

# 浅析电力 GIS 系统的发展及其主要功能

卢娟,李沛川

(武汉大学 资源与环境学院,湖北 武汉 430072)

## On the Development of Electric Power GIS and Its Main Functions

LU Juan, LI Pei-chuan

**摘要:**随着我国国民经济的发展,电力资源需求迅速增长,使得电力业务需求不断扩大,为了保证电力企业的安全生产和正常运行,提高供电的质量和稳定性,必须有一个可靠的运行系统作为电力部门生产和发展的基础。电力 GIS 系统就是在这种需求下出现的,由于 GIS 技术的一些优势,使得在电力行业领域得到很好的应用。同时,集成电力企业中已经存在的一些系统,逐步发展到电力 GIS 系统。

**关键词:**AM/FM/GIS;GIS;拓扑空间;电物理空间

### 一、前言

地理信息系统(GIS)是集计算机科学、地理学、测绘学、环境科学、经济学、空间科学、信息和管理科学于一体的一门跨学科的新兴边缘学科,它是以地理空间数据库为基础,在计算机硬、软件环境的支持下,对空间数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,适时提供空间和动态的地理信息。GIS 系统由于其强大的数据分析和空间分析功能,已被应用于电力系统中与空间信息密切相关的各个方面。结合目前电力企业中已经存在的 MIS 系统和一些独立的自动绘图(AM)/设备管理(FM)系统,利用 GIS 系统开发功能更强大的 AM/FM,即电力 GIS 系统,已经成为电力行业自动化系统当前的新兴研究领域之一。

### 二、构建电力 GIS 系统的必要性

在电力系统中,输电网络、配电网络、发电厂及设备、用户和负荷、煤、水、地热、风力等能量资源都是按照地理分布;标明有各种电力设备和线路的地理位置图是电力部门用来管理、维修电力设备和寻找及排除设备故障的有利工具。早先,这些图资系统完全由人工建立,即从行政部门取得一定精度的地图后,由电力部门标上各种电力设备和线路的符号,并相应建立设备和线路的技术文档。这样,不仅要消耗大量的人力资源,而且资料更新的时间长,不能充分满足电力系统运行的要求。为满足不断发展的要求,目前,电力部门已经建立了一些电力图形信息系统,开始以计算机为介质来传递图形信息和设

备信息。但现在开发的电力图形信息系统存在以下不足:

1. 使用 AutoCAD 和其他绘图软件绘制的电力图形信息系统,虽然作图功能强,但数据库管理功能弱。比如,查设备信息是在数据库系统中,看图形却要进入另外一个图形系统,显然使用麻烦,直观性和可用性不高。

2. 将图形信息和属性信息结合在一起的电力图形信息系统,虽然比前一种前进了一大步,但图形中每个接点之间不存在拓扑关系,没有存储设备之间的数据结构,不能判断它们之间的拓扑关系,难以进行潮流分析计算等与连通性有关的高级应用。

随着电力系统的发展,面对越来越密织的电网、复杂的电力设备、时刻变化的负荷信息、不断变迁的道路和建筑,以及人们对供电质量、环保、电力市场化体制改革等问题的日益关注,电力系统规划、运行、营业部门必须对极其庞大而繁杂的信息进行采集、存储、分析和快速处理,传统的电力图形系统已经难以满足电网的建设和安全经济运行要求。为了实现输电网建设和配电网改造及发展的合理规划,提高电能的质量和供电可靠性,降低线损,提高电力设备运行的安全性、经济性,需要将现代化的计算机和通信技术用于电网的管理,将各种图形、地图、数据信息统一共享。

国内外目前已经开发出许多著名的 GIS 系统处理软件,它们在地理基础信息方面处于领先地位,比较适于市政、交通规划等部门,但并不适于电力部门直接使用。专业的 GIS 系统处理软件在属性信

