

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”卫星热控设计及飞行验证

刘伟, 杨沪宁

中国空间技术研究院总体部, 北京 100094

**摘要:** 本文介绍了“天绘一号”卫星的任务特点, 热控设计技术及关键问题的解决方法, 并对在轨飞行结果进行了详细分析。在轨飞行数据充分表明“天绘一号”卫星热控设计正确、合理。

**关键词:** 热设计, 一体化, 等温化, 隔热设计, 瞬态热耗, 热耦合

**中图分类号:** V417      **文献标志码:** A

引用格式: 刘伟, 杨沪宁. 2012. “天绘一号”卫星热控设计及飞行验证. 遥感学报, 16(增刊): 61-65

Liu W and Yang H N. 2012. Mapping Satellite-1 thermal design and flight validation. Journal of Remote Sensing, 16(增刊): 61-65

## 1 引言

“天绘一号”卫星是为获取全球范围, 特别是境外地区地理空间信息的新一代传输型立体测绘卫星。通过三线阵测绘相机、多光谱相机和高分辨率相机对地球表面进行立体摄影, 利用测绘处理技术对所获取的地面影像进行处理, 可精确测定地球表面地貌、地物(目标)的形状、大小、属性和空间位置。

“天绘一号”卫星光学载荷对温度的高精度要求和载荷舱底板直接面对冷空间导致外热流变化大的矛盾给热设计带来困难; 此外有效载荷及数传电子设备的瞬时功耗很大, 开关机可能导致舱内温度波动过大, 这些都给热控设计带来很大的挑战。

2010年“天绘一号”卫星成功发射, 迄今已在轨稳定运行两年。热控分系统功能正常, 性能稳定, 整星温度环境良好, 星上所有设备的温度均满足指标要求, 热控设计和实施经受了飞行试验的检验, 为卫星圆满完成任务提供了良好的温度保障条件。

## 2 热设计简介

### 2.1 卫星简介

“天绘一号”卫星本体尺寸为1533.6 mm ×

1516 mm × 2100 mm, 由服务舱、载荷舱和推进舱组成, 服务舱采用立方体板式结构形式, -X面增加一个正圆锥型推进舱, 部分肼瓶和肼管路暴露在舱外。有效载荷光机部分直接面对冷空间, 除蓄电池和电源控制器安装在-Y侧板上, TWTA和EPC安装在+Z侧板上外, 其他电子设备安装在电子舱内的长短隔板、平台底板和载荷舱底板上, 如图1所示。卫星飞行在499 km的太阳同步轨道上, 采用三轴稳定的姿态控制, 降交点地方时间13:30。卫星长期功耗430 W, 短期最大功耗794 W。

### 2.2 任务特点分析

“天绘一号”卫星基于CAST2000平台, 但是相机光机系统和星敏感器直接暴露在冷空间, 卫星长期热功耗和短期热功耗均有较大增加, 和其他卫星相比, “天绘一号”卫星有以下几个热特点:

#### (1) 瞬时热功耗大

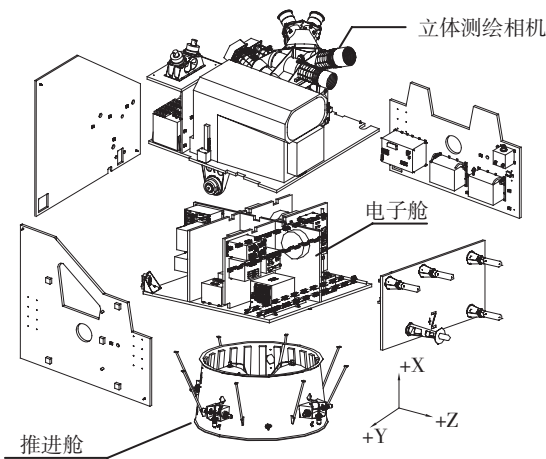
整星热功耗大, 长期功耗高达430 W, 瞬态短期热功耗更是达到794 W, 载荷及数传设备开关机造成的卫星温度波动是热控分系统面临的很大挑战;

