

文章编号：1005-8451 (2009) 03-0046-03

铁路电务检测车的开发及应用

张 瑞

(西安铁路职业技术学院 交通运输系，西安 710014)

摘要：依据电务检测车的基本功能，探讨实现这些功能的技术方法与设备结构。铁路电务检测车利用先进的列车定位、数字信号处理、频谱分析和图形化界面技术，对轨道电路的传输特性、补偿电容、应答器编码和机车信号等进行综合测试，可以有效发现维修中存在的问题，提高整体维修水平，对信号维修手段的现代化具有重要意义。

关键词：检测车；轨道电路测试；应答器测试；通信测试

中图分类号：U285 文献标识码：A

Development and application of testing car for railway signal and communication

ZHANG Wei

(Department of Traffic and Transportation, Xi'an Railway Vocational & Technical Institute, Xi'an 710014, China)
Abstract: It was introduced the basic functions of testing car for railway S&C, discussed the technical methods and equipment structure of these functions. The testing car of railway S&C was used to test the transmission characteristics of the track circuit, the compensation capacitor, the transponder code and the cab signals by advanced train positioning, digital signal processing technology spectrum analysis as well as graphical interface technology. The car could effectively detect the problems in maintenance, thus help to raise the overall level of maintenance.

Key words: testing car; tract circuit testing; transponder testing; communication testing

随着铁路的快速发展，对铁路信号控制系统提出了更高的要求，而随着铁路运输密度和运输速度的提高，对信号维修水平也提出了更高的要求。面对双重的设备维护压力，信号维修必须改变以往的维修模式，将更多的精力放在设备应用状态的检测及实时监控上，这样才能将维修工作做在前面，提高设备维修维护水平。

传统的铁路电务维修，主要由信号工区完成，信号工区主要维修依据是信号设备的运用状态，使用便携式信号检修仪器仪表。这样的检测手段虽然基本可以保证设备的正常运行，但对于有些新设备的技术特性，如ZPW-2000A无绝缘轨道电路、CTCS2列控系统地面应答器等，都难以利用传统的技术手段测试其电气特性、掌握其工作状态。为此，我们研制出了电务检测车动态检测系统。现在，电务检测车已经在5条大干线的动态检测中投入使用，主要应用在ZPW-2000A轨道电路检测、应答器设备检测、闭环电码化检测和主体化机车信号检测等工作中^[1]。

1 电务检测车的基本功能

电务检测车所要完成的主要任务是轨旁设备的动态检测，即通过在轨面以一定速度运行的车辆，检测轨旁发送设备的诸多电气特性。

1.1 传输特性机车信号检测

机车感应线圈从地面感应信号到动态检测系统，通过数字滤波和数字信号处理器分析处理，形成通带、主信号、相邻线路与区段的信号包络，然后经过频谱能量分析得出本区段低频、载频以及传输波形。

通过传输特性分析，可以计算出相应区段的信号显示，将之与机车上采集的实际点灯状况比较。通过传输波形是否为正常波形的分析，可以获知轨道电路工作特性，结合补偿电容的测试，分析传输波形变坏的原因，加以解决。

系统还可以进行站内电码化检测，准确直观地判断站内电码化设备在各区段的发送状态好坏，处理因通道不良造成的机车信号掉码现象。

1.2 补偿电容检测

补偿电容数据采集系统由测试信号发送设备、

收稿日期：2008-10-06

作者简介：张 瑞，讲师。

测试发送传感器、接收感应器和接收设备组成。发送设备通过发送传感器向线路发送测试信号，当经过补偿电容时，车辆轮对、钢轨和补偿电容构成电磁回路对发送信号产生感应，由接收感应器接收后经过计算机分析，形成在相应点的脉冲表示。若补偿电容缺失，则相应点无脉冲，可以通过图形直观反映。

