

基于图形化配电网设备信息管理

Equipment Information Management Based on Graphic Distribution Network

赵水英 孙旭霞 李生民 (西安理工大学 自动化与信息工程学院 陕西 西安 710048)

摘要: 本文采用 OOP 技术,结合重用技术,实现图形平台与数据管理系统的无缝结合,进而达到了图形化配电网信息管理的目的。通过合理的编号将图形平台与数据管理系统结合达到了图形与数据信息的一体化效果。系统能够准确描述配电网的结构,并将配电网中各个设备的动态运行状态直观地反映在计算机上,便于用户后续管理与操作;在运行图中,能够对设备进行管理、操作与模拟运行,还能进行用户供电可靠性指标计算。通过实际应用验证了本系统功能完善、交互性强、计算准确,同时具有操作可靠、灵活、便捷等特点。

关键词: 配电网 图形化 OOP 技术 数据库 信息管理

1 引言

由于配电网中设备数量繁多,且分布地域广而分散,采用分级、分区的人工台帐管理不仅耗费大量的人力和物力,而且难以直观地显示各个设备实时的动态运行状态和相关设备信息。因此,将配电网和配电设备管理与数据库结合起来是一种比较理想的方法,不仅能够将庞大而复杂的网络拓扑结构直观地、形象地显示在计算机上,而且可以查看各个设备的相关信息,实时了解配电网的动态运行状态,进行设备统计、用户供电可靠性指标计算。

配电网的绘制是图形化信息管理的核心内容。近几年来,电力部门和一些高校已经开发了一些电力图形信息管理系统,大多是利用普通绘图软件与数据库管理系统结合,实现配电信息管理,如 AutoCAD 与数据库结合。但它存在以下不足:图形系统和数据管理系统分离,难以同时直观地显示图形数据和设备属性数据,不能达到图形和信息一体化的效果。因此,研制绘图与数据管理合二为一的专用配电网绘制软件是非常必要的。

本文提出采用面向对象程序设计^[1] (Object - Oriented Programming, 以下简称 OOP) 技术与数据管理系统的无缝结合实现图形化配电网信息管理。结合重用技术,充分利用面向对象技术提供的优点,抽象出所

有对象的共性,进而利用集合类的属性和方法实现配电网专用绘图模块的研制;并采用具有海量数据存储功能的数据管理系统 SQL Server 作为底层数据库,通过合理编号将设备元件的图形外观属性、物理属性(如运行状态)与元件操作方法封装在一起,实现了设备图形、属性与操作方法的模块化,提高了系统程序的扩充性和重用性。同时,充分利用 Visual Basic 对数据库的查找、增加、删除等操作语句,实现配电网图形绘制和操作管理时相关数据的自动记录、可靠性指标自动统计计算等。

2 系统总体结构

用户可以通过配电网图形平台绘制配电网运行图,设备属性的录入借助于交互式的界面保存在数据库中;在配电网运行图中进行设备管理、操作与模拟运行,进而实现可靠性指标计算;根据查询设备信息还能进行设备维护。配电网管理系统的结构是由图形平台部分、设备管理部分、设备操作与模拟运行部分以及用户供电可靠性计算几大部分构成。其中图形平台是由图形绘制与图形编辑两部分组成,图形编辑包括图形的移动、删除和复制等功能。配电网管理系统的总体结构示意图如图 1 所示。

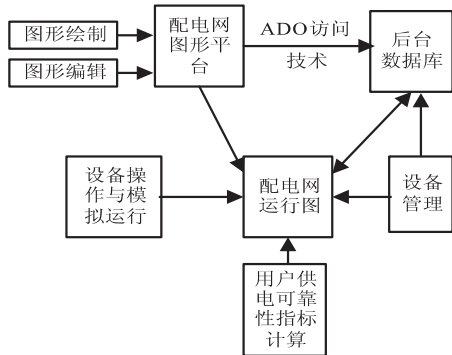


图1 系统总体结构示意图

3 配电网图形绘制中的关键技术

配电网是由一定数量的一系列设备有序地组合而成的。根据面向对象中具体类与集合类的特点,可以将配电网中的设备进行归类,将每一种设备抽象成一个具体类,再用集合类将这些设备有序地集合在一起,达到了形象描述配电网的目的。配电网图形绘制中的关键技术主要包括配电网与类、配电设备符号描述、配电网图形绘制以及图形的移动与拖动。

