

基于 SOAP 的电力系统信息传输的实现

曹厚继, 贾云辉

(国核电力规划设计研究院, 北京 100094)

摘要: 针对当前电力系统信息无法在异构平台之间实现共享的问题, 把简单对象访问协议 (SOAP) 应用到电力系统信息传输中。利用可扩展标记语言 (XML) 对电力信息进行了描述, 建立了信息传输模型, 并基于 Java 编程语言对该模型进行了编程实现。利用 SOAP 的跨平台性、可扩展性、良好的数据存储格式以及可以顺利通过防火墙等优点, 解决了上述问题。

关键词: 电力系统信息; 可扩展标记语言; 简单对象访问协议; 信息传输; 变电站; 网络服务技术

Realization of power system information transmission based on SOAP

CAO Hou-ji, JIA Yun-hui

(State Nuclear Electric Power Planning Design & Research Institute, Beijing 100094, China)

Abstract: To solve the problem that power system information can not be shared between isomeric paltforms, this paper applies simple object access protocol (SOAP) to power system. Power system information is described in extensible markup language (XML). Furthermore, an information transmission model is established and then realized through JAVA language. By use of the advatages of SOAP, including crossing platform, extensibility, favorable data storage format as well as going through fire wall smoothly, the above problem is perfectly solved.

Key words: power system information; extensible markup language(XML); simple object access protocol(SOAP); information transmission; substation; technology of network service

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)13-0061-04

0 引言

随着电网商业化运营的深入开展和电网规模的扩大, 电力系统的信息发布需求水平也越来越高, 各方对于信息需求越来越迫切。目前的 SCADA/EMS 系统在实际应用中缺乏标准数据库和应用程序接口, 系统扩展性较差, 制约了与其他系统的数据共享和集成, 而且缺乏便利的信息发布系统^[1]。在通常情况下, 只有少数调度、运行端电脑控制平台可以访问和调用地调所使用的 SCADA/EMS 系统中的数据库。同时, 调度、运行端电脑控制平台必须配置专门的接收软件才能浏览从厂站端传递来的数据, 而异构系统很难直接访问 SCADA/EMS 系统中的数据^[2]。这样就使得客户端对象单一且数量有限。如今, 电力市场不断发展, 迫切要求电力系统中的一些数据对外开放, 并且随着计算机网络技术的快速发展, 电力系统中的管理人员和一些电力用户也要求能够通过网络快速、便捷地了解到电力系统中的信息。这样就会使客户端

对象类型多样化且数量巨大, 服务对象除了调度员外还有电力系统中的管理人员和电力用户等。同时, 电力企业管理信息系统之间存在着特殊性和地域分散性, 并且运行于不同平台、采用的开发语言以及数据格式也不同, 系统之间不能兼容, 形成企业中的“信息孤岛”, 企业之间难以信息共享。如果在客户端再要求安装相应的接收软件才能浏览厂站中的数据, 不仅会给用户带来很大的不便, 还会造成资源的浪费。鉴于客户端数量巨大, 不可能也没有必要把变电站的信息实时地传输到每个客户端, 变电站只需把除了调度中心以外的其他客户端需要的信息准实时的传输即可。要达到这个目的, 首先需要解决的是如何实现在电力系统中的不同平台、不同开发语言的各服务端和客户端之间信息传输的问题。而当前流行的 Web Service 技术可以很好地解决这个问题。Web Service 只要求在客户端有浏览器即可使用户能够很方便地浏览电力系统中提供的数据, 还能实现异构系统之间的数据共享。在 Web Service 中, 所有主要供应商都支持 SOAP (简单对

象访问协议, Simple Object Access Protocol) 这一新标准协议^[3]。因此, 完全可以利用 SOAP 来传输电力系统信息。

1 电力系统信息的 XML (可扩展标记语言, Extensible Markup Language) 描述

1.1 XML 技术的引入

SOAP 是一个轻型的通信协议, 它是在分散或分布式环境中进行信息交换的简单协议。SOAP 不是通过特定的协议来调用方法, 而是使用一种开放性的语法来进行描述, 这种语法就是成熟的 XML 技术。SOAP 通常使用 HTTP 协议作为传输载体, 因为这种网络协议为大多数操作系统所支持, 所以使用这种方法可以方便地进行通信。因此可以简单的理解为 SOAP=HTTP+XML。也就是说, 在利用

