

基于 CIM 的配电自动化系统信息交互

费建法¹, 方 泉¹, 王成现¹, 郝思鹏², 张仰飞²

(1.江苏省电力信息技术有限公司,江苏 南京 210024;2.南京工程学院,江苏 南京 211167)

摘 要:配电网中包含多个不同系统的功能组件,各组件间数据具有异构性。配电自动化实现需要集成配电网中其他系统的信息。IEC 61970/61968 标准提供了统一的公共信息模型(CIM)和组件接口规范(CIS)。针对配电网自动化的模型拼接和实时数据交互进行研究,并在实际工程中加以应用。结果表明,CIM 和 CIS 为解决异构数据的交互,构建标准、开放的配电网集成体系架构奠定坚实的基础,为进一步建设“即插即用”的智能配电网提供良好的支撑。

关键词:公共信息模型;配电自动化;IEC 61968;IEC 61970

中图分类号:TM73

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2014)03-0015-03

我国电网调度已建成国调、网调、省调、地调和县调(配调)五级体系。随着电网规模越来越大,采用分级调度方式,容易形成信息孤岛,需要建立同级或上下级调度间模型共享和信息交换机制。国际电工技术委员会(IEC)制定了 EMS 应用程序接口的 IEC61970 系列标准,为应用系统提供了一个基于公共信息模型(CIM)、公共体系结构和组件技术的系统集成框架,通过定义标准应用程序接口,使得这些应用或系统能够自由交换信息。IEC 61970 系列标准的两大支柱是 CIM 和组件接口规范(CIS)。CIM 作为一种基于面向对象技术的抽象模型,统一了电力信息模型,为实现电力系统调度应用软件的“即插即用”以及和其他信息子系统的无缝连接提供了统一的数据模型^[1]。配电网中存在多个应用系统,如:配网自动化系统、生产管理系统(PMS)、营销系统、95598 系统、用电信息采集系统、电能质量监控、停电管理系统等。各应用系统相对独立,系统间的信息交互困难。IEC61968 系列标准用于支持配电网内多种应用系统的应用集成,由代理消息的中间件服务实现。配电自动化主站系统设立了支撑平台层,使得主站系统的功能扩展和信息交互更为灵活。提供公共服务、各应用系统以及第三方软件之间规范化的交互机制。基于 IEC61968/IEC61970 标准的信息交互总线(IEB),既支持系统内部各组件的集成,也支持应用系统间的集成。

1 基于 CIM 的配电网模型

CIM 采用面向对象建模技术。使用统一建模语言(UML)表示法,把 CIM 模型定义为一组包。每一个包包含一个或多个类图,表示该包中的所有类及其关系,以简化应用系统间的互操作。CIM 使用高度精细化的格式,与每一应用兼容,标准格式中包含了电力系统需要的基本数据,同时也支持不影响标准数据格

式前提下的其他自定义数据。CIM 采用类形式来描述各电力系统对象,通过类之间关系描述电力系统各对象之间的关系,包括继承、关联、聚集等。

1.1 配电容器模型

配电网主要包括配电线路、配电变压器、开关、补偿电容、负荷等元件。这些元件构成了一个容器。其基本架构如图 1 所示。基类设备容器并不建立实体对象,而将其属性和关联扩充到派生类,将派生类的属性和关联、派生类从基类继承的属性和关联都存储在派生类中,并建立相应的实体对象。

