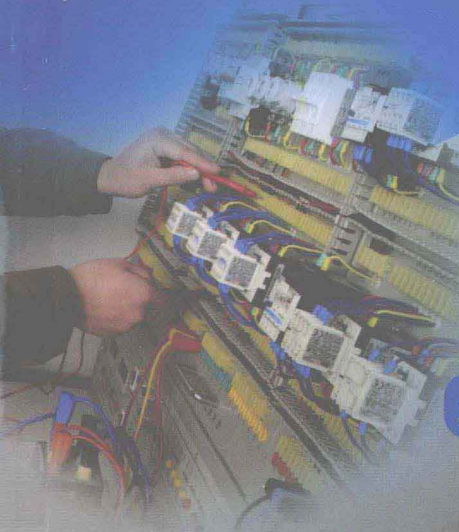


● 国家职业教育推荐教材
● 模块化学习与训练丛书

维修电工

● 马凤婷 宗 慧 周荣俊 主编
● 朱 曦 刘 涛 副主编



模块化教学 **必备**



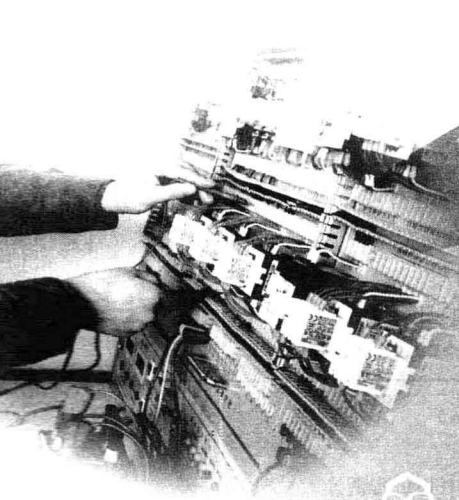
化学工业出版社

- 国家职业教育推荐教材
- 模块化学习与训练丛书

维修电工



◆ 马凤婷 宗 慧 周荣俊 主编
◆ 朱 曦 刘 涛 副主编



模块化教学**必备**



化学工业出版社

· 北京 ·

本书参考各行业对维修电工的岗位要求,按照模块化模式进行编写。主要包括室内照明线路、继电控制设备的安装与检修、变配电操作三大部分内容,共13个模块,涵盖了维修电工初、中级技能的绝大部分知识点和技能点,在每个模块内分任务分析、任务实施、理论基础、操作技能、技能提高等要点,具有实用、易懂的特色。

本书是中、高等职业技术学院及职业培训的教材,也是企业技术工人提高操作技能的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工/马凤婷,宗慧,周荣俊主编. —北京:化学工业出版社, 2008.7

(模块化学习与训练丛书)

ISBN 978-7-122-03298-0

I. 维… II. ①马… ②宗… ③周… III. 电工-维修-技术培训-教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099709 号

责任编辑:刘 哲 宋 辉

文字编辑:孙 科

责任校对:徐贞珍

装帧设计:韩 飞

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 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张11 字数 285千字

2009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:26.00元

版权所有 违者必究

前 言

目前,职业教育发展迅速,职业院校采取的一般教学模式是:先全面进行基本理论教学,然后集中时间进行技能实训。这种教学模式在职业教育刚开始的时候取得了比较好的效果,但是也暴露出很多问题,主要是教学中的许多理论知识很难在实际操作中用到,即教学中老师很难对“必需、够用”为度的原则有很好的把握;另外,一般职业院校的学生生源大多都是高中或初中毕业,专业基础知识非常贫乏,在有限的教学时间内系统学习所有理论知识很困难,短时间内也很难领悟。针对现有教学模式存在的弊端,一种新的教学模式——模块化教学逐渐被推出,现在已经有许多职业院校采用。

