

220 kV 彩虹智能变电站过程层组网分析

艾飞¹ 黄继荣¹ 胡冬良¹ 张振² 林楠¹

(1. 国网杭州供电公司, 浙江 杭州 310009; 2. 国网宜昌供电公司, 湖北 宜昌 443000)

摘要: 智能变电站技术仍处于发展阶段,但它是变电站建设的必然趋势。目前,中国智能变电站数量较少,实际运行管理经验较常规变电站欠缺。由于智能变电站自身的特点,给运行值班人员的学习理解带来一定困难。过程层网络是智能变电站的重要基础,直接关系到全站数据采集和开关控制的可靠性和实时性。以新建220 kV彩虹智能变电站为例,介绍了智能变电站保护、测控、智能组件配置,分析了各典型间隔保护、测控、智能组件之间的网络连接及信息传递。对彩虹智能变电站的网络剖析可以给运行值班人员对智能变电站设备的运行操作提供一定参考。

关键词: 智能变电站; 合并单元; 智能终端; GOOSE; SV

Abstract: The study of smart substation is in progress, but it is an inevitable trend to the further development of substation constructions. The quantity of smart substations is still low at present in China, and it is lack of the experiences in operation and management of smart substations, so operators also face many challenges in study and understanding. Process layer networking is an important base of smart substation. The composition, information transmission and network connections of process layer networking are introduced taking 220 kV Caihong smart substation for example. Network analysis of this smart substation provides a reference for operation and manipulation of smart substation.

Key words: smart substation; merging unit; smart terminal; GOOSE; SV

中图分类号: TN915 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2017)02-0075-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.02.017

0 引言

智能变电站是变电站自动化技术发展的延伸。它采用先进、可靠、集成、低碳、环保的智能设备,以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化为基本要求,自动完成信息采集、测量、控制、保护、计量和监测等基本功能;并可根据需要支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策、协同互动等高级功能的变电站^[1],其主要特征是一次设备智能化,二次设备网络化。智能站与常规站主要有以下区别^[2]:

1) 减少了大量硬接线,所有的开入、模拟量等信息采集均在就地完成,转换为数字量后通过标准规约从网络传输。

2) 所有的开出控制通过网络通信完成。

3) 继电保护的采样、出口以及控制等功能均由网络通信报文完成,取消了传统的二次继电器逻辑接线。

4) 数据的共享通过网络交换完成。

具体来讲,智能变电站用光缆(网线)取代了电缆,数字信号代替了模拟信号,大大提高了采样精度和信号传输的可靠性;大幅度简化了二次接线,避免了传统互感器和电缆连接的固有问题;设备之间的互操作性更强,相当程度地提高了变电站的自动化水平。因此,分析清楚智能变电站的网络结构,尤其是过程层网络和信息传输对于智能变的运行管理极为重要。

1 彩虹变电站概况

彩虹智能变电站工程位于杭州市滨江区,目前工程规模如下:主变压器 2×240 MVA;220 kV系统采用户内GIS,双母接线,设专用母联,出线4回;110 kV采用户内GIS,单母分段接线,设专用母分,出线6回;35 kV采用常规户内开关柜设备,出线5回。主变压器配置2套电气量保护和1套非电量保护。220 kV母线配置2套母差保护,220 kV线路配置2套线路保护,220 kV母联配置2套母联保护。110 kV母线配置1套母差保护,110 kV线路配置1

套线路保护,110 kV 母分配置1套母分保护,110 kV 侧还配置1套备自投。35 kV 线路和母分配置1套保测一体化装置,均置于各自开关柜二次仓门上。

随着光纤通讯技术、网络技术的快速发展及其在变电站自动化系统中的深入应用,用数字通讯手段“传递”电量信号,用光纤作为传输介质取代传统的金属电缆构成网络通讯的二次系统是智能变电站的必然选择^[3]。因此,通讯传输网在智能变电站中地位重要,是变电站的“神经”。为此,本站中网络交换机工作电源均采用双电源配置,确保站中信息传输的可靠性。彩虹变电站开关设备与互感器均为传统设备,互感器输出模拟量通过电缆接入相应合并单元,并在合并单元内进行模数转换,避免了传统接线中电压互感器短路、电流互感器开路的问题,提高了数据精度。SV 连接和 GOOSE 连接采用光纤设备,按照 IEC 61850 的规范进行通信。设备间的连接除合并单元只有输出外(采用一股光纤),其他均为输入输出(采用两股光纤)。

