

手把手教你修电焊机

张永吉 等编

以师徒形式进行交流,教你学修电焊机

SHOUBASHOU
JIAONI XIU DIANHANJI



化学工业出版社

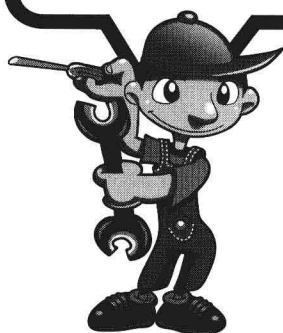
SHOUBASHOU JIAONI XIU DIANHANJI



手把手

教你修电焊机

张永吉 等编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

手把手教你修电焊机/张永吉等编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-122-14184-2

I. 手… II. 张… III. ①交流电焊机-维修②直流电焊机-维修 IV. TG434

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 082714 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 顾淑云

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 王晓宇

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: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 416 千字 2012 年 8 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: 39.80 元

版权所有 违者必究



前言

手把手教你修电焊机

近年来,电焊机正以惊人的速度改进和发展,数量和品种不断增加,初学电焊机的维修人员渴望有一本由浅入深、一步步教会他们修理电焊机的书,因此,我们根据多年积累的电焊机维修资料整理编写了本书,以期对初学者提供一定的帮助。

本书以简洁易懂的语言、师傅带徒弟的形式,由浅入深地介绍了电焊机的基础知识和维修技巧,是学好维修电焊机和独立维修电焊机的首选,希望您早日在维修电焊机的行业里大显身手。

本书内容在选材上充分考虑到初学者的掌握能力和实际需要,选取维修过程中最常见的几种焊机最频繁的故障、疑点、难点为实例,深入、细致地介绍了维修电焊机的许多基础知识和必须掌握的维修方法。

本书主要介绍了几种典型的焊机,如交流弧焊机(BX6-120)、CO₂半自动电焊机、NSA4-300型直流手工钨极氩弧焊机、MZ-100型交直流埋弧自动焊机、ZXG7-300型整流式弧焊机硅、ZX5-400型晶闸管整流弧焊机、IGBT-ZX7系列逆变式电焊机。

本书共分11章,主要内容和特点如下。

- 由浅入深地介绍了维修电焊机的基本理论知识,讲解了维修焊机的相关电工基础知识。
- 认识和了解电焊机中各种元器件的图形和符号,为分析和读懂电焊机电气原理图打下了良好基础。
- 了解并掌握各元器件在电路中的作用及元件的性能与识别方法。
- 了解和掌握常见的各类电焊机的维修方法和维修程序。
- 了解维修电焊机需要哪些仪器、仪表和工具。
- 了解电焊机简单电路和电焊机的结构及工艺特点。
- 会分析简单电路图 and 典型电焊机的工作原理过程。
- 师傅教徒弟形式贯穿整个过程,都以实际例子进行交流和指导。掌握分析问题、判断故障的方法,积累经验。
- 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,比较准确、又快又好地排除故障。
- 能在学完后独立完成简单焊机的维修工作,具有排除故障的能力及一定水平。

参加本书编写的有张永吉、乔长君、姜春宇、李树永、张虹,由于编者水平有限,书中难免有疏漏不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者



目 录

手把手教你修电焊机

第1章 认识电路和识别元器件	1
1.1 电焊机基本电路的组成	2
1.1.1 电路	2
1.1.2 电路图	3
1.1.3 常用电气图形符号和文字符号	3
1.1.4 常用电焊机电气控制电路	7
1.2 电焊机电路中的各种元器件	8
1.2.1 电阻	9
1.2.2 电容器、高频电解电容器	21
1.2.3 电感	26
1.2.4 电焊机设备控制系统中的半导体元器件	28
1.3 电气设备铭牌参数及相关知识	52
1.3.1 电气设备的额定值	52
1.3.2 电压	52
1.3.3 电流	54
1.3.4 电功率	55
1.3.5 断路器和交流接触器如何选择	55
第2章 电焊机维修基础知识	65
2.1 对维修人员的要求	66
2.2 焊接设备的故障排除	66
2.3 维修人员应掌握的技能	67
2.4 电路板焊接与调试	68
2.4.1 焊前准备	68
2.4.2 焊接方法与步骤	69
2.4.3 虚焊产生的原因及其鉴别	69
2.4.4 电路调试	70
2.5 基本电焊机焊接方法及种类划分	73
第3章 电焊机维修中常用仪器、仪表及工具	77
3.1 电焊机修理常用设备	78
3.2 电焊机修理常用仪表	79
3.2.1 万用表	79
3.2.2 兆欧(摇)表	80
3.2.3 交直流电流表、分流器及电流互感器	80
3.2.4 交直流电压表	80

