

三维地矿 GIS 模型的构建与矿体三维可视化技术

时会省

(郑州测绘学校 制图部, 河南 郑州 450005)

摘 要: 复杂地质体必须用 3 维 GIS 进行有效的描述, 构建 3D 实体的模型是目前国内外研究的一个热点。本文总结了现有的构模算法、地矿 3 维可视化技术、及用 OpenGL 实现 3D 模型的可视化技术, 生成高真实感的模型。

关键词: 三维地理信息系统; 可视化; 三维投影

中图分类号: P208

文献标识码: A

文章编号: 1009 - 5160 (2005) - 0015 - 03

GIS 是一门以应用为目的的信息技术。3 维 GIS 是许多应用领域对 GIS 的基本要求, 目前商品化 GIS 软件大多以 2 维为主, 尤其是在地质矿山领域, 由于它是一个真三维动态地理环境, 所有的工作都是在真三维的环境下进行的, 因其空间对象的不规则性, 很难用当前流行的 GIS 软件描述, 并且 3 维 GIS 在地矿中的应用尚处于起步阶段, 因此迫切需要对 3 维 GIS 理论和方法进行研究。可视化技术是当前地理信息系统的研究热点。产生 3 维图像可视化对于理解和想象地理空间世界及其变化十分重要。近年来, 3 维地学可视化等问题已成为 GIS 的技术前沿和攻关热点。

1 矿山三维重构算法

1.1 块段 (block) 构模法

块段构模技术的研究和应用始于 20 世纪 60 年代初, 是一种传统的地学构模方法。20 世纪 60 年代和 70 年代开发的一些计算机系统即采用这种构模技术, 比较典型的有奥廷托锌业公司 (RTZ) 开发的 OBMS 和 OPDP 系统, 控制数据 (Control Data) 公司的 MINEVAL 系统和 Minetec 公司的 MEDS 系统。这类构模技术是把要建立模型的整个立方块空间分割成规则的 3 维立方网格 (grid), 称为块段; 每个块段在计算机中存贮的地址与其在自然矿床中的位置相对应; 用克立格法、距离加权平均等方法 and 优势原则来确定各块段中的品位或质量参数。这种技术的优点是可以采用隐含定位技术来节省存储空间和运算时间; 但在精确模拟矿体边界与分割粒度 (存储量) 上存在尖锐矛盾。

1.2 线框 (wire frame) 构模法

线框构模技术是一种表面构模技术, 即把面上的点用直线连接起来, 形成一系列多边形, 然后把这些多边形面拼接起来形成一个多边形网格, 以此来模拟地质边界或开采边界。该法的缺陷是无法表达边界内部或地质体内部。

1.3 实体 (solid) 构模法

实体构模法是采用多边形网格来描述地质和开采过程所形成的形体边界, 并用传统的块段模型描述形体内部的品位或质量的分布。实体构模技术以 LYNX 系统中提供的 3 维元件构模 (3D component modeling) 为代表。该构模方法以真实的地质或开采形体的几何形态为基础, 以中平面的前后扩展为构模原理, 交互式逐个生成由地质分表面 (sub-surface) 和开采边界面所构成的各地质元件 (component)。元件是三维地学模拟 (3D Geoscience Modelling) 的基本单元, 不仅表示一个形体, 也表示封闭的体积以及形体中的地质特征 (品位或地质等) 分布。实体构模法实质是线框构模法与扩展的块段构模法的耦合, 因此弥补了块段构模处理边界的不足。

1.4 断面 (section) 构模法

断面构模技术是再现传统的手绘建模方法的计算机化矿床构模技术, 即通过一系列平面图或剖面图来模拟矿床, 并记录

信息。剖面成面法的基本思路是,在生成大量的地质剖面的基础上,再应用曲面构造法(趋势面法、DEM生成技术)来生成各个层面,进而来表达三维体。其特点是将3维问题2维化,便于地质描述,大大简化了模型的设计和程序的编制;但它在矿床的表达上是不完整的,往往需要与其他构模方法配合使用。

1.5 表面(surface)构模法

表面模型有时也称为数字地面模型(Digital Terrain Models,简称DTM)。有很多方法可以用来表达表面,如等高线模型、网格模型等,而最常用的模型还是不规则三角网(TIN)。表面模型多用于层状矿体构模,一般先生成各岩层的接触界面或厚度在模型域上的表面模型,然后根据岩层间的截割和切错关系通过“修剪”、“优先级次序覆盖”等逻辑运算来对各模拟面进行精确修饰。在TIN表面建模的基础上,LYNX还通过上、下相邻表面TIN的对应连接成一组三棱柱,来模拟地层或矿床内部;其前提条件是上、下相邻表面TIN上的对应点无平面位置偏移,即 (x, y) 相同。

2 矿体三维可视化技术

要实现矿体的三维可视化必须应用三维投影技术,三维投影是将三维物体变为二维图形表示的过程。根据投影中心(视点)到投影平面之间的距离的不同,可分为平行投影和透视投影两大类。平行投影的投影中心与投影平面之间的距离为无穷大,经过平行投影后的物体保持原来形状。平行投影的投影空间为一个正(斜)四棱柱体。透视投影的投影中心与投影平面之间的距离是有限的,经过透视投影后的物体表现出近大远小的特点。同时,根据主灭点的个数可以分为一点透视、两点透视和三点透视。透视投影的投影空间为一个正(斜)四棱台体。一般系统设计时,要实现了两种投影的互换,对于三维地形和矿体的投影,为了取得与人类视觉相一致的观察效果,产生立体感强、形象逼真的透视图,通常采用透视投影。