SOAP 协议进行电力系统信息传输时, 传输的信息是 XML 格式, 这就要求首先要对电力系统信息进行 XML 描述。

1.2 电力系统信息的XML描述

在进行电力信息的XML描述时, 首先要制定出XML文档模式。制定XML文档模式的方法有两种: DTD(文档类型定义)和W3C定义的XML Schema。和 DTD相比, Schema有一致性、互换性、扩展性、规范性和易用性等优点, 所以本文采用XML Schema 文档模式^[4]。

下面以变压器为例, 介绍XML Schema文档模式的制定及XML描述, 其他设备与此类似, 只是其中的变量有所不同, 在此不在赘述。

先建一个简单的变电站树模型, 如图1所示。

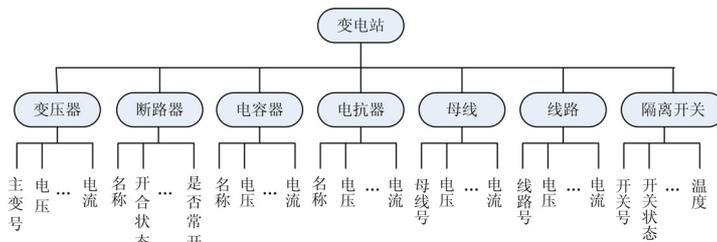


图1 变电站树模型

Fig.1 Substation tree model

图1所示的变电站树模型可分为三层: 变电站 (Substation) 为第一层; 变压器 (Transformer)、断路器 (Breaker)、电容器 (Capacitor)、电抗器 (Reactor)、母线 (Busbar)、线路 (Circuit)、隔离开关 (Disconnecting Switch) 为第二层; 第二层中所有元素所包含的子元素为第三层。

XML Schema本身就是一个XML文档, 故第一步要进行XML类型声明, 内容包括版本、编码形式, 类型声明为: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>。

第二步是Schema声明语句, 包含Schema名称空间声明。

第三步是声明一个元素名为Substation的用户自定义的复杂数据类型, 并通过嵌入复杂数据类型的定义实现用户自定义的复杂数据类型。Substation元素中包括Transformer子元素且声明了它的出现次数必须至少为一次。如下所示:

```
<xsd:element name="Substation">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="Transformer"

```

```
minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
</xsd:element>
```

第四步是声明一个Transformer元素, 在此元素内部也嵌入了复杂数据类型的定义。此过程与第三步相似, 此处不再介绍。

最后, 是各个独立子元素的声明, 如下所示:

```
<xsd:element name="VoltageLevel"
  type="xsd:string"/>
<xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
...
</xsd:schema>
```

引用Schema的XML文档Substation.xml如下:

```
<?xml version="1.0" encoding="gb2312"?>
<Substation xmlns="http://www.transformers.com">
  <transformer>
    <name>1#主变SFPSZ10-120000/220</name>
    <voltage>225KV</voltage>
    <tap position information>
      220±2×2.5%
```

```

</tap position information>
<current>300.00A</current>
</transformer>
...
</Substation>

```

2 构建基于SOAP协议的电力系统信息传输模型

引入SOAP协议后的电力系统信息传输模型如图2所示, 该模型可以分为三层。

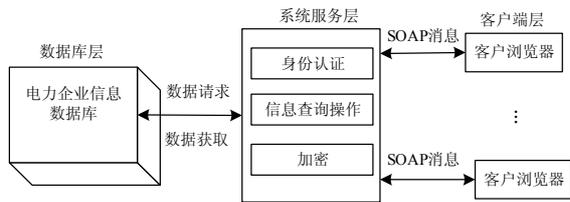


图2 引入SOAP协议的电力系统信息传输模型

Fig.2 Information transmission model based on SOAP

(1) 系统服务层

这一层将具体的功能按照Web服务的方式封装, 当客户端调用服务的时候, 就执行相应的操作, 与数据库进行通信, 并把结果以SOAP格式返回给客户端。如果用户没有通过身份认证, 则直接返回错误信息; 反之, 则进行相应的操作, 并将处理结果封装成符合SOAP格式的消息返回给客户端。

