

初、中级维修电工考工学习指南



李洋 武红军

李海

周庆贵

编著

人民邮电出版社

初、中级维修电工考工 学习指南

李 洋 武红军 编著
李 海 周庆贵

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

初、中级维修电工考工学习指南/李洋等编著. - 北京:人民邮电出版社, 1999.2

ISBN 7-115-07303-1

I. 初… II. 李… III. 电工-维修-技术培训-学习参考资料
IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 32796 号

内 容 提 要

本书以维修电工的考工要求为主线,内容取材于作者的实践经验并结合生产的实际情况。主要内容包括电工基础知识(电路、电子、可控硅),电工操作技术,电工测量,常用电工材料,电工安全知识,照明线路,变压器和电机的运行原理和维修,低压电器和电力拖动系统的原理及其常见故障的排除。每章后都配有一定数量的复习题,供读者巩固对本章基本内容的理解。

本书不仅可作为初、中级维修电工晋级考试的教材,还可供电工人员自学使用或供相关专业学生作为实习教材。

初、中级维修电工考工学习指南

◆ 编 著 李 洋 武红军 李 海 周庆贵
责任编辑 段云洁

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:850×1168 1/32

印张:8.875

字数:233 千字

印数:6 001—10 000 册

1999 年 2 月第 1 版

2000 年 3 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-07303-1/TN·1396

定价:15.00 元

前 言

为了满足广大电工自学和参加考工复习的需要我们编写了这本书。在编写过程中,我们紧紧围绕国家《工人技术等级标准》初、中级维修电工“应知”、“应会”的主要要求,以部颁《工人技术理论培训计划大纲》和《工人操作技能训练大纲》为依据,坚持“少而精”的原则,既面向企业、面向生产,又注重基础知识的阐述,并将其与技能知识和工艺知识相结合。

全书共分4篇13章:第一篇是电工基础知识,主要讲述了维修电工所要具备的基础知识,内容有直流电路、交流电路和电子线路;第二篇是电工基本工艺与电工测量,主要介绍维修电工的基本操作技术、供电线路及安全用电、常用测量仪器使用以及常用电工材料和工具;第三篇是电机原理与维修,讲述变压器、电机的原理及维修,重点介绍交流异步电动机的原理和故障的判断及维修、电机的绕组及修理、电机的拆装及修复后的试验,另外还介绍了其它电机的原理及使用;第四篇是低压电器及电力拖动控制,介绍了常用的低压电器及其故障排除、电气控制的基本规律及基本环节。最后介绍了典型生产机械的电气控制,主要讲述常用机床的电气控制线路及机床电气设备的维修。

本书第一、二章及第三章的第一、二、三、四节由李海同志编写,第四、五、六、七章由武红军同志编写,周庆贵同志除编写了第三章的第五、六、七节外,还协助编写了第五章、第十三章。第八、九、十、十一、十二、十三章由李洋同志编写并担任主编。本书的编写还得到了施桂德和周蜚忠二位老师的指导和支持,在此表示感谢。

本书较全面系统地介绍了供电线路及电气设备的安全运行、维

护和生产工艺及相关的基础理论。本书除可作为初、中级维修电工晋级考试的教材,也可供电工人员自学使用或供相关专业的学生作为实习教材。

因为我们才疏学浅,错误之处在所难免,敬请读者和同行们批评指正。

编者

目 录

第一篇 电工基础知识

第一章 直流电路	3
1.1 电路的概念	3
1.2 欧姆定律	4
1.3 电阻的串联、并联	6
1.4 电功率和电能	9
1.5 电桥电路	11
第二章 正弦交流电路	13
2.1 单相正弦交流电	13
2.2 三相正弦交流电	19
2.3 正弦交流电路的功率	25
第三章 晶体管电路的基础知识	28
3.1 晶体二极管及参数特性	28
3.2 单相整流电路	31
3.3 晶体三极管的特性和放大作用	33
3.4 晶体三极管交流放大电路	37
3.5 可控硅元件	41
3.6 单相可控整流电路	45
3.7 可控硅的应用实例	49

