

全国优秀出版社

JIANMING

简明

JIEYUE YONGDIAN

# 节约用电速查速算手册

SUCHA SUSUAN SHOUC

方大千 张荣亮等编著

凤凰出版传媒集团

江苏科学技术出版社

资料新 数据全  
计算快 易查找

江苏科学技术出版社

**全新推出**

**技术工人速查速算系列丛书**

---

简明电工计算手册

简明车工计算手册

简明铣工计算手册

简明钳工计算手册

简明冲压工计算手册

简明金属切削计算手册

简明钣金冷作工计算手册

简明钣金展开计算手册

简明铆工展开计算手册

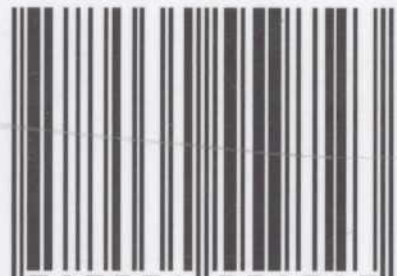
简明常用材料速查速算手册

简明建筑工程预算速算手册

简明节约用电速查速算手册

---

ISBN 978-7-5345-5972-3



9 787534 559723 >

定价：28.00元(精)



全国优秀出版社  
JIANMING

**简明** JIEYUE YONGDIAN

# 节约用电速查速算手册

SUCHA SUSUAN SHOUC

方大千 张荣亮等编著

凤凰出版传媒集团

江苏科学技术出版社

资料新 数据全  
计算快 易查找

## 图书在版编目(CIP)数据

简明节约用电速查速算手册/方大千主编. —南京:江苏科学技术出版社, 2008. 6

(技术工人速查速算系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 5345 - 5972 - 3

I. 简… II. 方… III. 用电管理—技术手册 IV. TM92 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 050496 号

## 简明节约用电速查速算手册

---

编 著 方大千 张荣亮 等

责任编辑 汪立亮

特约编辑 汪云梅

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

---

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 盐城印刷总厂有限责任公司

---

开 本 850 mm×1168 mm 1/64 印 张 11.25

插 页 4 字 数 491 000

版 次 2008 年 6 月第 1 版 印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷

---

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 5972 - 3

定 价 28.00 元

---

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

## 内 容 提 要

本手册较详细地介绍了供用电各个环节及各种电气设备的节电措施、节电计算方法及计算公式,以及节电新技术、新产品及用电设备节电控制线路等。具体包括:基础知识,输配电节电,变压器节电,无功功率与无功补偿,电动机节电,水泵、风机和空压机节电,电焊机及交流接触器节电,电加热节电和照明节电等内容。

本书叙述通俗易懂、简明扼要,内容紧密结合实际,可供工厂、农村及电力企业电工、节能部门及企业设备管理人员阅读参考。

## 前 言

我国能源形势相当严峻,在今后向小康型社会发展过程中,能源紧缺将越来越被人们所感觉,电力供需矛盾将日益突出。由于我国 80%发电量由燃煤火力发电厂提供,电力供应依赖于煤炭产业十分严重,而煤炭资源不是取之不尽的能源。另外,我国电力供应还受到自然灾害的影响。因此尽管我国电力工业发展迅速,但拉闸限电仍不可避免。能源紧缺将严重制约国民经济的持续发展。

然而目前我国能源利用率很低,仅 33%,能源浪费严重。统计显示,我国单位产值能源消耗居世界下游,为日本的 7 倍、美国的 6 倍、印度的 2.8 倍;单位 GDP 污染排放量是世界平均水平的十几倍。美国 2005 年的《能源节约法》用总额高达 145 亿美元的各项节能措施激励企业与民众,而我国许多部门,将节约能源仅停留在口头上,未认真地付诸行动,中央提出的有关“节约优先”的方针没有得到很好落实。我国节能工作任重道远,节能潜力巨大。

另据 2007 年全国人大常委会第二十三次会议介绍,全世界四种不可再生资源的情况是:煤的开采年限约为 230 年(我国为 80 年),石油为 45 年(我国 15 年采完,还包括 50%~60%的进口石油),天然气约 61 年(我国为 30 年),核燃料约为 100 年。我国是能源资源严重短缺的国家,石油、天然气人均剩余可采储量仅为世界平均水平的 7.7%和 7.1%,储量比较丰富的煤炭也只有世界平均水平的 58.6%。

