

多类型遥感影像 在高原机场选址中的应用初探

李天华^{1,2}, 廖崇高², 杨武年¹, 谢春庆², 张 宁²

(1. 成都理工大学 遥感与 GIS 研究所, 成都 610059; 2. 成都军区 空军勘察设计院, 成都 610041)

摘要: 针对西藏山高路险、气候恶劣、人车无法到达等特点, 将遥感技术和三维可视化技术运用到工程地质勘探的前期工作中, 虚拟了各个拟选机场场址的高精度三维遥感动态模型, 完成了场区的构造地质、工程地质、环境地质的综合评价, 为工程技术人员从宏观把握拟选机场场址的工程地质概况提供了最直接的资料, 同时为宏观决策者(各级领导、工程负责人等)提供了很好的工程评价平台。

关键词: 遥感; 三维可视化技术; 图像解译; 高原机场

中图分类号: TP79; P642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)03-0220-04

0 引言

遥感图像具有多时相、多分辨率(空间分辨率和波谱分辨率)、多传感器等特点, 使其在我国的国民经济建设中发挥了重要作用。随着遥感图像分辨率的骤然提升, 如 IKONOS(分辨率可达 1 m)、QUICKBIRD(分辨率可达 60 cm)等米级或厘米级的遥感图像的问世, 使遥感技术的应用领域进一步扩大。基于遥感技术的快速、准确、宏观等优势及在区域地质调查、农作物估产及灾害评估、生态环境动态评价等领域的很好应用, 笔者针对青藏高原工程环境恶劣、地质条件复杂、各种资料缺乏的特点, 为缩短工程周期、节约工程经费, 在西藏阿里地区机场选址工作中引进了多类型遥感图像(包括 QUICKBIRD 和 ETM 等)。本文通过对拟选场址的遥感图像工程地质解译研究, 结合三维影像动态分析方法, 完成了场区构造地质、工程地质、环境地质综合评价, 为机场选址提供了科学依据, 同时为高原地区工程地质勘探提供了新的思路和方法。

1 拟选场区遥感图像处理及三维可视化影像制作

根据课题需要, 订购了新一代陆地卫星(Land-

sat-7) ETM 图像(1999 年 10 月接收)(多光谱图像分辨率为 30 m, 全色波段图像分辨率为 15 m)和 QUICKBIRD 图像(2003 年 3 月 26 日接收), 各类遥感图像有关参数见表 1。而这些高分辨率的图像要得到很好的利用, 还得根据具体工程项目的需要进行遥感图像处理(包括标准片处理和专题片处理), 图像处理结果的好坏会直接影响图像解译的精度和质量^[1]。所谓标准片处理是指用于区域性地质解译的基础图像, 要求图像清晰, 反映的内容丰富, 色度、对比度等都必须鲜明。专题片处理则是为了某种特定目的而设计的专门处理方法来增强图像某一方面细节信息, 从而达到详细解译的目的。因此, 在进行遥感图像解译之前必须选择适当的图像处理方法, 对原始的遥感图像进行增强处理, 制作出高质量的遥感图像^[2-5]。在遥感图像处理及高精度遥感正射影像地图制作基础上, 进行遥感图像三维可视化影像动态分析。高精度的三维遥感影像动画系列图对于宏观观察者(如领导干部、项目决策者等)而言, 其实际效果相当于乘坐在飞行器上进行航空路线观察; 对于遥感图像解译者(区调工作人员)而言, 高精度的三维影像动画系列图提供了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^[6-8]。其制作过程如下:

(1) 遥感影像增强处理。为了使制作的遥感三维可视化影像更好地为区域地质调查服务, 在三维

可视化制作之前,应根据不同的目的和地质工作人员的需求对数字正射遥感影像做适当的增强处理,如直方图均衡化、线性拉伸、彩色增强等。本次遥感图像处理包括了 TM 图像(1 景)和 4 个场区 QUICKBIRD 图像增强处理。

(2)DEM 生成。数字高程模型(DEM)是必不可少数据源。DEM 生成过程中,根据三维可视化的精度要求来确定其采样间距。一般来讲,间距越小,DEM 的精度越高。本次 DEM 采样间距根据不同的图像及 DEM 的数据来源采用不同的间距。

