

# 基于 ArcGIS 与 ERDAS IMAGE 的三维地形可视化

徐占华<sup>1</sup> 陈晓玲<sup>1</sup> 李毓湘<sup>2</sup>

(1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉市珞喻路 129 号, 430079;

2 香港理工大学土木与结构工程学系, 香港九龙红磡)

**摘 要** 以香港特别行政区为例, 利用 1:20 000 地形图在 ArcGIS 中建立高精度 DEM, 采用陆地卫星 ETM<sup>+</sup> 影像制作的正射影像作为三维表面的纹理信息, 结合 ERDAS IMAGE 良好的三维显示功能, 在自定义的投影坐标系下, 通过 DEM 和遥感正射影像的叠加, 实现了三维地形可视化。

**关键词** ArcGIS; ERDAS IMAGE; DEM; 正射影像; 三维可视化

ArcGIS 作为世界上应用最广泛的 GIS 软件之一<sup>[1]</sup>, 可完成大量矢量数据、影像数据的管理, 并对多种数据进行融合、转换和建立拓扑关系等。ERDAS IMAGE 不但精于处理栅格数据, 而且处理矢量数据的功能也十分强大, 特别是与 ArcGIS 数据格式的无缝兼容, 可以不经转换地读取、查询、检索 ArcGIS 生成的 Coverage, Grid, Shapefile, SDE 矢量数据, 非常方便地进行跨平台数据处理和数据交换, 并提供了多种动态观察功能, 从而高效快捷地创造一个虚拟三维真实世界<sup>[2]</sup>。利用 ERDAS IMAGE 中的 VirtualGIS 可以进行三维地形飞行, 或者交互的漫游, 实现洪水淹没评估、不同观测站间的通视分析等。通过分析 ArcGIS 和 ERDAS IMAGE 两个软件在数据处理分析和显示方面的优势, 跨平台组合使用优势功能完成了三维地形的可视化。在建立三维可视化地形的过程中, 运用数字高程模型数据建立三维数字地形, 利用数字正射影像图作为地面纹理, 生成地形三维景观<sup>[3]</sup>。利用 ArcGIS 对已有的等高线数据进行编辑修改, 定义坐标系, 然后生成高精度 DEM; 并对遥感数据进行几何纠正。利用 ERDAS IMAGE 实现 DOM 与 DEM 的叠加, 生成三维景观, 并且进行漫游分析等。

## 1 数据准备

选择香港特别行政区作为实验区, 使用的数据主要有: 1997 年 7 月修订的第五版 1:20 000 香港特别行政区地形图。图中采用香港 1980 平面坐标系统, 其中绘制的经纬度及统一墨卡托格网以 WGS84 为基准, 地形图在 ArcGIS 中数字化, 编辑等高线如图 1 所示。用于 2000 年 9 月 14 日接收的陆地卫星 ETM<sup>+</sup> 影像制作 DOM。图中均匀选取适量的地面控制点。

## 2 参考系统的选择与投影坐标系的统一

实验中选择的等高线数据采用香港 1980 平面坐标系统, 以 D\_Hong\_Kong\_1980 Datam 为基准。陆上高程以 m 为单位, 自平均海面下 1.2 m 处的水平基准面向上起算。海底等深线取自海图, 根据平均海面 1.4 m 的海图基准面向下

计算, 且以 m 为单位。这一深度值只能作为参考, 不适用作导航。由于此平面坐标系统属于地方性质, 不包含在 ArcGIS 的标准投影系统库中, 故在 ArcGIS 系统中自定义了一个投影系统 Hong Kong Grids。地图投影系统的选择要考虑地图的用途、比例尺、内容、制图区域的大小、形状和位置等因素。香港特别行政区大致包括深圳河以南, 22°09'N 以北, 113°52'E 至 114°30'E 之间的海面 and 陆地, 分为香港岛、九龙、新界和离岛 4 部分。该区域属于中低纬度地区, 所采用的大比例尺地形数据要求有高精度的量测。因其经度跨度不大, 故自定义的系统可采用横轴墨卡托投影。这是一种横切圆柱等角投影, 在中央经线处没有任何变形, 同一条经线上, 纬度越低, 变形越大, 同一条纬线上, 离中央经线越远, 变形越大<sup>[4]</sup>。这种投影后变形较小, 能达到高精度量测要求。自定义的投影系统参数如下:

```
Hong Kong Grids
Transverse_Mercator
False_Easting: 836694.050000
False_Northing: 819096.800000
Central_Meridian: 114.178556
Scale_Factor: 1.000000
Latitude_Of_Origin: 22.312133
DATUM "D_Hong_Kong_1980"
SPHEROID "International_Hayford_1910"
Semimajor Axis: 6378388.00000
Semiminor Axis: 6356911.94613
```

为了使 DOM 和 DEM 能够正确叠加, 必须将其纳入到统一的投影坐标系中。首先, 利用 ArcToolBox 中的 Define Projection Wizard 模块, 对于香港特别行政区, 将 Coverage 地形数据坐标系定义为自定义的 Hong Kong Grids。然后, 利用 ArcGIS 中的 GeoReferencing 模块, 进行影像配准, 影像配准如图 2 所示。