我们要寻求新能源,要大力开发小水电(注意保护好生态环

境)、太阳能、风能、生物能等可再生能源,大力发展高科技、节能型、环保型产业,更要积极开展节电工作,真正使节约用电成为我国能源战略的重要组成部分。2007年修改后的节能法规定,“节约资源是我国的基本国策。国家实施节约与开发并举,把节约放在首位的能源发展战略”;“国家实行节能目标责任制和节能考核评价制度,将节能目标完成情况作为对各地人民政府及其负责人考核的内容。省、自治区、直辖市人民政府每年向国务院报告节能目标责任制的履行情况”。

本手册是专门为节电工作者、能源管理工作而编写的,全书较全面、系统地介绍了供、用电各个环节及各种电气设备的具体而实用的节电措施和节电计算方法及常用计算公式;节电新技术、新产品和用电设备节电控制线路;以及变频器、软启动器、远红外加热等技术的应用。读者通过本手册的学习,能较快地掌握节电措施、节电方法,并应用于实际;学会如何应用计算方法和计算公式去分析和解决节电工作中的具体问题。书中同时收集了国家最新颁布的部分有关节电的一些标准和规定。

本手册叙述通俗易懂,简明扼要,内容紧密结合实际,凡节电工作中所碰到的具体问题,大都可在本书中找到解决的方法。是一本有关节约用电的实用小型工具书。

参加本书编写工作的有方大千、张荣亮、方成、方立、郑鹏、朱丽宁、朱征涛、方亚平、张正昌、方欣、许纪秋和那罗丽等同志。全书由方大中高级工程师审校。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

