

· 电网技术 ·

变电站 IEC 61850 第 2 版信息及服务模型探讨

胡 荣¹, 张喜铭¹, 李 金¹, 张 瑞²

(1. 南方电网电力调度控制中心, 广东 广州 510530; 2. 深圳供电局, 深圳 518001)

摘要: IEC 61850 第 2 版标准对变电站内应用新增和改进了很多内容。结合智能变电站工程应用需求, 对第 2 版信息模型和通信服务模型的新增改进内容进行了深入分析, 其中有些改进可以解决目前智能变电站工程实施中面临的问题, 有些则有助于提升智能变电站的运维效率和管理水平。其次对智能变电站中重要的自动化功能包括控制、定值、GOOSE、跟踪服务等, 提出了基于第 2 版信息模型和通信服务模型的工程应用方法, 讨论了工程应用中应注意的问题。

关键词: IEC 61850 第 2 版; 智能变电站; 信息模型; 服务模型

中图分类号: TM764; TM73

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2017)06-0038-08

0 引言

IEC 61850 目前已经成为智能变电站的重要基础标准^[1,2]。IEC TC57 WG10 在总结 IEC 61850 第 1 版标准应用经验的基础上, 已经陆续发布了标准第 2 版^[2]。文献[2]介绍了标准第 2 版的整体概况和应用前景。文献[3]介绍了标准第 2 版的技术路线, 讨论了从第 1 版迁徙到第 2 版的主要影响面。

标准第 1 版主要针对变电站内应用, 标准第 2 版针对变电站内的应用, 新增和改进了很多内容, 其目的是完善互操作性, 增强通信能力, 丰富传输信息内容。目前国内智能变电中基本都是采用的 IEC 61850 第 1 版, 标准第 2 版在工程中还缺乏实际应用经验。标准第 2 版中新增和改进内容在工程中应该如何应用, 可以解决工程中的哪些问题, 应用时需考虑的问题, 与现有 IEC 61850 变电站的兼容性等方面都需要深入分析和探讨, 这些探讨可以为标准第 2 版的工程实施奠定基础。

IEC 61850 实现互操作性的核心技术是信息模型和通信服务模型。文中从这 2 个方面, 结合智能变电站的工程实际情况, 分别进行分析和讨论。

1 IEC 61850 第 2 版服务模型

1.1 服务跟踪模型

1.1.1 服务跟踪模型介绍

服务跟踪模型是 IEC 61850 第 2 版新增服务类型, 用于智能电子设备(intelligent electronic device, IED)对通信服务事件进行跟踪记录, 并利用报告和日志服务上送给客户端, 并可在客户端存储展示。可跟踪的服务分为 3 种:

(1) 控制块服务。记录对报告控制块、日志控制块、定值控制块属性设置过程。

(2) 控制操作服务。记录对压板、开关、档位等对象的控制过程, 记录的信息包括发布控制命令的客户端如 IP、控制命令参数、控制命令结果等信息。

(3) 其他服务。除(1),(2)以外的需要跟踪的服务, 记录操作对象和操作源相关信息。

标准第 2 版中增加了逻辑节点 LTRK, 用于服务跟踪建模。

1.1.2 服务跟踪模型应用探讨

智能变电站调试运行阶段遇到的问题中, 间隔层 IED 功能失效通常占较大比例, 例如遥控失败、定值操作失败、报告上送异常等。出现这些问题时一般需要提供问题时段通信报文, 由专业人员进行问题分析定位。当处在调试阶段, 可以通过及时录取报文分析。当处在运行阶段, 通常从网络分析仪提取报文进行分析, 但如果网络分析仪没有录到相关报文, 则问题分析处理起来会非常困难。间隔层设备依赖于报文定位问题的方式, 解决问题的时效性较差^[4]。

利用跟踪服务, IED 能够对重要通信服务过程包括控制操作、定值固化和切区、控制块属性设置等进行记录并及时发送给客户端存储。当通信过程出现问题时, 可从 IED 日志或客户端数据库中方便地提取记录, 记录信息以字符串的方式展示, 可读性好, 在一定程度上可提高排查问题的效率。

服务跟踪用于对操作事件进行跟踪, 但服务跟踪所记录的信息是从单个 IED 的角度进行记录。通信事件是通信两端配合的过程, 单个 IED 记录的信息不足以反映完整的通信过程。如果通信两端能同步记录各类操作信息, 出现问题时结合两端的

记录,就能更全面地开展分析。因此,工程应用时应要求服务器端、客户端同时记录操作信息,这样大部分问题通过操作记录就可以定位问题,服务跟踪才能更好地发挥作用,提高问题定位效率。

