

建筑工程常用公式及应用系列 >>

建筑电气工程 常用公式及应用

史新 主编

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\gamma}} = \frac{1}{\sqrt{\pi f\mu\gamma}}$$

$$I_k^{(3)} = \frac{U_{av}}{\sqrt{3} \sqrt{R_\Sigma^2 + X_\Sigma^2}}$$

$$\dot{U}_{o'o} = \frac{Y_U \dot{U}_U + Y_V \dot{U}_V + Y_W \dot{U}_W}{Y_U + Y_V + Y_W + Y_N}$$



化学工业出版社

建筑工程常用公式及应用系列 >>

建筑电气工程 常用公式及应用

史新 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书将电气工程常用的计算公式进行了分类、总结,并附以计算应用实例,方便读者查阅使用。本书内容包括:电气工程常用计算公式、供配电常用计算公式、变压器常用计算公式、电动机常用计算公式、电容器与无功补偿常用计算公式、电气设备常用计算公式、建筑照明常用计算公式、接地接零常用计算公式。

本书内容丰富,实用性强,基本涵盖了电气工程常用的计算公式,可供电气工程技术人员、设计人员参考使用,也可供电气工程技术培训人员、电气工程相关专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工程常用公式及应用/史新主编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 5

(建筑工程常用公式及应用系列)

ISBN 978-7-122-16907-5

I. ①建… II. ①史… III. ①房屋建筑设备-电气设备-设计公式 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 064763 号

责任编辑: 徐 娟

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 250 千字

2013 年 8 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

随着我国经济的稳步发展,建筑业已成为当今最具有活力的一个行业,建筑工程队伍的规模也日益扩大,大批建筑从业人员迫切需要提高自身的专业素质和技能理论知识。近年来,为了适应当前建筑结构的发展需要,我国对建筑领域的一系列标准规范进行了修订与完善,因而市面上出现了很多介绍建筑电气设计、施工的书籍,但这些书籍大多数是在介绍设计原理、施工体系的同时,将建筑电气工程常用的计算公式包罗其中进行泛泛讲解,读者在遇到有关建筑电气计算问题时,查阅起来很不方便,因此迫切需要一本囊括建筑电气设计与施工常用计算公式的参考书作为参考和指导。基于以上原因,我们组织相关技术人员,依据国家最新颁布的标准规范,编写了这本《建筑电气工程常用公式及应用》,旨在满足广大技术人员的迫切需要,帮助他们快速解决一些与建筑电气有关的计算问题,提高其业务水平和操作技能,保证工程施工质量。

本书依据最新的标准规范进行编写,全面而系统地介绍了建筑电气中的计算公式,使读者参考起来更加便捷,掌握更加迅速。同时,本书将理论知识与实际应用相结合,用实例来说话,让原本枯燥乏味的公式变的生动化,更加具有真实性和实用性。

本书由史新主编,参编人员有成育芳、张健、齐丽丽、朱琳、姚烈明、黄金凤、黄慧锦、孟莹、姚晶、

张茜、许刚、何苗、姜媛、钟立华、杜鹏、白雅君等。

本书在编写过程中，得到了有关技术人员和学者的热情帮助，在此表示感谢。由于时间和水平有限，尽管编者尽心尽力，反复推敲核实，但疏漏或不妥之处在所难免，恳请有关专家和读者提出宝贵意见，予以批评指正，以便做进一步修改和完善。

编者
2013. 05

CONTENTS

目 录

1

电气工程常用计算公式

Page

001

1.1 电工学常用计算公式	001
1.1.1 常用电工计算公式	001
1.1.2 星-三角变换计算	003
1.1.3 交流电路计算	004
1.1.4 对称三相交流电路的计算	006
1.1.5 不对称三相交流电路的计算	009
1.1.6 电阻、电感和电容在电路中的计算	010
1.1.7 电路的串并联谐振计算	013
1.1.8 电磁透入深度计算	014
1.1.9 热敏电阻及阻值的计算	014
【例 1-1】	014
【例 1-2】	015
【例 1-3】	015
【例 1-4】	015
1.2 仪器仪表常用计算公式	016
1.2.1 基本计算	016
【例 1-5】	027
1.2.2 有关仪表的其他计算	027
【例 1-6】	031
【例 1-7】	031
【例 1-8】	031
【例 1-9】	031
【例 1-10】	032
【例 1-11】	032

