

# 基于遥感技术的旅游自然景观全貌设计

蒋云志, 孟爱国, 张文君, 李永树, 童 铮

(四川省自然资源研究所, 四川 成都 610015 西南交通大学土木学院, 四川 成都 610031)

**摘 要:** 应用以遥感为核心的空间信息技术, 是开展旅游自然景观全貌设计的最佳选择。结合四川青城山 4D数字产品与高程影像动态模型设计的具体研制, 分析了青城山地理数据特点及遥感技术在旅游自然景观全貌设计时的优点, 在应用遥感数字图像处理的基础上, 为满足旅游自然景观三维可视化要求, 建立了青城山 4D数字产品与高程影像动态模型, 在数字产品的开发过程中, 取得了较好的三维可视化效果。

**关键词:** 旅游自然景观; RS 4D数字产品; 高程影像动态模拟

**中图分类号:** F592 Q149 TP79

**文献标识码:** A

数字自然景观概念提出以后, 建立具有多分辨率的、海量数据的三维自然景观受到了越来越多的关注。三维自然景观不仅具有真实感的表现形式, 还具有精确的可量测性。而针对目前通过艺术手法反映国内名山胜景全貌旅游景观产品尚无的状况, 根据山地江河旅游景区大多具有地形复杂、自然景观丰富、建筑物聚疏不一的实际情况, 源于真实的地形地貌, 以地形图和遥感图像为基础, 通过高新技术, 分层次、分步骤高度提炼, 将科技和艺术融为一体, 把名山大川从二维平面扩展为气韵生动、特征突出、展现全貌的立体景观透视彩图, 这既展现山地江河风景名胜性区多姿多彩的自然和人文景观, 又弘扬地方文化特色。同时, 这也符合各级政府多次强调关于“大力研制开发具有浓郁地方特色、代表区域历史文化、科技含量高、难以仿造的旅游商品, 并扩大宣传力度, 促进旅游产业发展”的精神。因此, 选择旅游自然景观全貌设计, 把四川青城山作为研究对象, 利用遥感技术系统全面地研究开发青城山 4D数字产品和数字高程影像动态模型, 其研究意义可见一斑。青城山距成都 64 km, 是中国道教发祥地

之一, 主峰海拔 1 680 m, 诸峰环峙, 古木参天, 绿荫蔽日, 是中国西部很受欢迎的旅游胜地。本研究以青城山为对象具有很强的代表性。该试验区范围为青城前山景区, 卫星遥感影像数据包括 SPOT 全色波段 (景号 260—238), 影像地面分辨率 10 m; Landsat-7 (7. 4. 3 波段, 景号 130—38 130—39), 影像地面分辨率 30 m。

## 1 遥感图像数字处理

遥感图像三维可视化是以数字高程模型 (DEM) 数据为基础, 套合同一地区二维遥感图像, 并标识文字、符号组合而成。其中, DEM 是用数字阵列来离散表达地形表面, 能够真实反映描述地区的地形条件。遥感较低是描述地区的真实写照, 能够再现描述地区的地貌和地物特征。文字符号标注用于地物标识和定位。由此可见, 三维可视化影像能够真实逼真地反映描述地区的地形、地势和地貌。

### 影像校正与配准

遥感影像在成像时, 由于投影方式、传感器外方

收稿日期 (Received date): 2008-03-15

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金资助项目 (40371098) (2003—2006)。 [ National Natural Science Foundation of China funded project ]

作者简介 (Biography): 蒋云志, 四川省资源规划勘测设计中心主任, 四川省自然资源研究所、四川省资源规划勘测设计中心国土资源遥感研究室主任 [ Jiang Yunzhi Director of Sichuan Resources Plan Survey design Center ]; 孟爱国, 四川省自然资源研究所所长, 四川省生产力促进中心主任。 [ Meng Aiguo Director of Sichuan Provincial Natural Resources Research Institute Director of Sichuan Provincial Productivity Promotion Center ]

