

电网参数管理中的精确经纬度导入技术

高泽明¹, 王康元¹, 范斗²

(1. 浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027; 2. 河南省电力公司, 河南 郑州 450000)

摘要: 首先简单阐述了基于地理信息系统(GIS)的电网参数管理一些基本情况。然后就输电线路的布画以及线路精确经纬度导入的实现技术作了具体的说明,重点介绍了技术的思想、原理、实现过程以及最终得到的结果和其中应该注意的问题。实践证明,通过本技术的运用极大方便了输电线路的管理。

关键词: GIS; arc/info; 可视化; 经纬度; 数据融合

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)08-0084-04

0 引言

可视化在电网参数管理中是一种强有力的工具,例如,它可以使大量枯燥、极易混乱的数据形象化,可以使命令的下达、故障的判断以及数据的分析变得简单方便。在对于数据的管理过程中,可视化与数据库平台等联系起来就可以为电网参数的管理提供更加强大的工具。

在这一方面,地理信息系统 GIS (Geographic Information Systems) 就成为了一个能够提供有力支持的平台。

地理信息是指与研究对象的空间地理分布有关的信息,它表示地球表层物体及环境所同有的数量、质量、分布特征,相互联系和变化规律。从地理实体到地理数据,再到地理信息的发展,反映了人类认识的巨大飞跃。地理信息系统(GIS)是介于信息科学、空间科学与地球科学之间的交叉科学,是计算机、软件、地理数据以及用来有效地获取、存储、修改、操作、分析和显示所有与地理有关信息的有机集合体。它能够使图形和数据相结合,用图形来反映数据、代表数据;还可以使图形与数据相关联,由对图形的操作来实现对数据的操作。这些功能特点给使用者带来极大的方便。

随着 GIS 及其相关技术如数据采集、图形采集、空间数据库和计算机图形学等技术的发展, GIS 应用系统的研发和建设成本不断下降, GIS 开始在电力系统中获得越来越广泛的应用。进入 20 世纪 90 年代后, GIS 技术在我国电力系统中也得到了大规模的应用。

目前绝大多数的电网地理图都不是特别精确,只能表示连接关系和一些简单的位置信息。不管是

印刷成册的电网接线图还是各种分析软件、监控软件中的数字化电网图基本上都是如此。这样的电网图有一个很重大的缺陷,就是位置信息不精确。对于实际的线路管理维护意义不大,比如线路的巡查;对于涉及到和地理信息相关的问题也意义不大,比如走廊问题。假设这样一种情况,一条输电线路某点发生了短路故障,以现有的技术手段可以比较清楚地探测到故障点在线路上的位置,这个位置信息经常是以故障点与线路端点之间的距离来表征的。这就产生了一个问题,这个已知的位置信息对应不到地图上,虽然可以知道在距线路端点多远的地方出线故障,但是却不能知道故障点的具体位置,只能是一个大致的推测。真正派出检修人员之后,检修人员还是要花费很大精力来找到故障点。这个是目前示意性的电网结构图所不能解决的问题。这就对具有精确坐标的电网图产生了需要。

1 信息融合

信息融合的思想在工程以及学术上已经有了广泛的探讨和运用。对于信息融合的说法也有很多种,但不论说法怎么变化,它的中心思想就是将多个或多种不全面的、不完备的信息通过一定的技术手段融合在一起,形成一种或多种能够更全面地反映真实情况的信息,以更好地满足需要。

其实在信息融合的概念提炼出来之前,信息融合就已经无处不在了。把数据融合的概念提升提炼出来,更有利于认识它利用它。目前对于信息融合技术的研究和应用很大程度上借助了信息技术,或者已经与信息技术结合在一起。

本技术实际上来说也就是一种信息(数据)融合的技术,它依托原有的精确的地理层,再把具有一

定规范数据结构的输电线路的精确位置信息融合到原有的地理层中,这样就可以形成一张明确表示输电线位置走向的输电网地理图。

2 技术实现的平台

本技术是某省调度中心可视化电网参数管理项目中的一个重要组成部分。根据实际情况,目前我国电网调度 EMS所使用的平台多为 UNIX工作站,为方便调度人员使用和与 EMS的集成,电网参数管理系统直接运行在 UNIX工作站上,与 EMS并行工作。考虑到 UNIX的约束以及平台的数据共享转换能力和二次开发能力,该项目 GIS平台选用 ESR公司(Enviromental Systems Research Institute Inc)的 Workstation arc/info 8.0。这个平台也就是本文所要介绍的坐标导入技术的实现平台。