收稿日期: 2012-08-30; 修订日期: 2012-11-21

第一作者简介: 刘伟(1970—), 女, 高级工程师。主要从事航天器热控制和热分析技术。



(a) 卫星构型示意图



(b) 卫星设备布局示意图

图1 “天绘一号”卫星示意图

### (2)有效载荷相机光机部分直接面对冷空间

外形复杂的有效载荷光机系统给卫星外热流分析及对卫星表面遮挡的影响分析带来相当大的难度；剧烈变化外热流对载荷舱底板的波动影响以及高精度相机对安装面温度高稳定度要求相矛盾，使热控设计面临较大的困难；

### (3)温度指标差异较大的设备之间的相互影响

蓄电池和电源控制器安装在一块舱板上，且距离非常近(不超过150 mm)，电源控制器温度指标-10—45℃，蓄电池组温度指标-5—20℃，并且电源控制器热功耗很大，平均功耗72 W，最大功耗90 W。如何减少设备间的相互影响，满足温度指标要求是热控面临的一个难题。

## 2.3 热控技术状态

### 2.3.1 外热流特点及散热面优化设计

“天绘一号”卫星运行在降交点地方时为13:30

的太阳同步轨道上，姿态为三轴稳定对地定向。卫星太阳热流变化见图2。卫星的-Y面(背阳面)，在卫星绕地球运行的每一圈中，无论季节如何变化，总是照不到太阳，太阳反照和地球红外辐射的外热流也很小，而且随季节变化也很小(闵桂荣和郭舜，1998)。所以-Y面是卫星上最稳定和最有效的散热面，作为整星的主散热面。

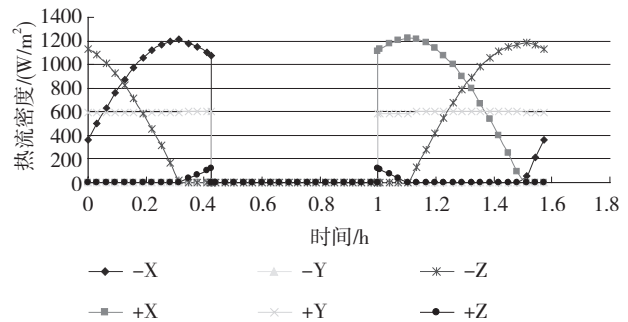


图2 卫星各面太阳投射热流变化曲线

+Y面(向阳面)，在卫星绕地球运行的每一圈中，在光照区，太阳光与该面法线的夹角固定，太阳投射热流恒定，而在34 min左右阴影区内太阳投射热流为0，与光照区相差很大。卫星3年寿命末期，热控涂层退化导致吸收太阳热流的增加，故使用该面作为散热面的效果远不如-Y面。但+Y面也是星上可以采用的一个较稳定的散热面。选取吸收发射比小且涂层退化性能小的热控涂层，减少星内热量控制难度。

在卫星绕地球的每一圈中，±X面的受照状态是关于阴影区对称，且其外热流变化较大，一般不作为主散热面，但考虑仪器安装位置和散热条件，将其作为某些仪器辅助的散热面。

+Z面(对地面)接收的地球红外辐射热流较大，而且比较稳定。作为散热面效率较低。但根据设备布局可以考虑将其作为辅助散热面。

对于-Z面(对天面)，周期内该面受太阳直接照射时间最长，而且变化最大，由于背对地球，因此不受太阳反照和地球辐射影响。对天面的外热流变化最大，在散热能力紧张的情况下，可以作为卫星的辅助散热面。

选择±Y面为卫星的主散热面，在-X面，±Z面根据设备布局及功耗打开一定面积作为辅助散热面。

### 2.3.2 隔热设计

对于卫星各面，在其绕地球每一圈的运行中，外热流均有大小不同的变化，而且随着季节变化，卫星

各面的外热流也有不同的变化。为了减小外热流变化引起卫星外表面温度波动对舱内温度的影响,最有效的办法是除散热面部位外,其他部位包覆隔热效果优良的多层隔热组件(侯增祺和胡金刚, 2007)。