(2) 数据库层

数据库层存放电力系统信息, 本文采用Native-XML的SQL数据库。数据库层接收来自系统服务层的各种请求, 对请求进行相应的处理, 得到处理结果, 并将处理结果传送给Web服务。

(3) 客户端层

客户端负责响应用户的请求, 对请求命令以符合SOAP协议的格式调用服务器端的Web服务。在服务器返回处理结果后, 如果服务器返回的结果是状态, 则直接处理; 如果返回的是格式化数据, 则需要经过格式化处理, 把XML格式的电力数据转化为便于显示的HTML格式。

和传统的客户机/服务器模型不同, SOAP/Web浏览器模型不需要在客户机上安装特有的客户应用程序, 而可采用标准的浏览器软件来查看基于HTML语言的网页^[5]。客户端只是提出请求, 所有的响应都在服务器端完成, 只需在服务器端进行系统维护即可, 客户端无须任何维护, 大大降低了系统的工作量。这就是所谓的“瘦客户”或者“零客户”模式, 这种方式无疑能为信息检索、查询等服务提供很大方便。

基于SOAP协议的电力系统信息传输的工作方式可以被理解为请求/响应系列。服务器提供的服务可以抽象为若干命令, 每一条命令可以完成特定的功能操作。客户端生成命令请求, 并以符合SOAP协议的格式调用服务器端的Web服务, 同时客户端还要处理服务端返回的信息; 服务端将具体的功能按照服务的方式封装, 当被客户端调用时, 就调用电力系统信息应用服务器执行响应操作, 并把结果或者状态信息返回给客户端。

3 基于 SOAP 的电力系统信息传输的实现

3.1 软件的选择

本文选用 Windows XP 操作系统, 利用 Java 语言进行编程实现。

首先需要安装JDK, 本文选用的版本是j2sdk1.4.2.13。

其次, 选用 Apache SOAP 2.3.1 作为 SOAP 服务器。随着 SOAP 的逐渐升温, 许多大的厂商相继发布了支持 SOAP 的软件, 而 Apache SOAP 是最著名的、也是实现了最多 SOAP 协议特性的 Java 实现。Apache SOAP 2.3.1 是当前最新稳定版本, 支持通过 HTTP 和 SMTP 传输 SOAP 消息, 是目前比较理想的 SOAP 服务器^[6]。

最后, 选择 Tomcat 充当 Apache SOAP 应用的容器。而 Apache SOAP 应用充当 SOAP 服务的容器, Apache SOAP 客户程序可以通过 Apache SOAP API 来发出 RPC 请求, 访问 SOAP 服务, 这些软件组件的关系见图 3。

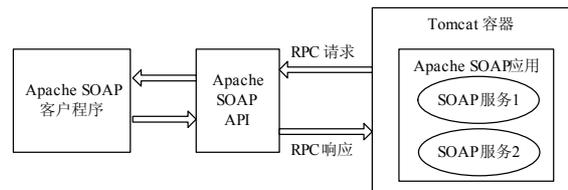


图3 SOAP 客户和 SOAP 服务

Fig.3 SOAP client and SOAP server

除了上面介绍的软件之外, 数据库选择了 Native-XML 的 SQL 数据库, 此数据库支持 XML 文档格式。

3.2 信息传输的实现

利用上述软件搭建并部署好服务器后, 就可以进行信息的传输了。传输过程简单地说包括两个方面: 一是SOAP客户端发出SOAP请求; 二是SOAP服务器接收和响应SOAP请求。本文以客户端向服务器请求得到变压器的信息为例进行说明。

3.2.1 SOAP客户端发出SOAP请求

SOAP客户端向SOAP服务端发出的请求是一个用SOAP封套进行封装的XML格式的字符串。在客户端，Web浏览器创建一个请求并发送到SOAP服务器。这些请求以纯文本的方式编写，每个请求都有标准的HTTP格式头。在创建SOAP消息时，需要把附加信息添加到这些标准HTTP格式中。

1) SOAP请求头

传递给SOAP服务器的SOAP请求头如下所示：

POST / Substation HTTP/1.1

Host: localhost:80

...

