

张博虎 主编

新型电焊机 维修技术



金盾出版社

新型电焊机维修技术

主 编 张博虎

副主编 苗蓝池 王宗信

金盾出版社

内 容 提 要

本书主要介绍电焊机基础知识、通用电焊机的结构与维修、典型电力电子器件电焊机控制电路分析、保护焊类电焊机的结构与维修、系列阻焊机的结构与维修、其他电焊机及辅助设备的控制电路维修。

本书适合维修电工、焊机维修技术人员及焊工阅读。

图书在版编目(CIP)数据

新型电焊机维修技术/张博虎主编. —北京:金盾出版社,2011.9
ISBN 978-7-5082-6800-2

I. 新… II. ①张… III. ①电弧—焊机—维修 IV. ①TG434

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 019571 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京金盾印刷厂

正文印刷:北京万博诚印刷有限公司

装订:北京万博诚印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:12.125 字数:294 千字

2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~8000 册 定价:28.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

焊接技术广泛应用于工业、国防、建筑及农业等领域。随着科技的不断进步,电子控制技术被广泛应用于电焊机中,从而使新型电焊机具有高效、稳定及节能的特点。为了帮助广大维修电工和焊工、焊机维修人员快速掌握一些电控、半自动、自动焊机的维修技术,我们特与衡水威德焊机厂共同编写了这本《新型电焊机维修技术》。

本书具有以下特点:

理论精:本书在理论知识编排上,首先用简单的电子电路控制电焊机进行电路分析,继而详细讲解电子电路控制的电焊机原理,主要包括晶闸管整流式直流焊机、高性能 IGBT 逆变式电焊机、等离子焊接及切割机、点焊机控制电路及相关电焊机专用集成电路控制芯片、控制器等。通过以上知识的讲解,可使无电子基础知识的维修电工学会分析复杂的电子电路,并达到一机通、机机通的目的。

内容全:本书囊括了交流电焊机、二极管整流直流电焊机、晶闸管整流式直流电焊机、高性能 IGBT 逆变式电焊机、点焊机、CO₂ 保护焊机、氩弧焊机、等离子焊接及切割机、埋弧焊机、对焊机、缝焊机、网焊机及一些其他焊机维修技术。在技术资料部分,本书与其他书籍不同,省去了多数电焊机的参数(在焊机铭牌上有标注的参数),只保留了焊机电气部分技术数据资料,在有限的篇幅内,给读者提供了更多的实用知识。

维修知识多:在编写过程中,先在第一章中讲解焊接主电源的维修技术及电控板的检修技术,在后面的各相关章节中大量应用表格讲解了多种焊机常见故障检修技术。

本书主编张博虎,副主编苗蓝池、王宗信,参加编写的有张勤轩、蒋永志、任嘉庆。由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者不吝指教。

编 者

目 录

第一章 电焊机基础知识	1
第一节 电焊机的分类与型号编制	1
一、电焊机的分类与特点	1
二、电焊机的型号编制	3
第二节 电焊机维修用仪表与工具	6
一、电焊机维修用仪表	6
二、电焊机维修用工具	13
三、电焊机维修用辅助设备	17
第三节 主焊接电源的设计与维修	20
一、主焊接电源的结构	20
二、主焊接电源的设计实例	21
三、主焊接电源的维修	34
第四节 电焊机电气控制电路的维修	47
一、电焊机用大功率电子元件的维修	47
二、电焊机控制电路板的维修	54
第二章 通用电焊机的结构与维修	58
第一节 通用交流电焊机的结构与维修	58
一、抽头式交流弧焊机的结构与维修	58
二、动铁心电流调节式交流电焊机的结构与维修	60
三、动圈电流调节式交流电焊机的结构与维修	64
四、单向晶闸管电流调节式交流电焊机的结构与维修	66
五、双向晶闸管电流调节式交流电焊机的结构与维修	67
第二节 通用直流电焊机的结构与维修	69
一、单相硅整流二极管直流电焊机的结构与维修	69
二、三相硅整流二极管直流电焊机的结构与维修	70
三、弧焊发电机式直流电焊机的结构与维修	77
第三节 交直流两用电焊机的结构与维修	80
一、交直流两用电焊机的结构	80
二、交直流两用电焊机的维修	82
第三章 典型电力电子器件电焊机控制电路分析	83
第一节 晶闸管整流式直流电焊机电路分析	83
一、电路构成及技术数据	83
二、电路分析	83
三、常见故障检修	86

