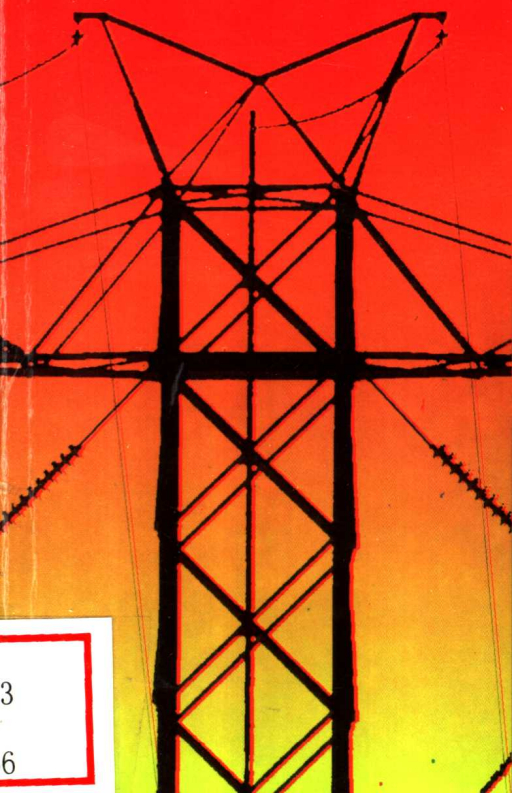


网改造用书

地理信息系统(GIS)技术 及其在配电管理中的应用

伏玉琛 周洞汝等 编著



武汉水利电力大学出版社

■城网改造用书

地理信息系统 (GIS) 技术 及其在配电管理中的应用

伏玉琛 周洞汝等 编著

武汉水利电力大学出版社

1999 年 • 武汉

(鄂) 新登字 15 号

图书在版编目 (CIP) 数据

地理信息系统 (GIS) 技术及其在配电管理中的应用 / 伏玉琛等
编著. —武汉: 武汉水利电力大学出版社, 1999.10

ISBN 7-81063-061-X

I. 地… II. 伏… III. 地理信息系统-应用-配电系统-管理
IV. TM73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 62247 号

责任编辑: 李汉保 责任校对: 徐 虹 封面设计: 涂 驰

武汉水利电力大学出版社出版发行

(武汉市武昌东湖南路 8 号, 邮编 430072)

武汉水利电力大学印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 6.625 字数: 169 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 7-81063-061-X/TM·8 定价: 10.00 元

内容摘要

本书结合地理信息系统的发展,主要介绍了地理信息系统的基本概念、硬件设备、数据组织和管理、软件环境以及地理信息系统技术在配电管理中的应用——配电 AM/FM/GIS,并从工程角度对配电 AM/FM/GIS 系统建设进行了一定的介绍。最后介绍了常用的地理信息系统软件平台。

本书的读者是在供电企业中从事计算机系统的开发、管理人员和配电管理的技术人员,也可作为电力高等院校相关专业的高年级本科生和研究生的教材或教学参考书。

前 言

随着计算机技术和通信技术的飞速发展,地理信息系统逐渐成为信息产业的一个重要组成部分。地理信息系统是处理地理数据的输入、输出、管理、查询、分析和辅助决策的计算机系统,它已被广泛应用于资源开发、环境保护、城市规划建设、公共设施管理、土地管理、交通、通讯等多个领域。地理信息系统以其特有的空间特性,正在吸引更多的用户,为我们提供科学的分析和手段。

由于国民经济的发展和人民生活水平的提高,用户对电力和供电质量的要求越来越高,而长期以来我国重电源建设,对电网的投入不足,造成城乡电网的薄弱,难以保证各类电力用户的用电质量。国家电力公司决定,工作重点由重电源建设转移到重电网建设和改造上来,强调城网改造要依靠科技进步,采用先进的技术,由中档适用走向产业升级和更高的技术发展阶段。配电自动化是城网建设和改造中现代化管理的重要手段,配电 AM/FM/GIS 是配电自动化的重要组成部分,采用现代化手段,利用地理信息系统技术,对配电网进行先进的、科学的管理,可以提高配电管理的水平,为用户提供高质量的服务。

