

# 电子不停车收费系统 设备测试研究



同济大学交通运输工程学院 张茗红

文献标识码: A 中图分类号: U491

**摘要:** 电子不停车收费 (ETC) 系统是智能交通系统 (ITS) 的重要组成部分, 它具有全自动、快速便捷、非现金交易、大容量等特点。本文介绍了 ETC 系统的工作原理和上海市高速公路 ETC 系统平台, 提出针对 ETC 设备的测试方案, 并对测试结果提供了判定的方法。

**关键词:** 电子不停车收费系统; ETC 设备; 车载设备; 路旁设备

Testing Research on Electronic Toll Collection System Equipment

College of Communication and Transportation Engineering, Tongji University Zhang Minghong

**Abstract:** Electronic Toll Collection (ETC) system is the important part of Intelligent Transportation System (ITS) with features of full-automation, speediness and convenience, non-cash transaction and great capacity, etc. This thesis describes the principle of ETC system and Shanghai highway ETC system, presents the test method for ETC equipment, and provides the method for judgement of test results.

**Key words:** Electronic Toll Collection System; ETC Equipment; Onboard Unit; Roadside Unit

高速公路收费站如果采取人工/半人工收费方式, 遇到行车高峰, 在出入口排队等待的车辆会形成长龙, 排队交费的车辆频繁启动也增加了尾气排放量而加大了对周围环境的污染。

20 世纪 80 年代后期, 世界各地为减少高速公路的排队交费现象和减少车辆频繁启动排放尾气对周围环境的污染, 开始考虑采用电子不停车收费技术。

Electronic Toll collection (缩写 ETC) 称为电子不停车收费系统, 它利用安装在车辆上的电子设备 (车载设备, 简称 OBU) 与安装在路侧的电子设备 (路旁设备, 简称 RSU) 在需要收费的地点在车辆行驶过程中进行信息交换, 在不需要司机停车和其他收费人员采取任何操作的情况下, 全自动不停车完成整个收费过程。

## 1 ETC 测试平台

上海市高速公路自 2005 年起在现有的联网收费系统基础上实施 ETC 试点工程, 其目的是在 ETC 系统正式推广之前解决所有技术问题, 同时实施对收

费站、收费中心、收费结算中心软件的 ETC 扩展, 完成各子系统之间的联调工作, 为正式推广实施 ETC 系统做好准备。

### 1.1 ETC 系统测试内容

对于 ETC 系统, 测试主要用于确定系统或系统的模块是否与应用需求一致, 内容如图 1 所示, 主要包括三部分:

- (1) 由供货商进行出厂前的预测试。包括对 DSRC 协议的测试、电磁兼容性测试等;
- (2) 用户对产品功能的测试。包括 DSRC 通信协议的测试、ETC 应用层协议的测试、以及在不同的车辆、交通和环境的条件下对产品功能的测试。
- (3) 用户对产品性能的测试。主要包括质量、可靠性和可维护性等内容。

