

IEC 61850 的狭义应用和广义应用

张 结

(深圳市国电南思系统控制有限公司, 广东省深圳市 518057)

摘要: 依据语义约定具有偏序关系的论断, 将 IEC 61850 的语义约定分为 SCADA 语义约定和变电站语义约定两个层次, 相应地将对 IEC 61850 的应用分为广义应用和狭义应用。通过对 IEC 61850 技术体系的分析, 指出狭义应用需要遵循一定的约束条件, IEC 61850 中针对这种约束提供了明确的表示形式, 这一形式恰恰成为 IEC 61850 除了技术体系的诸多特点外, 优于 IEC 60870-5-103 通信协议的本质, 即 IEC 61850 可以明确地界定一个应用是否属于狭义应用, 因此不会出现类似应用 IEC 60870-5-103 时的不确定性。

关键词: IEC 61850; 语义约定; 狭义应用; 广义应用; 自解释机制

中图分类号: TM73; TM764

0 引言

IEC 61850 是迄今为止最为完善的变电站通信网络和系统系列标准^[1]。在我国采用该标准系列将大大提高变电站自动化系统技术水平、提高变电站自动化系统安全稳定运行水平、节约开发验收维护的人力物力、实现完全的互操作性^[2]。

有关 IEC 61850 的研究^[3~6]普遍地认为, IEC 61850 具有优于传统通信协议的许多特点, 例如信息模型与通信协议栈的分离、面向对象建模、信息扩充和自解释机制等, 因此能够统一变电站各种通信协议和通信语义的差异性, 实现变电站自动化相关产品的互操作性。

但是, 互操作性目标并非 IEC 61850 首次提出。反观 IEC 60870-5-103(简称 103 协议)能够发现, 在其协议文本的前言中含有明确的表示: 互换性(强于互操作性)是 103 协议的主要支持目标^[7]。所以, 一方面, 不能因为在应用 103 协议的过程中出现了一些实现互操作性不方便的情况, 就从本质上否定 103 协议对互操作性的支持; 另一方面, 也不能因为 IEC 61850 在技术体系上的诸多优势, 就简单地判断应用 IEC 61850 就一定能够实现互操作性。为了准确地应用 IEC 61850, 需要从支持互操作性的本质出发, 在其技术体系中寻找区别于 103 协议的关键要素, 进而建立实现互操作性的约束条件, 并判断应用 IEC 61850 是否还会出现类似应用 103 协议时的情况。例如: 产品制造商对信息的扩充是否影响信息的互通; 信息互通过程中是否可能存在语义差异性, 导致无法互相理解。

本文认为, 在 IEC 61850 的国内等效标准陆续颁布、即将推广使用的今天, 有必要对上述问题作出明确的回答。事实上, 也就是回答应用 103 协议实现互操作性不方便的原因是什么? IEC 61850 能够避免这些不方便的原因是什么? 这些原因将成为产品应用 IEC 61850 时, 除了技术体系的约束外, 实现互操作性还必须遵循的约束。

为此, 本文以对 IEC 61850 语义空间的研究为基础^[8], 引入了相应的狭义应用和广义应用的概念, 从两种应用概念的区别出发, 对 IEC 61850 的技术体系进行分析, 并与 103 协议进行比较。

1 通信协议中语义约定的层次

作者曾在文献[8]中引入了偏序集的理论, 该理论用于研究具有逼近关系的序列, 例如圆周率 π 可以表示为数字: 3. 14, 3. 141, 3. 141 59, ..., 这个序列中的元素呈现出的关系就是一种对 π 的逼近关系。类似地, 对一个特定信息的描述或语义约定也可以形成一个序列, 该序列元素之间的关系也表现出相同的特征, 例如一个变电站中某条线路的 A 相电压可以约定为模拟量、电压模拟量、相电压等, 它们构成的序列代表了语义约定与信息含义的逼近关系, 文献[8]将其称为语义约定的偏序关系, 并推断 IEC 61850 的语义空间存在偏序关系。

事实上, 类似的语义约定都曾经被通信协议采用过, 例如早期的 CDT 通信协议对信息语义的约定就是模拟量、信号量、脉冲量等, 用于远动通信, 由于语义约定对信息含义的逼近程度不够, 确切的信息含义如电压、电流、相电压、相电流等则依靠监控与数据采集(SCADA)系统的组态和对点过程再次

