

电工 手册

中国建筑工程工业出版社

电 工 手 册

何利民 尹全英 桂南生 编

中国建筑工程出版社

(京)新登字035号

本书汇编了电气设计、设备制造、安装、运行、维修、管理等项工作中最常用的数据、公式、电气标准、规程、规范，常用电气设备、元器件和电气工作用工具、材料的基本性能参数、操作使用方法、质量检验标准以及防雷、接地、安全等资料。电力和电子技术兼顾。书中还适当介绍了国外有关电气技术中的一些最新资料。全书图样按新标准绘制和标注。

本手册内容精炼、资料新、实用性强，为广大电气工作者所通用，是必备的实用工具书。

* * *

责任编辑 刘家屿

电 工 手 册

何利民、尹全英、桂南生 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

煤炭工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：70³/₄，字数：1717千字

1993年7月第一版 1993年7月第一次印刷

印数：1—11,400册 定价：54.00元

ISBN7—112—01974—5/TU·1511

(6997)

前 言

这是一本通用型电工手册。

这本手册按照一种较新的体例，系统地汇编了电气设计、安装、运行、维修、管理等工作中所需的一般数据、公式、国家标准、规程、规范，常用电气设备、装置、元器件、家用电器和电气工作用工具、材料的基本性能参数、操作使用方法等资料。

本手册力求反映国内（并适当结合国外）近年来电气技术的新进展，注重其简明和实用，在资料的取舍上主要考虑到了以下几方面：

1. 电气工作中所要查阅的资料是大量的，其中有些资料经常用到，查阅频率很高，而有些资料用得极少，难得查阅一次；有些资料通用性强，各种电气工作中都可能查阅，而有些资料专业性很强，使用范围很窄。本手册一般只收录常用的和通用性强的资料，适当兼顾资料的系统性和完整性。

2. 自1985年以来，我国参照国际上较通用的IEC标准制订了一套电气图形符号、文字符号及电气制图规则。本手册除在第2章较全面地汇编了关于电气图有关标准外，其余各章的图样均按新标准绘制，采用了新的图形符号和文字符号及项目代号。但由于电气图新标准尚未覆盖电气技术的各个领域，因此，手册中的个别地方仍沿用了旧标准。凡属这种情况，一般都另有说明或注释。

3. 本手册把资料“新”作为内容取舍的基本依据，力求反映国内近年来电气技术的新发展和出现的新设备、新工艺、新材料，以及国家新发布的标准、规程和规范，广泛收录了国内近年来研制的新产品和引进国外的新产品的有关资料，但由于这些资料较分散，不完善，或者由于专利技术的保密要求，因此，手册中的某些资料还不十分完整和系统，但能满足电气工作的一般使用要求。又考虑到某些资料虽然不够新，但仍有一定参考价值，在手册的一些章节中也略作介绍，或以附录的形式给出。

4. 为了适应改革开放和对外技术交流的需要，编者参考了国外一些较新版本的电气手册和资料，从中编译了有关内容充实到手册的有关章节中。这些手册和资料主要有：

- (1) W.F.Cooper, Electrical Safety Engineering, 1978
- (2) Hermann Wellers, Praktische Elektrotechnik, 1982
- (3) Editor William Handiey, M.B.E, Industrial Safety Handbook, 1977
- (4) W.Benz, Tabellenbuch Elektronik 1983
- (5) Nühman, Das Grosse Werkbuch Elektronik, 1984
- (6) IEC (国际电工委员会) 标准
- (7) ISO (国际标准化组织) 标准

这里应说明的是：编译的资料中的某些数据、符号、表达方式等，可能与我国现行规定存在差异，仅供参考与借鉴。

5. 从大范围而言，电力技术和电子技术（或强电和弱电）有较明显的区别，但在许

多发展的电气技术领域内，两者互相渗透。对于广大电气工作者来说，电力和电子两方面的专业知识，虽然有所侧重，但必须兼备。因此，手册的内容尽可能兼顾这两方面的资料，但具体章节则往往有主次。

6. 电气工作中不可避免地要查阅其他相关专业的资料，为了方便读者，免去翻阅多种手册的麻烦，本手册汇编了与电气工作密切相关的一些常用的其他材料，如气象、地理、环境、材料、工具等等，但限于篇幅，只能择要，不能概全。

参加本手册编写的同志分别从事过电气设计、安装、运行、维修、管理及教学、编辑等项工作。手册的主要编者是何利民、尹全英、桂南生。此外，郭俊杰、张风让、喜明成、高义章、曾玉生等同志也为本书的出版付出了巨大的劳动。一些电气科研、设计、制造、安装、使用单位提供了许多产品样本、使用说明书、图样、技术文件等资料。作者在此一并致以深切的谢意。

