



北京交通大学科技成果推广项目汇编

轨道交通技术领域

目录

1. 牵引变电所综合在线监测系统	4
2. 基于无线传感网的铁路危险品运输在途检测技术	7
3. 隧道及车站通风系统	8
4. MVB 串行协议转换卡	9
5. MVB 与 USB 协议转换卡	11
6. 地铁车辆火灾报警灭火联动控制系统的设计	13
7. 列车驾驶员疲劳监测预警系统	15
8. 高速铁路净空安全在线监测装置	16
9. 高速列车走行及悬挂系统关键零部件载荷谱测试及可靠性设计技术	17
10. 轨道交通基础设施路轨两栖综合检测车	19
11. 铁路列车用高效电磁感应刹车系统的研究	20
12. 无缝线路温度应力测量仪	21
13. 铁路集装箱运输全流程监控系统	22
14. 运用安全管理信息系统及列车质量管理体系	24
15. 车载列控运行环境电磁兼容监测系统	26
16. 基于虚拟现实技术的三维可视化机车车辆部件检修系统	28
17. 轨道车辆阻尼环	31
18. 铁路隧道病害整治系统研究	32
19. 轨道缺陷检测系统	34
20. 轨道表观伤损智能识别关键技术及应用	39
21. 尖轨电磁涡流多点检测技术	41
22. 分布式列车制动测试系统	42
23. 隧道压力控制	44
24. 城市轨道交通再生制动能量吸收和利用装置及智慧能源管理系统	46
25. 城轨交通钢轨全生命服役状态评估与修复技术	48
26. 基于人工智能的城市轨道交通客流数字孪生系统	52
27. 城市轨道交通运行控制技术	55
28. 列车电压电流传感器在线校准技术	64
29. 环境感知和先进驾驶辅助系统	67

30. 无缝线路安全设计与建造成套技术	69
31. 无砟轨道结构设计理论与设计方法	70
32. 轨道交通减振降噪成套技术研究	71
33. 线路工程结构综合监测与检测成套技术	73
34. 穿越既有轨道交通安全风险评估及监控	74
35. 城轨线网运行计划及乘务排班智能优化技术	75
36. 城轨线网客流车流耦合联动智能仿真技术	77
37. 列车运行净空安全感知与远程瞭望技术	79
38. 轨道交通装备生产与检修过程智能管控系统	80
39. 基于光纤埋入式智能受电弓滑板	82
40. 隧道一体化感知技术	83
41. 基础设施中浅层地热能利用技术	85
42. 交通能量俘获利用技术	89
43. 能量束赋能系统	90
44. 轨道交通大数据管控与决策支持技术	92
45. 轨道交通数字化智慧规划及运维业务支撑平台	95
46. 高铁轴承内部可靠性评估	96
47. 基于 AR 的铁路客站远程监督管理系统	97
48. 基于 MR 的客站设备巡检及维护系统	98
49. 列车在途安全预警与运维保障技术	100
50. 面向高速列车网络控制的列车无线通信网络	102
51. 天轨交通系统	104
52. 智能交通系统电磁安全设计	107

1. 牵引变电所综合在线监测系统

项目简介：

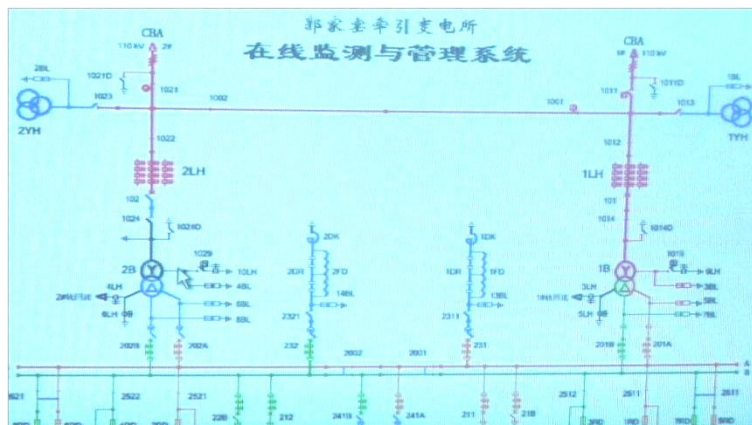
牵引变电所是电气化铁道系统的重要工程设施,实现牵引变电所运行状态和电气设备绝缘综合在线监测,不仅是防止设备在运行中突发事件的有效措施,而且是状态检修的技术基础。为此,开发了“牵引变电所综合在线监测系统”。

系统功能：

- (1) 实时显示系统运行方式、设备二次侧倒送电情况；各断路器、隔离开关、熔断器的通断；各接地线的挂入与拆除情况。
- (2) 直接在动态主接线图上查阅有关设备和线路的运行电流和电压。
- (3) 在主接线图上查阅设备绝缘状态,例如:介损因素、油中气体值、泄漏电流等。
- (4) 自动诊断,对超过“阈值”的设备自动进行报警、登记、打印。
- (5) 采用拨号上网方式,利用 WEB 技术,允许授权的多用户进行远程访问。

该系统已经投入到腾格里沙漠地区的牵引变电所进行实际运行,设备经历了夏天 42℃ 的高温及冬天零下-30℃ 的严寒考验,也经历了大自然雷电的考核,运行表明:性能稳定,工作可靠。

运行中的在线监测设备



计算机显示界面



户内装置



户外装置

技术特点:

- (1) 运行状态、运行参数、绝缘特性综合监测，图形、色彩和数据表示直观、明了；
- (2) 监测、报警、查询、管理、打印报告等多种功能集于一体，自动化程度高；
- (3) 具有远方遥测、遥信功能，实时动态内容取代复示终端和 GIS 的“死”内容；
- (4) 变电所及被监测设备的结构、接线不需要改变，施工方便，运行安全。

主要技术指标:

- (1) 可在主接线图上查阅电流和电压的有效值，3 次、5 次、7 次谐波分量。
- (2) 可在主接线图上查阅有关绝缘状态，包括：变压器套管的泄漏电流、介质损耗因素、等值电容，油中气体综合值、油的泄漏电流、油的实际运行

