

孙余凯 吴永平 项绮明 等 编著

DIANGONG  
SUCHA SUSUAN  
SHOUCE

# 电工 速查速算 手册



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



孙余凯 吴永平 项绮明 等 编著

DIANGONG

SUCHA SUSUAN

SHOUCE

DG

# 电工 速查速算 手册

吴永平 编



中国电力出版社  
www.cepp.com.cn

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电工速查速算手册/孙余凯等编著. —北京: 中国电力出版社, 2010. 2

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9945 - 4

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 (2009) 第 240892 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 64 开本 10.625 印张 411 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 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

本书根据广大电工的实际需要而编写，是电工日常工作中需要查阅的各种计算公式和数据技术资料。主要包括：电工基础资料、常用电工测量仪表、电动机、变压器、低压电器、高压电器、电子元器件、照明、变电与配电系统、电工常用材料和用电安全等。

本书的最大特点是内容新颖，查阅方便。书中所有数据都来自现行的最新国家标准，经编者统筹安排，可以让读者在最短的时间找到需要的数据。

本书分类明确，结构合理，说明通俗易懂，既可作为电工速查速算的便携手册，也可作为中等职业学校电工技术学科的参考书，还可供从事电工电子产品开发的生产技术人员和广大电子爱好者应用、参考。

## 前 言

电工人员在日常工作中经常需要查阅一些计算公式或数据，如果将电工日常工作中需要查阅的各种计算公式和数据归纳在一起，使用起来会既快捷又方便，本书正是为了满足这一需要而编写。

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，重点针对一般电工遇到的常见电气设备与技术，主要介绍电器产品的技术数据、型号、性能、选用、安装以及计算公式等，为设计、选用、维护与维修提供必备的技术资料。

本手册的一大特点是内容新颖，简明实用，反映现代电气技术，对原理的阐述简略，尽量以图表的形式介绍电气设备的技术资料，以使读者一目了然，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，可供具有初中文化程度的电工使用，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，着重介绍新的电气设备；但也考虑到有些老产品还在使用，为维护与维修需要，必要时也稍作介绍，以满

足技术人员的各种需要。

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

本书主要由孙余凯、项绮明、吴鸣山统稿编著，参加本书编写的人员还有：刘忠新、孙余贵、王燕芳、张书杰、陈芳、金宜全、吕颖生、刘英、陈帆、徐绍贤、孙余明、刘忠梅、王艳玉、吕晨、周志平、吴永平、王五春、陈玉兰、许风生、王国太等。

本书在编写过程中，除参考了大量的国外、境外现行期刊外，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，由于作者水平有限，书中存在的不足之处，诚请专家和读者批评指正。

**编 者**

# 目 录

## 前言

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 第 1 章 电工基础资料 .....                   | 1  |
| 1.1 电工常用计量单位 .....                   | 1  |
| 1.1.1 国际单位制 .....                    | 1  |
| 1.1.2 与国际单位制并用的我国计量单位 .....          | 3  |
| 1.1.3 常用法定计量单位与非法定计量单位的<br>换算 .....  | 4  |
| 1.2 直流电路常用计算公式及基本定律 .....            | 7  |
| 1.2.1 电阻常用计算公式及基本定律 .....            | 8  |
| 1.2.2 电流常用计算公式及基本定律 .....            | 11 |
| 1.2.3 电动势、电压及电位常用计算公式及基本<br>定律 ..... | 11 |
| 1.2.4 部分（一段）电路欧姆定律 .....             | 13 |
| 1.2.5 全电路欧姆定律 .....                  | 14 |
| 1.2.6 电功和电功率常用计算公式及基本定律 .....        | 14 |
| 1.2.7 电容器常用计算公式及基本定律 .....           | 16 |
| 1.2.8 电磁感应常用计算公式及基本定律 .....          | 21 |
| 1.2.9 磁路及其欧姆定律 .....                 | 23 |
| 1.2.10 电磁力常用计算公式及基本定律 .....          | 24 |
| 1.2.11 感应电动势常用计算公式及基本定律 .....        | 25 |

