

# HJ-1A/B 星 CCD 多光谱遥感数据 特征评价及应用研究

任平<sup>1</sup>, 杨存建<sup>1,2</sup>, 周介铭<sup>1</sup>

(1. 四川师范大学西南土地资源评价与监测教育部重点实验室, 四川 成都 610066;

2. 四川师范大学遥感与 GIS 应用研究中心, 四川 成都 610066)

**摘要:**我国现有的风云系列卫星、资源卫星及海洋卫星都可实现多种性能的对地观测,在灾害与环境监测方面发挥了很好的作用。然而,面对复杂多样的自然灾害及环境问题,这些卫星却都难以完全满足灾害和环境监测与预报所需的分辨率、时间分辨率和光谱分辨率以及全天候的要求。主要对环境与灾害监测预报小卫星 A、B(HJ-1A/B)星多光谱遥感数据进行了质量评价,提取数据特征,以便为该数据的推广应用提供参考。

**关键词:**光谱;特征评价;信息提取

**中图分类号:**TP 79 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-0323(2010)01-0138-05

## 1 引言

目前,遥感技术已形成多星种、多传感器、多分辨率共同发展的局面。遥感卫星包括资源卫星、环境卫星、海洋卫星、气象卫星等,所获取的遥感信息在空间和时间信息方面构成很好的互补关系。遥感技术在资源与环境研究和测量任务中扮演着越来越重要的角色<sup>[1]</sup>。

我国现有的风云系列卫星、资源卫星及海洋卫星都可实现多种性能的对地观测,在灾害与环境监测方面发挥了很好的作用。然而,面对复杂多样的自然灾害及环境问题,这些卫星却都难以完全满足灾害和环境监测与预报所需的分辨率、时间分辨率和光谱分辨率以及全天候的要求<sup>[2]</sup>。2008年5·12汶川大地震中,在快速全面掌握灾情,部署救灾工作的过程中,在关灾害与环境监测方面,这一问题较为明显地显现出来。要解决这一问题,尽快建成环境与灾害监测预报卫星系统势在必行。

环境与灾害监测预报小卫星 A、B(HJ-1A/B)星是我国“环境与灾害监测预报小卫星星座”3颗卫星中的两颗光学卫星。该星座的主要任务是对自然

灾害、生态破坏、环境污染进行大范围、全天候、全天时的动态监测,对灾害和生态环境的发展变化趋势进行预测,对灾情和环境质量进行快速和科学评估,提高灾害和环境信息的观测、采集、传送和处理能力,为紧急救援、灾后救助及恢复重建和环境保护工作提供科学依据。本文主要对环境卫星的无云区子图像数据特征进行了评价,以便为该数据的推广应用提供参考。

## 2 实验数据与区域

### 2.1 HJ-1 星座光学卫星的基本参数设置

环境与灾害监测预报小卫星星座由两颗光学小卫星(HJ-1A, HJ-1B)和一颗合成孔径雷达小卫星(HJ-1C)构成。其中 HJ-1A 和 HJ-1B 均采用准太阳同步圆轨道,轨道高度为 649.093 km,相位为 180°。这两颗光学小卫星上均装有两台宽覆盖多光谱可见光相机(简称 CCD 相机),此外, HJ-1A 装有一台超光谱成像仪, HJ-1B 装有一台红外扫描仪<sup>[3]</sup>。

CCD 相机重访周期为 96 h(HJ-1A 和 HJ-1B 组网后为 48 h),空间分辨率为 30 m,单台 CCD 相机幅宽为 360 km(两台为 710 km),共 4 个波段,波

收稿日期:2009-06-28;修订日期:2009-11-11

基金项目:国家自然科学基金项目(40771144),国家“863”计划项目(2009AA12Z124),四川省教育厅自然科学基金项目(07ZB071),四川省科技厅软科学项目(2008ZR0051)。

作者简介:任平(1978—),男,博士,主要从事 RS 与 GIS 在土地评价中应用,资源与环境经济学等方面研究。

E-mail: pren121680@126.com。

谱范围为 0.43~0.9  $\mu\text{m}$ 。

超光谱成像仪通过 $\pm 30^\circ$ 侧摆实现了对全球重复观测,重访周期为 96 h,空间分辨率为 100 m,幅宽大于 50 km,共 115 个波段,波谱范围为 0.459~0.956  $\mu\text{m}$ 。

