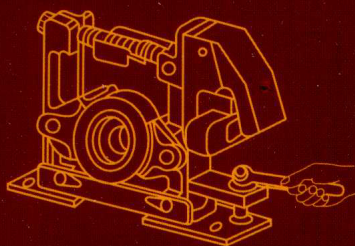


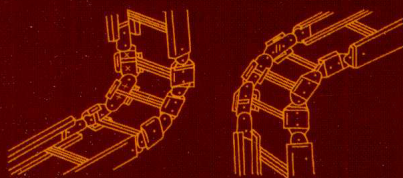


JIANZHU DIANQI GONGZHANG
SHIYONG SHOUCHE

建筑电气工长 实用手册



陈崇明 吴彤 李金伴 编



化学工业出版社



建筑电气工长 实用手册

陈崇明 吴彤 李金伴 编



· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工长实用手册/陈崇明, 吴彤, 李金伴编
北京: 化学工业出版社, 2011.1
ISBN 978-7-122-09754-5

I. 建… II. ①陈… ②吴… ③李… III. 房屋建筑
设备: 电气设备-建筑安装工程-技术手册 IV. TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 205361 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 周梦华

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 尹琳琳

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 27 $\frac{1}{4}$ 字数 722 千字 2011 年 2 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: 66.00 元

版权所有 违者必究

前 言

建筑电气是现代建筑的组成部分。随着科学技术的进步和发展，现代建筑电气技术已汇集、涵盖、应用了电能、电气设备、自动控制、计算机、网络、通信等技术，在现代建筑中的地位越来越重要。

为提高工作效率和施工工作质量，减轻劳动强度，保证作业安全，满足建筑电气安装工长的需要，帮助读者提高和掌握建筑电气安装工程知识和实际操作能力，我们编写这本《建筑电气工长实用手册》。本手册汇集了大量建筑电气安装工程的实际安装经验和管理技术，绘制了许多直观的图表，力求简明实用，便于自学，以提高读者的业务能力和操作水平。

本手册介绍了必要的电工基础知识、常用电动机及安装、电气工程供电、照明安装与识图、建筑电缆线路施工方法、建筑电气安装方法、建筑爆炸和火灾危险场所电气安装要求、火灾报警与自动灭火系统的安装、高层建筑安全防范系统的安装以及建筑电气安全防范要求等。同时对施工企业经营管理中的建筑安装工程定额与预算知识作了扼要介绍。

手册中包含了建筑电气施工中的规程、规范，但由于电气工程中不断涌现出新设备、新工艺，生产技术不断进步和发展，因而规程、规范也在不断地完善和更新，所以在电气工程安装中应仔细阅读设备安装说明书和施工说明，根据现行规程、规范要求，严格、谨慎地做好电气工程的安装施工工作，从而保证工程质量。

本书文字简洁，图文并茂，深入浅出，理论联系实际，力争使读者达到学以致用目的。

本手册可供电气安装工长使用，也可供初中以上文化程度的电工和电气技术人员学习参考，是一本具有较强实用性的工具书。

本手册主要由江苏大学陈崇明、吴彤、李金伴编写，参加编写的还有吴剑琼、陈露、刘东升、申晓军、田厚康、汤玉芳、肖凤、刘文生等。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中定有不妥之处，恳请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 建筑电工基础知识	1
1.1 电路基础知识	1
1.2 建筑常用的电动机与电器	8
1.3 电工常用工具和仪表的使用方法	16
第 2 章 常用电动机控制及安装	37
2.1 三相异步电动机的构造、工作原理和使用	37
2.2 三相异步电动机控制电路及安装方法	38
2.3 三相异步电动机的选择	52
2.4 直流电动机的安装与运行	53
2.5 同步电动机	60
2.6 常用的电气控制元件	63
第 3 章 电气工程供电、照明识图与安装	72
3.1 建筑工地变电所及施工现场临时供电	72
3.2 电气照明计算及导线选择	96
3.3 电气照明供电线路及敷设方法	103
3.4 建筑电气安装工程图与识读	119
第 4 章 常用建筑机械电气的典型线路	144
4.1 控制器及电磁抱闸电路	144
4.2 散装水泥装置的控制电路	156
4.3 混凝土搅拌机的控制电路	156
4.4 塔式、桥式起重机的电气控制线路	159
4.5 电梯的电气控制线路	173
第 5 章 建筑电缆线路施工方法	185
5.1 建筑电缆的分类、名称、结构及型号	185
5.2 建筑电缆敷设与连接方法	187
5.3 建筑电缆终端头和中间接头的制作方法	193
5.4 建筑硬母线安装方法	203
5.5 高、低压母线过墙施工方法	217
5.6 建筑电缆线路工程验收	219

