

International Metro Transit
Exhibition & Forum
Beijing
北京国际城市轨道交通展览会
暨高峰论坛(2019)



中国铁道科学研究院集团有限公司
CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CORPORATION LIMITED

城市轨道交通 基础设施综合检测新技术

田新宇

2019年7月25日

www.rails.cn



Metro Trans



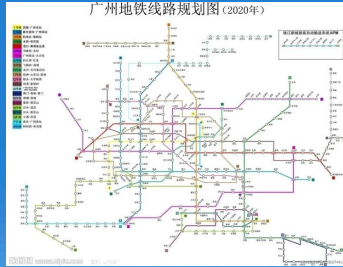
基础设施检测研究所
INFRASTRUCTURE INSPECTION INSTITUTE



北京铁科英迈技术有限公司
INMAI Railway Technology Co., Ltd.

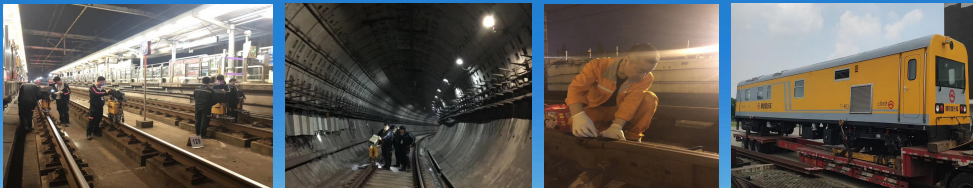


我国城市轨道交通迅猛发展，对基础设施检测提出了更高的要求。




3


- ◆ 检测模式以静态检查为主，有些结果无法反映实际状态
- ◆ 动态检测装备专业相对独立，数据同步性差，检测运用效率低
- ◆ 检测数据综合分析不够，未形成统一的分析平台和标准




4




项目支持






中华人民共和国国家发展和改革委员会
National Development and Reform Commission

- 轨道交通系统测试国家工程实验室（城轨综合检测车-地面数据中心）
- 城市轨道交通综合试验检验工程项目（城轨综合检测车）（2016年）



北京市科委科技计划项目

- 城市轨道交通综合检测列车研制（2017年）



- 铁科院基金项目，基础所、英迈公司配套自研项目



城轨综合检测车





| | | | | | |
|--------------|--------------|------------|-------------|-------------|------------------|
| 定位同步和车载综合系统 | 轨道几何检测系统 | 车辆动态响应检测系统 | 弓网受流检测系统 | 通信检测系统 | 城市轨道交通基础设施地面数据中心 |
| | 钢轨廓形检测系统 | | 接触网几何参数检测系统 | 环境监视系统 | |
| | 轨道状态巡检系统 | 轮轨力检测系统 | 第三轨检测系统 | 信号检测系统（应答器） | |
| | 钢轨短波不平顺检测系统 | | | 安全监测系统 | |
| | 隧道（线路）限界检测系统 | | | | |
| 隧道衬砌表面状态检测系统 | | | | | |

