

# 配网自动化的基础建设及应用

毛萍

(德阳电业局,四川 德阳 618000)

**摘要:**针对大中城市配电网越来越复杂,配电出线越来越多,如何对10 kV配电网线路进行检测和控制,是实现配网自动化关键所在。针对德阳市目前城市电网现状并结合城市电网建设规划,重点阐述了配网自动化主站层、子站层及其终端层在德阳局的基础建设和应用。

**关键词:**配网自动化;主站层;子站层;终端层

**Abstract:** Aiming at more and more complicated distribution network in large and small cities, and more and more distribution outgoing lines, how to detect and control 10 kV distribution network is the most important technique to implement distribution automation. Based on the present condition and construction planning of distribution network in Deyang, the infrastructure construction and application of main station layer, sub-station layer and its terminal layer of distribution network are described.

**Key words:** distribution automation; main station layer; sub-station layer; terminal layer

中图分类号:TM76 文献标识码:B 文章编号:1003-6954(2008)01-0057-04

随着国民经济的飞速发展和人民生活水平的提高,对供电质量和可靠性也提出了更高的要求。大规模的两网改造结束以后,配电网的布局得到了优化,但要进一步提高配电网的可靠性,还必须全面实现高水平的配网自动化。

实际上,近几年来中国许多地区已经在不同层次、不同规模上进行了配网自动化的试点工作,也取得了一定的成绩。笔者的单位与东方电子、珠海许继等相关企业合作,在德阳市城区范围配备了闭环运行方式的配电自动化系统。经过几年的运行证明,系统功能和指标达到了一定的设计要求,具有开创性意义。

## 1 配网自动化的基本问题

尽管中国的配网自动化工作已进入了试点实施阶段,但对于配网自动化的认识仍然众说纷纭,下面仅对配网自动化的概念、范围、任务、可靠性原则进行阐述。

### 1.1 概念

配网自动化指:利用现代电子技术、通讯技术、计算机及网络技术与电力设备相结合,将配电网在正常及事故情况下的检测、保护、控制、计量和供电部门的工作管理有机地融合在一起,改进供电质量,与用户建立更密切更负责的关系,以合理的价格满足用户要求的多样性,力求供电经济性最好,企业管理更为有

效。

### 1.2 范围

110 kV及以下电力网络属于配电网,它包括高、中、低压配电网,要讨论的配网自动化特指10 kV中压配电网自动化。

### 1.3 任务

1)使整个配电网线损降至最小,提供优质的供电质量。

2)在整个配电网事故情况下,系统能适时分析确定事故原因,排除因瞬间故障造成的不必要的停电事故;对于永久性故障,系统将及时分隔故障段,进行电网重构,保障非事故线路段尽快恢复供电。

### 1.4 可靠性原则

实施配网自动化的首要目标是提高配电网的供电可靠性,实现高度可靠的配网自动化系统要遵循原则:(1)具有可靠的电源点;(2)具有可靠的配电网网架(规划、布局、线路);(3)具有可靠的设备(一次智能化开关、二次户外FTU、TTU等);(4)具有可靠的通信系统(通信介质、设备);(5)具有可靠的主站、子站系统(计算机硬件、软件、网络)。

## 2 配网自动化系统的基本构成

配网自动化系统是一项系统工程,它大致可分为三个子系统:配网自动化主站系统;配网自动化子站系统;配网自动化终端。

## 2.1 配网自动化主站系统

主站系统由三个子系统组成:配电 SCADA 主站系统;配电故障诊断恢复和配网应用软件子系统 DAS;配电 AM/FM/GIS 应用子系统 DMS 构成。

1)配电 SCADA 主站系统由前置机服务器(RTU 服务器)、SCADA 服务器、调度员工作站(MMI)、报表工作站、DA 服务器、GIS 服务器等组成。

前置机服务器:它包括若干台前置机服务器。其中一台为主前置机服务器,当服务器出现故障时,从前置机服务器中的一台自动成为主前置机服务器,以保证系统的正常运行,这是由 nap 来完成的。主前置机服务器通过 dater 接收子站通过交换机发送来的数据,由 vcterm 经过规约解释存入当地内存,形成生数据实时共享内存。主前置机服务器通过 rawd 向若干从前置机服务器发送生数据,各从前置机服务器通过 datsrv 接收主前置机服务器发送来的生数据形成自己的生数据实时共享内存。

