

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

| | |
|---|-------|
| 序言 | (1) |
| 院士特邀 | |
| “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) |
| 综述 | |
| 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) |
| 相机技术 | |
| 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) |
| 卫星技术 | |
| “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) |
| 地面处理技术 | |
| “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”卫星工程建设与应用

王任享, 胡莘, 王新义, 杨俊峰

西安测绘研究所, 陕西 西安 710054

摘要: 概括“天绘一号”卫星工程的建设历程和卫星系统的使命任务; 介绍了卫星系统和相机载荷的能力与技术参数; 重点阐述了“天绘一号”卫星无地面控制条件下的摄影测量关键技术, 包括LMCCD相机体制、航天摄影测量相机参数在轨标定技术以及无地面控制点条件的三线阵EFP影像平差技术等运用, 通过工程实践, 达到了工程技术指标要求; 最后介绍数据应用情况, 提出“天绘一号”卫星的发展设想, 为了解“天绘一号”卫星工程提供了基本参考。

关键词: 卫星工程, 卫星系统, 影像产品, LMCCD相机, 相机在轨标定, 无地面控制点定位, “天绘一号”

中图分类号: P231 **文献标志码:** A

引用格式: 王任享, 胡莘, 王新义, 杨俊峰. 2012. “天绘一号”卫星工程建设与应用. 遥感学报, 16(增刊): 2-5
Wang R X, Hu X, Wang X Y and Yang J F. 2012. The construction and application of Mapping Satellite-1 engineering. Journal of Remote Sensing, 16(增刊): 2-5

1 引言

“天绘一号”卫星是中国首颗传输型立体测绘卫星, 采用了CAST2000小卫星平台, 一体化集成了三线阵、高分辨率和多光谱等3类5个相机载荷, 以及辅助摄影测量设备, 获取全球范围立体影像和彩色影像的目标。影像数据经过地面系统处理, 无地面控制点条件下, 在中国首次实现了与美国SRTM相对精度12 m/6 m(平面/高程1 σ)同等的技术水平。为完成中国基础测绘任务提供了可靠的数据源, 尤其对中国的高原、沙漠等无人区, 利用“天绘一号”卫星影像数据, 实施无地面控制条件下的1:5万比例尺的定位与测图, 优势突出。“天绘一号”卫星的成功发射, 使中国拥有了实时获取全球地理影像的自主手段, 摆脱了遥感测绘数据长期依赖国外商业卫星的被动局面, 标志着中国航天测绘事业迈入新的发展阶段。目前, “天绘一号”卫星影像成果在国防建设和国民经济中正在发挥着重大作用。

2 建设历程

20世纪80年代初, 笔者开始跟踪三线阵影像立体

摄影测量技术的发展, 并在其构像理论和影像处理等方面进行了相应的研究, 提出了等效框幅相片(EFP)光束法平差方案。

1996年由国家高技术研究发展计划(863计划)航天领域立项开展传输型三线阵CCD航天摄影测量相机的关键技术攻关, 开启了中国传输型摄影测量卫星的研究。通过项目研究, 成功建立了三线阵CCD相机摄影影像的数字摄影测量基本理论, 解决了在空间实验室条件下的三线阵相机光学、结构、标校和存储设计等关键技术, 解决了利用三线阵CCD影像重建外方位元素、自动采集DEM和自动生成正射影像产品等三线阵影像定位与立体测图关键技术, 成功进行了航空校飞试验, 处理了大量的影像资料, 验证了相机标定数值的可靠性、三线阵CCD影像摄影测量理论和处理软件的正确性以及三线阵CCD相机在空间应用中的可行性。

2000年开展了实验一号演示验证微小卫星航天工程研制, 2004年4月卫星成功发射, 这是中国首颗传输型摄影测量卫星。通过实验一号卫星的实际在轨飞行, 从技术体制上全面验证了传输型三线阵摄影测量卫星用于测绘的正确性和可行性, 为中国后续传输型三线阵摄影测量卫星的发展奠定了坚实的技术基础。

2005年开展了传输型三线阵摄影测量卫星型号星的论证工作。经过需求分析、指标论证以及初步方案设计和可行性论证等方面的工作,完成了《传输型三线阵摄影测量卫星使用要求和主要战术技术指标》的论证,以及有效载荷、卫星系统和地面应用系统的初步方案设计与可行性论证。

