



一技之长
丛书



维修电工 操作技能

WEIXIUDIANGONG CAOZUO JINENG



程 周 编

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE



维修电工 操作技能

WEIXIUDIANGONG CAOZUO JINENG

程 周 编

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工操作技能/程周编. —福州: 福建科学技术出版社, 2009.6 (2010.1 重印)
(一技之长丛书/程周主编)
ISBN 978-7-5335-3379-3

I. 维… II. 程… III. 电工—维修 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 078577 号

书 名	维修电工操作技能 一技之长丛书
编 者	程 周
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福州华悦印务有限公司
开 本	889 毫米×1194 毫米 1/32
印 张	6.25
字 数	153 千字
版 次	2009 年 6 月第 1 版
印 次	2010 年 1 月第 3 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5335-3379-3
定 价	10.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

本书是根据劳动部制定的《维修电工》国家职业技能鉴定及技术工人等级考核标准编写的，可作为参加国家职业技能鉴定人员学习用书，也可作为全国职业学校电类各专业及其他相关专业的实践教学指导用书。

在学习本书过程中，要注意在内容上把握好“宏观了解、注重应用”的原则，注重从宏观上了解初级维修电工所涉及的原理、作用、功能、型号、安装及维护方法。书中涉及的基础理论知识，以“了解”其层次为主体，以能够解决职业技能鉴定中应会部分的考核点为目标，不宜也没有必要对“专”、“深”的专业理论进行研究。学习本书，应将应用性放在首要位置，掌握维修电工工种应会部分的技能，特别是操作知识和技能，应做到“明白道理，安装有序，排除故障，心中有数”。

读者在自学过程中，要学会运用知识，理解所学知识在实际操作和维护中的应用；重视操作的训练，在实际操作过程中学习，在应用中巩固概念，掌握分析问题的方法；在学习过程中养成发现问题、提出问题、讨论问题的习惯。

本书由程周主编，程周、乔德宝等老师参加编写。由于编者学识和水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请同行和广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电工基础知识	(1)
一、电路的主要物理量	(1)
二、欧姆定律与电阻元件	(3)
(一) 欧姆定律	(3)
(二) 电阻元件	(4)
(三) 常用电阻元件	(5)
三、电路状态与负载的连接	(7)
(一) 电路的状态	(7)
(二) 负载的连接	(9)
(三) 电气设备额定值	(9)
(四) 电路中各电位的计算	(10)
四、基尔霍夫定律	(12)
(一) 基尔霍夫第一定律——电流定律 (KCL) ...	(12)
(二) 基尔霍夫第二定律——电压定律 (KVL) ...	(13)
五、电容器与电容量	(13)
(一) 电容器的构造	(13)
(二) 电容器类型和额定值	(14)
(三) 电容器的串、并联	(16)
六、楞次定律及右手定则	(18)
(一) 电流的磁场	(18)
(二) 楞次定律	(20)
(三) 右手定则	(21)
七、自感与互感	(22)
(一) 电磁感应定律	(22)

(二) 自感	(22)
(三) 互感	(23)
八、交流电的基础知识	(24)
(一) 交流电的基本概念	(24)
(二) 正弦交流电相关量	(25)

第二章 常用电工工具与电工材料

(29)

一、电工工具	(29)
(一) 验电器的使用	(29)
(二) 钳口工具的使用与维护	(30)
(三) 活动扳手	(32)
(四) 电工刀	(32)
(五) 紧固工具	(32)
(六) 电烙铁	(33)
二、测量仪表	(34)
(一) 万用表	(34)
(二) 钳形电流表	(39)
(三) 功率表	(40)
(四) 单相电度表	(41)
(五) 直流电桥	(42)
(六) 兆欧表	(45)
三、常用电工材料	(47)
(一) 导电材料	(47)
(二) 绝缘材料	(49)
四、导线连接与绝缘恢复	(50)
(一) 线头绝缘层的剖削	(50)
(二) 导线线头的连接	(52)
(三) 导线绝缘层的恢复	(55)

第三章 二极管与三极管 (57)

一、二极管 (57)

(一) 二极管的外形、结构与符号 (57)

(二) 二极管的电流、电压关系 (58)

二、整流、滤波电路 (60)

(一) 单相整流电路 (60)

(二) 滤波电路 (61)

三、稳压电路 (62)

(一) 稳压二极管 (62)

(二) 稳压电源 (63)

四、三极管 (63)

(一) 三极管的外形、结构与符号 (64)

(二) 三极管的放大作用 (65)

(三) 三极管的主要参数 (66)

(四) 三极管三种工作状态 (66)

第四章 变压器 (71)

