

实用电工速查速算系列手册

简明电工速查速算手册

方大千 等 编著

JIANMING DIANGONG
SUCHA SUSUAN SHOUCHE



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

实用电工速查速算系列手册

简明电工速查速算手册

方大千 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书较详细而全面地介绍了电工的计算公式和计算方法, 涉及面几乎涵盖电工技术的各个专业。内容包括: 电工基础知识和基本计算; 输配电; 变压器; 电动机; 高低压电器; 电容器及无功补偿; 继电保护; 水泵、风机和起重机; 电加热; 电焊机; 小型发电; 照明; 仪器仪表; 晶闸管及电子电路; 接地与防雷和电工的其他计算等共十六章。

本书公式准确、简明、实用, 内容十分丰富, 具有很强的可查性、实用性。本书可供电气技术人员、设计人员、技师和普通电工使用, 也可供大、中专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

简明电工速查速算手册/方大千等编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2004

(实用电工速查速算系列手册)

ISBN 7-5084-2137-X

I. 简 ... II. 方 ... III. 电工—计算—技术手册

N. TM11-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 048826 号

书 名	实用电工速查速算系列手册 简明电工速查速算手册
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 39.5 印张 1062 千字
版 次	2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—5100 册
定 价	76.00 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

前 言

作者在 10 年前出版的《电工计算手册》深受读者厚爱，多次重印。同时不少读者来信对该书提出一些宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

作者从事电气工作 30 多年，参加过许多重点工程的建设，负责过送配电线路、变电所、余热发电、小水电及工厂自动生产线的设计、施工、调试和技改工作，以及新产品的研制开发工作。所开发的 TWL—Ⅰ型、JZLF—11F 及 31F 系列发电机励磁装置、BKSF (W)、BKSF (H)、BKSF (WA)、BKSF (HA) 等系列发电机三合一控制屏和集控台在全国各地推广使用。

回顾这 30 多年的工作经历，作者深感正确运用电工计算公式和掌握电工计算方法对工程设计、指导安装、调试和技改工作，以及新产品的开发，有着非常重要的意义。电气计算公式和计算方法，见于各类设计手册、电工手册及电气书、刊中。设计手册类的书籍中，由于计算公式繁杂、参数甚多，查找使用不便，对于非技术人员则更难使用；电工手册类以数据、表格、资料为主，计算公式不多；而各类书、刊中的计算公式很分散，不易查找；同时各书刊的计算公式符号又不甚相同。作者经常为了查找或验证某个计算公式而翻阅大量的文献资料，花费了很多精力。为此作者决心编写一套实用性很强的、使用查找方便的《实用电工速查速算系列手册》。作者将长期收集的国内外电工计算公式和计算方法，经整理、归纳、分类，并将符号、单位和公式形式作了统一，对计算公式作了认真校验。为便于读者应用和掌握，还列举了作者在实际工作中曾涉及的许多计算实例。书中还列有电工计算必须的一些技术数据和标准、规定。

本手册中的公式没有冗长的推导过程和繁多的参数，开门见山，拿来即可使用，旨在解决实际问题。电气工作者有了这套系列手册，会如虎添翼，能大大提高工作效率，节省时间，以适应当今时代快节奏的工作要求，这正是作者的心愿。

《简明电工速查速算手册》是一本实用的工具书。本书内容十分丰富，涉及面广，几乎涵盖电工技术的各个专业，其中也包括晶闸管及电子电路等工业电子技术，以及软起动器、变频器等新技术。电气工作者在实际工作中所碰到的电工计算问题，一般都能从本书中找到答案。

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。计算所涉及的标准和规定均采用最新颁布的国家标准和规定，所介绍的电器产品尽量采用新系列的产品，所有的数据也力求最新。全书采用法定计量单位和国家绘图标准。

全书由乐启昌、方大中高级工程师审校。我国著名的变压器专家，节能变压器发明者姚志松高工为此书提出了宝贵的意见，并提供了许多资料。参加编写工作的有鲍俏伟、方亚平、方亚敏、郑鹏、朱征涛、方成、方立、许纪秋、张正昌和那罗丽等。全书插图由方欣绘制。

