



中国
电力企业
联合会

CHINA
ELECTRICITY
COUNCIL

电力工程造价专业
资格认证考试指定用书

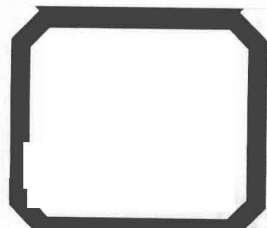
电力工程造价执业教育丛书

电网工程 配电网

中国电力企业联合会 电力工程造价与定额管理总站 编
电力建设技术经济咨询中心



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



INA
ELECTRICITY
COUNCIL
中国电力企业联合会

电力工程造价专业
资格认证考试指定用书

电力工程造价执业教育丛书

电网工程 配电网

中国电力企业联合会 电力工程造价与定额管理总站 编
电力建设技术经济咨询中心

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《电力工程造价执业教育丛书》是根据电力工程造价职业岗位技能知识结构编写而成。

本丛书以工程造价知识、电力专业知识为基础,结合电力建设工程费用计算标准、定额及工程量清单计价规范的要求,力求系统完整,通俗易懂,使电力工程造价人员能识图、懂工艺、会预算、知管理。

本册为《电网工程·配电网》,全书共分五章。第一章系统地介绍了配电网工程的基础知识,包括配电网的分类和特点、配电网结构形式与运行方式、配电网自动化等;第二章主要介绍了配电网工程中常用材料与设备的种类、型号和用途;第三章主要介绍了配电网工程设计的原则与流程、初步设计和施工图设计的主要内容和深度要求以及工程图纸的识读;第四章主要介绍配电网工程中常用的施工机具、施工组织设计、主要工序及相应的施工工艺及施工方法等;第五章主要介绍了配电网工程运行与检修的主要工作内容。

本书以能识图、懂工艺、会预算、知管理为主线,力求系统完整,通俗易懂。

本书可用于电力工程造价专业资格认证考试指定用书,同时可作为电力工程建设、设计、监理、施工、咨询等单位的技术经济人员岗位技能学习、继续教育用书,还可作为大专院校工程经济专业师生的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电网工程·配电网/中国电力企业联合会电力工程造价与定额管理总站,中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心编. —北京:中国电力出版社,2012.3

(电力工程造价执业教育丛书)

ISBN 978-7-5123-2830-3

I. ①电… II. ①中… ②中… III. ①配电线路-电力工程-工程造价-中国-教材 IV. ①F426.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第047106号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012年4月第一版 2012年4月北京第二次印刷

889毫米×1194毫米 16开本 13印张 367千字

印数3001—6000册 定价65.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

电力工程造价执业教育丛书

编 委 会

主任委员 魏昭峰

副主任委员 沈维春

编	委	郭 玮	黄成刚	张天文	许子智	陈 洁
		李国胜	李国华	奚 萍	雷雪琴	安建强
		顾 游	易建山	傅剑鸣	汤定超	张海庭
		肖 红	温卫宁	叶大革	黄 昆	牛东晓
		张慧翔	马黎任	李大鹏	赵文建	朱林生

专 家 组

(按姓氏笔画排序)

文上勇	王振鑫	王道静	卢金平	申 安	刘 毅	刘 薇
吕世森	何永秀	张伟中	张轶斐	陈开如	周 霞	易 涛
罗 涛	金莺环	金耀谦	柳瑞禹	赵建勇	赵喜贵	郭 兵
钱 丽	陶鹏成	黄文杰	董士波	褚得成	赖启杰	廖毅强

编 写 组

组 长	张慧翔				
副 组 长	解改香	李希光			
成 员	叶锦树	王维军	叶子菀	廖世园	陈水广
	王 卉	陈 伟	张盛勇	周宝明	焦艳燕
	徐 辉	邹 扬	马卫坚	王 培	徐慧超
	张 波	刘 强	陈海涵	孟大博	李春蔚
	朱大光	姚 毅			

本 册 编 审 人 员

主 编	邹 扬				
副 主 编	王 丽				
编写人员	邓建丽	夏华丽	鲁佳易	徐朝阳	章晓明
	范子夜	李向阳	刘 斌	宋明波	
主 审	叶锦树	王郁宁	刘 强	丁伟伟	胡旭波
	陈 磊	李林锋	易际平	赵 勇	陈爱萍
	徐乐艳				

