

通信技术

数字卫星电视共视时间比对

刘晓龙^{1,2} 华宇¹ 向渝¹ 刘会清³

(中国科学院国家授时中心¹, 西安 710600; 中国科学院大学², 北京 100039; 河北大学物理学院³, 保定 071002)

摘要 研究利用数字卫星电视进行共视时间传递的方法,选择利用电视信号中的 PCR 来完成时间的传递,分析利用数字卫星电视进行共视的基本原理,并从电视信号中提取相关信息的原理进行了说明。通过零基线的共钟比对试验得到接收机之间的时延差,进行远距离的共视时间比对试验,得到了一些比较有意义的结论。

关键词 数字卫星电视 共视 数据处理

中图分类号 TN949.197; **文献标志码** A

数字卫星电视是随着时代的发展而产生的,它具有模拟电视无法比拟的优势。在模拟电视时代,研究人员利用电视信号中的同步脉冲可以完成时间的传递,即可以是无源的时间传递,也可以在电视信号中插入时间信息,完成授时的过程。在无源时间传递中可以实现时间的共视比对,并且可以进行卫星的轨道改正以提高时间比对精度^[1]。但是模拟电视中的这种方法无法应用在数字卫星电视信号中,而数字卫星电视授时的研究也有了一些成果^[2,3],所以在此基础上,研究利用数字卫星电视进行共视的方法,并且进行了一些试验,以验证方法的可行性。

1 数字卫星电视共视原理

在早期的利用电视信号进行时间传递时,利用电视信号中的某个同步脉冲来进行两地的时间同步;或者是将标准的时间信息放在电视信号中,在接收端通过特制的接收机提取时间信息。由于在国内外所使用的电视标准不同,所以具体的实现方式有所不同。

在利用数字卫星电视共视的方式来实现两地接收机的同步时,利用数字卫星电视信号中的某些信息来进行共视。我国的电视标准是 DVB 标准, DVB-S 标准是 DVB 对应于卫星电视的标准。在 DVB-S 标准下,采用电视信号中的 PCR (program clock reference) 来完成此目的^[2,3]。

PCR 在数字卫星电视信号的传输流 TS 中的特定位置,是一个 42 位的计数值,有两部分组成:在 49 ~ 81 位的部分是对 90 kHz 频率的计数值,称之为 PCR 基本计数值;在 88 ~ 96 位的部分是对 27

MHz 频率的计数值,称之为 PCR 扩展计数值。

传输流 TS 每帧长度 188 字节,PCR 并不存在于每帧中,但是可以通过 PCR 标志位进行判断。在数字卫星中,规定每秒至少包含有 25 个 PCR,所以有足够的 PCR 进行共视时间比对。

PCR 随着电视信号一起被卫星转发并由接收机接收,PCR 的基本传输路径如图 1 所示。

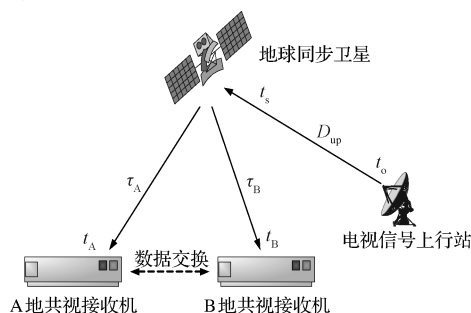


图 1 利用电视信号共视比对的原理图

Fig. 1 Schematic diagram of television signal common view

在图 1 中, t_o 是发播时间戳中的高精度时间, t_s 是卫星转发器出口时间,而 t_A 、 t_B 是共视接收机得到同一个 PCR 的本地时间。由于 PCR 是一个计数值,所以这里的接收到 PCR 的时间指的是在得到 PCR 最后一位时的本地时间。

设 PCR 在地球上行站的发送时间为 t_o ,经过上行延时再卫星转发器出口时间为 t_s ,两个接收机在本机时间 t_A 、 t_B 接收到信号,对接收机来说,信号的下行时延分别为 τ_A 、 τ_B ,信号的下行时延包括几何距离时延、电离层时延、对流层时延、接收机时延等,需要通过想用的模型进行改正计算,而 D_{up} 是信号的上行时延,在共视作差的过程中会被消除。

