

基于交互式图形系统的电力参数图元的建模

杨道驰, 冯根生, 方 龙, 李 威, 于进杰

(蚌埠坦克学院电气电子教研室, 安徽 蚌埠 233050)

摘要: 交互式图形系统中图元的属性和服务差别较大, 有必要对它们建立统一的数据模型。采用了 CIM 标准来构建交互式图形系统中图元的电气模型, 并把图元的几何模型合并到电气模型中, 形成对 CIM 扩展过后的图元的综合数据模型。图形系统中的各种电力参数都可以通过图元的综合数据模型统筹起来, 这使得图形系统的内部结构变得清晰, 为进一步构建适合电力系统分析计算和管理应用的通用交互式图形系统奠定了基础。

关键词: 交互式图形系统; 图元; 参数; 模型

Modeling of electric parameter by graphic elements based on interactive graphic system

YANG Dao-chi, FENG Gen-sheng, FANG Long, LI Wei, YU Jin-jie

(Bengbu Tank Institute, Bengbu 233050, China)

Abstract: Service and property of graphic elements in the graphic system is distinctive, so it is necessary to establish a unified data model. The paper makes use of the data model of graphic element based on CIM. Graphic element is the fundamental unit in interactive graphic system, which is abstract image of physical electrical equipment. All parameters in the graphic system can be planned as a whole in the data model. The data model of graphic element can be used to establish interactive graphic system which has convenient function in the calculation, analysis and management of the power system.

Key words: interactive graphic system; graphic elements; parameter; model

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)14-0144-05

0 引言

在交互式的图形系统中反映客观世界里的电气设备, 首先需要形成电气设备的抽象表示——图形元素(简称图元), 它是表达电力系统结构组成的基本部件, 是各种电气设备投射到交互式图形系统中的映象实体^[1]。图元信息的描述方法是电力工业的自动化生产过程中对生产现场进行图形监控的重要部分, 是交互式图形系统中最关键的对象。

人们对某些物体或关系进行讨论时, 通常预先建立各种各样的模型。模型具备物体或关系的关键特征, 是物体或关系的抽象表现形式, 它可以帮助我们更好地理解问题、获取设计结果, 并为最后代码生成提供依据。

根据以上要求, 一个电力图元的模型描述大致可以表示如下^[2]:

图元 = {几何形状定义, 应用属性定义, 交互事件定义}

几何形状定义 = {几何信息, 风格样式, 动画效果}

几何信息 = {基本图形 1, 基本图形 2,}

基本图形 = {图形类型, 坐标位置, 坐标单位}

应用属性定义 = {应用属性 1, 应用属性 2,}

应用属性 = {属性名, 属性值}

交互事件定义 = {交互事件 1, 交互事件 2,}

交互事件 = {事件名, 响应函数}

1 图元的几何模型

1.1 图元几何模型的建立

电力系统日常运行工作涉及到的电气设备种类繁多, 从而导致映射到图形系统中的图元对象数目众多, 而每种图元的属性和服务都有较大差别, 要对它们建立统一的数据模型来进行管理和组织是非常困难的。但是, 如果把图元的电气参数和几何参数分开组织, 暂时不考虑图元的电气信息, 只着眼于图元的几何特征, 则可以用统一的数据模型来描述所有的图元。

在满足图形系统结构一致性要求的前提下, 可

以对所有的设备图元建立这样一个统一的几何模型^[3-4]:

```
Graphic Element =
    { GE_Id; GE_Name; GE_Code; GE_Type;
    GE_Position;
    GE_Color; GE_Relation; GE_InViewport;
    GE_State; OM }
```

