

文章编号: 1005-8451 (2008) 08-0021-04

铁路集散站台货车调度系统中移动终端的实现

纪 欣, 郭 勇

(成都理工大学 信息工程学院, 成都 610059)

摘要: 介绍基于 GPS 的铁路集散站台火车调度系统结构和组成原理, 探讨 GPS 基准站、移动终端的软硬件组成和实现。采用差分 GPS 技术满足铁路集散站台货车的实时调度对货车精确定位的要求。在 GPS 基准站与列车移动终端、监控中心与列车移动终端间利用 CDMA 模块通过 Internet 网络实现数据与控制信息的实时传输, 监控中心基于列车移动终端的精确定位实现对移动终端的方向速度电子地图显示、实时控制、整体的协调调度等功能。

关键词: GPS; CDMA; DGPS; 铁路

中图分类号: U292 : TP39 **文献标识码:** A

Implementation of mobile terminals of Freight Car Dispatching System in railway collection and distribution platform

JI Xin , GUO Yong

(Information Engineering College, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: It was introduced the structure and the principles of Dispatching System for railway collection and distribution platform, discussed the GPS base stations, the mobile terminals and the achievement of the hardware and software components. Using the differential GPS technology to satisfy the request of Precise Positioning in real-time dispatching at the railway collection and distribution platform. Using the module of CDMA implemented the data and the control information real-time transmitina through the Internet among the GPS datum station the monitoring center and the train mobile termination. The monitoring center based on the Precise Positioning of the train mobile termination implemented the electronic map demonstration in the direction speed, real-time control, coordinated dispatch and so on.

Key words: Global Positioning System; CDMA; Differential GPS; railway

货车的调度和指挥是铁路运输部门的核心工

收稿日期: 2008-01-08

基金项目: 国家科技支撑计划课题 (2006BAC13B04)

作者简介: 纪 欣, 在读硕士研究生; 郭 勇, 教授。

作, GPS (Global Positioning System) 是一种价格低廉的自主定位方式, 由于集散站台的铁轨间距较小, 考虑到系统对定位精度的要求, 采用差分 GPS 技术来提高实时定位精度 (本系统精度可达 0.5 m)。

关系, 建立过程 / 组织矩阵。随后对企业内的数据类型进行识别并建立资源 / 数据类型矩阵梳理数据类型与企业资源之间的联系。BSP 认为, 数据类和过程是定义企业信息系统总体结构的基础, 并以过程 / 数据类 (CU 矩阵) 反映他们的联系, 其中的 C 表示产生, U 表示使用, 这个矩阵通俗的说就是分析了数据从哪些 “业务” 中被产生出来, 又被哪些业务作为源头数据使用到。企业内部的信息结构就被定义得比较完善了。BSP 方法在分析现有系统并确定管理部门对系统的要求后, 在 CU 矩阵的基础上进一步修改, 形成系统数据流图和信息结构图并最终确立子系统。信息被精确定义以后, 我们还必

须按照关系数据库设计方法来设计数据库, 分析 E-R 模型, 让信息存储达到第 3 范式, 在物理设计完成后结束整个收入数据库的设计。

4 结束语

建设铁路收入信息系统是一项复杂而繁琐的系统工程, 需要系统分析人员、业务领域专家、软件设计、测试人员和系统用户一起长时间的努力才能完成。本文从前人的经验和软件工程结合的角度阐述了进行收入信息系统分析和设计的方法, 以期对收入铁路收入信息系统建设有所帮助。

为了保证 GPS 模块的数据能够及时准确地传回到监控服务器，数据传输网络非常重要，本系统将利用 CDMA 模块结合 Internet 网络传输数据，实现对货车集散站台的实时调度管理。

1 列车调度系统的工作原理

本系统采用 GPS 卫星定位技术和 CDMA 数字移动通信技术，实现对动态机车进行监视、控制和调度，整个系统由监控中心、移动终端和 GPS 基准站 3 部分组成。通过 CDMA 模块访问 Internet 网络实现移动终端与基准站和监控中心的通信。集散站台货车调度系统框图如图 1。

