

# 基于 IEC61850 光伏监控装置硬件和模型设计

丁明<sup>1</sup>, 李林<sup>1,2</sup>, 陶维青<sup>1</sup>, 曹军<sup>2</sup>

(1. 合肥工业大学 电气与自动化工程学院, 安徽 合肥 230009; 2. 科大智能电气技术有限公司, 安徽 合肥 230080)

**摘要:** 从光伏系统监控角度出发, 分析 IEC61850 技术, 基于该标准提出适合光伏监控系统的分层设计。研究光伏监控装置的实现, 包含硬件平台设计、装置组件之间通信网络和实时数据映射、通信功能软件流程。结合光伏系统功能给出光伏监控系统相关的逻辑节点, 分析光伏监控装置的信息建模内容。在楼顶 10 kW 光伏发电系统中利用 IEDScout 软件模拟站控层对该装置进行制造报文规范(MMS)通信验证, 获取设备模型, 实现光伏系统各组件的 IEC61850 标准支持。站控层可通过该装置实现与光伏系统各组件的信息共享和互操作, 有效保障光伏电站安全运行。

**关键词:** 光伏; 监控; IEC61850; 硬件平台; 逻辑节点; 信息建模; 通信; 数据映射

**中图分类号:** TM 76

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.16081/j.issn.1006-6047.2016.06.025

## 0 引言

由于能源短缺和环境污染日益严重, 具有可持续发展潜力的清洁可再生能源在世界范围内得到越来越广泛的关注和应用。光伏发电以其取之不尽、用之不竭、廉价无污染的特点, 有着其他新能源发电无法比拟的优势。然而受光资源时间分布不均衡和气象变化的影响, 光伏电源的输出具有随机性、波动性和间歇性的特点<sup>[1]</sup>, 导致其可调可控性较差。这种特点对智能电网的安全平稳运行产生很大影响<sup>[2-3]</sup>。

传统光伏发电监控系统中二次设备的功能和接口规范不统一, 通信标准的采用缺乏一致性, 导致互操作问题成为其长期维护和运行的巨大障碍。IEC61850 标准作为当前电力自动化系统最为完善的通信标准, 其在变电站中的成功应用有效解决了系统中各设备互操作一致性问题, 达到信息共享。已有相关文献对该技术引入光伏相关的应用进行了探讨; 文献[4]从光伏并网点安全展开研究, 给出了分布式光伏发电并网接口装置的 IEC61850 信息模型; 文献[5]从微电网监控角度考虑, 给出了分布式能源监控终端的信息模型, 重点突出了与微电网能量管理信息交互; 文献[6]基于风光储微电网发电站, 研究基于 IEC61850 的微电网控制结构; 文献[7]从 IEC61850-7-420 标准角度分析了分布式电源通用硬件和信息模型操作方法, 但文中未给出终端的具体信息模型。

现有文献针对光伏系统相关功能的信息建模研究表明, 基于 IEC61850 标准的应用和开发是光伏发电系统的发展趋势。本文从光伏系统监控角度出发,

分析 IEC61850 技术并基于该技术给出适合光伏监控系统的分层设计, 研究光伏监控装置的实现, 包含硬件平台设计、装置组件之间通信网络和实时数据映射、通信功能软件流程; 结合光伏系统功能总结光伏监控系统相关的逻辑节点, 并给出光伏监控装置的设备信息建模; 最后在 10 kW 光伏发电系统中利用通用 IEC61850 上位机客户端软件与监控装置进行制造报文规范(MMS)通信验证, 获取装置内设备模型, 实现了光伏系统各组件的 IEC61850 标准支持。站控层可通过该装置实现与光伏系统各组件的信息共享和互操作, 有效保障光伏电站安全运行。

