



实用变压器 速查速算手册

方大千 方立 等编著

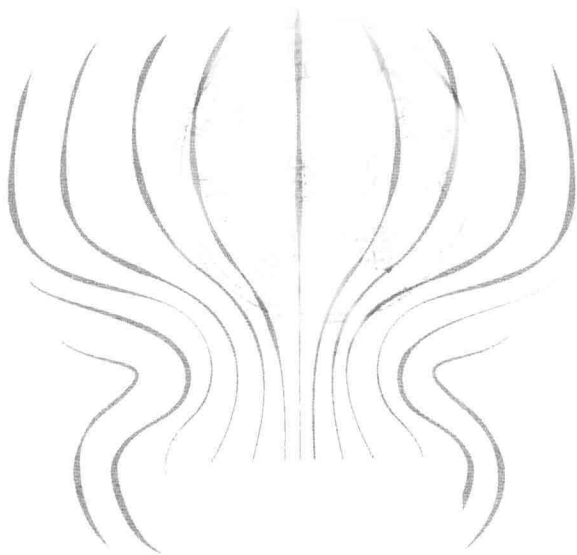


化学工业出版社



实用变压器 速查速算手册

方大千 方立 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详细而系统地介绍了变压器的计算公式和计算方法。内容包括：变压器基本计算及试验计算；变电所设计要求和变压器容量计算；变压器运行及保护计算；变压器的设计与计算；调压器、稳压器、互感器和电抗器等的设计与计算；变压器干燥处理及计算共6章。

本书内容丰富，公式准确、简明、实用，并配有大量的计算实例，采用最新标准、规定及技术数据。可供电气技术人员、中高级电工、技师、变压器设计人员，以及变压器运行和维修电工使用，也可供大中专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用变压器速查速算手册/方大千，方立等编著. —北
京：化学工业出版社，2013.3
(大千电工系列)
ISBN 978-7-122-16450-6

I. ①实… II. ①方…②方… III. ①变压器-计算-
技术手册 IV. ①TM401-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 020070 号

责任编辑：高墨荣
责任校对：宋 夏

文字编辑：孙 科
装帧设计：尹琳琳

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 刷：北京云浩印刷有限责任公司
装 订：三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张16 $\frac{3}{4}$ 字数451千字
2013年9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：68.00 元

版权所有 违者必究



前言

随着我国电气、电子技术的快速发展,新技术、新产品、新工艺不断涌现,电气化程度日益提高,各行各业从事电气工作的人员也迅速增加。电气工作者在日常工作中会经常涉及电气工程的设计与电气计算,能正确运用电工计算公式和掌握电工计算方法,对工程计算、指导安装、调试和技改、节能工作以及新产品开发有着非常重要的意义。为满足广大电气工作者学习的要求,我们组织编写了《大千电工系列》之《实用电工速查速算系列手册》,以期在实际工作中对读者有所帮助。

本系列手册包括:《实用输配电速查速算手册》、《实用变压器速查速算手册》、《实用电动机速查速算手册》、《实用高低压电器速查速算手册》、《实用继电器保护及二次回路速查速算手册》、《实用电子及晶闸管电路速查速算手册》、《实用水泵、风机和起重机速查速算手册》、《实用电工速查速算手册》,共八种。

本系列手册有如下特点。

特点一:便捷。本系列手册结合编著者工作实践和体会,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、简化、校对,并将符号、单位和公式形式做了统一。书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,因此能大大地提高工作效率,节省时间,适应当今时代快节奏的要求。

特点二:全面。本系列手册内容丰富,取材新颖,且密切结合生产实际,实用性较强。书中不仅列举了大量计算实例,方便读者掌握和应用电工计算公式和计算方法,同时还介绍了变频器、软启动器、LOGO!、电力电子模块、集成触发电路、风能及太阳能发电、新型保护器等新技术,适合当今电气工程设计及电气计算的需要。

《实用变压器速查速算手册》是本系列手册中的一种。本书内容包括:变压器基本参数计算,变压器负荷率、损耗及效率等计算;变压器试验计算;变电所设计要求及电气设备的选择;变压器