|            |                        |           |
|------------|------------------------|-----------|
| 1.2.12     | 自感与互感常用计算公式及基本定律       | 26        |
| 1.2.13     | 楞次定律                   | 27        |
| 1.3        | 交流电路常用计算公式             | 28        |
| 1.3.1      | 交流电路的周期、频率、角频率计算公式     | 29        |
| 1.3.2      | 正弦交流电电流、电压、电动势计算公式     | 30        |
| 1.3.3      | 正弦交流电阻抗、感抗、容抗          | 33        |
| 1.3.4      | 交流电路的功率因数与功率           | 36        |
| 1.4        | 常见电气电路图用图形符号           | 38        |
| 1.5        | 电气控制电路中的文字符号及其他代号      | 69        |
| 1.5.1      | 基本文字符号                 | 69        |
| 1.5.2      | 辅助文字符号                 | 78        |
| 1.5.3      | 电气二次回路编号               | 82        |
| 1.6        | 接线端子和特定导线的标记及颜色标记代号    | 86        |
| 1.6.1      | 标记代号                   | 86        |
| 1.6.2      | 颜色标记的代号                | 89        |
| <b>第2章</b> | <b>常用电工测量仪表</b>        | <b>91</b> |
| 2.1        | 电工常用测量仪表文字与图形符号        | 91        |
| 2.1.1      | 电工仪表常用文字符号             | 91        |
| 2.1.2      | 仪表测量单位符号               | 91        |
| 2.1.3      | 电工测量仪表面板图形符号           | 93        |
| 2.2        | 电工仪表的选择                | 96        |
| 2.2.1      | 测量仪表类型的选择              | 96        |
| 2.2.2      | 电工常用仪表的准确度选择           | 97        |
| 2.2.3      | 电工常用仪表内阻的选择            | 98        |
| 2.2.4      | 电工常用仪表的工作条件和绝缘强度<br>选择 | 100       |



|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 2.2.5 | 常用电流表、电压表的型号及规格 .....     | 101 |
| 2.3   | 电能表 .....                 | 104 |
| 2.3.1 | 电能表的类型与型号识别 .....         | 104 |
| 2.3.2 | 电能表常用计算公式 .....           | 104 |
| 2.3.3 | 电能表的正确接线 .....            | 107 |
| 2.3.4 | 电能表故障检修方法 .....           | 115 |
| 2.4   | 电压表、功率表 .....             | 118 |
| 2.4.1 | 电压表的类型 .....              | 118 |
| 2.4.2 | 功率表接线方式的选择 .....          | 118 |
| 2.4.3 | 电压表、功率表常用计算公式 .....       | 123 |
| 2.5   | 绝缘电阻表、钳形表 .....           | 124 |
| 2.5.1 | 绝缘电阻表电路与使用 .....          | 125 |
| 2.5.2 | MG28 型多用钳形表电路 .....       | 129 |
| 2.5.3 | MG41 - VAW 型钳形三用表电路 ..... | 129 |
| 2.6   | 指针式万用表 .....              | 131 |
| 2.6.1 | 指针式万用表上常用的外文字母含义 .....    | 132 |
| 2.6.2 | 指针式万用表的选择 .....           | 133 |
| 2.6.3 | MF47 型指针式万用表 .....        | 135 |
| 2.7   | 数字式万用表 .....              | 139 |
| 2.7.1 | 数字万用表上常用外文字母含义 .....      | 139 |
| 2.7.2 | 数字式万用表的选择 .....           | 141 |
| 2.7.3 | 数字式万用表的使用 .....           | 144 |
| 2.8   | 电子式测电笔 .....              | 145 |
| 2.8.1 | 声、光提示式多功能测电笔电路 .....      | 145 |
| 2.8.2 | 蜂鸣器集成电路感应式测电笔电路 .....     | 147 |
| 2.8.3 | 发光二极管指示式测电笔电路 .....       | 149 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| <b>第3章 电动机</b>        | 151 |
| 3.1 电动机的种类与计算公式       | 151 |
| 3.1.1 电动机的种类          | 151 |
| 3.1.2 电动机的计算公式        | 152 |
| 3.2 三相异步电动机           | 159 |
| 3.2.1 三相异步电动机的型号识别    | 159 |
| 3.2.2 三相异步电动机的选择      | 161 |
| 3.2.3 三相异步电动机的运行与维护   | 171 |
| 3.2.4 三相异步电动机常见故障速查表  | 191 |
| 3.3 单相异步电动机           | 195 |
| 3.3.1 单相异步电动机的类型      | 196 |
| 3.3.2 单相异步电动机的型号识别    | 196 |
| 3.3.3 单相异步电动机的选择      | 197 |
| 3.3.4 单相异步电动机常见故障检修方法 | 205 |
| 3.4 直流电动机             | 207 |
| 3.4.1 直流电动机的种类与特点     | 207 |
| 3.4.2 直流电动机的选择与使用     | 207 |
| 3.4.3 直流电动机的拆装        | 208 |
| 3.4.4 直流电动机常见故障检修方法   | 216 |
| <b>第4章 变压器</b>        | 220 |
| 4.1 电力变压器             | 220 |
| 4.1.1 电力变压器结构         | 220 |
| 4.1.2 变压器的常用术语        | 225 |
| 4.1.3 变压器常用计算公式       | 229 |
| 4.1.4 变压器的重绕数据        | 231 |
| 4.2 电流互感器             | 233 |

