



电工电子名家畅销书系

简明实用 电工查算手册

方大千 方欣 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工电子名家畅销书系

简明实用电工 查算手册

方大千 方欣 等编著



机械工业出版社

本手册是一本简明、实用的电工工具书。内容包括：基本资料和常用电工计算公式、常用电工材料、输配电线路计算、变压器计算、电容器及无功补偿计算、电动机计算、低压电器的选择、电子技术、接地（接零）与防雷计算、常用测试仪表等共 10 章。

本手册内容丰富、切合实际、简洁明了，书中配有许多计算实例，可供初、中级电工学习使用。

图书在版编目（CIP）数据

简明实用电工查算手册 / 方大千等编著. —北京：机械工业出版社，2014.2

（电工电子名家畅销书系）

ISBN 978-7-111-45760-2

I. ①简… II. ①方… 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（2014）第 024501 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：付承桂 责任编辑：张沪光

版式设计：霍永明 责任校对：陈延翔

封面设计：路恩中 责任印制：刘 岚

涿州市京南印刷厂印刷

2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·14.625 印张·454 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-45760-2

定价：49.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：（010）88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：（010）68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：（010）88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版

出版说明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达 400 多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60 多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者

多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料 and 标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书，联系信箱为 fuchenggui52@163.com。

机械工业出版社

前 言

本手册紧密结合工矿企业、农村供配电的实际情况,较系统地介绍了初、中级电工最常涉及的电工常用计算公式与技术数据。书中介绍的计算公式和计算方法没有冗长的推导/过程和过多的参数,使用起来方便、快捷。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到所需的资料和计算公式。该书在编写手法上多采用表格的方式,从而大大增加本书的信息量,同时使所表述的计算公式和计算方法更加清晰、明了;另外,书中还列举了许多计算实例,更便于初、中级电工学习、应用。书中的技术数据采用新电工产品和国家最新标准、规定。手册中均采用了法定计量单位。

本书主要由方大千、方欣编著,其他参编人员有朱丽宁、方亚平、方亚敏、张正昌、朱征涛、张荣亮、方成、方立、那宝奎、许纪秋、方亚云、费珊珊、那罗丽、卢静、刘梅等。全书由方大中、郑鹏审校。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,希望读者批评指正。

作者

机械工业出版社读者需求调查表

亲爱的读者朋友：

您好！为了提升我们图书出版工作的有效性，为您提供更好的图书产品和服务，我们进行此次关于读者需求的调研活动，恳请您在百忙之中予以协助，留下您宝贵的意见与建议！

个人信息

姓 名：		出生年月：		学 历：	
联系电话：		手 机：		E-mail：	
工作单位：				职 务：	
通讯地址：				邮 编：	

1. 您感兴趣的科技类图书有哪些？

☐ 自动化技术 ☐ 电工技术 ☐ 电力技术 ☐ 电子技术 ☐ 仪器仪表 ☐ 建筑电气
☐ 其他（ ）

以上个大类中您最关心的细分技术（如 PLC）是：（ ）

2. 您关注的图书类型有

☐ 技术手册 ☐ 产品手册 ☐ 基础入门 ☐ 产品应用 ☐ 产品设计 ☐ 维修维护
☐ 技能培训 ☐ 技能技巧 ☐ 识图读图 ☐ 技术原理 ☐ 实操 ☐ 应用软件
☐ 其他（ ）

