

基于IEC61850的配电终端在线配置技术研究

温树峰 孙 丹 王珍珍

国网电力科学研究院有限公司 江苏南京 21100

摘要: 配电自动化中接入大量的、种类繁多的配电自动化设备, 配电自动化设备完成的功能和采用的数据接口不尽一致, 为了解决配电自动化设备的互连、互换、互操作难题, 基于IEC61850分布式的体系结构和面向对象的建模方法, 数据对象的自我描述, 提出了配电自动化终端即插即用技术, 本文详细阐述了配电终端模型的创建和配电自动化即插即用技术原理及关键技术的实现, 通过实验室模拟环境成功验证了即插即用的过程。

关键词: 即插即用; IEC61850; 模型映射; 系统配置工具

引言:

配电网是我国电力网直接面向用户的重要部分, 因此在发展智能电网过程中建设智能配电网是非常重要的。随着对智能配电网的深入研究和建设, 提高馈线自动化水平已经成为其关键所在, 而馈线自动化发展的瓶颈问题则是我国配电网终端设备数量众多, 自动化程度很低, 且能够交互信息的设备之间没有统一的通信规约, 结果使得不同厂家生产的同一类型终端设备之间不能实现互操作, 各配电终端不能即插即用等。IEC61850标准的出现及其在变电自动化中的成熟应用, 使国内外专家学者对IEC61850标准在配电网中的应用更加重视, 一致认为将该标准扩展到配电自动化领域是切实可行的。

IEC61850规约的目的是实现IED互操作, 具有使用分布、分层体系、应用与通信的分离、面向对象的自我描述、数据对象统一建模的特点, 为实现电力系统的互操作性提供了良好的平台, 这种无缝通信协议将会在电网中得到大力推广, 尤其是在配电网中。在IEC61850体系中的IED接入或更新时, 由SCL配置语言描述变电站拓扑结构、IED和通信系统模型, 故不需要进行人工配置, 不仅减少了工作量, 提高了效率, 而且也不容易出现错误。因此馈线终端设备的即插即用的实现必须借助IEC61850通信体系的SCL配置语言。

1 配电网馈线终端信息模型的创建

“即插即用”设备实现自动配置的一个关键问题就是

作者简介: 温树峰(1984—), 汉族, 男, 河南鹤壁, 国网电力科学研究院有限公司, 检验员, 中级工程师, 硕士研究生, 主要研究方向: 电力系统继电保护, 配电网自动化, 邮箱: E-mail: wenshufeng@sgepri.sgcc.com.cn, 邮编: 211000。

实现其自描述。在电力系统中, 配电终端设备可以应用IEC61850标准实现智能电子设备自描述的方法实现, 即采用SCL通信配置语言, 由系统配置工具完成。

配电网终端的作用是采集处理反映配电网与配电设备运行工况的实时数据与故障信息并上传配网自动化主站; 接收主站命令, 对配电设备进行控制与调节。配电网终端的模型可根据其功能来创建。

1.1 数据采集与监视控制SCADA功能

数据采集与监视控制SCADA功能, 即传统的“三遥”(遥测、遥信、遥控)功能。遥测功能测量正常运行状态下的电压、电流、有功、无功、视在功率、功率因数、有功电度、无功电度、频率以及零序电压与电流这些反应系统不平衡度的电气量; 遥信主要是接入配电开关辅助接点、储能机构储能正常信号、装置控制“软压板”(如当地/远方控制压板)信号等; 遥控包括配电开关合闸与跳闸输出外, 还包括用于蓄电池活化控制等功能的开关量输出。SCADA功能的实现可以通过IEC61850已经定义的逻辑节点进行信息建模, 具体采集的设备参数和使用的IEC61850的逻辑节点, 如表1所示:

表1 三遥信息及其逻辑节点

Table1 Three telematics and logical nodes

	数据	逻辑节点及属性
遥测	线路电压	MMXU
	线路有功	MMXU
	线路无功	MMXU
	频率	MMXU
	不平衡电压	MSQI
	不平衡电流	MSQI
	开关动作次数	XSWI
	断路器动作次数	XCBR
	电池电压	ZBAT