舱内有特殊温度指标要求的设备如肼瓶, 肼管路, 蓄电池, 以及相机安装面(载荷舱底板内表面)包覆多层隔热组件, 外表面选用低发射率热控材料, 减少和卫星的辐射热交换。

此外, 需要隔热设计的设备如相机光机系统, 肼瓶, 肼管路等安装时加垫热阻断材料, 减少和卫星的导热热交换。

### 2.3.3 等温化设计

卫星大部分仪器设备安装在多块导热性能不良的蜂窝夹层结构板上。服务舱内部采用平行隔板式的结构, 隔板将空间分成若干个封闭的小舱。而星体的热量是通过几个外舱板向空间排散, 因此会出现不少仪器设备接触不到散热面的情况。如何将这些仪器设备的热功耗排散出去, 又不至于产生较大温差, 就成了热控分系统急需解决的问题。

解决上述问题的最有效办法是舱内等温化设计, 采用高传热能力预埋热管的方法改善舱内仪器设备之间的换热, 减小仪器设备之间的温差; 加强设备间的辐射换热表面喷涂高发射率涂层, 以及为减小设备和安装面间的温差, 涂抹高导热能力的导热硅脂等措施。等温化设计另一个优点是能减小因瞬态工作的仪器设备开关机时热功耗发生变化, 产生的温度波动。

### 2.3.4 一体化等温热设计

服务舱布置大量长期工作的电子设备, 主要问题是如何散热, 推进舱仅安装肼瓶、肼管路等没有功耗的设备, 需要热功耗补偿维持其温度水平, 采取推进舱和服务舱一体化等温联合设计, 利用卫星平台产生的废热维持推进舱的舱内环境温度, 提高推进系统的工作温度, 有效减少管路和肼瓶的加热功耗, 减少电源系统的压力。

### 2.3.5 主动控温设计

为了提高热控分系统运行的可靠性, 在热控设计时, 采取了以电加热为主的主动热控设计。安装恒温控制的电加热器不仅可恒温控制, 而且可通过遥控指令进行控制和改变控温范围。电加热器主要包括蓄电池电加热器、红外地球敏感器电加热器、肼瓶电加热器、肼管路电加热器、行波管补偿电加热器、-Z侧补偿电加热器, 相机安装面补偿加热器等。

## 3 解决的关键问题

针对“天绘一号”卫星的技术特点, 在研制过程中着重解决了以下几个关键问题:

(1)相机安装板高稳定度温度水平的要求和剧烈变化外热流及复杂漏热条件的匹配

由于“天绘一号”卫星相机高精度对安装面温度水平及温度波动幅度有较高要求, 而相机安装板直接暴露在冷空间, 剧烈变化的外热流、整星瞬态内热源的巨大差异、相机安装点环境条件的不同, 以及安装工艺不确定性的影响, 都会造成相机安装点的温度波动, 须采取以下措施消除此影响。首先载荷舱底板外表面包覆多层隔热组件, 减少外热流波动对安装点的影响, 其次, 载荷舱底板内表面也包覆多层隔热组件, 且外表面采用低辐射率的热控材料, 减少舱内设备温度波动对相机安装点的辐射热影响; 最后, 在相机安装点布置主动控温加热回路, 并根据热分析及热平衡试验结果对控温回路进行多次迭代优化设计减小控制点温度波动。

(2)Cd-Ni蓄电池组和电源控制器的解耦设计

为避免蓄电池与电源控制器相互影响, 热控设计思路是两设备进行热解耦设计, 且尽量保持两设备在同一个温度水平。蓄电池组和电源控制器散热面独立布置, 且距离尽量远, 蓄电池电源控制器热控设计见图3; 优化预埋热管长度、走向设计, 即充分利用散热面, 又尽量减少两设备散热面间的导热传递。蓄电池安装面预埋两根热管, 增加蓄电池之间的热交换, 减少蓄电池个体差异造成的温度差, 并保证两组电池温度水平一致, 减少靠近电源控制器的蓄电池受其影响。

