

ETC 门架测试解决方案

度纬科技 Application Notes-016-V1.0

<https://www.doewe.com>

一、引言

ETC 门架系统是道路网络当中的重要设施。它具备了通行车辆多路径识别、自动计费、不停车收费、流量调查、视频监控等一系列功能。显著提升了通行效率，缓解了交通拥堵等诸多问题。为了保证 ETC 门架系统的功能正常运作，ETC 门架系统的精度与准确性就显得尤为重要，因此需要使用完善的测试方案对其进行测试，这样就可以及时发现并解决潜在的技术问题，减少出现故障的概率，提高 ETC 服务的质量。

ETC 门架系统的测试在公路建设以及维护等环节均有应用，例如：公路竣工时需要测试 ETC 门架系统是否正常工作；道路检测机构对于 ETC 门架系统进行定期机电检测以及相关维护等等。由此可见，ETC 门架系统测试在确保电子收费系统的正常运行、提升高速公路管理效率、保障道路安全等方面都具有重要的意义。

二、核心测试项目

北京度纬科技有限公司的 ETC 门架系统的测试内容主要为《JTG 2182-2020 公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》标准中 6.4 ETC 门架系统中表 6.4.2 ETC 门架系统实测项目中的第 20-25 项，其中包括通信区域、RSU 工作信号强度、RSU 工作频率、RSU 占用带宽、RSU 前导码、RSU 通信流程。具体内容如下图：

21	RSU 工作信号强度	不低于 OBU、CPC 卡接收灵敏度，或应满足 ETC 车辆和 CPC 卡车辆通行时的数据交互要求	在 ETC 门架系统通信区域内自动采集 RSU 工作信号, 测试 RSU 工作信号强度
22△	RSU 工作频率	信道 1: 5.830GHz 信道 2: 5.840GHz	在 ETC 门架系统通信区域内自动采集 RSU 工作信号, 测试 RSU 工作频率
23△	RSU 占用带宽	≤5MHz	在 ETC 门架系统通信区域内自动采集 RSU 工作信号, 测试 RSU 工作信号占用带宽
24	RSU 前导码	16 位“1”加 16 位“0”	在 ETC 门架系统通信区域内自动采集 RSU 工作信号, 测试 RSU 工作信号前导码
25△	RSU 通信流程	符合最新规定的 RSU 与 OBU、RSU 与 CPC 卡的 DSRC 通信流程	在 ETC 门架系统通信区域内自动采集 RSU 工作信号, 测试 RSU 工作信号通信流程

图 1 ETC 门架系统实测项目（节选图）

具体测试方法主要参照《GB/T 20851-2019 电子收费 专用短程通信》和《JTG 3520-2021 公路机电工程测试规程》。

三、测试方案介绍

3.1 ETC 门架测试系统 eEye

ETC 门架测试系统 eEye 是专门针对《JTG 2182-2020》和《JTG 3520-2021》标准要求设计的一套测试系统，核心测试仪器选用高精度手持仪表，保证测试准确度的同时还具备了高便携性，配合专用定制分析软件使得测试更加简单高效。

3.2 测试方法

基于《JTG 3520-2021 公路机电工程测试规程》中的测试思路，使用场强仪、示波器、射频天线等仪器对 ETC 门架系统进行测试。测试 RSU 的工作信号强度、工作频率、占用带宽以及前导码时采用的测试方法是在暂停通行路段内进行测试，此方法需要暂停测试路段内的车辆通行，然后根据特定测试项目调整 RSU 使 RSU 处于对应的测试状态，并使用场强仪等仪器在车道内对信号进行实时观测；对于 RSU 通信流程的测试则无需在封闭路段内进行，只需驾车通过 ETC 门架并用场强仪记录下交易过程，如图 2 所示，所记录的测试信号可在实验室内使用专业的交易过程分析软件解析出其中的重要信息再用于后续数据分析。

