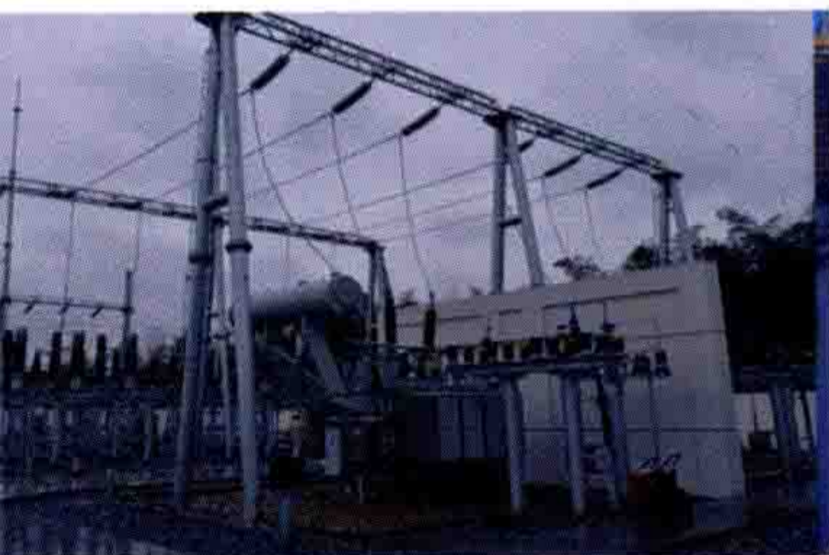


配电实用技术

第3版

狄富清 狄晓渊 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电实用技术

第3版

狄富清 狄晓渊 编著



机械工业出版社

本书是作者根据自己多年的配电技术工作经验编写而成的。本书共分为18章，内容包括：配电常用电气计算、电气主接线、配电变压器、低压电器、高压电器、低压成套配电装置、高压成套配电装置、箱式变电站、母线装置、无功功率补偿装置、电力测量仪表与电能计量装置、配电设备继电保护、配电设备微机保护装置、配电线路继电保护、配电线路微机保护装置、配电设备二次回路、导线和电缆的选择与敷设、防雷与接地装置。本书详细介绍了10kV及以下配电系统短路电流的计算方法，配电变压器与高低压电气设备的选择及安装、运行维护、操作技能、故障检查及事故处理等配电实用技术。同时，书中还列举了大量的实用例题。

本书内容丰富、资料翔实、图文并茂、实用性强、技术先进。本书可供城乡10kV配电所电工阅读，也可作为职业技术学校、电工培训班的教材，同时对配电设计人员具有一定参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

配电实用技术/狄富清, 狄晓渊编著. —3版. —北京: 机械工业出版社, 2015.8

ISBN 978-7-111-51064-2

I. ①配… II. ①狄… ②狄… III. ①配电系统-技术 IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 179035 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: 付承桂 张沪光 责任校对: 刘怡丹

封面设计: 陈 沛 责任印制: 乔 宇

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2015 年 9 月第 3 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 32 印张 · 3 插页 · 814 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-51064-2

定价: 88.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

第3版前言

随着社会的不断进步和时代的发展，以及经济的快速增长，城乡经济开发区的国有企业、私营企业、外资企业等迅速发展；居民住宅小区、商业中心、文化教育等建设的步伐更快。由此，促进了城乡电网配电设施的建设，在苏南经济发达地区，配电变压器人均容量达 $2\text{kV}\cdot\text{A}$ 以上。为了加快城乡电网配电装置的建设，提高配电装置的设计质量及配电运行人员的技术业务水平。2012年2月，机械工业出版社及时出版了《配电实用技术》第2版，深受广大读者欢迎。

《配电实用技术》第2版的最大特点，图文并茂，资料翔实，实用性强，通俗易懂。该书基本反映了现代配电装置的先进技术和设备，并被广泛采用于生产实践之中。

该书介绍的电气计算、设备选型、安装要求、运行管理、故障处理等内容，给广大读者提供了大量参考资料。

随着科学技术快速进步，设备不断更新，改革开放不断深化，国家大量地引进了国外配电新技术和新设备。根据广大读者的要求，《配电实用技术》第3版在第2版的基础上，适当增加一些配电装置的新技术和新设备，更加系统深入地介绍了配电变压器、配电线路的保护原理和装置。二次回路的原理及安装等内容更富有实用性。这些新技术和新设备，达到与时俱进之目的，以满足电力系统配电设计人员、厂矿企事业单位值班电工，以及各类职业技术学院相关专业教学培训的需要。

作者

2015年6月21日

第2版前言

社会进步，时代发展。经济增长，生活提高。经济开发区、居民住宅小区、商业中心、文化教育、卫生设施等快速发展。由此，促进了配电设施的建设。在苏南经济发达地区，配电变压器人均容量达 $2\text{kV}\cdot\text{A}$ 以上。为了加快城乡电网配电装置的建设，提高配电装置的设计质量及配电运行人员的业务水平，2010年6月，机械工业出版社及时出版了《配电实用技术》一书，深受读者欢迎。

《配电实用技术》的最大特点是，图文并茂，资料翔实，实用性强。该书基本反映了现代配电装置的先进技术和设备，并被采用于生产实践之中。该书介绍的设备选型、安装要求、运行管理、故障处理等内容，给广大读者提供了大量的参考资料。

随着科学技术不断更新，改革开放不断深化，国家大量引进国外新技术、新设备。根据广大读者的要求，《配电实用技术》第2版在第1版的基础上，适当增加一些配电装置的新技术、新设备，及配电所电气设备倒闸操作等新内容，达到与时俱进之目的，以满足电力系统配电设计人员、厂矿企事业单位值班电工，以及各类职业技术学校相关专业教育培训的需要。

作者

2012年2月23日

第 1 版前言

随着国家经济的快速发展、城乡经济技术开发区的大量建设、人民生活水平的日益提高、城乡居民住宅小区建设规模的不断扩大，配套设施功能也更加齐全。为此，大量的 10kV 配电所安装了单台容量为 2500kV·A 及以下的配电变压器，以满足地方经济发展和人民日常生活用电的需要。