	数据	逻辑节点及属性
遥测	电池温度	ZBAT
	变压器温度	YPTR
	谐波测量	MHAI
遥信	开关位置信号	XSWI
	断路器位置信号	XCBR
	开关储能状态	XSWI
	SF6气体压力信号	SIMG
	SF6气体异常信号	SIMG
	电池活化中	ZBAT
	电容器状态	ZCAP
遥控	线路开关	XSWI
	电容器组投切	ZCAP
	电池活化	ZBAT

1.2 故障定位、隔离及供电恢复功能

故障定位、隔离与自动恢复供电是配网自动化系统的核心功能，通过对过电流或故障指示器信号进行判断，实现短路接地故障检测和故障定位隔离功能，并对相应信息加以记录，接地故障中由于选择故障线路的方法不同，使用的逻辑节点也有所不同，具体见表2：

表2 故障定位、隔离功能信息及其逻辑节点

Table 2 Fault location and isolation function logical nodes

故障类型		数据	逻辑节点及属性
短路故障	故障定位	故障检测和指示	PTOC、PTUV、PTOV、PTUC、PIOC、PVOC、PTRC、SVPI、SCPI、SFPI
	故障隔离	开关控制	CSWI
	故障恢复	开关控制	CSWI
接地故障	故障选线	中阻法（零序电流方向法）	PSDE、PTUV、SVPI、SCPI、SFPI
		暂态法（零序电流方向法）	PTUV、PTDE、SVPI、SCPI、SFPI
	故障定位	中阻法（零序电流方向法）	PSDE、SVPI、SCPI、SFPI
		暂态法（故障指示）	SVPI、SCPI、SFPI
故障定位波形	故障暂态波形数据8或50周波	REFW	

1.3 电池管理功能

电池管理功能主要有输出短路保护功能、电池过放电保护功能、电池活化功能及告警信号满足相应功能，可以采用逻辑节点ZBAT、ZBTC和ZPOW，电池管理信息及其逻辑节点见表3：

表3 电池管理信息及其逻辑节点

Table 3 Battery Management Information Logical Nodes

	数据	逻辑节点及属性
模拟量	电池电压	ZBAT.Vol
	电池放电电流	ZBAT.Amp
	电池温度	ZBAT.InBatTmp
	内部电池电压	ZBAT.InBatV
	内部电池电流	ZBAT.InBatA
	内部充电电压	ZBTC.ChaV
	内部充电电流	ZBTC.ChaA
状态量	蓄电池过压信号	ZBAT.BatVHi
	蓄电池欠压信号	ZBAT.BatVLo
	电池活化中	ZBAT.BatTest
	电池类型	ZBAT.BatTyp
	充电器充电模式	ZBTC.BatChaTyp
配置	活化模式	ZPOW
	活化周期	ZPOW
	过压、欠压定值	ZBAT.HiBatVAlm ZBAT.LoBatVAlm

2 配电网馈线终端即插即用实现原理

一个完整的馈线自动化“即插即用”体系，能够使终端设备自动接入和退出，不仅要求设备具有“即插即用”的功能，其通信部分，主站控制中心也都要具有“即插即用”的能力，即不管设备、系统、通信部分都能够进行自描述。

终端设备接入系统后，由设备驱动向系统发起一个请求，系统需要检测识别设备，识别成功后，设备向系统发送自身信息，系统根据接收到的信息对设备进行判断是否需要配置，如果需要配置则向发出请求其信息模型，系统根据信息模型对设备进行自动配置，最后实现设备与系统的完全配合。“即插即用”实现的过程如图1所示：