温度、铁芯泄漏电流；断路器的绝缘拉杆泄漏电流、真空度、机械特性；避雷器的泄漏电流；隔离开关支柱的泄漏电流等。

(3) 监测参数每 10 秒取 1 次数据，每天约 250 万个实时监测数据保留 3 天，然后处理后保留。

(4) 监测“阈值”可调。

(5) 建有 1500 余个管理文本。

(6) 系统设三级权限，分别加密管理。

应用范围：

铁道供电系统。

市场前景：

铁道提速，对电气设备及安全供电提出的要求越来越高，状态检修、无人值班的运行方式势在必行，但是，这些以电气设备绝缘在线监测为基础。牵引变电所综合监测系统能够提高铁道供电系统运行、管理自动化水平，能够防止意外事故发生，必将具有广阔前景。

效益分析：

电气设备绝缘在线监测技术是一种基于传感器、计算机、故障诊断与预测理论的新技术，能够为铁道电气化安全带来巨大的经济效益。例如，预报防止任何一次牵引变电所主设备的绝缘击穿，或者人员触电伤亡事故，就会减少铁路部门综合损失数百万至数千万元。

2. 基于无线传感网的铁路危险品运输在途检测技术

项目简介：

项目针对我国铁路危险品运输的品种多、运量大及路途长、途中还需解体和编组作业等特点，研究开发危险货物运输安全状态在途检测的关键技术和设备，重点解决工程实施中存在的通信条件恶劣、货车车载设备供电缺乏，以及粉尘、振动、冲击和电磁干扰等问题，以满足铁路危险品运输在途监测需求，及时发现危险隐患，减少货物的运输途中发生事故所造成人员伤亡、财产损失和环境污染。

技术特点：

本项目采用无线传感器网络技术，在多点网络化监测、环境适应性强、节点功耗低等方面有创新，并实现了危险货物安全状态的分析 and 评估。目前该成果已成功应用于铁路新疆棉花运输安全监测、铁路电石集装箱检测等系统中，实现了货车运输车载供电缺乏的条件下，自动长时间、远程连续地监测、检测货物运输状态，得到了铁道部有关领导、用户的一致好评。已获得国家发明专利 4 项，软件著作权 6 项。运用于铁路新疆大宗棉花运输安全监测研究中，为防止棉花自燃事故提供了第一手监测数据。铁路电石集装箱检测项目中发挥了重要作用，能够远程地、较长时间地、连续地检测并记录电石集装箱检测实验中的各项参数，为数据采集与分析节省了大量人力物力。

3. 隧道及车站通风系统

项目简介：

地铁隧道及车站通风系统采用强迫通风方式来实现隧道、车站与外部的空气交换。这里涉及三个方面，即隧道通风与车站通风的参数选取；隧道通风与车站通风的运行方式及其相互关系；活塞风作用等。每个方面都包含 5 个重要问题：(1)通风参数选取，(2)风机选型，(3)风道设计，(4)风机与风道的合理匹配，(5)风机工作制式。我们通过对北京地铁部分通风系统进行现场测试和研究，提出了较完整的系统设计方法和设计方法。由此，可以有效地实现内外空气交换，控制和降低隧道和车站内的温升，保证风机车最高效率工作，降低功耗。所提出的设计方法对地铁通风系统的设计、改造具有很大的参考价值。

技术特点：

所提出的系统设计方法和方法具有普遍性。其优点或先进性在于不是单纯考虑一个车站或一个隧道的通风问题，而是将车站通风、隧道通风、车辆通风、活塞风效应等作为一个大的系统来综合考虑，由此确定风机造型、风道设计。不是单纯地选择高效风机，而是将风机与风道联合起来考虑，使它们能合理匹配，使风机工作在最佳状态。充分考虑活塞风的影响，有效地加以利用，考虑地铁通风系统的裕度问题，考虑由于地铁运行负荷增加，车站和隧道内部热量积累而导致温升。这种现象主要靠通风系统来控制 and 避免。

市场前景：

该方案和方法用于北京地铁一期改造工程中，取得了显著效果。

因为地铁隧道和车站通风系统的风机大都配置 5090kW 的功率，且长期运行。所以使风机工作在高效区具有巨大的节能意义。

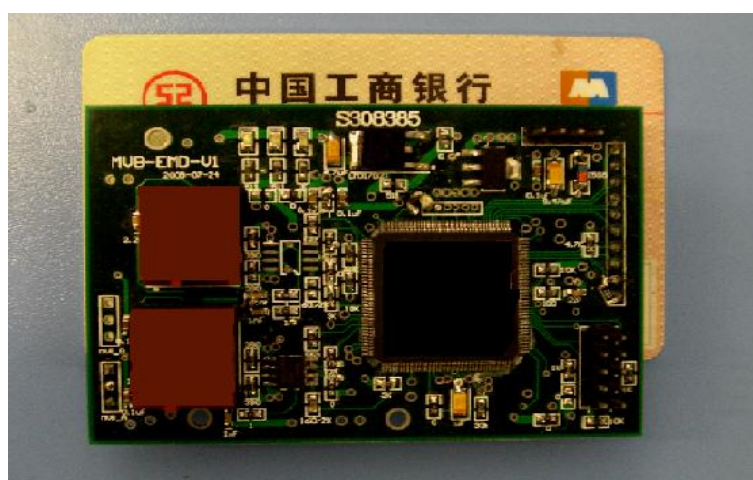
4. MVB 串行协议转换卡

项目简介：

鉴于现在 TCN 网络设备的核心技术大都被外国大公司垄断，开发成本高，后期升级维护困难的状况，我们自行开发 TCN 底层核心技术研制出符合 IEC61375-1 国际标准的 MVB 各类设备网卡。主要特点是采用 SOPC 技术将 MVB 底层控制器、CPU 及其他模块共同集成在一片 FPGA 上，由于数据流在芯片内部进行，与传统网卡相比，具有体积小，集成度高，功耗低，易于系统扩展升级等优势。

此协议转换卡设计思想源于使各种用户通过现有的设备方便简单的使用 MVB 总线协议。用户无需涉及 MVB 协议的复杂性，只需要使用串行接口 (UART 或者 SPI 等) 与协议转换器按特定串行协议通信即可。此卡可自动识别 UART 和 SPI，而且串行接口的通用性使其得到广泛应用；可独立使用或为用户量身定制底板用于二次开发。