2006年开始“天绘一号”传输型立体测绘卫星工程研制,简称“天绘一号”卫星。经过4年研制建设,先后于2010年8月24日和2012年5月6日成功发射01、02星。目前,卫星运行良好,图像清晰,各项技术指标达到设计要求。

3 工程设计

3.1 系统任务

“天绘一号”卫星工程主要任务是快速获取3维立体影像、多光谱影像和高分辨率影像,通过地面处理,实现目标的快速精确3维定位,测制1:5万比例尺地形图,修测和更新1:2.5万比例尺地形图,向全球用户提供基础地理信息产品服务。

3.2 系统组成

“天绘一号”卫星工程由卫星、地面应用、运载火箭、发射场和测控5大系统组成,其中卫星系统和地面应用系统是完成工程任务的关键。卫星系统采用多载荷一体化对地观测技术,由3类相机载荷和平台组成,3类相机载荷包括2 m分辨率相机、5 m分辨率线阵混合配置三线阵立体测绘相机(LMCCD)和10 m分辨率4谱段(红、绿、蓝和近红外)多光谱相机,同步获取地球表面不同分辨率的黑白和彩色影像;卫星平台搭载高精度的GPS接收机和3台中等精度星敏感器设备,为实现无地面控制条件下的精确定位提供数据支撑。地面应用系统由任务规划、数据接收、数据预处理、数据管理服务、摄影参数与影像特性检测、控制定位与测图以及应急测绘保障等7个技术系统组成,主要承担卫星摄影计划的制定,卫星数据的接收、处理、管理和分发,以及卫星摄影参数与影像特性检测等任务,是卫星数据应用服务的主体系统。卫星载荷配置见图1所示。

3.3 系统能力

卫星的摄影覆盖宽度为60 km,可以无缝摄取全

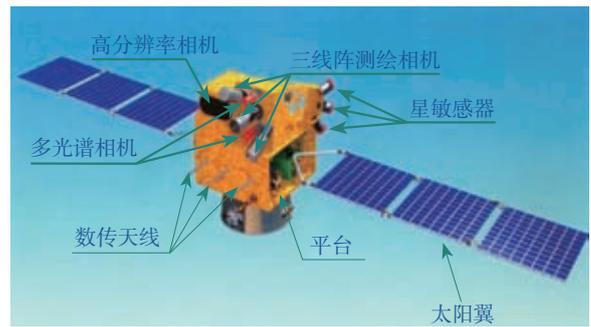


图1 卫星系统有效载荷配置

球南北纬80°之间区域的影像;可以获取2 m高分辨影像、5 m分辨率立体影像及10 m分辨率多光谱等3类影像数据,可生产0—3级卫星影像产品,生产1:5万比例尺地形图、数字影像地图以及数字高程图等测绘等产品。卫星、载荷以及影像产品的主要技术参数和定义分别见表1、表2及表3。

表1 “天绘一号”卫星主要技术参数

| 发射 | 时间 | 01星 | 2010-08-24 |
|---------|----------|----------------|------------|
| | | 02星 | 2012-05-06 |
| | 地点 | 中国酒泉卫星发射中心 | |
| 寿命 | 设计寿命 | 3 a | |
| | 类型 | 太阳同步回归轨道 | |
| 轨道 | 回归周期 | 58 d | |
| | 高度 | 500 k m | |
| | 倾角 | 97.4° | |
| | 降交点(地方时) | 13:30PM | |
| 数据存储与传输 | 固态存储器容量 | 128 G bits × 2 | |
| | 传输速率 | 190 M bps × 2 | |

表2 有效载荷主要技术参数

| LMCCD立体测绘相机主要参数 | |
|-----------------|---------------------------|
| 相机类型 | 三线阵CCD推扫式, 交会角为25° |
| 光谱范围 | 0.51—0.69 μm |
| 影像地面覆盖宽度 | 60 km |
| 影像地面像元分辨率 | 5 m |
| 系统调制传递函数 | ≥0.2(Nyquist 频率) |
| 信噪比 | ≥70(太阳高度角为30°, 地面反射率为0.3) |
| 影像灰度量位数 | 10 bits |
| 小面阵CCD数量 | 4 |
| 小面阵CCD有效像元 | 256 × 256 |
| 小面阵CCD地面像元分辨率 | 6 m |

