

科学出版社  
出版  
中国地理学会环境遥感分会  
中国科学院遥感应用研究所  
主办

JOURNAL OF  
REMOTE  
SENSING

遥感学报

2012年 Vol.16 第16卷 增刊

ISSN 1007-4619 CN11-3841/TP CODEN YXAUAB

## “天绘一号” 卫星专刊



多光谱影像



高分辨率影像



融合后的影像

# 遥感学报

Yaogan Xuebao

第 16 卷 增刊 2012 年

## 目 次

序言 .....	(1)
<b>院士特邀</b>	
“天绘一号”卫星工程建设与应用..... 王任享, 胡莘, 王新义, 杨俊峰	(2)
<b>综述</b>	
无地面控制点条件下卫星摄影测量的发展与现状..... 尹明, 李晓燕	(6)
“天绘一号”传输型摄影测量与遥感卫星..... 李松明, 李岩, 李劲东	(10)
<b>相机技术</b>	
测绘用离轴三反光学系统技术..... 郭疆, 刘金国, 王国良, 朱磊, 龚大鹏, 齐洪宇	(17)
“天绘一号”卫星在轨辐射定标方法..... 黄红莲, 易维宁, 乔延利, 杜丽丽	(22)
多光谱相机基于灰阶靶标的在轨绝对辐射定标..... ..... 陈洪耀, 李胜利, 司孝龙, 李晶, 徐伟伟, 王戟翔, 杨俊峰, 张黎明, 沈政国	(28)
“天绘一号”卫星测绘相机在轨几何定标..... 李晶, 王蓉, 朱雷鸣, 黄海乐	(35)
<b>卫星技术</b>	
“天绘一号”卫星在轨性能评估..... 李岩, 陶志刚, 李松明, 郭志胜, 史简, 高翠东	(40)
测绘卫星的姿态控制技术..... 王新民, 刘洁, 李洽, 张屹峰, 董筠	(48)
GPS高精度校时在卫星控制系统中的应用..... 李洽, 程砾瑜, 曹海宁, 李鹤, 董筠, 李松明	(52)
星传感器在轨测量误差分析..... 霍德聪, 黄琳, 李岩, 陶志刚, 李松明	(57)
“天绘一号”卫星热控设计及飞行验证..... 刘伟, 杨沪宁	(61)
数传通道遥测数据处理方法研究..... 李敬博, 马楠, 任光杰	(66)
“天绘一号”卫星镉镍蓄电池组及其在轨性能介绍..... 李焱, 谢守楹, 乔学荣, 郑智勇, 杨德智	(70)
“天绘一号”卫星星务分系统研究与实现..... 史简, 宋智, 李国军	(74)
<b>地面处理技术</b>	
“天绘一号”卫星地面应用系统设计与实现..... 胡莘, 王新义, 杨俊峰	(78)
“天绘一号”卫星三线阵影像条带式区域网平差..... 张永军, 郑茂腾, 王新义, 黄心蕙	(84)
“天绘一号”卫星星传感器精度分析..... 王兴涛, 李迎春, 李晓燕	(90)
“天绘一号”01星立体影像定位精度检测..... 付勇, 邹松柏, 刘会安	(94)
特征与错位拟合的CCD图像无缝拼接..... 王昱, 胡国军, 龙辉, 张廷涛	(98)
基于GeoSOT网络的“天绘一号”卫星影像数据组织..... 李世忠, 宋树华, 程承旗, 耿忠	(102)
“天绘一号”卫星基于摄影任务的轨道维持策略..... 冯宁, 元朝鹏, 官轶松, 黄显安, 邢坤	(108)
“天绘一号”卫星无地面控制点EFP多功能光束法平差..... 王建荣, 王任享	(112)

# JOURNAL OF REMOTE SENSING

(Vol.16 Sup 2012)

## CONTENTS

### Academician's note

The construction and application of Mapping Satellite-1 engineering .....  
..... *WANG Renxiang, HU Xin, WANG Xinyi, YANG Junfeng* (5)