## 1 光伏监控实现 IEC61850 的系统架构

### 1.1 IEC61850 技术

IEC61850 是 IEC TC57 制定的关于变电站通信网络和系统的国际标准, 可以有效地实现设备间的无缝集成, 目前已经推出 2.0 版本<sup>[8]</sup>。标准名称由《变电站自动化系统与网络》改为《电力企业自动化系统与网络》, 表明标准制定者拓展其应用领域的愿望。IEC61850 技术体系包含 4 个主要部分: 信息模型、抽象通信服务接口 ACSI (Abstract Communication Service Interface)、特定通信服务映射 SCSM (Specific Communication Service Mapping) 和变电站配置描述语言 SCL (Substation Configuration description Language) 配置文件。信息模型采用面向对象的统一建模技术, 采用分布、分层的结构体系。ACSI 只是抽象地描述设备之间如何交换信息, 设备如何具体实现由设备自身制定。SCSM 则利用具体的通信网络实现 ACSI 中的服务模型。SCL 文件用于对变电站系统结构、通信系统结构和 IED 信息模型、服务模型的统一描述。

### 1.2 基于 IEC61850 分层技术的光伏监控系统

目前, IEC61850 技术在智能变电站中应用已较

收稿日期: 2016-04-06; 修回日期: 2016-05-05

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2015-AA050104)

Project supported by the National High Technology Research and Development Program of China(863 Program)(2015AA050104)

为成熟<sup>[9]</sup>,其通信体系设计按照分层结构实现,包括站控层、间隔层和过程层。站控层和间隔层之间的网络采用 ACSI 映射到 MMS,传输介质基于以太网或者光纤。间隔层和过程层之间的网络采用单点到多点的以太网传输。如果光伏发电系统严格按照变电站通信体系实现 IEC61850,则需对系统中各组件进行软硬件升级,新的光伏组件设备均需直接支持 IEC61850,带来设备成本大幅提升。而且这种实现形式对目前已投入运行的光伏发电系统而言,需要对老设备进行改造或者替换,实际可行性不大。

针对光伏发电系统现有组件的技术特点,结合 IEC61850 技术分层设计的思路,弱化过程层的概念,通过间隔层的光伏监控装置实现光伏系统各组件的 IEC61850 通信传输,上行通过光纤或者以太网和站控层 EMS 进行 MMS 报文通信,下行通过 G3\_PLC 电力线载波技术或者 RS485 总线技术实现系统内各组件实时数据的交互,通信架构如图 1 所示。

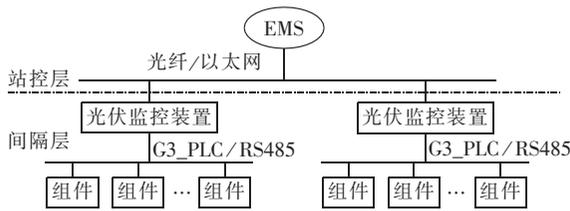


图 1 光伏系统 IEC61850 通信架构  
Fig.1 IEC61850-based communication architecture of PV system

## 2 光伏监控装置实现

### 2.1 光伏监控装置硬件设计

光伏监控装置采用双 CPU 平台设计,硬件结构图如图 2 所示。ARM 微处理器运行嵌入式 Linux 操作系统,负责 IEC61850 模型实现和 MMS 传输、数据存储、人机接口等功能。数据信号处理器主要实现采样、控制等实时性要求较高的功能,考虑到芯片 AD 采样通道、IO 管脚数量有限,而现场中测量、遥信遥控路数较多,硬件中通过采用模拟开关来实现

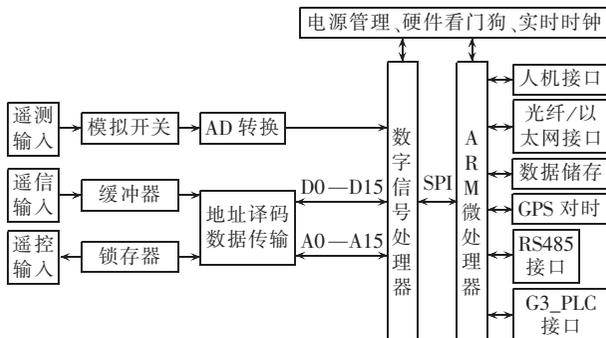


图 2 光伏监控装置硬件设计结构图  
Fig.2 Hardware design structure of PV monitoring device

多路模拟量分时进入 AD 采样,通过总线技术配合地址译码实现多路遥信遥控接入 DSP 的辨识。双 CPU 之间通过 SPI 总线进行数据通信。这种双核的硬件平台设计利用 ARM 平台运行操作系统,支持复杂软件功能的实现,同时利用 DSP 弥补其因运行操作系统在实时性方面表现弱的缺点。平台硬件满足需同时支持 IEC61850 和实时交采控制等功能的光伏监控装置技术要求。