SOAPAction: "http://tempuri.org/action/
Substation.GetTransformer "

2) 服务器端接收到的SOAP请求的内容

SOAP请求的内容如下所示：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
standalone="no"?>
```

...

```
<SOAP-ENV:Body>
```

```
<SOAPSDK1:GetTransformer
```

```
xmlns:SOAPSDK1="http://tempuri.org/messag
e/">
```

...

```
</SOAPSDK1:GetTransformer>
```

```
</SOAP-ENV:Body>
```

```
</SOAP-ENV:Envelope>
```

上部分是SOAP请求的封套，对任何SOAP请求都一样，下部分是SOAP请求的主题部分。该示例是请求SOAP服务器执行浏览变压器信息模块的方法GetTransformer，即提取变压器信息的方法。

3.2.2 SOAP服务器接收和响应SOAP请求

SOAP服务器接收到SOAP客户端发来的SOAP请求以后，解析SOAP报文，从SOAP请求中提取出请求的方法（GetTransformer），根据SOAP服务端的绑定文件，找到与SOAP请求相应的信息，将其映射为本地应用服务器上的组件调用，然后调用SOAP应用服务器上真正的应用程序，执行SOAP请求。

1) SOAP服务端的绑定文件

SOAP服务端的绑定文件是一个XML格式的文件。

SOAP服务器的Web Services对象从SOAP客户端发来的请求中解析出SOAP请求方法GetTransformer，然后从绑定文件中获得SOAP请求方法GetTransformer应该在服务名为localhost:80的机器上，由Substation类对象的GetTransformer方法

完成。有了这些信息，SOAP服务器上的Web Services对象就可以创建远程对象，根据WSDL文件以及WSML文件，执行SOAP请求。并将执行结果加上SOAP封套信息，形成对上述SOAP请求的SOAP响应。

2) SOAP响应头

第一行包含一个状态码和一个与此状态码相关的信息。这个传输变压器信息的例子中状态码是200，消息是OK，表示请求被成功解码，并返回一个正确的响应。响应头文件如下所示：

HTTP/1.1 200 OK

Content-Type:text/xml;charse=utf-8

Content-Length:480

...

3) SOAP响应内容

下面是SOAP服务器执行上述SOAP请求后生成的SOAP响应，也是SOAP客户端接收到的响应消息。消息如下所示：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
standalone="no"?>
```

```
<SOAP-ENV:Envelope
```

...

```
<VoltageLevel/>
```

```
< name >1# 主变
```

```
SFPSZ10-120000/220</name>
```

```
<tap
```

```
information>220+2×2.5 %</tap
```

```
information>
```

...

```
</SOAPSDK1:GetTransformerResponse>
```

```
</SOAP-ENV:Body>
```

```
</SOAP-ENV:Envelope>
```

4) SOAP消息的客户响应

SOAP响应消息被SOAP服务器生成以后，再转给HTTP服务器，由HTTP服务器将其返回给客户端。SOAP客户端接到SOAP响应以后，可以解析出SOAP响应的主体部分，再转换为HTML文档，以Web页面形式显示给用户。此时，客户端就得到了服务器中变压器的信息，完成了整个访问过程。

4 结论

SOAP是在分散或分布式环境中实现信息交换的简单协议，它仅仅定义了如何通过HTTP和XML

(下转第70页 continued on page 70)

输出)与机组功率的输出是否成线性关系;检验机组能否满足一定的调节速率,且调节速率的变化对机组的影响是否在允许限度内。进行试验时,控制系统接口、数据通信、机组本身的调节品质、静态模拟须先予保证,AGC实际跟踪情况再在动态试验中不断地修改完善,直到达到AGC的要求。可以看出,该火电机组的AGC跟踪效果较好,动态偏差对频率的影响较小,但响应速度不够快,调节范围也不够大,AGC可以投入,以响应变化缓慢的负荷变化。而该水电厂的AGC跟踪效果较差,动态偏差对频率的影响较大,不能立即投入AGC,必须对机组监控系统进行必要修改,以改善机组功率跟踪AGC的线性度。若偏差能有效下降到允许范围内,即可投入AGC,以跟踪变化快速的负荷变化。

