

基于 IEC 61850 与 CIM 融合的 分布式能源模型扩展研究

廖真哲¹, 刘东¹, 陆一鸣¹, 余南华²

(1. 上海交通大学 电气工程系, 上海 200240; 2. 广东电网公司 电力科学研究院, 广州 510080)

摘要:根据应用需求建立相应的分布式能源映射类,实现分布式能源模型和公共信息模型这2种模型的融合,通过对IEC 61850-7-420定义的逻辑节点到CIM模型中物理设备的映射,建立了分布式电源电气连接点ECP和燃料电池系统CIM模型,可为调度中心实现分布式能源的调度与控制业务提供模型基础。

关键词:分布式能源模型;公共信息模型;IEC 61850

作者简介:廖真哲(1988-)男,硕士研究生,主要研究方向为电力系统及其自动化。

中图分类号:TM61 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-9529(2012)04-0568-04

基金项目:国家重点基础研究发展计划项目(2009CB219703);上海市科技攻关重点项目

DE Model Extension Based on the Combination of IEC 61850 and CIM

LIAO Zhen-zhe¹, LIU Dong¹, LU Yi-ming¹, YU Nan-hua²

(1. Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China;

2. Electric Power Research Institute, Guangdong Power Grid Company, Guangzhou 510080, China)

Abstract: In compliance with application demands, the distributed energy (DG) mapping classes have been established to achieve the combination of the two models: Distributed Energy (DE) Model and Common Information Model (CIM). CIM is established for ECP and Fuel Cell System, through the mapping between logical nodes defined in IEC 61850-7-420, and the physical devices in CIM. These models will play an important role in the DE dispatching and controlling in the dispatching center.

Key words: Distributed Energy (DE) Model; Common Information Model (CIM); IEC61850

Foundation items: The National Basic Research Program of China (2009CB219703)

当分布式能源并网达到一定规模之后,若其与电网、管理系统之间数据不能共享和交换,将导致配电网和电力市场管理的混乱。因此,EMS、DMS等电力管理系统需要增加对分布式能源相应的能量管理和控制功能。

IEC 61850-7-420标准是由IEC第17工作组制定的分布式能源监控通信标准,它定义了所有分布式能源设备的通信和控制接口,配合相关指导方针,建立统一流程,有助于简化实施过程,降低安装和维护费用,提升电力系统的可靠性。但是IEC 61850模型侧重对设备的具体控制,而CIM模型侧重在调度端的总体分析,所以可以通过建立相应的映射关系,完成2种模型的融合,完成分布式能源在CIM中的扩展。目前融合2种模型的方案有2种,第1种方案是建立直接统一模型,制定新的融合CIM和IEC 61850 SCL的新

模型。该方案建立了彻底统一模型,为各方面应用提供了坚实的基础,但是对于原有模型改动巨大,整个模型规模也很大,而且相对于新的统一模型标准,现存的大多数系统成为非标准存在,已有投资得不到保证。第2种方案是建立2种模型之间的映射,具体的核心步骤是把IEC 61850的变电站模型配置文件映射为等效的公共信息模型(Common Information Model,简称CIM)文件。

关于CIM和IEC 61850融合的问题^[1-4],早期国际上考虑采用上述第1种方案,但是没有成功,目前国际上主流的观点是采用第2种方案。不过关于分布式能源模型的扩展的CIM和IEC 61850融合,文献尚未多见。本文通过创建映射类,将IEC 61850-7-420中的逻辑节点映射到CIM中,并以ECP和燃料电池为例建立的分布式能源CIM模型。

1 IEC 61850 中的分布式能源建模与 CIM 的映射关系

目前,分布式能源及其他系统元件的生产厂家多数自定义设备的通信规约,且通信接口类型各异,这将使得系统在信息集成、运行控制以及调度管理等方面受到极大的制约。

在国际上,电力部门、运营商和分布式发电制造商意识到需要一个统一的标准来解决分布式能源通信和控制接口标准化的问题,因此 IEC 61850 开始将分布式能源纳入标准体系,建立了新的 IEC 61850-7-420 标准。该标准包括往复式发电机、燃料电池、热点联供和太阳能系统。提出了分布式能源系统中利用到的逻辑节点和数据对象。分布式发电厂的通信不仅仅包括分布式能源设备和电厂管理系统间的本地通信,而且还包括分布式发电厂和管理电厂、独立分布式能源设备操作员的通信。