城轨综合检测车

- 3节编组B型电客车：1、3号检测车为半动车，2号检测车为动力车
- 双向自走型



7

创新技术

城轨综合检测车时空同步和车载综合数据处理等系统集成技术

适用于城市轨道交通低速、小半径线路特点的数字式轨道几何检测技术和动态钢轨廓形检测技术

适用于城市轨道交通线路特点的智能轨道巡检技术

适用于城轨直流环境下的接触网几何参数和弓网受流检测系统，网轨一体几何补偿技术

基于动态响应的车辆-轨道状态分析技术

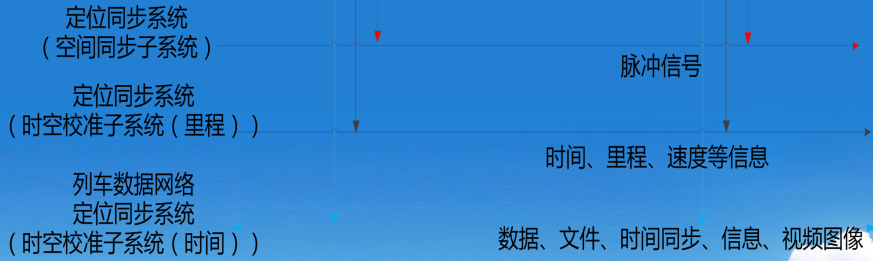
城市轨道交通基础设施地面数据中心

8

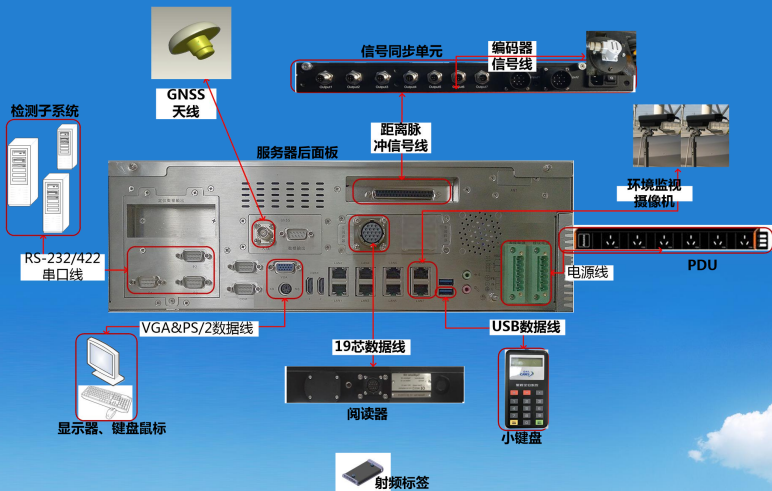
系统集成技术

隧道限界检测系统、轨道几何检测系统、钢轨轮廓检测系统、接触网几何参数检测系统、车辆动态响应检测系统、定位同步系统、环境监视系统

弓网受流检测系统、通信检测系统、轨道状态巡检系统、轮轨力检测系统、定位同步系统、环境监视系统

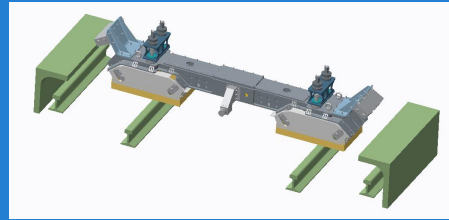


定位同步系统架构



轨道几何检测系统

- 惯性基准原理
- 高速图像处理
- 高速激光摄像技术



11

轨道几何检测系统

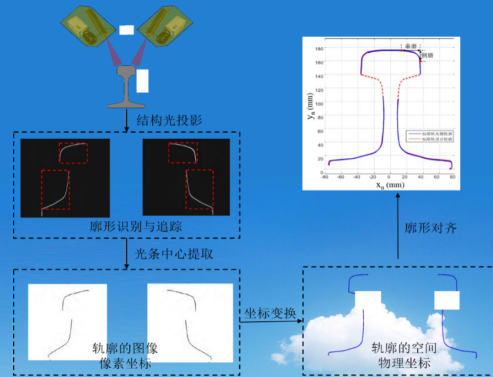
- ◆ 针对城市轨道交通中检测车辆**低速运行区段较多**，对采用惯性测量的**高低、轨向检测有较大影响**的情况，开展了**低速检测技术**的研究
- ◆ 针对地铁**小半径曲线多和夹直线短**，对小半径曲线特征点处**轨向、水平**的超限检测判断不准的情况，研究了**检测模型和滤波器的优化算法**



12

钢轨廓形检测系统

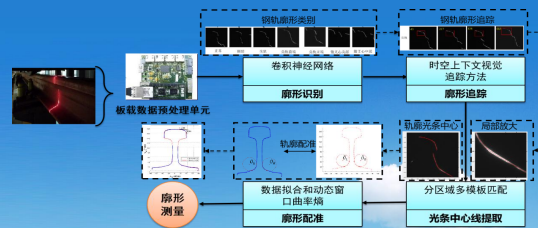
- 采用激光摄像技术，等间距对钢轨轮廓面图像采集
- 测量钢轨垂直磨耗、侧面磨耗、总磨耗
- 测量钢轨全断面廓形