彩虹变电站采用了“三层两网”的网络结构。站控层设备主要有监控主机、远动通讯装置、对时系统等,实现对全站设备的监视、控制、告警及信息交互功能,完成数据采集与监控、操作闭锁及同步相量采集、电能量采集、保护信息管理等相关功能。间隔层设备按断路器间隔划分,主要有保护装置、保测一体化装置、测控装置,实现使用一个间隔的数据并且作用于该间隔一次设备的功能。过程层是一次设备与二次设备的结合面,即智能化电气设备的智能化部分。其主要功能为运行电气量检测、运行设备状态检测、操作控制命令执行^[4]。过程层设备主要有合并单元和智能终端,合并单元主要用来接收本间隔或多个间隔电流互感器、电压互感器输出的模拟量,并在装置内部进行模数转换,以 IEC 61850 的帧结构将电流、电压信号合并处理后通过 SV 光信号传给保护、测控等间隔层设备。智能终端用来获取刀闸和断路器的位置信号等信息,并通过 GOOSE 规约上传给间隔层设备,同时接受保护的跳闸命令或测控的控制命令,来驱动断路器或刀闸,类似操作箱的功能,作为智能开关设备尚未出现情况下的一种过渡设备^[5]。“两网”指 MMS 网和 GOOSE 网。站控层设备间以及站控层与间隔层设备间通讯使用 MMS 规约通讯,使出自不同制造商的设备之间具有互操作性^[6]。过程层与间隔层设备通讯使用

GOOSE 通讯规约,主要包括传输跳合闸信号,具有高传输成功率^[7]。

2 GOOSE 及 SV 信号传输

智能变电站过程层网络通信主要涉及合并单元和智能终端的使用,对全站的安全稳定运行起极其重要的作用^[8]。目前智能变电站过程层的组网方式主要有^[9]: 1) SV 直连和 GOOSE 直连; 2) SV 组网和 GOOSE 直连; 3) SV 直连和 GOOSE 组网; 4) SV 组网和 GOOSE 组网; 5) 混合组网。彩虹变电站主要考虑保护装置安全可靠性的要求,尽量避免因网络故障导致保护功能失效,采用了混合组网方式: 保护采样和跳闸点对点,其余通过组网方式实现。因此,这些合并单元和智能终端都有多个光纤接口以满足直连和组网的需求。

2.1 主变压器配置

主变压器配置2套电气量保护(A套、B套)和1套非电量保护,每套电气量保护包含完整的主、后备保护功能。主变压器各侧配置合并单元2套,智能终端2套。220 kV 侧和110 kV 侧智能终端与合并单元各设于同一智能组件柜中并就地放置于一次设备现场。35 kV 侧2套智能终端与合并单元设于相应母线母设柜二次仓上。主变压器每侧配置1套测控装置,本体单设1套测控装置。

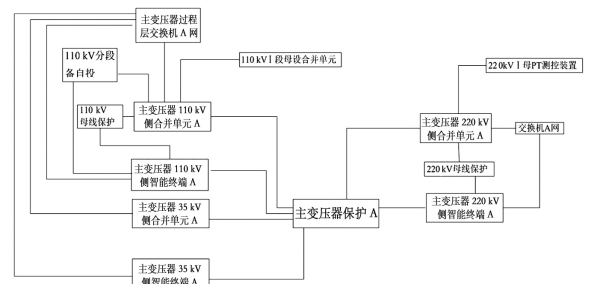


图1 主变压器 A 套保护相关信息流向

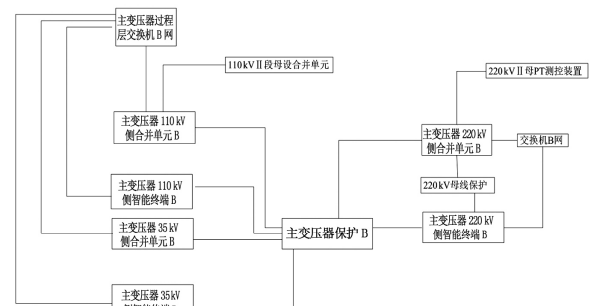


图2 主变压器 B 套保护相关信号流向

合并单元的信息是单向传输的,本站主变压器各侧合并单元采集电压、电流信号并直接通过光纤送给电量保护,保护动作后直接传跳闸信号给各侧智能终端跳开各侧断路器,即“直采直跳”。

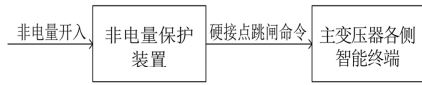


图3 主变压器非电量保护相关信号流向

主变压器本体合并单元2套与非电量保护设于同一柜并置于主变压器现场。该非电量保护与主变压器本体智能终端功能合并于同一装置。

如图3所示,本站非电量保护采用就地直接电缆跳闸,本体智能终端接受非电量保护动作报文,而且能采集主变压器中性点接地刀闸分合状态、主变压器调档信息及中性点接地刀闸控制信息。

