

国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材 电子电气类

供配电线路工程

GONGPEIDIAN XIANLU GONGCHENG

龚于庆 向文彬 编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

图书在版编目 (C I P) 数据

供配电线路工程 / 龚于庆, 向文彬编. —成都:
西南交通大学出版社, 2011.3
国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教
材. 电子电气类
ISBN 978-7-5643-1125-4

I. ①供… II. ①龚…②向… III. ①供电—电力工
程—高等职业教育—教材②配电线路—电力工程—高等职
业教育—教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 039153 号

国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材·电子电气类

供配电线路工程

龚于庆 向文彬 编

*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 苏杰 宋清贵

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 17.875

字数: 445 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1125-4

定价: 38.50 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是电力工程类高职高专学校输配电工程、供用电技术及相关专业的专业课教材，也可作为从事供配电线路运行与检修工作的职工培训教材。

本教材详细介绍了有关供配电线路的设计、施工与安装、运行与管理等方面的专业知识，知识容量大，内容多。

本教材共分 9 个模块：① 供配电网络基础；② 架空输配电线路结构与元件；③ 配电线路工程设计基础与计算；④ 架空配电线路的施工；⑤ 电力电缆线路；⑥ 配电线路的电气设备及安装；⑦ 配电线路的保护；⑧ 配电线路运行与维护；⑨ 配电线路运行与管理。

本教材为新编教材，在编写过程中始终坚持“针对性、实用性”的原则，充分结合工程实际，大量运行工程图片，使读者在学习基本概念、基本工艺和基本方法时更加形象、直观。由于在配电网中，特别是在城市配电网中电力电缆线路使用得越来越广泛，因此在本教材中增加了电力电缆线路施工、故障检测和线路验收等内容。

本教材由重庆电力高等专科学校的龚于庆老师和向文彬老师编写。其中，龚于庆老师编写模块一至模块五，向文彬老师编写模块六至模块九。

希望广大读者通过本教材的学习，能对架空配电线路与电缆线路的组成、设计、施工与安装、运行与管理等方面的专业知识有比较详细的了解，对所从事的工作有所帮助。

“供配电线路工程”是一门实践性很强的课程，在学习该课时，一定要注意理论与实际相结合。通过学、做、实训的结合，才能达到全面提高专业能力的目的。

由于编者水平有限，加之时间仓促，并且由于我国供配电线路的发展领域尚有一些专业技术标准和规程规范还在修订与完善之中，因此书中难免不足之处，恳请各位同行专家和读者批评指正。

编 者

2011 年 3 月

目 录

模块一 供配电网络基础	1
课题一 电力系统与电力网	1
课题二 供配电网络	4
课题三 配电网的电压等级	6
课题四 配电网结构	7
课题五 电能质量标准与中性点接地方式	9
课题六 配电网发展概述	10
思考与练习	12
技能训练	12
模块二 架空配电线路及组成元件	13
课题一 架空配电线路概述	13
课题二 导 线	17
课题三 避雷线	21
课题四 杆 塔	22
课题五 线路绝缘子	30
课题六 金 具	34
课题七 拉 线	41
课题八 杆塔基础	43
课题九 接地装置	45
思考与练习	45
模块三 配电线路工程设计基础	46
课题一 供配网规划设计	46
课题二 配电线路初步设计	49
课题三 配电线路施工设计	52
课题四 配电线路设计图	55
课题五 导线与杆塔的选型计算	65
思考与练习	76
模块四 架空配电线路施工	77
课题一 施工工序与准备	77
课题二 架空配电线路的工程测量	82

