

基于 SCL 模型的 IED 配置器的设计与实现

兰森林,张沛超

(上海交通大学电气工程系,上海 200240)

摘要: 智能电子装置 IED 的配置在 IEC 61850 协议中起着联系第 6 部分和第 7 部分的重要作用。基于变电站配置描述语言 SCL,详细讨论了 IED 配置器的设计与实现问题。首先讨论了 IED 配置器配置流程中的各个环节;然后阐述现有 SCL 模型存在的若干缺陷及对其所作的修改,分层分析了在修改的基础之上建立的 IED 配置器信息模型;最后给出了 IED 配置器的软件结构。

关键词: IEC 61850; 智能电子装置; 变电站配置描述语言

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)12-0048-04

0 引言

在变电站自动化系统中,智能电子装置 IED (Intelligent Electronic Device) 的配置(功能和参数的设定)起着至关重要的作用,对变电站安全、可靠运行有着重要影响。但在变电站自动化系统中,不同生产厂商的装置往往由于装置所支持的通信规约不统一、装置间不具备互操作性,造成装置之间相互配合困难、调试费用增加和周期变长^[1]。为了解决上述问题,IEC 已经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 IEC 61850^[2,3],其中的第 6 部分规定了实现设备互操作性的变电站配置描述语言 SCL (Substation Configuration Language)^[2]。通过该语言,一方面,可以描述 IED 的基本功能和可访问的基本信息,实现了设备的互操作;另一方面,可以配置 IED 的基本功能和设定 IED 装置运行参数。在 IEC 61850 中,IED 配置器 (IED Configurator) 正是基于 SCL 实现对 IED 配置的专用工具。它能够输入、输出按照 IEC 61850 标准定义的配置数据,提供智能电子装置 IED 的专用定值,产生智能电子装置 IED 特定的配置文件。

1 IED 配置器配置流程

在 IED 的配置中需要两类配置器:一类是系统配置器 (System Configurator),另一类是 IED 配置器。这两类配置器相互协作,共同完成 IED 的配置过程。在标准中对配置过程已有较详细描述,文献 [4] 也对此做了说明。本文不再重复。

IED 配置器可以从工程师站导入 IED 配置信息,可以接受系统配置器传回的配置信息,也可以根

据相应 IED 类型预生成初始 IED 配置信息再进行配置,生成供 IED 使用的特定配置文件。根据 IED 配置过程,IED 配置器配置流程设计如下:

1) IED 配置器接受到配置信息后,先验证其合法性。合法性验证分三种:一是 XML (Extensible Markup Language)^[5] 语法验证,验证配置信息是否符合 XML 文件格式。如果验证失败则中止配置过程;二是 SCL 语法验证,检验配置信息是否符合 SCL 模型规范。SCL 模型对配置信息中所包含的元素 (Element)、元素出现的次数及先后顺序、元素应该具备的属性 (Attribute) 均有严格的要求。如果检测到配置信息不符合这些要求,将终止配置过程;三是装置实际运行可行性验证,检验配置信息是否符合变电站实际运行情况。如果检测到有不符合实际情况的部分,给出警告提示,并指出警告部分。

2) 检测信息库 (信息库的详细内容见第 3 节) 中是否有相应的装置类型信息,如果没有,提示导入新类型装置信息,导入成功进入下一步,导入失败则终止配置过程。新类型装置信息由装置厂家提供,用于描述装置的基本功能,其格式应符合配置器信息模型 (见第 2 节) 规范。

3) IED 配置器也可以根据装置类型信息预生成初始 IED 配置信息。

4) IED 配置器根据信息模型将输入的信息分层分解成相应的信息对象,配置时对各个对象分别进行编辑。

5) 在配置过程中,需要进行必要的约束。这些约束有装置方面的,例如:不能配置装置并不具备的功能;有逻辑节点类 (LN) 和公共数据类 (CDC) 方面的,例如:不能删除逻辑节点中强制性的数据对象

(DO);还有变电站运行方面的,例如:逻辑节点中某些数据对象的数据值不能超越变电站的安全运行阈值。因此配置过程中还要获取这三方面的信息。这些信息都以 XML 文件的形式保存。