3 技术的实现

3.1 问题提出

每条线路上的所有杆塔和厂站的精确经纬度数据由某省电力调度中心利用 GPS定位测量获得并提供,相关的数据可由省调所属的定位数据库中实时获得。

这样在本系统中需要根据这些坐标数据建立、调整每条线路,使线路和厂站的位置符合实际的地理情况。

3.2 电网图的自动生成的数据结构建模及算法

在大范围的电网图(如某省范围的电网图)中,图的构成有两大基本元素:线和点。线就是代表输电线路;点表示线路上的节点,例如发电厂、变电站或者线路拐点。Arc/info中的线元素称为 line,或者 arc;点元素有两类:node点和 vertex点。前者表示线的端点或者线的交点,后者表示的是线的折点。同时有如下约束,线(line)起始于 node点并且终止于 node点。基于这样的原则与约束就可以建立所需要的地理电网图。

地理电网图可以从两种途径产生,一种就是由绘图人员手工完成或数字化仪录入,这样得到的电网图就是一张非精确的地理电网图;另外也可以根据已知的线路以及厂站坐标来自动生成具有精确经纬度的电网图。

要完成自动生成工作首先要解析坐标数据。坐标数据及其相关信息从远程的定位数据库中获得,但其数据格式和结构不能直接用于导入,必须经过解析而重新定义。解析的过程可以通过 C++编写

一系列函数来完成。这样可以将所需要的某一条线路的坐标数据读进程序以供所用。最终可以得到符合本系统要求的一个杆塔经纬度数据格式,数据格式用一个简单的结构体就可以方便地表示,其结构成员可以表示为一个序列,如下: $\{ V_i = (LNE_NAME_i, X_i, Y_i, N_i), i = 1, 2, \dots, n \}$ 。其中, V_i 表示一个线路上的点,可能是 vertex点也可能是 node点; LNE_NAME_i 是点 V_i 所在的线路名称(这是一个关于线路名称的枚举变量);其中 (X_i, Y_i) 是平面坐标, N_i 是 (X_i, Y_i) 对应的点 V_i 在其所属线路 LNE_NAME_i 上的序号。

有了这样的数据结构就可以得出坐标导入的数学方法(包含了逻辑判断方法、计算方法和导入算法)。首先对于原始数据(从远程库中取来的实时数据)进行解析获得所需要的数据结构,然后要对所有的点进行分类排序,分类主要是指把点按照线路名称进行分类,这可以有多种方法来完成,本例中采用了简单高效的 hashing函数方法,排序是指在已经按线路名称排好序的 hash链表中再按照线路序号进行排序,鉴于原始数据已经简单排序,再次排序的时候直接选用了简单的 O^2 级算法。

有了数据结构和算法的基础,就可以进行线路的生成工作了。利用 arc/info中所提供的绘图编辑手段,可以以包含精确地理位置信息的背景地图为基础绘制所需要的电网图。由于 arc/info所提供的绘制线路的手段是以编辑界面下手工绘图为基础的,所以在用程序自动生成一条线路时不能按照其原有的绘制方法(从一个端点开始一直画到另外一个端点结束)来完成;而且再考虑到 arc/info中对于 node点与 vertex点的概念区别和线路两端必须是 node点的约束条件,所以应该遵循下面的规程:

首先完成两个端点的定位,即确定出两个 node点(也就是线路的首尾厂站);端点确定后要先生成直接连接两个端点的一条直线;再对直线进行调整,将线路上各个杆塔的经纬度信息以 vertex点的形式融合到已经生成的直线中去,得到所希望的一条具有精确定位信息的输电线路。