在《实用电工速查速算系列手册》丛书出版之际，作者衷心感谢祝尚廉、曹望昇、戴延年老师和好友乐启昌、施成章、经贯中高级工程师的指导和帮助。

由于编者水平有限，加上该书涉及面又广，不当之处请读者批评指正。

作 者

2004 年 5 月

目 录

前 言

第一章 电工基础知识和基本计算	1
第一节 常用物理量及电工数学知识	1
一、常用物理量的单位符号和换算	1
二、三角函数及计算	22
三、正弦量、复数及矢量	24
四、对称分量及其计算	27
五、常见周期函数波形分析	29
六、数制变换	31
第二节 电工学基本计算	33
一、常用电工名词、符号、单位和概念	33
二、常用电工计算公式	36
三、星—三角变换计算	40
四、基尔霍夫定律	41
五、磁路与电路的比较	42
六、交流电路计算	43
七、对称三相交流电路的计算	45
八、不对称三相交流电路的计算	49
九、电阻、电感和电容在电路中的计算	50
十、电路的串并联谐振计算	53
十一、含电感电容电路的瞬变现象	54
十二、电磁透入深度计算	58
十三、热敏电阻及阻值的计算	59
十四、直流电阻的温度换算	62
十五、绝缘电阻的温度换算	64
第三节 电感和电容的计算	66

一、电感计算	66
二、电容及最大场强的计算	73
三、电感和电容的测算	80
第二章 输配电	85
第一节 常用导线的技术数据及计算	85
一、导线、电缆的电阻和电抗的计算	85
二、常用导线、电缆的电阻和电抗	87
三、常用导线的安全载流量	95
四、导线在短路状态下的允许电流计算	104
第二节 线损和电压降计算	105
一、配电线路损耗计算	105
二、配电线路电压损失允许值	108
三、线路电压损失计算	109
第三节 导线的选择及计算	120
一、关于经济电流密度	120
二、按经济电流密度选择导线截面	122
三、按允许电压损失选择及校验导线截面	123
四、根据机械强度选择导线截面	125
五、N 线、PE 线和 PEN 线截面的选择	125
六、导线穿管管径的选择	131
七、地理电力线路的计算	133
八、高、低压线路的合理输送容量和输送距离的确定	139
九、低压临时动力线路的最大输送容量和输送距离的确定	142
第三章 变压器	146
第一节 变压器基本关系式及计算	146
一、变比、容量和等值阻抗	146
二、变压器效率、负荷率和变压器损耗	149
三、变压器绝缘电阻、 $\tan\delta$ 和温升要求	152
第二节 变压器性能及技术数据	155
一、S7、SL7 系列油浸式变压器的技术数据	155

二、S9、SH 系列油浸式变压器的技术数据	155
三、干式变压器的性能及技术数据	157
第三节 变压器运行和节电计算	163
一、变压器并联运行	163
二、容量不等的两台变压器并联运行的计算	163
三、变压器是否需要更新的计算	166
四、变压器断相报警装置	168
五、变压器防雷措施和接地要求	169
第四节 变压器使用条件及计算	173
一、变压器过负荷能力	173
二、变压器合闸涌流的估算	176
三、封闭式变压器室通风窗有效面积查算表	176
四、10 (6) /0.4kV 变电所高、低压侧电器及母线的选择	178
五、变压器高、低压熔丝的选择	181
第五节 变压器容量计算	182
一、采用低损耗变压器节电的计算	182
二、供照明或动力负荷变压器容量的计算	184
三、建筑施工用变压器容量的计算	185
四、农用变压器容量的计算	188
第六节 变压器大、小修标准和试验	192
一、变压器小修、大修的内容和周期	192
二、变压器小修和大修的修理标准	193
三、修理后的试验和标准	195
四、变压器常用绝缘材料	205
第七节 变压器干燥处理	215
一、油浸式变压器绕组的浸漆和干燥处理工艺	215
二、干式变压器绕组的浸漆和干燥处理工艺	216
三、变压器不需干燥可投入运行的条件	217
四、变压器干燥的基本要求	219
五、涡流法干燥变压器的计算	220