SCADA 服务器:它包括若干台 SCADA 服务器。其中一台为主 SCADA 服务器,当服务器出现故障时,从 SCADA 服务器中的一台自动成为主 SCADA 服务器,以保证系统的正常运行,这是由 nsp 来完成的。主 SCADA 服务器通过 datsrv 接收主前置机服务器发送来的生数据,经过处理形成熟数据。将形成的熟数据存入内存,形成实时库。同时将形成的熟数据存入硬盘,形成历史库,历史库全系统唯一只有一个。

需要历史数据时,从历史库取数据。取数据的方式有:polling 方式;stream 方式;sql 方式。

整个主站系统为一个局域网,通过交换机或 HUB 连接在一起。

2)为保证配网自动化系统投运后,能够完全满足本系统的技术要求,必须对本系统起至关重要作用的配电故障诊断和恢复功能(即 DA 功能)进行联调测试。在进行 DA 联调测试前,必须保证以下条件完整无误:①主站置库完毕并经反复检查无误;②主站、子站和 FTU 之间的通讯正常;③对要进行 DA 测试的 FTU 进行遥测、遥控、遥信调试,并保证其功能正常;④恢复无故障区段的供电时,必然涉及到变电站出口断路器,因此要对变电站的出口断路器进行遥控测试。另外,在 DA 测试中采用继电保护测试仪模拟故障引起开关跳闸的方式启动配网自动化系统的 DA 功能,完成一次设备的实际动作。

实现故障的自动隔离、非故障区段的恢复可以采

取多种方法,取决于自动化装置的技术特点和整体方案。一般有就地控制和主站远方控制两种方式。就地控制以馈线终端单元(FTU)之间的配合为主,不需要通信通道,通过对线路过流或过压的检测,以及对开关分合闸的逻辑控制实现故障区段的隔离和非故障区段的供电恢复;主站远方控制方式需要有可靠的通信通道,通过主站软件对 FTU 上传信息的分析判断,制定合理的隔离策略和网络重构策略,远方控制配电开关实现故障区段的隔离和非故障区段的供电恢复。

3)配电管理系统 DMS。

(1)从输电系统自动化的发展来看,中国目前已普及了以 SCADA 功能为主的地调自动化系统,但作为更高层次的能量管理系统(EMS)却尚未全面达到,尽管如此,输电系统 SCADA 已经发挥了巨大的作用。由于配电系统较输电网更复杂、更分散,实现综合管理系统水平的配电管理系统(DMS)的难度也就更大。因此,在目前提高中国配电自动化水平成为当务之急的形式下,不能一味求高地希望立即实现 DMS,而是应当学习输电系统自动化发展的经验,首先发展最重要、最实用,也是最能提高配电网自动化水平的配电自动化系统,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层次。

(2)德阳局采用的 DF9100 配电主站系统中的 AM/FM/GIS 是配电管理系统的重要功能之一。它是将地理学空间数据处理、计算机技术与电力系统相结合,为获取、存储、检索、分析和显示电力设备的空间定位资料和属性资料而建立的计算机化的数据库管理系统。其中 AM 为自动绘图,FM 为设备管理,GIS 是地理信息系统,AM/FM/GIS 是配电管理系统 DMS 的基本平台。利用 AM/FM/GIS 集成 DMS 系统,建立统一的 DMS 数据库,为各子系统提供共享资料,从而减少资料的冗余度,保证资料的一致性,提供良好的全图形化的人机界面。地理信息系统 GIS 的引入为电力系统应用提供了全新的表达形式,更具有现实性,更直观易用,并对现有应用进一步扩展,使其具备空间管理、运用能力,实现更高一级的管理。电力 GIS 不同与地理意义的 GIS 系统,应突出电力系统应用的特色,与电力系统的其它应用如 SCADA、DMS 等应用紧密结合,充分考虑数据共享、系统集成等关系,避免不必要的重复建设、接口不标准等潜在的问题和安全隐患,这样才能突出电力系统特别是配网系

统建设 GIS 的优点和特色。

(3) 配电地理信息系统 GIS 与配电 SCADA 系统互联, 使实时数据在地理信息图上显示并为 GIS 的空间分析子过程提供数据, 德阳局配网 GIS 与 SCADA 实时数据同步。

配网 GIS 系统本身就支持 SCADA 实时数据的显示, 但由于 GIS 系统运行在德阳局办公自动化 10 网段上, 而 SCADA 系统运行在 191 网段上, 目前为了实现 GIS 系统的实时显示, 利用 WEBSRV (双网卡设置 191 和 10 段 IP) 机器作为 SCADA 实时数据转发服务器, 10 段的 GISSRV (10 网段的 SCADA 服务器) 作为 SCADA 实时数据接受服务器, 利用转发程序实现两个不同网段的实时数据同步。

