

刘润民 编著

DIANGONG CELIANG
SUCHA SUSUAN
SHOUCE

DG

电工测量 速查速算 手册



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

刘润民 编著

DIANGONG CELIANG

SUCHA SUSUAN

SHOUCE

DG

电工测量

手册



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

电工测量速查速算手册/刘润民编著. —北京:
中国电力出版社, 2011.10
ISBN 978-7-5123-2188-5

I. ①电… II. ①刘… III. ①电气测量-技术手册 IV. ①TM93-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 203889 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 64 开本 5.25 印张 193 千字

印数 0001—3000 册 定价 20.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

内容提要

根据不同读者的需要,本书收集了现代电工测量行业常用的计量公式和部分相关的数据资料。全书共 10 章,主要包括:直流电路计算,正弦交流电路计算,误差、准确度及电能不确定度的计算,有效数字与检定结果的数据处理,电能表,电测仪表,互感器,电能计量装置及负荷率,电动机及电子有关量值的计算,电子元件及电气设备的测量与判断。

本书注重简明实用,内容由浅入深,步步递进。计算公式及必要的图解或文字说明均以表格形式编排,使读者一目了然,力求达到“即查即用”的效果。

本书可供具备电工基本计算能力的各类电气人员、电测工作人员使用,也可供相关专业的大中专师生参考,是一本理想的便携式工具书。

前言

电工测量速查速算手册

目前，电工测量技术知识的应用已普及到各行各业，无论是初学者、爱好者还是专业工作者，根据自己所从事的专业性质和爱好，总是希望能找到最适合自己的使用的电工测量类工具书。为此，本书作者根据工作的实际需要，编写了这本《电工测量速查速算手册》。

本书以常用的基本知识为主，语言简练、通俗易懂，通过计算公式，给出相应的实例。同时，根据不同的章节，提供了大量的计算例题，为读者参考选用。

本书内容丰富，涵盖了现代电工测量技术的基本知识点，其主要特点是以计算题的形式出现，对公式符号的表示、例题的应用，都加以说明，从而满足了不同程度、不同工作性质的读者要求。同时，根据读者所需要的内容，通过目录可迅速查到公式，然后，再通过公式迅速查到相应的例题所在的位置，突出了速查速算的特点。另外，此书采用的是小开本，携带方便，随用随查，

为读者提供了便利。

本书由河北省电力研究院刘润民编著。本书在编写过程中，广泛参考和引用了众多专家、学者的文章，在此一并表示衷心的感谢。由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 9 月

目 录

电工测量速查速算手册

前言

第 1 章 直流电路计算

1.1 电工学常用定律及公式	1
1.1.1 克希荷夫第一定律	1
1.1.2 克希荷夫第二定律	1
1.1.3 欧姆定律	2
1.1.4 全欧姆定律	3
1.1.5 戴维南定理	3
1.1.6 弥尔曼定理	4
1.2 电阻、电容的计算	5
1.2.1 电阻率	5
1.2.2 电导与电导系数	6
1.2.3 电阻温度系数	6
1.2.4 电阻与温度的关系	7
1.2.5 电阻电流的限值计算	7
1.2.6 电阻电压的限值计算	7
1.2.7 电阻的串联	7
1.2.8 电阻的并联	8
1.2.9 电容的串联	8

1.2.10	电容的并联	8
1.2.11	电容量	9
1.2.12	电场储能的计算	9
1.2.13	涡流	10
1.2.14	线性电阻与非线性电阻	10
1.3	直流电路中的功率、电能、效率和电流的热效应计算	12
1.3.1	电功率	12
1.3.2	电能	12
1.3.3	电能的换算	12
1.3.4	能量守恒与转换定律	13
1.3.5	效率	13
1.3.6	电流的热效应（楞次—焦耳定律）	13
1.4	直流电路中的电能测量	14
1.4.1	实用倍率的计算	14
1.4.2	抄读电能表测得的电量计算	14
1.4.3	间接测量电能	14
1.5	电桥	15
1.5.1	直流单臂电桥平衡条件及计算公式	15
1.5.2	直流双臂电桥计算公式	16
1.5.3	交流电桥的计算公式	16
1.6	例题	17

第2章 正弦交流电路计算

2.1	三相电路中参数计算公式	38
-----	-------------	----

2.1.1	频率	38
2.1.2	周期	38
2.1.3	角频率	38
2.1.4	弧度换算	39
2.1.5	单相电路中有功功率	39
2.1.6	三相电路中有功功率	39
2.1.7	星形连接电路的三相有功功率	39
2.1.8	视在功率、无功功率	39
2.1.9	有功功率	40
2.1.10	负荷功率因数	40
2.2	线路有功功率及电压损失	40
2.2.1	线路有功功率损失	40
2.2.2	线路电压损失	40
2.3	电容器组的电容量、容抗、电容器的容量选择及感抗	41
2.3.1	补偿电容器的容量选择	41
2.3.2	电容器组的电容量	41
2.3.3	电容器组的容抗	42
2.3.4	感抗	42
2.3.5	阻抗	42
2.3.6	电抗	43
2.3.7	容抗及电容值	43
2.3.8	电感值	43
2.4	电抗器的电感量和无功容量的计算	44
2.4.1	电抗器的分类	44
2.4.2	圆柱形电抗器的电感量的计算	45

