

文章编号:1001-831X(2002)01-0083-03

城市地下空间信息化探讨^{*}

安关峰^{1,2}, 史勇³, 梅其岳⁴

(1. 中国地质大学工程学院, 徐州 430074; 2. 广州市政集团, 广州 510060;
3. 北京中迈智讯科技发展有限公司, 北京 100044; 4. 广州市建设委员会建管处, 广州 510032)

摘要:本文讨论了城市地下空间信息化现状、发展趋势与信息化内容, 分析了在当今信息飞跃发展的 21 世纪, 加快城市地下空间资源信息化, 跟进世界先进水平的重要性和迫切性。同时指出实现地下空间资源信息化的战略步骤。

关键词:地下空间; 信息化; 战略步骤

中图分类号:TP311.13; TU91

文献标识码:A

1 前言

城市是文明的标志, 城市的文明是人类与自然、社会环境及心理环境竞争与共生、改造与适应的过程, 它是人类技术进步, 经济发展和社会文明的结晶。由于经济的发展, 人口流量增大, 给城市带来了巨大的压力, 那么在考虑到各种因素的制约, 已经限制到城市不能再向水平和上空扩展时, 开发潜在的地下空间资源成为人们首选的理念。在发展地下空间资源时, 建构地下空间的资源管理与优化系统是迫切的和适应现代城市信息化要求的。

2 地下空间信息化现状与发展趋势

GIS 技术是融地理学、地质学、测量学、信息管理学、计算机技术等多学科于一体的一门综合性边缘学科。它是借助计算机技术所发展的, 是收集、存储、检索、变换和分析地理数据的强有力的工具。地理数据从以下几方面描述对象: ①一定坐标系中的位置; ②与位置无关的属性(如颜色、管径等); ③相互间的空间关系(拓扑关系), 这种关系是如何联系在一起, 或一物体如何在其它之间移动。地理信息系统中的数据, 无论是可见的(记录于纸上), 还是不可见的(记于磁介质上), 都是自然环境的一种

表现模式。因为这些数据可以被访问、变换、交互式处理, 还可以作为研究环境过程、分析发展趋势, 预估规划决策的可能结果的基础。GIS 专门处理和分析具有空间特征的信息, 它能利用空间图形处理技术实现数据库系统无法或难以实现的统计和分析功能, 同时能使信息的表现更加图形化、形象化和可视化。在地下空间信息化过程中, 地下管网信息系统就是基于 GIS 技术的上述特点建立起来的。地下管网管理信息系统将信息采集、传输、加工、查询及综合应用为一体, 形成纵向、横向信息媒介为连续纽带的完整体系。但是值得指出的是不同城市, 相同城市的不同部门都建立了相应的自己 GIS 管网体系, 某些系统重复建设, 有的甚至存在较为突出的质量问题, 造成了人、财、物的巨大浪费, 而且难于实现信息的综合利用和信息资源共享。据建设部规划司对 38 个城市已建好的地下管线信息系统进行调研^[1], 系统应用运行很好的没有, 好的占 18%, 其余均为一般。这说明地下管线系统建设仍有长足发展的余地。

另一方面, GIS 技术在地层方面的应用已经起步, 并取得了部分成果。台北市 80 年代起开始建立“大地工程资料库”, 由地图资料库子系统、数据资料库子系统和地层剖面子系统三部分组成, 可提供许多有关岩土工程的图件, 如建筑承载力等高线

• 收稿日期: 2001-10-31

作者简介: 安关峰(1974-), 男, 博士后, 主要从事岩土工程施工、数值仿真和城市信息化研究工作。

图、大地工程分区图、敏感地质图等。武汉市 1997 年建立了“武汉市工程勘察信息系统”。但是它们都是常规的二维应用系统,不能对数据进行整体分析。国外已经开发了三维信息系统。比较典型的有:美国 XOX 公司开发的 SHAPES、加拿大 LynxGeosystems 公司开发的 LYNX、法国研制的 GOCAD 软件。这三种软件在三维可视化方面功能较强,而且提供了交互式的三维设计分析工具,广泛应用于地质、矿山、交通、城市规划和水利工程等领域,但缺乏有效的三维分析手段。目前还没有一个能集查询、显示分析、评价和辅助决策为一体的三维地理信息系统。中科院武汉岩土所提出了三维地层地理信息系统(3DSIS^[2]),但它仅对浅部地层三维空间数据进行管理、显示和分析,并且处于起步阶段。不容忽视的是地下空间开发还应包括中部、深部地层。

