

D Z J S R M

电子技术入门丛书



维修电工入门

金国砥 主编

浙江科学技术出版社

主编：金国砥

编者：金国砥 唐宏昌

祝飞鹏 魏昌煌

电子技术入门丛书

维修电工入门

金国砥 主编

*

浙江科学技术出版社出版

千岛湖环球印务有限公司印刷

浙江省新华书店发行

*

开本 787×1092 1/32 印张 7.75 字数 172 000

1999年10月第 1 版

2004年2月第6次印刷

ISBN 7-5341-1233-8/TS · 207

定 价：12.00 元

责任编辑：朱振东

封面设计：金 晖

前 言

随着我国四化建设的发展,用电范围不断扩大,维修电工也大量增加,他们迫切需要掌握电工基础知识和电气设备维修技术。为适应这种新形势的需要,我们根据教学实践和工厂实际,编写了这本入门读物。

本书采取由浅入深、循序渐进的手法,通过对维修电工基础知识、常用低压电器、电气图识读等方面知识的讲解,对三相异步电动机的基本控制电路和工厂机床典型控制电路进行了详细的分析,并介绍了维修电工基本装接工艺,使读者能举一反三、触类旁通。本书内容通俗易懂,介绍详实,图文并茂,实用性较强,可供初中以上文化程度的电气维修初学者阅读、学习,也可作为职业高中相关专业的辅助教材和职业技术培训教材。

本书第一、第二、第四、第五章由金国砥编写,第三、第七章由唐宏昌编写,第六章由祝飞鹏编写,第八章由魏昌煌编写,全书由杭州中策职业高级中学叶高炎审读。在编写过程中,得到了浙江工业大学职教学院电气工程教研室曹李民、浙江工业大学附属职高张伟韬等同志和杭州市教委职教研究中心的帮助和支持,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不足和错误,希望广大读者给予指正。

编者

1998年12月

目 录

第一章 维修电工基础知识	1
第一节 基础知识	1
一、电路与电路图	1
二、基本电工量	2
三、欧姆定律	7
第二节 常用工具和仪表	7
一、电工常用工具及使用方法	7
二、电工常用仪表及使用方法	12
第三节 可编程序控制器	20
一、概述	20
二、继电器接触器控制电路与可编程序控制器的比较	21
三、可编程序控制器的结构	24
四、可编程序控制器的工作原理	28
五、可编程序器的使用简介	30
第二章 维修电工常用低压电器和材料	33
第一节 常用低压电器	33
一、低压电器的分类	33
二、低压电器的选择	34
第二节 常用电工材料	66
一、常用导电材料	66
二、常用导磁材料	67
三、常用绝缘材料	67
第三章 维修电工电气图的识读	68

第一节 电气图绘制标准	68
一、电气图的分类	68
二、电气图区域的划分	71
三、电气图中符号位置的索引	75
第二节 电气符号	77
一、图形符号	77
二、文字符号	81
三、回路标号	82
四、技术数据的表示方法	85
第三节 电气图的识读方法	86
一、识读电气原理图的原则	86
二、识读电气原理图的方法	87
第四章 维修电工基本装接工艺	88
第一节 导线剖削、连接及绝缘恢复工艺	88
一、导线绝缘层的剖削	88
二、导线的连接	93
三、导线连接后的绝缘恢复	97
第二节 基本装接工艺要求	98
一、电气器件的布局	98
二、板面敷线的基本要求	101
第五章 三相异步电动机的基本控制电路	102
第一节 三相异步电动机的起动控制电路	102
一、起动控制类型	102
二、全压起动控制电路	103
三、降压起动控制电路	108
第二节 三相异步电动机的正反转控制电路	116
一、正反转控制类型	116
二、正反转控制电路	116