第二节 逆变式电子直流电焊机电路分析	87
一、电焊机逆变电路分析	87
二、多种逆变电焊机等离子切割机及多功能电焊机电路介绍	92
第三节 点焊机电路分析	99
一、点焊机整机介绍	99
二、点焊机各电路分析	99
第四节 电焊机控制器专用集成电路控制芯片及常用控制器	108
一、专用集成电路控制芯片应用及检修	108
二、电焊机专用控制器简介	127
第四章 保护焊类电焊机的结构与维修	135
第一节 CO ₂ 气体保护电焊机的结构与维修	135
一、典型拉丝式 CO ₂ 气体保护电焊机的结构与维修	135
二、典型推丝式 CO ₂ 气体保护电焊机的结构与维修	138
三、其他 CO ₂ 气体保护电焊机的结构与维修	139
第二节 氩弧焊电焊机的结构与维修	143
一、典型氩弧焊气体保护电焊机的结构与维修	143
二、其他氩弧焊气体保护电焊机的结构与维修	146
第三节 埋弧电焊机的结构与维修	153
一、埋弧焊保护电焊机的结构	153
二、埋弧焊保护电焊机的维修	158
第四节 等离子焊接及切割机的结构与维修	158
一、等离子焊接及切割机的结构	158
二、等离子焊接及切割机的维修	161
第五章 系列阻焊机的结构与维修	165
第一节 点焊机的结构与维修	165
一、普通点焊机与气动点焊机的结构	165
二、点焊机的维修	167
第二节 对焊机和缝焊机的结构与维修	170
一、对焊机的结构与维修	170
二、缝焊机的结构与维修	178
三、焊网机的结构与维修	182
第六章 其他电焊机及辅助设备的控制电路维修	185
第一节 焊接工装的结构与维修	185
一、用途	185
二、工作原理	185
三、故障检修	187
第二节 仿形切割设备的结构与维修	187
一、用途	187
二、工作原理	187
三、故障检修	188

第一章 电焊机基础知识

第一节 电焊机的分类与型号编制

一、电焊机的分类与特点

1. 电焊机的分类

按利用电能的形式,焊机可分为电弧焊机、电阻焊机和其他电焊机,如图 1-1 所示。电焊主要有电弧焊、电阻焊、高频焊等。电阻焊是利用大电流发热而熔化焊接,一般薄板焊接的点焊机就属于电阻焊接电源,是一种低压大电流(如 3V、10kA)的工频电源。高频焊接电源是感应加热电源。

电焊机(焊接电源)本质是一种具有陡降输出特性的大功率电源,在无负载时具有较高的输出电压;当有负载时电压急剧下降,近似有恒电流特性,输出有交流的也有直流的。

50Hz 工频交流弧焊电源本质是一个降压变压器,将 380V 或 220V 的工频交流电降压到 60V 左右,再串联电感,保证陡降的输出特性。一般将变压器电感做成一体,结构简单、易造易修、成本低;但其输出电流波形为正弦波,电流过零时间长,小电流时电弧稳定性很差,功率因数低,一般用于焊条电弧焊、埋弧焊和钨极惰性气体保护电弧焊等。

电弧的阴极受阳离子撞击发热量高,阳极受电子撞击发热量低。交流电弧的工件和焊条两个电极的发热量相同,和工件散热快、焊条散热慢不适应。如果用直流电弧,负极接工件、正极接焊条,则发热量适应散热量。直流电弧由于电流没有过零,电弧稳定性很好,在要求较高时使用。

2. 电焊机的特点

(1)直流电焊机的特点。直流电焊机(直流焊接电源)有如下多种形式。

①用交流电源给电动机供电,电动机再驱动直流发电机发电,产生焊接需要的直流电源,这种形式已淘汰。

②用三相变压器降压、二极管整流、用磁放大器(可控饱和电感)控制电流,可作为各种弧焊方法的电源,这种形式几乎淘汰。

③用三相变压器降压、用晶闸管可控整流。和第二种形式相似,这种形式的比较多。

④三相交流电源用二极管整流、电解电容滤波得到高电压的直流电,用 IGBT 或 MOS-FET 将直流电逆变成高频交流电,经过高频变压器降压后用二极管整流为低压直流电。这种形式取消了体积大、重量大、材料多的工频变压器,它具有高效节能、重量轻、体积小、功率因

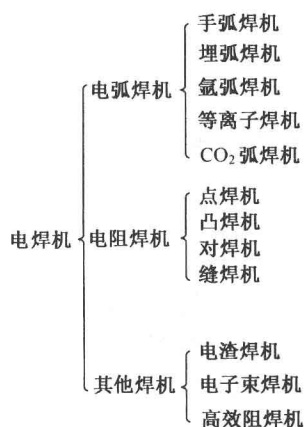


图 1-1 电焊机系统分类

数高等优点,可应用于各种弧焊方法,非常适合建筑等高空作业、移动作业。

如果再将直流焊机直流输出用 IGBT 或 MOSFET 将直流电变换为 100~200Hz 的方波交流电,则既可以输出交流电,又可以输出直流电。交流电的正反向电流比例还可以调节,这就是矩形波交流弧焊电源。由于输出电流过零点时间短,与 50Hz 工频交流弧焊电源比,电弧稳定性好,适合于铝及铝合金钨极氩弧焊。

