

# MMS应用于变电站自动化系统时的若干问题分析

陈丽华<sup>1</sup>, 陈小川<sup>2</sup>

(1. 西南交通大学峨眉校区电气工程系, 四川 峨眉山 614202; 2 西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031)

**摘要:** IEC61850是 IEC制定的关于变电站自动化通信网络和系统的最新国际标准,在该标准中将变电站层和间隔层之间的通信映射到 MMS上。对 MMS应用于变电站自动化系统时的若干问题进行了深入分析,最后还对不支持 MMS标准的变电站自动化设备提出了解决方案。

**关键词:** MMS; IEC61850; 变电站自动化系统; VMD

**中图分类号:** TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)10-0062-04

## 0 引言

制造报文规范 MMS (Manufacturing Message Specification) 最早应用于计算机集成制造系统 CMS (Computer Integrated Manufacture System), 是专为 CMS环境中各类可编程制造设备 (如控制器、PLC、机器人) 之间进行信息传递而设计的一种以 OSI为基础的应用层协议。MMS规范了多厂商设备间的通信,为制造设备入网提供了方便。运用 MMS协议可将来自不同厂家的多种设备集成起来,实现信息互通和资源共享。1985年,国际标准化组织 ISO/IEC制定了 MMS标准 ISO/IEC9506,进一步推动了 MMS的应用,越来越多的工业网络产品开始选择 MMS作为应用层协议。

## 1 MMS在变电站自动化系统中的应用

IEC61850是 IEC制定的关于变电站自动化通信网络和系统的标准,该标准以实现不同厂商设备的互操作性<sup>[1]</sup>为目标,正式颁布后将成为基于通用网络通信平台的变电站自动化系统唯一的国际标准。IEC61850在技术上的一个显著特点就是使用了 MMS,在 IEC61850中,变电站自动化通信体系被从逻辑上和物理上分为 3层:变电站层、间隔层和过程层,其中,变电站层和间隔层的通信采用抽象通信服务接口 ACSI (Abstract Communication Service Interface)<sup>[2]</sup>映射到 MMS。MMS作为变电站自动化通信中的一种重要应用层协议,是 IEC61850的基础之一。

## 2 MMS应用于变电站自动化系统时的若干问题分析

关于 MMS标准本身,包括其协议及服务,文献 [3]作了详细的介绍;对于 IEC 61850 中用到的

MMS服务,文献 [4]也进行了深入的分析,因此本文仅就 MMS在变电站自动化系统中应用时首先必须明确的一些问题进行分析。

### 2.1 通信栈的选择

MMS可以在包括 OSI TCP/IP以及 RS232-C等多种通信栈上运行,但为了满足一致性测试<sup>[5]</sup>要求,IEC61850对 MMS应用于变电站自动化系统时采用的通信栈进行了规范,可以概括为两种<sup>[6]</sup>: MMS作为应用层协议,在 OSI全部 7层模型框架上运行; 将 OSI通信模型分为应用专规 (A - profile)和传输专规 (T - profile)、MMS表示层、会话层以及关联控制服务元素 ACSE (Association Control Server Element)作为 A - profile,依旧映射到 OSI的高三层,而 T - profile则直接映射到 TCP/IP协议集的 TCP,形成所谓的“RFC1006<sup>[7]</sup>模型框架,如表 1所示。

表 1 RFC1006模型框架

Tab 1 Architecture of RFC1006 model

模型层	规范
应用层	MMS ACSE
表示层	面向连接的表示层 抽象语法描述
会话层	面向连接的会话层
传输层	TCP之上的 ISO传输层 (RFC1006) 传输控制协议 (RFC793)
网络层	INTERNET协议 (RFC791) 网络地址转换协议
数据链路层	IEEE802.3
物理层	基本的光纤连接器

第 一种方式服务、协议、接口概念清晰,但实现起来过分复杂;第 一种方式把 OSI和 TCP/IP有机地结合起来,利用 OSI层次清晰的优点,保证了资源子

网随技术发展和功能增加而快速变化的要求;利用 TCP/IP实现简单、高效的优点,避免了通信子网在处理能力上的浪费。再考虑到目前熟悉 TCP/IP的人较多,应用领域非常广泛,已经成为事实上的通信标准,因此建议选择第 一种方式应更具推广性。