课题三	基础施工	87
课题四	常用的施工工器具及选择	93
课题五	杆塔组立	101
课题六	电杆头部结构及拉线的安装	108
课题七	导线架设	110
课题八	接地装置施工	121
课题九	架空绝缘线	123
课题十	接户线	125
思考与练习		127
模块五	电力电缆线路	128
课题一	电力电缆的结构	128
课题二	电力电缆的类型	131
课题三	电力电缆的型号及选择原则	134
课题四	电力电缆的敷设方式	136
课题五	电缆接头	141
思考与练习		150
模块六	配电线路的电气设备及安装	151
课题一	配电变压器	151
课题二	跌落式熔断器	155
课题三	柱上开关设备	158
课题四	避雷器	164
课题五	低压无功补偿装置	165
课题六	电气设备的安装	169
思考与练习		176
模块七	配电线路保护	177
课题一	继电保护的基本知识	177
课题二	配电线路保护装置	179
课题三	配电变压器的保护	196
课题四	低压配电系统的保护	200
课题五	配电线路防雷保护与接地	202
思考与练习		209
模块八	配电线路运行与维护	211
课题一	配电线路巡视	211
课题二	配电线路检修周期与安全措施	220
课题三	配电线路检修技术	227
课题四	配电线路带电检修技术	233

课题五 架空线路的防护	239
课题六 电缆线路的故障和检修技术	243
课题七 配电线路检测与试验	247
思考与练习	256
模块九 配电线路运行管理	257
课题一 基础资料管理	257
课题二 配电设备运行维护分界点的划分	259
课题三 配电线路杆号的编制与命名	260
课题四 配电线路的缺陷管理	263
课题五 配电线路的施工验收	267
课题六 新装配电变压器的交接、检查与验收	269
课题七 电缆线路的验收	270
思考与练习	272
附录 I 常用导线的规格和机械物理特性	274
附表 II 常见导线电气参数	277
参考文献	278

模块一 供配电网络基础

★ 主要知识点

1. 电力系统的作用与组成部分。
2. 供配电网络的分类与运行特点。
3. 供配电网络的接线方式与选择。
4. 供配电网络的电压等级与配合。

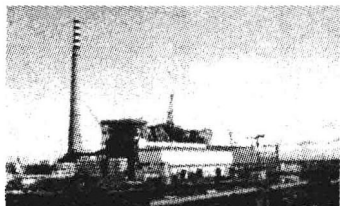
★ 系统知识导入

课题一 电力系统与电力网

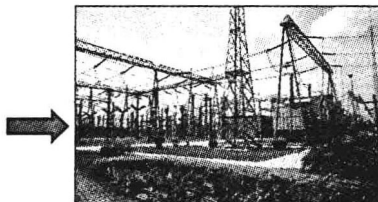
一、电力系统

电能是各类发电厂将一次自然形式的原始能源（如煤炭、水能、核能、风能等）转换成的清洁型二次能源，因电能不能大量储存，其生产、输送、分配和使用的全过程又是同时进行的，即发电厂任何时刻生产的电能等于该时刻用电设备消耗的电能与输送、分配中损耗的电能之和。为此必须建立由发电厂到各类用户的电能产业生产链。这个由各类发电厂、各种电压等级的变电所、电力线路和电能用户有机地连接成的一个整体生产链，就称为电力系统。其功能就是：完成电能的生产、输电、分配和使用。

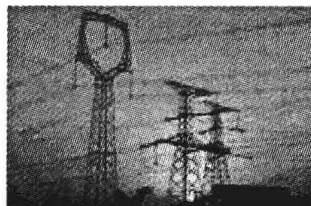
电力系统中加上各种类型发电厂的动力部分，如火电厂的汽轮机、锅炉、供热管道和热用户，水电厂的水轮机和水库，原子能发电厂的原子反应堆等动力部分，就称为动力系统。如图 1.1、图 1.2 所示。



