

实用

电工电子查算手册

方大千 方亚敏 等编著

SHIYONG

DIANGONG

DIANZI

CHASU

SHOUCE



化学工业出版社

实用 电工电子查算手册

方大千 方亚敏 等编著

SHIYONG
DIANGONG
DIANZI



化学工业出版社



化学工业出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电工电子查算手册/方大千, 方亚敏等编著. —北京:
化学工业出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-122-10565-3

I. 实… II. ①方…②方… III. ①电工技术-手册②电子技术-手册 IV. ①TM-62②TN-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 024948 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 杨 北

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京市兴顺印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张 23½ 字数 633 千字
2011 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本手册紧密结合工矿企业、农村供用电的实际，详细介绍了工矿企业电工和农村电工最常涉及的各个电气专业知识和应用技术。电气工作者在工作中碰到的具体问题，大都可通过该手册快速查找所需的资料和计算公式，以及解决问题的方法，可以大大提高工作效率。手册中介绍的电气设备技术要求、选择、使用及维修等内容都非常切合实际，介绍的典型电动机控制、保护线路来自生产实际，介绍的变频器、软启动器及电子技术新颖、实用，介绍的住宅供电及照明设计对家庭电气装修装饰具有指导意义，介绍的电气设备节电措施具体而可行。参加本书编写的人员，大都是长期在生产一线从事电气工作的工程技术人员，具有丰富的实践经验。全书采用法定计量单位和国家绘图标准。

本书由方大千、方亚敏等编著，参加本书编写工作的还有方亚平、方成、方立、朱丽宁、朱征涛、张正昌、张荣亮、许纪秋、那宝奎、费珊珊、卢静、孙文燕、方欣、那罗丽等。全书由方大中、郑鹏高级工程师审校。

限于编者的经验和水平，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 电工常用计算公式及基本电路计算	1
第一节 电工常用计算公式	1
一、电工常用物理量及单位	1
二、电工常用计算公式	3
三、电路变换的基本方式和计算	6
四、电感的计算	9
五、电容的计算	12
六、磁滞损耗及涡流损耗、电介质损耗计算	15
第二节 正弦交流电路计算	16
一、交流电路基本量的计算	16
二、对称三相交流电路计算	19
三、不对称三相交流电路计算	21
四、电阻、电感和电容在交流电路中的计算	26
五、电感、电容串联、并联谐振计算	28
第三节 非正弦交流电的计算和测算	28
一、非正弦交流电的计算	28
二、非正弦交流电的测算	32
第四节 简单电路过渡过程计算	39
一、RC、RL、RCL 电路过渡过程计算	39
二、微分电路与积分电路及加速电路计算	39
第二章 常用数据与资料	44
第一节 环境条件及电气设备产品标准	44
一、空气的温度、湿度和露点	44
二、大气压力、温度与海拔的关系	50
三、选择导体和电器的环境条件	50
第二节 电气设备的额定电压与额定电流等级	51

一、额定电压	51
二、额定电流	51
第三节 常用金属材料	53
一、常用导电用纯金属的性能	53
二、金属材料焊接性比较	55
三、金属零件镀层的选择	55
四、金属接触偶的选择	57
五、电磁屏蔽材料的选择	60
六、电热合金的抗腐蚀能力	63
七、常用电阻材料的技术数据及其特点	63
第四节 常用绝缘材料	67
一、绝缘材料的耐热等级及特性	67
二、常用绝缘漆的性能	70
三、绝缘油的性能	74
四、常用电磁线的技术数据	75
第五节 磁性材料	82
一、磁性材料的种类及特点	82
二、软磁材料的磁性能	84
三、硅钢片的性能数据	85
四、铁镍合金（坡莫合金）的性能数据	87
五、铁铝合金的性能数据	90
六、常用硬磁材料的性能数据	91
第三章 电气设备及配电屏的技术要求	94
第一节 电气设备的使用环境条件	94
一、普通电工产品的基本使用环境条件	94
二、高、低压电工产品的基本使用环境条件	95
三、特殊环境条件	96
四、环境条件对电气设备的影响	97
五、高海拔地区对电工产品的影响	99
第二节 电气设备的最高允许温度	102
一、常用电气设备的最高允许温度	102
二、普通型高压电器的允许温升	104
三、普通型低压电器的允许温升	107