(3)三维可视化飞行的参数。三维可视化飞行参数的好坏直接影响三维可视化影像图的质量。参数的设置要根据正射影像自身的数据量和分辨率而定,同时还要参考项目组的具体要求。常用参数包括航高、时速、夸大系数、屏幕大小、视角设置及背景效果等。

(4)飞行路线选取。飞行路线的选取要根据地质工作人员的需要进行,选取的路线应尽可能地覆盖研究区;根据研究区的地质构造复杂程度进行有针对性的飞行路线部署,对地质构造复杂地区应适当从不同角度、不同侧面进行飞行路线布置。

(5)三维可视化产品输出。本次完成了拟选场区的 ETM 图像及 4 个场址的 QUICKBIRD 图像的三维可视化制作及存储工作。

表 1 拟选场区遥感图像数据表

Table 1 The lists of remote sensing data in aerodrome			
卫星名称	波段数	分辨率(m)	质量情况
QUICKBIRD	全波段 多光谱	0. 61	除沟谷有少量积雪,总体质量很好,满足工程需要
		2. 44	
Landsat- 7	Band1- 5、7	30	在冈底斯山和阿依拉山的山顶附近有冰雪覆盖,无噪声。图像质量较好
	Band 6	60	
	Band 8	15	

2 拟选场区遥感图像解译

工程地质解译的基本思路:首先利用 TM 图像进行标准片处理,而后完成场区及周边环境的区域地质解译,然后根据工程地质需要,进行局部地区的 TM 图像专题片处理,进而对场区附近的工程地质构造进行详细解译。在此基础上,利用分辨率达 60 cm 的 QUICKBID 图像完成场区及附近的工程地质

解译工作。解译成果将直接为场区及周边环境的工程地质条件及场地稳定性评价提供地质资料,为各级领导及工程负责人等提供场区概况,为工程经费的预算等提供重要依据。

遥感图像解译过程主要分为室内初步解译、野外实地调查验证解译结果、进一步全面系统地详细地质解译^[1]。其方法以目视解译为主,同时配以计算机处理,二者紧密结合,使解译质量和精度尽可能地提高,从而提取所需的遥感信息。解译过程中主要参考前人资料及野外实地勘察资料。遥感地质信息提取是在研究区的正射遥感影像基础上进行的,采用人机交互式解译方法。遥感图像的解译标志一般分为直接解译标志和间接解译标志。直接解译标志中最基本要素是色调和图型,色调反映影像的物理性质,图型反映影像的几何特性。而间接解译标志则是通过与之有联系的其他地物在影像上反映出来的特征推断地物或地质体的属性。随着现代计算机技术、遥感图像处理技术的发展,对遥感图像的解译技术和方法都在不断地改进,逐渐从 2 维平面解译模式向 2. 5 维和 3 维空间立体模型遥感解译模式转化(图 1,图 2)。遥感地质解译原则包括宏观原则和先易后难、循序渐进原则。

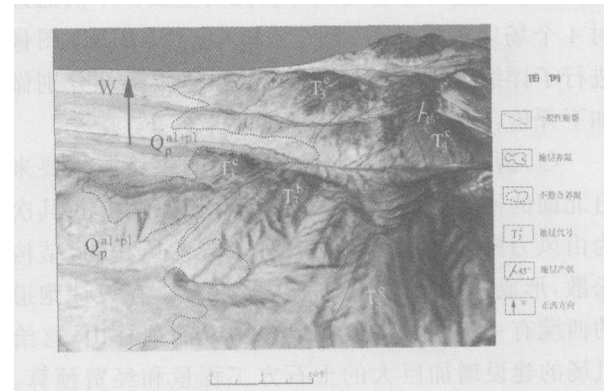


图 1 遥感图像三维可视化地质解译图模型

Fig. 1 The interpreted 3- dimensionally visualized RS image model

在本次解译过程中,以 TM741 图像作为基础用图,对研究区及周边环境的区域地质构造、岩性特征等进行解译,利用 QUICKBIRD 图像作为专题片,重点完成阿里机场 4 个场址的详细解译,并取得了良好效果。