由于在知识经济的年代，配电设备不断更新，技术更加先进，配电运行管理技术已经发生了深刻变化。非晶合金节能型配电变压器、干式变压器、箱式变电站、真空断路器、六氟化硫断路器、智能化低压断路器、多功能电能表等已被广泛应用。配电设备已经应用了微机控制保护、监视测量等。为此，电工必须学会使用新设备，掌握新技术，不断提高对现场电气设备的运行维护管理水平，提高现场实际操作技能，提高对现场设备发生各种异常现象和事故处理的综合能力，特编写《配电实用技术》一书，供配电运行维护电工学习，同时对配电设计人员也有一定参考价值。

本书内容丰富、资料翔实、图文并茂、实用性强、技术先进。本书共分为 14 章，包括配电常用电气计算、电气主接线、配电变压器、低压电器、高压电器、低压成套配电装置、高压成套配电装置、箱式变电站、母线设备、无功功率补偿装置、电力测量仪表与电能计量装置、微机保护装置、导线和电缆的选择与敷设、防雷与接地装置。书中详细介绍了 10kV 及以下配电系统短路电流的计算方法，配电变压器与高低压电气设备的选择及安装、运行维护、操作技能、故障检查及事故处理等配电实用技术。同时，书中还列举了大量的实用例题。

本书在编写过程中，参考了江苏省电力公司编制的《江苏省 35kV 及以下客户端变电所典型设计图集》（下册）等相关书籍，专家白公、机械工业出版社电工电子分社牛新国社长、付承桂、蔡家伦及张娟编辑提出了许多宝贵的修改意见，同时得到江苏省溧阳市电力公司的领导及工程技术人员的大力支持，在此一并表示深深的谢意！

由于作者经验和理论水平有限，书中难免出现错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

作者

目 录

第 3 版前言	
第 2 版前言	
第 1 版前言	
第一章 配电常用电气计算	1
第一节 电路计算	1
一、欧姆定律	1
二、串联电路	1
三、并联电路	1
四、星形 (Y) 联结	2
五、三角形 (Δ) 联结	2
六、交流电路功率计算	2
七、功率因数计算	3
第二节 短路回路各元件阻抗的计算	4
一、10kV 系统电抗的计算	4
二、配电变压器阻抗的计算	4
三、配电变压器零序阻抗的计算	6
四、导线、电缆阻抗的计算	7
五、母线阻抗的计算	9
六、低压断路器及刀开关的阻抗值	10
第三节 10kV 用标幺值计算短路电流	10
一、基准值的计算	10
二、标幺值的计算	11
三、10kV 配电系统电抗标幺值的计算	11
四、配电变压器阻抗标幺值的计算	12
五、电力线路阻抗标幺值的计算	12
六、短路电流的计算	12
第四节 10kV 用有名值计算短路电流	14
一、系统阻抗的计算	14
二、架空线路电抗的计算	14
三、电力电缆电抗的计算	14
四、短路电流的计算	14
第五节 低压短路电流的计算	16
一、短路电流有效值的计算	16
二、短路冲击电流的计算	17
三、短路电流最大有效值的计算	17
四、短路容量的计算	17
第六节 短路电流的计算实例	18
第七节 电气设备的校验	23
一、短路动稳定校验	23
二、短路热稳定校验	24
三、短路容量校验	24
第二章 电气主接线	25
第一节 电气环网主接线	25
一、概述	25
二、电气主接线方式	25
第二节 10kV 电气主接线	25
一、电气主接线的原则	25
二、单电源单母线电气主接线	27
三、双电源单母线不分段电气主接线	30
四、双电源单母线分段电气主接线	30
第三节 低压电气主接线	36
一、某农村用电配电变压器低压电气主接线	36
二、某机械厂配电所低压电气主接线	36
三、某锻造厂配电所低压电气主接线	36
第四节 配电所电气主接线	38
一、某配电所电气主接线	38
二、某市汽车配件厂配电所电气主接线	38
三、某市铸造厂配电所电气主接线	38
四、某城镇居民区配电所电气主接线之一	38
五、某城镇居民区配电所电气主接线之二	38
第五节 所用配电变压器电气主接线	42
一、一次电气主接线	42
二、二次接线	42
第三章 配电变压器	44
第一节 配电变压器的计算	44
一、农村综合用电配电变压器容量的计算	44
二、工厂配电变压器容量的计算	45
三、居民小区配电变压器容量的计算	47
四、配电变压器电能损耗的计算	48
五、配电变压器日负荷率的计算	49
六、配电变压器过负荷的计算	49
第二节 配电变压器型号的选择	49
一、SBH11-M 与 SBH16-M 型非晶合金	

