

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2017.02.07

出租车计价器内部时钟稳定性实验及分析

徐俊杰

(湖南省常德市计量测试检定所, 湖南 常德 415000)

摘要: 提出了一种利用北斗定位系统所提供的高精度 UTC 作为参考时钟源, 检测出租车计价器(以下称计价器)内部时钟稳定性及环境温度适应性的测量方法。将三台不同晶振的计价器作为实验对象, 对其内部晶振时间与北斗定位系统所提供的高精度 UTC 时间进行比对。在常温 25℃ 下累计 110 天记录计价器内部时钟差, 并通过改变实验温度来分析环境温度对计价器内部时钟的影响。本文对实验数据进行处理分析, 得到一组能够客观反映其长期稳定性的实验结果。

关键词: 出租车计价器; 时钟差; 环境温度; 比对; 实时时钟

中图分类号: TB9

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2017)02-0027-05

Experiment and Analysis of the Internal Clock Stability of Taximeters

XU Junjie

(Measurement of Changde City Institute, Changde 415000, China)

Abstract: A method is proposed for measuring the internal clock stability and the adaptability of the environment temperature of taximeters (hereinafter referred to as meters) by using the high-precision UTC provided by the Beidou Positioning System as the reference clock source. The meters with three different crystals are used as the experimental objects, and the high-precision UTC time for the internal oscillator time was compared with the Beidou Positioning System. By changing the experiment temperature, the temperature effects on the meters' internal clocks were analyzed, and the meters' internal clock differences at 25℃ were recorded for 110 days. Through the analysis of the experimental data, the group of experimental results obtained can objectively reflect the long-term stability.

Key words: taximeter; clock; ambient temperature; comparison; real-time clock

0 引言

时间是物质运动的最基本的物理量, 是目前所有物理量中准确度最高、应用最广的物理量。完整的时间服务链路包括时间频率(时间和频率量的单位互为倒数, 其单位的物理实现一样)标准源、守时理论与技术及授时技术。现代科学技术的发展建立在精密实验测量基础之上, 时间频率的测量精度是目前所有物理量及物理常数中最高的。高精度时间频率已经成为一个国家科技、经济、军事和社会生活中至关重要的参量, 其应用范围从基础研究(物理理论和基本物理常数等), 渗透到了工程技术应用领域(信息传递、电力输配、深空探测、空间旅行、导航定位、武器实验、地震监测预报、地质矿产勘探、计量测试等)。

1 实验原理与实验方法

本实验运用北斗定位系统所提供的高精度 UTC 授时精度(10^{-9})稳定度(10^{-14})作为参考时钟源, 对计价器内部实时时钟性能进行测试, 建立相应的实验系统, 设计实验方法。单独测试每个功能部件、模块及专用器件只能反映其本身的性能指标, 无法体现每个功能部件在系统中的实际性能。本实验为系统测试, 要求真实有效地反映设备能力, 避免了单独测试合格后进行系统测试时功能部件不能满足设计要求的情况。

1.1 计价器实时时钟原理

计价器实时时钟分为软时钟和硬时钟。软时钟: 由单片机(STM23F103)的软件程序对中断请求进行计数, 得到时、分、秒和年、月、日, 同时允许外部程序读取和进行时钟设置。硬时钟: 由单片机(STM23F103), RTC 模块及外部晶振构成如图 1。

