

# GIS 与三维可视化在校园地下管网线管理中的应用

王 晓, 刘凤仙, 李 琦

(四川理工学院计算机学院, 四川 自贡 643000)

**摘 要:**校园地下各类管网线的科学化管理,是实施“数字校园”工程的重要组成部分。在研究 GIS 与三维可视化在校园地下管网线管理应用的基础上,利用 Vega Prime 及其所提供的应用程序接口 Open-Flight API 与 Vega Prime API 对校园地下管网线进行三维场景建模,实现了四川理工学院三维管网线快速建模、地上地下三维一体化显示、三维管网线查询与空间分析等功能。研究成果可以促进学校基础设施管理信息化水平的提升,有助于更好地建设“数字校园”。

**关键词:**GIS;三维可视化;地下管网线

**中图分类号:**TP208

**文献标志码:**A

## 引 言

“数字校园”建设是高校现代化的主要目标,校园地下管网线不仅是高校重要的基础设施<sup>[1]</sup>,也是实施“数字校园”工程的重要组成部分,它主要包括给水、排水、电力、电信、热力、燃气、工业管道等几大类<sup>[2-3]</sup>。随着学校规划建设的不断发展,各类地下管网线越来越多,采用信息化手段来高效管理校园地下管网线已成为当务之急。本文以四川理工学院地下管网线管理为例,研究 GIS 与三维可视化在校园地下管网线管理中的应用。

## 1 三维可视化与三维 GIS

### 1.1 三维可视化技术

三维可视化技术是一种动态的可视化技术<sup>[4]</sup>。在校园的规划、建设与管理当中,三维可视化是一种全新的辅助技术手段和方法,应用此技术可以实现在虚拟场景中观察校园建筑的风貌、审美规划布局 and 空间设计。地下管网线信息与管网线相关的环境、地形信息从根本上来讲是地理信息<sup>[5]</sup>,具有信息载体多样、数据量巨大、区域分布性等特殊性质,并且需要实施与空间和拓扑相关

的查询和分析,所以在对地下管网线的管理当中,必须运用地理信息系统技术,将地理信息相关的空间位置、属性特征及时域特征进行统一管理,以便更有效地分析和投入生产。

### 1.2 三维 GIS 的发展与现状

在三维 GIS 研究的初级阶段,大多数研究集中在三维可视化系统方面<sup>[6]</sup>,如 EVS,医学可视化以及各种 CAD 图软件,也有部分系统实现了三维 GIS 的功能,比较有名的软件有:IVM、GOCAD、SGM 等。三维 GIS 经过不断地发展,众多高等院校、科研机构和公司看重其巨大地应用潜力,积极投身于三维 GIS 的开发研究之中,开发出多种比较成熟的三维 GIS 软件,例如适普的 IMAGIS, Arcinfo 的 3DX, Erdas 的 Imaging Virtual GIS 等<sup>[7]</sup>。但是三维 GIS 的理论和技术的比二维的复杂许多,目前许多研究还处于探索阶段,非常多地实际问题还有待解决。

## 2 数据的组织与管理

### 2.1 数据的设计

在四川理工学院地下管网线的管理当中,涉及到的数据包括二维矢量数据和三维场景数据<sup>[8]</sup>。二维矢量

收稿日期:2013-03-18

基金项目:人工智能四川省重点实验室开放基金项目(2011RYY01)

作者简介:王 晓(1961-),男,副教授,硕士,主要从事多媒体技术、网络技术方面的研究,(E-mail)fengfeng814@163.com

数据包括学校地面上的基础地理数据和地下管网线的矢量数据;三维场景数据包括学校地面上的三维场景和地下管网线的三维场景。二维矢量数据主要用于数据的信息查询、空间分析、数据统计等,三维场景数据主要用于地下管网线与地上建筑物之间的三维景观模拟,真正做到所见即所得。

对前期采集到的数据进行分析处理,把二维矢量数据和三维场景数据分别采用不同的方式进行管理,在数据储存的过程中对数据再次进行分析处理。四川理工学院地下管网线管理中数据体系结构如图 1 所示。

### 2.2 数据库的建立

结合我校地下管线的类型和特点,把管线特征以点、线为基本元素体现在 Shape 图形文件中。其中点实体主要是各类管线点,除实体的三维坐标外,还要存储其他一些与实体有关的数据来描述其编号、类型、接口形

