

某城区配电网发展现状分析及自动化方案设计

安文茁

(河南工学院,河南 新乡 453003)

摘要:为解决部分城区配电网自动化水平不高的问题,本文以某市城区配电网为例,分析其自动化发展现状,发现其自动化发展起步较慢,配电网柱上开关中只有10个预留有自动化接口,因此提出主站系统、馈线系统、通信系统、终端设备等方面的自动化方案,旨在为相关工程提供参考。

关键词:城区配电网;配电自动化;主站系统;自动化方案

中图分类号:TM76

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)03-0064-03

0 引言

由于新能源发电接入使得电网结构日趋复杂,而配电网的自动化可以有效地改善电网的稳定性、降低其失效频率、缩小事故影响范围^[1]。在电力系统出现问题时,可以迅速地判断故障的种类和位置,从而大大加快检修速度,减少由于故障而导致的断电事故,并对故障进行详细分析,从而保障配电网稳定运行,让用户享受到更为优质的供电服务,有力推动国内智能电网的建设。

1 配电网自动化系统构成及主要功能

配电网自动化系统中涉及的设备数量众多,且各控制节点分布比较分散,涉及的控制信息也较多,为更好地实现某一区域的配电自动化,可将其分成主站层、子站层和测控终端层。

主站层:对城区的电力系统进行监控和管理。

子站层:用于10kV变电站馈线的自动控制和各类实时数据的传输。

测控终端层:负责对线路、馈线开关、配变等数据进行采集与监控。分为远程终端单元(remote terminal unit, RTU),馈线监控终端(feeder terminal unit, FTU),配电变压器监测终端(distribution transformer supervisory terminal unit, TTU)^[2]。

配电网自动化系统主要包含数据采集与监视控制系统(supervisory control and data acquisition, SCADA),即对变压器、开关进行监控,与FTU及所开发的通讯网路进行数据采集,对配电网中的装置进行监控;此外,该系统还具备馈线自动化、配电工作管理、配电网分析和决策、电量计费、故障检修等功能^[3]。

2 某市城区配电网自动化发展现状分析

2.1 网架概况

该市城区的电力系统包括6kV输电线路、10kV输

电线路,线路总长1085km,供电线路总数约2630条,电力线路的组成包括电缆线路、钢杆线路、混凝土杆线路,现有的电力线路大多是人工开路,采用的辐射供电方式,无法完全该城区生产生活的电力需要。若其中一条线路出现问题,无法自动控制开关,同时电力系统为形成环状网络,一旦出现故障,整个线路都会停电,影响范围大,因此,必须实现配电网的自动化控制。

2.2 配电网典型接线形式

该城区电力系统配电网典型接线方式主要包括辐射型、环网型、多段多联型、双射型4种。

(1)辐射型。辐射式架空线只适合在低负载密度、缺少电源点的郊区。

(2)环网型。分段与联络的数量根据用户数量、负荷性质、线路长度、线路条件等情况确定,通常将线路划分为2-3个区间,线路区段的设定要根据接线方式和负荷的变化适当调整,并以线路末端联络作为首选^[4]。

(3)多段多联型。即在主干线上设置分段开关将线路分为多段,各分段均通过联络线相连。其中一段故障,其他分段线路供电不受影响,供电可靠性高。

(4)双射型。以两个变电所或同一个变电所的多根母线为电源实现,可以更好地保障重点地区的电力供应。

2.3 配电一次设备运行状态

在该市城区配电网中,部分一次设备使用年限长,其中使用年限超过20年的线路总长占到50%,运行设备,如变压器、开关等,使用年限超过20年的分别占到15%、2%。需要根据实际情况更换和升级超过年限的配电线路及设备。

2.4 配电网通信系统现状

经过多年建设,该市已建成一个支持光纤通信、微波通信、通信电缆和电力载波通信的配电网。建立了

由介质冗余协议(media redundancy protocol, MRP)交换网络和数字MRP交换机组成的程控数字交换系统。光通信采用同步数字体系(synchronous digital hierarchy, SDH),容量以155M、622M为主。所有调度交换设备均通过程序控制,采用高频开关电源及免蓄电池。220kV及以上变电站光纤通信覆盖率达到83.33%,110kV变电站光纤通信覆盖率达到75%。阿拉善州通信站通信光缆全长1187.86km。

该市电力局不仅加快了配电网通信网络的建设,还重点升级更新了通信终端。程控交换机由550台增加到780台,220kV变电站配置数字程控交换机。未来程控中心将实现数字光纤网络,提高通信连接速度。