配电变压器	49	七、配电变压器气体继电器动作原因及	
二、SCBH10 型干式配电变压器	51	处理	101
三、D12 系列单相配电变压器	52	八、压力释放阀动作后的检查及处理	102
第三节 配电变压器的电气试验	53	九、冷却装置的故障处理	102
一、配电变压器的电气试验项目	53	十、配电变压器跳闸后的检查及处理	102
二、配电变压器的常规电气试验方法	54	十一、配电变压器的应急停运	103
第四节 配电变压器的室内安装	56	十二、配电变压器的着火处理	103
一、配电变压器安装位置的选定	56	十三、判断配电变压器故障的试验项目	103
二、配电变压器室的最小尺寸	56	第四章 低压电器	105
三、变压器室的高度与基础	58	第一节 常用的低压电器	105
四、电气设备的平面布置	58	一、刀开关	105
五、配电变压器的安装尺寸及设备材料	66	二、交流接触器	106
六、配电室电气进出线的安装工艺	76	三、低压断路器	108
第五节 配电变压器杆塔式安装	81	四、漏电保护器	114
一、杆塔式安装的基本要求	81	五、低压熔断器	115
二、S11-100/10 型配电变压器的安装	82	六、热继电器	116
三、S11-160/10 型配电变压器的安装	83	第二节 低压电器的选择	117
四、S11-315/10 型配电变压器的安装	85	一、低压电器选择的一般原则	117
五、S11-320/10 型配电变压器的安装	86	二、低压断路器的选择	117
六、架空绝缘导线配电变压器的安装	86	三、低压熔断器的选择	118
七、单相配电变压器的安装	89	第三节 低压电器的安装	120
第六节 配电变压器台墩式安装	92	一、刀开关的安装	120
第七节 配电变压器落地式安装	94	二、交流接触器的安装	120
第八节 配电变压器并联运行	94	三、低压断路器的安装	121
一、概述	94	四、熔断器的安装	124
二、并联运行的条件	94	五、漏电保护器的安装	127
三、并联运行前的试验	94	第四节 低压电器的运行维护	128
四、并联运行负荷分担计算	95	一、刀开关的运行维护	128
第九节 配电变压器的运行维护	96	二、交流接触器的运行维护	129
一、新安装或大修后的配电变压器投运		三、低压断路器的运行维护	130
前的检查验收	96	四、熔断器的运行维护	137
二、配电变压器的正常巡视检查	96	五、漏电保护器的运行维护	137
三、配电变压器的特殊巡视检查	97	六、热继电器的运行维护	137
四、干式配电变压器的运行检查	97	第五节 低压电器的常见故障及处理	138
第十节 配电变压器的故障处理	98	一、刀开关的常见故障及处理	138
一、配电变压器出现强烈而不均匀的		二、交流接触器的常见故障及处理	138
噪声且振动很大时的处理	98	三、低压断路器的常见故障及处理	139
二、配电变压器过热时的处理	98	四、熔断器的常见故障及处理	142
三、配电变压器油位异常的原因及处理	99	五、热继电器的常见故障及处理	142
四、配电变压器油温升高的检查及处理	100	第六节 电路故障的检查方法	142
五、配电变压器过负荷处理	100	一、断线故障的检查	143
六、配电变压器气体继电器报警原因及		二、短路故障的检查	144
处理	100	三、接地故障的检查	145

第五章 高压电器	147	第十节 电气设备倒闸操作	171
第一节 高压断路器型号的选择	147	一、倒闸操作设备状态	171
一、ZN28A-10 系列真空断路器	147	二、电气设备运行状态之间倒换典型	
二、VS1-12 型真空断路器	147	操作	172
三、VD4 型真空断路器	148	三、倒闸操作术语	173
第二节 负荷开关	152	四、倒闸操作的规定	173
一、FN16-12 系列负荷开关	152	五、倒闸操作的分类	174
二、SF ₆ 型 SF ₆ 负荷开关	153	六、倒闸操作的基本要求	175
三、LK-LBS 型负荷开关	154	七、倒闸操作的基本原则	175
四、LK-GLBS 型负荷开关	155	八、倒闸操作的基本步骤	176
第三节 GN□-12F 型隔离开关	155	九、倒闸操作票的填写方法和填写项目	177
一、概述	155	十、倒闸操作举例	178
二、结构特点	155	第六章 低压成套配电装置	180
三、技术参数	156	第一节 配电柜型号的选择	180
第四节 高压熔断器	156	一、GGD 型固定式配电柜	180
一、高压熔断器的选择	156	二、MNS 型抽出式配电柜	181
二、高压熔断器的运行维护	157	三、GC _K ^L □型抽出式配电柜	181
三、高压熔断器的常见故障与检修	157	四、GCS 型低压抽出式配电柜	182
第五节 隔离开关的运行维护	158	第二节 低压配电柜的安装	183
一、隔离开关的操作	158	一、安装尺寸	183
二、隔离开关的巡视检查	158	二、安装前的准备工作	188
三、隔离开关的常见故障及处理	159	三、安装工艺要求	190
第六节 真空断路器的运行维护与检修	159	四、安装后的检查与验收	191
一、真空断路器的运行维护	159	第三节 低压配电装置的运行维护	191
二、触头磨损的监测	160	一、低压配电装置的送电及试运行	191
三、真空灭弧室真空度的检查	160	二、低压配电装置运行的一般要求	192
四、测量及调整真空断路器的行程及		三、低压配电装置的巡视检查	193
超行程	162	四、低压配电系统异常运行和故障缺陷的	
五、测量真空断路器的分、合闸速度	163	处理方法	194
第七节 SF₆ 断路器的运行及故障处理	164	第七章 高压成套配电装置	195
一、SF ₆ 断路器运行中的检查和维修	164	第一节 高压开关柜型号的选择	195
二、SF ₆ 断路器的故障处理	165	一、XGN15-12 型开关柜	195
三、断路器自动分合闸故障的检查与		二、Safe 系列开关柜	196
处理	165	三、KYN28-12 型开关柜	198
四、断路器拒绝分合闸故障的检查与		四、HXGN1-12Z 型环网柜	199
处理	166	第二节 10kV 开关柜的安装	200
第八节 操动机构的运行维护与检修	167	一、室内、外配电装置的最小电气安全	
一、操动机构的检查	167	净距	200
二、操动机构的维护	168	二、10kV 开关柜的平面布置	200
三、操动机构常见异常故障的处理	169	三、10kV 开关柜的安装尺寸及设备材料	202
第九节 互感器的运行维护	169	四、开关柜的安装基础	207
一、电压互感器的运行维护	169	五、10kV 开关柜的安装注意事项	209
二、电流互感器的运行维护	170		