发电厂



升压变电站



输电线路

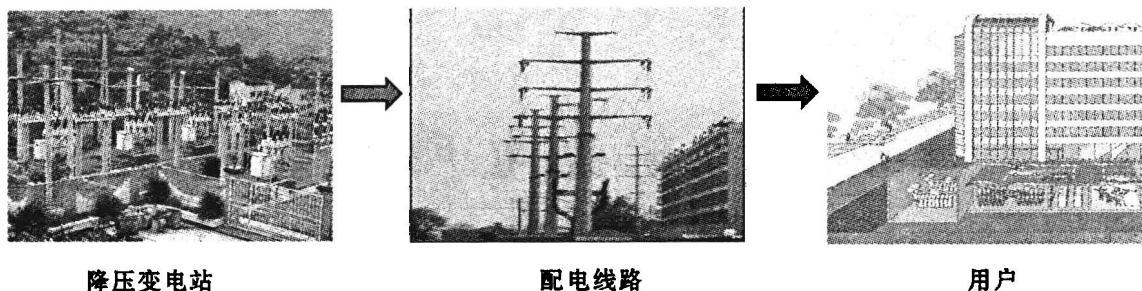


图 1.1 电力系统组成示意图

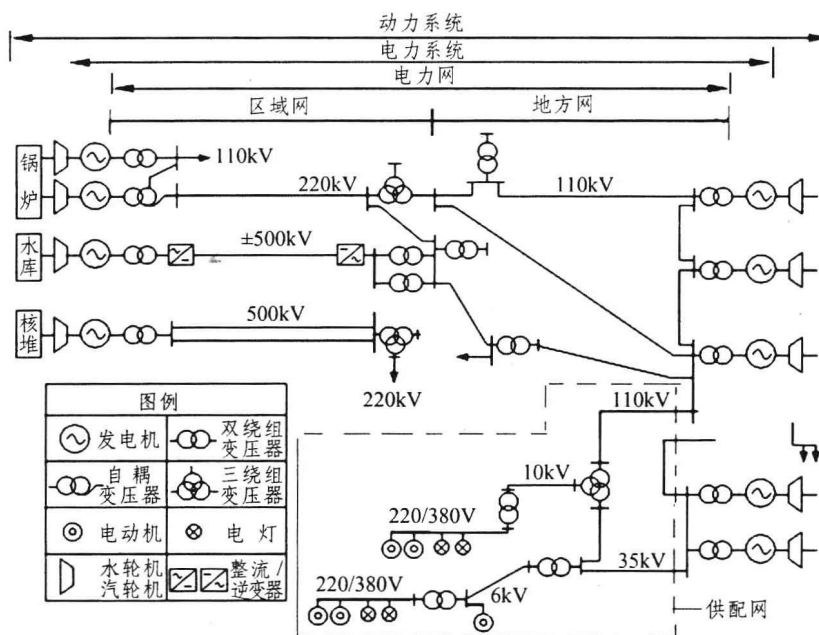


图 1.2 动力系统、电力系统和各类电力网接线示意图

电力系统由以下几部分组成：

1. 发电厂

发电厂的基本任务是将自然界中蕴藏的各种一次能源转化为电能，按所用一次能源的性质，可分为水力发电厂、火力发电厂、原子能发电厂以及太阳能、风力、地热、潮汐和沼气等发电厂。

2. 变电所

电力系统中，从发电厂向远方的电力用户送电，为了减小输电线路上的电能损耗及线路阻抗压降，需要将电压升高；为了满足电力用户安全的需要，又要将电压降低，并分配给各个用户。电力系统中联系发电厂和电力用户，具有转换电压等级和接受、分配电能的场所，称为变电所。

变电所按其性质可分为升压变电站和降压变电站；按其功能可分为区域变电所、枢纽变

电所、地方变电所、中间变电所、终端变电所、用户变电所等。

只接收和分配电能，没有电压变换功能的场所，称为配电所。

3. 电力线路

电力线路是输送、分配电能的主要通道和工具，连接发电厂、各级变电所和用户，是电力网的重要组成部分。

电力线路按送电电压等级的高低，可分为输电线路和配电线路；按传输电能的形式可分为架空线路和电缆线路。

输电线路是将发电厂发出的电能升压后送到邻近负荷中心的枢纽变电站，由枢纽变电站将电能再送到地区变电站，或连接相邻的枢纽变电站的线路，其电压等级一般在 220 kV 及以上。其中，220 kV 线路称为高压输电线路；330 kV 和 500 kV 线路称为超高压输电线路；750 kV 以上线路称为特高压输电线路。

配电线路则是将电能从地区变电站经降压后输送到电能用户的线路，其电压等级一般为 110 kV 及以下。其中，电压等级为 35~110 kV 称为高压配电线路，6~10 kV 称为中压配电线路，1 kV 以下（380 V 和 220 V）称为低压配电线路。

架空线路是运用杆塔从空中传输电能的电力线路；电缆线路是敷设在地下或沟道中从地下传输电能的电力线路。

4. 用户

用户是指从电力系统中获取并使用电能的集体和个人，即在供电部门管辖范围分界点以下的工矿企业、机关企事业单位、市政工程、居民住宅区、农村用户等。它包括属于用户所有的变电所、线路和各种用电设备。