在具体的程序中,arc/info提供了 ODE(Open Development Environment)接口,可以使用多种开发工具进行工作。我们使用 C++语言通过 ODE接口把 arc/info环境中的命令传到 arc/info后台中执行,然后把后台产生的结果取到导入程序中,完成这两个主要的动作分别需要 ODE接口中的 AI_Execute()函数和 AI_GetAmVariable()函数。

3.3 线路 update 问题的技术解决

3.3.1 实用化的维护

仅仅是一次性地生成一张电网图还不够,在实际的电网系统中经常会遇到变动,比如说线路改造、新建厂站等等。这就需要对原有的电网图进行更新,包括了新线路的生成和已有线路的调整。新线路的生成已有前述,这里重点描述已有线路的更新问题,就是要把某条特定线路的新的经纬度信息导入到图中与之相对应的既有线路中。

要完成这一工作,首先要根据经纬度数据的线路名称确定数据导入的目标线路,因为线路经纬度数据和电网图上的线路是一一对应的。在 arc/info 中确定某一个元素有两种方法,一个是以用户自己定义的元素属性项(比如线路的名称等)定位,另一个是在建立图形的时候 arc/info 自己所产生的内部序列号定位。其中内部序列号是带有图形拓扑信息的,例如一条线包含了它的内部序列号还有它的起止点的内部序列号,所以在导入的过程中应该选用自定义属性来确定目标线路,然后根据内部序列号来确定所需要的线路拓扑信息。

3.3.2 对于点的移动

首先来看 node 点。提取出上面所准备的信息就可以对线路的起止点(也就是电厂电站)进行编辑(这里主要指位置移动)。因为 arc/info 中提供的移点方法旨在由人工在其编辑环境下手动完成,所以当完全用程序自动完成时要做很多技术处理,不能用 arc/info 提供的方法直接移动。首先,是要建立坐标缓冲区;其次,命令的执行顺序需要调整。由于在 arc/info 中点的移动是以相对位置来移动的,给程序工作带来很大困难。我们的处理方法是建立了坐标缓冲区,先获得点的坐标并保存起来,然后在执行 arc/info 命令的时候以参数的形式传进去;同时第一相对点就选择要在要移动的点的位置上。这样既可以由程序准确度完成移点的工作,又节省了工作量。

在 arc/info 提供的编辑环境中移点的过程基本如图 1 所示,在 ODE 开发的方式下移点的过程如图 2 所示。

这就实现了对 node 点的移动,在图上的意义中也就是实现了对电厂电站的移动。

再看 vertex 点。对于线路中的折点(vertex)的移动就要复杂得多。问题在于首先不知道原有线路有多少 vertex 点(在这里每一个杆塔都算作是一个折点,就算是一段直线线路上的杆塔也算作折

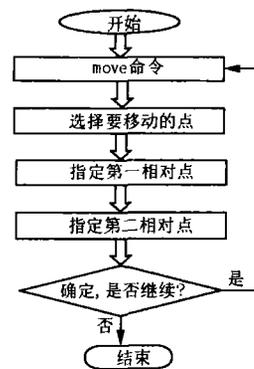


图 1 原始流程图

Fig 1 Original flow chart

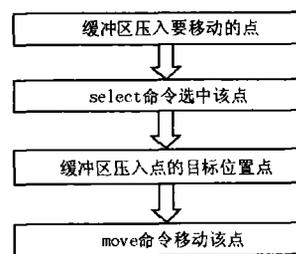


图 2 ODE 流程图

Fig 2 ODE flow chart

点),也不知道这些点的坐标,其次在于就算知道了所有的 vertex 点及其坐标,也不能用简单移动的方法来设置所需要的经纬度数据,因为原有线路上的折点数(杆塔数)与改造后线路的折点数很可能是不同的。再次,arc/info 平台中对于 vertex 点的编辑支持很少,而且很不方便,这也是由于 vertex 点本身的特点决定的。由于国内查不到相关的文献,在长时间查阅国外文献后终于获得了关于 vertex 点计数、取坐标、删除和添加的技术手段。

对于这些难题提出以下解决方案:

- 1) 首先获得输电线路上的 vertex 点的个数,及其各自对应的坐标。
- 2) 获得这些信息后,以它们作为参数就可以把一条线路上所有的折点都删除掉。
- 3) 再把每一个杆塔当作一个折点,将其坐标的数据导入线路。

