

The Application of Power Grid Service in Wide Area Control System

Gong Yuqing¹, Tan Hongen¹, Wang Bo¹, Shen Yu¹, Zhou Meixi²

¹School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan, China

²Eastlake High School, Wuhan, China

Email:gongyq1988@126.com, School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072,China

Abstract: The construction of the intelligent distribution network which owns the features such as integration、interaction、self-healing、compatibility and optimization is an important part of the building of smart grid. Both the substation and control center play a key role in the control of intelligent distribution network. In view of these above, the wide area control was introduced into the integrated regulation and controlling system of intelligent distribution network in this paper, and the wide area control system based on the power grid service was studied and analyzed. Firstly, The system and structure of the wide area control was put forward. Secondly, the construction of the wide area control IED model was discussed by using IEC Std 61850. Finally, the implementation method and steps of the wide area control system based on power grid service was studied.

Keywords: wide area control; power grid; IEC Std 61850; wide area control IED model

电力网格服务在广域控制体系中的应用

龚宇清¹, 谭洪恩¹, 王波¹, 沈毓¹, 周美曦²

¹武汉大学电气工程学院, 武汉, 中国, 430072

²武汉市东湖中学, 武汉, 中国, 430071

Email:gongyq1988@126.com, School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072,China

摘要: 构建具备集成、互动、自愈、兼容、优化等特征的智能配电系统是智能电网建设中的一个重要环节。变电站和调度中心在智能配电网的调控中有着重要地位。鉴于此, 本文将广域控制思想引入到智能配电网调控一体化中, 对基于电力网格服务的广域控制体系进行了分析研究。提出了智能配电网中广域控制的体系及其结构, 应用 IEC61850 标准对体系中的广域控制 IED 模型的建立进行了探讨, 研究了基于电力网格服务的智能配电网广域控制的具体实现方法和步骤。

关键词: 广域控制; 电力网格; IEC61850 标准; 广域控制 IED

1 引言

变电站是电力系统的重要组成部分, 也是联系发电厂和用户的中间环节, 是电网参数和各种信息的主要来源和枢纽, 是继电保护、数据采集、控制以及数据共享的对象, 主要作用是进行高低压的变换, 所属各输电线路的开断, 可进行无功补偿, 可装设改善电能质量的设备。它在电网中数目众多。同时, 配电网对调控一体化有着对超量实时数据进行准确可靠的处理、扩大系统监测范围、提高远方控制能力的要求。因此, 为了使调度中心能在复杂的配电网结构与智能电网全景化、多维化、精细化的要求下有效远程监控

和控制变电站的运行方式, 使配电网在正常状态下能满足安全、优质和经济运行的基本要求, 在缺电状态下能负荷得到有效管理、电能可以被合理分配, 在事故状态下故障能被迅速定位、清除和尽快恢复正常供电, 有必要提出智能配电网广域控制体系, 使调度中心依靠先进的通信网络、智能、实时动态监测等技术, 获取广域范围内的多座变电站信息, 实现对整个配电系统及时、全面、准确和完整的认识, 从而准确迅速地判断配电网状态并及时作出正确有效的应对措施进而保证配电网的安全稳定运行和调控一体化。该领域目前国内研究相对较少, 值得进行深入研究。

本文基于电力网格服务对智能配电网广域控制体系

进行了研究。在提出广域控制体系结构的基础上研究了符合 IEC61850 标准的广域智能变电站结构的控制模型的建立,并基于电力网格服务阐述了广域控制体系的控制方法。

2. 关键技术

2.1 IEC61850 规约

IEC61850 标准是新一代的变电站网络通信体系,是电力系统无缝通信体系的基础,它是一个完整的通信协议体系,共由十个部分组成,对变电站自动化系统做出了完整、详细的描述与规范^[1]。IEC61850 标准主要包括如下四个方面的内容:变电站自动化系统专用信息模型、信息交换方法、抽象通信服务接口对具体通信模型的映射、变电站 IED 的配置。

