

基于 SVG 的电力图元库的设计与实现

王健, 陈剑云, 屈志坚

(华东交通大学电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 电力系统图形信息的标准化是目前电力系统发展中的重要课题。在基本的SVG文档规范的基础上确立电力系统图形系统的构成和交换方式, 建立基于SVG的电力图元库, 并阐述了设备图元属性的定义方法。结合ASF (Apache Software Foundation)的开放源码项目Batik, 对电力图元库模块应用面向对象的方法进行了分析和设计, 基于Java开发平台实现了基于SVG的电力图元库系统。

关键词: SVG; 电力系统; 电力图元库; 标准化

Design and realization of power graphics elements library based on SVG

WANG Jian, CHEN Jian-yun, QU Zhi-jian

(College of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The standardization of graphics information among different power systems is an important study task. Based on the basic SVG document specification, structure and exchanging way of power graphics system are established, power graphics elements library is built and the way to define equipment element property is expounded. Combining Batik project of ASF (Apache software foundation) and adopting Object Orient Design Thought, this paper analyses and designs the power graphics elements library module. On the Java platform, the power graphics elements library system based on SVG is implemented.

Key words: SVG; power system; power graphics element library; standardization

中图分类号: TM73; TP312 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)08-0079-04

0 引言

随着电力行业的发展和电网规模的不断扩大, 对不同电力应用系统之间图形数据信息的共享以及数据交换的效率要求越来越高, 如何定义和实现图形信息的标准化成为电力应用系统发展的必然趋势。CCAPI的图形工作组在2001年成立, 并建议采用基于XML的可伸缩矢量图SVG^[1] (Scalable Vector Graphics)作为电力系统图形交换的标准, 不过SVG规范中没有定义专用于电力系统的标准化的元素和属性。在实际的应用过程中, 经常会因为应用程序要处理大量的SVG图形描述信息大大降低系统的效率。

文献[2]中阐述了SVG在电力系统软件领域的应用及其关键问题, 并且指出SVG可以提升基于Web的电力系统软件图形化的特性, 不过对于基于SVG的电力图形交换方式以及如何有效地将SVG应用到电力系统软件中在文中并没有深入探讨。本文将着重确定基于SVG的良好的电力系统图形文

档格式, 提高电力图形元件的重用程度, 对电力系统图形信息的标准化进行初步的探索, 并建立实现了标准化专业化的电力系统图元库。

1 基于 SVG 的电力图形交互策略

公共图形交互草案认为实际图形交换不是只交换图形的一个“快照”, 而需要交换元数据^[3], 对于电力系统而言就是使目标电力系统能够动态的刷新量测和别的动态信息, 而不需要从源电力系统获得。目标图形应该有和源图形同样的布置, 但各个项的理解可以存在差异。即只需要交换源图形中各个设备图元的位置、区域等信息, 不需要在图形描述规则上做到统一, 目标系统利用这些信息根据自己的图形描述规则重新绘出。

以图形为中心的交换方式体现了图形描述规则与元数据分离的思想, 电力系统图形交互方式如图1所示。SVG图形由源电力系统或图形生成软件导出, 生成SVG文档结构。在电力图元库中, 用<symbol>定义标准的电力系统设备图元的形状。在

样式表 (CSS) 文件中定义图形的呈现规则。在实际的应用中, 图形交换主要是元数据的交换, <g> 元素体现了图元的层次关系, 通过 <use> 元素将设备图元实例化, 并完成了图元与设备属性的映射。<use> 元素定义了设备图元 id 属性, 使其与设备属性的 XML 文档定义保持一致, 方便引用。

