

基于 IEC61850 标准的电力系统的两种建模方式

许振明¹, 翟富昌², 李绍滋¹

(1. 厦门大学智能科学与技术系, 福建 厦门 361005; 2. 北京德威特电力系统自动化有限公司, 北京 101318)

摘要: 介绍了 IEC61850 标准的模型, 然后利用该模型以距离保护功能为例进行模型设计, 在此基础上, 针对目前对模型实现方法研究的欠缺, 提出了基于 SCL 解析的静态模型建立和基于 ACSI 的动态模型建立两种在变电站系统实现中的模型建立方法, 并利用微软的 MSXML4.0、SISCO 的 MMS-EASE Lite 等开发包和 C#.NET 的动态类型创建实现了两种模型建立方法。具有较大的实践应用意义。

关键词: IEC61850; 建模方式; 电力系统; SCL 解析; ACSI

Two modeling methods of power system based on IEC61850 standard

XU Zhen-ming¹, ZHAI Fu-chang², LI Shao-zi¹

(1.Cognitive Science Department,Xiamen University, Xiamen 361005,China;

2.Beijing Devote Power System Automation Co., Ltd, Beijing 101318,China)

Abstract: This paper introduces the models of IEC 61850 standard firstly, with which models for distance protection function. Based on this, aiming at a deficiency of research on model implementing method, two methods are put forward to construct the model in the power system,including the static model constructing based on SCL parser and the dynamic model constructing based on ACSI. The two methods are implemented with MSXML 4.0 of Microsoft, MMS-EASE Lite of SISCO and dynamic type creating of C#.NET.

Key words: IEC 61850; modeling method; power system; SCL parser; ACSI

中图分类号: TM764; TM73 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)06-0055-04

0 引言

近年来,随着计算机技术和通信技术的飞速发展以及电力企业对提高工作效率、降低运营成本的重视,变电站自动化系统也有比较快的发展。在这一发展过程中,由于缺乏统一的电力系统标准,不同厂家生产的设备采用不同类型的通信规约或者同一类型规约的不同版本,造成设备之间进行互操作之前需要花费相当的代价进行规约转换,阻碍了变电站自动化系统的进一步发展。在这样的背景下,以实现不同厂家的智能电子设备(IED)之间的互操作性为目标的 IEC 61850 标准应运而生。

IEC61850 标准具有完全面向对象、抽象通信服务接口(ACSI)、配置语言、电力系统统一建模、面向实时的服务等特点。其中,对整个电力系统统一建模,保证了符合标准的不同厂家的 IED 工作于同一语义空间下;定义了统一的变电站配置描述语

言(SCL),使得 IED 能够进行自我描述,而且这个描述信息是可以被系统和其它 IED 提取和解析的。这两点保证了符合 IEC61850 标准的不同厂家的 IED 之间的互操作。因此对 IEC61850 标准的模型和建模方式进行研究有重大的意义。

当前对 IEC61850 标准的数据建模研究也进行了不少,但大多集中在如何对 IED 的功能进行分解,然后进行模型设计^[1-3],对于在电力系统的实现过程中,如何真正地建立起这个模型,甚少涉及。因此,本文对设计好 IED 的模型后,如何在电力系统的实现中建立起这个模型进行了研究,并提出了基于 SCL 解析的静态模型建立和基于 ACSI 服务的动态模型建立两种方法。具有较大的实践应用意义。

1 IEC61850 标准的模型介绍^[4]

IEC61850 标准采用面向对象的建模方法对整个电力系统进行统一建模,包括采用分层分类思想建立的基本信息模型(见图 1)和对基本信息模型

进行操作的其它服务模型。其中基本信息模型包括：SERVER（服务器）、LOGICAL-DEVICE（逻辑设备）、LOGICAL-NODE（逻辑节点）、DATA（数据）和 DataAttribute（数据属性）。每个信息模型都被定义称类，这些类有属性和服务组成。其它服务模型包括：数据集、取代、定值组控制块、报告控制块、日志控制块、通用变电站事件控制块、采样值传输控制块、控制、时间和时间同步、文件传输。利用这些模型就可以建立起整个变电站系统模型。