六、验收试验项目	209	二、母线的巡视检查	246
第三节 开关柜的运行操作	210	三、母线的故障处理	246
一、开关柜的操作原则	210	四、母线的检修项目	247
二、开关柜的机械联锁操作	210	第十章 无功功率补偿装置	248
三、开关柜的具体操作程序	211	第一节 无功功率补偿的计算	248
第四节 开关柜的运行维护	212	一、电容值的计算	248
一、开关柜投运前的检查	212	二、电容器额定电流的计算	248
二、开关柜运行巡视项目	213	三、电容器额定容量的计算	249
三、维护与检修	213	四、按配电变压器的额定容量计算无功 功率补偿容量	251
四、开关柜的常见故障及其排除方法	214	五、按提高功率因数计算无功功率补偿 容量	251
第八章 箱式变电站	215	六、按每千瓦有功负荷计算无功功率 补偿容量	252
第一节 ZGSBH11 系列箱式变电站	215	七、补偿电容器台数的计算	253
一、概述	215	八、补偿后增加的有功功率计算	253
二、技术参数	215	九、电动机补偿容量的计算	254
三、电气主接线	216	第二节 WGK-31 系列无功功率补偿装置的 安装	255
第二节 YB 型预装式变电站	217	一、电容器安装的基本要求	255
一、概述	217	二、安装接线	256
二、技术参数	217	第三节 RVT 功率因数控制器	258
三、电气主接线	217	一、主要特点	258
第三节 箱式变电站的安装	218	二、主要功能	259
一、美式箱式变电站的安装	218	三、菜单浏览	260
二、ZGS 型组合箱式变电站的安装	221	四、RVT 的调试	260
三、ZGSBH11-BM 型组合箱式变电站的 安装	222	五、安装接线	261
第四节 箱式变电站的运行维护	223	第四节 电容器的运行维护	261
一、投运前的检查	223	一、新装电容器组投入运行前的检查	261
二、投运操作步骤	224	二、电容器组的运行操作	261
三、箱式变电站的维护与检修	224	三、电容器的巡视检查	262
第九章 母线装置	225	四、电容器的故障处理	262
第一节 母线的选择	225	第十一章 电力测量仪表与电能计量 装置	264
一、母线材料的选择	225	第一节 电力测量仪表	264
二、母线截面积的选择	225	一、电力测量仪表的选择	264
三、CPJ□系列母线槽	229	二、安装接线	264
第二节 矩形母线的安装	230	第二节 电能计量装置的选择	266
一、室内配电装置的安全净距	230	一、电能表的选择	266
二、母线颜色及相序排列	231	二、电流互感器的选择	271
三、母线的加工	232	三、电压互感器的选择	272
四、矩形母线的安装	236	四、电能计量装置的配置	273
五、低压成套开关柜母线的安装	237		
六、母线槽的安装	237		
七、母线的验收和电气测试	245		
第三节 母线的运行维护	245		
一、母线的正常运行	245		

五、电力负荷管理终端	275	一、分段母线保护的基本原理	327
第三节 电能计量装置的安装	276	二、分段母线保护的整定计算	328
一、电能计量与控制二次回路	276	第九节 配电所电气设备继电保护的配置	330
二、电能表的安装工艺	280	一、继电保护配置的原则	330
三、电流互感器的安装	285	二、双电源单母线不分段继电保护的配置	330
四、电压互感器的安装	287	三、双电源单母线分段继电保护的配置	330
五、FKWB82-C103 型电力负荷管理终端的安装	288	第十三章 配电设备微机保护装置	333
第四节 电能计量装置的接线检查	289	第一节 微机保护在配电网中的应用	333
一、单相电能表的接线检查	289	一、微机保护监控装置的优点	333
二、三相电能表的接线检查	290	二、微机保护监控系统的原理	333
三、电能计量装置的断线检查	291	三、微机监控系统的功能	333
四、互感器极性接反检查	293	四、利用微处理器改进配电所的测量和信号系统	336
五、电能表准确度的现场测试	296	第二节 SNP-2316 型配电变压器微机保护装置	337
第五节 电能计量装置的运行维护	296	一、概述	337
一、电能表的电量抄录与使用	296	二、安装接线	338
二、电能表的常见故障与处理	301	第三节 RCS-9621A 型配电变压器保护测控装置	343
三、直流互感器的运行与维护	302	一、概述	343
四、电压互感器的运行维护	303	二、主要保护功能	343
五、电能电费的计算	305	三、主要测控功能	343
六、追补电能的计算	308	四、技术参数	343
第十二章 配电设备继电保护	310	五、保护测控功能的原理	344
第一节 配电变压器的瓦斯保护	310	六、安装接线	346
一、配电变压器瓦斯保护的基本原则	310	七、装置定值整定	349
二、配电变压器瓦斯保护的原理接线	310	第四节 DMR201P/DMR301P 型微机保护测控装置	352
第二节 配电变压器电流速断保护	311	一、主要特点	352
一、电流速断保护的基本原理	311	二、主要功能	352
二、电流速断保护的整定计算	311	三、技术参数	353
第三节 配电变压器过电流保护	312	四、安装接线	354
一、过电流保护的基本原理	312	第五节 RCS-9000 型微机保护测控装置的操作	357
二、过电流保护的整定计算	312	一、液晶显示	357
第四节 配电变压器过负荷保护	313	二、命令菜单	357
一、过负荷保护的基本原理	313	第六节 SNP-2361 型分段母线微机保护装置	362
二、过负荷保护的整定计算	313	一、概述	362
第五节 配电变压器零序电流保护	314	二、安装接线	363
一、中性点不接地零序电流保护	314	第七节 SNP-2305 型电压互感器微机保护装置	364
二、中性点接地零序电流保护	317		
第六节 配电变压器温度控制	323		
一、配电变压器温度控制的原则	323		
二、油浸式变压器的温度控制	323		
三、干式变压器的温度控制	324		
第七节 配电变压器继电保护整定计算实例	325		
第八节 10kV 分段母线保护	327		

