

# 城市地下工程数据管理技术研究\*

袁长丰, 于广明, 王晓磊, 王 宁

(青岛理工大学土木工程学院, 山东 青岛 266033)

**摘 要:** 城市地下空间的大规模开发建设, 必须做好设计、施工与运营的全过程动态监控管理, 才能有效预防灾害发生。采用系统科学的思想, 提出城市地下工程数据管理应包括城市地下工程数据库存储、城市地下工程数据库管理和城市地下工程数据库应用三个层次; 研究并建立了城市地下工程数据库概念设计 E-R 模型, 以钻孔数据为例, 研究了数据逻辑关系和数据库设计方法, 设计了钻孔数据视图; 基于 SQL Server 数据库管理平台, 研究了具有时空属性的变形监测点数据存储拓展技术, 并基于此探讨了具有时空属性对象的查询扩展方法; 研发了基于 GIS 平台与相关数值模拟软件相融合的城市地下工程数据库应用软件, 使空间分析从宏观到微观得到可视化体现。

**关键词:** 地下工程; 时空数据管理; E-R 模型; GIS; 数值模拟

中图分类号: P208; U455.1 文献标识码: A 文章编号: 1673-0836(2012)05-0939-07

## Research on the Technology of Spatial Data Management in Urban Underground Engineering

Yuan Changfeng, Yu Guangming, Wang Xiaolei, Wang Ning

(College of Civil Engineering, Qingdao Technological University, Qingdao, Shandong 266033, China)

**Abstract:** Urban underground space is being developed and constructed on a large scale, so dynamic monitoring management during the whole process of design, construction and operation must be well done in order to prevent disasters happening. Based on the idea of system science, it is proposed that the spatial data management of urban underground engineering should include three aspects, namely, the urban underground engineering database, urban underground engineering database management and urban underground engineering database application. The concept design E-R model of urban underground engineering database is researched and established, then the logical relationship of data and design method of database are researched based on borehole data, and the views of borehole data have been designed. Based on the management platform of SQL Server database, the storage and development technology of deformation monitoring data with time-space attribute is researched, and on basis of which the query expansion method of objects with time-space attribute is discussed. The database application software of urban underground engineering combining GIS platform with related numerical simulation software is developed, which makes spatial analysis from macroscopic level to microscopic level expressed visually.

**Keywords:** underground engineering; space-temporal data management; E-R model; GIS; numerical simulation

\* 收稿日期: 2012-06-13(修改稿)

作者简介: 袁长丰(1970-) 男, 山东阳谷人, 博士, 副教授, 主要从事岩土工程、地下工程等领域的教学与科研工作。

E-mail: yuanchangfeng70@126.com

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51174124, 51179080); 山东省科技攻关项目(2010GSF10603); 青岛市地铁科研项目(SDSITC-0108310)

## 1 引言

地下空间的开发利用已经成为世界各大城市拓展活动空间的共识。特别是中国,近些年来,城市地下工程建设已经进入到浅层大规模开发阶段,相继建成了人防工程、过街通道、地下商场、地下车库、地下仓储、城市公路隧道和铁路隧道等大型地下工程。据预测,2020年中国将成为居世界首位的城市地下空间开发利用的大国和强国。地下工程的大规模建设,为人类提供空间资源的同时,也对人类生存环境产生一系列的消极影响,主要表现在城市地表沉降、地下含水层流失、地表塌陷或滑坡等,这必然造成地面建筑设施和城市生命线工程的的损伤、破坏、施工人员伤亡和水环境恶化,影响城市正常秩序,这些问题是目前设计与施工单位的焦点问题之一,必须针对地下工程建立从设计、施工到运营管理全过程动态监测,预防或减小地下工程建设对周围环境的损害。而迅速发展的计算机技术为这种全过程动态监测管理提供了一条有效途径。

