

# 变电站计算机仿真培训专家系统的图形管理系统

刘蔚, 孔斌, 杨宛辉, 谢琦, 许珉

(郑州工业大学, 河南 郑州 450002)

**【摘要】** 介绍了在变电站计算机仿真培训专家系统中开发的图形管理系统。该系统不仅可以满足绘制电气主接线图和二次设备图的需要,而且可以根据图形生成和更新相应的知识,从而和操作票生成系统以及仿真培训系统紧密配合,为实现变电站计算机仿真培训专家系统的通用性和商品化打下基础。

**【关键词】** 专家系统; 图形管理系统; 关系数据库; 典型一次间隔; 典型二次设备图

## 1 引言

在变电站计算机仿真培训专家系统<sup>[1][4]</sup>中,电气主接线图和二次设备图是重要的图形界面。它一方面是运行人员开操作票和进行模拟操作的主要界面,同时又反映了该变电站的设备配置和网络结构关系等信息。因此对变电站电气主接线图和二次设备图的绘制和修改实质上是对变电站的设备配置和网络结构等知识的创建与修改。因此在变电站计算机仿真培训专家系统中开发合理、方便的图形管理系统具有重要意义。目前已有绘图系统多数只限于绘图工作,难以满足变电站仿真培训系统的需要。为此,我们开发了图形管理系统,可实现对图形的绘制、管理和维护。

图形管理系统有两大功能模块组成:图形编辑功能模块和图形管理功能模块。图形编辑主要用来编辑形成典型一次间隔、典型二次设备图以及主接线图<sup>[2]</sup>。图形管理主要用来对已生成的典型一次间隔、典型二次设备图和变电站的主接线图进行再加工,建立针对某一变电站的数据信息,并将这些知识保存到关系数据库中。

## 2 图形编辑功能模块

图形编辑功能模块由元件类模块和图形编辑模块两个子模块组成。

### 2.1 元件类模块

元件类模块中的元件指的是变电站的相应一、二次设备,如:断路器、隔离开关、压板等。对这些元件采用面向对象的技术,用元件类的形式(例如:断路器类,隔离开关类等)实现对元件知识的描述。具体描述时用元件类的属性来描述元件的参数,用元件类的方法来描述对元件的操作。

以断路器类为例,元件类名:断路器;其元件属

性有:元件名称、元件类型、元件状态、元件宽、元件高、元件形状、元件颜色等;其方法有:元件移动、元件改变形状、元件改变状态、元件改变颜色等。

采用元件类的形式描述元件,可以将元件的参数和操作封装起来,便于对元件类的修改和扩充,提高了程序的模块化程度。

### 2.2 图形编辑模块

图形编辑模块主要由典型一次间隔编辑,典型二次设备图编辑,主接线编辑三个部分组成。

#### (1) 典型一次间隔的编辑

典型一次间隔指的是不同主接线形式的各种类型的间隔,如单母线分段或双母线带旁路母线接线形式的出线、母联、PT、主变间隔等。例如,图1所示的间隔是双母线带旁路母线接线形式的典型出线间隔。编辑的典型一次间隔将作为模板保存,编辑主接线时可以直接选用已编辑好的间隔,而不需要一个元件一个元件地绘制,以适应不同变电站主接线图的编辑。

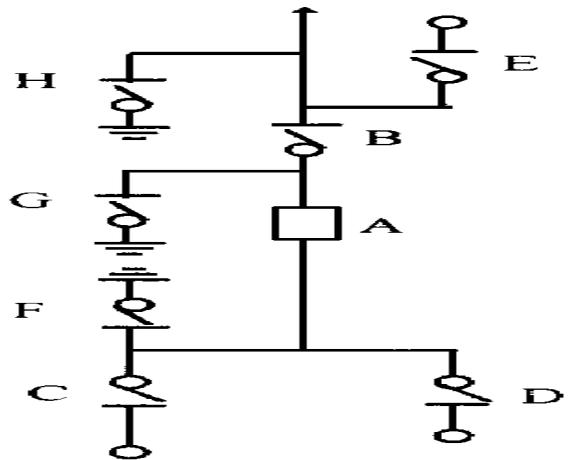


图1 双母线带旁路出线间隔

典型间隔的编辑环境由工具栏和绘图区组成。工具栏已存入按国标绘制主接线图的基本元件如:

断路器、隔离开关、地刀等电气一次设备的各种元件。绘图区用于绘制典型间隔,绘图时用鼠标在工具栏中选中元件,然后用鼠标将该元件拖至到绘图区的合适位置,便完成这一元件的绘制。对绘图区中的元件可实现移动、删除、改变形状、参数设置等功能。利用这些功能可编辑出任意的典型一次间隔,并作为模板保存,供编辑主接线时使用。

通过典型间隔的编辑环境,不仅可以绘制出常用的间隔,还可以根据需要绘制出特殊的间隔,因而可以适应绘制不同变电站主接线图的需要。

### (2) 二次设备图的编辑

编辑的二次设备图也将作为模板保存。编辑主接线并以此作为仿真操作模拟图时,可以为其间隔设置相应的二次保护压板、操作保险等设备图。二次设备图的编辑环境同样由工具栏和绘图区组成。只是工具栏的元件为相应的二次设备仿真图形如:压板、操作保险等。绘制编辑过程同典型间隔。对绘图区中的元件同样可实现移动、删除、参数设置等功能。从而可编辑出适合变电站需要的典型二次设备图。

### (3) 主接线的编辑

主接线的编辑主要以典型一次间隔和典型二次设备图为模板进行。用户从典型间隔窗口中拖动典型一次间隔到绘图区适当位置即完成绘制。绘图区的间隔同样可以进行移动、删除、参数设置等操作。编辑环境还提供线段、避雷器等单个元件为补充,使用户可以绘出令人满意的主接线图。

## 3 图形管理功能模块

图形管理模块主要完成的工作有:对图形进行存储、管理和维护;对图形数据作进一步处理得到新的数据关系。

### 3.1 图形存储和管理机制

对绘制图形的存储和管理关系到图形的显示和分析。因此我们利用关系数据库来存储和管理图形数据<sup>[3]</sup>。下面以图 1 为例说明。

当用户把断路器 A 放到绘图区时,系统自动创建断路器类的新实例 A,并将相关属性赋值如:元件名称=A;元件类型=出线断路器;元件在绘图区的 X 坐标=133;元件的 Y 坐标=175;元件的宽=12;元件的高=122。

对 A 可以进行移动、改变形状、修改名称及元件类型等操作,与此同时系统也修改了 A 的相应属性。其它元件的编辑与此相同。

保存该间隔时,系统将扫描所有元件类实例,将其属性值存储到关系型数据库中,如表 1 所示。从而完成对图 1 所示双母线带旁母出线间隔的保存。典型二次设备图和主接线的存储相同,这里不再赘述。

表 1 图 1 的典型间隔属性知识描述关系数据表

元件名称	元件类型	X 坐标	Y 坐标	宽	高	
1	A	出线断路器	133	175	12	122
2	C	母隔离开关	93	297	12	91
3	D	母隔离开关	164	297	12	60
4	G	断路器出线侧地刀	93	237	12	60
5	F	断路器母线侧地刀	91	165	12	60
6	B	出线侧隔离开关	133	27	12	153
7	E	旁路侧隔离开关	170	58	12	60
8	H	线路侧地刀	89	81	12	60
9	线段 1		140	115	37	5
10	线段 2		97	162	42	5
11	线段 3		100	295	71	5
12	线段 4		95	78	44	5
13	箭头 1		133	12	12	24

