

# 危险品集装箱运输远程监控平台设计与实现

程青青<sup>1</sup>, 姚振强<sup>1,2</sup>, 胡永祥<sup>1</sup>

(1. 上海交通大学机械与动力工程学院, 上海 200240; 2. 机械系统与振动国家重点实验室, 上海 200240)

**摘要:**针对危险品集装箱运输过程中存在的巨大潜在危险性,综合 GIS 与 GPRS 技术实时获取并显示运输过程中危险品状态信息和物流信息,通过分析 GPRS 网络通信特点,选择 TCP 协议作为 GPRS 通信协议,实现远程监控平台与下层硬件之间的双向通信,并采用 ASP.net 和 SQL 数据库等开发工具,研制出危险品集装箱运输远程监控平台软件。结果表明,该监控平台的开发与实施提高危险品运输过程的安全性,减少人民群众的财产损失。

**关键词:**危险品;集装箱物流;数据库;监控软件;数据通信

## Design and Implementation of Remote Monitoring Platform for Container Transportation of Hazardous Goods

CHENG Qing-qing<sup>1</sup>, YAO Zhen-qiang<sup>1,2</sup>, HU Yong-xiang<sup>1</sup>

(1. School of Mechanical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240;

2. State Key Laboratory of Mechanical System and Vibration, Shanghai 200240)

**【Abstract】** There is a great potential danger in the transportation of hazardous goods. In order to obtain and display the real-time state and logistics information of the hazardous goods, the platform combines GIS/GPRS technologies. TCP protocol is chosen as the protocol of the GPRS network to ensure the bidirectional communications according to the characteristic of the GPRS network. A remote monitoring platform for hazardous goods in container, based on ASP.net and SQL, is designed to ensure transportation safety. The design and application of platform intensively strengthens the safety of hazardous good transportation and reduces property losses.

**【Key words】** hazardous goods; container logistics; database; monitoring software; data communications

### 1 概述

随着我国工业化进程的不断推进,各大工业城市的发展规模也逐步扩大,企业和社会对危险化工原料的需求也不断增加,危险品物流作为物流领域的一个分支,其作用和影响也逐渐显现。我国危险品物流管理还处于起步阶段,大部分危险品的物流运作仍是沿用传统普通货物的物流操作,安全事故时有发生,存在着巨大的潜在危险性。近年来我国危险品道路运输事故的发生,对沿线周围居民、动植物以及生态环境造成了极大的损害<sup>[1]</sup>。

集装箱是当代危险品运输的主要承载工具。由于危险品本身的特殊性质及集装箱这种特殊的包装运输形式,在集装箱运输危险品时,实时监控危险品集装箱内部状态和物流过程信息,对保障货物和周围环境的安全具有十分重要的意义。

现今对危险品的监控,基本都集中在对车辆位置的监控上,往往以危险发生时能迅速找到危险品所处的位置为目的。这种滞后性的补救措施难以根本性解决危险品所造成的危害,无法满足现代危险品物流的需求。现代危险品物流监控要求在危险发生前就能够获取危险品的各种状态信息并对危险品进行相应的处理,将危险消灭在萌芽状态。但是,国内至今还未有面向危险品集装箱物流远程监控平台,实现危险品状态信息监测和应急处理功能。当今 GIS 和 GPRS 技术与应用的迅猛发展,使得此功能的实现成为可能。

GIS 是一种空间数据可视化技术,将空间数据在地图上统一表示,人机交互友好<sup>[2]</sup>。WebGIS 是 GIS 发展的重要方向,

将电子地图集成到网站中,简化了操作,提高了效率,可以实时追踪和直观显示危险品集装箱的状态信息和物流过程信息。GPRS 是分组交换技术,具有“永远在线”、“自如切换”、“高速传输”等优点。与其他的无线通信方式相比,GPRS 的数据通信充分利用了公共移动通信网络和互联网<sup>[3]</sup>,省去了建设无线专网的成本。对于危险品集装箱运输监控,GPRS 是目前最理想的传输方式。

本文针对危险品集装箱物流过程特点,分析危险品集装箱远程监控功能需求,通过综合采用 GIS 与 GPRS 等技术,并结合 ASP.net 和 SQL 数据库等开发工具,设计开发了危险品集装箱运输远程监控平台。