国内职业教育的模块化大多采用德国的“双元制”模式,即以职业实践活动为核心,组织必要的知识和技能,该模式具有以下三个主要特点:第一,不以学科为中心来组织教学内容,不强调知识的系统性、完整性,而是从职业活动的实际需要出发来组织教学内容,强调能力本位和知识的“必需、够用”原则;第二,课程结构实行模块化,这种结构不但能及时体现新知识、新技术、新工艺和新方法,更主要的是大大增强教学内容的适用性;第三,教学内容取舍的依据是职业岗位的实际需要,因此绝大多数模块都是以某一能力或技能的形成为主线,把专业知识和专业技能有机地融合为一个整体,每个模块几乎都是以“问题为中心”展开。

模块化教学模式是根据职业教育的每一种专项能力的培养要求来设计教学模块,课程设置、教学大纲和教材是基于对每个工种的任务和技能的深刻分析,严格按照工作规范,开发出不同的教学模块,每个模块都有明确的学习目标和要求,还包括一个特定技能

的详细工作步骤，它强调学以致用，具有较强的教学灵活性。

为了有效促进模块化教学模式在职业院校中的普及推广，化学工业出版社组织国内富有教学和实践经验的专家编写了《模块化学习与训练丛书》。丛书各分册紧密结合各工种的特点，按照模块化的思路编写。本书为《维修电工》分册，主要包括室内照明线路、继电控制设备的安装与检修、变配电操作三大部分内容。涵盖了维修电工初、中级技能的绝大部分知识点和技能点，具有实用、管用、够用的特色。

本书由马凤婷、宗慧、周荣俊主编，朱曦、刘涛副主编，恽琰、徐燕、周熠参加编写，吴麒铭主审。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一单元 室内照明线路

模块 1-1 一控一灯照明电路	1
电路的基本知识	1
欧姆定律	3
模块 1-2 双控一灯线路	20
电阻的串联	21
电阻的并联	22
交流电的概念	26
模块 1-3 日光灯电路	36
单相交流电路	40
单相交流电路功率因数的提高	51
模块 1-4 家庭综合布线基础	61
照明电路识图基础	67
模块 1-5 车间照明电路的安装与检修基础	87
电缆桥架的安装	92
车间照明电路示例	118

第二单元 继电器控制设备的安装与检修

模块 2-1 车床控制电路的安装	122
三相笼型异步电动机的基本知识	128
熔断器的分类与选用	137
接触器的选择	140
热继电器的选择	143

模块 2-2 电动大门控制线路的安装与检修	158
线号印字机的相关知识	166
模块 2-3 M7120 型平面磨床控制线路的安装与检修	175
液压泵的工作原理及性能参数	178
模块 2-4 Z3050 型钻床控制线路的安装与检修	199
液压控制回路	210
模块 2-5 4t 锅炉电气控制线路的安装与检修	219
电子技术基础知识	234

第三单元 变配电操作

模块 3-1 高压配电室值班操作	241
模块 3-2 自发电装置的运行	264
模块 3-3 常用配电箱、动力柜的制作	308
参考文献	338

第一单元

室内照明线路

模块 1-1

一控一灯照明电路

【任务分析】

室内照明电路的设计、安装和检修是维修电工培训的入门课程之一。在室内照明电路中,最简单的是用一个开关控制一盏白炽灯的电路,简称为“一控一灯照明电路”。

“一控一灯”电路安装的学习,按照以下步骤进行:① 电工技术基础理论学习;② 常用电工工具使用及安全注意事项;③ “一控一灯”电路设计;④ 照明电路安装敷设工艺规程及安全注意事项等。