约定;而在 IEC 60870-5 系列中,尤其是作为配套标准的 IEC 60875-5-101 协议或 103 协议中信息语义约定就能够直接表示电压、电流等,甚至在 103 协议中还具有对保护相关信息的语义约定,例如距离一段、过流保护等,显然这种约定已经在向电力 SCADA 系统语义、甚至更专用的变电站语义逼近。同样,IEC 61850 中的信息语义约定也体现出了这种逼近的结果。

依据语义约定具有偏序关系的论断,从对变电站信息语义的逼近程度来看,可以将通信协议或通信标准所采用的语义约定分为两个层次:

1)SCADA 语义约定。包括类似模拟量、信号量,以至电压、电流等,可以直接被 SCADA 系统使用的语义约定。

2)变电站语义约定。包括在 SCADA 语义约定的基础上形成的、类似零序电流和正序阻抗以至距离一段、过流保护、阻抗定值等变电站自动化专用的语义约定。

由于保护设备大量地安装于变电站,与保护相关的各种信息和变电站自动化有着紧密的关系,所以从直观上看,是否具有针对保护信息的语义约定是以上定义的两个层次的语义约定的主要区别。

2 通信标准的狭义应用和广义应用

从“通信技术是变电站自动化发展的关键”^[9]这一观点出发,通信协议或通信标准在变电站自动化中具有重要的地位,体现在以下两个方面:

1)建立信息的互通机制,即对信息交互方法的约定,可以表现为对通信协议帧格式和交互时序的约定,也可以表现为对通信服务的约定。

2)建立信息的相互理解机制,即对交互信息的语义约定,可以采用协议帧及帧格式中数据的语义约定,也可以采用信息建模及模型数据的语义约定。

本文所讨论的狭义应用和广义应用主要与上述用于建立信息相互理解机制的信息语义约定有关。依据本文对语义约定的层次划分,可以将通信标准的应用分为狭义应用和广义应用。狭义应用是以变电站语义约定为前提,采用通信标准进行信息交换;广义应用是以 SCADA 语义约定为前提,采用通信标准进行信息交换。例如将 103 协议或 IEC 61850 用于变电站自动化,就属于狭义应用;而将 IEC 61850 用于发电厂、电能计量系统就属于广义应用。IEC 61850 的广义应用范围并不是本文讨论的重点,区分这两种应用的目的在于建立 IEC 61850 狭义应用的约束条件,避免在变电站自动化的应用过程中仅仅使用了广义应用的约束,而无法实现变电站自动化的互操作性。

在 IEC 61850 中互操作性的定义是:来自同一或不同厂家的产品之间相互交换和理解信息,达到协调配合的能力^[2]。其中信息的相互交换依赖于 IEC 61850 的通信服务(包括 ACSI 和 SCSM);而“协调配合的能力”与 IEC 61850 对变电站自动化的功能分解有关,将另文论述。本文重点讨论信息的“相互理解”。

由于信息“相互理解”需要语义约定的支撑,而语义约定的不同层次又代表了对信息含义的逼近程度,所以语义约定的层次将直接影响信息的理解程度,也就意味着根据语义约定层次划分的狭义应用和广义应用所能实现的互操作性存在差别。例如,在变电站自动化中,如果仅仅使用了广义应用的约束,即以类似模拟量、信号量、电压、电流的 SCADA 语义约定为基础,而没有强调狭义应用的约束,就可能由于缺乏类似零序电流、正序阻抗等变电站语义约定,无法理解保护相关信息,导致无法实现真正意义上的变电站互操作性。

综上所述,本文认为,对一个通信标准的研究除了分析其技术体系外,重点是考察该标准具有什么层次的语义约定,以及该标准是否具有明确的形式能够界定对其应用属于狭义应用还是广义应用。依照这种思路对 IEC 61850 分析如下。

3 IEC 61850 的语义约定

IEC 61850 的语义约定主要体现在信息模型中。信息模型中的语义约定不仅是一种一致的数据字典,而且还具有上下文关系,表现出一定的层次化特征,如图 1 所示^[10]。

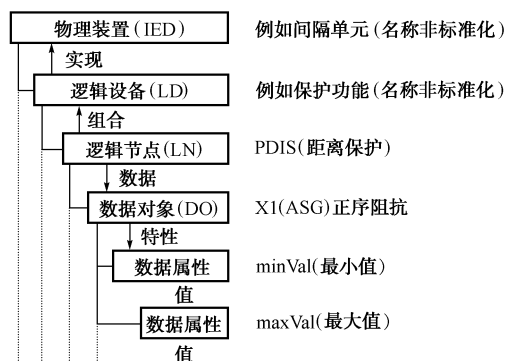


图 1 IEC 61850 层次化信息模型
Fig1 Hierarchical structure of IEC 61850's information model

