

# Visio 图形化电气计算软件开发技术的研究

郭伟伟, 孙强宇

(许昌供电公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 提出并研究了一种以 Microsoft Visio2003 图形软件为平台, 利用 VBA 宏进行二次开发的图形化电力系统计算软件的新技术和实现方法。研究了基于所绘电气接线图的电力系统通用的图形化建模方法, 以及电网拓扑结构的自动识别和电气计算模块的自动连接, 并实现了在 Visio2003 图形界面上进行实用的电力系统图形化潮流计算。研究表明, Visio 的二次开发技术为图形化电力应用计算软件开发提供了新的有效的途径和方法。

**关键词:** 二次开发; 图形化; 电气接线图; 电气计算; 拓扑结构

## Research of graphic electric power system computing development technology based on Visio

GUO Wei-wei, SUN Qiang-yu

(Xuchang Power Supply Company, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** A new development technique or method of graphical electric power system calculation software is presented in this paper, which uses Microsoft Visio2003 as development platform and VBA as secondary development tool. A general graphic modeling method of power network is studied. Based on electrical connect graph draw, an effective algorithm for power network topology automatically identification and links of power computing module is also presented, and realizes the graphical power system flow computing based Visio 2003 graphical interface. The results indicate that Visio secondary development technology offers a new effective way for development of graphical computing software of power system.

**Key words:** secondary development; graphical; electrical connect graph; power system calculation; topological structure

中图分类号: TM769 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)17-0071-04

## 0 引言

将电力系统接线图的绘制功能与电力专业计算功能结合起来, 形成的基于所绘电力系统接线图的参数输入、仿真操作和结果输出的软件, 称为图形化或可视化电力系统应用软件<sup>[1]</sup>。图形化电力系统应用软件因其界面友好、直观、操作简单和符合专业习惯等优点受到电力企业的欢迎。

Microsoft Visio2003 是当今最优秀的绘图软件之一, 在许多场合下使用 Visio 较之 AutoCAD, 更加简单高效<sup>[2]</sup>。实际上 Visio2003 不但是一个优秀的绘图软件, 还提供了功能十分强大的二次开发功能。站在这样高的平台上进行专业化二次开发, 可以充分利用 Visio2003 的所有功能, 仅花很少的代价和用很短的开发周期就可以实现用纯 VB、Delphi 或 VC 开发工具编程所难以实现的十分完善的功能, 并且以后的技术支持还绝对有保障, 后期维护和升级都非常容易。

本文首先介绍 Visio 图形化电力计算软件<sup>[3]</sup>的开发技术和一般过程。然后提出以 Visio2003 图形软件为平台的基于所绘电气接线图的电网拓扑结构识别的算法。最后通过实际算例说明以 Visio2003 为平台的图形化电力系统潮流计算的软件实用性。

## 1 Visio 图形化电力应用软件二次开发技术

### 1.1 图件和模具的设计

图形化电力应用软件需要设计出用于绘制电网电气接线图的常用元件符号, 这些绘图元件放在绘图工具箱中。图形化建模时, 用鼠标把图元拖拽到绘图区, 通过准确的连接构造电气接线图。

在 Visio 中, 用于绘图的图元称为图件, 放置图件的绘图工具箱称为模具。图件和模具的设计十分简单, 如图 1 所示。首先, 在绘图区内绘制出所需的绘图元件符号, 并对其连接端子增加端点, 以便连接和拓扑结构自动识别时使用。然后, 利用 ShapeSheet 电子表格为图元设置属性, 即附加到该

元件设备上的参数,例如,变压器图元有名称、容量、型号、短路和空载试验数据、绕组组别等。为了双击图元能够弹出相应的对话框用于参数的输入、设置、修改和查询,还需要对图元赋予双击事件。最后,将完成的图件用鼠标拖拽到一个新的模具中,为新模具命名后保存即可。

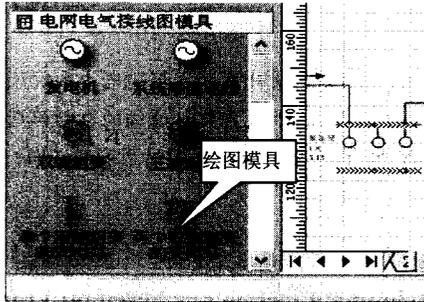


图1 电网电气接线图绘图模具与图件  
Fig.1 Power electrical connect graph stencil

特别是为了避免出错和加快绘图速度,还可以把常用主接线的变电站做成了一个整体绘图单元,绘图时根据具体变电站的形式,将相应的变电站单元拖拽到绘图区,然后用输电线路将变电站连接起来,大大提高了绘图效率。