通过DEM的矿体三维可视化分析模型,有助于用户对矿山数据的直观理解,形象地描述各种地形特征、矿体形态;同时,它也能提供一个动态的交互式显示环境,用以在相应空间氛围内逼真创建和显示矿体。允许从不同角度、不同方位和不同距离观察矿山三维模型,显示任意位置的切平面、剖面图及三维立体图,通过XYZ轴方向侧视图、前视图、顶视图可观察XY、XZ和YZ不同面的矿体,允许掀开地表看到地下矿体结构,矿体空间具有一定的透明度,穿透矿体可由外部直接看到内部的各种矿脉延伸。以下为这部分实现过程的具体方法。三维投影:

```
PROJECTSWITCH: begin
    WIDGET_CONTROL, sEvent.top, GET_UVALUE=sState
    getinitpar, projectm=projectm
    if projectm eq 1 then projectm=2 else projectm=1
    setinitpar, projectm=projectm
    if projectm eq 2 then begin
        widget_control, sEvent.id, set_value='选择平行投影'
        sState.oview->setproperty, project=projectm
    endif
    if projectm eq 1 then begin
        widget_control, sEvent.id, set_value='选择透视投影'
        sState.oview->setproperty, project=1
    endif
    if obj_valid(sState.bkobj) then begin;如果有彩色背景,需重设一下
        obj=backobj(sState, /review)
        sState.bkobj=obj
        sState.oTopModel->add, obj
        for i=0, 3 do $
            sState.light[i]->setproperty, hide=1 ;隐藏所有光线
        endif
        needredraw=1
    WIDGET_CONTROL, sEvent.top, SET_UVALUE=sState
End
```

3 地矿三维可视化的实现

绘出曲面后的矿体模型，还必须采用恰当的消隐处理和光照模型进行显示，再现三维矿体的形态，取得真实、鲜明、直观的图像效果。现在国际通用 OpenGL 做为三维图形标准，从而避免了从底层进行光照的计算，三维坐标的转换等的处理，从而很大程度地提高了图象处理的效率。

4 结论

矿山 3D GIS 的理论和应用的研究目前还处于研究与探索阶段，科学可视化理论和技术将对地学信息可视表达、分析的研究和实践产生很大影响。将可视化技术引入 3D 矿体模型，可以实现矿体的生成与仿真。因各方面条件限制，本文只能就其中一些基本问题进行研究和探讨，还存在一些实际的问题有待解决：

(1) 3D GIS 系统中的三维数据模型的研究还需要进一步的理论探索。矿山实体的复杂性、应用目标的多元性、空间对象的多尺度性等使矿山三维数据模型的建立难度非常大，应根据矿山实体与应用特性及其对 GIS 的潜在要求，构造出不同情况下实用的三维数据结构。(2) 目前三维可视化和虚拟现实技术、以及三维数据获取技术获得了很大的进步和发展，但在 PC 上有效地集成有待进一步的研究。(3) 在简单地矿矿体、矿层等三维重建方面已取得了一定的进步和发展，但快速、全面、准确构建本身就相对复杂的三维地下矿体、矿层等仍然存在诸多问题。(4) 3D GIS 系统中三维数据模型拓扑关系的研究，其将进一步的加强三维数据模型的空间表达能力和空间分析能力，对于 3D GIS 系统中真三维的空间分析功能将起到进一步的推动作用，如多层矿脉的空间表达依据现有的拓扑关系就无法进行准确描述。(5) 大数据量三维数据模型实时漫游算法的进一步研究和开发，尤其对于机器内存不能一次装载所有的三维模型的情况处理。因此，在数据的动态装载、高效的空間索引机制以及模型的动态剪切算法方面需要进一步的提高和探索，该方面的研究将有助于推动 3D GIS 系统的实用性。

参考文献：

- [1] 姜小轶, 孙运生, 王安. 三维地理信息系统 (3D- GIS) 的发展现状及趋势[J]. 世界地质, 1998, 17 (4) .
- [2] 毛善君. 煤矿地理信息系统的理论与方法研究[D]. 博士学位论文. 中国矿业大学, 1997.
- [3] CHENG Peng gen , GONG Jianya. Three dimensional Data Model and Its Application Issue in Geology and Mine[J]. Mine surveying, 1999 , (2) .
- [4] 唐泽圣, 等. 三维数据场可视化[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [5] 江早. OpenGL VCPVB 图形编程. 北京: 科学出版社. 1998.
- [6] 和平鸽工作室. OpenGL 三维图形系统开发与实用技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 重庆: 重庆大学出版社, 2003.
- [7] 程朋根, 龚健雅. 地勘工程 3 维空间数据模型及其数据结构设计. 测绘学报, 2001 , 30 (1) .

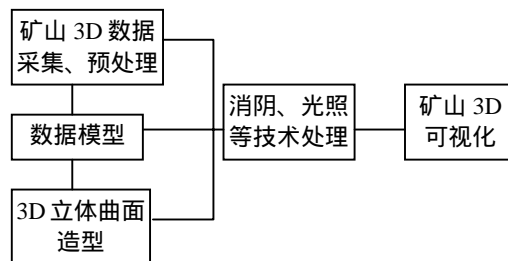


图 1 矿山 3D 可视化的实现

The Constitution Of 3D Mineral Model and the Visualization Of 3D Mineral Model

SHI Hui-sheng

(Surveying And Mapping School Of Zhengzhou, Zhengzhou HeNan 450005,China)

Abstract: The complicated geologic object is described only in 3D GIS. Constructing the 3D mine model is a solution. This paper summarize the constitution method, the visualization of 3D mine model.

Keywords : 3D GIS ; visualization ; 3D projection



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