第三节 三相异步电动机的制动控制电路	121
一、机械制动	121
二、电气制动	122
第四节 三相异步电动机的调速控制电路	132
一、双速电动机定子绕组的连接	132
二、接触器控制双速电动机控制电路	133
三、时间继电器控制双速电动机控制电路	135
第六章 生产机械设备控制电路分析及常见故障排除方法	138
第一节 普通车床控制电路分析及常见故障排除方法	138
一、概述	138
二、电气控制电路分析	138
三、常见故障排除方法	140
四、机床控制电路故障检查和判断方法	142
第二节 平面磨床控制电路分析及常见故障排除方法	145
一、概述	145
二、电气控制电路分析	146
三、常见故障排除方法	152
第三节 摇臂钻床控制电路分析及常见故障排除方法	153
一、概述	153
二、电气控制电路分析	153
三、常见故障排除方法	158
第四节 铣床控制电路分析及常见故障排除方法	160
一、概述	160
二、电气控制电路分析	160
三、常见故障排除方法	166
第五节 镗床控制电路分析及常见故障排除方法	168
一、概述	168
二、电气控制电路分析	168

三、常见故障排除方法	174
第七章 照明与动力线路的安装与维修	176
第一节 生产车间照明线路的安装和维修	178
一、照明供电系统及平面布线图	178
二、照明线路的敷设和安装	181
三、照明线路的维护	191
第二节 生产车间动力线路的安装和维修	194
一、动力线路平面布线图	194
二、动力线路的敷设和安装	195
三、动力线路的维护	198
第八章 安全用电常识	199
第一节 触电与电气火灾的概念	199
一、电流对人体的危害	199
二、常见触电原因和种类	204
第二节 基本安全用电措施	209
一、接地装置的安装和维护	209
二、触电急救和紧急处理	223
附录	231
附录一 直管荧光灯的技术数据	231
附录二 照明用荧光高压水银灯的技术数据	232
附录三 500 伏铜芯绝缘导线长期连续负荷允许载流量	233
附录四 500 伏铝芯绝缘导线长期连续负荷允许载流量	234
附录五 常用建筑图例符号	235

第一章 维修电工基础知识

随着电力工业和现代科学技术的日益发展，电能已成为生产和人们日常生活中不可缺少的能源，我们的世界几乎是一个电的世界。作为一名维修电工，掌握一定的电工基础知识和电工操作技能，以适应现代化生产和生活的需要，就显得十分重要。

第一节 基础知识

一、电路与电路图

1. 电路

在使用灯具(或其他电气设备)之前，总要用导线把它们和电源连接起来，这种将电源(把机械能、光能、化学能、原子能等转换为电能的装置)和负载(耗电部分)连接起来的电流通路称为电路。电路就是电流流过的路径。通常组成一个简单电路，至少要有电源、连接导线、开关和负载，如图 1-1 所示。负载、连接导线和开关称为外电路，电源内部的电路称内电路。电路最基本的连接方式有串联和并联两种。

当开关闭合时，电路中有电流通过，负载可以工作，这称为合闸；当开关断开时，电路中没有电流通过，负载停止工作，这称为分闸。

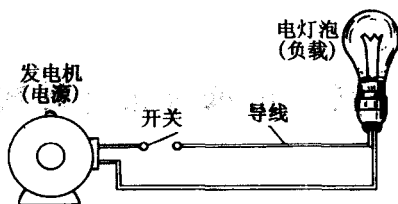


图 1-1 简单电路

2. 电路图

用来说明电气设备间连接方式的图称电路图，它是从事电气技术工作的工人与工程技术人员进行技术交流和生产活动的“工程语言”。只有熟练掌握电路图，才能准确理解图纸的内容和设计意图，保质、保量地完成各项电气工作。

二、基本电工量

1. 电流(I)

电流就是电子的流动。习惯上规定正电荷移动的方向为电流方向，因此在金属导体中，电流的方向和自由电子实际运动的方向相反。在电路中要获得持续电流，一是要有电位差，二是电路一定要闭合。

电流的大小用电流强度(简称电流)来表示，其数值等于单位时间内通过导体截面的电荷量，通常用符号 I 表示，即：

$$\text{电流强度}(I) = \frac{\text{电荷量}(Q)}{\text{时间}(t)}$$

式中，电流强度(I)的单位为安(A)，电荷量(Q)的单位为库(C)，时间(t)的单位为秒(s)。在有些电路中，流过的电流很小，常用毫安(mA)或微安(μA)计量：

$$1 \text{ 安(A)} = 1000 \text{ 毫安(mA)}$$

1 毫安(mA)=1 000 微安(μ A)

