

配电自动化系统综述

孙德胜¹, 郭志忠¹, 王刚军², 李江林²

(1. 哈尔滨工业大学, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

【摘要】 分析了国内外配电自动化的研究与发展情况,对配电自动化各组成部分要实现的功能、需要配备的元件做了介绍。最后,文章还提出了配电自动化软件设计的建议。

【关键词】 配电自动化; 变电站自动化; 馈线自动化; 环网供电; 负荷监控

1 概述

配电自动化系统(DAS)是包括110/10kV变电站(部分地区有66/10kV变电站,农村地区有35/10kV变电站)的10kV部分,10kV馈线以及从10kV馈线到用户端的全部配电系统元件的综合自动化系统。其目的就是要提高供电可靠性,实现安全、经济和优质供电。

配电系统实现自动化的观点很早就有人提出,但它的实现一直受到配电设备和计算机技术的限制。到90年代,随着计算机软硬件水平的提高和配电一次设备的成功开发,配电自动化的发展取得了前所未有的成就。特别在美国和日本,配电自动化已经发展到较高阶段,研究技术正在逐步推广。美国注重配电系统的综合发展,日本从配电自动化元器件开发起步,在配电自动化领域都取得了较大的成绩,在网架结构、营业管理、通讯系统和计算机网络等方面都处于世界领先水平。例如,日本在50年代的送配电损耗约为25%,到80年代已经降低到5%。然而,我国配电自动化的发展却仍处于起步阶段,水平较低。长期以来,在电力系统的发电、输电和配电三个环节中,我们只注重发电和输电,过分忽视了配电在电力系统生产中的重要性,以往我国发电和配电投资比为1:0.12,而在许多发达国家发电和配电投资比为1:0.6~0.7,远高于我国。随着发电和输电技术的提高,落后的配电技术对电力系统的影响日趋明显。进入90年代后,配电自动化在我国逐渐得到各电力企业和研究单位的重视。例如目前,广州电力局采用电科院研制的监控系统,从国外引入开关设备,对10kV馈线开关实现遥测和遥信,并利用程控电话实现抄表自动化;上海市东供电局在10kV出线上安装我国自己研制生产的故障指示器、重合器、带自动操作机构的环网开关,实现自动隔离故障和恢复供电,同时在三座居民楼内安装380V

电力载波自动抄表系统,在浦东金桥-藤田工业区实施配电自动化试点工程;北京供电局在三条10kV配电线路上安装11台柱上自动分段器,与变电站站内重合闸配合,构成故障自动隔离系统,同时在18台柱上变压器安装电力电容器和综合测试仪,实现遥测和遥信功能;重庆电业局在配网线路上安装了1280台负荷控制装置,实现负荷监控。近年来,山东、南京、北京、深圳等地区的多家科研单位在配电网监控系统(SCADA)、通讯系统以及负荷控制等方面取得了突破性进展,并已经投入试点工程。我国在配电网自动化设备方面的开发研究也取得了较大的进步,如短路故障指示器、重合器、分段器、各种开关和监控装置等,而且这些设备、装置在相应试点已投入使用。然而,由于我国配电网点多、结构复杂、分布广,即使已经取得了一定的成绩,配电自动化在我国的发展,乃至推广仍然有很大的困难。当前,限制我国配电网自动化发展的主要因素有:

我国各研究单位和电力企业对配电网自动化研究没有统一,都是自成一片,不相往来,甚至连配电网自动化的含义都未达成一致意见;

在我国,配电网自动化实施成功的记录几乎还是零,没有成功范例可以借鉴,而且缺乏资金投入;

我国自产的一次设备,如:各种断路器、开关等,总体水平还较低;

许多研究单位缺乏科研资金,许多电力企业找不到合适的试点区域。

2 配电自动化系统

根据配电自动化含义,借鉴国外的经验,综合分析我国配电自动化系统需要实现的功能,可以初步确定配电自动化的研究内容,包括:

变电站站内自动化;

馈线自动化;

自动抄表计费;