一、变压器的结构与工作原理 (71)

(一) 变压器的基本结构 (71)

(二) 变压器的工作原理 (72)

二、几种常用变压器 (73)

(一) 三相电力变压器 (73)

(二) 互感器 (74)

(三) 电焊变压器 (75)

三、小型变压器的绕制与维修 (76)

(一) 小型变压器的线圈绕制 (76)

(二) 小型变压器常见故障的处理 (80)

第五章 电动机	(83)
一、三相异步电动机的工作原理与特性	(83)
(一) 三相异步电动机的基本结构	(83)
(二) 三相异步电动机的旋转磁场	(85)
(三) 三相异步电动机的转动原理及转差率	(87)
(四) 三相异步电动机的运行特性	(88)
(五) 三相异步电动机铭牌	(91)
二、三相异步电动机常见故障维修	(92)
(一) 三相异步电动机的常见故障现象及检修	(92)
(二) 三相笼型异步电动机的绕组故障及检修	(95)
三、小型三相异步电动机定子绕组的重绕	(99)
(一) 填写检修单	(100)
(二) 拆除待修电动机定子绕组	(100)
(三) 绝缘材料的裁剪与制作	(102)
(四) 线圈的绕制	(103)
(五) 嵌线	(105)
(六) 整形、接线与绑扎	(108)
(七) 定子绕组的半成品检查与测试	(109)
(八) 浸漆与烘干	(110)
第六章 常用低压电器	(113)
一、开关及按钮	(113)
(一) 闸刀开关	(113)
(二) 铁壳开关	(114)
(三) 组合开关	(114)
(四) 按钮	(115)
(五) 行程开关	(116)
二、熔断器与交流接触器	(116)

(一) 熔断器.....	(116)
(二) 交流接触器.....	(118)
三、继电器.....	(119)
(一) 热继电器.....	(119)
(二) 时间继电器.....	(120)
四、空气断路器.....	(122)
第七章 基本控制线路.....	(124)
一、电气图形符号和文字符号.....	(124)
(一) 电气图中的图形符号.....	(124)
(二) 电气图中的文字符号.....	(125)
二、电气图的分类与作用.....	(126)
(一) 电气原理图.....	(127)
(二) 电气设备安装图.....	(127)
(三) 电气互连图.....	(128)
三、点动与长动控制.....	(129)
(一) 点动控制线路.....	(130)
(二) 长动控制线路.....	(130)
(三) 长动与点动控制线路.....	(132)
四、正、反转控制.....	(134)
(一) 接触器互锁正、反转控制线路.....	(134)
(二) 按钮互锁正、反转控制线路.....	(135)
(三) 双重互锁正、反转控制线路.....	(137)
五、位置控制.....	(138)
(一) 限位断电控制线路.....	(138)
(二) 限位通电控制线路.....	(138)
(三) 正、反转限位控制线路.....	(139)
(四) 自动循环控制电路.....	(140)
六、顺序和多点控制.....	(142)

(一) 顺序控制线路·····	(143)
(二) 多点控制线路·····	(145)
七、时间控制·····	(145)
(一) 通电型时间继电器控制线路·····	(145)
(二) 断电型时间继电器控制线路·····	(145)
(三) 按时间控制的自动循环控制电路·····	(146)
第八章 典型生产机械电气控制线路·····	(148)
一、Z37 摇臂钻床·····	(148)
(一) 主电路·····	(148)
(二) 控制电路·····	(148)
二、X62W 万能铣床·····	(151)
(一) 主电路·····	(153)
(二) 控制电路·····	(153)
(三) 照明控制与冷却泵电动机 M2 ·····	(158)
(四) X62W 型万能铣床电气故障诊断与维修·····	(158)
三、M7475B 平面磨床·····	(160)
(一) 主电路·····	(160)
(二) 控制电路·····	(162)
(三) 电磁吸盘的控制·····	(164)
四、CA6140 车床·····	(167)
(一) 主电路·····	(170)
(二) 控制电路·····	(170)
第九章 动力及照明线路·····	(172)
一、车间动力线路·····	(172)
二、车间照明线路·····	(174)

第十章 安全用电	(176)
一、人体触电及其防护	(176)
二、防触电保护措施	(177)
(一) 保护接地	(177)
(二) 保护接零	(178)
三、触电急救	(180)
(一) 人口呼吸法	(180)
(二) 胸外挤压法	(180)
四、电气火灾的防范及扑救	(181)
(一) 电气设备引起火灾的原因	(181)
(二) 电气火灾的防范	(181)
(三) 电气火灾的扑救方法	(181)
附录 常用电工图形符号与文字符号	(182)