13

钢轨廓形检测系统

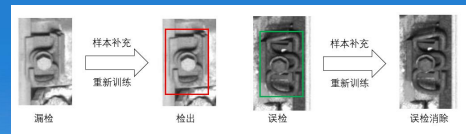
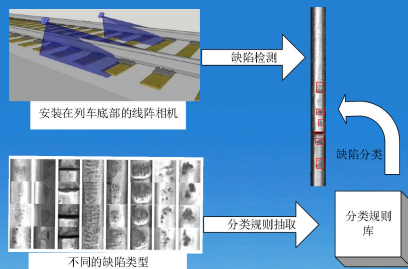
- 城轨交通曲线多、车体晃动幅值大、钢轨轨腰污损等易造成干扰
- 研制应用了测量范围大、分辨率高的激光摄像组件，采用了PGA进行图像采集和预处理
- 设计了基于深度学习的钢轨廓形激光条纹前景分割算法、图像区域划分方法、灰度重心法和亚像素算法等快速、准确的廓形匹配和测量算法



14

轨道状态巡检系统

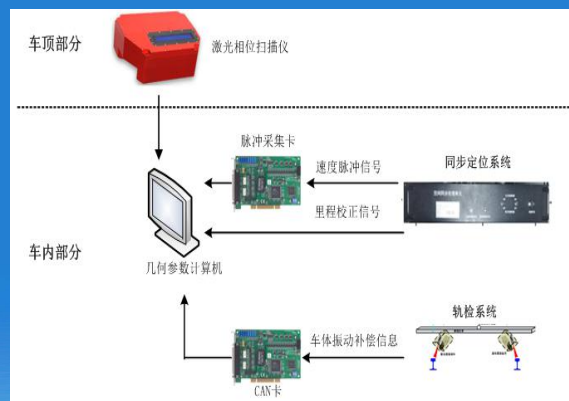
- 基于深度学习的扣件异常缺陷智能识别技术和基于快速特征提取方法的钢轨表面缺陷检测和分类技术可对**钢轨表面擦伤、扣件缺失、弹条断裂**等缺陷自动识别



迭代训练示意图

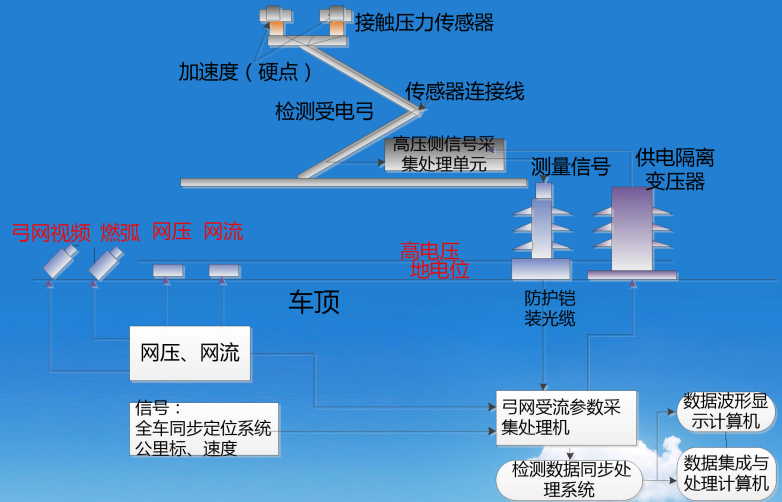
接触网几何参数检测系统

- 针对城市轨道交通线路及检测车体采用了高精度、小体积的激光相位扫描仪
- 对接触线高度、拉出值、接触线间水平距离和接触线间垂直距离等参数进行检测
- 接触线跟踪预测模型，使接触线能在各种复杂干扰的情况下得到准确地定位



