

# 变电站配置语言的应用及解析

吴永超<sup>1</sup>, 王增平<sup>1</sup>, 吕燕石<sup>2</sup>, 陈贺<sup>2</sup>, 周彦红<sup>2</sup>

(1. 华北电力大学电气与电子工程学院, 河北 保定 071003; 2. 石家庄科林自动化有限公司, 河北 石家庄 050091)

**摘要:** IEC61850 是国际电工委员会的最新的变电站自动化系统标准, 以此标准对变电站进行配置是实现变电站设备间互操作性的重要保证。对变电站配置语言 (Substation Configuration description Language) 包含的对象模型和 SCL 语法进行简单介绍, 分析 SCL 在变电站自动化系统中应用, 最后详细阐述了采用 VC++6.0 和 MSXML4.0 对 SCL 文档解析过程以及编程过程中可能遇到的问题。

**关键词:** 变电站配置语言; IEC61850; 解析; 配置器; 文档对象模型

## Application and parsing of substation configuration language

WU Yong-chao<sup>1</sup>, WANG Zeng-ping<sup>1</sup>, Lü Yan-shi<sup>2</sup>, CHEN He<sup>2</sup>, ZHOU Yan-hong<sup>2</sup>

(1. North China Electric Power University, Baoding 071003, China;

2. Shijiazhuang Kelin Automation Co., Ltd, Shijiazhuang 050091, China)

**Abstract:** IEC61850 is published by the International Electrical Commission and is the latest standard used in the substation automation. The configuration of substation based on IEC61850 is the assurance to implement the operation between different devices. This paper introduces the object mode used by SCL, syntactic structure of SCL and the use of SCL in substation automatic system. It also introduces the application of SCL and gives the method to parse SCL document with VC++6.0 and MSXML4.0 in detail.

**Key words:** SCL; IEC61850; parse; configurator; DOM

中图分类号: TM76; TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)15-0038-04

## 0 引言

在变电站自动化系统中, 设备与设备之间要进行数据交换, 但往往由于不同生产厂商的装置所支持的通信规约不统一, 使得不同厂家的设备不能直接通信, 需要进行规约转换, 导致设备之间的配合困难。

为了解决上述问题, IEC 制定了关于变电站自动化系统的通信网络和系统的国际标准——IEC61850。该标准采用面向对象的思想对变电站系统进行建模, 实现了不同厂商设备间的互操作。标准的第6部分提出了变电站配置描述语言 (SCL), 该语言用于对变电站系统进行完备的描述, 并通过配置器对设备进行配置。本文分析了 SCL 文件在变电站自动化系统中的应用, 并设计实现了对 SCL 文件的解析功能, 该功能是配置器必备模块, 对配置器设计具有一定参考价值。

## 1 SCL 简介

SCL 语言是由 XML 语言发展而来。XML 是一种文本文档的元标记语言, 具有可扩展性, 该语言中的标记不固定, 可以建立任何需要的标记。在某些行业中使用 XML 语言时, 逐渐将标记固定下来, 形成一种只在本行业中应用的标记语言。如化学中的化学标记语言 (CML), 通信中的无线标记语言 (WML) 都是 XML 与特定行业相结合形成的特定标记语言。这些语言具有各自的语法与语义, 脱离了本行业就不具有实际意义。

SCL 是 XML 在电力行业中的具体应用, 是一种信息集成的描述工具和转换工具。该技术的提出使得设备自描述、设备的在线配置及设备间的互操作可以方便地实现。

### 1.1 SCL 包含的对象模型

为了采用统一的方法对变电站体系结构进行描述, SCL 定义了变电站、IED、通信三个基本对象模型, 各模型又由若干子对象组成。

(1) 变电站模型。该模型是基于变电站功能结构的面向对象的层次模型, 描述了开关站设备及它们

的连接, 设备和功能的指定。变电站模型可以分为变电站、电压等级、间隔层、设备以及连接点五个部分。

(2) IED 模型。包括所有变电站自动化系统产品相关的对象, 总体上可以分为 IED、服务器、逻辑设备、逻辑节点和数据对象几部分。

(3) 通信模型。由子网、访问点、路由器和时钟四部分组成, 并描述各 IED 之间的通信连接, 间接地描述逻辑节点间客户/服务器的关系。

## 1.2 SCL 的语法结构

SCL 通过八个 Schema 模式文档对元素、属性、数据类型等方面进行了定义, 并规定了 SCL 配置文件中应包含的元素、元素出现的次数和先后顺序。

根据语法规则, 所有 SCL 文档的根元素都是 SCL, 并包含 5 个子元素。各子元素及代表的含义分别为: Header 包含 SCL 的版本号和修订号, 以及名称映射信息; Substation 包含变电站功能结构, 主元件和电气结构; Communication 定义了逻辑节点之间通过逻辑总线和 IED 接入点之间的联系; IED 包含逻辑装置, 逻辑节点, 数据对象和通信服务能力等; DataTypeTemplates 详细定义了文件中出现的逻辑节点类型以及该逻辑节点所包含的数据对象和数据属性。