一、电压互感器 (PT) 柜装置	364	一、限时电流速断保护的基本原理	388
二、需要切换电压互感器 (PT) 柜 装置	364	二、限时电流速断保护动作值的整定	388
第八节 智能化配电元件 (IPD)	368	三、限时电流速断保护的原理接线	389
一、概述	368	第三节 过电流保护	389
二、人机界面 (HMI)	369	一、过电流保护的基本原理	389
三、RTU 监测与控制	369	二、过电流保护动作值的整定	389
第九节 NS950 系列综合测控装置	372	三、过电流保护的原理接线	390
一、概述	372	第四节 三段式定时限过电流保护	393
二、主要特点	372	一、三段式定时限过电流保护的基本 原理	393
三、主要功能	373	二、三段式定时限过电流保护动作的 整定	394
四、模件组成	373	三、电流保护归总式原理图与展开图	396
五、信号灯及键盘按键含义	373	第五节 三段式过电流保护的整定计算实例	398
第十节 继电保护及自动装置的运行维护	374	第十五章 配电线路微机保护装置	402
一、投运前的注意事项	374	第一节 RCS-9612A II 型微机线路保护 测控装置	402
二、继电保护及自动装置的巡视检查	374	一、概述	402
三、继电保护及自动装置的运行及投切 规定	375	二、主要保护功能	402
四、装置操作	375	三、主要测控功能	402
五、监控机上进行有载调压操作时应 注意的事项	376	四、技术参数	402
六、投运后的注意事项	376	五、保护测控功能的原理	403
七、运行维护时的注意事项	377	六、安装接线	404
第十一节 微机保护监控异常的故障处理	377	七、装置定值整定	407
一、新安装的保护装置竣工后的验收 项目	377	第二节 NS901 型线路微保护测控装置	409
二、新安装计算机监控系统现场的 验收项目	378	一、概述	409
三、继电保护及二次回路检验、测试及 缺陷处理后的验收项目	379	二、主要特点	409
四、液晶显示异常故障的处理	380	三、主要功能	410
五、配电所综合自动化监控系统故障的 处理原则	381	四、模件组成	410
六、微机保护监控系统“死机”的原因及 处理方法	381	五、保护功能配置的原则	411
七、保护测控装置异常故障的处理	384	六、指示灯及按键含义	412
八、配电所防误操作	384	七、线路保护压板	412
第十四章 配电线路继电保护	386	第三节 SPAJ140C 型馈线保护装置	412
第一节 无时限电流速断保护	386	一、概述	412
一、无时限电流速断保护的基本原理	386	二、主要保护功能	413
二、无时限电流速断保护动作值的整定	387	三、保护动作的原理	413
三、无时限电流速断保护的原理接线	387	四、保护动作指示器	413
第二节 限时电流速断保护	388	五、低定值与高定值动作方式的选择	418
		六、设置定值的注意事项	419
		第四节 WKH 系列微机保护装置	421
		一、概述	421
		二、主要功能	421
		三、安装接线	421

第五节 线路过电流保护的运行维护	424	截面	458
第六节 线路和断路器事故的处理	425	四、按机械强度选择导线的最小允许	
一、线路保护动作跳闸事故的处理	425	截面	461
二、10kV 系统单相接地故障的处理	425	五、电缆额定电压的选择	462
三、断路器拒跳而造成越级跳闸的处理	426	第二节 架空绝缘电缆	462
四、断路器拒绝合闸的处理	426	一、概述	462
第十六章 配电设备二次回路	428	二、使用特性	462
第一节 断路器控制回路	428	三、电缆型号规格	463
一、LW2 控制开关	428	四、技术参数	463
二、电磁操动机构断路器的控制回路	429	第三节 交联聚乙烯绝缘电缆	466
三、弹簧操动机构断路器的控制回路	431	一、概述	466
第二节 信号回路	432	二、电缆的型号及使用范围	466
一、断路器位置及状态指示信号	432	三、技术参数	467
二、事故信号	432	第四节 电缆的敷设	472
三、预告信号	433	一、电缆的敷设方式	472
四、闪光信号装置	434	二、电缆敷设的一般要求	472
五、微机监控保护装置的信号功能	435	三、电缆沟的施工	474
六、“相对编号法”在安装接线图上的		四、塑料电缆中间接头的制作	475
应用	441	五、热缩型电缆中间接头的制作	477
第三节 二次回路的安装接线	436	六、热缩型电缆终端头的制作	477
一、安装接线的基本要求	436	七、冷缩型交联电缆头的制作	478
二、屏背面的展开图	437	第五节 电缆的运行维护与试验	479
三、二次设备在安装接线图上的表示		一、电缆的运行	479
方法	437	二、电缆的维护	479
四、安装接线图中的标号	438	三、电缆的故障处理	480
五、接线端子	438	四、电缆试验	480
第四节 KYN28-12 型开关柜二次回路	442	第十八章 防雷与接地装置	482
一、KYN28-12 型开关柜的二次回路		第一节 防雷装置	482
原理	442	一、防直击雷装置	482
二、KYN28-12 型开关柜的二次回路		二、防感应雷装置	484
安装接线	446	第二节 接地装置	485
第五节 二次回路的故障处理	452	一、接地种类	485
一、二次设备的常见故障	452	二、接地电阻	486
二、二次回路的一般故障处理原则	452	三、接地体和保护接地线	487
三、二次回路查找故障的一般步骤	453	四、接地电阻的计算	488
四、二次交流电压回路断线的故障处理	453	五、接地装置的安装	489
五、直流系统接地的故障处理	454	六、土壤电阻率的测量	491
第十七章 导线和电缆的选择与敷设	456	七、测定接地电阻值	492
第一节 导线和电缆的选择	456	第三节 防雷接地装置的运行维护	497
一、按发热条件选择导线和电缆的截		一、防雷装置的运行维护	497
面积	456	二、接地装置的安全要求	497
二、按经济电流密度选择导线的截面积	457	三、接地装置的运行维护	499
三、按允许电压损失选择导线和电缆的		参考文献	500

第一章 配电常用电气计算

第一节 电路计算

一、欧姆定律

在恒定电流的电路中，用欧姆定律表示电流、电压、电阻三者的关系，电路中的电流与电压成正比，与电阻成反比。在图 1-1 中所示的电流、电压、电阻之间关系式为

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{U}{R} \\ U &= IR \\ R &= \frac{U}{I} \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

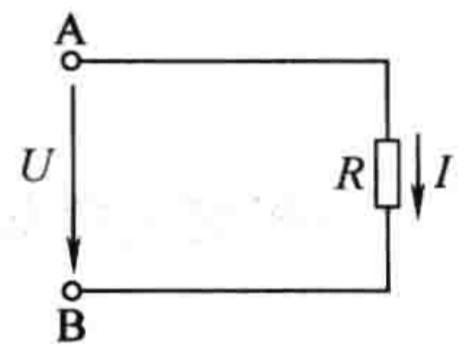


图 1-1 欧姆定律

式中， I 为电流，单位为 A； U 为电压，单位为 V； R 为电阻，单位为 Ω 。

二、串联电路

电阻串联电路如图 1-2 所示。串联电路中电压、电流、电阻之间关系式为

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= I_1 R_1 \\ U_2 &= I_2 R_2 \\ U_{ab} &= U_1 + U_2 \\ I &= I_1 = I_2 \\ R_{ab} &= R_1 + R_2 \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