由于编者水平有限，尤其是按照这种体例编写，我们还缺乏经验，可能存在许多不足之处，请读者批评指正。

目 录

第1章 常用资料和基础知识

1.1 计量单位及其换算	1
1.1.1 国际单位制(SI)的单位和 其他单位	1
1.1.2 单位的换算	4
2 电工技术常用计算公式和计算 图表	11
2.1 常用计算公式	11
2.2 常用电气计算图(诺模图)	48
2.3 相对电平及绝对电平	63
3 基本电气额定值	69
3.1 额定电压	69
3.2 额定频率	70
3.3 额定电流	71
4 常用数学资料	73
4.1 重要数学常数	73
4.2 常用数学符号	73
4.3 三角函数	75
4.4 复数	78
4.5 指数和对数	78
4.6 级数	79
4.7 微积分	80
4.8 布尔代数	81
4.9 常用面积和体积的计算	82
5 常用物理化学资料	85
5.1 常用物理量名称及符号	85
5.2 重要的物理常数	87
5.3 化学元素	88
5.4 物质的密度	90
5.5 物质的熔点和沸点	91
5.6 物质的比热	93
5.7 物质的热膨胀系数	94
5.8 物质的导热系数	95
5.9 物质的电阻率及电导率	96
1.5.10 物质的介电常数	99
1.5.11 物质的机械性能	99
1.5.12 常用材料的摩擦系数	101
1.6 常用气象地理资料	102
1.6.1 常用名词术语	102
1.6.2 大气压力、温度与海拔高度的 关系	104
1.6.3 我国的自然气候分区	105
1.6.4 典型气象区	105
1.6.5 我国主要地区的气象资料	106
1.6.6 电工产品的使用环境条件	110
1.6.7 温度、湿度、大气压力对电气装置的 影响	111
1.6.8 各种场所对电工产品的噪声的 要求	112
1.6.9 地震烈度与震级	112
1.6.10 风力风级	113
1.6.11 降雨等级和降雨强度	114
1.7 国内外标准代号	115
1.7.1 国内标准	115
1.7.2 常见国际、国外标准代号	116
1.8 优先数和模数	117
1.8.1 优先数和优先数系	117
1.8.2 模数和模数制	118
1.9 常用字母和罗马数字	120
1.9.1 汉语拼音字母及注音字母	120
1.9.2 拉丁字母和希腊字母	120
1.9.3 罗马数字	121
1.10 袖珍式电子计算器及微型计算机的 操作	121
1.10.1 袖珍式简易电子计算器	121
1.10.2 袖珍式科学计算器的操作	123
1.10.3 IBM—PC 微型机的基本操作	130
1.10.4 APPLE—II 微型机的基本 操作	137

第2章 电气图标准和一般规定

2.1 电气图常用名词术语	145
2.2 电气图用图形符号	148
2.2.1 常用电气系统图、电路图用图形符号和其他符号	154
2.2.2 常用电力、照明和电信布置图形符号	155
2.2.3 常用电力设备的标注方法	157
2.2.4 常用二进制逻辑单元图形符号	159
2.3 电气设备用图形符号	161
2.4 电气技术中的文字符号	168
2.4.1 适用范围及目的	168
2.4.2 基本文字符号	168
2.4.3 辅助文字符号	172
2.4.4 补充文字符号的原则	173
2.4.5 新旧文字符号对照	173
2.5 电气技术中的项目代号	176
2.5.1 项目代号的用途及有关概念	176
2.5.2 代号段	176
2.5.3 项目代号	177
2.5.4 第3段 种类代号	178
2.5.5 第1段 高层代号	181
2.5.6 第2段 位置代号	182
2.5.7 第4段 端子代号	183
2.6 电气图中导线的标记方法	184
2.6.1 导线标记系统的类型	184
2.6.2 导线的标记方法	185
2.6.3 用色码作导线的标记	189
2.7 电气图中电器接线端子的标记方法	189
2.8 电气图中回路的标号	192
2.8.1 回路标号的一般原则	192
2.8.2 回路标号示例	192
2.9 电气图中触头分合程序表和复合式开关工作状态的画法	195
2.9.1 触头分合程序表的画法	195
2.9.2 复合式开关工作状态的表示方法	195
2.10 电气制图一般规则	199
2.10.1 一般规定	199

2.10.2 简图的布局	201
2.10.3 图形符号	202
2.10.4 连接线	204
2.10.5 项目代号和端子代号	207
2.10.6 注释和标志、技术数据和符号或元件在图上的位置	209
2.11 电气系统图和框图	209
2.11.1 系统图和框图的用途	209
2.11.2 系统图和框图的绘制方法	210
2.11.3 示例图	210
2.12 电路图	213
2.12.1 电路图的用途和用途	213
2.12.2 图上位置的表示方法	213
2.12.3 元件、器件和设备及其工作状态的表示法	213
2.12.4 图形符号的布置	214
2.12.5 电路表示法	217
2.13 电气接线图和接线表	221
2.13.1 接线图和接线表的一般表示方法	221
2.13.2 单元接线图和单元接线表	222
2.13.3 互连接线图和互连接线表	222
2.13.4 端子接线图和端子接线表	227
2.13.5 电缆配置图和电缆配置表	229
2.14 电力传动控制设备内部接线图	230
2.15 电气系统说明书用简图	234
附录2.1 机械制图的一般规则(摘要)	237
附录2.2 几何作图法	240

