

列车调度系统关键技术研究

许士敏 陈鹏举 武传华 (合肥解放军电子工程学院 230037)

摘要: 基于 GPS 和 GSM 技术的列车智能化调度指挥系统中, 存在定位精度要求高和数据传输要求高两个关键问题。本文提出 RTK 定位技术和 GPRS 技术实现方法, 并在实验系统中取得了良好的运行效果。

关键词: GPS GSM GIS

1 GPS 定位测速技术用于列车调度系统

列车调度指挥是铁路运输部门的核心工作之一, 而列车调度指挥智能化是铁路运输现代化的重要标志, 是铁路运输参与市场竞争的重要手段。列车调度的主要内容是掌握客货列车的具体位置、走向、运动速度和车辆状态, 将定位技术和双向数据通信系统结合起来, 将定位信息实时传输到调度管理中心, 调度管理中心将调度和服务信息传输给列车, 以实现了对客货列车的调度管理。

铁路运输线遍及全国, 列车调度的方法很多, 不同的方法各有优缺点。采用自主定位的推算法定位, 长距离的积累误差将很大; 信标定位法是很适合的, 但户外系统安装和维护费用很高, 且定位是非连续的; GPS 是一种价格低廉的自主定位方式, 由于是卫星广播的单向方式, 接收机被动接受, 不会将车的位置传输给卫星, 而被他人监视。当然, GPS 定位也存在一些缺点: 如当列车进入隧道后, GPS 由于遮蔽而性能下降, 但可以配以其他辅助定位方式加以解决, 如信标或利用通信的漏泄电缆发出定位信息, 造价允许的话也可加入里程表、车速仪和陀螺等传感器进行推算法定位。

全球卫星定位系统 GPS 是美国主要的航天

工程之一, 具有很强的军事功能和广阔的民用前景, 对交通自动化管理和安全防范领域有特别重要的意义。利用该系统, 用户可以在全球范围内实现全天候、连续、实时的三维导航定位和测速, 将全球定位系统应用于列车定位与测速, 就形成了列车调度系统。

2 列车调度系统结构

本系统利用先进的 GPS 卫星定位技术和 GSM 数字移动通信技术, 实现对动态机车进行监视、监控和调度。整个系统由监控中心和移动终端两部分组成。如图 1 所示。

2.1 监控中心

(1) 硬件组成。监控中心的作用是通过基站 GPS 接收机接收差分数据, 通过 GSM 模块或无线电台发送至移动终端, 然后是移动终端把校正后的精确定位信息, 发送监控中心, 最后监控中心根据移动终端的位置在电子地图上实时显示目标位置, 监控中心还可根据需要向指定的车载台发送各种控制指令, 以达到实时监控移动目标的目的。其硬件组成框图如图 2。

(2) 系统软件。系统各种软件的编制工作是整个系统的关键, 系统软件分为如图 3 显示的几大模块, 这几个模块全部统一在监控中心的软件

用户界面中。

矢量电子地图显示模块完成的功能有: 电子地图的放大、缩小、区域选择、地图漫游以及图形分层等等;

基站差分 GPS 数据接收模块主要功能是计算机通过串口接收差分 GPS 接收机产生的校正数据; GSM 通信模块负责差分 GPS 数据的发送、移动目标单元 GPS 数据的接收工作, 兼有对车载单元的控制调度、报警信号的接收等功能;

坐标转换算法软件是将移动目标单元的经纬度坐标位置转换为能在显示屏上显示的直角坐标 (x,y);

GIS 车辆数据库主要用于记录移动目标的关键数据, 以便对各列车的历史踪迹进行回放和数据查询;