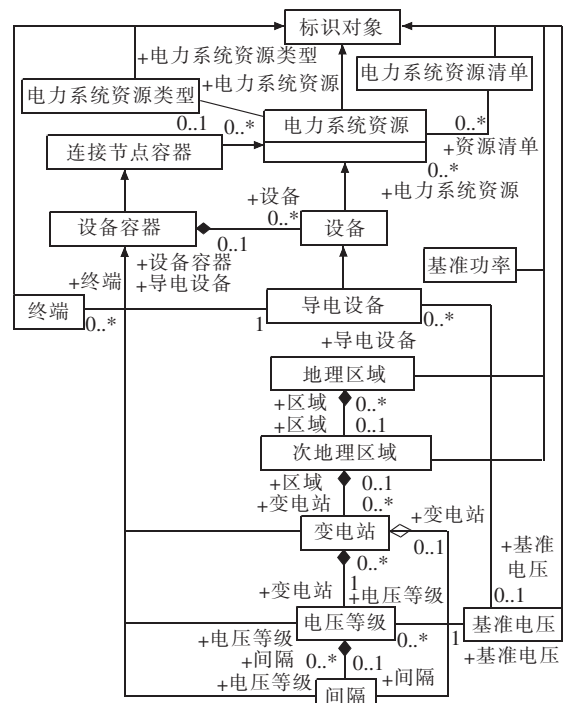


图 1 配电设备容器模型

早期的配电容器类包含在 IEC 61968 WiresExt 包中,作为对 IEC 61970 Wires 包的扩展。最新版的 IEC 61968 已经去除了 WiresExt 包,将其整合进 IEC 61970 Wires 包中,进一步统一了输电网模型以及配电网模型。

1.2 配电设备模型

配电设备主要包含配电变压器、配电线路以及开关等设备。以配电线路为例^[2],其模型如图 2 所示。所有设备类均从设备基类(Equipment)继承。与设备包容器类似,设备类的底层建立对象,类中设置各自的属性。由于低压配电线路存在参数不对称,设置了对应的单相单位长度阻抗等子类。

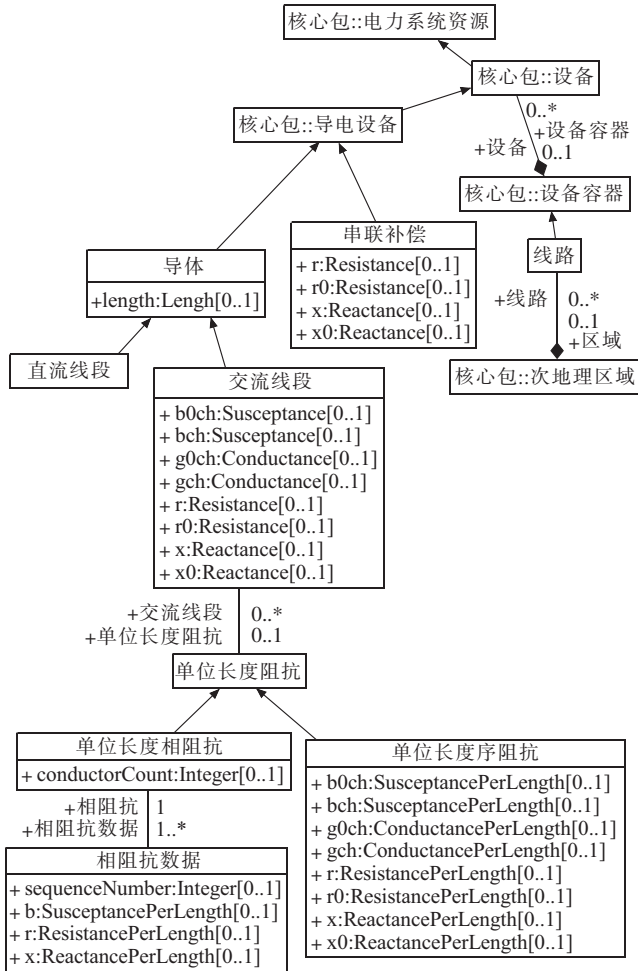


图 2 配电线路模型

1.3 配电拓扑模型

配电设备的连接关系通过端点(Terminal)和节点(ConnectivityNode)的关系进行描述。拓扑分析具有 2 个基本模型,即 Switch/Node 模型和 Bus/Branch 模型。Switch/Node 模型是基于 ConnectivityNode 的开关/节点模型。Bus/Branch 模型是基于拓补节点类(TopologicalNode)的节点/支路模型,如图 3 所示。

和连接性相关的量测类(Measurement),主要为电压、电流、功率等,和终端关联,并通过终端附着于设备。和连接性无关的量测类如温度、重量、大小等,则通过电力系统资源关联到设备。

