

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)

# GPS高精度校时在卫星控制系统中的应用

李滢<sup>1</sup>, 程砾瑜<sup>2</sup>, 曹海宁<sup>1</sup>, 李鹤<sup>1</sup>, 董筠<sup>1</sup>, 李松明<sup>3</sup>

1. 北京控制工程研究所, 北京 100190;
2. 北京空间信息中继传输技术研究中心 北京 100094;
3. 航天东方红卫星有限公司, 北京 100094

**摘要:** 介绍了一种利用GPS时间信息进行控制系统高精度校时的方法。该方法以GPS接收机发送的秒脉冲为基准, 同时接收GPS整秒广播时间完成控制系统自主校时, 可使控制系统的校时精度优于0.1 ms, 满足卫星对高精度时间的要求。

**关键词:** 卫星控制系统, GPS高精度校时, GPS秒脉冲, GPS整秒时间

**中图分类号:** V448      **文献标志码:** A

引用格式: 李滢, 程砾瑜, 曹海宁, 李鹤, 董筠, 李松明. 2012. GPS高精度校时在卫星控制系统中的应用. 遥感学报, 16(增刊): 52-56  
 Li H, Cheng L Y, Cao H N, Li H, Dong J and Li S M. 2012. Usage of high accuracy GPS time calibration in satellite onboard control system. Journal of Remote Sensing, 16(增刊): 52-56

## 1 引言

目前卫星控制系统校时主要采用星务校时、均匀校时和增量校时, 其校时精度较低。随着卫星技术的不断发展, 控制系统需要找到一种更为精确的校时方法, 以满足任务的需要。一些技术领域如电力系统(孙丙香等, 2006; 马艳等, 2008), 已经率先开始研究利用GPS进行高精度校时的方法, 并取得了一些成果。为解决上述问题, 本文设计了一种控制系统校时方法, 即GPS高精度校时方法。

## 2 校时方法比较

目前卫星控制系统常用的校时方法有以下几种:

(1)星务校时, 控制系统依据星务主机的时间进行校时。由于没有两者的时间基准, 单纯依靠软件进行校时, 因此精度较低。

(2)全量校时, 控制系统通过地面数据注入方式进行授时。此方法用于有较大星时偏差时地面对控制系统时间进行重新设定。

(3)增量校时, 通过地面数据注入方式, 对控制

系统进行星时补偿。此方法适用于地面对星时偏差的校正。

(4)均匀校时, 通过地面注入校时间隔和补偿量, 控制计算机每隔相应时间自动将星时进行一定补偿, 此方法校时精度较低。

(5)GPS校时, 控制系统依据GPS接收机发送的GPS时间进行校时。由于没有两者的时间基准, 单纯依靠软件进行校时, 因此精度较低。

近几年来, 随着卫星系统性能的不不断提高, 对时间精度的要求也越来越高。单纯依赖地面时间注入或星上时间自校正无法满足有效载荷设备要求。因此需要找到一种既能脱离地面, 又能保证时间精度的方法, 满足有效载荷设备的高精度时间需要。

本文介绍的控制系统高精度校时, 是以控制系统依据GPS接收机发送的GPS秒脉冲信号作为基准, 按照GPS整秒时间进行的系统自主校时, 该方法的校时周期为1 s, 时间精度优于0.1 ms。

## 3 GPS高精度时间信息

卫星姿态控制系统高精度校时依靠星上GPS接收

机提供的时间信息, 该信息由两部分组成, 一是GPS秒脉冲信号, 另一个是GPS整秒时间数据。

GPS接收机定位后, 在每个GPS整秒时刻, GPS接收机发出一个与GPS标准时间误差小于 $1\ \mu\text{s}$ 的高精度秒脉冲, 同时在50 ms内以CAN总线(现场)主节点的方式, 主动发送和上述整秒时刻对应的整秒时间数据。GPS秒脉冲信号和整秒时间数据均具有主备份, 控制系统可根据指令选择使用其中的一路, 如图1所示。



