

# 车载光电经纬仪高精度定位系统设计

*Design of the precision positioning system for on-board photoelectric theodolite*

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)李俊霖 贺庚贤 宁 飞

LI Jun-lin HE Geng-xian NING Fei

**摘要:**本文介绍一种应用于车载光电经纬仪的高精度定位系统,该系统采用差分 GPS 定位技术,可以使车载光电经纬仪实时地获得厘米级的自身位置坐标,从而极大的提高车载光电经纬仪的机动性,同时该系统还可以实现高精度授时,作为经纬仪内部工作时序基准及站间通讯时间基准。

**关键词:** 全球定位系统; 经纬仪; 实时动态

**中图分类号:** TP368.1 **文献标识码:** A

**Abstract:** This paper introduced a kind of precision positioning system which was used by on-board photoelectric theodolite, this system can finish Real-time, centimeter-level high-precision positioning and make the on-board photoelectric theodolite more maneuverable, this system can also finish Precision timing, which can be used for uniform basis between different theodolites and allelectronics subsystems of a theodolite

**Key words:** GPS; Theodolite; RTK

## 引言

光电经纬仪是重要的靶场光测设备,传统的光电经纬仪多为地基设备,其观测范围和机动性均受到地域的限制,伴随着军事科技的高速发展,大视场、高机动性的车载光电经纬仪成为发展的主流。

光电经纬仪完成弹道测算的关键参数之一是光电经纬仪自身的坐标,地基光电经纬仪多坐落于经过高精度大地测量设备标校过的已知点上,而对于车载光电经纬仪而言,其观测位置是机动多变的,所以如何快速、高精度的完成自身位置标定成为亟待解决的问题。本文介绍一种基于差分 GPS 定位技术的高精度定位系统,可以使车载光电测量系统实现实时、厘米级的高精度定位,从而大大提高车载光电经纬仪的机动性,同时该系统还可以实现高精度授时,作为经纬仪内部工作时序基准及站间通讯时间基准。

## 1 系统硬件设计

传统的定位系统一般采用单点 GPS 定位技术实现,其定位精度为 10m 量级,无法满足车载光电经纬仪厘米级定位精度要求,因此必须采用差分定位技术实现系统设计。

近年来,基于相位差分技术的 RTK 定位技术得到广泛的应用。RTK 技术是实时处理两个测站载波相位观测量的差分方法,既是将基准站采集的载波相位发送给移动站接收机,移动站接收机利用 OTF 技术由基准站的载波相位观测量和移动站的载波相位观测量求解整周模糊度,最终实现厘米级定位。RTK 定位技术具有定位精度高、实时性强、可靠性高等优点,这完全满足车载光电经纬仪定位系统对高精度、实时定位的实际需求,因此,本系统最终采用以 RTK 定位技术为核心的设计方案, GPS 接收机选用 NovAtel 公司的带有 RTK 定位功能的

李俊霖: 实习生 硕士

OEMV5 模块。

OEMV5 模块具有接口丰富、功耗低、可靠性高等特点,直接集成了数据采集及处理单元,可以实时解算出 RTK 模式的三维坐标及 X、Y、H 方向误差信息,用户可以通过指令设置直接读取。模块通过两种模式实现 RTK 数据处理,分别是 Matched RTK 模式和 Low-Latency RTK 模式 (3)。本系统采用 Low-Latency RTK 模式完成定位,数据刷新数率达到 20c/s,定位精度如表一所示:

表一 Low-Latency RTK 模式定位精度

| 距 离    | 定 位 精 度      |
|--------|--------------|
| <10 Km | 1.5cm+0.5ppm |
| <15 Km | 5cm          |
| <25 Km | 7cm          |

由表一得出,当基准站与移动站基线距离保持在 10Km 以内时,定位精度达到 1.5cm,即使达到 25Km 时其精度也能保持在 10cm 以内,这满足了车载经纬仪实时定位要求。

依据 RTK 差分定位原理,车载光电经纬仪高精度定位系统由基准站和移动站两部分组成,基准站坐落在指定的站点上,其坐标经过精确标定作为理论坐标值,基准站的 GPS 接收机连续跟踪全部可见 GPS 卫星,获得的定位数据与理论坐标值进行差分计算,并将相应误差数据通过无线通讯数据链实时传递至移动站,基准站利用 PC 机及 GPS 应用软件直接完成 GPS 模块工作模式设置,为了增加通讯距离,采用 GPRS 模块建立基准站与移动站间的数据链路。

