

IED遵循 IEC61850标准的数据建模

廖泽友¹, 孙莉², 贺岑³, 刘伟¹

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000;

2. 河南省公安高等专科学校, 河南 郑州 450002; 3. 青海省海南州供电公司, 青海 海南州 813000)

摘要: IEC61850标准是当前变电站自动化系统通信的研究热点, 而实现 IEC61850标准通信协议的核心内容之一是必须要在变电站内的 IED (智能电子设备) 中建立遵循 IEC61850标准的数据模型。以保护测控一体化装置为例, 探讨了 IED 遵循 IEC61850标准的数据建模的过程步骤, 具体给出建模的实例结果。对实践中遇到的几个建模问题进行了探讨性分析, 提出了作者的一些看法。

关键词: IEC61850; 数据建模; IED

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)20-0040-04

0 引言

随着变电站自动化技术和产品的研究开发的持续深入的发展, 变电站自动化系统的网络通信一直是其研究的核心内容, 经过国际很多公司和专家多年来的努力, IEC 终于推出了 IEC61850 变电站通信网络与系统系列标准。这是公认的未来变电站自动化系统的唯一通信协议标准, 因而也是当前变电站自动化系统通信的研究热点。

为了达到信息交换的目的, IEC61850 标准通信协议采用了对变电站自动化系统的 IED (智能电子设备) 统一对象建模的方法。所以, 所有变电站自动化系统中的 IED 在实现 IEC61850 协议功能时, 面临的问题之一是如何将本设备中的信息数据, 按照标准中的要求, 完成数据建模的问题。本文是在深入研究 IEC61850 标准的基础之上, 结合具体实际的保护测控一体化装置, 研究探讨了 IED 遵循 IEC61850 标准的数据建模的方法, 同时具体给出建模的实例结果。

1 数据建模的概念和 IEC61850 标准的数据建模内容简介

IEC61850 标准的数据建模是定义变电站自动化功能、系统中的 IED 的与通信交换相关的信息数据的组织构造和数据类型模型, 以及定义了这些数据类型模型的 ACS 通信访问服务, 为完成变电站自动化功能所需要的通信确定通信数据内容的类型和对应的通信访问服务。具体的工程实例中, 则是将变电站自动化系统中各 IED 的实际数据信息, 按照 IEC61850 标准中的数据模型, 组织构造出本 IED

的数据构造和数据类实例。这就是变电站自动化系统及 IED 的数据建模的概念。由此不难看出, 数据建模就是定义具体变电站自动化系统中 IED 之间的通信数据内容及其所应采用的类型, 依据数据类型对应采用 IEC61850 标准所定义的通信访问服务方式。由于通信访问服务方式总是与数据类型对应, 因此, 实际上在具体的变电站自动化系统、IED 的数据建模的主要内容是确定系统中各 IED 的通信数据内容及其所应采用的类型。

IEC61850 标准采用了面向对象的数据建模方法, 将变电站自动化系统中的 IED 的用于通信交换的信息数据, 按分层分类思想, 依次分成如下层次 (参见图 1): Server, LogicDevice (LD, 逻辑设备)、LogicNode (LN, 逻辑节点) 和 DATA 及 DATA - Attribute, 分别定义了模型的类及其通信服务。这构成了基本的信息模型及其通信服务。为了满足变电站自动化功能对通信机制的某些特定需要, 还进一步定义了如下信息交换服务模型: 应用关联、DATA - SET、取代、设置组控制块 (SGCB)、报告控制块 (包括 BRCB 和 URCB)、记录控制块 (LCB)、通用变电站事件控制块 (包括 GoCB 和 GsCB)、采样值传输控制块 (包括 MSVCB 和 USVCB)、控制、时间与时间同步和文件传输。

IEC61850 标准中定义 Server 代表 IED 的外部 (通信) 可视行为, 下属两类数据的目录: LogicDevice 和文件; LogicDevice 实质上是一个 IED 数据信息的分类子域, 常常是将 IED 数据信息根据功能性质等因素分成几个子域。IEC61850 标准中定义的 LogicNode 是数据建模的核心。它是 IEC61850 标准协议中的数据通信的最小单元, 具体描述变电站自动化

系统及 IED 的各种功能,LogicNode 下属各种类型的 DATA 及 DATA - Attribute。

为了满足变电站自动化系统的应用需要,IEC61850 标准定义了约 90 个 LogicNode,覆盖了变电站内的各种类型的保护、测控和其他自动化功能。同时,定义了 23 个公共数据类 (CDC)和 350 多种数据对象类。