## 2.2 客户/服务器模型的确立

由于客户/服务器模型具有资源共享性、信息交换易实现性和服务封闭性等优点, MMS用它来完成网络中的服务请求方与服务执行方之间的交互过程。MMS是一种不平衡方式的通信协议,即标准只描述了服务器的行为,客户的行为是根据 MMS服务定义以及客户/服务器之间的逻辑关系得出,因此,确立通信实体间的客户/服务器模型是在具体应用中实现 MMS的前提。在 MMS中,服务器被定义为实现具体服务的端通信实体虚拟制造设备 VMD (Virtual Manufacturing Device)<sup>[8]</sup>,代表一种具体的实际制造设备,如 PLC、机器人等;而客户则可以是计算机的一个应用进程,例如监控过程。

在 IEC61850中,变电站自动化系统的设备被分别安装在变电站层、间隔层和过程层上,变电站层通常由配有数据库的站级计算机、远方通信接口等装置组成,具有人机接口 HMI(Human Machine Interface)、远程控制接口 TCI(Tele Control Interface)和远程监视接口 TMI(Tele Monitoring Interface)等功能;间隔层通常由测量、保护、控制以及监视等智能电子装置 IED(Intelligent Electronic Device)组成,这些 IED配有通信接口,可接受站级计算机下达的设定参数和工作方式等指令,并完成相应的操作。因此,按照 MMS对客户、服务器的定义,在变电站层和间隔层设备的通信中,变电站层设备代表客户机,间隔层设备代表服务器。

## 2.3 VMD的构造

MMS使用抽象客体模型方法来精确描述设备模型和服务过程。在所有的客体模型中,VMD是最重要的一种,是所有 MMS活动的基础,它抽象地表示了一个实际制造设备的资源和外部可见行为。如图 1所示,一个实际制造设备只要遵循 VMD模型来实现 MMS服务,并提供 VMD与实际设备之间的映射功能,就可以进入 OSI环境,成为开放的互连设备。变电站自动化设备要进入 OSI环境,首先必须完成 VMD的构造。

然而在 MMS标准中只描述了 VMD的模型及其行为,对于如何构造 VMD即具体映射功能的实现,要根据不同设备的具体特点,选择合适的配套标

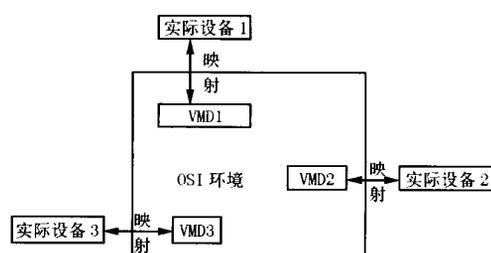


图 1 实际制造设备与 VMD 间的关系

Fig 1 Relation of real manufacturing device and VMD

准。IEC61850-7可以被理解成这样一个专门用于变电站自动化设备的 MMS配套标准,在其中详述了将被映射到 VMD的变电站自动化设备的数据通信模型的建立。

### 2.3.1 建立数据通信模型

建立数据通信模型是 IEC61850的核心内容。在 IEC61850中,根据通信要求,将物理设备 PD (Physical Device)也就是 MMS中的实际制造设备要实现的功能分解成一些分布在 IED中且能相互通信的逻辑节点 LN(Logical Node),然后从 IEC61850所提供的 80多种 LN类、350多种数据对象 DO(Data Object)代码、23种公共数据类 CDC(Common Data Class)中选择或自行派生出兼容 LN类作为模板,生成 LN实例(其中含 DO及数据对象属性 DA(Data Attribute))<sup>[9,10]</sup>。所有 LN的集合加上面向变电站事件的通用对象 GOOSE(Generic Object Oriented Substation Events)、设置组控制块 SGCB(Setting Group Control Block)<sup>[2]</sup>等辅助服务模型就构成了逻辑设备 LD(Logical Device)<sup>[11]</sup>。一个或数个 LD构成服务器(Server)<sup>[11]</sup>,Server是 PD的通信接口,有相应的通信地址。一个 PD由应用和一个或数个 Server构成。ACSI提供了对 Server,LD、LN、DO以及 DA等对象的抽象服务操作。图 2所示为超高压线路保护装置的数据通信模型。

### 2.3.2 构造 VMD

把建立的数据通信模型映射到 MMS抽象对象及其属性就是实际制造设备的 VMD模型。IEC61850-8-1提供了两者之间的映射,表 2所示为部分 IEC61850数据通信模型对象与 MMS客体模型间的映射;表 3所示为部分 IEC61850 ACSI服务与 MMS服务间的映射。图 3所示为以交大许继电气公司生产的 WBH-892型变压器保护装置为例构造的 VMD模型,其中包含了 VMD模型结构的 4个部分: 执行功能,提供了可使用的一切相应于 VMD