在国外,美国纽约环境保护署进行了城市地下通道地图绘制工作<sup>[1]</sup>;堪萨斯州建立了预防地下灾害信息共享系统<sup>[2]</sup>;加利福尼亚州<sup>[3]</sup>建立了城市高速列车沿线的地质和地震运动信息管理系统;意大利<sup>[4]</sup>GeoDATA公司针对地下工程施工风险管理推出了名为GDMS(geodata master system)的信息化管理平台,构建了建筑物状态管理系统、建筑风险评估系统、盾构数据管理系统、监测数据管理系统以及文档管理系统等五个子系统,采用GIS和WEB技术,对城市地下工程建设提供决策依据。在国内,李元海和朱合华<sup>[5]</sup>开发了岩土工程施工监测信息系统;孙钧<sup>[6]</sup>主持了城市地下工程施工安全的智能预测与控制及其三维仿真模拟系统研究;车德福等<sup>[7]</sup>进行了城市地下空间资源信息共享研究;吴立新等<sup>[8]</sup>研究了城市地下空间资源质量评估及其3D可视化的新方法,为地下空间开发设计提供了依据;朱良峰等<sup>[9]</sup>研究了3D GIS支持下的城市三维地质数据管理与服务系统;贾永刚<sup>[10]</sup>建立了青岛城市工程地质数据库;袁长丰和于广明等<sup>[11]</sup>基于GIS平台探讨了城市地下工程开挖数据一体化管理、应用模型与GIS集成等问题。以上研究不仅为我国城市地下工程安全开展提供了技术保障,也为城市地下工程空间数据管理研究

提供了可借鉴的依据。随着我国城市地下空间开发建设规模的迅速扩大,必须要进一步研究城市地下空间从设计、施工与运营的全过程动态管理,达到动态存储、实时更新、高效存取、准确分析、快速评价的目的。

## 2 地下工程数据管理关键技术研究

城市地下工程建设是一项十分复杂的系统工程,该系统具有多学科、多层次、多类型、多变性等特点。因此,城市地下工程空间数据的管理要从系统科学的思想出发,全面考虑各方面需求。在模型分析中要考虑工程涉及到的各学科之间的交叉,采用专业模型、数学模型和人工智能模型相集成的方法,进行综合分析;在数据采集、存储、使用上要考虑不同尺度下多元异构数据的融合;在评价方法上要考虑定性定量、宏观与微观等方法的有机结合;在系统演化过程中,要考虑城市地下空间静态与动态、结构与功能等特点。所以,城市地下空间数据管理研究应该包括城市地下工程数据库、城市地下工程数据库管理系统和城市地下工程数据库应用系统三部分,三部分之间的关系如图1所示。

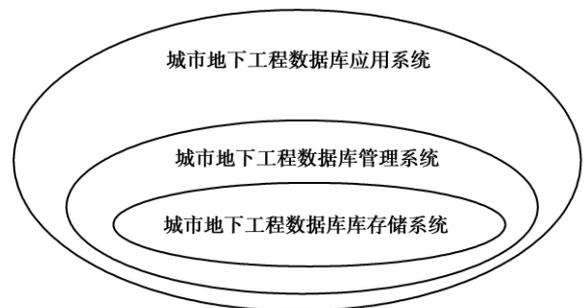


图1 城市地下工程数据管理各系统之间关系

Fig. 1 Relationship among systems of urban underground engineering spatial data management

通过三大部分相互关联,对城市地下工程建设起到辅助决策和支持作用。同时,这三部分系统要随着城市地下工程不断加快建设的进程不断完善。

### 2.1 城市地下工程数据库

城市地下工程数据库是按照一定的结构组织在一起的数据集合。城市地下工程数据库是整个地下工程空间数据管理的基础和关键,这主要体现在数据的组织结构以及数据质量。数据使用是否方便、高效、快捷,得益于数据的组织结构,数据组织结构遵循数据的独立性、共享性、最小冗余度和简明性原则。数据质量主要包括数据来源、误差校

正等, 因此要建立元数据库, 对数据来源、质量进行跟踪存储。

城市地下工程数据库按照存储格式主要分为图形数据库以及属性数据库, 如图 2 所示。图形数据库主要存储基础地理信息数据、地下工程空间数据专题图、钻孔位置图、剖面图、依据专业模型建立的模型图和专业分析得到的结果图等。其中, 基础地理信息数据按照国家统一的空间建库标准分类分层存储<sup>[12, 13]</sup>, 包括地面工业建筑、民用建筑、公共设施、铁路、公路、桥梁、堤坝、地下管网、水系、绿地、地质地层岩性分区图层、断裂、地下工程分布等图层, 而且根据不同大比例尺需求, 显示不同的地理要素; 属性数据库包括基础地理信息涉及到的属性信息和地下工程涉及到的地理要素属性信息。

