

基于面向对象思想的变电站建模研究

付娟

(西安铁路职业技术学院电气工程系, 陕西 西安 710014)

摘要: 利用面向对象的基本思想, 从功能的分解、抽象、模块化、封装四个基本方面分析了 IEC 61850 及其在变电站功能建模中的体现。深入介绍了 IEC 61850 标准中变电站内的智能电子设备怎样建立遵循 IEC 61850 标准的数据模型和模型内部的关联, 探讨了遵循 IEC 61850 标准建模的过程步骤, 并给出了建模实例。

关键词: IEC 61850; 面向对象; 变电站; 建模; 逻辑节点

Analysis on substation modeling based on object-oriented techniques

FU Juan

(Department of Electrical Engineering, Xi'an Railway Vocational Technical Institute, Xi'an 710014, China)

Abstract: Based on the theory of OODM, according to the decomposition, abstraction, modularization, encapsulation of functions, this paper analyzes IEC 61850 standard and how to use it in the functions of substation model. It introduces the method of how to build the data model of IEC according to IEC61850 and the associations in the models with a detailed account. It emphasizes the view of process of building the standard models of IEC61850 and gives the instance results of an IEC for example in the paper.

Key words: IEC 61850; OO; substations; model; logic node

中图分类号: TM734 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)18-0055-04

0 引言

目前在变电站中应用最多的是面向点的通信协议, 如 CDT、60870-101、60870-104 等。其地址由远动工程师预先分配^[1], 带有随意性, 还存在着变更不方便、通信速率低、浪费信道资源等缺点, 随着网络的面向对象技术的广泛应用, 这种现状以很难适应形势发展的需要。

本文采用变电站中全球统一通信系列标准 IEC61850, 对变电站从信息源头(电力互感器采集的电压电流)到调度中心采用统一的通信协议, 建立统一的通信模型。拟达到以下要求^[2]: ①采用面向对象建模技术; ②采用分层分布的结构体系; ③实现智能电子设备间的互操作性; ④使用抽象通信服务接口 ACSI 和特殊通信服务映射 SCSM 技术; ⑤提供自我描述的数据对象及其服务; ⑥具有面向未来的、开放的体系结构。

1 变电站功能的分解

根据变电站所应具有的功能进行分解, 可以有效地划分系统的状态空间, 降低系统复杂性所带来的影响^[3]。对于复杂的电力系统, 逐步将其分解为

越来越小的组成部分, 直至不能分解为止。

变电站系统化的功能是指必须在变电站执行的任务, 主要完成变电站设备及其馈线的控制、保护和监视功能。根据面向对象的思想从逻辑上将变电站系统分为三层, 即: 变电站层、间隔层和过程层。变电站层负责人机接口、警报和事件处理等功能; 间隔层负责控制、自动保护、计量、记录等功能; 过程层由智能传感器、控制电路等二次智能设备组成, 获取一次设备信号, 反映一次设备的状态和信号, 并接收间隔层的命令对一次设备进行操作。经过分解, 各层之间不但有了纵向的通信方式, 同时也实现了横向的通信链接。

一个完整的功能定义不仅涵盖变电站分解功能而且包含 IEC 61850 的目标、要求、性能指标和通信信息片 PICOM 等内容^[4]。每个功能又可分解成若干个逻辑节点, 逻辑节点代表物理装置内的某项功能及执行这一功能的某些操作。它是由数据和方法定义的对象。

2 变电站功能的抽象

抽象是指抽取系统中的基本特征而忽略非基本特征, 以便更充分地注意与当前目标有关的方面。

IEC 61850-7 是针对变电站中用于实现某种功能的服务模型和对它们进行的操作进行抽象，分为过程抽象和数据抽象两种。

2.1 数据抽象

数据抽象定义了数据类型和施加于该类型上的操作，并限定了数据类型的值只能通过这些操作来修改和读取。IEC 61850 中定义了多种公共数据类，涵盖了变电站中 ACSI 所有模型中逻辑节点所对应的数据类型。在建模时，由逻辑设备所实现的功能模型列出逻辑节点，根据其属性类型查询公共数据类表，以得到兼容数据类^[5]。兼容数据是公共数据类的实例化，并有唯一的实例名，其过程如图 1 所示。