第 6 章 建筑变电设备的安装方法	222
6.1 变压器的安装方法	222
6.2 高压开关的安装方法	242
6.3 高压熔断器、互感器、电容器的安装方法	249
6.4 成套配电装置及其安装方法	254
6.5 电气二次接线安装	257
6.6 少油断路器的安装方法	258
第 7 章 高层建筑电气设备的安装	260
7.1 高层建筑电气设备安装要求	260
7.2 电梯的电气控制及安装	264
7.3 给水系统的电气控制	271
7.4 建筑物防雷设备及接地装置安装方法	294
第 8 章 建筑爆炸和火灾危险场所电气设备安装要求	308
8.1 爆炸性气体、粉尘环境电气设备安装要求	308
8.2 火灾危险环境电气安装要求	314
8.3 爆炸和火灾危险场所电气安装竣工验收要求	315
第 9 章 火灾报警与自动灭火系统的安装	317
9.1 火灾自动报警系统的安装	317
9.2 自动灭火系统的安装	327
9.3 火灾报警与自动灭火系统调试和验收	335
第 10 章 高层建筑安全防范系统的安装	339
10.1 防盗报警系统的安装	339
10.2 防盗门、自动门控制系统的安装	343
10.3 停车场管理系统的安装	345
10.4 电视监视系统的安装及调试	348
10.5 保安巡更系统的安装	357
10.6 民用建筑电话通信工程安装	358
10.7 建筑物综合布线系统与安装	365
第 11 章 建筑电气安全防范要求	371
11.1 人身触电预防要求	371
11.2 施工现场的安全防范要求	377
11.3 触电救护要求	378
11.4 预防电气火灾和爆炸事故	381

第 12 章 电气安装工程预算	384
12.1 预算的基本知识	384
12.2 建筑电气安装工程定额	388
12.3 电气材料和电气设备的预算价格	409
12.4 施工预算与施工图预算的编制方法	416
12.5 竣工结算的编制方法	424
12.6 施工图预（结）算的审核	426
参考文献	430

第 1 章 建筑电工基础知识

1.1 电路基础知识

1.1.1 直流电路

直流电路的三种基本状态见表 1-1 所示。欧姆定律见表 1-2 所示。

表 1-1 直流电路的三种基本状态

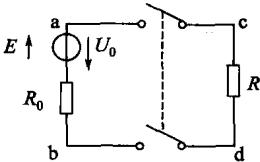
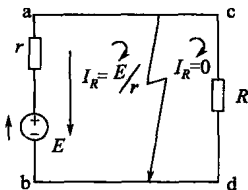
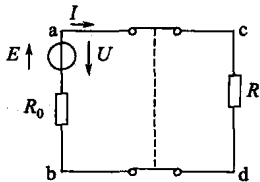
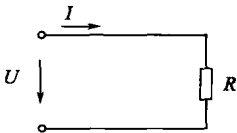
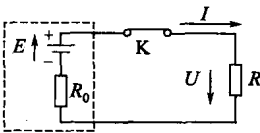
状态	开路	短路	负载
电路图			

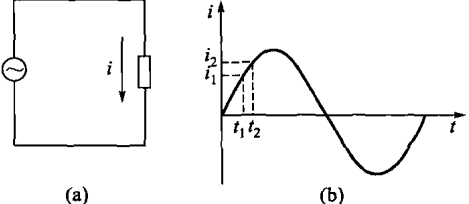
表 1-2 欧姆定律

欧姆定律	一段电路的欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$	全电路欧姆定律 $I = \frac{U}{R + R_0}$	符号的表示及单位
电路图			I—电流(单位: 安培, A); U—电压(单位: 伏特, V); R—电阻(单位: 欧姆, Ω); R_0—外电阻(单位: 欧姆, Ω); E—电动势, $E = U + IR_0$(单位: 伏特, V)
电流	在直流电路中, 电动势、电压、电流的大小和方向都不随时间的改变而变化		

