

节约用电

速查速算手册

JIEYUEYONGDIAN SUCHASUSUAN SHOUCHE

方大千 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

节约用电

速查速算手册

方大千 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

节约用电速查速算手册/方大千等编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2005

ISBN 7-5084-3290-8

I. 节... II. 方... III. 用电管理—手册
IV. TM92-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 109823 号

书 名	节约用电速查速算手册
作 者	方大千 等 编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	850mm×1168mm 32 开本 23.625 印张 635 千字
版 次	2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	48.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

内 容 提 要

能源紧缺，会严重地制约工农业生产的发展和人民生活质量的提高。在我国电力供需矛盾突出的严峻事实面前，如何节约用电，创建节约型社会是摆在我国政府和人民面前的重大课题。

本手册系专门为节电工作者、能源管理工作而编写的。目的是让读者能方便地查找和应用节电计算方法和计算公式，节电工程投资效果计算，及电能平衡测试，以便解决节电工作中的实际问题。书中列有各种用电设备的详细的节电措施，以及节电工作中常用的技术资料、标准和规定。

本手册全面、系统地介绍输配电、变压器、无功补偿、电动机、风机、空压机、水泵、电焊机及接触器、电加热、照明、整流设备等的节电计算方法和计算公式，节电项目的经济效益计算，电能平衡及用电设备测量等。

本手册适用于能源管理机构、电力部门及企业、农村中具有高中文化水平的节电工作者、技术人员及电工阅读，也可供大、中专院校师生参考，还可用作节电培训的补充教材。

前 言

作者在 10 年前出版过《工厂节电计算手册》，当时电力供应十分紧张，1989 年全国缺电 700 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。许多专家预计，20 世纪 90 年代我国能源工业面临形势将更为严峻，我国将长期摆脱不了缺电状态，估计 2000 年全国缺电 2000 多亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。据国家发展和改革委员会预计，2005 年全国用电量达到 25220 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，用电量增速将超过 12%，缺电 2500 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。我国目前是世界上仅次于美国的第二大电力消费国。但我国人均用电还不到发达国家用电水平的 10%。

我国正处于向大规模工业化和城市化过渡的快速发展阶段，能源消费增长巨大。虽然我国电力工业发展迅速，发电量以年递增 10% 以上的速度发展，而 2004 年发电量比 2003 年增加了 14.9%，但仍赶不上需求的增长。然而目前我国电力能源利用效率较低、消耗高、浪费严重。据有关专家介绍：我国人均创 1 美元 GDP 所消耗的能源，为 $1.25\text{kW} \cdot \text{h}$ ，其耗能是美国的 3 倍、德国的 5 倍、日本的近 6 倍。能源系统效率为 33.4%，低于国际先进水平 10 个百分点左右。2004 年我国消耗了全球 8% 的石油、10% 的电力和 31% 的煤炭，然而 GDP 总量（达 13.65 万亿元）却仅占全世界 GDP 总量的 4%。

电力开发也不是无止境的，地球的资源无法支持无限度的能源消耗。据最近联合国对地球的矿藏资源作了一次调查，四种不可再生资源的的情况是：煤的开采年限约 20 年，石油 25~30 年，天然气 40~50 年，核燃料约 100 年。不管这组数字的精确

度如何，但有一点是肯定的：这些人类目前赖以生存的主要资源是越来越少了。

显然，要解决电力短缺问题，不能把眼光紧盯在建电厂、开发资源上，在我国资源约束越来越严重、能源安全形势日趋严峻的今天，中国要实现可持续发展，首先必须解决产业结构和经济增长方式的问题。当务之急是要限制及禁止那些高能耗、高投入、低效益、重污染，即低水平、粗放型增长方式的产业，如钢铁、电解铝、水泥、硅铁等，大力发展节能型、环保型、高科技、高效益等优势产业。同时，必须创建节约型社会，大力提倡节约能源、节约资源，倡导节约型生产方式、生活方式和消费方式，大力开展节电工作，深挖节电潜力，真正把节约用电成为我国能源战略的重要组成部分。

本书配合我国节电工作的积极、深入开展，全面、系统地介绍供、用电各个环节及各种电气设备的具体而实用的节电措施、节电计算方法与计算公式；介绍节电工程投资效果的分析与计算；介绍节能新产品、节电新技术和新工艺。作者从事节电工作多年，负责过许多节电改造工程，在制订节电改造项目的实施方案和开展企业电能平衡测试等工作具有丰富的实践经验，介绍的内容详细而具体。为方便读者实际应用，书中列举了大量的节电计算实例。读者通过本书的学习，能很快地掌握节电措施，学会如何应用计算方法和计算公式去分析和解决实际问题，如何开展节电工作。书中收集了国家最新颁布的有关节电的一些标准和规定。