1.2 遥控服务

在设备检修或改扩建工程施工时,可能需要对某些 IED 的远方控制功能进行投退,目前一般通过投入“远方操作硬压板”和“远方操作功能软压板”实现对控制功能的闭锁^[4,5],但上述操作只能在变电站就地人工操作,不能实现远程控制。

智能变电站中,对 IED 的控制操作包括压板投退、开关刀闸分合、功能复归、档位调节等,控制操作命令来源有本地监控、维护设备、间隔 IED 人机界面、一次设备的人工操作机构及调度中心^[6],多控制源的存在增加了控制操作的风险。

智能变电站中间隔层 IED 通过工业制造报文规范(manufacturing message specification, MMS)报文接收控制命令,开关控制、档位调节的这类控令需要由 GOOSE 报文转发给过程层智能终端设备。控制命令操作的通信过程对操作人员不可见^[7],而工程现场只有通过各种报文来分析控制操作过程。

在标准第 2 版中,对控制功能闭锁、控制源的管理和控制过程监视方面进行了完善,可以一定程度上解决智能变电站控制服务遇到的上述问题。

1.2.1 控制闭锁

标准第 1 版中只有逻辑节点 XCBR 包含 BlkOpn 和 BlkCls 数据,分别闭锁分合操作控制命令的输出。标准第 2 版中,通用逻辑节点中增加了可控单点(controllable single point, SPC)类型的可控数据 CmdBlk,用于控制逻辑节点级别对控制服务下发的控令,以及对通用面向对象变电站事件(generic object oriented substation event, GOOSE)报文间接触发的控制操作进行闭锁。CmdBlk, BlkOpn 和 BlkCls 都是 SPC 类型的数据,标准第 2 版中 SPC 类型定义如表 1 所示。

表 1 SPC 包含的控制映射相关的数据属性

Table 1 Control mirror data attributes in SPC

属性名	功能约束	数据类型	语义
stVal	ST	BOOLEAN	TRUE;闭锁遥控输出
q	ST	Quality	stVal 的品质
t	ST	TimeStamp	stVal 的时标
stSeld	ST	BOOLEAN	处于“已预选”状态
opRcvd	OR	BOOLEAN	收到控制命令
opOk	OR	BOOLEAN	控令被校验并接受
tOpOk	OR	TimeStamp	发出控令的时标

注:功能约束=OR(oper receive)表示收到操作。

控制输出闭锁可用于设备局部故障时闭锁特定的控制操作,也可用于在线检修测试时提高安全性。CmdBlk, BlkOpn 和 BlkCls 的状态可通过 IEC 61850 服务在线设置,以此实现闭锁状态的远程在线切换,提高运维的自动化水平。

1.2.2 控制权限

控制操作命令来源有多种,为避免多源同时发起控制操作,第 2 版模型中考虑了对各种控制源权限的管理。信息模型中提供的控制操作访问限制如图 1 所示。

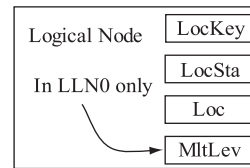


图 1 控制操作访问限制

Fig.1 Control the access to control actions

新增可控数据 LocSta 表示了控制权限是在本站站控层还是在远方调度中心。LocSta 的增加可以解决本地监控和调度中心控制权限切换的问题,避免 2 个控制源同时发起遥控操作。新增状态数据 LocKey 可以表示本地远方的物理钥匙位置,模型中无需再扩充“远方压板”这个数据。状态数据 Loc 表示当前逻辑节点或逻辑设备(LLN0 中的 Loc)所处的本地远方操作状态。Loc 是多个因素综合的结果,其中除包含 LocKey 因素外,还可以包含其他用户特定的参考因素。LLN0 中新增可设点 MltLev 可以设定 LD 是否支持多层次控制源。控制权限逻辑关系如表 2 所示。

表 2 控制权限与本地/远方的关系表

Table 2 Relationship between Loc/Rem data objects and control authority

行号	XCBR.Loc CSWI.Loc	LLN0. MltLev	CSWI. Loc	CSWI. LocSta	手动 控制	本地 控制	站控 层	远方 调度
1	T	F	n.a	n.a	AA	NA	NA	NA
2	F	F	T	n.a	AA	AA	NA	NA
3	F	F	F	T	AA	NA	AA	NA
4	F	F	F	F	AA	NA	NA	AA
5	T	T	n.a	n.a	AA	NA	NA	NA
6	F	T	T	n.a	AA	AA	NA	NA
7	F	T	F	T	AA	AA	AA	NA
8	F	T	F	F	AA	AA	AA	AA

注:AA 为始终允许;NA 为不允许;n.a 为不影响结果;T 为真;F 为假。

表 2 中有 4 种控制源,一次设备手动操作机构、间隔本地控制(IED 人机界面)、本站站控层控制和远方调度中心控制。一次设备手动操作机构始终

具有控制权限,其他3种控制源的控制权限是由4个控制权限参数组合决定的。4个控制权限参数分别是一次设备本地远方状态 XCBR.Loc、多控制源允许 LLN0.MltLev、间隔 IED 本地远方状态 CSWI.Loc、站控层调度权限切换 LocSta。