6) 完成配置,输出配置文件。

上述配置过程见图 1。

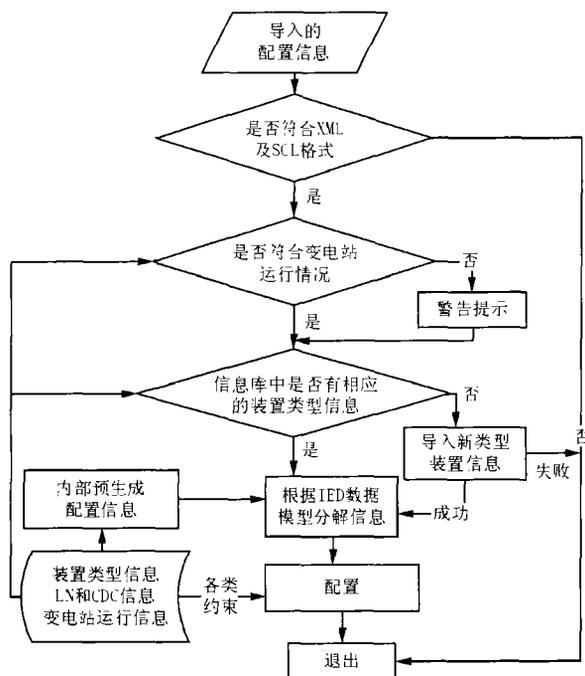


图 1 IED 配置器流程图

Fig 1 Flow chart of IED configurator

2 IED 配置器信息模型

IED 配置器的信息模型是在对 SCL 模型做了一些修改的基础上建立起来的。公共数据类、逻辑节点类模型和 SCL 模型是同一信息的两种不同表示模式,它们之间基本上是一一对应的关系。但在实践中,发现 SCL 模型尚有一些缺陷,尚不能完全满足表达 IEC 61850 中定义的对象模型,公共数据类、逻辑节点类模型的一些信息无法在 SCL 模型中找到对应的部分。为了完整的表述公共数据类、逻辑节点类模型的信息,需要对 SCL 模型作一些修改。这些修改主要是从 SCL 模型和公共数据类模型协调一致的角度做出的。所做的修改主要有:

1) 在数据对象 (DO) 元素下面添加数据对象子元素。修改的原因是有些公共数据类具有嵌套的对象结构。

2) 在数据属性 (DA) 元素下面添加了数据属性

子元素。修改的原因是有些公共数据类中含有结构类型的成员变量。

3) 修改了数据属性元素功能约束 (FC) 属性的类型,从枚举类型变为无符号整型。修改的原因是公共数据类中有些成员变量拥有多个功能约束,用位串类型 (可与无符号整型相互转换) 才能清楚表述。

4) 修改了数据属性元素触发条件 (TrgOpt) 属性的类型,从枚举类型变为无符号整型。修改原因同上。

IED 配置器信息模型能够精确描述 IED 的各个方面:功能投切、通讯设置、定值设定、对外的服务等,从结构上大体可以分为六层:

1) 智能电子装置 (IED) 层,主要描述了智能电子装置的一些基本信息和服务。

2) 访问点 (AccessPoint) 层,主要描述了智能电子装置的通讯接口。

3) 服务器 (Server) 层,定义了访问智能电子装置的权限认证方式和外部连接。

4) 逻辑装置 (LDevice) 层,这层代表了智能电子装置的功能分组,相关、相近的一些功能组成一个逻辑意义上的装置。

5) 逻辑节点 (LN0, LN) 层,这层是数据模型中最重要的一层,这一层中拥有多个 LN 元素以及一个 LN0 元素,每一个 LN 代表了智能电子装置一种具体的功能 (过流保护、距离保护、测量、计量等),而 LN0 中存放了各个 LN 共用的信息。

在 LN 元素中定义了四个子元素:

数据集 (DataSet),有序的数据或者数据属性的集合。每个数据集都有一个独一无二的名字索引。

报告控制块 (ReportControl),控制 LN 向一个或多个客户报告数据的过程。

日志控制块 (LogControl),控制 LN 存储或者检索历史数据的过程。

输入信号绑定 (Inputs),定义了完成 LN 功能所需要的外部信号,以及这些信号的来源。

在 LN0 元素中定义了七个子元素:

数据集、报告控制块、日志控制块、输入信号绑定四个子元素的意义同上。

采样值控制块 (SampledValueControl),设定了报告采样值的方式以及采样通道。

设定控制块 (SettingControl), 设定控制块中定义了装置中保存的定值组总数, 以及当前激活的定值组。

GSE控制块 (GSEControl), GSE控制块定义了IED装置之间的通讯设置。

6) 数据对象层, LN 以及 LN0 中包含的大量的数据信息 (定值、运行状态量等) 都放在数据对象层中。

3 IED 配置器的软件结构

IEC 61850 还在不断地进行修订, 因此设计 IED 配置器时要尽量降低各部分间的耦合度, 使各部分能够分别进行修改和升级, 把因标准修订而造成的改动降到最小。

IED 配置器由 XML 解析器、IED 信息模型解析 API、运行可行性验证 API、LN 和 CDC 解析 API、装置类型信息库、LN 和 CDC 信息库、变电站运行信息库以及配置界面等组成。各部分作用如下。

1) XML 解析器, 采用微软的 msxml4.dll 组件。通常有两种方式解析 XML 文件, 一种是 DOM (Document Object Model) 方式, 一种是 SAX (Simple API for XML) 方式。DOM 方式解析 XML 文件时一次性把整个文件都读入内存, 因此不适合比较大的 XML 文件, 而 SAX 方式只把你感兴趣的部分读入内存, 即使在解析很大的 XML 文件时所需要的内存也非常小。由于 IED 的配置信息量非常大, 所以这里采用以 SAX 方式解析 XML 文件的 msxml4.dll 组件。

2) 装置类型信息库, 存放各类型装置的基本功能信息, 即装置具备哪些功能, 这些信息的组成结构遵从配置器信息模型规范, 可通过 IED 信息模型解析 API 访问。装置类型信息库主要用于约束 IED 功能的设定, 防止用户把 IED 并不具备的功能写入配置信息中。

3) IED 信息模型解析 API, 封装 XML 解析器, 提供访问、编辑、删除、增加、验证 IED 信息模型各元素的应用程序接口。

4) LN 和 CDC 信息库, 存放 IEC 61850 - 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包含哪些数据、这些数据的类型、是可选的 (Optional) 还是强制性的 (Mandatory)、是否是设置量。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。编辑逻辑节点元素时这些信息都要用到, 以提供相应的约束。LN 和 CDC 信息库组成结构符合 XML 语法规范, 如果 IEC 61850 增加了新的逻辑节点类, 可以很方便进行扩充。

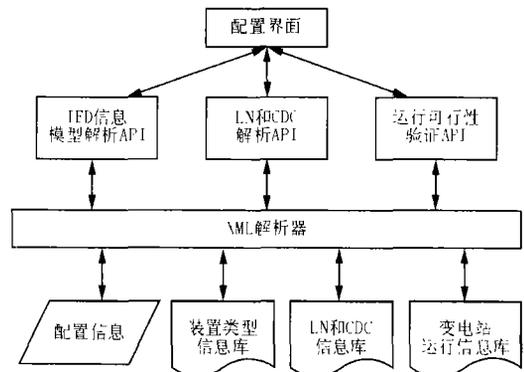


图 2 IED 配置器结构示意图

Fig 2 Software structure of IED configurator

5) LN 和 CDC 解析 API 封装 XML 解析器, 提供访问、编辑 LN 和 CDC 信息库的应用程序接口。

6) 变电站运行信息库, 存放变电站的运行信息, 主要用于在设定 IED 定值时提供相应的约束。变电站运行信息库组成结构符合 XML 语法规范, 便于根据变电站的实际情况进行相应的修改和扩充。