### 2.2 通信网络模块

为实现 IEC61850 和光伏发电系统内的组件监控,光伏监控装置通信网络需分上行网络和下行网络。上行网络支持 IEC61850 的 MMS 报文传输,实现和站控层信息交互,通信网络实现方式为以太网或者光纤。光伏监控装置通过光纤接收模块接入智能变电站 SDH 通信专网,实现与站控层的信息交互。下行网络主要面对光伏发电站内系统,实现光伏监控装置对网络内各组件设备的数据通信,支持 RS485 和电力线载波,电力线载波采用基于 OFDM 的窄带 G3\_PLC 技术,通过交直流电力线组成高速稳定通信网络<sup>[10-11]</sup>,通信模块通过集成的芯片来实现,内部采用 R-S 编码作为外码,纠正随机符号错误和随机突发错误,以卷积码为内码,采用二级级联编码的方式在降低译码复杂度的同时提供很高的数据可靠性<sup>[12-13]</sup>。针对恶劣环境的 Robust 传输模式,使系统更可靠,抗干扰能力更强。同时,信号经过调制输出芯片后,需经过线路驱动单元实现对信号的功率放大,该单元一般由集成运放和功率放大电路组成,线路耦合器主要是将放大的 OFDM 信号耦合到交直流电力线上,并起到隔离作用。OFDM 模块实现框图如图 3 所示。

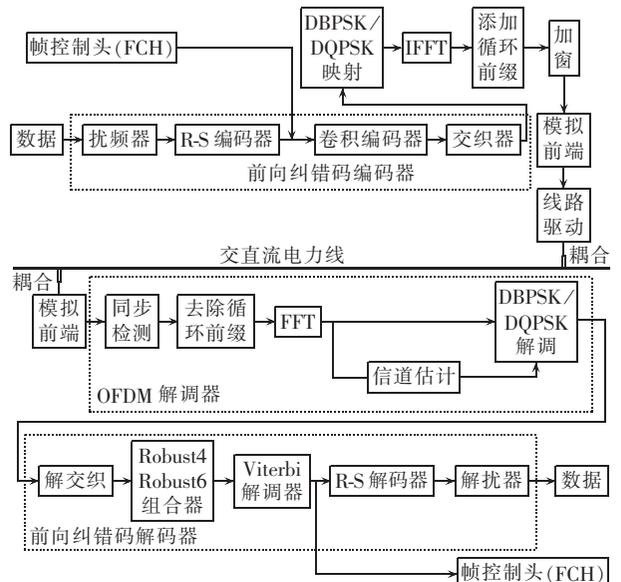


图 3 OFDM 载波模块实现框图  
Fig.3 Block diagram of OFDM carrier module

下行 G3\_PLC 网络中通信协议采用目前各组件常用的 Modbus 协议,光伏监控装置下行通过 Modbus 协议获取组件实时数据后需完成到模型数据域的映射,映射按照模型中数据功能约束 FC (Function Constraint)进行类型分组。具体映射方式如图 4 所示。

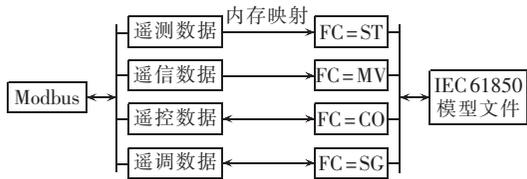


图 4 规约数据映射

Fig.4 Protocol data mapping

### 2.3 光伏监控装置软件架构

由上可知,光伏监控装置采用的是双核设计,ARM 微处理器主要完成 IEC61850 通信功能,数字信号处理器主要实现装置自身的交采功能。通信功能中实时数据获取分为 2 块:一块是装置自身的交采实现;另一块是通过 G3\_PLC 通信模块采集光伏现场组件。通信功能中 IEC61850 通信规约通过调用 MMS-EASE Lite 软件库开发实现。MMS-EASE Lite 是 MMS 的 C 语言编程接口,是从 SISCO 公司的 MMS-EASE 软件继承发展而来,专门针对嵌入式应用,实现 IEC61850 向 MMS 的映射工作。通信功能的软件是基于嵌入式 Linux 平台开发的,实现框图如图 5 所示。由图可知,系统完成端口和通信相关参数初始化后,启动端口、Modbus 和 Ntp 定时线程为后面的 MMS 通信做准备,延迟一段时间等待线程启动成功,接着进行数据映射相关和 MMS 通信相关的