图中:逻辑节点(LN)的名称及语义、LN 中数据对象(DO)的名称及语义、DO 中数据属性的名称及语义属于 IEC 61850 的约定范围,具有一致的含义;而逻辑设备(LD)和物理装置(IED)的名称不属于 IEC 61850 的约定范围,由系统配置时设定,不具

有约定的语义。为了形成上述约定,IEC 61850 采用了面向对象的方法,将其分为抽象模型类、公共数据类型(CDC)、兼容 LN 及数据项(DATA)等部分。其中抽象模型类定义于 7-2 部分,对用于信息建模的各种模型类作出规定,例如 LD, LN 和 DATA 等的基本结构和基本语义,其语义约定属于 SCADA 语义;CDC 的定义位于 7-3 部分,包括各种可用的数据类型,例如模拟量定值(ASG)、单点信号(SPS)、双点信号(DPS)等,数据类型及其数据属性的语义约定也属于 SCADA 语义。

IEC 61850 中与变电站相关的语义约定位于 7-4 部分:兼容 LN 及其 DATA 定义,所谓兼容 LN 就是抽象 LN 的面向对象继承,所包含的 DATA 是相应 CDC 的继承,IEC 61850 对兼容 LN 及其 DATA 的名称规定了专用的语义,例如图 1 中的逻辑节点 PDIS 是抽象 LN 的继承,代表距离保护;它包括的数据项 X1 是 CDC 类型 ASG 的继承,代表正序阻抗。

可以看出,IEC 61850 中的语义约定本身就存在两个层次,位于 7-2 和 7-3 中的约定属于 SCADA 语义,而位于 7-4 中的约定属于变电站语义。需要说明的是,通常情况下用于信息交换的通信服务是一种交互方法和交互时序的约定,并不具有信息语义,但是由于 IEC 61850 采用面向对象技术将通信服务与信息模型进行了封装,使得通信服务也连带有一定的信息语义,即代表了“传送的是什么信息”。由于这种封装是在抽象模型类中进行的(7-2 部分),所以 IEC 61850 的通信服务即使携带了一定的信息语义,也属于 SCADA 语义。

IEC 61850 与 103 协议相比在语义约定的层次上并不存在本质的差别。事实上,103 协议对应用服务数据单元的约定大量的属于变电站语义,例如, FUN=130 代表距离保护, INF=78 代表距离保护 I 段出口等^[7];而用于规定 103 协议和其他配套协议的下层协议、数据类型的 IEC 60870-5 系列其他部分也包括了 SCADA 语义的约定。

因此,根据狭义应用和广义应用的定义,无论 103 协议还是 IEC 61850 都既支持广义应用,也支持狭义应用。从实现变电站互操作性的目的来看,IEC 61850 与 103 协议的差别不在于是否支持狭义应用,而在于能否保证狭义应用,即是否可以建立狭义应用的约束条件。

4 IEC 61850 的狭义应用约束

4.1 表现形式

根据本文的逻辑,区分狭义应用和广义应用的

关键是根据应用所依赖的语义约定属于哪个层次。为了建立狭义应用约束条件,首先需要对应用所采用的语义空间进行标识。在 IEC 61850 中该标识采用了语义空间声明的形式^[2]:

nameplate=语义空间

其中,语义空间以名称进行标识,可以是缺省值“IEC 61850-7-4:2003”,也可以是任何能够代表语义空间的命名,例如“utility semantic:2004”,它们均可以用于对 LD, LN 和 DATA,甚至用于 CDC 的 nameplate 属性进行赋值,例如“ldNS=IEC 61850-7-4:2003”。

由于 LD, LN, DATA 和 CDC 在 IEC 61850 信息模型中存在层次关系,所以用上述形式声明的语义空间也具有树状的继承性,即下层语义空间可以继承上层语义约定(条件是其 nameplate 属性为空)。语义继承的树型结构如图 2 所示。

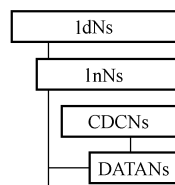


图 2 语义继承树型结构

Fig. 2 Hierarchical structure of semantic inheritance

针对一个具体的信息,无论该信息是否经过了扩充,在 IEC 61850 体系下其信息含义完全取决于图 2 所示的语义空间树。因此,建立狭义应用的约束就是对语义空间树进行约束,即要求与互通信息上下文对应的各语义空间必须采用变电站语义约定,例如“IEC 61850-7-4:2003”,它表示所采用的语义空间具有 IEC 61850-7-4 规定的变电站语义约定。

