

1+X

职业技术·职业资格培训教材

维修电工

WEIXIU DIANGONG

主 编 王照清

编写人员 张孝三 杨德林 张宽

审 稿 柴敬鏊

(初级)

图书在版编目(CIP)数据

维修电工：初级/王照清主编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2005

职业技术·职业资格培训教材

ISBN 7-5045-4956-8

I. 维… II. 王… 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(2005)第 004908 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

新华书店经销

北京京安印刷厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本·34 印张 738 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 7 月第 2 次印刷

印数：5000 册

定价：50.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

内 容 简 介

本教材由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心依据上海 1+X 职业技能鉴定细目——维修电工（初级）组织编写。本教材从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握初级维修电工的核心内容与技能有直接的帮助和指导作用。

本教材主要内容包括：电工基础、电子技术基础、电工仪表及测量、低压电器与动力照明、变压器与电机、电气控制等六篇。每篇又分成若干个单元。本教材除讲述必要的基本理论知识外，还将操作技能实例作为一个单元列入到每篇中，理论部分的每个单元后都编写了模拟试题和答案，操作技能实例部分的每个单元后都编写了技能模拟试题。为便于检验学习成果，了解鉴定考核的环境与内容，本教材最后还编写了两套知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，供参加培训与考核的学员参考使用。

本教材由王照清主编，参加本教材编写的具体分工为：张孝三（第一至第三单元）；王照清（第四至第十一单元）；杨德林（第十二至第十九单元）；张霓（第二十至第二十三单元）。全书由柴敬镛审定。

本教材可作为维修电工（初级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供中等职业技术学校维修电工专业师生，以及各地区进行维修电工（初级）职业技能培训或进行岗位培训、就业培训使用。此外，本教材对高职及高级技校进行维修电工技能培训也有很好的学习使用价值，可作为高职及高级技校师生教学参考书。

前 言

职业资格证书制度的推行,对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义,也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展,特别是加入世界贸易组织以后,各种新兴职业不断涌现,传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展,优化劳动力素质,上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库,X是为适应上海市经济发展的需要,对职业标准和题库进行的提升,包括增加了职业标准未覆盖的职业,也包括对传统职业的知识 and 技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式,得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要,劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能,较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色,按等级、分模块单元的编写模式,使学员通过学习与培训,不仅能够有助于通过鉴定考核,而且能够有针对性地系统学习,真正掌握本职业的实用技术与操作技能,从而实现我会做什么,而不只是我懂什么。每个模块单元所附模拟测试

题和答案用于检验学习效果，教材后附本级别的知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，使受培训者巩固提高所学知识与技能。

本教材虽结合上海市对职业标准的提升而开发，适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核，同时，也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

目 录

第一篇 电工基础

第一单元 直流电路	(3)
第一节 电路及基本物理量	(3)
第二节 欧姆定律	(9)
第三节 电阻的串联、并联及混联	(12)
第四节 电功与电功率	(18)
第五节 基尔霍夫定律	(21)
第六节 电位及电位的计算	(23)
第七节 电容器	(24)
模拟测试题	(28)
模拟测试题答案	(29)
第二单元 磁与电磁	(30)
第一节 电流的磁场	(30)
第二节 磁场及基本物理量	(33)
第三节 磁场对电流的作用	(35)
第四节 磁化与磁性材料	(38)
第五节 电磁感应定律	(40)
模拟测试题	(47)
模拟测试题答案	(48)
第三单元 正弦交流电路	(49)
第一节 正弦交流电的基本概念	(49)
第二节 正弦交流电的三种表示法	(54)
第三节 单相交流电路	(57)
第四节 R-L 串联电路	(65)
第五节 R-L-C 串联电路	(68)
第六节 涡流与集肤效应	(70)

第七节 三相交流电路	(71)
模拟测试题	(78)
模拟测试题答案	(79)

第二篇 电子技术基础

第四单元 半导体二极管和三极管	(83)
第一节 半导体的基础知识	(83)
第二节 半导体器件的核心——PN 结	(86)
第三节 半导体二极管	(88)
第四节 特殊半导体二极管	(93)
第五节 半导体三极管	(95)
第六节 基本放大电路	(103)
模拟测试题	(110)
模拟测试题答案	(113)
第五单元 直流稳压电源	(114)
第一节 整流电路	(114)
第二节 滤波电路	(120)
第三节 稳压管稳压电路	(124)
第四节 简单串联型晶体管稳压电路	(127)
模拟测试题	(128)
模拟测试题答案	(131)
第六单元 电子技术操作技能实例	(132)
第一节 电子电路的手工锡焊工艺	(132)
第二节 印制电路板的制作	(134)
第三节 常用电子元器件及其简易测试	(136)
第四节 直流稳压电源的安装、调试及故障处理	(150)
技能模拟测试题	(157)