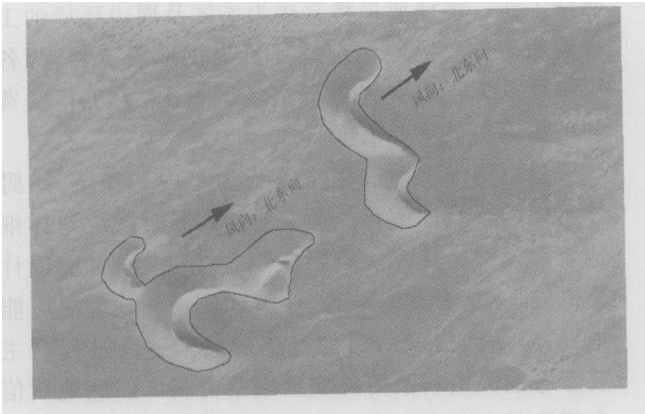


图 2 利用 QUICKBIRD 图像进行风向判译
Fig. 2 The QUICKBIRD images interpreted wind orientation

3 场区工程地质条件分析

对拟选场址的工程地质综合评价关系到机场建设的资金投入、场地的稳定性以及机场建成后对当地的经济、交通、旅游等是否有实质性的好处^[9-11]。因此,在机场建设过程前期阶段,利用现代高新技术对拟选场址进行综合地质评价尤为重要。本次通过对 4 个场区的遥感 TM 图像和 QUICKBIRD 图像进行了详细解译后,对场区的工程地质条件分别做如下评价:

(1) 狮泉河场址。该场址地层的供给源主要来自北面的冲、洪积物,结构较松散,分布不均匀;其次为由风力搬运作用而来的各种成分的风积物,结构松散,形成 NE-SW 向的新月形沙丘。在设计跑道的西端有一座海拔高度约 5 000 m 的独柱山,这给机场的建设增加巨大的土石方工程量和经费预算。通过遥感图像可以看出,在场区北侧的山脚下分布着规模不等的泥石流冲沟。从其影像可以判断,尽管该地区有形成泥石流的物源及地形条件,但结合前人的资料调查表明,该场址附近不具备有大的搬运力,因此,近年来没有新的泥石流形成,对机场建设不会构成大的威胁。在场区的东侧还分布有 NW 向区域性断裂带,但根据遥感影像和前人资料可以得知,该断裂带在近代没有明显活动,对场址不会带来危害。场址及附近规模不等的由西南向东北方向迁移的移动型沙丘将会对狮泉河场址的建设和维护带来较大危害。

(2) 古凝村场址。场区地层结构松散,物质来源主要为噶尔河上游的河流冲积物及南侧阿依拉山形成的冲洪积物,并在场区及附近形成规模不等的冲洪积扇群。通过遥感解译发现,该场址位于阿依拉山断裂带的北东侧,并处于噶尔断裂带上,场区设计跑道均分布在噶尔断裂带的西南侧约 1 km 处,基本和断裂带的走向平行。由于这 2 条断裂带在第四纪以来未有活动的痕迹,因此对古凝村场址的建设等不会有太大威胁。从遥感图像上可以看出,在场区南侧的阿依拉山脚下发育有数条泥石流冲沟,形成的冲洪积扇相互叠加,这些泥石流冲洪积物的影响范围已经扩散到古凝村场区。遥感图像上的新鲜色调和纹理及实地调查可以证明,这些泥石流从古至今一直在不断地活动,这对场区的建设和运行期间的工程维护有很大影响,也可能引起灾难性的后果。同时在阿依拉山山顶和山腰上堆积有冰碛物,当有诱发性因素(如暴雨、地震等)的作用,可能会形成更大的泥石流或残坡积物等地质灾害,直接对该场区带来严重后果。

(3) 噶尔昆沙场址。该场址位于噶尔断裂带和阿依拉山断裂带之间。在设计跑道一线没有断裂的分布,因此断裂对该场区构成的威胁甚小。从遥感图像上可以了解到,该场区主要出露的地层为高含水量的中、细、粉砂,结构松散,呈现深黑色、白色、浅蓝色等色调。在该场区内,遥感图像上呈现浅灰色、灰白色的为盐碱地。由于该地基极不均匀,承载力较低,变形大,不能满足机场地基的要求,如果要进行地基处理将需要投入大量的资金。在靠近阿依拉山一侧发育有规模不等的泥石流,但距离场区较远,对场区不构成威胁。据调查,当地为湿地保护区,同时生存有国家保护禽类。如果要在该区进行机场建设将会对当地自然生态环境带来不利影响。