(2)手工电弧焊的特点。手工电弧焊是利用焊条与工件之间建立起来的稳定燃烧的电弧,使焊条和工件熔化,从而获得牢固的焊接接头。在焊接过程中,药皮不断地分解、熔化而生成气体及熔渣,保护焊条端部、电弧熔池及其附近区域,以防止熔化金属氧化。焊条芯棒也在电弧作用下不断熔化,进入熔池,构成焊缝填充金属。也有焊条药皮掺和金属粉末,提高焊缝的机械性能。碱性焊条施焊时应采用直流反接法。酸性焊条施焊时应采用直流正接法。

(3)钨极氩弧焊的特点。钨极氩弧焊就是以氩气作为保护气体,钨极作为不熔化极,借助钨电极与焊件之间产生的电弧,加热熔化母材(同时添加焊丝也被熔化)实现焊接的方法。氩气用于保护焊缝金属和钨电极熔池,在电弧加热区域不被空气氧化。适用于碳钢、合金钢、不锈钢、难熔金属、铝及铝镁合金、铜及铜合金、钛及钛合金,能进行全方位焊接,特别对复杂焊件难以接近部位的焊接等。

一般氩弧焊有以下优点:

- ①能焊接除熔点非常低的铝锡外的绝大多数的金属和合金。
- ②交流氩弧焊能焊接化学性质比较活泼和易形成氧化膜的铝及铝镁合金。
- ③焊接时无焊渣、无飞溅。
- ④能进行全方位焊接,用脉冲氩弧焊可减小热输入,适宜焊 0.1mm 不锈钢。
- ⑤电弧温度高、热输入小、速度快、热影响面小、焊接变形小。
- ⑥填充金属和添加量不受焊接电流的影响。

(4)二氧化碳电弧焊的特点。二氧化碳(CO_2)电弧焊是一种高效率的焊接方法,以 CO_2 气体作保护气体,依靠焊丝与焊件之间的电弧来熔化金属的气体保护焊的方法称 CO_2 电弧焊。这种焊接法都采用焊丝自动送丝,敷化金属量大,生产效率高,质量稳定。

CO_2 电弧焊与其他电弧焊相比有以下特点:

- ①生产效率高: CO_2 电弧焊穿透力强、熔深大,而且焊丝熔化率高,所以熔敷速度快,生产效率比手工电弧焊高 3 倍。
- ②焊接成本低: CO_2 电弧焊的成本只有埋弧焊与手工电弧焊成本的 40%~50%。
- ③消耗能量低: CO_2 电弧焊和药皮焊条相比,3mm 厚钢板对接焊缝,每米焊缝的用电降低 30%;25mm 钢板对接焊缝时用电降低 60%。
- ④适用范围广:不论何种位置都可以进行焊接,薄板可焊到 1mm,最厚不受限制(采用多层焊)。而且焊接速度快、变形小。
- ⑤抗锈能力强:焊缝含氢量低、抗裂性能强。

(5)等离子切割的特点。大功率的焊接电源还可用于等离子切割,利用等离子弧高速、高温、高能的等离子气流加热并熔化金属,再借助某种气体排除熔化了的金属而形成割口。由于等离子弧能量集中,所以割件的热影响区小,热变形小,切割速度随割件厚度增加而减慢。等离子弧可切割所有金属材料,特别适用于火焰切割无法切割的高合金钢和有色金属等。

二、电焊机的型号编制

1. 电焊机型号编制方法

电焊机型号代表字母及序号见表 1-1。

表 1-1 电焊机型号代表字母及序号

第一字位		第二字位		第三字位		第四字位		第五字位	
代表字母	大类名称	代表字母	小类名称	代表字母	附注特征	数字序号	系列序号	单位	基本规格
A	弧焊发电机	X	下降特性	省略	电动机驱动	省略	直流	A	额定焊接电流
		P	平特性	D	单纯弧焊发电机	1	交流发电机整流		
		D	多特性	Q	汽油机驱动	2	交流		
				C	柴油机驱动				
				T	拖拉机驱动				
				H	汽车驱动				
Z	弧焊整流器	X	下降特性	省略	一般电源	省略	磁放大器或饱和	A	额定焊接电流
		P	平特性	M	脉冲电源		电抗器式		
				L	高空载电压	1	动铁心式		
		D	多特性	E	交直流两用电源	2			
						3	动圈式		
						4	晶体管式		
						5	晶闸管式		
						6	交换抽头式		
						7	变频式		
B	弧焊变压器	X	下降特性	L	高空载电压	省略	磁放大器或饱和	A	额定焊接电流
		P	平特性				电抗器式		
						1	动铁心式		
						2	串联电抗器式		
						3	动圈式		
						4			
						5	晶闸管式		
						6	交换抽头式		
M	埋弧焊机	Z	自动焊	省略	直流	省略	焊车式	A	额定焊接电流
		B	半自动焊	J	交流	1			
		U	堆焊	E	交直流	2	横臂式		
		D	多用	M	脉冲	3	机床式		
						9	焊头悬挂式		
W	TIG 焊机	Z	自动焊	省略	直流	省略	焊车式	A	额定焊接电流
		S	手工焊	J	交流	1	全位置焊车式		
						2	横臂式		
						3	机床式		
						4	旋转焊头式		
		D	点焊	E	交直流	5	台式		
		Q	其他						