### 2 危险品集装箱运输监控系统

危险品集装箱监控系统由集装箱车载终端硬件系统、通信链路和远程监控平台 3 个部分组成,其系统架构如图 1 所示。车载终端实现集装箱内危险品的状态信息采集,并将此信息连同车载的位置与速度信息通过 GPRS 无线通信链路传输到监控平台。监控平台实现全部信息的接收、存储与显示;并与车载终端进行交互,实现危险品的相应处理。本文主要研究监控平台的设计与实现。

**基金项目:** 国家科技支撑计划基金资助项目(2006bah02a17)

**作者简介:** 程青青(1982 - ),女,硕士研究生,主研方向:生产自动化,远程监控;姚振强,教授、博士生导师;胡永祥,博士后

**收稿日期:** 2009-01-21 **E-mail:** cqq239@sjtu.edu.cn

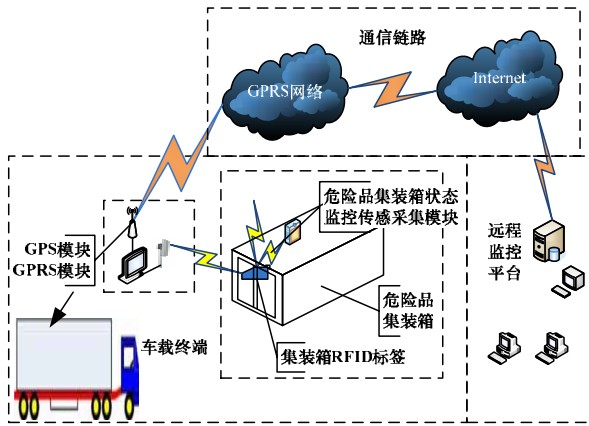


图1 危险品集装箱运输监控系统

### 3 监控平台功能分析

危险品集装箱运输远程监控平台旨在实时地获取集装箱内部的危险品状态信息和物流信息；并将获取的信息以可视化的形式表现出来或以查询的方式实现，实时地与危险品运输人员进行交互，实现危险品监控。

远程监控平台需要处理的信息主要包括以下几类：

- (1)危险品的状态信息(温度、湿度、振动、烟雾、倾角等几种典型状态参量)；
- (2)位置信息；
- (3)运输速度信息；
- (4)集装箱门封安全信息等。

由于危险品的多样性以及集装箱运输的特殊性，要求该平台能够实现危险品的柔性监控，即对于不同的危险品，根据环境等各种因素的变化，针对不同的监控要求，灵活地设定监控阈值。

针对上述要求，此监控平台需要具有下述功能：

- (1)与 GPRS 车载终端的双向通信功能

实时获取运输途中危险品的各种信息，并能够向车载终端发送信息，实现监控人员和车载终端司机的实时交互。

- (2)信息存储功能

获取的各种信息能够存储在数据库中，以便查询，实现危险品运输过程的追溯，对于危险品的物流信息以及状态信息等提供永久性的查询和存储服务。

- (3)实时显示功能

监控人员能够通过监控平台实时地监控危险品，这要求危险品的各种信息以可视化的形式显示，直观地将危险品的状态进行显示以便于监控人员进行各种针对性的处理。

- (4)数据的安全功能

数据安全功能包括数据传输的安全性和数据访问的安全性。采用规定的传输协议与各种校验技术来保证数据传输的安全性。利用加密技术和权限限制来提高数据库访问的安全性。

### 4 监控平台架构设计

根据以上监控平台的功能需求，将监控平台划分为三部分：通信单元，可视化监控界面和数据库。通信单元是整个平台的前端数据接口，负责监控平台与车载终端之间的信息传输，主要包括与各车载终端通信的建立、接发数据以及维护通信链路。为了数据的安全性和可维护性，通信单元与可视化监控界面不直接进行数据的交互，而采用数据库作为缓冲区。通信单元接收的数据先进行解析存入数据库，可视化

