文章编号: 1001－1749(2011) 01－0079－04

遥感与 GIS 技术支持下的机场选址与工程地质分析

李天华[1], 杨武年[2]
(1. 成都空军勘察设计院, 成都 610041; 2. 成都理工大学 遥感与 GIS 研究所, 成都 610059)

摘 要: 研究将“3S”技术 (RS、GIS、GPS)应用到机场地址勘察中, 主要是采用现代化遥感技术, 以最新遥感图像 LANDSAT ETM (最高空间分辨率 15 m), SPOT 图像 (2.5 m)和 QUICKBIRD 图像 (0.61 m)等作为信息源, 通过遥感图像数据融合、数字镶嵌和影像增强等数字处理, 制作不同类型、不同波段和不同分辨率的正射遥感影像及正射影像地图, 为机场工程地质勘察提供最佳图像资料。通过遥感图像增强处理、信息提取及 GIS 空间分析等, 对研究区的地质构造, 地质灾害等进行解译。并借助 GPS 进行野外现场调研, 查明研究区地质构造的特征, 尤其是隐伏断裂、活动性断裂的分布, 以及岩溶漏斗、洼地等水文地质现象, 为小哨机场工程地质勘察工作提供了基础资料。

关键词: “3S”技术; 地质勘察; 机场选址; 正射影像
中图分类号: TP 75 文献标识码: A

1 机场概况

昆明小哨地区位于云贵高原中部, 处于云南省境内自西北向东南递降地势的第二大阶梯上。大部份地区海拔在 1 500 m ~ 2 800 m 之间, 最高点是北部禄劝县拱王山脉的马鬃岭, 海拔 4 247.7 m; 最低点是禄劝县则黑乡小河坪子东北 1 km 处普渡河与金沙江交汇点, 海拔 746 m。该区内有二条主要山脉: ①川西鲁南山脉越过金沙江南下的拱王山脉, 蜿蜒盘旋于禄劝、富民、西山、安宁、晋宁等地, 最高峰马鬃岭, 海拔 4 247.7 m, 为区内最高峰; ②与滇东北乌蒙山脉连接的梁王山脉, 分布于嵩明、官渡、呈贡、宜良、石林等县区, 最高峰海拔 2 833 m。受主体构造线方向的控制, 二条山脉走向近南北向。研究区大部份地形呈波状起伏, 平均海拔 2 000 m 左右, 平均自然坡度 5° ~ 8°, 表现为丘陵略有起伏溶蚀平原和冲洪积平原。

作者在本次研究的方案与技术思路, 如图 1 (见下页)所示。

2 遥感图像数字处理

考虑要进行机场选址设计和工程勘察, 作者选用了 QuickBird 图像、SPOT 图像、TM 图像, 作为主要原始图像数据。

通过对原始遥感图像进行多波段数据融合, 图像增强, 正射精校正, 高精度 DEM 生成等处理, 并调用 DEM 中的高程信息和遥感图像展现的形状、色彩、质地等信息, 将二种信息融合到一起, 形成对研究区地貌的三维可视化。从而提供可供反复使用的真实、客观、信息连续的宏观分析地面景观影像, 使机场建设工作者在一种接近现实的虚拟环境中, 进行机场选址设计, 场区的构造地质、工程地质、环境地质等特征信息提取和综合评价。

2.1 遥感图像正射精校正

由于正射校正可以消除投影差的影响, 因此是卫星区域镶嵌图和标准地理分幅遥感图像制作的

基金项目: 国家自然基金项目 (60841006); 云南政府重点建设项目 (2007061600 9)
收稿日期: 2010－06－30 改回日期: 2010－11－03