移动站安放在车载光电经纬仪的指定位置,是高精度定位系统的核心部分,其主要功能是结合自身 GPS 获得的定位数据以及基准站获得的误差数据解算出其所在位置的精密坐标,并将坐标数据传输至光电经纬仪主控计算机,同时作为时统终端向光电经纬仪各分系统提供内部时序及站间通讯时间基准。

移动站系统框图如图 1 所示:

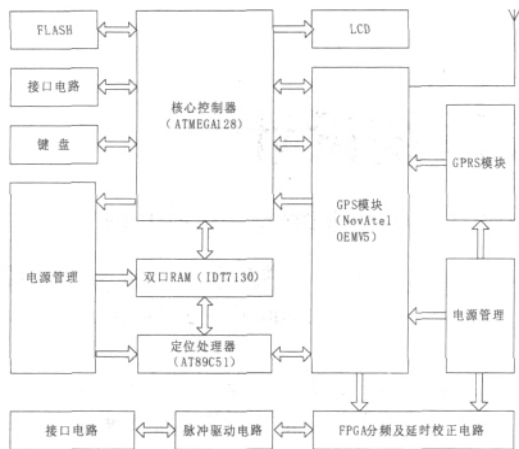


图 1 移动站硬件框图

核心控制器采用 AVR 系列的 ATMEGA128 单片机,通过软件设计实现 GPS 模块设置、数据存储及传送等功能。GPS 接收机采用 NovAtel 公司的 OEMV5 模块,其 COM1 口接控制器,接收指令设置并输出时间数据;COM2 口接 GPRS 模块,建立与基准站的数据链路;COM3 口接定位处理器,返回三维坐标及误差信息;1PPS 输出引脚接主控器的外部中断 INTO 和 FPGA 的输入端,提供精确的秒信息;定位处理器采用 AT89C51 单片机,用于接收 GPS 定位及误差信息并存入双口 RAM 指定空间;双口 RAM 实现控制器与定位处理器间的数据通讯;FPGA 分频电路通过分频输出系统所需的各种频率同步脉冲;接口电路主要完成 TTL-RS485/422 转换,与经纬仪通讯系统连接实现通讯;电源管理模块为系统各部分提供电源输入,并利用主控器控制各部分独立上电,从而优化电源管理,有效降低功耗。

### 2 系统软件设计

车载光电经纬仪高精度定位系统软件设计也分基准站和移动站两部分进行,基准站的硬件采用“PC 机+GPS 模块”模式,因此基准站软件采用在 Windows XP 系统下编写应用程序的设计方案,应用软件的主要功能是结合 GPS 指令集实现 GPS 模块的工作模式配置,使 GPS 工作在 RTK 差分定位主站模式。

移动站软件的核心功能是实时发送“定位+时间”数据,并接收上位系统指令并实现相应动作;利用 INTO 中断采集 GPS 高精度秒脉冲信号,实现高精度授时;利用 UART1 连通 GPS 模块,控制模块初始化及接收 GPS 时间信号;读取 IDT7130 中数据,完成数据打包。系统主函数流程图如图 2 所示:

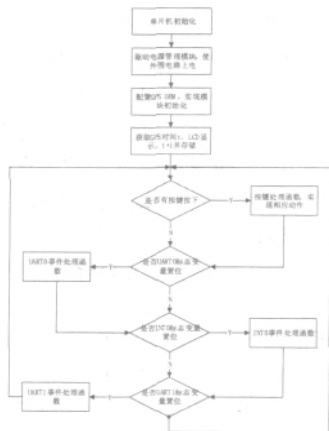


图 2 授时定位系统主函数流程图

根据系统功能的实际需要,核心控制器设置三个中断,分别是 UART0、UART1 和 INTO 中断。UART0 中断配置给定为系统与上位机连接的串口,实现定位系统与上位机的数据传输;UART1 中断配置给 GPS 模块的串口 COM1,其主要功能是初始化 GPS 模块配置,并通过中断接收 GPS 返回的时间信息;INTO 中断配置给 GPS 模块的 1PPS 输出引脚,其主要功能是利用 GPS 的 1PPS 高精度秒脉冲来实现系统高精度授时,中断优先级从高至低依次为 UART0、INTO、UART1。