对于如何扩展 CIM 模型的问题,IEC 61970 给出了 CIM 的扩展导则,即通过向已有类增加属性值和属性来扩展,通过继承和关联增加新类扩展;另外,随着应用的增加也可以增加新的包,对 CIM 的扩展就分为包、类和属性 3 个层次的扩展,本文对类和属性进行扩展。新类的产生通过分析分布式能源中的相关设备并对其抽象实现。分布式能源中唯一的电力设备一般抽象出一个新的类。对于每一个新类,按照已有的分类方法找到它所属的包,并说明与其他类之间继承和关联的关系。扩展还会涉及一些 CIM 中已有的类,这些类在分布式能源的应用过程中需要增加新的属性和属性值。

IEC 61850-7-420 标准对分布式能源通信系统的逻辑节点做了定义,不过由于 IEC 61850 模型和 CIM 模型具有完全不同的语义,因此不能实现数据的直接交换。它导致互联电网规模越来越大的情况下,模型却分割独立。调度端和电站端重复建模,模型的实时性不够,各种自动化和智能化设备缺少统一的基础,这就需要构建一个协调方法,实现 IEC 61850 模型数据到 CIM 模型数据的转换。

由于它们都采用面向对象的方法建立数据模型,因此构建 IEC 61850 和 CIM 模型映射主要的方法是构建逻辑设备映射:IEC 61850 定义 IED

中交换数据功能的最小部分为逻辑节点,代表物理装置内的某项功能,执行这项功能的某些操作。逻辑设备代表实际的分布式能源设备。映射过程包括对 IEC 61850 模型中的一个类、一个属性,定义分别对应到 CIM 中得一个或几个类、一个或几个属性。而且由于 CIM 模型是为调度端的总体分析服务的,因此侧重点在于一次设备,包括拓扑关系,而很少涉及实际的功能模型,而 IEC 61850 更多地着眼于设备的具体控制和操作,在模型的映射过程中必然需要根据调度的应用需求有所取舍,只将 IEC 61850 中在调度端总体分析时需要用到的属性映射到新的模型中,其他属性则保留在原来的 IEC 61850 模型中。

如图 1 所示 IEC 61850-7-420 中分布式能源逻辑节点到 CIM 中的映射情况,逻辑节点依据分布式能源设备的功能进行划分,通常包括信息系统模型、DER ECP 模型、DER 控制器模型、DER 发电模型、DER 励磁系统模型、转速/频率调节系统模型、电力电子变换器模型及辅助设备模型。基于各部分的逻辑节点可以构建完整的 DER 模型,典型模型包括 CHP 模型、光伏系统模型、燃料电池模型等。将这些逻辑节点映射到 CIM 中就形成了左边的诸如 PhysicalDevice、分布式能源电气连接点(ECP)、ECPController 等类。

图 1 描述了整个新能源模型的总体映射情况,本文之后所做的模型扩展都只是抽取其中部分进行映射。

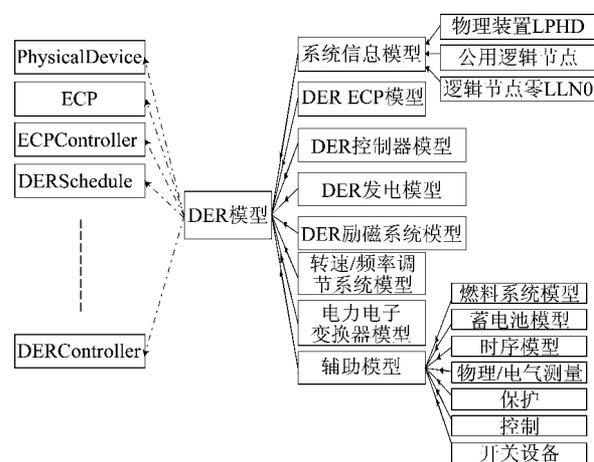


图 1 逻辑节点到 CIM 的总体映射

2 CIM 的 ECP 模型扩展

以 ECP 模型为例来解释具体的映射过程。

ECP 逻辑设备定义一个或多个分布式能源单元与任何电力系统 (EPS) 的电气连接点处的分布式能源的设备特性。电力系统可以包括: 独立负载、微电网, 以及公用电网。通常在该连接点处有一个开关或电力断路器。IEC 61850-7-420 标准总共为 ECP 定义了 DCRP(在 ECP 处 DER 装置的公共特性)、DOPR(在 ECP 处的运行特性)、DOPA(在 ECP 处 DER 的运行权限)、DOPM(在 ECP 处的运行模式)、DPST(在 ECP 处的状态信息) 5 个逻辑节点。我们对它们进行拆分和组合之后建立了 2 个新的类: ECP 和 ECPController。ECP 包括 ActivePower、CircuitPhase、ECPTYPE、OperationTime 和 PublicProperties 这 5 个属性, 分别表示有功功率、电路相数、ECP 类型、操作时间和公共特性。ECPController 类用来描述 ECP 处的控制器, 它只包含从公共数据类中继承的属性, 但它与 CIM 中原有的许多其他类有关联关系。