3.2.5	温度计	81
3.2.6	钳形电流表	81
3.2.7	示波器	81
3.3	电焊机修理常用工具	83
3.3.1	低压验电器	83
3.3.2	螺丝刀	83
3.3.3	钳子	83
3.3.4	电工刀	84
3.3.5	电烙铁	84
3.3.6	扳手	84
3.3.7	电工工具夹	85
3.3.8	手锯	85
3.3.9	压接钳	85
3.3.10	钢板尺	86
3.3.11	游标卡尺	86
3.3.12	其他常用工具	86

第4章 交流电焊机的维修 89

4.1	电焊机的使用环境影响	90
4.2	电焊机的电气原理方面的知识	91
4.3	交流弧焊机的结构及工作原理	92
4.3.1	一般交流弧焊变压器的基本原理	92
4.3.2	BX6-120 型交流弧焊机的结构及工作原理	93
4.4	电焊机维修中处理手段及线圈绕制工艺	94
4.4.1	多匝绕组的绕制	94
4.4.2	铁芯的制造与修理	96
4.4.3	铁芯夹紧螺杆与夹件的绝缘	98
4.4.4	导线的接长方法	98
4.4.5	大截面的铜导线缺损的焊补	100
4.4.6	电缆与接头的冷压连接	100
4.5	交流电焊机的故障维修实例	100

第5章 CO₂ 半自动电焊机的维修 109

5.1	CO ₂ 电弧焊的特点和应用范围	110
5.2	焊接材料	110
5.3	焊接规范选择	111
5.4	基本操作技术	112
5.5	CO ₂ 半自动电焊机的结构和工作原理	113
5.6	CO ₂ 半自动电焊机维修	124
5.6.1	维修操作准备	124
5.6.2	维修工艺制定	124
5.6.3	维修故障工艺步骤	124
5.6.4	故障维修实例	124

第6章 NSA4-300型和NSA-300型直流手工钨极氩弧整流焊机的维修	131
6.1 NSA4-300型和NSA-300型直流手工钨极氩弧整流焊机的结构和工作原理	132
6.2 钨极氩弧焊的使用及维护保养	135
6.2.1 概述	135
6.2.2 钨极氩弧焊机的组成	136
6.2.3 焊枪的组成(水冷式、气冷式)	136
6.2.4 氩气的作用、流量大小与焊接关系、调节方法	136
6.2.5 钨极	136
6.2.6 焊丝	137
6.2.7 直流氩弧焊与脉冲氩弧焊的区别	138
6.2.8 焊前准备和焊前清洗	138
6.2.9 焊接规范参数	138
6.2.10 焊接操作	139
6.2.11 手工钨极氩弧焊机的维护保养	139
6.3 NSA4-300型及NSA-300型直流手工钨极氩弧整流焊机电路故障维修实例	140
第7章 MZ-1000型交直流埋弧自动焊机的维修	147
7.1 MZ-1000型交直流埋弧自动焊机的结构和工作原理	148
7.1.1 MZ-1000型交流埋弧自动焊机的工作原理	148
7.1.2 MZ-1000型直流埋弧自动焊机	152
7.2 埋弧自动焊机的维护及使用	152
7.2.1 埋弧自动焊机的分类	152
7.2.2 埋弧自动焊机的维护保养及技术参数	154
7.2.3 埋弧自动焊机的技术数据	157
7.3 MZ-1000型交流埋弧自动焊机的故障维修实例	164
第8章 ZXG-300型硅整流式弧焊机的维修	171
8.1 ZXG-300型硅整流式弧焊机的工作原理及结构	172
8.2 硅整流弧焊机的使用与维护	174
8.2.1 手工硅弧焊整流器的一般检查试验	174
8.2.2 整流弧焊机的安装	175
8.2.3 整流弧焊机的使用	175
8.2.4 整流弧焊机电源线选用	176
8.3 整流弧焊机常见故障维修实例	176
第9章 ZX5-400型晶闸管整流弧焊机的维修	183
9.1 ZX5-400型晶闸管式弧焊机工作原理及结构	184
9.1.1 概述	184
9.1.2 主电路	184
9.1.3 触发电路	186
9.2 ZX5-400型晶闸管弧焊机故障维修实例	192
第10章 IGBT-ZX7系列逆变式电焊机的维修	197
10.1 逆变式电焊机基本原理及结构	198