7) 变电站运行可行性验证 API, 封装 XML 解析器, 提供访问、编辑变电站运行信息库的应用程序接口。

8) 配置界面, 提供友好的人机接口。

4 结语

IEC 61850 运用面向对象的方法, 完整详尽地描述了电力系统变电站侧的信息模型、通信模型和配置模型。其中, 用于描述信息模型和通信模型的 Part - 7 已经正式出版, 而用于描述配置模型的 Part - 6 迟迟未出版。分析其原因, 首先, IEC 61850 的信息模型具有复杂的对象结构、大量的属性约束和开放的机制, 应用 XML 语言进行描述并实现完全的协调一致具有相当的难度; 其次, 变电站的配置问题不但涉及到配置语言, 还涉及到配置流程以及工程化过程; 最后, IEC 正在做进一步的工作, 希望实现 IEC 61850 SCL 模型和 IEC 61970 CM XML 模型的兼容。可以预计, 即使标准全部出版, 仍需在大量工程实践中经过检验并加以修订。在制定 IEC 61850 的过程中, 美国、德国、荷兰等国都有示范工程, 用以验证标准, 通过实践反过来又会促进标准完善^[1]。

本文设计和实现了遵循 SCL 模型的 IED 配置器,详细探讨了其配置流程和软件结构,并指出了现有模型中的缺陷和改进方案。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] 谭文恕. 电力系统无缝通信系统体系 [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.
- [2] IEC 61850, Communication Networks and Systems in Substations[S].
- [3] 谭文恕. 变电站通信网络和系统协议 IEC61850 介绍 [J]. 电网技术, 2001, 25(9): 8-15.
TAN Wen-shu An Introduction to Substation Communication Network and System-IEC61850 [J]. Power System Technology, 2001, 25(9): 8-15.
- [4] 卞鹏,潘贞存,高湛军,等. SCL 在变电站远程配置管理

中的应用 [J]. 电力系统自动化设备, 2004, 24(4): 54-56

B IAN Peng, PAN Zhen-cun, GAO Zhan-jun, et al Application of SCL in Remote Substation Configuration Management [J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24(4): 54-56

- [5] 张仕,毛宇光. XML 语法检查的实现 [J]. 计算机工程与设计, 2002, 23(11): 86-90.
ZHANG Shi, MAO Yu-guang Implementation of XML Parser [J]. Computer Engineering and Design, 2002, 23(11): 86-90.

收稿日期: 2004-10-08; 修回日期: 2004-10-28

作者简介:

兰森林 (1978 -),男,硕士研究生,研究方向为电力系统自动化;E-mail: lansenlin@sjtu.edu.cn

张沛超 (1970 -),男,副教授,主要从事专家系统在电力系统中的应用研究。

Design and implementation of IED configurator based on SCL model

LAN Sen-lin, ZHANG Pei-chao

(Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: The configurations of IEDs play an important role in associating the part-6 with the part-7 of IEC 61850. Based on substation configuration description language (SCL), this paper details the design and implementation of IED configurator. Firstly, each tache in the configuration flow of IED configurator is discussed. Secondly, this paper expounds several limitations of SCL model and its modifications, and analyzes the IED configurator information model which is built on the modifications of SCL model. Finally, the software structure of IED configurator is presented.

Key words: IEC 61850; intelligent electronic device; substation configuration description language

(上接第 39 页 continued from page 39)

Arc suppression coil grounding device and its application in substation design

HUANG Dong-ping

(Heyuan Power Supply Branch, Guangdong Group Corporation, Heyuan 517000, China)

Abstract: As the development of power supply system, especially the adding of cable lines, single-phase grounding capacitive current has increased greatly. This causes capacitive current too large to suppress coil automatically when single-phase grounding fault occurs. Whether or not equip arc suppression coil and how to use it are decided by system dynamic capacitance to earth. And the adaptability, reliability and advantage become the main criterion of arc device selecting. This paper not only briefly introduce working principles and characteristics of several kinds of domestic arc suppression coil at present, but also illustrates the calculation and measuring approaches of grounding capacitive medium-voltage distribution system, and the distribution planning and capacity calculation of arc suppression coil. Some suggestions about the design of grounding transformer and arc-suppression coil system are put forward.

Key words: neutral grounding in urban power distribution system; arc suppression coil; grounding-transformer; neutral grounding