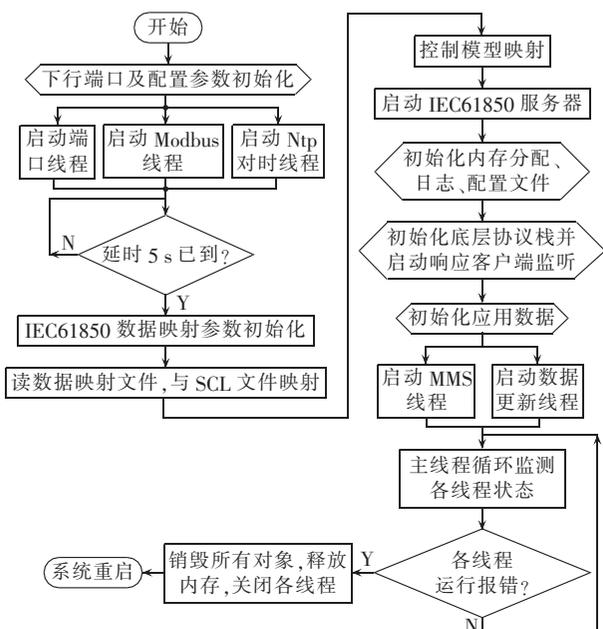


图 5 光伏监控装置通信功能软件实现框图

Fig.5 Flowchart of communication function software of PV monitoring device

配置,配置完成后启动 MMS 和数据更新 2 个线程,实现 MMS 通信功能。主线程启动完各应用线程后,展开对各应用线程相关状态的循环监测,保证各应用线程始终运行在期望的正确状态下。

### 3 光伏监控系统 IEC61850 模型

#### 3.1 光伏监控系统逻辑节点

光伏电站主要由光电池阵列、汇流箱、直流配电柜、逆变器、变压器等组成,依据技术要求,还可增加太阳跟踪系统和环境监测仪等辅助设备。光伏监控装置通过对光伏电站内各设备实时运行状态和现场环境的监控,配合站控层软件保障光伏发电系统的安全可靠运行。

IEC61850 标准第 2 版纳入的 IEC61850-7-420 标准主要面向 DER(Distributed Energy Resources),主要针对光伏发电系统、燃料电池等类型分布式电源相关的逻辑节点<sup>[14]</sup>。光伏发电系统中相关逻辑节点的分布如图 6 所示。由图可知,IEC61850-7-420 基本将光伏系统中各环节的功能均定义了对应的逻辑节点,站控层可通过标准定义的 MMS 报文与这些信息模型交互,不用考虑实现这些模型的具体设备。

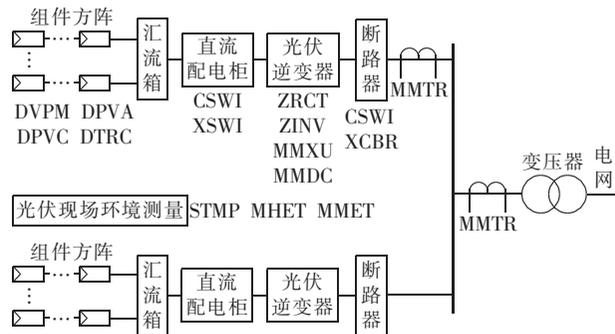


图 6 光伏发电系统中逻辑节点位置

Fig.6 Location of logic nodes in PV power system

建模过程中,除了图 6 中所列出的逻辑节点,依据监控装置的功能需要还会用到其他一些逻辑节点,如电能质量、保护、人机接口等。表 1 给出了光伏监控装置涉及各个逻辑节点。