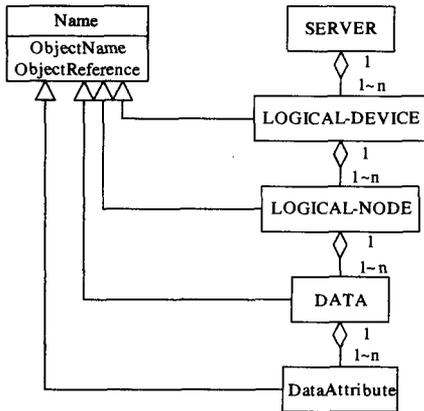


图1 IEC61850 标准的基本信息模型

Fig.1 Basic information models of IEC61850 standards

2 IED 模型设计实例

因为本文的重点是后面的模型在电力系统实现中的建立方法，因此这里以距离保护这个简单功能来举例。距离保护就是保护一条输电线路，输电线距离保护装置使用电压和电流监视线路阻抗。当线路阻抗、导纳或电抗发生变化，超过预先设定值时，距离保护装置起动和发出跳闸命令。距离保护有不同的保护范围。故障距离由故障测量阻抗（或导纳、电抗）给出，这些量可转化为距故障点的地理距离。

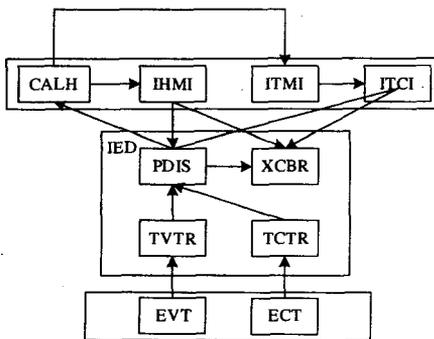


图2 距离保护功能模型

Fig.2 Function model of distance protection

按照 IEC 61850 标准的第五部分^[5]的功能分解原理，距离保护功能主要包括以下逻辑节点：IHMI（人机接口）、ITCI（远方控制接口）、ITMI（远方监视接口）、CALH（报警处理）、PDIS（距离保护）、TCTR（电流互感器）、TVTR（电压互感器）、XCBR（断路器）等。这些逻辑节点可以进行如下分布（见图 2），即 IHMI、ITCI、ITMI、CALH 分布在变电站层；PDIS、TCTR、TVTR、XCBR 分布在间隔层 IED 中；过程层就是电子式电流互感器（ECT）和电子式电压互感器（EVT）。当然建立起对应 IED 的 LOGICAL-DEVICE 后还有 LLN0 和 LPHD 等逻辑节点以及相应的报告控制块、日志控制块等模型，这里不再详述。

模型设计完成后，接着是采用 SCL 对模型进行描述，形成初始的 IED 能力描述文件（ICD）和系统详述文件（SSD），然后经过系统配置工具，加上现场的连接关系等，形成最终的 IED 配置文件（CID）和系统配置文件（SCD）。

3 电力系统中模型建立的方式

电力系统的模型建立方式就是在电力系统的实现过程中如何建立起上一单元中设计的模型。这里采用两种不同的方式，它们分别适用于不同的条件之下。即在系统初始采用的基于 SCL 解析的静态模型建立方法和系统建立之后发生 IED 的增加、变动等时采用的基于 ACS1 的动态模型建立方法。

3.1 基于 SCL 解析的静态模型建立方法

经过前面的模型设计、形成初始配置文件、经过配置工具形成最终配置文件等步骤，我们已经具有了用 SCL 描述的系统模型文件。进一步假设标准定义的所有模型类都已经在系统中构造了相应类了，接着就是通过解析这个 SCL 文件，然后利用 C#.Net 的动态类型创建，在系统初始建立起这个模型，因为 SCL 是基于 XML 的，所以采用微软的 MSXML 4.0 对 SCL 进行解析。

3.1.1 MSXML 4.0 介绍^[7]

MSXML 4.0 是微软提供的一套免费的 XML 接口库，支持当前对 XML 文档的两种主要处理方式：DOM 和 SAX。这里主要介绍一下 DOM 处理方式和 MSXML 4.0 中的相应接口。DOM 提供了一个标准的方法来操作存储在 XML 文档中的信息，这就是 DOM API，它是应用程序和 XML 文档之间的桥梁。DOM 使用户能够把文档看成一个有结构的信息树，而不是简单的文本流，这样应用程序即使不知道 XML 的语义细节也能方便地操作该结构。MSXML 4.0 中基于 DOM 的主要接口有：