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

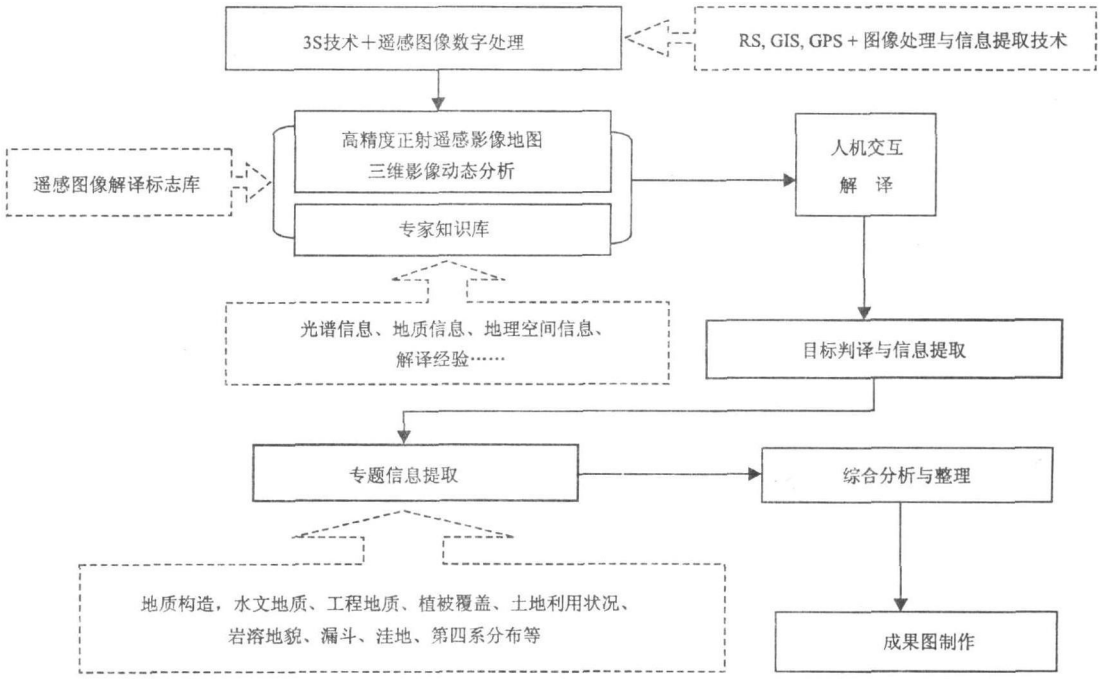

图 1 研究方案与技术思路

Fig 1 Research programs and technical ideas

基础。正射精校正的原理和几何精校正差不多,但正射精校正有其自身的特点: ①用于正射精校正的地面控制点,必须具有高程信息; ②进行正射精校正时,必须利用数字高程模型 (DEM)。遥感影像正射校正是遥感正射影像地图的重要信息源,同时它也是进行其它遥感图像处理 (遥感图像融合、镶嵌等)的基础。

正射精校正的精度与 DEM、GCP或 DRG的精度有关,还与卫星影像自身的分辨率有关。作者对研究区进行了正射精校正,针对不同的图像采用不同的正射校正方法。对于 Spot 5图像,利用的 Erdas中 Spot 5模型对图像进行了正射校正。对于 QuickBird图像,作者采用了 RPC(有理多项式)校正方法实现对图像的正射校正。正射校正的精度一般控制在半个像元内,其地面控制点 (GCP)的高程值通过 DEM 自动提取。校正好的正射影像图与等高线套合,效果较好,可满足 1∶5 000区调填图和遥感解译使用。

2 2 遥感图像三维可视化实现

遥感图像三维可视化实现的技术和思想,就是依据 DEM 建立表面模型来显示真实地形,然后再叠加遥感影像或航片等数字影像进行纹理叠加,来显示地表细节。充分发挥计算机图示技术及虚拟现实技术的优势,利用遥感图像、地理要素和文字符号标注等多种数据,生成三维地形影像[5]。将这些可视化数据集成套合成三维地形影像,必须做到不同数据间的坐标配准,目的是将不同来源的同一地区的图像、地理要素,以及文字符号等数据,转换到同一坐标系中[6]。作者在本文中是以地形图的地理坐标作为配准参考,其它数据均需转换到地形图所在的坐标系中。

遥感图像地质解译三维可视化,与影像动态分析系列动画制作工序主要包括以下内容:

(1)遥感图像数字处理。遥感图像数字处理是数字区调工作中信息提取的重要环节。图像处理的目的,是对原始遥感图像进行辐射校正、几何校正和投影差改正、地理编码、图像镶嵌、图像增强,以及不同时相不同传感器不同分辨率的多波段遥感图像数据融合等,最终制作出统一规格标准的高质量遥感图像,提高数字区调地质解译应用效果[2~4]。

多类型遥感影像数据融合,是一种通过高级影像处理技术来复合多源遥感影像数据的技术,其目的是将单一传感器的多波段信息或不同类传感器所提供的信息加以综合,消除多传感器信息之间可能存在的冗余和矛盾,加以互补,降低其不确定性,减少模糊度,以增强影像中信息透明度,提高图像解像力和解译精度[5,6]。

