

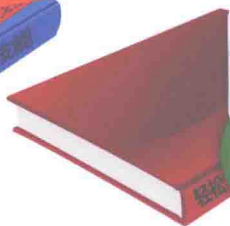


跟高手全面学会 **电工电子** 技术

轻松掌握 家装电工 技能

马妙霞 主 编

冯广玉 孙玉倩 副主编



一看就懂 一学就会

高手为你答疑解惑

零基础学会电工电子技术

先人一步轻松上岗走上成才路



化学工业出版社



跟高手全面学会 **电工电子技术**

轻松掌握 家装电工 技能

马妙霞 主 编

冯广玉 孙玉倩 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书由浅入深,全面介绍了家装电工必须具备的基础知识和操作技能。主要包括常用工具、常用检修测量仪表、读图基础知识,室内线路敷设、电气装置的安装、共用天线电视系统、火灾自动报警与消防联动控制系统、防盗报警与出入口控制系统、音响系统、网络系统安装,电压、电流、功率、用电量的计算,电工常用材料、安全用电知识及触电急救措施等。书中提供的丰富案例和实用技术指导,是作者多年实践经验的总结,可帮助读者轻松掌握家装电工各项技能。

本书可供装饰装修电工、电气技术人员、电气工人、电工初学者阅读,也可供电工相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

轻松掌握家装电工技能/马妙霞主编. —北京:化学工业出版社, 2014. 5

(跟高手全面学会电工电子技术)

ISBN 978-7-122-20157-7

I. ①轻… II. ①马… III. ①住宅-室内装修-电工-基本知识 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 055836 号

责任编辑:刘丽宏

文字编辑:陈 喆

责任校对:宋 夏

装帧设计:刘丽华

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 装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 368 千字 2014 年 10 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着科学技术的日新月异，电工电子技术不断整合，电工、电子技术已成为日常生活和工业、科技不可或缺的一部分，只要涉及到用电的地方，就有电工、电子技术存在。同时大量新工艺、新技术的电子电气产品不断涌现，不仅带动了电子电气工业生产、维修等行业的发展，也为社会创造了许多就业机会。

“家有万贯，不如一技在身”。很多人非常想学好电工电子技术，但由于种种原因，常常望而却步。为了让初学者能轻松掌握电工或电子技术，快速上岗，胜任工作，让有技术基础的人员能全面学会电工电子技术，争当持术能手、高手，我们组织电工电子领域有丰富实践经验的技术高手编撰了这套《跟高手全面学会电工电子技术》丛书（以下简称《丛书》）。

《丛书》基础起点低，语言通俗易懂，力求用图、表说话，分册涵盖了从电工基础识图、高低压电工到电子技术、电气维修等相关实用技术内容，主要包括《轻松掌握家装电工技能》、《轻松掌握汽车维修电工技能》、《轻松掌握维修电工技能》、《轻松掌握高压电工技能》、《轻松掌握低压电工技能》、《轻松掌握电动机维修技能》、《轻松看懂电动机控制电路》、《轻松看懂电子电路图》、《轻松掌握电子元器件识别、检测与应用》、《轻松掌握电梯安装与维修技能》，帮助读者轻松、快速、高效掌握电工电子相关知识和技能。

本书为《轻松掌握家装电工技能》分册。

本书全面介绍了家装电工必备的基本知识和技能，对室内线路敷设、电气装置的安装、共用天线电视系统、火灾自动报警与消防联动控制系统、防盗报警与出入口控制系统、音响系统、网络系统安装结合实例进行了详细讲解；对电压、电流、功率、用电量的计算知识、电工常用材料、常用工具、常用检修测量仪表、读图基础知识进行了深入浅出的说明；同时，还重点介绍了安全用电知识及触电急救措施。

全书基础起点低，语言通俗易懂，以图辅文，直观清楚，以帮助读者轻松掌握家装电工基础知识和操作要领。本书适合家庭装饰的电工从业人员阅读，也适合相关的电气安装人员阅读，还可作为电工、电气相关专业的教学用书。