2 配电网模型拼接和实时数据交互

配电自动化主站系统对电网进行监控需要获取电

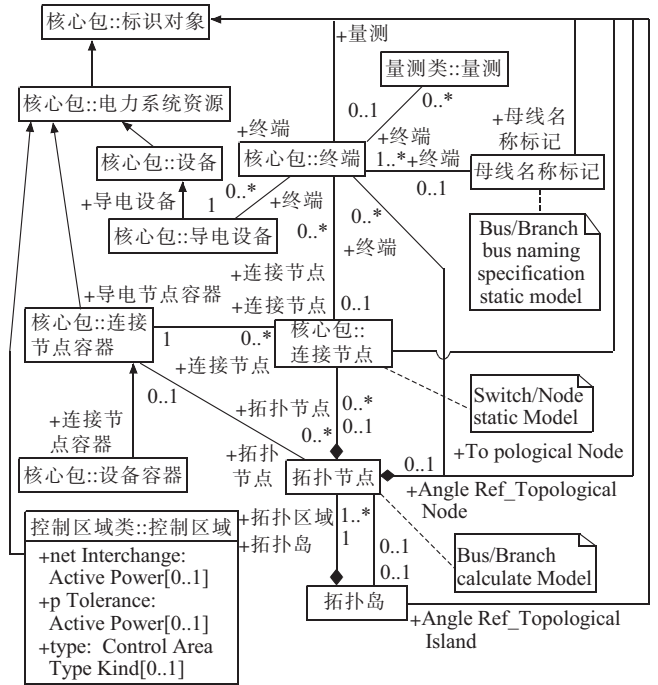


图 3 配电拓扑模型

网的拓扑结构和实时监测数据。涉及和上级电网以及末端电网的连接关系以及数据交互。

2.1 模型拼接

配电网模型主要包括上级主网及变电站模型、配电网馈线模型和用户侧模型。主网和变电站模型通过地调 EMS 系统获取;配电网馈线模型通过用电管理系统(PMS)获取;用户侧模型通过用电信息采集系统获取。构建统一的配电网模型需要拼接不同系统间的模型数据。

配电网和变电站的拼接需要从 EMS 中导入变电站的 CIM 模型,从 PMS 中导入配电网 CIM 模型。模型的连接点通常为变电站的出线开关,清理 EMS 出线开关处的其他模型和 PMS 中出线开关以上的模型。进行开关匹配,合并网络模型。同时根据 PMS 中配电网信息变化,实现动态更新^[3,4]。

配电网和用户侧的拼接主要实现配变终端和配电台区低压出线对接以及用户和配电变压器关联。目前配电台区具有综合采集功能的智能监控终端安装较少,多数采用负荷模型等值表示。

2.2 实时数据

配电自动化系统实时数据监测也通过不同系统获取。主网和变电站的实时数据一般由地调 EMS 定时通过符合 IEC 61970/61968 信息交互总线(IEB)发送到配电主站,配电自动化主站通过 EMS 实现对变电站的遥控;配电自动化终端采集的信息包括馈线终端(FTU)、配变配电终端(TTU)、开闭所配电终端(DTU)遥测和遥信的实时数据直接发送到配电自动化主站,并接受主站的遥控信息;用户侧实时数据通过 IEB 由

用电信息采集系统定时发送到主站^[5],部分具有遥控功能的配电台区和负控终端接受主站的遥控信息。完整的数据监测实现对配电网的实时监控。

3 工程应用

3.1 工程概况

2011年,扬州实施智能电网综合示范工程,首先在扬州经济技术开发区建成了配电自动化系统。2013年,进一步扩展到农村区域(公道镇)。扬州配电自动化系统框架如图3所示。其数据采集和传输通过光纤送入主站。和其他系统的数据交互通过信息交互总线(IEB)实现。

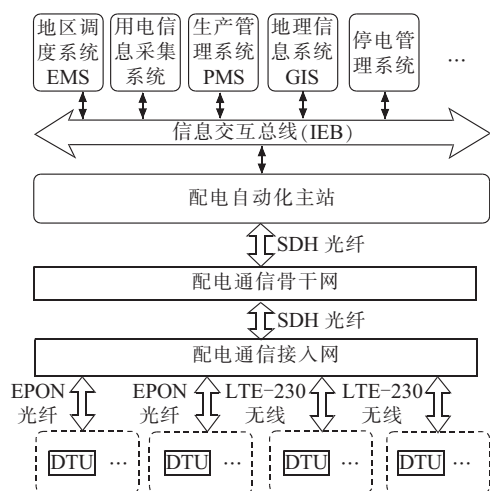


图4 配电自动化系统框架

3.2 配电网建设

配电主站系统通过PMS系统获取10 kV配网图模数据,把配电调度图形系统中的电网模型和图形,按照IEC 61968消息格式,通过配置在通信接口服务器上的适配器发送到信息交互总线,配电自动化主站通过总线获取图模数据并完成数据模型和图形的更新。