1.1.2 交流电路

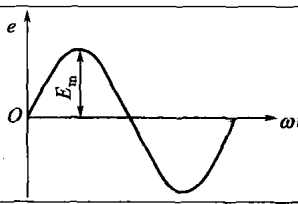
① 单相交流电的说明及优点见表 1-3 所示。

表 1-3 单相交流电的说明及优点

名称	说 明	优 点
单 相 交 流 电	在交流电路中,电动势、电压、电流的大小和方向都随时间作周期性的变化。这种大小和方向随时间变化而变化的电叫作交流电。常用的交流电,其大小和方向随时间按正弦规律变化,叫作正弦交流电,如图所示。图(a)表示正弦交流电的正方向,图(b)表示其波形 	对交流电可以利用变压器方便地将电压升高或降低,在进行远距离输电时变换为高电压,可以节省电能损耗,有效地将电能输送到远方;用户用电时变换为较低电压,这样能节省电气设备的投资费用,并保证安全用电。另外,交流笼型异步电动机结构简单、价格便宜、运行可靠、维护方便,广泛应用于工农业生产中作为动力,完成电力拖动任务。照明、动力、电热等用电设备几乎都采用交流电,即使是某些非用直流电源不可的工业,如电解、电镀、城市交通电车、地铁等也利用整流设备将交流电转变为直流电

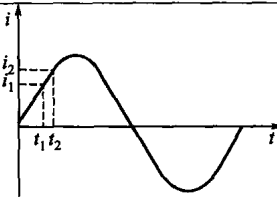
② 交流电物理量的描述表 1-4 所示。

表 1-4 交流电物理量的描述

物理量	描 述
瞬时值	交流电在某一瞬时的数值。常用英文的小写字母表示,如电流用 i、电压用 u、电动势用 e 等。在波形图中某一点的纵坐标值,表示与横坐标对应时刻的瞬时值。例如在表 1-3 的图中,t_1 时刻的交流电的瞬时值为 i_1;在 t_2 时刻的交流电瞬时值为 i_2 等
最大值	交流电的最大瞬时值,称为交流电的最大值。最大值又叫振幅值,常用英文大写字母下角加“m”表示。例如交流电流最大值用 I_m,交流电压最大值用 U_m,交流电动势最大值用 E_m 表示。如图中 E_m 即为交流电动势的最大值 
有效值	交流电的瞬时值、最大值,都是指交流电在某一瞬间的数值,它们并不能反映出交流电在电路中的真实效果(如发光、发热等)。交流电的有效值就是从热效应的角度来描述交流电大小的物理量。将直流电与交流电分别通过同一等值电阻,如果在相等时间内,二者在电阻上产生的热量相等,则此直流电的数值被称为交流电的有效值。也就是说,交流电的有效值,就是与它的热效应相等的直流值。 交流电的有效值常用英文大写字母表示。例如交流电流有效值用 I、交流电压有效值用 U、交流电动势有效值用 E 表示
平均值	交流电正半周期内,其瞬时值的平均数称为交流电的平均值。常用英文字母下角加“p”表示。如 i_p、u_p、e_p 分别表示交流电流、电压、电动势的平均值
四个物理量之间的关系	瞬时值、最大值、有效值、平均值之间有下列两个主要关系。以交流电流为例: $I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m = 0.707 I_m \quad (1)$ $I_p = 0.637 I_m \quad (2)$ 式中 I——交流电流有效值; I_m——交流电流最大值; I_p——交流电流平均值。 从式(1)可知:正弦交流电有效值等于最大值的 0.707 倍,有效值比最大值小。仪表读出的数值和平时讲的交流电大小通常都是指有效值。在选购设备、器件和工程中需考虑这个因素