本书是根据目前我国配电网改造的需要而编写的,旨在为电力企业的配电管理和计算机人员介绍有关地理信息系统的原理,从配电管理的角度分析和总结 AM/FM/GIS 系统的功能体系,并结合作者多年来从事地理信息系统教学、科研和工程建设的工作实践,向读者介绍关于配电 AM/FM/GIS 工程建设的策略、规范

和一般方法。全书共 9 章，伏玉琛同志编写了本书的大部分内容，参加编写工作的还有林晓明、常军、崔健等同志。广西桂林供电局的张琪同志修订了部分内容，由周洞汝教授对全书进行了审阅，并完成统稿工作。

本书主要是为供电企业从事配电管理的技术人员和计算机系统的开发、管理人员熟悉地理信息系统原理和配电 AM/FM/GIS 的开发而编写的，也可作为电力高等院校相关专业的高年级本科生和研究生的教材或教学参考书。

限于作者水平，书中难免有错误和不足之处，恳请读者批评指正。

作 者

1999 年 6 月于武汉

目 录

前言	I
1 绪论	1
1.1 地理信息系统的产生背景	1
1.2 国内外地理信息系统的发展	3
1.3 地理信息系统发展现状和趋势	5
1.4 GIS 和其它计算机系统的区别	8
1.5 城市配电 AM/FM/GIS 的发展	11
2 地理信息系统导论	13
2.1 地图学基础	13
2.2 地理信息系统的基本概念	24
2.3 地理信息系统的特征	25
2.4 地理信息系统的组成	26
2.5 地理信息系统的类型	27
2.6 地理信息系统的功能	28
2.7 地理信息系统应用领域	29
3 地理信息系统硬件环境	32
3.1 计算机主机	32
3.2 存储设备	35
3.3 显示设备	39

3.4 输入设备	42
3.5 硬拷贝设备	45
4 地理信息系统数据组织与管理	49
4.1 地理信息系统的数据类型	49
4.2 空间实体及其关系	51
4.3 空间数据结构	56
4.4 栅格与矢量数据结构的转换	64
4.5 空间数据的管理	66
4.6 空间数据和属性数据的连接	75
5 空间分析	78
5.1 空间量测与计算	78
5.2 拓扑叠加分析	79
5.3 缓冲区分析	80
5.4 网络分析	82
5.5 模型分析	84
6 地理信息系统软件	85
6.1 地理信息系统软件的构成	85
6.2 地理信息系统的功能	86
6.3 地理信息系统软件平台的分类	101
6.4 专业 GIS 软件平台	102
6.5 桌面 GIS 软件平台	103
6.6 组件式 GIS 开发工具和 Web GIS	105
7 GIS 在配电系统中的应用	117
7.1 配电网的特点	118

7.2 配电自动化系统	120
7.3 配电 AM/FM/GIS 的功能	124
7.4 配电 AM/FM/GIS 的数据交换	135
8 配电 AM/FM/GIS 工程	137
8.1 配电 AM/FM/GIS 的开发策略	137
8.2 配电 AM/FM/GIS 工程标准	139
8.3 配电 AM/FM/GIS 的空间数据库的建立	141
8.4 配电 AM/FM/GIS 开发平台的选择	144
8.5 配电 AM/FM/GIS 的开发模式	145
8.6 配电 AM/FM/GIS 建设的工作流程	149
8.7 影响配电 AM/FM/GIS 成功的因素	152
8.8 配电 AM/FM/GIS 系统实例	153
9 GIS 常用开发工具介绍	160
9.1 ARC/INFO 简介	160
9.2 MapInfo 简介	183
9.3 其它 GIS 软件平台	189
附录 国外主要 GIS 软件基本情况一览表	193
主要参考文献	199