六、零序电流干燥变压器的计算	224
第四章 电动机	227
第一节 电动机基本公式及计算	227
一、异步电动机基本公式	227
二、绕组温升及计算	236
三、电动机空载电流和功率因数的计算	238
四、Y 系列三相异步电动机的技术数据	246
五、YR 系列三相异步电动机的技术数据	246
第二节 电动机维修常用材料的选用	247
一、电磁线和铝、铜线的规格	247
二、电机常用绝缘材料的选用	247
三、电刷的选用	257
四、电机用润滑油和润滑脂的选用	259
第三节 有关电动机运行的规定和计算	260
一、异步电动机一般工作条件的规定和要求	260
二、电压变动对电动机性能的影响	261
三、频率为 60Hz (或 50Hz) 的电动机用于 50Hz (或 60Hz) 的电源上的影响分析	262
四、三相异步电动机改为单相使用时的计算	266
五、改变电动机绕组接线的简易计算	272
六、单相电容电动机电容量的估算	273
第四节 电动机节电运行和试验计算	273
一、异步电动机最佳负荷率的计算	273
二、“大马拉小车”节电计算	276
三、星—三角变换的节电计算	277
四、交流电动机试验要求	282
五、直流电动机试验要求	285
第五节 电动机功率选择	287
一、电动机功率选择的基本原则和计算	287
二、在不同环境温度时电动机功率的计算	287

三、采用寿命期费用分析法选定电动机	289
四、各种设备的电动机功率的选择	291
第六节 电动机起动装置的选择和计算	303
一、异步电动机各种起动方式的比较	303
二、Y 系列异步电动机降压起动设备的选择	303
三、磁力起动器的选择	306
四、星—三角起动器的选择	308
五、自耦降压起动器的选择	316
六、异步电动机电阻降压起动的计算	323
七、无触点起动器的选择	326
八、软起动器的选择	328
第七节 电动机制动和调速装置的选择和计算	338
一、异步电动机常用制动方式的比较	338
二、异步电动机反接制动计算	339
三、异步电动机能耗制动计算	341
四、变频器的运行环境条件	346
五、变频器的选用及技术数据	347
六、变频器的基本接线	350
七、变频器对多台电动机进行速控的计算	353
第八节 电动机保护计算	356
一、异步电动机保护方式及规定	356
二、异步电动机保护电器的选用及整定	360
三、异步电动机起动、保护设备及导线的选择	360
四、机床设备电源线及其保护的选择	366
五、电动机保护器的选择	368
第五章 高低压电器	374
第一节 高压电器的选用	374
一、高压断路器的选用	374
二、高压隔离开关和负荷开关的选用	378
三、高压熔断器和避雷器的选用	385

第二节 低压断路器的选用	396
一、低压断路器的分类及主要用途	396
二、低压断路器的选用	396
三、家庭小型断路器的选用	403
四、低压断路器的选用举例	411
第三节 刀开关和漏电开关的选用	413
一、刀开关的选用	413
二、漏电开关的选用	416
第四节 熔断器和热继电器的选用	420
一、熔断器的选用	420
二、热继电器的选用	424
第五节 接触器和继电器的选用	428
一、交流接触器的选用	428
二、消除交流接触器剩磁的措施及计算	432
三、电磁式控制继电器的选用	436
四、通用直流电磁继电器的选用	439
五、时间继电器的选用	440
六、固体继电器的选用	443
第六章 电容器及无功补偿	452
第一节 电容器及其运行规定与试验	452
一、电容器的型号与技术数据	452
二、基本关系式及计算	458
三、电容器的运行规定与安装要求	463
四、电网谐波电压的限制要求	468
五、并联电容器的试验	468
第二节 电容器配套设备的选择与计算	477
一、开关、熔断器、切合电阻和接触器的选择	477
二、电容器串联电抗器和限流器的选择	483
三、电容器放电电阻和放电电抗器的计算	489
四、几种简单的补偿电容器接线方式	491