2

供配电常用计算公式

Page

033

2.1 负荷计算	033
2.1.1 用电设备的工作制与设备容量	033
【例 2-1】	034
2.1.2 电力负荷计算	035
【例 2-2】	040
【例 2-3】	041
【例 2-4】	041
【例 2-5】	042
【例 2-6】	042
【例 2-7】	043
【例 2-8】	043
【例 2-9】	045
【例 2-10】	045
2.1.3 尖峰电流的计算	045
【例 2-11】	046
2.1.4 供配电系统功率损耗与电能损耗的计算	046
【例 2-12】	049
【例 2-13】	050
2.1.5 无功功率补偿的计算	050
【例 2-14】	053
【例 2-15】	053
2.2 继电保护	055
2.2.1 短路电路计算	055
【例 2-16】	067
【例 2-17】	069
【例 2-18】	086
【例 2-19】	087

【例 2-20】	088
【例 2-21】	090
【例 2-22】	090
【例 2-23】	091
【例 2-24】	091
【例 2-25】	092
2.2.2 继电保护计算	093
【例 2-26】	103
【例 2-27】	103
【例 2-28】	105
【例 2-29】	105
【例 2-30】	106
2.3 导线与电缆计算	108
2.3.1 按允许载流量(发热条件)选择导线 和电缆截面积	108
【例 2-31】	110
【例 2-32】	111
【例 2-33】	112
2.3.2 按允许电压损失选择导线和电缆截面积	113
【例 2-34】	118
【例 2-35】	119
2.3.3 按经济电流密度选择导线和电缆截面积	120
【例 2-36】	121

3

变压器常用计算公式

Page

122

3.1 变压器基本关系式及计算	122
3.1.1 采用单相电源测量Y/△变压器变压比 的方法	122
3.1.2 单相变压器容量S的计算	123
3.1.3 三相变压器容量S的计算	123

3.1.4	变压器绕组电动势的计算	123
3.1.5	变压器绕组匝数比的计算	124
3.1.6	变压器等效电阻值的计算	125
3.1.7	变压器等效漏电抗的计算	125
3.1.8	变压器电压变动率的计算	125
3.1.9	变压器利用率的计算	126
3.1.10	变压器相、线电流和相、线电压的计算	126
3.1.11	变压器效率的计算	127
3.1.12	运行中变压器利用率的计算	127
3.2	变压器经济运行计算	128
3.2.1	容量不等的两台变压器并联运行的计算	128
	【例 3-1】	129
3.2.2	变压器是否需要更新的计算	130
	【例 3-2】	130
3.3	变压器使用条件及计算	132
3.3.1	变压器过负荷能力	132
3.3.2	变压器合闸涌流的估算	134
3.3.3	封闭式变压器室通风窗有效面积查算表	134
3.4	变压器容量计算	136
3.4.1	供电动机负荷变压器容量的计算	136
3.4.2	建筑施工用变压器容量的计算	138

4

电动机常用计算公式

Page

141

4.1	交流电动机常用计算	141
4.1.1	提升用电动机功率的计算	141
4.1.2	横行电动机功率的计算	141
4.1.3	行走电动机功率计算	142
4.1.4	斜面卷扬电动机功率的计算	142
4.1.5	电梯电动机功率的计算	142

4.1.6	电动机效率的计算	143
4.1.7	电动机的功率因数	143
4.1.8	电动机额定转矩的计算	144
	【例 4-1】	144
4.1.9	三相异步电动机输入功率的计算	144
4.1.10	三相异步电动机非额定电压下输出功率的计算	144
4.1.11	三相异步电动机能耗制动直流电压和电流的计算	145
4.1.12	异步电动机额定电流的计算	145
	【例 4-2】	146
4.1.13	异步电动机转差率的计算	146
	【例 4-3】	146
4.1.14	三相异步电动机转速的计算	147
4.1.15	转差率为 S 时转子感应电动势的计算	147
4.1.16	转差率为 S 时转子电流频率的计算	147
4.1.17	重绕电动机绕组后额定功率的计算	148
4.1.18	重绕电动机绕组后相电流的计算	149
4.1.19	电动机绝缘电阻的计算	149
4.2	直流电动机基本计算	149
4.2.1	直流电动机转速与感应电动势的计算	149
4.2.2	直流电动机转矩的计算	150
	【例 4-4】	150
4.2.3	并励式直流电动机转速的计算	150
4.2.4	直流电动机输出功率的计算	151
4.2.5	直流电动机转速变动率的计算	151
4.2.6	直流电动机电压变动率的计算	151
4.3	电动机启动计算	152
4.3.1	直接启动时的电压降压计算	152
4.3.2	降压启动时的电压降压计算	154
4.4	电动机制动计算	155