相比之下,由于 103 协议体系中没有类似的语义空间声明形式,尽管其兼容功能类型和专用功能类型的数据语义是隐含约定的,但却不能确定具体的应用是否采用了相应的语义约定,尤其是存在信息扩充时,仅仅依靠共用分类服务所提供的自解释机制根本无法判断扩充信息采用了什么语义约定。所以,当 103 协议应用于变电站自动化时,不仅无法判断信息交互的各方是否采用了变电站层次的语义约定,也无法约束它们必须采用变电站语义约定,即无法对狭义应用建立任何约束。

从实现狭义应用互操作性的角度看,IEC 61850 所具有的这一用于语义空间声明的形式是区别于 103 协议的本质所在。由于这种声明形式的价值更多地体现在扩充信息的语义约定上,因此可以从

IEC 61850 自解释机制和语义二次约定机制两个方面来分析建立狭义应用约束的具体内容。

4.2 针对自解释机制的约束

自解释机制普遍地被认为是 IEC 61850 区别于传统通信协议的主要特点之一^[3~6]。与 103 协议相比,由于 IEC 61850 没有专用的通信服务用来传送扩充信息,所以自解释机制也不像 103 协议仅仅针对扩充信息。事实上,在 IEC 61850 体系中,任何信息(包括扩充信息)都以相同的通信服务进行交互;同样,任何信息也都可以被“自解释”。信息“解释”的来源包括:

1)采用变电站配置语言(SCL)描述的模型文件。该描述用于识别应用各方的信息模型结构以及信息集合,它可以在应用之间离线交换,也可以在线交换,IEC 61850 对此并没有加以限制。

2)信息模型各层次所提供的目录服务。目录服务的作用仍然是获取信息模型结构以及信息集合,虽然它们不能完全包括模型描述中的所有内容,但却提供了一种十分有价值的在线访问方法。

无论模型文件还是目录服务都是实现 IEC 61850 自解释机制的信息来源,是一种信息的描述或承载,而信息能够被“解释”的依据仍然是信息的语义约定。因此事实上,狭义应用约束对 IEC 61850 自解释机制不存在直接的要求,只是需要模型文件和目录服务所描述或承载的信息必须使用变电站语义约定。

4.3 针对语义二次约定的约束

相对 IEC 61850 已经作出的语义约定(即被 IEC 61850 表述为目前能够取得一致的信息语义约定^[2]),可以将针对扩充信息的语义约定以及针对 IEC 61850 原有约定的语义重载称为二次语义约定,它们可以来自厂家、用户或者行业主管部门。因为 IEC 61850 已经作出的语义约定例如“IEC 61850-7-4:2003”包括了狭义应用所要求的变电站语义,所以建立狭义应用约束主要是针对二次语义约定,包括:

1)二次语义约定必须采用 IEC 61850 规定的形式进行声明,不能省略。

2)扩充信息的语义约定必须采用变电站语义。对于扩充 LN 以及 LN 数据项必须约定它们的变电站语义,即使某个扩充数据项采用了已有的 CDC 类型,也不能因为它具有 SCADA 语义而放弃变电站语义的约定。

3)语义的重载不能降低语义约定层次。所谓重载,并不是对语义完全修改,而是保持兼容性的语义加强,例如将距离保护分别约定为相间距离和接地

距离保护^[11]。

在这些约束条件下,扩充信息将具有一致的变电站语义约定,信息交换时不会因为语义约定层次的不同而产生语义差异性,从而保证了狭义应用所需要的变电站语义,实现变电站互操作性。

5 结语

本文将 IEC 61850 的应用分为狭义应用和广义应用的目的并非探讨 IEC 61850 的可能应用范围,而是以实现变电站互操作性为出发点,建立狭义应用的约束条件。所建立的约束条件一方面强调应用必须使用变电站语义约定,另一方面强调二次语义约定的层次。在这些条件的约束下,应用 IEC 61850 将不会出现类似应用 103 协议时的情况。而 IEC 61850 所规定的这一语义空间的声明形式既是建立这些约束的基础,也是区别于 103 协议的关键。

建立这些约束所依据的原则不仅适用于本文所定义的狭义应用。推而广之,对于 IEC 61850 的某种广义应用,如果在广义应用的 SCADA 语义约定的基础上,针对其应用领域建立了相应层次的语义约定,并且规定了相应的约束条件,也就建立了针对这种应用领域的狭义应用体系。因此,从广泛的意义上讲,狭义应用是一种领域相关(domain related)应用,依赖于与应用领域相适应的语义约定。

