

# 基于电气主接线图的变电检修管理图形平台

许志华<sup>1</sup>, 蔡泽祥<sup>1</sup>, 刘德志<sup>1</sup>, 何建宗<sup>2</sup>, 黄伟雄<sup>2</sup>

(1. 华南理工大学电力学院 广东 广州 510640; 2. 广东省广电集团东莞供电分公司 广东 东莞 523120)

**摘要:** 提出了图纸、数据和元件一体化的面向对象的设计思路。利用 AutoCAD 的 VBA 二次开发技术, 基于变电站主接线图, 建立将地理接线图与一次二次电气接线图有机地结合在一起的图形化平台, 将二次设备与一次设备相关联完成地理图到接线图到元件资料数据的立体查询, 以及变电各项检修生产业务网络化管理。

**关键词:** 检修; 图形平台; 面向元件

**中图分类号:** TM769 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)10-0059-04

## 0 引言

变电生产是供电企业的第一线, 维持全局电力生产系统的正常稳定运转, 因此建设变电管理信息系统具有十分重要的意义。然而多数变电管理信息系统一般只停留在简单的记录层次, 在网络化管理过程中难以发挥应有的作用。为了从整体上提高变电检修生产管理水平和提高工作人员的工作效率, 本文根据广电集团东莞供电分公司变电部实际情况, 利用 AutoCAD2000VBA 技术提出了一个适合电力系统特点的电气主接线图形平台, 设计开发了一套基于电气主接线图的面向元件的变电检修管理信息系统。

## 1 变电检修管理图形平台的基本思路

实现该图形化平台的关键在于信息交互。一方面, 需要将系统内部所建立的设备模型等信息提取到平台的表面, 使别的应用程序能够访问到这些数据, 从而利用这些数据进行存储和分析; 另一方面, 则需要将图形平台的功能提高到能够被外界应用所使用的层面, 使用户能够通过一定的方式指挥和操作, 从而使强大的图形和数据管理功能得到充分的利用, 从真正意义上发挥其作为一个开发平台的作用。本文提出的图形化平台与用户界面的接口和相关的网络发布, 与数据库的交互关系如图 1 所示。

东莞供电分公司现有的高压设备数据管理系统具有完善的一次设备台帐数据库。为了满足系统的需要, 以及与原有高压管理系统的一致性, 本系统采用了 Oracle8i 的面向对象的关系数据库编写接口软件对一次设备数据库进行只读操作。Oracle8i 提供和其它软件连接的开放式接口, 支持海量数据管理, 并允许许多用户同时访问。本系统有效地将多种数据

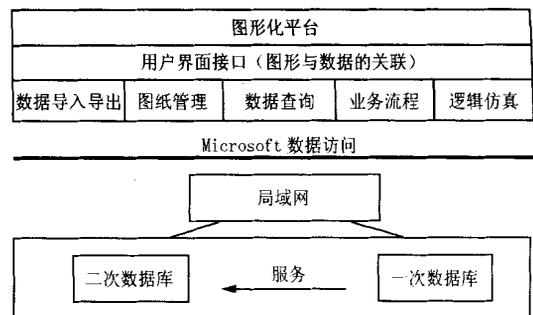


图 1 系统结构示意图

Fig. 1 Illustration of system structure

源集成到 Oracle 数据库中, 充分利用 Oracle 强大的数据管理功能, 进行科学的数据资源管理、共享、挖掘和应用开发十分必要。

为适应各种用户的客观需要, 设计了以下几种设备参数的获取方式: 对一些基本的信息参数, 要求用户直接从图形界面输入 (如空间数据); 考虑到现在的电力部门中一般都有比较完善的设备台帐数据库, 因此, 设计了从已有的参数数据库中获得设备参数的功能 (如属性数据)<sup>[1]</sup>。

## 2 基于 AutoCAD 的 VBA 二次开发的地理图及电气主接线图形平台

事实上大部分电力部门已经应用 AutoCAD 制图, 但是每个设计人员单独作战, 彼此之间缺少有效的信息沟通与协调。大量制图主要处于单机、封闭的形式, 导致图形数据信息的管理、更新和使用落后于对信息的需求。花费巨资建立的设备台帐数据库资源亦无法被需要者利用, 难以实现信息共享。改变这种局面的主要技术途径就是建立一个通用、高效、开放的图形化平台来管理、发布和共享这些空间数据和属性数据。将以 AutoCAD 为核心的各单元系

统实现系统间信息的无缝联结、交换和共享,进而沟通实现以设备台帐数据为基础的数据一体化和系统的一体化,使整个系统的各个组成部分形成统一协同的工作和数据环境有机结合,并使其总体效能达到最佳。图形化平台的形成如图2所示。