#### 3.2 光伏监控系统 IEC61850 模型

光伏监控系统的 IEC61850 模型建立由监控装置完成,建模采用面向对象的方式。建模形成的自描述 ICD 文件采用 SCL 实现,SCL 是在可扩展标记语言 XML (eXtensible Markup Language)的基础上根据变电站自动化的特殊需要,利用 XML 的可扩展特性定义的一种行业专用语言<sup>[15]</sup>。语法上,遵循 XML 的语法规则,生成标准的 XML 文件;语义上,包含光伏监控装置配置所需要的各类对象。配置好的设备自描述 ICD 文件主要包含 Server、逻辑设备(LD)、逻辑节点(LN)、数据(DO)和功能数据属性(FCDA)等。

表 1 光伏发电逻辑节点描述  
Table 1 Description of logic node of PV power generation

功能	逻辑节点	功能	逻辑节点
DC/AC 逆变器	ZINV	过频保护	PTOF
逆变器铭牌数据	DRAT	欠频保护	PTUF
谐波和间谐波	MHAI	过流保护	PTUA
相序和不平衡	MSQI	气象测量	MMET
闪变	MFLK	温度数据	STMP
三相计量	MMTR	热量数据	MHET
频率变化	QFVR	人机接口	IHMI
电压变化	QVVR	日志存档	IARC
光伏组件额定参数	DVPM	监视接口	ITMI
光伏阵列特性	DPVA	开关控制器	CSWI
光伏阵列控制器	DPVC	断路器	XCBR
太阳能跟踪控制器	DTRC	直流开关	XSWI
过压保护	PTOV	通用接口	GGIO
欠压保护	PTUV		

光伏监控装置信息模型中 Server 主要指示 SCSCM 服务映射 MMS 的具体功能,站控层通过 MMS 实现与监控装置的数据交互。MMS 服务模型采用双边应用关联来传送服务请求和响应,是基于 Client/Server 模式的可靠通信方式,其通信实时性能指标为秒级,可满足光伏监控系统通信需求。MMS 服务模型提供的服务内容信息模型中通过 XML 格式的描述来告知站控层的客户端,客户端通过解析信息模型文件中的 Services 元素获取文件中 MMS 所支持的服务。Services 元素及其含义见文献[16]。

光伏监控装置信息模型中逻辑设备主要是装置中各个功能的抽象表达,由不同逻辑节点按照具体功能来组合体现。逻辑设备的信息结构模型见图 7。



图 7 逻辑设备信息结构模型  
Fig.7 Information structure model of PV logic device

逻辑设备的结构模型是从上到下的包含关系,下层为上层的必要组成部分。逻辑设备按功能实现由不同的逻辑节点组成。逻辑节点的内容为数据对象,是与 1 个或多个逻辑节点相关的预先定义好的对象名称,其类型或格式由公用数据类定义。公用数据类是建立在标准数据类型上的预定义分组及预定义公共属性,本质上用于定义数据对象的类型和格式。公共属性定义是可被许多对象反复使用的预定义属性。标准数据类型定义数据类型,包含常用的布尔型、整型、浮点型等。

按照系统实现功能的不同,光伏监控装置在建模时可包含 6 个逻辑设备,具体信息模型如图 8 所示。

按照 IEC61850 的建模标准,每个逻辑设备至少包含 2 个基本的逻辑节点;LLN0 和 LPDH,分别对应设备的一般属性和物理装置信息。其他逻辑节点则按功能集合,对站控层表现出监控装置的具体功能。各设备建模具体描述如下。

LD1:逆变器设备相关模型。ZINV 定义直流转交流逆变器相关定值和状态信息,DRAT 定义相关铭牌数据,MMDC 定义输入端直流值,MMXU 定义输出端交流值。

LD2:电能质量设备模型。该设备主要完成光伏发电系统并网点电能质量建模。光伏监控装置主要关心的电能质量有实时电压、电流测量值 MMXU,谐波 MHAI,三相不平衡 MSQI,电压波动和闪变 MFLK,电压和频率变化 QVVR、QFVR,三相计量 MMTR。