IEC61850 标准的目标是实现互操作性、功能的自由分布、可扩展性、标准的稳定性。

IEC61850 标准定义了目前通用的变电站自动化功能,并给出了功能的分解方法,将功能分解成许多最小的功能单元,即逻辑节点,然后从标准的逻辑节点库中选出对应的逻辑节点,当标准中没有对应的逻辑节点时,可以按照标准给出的扩展规则定义新的逻辑节点,然后用数据对象及其数据属性对逻辑节点进行填充、描述,实例化逻辑节点的属性^[1]。

2.2 电力网格服务

所谓电力网格就是将网格技术作为技术平台,使其和电力系统监控技术相结合,并在此基础上构建未来的互联电网监控系统^[2]。

配电网中的电力网格将整合位于配电网内的各电压等级变电站的一切硬件和软件资源,实现相互之间资源的共享,以实现调度中心对全网的全面准确的监测,并在此基础上实现正确的控制。

目前的网格体系大多采用层次模型的管理模式,其中最具有影响力的是 OGSA 工作组提出的开放网格服务体系结构^[3]。OGSA 的核心是服务,在 OGSA 中网格内的所有资源都表现为服务的形式。OGSA 采用层次模型的管理模式,将整个资源管理系统分成若干功能层,较高层次的服务利用较低层次服务进行组合来实现自身功能。这种管理方式适合于电力调度本身的管理模式。

3 广域控制体系

3.1 广域控制体系结构

广域控制体系结构如图 1 所示。广域控制体系各

变电站内的 IED、通信网络、以及调度中心的控制 IED 组成。其中变电站的功能包括完成实时运行电气量的采集、设备运行状态的监测,按需要将有关实时数据信息及广域控制体系所需的信息通过广域通信网络送往调度中心,并接受执行调度中心的控制调节命令^[4]。调度中心通过收集到的各种信息,可以实现对配电网的监视与控制、安全分析、经济调度和自动发电控制^[5],并生成相应的控制策略通过通信网络发送给相应的变电站,变电站接收到控制命令后执行相应操作。

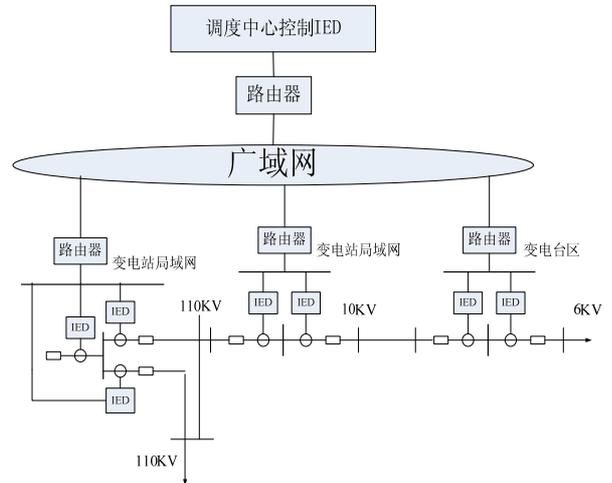


Figure 1. The structure of the wide area control system

图 1. 广域控制体系结构

3.2 广域控制 IED 模型功能分析

为了实现调度中心到变电站的广域控制,需要对变电站广域控制 IED 模型实现的功能进行分析,进而将变电站广域控制 IED 模型分解为若干最小功能模型单元。本文论述的广域控制通过在传统控制装置的基础上增加一个广域控制模块来实现广域保护功能,因此不是一个独立的装置。

采用这种设计有两个原因:(1)传统控制装置具有若干广域控制不可取代的功能,传统控制装置仍有存在的必要;(2)广域控制所使用的信息都来自于传统控制的控制信息。因此,这种融合广域控制与传统控制于一个 IED 中的设计方案既可以实现广域控制与传统控制的双重功能,又可以降低改造成本。

因此,在基于 IEC61850 标准^[6]的数字化变电站控制模型的基础上,本文加入了广域控制功能模块,提出了基于 IEC61850 标准的广域控制 IED 模型,其在传统的变电站就地控制的基础上可以实现调度中心对变电站的广域控制,各模块实现的基本功能如表 1 所示。