息的处理上侧重于基础地理数据的属性数据,但是在电力系统中最重要信息不是非常精确的地理坐标、高程等地理信息,而是在一定的位置显示支持下的有关设备、线路的台账信息、属性信息比空间信息更加重要。因此,在建立电力系统时,必须要根据电力系统的运行特点和要求,在一定的软件支持下,采取一些特殊的技术和方法,建立适用的连接空间位置与属性信息的数据库系统,并根据电力系统的实际运行要求,侧重于对属性库的分析和设计。

### 三、电力 GIS 应用系统

电力 GIS 系统就是 GIS 系统中软件系统的开发,是针对电力系统的应用软件。

#### 1. 电力企业生产信息描述空间

电力企业生产活动所涉及的信息可分为设备属性类信息、设施地理分布类信息、电网拓扑结构类信息和电网运行类信息等四类。

在构造电力企业生产信息管理系统时,我们常用设备空间描述设备属性类信息;用地理空间描述设施地理分布类信息;用拓扑空间描述电网拓扑结构类信息;用电物理空间描述电网运行类信息。各空间统称为电网生产信息表述空间,具体内容简要描述如下。

1. 设备空间:它是电网设备、设施台账等信息管理构造的数字模型及其信息处理功能函数的集合;实现该空间的典型技术构成是关系型数据库技术。电力 MIS 系统中的设备信息管理子系统为典型范例。

2. 地理空间:它是电网设备、设施的地理分布信息(沿布图、走向图等)管理构造的数字模型及其信息处理功能函数的集合;实现该空间的典型技术构成是 GIS 系统技术。

3. 拓扑空间:它是电网逻辑结构信息(电系图、接线图)管理构造的数字模型及其信息处理功能函数的集合;实现该空间的典型技术构成是计算机图形实时处理技术。电系图(接线图)管理系统是其应用的典型范例。

4. 电物理空间:它是电网的电物理特性信息分析、模拟而构造的数字模型及其信息处理功能函数的集合;实现该空间的典型技术构成是电力计算分析技术、实时信息处理技术。SCADA 信息后处理系统和电网潮流计算及网络状态估计系统等是典型的应用范例。

#### 2. 传统的电力 GIS 系统

随着计算机技术的发展和 20 世纪 80 年代 GIS

技术的兴起,为生产信息的计算机管理和地图的电子化管理提供了方便、高效的工具,人们开始应用 GIS 技术来开发包含电网设施图形信息的计算机应用系统,这样就开发成功了传统的电力 GIS 系统。显而易见,传统的电力 GIS 系统主要实现了“设备空间”和“地理空间”及两个空间之间的映射操作功能。其模型表示如图 1。

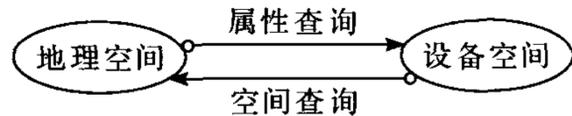


图 1 传统电力 GIS 系统的空间映射模型

在传统电力 GIS 系统中,电网设备、设施图形符号被标注在电子地图上,设备属性信息被存于数据库中,图形与属性信息间建立了一一对应的映射关系,可以做到点图查资料和查资料调图,以及在地理图形上的一些区域分析功能(如某一范围内的设备统计等)。而接线图、系统图等描述电网逻辑拓扑信息的图形,只是另外加工的一种用于显示、输出的辅助信息,在地理图上的各种查询、分析功能无法在这些逻辑图上操作。因此,传统的电力 GIS 系统作为贯穿于整个供电生产环节的生产信息协同处理环境时,存在很大的局限性,必须有一种专门技术来改善传统电力 GIS 系统对拓扑空间和电物理空间的描述能力,AM/FM/GIS 系统实现了电力企业全部生产信息表述空间,并支持各个空间的映射操作。