二、电力网

在电力系统中，各类升/降压变电所，各种电压等级的输、配电线路构成的网络，称为电力网。其功能是：完成电能的转换、输送和分配。如图 1.1 所示。

电力网是电力系统的主要组成部分。一个电网由多个变电站和数条电力线路组成。我国大型国家电网有华北电网、东北电网、华东电网、华中电网、西北电网、川渝电网和南方电网等。

电力网按其用途和功能有以下几种分类。

1. 按电压等级和供电范围分

（1）超高压远输电网

这类电网主要由电压等级为 330 kV 和 500 kV 及以上的远距离输电线路组成，它担负着将远距离大容量发电厂的电能送往负荷中心的任务，同时往往还联系几个区域电力网以形成跨省（区）的甚至国与国之间的联合电力系统。

（2）区域电力网

这类电网主要由电压等级在 110~220 kV 的输电线路组成，它把范围较广地区的发电厂

联系在一起,通过较长的输电线路向较大范围内的各种用户输送电能。目前,我国各省(区)电压等级为 110~220 kV 的高压电力网都属于这种类型,如图 1.1 所示。

(3) 地方电力网

这类电网主要是指电压等级不超过 110 kV、输送距离在几十千米内的电力网。一般城市、工矿区、农村配电网络就属于这类网络。如图 1.1 所示。

2. 按功能分

(1) 输电网

输电网是以高电压(超高电压)、远距离线路,将系统中的区域发电厂(经升压站)和枢纽变电所通过输电网络相互连接的送电网络,所以又称为电力网中的主网架。

(2) 配电网

配电网是指电压等级为 110 kV(有些负荷密度较大的大城市也采用 220 kV)以下,从输电网或地区发电厂接收电能,就地或逐级转换、分配给各类用户的末端电网。如图 1.2 的虚框部分所示。

课题二 供配电网络

配电网是电力系统的一个重要组成部分,在结构上相对于区域电力网来说,它的最大特点是居于电力网的末端,电压等级低,供电范围小,直接分区域给电力用户供电;通常功率是单方向流动,即从电源端流向用户端。据不完全统计,约 90% 的售电量由配电网直接分送到用户,因而配电网络又称为地方电力网。

一、配电网的分类

1. 高压配电网

高压配电网是由高压配电线路和相应等级的配电变电站组成的向用户提供电能的配电网。其功能是从上一级电源接受电能后,可以直接向高压用户供电,也可以通过变电器为下一级中压配电网提供电源。高压配电网电压等级一般为 220 kV、110 kV、63 kV、35 kV 等,(少数地区还保留了 154 kV 和 66 kV)。高压配电网具有容量大、负荷重、负荷节点少、供电可靠性要求高等特点。

2. 中压配电网

中压配电网是由中压配电线路和配电变电站组成的向用户提供电能的配电网。其功能是从输电网或高压配电网接收电能,向中压用户供电,或向用电小区负荷中心的配电变电站供电,再经过降压后向下一级低压配电网提供电源,中压配电网具有供电面广、容量大、配电点多等特点。我国中压配电网采用 10 kV 为标准额定电压(目前已基本上取消了 6 kV)。

3. 低压配电网

低压配电网是由低压配电线路及其附属电气设备组成的向用户提供电能的配电网。其功能是以中压配电网的低压配电变压器为电源,将电能通过低压配电线路直接送给用户。低压配电网的供电距离较近,电源点较多,供电容量不大,但分布面广,除一些集中用电的用户外,大量是提供给城乡居民生活用电及分散的街道照明用电等。低压配电网的电压等级一般为 1 kV 及以下,主要采用三相四线制、单相和三相混合系统。单相以 220 V、三相 380 V 为额定电压。

