

# 目 录

1 通用数据资料 .....	1
1.1 计量单位 .....	1
1.2 常用的物理量和单位 .....	4
1.2.1 空间、时间和周期的量和单位 .....	4
1.2.2 力学的量和单位 .....	6
1.2.3 电学和磁学的量和单位 .....	7
1.2.4 热学的量和单位 .....	10
1.2.5 光及有关电磁辐射的量和单位 .....	11
1.2.6 声学的量和单位 .....	13
1.2.7 常用的物理化学和分子物理学的量和单位 .....	14
1.2.8 常用的原子物理学、核物理学及固体物理学的量和单位 .....	14
1.2.9 常用的核反应和电离辐射的量和单位 .....	16
1.3 单位换算关系 .....	17
1.3.1 时间和空间的单位换算 .....	17

1.3.2	力学单位换算	20
1.3.3	电学和磁学单位换算	23
1.3.4	热学单位换算	23
1.3.5	光学和声学单位换算	24
1.3.6	核反应和电离辐射单位换算	25
1.4	物理常数数据	26
1.4.1	物理和电学常数	26
1.4.2	大气压力、温度与海拔的关系	27
1.4.3	常用电磁波谱频率区段	28
1.5	常用材料的物理性能	28
1.5.1	常用电工导体材料的电性能	28
1.5.2	常用绝缘材料的电性能	30
1.5.3	常用固体材料的机械性能	31
1.5.4	部分液体材料的性能	32
1.5.5	部分气体材料的性能	34
1.6	电工标准	34
1.6.1	标准和标准化概述	34
1.6.2	国际标准和国外先进标准	36
1.6.3	国家标准中电工标准简介	41

2 电气工程图的图例符号及文字符号 .....	47
2.1 概述 .....	47
2.2 电气工程图常用图例符号及文字标注 .....	49
3 负荷分级及计算 .....	64
3.1 负荷分级及其供电要求 .....	64
3.1.1 民用建筑常用的重要电力负荷分级表 .....	64
3.1.2 工业企业建筑常用的重要用电设备负荷分级表 .....	65
3.1.3 智能化建筑用电设备负荷分级及供电要求表 .....	66
3.1.4 建筑物消防用电设备的负荷分级表 .....	68
3.2 需要系数法 .....	68
3.2.1 需要系数法的计算方法 .....	68
3.2.2 需要系数表 .....	69
3.3 利用系数法 .....	81
3.4 负荷密度法和单位指标法 .....	83
3.4.1 负荷密度法(又称单位面积功率法)的计算方法 .....	83
3.4.2 单位指标法的计算方法 .....	84
3.4.3 负荷指标表及符合密度表 .....	84

<b>4 供配电系统</b> .....	87
4.1 电压选择及电能质量.....	87
4.1.1 电压选择.....	87
4.1.2 电能质量.....	88
4.2 变压器的选择.....	90
4.2.1 变压器台数与容量的选择.....	90
4.2.2 变压器形式和联结组别的选择.....	91
4.3 供配电系统(35kV及以下)接线方式及特点.....	92
4.3.1 供配电系统(35kV及以下)接线方式及特点.....	92
4.3.2 35kV变电所的主接线.....	95
4.3.3 10(6)kV变电所的主接线.....	98
4.3.4 低压配电系统接线方式及特点.....	103
4.4 无功补偿容量的计算.....	110
4.5 谐波电压、谐波电流的限值.....	112
<b>5 配电装置的布置</b> .....	113
5.1 配电装置的最小安全净距离.....	113
5.1.1 屋内配电装置的最小安全净距.....	115
5.1.2 高压配电装置室内各种通道的最小净宽.....	115

5.1.3	变压器防护外壳间的最小净距 .....	116
5.1.4	变压器外廊与变压器室墙壁和门的最小净距 .....	117
5.1.5	室内、外配电装置的最小电气安全净距 .....	117
5.1.6	屋外配电装置的安全净距 .....	118
5.1.7	不同条件下的计算风速和安全净距 .....	122
5.2	配、变电所对其他专业的要求 .....	122
5.2.1	配、变电所对建筑的要求表 .....	122
5.2.2	配、变电所内各房间对采暖、通风、给排水的要求表 .....	125
5.3	配、变电所设备计算荷重 .....	126
5.3.1	35/10kV 电力变压器轨轮距及计算荷重表 .....	126
5.3.2	10/0.4kV 电力变压器轨轮距及计算荷重表 .....	127
5.3.3	配、变电所楼板计算荷重表 .....	128
<b>6</b>	<b>短路电流计算 .....</b>	<b>130</b>
6.1	高(中)压系统短路电流计算 .....	130
6.2	低压系统短路电流计算 .....	130
6.3	么值计算式 .....	132
6.3.1	常用表么值计算式 .....	132
6.3.2	电力系统原件标么值计算式 .....	132
6.3.3	电力系统阻抗标么值、有名值和短路功率的换算公式 .....	134

