

## IEC61850 标准下电子式电压互感器的模型构建及映射实现

贺振华, 胡少强, 李杰祎

(华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640)

**摘要:** 电子式电流互感器 ECT (Electronic Current Transformer) 与电子式电压互感器 EVT (Electronic Voltage Transformer) 组成的合并单元和间隔层中保护、测量等设备的连接是实现变电站自动化系统中过程层与间隔层串行通信中重要的一环。从 IEC61850 标准出发, 基于采样值传输模型对电子式电压互感器模型从逻辑设备、逻辑节点和数据对象三个方面进行了具体的合理构建, 并通过特定服务实现此模型在通信栈协议上的映射。通过此模型及其映射, 我们明确了变电站自动化系统中电子式互感器和其他设备间的信息交互和数据传输的要求。电子式互感器作为一种新型的互感器, 其应用将对变电站自动化系统产生深远的影响。

**关键词:** IEC61850; EVT; 信息模型; TVTR; 映射; 多路广播应用关联控制块

## Modeling and mapping implementation of electronic voltage transformer based on IEC61850

HE Zhen-hua, HU Shao-qiang, LI Jie-yi

(Electric Power College, South China University of Technology, GuangZhou 510640, China)

**Abstract:** The merging unit consists of Electronic Current Transformer (ECT) and Electronic Voltage Transformer (EVT). The conjunction of merging unit and bay level are the key elements in realizing serial communication between the process level and bay level of the substation automation system. According to the sample value model, the EVT model is constructed in a specific and rational way from Logic Device (LD), Logic Node (LN) and Data Object, with the communication stack service mapping of this model implemented by Specific Communication Service Mapping (SCSM). It is acknowledged that the demand of exchange information and transmit datas in substation automation system by EVT model. Be a kind of new transformer, its application in SAS will have a promising future since its theoretical and practical advantage.

**Key words:** IEC61850; EVT; information model; TVTR; mapping; MSVCB

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)02-0041-04

## 0 引言

电压互感器是电力系统中重要的高压设备之一。随着变电站自动化系统 (SAS) 的大量使用和推广, 电力的传输容量不断增加, 运行电压等级也越来越高, 传统的电磁式电流、电压互感器暴露出绝缘强度低、动态范围小、频带窄、抗干扰能力弱等一系列缺点。安全可靠、性能优越、能实现高电压测量的电子式电压互感器受到了各国学者和工程技术人员的广泛关注。

本文利用 IEC61850 标准中的采样值传输模型对电子式电压互感器进行模型的具体构建, 并利用特定通信服务 (SCSM) 将此模型映射到实际的通信协议和通信网络中。对电子式电流互感器和电子式电压互感器所组成的合并单元的实现起了极大的作

用, 为最终实现彻底的数字化变电站打下了坚实的基础。

## 1 IEC61850 标准简介

为适应未来数字化变电站发展的趋势, IEC 在充分考虑了变电站自动化系统的功能和要求, 制定了变电站内通信网络与系统的通信标准体系——IEC61850 标准。IEC61850 标准的优点在于它是采用面向对象建模方式、使用抽象通信服务接口 (ACSI) 和特殊通信服务映射 SCSM 技术等<sup>[1]</sup>。

合并单元是随着电子式电流、电压互感器的产生而出现的。在一定程度上实现了过程层数据的数字化和共享化。合并单元的主要功能是接受 ECT/EVT 输出的数字采样值并对采样值进行验证、合并, 以通信方式向变电站的间隔层传递数字采样

合并值。因此，作为变电站过程层数字化的一种实现方式，合并单元不可避免地被纳入到 IEC61850 标准体系中。IEC61850 标准的核心是信息模型和建模方法，IEC61850 将实际物理设备抽象化，设备之间的通信成为信息模型之间的信息流通。整个变电站作为一个对象，规约中把变电站中的设备定义为逻辑设备 (LD)，逻辑设备中的各个功能模块定义为逻辑节点 (LN)，系统传输的单元定义为数据对象 (DATA)，逻辑节点中一般包括多个数据对象和数据属性 (DATA-Attribute)。标准针对变电站所有功能定义了比较详细的逻辑节点和数据对象，在 IEC61850-7-2 中定义了完整描述变电站信息模型和信息交换服务，如报告控制类模型、通用变电站事件类模型和采样值类模型传输等。