4. 城市配电网

随着我国城市化进程的加快,城市现代化的建设飞速发展,城市电力负荷迅猛增长,城市用电量占总用电量的比例极高,城市供配电网在整个电力网中的重要性和特点日益显现。

城市配电网负荷相对集中,密度大,供电能力增长快;供电范围分区明确,配电网结构复杂,对电能质量、供电可靠性及调度管理自动化程度要求较高;随着供区范围的扩展,高压配电网电压升级(我国京、津、沪等大城市,220 kV 或 330 kV 已成为市区高压配电网电压)、电缆线路增多、配电设施的投资增大,设计施工、技术管理与服务功能不断提升,城市供配电网已成为特点鲜明的电网分支。

5. 农村配电网

按农村的区域分布和发展现状,农村对于电能的需求与城市相比有极大的差别,形成了农村配电网的特殊格局。

农村用电负荷小而分散,供电线路长,分支多,分布广,电能的输送和分配过程中电能损耗率较大,功率因数较低;农村用电负荷季节性强,设备利用率不高,负荷峰谷差显著。随着新农村建设和城乡统筹发展的改革步伐加快,农村配电网将会不断完善和优化,逐步形成符合中国国情的农村配电网。

二、配电网的运行特点

配电网的运行是指配电网所属不同电压等级的线路和变、配电所的工作运转过程。

配电网直接与用户相连,是供电部门对用户服务的窗口,在用电安全、可靠、优质、经济等方面有如下特点:

① 10 kV 中压配电网在运行中,负荷节点数多,一般无表计实时记录负荷、采用现有传统潮流程序进行配电网的计算分析难以满足需要,要求建立新的数学模型和计算方法。

② 随着铁路电气化和用户电子设备的大量使用,配电网运行中有大量的谐波源、三相电压不平衡、电压闪变污染等,要求准确测量与计算配电网中的谐波分布,从而采取有效措施抑制配电网运行中的谐波危害。

③ 由于环保条件日趋严格的制约,对配电网运行要求能制订不影响城市绿化且防火、防爆、防噪声的技术和组织措施,以便减少配电网运行对环境的污染。

④ 随着用户对供电可靠性和电压质量指标要求的提高,人工操作已无法适应,要求现代配电网不断提高自动化、智能化运行水平。

⑤ 由于“电能”作为商品将进入市场竞争，要求运用更科学的管理降低配电网运行的损耗和年运行费用等配电成本，提高运行的经济性。

⑥ 积极协助用户优化用电计划、节约用电，推行战略节电和战略负荷开拓等积极措施，进一步提高对用户的服务质量。

课题三 配电网的电压等级

一、配电网的额定电压

三相交流输电线路传输的有功功率为：

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$$

电网的输电电压决定于输电容量和输电距离。

理论上，输电线路的输电能力与输电电压的平方成正比。当输送功率一定时，电压越高，电流就越小，所以提高电压是增加电网输送能力、降低网损、优化电能质量的有效措施。但在一定的输送距离下，电压越高，输送的容量就越大，从而使线路和设备的投资增大。综合考虑这些因素，对应一定的输送功率和输送距离都有一个最为经济、合理的输电电压等级。

配电网的电压等级一般根据输送功率和输电距离来选择，其应用的大致范围可参阅表 1.1。它也是确定配电网各类用电设备额定电压的基本依据。

表 1.1 配电网各级电压合理的经济输送容量与输送距离

额定电压 (kV)	线路结构	输送容量 (MW)	输送距离 (km)	应用范围
0.22	架空线	0.05 以下	0.15 以下	低压配网
0.22	电缆线	0.1 以下	0.2 以下	
0.38	架空线	0.1 以下	0.25 以下	
0.38	电缆线	0.175 以下	0.35 以下	
6	架空线	2 以下	4 ~ 10	中压配网
6	电缆线	3 以下	8 以下	
10	架空线	3 以下	8 ~ 15	
10	电缆线	3 以下	10 以下	
35	架空线	2 ~ 10	20 ~ 50	高压配网
110	架空线	10 ~ 50	50 ~ 150	
220	架空线	100 ~ 300	100 ~ 300	输电网

二、配电网电压等级的配合

考虑电压等级的标准化、规范化、系列化等因素，配电网的额定电压等级也不宜过多。高、中压配电网的电压配合比通常是 220/110/10 kV 或 220/110/35/10 kV，一般来说，前者的三级电压比后者四级电压配合要合理一些，这样可以简化网络接线，提高运行的可靠性和经济性。