2.4.3	空心电抗器的电感量的计算	45
2.4.4	并联电抗器无功容量的计算	46
2.4.5	串联电抗器无功容量的计算	46
2.5	电磁现象	46
2.5.1	磁感应强度的计算	46
2.5.2	磁通的计算	47
2.5.3	磁感应电动势的计算	47
2.5.4	电磁感应定律	48
2.5.5	安培环路定律	48
2.5.6	磁导率的计算	49
2.5.7	线圈的储能计算	49
2.5.8	磁阻的计算	49
2.5.9	磁路欧姆定律	50
2.6	例题	50

第3章 误差、准确度及电能不确定度的计算

3.1	误差概念及公式	71
3.1.1	绝对误差	71
3.1.2	相对误差	72
3.1.3	允许误差	72
3.1.4	用绝对误差表示允许误差	72
3.1.5	用相对误差表示允许误差	73
3.1.6	用引用误差表示允许误差	73
3.1.7	系统误差	73
3.1.8	随机误差	74

3.2 电能表及装置误差、标准偏差估计值的计算	74
3.2.1 电能表标准时间的计算	74
3.2.2 电能表相对误差的计算	74
3.2.3 功率稳定度的计算	75
3.2.4 标准偏差估计值的计算	75
3.2.5 电能表检定装置的磁感应强度的计算	76
3.2.6 电能表检定装置端钮之间电位差的计算	77
3.3 电工仪表误差、准确度的计算	78
3.3.1 电工仪表准确度的计算	78
3.3.2 电工仪表的最大绝对误差的计算	78
3.3.3 最大相对误差的计算	78
3.4 电磁系仪表附加误差的计算	79
3.4.1 电流表温度误差的计算	79
3.4.2 电压表温度误差的计算	79
3.4.3 频率误差的计算	80
3.5 电能不确定度的计算	80
3.5.1 电能测量不确定度的分类	80
3.5.2 不确定度的误差来源	80
3.5.3 A类不确定度的计算	81
3.5.4 B类不确定度的计算	82
3.5.5 合成标准不确定度的计算	82
3.5.6 扩展不确定度的计算	83
3.6 需量误差的计算	83
3.6.1 需量示值误差的计算	83
3.6.2 实际功率的计算	83
3.6.3 需量周期误差的计算	84

3.7 期间核查	85
3.7.1 期间核查的判别	85
3.7.2 期间核查的计算	85
3.8 例题	85

第4章 有效数字与检定结果的数据处理

4.1 有效数字的四则运算	107
4.1.1 有效数字	107
4.1.2 有效数字的加减运算	107
4.1.3 有效数字的乘除运算	107
4.2 检定结果的数据处理	108
4.2.1 四舍五入法	108
4.2.2 化整间距数为5化整方法	108
4.2.3 化整间距数为2化整方法	108
4.2.4 测量数据化整的通用方法	108
4.3 例题	109

第5章 电 能 表

5.1 电能表的常用计算	115
5.1.1 瓦时与千瓦小时的换算	115
5.1.2 当月用实际电量的计算（直入式电能表）	115
5.1.3 当月用实际电量的计算（电能表配有电压、 电流互感器）	116
5.1.4 频率的功率当量的计算	116

5.1.5	测试功率的计算	116
5.1.6	电能表灵敏度的计算	117
5.1.7	电能表启动功率的计算	117
5.1.8	电能表潜动试验时限的计算	117
5.1.9	电能表启动时限的计算	118
5.2	电能表的追补电量及计费倍率的计算	119
5.2.1	三相四线制电能表错误接线追补电量的计算 (某一相无电压)	119
5.2.2	三相四线制电能表错误接线追补电量的计算 (某一相无电流)	120
5.2.3	三相四线制电能表错误接线追补电量的计算 (一相电流接反)	121
5.2.4	三相三线制电能表错误接线追补电量的计算 (B 相电压电路断路)	121
5.2.5	电能表计费倍率的计算	122
5.3	电能表的脉冲转换	122
5.3.1	电能表的转盘转数转换为电脉冲的计算	122
5.3.2	发出一个脉冲代表多少电量的计算	123
5.3.3	电能表测量采用比较法的计算	123
5.3.4	电能表测量采用瓦秒法的计算	124
5.4	电能表误差及差错率	124
5.4.1	标准设备综合误差的计算	124
5.4.2	电能表标准偏差估计值的计算	124
5.4.3	电能计量故障差错率的计算	125
5.4.4	母线电量不平衡的计算	125
5.5	电能表线圈参数的选择	126