安装位置的选择；各种场合变压器容量的选择；变压器保护计算；变压器负荷曲线的绘制；变压器过负荷运行计算；变压器并联运行及经济运行计算；变压器负荷不平衡运行铜耗的计算；油浸式和干式电力变压器、励磁变压器、整流变压器、试验变压器、电弧炉变压器、电焊变压器、自耦变压器、调压器、稳压器、小型变压器、脉冲变压器、磁放大器、互感器和电抗器的设计与计算；变压器干燥处理工艺及计算等。另外，还列有计算必需和维修中经常用到的一些技术数据和标准、规定；各类常用变压器的技术数据和铁芯、绕组数据，以及变压器的常见故障及处理。为了帮助读者应用和掌握计算公式和计算方法，书中列举了许多计算实例。

在本书的编写过程中，力求做到准确、简明、实用、先进和新颖。计算所涉及的标准和规定，采用最新颁布的国家标准和规定，所涉及的变压器等产品采用新系列产品，技术数据也力求最新。全书采用法定计量单位和国家绘图标准。

本书主要由方大千、方立编写。参加和协助编写工作的还有郑鹏、朱丽宁、方亚平、方亚敏、张正昌、张荣亮、朱征涛、方欣、许纪秋、那罗丽、方亚云、那宝奎、卢静、费珊珊、孙文燕、张慧霖。全书由方大中、方成审校。

限于编著者的经验和水平，书中难免有疏漏和不妥之处，希望专家和读者批评指正。

编著者

化学工业出版社电气类图书推荐

书号	书 名	开本	装订	定价/元
06669	电气图形符号文字符号便查手册	大 32	平装	45
06935	变配线路安装技术手册	大 32	平装	35
10561	常用电机绕组检修手册	16	平装	98
10565	实用电工电子查算手册	大 32	平装	59
07881	低压电气控制电路图册	大 32	平装	29
03742	三相交流电动机绕组布线接线图册	大 32	平装	35
12759	电机绕组接线图册(第二版)	横 16	平装	68
05718	电机绕组布线接线彩色图册	大 32	平装	49
08597	中小型电机绕组修理技术数据	大 32	平装	26
13422	电机绕组图的绘制与识读	16	平装	38
15058	看图学电动机维修	大 32	平装	28
07436	电动机保护器及控制线路	大 32	平装	18
02363	防爆防腐电机检修技术问答	大 32	平装	23
03224	潜水电泵检修技术问答	大 32	平装	27
03968	牵引电动机检修技术问答	大 32	平装	28
03779	变电运行技术问答	大 32	平装	19
05081	工厂供配电技术问答	大 32	平装	25
15249	实用电工技术问答(第二版)	大 32	平装	49
00911	图解变压器检修操作技能	16	平装	35
12806	工厂电气控制电路实例详解(第二版)	16	平装	38
04212	低压电动机控制电路解析	16	平装	38
04759	工厂常见高压控制电路解析	16	平装	42
08271	低压电动机控制电路与实际接线详解	16	平装	38
01696	图解电工操作技能	大 32	平装	21
08051	零起点看图学——电机使用与维护	大 32	平装	26
08644	零起点看图学——三相异步电动机维修	大 32	平装	30

续表

书号	书 名	开本	装订	定价/元
08981	零起点看图学——电气安全	大 32	平装	18
09551	零起点看图学——变压器的使用与维修	大 32	平装	25
08060	零起点看图学——低压电器的选用与维修	大 32	平装	25
09150	电力系统继电保护整定计算原理与算例	B5	平装	29
09682	发电厂及变电站的二次回路与故障分析	B5	平装	29
05400	电力系统远动原理及应用	B5	平装	29
04516	电气作业安全操作指导	大 32	平装	24
06194	电气设备的选择与计算	16	平装	29
08596	实用小型发电设备的使用与维修	大 32	平装	29
10785	怎样查找和处理电气故障	大 32	平装	28
11454	蓄电池的使用与维护(第二版)	大 32	平装	28
11271	住宅装修电气安装要诀	大 32	平装	29
11575	智能建筑综合布线设计及应用	16	平装	39
11934	全程图解电工操作技能	16	平装	39
12034	实用电工电子控制电路图集	16	精装	148
12759	电力电缆头制作与故障测寻(第二版)	大 32	平装	29.8
13862	电力电缆选型与敷设(第二版)	大 32	平装	29
09381	电焊机维修技术	16	平装	38
14184	手把手教你修电焊机	16	平装	39.8
13555	电机检修速查手册(第二版)	B5	平装	88
13183	电工口诀——详解版	16	平装	48
12880	电工口诀——插图版	大 32	平装	18
12313	电厂实用技术读本系列——汽轮机运行及事故处理	16	平装	58
13552	电厂实用技术读本系列——电气运行及事故处理	16	平装	58
13781	电厂实用技术读本系列——化学运行及事故处理	16	平装	58
14428	电厂实用技术读本系列——热工仪表与及自动控制系统	16	平装	48
14478	电子制作技巧与实例精选	16	平装	29.8
14807	农村电工速查速算手册	大 32	平装	49
13723	电气二次回路识图	B5	平装	29
14725	电气设备倒闸操作与事故处理 700 问	大 32	平装	48
15374	柴油发电机组实用技术技能	16 开	平装	78
15431	中小型变压器使用与维护手册	B5	精装	88

