

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)
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”卫星镉镍蓄电池组及其在轨性能介绍

李焱, 谢守韞, 乔学荣, 郑智勇, 杨德智

中国电子科技集团公司第十八研究所 第六研究室, 天津 300384

摘要: 介绍了“天绘一号”卫星镉镍蓄电池组的组成、技术指标和工作原理, 以及地面测试情况和在轨性能。根据地面试验和在轨表现, 对镉镍蓄电池组的寿命进行预测, 并对镉镍蓄电池组在轨管理提出建议。

关键词: 镉镍蓄电池组, 在轨运行

中图分类号: TP701 **文献标志码:** A

引用格式: 李焱, 谢守韞, 乔学荣, 郑智勇, 杨德智. 2012. “天绘一号”卫星镉镍蓄电池组及其在轨性能介绍. 遥感学报, 16(增刊): 70-73

Li Y, Xie S Y, Qiao X R, Zheng Z Y and Yang D Z. 2012. The introduction of Ni-Cd battery of Mapping Satellite-1 and its on-orbit performance. Journal of Remote Sensing, 16(增刊): 70-73

1 引言

“天绘一号”卫星主要用于科学研究、国土资源普查、地图测绘等诸多领域的科学试验任务, 为中国基础地理信息系统的建设、维护和更新提供数据源, 满足国家测绘保障和国土资源调查的需求。卫星获取的遥感信息和试验结果将对中国科学研究和国民经济建设起到积极促进作用。

2 功能与性能

“天绘一号”卫星镉镍蓄电池组功能: 卫星在光照区由太阳能电池阵对镉镍蓄电池组充电, 以电量计为主、V/T为辅控制充电。卫星进入地影区时, 由蓄电池组为星上仪器供电。在光照区出现峰值功率时, 由太阳能电池阵和镉镍蓄电池组进行联合供电。镉镍蓄电池组电原理图如图1所示。每只单体电池跨接BH2-60/70保护二极管组件, 防止单体电池内部开路导致整组电池的失效。

“天绘一号”卫星镉镍蓄电池组主要技术指标见表1。

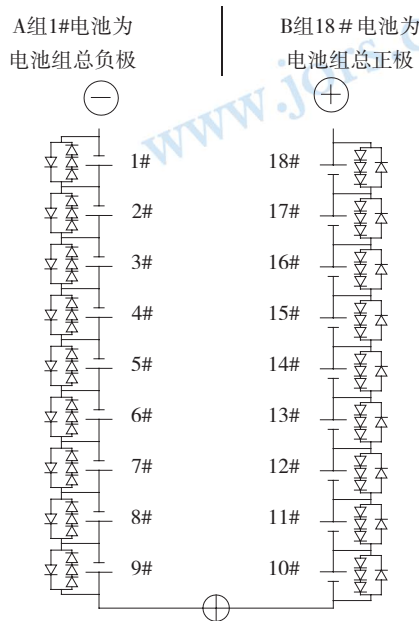


图1 镉镍蓄电池组电原理图

表1 “天绘一号”卫星镉镍蓄电池组主要技术指标

技术要求	技术指标
容量/Ah	≥55
电池组重量/kg	18.3 ± 0.3
最大外形尺寸/mm ³	353 × 270 × 175
绝缘电阻	电池壳-端板 ≥ 10 MΩ; 插件接点-插件外壳 ≥ 10 MΩ
充电控制	电量计为主, V/T曲线热备份
充放比	0.9—1.1

收稿日期: 2012-08-05; 修订日期: 2012-11-13

第一作者简介: 李焱(1980—), 男, 工程师, 主要研究方向为空间镉镍蓄电池的性能。E-mail: Ly_rxy@sina.com。

3 设计

“天绘一号”卫星选用18GNF155镉镍蓄电池组作为储能电源,采用55 Ah单体蓄电池,由18只单体电池串联,分为2个物理模块,每模块由9只单体电池串联组成。

3.1 工艺

镉镍蓄电池组单体电池为全密封碱性蓄电池,极板为全烧结式,采用陶瓷-金属极柱密封技术。其电极容量为正限制,过量的负极活性物质用于吸收充电后期生成的氧气,确保电池的密封性。