### Review

Development and present situation of satellite photogrammetry without control points ..... *YIN Ming, LI Xiaoyan* (9)

Mapping Satellite-1 transmission type photogrammetric and remote sensing satellite ..... *LI Songming, LI Yan, LI Jindong* (16)

### Technology of camera

Technology of off-axis TMA aerospace mapping camera .....  
..... *GUO Jiang, LIU Jinguo, WANG Guoliang, ZHU Lei, GONG Dapeng, QI Hongyu* (21)

On orbit radiometric calibration for Mapping Satellite-1 sensor .....  
..... *HUANG Honglian, YI Weining, QIAO Yanli, DU Lili* (27)

Multispectral imager vicarious radiometric calibration based on gray-scale tarps ..... *CHEN Hongyao, LI Shengli, SI Xiaolong, LI Jing, XU Weiwei, WANG Jixiang, YANG Junfeng, ZHANG Liming, SHEN Zhengguo* (34)

In-flight geometric calibration for Mapping Satellite-1 surveying and mapping camera .....  
..... *LI Jing, WANG Rong, ZHU Leiming, HUANG Haile* (39)

### Technology of satellite

Mapping Satellite-1 in-orbit performance evaluation .....  
..... *LI Yan, TAO Zhigang, LI Songming, GUO Zhisheng, SHI Jian, GAO Cuidong* (47)

Attitude control technology of mapping satellite .....  
..... *WANG Xinmin, LIU Jie, LI Han, ZHANG Yifeng, DONG Jun* (51)

Usage of high accuracy GPS time calibration in satellite onboard control system .....  
..... *LI Han, CHENG Liyu, CAO Haining, LI He, DONG Jun, LI Songming* (56)

An analytical method of star tracker measurement errors .....  
..... *HUO Decong, HUANG Lin, LI Yan, TAO Zhigang, LI Songming* (60)

Mapping Satellite-1 thermal design and flight validation ..... *LIU Wei, YANG Huning* (65)

Processing on telemetry data of data transmission channel ..... *LI Jingbo, MA Nan, REN Guangjie* (69)

The introduction of Ni-Cd battery of Mapping Satellite-1 and its on-orbit performance .....  
..... *LI Yao, XIE Shouyun, QIAO Xuerong, ZHENG Zhiyong, YANG Dezhi* (73)

Implementation of Mapping Satellite-1's house keeping system ..... *SHI Jian, SONG Zhi, LI Guojun* (77)

### Ground processing technology

Design and implementation of ground application system for Mapping Satellite-1 .....  
..... *HU Xin, WANG Xinyi, Yang Junfeng* (83)

Strip-based bundle adjustment of Mapping Satellite-1 three-line array imagery .....  
..... *ZHANG Yongjun, ZHENG Maoteng, WANG Xinyi, HUANG Xinhui* (89)

Mapping Satellite-1 star sensor accuracy analysis ..... *WANG Xingtao, LI Yingchun, LI Xiaoyan* (93)

Evaluation of the location accuracy of the Mapping Satellite-1 stereo image ..... *FU Yong, ZOU Songbai, LIU Hui'an* (97)

CCD image seamless mosaic on characteristic and dislocation fitting .....  
..... *WANG Yu, HU Guojun, LONG Hui, ZHANG Tingtao* (101)

Mapping Satellite-1 remote sensing data organization based on GeoSOT .....  
..... *LI Shizhong, SONG Shuhua, CHENG Chengqi, GENG Zhong* (107)

Strategy of Mapping Satellite-1 orbit maintenance based on photographic mission .....  
..... *FENG Ning, YUAN Zhaopeng, GONG Yisong, HUANG Xian'an, XING Kun* (111)

EFP multi-functional bundle adjustment of Mapping Satellite-1 without ground control points .....  
..... *WANG Jianrong, WANG Renxiang* (115)