GIS 地图数据库根据需要可报表打印输出, 调度控制是对移动目标进行控制和调度。

2.2 移动终端

整个移动终端主要由 GPS 接收机, GSM 收发模块, 主控制模块等组成 (见图 4)。

GPS 接收机接收卫星的定位信号运算出自身的位置 (经度、纬度、高度)、时间和运动状态 (速度、航向), 每秒 1 次送给单片机并存储, 以便随时提供定位信息。

GSM 模块负责无线的收发传输, 具有语音、数据、传真和短信息功能。

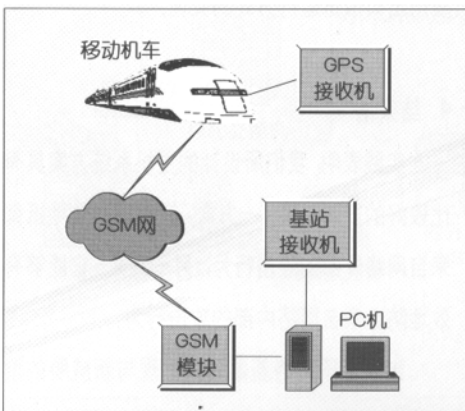


图 1 列车调度系统示意图

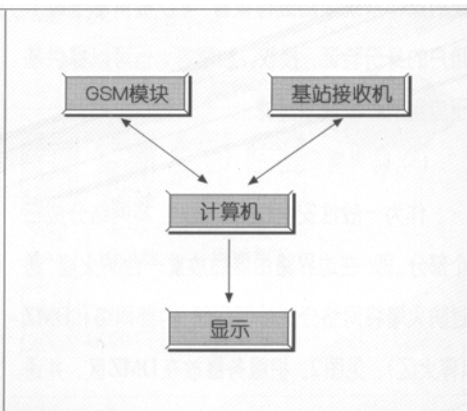


图 2 监控中心硬件组成框图

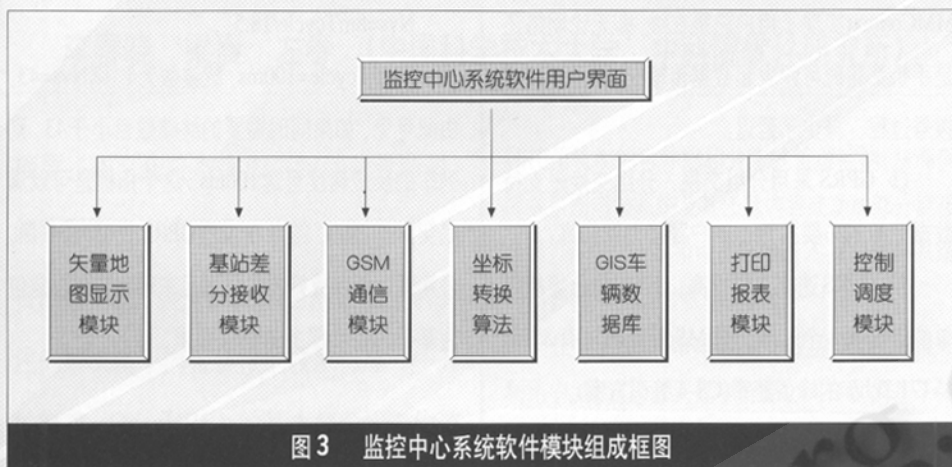


图3 监控中心系统软件模块组成框图

主控制模块该模块主要负责 TDX 无线电台和 GSM 送来的 GPS 数据信号的接收、选择、对二者之间的启动和转换,并按基站发送的指令对接收的参数进行处理,其中 CPU 部分由 W77E58 双串口芯片来担任。

3 GPS 定位技术

GPS (Global Positioning System) 是随着现代航天及无线电通信科学技术的发展建立起来的一个高精度、全天候和全球性的无线电导航定位、定时的多功能系统。它利用位于距地球 2 万多公里高的由 24 颗人造卫星组成的卫星网,向地球不断发射定位及时间信号。地球上的任何一个 GPS 接收机,只要接收到四颗以上的卫星发出的信号,经过计算处理后,就可报出 GPS 接收机(目标)的位置(经度、纬度、高度)、时间和运动状态(速度、航向)。GPS 提

供两种定位服务:精码定位和粗码定位。精码定位供美国军方使用,其定位精度为 5m;粗码定位开放供民用,为了防止恐怖活动,在粗码定位中人为地加入了一些误差,所以其定位精度只有 100m,现在 SA 政策已取消,粗码的定位精度可达 15m。