收稿日期: 2017-02-03

作者简介: 徐俊杰(1979-), 男, 工程师, 硕士, 从事电能表、理化计量仪器及出租车计价器的检定工作。

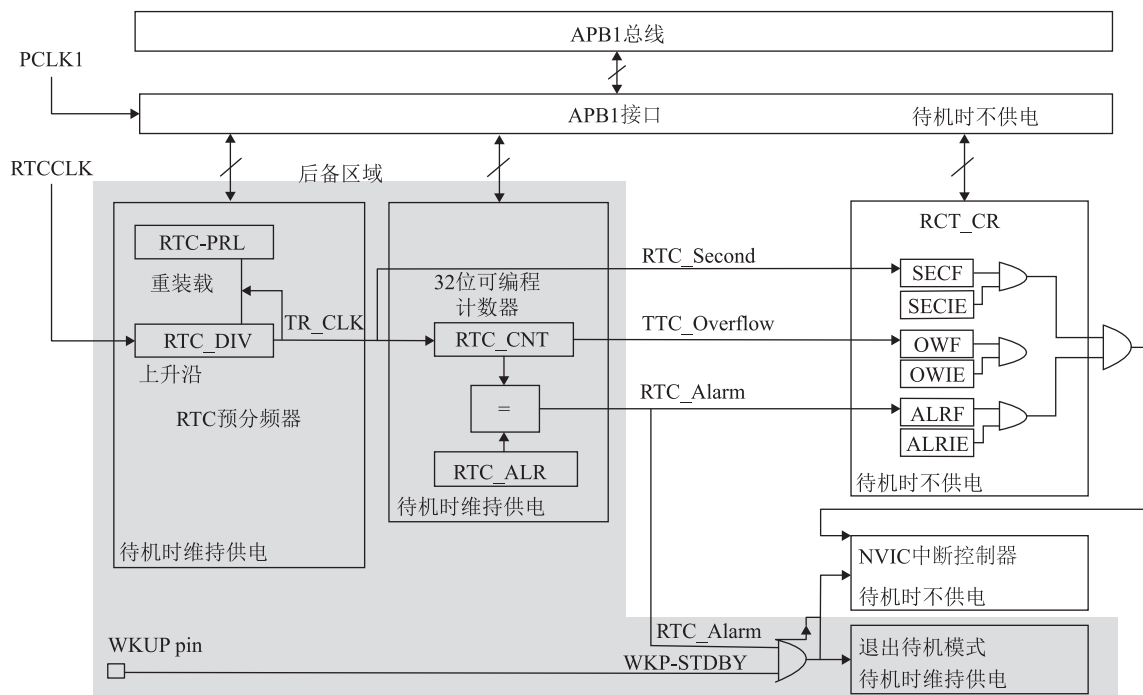


图1 硬时钟的构成图

计价器开机时，硬时钟初始化软时钟，两者进入同步计时，计价器关机后软时钟停止工作，但是硬时钟一直都在正常运行，软时钟完全依赖于硬时钟，因此实验读取的软时钟数据完全可以反映计价器硬时钟的长期变化规律。

1.2 实验系统

1) 设备

智能温控高低温实验箱、实验样本（计价器）、北斗模块及天线、台式计算机、温湿度计、直流稳压电源（5~36 V，2 A，双路）。

2) 实验样本说明

计价器 1 和计价器 2 的时钟晶体振荡器为 EPSON RX-8025T，计价器 3 的时钟晶体振荡器为国产 3X8 mm 32.768 kHz 晶振。

3) 实验环境

实验在 25℃ 恒温空调房中进行。

4) 实验软件

在 Microsoft Visual Basic 6.0 环境下开发，用于记录时间信息、温度信息、数据处理等功能的软件。

5) 通信方法

采用 RS232（串口）通信。

1.3 实验方法

实验连接方法如图 2。实验的关键是被测计价器的同步授时、时钟数据的采集及实验温度的控制，为以

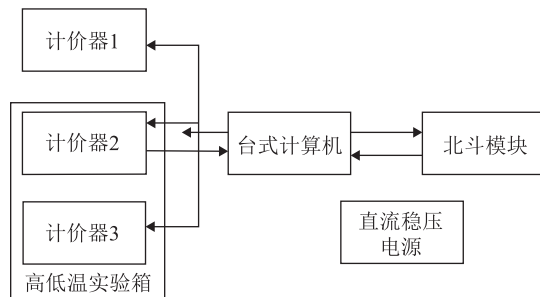


图2 实验连接方法

后的数据分析和工程计算提供真实可靠的数据，因此，实验数据的真实性为本次实验的重中之重。

1.3.1 被测计价器同步授时

计价器内部实时时钟的精度和稳定度都取决于所使用的晶体振荡器，计价器时钟设置为手动设置，引入了较大的人为误差，无法保证数据的真实性。因此，本次实验所用计价器均通过串口自动校准时间，并且通过串口将时间数据上传。这样可减少人为干预，提高数据的准确性。计算机通过串口接收到北斗模块的定位信息并读取标准时间 UTC，在下一个定位信息的第一个上升沿产生授时消息，通过串口向被测计价器同时发送时钟设置消息及标准 UTC 时间数据。计价器接收到消息和数据后通过软件自动校准计价器时间与标准 UTC 时间同步，被测计价器时间（以下用 TIM 表示）比标准 UTC 时间滞后 1 s+9 ms。为了保证数据通信的可