作者

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 基础知识 .....            | 1  |
| 第一节 常用物理量及电工名词 .....      | 1  |
| 一、常用物理量的单位符号和换算 .....     | 1  |
| 二、常用电工量的概念 .....          | 9  |
| 第二节 常用电工基本计算 .....        | 13 |
| 一、电工常用计算公式 .....          | 13 |
| 二、金属材料电阻率及直流电阻的温度换算 ..... | 16 |
| 三、三相正弦交流电的表示方法 .....      | 19 |
| 四、对称三相交流电路的计算 .....       | 20 |
| 五、不对称三相交流电路的计算 .....      | 25 |
| 第三节 用电计量及电工仪表的精度与误差 ..... | 28 |
| 一、对用电计量的基本要求 .....        | 28 |
| 二、电气测量仪表的功率损耗估算 .....     | 30 |
| 三、一次侧穿绕式电流互感器变流比的换算 ..... | 32 |
| 四、电能表与互感器合成倍率的计算 .....    | 33 |
| 五、计量用电流互感器和电压互感器的选用 ..... | 34 |
| 六、电工仪表的精度与误差 .....        | 36 |
| 第四节 节电工程投资效果计算 .....      | 39 |
| 一、静态算法 .....              | 39 |
| 二、动态算法 .....              | 41 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第二章 输配电节电 .....                 | 48  |
| 第一节 供电质量要求及节电措施 .....           | 48  |
| 一、供电电压允许偏差及电压偏差对电气设备特性的影响 ..... | 48  |
| 二、供电电压波动允许值及三相电压不平衡度要求 .....    | 54  |
| 三、公用电网的谐波限制值及控制谐波措施 .....       | 56  |
| 四、不同负荷对供电电源的要求 .....            | 60  |
| 五、输配电节电措施 .....                 | 63  |
| 第二节 电力线路参数计算 .....              | 66  |
| 一、导线、电缆、母线的电阻和电抗的计算 .....       | 66  |
| 二、常用导线、电缆、母线的电阻和电抗 .....        | 69  |
| 第三节 线路电压损失计算 .....              | 82  |
| 一、算法求电压损失 .....                 | 82  |
| 二、查表法求电压损失 .....                | 86  |
| 第四节 线路损耗计算 .....                | 98  |
| 一、算法求电力线路损耗 .....               | 98  |
| 二、查表法求电力线路损耗 .....              | 99  |
| 三、实测法测算线路损耗 .....               | 101 |
| 四、电力电缆损耗计算 .....                | 110 |
| 五、母线损耗计算 .....                  | 111 |
| 第五节 导线、电缆的选择 .....              | 112 |
| 一、经济电流密度及计算 .....               | 112 |
| 二、按最大工作电流选择导线、电缆截面 .....        | 116 |
| 三、按经济电流密度选择导线、电缆截面 .....        | 128 |
| 四、按允许电压损失选择及校验导线、电缆截面 .....     | 130 |
| 五、按短路热稳定选择及校验导线、电缆截面 .....      | 134 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 六、低压供电线路导线的快速选择 .....                  | 135 |
| 七、地埋线截面的选择 .....                       | 137 |
| 第三章 变压器节电 .....                        | 141 |
| 第一节 变压器节电措施与基本参数计算 .....               | 141 |
| 一、变压器节电措施 .....                        | 141 |
| 二、变压器基本参数计算 .....                      | 142 |
| 三、变压器负荷率和效率计算 .....                    | 146 |
| 第二节 节能变压器及变压器技术数据 .....                | 152 |
| 一、节能变压器的选用 .....                       | 152 |
| 二、S7、SL7、S9、SH - M 系列变压器的技术数据 .....    | 155 |
| 三、干式变压器的技术数据 .....                     | 161 |
| 第三节 变压器损耗计算 .....                      | 168 |
| 一、变压器损耗计算 .....                        | 168 |
| 二、变压器损耗的测算 .....                       | 170 |
| 三、变压器负荷不平衡运行的计算 .....                  | 172 |
| 第四节 变压器经济运行 .....                      | 176 |
| 一、变压器经济运行节电效益的计算 .....                 | 176 |
| 二、变压器是否需要更新的计算 .....                   | 177 |
| 三、周末用小容量变压器代替原供电变压器供电是否<br>节电的计算 ..... | 178 |
| 四、V/V 联结的变压器功率和利用率计算 .....             | 181 |
| 五、降低变压器温度的节电计算 .....                   | 184 |
| 六、变压器通风窗有效面积的计算 .....                  | 187 |
| 七、变压器过负荷运行的规定 .....                    | 188 |
| 八、判定负荷过轻的临界条件 .....                    | 192 |
| 第五节 变压器并联运行 .....                      | 194 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 一、变压器并联运行的条件 .....           | 194 |
| 二、变比相等的两台变压器并联运行计算 .....     | 194 |
| 三、变比不等的两台变压器并联运行计算 .....     | 195 |