#### 3. 电力 AM/FM/GIS 系统

从传统电力 GIS 系统到电力 AM/FM/GIS 系统,其技术内涵已经发生了深刻的变化,其中 FM 实现了传统电力 GIS 系统的全部功能,AM 实现自动映射,它是整个自动绘图与设备管理技术的支撑核心。自动映射的主要内容包括设备空间到地理空间映射、地理空间到拓扑空间映射、拓扑空间到电物理空间映射,其模型表示如图 2。

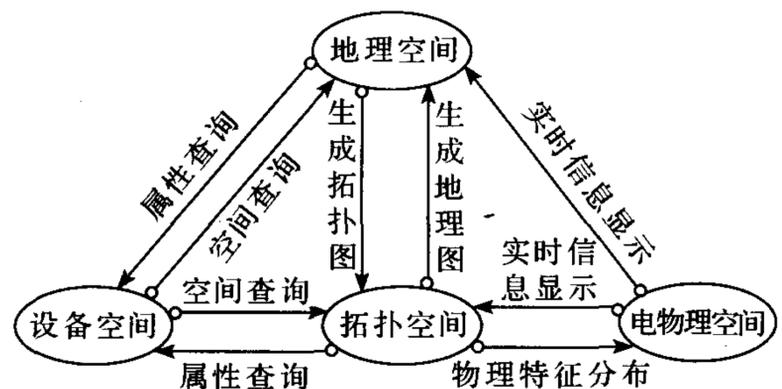


图 2 电力 AM/FM/GIS 系统的空间映射模型

设备空间到地理空间的映射主要解决设备属性信息与设备图形信息的关联、匹配问题,实现的功能

以点图查资料、图数互查、区域统计为代表;地理空间到拓扑空间的映射主要是解决电网地理结构模型,向电网逻辑结构模型转换的问题,实现的代表功能有自线路沿布线生成接线图、系统图,基于逻辑图形的各种编辑、查询操作(与地理图上操作相同);拓扑空间到电物理空间的映射主要是解决由接线图、系统图及设备属性等资料描述的电网逻辑结构模型,向电网运行状态模型转换的问题,代表功能是生成当前运行结构模型及电系图、电源图、线损图等反映电网实时运行状态的图形资料,并映射对电网几何、拓扑及属性信息进行综合处理。

#### 四、电力 GIS 系统支持的主要功能

电力 GIS 系统支持的主要功能见图 3。

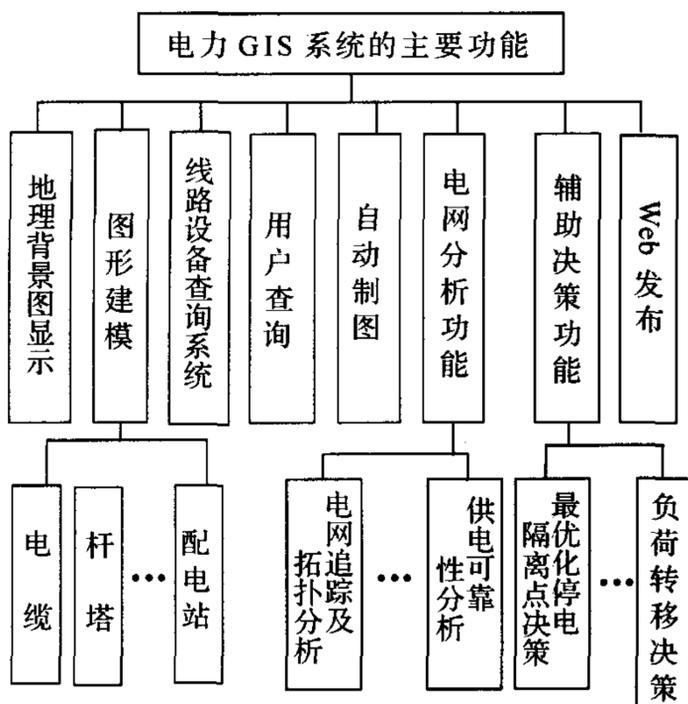


图 3 电力 GIS 系统功能

##### 1. 地理背景地图显示

将测绘部门提供的电子地图转换成 GIS 系统可用的方式,如地形图、道路图、房屋图等作为本系统的背景图,给人以直观的地形地物印象。

##### 2. 图形建模

以电子地图为背景底图,提供各种电力设备的编辑工具,使用户能在地理背景图上直观的按照电力设备的实际分布情况进行空间增加、删除、修改等操作,同时还提供相关的属性操作。在建模的过程中,遵循一定的逻辑建模规则(如导线必须架设在杆塔上),保证建模的合理性。