## 2 电子式电压互感器模型构建

IEC61850 定义了抽象通信服务接口 (ACSI)，它用于变电站领域，在这些领域要求实现智能电子设备的实时协同工作。由于 ACSI 和在它下层的通信系统独立，这使得此标准可灵活地采用高速发展的通信技术而无需更改上层 ACSI 的模型定义。针对变电站内信息传输涉及到的通信服务，ACSI 共总结了 14 类模型。依照信息模型中的数据对象及其属性对这些模型及其服务分别引用，构成了信息模型的功能通信服务。对于电子式电压互感器而言，用的最多的就是采样值传输模型。

### 2.1 采样值传输模型

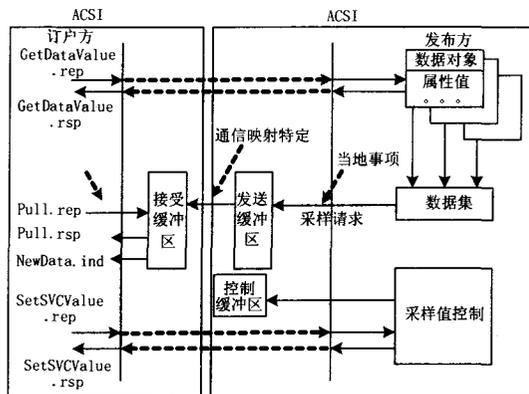


图 1 采样值传输模型

Fig.1 Model for transmission of sampled values

图 1 描述了采样值传输原理，此模型用于交换数据集 (DATA-SET) 的值，所交换的信息是基于发布/订户机制<sup>[2]</sup>。在发送侧发布方将值写入发送缓冲区；在接收侧订户从当地缓冲区读值。在值上加上时

标，订户通过采样计数器能够检测采样值数据包是否丢失。订户可以校验值是否及时刷新。通信系统负责刷新订户的当地缓冲区。

发布方的采样值控制(SVC)用以控制通信过程。在一个发布方和一个或多个订户之间有两种交换采样值方法：多路广播应用关联控制块 (MSVCB) 和单路传播采样值控制块 (USVCB)。之前很多文章都介绍过 MSVCB<sup>[2,3]</sup>，由于本文篇幅，这里可以稍微介绍下 USVCB。采用单路传播采样值传输是基于双边应用关联。订户与产生者建立关联。

采样值单路传播采样值控制模型的定义如表 1 所示<sup>[4]</sup>。MSVCB 与其类似。

订户配置类，用 SvEna 属性使能采样值传输。当关联释放时，停止采样值传输，并释放控制类实例。

表 1 单路传播采样值控制模型

Tab.1 Model for USVCB

USVCB 类		
属性名	属性类型	TrgOp
UsvCBNam	ObjectName	
UsvCBRef	ObjectReference	
SvEna	BOOLEAN	dchg
Resv	BOOLEAN	
UsvID	VISIBLE STRING65	
DatSet	ObjectReference	dchg
ConfRev	INT32U	dchg
SmpRate	INT16U	dchg
OptFlds	PACKED LIST	dchg
SendUSVMessage		
GetUSVCBValues		
SetUSVCBValues		

### 2.2 模型构建

对于电子式电压互感器，其涉及到的逻辑节点配置包括：逻辑设备类、LPHD 类、LLNO 类、TVTR 类。下面将对其一一进行建模。

#### 2.2.1 逻辑设备建模

表 2 逻辑设备模型

Tab.2 Model of LD

属性名	说明
LDName	逻辑设备实例的实例名
LDRef	逻辑设备实例的路径名
LogicalNode	LPHD
	LLNO
	TVTR

逻辑设备是由逻辑节点组成。它用作一组逻辑节点的容器或完成网关、代理者设备功能。每个逻辑设备有且仅有一个逻辑节点零 (LLNO)，有且仅有

一个逻辑节点物理设备 (LPHD), 至少还有一个其他的逻辑节点, 这里我们包括的是 TVTR 节点。逻辑设备类定义如表 2。

### 2.2.2 逻辑节点和数据对象建模

根据 IEC61850 标准, 电子式电压互感器是存在于过程层中, 与间隔层中保护、测量等设备相连。TVTR 节点将电压采样值上传给过电压保护逻辑节点 (PTOV), 如果此数值超过保护的设定值时, PTOV 将该事件上报到人机接口, 与此同时, 向断路器逻辑节点 (XCBR) 发出跳闸信号。所以对于电子式电压互感器, 最重要的节点就是 TVTR 节点<sup>[2]</sup>。下面根据 IEC61850-7-2 对 TVTR 节点进行模型构建 (见表 3)。