LD3:安全保护设备模型。该设备主要实现对过压/欠压、过频/欠频、过流保护的建模,对应的逻辑节点为 PTOV/PTUV、PTOF/PTUF、PTUA。

LD4:光伏环境设备模型。该设备主要实现对光伏现场物理环境的建模,包括气象辐射测量信息模型 MMET、现场环境温度和热量模型 STMP 和 MHET。

LD5:光伏阵列设备模型。该设备主要实现光伏阵列相关特性和功能建模。组件额定参数和阵列特性模型为 DPVM、DPVA。阵列运行调整阵列电流和电压水平及跟踪太阳系统模型为 DPVC、DTRC。

LD6:人机接口和日志等设备模型。该设备包括人机接口和日志保存等辅助功能模型、供人员访问的人机接口模型 IHMI、监控接口模型 ITMI 和监控装置中相关信息日志保存模型 IARC。

最后,光伏监控装置信息模型中通过功能数据属性来指出逻辑设备中需要传输的状态信息、测量/计量值,以数据集(DataSet)形式实现相同类型数据的归类,通过报告控制块 RCB(Report Control Block)实现批量传输。

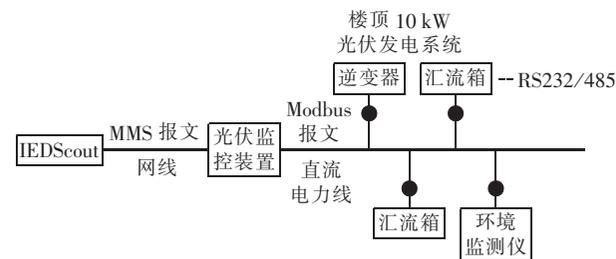
#### 4 MMS 通信验证

为验证装置的 MMS 服务功能,本文通过在 PC 上



图 8 光伏监控装置信息模型  
Fig.8 Information model of PV monitoring device

安装第三方软件,模拟站控层对设备进行通信,验证装置端 MMS 实现是否正确。验证环境基于公司楼顶 10 kW 光伏发电系统搭建,所搭建的结构如图 9 所示。



● G3\_PLC 网络通信模块

图 9 MMS 测试环境

Fig.9 MMS test environment

光伏系统内各组件通过 G3\_PLC 通信模块将实时数据信息耦合到直流电力线上,实现与光伏监控装置的数据传输,组件和通信模块之间可通过 RS232/485 连接。PC 端调试软件采用 IEDScout。IEDScout 是奥地利的 OMICRON electronics GmbH 开发的一款验证 IEC61850 通信规约的测试软件,常被电力系统开发者当作第三方工具来验证符合 IEC61850 规约的服务/客户端设备或平台。

IEDScout 软件本身通过配置可支持标准 IEC61850 的各种功能。测试中光伏监控装置承担 IEC61850 服务端功能,对外支持符合 IEC61850 规约的客户端连接访问。IEDScout 配置为客户端功能后,通过 PC 网口向监控装置进行 MMS 报文通信建立连接,连接成功后通过 MMS 的 GetNameList 和 Read 服务来获取监控装置内的设备模型和数据。