图1 控制系统GPS高精度校时接口示意图

GPS接收机发送的秒脉冲信号波形如图2所示。秒脉冲下降沿有效, 下降时间小于50 ns, 脉冲宽度为 $1.0\ \text{ms} \pm 0.2\ \text{ms}$ (王卿等, 2007), 周期为 $1000\ \text{ms} \pm 2\ \text{ms}$ 。与每个秒脉冲对应的整秒时间数据为四字节整型数据, 通过CAN总线发送至控制计算机。

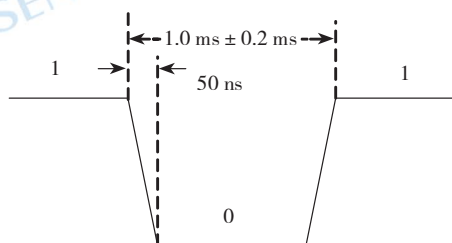


图2 GPS秒脉冲信号波形示意图

## 4 设计实现

如图3所示, 卫星姿态控制系统的控制周期为1 s, 当GPS秒脉冲信号(1 s)到来时, 便会触发中断(该中

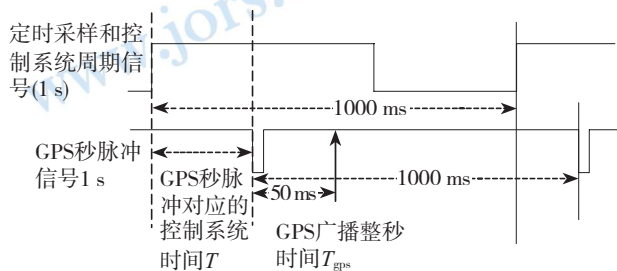


图3 控制周期与GPS秒脉冲时序关系

断为非屏蔽状态时)。应用软件根据GPS秒脉冲中断记录GPS秒脉冲到来时对应的星上控制系统时间 $T$ 。GPS秒脉冲到来后50 ms内, 接收GPS广播整秒时间 $T_{\text{gps}}$ , 计算二者的时间差, 并利用该时间差修正控制系统的星时。

### 4.1 硬件处理

GPS接收机发送给控制计算机(AOCC)两路GPS秒脉冲信号, 通过接口电路处理后进入FPGA。FPGA需要判断两路GPS秒脉冲信号是否正常, 并给出标志位, 由软件根据此标志选择一路正常的GPS秒脉冲进行高精度校时。

FPGA判断GPS秒脉冲信号是否正常发送的方法为: 在每次GPS秒脉冲信号下降沿到来时, 启动一个计数时间为1200—1250 ms的减计数器, 同时置GPS有效标志为有效(高电平有效), 当计数器值变为“0”时, 则停止计数并置GPS有效标志为无效(低电平无效), 如图4所示。如在计数器由最大值减到“0”的期间秒脉冲信号再次出现下降沿, 则立刻将计数器置为最大计数值并继续执行减计数, 如图5所示。在GPS秒脉冲信号正常时, 该标志位一直有效, 如果该标志无效则可判断该路GPS秒脉冲信号失效。FPGA设计中采用两个独立的模块分别对两路GPS秒脉冲有效性块进行判断, 给出两位有效标志。AOCC通过读取该标志能够及时判断出GPS接收机工作是否正常, 如出现异常则马上切换另一路GPS秒脉冲信号