电流强度的大小和方向都不随时间变化的电流叫恒定电流,也叫直流电流,简称直流(用DC表示)。电流强度的大小和方向随时间变化的电流叫交变电流,也叫交流电流,简称交流(用AC表示)。

电流强度可用电流表测量,测量时应将电流表串联在被测电路中,如图1-2所示。

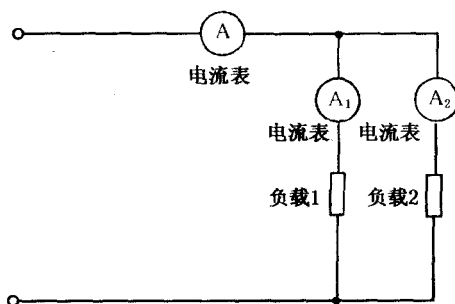


图 1-2 电流表的接线

2. 电压 (U)

电压是驱使电流在电路中流动的动力。在电路中,任意两点之间的电位差,称为该两点间的电压。一般来讲,在电力工程中,规定以大地作为零电位(参考点)。因此实际运用中,如果没有特别说明的话,所谓某点的电压就是指该点与大地之间的电压。

电压的高低用伏(V)来表示,大的单位可用千伏(kV)表示,小单位可用毫伏(mV)表示。它们之间的关系为:

1 千伏(kV)=1 000 伏(V)

1 伏(V)=1 000 毫伏(mV)

我国规定标准电压有许多级，经常接触的有：安全电压 36 伏及 36 伏以下，民用单相电压为 220 伏，低压三相电压为 380 伏，城乡高压配电电压为 10 千伏或 35 千伏，输电电压为 110 千伏或 220 千伏，以及长距离超高压输电电压 330 千伏或 500 千伏等等。

电压可用电压表来测量，测量时应将电压表并联在被测电路中，如图 1-3 所示。

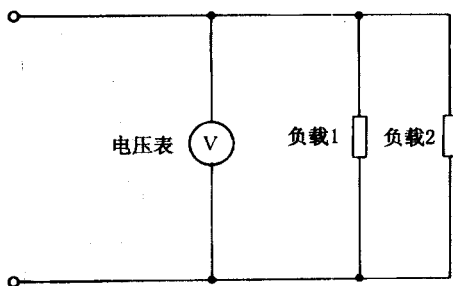


图 1-3 电压表的接线

3. 电阻 (R)

在电路中，阻碍电流流动的作用称电阻。电阻是导体的属性，并且随着导体本身的材料、导体的截面积、导体的长度的不同而不同。实验证明，在一定的温度下，截面积均匀、材料相同的一段金属导体，其电阻的大小与导体长度成正比，与导体截面积成反比，可以用公式表示为：

$$\text{电阻}(R) = \text{电阻率}(\rho) \frac{\text{导体长度}(L)}{\text{导体截面积}(S)}$$

式中，导体电阻的单位为欧(Ω)，导体电阻率的单位为欧·米($\Omega \cdot \text{m}$)或欧·毫米²/米($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)，导体长度的单位为米(m)，导体截面积的单位为毫米²(mm^2)。

