

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

电工

速查速算实用

手册



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电工速查速算实用手册

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本手册是根据电工设计人员与维修人员的实际需要而编写的,内容包括电工基础、电工常用测量仪表、照明电气、变电与配电系统、低压电器与电力电子元器件、高压电器、变压器、电动机、电工常用材料与工具、用电安全等速查速算数据资料。这些内容是电工产品设计、使用、维修等日常工作中需要经常查阅的各种计算公式和技术数据。

本手册分类明确、结构合理、资料翔实、通俗易懂,既可作为电工或电工企业在岗人员速查速算的工具书,也可作为中等电工、电工职业等相关技术学校的电工技术专业的教学参考用书,还可供电工产品开发及生产、维修技术人员的培训教材参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电工速查速算实用手册/孙余凯等编著.-北京:电子工业出版社,
2011.4

ISBN 978-7-121-13057-1

I. ①电… II. ①孙… III. ①电工技术—技术手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第038796号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 850×1168 1/32 印张: 14.5 字数: 377千字

印 次: 2011年4月第1次印刷

定 价: 38.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

电工人员经常需要查阅一些计算公式或数据资料,如果将电工人员日常工作中需要查阅的各种计算公式和各种数据归纳在一起,使用起来会既快又方便。本手册正是为了满足这一需要而编写的。

本手册在编写过程中,本着从电工日常工作的实际需要出发,在内容上力求简明实用、通俗易懂,重点针对一般电工常见的电气设备与常用的技术,主要介绍我国生产的电气器件、电工产品的技术数据、型号、性能、选用、安装及公式等,为设计、选用、维护与维修提供必备的数据资料。

本手册是针对广大电工设计人员、维修人员的要求和特点编写的。以介绍维修所必备的基础知识为切入点,以讲解电气设备数据资料的速查速算为基本点。全书共分电工基础知识,电工常用测量仪表,照明电气,变配电,低压电器与电力电子元器件,高压电器,变压器,电动机,电工常用材料与工具及用电安全等10个模块。其分类科学,编目明确,便于查阅。

本手册的最大特点是内容新颖、简明实用,反映现代电气技术,对原理的阐述简略,尽量以图表的方式介绍电气设备的技术资料,以使读者一目了然,以便于读者理解和快速查找有关内容。

本手册的另一特点是起点低,可供具有初中以上文化程度的电工人员使用,但也兼顾了不同技术水平的读者需要,故实用面广泛。

本手册的第三个特点是尽量采用我国现行的最新标准,着重介绍这些新标准的电气设备,但也考虑到有些老产品还在使用,

为维护与维修方便，必要时也稍作介绍，以满足不同电子技术人员的需要。

本手册在编排上，从基础知识入手，然后逐步深入地介绍计算公式、应用技术资料。内容浅显通俗、图文并茂、取材新颖、资料丰富、实用性强。

本手册主要由孙余凯、项绮明、吴鸣山统稿编著，参加本书编写的人员还有张朝纲、薛广英、陈芳、王五春、项宏宇、王华君、孙余正、刘忠德、常乃英、李维才、孙余明、项天任、王国太、夏立柱等。

本手册在编写过程中，除参考了大量的原版电路图与维修手册外，还参考了国内有关电工技术方面的期刊、书籍及资料，在这里谨向有关单位和作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

由于电工技术应用极其广泛，技术发展极为迅速，限于作者水平有限，书中存在的不足之处，诚请专家和读者批评指正。

编著者

2011年2月

目 录

第 1 章 电工基础知识数据资料速查速算.....	1
1.1 电工常用计量单位	1
1.1.1 国际单位制.....	1
1.1.2 我国与国际单位制并用的计量单位.....	3
1.1.3 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算.....	4
1.1.4 电阻器、电容器与电感器常用单位的换算.....	6
1.1.5 常用功率单位的换算对照.....	7
1.2 直流电路常用计算公式与定律	7
1.2.1 欧姆定律.....	7
1.2.2 全电路欧姆定律.....	8
1.2.3 电阻定律.....	8
1.2.4 导体电阻值与温度关系式.....	9
1.2.5 热敏电阻器的电阻值计算.....	9
1.2.6 电导和电导率的计算.....	9
1.2.7 电阻器串联时总电阻值的计算.....	10
1.2.8 电阻器并联值时总电阻值的计算.....	10
1.2.9 电阻器混联时总电阻值的计算.....	11
1.2.10 电容器串联时总电容量的计算.....	11
1.2.11 电容器并联时总电容量的计算.....	11
1.2.12 电感器串联时总电感量的计算.....	12