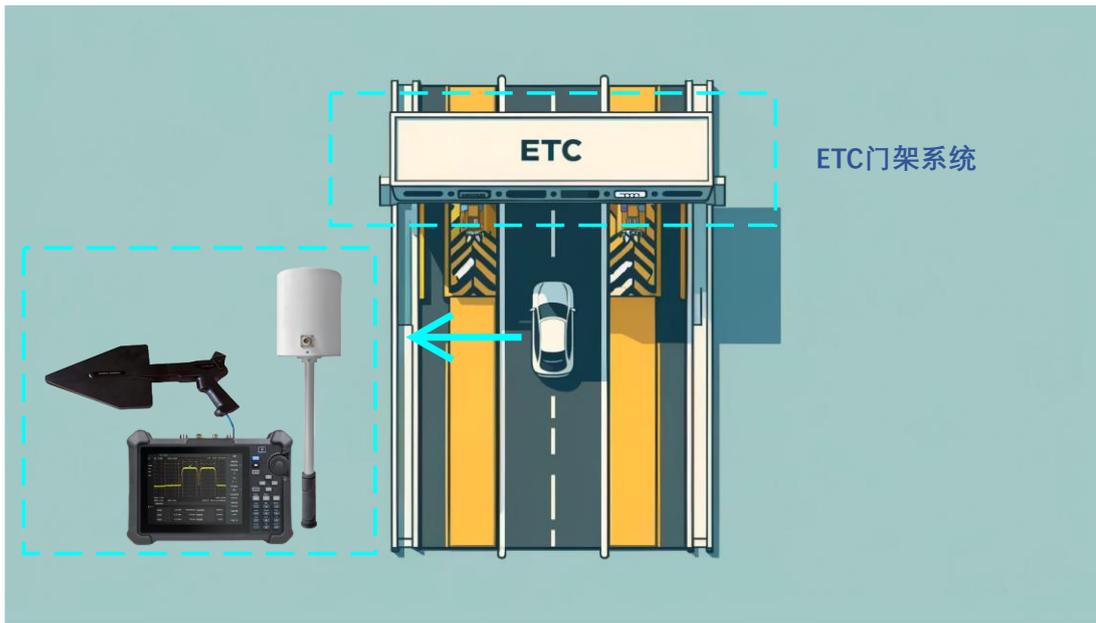


图 2 通信流程测试示意图

3.3 核心组成设备&软件介绍

3.3.1 场强仪

eEye 系统中的场强仪是一款专业的手持式场强测试设备, 频谱分析测量范围从 9kHz 至 7.5GHz, 涵盖了 ETC 门架系统的测试需要。设备小巧便于携带, 支持频谱功能以及多种高级测量功能, 例如占用带宽测试功能、邻信道功率泄露比测试功能、通道功率测试功能等。此外设备还支持 IQ 信号采集与存储, 可配合专用定制软件进行 RSU 通信流程的测试。



图 3 场强仪

3.3.2 ETC 交易过程分析软件

eEye 系统中的此款软件是一款分析 ETC 系统通信流程的专业测试软件。可以对录制的包含 ETC 射频交互过程的 IQ 文件进行分析。支持常用的 IQ 文件格式，能够解析的射频指标包括信号强度、载波频率、占用带宽等；能够解析的应用层指标包括前导码、BST、VST、SetMMI.rs、SetMMI.rq、门架号、车牌号等。使用软件可以直观的分析出 ETC 系统的通信流程是否正常。



图 4 软件界面功能展示

软件优势

- 1) 操作简单，测试人员无需经过复杂培训即可使用，确保测试的准确性与可靠性的前提下提高了测试效率；
- 2) 使用专业分析软件可以直观的查看测试结果的关键信息，无需分析原语，提高了测试结果的可读

性和可用性。

3.3.3 手持示波器

eEye 系统中配置的手持示波器，带宽 200MHz，采样率最高可达 1GSa/s，具备 2 个模拟通道，存储深度可达 12Mpts/通道。设备采用了创新的数字触发系统，触发灵敏度高，触发动作小；具备数十种自动测量功能，支持对测量参数进行图形统计。配备了 5.6 英寸的电容式触摸显示屏，便于用户进行测试操作。



图 5 手持示波器

3.3.4 全向&定向天线

eEye 系统中配备了全向天线以及定向天线，全向天线工作频率范围为 1.0GHz-8.0GHz，定向天线根据安装不同的天线模块工作频率范围可达 9kHz-8GHz，使用两种不同的天线能够满足 ETC 门架系统测试的复杂需求。



图 6 全向天线



图 7 定向天线

结合以上设备，ETC 门架测试系统 eEye 凭借其便携性、操作流程的简单化、信号录制再分析的功能以及专业直观的测试结果分析软件，为 ETC 门架系统的测试工作带来了极大的便利和效率提升。这些优势使得测试工作更加灵活、高效和准确，为 ETC 系统的稳定运行提供了有力保障。