在以上测试的基础上，可以对轨道电路区段进行综合评估，利用轨道电路入口电压、出口电压、最低电压、最高电压等计算出衰减系数、平顺系数和补偿电容丢失等因素，判定轨道电路的运用状态是优良、合格、临界还是不合格。还可以利用信号能量谱计算出信号主成分、50 Hz干扰、邻区段泄露和邻线干扰等占信号能量的百分比。

1.3 点式应答器数据采集

点式应答器数据采集由应答器天线不断向地面发送信号，当经过应答器时，应答器被激活并将内部报文发送给查询主机，查询主机通过RS-485接口将报文传输给数据处理计算机进行处理。

系统在解析出报文后，可以辅助生成应答器用户数据表，对应答器报文进行分析，内容包括相关应答器报文描述的一致性，是否与实际一致，前后链接的应答器距离与实际检测距离是否一致，是否有默认报文，是哪一种默认报文等进行分析，显示系统认为有问题的数据包。可以检查区段载频是否与报文一致，能够将应答器收到的报文以图形方式显示出来，包括前方区段的长度、载频、速度包、坡度包覆盖长度以及链接的应答器位置，并把这些信息与车速、地面低频信息结合，以线路历程为轴依次展开。

1.4 列车速度定位与路况处理

在以上多项的系统检测中，都是以里程为轴线进行数据组织的，速度、里程的准确与否直接影响到检测评定效果。因此在电路及软件中增加了GPS定位，轴头速度传感器，轴头速度与GPS速度自动切换，信号特征自动定位和路况信息辅助定位，手动辅助定位等功能，保证列车运行时检测信息的定位准确。

系统中安装了一台电子罗盘，用来测量列车在通过线路曲线时测出列车的转向角位移。电子罗盘输出的信号经过数字滤波后，送给乘法器进行合成，再经过系统数据库中的公务线路曲线库、

桥梁库和隧道库进行修正，最后描绘在系统图形中，为系统提供路况信息^[2]。

1.5 通信检测

电务检测车不仅能对信号设备进行检测，还能通过安装的无线场强测试系统对无线调度通信系统和GSM-R数字移动通信系统场强覆盖进行测试分析，进而对无线通信系统的运用质量进行检查分析，指导现场维修。

2 系统结构

电务检测车的系统结构，采用多微机系统，根据其系统功能可以分为4个采集机，即综合数据采集机（实现轨道电路传输数据和机车信号数据采集）、补偿电容数据采集机、应答器数据采集机和通信模块。系统利用PC工控检测机实现各采集机数据的综合处理，利用PC工控电子地图机实现路况数据综合处理。信号动态监测系统与无线场强测试系统结构如图1。

3 关键技术

3.1 综合定位技术

信号检测车的所有检测汇总报告都是基于线路里程的，因此在信号检测过程中，检测车的准确定位就非常重要。电务检测车以车站和区间轨道电路坐标作为基础定位数据，利用轴头测速传感器和通过固定信标的实践综合测算与固定信标的距离，进而获得列车实际历程坐标。另外它还利用全球定位系统进行辅助定位和速度测算；电务检测车还配备有电子罗盘，利用电子罗盘测得检测车的转向角位移，结合地面公务线路数据库进行路况信息辅助定位。综合多种定位技术可以使信号检测车获得准确的定位信息。

3.2 虚拟仪器技术

电务检测车需要进行多种信号的测量和分析，因此采用虚拟仪器技术可以有效地实现系统集成、系统扩展、开发便捷、界面优化并节省投资。

虚拟仪器技术就是利用高性能的模块化硬件，结合高效灵活的软件来完成各种测试、测量和自动化的应用。灵活高效的软件能帮助您创建完全自定义的用户界面，模块化的硬件能方便地提供

