

智能变电站二次系统一体化培训平台

文/国网浙江省电力公司培训中心 张海梁 李 伟 徐洪伟

智能变电站是由先进、可靠、节能、环保和集成的设备构建而成，并以高速网络通信平台为信息传输基础，自动完成信息采集、测量、控制、保护、计量和监测等基本功能，同时可以根据需要支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策、协同互动等高级应用功能。先进的通信网络和多功能智能电子装置的应用，带来了二次系统相关设备前所未有的融合，也给二次系统设计带来了革命性的影响。

国网浙江培训中心目前已经初步建成智能变电站实训基地，拥有1座500 kV智能变电站（配置典型间隔的500kV智能变电站二次系统设备）和3座220 kV智能变电站（各配置一条线路间隔的智能变电站二次系统监控设备）。但是目前培训功能仅仅开发出了500 kV智能站继电保护运行调试培训和220 kV厂站监控系统运行调试培训，没有完全发挥出智能变电站实训基地的培训作用。需要对智能站实训基地500 kV智能变电站和220 kV智能变电站所配置的继电保护、测控装置、远动装置以及其他二次系统设备进行功能设计，结合调度自动化主站OPEN3000系统制定智能变电站二次系统一体化培训平台方案，满足日益融合的智能变电站二次系统对系统运行调试的培训需求，智能变电站二次系统一体化培训平台

是一个综合系统，不仅包括保护装置、智能终端、网络，还包括交直流一体化、监控系统及站域控制单元等。

技术方案

随着智能电网建设的推进，新建变电站中已经采用基于IEC61850协议的智能变电站监控系统。智能变电站监控系统实现的技术已经不同于常规变电站监控系统，因此在对系统的操作与检修上，发生了根本性的变化。对于从事该系统操作与检修的人员，需要一套相应的培训系统，而在现有的培训系统中，都仅能提供单个监控培训子站供学员培训学习，存在培训内容不全面，无法满足现有的多套监控系统软件应用的培训需求。

智能变电站二次系统一体化培训平台提供了一种智能变电站二次

保护监控培训系统，适应智能变电站建设和发展的需要，为保护监控人员进行相关技术培训，掌握不同保护和监控系统软件与设备的使用。为了解决上述技术问题，采用如下技术方案：智能变电站二次系统一体化培训平台，包括由若干个服务器组成的调度主站和若干个智能变电站监控培训子站，在每个智能变电站监控培训子站中都配备有配置相同但监控系统软件不同的设备，让学员可以学习不同的监控系统软件和设备的使用，丰富了培训内容，同时还可以让学员了解不同的监控系统和设备在IEC61850协议具体实现方式上的不同，智能变电站监控培训子站均通过远动交换机和主站终端交换机连接至调度主站，实现了智能变电站监控培训子站与调度主站之间的互动，平台结构示意图如下图所示。

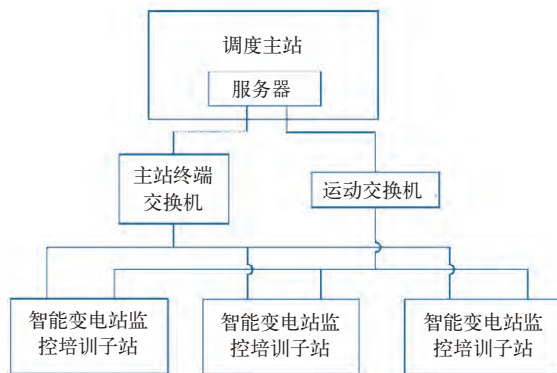


图 智能变电站二次系统一体化培训平台结构示意图

智能变电站监控培训子系统包括远动装置、监控后台、保护装置、测控装置、模拟一次侧开关设备和合并单元，远动装置可以采集智能变电站的信息并加以综合处理，发送给调度主站的服务器，监控后台能对智能变电站监控培训子站实时监视和操作，提供了所有功能的入口。