序

近年来,我国电力工业保持了持续快速发展的良好态势,“十一五”期间,每年新增发电装机容量近1亿kW,风电装机容量连续五年实现翻倍增长,水电装机容量和核电在建装机容量均居世界第一位,电网建设不断增速,电压等级不断提升,1000kV特高压交流试验示范工程和 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流示范工程相继建成投运,电力工业正从大机组、超高压、西电东送、全国联网的发展阶段,向绿色发电、特高压、智能电网的发展新阶段加快迈进。电力工程造价管理以更好地服务电力工业发展为宗旨,与时俱进,锐意创新,计价标准体系日趋健全,从业人员业务能力逐步提升,执业操守日渐规范,为强化电力工程建设投资管理作出了重要贡献。

“十二五”时期是我国全面建设小康社会的关键时期,也是深化改革开放、加快发展方式转变的攻坚时期。电力工业面临着严峻的改革和发展任务,必须加快转变电力工业发展方式,依托科技创新和体制机制创新,全面提高电力生产与利用效率,逐步实现从大到强转变。面对新形势下的新挑战,电力工程造价管理工作必须立足自身能力建设,不断完善技术、经济 and 法律法规等知识体系,及时跟踪技术、工艺和管理等发展的新趋势,以执业技能和工作水平提升带动电力行业工程造价管理工作不断升级。

“抓住机遇,迎接挑战,走人才强国之路,是增强综合国力和国际竞争力,实现中华民族伟大复兴的战略选择”。《国务院关于加强职业培训促进就业的意见》指出大力加强职业培训工作是“贯彻落实人才强国战略,加快技能人才队伍建设,建设人力资源强国的重要任务”。电力工程造价人员作为咨询业专才,承担着电力行业工程造价的计定、管理和控制等多重任务,对保证电力建设市场和谐、有序、健康发展,提高建设项目投资效益和企业经济效益发挥了重要作用。为提升电力行业工程造价人员业务素质和执业水平,中国电力企业联合会组织编写的这套《电力工程造价执业教育丛书》,可作为电力工程造价从业人员执业技能教育的培训教材,同时也作为继续教育学习和日常工作查阅的电力技术经济工具用书。

本丛书重新规划构架了电力行业工程造价人员知识结构体系,将基本建设全过程造价管理延伸至建设项目全寿命周期造价管理。本丛书采用模块化结构编写方式,使知识要点更加清晰,便于工程造价人员全面系统掌握工程造价基础理论和专业技能等方面的知识。本丛书凝聚了电力行业建设管理、设计、施工和咨询等领域和高等院校数十位专家的智慧与汗水,希望本丛书的出版能为推进电力工程造价管理工作的系统化、规范化、专业化和全面化作出新的贡献!

孙玉才

前 言

为贯彻实施国家人才强国战略，培养电力工程造价管理领域高技能专业人才，规范电力工程造价从业人员专业资格认证工作，提高培训教材编制的实效性和系统性，促进职业培训工作的健康有序发展，中国电力企业联合会电力工程造价与定额管理总站、中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心组织编写了《电力工程造价执业教育丛书》（简称本丛书）。

本丛书涵盖了电力工程概论、电力工程造价基础知识、火力发电工程、核电工程、新能源工程、电网工程、通信工程七大领域，其中，火力发电工程包括建筑、机务与电气三册，电网工程包括建筑、变电站安装、换流站安装、架空输电线路、电缆输电线路和配电网六册。各专业册教材采用模块化设计，包含了专业基础知识、设备与材料、设计、施工、检修与技术改造等内容。

本丛书编制工作于2011年1月启动，组建了编委会、专家组和编写组，来自电力建设、设计、施工、咨询、高校等领域和单位的数十名专家参与了教材的研究策划和撰稿工作，经过各方密切配合，多方征求意见，反复修改完善，前后历时一年多，终定其稿。本丛书在充分汲取以往教材优点的基础上，密切结合电力工程造价管理工作的特点和发展趋势，系统介绍了工程造价基础理论和专业技能。本丛书不仅是电力工程造价从业人员上岗资格认证的考试教材，也可为电力行业从事工程造价工作的管理和技术人员以及高等院校师生提供工作和学习参考。

本丛书在编写过程中得到了国家电网公司、中国南方电网有限责任公司、中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国广东核电集团有限公司和华北电力大学等单位领导的大力支持，在此表示衷心感谢！同时，对为教材编制提供素材和参与审查的所有人员表示诚挚谢意！

本丛书在编写过程中尽管各方面给予了大力支持和关注，编写组亦十分认真努力，但由于编制人员在理论与实践结合、各专业领域沟通协作等方面仍存在认识不足之处，且电力工程造价从业人员所需专业知识深度需要经过反复摸索才能确切把握，因此，疏漏和不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

