

基于 VC++的电力图形软件的电力图元连接

刘守瑞, 常鲜戎

(华北电力大学, 河北 保定 071003)

摘要: 介绍了基于 VC++电力图形软件的电力图元连接方法, 旨在将独立电力图元在图形及电气上完成准确、快速的数据连接。在已有电力图元的基础上, 利用 Visual C++平台, 通过各个电力图元始末位置坐标的距离判断图元是否连接, 然后定义一系列数组存储图元的类型、编号和连接节点号等信息, 连接节点号相同的图元表示其实现了电力连接。仿真结果表明, 研究的电力图元连接方法能够正确、快速地实现电力图元在数据、功能上的连接, 为研究电力系统的暂稳态分析提供了良好的仿真基础。

关键词: 电力系统; 图元连接; 编程; Visual C++

Connection with the power graphics elements of the power graphics software based on Visual C++

LIU Shou-ruì, CHANG Xian-róng

(North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: This paper presents connection method of the power graphics software based on Visual C++. The objective is to connect the data of independent power graphics correctly and rapidly in the graphic and electric field. Based on existing power graphics and Visual C++ platform, it judges the connection through the distance of each power graphic location coordinates, and then defines a series array store information such as element type, number and connection node. The graphics of same connection node are showed connected in power system. The simulation results show that the power graphics connection method can correctly and rapidly realize the connection of power graphics in data and function. What's more, the method provides a good simulation foundation for transient and steady state analysis.

Key words: power system; elements connected; programming; Visual C++

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)15-0100-04

0 引言

目前,计算机在电力系统中的应用越来越广泛,无论是操作票系统、仿真专家系统、还是电力系统潮流计算和短路计算都需要绘制电气接线图。图形是工程中最简洁的语言,在计算机图形上实现数据输入和结果输出会起到一目了然的效果。操作可视化是电力系统各种分析软件的一个发展趋势^[1]。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^[2]。

本文提到的已有的电力图形软件是一个面向对象的图形软件,通过后期的编程,使其成为一个图库一体化的电力图形软件。一个完整的电力系统图是由许多电力图元连接而成的,在编程中如何实现

电力图元的连接关系是必须要解决的问题。以往基于 VC++的电力图元连接设计,都是针对自身的软件开发的。其原理繁琐,并且没有通用性。针对以上不足,本软件利用 Visual C++封装了一个连接模型。当其他类似软件需要电力图元的连接时,可以直接使用封装好的连接模型,大大节省了连接模型设计的时间。本文定义了一系列数组存储图元的类型、编号和连接节点号等信息,通过这些数组实现电力图元的连接^[3-5]。

1 设计原理

本软件一共设计了十三个电力图元,分别是发电机、双绕组变压器、三绕组变压器、移相变压器、自耦变压器、隔离开关、断路器等。先设置一系列的数组,用来存储电力图元的始点、终点的位置信息。然后统计系统中具体图元的个数,并将图元的

相关信息存储在数组中。接下来通过图元始点、终点的位置坐标来判断图元是否连接,如果数组中的节点号相同,则图元连接。最后整理连接信息,把连接信息存储在 `m_gmTopo[kk][13]` 数组中。这样在画出系统图之后,就可以通过 `m_gmTopo[kk][13]` 数组以数字的形式表示出图元的连接。其流程图如图 1。