由于民用 GPS 服务提供的精度只有 15m,而 GPS 安全与指挥调度系统所要求的定位精度比较高,为了达到系统要求的定位精度,可采用差分 GPS 技术,其基本原理是利用监控中心(基准站)的精确坐标与卫星实测信号进行求差获得差分信息,再将这个修正值发送给用户接收机,修正定位坐标。采用差分 GPS 技术后,定位精度可提高到 1m~3m。

由于列车调度的主要工作是在列车进出站时要知道列车行驶的轨道,而两个轨道中心之间的最短距离约为 4 米,采用差分 GPS 技术后,定位

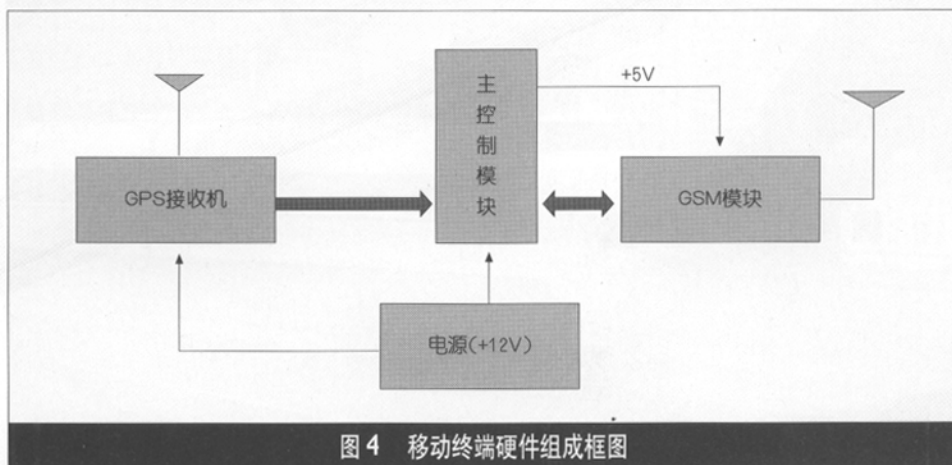


图4 移动终端硬件组成框图

精度还是不能满足要求,而采用 RTK 技术能提供厘米级的精度,能满足实际对定位精度的要求。RTK 技术叫作载波相位差分技术(Real-time Kinematic),照字面直译为“实时动态”,它建立在载波相位测量与差分 GPS 技术的基础上,克服了载波相位测量用时长、数据需要后处理的缺点,具有用时短、精度高、实时给出定位结果的优点。

4 GSM 移动通信系统

GSM (Global system mobile) 全球数字移动通信系统是目前国内覆盖最广、系统可靠性最高、话机量最大的数字移动蜂窝通信系统。它具有强大的保密功能。GSM 以统一的方式向各地用户提供具有所有电信业务的国内和国际漫游。用户身份鉴别可保护网络避免无权用户使用。与常规 VHF/UHF 无线通信网,800M 集群无线通信网比较,它不但通信范围大、系统运行可靠,而且经济实用、投资少易普及,减少各专用通信网基地站的重复投资建设,各地监控中心易于联网。当前中国电信 GSM 网是国内第一大网,依托具有强大地数字移动蜂窝通信技术的 GSM 网作为定位通信监控系统的无线传输网络将确保了传输通道的可靠性。

4.1 现有公用网应用于 GPS 车辆定位系统存在的问题

首先应该指出,虽然公用网已经应用于 GPS 车辆定位系统,但实际上当前的公共网(比如 GSM)是不能满足 GPS 系统的传输要求的,存在的主要问题有以下两点:

(1) 时延问题。这是由公众网服务全社会一般个体用户的根本性质决定的,一个公众网的电话用户,打一个电话从拨号到接通所需要的时间一般为几秒钟到十几秒钟甚至更长,这对一般电话用户来说是会造成太大影响的,而对某些时间要求严格的用户(比如调度用户)来说,这个时