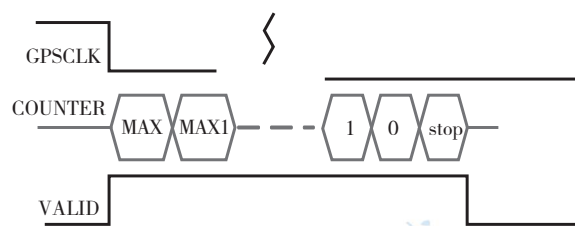


图4 单下降沿情况下有效标志信号产生机理

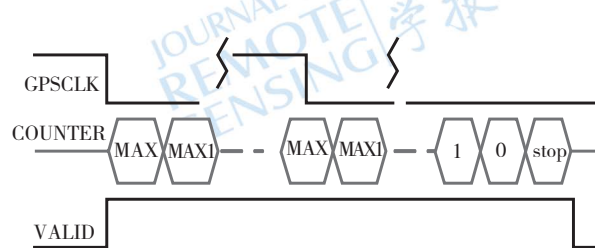


图5 连续下降沿情况下有效标志信号产生机理



作为校时中断,如两路GPS信号都失效则停止进行GPS高精度校时。

GPS整秒时间数据为GPS接收机发送秒脉冲后50 ms内通过CAN总线广播的时间数据。控制系统的应用软件根据上述GPS秒脉冲信号有效性状态、秒脉冲中断的屏蔽状态和GPS整秒时间数据进行GPS高精度校时。

#### 4.2 星时读取和累加

控制系统的星时读取是通过对控制计算机(TSC695F)内部通用计数器GPT来实现的,GPT的时钟脉冲来自其内部系统时钟。通过对计数器控制寄存器(TIMCTR)编程来设置GPT,可将其设置为单次或周期模式。

在设置为周期模式后,若未输入一个新的计时值,则按最近编程设定的值重新开始计数,从而产生周期性中断。应用软件通过写入定时器控制寄存器(TIMCTR),可中止并重新启动定时器。GPT采用两个计数器配合实现,其实现方式为:

Scaler(GPISR):此计数器负责产生步长(16位),该计数器按系统时钟(SYSCLK)计数,每个系统时钟减1。

Couter(GPTCR):此计数器按照GPISR中设置的步长值来进行实际计时(32位),当GPISR到达0时,则对GPTCR减1。

此两个计数器的逻辑关系为:

若Scaler>0,则时钟计数器读出值 $TimeOut = \frac{Counter \times (Scaler + 1)}{SYSCLK}$ ;

若Scaler=0,则时钟计数器读出值 $TimeOut = \frac{Counter + 1}{SYSCLK}$ 。

由上述计数器使用和逻辑关系可知,时钟计数器读出值为减计数方式。在本系统中,设置其计数当量为10  $\mu$ s。

应用软件设计Star\_Time\_Cycle函数读取时钟计数数值并完成星时累计的功能,定义星上基础星时变量TAOCC\_long的类型为长整型数据,数据长度为8 bytes,在时钟计数器读出值计数当量为10  $\mu$ s的情况下,最长可表示584万年。该星时变量为控制分系统控制计算机唯一累计计数的基础星时,各种校

时操作均以该变量为校时对象,其他功能使用的星时变量都是该变量在某一时刻的瞬时值记录,或者通过该变量数值进行格式、类型转换后得到。该变量以星箭分离时刻为0时刻,控制计算机上电或复位后星时清零。

#### 4.3 星时记录

由于应用软件需要多次记录并还原不同来源对应的时间信息,因此设计了一套时间数据记录和还原的方法。

在任何需要记录当前时间信息的时刻,只需记录以下数值:

(1)记录当前时钟计数器读出值Txxx.read\_time;

(2)记录当前时钟计数器前端数据,即最后一次更新TAOCC\_long时对应的时钟计数器读出值Txxx.old\_time;

(3)记录当前星时累计值,即当前的TAOCC\_long值Txxx.read\_star\_time;

(4)在需要时,设置数据更新标志Txxx.In\_Flag。

使用该方法记录的时间信息的还原使用以下方法:

(1)如果需要,则判断数据更新标志Txxx.In\_Flag;

(2)记录时间 $Txxx.star\_time = \text{当前星时累计值} Txxx.read\_star\_time + (\text{时钟计数器前端数据} Txxx.old\_time - \text{时钟计数器读出值} Txxx.read\_time)$ 。