### 1.2 ShapeSheet 电子表格的应用

在 Visio 中,与图形对应的有一个 ShapeSheet 电子表格。图形的编辑和改变,例如位置、高度、宽度、角度和颜色等改变,可以在 ShapeSheet 立即看到数值的变化。在 ShapeSheet 中改变数值和有关公式会引起相应图形的改变。可以通过公式的方式精确地描述和控制图形。ShapeSheet 内容很丰富,因篇幅所限,这里仅介绍元件属性的设置和事件的定义两部分在 Visio 图形化电力软件开发中必不可少的内容。

#### 1.2.1 属性 (CustomProperties) 的设置

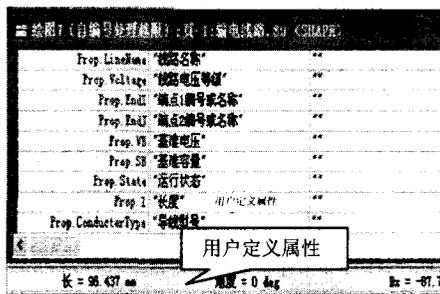


图2 绘图图元的属性定义  
Fig.2 Custom properties definition of component

在图形化电力计算软件中,需要把图件和其表示的电气设备的数据关联起来。为此,在制作图件时,需对其 ShapeSheet 表中的用户属性

CustomProperties 区进行增加和定义。例如,线路图件的数据属性有端点编号、导线型号、导线长度、单位长度电阻和电抗等。在绘图区绘制的图形都带有相应属性,其数据就存放在用户属性 CustomProperties 区的电子表格中。数据的输入、查询通过窗体实现。

#### 1.2.2 事件 (Events) 的定义

为了输入、修改、查询所绘图形设备的数据,需要在鼠标双击图形设备元件时弹出相应的窗体。为此,在设计图件时,要对其 ShapeSheet 表中的 Events 区的双击事件 EventsDb1Click 定义。其格式为: =RUNADDON("ThisDocument. 过程名称 Name")。在 VBA 编辑环境中,有一个 Visio 对象,在其中的 ThisDocument 下写一段过程名为 Name 的打开相应窗体的程序即可。这样这个图件就具有响应鼠标双击事件的能力了。

如图3所示为三绕组变压器图元的双击事件定义,用鼠标双击该图形符号将弹出一对话框,供参数输入与修改。

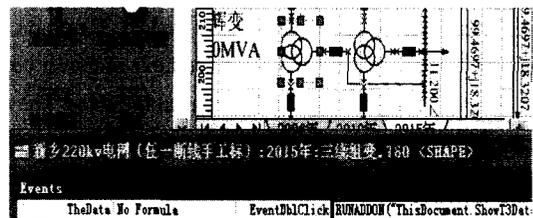


图3 图元的事件定义  
Fig.3 Event definition of component

### 1.3 窗体的设计

窗体的主要功能是提供交互式的界面,通过窗体可以进行数据输入、修改、设置、查询和显示等。在电力系统计算软件中,通过窗体实现对 ShapeSheet 电子表格中用户属性 Custom Properties 区的数据的存取和修改。

通过上述工作,可以实现电网电气接线图的绘制和编辑,根据所绘制的电气接线图,可以通过鼠标事件对电力元件进行交互式参数输入、设置和查询等。完成了一个操作简单、直观的通用图形化电力应用软件界面。

## 2 电网拓扑结构的识别及电气计算

### 2.1 Connects 对象的应用

在设计 Microsoft Visio 图形时,根据设置图形行为的不同,可以将图形设置为一维图形和二维图形。当一个图形被连接到另一个图形上时,在 Visio 对象模型中,它们之间的连接关系是通过 Connect

对象来表示的。一旦获得 Connect 对象的引用,我们就可以查看哪些图形被连接,以及它们的连接方式。如图 1 所示,母线图形元件的 Connects 属性的 Connects 集合是空的,但它的 FromConnects 属性的 Connects 集合包含了两个 Connect 对象,这表示母线图形元件没有被粘附到任何图形上,负荷图形元件和动态连接线被粘附到母线图形元件上。这样就可以通过母线图形元件的 FromConnects 属性和动态连接线的 Connects 属性来判断出该母线上连接了一个负荷和一个断路器。