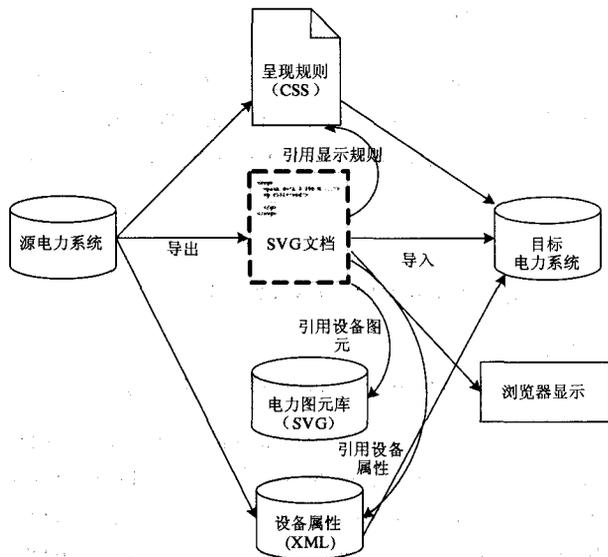


图 1 电力系统图形交换方式

Fig.1 Exchanging way of power graphics

2 电力系统图元库设计

2.1 图元库的定义

要实现能够满足实际电力系统图形平台要求的图形文件结构, 必须要在基本的 SVG 文件结构的基础上进行扩展。一个电力 SVG 图形文件主要可由以下几个部分构成, 如图 2 所示。

文件版本和文件类型定义	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?> <!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 1.0//EN" "http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVG-20010904/DTD/svg10.dtd">
引入样式表	<?xml-stylesheet href="***.css" type="text/css" ?>
文件开始标记	<svg>
电力图元定义	<defs> <symbol> </symbol> </defs>
图层元素	<g>
引用已定义好的图元绘图	<use xlink:href="....."/> </g>
文件结束标记	</svg>

图 2 电力 SVG 文档规范

Fig.2 Power SVG document specification

其中电力图元定义可以被提取出来单独形成基于 SVG 的电力系统图元库文件, 其中存放着定义好的标准电力图元以及用户设备图元。这样, 一个完整的电力 SVG 图形文件系统主要包括: 基本的 SVG 文档结构、图元库文件、样式表文件和设备属性配置文件。

在实际的应用中, 一幅图形常常由大量的图元组成, 其中相同类型图元的几何形状和大部分应用属性都是相同的, 因此合理地定义和使用图元, 可以大大减小描述图元信息的数据量, 同时也可以减小应用程序处理图形文件的计算量。

2.2 应用举例

图元对象的定义描述了一个新的图元类型, 而图元对象的声明则实例化了一个图元类型, 它们之间是定义与引用的关系。一旦定义了一个图元, 就可以在 SVG 文件中任意引用该图元, 而不必为每个相同类型的图元都将相同的信息重写一次, 从而使图元对象得到了最大限度的重用。在 SVG 中, 提供了三个元素可以用来定义与声明图元。(defs) 元素标识了 SVG 文件的图元定义部分, (symbol) 元素用来定义图元, (use) 元素则用来声明图元。通过这样的定义和引用, 统一了公共属性, 缩小了图形文件的大小, 减少了图形传输时间和内存的消耗, 提高了整个系统的效率。

下面是三卷变压器的定义和声明的例子:

样式表定义: shebeistyle.css

```
.on
{
    stroke: green;
    fill: none;
}
```

图元库中设备图元的定义: tuyuanku.svg

```
<defs>
    <symbol id="bianyaqi" viewBox="0 0 60 60">
        <circle cx="9" cy="20" r="5" />
        <circle cx="9" cy="27" r="5" />
        <circle cx="15" cy="23.5" r="5" />
    </symbol>
</defs>
```

SVG 文档中图元的引用: dianli.svg

```
<g id="AC-B1">
<use xlink:href="#bianyaqi" id="wsl_B001" class="on"
ifcontrol="N" x="0" y="0" width="50%" height="50%" />
</g>
```

以上清单具体渲染了一个三卷变压器。<use> 元素渲染线圈, 属性 "id" 表示变压器的 id 代码,

属性“xlink:href”表示引用图元库中 symbol 的 id 号,“class”属性表示采用的描述样式,“class=“on””表示该线圈处于运行状态的描述样式来渲染。变压器的显示效果如图 3 所示:

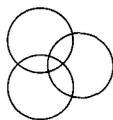


图 3 变压器图元

Fig. 3 Transformer element

2.3 电力系统图元属性的定义

SVG 图形数据本身只包含用来实现矢量图形显示的信息,如坐标点、变换矩阵、显示样式等信息,不能满足电力系统的需要^[4]。但由于 SVG 是基于 XML 格式的,除了使用其内置的属性外,可以对其属性进行任意扩充,以实现自定义的功能^[5]。SVG 所描述对象的属性数据有两种表示方法:内联法和外联法。应用内联法时,在 SVG 图形中,对象的属性 id 是用来标志唯一对象的编号,可以通过 SVG 文档对象的 getElementById()函数来获取指定的对象。电力系统采用 id 号作为图形内在的标示,而自定义其他的属性如样式(class),名称(name),提示信息(tip),控制权限(ifcontrol),显示模式(showID)等来存储其电力系统属性。获取或赋值这些属性的方法是调用 getAttribute 及 setAttribute 函数。如在电力系统中一个三卷变压器是这么定义的。

```
<use xlink:href="#bianyaqi" id="wsl_B001" class="on" ifcontrol="N" x="0" y="0" width="50%" height="50%"/>
```