2.5 配电网自动化系统应用现状

该市配电网自动化发展起步较慢。在配电网中的80多个柱上开关中,只有10个预留自动化接口,可实现“三遥”功能。一期配电网自动化项目计划在2022年实现西城区4回线路的配电网自动化,将在西城区特变的4回出线实现电网自动化。结合区域电网特点,即特变周围供电要求通信系统具有高可靠性、良好的电网设计、高负荷密度和良好的施工条件,采用网络保护、集中控制、分布式智能模式进行改造。目前,该市电力局调度自动化系统拥有多年成功运行经验,在管理方面积累了足够经验。

3 城区配电网自动化方案设计

3.1 配电网主站系统设计

与特大城市相比,该市城区面积和人口规模较小。根据地区配电网建设规划、电力需求现状以及建设成本,配电网主站系统设计采用两层结构,主要为主站、配电终端设计结构。主站直接控制配电终端,省去子站层。主站功能实现需硬件支持,按照国家标准,考虑供电可靠性,该城区配电网主站系统硬件如表1所示。

3.2 馈线自动化设计

在分析比较几种馈线自动化引进方式的基础上,结合该市城区配电网现状,对现有两个环路馈线自动化进行如下设计。

3.2.1 就地控制方式

线路故障检测、定位、隔离和重构由本地RTU执行,因此,变电站的10kV出线开关柜必须变更为双重合闸,且动作持续时间必须与终端时间限制匹配。分段开关、联络开关均设定为就地控制模式。整个馈线自动化故障检测过程由RTU终端就地控制,主站仅用于SCADA的常规监测。

3.2.2 就地控制+集中远程控制方式

本地RTU终端只执行故障检测、定位和隔离任务,

表1 区配电网主站系统硬件

设备名称	型号及参数	数量	说明
服务器	SUNFIREF280R	2台	存储、管理各种历史数据、登录信息、用户信息、设备信息、电网管理信息等
磁盘阵列	SUNStorEdgeD1000	1台	—
调度工作站	SUNBlade150	2台	人机交互的主要工具
WEB服务器/网关工作站	IBMX235-86712x	1台	—
前置服务器	MAXSO2	2台	是联系子站与主站的纽带,保证数据的上传下达。
交换机	3C16982	2台	—
Hub	D-LinkDE-816T	1台	—
GPS天文钟	烟台三鑫TD-2000	1台	—
FTU、GIS维护工作站	东芝4600/P31G/256/80G/16DVD	1台	—
机柜	德国威图机柜	1台	—
终端服务器	MAXSO2	1台	—
激光打印机	HP	1台	—

主站负责网络重构。该方式下无须改变变电站出线开关保护,故障隔离仍然基于电压型原理,通过终端就地故障隔离。配电主站收到从终端发送过来的故障信息和开关位置信息后,识别故障区间。在确定故障已隔离的基础上给出网络重构方案,通过主站遥控方式恢复供电。

以该市城区配电网的局直—磷肥环网为例简述就地控制+集中远程控制过程(图1)。

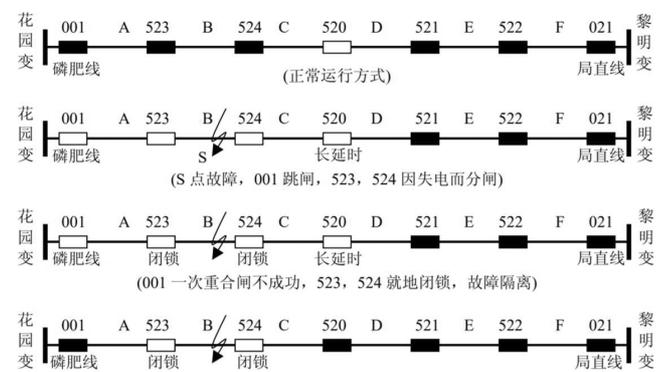


图1 就地控制+集中远程控制过程

正常状态下,联络开关520断开,环网以开环方式运行。当磷肥线S点故障时,花园变电站出线开关001跳闸,磷肥线失电,分段开关523、524因失电自动跳闸。然后出线开关001进行一次重合闸,A段线路通电,523段开关延时合闸。若S点为临时故障,B段线路通电,524段开关延时合闸,系统成功进行一次重合闸,供电恢复。

若S点为永久性故障,且出线开关001为实现一次重合闸,则001再次跳闸,分段开关523因馈线失电自动跳闸。此时,523的故障检测延时未完成,因此锁定在分闸状态;当分段开关523闭合后再断开时,分段开