图形元件端点编号的规则是相连图形元件端点编号相同。如图 4 所示,母线编号为 1,负荷和断路器的上端点与母线相连,因此负荷的端点编号和断路器的上端点编号应与母线的编号相同,都为 1。

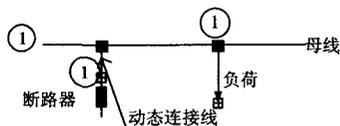


图 4 图形元件之间的连接方式

Fig.4 Connection way between components

### 2.2 图形元件端点自动编号的基本步骤

图形元件端点自动编号的基本步骤是:分别对母线、T 形节点、输电线路、变压器和断路器等电气元件逐一进行编号。概括以上基本步骤,程序的流程图如图 5 所示。

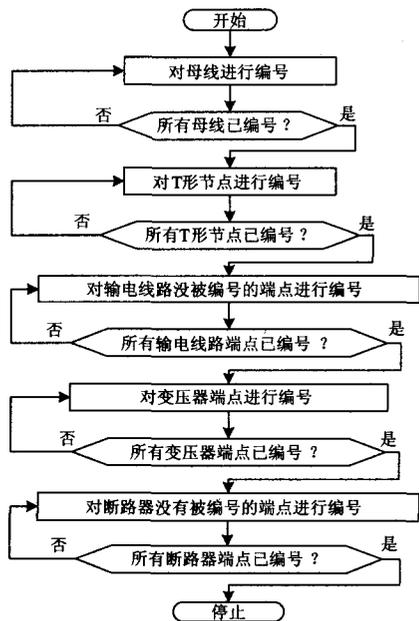


图 5 图形元件自动编号程序流程图

Fig.5 Program flow diagram of the automatic serial number to the component

与目前许多电力系统可视化软件中通过连接点坐标进行元件连接关系的识别不同,这里利用 Connect 对象识别元件连接关系,简单、高效且不易出错。通过上述计算与判断,电网中所有电气元件的端点都被赋予了唯一的编号,此编号是网络拓扑结构<sup>[4,5]</sup>的具体表示。

### 2.3 图形化电气计算

在 Visio 的界面上绘制出电气主接线图<sup>[6]</sup>,它反映了电力设备或设施之间的电气连接,即元件之间的拓扑关系。电气接线图中显示了构成系统的所有设备和设施,信息比较丰富,当我们绘制完主接线图之后,就要通过窗体把各个电气元件的参数输入,赋值给每个元件的属性。所有元件参数输入完毕,则图形化建模完成,可以进行拓扑结构的识别。当电力系统的实用拓扑结构形成后,节点及元件的各种参数便被存入元件的数组单元中,我们便可以采用牛顿-拉夫逊法对化简的电力网络的数学模型进行潮流计算。

### 3 计算实例

利用鼠标拖拽出绘图元件放置到绘图区,并经过适当连接绘制出某县域 2006 年的电气主接线图,如图 6 所示。所有设备元件的参数都可以通过双击图元弹出的对话框来输入和设置。如前所述,因为在设计模具中的图件时已经赋给用户属性和双击事件,所以用鼠标双击绘图区中的图元,则会弹出参数输入与修改对话框,从用户属性中读入有关数据显示在窗体上,或等待输入数据。所有元件参数输入完毕,则图形化建模完成,可以开始进入潮流等电气计算阶段。此电气主接线的潮流计算结果见图 6。

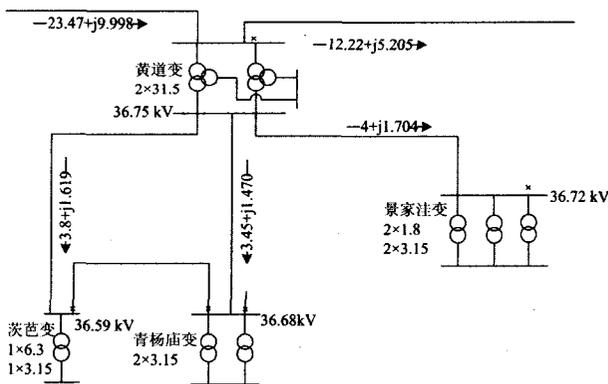


图 6 实例电网潮流分布图(软件自动标注)

Fig.6 Example of electrical network power flow distribution graph

## 4 结论

提出了Microsoft Visio2003VBA编程的图形化电力系统计算软件开发的新技术和新方法,研究了Visio图形化电力应用软件开发的一般过程,开发了适于各种电力系统计算的电力网通用图形化建模方法,并进行了电网拓扑结构的自动识别,基于此最终实现了所绘电气接线图的潮流等电气计算。实际电网算例结果表明了所进行的Visio二次开发为电力系统技术开发提供了一种有效的途径和方法。

