

黄德仁

李全中

翟世隆

编著

供用电实用技术手册



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

供用电实用技术手册

翟世隆 李全中 黄德仁 编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本手册是从电力事业发展的实际需要出发,采用国家新颁标准编写的供用电必备实用技术工具书。它较系统地介绍了常用电气设备的特点、基本结构、分类与用途、型号及技术数据、选择、安装、运行与维护、常见故障及处理方法、供电与用电管理等方面的专业技术常用资料。共分八篇 48 章,包括基础知识、电工仪表与测量、电机、输变电与配电、工业与民用建筑供电、电力应用与用电设备、电气试验、供用电管理等内容。

本手册力求简明和便于使用,没有过多的文字叙述,《手册》中列有大量的数据表格和插图,具有资料新、信息量大、可操作性强的特点。适用于供电、用电企事业单位的电气管理人员、工程技术人员、技术工人、大中专院校有关专业师生及其他与供用电活动有关的管理人员参考查阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

供用电实用技术手册/翟世隆等编著. —北京:中国水利水电出版社,
1997

ISBN 7-80124-556-3

I. 供… II. 翟… III. 供电-技术手册 IV. TM72-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 19898 号

书 名	供用电实用技术手册
作 者	翟世隆 李全中 黄德仁 编著
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京金剑照排厂
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 54.25 印张 1936 千字
版 次	1998 年 8 月第一版 1998 年 8 月北京第一次印刷
印 数	0001—5800 册
定 价	85.00 元

前 言

供用电技术是当代科学技术的一个重要领域，已成为现代工业、农业、国防、科技以及人民生活中应用十分广泛的学科，并且在理论上、技术上日益发展，产品不断更新，这就要求供用电工作者掌握大量的新知识、新理论和新的应用技术。但这些技术内容涉及面广，应用范围庞大，在实践中，单靠人们的记忆是很困难的。虽然近年来不断有一些有关电气专业方面的书刊出版，但仍感内容比较分散，或专业性太强，甚至有些内容随时间的推移已被淘汰和更新。因此，在实际工作中，查找困难，使用不便，甚至有错误引用的可能性。许多从事供用电方面工作的同志，迫切地需要这方面的常用技术数据和资料。为此，我们编写了这本《供用电实用技术手册》。本手册是《供用电实用技术问答》(中国水利水电出版社，1997年8月出版)的姊妹篇，希望它能适合广大供用电工作者需要，成为一本比较全面和系统的常备技术工具书。

本书在编写过程中参阅了许多书刊，并且从中引用了一些资料，电业同行尤宗道等大力支持和帮助，对书稿编写大纲提出了许多宝贵意见和部分书籍，谨在此深致谢意。

由于水平有限，工作实践经验不足，编写不免有遗漏或不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

1996年12月

目 录

前 言

第一篇 基础知识

第一章 常用计算公式及基本定律	2
第一节 直流电路计算公式	2
第二节 电磁感应定律	5
第三节 交流电路计算公式	5
第四节 电磁吸力计算公式	9
第五节 三相异步电动机计算公式	9
第六节 直流电动机计算公式	10
第七节 变压器计算公式	10
第八节 矢量和主要电量的矢量表达	11
第二章 量和单位	13
第一节 名词术语	13
第二节 国际单位制和我国法定计量单位	13
第三节 常用的物理量和法定计量单位	15
第四节 常用单位换算	18
第三章 电气图形及文字符号	24
第一节 常用电气图形符号	24
第二节 常用电气文字符号	33
第四章 标准及标准化	36
第一节 国内标准的种类、分级和代号	36
第二节 常见国际标准和国外标准	37
第三节 国际电工委员会(IEC)简介	38
第五章 电气设备的防护等级	41
第一节 外壳防护等级的分类	41
第二节 电工电子设备防电击保护分类	42
第六章 电气设备的基本参数	44
第一节 电压	44
第二节 电流	47
第三节 频率	49
第七章 各项电工产品无线电干扰允许值	50
第一节 电动工具、家用电器和类似器具无线电干扰允许值	50
第二节 车辆、机动船和火花点火发动机驱动装置无线电干扰特性的允许值	51
第三节 工业、科学和医疗射频设备无线电干扰允许值(GB4824.1—84)	52
第四节 对工、科、医设备使用频率的要求	53
第八章 常用气象地理资料	54
第九章 常用电气计算图(诺模图)表	60
第一节 欧姆定律计算图	60