在本书的编写过程中，力求做到准确、简明、实用，并注意内容的先进性和新颖性。全书采用法定计量单位和国家绘图标准。

参加本书编写工作的有方亚平、张荣亮、张正昌、郑鹏、朱丽宁、鲍俏伟、方成、方立、朱征涛、许纪秋和那罗丽等。全书由方大千高级工程师审校，全书插图由方欣绘制。本书在编写过程中得到浙江大学戴延年教授的指导和帮助，浙江省节能技术服务中心刘开琳、上海宝山钢铁厂能源部高均、北京建设部中国规划设计院汤铭潭、江苏省送变电公司王中、山东济宁电业局阮仲友、牡丹江电业局乐启昌、杭州凯达电气控制设备公司经贯中、浙江省水利水电勘测设计院周宁垦、江苏扬州第二发电厂庄表达、河南省电力调度通信局何南强、上海地铁总公司美德明和宁波电业局周子正、陈东白等高级工程师提供了许多宝贵意见及资料，在此一并表示最诚挚的谢意。

限于作者的经验和水平，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

作者

2005 年 10 月

目 录

前 言

第一章 基础知识	1
第一节 电工学基本计算	1
一、电阻的计算	1
二、电功率等计算	2
三、网络变换计算	3
四、电阻、电感和电容在电路中的计算	7
第二节 交流电路的基本计算	7
一、正弦量、复数及矢量	7
二、正弦交流电路计算	12
第三节 有关计量仪表的计算及基本要求	16
一、电能表与互感器的合成倍率计算	16
二、电能表所测电量的计算	16
三、直流电流表、电压表的扩程	17
四、交流电流表、电压表的扩程	18
五、电气测量仪表的功率损耗估算	20
六、对用电计量的基本要求	21
第四节 电费的计算	23
一、我国现行销售电价的计价方式	23
二、关于《功率因数调整电费办法》的规定	26
第五节 节电工程投资效果计算	29
一、静态计算法	30
二、动态计算法	31
第六节 产品节电计算	37

一、产品用电单耗及节电量的计算	37
二、机电产品节能效益计算	39
第七节 部分常用术语的定义	43
第二章 输配电节电	47
第一节 供电质量要求及节电措施	47
一、供电质量要求及相关计算	47
二、城网建设与改造的总体设计要求	56
三、农网建设与改造的总体设计要求	59
四、农网建设与改造对 35kV 输变电工程的要求	60
五、农网建设与改造对 10kV 配电网的要求	61
六、农网建设与改造对低压配电设施的要求	62
七、输配电节电措施	62
第二节 电力线路参数计算	69
一、导线、电缆的电阻和电抗的计算	69
二、常用导线、电缆、母线的电阻和电抗	70
第三节 线路电压损失计算	77
一、负荷在末端的线路电压损失计算	79
二、沿线路有几个负荷时电压损失计算	80
三、两端供电线路配线电压损失计算	81
四、线路末端接有集中负荷的单相配电线路（二线 制供电）电压损失计算	85
五、380/220V 低压网络电压损失计算	85
第四节 线路线损计算	87
一、负荷在末端的线路损耗计算	87
二、具有分支线路线损的近似计算	89
三、线路线损的通用计算公式	90
四、电力电缆损耗计算	91
五、从负荷曲线上求线损	92
六、利用线损率计算系数法计算线损	93

七、配线电能损失估算	94
八、最佳理论线损率计算	94
九、配电线路经济运行的负荷区域的确定	95
十、电力线路输电容量及输电距离	96
十一、母线损耗计算	97
第五节 三相不对称负荷线损的计算	99
一、三相四线制网络负荷不对称的线损计算	99
二、三相三线制网络负荷不对称的线损计算	103
第六节 不同供电场合的电压降和线损	105
一、不同供电方式下的电压降和线损比较	105
二、不同负荷分布下的电压降和线损比较	106
三、不同电源位置与线损的关系	107
第七节 电网升压和合理调整运行电压降	
低网损的计算	108
一、电网升压降低电网损耗的效果及计算	108
二、合理调整运行电压降低电网损耗的计算	110
第八节 导线、电缆的选择	115
一、经济电流密度及计算	115
二、导线、电缆的选择	120
三、中性线截面的选择	125
第三章 变压器节电	128
第一节 变压器使用条件及节电措施	128
一、油浸式变压器的正常使用条件和温升限值	128
二、油浸式变压器过负荷能力	129
三、干式变压器的正常使用条件和温升限值	134
四、干式变压器的过负荷能力	135
五、变压器节电措施	136
第二节 变压器基本参数、负荷率及效率等计算	142
一、变比、容量和等效阻抗	142