【任务实施】

设计和安装一个室内照明电路,必须在理论基础知识和操作工艺方面做一些准备。首先要了解电路的基本规律;其次,掌握室内线路的工艺规程。

【理论基础】

电路的基本知识

(1) 电路的基本组成

电路是由电源、用电器和中间环节等构成的闭合回路。

1) 电源

电源是将其他形式的能量转化为电能的装置, 如干电池将化学能转化为电能, 发电机将机械能转化为电能等。

2) 用电器

用电器是将电能转化为其他形式的能量的装置, 如白炽灯将电能转化为光能, 电动机将电能转化为机械能等。

3) 中间环节

中间环节包括导线和开关, 可将电源和用电器连接成闭合回路, 其中开关可以起到接通和断开电路的作用。

(2) 电路的基本状态

1) 通路状态

电源与用电器经中间环节形成一条闭合回路的状态。只有在通路状态下, 用电器才能正常工作。

2) 开路状态

电源与用电器之间断开, 并未形成闭合回路的状态。在开路状态下, 用电器不能工作。

3) 短路状态

用导线直接将电源的正负极连接起来, 而不通过用电器的状态。在短路状态下, 用电器不能工作, 而且电路中将出现很大的电流, 极易损坏电源和导线, 产生故障。这种状态一般是需要避免的。

设计一个电路必须考虑到电路的基本组成及基本状态, 绝不能出现短路、断路等故障。

一控一灯电路的原理

图 1-1-1 中, 图 (a) 是用直流电源干电池 E 作为白炽灯 HL 的电源, 在电源与灯之间用导线连接起来, 开关 S 可以起到接通和切断电路的作用。一控一灯电路作为照明电路中最简单的一个单元, 包含了构成一个完整电路的所有基本环节。图 (b) 是在交流电路中, 一控一灯的电路原理图。其中交流电源由相线 (火线) L、零线 N 构成, 开关 S 必须接在相线一端, 灯泡 EL 一端经过开关与相线 L

相连，另一端与零线 N 相连，这样就构成了一个交流通路。

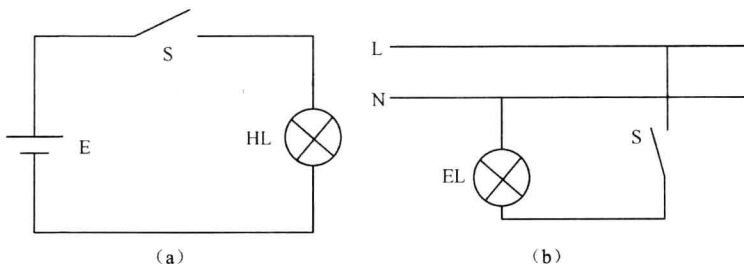


图 1-1-1 一控一灯电路图

欧姆定律

(1) 电路的基本物理量

1) 电流

电流是由电荷的定向移动形成的，定义为单位时间内通过导体某一横截面的电荷量，用符号 I 表示。定义式如下。

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

式中， q 为电荷量，C； t 为时间，s； I 的单位为安培，简写为 A。

2) 电阻

电阻是表征导体对电流的阻碍作用的物理量。电阻的大小与导体本身的性质有关，如导体的长度、横截面积、材料组成和温度等。一般说来，导体的电阻与其长度成正比，与横截面积成反比。

电阻用符号 R 表示，单位为欧姆，简写为 Ω 。

3) 电压

当导体内有电流通过时，导体中也存在着电场，电场力是推动电荷作定向移动的原动力。电场力将单位正电荷从一点推动到另一点的过程中所做的功，就称为这两点之间的电压。

电压用符号 U 表示，单位为伏特，简写为 V。

4) 电动势

电动势是用来表征电源将其他形式的能量转化为电能的能力的物理量。

在电源内部，正电荷不断从电源负极被推动到电源正极。由电荷之间同性相斥、异性相吸的原理可知，推动正电荷的力肯定不是静电力，把这种力统称为非静电力。非静电力将单位正电荷从电源的负极经电源内部移动到电源正极的过程中所做的功，就称为电源的电动势。

电动势用符号 E 表示，单位也为伏特 (V)。

(2) 部分电路的欧姆定律

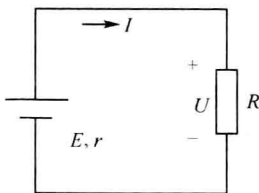
通过一段导体的电流强度与这段导体两端的电压成正比，与导体的电阻成反比，这就是欧姆定律的内容。用 I 表示电流，用 U 表示电压，用 R 表示电阻，欧姆定律可以写成下面的公式。