## 2.2 配网自动化子站系统

因为配网监控设备点多面广, 配电 SCADA 系统的系统测控对象既包含较大容量的开闭所、环网柜, 又包含数量较多、分布较广的柱上开关, 不可能把所有的站端监控设备直接连接到配电主站, 因此必须增设中间一级, 称为配电子站 (SUB-STATION), 由其管理其附近的柱上开关、开闭所、配电站端监控设备, 完成“数据采集器”、馈线监控、当地监控及馈线重合闸的功能; 并将实时数据转送配电主站通信处理器, 这样既能节约主干通道又使得配电自动化主站 SCADA 网络可以继承输电网自动化的成熟成果。德阳市的配电子站设置在为该配电网供电的 110 kV 变电站内。这种方式适合于配电网比较狭长并且主变电站到配网自动化主站具有可利用的光纤或其它高性能数据通道的情形。配电子站实际上是一个集中和转发装置, 一般采用工业控制 PC 机和多路串行口扩展板构成。它与柱上开关控制器 (FTU) 采用面向对象 (开关) 的问答规约, 允许多台 FTU 共用一条通道, 配电子站既要通过查询各 FTU 收集现场信息, 并存入实时数据库中, 又要根据数据库中的值向配电 SCADA 系统上报信息。德阳局采用的 DF9200 子站系统具有以下特点。

首先它最多可以配置 42 个通讯端口, 用于与配电站端、配电主站及其它智能设备通讯, 收集户外配电站端或其它智能设备的实时信息, 转发到配电主站, 将配电主站的控制信息转发至配电站端; 收集馈线远动站端信息, 完成故障识别、故障隔离和恢复供电的功能; 具有设备自诊断和远方诊断功能; 具有通道监视功能; 具有与两个以上主站通讯功能等。

其次通信规约丰富, 支持目前流行的所有规约, 目前德阳电业局的 DF9200 子站与珠海许继 FTU、TTU 的通信用到了 DNP3.0 规约; DF9200 子站与东方电子配网主站的通信用到了 IEC104 规约。

## 2.3 配网自动化终端

城市配网自动化终端负责对城域所辖的柱上开关、开闭所、环网柜、配电变压器等进行监控, 既要实现 FTU、TTU 等的三遥功能, 又要实现对故障的识别和控制功能, 从而配合配网自动化主站及子站实现城区配网运行中的工况检测、网络重构、优化运行以及配网故障时的故障隔离和非故障区域的恢复供电。

为本系统配套的 WPZD-110 型 FTU, 其容量为 9 路遥测量, 8 路遥信量, 4 路遥控量, 具有与上级站通讯的 RS-232 接口, 也有与下级站通讯的 RS-485 接口。其主要功能有: 数据采集和处理, 远方控制与当地控制, 故障识别、故障隔离和负荷转移, 接受远方指令及转发采集的数据信息, 具备相适应的通信功能等。

德阳市城局配电网采用环网结构, 电源取自馈线的不同母线, 按闭环方式运行。配电网络的构成有电缆和架空线路两种方式。其中架空线路双电源手拉手供电是以往最基本的形式。线路主干线分段的数量取决于对供电可靠性要求的选择。理论上讲, 分段越多, 故障停电的范围越小, 但同时实现自动化的方案也越复杂。那么要实现系统对各段的故障能够自动准确识别并切除, 且最大限度缩短非故障区域的停电时间的愿望, 也就更有难度。而电缆网络多采用具有远方操作功能的环网开关, 对一次设备和通信系统的要求高, 同时前期的资金投入也就高, 适合于经济较发达的城区。随着经济和城市建设的快速发展, 城市的架空线不仅影响城市形象, 对提高配电网自动化供电可靠性也有一定的影响, 四川省的城网改造工作分两批启动, 对德阳市而言应抓住这个契机, 在综合考虑目前的资金、长远的发展规划和产生的长期经济效益等因素后, 应加大 10 kV 配网线路改造工程的力度。2007 年年初德阳市城局配网改造工程共投入资金 2700 多万元, 计划完成旌南片区、河东、河西、城南、城北片区等 11 条线路的改造, 旨在优化城市配电网, 改善电网基础, 解决 10 kV 线路过载问题, 缓解德阳市未来几年用电紧张局面, 截止 2007 年 6 月德阳局已完成了 10 kV 德东二路、10 kV 旌庐西路新建工程的投运, 共完成导线架设 42 km, 电缆敷设 15