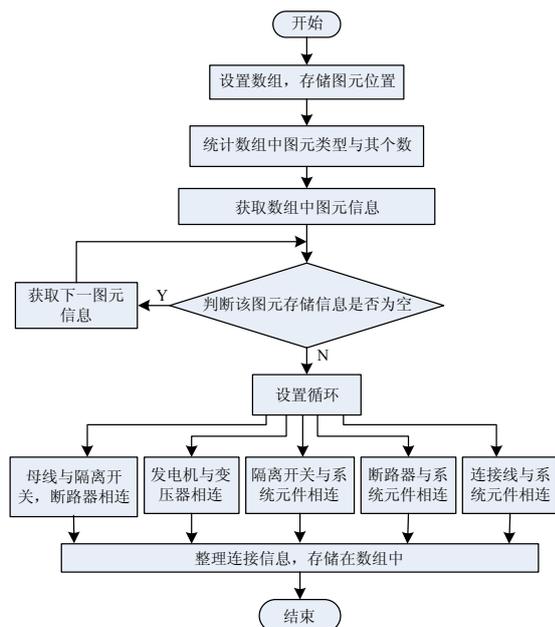


图 1 连接程序流程图

Fig.1 Linker flowchart

1.1 电力图元的位置

设置一系列的数组,用来存储电力图元的始点、终点的位置信息。在这个过程中,电力图元可分为三部分:单端组件,双端组件和三端组件。

单端组件是指在电力图元中只有始端或者只有末端的组件。如发电机和负荷。

双端组件是指在电力图元中有始端和末端的组件。如双绕组变压器和断路器等。

三端组件是指在电力图元中除了有始端和末端,还有一个中间端点的组件。如三绕组变和自耦变压器。以三端元件为例,其程序如下:

三绕组变压器的始点、中间点和终点:

```
Position m_posbyqs_begin[10];
```

```
Position m_posbyqs_end [10];
```

```
Position m_posbyqs_end2[10];
```

三绕组变压器的始点、中间点和终点坐标:

```
for (int p1=0; p1<10; p1++)
```

```
{m_posbyqs_begin[p1].x=0;
```

```
m_posbyqs_begin[p1].y=0;
```

```
m_posbyqs_end[p1].x=0;
m_posbyqs_end[p1].y=0;
m_posbyqs_end2[p1].x=0;
m_posbyqs_end2[p1].y=0; }
```

1.2 系统中具体图元的个数

先定义一个 POSITION 变量 pos,使 pos 能够遍历系统中的所有图元。通过遍历图元就可以知道系统中图元的总数,为下面统计具体图元的个数做准备。其程序如下:

```
POSITION pos=m_EntityList.GetHeadPosition ();
while (pos!=NULL)
{CEntity* pEntity= (CEntity*)
m_EntityList.GetNext (pos); }
```

通过 Centity 的指针变量 pEntity,利用 MFC 的命令,实现图元类型的确定。当系统中所有的图元全遍历一遍,具体图元的个数就确定了。

确定发电机的个数: if
(pEntity->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CFCircle)))
{CFCircle* pfcircle;
pfcircle= (CFCircle*) pEntity;
m_posfdj_end[j1]=pfcircle->GetEndpos ();
pfcircle->m_quyv=m_Gmquyv; j1++; }
j1 就是系统中发电机的个数。

1.3 图元的连接

图元的连接是利用数组中的节点号表示的,当节点号相等时,说明在网络拓扑中两图元相连。由于系统图中的图元都是通过隔离开关、断路器和连接线相连的,因此在拓扑中考虑图元的连接就考虑其与隔离开关、断路器和连接线的连接关系。特例是:发电机和变压器直接相连等。

1.3.1 母线与隔离开关或断路器相连

母线的包围盒是围绕在母线周围的一个小矩形,此小矩形只是一个虚幻的小矩形,不在图形上显示。当隔离开关或断路器的始点或终点的坐标在包围盒中时,就表示母线与隔离开关或断路器相连。在相应的数组中存储相同的节点号。

其程序如下:

```
if (pEntity->IsKindOf (RUNTIME_CLASS (CMLine)))
{CMLine* pmline; pmline= (CMLine*) pEntity;
int num=pmline->m_bianhao; //母线编号
int nd=pmline->m_node; //母线节点号
for (i6=0; i6<j6; i6++) { //是否隔离开关和母线连接,
Position ppos=m_posglkg_begin[i6];
double
curRadius=PICK_RADIUS/g_pView->GetScale ();
if ( pmline->Pick (ppos, curRadius) ) {
```

```
m_gmTopoglgk[k6][0]=i6+1; //与母线相连的隔离
                          开关的编号
m_gmTopoglgk[k6][3]=9; //i 侧连接图元类型--母线
m_gmTopoglgk[k6][4]=num; //i 侧连接图元编号
m_gmTopoglgk[k6][5]=nd; //i 侧节点号;
k6++; } //k6 记录了与母线相连的隔离开关个数
```

