

# Design of the Expressway Traffic Flow Surveillance System

Huagang Pei

Yichang Testing Technology Research Institute, Yichang  
Email: [Ruby7901@163.com](mailto:Ruby7901@163.com)

Received: Jun. 11<sup>th</sup>, 2014; revised: Jul. 10<sup>th</sup>, 2014; accepted: Jul. 20<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Through analyzing the characteristics of various traffic flow data detection methods and the environment of the expressway traffic, this paper designs the expressway traffic flow surveillance system which includes live traffic flow data acquisition system and remote data processing center. Live traffic flow data acquisition system uses the vehicle detector based on GMR as traffic flow sensors. With GPRS or 3G network, traffic flow data are transmitted to remote data processing center which can realize the centralized control and management for the data of traffic flow. This system has environment adaptability and high detection reliability, and can be applied to expressway network traffic guidance and effective emergency evacuation.

## Keywords

Expressway, Traffic Flow Surveillance, Vehicle Detection, GMR

---

# 高速公路交通流数据检测系统设计

裴华刚

宜昌测试技术研究所, 宜昌  
Email: [Ruby7901@163.com](mailto:Ruby7901@163.com)

收稿日期: 2014年6月11日; 修回日期: 2014年7月10日; 录用日期: 2014年7月20日

## 摘要

系统由现场交通流采集系统和远程数据处理中心两部分组成。现场交通流采集系统采用基于GMR的地磁式车辆检测器作为交通流数据检测传感器，各设备之间采用无线自组网方式进行数据传输。远程数据处理中心与现场交通流采集系统通过GPRS或3G通信，可实现交通流数据远程集中控制和管理。本系统环境适应性强，安装维护方便，具有一定的实用价值。

## 关键词

高速路网，交通流数据，地磁式车辆检测，巨磁电阻

## 1. 引言

在道路交通信息中，交通流数据是公安交通指挥系统的重要信息来源，交通流的采集为指挥调度、交通流量控制、交通诱导等提供决策依据[1]。在高速路网中，交通流量信息非常重要，通过流量信息，高速路网管理部门能实时了解各路段的实时车辆数量信息，提供直观的路网车辆负荷量，为路网的调度和整体规划提供准确数据[2]。

## 2. 交通流数据检测技术发展概况

交通流检测技术的研究已经开展多年，主要集中在城市交通检测场合，近年来随着我国高速路网的飞速发展，高速公路交通流检测应用需求剧增。根据安装方式交通流检测技术可分为接触式检测方式和非接触式检测方式。

最先开始发展的是接触式的交通信息检测技术，其主要代表是压电、压力管探测、环行线圈探测[3]。这些检测装置都埋藏在路面之下，当汽车经过检测装置上方时会引起相应的压力、电场或频率的变化，检测装置将这些力、电场和频率的变化转换为所需要的交通信息。路面接触式的交通检测技术较成熟，优点是测量精度高，易于掌握，一直在交通信息采集领域中占有主要地位。但接触式的交通检测有着不可避免的缺点：车辆对道路的碾压导致其使用寿命较短，安装维护困难，须中断交通、破坏路面，使用成本较高。

新兴发展的非接触式交通信息检测装置主要分为波频探测和视频探测两大类，波频探测包括微波、超声波和红外三种，这些检测装置可通过支架安装，维护方便、寿命长。但易受户外气候条件的影响，存在环境适应性不强，检测准确率不高等问题[4]。

上述交通流检测技术主要应用于城市交通检测场合，目前应用于高速路网的交通流检测系统基本都是采用传统的城市交通流检测方式，没有充分考虑高速公路供电不便，信息传输困难，环境恶劣等因素，导致这些检测系统出现可靠性不高，工程应用性不强等问题。

## 3. 高速路网交通流量检测系统设计

针对常用的高速公路交通流检测系统存在的安装维护不便，供电困难，信息远程传输困难等问题，本设计采取如下措施：

1) 采用基于巨磁电阻(GMR)原理的地磁式车辆检测器作为现场交通流数据检测传感器。检测器通过低功耗设计，电池供电，具备外形小巧、检测准确、安装维修便捷、检测精度高等优点，特别适用于户外恶劣环境。

- 2) 现场采用无线自组网网络进行数据传输；
- 3) 现场设备进行低功耗设计，采用电池和太阳能供电，无需外接电源。
- 4) 现场设备与远程控制中心通过 GPRS 或 3G 等公共传输通道进行数据传输，无需建立专用网络。

### 3.1. 系统组成

系统总体结构分为现场交通流采集系统和远程数据处理中心两部分，两者之间通过 GPRS 或以太网通信网络连接。分别实现现场车辆数据采集和远程数据处理及发布功能。

其组成框图如图 1 所示。

### 3.2. 现场交通流采集系统设计

现场交通流数据采集系统采用地磁式车辆检测器作为高速路网交通流数据信息的前端数据采集设备。地磁车辆检测器采用弱磁检测原理，通过电池供电，地埋式安装，数据传输采用无线自组网方式[5]。