第二节	电阻、功率及电压的关系计算图	60
第三节	电抗计算图	61
第四节	电感、电容、频率、电抗综合计算图	61
第五节	元件的并联和串联计算图	63
第六节	移相电容器补偿容量提高功率因数计算图	64
第七节	三相负荷不平衡时零线电流计算图	65
第八节	负荷中心计算图	66
第九节	共用段线损电量分摊计算图	68
第十节	滚球法确定防雷接闪器保护范围诺模图	69
第十一节	常用字母和罗马数字	71
第二篇 电工仪表与测量		
第一章	概述	74
第一节	常用名词术语	74
第二节	常用电工仪表分类	74
第三节	指示仪表的误差及准确度等级	75
第四节	工作位置与绝缘强度符号	76
第五节	电测指示仪表特点与分类	76
第六节	直读指示仪表结构	77
第七节	开关板指示仪表的型号含义	77
第八节	电工仪表的换算系数	79
第九节	电工仪表的连接	80
第十节	常用电工仪表的安装线路	80
第十一节	各级变电所测量与计量仪表的装设	84
第十二节	电工测量仪表控制线路的常见故障及处理方法	84
第十三节	电磁系仪表的常见故障及处理方法	85
第十四节	电动系仪表的常见故障及处理方法	86
第二章	电流、电压测量	88
第一节	一般知识	88
第二节	电流测量	89
第三节	电压测量	91
第四节	常用电流表、电压表	92
第三章	功率测量	94
第一节	一般知识	94
第二节	直流电路功率的测量	94
第三节	单相交流电路功率的测量	95
第四节	三相交流电路功率的测量	95
第五节	常用功率表	96
第四章	功率因数测量	98
第一节	功率因数测量	98
第二节	常用功率因数表	98
第五章	电阻与交流电参量测量	100
第一节	一般知识	100
第二节	$1\Omega\sim 100k\Omega$ 电阻的测量	100
第三节	低电阻的测量	108
第四节	绝缘电阻的测量	109
第五节	交流电参量的测量	113
第六章	频率测量	116
第七章	电能测量	118

第一节	一般知识	118
第二节	电能的间接测量	124
第三节	电能的直接测量	124
第四节	计量装置的运行监视	131
第五节	电能表的轮换和现场校验	135
第六节	常用电能表	136
第七节	三相复费率电能表	138
第八节	磁卡电能表	140
第三篇 电 机		
第一章	概述	142
第一节	电机分类	142
第二节	电机的运行工作制	143
第三节	电机型号的含义	143
第四节	电机外壳的防护等级和冷却方式	144
第五节	电机的接线标志	145
第六节	电机的旋转方向	146
第七节	电机绝缘等级和温度限值	146
第八节	电机的安装型式	147
第九节	合理选用电动机	148
第二章	三相异步电动机	151
第一节	三相异步电动机的分类与用途	151
第二节	三相异步电动机的基本技术参量	152
第三节	电动机的铭牌	153
第四节	三相异步电动机的运行与维护	154
第五节	自励异步发电机	160
第六节	常用三相异步电动机	163
第三章	单相异步电动机	186
第一节	单相异步电动机的分类与用途	186
第二节	单相异步电动机的调速与正反转控制	186
第三节	常用单相异步电动机	189
第四章	同步电机	196
第一节	同步电机的分类与用途	196
第二节	同步发电机的运行与维护	196
第三节	同步发电机的故障处理	203
第四节	同步发电机的定期检修	208
第五节	农村小型水电站和水轮机常见故障及处理方法	209
第六节	柴油机	211
第七节	常用同步电动机	220
第五章	直流电机	228
第一节	直流电机的分类与用途	228
第二节	直流电机的励磁方式及出线端标志	229
第三节	直流电机额定参数范围	229
第四节	直流电动机的运行	230
第五节	直流电动机的常见故障及处理方法	232
第六节	常用直流电动机	235