表2中行号1-4 MltLev = F 表示只允许一个控制源具有控制权限(一次设备手动操作机构始终具有控制权限)。以第2行为例说明,当 XCBR.Loc = F 时,表示一次设备允许远方控制,这里的远方是相对于一次设备来说的,只要控制命令来自于一次设备以外都可以认为是远方。CSWI.Loc = T 表示允许间隔本地控制,CSWI.LocSta 无论取何种值都不影响控制权限,此情况下允许的控令来源只有间隔本地控制。

表2中行号5-8 MltLev = T 表示可接收多个控制源的控令。以第7行为例说明,当 XCBR.Loc = F 时,表示一次设备允许远方控制,因此间隔本地控制(IED 人机界面)具有控制权限。CSWI.Loc = F 表示允许站控层和调度中心控制,CSWI.LocSta = T 表示控制权限在本地站控层,因此允许本地站控层控制,但不允许调度中心的控制。

MltLev 和 LocSta 可以通过服务在线设定。在调试、正常运行、检修维护的不同阶段,可以根据需要设定控制权限,即可在保证安全性的同时提高运行维护的自动化水平。

1.2.3 控制操作过程实时监控

通过控制服务完成的控制操作,IED 可以用服务跟踪模型记录并上传控制过程信息。

标准第2版信息模型中为间隔层逻辑节点 CSWI 提供了 SelOpn, SelCls, OpOpn, OpCls 数据,用于反映 CSWI 是否发出了预选和执行跳闸命令。过程层逻辑节点 XCBR 的可控数据 pos 中增加了数据属性 opRcvd, opOk, tOpOk, 用于反映过程层是否收到了由 GOOSE 报文发来的代表控制出口含义的命令。opRcvd, opOk, tOpOk 含义如图2所示。

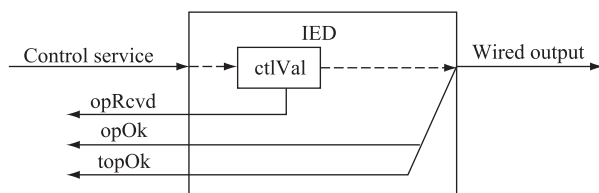


图2 控制过程实时监控

Fig.2 Realtime monitoring on control process

这些反映控制过程的信息可以通过报告服务或 GOOSE 报文上传给监视设备,以此实现对通过 GOOSE 报文完成的控制过程的实时监控,提高运维

调试和消缺效率,同时对操作过程的实时监控也可以提高控制操作的安全性。

1.2.4 控制诊断信息

在标准第1版中,没有明确在控制失败情况下应返回的失败原因码。各厂家按自己的理解开发设备,这种状况造成了在工程调试、运维过程中,很难通过控制失败码定位原因。

标准第2版中对4种控制服务状态机进行了完善,明确了控制过程中各种状态的变化依据,尤其是明确了在每个特定状态发生控制失败后应返回的具体失败原因码。而且第2版中失败原因码由原来的18种扩充为25种,信息更加准确。一致性测试用例中也增加了对遥控失败码的测试用例,可以有效保证不同厂家按照标准要求返回失败原因码,从而提升现场处置遥控失败的效率。

1.3 定值服务

智能变电站中,多源同时操作定值成为一种可能,为保证定值操作的安全性,需要考虑多客户端之间的互斥机制。定值控制块在同一个时刻应该只允许一个客户端操作。在 IEC 61850 第2版中,明确了多客户端操作定值时的互斥机制。定值控制块中新增属性 ResvTms。ResvTms 数值表示定值控制块被持续占用的剩余时间,大于0表示定值控制块当前处于被占用状态,客户端操作 SelectEditSG 成功后,IED 置 ResvTms 为模型中 SettingControl 中配置的最大占用时间并进行递减。下面4种情况下,IED 主动释放客户端对 SGCB 的占用:

- (1) 客户端发出了 ConfirmEditSGValues;
- (2) IED 与占用客户端之间的连接中断;
- (3) 客户端写 editSG 为0;
- (4) ResvTms 递减为0,即占用超时。

虽然智能变电站的操作规程中不允许多个控制源同时操作一个 IED 的定值,但 ResvTms 控制的多客户端定值操作互斥机制可以作为操作规程的补充防护手段,从技术角度避免了多源同时操作定值的可能性,提高了智能变电站定值操作的安全性。