本书由马妙霞主编，冯广玉、孙玉倩任副主编，参加本书编写的还有张胤涵、张校珩、赵学敏、戴斌、邹全、张杰、孔海颖、陈忠、曹振宇、张亚昆、张海潮。全书由张伯虎审核。

由于水平所限，书中难免有不足之处，敬请广大同行批评指正。

编 者

目录

第一章 家装电工基础	1
第一节 电工常用术语及公式	1
一、电工常用术语	1
二、常用计算	4
第二节 交流电路	8
一、电的形成与分类	8
二、正弦交流电与三相四线制	8
第三节 电工常用材料	12
一、导电材料	12
二、绝缘材料	14
三、电热材料	15
四、保护材料	15
五、家装中的布线材料	15
六、其他材料	15
第二章 家装电工识图	21
第一节 读图基础知识	21
一、常用图形符号	21
二、文字符号	30
三、电气设备及线路的标注方法及其使用	33
四、读图程序、步骤、方法及注意事项	39
第二节 一般住宅的电气线路	42
一、配电系统图的识读	45
二、平面图的识读	47
三、弱电系统图的识读	51
四、防雷系统图的识读	54
五、家庭电路设计	55
第三章 家装电工常用工具仪表	57
第一节 常用工具	57

一、电工工具	57
二、钳工工具	62
三、电动工具	66
四、登高工具	70
五、绝缘安全用具	70
第二节 常用检修测量仪表	72
一、万用表	72
二、绝缘电阻表（兆欧表）	77
三、钳形电流表	79
第三节 常用计量仪表	80
一、电压表	80
二、电流表	82
三、电度表（电能表）	83
四、功率表	88
第四章 配电屏及配电装置	89
第一节 低压配电屏用途、结构特点	89
一、低压配电屏用途	89
二、低压配电屏结构特点	89
第二节 低压配电屏安装与检查维护	90
一、低压配电屏安装及投入运行前的检查	90
二、低压配电屏巡视检查	91
三、低压配电装置运行维护	91
四、配电装置的安装	91
五、漏电保护器的安装	92
第三节 几种保护接地形式	93
一、TN-C 系统	93
二、TN-S 系统	94
三、TN-C-S 系统	94
四、TT 系统安装漏电保护器	95
五、TN 系统安装漏电保护器	95
六、IT 系统安装漏电保护器	97
第五章 电气线路的敷设	98
第一节 电磁线导管敷设	98
一、配合土建工程暗设管路和铁件	98
二、电磁线导管一般规定	100
三、电磁线导管钢管暗敷设	101
四、穿线钢管明敷设	112
五、护墙板、吊顶内管道敷设	117
六、阻燃塑料管（PVC）敷设	117

第二节 电磁线穿管和导线槽敷设	121
一、电磁线穿管和导线槽敷设一般规定	121
二、穿管施工	122
第三节 导线槽敷线	125
一、施工准备与导线槽的分类	125
二、金属导线槽的敷设	125
三、塑料导线槽的敷设	128
四、导线槽内导线的敷设	130
第四节 金属套索布线	131
一、金属套索及其附件的选择	131
二、金属套索安装	132
三、金属套索布线	132
第五节 导线连接工艺	134
一、剥削导线绝缘层	134
二、导线的连接工艺及要求	136
三、导线与设备元件的连接方法	146
第六章 室外架空线路的安装	148
第一节 架空线的敷设	148
一、电杆	148
二、拉线	152
三、架空室外线路的一般要求	153
四、登杆	154
五、敷设进户线	155
第二节 电缆线路的敷设	155
一、电力电缆分类及检查	155
二、室外敷设	156
第七章 室内电气装置的安装	158
第一节 照明灯具安装	158
一、白炽灯照明线路	158
二、日光灯的安装	161
三、其他灯具的安装	162
第二节 插座与插头的安装	163
一、三孔插座的安装	163
二、二脚插头的安装	163
三、三脚插头的安装	163
四、各种插座接线电路	163
第三节 配电电路	165
一、一室一厅配电电路	165