四、普通型成套电气设备的允许温升	110
第三节 电气设备的绝缘电阻要求	110
一、交直流电机、变压器等的绝缘电阻要求	110
二、高低压线路及二次回路	114
三、电气设备绝缘吸收比和介质损失角正切值（介质损耗因数） $\tan\delta$ 的要求	115
第四节 电气设备的绝缘强度要求	117
一、普通型高压电器绝缘的电气强度要求	117
二、普通型低压电器绝缘的电气强度要求	120
三、普通型成套电气设备绝缘的电气强度要求	121
四、热带型、湿热带型和防爆型电气设备绝缘的电气强度要求	122
第五节 电气设备的电气间隙和漏电距离要求	122
一、普通型低压电器的电气间隙和漏电距离要求	122
二、普通型成套电气设备的电气间隙和漏电距离要求	124
三、热带型和湿热带型电气设备的电气间隙和漏电距离要求	124
第四章 输配电线路	126
第一节 导线的选择及计算	126
一、城网和农网架空线路及高、低压配电线路导线截面的选择	126
二、高、低压线路的合理输送容量和输送距离的确定	128
三、中性线（N线）、保护线（PE线）和保护中性线（PEN线） 截面的选择	131
四、导线穿管管径的选择	134
五、常用导线的安全载流量	136
第二节 地埋线的选择及计算	143
一、地埋线的型号、规格及允许载流量	143
二、地埋线截面的选择及计算	145
三、地埋线的敷设要求	148
第三节 输配电线路的维护与故障处理	149
一、架空线路的维护	149
二、架空线路的常见故障及处理	152
三、地埋线的维护	154
四、地埋线的常见故障及处理	155
第四节 输配电线路节电措施及经济运行计算	156

一、输配电线路节电措施	156
二、查表法求线路的电压损失	159
三、查表法求电力线路损耗	165
四、电力电缆损耗的计算	167
五、母线损耗的计算	167
六、工厂年电能需要量的计算	169
第五章 变压器	172
第一节 变压器基本计算	172
一、变压器原理及基本参数计算	172
二、变压器电压变动率及计算	174
三、自耦变压器基本计算	174
四、V/V 连接的变压器功率和利用率计算	176
五、变压器负荷率、效率、损耗计算	177
六、变压器损耗及效率测算	178
七、变压器空载试验和短路试验计算	179
八、变压器无功经济当量计算	182
第二节 变压器及配套设备的选择	183
一、照明用变压器容量的选择	183
二、动力用变压器容量的选择	183
三、建筑施工用变压器容量的选择	184
四、农村用变压器容量的选择	187
五、变压器高、低压侧设备的选择	187
六、常用变压器的技术数据	190
第三节 常用变压器的设计	197
一、油浸式电力变压器的设计	197
二、干式变压器的设计	204
三、整流变压器的设计	207
四、小型变压器的技术数据及骨架的制作	210
第四节 变压器的维护与故障处理	222
一、油浸式变压器的日常维护	222
二、干式变压器的日常维护	225
三、变压器的常见故障及处理	228
第五节 变压器节电措施及经济运行计算	231

一、变压器的节电措施	231
二、变压器年电能损耗计算	233
三、判定负荷过轻的临界条件	234
四、变压器过负荷计算	234
五、变压器是否需要更新的计算	239
六、变压器并联运行计算	240
七、10kV 变压器进风口有效面积的计算	242
第六章 无功补偿及电力电容器	244
第一节 基本参数计算及无功补偿容量的确定	244
一、基本关系式及计算	244
二、功率因数的测算	245
三、无功补偿容量的确定	247
四、电动机和电焊机就地无功补偿容量的确定	249
五、无功补偿方式的选择	251
六、无功补偿装置的设计要求	252
七、补偿电容器组的接线方式	254
第二节 电力电容器及配套设备的选择	256
一、电力电容器型号的组成及定义	256
二、常用电力电容器的技术数据	259
三、切换电容器的专用接触器的选择	264
四、电容器配套开关、熔断器和切合电阻的选择	266
第三节 电容器的维护与故障处理	267
一、电容器绝缘电阻的要求及温度换算	267
二、电容器的电容量测量	268
三、电容器的维护	269
四、电容器的常见故障及处理	270
五、电容器的交接试验和预防性试验	272
第七章 电动机	274
第一节 电动机基本计算	274
一、异步电动机基本参数计算	274
二、异步电动机的机械特性和工作特性	275
三、异步电动机效率、功率因数和负荷率的计算	278
四、直流电动机的基本计算	279