红外扫描仪重访周期为 96 h,其空间分辨率在热红外波段为 300 m,在其余波段均为 150 m,幅宽为 720 km,共 4 个波段,波谱范围为 0.75~12.5  $\mu\text{m}$ <sup>[4]</sup>。

**2.2 卫星传感器波段设置及应用领域**

卫星传感器波段设置及主要应用领域如表 1<sup>[5]</sup>所示。

表 1 传感器波段参数及应用表

Table 1 The parameters and application form of the sensor wave band

传感器	通道	波长/ $\mu\text{m}$	主要应用领域	
CCD 相机	蓝	0.43~0.52	水体	
	绿	0.52~0.60	植被	
	红	0.63~0.69	叶绿素、水中悬浮泥沙、陆地	
	近红外	0.76~0.90	植物识别、水陆边界、土壤湿度	
红外扫描仪	近红外	0.75~1.10	水陆边界定位、植被及农业估产、土地利用调查	
	短波红外	1.55~1.75	作物长势、土壤分类、区分雪和云	
	中红外	3.50~3.90	高温热辐射差异、夜间成像	
	热红外	10.5~12.5	常温热辐射差异、夜间成像	
超光谱成像仪	可见光	0.459~0.726(B1~B88)	自然资源及环境调查	物体识别和信息提取
	近红外	0.726~0.956(B89~B115)	植被、大气	能力强

2.3 试验区域

本次评价所选取的实验区域为四川省阿坝州境内,云相对较少的一幅子影像,其影像大小为 1 081  $\times$  1 019。成像时间为 2008 年 10 月 6 日。

3 数据评价

3.1 直方图分析

对子图像的各个波段进行灰度统计,并制作如

图 1~4 所示的直方图。

波段 1 的子图像的像元平均亮度值为 19,中值为 18,标准差为 4.7,最小值为 9,最大值为 133。从图 1 可以看出,其灰度值主要分布在 13~35 之间。其主要灰度动态范围为 22,该动态范围不大。

波段 2 的子图像的像元平均亮度值为 14.5,中值为 14,标准差为 4.8,最小值为 3,最大值为 116。从图 2 可以看出,其灰度值主要分布在 5~32 之间。