那么两个接收机分别在标准时间 T_A 、 T_B 接收到信号,

2015 年 6 月 2 日收到

第一作者简介: 刘晓龙,男,硕士研究生。研究方向:测试计量技术及仪器。E-mail: wangzhiyuekagaya@163.com。

$$T_A = t_o + D_{up} + \tau_A \quad (1)$$

$$T_B = t_o + D_{up} + \tau_B \quad (2)$$

所以可以得到各自本地时间与标准时间之差 $\Delta t_{A-S}, \Delta t_{B-S}$

$$\Delta t_{A-S} = t_A - T_A = t_A - t_o - D_{up} - \tau_A = t_{A-o} - \tau_A \quad (3)$$

$$\Delta t_{B-S} = t_B - T_B = t_B - t_o - D_{up} - \tau_B = t_{B-o} - \tau_B \quad (4)$$

那么可以得到两个接收机之间的钟差 Δt_{A-B} ,

$$\Delta t_{A-B} = \Delta t_{A-S} - \Delta t_{B-S} = t_{A-o} - t_{B-o} - (\tau_A - \tau_B) \quad (5)$$

在上面的式子中, $t_{A-o} = t_A - t_o$, $t_{B-o} = t_B - t_o$ 是接收机的输出数据。也就是说,在试验的具体实现过程中,需要将 PCR 在电视信号发播时进行时间标记,并且与电视信号一起发播出去。在这里,将该信息通过一个特定的 PID 通道进行广播,将其称之为电文。

上式中仍然有其他一些误差没有考虑,在计算时仍然需要对这些误差进行计算。

2 定时信号时间标记

异步串行接口 ASI (asynchronous serial interface) 是 MPEG-2 TS 流通用的接口标准,传输速率恒定,在我国是 270 Mb/s,可以对不同速率的数据进行传输,同时也有利于远距离的数据传输。本文就是基于 ASI 接口的。

通过室外天线接收数字卫星电视信号,需要进行下变频等基本的信号处理,传送至数字卫星电视共视接收机,进行一系列的数据处理,包括数据恢复、时钟恢复、字节同步等,之后还要完成数据的帧同步^[2]。限于篇幅,在这里不对上述几个过程进行说明。

在完成帧同步之后,数据的处理过程如图 2 所示。

由于帧结构是固定的,所以在确定帧同步字节后可以很容易的提取 PCR 与 PID。其中,PCR 是作为本地时间标记的标签,而 PID 是确定同一个数据通道的关键。

判断该帧的 PID 及是否存在 PCR,如果 PID 与规定的 PID 相同并且存在 PCR,那么读取 PCR,并且在读取其最后一位的同时记录本地时间;否则,重新开始对 PCR 及 PID 的判断。为了达到严格的共视,也就是在两地需要得到同一个 PCR,所以需要保证所使用的电视信号是同一个,也就是保证 PID 相同。PCR 是进行共视的关键信息,同时作为本地记录时间的标签,以区别于其它的标记时间,这样在数据处理时可以方便地对相同 PCR 的本地记录时间进行判断。

PID 可以直接读取,它位于 TS 包的包头,在第 12 位~第 24 位,共 13 位。

对于 PCR 的读取,需要如下的过程^[2,4]:首先判断数据帧的第 44 位“PCR 标志”,当该位为 1 时,则此帧中存在 PCR 计数值,那么可以提取 PCR 计数值。

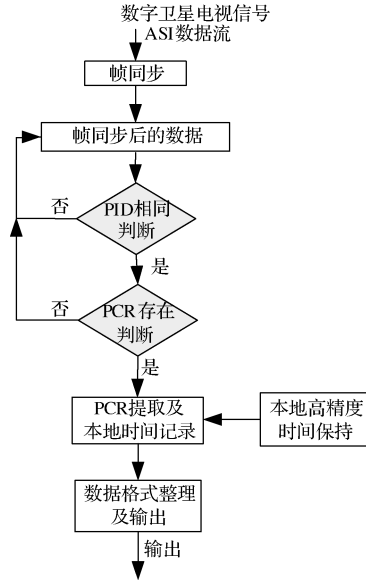


图2 共视接收机定时信号提取流程图

Fig. 2 Extracting timing signal by the receiver

而对于电文的提取,仍然需要对电视信号进行解调、同步等处理,并且提取电文所在的 PID 通道信息,这样才能得到 PCR 到达共视接收机的本地时间与该 PCR 的发播时间之差。