10.1.1	ZX7 系列逆变式电焊机电路结构	199
10.1.2	ZX7 系列逆变式电焊机工作原理	201
10.2	维修 IGBT-ZX7-400 型逆变电焊机元器件的选择和修理	202
10.2.1	常用电子元器件检测方法	202
10.2.2	IGBT 管好坏的检测	207
10.2.3	压敏电阻的检测	207
10.2.4	各部分主要元器件的损坏及维修	209
10.3	IGBT-ZX7-400 型逆变电焊机的故障维修实例	211
10.3.1	维修的步骤	211
10.3.2	维修的检查	211
10.3.3	常见故障及故障处理	211
10.3.4	其他 ZX7-400 型逆变式弧焊机故障维修经验总结	216
10.3.5	逆变电焊机的维护注意事项	217
第11章 电焊机维修常用材料及配件		219
11.1	电焊机维修常用材料	220
11.1.1	电焊机用导电材料	220
11.1.2	电焊机用绝缘材料	224
11.1.3	电焊机用导磁材料	228
11.2	电焊机常用配件	232
参考文献		244

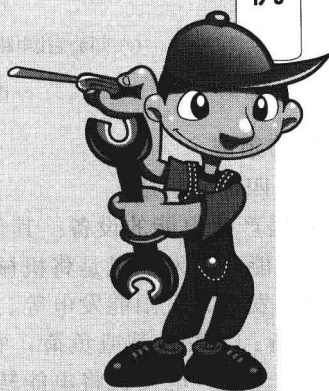
Chapter 1



手把手教你修电焊机

第1章

认识电路和 识别元器件



1.1 电焊机基本电路的组成

1.1.1 电路

徒弟 师傅，要想学好维修电焊机，也要学习一些电工的基本电路和相关知识吗？

师傅 是的，在初中时物理老师已经讲过电路及相关的知识，学习电工的基本电路和相关知识，可以加深理解电路在实际维修中的理解和应用，在分析故障时能尽快掌握基本的电路（典型电路），是今后学习维修电焊机的最基本要求，也是非常重要的组成部分。

电路就是电流通过的路径。此时是一个完全闭合的回路（电路）。下面为了便于学习电路的组成，准备一个灯泡、一个开关、电池（电源）做一个实验。把灯泡用导线和开关以及电池（电源）连接起来。就形成一个回路。当合上开关，就有电流通过灯泡，灯泡就发光。如果把一台电动机，同样用导线、开关与电源接通，也就形成了一个回路（电路），此时就有电流通过电动机，使电动机旋转起来。把有关元器件适当组合时所构成的回路，而使电流获得的通路的总体，叫作电路，如图 1-1 所示。