目前该网卡已成功的应用在电力机车和城轨交通车辆通信网络中。



应用范围：

使用 MVB 网络的动车组、机车、城市轨道交通领域。

市场前景：

该系统不但适用于铁路机车，地铁、城市轻轨车辆，也可用于其他，如科研、教学部门、电力系统等领域。该项目不产生对环境有污染的废水、废气、废料，属“绿色产品”，可以采用技术入股、合作开发、合作生产等多种方式合作。要求合作单位有一定的技术、经济实力。

城市轨道交通事业发展迅速，该网卡拥有广阔的市场前景和经济效益。

技术特点:

PLD 固件配置可选:

端口状态、更新时间实时查询

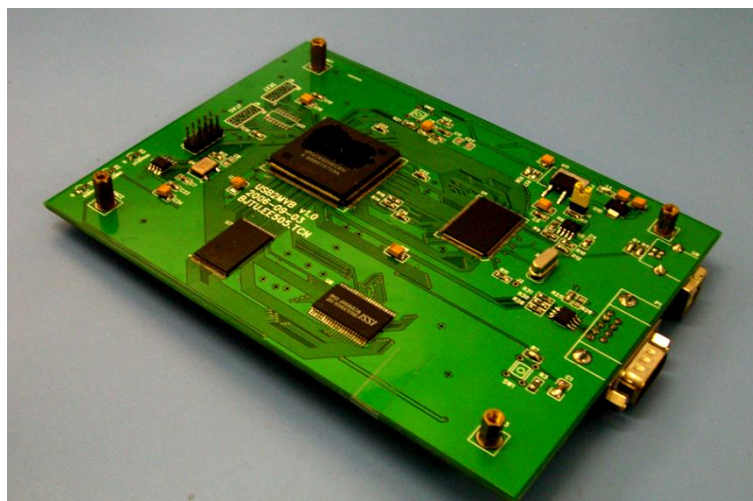
- 最多 4096 个端口 (源端口或宿端口, 16 位-256 位可配置)
- 中断处理, 最多支持 16 个中断, 中断输出可配置
- 过程数据功能
- 消息数据功能 (可选)
- 总线管理器功能 (可选)

5. MVB 与 USB 协议转换卡

项目简介：

此卡可将 PC 机与 MVB 总线相连，在 PC 机上显示机车状态和总线运行情况。既能作为 MVB 普通设备，也能作为监视设备，更可帮助研发更快捷、方便灵活的进行。

目前该网卡已成功的应用在 SS3B 电力机车和北京十五号线中。



应用范围：

使用 MVB 网络的动车组、机车、城市轨道交通领域。

市场前景：

该系统不但适用于铁路机车，地铁、城市轻轨车辆，也可用于其他如科研、教学部门等领域。该项目不产生对环境有污染的废水、废气、废料，属“绿色产品”，可以采用技术入股、合作开发、合作生产等多种方式合作。要求合作单位有一定的技术、经济实力。

城市轨道交通事业发展迅速，该网卡拥有广阔的市场前景和经济效益。

技术特点：

硬件配置：

- ESD、ESD+(电气短距离，隔离)、EMD
- MVB 双线冗余
- JTAG 配置接口, 配置器件 EPCS4
- EP2C8, Altera 公司 Cyclone II 系列 PFGA(8256 个逻辑单元)

- USB2.0 接口

PLD 固件配置:

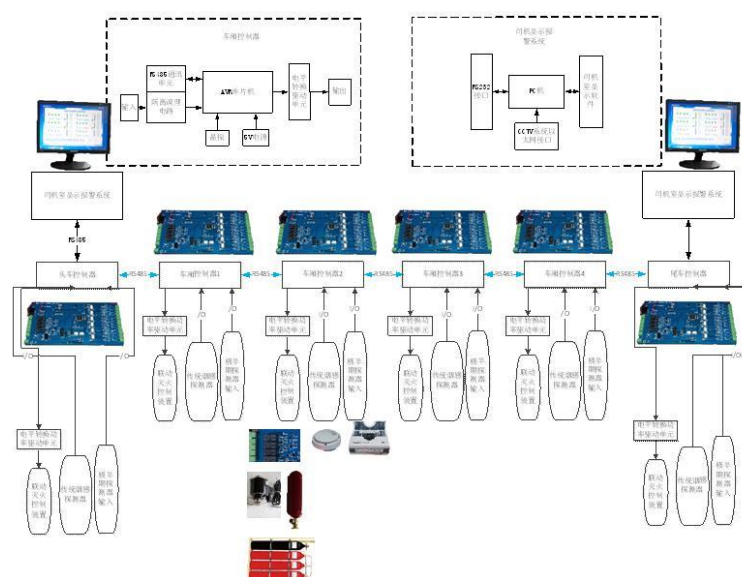
- 端口状态、更新时间实时查询
- 最多 4096 个端口 (源端口或宿端口, 16 位-256 位可配置)
- 中断处理, 最多支持 16 个中断, 中断输出可配置
- 过程数据功能
- 消息数据功能 (可选)
- 实现 MVB 和 USB 协议转换

6. 地铁车辆火灾报警灭火联动控制系统的设计

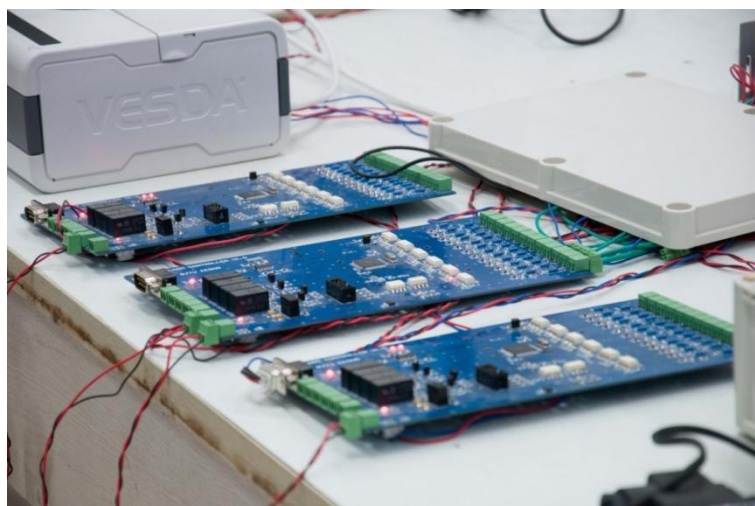
项目简介：

火灾报警灭火联动控制系统主要由三部分组成，火灾探测报警系统，联动控制网络系统，以及自动灭火系统，其中火灾探测报警系统和联动控制系统以每节车为单位，自动灭火系统以每三节车为一个单元。