1.4 GOOSE 服务

1.4.1 编码格式

IEC 61850 第1版中,GOOSE 报文编码采用基本编码(BER)最短长度编码规则,即一个值域实际占用字节数不固定。比如一个 UINT32 类型数据,数值1用1字节编码,数值32 767用2字节编码,数值65 536用3字节编码。最短长度编码规则的优点是可以最大限度地减少报文长度,缺点是每个值域在报文中的偏移不固定,编解码效率较低。

标准第 2 版增加了 GOOSE 定长编码规则,定长编码的含义是发布的 GOOSE 报文,每个值域在报文中的偏移是固定的,只有数值可以改变。定长编码的 GOOSE 报文编解码效率可大幅提升。

以 UINT32 类型数据为例,对比 2 种编码规则的差异,如表 3 所示。

表 3 UINT32 编码示例

Table 3 Encoding example for UINT32

数值	BER		固定长度	
	长度	数值	长度	数值
1	01	01	05	00 00 00 00 01
128	02	00 80	05	00 00 00 00 80
32 767	02	7F FF	05	00 00 00 7F FF
65 535	03	00 FF FF	05	00 00 00 FF FF
2 147 483 647	04	7F FF FF FF	05	00 7F FF FF FF

GOOSE 报文采用的编码规则可在变电站自动化系统配置语言(substation automation system configuration language, SCL)中配置。在 SCL 的 GSE-Control 中可以配置为定长编码,接收方就可以按定长规则进行解码,达到提高解码效率的目的。

1.4.2 测试报文

标准第 1 版中,GOOSE 报文头中有一个 Test 标志,用于表示报文是正常报文还是模拟测试报文,但在采用值(sampled values, SV)报文头中没有 Test 标志。为了 2 种报文格式保持一致,标准第 2 版用帧格式中 Reserved 1 字节的 S 位置用作 Simulation 标志,S=1 的报文表示是模拟测试报文。GOOSE 报文头中的 Test 标志仍保持,以实现向后兼容,但要求 Test 标志必须与 S 标志一致。GOOSE 报文的 S 标志位如图 3 所示。标准第 2 版中根据 GOOSE 报文的 S 位识别测试报文的效率更高,因为只需要解析报文前几个字节就可以了。SV 报文的 Simulation 标志与 GOOSE 报文类似。

Octets	8	7	6	5	4	3	2	1
0	S	R		Reserved Security				
1	Reserved Security							

图 3 GOOSE 报文帧格式中的部分截图

Fig.3 Part of GOOSE frame format

1.4.3 功能约束数据建模

目前智能变电站中 GOOSE 数据集采用建模到 FCDA 的方式。这种建模方式,面向对象数据以离散信息的方式传输,数据间的关联关系从报文中不能直观体现,必须由接收方根据模型中的数据集合信息确定 FCDA 间的关联关系。

在标准第 2 版中,GOOSE 的测试用例中增加了

功能约束数据(functionally constrained data, FCD)建模方式的测试用例,要求支持 GOOSE 以数据对象(data object, DO)为单位传输数据,以 FCD 建模后 GOOSE 报文类似于图 4。结构化组织的数据中包含一个对象的值、品质、时标 3 个信息,更加完整。为减少报文信息量,可以根据需要选择建模到 DO 还是到数据属性(data attribute, DA)。

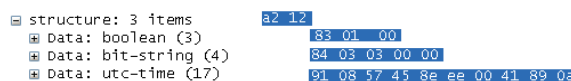


图 4 结构化 GOOSE 报文

Fig.4 Struct GOOSE frame format

1.4.4 安全扩展

标准第 2 版推荐采用 IEC 62351 作为通信安全标准,并在报文帧格式中扩充了安全相关的信息段。增加了信息安全的 GOOSE/SMV 报文格式,如图 5 所示。图 5 中的 Extension 用于存储数字签名信息,图 3 中的 Reserved Security 是 Extension 字段的长度。

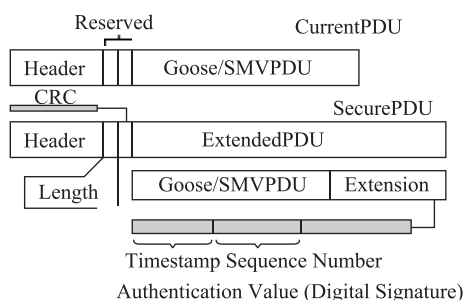


图 5 扩展前后 GOOSE/SV 报文示意

Fig.5 Extended GOOSE/SV frame example

2 IEC 61850 第 2 版信息模型

2.1 SCL 兼容性

2.1.1 SCL 文件兼容性分析

SCL 文件是 IEC 61850 变电站设计与系统集成配置的重要依据。SCL 的语法规则,在 IEC61850-6 第 2 版与第 1 版有一定的差异^[8]。2 个版本的语法规则除了很少一部份不兼容外,其他部分可以完全兼容。不兼容的部分如下^[9-15]:

- (1) Private 的 type 属性变为必选;
- (2) SV 中的 sampleSynchronized 属性不再允许是 false;
- (3) 访问点名称 accessPoint name 中只允许包含字母数字和下划线。

SCL 中引入属性 mustUnderstand, 如果其值为 true,而这个属性的使用者又不能识别其含义,需报错,并等待解决后再接受 SCL 文件。此属性可以避

免不同版本 SCL 文件不兼容引入错误而不被发现的问题。

2.1.2 系统配置和描述文件集成 2 个版本模型文件的方法

对于 SCL 语法不兼容的部分,配置工具根据模型的版本号,按照不同的版本分别处理,再结合命名空间和 mustUnderstand, mayIgnore 属性,可以兼容集成 2 个版本的 SCL 文件。

(1) 系统配置和描述(system configuration description, SCD)版本。SCL 文件的版本由<SCL>段的 version 和 revision 关键字识别。version = “2007” 是 SCL 语言的版本号,revision 是在版本“2007”基础上的改进版本号。SCD 文件中如果包含第 1 版和第 2 版 2 个版本的 IED, SCD 的版本应该是 2007 版本^[16,17],因为 SCL 文件是向后兼容的。

(2) IED 描述能力(IED capability description, ICD)版本。ICD 文件中有 2 个可以识别版本的地方。① SCL 段的 version, reversion 属性识别 ICD 文件版本。如果 version = “2007” 则 ICD 为第 2 版模型,如果 version = “2003” 则 ICD 为第 1 版模型。② <IED> 属性 originalSclVersion 和 originalSclRevision 表示 ICD 文件的原始版本,由 IED 配置工具生成 ICD 文件时赋值。

(3) 配置 IED 描述(configured IED description, CID)和实例化 IED 描述(instantiated IED description, IID)版本。IED 服务模型的版本取决于实例化信息模型的版本,如果信息模型是第 2 版,则服务模型也应符合第 2 版要求。因此从 SCD 中导出某个 IED 对应的 CID 文件时,或者对实例化模型修改导出 IID 文件时,应保持模型文件原有版本号,并保留 originalSclVersion 和 originalSclRevision 版本号信息,并且 SCL 段的 version 和 revision 都应该是正确的版本号。

国内的配置工具相关规范中有 CID 版本必须与 SCL 版本一致的要求。在应用标准第 2 版时,SCD 文件的版本和 CID 文件的版本不一定一致,因此不应再有这个要求。

2.2 公共数据类变化

2.2.1 可视字符定值替换字符串定值

标准第 1 版中没有字符串型的定值,GB/T 32890—2016 继电保护 IEC 61850 工程应用模型中统一扩充了公共数据类(common data class, CDC)类型字符串定值(string setting, STG)用于汉字或英文字符串型参数和定值的建模^[15]。在标准第 2 版中,不再允许扩充 CDC 类型,新增的 CDC 类型可视字

符定值(visible string setting, VSG)可用于可视化字符串定值的建模,但只能用于英文字符定值的建模,不能对汉字定值建模。从符合标准的角度,建议在实施标准第 2 版时,应遵循标准不再使用扩充的 STG 类型,而统一采用 VSG 建模。

2.2.2 数组

谐波数据采用数组表示。在第 1 版中多次谐波的幅值和相角,用数组元素表示,整个数组共用一个 q 和 t 。在标准第 2 版中,每次谐波分量都用一个复合采样值(complex measured value, CMV)类型的数据对象建模,即每一个数组元素都是一个 CMV 类型数据。这样每次谐波均可以单独设置死区、越限值等参数,从而实现不同谐波分量的分别告警。

2.2.3 字符串型数据触发报告

智能站中告警直传等高级应用需要字符串型数据能直接触发报告上送,在第 1 版标准中,没有可以触发报告的字符串型 CDC。在第 2 版中增加了 VSS,可用于字符串类型数据触发报告。

2.3 在线检修测试

在智能变电站中,间隔层与过程层 IED 之间通信出现问题时,通常需要模拟特定报文的收发环境以复现问题,进而进行分析和定位。但对于现场运行设备,定检或消缺时通常需要停负荷以保证安全性。如果有一种可以在线局部检测 IED 功能的机制,则可有效减少停电范围和时间,简化复现环境的搭建,提高问题排查效率。