那么,通过 ID “wsl_B001” 获取变压器对象后,就可以获取其样式属性 class 及控制权限 ifcontrol 的信息,执行显示提示信息等功能。

应用外联法时,属性数据存储在外部文件或数据库中,通过一定的对应关系将所描述的对象与其属性相关联。例如通过 SVG 文件中所描述对象的 id 属性进行关联。相较第一种方法而言,这种方法中图形文件和属性数据模型文件相分离,简化了对象记编码的复杂程度,对于同一对象图形和属性数据采用相同的记也不会发生冲突,并可以使 SVG 文件更为简洁,重用性更好,特别是对于一些实时数据,用这种表示方法能够更为方便的获取外部数据库中的数据信息。上文代码即采用这种方式,通过图层元素<g>的 id 属性将此设备的图形与属性数据模型文件中 id 为“AC-B1”的设备联系起来。

3 电力图元库模块的设计与实现

3.1 总体结构

对于一个电力系统画面生成软件来说,图元库里装载着基本的图元以及电力图元,绘图操作员根据系统接线图从图元库中调取所需要的图元,然后根据需要,通过绘图平台模块对图元的几何属性进行编辑,通过图模库一体化模块对图元的属性进行配置。图 4 所示的图元库模块的类图。本文通过设计一个父类 SVGShape 来定义所有针对图元的操作方法,包括电力系统图元在内的图元通过继承父类 SVGShape 来实现,这样就继承了父类 SVGShape 对图元的操作方法,提高了代码的复用率,使得设计思路更加清晰,降低编码和维护的工作量,更好的体现了面向对象的设计思想。

图元库模块通过实现接口 SVGModule 来加入到绘图平台中的,每个图元类也是通过配置文件加载的方式加载,本文这样设计的目的同样是为了图元库的扩展方便,增加一类图元只要通过实现接口 SVGModule 并在配置文件中加入相应的配置就可以实现,使得软件图元库的扩展性增强。

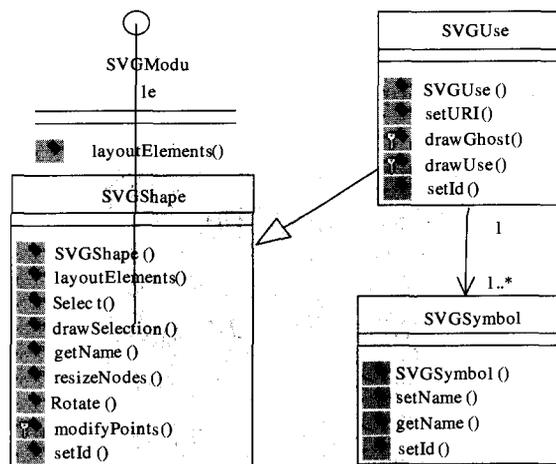


图 4 电力图元库模块的类图

Fig.4 Class diagram of power element library module

3.2 电力系统设备图元的生成

该电力系统图形生成软件是基于 Batik 平台的, Batik 是一个基于 Java 技术的 SVG(可扩展矢量图)工具包,使用这个工具包可以查看,生成,处理 SVG 格式的图片^[6]。经过测试,可以应用 Batik 工具在绘图工具中扩展<use>的绘图方式,将图元库中定义好的设备图元拖放到所需的 SVG 文件中,然后进行属性设置和渲染。

电力设备图元的生成过程如图 5 所示。绘图操作员首先点击绘图菜单,设定引用的设备图元的路径。相同目录下的文件可以只包括文件名,例如

.svg#bianyaqi 而其它文件应使用 URI 格式, 例如 [http://www.your.com/.svg#bianyaqi](http://www.your.com/***.svg#bianyaqi) 或 file:/c:/***.svg#bianyaqi。然后, 通过点击鼠标、拖动鼠标对要绘制的图形进行定位。接下来, 调用设备图元类中的 drawUse(SVGFrame, Rectangle, String) 方法绘制电力图元。最后在画板 SVGCanvas 中完成设备图元的显示。图 6 显示了在电力图元库基础上绘制的电气接线图。

