

芮静康 主编

建筑电气 工程师手册

中国建筑工业出版社

JIANZHU DIANQI GONGCHENGSHI SHOUC

建筑电气工程师手册

芮静康 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工程师手册 / 芮静康主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-06797-9

I. 建… II. 芮… III. 房屋建筑设备: 电气设备—工程师—技术手册 IV. TU85—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 084230 号

建筑电气工程师手册

芮静康 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 38 $\frac{1}{2}$ 字数: 956 千字

2004 年 12 月第一版 2004 年 12 月第一次印刷

印数: 1-4000 册 定价: 58.00 元

ISBN 7-112-06797-9

TU·6044 (12751)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书涉及面广、系统性强、反映了许多建筑电气新技术,内容实用,是建筑电气工程师的实用的工作手册。

本书内容包括:建筑电气基础资料,建筑电气设计、施工、运行、维修、规范要点,通信、广播和电视系统,电梯系统,消防系统,供配电系统的设计、施工、运行和维护。本书叙述简要,突出重点,压缩了篇幅。

本书可供从事设计、施工、运行、维护的建筑电气工程师阅读和使用,也可供其他行业的电气工作者和有关大专院校师生参考。

* * *

责任编辑:唐炳文

责任设计:孙 梅

责任校对:李志瑛 张 虹

《建筑电气工程师手册》 编 审 委 员 会

- 顾 问：**陈汤铭 清华大学教授、电机学奠基人之一
翟中和 北京大学教授、中国科学院院士
韩银铎 清华大学教授、中国科学院院士
杨宝禄 电机学会常务理事、北京电机总厂首任总工程师
焦留成 教授、郑州大学副校长
席德熊 研究员、中国计量研究院处长
任华巽 民建中央委员、副部长
- 主 任：**芮静康 教授、高工、总工
- 副主任：**路云坡 武钦韬 童启明
- 委 员：**曾慎聪 刘 俊 窦晓霞 季红益 杨纯久
冯丽萍 魏立新 胡玉珏 罗大连 杨玉芳
王秀容 王 杰 杨 翌 易 豪 王 梅
罗 静
- 主 编：**芮静康
- 副主编：**余发山 王福忠 柳春生
- 编作者：**芮静康 余发山 柳春生 易晓郑 上官璇峰
郭永东 刘志怀 王志民 田 书 雷乃清
成凌飞 牛小中 李福军 郭三明 王双萍
陈晓峰 罗大连 王福忠 王玉梅 宋运忠
苏 姗 苏 波 张 展
- 主 审：**李发海 清华大学著名教授

前 言

随着国民经济的发展,科学技术的进步,智能建筑、高楼大厦的大量兴起,建筑电气有了长足的发展。尤其是建筑电气工程师队伍的壮大,建筑电气书籍虽然不少,但广大建筑电气工程师迫切需要一本简明精练的实用的工作手册。我们通过深入、广泛地调研,认真的思索,长期的准备,在搜集了大量资料和总结了多年的实践经验的基础上,组织了许多编作者,在出版社的帮助和具体指导下,编写了这本《建筑电气工程师手册》。

本手册在编写时注意选材新颖,内容实用,重点突出,叙述简明,并有一定的深度,涵盖知识面又较宽,强调是建筑电气工程师和电气工作者的工作手册,在设计、施工、运行、维护时方便查阅。全书共分六章,第一章建筑电气基础资料,第二章建筑电气设计、运行、维修规范要点,第三章通信、广播和电视系统,第四章电梯系统,第五章消防系统,第六章供配电系统的设计、施工、运行和维护等,以适应新的建筑电气工程技术的需要。相信本手册能给建筑电气工程师和广大电气工作者提供极大的方便。

本手册由清华大学资深教授,电机学奠基人之一陈汤铭先生担任编审委员会首席顾问,由两位中国科学院院士、北京大学翟中和教授,以及清华大学韩银铎教授等担任顾问。由电工界著名专家学者芮静康同志担任编审委主任和本书主编,由余发山、王福忠、柳春生三位教授任副主编,其他编作者详见编审委员会名单。本书由清华大学著名教授李发海先生担任主审。本书得到武钦韬教授和王福忠教授的大力支持。焦作工学院电气系主任余发山教授做了大量的组稿工作,得到编审委员会许多专家教授和领导的大力帮助和支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于篇幅的限制,内容广泛,编者水平有限,错漏和不妥之处在所难免,敬请广大读者和专业同仁批评指正。本手册可供设计、施工、运行和维护时参考,但产品生产和工程施工,请以设计图样为准,谨向读者表示歉意。