### 参考文献

- [1] 顾晓辉,冯林桥,等. 面向对象的可视化电力系统分析软件研究[J]. 电力自动化设备,2001,21(3):20-22.  
GU Xiao-hui,FENG Lin-qiao,et al.Research on Power System Analysis Software with Object-oriented Visual Programming[J].Electric Power Automation Equipment, 2001,21(3):20-22.
- [2] 美国Microsoft公司. 开发Microsoft Visio解决方案[M]. 莱恩工作室,译.北京:北京大学出版社,2002.  
Microsoft Corporation.Developing Microsoft Visio Solutions[M]. Len Workroom,Trans. Beijing:Beijing University Press,2002.
- [3] 西安交通大学,清华大学,等. 电力系统计算[M]. 北京:水利电力出版社,1978.  
Xi'an Jiaotong University, Qinghua University,et al.

- Power System Computing[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press,1978.
- [4] 于尔铿. 电力系统状态估计[M]. 北京:水利电力出版社,1985.  
YU Er-keng. Power System State Estimation[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press,1985.
- [5] 龙启峰,陈岗,等. 基于面向对象技术的电力网络拓扑分析新方法[J]. 电力系统及其自动化学报,2005,17(1):73-77.  
LONG Qi-feng, CHEN Gang, et al. New Method of Power Network Topology Analysis Based on Object-Oriented Technology[J].Proceedings of the CSU-EPSA,2005,17(1):73-77.
- [6] 胡森,徐学军,等. 基于配电GIS动态拓扑关系生成电气接线图[J].继电器,2007,35(9):31-34.  
HU Sen,XU Xue-jun, et al. GIS-based Dynamic Relationship of Topology to Generate Electrical Diagrams of Distribution Network[J].Relay,2007,35(9):31-34.

收稿日期: 2007-11-26; 修回日期: 2008-01-15

#### 作者简介:

郭伟伟(1980-),男,硕士,工程师,主要从事电力系统运行和继电保护的工作; E-mail: haifenghello@163.com

孙强宇(1971-),男,本科,高级工程师,主要从事电力系统运行的工作。

(上接第27页 continued from page 27)

- [5] 张晓玲,黄青阳. 电力系统接地网故障诊断[J]. 电力系统及其自动化学报,2002,14(1):48-51.  
ZHANG Xiao-ling, HUANG Qing-yang. Fault Diagnosis of Grounding Grid of Electric Power Plants and Substations[J]. Proceedings of the EPSA,2002,14 (1):48-51.
- [6] 张晓玲,陈先禄. 优化技术在发、变电所接地网故障诊断中的应用[J].高电压技术,2000,26(4):64-66.  
ZHANG Xiao-ling,CHEN Xian-lu. The Technique of the Optimization Applied in the Grounding Grid's Failure Diagnosis[J]. High Voltage Engineering,2000,26(4):64-66.
- [7] 程红丽,刘健,王森,等.基于禁忌搜索的接地网故障诊断[J].高电压技术,2007,33(5):139-142.  
CHENG Hong-li,LIU Jian,WANG Sen,et al. Fault Diagnosis for Grounding Grids Based on Tabu Search[J]. High Voltage Engineering, 2007,33(5):139-142.
- [8] 刘健,王建新,王森. 一种改进的接地网故障诊断及测试方案评价[J].中国电机工程学报,2005,25(3):71-77.

- LIU Jian,WANG Jian-xin,WANG Sen.An Improved Algorithm of Corrosion Diagnosis for Grounding Grid &Its Evaluation[J]. Proceedings of the CSEE, 2005,25 (3):71-77.
- [9] 刘健,王树奇,李志忠,等.基于网络拓扑分层约简的接地网腐蚀故障诊断[J].中国电机工程学报,2008,28(1).  
LIU Jian, WANG Shu-qi,LI Zhi-zhong, et al. Grounding Grids Corrosion Diagnosis Based on Hierarchical Simplification of Network Topology[J]. Proceedings of the CSEE,2008, 28(1).

收稿日期: 2007-11-26; 修回日期: 2008-01-28

#### 作者简介:

倪云锋(1968-),男,副教授,博士研究生,研究领域为电气工程及其自动化; E-mail:nnyfeng@163.com

王树奇(1974-),男,讲师,博士研究生,研究领域为信号处理技术和安全技术工程;

李志忠(1975-),男,硕士研究生,研究领域为信号及信息处理技术。