3. 您最喜欢的图书叙述形式

☐ 问答型 ☐ 论述型 ☐ 实例型 ☐ 图文对照 ☐ 图表 ☐ 其他（ ）

4. 您最喜欢的图书开本

☐ 口袋本 ☐ 32 开 ☐ B5 ☐ 16 开 ☐ 图册 ☐ 其他（ ）

5. 图书信息获得渠道：

☐ 图书征订单 ☐ 图书目录 ☐ 书店查询 ☐ 书店广告 ☐ 网络书店 ☐ 专业网站
☐ 专业杂志 ☐ 专业报纸 ☐ 专业会议 ☐ 朋友介绍 ☐ 其他（ ）

6. 主要购书途径

☐ 书店 ☐ 网络 ☐ 出版社 ☐ 单位集中采购 ☐ 其他（ ）

7. 您认为图书的合理价位是（元/册）：

手册（ ） 图册（ ） 技术应用（ ） 技能培训（ ） 基础入门（ ） 其他（ ）

8. 每年购书费用

☐ 100 元以下 ☐ 101~200 元 ☐ 201~300 元 ☐ 300 元以上

9. 您是否有本专业的写作计划？

☐ 否 ☐ 是（具体情况： ）

非常感谢您对我们的支持，如果您还有什么问题欢迎和我们联系沟通！

地 址：北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社电工电子分社

邮编：100037 联系人：付承桂 联系电话：010-88379764 13581693166

传真：010-68326336

机械工业出版社编著图书推荐表

姓名:		出生年月:		职称/职务:		专业:	
单位:				E-mail:			
通讯地址:						邮政编码:	
联系电话:		研究方向及教学科目:					
个人简历 (毕业院校、专业、从事过的以及正在从事的项目、发表过的论文)							
您近期的写作计划有:							
您推荐的国外原版图书有:							
您认为目前市场上最缺乏的图书及类型有:							

地址: 北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社 电工电子分社

邮编: 100037 网址: www.cmpbook.com

联系人: 付承桂

联系电话: 010-88379764 13581693166 传真: 010-68326336

目 录

出版说明

前言

第 1 章 基本资料和常用电工计算公式	1
1.1 基本资料	1
1.1.1 常用电工名词、符号、单位和概念	1
1.1.2 常用物理量单位及换算	4
1.1.3 常用电气图形符号和文字符号	6
1.2 电工常用数学公式	17
1.2.1 常用代数公式	17
1.2.2 几何和三角	22
1.2.3 常用电工计算公式	30
1.2.4 电阻、电感和电容的串联、并联计算	34
1.2.5 交流电计算	37
第 2 章 常用电工材料	53
2.1 导线、电缆和母线	53
2.1.1 裸导线	53
2.1.2 绕组线(漆包线)	59
2.1.3 绝缘导线	62
2.1.4 电缆	68
2.1.5 母线	76
2.2 硅钢片	80
2.2.1 热轧硅钢片	80
2.2.2 冷轧硅钢片	81
2.3 常用绝缘材料	82
2.3.1 绝缘材料的特性及耐热等级	82
2.3.2 绝缘层压板	84

2.3.3 绝缘油和绝缘漆	85
2.3.4 腻子 and 绝缘胶带	88
第3章 输电线路计算	91
3.1 常用导线、电缆的电阻和电抗	91
3.1.1 铜、铝裸导线的电阻和电抗	91
3.1.2 户内绝缘导线和电缆的电阻和电抗	93
3.2 配电线路电压损失计算	94
3.2.1 配电线路及设备电压损失允许值	94
3.2.2 配电线路电压损失计算	96
3.3 配电线路线损计算	100
3.3.1 电力线路线损计算	100
3.3.2 电力电缆线损计算	104
3.3.3 母线损耗计算	104
3.4 导线截面积的选择	106
3.4.1 架空导线截面积选择的原则	106
3.4.2 按安全载流量选择导线截面积	109
3.4.3 按电压损失选择导线截面积	110
3.4.4 按机械强度选择导线截面积	113
3.4.5 按短路热稳定选择导线截面积	114
3.5 照明线路计算	116
3.5.1 照明负荷的计算	116
3.5.2 照明导线截面积的选择	117
3.5.3 中性线(N线)、保护线(PE线)和保护中性线(PEN线) 截面积的选择	120
第4章 变压器计算	125
4.1 变压器铭牌及技术数据	125
4.1.1 变压器结构及铭牌	125
4.1.2 常用变压器的技术数据	131
4.2 变压器基本计算	138
4.2.1 变压器负荷率、效率及损耗计算	138
4.2.2 变压器正常过负荷运行	141

4.2.3 变压器并联运行	144
4.2.4 变压器绝缘电阻要求	148
4.3 变压器容量的选择	150
4.3.1 照明用变压器容量的选择	150
4.3.2 动力用变压器容量的选择	152
4.3.3 厂用变压器容量的选择	153
4.3.4 农用变压器容量的选择	155
4.4 变压器高、低压侧设备的选择及防雷措施	157
4.4.1 变压器高、低压侧电器及母线的选择	157
4.4.2 变压器防雷措施和接地要求	161
4.5 变压器油的维护与试验	163
4.5.1 国产变压器油的标准	163
4.5.2 变压器油优劣的简易鉴别方法	164
4.5.3 变压器油电气强度试验	167
第5章 电容器及无功补偿计算	170
5.1 电容器基本计算及技术数据	170
5.1.1 电容器基本计算	170
5.1.2 并联电容器运行的一般规定	172
5.1.3 常用电容器的技术数据	173
5.2 无功补偿容量的确定	176
5.2.1 关于《功率因数调整电费办法》的规定	176
5.2.2 无功补偿容量的确定	178
5.2.3 电力线路无功补偿位置及补偿容量的确定	182
5.2.4 电动机、水泵和弧焊机补偿容量的计算	185
5.3 电容器配套设备的选择	189
5.3.1 切换电容器的接触器的选择	189
5.3.2 电容器配套开关、熔断器和切合电阻的选择	190
第6章 电动机计算	193
6.1 异步电动机铭牌及技术数据	193
6.1.1 异步电动机的结构及铭牌	193
6.1.2 电动机的温升限值及绝缘电阻要求	196

