doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2010.03.016

# 城市轨道交通勘测设计空间数据集成技术

姜雁飞[1,2] 杨联安[3] 郝彗梅[1]

(1. 陕西师范大学 西安 710062; 2. 西安市地下铁道有限责任公司 西安 710018;
3. 西北大学 西安 710069)

**摘 要** 通过对城市轨道交通勘测设计业务流程和已有工程数据库的系统分析,运用空间数据集成的一系列现代理论和技术,探讨适合城市轨道交通勘测设计业务的空间数据集成系统的设计方法和相关问题,为其空间数据集成提供制定规范标准的科学依据,提出基于 GIS软件和现代空间数据库技术的实用化、业务化的解决方案,并初步应用在新一代勘测设计工程数据库系统的建设中。

**关键词** 城市轨道交通 空间数据集成 勘测设计工程数据库 WebGIS 线性参考系统

**中图分类号** U212.2 **文献标志码** A

**文章编号** 1672-6073(2010)03-0072-03

在全球信息化浪潮中,地理信息系统(geographic information system, GIS)作为一门综合性学科和技术异军突起,迅猛发展。随着计算机技术和软件技术的发展,GIS的集成已成为可能。网络技术、空间数据库技术、面向对象技术、组件技术等,都使得人们对 GIS集成的认识在不断提高。GIS的主要研究对象是地理空间实体,空间数据集成技术是整个 GIS集成技术研究的关键内容。近年来,全球定位系统(GPS)、数字摄影测量和遥感(RS)、计算机网络等在一些轨道交通勘测设计院得到了普及应用,地理信息系统(GIS)也在个别专业(通信)得到应用,然而从整个状况看,还是零散、不统一、封闭的。数字地图主要是 CAD格式的,没有 GIS应用的集成系统,数字地面模型和空间分析技术没有得到普遍使用;而处于试运行阶段的城市轨道交通勘测设计工程数据库通常是基于关系表格模型开发的,没有采用空间数据集成平台,这也限制了 GIS技术在勘测设计领域的普遍应用。

要解决以上问题,提高轨道交通工程勘测、设计的整体水平,需要建立一体化、集成化的勘测设计生产体系,在深度和广度上还要做很多工作,轨道交通勘测设计信息化还有很大的发展空间。

## 1 空间数据集成概述

### 1.1 空间数据与属性数据的集成

从 GIS诞生之后,地理数据(包括空间数据和属性数据)的存储、管理和应用一直是 GIS研究的重点领域之一,GIS中空间数据与属性数据的存储与管理是朝着集成化、网络化方向发展的。

早期的空间数据存储基本上是以地图形式来存储数据的。属性数据不具有空间意义,相对空间数据来说数据结构较简单,一般用关系数据库管理系统(RDBMS)来存储管理。对于早期的 GIS空间数据和属性数据分离存储的特点,GIS软件中通常使用一种标识符,将分别存储在两个子系统中的数据联系起来,称为混合结构模型。

用文件方式管理空间数据的诸多缺点,促使人们考虑使用数据库系统来存放和管理地理空间数据,于是产生了地理空间数据库。地理空间数据库目前常见两类:一是使用传统的关系型数据管理系统(RDBMS)来统一存放和管理空间及属性数据;二是使用面向对象的数据库系统(OODBMS)来统一存放和管理空间及属性数据。

### 1.2 空间数据的集成模式

空间数据是多源的,多源空间数据的集成可归纳出 3种模式:数据格式转换模式、数据互操作模式和直接数据访问模式[1]。

分步式地理信息系统(Distributed GIS, DGIS),是

**收稿日期**: 2009-06-03 **修回日期**: 2009-12-24

**作者简介**: 姜雁飞,男,高级工程师,博士研究生,主要从事 GIS及信息系统集成方面的研究与开发工作,flyjyf@sina.com



(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

指以分布式计算理论和计算机网络技术为基础，在计算机网络环境下，实现地理数据采集、存储、管理、分析、表现等功能的地理信息系统，它相对集中式地理信息系统而言是另一种计算模型。

