

王继涛◎主编

电工 培训

责任编辑：张 丹

封面设计：中联学林

ISBN 978-7-80257-871-5



定 价：22.00元

王继涛◎主编

电工 培训

图书在版编目 (CIP) 数据

电工培训 / 王继涛主编. —北京: 经济日报出版社, 2015. 9

ISBN 978 - 7 - 80257 - 871 - 5

I. ①电… II. ①王… III. ①电工技术—技术培训—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 222183 号

电工培训

作 者	王继涛
责任编辑	张 丹
出版发行	经济日报出版社
地 址	北京市西城区右安门内大街 65 号 (邮政编码: 100054)
电 话	010 - 63567960 (编辑部) 63516959 (发行部)
网 址	www. edpbook. com. cn
E - mail	edpbook@126. com
经 销	全国新华书店
印 刷	北京天正元印务有限公司
开 本	1/16
印 张	8
字 数	128 千字
版 次	2015 年 9 月第一版
印 次	2015 年 9 月第一次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 80257 - 871 - 5
定 价	22. 00 元

版权所有 盗版必究 印装有误 负责调换

目 录

CONTENTS

第一章 电工基础	1
第一节 电路的基本形式	1
第二节 电压、电流、电阻的规律	5
第三节 电工常用名词	9
第四节 交流电路	15
第二章 常用电工仪表和安全用具	18
第一节 常用电工仪表	18
第二节 安全用具	23
第三章 低压电器	26
第一节 低压常用电器	26
第二节 低压照明	31
第三节 低压供电的几种方式	34

第四节 漏电保护器在低压系统中的作用 36

第五节 并联电容器在电力系统中的作用 38

第六节 动力系统 39

第四章 高压变配电系统 47

第一节 高压变配电系统 47

第二节 高压配电柜实物展示及介绍 49

第三节 高压电器功能及相互间关系 57

第四节 高压电器故障现象及处理措施 61

第五节 变配电室的运行管理 64

第六节 用电安全和触电急救 70

第五章 实训练习 72

第一节 三相异步电动机的拆装 72

第二节 认识低压电器控制元件 77

第三节 电动机点动控制电路 86

第四节 电动机连续(自锁)控制电路 92

第五节 电动机正反转(接触器互锁)控制电路 99

第六节 三相异步电动机降压起动电路 103

第一章

电工基础

第一节 电路的基本形式

一、电路的构成

1. 电路的组成:电源、用电器、开关、导线。

(1)电源是提供电能的装置。(2)用电器是消耗电能的装置。如电风扇、洗衣机等。(3)开关是控制电路的通断。(4)导线是电流的路径。

2. 电路中形成电流的条件:(1)电源(2)电路是闭合的。

二、串联电路和并联电路是电路连接的两种基本方式

把用电器逐个顺次连接起来的电路,叫做串联电路;把用电器并列地连接起来的电路,叫做并联电路。

三、串联电路和并联电路的特点

在串联电路中:

1. 各用电器不能独立工作。
2. 在串联电路中电流只有一条路径。

在并联电路中:

1. 各支路的用电器可以独立工作,互不影响。
2. 干路开关控制整个电路,支路开关只能控制本支路。
3. 电流路径至少有两条。

四、电路图

1. 电路图:用规定符号表示电路连接的图。
2. 画电路图的要求:元件位置安排要适当,分布要均匀,元件不要画在拐角处。整个电路图最好呈长方形,有棱有角,导线要横平竖直。
3. 在连接实物图时导线要连接到元件的接线柱上,并且导线不允许交叉。

五、图 1-1-1 是一些常用的电路元件和符号：

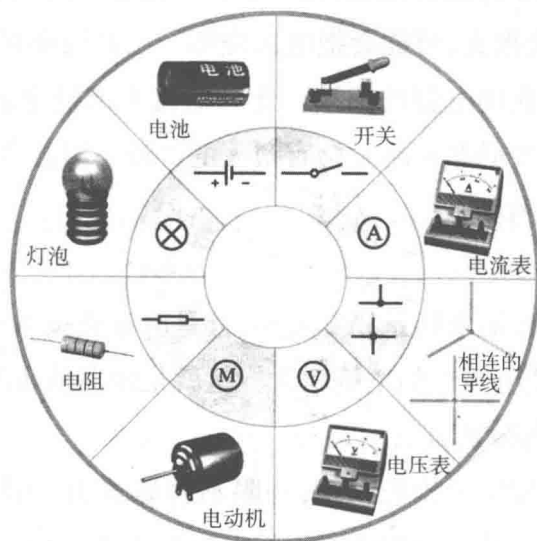


图 1-1-1

六、电路的三种状态：通路、断路和短路

通路：接通的电路叫通路。这时，电路是闭合的，且处处有持续的电流。

断路：断开的电路叫断路，假如电路某处断开了，电路中就没有了电流。

短路：直接用导线把电源的两极（或用电器的两端）连接起来

的电路叫短路。

(1) 短路的分类

短路有两种形式:一是整体短路,也称电源短路,它是指用导线直接连接在电源的正负极上,此时电流不通过任何用电器而直接构成回路,电流会很大,可能会把电源烧坏。二是局部短路,它是指用导线直接连接在用电器的两端。此时电流不通过电器而直接通过这根导线。发生局部短路时会有很大的电流。因此,短路状态是绝对不允许出现的。

