

[电网工程]

智能变电站二次回路可视化 的设计与实现

文/国网宁夏电力有限公司检修公司 尹相国 何 楷 靳婷婷 张 彬

山东网聪信息科技有限公司 王乐挺

由于变电站二次回路要实现数据测量、监控、调节等保护功能，所涉及的电气设备较为复杂，给日常维护和检修带来一定困难。因此基于IEC61850协议标准，设计了一种高效、稳定的变电站二次回路信息处理方法，并对二次回路可视化的设计与实现进行研究。

智能变电站二次回路包含继电保护、开关控制、测量回路、断路器以及电源回路等，主要通过二次设备进行互联，为一次设备提供安全监测和保护功能。在智能变电站电气设备中，由自动控制设备、二次绕组、继电器和可视化仪器等进行串联的二次电路。二次回路可对一次回路中的运行参数和元件状态进行监控、测量和保护控制。基于自动化控制技术的发展，二次回路设计使用互联网技术代替了传统的电缆回路，通过IEC61850标准实现对站内设备的数据传输和控制等功能。因此，本文针对智能变电站二次回路可视化设计，基于IEC61850标准将隐含的逻辑二次回路更加直观、全面反映智能变电站设备之间的物理连接和逻辑关系，方便管理人员随时查看，降低设备故障风险。

二次回路可视化技术原理与实现

智能变电站主要是指利用信息技术、电子元件、通信技术及自动化控制设备，对变电站中的电气设备、输电线路等进行自动化控制和保护。运用科学技术手段替代传统变电站管理模式，从而提高变电站运行的稳定性、可靠性。研究得知，智能变电站包括：智能终端、合并单元、网络交换机等过程层设备，站内数据信息通过

IEC61850标准按照模型配置接入变电站通信网络，实现站内二次设备之间的信息资源的共享。智能终端（Smart Terminal）是一种智能组件，通过电缆线路与一次设备进行互联，然后采用光纤线路与测量、控制及保护等二次设备进行连接。合并单元（Merging Unit, MU），主要对二次转换器中的电压或电流数据进行整合的物理单元。该单元可以作为互感器的组成件，同时也可作为分立单元。智能变电站二次设备及回路工作原理（如图1所示）；变电站作为电力系统中的核心环节之一，主要负责电网连接、电能转换以及分配等任务，尤其是近年来，大容量发电机组并网发电，超高压远距离输电线路的建成，使电力系统的规模越来越大，电网运维工作的难度也有所增加，对电网运行的安全性和稳定性要求也越来越高，传统变电站对设备进行数据采集的信息经过端子箱、电缆进入测控装置，终端CPU经过处理后转化为数字信号。因此，导致二次系统调试和维护工作难度较大，依靠人工操作、电话联系的方式工作效率低，难以满足当前智能电网安全稳定运行的要求。

可视化（Visualization）技术是运行图形学和计算机图像处理技术，将数字信息转换为可视觉直读的图像信息，然后采用交互式操作方法及技

术,实现对变电站的智能控制。目前,传统变电站二次回路包含:回路图、逻辑图,运维人员根据逻辑图的关系来判断设备是否运行正常。智能变电站实现网络化后可以将网络上的各种信息映射到连接交换机的某一个端口上进行采集,从而完成高速的信息存储。在完成采集之后,系统对信息自动进行分析,并将其展示成逻辑图,通过硬件与软件的配合将信号转换为逻辑图,运维人员可以据此直观监视网络中所有设备的链路通信状况和各个间隔的异常状况,方便了运维人员巡视网络设备运行状况,提升了智能变电站的安全管控水平。