3.1 配电网与类

虽然实际的配电网设备数量繁多,但是如果把整个配电网看作是一组独立的对象的集合,问题就容易解决得多。例如,首先将一个复杂的配电网中的所有设备进行分类,分成以下主要对象:导线、开关、变压器等,它通过将数据和处理数据的函数封装到一起,并通过函数与外部进行联系,实现系统设计的高度结构化。如果将每一种配电设备作为一个对象,在这个对象中不仅包含了这种配电设备的数据结构,而且包含了对配电网的各种操作(如绘制、选择等),这样就把配电网图形、数据资料和处理功能融合在了一起。

为了实现整个配电网图形系统的多种功能,本文将每个复杂的配电网分解成一组独立对象的集合,这组独立对象的集合就是 OOP 技术中的集合类。它将配电网中所有独立的配电设备完整地、有序地集合在一起。对象集合类拥有一个属性和三个方法,即 Count 属性和 Add 方法、Item 方法和 Remove 方法。Count 属性用于记录配电网中所有设备的总数;集合类的三个方法用于实现图元的添加、索引和删除。

3.2 配电网图形绘制

配电网运行图以导线、节点、开关等设备为管理单位,每一种设备看作一个对象,每一个对象抽象成一个具体类。在配电网运行图中,导线、节点、开关是最简单、最基本的图元,便于实现其绘制。其中,系统将杆塔作为节点处理。但对于复杂图元的绘制,是通过基本图形的组合扩展得到。可根据配电设备的不同将图符组合为以下十二种,如图2所示。

从图元符号描述可以看出,图元形状各不相同,而且有的图元很复杂,但绘制它们时有其共性:由于每一种图元都有其关键点,如导线的关键点是起点和终点。因此,绘制它们的共性就是利用两个最关键的点绘制出各种图元。对于复杂图元,通过最关键的两点可以确定这个复杂图元的其他所有关键点。又因为绘图时目标位置时刻在变化,因此需要有一个参考点。由此可见,所有图元都可以以两个关键点和一个参考点来确定。如变电站与其它图元相同的关键点就是左上点和右下点,其他关键点内部三个圆的圆心和对应圆上一点,通过左上点和右下点坐标可以计算出各个关键点的坐标。因此,这些图元无论多么复杂都可以归于这个思想来实现。

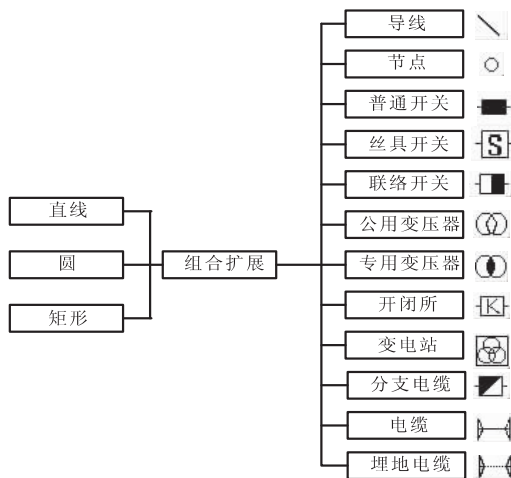


图2 配电网运行图图元符号描述

这些图元都属于同一个类就是公共集合类 DrawObject。每绘制一个图元就要将该图元添加到该集合类里,集合类自动记录图元的集合属性。每一种图元抽象成一个具体类,该类包括两个关键点坐标和一个参考点坐标的设置,线颜色、线型、线宽属性等,以及