关 524 因瞬时低电压的作用而反向闭锁,实现故障隔离。出线开关 001 二次重合闸,分段开关 523 闭锁,无法合闸,A 段供电恢复;回路上的 FTU 将采集到的故障前后数据传输到主站,主站馈线自动化软件进行网络拓扑分析,判断故障点是否在磷肥线 B 段。确认故障点两侧分段开关 523、524 锁定在分闸状态,本地 RTU 已实现故障隔离;然后,主站给出网络重构方案并发送远程控制命令使联络开关 520 合闸。由于开关 524 被闭锁,即使馈线带电,合闸也无法完成,至此网络重构完成,供电恢复正常,该控制方式充分利用了配电网光纤通信资源、主站资源,使供电恢复地更快、更可靠,可根据当前的负荷分配情况对网络重构方案进行优化。综上所述,采用就地控制+集中远程控制方式。

3.3 自动化通信系统设计

通信系统是配电自动化系统核心构成,关系到系统的整体性能。通信系统需要确保系统稳定可靠通信,同时具备一定地故障自恢复功能^[9]。

3.3.1 主站、子站之间的通信

配电网主站位于电力局调度中心,子站位于中心变电站内。主站、子站之间的通信通过光纤网络进行。由于主站与子站距离较远,且其间并无继电器,故采用单模光纤通信,传输距离大于 6km,传输速度快,可以满足通信要求。

3.3.2 子站与终端之间的通信方式

目前,城区配电网自动化系统常用的几种通信介质有双绞线、光纤、无线通信、载波等。综合比较不同性能参数、成本,考虑到该城区配电网监测点多、配电面积大,子站与终端之间的通信方式设计如下。

3/4 的子站与 FTU 终端之间采用多模光纤通信。基础通信网采用光纤作为通信介质,可靠性高,故障概率低。光纤通信网的建设成本高于电缆通信、无线通信,但光纤通信网可靠性高,性价比可接受。采用自愈双环网络可保证通信网故障不会导致整个通信网崩溃。由于子站与 FTU 之间形成的通信网中,各通信节点之间距离超过 3km 的情况较少,多模光纤可以满足通信要求,无需单模光纤通信。因此,子站和 FTU 之间可以采用可靠性高、可扩展性好的多模光纤组成自愈光纤环网通信方式。

3/4 的抄表集中器与子站间通信共用子站与主站之间的光纤通信通道。

3.4 支线上的 FTU 终端与 TTU 终端之间的通信采用推荐标准 -485 (Recommended standard -485, RS -485) 双绞线通信方式形成双绞线通信网络,通过光纤环网 FTU 转发方式与子站通信。

3.4 配电网终端设计

采用的配电终端设备需要实现与该城区配电网一次设备的“三遥”功能。

3.4.1 配电终端遥测功能

FTU 或数据传输装置 (Data Transfer unit, DTU) 等配电终端设备采集电压和电流信号,在设备内部进行处理后再通过通信设备向主站、子站进行遥测传送。

3.4.2 配电终端遥控功能

配电终端通过通信网络接收主站、子站传送的遥控信号,接收到遥控信号后,配电终端按执行分合闸等操作^[9]。

3.4.3 配电终端对时功能

配电终端在记录事件时需要配置事件发生的时间信息,因此需要其具备接收主站、子站的对时信号,以记录对时事件。

4 结语

综上所述,社会经济的发展对电力供应提出了更高的要求,配电网自动化改造可以提高供电质量以及整个配电网的可靠性。本文分析了配电自动化系统的主要组成部分和关键技术,根据设计要求,设计了配电网主站系统、馈线自动化和配电自动化系统的通信方案。

参考文献

- [1] 李繁繁,张春辉,白忠明,等.县级城区配电网智能分布式馈线自动化系统研究[J].电脑爱好者(普及版),2021(6):2302-2303.
- [2] 朱培发.中心城区智能配电网建设与改造分析[J].电力系统装备,2019(4):70-71.
- [3] 李根,殷洁.城市配电网自动化系统建设发展和效益分析[J].低碳世界,2019,9(1):142-143.
- [4] 杜吉羽.浅谈中心城区智能配电网建设中最重要环节[J].中国科技投资,2018(4):107.
- [5] 韩琛旭.刍议城区配电网网络自动化管理[J].科学与信息化,2018(14):157,159.
- [6] 李小方,苏华,李丽娜.九江城区配电网自动化建设情况与实践[C]//中国电机工程学会农村电气专业委员会.2018年配电网管理与新技术研讨会论文集.北京:2018年配电网管理与新技术研讨会,2018:315-317.
- [7] 武岳.10kV配电网自动化系统的智能化建设[J].集成电路应用,2021,38(10):192-193.
- [8] 冯洋.智能配电网自动化应用实践的几点探讨[J].内燃机与配件,2018(6):237-238.

作者简介:安文苗(1999—),男,汉族,内蒙古化德人,本科在读,研究方向为电气工程高电压。