1.2.13	电感器并联时总电感量的计算.....	12
1.2.14	有互感的电感器串联时总电感量的计算.....	12
1.2.15	有互感的电感并联时总电感量的计算.....	13
1.2.16	电阻器星形连接转化为三角形连接的计算.....	14
1.2.17	电阻器三角形连接转化为星形连接的计算.....	14
1.2.18	电容器星形连接转化为三角形连接的计算.....	15
1.2.19	电容器三角形连接转化为星形连接的计算.....	15
1.2.20	电池串联的计算.....	15
1.2.21	电池并联的计算.....	16
1.2.22	电功的计算.....	16
1.2.23	电功率的计算.....	17
1.2.24	电流的热效应——焦耳定律.....	18
1.3	交流电路常用计算公式与定律	19
1.3.1	交流电的周期.....	19
1.3.2	交流电的频率.....	19
1.3.3	交流电的角频率.....	19
1.3.4	正弦交流电电流的瞬时值.....	19
1.3.5	正弦交流电电压的瞬时值.....	20
1.3.6	正弦交流电电动势的瞬时值.....	20
1.3.7	正弦交流电电流的最大值.....	20
1.3.8	正弦交流电电压的最大值.....	21
1.3.9	正弦交流电电动势的最大值.....	21
1.3.10	正弦交流电电流的有效值.....	21
1.3.11	正弦交流电电压的有效值.....	21
1.3.12	正弦交流电电动势的有效值.....	22
1.3.13	正弦交流电路的阻抗.....	22
1.3.14	正弦交流电路的感抗.....	22
1.3.15	正弦交流电路的容抗.....	23

1.3.16	交流电路电阻器与电感器并联的阻抗计算.....	23
1.3.17	交流电路电阻器与电容器并联的阻抗计算.....	23
1.3.18	交流电路电阻器与电感器串联的阻抗计算.....	24
1.3.19	交流电路电阻器与电容器串联的阻抗计算.....	24
1.3.20	交流电路电阻器、电感器、电容器三者并联 的阻抗计算.....	24
1.3.21	交流电路电阻器、电感器、电容器三者串联 的阻抗计算.....	25
1.3.22	交流电路的相电压.....	25
1.3.23	交流电路的相电流.....	26
1.3.24	交流电路的线电压.....	26
1.3.25	交流电路的线电流.....	27
1.3.26	交流电路的功率因数.....	27
1.3.27	交流电路的无功功率.....	27
1.3.28	交流电路的有功功率.....	28
1.3.29	交流电路的视在功率.....	28
1.4	电场与磁场常用计算公式与定律	29
1.4.1	静电场的库仑定律.....	29
1.4.2	静电场的电场强度.....	29
1.4.3	点电荷电场强度.....	30
1.4.4	导体球的电场强度.....	30
1.4.5	无限大导电板外的电场强度.....	30
1.4.6	两块无限大平行导电板的电场强度.....	31
1.4.7	无限长导线的电场强度.....	31
1.4.8	无限长同轴线的电场强度.....	31
1.4.9	电容器的电场强度.....	31
1.4.10	磁场的基本物理量.....	32
1.4.11	磁路及其欧姆定律.....	33