弓网受流检测系统

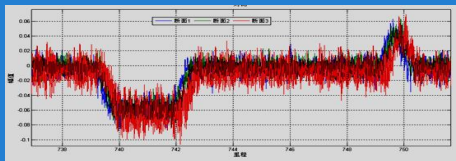
- 针对城轨接触网系统系统直流供电的技术参数，采用了**隔离变压器技术、高压电磁干扰抑制技术和光信号隔离技术**，实现了高压侧传感器及数据采集处理设备的稳定供电和高压信号的隔离传输



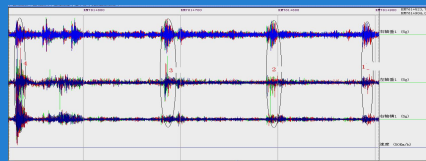
17

车辆动态响应检测系统

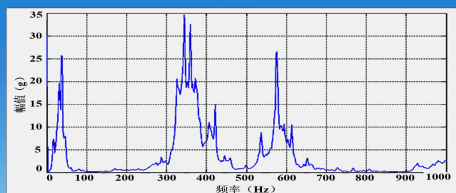
- 车体、构架、轴箱加速度
- 提出通过城市轨道交通列车动态响应特性评价轨道平顺性的方法



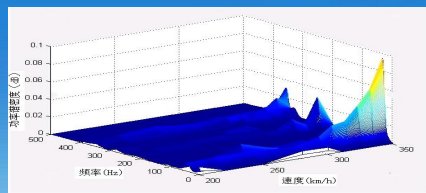
不平衡加速度与超高设置理论响应一致



轴箱加速度对轨缝接头特征反应一致



轴箱加速度频谱分析

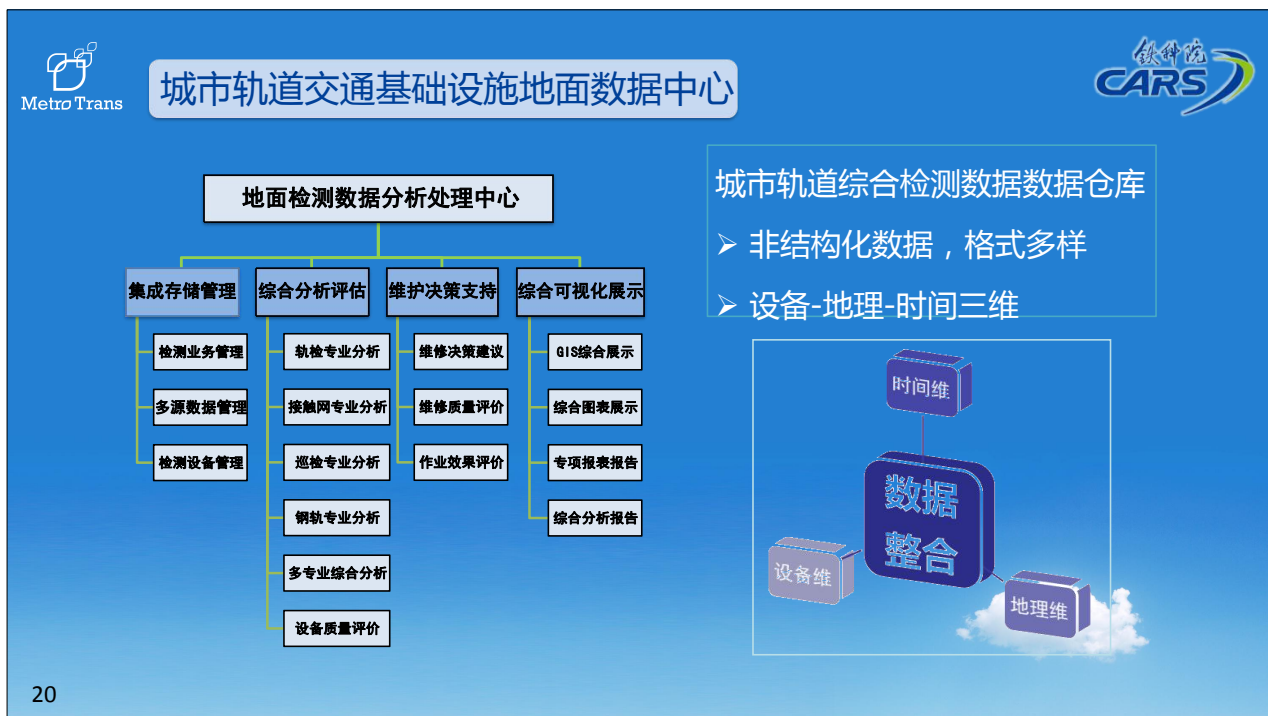


不同速度下轴箱垂向加速度响应频率范围

18



19



20



城市轨道交通基础设施地面数据中心



检测数据集成管理

- 使用同一数据源为各类配套数据处理应用提供数据支撑，保证数据的唯一与共享
- 远程和本地数据接入，自动预处理

数据接入应用



检测数据资源



自动预处理



数据管理应用



精细分析应用



问题处理



车地无线传输



C/S客户端软件





城市轨道交通基础设施地面数据中心