4.4.1 异步电动机反接制动计算	155
【例 4-5】	156
4.4.2 异步电动机能耗制动计算	157
【例 4-6】	161
4.5 电动机保护计算	162

5	电容器与无功补偿常用计算公式	Page
		164
5.1 电容器基本计算		164
5.1.1 功率因数		164
5.1.2 电容器容量与法拉间的换算		164
5.1.3 运行电压升高对移相电容器影响的计算		165
5.1.4 介质损耗公式		165
5.1.5 电网电压波形畸变对移相电容器影响的计算		166
【例 5-1】		168
5.2 电容器配套设备的选择与计算		168
5.2.1 开关、熔断器、切合电阻和接触器的选择		168
5.2.2 电容器放电电阻和放电电抗器的计算		171
【例 5-2】		172
5.3 功率因数和无功补偿容量计算		173
5.3.1 功率因数的测算		173
【例 5-3】		175
【例 5-4】		176
5.3.2 无功补偿容量的确定		176
【例 5-5】		177

6	电气设备常用计算公式	Page
		179
6.1 高压断路器与高压熔断器计算		179

6.1.1	高压断路器	179
6.1.2	高压熔断器	183
6.2	高压隔离开关与负荷开关计算	184
6.2.1	高压隔离开关	184
6.2.2	高压负荷开关	187
6.3	低压开关与断路器计算	188
6.3.1	额定电流及额定电压的选择	188
6.3.2	用于配电线路保护的空气断路器整定 电流计算	188
6.3.3	用于电动机保护的空气断路器整定电 流计算	189
	【例 6-1】	191
6.3.4	照明用空气断路器的整定电流计算	191
6.4	热继电器计算	192
6.4.1	热继电器型号规格的选择与计算	192
6.4.2	热继电器元件编号和额定电流的选择与 计算	192
6.4.3	热继电器返回时间的选择与计算	193
6.5	接触器计算	193

7.1	照度计算	194
7.1.1	平均照度计算	194
	【例 7-1】	203
	【例 7-2】	203
	【例 7-3】	203
	【例 7-4】	204
7.1.2	点照度计算	206
	【例 7-5】	226
	【例 7-6】	227

【例 7-7】	229
7.1.3 平均球面照度、柱面照度计算	229
【例 7-8】	232
7.1.4 投光灯照度计算	233
【例 7-9】	234
【例 7-10】	234
7.1.5 负荷密度值 LPD 的校验	234
【例 7-11】	234
7.2 照明线路设计计算	236
7.2.1 照明负荷的计算	236
7.2.2 导线截面的选择	237
【例 7-12】	240

8

接地接零常用计算公式

Page

242

8.1 接地体接地电阻计算	242
8.1.1 接地电阻物理概念	242
8.1.2 人工接地体的计算	242
8.1.3 接地装置的接地电阻	245
8.1.4 基础接地电阻	247
【例 8-1】	247
8.2 保护接零计算	248

附录

Page

250

参考文献

Page

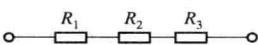
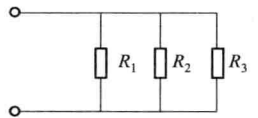
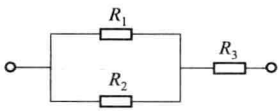
264

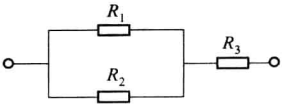
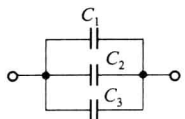
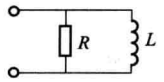
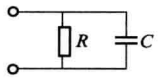
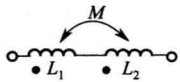
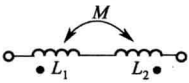
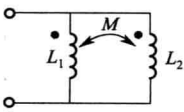
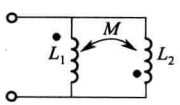
1.1 电工学常用计算公式

