

图形方式短路电流计算软件的研究

袁斌 马维新 彭喜明
(清华大学电机系 100084 北京)

高翔 陈志勇 胡宏
(华东电力集团公司调通局 200002 上海)

摘要 介绍了华东电网图形方式短路电流计算软件的技术特色,包括系统菜单的功能和实现,电网系统图的绘制及转换方法,电网图上短路电流显示位置的坐标确定方法,厂站分排的设计和实现方案等。

关键词 电力系统短路计算 继电保护 人机界面 电网接线图

0 引言

国民经济的发展使得电力系统变得越来越复杂,电力系统安全稳定问题也变得越来越重要。如何提高电力系统继电保护装置整定和校核工作的快速性和准确性,以满足现代电力系统安全稳定运行的要求,理所当然地得到了国内外电力系统工作者的重视和研究。

《华东电网继电保护整定综合程序》就是在此种情况下,由清华大学电机系和华东电力集团公司调通局继保科共同开发和完成的一项科研课题。该程序编制完成后,根据继保科人员使用后提出的建议,进行了多次修正和完善,已于 1995 年 12 月在华东电力集团公司调通局继保科投入试运行。这个程序由电网和继保装置数据库管理程序、文本方式短路电流计算程序、图形方式短路电流计算程序、继电保护整定程序、继电保护校核程序等 5 部分组成,其中第 1 部分由 Foxbase 编写,其他 4 部分由 NDP C 编写,程序总菜单由 DOS SHELL 批处理命令语言编写,全部程序运行在 486 微机上。

1 图形方式短路电流计算程序的新功能

图形方式短路电流计算程序和现有短路电流计算程序的不同点在于:

(1) 能在计算机屏幕上直接显示华东电网的系统接线图,并能将短路计算的结果,包括全网中各条线路和节点的序电流、相电流、序电压、相电压等,直接显示在电网接线图相应的位置上。

(2) 整个华东电网的系统接线图由 8 幅与计算机屏幕同样大小(640×480 像素点)的图形组成(即

2560×960 像素点,16 色),在使用过程中的任意时刻,使用者可通过鼠标或方向键对电网进行快速定位或平滑移动。

(3) 能用鼠标在系统接线图上选择华东电网的任一厂站,并将该厂站的主接线图显示在屏幕上,如显示的厂站被设置成分排(即计及了该厂站主接线图上的所有开关线路),则能够在厂站接线图上显示出各开关上的电流值。

(4) 能够用鼠标对华东电网接线图上的任一线路上的开关以及设置了分排的厂站内的开关进行开合操作。

(5) 能够用鼠标对华东电网接线图上任意选择故障线路,并在弹出的故障设置菜单上进行各种复杂故障的设置。

(6) 电网参数从数据库文件(DBF 文件)直接读入,电网和继电保护装置数据库管理程序可方便地对电网参数进行修正和维护。

(7) 可对电网中的任意线路进行投运或停运操作,并可任意设置厂站内电源和接地的大方式、小方式以及停运方式。

(8) 电网接线图由配套的电力系统 CAD 软件 PWCAD(DOS 版及 Windows 版两种)绘制,PWCAD 以 AutoCAD 为基础,利用菜单上提供的电力系统元件进行绘图,并可将绘制完成的图(DWG 和 DXF)通过配套的图形转换程序转换成图形方式短路电流计算程序所需要的图形格式。

(9) 短路电流计算结果在电网接线图上的显示位置可由配套的“电网图坐标定位程序”方便地进行增加、移动、修正、删除等操作。

(10) 短路电流计算的数学模型中不仅考虑了线路的电抗,而且还考虑了电阻,并根据继电保护运行人员的习惯,忽略了系统负荷的影响。

(11) 可考虑互感线路，并能考虑互感线的故障、互感线接地检修等。

(12) 具有快照和重显功能,快照功能允许使用者将任意时刻屏幕上显示的电网图形以及在图形上显示的操作和计算结果象像片一样照下,并保存在使用者指定的快照图形文件中,使用者同样可在任意需要的时刻通过重显功能重显在屏幕上,或者通过后面介绍的打印功能在打印机上进行黑白或彩色打印。