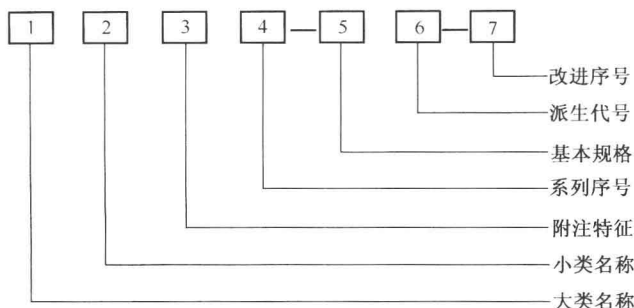
续表 1-1

第一字位		第二字位		第三字位		第四字位		第五字位	
代表字母	大类名称	代表字母	小类名称	代表字母	附注特征	数字序号	系列序号	单位	基本规格
N	MIG/MAG焊机	Z	自动焊	省略	氩气及混合气体保护焊	省略	焊车式	A	额定焊接电流
		B	半自动焊	M	直流	1	全位置焊车式		
					氩气及混合气体	2	横臂式		
		D	点焊		保护焊	3	机床式		
		U	堆焊	C	脉冲	4	旋转焊头式		
		G	切割		二氧化碳保护焊	5	台式		
						6	焊接机器人变位式		
H	电渣焊机	S B D R	丝极 板极 多用极 熔嘴					A	额定焊接电流
D	点焊机	N	工频	省略	一般点焊	省略	垂直运动式	kV·A	额定容量
		R	电熔贮能	K	快速点焊	1	圆弧运动式	J	最大贮能量
		J	直流冲击波	W	网状点焊	2	手提式	kV·A	额定容量
		Z	二次整流			3	悬式	kV·A	额定容量
		D	低频					kV·A	额定容量
		B	交频			6	焊接机器人	kV·A	额定容量
T	凸焊机	N	工频			省略	垂直运动式	kV·A	额定容量
		R	电熔贮量					J	最大贮能量
		J	直流冲击波					kV·A	额定容量
		Z	二次整流					kV·A	额定容量
		D	低频					kV·A	额定容量
		B	变频					kV·A	额定容量
F	缝焊机	N	工频	省略	一般缝焊	省略	垂直运动式	kV·A	额定容量
		R	电容贮能	Y	挤压缝焊	1	圆弧运动式	J	最大贮能量
		J	直流冲击波	P	垫片缝焊	2	手提式	kV·A	额定容量
		Z	二次整流					kV·A	额定容量
		D	低频			3	悬挂式	kV·A	额定容量
		B	交频					kV·A	额定容量

续表1-1

第一字位		第二字位		第三字位		第四字位		第五字位	
代表字母	大类名称	代表字母	小类名称	代表字母	附注特征	数字序号	系列序号	单位	基本规格
U	对焊机	N	工频	省略 B Y	一般对焊	省略	固定式	kV·A	额定容量 最大贮能量 额定容量 额定容量 额定容量 额定容量
		R	电容贮能		薄板对焊			J	
		J	直流冲击波		异型截面对焊			kV·A	
		Z	二次整流	C T	钢窗闪光对焊	1	弹簧加压式	kV·A	
		D	低频		自行车轮圈对焊	2	杠杆加压式	kV·A	
		B	变频		链条对焊	3	悬挂式	kV·A	
L	等离子弧焊机 和切割机	C	切割	省略 R M J S F E K	直流等离子	省略	焊车式	A	额定焊接电流
		H	焊接		熔化极等离子		全位置焊车式		
		U	堆焊		脉冲等离子		横臂式		
					交流等离子		机床式		
					水下等离子		旋转焊头式		
					粉末等离子		台式		
		D	多用		热丝等离子		手工等离子		
S	超声波焊机	D	点焊			省略 2	固定式	kW	发生器输入功率
		F	缝焊				手提式		
E	电子束焊机	Z	高真空	省略 Y	静止式电子枪	省略 1	二级枪	kV	加速电压 电子束流
		D	低真空		移动式电子枪		三级枪	MA	
		B	局部真空						
		W	真空外						
G	光束焊机	D	固体激光			1	单管	J	输出能量 输出功率
		Q	气体激光			2	组合式	kW	
		Y	液体激光			3	折叠式		
		S	光束			4	横向流动式		
Y	冷压焊机	D	点焊			省略 2	固定式	kN	顶锻压力
		U	对焊				手提式		
C	摩擦焊机	省略	一般旋转式	省略 S D	单头	省略 1 2	卧式	kN	顶锻压力
		C	惯性式		双头		立式		
		Z	振动式		多头		倾斜式		
Q	钎焊机	省略 Z	电阻钎焊 真空钎焊					kV·A	额定容量
P	高频焊机	省略 C	接触加热 感应加热					kV·A	振荡功率
R	螺柱焊机	Z	自动	M	埋弧			A	额定电流
		S	手工	N R	明弧 电容			J	最大贮能量
J	其他焊机	K	真空扩散	省略 D	单头	省略 1	卧式	M ³	真空室容积
		X	旋弧焊机		多头		立式	kN	最大顶锻力
K	控制器	D	点焊	省略	同步控制	1	分立元件	kV·A	额定容量
		F	缝焊						
		T	凸焊		非同步控制	2	集成电路		
		U	对焊		质量控制	3	微机		