第3章 电线电缆和电气线路

3.1 概述	244
3.1.1 电线电缆的分类	244
3.1.2 电线电缆的基本结构	244
3.1.3 电线电缆型号的一般表示方法	245
3.1.4 电线电缆的基本特性参数	246
3.2 常用电线的种类及主要技术数据	248
3.2.1 裸绞线	248
3.2.2 矩形母线	251

3.2.3 塑料绝缘电线	252	3.7.2 电缆埋地敷设	321
3.2.4 橡皮绝缘电线	256	3.7.3 电缆在沟内敷设	321
3.2.5 农用地埋铝芯塑料绝缘电线 (地埋线)	260	3.7.4 电缆在隧道内敷设	322
3.2.6 通用屏蔽电线	260	3.7.5 室内电缆敷设	322
3.2.7 常用电磁线	262	3.7.6 电缆穿管敷设	322
3.3 常用电缆的种类及主要技术 数据	264	3.7.7 电缆故障的检测方法	322
3.3.1 塑料(聚氯乙烯)护套电力电缆	264	3.8 架空配电线路	327
3.3.2 交联聚氯乙烯绝缘电力电缆	268	3.8.1 架空配电线路敷设的一般要求	327
3.3.3 橡皮绝缘电力电缆	270	3.8.2 电杆	330
3.3.4 通用橡套电力电缆	272	3.8.3 绝缘子	332
3.3.5 电焊机用橡皮绝缘电缆	272	3.8.4 横担	336
3.3.6 油浸纸绝缘电力电缆	274	3.8.5 拉线	338
3.3.7 通用信号、控制电缆	274	3.8.6 导线弛度的计算	339
3.3.8 通信电缆	276	3.9 电线电缆导体的连接	341
3.3.9 射频电缆	276	3.9.1 导体连接的基本要求	341
3.4 电缆附件	281	3.9.2 室内导线的连接	342
3.4.1 电缆终端	281	3.9.3 电缆芯线的连接	343
3.4.2 电缆中间连接盒	284	3.9.4 架空线路导线的连接	343
3.4.3 连接管和接线端子	287	3.9.5 母线的连接	344
3.4.4 电缆桥架	291	3.9.6 导线与设备接线柱的连接	347
3.5 电线电缆的选用	293		
3.5.1 电线电缆选用的一般原则	293	第4章 低 压 电 器	
3.5.2 常用电线类型的选用	293	4.1 基本知识	348
3.5.3 常用电力电缆类型的选用	293	4.2 低压熔断器	358
3.5.4 按机械强度选择导线的截面积	295	4.2.1 常用低压熔断器的分类及特点	358
3.5.5 按允许载流量选择电线电缆的截 面积	295	4.2.2 常用低压熔断器	359
3.5.6 按允许电压损失选择电线电缆的截 面积	304	4.2.3 熔断器的选择、安装与维护	367
3.5.7 按经济电流密度选择导线的截 面积	306	4.3 刀开关	369
3.6 室内配电线路	306	4.3.1 开启式刀开关	369
3.6.1 布线方式	306	4.3.2 负荷开关	372
3.6.2 布线的基本要求	307	4.3.3 组合开关	374
3.6.3 绝缘导线明敷布线	310	4.3.4 刀开关的使用	375
3.6.4 线管布线	312	4.4 空气断路器	379
3.6.5 裸导线布线	314	4.5 接触器	393
3.6.6 室内配电线路布线常用材料	315	4.5.1 交流接触器	393
3.7 电缆线路	319	4.5.2 直流接触器	399
3.7.1 电缆敷设的一般要求	319	4.5.3 基本的接触器控制电路	406
		4.6 控制继电器	408
		4.6.1 热继电器	408
		4.6.2 电磁式控制继电器	414
		4.6.3 电子式时间继电器	417
		4.6.4 小型控制继电器	418

4.7 保护继电器	419
4.8 主令电器	426
4.8.1 按钮	426
4.8.2 行程开关	431
4.8.3 万能转换开关	435
4.8.4 主令控制器	438
4.8.5 接近开关	438
4.8.6 主令电器的安装与使用	439
4.9 电磁铁	440
4.10 电阻器	446
4.10.1 固定电阻器	446
4.10.2 变阻器	453
4.10.3 频敏变阻器	458
4.10.4 电阻器的安装、检查与维护	460
4.11 信号电器	461
4.11.1 信号灯	461
4.11.2 音响电器	463
4.12 小型开关、接线端子	465
4.12.1 小型开关	465
4.12.2 接线端子和端子排	467
4.12.3 接线柱	470
4.13 防爆电器	470
4.14 低压成套配电装置	477
4.14.1 低压配电屏(柜)	477
4.14.2 动力配电箱	483
4.14.3 照明配电箱	484
4.14.4 成套配电装置的安装与使用	486

