425℃)	电焊机电极, 高强度导电零件
特高强度、低导电铜合金(抗拉强度大于 900MPa, 电导率为 10%～30% IACS)	铍铜	130～147	1～2	350～420	22～25	520		开关零件、熔断器和导电元件的接线夹、在周围介质温度 150℃下使用的电刷弹簧
	钛铜	90～110	2	300～350	10	520		可代用铍铜, 用途同铍铜
	钛铜	70～90	5～15	250～300	10～15	550		
	铝铜	55～65	3～7	310～420	21～25			电焊机电极、自动焊机导电电阻、各种耐磨耐蚀零件

表 1-3 电焊机常用裸铜扁线的规格及截面积

厚度 a /mm 圆角半径 r /mm	0.80	0.90	1.00	1.12	1.25	1.40	1.60	1.80	2.00	2.24	2.50	2.80	3.15	3.55	4.00	4.50	5.00	5.60	6.30	7.10
宽度 b /mm	$r=a/2$			$r=0.50$			$r=0.65$			$r=0.80$			$r=1.00$			$r=1.20$				
2.00	1.463	1.626	1.785	2.025	2.285	2.585														
2.24	1.655	1.842	2.025	2.294	2.585	2.921	3.369													
2.50	1.863	2.076	2.285	2.585	2.91	3.285	3.785	4.137												
2.80	2.103	2.346	2.585	2.921	3.285	3.705	4.265	4.677	5.237											
3.15	2.383	2.661	2.936	3.313	3.723	4.195	4.825	5.307	5.937	6.693										
3.55	2.703	3.021	3.335	3.761	4.223	4.755	5.465	6.027	6.737	7.589	8.326									
4.00	3.063	3.426	3.785	4.265	4.785	5.385	6.185	6.837	7.637	8.597	9.451	10.65								
4.50	3.463	3.876	4.285	4.825	5.41	6.085	6.985	7.737	8.637	9.717	10.7	12.05	13.63							
5.00	3.863	4.326	4.785	5.385	6.035	6.785	7.785	8.637	9.637	10.84	11.95	13.45	15.2	17.2						
5.60	4.343	4.866	5.385	6.057	6.785	7.625	8.745	9.717	10.84	12.18	13.45	15.13	17.09	19.33	21.54					
6.30	4.903	5.496	6.085	6.841	7.66	8.605	9.865	10.98	12.24	13.75	15.2	17.09	19.3	21.82	24.34	27.49				
7.10		6.216	6.885	7.737	8.66	9.725	11.15	12.42	13.84	15.54	17.2	19.33	21.82	24.66	27.54	31.09	34.64			
8.00			7.785	8.745	9.785	10.99	12.59	14.04	15.64	17.56	19.45	21.85	24.65	27.85	31.14	35.14	39.14	43.94		
9.00				9.865	11.04	12.39	14.19	15.84	17.64	19.8	21.95	24.65	27.8	31.4	35.14	39.64	44.14	49.54		
10.00					12.29	13.79	15.79	17.64	19.64	22.04	24.45	27.45	30.95	34.95	39.14	44.14	49.14	56.14		
11.20						15.47	17.71	19.8	22.04	24.73	27.45	30.81	34.73	39.21	43.94	49.54	55.14	61.86		
12.50							19.79	22.14	24.64	27.64	30.7	34.45	38.83	43.83	49.13	55.39	61.64	69.14	77.51	87.51
14.00								24.84	27.64	31	34.45	38.65	43.55	49.15	55.14	62.14	69.14	77.54	86.96	98.16
16.00									31.64	35.48	39.45	44.25	49.85	56.25	63.14	71.14	79.14	88.74	99.56	112.4
18.00											44.45	49.85	56.15	63.35	71.14	80.14	89.14	99.94	112.2	126.6
20.00												49.45	55.45	62.45	70.45	79.14	89.14	99.14	111.1	124.8
22.40													55.45	62.17	70.01	78.97	88.74	99.94	111.1	124.6
25.00														69.45	78.2	88.2	99.14	111.6	124.1	139.1
28.00																				
31.50																				
35.50																				