以上图书由化学工业出版社 电气出版分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录，或者更多的专业图书信息，请登录 [www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)。

地址：北京市东城区青年湖南街 13 号（100011）

购书咨询：010-64518888

如要出版新著，请与编辑联系。

编辑电话：010-64519265

投稿邮箱：gmr9825@163.com



目录

第1章 变压器基本计算及试验计算 /1

1.1 基本公式及技术数据	2
1.1.1 变压器原理及基本参数	2
1.1.2 变压器连接组别	7
1.1.3 常用油浸式电力变压器的技术数据	10
1.2 变压器基本计算	16
1.2.1 变压器电压调整率	16
1.2.2 变压器电压变动率及效率的计算	17
1.2.3 变压器负荷率的计算	18
1.2.4 变压器损耗的计算	24
1.2.5 单相自耦变压器的计算	24
1.2.6 三相自耦变压器的计算	28
1.2.7 V/V连接的变压器功率和利用率计算	36
1.2.8 变压器无功经济当量的计算	38
1.3 变压器试验计算	41
1.3.1 变压器试验项目及性能数据标准	41
1.3.2 变压器线圈直流电阻的测算	43
1.3.3 变压器空载试验的计算	47
1.3.4 变压器短路试验的计算	52
1.3.5 变压器绝缘电阻、 $\tan\delta$ 和吸收比的测算	59
1.3.6 变压器温升试验的计算	63
1.3.7 变压器变比试验的计算	65
1.3.8 变压器泄漏电流试验的计算	68
1.3.9 变压器工频耐压试验	70

1.3.10 变压器油试验	73
---------------------	----

第2章 变电所设计要求和变压器容量计算 /77

2.1 变电所设计要求及计算	78
2.1.1 城乡电网建设与改造对变电工程的要求	78
2.1.2 室内配电装置的安全净距要求	81
2.1.3 室外配电装置的安全净距要求	83
2.1.4 变电所设备计算荷重	86
2.1.5 封闭式变压器室通风窗有效面积查算表	87
2.1.6 10(6)/0.4kV 变电所高、低压侧电器及母线的 选择	91
2.1.7 变电所低压配电屏主要电气设备的选择	91
2.1.8 变电所位置的选择	95
2.1.9 变压器连接组别和台数的选择	97
2.2 变压器合理容量选择的基本方法	99
2.2.1 变压器容量的基本估算	99
2.2.2 按综合经济效益选择变压器	104
2.2.3 采用低损耗变压器节电的计算	109
2.3 各种场合变压器容量的计算	110
2.3.1 供照明或动力负荷变压器容量的计算	110
2.3.2 建筑施工用变压器容量的计算	114
2.3.3 农用变压器容量的计算	116
2.3.4 电力排灌站变压器容量的计算	120
2.3.5 电弧炉变压器容量的计算	121

第3章 变压器运行及保护计算 /123

3.1 变压器使用条件及计算	124
3.1.1 油浸式变压器的使用条件及温升限值	124
3.1.2 环境温度对变压器出力的影响及变压器过负荷的 计算	125
3.1.3 高海拔地区对变压器的影响计算	135