第三节 功率因数和无功补偿容量的计算	497
一、功率因数的测算	497
二、无功补偿容量的确定	501
三、无功经济当量的参考值	505
第四节 无功补偿方式的选择和补偿容量的配置	506
一、无功补偿方式的选择及经济补偿容量的配置	506
二、变电所高压或低压集中补偿的补偿容量计算	508
三、配电线路上安装无功补偿的最佳位置的确定	510
四、配电线路末端进行无功补偿的补偿容量计算	511
五、采用电容补偿调压的计算	513
六、采用同步电动机补偿的计算	515
七、枯水期小水电作调相运行发电机的技术要求	517
第五节 常用电气设备的无功补偿计算	518
一、异步电动机无功补偿容量的计算	518
二、采用并联电容器改善异步电动机起动条件的计算	524
三、农用水泵类电动机补偿容量的计算	526
四、荧光灯、高压钠灯和高压汞灯补偿容量的计算	528
第七章 继电保护	530
第一节 短路电流计算	530
一、各种短路电流值的概念	530
二、短路冲击电流、全电流最大有效值和短路容量的计算	533
三、短路电流的计算方法	533
四、短路类型及其短路电流周期分量值的计算	541
五、中性点不接地系统接地电流的计算	541
第二节 短路电流的电动力及发热计算	545
一、短路电流的电动力计算和动稳定校验	545
二、短路电流的发热计算和热稳定校验	548
第三节 继电保护的灵敏度要求和电流互感器的接线	551
一、继电保护的灵敏度要求	551
二、电流互感器与电流继电器的接线方式及计算	553

第四节 继电保护计算	559
一、6~10kV 电力线路继电保护计算	559
二、电力变压器继电保护计算	562
三、高压异步电动机继电保护计算	565
四、小型发电机继电保护计算	568
第五节 常用保护继电器及选型	570
一、电流、电压继电器	570
二、中间继电器	576
三、时间继电器	582
四、信号继电器	586
五、绝缘监视继电器	590
第八章 水泵、风机和起重机	592
第一节 水泵的基本参数及计算	592
一、水泵的基本参数和特性曲线	592
二、流量和扬程计算	595
三、水泵轴功率和效率计算	604
四、泵电动机功率计算和电动机选择	605
第二节 水泵的选择	606
一、水泵选择的步骤和方法	606
二、深井泵选择的步骤和方法	607
三、如何根据电动机的功率选配水泵	610
四、如何判断无铭牌离心泵的性能	611
第三节 农用水泵及电力排灌设备的选择	611
一、农用水泵的分类、型号、性能及适用范围	611
二、水泵扬程和安装高度计算	614
三、农用水泵快速选型表	615
四、如何根据水泵选配柴油机	615
第四节 风机的基本参数及计算	621
一、风机的基本参数和特性曲线	622
二、风量和风压的计算	624

三、风机参数的换算	625
四、风机轴功率和电动机功率的计算	627
第五节 水泵、风机变频调速节电	628
一、变频器的选用	628
二、变频调速线路	631
第六节 起重机计算	633
一、起重机电动机功率计算	633
二、桥式起重机干线和滑接线的选择	639
三、保护设备及电源线的选择	645
四、电梯和自动扶梯的用电负荷及设备选择	664
第九章 电加热	672
第一节 电热元件的选用及计算	672
一、电热元件的选用	672
二、电热元件温度 and 单位表面负荷的计算	675
第二节 电热炉计算	678
一、以辐射为主的电热炉的计算	678
二、以对流为主的电热炉的计算	681
三、硅碳电热炉的计算	681
四、小电炉计算	686
五、并联式电热带的计算	687
六、电热干燥室功率计算	690
七、按炉膛容积估算电热炉功率	692
八、盐浴炉计算	693
第三节 感应加热炉计算	694
一、电流透入深度计算	694
二、电源频率和感应器尺寸的计算	694
三、感应炉的阻抗、电效率及功率因数等计算	701
四、输电线路计算	703
五、感应炉补偿容量的计算	705
六、工频感应加热器的计算	708