生成的典型一次间隔、典型二次设备图和主接线图分别在不同的关系数据表中保存,并在各个表之间建立链接关系,利用关系数据库的强大功能实现对数据的查询及更新。

图 2 是存储表的结构及其相互链接关系,建立链接关系便于查询及更新数据。

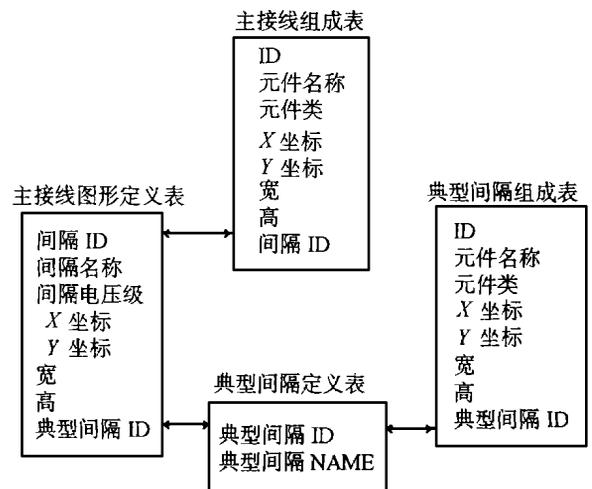


图 2 电气主接线存储结构及链接关系

### 3.2 图形设备的管理

利用生成的主接线,可以得到变电站的一、二次设备的配置以及网络结构关系等新的数据关系。

#### (1) 自动形成变电站的一、二次设备的配置

例如:假设主接线图中有一个图 1 所示的双母线带旁母出线间隔,其组成如表 1 所示。

系统对表1作进一步处理,删除无关项,得到该间隔的一次设备配置(表2)。

表2 双母线带旁母出线间隔设备组成表

ID	元件名称	元件类
1	A	出线断路器
2	C	母隔离开关
3	D	母隔离开关
4	G	断路器出线侧地刀
5	F	断路器母线侧地刀
6	B	出线侧隔离开关
7	E	旁路侧隔离开关
8	H	线路侧地刀

#### (2) 自动形成变电站的网络拓扑结构关系

系统根据存储的主接线图,利用元件的元件类型及坐标等信息确定该元件与其他设备的连接关系。

例如:要确定图1中的断路器A的连接关系,首先要进行查询得到断路器A的相关记录:

ID	元件名称	元件类	X坐标	Y坐标	宽	高
1	A	出线断路器	133	175	12	122

然后利用其坐标位置、宽和高等数据,并以其元件类为启发信息,从而确定其连接关系。

#### (3) 数据完整性和一致性的维护

由于操作票的形成与仿真操作都和变电站的一、二次设备的配置以及网络结构有着紧密的关系,因此对主接线图和二次屏的修改必将影响操作的内容和顺序。例如:要删除主接线上的某一间隔,则该变电站的设备库和网络结构都要发生变化。因此在删除该间隔的同时,必须将变电站的设备库和网络结构中有关该间隔的数据作相应修改,使两者保持一致,以保证操作票的形成与仿真操作的正确。图形管理系统承担了这一任务,在修改主接线图和二次屏的图形界面的同时,对知识库进行维护,保证了数据完整性和一致性。

## 4 结论

本文讨论了变电站仿真培训系统中开发的图形管理系统。该系统具有以下几个特点:

(1) 可以简单方便地绘制和修改典型一次间隔、典型二次设备图和电气主接线图。

(2) 可以根据主接线图和二次设备图建立、修改和维护变电站的设备库以及网络拓扑结构等信息。

(3) 可以对生成的主接线图和二次设备图进行仿真操作。

该图形管理系统显示方便,操作灵活,并且能够根据主接线和二次屏图生成图形、设备和拓扑结构等方面的数据,从而能和操作票生成系统以及仿真培训系统紧密结合,为实现变电站计算机仿真培训专家系统的通用性和商品化打下基础。

#### [参考文献]

- [1] 杨宛辉等. 变电站计算机仿真培训系统的研制. 河南电力, 1998, (2).
- [2] 杨宛辉, 谢琦, 姚道德. 一种电气主接线图的存储与可视化编辑方法. 计算机应用研究, 1998, 15(1).
- [3] 姚道德, 杨宛辉, 谢琦. 使用一种关系表格实现知识表示的研究. 继电器, 1998, 26(2).
- [4] 谢维康等. 专家系统及其发电厂变电所中的应用. 北京: 水利电力出版社, 1994. 6.
- [5] 田盛平. 人工智能原理及应用. 北京: 北京理工大学出版社, 1993. 8.
- [6] Mike Mckelvy, Ronald Martinsen. Visual Basic 5 开发使用手册. 机械工业出版社, 1997. 12.

收稿日期: 1998—11—12

作者简介: 刘蔚(1974-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统监视与控制; 孔斌(1969-), 男, 学士, 助教, 研究方向为电力系统监视与控制; 杨宛辉(1943-), 女, 副教授, 研究方向为电力系统监控。

## THE GRAPHICAL MANAGEMENT SYSTEM IN THE TRAINING AND SIMULATION EXPERT SYSTEM FOR SUBSTATION

LIU Wei, KONG Bin, YANG Wan-hui, XIE Qi, XU Min

(Zhengzhou University of Technology, Henan Zhengzhou 450002, China)

**Abstract** The Graphical Management System in the Training and Simulation Expert System for substation is discussed in this paper. This system can not only draw the typical graph of Single Group and protection equipment but also create and update the relevant knowledge based on the graph. Connecting with the Operating Order Sheet Generated System and Training and Simulation System, the Graphical Management System became the base for the realization of generalization and commercialization of the Training and Simulation Expert System for Substation.

**Keywords** expert system; the graphical management system; RDS(relation database system); typical single group; typical graph of protection equipment