3.2 结构

电池组结构采用框架设计,由左、右端板、中端板及6根钛合金拉杆紧固而成。电池组的力学性能满足飞行任务需要。

3.3 热设计

蓄电池组表面喷涂高辐射率热控涂层;单体电池之间通过导热板实现相互之间温度均衡,控制单体电池之间温差小于3℃;单体电池底部粘贴加热带,有效确保蓄电池组工作温度。

3.4 单体电池有效防开路

为防止因蓄电池组个别单体电池开路故障导致电池组失效,每个单体电池正负极间均装有二极管保护组件。

4 地面测试结果

镉镍蓄电池组循环寿命为不可测参数,单体电池生产完成后,抽样进行地面循环寿命试验,验证镉镍蓄电池组在轨使用寿命。

测试设备:Arbin电池性能测试设备及配套计算机、冰柜。

试验制度:温度为4—7℃以下,27.5 A放电16.5 Ah(30%放电深度DOD(Depth of discharge),放电电压下限1.0 V),18 A充电13.2 Ah(充电电压上限1.48 V),9 A充电3.55—3.7 Ah(充电电压上限1.55 V),暂停2 min。

55 Ah单体电池30%DOD地面循环寿命试验放电

终压曲线见图2。

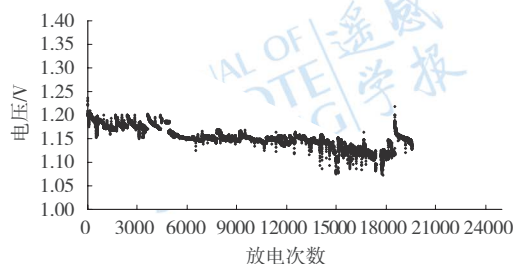


图2 55 Ah电池循环寿命试验放电终压曲线

2012年6月,按30%DOD进行的低轨道镉镍蓄电池组寿命试验已进行20000余次,单体电池放电终压大于1.10 V(少数数据点低于1.10 V与设备状态有关),更多数据有待积累。地面循环寿命试验表明55 Ah镉镍电池能够满足“天绘一号”卫星3年寿命的使用要求。

5 在轨性能分析

5.1 充放电终止电压

“天绘一号”卫星(01星)镉镍蓄电池组已在轨工作2年多,完成充放电次数11200次以上,放电终压21.3—22.0 V,单体电池放电终压1.18—1.22 V,单体电池平均放电电压在1.25 V左右。在轨两年期间电池组充电终压及放电终压如图3、图4所示(截取不同时期蓄电池组24 h遥测数据)。

图3、图4电压曲线表明,电池组充电终压略有上升,放电终压略有下降,但仍处于较好的电压平台上。完成3年寿命后可以通过调整V/T曲线和增加电量计充放电比增加电池的荷电量,从而有效抬升电池组放电电压。