第5章 高压电器和电力电容器

5.1 高压电器的基本知识	489
5.2 常用高压开关	491
5.2.1 常用高压开关的分类及主要特性	491
5.2.2 高压断路器	493
5.2.3 高压负荷开关	496
5.2.4 高压隔离开关	496
5.2.5 操动机构	497
5.2.6 高压开关的使用	497
5.3 高压熔断器	500
5.3.1 高压熔断器的分类	500
5.3.2 常用户内型高压熔断器	500

5.3.3 户外型高压熔断器	500
5.3.4 熔丝的选配与使用	500
5.4 高压开关柜	503
5.5 电力电容器	505
5.5.1 电力电容器的种类和用途	505
5.5.2 常用电力电容器主要技术数据	507
5.5.3 常用电力电容器的应用	507

第6章 变 压 器

6.1 电力变压器的基本知识	515
6.1.1 电力变压器的基本特性	515
6.1.2 电力变压器的联结组	519
6.1.3 电力变压器的冷却方式及代号	519
6.1.4 电力变压器的温升	519
6.1.5 电力变压器的调压方式	519
6.1.6 电力变压器的型号说明	521
6.2 常用中小型电力变压器的类型和主要技术数据	523
6.3 电力变压器的安装	523
6.3.1 变压器本体及附件的安装	523
6.3.2 器身检查	533
6.3.3 变压器的干燥	534
6.3.4 变压器油的处理	539
6.4 电力变压器试验	541
6.4.1 电力变压器试验项目及标准	541
6.4.2 电力变压器试验方法	541
6.5 电力变压器的运行与维护	546
6.5.1 电力变压器试运行	546
6.5.2 电力变压器过载运行	546
6.5.3 电力变压器并联运行	547
6.5.4 电力变压器常见故障分析与处理	548
6.6 常用小型变压器	548
6.6.1 干式变压器	548
6.6.2 照明变压器	549
6.6.3 控制变压器	550
6.6.4 试验变压器	551
6.6.5 低压大电流变压器	552
6.7 变压器类产品	552
6.7.1 电流互感器	552
6.7.2 电压互感器	558

6.7.3 调压器	560
-----------------	-----

第7章 中小型电机

7.1 电机的基本知识	565
7.1.1 电机的分类	565
7.1.2 电机的运行工作制	566
7.1.3 电机的型号表示方法	566
7.1.4 电机外壳的防护等级和冷却 方式	567
7.1.5 电机的接线标志	568
7.1.6 电机的旋转方向	569
7.1.7 电机绝缘等级和温度限值	569
7.1.8 电机的安装型式	570
7.2 三相异步电动机的种类和技术 数据	572
7.2.1 三相异步电动机的种类	572
7.2.2 三相异步电动机的基本技术 参量和铭牌内容	573
7.2.3 Y系列封闭式三相异步电动机	576
7.2.4 Y系列开启式异步电动机	578
7.2.5 YR系列开启式异步电动机	580
7.2.6 AO2系列小功率(分马力)三 相异步电动机	581
7.3 三相异步电动机的起动及控制	583
7.3.1 鼠笼型异步电动机的全压起动	583
7.3.2 鼠笼型异步电动机的减压起动	585
7.3.3 绕线型异步电动机的起动	590
7.4 三相异步电动机的制动和调速	591
7.4.1 三相异步电动机的制动	591
7.4.2 异步电动机的调速	591
7.5 三相异步电动机的安装、 检查和试验	594
7.5.1 电动机的一般检查	594
7.5.2 电动机的一般试验	595
7.5.3 电动机的试运行	597
7.5.4 电动机常见故障的分析与处理	598
7.6 三相异步电动机的应用	599
7.6.1 电动机类型的选择	599
7.6.2 电动机功率的选择计算	600
7.6.3 三相异步电动机的特殊应用	603
7.7 直流电机的分类及基本特性	604

7.7.1 直流电机的分类及特点	604
7.7.2 直流电机额定参数范围	607
7.8 常用直流电机的技术数据	607
7.8.1 Z2系列直流电机	607
7.8.2 Z3系列直流电机	607
7.9 直流电机的使用	617
7.9.1 直流电动机的起动	617
7.9.2 直流电动机的调速	618
7.9.3 直流电动机的制动	618
7.9.4 换向器和电刷的维护	618
7.9.5 直流电机常见故障及处理	621
7.10 单相异步电动机	623
7.10.1 单相异步电动机的种类及特点	623
7.10.2 单相异步电动机的接线标志和 正反转控制	624
7.10.3 单相异步电动机的调速	627
7.10.4 常用单相异步电动机的主要技 术数据	627