- ①传统控制功能模块
- ②广域控制功能模块
- ③状态信息瞬时变化使用模块
- ④同期切换功能模块
- ⑤告警管理功能模块
- ⑥事件管理功能模块
- ⑦扰动/故障记录数据获取功能模块
- ⑧配置数据和定值的获取功能模块
- ⑨人机交互功能模块

Table 1. Analysis of the wide area control IED model
表 1 广域控制 IED 模型功能分析

功能模块名称	基本功能
传统控制功能模块	断路器、隔离刀闸、接地刀闸的分合；主变档位上升、下降；设置低压设备运行或关闭；
广域控制功能模块	广域监视；广域告警；广域断路器、隔离刀闸、接地刀闸的分合；广域主变档位上升、下降；设置低压设备运行或关闭；
状态信息瞬时变化使用模块	监视变电站所有状态信息瞬时变化，如：各相电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数、频率等
同期切换功能模块	断路器合闸；断路器分闸；
告警管理功能模块	告警地点、原因、紧急程度和严重度、对告警的响应
事件管理功能模块	连续的收集和处理设备状态变化信息；操作员操作记录、过程状态的改变；按时间顺序并带有时间标记记录各种事件；
扰动/故障记录数据获取功能模块	从有扰动/故障记录数据的 IED 逻辑节点获取这些数据并送到要求该数据的另一逻辑节点；
配置数据和定值的获取功能模块	从一个逻辑节点获取数据，送到要求该数据的另一逻辑节点；
人机交互功能模块	人机接口；

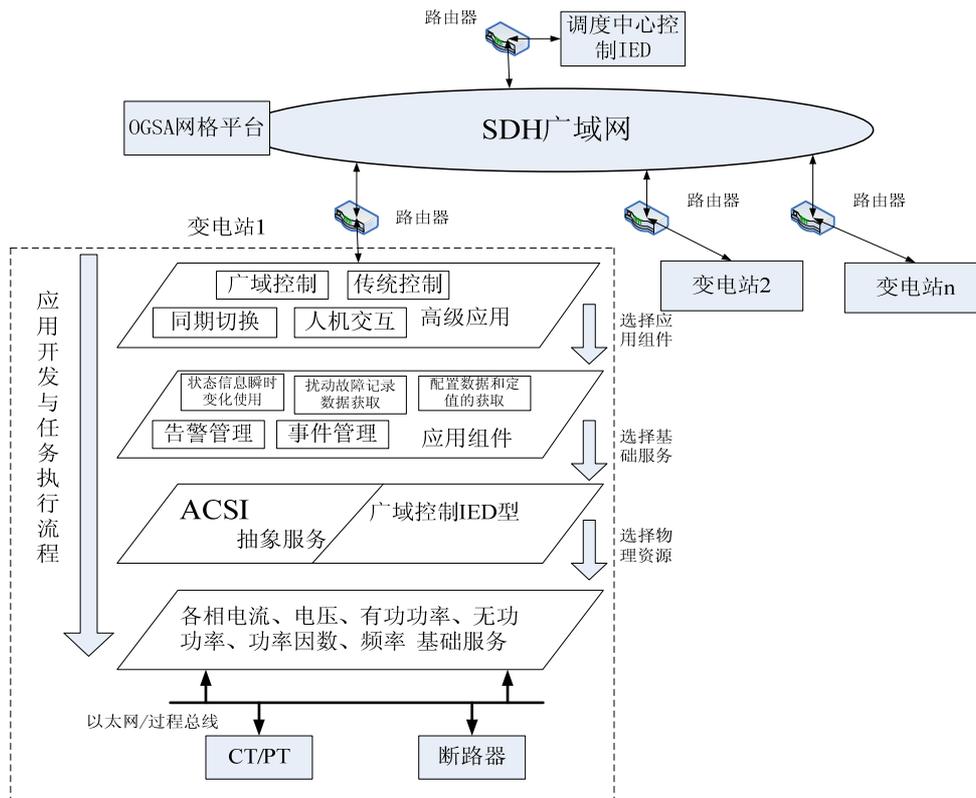


Figure 2. the structure of the wide area control based on power grid service.
图 2 基于电力网络服务的广域控制结构.