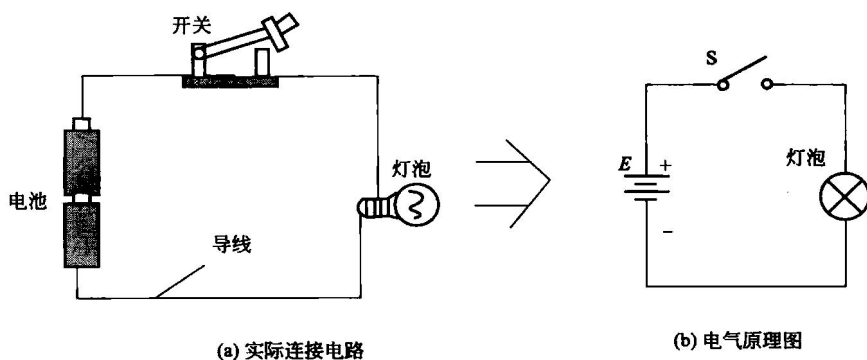


图 1-1 简单电路

(1) 电路的组成

电路一般由四部分组成。

① 电源：是产生电能的设备。其作用是将其其他形式的能量转换为电能。如电池是将化学能转换为电能，而发电机是将机械能转换成电能。电源还有多种形式，如火力发电、水力发电、风力发电、太阳能发电等。

② 用电设备：又称负载或负荷，它的作用是把电能转换成为其他形式的能量。如电灯将电能转换为光能，电动机将电能转换为机械能，风机将电能转换成风能，还有很多其他用电设备，在这里不一一列举。

③ 连接导线：由导体制成，其作用是把电源、负载和控制电器（开关）等连接成一个闭合的通路，并将电能传输和分配给负载（负荷）。上面的例子就是一个典型的实际电路组成。

④ 其他设备：在电路中起控制、保护等作用的设备。如断路器（开关）、按钮、熔断器、继电器（交流接触器）、分流器、电工仪表等。

(2) 电路的三种情况

① 通路：电路的开关闭合，使电源与负载接通，此时的电路称为通路，又叫闭合电路。通路时的电路有电流流过负载，电路处于工作状态。日常的开灯过程，就是这种状态。

② 开路：电源的开关打开或熔断器（丝）熔断时，电路就处于开路（断路）状态。例如，家里使用的水龙头，当把放水的闸阀关掉后，水就不流。同样，电源开路时，由于外电路的电阻是无穷大，因而电路中没有电流流过。电源的端电压等于电动势，电源不输出电能。

以后会经常遇到维修电路控制板时，发生元器件因过载（或内部过热造成暂时性引线剥离现象）使其阻值变大或开路现象发生。

③ 短路：短路状态是电路里不同的电位直接接通，接通处的电阻极低（很小或接近零），一般视为零。“短路”状态可能发生在电路的任何处，但最严重的电源短路，会使电气设备烧毁或造成严重事故，有时会造成作业人员因短路烧伤的事故等。

如会经常遇到在使用小家电时发生线路老化或意外连接（电源过热或灯头内部意外相碰），造成的打火甚至使熔断器（保险丝）熔断现象都是因线路短路造成的。

1.1.2 电路图

徒弟 师傅，您举的例子我看懂了。一个电路的组成必须满足四个条件：电源、开关、负载和导线，才能构成一个电路（闭合回路）。也学会了根据实际接线图画出电气原理图，同时也知道了电路是由四部分组成的，以及电路的三种状态情况。但是，在维修电气设备中涉及到很多典型电路图，元器件比较多，而且线路（电路）又很复杂，难理解，也不容易看懂。那么我们如何看懂相关的电路图呢？请您给我们仔细系统地讲解一下。

师傅 在实际维修电气设备的工作中，经常遇到较复杂的电路和典型电路。为了便于分析、研究电路，通常将电路的实际组件用图形符号表示在电路中，称为电气原理图，也叫电路图。图 1-1(b) 就是图 1-1(a) 的电气原理图。也可以把较复杂的电路化简成简单电路图，使分析和学习更方便。

电路图分很多类型，一般有主电路、整流电路、控制电路、触发电路、稳压电路、逆变电路、滤波电路、反馈电路（正、负反馈）以及检测回路和辅助设备等。这些电路在今后的学习中会一一讲解的。