(13) 可用黑白或彩色两种方式打印快照图、全网接线图以及含有短路计算结果的全网接线图。

2 华东电网图形方式短路电流计算程序的主菜单设计

主菜单如图 1 所示。

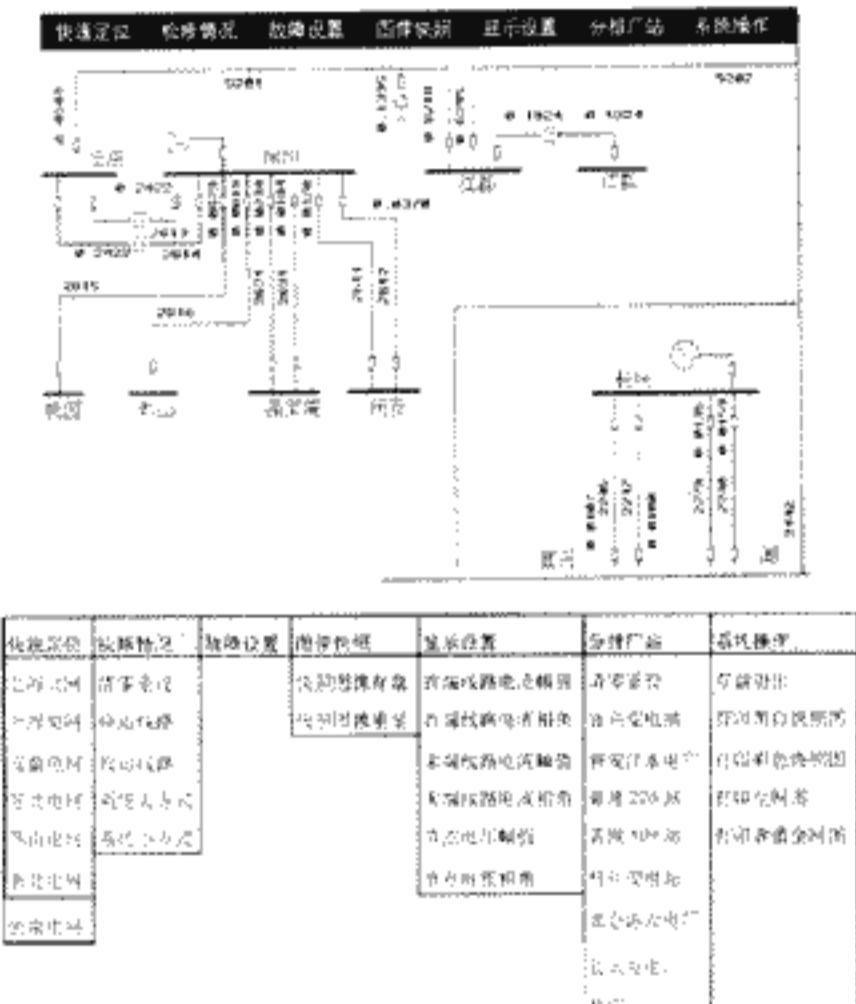


图 1 主菜单及电网图形

Fig. 1 Main menu and power system connection

各菜单项的下拉式菜单内容和作用为：

(1) 快速定位：目的是为了让用户能尽快进入到关心的电网，并在计算机屏幕上显示该区域的电网接线图。

(2) 检修情况：用户通过该菜单项的选择，可设置系统中的投运及停运线路，并可设定计算用系统的方式。这里默认为太方式。

(3) 故障设置:该菜单的下级为一弹出式菜单,见图2。用户可在此菜单上设置各种复杂故障。

(4) 图像块照 块照和重叠的下级菜单如图 3

图2 故障设置菜单

Fig. 2 Fault information setting menu

用户选择图像快照，并输入文件名后，即可将当前屏幕上的图像保存到文件名为输入的文件名的文件中，或将该文件中的图像重显在当前屏幕上，快照文件同时可以在系统操作菜单中打印出来。



图3 快照及重显菜单

Fig. 3 Photo and redisplay menu

(5) 显示设置: 各项的下级菜单皆如图 4 所示。该菜单供用户选择在电网接线图上显示的内容, 可逐项选择, 以观察本次短路计算结果的序分量和相分量, 系统默认为始端电流的正序值。