电源控制器不仅功耗大, 而且发热部位不均匀, 使得该仪器的散热具有相当的难度。电源控制器和安装面之间采取导热加强设计, 使电源控制器的热量直接通过散热面发散, 缩短热量传递路径。但是仅依靠上述措施不足以保证电源控制器的温度水平, 其散热直接利用的面积仅为仪器安装面, 为充分利用舱板散热面, 并且减少电源控制器散热面和蓄电池散热面的热交换, 在电源控制器安装面预埋两根U型热管, 增强其散热能力, 保证电源控制器的热耗能充分散发, 温度控制在5—10℃左右, 和蓄电池在一个温度水平, 减少设备间由于温差产生的热量交换, 同时减小电源控制器和蓄电池的导热交换。蓄电池、电源控制器内表面预埋热管设计见图3(b)。

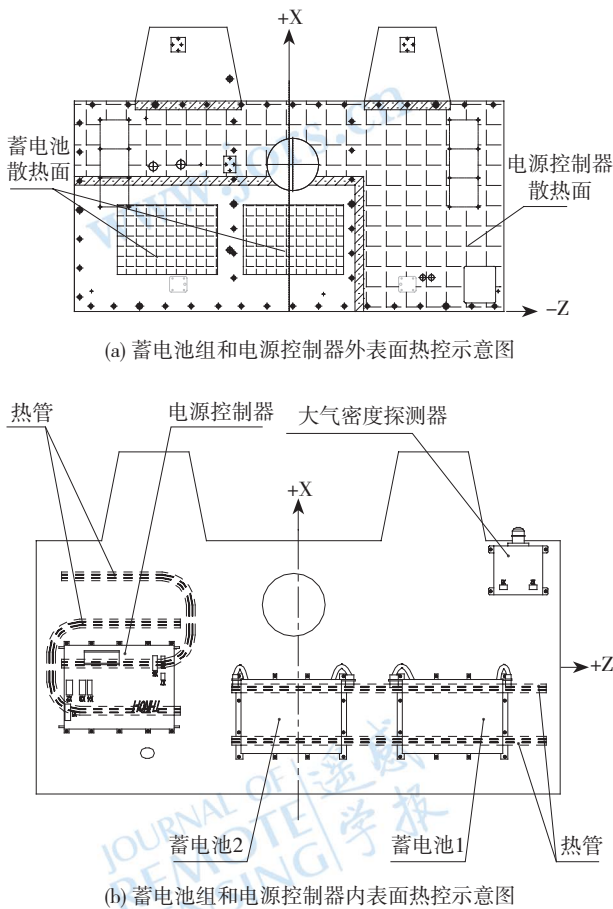


图3 蓄电池、电源控制器热控示意图

(3)卫星瞬态功率变化大导致的舱内温度波动问题  
有效载荷一天最多工作8圈，每圈最长工作时间仅15 min，载荷工作时设备瞬时功耗很大，最大达794 W，需有效散热，其余大部分时间载荷不工作，设备关机，功耗为0，因此设计不周容易导致瞬态工作设备温度波动较大，同时需要的补偿加热功率也高。热控系统经过细致分析和详细论证，采取服务舱和载荷舱热耦合优化设计，增加载荷舱的热容，加强舱段之间的热交换，减少瞬态工作设备的温度波动，同时减少瞬态设备不工作时的补偿加热功耗。载荷舱底板预埋两根热管，设备和安装面之间进行导热加强设计，设备安装板通过喷涂高发射率热控涂层加强辐射加强设计，将载荷舱热功耗传导至服务舱再通过服务舱散热面散热。