续表

| 高分辨率相机主要参数 | |
|------------|---|
| 相机类型 | TDI CCD推扫式 |
| 光谱范围 | 0.51—0.69 μm |
| 影像地面覆盖宽度 | 60 km |
| 影像地面像元分辨率 | 2 m |
| 系统调制传递函数 | ≥ 0.2 (Nyquist 频率) |
| 信噪比 | ≥ 70 (太阳高度角为 30° , 地面反射率为0.3) |
| 影像灰度量化位数 | 8 bits |
| 多光谱相机主要参数 | |
| 相机类型 | CCD推扫式 |
| 波段数 | 4 |
| 光谱范围 | B1:0.43—0.52 μm |
| | B2:0.52—0.61 μm |
| | B3:0.61—0.69 μm |
| | B4:0.76—0.90 μm |
| 影像地面覆盖宽度 | 60 km |
| 影像地面像元分辨率 | 10 m |
| 系统调制传递函数 | ≥ 0.2 (Nyquist 频率) |
| 信噪比 | ≥ 70 (太阳高度角为 30° , 地面反射率为0.3) |
| 影像灰度量化位数 | 8 bits |

表3 卫星影像数据产品

| 级别 | 定义 |
|----|---|
| 0 | 经成像处理后形成的原始影像数据、元数据、辅助测量数据 |
| 1 | 1A 进行了辐射校正, 并提供辅助测量数据的影像产品 |
| | 1B 进行了辐射校正, 并提供立体测图定向数据的影像产品。立体测图定向数据支持外方位元素和RPC两种格式 |
| 2 | 经辐射校正, 并沿地图正北方向按规定的地图投影做系统几何校正的影像产品, 定位精度优于500 m |
| 3A | 经辐射校正, 并沿地图正北方向按规定的地图投影, 使用地面控制点做几何校正的影像产品, 定位精度优于50 m |
| 3 | 3B 由三线阵1B级卫星影像产品经过摄影测量处理形成的正射影像产品和参考DEM产品, 包括3B级影像数据、浏览图、拇指图、元数据; 参考DEM数据、元数据 |

4 技术内涵

1996年国家高技术研究发展计划(863计划)“三线阵CCD相机关键技术”启动后, 当时正面临国际上以光束法平差解决光学卫星无地面控制点摄影测量遭到严重挫折的局面, 德国学者在MOMS_O2/D2、MOMS-2P工程中(王任享, 2006, 2003)得出“光束法平差必须有数排控制点或精度不高的DEM参与, 才能达到工程指标, 不提倡无地面控制点”的结论,

加上国外对中国高技术限制销售, 市场上只能购买到等级不高的星敏感器, 中国传输型卫星无地面控制点摄影测量面临着极大困难。天绘团队力争在光束法平差途径上开拓自己的道路, 解决无地面控制点目标定位问题, 先后提出了LMCCD立体测绘相机设计思路及多功能的光束法平差方法。

4.1 LMCCD立体测绘相机

在卫星摄影条件下, 三线阵CCD相机提供了利用影像本身构建空中三角网的可能性, 可以进行光束法空中三角测量, 因而可以降低对卫星姿态稳定度的要求。但德国学者研究得出, 三线阵CCD影像光束法平差不能解决无地面控制点摄影测量问题。我们通过多方面地模拟实验和研究, 创造了LMCCD相机, 其影像进行EFP光束法平差, 可获得无系统变形的航线立体模型, 与星敏感器测定的角方位元素共同平差, 可以实现无地面控制点摄影测量。

4.2 航天摄影测量相机参数在轨标定

在卫星摄影测量中, 航天摄影相机由于卫星发射和在轨运行过程中受卫星发射的振动、长时间飞行中温度变化的影响, 几何参数会发生变化(Ebner 等, 1991)。在有地面控制点的卫星摄影测量中, 相机几何参数影响的摄影测量误差大部分可以利用地面控制点处理时消除。但在无地面控制点的卫星摄影测量中, 几何参数变化须采用在轨几何标定加以改正(Kornus 等, 1991)。相机几何参数在轨标定是实现无地面控制条件下提高影像空间定位精度的关键环节。

“天绘一号”卫星在轨标定特点是将发生变化的3个相机参数重组为等效框幅相机, 采用框幅相片的数学模型, 按照空中三角测量后方交会原理进行参数解算。即通常的空中三角测量是已知外方位元素和内方位元素解算地面点坐标, 而在轨标定是利用外方位元素观测值和地面点坐标解算内方位元素。