第二篇 电工基本工艺及电工测量

第四章 电工基本操作技术	55
--------------	----

4.1	钳工操作的基础知识	55
4.2	电工操作技术	63
第五章	供电线路及安全用电	72
5.1	电网的基本概念	72
5.2	照明装置	73
5.3	导线的规格及选用	77
5.4	接地和接零	80
5.5	电工安全知识	83
第六章	常用测量仪器及使用	88
6.1	测量仪器仪表的定义及分类	88
6.2	常用仪器仪表的简介及使用	89
6.3	测量技术	98
第七章	常用电工绝缘材料和工具	110
7.1	绝缘材料	110
7.2	常用电工工具	114

第三篇 电机的原理及维修

第八章	变压器的原理及维护	123
8.1	单相变压器的工作原理	123
8.2	变压器的结构与绕组联接	125
8.3	变压器的运行维护	128
8.4	特殊用途的变压器	131
第九章	交流异步电动机	136
9.1	三相交流异步电动机的结构与原理	136
9.2	单相异步电动机的结构与原理	145
9.3	异步电动机常见故障的判断及维修	149
9.4	电机的拆装	153
9.5	电机的绕组及其接线图	156
9.6	绕组的修理	167

9.7 电机修复后的试验	174
第十章 其它电机	179
10.1 直流电机的工作原理与结构	179
10.2 直流电机运行故障的检查与处理	184
10.3 同步电动机	187
10.4 测速发电机	189
10.5 伺服电动机	191
10.6 电磁调速电动机	193

第四篇 低压电器与电力拖动控制

第十一章 低压电器	199
11.1 电器的基础知识	199
11.2 开关电器	204
11.3 熔断器	207
11.4 主令电器	209
11.5 接触器	212
11.6 继电器	214
11.7 低压电器故障的排除	217
第十二章 电气控制的基本规律及基本环节	221
12.1 电气控制线路图的绘制	221
12.2 组成电气控制的一般规律	231
12.3 异步电动机的启动控制线路	235
12.4 三相绕线转子异步电动机的启动控制	240
12.5 三相异步电动机的制动控制线路	241
12.6 异步电动机的转速控制线路	244
12.7 直流电动机的控制线路	245
第十三章 典型生产机械的电气控制	250
13.1 车床的电气控制线路(C650)	250
13.2 磨床的电气控制线路(M-7475B)	254

13.3	钻床的电气控制线路(Z-3040)	257
13.4	铣床的电气控制线路(X52K)	260
13.5	镗床的电气控制线路(T68)	264
13.6	20/5 吨桥式起重机的控制线路分析	268
13.7	机床电气设备维修	272
参考文献		275

第一篇 电工基础知识

第一章 直流电路

1.1 电路的概念

电路就是指电流所通过的路径。图 1-1 是一个最基本的简单电路,它由电源、负载、连接导线和控制设备等组成。对电源来讲,负载、连接导线和控制设备称为外电路,电源内部的一段电路称为内电路。



图 1-1 简单电路组成

一、电源

它是电路中供应电能的设备,其功能是把其它形式的能量转变成电能。例如,发电机是把机械能转变成电能;干电池是把化学能转变成电能。由于非电能的种类很多,所以目前使用的电源种类也很多。

二、负载

负载是取用电能的装置,它把电能转换成为其它形式的能量。例如,电动机把电能转换成机械能;电灯把电能转换为光能和热能。现在我们所使用的负载也是不计其数的。

三、导线和控制元件

它们是电源与负载组成通路的中间环节。除了导线以外,这些中间环节还包括开关、熔断器等,用以实现电能的传输、分配、保护和

控制。

1.2 欧姆定律

一、电流

电流就是电荷(电子或正负离子)有规则的定向运动。

1. 电流的大小

电流的大小用电流强度来表示,工程上简称为电流。电流强度在数值上以单位时间内通过导体横截面的电量来计算。

2. 电流的方向

习惯上人们把正电荷流动的方向作为电流方向,与导线中电子的流动方向相反。

3. 电流的单位

电流的单位有安培(简称安)、毫安和微安。

1 安培(A) = 1000 毫安(mA)