因此，要想学好并且掌握各类典型电路，必须要有扎实的理论基础和实践经验。

1.1.3 常用电气图形符号和文字符号

首先要了解和学会看懂电气原理图的每个图形符号并且要牢记，这对今后的学习是有很大的帮助的，电气原理图中常见的各种图形符号与文字符号见表 1-1。

表 1-1 常用电气图形符号与文字符号

图形符号	符号名称	文字符号	图形符号	符号名称	文字符号
—	直流电	DC	+	正极	
~	交流电	AC	-	负极	
	接地	PE		交直流电	AC/DC



续表

图形符号	符号名称	文字符号	图形符号	符号名称	文字符号
	原电池或蓄电池	E		固定电阻	R
	(a)无极性电容器 (b)电解电容器	C		可变电阻器 滑线变阻器	RP
	可变电容器	C		压敏电阻器	RV
	电感线圈	L		光敏电阻	RG 或 RL
	有铁芯的 电感线圈	LT		三相变压器	TM
	单相变压器	TC		电流互感器	TA
	电压互感器	PT/TV		电抗器	L
	三相变压器	TC		三相异步电动机	M
	三相绕线转子 异步电动机	M		他励直流电动机	M
	并励直流电动机	M		串励直流电动机	M
	直流测速发电机	TG		熔断器	FU

续表

图形符号	符号名称	文字符号	图形符号	符号名称	文字符号
	信号灯(指示灯)	HL		照明灯	EL
	插头	XP		插座	XS
	电磁阀	YV		压力继电器 常开触头	KP
 (a) (b)	(a)瞬时闭合的 常开触点 (b)瞬时断开的 常闭触点	KT	 或	延时闭合的 常开触点	KT
 (a) (b)	(a)接触器常开触点 (b)接触器常闭触点	KM	 或	延时断开的 常闭触点	KT
	接触器线圈	KM	 或	延时闭合的 常闭触点	KT
	热继电器	RF	 或	延时断开的 常开触点	KT
	断路器	QF	 (a) (b)	(a)位置开关动 合触点 (b)位置开关动 断触点	SQ
	隔离开关	QS	 (a) (b)	(a)启动按钮 开关(常开) (b)停止按钮 开关(闭锁)	SBst SBss
	自动开关	QA	 或	接机壳或 接底板	GND



续表

图形符号	符号名称	文字符号	图形符号	符号名称	文字符号
	电流表	A		电压表	V
	频率表	Hz		转速表	n
	二极管	V		稳压管(也叫稳压二极管)	VS
	光敏二极管	V		发光二极管	LED
	变容二极管	V		双向触发二极管	V
	桥式整流器	V		双向晶闸管(也叫可控硅)	VT
	单结晶体管(双基二极管)	VT 或 Q		晶闸管	VT
	NPN 型三极管			PNP 型三极管	
	IGBT 场效应管	VT		带阻尼二极管 NPN 型三极管	VT
	四端光电耦合器	IC		六端光电耦合器	IC

1.1.4 常用电焊机电气控制电路

以下通过电焊机的启停控制的典型电路，来加深理解和学习其控制的作用及原理。这对于初学者来说需要能背着画出其各种电气控制电路图，并且能熟练掌握各个元器件的动作原理和实际接线方式。