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| 4.2.1      | 电流互感器的类型 .....         | 233        |
| 4.2.2      | 低压电流互感器的选择 .....       | 234        |
| 4.2.3      | 电流互感器接线方式的选择 .....     | 238        |
| 4.2.4      | 电流互感器的正确使用 .....       | 240        |
| 4.3        | 电压互感器 .....            | 242        |
| 4.3.1      | 电压互感器的选择 .....         | 242        |
| 4.3.2      | 电压互感器使用的熔断器选择 .....    | 242        |
| 4.3.3      | 电压互感器的安装与使用 .....      | 245        |
| 4.3.4      | 电压互感器在三相电路中的接线方式 ..... | 246        |
| 4.3.5      | 电压互感器故障检修方法 .....      | 248        |
| <b>第5章</b> | <b>低压电器</b> .....      | <b>250</b> |
| 5.1        | 低压电器类型与型号的识别 .....     | 250        |
| 5.1.1      | 低压电器类型 .....           | 250        |
| 5.1.2      | 低压电器型号的识别 .....        | 251        |
| 5.2        | 熔断器 .....              | 256        |
| 5.2.1      | 瓷插式熔断器 .....           | 256        |
| 5.2.2      | 无填料封闭管式熔断器 .....       | 257        |
| 5.2.3      | 有填料封闭管式熔断器 .....       | 259        |
| 5.2.4      | 玻管熔断器 .....            | 262        |
| 5.2.5      | 螺旋式熔断器 .....           | 264        |
| 5.2.6      | 熔断器的选择 .....           | 267        |
| 5.2.7      | 熔断器的安装与使用 .....        | 269        |
| 5.3        | 低压断路器 .....            | 269        |
| 5.3.1      | 低压断路器的类型与结构 .....      | 270        |
| 5.3.2      | 低压断路器的选择 .....         | 271        |
| 5.3.3      | 低压断路器的安装 .....         | 277        |

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| 5.3.4 | 低压断路器的使用与保养 .....      | 278 |
| 5.3.5 | 低压断路器常见故障原因及处理方法 ..... | 279 |
| 5.4   | 继电器 .....              | 282 |
| 5.4.1 | 固态继电器 .....            | 282 |
| 5.4.2 | 固态继电器的选择 .....         | 285 |
| 5.4.3 | 固态继电器典型应用电路 .....      | 286 |
| 5.4.4 | 固态继电器使用注意的问题 .....     | 290 |
| 5.5   | 干簧继电器 .....            | 291 |
| 5.5.1 | 干簧管的结构 .....           | 292 |
| 5.5.2 | 干簧管继电器外形及电路图形符号 .....  | 292 |
| 5.5.3 | 干簧继电器的选择 .....         | 293 |
| 5.5.4 | 干簧继电器的检测 .....         | 297 |
| 5.6   | 电磁继电器 .....            | 297 |
| 5.6.1 | 电磁继电器选择 .....          | 298 |
| 5.6.2 | 电磁继电器的检测方法 .....       | 302 |
| 5.6.3 | 电磁继电器故障检修方法 .....      | 305 |
| 5.7   | 时间继电器 .....            | 308 |
| 5.7.1 | 晶体管式时间继电器 .....        | 308 |
| 5.7.2 | 空气阻尼式时间继电器 .....       | 308 |
| 5.7.3 | 电动式时间继电器 .....         | 309 |
| 5.7.4 | 时间继电器的选择 .....         | 309 |
| 5.8   | 热继电器 .....             | 311 |
| 5.8.1 | 热继电器的类型 .....          | 312 |
| 5.8.2 | 热继电器的外形及电路图形符号 .....   | 312 |
| 5.8.3 | 热继电器的选择 .....          | 315 |
| 5.8.4 | 热继电器的使用与维护 .....       | 320 |