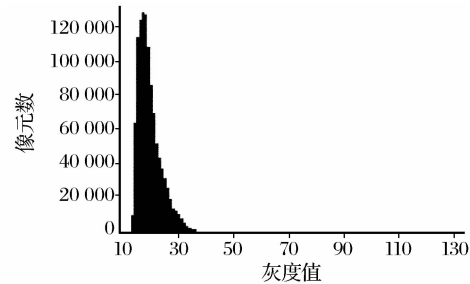


图 1 波段 1 的直方图

Fig. 1 The histogram of wave band 1

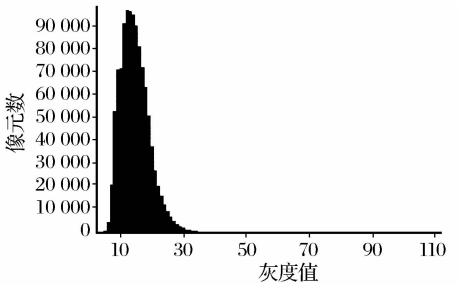


图 2 波段 2 的直方图

Fig. 2 The histogram of wave band 2

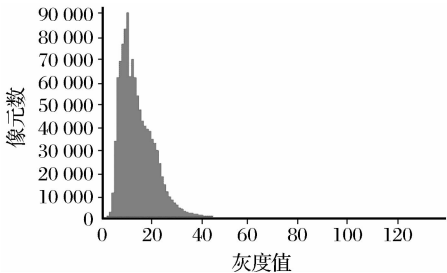


图 3 波段 3 的直方图

Fig. 3 The histogram of wave band 3

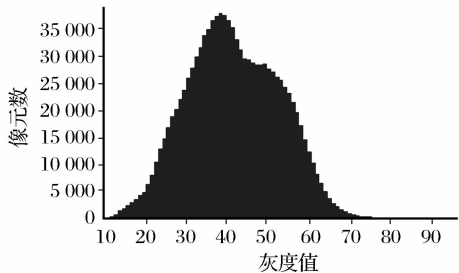


图 4 波段 4 的直方图

Fig. 4 The histogram of wave band 4

其主要灰度动态范围为 27,该动态范围不大。

波段 3 的子图像的像元平均亮度值为 13.9,中值为 12,标准差为 7.0,最小值为 0,最大值为 138。从图 3 可以看出,其灰度值主要分布在 3 和 40 之间,其主要灰度动态范围为 37,该动态范围比波段 1 和 2 大。波段 4 的子图像的像元平均亮度值为 41.2,中值为 41,标准差为 11.2,最小值为 9,最大值为 96。从图 4 可以看出,其灰度值主要分布在 12 和 71 之间,其主要灰度动态范围为 59,在 4 个波段中,该波段的动态范围最大。

按标准差由高到低,各波段的排序为波段 4、3、2、1。按其动态范围由高到低,各波段的排序为波段 4、3、2、1。其信息量由高到低的排序为波段 4、3、2、1。

3.2 波段间的相关性分析

在大量的遥感图像数据处理中发现,遥感图像的波段之间具有较强的线性相关性,尤其相邻波段的线性相关性非常强。波段数据之间这种强线性相关性正是遥感多光谱数据的重要特点之一<sup>[6]</sup>。

对子图像进行各波段的相关性分析<sup>[7]</sup>,公式如下:

$$R_{kl} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ijk} - u_k)(x_{jil} - u_l)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ijk} - u_k)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{jil} - u_l)^2}}$$

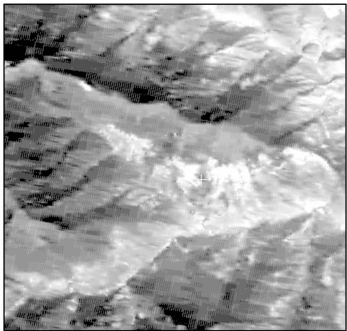


图 5 波段 1 的图像  
Fig. 5 The images of wave band 1

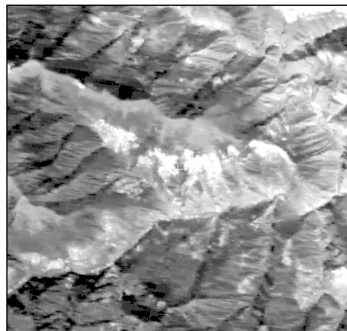


图 7 波段 3 的图像  
Fig. 7 The images of wave band 3

其中: $R_{kl}$  为  $k$  波段与  $l$  波段间的相关系数, $V_{ijl}$  为  $l$  波段图像中第  $i$  行、第  $j$  列的像元亮度值, $u_l$  为  $l$  波段的均值。

按照公式计算,各波段之间相关性结果如表 2 所示。

从表 2 中可以看出,波段 4 与波段 1、2、3 的相关系数均比较低。而波段 2 与波段 3 的相关系数最高,为 0.95。其次是波段 1 和波段 2。再次,就是波段 1 和波段 3。就波段组合而言,最佳波段组合应为 4、3、1。

表 2 各波段间的相关系数  
Table 2 The correlation coefficients among different band images

波段	1	2	3	4
1	1.00			
2	0.92	1.00		
3	0.90	0.95	1.00	
4	0.31	0.51	0.42	1.00

3.3 数据质量分析

利用线性拉伸对各波段进行处理<sup>[8]</sup>,其处理后的图像如图 5~图 8。

从图 5 到图 8 可以看出,波段 1 到波段 3 都存在着条纹噪声污染,尤其是波段 1、2 相对严重。波



图 6 波段 2 的图像  
Fig. 6 The images of wave band 2

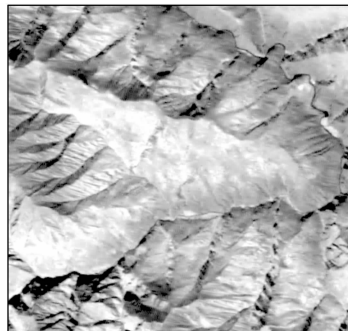


图 8 波段 4 的图像  
Fig. 8 The images of wave band 4

段 4 无条纹噪声污染,图像质量相对较好。在 4 个波段中分别选取 3 个波段进行彩色合成,其结果如图 9~图 12。

在以上合成方案中,波段 1、3、4 分别赋予蓝、绿、红(134GBR)的合成效果最好。其次,是

124GBR 和 432RGB,而 123BGR 合成的效果不好。在 134GBR 的合成中,地形地貌、森林、灌木林、草地、河流、农田等都较为清楚,可以通过目视判读出来,该数据可以广泛应用于国土和森林资源的宏观调查及其动态监测。