综合可视化展示

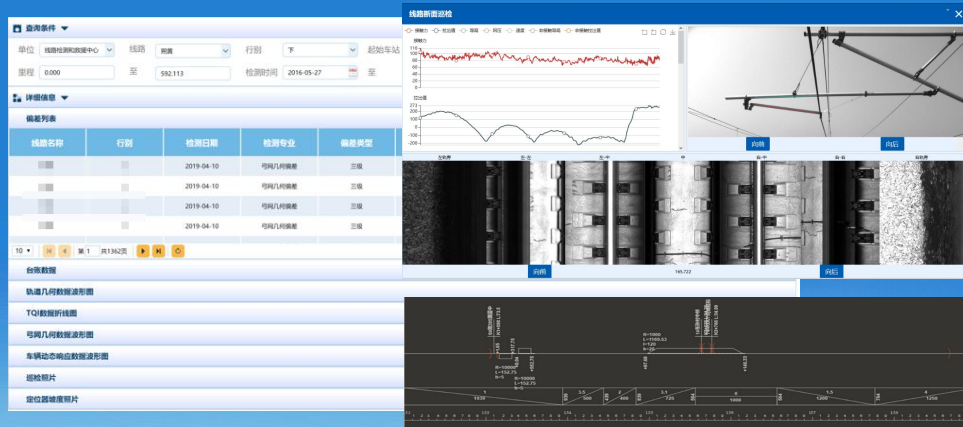
- 场景一：通过限界偏差数据，展示该偏差发生位置的台账图以及限界轮廓图



台账图：内容包括曲线、缓和曲线、坡度、桥梁等信息

综合可视化展示

➢ 场景二：多专业检测数据的综合展示



检测数据集成分析

➢ 场景一：轨道质量指数频数统计图表和累积曲线图表



检测数据集成分析

➢ 场景二：各类检测结果的趋势分析



25

检测数据集成分析

➢ 场景三：查看每次检测的偏差个数统计列表，点击偏差个数查看详细列表

| 线路 | 行别 | 检测日期 | 轨内标志牌数 | | 超限 | 控制绳标志牌 | | | 轨内几何偏差 | | | | | | |
|----|----|------------|--------|-------|----|--------|-------|---------|--------|-----|-----|-----|-----|----|------|
| | | | 标志牌总数 | 完好标志牌 | | 控制绳标志牌 | 控制绳扣件 | 控制绳扣件状态 | 定位器状态 | 左高低 | 右高低 | 左轨向 | 右轨向 | 水平 | 三角坑 |
| | | 2016-04-25 | 2 | 1 | 78 | 2 | 802 | 31 | 20 | 422 | 488 | 97 | 115 | 27 | 1746 |