1.4.12	电磁力.....	34
1.4.13	磁感应电动势.....	34
1.4.14	自感与互感.....	35
1.5	电工电路常用计算公式与定律	36
1.5.1	支路电流计算方法与公式.....	36
1.5.2	回路电流计算方法与公式.....	38
1.5.3	节点电压计算方法与公式.....	39
1.5.4	戴维南定理计算方法与公式.....	41
1.5.5	迭加原理计算方法与公式.....	43
1.6	电工控制电路文字符号及其他代号	45
1.6.1	电工常用基本文字符号.....	46
1.6.2	辅助文字符号.....	51
1.7	接线端子和特定导线标记及颜色标记代号	54
1.7.1	接线端子和特定导线的标记代号.....	54
1.7.2	接线端子和特定导线的颜色标记代号.....	55
1.7.3	电力图交/直流回路的数字标号.....	56
第 2 章	电工常用测量仪表数据资料速查速算	59
2.1	电工仪表的基础符号	59
2.1.1	电工仪表文字符号.....	59
2.1.2	电工测量仪表图形符号.....	61
2.2	电工仪表的选择方法	63
2.2.1	测量仪表类型的选择.....	63
2.2.2	电工常用仪表准确度的选择.....	64
2.2.3	电工常用仪表内阻的选择.....	65
2.2.4	电工常用仪表的工作条件和 绝缘强度的选择.....	67
2.2.5	常用电流表与电压表的型号及规格.....	68

2.3	电工仪表的常用计算公式	70
2.3.1	电工仪表的准确度等级计算公式	70
2.3.2	电工仪表精度等级的百分数计算公式	70
2.3.3	电流表测量电流时分流电阻的计算公式	71
2.3.4	用电流与电压表读数计算瞬间负荷	73
2.3.5	用秒表测量示数计算瞬间负荷	73
2.3.6	钳形电流表常见故障的快修方法	73
2.4	电能表及电能的测量	74
2.4.1	交流有功电能表的类型与字母代号	74
2.4.2	电能表的选择	74
2.4.3	部分电能表的型号与数据	75
2.4.4	电能表的正确使用方法	75
2.4.5	电能表的正确接线方法	76
2.4.6	用有功与无功电度表读数计算平均功率因数	82
2.4.7	电能表启动功率的计算	82
2.4.8	电能表实用倍率的计算	83
2.4.9	电能表常见故障检修方法	83
2.4.10	国产电度表电压线圈的绕制	84
2.5	兆欧表及绝缘电阻的测量	85
2.5.1	兆欧表的选择方法	85
2.5.2	兆欧表常见故障检修方法	86
2.6	功率表及电功率的测量	89
2.6.1	功率表量程的选择方法	89
2.6.2	功率表接线方式的选择	90
2.6.3	用功率表与电压表及电流表的 读数计算功率因数	93
2.7	指针式万用表	93
2.7.1	指针式万用表上常用的外文字母含义	93

2.7.2	指针式万用表的选择方法.....	94
2.7.3	常见指针式万用表电路.....	95
2.7.4	直流电阻挡常见故障的快修方法.....	98
2.7.5	直流电流挡常见故障的快修方法.....	99
2.7.6	直流电压挡常见故障的快修方法.....	100
2.7.7	交流电压挡常见故障的快修方法.....	101
2.8	数字式万用表.....	102
2.8.1	数字式万用表上常用文字符号含义.....	102
2.8.2	数字式万用表的选择方法.....	103
2.8.3	数字式万用表内电池电压不足的 快速判断方法.....	104
2.8.4	数字式万用表常见故障的快修方法.....	105
2.8.5	A/D 变换集成电路故障的快修方法.....	109
2.9	电位差计测量.....	115
2.9.1	电位差计的选择.....	115
2.9.2	电位差计测量直流电流时电流的计算.....	115
2.9.3	使用电位差计必须注意的问题.....	116
2.9.4	电位差计常见故障的快修方法.....	116
第 3 章	照明电气数据资料速查速算.....	119
3.1	照度与亮度单位的换算.....	119
3.1.1	照度单位的换算.....	119
3.1.2	亮度单位的换算.....	119
3.1.3	用单位建筑面积法估算 照明设备容量的计算.....	120
3.2	照明线路与电源的选择.....	121
3.2.1	照明线路供电的选择.....	121
3.2.2	照明线路的支线/干线设计与计算.....	121