中国电力企业联合会电力工程造价与定额管理总站
中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心

2012年3月

目 录

序

前言

第一章 基础知识	1	第四章 配电网工程施工	125
第一节 配电网概述	1	第一节 施工中常用工器具	125
第二节 配电网结构	4	第二节 施工组织设计	134
第三节 配电网供电方式	6	第三节 架空线路施工	142
第四节 配电网自动化	10	第四节 电缆线路施工	156
第二章 配电网主要材料及设备	14	第五节 配电设备安装	164
第一节 主要材料	14	第五章 配电网运行与检修	170
第二节 主要设备	39	第一节 配电线路巡视与检修	170
第三章 配电网工程设计	67	第二节 配电变压器运行与检修	175
第一节 配电网工程设计概述	68	第三节 配电装置运行与检修	180
第二节 架空配电线路设计	73	附录	188
第三节 电缆配电线路设计	92	参考文献	195
第四节 配电系统设计	103		

基础知识



知识目标

1. 掌握配电网的概念、分类及特点；
2. 熟悉配电网的主要结构形式；
3. 掌握配电网的基本要求，熟悉配电网的供电方式，了解配电网的发展趋势；
4. 熟悉配电网自动化含义、系统构成，了解配电网自动化的基本功能。



教学重难点

1. 重点：配电网概念、分类及特点。



教学内容与学时建议

1. 配电网概述：1 学时；
2. 配电网结构：0.5 学时；
3. 配电网供电方式：0.5 学时；
4. 配电网自动化：0.5 学时。

第一节 配电网概述

一、配电网概念

连接并从输电网（或本地区发电厂）接收电力，就地或逐级向各类用户供给和配送电能的电力网称为配电网（如图 1-1 所示）。配电网设施主要包括配电变电站、开关站、配电线路、断路器、负荷开关、配电（杆上）变压器等。配电网及其二次保护、监视、控制、测量设备组成的整体称为配电系统。

对配电系统的基本要求是供电安全、可靠，电能质量合格，投资合理，运行维护成本低，电能损耗小，配电设施与周围环境相协调。

二、配电网的分类及特点

我国配电网供电范围基本上按行政建制地级城市和县（市）所辖的管理区域划分。少数地区，在跨行政区域供、受电的，销售量及收入仍按行政区域分归统计。习惯上，我国对配电网有多种称谓，根据配电网电压等级的不同，可分为高压配电网、中压配电网和低压配电网；根据配电线路的不同，可分为架空配电网、电缆配电网以及架空电缆混合配电网；根据供电区域特点不同或服务对象不同，可分为城市配电网和农村配电网。