# “天绘一号”卫星无地面控制点EFP多功能光束法平差

王建荣<sup>1,2</sup>, 王任享<sup>2</sup>

1. 长安大学, 陕西 西安 710054;
2. 西安测绘研究所, 陕西 西安 710054

**摘要:** 无地面控制点卫星摄影测量是实现全球测绘的有效手段。实现无地面控制点摄影测量主要途径包括: 一是卫星姿态稳定度达到 $1 \times 10^{-6}$ (°/s); 二是高精度的姿态测定系统; 三是摄影测量光束法平差处理。以往受制于技术等因素, 实现无地面控制点摄影测量只能依靠摄影测量光束法平差技术。“天绘一号”卫星研发了集相机在轨标定、全三线交会光束法平差、角元素低频误差补偿及偏流角效应改正为一体的EFP多功能光束法平差技术, 并通过“天绘一号”卫星影像数据对该技术进行了验证。实验结果表明: 无地面控制点定位精度达到10.3 m/5.7 m(平面/高程), 满足测制1:5万比例尺地形图精度要求。

**关键词:** 卫星摄影测量, 无地面控制点定位, 光束法平差, EFP

**中图分类号:** P235 **文献标志码:** A

**引用格式:** 王建荣, 王任享. 2012. “天绘一号”卫星无地面控制点EFP多功能光束法平差. 遥感学报, 16(增刊): 112-115  
Wang J R and Wang R X. 2012. EFP multi-functional bundle adjustment of Mapping Satellite-1 without ground control points. Journal of Remote Sensing, 16(增刊): 112-115

## 1 引言

随着航天技术和光学技术的发展, 高分辨率光学遥感卫星发展迅速, 尤其是1999年IKONOS卫星成功发射, 高分辨率卫星成为人们关注和追求的目标。尽管分辨率达到1 m, 其无地面控制点定位精度12 m/8 m(平面/高程), 仍无法满足测制1:5万比例尺地形图等高距20 m对高程误差6 m的要求(Light, 1990)。因此, 高分辨率影像未必高精度定位。

无地面控制点高精度定位精度, 受多方面因素影响。若姿态测定系统获取较高精度的外方位角元素时, 可不需作光束法平差直接前方交会, 即可获得较高定位精度(王任享和胡莘, 2004), 这也是2007年以前美国3个分辨率1 m或优于1 m的卫星尽管影像分辨率很高, 但无地面控制点定位高程精度均在8 m或更大的原因。2007年以后, 测姿系统采用新的体制(高

精度星敏+高精度激光陀螺), 无控制目标定位平面与高程均可大幅提高到(3—4 m)/3 m(平面/高程)。

德国学者Hofmann首先提出通过定向片法光束法平差, 可降低对卫星姿态稳定度的要求, 并实现无地面控制点摄影测量。但定向片原理应用于MOMS-02/D2、MOMS-2P的模拟计算(Ebner 等, 1991), 发现航线模型有大的系统变形, 特别在高程方向带有波浪形的系统误差, 原因归结于卫星摄影测量宽高比太小造成的, 因而定向片法光束法平差要求有数排地面控制点或精度不太高的DEM参与平差, 才能达到工程目标。

“天绘一号”卫星的工程目标是实现无地面控制点摄影测量, 受制于现有技术和硬件条件, 在定姿精度满足2”的条件下, 直接利用定轨定姿数据进行无控制点目标定位与测图, 无法满足测制1:5万比例尺地形图高程精度6 m的精度指标要求。为此, “天绘一

收稿日期: 2012-08-11; 修订日期: 2012-11-09

第一作者简介: 王建荣(1975—), 男, 博士研究生, 现从事卫星摄影测量的理论和工程应用研究, 已发表论文30余篇。E-mail: jianrongwang@sina.com。

号”卫星提出了LMCCD立体测绘相机设计思路及多功能的光束法平差方法。在1A级影像和1B级影像生产工序之间,进行EFP多功能光束法平差,实现无地面控制点高精度定位。

## 2 EFP多功能光束法平差

EFP光束法平差是中国学者提出用于三线阵CCD影像光束法平差的理论和方法(王任享,2006),经过长期的实验和研究,已发展成集摄影参数在轨标定、全三线交会平差、角元素低频误差补偿及偏流角效应改正为一体的EFP多功能光束法平差。