1 毫安(mA) = 1000 微安(μ A)

二、电动势和电压

1. 电动势大小

电源力把单位正电荷从电源负极经电源内部移到电源正极所做的功,称为电动势,单位为伏特。

2. 电动势的方向

电动势的方向是由电源的负极经内部指向正极,即低电位端指向高电位端。在电动势的方向上,电位是逐点升高的。

3. 电压的大小

电场力把单位正电荷从高电位点 A 移到低电位点 B 所做的功,称为 A、B 两点间的电压,用 U_{AB} 表示。

4. 电压的方向

电压的方向是由高电位端指向低电位端,即在电压的方向上电位是逐点降低的。可见电源电动势的方向与电源两极间的电压方向正好相反。

5. 电位

电路中某点到参考点之间的电压,称为该点的电位,单位为伏特。工程上常选大地作为参考点,即认为大地的电位为零伏。电子线路中常选许多元件汇集的一条公共线为参考点,这条公共线与机壳相连接,称为地线。

6. 单位

电动势、电压、电位的单位都是伏特,在电子线路中常用毫伏,在高压线路中常用千伏。

$$1 \text{ 千伏(kV)} = 1000 \text{ 伏(V)}$$

$$1 \text{ 伏(V)} = 1000 \text{ 毫伏(mV)}$$

三、电阻

导体的电阻值 R 与其长度 l 成正比,与其横截面积 A 成反比,并与导体材料的性质有关,即

$$R = \rho l / A$$

电阻的单位是欧姆(简称欧,用 Ω 表示),有时还用千欧、兆欧表示。

$$1 \text{ 千欧(k}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 欧}(\Omega)$$

$$1 \text{ 兆欧(M}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 千欧(k}\Omega\text{)}$$

四、欧姆定律

导体中的电流 I 的大小与加在导体两端的电压 U 成正比,而与导体的电阻 R 成反比,这个关系称为欧姆定律。

欧姆定律常分以下形式:

1. 一段电阻电路的欧姆定律(如图 1-2 所

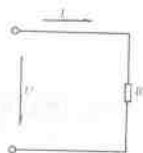


图 1-2 欧姆定律

示)

$$U = IR$$

上式是欧姆定律的最简单形式。

电阻的倒数,称为电导,用字母 G 表示, $G = 1/R$ 。电导的单位是西门子,简称 S 。用电导表示的欧姆定律为 $I = GU$ 。

2. 全电路的欧姆定律

图 1-3 是最简单的闭合电路, R 是负载电阻, r 是电源内电阻, 根据电压平衡方程式得:

$$E = IR + Ir \quad \text{或} \quad I = E/(R + r)。$$

上式是全电路的欧姆定律,其意义是:电路中流过的电流的大小与电动势成正比,与电路的全部电阻值成反比。在一般情况下,电源的电动势和内阻可认为是不变的,外电路电阻的改变是影响电流大小的唯一因素。当 R 减小时,全电路的电阻减小,电流增大。随着电源输出电流的增大,电源的端电压 $U = E - Ir$ 将略有降低。这就是实际电源带负载后的情况。

电源的端电压 U 和电源输出的电流 I 之间的关系称为电源的外特性。如果电源输出的电流 I 逐渐增大,而端电压 U 下降很少,这说明该电源的外特性较好;反之,则较差。图 1-4 为电源的外特性曲线。