(2)高精度 DEM 生成。高精度三维立体图像需要高精度的 DEM 来支撑,在遥感图像的正射处理中,各像点的投影差改正也需要对应点的高精度 DEM[4]。高精度 DEM 生成常用有三种方法: ①利

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用地形图数字化求得; ②利用立体像对 (具有立体效果的航片、卫星图像等)使用专门的软件求得; ③利用干涉雷达图像处理技术求得。

(3)三维飞行路线选取。根据工作区的地质构造复杂程度和工作需要, 按照一定的规则进行飞行勘察路线部署。

(4)三维可视化系列动画产品制作。首先进行三维飞行的参数设置, 如航高、时速、夸大系数、屏幕大小、视角设置及背景效果等; 然后根据布置的飞行路线完成三维动画制作。

(5)三维可视化产品输出。根据选择的飞行路线, 逐条生成遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析系列动画, 并把这些产品转化成通用动画所支持的格式打包, 如 QuickTime Movie格式等, 刻盘提交给有关的工作人员使用。

(6)信息提取。地质构造、岩溶地貌解译和影像判读等。

作者在本次工作中共制作了四条飞行路线, 分别位于测区的西部、中部和东部, 其目的是为了了解测区的总体区域地质构造格局以及岩溶发育、地貌特征等情况 (见图 2)。

3　基于“3S”技术机场工程地质分区

在上述所有工作基础上, 综合运用遥感与 GIS对遥感图像、机场数字 DEM、三维可视化 (见图 2), 以及前期工作中提取的地貌、地层、构造等信息进行分析, 将小哨机场地区试验方案划分为四个, 并以方案三区为例, 对该区工程地质条件进行了评价。

3.1　场地工程地质分析

方案三出露泥盆系宰格组白云岩、海口组上段灰岩及下段砂岩、双龙潭组白云岩、陡坡寺组砂岩及泥岩, 未见断层。但裂隙发育, 碳酸盐岩和碎屑岩相间分布, 成为走向北东倾南东的单斜状构造, 极有利于岩溶的发育。单个漏斗的长轴方向受结构面控制, 以近北东向、东西向及北西向为主, 但漏斗的空间分布很大程度上具有层控性 (岩性段控制)。地质构造对工程的影响主要是: ①倾斜互层状碳酸盐岩与砂泥岩单斜构造导致区内岩溶发育; ②产状平缓, 次级褶皱发育的宰格组内岩溶受横张节理控制, 漏斗星罗棋布, 地下岩溶管道发育。

3.2　工程地质分区

综合“3S”技术、综合物探、区域地质、工程地质勘察等综合分析, 拟建场地的工程地质岩组可分以下几个亚区 (见下页图 3):

(1)构造剥蚀丘陵。地貌为深丘, 位于试验区北缘, 面积 0.096 km^2, 海拔 2 120.4 m ~ 2 137 m, 坡度 3° ~ 10°, 为非可溶性砂泥岩分布区, 仅出现二处洼地, 单个面积均达到 4 900 m^2 以上。地形波状起伏, 残积层厚, 为工程挖方区, 岩石单轴抗压强度可以达到 12 MPa~ 15 MPa。



图中左边曲线为东跑道, 右边曲线为西跑道。图像上地貌、地质构造、岩溶发育特征显示清楚。上部箭头指示 F10断裂轨迹线, 中部北东向箭头组指示 F12断裂轨迹线, 中部北西西向箭头组指示 F18断裂轨迹线。(底图为 QuickBird融合图像, 分辨率 0.61 m)

图 2　昆明小哨机场遥感图像三维可视化系列图片之一帧 (右上角箭头指向南)

Fig 2　One of the remote sensing images of three-dimensional visualization of Xiao-shao airport in Kunming (the arrow points to South)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(2)剥蚀溶蚀丘陵。地形地貌为深丘,面积约0.027 km^2,海拔 2 095 m~2 135 m,坡度 3°~10°,岩溶地貌漏斗和洼地发育,局部漏斗和洼地有落水洞。地层岩性为泥盆系中统海口组(D2h2),由灰黄色中、厚层状亮晶砂屑灰岩、砾屑灰岩夹沥青质灰岩顶部为砂岩、双龙潭组白云岩组成。上覆红色粘土。岩体节理裂隙发育,岩石破碎,岩溶漏斗发育。岩质坚硬,属坚硬岩,岩石单轴抗压强度可达到 50 MPa~90 MPa,是良好的基础持力层。