### 2.1 摄影参数在轨标定

在卫星摄影测量中,由于航天相机在发射和在轨运行过程中,受卫星发射的振动、长时间飞行中温度的变化的影响,航天相机的摄影参数会发生变化。在有地面控制点的卫星摄影测量中,相机摄影参数影响的摄影测量误差,大部分可以在应用地面控制点处理时得到控制。但无地面控制点的卫星摄影测量中,摄影参数变化须采用在轨几何标定加以改正。因此,相机摄影参数在轨标定是无地面控制条件下提高定位精度的关键环节。

三线阵CCD相机摄影参数标定是将变化了的3个相机重组为等效框幅相机,标定的数学模型是按框幅相片原理,利用外方位元素观测值和地面点坐标解算内方位元素值。标定参数包括3个相机主距、主点坐标以及星地相机3个角元素转换参数的附加改正值(本文简称星地相机夹角改正数),共12个参数,其中只有11个独立待解参数,另外加航线模型绝对定向7个未知数,标定的空中三角测量有18个待解参数,有6个分布合理的地面控制点便可答解。本系统在研制过程中针对LMCCD影像的成像特点,以三线阵立体影像为基础,以小面阵影像为框架,采用等效框幅式影像构网的思想,建立了LMCCD影像进行EFP光束法平差技术,实现对摄影测量参数高精度的在轨标定。

### 2.2 全三线交会区光束法平差

德国的定向片法和本文EFP法都有一个共同的缺点,即平差计算只能计算图1中1—3段内的外方位元素,如果地面段只有两条基线(前视或后视与正视相

机摄影中心的距离),则地面点中只有点B有三线交会,其余均为两线交会,两线交会比三线交会高程精度要低一倍。其实点A和点C也有三线可交会,如果也列入三线交会,则外方位计算要从0—4,其中0—1和3—4参数要从远离摄影地面段220 km以外起算,这两段参数的平差计算条件较差,对此未见相关文献。

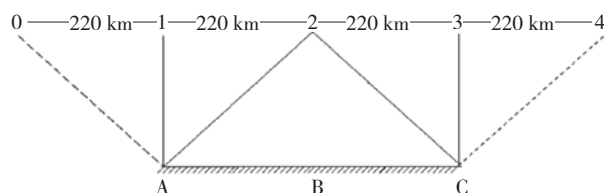


图1 两条基线地面段交会

实际卫星对地球摄影,由于云的影响,存在大量很短的航线,需要计算图1中0—1、3—4段的外方位元素,而构成的短航线立体模型应没有大的系统误差。本文方法的特点是:由于平差解算几何条件太差,要通过特殊功能的反复迭代解算的光束法平差,能对角元素高频误差对平差结果的影响削弱约0.6的因子,并且模型点上下视差很小。

### 2.3 外方位角元素低频误差补偿技术

星敏测定的姿态角(转换后成为摄影测量用的外方位角)方位元素( $\varphi$ 、 $\omega$ 、 $\kappa$ )的随机误差含低频和高频两类,一般只注意高频误差对高程精度的影响,通常低频误差要靠地面控制点予以控制,但无地面控制点测量中,必须采取平差的途径解决(王任享等,2011)。

根据 $\varphi$ 、 $k$ 的低频误差对上下视差的影响规律,利用影像自身特点,在光束法平差中通过对上下视差的迭代计算,消除角元素低频误差对目标定位精度的影响。

### 2.4 偏流角效应改正技术

由于地球自转,三线阵相机在不同摄影时刻(如图2中后面、中央、前面)对同一地面点摄取的影像,恢复立体模型时不相交于一个点,原理上讲,前面相机的后视光线应旋转一个角度,使摄到点A的右边点(实际地面点A在前面相机时刻应对准的位置),而后相机前视光线应旋转一个角度,使前视光线对准点A左边的点。