二、两室一厅配电电路	166
三、三室两厅配电电路	166
四、四室两厅配电电路	167
五、家用单相三线闭合型安装电路	167
第四节 照明电路故障的检修	168
第八章 弱电系统的安装	170
第一节 共用天线电视系统	170
一、共用天线电视系统的构成及主要功能	170
二、共用天线电视系统主要设备与安装	171
三、共用天线电视系统	175
第二节 火灾自动报警与消防联动控制系统	177
一、火灾探测器	177
二、报警器	181
三、消防灭火执行装置	182
第三节 防盗报警与出入口控制系统	184
一、防盗探测器	185
二、用户端报警系统	187
第四节 音响系统	187
一、音响系统的组成	187
二、扩声系统的线路敷设	191
三、系统扬声器配接	192
第五节 网络技术与网线制作	193
一、家庭局域网简介	193
二、常用网络设备	193
三、传输介质	199
四、网线的制作	200
第九章 家装电工安全与防爆技术	203
第一节 电气火灾与爆炸的原因	203
一、电气设备过热	203
二、电火花和电弧	204
第二节 电气防火防爆技术	204
一、消除或减少爆炸性混合物	204
二、隔离和间距	205
三、消除引燃源	205
四、保护接地	205
五、电气灭火	205

六、建筑物的防雷措施	206
第三节 家装电工安全知识	206
一、电流对人体伤害的类型以及对人体作用电流的划分	206
二、触电类型	208
三、触电救护	209

参考文献	214
------------	-----

第一章

家装电工基础

第一节 电工常用术语及公式

一、电工常用术语

1. 电流与电流强度

物体里的电子在电场力的作用下，有规则地向一个方向移动，就形成了电流。电流的大小用电流强度“ I ”来表示。电流强度在数值上等于1s内通过导线截面的电量的大小，通常用“安培”作为电流强度的单位。1安培表示在导线横截面上，每秒钟有624亿亿个电子流过。安培简称“安”，用字母“A”表示。有时采用比“安”更大或更小的单位：千安、毫安、微安。这些单位之间的关系如下：

$$1 \text{ 千安 (kA)} = 1000 \text{ 安 (A)}$$

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

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

2. 电压与电动势的区别

水要有水位差才能流动。与此相似，要使电荷作有规则地移动，必须在电路两端有一个电位差，也称为电压，用符号“ U ”表示。电压以伏特为单位，简称“伏”，常用字母“V”表示。例如干电池两端电压一般是1.5V，电灯电压为220V等。有时采用比“伏”更大或更小的单位：千伏、毫伏、微伏。这些单位之间的关系如下：

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

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

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

一个电源（例如发电机、电池等）能够使电流持续不断沿电路流动，就是因为它能使电路两端维持一定的电位差，这种使电路两端产生和维持电位差的能力，就叫做电源的电动势。电动势常用字母“ E ”表示，单位也是“伏”。

3. 电阻

电子在物体内移动所遇到的阻力叫电阻。电阻的单位是欧姆，简称“欧”，用字母“ Ω ”表示。为计算方便，常以兆欧、千欧、毫欧为单位。这些单位之间的关系如下：

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

1 千欧 ($k\Omega$) = 1000 欧 (Ω)

1 欧 (Ω) = 1000 毫欧 ($m\Omega$)

各种不同的材料具有不同的电阻。电阻大小与导线的材料、长短、粗细有关。为了区分不同材料的电阻，通常用一个叫电阻率 ρ 的量来表示。电阻率 ρ 是指横截面为 1mm^2 、长为 1m 这样一根导线所具有的电阻数值。常用材料的电阻率 ρ 如表 1-1 所示。

