

IEC61850 配置的工程应用探讨

温东旭¹, 陈延昌², 许沛丰³, 廖泽友¹, 王永刚¹

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 洛阳电力公司, 河南 洛阳 471000; 3. 洛阳供电公司, 河南 洛阳 471000)

摘要: 随着数字化变电站的推广以及 IEC61850 标准的应用, 61850 的配置模型也在逐步的走向工程化实践。要能很好地应对大量的工程应用, 首先是配置模型的标准理解尤为重要, 其次就是如何跟实际结合好。从标准相关内容的理解, 同时结合工程应用的实际出发, 分析其合理的应用模式, 探讨提出了变电站自动化系统工程实际中的 IEC 61850 配置方法、工具及其功能的描述, 同时总结一些实际经验, 与同行交流。

关键词: IEC61850; IED; 配置; 工程应用

Engineering application research of IEC61850 configuration

WEN Dong-xu¹, CHEN Yan-chang², XU Pei-feng³, LIAO Ze-you¹, WANG Yong-gang¹

(1. XJ Electric Company Limited, Xuchang 461000, China; 2. Luoyang Power Company, Luoyang 471000, China; 3. Luoyang Power Supply Company, Luoyang 471000, China)

Abstract: With digital substations popularizing and IEC 61850 application, the configuration model of IEC 61850 is being applied in engineering. For accomplishing much engineering application, first, it's very important to understand the standard of configuration model and then to combine it to the practice. From understanding the standard and the engineering application practice, the reasonable application mode is analyzed, the IEC 61850 configuration way of substation automation system in engineering, related tools and its function description are researched. The experience is introduced simultaneously.

Key words: IEC61850; IED; configuration; engineering application

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)05-0026-05

0 引言

目前, 数字化变电站已成为我国电力部门和和相关科研机构的研究热点。IEC61850 是电力系统向统一大信息平台迈进的基石性标准, 也是电力系统变电站走向数字化的基础。国际、国内电力系统自动化正在分享着一种数字化的洗礼, 也是本领域技术发展的必然趋势。

IEC61850-6 部分定义了整个 61850 标准的配置模型部分, 主要包含了四部分信息: 一次接线单线图、二次设备信息能力描述、变电站内 IED (Intelligent Electronic Device) 间通信、逻辑节点模板定义。标准在 XML (Extensible Markup Language) 技术的基础上定义了一套语言, 即 SCL (Substation Configuration Language), 规范了配置描述的语法。但并没有具体规范出配置方法和配置工具的实现。本文就是在研究此标准和结合工程实际需要的基础上, 分析其合理的应用模式, 探讨提出了变电站自动化系统工程实际中的 IEC61850

配置方法、工具及其功能的描述, 介绍一些相关经验体会。

1 使用 SCL 的工程化处理过程

为了更好地把握标准以及把握标准以后的发展方向, 我们需要正确理解好标准^[1]所描述的使用 SCL 的工程化处理过程和相关的规定。

变电站自动化系统的工程实施始于如下两种方式: 一种是先设计好一次设备方案, 然后根据功能匹配关系将预配置的 IED 设备分配给各具体的一次设备, 逐一确定所对应使用的具体 IED 产品及其功能; 另外一种是先进行过程功能的设计, 而后再基于装置可用功能和其配置能力, 向各个物理装置分配功能。常常, 更愿意混合采用这两种方式。典型的过程部件例如线路间隔是预工程化的, 之后只是需要使用这样的工程功能单元而已。对于 SCL, 这意味着必须对预配置加以描述。

而标准还规定, SCL 的范围严格限于下述目的: 1) 变电站自动化系统功能规范; 2) IED 能力描述;

3) 系统描述。为了达到系统设计的目的,通信工程实施以及用于装置工程实施工具的关于工程实施后应达到的系统通信要求的描述都应该遵循标准的方式。因此,要定义描述 IED 的对象模型等等。对象模型的最后结果可能还要作为其它工程任务的基础,也可能还要附加某些条件。因此,由于可能存在 SCSM 另外的需要,标准将此处定义的语言视为核心模型,并定义了如何为 SCSM 以及遵循本标准

的其他工程目的扩充此核心模型的方法。

图 1 就是标准中解释的工程化处理过程中 SCL 数据交换的用法。虚线以上虚线框表示使用了 SCL 文件。

尽管 IED 配置器是制造商的专属工具,它也必须能够导入/导出按照标准定义的文件。它能提供 IED 特定的设定并产生 IED 特定的配置文件,亦或还可以下载其配置文件到 IED。