表 3 TVTR 节点模型

Tab.3 Model of TVTR

属性名	属性类型	说明
LNNName	Object Name	TVTR
LNRef	Object Reference	EVT/TVTR
EEHealth	INS	设备健康状况
Beh	INC	运行行为
Mode	INC	运行模式
OpTmh	INS	运行时间
FuFail	SPS	保险故障
Volt	SAV	电压采样值
Vrtg	ASG	额定电压

表 2 中的 LLNO 代表逻辑设备的公共数据。它包含 6 个可选控制块: SGCB (定值组控制块)、LOG (日志)、GoCB (面向通用对象的变电站事件控制块)、GsCB (面向变电站状态事件控制块)、MSVCB、USVCB。遵循 IEC61850-9-1 的电子式电压互感器的 LLNO 选用 MSVCB<sup>[3]</sup>。其模型如表 4。

表 4 LLNO 节点模型

Tab.4 Model of LLNO

属性名	属性类型	说明
LNNName	Object Name	LLNO
LNRef	Object Reference	EVT/LLNO
Mode	INC	运行模式
Beh	INS	运行行为
Health	INS	运行状况
Namplt	LPL	铭牌
Data Sets	Object Reference	数据集
MSVCB		多路广播采样值控制块

表 2 中的 LPHD 代表拥有逻辑节点的物理设备的公共数据。其模型如表 5。

以上是根据 IEC61850 标准对电子式电压互感

器的模型具体构建。将其应用推广到变电站内电子式电流互感器和电子式电压互感器的合并单元中, 这将加快变电站自动化的发展。

表 5 LPHD 节点模型

Tab.5 Model of LPHD

属性名	属性类型	说明
LNNName	Object Name	LPHD
LNRef	Object Reference	EVT/LPHD
PhyHealth	INS	物理设备运行状况
Proxy		代理描述

## 3 电子式电压互感器的映射实现

前面我们介绍了电子式电压互感器基于 IEC61850 标准的数据建模, 还有通信服务的模型。根据 IEC61850-9-1 规定了用于间隔层和过程层之间通信的特定通信服务映射, 它规定了建立在 IEC60044-7 相一致的单向多路点对点连接之上的映射——特定通信服务映射 (SCSM)。信息模型完成了功能服务的抽象, 而特殊通信服务映射将抽象的服务映射到具体的通信网络和协议上, 服务借助通信得以实现。由于本文篇幅有限, 对映射的过程进行简单的介绍<sup>[5]</sup>。

### 3.1 通信栈协议

电子式电压互感器的采样值传输模型是采用以太网方式传输, 应该符合 ISO 网络协议。ISO 包括应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、链路层和物理层七层协议<sup>[2]</sup>。电子式电压互感器信息模型的映射, 就是将模型细化到简单的数据类型, 然后映射到 ISO 的各层协议, 最后通过物理层的电路控制, 达到装置间信息交换的目的。其中电压采样值的传送仅使用从合并单元到间隔层设备带有广播/多播地址的单向链路, 然而支持这种传送的设备将使用与以太网完全兼容的接口。按照设备兼容性的要求, 为支持其他数据交换而采用双向通信方式的以太网链路应当是可行的, 但这不应影响专用数据集的传送。

### 3.2 公共类型和公用数据类的映射

为了采样值缓冲区的传送, 对象引用被编码成整数值, 对象引用的各种元素将被赋以整数值。SCSM 中定义了与逻辑节点名和数据名相关的整数值。与逻辑设备名相关的整数值将通过 IEC61850-6 定义的变电站配置语言 (SCL) 进行定义, 或者由客户/服务器设备厂家达成一致。基于 IEC61850-7-2 中定义, 访问实例的完整路径的名称结构为 <LDName>/<LNNName>. <DataName>

[.DataName].<DataAttributeName>,故表3中某个实例的路径是 EVT/TVTR.Vrtg.ASG。数据属性在SCSM中是不可见的,故只对LDName、LNName、DataName映射。

对于公用数据类的映射,除了原来的MV类之外,还补充了扩展公用数据类SPS。如表3中数据对象FuFail就是属于SPS类。表6中对SPS进行了映射<sup>[6]</sup>。