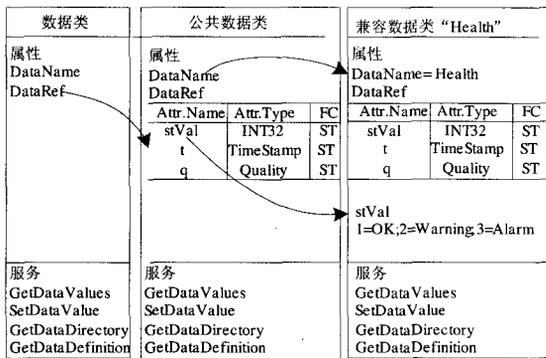


图 1 逻辑节点的建模
Fig.1 Modeling of logic node

2.2 过程抽象

过程抽象是指任何一个有明确功能的服务都可被使用者作为单个的实体看待，尽管这个操作实际上可能由一系列更低级的操作来完成^[6]。实际应用中根据对象名 LN 利用对象引用 LN/LLN0.Rp 将组成类实例的整个路径名的全部实例名串起来构建^[7]间隔层、逻辑设备、逻辑节点、数据、数据属性的 ACSI 分层。分层信息模型中的类实例。

以逻辑设备线路差动保护装置为例如图 2 所示。

命名变量 PDIF 代表逻辑节点电流差动保护并包括这个命名变量组件的全部 DATA。每个组件例如启动值 PDIF\$Op 又映射到稍为复杂的数据属性 PDIF\$Op\$phsA、PDIF\$Op\$phsB、PDIF\$Op\$phs、PDIF\$Op\$general、PDIF\$Op\$neut 等。许多服务直接按多信息模型的属性进行操作，即多包含在逻辑节点中数据的数据属性进行操作。由客户直接对 PDIF\$Op\$phsA 进行读取数据操作以通过服务 GetDataSetValuesPDIF\$Op 或者服务 GetDataValues PIOC\$Op\$phsA 完成，意味着服务对客户请求的操

作没有 IED 的特定约束。在实际应用中将处理分解成子步骤是对付复杂性的一个基本方法。

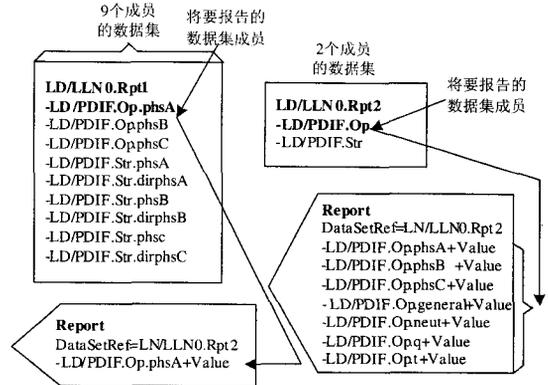


图 2 数据集服务模型
Fig.2 The dataset service model

3 变电站功能的模块化

对模块的要求是高内聚、低耦合。高内聚是指在一个模块中应尽量多地汇集逻辑上相关的资源，低耦合是指模块之间的相互作用应尽量少。

IEC 61850 定义了抽象通信服务接口 ACSI，基本覆盖了变电站自动化功能的需求。从通信的角度把变电站模块化，并且提供了如何对模块中的数据进行读、取代、报告、记录等服务^[8]，主要包涵图 3 所示的模型^[9]。

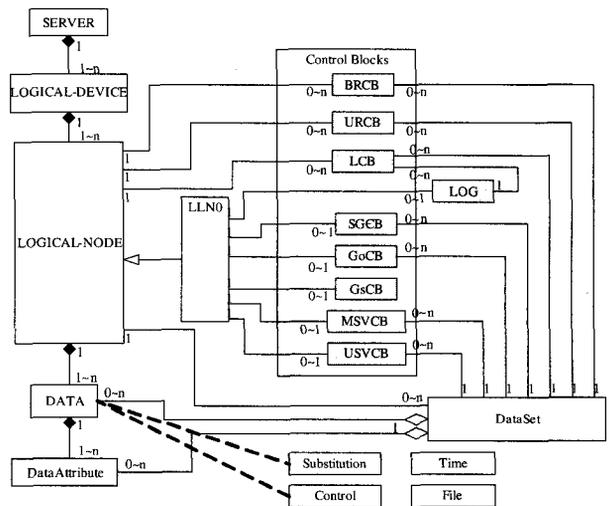


图 3 ACSI 的服务模型
Fig.3 Model for the service of ACSI

应用关联模型 (ASSOCIATION)，它控制不同类型的设备间如何通信，主要由关联(包涵双方和多方传送)类定义和访问权限的控制原理组成，提供的

服务有 Abort、Release 和 Associate。

逻辑设备模型(LD),它是逻辑节点的组合,提供的服务为 GetLogicalDeviceDirectory。

数据类模型(Data),数据表示在自动化设备内应用程序的有意义的信息,如带品质和时间戳的关键状态值,提供的服务主要有 GetDataValue、SetDataValues、GetDataDefinition、GetDataDirectory。