这五个元素又各有其子元素和属性, 层层包含, 相互联系, 最终通过全部或部分元素内容的整合, 形成一个完整的变电站配置描述文档<sup>[1]</sup>。

## 2 SCL 在变电站自动化系统中的应用

SCL 可以把一个 IED 装置的配置描述传送给通信系统和应用系统的工程化工具, 也可以按兼容方式把整个系统配置描述回传给 IED 配置工具。通过对不同配置描述文件的配置和传递, 实现不同供应商提供的 IED 配置工具和系统配置工具之间实现通信系统配置数据交换的互操作。

### 2.1 SCL 文件类型

在整个配置过程中, 需要用到四类 SCL 文件, 分别描述不同的配置信息, 并采用不同的扩展名加以区分, 各类文件描述内容和作用如下:

(1) ICD 文件, 描述带有固定数目逻辑节点的预配置的 IED 能力, 即描述未绑定到具体应用过程中的 IED 产品的结构和功能。由设备生产厂商以某种媒介形式(光盘、磁盘等)提供。

(2) SSD 文件, 描述变电站的单线图及其需要的逻辑节点。其中包括变电站描述, 以及所需要的数据类型模板和逻辑节点类型定义。

(3) SCD 文件, 用来说明各个孤立的智能电子

设备是怎样整合成为功能完善的变电站自动化系统, 包括所有 IED 的描述, 变电站描述以及通信系统的描述。

(4) CID 文件, 描述系统中实例化 IED 设备信息, 内部的通信部分包含各 IED 的 IP 地址, 是最终的配置文件。

### 2.2 SCL 的工程化步骤

一台设备接入到 IEC61850 系统时, 系统结构发生了变化, 需要重新进行配置, 使新设备集成到整个系统中。配置器对配置文件进行解析并根据相关数据库信息对系统和设备进行配置。配置流程如图 1 所示。

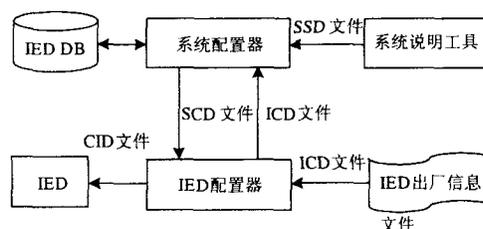


图 1 配置过程信息流参考模型

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

具体配置过程如下:

(1) IED 出厂配置信息(即 ICD 文件)经 IED 配置器传送给系统配置器。

(2) 系统配置器结合所有 IED 初始配置信息、变电站结构信息(SSD 文件)以及相关数据库信息, 生成 SCD 变电站配置描述文件。

(3) 系统配置器将 SCD 文件传给 IED 配置器, 由配置器对每个 IED 生成一个 CID 文件, 并下载到相应设备中, 完成具体配置。

配置后的 IED 集成到整个变电站系统中, 除了具有 IED 本身基本信息外, 还有设备所需的系统信息, 从而完成了 IEC61850 数据模型的建立, 实现了由实际设备向虚拟设备的映射过程。

## 3 SCL 文档解析的实现

上节对 IED 配置过程进行了简单介绍, 其中 IED 配置器是完成配置的重要工具。文献[2]介绍了 IED 配置器的配置过程和模块构成。文献[3]也提出了自己的设计思路。各种 IED 配置器在结构及软件流程上有所差异, 但无一例外的是在对 SCL 文档解析的基础上完成的, 作为配置器必备的模块, 本节重点分析 SCL 文档的解析过程, 实现对 SCL 文件的读取, 编辑和浏览功能, 并保存修改后的配置文

件。

### 3.1 解析过程

本设计采用基于文档对象模型 (DOM) 的 XML 解析技术实现对配置文档的解析。解析工具选用微软的 MSXML4.0。

DOM 是一个对象化的与语言无关、与平台无关的标准接口标准,是应用程序和 XML 文档之间的桥梁。DOM 接口提供了一种通过分层对象模型来访问 XML 文档信息的方式,这些分层对象模型依据 XML 的文档结构在内存中形成了一棵 DOM 树。通过对 DOM 树的操作实现了对 XML 文档添加,删除,修改等功能。IEC61850 定义的变电站数据结构的层次关系在逻辑上是立体的树状结构,因此 SCL 文档的解析很适合采用 DOM 的方式。