##### 3. 线路与设备的查询、统计

配电网及其设备的分布情况,在图形终端上显示各种属性资料。输入各种设备名称和设备编码,能够在地图上准确定位到该设备,查看其属性信息;对某类设备,根据用户需要统计各种数据,如变压器

总容量、线路总长度等,根据需要采用专题地图的方式将数据图形化,不仅使数据以更直观的形式在地图上体现出来,如显示、无级缩放查询对象、漫游和查询对象的属性显示等,而且用户能够尽可能地直接从地图中获取对象的信息,如以不同的颜色和形状来区分不同状态和电压等级的设备。

##### 4. 用户查询

用户查询包括街区,道路,主要用户的查询,漫游并显示其相应的属性信息。

##### 5. 自动制图

制作高品质的电力设备图,地图的要素将随着数据库内容的变化而及时改动,更新周期短。

##### 6. 电网分析功能

1. 配电网追踪及拓扑分析——利用配电网 GIS 系统的数据库(包括实时属性)中杆塔与导线的连接关系、变电站内进线出线的对应关系以及杆塔上开关或刀闸的分合状态动态计算出网络的拓扑结构,并可在 GIS 系统背景图上动态着色显示。因此,GIS 系统的配电网拓扑结构对于检修、故障隔离、故障恢复、开关操作、潮流分析和负荷转移功能的实施将起很大的作用。

2. 供电可靠性分析——在配电网 GIS 系统中可进行供电可靠率、用户平均停电时间、用户平均停电次数等方面的可靠性分析,在线统计停电时间,辅助分析故障原因及故障影响范围。

##### 7. 辅助决策功能

最优化停电隔离点决策——当接收到故障停电报警信号或需要对某台设备及某条线路要检修时,配电网 GIS 系统可利用决策模型自动决策出最小停电范围的最优化停电隔离点,给开具抢修操作票提供依据,并提高供电可靠性指标。

##### 8. Web 发布

将电网及设备的图形信息、属性信息和实时信息在网上发布,所有的信息通过网络进行传输,加快了信息的传输速度,同时方便了信息的查询,企业内部人员或者客户可随时查询电力设备运行状况或者浏览相关的主要记录。

#### 五、总 结

电力 GIS 系统发展到电力 AM/FM/GIS 系统,才开始真正进入电力生产环节,并引起了电力生产经营业务流程的革命性变化,而 AM/FM/GIS 技术本身也在电力应用需求的促动下,得以脱胎于传统 GIS 技术而成为一个具有相对独立的计算机应用技

(下转第 67 页)

题。防止只求表面的华丽,不求实效。

#### (2) 教学实施中的注意事项

网络多媒体教学大大革新了课堂教学形式的手段和途径,可是目前网络多媒体教学在教学领域的运用尚在探索阶段,要充分发挥其作用,还必须注意的有关问题。

1. 避免教学模式雷同。利用心理学,现代教育学的原理,在教学活动中,融合体现个性风格的教学方法、教学技巧,使教学生动活泼,富有特色。防止教学思路被网络媒体所左右,让原来好的教学风格被流水线的程序湮没,使网络教学媒体制约师生的思维空间,影响教学效果,最终失去网络多媒体教学的优势。