3 地下空间信息化的迫切性

“数字城市”是城市管理信息化发展的必然趋势,全面建立地理信息资源库,实现地理信息处理的量化、可视化、实时更新与资源共享,这是城市建设部门、管理部门、服务部门实现现代化管理的必备条件。地理信息系统从组织开发到稳定运行,是一个长期的过程,作为地下空间地理信息系统,由于其特殊性,它的建立相对于其它地上系统又更加具有紧迫性:

(1)城市建设迫切需要建立地下空间数据库。城市地下空间信息,包括地层结构、市政管线及地下建(构)筑物,是一切城市规划建设的基础,尤其是当地下建筑越来越多,位置要求越来越精确,地下空间信息是否完备准确,对于规划、设计、施工都至关重要;而相对于地上资料,当前地下资料在系统性、可靠性、现势性方面都相对较差,因此建立地下空间信息管理系统是城市建设的迫切需要。

(2)建设的同时进行竣工测量是获取地下空间信息的最佳途径。地上建筑的位置信息在建设中和多年以后进行观测精度是一样的,而地下建筑一旦回填深埋,便只有借助设计图纸和探管仪等设备进行探索推测,不但效率低、难度大,更重要的是,要进行完整连线、精确定位、细节描述,都几乎不再可能,当前是我国进行基础设施建设的高峰期,一定不能丧失获取准确资料的机会。而只有建立地下空间信息管理系统后,才能有效地获取、保存、管理这些宝贵资料。

(3)地下空间 GIS 作为一个应用系统的性质决定了它应尽早开始建设。本系统不但是要及时收集地下空间信息,更重要的是要在城市应用这些信息。不管是系统的空间数据库内容,还是系统功能,都要依据实际建设中的需要进行制定,因此应尽快开始筹建,并在实践中不断使之成熟完善。使系统在城市中尽快发挥作用。

4 地下空间信息化内涵

地下空间信息化内涵是指信息化的具体内容及技术特点:

具体内容应包括:①地层构造系统:包括地层、地下水、地表水分布;②地下建筑系统:包括地铁、防空洞、地下步行街等地建(构)筑物;③地下自来水管网系统;④地下污水管网系统;⑤地下天然气管网系统;⑥地下通讯管网系统;⑦地下电力管网系统;⑧地下热力管网系统。

技术特点包括:①完整的地层三维系统显示资料;②对地下空间开发的先期数值仿真;③对由地下建(构)筑物、污染物等造成的地下水渗流场改变的仿真;④对地下管网系统的三动态管理;⑤完备的网络化社会服务功能。

5 地下空间信息化的基本战略步骤

根据实际情况,尤其借鉴国内地理信息系统开发的经验教训,我们认为系统的开发分为以下四个阶段进行:第一阶段:GIS 平台选择与数据库平台选择;第二阶段:建立实验数据库;第三阶段:建立城市地下空间基本 GIS;第四阶段:全面建立城市地下空间 GIS。

5.1 GIS 平台选择与数据库平台选择

选择 GIS 平台应该具有如下特点:①空间数据库引擎 SDE,对于企业级用户,空间数据系统必须有快速查询索引。目前大部分 GIS 系统都采用文件存储方式,查询慢,并发使用更慢,并系统稳定性与安全性差,数据容易遭到破坏。企业 GIS 系统采用空间数据引擎 SDE,把空间图形数据转入关系数据库中,充分利用数据库检索性能与安全性能,实现快速查询与安全管理。②强大的空间智能优化分析能力,能够实现空间资源最优化分析,最优化的网络新建规划能力,支持最优化的网络设计能力、网络实时优化能力,以及空间图形关联分析。③强大的地理图形制作与编辑能力,GIS 系统地图制作与编辑,如图形的合并,交叉、校正,网络拓扑