位元素变化、传感介质的不均匀、地球曲率、地形起伏、地球旋转等因素影响, 获得的遥感影像相对于地青目标存在一定的几何变形。遥感影像的校正一般是在地形图的基础上进行, 校正过程分为系统误差校正和几何精校正两个步骤, 系统误差校正过程一般由影像接收站完成, 几何精校正由用户完成。本次校正采用 1:5 万的地形图纠正遥感影像。影像配准过程也相当关键, 如果要进行处理的影像配准精度超限, 会导致影像配合、影像三维可视化达不到预期的效果。在校正、配准过程中, 校正后影像的像素不可能与校正前影像的像素严格对应, 因此, 在处理过程中还需进行像素灰度插值处理, 常用的灰度插值算法有近邻法、双线性插值法、3 次样条内插法等。

### 影像镶嵌

遥感影像处理管束中, 可以根据具体情况选择是校正后镶嵌, 不是镶嵌后校正。前者对相邻图像的重叠度要求不高, 可以避免局部地区精度不高时对整体精度造成的不利影响, 一般适合于山区的影像数据镶嵌; 后者适合于相邻图像重叠较大、像元间相对几何精度较高、以平原区为主的遥感影像的镶嵌。本次主要选用先校正后镶嵌。

### 多源数据融合

遥感影像融合是指将不同平台(卫星与机载)上的同一或不同传感器获取的不同空间与光谱分辨率图像按特定的算法进行处理, 使产生的新影像同是具有原影像的多光谱和高空间分辨率特性, 以实现不同的应用需求。为了得到效果较好的影像, 影像融合后还需对其进行色调拉伸、锐化增强处理、彩色平衡及色调、亮度、饱和度调整等操作。本次研究就是将青城山地面分辨率为 10 m 的 SPOT 全色波段和分辨率为 30 m 的 Landsat-7 (7.4.3 波段) 进行融合, 经过处理达到了预期目的, 为后续的工作奠定了良好的基础。

## 2 青城山遥感影像 DEM 生产流程

本次青城山遥感影像 DEM 的生产采用 ERDAS Imagine 软件。遥感影像 DEM 生产的关键是获得立体像对的大地坐标、经纬度和高程信息。将校正过的遥感数据作为参考应用, 当某个点被接受为控制点(GCP)后, ERDAS Imagine 软件可以自动获得其大地坐标, 随即可计算出其真实经纬度, 而高程信息必须要人工输入。具体操作是: 将标准遥感影像

(MG 格式)、拼接好的栅格地形图调入 MAPGIS 软件平台的一个视图。在选取控制点时, 先在标准遥感影像(MG 格式)上选取易识别的点, 接受为 GCP 获得其大地坐标。根据大地坐标, 在 MAPGIS 上找到相应的点, 在地形图上判定该点的高程值。拼接好的栅格地形图和遥感数据套和得比较好, 为准确读取高程信息提供了保证。具体生产流程见图 1。

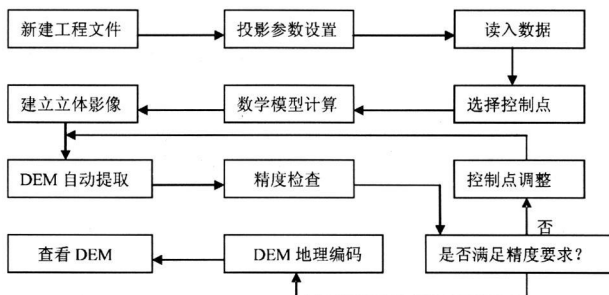


图 1 青城山遥感影像 DEM 生产流程

Fig 1 Mt Qingchengshan Remote Sensing Image DEM Production Process

## 3 青城山遥感图像数字产品的生成

采用川测遥感院的 SPOT Landsat-7 卫星影像数据, 将矢量地貌数据生成的 DEM 进行卫星影像纠正和融合, 以纠正融合好的卫星影像按规定的范围坐标裁出卫星遥感数字正射影像图。具体操作在 Photoshop 软件中进行, 结果见图 2。