第二节 电动机的选择	285
一、电动机的过载能力	285
二、电动机的平均启动转矩	286
三、部分机械所需启动转矩和最大转矩	286
四、电动机功率的计算	287
五、电动机功率的选择	289
六、Y 系列异步电动机的技术数据	296
七、YR 系列绕线型三相异步电动机的技术数据	296
第三节 电动机启动、制动和保护装置的选择	297
一、异步电动机直接启动功率的确定	297
二、异步电动机降压启动方式的选择	299
三、异步电动机各种启动方式的比较	300
四、Y 系列电动机全压启动保护设备及导线的选择	301
五、Y 系列电动机降压启动保护设备及导线的选择	305
六、异步电动机常用的制动方式	306
七、异步电动机保护方式及选择	306
八、异步电动机保护电器的选用及整定	308
第四节 电动机启动及控制线路	309
一、单按钮控制单向启动线路	309
二、接触器联锁正反转启动线路	310
三、按周期重复运行的正反向运行控制线路	311
四、定子回路串入电阻降压启动线路	312
五、阻容复合降压启动线路	313
六、手动控制 Y- Δ 降压启动线路	313
七、自动控制 Y- Δ 降压启动线路	315
八、XJ01-14~20 型自耦降压启动线路	316
九、自动延边 Δ 降压启动线路	317
十、两台电动机自动互投线路	318
十一、电动机间歇运行控制线路	319
十二、电动机定时正、反转线路	320
十三、滑差电动机晶闸管调速线路	321
第五节 电动机制动线路	323
一、电磁抱闸制动线路	323

二、单向运转反接制动线路	324
三、正反向运转反接制动线路	327
四、单向运转能耗制动线路	329
五、正反向运转能耗制动线路	335
六、单向运转短接制动线路	338
七、正反向运转短接制动线路	339
第六节 电动机保护线路	339
一、负温度系数热敏电阻 (NTC) 保护线路	339
二、正温度系数热敏电阻 (PTC) 保护线路	341
三、单相异步电动机正温度系数热敏电阻 (PTC) 保护线路	343
四、电动机重载启动用热继电器保护线路	344
五、用熔丝保护电动机的线路	347
六、检测线电流的断相保护线路	348
七、检测线电流的断相和过载保护线路	354
八、谐波电流断相保护线路	356
九、固态断相继电器保护线路	359
十、光电式断相保护线路	361
十一、时基集成电路过载和断相保护线路	362
十二、用断路器作电动机过电流和断相保护线路	364
十三、电动机晶闸管式过电流保护线路	365
十四、单相异步电动机过电流保护线路	366
十五、水泵防抽空保护线路	367
十六、高压电动机相间短路及过电流保护线路	368
十七、高压电动机过电流及接地保护线路	368
十八、电动机低电压保护线路	370
十九、直流电动机失磁保护线路	372
二十、直流电动机过电流保护线路	373
第七节 电动机的维护	374
一、三相异步电动机的日常维护与定期保养	374
二、电动机的拆卸与组装	377
三、电动机轴承的选择	379
第八节 电动机节电措施及经济运行	382
一、电动机的节电措施	382