随着各大城市负荷容量和负荷密度的不断增长，提高配电网电压和简化变压层次是国内

外电网发展的必然趋势。据国内外配电网运行的实际情况,城市配电网线路走廊选择越来越困难,配电网就出现了新的额定电压等级。其中输送能力较大的 20 kV 将成为最有发展前途的中压配电网的电压等级。

三、用户的电压等级的选择

用户的供电电压是根据用电容量、用电设备特性、供电距离、当地公共电网现状及其发展规划等因素,经技术经济比较而确定的。

对于大型、特大型工业企业或民用建筑群,一般采用三级电压,即由区域变电所(总降压变电所)将 110 kV (220 kV) 或 35 kV 电压降为 10 kV,在地方(用户)变电所再降至 0.38 kV/0.22 kV 向用电设备供电。若有中压用电设备,则第一级降压至 3~6 kV 向中压用电设备供电,再将 3~6 kV 降至 0.38 kV/0.22 kV 向低压配电设备供电。

对于中型工业企业或建筑群,一般采用两级电压,由用户变电所将 10 kV 电压降至 0.38 kV/0.22 kV 后再向用电设备供电。

对于小型工业企业或建筑群,根据其电能需求量的大小以及周边供配电设施的情况,直接采用 0.38 kV/0.22 kV 电压供电。

课题四 配电网结构

配电网的结构是指由高、中、低压配电线路和联系它们的变/配电所与各电能用户或用电设备连接起来的网络形式。变/配电所和电能用户之间可采用多种形式的连接方式,因而可以构成不同的供配电网络结构。不同的供配电网络结构对供电可靠性产生不同的影响。在选择电网的接线方式时,必须考虑供电可靠、操作安全、有利于自动化、运行灵活、基建投资省、运行费用低、留有发展余地等基本要求。

一、配电网结构的分类

按供电可靠性,配电网结构分为无备用接线和有备用接线两大类型。

1. 无备用接线

无备用接线的网络中,每一个负荷只能从单方向的一条线路取得电能,常有单回路放射式、干线式和链式等基本网络形式,如图 1.3 所示。

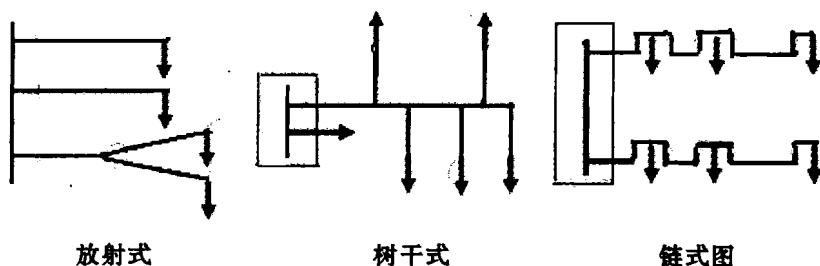


图 1.3 无备用接线示意图

无备用接线的特点是简单，设备费用较少，运行方便，操作灵活方便，易于实现保护控制和自动化；其缺点是供电的可靠性比较低，任一段线路发生故障或检修时都要中断部分用户的供电。在干线和树状网络中，当线路较长时，线路末端的电压往往偏低。