靠性,通信频率设置为 9600 Hz/s,采用标准 RS232(串口)通信方式,通信电缆长度小于 2.5 m^[2]。

1.3.2 时钟数据的采集

计价器实时时钟的数据采集是本次实验的重点,其方法如下:设定每天上午 9:50 计算机开始采集北斗模块的标准 UTC 时间,校准计算机的时间与 UTC 时间同步,稳定 9 min。到 UTC 时间为 9:59 时,时刻以定位信息的第一个上升沿为基准,通过串口向被测计价器发送时间返回命令,被测计价器收到时间返回命令后以 1 s 为时间间隔连续 2 min 通过串口发送 TIM,计算机收到 TIM 数据后进行编号并保存,通过软件与基准 UTC 进行比对编号并保存比对数据。实验从 2016 年 6 月 28 日开始,每天定时进行数据采集。

1.3.3 实验环境

为了减少环境对数据的影响,所有信号传输电缆都屏蔽接入大地,远离电源电缆。实验测试用计算机、计价器 1,直流稳压电源及北斗模块需工作在 25℃ 恒温空调房内,北斗天线远离建筑物置于楼顶空旷处确保能够可靠稳定地接收定位数据。

1.3.4 实验温度

晶体振荡器属于温度敏感性器件,受环境温度影响较大。此次实验的目的在于测试设备环境适应能力的同时,重点测试计价器内部的时钟稳定性。实验温度设置如下:计价器 2 和计价器 3 放置在智能温控高低温试验箱中,智能温控高低温试验箱的温度控制分三个阶段。

第一阶段降温,温度从 25℃ 降低到 -35℃,每 3 天降 5℃,降温时间为每天的 10:30 到 11:00 之间的半个小时,其余为温度保持时间。

第二阶段升温,温度从 -35℃ 升高到 +55℃,每 3 天升 5℃,升温时间为每天的 10:30 到 11:00 之间的半个小时,其余为温度保持时间。

第三阶段降温,温度从 +55℃ 降低到 25℃,每 3 天降 5℃,降温时间为每天的 10:30 到 11:00 之间的半个小时,其余为温度保持时间。

1.4 实验样本数据处理

实验用时 110 天,得到三组差值数据,计算机对每天的数据处理方法是放弃第一个和最后一个数据求算术平均值,得到三组每组 110 个钟差原始数据。

1.4.1 计价器 1 数据处理

计价器 1 在常温 25℃ 下工作,去除其他因素的影响,其钟差钟速为基本固定不变,如图 3。

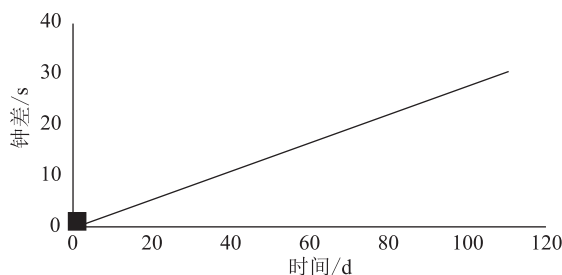


图3 计价器1钟差原始数据

RX-8025T 的频率稳定度为 $\pm 5.0 \times 10^{-6}$ ($Ta = -40 \sim +85^\circ\text{C}$, $VDD = 3.0\text{ V}$); 折算到每天的误差为 $60 \times 60 \times 24 \times 5.0 \times 10^{-6} = 0.432\text{ (s/day)}$ 。