此外，导体的电阻还与导体的温度有关。一般金属导体的电阻是随温度升高而增加，但石墨导体的电阻则随温度的升高而降低。

能很好传导电流的物体叫导体，不能传导电流的物体叫绝缘体，导电能力介于导体和绝缘体之间的物体叫半导体。

电阻的基本单位为欧(Ω)，计算大电阻的单位为千欧($k\Omega$)或兆欧($M\Omega$)。它们之间的关系为：

$$1 \text{ 千欧}(k\Omega) = 1\,000 \text{ 欧}(\Omega)$$

$$1 \text{ 兆欧}(M\Omega) = 1\,000 \text{ 千欧}(k\Omega)$$

电阻可用欧姆表来测量，绝缘电阻可用摇表(兆欧表)来测量。图 1-4 所示是用万用表测量灯泡的电阻。

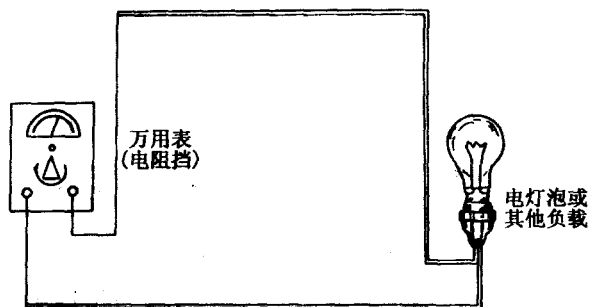


图 1-4 测量灯泡的电阻

4. 电功和电功率

电流通过电动机使电动机转动，从而带动机器工作；电流通过白炽灯会发光；电流通过电炉会发出热量。这些物理现象，都说明了电可以做功。电功就是电流所做的功，用符号 W 表示。它的大小与电路中的电流强度、电压以及通电时间有关，可用公式表示为：

$$W = IUt = I^2 Rt$$

式中，电流强度的单位为安(A)，电压的单位为伏(V)，电阻的单位为欧(Ω)，时间的单位为秒(s)。

电功的单位为焦(J)，实用单位为千瓦时，用符号 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 表示。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千瓦时} = 3\,600\,000 \text{ 焦}$$

电功的大小可用电功表（即电度表，又称“火表”）来测量，如图 1-5 所示。

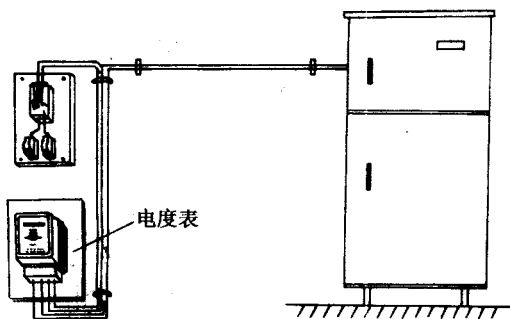


图 1-5 电功的测量

单位时间里所做的功叫电功率(P)，它的单位是瓦(W)，即：

$$\text{电功率}(P) = \frac{\text{电功}(W)}{\text{时间}(t)}$$

电功率表示一台电动机设备工作能力的大小，所以也叫设备的容量。在实际使用中，常用千瓦(kW)作为单位，即：

$$1 \text{ 千瓦(kW)} = 1\,000 \text{ 瓦(W)}$$

三、欧姆定律

欧姆定律是表示电流、电压和电阻三者之间关系的基本定律。实验证明，通过负载(电阻)的电流强度与负载(电阻)两端的电压成正比，与电阻成反比。这个结论称为部分电路欧姆定律，用公式表示为：

$$\text{电流强度}(I) = \frac{\text{电压}(U)}{\text{电阻}(R)}$$

从部分电路欧姆定律我们可以看出：

(1) 在负载(电阻)不变的电路中，电压增加电流也增加，电压降低电流也减小，它们是正比关系。

(2) 在电压稳定不变电路中，电阻越小则通过的电流越大。在电路中要维持一定量的电流，电阻大电压也要高，电阻小则所需电压就低。

(3) 任何电路的电压都直接和电流及电阻成正比关系，即需要大电流或电路的电阻大时，电压就要高；反之，电压就要低。

第二节 常用工具和仪表

一、电工常用工具及使用方法

维修电工的常用工具是指维修工作时经常使用的工具。

1. 试电笔

试电笔又称电笔。常用的试电笔有钢笔式和旋凿式(或称起子式)两种，其结构如图 1-6 所示，主要由氖管、电阻、弹簧和笔身等部分组成。

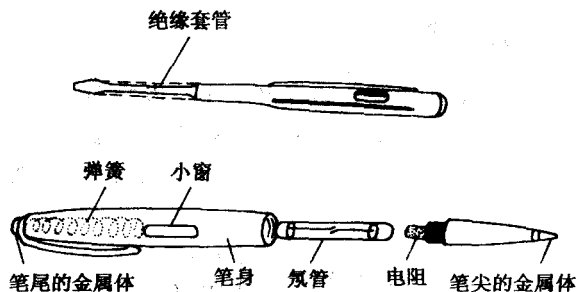


图 1-6 低压试电笔

试电笔是用来测试低压电气设备的导电部分或外壳是否带电的工具。使用试电笔时，用手指握住笔身，注意使尾部的金属体(如笔夹或螺丝)接触皮肤，但不能触及笔尖或旋凿金属杆，以免触电。同时，要使氖管小窗背光并朝向自己。低压试电笔的使用方法如图 1-7 所示。