当火灾报警系统发现火情后通过节点控制器将火警信号传递给上位机显示界面，司控人员通过视频监控系统确认火情后再通过节点控制器启动自动灭火系统，达到对火情的早期发现，有效控制。



系统应用高压细水雾灭火系统，填补了地铁车辆上没有自动灭火装置的空白，司控人员可以在上位机通过 RS485 网络监视各个车厢的火警状况，当火警发生时，可以自动调用相应视频监控器进行火情确认，还可以一键启动自动灭火系统，达到快速控制火情的作用。



应用范围：

应用于地铁列车车辆火灾报警与灭火，代替现有的烟火控制系统与人工灭火器。

7. 列车驾驶员疲劳监测预警系统

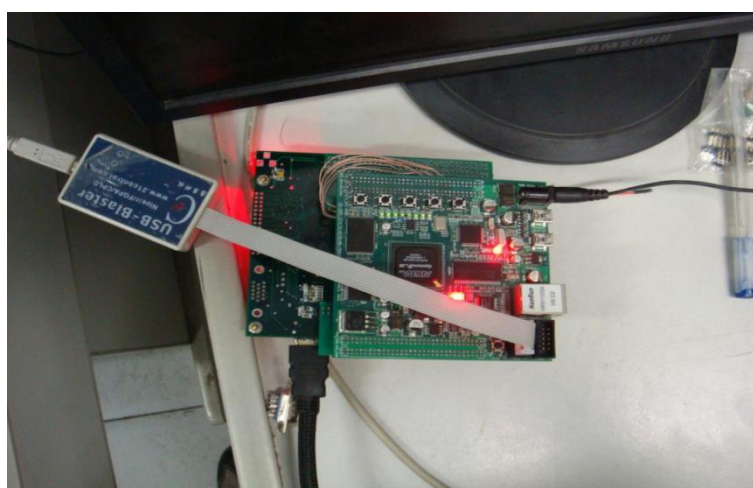
项目简介：

本系统首先通过摄像头设备采集视频图像，然后对图像进行实时处理快速定位驾驶员脸部，进而准确地进行驾驶员眼部定位、跟踪，通过记录驾驶员眼睛开闭状态曲线判定驾驶员疲劳状况，最后对一定时间内眼睛缓慢闭合所占时间比例满足疲劳上限的驾驶员进行预警。

技术创新点为采用主动人眼定位、跟踪方式进行列车驾驶员疲劳检测，在不干扰驾驶员正常工作的情况下对疲劳驾驶员发出预警。

同类技术多采用让驾驶员定时按动按钮等操作性设置来检验驾驶员是否疲劳，在一定程度上会干扰驾驶员的正常工作。

能为列车驾驶安全提供一项保障。



应用范围：

所有列车及公共交通工具，能够实时监测疲劳状态，并对疲劳驾驶员提出预警。

市场前景：

随着我国铁路的快速发展，对安全运行有越来越高的要求，因此该系统拥有良好市场前景。

8. 高速铁路净空安全在线监测装置

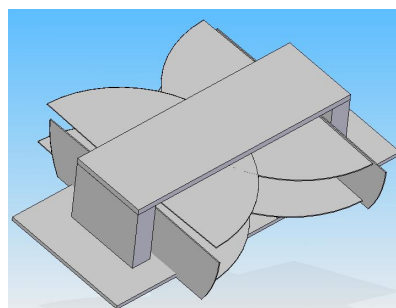
项目简介：

侵入高速铁路线路的异物会对高速列车运行安全构成极大威胁，为此北京交通大学研制开发了基于激光扫描与立体机器视觉的高速铁路净空安全在线监测装置。该装置能够全天候实现线路净空的非接触式安全在线监测，目前已申请国家发明专利并在京沪高速铁路现场成功应用。

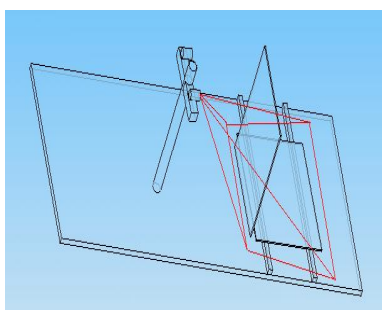
该系统可采用多个二维激光器任意组合实现立体空间的监测，并通过立体视觉对激光器检测的异物进行三维识别与确认，设备间通过 Zigbee 局域网实现互联，并通过 GPRS 实现远程在线监测。

技术特点：

- (1) 单个激光器可监测半径 80 米的半圆平面；
- (2) 安装方便，多个设备可根据需要任意组合；
- (3) 双目立体视觉对侵限物体进行三维识别与确认，提高系统适应性；
- (4) 非接触式测量，10 米内可检测半径 10mm 的钢筋，80 米内能识别 20cm 以上物体。



激光设备激光幕墙检测方案



立体视觉检测方案立体视觉设备

9. 高速列车走行及悬挂系统关键零部件载荷谱测试及可靠性设计技术

项目简介：

(1) 关键构件载荷谱编谱平台

建立以转向架构架标定试验台为主要装备的关键构件载荷谱编谱平台，该平台以多通道、高精度转向架测力构架标定加载系统为主要设备，配以多通道协同作用控制软件和相应的加载工装，完成转向架载荷谱测试中测力构架的载荷标定，这是确保载荷谱研究圆满完成所必需的基本试验手段。

(2) 载荷线路测试与评估平台技术

建立以大容量、多通道、高信噪比（包括无线测量）的载荷线路测试与评估平台技术，该平台以高信噪比动态数据采集系统和无线遥测数据采集系统为主要设备，能够在高速动车组运行时，全程往返连续测试高速动车组转向架构架、轮轴等关键部件的载荷与动应力。