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

欧姆定律是解决电路问题的最基本定律，任何一种电路分析方法都是基于欧姆定律而发展的。

(3) 全电路的欧姆定律

如图 1-1-2 所示，欧姆定律在一个完整的电路中，具有新的形式。



全电路欧姆定律的内容为：电路中的电流与电源电动势成正比，与电路的总电阻成反比。表达式如下。

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

图中， R 表示负载电阻， r 表示电源的内阻，两者相加构成电路的总电阻。

负载两端的电压 U 又叫作电源的端电压， $U = IR = E - Ir$ 。从这个计算式中可以知道，当负载电阻为零时， $U = 0$ ；当负载电阻接近无

穷大时, $I=0$, 所以 $U=E$ 。所以随着负载电阻的增大, 电源端电压 U 也会不断增大。

(4) 电功与电功率

1) 电功

所谓电功, 是指电路中电场力推动自由电荷作定向移动时所做的功。电功等于电路两端的电压 U 、电路中的电流 I 与通电时间 t 三者的乘积。电功用 W 表示, 单位为焦耳, 简写为 J。电功的表达式如下。

$$W=UIt$$

式中, W 、 U 、 I 和 t 的单位分别为 J、V、A、s。

生产生活中又常用另一个单位来衡量电功的大小, 那就是千瓦·时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$), 俗称度。

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

2) 电功率

电功率是衡量电场力做功快慢的物理量, 它定义为单位时间内电场力所做的功。电功率用 P 表示, 它的单位是瓦特 (W)、千瓦 (kW) 等。

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$$

电功率的表达式如下。

$$P = \frac{W}{t} = UI$$

式中, P 、 U 、 I 的单位分别为 W、V、A。

对于纯电阻电路, 由于 $U=IR$, 所以电功率 P 又可以由下面的式子计算。

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

【操作技能】

(1) 常用电工工具的使用

1) 低压验电器

① 低压验电器的结构 低压验电器又称为电笔, 有笔式和螺

丝刀式两种，图 1-1-3 所示为螺丝刀式。

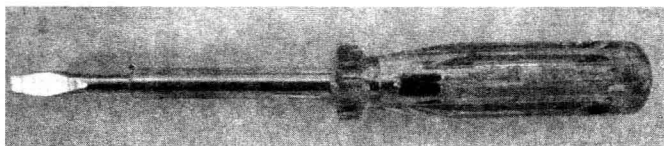


图 1-1-3 螺丝刀式电笔

低压验电器由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成。低压验电器使用时，必须按图 1-1-4 所示的正确方法把笔握妥，以手指触及笔尾的金属体，使氖管小窗背光朝自己。当用电笔测带电体时，电流经带电体、电笔、人体、大地形成回路，只要带电体与大地之间的电位差超过 60V，电笔中的氖管就会发光。低压电笔测试范围为 60~500V。