6.1.3 常用三相异步电动机的技术数据	197
6.2 电动机基本计算	201
6.2.1 异步电动机定子线电流和空载电流的计算	201
6.2.2 异步电动机负荷率、效率和功率因数的计算	204
6.2.3 异步电动机的转矩和输入、输出功率的计算	206
6.3 电动机功率的选择	207
6.3.1 平稳负荷连续工作制电动机功率的选择	207
6.3.2 卷扬机电动机功率的选择	208
6.3.3 电动机转速的选择	209
6.4 电动机保护及配套设备的选择	210
6.4.1 电动机保护用电器元件的选择与整定	210
6.4.2 电动机全压起动保护设备及导线的选择	212
6.4.3 电动机减压起动保护设备及导线的选择	217
6.4.4 变频器的选择	218
6.5 电刷的选择	230
第7章 低压电器的选择	232
7.1 低压断路器的选择	232
7.1.1 低压断路器的结构与分类	232
7.1.2 配电用断路器的选择	235
7.1.3 住宅小型断路器的选择	239
7.1.4 常用低压断路器的技术数据	240
7.2 隔离开关和刀开关的选择	244
7.2.1 隔离开关和刀开关的结构与类型	244
7.2.2 刀开关和转换开关的选择	246
7.2.3 住宅小型隔离开关的选择	247
7.2.4 常用隔离开关和刀开关的技术数据	247
7.3 熔断器的选择	252
7.3.1 熔断器的结构与类型	252
7.3.2 熔断器的选择	255
7.3.3 常用熔断器的技术数据	257
7.4 漏电保护器的选择	263

7.4.1	漏电保护器及其动作电流的选择	263
7.4.2	常用漏电保护器的技术数据	264
7.5	交、直流接触器的选择	266
7.5.1	交流接触器的结构及选择	266
7.5.2	常用交流接触器的技术数据	268
7.5.3	直流接触器的结构及选择	270
7.5.4	常用直流接触器的技术数据	271
7.6	中间继电器的选择	273
7.6.1	中间继电器的结构及选择	273
7.6.2	常用中间继电器的技术数据	275
7.7	电磁铁的选择	277
7.7.1	电磁铁的结构与类型	277
7.7.2	交、直流电磁铁改压计算	279
7.7.3	常用电磁铁的技术数据	281
7.8	时间继电器的选择	285
7.8.1	时间继电器的结构与类型	285
7.8.2	时间继电器的选择	286
7.8.3	常用时间继电器的技术数据	288
7.9	热继电器和电动机保护器的选择	290
7.9.1	热继电器的结构及类型	290
7.9.2	热继电器的选择	291
7.9.3	常用热继电器的技术数据	293
7.9.4	电动机保护器	295
第8章	电子技术	299
8.1	电子元器件的选用	299
8.1.1	电阻和电位器	299
8.1.2	电容器	301
8.1.3	二极管和稳压管	303
8.1.4	晶体管	310
8.1.5	场效应晶体管	315
8.1.6	单结晶体管	318

8.1.7 发光二极管	319
8.1.8 运算放大器	323
8.1.9 555 时基集成电路	328
8.1.10 单向晶闸管和双向晶闸管	331
8.2 整流电路计算	338
8.2.1 常用整流电路计算	338
8.2.2 整流元件串并联计算	342
8.2.3 常用滤波电路计算	343
8.3 稳压电源计算	348
8.3.1 并联型稳压电源计算	348
8.3.2 简单串联型稳压电源计算	350
8.3.3 三端固定集成稳压器	353
8.4 放大电路和振荡电路计算	355
8.4.1 晶体管三种工作状态比较	355
8.4.2 晶体管基本偏置放大电路计算	357
8.4.3 场效应晶体管放大电路计算	358
8.4.4 运算放大器基本电路计算	359
8.4.5 单结晶体管触发电路计算	359
8.4.6 采用 555 时基集成电路的多谐振荡器电路计算	365
8.4.7 常用非正弦振荡器及计算	366
8.5 晶闸管电路计算	368
8.5.1 常用晶闸管整流电路	368
8.5.2 晶闸管交流稳压电路	374
8.5.3 晶闸管自动调温电路	375
8.5.4 单相晶闸管直流电动机调速电路	376
8.5.5 晶闸管开关电路	379
8.5.6 晶闸管过电压保护计算	382
8.5.7 晶闸管过电流保护计算	386
8.5.8 晶闸管串、并联计算	388
8.5.9 晶闸管整流装置配用风机的选择	390