2. 产品型号编排次序



- ①型号中 1、2、3、6 项用汉语拼音字母表示。
- ②型号中 4、5、7 项用阿拉伯数字表示。
- ③型号中 3、4、6、7 项如不用时,其他各项排紧。
- ④附注特征和系列序号用于区别同小类的各系列和品种,包括通用和专用产品。
- ⑤派生代号以汉语拼音字母的顺序排列。
- ⑥改进序号按生产改进程序用阿拉伯数连续编号。
- ⑦特殊环境用的产品在型号末尾加注,其代表字母见表 1-2。

表 1-2 特殊环境名称及代表字母

特殊环境名称	代表字母	特殊环境名称	代表字母
热带	T	高原	G
湿热带	TH	水下	S
干热带	TA	—	—

- ⑧可同时兼作两大类焊机使用时,其大类名称的代表字母按主要用途选取。

第二节 电焊机维修用仪表与工具

一、电焊机维修用仪表

(一)万用表

万用表主要用来检测电压、电流及电阻等物理量,通常在表盘上用 A、V、 Ω 等符号来表示;有些万用表还能够测量音频电平。万用表的种类很多,按结构可分为机械式万用表和数字万用表两种。

1. 机械式万用表的结构及使用

普通机械式万用表由表头(磁电式)、挡位转换开关、机械调零装置调零电位器、表笔、插座等构成。按旋转开关的形式可分为两类:一类为单旋转开关型,如 MF201 型、MF91 型、MF47 型(图 1-2)、MF50 型等;另一类为双旋转开关式,代表型号为 MF500 型(图 1-3)。

(1)机械式万用表的使用。

①使用万用表之前,应先注意表针是否指在“ ∞ (无穷大)”的位置,如果表针不正对此位置,应用螺钉旋具调整机械调零钮,使表针对正此位置。注意:此调零钮只能调半圈,否则有可能会损坏,以致无法调整。

②在测量前,应首先明确测试的物理量,并将转换开关拨至相应的挡位上,同时还要考虑

好表笔的接法。然后再进行测试,避免因误操作而造成万用表的损坏。

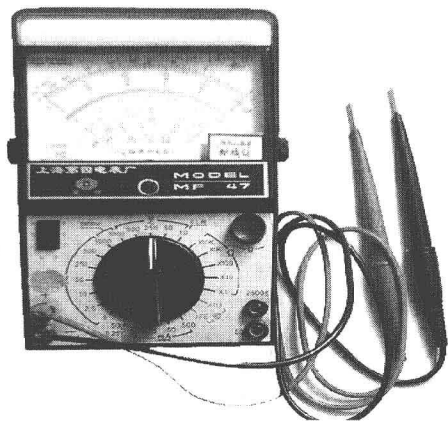


图 1-2 MF47 型万用表外形图

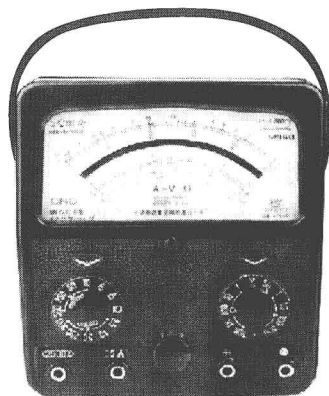


图 1-3 MF500 型万用表外形图

③将红表笔(正)插入“+”孔内,黑表笔(负)插“-”或“*”孔内,如需测大电流、高电压,可以将红表笔分别插入 2500V、5A 插孔。

④测电阻:在用不同量程之前,都应先将正负表笔对接,调整“调零电位器 Ω ”,让表针正好指在零位,而后再进行测量,否则测得的阻值误差太大。

每换一次挡,都要进行一次调零,再将表笔接在被测物的两端测量电阻值。

电阻值的读法:将开关所指的数与表盘上的读数相乘,就是被测电阻的阻值。例如:用 $R \times 100$ 挡测量一只电阻,若表针指在“10”的位置,那么这只电阻的阻值是 $10 \times 100\Omega = 1000\Omega = 1k\Omega$;若表针指在“1”的位置,其电阻值为 100Ω ;若表针指在“100”,则为 $10k\Omega$,以此类推。

⑤测电压:测量电压时,应将万用表调到电压挡,并将两表笔并联在电路中进行测量。测量交流电压时,表笔不分正负极;测量直流电压时红表笔接电源的正极,黑表笔接电源的负极。如果测量前不能估测出被测电路电压的大小,应用较大的量程去试测,如果表针摆动很小,再将转换开关拨到较小量程的位置;如果表针迅速摆到零位,应该马上把表笔从电路中移开,加大量程后再去测量。

