

我国配电系统及其自动化技术的探讨

褚晓锐, 卢 锐

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

【摘 要】 本文分析了我国配电系统现状及其自动化技术发展的过程, 提出了我国在信息化的基础上实现配电系统及其自动化的对策。

【关键词】 配电系统; 自动化技术; 对策

【中图分类号】 TM726 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-1891(2005)03-0104-04

1 概述

信息技术(IT)的发展为电力系统自动化注入了活力,在网络、通信等信息技术的推动下,电力系统的自动化正在从自发的多岛自动化向统一的、系统化的综合自动化发展。综合自动化的发展是自下而上的,它首先源于电力系统的保护、测控单元的信息化,在此基础上实现了变电站综合自动化。以信息和网络技术为核心的变电站综合自动化已经得到广泛认同和大规模推广,目前,以变电站综合自动化为先导的配电自动化正在成为电力系统新兴热点。

配电自动化是建立在信息化的基础上,将配电系统在线数据和离线数据、配电网数据和用户数据、电网结构和地理图形进行信息集成,构成完整的自动化系统,实现配电网及其设备在正常运行及事故状态下的监测、保护、控制以及用电和配电管理的自动化,最终实现以大幅度提高供电可靠性、改善电能质量为目标的对配电系统在线的、准实时的闭环控制。

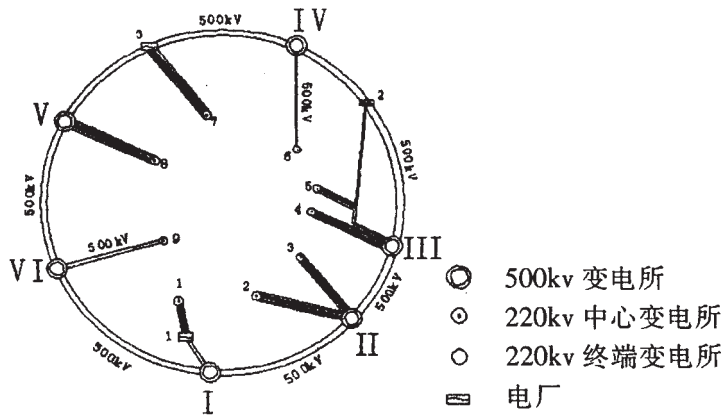
2 我国配电系统现状

我国配电网架的结构,在城市电网中一般采用在城郊区建立超高压(500KV)或高压(220KV)变电站,接受来自发电厂或电网的大量电力,经过降压后向建于市区负荷集中点的变电站供电。图A和图B分别为国内某城市500KV电网规划方案图和香港大埔输电系统接线图,从中可以看出配电网的结构和布局。当然,香港由于历史的原因,输配电网采用的电

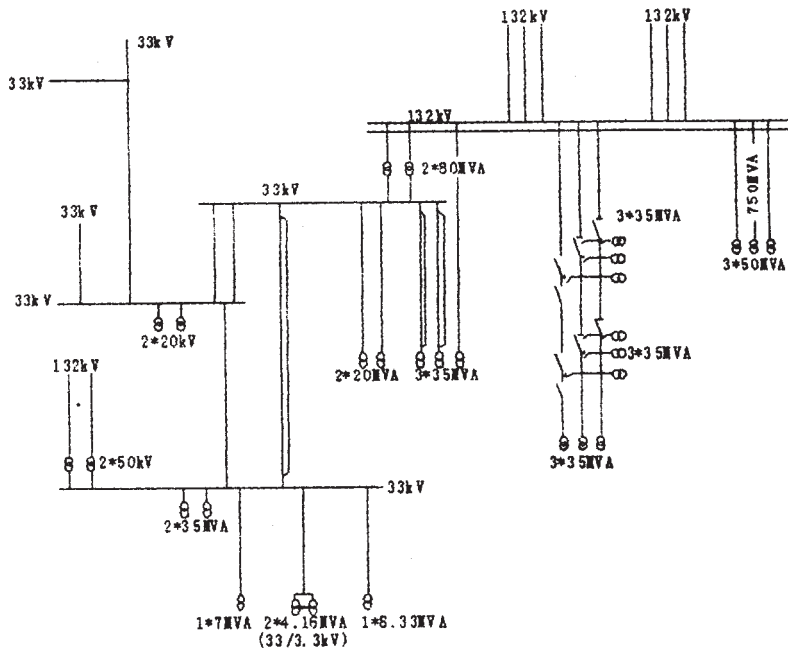
压等级和内地不同。以往建于负荷中心的降压变电站一般为110KV或35KV,近年来随着负荷迅速增长,尤其在大城市以110KV电压线路伸入市区已不能满足负荷增长的需要,从而开始改用220KV电压线路伸入市区,在市内建立220KV降压变电站。通过降压变电站再次降压后以10KV或0.4KV电压向用户供电。用10KV供电的工业用户或大用户,一般称为高压用户。个别大用户变电站亦有直接以110kv或35kv电压等级供电的,由用户自行建设110kv或35kv电压等级的用户变电站,由用户自行管理。在城市配电网中,10KV馈线自变电站或配电站(开闭所)引出后,以往采用裸导线(钢芯铝绞线)沿城市街道(公路)架空架设,再引到柱上变压器降压至0.4KV向千家万户供电。现在则采用绝缘导线来代替裸导线,以提高运行可靠性和安全性。目前城市配电网绝缘化率平均已达到60%以上。架空线杆型以往多数为木质电杆,现在则以钢筋水泥杆为主。当市区房屋集中地段设配电站(开闭所)出线走廊困难时,亦有采用以10KV电缆出线引至公路旁电杆再上杆转为架空线的。随着市政建设现代化进程的加快,10KV架空线转入地下,已成为近几年配电网改造的一个热点。目前北京、天津、上海等城市市区电缆入地率已达50%~70%。因10KV架空线改为电缆转入地下,过去的大量柱上变压器已为箱式和环网柜所替代。在农村配电网中,是由设置在农村的110KV或35KV变电站降压后以10KV线路引至各村负荷集中点,通过柱上变压器降压至0.4/0.23KV电压向各农户提供农业加工和生活用电等,目前,农村配电网虽经改造,但结构尚无根本性改变。