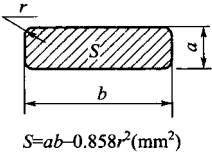


表 1-4 玻璃丝扁线绝缘物尺寸

图 示	导线标称尺寸/mm		绝缘物厚度/mm	
	a	b	$A-a$	$B-b$
	0.9~1.95	2~3.75	0.28~0.35	0.25
		4~6	0.3~0.37	
		6.3~8	0.31~0.39	
		8.5~14.5	0.35~0.45	
	2~3.75	2.8~6	0.3~0.38	0.32
		6.3~10	0.33~0.41	
		10.6~14	0.35~0.44	
		15~18	0.37~0.46	
	4~5.6	5.6~10	0.36~0.45	0.4
		10.4~14	0.38~0.48	
		15~18	0.42~0.52	

1.2.1 电焊机用导电材料

(1) 常用导电材料

铜及其合金是电焊机制造和修理中最常用的导电材料，电焊机对导电铜合金的性能要求、选用及应用中的注意事项见表 1-1。导电铜合金的品种、成分、性能和用途见表 1-2。这些材料主要用来制作电焊机中的电极、夹具及绕组等。

导电用铜导线（电磁线）是用电解铜经轧制、拔丝等工艺制成的圆线或扁线。导线的规格是按裸线尺寸标定的，不包括导线外表的绝缘物尺寸。所以设计使用时，绝缘层的尺寸不可忽略。电焊机常用裸铜扁线的规格及截面积见表 1-3，玻璃丝扁线绝缘物尺寸见表 1-4，电焊机常用的电磁圆铜线的直径、截面积和绝缘物的外径见表 1-5。

表 1-5 电焊机常用电磁圆铜线规格及参数

直径 /mm	截面积 /mm ²	每千米 净重/kg	每千米直 流电阻 (20℃)/Ω	漆包线最大外径 /mm		玻璃包线最大外径 /mm		丝包线最大外径/mm			
				薄漆层	厚漆层	单线漆 包线	双线 包线	双丝 包线	单丝漆 包线	双线漆 包线	双丝聚酯 漆包线
0.20	0.0314	0.279	560	0.23	0.24	—	—	0.32	0.30	0.35	0.36
0.31	0.0755	0.671	233	0.35	0.36	—	—	0.44	0.43	0.48	0.49
0.47	0.1735	1.54	101	0.51	0.53	—	—	0.61	0.60	0.65	0.67
0.62	0.302	2.71		0.68	0.70	0.83	0.89	0.77	0.77	0.83	0.84
0.71	0.396	3.52		0.76	0.79	0.93	0.98	0.86	0.86	0.91	0.94
0.90	0.636	5.66	27.50	0.96	0.99	1.12	1.17	1.06	1.06	1.12	1.15
1.00	0.785	6.98	22.30	1.07	1.11	1.25	1.29	1.17	1.18	1.24	1.28
1.12	0.985	8.75	17.80	1.20	1.23	1.37	1.41	1.29	1.31	1.37	1.40
1.25	1.227	10.91	14.30	1.33	1.36	1.50	1.54	1.42	1.44	1.50	1.53
1.40	1.539	13.69	11.40	1.48	1.51	1.65	1.69	1.57	1.59	1.65	1.68
1.60	2.06	17.87		1.69	1.72	1.87	1.91	1.78	1.80	1.87	1.90
1.80	2.55	22.60	—	1.89	1.92	2.07	2.11	1.98	2.00	2.07	2.10
2.00	3.14	27.93	—	2.09	2.12	2.27	2.31	2.18	2.20	2.27	2.30
2.24	3.94	35.03	—	2.33	2.36	2.51	2.60	2.42	2.44	2.51	2.54
2.36	4.37	38.89	—	2.45	2.48	2.63	2.72	2.54	2.56	2.63	2.66
2.50	4.91	43.64	—	2.59	2.62	2.77	2.86	2.68	2.70	2.77	2.80

(2) 电焊机用导线电流密度的选择

电焊机的绕组在设计时首先要确定该绕组的电流密度。在确定电流密度时，要考虑电焊机的容量等级、绝缘等级，该绕组的散热条件，以及绕组的具体结构。对于铜导线的绕组，可按表 1-6 选取。