图 2 超高压线路保护装置数据通信模型<sup>[11]</sup>

Fig 2 Data communication model of high-voltage transmission line protection<sup>[11]</sup>

的操作,是 VMD 的关键属性; 实际制造设备的有关信息,包括厂商名称、型号和版本号,由静态映射实现,可脱机进行; VMD 的状态,包括逻辑状态和物理状态; 与 VMD 服务有关的对象,例如域 (Domain)、程序调用等。

表 2 部分 IEC61850 数据通信模型对象与 MMS 客体模型间的映射<sup>[6]</sup>

Tab 2 Some mapping between IEC61850 object of data communication model and MMS model<sup>[6]</sup>

IEC61850 对象	MMS 客体模型
SERVER	VMD
LD	Domain
LN	
DO	Named Variables
DA	

表 3 部分 IEC61850 ACSI 服务与 MMS 服务间的映射<sup>[6]</sup>

Tab 3 Some mapping between IEC61850 ACSI service and MMS service<sup>[6]</sup>

IEC61850 ACSI 服务	MMS 服务
GetDataObjectValues	Read
SetDataObjectValues	Write
UnsolicitedDataObjectValuesReport	InformationReport
CreateDataObject	DefineNamedVariable
DeleteDataObject	DeleteNamedVariable

## 2.4 MMS 协议的执行

MMS 协议由 MMS 协议执行机 (MMPM) 执行。如图 4 所示, MMPM 是执行 MMS 协议的抽象机器,

对象: 保护装置 VMD  
 MMS 定义的 VMD 属性  
 关键属性: 执行功能  
 属性: 制造商名 (= 成都交大许继)  
 属性: 模型名 (= WBH-892Z)  
 属性: 修订版本号 (= 成都交大许继)  
 属性: 域列表  
 属性: 保护装置状态

图 3 保护装置的 VMD 模型

Fig 3 VMD model of protection

也是 MMS 协议的服务提供者,它通过 MMS 服务器与 MMS 用户进行交互。

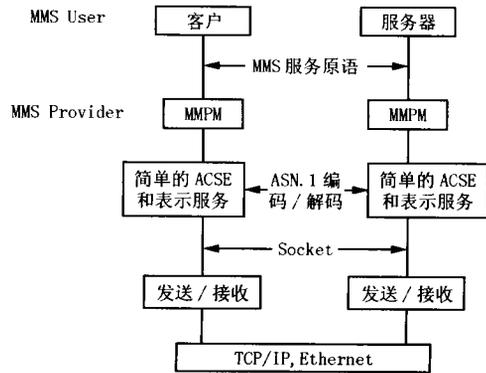


图 4 MMS 模块结构

Fig 4 Module architecture of MMS

以监控主机对保护装置的定值切换操作为例,作为客户机,监控主机 MMPM 在空闲状态 (Idle) 时,如果收到 MMS User 的定值切换操作服务请求原语,它首先创建相应的事务状态机 (TSM), 组建 MMS PDU, 并通过低层通信协议将该 PDU 发往保护装置 MMPM; 在发送成功后, 撤消 TSM, 并进入挂起状态 (Pending); 如果收到保护装置发来的响应 PDU, 创建相应的 TSM, 分析 PDU, 并根据分析结果通知用户该服务执行情况 (成功与否), 然后撤消 TSM, 返回空闲状态; 在挂起状态, 如果收到用户的操作取消请求报文, MMPM 将该请求发往保护装置 MMPM, 并进入取消状态 (Canceling), 在收到保护装置 MMPM 的响应 PDU 后, 返回空闲状态。监控主机 MMPM 还将对各种错误进行检验, 并通知给用户。

作为服务器, 保护装置 MMPM 执行情况与监控主机类似, 所不同的是它作为服务执行方, 收到服务请求后, 向 MMS User 发出指示用语; 在收到取消服务请求后, 中止当前服务, 并将结果 (取消成功与否) 返回监控主机 MMPM, 同时返回空闲状态。

## 2.5 MMS 协议的描述

在 MMS 中, 所有的服务原语、数据、错误信息都

通过 PDU 进行传递, MMS 标准规定任何遵循 MMS 协议的系统都必须采用 ASN. 1 基本编码规则形成传递语法来支持 MMS PDU, 即由 ASN. 1 编码/解码器来实现 MMS 语法和传递语法的转换, 如图 4 中所示。