(2) 短路的实质

无论是整体短路还是局部短路,都是电流直接通过导线而没有通过用电器,使电路中的电流增大。这就是短路的实质。

(3) 短路的分析方法

有时短路发生得比较隐蔽,一眼不容易看出,如何分析呢?可以采取电流优先流向分析法。如果电流有两条路径可供选择,一条路径全部是导体,一条路径中含有用电器,那么电流总是优先通过导线。具体的分析方法是:当电路构成通路时,电流从电源的正极出发,它总是优先通过导体并且能够回到电源的负极,便构成电源短路或用电器短路。

(4) 短路故障的判断方法

短路是一种常见的电路故障,由于发生短路时电流没有通过用电器,导致用电器的电压为零,这就是发生短路的特征。此时可用电压表测量用电器两端的电压,若此处电压为零,则可能短路。

第二节 电压、电流、电阻的规律

一、电压

1. 电源是提供电压的装置,电压是形成电流的原因。

2. 单位是:伏特简称伏(V)常用单位:千伏(kV),毫伏(mV)

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{mV}。$$

3. 电压的测量

用电压表(或万用表)测量电压,电压表的使用方法:

(1)电压表必须并联在待测电路的两端。

(2)应使电流从电压表的“+”接线柱流入,从“-”接线柱流出。

(3)被测电压的大小不能超出电压表量程,一般先选用大量程进行试触,如电压表的示数在小量程范围内,则改用小量程。

使用万用表时只需把选择开关调到电压档即可。

4. 串联电路电压的规律

串联电路两端的总电压等于各部分电路两端电压的和。公式:

$$U = U_1 + U_2。$$

5. 并联电路电压的规律

并联电路各支路两端的电压都相等。 $U = U_1 = U_2 = U_3。$

二、电流

1. 串联电路电流的规律

串联电路中电流处处相等。即： $I_1 = I_2 = I_3$ 。

2. 并联电路电流的规律

并联电路中，干路电流等于各支路电流之和。即： $I_{\text{总}} = I_1 + I_2$ 。

3. 电流的测量

电流表的连接

(1) 电流表应串联在电路中。

(2) 所测电流不要超过电流表的量程。（注意：如果预先不知道所测电流的大小，要用“试触法”试触选择合适的量程）

(3) 电流必须从“+”接线柱流进去，从“-”接线柱流出来。

若反接，表针会向左偏转，这样不但无法读数，有时候还会损坏电流表。

(4) 任何情况下都不能使电流表直接连到电源两极上。

电流表的读数

(1) 明确电流表的量程。即电流表的接线柱连的是 $0 \sim 0.6\text{A}$ 还是 $0 \sim 3\text{A}$ 的量程。

(2) 确定电流表的分度值。如果用 $0 \sim 0.6\text{A}$ 的量程，每大格代表 0.2A ，每个小格代表 0.02A ；如果用 $0 \sim 3\text{A}$ 的量程，每大格代表 1A ，每个小格代表 0.1A 。

(3) 接通电路后，看看表针向右总共偏过了多少个小格，这样就能快速、准确的知道电流多少了。

三、电阻

1. 电阻——用来表示导体对电流阻碍作用的大小的物理量,用字母 R 表示。

2. 在国际单位制里,电阻的单位是欧姆,简称欧,符号 Ω 。

3. 除欧姆外,电阻还有两个比较大的单位:千欧($K\Omega$),兆欧($M\Omega$)。

$$1K\Omega = 1000\Omega, 1M\Omega = 10^3K\Omega = 10^6\Omega$$

4. 在电路中,电阻的符号是: 

5. 电阻是导体本身的一种性质,和导体两端有无电压,导体中是否有电流通过无关。

四、决定电阻大小的因素

导体的电阻与导体的材料、长度、横截面积有关,相同材料时,导体越长、横截面积越小,导体的电阻就大。

根据研究表明,导体的电阻还与温度有关,一般导体的电阻随温度升高,电阻会变大,如金属导体。

某些材料的温度降低到一定程度时,电阻会突然消失. 这就是超导现象. 具有超导现象的导体叫做超导体。

6. 导体 绝缘体 半导体

不同的物质组成的物体导电能力不同,容易导电的物体叫做导体,不容易导电的物体叫做静止绝缘体,导电能力介于导体和绝缘

体之间的叫做导体。

各种金属、人体、大地、酸碱盐的水溶液等都是导体；橡胶、塑料、陶瓷、玻璃、纯净水等都是绝缘体；硅、锗等是半导体材料。

7. 电路中电阻的规律

串联电路的总电阻等于各部分电路的电阻之和，因为电路串联后相当于增加了导体的长度；并联电路总电阻的倒数等于各部分电阻倒数之和，总电阻小于任何一部分电阻，因为导体并联后相当于增加了导体的横截面积。