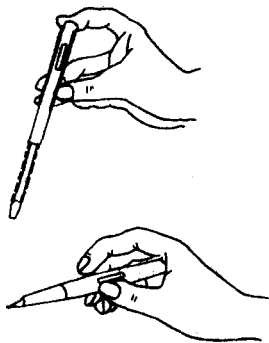


图 1-7 低压试电笔的使用方法

2. 电工刀

电工刀是用来剖削或切割电工器材的常用工具，其结构如

图 1-8 所示。

在使用电工刀时，应将刀口朝外进行操作。使用完毕要随即把刀身折入刀柄内，以免刀刃受损或割破皮肤。

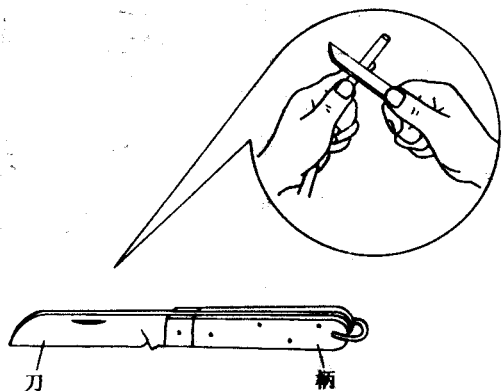


图 1-8 电工刀及其使用方法

3. 旋凿

旋凿又称起子或螺丝刀，是维修电工的常用工具。根据螺丝的不同，旋凿有不同规格(尺寸大小)和形式(一字口型或十字口型)。在使用小旋凿时，一般用拇指和中指夹持凿柄，食指顶住柄端；使用大旋凿时，除拇指、食指和中指用力夹住凿柄外，手掌还应顶住柄端。旋凿的使用方法如图 1-9 所示。

在操作时，要避免触及旋凿的金属杆。通常在金属杆上加装一段绝缘套管，以避免触电或引起短路。还要注意的，电工不能使用穿心旋凿，以免发生触电事故。

4. 钳子

钳子的种类很多，电工常用的有钢丝钳、尖嘴钳两种，如图 1-10 所示。

(1) 钢丝钳。钢丝钳又称平口钳，是用来夹持和剪切金属

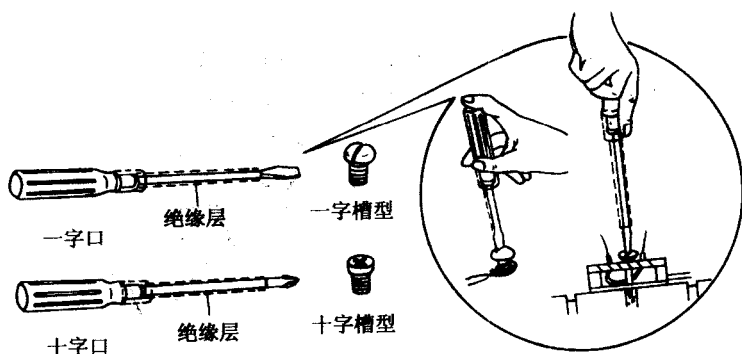


图 1-9 旋凿及其使用方法

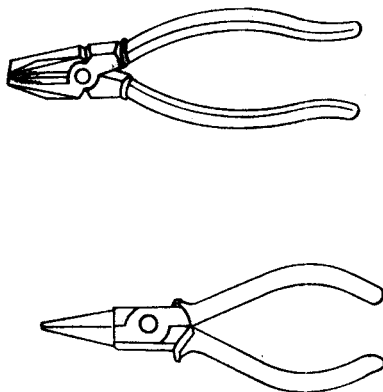


图 1-10 钢丝钳和尖嘴钳

导线等电工器材的工具。钢丝钳的规格有 150 毫米、175 毫米和 200 毫米等几种。在使用时，通常选用 175 毫米或 200 毫米带绝缘柄的钢丝钳。此外，在平时使用过程中，钢丝钳不能作为敲打工具。