第一章 电工基础知识

一、电路的主要物理量

1. 电流

电流是电荷在导体中定向的流动。正电荷定向移动的方向规定为电流方向。电流的大小等于通过导体横截面积的电荷量 q 与通过这些电荷所用时间 t 的比值，即

$$I = \frac{q}{t}$$

电流的单位是安培，简称安（A），常用的单位还有毫安（mA）、微安（ μA ）等。

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$

2. 电动势

电源是把其他形式的能转化为电能的装置。不同的电源转化电能的本领不同，这种本领越大，我们就说它的电动势越大。因此，电动势是描述电源把其他形式的能转化为电能本领的物理量。电动势用字母 E 表示，其单位为伏特，简称伏（V）。

电源的两极分别称为正极（+）和负极（-），电动势的方向规定从电源负极（经电源内部）指向电源正极，如图 1-1 所示。

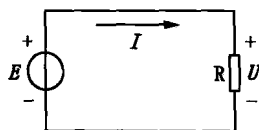


图 1-1 电动势的方向

3. 电压

要维持某段电路中的电流，就必须在其两端保持电压。发电机、电池等电源，都能够在电路中产生和保持电压，把电源连接到闭合电路中，就能在电路中形成电流。

电压用字母 U 表示，其单位是伏特（V）。电压的方向规定由正极（高电位端）指向负极（低电位端）。

4. 电位

电位（也称电势）用字母 V 表示，不同点的电位用字母 V 加下标表示，如 V_A 表示 A 点的电位值。就像空间的每一点都有一定的高度一样，电路中每一点都有一定的电位。电路中电流的产生必须有一定的电位差，在电源外部通路，电流从高电位点流向低电位点。衡量电位高低必须有一个计算电位的起点，称为零电位点，该点的电位值规定为 $0V$ 。

零电位点是可以任意指定的，但习惯上规定大地的电位为零，称为零电位点。电路中零电位点规定后，电路中任何一点与零电位之间的电压，就是该点的电位。当各点电位已知后，我们就能求出任意两点（A、B）间的电压（即两点间的电位之差）。例如， $V_A=5V$ ， $V_B=3V$ ，那么 A、B 之间的电压为

$$U_{AB}=V_A-V_B=(5-3)V=2V$$

5. 电能

导体中产生电流的原因是导体两端的电压在导体内部建立了电场，在电场力（静电力）推动下搬运电荷。若导体两端电压为 U ，通过导体横截面的电荷量为 q ，电场力所做的功就是电路所消耗的电能 $W=qU$ ，由于 $q=It$ ，所以

$$W=qU=UIt$$

电能的单位为焦耳，简称焦（J）。在实际应用中，常以千瓦时（ $kW \cdot h$ ）（俗称度）作为电能的单位。1 千瓦时在数值上等于功率为 1 千瓦的用电器工作 1 小时所消耗的电能。

$$1 \text{ 度} = 1kW \cdot h = 1000W \times 3600s = 3.6 \times 10^6 W \cdot s = 3.6 \times 10^6 J$$

电能是可以直接测量的，电能表（俗称电度表）就是用来直接测量电能的，它是记录电路（用电设备）消耗电能的仪表。

6. 电功率

用电设备在单位时间（ t ）里所消耗的电能（ W ）叫做电功

率，用字母 P 表示。

$$P = \frac{W}{t} \text{ 或 } P = UI$$

电功率的单位是瓦特，简称瓦 (W)，显然电路中电压越高，电流越大，其电功率也就越大。电功率可用功率表进行测量。

二、欧姆定律与电阻元件

(一) 欧姆定律

1. 一段电阻电路欧姆定律

在一段电阻电路中，电流、电阻和电压之间满足欧姆定律，其关系为

$$I = \frac{U}{R}$$

上式表明，在电路电压一定的情况下，电路电阻越大，电路中电流就越小（电阻一般不随电压或电流的改变而发生变化）。也就是说电阻越大，对电流的阻碍作用越大。电阻的单位为欧姆，简称欧 (Ω)，常用的电阻单位还有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)。

2. 全电路欧姆定律

对整个电路来说，电源本身的电流通路称为内电路，电源以外的电流通路称为外电路，内电路和外电路总称为全电路，如图 1-2 所示。

全电路中电流、电阻和电动势之间满足全电路欧姆定律，其关系为

$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

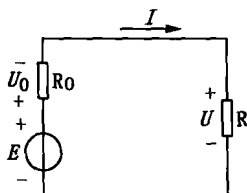


图 1-2 全电路

电路中的电流 I 不仅与电动势 E 、外电路电阻 R 有关，而且还与内电阻 R_0 有关。一般情况下，电源内阻越小越好，这样可以向外电路提供更大的电流（电能）。

（二）电阻元件

1. 电阻元件的电流、电压关系

将电阻两端电压与流过电阻的电流用图形表示，称为该电阻的电流、电压关系特性。在电阻为恒定值时，电流随着电压线性增长，其特性如图 1-3 所示。由图可见，电阻越小，这条直线越陡；随着电阻值的增大，这条直线的斜率变小。