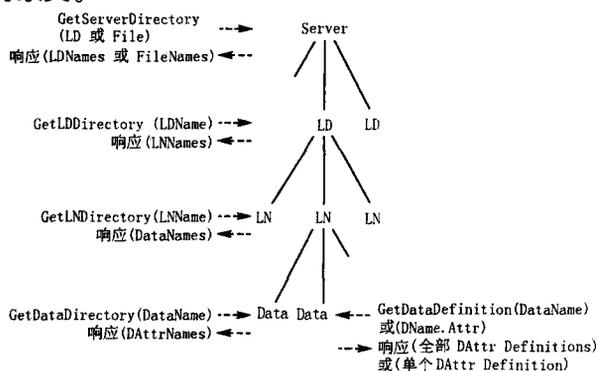


图 1 IEC61850 的信息交换数据分层模型

Fig 1 Hierarchical data model for information exchange in IEC61850

2 IED 的数据建模

下面介绍一种实际 IED 的数据建模的过程和最后的建模结果。实际 IED 的数据建模的过程一般可按照如下几个步骤: (1)分析 IED 的功能情况; (2)功能数据的基本建模,依次建模 IED 的 Server、LD、LN 和 DATA 及 DATA - Attribute; (3)信息交换服务模型的建模,即根据实际需要完成 SGCB、BRCB、URCB、LCB、GoCB、GsCB、MSVCB、USVCB 和 DATASET、文件、关联等的建模。

为了使得更为具有代表性,本文选用保护测控功能一体化的 IED 装置。该装置具有以下功能: (1)保护功能; (2)重合闸功能; (3)控制功能; (4)测量功能; (5)监视告警功能。根据 IED 的功能从大的方面来讲,可分成保护功能和测控功能两个大模块单元。

首先将整个 IED 建模成一个 Server, 根据 IED 的保护功能和测控功能两个大模块单元,在 Server 属下,将整个 IED 的功能建模成两个 LD,即名字为 C1 的代表保护功能的 LD 和名字为 C2 代表测控功能的 LD。

IED 具有的保护功能有:电流 I II III 段,电流反时限,电流加速;零序电流 I II III 段,零序过流段,零序加速;过负荷跳闸、低电压跳闸、低周跳闸。

因此对应逻辑设备 C1 下属的 LN 有: PDC1 (电流 I 段)、PDC2 (零序 I 段)、PDC3 (电流加速)、PDC4 (零序加速)、PTOC1 (电流 II 段)、PTOC2 (电流 III 段)、PTOC3 (电流反时限)、PTOC4 (过负荷跳闸)、PTOC5 (零序 II 段)、PTOC6 (零序 III 段)、PTOC7 (零序过流)。根据电力运行习惯,将自动重合闸功能归属到保护功能大模块单元中,所以,C1 下属的 LN 还有: RREC (自动重合闸)。

IED 具有的测控功能有: (1)测量三相电流、电压的有效值; (2)测量相间电压有效值; (3)测量本馈线的有功、无功、频率、功率因数; (4)零序电流、零序电压相量值; (5)零序电流、零序电压的三次谐波相量值; (6)电度脉冲量; (7)开关量测量; (8)控制开出量。因此,对应逻辑设备 C2 下属的 LN 有: MMXN1 ~ MMXN6 (分别对应电流、电压有效值)、MMXU (对应有功、无功、频率、功率因数)、MSQ I (对应零序电流、零序电压相量值)、MHAN (对应零序电流、零序电压的三次谐波相量值)、MMTR1 ~ MMTR4 (对应电度脉冲量)、GGD1 ~ GGD16 (对应开关量测量和控制开出量)。IED 中的告警信号等也采用 GGD 类型作若干过 LN,根据实际分布情况分属于 C1 或 C2。

DATA 和 DATA - Attribute 的模型直接采用 IEC61850 标准中定义的这些标准 LN 的数据属性。只是根据实际需要,确定标准 LN 中的可选的数据属性的取舍。

为了保证 61850 规约实现后有很好的互操作性,IED 的数据建模过程中,根据实际建立的所有的 LN、DATA 和 DATA - Attribute,它们的命名全部采用 61850 的标准命名,在工程实际中的含义不能作为相应量的名字出现,同时在相应的铭牌数据或 DATA 的描述属性中注出。