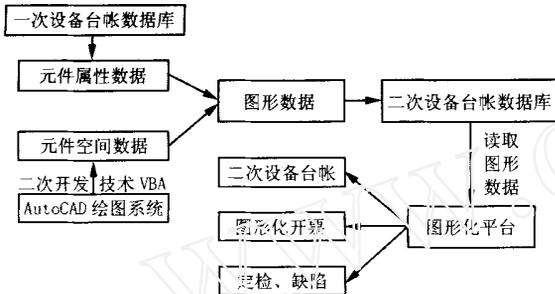


图2 图形平台形成示意图

Fig. 2 Illustration of graphic frame structure

### 2.1 定制元件库形成图纸系统

在本系统中,我们采用 AutoCAD 利用它们丰富的二次开发功能(集成开发工具——VBA)定制和绘制包括各种图元的绘图工具,提取图纸中各图元的信息并与数据库进行交互,与现有的一次设备台帐数据库连接形成一个变电检修管理图形平台。利用 AutoCAD 的 BLOCK 功能形成元件库,其携带信息的能力较强、与数据库打交道相对容易,便于为整个系统的设计与运行作好铺垫。元件库主要是通过块操作及 VBA 语言的编写来实现的。使用了块以后就可以避免很多重复性的工作,大量节约磁盘和内存空间,缩短了文件装入和调出磁盘的时间,有利于系统整体性能的提高。同时块的使用便于数据交互,方便地完成数据输入和查询接口的自定义。变电站主接线图上的元件有一些公共信息(站名、图纸编号等)在程序中通过块属性传递,这样可以减少用户的输入量,准确无误、方便快捷地与数据库进行数据交互。

### 2.2 绘图工具的实现

首先必须对图块属性定义,再在图纸中插入支持文件搜索路径中名称为“\*\*\*.dwg”的图块:

```
Set blockrefobj = ThisDrawing.ModelSpace.InsertBlock(insertpoint, " ***. dwg ", 1 # , 1 # , 1 # , 0)
```

然后获取块引用中的块属性对象,并对块属性对象进行遍历,将块属性的值进行修改。用 VBA 编写读取设备台帐中属性数据结合绘图过程中取得的空间数据对图块属性赋值的程序:

```
attVars = blockrefobj.GetAttributes 对块属性对象进行遍历
```

```
For I = 0 To UBound(attVars)
attVars(I).TextString = attvalue(I)
```

```
Next
```

另外若要从图纸中提取该图元,则由判断条件将元件从选择集中过滤出来,即通过鼠标选择出元件并提取图块属性。

ThisDrawing.Utility.GetEntity Entry, PickPnt, "选择元件:"

```
If Entry.ObjectName = "AcDbBlockReference"
And Entry.HasAttributes Then
```

```
Attrefs = Entry.GetAttributes
```

```
End If
```

将一系列此类 VBA 程序加载到 AutoCAD 的自制的工具条及菜单文件中,就可以形成绘图工具系统。由此制作的图纸是应用通用格式存储的,可以被其它通用绘图软件和高级语言读取,因此便于计算机规范管理<sup>[2]</sup>。电气图纸(含一次二次)绘制 CAD 工具软件即电气主接线图绘制工具,使得所有元件可以编辑定制菜单,实现对数据库操作。通过 VBA 的编程可以实现图纸与内核程序的接口。

### 2.3 图形的网络化实现及对图纸数据的提取

将文件和数据放在服务器上,服务器端运行 WEB 服务器软件(如 IIS 或 PWS 等)响应客户端的浏览器访问。利用 AutoCAD 提供的 DWF 格式文件, DWF 文件可以在 WWW 网上发布。它是高度压缩的 2D 矢量文件。Autodesk 公司提供的 whip 插件是一个 ActiveX 控件<sup>[3]</sup>。该插件既可以嵌在浏览器中,又可以嵌入到 VB 等开发工具中,在开发新应用程序时被采用。这样 DWF 格式的图纸文件可以脱离绘图环境,在浏览器上嵌入了 whip 插件的应用程序中被正常显示,并能象在 AutoCAD 中一样被放大、缩小、平移、打印,非常方便。

通过 whip 控件访问绘图系统生成的 DWF 格式图纸。图中的变电站或一次设备对应数据库中相关记录,实现了图形与数据库的智能关联。在打开一个新窗口时,图纸被加载到 whip 控件内,同时图纸对应的数据记录被读入(这些数据包含了记录中各设备(站)对应的图中的坐标位置)数组中。鼠标的移动将激活鼠标移动的事件函数,可判断当前鼠标位置是否在数组中某一记录的坐标区域内,若找到对应的设备则可通过工具栏或右键菜单实现对设备属性数据的操作。为方便运行人员读图,可通过图纸中的查找功能实现设备的定位,其原理如下:系统根据用户输入的设备名称,查找对象数组中匹配的