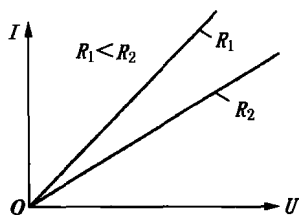


图 1-3 不同阻值电阻的电流、电压关系特性

2. 线性电阻和非线性电阻

如果电阻的值是恒定的，即能够遵循欧姆定律，该电阻称为线性电阻。否则，不服从欧姆定律的电阻就是非线性电阻，如压敏电阻器和热敏电阻器。线性电阻和非线性电阻的电压、电流特性如图 1-4 所示。

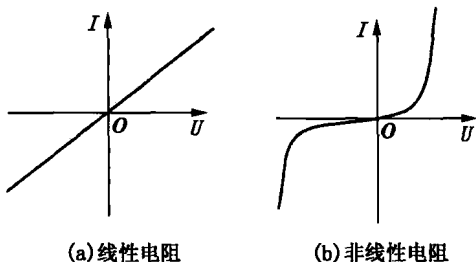


图 1-4 电阻的电流、电压特性

(三) 常用电阻元件

1. 线性电阻

常见线性电阻外形如图 1-5 所示。电阻元件的参数（如阻值、功率、允许误差等）一般都直接标注在电阻上，也有使用色环来表示，紧靠电阻器一端的色环为第一环。色环表示的意义见表 1-1。

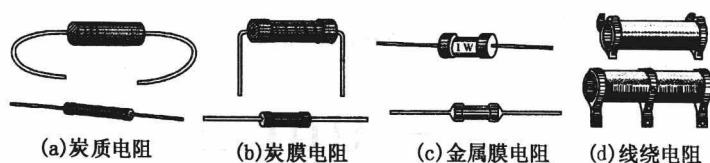


图 1-5 常见电阻元件的外形

表 1-1 色环的意义

颜色	有效数字	乘数	允许偏差 (%)	工作电压 (V)
银		10^{-2}	± 10	
金		10^{-1}	± 5	
黑	0	10^{-0}		4
棕	1	10^1	± 1	6.3
红	2	10^2	± 2	10
橙	3	10^3		16
黄	4	10^4		25
绿	5	10^5	± 0.5	32
蓝	6	10^6	± 0.25	40
紫	7	10^7	± 0.1	50
灰	8	10^8		63
白	9	10^9	+50, -20	
无色			± 20	

利用色环标记标出电阻主要参数有二位有效数字和三位有效数字两种方法。图 1-6 为二位有效数字色标示例，图 1-7 为三位有效数字色标示例。

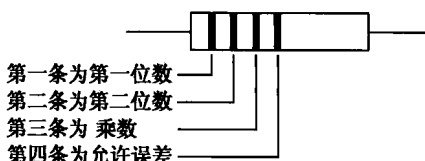


图 1-6 两位有效数字色标示例

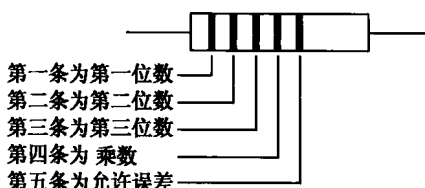


图 1-7 三位有效数字色标示例

2. 非线性电阻

热敏电阻和压敏电阻都属于非线性电阻。图 1-8 所示是热敏电阻的外形图。热敏电阻有两类，一类称为负温度系数热敏电阻，简称 NTC 电阻；另一类称为正温度系数热敏电阻，简称 PTC 电阻。

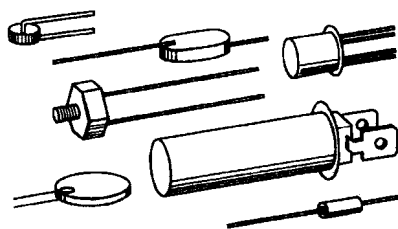


图 1-8 热敏电阻的外形

NTC 电阻在一定的温度范围内具有大的负温度系数，其电阻值具有随温度升高而急剧下降的特性。在大电流流过 NTC 电阻时，由电流对其自行加热，电流越大，温度越高，对应的电阻