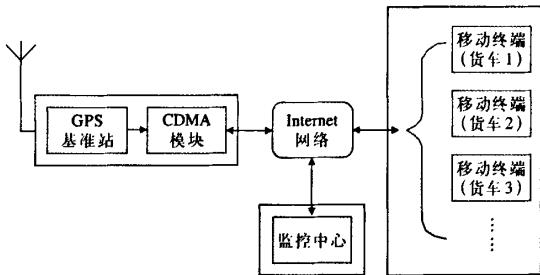


图 1 集散站台货车调度系统框图

2 差分 GPS 的定位原理

本系统为了保证定位的精度，所以采用差分 GPS 定位，对坐标准确已知的基准站安装 GPS 接收机，测量出全部卫星的伪距和收集全部卫星的星历，利用已采集到的轨道参数，计算出卫星在某一时刻的瞬间位置 (X_s^i, Y_s^i, Z_s^i)。由于基准站的坐标精确已知 (X_0, Y_0, Z_0)，这样利用卫星和基准站的坐标就可以计算出卫星到基准站的真实距离 R^i ：

$$R^i = \sqrt{(X_s^i - X_0)^2 + (Y_s^i - Y_0)^2 + (Z_s^i - Z_0)^2} \quad (1)$$

注：上标 i 表示第 i 颗卫星

由于轨道误差、电离层误差的对流层误差等影响，基准站 GPS 接收机直接测量的伪距存在误差，与真实距离不同，两者之间的差别就是伪距改正数：

$$\Delta\rho = R^i - \rho^i \quad (2)$$

同时可以求出伪距改正数的变化率：

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\Delta\rho^i}{\Delta t} \quad (3)$$

基准站将 $d\rho$ 和 $\Delta\rho^i$ 传送给用户台，用户台对测量出的伪距进行修正，求出改正后的伪距：

$$\rho_{corr}^i(t) = \rho_{meas}^i(t) + \Delta\rho^i + d\rho^i(t-t_0) \quad (4)$$

利用改正后的伪距，可以计算出用户台的坐标：

$$\rho_{corr}^i(t) = R_{user}^i + C \cdot d\tau + v =$$

$$\sqrt{(X_{user}^i - X)^2 + (Y_{user}^i - Y)^2 + (Z_{user}^i - Z)^2} \quad (5)$$

$$+ C \cdot d\tau + v$$

式中， $d\tau$ 为接收机钟差， C 为光速， v 为接收机噪声。

在式 (5) 已经基本上消除了卫星星历误差、卫星钟误差、电离层误差和对流层误差。用户接收机利用改正后的伪距进行定位计算，可以得到更精确的定位精度。采用 DGPS 的方法可以达到定位精度在 1M 左右，满足本系统的要求。

3 列车调度系统组成与设计方案

3.1 GPS 基准站的组成及工作原理

GPS 基准站系统组成：基准站主要由电源、GPS-OEM、中央处理单元、CDMA 模块、译码时序单元及接口转换等功能模块组成。本系统的差分基准站中 GPS 接收机采用 Motorola 生产的 VPONCORE GPS-OEM。将其作为基准 GPS 接收机使用，需要对接收机作必要的初始化工作，包括使接收机工作在差分基准的模式下，输入基准站的精确位置，如经度、纬度和高度，输出二进制的差分 GPS 修正数。GPS 基准站输出包括 GPS 时间和所有已跟踪卫星的卫星 ID、伪距修正数、伪距率修正数、数据发布日期等。使用 ONCORE GPS-OEM 作为基准接收机的 DGPS 基准站基本组成如图 2。

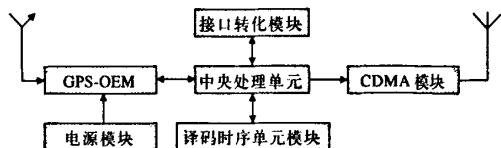


图 2 基于 GPS-OEM 的差分 GPS 基准站组成

GPS 基准站系统工作原理：GPS-OEM 利用基准站精密坐标计算出基准站到卫星的伪距改正数，输出其概率位置传送到中央处理单元中，同时驱动 CDMA 模块（内嵌了 TCP/IP 协议）经过 CDMA 无线

网络连接到 Internet 实现上网，通过网络把其概率位置传送到移动终端，移动终端的 GPS 接收机在进行 GPS 观测的同时，利用 CDMA 模块接收 GPS 基准站的伪距改正数，移动终端接到数据后进行软件差分运算校正输出 RTCM SC-104 差分改正信息，因为只有 RTCM SC2104 电文才能被 GPS 接收机接收和解码，因此在设计差分 GPS 基准站时，必须形成 RTCM SC2104 差分电文。RTCM SC2104 电文由二进制编码的数据流组成。每一类电文包括 2 个字头和 n 个数据字，每个字分解为 5 个 6 bit 的字节，这样允许在标准计算机 UART 间串行传送。然后在移动端进行定位计算，求解出精确的移动端的位置，通过无线网络把其信息传回到监控中心，实现移动端位置信息的实时传输。本系统采用动态定位法建立 GPS 基准站，当列车移动端进入 300 km 左右的范围时，本系统移动端将通过 CDMA 网络接收差分改正信息，实现列车的精确定位。