在使用以上方法进行时间数据的记录和还原时,为保证还原时间的正确性,必须遵循以下原则:记录时间中Txxx.old\_time与Txxx.read\_star\_time两个量值的来源必须配对,也就是说,Txxx.old\_time中保存的数值必须是上次对TAOCC\_long进行累加操作时的时钟计数器读出值,同时Txxx.read\_star\_time中保存的数值必须是上次对TAOCC\_long进行累加操作后的最新值(如果TAOCC\_long被校时,则是校时后的最新值);因此,应用软件仅在对TAOCC\_long进行实际累加操作时,才会更新Txxx.old\_time的数值。

#### 4.4 星时差计算

如图6所示,应用软件在每个控制周期起始阶段判断是否有新触发的GPS秒脉冲中断。如有新触发,则恢复收到GPS秒脉冲时刻对应AOCC星时,判断该脉冲前1 s以内或后50 ms内是否有未使用过的GPS整

秒对时广播与之相对应。如有对应的广播,则计算广播内容代表的GPS秒脉冲中断整秒时间与收到GPS秒脉冲时刻对应AOCC星时之间的星时差值。如果没有,可使用的广播,则不更新星时差。

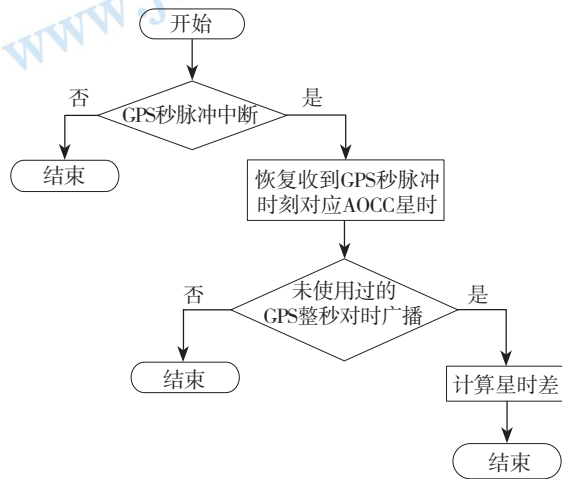


图6 星时差计算逻辑图

#### 4.5 校时

当上述情况全部正常时,判断GPS高精度时间差计算结果,如果差值的绝对值大于 $50 \mu\text{s} \times \text{系数1}$ ,同时小于 $10 \text{s} \times \text{系数2}$ (系数1、2默认值为1),则将GPS高精度时间差计算结果补偿到AOCC系统内部星时,否则不进行校时。

### 5 地面实验验证

#### 5.1 硬件功能仿真

本文中的GPS秒脉冲有效判断功能在FPGA内实现,采用基于断言语句(Assertion)的方法进行仿真验证,由软件自动对结果进行验证,结果见图7,两路GPS

```

1| 0 ns|. Initial Signal for use.....
2| 0 ns|. Insert Wait Time .....
3| 1000 ns|.
4| 1000 ns|. Small Satellite FPGA Control Logic Simulation Design,Verification Started
5| 1000 ns|. Bug reports to xinxifa, xinxifa@sina.com
6| 1000 ns|. 20060720
7| 1000 ns|.
8| 204210 ns|. Star Sensitivity SYNCINT Enable . The Write Address=0x00. The Write Data=0
9| 203000 ns|. Star Sensitivity SYNCINT Enable . The Read Address=0x00.The Read Data=0
10| 1021203900 ns|. Star Sensitivity SYNCINT Enable . The Read Address=0x00.The Read Data=0x300
11| 1249409200 ns|. Star Sensitivity SYNCINT Enable . The Read Address=0x00.The Read Data=0x300
12| 1250410000 ns|. Star Sensitivity SYNCINT Enable . The Read Address=0x00.The Read Data=0
13| 1250410000 ns|. The Expect Gps Valid(0) time is : 1200ms to 1250ms, The sample time is 1240207000 ns
14| 1250410000 ns|. The Expect Gps Valid(1) time is : 1200ms to 1250ms, The sample time is 1240207000 ns
15| 1250410900 ns|. Star Sensitivity SYNCINT Enable . The Read Address=0x00.The Read Data=0
16| 1250414900 ns|. ok .Simulation has finished ,It has stop simulation normally
17|