## 3 DEM 生成

在 ArcGIS 中, 数据是采用 Coverage 作为基本单元, 在统一的框架内进行组织、存储和管理的。Coverage 是由一组

文件组成的目录,主要包括图幅控制点、弧段、结点、多边形和标识点 5 种不同类型的要素,并通过数据项的标识码进行文件之间的连接操作。当完成 Coverage 地形数据的编辑工作后,采用基于平面方格的数据模型 Grid,建立 DEM。利用 ArcToolBox 将 Coverage 转换成为 Grid。为避免丢失局部重要地形要素特征,在必要的地方需要加入适当的控制点,然后将生成的 Grid 分别生成灰阶图、分层设色图和晕渲图,从整体趋势上观察数据是否符合地势起伏变化的规律,从宏观上检查错误。再将其反演生成等高线,并与原始等高线进行比较,以检查并改正等高线标赋错误,重复这些过程,直到满足精度要求为止。最后,转换成美国地质调查局的 USGS DEM 数据格式,这是 ArcGIS 与 ERDAS IMAGE 中的通用格式。本实验中生成的 DEM 大小为 41.7 MB,最后利用 ERDAS IMAGE 转换成为 \*.img 格式,使 DEM 与 DOM 数据格式一致,便于两者相叠加。

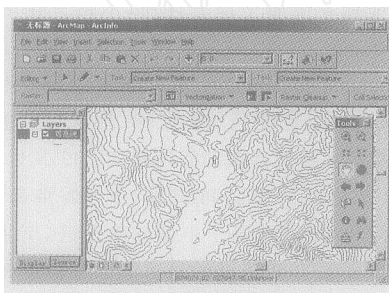


图 1 编辑等高线

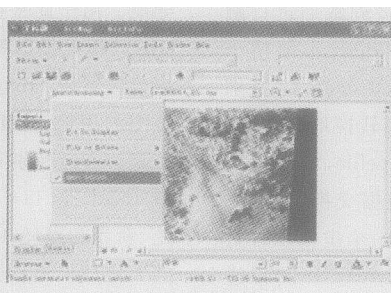


图 2 影像配准

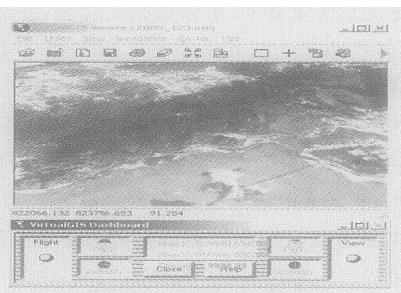


图 3 三维地形显示

图 3 中显示的是香港特别行政区大屿山和青马大桥的一部分。

## 5 结束语

三维地形可视化在地球科学研究中具有重要的应用价值,它对于动态、形象、多视角、全方位、多层次地描述客观现实,对于虚拟化研究、再现和预测地质现象,都有突出的方法论意义。如在地质科学中真三维地反映地下矿体、矿脉(含油体、含水层、金属矿脉等),能够帮助人们发现用常规手段难以发现的地质现象和矿藏,还可以表示河堤的侵蚀以及河堤决口后的水下状况等,具有十分重要的科学价值和明显的实用意义。基于 ArcGIS 和 ERDAS IMAGE 软件系统可以很方便地实现空间特征的三维可视化,可以在不需要复杂编程的情况下很方便地解决现实中的具体问题,使该技术的应用范围大大拓宽。

## 4 DEM 与 DOM 的叠加

ERDAS IMAGE 的虚拟地理信息系统 (Virtual GIS) 是一个三维可视化工具,给用户提供一种对大型数据库漫游操作的途径。其可以将 DEM 与 DOM 进行叠加,产生三维地形的可视化。为了适当夸张山体的起伏,使看起来更加逼真,将 DEM 的 Exaggeration 参数设置为 1.5。然后,将 DOM 叠加在 DEM 之上。另外,三维视景显示可调整详细程度 (Level of Detail) 参数,详细程度参数越大表达程度越细致,但同时越耗费内存。为了使图像飞行流畅、图形逼真,实验中设置 DEM 显示的详细程度参数为 20%,DOM 显示的详细程度参数为 80%。保存工程,然后编辑视景。另外,通过调整太阳光源位置、背景特性、视景详细程度、观测点位置等,可以使得三维地形更加详细、逼真<sup>[5]</sup>,这里使用的是系统缺省值。三维地形显示如图 3 所示。

## 参考文献

- [1] 李登科,刘安麟,邓凤东. 地理信息系统 ArcInfo 及其应用[J]. 陕西气象, 2002(3): 29 ~ 31
- [2] 尚东. ERDAS IMAGE 遥感图像处理系统的特点[J]. 国土资源遥感, 2002(3): 78 ~ 79
- [3] 肖金城,李英成. 大规模地形场景三维实时漫游显示技术研究[J]. 遥感信息, 2002(6): 11 ~ 14
- [4] 胡毓钜,龚剑文. 地图投影[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1997
- [5] 党安荣,王晓栋,陈晓峰,等. ERDAS IMAGE 遥感图像处理方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003

收稿日期: 2004-06-07.

第一作者简介: 徐占华, 硕士研究生, 现主要从事海岸带环境管理信息系统研究与开发。

E-mail: kuanghu16@tom.com

## 3D TERRAIN VISUALIZATION BASED ON ARCGIS AND ERDAS IMAGE

XU Zhanhua<sup>1</sup> CHEN Xiaoling<sup>1</sup> LI Yoksheung<sup>2</sup>

(1 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China;

2 Department of Civil and Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong)

**ABSTRACT** In this paper Hong Kong was taken as a case, the topographic map at a scale of 1:20,000 was used to create DEM, and Landsat ETM<sup>+</sup> image was geometrically corrected as a DOM image that was used as 3D surface texture. Under a self-defined projection system, overlay was operated between DOM image and DEM, and 3D terrain visualization was implemented.

**KEYWORDS** ArcGIS; ERDAS IMAGE; DEM; DOM image; 3D terrain visualization