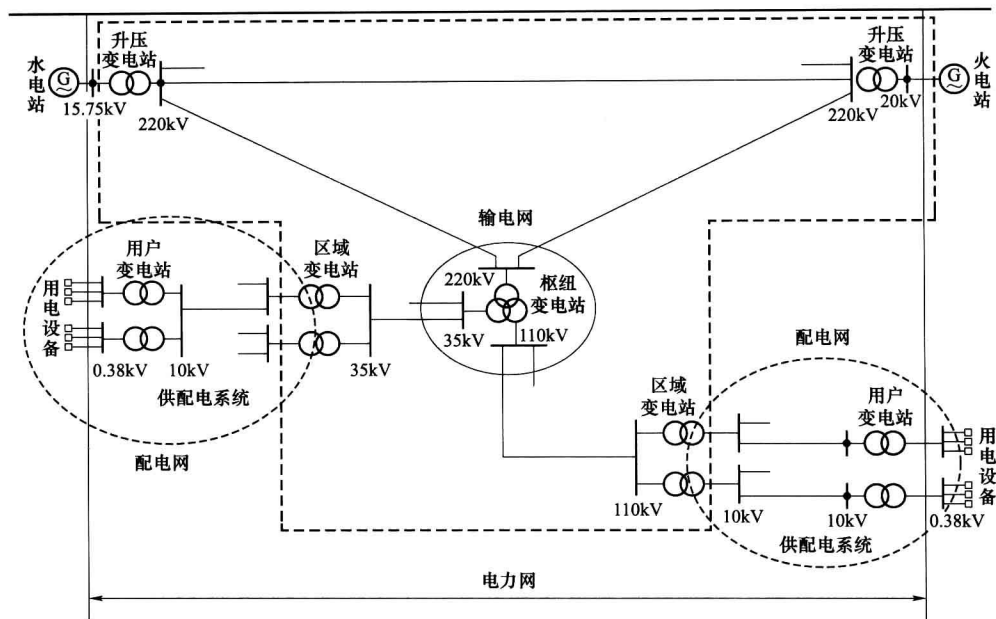


图 1-1 配电网示意图

(一) 按电压等级分

根据配电网电压等级的不同,可分为高压配电网、中压配电网和低压配电网,如图 1-2 所示。

1. 高压配电网

高压配电网指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收电能后,直接向高压用户供电,或通过变压器为下一级中压配电网提供电源。高压配电网分为 110、63、35kV 3 个电压等级,城市配电网一般采用 110kV 作为高压配电电压。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。其电压等级包括 20kV、10kV 及 6.3kV,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,或向用户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。目前我国绝大多数地区的中压配电网电压等级是 10kV。有些新开发的工业园区,如苏州新加坡工业园区的中压配电网采用 20kV 供电,一些大工业企业的中压配电网也有采用 6.3kV 电压供电的。

3. 低压配电网

低压配电网是指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。其电压等级为 0.38kV、0.22kV,以中压配电网的配电变压器为电源,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,低压电源较多,一台配电变压器就可以作为一个低压配电网的电源,两个电源点之间的距离通常不超过几百米。低压配电线路供电容量不大,但分布面广,除一些集中用电的用户外,大量是供给城乡居民生活用电及分散的街道照明用电等。

根据电力工程造价管理范围的界定,本教材中所指的配电网均指中压及以下的配电网,即 20kV 及

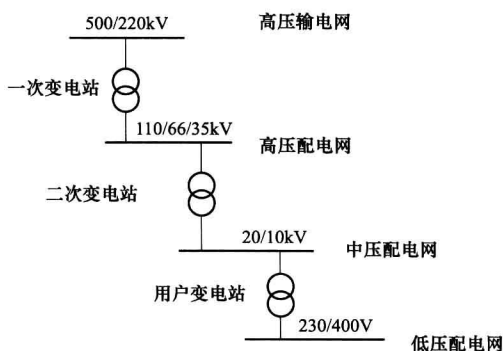


图 1-2 电网结构示意图

以下的配电网。

(二) 按配电线路的形式分

按配电线路的形式分为架空配电网、电缆配电网和架空电缆混合配电网。

1. 架空配电网

架空配电网主要由架空配电线路、柱上开关、配电变压器、防雷保护、接地装置等构成。其配电线路是用电杆（铁塔）将导线悬空架设、直接向用户供电。配电线路主要由基础、杆塔、导线、横担、绝缘子、金具等组成。

架空配电网设备材料简单，成本低，但容易发生故障，维修方便，因而目前在郊区、农村等使用最为广泛。由于架空配电网容易受到外界因素影响，因而供电可靠性差，并且需要占用地表面积，影响市容。

2. 电缆配电网

电缆配电网是指以地下配电电缆和配电变电站组成的向用户供电的配电网。其电缆配电线路一般直接埋设在地下，也有架空敷设、沿墙敷设或水下敷设，主要由电缆本体、电缆中间接头、电缆终端头等组成，还包括相应的土建设施，如电缆沟、排管、隧道等。电缆线路一般设在地下，与架空配电网相比，其受外界的因素影响较小，但建设投资费用大，运行成本高，故障地点较难确定，有时造成用户较长时间停电。随着城市化的发展，原来采用架空配电网的城市，随着负荷密度增高，会逐步增加电缆线路比重，并趋向将架空线入地，成为电缆配电网。

3. 架空电缆混合配电网

架空电缆混合式配电网是指其配电线路由架空配电线路和电缆配电线路共同组成。以下情况多采用混合配电网。

(1) 城市中受街道、树林、建筑限制，使架空线路无法架设，而城市周边的线路仍然以架空线路为主，如图 1-3 所示。

(2) 变电站容量的增加，出线增多如果全部采用架空形式将无法出线时。

(三) 按供电区域或服务对象分

按供电区域或服务对象可分为城市配电网和农村配电网。

1. 城市配电网

城市配电网的主要特点包括：

- (1) 深入城市中心地区和居民密集点，负荷相对集中，发展速度快，因此在规划时应留有发展余地。
- (2) 用户对供电质量要求高。
- (3) 配电网的设计标准较高，在安全与经济合理平衡下，要求供电有较高的可靠性。
- (4) 配电网的接线较复杂，要保证调度上的灵活性、运行上的供电连续性和经济性。
- (5) 随着配电网自动化水平的提高，对供电管理水平的要求越来越高。
- (6) 对配电设施要求较高，因为城市配电网的线路和变电站要考虑占地面积小、容量大、安全可靠、维护量小及城市景观等诸多因素。