2. 有备用接线

在有备用接线中，最简单的一类是在上述无备用网络的每一段线路上都采用双回路；另一种是两端供电网络和环形网络，如图 1.4 所示。

有备用接线方式的每一个负荷点至少通过两条线路从不同的方向取得电能，具有这种接线特点的网络又称为闭式网络。

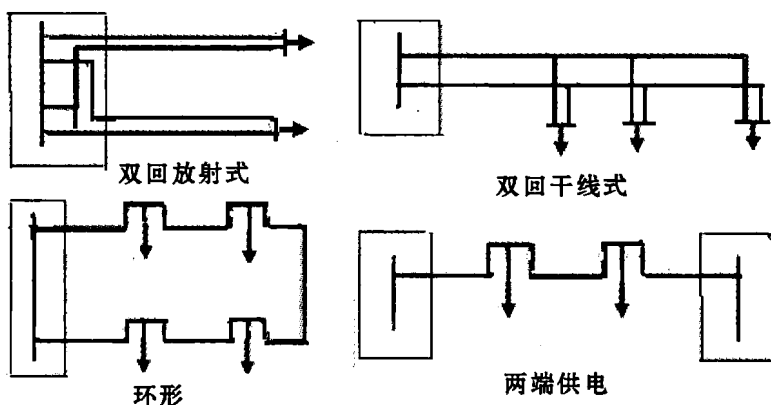


图 1.4 有备用接线示意图

这类网络接线的特点是符合 $N-1$ 原则的可靠性要求，用电可靠性高和电能质量好，缺点是线路投资较大，运行操作和继电保护较复杂。

二、配电网结构的一般选择

1. 高、中压系统

高、中压系统基本采用有备用接线的网络结构。其特点是：

- ① 对于负荷密度大且供电要求高的用户，常选择有备用接线的网络形式。
- ② 对于城市非重要用户及郊区，可靠性要求不高，可采用双回干线式。
- ③ 对于提供双电源有困难且供电可靠性要求又较高的用户，可采用双回放射式结构。

2. 低压系统

低压系统基本采用无备用接线的网络结构。其特点是：

- ① 对于重要用电设备或负荷密度大的用户，可采用环形、双电源双回路树干式结构或双回路放射式结构。
- ② 对于单台设备容量较大的用户或较重要的场所，一般采用放射式结构。
- ③ 对于普通非重要用户，其用电性质相近，一般采用树干式结构。

课题五 电能质量标准与中性点接地方式

一、电能质量的标准

电能是电力行业的“产品”，表征电能质量的指标是频率、电压、电压与电流的不平衡度和波形等。

1. 频率

- ① 频率标准为 50 Hz。
- ② 小于 3 000 MW 的系统，频率的允许偏差为 ± 0.5 Hz。
- ③ 对大于 3 000 MW 的系统，频率的允许偏差为 ± 0.2 Hz。

频率的调整主要是发电厂通过调节发电机的转速来实现。在供配电系统中，频率是不可调节的。

2. 电压

按国标 GB12325—1990《电能质量——供电电压允许偏差》中的规定如下：

- ① 35 kV 及以上供电电压正负偏差绝对值之和不超过额定电压的 10%。
- ② 10 kV 及以下三相供电电压允许偏差为额定电压的 $\pm 7\%$ 。
- ③ 220 V 单相供电电压允许偏差为 $+7\%$ 与 -10% 。

在供配电系统中，电压可运用多种方法调节。

GB12325 是我国 1990 年颁布的国标，随着高新技术的发展，城市的电能用户对电压允许偏差的要求越来越高，因此电压允许偏差取值往往高于上述要求。农村用电一般相对要求较低，可参照上述最低要求。

3. 电流与电压的不平衡度

允许值为 2%，短时不超过 4%。

4. 波形

- ① 电压为 110 kV，电压总谐波率为 2%。
- ② 电压为 35 kV，电压总谐波率为 3%。
- ③ 电压 6~10 kV，电压总谐波率为 4%。
- ④ 电压为 22 V、380 V，电压总谐波率为 5%。

二、中性点接地方式及选择

电力系统中性点是三相电力系统中绕组变压器或发电机采用星形接法时各相的连接点。电力系统中性点接地方式是指电力系统中性点和大地之间的连接方式。它是整个电力系统和电力设备在正常及故障状态下能适当运行的条件，也直接影响到电网供电的可靠性及电网本身的安全。

1. 配电网中性点接地方式的分类与特征

配电网中性点接地方式分为直接接地和非直接接地两大类。

(1) 直接接地

直接接地分为中性点直接接地和中性点经低恒阻抗接地两种。这种接地方式的特点是接地电流较大,也称为大接地电流系统。

(2) 非直接接地

非直接接地分为中性点经消弧线圈接地(又称调谐接地)、高阻抗接地和中性点不接地三种。这种接地方式的接地电流较小或在控制范围内,也称为小接地电流系统。

2. 配电网中性点接地方式的选择

配电网中性点接地方式选择是一个综合性问题,它与电压等级、单相接地短路电流、过电压水平、保护配置的技术、各种运行条件与要求等诸因素有关,直接影响着电网的绝缘水平、供电可靠性、人身和设备的安全以及对通信线路的干扰等。常规的选择原则为:

① 220 kV 配电网采用直接接地方式。

② 110 kV 配电网绝大多数采用直接接地方式;部分配电网经过论证,有必要时也可采用经电阻、电抗接地或经消弧线圈接地的方式。

③ 35 (63) kV 配电网一般采用不接地方式;当单相接地故障电流大于 10 A 时,可采用消弧线圈接地方式;在电缆送电为主的配电网中,有时一相接地故障电流达到近百安,也可采用经电阻接地的方式,与保护配合有选择性地切除故障。

④ 10 (6) kV 配电网一般采用不接地方式;在架空线与电缆线混合送电的中压配电网中,为提高供电的可靠性,也可以采用经消弧线圈接地的方式;在城市配电网或大型企业配电网中,以低压电缆送电为主,也可以采用经低值电阻接地的方式;以架空线为主的中压配电网,除了采用中性点经消弧线圈接地的方式外,也可以考虑采用高阻抗接地的方式(一相接地时不跳子闸,可以运行较长时间),以降低设备投资、简化运行工作、维持适当的供电可靠性。

⑤ 220 V、380 V 的低压配电网中,采用中性点直接接地的方式。

随着我国人民生活水平的提高,家用电器日益普及及多样化,一些与安全用电有关的低压配电网中性点接地的新型方式也在备受关注并得以发展。

课题六 配电网发展概述

随着电力行业的跨越式发展,许多新理论、新方法、新技术在配电网中得到应用,现代配电网发展表现在以下几个方面:

一、简化电压等级

尽量减少降压层次,有利于配电网的管理及经济运行。目前常用的有 220/110/35/10 kV、

220/110/10 kV、220/63/10 kV 三种电压层次,其中第二种应用最为广泛。随着用电负荷的不断增加,10 kV 的容量逐渐饱和,供电半径越来越小,220/110/20 kV 将是更好的电压层次。

二、提升绝缘能力

随着城市化进程的加快,配电网线路走廊的占地矛盾日益突出。环保与安全条件的严格制约,将进一步要求提升配电网的绝缘能力。

① 推广采用绝缘架空线路和电缆线路供电。

② 运用窄基铁塔、钢管塔、多回路线路等有效减小线路走廊。

③ 配电装置向地下和半地下及小型成套方向发展。

④ 使用结构上更加轻巧、通用性强,在各种自然环境下表面不易氧化、锈蚀,可靠性高的节能型金具。

⑤ 采用电缆隧道和公用事业管道共用等措施,减少线路损耗与事故率,提升配电网线路的绝缘能力。

三、设备集成技术

将强、弱电设备集成的新技术运用于配电网,例如,紧凑型的箱式变电站、气体绝缘开关设备(GIS)的广泛使用,集断路器、隔离开关、接地开关、电压与电流互感器、传感器及计算机处理器于一体的配电网电气设备,使控制、保护、通讯等微电子设备与高电压大电流主设备集成安装,加快了配电网设备的紧凑化、集成化、智能化的进程。

四、带电作业

推广配电线路带电检修作业技术。研究开发机器人带电作业技术,使配电网所有设备及各项作业都实施带电作业,以减少停电时间与范围,保证配电网供电的可靠性和安全性。

五、先进仪表

未来配电系统的先进仪表是指除了具有智能化、集成化等一般现代仪表的特征外,还应具有多功能、多用途的综合控制特征。例如,新开发推出的先进的电能表除了具有电能计量的功能外,还具有负荷调查、实时电价、电价区间指标、电能质量控制等功能。进一步优化后还将实现双向通信、用户访问、数据采集、自诊断及警报、误差软件补偿等综合智能性的功能。

六、电能质量控制技术

随着计算机信息系统、可编程序控制器、精密自动生产线、机器人的日益广泛使用,电力用户对电能质量的要求越来越高。因此,电能质量控制技术将成为重要的配电技术。电能质量不能只限于对电压、频率、周波及其对称度的要求,还需要对各种瞬态的波动和干扰,如电压闪变、电压骤降、脉冲、振荡等加以抑制,实现电能质量控制新技术。