同时, 利用已建立好的青城山数字高程模型数据, 在 ERDAS Imagine 遥感图像处理软件系统中建立相应的晕渲模型, 对地貌数据进行 DEM 高程模型进行晕渲, 使生成的原始 DEM 效果更加逼真、形象。晕渲色调以绿色为基调。生成的数字高程模型晕渲图结果见图 3。

另外, 采用经纠正融合后的卫星遥感影像数据与 DEM 数据建立叠合的高程模型。输出模型的概略比例尺为 1:2 万。青城山卫片影像套 DEM 影像图结果见图 4。同时, 采用遥感影像及 DEM 数据制作面积约为 30 m×30 m 高度放大 50% 的青城山景观图, 主景区地貌形体实为国字形态。生成的青城山主要景观产体图结果见图 5。

## 4 青城山三维地形影像动态观测

ERDAS Imagine 遥感图像处理软件提供了三维地形影像模拟飞行动态观测功能。考虑到数据的处

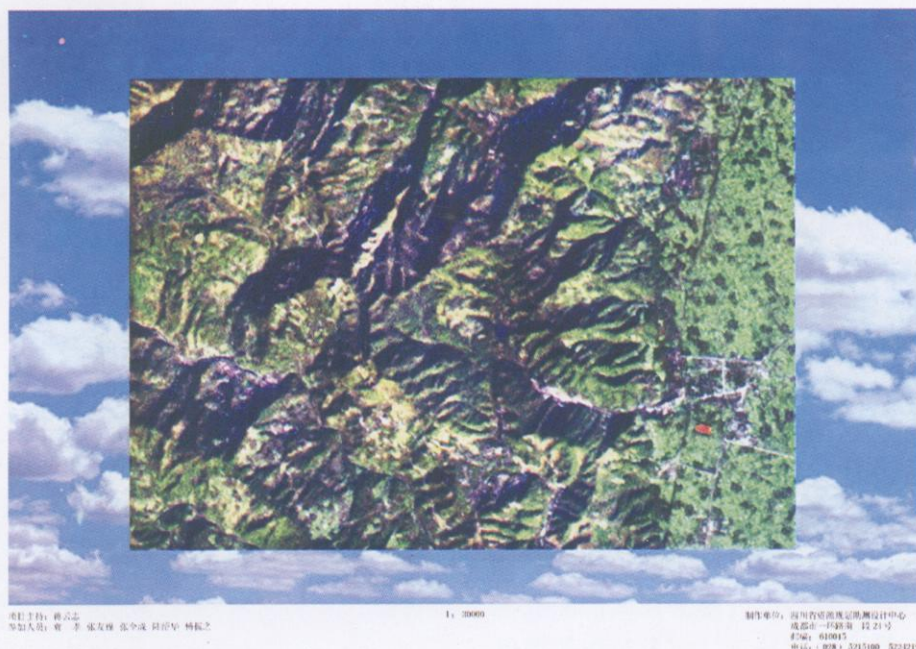


图 2 青城山遥感数字正射影像图

Fig. 2 Mt. Qingchengshan remote sensing digital orthophoto map



图 3 青城山数字高程模型晕渲图

Fig. 3 Mt. Qingchengshan digital elevation model-shading map

理能力、三维视图参数控制调节、模型飞行观察效果以及操作编辑简易程度等因素,本项目选用 ERDAS Imagine 的 VirtualGIS 模块来实现三维地形影像模拟冰行动态观测。VirtualGIS 模块提供了数字高程模型 (DEM)、地理要素和文字符号标注多种类型数据套合集成显示、实时贯穿飞行和三维地形漫游功

能。具体操作如下:首先在数字高程模型 (DEM) 上套合遥感图像、地理要素和文字符号等数据,生成三维地形影像;然后选择飞行模式,设置飞行路线;同时编辑和飞行控制点高度、方位角、视角、偏转角和飞行速度;最后,为三维地形影像添加背景,设定薄雾和光照等效果。至此,便可以启动飞行观测,欣赏