1) DOMDocument 主要编程对象,可以利用它的属性和方法来浏览、查询、修改 XML 文档的内容和结构。它表示了树的顶层节点。

2) IXMLDOMNode DOM 中基本的对象、元素、属性、注释、过程指令和其它文档组件都可以看成是 IXMLDOMNode。

3) IXMLDOMNodeList 节点对象的集合,节点的添加、删除和变化都可以在集合中立刻反映出来,可以通过 for...next 来遍历所有节点。

当然,还有其它的接口,这里不再详述。通过这些接口可以解析 XML 文件。

3.1.2 SCL文件解析

因为 SCL 文件是基于 XML 的,所以可以用上面的接口来解析 SCL 文件,同时对于 SCL 文件中出现的 IEC61850 标准中的类型,在标准第六部分^[6]的附录中有 8 个 Schema 文件给出定义。例:

```
<Server>
<LDevice>
.....
<LN Ref="1" LNClass="MMXU" LNTYPE
="MMXUa"/>
</LDevice>
.....
</Server>
```

对于以上 SCL 段,只要利用上一小节介绍的 MSXML 4.0 的接口就可以读出其中的 LNClass 的值 MMXU, LNTYPE 的值 MMXUa 等。

3.1.3 模型建立

通过上面获取的 LNClass 和 LNTYPE 的值,就可以根据这个类名称利用 C#.NET 的动态类型创建功能创建已经定义的类型 MMXU 的实例,并且根据 LNTYPE 的值 MMXUa 和它的定义信息,给这个 MMXU 的实例初始化,从而达到创建的效果。在 C#.NET 中可以根据 Assembly 类的 GetType 方法获取字符串(如 MMXU)对应的类信息,然后根据这个类信息创建类的实例。

3.2 基于 ACSI 的动态模型建立方法

在系统处于运行状态时,若发生新增、移除或修改某个 IED 的时候,这时 IED 的相应的配置文件也发生变动,IED 的模型当然也随之发生变化,这样就需要重新来建立这个模型,当然,这时同样可以利用解析新的 SCL 文件来重新建立这个模型,但是这里我们介绍另外一种利用 IEC61850 标准的抽象通信服务接口(ACSI)来动态建立模型的方法。而 ACSI 最终要被映射到具体的通信协议栈上,它才能真正工作起来,在标准的第 8 部分^[8]和第 9 部

分定义了不同的 ACSI 到具体通信协议的映射,因为模型建立所涉及的 ACSI 都是第 8 部分介绍的映射到 MMS 的,所以采用 SISCO 公司的产品 MMS-EASE Lite 来实现映射。

3.2.1 建立模型的 ACSI

本文第 1 节介绍的 IEC61850 标准模型中提到标准的主要信息模型包括 SERVER(服务器)、LOGICAL-DEVICE(逻辑设备)、LOGICAL-NODE(逻辑节点)、DATA(数据)和 DataAttribute(数据属性)。通过这些模型提供的读目录(GetDirectory)或读定义(GetDefinition)服务(见图 3),可以获取整个模型的定义信息。

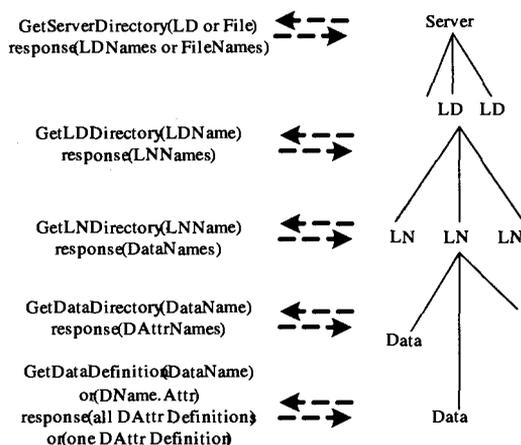


图 3 GetDirectory 和 GetDefinition 服务概述

Fig.3 GetDirectory and Getdefinition services

由图 3 可以看出,通过这些 ACSI 可以获得 IED 的模型信息,然后就可以根据这些模型信息建立模型了。

3.2.2 MMS-EASE Lite 介绍^[9]

当前 IEC61850 标准的核心 ACSI 都是映射到制造报文规范(MMS)上的,因此实现这些 ACSI 的关键就是实现 MMS 协议。SISCO 公司的产品 MMS-EASE Lite 正是实现 MMS 协议的一个开发包。该开发包是采用 C 语言编写的,可以应用在 windows 和 linux 等支持 C 语言的平台上。