芮静康

2003 年国庆节于北京

目 录

第一章 建筑电气基础资料	1
第一节 电工常用基础资料	1
一、常用电工名词和术语	1
二、常用电工计算公式	6
三、电工技术常用符号、单位及法定计量单位	13
四、常用电工图形符号和文字符号	20
五、电气制图规则	33
第二节 电工电子基础电路	58
一、照明典型电路	58
二、异步电动机的启动、调速及制动典型电路	60
三、典型电子电路	67
四、集成电路典型等效电路	97
五、逻辑单元电路	100
六、微机组成电路	106
第二章 建筑电气设计、运行、维修规范要点	111
第一节 通用设计规范要点	111
一、电动机控制保护	111
二、电梯、自动扶梯与自动人行步道控制与保护	118
三、整流电源	122
四、蓄电池	123
五、交流稳压电源	124
六、不间断电源	125
七、舞台用电设备	127
八、日用电器	128
第二节 变电所和配电装置设计规范要点	129
一、一般规定	129
二、所址选择	132
三、高、低压变配电设备选择	133
四、设备布置	136
第三节 继电保护和自动装置设计规范要点	136
第四节 综合布线系统工程设计规范要点	138
第五节 电视系统及共用天线设计规范要点	142
一、有线电视系统信号源及系统规模的分类	142
二、系统传输方式的选择	142
三、天线设计	143

四、卫星电视接收天线安装位置的选择	145
五、卫星天线的主要性能要求	145
六、电视天线前端设备的选择	146
七、邻频前端设备的要求	147
八、天线放大器及分配器的选择	147
九、其他要求	148
第六节 通信系统设计规范要点	149
一、电话	149
二、对市内电话局的中继方式	150
三、电话站站址选择	151
四、电话站设备布置	151
五、会议电话、调度电话	152
六、电源、接地、照明	152
七、房屋建筑	156
第七节 火灾自动报警系统施工及验收规范要点	158
一、一般要求	158
二、系统的设计形式和设计要求	158
三、消防联动控制设计要求	159
四、火灾应急广播系统	159
五、火灾警报装置	159
六、消防专用电话设置原则	159
七、系统接地要求	160
第八节 架空和电力线路施工及验收规范要点	160
一、架空线路	160
二、电杆和埋设	164
三、横担和绝缘子	165
四、拉线	166
五、接户线	167
六、对地距离和交叉跨越	168
七、电力线路施工及验收要点	170
第三章 通信、广播和电视系统	176
第一节 通信系统	176
一、电话和电话机	176
二、传真和传真机	180
三、程控交换机	182
四、卫星通信、网络通信	189
五、通信布线和跳线技术	199
六、建筑通信系统的设计	205
七、建筑通信的施工	241
八、其他通信设备——数字微波通信系统	258
第二节 广播电视系统	260
一、收音、扩声与音响系统	260

二、立体声广播	266
三、背景音乐	268
四、卫星电视	270
五、建筑公用天线和有线电视	275
六、广播电视系统的施工	278
第四章 电梯系统	320
第一节 电梯的种类、特点、结构和选择	320
一、电梯的种类特点	320
二、电梯的基本结构	329
三、电梯的选择	330
第二节 电梯的机械设备	337
一、轿厢	337
二、门系统	338
三、导向系统和曳引系统	339
四、对重系统	339
五、机械安全保护系统	340
第三节 电梯的电气控制	341
一、电梯的电力拖动系统	342
二、电梯的电气控制系统	354
三、电梯的安全保护系统	364
第四节 电梯的安装、调试、运行和维护	364
一、电梯的安装和调试	364
二、自动扶梯级两侧的安全问题	384
三、电梯的运行和维护的有关问题	388
第五章 消防系统	399
第一节 火灾探测器	399
一、火灾探测器的种类	399
二、火灾探测器的选择	399
三、火灾探测器的布置与安装	401
第二节 火灾报警控制器	409
一、火灾报警控制器的功能与分类	409
二、火灾报警控制器系统结构	410
第三节 自动喷水灭火系统	413
一、湿式自动喷水灭火系统	413
二、干式喷水灭火系统	415
第四节 消防专用通信系统	418
一、火灾事故广播系统	418
二、消防专用电话系统	420
三、消防对讲电话插孔	420
第五节 火灾应急照明系统	421
一、火灾应急照明的种类	421
二、火灾应急照明的设置	422