监控界面通过访问数据库来获取新的信息，实现各个功能。可视化监控界面是整个平台最直观的表现形式，实现数据的查询与实时显示功能。图2为整个平台的数据流程图。

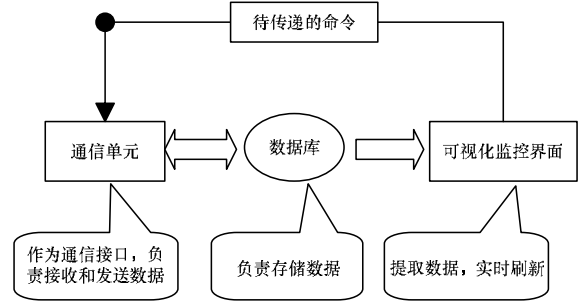


图2 监控平台的数据流程图

### 5 监控平台的设计与实现

监控平台设计的目的是提供监控人员进行实时监控的人机交互系统。平台采用.NET 与 SQL 技术，用最适合.NET Framework 的语言 C#来实现<sup>[4]</sup>。平台各个部分的实现又分别采用不同的技术来完成。通信单元主要采用 C#中的网络流来实现数据通信的功能。数据库则采用 SQL 语句来实现数据库结构的建立和整个数据库的维护。可视化监控界面主要包括 WebGIS、集装箱危险品状态信息、实时与历史数据查询、物流信息等部分，用.NET, javascript 技术来实现上述信息的集成，采用 Ajax 技术来实现网页的无刷新显示<sup>[5]</sup>。

#### 5.1 通信协议选取与协议制定

与 GPRS 车载终端进行通信，传输中 TCP 协议与 UDP 协议的选用一直没有明确的结论，需要根据不同的功能要求加以选择。TCP 与 UDP 协议在 GPRS 网络通信的实现中，主要存在以下 3 点不同：

(1)TCP 传输存在一定的延时，约为 1 600 ms(移动提供)；而 UDP 响应速度则较快。

(2)UDP 协议精简，采用非可靠连接，UDP 协议的包比 TCP 协议的包小很多。

(3)GPRS 网络端口资源，UDP 十分紧缺，变化很快，而 TCP 采用可靠的链路传输，不存在端口变化的问题。

本系统对通信的主要要求包括以下两方面：(1)要求监控平台与车载终端能交互、实时地传输数据；(2)要求数据的丢包率要小。若采用 UDP 协议，由于 UDP 自身的特点以及 GPRS 网络 UDP 端口资源的有限性，在大约 1 min 没有数据流量后，移动网关从中做中转，使 IP 与端口号改变。因此，如果采用 UDP 协议，监控平台需要每隔 1 min 就向车载终端发送心跳包，以维护通信，使 IP 与端口号不变来实现监控中心与车载终端的双向实时传输。UDP 在实际应用中为了维护双向通信，要通过大量的心跳包来维护端口资源，UDP 的实际流量比 TCP 还要大。因此，监控平台与车载终端的通信采用 TCP 协议。TCP 本身就是可靠的链路传输，提供一个实时的双向传输通道，虽然 GPRS 网络对 TCP 链路也存在一个限制：当链路约 20 min 无流量，系统将自动降低此链路的优先级直至强制断开此链路。但是与 UDP 协议相比，可采用发送比 UDP 少很多的心跳包来维护双向通信，且 TCP 的丢包率比 UDP 小很多。采用 TCP 协议最能够满足此系统的要求。

监控平台与车载终端进行通信，为了保障数据传输的可靠性和安全性，需要制定本系统的通信协议。简单的数据包格式举例如表 1 所示。

表 1 数据包格式举例

字节位数	Hex 值	意义说明
0~3	0102AE3F	集装箱与车 ID
4~10	07D8010204080A	报文生成的时刻
11~12	0035	报文的长度
13~32	0003403E000000000000 40490000000000001388	集装箱位置与车速信息
33~49	0105010A0D020A0C0 30B04040B01050A0B	集装箱状态信息, 此长度可变, 据第 2 个字节来确定有几个状态参量需要监控
50~52	020200	集装箱电子门封信息
53~54	2C4A	CRC 校验位

5.2 通信单元的设计

通信单元采用 C#进行编写。其流程为打开监控平台服务器监听端口, 采用多线程来连接多个车载终端, 但与各车载终端采用独立的线程进行通信。通信单元通过发送心跳包来维护通信链路, 并将从车载终端接收到的数据进行解析后存入数据库。图 3~图 5 为通信单元的流程设计。