2.2 220 kV 线路配置

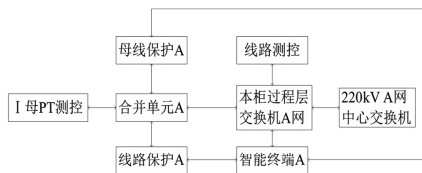


图4 220 kV 线路保护 A 套相关信息流向

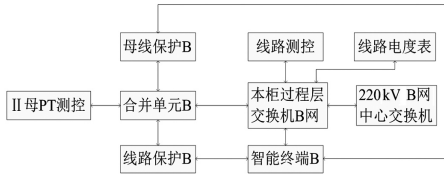


图5 220 kV 线路保护 B 套相关信息流向

220 kV 线路保护2套(A套、B套)分别设于2个屏柜,包含主、后备功能,配置2套独立的合并单元、智能终端,各智能终端分别控制1个跳闸线圈。智能终端间通过网络连接实现2套重合闸之间的配合。

220 kV 线路保护采用线路三相电压电流实现保护功能,由线路间隔合并单元提供。母线电压用于同期功能,由母线间隔合并单元送入线路间隔合并单元,并在线路间隔合并单元实现电压切换。线路保护动作后,经GOOSE光纤直接传送跳合闸信号、重合闸信号至智能终端。同时智能终端也向线路保护传送断路器位置、压力低闭锁重合闸、智能终端闭锁重合闸等信号。

2.3 220 kV 母线配置

220 kV 母线保护2套(A套、B套)分别设于2个屏柜。母线保护包括母差保护、开关失灵保护功

能,母线上各间隔合并单元单向向母差保护提供电流采样值,母差保护所需的电压由各段母线母设合并单元提供。保护动作后直接开入相应的智能终端,实现“直跳”。各间隔智能终端向母差保护提供母线刀闸位置、断路器位置信号,母差保护向线路智能终端传送闭锁重合闸及三跳信号,线路开关或主变压器开关失灵信号通过各网中心交换机GOOSE网络传送给母差保护,即“网跳”。

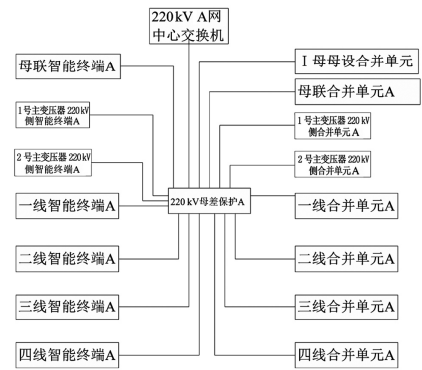


图6 220 kV 母线保护 A 套相关信息流向

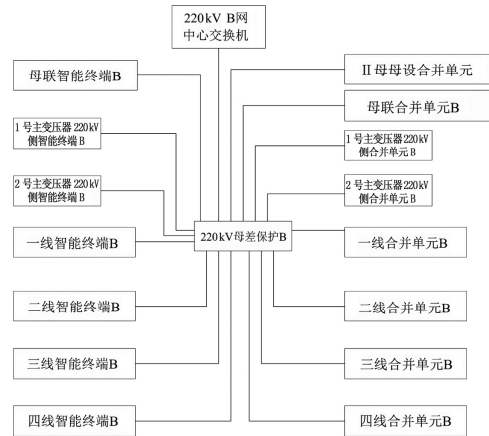


图7 220 kV 母线保护 B 套相关信息流向

2.4 220 kV 母联配置

220 kV 母联保护2套(A套、B套)分别设于2个屏柜。母联测控1套。母联合并单元单向向母联保护和母差保护提供所需电流,母联保护或母差保护动作后开入母联智能终端,“直跳”母联开关。母联智能终端向母差保护提供母线刀闸位置、断路器位置信号。母联失灵或死区故障时启动母差的相关