MSXML 是微软提供的用于处理 XML 文档的 COM 库,提供了丰富的 API 接口函数。当 MSXML 解析器把一个 XML 文档加载进 DOM 时,它从头到尾读取整个 XML 文档,并构建内在逻辑树结构。文档本身被认为是包含其它所有节点的单节点,工作流程和原理<sup>[7]</sup>如图所 2 所示。

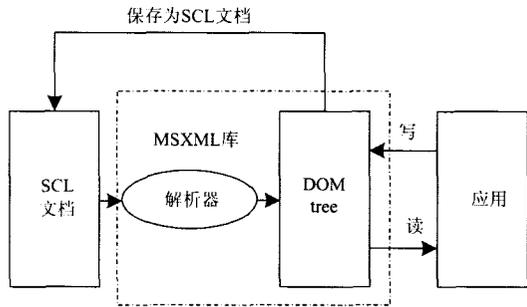


图 2 MSXML 解析过程 Fig.2 The parsing process of MSXML

### 3.2 软件的实现

该程序首先按照 SCL 文档的层次型关系将各元素添加到 VC++的树控件中,以树形结构将配置文件呈现给用户,并通过对控件的操作完成对 SCL 文档的删除,添加,保存等功能,实现 SCL 文档与树控件之间的互导。程序设计流程图如图 3 所示。

由于 MSXML 植根于 COM 技术,在加载 SCL 文档前要初始化 COM 环境,并创建 COM 对象。初始化成功后用 load()函数将 SCL 文档加载到 DOM 中,这一步已经将 SCL 文档在内存中映射成一棵 DOM 树,但在树控件中没有显示。

对于一个 SCL 文件,验证其有效性是必须的。MSXML 提供了对加载的 SCL 文档有效性校验的方法。被引用的 XSD Schema 文件可以以命名空间属性(xmlns:)的形式出现在 SCL 文档中,也可以以路

径的形式出现,验证时通过路径找到 XSD 文件。

验证通过后需要将内存中的 DOM 树显示到树控件中,通过调用 GetdocumentElement()函数获得根节点,再用循环递归方法得到各节点的子节点,完成对树的遍历并将各节点按节点类型插入到树控件中。通过操作树控件中的数据完成对 SCL 文档添加、修改等编辑工作。

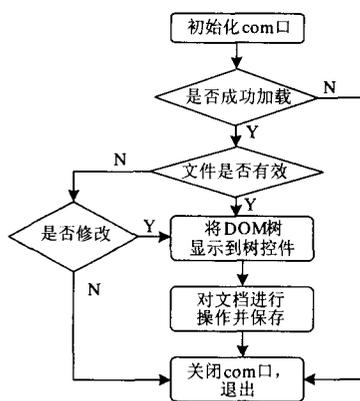


图 3 软件解析流程

Fig.3 The parsing process of software

### 3.3 编程中应注意的问题

(1) MSXML 环境不是操作系统自带的,需要下载 MSXML4.dll 组件和 SDK。若使用 VC++6.0 编程,首先要将 MSXML 头文件和库文件导入到相应的工程中,导入方法是在程序中添加如下两行代码:

```
#import<msxml4.dll>
using namespace MSXML2
```

(2) 属性节点比较特殊,既没有父节点,也没有子节点,因此解析时无法用 GetchildNodes()函数得到属性节点指针,在向树控件添加节点时要将属性节点与元素节点、文本节点、注释节点等分开进行。

(3) 将内存中 DOM 树显示到树控件后,二者在操作上是独立的,单独对树控件进行修改,DOM 树不会变化,保存后 SCL 文件也不会变化。同样,只对 DOM 树的操作也不改变树控件的显示内容。二者操作应同时进行,这样才能保证显示的内容与保存的内容一致。

(4) 在对树控件进行操作时存在一个问题,这就是如何通过树的某一项得到 DOM 树对应的节点指针,这点很关键,因为得不到节点指针就无法对 DOM 树进行操作。解决的方法是在向树控件插入项目调用 InsertItem()函数时,把节点指针作为一个参数保存起来,在操作树控件修改配置文件时调用 GetItemData()函数就可以得到相应的指针。

## 4 结论

本文介绍了变电站配置语言及其在变电站自动化系统中的应用,并阐述了采用VC语言解析SCL文件的步骤,实现了对SCL文档的校验,修改以及与树控件之间的互导功能,最后列出了编程过程中可能遇到的问题及解决方法。