第四篇 输 变 电 与 配 电

第一章	概述	256
-----	----	-----

第一节	电力网的构成	256
第二节	电力网的额定电压	257
第三节	电力网的负荷	257
第四节	电力网的接线方式	259
第五节	电力网的中性点运行方式	260
第六节	电力网的无功补偿与电压调整	261
第七节	电力网规划和城市电网建设	267
第八节	电线电缆	270
第二章	架空电力线路	303
第一节	架空送电线路	303
第二节	架空配电线路	311
第三节	架空电力线路的电气参数	319
第四节	架空电力线路的功率损耗和电能损耗	321
第五节	架空电力线路的电压降和电压损耗	324
第六节	架空电力线路的导线截面选择	326
第七节	架空电力线路的运行维护	328
第八节	架空线路常见故障及处理方法	331
第三章	电力电缆线路	332
第一节	电力电缆分类及应用范围	332
第二节	电缆的载流量和电缆截面的确定	333
第三节	电缆线路的敷设	338
第四节	电缆线路的运行维护	342
第五节	电缆线路常见故障及处理方法	344
第四章	变电所	345
第一节	变电所的类型	345
第二节	变电所的主接线	345
第三节	变压器	348
第四节	高压电器	386
第五节	低压电器	427
第六节	高压配电装置	462
第七节	变电所的二次接线	467
第八节	变电所的继电保护与安全自动装置	477
第九节	变电所的计算机监控系统	507
第十节	变电所的防雷与接地	508
第十一节	变电所的防火、防震与环境保护	521
第十二节	变电所的巡视与倒闸操作	524
第十三节	箱式变电站	526

第五篇 工业与民用建筑供电

第一章	概述	532
第二章	用电负荷	534
第一节	负荷种类	534
第二节	负荷分级	534
第三节	民用建筑的负荷分级与分类	536
第四节	负荷计算	538
第三章	供配电系统及配变电所	543
第一节	供配电系统设计原则	543
第二节	电源	543
第三节	供配电系统接线方式	544

第四节	生产场所和动力站房常用接线	550
第五节	配变电所接线方式及其设备选择	551
第六节	低压配电设备选择及配合	554
第七节	短路电流计算	556
第四章	线路的选择和室内布线	573
第一节	导线及电缆选择	573
第二节	一般场所配电线路的敷设	575
第三节	爆炸及火灾危险场所的布线	578
第四节	潮湿及腐蚀场所的布线	579
第五节	火灾报警线路	580
第五章	建筑物防雷及接地	581
第一节	建筑物防雷	581
第二节	接地装置与保护连接导体	585
第六篇 电力应用与用电设备		
第一章	电力拖动	591
第一节	电力拖动的特点	591
第二节	生产机械的负载类型和工作制	591
第三节	传动电动机的选择	592
第四节	电动机的继电—接触器控制	598
第五节	电源装置和控制装置的选择	601
第六节	潜水电泵	604
第二章	电力牵引	607
第三章	电动工具	613
第一节	电动工具分类	613
第二节	电动工具型号含义	613
第三节	电动工具的安全防护	614
第四节	电动工具的使用与维护	615
第五节	常用电动工具	616
第四章	电加工	627
第一节	电加工分类	627
第二节	电焊	627
第三节	电化学加工	634
第五章	电加热	641
第一节	电加热的特点	641
第二节	电加热分类与用途	641
第三节	电阻加热炉	642
第四节	常用电弧炉	647
第六章	电池	651
第一节	电池的主要性能	651
第二节	电池的分类、特点和用途	652
第三节	选用电池时应考虑的因素	652
第四节	铅蓄电池	653
第五节	镉—镍、铁—镍蓄电池	656
第六节	锌—银蓄电池	658
第七节	常用干电池	659
第八节	微型电池	660
第七章	电照明	663
第一节	名词术语	663

第二节	常用照明电路	664
第三节	常用电光源	672
第八章	静电应用	678
第九章	日用电器	681
第一节	日用电器分类	681
第二节	日用电器的选择原则	681
第三节	影响日用电器的工作环境及其改善措施	682
第四节	日用电器的安全	683
第五节	常用日用电器	684
第十章	医用电气设备	708

第七篇 电 气 试 验

第一章	概述	718
第二章	电气设备试验标准	719

第八篇 供 用 电 管 理

第一章	概述	764
第二章	供电质量	768
第三章	电业营业管理	779
第四章	计划用电	811
第一节	一般知识	811
第二节	用电的预测	812
第三节	用电计划的编制	814
第四节	用电计划的分配	814
第五节	用电负荷的调整	815
第五章	节约用电	816
第一节	电能利用率与电平衡	816
第二节	线损与降损措施	819
第三节	主要能耗大的设备节电措施要点	822
第四节	其他节电方法	824
第六章	安全用电	831
第一节	一般知识	831
第二节	触电与急救	837
第三节	漏电保护器	842
附录	漏电保护器农村安装运行规程	854
参考文献		857