第8章 内燃机电站

8.1 内燃机电站的类型及基本特性	633
8.1.1 内燃机电站的分类和型号	633
8.1.2 内燃机电站的基本额定参数	634
8.1.3 内燃机电站的实际功率	635
8.2 内燃机电站的主要技术数据	636
8.3 内燃机的基本知识	639
8.3.1 柴油机的分类及特点	639
8.3.2 内燃机型号的一般表示方法	639
8.3.3 柴油机辅助系统	640
8.4 同步发电机及励磁装置	642
8.4.1 同步发电机	642
8.4.2 励磁调压装置	647
8.4.3 同步发电机常见故障的分析与 处理	651
8.5 内燃机电站的并车装置	652
8.5.1 并车方法和条件	652
8.5.2 常用并车装置	652
8.5.3 同步发电机的均压装置	656

第9章 电工仪表与电气测量

9.1 基本知识	658
----------------	-----

9.1.1 常用名词术语	658	10.2 半导体管	713
9.1.2 常用电工仪表的分类	658	10.2.1 半导体二极管	713
9.1.3 指示仪表的误差及准确度等级	659	10.2.2 稳压二极管	720
9.1.4 常用指示式仪表的种类及特点	659	10.2.3 变容二极管	724
9.1.5 常用电工仪表型号的构成	662	10.2.4 晶体三极管	727
9.1.6 表盘上的数字和符号	665	10.2.5 场效应晶体管	736
9.2 电流、电压表和电流、电压的 测量	667	10.2.6 单结晶体管	753
9.2.1 常用开关板式电流、电压表	667	10.2.7 光电元件	756
9.2.2 常用实验室电流、电压表	671	10.2.8 运算放大器(线性集成电路)	765
9.2.3 电流和电压的测量	671	10.2.9 可控硅(晶闸管)	774
9.3 功率表和功率的测量	675	10.3 电阻电容元件	792
9.3.1 常用功率表	675	10.3.1 电阻器	792
9.3.2 功率表的选择与使用	675	10.3.2 电容器	795
9.3.3 直流功率的测量	678	10.4 常用电子电路	797
9.3.4 单相交流功率的测量	678	10.5 电源装置	797
9.3.5 三相交流功率的测量	680	10.5.1 整流电路	797
9.3.6 三相交流无功功率的测量	681	10.5.2 稳压电路	801
9.4 电度表和电能的测量	682	10.5.3 电压变换器	806
9.4.1 常用电度表	682	10.5.4 小功率电源变压器	808
9.4.2 电度表的接线	682	10.6 共用天线电视设备	810
9.4.3 电度表的选择与使用	684	10.6.1 共用天线电视系统主要元部件	810
9.5 电桥及电阻的测量	686	10.6.2 共用天线电视系统	816
9.5.1 常用电桥	686	10.6.3 常用参考数据	817
9.5.2 直流电阻的测量方法	688	10.7 电声器件	820
9.5.3 直流电桥的使用方法	688	10.7.1 声的概念	820
9.6 兆欧表及绝缘电阻的测量	690	10.7.2 室内声	824
9.6.1 常用兆欧表	690	10.7.3 电声器件及其连接	827
9.6.2 兆欧表的使用和绝缘电阻的 测量	690	10.8 红外线电子技术	830
9.6.3 兆欧表常见故障的分析与处理	694	10.8.1 红外线及其特征	830
9.7 万用电表和钳形电表	696	10.8.2 红外线栅	831
9.7.1 万用表的基本工作原理和分类	696	10.8.3 红外线传送声音	832
9.7.2 常用万用表	696		
9.7.3 万用表的使用和常见故障分析	703		
9.7.4 钳形电表的原理和使用方法	706		
9.7.5 常用钳形电表	706		
9.8 电感、电容、频率及失真系数 的测量	709		
第10章 常用电子元器件及其应用		第11章 电 气 照 明	
10.1 半导体器件型号命名方法	712	11.1 照明的基本知识	834
		11.1.1 光的概念	834
		11.1.2 照明技术的基本参量	836
		11.1.3 常用电气照明术语	842
		11.2 常用电光源	842
		11.2.1 常用电光源的分类及基本特性	842
		11.2.2 常用灯泡灯管及其附件主要技 术数据	845
		11.3 照明控制电路	852

11.3.1 通用控制电路·····	852
11.3.2 荧光灯控制电路·····	853
11.3.3 钠灯、水银灯及金属卤化物灯 控制电路·····	855
11.4 照明器和照明附件·····	855
11.4.1 照明器的分类和光度数据图·····	855
11.4.2 照明器部件·····	858
11.4.3 照明开关和插头插座·····	860
11.5 电气照明的实用计算·····	867
11.5.1 室内照明设备的计算·····	867
11.5.2 照明供电计算·····	872
11.6 电气照明安装与使用·····	875
11.6.1 照明灯具及附件的安装·····	875
11.6.2 照明灯具常见故障的分析与 处理·····	879