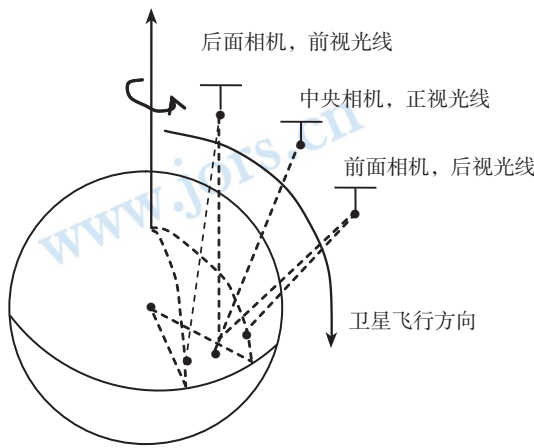


图2 偏流角问题示意图

理论上，中央相机绕光轴旋转一个角度，可以近似达到目的。中央相机的旋转角(偏流角)，按其在地球上的纬度来计算，但这个角度与前面、后面相机(纬度不同)光线应旋转角值不严格相等，所以残留的差值在恢复立体模型时将出现上下视差。在光束法平差中造成同一地面点的前、正、后三线阵CCD影像不相交于一点，为消除其影响，导致了正视与前、后视前方交会的高程值不等，将影响后续工序摄影测量处理，在EFP光束法平差中必须消除偏流角改正措施理论上的不严格性。

### 3 试验分析

#### 3.1 摄影参数标定

“天绘一号”卫星在黑龙江省和吉林省建立一个100 km × 600 km范围的数字化试验场，用于相机摄影参数标定。根据影像获取情况，截止2011年底，“天绘一号”卫星01星共成功进行了4次系统标定，标定结果见表1所示。

表1 在轨标定与出厂标定较差值

摄影日期	主距/ $\mu\text{m}$			相机交会角 变化值/( $^{\circ}$ )	星地相机夹角 变化值/( $^{\circ}$ )		
	dfl	dfv	dfr		$\delta\phi$	$\delta\omega$	$\delta k$
2010-10-12	2	-1	1	12.9	-19.8	-66.1	-22.5
2011-03-03	2	-2	0	9.4	-23.2	-67.3	-20.7
2011-04-03	2	-1	0	9.5	-25.7	-69.3	-29.8
2011-10-07	1	-1	1	8.3	-21.6	-66.5	-30.2
平均	2	-2	1	10.5	-22.3	-67.3	-25.8

注：dfl：前视相机主距；dfv：正视相机主距；dfr：后视相机主距； $\delta\phi$ ：俯仰角； $\delta\omega$ ：横滚角； $\delta k$ ：偏航角

从表1列出的均值可看出：相机主距与出厂标定值变化较小，都在 $\mu\text{m}$ 级，前、后视相机夹角变化约在 $3''$ 之内；星地相机夹角改正数与均值之差达到 $4''$ – $5''$ 。将4次标定值的均值用于后续多个检测场的精度检测，检查点均无明显的系统误差，表明标定方法正确。根据01星两年多的运行，进行了6次标定，其结果与上述情况相当，表示卫星运转正常，同时进一步验证了标定方法的可靠性。

#### 3.2 无地面控制点定位精度

为了全面检测“天绘一号”卫星的几何精度，根据摄影覆盖情况，在中国选定黑龙江、新疆及安徽等多个地面检测场。并进行实地全野外GPS测量，用于无地面控制点条件下的定位精度统计。检测场情况如表2所示。

表2 试验场地形情况

实验场名称	地形	高差/m	范围大小/km
黑龙江检测场	丘陵	100—500	315 × 60
新疆检测场	高山地	1000—3500	270 × 60
北京山东检测场	平地	0—50	360 × 60
安徽检测场	平地	0—50	315 × 60
黑龙江吉林检测场	丘陵	50—200	495 × 60

定位精度检测的基本流程：利用星上获取的姿态和轨道数据，对三线阵影像进行无地面控制点EFP多功能光束法平差，精确解算摄影时刻的外方位元素；在此基础上，进行有理多项式系数(RPC)参数求解，形成标准格式的1B级卫星影像产品；利用商业软件进行基于RPC直接前方交会，计算地面点坐标，通过与野外实测坐标进行比较，分析无地面控制点条件下定位精度。同时进行了EFP多功能光束法平差前的定位精度试验，统计结果如表3所示。