表 1-1 常用材料的电阻率

$\Omega \cdot \text{m}$

材料名称	电阻率 ρ 的数值 (20°C)
银	0.0165
铜	0.0175
铝	0.0283
钨	0.0548
铁	0.0978
铅	0.222

从表中可以看出，铜和铝的电阻率比较低，因此在电气设备中得到广泛的使用。

4. 电路

最简单的电路是由电源 E （发电机、电池等）、负载 R （用电设备如电灯、电动机等）、连接导线（金属导线）和电气辅助设备（开关 K 、仪表等）组成的闭合回路。如图 1-1 所示。

5. 串联电路

把若干个电阻或电池一个接一个成串地连接起来，使电流只有一个通路，也就是把电气设备首尾相连叫串联。如图 1-2 所示。

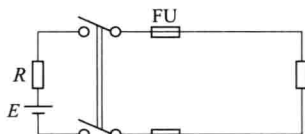


图 1-1 电路

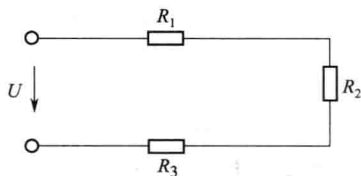


图 1-2 串联电路

串联电路的特点是：①串联电路中的电流处处相同；②串联电路中总电压等于各段电压之和；③几个电阻串联时，总电阻等于各个电阻值之和。可用以下公式表示：

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

6. 并联电路

把若干个电阻或电池相互并排地连接起来，也可以说将电气设备的头和头、尾和尾各自相互连在一起，使电流同时有几个通路叫并联。如图 1-3 所示。

并联电路的特点是：①并联电路中各分路两端的电压相等；②并联电路的总电流等于各

分路电流之和；③几个电阻并联时，总电阻的倒数等于各电阻的倒数之和。

7. 混联电路

在电路中，既有串联又有并联的连接，称为混联或叫复联。如图 1-4 所示。如果要计算总电阻，先计算电路中单纯的串联或并联，然后计算总电阻。如图 1-4 所示，先要将 R_1 和 R_2 两个并联合并为一个电阻（按并联计算），然后再和 R_3 串联合并，得到下一个总电阻。可用以下公式表示：

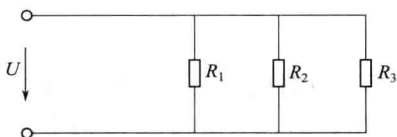


图 1-3 并联电路

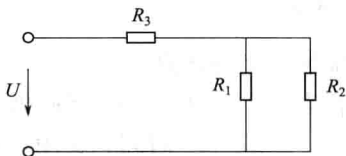


图 1-4 混联电路

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R = R_{12} + R_3$$

8. 短路与断路

电气设备在正常工作时，电路中电流是由电源的一端经过电气设备流回到电源的另一端，形成回路。如果电流不经电气设备而由电源一端直接回到电源另一端，导致电路中电流猛烈加大，这就叫短路。短路属事故状态，往往造成电源烧坏或酿成火灾，必须严加避免。如果将电路的回路切断或发生断线，电路中电流不通，就叫做断路。

9. 电功率

电功率是单位时间内电流所做的功。例如手电筒发光，就是干电池的电流在做功。每秒钟电流所做的功，就叫电功率，用字母“ P ”来表示。实践证明，电功率等于电压乘以电流。电功率的单位是瓦特，简称“瓦”，用符号“ W ”表示。

电功率=电压×电流，即 $P=UI$ 。

为了便于记忆，上述公式可用图 1-5 表示。在计算时，用手盖住要求的数值，剩下就是用来计算的公式。在实用中，有时用更大的千瓦单位，千瓦用符号“ kW ”表示。

1 千瓦 (kW) = 1000 瓦 (W)