间就太长了,在紧急情况下,往往希望一按即通,否则会造成相当严重的后果,在当今交通工具速度日益提高的情况下尤为如此。以 GSM 短消息为例,从理论上分析,当传输的最大字节不超过 140 字符,用户不通话时,发送一条短消息不超过 2.6s,用户通话时,发送一条短消息需要 5.8s。在实际中,加上各种延时,即使是在不通话的情况下,平均时延也有 5.5s。假定车辆的速度为 90km/h,那么在 5.5s 内,车辆已经行驶了 137m,也就是说,当定位数据从车辆传到监控中心时,已有了 137m 的误差,这还不算 GPS 本身的误差。可见,时延问题是 GPS 系统采用公用网传输的最大问题之一。

(2) 公用网指挥调度功能差。专用网有组呼、群呼、广播呼叫、紧急呼叫、强插强拆和不同的呼叫优先级等功能,公用网在这方面的功能明显不如专用网强大。由于以上两个问题的存在,当前的公用网应用于 GPS 数据传输时,效果很不理想,但是随着公用网的发展,被称为 2.5G 的 GPRS 的出现,公用网已经能够基本满足 GPS 的传输需要,下面对此详细分析。

4.2 GPRS 应用于 GPS 数据传输的分析

GPRS 是 2G(GSM)和 3G 间的过渡产品,一般称 2.5G。GPRS 基于 GSM 网络,共用 GSM 频率(900/1800MHz),共享 GSM 网络的绝大部分基础设施。为了实现 GPRS,只需在现有的 GSM 网络中引入三种新的逻辑网络实体:服务 GPRS 支持节点(SGSN)、网关 GPRS 支持节点(GGSN)和分组控制单元(PCU)。

(1) GPRS 对 GPS 列车调度系统数据传输问题的初步解决

① GPRS 采用不同的 QoS(服务质量),针对各项不同服务,GPRS 可以有不同的优先级,可靠性,延迟标准,这显然非常适合 GPS 车辆定位系统的数据传输要求:

② GPRS 有两个重要的 Context,其中

MMContext 实现了用户总是在线,即无论网络还是手机都随时可以发起数据传输,去除了传统的拨号过程,减少了延迟:

③ GPRS 采用分组交换,分组交换是支持数据业务的必要条件,用户容量大副提高:

④ GPRS 速率大幅提高。GPRS 将分组复用单位提高到 8 个时隙,即 MS 最高可以有 $8 \times 21.4 = 171.2 \text{kb/s}$ 的峰值速率(CS-4 编码方案)。

(2) GPRS 应用于 GPS 列车调度系统的分析
考察一条全程为 GPRS 网络覆盖的铁路,当列车在驶入时连到 GPRS 网络,预定下无线信道资源,当一个列车产生一个数据包时,通过 GPRS 将该数据包传给了一个固定节点。假设在 GPRS 中每隔 Tcycle 时间就为一个列车分配一个最小的无线资源:RLC(Radio Link Control),这里的 Tcycle 取值要综合考虑,因为 Tcycle 越小表示无线信道延时越小,网络反应越迅速,但在可用频带一定的情况下,Tcycle 越小,整个网络所能接受的终端也就越少。假设 Tcycle 取值为 100ms,由于在 RLC 时间内(大约 18.5ms)可分配到最小的无线资源的终端数为 8m 个(m 是载波数),因此在 Tcycle 内可服务的终端数是:

$$N_{vs} = 8mT_{cycle}/18.5$$

如果 $T_{cycle} = 100 \text{ms}$,载波数为 1,则 $N_{vs} = 43$ 。由此可见,如果同时需要的终端数目小于 43,则列车的反应速度可达 100ms,这个指标是可以满足实际需要的,并且在以后 GPRS 升级为 3G 后,公用网就能以更好的品质满足车辆定位和以定位为基础的各项服务的通信要求。

4 结束语

我们已研制出了实验系统,并且针对定位精度要求高和数据传输要求高两个关键问题提出了相应的解决方案,通过半年多的试运行,系统取得了良好的运行效果。■

参考文献

- 1 李东,姚冬苹,马景文,车辆定位及其在铁路上的应用,计算机应用 2000.12.
- 2 雷巧玲,丁汉,熊有伦,公用网应用于 GPS 车辆定位系统数据传输的分析研究,交通与计算机,2001 年增刊.
- 3 巩军收,潘文君,孙聪付,内蒙古公路与运输,2001 年增刊.