结合本 IED 的实际需要,在逻辑设备 C1 下的 LLN0 逻辑节点中,分别建模 SGCB、GsCB 和 LOG,在逻辑设备 C2 下的 LLN0 逻辑节点中,分别建模 GsCB 和 LOG; SGCB 支持保护定值的处理, GsCB 支持状态量 (如压板状态、开入量测量)变位的快速主动上送, LOG 存储本 LD 的 SOE。在需要主动上送或响应总召唤、或周期上送报告 (含事件、状态量、模拟量、电度量)的 LN 中建模若干个报告控制块 BRCB,在需要支持查询 SOE 的 LN 中建模若干个记录控制块 LCB,根据需要在 LN 中配置 DATA - SET 及支持动态建立 DATA - SET。

3 几个问题的探讨

3.1 保护压板的建模

IEC61850标准在建立兼容 LN类时,定义了除 LPHD之外的所有 LN均应继承的 Common Logical Node类,它包含了一个可读写的 Mod属性。这样,在除 LPHD之外的所有 LN实例中,均有此属性。此属性取值情况见表 1。

表 1 Mod属性的取值

Tab 1 The values of Mod attribute

Mod取值	LN的状态和行为特性
1	正常使能状态,功能激活,产生过程输出、报告,可控,过程相关的功能数据可见,(能力)配置数据可见。
2	闭锁状态,功能激活,不产生过程输出、报告,不可控,过程相关的功能数据可见,(能力)配置数据可见。
3	测试状态,行为特性同正常使能状态,差别是所有的结果标记为测试状态。
4	测试,闭锁状态,行为特性同测试状态,差别是闭锁过程输出。
5	非使能状态,行为特性是所有功能未激活,仅能看见(能力)配置数据。

从保护的压板投退(激活)保护功能的作用来看,相当于 Mod取值 = 1 和 5 的行为,将保护的压板,尤其是软压板,建模成保护 LN。Mod属性似乎应该是合理的。但在实际中,如果这样建模,作者认为会有如下的不妥:(1)实际中的保护压板只有投退两种状态,而没有其他的测试、闭锁状态和作用;(2)保护可能同时有硬压板和软压板;(3)实际中可能有检修压板。另外还可能多个保护 LN 共同一个硬压板,支持远方启动通信测试等。作者理解保护 LN。Mod属性的取值结果应该综合反映保护 LN 的软、硬压板和检修压板等对本保护 LN 的影响。这样,不宜将保护(软)压板直接建模成保护 LN。Mod属性,而是将 LN。Mod属性建模成这些影响的一个综合结果。在目前现有 IEC61850 标准版本的情况下,将保护的硬压板、软压板、检修压板,用 GGD 类型来建模成独立的 LN。这样做的好处有:(1)准确定位 LN。Mod属性的含义和使用;(2)灵活建模保护的各种压板和数量不同的压板;(3)便于统一系统中不同保护的压板建模,避免部分压板建模成 LN。Mod属性,而有些压板不得不另建成不同类型。因此,用 GGD 类型来建模保护的硬压板、软压板、检修压板,有利于 SA 的互操作性。这种建模方式的遗憾是保护压板脱离了保护 LN,给数据描述

的相关性带来了些许瑕疵。这种遗憾,有理由期待以后的 IEC61850 标准的修订予以弥补。

3.2 保护定值的建模

IEC61850 标准中定义的保护 LN 中均定义了定值属性,但是,在实践中经常遇到由于保护算法、逻辑等设计不同,所采用的定值与标准中定义的定值属性不一致的情况。例如:对应标准中的 PTOC,实际中碰到了电流一段保护的定值有“电压定值”、“-30 灵敏角投退”在标准中未定义。这些问题只能留着期待以后的 IEC61850 标准的修订,同时,现在实现被迫要在本 LN 中扩展数据属性。最好是不采用扩展新数据的方式,而是采用标准中已有的数据名字来扩展的方式,只需将这些定值含义在数据描述中写清楚就可以,这样比较有利于互操作性。

3.3 量测值的建模

现有的很多装置只测量本线路的电压、电流的有效值,而并不测量其相量。IEC61850 标准中定义的测量 LN 类中并没有一个包括一条线路的全部电压、电流有效值的 LN。标准中为一条线路的电流、电压、功率等测量值定义的 MMXU 中包括的是电流、电压的相量结果。因此,在以上的量测值的建模中不得不采用 MMXN 类型来建模这些电流、电压的有效值。由于 MMXN 类型中只定义了一组电压、电流值,为了建模一条线路的相电流、相电压和相间电压,可以采用在同一个 LN 中采用数据数目扩展的方法来完成,为了尽可能的不扩展,我们采用的是不扩展的方法,即多采用几个 MMXN 类型的 LN 的方式,3 个 LN 分别建模 A、B、C 相的相电压、相电流,另外,3 个 LN 分别建模三个相间电压。采用同样的方法,对四组有功、无功电度量完成了建模。