收稿日期: 2005-04-25

作者简介: 褚晓锐(1978-)男,助教、工程师,主要从事电气工程及其自动化的教学和研究。



(A)某市 500kV 电网规划方案



(B)香港大埔输电系统发展接线

配电网的规模是随着负荷的逐步增长而不断扩建和发展的。早期的配电网规划经常因无法确切预见今后的负荷和市政建设前景，因此形成配电网建设的无序化和不合理性是难免的。对此，我国国家电力公司从1980年起对全国城乡电网开始进行大规模的建设与改造，计划用3年多时间，投入2800亿元资金，主要建设、改造从低压380V到高压110KV(部分220KV)的配电网。到2000年度城市高压配电网整体供电能力增长40%~50%，中低压配电网供电能力增长了25%左右。

我国配电网还有一个显著特征，就是中性点不接地，在发生单相接地时，仍允许供电一段时间。这一特点使我国的配电自动化系统不能直接引进国外

设备，而必须结合我国配电网的实际情况，逐步加以改进。我国目前配电网的现状仍十分落后，首先要对配电的拓扑结构进行改造，使之适合于自动化的要求，如馈线分段化、配电网环网化等，分段开关也需要更换成能进行电动操作的真空开关，并且应具有必要的互感器。开闭所和配电变电所中的保护装置，应能提供一对信号接点，以作为事故信号，区分事故跳闸和人工正常操作，开关柜的操作机构应具有防跳跃机构等。但是，我国现有的离配电网上述要求尚存在较大的差距，因此为了实现配电自动化，必须把传统配电网的改造纳入工程之中，从而又进一步增加了实施的困难。

3 我国配电系统及其自动化技术的发展

国内配电自动化起步于20世纪90年代,较国外发达国家约滞后20年。主要开展了两方面的工作:

1. 建立配电系统的实时监控系統,相当于电网调度自动化系統(SCADA),即在配电网调度中心建立主站系統,在各变电站、开闭所设置遙控终端部分RTU(Remote Terminal Unit)、馈线远方终端FTU(Feeder Terminal Unit),通过通信通道联系,从而达到实时监控的功能。

2. 实施了各种类型馈线自动化FA(Feeder Automation),以缩短线路故障后的停电时间,加快恢复供电,提高供电可靠率。

(1) 在10KV辐射式线路或树状式线路上采用重合器、分段器实现馈线自动化。这种方式由于不需要配置通道和主站系統,依靠重合器和分段器自身的功能进行线路故障时的故障隔离和恢复供电,因而实施比较容易,投资亦较节省。但对用户来说,在线路故障时需要承受多次重合冲击,因此一般只用于城郊区或农村的配电网。当然,亦有某些网络在重合器、分段器上配置了馈线远方终端,架设通道,设置主站系統,依靠信息来缩短故障定位时间、加快恢复供电并解决多次重合的缺点。但这样一来,其投资亦相应增加。

(2) 在10KV环形电缆配电网中采用重合器,配合环网柜实现馈线自动化。这种方式以分散的环网柜结合美式箱变而构成环形电缆配电网,替代了建设集中的配电站,节省了占地面积。采用这种方式时,中美式箱变的高压熔丝保护和环网柜的限流熔断器必须相互配合,同时重合器的保护曲线10KV网络的接地方式亦有密切关系。

(3) 在10KV环形电缆配电网中采用环网柜加装FTU和设置配电自动化系統是实现馈线自动化的又一种方式。环网柜可以是户外式,亦可以是户内式。环网柜一般有两路进线和两路出线,两路进线分别接入环网两侧,两路出线则通过降压后向低压用户供电。数个环网柜连成一个供电环网。在各环网柜上的FTU通过通道(一般采用光纤)与配电自动化主站或子站系統相连。网络出现故障时,主站或子站根据FTU送来的信息,经过软件运算定位故障,并向环网柜的负荷开关自动发遙控命令,以达到隔离故障和恢复供电的目的。这种方式在上海浦东金藤开

