

智能电子装置的SCL文档配置工具的设计与实现

陈少君¹, 程晓²

(1. 国电福州发电有限公司, 福建 福州 350009; 2. 华北电力大学动力工程系, 河北 保定 071003)

摘要: IEC 61850 标准用于解决电力系统远动通信中产品的互操作问题, 而智能电子装置 IEDs (Intelligent Electronic Devices) 的文档配置在 IEC 61850 协议中起着重要的作用。详细介绍了 IEC 61850-6 中变电站配置描述语言 SCL (Substation Configuration Description Language) 的层次型对象模型和语法结构。在此基础上, 提出了 IED 的 SCL 文档配置工具的设计思路和实现方案, 并着重介绍了其中几个关键的程序模块的实现。通过该工具可方便地实现 SCL 文档的配置和浏览。

关键词: IEC 61850; 变电站配置描述语言; 可扩展标记语言

Design and implementation of configuration tool for SCL document of IEDs

CHEN Shao-jun¹, CHENG Xiao²

(1. Guodian Fuzhou Generating Co., Ltd, Fuzhou 350009, China;

(2. School of Dynamic Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: IEC61850 standards are set to solve the mutual-operation problem between tele-control devices in power system. The document configuration of Intelligent Electronic Devices(IEDs) in stations is very important in IEC 61850. This paper introduces the hierarchical object mode and syntactic structure of Substation Configuration Description Language(SCL) in IEC 61850-6. Based on the above that, a method to design and implement configuration tool for SCL document is presented, and the way to realize some key program modules is emphasized. Using the configuration tool, the configuration and browse of SCL document can be conveniently realized.

Key words: IEC 61850; SCL; XML

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)20-0047-04

0 引言

IEC 61850 是国际电工委员会 IEC TC57 为变电站自动化系统通信网络制定的一个重要标准, 其目的是解决目前在厂站自动化系统中多种通信协议并存, 采用不同通信协议的产品间难以实现互操作的问题, 最终建立电力远动通信系统的无缝通信体系结构。

IEC 61850-6 定义了变电站配置描述语言 SCL (Substation Configuration description Language), 该语言可描述按照 IEC 61850 标准建立的变电站对象模型, 形成变电站配置描述文档。无论是老变电站的升级改造, 还是符合 IEC 61850 标准的新变电站的建设, 在工程中都需要依据 IEC 61850-6 标准配置大量的智能电子装置 IEDs (Intelligent Electronic Devices) 的 SCL 文档, 因此开发一款简单易用的 SCL 文档配置工具具有重大的实用价值^[1-4]。

1 SCL 简介

在 IEC 61850-6 中定义了变电站配置描述语言, 该语言以 XML 1.0 为基础, 用来描述与通信相关的智能电子装置的结构、参数、通信系统结构、开关间隔结构以及它们之间的关系。由于 XML 信息独立于平台, 从而使文件中的数据可以通过某种兼容的方式在不同厂商的智能电子设备间进行交换。

1.1 XML 技术在 SCL 中的应用

可扩展标记语言 XML (eXtensible Markup Language) 允许用户自定义标签, 支持多层节点元素的任意嵌套, 可对复杂的对象进行详尽的结构化描述。具有自描述性, 数据、结构和显示方式相分离, 属性和元素可扩展, 以及平台无关性等特点, 是电力系统新型远动通信系统中理想的数据交换通用格式和标准。XML 在变电站自动化系统中的应用主要包括两个方面:

(1) 作为变电站配置描述语言的基础用于系统的静态配置, 用来编写变电站自动化系统的静态配置文档, 并作为信息交换格式实现各种设备间的互

操作。

(2) 用于通过Web进行的非实时数据通信, XML与HTTP配合使用以实现Web上变电站自动化系统非实时数据通信。

IEC 61850-6部分的变电站描述配置语言是基于XML1.0的, 因此以该标准为基础的新型运动系统可以充分利用XML的描述能力及其成熟的相关技术来实现调度中心与IEDs的信息交换及设备管理。

1.2 SCL内容概述

SCL文档主要定义了以下内容:

(1) 一次电力系统的结构。主要包括使用了哪些一次设备, 以及一次设备之间的拓扑连接等。

(2) 通信系统。主要包括智能电子装置的通信访问点, 以及与子网或网络的连接方式。

(3) 应用层通信。主要包括数据帧的分组、打包、发送。以及智能电子装置的启动方式, 服务类型, 需要从其它智能电子装置处取得哪些数据。

(4) 智能电子装置。包括配置在智能电子装置上的逻辑设备、每个逻辑设备的类型等。

(5) 定义可实例化的逻辑节点类型。包括定义逻辑节点的强制、可选、用户自定义的数据及可选服务等。

从系统建模角度看, SCL定义了三个基本对象模型, 包括变电站部分、产品部分、通信部分。变电站部分和产品部分完全按照分层结构来组织, 并能依据IEC 61346规约映射到功能和产品结构。通信部分仅包括智能电子装置与子网的通信之间的连接关系、子网间借助于智能电子装置的内部路由器的连接关系, 以及用于时间同步的主时钟在子网中位置。

1.3 SCL语法结构

SCL语言通过Schema模式定义了具体的SCL语法, 主要包括头(Header)、变电站描述(Substation)、智能电子设备描述(IED)、通信系统描述(Communication), 以及逻辑节点数据类型模板(DataTypeTemplates)五部分。每一部分都对数据组件进行了细化, 并对配置文档的内容做出了严格的限制。

这五部分内容分别是SCL配置文档中SCL根元素的子元素。其中Header包含SCL文档的版本和修订号以及名称映射信息; Substation包含了变电站的功能结构, 它的主元件及其电气连接; IED描述了IED的预配置信息, 包括逻辑装置、逻辑节点、数据对象和所具备的通信服务能力; DataType

Templates定义了了在文件中出现的逻辑节点, 包括它的类型以及该逻辑节点所包含的数据对象; Communication定义了逻辑节点之间通过逻辑总线和IED接入点之间的联系方式。

这些元素各有其子元素和相关的属性, 层层嵌套, 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。SCL文档的分层结构模型的主要内容如图1所示。

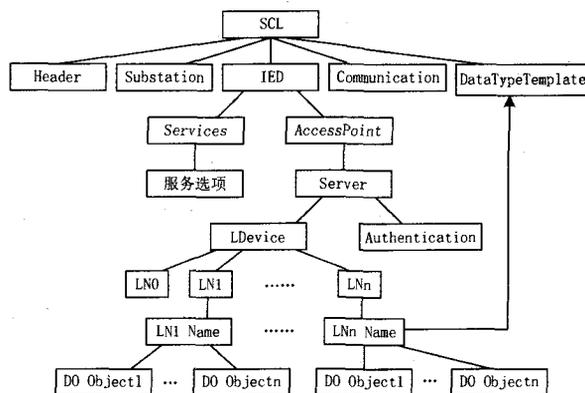


图1 SCL结构模型

Fig.1 Structure of SCL

2 SCL配置工具的设计实现

2.1 程序设计思路

IEC61850为变电站对象模型定义了分层结构, 作为变电站数据模型的描述语言, SCL采用了与之相应的分层结构。一个SCL文档主要包括五部分内容, 分别是Header、Substation、IED、DataTypeTemplates、Communication, 这五部分描述的主要内容在1.3小节中已经做了介绍, 不赘述。通过这种逐层分解的方法可以将一个复杂的变电站对象模型的配置情况和所能提供的服务利用XML描述出来。

本程序的开发环境为VC++ 6.0, 在设计时采用模块化的设计方案尽量降低各模块之间的耦合度, 便于以后的升级修改。设计基于SCL的分层模型, 利用树型控件显示分层结构, 通过基于文档对象模型(DOM)的XML解析技术, 实现XML文档的解析。编程实现将树型控件中的层次结构映射到内存中的DOM树中, 完成SCL文档的配置, 或者将解析出的SCL文档逐层添加到树型控件中实现SCL文档的浏览。

本SCL配置工具主要实现两方面的功能:

(1) 编辑功能。提供一个可视化的编辑环境, 用树型控件显示SCL的层次型结构。将SCL文档中

定义的各元素的属性以表格的形式呈现给用户, 用户通过填写表格即可完成对相应元素的属性配置, 并且可以在树型控件中完成对SCL文档中元素的添加、修改、删除等操作。

(2) 浏览功能。直观地显示已配置好的SCL文档的层次型结构, 通过XML解析功能, 按照SCL文档的层次型关系将相应的节点添加到树型控件中。通过操作树型控件, 用户可以清楚理解SCL文档的层次型关系, 同时可以查看各元素节点的属性并可做出相应的修改。