三、火灾应急照明灯具的安装	422
四、火灾应急照明场所的供电时间和照度要求	423
五、应急照明电源的转换时间	424
六、应急照明灯的保护	424
七、应急照明灯的供电及控制方式	424
八、备用电源内应急照明灯控制	424
第六节 消防系统供电	427
一、消防系统电源	427
二、消防系统供电基本要求	427
三、供电回路	427
四、消防系统备用蓄电池	428
五、消防系统接地	429
第七节 消防联动控制	429
一、灭火设施控制	429
二、电动防火门控制	430
三、电动防火卷帘控制	430
四、防烟、排烟设施控制	431
五、非消防电源断电及电梯应急控制	431
第八节 消防控制中心	431
一、消防指挥中心	431
二、消防控制室的布置及主要设备	433
三、显示屏和控制台的设计	434
四、消防控制室的设计要求	435
第九节 计算机消防管理系统举例	435
一、深圳国际贸易中心大楼	435
二、上海某金融综合大厦	438
第六章 供配电系统的设计、施工、运行和维护	445
第一节 负荷计算与短路电流计算	445
一、负荷和负荷计算方法	445
二、需要系数法计算负荷	445
三、二项系数法计算负荷	453
四、高层建筑的负荷计算	455
五、照明负荷计算	461
第二节 供配电系统的自动化	463
一、变电所的计算机实时监控	463
二、供配电系统的自动化、运动化和智能化	469
第三节 供配电系统施工、运行和维护	526
一、电站的施工	526
二、配电室的施工	535
三、外线和内线施工	547
四、供配电系统的维护	601
参考文献	604

第一章 建筑电气基础资料

第一节 电工常用基础资料

一、常用电工名词和术语

电荷 电的量度,电子是其最小单元。电荷有正电荷和负电荷,如果某物体失去或得到一些电子,则称该物体带电。失去电子的物体带正电,得到电子的物体带负电。电荷之间存在相互的作用力,同性电荷相互排斥,异性电荷相互吸引;电荷以字母 Q 表示;单位为 C (库仑)。一个电子的电荷是 $1.6 \times 10^{-19} C$ 。

电流 电荷有规则的运动叫做电流。

电流强度 用来衡量电流强弱的物理量。在数值上它等于单位时间内穿过导体截面积的电量,单位为 A (安培,简称安),更大的电流单位是 kA (千安)。习惯上往往把电流强度简称电流。

电流密度 通过单位面积的电流大小称为电流密度,以字母 J 表示,单位为 A/mm^2 (安/毫米²)。

电位 在电场中,单位正电荷从某点移到参考点时,电场力所做的功,称为某点的电位。在理论上,常取无限远点作为电位的参考点;在工程中,常取大地作为电位的参考点。电位的单位为 V (伏特,简称伏),更大的电位单位为 kV (千伏)。

电压 静电场或电路中两点间的电位差,其数值等于单位正电荷在电场力的作用下,从一点移动到另一点所做的功,以字母 U 表示,单位为 V (伏特,简称伏)。

导体 带电粒子能在其中自由移动的物体,称为导体。各种金属、人体、大地,各种酸、碱、盐的水溶液(即电解液)都是导体。用金属联接带正电和带负电的物体时,金属中的自由电子就移动到带正电的物体上,去补充电子的不足,而带负电的物体中的多余电子又跑到金属上来。至于电解液,由于其内部存在着正、负离子,它们在导电时可以自由移动,因而成为导体。

绝缘体 某些物体原子中的电子都被原子核紧紧地束缚住,几乎没有自由电子存在,因此导电能力极其微弱。这种几乎不能导电的物体称为绝缘体,如橡胶、塑料、陶瓷、云母、石蜡、胶木、油类、绝缘漆、干燥的木材和空气等。

半导体 导电性能介于导体和绝缘体之间的物体称为半导体。目前应用较广的半导体有硅、锗、硒等。

电阻 导体既有导电的能力,又有阻碍电流通过的作用,这种阻碍作用叫做导体的电阻,以字母 R 或 r 表示。电阻的大小与导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比,还与导体的材料有关,电阻的单位是 Ω (欧姆,简称欧)。