电功率在实用中，过去常以马力 (hp) 为单位，瓦与马力的关系为：1 马力 (hp) = 736 瓦 (W)。

10. 欧姆定律

任何导体都有一定的电阻，在导体两端加上电压，导体中就有电流。电流与电压、电阻之间的规律，实践证明，电路中电压越高电流就越大，电路中电阻越大电流就越小。用公式和符号表示如下。

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}}, \text{即 } I = \frac{U}{R}。$$

为了便于记忆，把公式用图 1-6 表示。用手遮住要求的数值，剩下就是运算公式。例如要求电流时，用手遮住电流，公式就是电流 = $\frac{\text{电压}}{\text{电阻}}$ 或 $\frac{U}{R}$ ，电流、电压、电阻三者之间的这种规律，就叫做欧姆定律。

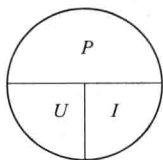


图 1-5

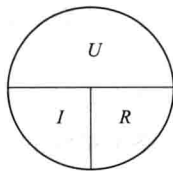


图 1-6

二、常用计算

1. 电能的定义与计算

电功率是指单位时间内电流所做的功，而电能是指一段时间内所做的功。所以，电能（也称电功）=电功率×时间。实用中电能的单位是瓦·时，这个单位表示 1h 内电流所做的功的总能量，它的代表符号分别用“W·h”或“kW·h”表示。电度表所记下的 1 度电就是 1 千瓦·时（kW·h）。

2. 负荷率及怎样提高负荷率

负荷率是一段时间内的平均有功负荷与最高有功负荷之比的百分数，用以衡量平均负荷与最高负荷之间的差异程度。从经济运行方面考虑，负荷率愈接近 1，设备的利用程度愈高，用电愈经济。其计算式为：

$$\text{负荷率} = \frac{\text{平均有功负荷(kW)}}{\text{最高有功负荷(kW)}} \times 100\%$$

日、月、年负荷率可按以下公式计算：

$$\text{日负荷率} = \frac{\text{日有功负荷(kW/24h)}}{8 \sim 24 \text{ 时中某时最高负荷(kW)}} \times 100\%$$

$$\text{月平均日负荷率} = \frac{\text{月内日负荷率之和}}{\text{日负荷率天数}} \times 100\%$$

$$\text{年平均日负荷率} = \frac{\text{各月平均日负荷率之和}}{12} \times 100\% (\text{近似计算})$$

要提高负荷率，主要是压低高峰负荷和提高平均负荷。因为负荷率就是两者的比值。

企业负荷率的高低与生产班制和用电性质有关。例如，实行三班制生产的企业，24h 内的负荷平稳，变化不大，所以负荷率就比较高。而实行一班或两班制生产的企业，负荷率就比较低。也就是说，连续性生产的企业，负荷率就较高，非连续性生产的企业，用电负荷高峰一般比较集中，冲击性负荷所占比重较大，负荷率就比较低。所以，要提高负荷率，就必须调整高峰负荷。一般采取以下措施来调整负荷。

- (1) 降低全厂内部总的高峰负荷，即错开各车间的上、下班时间，午休时间和用餐时间。
- (2) 调整大容量用电设备的工作时间，即避开高峰用电时间。例如，规定某些大型用电设备只能在深夜运行。
- (3) 调整各车间的生产班次和工作时间，实行在高峰用电时间让电。
- (4) 实行车间计划用电，严格控制高峰用电时间的电力负荷。
- (5) 采取技术措施（如安装定量器），合理分配高峰电力指标等。

调整电力负荷，实行计划用电，提高负荷率，是一项具有全局性的工作。用电单位提高负荷率，可以减少受电变压器容量，降低高峰负荷，减少基本电费开支，降低生产成本。用户提高了负荷率，避开了高峰用电时间，供电部门就可充分发挥输配电线路和变压器等供电设备的效能，减少供电网络中的电能损耗，从而可以减少国家投资。