1.1.4.1 启动停止控制电路

(1) 断路器启动停止控制电路

断路器电源控制电路如图 1-2 所示。这种电路比较简单只要合上断路器，电源就送到负载，拉开断路器负载就没电。

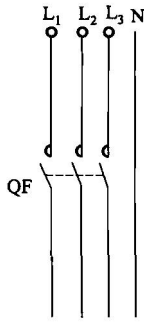


图 1-2 电源控制电路

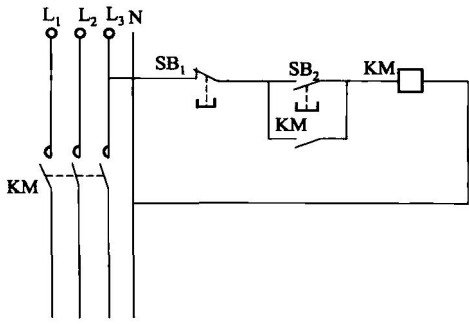


图 1-3 单向启动线路

(2) 接触器自锁控制电路

如图 1-3 所示。其动作原理如下：当按下按钮 SB_2 ，接触器 KM 线圈得电吸合，其主触点 KM 闭合，电源通过主触点送到负载（电机或电焊机以及用电设备），由于 KM 的常开辅助触点并联在 SB_2 两端，即使松开 SB_2 ，线圈回路仍然有电。这个电路也可改用万能转换开关直接控制。

(3) 联锁控制电路

如图 1-4 所示。一般在 CO_2 电焊机、氩弧焊机的控制系统中经常见到气压、风压开关作为联锁系统的问题，下面举一个例子来学习其工作原理。当风压开关 SS 受 SB 控制，开机时按下风机启动按钮 SB ，当风机启动并达到一定风压后，利用风的压力推动 SS 闭合，接触器线圈 KM 得电吸合，主触点闭合，负载得电。如果风机不启动或风的压力小，那么开关 SS 将不能闭合，接触器也就无法吸合。这种电路也可用接触器联锁实现，如图 1-5 所示。主接触器 KM_1 线圈与风机接触器 KM_2 的常开辅助触点串联，只有在风机启动 KM_2 常开辅助触点闭合后，才能按下按钮 SB_1 ， KM_1 才能得电。一旦按下停止按钮，风机停转了，主接触器也就断开了。

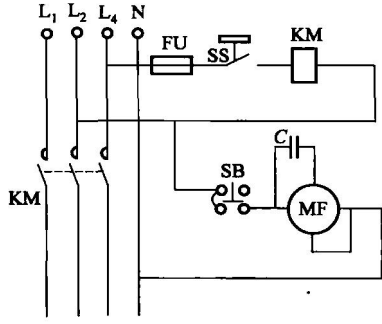


图 1-4 风压控制的联锁电路

1.1.4.2 其他控制电路

图 1-6 所示为断电延时控制线路。当按下启动按钮 SB_2 时，快速时间继电器 KT 线圈得电，常开触点闭合， KM_1 线圈得电，主触点吸合电源送到负载。当辅助触点 KM_2 断开时，时间继电器 KT 并不马上打开，而是经过一定延时才打开，这时接触器 KM_1 线圈才失电释放，负载断电。



这个电路可应用于气体保护焊接的控制。

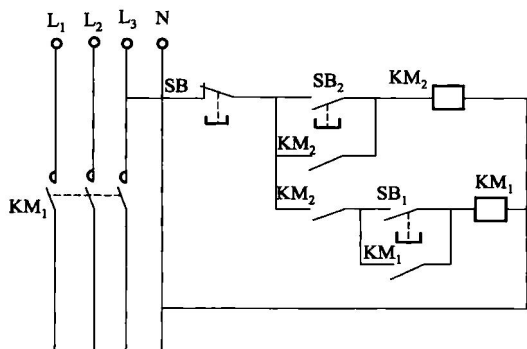


图 1-5 接触器控制的联锁电路

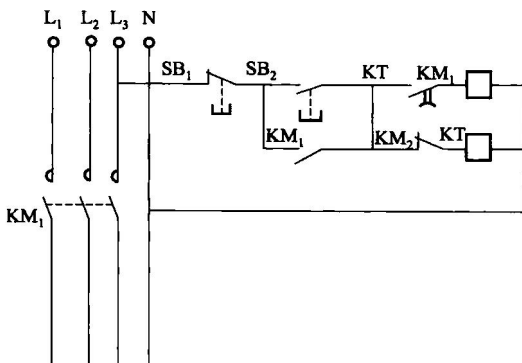


图 1-6 延时控制线路

小 结

本节主要介绍了什么是电路，电路组成的四个条件，即电源、开关、负载和导线，也介绍了把实际接线图简化成电气原理图，还介绍了电路的三种状态在电路中的情况和作用，电路图中常见的图形符号，几种常用低压电器控制电路。为维修电焊机时准确分析和识别电气元器件提供了必备的知识，也为学好下边的知识打下一个良好的基础。

