

Construction of a smart metering and supervision platform for taxi meters

Weiyun Ma Wanjie Ren Shengwei Hu Xingjian Chen

Yili State Inspection, Testing and Certification Institute, Yining, Xinjiang, 835000, China

Abstract

As mandatory inspection instruments, taxi meters have an annual calibration cycle. It is impossible to guarantee the accuracy of measurement data within this period. Currently, there are many taxis in various cities, and the metrological calibration tasks for market supervision departments across regions are heavy. This paper develops a meter with a high-precision mobile satellite positioning terminal attached, known as a networked meter. It establishes an operational taxi database and further develops a smart metering supervision platform for meters. By using the online distance and time data from the mobile satellite positioning terminal as a reference standard and comparing it with the distance and time data from the taxi meters, remote online metering of taxi meters can be achieved, thereby realizing intelligent metering supervision.

Keywords

networked meter; on-board mobile satellite positioning terminal; remote online measurement; intelligent metering supervision

出租车计价器智慧计量监管平台建设

马维云 任万杰 胡生伟 陈兴建

伊犁州检验检测认证研究院, 中国·新疆 伊宁 835000

摘 要

出租车计价器作为强制检定计量器具, 检定周期为一年, 周期内计量数据是否准确无法保证, 目前各个城市出租车数量多, 各地市场监管部门计量检定业务繁重。本文开发出附带高精度车载移动卫星定位终端的计价器, 即网联计价器, 建立运营出租车数据库, 进而开发出计价器智慧计量监管平台, 将车载移动卫星定位终端在线计程计时数据作为参考标准, 与出租车计价器计程数据进行比对, 可实现对出租车计价器进行远程在线计量, 从而实现智慧计量监管。

关键词

网联计价器; 车载移动卫星定位终端; 远程在线计量; 智慧计量监管

1 引言

出租车计价器属于强制检定计量器具, 检定周期为一年, 一年内计价器计量是否准确无法保证, 缺少有效监管措施。目前, 各个城市出租车数量多, 市场监管部门计量检定业务繁重。基于此, 建立运营出租车数据库, 开发出出租车智慧计量监管平台, 可实现对出租车计价器远程在线计量, 达到动态实时监管。保障消费者权益, 减少投诉。减少监管部门管理成本, 减少社会公用计量标准投入及运行成本, 节省出租车运营单位计价器检定时间成本。

【基金项目】新疆维吾尔自治区市场监督管理局科技计划项目(项目编号: S20230081)。

【作者简介】马维云(1981-), 男, 中国新疆伊宁人, 硕士, 高级工程师, 从事检验检测技术的研究、开发和应用研究。

开发出附带高精度车载移动卫星定位终端的计价器(即网联计价器), 计价器智慧计量监管平台将车载移动卫星定位终端在线计程计时数据作为参考标准, 与出租车计价器计程数据, 通过智慧计量监管平台后端平台进行比较和统计分析, 在线判定营运出租车计价器运行状况是否正常, 必要时发出预警, 并在智慧计量监管平台前端平台显示, 从而实现远程在线实时监管。

2 建设依据

网联计价器系统设计及实施需要依据国家相关标准, 其中主要包括国家测绘局、国家技术监督局、国际组织以及建设部等设定的规范标准。整体方案所依据的部分技术规范标准如表1所示。

通过 GNSS/INS 紧耦合定位定向技术, 使车辆实现全场景精准定位。

表 1 引用技术规范

名称	编号	批准单位
全球定位系统测量规范	CH2001	国家测绘局
精密工程测量规范	GB/T	国家技术监督局
全球定位系统城市测量技术规程	CJJ 73-97	

3 需求分析

3.1 计价器系统性能需求分析

- 高频率实时输出紧耦合位置、速度、姿态数据；
- 循环保存移动端卫惯原始数据（内置 8G 存储），支

持定位后处理；

- 与其他传感器实现数据同步 (PPS、GPRMC 等)；
- 数据回传服务器，支持后台监控。

3.2 高精度卫星定位性能需求分析

- 车规级定位，支持 GNSS+IMU+ODO 车辆数据 +HDmap+ 视觉多源数据融合；
- 组合定位精度 1%。

3.3 通讯接口需求分析

- 支持串口、网口等多种通讯方式。

通过以上项目需求分析，总结如表 2 所示：

表 2 设备性能指标需求分析

序号	设备名称	性能指标		备注
1	参考站	定位方式	支持 BDS、GPS、GLONASS、Galileo	计程误差优于：±0.3%； 计时误差优于：±0.5s
		RTK 定位精度	水平 2cm+1ppm 高程 4cm+1ppm	
		时间精度	20ns	
		数据刷新频率	1-10Hz	
2	高精度定位授时模块	支持 BDS、GPS、GLONASS、Galileo		
		厘米级定位		
		通讯方式：车载以太网、CANFD、USB、RS232		

