

文章编号:1000-582X(2006)12-0061-04

SCL在变电站智能电子装置通信配置中的应用*

郭嘉, 韩力, 罗建, 高仕红

(重庆大学电气工程学院 高电压与电工新技术教育部重点实验室, 重庆 400030)

摘要:介绍了变电站通信网络和系统系列标准 IEC61850 及 IEC61850 推荐的变电站配置专用语言 SCL, 具体分析了 SCL 技术所包含的面向对象的自描述功能. 在此基础上, 用 SCL 语言完成了一个简单变电站的静态配置, 并探讨了如何利用 Web 浏览器实现对变电站数据的动态显示及远程访问. 得出将变电站配置语言 SCL 与 IEC61850 统一模型相结合能清楚地描述变电站及其装置配置信息的结论, 而且通过 SCL 文件传送配置信息可以方便地实现变电站配置状况的管理. 对于了解当前变电站自动化通信技术发展趋势, 研究符合 IEC61850 标准的变电站通信系统有一定的借鉴意义.

关键词:IEC61850 标准; XML 语言; SCL 语言; 数据通信

中图分类号:TM764

文献标识码:A

IEC61850 标准是迄今为止最为完善的关于变电站自动化的通信标准^[1], 它是由国际电工委员会 TC57 在总结以前通信协议的基础上制定的. IEC61850 不仅能适应日新月异的通信技术变化发展需要, 适应复杂多变的变电站自动化应用功能, 能够科学地评估变电站自动化系统的通信性能^[2], 更为重要的是, 它采用分层分布式体系和面向对象的建模技术, 使数据对象的自描述成为可能, 为最终实现变电站自动化系统的互操作性提供了依据. IEC61850 将变电站分为 3 层: 变电站层、间隔层、过程层. IEC61850 标准的第 6 部分规定了描述通信有关的智能电子装置 IED 配置和参数、通信系统配置开关间隔(功能)结构及它们之间关系的文件格式, 所定义的语言称为变电站配置描述语言 SCL^[3], 该语言是基于扩展增强语言 XML 1.0 版. XML 是目前最先进的网络技术和语言, 它在变电站自动化通信系统中发挥着重要的作用, 其应用主要包括两方面: 一是作为变电站配置描述语言的基础用于系统的静态配置; 二是通过 Web 进行非实时数据通信^[4]. 笔者用 SCL 对一个简单变电站进行了配置, 并提出了用 Web 浏览器对变电站数据远程访问的实现方法.

1 SCL 技术

1.1 XML 与 SCL 简介

可扩展标记语言 (eXtensible Markup Language,

XML) 是由 W3C 于 1998 年 2 月发布的一种标准. 它同样是通用标识语言标准 (Standard Generalized Markup Language, SGML) 的一个简化子集, 它将 SGML 的丰富功能与 HTML 的易用性结合到 Web 的应用中, 以一种开放的自我描述方式定义了数据结构, 在描述数据内容的同时能突出对数据结构的描述, 从而体现出数据之间的关系. 这样组织的数据对于应用程序和用户都是友好的、可操作的.

SCL (Substation Configuration Language) 基于 XML 1.0, 它是一种信息集成的描述工具和转换工具, 专用于变电站 IED 设备、变电站系统和变电站网络通信拓扑结构的配置, 最终目的是为了对不同制造厂商的配置工具交换系统的配置信息, 实现互操作. 标准第 6 部分规定智能电子装置描述文件后缀为 ICD, 变电站配置描述文件后缀为 SCD.

1.2 SCL 对象模型

所谓对象模型是指用 SCL 对变电站及站内的 IED 进行统一建模, 并对变电站内与配置相关的各种对象的描述方法作出明确的规定. SCL 对象模型如图 1 所示.

对象模型有 3 层基本对象层次^[3]:

1) 变电站模型 (图 1 最上面部分). 描述开关间隔的装置 (过程装置)、基于单线图连接 (拓扑)、说明装置和功能. 说明按照 IEC61346 标准进行组织.