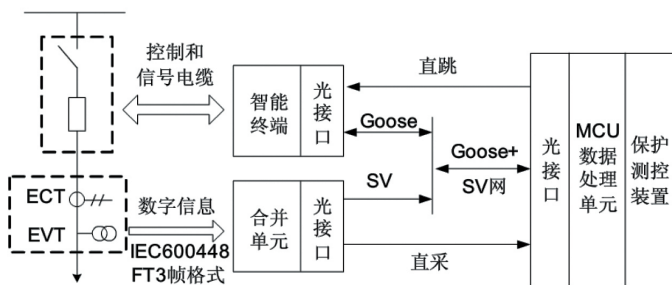


图1 智能变电站二次设备及回路原理图

智能变电站二次回路结构设计

智能变电站的控制系统主要是依靠终端CPU完成控制,具有在线诊断能力,既提高了监控精度,又避免人为干预造成的误差,极大地提高了二次设备运行的可靠性和稳定性。智能变电站设备的过程层,采用模块化设计,具有结构简单、可靠性高等特点。由于各个功能模块都有独立的电源供电,并且输入、输出回路相互独立,任何一个模块出现故障,只会影响局部功能,并不会导致整个系统瘫痪。管理分析装置结构主要由1个管理单元和多个数据采集单元构成。管理单元由控制装置、控制对象以及通信网络构成,负责对过程层中的交换机状态进行实时监控,并对智能变电站开关设备进行远程控制,满足改变主系统运行方式及故障处理等操作。数据采集单元负责业务数据采集和分析,主要是收集二次设备运行的工作状态,为变电站运维人员提供操作、调节和故障处理提供依据。

测量及监控系统是对变电站电气设备和输电线路的运行参数进行记录,作为变电站运维人员掌握主系统运行状况、故障处理的依据。测量及监控系统由电气设备测量仪表、监控装置及通信线路组成,并采用光纤通信接口,具有多种接口

形式,可对软件、硬件进行兼容配置,并支持SV、GOOSE等协议,同时,还支持IEC61850-9-2协议和IEC60044-8可拓展协议。

间隔层的构成,包含保护装置、测控装置和间隔层通信总线等,本次设计中对保护装置的接口协议和整定方向进行了简化处理,不需要烦琐的配置文件,根据采样数据的传输延时,自动完成采样数据的同步处理,从而实现过程层智能终端接口协议的简化,降低保护装置对配置文件的依赖性。基于IEC61850规约标准的站控层,通信方式呈现网络化,变电站二次回路控制系统除了完成控制、监控、保护变电站内的设备及其馈线,还能实现变电站的通信管理和软件管理等功能。智能变电站二次回路结构(如图2所示)。

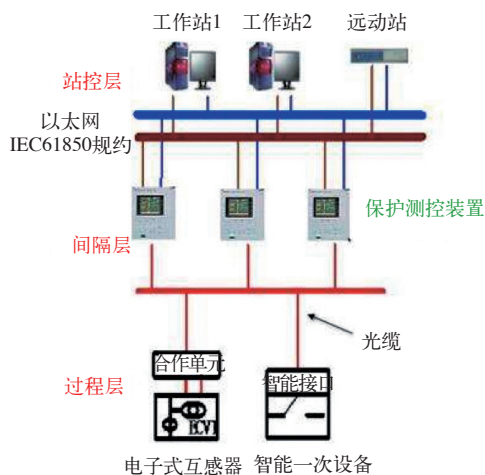


图2 智能变电站二次回路结构图

智能变电站二次回路可视化设计

1. 硬件装置模块设计

为保障采样报文在装置中的转发延时,本次设计中弃用传统交换机芯片技术,采用数字保护装置技术。该装置包含液晶显示器和键盘等人机交互接口,智能变电站二次回路可视化设计的根本目的,就是可以让运维人员通过显示设备,了解电力系统的故障参数、继电保护数值、保护动作行为等信息,通过专用接口传送到计算机网络,实现对变电站运行状态和运行参数的采集和监测。装置传输接口的设计,均采用插件模式,根据实际需求进行配置,可适用于不同外界设备的接口需要。输入/输出接口可支持硬件打标功能,实现转发延时的测量工作。本次设计采用的硬件可视化装置为标准21.5 in显示屏,分辨率最大支持1920x1200、采用4U高机箱,并配置4核心

处理器,主频 $\geq 1.8\text{ GHz}$,提供2个2.0 USB接口和高清视频接口。前面板配有液晶显示器、键盘、指示灯和调试接口等。其中数字模拟量接口可支持IEC61850-9-2LE接收,模拟量容量支持合并单元台数16台,SMV采样组合后 >128 路通道。装置外观与现有智能变电站保护装置基本相同。可直观展现变电站设备的采集数据,包含:电压、电流、负荷曲线及风险状态等内容。