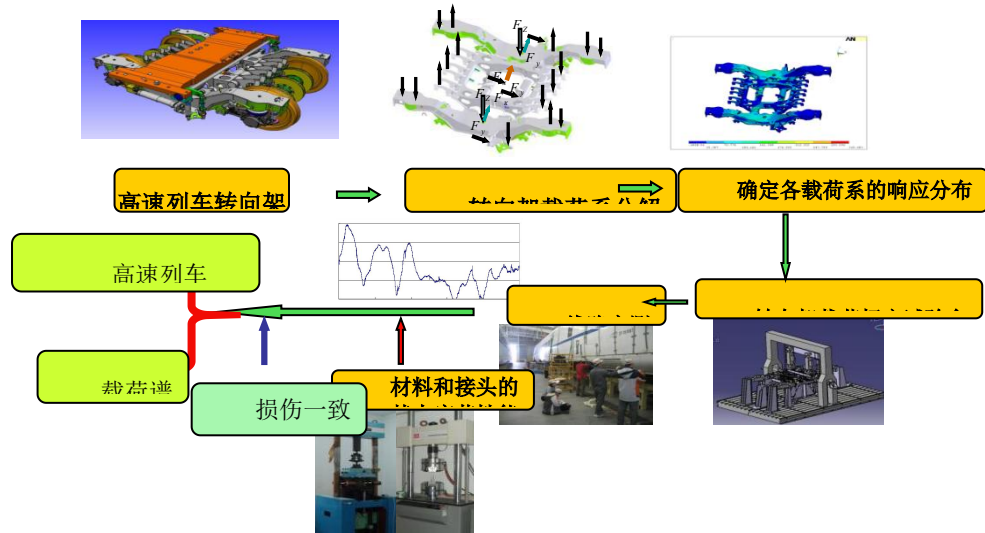
技术特点：

- (1) 建立复杂载荷系下载荷标定技术和方法；
- (2) 载荷谱的损伤一致性编谱准则；
- (3) 高置信度编谱技术；
- (4) 各类测力装置和大容量高抗干扰能力的测试系统；
- (5) 可靠性评估技术。

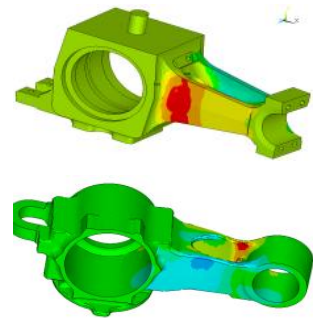
本项目将形成以转向架构架标定试验台、结构疲劳试验系统和材料疲劳试验系统为主要装备的关键构件载荷谱编谱平台和多通道高信噪比测试设备为主体的载荷线路测试与评估平台。

应用范围：

高速列车车轮、车轴、构架、轴箱、齿轮箱、悬吊螺栓、悬吊支座等走行及悬挂系关键零部件的设计及试验评估。



高速列车载荷谱编制方法与可靠性评价系统



CBTC 系统设备

10. 轨道交通基础设施路轨两栖综合检测车

项目简介：

轨道交通基础设施路轨两栖综合检测车可以实现线路全断面与限界、轨道几何参数、钢轨磨耗与表面状态、感应板几何参数、通信、信号、线路环境等关键项目的快速综合检测，具有检测精度高，线路占用时间少的优点，能有效缓解现代轨道交通运营时间长与检修任务重的矛盾。与高速铁路综合检测列车相比，路轨两栖综合检测车特别针对 0-70km/h 的中低速检测进行了优化设计，兼具动态检测与静态检测的优点，同时由于其还拥有公路和铁路两栖走行能力，可以方便地实现不同线路之间的转轨，是城市轨道交通和长大铁路网工务部门日常检修作业的理想检测工具，对确保轨道交通安全具有重要意义。路轨两栖综合检测车还可以应用在高速铁路建设后期，在高速综合检测列车和各种专项检测车能够上线检测之前，及早检测和发现线路建设中的问题，有利于降低建设费用、保证工程质量和进度。

应用范围：

本项目的研究成果符合国家发展需求，市场化推广后可以为保障轨道交通运营安全提供重要技术手段，有助于建立适合我国国情的城市轨道交通综合检测技术体系的基础。另外，本项目还可为开展列车运行控制和无线专用通信等基础理论和应用技术研究提供试验平台，为复杂环境下地铁隧道的修建和维护理论发展提供数据支持，因此兼具理论研究与应用工程价值。

市场前景：

现有进口单项轨道检测车的市场售价在 1 千万元左右，高速铁路综合检测列车在 4 亿元左右，本项目能大大降低成本，满足单项检测车的不足，填补国内外在中低速综合检测技术产品的空白。预计单台售价在千万元左右，性能满足轨道交通日常检测需求。



11. 铁路列车用高效电磁感应刹车系统的研究

项目简介：

(1) 项目概述：在车体上安装超导磁体，磁体位于铁轨上方，通过使用超导磁体产生的电磁场在铁轨导体上运动，导体表面由于磁力线穿过而产生涡流，涡流和超导磁体产生的电磁场相互作用，来达到阻止车体的目的。

(2) 该项目技术创新点有两点，其一：采用超导磁体，这样可以产生强磁场，来达到产生较大电磁阻力，可以迅速刹车的目的；其二：采用特殊设计的结构，在铁轨侧面安装高导金属表面，来达到产生较大涡流的目的，同样可以产生较大阻力的目的。

(3) 同类技术产品或成果比较，可以更有效的保护车轮和铁轨，同时用超导材料可以减少交流损耗。

(4) 能为产业解决的关键技术：磁体设计、冷却系统设计、铁轨侧面安装高导金属表面材料的选择和设计等几个方面可以提供技术支持。

(5) 行业发展水平：该技术还没有应用在铁路系统，该设计是新的专利技术，需要进一步进行技术探索，但我们已经掌握了磁体设计、冷却设计和控制等一系列技术，可以很快设计出产品。

应用范围：

铁路系统及城市铁路系统，尤其适用高速列车系统。

12. 无缝线路温度应力测量仪

项目简介：

本项目通过测量微小位移变化来测量钢轨的温度应力、温度力等参数。

技术特点：

(1) 采用高精度电感传感技术、双重温度补偿技术及全方位磁性定位等新技术，保证测量、定位、安装及校准的准确性。

(2) 采用了单片机处理系统，可保存测量数据，自动计算和打印温度应力、应变和锁定温度等参数，自动修正传感器本身的测量误差。

(3) 测量灵敏度： $0.1\ \mu\text{m}$ ；测长器基本长度：180mm；测长范围： $\pm 1\text{mm}$ ；测量温度力精度： $\pm 20\text{KN}$ （ $-10\sim 50^\circ\text{C}$ 大气温度内）。



13. 铁路集装箱运输全流程监控系统

项目简介:

由于大量铁路箱在沿海地区的各个车站堆存,缺乏统一的管理和必要的监督。汽车运输部门与车站的铁路箱交接手续不完善,没有形成规范的制度因而造成了铁路箱流失、挪作他用的情况比比皆是。在一些建筑工地和厂矿企业中经常可以见到由 10t 及 20 英尺铁路箱改装的简易工棚、移动车库,铁路箱的灭失情况较为严重。而在内陆,由于铁路箱箱源偏紧,一箱难求,因而在广安门站、郑州东站、怀化站和兖州站接连发生与集装箱运输有关的路风事件,客户意见很大,社会影响很坏。这些问题之所以一而再、再而三发生,既有人员素质不高、疏于管理等方面的原因,但更深层次的根源在于我们铁路线的管理体制和机制上的缺陷。

技术特点:

大容量、抗冲突、金属附着型。全天候恶劣环境下使用的射频标签的开发;远距离(识别距离 100 米)机站式射频读出设备的开发以及手持式射频读出设备的开发;远距离机站式射频读出设备在集装箱作业站的无缝布置;适应“铁路集装箱运输全流程监控系统”运行的相应管理;维护模式以及设备技术条件和标准建立。

应用范围:

(1) 海关集装箱自动核放系统

利用 RFID 技术在专用集卡的前挡风玻璃上安装了 RFID 标签,并在进入关口的集装箱上施加 RFID 箱封,同时给司机发放 RFID 通行证。在海关通关车道安装 RFID 识别设备,实现对出入车辆、集装箱、人员的实时管理。

(2) 集装箱航运“安全锁”系统

集装箱航运“安全锁”系统采用了双频集装箱有源电子标签系统集成技术,电子标签芯片内存储了集装箱和所装货物的相关信息,还可以自动记录箱门开关和行动路线等信息,彻底改变了运输流程中对集装箱流向和识别的人工操作模式,大大提高了集装箱运输的管理水平和信息化程度。

技术指标:

射频识别标签:	站式读出器:
---------	--------

存储容量：4k Bits	读出距离：100 米
工作频率范围：2.45GHZ	抗冲突性能：200 个/秒
工作温度：-40 ~ +60	工作温度：-40 ~ +60

14. 运用安全管理信息系统及列车质量管理体系

项目简介：

随着我国城市化进程，城市的交通愈发拥堵，为此越来越多的城市开始建设地铁轻轨系统。运用安全管理信息系统充分利用当今先进的网络技术和计算机软硬件技术，对信息进行有效的科学管理，帮助领导层及时准确地掌握各项关键业务信息。

系统功能：

整个系统由基础数据、半自动排班、信息发布与查询、出退勤管理、系统管理、车质管理等模块组成。

该系统实现了列车运用管理过程中的列车质量、列车计划、列车乘务员人员派班、人员管理等方面的信息管理问题。具体功能如下：

(1) 列车乘务员管理方面，将全体列车乘务员个人信息输入电脑，利用电脑进行人员管理，请、销假使用光电指纹仪进行登记，人员动态变化随时都在控制中；制定合理的列车乘务员出乘计划，控制列车乘务员定时定量进行休息，按规定提前时间出勤。列车乘务员的出勤、退勤、请销假都使用光电指纹进行登记，实现了列车乘务员由出乘到退勤一次作业过程的有序可控；

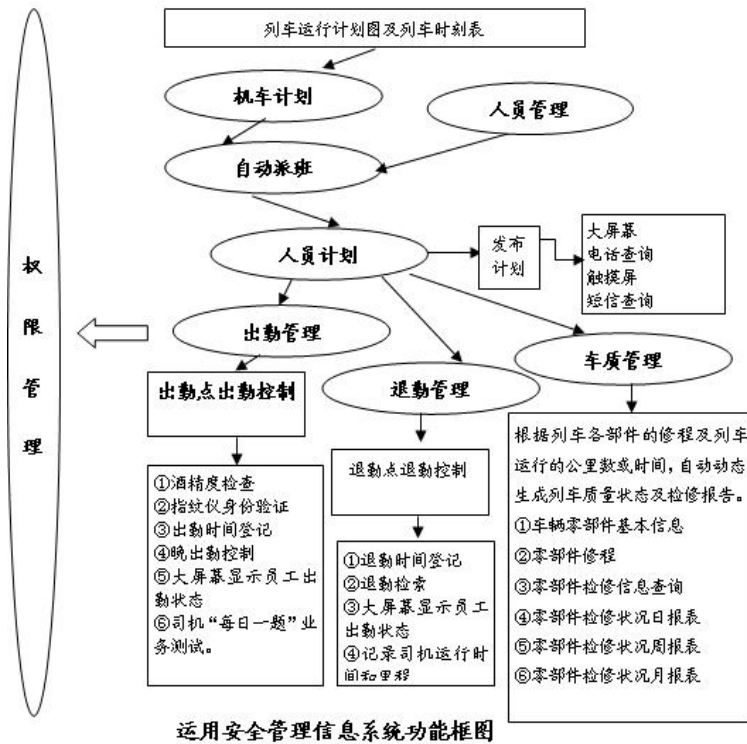
(2) 实现了对列车走行公里、运用日志的统计、对人员动态、人员考勤的统计、安全公里、安全天数和事故的统计；

(3) 在运用分析方面的列车次数、交路情况、考勤情况及检修情况的统计等全由微机完成，显示及时准确，将车辆段配属及支配的列车输入电脑管理，及时跟踪列车动态，为列车的合理运用、检修保养提供科学的依据，保障列车在运用过程中的安全；

(4) 对列车乘务员安全教育培训、上岗规章制度考核做到每日一题，有利于提高安全意识，加强业务水平的提高；

(5) 实现了轻轨车辆的各种维修方式的循环调度、各种工作表格的综合管理；

(6) 通过制定车辆接发车计划实现了对车辆段的现场情况的调度管理。



应用范围：

“运用安全信息管理系统及列车质量管理系统”在天津滨海轻轨车辆段已应用，经过与现场的不断沟通，系统功能更加完善，并且运行稳定，大大地提高了管理水平和工作效率。该系统的应用，改变了传统的工作方式，增加生产管理的科技含量，为车辆段工作的高效性及其安全性提供有力的保障，提高车辆段运用安全管理水平及整体工作效率，为领导者的决策提供了科学的依据，促进了轻轨列车管理的自动化水平，推动津滨快轨交通的快速发展。