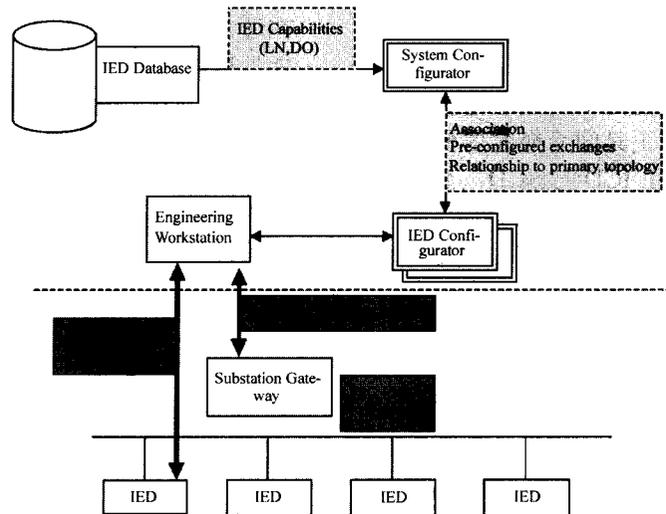


图 1 配置过程信息流参考模型

Fig. 1 Reference model for information flow in the configuration process

还应在以下情况下考虑 IED 在 61850 标准意义上的兼容,即: 1) 配有描述 IED 能力的 SCL 文件,或配有可从 IED 生成该文件的工具; 2) 可直接使用系统 SCL 文件来配置 IED 的通信配置,甚至 IED 的设定,或者通过工具完成导入系统 SCL 文件,再将这些参数设置到 IED。

系统配置器是一个独立于 IED 的系统级工具,它必须能够导入/导出按照标准定义的配置文件。它应根据系统层工程化处理的需要,从数个 IED 导入配置文件,也可以用于配置工程师添加不同 IED 共享的系统信息。系统配置器还应产生符合标准定义的变电站全站相关的配置文件。此配置文件再作为与系统相关的 IED 配置反馈给 IED 配置器。

图 1 虚线以下部分表示由 IED 配置器产生的配置数据传送给 IED 的方式。将配置数据传送给 IED 有下列几种方式:

1) 本地文件传输。通过本地工程师工作站连接到 IED 进行文件传输;

2) 远方文件传输。例如 61850-7-2 标准定义的文件传输方法,文件格式自由,自然 SCL 格式是一种可能的选择;

3) 访问服务。访问存取按 61850-7-2 标准定义的参数和配置数据,应采用 61850-7-2 部分定义的标准化的服务。

2 SCL 模型包含内容

SCL (变电站配置语言) 所描述的模型包含以下几部分内容:

1) 一次系统,变电站内一次设备层次结构,采用哪些一次设备功能,设备间是如何连接的;

2) 通讯系统,包括站内全部设备的通讯拓扑结构,分配通信地址,描述 IED 的哪个通讯访问点与哪个子网相连;

3) 应用层通信,数据集的组成,IED 发送数据的方式选择,哪一些数据是设备需要从其它 IED 获得的(比如 GOOSE);

4) 每一个 IED,描述每一个 IED 配置了哪些逻辑设备,每个逻辑设备拥有哪些逻辑节点,可以得到什么报告,报告中有哪些数据和预配置关联可用,记录哪些数据;

5) 逻辑节点模板的定义,在本文件内部逻辑节点类型、数据类型是模版,但在 61850 的应用中来

说，这里的模版，是对 61850-7-3、61850-7-4 部分的实例化；

6) 逻辑节点在一次系统结构中二次厂家提供 IED 中的映射关系。

SCL 文件用特殊的方法描述了一个完整的变电站。采用了 XML 技术及 UML 技术，模型包含了扩展部分的定义方法，具备了兼容特性，同时规范化了变电站系统的配置体系，像一块基石一样提供给任何使用方。

3 SCL 文件分类

SCL 文件用于在（可能是不同制造商的）不同工具间交换配置数据，在工具间交换数据至少有两种类型的不同的配置文件，ICD 与 SCD。不过每个文件的内容必需遵守配置语言 SCL 的规定。每个文件包含版本号和修订版本号，以区分同一文件的不同版本。这意味着每个工具必需保留上次产生后的版本号和修订版本号的信息。SCL 根据标准分为以下四种类型：

1) 扩展名为.ICD (IED Capability Description) 的 IED 配置描述文件，从 IED 配置器工具到系统配置器工具的数据交换。这个文件描述了 IED 的能力。它必需仅包含一个 IED 段，用以描述 IED 的能力。它包含所需的逻辑节点类型定义并可以包含可选的变电站段。