3.3 基于电力网络服务的广域控制结构

基于电力网络服务的广域控制结构如图 2 所示。从调度中心来看,整体的控制方法如下:

首先,变电站的信息按照 OGSA 网络框架所采用的层次模型将站内的资源和信息以服务的方式进行粗粒度和细粒度的封装,并通过广域控制 IED 进行外部的通信接口服务。其具体步骤如下:

(1)高级应用按功能进行初步分解,并将应用从高级应用映射到应用组件级。

(2)成各功能的组件服务的实现,一种方法是按照组件服务自身的功能结构实现,另一种是用服务组织的方式做进一步的分解,并从抽象服务级查找相匹配的下层服务。

(3)服务级,按照所需的服务类型选择具体执行任务的基础服务,形成服务类型到具体服务的匹配。

其次,调度中心将每一个变电站都看作是电力网络中的一个节点,通过调度中心端的广域控制 IED 将各个变电站的数据资源都加以整合,从而建立完整的配电网电力网络广域控制体系。在该电力网络结构中,调度中心可以集中电力网络中的所有资源以实现调控一体化功能^[7]:除正常调度业务之外,当调度中心出现预告报警信号时,调度中心通过报警网格服务及时通知相关运行维护单位;当出现变电站设备检修停电、事故情况下试送(试发)、调整负荷等情况时,调度中心通过对应的广域控制网格服务自行完成相关控制操作;配电网发生事故后,调度中心直接通过故障处理网格服务接口进行试送(试发)、隔离故障等先期处理。

4 结语

智能配电网的特点是设备量多面广、分布广泛、系统复杂,特别是变电站,其在电网中数目众多、地

位重要。在全国电网互联导致的日趋复杂的电网结构与运行环境下,有必要提出广域控制体系来保证电力系统安全、优质和经济运行。本文提出的基于电力网络服务的广域控制体系在解决这一问题上作出了尝试研究。下一步的工作将着手于对广域控制 IED 模型的建立和广域控制变电体系的实际化等方面。

References (参考文献)

- [1] Wang Yangguang. Research on Information Management and Communication Technology of Wide Area Protection Coping with Power Grid Catastrophe[D]. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology, 2010.
王阳光. 应对灾变的广域保护信息处理及通信技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2010
- [2] Zhang Wei, Shen Chen, Lu Qiang. FRAMEWORK OF THE POWER GRID SYSTEM Part One Development of Power Network Monitoring from Centralized to Distributed Processing [J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 22(28): 1-4.
张伟, 沈沉, 卢强. 电力网络体系初探(一)电网监控从集中计算到分布处理的发展[J]. 电力系统自动化, 2004, 22(28): 1-4.
- [3] Zhang Wei, Shen Chen, Lu Qiang. FRAMEWORK OF THE POWER GRID SYSTEM Part One Architecture of the Power Grid System [J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 23(28): 1-5.
张伟, 沈沉, 卢强. 电力网络体系初探(二)电力网络体系结构[J]. 电力系统自动化, 2004, 23(28): 1-5.
- [4] Technical Specifications of Digital Substation. China Southern Power Grid Company, Q/CSG 11006-2009.
数字化变电站技术规范.中国南方电网有限责任公司, Q/CSG 11006-2009.
- [5] Chen Cixuan. Basics of Electrical Engineering [M].Beijing: China Electric Power Press, 2004: ISBN 7-5083-2007-7.
陈慈萱.电气工程基础[TM].北京:中国电力出版社, 2004: ISBN 7-5083-2007-7.
- [6] IEC Std 61850-5, Communication networks and systems in substations-Part 5: Communication Requirements for Functions and Device Models[s],2003.
- [7] Management practices of Integrated management of integrated regulation and controlling system of distribution network of SGCC. Production Technology Department of State Grid Company of China, 2009.9.
国家电网公司配网调控一体化管理规范.国家电网公司生技部,2009.9.