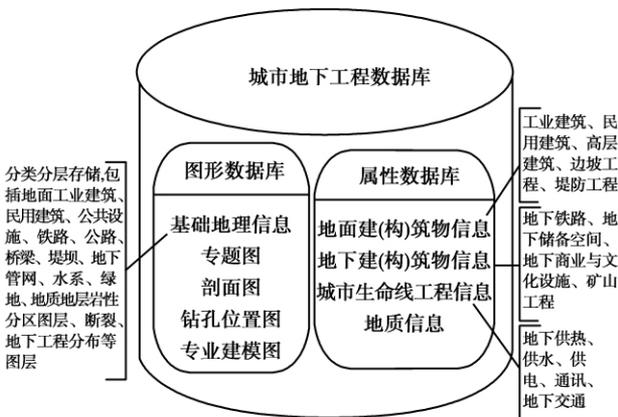


图 2 工程数据库涵盖内容

Fig. 2 Contents of the engineering database

城市地下工程数据库按照内容不同可以划分为不同的子库, 包括: 工程地质数据库、地下建(构)筑数据库、生命线工程数据库、地面建(构)筑物数据库、专业模型数据库、元数据等。图 3 是以这些子库为实体, 设计的城市地下工程数据库 E-R 概念模型图。

同时, 对于每一个实体, 还要根据 E-R 模型图进行详细物理设计, 并建立视图, 便于对 DBMS 进行存储、管理和数据调用。以钻孔数据为例, 采用第三范式(3NF), 建立钻孔数据各数据表, 并通过索引进行无缝联接。钻孔数据设计 5 个表, 包括工程索引(EngineeringIntex)、工程勘探孔索引(ProspectIntex)、原位测试信息(PFieldTest)、室内试验信息(PlanbTest)和水质分析(WaterAnalysis), 设计如表 1~5, 图 4 为钻孔 5 个设计表的数据视图。

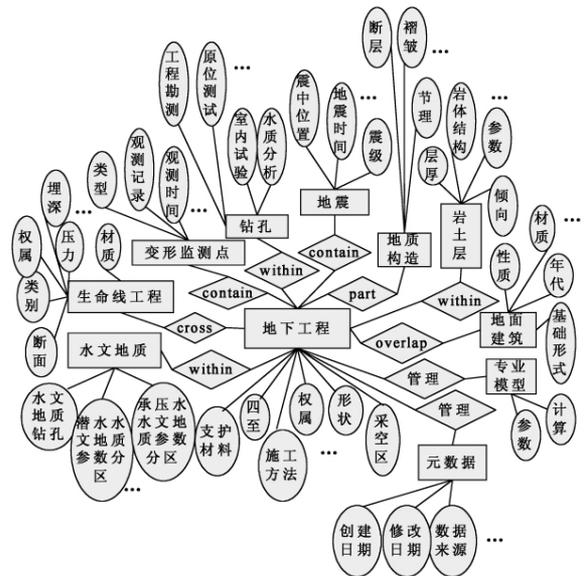


图 3 地下工程数据库 E-R 设计模型图

Fig. 3 E-R design model of underground engineering database

表 1 工程索引表设计

Table 1 Design of engineering index

字段	描述
ID	工程代码
Name	工程名称
Land Type	用地类型
.....	.....

表 2 工程勘探孔索引表设计

Table 2 Design of engineering borehole index table

Field	Describe
En Code	工程代码
P Number	孔号
X	孔 x 坐标
.....	.....

表 3 原位测试信息表设计

Table 3 Design of in-situ test information table

Field	Describe
P Number	孔号代码
Layer N	层号代码
Layer H	层厚
.....	.....

表 4 室内试验信息表设计

Table 4 Design of laboratory test information table

Field	Describe
P Number	孔号代码
Layer N	层号代码
H	取样深度
L	砾粒
.....	.....

表 5 水质分析表设计

Table 5 Design of water quality analysis table

Field	Describe
ID	工程代码
Ph	Ph 值
Ca , Mg	钙、镁
.....	.....

