

# 国内配网自动化综述

徐腊元 中国电力科学研究院(100085)

摘要: 本文介绍了配网自动化实施的必要性、功能,重点论述 10kV 配网自动化的内容和实施须注意的问题。

关键词 配网自动化 馈线自动化 SCADA 实施

## 1 引言

配网自动化就是利用现代电子技术、通讯技术、计算机及网络技术,实现配电系统正常运行及事故情况下的监测、保护、控制和配电管理的现代化。随着国民经济的高速发展和改革开放的深入,电力用户对电能质量和供电可靠性的要求越来越高,电压波动和短时的停电都会造成巨大的损失。因此,需要结合电网改造在配电网中实现配电自动化,以提高配网的管理水平,为广大电力用户不间断的提供优质电能。

通常,110kV 及以下电力网络属于配电网,其中 35kV 及以上属于高压配电网;1kV 及以上属于中压配电网;380/220V 属于低压配电网。本文要讨论的配网自动化特指 10kV 中压配电网的自动化。

## 2 配网自动化的内容

配网自动化的功能应包括配电网的数据采集与控制(SCADA),馈线自动化(FA,即故障定位、隔离、非故障区段的供电恢复)、负荷管理、地理信息系统(AM/FM/GIS)、配电应用分析(PAS)等。配网自动化系统的特点是:①信息量大;②在线分析和离线管理紧密结合;③应用分析和终端设备紧密结合;④一次设备和二次设备紧密结合。本文认为配网自动化系统的建设应包括以下五方面:配电网架规划、馈线自动化的实施、配电设备的选择、通信系统建设和配网主站建设。

### 2.1 配电网架规划

合理的配电网架是实施配电自动化的基础,配电网架规划是实施配电自动化的第一步,配电网架规划应遵循如下原则:

- (1) 遵循相关标准,结合当地电网实际;
- (2) 主干线路宜采用环网接线、开式运行,导线和设备应满足负荷转移的要求;
- (3) 主干线路宜分为 3~5 段,并装设分段开关,分段主要考虑负荷密度、负荷性质和线路长度;
- (4) 配电设备自身可靠,有一定的容量裕度,并具有遥控和智能功能。

### 2.2 馈线自动化的实施

配电网中的停电包括两部分:检修停电和故障停电,提高供电可靠性就是要在正常检修时缩小因检修造成的停电范围,在发生故障时,减小停电范围,缩短停电时间。这就要求对具有双电源或多电源的配电网,在

进行检修时,只对检修区段进行停电,通过倒路操作给非检修区段进行供电;故障时快速的对故障进行定位、隔离、恢复非故障区段的供电。

配电网的构成有电缆和架空线路两种方式。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,适合于经济发达的城区;对于大多数县级城市,配网改造必须综合考虑资金和效果两个因素,采用以重合器、分段器和负荷开关为主的架空网络方案比较合适。其中,架空线路双电源手拉手供电是最基本的形式。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。在手拉手供电方式下,要求系统对各分段的故障能够自动识别并切除,最大限度缩短非故障区域的停电时间。

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,通过对线路过流或失压的监测,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。

### 2.3 配电设备的选择

在配网自动化系统中,配电设备应包括一次设备——配电开关,二次设备——馈线远方终端(FTU)、配变终端单元(TTU)等,以及为一、二次设备提供操作电源和工作电源的电源设备。

实施配网自动化,必须以重合器、分段器、负荷开关等具有机电一体化特性的自动配电开关设备为基础,在架空线路上作为分段和隔离故障用的开关应该具有免维护、操作可靠、体积小和安装方便的特点,并且能适应户外严酷的环境条件。

馈线远方终端(FTU)用于采集开关的运行数据、控制开关的分合,为了达到“四遥”功能,必须具有通信功能。

配变终端单元(TTU)用于采集配电变压器低压侧的运行数据,控制低压电容器投切用于无功补偿,通信

的实时性要求低于 FTU。

开关的操作电源和 FTU 的工作电源要根据配电网网络和设备的具体情况确定,可以从 380/220V 低压网络直接取得,也可以从 10kV 线路通过互感器获得;采用蓄电池或 UPS 作为后备电源,也可以从其它配电线路获得后备电源。