二、变压器电压调整率	145
三、变压器电压变动率、负荷率和效率	146
第三节 选用节能变压器节电计算	151
一、S9 系列变压器与 S7 系列变压器的比较	151
二、新 S9 系列变压器与 S11 系列及非晶合金铁心 变压器的比较	152
三、SN9 系列、SH10 系列和 DZ10 系列变压器与 S9 系列变压器的比较	155
四、S9—T 型调容量变压器与 S9 系列变压器的比较	157
第四节 变压器损耗计算	159
一、变压器损耗计算	159
二、变压器年电能损耗计算	160
三、变压器负荷不平衡运行时的损耗计算	163
第五节 环境温度对变压器出力的影响及计算	169
一、环境温度对变压器出力的影响	170
二、变压器允许温升计算	170
三、降低变压器温度节约有功功率的计算	171
第六节 变压器容量的选择	172
一、变压器容量的基本估算	172
二、按综合经济效益选择变压器	176
三、应用现值系数法选择变压器并评估其经济效益	183
四、农用变压器经济容量的选择	186
第七节 变压器并联运行计算	188
一、变压器并联运行的条件	188
二、变比相等的两台变压器并联运行的计算	188
三、变比不等的两台变压器并联运行的计算	189
四、容量不等的两台变压器并联运行的计算	192
五、不同联结组别的两台变压器并联运行的计算	194
六、同型号、同参数的变压器投入台数的确定	194
七、不同型号、不同参数的变压器投入台数的确定	195

八、并联变压器经济运行方式的判定	198
第四章 无功补偿	201
第一节 无功补偿节电措施及电容器的运行规定	201
一、无功补偿节电措施	201
二、电容器运行的规定	203
三、串联电容器运行的一般规定	205
第二节 基本关系式及计算	206
一、功率因数、电容容抗及介质损耗的计算	206
二、运行电压升高对移相电容器影响的计算	208
三、电网电压波形畸变对移相电容器影响的计算	209
第三节 功率因数和无功补偿容量的计算	211
一、功率因数的测算	211
二、无功补偿容量的确定	215
三、无功经济当量的计算	217
第四节 无功补偿方式的选择	226
一、补偿方式的分类	226
二、适宜和不适宜采用无功就地补偿的场合	228
三、工厂无功补偿方式的选择	229
四、农网无功补偿方式的选择	229
第五节 不同补偿方式无功补偿容量的确定	231
一、变电所集中补偿容量的确定	231
二、配电线路无功补偿安装最佳位置的确定	232
三、配电线路末端无功补偿容量的确定	233
四、采用电容补偿调压的计算	233
第六节 无功补偿装置设备的选择	235
一、无功补偿自动投切装置的要求	235
二、补偿电容配套设备的选择	236
第七节 采用同步电动机和水轮发电机补偿的 计算及要求	239

一、采用同步电动机补偿的计算	239
二、水轮发电机组作调相运行的要求	241
第八节 提高功率因数与降损及改善电压的计算	242
一、提高功率因数与降损关系的计算	242
二、提高功率因数与改善电压关系的计算	247
三、提高功率因数与增加设备容量的计算	248
第五章 电动机节电	251
第一节 电动机使用条件及节电措施	251
一、异步电动机一般工作条件的规定和要求	251
二、电动机节电措施	252
第二节 异步电动机基本参数、损耗、效率及 功率因数等计算	257
一、异步电动机基本参数计算	257
二、异步电动机的损耗计算	260
三、异步电动机效率、功率因数及最佳负荷率等计算	262
四、电压变动对电动机特性的影响	263
第三节 异步电动机各转矩、输出功率及最佳功 率的计算	266
一、负荷转矩、电动机转矩、负荷惯性矩、起动转矩及 最大转矩的计算	266
二、异步电动机起动方式比较	269
三、不同负荷特性下电动机输出功率的计算	270
第四节 交流电动机调速节电	277
一、调速方式及节能技术特性	277
二、负荷性质与调速方式的配合	278
三、软起动器及节电效果	283
四、软起动节能柜	287
五、变频器的选用	288
六、变频器的使用条件及低频运行的影响	295