1.3.2 发电机与变压器直接相连

当发电机的终点坐标与变压器的始末端点坐标的距离小于 PICK_RADIUS 时, 就表示发电机与变压器相连。在相应数组的对应侧存储相同的节点号。PICK_RADIUS 是定义的半径, 为 0.05。

其程序如下:

```
for (int p0=0; p0<j1; p0++) {
  for (int p1=0; p1<j4; p1++) { //双绕组变压器
    double dis1=sqrt((m_posfdj_end[p0].x-m_posbyq_
begin[p1].x) * (m_posfdj_end[p0].x-m_posbyq_
begin[p1].x) +
(m_posfdj_end[p0].y-m_posbyq_begin[p1].y) *
(m_posfdj_end[p0].y-m_posbyq_begin[p1].y));
    double dis2=sqrt((m_posfdj_end[p0].x-m_posbyq_
end[p1].x) * (m_posfdj_end[p0].x-m_posbyq_
end[p1].x) +
(m_posfdj_end[p0].y-m_posbyq_end[p1].y) *
(m_posfdj_end[p0].y-m_posbyq_end[p1].y));
    if (dis1<=PICK_RADIUS) {m_gmTopofdj[k1][0]=
p0+1; //发电机编号
m_gmTopofdj[k1][1]=m_node; //节点号
m_gmTopofdj[k1][2]=5; //连接图元类型-变压器
m_gmTopofdj[k1][3]=p1+1; //连接图元编号
m_gmTopobyq[k4][0]=p1+1; //变压器编号
m_gmTopobyq[k4][2]=3; //变压器 i 侧相连图元
m_gmTopobyq[k4][3]=p0+1; //i 侧相连图元编号
m_gmTopobyq[k4][4]=m_node; //变压器 i 侧节点号
m_node++; k1++; k4++; } if (dis2<=tt) {
m_gmTopofdj[k1][0]=p0+1; //发电机编号
m_gmTopofdj[k1][1]=m_node; //节点号
m_gmTopofdj[k1][2]=5;
m_gmTopofdj[k1][3]=p1+1; //连接图元编号
m_gmTopobyq[k4][0]=p1+1; //变压器编号
m_gmTopobyq[k4][5]=3; //变压器 j 侧相连图元
m_gmTopobyq[k4][6]=p0+1; //j 侧相连图元号
m_gmTopobyq[k4][7]=m_node; //变压器 j 侧节点号
m_node++; k1++; k4++; } }
```

1.3.3 其他图元的连接

隔离开关和断路器对其他图元的连接与发电机和变压器的直接连接相似。图元连接也是用始末端

点的坐标距离来判断的。连接线与其他图元的连接与母线的连接相似。连接线也有一个包围盒, 当其他图元的始末端点的坐标在包围盒内时, 就表示连接线与其他图元相连接。注意双端元件有 i, j 侧; 三端元件有 i, j 和 k 侧, 只有相连的一侧才有相同的节点号。

2 整理连接信息存储在数组中

2.1 整理图元的连接信息

由于连接判断只是针对一端的, 所以隔离开关、断路器和变压器等双端或三端元件在连接判断时, 会额外增加图元的编号。为了使连接信息与实际的系统图一致, 整理图元的连接信息, 使同一个图元的编号唯一、节点号对应, 并完整地存储在一个数组里。

其程序如下: 整理隔离开关信息去掉重复信息

```
int kg=0; for (int m1=0; m1<k6; m1++) {
  for (int m2=m1+1; m2<k6; m2++) {
    if (m_gmTopoglgk[m1][0]==m_gmTopoglgk[m2][0]) {
      for (int m3=3; m3<9; m3++) { if
(m_gmTopoglgk[m1][m3]!=m_gmTopoglgk[m2][m3])
{m_gmTopoglgk[m1][m3]=m_gmTopoglgk[m1][m3]
+m_gmTopoglgk[m2][m3]; } }
      for (int m4=0; m4<9; m4++) {
m_gmTopoglgk[m2][m4]=0; } } }
      for (int m4=0; m4<k6; m4++) {
if (m_gmTopoglgk[m4][0]!=0) {
for (int m6=0; m6<9; m6++) {
m_gmTopoglgk[kg][m6]=m_gmTopoglgk[m4][m6]; }
kg++; } }
```