3.2 移动终端的组成及原理

3.2.1 移动终端的组成

移动端（列车）模块主要由 GPS 接收机、CDMA 收发模块、主控模块等组成。系统框图如图 3。

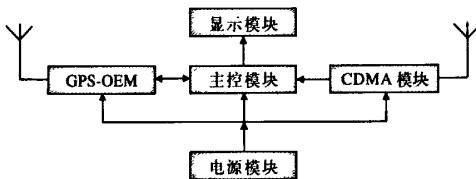


图 3 移动终端模块框图

3.2.2 移动终端的设计

(1) GPS 接收机模块设计

GPS 接收机接收卫星的定位信号运算出自身的位臵信息（经度、纬度、海拔高度），时间和运动状态（速度、方向），每秒一次发送给主控模块并存储，以便提供实时定位信息。本系统移动端的 GPS 接收机采用新月 -HC12 模块，它是一款单频 12 通道接收机，特点是可靠性高、精度高：单机 < 2.5 m，DGPS 差分精度 < 0.5 m (2SRMS)，满足具体的定位精度需要。独有的 Coast 技术可在差分信号丢失的情况下仍可保持精度，特有的 E-DIF (< 1.0 m) 自差分技术可在无差分信号的地方获得高精度，波特率可在 300 bps~3 800 bps 间选定，输入电压为 3.3 VDC ± 5%，功耗 < 1 W，有 3 个全双工 CMOS，1 个半

双工 CMOS 端口。

GPS 接收机包括 3 个部分：导航信号接收单元、数据处理单元和数据存储单元。相应的硬件模块分别为变频器、相关通道、微处理器和存储器。在通电完成初始自检后，它将自动地接收 GPS 信号经天线发送，经过低噪声前置放大，进入变频器，将射频信号转换为中频信号。中频信号经采样信号采样、量化后，转换为数字信号。数字信号进入相关通道，经过处理后，完成并行通道对其视界内几何位置最佳的数颗卫星的连续跟踪。测出信号从卫星到接收天线的传播时间，解译出 GPS 卫星所发送的导航电文，微处理器接收导航电文数据，进行相应处理后给出所需的定位信息或提供特定的应用服务。最后经由 I/O 口输出串行数据。其 OEM 板原理框图如图 4。

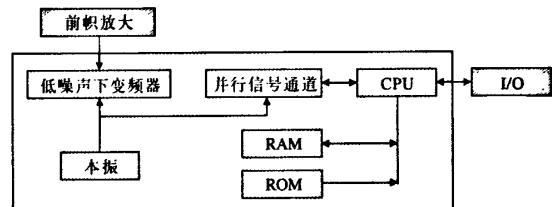


图 4 GPS-OEM 板原理框图

(2) 主控模块设计

主控模块功能与原理：主要负责 CDMA 模块送来的 GPS 数据信号的接收、选择和对二者间的启动和转换，并按基准站发送的信息对接收的数据进行处理以及对监控中心的实时数据的传送。通过系统中的 GPS 模块测出自身的地理坐标，然后经过处理器进行转换和处理，再显示在 GIS 的电子地图上。

主控模块硬件部分组成：移动端控制模块采用 S3C44B0 ARM 处理器，它是 16/32 bitRISC 处理器为便携设备提供的高性能、低成本微控制器。它具有丰富的硬件接口资源，系统硬件由 GPS 接收机（本系统选用新月 -HC12，功耗低、尺寸小、重量轻）、ARM 处理器系统、系统内存、程序存储器、电子地图/GPS 数据存储器、LCD 显示器（选用 LTD79-H298L5GK 型 320 × 240 单色显示器），它具有标准的接口，可以直接和处理器 LCD 控制口连接，功耗低、尺寸小、重量轻、键盘，通信监控用具有数据接口的手机。GPS 移动终端结构如图 5。