注：卫星频段说明：

- 三星三频：GPS (L1)，GLO (L1)，BDS (B1)。
- 三星八频：GPS (L1+L2+L5)，GLO (L1+L2)，BDS-2 (B1I+B2I+B3I)。
- 四星十三频：GPS (L1C/A+L2W+L5)，GLO (L1C+L2P)，BDS (B1I+B2I+B3I+B1C+B2a)，GAL(E1+E5a+E5b)。
- 五星十六频：GPS (L1C/A+L2W+L5)，GLO (L1C+L2P)，BDS (B1I+B2I+B3I+B1C+B2a)，GAL(E1+E5a+E5b)，QZSS (L1C/A+L2C+L5)。

4 设计方案

4.1 平台软件

本平台软件主要包含两部分，分别为前端与后端平台、前端界面主要为管理人员展示当前全部车辆的位置、里程、计价器预警车辆等，后端平台主要负责实时处理车辆产生的行驶数据，判断行驶误差等。

4.1.1 前端展示界面

前端展示界面包括两部分，前端显示地图界面、汽车里程数据展示列表。

4.1.2 后端服务平台

采用关系型数据库与非关系型数据库结合的方式存储数据，以满足不同业务场景的需求。对于结构化数据，使用关系型数据库进行存储；对于非结构化数据，使用非关系型数据库进行存储。同时，引入数据缓存机制（如 Redis），提高数据访问速度。服务层采用微服务架构，将不同功能模块拆分为独立的服务，降低系统复杂性。各服务之间通过轻量级的通信协议（如 RESTful API）进行交互。引入服务注册与发现机制，实现服务的动态管理和负载均衡。

根据业务需求，编写相应的业务逻辑代码。通过调用服务层提供的接口，实现移动端数据接收与比对处理功能。通过对外提供统一的 API 接口，采用 API 网关对接口进行统一管理和权限控制。同时引入监控系统，实时监控后端数

据服务平台的运行状态和性能指标。通过日志系统收集和分

析系统日志，及时发现并解决问题。

4.2 车载端里程测量设备

里程测量设备主要包括两部分：高精度定位模块、组合计算模块、网络通讯模块。

4.2.1 高精度定位模块

本项目通过高精度级卫星定位系统实时获取位置信息，采用 GNSS+IMU 等多传感器融合的方案以实现车道级定位精度要求。

其中，GNSS 全球定位技术的应用依托网络级 CORS 系统，利用参考站网络的实时观测数据对覆盖域进行系统误差建模，然后对区域内流动用户站观测数据的系统误差进行估计。在实际应用时，车内集成 GNSS 接收机并实时搜星，车内的设备终端可将 GNSS 的定位信息通过 CORS 网络实时传输至参考站，以获取所在位置的系统误差数据，车内的设备终端将 GNSS 接收机的搜星结果和系统误差数据在接收机内进行差分数据解算，获得厘米级实时定位结果。该结果通过 GNSS 接收机数据接口输出后，和设备终端内集成的 IMU 传感器进行数据融合，以获取更高精度的定位导航数据。

IMU 惯性导航技术，其实现原理，是通过测量载体在惯性参考系的加速度，将它对时间进行积分，且把它变换到导航坐标系中，就能够得到在导航坐标系中的速度、偏航角

和位置等信息。其优点在于，安装位置不受环境限制，可实现全场景范围定位，可很好的解决 GNSS 定位在城市峡谷、信号遮挡、主辅路 / 高架空间重叠的路况环境下数据误差大的情况，形成很好的数据互补，如图 1 所示。