15. 车载列控运行环境电磁兼容监测系统

项目简介：

列车车载列控运行环境电磁兼容监测系统（以下简称 EMC 监测系统）主要用于监测耦合到列车车载列控系统电磁干扰，以获得不同工况下车载列控系统所受的电磁干扰状况。该系统可实现对列控系统天线附近线路电磁环境的监测和车载列控设备电磁干扰的实时测试、分析功能，主要包括车载列控系统信息采集各部件周围电磁环境及其信号电缆耦合的电磁干扰监测，并记录电磁干扰的频域及时域特性。

技术特点：

（1）可任意选用 USB、GPIB 总线或局域网方式连接控制计算机与射频信号切换单元及测量仪表单元，并采用程控方式对测量通道、测量参数进行选择 and 自动控制；

（2）监测过程中，将监测数据与列车实时运行工况与时空信息加以绑定并进行记录；

（3）采用与系统中其他硬件设备分立的测量显示终端进行监测数据实时显示与存储。

系统功能：

监测项目：车载列控系统所连天线周围的空间干扰场强；车载列控系统信号电缆中耦合的传导骚扰电流

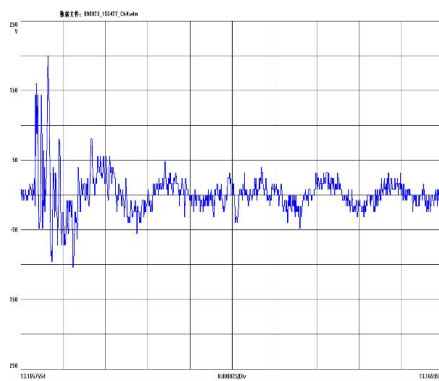
监测频率范围：传导骚扰电流：9kHz-30MHz；空间干扰场强：1-8MHz，25-30MHz，30MHz-3GHz；测量灵敏度：-90dBm；动态范围：60dB；系统测量误差：3.0dB

应用范围：

车载列控运行环境电磁干扰监测系统主要实现对列控系统天线附近线路电磁环境的监测和车载列控设备电磁干扰的实时测试、分析功能。主要包括车载列控系统信息采集各部件周围电磁环境及其信号电缆耦合的电磁干扰监测，可监测记录电磁干扰的时域特性和频域特性以获取车载列控系统在运行时所处的工作电磁环境的实时数据。如电磁干扰超限，还可以实现实时报警功能。除铁路以外，本系统还可用于城市轨道交通工具。

市场前景：

铁路、城市轨道交通机车车辆为加强运输安全性，均应装备车载列控运行环境电磁干扰监测系统。



16. 基于虚拟现实技术的三维可视化机车车辆部件检修系统

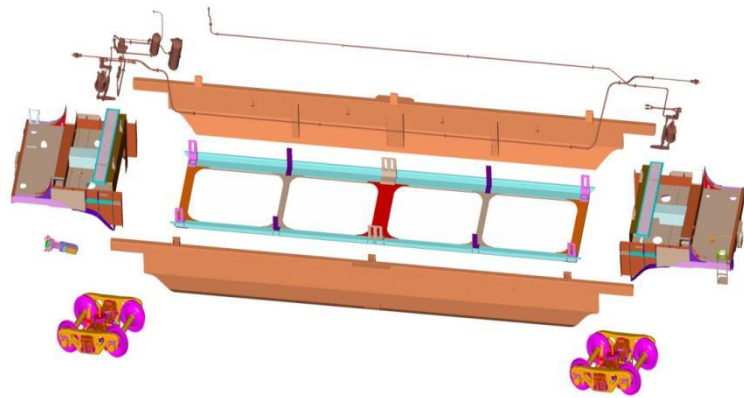
项目简介：

该系统采用虚拟现实技术，设计一种仿真的三维互动式的机车车辆制造、检修及装配工艺，并且针对机车或车辆段检修特点，创造出专为检修和检修人员培训服务的专用系统，并在该系统中整合具有国内领先水平的机车车辆部件检修质量管理体系。在数字三维仿真工艺子系统中，实现车辆设备结构的模拟仿真。采用系统仿真和计算机可视化编程技术在计算机里建造所有相关机车车辆型号的整车及部件数字模型，对整车车体结构、转向架、牵引传动系统、制动系统、列车运行控制系统等车载设备组成、主要功能进行仿真。利用鼠标（或触摸屏）与每个可操作零件进行交互，实现人机互动，电脑按检修工艺流程，全真展现检修的每一过程，检修人员可以通过三维实物过程的演示及各种参数提示，决定每一步该做什么，做到什么程度。使学员在学习整车及各部件构造、原理的同时，掌握机车车辆相关知识，同时对车辆进行各部件检修和故障处理。