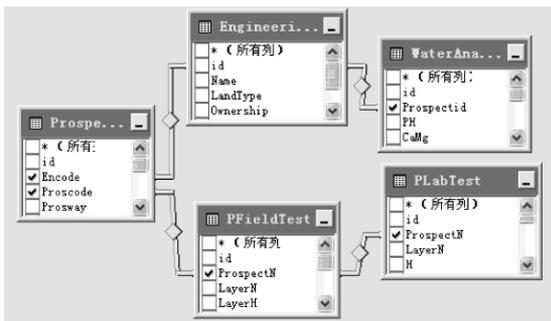


图 4 钻孔数据视图

Fig.4 View of borehole data

2.2 城市地下工程数据库管理

城市地下工程数据库管理是提供数据库建立、使用和管理工具的软件系统。由于城市地下工程数据具有数据容量大、更新快、并行处理、易于扩展等特点,因此需要大型数据库管理软件进行管理,一般应该采用 Oracle 或者 SQL Server 等大型关系数据库进行存储。本研究采用 SQL Server 数据库管理软件进行数据库管理,图 5 为 SQL Server 管理界面。

2.2.1 数据模型扩展

地下工程中需要存储大量变形监测点数据,这些点的值从施工前、施工中、施工后直到运营管理阶段都需要存储到数据库中。也就是说,对于某个点需要知道全过程或者某一段时间的变化情况,或

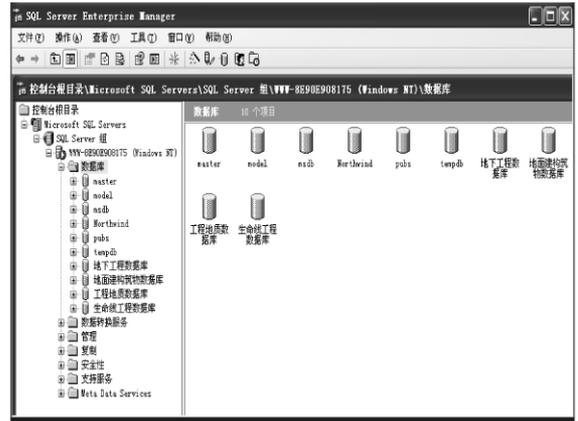


图 5 SQL Server 管理界面

Fig.5 Management interface of SQL Server

者,对于某一区域,想要知道某一时间段变化情况或者某个时刻的状态,就必须反映点的时空属性。本文基于 ArcGIS 软件平台开展研究。由于 ArcGIS 软件提供的面向对象的空间数据模型 GeoDatabase<sup>[14]</sup> 具有较好的多态性、封装性和继承性,用户只需要通过 SQL 接口对 GeoDatabase 进行操作即可,因此,只需在此基础上研究扩展变形点时间属性。由于某次变形点观测记录的是所有点的变形值,即一个时刻对应多个变形点观测值,因此,采用 Segev 提出的时态数据模型<sup>[15]</sup> 加以改进,对非时间属性值和时间属性值分别存储,表 6 为非时间属性表(PointProperty),如果变形点一直使用,则弃用时间为 null,工程代码表明该变形点所服务的工程项目,便于进行工程和变形点二者双向查询。

表 7 为时间属性表(MPointTime),该表存储了不同变形点每次观测时间及其与时间对应的观测值,其中观测值 value<sub>ij</sub> 中 i 表示点号 j 表示第 j 次观测,这样存储减少了一些非时间属性值在时间属性表中存储的冗余,同时表 6 和表 7 通过 Mpointid 字段,采用 SQL 语句可以进行连接与扩展查询。

表 6 非时间属性表设计

Table 6 Design of non-time attribute table

M Point ID	工程代码	埋设位置	埋设时间	弃用时间
P1	PID1	( x1 y1)	Atime1	Etime1
P2	PID2	( x2 y2)	Atime2	Etime2
.....	.....	.....	.....	.....
Pn	PIDn	( xn yn)	Atimen	Etimen

表 7 时间属性表设计

Table 7 Design of time attribute table

MPointID	time	value
P1	time 1	value 11
P2	time 1	value 21
.....	.....	.....
P1	time 2	value 12
P2	time 2	value 22
.....	.....	.....