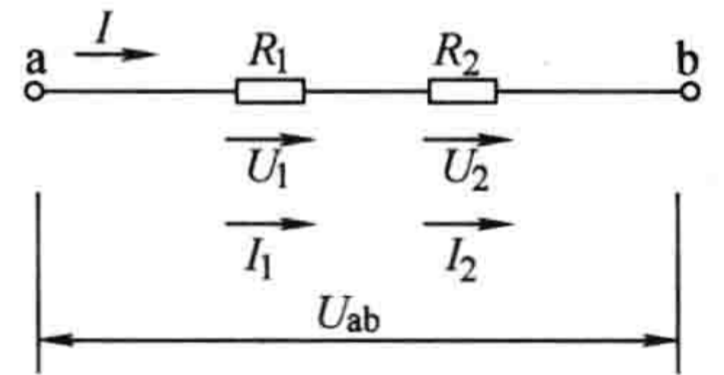


图 1-2 串联电路

式中， R_1 、 R_2 为电阻，单位为 Ω ； R_{ab} 为串联电路的总电阻，单位为 Ω ； I_1 、 I_2 为通过电阻 R_1 、 R_2 的电流，单位为 A； I 为通过串联电路的电流，单位为 A； U_1 、 U_2 为电阻 R_1 、 R_2 上的电压，单位为 V； U_{ab} 为串联电路电源总电压，单位为 V。

三、并联电路

电阻并联电路如图 1-3 所示。并联电路中，电压、电流、电阻之间关系式为

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= I_1 R_1 \\ U_2 &= I_2 R_2 \\ U_{ab} &= U_1 = U_2 \\ I &= I_1 + I_2 \\ \frac{1}{R_{ab}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{aligned} \right\} \quad (1-3)$$