第三篇 电工仪表及测量

第七单元 电工测量基础知识	(165)
第一节 电工仪表的分类及符号	(165)
第二节 常用电工仪表的结构和工作原理	(169)
第三节 测量误差及减小测量误差的方法	(178)
模拟测试题	(182)

模拟测试题答案·····	(183)
第八单元 直流电流和电压的测量 ·····	(184)
第一节 直流电流的测量·····	(184)
第二节 直流电压的测量·····	(187)
模拟测试题·····	(191)
模拟测试题答案·····	(192)
第九单元 交流电流和电压的测量 ·····	(193)
第一节 交流电流的测量·····	(193)
第二节 交流电压的测量·····	(198)
模拟测试题·····	(201)
模拟测试题答案·····	(201)
第十单元 功率和电能的测量 ·····	(202)
第一节 功率的测量·····	(202)
第二节 交流电能的测量·····	(208)
模拟测试题·····	(213)
模拟测试题答案·····	(215)
第十一单元 万用表和兆欧表 ·····	(216)
第一节 万用表及其使用·····	(216)
第二节 兆欧表及其使用·····	(226)
模拟测试题·····	(232)
模拟测试题答案·····	(233)

第四篇 低压电器与动力照明

第十二单元 电工常用工具与材料 ·····	(237)
第一节 电工常用工具·····	(237)
第二节 电工常用材料·····	(243)
模拟测试题·····	(252)
模拟测试题答案·····	(253)
第十三单元 低压电器 ·····	(254)
第一节 低压电器概述·····	(254)
第二节 低压熔断器·····	(256)
第三节 刀开关·····	(260)
第四节 低压断路器·····	(263)
第五节 接触器·····	(267)

目 录

第六节 控制继电器	(271)
第七节 主令电器	(281)
第八节 电阻器与变阻器	(284)
第九节 电磁铁与电磁离合器	(286)
模拟测试题	(290)
模拟测试题答案	(294)
第十四单元 动力与照明	(295)
第一节 常用电光源	(295)
第二节 常用照明灯具开关及插座	(302)
第三节 动力与照明电路	(304)
模拟测试题	(308)
模拟测试题答案	(310)
第十五单元 电气安全技术	(311)
第一节 触电保护与安全电压	(311)
第二节 电气安全工作规程	(313)
第三节 保护接地和保护接零	(315)
第四节 线路装置安全技术	(320)
第五节 用电设备安全技术	(323)
第六节 触电急救知识	(325)
模拟测试题	(327)
模拟测试题答案	(328)
第十六单元 低压电器与动力照明操作技能实例	(329)
第一节 导线加工	(329)
第二节 室内照明线路的安装	(336)
第三节 安装有功电度表组成的量电装置	(340)
第四节 交流接触器的拆装与检修	(342)
第五节 空气阻尼式时间继电器的拆装与检修	(345)
技能模拟测试题	(347)

第五篇 变压器与电机

第十七单元 变压器	(355)
第一节 变压器种类	(355)
第二节 变压器的铭牌数据	(356)
第三节 变压器的基本结构	(358)

第四节 变压器的工作原理	(360)
第五节 变压器的极性	(363)
第六节 小型变压器的常见故障	(366)
第七节 特殊变压器	(368)
模拟测试题	(371)
模拟测试题答案	(373)
第十八单元 交流异步电动机	(374)
第一节 异步电动机的用途、分类与结构	(374)
第二节 异步电动机的工作原理	(380)
第三节 异步电动机的起动、调速和制动	(384)
第四节 异步电动机的常见故障及修理	(393)
模拟测试题	(398)
模拟测试题答案	(400)
第十九单元 电机与变压器操作技能实例	(401)
第一节 异步电动机的拆装	(401)
第二节 异步电动机装配后的检查与测试	(405)
第三节 异步电动机常见故障与检修方法	(406)
第四节 三相笼型异步电动机绕组判别与试验	(411)
技能模拟测试题	(415)

第六篇 电 气 控 制

第二十单元 识图知识	(419)
第一节 电气图的分类	(419)
第二节 电气制图的原则与图示符号	(421)
第三节 电气控制原理图的阅读与分析	(425)
模拟测试题	(427)
模拟测试题答案	(428)
第二十一单元 交流异步电动机控制电路	(429)
第一节 交流异步电动机的正转控制电路	(429)
第二节 交流异步电动机的正反转控制电路	(434)
第三节 交流异步电动机的位置控制与自动往返控制线路	(438)
第四节 交流异步电动机的顺序控制与多地控制线路	(441)
第五节 交流异步电动机的减压起动控制线路	(443)
第六节 交流异步电动机的制动控制线路	(450)