1 绪 论

地图是人们认识世界、改造世界，从事社会经济活动的一种工具。它同世界其他文化有着同样悠久的历史。地图史学研究证明原始的地图甚至比象形文字出现得更早。地图的原始形态在相当长的时期内，与象形文字是无法区分的。由此可见，地图是人类文明的产物，是人类历史长河中逐渐成长的文化硕果之一。苏州文庙保存的天文图碑、地理图碑、平江图碑等宋碑，反映了我国先民们在几个世纪之前就对地图有了很深的认识和利用，19世纪以来，地图和专题图件在西方得到了普遍的运用。人们对地图的广泛应用以及电子计算机的产生导致了地理信息系统（Geographic Information System）的产生和发展。

地图是用来表达空间信息的载体。在地图上，我们可以利用各种符号及位置来表达空间上的各种自然现象和社会现象的分布状况以及它们之间的联系。地图可以从不同方面、不同类型的记录来表达空间实体世界的过去、现在和未来。而利用地理信息系统则不但可以处理地图，还可以处理从遥测得来的地表上影像，并利用统计调查得来的图表以从事各种分析、评估及预测。

1.1 地理信息系统的产生背景

地理信息系统的发展动力最早来源于计算机辅助制图的需要。最初的地图和专题图件都是用手工制作的，直到20世纪50年代末期，由于计算机科学技术的发展，人们开始研究如何将计算机技术应用于地图制图学中，利用计算机制图的好处之一是制图技术容易学习。短期训练就可以用计算机绘图；另外对资料的更新变得容易和方便，只需要修改变动的地方，就可以产生新的地图，

而不必重新绘制图件；计算机制图的另一个好处是可以将地图以不同的比例进行输出。

初期的计算机辅助制图，只是用计算机代替笔、纸张及橡皮擦。后来发现如果能将图形和属性资料连接起来，可以更有效的制作地图。比如我们可以将一个省的各种属性数据和这个省的地理图形关联起来，例如省名、省总人口数、省的国民生产总值等等。选择不同的属性数据、就可以绘制出不同的专题图件。另外，地图数字化以后，很多费时的制图程序可以自动实现。例如，用人工在地图上标注地名是一件繁重的工作。而计算机制图系统可以自动标注地名。我们利用计算机还可以绘制一些手工难以绘制的三维立体图件。

地理信息系统的另一个重要的产生背景是土地资源规划、管理的需要。假设我们想规划一块山坡地的农业发展。山坡地农业的开发方式主要受到土壤及坡度的限制，因此我们必须将土壤图和坡度图进行叠加分析，综合土壤图及坡度图的信息，确定每一块地适宜开发的作物。我们可能需要对不同比例、不同投影的地图进行叠加分析，在没有地理信息系统之前，必须依靠人工一点一滴的将两张地图转绘到一起，而人工的叠加分析需要有高度技巧，费时费力并且容易出错。

另外，人们在从事土地规划管理时，常常需要综合地形、地质、土壤、水文、交通、人口等多种地图。用人工处理这么大量的资料、几乎是不可能的事。于是人们想到利用计算机进行地图的叠加分析。进行土地规划时，必须经常测量道路、河流的长度以及计算土地的面积。过去这些工作必须由人工完成。我们将地图数字化之后，利用计算机可以非常方便地完成叠图操作和计算长度、面积。

刺激地理信息系统产生和发展的另一原因是地理资料采集方式的变革，遥感技术的产生使得数据采集产生了革命性的变化，遥感指由人造卫星、航天飞机、飞机等所摄取的影像。遥感技术