6.4	短路容量 .....	135
6.4.1	6 (10) /0.4kV 变压器二次侧短路容量表 .....	135
6.4.2	10kV 架空线路末端短路容量表 .....	137
6.4.3	6kV 架空线路末端短路容量表 .....	138
7	线路敷设 .....	140
7.1	架空配电线路敷设 .....	140
7.1.1	架空配电线路的一般规定 .....	140
7.1.2	架空线路导线架设 .....	143
7.1.3	电线杆组立要求 .....	145
7.2	室内配电线路 .....	146
7.2.1	金属管配线 .....	146
7.2.2	硬质塑料管配线 .....	146
7.2.3	绝缘电线穿管管径选择 .....	147
8	电缆的设计选择 .....	151
8.1	常用电缆型号名称及使用范围 .....	151
8.2	电缆截面选择计算公式 .....	155
8.3	电缆敷设 .....	169

<b>9 继电保护</b> .....	174
<b>9.1 保护配置</b> .....	174
9.1.1 电力变压器的继电保护配置 .....	174
9.1.2 6~10kV 配电变压器的继电保护配置 .....	176
9.1.3 6~10kV 线路的继电保护配置 .....	177
9.1.4 6~10kV 分段母线的继电保护配置 .....	177
9.1.5 6~10kV 电力电容器的继电保护配置 .....	178
9.1.6 3~10kV 电动机的继电保护配置 .....	178
<b>9.2 保护整定计算</b> .....	179
9.2.1 电力变压器的电流保护整定计算 .....	179
9.2.2 6~10kV 线路的继电保护整定计算 .....	182
9.2.3 6~10kV 分段母线的继电保护整定计算 .....	184
9.2.4 6~10kV 电力电容器的继电保护整定计算 .....	185
9.2.5 3~10kV 电动机的继电保护整定计算 .....	187
<b>10 防雷及过电压保护</b> .....	191
<b>10.1 防雷装置规格</b> .....	191
10.1.1 接闪器 .....	191
10.1.2 引下线 .....	192

10.2	交流电气装置过电压保护 .....	194
10.2.1	过电压保护方式 .....	194
10.2.2	保护间隙 .....	195
<b>11</b>	<b>接地 .....</b>	<b>196</b>
11.1	接地极 .....	196
11.2	接地导体 .....	197
11.3	保护导体 .....	198
11.4	人工接地体 .....	199
11.5	自然接地体的接地电阻 .....	203
<b>12</b>	<b>室内布线 .....</b>	<b>205</b>
12.1	室内布线的相关距离及间距 .....	205
12.2	配线技术要求 .....	208
12.3	综合布线 .....	210
12.3.1	系统设计 .....	210
12.3.2	系统指标 .....	215
<b>13</b>	<b>照明 .....</b>	<b>221</b>
13.1	照度标准 .....	221



13.1.1	照度标准的一般规定 .....	221
13.1.2	居住建筑照明照度标准 .....	222
13.1.3	公共建筑照明照度标准 .....	224
13.1.4	工业建筑照明照度标准 .....	243
13.1.5	公用场所照明照度标准 .....	262
13.2	光源选用和灯具选型 .....	264
13.2.1	常用光源的电气参数 .....	264
13.2.2	灯具的特性 .....	266
13.2.3	光源和灯具的选型要点 .....	268
13.2.4	自然光的利用与限制 .....	268
13.3	照明光源 .....	270
13.4	照度计算的基本方法 .....	318
13.4.1	配光与光通计算 .....	318
13.4.2	直射照度的计算 .....	318
13.4.3	平均照度的计算 .....	324
<b>14</b>	<b>电气传动 .....</b>	<b>328</b>
14.1	电动机的选择 .....	328
14.1.1	电动机类型的选择 .....	328
14.1.2	电动机转速的选择 .....	331