2. 投影屏幕不能完全替代教师板书。作为传统课堂教学象征的“黑板”仍有一些地方是现代教学媒体无法替代的。首先是黑板即时重现力强,内容还可以方便地增删,实时表达教师在教学过程中的突发灵感。另外,学生在课堂上的提问具有随机性,有时必须通过板书才能够解释清楚。因此教师应针对教学内容采取与之相应的教学方法、方式,合理地综合和利用各种教学媒体,包括传统媒体,取长补短。这样才能优化各种教学功能,取得最佳效果。

3. 网络多媒体实验不能代替实验教学。在教学中,利用网络多媒体教学手段,模拟实验并进行演示,可以让学生通过观察、研究来获得知识,因为它可以让学生更直观地看到操作过程与操作技巧,所以有极强的说服力和感染力。例如模拟一些不易观察、有危险性、无法或没有条件实现的实验,的确有

事半功倍的效果,但“模拟”实验与实际操作还有很大的距离。因此,在现实中操作仪器,完成实践环节是不可少的。

## 四、结 论

基于 Web 的多媒体教学是充分合理使用计算机、互联网进行教学,将会极大地推动教学手段和方法的改革,随着各种媒体如视频、动画、声音、图片等的介入,使得教科书上原来晦涩枯燥的理论变得简单而有趣,学生的学习方式由被动式转变为主动参与式,传统的教学模式受到了有力的冲击。但这种教学模式与传统的教学模式相比,具有许多新的特点,还需要不断地完善,在不断的探讨和实践中摸索出既能够充分发挥网络教学的优势,又能够培养学生创新能力提高整体素质的网络教学模式。现代测量网络多媒体教学系统的开发,是基于网络技术的分布与协同,具有一定的先进性和复杂性,同时对教学的各个方面都会产生很大的影响。研究完善校园网络环境下多媒体教学系统的完整、开放、先进、经济的综合解决方案是今后进一步加强校园网信息资源建设,推动网络教育迈上更高层次的重要任务。

## 参考文献:

- [1] 刘升俭,郑仲.基于 Web 技术构建校园网上多媒体教学平台[J].教育信息化,2000,(S0):17-20.
- [2] 谢百治,马飞,夏仁康.多媒体教材制作与教学设计[M].北京:中央广播电视大学出版社,1999.
- [2] 刘广一,王明俊,于尔铿.配电系统自动化及其发展(五)[J].电网技术,1996,20(11):68-69.
- [3] 张伏生,赵登福,袁魏,等.地理信息系统在配网自动化中的应用[J].电力系统及其自动化学报,2000,12(6).
- [4] 蔡乐,邓佑满,朱小平.改进的配电网故障定位、隔离与恢复算法[J].电力系统自动化,2001,25(16).
- [5] 郭达志,盛业华,余兆平,等.地理信息系统基础与应用[J].北京:煤炭工业出版社,1997.
- [6] TRUDEAU D, HOFFMAN R, SEYMOUR M A. Integrating AM/ FM Maps with Distribution SCADA[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1990, 5(2): 1 218-1 219.
- [7] LEE T E, CHEN C S, TZENG Y M, et al. The Application of AM/ FM System to Distribution Contingency Load Transfer[J]. IEEE Transaction on Power Delivery, 1995,10(2).

(上接第 57 页)

术分支。传统 GIS 系统以解决地学领域(测绘、国土、环境等)应用问题为目标,适用于建设宏观、静态、稳定的信息管理系统,而 AM/FM/GIS 系统以解决电网、管网等城市设施控制、管理方面问题为目标,适用于具体、动态、实时信息处理系统。电力部门一般将电力 AM/FM/GIS 应用系统称为电力 GIS 系统。显然,一个实用的电力 GIS 应用系统,必须拥有技术先进、结构开放的底层 AM/FM/GIS 平台软件,以及产品化、实用化、可用户化的 AM/FM/GIS 应用软件。

## 参考文献:

- [1] 邱家驹,李军.配电网地理信息系统[J].电力系统自动化,1997,21(3):13.