2) 扩展名为.SSD(System Specification Description) 的变电站系统规范描述文件，从系统规范工具到系统配置器工具的数据交换。这个文件描述了变电站单线图以及所需要的逻辑节点。它必需包含一个变电站描述段和所需要的数据类型模板即逻辑节点类型模板段。这些逻辑节点应该从属于某个 IED，而当 IED 名称无法预知时，则所引用的 IED 名称允许为空。

3) 扩展名为.SCD (Substation Configuration Description) 的 IED 变电站配置描述文件，从系统配置器工具到 IED 配置器工具的数据交换。这个文件包含了所有的 IED，以及一个通信配置段、一个变电站描述段。此文件完整的以规范的形式描述了整个变电站，是个实例化的文件，包含了 SCL 描述的所有内容。

4) 扩展名为.CID (Configured IED Description) 的配置过的 IED 描述文件，从 IED 配置器到 IED 的数据交换。这个文件描述了在一个工程中经过实例化的 IED 信息。这里通信段里至少包含该 IED 在工程中分配的地址信息，变电站段内的引用的 IED 名称也根据工程进行定义，IED 名称根据工程需要

全站统一分配。

4 应用分析

4.1 工程化配置过程

根据标准定义的 SCL 文件包含的内容模型以及文件的分类，我们在实际的应用中也应采用与标准相结合的产品开发。

由图 1 可知，二次设备厂家需要保留一个 IED Database 库。这个库即 ICD 装置能力描述文件库，在通常意义上讲，每个具体型号的 IED 所具有的功能处理能力是相对固定且独立的，因此可以根据各型号的 IED，提前配置一个包含多个型号 IED 的 ICD 库，供工程使用及互操作。这个库其实就是个 ICD 文件库，因此可以加入任何一个厂家的 ICD 文件作为库的一部分。而对这个库的建立（及存放）与管理维护的任务就需要一个配置工具来承担。到这里可以看到我们需要的第一个工程化工具产生了，即 ICD 配置管理工具。

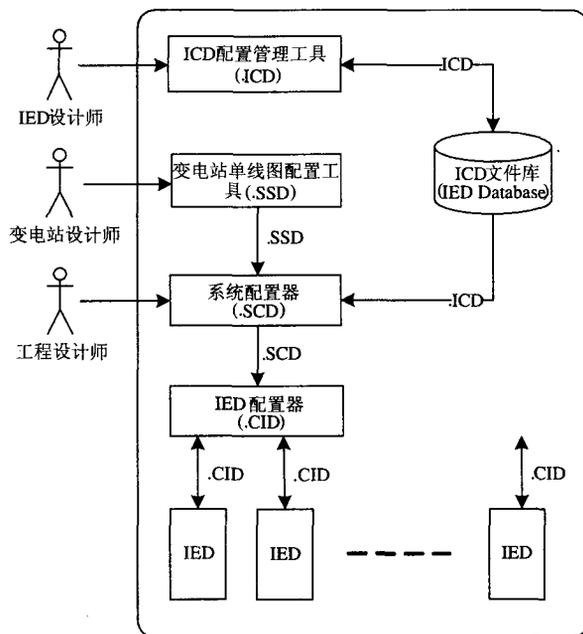


图 2 工程实施文件流参考模型

Fig. 2 Reference model for files flow in the engineering process

我们有了 ICD 库后，相当于我们有了二次 IED 的能力资源。我们现在缺的是什么呢，是一次系统接线功能图。每个工程的单线图都是不一样的，但有一些固定间隔的固定配置，还是在一段时期内是固定的。标准建议我们有一个系统规范工具来配置这一部分功能，而这一部分对于一个变电站来说也是比较独立的，因此工程化的第二个工具产生了，即变电站单线图配置工具。它用来产生描述变电站单线图的系统规范描述文件（SSD 文件）。

对于一个变电站来说,我们现在有了 IED 的 ICD 文件,又有了描述变电站单线图 SSD 文件,接下来就需要对一、二次的联合了,它们之间根据标准是通过逻辑节点进行关联的。而关联的过程就需要多个 IED 的 ICD 以及 SSD 之间进行筛选与信息模型匹配。同时需要配置全站通讯参数,因此第三个工程化的工具就产生了,即变电站系统配置工具。

此时我们有了全站的配置文件 SCD, IED 厂商得到这个标准文件后就可以对 IED 进行配置了,即产生 CID 文件,传输配置信息到 IED 设备。此工具为装置配置工具,根据具体装置而言,即标准所规定的 IED 配置工具。