电阻率 电阻率又称电阻系数或比电阻;是衡量物体导电性能好坏的一个物理量,以字母 ρ 表示,单位为 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (欧姆·毫米²/米)。电阻率的数值等于用该种物质做成的长为 1m、横截面积为 1mm^2 的导线,在温度为 20°C 时的电阻值。电阻率愈大,则物质的电阻愈大,导电性能愈差。

电阻的温度系数 表示物质的电阻率随温度而变化的物理量,其数值等于温度每升高 1°C 时,电阻率的增加量与原来的电阻率的比值,以字母 α 表示,单位为 $1/^\circ\text{C}$ 。

电导率 又叫电导系数,也是衡量物体导电性能好坏的一个物理量。其大小在数值上是电阻率的倒数,以字母 γ 表示,单位为 $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ [米/(欧姆·毫米²)]。

电动势 电路中因其他形式的能量转换为电能所引起的电位差,叫做电动势,其数值等于单位正电荷在回路中绕行一周时电源力所做的功,单位为 V (伏特,简称伏)。

直流 大小和方向不随时间而变化的电流称为稳恒电流,又称直流。

磁场 在磁铁或电流周围空间的其他磁性物质或载流导体会受到力的作用,这个现象说明,磁铁或电流周围空间建立了磁场。

磁感应强度 表示磁场强弱与方向的物理量,包括由电流产生的磁场和磁介质因磁化而产生的磁场,在充满均匀磁介质情况下,由它决定磁场作用于磁性物质(或载流导体)上的作用力,以字母 B 表示,单位为 Wb/m^2 (韦伯/米²)。

目前,工程实际中磁感应强度仍旧在使用更小的单位 Gs (高斯), $1\text{Wb}/\text{m}^2 = 10^4\text{Gs}$ 。

磁通 磁感应强度与垂直于磁场方向的面积的乘积叫磁通,以字母表示 Φ , 单位为 Wb (韦伯)。

磁通密度 单位面积上所通过的磁通大小叫磁通密度。因此,磁通密度和磁感应强度在数值上是一致的,也以字母 B 表示,单位 Wb/m^2 (韦伯/米²)。

磁场强度 也是表示磁场强弱与方向的物理量,但它不包括磁介质因磁化而产生的磁场,以字母 H 表示,单位为 A/m (安/米)。磁场强度的大小在数值上等于磁感应强度与磁导率之比。

磁动势 在磁路中产生磁通的源叫磁动势,以字母 F 表示,单位为 A (安)。磁动势的大小等于绕在磁路上的线圈匝数乘以流过线圈的电流。

磁阻 表示磁路对磁通所起的阻碍作用,以符号 R_m 表示,单位为 $1/H$ (1/亨)。

磁导率 又称导磁系数,是衡量物质导磁性能的物理量,以字母 μ 表示,单位为 H/m (亨/米)。

相对磁导率 任何一种物质的磁导率 μ 与真空的磁导率 μ_0 的比值叫相对磁导率,以符号 μ_r 表示。

剩磁 将铁磁物质放在外磁场之中,铁磁物质将被磁化,当外磁场消失后,铁磁物质仍保留一定的磁性,就叫剩磁。永久磁铁就是剩磁很强的磁性物质。

电磁力 载流导体在外磁场中将受到力的作用,这种力叫电磁力。

电磁感应现象 当穿过闭合回路所包围面积的磁通量发生变化时,回路中就会产生电流,这叫电磁感应现象。回路中所产生的电流叫做感应电流。同样,当闭合回路中的一段导线在磁场中运动并切割磁力线时,导体中也产生电流。上述两种现象是用不同方式对同一个本质进行观察所得到的,两种现象是统一的。切割磁力线的过程可看作是闭合回路中磁通量变化的过程。

感应电动势及其方向 根据电磁感应现象,回路中出现感应电流,表明回路中有感应电动势产生。闭合回路中的感应电动势又总是企图产生一个电流,该电流产生的磁通量力图阻碍原来磁通量的变化,该电流的方向就是感应电动势的方向。

右手定则 导体在磁场中作切割磁力线的运动时,将产生感应电动势。其中磁力线方向、导体运动方向和感应电动势方向三者间存在着一定关系,称为右手定则。即伸开右手手掌,使拇指和其他四指相垂直,让磁力线穿过手心,使拇指指着导体运动方向,则其他四指的指向即为感应电动势的方向。