目 录

第七节 绕线式异步电动机的起动控制线路·····	(458)
模拟测试题·····	(461)
模拟测试题答案·····	(463)
第二十二单元 典型生产设备电气控制及常见故障分析 ·····	(464)
第一节 C6150 车床控制电路·····	(464)
第二节 Z3040 摇臂钻床控制电路·····	(470)
第三节 M7130 平面磨床控制电路 ·····	(476)
模拟测试题·····	(481)
模拟测试题答案·····	(482)
第二十三单元 电气控制操作技能实例 ·····	(483)
第一节 安装和调试双速电动机自动加速控制线路·····	(483)
第二节 异步电动机星三角起动控制电路故障分析及排除·····	(485)
第三节 M7130 平面磨床控制电路故障分析及排除 ·····	(488)
技能模拟测试题·····	(489)
知识考核模拟试卷 (一) ·····	(492)
知识考核模拟试卷 (一) 答案·····	(499)
知识考核模拟试卷 (二) ·····	(500)
知识考核模拟试卷 (二) 答案·····	(507)
技能考核模拟试卷 (一) ·····	(508)
技能考核模拟试卷 (二) ·····	(516)
附录: 电气图常用图形及文字符号新旧对照表 ·····	(525)

第一篇 电 工 基 础

第一单元 直流电路

第一节 电路及基本物理量

一、电路和电路图

电荷有规则的移动就形成了电流，电流经过的路径就是电路，最基本的电路由电源、负载、开关和连接导线四个基本部分组成。图 1—1a 所示为由于电池、小电珠、开关和连接导线构成的一个简单直流电路。当合上开关（电键）时，电池向外输出电流，电流流过小电珠，小电珠就发光。

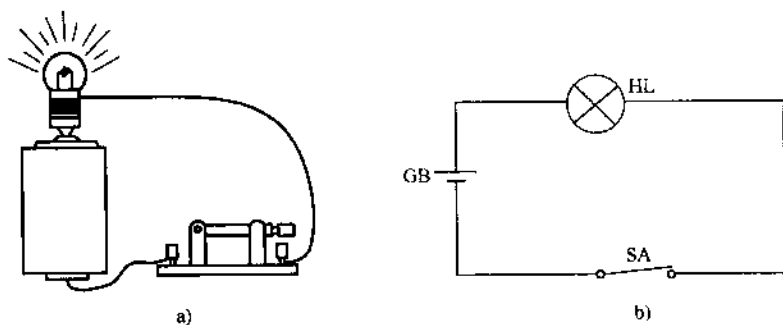


图 1—1 电路和电路图

a) 实物图 b) 电路图

电源——就是把非电能转换成电能的装置，如发电机、干电池等。

负载——就是把电能转换成其他形式能量的装置，如电灯、电炉、电烙铁、扬声器、电动机等一切用电设备。

开关——就是接通或断开电路的控制元件。

连接导线——就是把电源、负载及开关连接起来，组成一个完整的闭合回路，起传输和分配电能的作用。

电路可以用电路图来表示，分析电路经常用到电路图，电路图上的设备或元件必须用国家统一规定的符号表示。图 1—1b 就是图 1—1a 的电路图。

电路图在实际工作中应用广泛，可用来表明各种电路的工作原理。由于应用电路往往比较复杂，电路图不可能按实物——画出，本书以下电路图中设备或元件均以国家统一规定的符号表示。表 1—1 是常用电路元件的图形符号和文字符号。

表 1—1 常用电路元件的图形符号和文字符号

元件名称文字符号	图形符号	元件名称文字符号	图形符号
电池 GB		电感 L	
电压源 U		相连接的交叉导线	
电阻 R			
电容 C		不相连接的交叉导线	
开关 S			

电路通常有三种状态：

(1) 通路。将电路接通，构成闭合回路，电路中有正常的工作电流通过。

(2) 开路。整个电路中某处断开，如开关断开、连接导线断开等。开路又称断路。开路时，电路中无电流通过。

(3) 短路。电路（或电路中的一部分）被短接。如负载或电源两端被导线连接在一起，就称短路。短路时电源输出电流将比允许的通路工作电流大很多倍，电源会因短路而损耗大量的能量；负载则可能会因短路而引起烧毁。一般在电路中不允许短路。

二、电路中的物理量

1. 电流

电荷定向有规则的移动，称作电流。在导体中，电流是由各种不同的带电粒子在电场作用下作有规则的运动而形成的。

(1) 电流的大小。电流的大小取决于在一定时间内通过导体横截面电荷量的多少，用电流来衡量。

若在 t 秒内通过导体横截面的电量为 Q 库仑，则电流 I 就可用下式表示：

$$I = Q/t$$

式中 I ——电流, A;