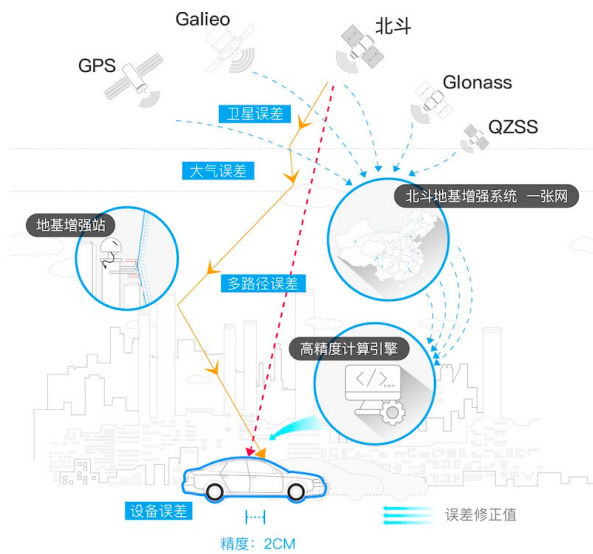


图 1 计价器高精定位系统原理

本项目高精度定位模块性能指标如表 3 所示。

表 3 高精度定位模块性能指标

GNSS 指标	定位性能	GPS: L1/L2
		GLONASS: G1/G2
		BDS: B1/B2
		GALLIEO: E1/E5b
	定位精度	水平: 2cm+1ppm (差分定位)
		高程: 4cm+1ppm
		Other: 全场景 ≤0.2m (置信度 >96%)
	数据刷新率	10Hz
	时间精度	20ns
系统配置	存储	8GB
数据通讯	网络	4G 全网通
	物理	CAN x 2,USB x 1,RS232 x 4

4.2.2 组合计算模块

组合计算模块通过读取 IMU 传感器输出的加速度、偏航角和位置等信息，与 GNSS 接收机输出的定位信息进行融合计算，修正误差，输出速度信息后，对 GNSS 实时输出的时间段内的速度进行积分计算，对车辆里程段内的多个积分计算结果进行累加，获得里程数据，从而用于核对车辆计价器的误差。

4.2.3 网络通讯模块

车内设备终端集成 4G/5G 网络通信模块，其支持数据最大传输速率可达 150Mbps, 可将计算的里程数据、车辆计价表数据、设备 ID、车辆运行时间信息等数据自动上传至监管后台，用于监管后台对车辆计价器进行有效监测和误差累计计算。

表 4 组合计算模块性能参数

里程测量	误差	1%
姿态精度	定向精度	0.2° （1m）
	横滚 / 俯仰	0.1° （1σ）
MEMS 性能	陀螺	量程：±500° /s
		零偏稳定性：≤3° /h
	加速度计	量程：±6g
		零偏稳定性：≤1mg
电气特性	电压	9~28V
	功耗	≤10W
环境特性	工作温度	-40 ~ +85℃
	存储温度	-55 ~ +95℃
	湿度	95% 无冷凝
物理特性	尺寸	（L x W x H）:120mm x 100mm x 35.2mm
	重量	502g
	接口	CAN x 2,USB x 1,RS232 x 4,PPS x 1, LAN x 1
防护等级	防尘	IPX5K
	防水	IP4KX
	震动	MIL-STD-810G（40g）

4.3 安装调试流程

1. 车端测量里程设备，供电正常；2. 量取主从天线杆臂参数并对模块相关参数进行配置；3. 一定环境（尽量选较长距离直线路段）下进行跑车标定，确保参数标定正常；4. 导航定位，输出定位结果并解析；5. 软件平台与车载设备联调，通讯正常；6. 进行车辆里程测量，收集车辆里程数据，并与标准数据进行比对。（如高德地图、计价器、或采用专用测量设备）；7. 进行大里程测量和小里程测量，比对测量结果，选定合适的里程量作为计价器比较参数；8. 选择多辆出租车进行测试，确定设备性能稳定性和最终产品状态。

5 结语

城市出租车计价器智慧计量监管平台建设，既是一个基础的硬件设施提升过程，又是一个综合的信息化系统提升过程。本文介绍了计价器智慧计量监管平台技术方案及平台建设，分析了计价器计量现状和需求，并对智慧监管平台建设从架构和系统整合等方面进行了分析。目前，计价器企业的各种智能管理系统处于探索开发阶段，但智能计量管理系统建设必将走在前面。随着卫星导航定位、物联网、大数据和信息技术进步，计价器的智慧化计量监管水平必将进一步提高。

参考文献

[1] 杨元喜, 张小红. 北斗卫星导航系统进展与应用[J]. 测绘学报, 2022, 51(6): 789-800.

[2] Silva R., Ribeiro A. S., Almeida H. A. IoT-based dynamic calibration system for industrial sensors[J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2021, 70: 1-10.

[3] 张伟, 李强. 基于物联网的出租车计价器远程检定系统设计[J]. 计量技术, 2020, 48(3): 45-49.