发区和苏州西区均被采用,并取得成功。能在发生故障后1min内,隔离故障,恢复对非故障段的供电。

(4) 国内配电网中大多数是由沿城市街道敷设的架设的架空绝缘导线构成的10KV配电网。针对这种配电网,实现馈线自动化方式首先是对网络进行优化改造,形成多个环网或“手拉手”线路,使每一用户有二个电源。然后将网络中的环网开关或线路上的分段器按自动化要求改造为可遙控的负荷开关,每个开关配置FTU,建立通信通道并和配电自动化主站系統相连。当线路发生故障时,主站系統依靠FTU的信息操作负荷开关,进行故障隔离和恢复对非故障段的供电。江苏省扬州市区配电自动化系統采用的就是这种方式。

(5) 在上述各种馈线自动化方式下,故障时均会对部分用户造成短时间的停电。对供电可靠性要求高的用户的馈线,可以在第三种配电自动化方式的基础上进行改进,即将环网柜中的负荷开关改成断路器,在每段线路上加装具有故障电流方向判别元件的简化型差动保护。当某一区段发生故障时,可在毫秒级的时段内进行故障定位和故障隔离,从而使非故障段不停电,不影响其用户供电。这种方式要求相临FTU之间能通过高速通信通道(如光纤通道)进行数据通信,FTU除了常规的功能之外还必须具有保护功能。这种方式最早是在天津华苑工业区采用,系統能保证非故障区段不停电,使供电可靠率达到了国际先进水平。

上述五种馈线自动化方式,以第三、四种方式采用较多,第三种多用于新区和开发区,而第四种则为大多数城市配电网进行配电自动化改造的首选方式。第五种方式是馈线自动化的新模式,很有发展前途。

国内配电自动化技术开发除了开展了上述两方面的工作外,对下列功能亦进行了不同程度的开发和研制工作,其中有的项目已投入实际应用。如配电网管理系统(DMS, Distribution Management System),包括负荷管理LM(Load Management)、自动绘图AM(Automated Mapping)、设备管理FM(Facilities Management)和地理信息系統GIS(Geographic Information System),还有如需方用电管理DSM(Demand Side Management)、变电站自动化系統SAS(Substation Automation System)和远方抄表系統AMR(Automatic Meter Reading)等。

4 我国实现配电系统及其自动化的对策

国外的配电自动化的发展经历了从各种单项自动化林立,号称为“多岛自动化”的配电自动化系统,向开放式、一体化和集成化的综合自动化方向发展的过程。目前已经具有相当大的规模,并且从提高配电网运行的可靠性和效率,提高供电质量,降低劳动强度,充分利用现有设备的能力,缩短停电时间和减少停电面积等方面,均带来了可观的经济效益和社会效益。当然我国配电网自动化应结合我国实际情况,综合规划,逐步实施,而无需遵循国外配电网自动化的发展途径。

在目前提高我国配电自动化水平成为当务之急的情况下,不能一味地追求全面实现配电管理系统(DMS),而是应当在学好输电网自动化发展经验的同时,首先实现一些切实可行的配电自动化功能,并在使用中不断提高系统自动化水平,丰富系统功能,逐步达到配电管理系统的完善和优化。

目前实现配电自动化所需要的技术已经成熟,电力公司所要做的工作是分析本公司配电网所需要的潜在功能,以确定合适的实现方案。值得注意的

是,每个电力公司的配电网都有其特殊性,比如地理环境、范围和规模、管理每式、用户性质等,这往往决定了该公司的配电自动化最佳模式。从技术上讲实现配电自动化已没有任何困难,但还仍面临两个问题:一是供电企业应根据自己的实际情况,寻求一种“性能价格比”较好、符合当代技术发展方向,能够“统一规划、分步实施”,不致因系统发展或技术进步而“推到重来”的系统;二是输电网自动化的许多成熟技术虽然可以借鉴,但配电自动化存在本身的特点,如容量大、故障记录信息、定值远传、远方抄表等,传统的通信规约不能够很好的满足使用要求,因此要尽早提出满足配电网要求的标准化的通信规约,以免造成各制造厂家自行设置的混乱局面。

充实和完善电网运行、运行计划及其优化、维修管理、用户联系和控制这几方面功能,走系统集成之路,向集成化、智能化方向发展;对电力公司来说,配电网是现成的,积极采用数字配电载波技术,提高技术水平,利用各种技术和经济手段,改进对用户的服务,指导用户合理、经济用电,鼓励用户参与和配合电力企业对供用电进行管理和控制。

参考文献:

- [1] 陈堂,赵祖康,陈星莺,胡大良编著[M]. 配电系统及其自动化技术. 中国电力出版社, 2002.
- [2] 杨奇逊. 配电网自动化及其实现[M]. 供用电, 2001.4.

Analysis on Electricity Distribution System and its Automation Technology of China

CHU Xiao-rui , LU Rui

(Xichang College , Xichang 615013 , Sichuan)

Abstract : With analysis on process of the development of Chinese electricity distribution system and its automation technology , this paper put forward countermeasures of realization of electricity distribution system and its automation technology which is based on information technology.

Key words : Electricity Distribution System ; Automation Technology ; Countermeasures