⑥测直流电流:将表笔串联在电路中进行测量(将电路断开),红表笔接电路的正极,黑表笔接电路中的负极。测量时应该先用高档位,如果表针摆动很小,再换低挡位。如需测量大电流,应该用扩展挡。万用表的电流挡是最容易被烧毁的,在测量时千万要注意。

⑦晶体管放大倍数(hFE)的测量:先把转换开关转到 ADJ 挡(无 ADJ 挡位的万用表可用 $R \times 1k$ 挡)调好零位,再把转换开关转到 hFE 进行测量。将晶体管的 B、C、E 三个电极分别插入万用表上的 b、c、e 三个插孔内,PNP 型晶体管插 PNP 位置,读第四条刻度线上的数值;NPN 型晶体管插入 NPN 位置,读第五条刻度线的数值。

⑧穿透电流的测量:按照晶体管放大倍数(hFE)的测量方法,将晶体管插入对应的孔内,但晶体管的 B 极不插入,这时表针将有一个很小的摆动,根据表针摆动的大小来估测“穿透电流”的大小。表针摆动幅度越大,穿透电流越大,反之越小。

(2)机械式万用表使用注意事项。

①不能在正负表笔对接时或测量时旋转转换开关,以免旋转到 hFE 挡位时,表针迅速摆动,将表针打弯或烧坏。

②在测量不清楚数值的电压、电流时,应先用大量程的挡位测量一下,再选择合适的量程去测量。

③不能在通电的状态下测量电阻,否则会烧坏万用表。应断开电阻的一端,这样准确度高,测完后再焊好。

④每次使用完万用表,都应该将转换开关调到交流最高挡位,以免下次使用不注意时烧坏万用表。

⑤在每次测量之前,应该先看转换开关的挡位,避免损坏万用表。

⑥万用表不能受到剧烈振动,否则灵敏度会下降甚至损坏。

⑦使用万用表时应远离磁场,以免影响其性能。

⑧万用表长期不用时,应该把表内的电池取出,以免腐蚀表内的元器件。

(3)机械式万用表常见故障的检测。以 MF47 型万用表为例。

①磁电式表头故障:

a. 摆动表头,指针摆幅很大且没有阻尼作用。原因为可动线圈短路、游丝脱焊。

b. 指示不稳定。原因为表头接线端松动或动圈引出线、游丝、分流电阻等脱焊或接触不良。

c. 零点变化大,通电检查误差大。原因可能是轴承与轴承配合不妥当,游丝严重变形或太脏,磁间隙中有异物等。

②直流电流挡故障:

a. 测量时,指针无偏转。原因为表头回路断路,使电流等于零;表头分流电阻短路,使绝大部分电流流不过表头;接线端脱焊,使表头中无电流流过。

b. 部分量程指针无偏转或误差大。原因是分流电阻断路、短路或变值。

c. 测量误差大。原因是分流电阻阻值变大,导致正误差;阻值变小,则导致负误差。

d. 指示无规律,量程难以控制。原因多为量程转换开关位置窜动,调整位置,安装正确后即可。

③直流电压挡故障:

a. 指针不偏转,示值始终为零。原因是分压附加电阻断线或表笔断线。

b. 误差大。原因是附加电阻的阻值增加引起示值的正误差;阻值减小引起示值的负误差。

c. 正误差超差并随着电压量程变大而严重。原因是表内电压电路元件受潮而漏电,电路元件或其他原件漏电,印制电路板受污、受潮、击穿、电击碳化等引起漏电。检修时刮去烧焦的纤维板,清除粉尘,用酒精清洗电路后烘干;严重时,应用小刀割铜泊与铜泊之间电路板,使绝缘良好。

d. 不通电时指针有偏转,小量程时更为明显。原因是受潮和污染严重,使电压测量电路与内置电池形成漏电回路。

④交流电压、电流挡故障:

a. 交流挡时指针不偏转、示值为零或很小。原因多为整流元件短路或断路,或引脚脱焊。检查整流元件,如有损坏时应更换,有虚焊时应重焊。

b. 使用交流挡,示值减少一半。原因是整流电路故障,即全波整流电路局部失效而变成半波整流电路使输出电压降低。更换整流元件,故障即可排除。

c. 交流电压挡,指示值超差。原因是串联电阻阻值变化超过元件允许误差而引起的。当串联电阻阻值降低、绝缘电阻降低、转换开关漏电时,将导致指示值偏高。相反,当串联电阻阻值变大时,将使指示值偏低。应更换元件、烘干或修复转换开关等排除故障。

d. 使用交流电流挡时,指示值超差。原因为分流电阻阻值变化或电流互感器发生匝间短路。更换元器件或调整修复元器件排除故障。

e. 交流挡时,指针抖动。原因为表头的轴尖配合太松,修理时指针安装不紧,转动部分质量改变等。尤其是当电路中的旁路电容变质失效而无滤波作用时更为明显。排除故障的办法是修复表头或更换旁路电容。