这样做既可以基于现有技术手段完成工作,又避免了前述的线路上原有折点数和要倒入的折点数不一致的问题,也避免了直接去移动 vertex 点的技术困难。

通过这样的技术处理,实现了对线路上厂站和折点的重新精确定位,也就是实现了对输电线路的精确经纬度导入。这样产生的结果就是具有精确位

置信息的输电网图。

3.4 其他应该注意的问题

在选择要移动的 node 点或者要删除的 vertex 点的时候,要精确设定 arcedit 中容限度。因为这是一精确坐标在很小的地图范围内来选择点,当选择框的容限度本身就比较高的时候,就会出现无法正确选到所需要的点的问题(经常是用了精确的坐标但是却选到了旁边的某个随机的点)。

4 效果对比及结论

这是某省 500 kV 输电线路的局部,图 3 是最初的示意图,图 4 是导入了经纬度数据后生成的实际情况下的线路图。可以明显地看出他们的区别。

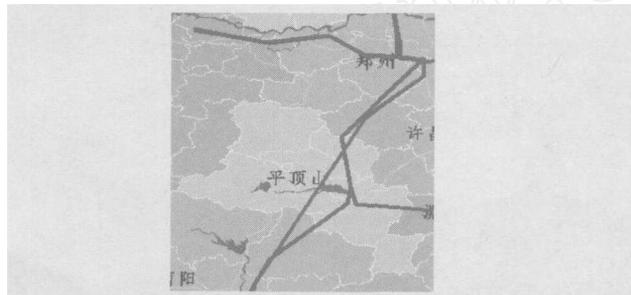


图 3 原始电网图

Fig 3 Original grid graphic



图 4 精确坐标电网图

Fig 4 Grid graphic with precise coordinate

通过上述技术手段,可以较好地实现现有电网

层的精确经纬度导入,使得地理电网图更加接近实际情况,也为以后做更多的应用提供了基础。

这样的电网图再与线路检修、巡查人员随身携带的 GPS 定位装置结合起来可以更好地指导检修巡查人员的工作,甚至于监督检修巡查人员的出勤;还可以与地形图相配合更好地看清楚线路的走廊和不同地区维护线路的分界点。

参考文献:

- [1] 樊红,詹小国. ARC/INFO 应用与开发技术 [M]. 武汉:武汉大学出版社,2002
FAN Hong, ZHAN Xiao-guo. ARC/INFO Application and Development Technology [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2002
- [2] 刘德钦. ARC/INFO 系统软件结构与开发 [J]. 遥感信息, 1990
L U De-qin. ARC/INFO Structure of System Software and Development [J]. Information of Remote Sense, 1990
- [3] 刘小生,郭建平. 基于 ARC/INFO 的数字化技术研究 [J]. 铁路航测, 2003
L U Xiao-sheng, GUO Jian-ping. Digital Technology Research Based on ARC/INFO [J]. Railway Navigation, 2003
- [4] 刘理峰,孙才新. 选择电力地理信息系统平台的分析 [J]. 重庆大学学报, 2001, (3): 83-86
L U Li-feng, SUN Cai-xin. Analysis of Choosing GIS Platform [J]. Chongqing University Transaction, 2001, (3): 83-86

收稿日期: 2005-09-20; 修回日期: 2005-11-04

作者简介:

高泽明 (1981 -),男,硕士研究生,研究方向为电力系统信息整合及数据平台; E-mail: gzeming@163.com

王康元 (1973 -),男,工程师,主要从事电力系统信息整合的研究和教学工作;

范斗 (1968 -),男,主任工程师,主要从事电力系统自动化的工作。

Import technique of exact coordinate in power system visual management

GAO Ze-ming¹, WANG Kang-yuan¹, FAN Dou²

(1. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310007, China;

2. Henan Electric Power Company, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: In this paper, some basic background of power system visual management based on GIS is revealed. It also gives particular introduction on how to draw the transmission line and the import technique of exact coordinate, including the principle, the thought, the process, the result and some problems that should be paid attention to. Experiment proves that this technique is convenient for management of transmission line remarkably.

Key words: GIS; arc/info; visual; coordinate; data fusion