2.3.1 与测试相关的信息模型

第 2 版信息模型中增加了很多配合测试的信息,且以 XCBR 为例进行展示说明,如图 6 所示。

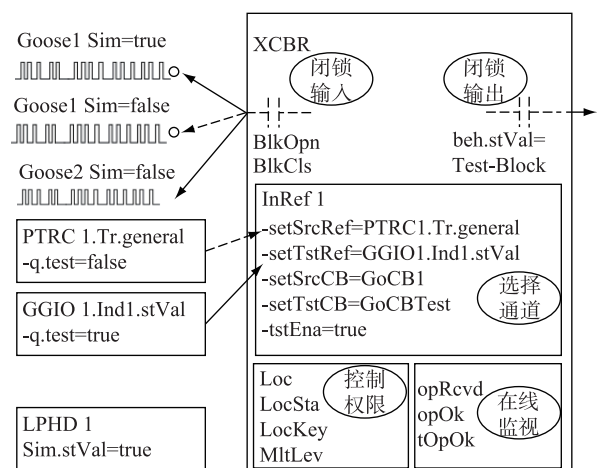


图 6 用于测试的数据

Fig.6 Data used for testing

LPHD1 中的可控数据 Sim 可以设定 IED 对输入信号的选择, LPHD1.Sim.stVal = true 时, IED 优先

接收测试报文。图 6 中输入报文 Goose1 有正常报文和测试报文, LPHD1.Sim.stVal=true 时, XCBR 优先选择模拟报文进行处理。Goose2 只有正常报文, XCBR 仍会接收 Goose2 并正常处理。如果有多个测试报文输入, 还可以用模型中的 InRef1 进一步明确用于测试目的的具体 GOOSE 控制块和数据对象。

变电站在线检测最重要的是安全性。为了防止误动作, 信息模型中提供了闭锁输入、闭锁输出机制。图 6 中, 闭锁输入可以控制逻辑节点拒绝所有控制输入命令, 闭锁输出可以控制逻辑节点对外部输出信号。结合前文介绍的控制权限设置和控制过程实时监控, 可以保证在线检修测试过程的安全性。

2.3.2 局部功能在线检修测试

利用前 2 节介绍的测试相关的模型信息, 以保护功能为例, 在线检修测试可按图 7 所示过程实现。测试时由测试软件把 LPHD 的 Sim 设置为 TRUE, 把保护功能逻辑节点 PDIS, PTOC, PTRC 设置为 Test 状态, 此时保护逻辑节点只接收测试报文。处于 Test 状态的保护逻辑节点不再处理处于正常运行态的 TVTR, TCTR 发出正常报文。同时为防止测试报文触发误动作, 测试软件还需要设置 XCBR 为 Test-Block 状态, 防止测试报文触发出出口动作。这样就可以通过测试合并单元给保护逻辑发送测试 SV 报文, 通过测试智能终端模拟收发 GOOSE 报文来在线验证保护功能。

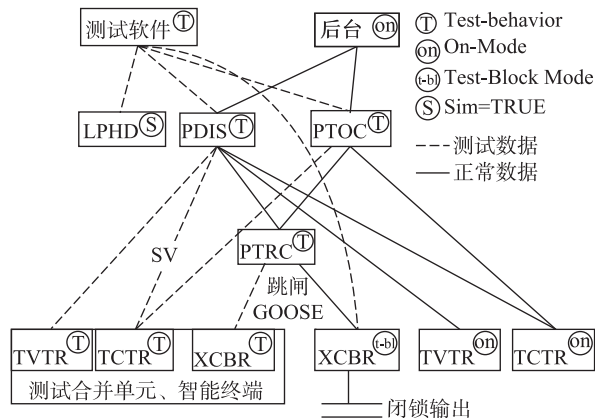


图 7 在线功能测试示例

Fig.7 Test on-line example

依据标准, 逻辑节点的状态如 Test 可以通过 MMS 控制服务在线设置。目前国内变电站中 IED 的测试状态通常由检修硬压板手动控制, 控制范围是 IED 级别。

图 7 所示的在线功能测试过程, IED 的检修范围可以限定在逻辑设备或逻辑节点范围内, 如果在

实际工程中采用这种在线测试检修测试机制, 当需要小范围问题排查和设备检修时, 可以减小停电范围。

为了保证检修的安全性, 要求 IED 设备能严格遵守标准规定的预期行为, 比如处于 Test-Block 状态的逻辑节点必须闭锁输出。为安全考虑, 可以先在间隔层设备开展在线检修试点应用, 技术成熟后再扩展到过程层设备。

2.4 GOOSE 控制块配置

2.4.1 现状

ICD 模型中只包含 GOOSE 和 SV 的发布控制块信息, GOOSE 订阅信息在工程集成配置时才能确定, 因此 ICD 中不包含 GOOSE 订阅信息。

系统配置器在虚端子配置完成后, 在订阅 IED 的 CID 文件中增加 Inputs 段, 描述所有订阅信息点的来源及与订阅 IED 内部信息的映射关系, 但是 CID 中不包含 GOOSE 订阅控制块信息。订阅控制块信息由厂家私有配置文件存储, 这样做的主要原因是第 1 版模型中, 订阅控制块和发布控制块没有明确的区分标志, 收发控制块同时放在一个模型中, IED 无法动态识别 GOOSE 控制块是用于发布还是用于订阅。