数据集模型(DataSet),一组数据或数据属性对象引用的集合,提供的服务有 GetDataSetValues、SetDataValues、CreateDataSet、DeleteDataSet 和 GetDataSetDirectory。

取代模型(Substitution),支持用一个远方设定值取代过程值,它提供的服务有 SetDataValues 和 GetDataValues。

定值组控制模块(SGCB),定义如何切换定值区及修改定值的方法,提供的服务有 SelectActive SG、SelectEditSG、SetSGValues、ConfirmEditGalues、GetSGValues 和 GetSGCBValues。

报告控制块和日志控制块模型,描述了基于客户设定参数的报告和日志产生的条件,报告分为带缓冲和不带缓冲两种。带缓冲的报告由 BRCB 控制,提供的服务有 GetBRCBValues、SetBRCBValues 和 Report;不带缓冲的报告由 URCB 控制,提供的服务有 Report、GetURCBValues 和 SetURCBValues;日志由 LCB 控制,提供的服务有 GetLCBValues 和 SetLCBValues;Log 提供的服务有 QueryLogAfter、QueryLogByTime 和 GetLogStatusValues。

通用变电站事件 GSE,提供了系统范围内快速、可靠的数据发送 GOOSE 和 IED 间对等的二进制状态信息的交换。GOOSE 提供的服务有 SendGOOSEMessage、GetGOOSEElementNumber、GetGoReferencre、GetGoCBValues、SetGoCBValues;GSSE 提供的服务主要有 SendGSSEMessage、GetGsReference、GetGSSEDataOffset、GetGsCB-Values 和 SetGsCBValues。

采样值的传输,提供快速、周期性的采样值传输,如变压器电压值的采样,分为多点传送(MSVCB)和单点传送(USVCB),提供的服务为 SendMSV-Message、GetMSVCBValues、SetMSVCBValues、SendUSVMessage、GetUSVCBValues、SetUSVCB-Values。

控制模型(Control),描述了控制的服务,如设备或参数的整定组切换,提供的服务有 Select、SelectWithValue、TimeActivatedOperate、Cancel、Operate 和 CommandTermination。

时间和时间同步模型(Time),为设备和系统提

供时间基准,具体在特定通信服务映射中实现,提供的服务为 TimeSynchronisation。

文件传输模型(File),提供从文件存储器传输文件和向文件存储器传输文件以及管理文件存储器,提供的服务有 GetFile、GetFileAttributeValues、SetFile 和 DeleteFile。

4 变电站功能的封装

信息封装的原则是把模块内的实现细节与外界隔离,用户只需要知道模块的功能,而不需要了解模块的内部细节。即将每个模块的内部属性封装在一个单一的模块中,定义每一个模块时尽可能少地暴露其内部的处理^[10]。根据面向对象的理论,将变电站功能模块化进行了图 4 所示的封装。

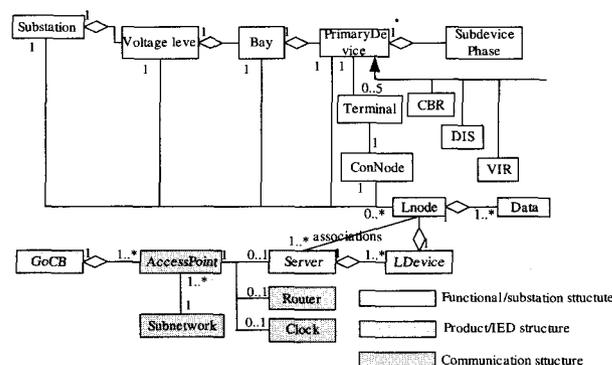


图 4 变电站自动化系统模型

Fig.4 Automatic system model of substation

经过内部封装,对于电力用户并不需要清楚知道控制块中各个模型内部模块的具体构成、处理过程以及其中的关联,只需要知道各种变电站功能模块中保护逻辑接点、控制逻辑节点、测量逻辑节点等所需要的数据、数据属性以及采用的服务和由物理 IED 提供的通信方法的配置。

配置包括各种对象形式描述以及这些对象和具体变电站设备之间的关系。图 4 的模型也描述了变电站配置语言的基础,包括在特定的物理设备中采用那些信息、逻辑节点实例名是什么,什么样的通信链路,单线图 and IED 的关系是什么等,系统工程所需要的全部信息。