Web计算模型是 C/S体系结构的拓展，也是分布式 GIS模型可采用的一种具体化模型，而且是有相当发展前途的分布式 GIS模型。

## 2 勘测设计空间数据集成

### 2.1 数据组成

城市轨道交通的勘测设计由近 30个专业协同共同完成，其涉及的数据来源十分广泛，包括了各种类型的数据。

1) 空间数据。大多数数据与空间位置有着密切的关系，这些数据主要通过 GIS或 CAD软件的数据管理功能来进行存储、显示、管理、输出等。

2) 属性数据。主要指能够通过传统表格形式进行描述的文本数值型信息。

3) 多媒体数据。目前，勘测设计工作中大量用到图片、录像、幻灯片、航片、遥感卫片、电脑三维动画片等来辅助规划设计。

4) 文档数据。主要是指各种规范和设计方案说明书等的电子文档。

### 2.2 数据特点

1) 来源广泛。勘测设计工作涉及铁路线路选择范围经过地区有关的众多数据，如城市及农业用地情况、地质勘探资料、地下管线资料、气象水文资料、城市发展规划、地形地貌特征等。规划设计人员必须在掌握大量资料的基础上，才可能设计出经济合理的线路位置。

2) 数据性质差别大。轨道交通勘测设计的数据性质、表现形式等属性 (如空间数据、多媒体数据、属性数据、文档 )存在很大的差异。将比例尺不同、领域不同、格式不同的数据在勘测设计工程数据库中统一管理，并实现这些数据的融合和集成，是勘测设计一体化的重要研究领域。

3) 数据呈线性带状分布。城市轨道交通在地理空间上的线性分布特征，决定了从可行性研究开始的所有工作都是围绕设计线路两侧一定范围内的带状区域进行的，因而勘测和设计所产生的大量数据也基本在这一个带状区域内。

### 2.3 勘测设计数据集成的主要内容

1) 多源数据集成。系统能够用来管理来源、比例尺、格式、内容等特性不同的空间数据，并从中提取这些数据包含的信息，用于辅助各种设计工作。

2) 数据质量。数据质量直接影响到勘测设计数据集成系统 (工程数据库 )的可靠性和应用目标的实现，也直接影响到数据集成的效果，数据质量和精度问题贯穿于整个数据采集、处理和应用过程。

GIS数据精度和质量问题包括直接测量的精度、遥感数据和地图数字化的精度和质量、属性数据和文档数据质量、误差传播、数据转换与计算误差、叠加分析及其他质量问题。

3) 数据标准化。无论是传统纸质时代，还是计算机普及后的数字时代，任何系统内部或系统之前的数据和信息沟通传递都必然要依据一定的标准，只不过不同的系统在标准规定的层次内容上发生了变化。

勘测设计数据的标准化通常包括 3方面的含义：数据模型的标准化、数据格式标准化、处理标准化。

4) 城市轨道交通勘测设计综合集成。勘测设计数据集成思想是以数据库为核心，却不只是数据和数据库的集成，而是应该集数据处理、管理和应用更高层次的综合集成。在空间数据集成产品越来越成熟的今天，勘测设计集成系统可以在大型网络数据库管理平台支持下，实现多种数据源、多种处理技术以及多种应用技术的综合集成 (见图 1)。

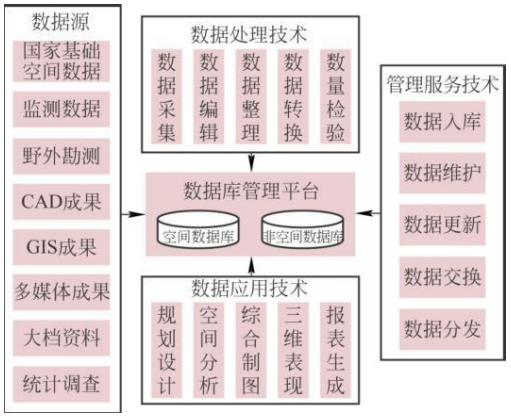


图 1 勘测设计数据集成

### 2.4 勘测设计数据集成的关键问题

#### 2.4.1 CAD和 GIS数据集成

近年来，GIS技术的应用逐步深入到各行各业，勘测设计领域也开始应用 GIS进行空间分析。地图数据绝大多数来源于测绘部门，尽管大部分 GIS软件都提供了数据格式转换功能，但由于 CAD软件与 GIS软件在数据存储、图元定义、管理风格等方面存在差别，因此格式转换的效果不尽如人意。要解决的核心问题就是 CAD数据要进入 GIS系统，如何转换、组织和管理，以及如何将 GIS数据转换成 CAD格式文件。目前，流行的商业化产品是数据格式转换为主和直接访问模式为辅两种方式的综合应用。



(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

### 2.4.2 线性空间参考系统

线性参考系统（LRS）是为解决 GIS-T（交通 GIS）而采用的新技术。

在勘测设计流程中，线路工作中的任务主要就是确定线路设计中心线位并逐步优化求精的过程。线路位置基本确定后，其他专业的工作都是围绕线路中心线的一个带状区域里进行的，线路中心线构成了线性参考系统的基本轴系。