配电网分析软件;
配电网地理信息系统(GIS);
数据库管理。

2.1 变电站站内自动化

早期的变电站由于设备性能和计算机软件、硬件技术的限制,保护与遥控、遥调功能分别集中实现。这种结构需要较大的站内空间和大量的二次设备,需要投入的资金多。目前由于设备抗电磁干扰、耐温和抗腐蚀等性能的提高以及计算机技术的飞速发展,变电站的保护和控制等装置可以集结,按空间划分单元,不仅节约了站内的大部分空间,而且还可以节省大量的二次设备,如电缆,监视装置等。现在,大多数变电站都采用这种分布式结构。

变电站是整个配网运行所需数据的主要来源。因此变电站最重要的功能就是数据的采集、处理和传送,同时还要具备对站内设备的监控,对流入配网的电能进行测量和监视的功能。目前,我国已经有能力实现变电站自动化,实现变电站无人值班。但是,配电自动化所包含的变电站站内自动化不再是一个独立的部分,必须和整个配电网相联系。这样,就要求变电站的站内自动化功能更广、更强。文献^[1]介绍的银川城区在配电自动化工程中基本实现了对变电站 10kV 部分的遥测和遥信功能,例如对 10kV 馈线断路器进行遥信、对母线电压、线路电流、功率进行遥测,对流入配网的电能进行监视和测量等。这样,变电站站内自动化和馈线自动化紧密配合,当线路发生故障时,站内 10kV 馈线出线断路器和线路的分段器配合动作,能够迅速隔离故障,恢复供电。

2.2 馈线自动化

国内各电力企业都是从安装一些新型开关、智能元件,并配备相关功能来实现馈线自动化技术。例如,石家庄电业局从日本引进 5 台 DM 柱上开关及控制装置,分别安装在 10kV 馈线和 10kV 联络线上,能够隔离故障和恢复供电。这些开关元件具有代表性的有:重合器、分段器、环网开关等。分段器是一种智能开关。重合器是一种具有记忆功能的断路器。分段器等智能开关的应用实现了馈线的分段化,与重合器配合能够有效地隔离事故,恢复对无故障区域的供电。以日本东芝生产的智能开关为例来解释其工作原理。

PVS 为柱上真空开关,SPS 具有为 FDR 提供工作电源的变压功能,FDR 为事故监测部分。FDR 能探测到开关处的电压变化,当发生永久性故障时将

开关断开,恢复供电时能够使开关重合。

馈线自动化需要具备故障诊断、隔离和恢复供电,数据采集、处理和传送以及负荷检测等功能。馈线自动化的目的就是要提高供电的可靠性。其重要特征是实现环网供电。目前,许多发达国家已经实现多环供电。我国要实现配电自动化,就必须大力改造旧网结构,新建环网,逐步以单环代替辐射状供电,最后实现多环供电。上海浦东金藤工业园引进 9 台产于法国附有 FTU 的环网开关柜,建设环网供电,目前已经建成 A 环和 B 环。利用环网供电,可以在隔离事故的同时恢复故障区域的供电。环网供电原理如图 2。

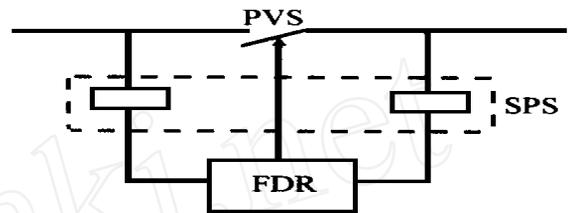


图1 智能开关

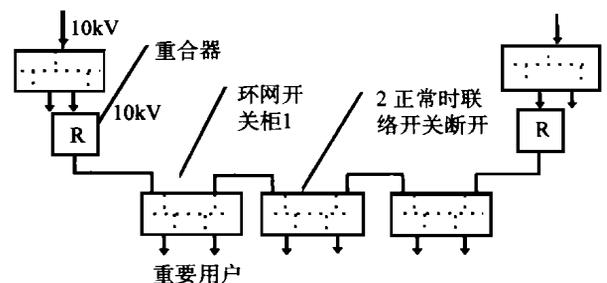


图2 环网供电

当环网开关柜 1 与 2 之间发生永久性故障时,1 和 2 柜内开关动作隔离故障。之后,2 内联络开关闭合,由另一条馈线恢复对故障区供电。

根据各地建设负荷控制的经验,在 10kV、380/220V 馈线端口、馈线分支、配变出线处装设功率表,对负荷进行测量,并定时将负荷信息通过信道传送。负荷监测的主要目的是削峰填谷、平衡配网负荷。全国各电业局和单位在负荷监控方面投入了大量的资金、积累了丰富的经验。但随着发电量的飞速增加以及发电、输电技术的成熟,负荷的监控与其它功能系统比较,已经不再象先前那样重要。