七、根据负荷的转矩特性选择变频器	296
八、变频调速用电机的选用	298
第五节 异步电动机节电计算	300
一、电动机节电更换的计算	300
二、更换旧式电动机节电的计算	305
三、更换电动机起动能力和过载能力的校验	307
四、采用电动机节电器节电计算	310
五、星—三角变换的节电计算	311
六、电动机星—三角转换节电线路	317
七、采用自控装置代替手动操作的节电线路	325
八、异步电动机同步化运行的计算	326
九、提高电动机与被拖动机械连接效率节电	333
第六节 异步电动机无功就地补偿节电计算	334
一、无功就地补偿容量的计算	334
二、异步电动机无功就地补偿线路	339
三、电动机无功就地补偿存在的问题及解决办法	341
四、电动机无功就地补偿谐波危害的防止	343
五、采用静止进相器对绕线式异步电动机进行无功补偿	344
第七节 滑差电机和直流电动机节电计算	345
一、滑差电机节电计算	345
二、直流电动机节电计算	348
三、电动机的功率关系	349
第八节 同步电动机节电计算	353
一、同步电动机损耗计算	353
二、同步电动机输出功率和效率计算	355
三、同步电动机的 V 型曲线	355
第九节 余热发电计算实例	356
第六章 风机、空压机节电	362
第一节 风机的节电措施与基本参数及计算	362

一、风机节电措施	362
二、风机的基本参数和特性曲线	363
三、风量和风压的计算	365
四、风机参数的换算	366
五、高效节能玻璃钢轴流风机的技术数据	367
第二节 风机轴功率、效率、电动机功率及耗电量	
计算	370
一、风机轴功率和电动机功率的计算	370
二、变速风机的电动机功率的计算	373
三、风机效率计算	374
四、风机耗电量计算	375
第三节 空调风机和锅炉送、引风机计算	378
一、风机轴功率和送风量计算	378
二、锅炉送、引风机风量、全压和电动机功率的计算	379
第四节 风机节电计算	381
一、风机调速节电计算	381
二、风机叶轮改造节电计算	384
三、风机串、并联运行节电计算	386
第五节 工厂空调系统节能改造实例	387
一、原空调系统不合理地方	388
二、改造方案	389
三、测试结果与节电效果	390
四、安装、维护要点	391
五、不足之处及建议	392
第六节 空压机的节电措施与基本参数及计算	392
一、空压机节电措施	393
二、空压机的基本参数和特性曲线	398
第七节 空压机效率、轴功率和电动机功率计算	399
一、空压机效率和轴功率计算	399
二、空压机电动机功率的计算	405

三、制冷压缩机电动机功率的计算	407
第八节 空压机节电计算	410
一、压缩空气站及空压机运行能耗考核标准	410
二、空压机管网漏及气压力过大造成的能耗计算	413
第七章 水泵节电	417
第一节 水泵节电措施与基本参数及计算	417
一、水泵节电措施	417
二、水泵的基本参数和特性曲线	418
三、流量和扬程计算	421
第二节 水泵轴功率、效率及电动机功率计算	426
一、水泵轴功率和效率计算	426
二、泵电动机功率计算和电动机选择	427
三、空调设备用水泵轴功率和送水量的计算	430
第三节 水泵节电计算	431
一、泵机械损耗计算	431
二、水泵调速节电计算	431
三、水泵变频调速节电	433
四、水泵叶轮改造节电计算	438
五、减少管道阻力和选择合理扬程的节电计算	440
六、更换泵及电动机的节电计算	441
七、水泵串、并联运行节电计算	442
第八章 电焊机及接触器节电	444
第一节 电焊机节电措施及基本参数计算	444
一、电焊机节电措施	444
二、弧焊机负载持续率的概念及计算	445
三、弧焊机功率因数及效率的计算	447
第二节 电焊机电源容量的计算	448
一、弧焊机电源容量的计算	448

二、电阻焊机电源容量的计算	450
第三节 改善电焊机的功率因数降低损耗的计算	451
一、算法确定补偿容量	452
二、查表法确定补偿容量	453
三、加补偿电容后节电量计算	453
第四节 合理选择电焊机和焊接方法的节电计算	455
一、常用弧焊机的节能效果比较	455
二、电焊机耗电量计算	457
三、电弧焊的几种焊接方法比较	459
第五节 电焊机导线(电缆)的选择	464
一、电焊机初级电源线的选择	464
二、电焊机次级电缆的选择	465
三、电阻焊机焊接回路组件的导线截面选择	466
四、交流弧焊机的保护设备及导线的选择	466
第六节 电焊机加装空载自停装置的节电计算及评价	469
一、采用空载自停装置的节电效果估算	469
二、加装空载自停装置的节电经济效果评价	469
三、电焊机空载自停线路	470
第七节 交流接触器节电措施及无声运行节电计算	481
一、交流接触器节电措施	481
二、交流接触器交流吸合和直流吸合电流的计算	482
三、交流接触器无声运行元件的选择	485
四、无声节能接触器直流线圈的计算	494
五、交流接触器双绕组节能线圈的计算	495
六、交流接触器无声运行节电效果计算	498
七、一种磁保持的无声无耗接触器	500
八、继电器节电线路	501
第九章 电加热节电	505
第一节 电加热节电措施	505