

10 kV配电网自动化系统设计与实施

配电网自动化系统通过对配电网运行工况的实时监视和控制,能够迅速进行故障研判,隔离故障区段,缩小停电范围,快速恢复供电,支撑配电网调度运行和抢修指挥。对某项目区域的10 kV配电网自动化系统进行设计分析研究,以期为其他不同地区的10 kV配电网自动化系统设计提供参考。

马益平/国网宁波供电公司北仑运检站 陈士华/国网台州路桥供电公司
方健美/浙江东禾工程设计有限公司

0 引言

随着电力系统的不断发展和电力市场的逐步建立,配电网络的薄弱环节越来越突出,形成了电力需求与电网设施不协调的局面,集中反映在配电网故障后的恢复和处理、配电网负荷转供等问题,这种局面越来越不适应社会需求^[1-3]。

配电网自动化是解决配电网盲调问题,切实提升供电可靠性,提高配电网自愈水平,实现分布式电源灵活可靠接入,建成具备集成、互动、自愈、兼容和优化等特征的智能配电系统,实现配电网精益化管理的有效手段,是智能配电网的重要组成部分^[4-5]。

1 建设区域配电网自动化现状

1.1 网架现状

该系统改造建设区域包括区域1~3共3个片区,全部包括110 kV变电站23座,10 kV线路403条,

开关站、环网单元共计1 396座。

本区域内的电缆线路接线方式主要以单联络、双联络和多联络方式为主。10 kV开关柜主要以SM6和RM6型为主,也有部分的HXGN型和HK型。

1.2 线路运行情况

线路负载率和“N-1”校验是反映配电网运行状况的主要指标。按照2015年7月份线路最大负荷,对中压配电网公用线路平均负载率进行分析,如表1所示。

表1 建设区域内10 kV公用线路负载情况汇总表

变电站	20%以下	20%~40%	40%~60%	60%~75%	75%以上	合计
中山变电站	11	11	5	1	0	28
延庆变电站	9	14	2	1	0	26
马园变电站	6	7	5	2	0	20
文化变电站	5	18	4	1	0	28
车轿变电站	5	6	2	0	0	13
联丰变电站	10	8	9	2	0	29
段塘变电站	5	3	5	1	0	14
宁西变电站	3	4	2	1	0	10
荷花变电站	8	5	5	6	4	28
明楼变电站	7	1	1	4	1	14
民安变电站	9	7	1	0	0	17
大河变电站	7	1	7	2	3	20
幸福变电站	7	10	9	3	0	29
周宿变电站	1	5	4	3	0	13
徐戎变电站	5	5	5	1	1	17
江北变电站	10	4	4	1	0	19
玛瑙变电站	9	6	2	0	0	17
孔浦变电站	5	5	4	2	0	16
林沐变电站			3	1		4
常洪变电站	1	1				2
冬青变电站	10	10	4	1	0	25
宝桥变电站	8	12	7	3	0	30
会展变电站	7	4	1	1	0	13



马益平/高级工程师

关键词/Keywords

配电网自动化·
变电站·
通信·

线路负载率超过75%为重载线路，低于20%为轻载。则本次建设改造区内共有重载线路9回，占线路总数的2.08%，轻载线路为148回，占线路总数的34.26%。针对重载线路的改造已列入某供电公司本年度配电网改造计划。

1.3 典型接线方式

本期配电自动化改造区域内10 kV线路有架空网、电缆网和混合网，公用线路全部采用环网接线，架空线路一般采用手拉手或多分段多联络接线，每条线路分3~5段；电缆网主要有单联络、双联络和多联络等多种接线形式。10 kV分支线或用户进线均为单辐射接线。正常情况下，所有线路均采用环网接线、开环运行的方式，负荷转移时，允许短时间的合环运行。由于架空线路受市政建设等因素的影响较大，宁波地区配电自动化建设主要针对电缆网进行。

表2 建设区域内10 kV公用线路联络情况汇总表

变电站	单辐射	单联络	二联络	三联络	四联络	五联络及以上	合计
中山变电站	0	5	13	7	2		27
延庆变电站	0	5	12	5	4		26
马园变电站	0	3	6	9	1	1	20
文化变电站	0	7	8	11	1	1	28
车轿变电站	0	2	8		1		11
联丰变电站	0	3	12	6	3	4	28
段塘变电站	0	4	3	3	4		14
宁西变电站	0	2	2	1	2		7
荷花变电站	0	2	7	8	6	6	29
明楼变电站	0	3		4	4	3	14
民安变电站	0	4	6	3	1		14
大河变电站	0	3	7	5	2	2	19
幸福变电站	0	3	6	6	8	6	29
周宿变电站	0	5	3	4	1		13
徐戎变电站	0		4	5	2	4	15
江北变电站	0	4	4	5	4		17
玛瑙变电站	0	2	9	2	3		16
孔浦变电站	0	4	4	2	1	1	12
林沐变电站	0		2	1	1		4
常洪变电站	0	1	1				2