逻辑节点 DCRP 中包含 PIntObjSelf、PIntObjBck、PIntObjMan 等 6 个属性, 全都是用来描述在 ECP 处连接的装置的目标或职能, 如备份、市场驱动等。标准的 CIM 模型并未对这些特性进行描述, 因此在 ECP 类中扩展了 PublicProperties 属性, 相应地有枚举类 PublicPropertiesType, 包含了 ECP 处连接的装置的所有目标和职能。

逻辑节点 DOPR 中 ECPID 是 ECP 的唯一标识, 它对应 CIM 中所有类的公有属性 mRID。ECPTYPE 表示 ECP 的类型, 原有的 CIM 中没有该属性, 所以需要在 ECP 类中扩展 ECPTYPE 属性, 并建立相应的包含所有 ECP 类型的枚举类。InctID 和 OutctID 这 2 个属性标识 ECP 处连接的是电源还是负载, 可以通过 ECP 中建立 ActivePower 属性表示, 有功功率为正是电源, 为负则是负载。CctPhs 表示电路相别类型, 取值有单相、三相、三角形接线、星形接线等好几种, 在 ECP 中扩展 CircuitPhase 属性对应它, 该属性为 Winding-Connection 类型。ECPNomWRtg、ECPNomVarRtg、ECPNomVLev、ECPNomHz 的 4 个属性分别表示 ECP 处有功功率、无功功率、电压和频率的几个设定值, 可以用 SetPoint 类中的几个 value 表示, 因此不需要在新的模型中扩展, 只需要将 ECP 与 SetPoint 建立关联关系。

逻辑节点 DOPA 中 DERAuth 属性表示在授权范围内 ECP 处的 DER 单元的 MRID 的列表, 相

当于 CIM 模型中的 PsrList, 因此 ECPController 与 PSRList 之间有关联关系。DEROpnAuth、DERCisAuth、DERModAuth、DERStrAuth、DERStpAuth 这 5 个属性表示授权对 ECP 或者连接在 ECP 处的 DER 进行的启动、停止、断开、连接等各种操作, 在 CIM 一般通过 Command 类描述这些操作, 所以 ECPController 与 Command 也存在关联关系。

逻辑节点 DOPM 中所有属性都是描述在 ECP 处的各种运行模式, 在 CIM 中对应 ControlType 类, 所以 ECPController 与 ControlType 之间有关联关系。

逻辑节点 DPST 中的 OPTms 表示投产后的运行时间, 我们在 ECP 类中扩展 OperationTime 来表示它。ECPConn 表示 ECP 处 DER 的连接状态, 在 CIM 中通过 ConnectDisconnectFunction 类中的布尔类型属性 isconnected 描述, 所以要建立 ECP 和 ConnectDisconnectFunction 这 2 个类的关联关系。TotWh 表示总的瓦时数, 可以通过 OPTms 和 ActivePower 的 2 个属性计算出来, 所以不需要对该属性做扩展。调度端需要了解 ECP 的类型以及职能, 对它进行断开、连接等操作, 控制它的运行模式等, 扩展模型能很好地满足调度端的应用需求。

3 CIM 的燃料电池模型扩展

燃料电池是电化学能量转换装置。它通过由外部供给的燃料(在阳极侧)和氧化剂(在阴极侧)在电解液中发生的化学反应产生电流。通常, 电池中保持有电解液, 参与反应的物质不断流入、反应的生成物则不断流出。只要维持必须的物质流, 燃料电池就可以持续不断地工作。已经开发出的燃料电池超过了 20 种。一个典型的燃料电池的电压为 0.8 V。为了产生足够大的电压以满足许多需要较高电压场合的应用, 多个电池单元以串联和并联的方式层叠结合起来形成“燃料电池堆”(燃料电池堆)所使用的燃料电池的数目通常超过 45 个, 并以不同的方式设计。在温度为 25℃时, 燃料电池的理论电压可以达到 1.23 V。(燃料电池的)电压取决于所使用的燃料、质量以及电池的温度。