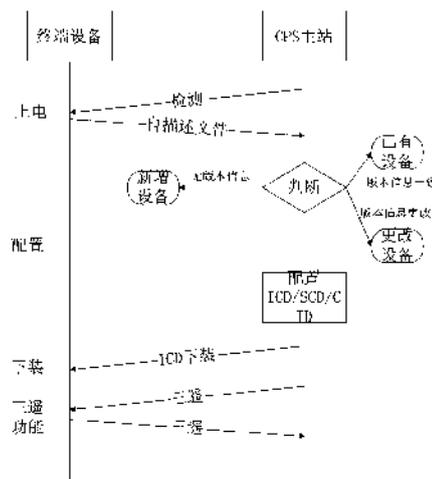


图1 “即插即用”实现的过程

Fig.1 “Plug and Play” implementation process

(1) 设备上电后，由控制中心检测出设备。

(2) 设备向系统发送出厂配置的注册信息，包括通信端口号、设备的版本号和唯一的识别名称。

(3) 根据设备向控制中心所发送的注册信息判断信息库中是否有设备的信息，即能否识别设备。

①若控制中心存在与接入设备一致的注册信息，则进入(6)。

②若接入设备的注册信息与控制中心已经存在的信息不一致或不存在，则进入(4)。

(4) 控制中心向设备请求其自描述文件，利用系统配置工具根据其信息模型对其进行配置成ICD文件。

(5) 控制中心由系统配置工具产生的配置文件对系统的网络拓扑结构和与设备相关的数据库进行更新新的SCD文件，并生成CID文件。

(6) 由控制中心将对应的CID文件下装到设备。

3 配电网馈线终端即插即用实现的关键技术

3.1 即插即用的配置信息交互

主站接收到配电终端含有功能和初始配置的自描述文件以后，系统配置工具里会根据系统主站里的SSD文件生成SCD文件，系统配置工具从生成的SCD文件中导出实例化的CID文件，通过文件传输的方式将CID文件发给配电终端，配置过程如图2：

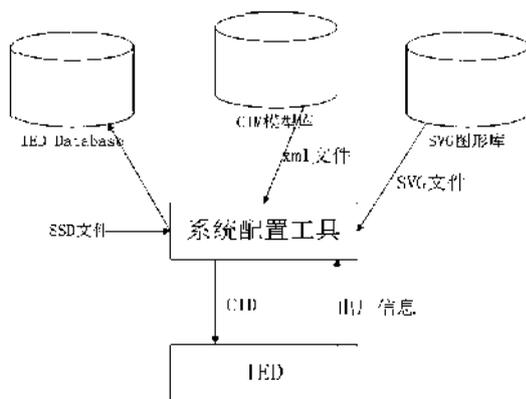


图2 配置信息交互过程图

Fig.2 Configuration information exchange process

以上就是遵循IEC61850-6标准，将一个的馈线终端设备从一个出厂产品待配置状态，到配置成为馈线自动化中可以完成系统功能的一个现场设备的全部配置信息传输和交换的过程。相对于人工对IED设备配置减少了大量繁杂的操作，节省了维护费用，提高了效率和精确率，实现了远程自动配置。通过SCL文件能够清楚的描述主站和装置的配置信息，方便实行远程控制管理，从而降低系统运行成本，提高系统自动化的水平。

3.2 系统配置工具设计方案

本文提出的系统配置工具主要有SCL校验模块、SCL解析模块、LN和CDC信息库、配置模块、文件处理模块、人机交互界面6个模块组成，具体作用如下：

(1) SCL校验模块

该模块的主要作用是验证SCL文件的合法性。为了提高配置效率，减少人为失误，从以下四个方面验证SCL文件：

①XML结构校验，SCL文件要符合XML语言的层次结构；

②XML有效性校验，SCL文件中元素的属性，属性的数据类型要严格遵循SCLschema文件的定义；

③数据对象约束条件的验证，IEC61850-7部分的约束条件，所有配置信息都得严格遵守；

④配置信息的合理性检验，要在逻辑上合实际上符合变电站系统的实际运行情况。

(2) SCL解析模块

一般选用MSXML解析器，它具备四种功能，即DOM分析器、SAX分析器、XSLT处理器、验证分析器。为了生成一个便于理解的树状层次模型，采用DOM分析器，完成对SCL文件中DOM节点树的读取、遍历、修改、添加和删除等操作。