2.2 把连接信息存储在统一的数组

经过以上步骤, 连接信息已基本完成, 最后把连接信息存储在 m_gmTopo[kk][13] 数组中。这样在画出系统图之后, 就可以通过 m_gmTopo[kk][13] 数组以数字的形式表示出图元的连接。

其程序如下:

```
for (int q4=0; q4<kb; q4++) {
  m_gmTopo[kk][1]=5; //变压器
  m_gmTopo[kk][2]=m_gmTopobyq[q4][0];
  m_gmTopo[kk][3]=m_gmTopobyq[q4][4];
  m_gmTopo[kk][4]=m_gmTopobyq[q4][2];
  m_gmTopo[kk][5]=m_gmTopobyq[q4][3];
  m_gmTopo[kk][6]=m_gmTopobyq[q4][7];
  m_gmTopo[kk][7]=m_gmTopobyq[q4][5];
  m_gmTopo[kk][8]=m_gmTopobyq[q4][6];
  kk++; }
```

3 系统图的绘制实例

本文以某火电厂的火电厂主接线图(图2)为例,系统中包括断路器 QF、QF2,隔离开关 QS1~QS4,母线 W1~W3,电抗器 L1 和 L2 以及发电机和变压器等。隔离开关参数如图3。

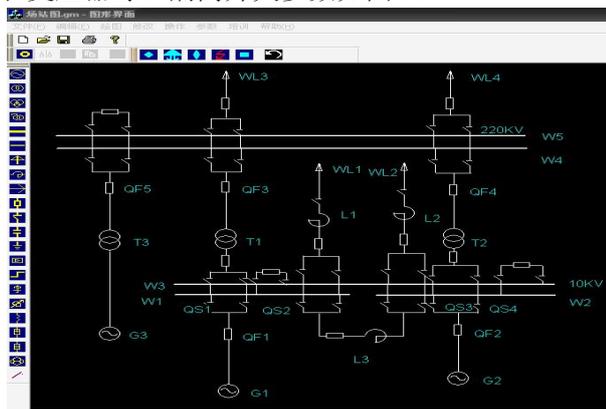


图2 电力系统图

Fig.2 Power system graphics



图3 隔离开关参数

Fig.3 Parameters of isolation switches

4 结论

本文利用 Visual C++平台,完成了图元的连接。封装好的连接模型可以广泛应用到类似的图形软件中,节省了设计连接模型的时间。当系统图绘制完成时,就能够快速、准确地生成其相应的连接信息。此方法原理简单,易于让人接受,并具有良好的通用性。

参考文献

[1] 曾祥辉,宋玮,邓健,等.面向对象的电力图形系统

的分析和设计[J].继电器,2004,32(5):36-39.

ZENG Xiang-hui, SONG Wei, DENG Jian, et al. Object-oriented analysis and design of graphic system of power system[J]. Relay, 2004, 32(5): 36-39.

[2] 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.

[3] 赵菁,孙晖.基于 CIM 的集控站仿真培训建模支持系统[J].电力系统及其自动化学报,2005,17(3):69-72,77.

ZHAO Jing, SUN Hui. Modeling support system based on CIM of training simulation for centralized control substation[J]. Proceedings of the CSU-EPASA, 2005, 17(3): 69-72, 77.

[4] 柏强,刘君,牛凯,等.电厂电气系统图形建模仿真[J].继电器,2006,34(2):62-65,69.

BAI Qiang, LIU Jun, NIU Kai, et al. Simulation of graphical modeling for power plant electric systems[J]. Relay, 2006, 34(2): 62-65, 69.

[5] 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):65-70,78.

HU Dan, WANG Xing-hua, DUAN Xian-zhong. Analysis of graphic functions applications in advanced software of power system[J]. Relay, 2005, 33(14): 65-70, 78.

收稿日期:2009-09-03; 修回日期:2009-10-10

作者简介:

刘守瑞(1984-),男,硕士研究生,主要研究方向为电力系统及其自动化,电力系统发电、运行与控制;E-mail: mfsrui@163.com

常鲜戎(1956-),男,教授,研究方向为电力系统分析,仿真计算和建模,电力系统稳定和控制,非线性控制。