第12章 家用电器

12.1 基本知识·····	882
12.1.1 家用电器的分类·····	882
12.1.2 家用电器安装、使用、检修的 一般原则·····	883
12.2 电风扇·····	886
12.2.1 电风扇的种类及特性·····	886
12.2.2 常用电风扇主要技术数据和控 制电路·····	890
12.2.3 电风扇常见故障的分析与处理··	892
12.3 电动洗衣机·····	895
12.3.1 洗衣机的分类及特性·····	895
12.3.2 洗衣机的电气控制·····	898
12.3.3 洗衣机常见故障分析与处理····	899
12.4 吸尘器·····	902
12.4.1 吸尘器的种类及特性·····	902
12.4.2 常用吸尘器主要技术数据和控 制电路·····	903
12.4.3 吸尘器的使用方法和常见故障 的处理·····	904
12.5 空调器·····	906
12.5.1 家用空调器的分类及特性·····	906
12.5.2 常用窗式空调器主要技术数据 和控制电路·····	909
12.5.3 空调器的选择与使用·····	911
12.6 电冰箱·····	913

12.6.1 电冰箱的分类及特性·····	913
12.6.2 电冰箱的电气控制和常见故障 的分析与处理·····	916
12.7 家用电热器具·····	918
12.7.1 电热器具中的发热器和温控器··	918
12.7.2 常用电热器具·····	920
12.8 家用电动器具·····	925
12.9 家用电子器具使用基本 知识·····	926
12.9.1 收音机的使用·····	926
12.9.2 盒式磁带录音机的使用·····	928
12.9.3 电视机的使用·····	931
12.9.4 盒式磁带录像机的使用·····	933

第13章 直流电源

13.1 电池·····	937
13.1.1 电池的分类及特性·····	937
13.1.2 常用干电池·····	938
13.1.3 常用蓄电池·····	939
13.2 蓄电池的安装与使用·····	946
13.2.1 蓄电池的安装与检查·····	946
13.2.2 蓄电池电解液的配制·····	947
13.2.3 蓄电池充放电方法·····	949
13.3 电力整流器·····	951
13.3.1 电力整流器的种类及特点·····	951
13.3.2 常用整流装置·····	954

第14章 电气接地

14.1 电气接地的基本知识·····	958
14.1.1 常用名词术语·····	958
14.1.2 保护接地方式·····	959
14.1.3 电力设备保护接地的范围和 要求·····	960
14.2 接地装置·····	962
14.2.1 接地装置材料的选择·····	962
14.2.2 接地装置的安装·····	963
14.3 接地电阻的计算和测量·····	964
14.3.1 各种装置要求的接地电阻值····	964
14.3.2 接地电阻计算·····	965
14.3.3 接地电阻的测量方法·····	968
14.4 工作接地·····	970
14.4.1 中性点接地方式及特点·····	970

14.4.2 380/220V低压系统中性点接 地方式.....	971	16.4.1 常用金属材料.....	1035
第15章 电气装置和建筑物的防雷		16.4.2 常用标准件和通用件.....	1038
15.1 基本知识.....	973	16.4.3 焊接材料.....	1050
15.1.1 常用名词术语.....	973	16.4.4 常用油漆和润滑油脂.....	1054
15.1.2 雷电的基本特性及其危害.....	973	第17章 电动工具和电工常用手工工具	
15.1.3 雷电活动规律.....	974	17.1 电动工具的分类及应用.....	1059
15.2 防雷装置.....	975	17.1.1 电动工具的分类及特性.....	1059
15.2.1 避雷针和避雷线.....	975	17.1.2 常用电动工具的技术特性及 使用.....	1063
15.2.2 消雷器.....	978	17.2 电工常用手工工具.....	1069
15.2.3 避雷器.....	979	17.2.1 电气安全工具.....	1069
15.3 电力设备和电力装置的防雷 措施.....	987	17.2.2 导体连接用工具.....	1072
15.3.1 架空线路的防雷措施.....	987	17.2.3 电气钳工工具.....	1075
15.3.2 变电所的防雷措施.....	987	第18章 电 气 安 全	
15.3.3 小型旋转电机的防雷措施.....	989	18.1 触电和触电急救.....	1080
15.4 建筑物的防雷措施.....	990	18.1.1 触电机理.....	1080
15.4.1 建筑物遭受雷击的特点及防雷 分类.....	990	18.1.2 触电事故的急救措施.....	1083
15.4.2 建筑物的一般防雷措施.....	991	18.2 电气安全的一般规定.....	1084
第16章 电工材料和电气工作用其 他材料		18.2.1 安全电压.....	1084
16.1 导电材料.....	994	18.2.2 电气安全净距.....	1085
16.1.1 导电材料的分类和基本特性.....	994	18.2.3 电气安全的颜色标志.....	1086
16.1.2 铜铝导体.....	998	18.2.4 电气安全的图形标志.....	1089
16.1.3 电阻材料.....	1000	18.3 电气操作与电气施工中的安全 工作.....	1092
16.1.4 电热材料.....	1003	18.3.1 电气操作的安全工作.....	1092
16.1.5 热双金属.....	1008	18.3.2 电气设备停电作业的安全规定.....	1094
16.1.6 常用热电偶材料.....	1009	18.3.3 电气施工的安全工作.....	1096
16.1.7 电机用电刷.....	1010	18.3.4 施工临时用电的安全管理.....	1097
16.2 绝缘材料.....	1015	18.4 电气防火.....	1100
16.2.1 绝缘材料的分类及基本特性.....	1015	18.4.1 电气火源.....	1100
16.2.2 常用绝缘材料.....	1019	18.4.2 电气防火的基本措施.....	1101
16.3 磁性材料.....	1031	18.5 静电、电磁波、射线和激光 的安全防护.....	1104
16.3.1 磁性材料的分类及基本磁性能.....	1031	18.5.1 静电的安全防护.....	1104
16.3.2 常用磁性材料.....	1032	18.5.2 电磁波的安全防护.....	1113
16.4 电气工作中常用其他材料.....	1035	18.5.3 射线的安全防护.....	1114
		18.5.4 激光的安全防护.....	1116