⑤电阻挡故障:

a. 电阻挡常见故障是各挡位电阻损坏。原因多为使用不当、用电阻挡误测电压等造成。使用前,用手捏两表笔,如摆动则相应挡电阻烧坏,应予以更换。

b. $R \times 1$ 挡两表笔短接之后,调节调零电位器不能使指针偏转到零位。原因多是万用表内置电池电压不足或电极触簧受电池漏液腐蚀生锈造成接触不良。此类故障在仪表长期不更换电池情况下出现最多。如果电池电压正常,接触良好,调节调零电位器指针不稳定,无法调到欧姆零位,则多是调零电位器损坏。

c. $R \times 1$ 挡可以调零,其他量程挡无法调零,或只是 $R \times 10K$ 、 $R \times 100K$ 挡调不到零。原因是分流电阻阻值变小或者高阻量程的内置电池电压不足。更换电阻元件或叠层电池即可。

d. 表笔短路,表头指示不稳定。原因多是线路中有假焊点、电池接触不良或表笔引线内部断线。修复时应先保证电池接触良好,表笔正常,如果表头指示仍然不稳定,应寻找线路中假焊点并修复。

e. 在某一量程挡测量电阻时严重失准,而其余各挡正常。原因往往是量程开关所指的表箱内对应电阻已经烧毁或断线。

f. 指针不偏转,电阻示值总是无穷大。原因大多是由于表笔断线、转换开关接触不良、电池电极与引出簧片之间接触不良、电池日久失效已无电压以及调零电位器断路。找到具体原因之后作针对性的修复,或更换内置电池。

(4)机械式万用表的选用。在选购万用表的时候,通常要注意以下几个方面。

①检测无线电等弱电子设备:选用万用表时一定要注意以下三个方面。

a. 万用表的灵敏度不能低于 $20k\Omega/V$,否则在测试直流电压时,测试数据不准。

b. 需要上门修理时,应选外形稍小一些的万用表,如 50 型 U201 等;如果不需上门修理,可选择 MF47 型或 MF50 型。

c. 频率特性选择方法是:用直流电压挡测高频电路(如彩色电视机的行输出电路电压),看是否显示标称值,如是则频率特性高;如指示值偏高则频率特性差(不抗峰值),表明此表不能用于高频电路的检测。

②检测电力设备:比如检测电焊机、空调、冰箱等,选用的万用表一定要有交流电流测试挡。

③检查表头的阻尼平衡:首先进行机械调零,将表在水平、垂直方向来回晃动,指针不应该有明显的摆动;将表水平旋转或竖直放置时,表针偏转不应该超过一小格;将表针旋转 360° 时,指针应该始终在零附近均匀摆动。如果达到了上述要求,就说明表头在平衡和阻尼方面

达到了标准。

2. 数字万用表的结构及使用

数字万用表是利用模拟/数字转换原理,将被测量模拟电量参数转换成数字电量参数,并以数字形式显示的一种仪表。数字万用表比指针式万用表的精度高、速度快,输入阻抗高,对电路的影响小,读数方便、准确,其外形如图 1-4 所示。

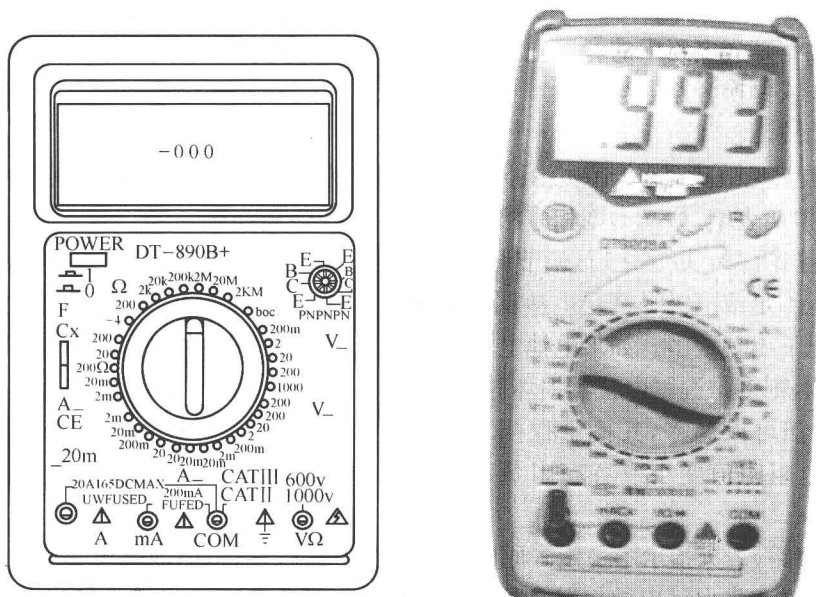


图 1-4 数字万用表外形

(1)数字万用表的使用。首先打开电源,将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V· Ω ”插孔。