第一篇

基础知识

第一章 常用计算公式及基本定律

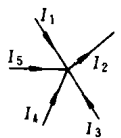
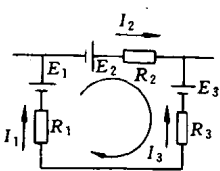
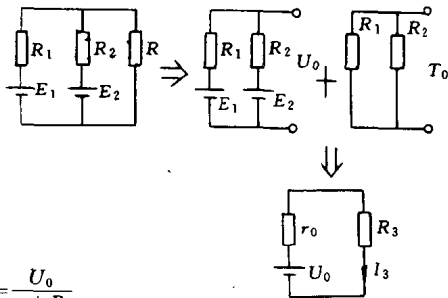
第一节 直流电路计算公式

直流电路的计算公式如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 直流电路的计算公式

名 称	公 式	符 号 说 明
电 阻	$R = \rho \frac{l}{S}$	l ——导体的长度, m; S ——导体的截面积, m^2 ; ρ ——导体的电阻率, $\Omega \cdot \text{m}$; R ——导体的电阻, Ω
	$r_2 = r_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$	t_1, t_2 ——导体的温度, $^{\circ}\text{C}$; α_1 —— t_1 温度时导体电阻的温度系数; r_1 —— t_1 温度时导体的电阻, Ω ; r_2 —— t_2 温度时导体的电阻, Ω
	$R = \frac{U}{I}$	U ——电压, V; I ——电流, A; R ——电阻, Ω
电 导	$G = \frac{1}{R}$	R ——电阻, Ω ; G ——电导, S
电 流	$I = \frac{Q}{t}$ $I = \frac{U}{R}$	Q ——电量, C; t ——时间, s; U ——电压, V; I ——电流, A
电 压	$U = \frac{W}{Q}$ $U = IR$	W ——电功, J; U ——电压, V; I ——电流, A
全电路 欧姆定律	$I = \frac{E}{R + r}$	E ——电动势, V; R ——负载电阻, Ω ; r ——电源内阻, Ω
电 功	$W = Pt = IUt = I^2 R t$ $= \frac{U^2}{R} t$	P ——电功率, W; W ——电功, J 或 $\text{kW} \cdot \text{h}$; t ——时间, s 或 h
电功率	$P = \frac{W}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$	
电阻串联	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$	R ——总电阻, Ω ; $R_1, R_2, R_3, \cdots, R_n$ ——分电阻, Ω
电阻并联	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$	
电阻混联	$R = (R_1 \parallel R_2) + R_3 = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + R_3$	

续表

名 称	公 式	符 号 说 明
电池串联	$E = E_1 + E_2 + E_3 + \cdots + E_n$ $I = \frac{nE}{R + nr}$ 当 $R \gg r$ 时, $I \approx nE/R$ 当 $R \ll r$ 时, $I \approx E/r$	E ——电源电压, V; I ——电路中电流, A; r ——电源的内阻, Ω ; R ——外电阻, Ω ; n ——每串电池数; m ——电池串数
电池并联	$E = E_1 = E_2 = E_3 = E_n$ $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$ 当 $R \gg r$ 时, $I \approx E/R$ 当 $R \ll r$ 时, $I \approx nE/r$	
电池混联	$I = \frac{nE}{R + \frac{nr}{m}}$ n 个电池串联后又与 m 串电池并联	
电容值	$C = \frac{Q}{U}$	Q ——电容器所带电量, C; U ——电容器两端电压, V; C ——电容器的电容量, F
电容串联	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$	
电容并联	$C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$	
基尔霍夫第一定律——流入任一节点电流的代数和等于零	例: $\Sigma I_{\text{入}} = \Sigma I_{\text{出}}$ 或 $\Sigma I = 0$  $I_1 + I_3 + I_4 + I_5 = I_2$ 或 $I_1 - I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$	$\Sigma I_{\text{入}}$ ——流入节点电流之和; $\Sigma I_{\text{出}}$ ——流出节点电流之和; ΣI ——电流代数和
基尔霍夫第二定律——任一回路中, 电阻压降的代数和等于电动势代数和	例: $\Sigma IR = \Sigma E$  $I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_1 + E_2 - E_3$	ΣIR ——电阻压降代数和; ΣE ——电动势代数和
戴维南定理——任何一个有源二端网络都可用一个具有恒定电动势 (U_0) 和 内阻 (r_0) 的等效电源来代替	 $I_3 = \frac{U_0}{r_0 + R_3}$	U_0 ——将待求支路断开的有源二端网络的开路电压; r_0 ——电路中所有电动势短路时的无源二端网络间的等效电阻; I_3 ——待求支路的电流