式等属性数据。线实体是坐标对的集合,包含了起始结点和终止结点的信息,还包括管材、管壁厚度、所在路名等属性信息。用关系数据库 SQL Server 来管理管线结点的属性数据。部分管线示意图如图 2 所示。

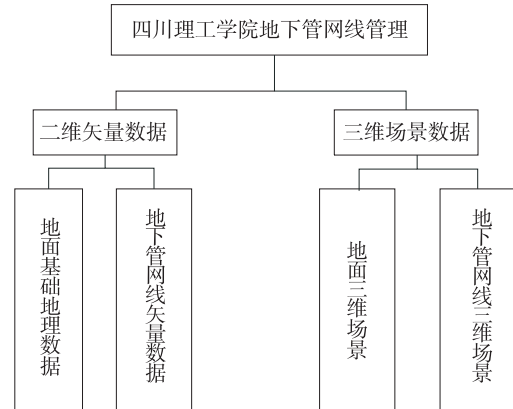


图 1 数据体系结构图

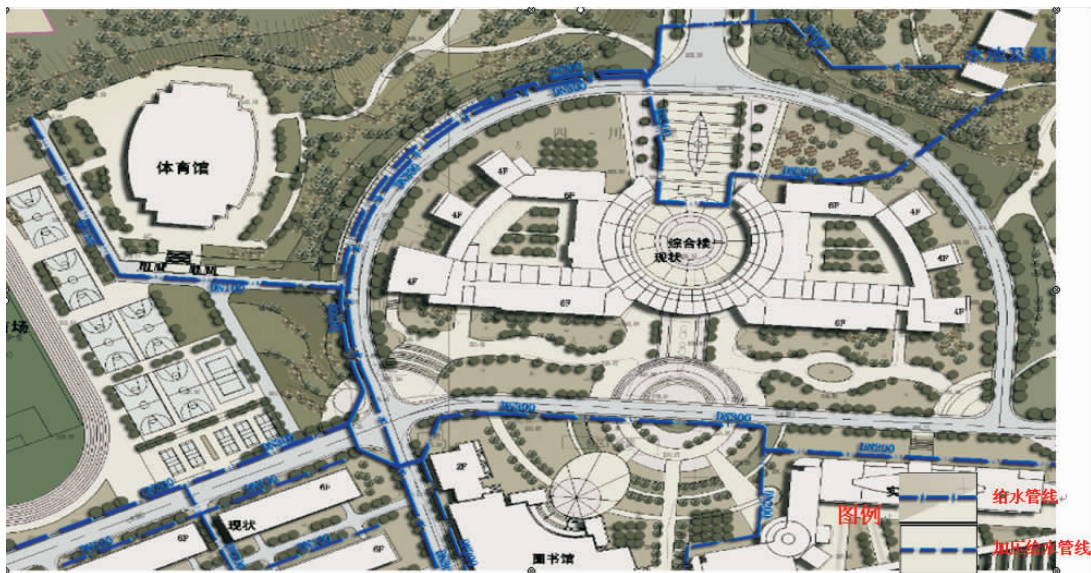


图 2 四川理工学院给水管线示意图(部分)

空间数据管理是以数据结构为基础,建立数据结构与实体间的关系以满足应用要求,主要通过数据库管理系统(DBMS)实现,DBMS 对数据的操作主要是对实体属性值进行检索,在空间分析中,还需要检索实体之间的关系值,如“找出从管线源点出发到另一结点的最短路径”或“找出控制故障地的所有阀门以及事故影响区域”,这种分析需通过适当的算法得到。

管线的数据结构带有明显的层次性,即管线→管线段→管线结点<sup>[9]</sup>。因此在设计数据结构时以管线、管线段、管线结点作为基本类型,并要体现这种层次性。在管线空间数据文件结构的设计当中,我们主要从管线标识符、管线类型码、颜色、它所包含的管线段数目、所包

含的管线段标识符、所包含的附属设施数目以及附属设施的标识符等方面来管理相关数据。在管线段空间数据文件结构的设计当中,主要涉及到的是管线段标识符、它所包含的管线段数目、所包含的管线段标识符序列和管径这几方面数据。在管线结点空间数据文件结构设计当中,主要涉及到管线结点标识符、特征点类型码、管线结点 X、Y 坐标、地面高等数据。在对数据进行处理时,可以通过索引进行相关查找。例如,如果我们需要查找某条管线,就通过管线当中包含的管线段标识符和管线结点标识符找到需要的管线段和管线结点,再在管线段和管线结点空间文件当中通过再次索引查找找到对应的管线段与管线结点,得到这条管