图 5 所示为 ASN. 1 基本编码规则的 T-L-V<sup>[12]</sup> 格式, 其中, 标签 (Tag) 描述编码信息体所代表的 ASN. 1 信息类型; 长度 (Length) 代表编码信息值的八位个数; 值 (Value) 是传递的信息内容。Value 可以构造为 T-L-V 组合本身。

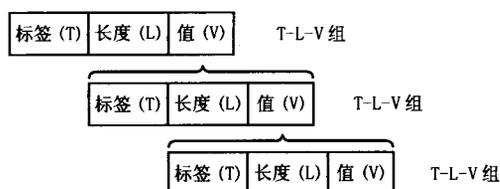


图 5 ASN. 1 基本编码规则格式

Fig 5 Basic encoding rules format of ASN. 1

### 3 不支持 MMS 标准的变电站自动化设备解决方案

IEC61850 标准系列是还未全部正式颁布的标准, 所以目前支持 MMS 标准的变电站自动化产品不多, 在推行 IEC61850 标准时, 为了节约资源, 充分利用老设备, 可采用图 6 所示方案, 以间隔为单元, 设置一个间隔代理服务器, 在该服务器上创建间隔内各设备的 VMD 模型, 最后由代理服务器、间隔内设备以及连接代理服务器和间隔设备的通信总线 (可以是 RS485、Ethernet 或各种现场总线) 共同构成 MMS 服务器。当变电站层设备需要对间隔层设备进行操作时, 便向服务器发出服务请求, 服务器在收到服务请求后, 执行相应服务操作, 并将服务器方的操作映射到相应间隔层设备上, 由间隔层设备执行相应动作; 同时, 服务器的 VMD 根据动作的间隔层设备报告修改内部逻辑状态及有关属性, 然后向变电站层设备报告命令执行完毕。

### 4 结束语

IEC61850 以实现互操作性为主要目标, 将 MMS 应用于变电站自动化系统, 由于 MMS 是面向制造报文的协议, 具有通用的信息服务, 这就从根本上保证了互操作性的实现; 其次, MMS 丰富的服务例如对面向对象数据获取的支持, 改变了传统的面向点的数据描述方法, 使设备实现即插即用成为可能<sup>[4]</sup>; 另外, MMS 采用抽象模型方法, 掩盖了实际设备的具体特征, 这种抽象性在实际应用中, 提供了使用各

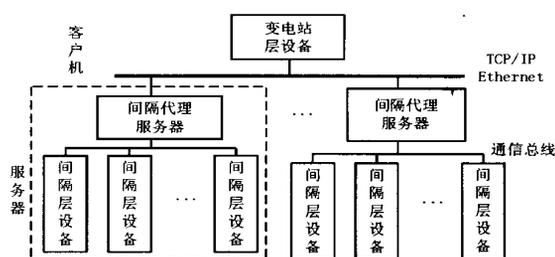


图 6 不支持 MMS 标准的变电站自动化设备解决方案

Fig 6 An solution for substation automation devices unupport standards of MMS

种制造设备的通用结构以及对不同厂家设备的一般化管理, 从而大大简化了系统的管理和维护。

### 参考文献:

- [1] Communication Networks and Systems in Substations, Part 1: Introduction and Overview [Z]. 2000.
- [2] Communication Networks and Systems in Substations, Part 7-2: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Abstract Communication Service Interface (ACSI) [Z]. 2000.
- [3] 顾冠群, 吴国新, 余勇明, 等. 异构网络 MMS 通信系统 [J]. 计算机研究与发展, 1995, 32 (3): 1-7.  
GU Guan-qun, WU Guo-xin, SHE Yong-ming, et al. Computer Research and Development [J]. 1995, 32 (3): 1-7.
- [4] 琴俊强, 黄益庄, 夏明超. MMS 技术在电力系统智能电子设备中应用 [J]. 电力自动化设备, 2004, 24 (6): 72-75.  
GONG Jun-qiang, HUANG Yi-zhuang, XIA Ming-chao. Application of MMS in IEDs of Power System [J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24 (6): 72-75.
- [5] Communication Networks and Systems in Substations, Part 10: Conformance Testing [Z]. 2000.
- [6] Communication Networks and Systems in Substations, Part 8-1: Specific Communication Service Mapping (SCSM) - Mapping to MMS (ISO/IEC 9506 Part 1 to Part 2) [Z]. 2000.
- [7] Rose M T, Cass D E. RFC 1006-ISO Transport Services on Top of the TCP: Version 3 [EB/OL]. <http://www.faqs.org/rfcs/rfc1006.html>
- [8] ISO/IEC 9506, Industrial Automation Systems—Manufacturing Message Specification [S].
- [9] Communication Networks and Systems in Substations, Part 7-3: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Common Data Classes [Z]. 2000.