目前国内工程归档的 SCD 文件中基本都缺失了订阅控制块相关信息。《南方电网智能变电站配置文件运行管理模块技术规范》中新定义了回路实例配置 CCD 文件, 虽然包含了订阅控制块信息。但 CCD 文件是通过逐条匹配 SCD 文件中 Inputs 字段来确定发布控制块的信息, 获取效率比较低。

2.4.2 SCD 中包含订阅控制块信息的方法

标准第 2 版中丰富了 GOOSE, MSV 控制块建模信息, 在采用标准第 2 版时可以把 GOOSE, MSV 订阅控制块信息也放到 SCD 模型中。

对于发布控制块, 集成配置时如果被其他 IED 订阅, 则系统配置器应在 SCD 中发布 IED 的发布控制块中增加 <IEDName> 段描述订阅方 IED、逻辑设备、逻辑节点等信息。

```
< GSEControl name = " IIdPositions " dataSet = " Positions" appId = " IId" >
```

```
<IEDName apRef = " G1" IdInst = " CTRL" > E1Q2SB1</IEDName>
```

```
</GSEControl>
```

对于订阅控制块, 系统配置器应在配置虚端子时直接把订阅的控制块增加到 SCD 对应的 IED 模型中, 订阅控制块不配置 <IEDName> 段。

```
< GSEControl appId = " IL1101ARPIT/LLN0 $ GO
```

```
$ GOCB2" confRev = " 1" datSet = " dsGOOSE2"
name = " GOCB2" />
```

在增加订阅控制块的同时,在 SubNetwork 中要对应增加该控制块的通信参数。

采样值的发布订阅同样处理。这样集成配置后的 SCD 中包含了订阅和发布控制块信息,实现了信息的完整性目的。

2.5 变电站内统一建模

第 1 版模型中因信息类型不完善,部分站内功能无对应的逻辑节点,大量的业务装置采用各自领域的建模规范。比如智能电表、电能质量、保护测控、在线监测等 IED 都有各自的建模规范。

第 2 版模型中增加了电能质量、监视、在线监测等逻辑节点,新增了统计、历史记录、波形设置、枚举变量等公共数据类型。这些新增信息可满足 PMU、一体化电源、电能质量、交换机及监控系统等各类业务装置的建模需求。

3 结语

IEC 61850 第 2 版完善了信息模型和服务模型,合理应用标准第 2 版新增或改进内容,可以带来以下益处:

(1) 互操作性提高。明确了第 1 版标准中未明确规定或描述不清楚的内容,减少了工程实践互操作性问题。

(2) 站内统一建模。第 2 版信息模型支持变电站内各业务 IED 建模,实现变电站内设备统一建模,便于模型统一高效管理。

(3) 通信事件追溯更方便,提高调试运维效率。

(4) 提高操作的安全性,控制和定值操作的安全性都有改进。

(5) 提供在线检修测试机制,消缺和局部检修时可减少停电范围。

(6) SCD 文件中包含订阅控制块信息,信息更完整。

虽然 IEC 61850 标准第 2 版中提供的部分机制与国内现有规程或做法不相符,但随着技术发展,通信能力及安全性的稳步提高,标准提供的各种自动化方法必将逐步应用到工程实际,进一步提高变电站的智能化水平。

参考文献:

- [1] IEC 61850 Communication networks and systems in substations [S]. Ed 1.0. 2003.
- [2] 李永亮,李刚. IEC 61850 第 2 版简介及其在智能电网中的应用展望[J]. 电网技术,2010,34(4):11-16.
- LI Yongliang, LI Gang. An introduction into 2nd Edition of IEC

61850 and prospects of it's application in smart grid. Power System Technology, 2010,34(4):11-16.