3. 计算日用电量、日平均负荷和瞬间负荷

(1) 日用电量的计算

① 未装变流倍率装置的电度表（直通表），电度表在 24h 内的累积数就是日用电量，即本日 24 时电度表的读数—上日 24 时电度表的读数=日用电量。

② 装有变流倍率装置的电度表，电度表在 24h 内的累积数乘以变流倍率所得数就是日用电量。

a. 只装有电流互感器（CT）的电度表，日用电量：电度表（0~24 时）累计数 $\times K_{CT}$ （倍率）。

b. 同时装有电流互感器（CT）、电压互感器（PT）的电度表，日用电量=电度表（0~24 时）累积数 $\times K_{CT}$ （倍率） $\times K_{PT}$ （倍率）。

(2) 日平均负荷的计算

$$\text{日平均负荷(kW)} = \frac{\text{日用电量(kW} \cdot \text{h)}}{24}$$

(3) 瞬间负荷的计算

① 根据实测电流、电压计算：

$$\text{有功功率(kW)} = \frac{\sqrt{3} \times \text{电流(A)} \times \text{电压(V)} \times \text{功率因数}}{1000}$$

② 用秒表法计算：

$$\text{有功功率(kW)} = \frac{3600 \times RK_{CT}K_{PT}}{NT}$$

式中 R ——测量时间内有功电度表的转数（通常测量 10~20r）；

T ——测量时间，s；

K_{CT} ——电流互感器倍率（变流比）；

K_{PT} ——电压互感器倍率（变压比），没有电流、电压互感器时， K_{CT} 、 K_{PT} 均为 1；

3600——1h 的秒数；

N ——有功电度表铭牌上标明的常数，r/（kW·h）。

4. 计算照明负荷

照明负荷的计算应该分别计算各支线功率、干线功率及三相总功率。

(1) 照明支线的功率计算：

$$P_c = P_i (\text{kW})$$

式中， P_i 为支线上装灯容量，由此可见照明支线功率 P_c 就是支线上的装灯容量，即这条支线上装灯总的瓦数，单位用千瓦。

(2) 照明干线的功率计算：

$$P = K_c P_c$$

式中， K_c 为需用系数； P_c 为各支线的功率。

(3) 三相功率计算：

$$P_{\Sigma} = K_c \cdot 3P_c$$

由于照明负荷是不均匀的，在计算三相功率时， P_c 应该按最大一相负荷（装灯容量）来计算。

5. 导线截面积的计算和选用

(1) 确定选择导线截面的一般原则 电气线路能否安全运行，与导线截面的选择是否正确有着密切的关系。通常，当负荷电流通过导线时，由于导线具有电阻，导线发热，温度升

高。当裸导线的发热温度过高时,导线接头处的氧化加剧,接触电阻增大;如果发热温度进一步升高,可能发生断线事故。当绝缘导线(包括电缆)的温度过高时,绝缘老化和损坏,甚至引起火灾。因此,选择导线截面,首先应满足发热条件这一要求,即导线通过的电流,不得超过其允许的最大安全电流。

其次,为保证导线具有必要的机械强度,要求导线的截面不得太小。因为导线截面越小,其机械强度越低。所以,对不同等级的线路和不同材料的导线,分别规定了最小允许截面。

此外,选择导线截面,还应考虑线路上的电压降和电能损耗。

根据实践经验,低压动力线路的负荷电流较大,一般先按发热条件来选择导线截面,然后验算其机械强度和电压降。低压照明线路对电压的要求较高,所以先按允许电压降来选择导线截面,然后验算其发热条件和机械强度。高压线路的电流一般都较小,且厂矿企业的高压配电线路也不长,在发热和电压降方面易于满足要求,所以高压线路一般先按经济电流密度来选择导线截面,然后验算其机械强度。