图4 青城山卫星影像套 DEM 影像图

Fig.4 Mt. Qingchengshan satellite picture image seting DEM image



图5 青城山主要景观立体图

Fig.5 Mt. Qingchengshan major landscape three-dimensional map

青城山三维模型模拟贯穿飞行效果。另外, 该演示可输出为 movie 文件格式, 极大地方便了自然景观的三维模拟仿真, 同时为旅游景区的开发利用和宣传提供了良好的软件环境。主要成果为 AV 视频文件演示。

## 5 青城山影像数字高程模型精度讨论

在遥感影像上进行 DEM 的构建, 精度质量与控制点的选择也有很大的关系。下面就针对控制点的选取问题进行讨论。控制点的选取原则: ①立体像

对两幅影像都容易识别;②对应位置地形图容易识别其高程值;③控制点尽量分布均匀;④控制点从低到高都有,要具有代表性。具体控制点的选择情况见图 6所示。

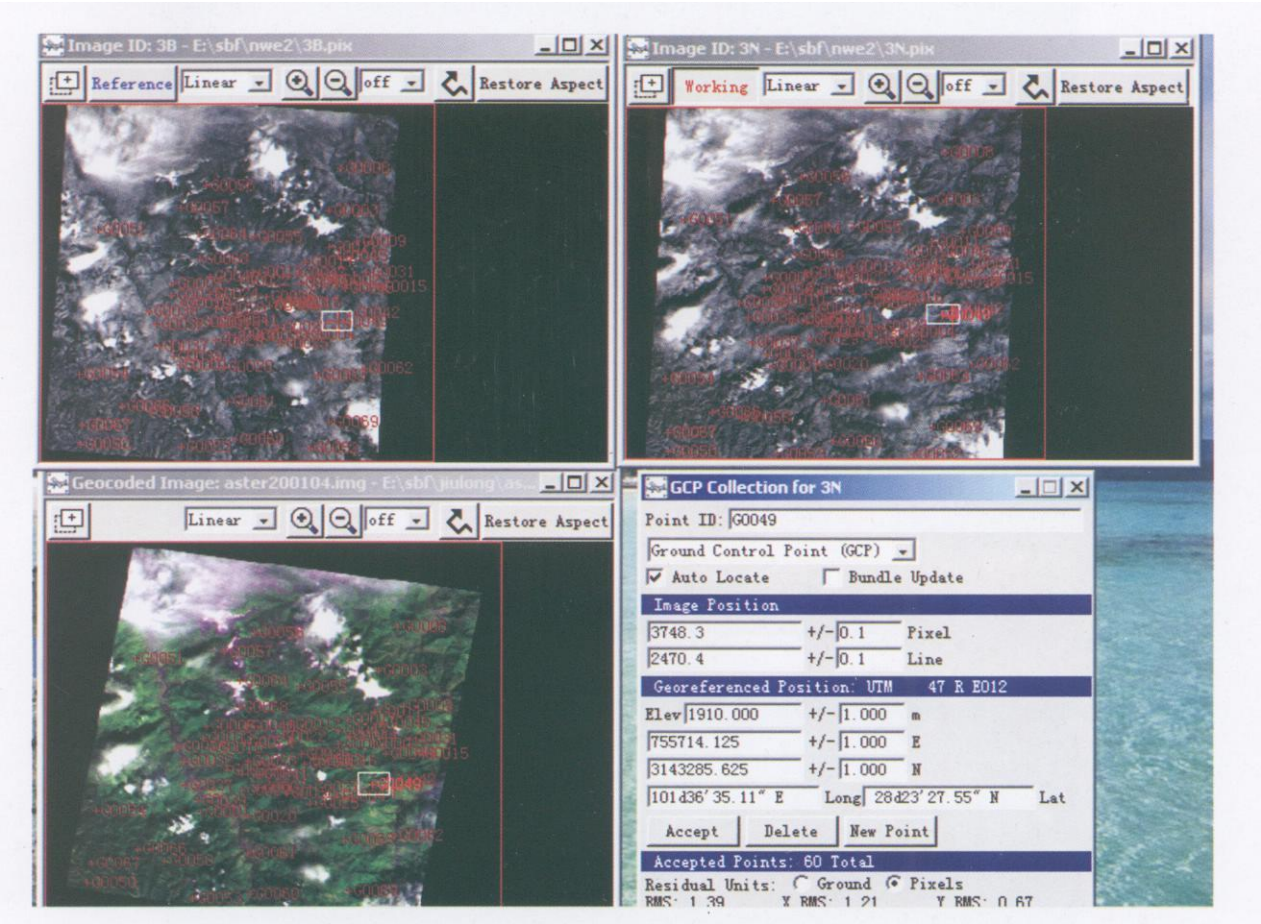


图 6 控制点的选择情况  
Fig 6 The choice of the control points

进行 DEM精度评价的具体方法是:利用 ERDAS Imagine对整个 DEM进行裁减,得到青城山范围内的 DEM。在 ERDAS Imagine里面调入青城山 DEM,然后再调入青城山矢量图,这样在控制面板上可以获得 DEM的高程信息,在矢量信息里面可以获得对应位置地形图的高程信息。对不同控制点的情况随机选取 20个点进行验证,读取 DEM高程和矢量地形图高程,计算总均方根 RMSE,其定义是