目前，商业化空间数据库产品 ArcSDE和 Oracle 9i都支持 LRS功能，可以在空间数据库中将传统的轨道交通中线的里程概念与数据库中理论上完整的 LRS模型紧密结合起来。

### 2.4.3 数字地面模型

城市轨道交通勘测设计常用的数字地形模型（DTM），根据采样点的布局主要有离散型、规则格网式、不规则三角网式、鱼骨式等几种形式。不规则三角网（TIN）是一种在工程设计软件中被普遍使用的表示数字高程模型的方法，它既可减少规则格网方法带来的数据冗余，同时在计算（如坡度）效率方面又优于纯粹基于等高线的方法。

## 2.5 新一代数据库管理系统原型的设计和初步实现

通过对城市轨道交通勘测设计业务流程和已有工程数据库的系统分析，经过业务建模、需求分析、软件体系结构设计、系统软硬件配置方案设计、数据结构设计、实施等开发步骤，使用了 ArcSDE、ArcIMS、ArcGIS Server Oracle 9i以及 VB、ArcObjects等开发平台和工具，研究、设计和初步实现了一个基于分布式 C/S和 B/S混合结构及面向对象空间数据模型的城市轨道交通勘测设计工程数据库系统，能够集成管理 DTM等多种类型数据，并将线性参考系统（LRS）技术应用到了城市轨道交通勘测设计工程的数据库设计中，见图 2。

图 2 基础空间数据库的分层对照示意

实施后的原型系统加载了西安市地铁 2号线研究区域的 30幅带状区域的数字地图，以及同样范围内 5 km DTM数据、设计的线路方案和地质资料。35幅数字地图总共大小 210 MB，DTM总共 120 MB，并将该段范围的设计线路平面中线数据变换成了 ArcSDE中的 LRS类型数据。

通过对所建立勘测设计工程数据库原型系统一段时间的运行测试，表明系统稳定可靠、反应快捷，能较好地满足多用户并发操作数据库的要求。

## 3 小结

1）CAD、GIS、RS、LRS、DTM的空间集成技术是铁路勘测设计信息化和铁路勘测设计空间数据综合集成模式的核心技术。

2）城市轨道交通勘测设计一体化中的关键部分——勘测设计工程数据库，是城市轨道交通勘测设计集成系统的重要内容。

3）将 LRS的技术和元数据功能引入到集成系统设计中，是针对线性地物空间数据管理的一条有效途径。

**参考文献**

[1] 闾国年，张书亮，龚敏霞，等. GIS集成原理与方法 [M]. 北京：科学出版社，2003.

[2] 郑顺义，万传风，曾学贵. 铁路勘测设计一体化与 GIS [J]. 北方交通大学学报，1999, 23(1)：51-54.

[3] 卓宝熙. 铁路部门 GIS进展情况及思考 [J]. 铁路航测，1997(2)：1-6.

[4] 李德仁. RS GIS GPS的集成与应用 [M]. 北京：测绘出版社，1995.

[5] 张建挺. 地理信息系统集成若干问题探讨 [J]. 遥感信息. 1998(1)：54-59.

[6] 张新长，曾广鸿，张青年. 城市地理信息系统 [M]. 北京：科学出版社，2001.

[7] 周艳，王常进，朱庆，等. 支持协同设计的铁路勘测设计基础数据库研究 [J]. 铁道勘察，2004(1)：23-28.

[8] 张扬. 多源空间数据集成处理软件技术 [J]. 地理信息世界，2004(2)：21-26.

（编辑：郝京红）

## Spatial Data Integration for the Surveying and Design of Urban Rail Transit

Jiang Yanfei[1,2] Yang Lian'an[3] Hao Huimei[1]

(1. Shaanxi Normal University, Xi'an 710062;
2. Xi'an Metro Co., Ltd., Xi'an 710018;
3. Northwest University, Xi'an 710069)

**Abstract**: This paper tries to introduce the modern spatial data integration principle and technology applied in the surveying and design of urban rail transit. Design methods and problems concerned with spatial data integration system are studied. scientific bases for establishing criteria and standards are provided for the spatial data integration of railway surveying and design, and practical and business solutions according to software GIS and modern spatial database techniques are put forward.

**Key words**: urban trail transit; spatial data integration; survey and design engineering database; WebGIS; linear reference system



(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net