总之,尽管试验提供了AGC必要的数据,提高了AGC水平,但也应看到,有些区域负荷变化较大,如无其他调节手段,仅靠AGC通过联络线来交换功率显得过于困难。因此,应在大变负荷区域布置水电厂(或抽水蓄能电站)来提高负荷响应速度,这就需要在电网规划阶段放眼长远,对电源和负荷的发展趋势进行分析和预测,然后进行合理

布局。

参考文献

[1] 张磊,彭德振.大型火力发电机组集控运行[M].北京:中国电力出版社,2006.
 [2] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等.智能电网技术综述[J].电网技术,2009,33(8):1-7.
 CHEN Shu-yong, SONG Shu-fang, LI Lan-xin, et al. Survey on smart grid technology[J]. Power System Technology, 2009, 33(8): 1-7.
 [3] 于尔铿,刘广一,周京阳,等.能量管理系统(EMS)[M].北京:科学出版社,1998.
 [4] 电力系统调频与自动发电控制编委会.电力系统调频与自动发电控制[M].北京:中国电力出版社,2006.
 [5] 国电十里泉发电厂6#机AGC试验报告[M].山东:国电十里泉发电厂,2006.

收稿日期:2009-08-22; 修回日期:2009-10-31

作者简介:

时海刚(1971-),男,电力工程技术工程师、工程硕士,主要研究方向为控制工程、电工电子、电力系统、信息技术等。E-mail: shihaidx@yahoo.com.cn

(上接第64页 continued from page 64)
 访问与平台无关的服务、对象和服务器的协议^[7]。利用SOAP协议传输电力系统中的信息,可以实现不同平台之间的通信,而且很容易通过防火墙,在接收端也不需要安装特定的接收软件,只要有浏览器即可浏览数据,节约了大量的资金。随着电力系统中客户端的不断增加,利用SOAP协议传输电力系统中的信息是十分有意义的。

参考文献

[1] 曹厚继.利用SOAP技术实现电力系统信息的传输[D].保定:华北电力大学,2008.
 CAO Hou-ji. Realization of power system information transmission based on SOAP[D]. Baoding: North China Electric Power University, 2008.
 [2] Hossenlopp L. Engineering perspectives on IEC 61850[J]. IEEE Power and Energy Magazine, 2007, 5(3): 45-50.
 [3] 曾铮,吴明晖,应晶.简单对象访问协议SOAP综述[J].计算机应用研究,2002,19(2):5-8.
 ZENG Zheng, WU Ming-hui, YING Jing. Summary of simple object access protocol[J]. Application Research of Computers, 2002, 19(2): 5-8.

[4] Dave Mercer. XML编程起步[M].袁鹏飞,译.北京:人民邮电出版社,2001.
 [5] 邓昱,曾文华.SOAP的原理及实现[J].杭州电子工业学院学报,2002,22(3):19-23.
 DENG Yu, ZENG Wen-hua. Theory and realization of SOAP[J]. Journal of Hangzhou Institute of Electronic Engineering, 2002, 22(3): 19-23.
 [6] Richard Monson-Haefel. J2EE Web Services[M].崔洪斌,王爱民,译.北京:清华大学出版社,2005.
 [7] 苏丹娣,肖少非,邹成武.利用SOAP实现异构系统之的信息交互[J].计算机与现代化,2004(9):57-59,62.
 SU Dan-di, XIAO Shao-fei, ZOU Cheng-wu. Realization of information interaction between heterogeneous system with SOAP[J]. Computer and Modernization, 2004(9): 57-59, 62.

收稿日期:2009-08-04; 修回日期:2009-09-16

作者简介:

曹厚继(1981-),男,工程师,硕士,从事电力设计相关工作;E-mail: caohouji_28@163.com

贾云辉(1975-),男,工程师,学士,从事电力设计相关工作。