③ 交流电物理量变化的描述见表 1-5 所示。

表 1-5 交流电物理量变化的描述

物理量	描 述
周期	交流电变化一次所需要的时间称为交流电的周期。单位是秒 (s)。如图所示的正弦交流电,它从零开始随时间增加逐渐增至最大值,然后逐渐减小到零,以后又反向增大到最大值,再逐渐减小回到零,这样整整变化了一周,以后按同样规律循环下去。交流电每循环一次所需要的时间即为交流电的周期。周期常用符号 T 表示。显然周期值越小,交流电变化越快,周期值越大,交流电变化越慢 
频率	交流电的频率是指 1s 时间内交流电重复变化的次数。用字母 f 表示,单位是赫兹 (Hz),简称赫。如果某交流电在 1s 内变化了 50 次,则该交流电的频率就是 50Hz。比赫兹大的常用单位是千赫(kHz)和兆赫(MHz)。1kHz=10³ Hz 1MHz=10⁶ Hz。 我国发电厂发出的交流电的频率为 50Hz。这个频率为我国的工业标准频率,简称工频。一般的电力变压器、交流电动机、照明等电气设备都按取用 50Hz 的交流电来进行设计
角频率	交流电由交流发电机发出,从交流发电机原理可知,对于一对磁极的发电机,线圈转一圈(切割磁力线一圈),感应的交流电动势正好是一个周期。每秒线圈转的圈数越多,则交流电循环变化的次数越多,也就是交流电变化得越快。所以用每秒发电机线圈转过的角度也可来反映交流电变化的快慢。 角频率就是交流电每秒内变化的角度。常用 ω 来表示。这里的角度常用对应的弧度表示。因此角频率 ω 的单位是 rad/s(弧度/秒)。 一个圆周的弧度为 2π,相当于角度 360°,所以弧度与角度之间的换算关系为 $2\pi=360^\circ$ 或 $\pi=180^\circ$。例如,$\frac{\pi}{2}$ 弧度即为 90°;$\frac{\pi}{6}$ 弧度即为 30°等
物理量之间的主要关系	① 交流电的频率和周期之间是互为倒数关系: $T = \frac{1}{f} \quad \text{或} \quad f = \frac{1}{T}$ ② 交流电的频率与角频率之间存在下列关系: $\omega = 2\pi f \quad \text{或} \quad f = \frac{\omega}{2\pi}$ 式中 ω——交流电的角频率,rad/s; f——交流电的频率,Hz; π——圆周率(取 $\pi=3.14$)

④ 表示正弦交流电的方法见表 1-6 所示。

表 1-6 正弦交流电的表示法

表示法	说 明
解析式表示法	用数学式子来表示正弦交流电。例如正弦交流电流的数学式子表示为: $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$ 式中 i——正弦交流电流的瞬时值; I_m——正弦交流电流的最大值; ω——正弦交流电流的角频率;

表示法	说 明
解析式表示法	φ——正弦交流电流的初相角,即正弦交流电开始瞬间($t=0$)时的相位角; $\omega t + \varphi$——正弦交流电的相位。 在上式中,如果知道了交流电的最大值 I_m、角频率 ω、初相角 φ,就可以计算出不同时间 t 时的交流电瞬时值 i,从而可画出该交流电的波形图。所以把正弦交流电的最大值、角频率、初相角称为交流电的三要素。 两个交流电相位之差称为这两个交流电的相位差。例如有两个正弦交流电流:$i_1 = I_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1)$; $i_2 = I_{2m} \sin(\omega t + \varphi_2)$。这两相交流电流角频率相同,初相角不同,则这两个交流电流 i_1 与 i_2 的相位差为 $\varphi_1 - \varphi_2$; i_2 与 i_1 的相位差为 $\varphi_2 - \varphi_1$。 在比较两个正弦交流电相位差时,必须注意两点:一是两个正弦交流电必须角频率(频率)相同,否则无法比较相位差;二是交流电 A 与交流电 B 的相位差,是将交流电 A 的初相角减交流电 B 的初相角;交流电 B 与交流电 A 的相位差是将交流电 B 的初相角减交流电 A 的初相角。假如减后得到的是负值,则表示该交流电相位上落后于另一交流电。 例如, i_1 与 i_2 的相位差为 $\varphi_1 - \varphi_2 = 30^\circ - 60^\circ = -30^\circ$,这表示正弦交流电流 i_1 相位上落后正弦交流电流 i_2 30°
矢量图表示法	用一个在直角坐标中绕原点不断旋转的矢量来表示正弦交流电的方法。下面以正弦交流电动势为例来叙述用旋转矢量表示的方法。 假如正弦交流电动势 $e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$,用旋转矢量表示的方法为:过直角坐标的原点“O”作一个矢量 E_m,如图(a)所示。用矢量的长度表示电动势的最大值 E_m,矢量与横轴之间的夹角表示电动势的初相角 φ,这个矢量以角频率 ω 绕原点“O”作逆时针方向旋转。 旋转矢量于任何时刻在纵轴上的投影,就等于正弦交流电在该时刻的瞬时值,如图(b)所示。 从图中可看到:在 $t=0$ 时,旋转矢量在纵轴上的投影 $e_0 = E_m \sin \varphi$ 为起始时刻的瞬时值。经过时间 t_1 后旋转矢量与纵轴的夹角为 $\omega t_1 + \varphi$,它在纵轴上的投影 $e = E_m \sin(\omega t_1 + \varphi)$,即为 t_1 时刻交流电动势 e 的瞬时值。 在实际应用旋转矢量对交流电路进行分析计算时,常将几个同频率的正弦交流电画在同一矢量图中,由于所有矢量都以同一角速度旋转,所以它们的相对位置保持不变,也即各矢量之间的夹角始终等于它们的相位差。在矢量图上不标出角频率,而且实际应用的矢量图通常按初相角和有效值画出。矢量的长度表示有效值,有时在解决实际问题时较方便