七、工频无芯感应炉的计算	716
八、电弧炉电气设备和导线的选用	720
第四节 远红外加热计算	722
一、红外区的划分	722
二、远红外辐射元件	724
三、远红外辐射涂料	726
四、远红外辐射器(加热器)	730
五、辐射元件表面温度和受热物最佳加热温度及 辐射距离的选择	730
六、远红外加热炉体容积和所需电功率的计算	736
七、远红外加热炉热效率计算	739
八、远红外加热炉的设计	742
第十章 电焊机	750
第一节 弧焊机的型号、结构与性能数据	750
一、弧焊机的型号与结构	750
二、弧焊机的技术参数与性能数据	758
第二节 弧焊机负载持续率、功率因数及效率的计算	765
一、弧焊机负载持续率的概念及计算	765
二、弧焊机功率因数及效率的计算	766
第三节 电焊机电源容量的计算	767
一、弧焊机电源容量的计算	767
二、电阻焊机电源容量的计算	769
第四节 改善电焊机的功率因数降低损耗的计算	770
一、计算法确定补偿容量	771
二、查表法确定补偿容量	772
三、加补偿电容后节电量计算	773
第五节 电焊机加装空载自停装置的节电计算及评价	774
一、采用空载自停装置的节电效果估算	774
二、加装空载自停装置的节电经济效果评价	775
三、电焊机空载自停线路	775

第六节 合理选择电焊机和焊接方法的节电计算	783
一、常用弧焊机的节能效果比较	783
二、电焊机耗电量计算	786
三、电弧焊的几种焊接方法比较	788
第七节 电焊机导线(电缆)的选择	792
一、电焊机初级电源线的选择	792
二、电焊机次级电缆的选择	794
三、电阻焊机焊接回路组件的导线截面选择	794
四、交流弧焊机的保护设备及导线的选择	795
第十一章 小型发电	798
第一节 小水电站的基本计算	798
一、水电站出力及调节池计算	798
二、压力水管管路计算	801
三、有关水轮机的计算	806
四、小型水电站流量、水头和发电量的计算	808
第二节 小型水轮机的选择	815
一、水轮机的型式及适用范围	815
二、小型水轮机的选择	817
三、常用小型水轮机的技术数据及配套设备	818
第三节 小型水轮发电机的选择	836
一、水轮发电机的型号及选择	836
二、常用小型水轮发电机的技术数据	838
三、手控电动调速器线路	843
第四节 小水电站励磁装置和控制柜的选用	845
一、励磁装置的选用	845
二、控制柜的选用	848
三、三合一发电机控制柜的选用	850
四、自动化控制柜的选用	852
五、小水电站飞车自动保护及水电阻计算	854
六、小型水轮发电机过电流、过电压及失磁、	

过速保护的整定	857
第五节 余热发电计算	859
一、工厂余热能量的估算	859
二、余热发电装机容量的计算	866
三、汽轮机基本参数及计算	868
四、余热发电燃料节约量的计算	873
五、背压式汽轮发电机组的技术参数	875
六、同步发电机的特性及基本参数计算	881
第六节 电动机改作发电机的计算	886
一、异步电动机改作发电机的计算	886
二、电容器的配置和电压调节	891
三、绕线式电动机改作发电机的计算	892
第七节 柴油发电机计算	896
一、柴油发电机组的选型	896
二、柴油发电机组容量的计算	897
三、柴油发电机组台数的选择	904
四、燃油耗油量和润滑油耗油量计算	905
五、冷却泵和空压机的选择	906
第十二章 照明	910
第一节 照明术语及常用电光源	910
一、照明术语、单位及计算公式	910
二、常用电光源的种类、特点及适用场所	915
三、常用电光源的技术数据	919
第二节 灯具的选择和照度标准	929
一、灯具的分类	929
二、照明质量的要求	929
三、灯具的选择	930
四、照度标准	933
五、常用材料的反射率、透射率和吸收率	943
第三节 照度计算	947