3.2.3	分支线方面的设计与计算.....	122
3.2.4	企业照明电源的选择.....	122
3.2.5	各种电光源的适用场所.....	123
3.2.6	导线截面的选择.....	124
3.3	照明线路安装位置的选择.....	125
3.3.1	照明路灯安装位置的选择.....	125
3.3.2	灯具悬挂高度的选择.....	126
3.3.3	路灯的安装高度.....	126
3.4	室内照明器的布置.....	127
3.4.1	照明器的距离比.....	127
3.4.2	灯具的悬挂高度.....	128
3.4.3	均匀照明的灯具布置方式.....	128
3.4.4	灯具两侧布置方式平均照度的计算.....	129
3.4.5	各种灯具的距高比.....	130
3.4.6	荧光灯的最大允许距高比.....	130
3.4.7	嵌入式均匀布置发光带最合适的 $L:h$ 值.....	131
3.5	荧光灯.....	132
3.5.1	荧光灯安装电路.....	132
3.5.2	判断双线圈镇流器主/副线圈的方法.....	134
3.5.3	荧光灯镇流器的维修.....	134
3.5.4	荧光灯常见故障检修方法.....	136
3.6	H 形荧光灯.....	137
3.6.1	H 形荧光灯连接电路.....	137
3.6.2	H 形荧光灯镇流器.....	137
3.6.3	H 形荧光灯常见故障快修方法.....	138
3.7	调光台灯.....	140
3.7.1	调光台灯连接电路图.....	140
3.7.2	调光台灯常见故障快修方法.....	141

3.8 电子灭蚊灯	142
3.8.1 电子灭蚊灯的连接电路图	142
3.8.2 电子灭蚊灯常见故障快修方法	144
3.9 电子节能灯	145
3.9.1 电子节能灯的连接电路	145
3.9.2 电子节能灯常见故障快修方法	146
3.9.3 电子节能灯镇流器常用集成电路的 型号及功能	147
3.9.4 电子节能灯用 PTC 启动热敏电阻器	151
3.9.5 电子节能灯用高反压功率管	153
3.10 自动控制照明类电子节能灯	157
3.10.1 路灯照明自动光控电路	157
3.10.2 路灯照明自动声控电路	159
3.10.3 路灯照明自动光控/声控延时电路	160
3.10.4 路灯照明人体接近自动开关控制电路	163
3.11 照明电路故障检修方法	165
3.11.1 各种类型照明电路与电器故障原因	165
3.11.2 各种类型照明电路与电器故障 的检修方法	166

第 4 章 变电与配电系统数据资料速查速算 167

4.1 高低压架空线路	167
4.1.1 低压架空线路路径的选择	167
4.1.2 架空线路导线允许的最小截面	167
4.1.3 接户线导线允许的最小截面	168
4.1.4 架空配电线路的安全距离	168
4.1.5 线路的线间最小距离	169
4.2 电线杆	169

4.2.1	电线杆的选择.....	170
4.2.2	针式绝缘子电线杆长度的计算.....	171
4.2.3	悬式绝缘子电线杆长度的计算.....	171
4.2.4	耐张杆杆长的计算.....	171
4.3	变配电所的电气设备选择与计算	172
4.3.1	额定电压的选择计算.....	172
4.3.2	额定电流的选择计算.....	172
4.3.3	用电设备的利用率计算.....	174
4.3.4	电气系统的容量计算公式.....	174
4.3.5	用需要系数确定的容量计算.....	174
4.3.6	电气系统安装容量的计算.....	180
4.4	变配电系统负荷方面的计算	180
4.4.1	年最大负荷利用小时计算.....	180
4.4.2	年最大负荷利用小时计算工厂 年电能需要量的计算.....	181
4.4.3	年平均负荷计算工厂年电能需要量的计算.....	181
4.4.4	单位建筑面积法计算 民用住宅电气负荷的计算.....	181
4.4.5	用户基准法计算民用住宅电气负荷的计算.....	182
4.4.6	日平均负荷的计算.....	183
4.4.7	单位产品耗电量确定工厂年电能需要量 的计算.....	183
4.4.8	日耗电量的计算.....	183
4.4.9	负荷率的计算.....	184
4.4.10	节约电量的计算.....	185
4.5	变配电系统线路与电压方面的计算	186
4.5.1	电压合格率的计算.....	186
4.5.2	电压波动幅度的计算.....	187