功能封装对于在开发系统时也减少了不必要的工作,将来如果需要对模块进行修改,则只需要修改模块的内部结构,其外部接口可以不做变动。变电站功能封装提高了系统的可维护性,且模块内的错误不易蔓延到其他模块,降低了模块间的耦合度,是对付控制系统复杂性的有效手段。

5 结论

本文从变电站功能的分解、抽象、模块化、封装等方面探讨了遵循 IEC 61850 标准建立变电站自动化系统模型的过程和步骤,所建立的变电站自动化系统模型具有面向未来的、开放的体系结构。其中,变电站内的智能电子设备(IED)的建模是 IEC 61850 中基于面向对象思想的体现也是标准协议实现的一个核心内容,文中进行了重点探讨。

参考文献

- [1] Parnas D L. On the Criteria to be Used in Decomposing Systems into Modules[J]. Communications of the ACM, 1992, 15(12): 1053-1058.
- [2] IEC 61850-7 Communication Networks and Systems in Substation: Part 7-2 Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Abstract Communication Service Interfaces[S]. Geneva. IEC 3003.
- [3] IEC 61850-7 Communication Networks and Systems in Substation; Part 7-3 Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Common Data Classes[S]. Geneva. IEC 3003.
- [4] IEC 61850-7 Communication Networks and Systems in Substation: Part 7-4 Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Compatible Logical Node Classes and Data Classes[S]. Geneva IEC 3003.
- [5] 杨桂松, 张浩, 牛志刚. 基于 IEC 61850 的 IED 数据建模研究与分析[J]. 华东电力, 2007, 35(8): 75-79. YANG Gui-song, ZHANG Hao, NIU Zhi-gang. IED Data Modeling Based on IEC61850[J]. East China Electric Power, 2007, 35(8): 75-79.
- [6] 廖泽友, 孙莉, 贺岑, 等. IED 遵循 IEC 61850 标准的数据建模[J]. 继电器, 2006, 34(20): 40-43.

- LIAO Ze-you, SUN Li, HE Cen, et al. IED Data Modeling Based on IEC61850 Standards IED Data[J]. Relay, 2006, 34(20): 40-43.
- [7] 徐宁, 朱永利, 邸剑. 基于 IEC61850 的变电站自动化对象建模[J]. 电力自动化设备, 2006, 26(3): 85-88. XU Ning, ZHU Yong-li, DI Jian. Substation Automation Object Modeling Based on IEC61850[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 26(3): 85-88.
- [8] 王丽华, 江涛, 等. 基于 IEC 61850 标准的保护功能建模分析[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(2): 55-59. WANG LI-hua, JIANG Tao, et al. Analysis on Protection Function Modeling Based on IEC 61850 Standards[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(2): 5-59.
- [9] 吴在军, 窦晓波, 胡敏强. 基于 IEC61850 标准的数字保护装置建模[J]. 电网技术, 2005, 29(21): 81-84. WU Zai-jun, DOU Xiao-bo, HU Min-qiang. Modeling of Digital Protective Device According to IEC61850[J]. Power System Technology, 2005, 29(21): 81-84.
- [10] 王养庭, 李磊, 等. UML 基础与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006. WANG Yang-ting, LI Lei, et al. Basic and Application of UML [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2006.

收稿日期: 2008-05-01 ; 修回日期: 2008-07-25

作者简介:

付娟(1968-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事电气自动控制及数字化变电站的研究与教学工作。E-mail: fujian3000@126.com

(上接第 54 页 continued from page 54)

- [8] Vapnik V. The Nature of Statistical Learning Theory[M]. New York: Springer, 1999.
- [9] Cristianini N, Shawe-Taylor J. An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods[M]. Cambridge University Press, 2000.
- [10] 张学工. 关于统计学习理论与支持向量机[J]. 自动化学报, 2000, 26(1): 32-42. ZHANG Xue-gong. Introduction to Statistical Learning Theory and Support Vector Machines[J]. Acta Automatica Sinica, 2000, 26(1): 32-42.

收稿日期: 2008-07-23; 修回日期: 2008-08-21

作者简介:

黄训诚(1965-), 男, 博士研究生, 高级工程师, 主要研究方向为电力技术管理; E-mail: hxunc@126.com

何方国(1968-), 男, 博士研究生, 主要研究方向为优化理论与算法;

齐欢(1948-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为系统的建模与仿真。