IEC 61850-7-420 主要通过 DFCL(燃料电池控制器)、DSTK(燃料电池堆)、DPVA(阵列特性)和 ZBAT(蓄电池特性) 4 个逻辑节点描述燃料电池的各种特性, 映射到 CIM 模型中总共建立 Con-

troller、Battery、BatteryStack、FuelCell、FCStack、AuxBattery 6 个类。Battery 为电池单元基本属性模块,作为导电设备的一种,继承自 ConductingEquipment 类,该类由 ZBAT 中的部分属性提取而成。BatteryStack 为电池组基本属性模块,为设备容器的一种,所以继承自 Core::EquipmentContainer 类之下,同时它由电池单元 Battery 聚合而成。该类中的 StrCnt、MdulCnt、SubArrCnt 属性有部分来自 DSTK 和 DPVA 提取的共有属性,其余属性来自 DSTK。FuelCell 为燃料电池单元模块,继承自 Battery 类之下。FCStack 为燃料电池组模块,所以继承自 BatteryStack,且由 FuelCell 类聚集而成。Controller 为设备控制器类,属于调节设备的一种,所以继承自 Wires::RegulatingCondEq,同时用来控制 Battery,所以与电池单元 Battery 有关联关系,其属性由逻辑节点 DFCL 中的属性映射而来。AuxBattery 为辅助电池类,继承于电池单元模块 Battery,该类中的属性由 ZBAT 中的属性提取而成的。扩展模型对燃料电池的控制特性有比较详尽的描述,提供的各种参数为调度中心对燃料电池发电站进行经济调度奠定了基础。

4 结语

本文建立的 IEC 61850 和 CIM 的融合模型完成了分布式能源在 CIM 中的扩展,其中的 ECP 和燃料电池模型为调度中心为分布式能源的调度和控制业务提供了模型支撑。该融合模型不但设置

了各种操作和运行模式,对分布式能源内部的一些物理和电气特性也进行了描述,很好地满足了调度中心的应用需求。本文对 CIM 模型和 IEC 61850 模型在新能源方面进行映射和融合的尝试,对于 CIM 模型的扩展以及两种模型的映射和融合也有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 高志远,姚建国,曹 阳,等. 公共信息模型和 IEC61850 模型协调方案评析[J]. 电力系统自动化,2011,35(16): 9-14.
GAO Zhi-yuan, YAO Jian-guo, CAO Yang, et al. A survey of coordination scheme between CIM and IEC61850 Model [J]. Automation of Electric Power Systems, 2011(16): 9-14.
- [2] 王松波,徐 奇,陈海东. IEC61850/IEC61970 信息模型协调的研究[J]. 低压电器,2011(17): 39-42.
WANG Song-bo, XU Qi, CHEN Hai-dong. Research on information model coordination between IEC 61850 and IEC 61970 [J]. Low Voltage Apparatus, 2011(17): 39-42.
- [3] 柳 明,何光宇. IEC 61850/IEC 61970 保护模型的协调[J]. 电力系统自动化,2006,30(22): 7-11.
LIU Ming, HE Guang-yu. Coordination between IEC 61850 and IEC 61970 for the protection model [J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(22): 7-11.
- [4] 胡 靓,王 倩. 基于 IEC61850 与 61970 的无缝通信体系的研究[J]. 电力系统通信,2007,28(182): 15-20.
HU Liang, WANG Qian. Research on seamless communication system based on IEC 61850 and 61970 [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2007, 28(12): 15-20.

收稿日期:2012-01-31

本文编辑:杨林青

电力简讯

德力西电气有限公司获国内低压电气行业售后服务五星认证

经过全国商品售后服务达标认证评审委员会、北京五洲天宇认证中心审核组对德力西电气总部及国内五个网点进行售后服务体系审核的抽取,通过现场访谈、文件查阅、网点抽查等方式对德力西电气、温州网点、北京网点、重庆网点、南京网点及西安网点售后服务体系进行审核,德力西电气有限公司于 2011 年 12 月 22 日获国内低压电气行业售后服务五星认证。

德力西创建于 1984 年,主要以生产高中低压电器、输变配电气和工业自动化控制电气为主,产品有 300 多个系列共计 30 000 多种规格,是目前国内同行业中生产规模最大、销售数量最多、品种规格最全的龙头企业之一。30 年来,德力西一直把产品质量和客户服务放在首位,精益求精,追求卓越,成为国际领先的低压电气品牌。2007 年 11 月,德力西集团与全球电力及施耐德电气共同组建了中法合资企业德力西电气有限公司。公司总投资 18 亿人民币,拥有员工 8 000 余名,占地面积 84 431 m²。

德力西自创建以来,始终坚持以顾客为中心的经营理念,以客户的真实需求为市场战略导向,通过持续改进质量管理体系,完善售后服务设施、完善分销网络,打造优秀客服团队、建立售后服务体系,藉此提升产品质量和客户服务水准,为顾客创造价值,以寻求创造出一种独特的中国电气发展新模式。

(本刊讯)