(4) 索麦场址。该场区位于噶尔断裂带的西南侧,但由于该断裂带第四纪全新世以来没有明显活动,所以对场区不会造成很大的影响。该场区设计的跑道位于断裂带西南面,距离噶尔断裂带 500~2 000 m。尽管在场区两侧分布有规模不等的泥石流冲沟,但从遥感影像上可见,这些泥石流总体规模不大,在阿依拉山一侧,泥石流冲沟在山脚附近受地形和阿依拉山断裂带等因素的影响,泥石流的延伸方向主要向西北方向发展。这些泥石流冲沟主要以单体的形式存在,并在近期内没有活动,对场区的建设和维护的危害不大;在冈底斯山一侧,由于受到物源的限制,泥石流延伸不大,并在宽阔的平原地带形

成平坦的平原地貌,对索麦场址也不会构成大的威胁。结合遥感三维立体影像可以看出,在阿依拉山一带没有较厚的积雪和冰积物存在,因此不会有太大的诱发性的地质灾害发生。

4 结论

(1) 将多类型的遥感图像综合运用到高原机场选址工作中,特别是高精度的遥感图像 QUICK-BIRD(分辨率可达 60 cm)的运用,大大提高了工程地质解译精度。

(2) 针对西藏山高路险、气候恶劣、人车无法到达等特点,将遥感技术和三维可视化技术运用到工程地质勘探的前期工作中,虚拟了各个拟选机场场址的高精度三维遥感动态模型,为工程技术人员从宏观把握拟选机场场址的工程地质概况提供了最直接的资料,同时为宏观决策者(各级领导、工程负责人等)提供了很好的工程评价平台。

(3) 利用遥感技术、遥感图像三维可视化动态解译,结合现场工程地质勘探手段,快速、准确地选取了阿里地区拟建机场场址,并得到自治区政府及同行专家的认可,为高原机场选址提供了新的技术手段和方法。

参考文献:

- [1] 丰茂森. 遥感图像数字处理[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [2] 杨文久, 刘心季. 不同时相遥感图像的镶嵌技术[J]. 国土资源遥感, 1994, (2): 46-52.
- [3] 杨武年, 丁纯勤, 王大可, 等. TM 正射遥感影像地图在四川南江地区区调研究及成矿预测中的应用[J]. 地球科学, 1998, 23(3): 188-192.
- [4] Burt P J, Adelson E H. A multiresolution Spline With Application to Image Mosaic[J]. ACM Trans. On Graphics, 1983, 2(4): 38-52.
- [5] 廖崇高, 杨武年, 濮国梁, 等. 不同融合方法在区域地质调查中的应用[J]. 成都理工大学学报, 2003, 30(2): 1-5.
- [6] 杨武年, 廖崇高, 濮国梁, 等. 3S 技术在数字区域地质调查中的应用[J]. 物探化探计算技术, 2002, (增刊).
- [7] 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, 2002, 22(1): 61-64.
- [8] 濮国梁, 杨武年, 徐凌, 等. 数字区调新技术新方法—RS-OrthoMapper 系统研制开发[A]. 地理空间信息技术与应用—中国科协 2002 年学术年会测绘论文集[C]. 成都: 成都地图出版社, 2002. 388-392.
- [9] 李刚. 浅谈民用机场的选址方法[J]. 机场建设, 2002, (2): 5-7.
- [10] 徐德欣. 西南地区机场土石方工程试验的应用研究[J]. 机场建设, 2002, (2): 15-17.
- [11] 王智远. 西藏地区民用航空机场场址选择的探讨[J]. 机场建设, 2002, (2): 3-4.

DISCUSSION ON APPLICATION OF DIVERSE REMOTE SENSING IMAGES IN CHOOSING LOCATION OF ALTIPLANO AERODROME

LI Tian-hua^{1,2}, LIAO Chong-gao², YANG Wu-nian¹, XIE Chun-qing², ZHANG Ning²

(1. Institute of RS & GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Prospect and Design Institute of Chengdu Military Command Air Force, Chengdu 610041, China)

Abstract: Because of high mountains and hilly roads and severe climate in Tibet, it is very hard to make the traditionally and regionally geological survey. Based on remote sensing technology and 3D visualizing technology and the simulated 3D visualizing RS dynamic models of the planned airport sites the paper synthetically evaluated tectonic geology, engineering geology and environment geology providing direct geological data for the engineers and technicians and a good appraisalment platform for the macro policy-maker.

Key Words: remote sensing, 3D visualizing technology, image-interpretation, Altiplano aerodrome