|        |                     |     |
|--------|---------------------|-----|
| 5.8.5  | 热继电器故障的检修 .....     | 323 |
| 5.9    | 步进继电器 .....         | 326 |
| 5.9.1  | 步进继电器结构特点 .....     | 326 |
| 5.9.2  | 步进继电器典型应用 .....     | 327 |
| 5.9.3  | 步进继电器的选择 .....      | 328 |
| 5.9.4  | 步进继电器的检测 .....      | 329 |
| 5.10   | 电磁铁 .....           | 329 |
| 5.10.1 | 直流电磁铁吸引力计算公式 .....  | 330 |
| 5.10.2 | 电磁铁的选择 .....        | 330 |
| 5.10.3 | 电磁铁的使用和调整 .....     | 331 |
| 5.10.4 | 电磁制动器的维护 .....      | 332 |
| 5.10.5 | 电磁铁常见故障检修 .....     | 333 |
| 5.11   | 接触器 .....           | 338 |
| 5.11.1 | 接触器的类型 .....        | 338 |
| 5.11.2 | 接触器的外形及电路图形符号 ..... | 339 |
| 5.11.3 | 交流接触器的选用 .....      | 341 |
| 5.11.4 | 交流接触器常见故障速修表 .....  | 345 |
| 5.12   | 频敏变阻器 .....         | 346 |
| 5.12.1 | 频敏变阻器的特点 .....      | 346 |
| 5.12.2 | 频敏变阻器的选择 .....      | 348 |
| 5.12.3 | 频敏变阻器的调整 .....      | 349 |
| 5.12.4 | 频敏变阻器的修理方法 .....    | 349 |

## 第6章 高压电器 .....

|       |                |     |
|-------|----------------|-----|
| 6.1   | 高压熔断器 .....    | 351 |
| 6.1.1 | 高压熔断器的类型 ..... | 351 |
| 6.1.2 | 高压熔断器的选择 ..... | 355 |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 6.1.3 | 高压熔断器的使用与维护 .....   | 358 |
| 6.1.4 | 高压熔断器常见故障排除方法 ..... | 359 |
| 6.2   | 高压隔离开关 .....        | 361 |
| 6.2.1 | 高压隔离开关的选用方法 .....   | 361 |
| 6.2.2 | 高压隔离开关使用与维护 .....   | 362 |
| 6.2.3 | 高压隔离开关常见故障检修 .....  | 365 |
| 6.3   | 高压负荷开关 .....        | 366 |
| 6.3.1 | 高压负荷开关的类型 .....     | 366 |
| 6.3.2 | 高压负荷开关的选择 .....     | 368 |
| 6.3.3 | 高压负荷开关使用与维护 .....   | 369 |
| 6.3.4 | 高压负荷开关常见故障检修 .....  | 370 |
| 6.4   | 高压断路器 .....         | 371 |
| 6.4.1 | 高压断路器的类型 .....      | 371 |
| 6.4.2 | 高压断路器的选择 .....      | 375 |
| 6.4.3 | 真空断路器的选择 .....      | 382 |
| 6.4.4 | 真空断路器的使用 .....      | 385 |
| 6.4.5 | 断路器操作机构的选择 .....    | 387 |
| 6.4.6 | 油断路器运行中的检查 .....    | 390 |
| 6.4.7 | 高压断路器常见故障检修 .....   | 391 |
| 6.5   | 电力电容器 .....         | 392 |
| 6.5.1 | 电力电容器的类型 .....      | 393 |
| 6.5.2 | 电力电容器安装容量的选择 .....  | 393 |
| 6.5.3 | 电容器组接线方式的选择 .....   | 398 |
| 6.5.4 | 电容器投切方式的选择 .....    | 399 |
| 6.5.5 | 电力电容器组开关电器的选择 ..... | 399 |
| 6.5.6 | 保护电容器的熔断器选择 .....   | 400 |

|            |                                   |            |
|------------|-----------------------------------|------------|
| 6.5.7      | 电容器补偿容量的计算公式 .....                | 400        |
| 6.5.8      | 移相电容器有功功率损耗的计算公式 .....            | 401        |
| 6.5.9      | 电容器组零序电压保护装置保护整定值的<br>计算公式 .....  | 402        |
| 6.5.10     | 电容器组零序电流保护装置保护整定值的<br>计算公式 .....  | 402        |
| 6.5.11     | 电容器组相间过电流保护装置保护整定值的<br>计算公式 ..... | 402        |
| 6.5.12     | 电容器组相间失压保护装置保护整定值的<br>计算公式 .....  | 403        |
| 6.5.13     | 电容器安装场所的选择 .....                  | 403        |
| 6.5.14     | 电容器的正确安装方法 .....                  | 404        |
| 6.5.15     | 电容器运行中的检查方法 .....                 | 406        |
| 6.5.16     | 并联电容器故障检修方法 .....                 | 408        |
| <b>第7章</b> | <b>电子元器件 .....</b>                | <b>410</b> |
| 7.1        | 集成电路 .....                        | 410        |
| 7.1.1      | 稳压集成电路引脚排列和识别 .....               | 410        |
| 7.1.2      | 稳压集成电路的选择 .....                   | 412        |
| 7.1.3      | 稳压集成电路的检测 .....                   | 414        |
| 7.1.4      | 稳压集成电路的代换 .....                   | 419        |
| 7.2        | 常用集成运算放大器 .....                   | 426        |
| 7.2.1      | 集成运算放大器的封装与引脚功能 .....             | 427        |
| 7.2.2      | 集成运算放大器的选择 .....                  | 436        |
| 7.2.3      | 集成运算放大器好坏的判断 .....                | 437        |
| 7.3        | 数字集成电路 .....                      | 442        |
| 7.3.1      | 常用 CMOS 门电路功能及引脚排列 .....          | 442        |