可以快速地采集大区域的气象、地形、水文、植被、土地利用等资料。气象报告中的卫星云图就是一种遥感资料。全球定位系统(GPS)定位技术进一步地改变了地理数据的采集方式。数据采集技术的更新,一方面为我们提供了丰富的信息资源,另一方面也要求我们能够对它们进行有效的处理和利用。

与此同时,计算机图形学、栅格化数据的空间变量数学研究技术、点与点之间数值内插技术,在 20 世纪 70 年代得到迅猛发展。空间分析技术的革新和栅格数据处理技术的发展为地理信息系统的产生和发展奠定了算法上的基础。

这样,面对大量的空间数据以及与空间数据密切相关的属性数据,和空间分析技术的发展,人们希望能够有一种能对这两类不同性质的数据进行综合处理、分析,并且能够进行可视化显示的计算机系统。地理信息系统(GIS-Geographic Information System)就是在这种背景下产生的。

1.2 国内外地理信息系统的发展

地理信息系统产生于 20 世纪 60 年代,加拿大著名地理学家 Roger F. Tomlisom 博士于 1962 年首先提出了地理信息系统的概念,确立了地理信息系统作为一门独立的科学的地位。并于 20 世纪 60 年代中期领导建立了世界上第一个地理信息系统,即加拿大地理信息系统(CGIS-Canadian Geographic Information System),它是一个针对保护与开发加拿大的土地资源,为农业服务的地理信息系统。这个于 1971 年正式投入运行的地理信息系统,是“一个为支持决策过程而生成新信息和产生图形输出的系统”[P.Parent 等,1989],它采用矢量数据结构。CGIS 的成功开发和使用,为地理信息系统理论的发展和地理信息系统在世界范围内的推广起到了非常重要的推动作用。

美国在开发应用地理信息系统方面处于世界领先地位。美国

在世界上推出了许多地理信息系统开发工具，其中包括最著名的 ARC/INFO。由于投资开发 GIS 能产生显著的经济效益，GIS 已经成为一个新的产业，美国也是世界上最大的 GIS 用户。每年联邦政府下属的部门在 GIS 上的投资都在几百万至几千万美元。其中，人口普查局研制的“拓扑综合地理编码和参考系统”(TIGER)至 1993 年总投入竟高达 3.3 亿美元。另外，美国的城市地理信息系统也发展得非常迅速，基础数据也很完备，从事 GIS 开发的计算机公司出售定期更新的精确到街道门牌和邮政编码的电子地图。据不完全统计，美国大于 5 万人口的 400 多个城市都使用了计算机化的信息系统，大于 100 万人口的城市都建立了相当规模的地理信息系统，用于城市的规划、安全、交通、防灾、公用事业和市政建设等诸多方面，已产生了巨大的经济效益和社会效益。

欧洲的 GIS 技术也发展得较快，虽然在技术和应用规模上与北美相比，还有一定的差距，但也有其特点和优势。例如，英国的自动制图系统和德国的地籍信息系统都处于领先地位。德国、英国、法国等国先后于 20 世纪 60 年代末、70 年代初开始开发自己的地理信息系统。主要用于地籍管理、国土规划、城市开发、交通管理、综合社会规划、水资源规划、环境评价、气象分析和优化选址等方面。原苏联开发的地理信息系统则主要用于专题地图制图、探矿和矿产资源利用和全球海洋研究等方面。

我国 GIS 的发展虽然较晚，是在 20 世纪 80 年代起步的，但在近十年来取得了飞速的进步，国家测绘局已经建立了 1:100 万的全国地形图，建立了数字地面模型、地形要素库和地名数据库。地理信息系统现已在许多部门和领域得到应用，并引起了政府部门的高度重视。从应用方面看，地理信息系统已在资源开发、环境保护、城市规划建设、土地管理、交通、能源、通讯、地图测绘、林业、房地产开发、自然灾害的监测与评估、金融、保险、石油与天然气、军事、犯罪分析、运输与导航、110 报警系统、公共汽车调度等方面都得到了具体应用。