3.4 建模中的 Type 概念

在 IEC61850 中定义的 CDC 和兼容 LN 类(Class)中总是含有强制(M)数据/属性、可选(O)数据/属性,以适应实际功能的不同需要。在实际中,常常遇到同一种 Class,在泛化时,其不同功能类型的实例的数据/属性继承结果不一致。例如 GGD 类(Class),对于告警功能类型的实例,选用 GGD 类的 Alm 属性;而对于状态指示功能类型的实例,选用 GGD 类的 Ind 属性,对于控制功能类型的实例,选用 GGD 类的 DPC 属性。为了软件和数据库实现的方便,我们引进了 Type 这种中间模板概念。Type 是实例的类型(相当于 UML 中的 Class),但 Type 中的属性是完全确定的,同时,它必须是 IEC61850 中定义的 CDC 和兼容 LN 类(Class),根据某类功能实

实际需要选择后形成的。这样根据 Type泛化得到的实例是完全符合 IEC61850标准的规定,满足互操作性的要求。回到上例的 GGD类,我们是这样实现数据对象的泛化:对应告警功能、状态指示功能和控制功能分别设置三种 Type: AlmGGD、Ind GGD和 CtlGGD,然后将 Type看成 Class,对具体的数据对象(比如:告警 1~3,状态指示信号 1~5)完成实例化。

4 结语

IED的数据建模是 IEC61850协议实现的一个核心内容,对这个问题的研究具有重要意义。本文介绍的实际 IED的数据建模的过程步骤和几个相关问题的探讨结果,是我们的实践总结。实践证明这是可行的,同时也是遵循 IEC61850标准的,能很好满足通信的互操作性。

参考文献:

[1] IEC61850 - 7 - 2, Communication Networks and Systems

in Substations-Part 7-2 Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Abstract Communication Service Interface (ACSD) [S].

[2] IEC61850 - 7 - 3, Communication Networks and Systems in Substations-Part 7-3 Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Common Data Classes [S].

[3] IEC61850 - 7 - 4, Communication Networks and Systems in Substations-Part 7-4 Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Compatible Logical Node Classes and Data Classes [S].

收稿日期: 2005-09-05; 修回日期: 2005-09-16

作者简介:

廖泽友(1964-),男,博士,从事变电站自动化系统开发研究;E-mail: zeyoul@xjgc.com

孙莉(1970-),女,本科,从事教学科研工作;

贺岑(1967-),男,本科,从事电力系统生产管理工作。

IEDs data modeling based on IEC61850 standards

LIAO Ze-you¹, SUN Li², HE Ling², LU Wei¹

(1. XJ Electric Company, Xuchang 461000, China; 2. Henan Police College, Zhengzhou 450002, China;

3. Hainanzhou Power Supply Company, Hainanzhou 813000, China)

Abstract: Now, IEC61850 is the study hot point of communication of substation automation, and the one of core works of IEC61850 communication protocol implementation is building the data model of IEDs in substation according to IEC61850 standards. This paper studies this process of building the data model of IEDs according to IEC61850 standards, and gives the instance results of an IED with protection and measure & control functions for example. Several problems of building the data model from the practice are analyzed as well.

Key words: IEC61850; the data model building; IED

许继集团公司入围 2006年河南企业 100强

日前,省企业联合会、省企业家协会公布了 2006年河南企业 100强名单。许继集团公司以 60亿元的年营业收入位居河南百强企业排行榜第 15位。

据了解,从 2005年起,河南省企业家联合会也开始推出本省的企业 100强排行榜,在提供分析信息的同时,也为河南企业搭建一个与国内外企业加强交流与沟通的平台。与单纯的排名相比,河南企业 100强的推出,重要的是使企业对自己的成长发展、优势与不足有明确的认识和定位,并尽可能从横向角度找出竞争优势和差距。数据显示,2006河南企业 100强只占河南企业总数的 0.04%,但实现的营业收入相当于同期河南省国内生产总值的 38.65%,在全省经济中具有举足轻重的作用。