需特别注意的是,配电设备都在户外布置,其工况条件恶劣,必须达到特定的运行环境要求,否则实施配电自动化不但无法提高供电可靠性,还会降低供电可靠性。

#### 2.4 通信系统建设

通信系统是主站系统与配电网终端设备联接的纽带,主站与终端设备间的信息交互都是通过通信系统完成,因此必须有稳定可靠的通信系统,才能实现配电自动化的功能。通信方式有:光纤通信、电力线载波、有线电视、无线扩频、借助公众通信网等多种。配网自动化系统的通信具有终端设备多,单台设备的数据量小,实时性要求不同的特点,因此应因地制宜,根据当地环境和经济条件确定合理的通信系统,同时要考虑调度自动化通信系统的建设。一般的,城区 10kV 主干线路采用光缆通信,建成光缆主干网,用于配电开关和主站间的实时通信;城区 10kV 分支线路、变台监控、无功补偿等采用有线通信,就近接入光缆主干网或采用其它通信方式。

#### 2.5 配网主站建设

配网主站是整个配网自动化系统的监控管理中心,应完成以下功能:

(1) 配电网实时数据采集与控制(SCADA):通过终端设备和通信系统将配电网的实时状态传送到主站,在主站对配电网进行远方监视和控制,与调度自动化类似。包括配电开关的状态,保护动作信息,运行数据等。

(2) 提供主站控制方式下的馈线自动化功能,用于完成线路故障的快速定位、隔离和非故障区段的供电恢复,要求适用于各种复杂的网络。

(3) 配电地理信息管理(AM/FM/GIS):以地理图为背景对配电设备、配电网络进行分层次管理,包括查询、统计等。

(4) 配电网应用分析(PAS):对 SCADA 系统采集的运行数据进行分析计算,为调度员提供辅助决策,包括:网络拓扑、状态估计、潮流计算、网络重构、无功优化、仿真培训等。配电网具有与输电网不同的特点,因此配电网应用分析的算法与能量管理系统(EMS)有所不同。

(5) 与其它应用系统(如 MIS 系统)接口:根据生产和管理的要求,配网主站系统需要与其它应用系统交换数据,给供电企业内部其它部门提供配电网的信息。

配网主站的建设应遵循统筹规划分步实施的原则,

在规划时要考虑系统的安全可靠、实用和易于扩展。配网主站管理的对象是配电线路中的设备,而调度管理的是变电所内的设备,两者结构类似,因此从投资和系统投入运行后维护管理的方便性考虑,对于县级电网宜考虑配调一体化的主站设计方案。

#### 3 配网自动化实施中应注意的问题

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 and 供电企业内部信息化建设相协调。

在实施配网自动化后,降低了运行人员的劳动强度,提高劳动效率,使运行人员对配电网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。

配网自动化不同于调度自动化和变电所自动化,配网终端设备均为户外运行,这就要求所选择的设备具有抗高温、抗低温、防凝露、抗风沙和抗老化等能力,配网自动化系统的测控对象多,设备数量巨大,因此要考虑设备的性价比。

进行通信系统建设时,需要和调度自动化的通信系统相结合,统筹考虑。有些地区已建成包括调度主站和变电所的光纤通信网,配网自动化系统就可以利用已有的通信通道,就近接入变电所以节省投资;有些地区的通信系统不太完善,在进行配网通信系统的建设时,应为调度自动化、集中抄表等留有足够的余量。

配电终端设备中的电源用于控制和开关动作,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。

在配网主站的建设中,应注意实用和可扩展。配网地理信息系统的建设应注意配电系统设备分布区域广,管理部门多的特点,宜建立分部门分区域的管理,即建立分布式地理信息系统。配网应用分析(PAS)的实施相对要求比较高,需要有完整准确的配电网参数和历史运行数据,运行人员应具有一定的水平,PAS 是一个实时系统,数据变化快,应经常维护,经常使用,才能使系统免遭淘汰。

#### 4 展望

随着计算机软硬件技术的发展,将会有越来越多的新技术应用于配电网中,配网自动化技术会逐步成熟,为配电网安全高效的运行提供技术保证。随着电力市场的实行,供电企业对配电网运行的安全性和经济性要求越来越高,配网自动化是解决这一需求的必由之路。我们相信配网自动化建设必将为我国的配电网发展做出巨大贡献。

(收稿日期 2004-02-27)