配置工具主要由XML解析模块、LN和CDC信息库模块、SCL文档互导模块、元素定位模块等组成, 下面将详细叙述这几个功能模块的实现方法。

2.2 XML解析模块

本设计选用微软的MSXML 4.0解析器。MSXML解析器提供四种不同的功能, 分别是基于文档对象模型(DOM)的分析器、SAX(Sample API for XML)分析器、XSLT处理器, 以及验证分析器^[5]。考虑到IEC 61850定义的变电站数据对象模型是建立在一套层次模型的体系上, 这种层次关系从逻辑上讲是树状并且是立体的, 因此在设计SCL配置工具时选用了能够方便操作这种树状数据结构的DOM解析器。

利用DOM解析XML文档时, 将在内存中构造一棵数据树, 通过它提供的API, 开发人员可以添加、编辑、移动或删除树中任意位置的节点。本程序将内存中创建的数据结构通过树型控件呈现给用户, 用户对树型控件中节点的操作将直接反应到内存中数据树的节点元素的变化上。本设计中用到的部分DOM函数如表1所示。

表1 DOM函数及其功能

Tab.1 The DOM function and its definition	
函数名	函数说明
createElement	创建元素节点
appendChild	添加子节点
getAttribute	得到元素节点的属性值
setAttribute	设置元素节点的属性值
getNodeValue	得到节点属性值
removeNamedItem	删除节点属性
removeChild	删除当前子节点
selectNodes	得到满足一定条件的节点集
selectSingleNode	根据路径得到相应节点
getItem	根据索引选择节点集中节点

2.3 LN和CDC信息库

LN和CDC信息库模块用来存放IEC61850-7部分中定义的逻辑节点类和公共数据类的基本信息。

逻辑节点类的基本信息包括逻辑节点类的数

据类型、是可选的还是强制性的、是否是设置量等。公共数据类的基本信息除了上述项外还包括数据的功能约束和触发条件。在编辑逻辑节点元素时, 都要考虑这些信息所提供的相应约束。LN和CDC信息库的组成结构符合XML语法规则, 以便扩充新增加的逻辑节点类, 同时提供LN和CDC信息库的访问接口, 方便查询和修改。

2.4 SCL文档互导模块

本程序选用VC++ 6.0自带的树型控件来实现SCL文档的互导模块。树型控件显示的结构对应着内存中建立的DOM树。通过树型控件可以实现SCL元素节点的添加、删除和修改。该模块主要实现XML文档与树型控件的互导, 下面以SCL文档导入到树型控件为例说明这种过程。

考虑到SCL文档中同一类型的子元素可能多次出现, 为了便于分类显示, 在向树型控件添加节点时, 根据SCL Schema的约束, 将要添加元素包含的所有可能出现的子元素类型预先添加到当前节点下, 再将SCL文档中的子元素分类添加到相应的节点类型下, 流程图如图2所示。

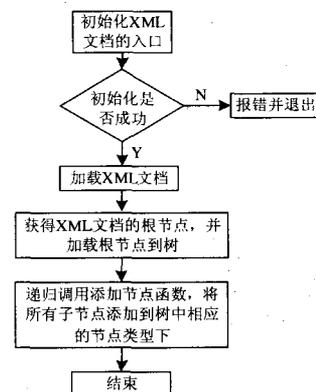


图2 SCL文档互导模块的流程图

Fig.2 Flow process diagram of document mutual operation mode

2.5 元素定位模块

同一类型元素可能出现在文档的不同层次中, 在配置SCL文档时需要确定每一元素在文档中出现的准确位置。元素定位模块将树中的层次关系映射到SCL文档中, 主要分两步执行, 一是自动搜索配置界面中树的层次关系, 得出目标元素在各层的索引, 二是利用前面搜索得出的索引到内存DOM树中逐层查找, 确定出该节点在SCL文档中的位置, 具体流程如图3所示, 其中currentItem表示当前节点, parentItem表示当前节点的父节点。

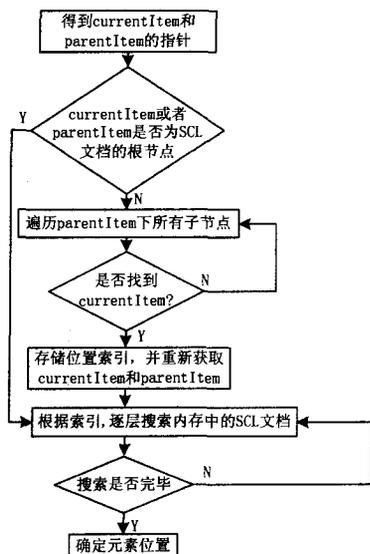


图3 元素定位模块流程图

Fig.3 Flow process diagram of element allocation mode

3 结论

厂站内智能电子装置的 SCL 文档配置工具是实现新型电力远动通信系统的一项重要内容, 正得到人们越来越多的关注。本文针对 SCL 文档的特点, 提出了 SCL 文档配置工具的设计和实现方法, 为实现高效、灵活的新型电力远动系统做了有益的探索。