电源模块：本系统使用 3.3 V 电源（本文采用 1 800 mA 充电电池）供电。

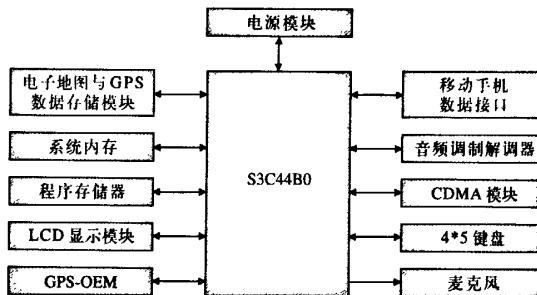


图 5 GPS 移动终端结构图

系统内存模块：系统中使用两片 HY57V641620 扩展出 $8 \text{ M} \times 16 \text{ byte}$ 的系统内存空间。

电子地图 /GPS 数据存储模块：采用 FLASH 存储器来存储手 GPS 数据和电子地图数据。系统采用 K9F5608U0C，它的供电电源是 3.3 V，容量 $32 \text{ M} \times 8$ ，足够满足系统应用。

程序存储模块：是系统启动代码和主程序，启动代码是芯片复位后进入主程序前运行的一段代码，为主程序运行提供基本的运行环境，它包括堆栈初始化、中断系统初始化、系统变量初始化、I/O 初始化、外围设备初始化、地址重映射和主程序接口。系统中应用的是 MBM29LV160，容量 $1 \text{ M} \times 16 \text{ bit}$ 。

LCD 显示模块：它用来显示电子地图。LCD 接口比较简单，直接把微处理器的帧同步信号、行同步信号和位同步信号和显示数据信号连接到液晶屏上。

键盘模块：共 9 根线构成矩阵式行扫描键盘，可简单的与监控中心进行通信。

Speaker 模块：Speaker 在系统处于需要报警或提醒时产生提示音。

主控模块软件部分组成：分为 GPS 数据接收及处理程序、通信数据接收及处理程序、地图管理与 GPS 坐标和地图坐标的转换、LCD 显示程序、中断服务程序和键盘程序等模块，移动终端的 ARM 处理器程序流程如图 6。

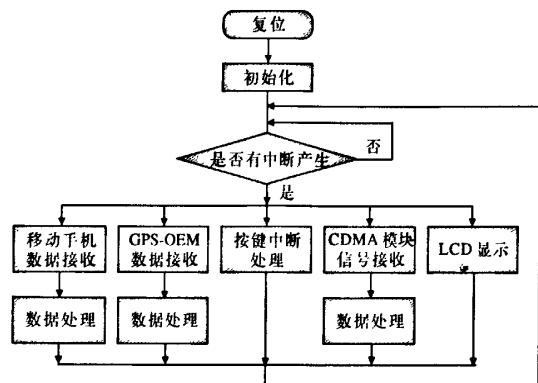


图 6 ARM 处理器程序流程图

铁路货物运输风险，减少工作失误，提高工作效率，保障人民的生命财产安全，并节约了人力成本，具有很大的经济社会价值。

参考文献：

- [1] 吴信才. 地理信息系统的设计与实现[M]. 北京：电子工业出版社，2002.
- [2] 黄勤，唐慧强，陶益凡. 基于 ARM 核的 GPS 接收机的设计[J]. 电视技术，2006 (4).
- [3] 鲁长江，郭勇，李雪梅. 基于 VRS 网络亚米级差分 GPS 接收机的设计[J]. 计算机测量与控制，2006 (5).
- [4] 李东，姚冬革，马景文. 车辆定位及其在铁路上的应用[J]. 计算机应用，2000 (12).
- [5] 张其善，吴今培，杨东凯. 智能车辆定位导航系统及应用[M]. 北京：科学出版社，1997.
- [6] 周立功. ARM 微控制器基础与实践[M]. 北京：北京航空航天出版社，2006，3.
- [7] V ITERBIA J. CDMA 扩频通信原理[M]. 李世鹤. 北京：人民邮电出版社，1997.
- [8] 陶益凡. 基于 ARM 核的 GPS 接收机的设计[J]. 电视技术，2006 (4).

4 结束语

本系统利用 GPS 系统的精确定位和 CDMA 网络实现了列车系统在铁道集散口的调度管理，在速度、安全性和运营费用方面都达到了较理想的效果。本系统有较高的实用性，现已经在试运行中，效果良好，能够有效达到对列车的管理调度，降低了



联想朝阳 K43A 采用英特尔®迅驰®2 处理器技术