#### 1) 地磁式车辆检测器原理及组成

地球的磁场在一定的范围内(大约几公里)是基本不变的。大的铁磁物体的磁扰动，如一辆汽车，可看作多个双极性磁铁组成的模型，双极性磁铁具有北南的极化方向，可引起地球磁场的扰动。该扰动量导致巨磁电阻传感器阻值的变化，从而引起电路中电压电流的变化。通过采集该电压变化，可以检测出相应区域的车辆存在和通过等信息，对于交通系统而言可以提供区域路段的车速车流量等信息[6]。

图 2 为车辆的磁场分布及磁场扰动值。

磁式车辆检测器由弱磁传感器、信号调理单元、无处理器单元、无线传输单元和电源管理单元组成。其组成示意图如图 3 所示。

弱磁传感器采用巨磁电阻效应传感器(GMR)，巨磁阻效应是指磁性材料的电阻率在有外磁场作用时较之无外磁场作用时存在巨大变化的现象。当有铁磁性物质形成的双极性磁铁(如车辆)经过纯净的地磁场时会引起地磁场的畸变，产生不规则磁场，实现对铁磁性物体的检测。

微处理器完成磁场数据的采集和数据处理，并根据采集的数据进行处理，判断车辆的状态，同时通

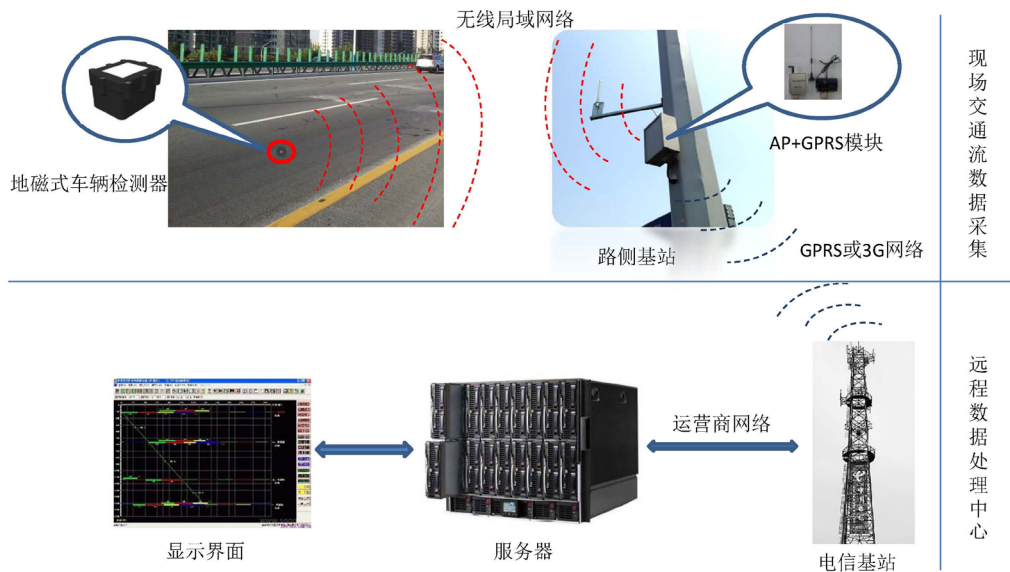


Figure 1. Block diagram of the system

图1. 系统组成框图

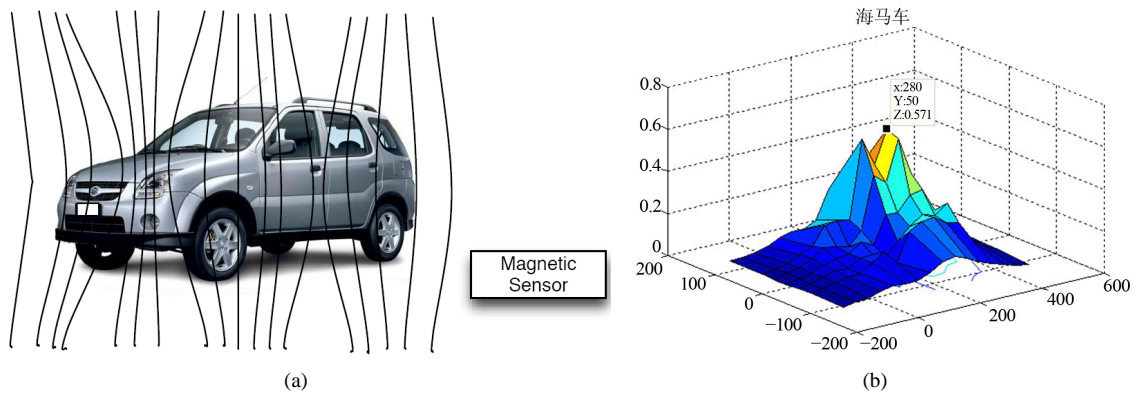


Figure 2. Disturbance of Earth's magnetic flux lines by a vehicle  
图 2. 车经过时磁场分布及磁场扰动值