2.2.2 查询方法扩展

由于变形点具有时间属性,因此不仅要变形点存储模型进行研究,同时要扩展查询方法,采用 TSQL2 时态查询语言。TSQL2 中有快照关系、有效时间状态关系、有效时间事件关系、事物时间关系、双时态状态关系、双时态事件关系等 6 种类型<sup>[16]</sup>,本文采用双时态事件关系。比如,要查询某工程中 p1 变形点在 time1 到 time2 时间段的变化情况。

```
CREATE TABLE pointchange(
name char( 20) ,
mp point ,
pvalue char( 20) )
AS VALID EVENT DAY AND TRANSACTION
```

上面定义中的 name 为工程名称,mp 为点名或者 id,pvalue 为观测值,VALID EVENT DAY 称为有效时间事件关系,该有效时间的粒度为天,TRANSACTION 为事务时间。

```
SELECT mp1. point pv1. pv
VALID PERIOD' [time1 ]' DAY AND
PERIOD' [time2 ]' DAY
FROM pointchange AS mp1 ,
pointchange AS pv1
WHERE mp1. id = "p1"
```

该查询结果显示为 [time1 ,time2 ]时间段变形点 p1 的观测值的变化情况。

2.3 城市地下工程数据库应用

城市地下工程数据库应用系统是为了满足特定的用户数据处理需求而建立起来的,具有数据库访问、地理空间分析等功能的软件,图 6 为基于 ArcGIS 软件进行对分层存储的各空间图层数据进行叠加查询。

虽然 GIS 软件平台能够很好的解决数据访问

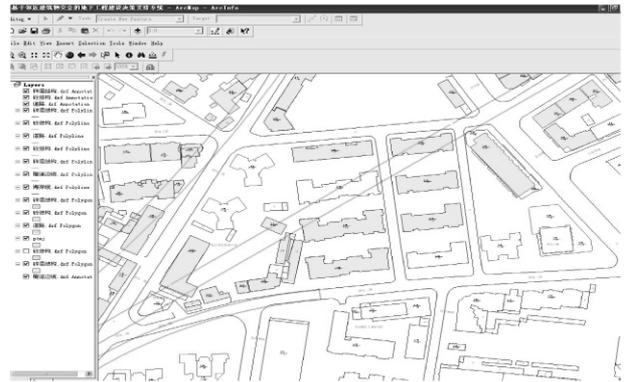


图 6 基于 GIS 进行各空间图层叠加查询

Fig. 6 Overlay query of spatial layers based on GIS

问题,但是 GIS 技术手段实现基于力学原理计算具有相当的难度。因此,必须解决好专业数值模拟软件与 GIS 平台下多源数据、模型融合等问题。以 ANSYS 软件为例,可以将该软件嵌套在 GIS 平台下,在进行模拟分析时调用 ANSYS 软件,其中相关的参数与实际观测值可以根据已有数据库内容进行调用和比对,图 7 为调用 ANSYS 软件功能界面。点击运行 ANSYS 按钮,使用 shell 函数来完成这一过程,关键代码如下:

```
stAppName = "c: \ProgramFiles\Ansys_ Inc\v100
\ANSYS\bin\intel—
ansys100. exe-b-p ansysul-i_
input_file-o output_file"
Call Shell( stAppName , 1)
```

其中 input\_file 和 output\_file 为用 APDL 编写的 ANSYS 输入和输出文件。



图 7 调用 ANSYS 进行地下工程开挖评价

Fig. 7 Tunnel excavation evaluation by calling ANSYS

图 8 为调用 ANSYS 软件后通过建模,运行计算后得到的地下工程开挖对地表沉降影响结果。

3 需要注意的几个问题

建立一个统一的大平台来实现对大规模的城市地下工程建设地上下空间数据的管理,是一项复

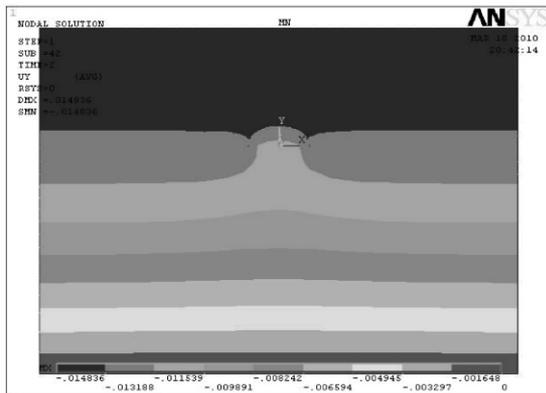


图8 ANSYS分析开挖对各土层沉降影响结果

Fig.8 Analysis of the influence of excavation on soil settlement using ANSYS

杂的系统工程,在建设中还需要注意以下几个问题:

(1) 城市地下工程空间数据管理是一个涉及到多部门、多领域的一项系统工程,需要综合已有的各部门多尺度、多源异构数据,并根据实际情况不断进行更新,因此,需要政府有关职能部门做好协调工作。