JJG 517-2016《出租汽车计价器检定规程》(以下简称检定规程)^[1]永久时钟最大允许误差为 $\pm 5\text{ s/day}$ 。

计价器 1 在 110 天共计误差 30.1378 s, 平均每天误差为 $t_p = 30.1378/110 = 0.27398\text{ s/day}$ 。因为 $0.27398\text{ s/day} < 0.432\text{ s/day}$, 证明在常温下计价器的频率稳定度与 RX-8025T 频率稳定度基本吻合, 符合设计要求。同时 $0.27398\text{ s/day} < 5\text{ s/day}$ 证明在常温下计价器 1 的频率稳定度满足检定规程永久时钟最大允许误差的要求。

1.4.2 计价器 2 数据处理

计价器 2 在智能温控高低温试验箱中工作, 温度每 3 天变化 5℃。得到钟差原始数据如图 4, 再以每 3 天的钟差和为一组数据, 后面的数据减去前数据, 逐次相减得到一组 32 个数据, 如图 5。

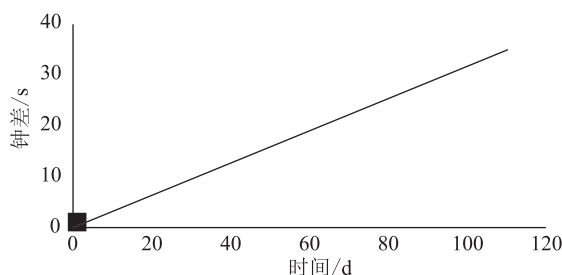


图4 计价器2钟差原始数据

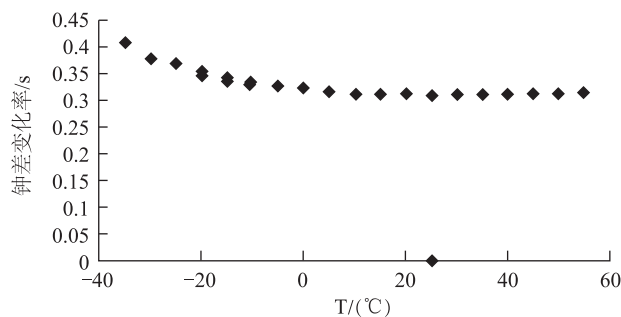


图5 计价器2随温度变化数据

RX-8025T 频率稳定度为 $\pm 5.0 \times 10^{-6}$ ($Ta = -40 \sim +85$ °C, $VDD = 3.0$ V); 折算到每天的误差为 $60 \times 60 \times 24 \times 5.0 \times 10^{-6} = 0.432$ (s/day)。

计价器 2 在 110 天共计误差 33.9098 s, 在 -35 °C 点最大钟差为 0.411 s/day, 55 °C 为 0.3179 s/day。实时时钟在低温 $-10 \sim -35$ °C 钟差变化率较大。高温环境钟差变化率较平缓。0.411 s/day < 0.432 s/day 证明在高低温环境下计价器的频率稳定度与 RX-8025T 频率稳定度基本相吻合, 符合设计要求。同时 0.411 s/day < 5 s/day 证明在高低温环境下计价器 2 的频率稳定度满足检定规程永久时钟最大允许误差的要求。

1.4.3 计价器 3 数据处理

计价器 3 在智能温控高低温试验箱中工作, 温度每 3 天变化 5 °C。得到钟差原始数据如图 6, 温度变化数据如图 7。

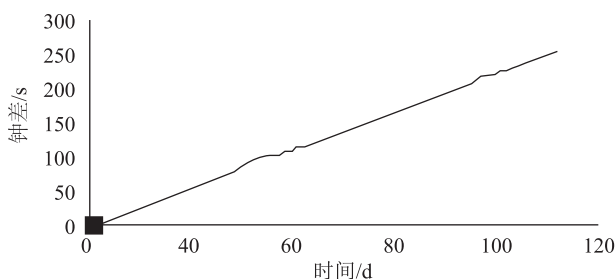


图 6 计价器 3 钟差原始数据

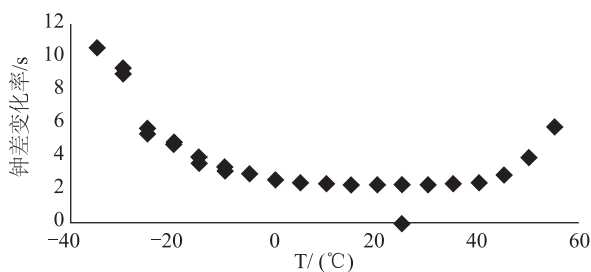


图 7 计价器 3 温度变化数据

RX-8025T 频率稳定度为 $\pm 5.0 \times 10^{-6}$ ($Ta = -40 \sim +85$ °C, $VDD = 3.0$ V); 折算到每天的误差为 $60 \times 60 \times 24 \times 5.0 \times 10^{-6} = 0.432$ (s/day)。