同时,经验表明,对任何通信标准的应用都无法避免信息的扩充以及语义的二次约定,本文所提出的约束办法仅仅侧重于对语义约定的约束。从行业管理的角度看,为了避免产生过多的私有约定,促进信息的开放性,还需要依据文献^[12]所提出办法进行管理。

参考文献

- [1] 任雁铭,秦立军,杨奇逊. IEC 61850 通信协议体系介绍和分析. 电力系统自动化, 2000, 24(8): 62—64.
REN Yan-ming, QIN Li-jun, YANG Qi-xun. Study on IEC 61850 Communication Protocol Architecture. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(8): 62—64.
- [2] IEC 61850 变电站通信网络和系统系列标准. 全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会, 2002.
IEC 61850 Communication Networks and Systems in Substations. CSBTS/TC82, 2002.
- [3] 谭文恕. 变电站通信网络和系统协议 IEC 61850 介绍. 电网技术, 2001, 25(9): 8—15.
TAN Wen-shu. An Introduction to Substation Communication Network and System——IEC 61850. Power System Technology, 2001, 25(9): 8—15.
- [4] ANDERSSON L, BRAND K P. The Benefits of the Coming Standard IEC 61850 for Communication in Substations. In: Proceedings of Southern African Conference on Power System

- Protection. Johannesburg (Southern African): 2000.
- [5] 吴在军, 胡敏强. 基于 IEC 61850 标准的变电站自动化系统研究. 电网技术, 2003, 27(10): 61—65.
WU Zai-jun, HU Min-qiang. Research on a Substation Automation System Based on IEC 61850. Power System Technology, 2003, 27(10): 61—65.
- [6] 汪可友, 张沛超, 郁惟镛, 等. 应用 IEC61580 通信协议的新一代故障信息处理系统. 电网技术, 2004, 28(10): 55—58.
WANG Ke-you, ZHANG Pei-chao, YU Wei-yong et al. Research on a New Fault Information Processing System Using IEC 61580 Communication Protocol. Power System Technology, 2004, 28(10): 55—58.
- [7] IEC 60870-5-103; 1997. Telecontrol Equipment and System, Part 5: Telecontrol Protocols, Section 103: Companion Standard for the Informative Interface of Protection Equipment. 1997.
- [8] 张结, 卢德宏. IEC 61850 的语义空间研究. 电力系统自动化, 2004, 28(11): 45—48.
ZHANG Jie, LU De-hong. On the Semantic Space in IEC 61850. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(11): 45—48.
- [9] 沈国荣, 黄健. 2000 年国际大电网会议系列报道——通信技术是变电站自动化的关键. 电力系统自动化, 2001, 25(10): 1—5.
SHEN Guo-rong, HUANG Jian. A Review of CIGRE '2000 on Substation Automation. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(10): 1—5.
- [10] BRAND K P, LOHMANN V, WIMMER W. Substation Automation Handbook. Bremgarten (Switzerland): Utility Automation Consulting Lohmann, 2003.
- [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 IEC 61850 模型. 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. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(18): 43—46.
- [12] 谭文恕, 刘国定, 刘佩娟, 等. 国际电工委员会第 57 技术委员会 2003 年会介绍. 电力系统自动化, 2004, 28(4): 1—3.
TAN Wen-shu, LIU Guo-ding, LIU Pei-juan et al. Meeting of 2003 IEC TC57. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(4): 1—3.

张 结(1969—), 男, 硕士, 副总裁(技术), 长期从事电力自动化产品的研究和开发工作. E-mail: zhj@nice-china.com

Specialized and Generalized Application of IEC 61850

ZHANG Jie

(Shenzhen SP-NICE System Control Inc, Shenzhen 518057, China)

Abstract: Based on the judgment that semantic stipulations have semi-sequential relationship, this paper divides IEC 61850's semantic stipulation into two levels: SCADA semantic and substation semantic stipulation, also divides the application of IEC 61850 into generalized and specialized application accordingly. By the analysis to IEC 61850's technical system, this paper points out that specialized application must be restricted with some terms, IEC 61850 supplies a explicit denotation to these restrictions. Besides other good characteristics in IEC 61850's technical system, this denotation is the essence that IEC 61850 can overmatch IEC 60870-5-103, that is, IEC 61850 can estimate whether an application is specialized definitely and win through the uncertainty like using IEC 60870-5-103.

Key words: IEC 61850; semantic stipulation; specialized application; generalized application; self-description mechanism