(3) LN和CDC信息库

包括IEC61850中定义的所有信息模型，逻辑节点(LN)模型和公用数据类(CDC)模型的全部信息，也包括数据对象模型。

(4) 配置模块

根据装置的自描述文件和IED要实现的功能对IED实行预配置，生成终端能力描述的ICD文档，根据SSD文件信息生成SCD文件并导出适合终端的CID文件。

(5) 文件处理模块

对于终端的自描述文件，将送发给系统配置工具，对于表示实例化IED的CID文件，则将其下载到实际的设备中。

(6) 人机交互界面

提供良好的人机交互界面，向系统传递用户的配置选择。

系统配置工具的流程图如图3：

4 配电网自动化终端即插即用验证

为了测试配电网馈线终端即插即用的可行性，在福建电科院搭建了包含1台测试主站、3台不同厂家的配电终端和交换机的测试环境。测试过程中将一台新的有自描述文件的终端接入系统中，配置终端的IP，配电主站

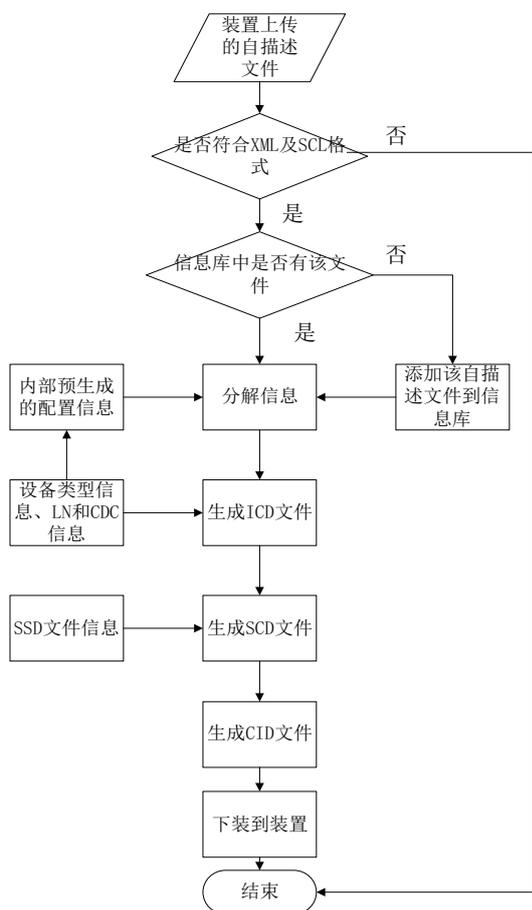


图3 系统配置工具的流程图

Fig.3 System Configuration Tool Flowchart

收到终端的注册信息，比对注册信息，主站向设备请求其自描述文件，配电主站根据收到的自描述文件，解析配电终端的相关模型信息，与系统内已有的CIM模型相关联，并自动生成二次量测模型信息，然后将配置好的实例后的配置文件下装给设备，配置过程如图4。



图4 即插即用的配置过程

Fig.4 Plug and play configuration process

5 小结

未来配电系统必定要朝着智能化、自动化发展，而终端设备也必定要满足“即插即用”的功能，本文研究的即插即用技术提出了终端自描述文件的建立和与传统通信规约的映射方法，并在实验室搭建系统验证了该技术的可行性及正确性。

参考文献：

- [1]李子旭.基于IEC61850的配电自动化复杂功能建模研究[D].华北电力大学, 2015
- [2]王勇, 徐迅.基于IEC61850的配网终端自动识别技术[J].电测与仪表.2016, 53(6): 32-36
- [3]顾建伟, 赵翠然.基于IEC61850的配电终端即插即用实现技术研究[J].电力系统通信, 2012, 33(234): 31-35
- [4]武会超, 吴奕.基于IEC61850标准的配电自动化终端即插即用体系研究[J].供用电.2015, 01: 60-63