```

图7 GPS秒脉冲有效判断功能仿真结果

秒脉冲有效标志的持续时间都为 $1240207 \mu\text{s}$ ,满足设计值 $1200\text{--}1250 \text{ms}$ 的要求。

#### 5.2 校时功能验证

对本文提出的高精度校时进行系统级验证测试,测试时间为 $1000 \text{s}$ ,实测结果见图8所示。在 $1000 \text{s}$ 的测试时间内,控制系统星时与GPS时的差小于 $60 \mu\text{s}$ ,即时间度优于 $0.1 \text{ms}$ 。

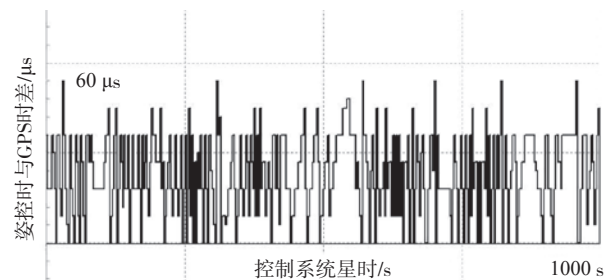


图8 姿控时与GPS时间差

### 6 结论

提出一种卫星姿态控制的高精度校时方法,使控制系统的校时精度优于 $0.1 \text{ms}$ ,大幅提高了姿态控制系统的校时精度,可靠性强、有冗余手段并易于实现。

#### 参考文献(References)

- 金刚平,徐欣圻. 2002. 基于GPS的控制系统时间同步. 安徽大学学报(自然科学版), 26(4): 30-34
- 马艳,谢楠,田静华. 2008. GPS高精度水电站授时系统. 浙江水利水电专科学校学报, 20(2): 83-88
- 孙丙香,温春雪,严国志,杨同忠. 2006. GPS精密授时功能在电力系统角广域测量系统中的应用. 国外电子元器件, (1): 53-56
- 宋崇汶,孙向前,谢毅. 2002. 利用GPS对计算机实现精确授时. 计算机测量与控制, 10(7): 477-490
- 唐放,王振力. 2010. GPS在授时系统中的应用. 科技创新导报, (15): 26-27
- 王卿,宋铁成,奉媛. 2007. 基于GPS技术进行精确授时的方法. 电气电子教学学报, 29(4): 34-38
- 谢庆明,郭勇,陈川. 2008. GPS精确授时在雷电定位系统中的应用. 微计算机信息, 24(34): 209-211

## Usage of high accuracy GPS time calibration in satellite onboard control system

LI Han<sup>1</sup>, CHENG Liyu<sup>2</sup>, CAO Haining<sup>1</sup>, LI He<sup>1</sup>, DONG Jun<sup>1</sup>, LI Songming<sup>3</sup>

1. *Beijing Institute of Control Engineering, Beijing 100190, China;*

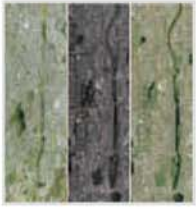
2. *Beijing Space Information Relay Transmission Technology Research Center, Beijing 100094, China;*

3. *DFH Satellite Co., Ltd., Beijing 100094, China*

**Abstract:** A method for performing the high accuracy time calibration of satellite onboard control system with the GPS time information is presented. In this method, the Pulse Per Second (PPS) sent by the GPS receiver is served as the reference, while the broadcast time of GPS whole-seconds is received to perform the autonomous time calibration of satellite onboard control system, this allows the time calibration accuracy of satellite onboard control system to be over 0.1 ms and also meet the high accuracy time requirements of satellite.

**Key words:** satellite onboard control system, high accuracy GPS time calibration, GPS pulse per second (PPS), GPS whole-seconds time





## 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