第 1 章 常用资料 and 基础知识

1.1 计量单位及其换算

1.1.1 国际单位制(SI)的单位和其他单位

国际单位制是我国法定计量单位的基础，一切属于国际单位制的单位都是我国的法定计量单位。国际单位制简称SI。

国际单位制的单位包括SI单位以及SI单位的十进倍数单位。SI单位的十进倍数单位由SI词头和SI单位构成。

此外，我国选定的非国际单位制单位，也是我国的法定计量单位。

(1) 国际单位制 (SI) 的单位

SI单位分为SI基本单位、SI辅助单位以及SI导出单位三个部分，见表1.1.1-1~表1.1.1-3。

SI 基 本 单 位

表 1.1.1-1

基本量的名称	量的符号	基本单位名称	单位符号
长 度	l	米	m
质 量	m	千克 (公斤)	kg
时 间	t	秒	s
电 流	I	安[培]	A
热力学温度	T	开[尔文]	K
物质的量	n	摩[尔]	mol
发光强度	I, I_v	坎[德拉]	cd

SI 辅 助 单 位

表 1.1.1-2

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	其他表示式例
平 面 角	$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \theta, \varphi$	弧 度	rad	m/m
立 体 角	ω, Ω	球 面 度	sr	m ² /m ²

具有专门名称的SI导出单位

表 1.1.1-3

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	其他表示式例
频率	f	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力; 重力	F	牛[顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力, 压强; 应力	p	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
能量; 功; 热	W, A, E, Q	焦[耳]	J	$N \cdot m$
功率; 辐射通量	P	瓦[特]	W	J/s
电 荷 量	Q	库[仑]	C	$A \cdot s$
电位; 电压; 电动势	U, E	伏[特]	V	W/A
电 容	C	法[拉]	F	C/V
电 阻	R	欧[姆]	Ω	V/A
电 导	G	西[门子]	S	A/V
磁 通 量	Φ	韦[伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度, 磁感应强度	B	特[斯拉]	T	Wb/m^2
电 感	L	亨[利]	H	Wb/A
摄氏温度	ϑ	摄氏度	$^{\circ}C$	
光 通 量	Φ_v	流[明]	lm	$cd \cdot sr$
光 照 度	E_v	勒[克斯]	lx	lm/m^2
放射性活度	A	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	D	戈[瑞]	Gy	J/kg
剂量当量	H	希[沃特]	Sv	J/kg

注: $1kWh$ (千瓦小时) = $3.6MJ$ (兆焦)

(2) 可与SI单位并用的其他单位 (见表1.1.1-4)。

可与SI单位并用的其他单位

表 1.1.1-4

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时 间	$t, (\Delta t)$	分 [小]时 天(日) 年	min h d a	$1min = 60s$ $1h = 60min = 3600s$ $1d = 24h = 86400s$ $1a = 365d$
平 面 角	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$	[角]秒 [角]分 度	($''$) ($'$) ($^{\circ}$)	$1'' = (\pi/648000) \text{ rad}$ (π 为圆周率) $1' = 60'' = (\pi/108000) \text{ rad}$ $1^{\circ} = 60' = (\pi/180) \text{ rad}$
旋转速度	n	转每分	r/min	$1r/min = (1/60)s^{-1}$
长 度	l	海 里	n mile	$1n \text{ mile} = 1852m$ (只用于航程)
速 度	v	节	kn	$1kn = 1n \text{ mile/h}$ $= (1852/3600) m/s$ (只限于航行)
质 量	m	吨 原子质量单位	t u	$1t = 10^3kg$ $1n \approx 1.6605655 \times 10^{-27}kg$
体 积	V	升	L, (l)	$1L = 1dm^3 = 10^{-3}m^3$
能	W, A, E	电子伏	eV	$1eV \approx 1.6021892 \times 10^{-19}J$

续表

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	换算关系和说明
级 差		分 贝	dB	
线 密 度		特〔克斯〕	tex	1tex = 1g/km