变电站内模型由调度EMS系统的主站维护人员在EMS上通过作图工具和数据库维护工具建立电网模型,然后通过与调度EMS系统的接口转换到配电调控一体化系统中。

配电自动化主站系统通过配电调度图形系统数据交换流程获取10 kV配网图模数据,通过上级EMS系统数据交换流程获取了主网图模数据,然后在图模库一体化平台上实现馈线模型与站内模型拼接^[6],从而在配电调配一体化系统中得到110 kV到10 kV完整的配电网模型,为配网调度的指挥管理准备完整的电网模型及拓扑资料。

配电网拓扑分析是配网所有分析应用的基础。用于构建动态的配电网模型,模型体现了设备之间的连接关系、连通关系、配电网的实时状态。根据模型,可进行带电区域划分和动态着色,分析确定配电区

域的供电源点和各点供电路径。模型结构随着配电接线图的设备变更而变化,状态随着配电实时信息的刷新而相应变动。

3.3 实时数据交互

配电自动化实时数据主要包括配网实时数据以及变电站实时数据两部分,外加部分建有监控终端的配电台区实时数据。

城区配电网和农村集镇配电网实时数据由配电终端采集并通过光纤专网送入配电自动化主站,农村边远地区由于架设专用光纤通信成本较高,采用LTE230无线专网采集并送到配电自动化主站,主站的各种控制命令也是通过通信直接下发到配电终端。变电站实时数据由地调EMS系统每隔5分钟发送到配电主站,主站通过接口与调度自动化系统进行数据交换,实现对变电站出线开关的控制操作。配电台区包括公变、专变等设备量测通过GPRS无线公网通信送至用电信息采集系统,配电自动化主站通过信息交换总线从SG186系统中的用电信息采集系统获取。

4 结束语

CIM模型为不同系统和应用间的信息交互提供了统一的平台,为构建标准、开放的一流配电网集成体系奠定了基础。新建的配电自动化主站系统中一般都建设了符合IEC 61970/61968标准的信息交互总线,为实现异构数据下的信息共享提供了支撑。随着配电自动化系统逐步扩展配电管理自动化功能,需要加强配电网和上级系统的信息交互以及配电网内各系统间的信息集成。文中在CIM模型和CIS交互规范的基础上,研究了配电网跨平台的模型拼接以及信息交互,为后续高级应用功能的开发奠定了基础。

参考文献:

- [1] 张迪思,吕广宪,刘鹏,等.面向IEC 61968信息交换总线的即插即用技术研究[J].华东电力,2013,41(6):1246-1251.
- [2] 陆一鸣,刘东,黄玉辉,等.基于CIM的馈线建模和应用[J].中国电机工程学报,2012,32(28):157-163.
- [3] 董朝霞,戴琦,杨峰,等.基于CIM和SVG的电网建模技术[J].电力系统及其自动化学报,2006,18(5):58-61.
- [4] 王志南,吴文传,张伯明,等.基于IEC 61970的CIS服务与SVG的研究和实践[J].电力系统自动化,2005,29(22):60-63.
- [5] 钱立军,李新家.用电信息采集系统中数据比对功能的实现及应用[J].江苏电机工程,2013,32(2):64-65,70.
- [6] 宋鑫,曹阳,黄海峰,等.基于电力系统规则的CIM-XML模型校验[J].电力信息化,2006,4(12):35-37.