综上所述,整个变电站的整个工程化配置过程就可以用图 2 来描述。

4.2 ICD 配置管理工具

本工具是用来完成对一个 IED 装置能力描述文件 ICD 的配置与管理,是对装置配置的一个标准化过程。只有有了这个标准的数据源,ICD 库也就是通常所说的点表库,后面的使用才能做到自动化配置。

对 ICD 文件的编辑体现在,由经验丰富的人根据二次设备的功能,按照 61850 的功能划分原则划分逻辑节点,实现通过 61850 方式对设备能力的描述。然后根据划分的结果进行编辑,输出 ICD 文件。

对 ICD 文件的管理体现在,对于已经存在的 ICD 文件进行分类存放,分类查看。以任何其它形式提供的 ICD 文件都可以纳入管理范围,同时对文件具备删除、复制等基本操作。

ICD 文件是 IED 厂家间实现互操作的重要组成部分,因此必须标准化,完全符合 SCL 语法及 IEC61850 标准的定义。首先从文件章节上包含 Header 节点部分、IED 节点部分以及 DataTypeTemplates 部分。编辑合理化过程及应用到的技术难点:

1) XML 文件解析及节点的添加、删除等等 XML 文件的编辑功能,甚至包含 SCL 语法的验证功能。解决办法有 IBM 公司的 XML 解析器,开源代码库 xerces 库,可从 IBM 公司站点下载,且 IBM 公司的编程爱好者在长期维护中,可满足所需任何功能。

2) IEC61850 逻辑节点库的维护,为了减少手动编辑过程,可将 IEC61850-7-3、IEC61850-7-4 两部分内容以某种形式固化,称为固有部分,编辑时自动匹配需要配置的逻辑节点类型及 DO 类型。

3) 根据标准固化逻辑节点类型形成企业逻辑节点库,由于 IED 厂家设备均通过型号定型,当定

型时所包含的逻辑节点内容也就确定了,通常情况下,对于同一种功能的逻辑节点为了达到同一个目的其定义也是相同的,对这些相同功能的逻辑节点编辑保存后就得到了一个企业逻辑节点库。

4) 由企业逻辑节点库来组建实际应用时的具体设备 (IED),首先从企业逻辑节点库,选取适合该设备类型的逻辑节点,然后建立逻辑节点实例。最后清除我们不需要的逻辑节点类型。

5) 初步功能化由 4) 配置出来的 ICD 文件,包括数据集、报告控制块、日志控制块、定值控制块、数据实例化等等各个功能模块。

6) 将配置完毕的 ICD 文件进行管理,形成企业 ICD 文件库。

4.3 变电站单线图配置工具 (SSD 配置工具)

本工具应该是由变电站设计单位作为使用者来使用的。也是变电站配置自动化的一部分。以往变电站设计单位更多的是使用 AutoCAD 等做图工具进行主接线图设计,设计随意化,造成设计结果不能重用。自动化系统厂家收到主接线图设计后,往往还要花费很大的功夫来根据自己的组态软件重新绘制主接线图。而工程化的过程中又要根据实际情况进行多次修改,而每次修改既要修改变电站设计单位设计的主接线图,又要修改综合厂家组态工具绘制的主接线图,工作量重复。

SSD 规定了一种利用标准的形式来描述一个变电站的一次接线图,确切一点应该说是利用标准的形式来描述变电站接线关系及功能。

根据这种设计可重复利用的思想,我们可以进行一种假设。由变电站设计单位根据 SSD 规范进行变电站设计,如果需要保存设计图形,可采用 SVG 标准进行接线图保存。与 IED 厂家交流时,可提供 SSD 文件及 SVG 文件。这样做的好处有很多:1) 设计的图形元件可以有效地管理;2) 提高了变电站设计的设计水平;3) 设计结果标准化,提高了设计的可延续性及通用性;4) 自动化系统厂家支持后,工具转换代替人工转换,减少错误,提高自动化水平。

Scalable Vector Graphics (简称 SVG),是“可升级矢量图形”的意思。SVG 是由 W3C 制定的基于可扩展标记语言 (XML) 来描述二维矢量图型的一个开放标准。SVG 严格遵从 XML 语法,SVG 并用文本格式的描述性语言来描述图像内容,因此 SVG 是一种和图像分辨率无关的矢量图形格式。

4.4 变电站系统配置工具 (SCD 配置工具)