Draw 方法。然后,在 PictureBox 的鼠标行为中,简单调用具体类的属性和过程即可完成图元绘制。这种方法的优点是程序扩充性强、代码复用率高、对象属性添加方便等。比如,直线类里的 Draw 方法只有一个函数 Line 函数就可以完成直线的绘制;其他图元类与直线类的唯一不同就是 Draw 方法中具体绘制过程不同。

3.3 配电网图元移动与任意拖动

图元移动和图元任意拖动是图形编辑中最常用的功能,也是任何一个绘图系统必备的编辑功能。它们是两个性质完全不同的概念。图元移动只改变图元的位置,不改变其大小,而图元任意拖动不改变图元位置,只改变其大小。但实现这两种动的过程有很多共性:首先实现它们的第一步就是选中图元,即计算当前点到最近图元的距离,如果距离在允许范围内,则该图元被选中;其次,判断当前点指向图元的顶点还是本身,如果是顶点,则是任意拖动,否则是移动;最后,清除原来图元,更新相关坐标,在目标位置重绘图元。下面以直线的移动与任意拖动为例,其流程图如图 3 所示。

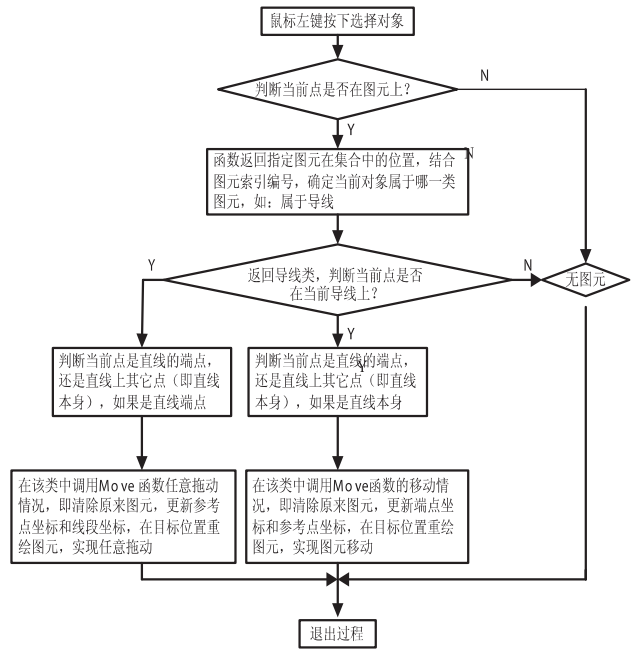


图 3 直线移动与拖动实现流程图

同,只是个别图元具有的设备属性,有的图元不具有而已,因此,本系统采用先将部分图元适当归类后,再把属于这类的各种图元属性的并集作为这类图元的图元属性,并用图元类别属性识别不同设备。这样不仅可以提高对表操作的速度,而且实现了图形属性与设备属性的一体化。此外,配电网运行图中同一条线路中的设备具有相同的线路属性,因此线路属性作为一个表。图元属性表结构见表 1。

4.2 系统数据库设计

系统的安全性要求系统具有用户的权限管理能力,这就意味着系统数据库中存在一张用户信息表。用户信息表中记录了用户名、密码和操作权限等用户信息。系统中的操作管理包括:设备管理、操作设备以及相关停电信息的记录。通过操作设备,达到设备信息管理与模拟运行的动态效果。在操作设备过程中,要自动记录操作日志、停电变压器信息和停电记录事件等。操作日志表中记录了操作员编码、操作设备和操作时间等信息;停电变压器表包括变压器内部编号、容量、停电时间等信息;停电记录表包括停电设备的内部编号、停电起始时间和停电终止时间等信息。系统的主要表单设计如下图 4 所示。