1.3 地理信息系统发展现状和趋势

在 20 世纪 90 年代地理信息系统技术取得了很大的发展，以下介绍在 90 年代以来地理信息系统的硬、软件技术的发展状况及未来趋势。

1.3.1 地理信息系统的硬件发展

计算机硬件技术随着计算机应用的普及得到了飞速的发展，图形系统的硬件发生了很大的变革。目前，绝大部分 GIS 都运行在图形工作站和 PC 机上，图形工作站是具有高速的科学计算、丰富的图形处理、灵活的窗口及网络管理的交互式计算机系统。

然而，更具革命性的变化是微型计算机的发展，CPU 从 80386 到今天的 Pentium II，Pentium III 也已上市；硬盘从几十个 MB 发展到几十个 GB，采用磁盘阵列技术还可以把几十个甚至上百个硬盘插在一个硬盘柜中，形成一个逻辑盘，保证矢量数据和大容量栅格数据的存储；内存储器可以支持 256 MB 以及更高的扩展空间；显示存储器的容量也已达 8 MB 以上。

图形的输入/输出设备的发展也非常迅速。地理信息系统的地图输入手段也发生较大的变化，坐标数字化仪有逐渐被图形扫描仪所代替的趋势。20 世纪 90 年代以来，扫描技术有了突破性的进展，扫描仪支持从 A4 到 A0 不同规格的图幅，既可以扫描黑白两值图像，也可以进行全彩色图像的扫描，加上高分辨率的扫描精度和各种自动扫描校正，扫描仪的性能有了很大的提高，能处理各种各样的地图和专题图件，而扫描仪的价格却大幅度下降。GIS 的输出设备在近几年已有相当大的发展。市场上的高精度绘图仪已达到 1200 dpi，能够绘制高质量的影像地图。激光系统能够自动分色、分胶片输出。在地图出版印刷方面，数字印刷机可直接由计算机控制输出，它不需要输出胶片，就可以高速印

刷高质量的地图。

GPS 技术使得 GIS 的数据采集方式发生了变革。目前用于电子导航的 GPS 接收机已非常便宜。大地测量用的高精度 GPS 接收机已在国家及城市 GPS 网的建设中发挥着重要作用。一种新的动态实时差分 GPS 接收机也已面市,它在实时测量中可得到厘米级的点位精度,可以用来代替传统测绘仪器,如全站仪等,进行数据采集。

1.3.2 地理信息系统的软件发展

GIS 软件工业不可避免地受到计算机应用软件发展趋势的影响,由于微型机的普及,Windows 系列的操作系统成为主流操作系统,许多传统的基于 UNIX 操作系统的应用软件逐步移植到 Windows 操作平台上来,GIS 软件也不例外;面向对象的理论和方法的逐渐成熟并被广泛地应用到软件的设计和生产中来,基于 CORBA 和 DCOM 的系统软件已经或陆续进入操作系统,组件化的软件设计方法已经成为新的趋势,传统的 GIS 软件被分解为可按应用需要组装成“定制系统”的 GIS “元件”将是不可避免的;万维网以其开放性和友好的用户界面迅速成为网络信息处理和分布的主要工具,有效地与万维网集成是目前和未来几年内 GIS 软件技术的主攻方向。GIS 软件发展的另一趋势是对空间数据和属性数据进行统一的管理。

1.3.2.1 操作系统的转移

原来的 GIS 软件大都是基于 UNIX 操作系统,但近年来由于微软公司的 Windows 系列操作系统的发展非常迅速,现在绝大多数的微机大都使用 Windows 操作系统,图形工作站也都支持 Windows NT,所以以 Unix 为主流平台的 GIS 大型软件,近几年都更换或扩展到了 Windows NT 平台,另外由于微机的飞速发展,各 GIS 厂商则开发了基于 Windows 操作系统的桌面 GIS 软件。