MMS-EASE Lite 提供了两套 API: MMS Protocol Encode/Decode 和 MVL(MMS-EASE Virtual Light)。这两套接口各有优势, MMS Protocol Encode/Decode 更小、更灵活, MVL 包装的更好,更便于使用。此外, MMS-EASE Lite 还提供了一个创建 MMS 服务对象(包括域、命名变量、命名变

量列表等)的工具 MMS Object Foundry 和提供对 IEC GOOSE/GSSE 的支持。

3.2.3 利用ACSI建立模型

根据 IEC 标准的第八部分,GetServerDirectory、GetLDDirectory 和 GetLNDirectory 三个 ACSI 都被映射到 MMS 服务 GetNameList 上,而 GetDataDirectory 和 GetDataDefinition 两个 ACSI 则被映射到 MMS 服务 GetVariableAccessAttributes 上。而 MMS-EASE Lite 中分别提供了这两个 MMS 服务的 API,因此这些 ACSI 功能也就得到了实现,通过这些 ACSI 返回引用,可以获得数据类型名称,再调用如 3.1.3 中提到的 C#.NET 的动态类型创建功能创建对应类的实例。

4 结语

本文以距离保护功能为例的 IED 模型设计的基础上提出了两种模型建立的方法,并给出了具体实现的方案。当然,要实现整个变电站自动化系统还有构建实时数据库、历史数据库,设计监控界面等工作需要完成。

参考文献

- [1] 廖泽友,孙莉,贺岑,等.IED 遵循 IEC61850 标准的数据建模[J].继电器,2006,34(20):40-43.
LIAO Ze-you, SUN Li, HE Ling, et al. IEDs Data Modeling Based on IEC61850 Standards[J]. Relay, 2006,34(20):40-43.
- [2] 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.
- [3] 童晓阳,王勃,李映川,等.一种基于 IEC61850 的变电站智能电子设备的模型设计[J].继电器,2005,33(17):62-65.
TONG Xiao-yang, WANG Ren, LI Ying-chuan, et al. IEC Model Design in Substation Based on IEC61850[J]. Relay, 2005, 33(17): 62-65.
- [4] IEC 61850-7-2. Communication Networks and Systems in Substations - Part 7-2: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment - Abstract Communication Service Interface (ACSI): 2003[S].
- [5] IEC 61850-5. Communication Networks and Systems in Substations - Part 5: Communication Requirements for Functions and Device Models: 2003[S].
- [6] IEC 61850-6. Communication Networks and Systems in Substations - Part 6: Configuration Description Language for Communication in Electrical Substations Related to IEDs: 2004[Z].
- [7] MSDN Library. Microsoft Corp: 2005[Z].
- [8] IEC 61850-8-1. Communication Networks and Systems in Substations - Part 8-1 Specific Communication Service Mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3: 2004[S].
- [9] MMS-EASE Lite Reference Manual. SISCO: 2004[Z].

收稿日期: 2007-08-16; 修回日期: 2007-10-09

作者简介:

许振明(1983-),男,硕士,主要从事 IEC61850 等方面的研究; E-mail: xuzhenming168@163.com

翟富昌(1963-),男,高工,主要从事继电保护研究;
李绍滋(1963-),男,教授,博导,主要从事信息检索和变电站自动化系统等方面的研究。

(上接第 54 页 continued from page 54)

- [10] 童梅,董杰,蒋静坪.有源滤波器的神经网络控制[J].电工技术学报,2000,15(1):57-60.
TONG Mei, DONG Jie, JIANG Jing-ping. Active Filter with Neural Network Controller[J]. Electrician Technology, 2000, 15(1): 57-60.
- [11] 于达仁,隋岩峰.非线性系统平衡流形展开模型[J].系统仿真学报,2006,18(9):2415-2418.
YU Da-ren, SUI Yan-feng. Expansion Model Based on Equilibrium Manifold for Nonlinear System[J]. Journal of System Simulation, 2006, 18(9): 2415-2418.
- [12] 李春文,冯元琨.多变量非线性控制的逆系统方法[M].北京:清华大学出版社,1991.

LI Chun-wen, FENG Yuan-kun. The Inverse System Method for Multi-variable Nonlinear Control[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1991.

收稿日期: 2007-07-09; 修回日期: 2007-10-15

作者简介:

姜素霞(1980-),女,硕士研究生,助教,主要研究方向为电能质量,自动控制理论及应用; E-mail: jiangsx@zzuli.edu.cn

李春文(1957-),男,省级特聘教授,博士生导师,主要研究方向为非线性系统分析与控制、电力系统控制、网络控制与运动控制等。