左手定则 将载流导体置于磁场中,则载流导体将受到力的作用。其中磁力线方向、载流导体中的电流方向和载流导体受到的作用力方向三者之间存在着一定关系,称为左手定则。即伸开左手手掌,使拇指和其他四指相垂直,让磁力线穿过手心,使四指指向电流的方向,则大拇指的指向即为导体受力的方向。

自感 当闭合回路(或线圈)自身的电流变化时,引起穿过它本身的磁通跟着发生变化,因此在回路中也将产生感应电动势,这种现象称为自感现象。这种感应电动势称为自感电动势。穿过闭合回路(或线圈)的磁通与产生该磁通的电流之间的比值,叫做回路(或线圈)的自感系数,简称自感,以字母 L 来表示,单位为 H(亨利,简称亨)。

互感 当两个闭合回路(或线圈)相互靠近,其中一个回路(或线圈)的电流变化,引起穿过另一个回路(或线圈)所包围的磁通量跟着变化,使这个回路(或线圈)中产生感应电动势的现象,叫互感现象。由第一个回路(或线圈)的电流所产生而与第二个回路(或线圈)相连的磁通,同该电流的比值,叫做第一个回路(或线圈)的互感系数,简称互感,以字母 M 表示,单位为 H(亨利,简称亨)。

电感是自感与互感的统称。

感抗 当交流电流通过具有电感的电路时,电感有阻碍交流电流通过的作用。这个作用叫做感抗,以符号 X_L 表示,单位为 Ω 。感抗在数值上等于电感 L 乘以电流频率 f 的 2π 倍,即 $x_L = 2\pi fL$ 。

涡流 放在变化磁场中的导电物质内部会产生感应电流,以反抗磁通的变化,这种感应电流叫做涡流。

磁滞 铁磁体在反复磁化的过程中,它的磁感应强度的变化总是滞后于它的磁场强度,这种现象叫磁滞。

磁滞回线 在磁场中,铁磁体的磁感应强度与磁场强度的关系可用曲线来表示。当磁化磁场做周期性的变化时,铁磁体中的磁感应强度与磁场强度的关系是一条闭合曲线,这条闭合曲线叫磁滞回线。

磁滞损耗 放在交变外磁场中的铁磁体,因磁滞现象而产生功率损耗,使铁磁体发热,这种损耗叫磁滞损耗。

电容 表示两个分隔开来的导体储存电荷能力的一个参数,以字母 C 表示。它在数值上等于导体所具有的电量与所具有的电压的比值,单位为 F(法拉,简称法)。

容抗 交流电流过具有电容的电路时,电容有阻碍交流电流过的作用,这种作用叫容抗,以符号 X_c 表示,单位为 Ω 。容抗在数值上等于 2π 与电容 C 、电流频率 f 乘积的倒数,即

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

阻抗 交流电流过具有电阻、电感和电容的电路时,它们对交流电的阻碍作用叫阻抗,用字母 Z 表示,单位为 Ω 。阻抗在数值上等于电阻的平方加感抗与容抗之差的平方之和的平方根,即

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$$

交流 大小和方向随时间作周期性变化的电流,称为交流。

电动势、电压和电流的大小随时间作正弦规律变化的电路,称为正弦交流电路。它是交流电路最基本的形式。

频率 在一秒钟内,交流电所完成的交变次数,称为频率,以字母 f 表示,单位为 Hz (赫兹,简称赫)。我国发电厂所生产的交流电,频率为 50Hz。这一频率定为工业标准频率,简称工频。

周期 交流电每变化一周所需要的时间叫周期,以字母 T 表示,单位为 s(秒)。周期与频率互为倒数,即

$$T = \frac{1}{f} \text{ 以及 } f = \frac{1}{T}$$

振幅 交流电流或电压在一个周期内出现的最大值叫振幅。

相角和相位差 交流电瞬时值表达式中,正弦(或余弦)符号后面相当于角度的量,叫做交流电的相角,又称相位。例如正弦交流电流瞬时值 i 的表达式为

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

其中 $(\omega t + \varphi_0)$ 即为正弦交流电流的相角。当 $t=0$ 时,相角等于 φ_0 ,称为初相角,简称初相。两个同频率正弦量的初相角之差,称为相角差或相位差。相位差等于零的两个正弦量,称为同相。