(6) 分排厂站：该菜单列出了华东电网中所有厂站的名称，用户可任意选择厂站进行分排。

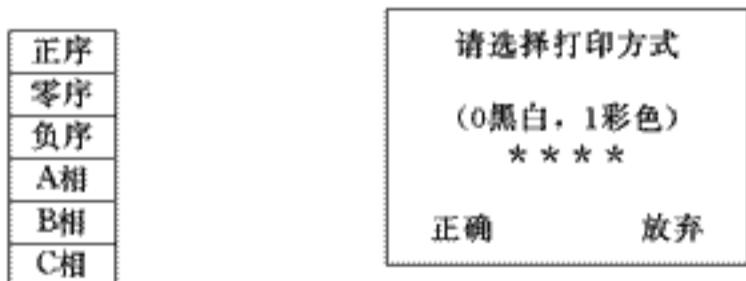


图4 显示设置菜单

Fig. 4 Display setting menu

图5 系统操作菜单

Fig. 5 System operation menu

(7) 系统操作：这里，每个打印菜单项的下级菜单如图 5 所示。用户根据该菜单，可将标有当前短路计算结果的华东电网全网图打印出来。

3 由网接线图形平移的方法和原理

整个华东电网的系统接线图由 8 幅与计算机屏幕同样大小的图形组成，在使用过程中的任意时刻，为观察到关心的电网区域，使用者可通过鼠标或方

向键对电网进行快速定位或平滑移动。平移是根据 VGA 显示缓冲区的原理完成的。

VGA 在图形模式 12H 中, VGA 显示缓冲区采用的是彩色页面法来管理的, 它用 4 个具有相同首地址的彩色页面来模拟 16 种不同颜色的信息; 显示缓冲区的首地址为 0XA0000000; 对 VGA 显示卡里图形控制寄存器里的子寄存器的不同赋值, 便可在上述 4 个彩色页面中的任一个存放光栅图形信息。

图形控制寄存器中包括 9 个子寄存器, 即设置/重置寄存器、允许设置/重置寄存器、颜色比较寄存器、数据重叠屏蔽寄存器、读域选择寄存器、存储模式寄存器、杂项寄存器、颜色忽略寄存器、位屏蔽寄存器。这 9 个寄存器中没有一个有唯一的主机端口地址。对这些寄存器的访问都是通过索引寄存器和数据寄存器实现的, 这两个寄存器位于主机端口地址空间, 地址分别为 03C4H 及 03C5H。程序访问图形控制寄存器时, 先在索引寄存器中装入 0 ~ 8 共 9 个索引值来依次选取图形控制寄存器中不同的寄存器, 然后通过在数据寄存器中装入不同的值来实现各寄存器的不同的功能。

就应用而言, 主要关心的是索引号为 2 的寄存器。对该寄存器的不同赋值, 可用来对 4 个彩色页面进行选择, 具体办法是: ①赋值 8, 对第 4 页进行操作; ②赋值 4, 对第 3 页进行操作; ③赋值 2, 对第 2 页进行操作; ④赋值 1, 对第 1 页进行操作。

4 短路电流显示位置坐标的确立方法

在华东电网图形方式短路电流计算软件中, 有一个华东电网系统接线图坐标信息文件。该文件中存放的坐标信息有:

(1) 全部线路的线路名、首端名、末端名, 首端电流显示位置 X 坐标、Y 坐标, 首端电流显示类型(即水平还是垂直显示), 末端电流显示位置 X 坐标、Y 坐标, 末端电流显示类型, 首端开关位置 X 坐标、Y 坐标, 首端开关类型(即水平还是垂直), 末端开关位置 X 坐标、Y 坐标, 末端开关类型, 短路符号显示位置的 X 坐标、Y 坐标。

(2) 全部节点的节点名, 电压显示位置 X 坐标、Y 坐标。

程序根据该文件中的电流及电压坐标信息在图上显示短路电流的计算结果, 根据该文件中的开关坐标信息及当前鼠标的动作情况对开关进行开合操作或弹出故障设置菜单进行故障设置。