编辑。④支持丰富的数据格式,支持种类多样的数据格式,包括标准的 GIS 格式(ArcInfo coverage, ESRI shapefiles, ESRI GRID), CAD 格式(DXF 和 DWG), 各种图像数据格式(GeoTIFF, JPEG, ERDAS IMAGINE, TIFF 和 MrSID)图像压缩, ⑤系统快速开发能力, GIS 系统采用组件技术,开放的体系结构,用户可以方便地接入自己的业务系统,扩充系统功能。方便地支持 VB、VC++、Delphi、关系数据库程序设计,实现快速的二次开发。⑥GSI 平台持续发展能力,选择 GIS 系统还应考虑 GIS 平台厂商自身的发展潜力,公司本身是否能保持不断发展, GIS 平台是否能保持不断发展。⑦数据安全性,单纯的图形数据文件服务器方式,容易遭到攻击与损坏,无法保证数据的安全性及可靠性。目前的解决方案是采用商业数据库,充分利用数据库安全性功能,以及安全的网络协议,实现空间数据安全传输与管理。

选择的数据库平台应该具有如下特点:数据库系统是构建信息系统的核心部分,由于本系统中,基础数据库多,数据量庞大,每个数据库的数据属性种类多,数据类型较复杂,该系统要求集中处理,数据的一致性、实时性、可靠性要求较高,因此数据库的建设将是整个系统成败的关键,必须选择一个性能良好的数据库平台。

ORACLE 数据库支持从关系型数据、影像数据、空间数据、分析数据、正文数据到 WEB 的任何数据。ORACLE 数据库核心支持 2GB 的字段用于存储大的二进制对象。ORACLE 内核采用多线程、多进程体系结构,能很好地支持信息系统安全可靠、快速响应的业务要求。ORACLE 数据库能够提供计算机管理系统强大的功能,可以最小的复杂度带最优的性能。该数据库正是以其卓越的性能成为我国推荐的首选数据库平台。

最初的数据库系统配置是至关重要的,因为数据库的安装及构建质量会直接影响到系统的性能、日后的维护工作,以及系统的长期稳定性。高质量的系统安装工作,可以确保系统的性能优化,安全升级,易于维护,并能获得最大的灵活性以适应未

来的发展。东大阿尔派技术队伍成功地安装过几百个 Oracle 系统并进行成功的开发,具备丰富的实施经验。同时,Oracle 具有先进的管理方法和工具来保证这项工作的顺利完成。

5.2 建立实验数据库

数据是地理信息系统的根本,用计算机把数据管理起来,既是一个 GIS 系统开发的最重要的目的,也是从系统筹建、开发、测试、到以后正式运行时所一直要面对的问题。

建立数据库首先要确定它的内容和格式,既要符合实际工作需要,又要能够从实际工作中取得。一个大型系统的开发往往要持续数年,很多系统开发完后,才发现数据内容和格式与实际情况不符,最后因实际数据不完整而导致系统的大部分功能不可用。

同时,系统功能的确立也是以数据为基础的,建立一个稳定可靠的数据库,是系统的坚实基础。

地下空间 GIS 系统实验数据库的内容拟包括地层结构和地下建构物,同时应完成系统的数据录入、更新、查询、输出部分的主要功能。

5.3 建立城市地下空间基本 GIS

拟以地层结构和地下建筑物系统为主,完善系统的数据录入、更新、查询、输出部分的功能,同时增加拟建地下建筑物的数值仿真(地下建筑物的应力场与地下水渗流场)、系统的图形分析、三维可视化等主要功能。

5.4 全面建立城市地下空间 GIS

根据前面两个阶段完成的实际情况,设计完成所有系统和所有功能,建立一个实用、全面、高水平的城市地下空间 GIS。

6 结 论

勿庸讳言,21 世纪信息发展无论从内容还是数据都将是空前的。加强地下空间的信息化建设可以真正达到集约社会资源,优化信息资源、共享信息成果、便于统筹管理的目的。它是拉动城市信息化进程的重要引擎。

参考文献:

- [1] 蔡力群. 加快城市地下管线信息系统建设,提高城市地下管理工作水平[J]. 地下管线管理,第 20 期,2001.2.
- [2] 陈健. 三维地层信息系统的建模与分析研究[D]. 武汉:中科院武汉岩土所博士论文,2001.2.
- [3] 钱七虎. 地下空间开发利用的第四次浪潮及中国的现状、前景和发展战略[A]. 第六次全国岩石力学与工程学术大会论文集[C]. 武汉,2002.10.