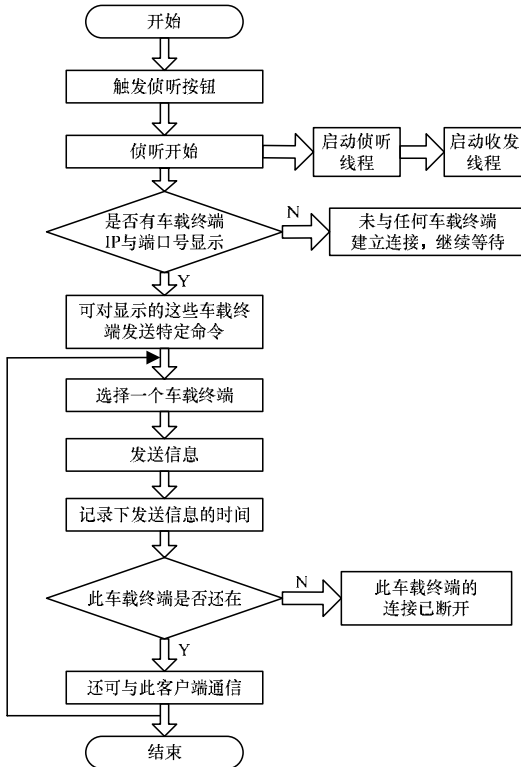


图 3 通信主线程

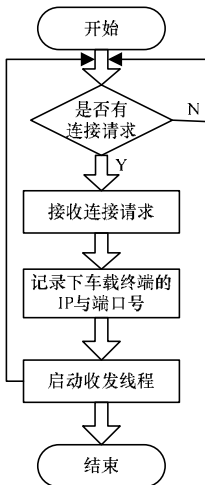


图 4 侦听线程

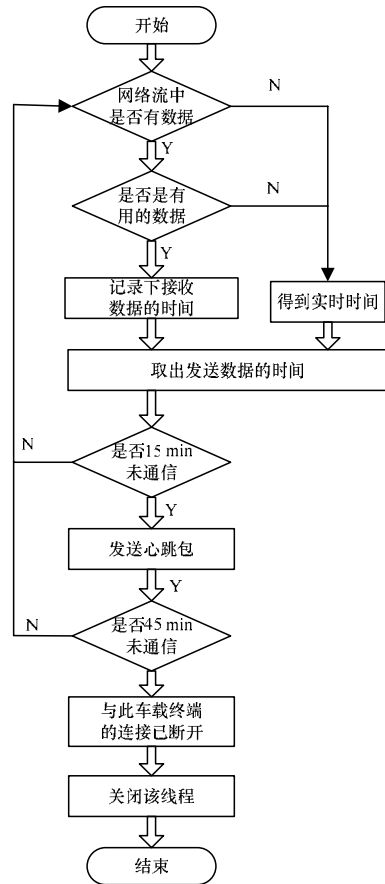


图 5 收发线程

数据通信采用多线程来实现, 主线程主要实现开机时启动侦听线程; 侦听线程工作于阻塞状态, 始终存在。收发线程是根据车载终端连接请求由侦听线程动态建立的, 在完成数据收发与解析后自动结束本线程, 释放系统资源。

5.3 数据库的设计

数据库设计时遵循 3 个原则: 数据库的安全机制, 数据整体的合理性以及减少冗余数据。

危险品集装箱远程监控的数据主要有 3 类: 集装箱内危险品状态信息, 集装箱的物流信息, 集装箱的位置与运输的速度信息。在这 3 类信息中, 第 1 类和第 3 类更新频率较高, 第 2 类信息的更新频率相对较低。采用 SQL Server 2005 建立关系型数据库, 数据库中各个表之间采用集装箱 ID 进行关联。集装箱的位置信息存放于 GPS\_DATA 数据表中, WebGIS 通过提取 GPS\_DATA 数据表中的经纬度信息来显示集装箱的地理位置信息。

5.4 可视化监控界面的设计与实现

可视化监控界面的主要功能包括授权登录、系统总体介绍、WebGIS 集装箱信息显示功能、路线规划功能、实时与历史数据查询功能、集装箱危险状态预报与实时处理功能以及帮助功能等。可视化界面功能如下:

(1)GIS 跟踪功能: 如图 6 所示是监控人员登录后的主界面, WebGIS 地图可进行拉框放大, 精确地显示集装箱的位置。根据集装箱的各个信息将集装箱分类: 正常状态, 亚危险状态和危险状态, 分别采用不同的颜色加以区分。GIS 地图上可自定义选择显示处于同一状态的集装箱或是当天内运行的全部集装箱。

(下转第 217 页)