在上面的数学表达式中, GE_Id 是接线图中图元集合的主键信息, 由系统按照统一的编号规则自动生成; GE_Name 表示图元的名称, 用于记录接线图界面上图元要显示的字符信息, 它是按照实际电网中对设备的命名规则赋予设备图元的一个行业标识符, 如某台断路器的名称是106, 某条线路的名称是北广线等; GE_Code 代表设备编码, 是区分电网中各电气设备的关键信息, 设备编码具有唯一性, 与图元设备一一对应; GE_Type 表示图元类型, 用以区别图元隶属于哪一类对象集合, 是变压器、母线、输电线路或其他电气设备, 同时, 图元类型也决定了图元在接线图中的外观; $GE_Position$ 用于记录矢量图元在图形系统界面上的关键点信息, 一般情况下, 只需记录图元起止点的坐标, 便可根据预先定义好的规格标准来准确描述图元在图形系统界面上的方位; GE_Color 表示图元对象的颜色子集, 包含有三种成员——轮廓色、填充色、扩展色(冗余成员, 以适应某些图元的特殊要求以及图元的扩展); $GE_Relation$ 用于指定各个图元设备之间的逻辑连接关系, 为系统的拓扑分析提供基础数据; $GE_InViewport$ 表示图元是否处于视口之中, 在视口内为真, 否则为假, 该标志主要用于提高图形系统的显示效率; GE_State 代表图元所对应的电气设备的当前运行状态; OM 是其他辅助信息, 留作模型扩充使用。

1.2 图元几何模型的类层次结构

面向对象的交互式图形系统包含有多种图形元素及相应操作, 如果笼统考虑系统的所有功能, 则在构建时会很困难。因此, 系统必须具备一个关键的结构形式——类层次, 即图形对象在基于继承机制上所构成的一个对象类的层次关系。

图元的统一几何模型描述了设备图元共同拥有的几何信息, 应该被抽象成为设备图元的父类, 其它图元类都从该父类派生得到^[5]。图形系统中的类

层次结构如图1所示。

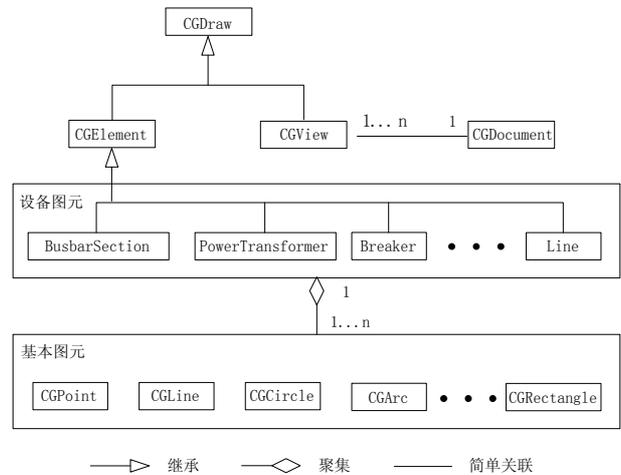


图1 图元几何模型的类层次结构图

Fig.1 Class-arrangement architecture of graphic element's geometric model

其中, $CGElement$ 抽象基类提供设备图元的通用架构, 除了图元统一几何模型中包含的所有属性(如颜色、位置等信息)以外, 还包括移动(Move)、旋转(Rotate)及自身显示(Draw)等各种图元的共同行为。 $CGElement$ 并不具体完成什么功能, 也不表示某一个具体的图形, 它只是给所有从它派生的类提供了一个共同的接口, 而将具体实现留给其它派生类来完成。因此, 具体的电力设备图元, 如 $BusbarSection$ (母线段)、 $PowerTransformer$ (电力变压器)、 $Breaker$ (断路器) 等都由 $CGElement$ 基类派生, 每一种派生类都重写 $CGElement$ 中的某些方法(如 $Draw$ 方法), 这样就可以利用对象的多态性来完成每一种设备图元的相关行为。