计价器 3 在 110 天共计误差 254.2852 s, 在 -35 °C 点最大钟差为 10.6332 s/day, 55 °C 为 5.8332 s/day。实时时钟在低温环境 $-25 \sim -30$ °C 钟差变化率有跳变, 高温环境 $40 \sim 55$ °C 钟差变化率很大。10.6332 s/day > 0.432 s/day, 5.8332 s/day > 5 s/day 证明在高低温环境下计价器 3 的频率稳定度远大于检定规程永久时钟最大允许误差, 不符合设计要求, 同时, 不满足检定规程永久时钟最大允许误差要求。

2 实验结果及分析

实验时间从 2016 年 6 月 28 日到 2016 年 10 月 16 日完成, 用时 110 天。实现了计价器实时时间与北斗定位系统提供的标准 UTC 时间长期对比实验。利用所得的连续 110 天的实验数据, 对计价器内部实时时钟的长期稳定性和温度变化对计价器内部实时时钟的影响及规律进行了分析。并收集我国平均温度最低(内蒙古牙克石市)如图 8 和平均温度最高(海南省三亚市)如图 9 的两个城市的全年月平均温度表。通过实验数据与当地气温变化资料的对比分析, 得到计价器能否在那里正常使用, 并能达到国家相关标准^[3]。

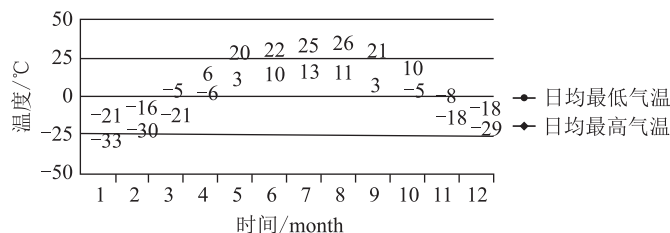


图 8 内蒙古牙克石市全年月平均温度图

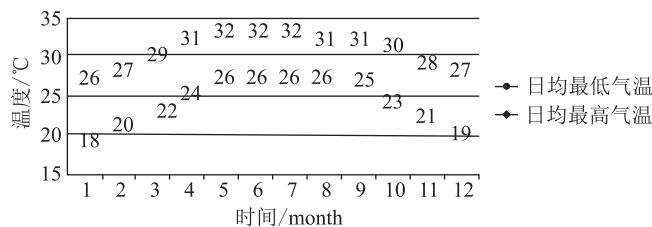


图 9 海南省三亚市全年月平均温度图

图 8 内蒙古牙克石市最低气温达到 -33 °C, 一年中有 3 个月的气温在 -30 °C 左右。实验环境温度 -35 °C 满足要求。计价器 2 低温下误差最大为 0.411 s/day, 计价器 3 低温下误差最大为 10.6332 s/day。

图 9 海南省三亚市最高气温达到 32 °C。考虑到出租车在阳光下停放车内气温会高达 50 °C 以上, 实验环境温度为 55 °C 满足要求。计价器 2 在高温下误差最大为 0.3179 s/day, 计价器 3 在高温下误差最大为 5.8332 s/day。

在排除其他因素影响下, 计价器 2 可以同时满足在海南省三亚市和内蒙古牙克石市正常使用, 证明计价器 2 能够适应较为恶劣的气候环境。

3 结论

通过上述实验的综合分析, 结合数据处理的结果, 可以得到如下结论: ①温度对晶体振动器的影响较大,

特别是低温环境；计价器实时时钟，钟差变化规律大体与温度相反，即温度升高，钟速减小，反之，则增大；当温度变化越快，钟差变化也随之加快；②实验样本(计价器3)不能满足检定规程时钟误差 ± 5 s/d的要求；③实验样本(计价器1)和实验样品(计价器2)能够满足检定规程时钟误差 ± 5 s/d的要求；④出租车计价器在不同纬度地区选型要考虑环境使用范围是否满足使用标准，特别是环境温度较为恶劣的地区。