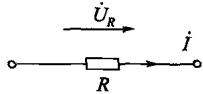
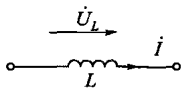
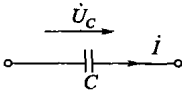
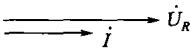
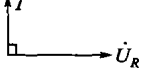
⑤ 单相交流电路的组成和说明见表 1-7 所示。

表 1-7 单相交流电路的组成和说明

组 成	说 明
交流电源	产生交流电的装置,交流发电机将机械能转换为电能,向负载供电。在电源的正弦交变电动势作用下,闭合电路就产生正弦交流电流
负载	将电能转换为其他形式能量的用电设备,如电灯、电动机、电热器等。 在交流电路中,由于电流和电压能随时间变化,因此交流电路中的现象要比直流电路复杂。在交流电路中,元件除电阻起作用外,电感、电容都将起作用。 仅仅具有电阻的负载(如电灯、电阻炉等),在交流电路和直流电路中的作用一样,都是起着限制电流的作用,并把从电源取用的电能转换为热能。 如果负载是有线圈的(如电动机的线圈、日光灯的镇流器等),在直流电路和交流电路中的作用就有很大不同。在直流电路中,线圈虽然有电感,但是由于电流不随时间变化,不会产生自感电动势,影响电路电流的只是线圈中的电阻。而在交流电路中,因为电流时刻在变化,在线圈中始终有自感电动势产生,它反抗电流的变化,因此,影响电路电流不仅有线圈的电阻,还有线圈的电感。 电容在直流和交流电路中的作用也不同。在直流电路中,电路只在电容接入电路的瞬间有充电电流,充电完毕后,电路则处于断路状态。但在交流电路中,由于电压是时刻在变化,电容反复不断地进行充电和放电,在电路中一直有交变电流,电路总是处在通路状态。 由上述可知,在交流电路中,不仅电阻会影响电路电流的大小,而且电感、电容对电路的电流也有影响。即交流电路中影响电流大小的参数有电阻、电感和电容三个参数
连接导线	用来把电源、负载和其他辅助设备连接成一个闭合回路,起着传输电能的作用。一般由铜或铁制成,也有用银线所制(导电、导热性好)如图所示
辅助设备	用来实现对电路的控制、分配、保护及测量等作用。辅助设备包括各种开关、熔断器及测量仪表等