(2) 城市地下工程空间数据库数据安全的分类和管理以及相应的服务分级需要建立科学、安全的标准或协议,以指导和规范信息服务。

(3) 对于GIS平台而言,今后还需要研究不同尺度划分下的地上下集成模型的多分辨率表达与可视化等问题。

## 4 结 语

城市地下工程的建设,涉及到地上、地下的建筑物、生命线工程,只有通过对勘察、设计、施工以及运营管理过程中的监测数据进行有效管理,才能指导城市地下工程建设。采用3个层次,即城市地下工程数据库存储系统、城市地下工程数据库管理系统和城市地下工程数据库管理应用系统来分别研究城市地下工程空间数据管理的技术与方法。对于城市地下工程数据库存储重点研究了E-R模型,探讨了数据库设计方法,研究并建立了各数据表设计方法;对于城市地下工程数据库管理重点在于研究了数据库存储、更新及扩展查询方法;对于城市地下工程数据库应用,一方面要发挥GIS软件强大空间分析功能,另一方面,要集成现有成熟的数值分析软件,对具体工程进行力学分析,并把分析结果提供给GIS软件进行可视化。只有三个层次的研究组成一个大系统,才能更好的管理城市地

下工程建设中涉及到的各种数据,为城市地下工程建设决策提供辅助依据。

## 参考文献(References)

- [1] New York GIS will map city's underground. [EB/OL]. [http://gcn.com/articles/2002/10/04/new-york-gis-will-map-citys-underground.aspx?sc\\_lang=en](http://gcn.com/articles/2002/10/04/new-york-gis-will-map-citys-underground.aspx?sc_lang=en), 2002-10-04.
- [2] Underground Damage Prevention. [EB/OL]. [www.marc.org/gif/Underground%20Damage%20Prevention.ppt](http://www.marc.org/gif/Underground%20Damage%20Prevention.ppt), 2012-01-03.
- [3] Bruce Hilton, R. G., C. E. G., Amanda Elioff, P. E. California high speed train a statewide geo-seismic evaluation using GIS [C]. Geotechnical Engineering for Transportation Projects ASCE 2004.
- [4] 钱七虎,戎晓力. 中国地下工程安全风险管理的现状、问题及相关建议[J]. 岩土力学与工程学报, 2009, 28(1): 18-25. (Qian Qihu, Rong Xiaoli. State issues and relevant recommendations for security risk management of China's underground engineering [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2009, 28(1): 18-25. (in Chinese))
- [5] 李元海,朱合华. 岩土工程施工监测信息系统初探[J]. 岩土力学, 2002, 23(1): 103-106. (Li Yuanhai, Zhu Hehua. Development of monitoring information system software for geotechnical engineering [J]. Rock and Soil Mechanics 2002, 23(1): 103-106. (in Chinese))
- [6] 孙钧. 城市地下工程施工安全的智能控制预测与控制及其三维仿真模拟系统研究[J]. 岩石力学与工程学报, 1999, 18(增): 753-762. (Sun Jun. Intelligent prediction, control of construction safety and 3D simulation study on urban underground engineering [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 1999, 18(Supp.): 753-762. (in Chinese))
- [7] 车德福,徐磊,吴立新等. 城市地下空间资源信息共享研究[C]. 中国地理信息系统协会第九届年会, 2005. (Che Defu, Xu Lei, Wu Lixin, et al. Research on the information sharing system of city underground [C]. The 9th Annual Conference of China Association for Geographic Information System 2005. (in Chinese).)
- [8] 吴立新,姜云,车德福等. 城市地下空间资源质量模糊综合评估与3D可视化[J]. 中国矿业大学学报, 2007, 36(1): 97-102. (Wu Lixin, Jiang Yun, Che Defu, et al. Fuzzy synthesis evaluation and 3D visualization for resource quality of urban underground space [J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2007, 36(1): 97-102. (in Chinese))
- [9] 朱良峰,吴信才,刘修国. 3D GIS支持下的城市三维