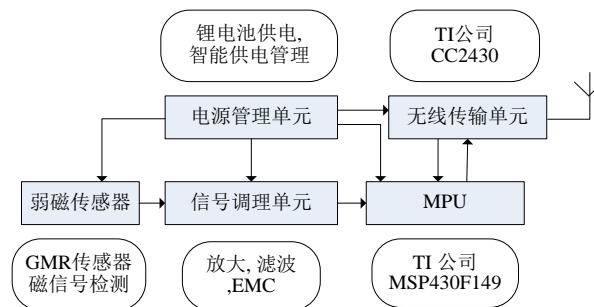


Figure 3. Block diagram of the wireless vehicle detector  
图3. 无线地磁式车辆检测器组成框图

过无线传输单元将检测数据传输至上层系统。

信号调理单元要求采用增益高、输入阻抗大，噪声低和共模抑制比的放大电路[7]，本设计采用 TI 公司的 INA333 精密仪表放大器。

电源管理单元通过低功耗控制策略，减低模块工作时的功耗，保证电池长时间供电需求。

### 2) 现场交通流数据采集系统数据通信及布局

现场的交通流采集系统各设备之间通过无线局域网的方式进行通信，考虑到现场为野外环境，无线通信的可靠性为设计的关键部分。本身设计采用无线自组网网络，无线路径采用冗余设计，确保数据传输的可靠性。

埋入路面的地磁式车辆检测器检测车辆的存在和通过，检测器与附近的无线接收器(AP)之间通过无线局域网通信，通信频段为 2.4 Ghz。检测数据在无线接收器(AP)汇集后，通过 GPRS 或 3G 网络将数据传送至远程数据处理中心(见图 4)。

### 3.3. 远程数据处理中心

数据中心是智能交通的神经中枢，汇总了路网各路段装配有无线车辆传感模块路段的所有车辆信息。数据处理中心负责统计、管理各路段车流量和车道占有率信息，并且根据这些数据的分析结果，对交通管理、民众生活和路网规划提供基础的数据支持。

## 4. 结束语

由于检测技术手段单一，系统可靠性不高，工程施工不便等问题，我国高速路网交通流信息检测系

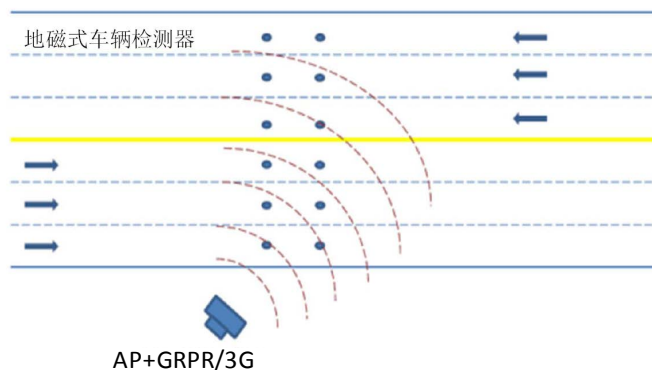


Figure 4. Field layout of the vehicle detection system  
图4. 地磁式车辆信息采集系统现场布局图

统应用相对高速路网建设存在严重的滞后。本交通流信息检测系统基于地磁式车辆信息技术、无线传输网络和远程管理平台，能有效解决了野外车辆检测、供电和信息传输等问题，具有较强的实用价值。本系统在进行工程应用之前，还需对车辆检测精度、无线数据的可靠性传输、系统低功耗可靠运行进行进一步研究和探索。

### 参考文献 (References)

- [1] 赵祥模, 靳引利, 吴志周 (2003) 高速公路监控系统理论及应用. 电子工业出版社, 北京.
- [2] 周舸, 陈智勇 (2011) 基于物联网的交通流量检测系统设计研究. *计算机仿真*, **8**, 367-371.
- [3] 王富, 熊烈强, 李杰 (2005) 高速公路交通流数据检测技术. *公路*, **12**, 120-124.
- [4] Wang, Y.-Q. and Qi, H. (2012) Research of intelligent transportation system based on the internet of things frame. *Wireless Engineering and Technology*, **3**, 160-166.
- [5] 柴干, 朱苍晖, 过秀成 (2008) 高速公路交通动态数据检测技术应用研究. *公路交通技术*, **5**, 124-127.
- [6] Cheung, S.Y., Ergen, S.C. and Varaiya, P. (2005) Traffic surveillance with wireless magnetic sensors. *12th ITS World Congress*, San Francisco.
- [7] 吕海洋, 钱正洪 (2013) 基于 GMR 传感器的 Zig bee 无线车辆检测系统设计. *传感器与微系统*, **3**, 127-130.