(下转第 74 页 continued on page 74)

tion Level of AGC Systems for Thermal Generation Units [J]. Power System Technology, 2002, 26(6): 73-76

[8] 张锋, 吴劲晖, 张怡, 等. 基于负荷趋势的超短期负荷预测方法 [J]. 电网技术, 2002, 28(19): 64-67.

ZHANG Feng, WU Jin-hui, ZHANG Yi, et al A Novel Ultra-short Term Load Forecasting Based on Load Trend [J]. Power System Technology, 2002, 28(19): 64-67.

作者简介:

张 锋 (1977 - ), 男, 硕士研究生, 从事电网调度自动化及电网安全分析方面的工作; E-mail: zhang\_feng @ dc.zpepc.com.cn

张 怡 (1978 - ), 女, 助教, 主要从事计算机技术在电力系统中的应用与教学工作;

赵 良 (1968 - ), 男, 工程师, 主要从事电力调度运行管理方面的工作。

收稿日期: 2004-09-07; 修回日期: 2004-11-25

### Current status and analysis about AGC in Zhejiang power grid

ZHANG Feng<sup>1</sup>, ZHANG Yi<sup>2</sup>, ZHAO Liang<sup>1</sup>

(1. Zhejiang Electric Power Dispatching and Communication Center, Hangzhou 310007, China;

2. Professional & Technological College of Zhejiang Electric Power, Hangzhou 310015, China)

**Abstract:** Based on the actual situation of the automatic generation control(AGC) in Zhejiang power grid, the basic principle and configuration of AGC of Zhejiang power grid are introduced. And various problems of the functional AGC system in Zhejiang power grid are summarized and analysed. Finally, some methods and suggestions of AGC in Zhejiang power grid are proposed from the points of management and technology.

**Key words:** Zhejiang power grid; automatic generation control(AGC); countermeasure

(上接第 65 页 continued from page 65)

[10] Communication Networks and Systems in Substations, Part 7-4: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Compatible Logical Node Classes and Data Classes[Z]. 2000

[11] 高湛军, 潘贞存, 卞鹏, 等. 基于 IEC 61850 标准的微机保护数据通信模型 [J]. 电力系统自动化, 2003, 27(18): 43-46

GAO Zhan-jun, PAN Zhen-cun, BIAN Peng, et al A Data Communication Model for Microprocessor Based Protection Based on IEC 61850 Standard[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(18): 43-46

[12] Communication Networks and Systems in Substations, Part 9-1: Specific Communication Service Mapping (SCSM) for Process Bus[Z]. 2000.

收稿日期: 2004-11-10; 修回日期: 2005-01-26

作者简介:

陈丽华 (1972 - ), 女, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为变电站自动化; E-mail: emqingyin@21cn.com

陈小川 (1963 - ), 男, 教授, 研究方向为电力系统及其自动化。

### Analysis of some cases on application of MMS in substation automation system

CHEN Li-hua<sup>1</sup>, CHEN Xiao-chuan<sup>2</sup>

(1. Dept of Electrical Engineering, Emei Southwest Jiaotong University, Emei Mountain 614202, China;

2. College of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdou 610031, China)

**Abstract:** IEC61850 is the latest standards on communication networks and systems in substations made by IEC in which communication between substation level and bay level is mapped to MMS. This paper analyses some cases on application of MMS in substation automation system and puts forward an solution for substation automation devices unsupport standards of MMS.

**Key words:** MMS; IEC61850; substation automation system; VMD

(上接第 69 页 continued from page 69)

**Abstract:** Extended analysis to ensure the security and stability of South Hebei Power Network is summarized through years of experience. The idea is to emphasize the extended analysis on correct operations of protective relay besides incorrect ones. It is a effective way to make full use of the fault resource, analyze thoroughly the possible hidden trouble of protective relay, and finally take measures to solve the problems. All these efforts will play a positive role on the safety and stability operation of power grids.

**Key words:** protective relay; fault analysis; hidden trouble; power network