参考文献

[1] 尹家凡, 王孙安, 盛万兴. XML语言在变电站设备描

(上接第 39 页 continued from page 39)

- [4] 郭建, 周斌. 新型微机自动准同期装置设计[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(8):77-81.
GUO Jian, ZHOU Bin. Design of Microprocessor-based Automatic Quasi-synchronization Device[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(8):77-81.
- [5] 李俊霞, 涂仁川, 严兵, 等. 一种微机型自动准同期装置[J]. 继电器, 2002, 30(9): 53-54.
LI Jun-xia, TU Ren-chuan, YAN Bing, et al. A Microprocessor-based Automatic Synchronizing Device[J]. Relay, 2002, 30(9):53-54.
- [6] 张伏生, 耿中行, 葛耀中. 电力系统谐波分析的高精度 FFT算法[J]. 中国电机工程学报, 1999, 19(3): 63-66.
ZHANG Fu-sheng, GENG Zhong-hang, GE Yao-zhong. FFT Algorithm with High Accuracy for Harmonic Analysis in Power System[J]. Proceedings of the CSEE, 1999, 19(3):63-66.
- [7] 李振然. 利用傅里叶变换实现微机自动准同期[J]. 继电器, 1994, 22(4): 35-40.
LI Zhen-ran. Realization of Microprocessor-based Automatic Synchronizing Device Based on FFT Algorithm[J]. Relay, 1994, 22(4):35-40.

述中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2003, 21: 209-210.
YIN Jia-fan, WANG Su-nan, SHENG Wang-xin. XML's Application in Device Description in Substation[J]. Computer Engineering and Applications, 2003, 21: 209-210.

- [2] 兰森林, 张沛超. 基于SCL模型IED配置器的设计与实现[J]. 继电器, 2005, 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): 48-51.
- [3] 谭文恕. 变电站通信网络和系统协议IEC 61850 介绍[J]. 电网技术, 2001, 25(9): 8-15.
TAN Wen-shu. Analysis of IEC 61850 Communication Networks and System in Substations[J]. Power System Technology, 2001, 25(9): 8-15.
- [4] 谭文恕. 电力系统无缝通信体系结构[J]. 电力自动化设备, 2001, 21(11): 1-4.
TAN Wen-shu. Seamless Communication Architecture in Power Systems[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21(11): 1-4.
- [5] 李勇军, 冀汶莉, 马光思. 用DOM解析XML文档[J]. 计算机应用, 2001, 21(8): 103-105.
LI Yong-jun, JI Wen-li, MA Guang-si. Parsing XML Document by DOM[J]. Journal of Computer Applications, 2001, 21(8):103-105.

收稿日期: 2007-02-06;

修回日期: 2007-03-15

作者简介:

陈少君(1968-), 男, 工程师, 从事火电厂机组检修和信息管理工作; E-mail: chenshaojun1968@126.com

程晓(1978-), 男, 博士研究生, 研究方向为电厂信息管理系统研究。

[8] 李一泉, 何奔腾. 一种基于傅氏算法的高精度测频方法[J]. 中国电机工程学报, 2005, 26(2):78-81.

LI Yi-quan, HE Ben-teng. A High-Accuracy Algorithm for Measuring Frequency of Power System Based on Fourier Filter[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 26(2):78-81.

[9] 吴笃贵, 贺春, 易永辉. 一种新颖的频率跟踪算法[J]. 电网技术, 2004, 28(14): 39-43.

WU Du-gui, HE Chun, YI Yong-hui. A Novel Frequency Tracking Algorithm[J]. Power System Technology, 2004, 28(14):39-43.

[10] JB/T3950-1999, 中华人民共和国机械行业标准—自动准同期装置[S].

JB/T3950-1999, Mechanical Standard of the People's Republic of China-Automatic Accurate Synchronizers [S].

收稿日期: 2007-04-04;

修回日期: 2007-05-05

作者简介:

周斌(1970-), 男, 高级工程师, 长期从事变电站自动化设备的开发研究工作。E-mail: zhoub@naritech.cn