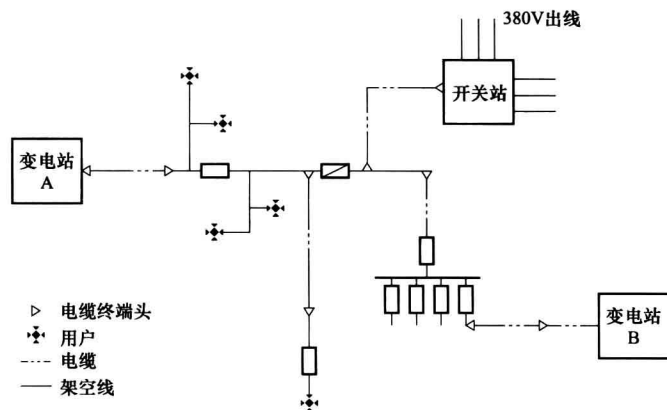


图 1-3 混合配电网示意图



2. 农村配电网

农村配电网的主要特点包括：

- (1) 供电线路长，分布面积广，负荷小而分散。
- (2) 用电季节性强，设备利用率低。

(3) 农电用户多数是乡镇企业、农业排灌和农民生活用电，用户安全用电知识贫乏，严重影响安全供电。

第二节 配电网结构

配电网结构是指配电网中各主要电气元件的电气连接形式，基本分为放射式、树干式、环网式及混合式等几大类。

一、放射式配电网

放射式配电网是指一路配电线路自配电变电站（简称配电站）引出，按照负荷的分布情况，呈放射式延伸出去，线路没有其他可连接的电源，所有用电的电能不能通过单一的路径供给。这种电网主要由降压变电站 $3 \sim 10\text{kV}$ 侧引出许多单独线路组成，每一种单独线路均向一个或几个配电变电站供电，如图 1-4 所示。

放射式配电网的特点是配电线路可根据用户随时扩展，就近接电，维护方便、保护简单，但供电可靠性不高、灵活性较差、总线路长、不经济。当线路及设备发生故障或检修时，需要中断供电，因而放射式配电网一般适用于负荷密度不高、用户分布较分散或供电用户属一般用户的地区，如一般居民区、小城市近郊、农村地区等。

二、树干式配电网

树干式配电网是指高压电源母线上引出的每路出线，沿线要分别连接到若干个负荷点或用电设备。这种网络是由降压变电站 $3 \sim 10\text{kV}$ 侧引出一条或几条主干线路，每条主干线路可供几个配电变电站，如图 1-5 所示。

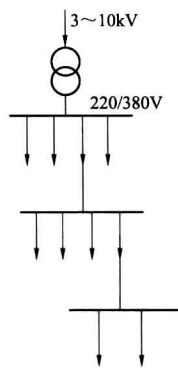


图 1-4 放射式配电网

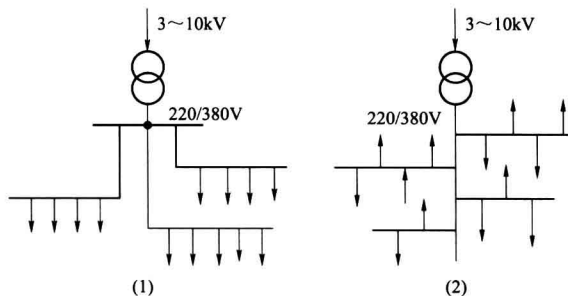


图 1-5 树干式配电网

树干式配电网的特点是接线比较灵活，易于增加或减少配电变电站的数目，比放射式配电网使用的设备少，可使网络简化。任何一个配电站中的变压器均有开断设备，当某一台配电变压器故障时，并不影响其他配电站的供电。当主干线上发生故障时，连接这条主干线上的负荷均要停电。树干式配电网通常用来配电给Ⅲ级负荷，每条干线上安装的变压器约 5 台以内，总容量不超过 2000kVA 。



第三节 配电网供电方式

一、供电要求

1. 基本要求

配电网的第一要求是保证持续配电。因为电能的生产、供应和用电几乎是瞬间同时完成的,电能的中断或减少会直接影响国民经济生产各部门及人们生活需要,因此必须对配电设备和用户实施不间断供电。

配电网的第二要求是及时发现网络的非正常运行情况和设备存在的缺陷情况。因为网络处于异常运行情况或设备存在某些缺陷时,配电网还是可以继续运行一段时间,但是不及时发现这些问题就会使运行环境恶化,导致发生电力事故。

配电网的第三要求是能够迅速隔离故障、最大限度地缩小停电范围,满足灵活供电需要。由于有一回线路发生故障(如短路)时断路器就会跳闸,如果重合不成就会造成较大面积的停电,此时需要迅速发现并隔离故障,缩小停电范围,保证其他用户可以继续安全、可靠用电。