$$RMSE=\sqrt{\sum_{i=1}^n(G_{DEM_i}-G_{Vx_i})^2/n}$$

式中  $G_{DEM}$ 代表 ERDAS Imagine DEM高程测定值,  $G_{Vx}$ 代表地形矢量图高程测定值,  $n$ 为随机检查点数,此处  $n=20$ 。利用 EXCEL进行统计计算,得到不同控制点情况下的 RMSE。通过实验可以得到 RMSE随控制点变化趋势图,见图 7。

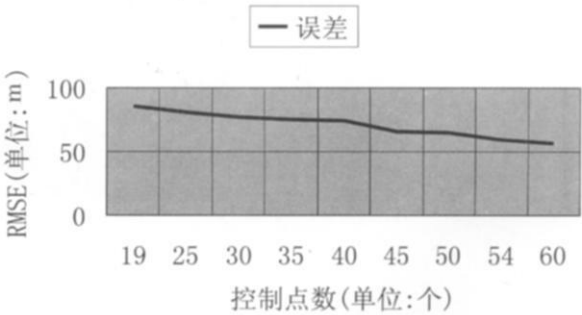


图 7 RMSE随控制点变化趋势图  
Fig 7 RMSE Changes with the trends of the control points

从图 7中可以看出,控制点的选择对 DEM的精度有一定的提高,但是当控制点的数量达到一定时,DEM的精度又开始回落,因此控制点的多少及位置的选择对 DEM精度的影响有一定的作用。

同时, 经过实验可以看出 Natural neighbors(自然邻域插值)插值法精度最高, 基本将 1:5 万计曲线数字化插值的 DEM 精度控制在  $\pm 20$  m 之内。此插值方法适合地形起伏较大地区(像青城山)高山峡谷地形的 DEM 插值。精度指标见图 8。