在基于IEC61850的数字化变电站自动化系统中,SCL已成为一个不可或缺的重要部分,作为一项新技术,将被更多的人学习、研究和使用的。

## 参考文献

- [1] 程少君,陈晓.智能电子装置的SCL文档配置工具的设计与实现[J].继电器,2007,35(20):47-50.  
CHENG Shao-jun, CHEN Xiao. Design and Implementation of Configuration Tool for SCL Document of IDEs[J].Relay, 2007,35(20):47-50.
- [2] 周文瑜,温刚,等.SCL在变电站自动化系统的应用[J].继电器,2007,35(15):42-44,61.  
ZHOU Wen-yu, WEN Gang, et al. Application of SCL in Substation Automation System[J].Relay, 2007,35(15):42-44,61.
- [3] 窦晓波,陶洪平,等.基于C#.NET的IEC-61850配置工具的设计与实现[J].电力自动化设备,2007,27(11):67-70.  
DOU Xiao-bo,TAO Hong-ping, et al.Design and Realization of IEC-61850 Configuration Tool Based on

C#.NET [J]. Electric Power Automation Equipment, 2007, 27(11): 67-70.

- [4] 兰森林,张沛超.基于SCL模型的IED配置器的设计与实现[J].继电器,2007,33(12):48-51.  
LAN Sen-lin, ZHANG Pei-chao. Design and Implementation of IED Configurator Based on SCL MODEL[J].Relay, 2005,33(12):45-51.
- [5] 高翔.数字化变电站应用技术[M].北京:中国电力出版社,2008.  
GAO Xiang. Application of Digital Substation[M]. Beijing: China Electric Power Press,2008.
- [6] 劳伦特.XML基础与应用[M].北京:中国水利水电出版社,2002.  
Laurent.The Base and Application of XML[M]. Beijing: China Water Power Press, 2002.
- [7] Microsoft 4.0 parser SDK[Z].

收稿日期:2008-09-11; 修回日期:2008-10-27

作者简介:

吴永超(1981-),男,硕士,主要研究方向电力系统继电保护;E-mail:chao33513223@163.com

王增平(1964-),男,教授,主要从事电力系统继电保护和变电站自动化的教学和科研工作;

陈贺(1976-),男,硕士,高级工程师,主要从事电力系统继电保护及自动化装置的研发工作。

(上接第26页 continued from page 26)

- [5] Castro L N, Timmis J. An Artificial Immune Network for Multimodal Function Optimization[J].Proceedings of IEEE ICEC, 2002:674-699.
- [6] 余绍黔,李广琼.免疫系统模型的优化及其应用研究[J].计算机工程与应用,2005,(16):38-40.  
YU Shao-qian, LI Guang-qiong. An Optimized AIS Research and Its Application[J]. Computer Engineering and Application[J].2005,(16):38-40.
- [7] Forrest S, Eerelson A, Allen L. Self-nonsel Discrimination in a Computer[A]. in: Proceedings of the IEEE Symposium on RSP[C]. 1994.202-212.
- [8] 王磊,潘进,焦李成.免疫算法[J].电子学报,2000,(7):74-78.  
WANG Lei, PAN Jin, JIAO Li-cheng. The Immune Algorithm[J].Acta Electronica Sinica, 2000,(7):74-78.
- [9] 刘树林,黄文虎,王日新,等.基于免疫系统的王府泵在线故障诊断方法[J].中国机械工程,2002,13(8):686-689.  
LIU Shu-lin, HUANG Wen-hu, WANG Ri-xin, et al. Immune System based Approach for Online Fault Diagnosis of Reciprocating Pumps[J].Chinese Mechanical Engineering, 2002, 13(8): 686-689.
- [10] 束洪春,王晶,陈学允.动态电能质量的多尺度形态学分析[J].中国电机工程学报,2004,24(4):63-67.

SHU Hong-chun, WANG Jing, CHEN Xue-yun. Multi Scale Morphology Analysis of Synamic Power Auality Disturbances[J].Proceedings of the CSEE, 2004, 24(4):63-67.

- [11] 王晶,束洪春,陈学允.动态电能质量的分形指数小波分析方法[J].中国电机工程学报,2004,24(5):41-45.  
WANG Jing, SHU Hong-chun, CHEN Xue-yun. Fractal Exponent Wavelet Analysis of Dynamic Power Quality[J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24(5): 41-45.
- [12] 李云阁,施围.应用解析法分析中性点接地系统中的工频铁磁谐振—谐振判据和消谐措施[J].中国电机工程学报,2003,23(9):141-145.  
LI Yun-ge, SHI Wei.Study of Fundamental Ferroresonance on Neutral Grounded Systems by Using Analytical Method-certerion and Elimination[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(9): 141-145.

收稿日期:2008-09-04; 修回日期:2008-12-12

作者简介:

刘凡(1978-),男,博士,工程师,主要从事电力系统过电压及其防护等方向的研究工作。E-mail:liufan2003@163.com