2) 产品 (智能电子装置) 模型. 变电站自动化系统

* 收稿日期: 2006-08-10

作者简介: 郭嘉 (1981-), 男, 湖北荆门人, 重庆大学硕士, 主要从事变电站自动化系统及其通信标准研究.

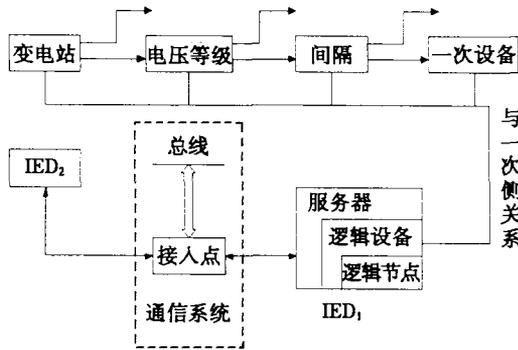


图1 SCL对象模型

相关的对象如 IED、逻辑节点等。

3) 通信系统模型。如子网、通信访问点,描述有关智能电子装置的连接。

1.3 面向对象的自描述功能

变电站站内设备自动识别是在新的 IED 接入系统后,装置和厂站端系统、调度端系统相互配合,使系统辨识出设备的种类、型号、安装位置等信息,并对系统端的 SCADA 装置数据库、数据管理数据库和系统接线图等与装置有关的内容进行更新。SCL 采用 IEC61850 中定义的公共设备和设备组件对象对 IED 进行描述,不但使自描述信息更加简洁,而且由于对象的通用性而不需对描述预先定义,降低了工程建设的难度,新接入 IED 的配置数据中含有完备的自描述信息,可以直接建立数据库,减小了数据获取和维护的工作量^[5]。

1.4 语法

SCL 语法是基于 XML 语法的。XML 采用文档类型定义文件(DTD)来定义 XML 文档所允许的词汇。这种方法被用于 SCL 标准语法沿用。SCL 语法元素分为 5 个部分:

- 1) 标头(用于表示一个 SCL 配置和它的版本);
 - 2) 变电站描述;
 - 3) 智能电子装置描述;
 - 4) 通信系统描述;
 - 5) Lnode(变电站功能逻辑节点)类型描述。
- 每一部分都要遵循 SCL 语法来编写。

2 基于 WEB 的 XML 数据通信技术

基于 IEC61850 的自动化系统网络通信方式分为 3 种:

1) 局域网上的实时数据交换,将抽象通信服务接口(ACSI)映射到制造报文规范(MMS)或者公共对象请求代理结构 CORBA 上。在标准的第 8 部分做了相应的规定,这部分标准适用于变电站层与间隔层之间的实时通信。

2) 单向多路点对点串行以太网实时通信。在标准的第 9 部分做了相应的规定,这部分标准适用于电子式电流或电压互感器的组合单元(过程层设备)与诸如继电保护这样的间隔层设备之间的实时通信。

3) 通过 http、Web 浏览器、XML 进行的非实时数据通信。

基于 web 的 XML 数据交换结构主要分为 3 层:数据存储层、中间层和显示层^[6],如图 2 所示。

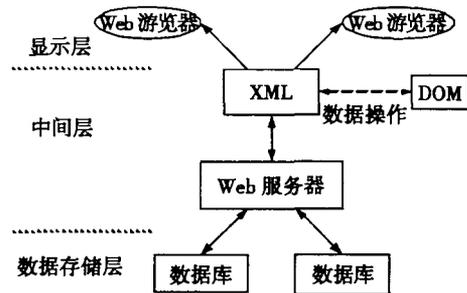


图2 基于 Web 的 XML 数据交换结构

各层主要完成如下功能:

1) 数据存储层。主要实现数据存储管理,一般由系统后台数据库系统实现。

2) 中间层。通过数据存储层提供的接口实现数据的访问和操作,并将数据转化为 XML 格式。

3) 显示层。XML 配合扩展样式语言(Extensible Style Language, XSL)可以按照预先定义的样式显示。

通过 Web 采用 XML、HTML、HTTP 等技术的通信方式主要用于对变电站的远程监视以及无人值班的变电站自动化系统,由于网络及 HTTP 的特性使得此种通信方式具有通信范围广、传输信息量大、易于实现及维护等优点,但是由于无法达到实时性,因此只适用于非实时应用。而实时通信主要是采用抽象通信服务接口 ACSI 映射到制造报文规范 MMS 的方法。XML/HTTP 提供了一个既简单又强大的可访问 IED 的接口,并可以直接利用 Web 浏览器监视和访问远程数据和配置参数。