2.3 自动抄表计费

随着城市规模的发展,抄表收费给电力系统的生产带来越来越大的困难。手工抄表收费不仅浪费

了大量的人力资源,而且会产生各种差错,给电力企业带来经济损失。国内已有多家企业实现了自动抄表计费,例如在前面提到过的上海市东供电局已经在三座居民楼内安装了380V电力载波自动抄表系统,石家庄电业局也实现了远程抄表。而且郑州、石家庄等地已有多家单位研制成功了自动抄表计费系统。自动抄表计费系统的基本原理可参照图3。自动抄表计费的实现无疑会为电力系统注入新的活力,但城网、农网情况复杂,会给自动抄表的推广带来很大困难。

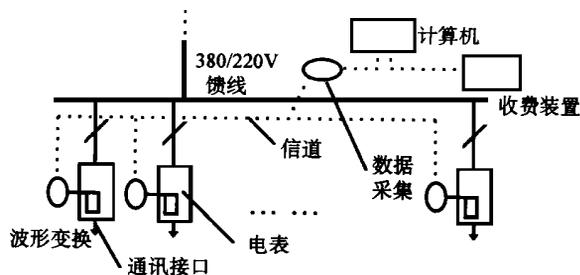


图3 用户端计费系统

2.4 配电网分析软件

配电网具有闭环设计、开环运行的特点,它以馈线为单位呈辐射状分布,电压等级低(10kV、380/220V),馈线分布错综复杂。配电网分析软件是利用当前先进的计算机软件、硬件技术,以智能化技术代替传统的手工操作与控制,对全网的运行进行管理,极大地提高了供电效率、节约电能和保证了供电的可靠性。根据各地配电网的特点和实施配电自动化工程的经验,配电网的分析软件应包括:

- 配电网网络建模和拓扑;
- 负荷建模和校准;
- 配电潮流;
- 配电网状态估计;
- 配电网无功优化与补偿;
- 网络结构优化和重构;
- 调度员的仿真培训。

由于各地配电自动化开展时间较晚,硬件设备水平比较落后,配电网高级分析软件的应用刚刚起步。但随着软件功能的进一步完善,高级分析软件必将发挥应有的功能。

2.5 配电网地理信息系统(GIS)

配电网地理信息系统以直观的地理图形为用户提供整个配电网各地区、各变电站、馈线的配置资料和信息资料,极大地方便了管理人员的查询和管理

工作,实现对配网的查询监视。各地在开发配电自动化的过程中,都比较重视GIS的开发。档案管理、信息管理图形化是自动化建设的重要部分。目前,已经有很多单位开发成功了功能强大的地理信息系统,实现了图符与数据库的动态关联,与其它显示方式(如单线图、示意图等)的交叉、叠加,图形编辑,图形的动态着色等功能。

2.6 数据库管理

配电网和输电网相比,具有分布范围广、元件繁多、网络复杂等特点,这就决定了配电网处理的数据在数量上远远比输电网多,在所含无用信息、错误信息等方面比输电网更复杂。由此可见,数据库管理虽然并未作为配电自动化系统的一个独立功能,但它是整个配电自动化系统的基础,数据库管理水平的高低直接决定配电自动化系统性能的好坏,因此数据库管理系统开发是配电自动化工程的关键,值得投入充足的人力和资金。根据各地开发的经验,完善的数据库管理系统应具有:

- 1) 支持多用户访问,能够与配电操作进行动态数据交换,访问速度、查询速度要满足系统要求;
- 2) 数据库要有满足范式的关系型数据结构。库之间的关系、库的结构要尽可能简单;
- 3) 数据冗余少,具有数据恢复功能;
- 4) 具有图形化的数据输入工具,最大限度减少手工输入。

3 建议

对于配电自动化系统的管理系统和应用软件,这些功能块应具有模块化的特点(如软件可以设计成控件),如SCADA系统、故障诊断系统、配电网网络分析软件等都可以设计成为相互独立的功能模块,各个模块间,以及与平台都有良好的接口。配电自动化的实现与实际配电网的规模、配电网所在地域以及当地的经济情况、工程的投资情况密切相关,开发的这种“即插即用”功能块可以根据其情况提供所需功能,逐步实现配电自动化。