第9章 接地(接零)与防雷计算	396
9.1 接地(接零)技术	396
9.1.1 接地与接零的种类	396
9.1.2 保护接地与保护接零的范围	397
9.1.3 电气设备对接地电阻的要求	398
9.1.4 等电位联结	399
9.1.5 土壤和水的电阻率	402
9.1.6 单根垂直接地体接地电阻的计算	404
9.1.7 单根水平接地体接地电阻的计算	406
9.1.8 多根及复式接地体接地电阻的计算	407
9.1.9 自然接地体接地电阻值的估算	411
9.1.10 接地体和接地线的尺寸要求	413
9.1.11 接地装置的制作与埋设	415
9.2 防雷保护	418
9.2.1 防雷保护接地电阻值的规定	418
9.2.2 防雷保护接地电阻的计算	421
9.2.3 单支避雷针保护范围的计算	426
9.2.4 两支等高避雷针保护范围的计算	428
9.2.5 两支不等高避雷针保护范围的计算	429
9.2.6 单根避雷线保护范围的计算	430
9.2.7 两根等高避雷线保护范围的计算	431
9.2.8 多层住宅屋顶避雷网的设计	433
9.2.9 避雷装置的尺寸要求	434
第10章 常用测试仪表	436
10.1 万用表	436
10.1.1 万用表的使用	436
10.1.2 常用万用表的技术数据	439
10.2 钳形表	441
10.2.1 钳形表的使用	442
10.2.2 常用钳形表的技术数据	443
10.3 绝缘电阻表	444

10.3.1 绝缘电阻表的使用	444
10.3.2 常用绝缘电阻表的技术数据	446
10.4 接地电阻测量仪	447
10.4.1 接地电阻测量仪的使用	447
10.4.2 常用接地电阻测量仪的技术数据	448
10.5 直流电桥	449
10.5.1 直流单臂电桥的使用	449
10.5.2 直流双臂电桥的使用	450
10.5.3 常用直流电桥的技术数据	451
参考文献	452

第1章 基本资料和常用电工计算公式

1.1 基本资料

1.1.1 常用电工名词、符号、单位和概念（见表 1-1）

表 1-1 常用电工名词、符号、单位和概念

序号	量的名称	符号	单位名称	符号	量的基本概念
1	电荷	Q	库 [仑]	C	物质的带正负电基本粒子称为电荷，电荷有正、负两种，同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引
2	电流	I	安 [培]	A	电荷的定向运动称为电流。单位时间内通过导体截面积的电荷称为电流
3	频率	f	赫 [兹]	Hz	交流电每秒钟变化的次数
4	周期	T	秒	s	交流电每变化一周所需要的时间
5	电流密度	$J, (\delta)$	安 [培] 每平方米	A/m^2	通过单位面积的电流大小。工程上常以 A/mm^2 为单位, $1 A/mm^2 = 10^6 A/m^2$
6	电压	U	伏 [特]	V	静电场或电路中两点间的电位差，其数值等于单位正电荷在电场力的作用下，从一点移到另一点所做的功
7	电动势	E	伏 [特]	V	电路中因其他形态的能量转换为电能所引起的电位差，其数值等于单位正电荷在回路中绕行一周时电力所做的功
8	电阻	R	欧 [姆]	Ω	导体一方面具有导电的能力，另一方面又有阻碍电流通过的作用，这种阻碍作用叫做导体的电阻
9	电阻率	ρ	欧 [姆] 米	$\Omega \cdot m$	表示物质的电阻性质（导体导电性好坏）的物理量。工程上常以截面积为 $1mm^2$ 、长为 $1m$ 的导线在温度为 $20^\circ C$ 时的电阻表示，单位也有用 $\Omega \cdot mm^2/m$