本工具是用来对系统一、二次设备功能的融合,也是变电站配置过程自动化的核心。其配置出来的

文件描述了一个完整的变电站自动化系统。其中主要包含通讯部分的配置、导入 SSD 文件、导入 ICD 文件、ICD 与 SSD 文件的关联。

这里通讯部分的配置是包含全站的所有网络设备, 包含 IED 与各个主站, 采用子网划分原则, 可以划分多个子网, 对每个子网内各网络设备网络地址的配置。可以观察及设计全站网络布局及地址分配。

SSD 文件导入, 导入变电站功能组合部分。

ICD 文件导入, 导入全站所有 IED 设备的 ICD 文件, 统一分配 IED 名称, IED 名称作为 IED 设备的全站唯一标示。有需要调整的控制块, 进行功能调整, 例如报告控制块的客户端使能控制等。

变电站功能需求与二次设备功能支持间进行关联, 需要关联的内容有 IED 名称及使用的功能节点, 即逻辑节点。

这里通过通讯部分及工程化内容的配置, 产生了一个完整的变电站描述的文件。此文件包含了 SCL 的所有部分, 是标准定义文件, 可实现互操作。

4.5 IED 配置工具 (分发 CID)

此工具的输入为 SCD 文件, 包含全站配置信息。此工具的主要功能包含如下几部分:

- 1) SCD 文件的解析、校验, 获取全站配置信息;
- 2) 网络部署功能, 根据配置信息, 部署全站设备网络地址;
- 3) 根据 SCD 文件摘取各个设备所需信息, 并导出各个设备所需信息的文件 (.CID);
- 4) 自动分发文件或烧写设备;
- 5) 可具备设备本身的各种调试功能。

将 IED 配置工具单独列出的原因是, 大部分设备都是嵌入式装置, 而装置本身需要一个调试工具, 以及工程化时的参数修改工具。IEC61850 本身推荐的设备配置信息载体是文件, 而有些嵌入式设备是不支持文件系统的。再者, 嵌入式本身资源有限, 而 XML 文件与二进制文件相比, 显然是浪费了相当多的空间。因此 IED 配置工具的开发是与 IED 设备一体化的, 受限于 IED 设备本身。

文件校验、网络部署、文件分发、IED 调试等功能超出了 IEC61850 标准定义。而这些又是工程化时, 高度自动化不可缺少的部分, 因此由一个支持标准输入的 IED 配置工具来完成这些功能是再合适不过的了。也是标准推荐 IED 配置工具随设备厂商走的主要原因, IED 配置工具是个不同厂家设备

访问的安全网, 也是工程实施的桥梁。

5 结语

本文经过标准理解引导及应用分析, 提出了一套完整的变电站自动化配置工具方案, 这些工具间的接口也都定义好了, 即 SCL 文件的不同表现方式。

数字化变电站自动化系统的核心技术之一, 就是变电站自动化系统的通信协议采用 IEC61850 标准。本文在研究 IEC61850 标准和变电站自动化系统的工程实际基础上, 探讨了 IEC 61850 的配置方法, 并根据实际需要, 研究设计了 SCL 系列工具。结合实际应用经验体会介绍了各个工具的职能及边界定义。

由于 IEC 61850 的配置是变电站自动化系统功能中的一种新功能, 是新一代数字变电站自动化系统中的标志性功能之一, 对它的研究具有很重要的意义。文本就是紧随这一技术发展趋势, 因此, 选题富于意义, 本文所开展的初步工作相信对同行研究者有借鉴价值。

参考文献

- [1] IEC61850-6: 2004(E) Communication Networks and Systems in Substations-Part 6: Configuration Description Language for Communication in Electrical Substations Related to IEDs[S].
- [2] W3C, Extensible Markup Language(XML) 1.0(Fourth Edition) W3C Recommendation 16 August 2006, edited in place 29 September 2006[EB/OL]. <http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml-20060816>.
- [3] W3C, Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification[EB/OL]<http://www.w3.org/TR/SVG11/2003-01-14>.
- [4] W3C, Vector Markup Language (VML) [EB/OL]. <http://www.w3.org/TR/NOTE-VML/>, 1998-05-13.

收稿日期: 2008-04-21; 修回日期: 2008-09-01

作者简介:

温东旭(1977-), 男, 本科, 研究方向为数字化变电站自动化、五防与程控; E-mail: dongxuw@xjgc.com

陈延昌(1979-), 男, 本科, 从事变电站自动化, 继电保护专业技术管理工作;

许沛丰(1972-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事电网规划及输变电设备生产、技术管理工作。