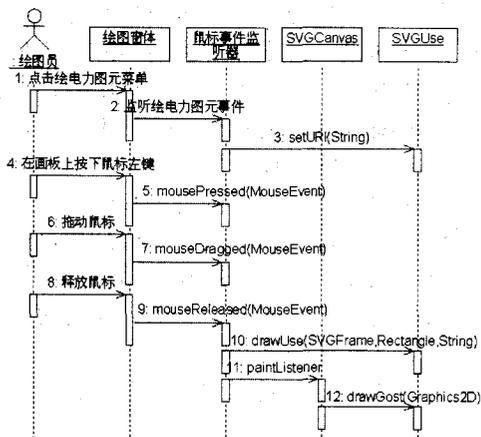


图 5 生成电力设备图元的序列图

Fig. 5 Sequence diagram of drawing power equipment element

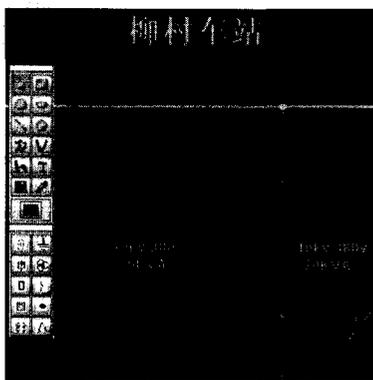


图 6 电气接线图

Fig.6 An electric diagram

4 结束语

基于 SVG 的电力图形系统发展前景可观, 不过 SVG 规范中没有定义专用于电力系统的标准化的

元素和属性, 本文对 SVG 表达的内容对于电力系统加专业化和标准化的课题进行了研究, 确立了电力系统图形系统的构成方式以及建立了基于 SVG 的电力图元库, 并在 Batik 平台的基础上进行了实现, 在实际中得到了应用, 效果良好。

参考文献

- [1] W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification[EB/OL]. <http://www.w3c.org/TR/SVG/>
- [2] 石东源, 卢炎生, 王星华, 等. SVG 及其在电力系统软件图形化中的应用初探[J]. 继电器, 2004, 32(16): 37-40. SHI Dong-yuan, LU Yan-sheng, WANG Xing-hua, et al. Study of the Application of SVG in Power System Graphicalized Software[J]. Relay, 2004, 32(16): 37-40.
- [3] 吴文传, 张伯明, 汤磊, 等. 支持 SCADA /PAS/DTS 一体化的图形系统[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(5): 45-48. WU Wen-chuan, ZHANG Bo-ming, TANG Lei, et al. A Graphic System Supporting SCADA /PAS/DTS Integration[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(5): 45-48.
- [4] 陈芳, 徐学军. XML /Java 技术在 Web GIS 中的应用与实现[J]. 电力系统及其自动化学报, 2003, 15(1): 47-52. CHEN Fang, XU Xue-jun. Application and Realization of Web GIS Based on XML /Java Technology [J]. Proceedings of the EPSA, 2003, 15(1): 47-52.
- [5] 刘遵雄, 况志军, 高玉柱. 基于 SVG 的电力图形系统的实现[J]. 继电器, 2005, 33(21): 69-78. LIU Zun-xiong, KUANG Zhi-jun, GAO Yu-zhu. Realization of Power Graphics System Based on SVG[J]. Relay, 2005, 33(21): 69-78.
- [6] Apache Software Foundation. The Batik Project[EB/OL]. <http://xml.apache.org/batik/>

收稿日期: 2007-08-13; 修回日期: 2007-09-11

作者简介:

王健(1978-), 男, 硕士, 助教, 从事电力图形系统的设计和开发工作; E-Mail: wangjian@4y.com.cn

陈剑云(1962-), 男, 博士, 教授, 从事电网调度自动化的开发工作;

屈志坚(1978-), 男, 硕士, 讲师, 从事电力数据库系统开发工作。

(上接第 78 页 continued from page 78)

收稿日期: 2007-08-26; 修回日期: 2007-09-20

作者简介:

赵忠彪(1977-), 男, 讲师, 从事精密测试与控制、模式识别、信息处理和嵌入式系统等方面的研究; E-mail:

biaogreat@163.com

张元敏(1963-), 男, 副教授, 从事电路与系统等方面的研究工作;

高荣(1979-), 女, 本科, 从事计算机软件开发等方面的研究。