### 1.2 测试环境

以上海市高速公路联网收费系统为测试平台, 在其中某一收费站的收费车道选择一条 ETC 入口车道、一条 ETC 出口车道, 利用车道工控机以及所有

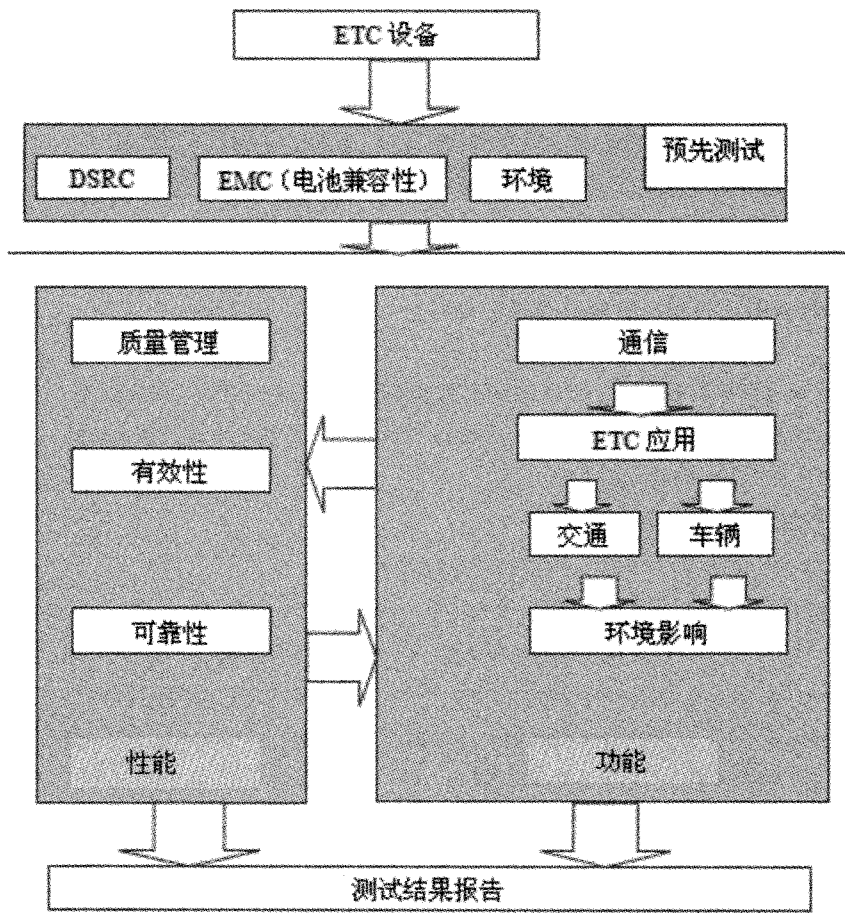


图1 ETC系统测试内容

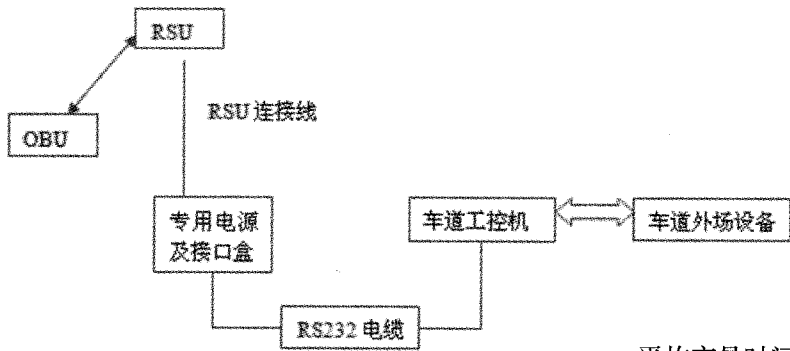


图2 ETC车道系统接线示意图

车道外场设备，运行ETC入、出口收费车道系统。  
图2为ETC车道系统接线示意图。

## 2 ETC系统设备测试方案

ETC设备的测试主要对车载设备OBU和路旁设备RSU进行性能、功能方面的测试。

### 2.1 OBU防碰撞功能测试

主要检测RSU在有效范围里同时检测到多个OBU是否能区分并进行正常读写，是否将出现读写操作交叉错位现象。

#### 2.1.1 测试方法

(1) 将两个功能正常的OBU并列安装在同一汽车挡风玻璃内侧相应位置上，相距一定距离；

(2) 对被测OBU进行顺序编号，将其编号记录下来；

(3) 运行RSU设备和ETC系统；

(4) 将载有OBU的汽车以一定速度通过ETC入口车道五次，记录每次通过RSU通信区域时，每个OBU被RSU读写的结果及交易时间；

(5) 将载有OBU的汽车以一定速度通过ETC出口车道五次，记录每次通过RSU通信区域时，每个OBU被RSU读写的结果及交易时间。

#### 2.1.2 测试结果判定

根据实际记录的测试结果及ETC系统相关参数标准，判定对于ETC入口车道和ETC出口车道，系统是否能分别对两个OBU进行正常的读写操作；并比较其平均交易时间，判定RSU是否能正常检测及区分在其通信范围内的多个OBU，分析是否有读写操作交叉等异常现象出现。