作者简介:

费建法(1963),男,江苏常州人,高级工程师,从事电力系统研究工作;

根据 NBT 31018-2011, 电容组的容量应满足桨叶在规定载荷情况下完成一次以上顺桨动作要求^[6]。依据 2 MW 风力发电机组变桨驱动系统规范要求得出整个顺桨过程需要的力矩和为 256.2176 N·m, 对照实验得出的曲线, 可以将测试的超级电容与 2 MW 机组顺桨需求能量做个对比, 如表 1 所示。

表 1 测试用电容与 2 MW 机组顺桨需求能量对比

	电压/V	电容/F	能量计算	能量/kJ
2 MW 机组顺桨需求能量	—	—	$W = P \times t = \frac{T \times n \times t}{9.55}$	56
测试电容模组	75	90	$E = \frac{1}{2} \times C (U_{\max}^2 - U_{\min}^2)$	198

所测试的电容测试过程中放电至 35 V, 根据电容能量公式可计算出电容释放出的能量为 198 kJ, 远大于 2 MW 机组顺桨需求能量 56 kJ, 由此可见, 该电容满足 2 MW 风电机组变桨系统顺桨需求。

4 结束语

针对电动变桨系统的超级电容后备电源现场上塔架测试难度较大的情况下, 设计了一种电动变桨系统后备电源测试装置, 在变桨系统发生故障或电网跌落要求顺桨, 该测试装置能够测试出后备电源是否有足

够能力保证变桨系统安全顺桨, 降低变桨系统故障率, 减少风机维护成本, 改善风电机组经济效益。

参考文献:

- [1] 汪海波, 田 炜, 鲁 斌, 等. 兆瓦级风机直流和交流电动变桨距技术[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(4): 42-44, 47.
- [2] 叶杭治. 风力发电机组的控制技术[M]. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2006, 83-85.
- [3] 姚兴佳, 宋 俊. 风力发电机组原理与应用[M]. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2011: 128-129.
- [4] 叶杭治. 风力发电系统的设计、运行与维护[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 113-115.
- [5] 鲁 斌, 田 炜, 刘 剑, 等. 基于超级电容的变桨系统后备电源设计[J]. 江苏电机工程, 2013, 32(5): 46-48.
- [6] 国家能源局. NB/T 31018—2011 风力发电机组电动变桨控制系统技术规范[S]. 北京: 中国电力出版社, 2011.

作者简介:

- 沈 鑫(1987), 男, 江苏盐城人, 助理工程师, 从事风力发电控制技术研究工作;
- 田 炜(1978), 男, 湖北应城人, 高级工程师, 从事风力发电控制技术、电力电子在电力系统中的应用研究工作;
- 鲁 斌(1984), 男, 浙江衢州人, 工程师, 从事风力发电控制技术研究工作;
- 刘 剑(1983), 男, 江苏徐州人, 工程师, 从事风力发电控制技术研究工作。

Test Equipment Design of Backup Power of Supercapacitor for Electric Pitch System

SHENXin, TIAN Wei, LU Bin, LIU Jian

(NARI Technology Development Co. Ltd., Nanjing 210003, China)

Abstract: In order to tackle the difficulty in the test of backup power of supercapacitor of electric pitch system, we designed a simple and feasible test equipment for factory-inside backup power. With the test equipment, a test on a specific type of supercapacitor is implements. Based on the test, a design of backup power is provided. The design can meet the demand of feathering of pitch system, and guarantee the safe operation of wind turbine generator system.

Key words: pitch system; supercapacitor; backup power; test equipment

(上接第 17 页)

方 泉(1968), 男, 江苏南京人, 高级工程师, 从事配电网自动化研究工作;

王成现(1967), 男, 江苏南京人, 高级工程师, 从事电力信息技术研究工作;

郝思鹏(1971), 男, 江苏宝应人, 副教授, 从事配电网自动化研究工作;

张仰飞(1970), 男, 江苏射阳人, 教授, 从事电力系统参数辨识等方面研究。

Information Interaction of Distribution Automation System Based on CIM

FEI Jianfa¹, FANG Quan¹, WANG Chengxian¹, HAO Sipeng², ZHANG Yangfei²

(1. Jiangsu Electric Power Information Technology Co. Ltd., Nanjing 210024, China;

2. Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China)

Abstract: A distribution network usually contains many various functional components. The implementation of distribution system automation needs to integrate information from all components. In IEC61970/61968 standard, the CIM and CIS are recommended. Based on the CIM and CIS, the splicing data from different components and the real-time interaction between data are studied in practical engineering. The result shows that the CIM and CIS benefit heterogeneity data exchange, lay out a foundation for heterogeneity data exchange, standard establishment and open architecture of distribution power grid, and can provide supports to establish "plug and play" smart distribution power grid.

Key words: CIM; distribution automation; IEC61968; IEC61970