$CGView$ 类和 $CGDocument$ 类是图形系统构建的基础。 $CGView$ 用于表现数据, 它显示图形文档并处理其与用户的交互, 而 $CGDocument$ 则用于保存数据, 它负责管理应用程序的数据, 这就是“视图—文档(View-Document)”结构, 它们将图形系统中的数据管理和数据显示分离开来^[5]。从图1中可以看出, 一个文档可以同时拥有多个视图, 但一个视图只能属于一个文档。视图负责显示和修改文档数据, 当文档中的数据发生变化时, 视图也相应修改其中的显示来反映这些变化。

除了设备图元以外, 图形系统中还构造了基本图元, 如 $CGPoint$ (点)、 $CGLine$ (线)、 $CGCircle$ (圆) 等几何要素, 它们是构成设备图元的基本构件。设备图元类和基本图元类之间是一对多的“整体—部分”关系。

上面提及的所有类都隶属于 CGDraw 命名空间, 由 CGDraw 根类来统一进行管理。每一个类都将数据和处理数据的方法封装起来, 并通过函数与外部进行联系。

2 图元的基础参数模型和运行参数模型

图形系统中的设备图元大都包含特定的电气信息, 那么图元的模型除了描述图形参数外, 还应该把电气参数也包括进来。建立符合 CIM 标准的图元模型, 不但可以很好地管理本地设备的电气信息, 还为不同系统间数据的交互奠定了良好基础。

2.1 CIM 中的设备参数体系结构

CIM 是 IEC 61970 的核心部分, 提供了 EMS 信息的一个综合逻辑视图。它使用面向对象建模技术, 定义了电力工业中主要对象的公共类、属性及对象间的关系。为方便起见, CIM 将电力系统中的各种相关对象定义成一组包, 每一组包包含一个或多个类图, 并用图形方式展示该包中的所有类及它们的关系, 然后根据类的属性以及与其他类的关系, 用文字形式定义各个类^[6]。

包是一种将相关模型元件分组的通用方法, 没有特殊的语义。包的选择是为了使模型更易于设计、理解与查看。其中, Core (核心包) 包含电力系统中大多数应用都会使用到的核心实体, 如 Power System Resource (电力系统资源) 和 Conducting Equipment (导电设备), 以及这些实体的常见组合。Domain (域包) 是量与单位的数据字典, 定义了可能被其他任何包中的任何类所使用的属性的数据类型。

核心包和域包是 CIM 中最基本的包。拓扑包 (Topology) 是核心包的扩展, 它与端口 (Terminal) 类一起建立连接性模型, 而连接性是设备怎样连接在一起的物理定义; 电线包 (Wire) 包含了输电网和配电网的电气特性信息; 量测包 (Meas) 主要包含电力系统设备的量测量以及这些量的值^[7]。

CIM 中的类按照一定的分组原则被分配到特定的几个包中。Core 中包含有 Power System Resource 基类, 它被用来描述广义上的电力系统元件。电力系统运行现场的各种电力设备对象, 都可以从 Power System Resource 继承得到的派生类来描述。CIM 中系统地描述了电力系统中每一个类、属性和关系, 为电网调度自动化系统和应用集成提供了一个公共的数据字典。图 2 显示了基于 CIM 的设