此坐标信息文件由配套的“电网图形坐标位置确定软件”完成。该软件用 NDP C 编写, 用户用鼠标进行操作。用户根据此软件, 可对电流、电压显示位置坐标及开关位置坐标进行增加、移动、删除、修正等操作, 并将最终结果保存在坐标信息文件。

5 厂站分排的设计与实现

在通常的短路计算程序中, 厂站仅用一个节点表示, 厂站内部各开关上的电流无法计算出来, 厂站内的开关也无法操作。考虑到厂站内部母线和开关的接线方式以及开关上流过的电流对继电保护整定的重要性, 华东电网图形方式短路电流计算软件中允许用户任意设置分排厂站, 具体方法为:

- (1) 使用者在程序主菜单的分排厂站子项中选择要分排的厂站。
- (2) 程序根据选择的信息, 从厂站分排数据库中读入要分排厂站的厂站内线路及开关信息, 并对网络进行修正, 即改变厂站中出线的节点名、电源所接节点名、接地支路所接节点名、增加新开关线路(电阻为 0.000 01, 电抗为 0.000 01)。
- (3) 读入厂站图电流、电压显示位置和开关位置坐标。
- (4) 对厂站内开关进行操作。
- (5) 设置故障后开始短路计算。
- (6) 程序在分排厂站的厂站图上显示厂站内各开关上的电流及各节点的电压。

6 电网图形编辑系统 PWCAD

所谓电网图形编辑就是确定电网图形中各基本元件在图中的位置, 也即其在 X、Y 坐标轴中的具体坐标、颜色。PWCAD 是以 AutoCAD 为基础进行开发的, 它包括一个电力系统常用元件图形库以及一个图形转换程序。目前的电力系统常用元件图形库中有: 电力网络中的各种常用元件, 如 500 kV 母线、220 kV 母线、架空线、母联开关、1 个半开关、完整出线串、变压器、发电机、电抗器、旁路开关, 甚至一些常见的厂站总体结构图。用户只需用鼠标在汉字显示的下拉式菜单上选择相应的元件, 即可方便地完成该电网元件的绘制任务。由 PWCAD 生成的图形文件是 DWG 文件, 它是以二进制码形式存放的, 内容十分复杂, 且非常庞大, 很难直接用在图形显示系统中。因此, 我们用 C 语言编写了图形格式转换程序 DXFF.C, 该程序将 DWG 文件中

的电网元件信息抽取出来，形成易用的图形格式文件，该文件为文本文件，存放的是电网图形坐标及类型。如一条线路在这里用首端 X、Y 坐标，末端 X、Y 坐标以及颜色号表示。

7 结论

(1) 华东电网继电保护综合程序在功能上、人机界面上、计算精度上和使用方便性上皆可满足现阶段电力系统继保人员的使用要求。

(2) 在图形方式下进行短路电流计算是可行的，华东电网图形方式短路电流计算软件是成功的。

(3) 在使用和操作上，图形方式短路电流计算软件比常规的文本方式短路计算软件更简单、更方便，人机界面更友善。

(4) 图形方式短路电流计算软件除了需有电力系统短路计算程序外，还需要有图形显示系统、图形编辑系统、坐标定位系统、图形打印系统等许多配套的程序。

(5) 在微机上，DOS 操作系统下，用 NDP C 语言编写具有友善人机界面的电力系统分析软件，在内存管理、混合语言编程等方面都具有较大的优势。

袁斌，男，1963 年生，博士，副教授，研究方向为电力系统计算机应用、电力系统中非线性现象。

马维新，男，1939 年生，副教授，从事电力系统计算机应用方面的研究。

高翔，华东电力集团公司调通局继保科科长。

STUDIES OF THE FAULT ANALYSIS PROGRAM BASED ON POWER SYSTEM TOPOLOGICAL GRAPHICS

Yuan Bin, Ma Weixin, Peng Ximing (Tsinghua University, 100084, Beijing, China)

Gao Xiang, Chen Zhiyong, Hu Hong (East China Electric Power Company, 200002, Shanghai, China)

Abstract This paper describes the fault analysis program for the East China power system, which is based on the power system topological graphics. It includes the function of main menu and its realization, power system topological graphics editor and other new technologies used in the program.

Keywords fault analysis relay protection man machine interface power system graphics