①电阻测量:将转换开关调节到 Ω 挡,将表笔测量端接于电阻两端,即可显示相应示值。如显示最大值“1”(溢出符号)时必须向高电阻值挡位调整,直到显示为有效值为止。

②“DCV”——直流电压测量:表笔测试端必须与电压被测试端可靠接触(并联测量)。原则上由高电压挡位逐渐往低电压挡位调节测量,直到该挡位示值的 $1/3 \sim 2/3$ 为止,此时的示值才是一个比较准确的值。

③“ACV”——交流电压测量:同直流电压测量。

④二极管测量:将转换开关调至二极管挡位,黑表笔接二极管负极,红表笔接二极管正极,即可测量正向压降值。

⑤晶体管电流放大系数 hFE 测量:将转换开关调至“hFE”挡,根据被测晶体管选择“PNP”或“NPN”位置,将晶体管正确地插入测试插座即可测量。

⑥开路检测:将转换开关调至有蜂鸣器符号的挡位,表笔测试端可靠的接触测试点,若两者低于 $(20 \pm 10) \Omega$,蜂鸣器就会响,表示该线路是通的,不响则该线路不通。

注意:不允许在被测量电路通电的情况下进行检测。

⑦“DCA”——直流电流测量:当小于 200mA 时红表笔插入 mA 插孔;当大于 200mA 时红表笔插入 A 插孔。

⑧“ACA”——交流电流测量:同直流电流测量。

(2) 数字万用表常见故障与检测。

①仪表无显示:首先检查电池电压是否正常(一般用的是 9V 电池,新的也要测量)。其次检查熔丝是否正常,若不正常,则予以更换。检查稳压块是否正常,若不正常,则予以更换。限流电阻是否开路,若开路,则予以更换。再查线路板上的线路是否有腐蚀或短路、断路现象(特别是主电源电路线),若有,则应清洗电路板,并及时做好干燥和焊接工作;如果一切正常,测量显示集成块的电源输入的两脚,测试电压是否正常,若正常,则该集成块损坏,必须更换该集成块;若不正常,则检查其他有没有短路点。

②电阻挡无法测量:首先从外观上检查电路板,在电阻挡回路中有没有连接电阻烧坏,若有,则必须立即更换;若没有,则对每一个连接元件进行测量,有坏的及时更换;若外围都正常,则测量集成块是否损坏。

③电压挡在测量高压时示值不准,或测量稍长时间示值不准甚至不稳定:此类故障大多是由于某一个或几个元件工作功率不足引起的。若在停止测量的几秒内,检查时会发现这些元件发烫,这是由于功率不足而产生了热效应所造成的,同时形成了元件的变值(集成块也是如此),应更换该元件(或集成电路)。

④电流挡无法测量:多数是由于操作不当引起的,检查限流电阻和分压电阻是否烧坏,若烧坏,则应予以更换;检查到放大器的连线是否损坏,若损坏,则应重新连接好;若不正常,则更换放大器。

⑤示值不稳,有跳字现象:检查整体电路板是否受潮或有漏电现象,若有,则必须清洗电路板并做好干燥处理;输入回路中是否有接触不良或虚焊现象(包括测试笔),若有,则必须重新焊接;检查有无电阻变质或刚测试后有无元件出现烫手现象,这种现象是由于其功率降低引起的,若有此现象,则应更换该元件。

⑥示值不准:这种现象主要是测量通路中的电阻值或电容失效引起的,则更换该电容或电阻;检查该通路中的电阻阻值(包括热反应中的阻值),若阻值变值或热反应变值,则予以更换该电阻;检查 A/D 转换器的基准电压回路中的电阻、电容是否损坏,若损坏,则予以更换。

(二) 绝缘电阻表

绝缘电阻表可用于测量电器绝缘电阻,还可用于测量高阻值电容器、各种电气设备布线的绝缘电阻、电线的绝缘电阻及电机线圈的绝缘电阻。

绝缘电阻表有指针式和数字式两种。由于维修电工多使用发电式指针电阻表,所以在此仅介绍常见的指针式绝缘电阻表。指针式绝缘电阻表在使用时必须摇动手把,所以又叫摇表,其外形及结构如图 1-5a 所示。表盘上采用对数刻度,读数单位是兆欧,是一种测量高电阻的仪表。绝缘电阻表以其测试时所发生的直流电压高低和绝缘电阻测量范围大小来分类。常用的绝缘电阻表为 5050(ZC-3)型,直流电压 500V,测量范围 0~500M Ω 。选用绝缘电阻表时要依电器的工作电压来选择,如 500V 以下的电器应选用 500V 的绝缘电阻表。

1. 指针式绝缘电阻表的结构和工作原理

指针式绝缘电阻表由磁电式比率计和一个手摇直流发电机组成。磁电式比率计是一种特殊形式的磁电式电表,结构如图 1-5b 所示。它有两个转动线圈,而没有游丝,电流由柔软的金属线引进线圈。这两个线圈互成一定的角度,装在一个有缺口的圆柱形铁心外面,并且与指针一起固定在同一轴上,组成可动部分。固定部分由永久磁铁和有缺口的圆柱铁心组成,磁铁的一个极与铁心之间间隙不均匀。