备继承层次关系。

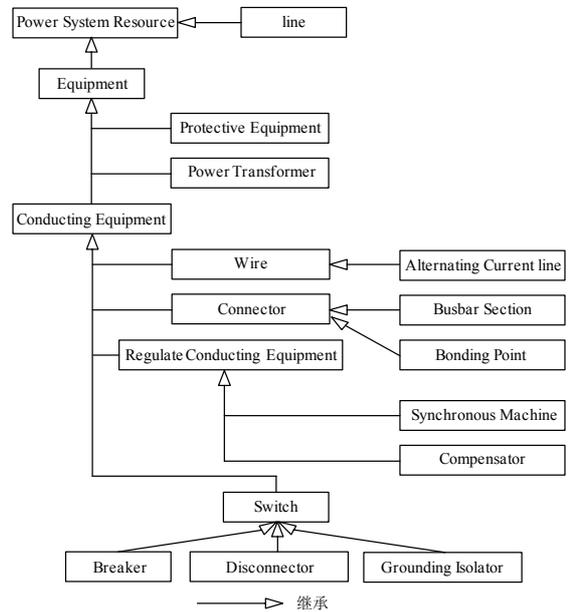


图 2 基于 CIM 的电力设备继承层次关系

Fig.2 Inheritance hierarchy relation of electrical equipment based on CIM

CIM 具有扩展性, 由于它覆盖了电力系统的大部分领域, 对于基于 CIM 的应用只需实现其所关注领域的 CIM 模型即可。在新设备、新装置的标准没有制定以前, CIM 可以自己扩展。另外, CIM 的定义使得数据交换变得有标准可依、简单易行, 新开发的系统直接采用 CIM 作为数据模型, 则在系统集成的时候就无需考虑数据转换的问题了^[8]。

2.2 图元的基础参数模型和运行参数模型

仅仅使用图元的几何模型来描述电力网的组织结构显然是不够的, 它只反映了电气设备部分的结构参数和离线运行参数, 设备的基础参数和其他运行参数都无法体现。因此, 在建立了图元通用几何模型之后, 对于每一种电气设备, 还需要分别构造各自相应的子模型 (如变压器模型、断路器模型、隔离开关模型等)。这些子模型不但要包含设备图元的图形信息, 还需要根据实际情况, 把相应的基础参数与几何模型中不能反映的运行参数也构造进来, 形成图元的基础参数模型和运行参数模型, 这样一来, 电力网中的各类参数就都能通过图形反映出来了。

对于上述两类模型, CIM 在电线包和量测包中给出了详细的定义^[7]。例如, 变压器的基础参数模型和运行参数模型就可以如图 3 这样表示。

CIM 通过把绕组抽象成单独的对象来统一描

述不同变压器的基础参数。如图 3 所示, 一个 Power Transformer 可以包含一个或多个 Transformer Winding, 变压器绕组的一部分基础参数就被组织在

TransformerWinding 对象中, 而其他诸如分接头和绕组实验的相关参数, 被相应地独立成 TapChanger 和 WindingTest 对象加以描述。