5.5.1	已知标定电流, 求电能表铜导线的线径	126
5.5.2	已知标定电流, 求电能表电流线圈铜 导线的截面积	126
5.5.3	求原电流线圈导线直径	126
5.5.4	求改制后的电流线圈匝数	126
5.5.5	求改制后的电流线圈导线直径	126
5.6	线损电量的计算	127
5.6.1	线损电量的计算	127
5.6.2	线损率的计算	127
5.6.3	线损的计算	127
5.6.4	以抄见电量计算线损	128
5.6.5	三相线路电量损失的计算	128
5.6.6	单相线路电量损失的计算	128
5.7	电压合格率和三相电流不平衡率及计费倍率的计算 ..	129
5.7.1	电压合格率的计算	129
5.7.2	三相电流不平衡率的计算	129
5.7.3	用户平均停电时间的计算	129
5.7.4	供电可靠率的计算	130
5.7.5	用户平均停电次数的计算	130
5.7.6	系统停电等效小时数的计算	130
5.8	例题	131

第 6 章 电 测 仪 表

6.1	电工仪表的计算	147
6.1.1	灵敏度的计算	147

6.1.2	毫伏表的内阻计算	147
6.1.3	电压量程扩大倍数的计算	147
6.1.4	电流量程扩大倍数的计算	147
6.1.5	需量指示器的预定示值计算	148
6.1.6	分格常数的计算	148
6.1.7	被测功率的计算	148
6.1.8	钳形电流表的测量计算	148
6.2	磁电系检流计	149
6.2.1	总磁力矩的计算	149
6.2.2	总磁力矩与动圈停止偏转角的关系	149
6.2.3	电流分度值和电流常数的计算	150
6.3	例题	150

第 7 章 互 感 器

7.1	互感器参数的计算	160
7.1.1	在现场带电测试低压电流互感器变比的计算	160
7.1.2	当制造厂的电压互感器参数不明时， 绕组匝数的计算	160
7.1.3	电压互感器线径的计算	161
7.1.4	单相电压互感器绕组额定电流的计算	161
7.1.5	电压互感器变比的计算	161
7.1.6	电压与电流之间的关系	161
7.1.7	互感器容量的计算	162
7.2	变压器电量损失的计算	162
7.2.1	变压器连续运行时，变压器有功、无功损失	

电量的计算	162
7.2.2 变压器不连续运行时, 变压器有功、无功损失 电量的计算	163
7.2.3 以抄见电量(有功电量和无功电量)计算变压器 有功、无功损失电量	163
7.2.4 变压器铁损电量的计算	164
7.2.5 变压器铜损电量的计算	164
7.2.6 变压器负荷率的计算	164
7.2.7 变损电量的计算	165
7.3 线损的计算	165
7.3.1 线损率的计算	165
7.3.2 线损的计算	165
7.3.3 以抄见电量计算线损	166
7.4 理论线损的计算步骤及公式	166
7.4.1 线路首端(出现端)电流 I 值的计算	166
7.4.2 每段线路的电流 I_i 值的计算	167
7.4.3 每段线路的电阻值的计算	167
7.4.4 每段线路的电量损失的计算	167
7.4.5 线路总电量损失和理论线损率的计算	167
7.5 互感器参数的计算	168
7.5.1 穿心式电流互感器差错电量的退补计算	168
7.5.2 三相三线回路电流互感器组不配套而引起 电量差错的计算	168
7.5.3 电流互感器倍率的计算	168
7.5.4 电压互感器倍率的计算	169
7.5.5 三相电压互感器的倍率计算	169

7.5.6	负荷率的计算	169
7.6	互感器误差、效率的计算	170
7.6.1	电流互感器比差的计算	170
7.6.2	电流互感器相位差的计算	170
7.6.3	电压互感器比差的计算	170
7.6.4	电压互感器相位差的计算	170
7.6.5	实际变压器效率的计算	171
7.7	TV 二次回路的比差、角差和压降的计算	171
7.7.1	TV 二次回路比差的计算	171
7.7.2	TV 二次回路角差的计算	171
7.7.3	TV 二次回路压降的计算	172
7.8	例题	172

第 8 章 电能计量装置及负荷率

8.1	追补电量	182
8.1.1	误差超差退补电量的计算	182
8.1.2	电能表潜动故障而造成的退补电量的计算	182
8.1.3	二次压降超差而造成的退补电量的计算	183
8.1.4	当计量装置缺少一相时，需追补电量的计算	183
8.1.5	当计量装置缺少两相时，需追补电量的计算	183
8.1.6	电能表潜动时的潜动电量的计算	184
8.1.7	电能表超差时的追补电费的计算	184
8.2	负荷率	185
8.2.1	负荷率的计算	185
8.2.2	高峰定点负荷率的计算	185