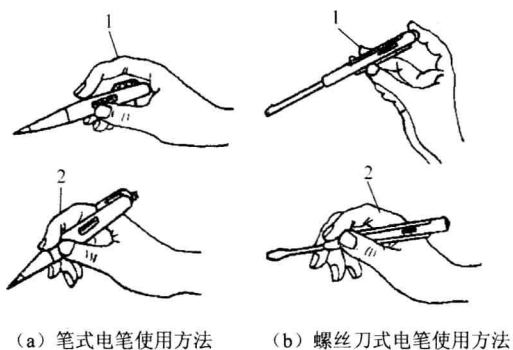


图 1-1-4 低压电笔的使用

1—正确；2—错误

② 低压验电器的作用

a. 区别电压高低 测试时可根据氖管发光的强度来估计电压高低。

b. 区别相线与零线 在交流电路中，当电笔触及导线时，氖管发光的即为相线，正常情况下电笔触及零线时是不会发光的。

c. 区别直流和交流 交流电通过电笔时, 氖管的两极同时发光; 直流电通过电笔时, 氖管里只有一个极发光。

d. 区别直流电的正、负极 把电笔连接在直流电的正、负极之间, 氖管中发光的极即为直流电的负极。

e. 识别相线碰壳 用电笔触及电气设备外壳, 氖管发光, 则说明该设备有相线碰壳现象。

f. 识别相线接地 用电笔触及正常供电的星形接法三相三线制交流电时, 有两根比较亮, 而另一根的亮度较暗, 则说明亮度较暗的相线与地有短路现象, 但不太严重。如果两根相线很亮, 而另一根不亮, 则说明这一根相线与地肯定短路。

2) 螺丝刀

① 螺丝刀的结构和规格 螺丝刀又称为旋凿或起子, 它是一种紧固或拆卸螺钉的工具, 按头部形状可分为一字形和十字形。电工常用的有如图 1-1-5 所示的木柄螺丝刀。

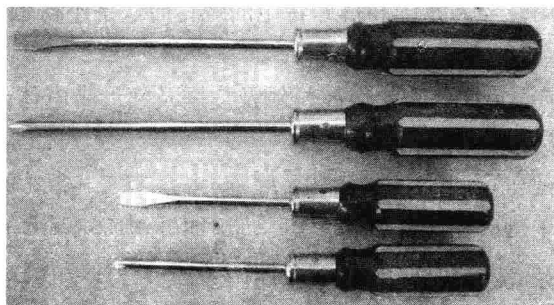


图 1-1-5 木柄螺丝刀

一字形螺丝刀常用规格有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等, 电工必备的是 50mm 和 150mm 两种。十字形螺丝刀专供紧固和拆卸十字槽的螺钉, 常用的规格有四个: I 号适用于直径为 2~2.5mm, II 号为 3~5mm, III 号为 6~8mm 和 IV 号为 10~12mm。目前广泛使用刀口带有磁性的螺丝刀, 可以准确定位、拧紧, 使用方便。

② 螺丝刀的使用方法 如图 1-1-6 所示。

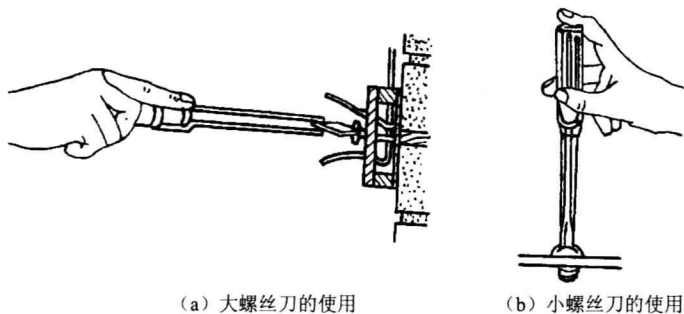


图 1-1-6 螺丝刀的使用

③ 使用螺丝刀的安全知识

a. 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺丝刀，以防触电事故的发生。

b. 使用螺丝刀紧固和拆卸带电的螺钉时，手不得触及金属杆，以免触电。

c. 为了避免螺丝刀的金属杆触及皮肤及邻近带电体，应在金属杆上套绝缘管。

3) 钢丝钳

① 电工钢丝钳的构造和使用 如图 1-1-7 所示，电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头由钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成。钳口用来弯绞和钳夹导线线头；齿口用来紧固或起松螺母；刀口用来剪切或剖削软导线绝缘层；侧口用来侧切电线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属丝。

② 使用电工钢丝钳的安全知识

a. 使用前，必须检查绝缘柄的绝缘是否良好。绝缘如损坏，进行带电作业时会发生触电事故。

b. 剪切带电导线时，不得用刀口同时剪切相线和零线，或同时剪两根相线，以免发生短路事故。

4) 尖嘴钳

如图 1-1-8 所示, 尖嘴钳头部尖细, 适用于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳绝缘柄的耐压为 500V。