表6 公用数据类 SPS 的编码

Tab.6 Encoding of the common data class SPS

属性名	属性类型	9-1 中的编码
stVal	BOOLEAN	BOOLEAN 0=FALSE 1=TRUE
grpVal	BIT STRING	
q	Quality	
t	TimeStamp	

### 3.3 采用多播传送的采样值传送模型的映射

IEC61850-9-1指定了两种数据集:通用数据集和状态量数据集。每个数据集引用一个多播传送的采样值控制类的实例。还定义了采样值缓冲区更新的映射。以太网服务不支持采样值控制模型的各种服务的直接映射。采样值控制服务一般采用MMS(报文制造规范)或者CORBA方式来实现。

## 4 结语

通过对 IEC61850 系列标准的研究和总结,提炼出电子式电压互感器的信息模型,明确变电站自动化中电子式互感器和其他设备间的信息交互方式和数据传输的要求。此模型与电子式电流互感器的模型进行整合,使得合并单元能比较容易的实现与变电站间隔层保护、测量等设备的通信连接。在电子式电压互感器模型采用的特定通信服务映射方面,除了单向多路点对点串行通信链路传输采样值外,还可以通过 ISO8802-3 传输采样值<sup>[7]</sup>和将采样值映射到 MMS(报文制造规范)<sup>[8]</sup>。其中通过 ISO8802-3 传输采样值比单向多路点对点串行通信传输采样值更灵活。

当然,在模型构建过程中也涉及到发送和接收数据时间同步的问题<sup>[6]</sup>和电子式电压互感器的稳定性问题<sup>[9]</sup>。由于受到目前技术条件的限制,本文只是介绍了电子式电压互感器基于 IEC61850 标准的模型构建以及映射实现,对出现的一些技术问题并未做深入研究,这些问题也是以后在研究过程中需要关注的重点。

## 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, 30(20):40-43.  
LIAO Ze-you, SUN Li, HE Ling, et al. IEDs Data Modeling Based on IEC61850 Standards[J]. Relay, 2006, 30(20):40-43.
- [2] 徐礼葆. 基于IEC61850的电子式电流互感器研究与实现[D]. 北京:华北电力大学, 2003.  
XU Li-bao. Research and Implementation of Electronic Current Transducer Based on IEC61850[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2003.
- [3] 殷志良,刘万顺,杨奇逊,等. 基于IEC61850标准的采样值传输模型构建及映射实现[J]. 电力系统自动化,2004, 28(21):38-42.  
YIN Zhi-liang, LIU Wan-shun, YANG Qi-xun, et al. Modeling and Mapping Implementation of a Sampled Value Model Based on IEC61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(21):38-42.
- [4] IEC61850, Communication Networks and Systems in Substations Part 7-2: Basic Communication Structure for Substations and Feeder Equipment Abstract Communication Service Interfaces[S].
- [5] 李伟,尹项根,韩小涛. 基于IEC60044-7/8的光电式互感器在变电站自动化系统中的应用[J]. 电力自动化设备, 2003, 23(5):39-42.  
LI Wei, YIN Xiang-gen, HAN Xiao-tao. Application of Optical Transducer Based on IEC60044-7/8 Protocols in Substation Automation System[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003, 23(5):39-42.
- [6] IEC61850, Communication Networks and Systems in Substations Part 9-1: Specific Communication Service Mapping-Sampled Values Over Serial Unidirectional Multidrop Point to Point Link[S].
- [7] IEC61850, Communication Networks and Systems in Substations. Part 8-1: Specific Communication Service Mapping(SCSM)-Sampled Values Over ISO/IEC 8802-3[S].
- [8] IEC61850, Communication Networks and Systems in Substations. Part 8-1: Specific Communication Service Mapping(SCSM) Mapping (ISO/IEC9506 Part 1 and Part 2) over ISO 8802-3[J].
- [9] 诸小鹏,王其生. 提高光学电压互感器稳定性的方法[J]. 常州工学院学报, 2005, 18(2):29-33.  
ZHU Xiao-peng, WANG Qi-sheng. A Method for Improving Stability of OPT[J]. Journal of Changzhou Institute of Technology, 2005, 18(2):29-33.

收稿日期:2007-05-28; 修回日期:2007-08-08

作者简介:

贺振华(1982-),男,硕士研究生,从事电力系统保护、控制及其自动化; E-mail: janson163@126.com

胡少强(1955-),男,硕士生导师,从事电力系统保护、控制及其自动化;

李杰祎(1976-),女,硕士研究生,从事电力系统保护、控制及其自动化。