3 数字卫星电视共视比对试验

3.1 零基线共钟试验

在试验前,需要通过共钟的零基线比对试验来确定接收机之间的相对时延^[5],采用如下如图 3 所示的方案进行。

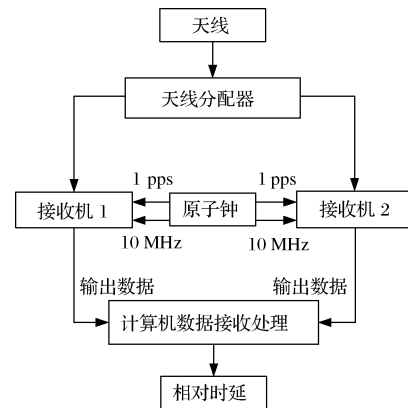


图3 零基线共钟比对试验

Fig. 3 Co-clock comparison test of zero baseline

该方案中,认为除了接收机造成的误差外,不存在其他误差。对接收机相对时延测量主要是为了在共视数据处理时进行改正,也就是将两个接收机之间的时延差扣除。

上面所说的两个时间作差值是针对同一个 PCR 而言的,这是为了保证两地共视接收机的严格共视。

3.2 远距离共视比对试验

对于远距离的时间比对,其基本原理如图 4 所示。

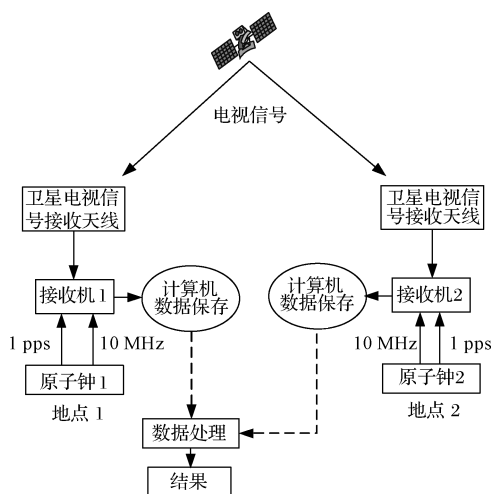


图 4 远距离共视比对试验

Fig. 4 Long-distance common view time comparison test

在进行该试验的同时,使用卫星双向比对的方法对两地的钟差进行测定,由于它具有很高的时间比对精度,所以以其比对结果作为评价标准。

3.3 数据处理

在得到测量数据后,需要进行处理。由于 GPS 共视具有较长的研究历史,并且已经形成了比较统一的数据处理流程,所以在这里参考这种处理方法。GPS 共视数据处理基本过程如图 5 所示。

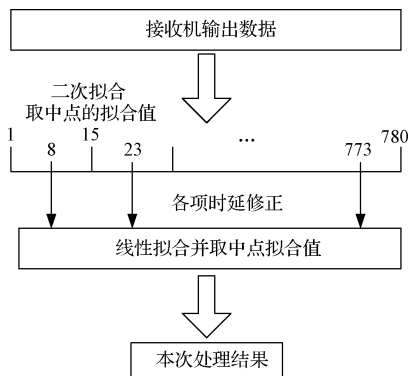


图 5 数据处理流程

Fig. 5 Data processing

如图 5 所示,对原始数据按 15 个点进行二次拟合,取其中点拟合值进行误差改正,之后每 52 个改正后的数据进行线性拟合,取其中点作为该段数据的处理结果。由于在 GPS 共视中,每秒会有一个数据点,所以经过处理后,每 13 min 会有一个处理结果。为方便叙述,下文中将该方法称为标准方法。

在数字卫星电视共视时间比对中,使用 PCR 作为时间标志,但它与真实的时间也没有固定的对应关系,并且在测量的过程中存在数据缺失的情况,所以为了方便数据处理,需要对数据进行插值、拟合等处理以便得到整秒时刻的数据,这样就可以方便地利用该方法进行数据处理。

4 比对结果

4.1 零基线共钟试验结果

零基线共钟比对试验结果如图所示,横坐标是每天零时开始的秒计数,最大为 86 399 s,大于该值的是第二天的数据,为表示数据的连续性及方便画图,直接将其从 86 400 s 开始。

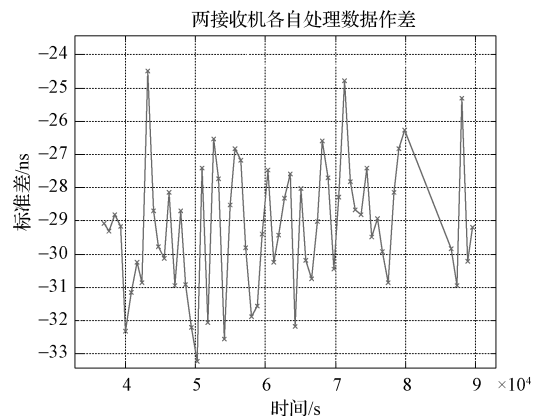


图 6 零基线比对结果

Fig. 6 Zero baseline alignment results

从图 6 中也可以看出,比对的结果比较稳定,标准差为 1.94 ns。由于实验中两台接收机使用的是同一台原子钟,真实的“钟差”应该为 0,所以数据处理的结果即可视为接收机之间的相对时延,上图中数据均值为 -29.17 ns,将其作为接收机相对时延,在远距离共视试验中需要将其扣除。