(3) 电磁量的SI单位 (见表1.1.1-5)。

电 磁 量 的 SI 单 位 表 1.1.1-5

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	备 注
电压, 电位差, 电动势	U, E	伏〔特〕	V	
电 阻	R	欧〔姆〕	Ω	
电 阻 率	ρ	欧〔姆〕米	$\Omega \cdot m$	
电 导	G	西〔门子〕	S	$1S = 1 \frac{A}{V} = 1 \frac{1}{\Omega}$
电 导 率	γ	西〔门子〕每米	S/m	
电量, 电荷	Q	库〔仑〕	C	
电 容	C	法〔拉〕	F	$C = \frac{Q}{U}$
介电常数	ϵ	法〔拉〕每米	F/m	
电通〔量〕密度, 电位移	D	库〔仑〕每平方米	C/m ²	$D = \epsilon_0 \epsilon_r E$
电场强度	E	伏每米	V/m	$E = \frac{F}{Q}$
磁通〔量〕	Φ	韦〔伯〕, 伏 秒	Wb, Vs	1Wb = 1Vs
磁通〔量〕密度	B	特〔斯拉〕	T	$B = \mu H$
电感〔量〕	L	亨〔利〕	H	$L = \frac{N\Phi}{I}$
磁场强度	H	安〔培〕每米	A/m	$H = \frac{1}{2\pi r}$
电流〔强度〕	I	安〔培〕	A	
磁〔动〕势	Θ, F_m	安〔培〕	A或At	
磁 阻	R_m	安〔培〕每韦〔伯〕	A/Wb	
磁 导 率	μ	亨〔利〕每米	H/m	
有功功率	P	瓦〔特〕	W	
无功功率	Q	乏	Var	
表观功率 (视在功率)	S	伏 安	VA	
频 率	f	赫〔兹〕	Hz	

注：有相当多的电磁单位符号是物理学家英文名字的缩写，它们是：

A——Ampere安（培）

V——Volt伏（特）

W——Watt瓦（特）

F——Farad法（拉第）

H——Henry亨（利）

Wb——Weber韦（伯）

T——Tesla特（斯拉）

Mx——Maxwell麦（克斯威）

S——Siemens西（门子）

Gs——Gauss高（斯）

Hz——Hertz赫（兹）

J——Joule焦（耳）

C——Coulomb库（仑）

Ω ——Ohm欧（姆）。为了避免O与零“0”混淆，把Ohm缩写为 Ω 。

(4) 电磁单位的变换

$$1\text{V (伏)} = 1 \frac{\text{W (瓦)}}{\text{A (安)}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{A} \cdot \text{s}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{A} \cdot \text{s}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$$

$$1\text{A (安)} = 1 \frac{\text{W (瓦)}}{\text{V (伏)}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{V} \cdot \text{s}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{V} \cdot \text{s}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{V} \cdot \text{s}^3}$$

$$1\Omega (\text{欧}) = 1 \frac{\text{V (伏)}}{\text{A (安)}}$$

$$1\text{W (瓦)} = 1\text{V (伏)} \cdot \text{A (安)} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

$$1\text{F (法)} = 1 \frac{\text{C (库)}}{\text{V (伏)}} = 1 \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V}} = 1 \frac{\text{s}}{\Omega} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{V}^2} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{V}^2 \cdot \text{s}^2}$$

$$1\text{H (亨)} = \frac{1\text{Wb (韦)}}{1\text{A (安)}} = 1\Omega \cdot \text{s} = \frac{1\text{Vs}}{1\text{A}} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{A}^2} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^2}$$

$$1\text{Wb (韦)} = 1\text{Vs (伏秒)} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{A}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^2} = 10^8 \text{Mx (麦克斯韦)}$$

$$1\text{T (特)} = 1 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = \frac{1\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^2} = 10^4 \text{Gs (高斯)}$$

$$1\text{C (库)} = 1\text{As (安秒)} = 1 \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{V}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{V}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{V} \cdot \text{s}^2}$$

(5) SI词头 (见表1.1.1-6)。

SI 词 头

表 1.1.1-6

词 头 名 称		符 号	因 数	
原文 (法)	中 文			
exa	艾[可萨]	E	1 000 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁸	
peta	拍[它]	P	1 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁵	
téra	太[拉]	T	1 000 000 000 000 = 10 ¹²	
giga	吉[咖]	G	1 000 000 000 = 10 ⁹	
méga	兆	M	1 000 000 = 10 ⁶	
kilo	千	k	1 000 = 10 ³	
hecto	百	h	100 = 10 ²	
déca	十	da	10 = 10 ¹	
déci	分	d	0.1	= 10 ⁻¹
centi	厘	c	0.01	= 10 ⁻²
milli	毫	m	0.001	= 10 ⁻³
micro	微	μ	0.000 001	= 10 ⁻⁶
nano	纳[诺]	n	0.000 000 001	= 10 ⁻⁹
pico	皮[可]	p	0.000 000 000 001	= 10 ⁻¹²
femto	飞[母托]	f	0.000 000 000 000 001	= 10 ⁻¹⁵
atto	阿[托]	a	0.000 000 000 000 000 001	= 10 ⁻¹⁸

1.1.2 单位的换算

1. 长度单位的换算 (见表1.1.2-1)。