主函数中初始化单元配置单片机资源,为系统其它部分上电,根据按键设置利用指令配置 GPS 模块,读回初始的“时间+定位”信息,LCD 显示。进入循环后首先检测是否有按键按下,“有”则进入按键处理函数,实现相应的模式设置,然后退出函数,检测 UART0 中断标志;“无”则直接检测 UART0 中断标志,若 UART0 中断标志置位则进入相应事件处理函数,控制器根据上位系统发送的控制指令执行相应操作。若未置位则继续检测 INTO 中断标志,若 INTO 中断标志置位则进入 INTO 事件处理函数,函数主要功能是发送时间信息获取指令,退出 INTO 事件处理函数后,检测 UART1 中断标志,UART1 中断标志置位则进入 UART1 事件处理函数,函数功能是获得 GPS 时间信息并完成存储,为下一步校时做准备,退出 UART1 事件处理函数后,主程序进入新的循环;UART1 中断标志未置位则直接进入主程序的下一循环。

针对系统的实时性要求及实际的资源分配情况,GPS 高精度定位数据采用单独的定位处理器完成接收并进行存储,定位处理器与核心控制器之间采用双口 RAM IDT7130 实现数据共享。系统的定位处理器采用 AT89C51,其主要利用串口接收 GPS 模块的 RTK 有效信息输出,并对接收信息进行处理,提取出经纬度、高程及各方向误差信息,最后将信息存储于双口 RAM 指定区域等待核心控制器读取,软件流程图如图 3 所示:

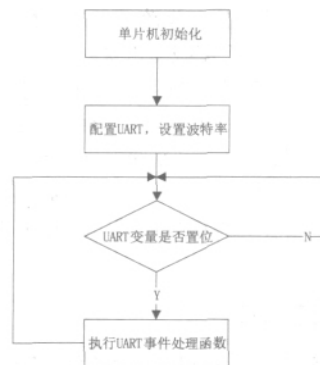


图 3 定位数据接收软件框图

定位处理器上电后完成初始化配置,设置串口中断及相关参数,之后程序进入主循环,检测 UART 中断标志是否置位,置位则执行 UART 事件处理函数,其主要功能是接收 GPS 模块返回的定位数据信息,并从中提取出经纬度、高程及各方向误差信息,最后将信息存储于双口 RAM 指定区域,函数退出后主程序开始新的循环;若 UART 中断标志未置位,则主程序直接开始新的循环。

### 3 结语

车载经纬仪高精度定位系统采用 RTK 差分定位技术,其 20c/s 的数据刷新率完全满足实时性要求,而 25km 内 7cm 的定

(下转第 74 页)

技术创新

Read(见图6)接收数据之前需要用 VISA Bytes at Serial Port 查询当前串口接收缓冲区中的数据字节数,如果 VISA Read 要读取的字节数大于缓冲区中的数据字节数,VISA Read 操作将一直等待,直至 Timeout 或者缓冲区中的数据字节数达到要求的字节数。

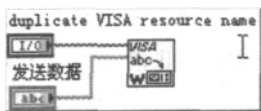


图5 串口发送数据

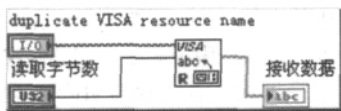


图6 串口接收数据

在某些特殊情况下,需要设置串口接收/发送缓冲区的大小,此时可以使用 VISA Set I/O Buffer Size (见图7);而使用 VISA Flush I/O Buffer 则可以清空接收与发送缓冲区(见图8);在串口使用结束后,使用 VISA Close 结束与 VISA resource name 指定的串口之间的会话(见图9)。



图7 设置缓冲区大小 图8 清空缓冲区 图9 结束会话/线程

### 3 结束语

本监测系统作为国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管体系中的建筑能耗监测平台的一部分,通过对监测的环境数据(温度、湿度、光照度)进行统计和分析。为空调用电和照明明用电提供能效比,达到横向对比发现问题,纵向挖掘节能潜力的目的,为将来的能耗审计和节能改造提供服务。它还将为下一步研究楼宇自控系统体系重构,构造面向多对象、适应多任务、应对多目标的建筑智能化控制系统打下基础。

本文创新点:1 利用 PC 机与 Atmega8 通过 Modbus-RTU 通信协议的 485 总线进行多点的温度、湿度、光照度的监测,价格低廉,可靠性强,作为建筑能耗监测平台的一部分已投入使用。2 上位机应用虚拟仪器 Labview8.2 软件平台,突破了传统利用 VB,VC 开发设计,实现监测的性价比高,调试更方便。