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 7.3.2 | 数字逻辑门电路的检测方法 .....        | 445 |
| 7.3.3 | 常用 CMOS 触发器电路功能及引脚排列 ...  | 450 |
| 7.3.4 | 触发器的检测方法 .....            | 454 |
| 7.3.5 | 常用 CMOS 模拟开关电路引脚排列 .....  | 458 |
| 7.4   | 时基集成电路 .....              | 460 |
| 7.4.1 | 555/556 时基集成电路类型 .....    | 461 |
| 7.4.2 | 555/556 时基电路的同类产品 .....   | 462 |
| 7.4.3 | 时基电路的封装 .....             | 464 |
| 7.4.4 | 时基电路引脚功能 .....            | 466 |
| 7.4.5 | 时基电路的选用 .....             | 467 |
| 7.4.6 | 时基电路使用注意事项 .....          | 468 |
| 7.4.7 | 时基电路的检测 .....             | 471 |
| 7.5   | 数字计数器 4017 .....          | 473 |
| 7.5.1 | 计数器 4017 电路的同类产品 .....    | 473 |
| 7.5.2 | 数字计数器 4017 的封装与引脚功能 ..... | 474 |
| 7.5.3 | 数字计数器 4017 质量的检测 .....    | 475 |
| 7.6   | 晶闸管 .....                 | 478 |
| 7.6.1 | 晶闸管参数的选择 .....            | 478 |
| 7.6.2 | 单向晶闸管的检测 .....            | 483 |
| 7.6.3 | 双向晶闸管的检测方法 .....          | 487 |
| 7.6.4 | 晶闸管的代换 .....              | 490 |
| 7.7   | 场效应晶体管 .....              | 491 |
| 7.7.1 | 场效应晶体管的选择 .....           | 491 |
| 7.7.2 | 使用注意事项 .....              | 494 |
| 7.7.3 | 场效应晶体管的检测 .....           | 504 |
| 7.7.4 | 场效应晶体管的代换 .....           | 506 |

|       |                              |     |
|-------|------------------------------|-----|
| 7.8   | 光耦合器 .....                   | 510 |
| 7.8.1 | 光耦合器结构及封装方式 .....            | 510 |
| 7.8.2 | 光耦合器类型及电路图形符号识别方法 .....      | 511 |
| 7.8.3 | 光耦合器的选择 .....                | 513 |
| 7.8.4 | 光耦合器使用注意事项 .....             | 513 |
| 7.8.5 | 光耦合器的检测 .....                | 513 |
| 7.8.6 | 光耦合器的代换 .....                | 518 |
| 第8章   | 照明 .....                     | 523 |
| 8.1   | 电气照明系统计算公式 .....             | 523 |
| 8.1.1 | 照明设备容量的计算 .....              | 523 |
| 8.1.2 | 用单位建筑面积法计算民用住宅电气<br>负荷 ..... | 524 |
| 8.1.3 | 用用户基准法计算民用住宅电气负荷 .....       | 525 |
| 8.1.4 | 照明线路的设计与计算 .....             | 525 |
| 8.2   | 根据环境选择照明的电光源 .....           | 527 |
| 8.2.1 | 白炽灯的使用场所 .....               | 528 |
| 8.2.2 | 应急照明灯的选择 .....               | 528 |
| 8.2.3 | 潮湿场所灯具的选择 .....              | 529 |
| 8.2.4 | 腐蚀性气体和蒸气场所灯具的选择 .....        | 529 |
| 8.2.5 | 高温场所灯具的选择 .....              | 529 |
| 8.2.6 | 有尘埃场所灯具的选择 .....             | 529 |
| 8.2.7 | 振动、摆动较大场所灯具的选择 .....         | 529 |
| 8.3   | 荧光灯 .....                    | 530 |
| 8.3.1 | 由两线镇流器构成的荧光灯电路 .....         | 530 |
| 8.3.2 | 由四线镇流器构成的荧光灯电路 .....         | 530 |
| 8.3.3 | 荧光灯的安装 .....                 | 531 |