角频率 相角在每秒中变化的角度以弧度数来表示时,称为角频率,以字母 ω 表示,单位是 rad/s(弧度/秒)。即

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{1}{T} \text{ (rad/s)}$$

有效值 在两个相同的电阻中,分别通以直流电和交流电,如果经过相同时间,它们发出的热量相等,则把此直流电的大小定为该交流电的有效值,以 I 表示。正弦电流的有效值等于它最大值的 0.707 倍。

在电气设备和电气元件上所标出的额定电压、额定电流,如无特别说明,则指的都是有效值。

瞬时功率 交流电路中的任一瞬间的功率,称为瞬时功率。如电压和电流的瞬时值分别用 u 、 i 表示,则瞬时功率为 $P = u \cdot i$ 。

有功功率 又叫平均功率。交流电的瞬时功率不是一个恒定值,功率在一个周期内的平均值叫做有功功率。它是指电路中的电阻所消耗的功率,以字母 P 表示,单位是 W(瓦)或 kW(千瓦)。

无功功率 在具有电感或电容的电路中,电感或电容在半个周期的时间里把电源送来的能量变成磁场或电场的能量储存起来,而在另外半个周期的时间里又把储存的磁场或电场能量送还给电源,这样周而复始,只与电源交换能量,并不真正消耗能量,我们把与

电源交换能量的速率的振幅值叫做无功功率,以字母 Q 表示,单位为 var(乏)或 kvar(千乏)。

视在功率 在具有电阻和电抗的电路内,其电压与电流有效值的乘积称为视在功率,以字母 S 表示,单位 VA(伏安)或 kVA(千伏安),其值为

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

功率因数 在直流电路里,电压乘电流就是有功功率。但在交流电路里,电压与电流有效值的乘积是视在功率,而能起到做功的一部分功率(即有功功率)小于视在功率。有功功率与视在功率的比值,称为功率因数,通常以 $\cos\varphi$ 表示, φ 角称为功率因数角。 $\cos\varphi$ 的数值在 0 至 1 之间。

电路 用导线将电源和负载按一定方式连接起来的回路叫电路,即电流所经之路。电路的形式和作用多种多样,有为了传送或分配电力而构成的电路,也有为了处理和传输电信号而构成的电路等。当电流通过电路时,接在电路中的负载将电能转换成人们所希望获得的能量形式。电源起着把其他形式的能量转变成电能的作用,连接导线起着输送和分配电能的作用。

支路电流法 它以支路电流为未知量,直接应用基尔霍夫电流定律和电压定律,列出所需要的方程,而后联立解出各未知支路电流的方法,这个方法常应用于复杂电路的计算中。

回路电流法 它以回路电流为未知量,应用基尔霍夫电流定律及电压定律,列出所需要的方程,而后联立解出各未知的回路电流,再利用叠加法,最后求得各支路电流。它是复杂电路计算中常用的方法。

节点电位法 从各节点电流代数和为零的思想出发,但 $\sum I = 0$ 这个关系不以电流来表示,而是以电路中各节点电位为未知量的形式表示出来,并求解联立方程。求出各点电位后,可进一步确定电路中各支路电流及电压值。在复杂电路的计算中这是一种重要的方法。

叠加原理 在线性电路中,任一支路电流(或电压),都是电路中各个电动势单独作用时,在该支路中产生的电流(或电压)的代数和。线性电路的这一性质称为叠加原理。

等效电源定理(即戴维南定理) 一个线性有源二端网络,可以用一个等效电源代替。这个等效电源的电动势等于有源二端网络两个接线端的开路电压。它的内阻等于其内部电动势为零时,在两个接线端的等效电阻,这个定理叫做等效电源定理。

三相正弦交流电动势 由三相交流发电机产生的三个正弦交流电动势 e_A 、 e_B 、 e_C ,构成了一组幅值相同、频率相同、相位上互差 120° 的三相电动势,叫做对称的三相电动势,它们的瞬时值可写成

$$\begin{aligned} e_A &= E_m \sin \omega t \\ e_B &= E_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ e_C &= E_m \sin(\omega t - 240^\circ) \end{aligned}$$

