

首都圈地区三维地质模型构建*

檀玉娟, 魏运浩, 邱勇

中国地震局地球物理勘探中心, 郑州, 450002

地质领域的三维建模以各种原始数据为基础, 包括钻孔、地震剖面、地质图、地形图、物化探数据等, 建立能够反映地质构造形态、构造关系及地质体内部属性变化规律的数字化模型; 通过适当的可视化方式, 该数字化模型能够展现虚拟的真实地质环境(潘懋等, 2007; 明镜, 2011)。华北首都圈地区是我国的政治文化中心, 自上世纪 80 年代以来, 国内许多机构在该区域开展了大量的深地震测深研究, 共完成剖面 30 余条, 积累了丰富的成果资料。地震学方法作为研究地球内部结构的最精确手段, 这些资料对我们认识地球内部结构特征和深部构造关系都有很高的应用价值。将这些资料进行整合和统一应用, 通过 ArcGIS 平台构建首都圈地区的三维地质模型, 为该地区的大地构造、动力学演化过程等研究提供全新的视角。

1 数据和方法

在构建首都圈地区三维地质模型时, 主要用到的数据有: 区域地形、地质、断裂、水系、地名、历史地震数据等基础资料; 天然地震层析成像、接收函数等的结果; 人工深地震测深的剖面解释成果, 其中包含地下速度结构和界面信息(嘉世旭, 2005), 使用的剖面见表 1。

1.1 数据预处理

首先要将这些数据和成果资料赋予统一的经纬度地理坐标。地质图件要进行地理配准, 使用统一的地理投影方法。早些年的剖面解释成果, 在文献中以二维等值线图的形式表述, 需进行数字化和离散采样; 并将其桩号—深度转换到经纬度—深度坐标系统。

1.2 三维数据体

模型构建主要使用地震剖面的结果, 获取的是

地下不同深度的速度值, 速度值和梯度的变化共同反映地下结构信息。通过预处理的采样, 二维速度剖面在空间中相互交叉。没有数值的区域, 应用 Kriging 法进行空间插值。最终获得了研究区域 42km 范围内 $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ} \times 1\text{km}$ 分布的三维数据体。

1.3 界面结构模型

剖面解释成果中的另一重要内容是壳内界面信息。首都圈地区的地壳结构可以分为三层, 即地表至结晶基底的沉积盖层, 结晶基底至康氏界面的上地壳, 康氏界面至莫霍面的下地壳。将每条剖面结果的界面提取出来, 存为经纬度—深度格式的属性表, 地壳内部的每一界面由一系列的空间离散点限定, 可利用不规则三角网(TIN)自动追踪生成起伏曲面。由此得到壳内结晶基底、康氏面和莫霍界面的空间几何形态; 利用地形数据和壳内界面构建地壳分层结构模型, 得到可视化的地壳三维结构模型, 如图 1 所示。

2 结果和讨论

综合利用数字地形、结晶基底、康氏界面和莫霍面构建了首都圈地区的三维地质模型, 如图 1 所示。在地表应用数字地质图进行耦合展示, 平坦盆地的沉积盖层、隆起造山带的岩层出露表达起来更为直观。结晶基底界面形态详细揭示了裂陷盆地深部的延展分布情况, 可为地震动模拟等研究提供更为准确的模型。莫霍界面形态总体上与地表地形成镜像关系, 清楚的展示了受重力均衡控制的地壳结构形态。将该地质模型与三维数据体绘制三维速度结构进行联合应用, 可为该地区的大地构造、深部动力学过程、克拉通演化等研究工作提供帮助, 进一步深化我们对该区域地质历史的认识。

注: 本文为中国地震局地震科技星火计划项目(编号 XH13034Y)资助的成果。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 檀玉娟, 女, 1984 年生。硕士, 工程师, GIS 和地球物理专业。Email: tnayujuan@163.com。