4 结论

综上所述,配电自动化是由变电站自动化、馈线自动化、地理信息系统等构成的综合自动化。只有对配电自动化有了全面的认识,总结经验,发挥各家所长,才能由点到面,逐步在全国各地实现、推广。

(下转第13页)

5 结论

本文提出的利用一端电压电流和另一端电流(或电压)的双端输电线路故障测距算法其特点如下:

(1) 双端数据采样不必同步。对单相接地和相间短路故障,可以准确求出两侧不同步角,且不受测量误差的影响;对两相短路接地故障,可近似求出不同步角,其误差满足定位要求,且受测量误差的影响很小。

(2) 采用了分布参数模型,考虑了对地电容的影响,测距方程不受过渡电阻的影响。

(3) 算法所用到的信息量为本侧电压电流和对侧电流(或电压),需要传递的信息少,根据现有的条件,可以实现实时测距。

[参考文献]

- [1] 胡帆,刘沛,程时杰. 高压输电线路故障测距算法仿真

研究. 中国电机工程学报, 1995, 15(1): 67 ~ 72.

- [2] 董新洲,葛耀中. 一种使用两端电气量的高压输电线路故障测距算法. 电力系统自动化, 1995, 19(8): 47 ~ 53.
- [3] Grgis A A, et al. A new fault location technique for two - and three - terminal lines. IEEE Trans, 1992, PWRD - 7(1): 98 ~ 107.
- [4] Damir Novosel, et al. Unsynchronized Two - Terminal Fault Location Estimation. IEEE Trans, 1996, PWRD - 11(1): 130 ~ 137.
- [5] 束洪春,陈学允,许承斌. 多端辐射状输电线路故障测距的一种实用算法. 电力系统自动化, 1998, 22(2): 21 ~ 25.

收稿日期: 1998—11—02

作者简介: 孙立山(1964 -),男,讲师,博士生,研究方向为电力系统故障测距; 陈学允(1934 -),男,教授,博导,研究方向为电力系统分析与控制、电力系统自动化技术及智能技术在电力系统中的应用。

DEVELOPMENT OF A FAULT LOCATION METHOD FOR USING ONE TERMINAL VOLTAGE CURRENT AND ANOTHER TERMINAL CURRENT(OR VOLTATGE)

SUN Li-shan, CHEN Xue-yun

(Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract This paper presets a new fault location method using one terminal voltage current and another terminal current (or voltage) based on distributed parameters line model. The two terminal data sampling unsynchronized angle can be acquired according to fault type. The method can precisely location for unsymmetrical fault and exclude the influences of fault resistance, system operation condition. The digital simulation verifies the high accuracy and applicability of provided algorithm.

Key words fault location; distributed parameters; two - terminal transmission systems

(上接第 3 页)

[参考文献]

- [1] 刘健,倪建立,陈源等. 银川城区配电网自动化系统. 电力系统自动化, 1998, 8(8).
- [2] 叶世勋,张步林,叶曦,潘华明,汪政. 金藤工业园配电网自动化系统及其技术讨论. 电力自动化, 1988, 8(8).

收稿日期: 1998—10—20

作者简介: 孙德胜(1975 -),男,哈尔滨工业大学电力科学研究所,硕士研究生,从事计算机在电力系统中的应用及配电自动化的研究; 郭志忠(1961 -),男,哈尔滨工业大学电力系统及其自动化教研室主任,教授,博士生导师; 王刚军(1969 -),男,许昌继电器研究所自动化室设计员,硕士,从事电力系统调度自动化及监控系统平台的设计研究工作。

SUMMARIZATION ON DISTRIBUTION AUTOMATION SYSTEM

SUN De-sheng¹, GUO Zhi-zhong¹, WANG Gang-Jun², LI Jiang-Lin²

(1. Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China; 2. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract This paper analyzes the international and national conditions about research and development of Distribution Automation. At the same time it introduces the functions and elements of Distribution Automation. At last, the paper puts forward some advice in dividing software.

Keywords distribution automation; transformer substation automation; feeder automation; power supplying in net - loop; load monitoring and controlling