由表2可知，建设改造区内联络率达到100%，需对四回及以上线路联络的复杂线路制定优化方案，减少联络。

1.4 配电网自动化建设运行现状

该建设区域配电网发展成熟，负荷稳定，一次设备自动化程度较高，配电GIS、PMS等应用广泛，具备开展配电网自动化的良好条件。

通过配电网自动化试点工程和二期建设工程，该供电公司累计投入专项资金已超过1.2亿元，覆盖范围内建成集成型配电自动化系统。建设内容主要包括网架、一次设备配套改造、主站建设、配电终端建设、配电通信系统建设和信息系统。

(1) 网架和一次设备配套改造

该供电公司已对246条10 kV线路、816座开关站和环网单元进行加装电操机构、辅助接点和CT等自动化配套改造，同时结合城网项目对于网架进行进一步优化梳理，清理部分联络冗余，对部分重载线路进行负荷分流，实现“N-1”，满足馈线自动化等应用需求。

(2) 各主站与系统的建设

1) 通过试点工程已建成一套满足宁波市区配电网信息接入要求、符合IEC 61968/61970国际标准的大型配电主站系统（OPEN3200）。实现DSCADA和馈线自动化等功能，涵盖整个配电网调度指挥业务流程，满足配电调控一体化要求。同时通过二期扩建，完成主站前置升级、完成110 kV站点信息直采主站侧设备采购安装和调试等工作，具备后期扩展对新能源接入、配电网自愈、可视化调度和与用户互动等功能。

2) 优先对电缆线路进行自动化改造，使开关站和环网单元的进线开关、部分重要出线开关实现“三遥”，已建成并投运站所终端（DTU）816套。同时通过信息交互方式接入智能公变终端系统以提高配电测点的覆盖范围，实现出线开关“一遥”或“二遥”。

3) 结合配电网自动化实施建成配电通信网骨干层数据网，接入层采用光纤（PON）、中压载波和无线专网等多种通信方式，满足不同条件站点接入的需要。累计敷设光缆679 km，建成综合网管一套。

4) 按照信息系统“安全分区,网络专用,横向隔离,纵向认证”的防护要求,对配电网自动化所在网络区域与信息内网进行物理隔离,进行了严格的访问、接入控制,所有核心设备都采用双机热备,并采用了双线路,并依据信息安全相关标准,完成了系统控制指令的加密应用。

2 建设区域配电网自动化设计与实施

本次项目建设区域范围内共涉及配电站所444座,新建配电自动化终端444台,光缆约318 km,新增EPON通信设备444套,并实现现有配电网自动化主站功能的升级扩展。

2.1 配电网一次网架及设备设计方案

本项目建设区域范围内共涉及配电站所444座,其中部分一次设备投运年限较短,具备自动化接口;另一部分设备的投运年限较长,需进行自动化接口改造。

本项目需对少量无法满足自动化实施要求的环网单元、配电室进行安装电动操作机构改造,相关费用在配电网大修项目中列支。部分站点未配置PT,需在无有低压电源的站点加装PT柜共40台,用于DTU供电电源及母线电压采集。每台DTU与环网柜端子二次回路接线配置控制电缆KVVP22-4×2.5型300 m, KVVP22-10×1.5型400 m,共计控制电缆KVVP22-4×2.5型133.2 km, KVVP22-10×1.5型177.6 km。

此外,土建部分共需打孔约300个,安装侧板约600个,每个DTU放置槽钢3 m,共约1 330 m,每个站点配置走线槽8柜,共约3 550柜。

2.2 配电通信系统建设和设计方案

在现有配电网通信系统基础上,查漏补缺,完成区域1~3的配电网通信系统全覆盖。配电网通信系统分骨干层和接入层,进行分层建设。以110/220 kV变电站作为配电网通信系统汇聚节点,构成配电网通信系统骨干层,10 kV开关站以“手拉手”方式接入骨干层汇聚节点,构成配电网通信系统接入层。