14.1.3 电动机功率、转矩的选择 (电动机的容量校验) .....	332
<b>15 建筑智能化</b> .....	<b>340</b>
15.1 火灾自动报警系统 .....	340
15.1.1 系统保护对象分级及火灾探测器设置部位 .....	340
15.1.2 系统分类 .....	344
15.2 建筑设备自动控制系统 .....	350
15.2.1 建筑设备自动控制系统的构成 .....	350
15.2.2 建筑设备自动控制系统的自动控制功能 .....	358
15.3 通信系统 .....	375
15.3.1 通信线路敷设 .....	375
15.3.2 电话机房和室内通信设备设置 .....	393
<b>图表索引</b> .....	<b>402</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>431</b>

# 1 通用数据资料

## 1.1 计量单位

法定计量单位是以国际单位制 (SI) 的单位为基础, 同时选用一些非国际单位制的单位构成的。它包括 (1) 国际单位制 (SI) 的基本单位 (见表 1-1); (2) 国际单位制的辅助单位及国际单位制中具有专门名称的 SI 导出单位 (见表 1-2); (3) 可与国际单位制并用的我国法定计量单位 (见表 1-3); (4) 由词头和以上单位构成的十进倍数和分数单位 (见表 1-4)。

表 1-1 国际单位制 (SI) 的基本单位

计 量	单位名称	符号	定 义
长 度	米	m	米是光在真空中 $1/299792458$ s 时间间隔内所经路径的长度 (1983 年第 17 届国际计量大会决议)
质 量	千克 (公斤)	kg	千克等于国际千克原器的质量 (1889 年第 1 届和 1901 年第 3 届国际计量大会决议)
时 间	秒	s	秒是铯 - 133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射 $9192631770$ 个周期的持续时间 (1967 年第 13 届国际计量大会决议)
电 流	安 [培]	A	在真空中, 截面积可忽略的两根相距 1m 的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时, 若导线间相互作用力在每米长度上为 $0.2\mu\text{N}$ , 则每根导线中的电流为 1A (1946 年国际计量大会决议 2 第 9 届国际计量大会批准)

## 续表

计 量	单位名称	符号	定 义
热力学温度	开 [尔文]	K	开尔文是水三相点热力学温度的 1/273.16 (1967 年第 13 届国际计量大会决议 4)
物质的量	摩 [尔]	mol	摩尔是一系统物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与 0.012kg 碳 - 12 的原子数目相等。使用摩尔时, 基本单元应予指明: 可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子, 或是这些粒子的特定组合 (1971 年第 14 届国际计量大会决议 3)
发光强度	坎 [德拉]	cd	坎德拉是一光源 (频率为 540THz 的单色辐射) 在给定方向上的发光强度, 且该方向上的辐射强度为 (1/683) W/sr (1979 年第 16 届国际计量大会决议 3)

表 1-2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	SI 导出单位名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示	量的名称	SI 导出单位名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面] 角	弧 度	rad	1rad = 1m/m = 1	磁通 [量]	韦 [伯]	Wb	1Wb = 1V·s
立体角	球面度	sr	1sr = 1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> = 1	磁通 [量] 密度, 磁感应强度	特 [斯拉]	T	1T = 1Wb/m <sup>2</sup>
频 率	赫 [兹]	Hz	1Hz = 1s <sup>-1</sup>	电 感	亨 [利]	H	1H = 1Wb/A
力	牛 [顿]	N	1N = 1kg·m/s <sup>2</sup>	摄氏温度	摄氏度	°C	1°C = 1K
压力, 压强, 应力	帕 [斯卡]	Pa	1Pa = 1N/m <sup>2</sup>	光通量	流 [明]	lm	1lm = 1cd·sr
能 [量], 功, 热量	焦 [耳]	J	1J = 1N·m	[光] 照度	勒 [克斯]	lx	1lx = 1lm/m <sup>2</sup>
功率, 辐 [射能] 通量	瓦 [特]	W	1W = 1J/s	[放射性] 活度	贝可 [勒尔]	Bq	1Bq = 1s <sup>-1</sup>
电荷 [量]	库 [仑]	C	1C = 1A·s	吸收剂量			
电压, 电动势, 电位	伏 [特]	V	1V = 1W/A	比授 [予] 能	戈 [瑞]	Gy	1Gy = 1J/kg
电 容	法 [拉]	F	1F = 1C/V	比释动能			
电 阻	欧 [姆]	Ω	1Ω = 1V/A	剂量当量	希 [沃特]	Sv	1Sv = 1J/kg
电 导	西 [门子]	S	1S = 1Ω <sup>-1</sup>				