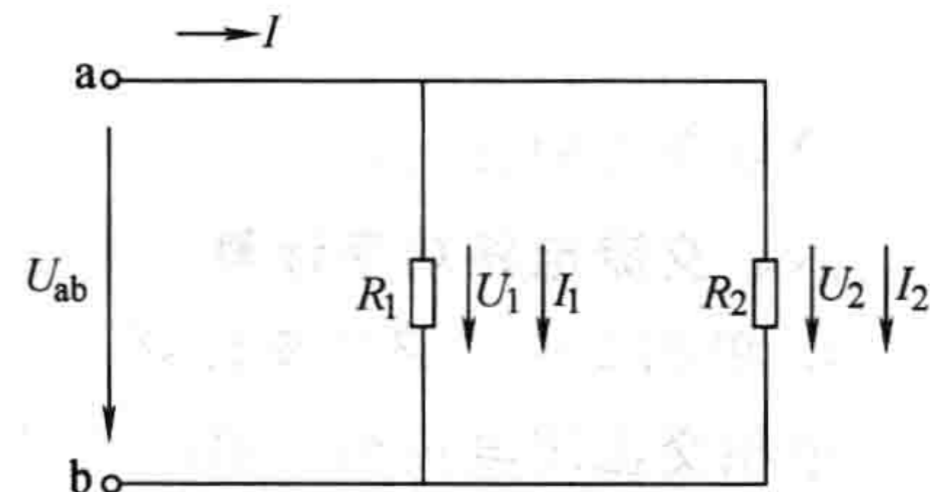


图 1-3 并联电路

式中， R_{ab} 为并联电路的总电阻，单位为 Ω ； U_{ab} 为并联电路电源总电压，单位为 V。

其余符号含义同式 (1-2)。

四、星形 (Y) 联结

三相交流负荷星形 (Y) 联结, 如图 1-4 所示。

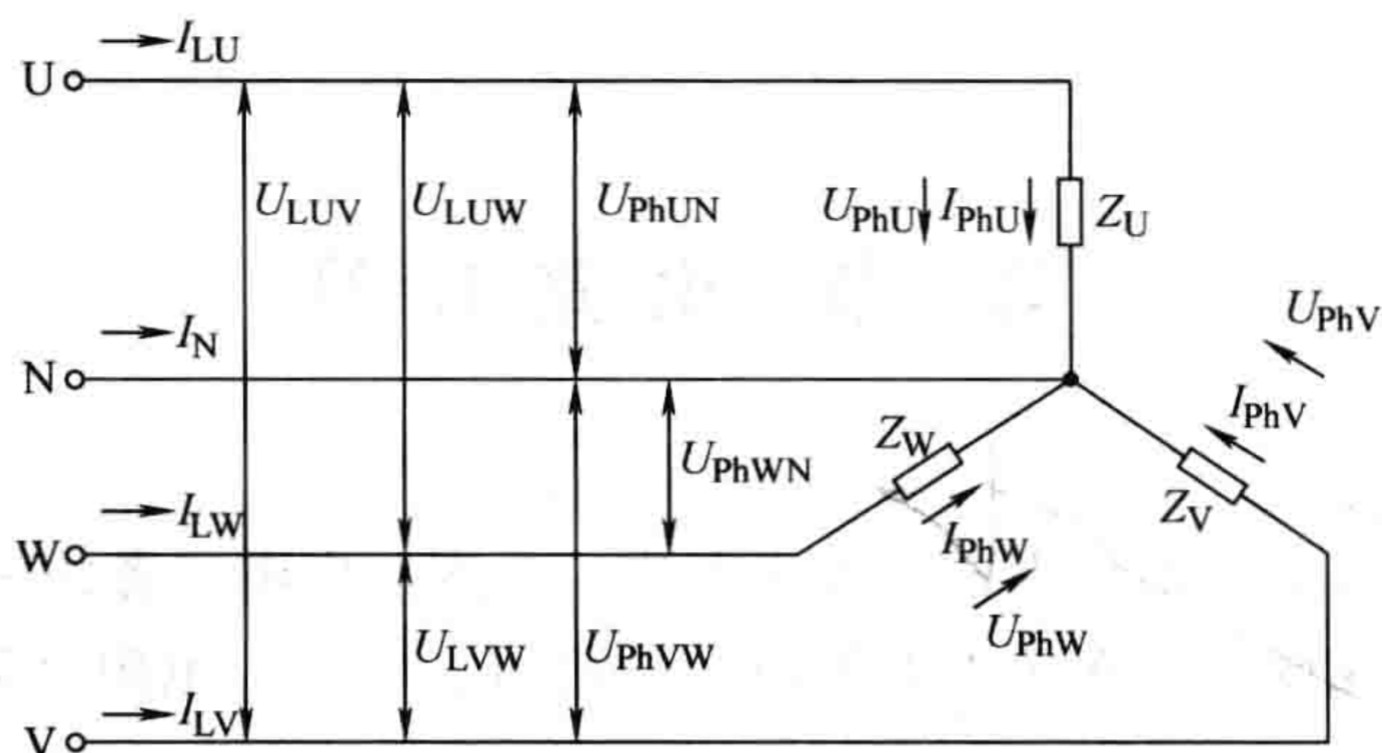


图 1-4 三相交流负荷星形 (Y) 联结

三相交流负荷星形 (Y) 联结时, 线电压、相电压、线电流、相电流之间关系式为

$$\left. \begin{aligned} U_L &= \sqrt{3} U_{Ph} \\ I_L &= I_{Ph} \end{aligned} \right\} \quad (1-4)$$

式中, U_L 、 U_{Ph} 为线电压和相电压, 单位为 kV; I_L 、 I_{Ph} 为线电流和相电流, 单位为 A。

五、三角形 (Δ) 联结

三相交流负荷三角形 (Δ) 联结, 如图 1-5 所示。

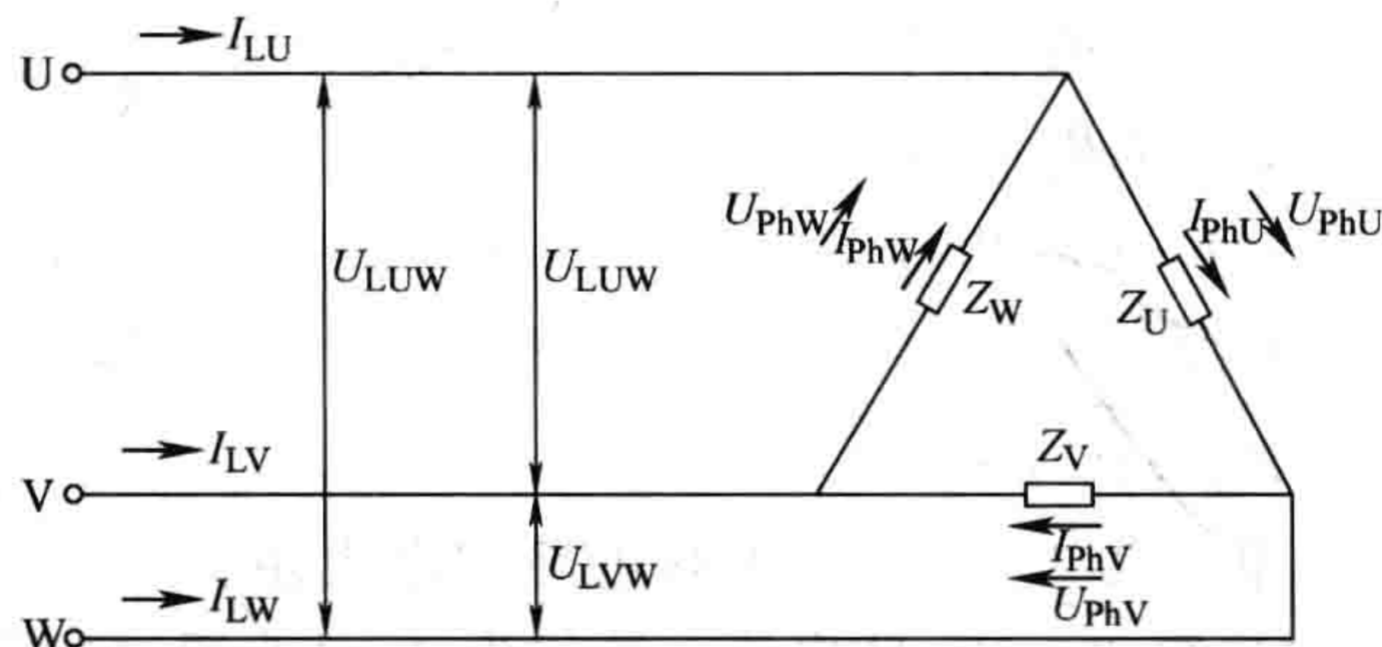


图 1-5 三相交流负荷三角形 (Δ) 联结

三相交流负荷三角形 (Δ) 联结时, 线电压、相电压、线电流、相电流之间关系见下式。

$$\left. \begin{aligned} U_L &= U_{Ph} \\ I_L &= \sqrt{3} I_{Ph} \end{aligned} \right\} \quad (1-5)$$

符号含义同式 (1-4)。

六、交流电路功率计算

1. 单相交流电路功率计算

单相交流用电负荷功率计算式为

$$P_{Ph} = U_{Ph} I_{Ph} \cos\varphi \quad (1-6)$$

式中, P_{Ph} 为单相交流用电负荷功率, 单位为 kW; U_{Ph} 为单相交流用电电源电压, 单位为 kV; I_{Ph} 为单相交流用电负荷电流, 单位为 A; $\cos\varphi$ 为功率因数。

2. 三相交流电路功率计算

三相交流电路用电负荷功率计算式为

$$\left. \begin{aligned} P_L &= 3U_{\text{Ph}}I_{\text{Ph}}\cos\varphi \\ P_L &= \sqrt{3}U_L I_L \cos\varphi \end{aligned} \right\} \quad (1-7)$$