③构造剥蚀丘陵。地形地貌为深丘,面积约0.14 km^2,海拔 2 095 m~2 135 m,坡度 3°~10°,为海口组下段砂岩分布区,上覆厚度较薄的残积。该区域出现八处洼地,单个面积在 320 m^2~1 400 m^2之间,少部份达到 5 100 m^2 以上。岩石单轴抗压强度高,开挖后为良好的持力层。

④剥蚀溶蚀残丘。地形地貌为浅丘,面积约0.377 km^2,海拔 2 075 m~2 121 m,坡度 3°~8°,岩溶地貌漏斗和洼地特别发育,共出现洼地四十五处,面积大致在 200 m^2~3 000 m^2 之间,其中以Kh323最大,面积达到 21 418 m^2。

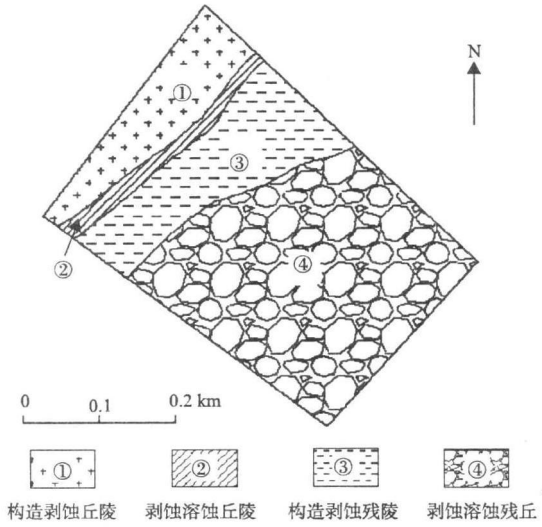

图 3 方案三工程地质分区示意图

Fig 3 Schematic diagram of 3 engineering geology division diagram

4 结论

作者在本文中将“3S”技术应用到西部高原区机场选址和工程勘察中,虚拟了拟选机场场址的高精度三维遥感动态模型,从图像的三维可视化和动态分析角度,进行了拟选机场场址的勘察和工程地质概况等遥感信息的提取。这改变了传统的机场勘探工程中的思维方式,为机场勘察提供了新的技术平台,为机场建设工程开拓了新思路,为决策者(各级领导、工程负责人等)从宏观把握拟选机场场址提供了很好的工程评价平台。同时,对加快机场建设工作现代化进程,具有重要意义和实用价值。

参考文献:

[1] 杨武年,廖崇高,濮国梁,等. 数字区调新技术新方法—遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析[J]. 地质通报. 2003, 22(1): 60.

[2] 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, 2001, 15(1): 41.

[3] 张瑞军,杨武年,刘汉湖,等. 数字高程模型(DEM)的构建及其应用[J]. 工程勘察, 2005, 196(5): 61.

[4] YANG WU-NIAN, CAUNEAU F, PARIS J-P, et al. Fusion of SAR and SPOT images for the detection of geological features over the Three Gorges Dam site, China. In Proceedings of the third conference "Fusion of Earth data: merging point measurements, raster maps and remotely sensed images"[C]. Sophia Antipolis, France, January 26-28, 2000. T. Ranchin and L. Wald Editors, published by SEE/URISCA, Nice, France, 2000: 137.

[5] 曹代勇,李青元,朱小弟,等. 地质构造三维可视化模型探讨[J]. 地质与勘探, 2001, 37(4): 60.

[6] 龚建华,林珲,肖乐斌,等. 地学可视化探讨[J]. 遥感学报, 1999, 3(3): 236.

[7] 刘志丽,陈曦. 基于 ERDAS IMAGING软件的 TM 影像几何精校正方法初探[J]. 干旱区地理, 2001, 12: 353.

[8] 濮国梁,杨武年,刘汉超. 正射遥感影像地图制作技术在岷江上游滑坡研究中的应用[J]. 成都理工学院学报, 2000, 27(3): 312.

[9] 刘晓龙. 基于影像匹配接边纠正的数字正射影像的镶嵌技术[J]. 遥感学报, 2001, 3: 104.

[10] 曹建君,苗天宝,蔡喜琴,等. SPOT5卫星影像在退耕精确监测的应用研究[J]. 遥感技术与应用, 2004: 131.

[11] 杨武年, FRANOIS CAUNEAU, THIERRY RANCHIN, et al. 应用多种数据融合方法对多时相 SPOT图像处理提取三峡工程大坝区地面动态变化信息[J]. 物探化探计算技术, 2005, 27(3): 267.