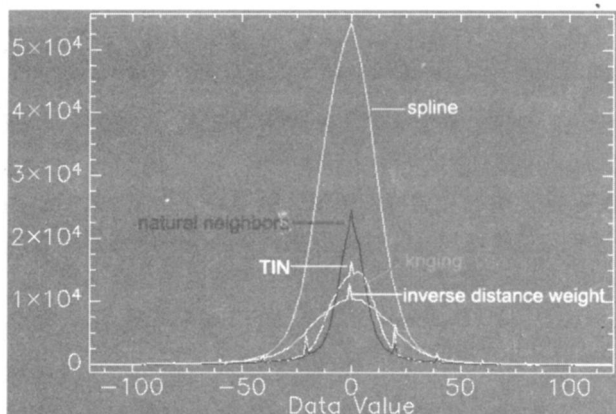


图 8 自然邻域插值法精度指标

Fig 8 Natural neighbors interpolation accuracy indicators

## 6 结论

1. 本研究把旅游景观和 RS 技术有机地结合在一起, 充分有效地再现了自然景观的三维环境, 为旅游资源的进一步开发创造了良好的条件。

2. 遥感较低三维可视化是以数字高程模型(DEM)数据为基础, 套合同一地区二维遥感图像, 并标识文字、符号组合而成。通过对遥感原始影像的融合、镶嵌、增强及自动化解译处理, 系统而又全面地提取了青城山遥感图像数字高程模型, 并利用 ERDAS Imaging 的 VirtualGIS 模块实现了青城山三维地形影像飞行模拟。

3. 通过比较分析, 得出了适合高山峡谷地貌的

DEM 插值方法——Natural neighbors。同时, 分析了地面控制点对 DEM 提取精度的影响, 得到了最佳控制点数量, 为旅游自然景观全貌设计中 DEM 生产的自动化提供了解决方案。

## 参考文献 (References)

- [1] Li Deyun. The development of remote sensing and GIS [J]. Wuhan University Journal. Information Sciences. 2003 28(2): 127~131 [李德仁. 论 21 世纪遥感与 GIS 的发展 [J]. 武汉大学学报·信息科学版 2003 28(2): 127~131]
- [2] Xu Jianhua, Fang Chuanglin, Yue Wenzhe. The regional landscape Mosaic Structure Research based on RS and GIS [J]. Acta Ecologica Sinica. 2003 23(2): 365~375 [徐建华, 方创琳, 岳文泽. 基于 RS 与 GIS 的区域景观镶嵌结构研究 [J]. 生态学报, 2003 23(2): 365~375]
- [3] Jia Yonghong, Li Deyun, Sun Jiahui. Multi source integration of remote sensing data [J]. Remote Sensing Technology and Application. 2000 15(1): 41~44 [贾永红, 李德仁, 孙家柄. 多源遥感影像数据融合 [J]. 遥感技术与应用, 2000 15(1): 41~44]
- [4] Zhang Wenjun. The construction of virtual reality map in 3D GIS [J]. Bulletin of Surveying and Mapping. 2002 (7): 45~47 [张文君. 3D GIS 中虚拟现实地图的构建 [J]. 测绘通报, 2002 (7): 45~47]
- [5] Zhu Yinghao. The research on the city 3D Visualization Method by taking into account the topography [J]. Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping. 1998 3: 199~203 [朱英浩. 顾及地形的城市三维可视化方法研究 [J]. 武汉测绘科技大学学报, 1998 3: 199~203]
- [6] Tang Xinming. Establishment of DEM accuracy assessment based on the contour lines and elevation point [J]. Remote Sensing Information. 1999 (3): 7~10 [唐新明. 基于等高线和高程点建立 DEM 的精度评价 [J]. 遥感信息, 1999 (3): 7~10]
- [7] Li Zhihui. Digital Elevation Model [Wuhan M]. Wuhan: Wuhan University of Science and Technology Press. 2000 [李志林等. 数字高程模型 [M]. 武汉: 武汉科技大学出版社, 2000.]

# Modeling Tourism Natural Landscape Whole scene Based on RS

JIANG Yunzhi, MENG Aiguo, ZHANG Wenjun, LI Yongshu, TONG Zheng

(Sichuan Institute of Natural Resources Research, Chengdu 610015, China; Civil Engineering College

Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Using spatial information technology whose core is RS is the optimum of tourism natural landscape modeling. In this research, the researchers analyze Mt. Qingchengshan's geographical data characteristics and the advantage of RS, and construct 4D models kinematic elevation image of Mt. Qingchengshan by means of remote sensing digital image processing to meet the needs of three-dimensional visualization. The research is satisfactory.

**Key Words:** tourism natural landscape, RS, 4D Product, kinematic elevation image modeling