表3 EFP多功能平差前后无地面控制点定位精度误差统计

检测场名	EFP多功能平差前均方根 误差 RMS/m					EFP多功能平差后 RMS/m					检查点 数量
	$\mu_x$	$\mu_y$	$\mu_z$	$\mu_p$	$\mu_{xyz}$	$\mu_x$	$\mu_y$	$\mu_z$	$\mu_p$	$\mu_{xyz}$	
黑龙江检测场	48.1	156.1	39.4	163.3	168.1	7.7	7.4	4.5	10.7	11.6	30
新疆检测场	38.6	150.6	37.9	155.4	160.1	6.7	8.9	4.0	11.1	11.8	30
北京山东检测场	49.3	156.5	37.0	164.1	168.2	5.9	6.9	7.2	8.9	11.4	30

续表

检测场名	EFP多功能平差前均方根误差 RMS/m					EFP多功能平差后 RMS/m					检查点数量
	$\mu_x$	$\mu_y$	$\mu_z$	$\mu_p$	$\mu_{xyz}$	$\mu_x$	$\mu_y$	$\mu_z$	$\mu_p$	$\mu_{xyz}$	
安徽检测场	59.2	159.7	35.9	170.3	174.1	7.2	8.8	5.4	11.4	12.6	12
黑龙江吉林检测场	61.5	160.1	32.0	171.5	174.5	5.9	7.2	7.4	9.3	11.9	12
5个区所有检查点统计	51.3	156.6	36.4	164.9	169.0	6.8	7.8	5.7	10.3	11.8	114

注： $\mu_x$ ：X方向的RMS； $\mu_y$ ：Y方向的RMS； $\mu_z$ ：高程方向的RMS； $\mu_p$ ：X、Y组成的平面RMS； $\mu_{xyz}$ ：空间的RMS

## 4 结 论

中国传输型测绘卫星，从最初科学研究到工程实现，经历了漫长的历程，最终利用国产相机、卫星和等级不高的星敏感器，建立了相机在轨标定、全三线交会平差、角元素低频误差补偿以及偏流角效应的处理等EFP多功能光束法平差理论和技术，

并将这些理论和技术运用于“天绘一号”卫星地面测绘处理系统中，使无地面控制点条件下目标定位精度平面10.3 m，高程5.7 m，实现了无地面控制点光学卫星摄影测量，其成果达到了美国SRTM精度指标([2011-11-08]http://www.jp1.nasa.gov/strm)的工程目标。

## 参考文献(References)

- Ebner H, Kornus W, Strunz G, Hofmann O, Muller F. 1991. A Simulation Study on Point Determination Using MOMS\_O2/D2 Imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(10): 1315-1320.
- Light, D. L. 1990. Characteristics of Remote Sensors for Mapping and Earth Science Applications. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 56(12): 1613-1623
- 王任享. 2006. 三线阵CCD影像卫星摄影测量原理. 北京: 测绘出版社
- 王任享, 胡莘. 2004. 无地面控制点卫星摄影测量难点. 测绘科学, 29(3)
- 王任享, 王建荣, 胡莘. 2011. 在轨卫星无地面控制点摄影测量探讨. 武汉大学学报: 信息科学版, 36(11): 1261-1264

# EFP multi-functional bundle adjustment of Mapping Satellite-1 without ground control points

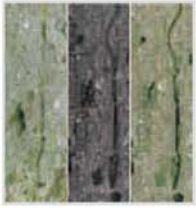
WANG Jianrong<sup>1,2</sup>, WANG Renxiang<sup>2</sup>