元件并得到它的坐标矩形,并通过该区域图形闪烁实现元件的定位。

#### 2.4 面向元件的图形数据库的形成

本文利用 AutoCAD 的集成开发工具用程序提取相应的数据。然后再基于这些设备属性的数据,建立描述图形信息的相关数据库。绘制图纸时在一次设备台帐数据库中选出单位名称、变电站名、设备类型,选出设备的编码,在一次设备台帐数据库的设备基本规范表中读出设备电压等级等信息。同时保存元件的顶点和边界以及元件位置(坐标)等图纸信息,以元件为单位存入数据库,使之与该元件的其它非图纸数据信息一起进行统一管理。这样在图纸中可以以元件为单位依设备编码查到相应数据信息,利用数据信息也可以返回精确到元件的有关图纸中。同时,程序利用其中的元件坐标信息形成以元件为单位的空间属性数据表,作为图纸浏览和设备查询的判别依据。图形数据库形成为实现图形和数据的有效关联<sup>[4]</sup>,本文提出了面向元件的数据和图形一体化处理的思路,即将矢量图纸以数据的方式存储于数据库,实现图形的数化。

### 3 基于图形平台面向元件的变电检修管理系统

本系统中图形化平台的主要特点是用地理图的形式直观地表现背景地物信息,以直观的方法使变电站、电厂的属性数据和地理状况有机叠加,使其关系一目了然。在浏览地理图时,通过点击地图上的变电站、电厂,就可以进入变电站、电厂的电气主接线图。利用电气主接线图可以给工作人员一个所在电力系统的总体概念,这样现场人员在使用软件时,面对的是他非常熟悉的电气运行环境,能够方便地按照自己的思路进入业务管理等模块。

#### 3.1 设备台帐管理

设备是构成电力系统的最基本单位,也是变电各项业务的基础。随着电力系统规模的不断扩大,电气设备特别是继电保护及安全自动装置等二次设备的数量在日益增加。如何有效地管理数量庞大的电气设备就成为电力企业的一个重要问题。将电气主接线图形化平台介于设备管理之上,可以使一次设备的管理更加直观。目前很多电力系统单位并未建立完整的二次设备台帐数据库,于是建立完整的设备台帐数据库并建立对应的管理平台成为目前电力行业特别是电力变电管理的当务之急。本文提出在图形化平台的基础上,将电力系统的二次设备与

实际运行的设备相对应,例如线路保护与开关关联;主变保护与变压器关联;母线保护与母线关联等。通过电气主接线图可以方便地将二次设备与所对应的一次设备关联构成关联关系形成统一的数据平台,是面向元件的变电管理系统的基石。

#### 3.2 图形化开票

传统的工作票平台采取手工填写方式,缺乏对被操作设备的直观了解,因此有必要采取图形化的方式实现工作票的填写。变电站的主接线图精确地反映了各一次设备特别是断路器和隔离刀闸的开合设备的电气连接,可以较好地模拟现场的操作。因此,图形开票系统沿用上述的主接线图,而且为了实现开票系统的网络化,满足变电管理系统整体的一致性,图形平台采用与二次设备台帐类似的方式建立,即以 whip 控件访问网络图纸。在签发工作票时,基于该图形化平台用户在一次接线图上选定工作设备并指定工作内容后,用户不需要自己选择需断开的开关及刀闸、需合上的接地线或接地闸,而由后台设备台帐数据库中设备编码自动判别开关、刀闸或接地刀,这些安全措施由计算机自动生成并填写到工作票中,同时在图形界面上显示出来回放操作过程。工作票简图部分图形可由用户从主接线图中直接选取得到。

#### 3.3 以设备为入口的定检管理和缺陷管理

传统的设备缺陷管理和定检管理一般采用流水账的记录方式,缺乏整理,可用性较差、操作麻烦而且容易出错。鉴于缺陷和定检都针对设备而设,本质上属于设备管理的范畴,因此该系统以底层设备台帐数据库为基础,以设备为入口在网页上实现缺陷和定检管理程序的流转。实现了它们的数据共享,同时规范了整个业务流程。增加了面向生产一线班组的业务处理功能,使它们在进行日常工作的同时,能将各种生产活动产生的数据送入计算机。

因为二次设备存在定检周期、上次定检时间等属性,在二次台帐数据库中为设备加入这些属性后,系统就可根据设备台帐数据将待检设备和过期未检设备快捷地从数据库中设备台帐的定检周期、上次定检时间等属性中查询出准确结果并在网页上的定检模块中显示,并适当地与工作通知单等票单结合起来,实现定检计划的自动化。

