

[电网管理]

基于地理信息系统的配电网网络拓扑分析及其应用

文/国网四川省电力公司广安供电公司 刘建国

地理信息系统GIS技术在电力系统管理方面有着极强的促进作用，能够有效地提高电网的供电稳定性和整体电网管理的管理效率。结合自身实际工作经验，对当前GIS平台的拓扑功能进行了相应的探究，并试提出了几点促进性建议。

配电网是各大电力企业和市场中用户群体建立起联系的必要纽带，在当前我国城市化速度不断加快的背景下，配电网面临着整体结构复杂化，线路分布持续变广，原有设备换新速率加快的问题，这些问题无一不给电力企业带来了更大的管理难度，但如果能够将整个配电系统中的各部分信息以及地理位置图形信息进行系统化的反映和管理，则能够有效地提高管理效率，促进配电网管理水平朝着现代化发展。其次，以配电网GIS系统为基础平台来进行配电网的拓扑工作，能够较好地提高拓扑工作的效果，进而对整体应用系统的工作能力进行优化。

地理信息系统概述

地理信息系统即为用于对目标区域进行数据采集、模拟、处理和检索，并对地理空间数据进行表达的计算机系统，与信息系统的具有大部分相同特点，主要区别在于信息系统所经手处理的信息需要经过相应的地理编码，与地理位置相关的地理信息和地理属性为系统进行信息检索时的重要信息部分。在地理信息系统的表示方式中，现实世界的目标区域被表现成一系列数字化的地理要素，通常这部分信息由空间定位位置信息和非空间定位信息两种信息组成。除了在信息内容上有其特殊性外，地理信息系统还有着

以下几种特征：①能够采集、分析，并对多种地理信息进行输出；②空间数据由计算机系统进行管理和支持，并能进行程序上的模拟和分析；③能够综合性地对复杂地理系统进行及时的空间定位，进行动态的模拟分析。根据这些特征不难发现，地理信息系统能够较好地满足配电网网络拓扑工作所需的各方面数据需要和信息支持。

GIS中的网络拓扑功能

地理信息系统在充分了解地理空间数据的基础上，对空间中的相关数据进行一系列的管理操作和模拟工作，对动态的空间地理信息进行系统提供。对于有着海量数据的地理空间系统的数据库而言，拓扑技术占据着绝对核心的地位。

1. GIS拓扑的基本功能

根据拓扑学技术的原理，图形元素可分为点、线和面三种基本形式存在。而对于空间实体进行的拓扑特征就直接用于反映点、线和面三种基本元素之间的拓扑关系，故对空间中的地理信息进行拓扑分析，就是对点、线和面三种元素之间的相互关系进行对应的系统化处理，进而提取相应的拓扑特征，在基于结点、弧段以及多边形的基础上进行拓扑分析，进而对空间中实体的连接性进行相应地描述。在当前的GIS中，基本的拓扑表述方式被置换成为通用函数，来给开发商进

行相关的技术使用。

2. 拓扑空间数据模型

空间中的数据模型其类型大多是以“Spaghetti模型”为起源进行展开的,如图1所示。

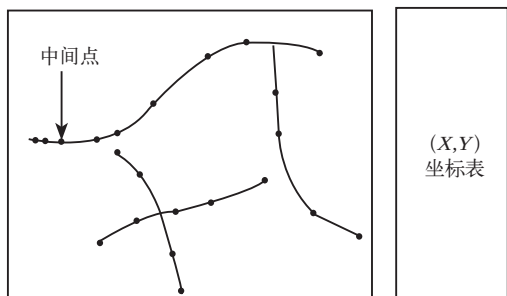


图1 Spaghetti模型示意图

在GIS中进行相应的拓扑结构生成,直接代表着为Spaghetti文件增加一部分对应的拓扑结构,图2为在对拓扑结构进行了增加之后的模型示意图。

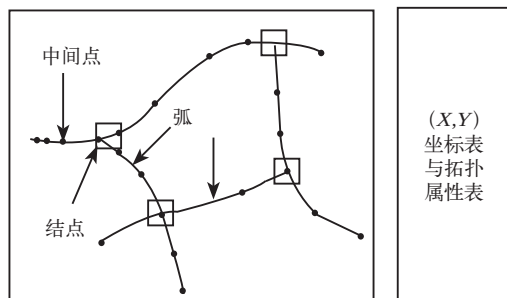


图2 拓扑模型示意图

GIS所拓扑出的空间信息数据从性质角度进行定义的话,准确来说是空间特征数据以及属性数据的集合体。空间特征数据所记录和表达出来的是空间当中实体目标具体的空间位置(X, Y),而拓扑关系中的几何特征,是用于把GIS和其他数据库的信息管理系统进行区别整理的标志信息。该过程中的拓扑关系由拓扑模型进行自动创建,整体过程具有自动化的特点。此外,对属性的特征数据要按其级别的不同进行相应地区分,方便系统进行属性的显示和概述,一般情况下通过关系表的方式来进行组织和展示。如图2中线(或弧)由结点进行确立和定义后是存在其自身方向的;点、线和面三者间各自的拓扑关系需要通过使用多个拓扑的属性表来进行对应的表示。按照以上的分类形式,GIS通过用表示实体类型的整数来对原有的初始值进行相应的替代,而所用到的整数正是GIS所赋值给目标实体的专门标识符号(OID),并且这些OID号有着极其优秀的完