⑥ 单一参数正弦交流电路的基本关系见表 1-8 所示。

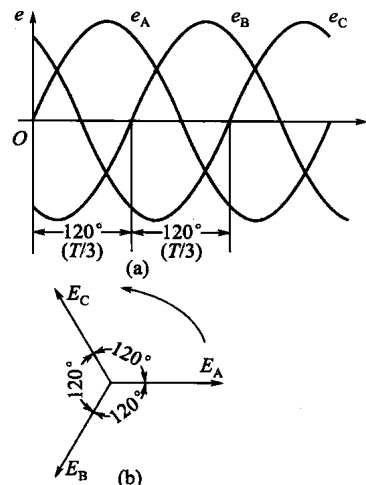
表 1-8 单一参数正弦交流电路的基本关系

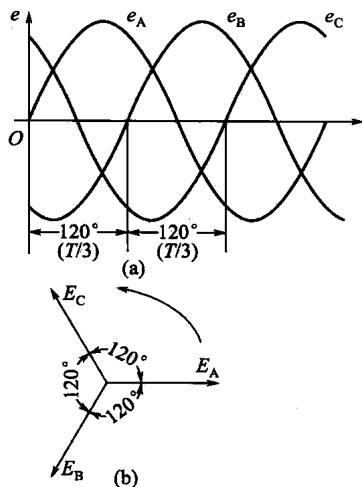
电路名称		电阻电路	电感电路	电容电路
电路符号及 电路图				
		R	$X_L = 2\pi fL$	$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
电压 与电 流关 系	有效值	$U_R = IR$	$U_L = X_L I$	$U_C = X_C I$
	相位差	$\dot{I}$ 与 $\dot{U}_R$ 同相	$\dot{I}$ 滞后 $\dot{U}_L 90^\circ$	$\dot{I}$ 超前 $\dot{U}_C 90^\circ$
	矢量图			
功 率	有功功率	$P_R = U_R I$	$P_L = 0$	$P_C = 0$
	无功功率	$Q_R = 0$	$Q_L = U_L I = I^2 X_L$	$Q_C = U_C I = I^2 X_C$
单位		R, X_C, X_L —欧姆(Ω); L —亨利(H); C —法拉(F); P —瓦特(W); Q —乏(var); I —安培(A); U —伏特(V)		
功率因数提高 的方法		在感性负载的两端并联适当大小的电容器		

⑦ 三相交流电路。

a. 三相交流电的电动势的表示见表 1-9 所示。

表 1-9 三相交流电的电动势的表示

电动势	始端(相头)	末端(相尾)	图示法 
	A、B、C	x、y、z	
相序	正序	负序	
	A—B—C—A	A—C—B—A	
颜色或字母	黄、绿、红	U、V、W 或 A、B、C	
解析式表达式 (设 e_A 的初相为 0)	$e_A = E_m \sin \omega t = \sqrt{2} E \sin \omega t$		
	$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ) = \sqrt{2} E \sin(\omega t - 120^\circ)$		
	$e_C = E_m \sin(\omega t + 120^\circ) = \sqrt{2} E \sin(\omega t + 120^\circ)$		



b. 三相电源绕组的连接及功率计算见表 1-10 所示。

表 1-10 三相电源绕组的连接及功率计算

连接方法	星形(Y)	三角形(△)
连接图	三相四线制	
	三相三线制	三相负载的三角形连接
	照明负载电路	

续表

连接方法	星形(Y)	三角形(Δ)
原理	将各相绕组的一端都接在一点上,而它们的另一端作为引出线,分别为三个相线。星形连接时,线电压是相电压的 $\sqrt{3}$ 倍,而线电流等于相电流。相电压用字母 $U_{\text{相}}$ 表示;线电压用字母 $U_{\text{线}}$ 表示	将各相绕组依次首尾相连,并将每个相连的点引出,作为三相电的三个相线。三角形接法时电动机相电压等于线电压;线电流等于 $\sqrt{3}$ 倍的相电流。 相电流用字母 $I_{\text{相}}$ 表示;线电流用字母 $I_{\text{线}}$ 表示
区别	星形启动转矩小,启动电流也小。主要应用在高压大型或中型容量的电动机中	启动转矩大,如果直接启动电流会很大,所以一般采用降压启动。但可以去除三次谐波。主要用在低压中型或小型容量的电动机中
三相四线制系统	有中线或零线的三相制系统	
三相三线制系统	无中线或零线	
三相总有功功率	$P = \sqrt{3}U_{\text{线}}I_{\text{线}}\cos\varphi_{\text{相}}$	
对称三角形负载总的无功功率	$Q = 3U_{\text{相}}I_{\text{相}}\sin\varphi_{\text{相}} = \sqrt{3}U_{\text{线}}I_{\text{线}}\sin\varphi_{\text{相}}$	
对称三相负载总的视在功率	$S = 3U_{\text{相}}I_{\text{相}} = \sqrt{3}U_{\text{线}}I_{\text{线}}$	
有功功率 P 、视在功率 S 、三相无功功率 Q 之间的关系	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}, S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	

c. 三相交流电的特点见表 1-11 所示。

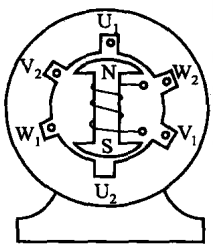
表 1-11 三相交流电的特点

序号	特 点
1	三相发电机比尺寸相同的单相发电机输出的功率要大
2	三相发电机的结构和制造并不比单相发电机复杂多少,而且使用、维护也较方便,运转时比单相发电机的振动小
3	在同样条件下,输送同样大的功率时,三相输电线比单相输电线可省约 25% 的材料,这对远距离输电意义很大