8. 欧姆定律

(1) 定义：导体中的电流与导体两端的电压成正比，与导体的电阻成反比。

(2) 欧姆定律公式 $I = U/R$

$$1\text{A} = 1\text{V}/1\Omega$$

U 为电源电压，单位为伏(V)； I 为通过导体的电流，单位为安(A)； R 为导体的电阻，单位为欧(Ω)。

$$I = U/R \rightarrow \begin{cases} U = IR \\ R = \frac{U}{I} \end{cases}$$

2. 公式的物理意义

(1) 欧姆定律公式 $I = U/R$ 表示：加在导体两端的电压增大几倍，导体中的电流就随着增大几倍，当导体两端的电压保持不变时，导体的电阻增大几倍，导体中的电流就减为原来的几分之一。

(2) 导出式 $U = IR$ 表示导体两端的电压等于通过它的电流与其电阻的乘积。

(3) 导出式 $R = U/I$ 表示导体的电阻在数值上等于加在导体两端电压与其通过的电流的比值, 由于同一导体的电阻一定, 因此不能说成“导体的电阻与它两端的电压成正比, 与通过它的电流成反比”。

拓展归纳: 利用欧姆定律来解决问题时, 要注意“同一性”, 即所谓电压、电流、电阻都是指同一个电阻, 或者同一段电路而言的。另外还要求三个物理量的单位必须用国际单位。

第三节 电工常用名词

1. 电压: 电场中的任意两点间的电位差, 单位是伏特, 用 KV、V、mV 表示。

2. 电流: 导体中的自由电子在电场力的作用下, 作有规则的定向运动, 就形成了电流。

3. 电流强度: 单位时间内通过导体截面的电荷量。

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

单位是安培, 用 KA、A、mA 表示。

4. 电阻: 在电场力的作用下, 电流在导体中流动时, 所受到的阻力。

单位是欧姆, 用 $K\Omega$ 、 Ω 、 $M\Omega$ 。

5. 电阻率: $R = \rho \frac{L}{S}$

在 $+20^{\circ}\text{C}$ 时, 长度为 1 米, 截面积为 1 平方毫米的导线的电阻值。

6. 电感:是指线圈在磁场中活动时,所能感应到的电流的强度,单位是“亨利”(H)。

7. 自感:当线圈中有电流通过时,线圈的周围就会产生磁场。当线圈中电流发生变化时,其周围的磁场也产生相应的变化,此变化的磁场可使线圈自身产生感应电动势(电动势用以表示有源元件理想电源的端电压),这就是自感。

8. 互感:两个电感线圈相互靠近时,一个电感线圈的磁场变化将影响另一个电感线圈,这种影响就是互感。互感的大小取决于电感线圈的自感与两个电感线圈耦合的程度。

9. 感抗:交流电通过电感线圈时,线圈会产生感应电动势来阻止电流的变化,这种作用叫感抗,单位:欧姆。

$$X_L = \frac{U_L}{I_L} = \omega L = 2\pi fL$$

10. 电容:是指容纳电场的能力。任何静电场都是由许多个电容组成,有静电场就有电容,电容是用静电场描述的。单位:法拉。

11. 容抗:交流电通过电容时,与感抗类似,也有阻碍电流通过的作用,这种作用叫容抗。单位:欧姆。

$$X_C = \frac{U_C}{I_C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

12. 阻抗:在同一电路中,电阻、感抗、容抗都有阻碍交流电通过的作用,这种作用叫做阻抗。

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

13. 短路:电源没有经负载通过导线连接,其危害极大。

14. 断路:电路中电源线连接断开。

15. 电功:在一段时间内,电场力所做的功,用 A 表示,单位是焦耳 J 或 Kwh 。

$$1kwh = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦耳}$$

16. 电功率:单位时间内电场力所做的功,用 P 表示,单位是 $W(W)$ 。

$$P = \frac{A}{t}$$

1 马力 = 0.736 千瓦

1 千瓦 = 1.36 马力

17. 电流的热效应:当电流流过导体时,由于导体具有一定的电阻,就会消耗一定的电能,这些电能不断转化为热能,使导体温度升高,这种现象就叫电流的热效应。

$$Pr \text{ 热} = 0.24I^2R \text{ (卡/秒)}$$

18. 电磁感应:导体在磁场中作切割磁力线运动时,导体内就会产生感应电动势,这种现象叫电磁感应。有电磁感应产生的电动势就感应电动势。

$$e = BLv$$

e 为感应电动势(伏)

B 为磁通密度(高斯)

L 为导线的有效长度(厘米)

v 为导线在垂直于磁力线的方向上运动的速度(cm/s)

19. 左手定则:又叫电动机定则,用来确定载流导体在磁场中的受力方向,伸平左手使拇指与四指垂直,手心向着磁场的 N 极,四指的方向与导体中电流的方向一致,那么拇指所指的方向即为导