线的基本空间数据,为后期管线的三维建模提供起算数据。

### 2.3 三维场景构建

三维场景数据包括地下管网线三维数据和地上建筑物三维数据。对地下管网线进行三维可视化的操作,主要包括建模和可视化这两种关键的技术。

在四川理工学院地下管网线的管理中,建模主要包括地形建模与建筑物建模。其中地形模型的制作方法有规则格网法、不规则三角网、混合法等多种方法。规则格网法建模是用一组大小相同的格子描述地形表面,具有较小的存储量和简单的数据结构等特点,便于存储和管理。不规则三角网建模是由分散的地形点按照一定的规则构成的一系列不相交的三角形组成,具有较高的精度、存储量大等特点。结合这两种方法的优缺点,在对四川理工学院的建模中,对于地形较为平坦的地区选择规则格网法建模,而复杂地区采用不规则三角网建模。建筑物建模要首先获取建模需要的建筑物的二维矢量数据、高程数据、纹理数据等,然后可以采用基于VRML的建模方法、基于规则几何体与2D GIS的方法、基于三维数据模型的方法等。鉴于建筑物模型的制作比地形建模复杂许多,我们主要采用3D软件来进行实体建模,并以纹理数据加以辅助表达。

IDL是美国RSI公司研发专门用于三维可视化的计算机语言<sup>[10]</sup>,在模型制作好后,其三维可视化操作主要通过OpenGL结合VC++、VB、IDL等开发语言来实现。三维场景构建的处理流程如图3所示。

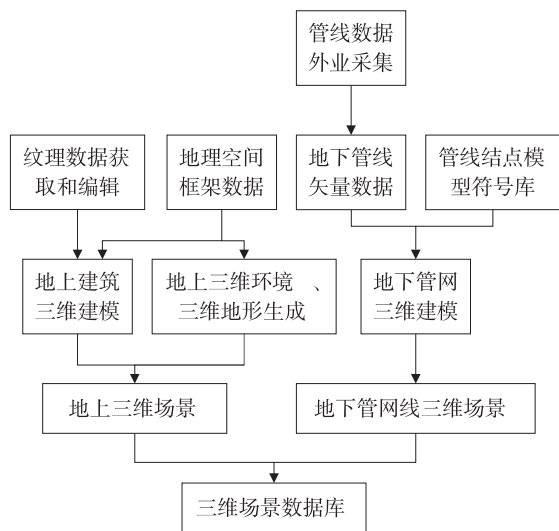


图3 三维场景制作流程

利用视觉仿真工具 Vega Prime 及其所提供的应用程序接口 OpenFlight API 与 Vega Prime API 实现校园地下管网线的三维场景建模。并在地理信息平台 ArcGIS

中实现对校园地上地下三维场景的管理、显示、任意路线的飞行浏览、渲染、制作动画文件等功能。制作后的地下管网线三维模型如图4所示。

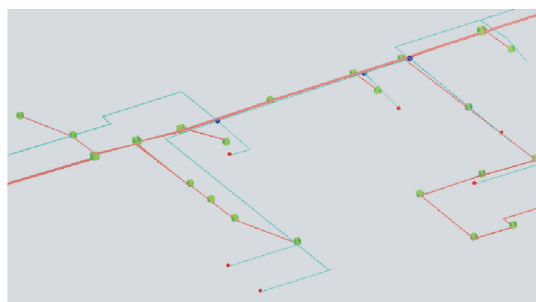


图4 校园地下管网线三维模型(部分)

## 3 管理功能实现

### 3.1 管网线的编辑

在管网线的管理当中,每一条管网线都被分解成一个个单一管线段来显示与存储,因此对管网线的添加与删除等编辑操作比较容易实现。添加管网线时,需要输入各个管线段的起止结点和中间结点的空间坐标、颜色和半径,系统就在数据库中进行查找,并可以通过空间分析确定它们与现存管网线之间的拓扑关系。删除管网线时,只需选中整个管线段进行删除即可。