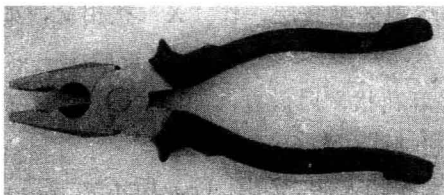


图 1-1-7 钢丝钳

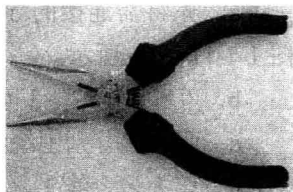


图 1-1-8 尖嘴钳

尖嘴钳的用途: 剪断细小金属丝; 夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件; 在装接控制线路时, 能将导线弯成所需的各种形状。

5) 断线钳

断线钳又称斜口钳, 专供剪断较粗的金属丝、线材及导线电缆等, 其绝缘柄耐压为 500V, 如图 1-1-9 所示。

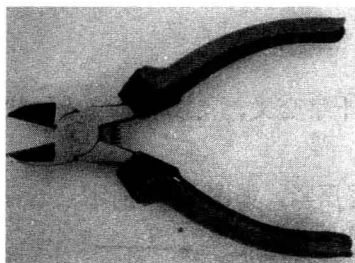


图 1-1-9 断线钳

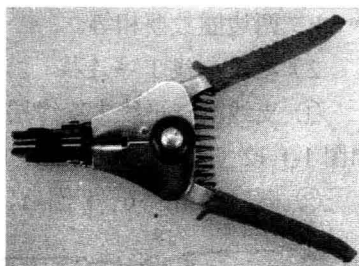


图 1-1-10 剥线钳

6) 剥线钳

剥线钳是用来剥削小直径导线绝缘层的专用工具, 其绝缘柄的耐压为 500V, 如图 1-1-10 所示。

剥线钳使用时, 将要剥削的绝缘层长度用标尺定好后, 即可把导线放入相应的刃口中 (比导线直径稍大), 用手将钳柄一握紧, 导线的绝缘层即被割破, 且自动弹出。

(2) 导线的连接及其绝缘恢复

1) 单股导线一字连接

① 步骤

a. 先将需连接的导线两端剥去绝缘层，作“X”状相交，如图 1-1-11 (a) 所示。

b. 互相绞合 2~3 圈（呈麻花状）后扳直，如图 (b) 所示。

c. 两线端分别围绕线芯顺时针并绕 6~8 圈。

d. 剪去多余线头，并钳平线芯末端，如图 (c) 所示。

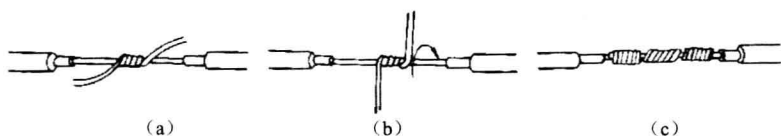


图 1-1-11 单股导线一字连接

② 注意事项

a. 交叉时要使左边的线在上。

b. 两边圈数要相等。

2) 单股导线 T 字连接

① 支线端与平线去绝缘层后呈十字交叉，支线端环绕成结状，如图 1-1-12 (a) 所示。

② 顺时针密绕 6~8 圈后，收尾压紧，如图 (b) 所示。

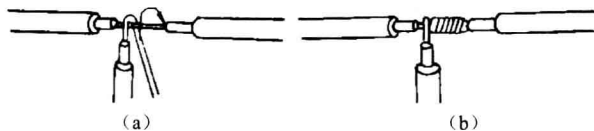


图 1-1-12 单股导线 T 字连接

3) 导线的绝缘恢复

导线绝缘层破损后必须恢复绝缘，导线连接后，也必须恢复绝缘。恢复后的绝缘强度不应低于原来的绝缘层。通常用黄蜡带、涤纶薄膜带和黑胶布作为恢复绝缘的材料，黄蜡带和黑胶布一般宽为