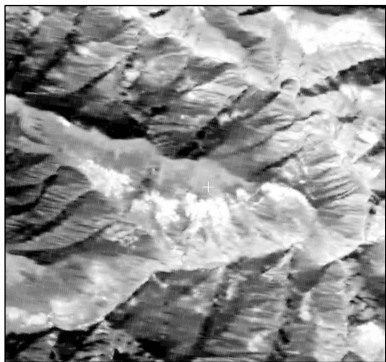


图 9 123BGR 合成图

Fig. 9 The composition graph of 123BGR

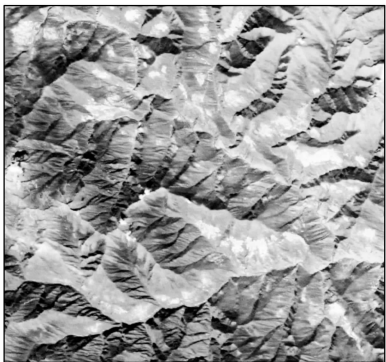


图 10 432RGB 合成图

Fig. 10 The composition graph of 432RGB

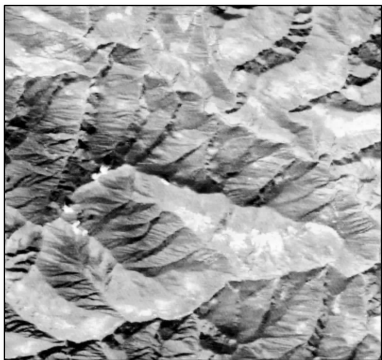


图 11 124GBR 合成图

Fig. 11 The composition graph of 124GBR



图 12 134GBR 合成图

Fig. 12 The composition graph of 134GBR

4 结 语

通过对四川省阿坝州境内 HJ-1-A、B 星 CCD 遥感数据质量的评价分析,结果表明:

(1) 就标准差和信息量而言,由高到低,各波段的排序为波段 4、3、2、1。除波段 4 外,其它波段的灰度动态范围相对较低;其信息量由高到低的排序为波段 4、3、2、1。

(2) 就波段间的相关性分析,波段 4 与波段 1、2、3 的相关系数均比较低。而波段 2 与波段 3 的相关系数最高,为 0.95。其次是波段 1 和波段 2。再次,是波段 1 和波段 3。就波段组合而言,最佳波段组合应为 4、3、1。波段 1 到波段 3 都存在着条纹噪声污染,尤其,波段 1、2 相对严重。波段 4 无条纹噪声污染,图像质量相对较好。波段 1、3、4 分别赋予蓝、绿、红(134GBR)的合成效果最好,地形地貌、森

林、灌木林、草地、河流、农田等在该合成影像上较为清楚,比较容易判读出来。

(3) 以上分析表明,HJ-1-A、B 星多光谱遥感数据在国土利用变化及调查、森林资源调查、生态环境变化及灾害动态监测的光谱特征识别与提取研究方面,具有广泛的应用潜力,但由于西南地区多云多雨多雾天气的影响,影像的辐射特性尚需进一步提高,以便更好地为地球资源调查、环境及灾害监测研究提供高质量的遥感数据。

遥感技术将在社会经济可持续发展过程中的资源环境研究领域日益发挥重要的作用<sup>[9]</sup>。随着我国的信息化和数字化建设进一步加快,国家资源环境综合信息预警能力正在进一步加紧建设,特别需要通过遥感技术获取的客观、快速、全面的资源环境信息,遥感技术在我国建设事业、科学研究中有着极大的应用潜力和前景。