- [3] 任雁铭,操丰梅,张军. IEC 61850 Ed2.0 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 IEC 61850 Ed 2.0[J]. Power System Protection and Control, 2013,37(3):1-5.
- [4] 汤国文,黄景婧,张灿峰,等. 智能变电站顺控操作逻辑编制应用探讨[J]. 无线互联科技,2015(23):138-139.
- TANG Guowen, HUANG Jing, ZHANG Canfeng, et al. Discuss on the application of Intelligent Substation Control Operation Logic[J]. Wireless Internet Technology, 2015(23):138-139.
- [5] 韩法玲,黄润长,张华,等. 基于 IEC61850 标准的 IED 建模分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(19):219-222.
- HAN Falang, HUANG Runchang, ZHANG Hua, et al. IED modeling analysis based on IEC61850 standard [J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(19):219-222.
- [6] 葛亚川,尹军. 智能变电站基于 IEC 61850 服务跟踪模型研究[J]. 中国电力,2013,46(11):142-145.
- GE Yachuan, YIN Jun. Study on Service Tracking Model of Smart Substations Based on IEC 61850 Standard [J]. Electric Power, 2013,46(11):142-145.
- [7] 陈盼,叶蓉,林传伟. 考虑多参量判据的智能变电站可视化顺控系统优化设计[J]. 电气应用,2017(4):65-69.
- CHEN Pan, YE Rong, LIN Weichuan. Optimal design of visual sequence control system in intelligent substation considering multi-parameter criterion [J]. Electrotechnical Application, 2017(4):65-69.
- [8] 贺敏. IEC 61850 Ed2.0 建模升级方案研究[J]. 电脑编程技巧与维护,2015(12):193-23.
- HE Min. Research on modeling upgrade scheme based on IEC 61850 Ed2.0 [J]. Programming Skills & Maintenance, 2015(12):193-23.
- [9] IEC 61850-6 Ed2.0 Communication networks and systems for power utility automation-Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs [S].2009.
- [10] IEC 61850-7-1 Ed2.0 Communication networks and systems for power utility automation-Part 7-1: Basic communication structure-Principles and models[S].2008.
- [11] 马杰,李磊,黄德斌. 智能变电站二次系统全过程管控平台研究与实践[J]. 电力系统保护与控制,2013,41(2):77-90.
- MA Jie, LI Lei, HUANG Debin. Research and practice on the whole process management platform of the secondary system in smart substation [J]. Power Systems Protection and Control, 2013, 46(37):77-90.
- [12] 高翔,杨漪俊,姜健宁,等. 基于 SCD 的二次回路监测主要技术方案介绍与分析[J]. 电力系统保护与控制,2014,42(15):149-154.
- GAO Xiang, YANG Yijun, JIANG Jianning, et al. Analysis for secondary circuit monitoring methods based on SCD [J].

- Power Systems Protection and Control, 2014, 42 (15): 149-154.
- [13] 梅德冬,樊 瑞,周 斌. IEC 61850 模型信息的规则表达与校验研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43 (3): 131-136.
MEI Dedong, FAN Rui, ZHOU Bin. Research on regular expressions and check of IEC 61850 model information [J]. Power Systems Protection and Control, 2015, 43 (3): 131-136.
- [14] GB/T 32890 继电保护 IEC 61850 工程应用模型[S].2016.
GB/T32890 relay protection IEC 61850 engineering application model [S].2016.
- [15] IEC 61850-90-2 Communication network and system for power utility automation-using IEC61850 for the communication between substations and control centres [S]. 2016.
- [16] 杨 毅,高 翔,朱海兵,等. 智能变电站 SCD 应用模型实例化研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43 (22): 107-113.
YANG Yi, GAO Xiang, ZHU Haibing, et al. Case study on SCD application based on demo smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(22):107-113.
- [17] 梅德冬,周 斌,黄树帮,等. 基于 IEC 61850 第二版变电站配置描述的集成配置解耦[J]. 电力系统自动化, 2016, 40 (11): 132-136.
MEI Dedong, ZHOU Bin, HUANG Shubang, et al. Decoupling integrated configuration of substation configuration description based on IEC 61850 edition 2.0[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(11):132-136.

作者简介:



胡 荣

胡 荣(1979—),男,江西南昌人,高级工程师,研究方向为电力系统自动化技术及管理(E-mail: hurong@csg.cn);

张喜铭(1980—),男,吉林敦化人,高级工程师,研究方向为厂站自动化技术及管理(E-mail: zhangxm@csg.cn);

李 金(1979—),男,甘肃金昌人,高级工程师,研究方向为厂站自动化技术、电力通信规约(E-mail: lijn2@csg.cn);

张 瑞(1985—),男,湖北襄阳人,工程师,研究方向为厂站自动化技术及管理(E-mail: 15914137014@qq.com)。

The Discussion on Information Model and Service Model of IEC 61850 Edition 2 Used in Smart Substation

HU Rong¹, ZHANG Ximing¹, LI Jin¹, ZHANG Rui²

(1. CSG Power Dispatching Control Center, Guangzhou 510530, China;

2. Shenzhen Power Supply Co.Ltd., Shenzhen 518001, China)

Abstract: The IEC 61850 2nd Edition standard adds and improves a lot of content for substation applications. Combined with the engineering application requirements of smart substations, new improvements of the information and communication service model in 2nd edition are analyzed in depth. Some improvements can solve the current problems in substation project implementation, and some help to enhance the operation and maintenance efficiency and management level. Aiming at the important automation functions in smart substations including control, setting, GOOSE and tracking service, an engineering application method based on 2nd edition information and communication service model is proposed, and problems that should be paid attention to in engineering applications are also discussed.

Key words: IEC61850 2nd edition; smart substaion, information model, service model

(编辑 钱 悦)