Q ——导体截面的电量, C;

t ——电量流过导体截面的时间, s。

如果在 1 秒 (s) 内通过导体横截面的电量为 1 库仑 (C), 则导体中的电流就是 1 安培 (A), 简称安。除安培外, 常用的电流单位还有千安 (kA)、毫安 (mA) 和微安 (μA)。

$$1 \text{ kA} = 1\,000 \text{ A}$$

$$1 \text{ A} = 1\,000 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = 1\,000 \mu\text{A} = 10^{-3} \text{ A}$$

(2) 电流的方向。电流不仅有大小, 而且有方向。习惯上规定以正电荷移动的方向为电流的方向。

在分析电路时, 常常要知道电流的方向, 但有时对某段电路中电流的方向往往难以判断, 此时可先任意假定电流的参考方向 (也称正方向), 然后列方程求解。当解出的电流为正值时, 就认为电流的 (真正) 方向与参考方向一致 (见图 1—2a)。反之, 当电流为负值时, 就认为电流的方向与参考方向相反 (见图 1—2b)。

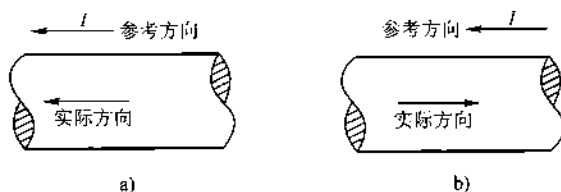


图 1—2 电流的正负

a) 电流方向与参考方向一致 b) 电流方向与参考方向相反

电路中的电流大小, 可用电流表 (安培表) 进行测量。测量时应注意以下几点:

1) 对交、直流电流应分别采用交流电流表和直流电流表。

2) 电流表必须串接到被测量的电路中。

3) 直流电流表表壳接线柱上标明的 “+” “-” 记号, 应和电路的极性相一致, 不能接错, 否则指针要反转, 即影响正常测量, 也容易损坏电流表。直流电流表的接法如图 1—3 所示。

4) 合理选择电流表的量程。如果量程选用不当, 例如用小量程去测量大电流, 就会烧坏电流表; 若用大量程去测量小电流, 会影响测量的准确度。在进行电流测量时, 一般要先估计被测电流的大小, 再选择电流表的量程。若一时无法估计, 可先用

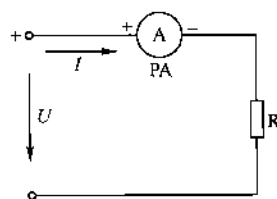


图 1—3 直流电流的测量

正确数值为止。

2. 电流密度

在实际工作中,有时要选择导线的粗细(横截面积),这就涉及电流密度这一概念。所谓电流密度是指当电流在导体的截面积上均匀分布时,该电流与导体横截面积的比值。其数学表达式为:

$$J = \frac{I}{S}$$

式中 J ——电流的密度, A/mm^2 ;

I ——流过的电流, A ;

S ——导线的横截面积, mm^2 。

选择合适的导线横截面积,就是考虑导线的电流密度在允许的范围内,保证用电量和用电安全。导线允许的电流密度随导线横截面积的不同而不同。例如, 1 mm^2 及 2.5 mm^2 铜导线的 J 值取 $6 \text{ A}/\text{mm}^2$; 而 120 mm^2 铜导线的 J 值取 $2.3 \text{ A}/\text{mm}^2$ 。当导线中通过的电流超过允许值时,导线将过热、冒烟、起火,甚至出现电气事故。

【例 1—1】 某照明电路需要通过 21 A 的电流,问应采用多粗的铜导线(设 $J = 6 \text{ A}/\text{mm}^2$)?

解:

$$S = \frac{I}{J} = \frac{21}{6} = 3.5 \text{ mm}^2$$

实际应用时,可通过查“导线安全流量表”来选择导线的截面积。

3. 电压

电压又称电位差,是衡量电场力做功本领大小的物理量。

(1) 电压的大小。如图 1—4 所示,在电场中若电场力将电荷 Q 从 A 点移动到 B 点,所做的功为 W_{AB} ,则功 W_{AB} 与电量 Q 的比值就称为该两点之间的电压,用带双下标的符号 U_{AB} 表示,其数学表达式为:

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

若电场力将 1 库仑 (C) 的电荷从 A 点移动到 B 点,所做的功是 1 焦耳 (J),则 A , B 两点之间的电压大小就是 1 伏特 (V),简称伏。除伏特以外,常用的电压单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV)。

$$1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 1\,000 \text{ mV}$$

$$1 \text{ mV} = 1\,000 \mu\text{V} = 10^{-3} \text{ V}$$

(2) 电压的方向。电压和电流一样,不仅有大小,而且有方向,即有正负。对于负载来说,规定电流流进端为电压的正端,电流流出端为电压的负端。电压的方向由正端指向负端。

电压的方向在电路图有两种表示方法,一种用箭头表示,如图 1—5a 所示;另一种