练 习 题

1. 电路的通路状态是指_____；电路的短路状态是指_____；电路的开路（断路）状态是指_____。
2. 什么叫电路？
3. 什么叫电源？
4. 什么叫负载？
5. 电路由哪几部分组成？
6. 请举例说明电路的三种情况。
7. 请画出你所接触到的家电设备（台灯、临时照明、排烟机等）来组成一个电路，来说明什么是电路。
8. 图形符号中的接地与设备外壳及底板接地有什么区别？
9. 请你背着画出风压控制的联锁电路图。

1.2 电焊机电路中的各种元器件



徒弟 师傅，这一节是不是要讲电路中的电阻、电容与电感了？此节的重点是什么？

师傅 上节学习了电路的一些基本概念，是为了学好维修焊机及分析电路，通过举例来对电路进行认识和理解。这一节还要讲电路中涉及的几个基本元器件，如电阻、电容、电感等。

徒弟 师傅，什么是电阻？它有什么特点？单位又是如何定义的？

师傅 首先，我们从表 1-1 中知道了电阻的图形和文字符号，知道了它在电路中是如何表示的。此节主要是来加深理解电阻在电路中起什么作用以及它的一些技术参数等。

1.2.1 电阻

从理论上讲，导体中的电荷在电场力的作用下作定向运动时所受到的阻碍作用，导体对电流的阻碍作用叫作导体电阻，或者表示电流流过导体，要受到一定的阻力，该阻力称为“电阻”，用字母 R 或 r 表示。电阻的单位是“欧姆”，简称“欧”，用符号“ Ω ”表示。

因此，在选用电阻时一定要记住电阻的单位和符号，在线性电阻器的主要参数中会详细介绍。另外，在很多场合应用电阻时会遇到环境温度的情况。它与温度有什么关系？下面就分析一下。

当温度一定时，导体电阻的大小与导体长度成正比，与导体截面积成反比，还与导体的材料有关。即

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中 R ——导体的电阻， Ω ；

l ——导体的长度，m；

S ——导体截面积， mm^2 ；

ρ ——电阻率， $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

导体电阻的大小，还与温度有关：

$$R_1 = R_0 [1 + \alpha(T_1 - T_0)]$$

式中 R_1 ——温度为 T_1 时导体的电阻值；

R_0 ——温度为 T_0 时导体的电阻值；

T_1 ——环境温度（导体温度）；

T_0 ——环境温度，一般取 20°C 。

以上两个概念和公式表明，电阻受温度的影响是很大的。因此，可以通过其性能和理论做成一系列的一次元件（如热电阻、热电偶等）。

(1) 电阻组件

电阻器是利用一些材料对电流有阻碍作用的特性所制成的，它是一种最基本、最常用的电子组件。电阻器在电路里的用途很多，大致可以归纳为降低电压、分配电压、限制电流和向各种元器件提供必要的工作条件（电压或电流）等。也可以作为发热体供人们使用。为了表述方便，通常将电阻器简称为电阻。

电阻器按结构形式可分为固定式和可变式两大类。

固定电阻器文字符号常用字母“ R ”表示，主要用于阻值不需要变动的电路。它的种类很多，主要有碳质电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等。

可变电阻器即电位器文字符号用“ RP ”表示，主要用于阻值需要经常变动的电路。它可以分为旋柄式和滑键式两类。半调电位器通常称为微调电位器，主要用于阻值有时需要变动的电路。

固定电阻器通常简称电阻，是电气控制中使用最多的元件。固定电阻器一经制成，其阻值便固定不变。

(2) 常用固定电阻器的种类和特点

维修电气控制板（各类家电电器）时，维修人员经常使用的固定电阻器有实芯电阻