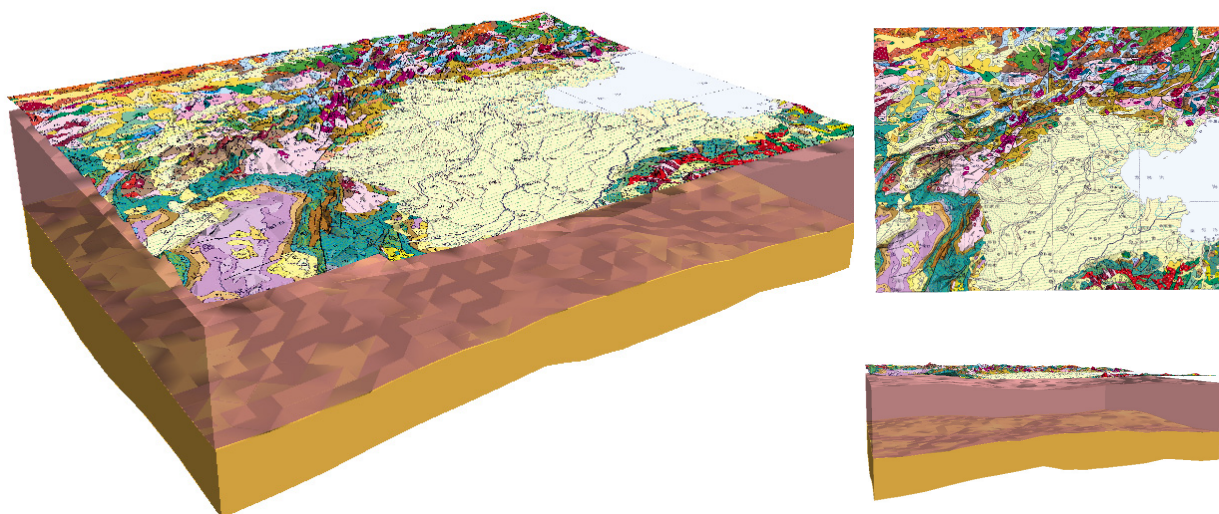


图 1 首都圈地区三维地质模型 (三视图)

表 1 建模使用的地震剖面信息表

剖面信息 (编号 名称 施工时间)	
1 乐亭-张家口 (1976-1981)	24 郑州-银川 (西) (1986)
2 盐山-大兴-延庆 (1977-1979)	25 西安-延安-包头-白云鄂博 (1987)
3 安国-永清-遵化 (1977-1981)	26 灵璧-郑州 (1989)
4 宁河-北京-涿鹿 (1978)	27 泰安-隆尧-忻县 (1992)
5 塘沽-三河-密云 (1979)	28 北京-怀来-丰镇 (1993)
6 柏各庄-丰宁-正蓝旗 (1979-1981)	29 繁峙-怀安-太仆侍旗 (1993)
7 海兴-阳原-丰镇 (1980-1982)	30 齐河-章丘-寿光 (1993)
8 任县-河间-武清 (1980-1981)	31 寿光-沾化-文安 (1993)
10 河间-武清 (1981)	32 文安-德州-齐河 (1993)
11 南堡-赤城-康保 (1981)	33 沂源-乐陵-大城 (1993)
12 菏泽-林州-长治 (1981)	34 文安-蔚县-察右中旗 (1994)
13 石家庄-喀喇沁旗 (1982-1984)	35 安新-香河-宽城 (2002)
14 沧州-天津-喀喇沁旗 (1982-1984)	36 延川-包头-满都拉 (2005)
15 德州-秦皇岛 (1983)	37 丹凤-西安-彬县 (2005)
16 诸城-定县-托克托 (1983-1984)	38 达茂-白云鄂博-八音 (2005)
18 襄城-菏泽-章丘 (1983)	39 天津-北京-赤城 (2005-2006)
19 太原-宣化 (1983)	40 铭城-宜川 (2008)
20 昌黎-承德-达尔诺尔 (1984)	41 文登-阿拉善 (2009)
21 北京-张家口-化德 (1984)	42 大丰-包头 (2011)
22 郑州-济南 (1984)	43 重庆-榆林 (2011)

参 考 文 献 / References

嘉世旭, 齐诚, 王夫运, 等. 2005. 首都圈地壳网格化三维结构. 地球物理学报, 48(6): 1316~1324.

明镜. 2011. 三维地质建模技术研究. 地理与地理信息科学, 27(4): 14~18.

潘懋, 方裕, 屈红刚. 2007. 三维地质建模若干基本问题探讨. 地理与地理信息科学, 23(3): 1~5.