续表

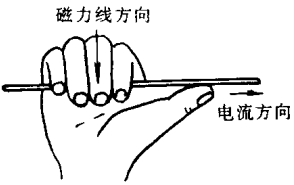
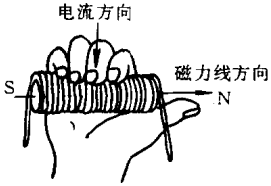
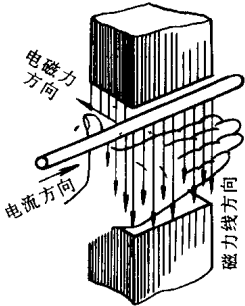
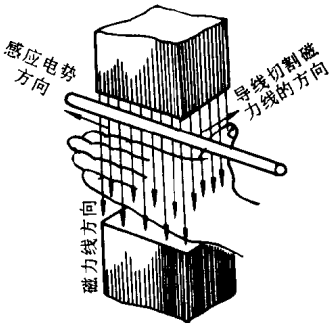
名 称	公 式	符 号 说 明
叠加定理——电路中任一支路的电流是每一个电源单独作用时，在该支路中电流的代数和	$I_1 = I_1' - I_1''$ $I_2 = -I_2' + I_2''$ $I_3 = I_3' + I_3''$	I_1, I_2, I_3 ——待求支路的电流； I_1', I_2', I_3' ——设 $E_2=0$ 时， E_1 单独作用在各支路的电流； I_1'', I_2'', I_3'' ——设 $E_1=0$ 时， E_2 单独作用在各支路的电流
电流源与电压源的等效变换——串联内阻的电压源与并联内阻的电流源可相互等效变换	$E = I_{sr0} \quad I_s = \frac{E}{r_0}$ $I_{fx} = \frac{E}{r_0 + R_{fx}} \quad I_{fx} = \frac{r_0}{r_0 + R_{fx}} \times I_s$	E ——电压源； r_0 ——内阻； I_s ——电流源； R_{fx} ——负载电阻
电阻星形连接等效变换为三角形	$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3}$ $R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1}$ $R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2}$	R_1, R_2, R_3 ——星形连接的电阻； R_{12}, R_{23}, R_{31} ——等效变换成三角形后的电阻
电阻三角形连接等效变换为星形	$R_1 = \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_2 = \frac{R_{12} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_3 = \frac{R_{23} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$	R_1, R_2, R_3 ——星形连接的电阻； R_{12}, R_{23}, R_{31} ——等效变换成三角形后的电阻

第二节 电磁感应定律

电磁感应定律如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2

电磁感应定律

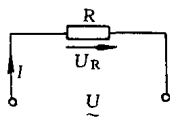
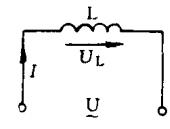
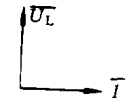
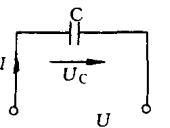
名 称	内 容	说 明
直导体右手螺旋定则		大拇指——指向电流方向； 弯曲四指——指向磁力线方向
螺旋线圈右手螺旋定则		大拇指——指向螺旋线圈内部的磁力线方向； 弯曲四指——指向电流方向
左手定则		伸直四指——指向电流方向； 向掌心——穿过磁力线，即对住 N 极； 大拇指——电磁力方向
右手定则		大拇指——导体运动方向； 掌心——穿过磁力线，即对住 N 极； 伸直四指——感应电动势方向

第三节 交流电路计算公式

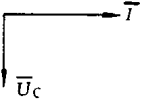
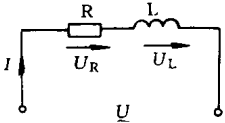
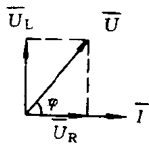
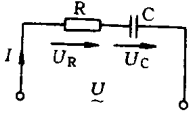
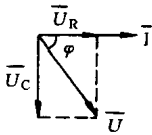
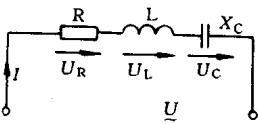
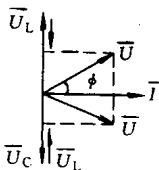
交流电路的计算公式如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3