1. Chang'an University, Xi'an 710054, China;

2. Xi'an Institute of Surveying and Mapping, Xi'an 710054, China

**Abstract:** Satellite photogrammetry without ground control points is an efficient method for global mapping, which has three ways: the first is that the attitude stability of satellite attains  $1 \times 10^{-6} (^{\circ}/s)$ , the second is high-precision attitude mensuration system, and the third is photogrammetry bundle adjustment. Because of the limitation of techniques, the only way to realize the photogrammetry without ground control points is photogrammetry bundle adjustment. When the research of bundle adjustment abroad couldn't resolve the high-precision positioning without ground control points, we had developed the EFP (Equivalent Frame Photo) multi-functional bundle adjustment technique in Mapping Satellite-1 engineering, which included camera on-orbit calibration, bundle adjustment to whole three-lines intersection area, error compensation of attitude angle with low frequency and drift angle (yawing) effect processing. The technique was validated using Mapping Satellite-1 imagery datum. The results show that the positioning accuracy without ground control points had reached 10.3 m/5.7 m (plane/height), and met the precision requirement of mapping topographical map on a scale of 1:50000.

**Key words:** satellite photogrammetry, positioning without ground control points, bundle adjustment, equivalent frame photo



## 封面说明

About the Cover

“天绘一号”卫星获取的吉林省长春市影像数据

The image acquired by Mapping Satellite-1 for the city of Changchun, Jilin

“天绘一号”卫星是中国第一颗传输型立体测绘卫星。封面图片为“天绘一号”卫星获取的吉林省长春市影像数据，左图为红、绿、蓝、近红外4个波段的10 m分辨率多光谱影像，中间为2 m分辨率全色影像，右图为生成的融合影像。“天绘一号”卫星既能进行高精度地形地貌立体测绘，又能进行地物判绘、资源调查和遥感定量分析，可广泛应用于国土测绘、城市规划、农林普查、土地利用详查、水利电力、交通运输、灾害监测和矿产资源分析等领域。

The Mapping Satellite-1 is the first stereo mapping satellite of China. The cover shows the data captured by this Satellite for the city of Changchun, Jilin province, northern China. The left side is a multispectral image that consists of red, green, blue, and near infrared bands at 10 m resolution. The middle is panchromatic image with 2 m resolution, and the right shows the fusion image. These data are important for three dimensional topography and landform surveying and high precision mapping, object interpretation and editing, resources investigation and remote sensing quantitative analysis. They are also expected to play a significant role in national land surveying and mapping, city planning, agriculture and forests survey, land usage investigation, water reservation and electric power, transportation, disaster forecast and mineral resources analysis.

# 遥感学报

## JOURNAL OF REMOTE SENSING

YAOGAN XUEBAO (双月刊 1997年创刊)

第16卷 增刊 2012年12月26日

(Bimonthly, Started in 1997)

Vol.16 Sup December 26, 2012

主 管 中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办 中国科学院遥感应用研究所 中国地理学会环境遥感分会	Sponsored	by	Institute of Remote Sensing Applications, CAS. The Associate on Environment Remote Sensing of China
主 编 顾行发	Editor-in-Chief		GU Xing-fa
编 辑 《遥感学报》编委会 北京市安外大屯路中国科学院遥感应用研究所 邮编：100101 电话：86-10-64806643 http://www.jors.cn E-mail:jrs@irsa.ac.cn	Edited	by	Editorial Board of Journal of Remote Sensing Add: P.O.Box 9718, Beijing 100101, China Tel: 86-10-64806643 http://www.jors.cn E-mail: jrs@irsa.ac.cn
出 版 科 学 出 版 社	Published	by	Science Press
印刷装订 北京科信印刷有限公司	Printed	by	Beijing Kexin Printing Co. Ltd.
总 发 行 科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码：100717 电话：86-10-64017032 E-mail:sales_journal@mail.sciencep.com	Distributed	by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: 86-10-64017032 E-mail: sales_journal@mail.sciencep.com
国外发行 中国国际图书贸易总公司 北京 399 信箱 邮政编码：100044	Overseas distributed	by	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399, Beijing 100044, China

中国标准连续出版物号：ISSN 1007-4619  
CN 11-3841/TP  
CODEN YXAUAB

国内邮发代号：82-324

国外发行代号：BM 1002

定价：70.00元

ISSN 1007-4619

国内外公开发行