缺陷单的网络流程为登记缺陷 处理意见 处理记录 缺陷归档。先由缺陷管理员登记缺陷,再由专责填写处理意见,然后由班组人员记录缺陷处理过程等,最后由缺陷管理员归档,从而完成一个缺

陷单在网上的循环过程。这样,业务流形成一个闭环,分配下去的工作有反馈,领导对工作情况有了全面的掌握,对下属形成了监督机制。这种由计算机管理实现的监督机制提高了工作效率和工作质量。缺陷记录表的设备属性直接引用台帐数据以实现数据关联,这样则实现了台帐、缺陷管理的一体化。由于本系统提出的与设备的关联不限于表面的设备名称的关联,而是与设备台帐中设备的主键(标识码)的关联,在修改台帐中的设备属性时,缺陷、定检记录中所涉及的相关属性也一并修改。同时可以在设备台帐客户端程序环境下方便地统计设备完好率、待检设备等与缺陷、定检记录相关的设备属性。

同样,除了上述设备管理、工作票管理、变电管理中的缺陷管理、定检管理外,生产调度管理、变电站管理等都可以基于图形化平台。整个变电生产流程更加直观,更有效地降低了出错几率。

#### 4 结束语

基于 AutoCAD2000VBA 技术实现以每个设备元件为基本单元存储的图纸与数据库的关联,使变电检修管理业务模块面向元件基于图形化平台而实现。本文提出面向设备元件的思想设计完整的电力系统各项业务网络化管理,相对于分散的各项业务管理流程更易于统一管理。事实上该图形化平台在东莞供电分公司变电部运行经验表明:该系统在减轻检修及管理人员工作负担、提高管理效率等方面达到了预期效果。系统的设计是按照现在工作业务的流程和规范进行的开发,图形化平台所采用的元件属性数据取自通用关系型数据库的设备台帐,图形数据取自 AutoCAD 的标准数据。绘制完成的图形脱离 AutoCAD 绘图环境在网络上发布。因此该图形化平台具有很好的通用性,随着设备台帐数据库的

规范化,还具有很好的可移植性。利用此平台不仅可以实现东莞电业局的变电检修管理,也可以方便地应用到其他地区电力局、发电厂等。

#### 参考文献:

- [1] 夏清,康重庆,沈瑜,等(XIA Qing, KANG Chong-qing, SHEN Yu, et al). 电力市场技术支持系统的开放式可视化管理平台(An Open and Visualized Platform of Technique Support System for Electricity Market) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2001, 25(5):13-16.
- [2] 李凤华(LI Feng-hua). AutoCAD 2002/2000 VBA 开发指南(Developing Guide of AutoCAD 2002/2000 VBA) [M]. 北京:清华大学出版社(Beijing:Tsinghua University Press), 2001.
- [3] 刘为雄,蔡泽祥,孔华东,等(LIU Wei-xiong, CAI Ze-xiang, KONG Huar-dong, et al). 发电厂继电保护管理信息系统研究(Study on Management Information System of Relay Protection for Power Plant) [J]. 中国电力(Electric Power), 2002, 25(4):58-61.
- [4] 孔华东,蔡泽祥,邹俊雄,等(KONG Huar-dong, CAI Ze-xiang, ZOU Jun-xiong, et al). 电力系统继电保护信息管理的图形化平台(A Graphic Frame Design of the Management Information System of Power System Relay Protection) [J]. 继电器(Relay), 2002, 30(5):25-38.

收稿日期: 2003-08-24; 修回日期: 2003-09-18

作者简介:

许志华(1980-),女,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护;

蔡泽祥(1960-),男,教授,博士生导师,主要从事电力系统继电保护的研究;

刘德志(1978-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护。

#### Graphic frame of substation equipment maintenance and repair management system based on VBA

XU Zhi-hua<sup>1</sup>, CAI Ze-xiang<sup>1</sup>, LIU De-zhi<sup>1</sup>, HE Jian-zong<sup>2</sup>, HUANG Wei-xiong<sup>2</sup>

(1. Electric Power College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Dongguan Power Supply Branch of Guangdong Power Corporation, Dongguan 523120, China)

**Abstract:** The idea of integrating drawings, data and components into an object-oriented drawing is presented, which uses VBA of AutoCAD. Based on substation primary connecting diagram, it established a graphic frame by combining graphic connecting drawing with primary and secondary electrical connecting drawing. By relating relay protection equipments to primary equipments, the system, which combines graphic frame and primary connecting diagram, can fulfill the search from the graphic map to primary connecting diagram and equipment data. Besides, it can manage power transformation maintenance and network repair.

**Key words:** maintenance and repair; graphic frame; oriented-component