二、“大马拉小车”节电计算	383
三、防止电动机空载运行的线路	384
四、卷扬机用 Y- Δ 转换节电线路	385
五、机床 Y- Δ 转换节电线路	386
六、接触器控制电动机正反转的机床 Y- Δ 转换节电线路	388
第八章 高压电器	389
第一节 高压断路器的选用与维护	389
一、常用高压断路器的技术数据	389
二、高压断路器的选用	391
三、油断路器的维护	393
四、真空断路器的维护	394
五、SF ₆ 断路器的维护	395
第二节 高压隔离开关的选用与维护	397
一、常用高压隔离开关的技术数据	397
二、高压隔离开关的选用	398
三、高压隔离开关的维护	399
第三节 高压负荷开关的选用与维护	400
一、常用高压负荷开关的技术数据	400
二、高压负荷开关的选用	400
三、高压负荷开关的维护	402
第四节 高压熔断器的选用与维护	403
一、常用高压熔断器的技术数据	403
二、高压熔断器的选用	404
三、高压熔断器的维护	405
第五节 避雷器的选用与维护	406
一、常用阀型避雷器的技术数据	406
二、低压金属氧化物避雷器的技术数据	408
三、金属氧化物避雷器和压敏电阻的选用	409
四、阀型避雷器和金属氧化物避雷器的维护	410
第九章 低压电器	412
第一节 低压电器的分类及使用条件	412
一、低压电器的分类及用途	412
二、低压电器产品的型号	413

三、低压电器产品正常使用的环境条件	415
四、低压电器产品推荐	416
第二节 断路器的选用与维护	420
一、断路器的类型及使用场合	420
二、常用断路器主要技术数据	422
三、断路器的选用及动作值的整定	424
四、断路器与上下级保护电器的配合	430
五、断路器保护与导线之间的配合	433
六、断路器的维护	434
第三节 刀开关和转换开关的选用与维护	437
一、刀开关和转换开关的类型及使用场所	437
二、常用刀开关和转换开关的技术数据	437
三、刀开关和转换开关的选用	439
四、刀开关和转换开关的维护	440
第四节 熔断器的选用与维护	443
一、熔断器的类型及使用场所	443
二、常用熔断器的技术数据	444
三、熔断器的选用	446
四、熔断器及其导线的级间配合	450
五、用铜丝作为保险丝时铜丝的选择	454
六、熔断器的维护	456
第五节 热继电器的选用与维护	457
一、常用热继电器的技术数据	457
二、热继电器的选用	462
三、热继电器在不同环境温度下整定电流的修正	467
四、热继电器与熔断器、断路器的配合	468
五、热继电器的维护	469
第六节 接触器的选用与维护	470
一、常用接触器的技术数据	470
二、交流接触器的选用	473
三、直流接触器的选用	477
四、接触器的维护	480
五、交流接触器直流无声运行元件的选择	483

六、无声节电接触器直流线圈的计算	491
七、无声节电接触器的维护	492
第七节 电磁铁的选用与维护	493
一、电磁铁气隙磁导的计算	493
二、电磁铁吸力的基本计算公式	496
三、各类形式电磁铁吸力的近似计算（不带极靴）	497
四、常用电磁铁的技术数据	503
五、电磁铁的选用	508
六、电磁铁的维护	512
第八节 漏电保护器的选用与维护	513
一、常用漏电保护器的技术数据	513
二、漏电保护器的选择与安装	515
三、漏电保护器的接线	517
四、漏电保护器的维护	519
第九节 继电保护电器和时间继电器的选用与消火花电路	521
一、过电流、过电压、欠电压及失磁保护继电器的选用	521
二、时间继电器的选用	523
三、继电器加速和延缓电路	524
四、继电器消火花电路	530
第十章 住宅室内布线及照明	537
第一节 住宅供电电路及照明设计	537
一、住宅用电负荷计算	537
二、两室一厅供电电路	542
三、三室两厅住宅供电电路	543
四、四室两厅供电电路	544
五、住宅照明设计与布置	545
第二节 导线、电能表、开关、插座等的选择与安装	552
一、导线的选择	552
二、布线方式的选择	557
三、电能表的选择与安装	559
四、小型断路器的选择与安装	562
五、闸刀开关的选择与安装	564
六、照明开关的选择与安装	565