4.5.3	电力线路电压损失的计算.....	188
4.5.4	电力线路功率损耗的计算.....	189
4.5.5	电力线路电能损耗的计算.....	190
4.5.6	电力线路线损率的计算.....	190
4.6	低压配电线路接地故障自动切除保护装置	191
4.6.1	接地故障自动切除保护的元件选择.....	191
4.6.2	接地故障自动切除保护系统额定电流 (简称整定电流)的确定与计算.....	192
4.7	低压配电装置	193
4.7.1	低压配电装置距离.....	193
4.7.2	室外配电装置的最小安全净距.....	194
4.7.3	配电装置与电气设备上的 母线颜色含义的识别.....	196
4.7.4	运行中的低压配电盘检查项目	196
4.7.5	低压配电盘常见故障检查与处理.....	197
4.7.6	低压配电盘上母排允许工作的温度.....	198
4.8	室内照明进户配电箱电路	199
4.8.1	单只电度表配电箱电路.....	199
4.8.2	三只电度表配电箱电路.....	200
4.8.3	家庭配电箱电路.....	200

第5章 低压电器与电力电子元件数据资料

速查速算..... 203

5.1	低压电器型号的快速识别	203
5.1.1	低压电器型号类组代号及其含义.....	203
5.1.2	低压电器型号的设计代号及其含义.....	205
5.1.3	低压电器型号的特殊派生代号及其含义.....	205

5.1.4	低压电器型号的基本规格代号及其含义.....	205
5.1.5	低压电器型号的通用派生代号及其含义.....	205
5.1.6	低压电器型号的辅助规格代号及其含义.....	206
5.1.7	低压电器型号的特殊环境条件派生代号 及其含义.....	206
5.2	低压电器选用原则	206
5.2.1	从技术要求方面考虑选择低压电器.....	206
5.2.2	根据工作制选择低压电器.....	207
5.2.3	低压电器功率过载倍数和电流过载倍数 的计算.....	208
5.3	熔断器	208
5.3.1	无填料封闭管式熔断器.....	209
5.3.2	有填料封闭管式熔断器.....	209
5.4	熔断器的选择	210
5.4.1	电动机回路熔断器熔丝的选择与计算.....	210
5.4.2	线路熔断器熔丝的选择.....	211
5.4.3	电容器保护熔断器的选择与计算.....	212
5.4.4	各种保护熔断器熔丝的选择.....	213
5.5	温度熔断丝	214
5.5.1	温度熔断丝的类型.....	214
5.5.2	温度熔断丝的结构与保护原理.....	214
5.5.3	温度熔断丝的代换.....	215
5.6	低压断路器	216
5.6.1	低压断路器的选用原则.....	216
5.6.2	配电用断路器的选用与计算.....	217
5.6.3	电动机保护用断路器的选用与计算.....	219
5.6.4	用于导线保护断路器的选用与计算.....	219
5.6.5	家用保护断路器的选用与计算.....	220

5.6.6	低压断路器常见故障快修方法.....	220
5.7	交流接触器	222
5.7.1	交流接触器类别的选择.....	222
5.7.2	交流接触器容量等级的选择.....	222
5.7.3	交流接触器线圈参数的选择.....	223
5.7.4	交流接触器触点数量的选择.....	224
5.7.5	交流接触器常见故障快修方法.....	224
5.7.6	交流接触器线圈的绕制.....	225
5.8	电磁继电器	228
5.8.1	电磁继电器的选择.....	228
5.8.2	继电器触点灭火花电路设计与计算.....	229
5.8.3	电磁继电器快速检测方法.....	231
5.8.4	各种常用继电器性能参数.....	233
5.8.5	电磁继电器和磁力启动器故障快修方法.....	234
5.9	时间继电器的选择	235
5.10	热继电器	236
5.10.1	热继电器的选择.....	236
5.10.2	热继电器型号规格的选择与计算.....	238
5.10.3	热继电器元件编号和额定电流的 选择与计算.....	239
5.10.4	热继电器返回时间的选择与计算.....	239
5.10.5	热继电器连接线的选择.....	239
5.10.6	热继电器故障快修方法.....	240
5.10.7	热继电器整定电流的快速调整方法.....	241
5.11	干簧继电器.....	242
5.11.1	干簧继电器的选择.....	242
5.11.2	干簧继电器的快速检测方法.....	242