### 2.2 RSU通信范围测试

检测RSU与OBU的有效通信范围，是否会误测到旁道的车辆，以判定其有效通信范围是否符合收费车道的实际设计情况。

#### 2.2.1 测试方法

(1) 在地面上找出RSU的垂直投影点作为原

点, 以与车道平行和垂直的两个方向在地面上作直线标记交于原点, 形成四个象限区, 如图 3 所示。

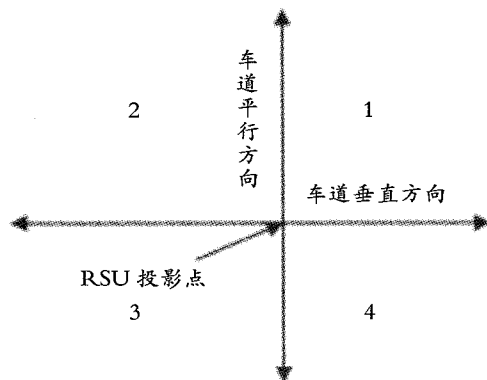


图 3 RSU 投影点象限图

(2) 在第一象限区内地面上任取一点放置被测试的 OBU, 并将其安装在车辆上面面向 RSU 方向。

(3) 运行 ETC 系统, 若 RSU 读写 OBU 正确, 将 OBU 向远离 RSU 位置方向移动; 若 RSU 读写 OBU 不正确或不能读写时, 则将 OBU 向靠近 RSU 位置方向移动, 每次移动距离规定相等。直至找到在某一小区域内, 离 RSU 最远且读写正常的测试点, 在该点连续三次通信范围内读写测试都全部正常。否则继续寻找新的测试点, 直至在该点连续三次 RSU 读写 OBU 正常。标记此点位置。

(4) 在二、三、四象限内进行上述步骤, 标记各个测试点的位置。

(5) 以 RSU 投影点为原点, 根据前面确定的测试点位置, 得到一个椭圆形的封闭曲线。

### 2.2.2 测试结果判定

由前述操作得到椭圆的长轴和短轴的长度, 对比 ETC 车道的设计宽, 如果车道的设计宽在椭圆形区域范围内, 则说明 RSU 与 OBU 的有效通信范围符合车道设计, 在该车道内实施 ETC 交易是可靠的。

## 2.3 RSU 对 OBU 读写功能测试

检测 RSU 与 OBU 的读写操作的错误率, 通过 RSU 对在其通信范围内的 OBU 进行大量的读写次数, 记录读写错误次数或读写无反应的次数, 确定读写的错误率。

### 2.3.1 测试方法

(1) 记录被测试的 OBU 产品编号、生产日期等

信息。

(2) 将 OBU 置于 RSU 通信范围内, 运行 ETC 系统, 设定读写操作次数为 300 次, 开始测试。

(3) 测试结束时, 记录读写正常次数、读写错误次数和无响应次数。

### 2.3.2 测试结果判定

通过记录次数的对比, 确定 RSU 对 OBU 读写的错误率, 如果没有出现 RSU 对 OBU 的读写错误, 则该项测试合格。

## 3 结语

电子不停车收费是一种新型的收费方式, 它具有车辆智能化管理、交通数据自动采集等功能, 有助于减少交通拥堵, 提高道路通行能力, 减少交通污染, 提高收费工作效率, 促进道路收费的规范化发展, 在交通行业迅猛发展的现代社会有着广阔的发展前景。

本文分析了 ETC 系统需要测试的内容, 结合上海市高速公路 ETC 系统的实际环境, 针对其设备提出了具体的测试方法, 以及分析如何得出测试结论。由于知识的局限性, 未能提出更多实际测试方案。这是本文的不足之处, 有待在以后的深入研究过程中改进。

### 参考文献:

- [1] 马荣国, 杨立波.《交通工程设计理论与方法》.人民交通出版社, 2002.8
- [2] 陆化普, 李瑞敏, 朱茵.《智能交通系统概论》.中国铁道出版社, 2004.11
- [3] 研究报告《上海市高速公路不停车收费系统技术框架》.上海市市政工程管理局, 2005
- [4] 《上海市高速公路 ETC 系统 DSRC 协议应用层技术标准 (初稿)》(单片式电子标签).上海市公路管理处, 2005
- [5] 《上海市高速公路不停车收费系统 DSRC 通信协议技术标准 (初稿)》.上海市公路管理处, 2005

自然科学基金重点项目:

城市交通网络优化与管理 (70631002)