4.2 远距离共视比对试验结果

该试验是在南京与西安两地进行的,远距离共视时间比对结果如下图所示。由于在卫星星历的起始时间与试验并不同步,因而造成共视测量数据较长而星历数据较短,所以造成横坐标的数值比较大。

从图 7 中可以看出,数据存在趋势向。为了与

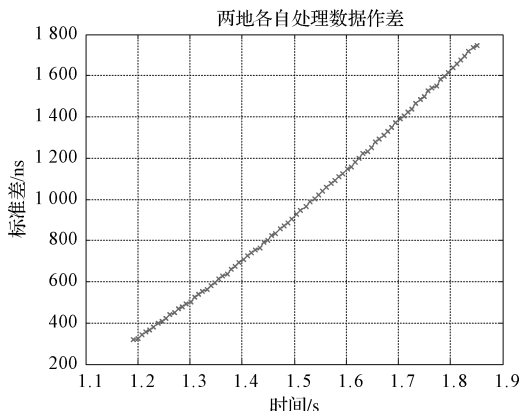


图7 远距离共视比对结果

Fig. 7 Long-distance common view results

真实钟差进行比较,需要将比对结果与卫星双向比对的结果进行比较。利用卫星双向比对得到的两地钟差如图8所示。

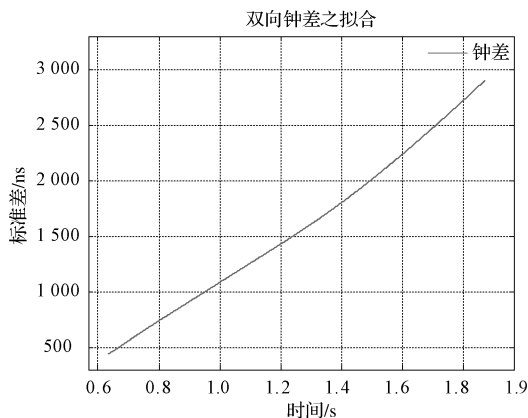


图8 卫星双向时间比对

Fig. 8 Satellite two-way time comparison

从上图可以看出,两地的钟差确实存在线性项,这可能是由于两地所使用的原子钟性能不佳造成的。将共视比对结果扣除卫星双向比对得到的钟差后,结果如图9所示。

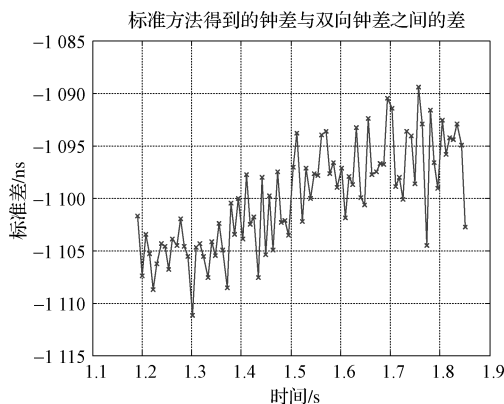


图9 标准方法与卫星双向比对钟差的差异

Fig. 9 Difference between the standard method and satellite two-way time comparison

将共视比对的结果扣除两地的钟差后,数据比较稳定,其标准差为 4.92 ns,均值是 -1 099.87 ns。显然远距离的比对结果的标准差要比零基线的比对结果要大,这可能是由于电离层、对流层等误差改正模型的精度不高引起的,并且在远距离比对试验时,两地从小雨的天气变到多云的天气,也会造成一定的影响。

5 结论

从上述试验可以看出,利用数字卫星电视进行共视时间传递具有可行性,比对结果的波动较小,能够满足一定的要求。

同时也可以看出,共视比对结果存在较大的偏差,其原因分析如下。

(1) 系统误差。双向比对系统与本文的共视系统间存在系统误差,这是造成比对结果偏差的一个重要原因。

(2) 误差修正。包括卫星星历的精度、电离层对流层模型精度、sagnac 模型引起的误差,它对共视比对结果的影响不仅表现在标准差变大,也表现在固定偏差方面,比如接收机位置的标定存在误差,所以在后期也需要对其进行研究。