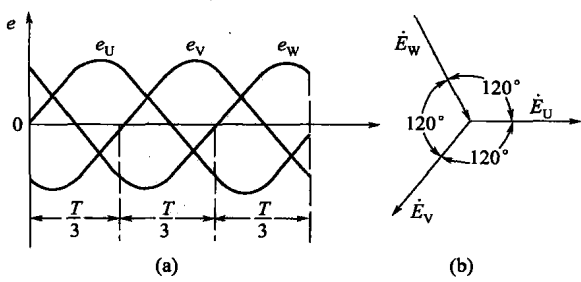
d. 三相正弦交流电动势的产生及原理见表 1-12 所示。

表 1-12 三相正弦交流电动势的产生及原理

名称	说 明
产生原理	一般是由三相交流发电机产生。
	三相交流发电机的结构示意图见图。它主要由定子和转子构成,在定子中嵌入了三个空间相差 120° 的绕组,每一个绕组为一相,合称三相绕组。三相绕组的始端分别为 U_1 、 V_1 、 W_1 ;末端为 U_2 、 V_2 、 W_2 。转子是一对磁极,它以均匀的角速度旋转(如顺时针方向旋转)。如果三相定子绕组的形状、尺寸、匝数均相同,则三相绕组中分别感应出的电动势振幅相等、频率相同,但因为三个绕组的布置在空间位置上相互隔开 120° ,所以感应电动势最大值出现的时间各相差 $1/3$ 周期,即相位上互差 120° 电角度。若磁感应强度沿转子表面按正弦规律分布,则在三相绕组中分别感应出振幅相等、频率相同、相位互差 120° 的三相正弦交流电动势



续表

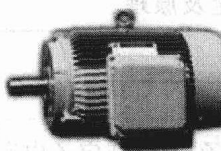
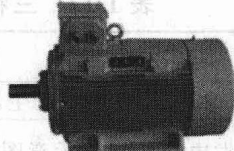
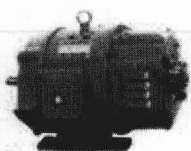
名称	说 明
表示方法	若规定三相电动势的正方向都是从绕组的末端指向始端,如图所示。如果以 U 相为参考量,则三相正弦交流电动势的瞬时值方程式表示为: $e_U = E_m \sin \omega t$ $e_V = E_m (\omega t - 120^\circ)$ $e_W = E_m (\omega t + 120^\circ)$ 与之相对应的波形图(a)和矢量图(b)如下所示。 
相序	三相电动势到达最大值的先后次序叫相序。在波形图(a)中,最先到达最大值的是 e_U,其次是 e_V,再次是 e_W,它们的相序是 $U \rightarrow V \rightarrow W \rightarrow U$,称为正序。若最大值出现的次序是 $U \rightarrow W \rightarrow V \rightarrow U$,与正序相反,则称为负序。一般三相电动势都是指正序而言,并常用颜色黄、绿、红来表示 U、V、W 三相,即 A、B、C 三相

1.2 建筑常用的电动机与电器

1.2.1 建筑常用的电动机

建筑常用的电动机见表 1-13 所示。

表 1-13 常用的电动机

电动机类型	笼型异步电动机	绕线式异步电动机	同步电动机	直流电动机
外形				
使用场合	功率不大的水泵、风机和小型机床等	起重机、卷扬机等	大功率水泵和空气压缩机等	在交流电动机不能满足要求时
电动机类型 (按结构型式)	防护式电动机	封闭式电动机	防爆式电动机	
外形				

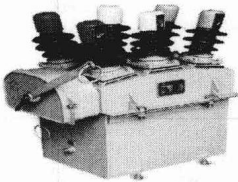
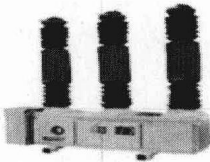
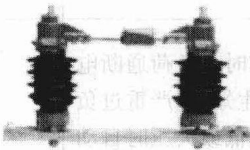
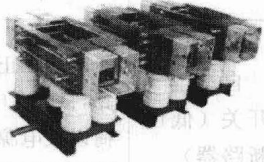
续表