表 1-3 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时 间	分	min	1min = 60s
	[小] 时	h	1h = 60min = 3600s
	日 (天)	d	1d = 24h = 86400s
[平面] 角	度	°	1° = ( $\pi/180$ ) rad
	[角] 分	'	1' = (1/60)° = ( $\pi/10800$ ) rad
	[角] 秒	"	1" = (1/60)' = ( $\pi/648000$ ) rad
体 积	升	L	1L = 1dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
质 量	吨	t	1t = 10 <sup>3</sup> kg
	原子质量单位	u	1u $\approx$ 1.660540 $\times$ 10 <sup>-27</sup> kg
旋转速度	转每分	r/min	1r/min = (1/60) s <sup>-1</sup>
长 度	海 里	n mile	1n mile = 1852m (只用于航行)
速 度	节	kn	1kn = 1n mile/h = (1852/3600) m/s (只用于航行)
能	电子伏	eV	1eV $\approx$ 1.602177 $\times$ 10 <sup>-19</sup> J
级 差	分 贝	dB	
线密度	特 [克斯]	tex	1tex = 10 <sup>-6</sup> kg/m
面 积	公 顷	hm <sup>2</sup>	1hm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>

表 1-4 用于构成十进倍数 (含分数) 单位的词头

因 数	词头名称		符 号	因 数	词头名称		符 号
	中 文	英 文			中 文	英 文	
$10^{24}$	尧 [它]	yotta	Y	$10^1$	十	deca	da
$10^{21}$	泽 [它]	zetta	Z	$10^{-1}$	分	deci	d
$10^{18}$	艾 [可萨]	exa	E	$10^{-2}$	厘	centi	c
$10^{15}$	拍 [它]	peta	P	$10^{-3}$	毫	milli	m
$10^{12}$	太 [拉]	tera	T	$10^{-6}$	微	micro	$\mu$
$10^9$	吉 [咖]	giga	G	$10^{-9}$	纳 [诺]	nano	n
$10^6$	兆	mega	M	$10^{-12}$	皮 [可]	pico	p
$10^3$	千	kilo	k	$10^{-15}$	飞 [母托]	femto	f
$10^2$	百	hecto	h	$10^{-18}$	阿 [托]	atto	a

注: 1. 本篇表中圆括号中的量与单位的名称是它前面的名称的同义词。

2. 无方括号的量与单位的名称均为全称; 有方括号的量与单位连续为全称, 去掉方括号中的字即为简称。

## 1.2 常用的物理量和单位

### 1.2.1 空间、时间和周期的量和单位 (见表 1-5)

表 1-5 空间、时间和周期的量和单位

量的名称	符 号	单 位 名 称	单 位 符 号	备 注
[平面]角	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$	弧度, {度, [角]分, [角]秒}	rad, {°, ', ''}	$1^\circ = 0.017453\text{rad}$
立体角	$\Omega$	球面度	sr	$1\text{sr} = 1\text{m}^2/\text{m}^2 = 1$

续表

量的名称	符 号	单 位 名 称	单 位 符 号	备 注
长 度 宽 高 厚 半 径 直 径 程 长 距 离	$l, L$ $b$ $h$ $d, \delta$ $r, R$ $d, D$ $s$ $d, r$	米	m	
面 积	$A, (S)$	平方米, {公顷}	$m^2, \{hm^2\}$	公顷 ha, $1ha = 10^4m^2$
体 积	$V$	立方米, {升}	$m^3, \{L, l\}$	$1L = 10^{-3}m^3$
时 间, 时间间隔, 持续时间	$t$	秒, {分, [小]时, 日(天)}	s, {min, h, d}	
时间常数	$\tau$	秒	s	
角速度	$\omega$	弧度每秒, {度每秒, 度每分, 度每[小]时}	rad/s; {(°)/s, (°)/min, (°)/h}	
角加速度	$\alpha$	弧度每二次方秒, {度每二次方秒}	rad/s <sup>2</sup> , {(°)/s <sup>2</sup> }	
速 度	$v$ $c$ $u, v, w$	米每秒, {千米每[小]时}	m/s, {km/h}	$1km/h = 0.277778m/s$
加速度	$a$	米每二次方秒	$m/s^2$	标准重力加速度 $g_n = 9.80665m/s^2$
重力加速度, 自由落体加速度	$g$			
周 期	$T$	秒	s	
频 率	$f, \nu$	赫[兹]	Hz	
旋转频率, (转速)	$n$	每秒, 负一次方秒	s <sup>-1</sup>	转速的单位
角频率, (圆频率)	$\omega$	弧度每秒	rad/s	$\omega = 2\pi f$