在三相四线制供电系统中,零线的允许载流量不应小于线路中的最大单相负荷电流和三相最大不平衡电流,并且还满足接零保护的要求。

在单相线路中,由于零线和相线都通过相同的电流,因此零线截面应与相线截面相同。

(2) 低压线路的导线截面选择 低压线路的导线截面,一般应考虑以下几方面。

① 机械强度。低压线路的导线要经受拉力,电缆要经受拖曳,必须考虑两者不因机械损伤而断裂。按机械强度选择导线的允许最小截面可参考表 1-2。

表 1-2 导线和电缆的最小截面

导 线 用 途		导线最小截面/mm ²	
		铜 导 线	铝导线(铝绞线)
室内照明用导线		0.5	2.5
室外照明用导线		1.0	2.5
吊灯用双芯软电缆		0.5	
移动式家用电器用双芯软电缆		0.75	
移动式工业用电设备用多芯软电缆		1.0	
固定架设在室内绝缘支持物上的绝缘导线,其间距为	2m 及以下	1.0	2.5
	6m 及以下	2.5	4
	12m 以下	4	10
室内(厂房内)1kV 以下裸导线		2.5	4
室外 1kV 以下裸导线		6	16 (35)
穿管或木槽板配线的绝缘导线		1.0	2.5
室外沿墙敷设的绝缘导线		2.5	4
室外其他方式敷设的绝缘导线		4	10

② 载流量。导线应能够承受长期负荷电流所引起的温升。对各类导线都规定了长期允许温度和短时最高温度,从而决定了导线允许长期通过的电流和短路时的热稳定电流。选择导线截面时,应考虑计算的负荷电流不超过导线的长期载流量,即:

$$I_{\Sigma} \leq I_n$$

式中 I_n ——不同截面导线的额定电流, A;

I_{Σ} ——根据计算负荷求出的计算电流, A。

③ 电压损失。导线的电压降必须限制在一定范围以内。按规定,电力线路在正常情况下的电压波动不得超过 $\pm 5\%$ (临时供电电磁线路可降低 8%)。当线路有分支负荷时,如果给出负载的电功率 P 和送电距离 L 、允许的电压损失 ϵ ,则配电导线的截面(线路功率因数为1)可按式计算:

$$S = K_n \frac{\Sigma(PL)}{c\epsilon} \% = K_n \frac{P_1 L_1 + P_2 L_2}{c\epsilon} \% (\text{mm}^2)$$

式中 P ——负载电功率, kW;

L ——送电磁线路的距离, m;

ϵ ——允许的相对电压损失, %;

c ——系数,视导线材料、送电电压而定(表 1-3);

K_n ——需要系数,视负载用电情况而定,其值可从一般电工手册或参考书中查到。

表 1-3 公式中的系数 c 值

额定电压/V	电 源 种 类	系数 c 值	
		铜 导 线	铝 导 线
380/220	三相四线	77	46.3
220	单相或直流	12.8	7.25
110		3.2	1.9
36		0.34	0.21

选择导线截面,一般来说,应考虑以上三个因素。但在具体情况下,往往有所侧重,哪一因素是主要的,起决定作用的,就侧重考虑该因素。例如,对于长距离输电磁线路,主要考虑电压降,导线截面根据限定的电压降来确定;对于较短的配电磁线路,可不计算线路电压降,主要考虑允许电流来选择导线截面;对于负荷较小的架空线路,一般只根据机械强度来确定导线截面。这样,选择导线截面的工作就可大大简化。

例 1 感性负载:距配电变压器 550m 处有一用电器,其总功率为 11kW,采用 380V 三相四线制线路供电,电气效率 $\eta=0.81$, $\cos\varphi=0.83$, $K_n=1$,要求 $\epsilon=5\%$,应选择多大截面的导线?