3 变电站配置实例及远程访问方法

变电站模型是基于变电站功能结构的对象分层。因为逻辑节点所执行的功能包含在变电站的完整描述中,故它们可作为低一层功能对象附属于每个站级功能层^[3]。如开关控制逻辑节点附属于开关设备,测量逻辑节点附属于测量的间隔。变电站配置用于描述一个变电站的功能结构和表示一次设备和它们的电气连接关系。本例针对有单母线,一条 220 kV 进线和两条 110 kV 出线的输电变电站建模,其结构图如图 3^[3]所示。

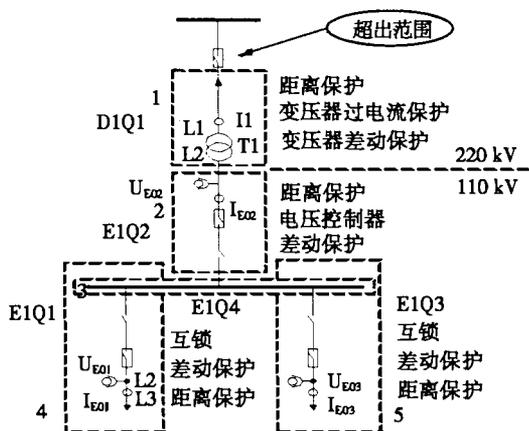


图 3 变电站配置

如图 3 所示,该变电站有 2 个电压等级 D1 - 220 V, E1 - 110 V.

5 个间隔:

- 1) D1Q1 馈线、变压器、电流互感器;
- 2) E1Q2 馈线、隔离开关、断路器、电流互感器、电压互感器;
- 3) E1Q4 母线;
- 4) E1Q1 馈线、隔离开关、断路器、电流互感器、电压互感器;
- 5) E1Q3 馈线、隔离开关、断路器、电流互感器、电压互感器。

电压互感器分别用 U_{ED1} 、 U_{ED2} 、 U_{ED3} 表示; 电流互感器分别用 I_{ED1} 、 I_{ED2} 、 I_{ED3} 表示。

配置文件如下(并非完整的 SCL 文件,仅变电站部分):

```
<? xml version = "1.0"? >
<Substation >
< VoltageLevel Ref = "D1" Voltage = "220 kV" >
< Bay Nam = "Q1" >
< LNode Ref = "1" LNClass = "PDIS" IEDRef =
"D1Q1KA3"/ >
< Device Ref = "II" Type = "CTR" >
< LNode Ref = "1" LNClass = "TCTR" LDInst =
"LD1" IEDRef = "D1Q1KA1"/ >
< Connection CNodeRef = "L1" / >
</Device >
< Device Ref = "T1" Type = "PTR" >
< LNode Ref = "1" LNClass = "PDIF" IEDRef =
"D1Q1KA2"/ >
< LNode Ref = "1" LNClass = "YPTR" LDInst =
"LD2" IEDRef = "D1Q1KA1"/ >
< Connection CNodeRef = "L1" / >
< Connection CNodeRef = "L2" BayRef = "Q2"
```

```
VLRef = "E1" / >
</Device >
</Bay >
</VoltageLevel >
< VoltageLevel Ref = "E1" Voltage = "110 kV" >
< Bay Nam = "Q1" >
< LNode Ref = "1" LNClass = "MMXU" IEDRef =
"E1Q1KA1"/ >
< LNode Ref = "1" LNClass = "PDIS" IEDRef =
"E1Q1KA3"/ >
< LNode Ref = "1" LNClass = "PDIF" IEDRef =
"E1Q1KA2"/ >
< Device Ref = "QA1" Type = "CBR" >
< LNode Ref = "1" LNClass = "TCTR" LDInst =
"LD1" IEDRef = "D1Q1KA1"/ >
< LNode Ref = "1" LNClass = "CILO" / >
< Connection CNodeRef = "L1" / >
< Connection CNodeRef = "L2" / >
</Device >
.....
</Substation >
```