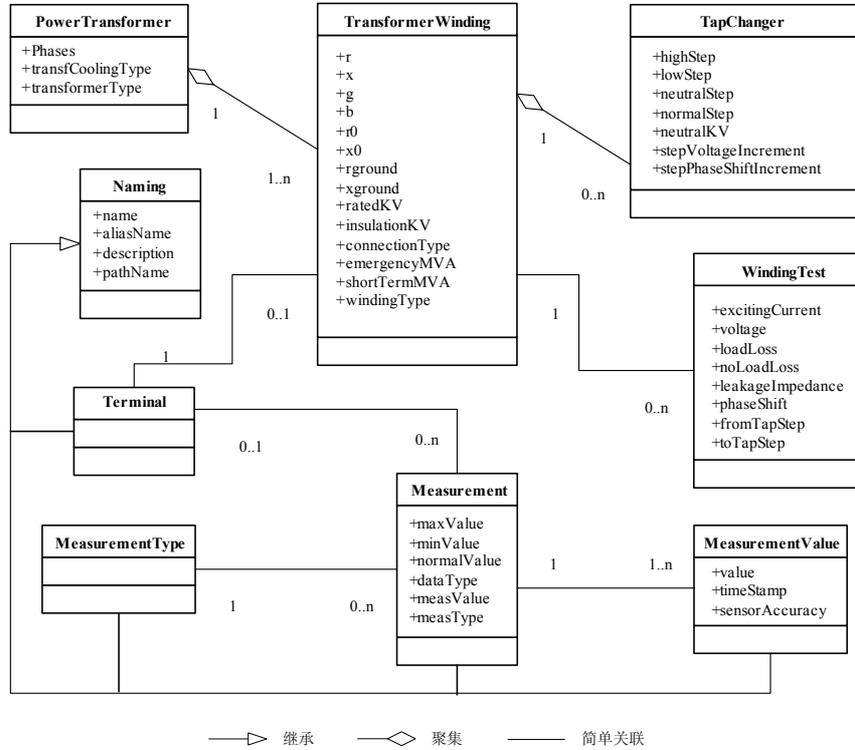


图 3 变压器的基础参数模型和运行参数模型

Fig.3 Basic and operational parameter model of transformer

对于变压器的运行参数, CIM 定义了三个关键的量测对象: Measurement (量测)、Measurement Type (量测类型) 和 Measurement Value (量测值)。Measurement 通过设备的终端 Terminal 与电气设备耦合, 用来描述任何一个测量的或者计算的电气量的概要信息; 对于每一个 (次) 具体的量测值, 要通过 MeasurementValue 对象来反映; 而各个 Measurement 对象又都是由 MeasurementType (量测类型) 组织起来的。

每一种图元设备的基础参数子模型都应该根据电力系统中的实际情况分别建立, 而图 3 反映的变压器运行参数模型却具有一定的代表性, 其他图元设备的量测参数也可以采用 TransformerWinding->Terminal->Measurement 这种方式表达, 只不过对于不同的图元, TransformerWinding 就应该被替换为相应的 ConductingEquipment (导电设备)。

3 小结

本文首先讨论了系统中图形数据的模型表示,

这些数据的结构整齐统一, 可以采用统一的图元几何模型来加以组织。对于图形系统中的电气属性数据, 考虑到与其他电力应用系统的交互, 本文采用了 CIM 标准来建立图元的电气模型, 并把图元的几何模型合并到电气模型中, 形成对 CIM 扩展过后的图元的综合模型做了基础。综合模型将把图元设备的各种参数都通过图元进行统一组织, 使图形系统的内部结构变得清晰, 而且对于以后扩充新的图元类型, 具有很好的适应性。

参考文献

[1] 胡旦, 王星华, 段献忠. 电力系统高级软件中的图形功能应用分析[J]. 继电器, 2005, 33(14): 65-69.
 HU Dan, WANG Xing-hua, DUAN Xian-zhong. Analysis of graphic functions applications in advanced software of power system[J]. Relay, 2005, 33(14): 65-69.

[2] 陈传波, 吴方文. 基于 SVG 的图元对象描述模型的研究[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(10): 50-52.
 CHEN Chuan-bo, WU Fang-wen. A study of description model of graphic element object based on SVG[J].