2. 电能质量要求

让用户接受合格的电能是对配电网提出的电能质量要求。衡量电能质量的指标通常是电压、频率和波形,在配电网中电压和波形显得尤为重要。

(1) 频率。我国频率的额定值是 50Hz,频率的偏差一般允许为 $\pm 0.2\text{Hz}$,维持电网频率的任务应该由发电厂的一次调频和二次调频系统来完成,但这是由电网在最大出力(即供应电能的能力)的情况下进行。一旦电网出现过负荷,超过调频系统的承受范围时,变电站内就会启动按频率自动减负荷装置,分级、有效地切除负荷以保证频率在额定值附近。因为,频率偏差大,将影响用户的产品总产量和质量,影响电子设备工作的准确性,增大变压器和异步电机的励磁无功损耗,影响发电厂的出力和电网稳定,甚至造成汽轮机叶片损伤或断落事故。

(2) 电压。各级电压等级应维持在额定值附近,但允许有一个偏差。

1) 20 ~ 10kV 的中压配电网和电力用户为 $\pm 5\%$;

2) 380V 的低压配电网和电力用户为 $\pm 7\%$;

3) 220V 的电力用户为 $-10\% \sim +7\%$ 。

理想的供配电电压应该是幅值恒为额定值的三相对称正弦波电压。由于供配电系统存在阻抗、用电负荷变化和负荷性质差异等因素,实际供配电电压总是与理想电压之间存在偏差,而实际用电设备均按额定电压设计,电压过低时,电动机绕组中电流增大,温升增加,效率降低,寿命缩短,甚至烧坏电动机;客户的电热设备会减少发热量而引起产量和质量的降低;白炽灯泡发光效率降低,电子设备不能正常工作。电压过高时,危及电气设备的绝缘,使其遭受损坏;在某种情况下,由于变压器的铁芯饱和还可能引起高频谐振,引起事故。无论电压偏高还是偏低都将影响用电设备运行的技术指标和经济指标,甚至不能正常工作,为此规程对电压偏差有明确规定,应当注意监视和适当调整。

(3) 波形。三相电压和三相电流的波形应该是对称的正弦波形,但高频负荷、冲击负荷和晶闸管整流装置的不断出现使得波形畸变产生高次谐波,使电气设备过热、振动;使电子设备的效率和继电保护、自动装置误动;还可能引起对通信设备的干扰;同时增加了附加损耗,降低了电气设备的效率和利用率,使电网谐振不断增加甚至引发事故。因此要求对负荷性质进行掌控,对波形进行有效检测,从技术和管理上坚决抵制和有效治理电网的高次谐波,为用电设备提供一个质量合格的能源。

3. 经济运行要求

在保证持续供电、用户接受合格电能的同时,要求配电网在最经济的状态下运行,这样可以使得配电网的网损最小,不仅可以降低运行成本,还可以提高一小部分供电能力。可以从下列几个方面加以考虑:



- (1) 根据负荷变化情况改变配电网的供电方式。
- (2) 根据负荷变化情况改变变压器的运行方式,使之处于经济运行状态。
- (3) 降低变压器的铁芯损耗,使用节能型变压器。
- (4) 结合工程改变供电路径,使用节能设备、器材,避免迂回供电。

总之,配电网的经济运行要在符合实际需要和可能的基础上加以考虑,避免盲目将尚可使用的设备加以撤换。

二、供电方式类型

供电方式的类型由电源数量、电源相数、供电回路数及中性点接地方式等具体指标决定。

(一) 电源数量

根据电力负荷对供电可靠性的要求确定其供电形式,供电形式一般分为单电源、双电源供电形式。

1. 单电源供电形式

如图 1-9 所示,这种供电形式主要是由降压变电站引出许多线路,电力用户由其中的一路线路供电(一般沿线满足供电要求的电力用户都由该线路供电)。

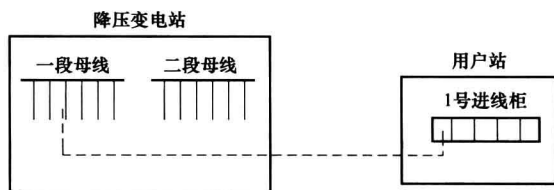


图 1-9 单电源供电形式

单电源供电形式的特点是维护方便、保护简单、便于发展,但可靠性较差。单电源供电形式适用于Ⅲ级负荷。

2. 双电源供电形式

(1) 不同母线供电形式。如图 1-10 所示,这种供电形式中的电力用户由同一降压变电站不同母线的两路线路供电。这种供电形式的特点是供电可靠性高,适用于Ⅱ级及以上的重要负荷。