| 四、同型号、同参数的变压器投入台数的确定 .....   | 196 |
| 五、不同型号、不同参数的变压器投入台数的确定 ..... | 197 |
| 六、并联变压器自动投切控制器的制作 .....      | 201 |
| 第六节 变压器经济容量的选择 .....         | 204 |
| 一、根据工厂年电能需要量选择变压器容量 .....    | 204 |
| 二、农用变压器容量的选择 .....           | 207 |
| 三、照明负荷变压器容量的选择 .....         | 208 |
| 四、动力负荷变压器容量的选择 .....         | 210 |
| 五、电力排灌站变压器容量的选择 .....        | 212 |
| 第四章 无功功率与无功补偿 .....          | 214 |
| 第一节 无功补偿节电措施与基本参数计算 .....    | 214 |
| 一、无功补偿节电措施 .....             | 214 |
| 二、有关无功补偿的规定 .....            | 215 |
| 三、基本关系式及计算 .....             | 217 |
| 四、电容器电容量的测算 .....            | 218 |
| 五、常用并联电容器的技术数据 .....         | 221 |
| 六、自愈式并联电容器的技术条件 .....        | 225 |
| 第二节 功率因数和无功补偿容量的计算 .....     | 228 |
| 一、功率因数的测算 .....              | 228 |
| 二、无功补偿容量的确定 .....            | 230 |
| 三、电动机和电焊机就地无功补偿容量的确定 .....   | 236 |
| 四、无功补偿方式的选择 .....            | 242 |
| 五、串联电容器补偿计算 .....            | 246 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 六、小水电站欠发无功的解决措施 .....         | 247 |
| 第三节 提高功率因数节电计算 .....          | 249 |
| 一、提高功率因数与降低线损关系的计算 .....      | 249 |
| 二、提高功率因数与降低变压器铜损关系的计算 .....   | 251 |
| 三、提高功率因数与改善电压关系的计算 .....      | 252 |
| 第四节 无功补偿装置 .....              | 254 |
| 一、无功补偿装置的设计要求 .....           | 254 |
| 二、PGJ1 型低压无功补偿装置 .....        | 256 |
| 三、TBB10.5 型高压无功补偿装置 .....     | 258 |
| 四、DB 系列无功补偿装置 .....           | 261 |
| 五、并联电容器外熔断器的选择 .....          | 263 |
| 第五章 电动机节电 .....               | 266 |
| 第一节 电动机节电措施与基本参数计算 .....      | 266 |
| 一、电动机节电措施 .....               | 266 |
| 二、异步电动机基本参数计算 .....           | 268 |
| 三、异步电动机的机械特性和工作特性 .....       | 274 |
| 四、异步电动机的功率平衡方程 .....          | 281 |
| 五、异步电动机效率、功率因数和最佳负荷率的计算 ..... | 282 |
| 六、Y 系列三相异步电动机的技术数据 .....      | 285 |
| 七、YR 系列绕线型三相异步电动机的技术数据 .....  | 285 |
| 八、直流电动机基本参数计算 .....           | 293 |
| 九、Z2 系列直流电动机的技术数据 .....       | 298 |
| 十、滑差电动机基本参数计算 .....           | 302 |
| 十一、滑差电动机的技术数据 .....           | 304 |
| 第二节 电动机损耗及节电计算 .....          | 309 |
| 一、异步电动机损耗及效率的计算 .....         | 309 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 二、直流电动机损耗及效率的计算 .....           | 315 |
| 三、同步电动机损耗及效率的计算 .....           | 317 |
| 四、“大马拉小车”节电计算 .....             | 319 |
| 五、Y- $\Delta$ 变换的节电计算 .....     | 321 |
| 六、减小传动设备摩擦力节电计算 .....           | 325 |
| 七、电动机节电控制线路 .....               | 334 |
| 第三节 电动机功率的选择 .....              | 340 |
| 一、电动机功率选择的基本原则和计算 .....         | 340 |
| 二、在不同环境温度时电动机功率的计算 .....        | 343 |
| 三、采用寿命期费用分析法选择电动机 .....         | 345 |
| 第四节 电动机调速节电计算 .....             | 348 |
| 一、异步电动机调速方法的选择 .....            | 348 |
| 二、绕线型异步电动机调速方法及线路 .....         | 350 |
| 三、直流电动机调速方法及线路 .....            | 358 |
| 四、滑差电动机调速方法及线路 .....            | 367 |
| 五、变频器容量的选择 .....                | 371 |
| 六、变频器类型的选择 .....                | 381 |
| 七、变频器的额定参数 .....                | 382 |
| 八、变频器谐波电流对电网及电动机的影响 .....       | 383 |
| 九、变频调速制动电阻的计算 .....             | 385 |
| 十、变频器主回路和控制回路电线的选择 .....        | 385 |
| 十一、部分变频器的技术数据 .....             | 387 |
| 十二、常用变频器控制线路 .....              | 410 |
| 第五节 电动机新型启动器和软启动器节电计算 .....     | 416 |
| 一、WGH型电动机微功耗智能降压启动器 .....       | 416 |
| 二、WSQ3、WZQ、WZR型电动机无刷自控启动器 ..... | 417 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 三、软启动器与传统降压启动方式的比较 .....      | 418        |
| 四、软启动器的功能及选择 .....            | 419        |
| 五、部分软启动器的技术数据 .....           | 425        |