**致谢:**本次研究中所用中国资源卫星遥感数据由中国资源卫星应用中心提供,在此表示衷心的感谢!

#### 参考文献:

- [1] Zhang Zengxiang. Remote Sensing Technology Used in Resource and Environment Monitoring in China[J]. China Water Resources, 2001, (11): 52-54. [张增祥. 我国资源环境遥感监测技术及其进展[J]. 中国水利, 2001, (11): 52-54.]
- [2] Li Xiaowen. Retrospect, Prospect and Innovation in Quantitative Remote Sensing [J]. Journal of Henan University(Nature Science), 2005, 35(4): 49-56. [李小文. 定量遥感的发展与创新[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2005, 35(4): 49-56.]
- [3] Department of Environmental Protection Environmental Satellite Center Preparatory Office. The Introduction of HJ-1A/B Satellite Data Receiving[Z]. 2008. [环境保护部环境卫星中心筹备办公室. “环境一号”A/B 卫星数据接收情况介绍[Z]. 2008.]
- [4] Li Chuanrong, Jia Yuanyuan, Hu Jian, *et al.* The Potential Application of HJ-1 Optical Satellites[J]. Science and Technology Review, 2008, 26(13): 57. [李传荣, 贾媛媛, 胡坚, 等. HJ-1 光学卫星应用潜力[J]. 科技导报, 2008, 26(13): 57.]
- [5] Li Chuanrong, Jia Yuanyuan, Hu Jian, *et al.* An Analysis of the Prospects of HJ-1 Optical Remote Sensing Application[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2008, 9(3): 45-46. [李传荣, 贾媛媛, 胡坚, 等. HJ-1 光学卫星遥感应用前景分析[J]. 国土资源遥感, 2008, 9(3): 45-46.]
- [6] Li Zhiyong, Yu Wenxian, Kuang Gangyao, *et al.* The Research of Anomaly Detection Based on High-dimensional Geometrical Feature in Hyperspectral Imagery[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2003, 18(6): 379-383. [李智勇, 郁文贤, 匡纲要, 等. 基于高维几何特征的高光谱异常检测算法研究[J]. 遥感技术与应用, 2003, 18(6): 379-383.]
- [7] Yang Cunjian, Yang Jianxiang, He Rong, *et al.* Correlation Analysis of the Hyper-spectrum Images in Different Band in Tenchong County of Yunnan Province[J]. Geography and Geo-Information Science, 2008, 24(6): 18-21. [杨存建, 杨建祥, 贺容, 等. 腾冲县高光谱各波段间的相关性分析[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(6): 18-21.]
- [8] Yang Cunjian, Yang Jianxiang, Li Chunyan, *et al.* Analysis of the Spectrum Feature of Different Vegetable in Tenchong County of Yunnan Province[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2008, 23(6): 639-641. [杨存建, 杨建祥, 李春燕, 等. 云南省腾冲县森林植被及树种光谱特征的初步分析[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(6): 639-641.]
- [9] Yang Zhehai, Han Jianfeng, Gong Dapeng, *et al.* The Development and Application of Hyperspectral-Remote Sensing Technology[J]. Hydrographic Surveying and Charting, 2003, 23(6): 55-58. [杨哲海, 韩建峰, 宫大鹏, 等. 高光谱遥感技术的发展与应用[J]. 海洋测绘, 2003, 23(6): 55-58.]

## The Evaluation and Application Study on CCD Multi-spectral Remote Sensing Data Characteristics of HJ-1A/B Satellites

REN Ping<sup>1</sup>, YANG Cun-jian<sup>1,2</sup>, ZHOU Jie-ming<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Land Resources Evaluation and Monitoring in Southwest (Sichuan Normal University), Ministry of Education, Chengdu 610066, China;

2. The Research Center of RS&GIS Applications, Sichuan Normal University, Chengdu 610066, China)

**Abstract:** China's current series of satellites, such as FY satellites, resources satellites and oceanographic satellites can all achieve a variety of earth observation performance; they had played a very important role in disaster and environmental monitoring. However, in the face of complex and diverse natural disasters and environmental issues, these satellites are difficult to fully meet the requirements of the spatial resolution, temporal resolution and spectral resolution in the disaster and environmental monitoring and prediction, so does the all-weather requirement. For the small satellites A, B (HJ-1A/B), which work on environment and disaster monitoring and forecasting, the paper makes assessment on data quality of the multi-spectral remote sensing data, then extracts the data features, and is aimed to provide a reference on its use and extension.

**Key words:** Spectrum; Characteristics evaluation; Information extraction