参 考 文 献

(上接第26页)

- 山西建筑, 2014, 40(25): 37-38.
- [3] 刘权, 朱记全. 钢筋保护层测量仪校准和使用中应注意的问题[J]. 计量与测试技术, 2014, 41(11): 30-32.
- [4] 刘锐, 王世田, 阎强. 测量系统分析在轮胎行业中的应用[J]. 橡塑技术与装备, 2014, 51(15): 51-54.
- [5] 马逢时. 六西格玛管理统计指南[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2010: 343-343.
- [6] 武立树. ATE 测量系统分析建模[J]. 电子制作, 2013(13): 47-48.
- [7] 董祺. 测量系统分析方法的研究及应用[D]. 西

- [1] 国家质量监督检验检疫总局. JJG 517-2016 出租车计价器检定规程[S]. 北京: 中国质检出版社, 2016.
- [2] 张永志, 王卫东, 魏玉明, 等. 利用 GPS 资料反演祁连山断层的三维滑动速率[J]. 大地测量与地球动力学, 2006, 26(1): 31-35.
- [3] 李爽. 大地测量联合反演的模式及算法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2005.
- 安: 西安电子科技大学, 2011: 37-38.
- [8] 张帆. 六西格玛管理与统计技术[M]. 北京: 中国质检出版社, 2014: 75.
- [9] 董双财. 测量系统分析理论、方法和应用[M]. 北京: 中国计量出版社, 2006: 126-127.
- [10] 龚立雄, 刘娅. 基于 Minitab 的生产过程质量特性分析与控制[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2013, 27(2): 69-73.
- [11] 孙淑珍, 周波. 基于数理统计的测量系统分析方法及其应用[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2012, 13(2): 160-162.
- [12] 马林, 何桢. 六西格玛管理[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2011: 168-169.

福禄克新产品亮相 2017 年美国 BICSI 展会



2017 年初, 国际建筑行业咨询服务展会(BICSI)在美国坦帕市举办, 数千名来自世界各地的专业人士有机会了解到非常有价值的行业信息, 并可以参观展厅中近 180 家企业的最新产品, 包括福禄克公司提出的新型 DSX-8000。

DSX-8000 是 Versiv™ 电缆认证系列产品的最新成员, 继承了 Fluke Networks 产品的一贯品质, 帮助数据通信安装方更加快速、准确、有效地实现铜缆和光纤项目的系统验收。

Fluke Networks 展示了第一款经过独立认证并得到认可的现场测试仪, 该测试仪满足 Cat 8 现场测试标准的全部要求。

新 DSX-8000 支持完整 2 GHz 范围, 可以对铜缆

进行现场认证, 涵盖从 TIA Cat 5 到最新 Cat 8 和 ISO/IEC Class C。

随着 25GBASE-T 和 40GBASE-T 有源设备投放市场, DSX-8000 将支持第一批客户部署 Cat 8 布线系统, 以确保数据中心前缘交换机到服务器的新型高速应用。

新 DSX-8000 拥有极快的测试时间, Cat 6A 认证测试只需 8 秒, 并且支持直流电阻不平衡测试, 以确保高级 PoE 系统的正常工作。这两种特性相结合, 大大改进多种新兴高速、高功率 PoE 应用的测试, 而此类应用正是 2017 年冬季 BICSI 展会上引起轰动的应用——例如 802.11ac Wi-Fi、数字标牌、IPTV 等。

其实, 与会者已经提前目睹了 Berk-Tek/Leviton 展示的 Cat 8 系统的风采, 而只有 DSX-8000 才能对其性能进行验证。作为 BICSI 新产品展区展示的产品之一, DSX-8000 荣膺了本届展会“安装工具、方法和测试”类的最佳新产品奖。(刘倩倩)