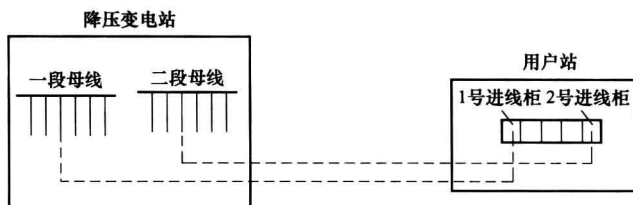


图 1-10 不同母线供电形式

(2) 不同电源供电形式。如图 1-11 所示,这种供电形式中的电力用户由不属于同一降压变电站的两路线路供电。这种供电形式的特点是供电可靠性高,适用于Ⅱ级及以上的重要负荷。

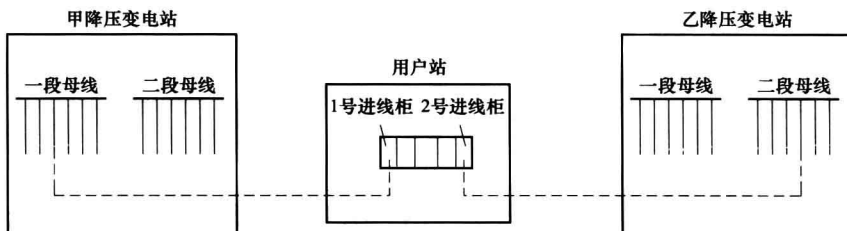


图 1-11 不同电源供电形式



(二) 电源相数

一般可分为三相三线制、三相四线制、单相两线制和单相三线制。三相三线制用于中压配电线路及部分低压配电线路，其余方式用于中、低压配电线路。当发电机（或变压器）的绕组接成星形但不引出中性线时，就形成了三相三线制系统，如图 1-12 所示。三相三线制是指供电的三根导线为三根相线。如同时需要单相供电，则需加上一根中性线，成为三相四线制，如图 1-13 所示。单相两线制由一根相线和一根中性线组成。单相三线制则是由单相变压器绕组首末两端引出线作为两根相线，绕组中心引出线作为中性线。

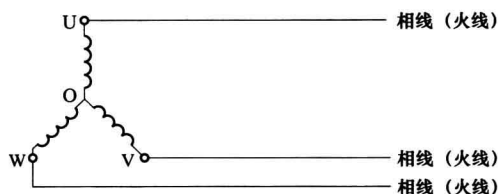


图 1-12 三相三线制系统

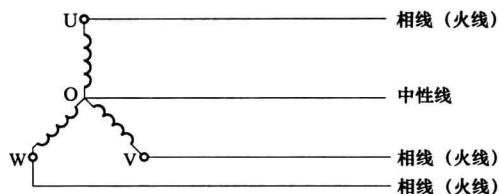


图 1-13 三相四线制系统

(三) 配电网中性点接地方式

三相配电网中性点与大地的电气连接，称为配电网的中性点接地方式。

中性点采取何种接地方式，是否接地，是个很复杂的技术和经济问题，涉及电网的可靠运行、人身安全、继电保护的灵活性、电网的过电压、通信的可靠性等。

配电网的中性点接地方式有中性点非有效接地和中性点有效接地两种。

1. 中性点非有效接地

中性点非有效接地方式包括中性点不接地、中性点经消弧线圈接地或经大电阻接地三种接地方式。这三种方式下发生单相接地故障时，流过故障点的电流很小，因此又称为小电流接地方式。由于接地电流小，因而对邻近通信线路、信号系统的干扰小，这是这种小电流接地方式的一个优点。

(1) 中性点不接地方式。

图 1-14 为中性点不接地方式。如果中性点不接地配电网三相电源电压是对称的，则电源中性点的电位为零，但由于架空线排列不对称而换位又不完全等原因，会使中性点产生位移电压。一般情况下位移电压不超过电源电压的 5%，对运行的影响不大。如图 1-15 所示，当中性点不接地配电网发生单相接地故障时，非故障的二相对地电压将升高 1.73 倍，由于线电压仍保持不变，故对用户继续工作影响不大。