本文无抄袭,作者全权负责版权事宜。

#### 参考文献

- [1]李兆坚.环境参数与空调行为对住宅空调能耗影响调查分析.暖通空调,2007,37(8).
- [2]建设部.公共建筑节能设计标准.2005.5.
- [3]住房和城乡建设部.公共建筑温度管理办法.2008.
- [4]陈锡辉,张银鸿等. LabVIEW8.2 程序设计从入门到精通[M].北京:清华大学出版社.
- [5]桂玲,吴辞群,向诚.基于 LabVIEW 语言的 PC 机与单片机的串口通信[J].自动化信息,2004(6):43-44.
- [6]李兆坚.江亿.环境参数与空调行为对住宅空调能耗影响调查分析.暖通空调 2007(8).
- [7]江亿.我国建筑耗能状况及有效的节能途径.暖通空调,2005,35(5):30-40.
- [8]杨乐平,李海涛,肖相生等.LabVIEW 程序设计与应用[M].北京:电子工业出版社,2001,7:239-245.
- [9]路雪莲.基于 LabVIEW 多通道 S 参数测试系统设计[J].微计算机信息.2009(1):89-90.

作者简介:张永坚(1956-)男,汉族,山东济南人,住房与城乡建设部智能建筑技术专家委员会专家,山东建筑大学信息与电气工程学院教授、硕士研究生导师,主要研究方向:信息处理与智能系统,智能建筑通信与网络。

**Biography:** ZHANG Yong-jian (1956-), male, JinanCity Shandong province, ministry of housing and urban-rural construction, Expert Committee of Intelligent Building Technology, expert; Shandong Jianzhu University, School of Electrical Engineering and Automation, Professor; Research area: Information Processing and Intelligent System, Communication and Network of Intelligent Building.

(250101 山东 济南 山东建筑大学 信息与电气工程学院山东省智能建筑技术重点实验室) 张永坚 贾鲁峰

(School of Information & Electric Engineering, SDJZU, Jinan, Shandong 250101, China) ZHANG Yong-jian JIA Lu-feng  
通讯地址:(250101 山东省济南市临港开发区凤鸣路山东建筑大学信息与电气工程学院) 张永坚

(收稿日期:2010.11.08)(修稿日期:2011.02.08)

#### (上接第 98 页)

位精度也完成符合定位系统精度要求,同时该系统还具备高精度授时功能,可以在实现高精度定位的同时完成代替经纬仪的时统终端.该系统的应用大大提高了的车载经纬仪的机动性,为车载经纬仪的全地域实时跟踪测量打下了坚实的基础。

本文作者创新点:将 RTK 定位技术应用于车载光电经纬仪测量系统,并介绍了系统的硬件和软件设计,该系统在车载光电经纬仪上的应用极大的提高了车载光电经纬仪上的机动性和灵活性,实用性很强。

作者对本文版权全权负责,无抄袭。

#### 参考文献

- [1]王广运等.差分 GPS 定位技术与应用[M].北京:电子工业出版社,1996
- [2]白雪等.基于单片机的 GPS 定位信息采集系统[J].微计算机信息,2008,24:228-229
- [3]NovAtel 公司,OEMV Family Installation and Operation User Manual.PDF,2009
- [4]蔡燕飞.基于 TMS320F240 的 GPS 定位终端设计[J].微计算机信息,2007,23:271-273
- [5]陈爱萍等.基于 GPS 的时间同步系统设计与实现[J].微计算机信息,2009,25:200-201

作者简介:李俊霖(1984-),男(汉族),辽宁鞍山人,长春光学精密机械与物理研究所研究实习员,硕士,研究方向是光电经纬仪设计与检测。

**Biography:** LI Jun-lin (1984-), Male (Han), Liaoning Anshan, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Internship researcher, Master, engaged in design and test of the photoelectric theodolite.

(130033 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 李俊霖 贺庚贤 宁飞

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun, 130033, China)

LI Jun-lin HE Geng-xian NING Fei

通讯地址:(130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号长春光机所检测中心) 李俊霖

(收稿日期:2010.11.08)(修稿日期:2011.02.08)

您的才能 + 阅读本刊 = 您的财富