[12] 蒋勇军,袁道先,谢世友. 典型岩溶农业区地下水质与土地利用变化分析~以云南小江流域为例[J]. 地理学报, 2006, 61(5): 471.

[13] 李天华,廖崇高,杨武年. 遥感数字图像处理关键技术及其在青藏高原机场建设工程中的应用[J]. 工程勘察, 2006, (12): 51.

作者简介:李 天华 (1961-), 男, 博士, 高级工程师, 研究方向:“3S”技术及应用。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

state of fractures, and could be used to analyze the extent of opening, connectedness, and the crashing extent of fractures. It can be made use of in exploration of groundwater, and describing of the fractures character. Combining with the geological data, it could accurately be the base of exploration of groundwater resource. Here, for the aim of groundwater-rich zones, radon-detection was applied in exploration of fracture groundwater resource in Qingyuan mountain in Quanzhou, east-southern China. And the results shown that there was two obvious faults named F1 and F2, with the direction of North-West-West and North-West in Qingyuan mountain. Combining with the geological data, F1 fault was engendered from orogeny, and F2 fault was original from invading of granitoids and tectonic activity, they were an ideal reserving space of groundwater. And the extending of the faults was 2.5 km ~ 3.0 km, water catchment area was more than 13 km^2 with 211×10^4 m^3 / a of precipitation recharge, the storage of fracture groundwater was about 5.1×10^8 m^3.

Key words: radon-detection; radon anomaly; groundwater

THE NEW AIRPORT SITE TESTING METHODS AND ENGINEERING GEOLOGY ANALYSIS BASED ON REMOTE SENSING AND GIS TECHNOLOGY

LI Tian-hua[1], YANG Wu-nian[2] (1. Prospect and Design Institute of Chengdu Military Air Force, Chengdu 610041, China; 2. Institute of RS and GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 79

In this paper, "3S" technologies (RS, GIS, GPS) are applied to the airport geological survey, based on modern remote sensing technique. The up-to-date remote sensing image as LANDSAT, ETM image (spatial resolution 15m), SPOT image (spatial resolution 2.5m) and QUICKBIRD image (spatial resolution 0.61m), etc were taken as the information source, and through the digital processing such as remote sensing image data fusion, the numeral mosaics, image enhancement. The orth-image map of different types, different bands and different resolutions are produced and the best images for airport Engineering Geology reconnaissance can be produced. Based on the remote sensing image enhancement processing, information extraction and GIS spatial analysis, we can interpret the geological structure and geological disaster with the tools of GPS. The method can be applied in the field such as to do geological construction trait analysis, the analysis of distribution of hidden rupture and active rupture, furthermore the hydro geological phenomena analysis as Karst funnel and bill-along. The data it got above can be taken as the foundation for the project geological survey of XIAOSHAO airport.

Key words: "3S" technologies; geological survey; airport selection; orthimage

MODELING METHODS OF DIGITAL ELEVATION MODEL FOR WATERWAY

ZENG Tao[1], YANG Wu-nian[1], LU Xin-ming[2], et al (1. Institute of RS and GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Guangzhou Zhengfangyuan Engineering Consulting Co., Ltd. Guangzhou, 510023, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 83

Based on the underwater terrain survey raw data obtained by GPS-RTK and depth sounder, the authors constructed a channel's digital elevation model in Dongguan city by VC + ObjectARX CAD redevelopment and discussed the precision and efficiency of Several ways in Grid DEM construction. We conclude that the linear interpolation based on TIN is the high-efficiency and high-precision approach of constructing underwater Gird DEM, especially in the undulating terrain.

Key words: digital waterway; underwater topographic survey; objectARX CAD+ VC; DEM interpolation

THE STUDY ON THE "3S" TECHNOLOGIES TO OPTMIZE GEOPHYSICAL MEASUREMENTS

CHEN Liang, PANG Qing-heng, CUI Zhi-qiang(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang Hebei 065000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 87

In the design phase of geophysical measurement, the main reference points selection and network arrangement is mainly based on the map of cartography. But these topographic maps were drawn from the 1970s and 1980s, and they may have changed a lot, such as the water level of a lake, the expansion of urban residential change, the geological hazards, etc. with the natural environment changes and human activities. With "3S" integration technologies getting to mature, the remote sensing image of geographical parameters can be used for correction of the map, and fully using the GIS technology optimize control net-

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net