3.1.4	变压器运行电压的要求	135
3.1.5	根据日负荷曲线核算变压器容量是否恰当	136
3.1.6	日负荷和年负荷曲线的绘制	138
3.1.7	降低变压器温度以节约有功功率的计算	141
3.1.8	干式变压器使用条件及温升限值	143
3.1.9	油浸式和干式变压器合闸涌流的估算	145
3.1.10	常用干式变压器的技术数据	145
3.2	变压器并联运行	151
3.2.1	变压器并联运行的条件	151
3.2.2	变比相等的两台变压器并联运行的计算	152
3.2.3	变比不等的两台变压器并联运行的计算	153
3.2.4	容量不等的两台变压器并联运行的计算	156
3.2.5	不同连接组别的两台变压器并联运行的计算	158
3.2.6	同型号、同参数的变压器投入台数的确定	158
3.2.7	不同型号、不同参数的变压器投入台数的确定	161
3.2.8	并联变压器经济运行方式的判定	164
3.3	变压器经济运行计算	166
3.3.1	增设小容量变压器是否合算的计算	166
3.3.2	变压器年电能损耗的计算	166
3.3.3	判定负荷过轻的临界条件	167
3.3.4	变压器经济运行节电效益的计算	169
3.3.5	变压器是否需要更新的计算	175
3.3.6	变电所及配电网设备运行率和容载比的计算	177
3.3.7	变压器技术特性优劣的判定	180
3.3.8	变压器损耗及效率的测算	181
3.4	变压器负荷不平衡运行增加设备损耗的计算	183
3.4.1	变压器负荷不平衡增加线损的计算	183
3.4.2	变压器负荷不平衡降低变压器出力的计算	184
3.4.3	Yy 连接的变压器负荷不平衡附加铜耗的计算	185
3.4.4	Yyn0 连接的变压器负荷不平衡附加铜耗的	

计算	186
3.4.5 Yd 连接的变压器负荷不平衡附加铜耗的计算	186
3.4.6 Dyn11 与 Dy 连接的变压器负荷不平衡附加铜耗的 计算	186
3.4.7 变压器负荷不平衡附加铜耗的通用计算公式	187
3.4.8 多台变压器负荷率不均衡附加铜耗的计算	189
3.5 变压器保护计算	191
3.5.1 电力变压器继电保护的规定	191
3.5.2 变压器高低压熔丝的选择	194
3.5.3 气体继电器和温度计的安装与调整	194
3.5.4 变电所及变压器的接地与防雷	197
3.6 变压器的常见故障及处理	202
3.6.1 油浸式变压器的常见故障及处理	202
3.6.2 干式变压器的常见故障及处理	205

第4章 变压器的设计与计算 /207

4.1 电力变压器的设计与计算	208
4.1.1 常用硅钢片性能数据	208
4.1.2 常用漆包圆线和纸包扁线的规格数据	215
4.1.3 根据铁芯估算变压器容量	221
4.1.4 油浸式电力变压器的设计	222
4.1.5 油浸式电力变压器的设计举例	258
4.1.6 变压器装配电气绝缘距离要求和油位标准尺寸	271
4.1.7 S7 系列和 S9 系列变压器铁芯、线圈等技术 数据	273
4.1.8 干式电力变压器的设计	278
4.1.9 干式电力变压器设计举例	283
4.2 整流变压器和试验变压器的设计与计算	287
4.2.1 整流变压器的设计	287
4.2.2 发电机励磁变压器的计算	297

4.2.3	高压试验变压器的选型与计算	299
4.3	电弧炉变压器、电焊变压器和启动用自耦变压器的 设计与计算	308
4.3.1	电弧炉变压器的计算	308
4.3.2	电弧炉变压器的技术数据	310
4.3.3	电焊变压器的设计	315
4.3.4	BX1、BX2、BX3 系列交流弧焊机的性能数据及 变压器绕组数据	322
4.3.5	电阻焊机电源容量的计算	332
4.3.6	阻焊变压器的计算	332
4.3.7	电焊机保护设备及导线的选择	334
4.3.8	电焊机的常见故障及处理	340
4.3.9	电动机启动用自耦变压器的设计	343
4.3.10	电动机启动用自耦变压器的技术数据	347
4.4	小型变压器的设计与计算	349
4.4.1	单相 E 形小型变压器的设计	349
4.4.2	小型变压器的铁芯尺寸及变压器的技术数据	357
4.4.3	单相 C 形小型变压器的设计	366
4.4.4	单相控制变压器的技术数据	381
4.4.5	用于控制回路的控制变压器的选用	389
4.4.6	三相小型变压器的设计	391
4.4.7	小型单相自耦变压器的设计	399
4.4.8	用于小容量交直流电路的电容变压器的计算	401
4.5	脉冲变压器和镇流器的设计	404
4.5.1	脉冲变压器的设计	404
4.5.2	感容式镇流器和自耦漏抗变压镇流器的设计	412