1) 配电网通信系统骨干层组织模式。在配

电自动化一、二期中已完成23个骨干层节点建设,本期将完成建设改造区内13个带10 kV出线110/220 kV变电所。配电网通信系统骨干层成环形结构,13个节点的通信设备环入原有配电网通信系统。上述区域内配电网通信系统汇聚节点环入现有配电网通信系统骨干层,如表3所示。

表3 本期骨干层节点统计表

序号	骨干节点	电压等级/kV	所属区域
1	车轿变电站	110	海曙
2	澄浪变电站	220	海曙
3	马郎变电站	110	海曙
4	通达变电站	110	海曙
5	民安变电站	110	鄞州
6	常洪变电站	110	鄞州
7	桑田变电站	220	鄞州
8	会展变电站	110	鄞州
9	东柳变电站	110	鄞州
10	海晏变电站	110	鄞州
11	通惠变电站	110	江北
12	育才变电站	220	江北
13	吴家变电站	110	江北

本期改造站点中,部分骨干层节点间光缆资源不足,若作为主网光缆,割接改造将对配电通信网络骨干层信息传输造成中断等影响,因此骨干层光缆原则上考虑新建。

2) 本期配电网通信系统接入层组织模式。10 kV开关站、环网单元的配电通信优选光纤通信。光缆敷设原则上不采用直埋方式,对不具备光缆敷设条件的站点可采用宽带中压载波通信方式。以110/220 kV变电站为数据汇聚节点,充分利用配电网管线资源,根据开关站的地理分布形态,结合10 kV电力线出线的电气接线结构,构建光缆路径,各开关站串接成链状接入110 kV变电站。同时,为了保证配电通信数据网接入层的安全可靠,采用典型的“手拉手”全保护倒换结构,两个OLT分别安装在不同的110 kV变电站,ONU设备安装在开关站,光缆中断或OLT设备失效均能实现保护。部分环网受管道条件限制,采用单变电站自环方式。一条光链路原则上不能超过8个站点,同一条光缆可承载2~3条光链路,以两条光链路为主。

配电网通信系统接入宁波市区统一通信网管系统,以GIS为基础的综合网管提供光缆的实际走向及配电网通信系统中各设备的地理位置,便于配电网通信系统日常运行维护及故障抢修的快速响应。

3 建设区域配电网自动化的总体成效

本期工程建设完成后,预计成效如下。

配电网自动化系统覆盖率大大提高,该区域将有157条线路、444座开关站(环网单元)实现自动化,配电网监控水平、调控一体化覆盖范围、故障分析诊断范围和配电网运行优化水平等将大大提高。

一次网架负荷转供能力大大提高,通过网架的优化,网络结构更趋于合理,提高了网架负荷转带能力。自动化区域所有线路均实现 $N-1$,具备负荷转供路径和备用容量,网架更加坚强。

通信系统更加完善,光纤为主,载波补充的方式完全满足电力系统安全防护有关规定,基于GIS的通信网管,综合了光缆链路的建成,通信系统可靠运行。

基本实现了全网数据模型的“单口维护,全局共享”,基于信息交互总线的配电自动化结构更加完善。

本项目于本年度在建设区域内实施,新建三遥配电自动化终端444台,光缆约为318 km,新增EPON通信设备444套,并实现现有配电自动化主站功能的升级扩展。项目预期投资为5 327万元,其中终端及一次设备改造投资为3 455万元,配电主站建

设投资为191万元,通信系统投资为1 681万元。

经过一次网架优化和配电自动化建设,本项目实施区域内的配电自动化覆盖率达到100%,供电可靠率预计可提升至99.9%。

4 结束语

本区域建设工程的实施结合之前期工程基础与建设经验,改造涉及主站、子站、一次设备、通信和终端等多个环节,通过一次网架优化和配电网自动化建设,大幅度减轻了配电网运行劳动强度,提高了运维工作效率,实现城区电缆网主干线路范围内配电自动化的全覆盖,从而进一步减少非计划停电时间,提高对用户的供电可靠性。同时该区域将积极开展配电网自动化新技术,使其开关站具备自我判断和动作恢复能力,更好地服务于用户。

参考文献

- [1] Q/GDW 370—2009 城市配电网技术导则[S].
- [2] Q/GDW 513—2013 配电自动化系统主站功能规范[S].
- [3] Q/GDW 625—2011 配电自动化建设与改造标准化设计技术规定[S].
- [4] 吴国庆. 智能化地区电网二次系统建设与运营研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [5] 王彬贤. 10 kV配电网自动化系统的研究与设计[J]. 机电信息, 2012(15): 32-35.

(收稿日期: 2017-05-07) **EA**

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告