标定参数包括3个相机像主点坐标、3个相机主距以及星地相机3个角元素转换参数的附加改正数, 共12个, 其中11个为独立待解参数。利用LMCCD影像实施后方交会光束法平差, 航线模型没有系统变形, 绝对定向参数只有7个未知数, 所以在轨标定的空中三角测量共有18个待解参数, 理论上利用6个分布合理的地面控制点便可求解, 但实际应用了60个地面控制点以提高解的精度。

4.3 EFP多功能光束法平差软件

“天绘一号”卫星科研团队进行了EFP多功能光束法平差软件的研发与集成，其功能包括：

(1)EFP+LMCCD影像光束法平差

能获得模型点上下视差很小并且构建的空中三角航线模型无波浪形状的系统误差，具有显著的削弱角元素高频误差对平差结果影响的功能(王任享 等，2004)。

(2)全三线交会EFP光束法平差

全航线地面点基高比均为1，通过特殊功能的反复叠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。

(3)角元素低频误差补偿技术

能削弱卫星在其轨道上全球飞行摄影测量中，可能遇到测姿系统大的低频误差对目标定位精度的影响。

(4)偏流角效应改正

偏流角改正余差造成同一地面点的前视、正视、后视三线阵CCD影像不相交于一点，光束法平差中为消除其影响，造成了正视与前、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，多功能光束法平差软件具有消除该高程值不等的功能。

5 应用与发展

“天绘一号”在小卫星平台上搭载了多种传感器，总重量约1000 kg，性价比较高，实现了无地面控制点摄影测量，其成果可向全球用户提供服务。

5.1 “天绘一号”卫星数据应用

“天绘一号”卫星已具备了规模化生产的能力。

目前，已获取全球约4亿km²影像数据，有效覆盖了全球陆地面积约40%以上，其中中国陆地面积90%以上。生产了多类卫星影像产品、融合产品和地理信息产品，已先后为各类用户单位提供了约5千万km²影像产品服务保障。

5.2 “天绘一号”卫星发展与规划

“天绘一号”卫星将根据任务需求，长期在轨运行，其01星和02星按照两星组网模式运行，即隔天依次通过摄影区域上空，彼此摄影带可拼接，总覆盖宽度不小于100 km，拓展了影像覆盖宽度，加快了成图区域影像获取速度，对于提高摄影效率和测绘能力具有重要意义。在“天绘一号”卫星后续型号研制中，将考虑进一步提高星敏感器的定姿精度和GPS的定轨精度，提高影像数据量化位数，以及考虑降低数据的压缩比率等，从而进一步提高卫星影像的定位能力和影像质量。

参考文献(References)

- Ebner H, Kornus W, Strunz G, Hofmann O and Mueller F. 1991. Simulation Study on Point Determination Using MOMS_O2/D2 Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 57(10): 1315-1320
- Kornus W, Lehner M, Blechinger F, Putz E. 1996. Geometric calibration of the stereoscopic ccd-Linescanner MOMS-2P/ISPRS VOL. XXXI. Parat B1. Vienna 90-96
- 王任享, 胡莘, 杨俊峰, 王新义. 2004. 卫星摄影测量LMCCD相机的建议. *测绘学报*, 33(2): 116-120
- 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. 2003. 卫星三线阵CCD影像光束法平差研究. *武汉大学学报. 信息科学版*, 28(4): 379-385

The construction and application of Mapping Satellite-1 engineering

WANG Renxiang, HU Xin, WANG Xinyi, YANG Junfeng

Xi'an Research Institute of Surveying and Mapping, Xi'an 710054, China

Abstract: This paper briefly introduces the development of Mapping satellite-1 engineering construction and the mission of satellite system, detailed introduces the ability of satellite system and camera load; mainly expounds the key technologies and problems of photogrammetry about Mapping satellite-1 without ground control points. Including LMCCD camera, on-orbit calibration for camera parameters of space photogrammetry, adjustment for three-line array EFP images without ground control point, etc, reached and exceeded the engineering index requirement by the engineering practice; introduces the application situation of Mapping satellite-1, and puts forward development ideas about this satellite. It can give basic reference for the Mapping satellite-1 engineering.

Key words: satellite engineering, satellite system, image product, LMCCD camera, on-orbit calibration for camera, position without ground control point, Mapping satellite-1



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