### 3.2 管网线的查询

管网线的三维空间查询与二维查询方法相似,可以实现单点查询,此时只需用鼠标点击就可以查询地物的属性信息;也可以实现输入查询,此时可以通过输入管网线的结点标识符、管线段的标识符、管径和管网线的材质等进行查询。

### 3.3 管网线的空间分析

管网线的空间分析功能可以实现故障分析与路径分析。故障分析功能主要用于当管网线出现故障时,能迅速找到控制该故障点的阀门,并能够将关闭阀门后受影响的区域显示出来,及时避免故障的扩大,还能查询管网线的属性信息,为抢修提供第一手的资料。路径分析功能主要包含最佳路径分析和最短路径分析,在地下管网线的管理中,路径分析主要用于在地下管网线的设计中,综合其他的因素来选择离源点最佳和最短的布设管网线的走向。故障分析功能实现如图5所示。

## 4 结束语

本文研究了 GIS 与三维可视化在校园地下管网线管理中的应用,探讨了三维管网的构建过程与三维可视化管网系统的功能,实现了四川理工学院地下管网线的

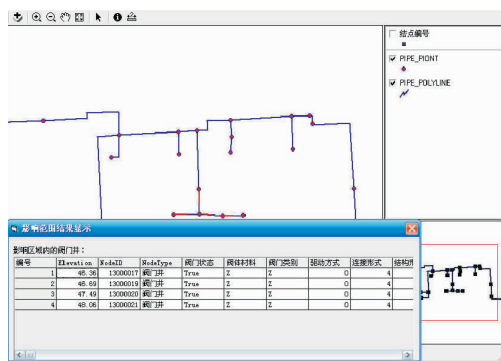


图 5 故障分析

三维建模与可视化,解决了校园管网管理面临的一些问题,可在一定程度上提升我校基础设施管理的信息化水平,为更好地建设“数字校园”提供一些参考。目前三维 GIS 在地下管网线管理中的应用还处在初级阶段,有待进一步深入的研究。

#### 参考文献:

- [1] 陈靓,赵冬玲.三维可视化地理信息系统在校园地下管网管理中的应用综述[J].北京测绘,2006(1):42-46.
- [2] 祝青,颜平平,苏忆平,等.基于 GIS 的校园地下管网信息系统研究与设计[J].软件导刊,2011,10(10):138-139.
- [3] 熊自明,葛文,吴绍民,等.城市三维地下管网信息系统研究与实现[J].信息工程大学学报,2010,11(1):59-62.
- [4] 瞿畅,王君泽,张小萍,等.采用 GIS-VRML 技术的地下管网三维可视化与管理[J].工程图学学报,2009(5):22-26.
- [5] 杨斌,顾秀梅,武锋强,等.基于 GIS 的城市地下管线综合信息系统[J].科技导报,2011,29(12):48-52.
- [6] 葛岱峰,姜体忠,王永康,等.基于 GIS 方法的校园地下管线数据库建立[J].内蒙古农业大学学报,2009,30(4):172-174.
- [7] 王继周,李成明,林宗坚.三维 GIS 的基本问题与研究进展[J].计算机工程与应用,2003(24):40-44.
- [8] 郑国江,陶迎春,杨伯钢.三维 GIS 在地下管网管理中的应用研究[J].北京测绘,2012(5):26-28.
- [9] 李清泉,严勇,杨必胜,等.地下管线的三维可视化研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2003,28(3):277-282.
- [10] 鲁保玉,李国贞.城市地下管网地理信息系统的数据结构[J].计算机应用于软件,2008,25(3):271-272.

## Application Research of GIS and 3D Visualization in Campus Underground Pipeline Management

WANG Xiao, LIU Feng-Xian, LI Qi

(School of Computer Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** The scientific management of campus underground pipeline is the important part of the "Digital Campus" project. Application of GIS and 3D visualization in underground pipeline management is researched, and 3D scenario modeling of the underground pipeline is realized using Vega Prime and the Application program interface (Open Flight API and Vega Prime API). Then a underground pipeline management system for SiChuan University of Science and Engineering has been realized, which helps quickly realize 3D pipeline modeling, 3D integration display above and below ground, querying and spatial analysis of 3D pipeline. The research results can contribute to promote the level of management informatization of school infrastructure, and help to a better building of "Digital Campus".

**Key words:** GIS; 3D visualization; underground pipeline