- 地质信息系统研究[J]. 岩土力学, 2004, 25(6): 882-886. (Zhu Liangfeng, Wu Xincui, Liu Xiuguo. Study of information system of urban 3D geological data supported by 3D GIS [J]. Rock and Soil Mechanics, 2004, 25(6): 882-886. (in Chinese))
- [10] 贾永刚, 谭长伟, 刘红军, 等. 青岛城市工程地质[M]. 青岛海洋大学出版社, 1995. (Jia Yonggang, Tan Changwei, Liu Hongjun, et al. Engineering geology of Qingdao City [M]. Ocean University of Qingdao Press, 1995. (in Chinese))
- [11] 袁长丰, 于广明, 张明平, 等. 地下开挖可视化决策的关键技术研究[J]. 岩土力学, 2006, 27(增): 373-376. (Yuan Changfeng, Yu Guangming, Zhang Mingping, et al. Research on the key technology of the visible decision for underground mining [J]. Rock and Soil Mechanics, 2006, 27(Supp.): 373-376. (in Chinese))
- [12] 城市基础地理信息系统技术规范(CJJ100—2004) [S]. (Technical specification for urban fundamental geographic information system (CJJ100—2004) [S]. (in Chinese))
- [13] 城市地理空间框架数据标准 CJJ103—2004 [S]. (Standard for urban geospatial framework data CJJ103—2004 [S]. (in Chinese))
- [14] Michael Zeiler 著, 张晓祥, 张峰, 姚静, 等译. 为我的世界建模—ERSI 地理数据库设计指南[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004. (Michael Zeiler, translated by Zhang Xiaoyang, Zhang Feng, Yao Jing, et al. Modeling our world—the ESRI Guide to Geodatabase Design [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2004. (in Chinese))
- [15] Nadeem Mahmood, Aqil Burney, Kamran Ahsan. A logical temporal relational data model [J]. International Journal of Computer Science Issues. 2010, 7. (Issue 1, 1): 1-9.
- [16] Ralf Hartmut Güting Schneider 著, 金培权, 岳丽华译. 移动对象数据库[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009. (Ralf Hartmut Güting Schneider, translated by Jin Peiquan, Yue Liliua. Moving objects databases [M]. Beijing: Higher Education Press, 2009. (in Chinese))
- 
- (上接第 915 页)
- [9] Brady H G, Brown E T. Rock mechanics for underground mining [M]. London: George Allen & Unwin, 1985. 212-213.
- [10] Huang Z. Stabilizing of rock cavern roofs by rockbolts [D]. Norway: Norwegian Univ of Science and Technology, 2001.
- [11] 王贵君. 节理裂隙岩体中不同埋深无支护暗挖隧洞稳定性的离散元法数值分析[J]. 岩土力学与工程学报, 2004, 23(7): 154-157. (Wang Guijun. DEM analysis on stability of unsupported tunnels in jointed rock masses at different depths [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2004, 23(7): 154-157. (in Chinese))
- [12] 梁晓丹, 刘刚, 赵坚. 地下工程压力拱拱体的确定与成拱分析[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2005, 33(3): 314-317. (Liang Xiaodan, Liu Gang, Zhao Jian. Definition and analysis of arching action in underground rock engineering [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2005, 33(3): 314-317. (in Chinese))
- [13] 高新强, 汪海滨, 仇文革. 引水隧洞塌拱影响因素及其防治措施研究[J]. 地下空间与工程学报, 2005, 1(1): 140-144.
- [14] C. J. Lee, B. R. Wu, H. T. Chen, et al. Tunnel stability and arching effects during tunneling in soft clayey soil [J]. Tunneling and Underground Space Technology, 2006, 21: 119-32.
- [15] 喻波, 王呼佳. 压力拱理论及隧道埋深划分方法研究[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008. (Yu Bo, Wang Hujia. Theory of pressure and study of division method about tunnel embedded depth [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2008. (in Chinese))
- [16] 肖树芳, 杨淑碧. 岩体力学[M]. 北京: 地质出版社, 1987. (Xiao Shufang, Yang Shubi. Rock mechanics [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987. (in Chinese))
- [17] 王桂芳. 隧道计算(共同变形理论) [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1992. (Wang Guifang. Tunnel calculation (the theory of joint-deformation) [M]. Chengdu: Chengdu Science & Technology University Press, 1992. (in Chinese))
- [18] 铁摩辛柯, 古地吉. 弹性理论[M]. 徐芝纶, 译. 北京: 高等教育出版社, 1990. (Timoshenko S, Goodier J N. Theory of elasticity [M]. Xu Zhilun (translator). Beijing: Higher Education Publisher, 1990. (in Chinese))