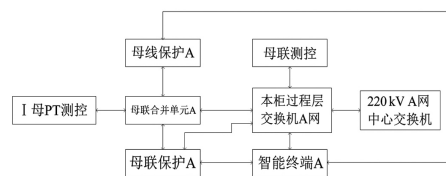


图8 220 kV 母联保护 A 套相关信息流向

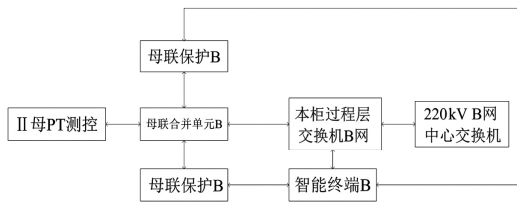


图9 220 kV 母联保护 B 套相关信号流向信息通过 GOOSE 网络传送。

2.5 110 kV 线路配置

110 kV 线路保护测控一体化 1 套,单设于一屏柜,原理及信息流向同 220 kV 线路。

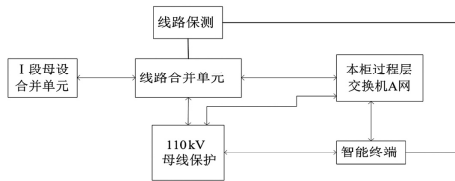


图10 110 kV 线路保护相关信息流向

2.6 110 kV 母线保护配置

110 kV 母线保护 1 套,单设一屏柜,原理及信息流向同 220 kV 母线。

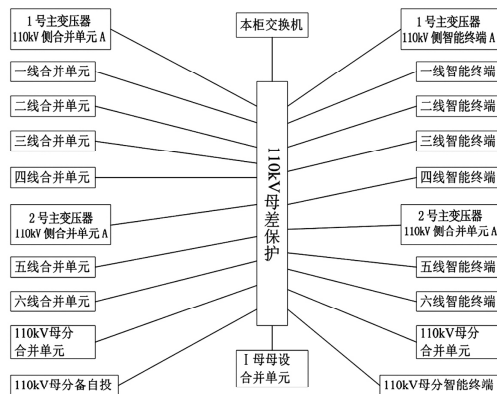


图11 110 kV 母线保护 B 套相关信息流向

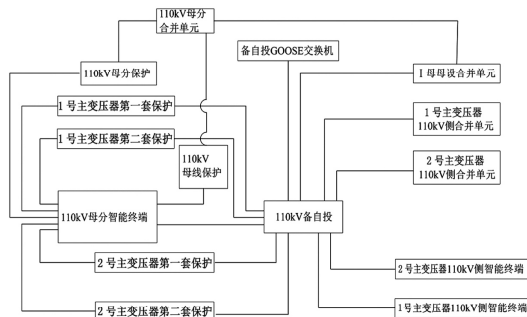


图12 110 kV 母分及备自投相关信息流向

2.7 110 kV 母分及备自投配置

110 kV 母分保护测控一体化设备 1 套,设于一屏柜。母分合并单元向母分保护提供电流信息,向母差保护提供电流、电压信息。母分保护或母差保

护动作后“直跳”母分开关。1 号、2 号主变压器电量保护直接传送闭锁信号到备自投装置,备自投从 1 号、2 号主变压器 110 kV 侧合并单元取得所需电流、电压量,并根据运行方式传送跳合闸信号到相应智能终端。

3 结 语

按照国家电网公司规划,智能变电站已全面开展建设。过程层组网方案及过程层信息传送对智能变电站的安全稳定运行起决定性作用。以彩虹智能变电站为例,介绍了智能站的特点,智能站的保护测控、合并单元、智能终端配置设置,然后按各典型间隔详细分析了过程层设备与间隔层设备之间的光纤连接和信息传送,具有较强的实践性,对于变电运行值班人员的运行操作和学习理解有一定的指导意义。

参考文献

- [1] Q/GDW 441 - 2010,智能变电站继电保护技术规范[S].北京:中国电力出版社,2010.
- [2] 武登编写组.智能变电站1000问[M].北京:中国电力出版社,2014.
- [3] 国家电力调度控制中心,国网浙江省电力公司.智能变电站继电保护技术问答[M].北京:中国电力出版社,2014.
- [4] Q/GDW 383 - 2009,智能变电站技术导则[S].北京:中国电力出版社,2009.
- [5] 冯军.智能变电站原理及测试技术[M].北京:中国电力出版社,2011.
- [6] 黄新波.智能变电站原理与应用[M].北京:中国电力出版社,2013.
- [7] 邱智勇,陈健民,朱炳铨.基于IEC 61850的500 kV三层结构数字化变电站建设[J].电力系统自动化,2009,33(12):103-107.
- [8] 苏麟,孙纯军,褚农.智能变电站过程层网络构建方案研究[J].电力系统通信,2010,31(7):10-13.
- [9] 赵永生,桑仲庆,刘海峰,等.曾家冲智能变电站自动化系统关键技术和问题分析[J].湖南电力,2011,31(5):4-7.

作者简介:

艾飞(1983),硕士、工程师,主要从事变电运维工作;
黄继荣(1965),高级技师,主要从事变电运维工作;
胡冬良(1982),硕士、工程师,主要从事变电运维工作;
张振(1982),硕士、工程师,从事继电保护整定工作。

(收稿日期:2016-11-08)