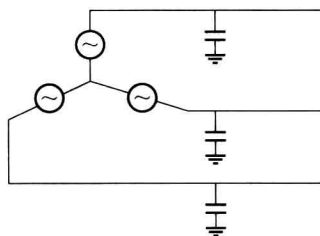


图 1-14 中性点不接地系统

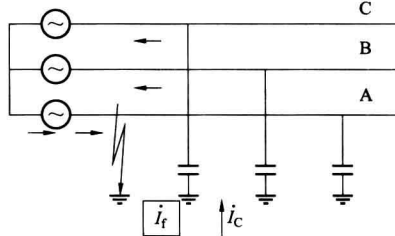


图 1-15 中性点不接地配电网单相短路

(2) 中性点经消弧线圈接地。

对于 20kV 及以下中性点不接地配电网系统，当单相短路时，我国规定其故障电流不能大于 30A。若短路电流大于 30A，必须采用中性点经消弧线圈接地系统，如图 1-16 所示。

消弧线圈是一个装设于配电网中性点的可调电感线圈，当发生单相接地时，可形成与接地电流大小



接近但方向相反的感性电流以补偿容性电流,从而使接地处的电流变得很小或接近于零。当电流过零电弧熄灭后,消弧线圈还可减小故障相电压的恢复速度,从而减小电弧重燃的可能性。当完全补偿状态时,中性点位移电压将很高,因此一般都采取过补偿方式以减小中性点位移过电压。失谐度大可降低中性点位移电压,但失谐度过大,将使线路接地电流太大,电弧不易熄灭,因此合理地选择失谐度才能使消弧线圈正常运行。失谐度一般选在 10% 左右,长时间中性点位移电压不应超过额定相电压的 15%。

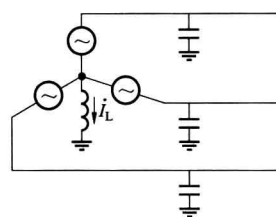


图 1-16 中性点经消弧线圈接地系统

(3) 中性点经大电阻接地方式。大电阻接地多用于电容电流为 10A 或稍大的系统内。接地电阻的电阻值按照流经电阻上的电流稍大于系统的接地电容电流的原则来选择。由于接地故障时总的接地电阻电流比较小,因而对电气设备和线路所产生的机械应力和热效应比较小,可减少人身遭受电击的危险和靠近接地故障点的人员遭受到电弧和闪络的危险。同样,这种接地方式下也要带故障继续运行 2h,以便利用这段时间消除接地故障,保持系统运行的可靠性。

2. 中性点有效接地

中性点有效接地系统也称大电流接地系统,是指中性点通过电阻(较小的电阻)接地,或中性点直接接地。如发生单相接地短路故障时,继电保护会迅速检测出故障,且快速地切除故障线路,但供电可靠性降低。中性点有效接地系统对通信系统会产生较大的电磁干扰,但继电保护在极短时间内动作,故不会造成太大的干扰。

目前我国的 20kV 及以下配电网大部分采用中性点不接地方式或经消弧线圈的接地方式,这种接地运行方式有不少成功的运行经验。随着配电网自动化的发展,目前部分地区已改用中性点经小电阻接地的接地方式。

三、配电网的发展趋势

配电网的发展趋势主要表现为以下几个方面。

1. 电压等级进一步提高与简化

随着城市负荷密度及用电量的提高,为提高送电容量与经济性,有必要进一步提高配电线路电压等级。我国北京、上海等一些特大城市已部分使用 220kV 作为高压配电电压,苏州、浙江、大连等地建设了 20kV 中压配电网。在提高电压等级的同时,出现了减少电压层次的趋势,其目的是简化电压等级,减少配电网的建设与管理的复杂程度,提高运行管理水平与经济性。一些国家的实践说明,简化电压等级可以逐步在一些地区试行。作为这一发展趋势的典型例子,法国巴黎的配电电压等级只有 225、20、0.4kV 3 级,收到了好的效果。

2. 配电网接线向简化和高可靠性发展

例如,高压配电网接线采用线路变压器单元,取消高压侧断路器,在故障时跳开送端断路器;中压配电网采用环网手段“手拉手”结构,实施馈线自动化,加快故障处理速度,减少用户停电时间;配电变压器的设置因地制宜,采用小容量、多布点的做法,避免一点故障引起大面积的用户停电。

3. 配电设备性能不断提高

设备免维护或少维护的功能增强,如全封闭绝缘配电装置、全封闭组合电器(GIS)可节约检修维护费用;应用架空绝缘导线,采取全回路绝缘技术措施,减少故障几率,简化整体结构;在电缆环网里应用多回路环网开关柜,提高供电可靠性;使用新型的电压、电流传感器替代传统的电压、电流互感器,减少开关体积,节约成本;应用非晶合金铁芯配电变压器和可控无功补偿设备等高效节能设备,降低网络损耗。