## 1.2.2 力学的量和单位 (见表 1-6)

表 1-6 力学的量和单位

量的名称	符号	单位名称	单位符号	备注
质量	$m$	千克 (公斤), (吨)	kg, {t}	1t = 1000kg
线质量, 线密度	$\rho_l$	千克每米, {特 [克斯]}	kg/m, {tex}	1tex = 1g/km, 纤维细度单位
面质量, 面密度	$\rho_A, (\rho_S)$	千克每平方米	kg/m <sup>2</sup>	$\rho_A = m/A$
体积质量, [质量] 密度	$\rho$	千克每立方米, {吨每立方米, 千克每升}	kg/m <sup>3</sup> , {t/m <sup>3</sup> , kg/L}	1t/m <sup>3</sup> = 1000kg/m <sup>3</sup> 1kg/L = 1000kg/m <sup>3</sup>
动量	$p$	千克米每秒	kg·m/s	
动量矩, 角动量	$L$	千克二次方米每秒	kg·m <sup>2</sup> /s	
转动惯量, (惯性矩)	$J, (I)$	千克二次方米	kg·m <sup>2</sup>	
力 重量	$F$ $W, (P, G)$	牛 [顿]	N	1N = 1kg·m/s <sup>2</sup> = 1J/m $W = mg$
力矩, 力偶矩 转矩	$M$ $M, T$	牛 [顿] 米	N·m	
压力, 压强 正应力 切应力	$p$ $\sigma$ $\tau$	帕 [斯卡]	Pa	
[动力] 黏度	$\eta$	帕 [斯卡] 秒	Pa·s	
运动黏度	$\nu$	二次方米每秒	m <sup>2</sup> /s	
表面张力	$\gamma, \sigma$	牛 [顿] 每米	N/m	1N/m = 1J/m <sup>2</sup>
功 能 [量]	$W, (A)$ $E$	焦 [耳], {瓦 [特] [小] 时, 电子伏}	J, {W·h, eV}	1W·h = 3.6kJ 1eV = 1.60217733 × 10 <sup>-19</sup> J
功率	$P$	瓦 [特]	W	1W = 1J/s



### 1.2.3 电学和磁学的量和单位 (见表 1-7)

表 1-7 电学和磁学的量和单位

量的名称	符号	单位名称	单位符号	备注
电流	$I$	安培	A	
电荷 [量]	$Q, (q)$	库 [仑], [安 [培] [小] 时]	C, [A·h]	$1C = 1A \cdot s$
体积电荷 电荷 [体] 密度	$\rho, (\eta)$	库 [仑] 每立方米	$C/m^3$	$\rho = Q/V$
面积电荷 电荷面密度	$\sigma$	库 [仑] 每平方米	$C/m^2$	$\sigma = Q/A$
电场强度	$E$	伏 [特] 每米	V/m	$E = F/Q$ $1V/m = 1N/C$
电位, (电势) 电位差, (电势差), 电压 电动势	$V, \varphi$ $U, (V)$ $E$	伏 [特]	V	$1V = 1W/A = 1A \cdot \Omega = 1A/s$
电通 [量] 密度 (电位移)	$D$	库 [仑] 每平方米	$C/m^2$	
电通 [量] (电位移通量)	$\Psi$	库 [仑]	C	$\Psi = D \cdot A$
电容	$C$	法 [拉]	F	$1F = 1C/V, C = Q/U$
介电常数, (电容率) 真空介电常数, (真空电容率)	$\epsilon$ $\epsilon_0$	法 [拉] 每米	F/m	$\epsilon = D/E$ $\epsilon_0 = \mu_0 C_0^2 = 8.854188 \times 10^{-12} F/m$
相对介电常数, (相对电容率)	$\epsilon_r$	—	1	$\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$
电极化率	$x, x_e$	—	1	$x = \epsilon_r - 1$
电极化强度	$P$	库 [仑] 每平方米	$C/m^2$	$P = D - \epsilon_0 E$