电力系统要遵循高效、可靠、安全、经济的运行原则,就需要对系统内的各个设备运行状况进行实时监控,传统变电站由于远程监控功能不完善,一些遥测参数无法及时送达调度中心,使传统变电站在快速响应和应急处理方面存在劣势,无法进行实时控制,严重阻碍了现代电力系统安全稳定的运行。智能变电站借助互联网通信系统的优势,有效地提升了电力系统运行管理水平。智能变电站二次回路装置对可靠性和稳定性具有较高要求,该装置依据保护装置标准进行设计和测试,装置内部采用可靠性要求较高,该装置按保护装置同等标准来设计、试验和检测。装置内部采用硬件自动冗余与热备,所有数据信息在冗余硬件中相互镜像,并对互联装置进行透明和共享,从而提升可靠性和稳定性。

2. 互感器采样模块设计

互感器是变电站高压电气重要设备之一,它是一次系统和二次系统之间的重要的联络元件,向测量、保护等二次设备提供交流电压和电流数据的高压电气设备。

该模块的组成包含:CPU装置、电源装置、隔离器、滤波器、A/D转换器以及接口等。电流互感器的台数及技术参数应该满足测量仪表、继电保护和自动装置的要求。大接地短路电流系统中的电流互感器,按照三相配置,小接地短路电流系统的电流互感器,将按照两相配置。为了满足继电保护灵敏度的要求,对特殊回路可以按照三相配置。发电机一次回路、变压器高低压侧,即使为小接地短路电流系统,电流互感器也按照三相配置。电流互感器采样模块安装在变电站现场端子箱内,主要对TA、TV互感器二次数据进行采集,然后将采集的数据进行数字化转换,经过输出接口传送到二次设备。电压是衡量电能的一个重要指标,也是变电站电力运行调整的工作重点。变电站各个用电设备都是按照额定电压设计的,电压过高或者过低,都会影响设备的运行

状态和效率,同时改善电压质量也是节能环保的重要举措,防止系统电压崩溃、提高变电站设备安全、稳定运行的关键,因此,对智能变电站电源进行监控,从而保障变电站供电的稳定性和可靠性。此外,智能变电站二次回路安全性能保障,将通过获取主变压器和连接线路的运行状态,对变压器设备负荷和功率进行在线监控,当负荷功率超过设定标准参数时,系统会判断变压器位置和备用电源状态,确认是否满足切负荷的启用条件,如果符合切负荷条件,则根据负荷流向制订减负荷策略,达到控制变压器、线路的电流,保证系统安全、平稳的运行。

互感器采样模块在工作过程中,还将与继电保护装置和自动回路装置进行结合,当采集模块发现电气设备运行的异常数据时,则通过可视化设备向工作人员发起风险预警,并启动断路器装置进行自动切除,确保其他设备的正常运行。在故障发生的同时,还将启用自动回路装置,确保供电可靠性,完成备用电源的切换工作和重合操作。因此,该模块通过与硬件装置模块、软件系统的优化整合,可有效实现变电站设备的在线监控、测量和保护工作。其强大的通信功能,可以将运行中电气设备的视频监视、电气设备的在线监测数据传送到集控中心,作为变电站设备运维的重要参考。智能变电站二次回路监控系统收集的各种数据和信息,通过网络系统传送到继电保护监控中心,在继电保护监控中心实现远程监控变电站设备运行状况,为实现状态检修创造条件。

结束语

综上所述,伴随着互联网技术、通信技术以及微电子技术的高速发展,电网智能化、自动化、信息化将成为未来发展的主流趋势。近年来,国家电网改造规模不断扩大,传统综合自动化变电站逐渐升级为智能变电站,变电站二次回路也会被网络通信系统所取代。二次回路作为变电站主要组成部分,是电力系统安全、经济、稳定运行的重要保障。因此,设计研发一种高可靠性二次回路可视化系统,可有效监测变电站运行状态,及时对故障设备进行风险预警,从而提升电力企业的经济效益。EA

(收稿日期:2018.08.07)

(编辑:朱金凤)