图 10 为 IEDScout 获取到的装置模型中逆变器设备模型,图 11 为逆变器设备模型中通过 G3\_PLC 获取的现场组件实时数据。

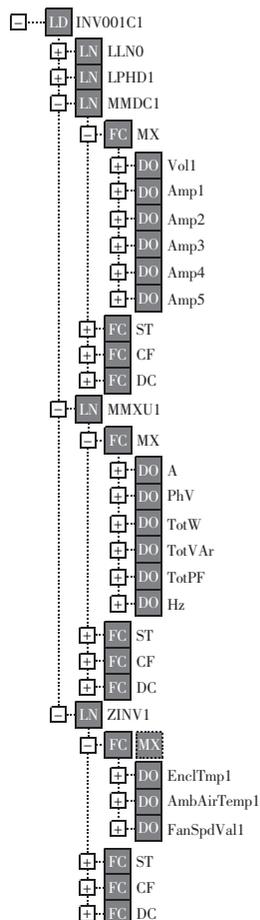


图 10 IEDScout 获取的设备模型  
Fig.10 Equipment model obtained by IEDScout

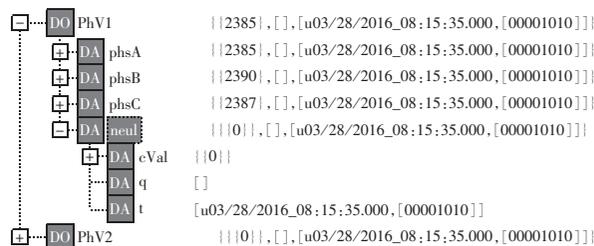


图 11 设备模型中的实时数据

Fig.11 Real-time data in equipment model

## 5 结论

IEC61850 标准体系采用分层的体系结构和面向对象的建模方法,实现了数据对象的自我描述,为不同厂商的智能电子设备实现互操作和系统无缝集成提供了有效途径。本文对基于 IEC61850 技术的光伏监控装置的硬件和信息建模展开研究,结合光伏系统的分层体系设计了双 CPU 硬件平台,分析适合光伏监控系统的逻辑节点,结合具体功能给出光伏监控装置的具体信息模型。光伏监控系统支持 IEC 61850 技术,实现了光伏监控中的相关设备模型化,并通过客户端软件进行标准通信验证,站控层只需通过与这些具有自描述功能的设备模型进行信息交互,即可达到对光伏发电系统的管理监控。同时,由于 IEC61850 是个复杂庞大的通信标准技术体系,本文研究的光伏监控装置和通信网络只适合对实时性要求不高的 MMS 报文传输,不适合标准中对实时性有严格要求的 GOOSE 报文传输。如何在光伏监控系统中实现 GOOSE 功能还有待继续研究。

## 参考文献:

[1] 艾欣,韩晓男,孙英云. 大型光伏电站并网特性及其低碳运行与控制技术[J]. 电网技术,2013,37(1):15-23.  
AI Xin,HAN Xiaonan,SUN Yingyun. Grid-connection characteristics of large-scale photovoltaic power station and its low-carbon operation and control technology [J]. Power System Technology, 2013,37(1):15-23.

[2] 丁明,王伟胜,王秀丽,等. 大规模光伏发电对电力系统影响综述[J]. 中国电机工程学报,2014,34(1):1-8.  
DING Ming,WANG Weisheng,WANG Xiuli,et al. A review on the effect of large-scale PV generation on power systems [J]. Proceedings of the CSEE,2014,34(1):1-8.

[3] 陈炜,艾欣,吴涛,等. 光伏并网发电系统对电网的影响综述[J]. 电力自动化设备,2013,33(2):26-32.  
CHEN Wei,AI Xin,WU Tao,et al. Influence of grid-connected photovoltaic system on power network [J]. Electric Power Automation Equipment,2013,33(2):26-32.

[4] 张龙,陈雷,石清,等. 基于 IEC61850 的分布式光伏发电并网接口装置信息模型[J]. 智能电网,2015,3(4):344-348.  
ZHANG Long,CHEN Lei,SHI Qing,et al. Information model of the grid-connected interface device for distributed photovoltaic power based on IEC61850[J]. Smart Grid,2015,3(4):344-348.