式中, P_L 为三相交流用电负荷功率, 单位为 kW; $\cos\varphi$ 为功率因数。

其余符号含义同式 (1-4)。

3. 电动机额定功率计算

电动机的额定功率计算式为

$$P_N = \sqrt{3}U_N I_N \cos\varphi \quad (1-8)$$

式中, P_N 为电动机的额定功率, 单位为 kW; U_N 为电动机的额定电压, 单位为 kV; I_N 为电动机的额定电流, 单位为 A; $\cos\varphi$ 为电动机的功率因数。

4. 配电变压器额定容量计算

配电变压器的额定容量计算式为

$$\left. \begin{aligned} S_N &= \sqrt{3}U_{N1}I_{N1} \\ S_N &= \sqrt{3}U_{N2}I_{N2} \end{aligned} \right\} \quad (1-9)$$

式中, S_N 为配电变压器额定容量, 单位为 kV·A; U_{N1} 、 U_{N2} 为配电变压器高压侧、低压侧的额定电压, 单位为 kV; I_{N1} 、 I_{N2} 为配电变压器高压侧, 低压侧的额定电流, 单位为 A。

七、功率因数计算

配电变压器的用电负荷功率因数计算式为

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} \quad (1-10)$$

式中, $\cos\varphi$ 为功率因数; P 为配电变压器输出的有功功率, 单位为 kW; S 为配电变压器用电负荷视在功率, 单位为 kV·A。

用电负荷平均功率因数计算式为

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_Q}{W_P}\right)^2}} \quad (1-11)$$

式中, $\cos\varphi$ 为平均功率因数; W_Q 为月用电无功电能, 单位为 kvar·h; W_P 为月用电有功电能, 单位为 kW·h。

【例 1-1】某农村单相照明线路, 电源电压为 220V, 村民有 20 户, 每户平均用电负荷为 4kW, 功率因数 $\cos\varphi = 1$, 试计算单相照明负荷电流。

解: 该线路单相照明负荷电流按式 (1-6) 计算, 得

$$I_{\text{Ph}} = \frac{P_{\text{Ph}}}{U_{\text{Ph}}\cos\varphi} = \frac{4 \times 20}{0.22 \times 1} \text{A} = 363 \text{A}$$

【例 1-2】某用户三相电源电压为 0.4kV, 用电负荷为 150kW, 平均功率因数 $\cos\varphi = 0.85$, 试计算三相用电负荷电流。

解: 三相用电负荷电流按式 (1-7) 计算, 得

$$I_L = \frac{P_N}{\sqrt{3}U_N \cos\varphi} = \frac{150}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.85} \text{A} = 255 \text{A}$$

【例 1-3】 某用户配电变压器的额定电压为 10/0.4kV，额定容量为 1000kV·A，试计算该配电变压器高、低压侧的额定电流。

解： 配电变压器高、低压侧的额定电流按式 (1-9) 计算，得

$$\text{高压侧额定电流 } I_{N1} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{N1}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10} \text{A} = 57.8 \text{A}$$

$$\text{低压侧额定电流 } I_{N2} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{N2}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 0.4} \text{A} = 1445 \text{A}$$

第二节 短路回路各元件阻抗的计算

一、10kV 系统电抗的计算

10kV 电力系统电抗计算式为

$$X_S = \frac{U_N^2}{S_K} \times 10^3 \quad (1-12)$$

式中， X_S 为系统电抗，单位为 $\text{m}\Omega$ ； U_N 为额定电压，单位为 kV，10kV 时取 $U_N = U_{av} = 10.5\text{kV}$ ，0.38kV 时取 $U_N = U_{av} = 0.4\text{kV}$ ； S_K 为短路容量，单位为 $\text{MV}\cdot\text{A}$ 。

电源变电所 10kV 母线侧短路电流一般应控制在 16 ~ 20kA 之间，则短路容量为 277 ~ 364 $\text{MV}\cdot\text{A}$ ，或根据各地电网的实际状况，到有关供电单位查取。

二、配电变压器阻抗的计算

配电变压器的阻抗计算式为

$$Z_T = \frac{u_K \% U_N^2}{100S_N} \times 10^6 \quad (1-13)$$

式中， Z_T 为配电变压器的阻抗，单位为 $\text{m}\Omega$ ； $u_K \%$ 为配电变压器的阻抗电压百分比，取 u_K 值； U_N 为配电变压器的额定电压，单位为 kV； S_N 为配电变压器的额定容量，单位为 $\text{kV}\cdot\text{A}$ 。

配电变压器的电阻计算式为

$$R_T = \frac{\Delta P_K U_N^2}{S_N^2} \times 10^6 \quad (1-14)$$

式中， R_T 为配电变压器的电阻，单位为 $\text{m}\Omega$ ； ΔP_K 为配电变压器的负荷损耗，单位为 kW。

配电变压器的电抗 ($\text{m}\Omega$) 计算式为

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (1-15)$$

【例 1-4】 一台 S11-2500/10 型配电变压器，额定电压 $U_{N1} = 10\text{kV}$ ， $U_{N2} = 0.4\text{kV}$ ，额定容量 $S_N = 2500\text{kV}\cdot\text{A}$ ，阻抗电压 $u_K \% = 5.0\%$ ，负荷损耗 $\Delta P_K = 19.70\text{kW}$ ，试计算该配电变压器的阻抗、电阻、电抗。

解： 配电变压器的阻抗按式 (1-13) 计算，得

$$Z_T = \frac{u_K \% U_{N2}^2}{100S_N} \times 10^6 = \frac{5.0 \times 0.4^2}{100 \times 2500} \times 10^6 \text{m}\Omega = 3.20\text{m}\Omega$$

配电变压器的电阻按式 (1-14) 计算，得

$$R_T = \frac{\Delta P_K U_{N2}^2}{S_N^2} \times 10^6 = \frac{19.70 \times 0.4^2}{2500^2} \times 10^6 \text{m}\Omega = 0.50\text{m}\Omega$$