

# 岩土工程勘察数字化技术应用及展望

孙明广

(安徽省勘查技术院, 安徽合肥 230041)

**[摘要]** 在每个岩土工程勘察项目中,都存在基础数据的采集、存储、应用等操作,而岩土工程勘察数据具有多源性和空间性的特点,随着勘察技术手段和计算机技术的迅猛发展,如何有效地采集、存储、管理、利用、交流各岩土工程勘察项目中的基础数据,成为当今岩土工程勘察中的一个重要课题。

**[关键词]** 岩土工程;勘察;数字化技术;应用

依靠计算机分析是广泛为各产业所用的高效方法,这也为岩土工程所应用,只是传统的岩土工程资料分析和解释一般都局限于二维、静态的表达,这种表达描述空间构造起伏变化的直观性差,往往不能充分揭示它们空间变化的规律,难以使人们直接、完整、准确地理解,也就越来越不能满足工程的空间分析要求。

随着计算机图形处理技术的完善,目前已经完全可以集成以岩土工程建模、岩土工程数字化、岩土工程数据库管理、岩土工程特性分析、岩土工程地质解释以及空间分析和预测、地学统计和图形可视化的一体化系统,继而发展成为现代化、信息化为一体的岩土工程勘察数字化新体系。本论文就将主要对数字化的岩土工程勘察进行简单的探讨。

## 1 岩土工程勘探

岩土工程勘探主要由工程规模决定,一般进行岩土勘察的工程规模都较大,一般的勘察周期是2个月到3个月。由于岩土工程勘察的工程对象主要是地面以下的部分,处于隐蔽状态,不如地面上部分一目了然,特别是有其他建筑物或者植被覆盖时,难以直接观察和检查。岩土工程勘察工作的复杂性和拟建项目的专业性,决定了岩土工程勘察工作的难度。加上岩土工程是决定整个工程质量的重点,其勘探工作的实施就显得尤为重要。对于岩土工程勘探不到位,后期难以补救。由于大多数岩土体是非均质、各向异性的,且受力状态复杂,岩土工程类型及其勘察、设计和施工方法繁多,遇到的岩土工程问题多种多样,尤其是在复杂条件下场地自然条件的多变性,有时会严重影响岩土工程勘察效果,从而给岩土工程勘察带来很大的风险性。因此,对于岩土工程勘探人员必须熟悉工程勘察的技术要求,同时了解拟建项目的设计、施工以及岩土工程要求。

## 2 传统的勘察方法存在的问题

解放以来,我国的岩土工程勘察设计工作取得了长足的进步,特别是计算机技术和现代科技技术的应用,使岩土工程勘察、设计工作更是迅猛发展。因此我们需要发展和推广岩土工程勘察数字化和数字化技术。我们需要克服存在的问题,使我国岩土工程勘察数字化取得长足进展,存在的问题主要是:勘察资料过于地质化、数字化地图与数字化设计系统间不够贯通、勘察信息数字化程度低。

## 3 数字化勘察技术概述

数字化岩土工程勘察是指应用当代测绘技术、数据库技术、计算机技术、网络通信技术和CAD技术,通过计算机及其软件,把一个工程项目的全部信息(勘察、设计、进度、计划、变更等数据)有机地集成起来,建立综合的计算机辅助信息流程,使勘察设计的技术手段从手工方式向现代化CAD技术转变,作到数据采集信息化、勘察资料处理数字化、硬件系统网络化、图文处理自动化,逐步形成和建立适应多专业、多工种生产的高效益的智能化的工程勘察设计体系。该技术体系用系统工程观点,把勘察、设计的图纸、图像、表格、文字等以数字化形式存贮,供各专业设计使用。

## 4 数字化岩土工程勘察应用实现的关键技术探讨

岩土工程地质建模的方法目前采用的主要有表面模型法,表面模型法(也叫数字表面模型)的历史较早,它的基本内容就是通过精确的表示出工程地质体的外表面来表示均质地质体的建模方法,也是目前广泛使用的建模方法。表面模型法的数据来源是通过测点获得的一系列离散的测点资料,包括测点的几何特征数据和属性特征数据,然后利用数

据解释结果重构地质体界面。可以抽象为把一系列同属性的点按照一定的规则连接起来,构成网状曲面片,进而确定整个地质体的空间属性,有很多方法用来表示表面,常用的方法主要有数学模型法和图示模型法,本论文主要讨论图示模型法。常用的图示模型法有边界表示法、规则格网法、等值线法、不规则格网法等,其中不规则格网法是本系统选用的模型表示法,将做详细分析讨论。

不规则格网法(TIN)是将区域内有限个点将区域划分为相连的三角面网络。区域中任意点落在三角面的顶点、边上或三角形内,如果任意点不在顶点上,则该点的数字属性值通常通过线性插值的方法得到(在边上用边的两个顶点的高程,在三角形内则用三个顶点的高程),所以TIN是一个三维空间的分段线性模型,在整个区域内连续但不可微。有许多种表达TIN拓扑结构的存储方式,这里采用一个简单的记录方式是:对于每一个三角形、边和节点都对应一个记录,三角形的记录包括三个指向它三个边的记录的指针,边的记录有四个指针字段,包括两个指向相邻三角形记录的指针和它的两个顶点的记录的指针;也可以直接对每个三角形记录其顶点和相邻三角形。每个节点包括三个坐标值的字段,分别存储X、Y、Z坐标。这种拓扑网络结构的特点是:对于给定一个三角形,查询其三个顶点属性和相邻三角形所用的时间是定长的。它在沿直线计算地形剖面线时具有较高的效率,当然可以在此结构的基础上增加其它变化,以提高某些特殊运算的效率。