26

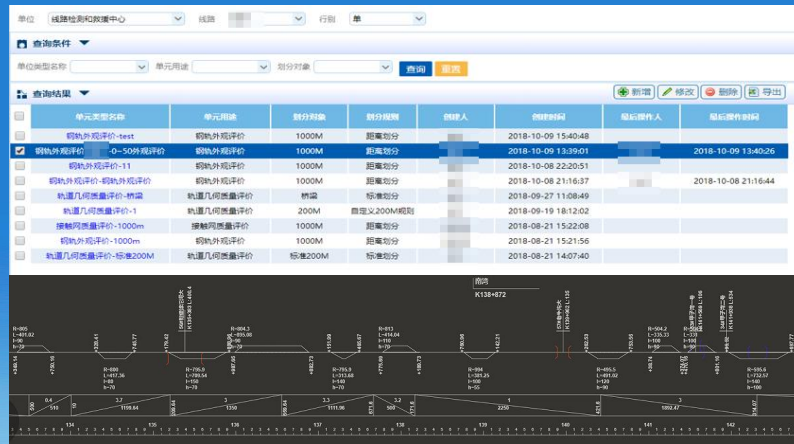


城市轨道交通基础设施地面数据中心



检测数据集成分析

➢ 场景四：设备质量评价-单元评价



27

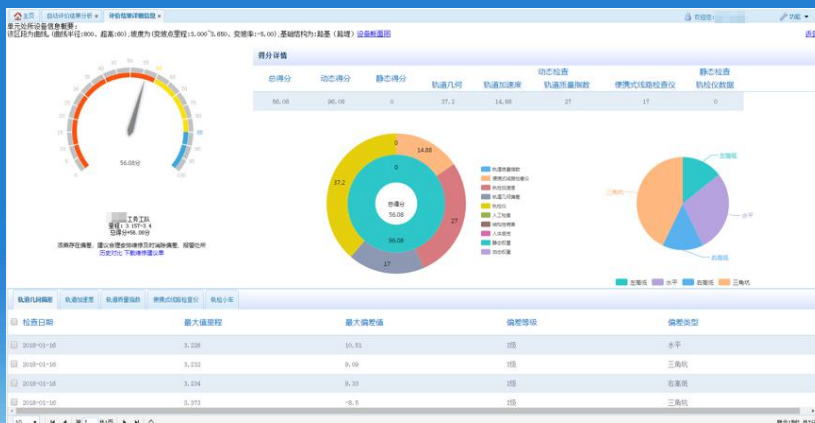


城市轨道交通基础设施地面数据中心



检测数据集成分析

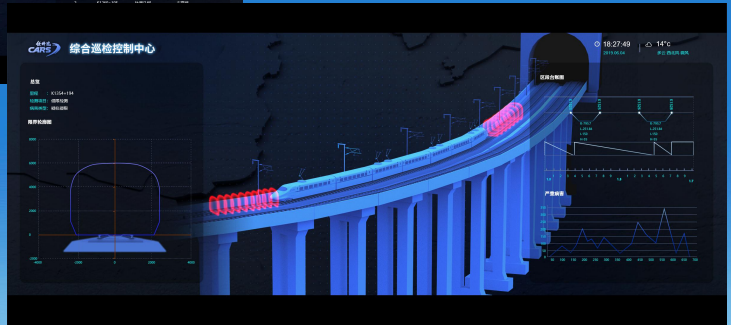
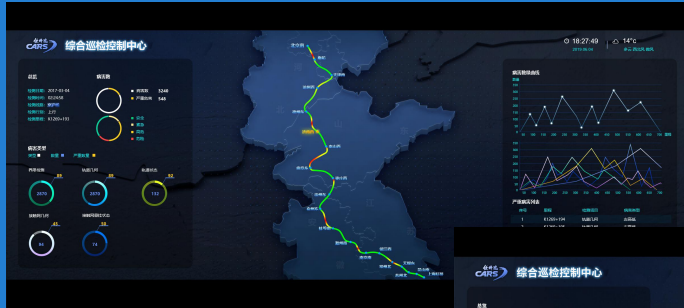
➢ 场景四：设备质量评价-单元评价



28



城市轨道交通基础设施地面数据中心



29



感谢各位，请批评指正！

企业文化

- 使命：引领轨道科技，创造交通未来
- 核心价值观：智道合一
- 愿景：创建世界一流轨道交通科技集团
- 企业精神：笃真求卓，创新致远

www.rails.cn