相电压 三相电源中,任一根相线(火线)与中线之间的电压,叫做相电压。

线电压 三相电源中,任意两根相线(火线)之间的电压,叫做线电压。

相电流 三相负载中,每相负载中流过的电流,叫做相电流。

线电流 三相电源线各线中流过的电流,叫做线电流。

电流的化学效应 电流通过盐类、碱类和酸类的溶液,能使它们分解,将电能转换为化

学能或其他形式能量,这种作用叫做电流的化学效应。如电镀就是利用电流的化学效应。

静电感应 导体在附近电荷的作用下感应带电,靠近电荷的一端感应出与它符号相反的电荷,另一端则感应出与它符号相同的电荷,感应的正负电荷在数量上是相同的,这种现象叫做静电感应。工业上的静电植绒就是应用了静电感应的原理。

趋肤效应 又叫做集肤效应。当高频电流通过导体时,电流将集中在导体表面流通,这种现象叫做趋肤效应。

热电效应 将两根不同的金属导线的两端分别连接起来,形成一闭合回路。若在其一端加热,另一端冷却,导体中将产生电流。此外,在一段均匀导线上如有很高的温差存在时,导线两端会有电动势出现,这些现象叫做热电效应。工业上测高温用的热电式仪表就是应用热电效应这个原理。

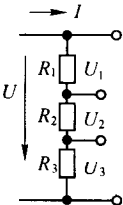
光电效应 光线被物质吸收,产生电的效应叫做光电效应。太阳能电池是应用光电效应而制成的。

压电效应 对石英、酒石酸钾钠等晶体的表面施加压力,在两受力面上将产生异性电荷,两表面间将出现电位差,反之这些晶体处于交变的电场中将产生振动,这种现象叫做压电效应。工业上如压电效应型超声波发生器就是应用这一原理制成的。

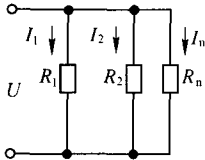
二、常用电工计算公式

常用电工计算公式见表 1-1~表 1-3。

电工常用计算公式 表 1-1

名 称	计 算 公 式	单 位	说 明
电 流	$I = \frac{Q}{t}$	A	Q—电荷量(C) t—时间(s)
电 压	$U = \frac{W}{Q}$	V	W—电场力所做的功(J) Q—电荷量(C)
电 阻	$R = \rho \frac{l}{S}$	Ω	ρ —导体的电阻率($\Omega \cdot m$) l—导体的长度(m) S—导体的横截面(m^2)
电 阻 与 温 度 的 关 系	$R = R_0[l + a(t - t_0)]$ $t - t_0 = \frac{R - R_0}{aR_0}$	Ω $^{\circ}C$	R—温度为 t 时导体的电阻 R ₀ —温度为 t ₀ 时导体的电阻 t、t ₀ —分别为导体的温度
电 阻 的 串 联	$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$ 		总电压等于各段电压之和 总电流、各支路电流均相等

续表

名 称	计 算 公 式	单 位	说 明
电阻的并联	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$ $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ 		各电阻两端的电压均相等,并与外加电压相等 总电流等于各支路电流之和
电阻的混联	$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$		
电阻的星形联结与三角形联结之互换关系	星形变为三角形 $R_{12} = \frac{R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_2}{R_3}$ $R_{23} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1}$ $R_{31} = \frac{R_2 R_3 + R_1 R_2 + R_1 R_3}{R_2}$ 三角形变为星形 $R_1 = \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_2 = \frac{R_{23} R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_3 = \frac{R_{31} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$		此公式可这样记 两电阻的乘积之和,用对面电阻来除 两电阻的乘积,用三个电阻之和来除 R_1, R_2, R_3 —星形联结的电阻 R_{12}, R_{23}, R_{31} —三角形联结的电阻
电容量	$C = \frac{Q}{U}$	F	Q —进入电容器的电荷量(C) U —电容器两端的电压(V)
电容器的并联	$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$	F	若几个电容器的电容量相等,均为 C_0 , 则总电容量 $C = nC_0$
电容器的串联	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	F	若几个电容器的电容量相等,均为 C_0 , 则总容量 $C = \frac{C_0}{n}$
电源的串联	$E = E_1 + E_2 + \dots + E_n$ $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	V A	E —总电源电压(V) E_1, E_2, E_n —分电源电压(V) I —总电源电流(A) I_1, I_2, I_n —分电源电流(A)
电源的并联	$E = E_1 = E_2 = \dots = E_n$ $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$	V A	E —总电源电压(V) E_1, E_2, E_n —分电源电压(V) I —总电源电流(A) I_1, I_2, I_n —分电源电流(A)