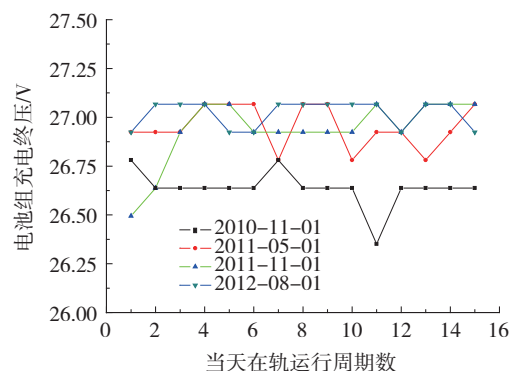


图3 “天绘一号”卫星镉镍蓄电池组在轨充电终压曲线

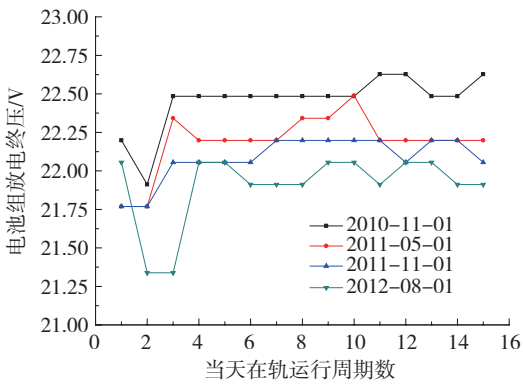


图4 “天绘一号”卫星镉镍蓄电池组在轨放电终压曲线

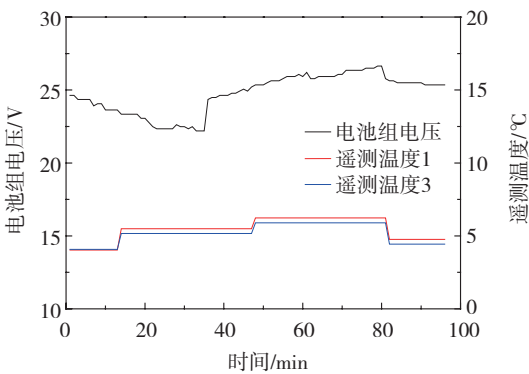
5.2 电池组温度

卫星在轨运行初期(2010-09-01)蓄电池组4个测温点平均温度分别为5.83℃、6.53℃、5.77—5.90℃，在轨运行两年期间蓄电池组温度在3.5—8.0℃范围内，满足最佳设计温度要求，温控良好，两模块间(遥测温度1，遥测温度3)温差小于0.5℃，如表2所示。

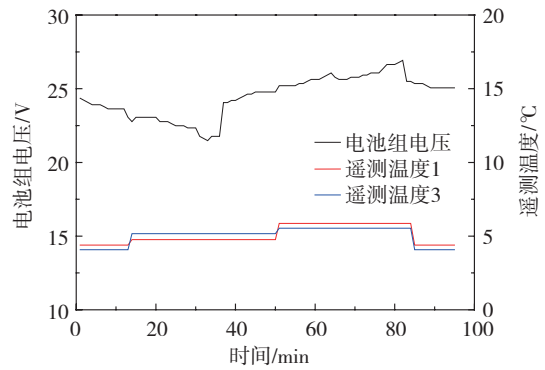
表2 “天绘一号”卫星镉镍蓄电池组温度

日期	遥测温度1/℃			遥测温度3/℃		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低
2010-11-01	4.86	6.60	3.67	4.90	5.90	3.71
2011-02-01	4.86	6.60	3.67	4.84	6.27	3.71
2011-05-01	4.89	6.60	4.03	4.83	6.27	3.71
2011-08-01	4.92	6.23	3.67	4.82	6.27	3.71
2011-11-01	4.98	6.23	3.67	4.89	6.27	3.71
2012-02-01	4.97	6.60	3.67	4.94	6.64	3.71
2012-05-01	4.91	6.60	3.67	4.94	6.64	3.71
2011-08-01	4.87	6.23	3.67	4.82	6.27	3.71