(3) 数据处理算法。由于在数据处理前期,对测量数据进行了插值等处理,也会引起部分误差,但不会太大。由于进行数据处理使用的是 GPS 共视的数据处理方法,它并不一定适合于数字卫星电视共视,所以需要研究相应的算法。

参 考 文 献

- 1 宋轲欣. 数字卫星电视授时技术研究. 西安:中国科学院国家授时中心,2011
Song Kexin. Study on the timing technology with signal of satellite digital television broadcasting. Xi'an: National Time Service Center, Chinese Academy of Sciences, 2011
- 2 许龙霞. 基于共视原理的卫星授时方法. 西安:中国科学院国家授时中心,2012
Xu Longxia. A new common-view based timing method. Xi'an: National Time Service Center, Chinese Academy of Sciences, 2012
- 3 向渝,华宇,许林生,等. 基于 DVB-S 的数字卫星电视授时方法研究. 时间频率学报,2014;37(2):74—79
Xiang Yu, Hua Yu, Xu Linsheng, et al. Study on digital satellite-television time-service based on DVB-S. Journal of Time and Frequency, 2014;37(2):74—79
- 4 潘登. 数字卫星电视授时系统时钟恢复与码流同步技术研究. 西安:中国科学院国家授时中心,2014
Pan Deng. Research on clock recovery and transport stream synchronization based on satellite digital TV time service. Xi'an: National Time Service Center, Chinese Academy of Sciences, 2014
- 5 杨旭海,王晓哈,李志刚,等. 基于轨道改正的卫星电视时间传

递. 时间频率学报, 2006; 29(2): 100—106

Yang Xuhai, Wang Xiaohan, Li Zhigang, *et al.* Satellite-TV time

transfer based on improved satellite orbit. Journal of Time and Frequency, 2006; 29(2): 100—106

Common-view Time Transfer Based on Digital Satellite TV

LIU Xiao-long^{1, 2}, HUA Yu¹, XIANG Yu¹, LIU Hui-qing³

(National Time Service Center, Chinese Academy of Sciences¹, Xi'an 710600, P. R. China; University of Chinese Academy of Sciences², Beijing 100039, P. R. China; College of Physics Science and Technology, Hebei University³, Baoding 071002, P. R. China)

[**Abstract**] A method for common-view time transfer based on digital satellite television was studied, choosing PCR of television signal to complete time transfer, fundamental principle was analyzed to realize common view based on digital satellite television, and the principle to extract relevant information from the television signal was illustrated. The delay difference between receivers is obtained by co-clock comparison test of zero baseline. Some meaningful conclusions are get by long-distance common view time comparison test.

[**Key words**] digital satellite TV common view data process

(上接第 32 页)

The Accurate Determination Method for BET Specific Surface Based on Nitrogen Adsorption of Shale Sample

ZHU Wu-quan¹, TANG Da-zhen¹, YU Ting-xu², WNAG Lei¹

(School of Energy Resources, Key Laboratory of Marine Reservoir Evolution and Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education, China University of Geosciences (Beijing)¹, Beijing 100083, P. R. China; Geological Engineering Investigation and Design Research Institute, Sichuan Provincial Coalfield Bureau², Chengdu 610072, P. R. China)

[**Abstract**] The theory of BET model which based on multi-molecular layer adsorption is the most commonly and mature method used for specific surface testing. For the nitrogen adsorption data of shale samples which at liquid nitrogen testing temperature, selecting the relative pressure from 0.05 to 0.30 between (indicated for mesoporous materials) the BET specific surface of the sample can be calculated, but it will appear the problem of poor correlation coefficient and negative constant C which is not allowed to happen, the problem is often subject to ignore. The micropore pore size distribution calculated by carbon dioxide adsorption data using the DFT model shows shales contain a mount of microporous which aperture between 0.5 ~ 1.0 nm. The characteristics of shales nanometer pore distribution is the fundamental reason for the emergence of above problems. In other words, shale is not the mesoporous materials and narrower pore size distribution. On the contrary, by selecting the relative pressure which from 0.05 to 0.20 calculating the specific surface, the correlation coefficient reached more than 0.999 9, and emerged positive intercept on the Y axis, the relative pressure range is more reasonable, and the calculated BET specific surface is more reliable.

[**Key words**] BET specific surface relative pressure constant C DFT model