## 5 数字化岩土勘察工程数据库系统

基于GIS的岩土工程勘察涉及到的原始数据主要为地理信息方面的空间数据和非空间数据,数据来源包括:基础地理数据及岩土工程勘察数据。

## 6 数字化岩土勘察工程数据库系统可以按以下几个步骤实施构建

### 6.1 岩土工程勘察数据库的概念模型设计

岩土工程勘察数据库管理作为岩土工程勘察数字化系统的一项基础工作是一个数据密集、处理复杂的数据库应用问题,为了能获得反映信息世界的概念性数据模型,将与实体和联系相关的功能与行为剥离出来,仅从现实世界中实体的数据侧面来建立模型即研究数据对象与属性及其关系,并在此基础上建立相对应的数据库表结构。

### 6.2 数据库建立实现

岩土工程一体化系统的数据有三类:用户输入的原始数据、系统生成的中间数据及最终数据。原始数据由测点数据组成,而测点数据又由测点几何属性数据(位置)和测点信息属性数据;中间数据包括根据原始数据系统自动生成的地层层面等值线模型、三维表面模型、剖面模型等,根据这些模型可以生成用户需要的各种图件,还可以进行各种信息查询操作;最终数据种类繁多,主要是根据用户需要由中间数据生成,包括图形资料和文档资料(如地质勘察报告等)。

## 7 总结

岩土工程是一门应用科学,是为工程建设服务的。工程建设中提出的就是岩土工程应该研究的课题。岩土工程学科发展方向与土木工程发展态势密切相关。世界土木工程建设的热点移向东亚、移向中国。中国地域辽阔,工程地质复杂。中国土木工程建设的规模、持续发展的时间、工程建设中遇到的岩土工程技术问题,都是其它国家不能相比的。这给我国岩土工程研究跻身世界一流并逐步处于领先地位创造了很好的条件。展望21世纪岩土工程的发展,挑战与(下转第262页)

arms.

From the current position we can infer that 65 million years ago the solar system is very likely to be in the Scutum- Crux Arm, and 250 million years ago in the Perseus Arm. (According to the density wave theory, the solar system's orbit is an incoaxial eclipse.) The period of the solar system can be divided like this:

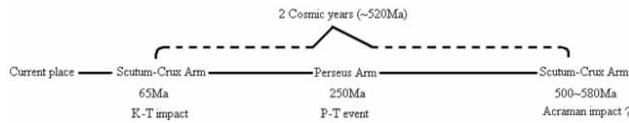


Fig.3.Solarsystem's movement in the Milky Ways in the late Pre-Cambrian.

The time Solar System needs to move around the galaxy once is called a cosmic year, nearly 250 Myr. While the Solar System is moving, the spiral arms of the galaxy are circling round as well. Furthermore, the velocity of the screwy gravitational field was just half of the Solar System's velocity, while the solar system's. Hereby the final result is—the time our Solar System needs to pass all the major spiral arms once is neither more nor less than 2 cosmic years.

According to the density wave theory, there is a strong extra gravitational field in spiral arms. The Solar System is a 2- body system. A planet only has gravitational operation with the Sun. The gravitation between planets is trivial. All 2- body celestial systems have analytic state and its macroscopical state can be calculated. But when the Solar System passes the abnormal gravitational field, its strong force works, resulted in a 3- body celestial system. A 3- body gravitational system is a state of chaos. The state is confused and impacts become possible. This is why many events, including impacts, volcanisms and marine regression, occurred at the same time. For instance, the possible P- T impact [5] is accompanied with great vol-

cano activities. Moreover, another well-known K- T impact [6], is also accompanied with Deccan Trap volcanism, Maastrichtian sea-level regression and many other impacts. Several other craters also appear to have been formed about the time of the K-T boundary.

#### 4 Conclusions

In this manuscript, density wave theory is used to make attempt in explaining the catastrophes and paleontological records. Coincidentally, but still disputed, each time the solar system travel through the spiral arms corresponds to impact events, respectively.

#### [参考文献]

- [1] Lin, C.C., Shu, F.H. 1964. On the spiral structure of disk galaxies. ApJ 140, 646- 655.
- [2] Luo, X.H., 1992. A Discussion on the Relationship between the Galactic Arms and the Earth's Catastrophic Events [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis. 28(3), 361- 370.
- [3] Basu, A.R., Petaev, M.I., Poreda, R.J., Jacobsen, S.B., Becker, L., 2003. Chondritic Meteorite Fragments Associated with the Permian- Triassic Boundary in Antarctica [J]. Science. 302 (5649), 1388-1392.
- [4] Benjamin, R. A., 2008. The Spiral Structure of the Galaxy: Something Old, Something New.... Beuther, H.; Linz, H.; Henning, T. (ed.) Massive Star Formation: Observations Confront Theory 387: 375, Astronomical Society of the Pacific Conference Series.

(上接第 260 页)

机遇并存, 让我们的共同努力将中国岩土工程推向一个新水平。逐渐改进完善对岩土工程勘察的方法, 逐步过渡到数字化勘察技术, 并使其得以广泛应用, 这是勘察工程发展的必然趋势。但是, 这其中还有一段很长的路要走, 不仅仅是因为现阶段还有一些关键技术问题尚未完全攻克, 而且我国目前在数字化勘察、勘探方面的专业人才也很匮乏, 因此, 必须加大数字化岩土工程勘察技术人才的培养, 并加快该技术的研

究应用, 以真正实现岩土工程的数字化勘察的广泛应用。

#### [参考文献]

- [1] 李广信. 高等土力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [2] 肖兴国. 岩土工程勘探的监理[M]. 北京: 工程工业出版社, 2001.