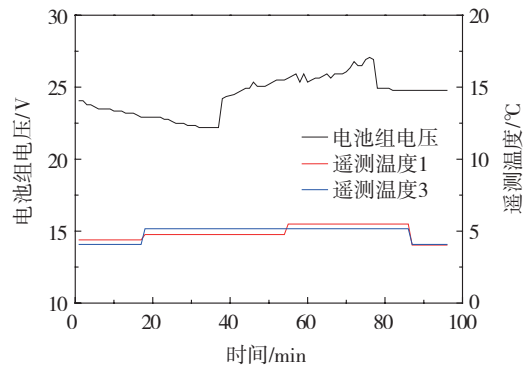
蓄电池组在轨一周温度随电池组充放电变化如图5所示。



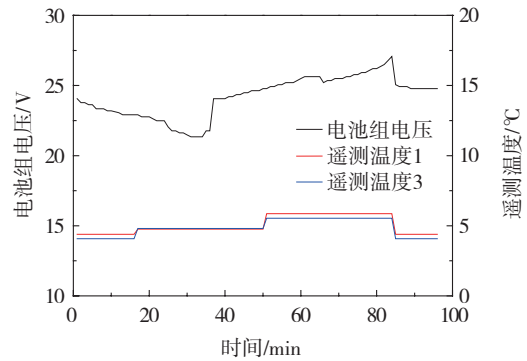
(a) 2010-11-01 1:00—2:35



(b) 2011-05-01 1:02—2:36



(c) 2011-11-01 21:14—22:48



(d) 2012-08-01 1:32—3:06

图5 “天绘一号”卫星镉镍蓄电池组在轨温度随充放电变化曲线

5.3 放电深度

卫星在轨两年期间电池组每日平均放电深度为10%—12%，每日最大放电深度为14%—18%，如表3所示(截取不同时期电池组24 h遥测数据)。

表3 “天绘一号”卫星镉镍蓄电池组放电深度 %

日期	日平均DOD	日最大DOD
2010-11-01	10.63	14.75
2011-02-01	11.08	15.19
2011-05-01	11.56	15.45

续表

日期	日平均DOD	日最大DOD
2011-08-01	11.69	17.39
2011-11-01	11.70	17.63
2012-02-01	11.71	17.78
2012-05-01	11.68	16.66
2011-08-01	11.66	14.83

从表3中可以看出,卫星在轨运行一年期间(2010-08—2011-08)蓄电池组每日平均放电深度稍有增长,其后趋于平稳,变化很小;每日最大放电深度同样为先增后减的趋势,最大放电深度小于20%,未超过设计值。

5.4 小结

综合本节中的数据可以看出,卫星在轨运行两年以来,镉镍蓄电池组温度变化稳定:电池组温度随充放电及卫星运行周期变化保持较好的升降规律。由此可知,电池组在轨两年期间工作正常,无异常充放电情况发生。

结合电池组放电终压及放电深度的情况可以看出,卫星在轨第一年期间电池组放电终压的下降由放电深度增加及蓄电池容量衰减两方面的因素引起;第2年期间电池组放电深度保持稳定,因此放电终压的下降主要由蓄电池容量衰减引起。

从上述图表中的数据可以看出,电池组的充放电终压变化缓慢,温度平稳,表明蓄电池的容量虽有下降,但衰减速度十分缓慢,电池组仍处在寿命初期至中期,工作状态良好,可以完成预期的3年在

轨工作任务。

6 寿命末期性能预计

从地面轨道模拟试验数据看,蓄电池组30% DOD放电终压在前两年能稳定在1.15—1.2 V(电池组电压20.7—22 V),第3年单体电池放电终压在1.10—1.15 V,仍可以满足整星的功率需求。寿命末期蓄电池组放电终压高于1.10 V,蓄电池组寿命末期容量在15—20 Ah。在寿命末期,可以通过提高安时计充放比和切换V/T曲线调整蓄电池组荷电量,以维持蓄电池组放电电压平台(监测电池组充电过程温度变化,避免过充电)。

7 结论

“天绘一号”镉镍蓄电池组在轨至今一直工作正常。通过地面循环寿命数据与在轨飞行数据的对比分析,镉镍蓄电池组在轨完成3年任务指标且有较多余量。

蓄电池组整个寿命过程充电终压有逐渐抬升的趋势,所以,应密切注意在轨电池充电终压情况,当出现V/T曲线先于安时计控制充电时,应及时调整V/T曲线,避免长时间欠充电累积。随着充放电循环次数的增加,电池组放电平台电压会有所降低,单体电池电压低于1.18 V时电池组容量仍足够满足整星功率需求,后续卫星电源电压安全门限考虑设置在20.5 V左右(单体电池1.14 V)。

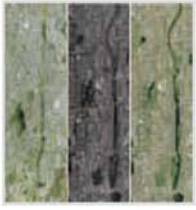
The introduction of Ni-Cd battery of Mapping Satellite-1 and its on-orbit performance

LI Yao, XIE Shouyun, QIAO Xuerong, ZHENG Zhiyong, YANG Dezhi

The Eighteenth Institute, Electrical Science and Technique Group Company of China,
Tianjin 300384, China

Abstract: The composition, performance, principle, ground test data and on-orbit performance of Ni-Cd battery for Mapping Satellite-1 were introduced in this paper. Ni-Cd battery's cycle life was predicted based on the ground-test result and the on-orbit operation. The on-orbit management of Ni-Cd battery was suggested.

Key words: Ni-Cd battery, on-orbit operation



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