- Journal of Huazhong University of Science and Technology: Natural Science, 2002, 30(10): 50-52.
- [3] 张伟. 基于图形信息分层组织的配电网拓扑分析及其应用(硕士学位论文[D]. 成都: 四川大学, 2005.
ZHANG Wei. Analysis of distribution network's topology based on layered graphic organization mode and its application, thesis[D]. Chengdu: Sichuan University, 2005.
- [4] 周步祥, 刘欣宇. 基于网络图形的配电网拓扑分析方法及其应用[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(16):67-70.
ZHOU Bu-xiang, LIU Xin-yu. Network graph-based power distribution network topology analysis and its application[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(16): 67-70.
- [5] 张节潭, 黄志诚, 韦化. 基于 B/S 模式的电力系统分析软件[J]. 继电器, 2005, 33(17): 35-36.
ZHANG Jie-tan, HUANG Zhi-cheng, WEI Hua. Analysis software of electric power system based on B/S mode[J]. Relay, 2005, 33(17): 35-36.
- [6] IEC 61970 energy management system application program interface(EMS-API), part1: CCAPI guidelines preliminary draft[S].
- [7] Draft IEC61970 energy management system application program interface (EMS-API), part 301: common information model (CIM) base[S].
- [8] 杜小兵, 周步祥, 杨道驰. 基于 CIM 的配电网拓扑分析[J]. 重庆工学院学报, 2007(8): 45-49.
DU Xiao-bing, ZHOU Bu-xiang, YANG Dao-chi. CIM-based topological analysis on distribution networks[J]. Journal of Chongqing Institute of Technology, 2007, 21(15): 45-46.
- [9] 刘念, 张建华, 熊浩, 等. 面向电力仿真系统异构性的 CIM 扩展方法[J]. 电网技术, 2008, 32(21): 58-59.
LIU Nian, ZHANG Jian-hua, XIONG Hao, et al. An extension method of common information model oriented to heterogeneity of electric power simulation system[J]. Power System Technology, 2008, 32(21): 58-59.
-
- 收稿日期: 2009-09-08; 修回日期: 2010-05-13
作者简介:
杨道驰(1976-), 男, 讲师, 工学硕士, 主要研究方向为电力系统配网与调度自动化; E-mail: 13625521703@139.com
冯根生(1962-), 男, 副教授, 硕士, 主要研究方向为微机控制。
-
- (上接第 58 页 continued from page 58)
- HU Zhao-qing, MAO Cheng-xiong, LU Ji-ming. Nonlinear excitation controller based on input-state linearization[J]. Relay, 2004, 32(5): 32-35.
- [6] 李啸骢, 程时杰, 韦化, 等. 一种高性能的非线性励磁控制[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(12): 37-42.
LI Xiao-cong, CHENG Shi-jie, WEI Hua, et al. A high performance nonlinear excitation control for generator unit[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(12): 37-42.
- [7] 卢强, 孙元章, 沈沉, 等. 面向目标的 FACTS 设备智能预估控制方法(一)[J]. 电网技术, 1998, 22(4): 6-9.
LU Qiang, SUN Yuan-zhang, SHEN Chen, et al. Target oriented intelligent predictive evaluating control method for FACTS devices (Part 1) [J]. Power System Technology, 1998, 22(4): 6-9.
- [8] 梁志珊, 张化光, 王红月, 等. 同步发电机励磁非线性预测控制[J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(2): 52-56.
LIANG Zhi-shan, ZHANG Hua-guang, WANG Hong-yue, et al. Nonlinear predictive control of synchronous machine excitation[J]. Proceedings of the CSEE, 2000, 20(2): 52-56.
- [9] 肖智宏, 周晖, 朱启晨. 基于灰色预测控制算法的发电机最优励磁控制[J]. 电网技术, 2006, 30(5): 81-85.
XIAO Zhi-hong, ZHOU Hui, ZHU Qi-chen. Optimal generator excitation controller based on grey prediction control algorithm [J]. Power System Technology, 2006, 30(5): 81-85.
- [10] 崔召辉, 刘宪林, 王明东, 等. 灰色预测励磁控制同步发电机动态过程仿真[J]. 继电器, 2007, 35(6): 34-37.
CUI Zhao-hui, LIU Xian-lin, WANG Ming-dong, et al. Simulation of synchronous generator using grey prediction excitation control[J]. Relay, 2007, 35(6): 34-37.
- [11] 舒迪前. 预测控制系统及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [12] Soroush M, Soroush H M. Input-output linearizing nonlinear model predictive control[J]. Int J Control, 1997, 65(6): 1449-1473.
- [13] Lu P, Pierson B L. Predictive controller continuous systems[J]. Int J Control, 1995, 63(3): 633-647.
-
- 收稿日期: 2009-02-09; 修回日期: 2010-03-23
作者简介:
肖智宏(1977), 男, 高级工程师, 主要从事电力系统与继电保护的分析和控制工作; E-mail: xiaozhihong@chinasperi.sgcc.com.cn
庄博(1976), 男, 高级工程师, 主要从事电力系统与继电保护的分析和控制工作;
韩柳(1976), 女, 高级工程师, 主要从事电力系统规划设计工作。