电动机类型	笼型异步电动机	绕线式异步电动机	同步电动机	直流电动机
使用场合	灰尘少、无腐蚀性气体的环境	灰尘多、潮湿或含有腐蚀性气体的场合	有爆炸性气体的场所	
工作制	在恒定负载下长期连续运行	在变动负载下长期连续运行	短时运行制	重复短时运行制
计算方法	$P = \text{生产机械所需功率} / (\text{生产机械效率} \times \text{电动机效率})$ 式中, P 为电动机额定功率, kW	可采用等效负载法, 所选容量应等于或略大于等效负载	$P \geq \text{生产机械所需功率} / \lambda$ $\lambda = \text{电动机最大转矩} / \text{电动机额定转矩}$ 式中, λ 为电动机过载系数; P 为电动机额定功率, kW	可应用等效负载法选择
容量选择注意事项	当电动机负载经常低于 40% 额定容量时应合理更换电动机, 避免电动机轻载运行, 以保持电动机能在高效率范围内工作。对空载或轻载运行持续时间超过 5h 的中小型电动机应及时停运			
额定转速选择	额定转速应与拖动的负载机械转速一致。 额定电压一般为 380V, 但电动机容量较大时 (200kW 以上), 应选用高压电动机, 以利于节能			

1.2.2 建筑常用的电器

① 建筑常用的电器分类, 高压电器见表 1-14, 低压电器见表 1-15 所示。

表 1-14 建筑常用的高压电器

名称	用途	外形	
断路器	具有完善的灭弧装置, 能切合正常工作电流, 又能切断短路电流。其类型有油断路器、空气断路器、真空断路器和六氟化硫 (SF ₆) 断路器		
隔离开关	没有灭弧装置, 它不能带负荷拉合		

续表

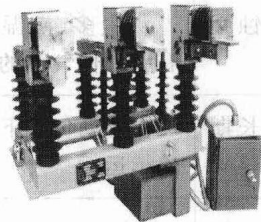
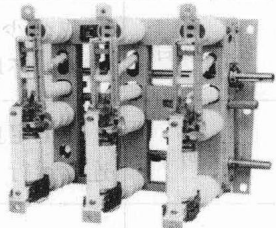
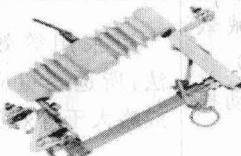
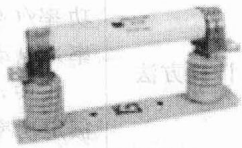
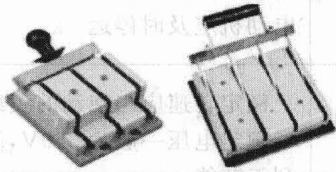
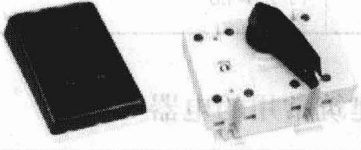
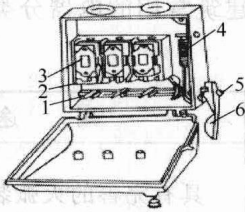
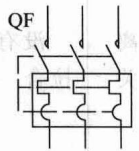
名称	用途	外形	
负荷开关	只有简单的灭弧装置,它只能切合正常工作电流,不能切断短路电流		
		户外高压隔离真空负荷开关	户内交流高压负荷开关
熔断器	通过电流超过规定值时,能自动使其熔体熔化而断开电路的保护电器		
		户外高压跌落式	户内高压管式

表 1-15 建筑常用的低压电器

名称	说明	外形
刀开关	闸刀开关,用于开、闭电源	
开启式负荷开关	胶盖瓷底闸刀开关,在这种开关中带有保护熔丝,当电路中电流超过允许值时熔丝熔断切断电路,保护电路中设备安全	
铁壳开关	封闭式低压负荷开关	  1—刀式触头;2—夹座;3—熔断器; 4—速断弹簧;5—转轴;6—手柄
组合开关	转换开关,是一种手动控制电器	 
自动空气开关(低压断路器)	既能在正常工作时带负荷通断电路,又能在电路发生短路、严重过负荷以及电源电压太低或失压时自动切断电源,还可在远方控制其跳闸	   装置式 框架式