4 配电网数据库

数据库作为系统设计和功能分析的基层,是系统信息存储的唯一工具,其设计的优劣直接影响着系统的运行效率。鉴于系统存储的信息数据量庞大,对数据的增加、查询、修改等操作频繁,以及系统数据信息的网络共享性实现问题,本系统采用 Microsoft SQL Server 2000 作为底层数据库管理系统。系统信息包括线路信息和设备信息,其中设备信息包括基本属性和设备属性,线路信息和设备信息通过唯一编码建立线路信息和设备信息的关联关系,实现同一条线路上的所有设备具有相同的线路信息。

4.1 图元属性数据结构

配电网中的每一类图元都对对应有一系列的属性,系统数据库中以图元属性表的形式存在。图元的信息包括图形属性和设备属性两种属性,图形属性:包括起点坐标、终点坐标、线的颜色等;设备属性:包括型号、容量、生产厂家等。而且本系统包括的图元种类很多,如果以设备为单位进行属性表单设计,显然较繁琐;同时会产生搜索一个信息打开很多个表的问题,严重影响系统的运行效率。为了尽量减少搜索一个信息打开表的数量,而且考虑到这些图元大部分属性都相

表 1 图元属性表结构

表名	字 段
普通开关 丝具开关 联络开关	文件名, 图元类别, 图元索引, 起点横坐标, 起点纵坐标, 终点横坐标, 终点纵坐标, 参考点横坐标, 参考点纵坐标, 线颜色1, 线颜色2, 主分支标识, 线路编号, 内部编号, 线路编号1, 内部编号1, 状态, 型号, 容量, 生产厂家, 出厂日期, 出厂序号, 安装日期
公用变压器 专用变压器	文件名, 图元类别, 图元索引, 起点横坐标, 起点纵坐标, 终点横坐标, 终点纵坐标, 参考点横坐标, 参考点纵坐标, 线颜色1, 状态, 线路编号, 内部编号, 用户编号, 型号, 容量, 生产厂家, 出厂日期, 出厂序号, 安装日期, 地理位置, 台数
普通导线 电缆 埋地电缆 分支电缆	文件名, 图元类别, 图元索引, 起点横坐标, 起点纵坐标, 终点横坐标, 终点纵坐标, 参考点横坐标, 参考点纵坐标, 线颜色1, 状态, 线路编号, 内部编号, 导线长度, 型号, 容量, 生产厂家, 出厂日期, 出厂序号
节点 开闭所 变电站	文件名, 图元类别, 图元索引, 起点横坐标, 起点纵坐标, 终点横坐标, 终点纵坐标, 参考点横坐标, 参考点纵坐标, 线颜色1, 状态, 线路编号, 内部编号
线路表	线路名称, 线路编号, 电压等级, 地区特征, 线路性质, 状态, 投运日期, 退出日期

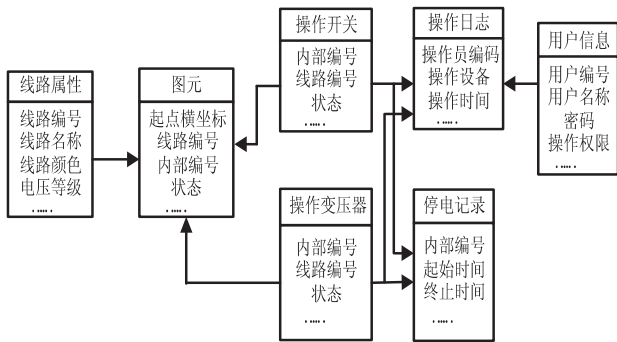


图 4 系统数据库结构示意图

5 配电网图形与数据库的连接

配电网图形与存储数据信息的数据库的连接是实现图形与数据信息一体化的最关键技术。本系统拥有完整的软件访问与图形对象相连接的数据库表和记录,当与外部数据库进行操作时,通过 ADO 来编写操作数据库的程序,很容易实现数据库的链接和调用。ADO 是一种新的数据访问技术,易于使用并独立于编程语言,无论采用何种数据库,只要是 ADO 支持的,则在应用程序中只需操作 ADO 数据对象,对用户而言,被调对象完全是透明的。因此,本文通过图形位置属性和唯一的内部编号,实现了配电网中每个设备与数据库中相关信息的双重一一对应关系,达到了配电网图形与数据库无缝连接的目的。图形的位置属性在绘制过程中自动入库保存,每个设备的内部编号通过交互的设备属性框记录到数据库中。