km, 改造新立杆塔 400 多基。

### 3 通信

配网自动化的通信包括主站对子站、主站对现场终端、子站对现场终端、子站之间、现场终端之间的通信等广义的范围。通信是实施配网自动化的一个重点和难点, 区域不同、条件不同, 通信方案也多种多样, 主要有光纤、有线电视、电力载波、微波、扩频等, 但就目前配网自动化技术不够成熟的情况下, 采用混合通信方案是比较符合实际的原则。德阳局实现的方案为: 主站与子站之间采用单模光纤, 并以光纤以太网方式相连, 通过协议转换器、交换机等实现主站与子站的通信; 子站与干线上的 FTU、开闭所、环网柜之间采用单模光纤, 通过光纤双环相连(采用单模双发双收的光 MODEM)实现带自愈的双环通信。正常情况下, 只有一个环路在使用, 当发生故障时, 光端机能自动检测故障点, 启用第二个环路完成通信, 正常装置仍能保持通信畅通和链路完好。

### 4 配网自动化实施中应注意的问题

1) 配网自动化的实施涉及的部门多, 投资大, 是一项系统工程, 因此配网自动化的规划是必不可少的, 必须结合当地配电网的发展规划, 制定详细的配网自动化的实施计划, 整体考虑, 分期分批实施, 同时要和企业内部信息化建设相协调。另外, 从供电局的实际需要和发展需求出发, 目前的配网自动化系统应该实现配(网)调(度)合一的设计, 技术上统一平台, 管理上易于维护, 经济上节约资金, 同时也奠定了

将来电力企业信息化的基础。在实施过程中, 注重已有的调度自动化的升级改造与建设配网自动化统一考虑, 新上调度自动化与建设配网自动化统一考虑。

2) 配电线路设备的户外运行环境, 对开关设备、配电终端设备等提出了更高的要求, 必须考虑雷击过电压、低温和高温工作、雨淋和潮湿、风沙、振动、电磁干扰等因素的影响, 在开关的外绝缘材料、电子设备的设计、元器件的筛选等方面应综合考虑其性价比。此外, 配电自动化系统中的站端设备进行远方控制的频繁程度比输电网自动化系统要高的多, 因此要求配电自动化系统中的站端设备具有更高的可靠性。

3) 配电终端设备中的电源用于控制开关动作, 正常情况下从线路中取得, 线路失电后的后备电源应具有较高的可靠性。

4) 在实施配网自动化后, 降低了运行人员的劳动强度, 提高了劳动效率, 使运行人员对网络的运行状况掌握得更全面更快捷, 为供电企业创造更好的经济效益和社会效益。配网自动化的实施, 改变了配电网传统的运行管理方式, 但对运行人员提出了较高的要求。

### 5 结束语

经济的发展对配电网自动化提出了更高的要求, 配电网自动化也是电力系统现代化发展的必然趋势。技术在发展, 需求也在提高, 应参照发达国家和地区的经验, 结合实际情况, 综合考虑近期与远期、全局与局部、主要与次要的关系, 进一步设计开发出先进、通用、标准的配电网自动化系统, 对电力市场的发展具有重要意义。  
(收稿日期: 2007-11-20)

(上接第 4 页) 经济效益, 输送大容量的电能到各种长度的远距离外的受端系统。这是一个值得关注并具有中国自主知识产权的课题。

#### 参考文献

[1] Oille I. Elgerd. Electric Energy System Theory, WcGraw - Hill, 2 nd Edition, 212-214.  
[2] 舒印彪. 我国特高压输电的发展与实施[J]. 中国电力, 2005, (8): 9-12.  
[3] 滕福生, 滕欢. 面向波阻抗的长距离输电研究[J]. 电网

技术, 2007, (31)6: 70-72.

[4] J. Yang, M. D. Anderson. PowerGraf: An Educational Software Package for Power Systems Analysis and Design. IEEE Transaction on Power System, 1998, (13)4: 1205-1210.  
[5] 冯全跃, 李广泽. 动力工程师手册[M]. 西北电力设计院, 1992, 211.

(收稿日期: 2007-11-18)

#### 作者简介:

滕福生(1929-), 教授, 博士生导师, 长期从事电力系统和长距离输电的教学、科研和工程技术工作。