1.1.1 常用电工计算公式

常用电工计算公式见表 1-1。

表 1-1 常用电工计算公式

欧姆定律	直流: $I = \frac{U}{R}$ 交流: $\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\dot{Z}}$	I ——电路电流, A U ——电路端电压, V R ——电阻, Ω $\dot{Z}$ ——阻抗, Ω
电阻	$R = \rho \frac{l}{S}$ $R_t = R_{20}[1 + \alpha(t - 20)]$	R_{20} ——20℃时的电阻, Ω ρ ——电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, $10^{-8} \Omega \cdot \text{m} = 0.01 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ l ——导体的长度, m S ——导体的截面积, mm^2 R_t —— t ℃时的电阻, Ω α ——20℃时导体的温度系数, $^{\circ}\text{C}^{-1}$
电阻串联		$R = R_1 + R_2 + R_3$
电阻并联		$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
电阻混联		$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$

电容串联		$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
电容并联		$C = C_1 + C_2 + C_3$
电阻、电感串联		$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$
电阻、电容串联		$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$
电阻、电感、电容串联		$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
电阻、电感并联		$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2}$
电阻、电容并联		$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2}$
有互感耦合的两电感元件的串联		$L = L_1 + L_2 + 2M$
		$L = L_1 + L_2 - 2M$
有互感耦合的两电感元件的并联		$L = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2M}$
		$L = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 + 2M}$

电流的热效应	$Q = I^2 R t$	Q ——产生的热量, J I ——通过电阻的电流, A R ——电阻, Ω t ——时间, s
电功率	直流: $P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ 单相交流: $P = UI \cos \varphi$ $Q = UI \sin \varphi$ $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$ 三相交流: $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$ $Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi$ $S = \sqrt{3} UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$	P ——有功功率, W Q ——无功功率, var S ——视在功率, V · A φ ——电流与电压间的相位角 U ——电压, V I ——电流, A R ——电阻, Ω
三相交流电路的主要关系	各相星形连接时: $I_1 = I_x, U_1 = \sqrt{3} U_x$ 各相三角形连接时: $I_1 = \sqrt{3} I_x, U_1 = U_x$	I_1, I_x ——线电流和相电流, A U_1, U_x ——线电压和相电压, V
直流电磁铁吸引力	$F = 39.2 B^2 S$	F ——吸引力, N B ——磁通密度, T S ——磁路的截面积, cm^2
平行导线电流间的作用力	$F = F_1 = F_2 + \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi D}$	F_1, F_2 ——1 导线和 2 导线所受力, N I_1, I_2 ——1 导线和 2 导线内的电流, A D ——两导线间的距离, m μ ——导体外介质的磁导率, H/m 注: 电流同向时为吸力, 反向时为斥力
同轴圆形导线电流间的作用力	$F = \frac{\mu r}{D} I_1 I_2$	F ——两圆形导线所受力, N r ——圆形线圈的半径, m I_1, I_2 ——1 线圈和 2 线圈内的电流, A D ——线圈间的距离, m μ ——导体外介质的磁导率, H/m

1.1.2 星-三角变换计算

星形连接与三角形连接的等效互换见表 1-2。

表 1-2 星形连接与三角形连接的等效互换

变换形式	星形连接→三角形连接	三角形连接→星形连接
交换图		
变换公式	$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3}$ $Z_{23} = Z_2 + Z_3 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_1}$ $Z_{31} = Z_3 + Z_1 + \frac{Z_3 Z_1}{Z_2}$	$Z_1 = \frac{Z_{12} Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$ $Z_2 = \frac{Z_{23} Z_{12}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$ $Z_3 = \frac{Z_{31} Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$
对称的情况	$Z_{\Delta} = 3Z_Y$	$Z_Y = \frac{1}{3} Z_{\Delta}$
返回原电路	$\dot{i}_1 = \dot{i}_{12} - \dot{i}_{31}$ $\dot{i}_2 = \dot{i}_{23} - \dot{i}_{12}$ $\dot{i}_3 = \dot{i}_{31} - \dot{i}_{23}$	$\dot{i}_{12} = \frac{\dot{i}_1 Z_1 - \dot{i}_2 Z_2}{Z_{12}}$ $\dot{i}_{23} = \frac{\dot{i}_2 Z_2 - \dot{i}_3 Z_3}{Z_{23}}$ $\dot{i}_{31} = \frac{\dot{i}_3 Z_3 - \dot{i}_1 Z_1}{Z_{31}}$

1.1.3 交流电路计算

(1) 正弦交流电基本量。正弦交流电的波形如图 1-1 所示。电流瞬时值 i 的表达式为

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \quad (1-1)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = 1/T$$

式中 i ——电流瞬时值, A;

I_m ——电流的最大值, A;