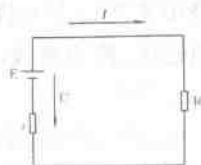


图 1-3 全电路欧姆定律

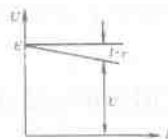


图 1-4 电源的外特性曲线

1.3 电阻的串联、并联

一、串联电路

将电阻依次首尾连接起来,这种连接方式叫做串联,如图 1-5 所示。

串联电路的特点有：

1. 由电流的连续性原理可知，串联电路中的电流处处相同，即流过 R_1 、 R_2 、 R_3 的电流为同一电流。

2. 根据能量守恒定律，电路取用的总功率应等于各段电阻取用的功率之和，

即
$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

3. 在串联电路中总电阻 R 等于所有电阻阻值之和。即

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

4. 在串联电路中，总电压等于各段电压之和。各段电阻上的电压和总电压之间的关系可表示为：

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

上式就是串联电路的分压公式。在直流电路中，通过电阻的串联可以实现分压的目的，电阻越大，其两端的电压也越高。

例 1-1 在电子装置中，常使用由串联电阻组成的分压器，来分取部分电压信号。图 1-6 表示一分压电路。图中 R_2 为一电位器（即具有三个接线端的可变电阻），若输入电压 $U_i = 12\text{ V}$ ， $R_1 = R_3 = 550\ \Omega$ ， $R_2 = 330\ \Omega$ 。求输出电压的变化范围。

解：当调节电位器 R_2 的滑动触点在最下端时，电阻 R_2 全部和 R_1 串联，根据分压公式，此时输出电压为：

$$\begin{aligned} U_o &= [R_3 / (R_1 + R_2 + R_3)] \times U_i = (550 / 1430) \times 12 \\ &= 4.6(\text{V}) \end{aligned}$$

调节电位器 R_2 ，使它的滑动触点移到最上端时，输出电压为：

$$\begin{aligned} U_o &= [(R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 + R_3)] \times U_i = 880 / 1430 \times 12 \\ &= 7.38(\text{V}) \end{aligned}$$

由计算可知，图 1-6 所示的分压器，其输出电压的变化范围是：4.6

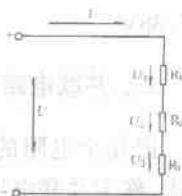


图 1-5 电阻的串联

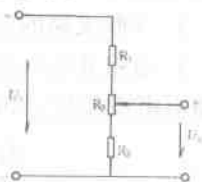


图 1-6 分压电路

~7.38V。

二、并联电路

把几个电阻的两端分别连接在电路的两个节点之间,这种连接方式,称为并联电路,见图1-7。

并联电路具有如下特点:

1. 总电流等于各并联支路电流之和,即

$$I = I_1 + I_2 + I_3。$$

2. 并联电路的等效电阻的倒数等于各个支路电阻的倒数之和,即

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

图1-7 电阻的并联

如果有两个电阻并联,则等效电阻 $R = R_1 \times R_2 / (R_1 + R_2)$ 。并联电路中,等效电阻值随着并联电阻数的增加而减少,电路的总电阻一定比任何一个并联的电阻的阻值都小。

3. 并联支路的电压相等,即 $U = U_1 = U_2 = U_3$ 。

4. 电阻并联具有分流作用,并联电路中每个分支电路的电流和支路电阻成反比。如果有两个电阻并联,每个电阻上分得电流是:

$$I_1 = I \times [R_2 / (R_1 + R_2)]$$

$$I_2 = I \times [R_1 / (R_1 + R_2)]$$

用电设备在线路中通常都是并联的,当我们需要在并联电路中接通或断开某些电器时,不会对其它正在工作的电器发生影响。若是各个电器串联使用,则其中任何一个电器的电阻发生变化时,所有电器两端的电压及通过它们的电流都要发生变化,影响各电器的正常工作。因此,只有在少数情况下用电器才串联使用(如电镀槽,蓄电池充电)。

例1-2 有个表头,它的量程 $I = 100\text{mA}$,内电阻 $R_g = 1\text{k}\Omega$,如果把它改装成量程为100A的

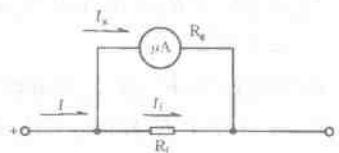


图1-8 分流电路