### 4 在轨飞行温度数据

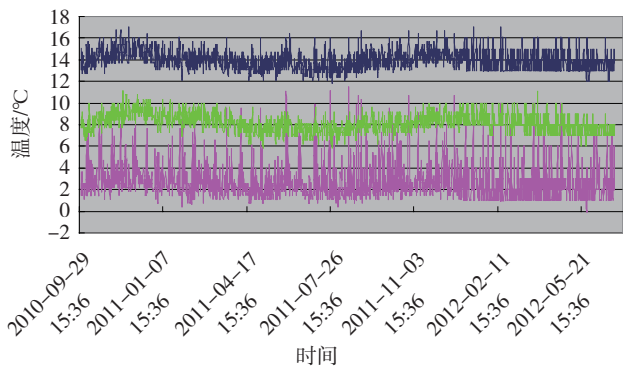
“天绘一号”卫星从发射迄今两年时间，从遥测数据来看，星上所有设备温度均满足指标要求，且距温度上下限余量充足，测控温热敏电阻和电加热回路

工作正常。

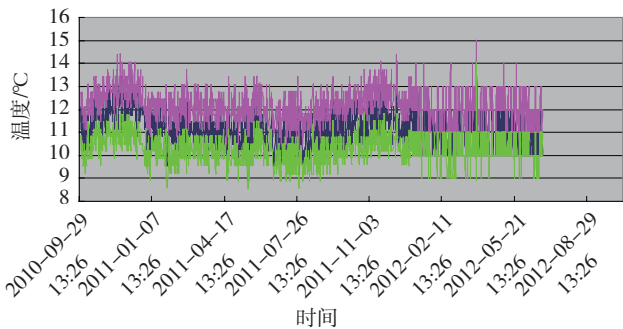
统计“天绘一号”卫星从2010年10月1日至2012年6月30日的的数据，结果显示平台的星务和测控分系统设备温度在11—17℃；控制分系统在8.6—18.1℃；数传分系统电子设备在5—18℃，对比两年的温度数据，舱内设备温度水平和季节有一定的关系，和寿命初期、末期关系不大，例如2010年12月冬至时刻和2011年相同时刻同一设备的最高和最低温度基本没有变化，但是2011年冬至和夏至设备的高低温有较大变化。因此可以推断，涂层退化对温度水平基本没有影响。季节变化也就是太阳强度和阳光与轨道面的夹角对卫星温度水平有一定的影响。

相机电子设备和数传分系统设备由于瞬态工作，每圈只工作15 min左右，且设备工作热耗大，因此，数传和相机电子设备温度波动大，TWTA及EPC温度波动最大达11℃左右，在0.5—12.0℃，其他数传设备和相机电子设备电气机箱温度波动在5—6℃，设备温度范围在5—17℃。典型载荷设备在轨温度曲线如图4所示。