- [5] 李国武,张雁忠,黄巍松,等. 基于IEC61850的分布式能源智能监控终端通信模型[J]. 电力系统自动化,2013,37(10):13-17.  
LI Guowu,ZHANG Yanzhong,HUANG Weisong,et al. Communication model for IEC61850 based intelligent monitoring terminal of DER[J]. Automation of Electric Power Systems,2013,37(10):13-17.
- [6] 张广明,鲁文,孙国城,等. 基于IEC61850的微电网运行控制系统设计与应用[J]. 电力系统自动化,2014,38(4):14-17.  
ZHANG Guangming,LU Wen,SUN Guocheng,et al. Design and application of microgrid operation control system based on IEC-61850 [J]. Automation of Electric Power Systems,2014,38(4):14-17.
- [7] 邓卫,裴玮,齐智平. 基于IEC61850-7-420标准的DER通信及控制通用接口设计与实现[J]. 电力系统保护与控制,2013,41(22):141-148.  
DENG Wei,PEI Wei,QI Zhiping. Design and implement of universal interface for DER communication and control based on IEC61850-7-420 [J]. Power System Protection and Control, 2013,41(22):141-148.
- [8] 任雁铭,操丰梅,张军. IEC61850 Ed 2.0 技术分析[J]. 电力系统自动化,2013,37(3):1-5.  
REN Yanming,CAO Fengmei,ZHANG Jun. Technical analysis of IEC61850 Ed 2.0 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2013,37(3):1-5.
- [9] 郭创新,俞斌,郭嘉,等. 基于IEC61850的变电站自动化系统安全风险评估[J]. 中国电机工程学报,2014,34(4):685-694.  
GUO Chuangxin,YU Bin,GUO Jia,et al. Security risk assessment of the IEC61850-based substation automation system [J]. Proceedings of the CSEE,2014,34(4):685-694.
- [10] VAN TRIMPONT F,BAYOT KATUMBA G,MOEYAERT V,et al. Impact of the weak link count mechanism on G3-PLC LOADng routing protocol[C]//2015 IEEE International Symposium on Power Line Communications and its Applications. Austin, TX,USA:IEEE,2015:107-112.
- [11] LIU Xiaosheng,WANG Juan,LI Yanxiang,et al. Design of narrow-band high speed power-line communications system based on G3-PLC in smart grid[C]//2014 11th World Congress on Intelligent Control and Automation. Shenyang,China:[s.n.], 2014:3159-3163.
- [12] PLC G3 OFDM Project. PLC G3 physical layer specification: PLC OFDM[S]. Paris,France:ERDF,2008:17-22.
- [13] International Telecommunication Union. Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks;ITU G.9903 [S]. Geneva, Switzerland:Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2014:21-29.
- [14] International Electrotechnical Commission. Communication networks and systems for power utility automation-part 7-420:basic communication structure-distributed energy resources logical nodes;IEC61850-7-420-2009 [S]. Geneva,Switzerland:IEC,2009:51-57.
- [15] International Electrotechnical Commission. Communication networks and systems in substations-part 6:configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs;IEC61850-6-2004[S]. Geneva,Switzerland:IEC,2004:19-25.
- [16] International Electrotechnical Commission. Communication networks and systems in substations-part 7-2:basic communication structure for substation and feeder equipment-abstract communication service interface;IEC61850-7-2-2004 [S]. Geneva, Switzerland:IEC,2004:26-28.

#### 作者简介:



丁明

丁明(1956—),男,安徽合肥人,教授,博士研究生导师,主要研究方向为电力系统规划及可靠性、新能源及其利用、柔性输电系统的仿真与控制等(**E-mail**:mingding56@126.com);

李林(1979—),男,安徽合肥人,高级工程师,博士研究生,主要研究方向为配电自动化及新能源接入技术(**E-mail**:lilin@csg.com.cn);

陶维青(1964—),男,安徽合肥人,副教授,硕士,主要研究方向为配电自动化、电力线通信技术(**E-mail**:twq@csg.com.cn);

曹军(1981—),男,安徽合肥人,工程师,硕士,主要研究方向为智能电网通信技术(**E-mail**:caojun407@126.com)。

## Hardware and model design based on IEC61850 for PV monitoring device

DING Ming<sup>1</sup>, LI Lin<sup>1,2</sup>, TAO Weiqing<sup>1</sup>, CAO Jun<sup>2</sup>

(1. School of Electrical Engineering and Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

2. CSG Smart Grid Electrical Technology Co., Ltd., Hefei 230080, China)

**Abstract:** The IEC61850 technology is analyzed from the monitoring point of view for the PV (PhotoVoltaic) system and a hierarchical design based on IEC61850 standard suitable for the PV monitoring system is proposed. The implementation of PV monitoring device is researched, including the hardware platform design, the communication network and real-time data mapping between components, and the flowchart of communication function software. According to the functions of PV system, the corresponding logic nodes of PV monitoring system are given and the information modeling of PV monitoring device is analyzed. IEDScout software is applied to simulate the station control layer of a roof 10 kW PV power system, which carries out the MMS communication validation of the PV monitoring device to obtain the equipment model and realize the IEC61850 support of different PV system components. Through the PV monitoring device, the station control layer realizes the information sharing and interoperability among different components of PV system to effectively guarantee the safe operation of PV power station.

**Key words:** PV; monitoring; IEC61850; hardware platform; logical nodes; information modeling; communication; data mapping