| 六、常用软启动器控制线路 .....            | 433        |
| <b>第六章 水泵、风机和空压机节电</b> .....  | <b>438</b> |
| 第一节 水泵节电措施与基本参数计算 .....       | 438        |
| 一、水泵节电措施 .....                | 438        |
| 二、水泵基本参数及特性曲线 .....           | 439        |
| 三、水泵轴功率和效率计算 .....            | 442        |
| 四、水泵电动机功率的计算和电动机选择 .....      | 443        |
| 五、采用柴油机带动水泵时柴油机的选择 .....      | 446        |
| 六、部分水泵的技术数据 .....             | 448        |
| 第二节 水泵损耗及节电计算 .....           | 460        |
| 一、减少管道阻力和选择合理扬程的节电计算 .....    | 460        |
| 二、水泵调速节电计算 .....              | 462        |
| 三、水泵变频调速节电计算 .....            | 463        |
| 四、水泵节电控制线路 .....              | 465        |
| 第三节 风机节电措施与基本参数计算 .....       | 476        |
| 一、风机节电措施 .....                | 476        |
| 二、风机基本参数及特性曲线 .....           | 476        |
| 三、风机轴功率、效率和电动机功率的计算 .....     | 479        |
| 四、高效节能玻璃钢轴流风机的技术数据及特性曲线 ..... | 482        |
| 第四节 风机损耗及节电计算 .....           | 492        |
| 一、风机风量的测算 .....               | 492        |
| 二、风机全压的测算 .....               | 493        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 三、风机调速节电计算 .....               | 494 |
| 四、风机节电控制线路 .....               | 497 |
| 第五节 空压机节电措施与基本参数计算 .....       | 504 |
| 一、空压机节电措施 .....                | 504 |
| 二、空压机基本参数及特性曲线 .....           | 504 |
| 三、空压机轴功率、电动机功率和效率的计算 .....     | 506 |
| 第六节 空压机节电计算 .....              | 508 |
| 一、空压机管网漏气造成的能耗计算 .....         | 508 |
| 二、空压机输出压力大于实际使用压力造成的能耗计算 ..... | 511 |
| 三、空压机节电控制线路 .....              | 512 |
| 第七章 电焊机及交流接触器节电 .....          | 519 |
| 第一节 电焊机节电措施与基本参数计算 .....       | 519 |
| 一、电焊机节电措施 .....                | 519 |
| 二、弧焊机基本参数计算 .....              | 520 |
| 三、弧焊机功率因数及效率计算 .....           | 522 |
| 四、常用弧焊机的特点及性能数据 .....          | 524 |
| 第二节 弧焊机节电计算 .....              | 531 |
| 一、常用弧焊机节电效果比较 .....            | 531 |
| 二、电焊机工作电流计算及电缆选择 .....         | 536 |
| 三、弧焊机加装补偿电容后节电量及投资回收年限计算 ..... | 540 |
| 四、电焊机空载自停线路 .....              | 541 |
| 第三节 交流接触器节电措施及计算 .....         | 548 |
| 一、交流接触器节电措施 .....              | 548 |
| 二、交流接触器直流无声运行线路 .....          | 549 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 三、交流电磁铁直流无声运行线路 .....         | 552        |
| <b>第八章 电加热节电 .....</b>        | <b>555</b> |
| 第一节 电加热节电措施及常用电热材料和保温材料 ..... | 555        |
| 一、电加热节电措施 .....               | 555        |
| 二、常用电热材料 .....                | 558        |
| 三、常用保温绝热材料 .....              | 572        |
| 四、常用耐火材料 .....                | 573        |
| 第二节 电加热节电计算 .....             | 575        |
| 一、电阻炉耗电量计算 .....              | 575        |
| 二、改善电炉砌体(减少预热损失)的节电计算 .....   | 578        |
| 三、预热被加热金属工件的节电计算 .....        | 578        |
| 四、合理选择电弧炉短网电流密度节电 .....       | 579        |
| 五、工频无芯感应炉平衡电容和平衡电感的计算 .....   | 580        |
| 六、电弧炉电气设备和导线的选用 .....         | 582        |
| 七、常用电加热设备节电控制线路 .....         | 586        |
| 第三节 远红外加热节电计算 .....           | 595        |
| 一、红外区的划分及常用材料的全辐射率 .....      | 595        |
| 二、常用的远红外辐射元件 .....            | 598        |
| 三、常用的远红外辐射涂料 .....            | 600        |
| 四、远红外辐射器(加热器) .....           | 606        |
| 五、被加热物最佳加热温度、时间和辐射距离的确定 ..... | 609        |
| 六、远红外加热炉热效率计算 .....           | 610        |
| 七、远红外加热炉的设计 .....             | 613        |
| 第四节 各种电加热设备的比较及经济性评价 .....    | 619        |
| 一、各种电加热设备的比较 .....            | 619        |