6 总体效果实现

综合以上开发技术和实现方法,以某地区配电网为例,实现了其运行图的绘制,如图 5 所示。由于设备属性和图形封装在一起,因此,图形绘制完成的过程也伴随属性设置完成。运行图中采用不同颜色表示不同带电状态,灰色显示不带电的设备。当操作某个开关由闭合到断开后,开关及其后续受影响的线路中的所有设备将由当前运行颜色动态着色为灰色,同时记录或修改停电设备的相关信息。由于运行图中设备是含有运行参数的图形,可随时进行设备统计与可靠性分析计算,并将其结果可视化。此外,本系统具有界面友好、结构清晰、与用户交互过程简单方便的特点,符合实际操作人员需求,操作方便、快捷。

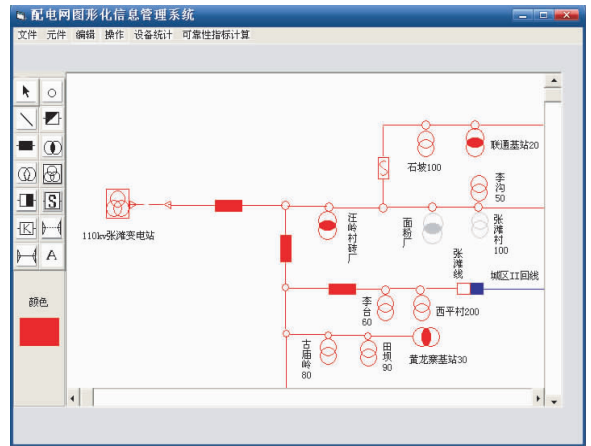


图 5 某地区配电网网络运行图

7 结语

利用 OOP 技术、重技术以及数据库技术开发的配电网图形化信息管理系统,不仅人机界面友好、能够准确描述实际复杂的配电网拓扑结构,而且将网络中设备图形外观属性、物理属性与图形操作方法封装在一起,达到了图形、属性与操作方法的一体化效果,提高了系统程序的扩充性和重用性。本文基于 OOP 技术开发的图形化信息管理系统是一功能完善、使用方便的系统,在制定配电网检修计划或者电网规划可靠性评估方面,具有更大的拓展空间和良好的实用前景。

(下转第 170 页)

参考文献

- 1 Johnsonbaugh R, Kalin M. 面向对象程序设计. 北京: 机械工业出版社, 2003: 60 - 120.
- 2 朱振华. 配电网管理系统的特点与设计要求. 电力系统装备, 2003(3): 74 - 76.
- 3 苏金明. 用 Visual Basic 开发交互式 CAD 系统. 北京: 电子工业出版社, 2003: 52 - 88.
- 4 谢惠藩, 张绕, 钟庆, 郭力. 可视化配电网管理系统的编程实现. 中国电力, 2006, 39(8): 72 - 76.
- 5 林济铿, 覃岭, 罗萍萍. 基于 Visual Graph 的电力系统图形开发. 电力系统自动化, 2005, 29(15): 73 - 76.
- 6 Das D, Nagi HS, Kothari DP. Novel method for solving radial distribution networks. Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings, 1994, 141(4): 291 - 298.
- 7 Sebitosi AB, Pillay P, Khan M. A. An approach to rural distribution network design for sub - Saharan Africa. Energy Conversion and Management, 2006(47): 1101 - 1112;
- 8 Nahman J, Peric D. Analysis of cost of urban medium voltage distribution networks. Electrical Power and Energy Systems, 1998, 20(1): 7 - 16.