表 1-6 电焊机绕组的电流密度

焊机容量 绝缘等级、冷却方式	1~10kV·A	10~100kV·A	>100kV·A
B 级、自冷	2~2.8	1.8~2.6	1.6~2.4
B 级、风冷	3.5~5.5	3.5~4.5	3~3.5
F 级、风冷	4~6	3.5~5	3~4
H 级、风冷	5~7	4~5.5	3.5~5

绕组的结构设计不同时，电流密度的选取将不同，如单层裸导线或具有导风沟槽的绕组，其电流密度可按表 1-6 取数值的上限；而多层密绕的绕组又无风道时，则电流密度可取下限值，或更低一些。

对于铝导线的绕组，由于其电阻率高于铜，所以其电流密度的选取可按上述铜导线的选取条件和因素去考虑，将按表 1-6 选取的数值除以 1.7 便可。

1.2.2 电焊机用绝缘材料

(1) 电焊机所用绝缘材料的主要性能参数

① 电阻率。绝缘材料并不是绝对不导电的。当对绝缘材料施加一定的直流电压之后，绝缘材料中也会流过极其微小的电流，并呈现随时间增长而减小的特点。稳定以后，此微小电流称为漏导电流。

固体绝缘材料的漏导电流，可由两部分组成，即表面漏导电流和体积漏导电流。不同的绝缘材料，此漏导电流值不同，为此，表示材料绝缘能力的电阻率也相应有两部分，即表面电阻率，单位为 Ω ，表示材料的表面绝缘性能；体积电阻率，单位为 $\Omega \cdot \text{cm}$ ，表示材料内部的绝缘特性，通常所称绝缘材料的电阻率，均指体积电阻率。一般固体绝缘材料的体积电阻率，通常在 $10^9 \sim 10^{21} \Omega \cdot \text{cm}$ 的范围。

② 击穿强度。固体绝缘材料于电场中，当施加其上的电场强度高于某临界值时，会使流过该绝缘材料的电流剧增，从而使绝缘材料破坏分解，完全丧失绝缘性能，这种现象叫绝缘击穿。绝缘材料发生绝缘击穿时的电压，称为击穿电压。发生击穿时的电场强度叫击穿强度。

③ 耐热等级。绝缘材料受热后，其绝缘能力会有所下降，随温度的升高，绝缘材料的电阻率呈指数形式急剧下降。为此，为保证绝缘材料能可靠地工作，对绝缘材料的耐热能力规定了一定的温度限制。所以，对于绝缘材料，按其在正常条件下所允许的最高工作温度进行的分级，叫耐热等级。常用绝缘材料的耐热等级共分七级，见表 1-7。

表 1-7 绝缘材料的耐热等级及极限温度

绝 缘 材 料	级 别	极限工作温度/℃
木材、棉花、纸、纤维等天然纺织品，以醋酸纤维和聚胺为基础的纺织品，以及易于热分解和溶化点较低的塑料(聚氨酯树脂)	Y	90
工作于矿物油中的利用油脂复合胶浸的 Y 级材料。漆包线、漆布、漆丝的绝缘及油性漆、沥青漆等	A	105
聚酯薄膜和 A 级材料复合、玻璃布、油性树脂漆、聚乙烯醇缩醛高强度漆包线、乙烯酯耐热漆包线	E	120
聚酯薄膜、经合适树脂粘合式浸渍涂覆的云母、玻璃纤维、石棉等，聚酯漆、聚酯漆包线	B	130
以有机纤维材料补强和石带补强的云母片制品、玻璃丝和石棉、玻璃漆布、以玻璃丝布和石棉纤维为基础的层压制品、以无机材料作补强和石带补强的云母粉制品、化学热稳定性较好的聚酯和醇酸类材料、复合硅有机聚酯漆	F	155
无补强或以无机材料为补强的云母制品、加厚的 F 级材料、复合云母、有机硅云母制品、硅有机漆、硅有机橡胶聚酰亚胺复合玻璃布、复合薄膜、聚亚酰胺漆等	H	180
不采用任何有机黏合剂及浸渍剂的无机物如石英、石棉、云母、玻璃和电瓷材料等	C	180 以上

(2) 电焊机中常用的各种绝缘材料

① 层压制品规格、性能及用途见表 1-8。