IEC61850 标准采用了面向对象的建模技术,每个 IED 包含了一个或多个服务器,每个服务器包含了多个逻辑设备,每个逻辑设备包含了多个逻辑节点,每个逻辑节点又包含了多个数据对象(见图 1)。从上例 SCL 配置文件可以看到 SCL 语言本身具有的层次特点能十分清晰地描述变电站的功能结构和电气连接关系。以电力变压器 T1 为例,T1(一次设备类型为 PTR)与电流互感器 II(一次设备类型为 CTR)在 L1 点实现了电气连接,T1 与间隔 E1Q2 在 L2 点实现了电气连接,一次设备 T1、II 共同构成间隔 D1Q1。从 IED 角度看,该间隔共有 3 个 IED 设备 D1Q1KA1、D1Q1KA2、D1Q1KA3,其中 D1Q1KA2 提供差动保护,D1Q1KA3 提供距离保护,而 D1Q1KA1 则包含了逻辑设备 LD1 和 LD2,LD1 和 LD2 各自包含了变电站功能逻辑节点 TCTR(类型为电流互感器)和 YPTR(类型为电力变压器)。

应用基于 Web 的 XML 数据交换方法,可以将变电站系统的配置数据存储于系统底层数据库中。然后 Web 浏览器将数据请求提交给 Web 服务器,Web 服务器再从数据库中提取数据并将数据格式化为 XML(SCL)格式,接着通过样式文件使用 DOM 接口将 XML(SCL)格式化为 HTML 并返回给客户端。这样就

完成了通过 Web 浏览器对变电站进行远程数据访问。

4 结 论

笔者用 SCL 完成了一个简单变电站的静态配置,并提出了实现变电站远程数据访问的方法,可以看到将变电站配置语言 SCL 与 IEC61850 统一模型相结合,能清楚地描述变电站及其装置配置信息,而且通过 SCL 文件传送配置信息可以方便地实现变电站配置状况的管理。国外在 2002 年的一些试验已经验证了 SCL 的描述能力。IEC61850 有很多优点,但具体应用是很复杂的,它对于现在和将来变电站自动化技术发展方向都将产生重大的影响,因此有必要继续对它进行深入的分析 and 研究。

参考文献:

- [1] 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): 8-11, 15.
- [2] 张结. IEC61850 的结构化模型分析[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(18): 90-91.
- [3] IEC61850, Communication Network and System in Substations[S]. 2002, 222-295.
- [4] 万博, 彭秀艳, 李永亮, 等. 基于 XML 的数据交换在变电站自动化中的应用[J]. 东北电力学院学报, 2003, 23(1): 67-71.
- [5] 卞鹏, 潘贞存, 高湛军, 等. 使用 XML 实现变电站中 IED 的自动识别和远程配置[J]. 电力系统自动化, 2005, 28(10): 69-72.
- [6] 李寅, 林宣雄. 基于 WEB 的 XML 数据交换技术[J]. 计算机系统应用, 2000, (11): 25-27.

Application of SCL on Communication Configuration of the IED in Substation

GUO Jia, HAN Li, LUO Jian, GAO Shi-hong

(Key Laboratory of High Voltage Engineering and Electrical New Technology, Ministry of Education, Electrical Engineering College of Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The standard of the communication networks and systems in substation-IEC61850, and the substation configuration language (SCL) recommended by IEC61850 are introduced. The object-oriented self-description function involved in SCL technology is analyzed. On the basis of it, the static configuration of a simple substation is completed, and then the dynamic display and long-distance access of the substation data are researched based on Web browser. As SCL and the IEC61850 general model are combined, the configuration information of the substation and the device are clearly depicted, furthermore the configuration management of the substation is easily realized by transmission of the SCL file. It is available for reference in understanding the trend of the substation communication technology and developing the substation communication system conformed to IEC61850.

Key words: IEC61850 standard; extensible markup language; substation configuration language; data communication

(编辑 李胜春)