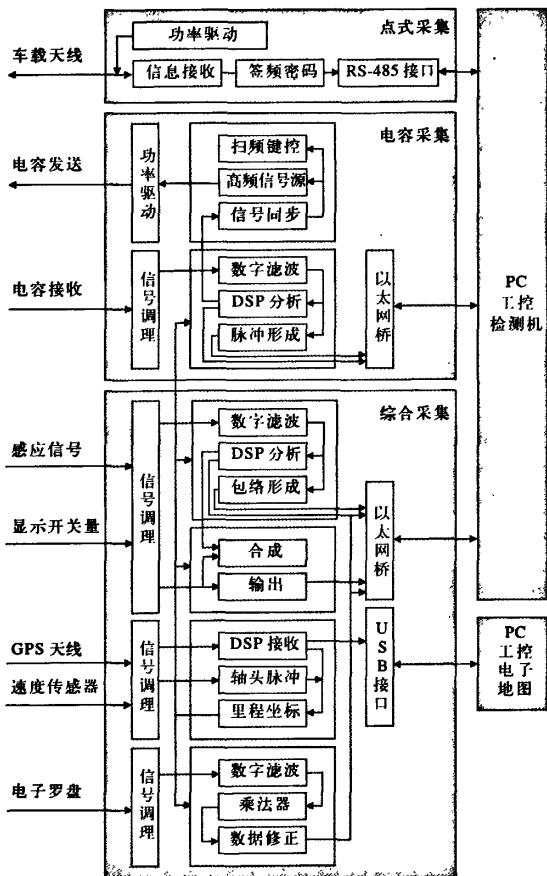


图1 信号动态检测系统结构示意图

全方位的系统集成，标准的软硬件平台能满足对同步和定时应用的需求。虚拟仪器需要同时拥有高效的软件、模块化I/O硬件和用于集成的软硬件平台，通过个性化开发用于不同的测控领域。虚拟仪器具有技术性能高、扩展性强和开发时间少，以及出色的集成优势。

3.3 数字信号处理技术

在电务检测车中，对检测信号的处理采用了数字信号处理(DSP)技术。DSP技术在铁路信号系统中有多项应用。在典型的DSP系统中，DSP芯片是对数字信号处理的核心部件，其处理速度和处理能力直接影响数字信号处理系统的效率。DSP技术在信号采集与处理方面如数字滤波、自适应滤波、快速傅立叶变换、相关运算、谱分析、卷积、模式匹配、加窗和波形产生等具有相当优势。

4 电务检测车的应用

电务检测车是对铁路信号和通信相关设备运用状态进行动态监测的综合检测车，其运用分为两级：铁道部电务检测车检测和铁路局电务检测车检测。电务检测车信号和通信设备检测项目包括：

- (1) 轨道电路传输状态：轨道电路传输的入口、出口、最低和最高电压值；移频轨道电路载频、低频和频谱；电化线路和邻区段的干扰信号；
- (2) 补偿电容：补偿电容工作状态及位置；
- (3) 机车信号：机车信号仿真显示，低频信息分析显示；
- (4) 点式应答器：点式应答器工作状态、链接关系及位置；
- (5) 150 MHz、450 MHz和400 MHz。GSM-R等无线通信场强覆盖。

由以上检测形成的电务检测车检测报告有区段分析汇总报告、补偿电容统计报告、应答器状态报告、无线场强覆盖分布图和无线场强测试结果统计分析报告。

5 结束语

利用电务检测车可以对铁路信号的轨道电路应用状态和传输特性、机车信号点灯状态、补偿电容和CTCS应答器设备的编码状态等一系列信号进行动态测试，可以对无线通信系统场强覆盖情况进行动态监测，可以对测试信号进行准确定位，进而给出相应区域的信号设备应用状态和维护水平的综合测试报告。这对有针对性地发现信号设备应用和维护中的问题，调整设备工作使其始终处于最佳运用状态，及时发现系统设备隐患等都具有重要意义。电务检测车的应用，可以提高信号设备的维修维护水平。

参考文献：

- [1] 徐晴明. 列控地面设备[M]. 北京：中国铁道出版社，2007：106.
- [2] 刘宝生. 基于虚拟仪器技术的铁路信号试验车自动测试系统研究[D]. 北京交通大学，2007.
- [3] 李睿. 基于多传感器信息融合的铁路信号试验车综合定位系统研究[D]. 北京交通大学，2007.