备性。在这一系统之中,能够做到和目标实体进行一一对应,起到对各个实体进行连接的桥梁作用。而使用者或操作者在进行查找任务时,只需要在拓扑的属性表中对OID进行查找即可进行快速检索,该操作过程相比Spaghet模型有着更高的查找效率和使用操作空间。

GIS拓扑分析的应用局限

当前现有使用的GIS拓扑分析的主要应用面在于对电力系统的故障点进行相应的精致查询,又或是对停电的范围进行显示确定,对系统中的数据进行着色显示等一系列相对简单的分析操作,而不适用于当前所需要的电力系统网络分析等计算功能,需要在传统的系统分析法上进行进一步的系统优化,提高整体操作系统的智能性。而在进行网络分析的过程中,所需要运用到的拓扑表述法和常用的拓扑表述法存在着一定差别,其具体表现为以下几点区别。

1) 在GIS的系统中,拓扑分析是在空间连通性的基础上进行相应展开的,其主要分析的对象为系统把实体进行抽象化处理之后的点、线和面的空间相互关系。而对电网进行分析的相关应用程序则是通过数据将电网的整体模型进行表示和描述,目的在于对电网系统的逻辑和整体结构进行相应的展示,方便进行相应的观测和管理。

2) GIS中的拓扑描述并不会对节点的各自类型,杆塔和线路的端点节点进行细致地区分,在进行拓扑分析工作的过程中也不会加以相应地区分,且杆塔节点等数据在网络分析的过程中是不会被运用到的。

3) GIS中的母线是用线实体来表示,而在进行网络分析的过程中所需用到的拓扑数据却是以节点号的形式存在的。

因此,通过GIS系统所构建出来的拓扑数据无法被直接运用到网络分析的相关应用程序中去,这时需要采用一定的手段对GIS描述出的拓扑数据进行相应地处理和转化。转化得出的数据除了要能够得出原有的空间分布的相关信息之外,还要能够提供能够被网络分析所运用的相关元件参数、节点号和支路参数等数据,进而对这些数据所代表的元件设备进行对应合理的拓扑处理工作。

基于GIS的电力网络拓扑分析

进行电力系统的网络拓扑通常可以大致分为

以下两个操作：第一是对厂站进行相应的结线分析，这一步骤也可以称为母线分析；第二步则是进行对应的系统网络分析，对整个系统母线所连接到的各个支路子系统进行统一的分析处理工作，该过程也可被称为电气岛分析工作。本文在基于GIS的原平台基础之上，对系统中的母线、开关部分以及节点的编号做出了相对应的处理，并根据拓扑工作的基本原则和步骤，加上GIS的连通性特点进行辅佐，最终形成了一个具有较强实用性的GIS电力网络拓扑工作算法。

1. 拓扑实现的环境

出于GIS系统自身所具有的数据库数据信息总量较为庞大，直接作用在上面会拖慢整个拓扑分析的计算效率，降低整体工作的运行效率。此外数据库中的部分数据本身就与电网分析所不相关，如上述提到过的杆塔信息等。因此在本文中笔者在GIS上只加入载有网络分析时所需要的相关数据图层，并在此基础上来进行拓扑分析。

2. 元件属性表结构

根据GIS所提供出的实体属性表中可以看到，包含相关地理空间数据信息的OD号，为了能够更好地满足电力网络分析工作所需要的各种数据信息，在此对电网中的各种属性表进行了重新定义，在原有属性的基础上添加了一系列网络分析工作所需要用到的数据，如元件型号、带电状态等一系列信息，属性表的具体结构如下表所示。

表 属性表的具体结构					
属性表明	属性表字段				
线路表	OID	长度	类型	型号	带电状态
变压器表	OID	分接头位置		型号	带电状态
开关表	OID	关联线路			带电状态
电源表	OID	电压	相位	有功	无功
负荷表	OID	有功		无功	关联节点
电容器(抗)器表	OID	组数		容量	关联节点

根据所给的结构定义方法能够得出各个元件所对应的网络参数，进而供相关的网络分析软件

来进行进一步的分析使用。在这一操作过程中，带电状态能够用着色显示的方式来进行，提供更加直观的信息展示。而型号可以用于对具体的参数和线路属性表进行对应的获取。为了能够使得程序可以自行给出对应元件的相关网络参数数据，对标准线路参数表和标准变压器表进行了相应的重新定义，用于专门记录储存各型号所具体对应的参数数据。

3. 母线的处理

总的来说，母线在构造角度的意义上就是系统中各个节点的总集合。在该节点上的号码各自都相同，由于网络的开关部分会对母线的整体模型造成一定的影响，故在此采用了一种较为简便的方式来进行设计。当开关断开之后，母线会发生分裂，进而产生出多个分支线路。新增的母线编号会在初始母线的最大编号之后进行相应排列。当开关闭合之后，则对多个母线进行删除，采取合并的状态，并对初始母线的编号进行采用。该方法有着算法简单，计算量较小，效率高特点，适用于部分开关操作过程相对频繁或操作总量较大的系统。

结束语

本文在对GIS拓扑功能进行了相应的分析的基础上，对其具体应用中的局限性进行阐述，再结合GIS具有连通特性的基础，提出了一种基于地理信息系统的电力网络拓扑算法。该种算法在原有拓扑分析操作的基础上，对其拓扑工作在电力系统中的应用进行了相应的拓展，不仅能够实现原有的相关分析功能，还能够构建符合当前电力网络分析所需要的拓扑数据，满足相关应用软件的运行需求，最终达到从技术角度提高整体电网管理效率的目的。EA

(收稿日期：2020.01.02)

(编辑：朱金凤)

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告