七、插座的选择与安装	569
八、开关、插座安装后的通电试验	571
九、吊扇的安装	573
十、换气扇的安装	575
十一、闭路电视的安装	577
第三节 室内布线的验收及故障处理	578
一、室内布线的检查与验收	578
二、停电检修和带电检修	585
三、供电线路短路故障的检修	587
四、供电线路断路故障的检修	590
五、供电线路漏电故障的检修	593
六、白炽灯的常见故障及处理	594
七、荧光灯的常见故障及处理	596
八、照明开关、插销的常见故障及处理	597
第十一章 接地（接零）与防雷	600
第一节 接地（接零）的基本知识	600
一、电气设备保护接地与保护接零的范围	600
二、电气设备接地电阻值的规定	601
三、土壤电阻率及修正	602
第二节 接地装置的制作与安装	604
一、人工接地体的最小尺寸	604
二、接地板的制作要求	604
三、接地线的最小尺寸	605
四、接地装置的埋设要求	606
五、腐蚀性环境的接地做法	608
第三节 防雷保护	610
一、防雷保护接地电阻值的规定	610
二、防雷接地装置导体材料的最小尺寸	611
三、单支避雷针保护范围的计算	611
四、两支等高避雷针的保护范围	612
五、电子设备及计算机系统的防雷措施	613
第十二章 电子技术	615
第一节 整流电路和滤波电路及计算	615

一、各种整流电路的参数及比较	615
二、多级倍压整流电路的计算	617
三、整流元件保护计算	619
四、各种滤波电路的计算	619
五、信号检测环节中的 RC 滤波电路及参数选择	620
六、常用低通滤波器及参数选择	621
第二节 稳压电源及计算	622
一、稳压管稳压电源的计算	622
二、稳压电路温度补偿计算	624
三、带有直流放大环节的稳压电源的计算	625
四、三端固定集成稳压电源	627
五、稳压电源晶闸管式过电流保护电路	628
第三节 放大电路和振荡电路及计算	629
一、三极管三种工作状态的比较	629
二、单管交流放大器的设计	631
三、三极管几种基本偏置电路性能比较及参数选择	632
四、场效应管基本放大电路及偏置电路	633
五、运算放大器的基本电路及计算	635
六、常用 RC 振荡器及参数选择	637
七、LC 振荡器及参数选择	638
八、常用非正弦振荡器及计算	639
第四节 晶闸管电路及计算	640
一、常用晶闸管整流电路比较	640
二、单相晶闸管交流开关基本电路	642
三、三相晶闸管交流开关基本电路	643
四、双向晶闸管交流开关基本电路	644
五、晶闸管换相保护计算	644
六、整流变压器二次侧过电压保护计算	646
七、快速熔断器的选用	649
第五节 晶闸管触发电路	652
一、简单的阻容移相触发电路及参数选择	652
二、单结晶体管触发电路及参数选择	653
三、带三极管放大的单结晶体管触发电路及参数选择	656

四、运算放大器、时基集成电路和开关集成电路的触发电路	658
第六节 变频器的选用与维修	660
一、变频器的使用环境条件	660
二、变频器的选择	661
三、变频器的使用	665
四、变频电动机的特点及选用	667
五、变频器的输入和输出滤波器的选择	668
六、变频器直流电抗器的选择	670
七、变频器与电动机连线长度和截面的确定	671
八、常用变频器的技术数据	673
九、变频器的维护	680
十、变频器的故障处理	682
十一、变频器抗干扰措施	692
第七节 电动机变频器控制线路	693
一、变频器正转运行线路	693
二、变频器寸动运行线路	694
三、无反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路	695
四、有正反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路	696
五、一台变频器控制多台电动机并联运行的线路	697
六、两台变频器同步控制两台电动机运行的线路	698
七、电磁制动电动机变频调速运行线路	700
八、变频器带制动单元、电动机带制动器的运行线路	701
九、变极电动机变频器控制线路	702
十、变频器三速运行线路	703
第八节 软启动器的选用与维修	704
一、软启动器的使用环境条件	704
二、软启动器的选择	704
三、软启动器的使用	707
四、软启动器保护快速熔断器的选择	709
五、常用软启动器的技术数据	709
六、软启动器的维护	713
七、软启动器的故障处理	714
第九节 电动机软启动器控制线路	719