解:(1) 按导线的机械强度考虑,导线架空敷设,导线的截面不得小于 10mm^2 。

(2) 按允许电流考虑,首先求出电动机的工作电流(计算电流):

$$I_1 = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_1\eta\cos\varphi} = \frac{11 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.81 \times 0.83} = 24.8(\text{A})$$

为了计算方便,可大致估计 380V 电动机的工作电流每千瓦为 2A。

从电工手册或参考书中查得 $S=2.5\text{mm}^2$ 的橡皮绝缘铝导线明敷时的允许电流为 25A,可满足电动机的要求,即 $I_\Sigma \leq I_n$ 。

(3) 按允许电压降考虑,首先计算电动机自电源取得的电功率:

$$P_{\text{电}} = \frac{P}{\eta} = \frac{11}{0.81} = 13.6(\text{kW})$$

若选用铝导线,则 $c=46.3$, $K_n=1$,代入前面的公式求出导线截面为

$$S = \frac{K_n P_{\text{电}} L}{c\epsilon} \% = \frac{13.6 \times 550}{46.3 \times 5} = \frac{7480}{231} \% = 32.4(\text{mm}^2)$$

为了满足以上三个条件,可选用 $S=35\text{mm}^2$ 的 BLX 型橡皮绝缘铝导线。

第二节 交流电路

一、电的形成与分类

电子的定向移动形成电流,而电又有“直流电”和“交流电”之分,所谓直流电就是指电流在直流电源(如电池、蓄电池等)的供电下,一直沿着一个方向流通,绝不改变方向,大小也不随时间而改变,这是直流电的基本特征。

交流电则不然,交流电的全名是交变电流或交流电压,顾名思义,交流电就是电子的移动不总是朝着一个方向,而是两个方向变化的,就是说电流在某一段时间内由正到负,在另一段时间内由负到正,同时在各段短小时内,电流大小也在不断变化,更具体一点的说,在导体某一截面处,通过的电荷多少和方向是随时间的变化而变化的,很明显交流电与直流电的特征不同。

二、正弦交流电与三相四线制

在现代工农业生产和日常生活中,人们所用的电大部分是交流电。即大小和方向都随时间作周期性变化的电动势、电压和电流统称为交流电。

由于常用的交流电是按正弦规律随时间变化的,故称为正弦交流电。

交流电有着极其广泛的应用。它与直流电相比,有许多独特的优点。首先,交流电可以利用变压器进行电压变换,便于远距离高压输电,以减少线路损耗,便于低压配电,可保证用电安全。其次,交流电机比直流电机结构简单,价格低廉,性能可靠,因此,现代发电厂发出的几乎都是交流电,照明、动力、电热等大多数设备也都使用交流电。在电路分析计算时,同频率的正弦量加、减运算后,其结果仍为正弦量,频率保持不变,使电路分析计算较为简便。

1. 正弦交流电的基本概念

(1) 正弦交流电的产生 法拉第发现电磁感应现象使人类“磁生电”的梦想成真。发电机就是根据电磁感应原理制成的。正弦交流电由交流发电机产生。

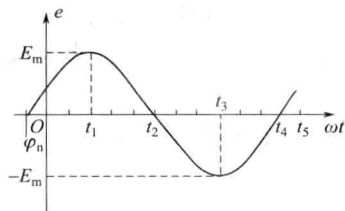


图 1-7 正弦量波形

交流电的变化规律用波形图直观地表示出来,如图 1-7 所示,电动势变化一周期,以后周而复始。

(2) 正弦交流电的有效值和平均值 交流电的有效值是根据电流的热效应来规定的。把交流电 i 与直流电 I 分别通过两个相同的电阻,如果在相同的时间内产生的热量相同,则该直流电的数值 I 就叫交流电的有效值。交流电有效值的表示方法与直流电相同,用大写字母表示,如 E 、 U 、 I 分别表示交流电的电动势、电压和电流的有效值。

交流电压表、电流表所测量的数值,各种交流电气设备铭牌上所标的额定电压和额定电流值,平时所说的交流电的值都是指有效值。以后凡涉及交流电的数值,只要没有特别说明的都是指有效值。

理论计算证明,正弦交流电的有效值和最大值之间满足下列关系:

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0.707 E_m$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0.707 U_m$$

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$$