第6章

调压器、稳压器、互感器和电抗 器等的设计与计算

/417

5.1	调压器的设计与计算	418
5.1.1	干式接触式调压器的计算	418

5.1.2	接触式调压器的技术数据	419
5.1.3	接触式调压器的常见故障及处理	421
5.1.4	感应调压器的设计	422
5.1.5	感应调压器的技术数据及铁芯、绕组数据	428
5.2	交流稳压器的的工作原理及技术数据	431
5.2.1	交流稳压器的的工作原理	431
5.2.2	交流稳压器的技术数据	435
5.2.3	交流稳压器的常见故障原因及处理	438
5.3	磁放大器和互感器的设计与计算	440
5.3.1	磁放大器的设计	440
5.3.2	交流电流-电压变换器的设计	447
5.3.3	交流电流互感器的设计	451
5.3.4	直流电流互感器的设计	454
5.3.5	零序电流互感器的设计	457
5.3.6	穿芯式电流互感器交流比的计算	461
5.3.7	电压互感器额定二次负荷和温升限值	463
5.4	电抗器的设计与计算	465
5.4.1	无气隙直流电抗器的设计	465
5.4.2	有气隙直流电抗器的设计	470
5.4.3	直流滤波电抗器的技术数据	475
5.4.4	交流电抗器的设计	475
5.4.5	交流进线电抗器的技术数据	481
5.4.6	均流电抗器的计算	481
5.4.7	空心电抗器的计算	483
5.4.8	启动电抗器的计算	490
5.4.9	平衡电抗器的计算	491

第6章 变压器干燥处理及计算

/493

6.1	变压器干燥处理工艺	494
6.1.1	变压器白坯线圈的热风干燥处理工艺	494

6.1.2	变压器白坯线圈的真空干燥处理工艺	495
6.1.3	油浸式变压器线圈的浸漆和干燥处理工艺	496
6.1.4	H级绝缘干式变压器线圈的浸漆和干燥处理 工艺	498
6.1.5	B级绝缘干式变压器线圈浸漆、烘干处理工艺 ...	500
6.2	变压器干燥处理计算	501
6.2.1	变压器不需干燥可投入运行的条件	501
6.2.2	变压器干燥的基本要求	502
6.2.3	涡流法干燥变压器的计算	504
6.2.4	用 380V 交流电源直接对小型变压器进行短路 干燥	508
6.2.5	发电机零起升压法干燥变压器	509
6.2.6	零序电流干燥变压器的计算	511
6.2.7	配合干燥用电加热器的计算	513
6.2.8	电炉加热热风干燥变压器的计算	515
6.2.9	干燥炉(箱)温度自动控制线路	516
参考文献		518

第 1 章

变压器基本计算及试验计算



1.1

基本公式及技术数据

1.1.1 变压器原理及基本参数

(1) 变压器等效电路

变压器是根据电磁感应原理制成的。

单相变压器（或三相变压器的一相）负载运行，如图 1-1 所示。图中箭头符号表示各有关量的正方向。

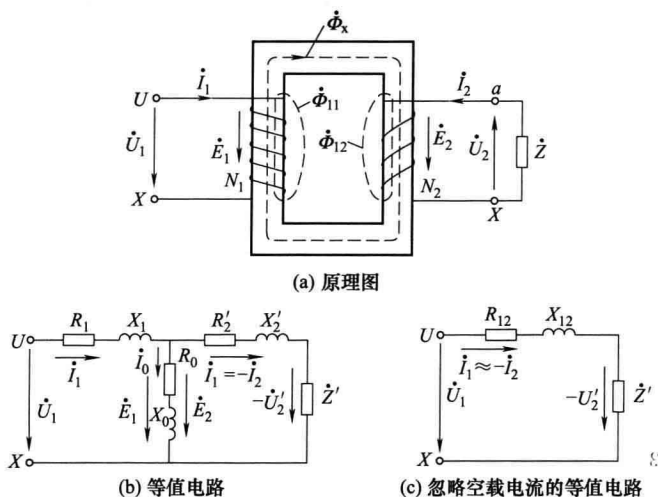


图 1-1 单相变压器负载运行图

① 变比。当变压器一次侧接到频率为 f 和电压为 U_1 的正弦电源时， U_1 、 U_2 与 f 的关系为

$$U_1 = E_1 = 4.44 f W_1 \Phi_{Zm}$$