交流电路计算公式

名 称	公 式	符 号 说 明
周期、频率、角频率	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$	T ——周期, s; f ——频率, Hz; ω ——角频率, rad/s
最大值	$I_m = \sqrt{2} I$ $U_m = \sqrt{2} U$ $E_m = \sqrt{2} E$	
有效值	$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$ $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0.707 U_m$ $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0.707 E_m$	I_m ——电流最大值, A; U_m ——电压最大值, V; E_m ——电动势最大值, V; I ——电流有效值, A; U ——电压有效值, V; E ——电动势有效值, V; I_p ——电流平均值, A; U_p ——电压平均值, V; E_p ——电动势平均值, V
平均值	$I_p = \frac{2}{\pi} I_m = 0.637 I_m$ $U_p = \frac{2}{\pi} U_m = 0.637 U_m$ $E_p = \frac{2}{\pi} E_m = 0.637 E_m$	
纯电阻电路  矢量图 	$I = \frac{U}{R} = \frac{U_R}{R}$ $P = IU_R$ $\cos\varphi = 1$ $i = I_m \sin\omega t (A)$ $u = U_m \sin\omega t (V)$	U_R ——电阻两端电压, V; P ——有功功率, W; $\cos\varphi$ ——功率因数; i ——电流的瞬时值, A; u ——电压的瞬时值, V; $\bar{U}$ ——电压矢量; $\bar{I}$ ——电流矢量
纯电感电路  矢量图 	$X_L = \omega L = 2\pi f L$ $I = \frac{U_L}{X_L} = \frac{U_L}{\omega L} = \frac{U_L}{2\pi f L}$ $Q_L = IU_L = I^2 X_L = I^2 \omega L$ $\cos\varphi = 0$ $i = I_m \sin\omega t (A)$ $u_L = U_{Lm} \sin(\omega t + 90^\circ) (V)$	X_L ——感抗, Ω ; L ——电感量, H; U_L ——电感两端电压, V; Q_L ——电感上无功功率, W
纯电容电路 	$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ $I = \frac{U_C}{X_C} = U_C \omega C = U_C 2\pi f C$ $Q_C = IU_C = I^2 X_C = U^2 \omega C$ $\cos\varphi = 0$	X_C ——容抗, Ω ; C ——电容, F; U_C ——电容两端电压, V; Q_C ——电容上无功功率, W

续表

名 称	公 式	符 号 说 明
矢量图 	$i = I_m \sin \omega t \text{ (A)}$ $u_C = U_{Cm} \sin(\omega t - 90^\circ) \text{ (V)}$	
电阻电感串联电路  矢量图 	$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$ $U_R = IR$ $U_L = IX_L$ $U = IZ = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{P}{S}$ $P = IU_R = IU \cos \varphi$ $Q_L = IU_L = IU \sin \varphi$ $S = IU = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$ $i = I_m \sin \omega t \text{ (A)}$ $u_R = U_{Rm} \sin \omega t \text{ (V)}$ $u_L = U_{Lm} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ (V)}$ $u = U_m \sin(\omega t + \varphi) \text{ (V)}$	Z ——阻抗, Ω ; S ——视在功率, W
电阻电容串联电路  矢量图 	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$ $U_R = IR$ $U_C = IX_C$ $U = IZ = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{P}{S}$ $P = IU_R = IU \cos \varphi$ $Q_C = IU_C = IU \sin \varphi$ $S = IU = \sqrt{P^2 + Q_C^2}$ $i = I_m \sin \omega t \text{ (A)}$ $u_R = U_{Rm} \sin \omega t \text{ (V)}$ $u_C = U_{Cm} \sin(\omega t - 90^\circ) \text{ (V)}$ $u = U_m \sin(\omega t - \varphi) \text{ (V)}$	
电阻电感电容串联电路  矢量图 	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$ $U_R = IR$ $U_L = IX_L$ $U_C = IX_C$ $U = IZ = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{P}{S}$ $P = IU_R = IU \cos \varphi$ $Q = I(U_L - U_C) = Q_L - Q_C$ $S = IU = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$ $i = I_m \sin \omega t \text{ (A)}$ $u = U_m \sin(\omega t \pm \varphi) \text{ (V)}$	$X_L > X_C$ ——感性电路; $X_L < X_C$ ——容性电路