1.3.2.2 组件化 GIS

最近两年,组件化的 GIS 软件则是一种新的趋势。对于偏重于设施管理、地图显示,而对空间分析要求不高的应用要求,软件厂商顺应计算机技术的发展,开发了 OCX 或 Active X 控件化 GIS 软件,用户可以综合利用 GIS 控件以及其他的控件(比如数据库管理方面的控件),开发出中、小规模 GIS 应用系统。用户可以使用流行的 VB、VC 或 Delphi 等开发工具开发自己的应用系统。目前,一些大的 GIS 软件商都在向用户提供控件,如 ERSI 公司的 MapObject、MapInfo 公司的 Map X 等,国内的武汉测绘科技大学、中国地质大学、北京图原公司也推出了国产的 GIS 控件。

目前,专业 GIS 软件 Arc/Info 正在向对象-组件化的 GIS 过渡,相信在不久的将来,功能更加强大的 GIS 控件将会出现。

1.3.2.3 Web GIS

近几年,计算机技术发展的另一热点就是 Internet/Intranet 的广泛使用,各个 GIS 厂商也相继推出了各自的 Internet/Intranet 环境下 Web GIS 软件产品,目前典型的 Web GIS 有 ERSI 的 ArcView /Mapobjects Internet Map Server 和 MapInfo 公司的 ProServer、MapXtreme。武汉测绘科技大学的 GeoSurf 是我国第一个 Web GIS 软件,已经投入了实际应用。

1.3.2.4 空间数据库管理

在空间数据库管理方面,传统的 GIS 软件的空间数据和属性数据是分离的,对图形数据的访问采用文件服务的方式,对属性数据的管理则可以选用支持客户/服务器体系结构的大型关系数据库管理系统。近几年,人们对于利用关系数据库管理系统或面向对象数据库管理系统进行图形数据的管理取得了一些突破。一种方式是数据库软件厂商对关系型数据库扩展了空间数据的管理能

力,比如 Oracle 和 Sybase 分别采用 HHCODE(Helical Hyperspatial Code) 和四叉树结构实现对空间数据的存储;还有就是一些 GIS 软件开发商在商业化的关系数据库管理系统基础上开发了空间数据管理模块,如 ERSI 公司的 SDE 和 MapInfo 公司的 SpatialWare。另外是由 GIS 软件商自行开发的面向对象数据库管理系统为 GIS 数据管理提供了新的方式,如 Laser Scan 公司的 GAD。

1.4 GIS 和其它计算机系统的区别

地理信息系统是对空间数据进行采集、存储、处理、分析和输出的计算机信息系统。它与其它几种信息系统密切相关,但由于其处理和分析地理数据的能力使其与它们相区别。下面分别讨论和 GIS 关系密切的计算机辅助设计(CAD)、遥感(RS)、全球定位系统(GPS)以及管理信息系统(MIS)的区别和联系。

1.4.1 计算机辅助设计(CAD)

计算机辅助设计 CAD 系统提供交互式的图形处理功能,以辅助如建筑、VLSI 等人造对象的设计,其主要特点是设计者与计算机模型的交互。目前许多 CAD 开始支持对象的非图形性质,而 GIS 处理的数据大多来自现实世界,较之 CAD 的人造对象更为复杂,数据量更大。另外, CAD 中的拓扑关系较为简单,更重要的是, GIS 强调对空间数据的分析, CAD 这方面的功能要弱得多,它不能建立地理坐标系和进行地理变换;其数据量也比 GIS 系统要小的多,且数据结构简单; CAD 系统不具备 GIS 地理意义上的空间查询和分析能力。因此, CAD 系统虽然已经扩展可以支持地图设计,但它的管理和分析大型的地理数据库的能力仍然很有限。

1.4.2 遥感(RS)

遥感技术是从远距离感知目标反射或自身辐射的电磁波、可见光、红外线对目标进行探测和识别的技术。例如航空摄影就是