采用上述技术方案后，通过主站终端交换机和远动交换机，实现了智能变电站监控培训子站与调度主站之间的互动；在不同智能变电站监控培训子站中的培训，实现了不同智能变电站监控系统软件与设备特性的对比，使培训学员能全面掌握智能变电站监控系统的操作与检修，同时也了解了其中的差异，为实际工作打下了坚实的基础；通过网络分析装置，实现了智能变电站监控培训子站内部的通讯数据监听和报文分析，使得学员可以了解智能变电站监控系统故障产生的原因，进一步可以培训学员的检修技能；智能变电站监控培训系统的信号输入均采用仿真信号，包括交流测试仪的信号和模拟一次侧开关设备的信号，保证了学员的人身安全。

培训方案设置

1. OPEN3000标准化作业培训

随着“三集五大”体系的建设，“大运行”体系中的调度自动化系统对于保障电网安全运行有重要意义。OPEN3000作为国产优秀的调度自动化系统之一，是目前国内最广泛应用的系统。浙江省电网已经普遍以OPEN3000系统作为“调控一体化”、“地县一体化”平台，因此尽快提升该系统运维水平成为当务之急。调度自动化专业由于涉及专业宽泛，作业内容对于产品和系统依赖性强，目前对于本

专业的培训多以产品提供商提供的产品培训为主，培训缺乏系统性与针对性。充分利用一体化培训平台，开发模块化作业培训，可以实现OPEN3000日常作业梳理与标准化作业，OPEN3000系统工作站安装标准化作业，OPEN3000系统新建厂站接入标准化作业，OPEN3000系统间隔改扩建接入标准化作业等模块实训。

需要注意的是，在OPEN3000系统中，自动化主站维护工作主要包括远动信息的接收与处理和报表制作、公式定义以及系统运行监视等工作。在地县一体系统中，自动化维护工作还需要遵守“源端维护、全局共享”的原则，建立“责任区”的概念。

2. 监控、远动系统功能调试作业培训

监控系统作业培训包括监控后台组态调试，也包含功能调试，包括设备的单体调试培训，也包括变电站监控系统监控功能与间隔整组设备监控功能的联调培训。远动系统功能调试是远方监控功能、远动管理机通信能力、间隔整组设备监控功能的联调。监控、远动系统的间隔整组对象相同。监控系统包括：监测功能，SOE功能，操作、控制功能和五防闭锁功能。

远动系统调试培训过程中，现场通常在远动管理机至主站端口，采用接入终端设备的方式模拟主站，模拟实现远方监控功能。在一体化平台基础上也可以直接利用OPEN3000主站模拟真实的调度主站，实现远方监控功能，效果更好。远动系统调试前，应逐点核实远动管理机配置与调度下发的远动点表完全一致，远动管理机与模拟主站的通信应采用将实际使用的规约。

3. 智能变电站二次系统全景试验作业培训

智能变电站全景试验作业培训是将智能变电站二次系统视为一个整体，将合并单元和网络交换机纳入试验范围，性能检验时保持智能变电站二次系统接线完整性和输入信息完整性，从而达到检验智能变电站整体性能的目的。智能变电站全景试验系统由变电站仿真建模软件、工控主机、信号转换装置、模拟断路器和站内二次设备组成。智能变电站二次系统全景试验作业培训可以完成智能变电站二次系统整体性能的测试和继电保护行为的检验培训，也可以完成智能变电站继电保护装置、测量控制装置、远动装置、稳控装置及故障录波器等设备的单体调试和二次系统整体性能测试作业培训。

结束语

智能变电站二次系统一体化培训平台能够充分利用国网浙江培训中心智能变电站实训基地中的500kV智能变电站和220kV智能变电站所配置的继电保护、测控装置、远动装置以及其他二次系统设备进行功能设计，结合调度自动化主站OPEN3000系统，构建智能变电站二次系统一体化培训平台，满足日益融合的智能变电站二次系统对系统运行调试的培训需求。利用一体化培训平台，可以开展智能站二次系统各专业人员培训的方式，联合开展智能站二次系统反事故演习培训的方式，联合开展智能变电站二次系统比武竞赛等业务，同时也可以作为智能变电站二次系统科研和设备检测的试验平台。EA

（本研究成果已经获得国家实用新型专利授权，专利号ZL201420324012.5。）