暴露在舱外设备的温度水平，+X侧红外地球敏感器温度在19—22℃，在加热器控温门限[19—22]℃范围内，加热回路工作正常；-Y侧BAPTA(阴面)舱



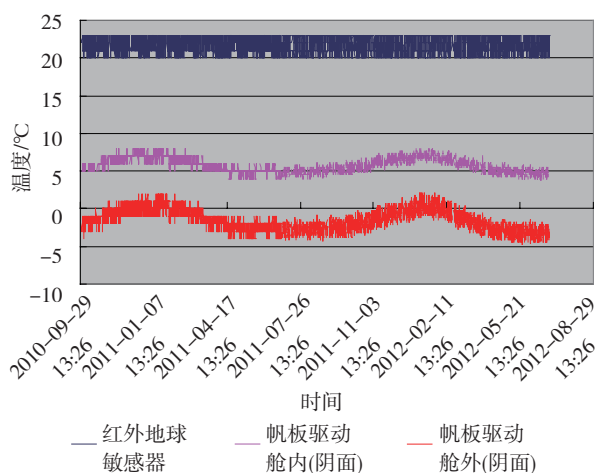
(a) 典型载荷设备在轨温度曲线



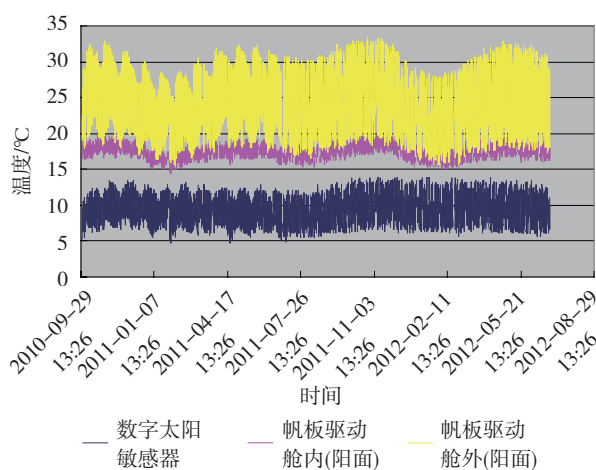
(b) 部分载荷设备在轨温度曲线

图4 载荷设备在轨温度曲线

内温度为3.5—8.0℃，舱外温度为-5.0—2.0℃，+Y侧BAPTA(阳面)舱内温度为15.0—20.0℃，舱外温度为16.0—33.0℃，满足-20—50℃的温度指标，数字太阳敏感器温度在4.8—13.7℃，典型舱外设备在轨温度曲线如图5所示。



(a) 红外阴面帆板驱动机构温度曲线



(b) 数字太阳敏感器及阳面帆板驱动机构温度曲线

图5 典型舱外设备在轨温度曲线

两组蓄电池温度控制在3.7—7.0℃，且同一时刻两组蓄电池最大温差小于3℃，满足-5—20℃，温差小于5℃的指标要求。电源控制器温度控制在4.8—11.5℃，电源控制器良好的温度水平有效保证蓄电池温度满足要求。蓄电池组、电源控制器在轨温度曲线如图6所示。

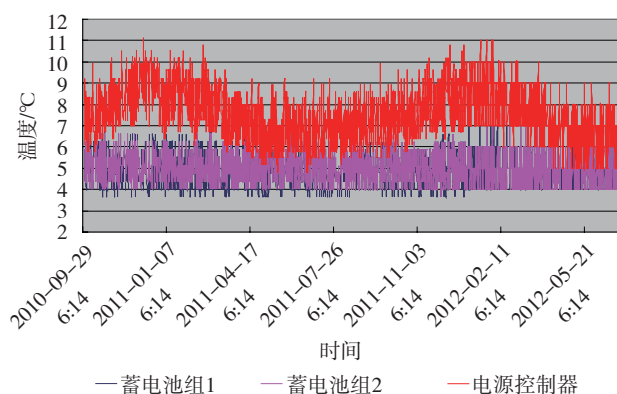


图6 蓄电池组和电源控制器飞行温度曲线

## 5 结论

热控分系统针对立体测绘卫星任务特点采用一体化的热设计方法，圆满完成整星热设计。飞行遥测结果表明，热控分系统设计正确合理，设备温度良好，满足指标要求，且上下限余量合理，满足卫星3年的寿命要求。

## 参考文献(References)

- 闵桂荣, 郭舜. 1998. 航天器热控制技术(第二版). 北京: 科学出版社
- 侯增祺, 胡金刚. 2007. 航天器热控制技术—原理及其应用. 北京: 科学出版社

## Mapping Satellite-1 thermal design and flight validation

LIU Wei, YANG Huning

China Academy of Space Technology, Beijing 100094, China

**Abstract:** According to the characteristic of Mapping Satellite-1, thermal control techniques and key points were introduced. What's more, analysis of the satellite telemetry thermal data on orbit was performed. From the analysis of telemetry data, we can draw the conclusion that the thermal control techniques is active, and the thermal environment satisfies the electronic equipments temperature requirements.

**Key words:** thermal control, integrative, isothermal, thermal insulation, transient heat consumption, thermal coupling





## 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