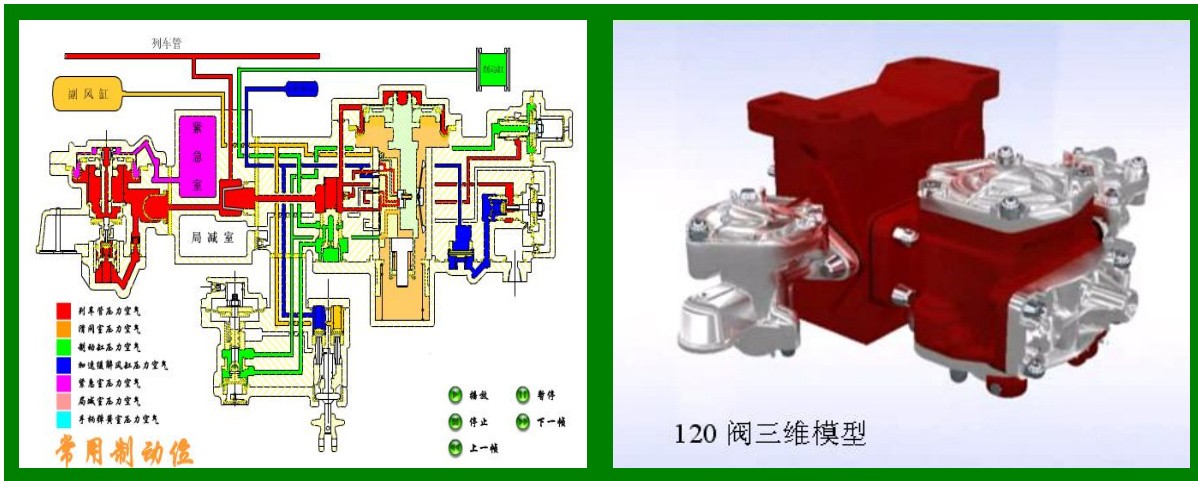
应用范围：

该系统主要应用于铁路各路局的机务部门、机车车辆制造厂商以及机务段车辆段等相关部门检修人员的培训和检修。该系统可以提高检修工艺流程的直观性、易掌握性，能帮助机务部门的技术人员避免检修过程中漏修、漏检情况的发生，有利于检修人员的培训工作，降低检修工作对人员素质的要求，全面提高检修质量，及时发现安全隐患，避免造成由于各部位、各环节、材料、配件消耗情况以及卡死等人为因素，提高成本渠道，节约检修成本，降低劳动强度，增加各种统计数据的准确性。为管理者提供准确的决策依据。

部分系统产品展示：



双层集装箱制动装置及车体总成三维实体设计



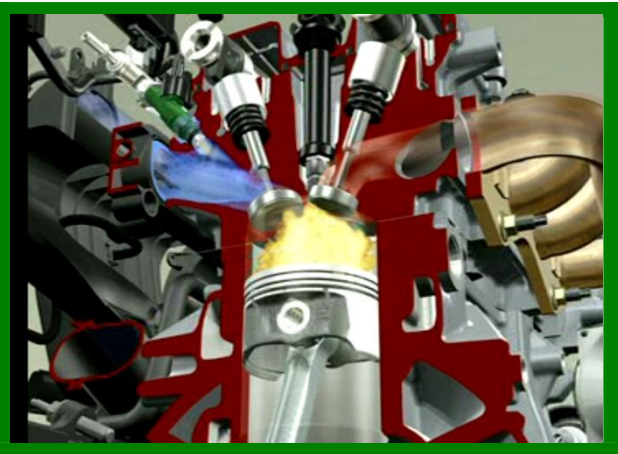
120 型空气制动机原理模拟系统



K6 转向架动态拆装系统（可进行 360 度旋转、缩放以及手动人机交互拆装）



柴油机三维模拟仿真及工作原理模拟系统



SK-160 转向架三维动态拆装及检修模拟系统

17. 轨道车辆阻尼环

项目简介：

北京交通大学机电学院振动噪声研究长期从事振动噪声的研究工作，结合轨道交通车辆运行噪声的特性，研制了针对薄板结构动力吸振器，在有效的频率范围内，薄板的隔声量最大能提高将近 20dB，这能极大地提高薄板结构的隔声特性，对车内中低频噪声控制，特别是窄带区域的噪声控制具有重要的作用。



应用范围：

该项目主要用于车内薄板结构的隔声及噪声辐射控制。结构简单、安装方便可靠。主要用于轻轨车辆、高铁车辆、飞机、轮船等壳式结构的噪声辐射抑制，本技术处于中试阶段，需要进行产业化生产技术升级，寻求技术升级及生产合作伙伴。

18. 铁路隧道病害整治系统研究

项目简介：

本项目针对铁路运营隧道的病害类型、病害机理以及检测和整治技术，为既有隧道的日常维护和病害整治提供可靠的硬件设备基础。研制与铁路隧道各类横断面相适应的隧道工作行走平台，研制相对于各类病害相适应的检测和整治施工设备，并提高整治效率和效果，保障铁路列车运营安全。以达到有效减少对隧道运营干扰，缓解隧道维修与运营之间的矛盾，提高铁路运力的目的。

北京交通大学研制了功能齐全的隧道病害检修车，该检修车为集隧道病害探测、断面测量、桥隧混凝土检测、自行制浆注浆、并适配多种气动维修工具的综合性多功能隧道病害治理平台。检修车如图 1、2 所示，图 3 为检修车在蛇口崙隧道作业图片。



图 1



图 2



图 3

19. 轨道缺陷检测系统

项目简介：

轨道缺陷检测系统（Rail Defect Detection System, RDDS）适用领域包括高速铁路、重载铁路、普速铁路和城市地铁。RDDS 为轨道微观结构检查和缺陷检测提供自动化和智能化的检测手段，为轨道养护维修提供基于大数据分析的辅助决策支持。

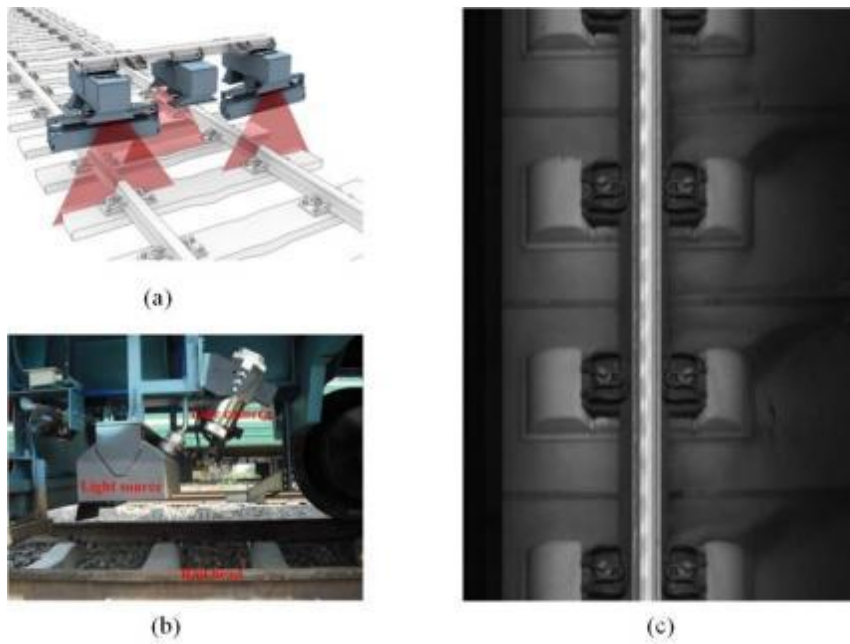
轨道交通基础设施（包括钢轨、扣件和隧道等）的有效养护维修是轨道交通系统高效、安全运营的保障。目前轨道交通养护维修模式大都采用“计划修”，该模式按照固定周期对轨道进行检测和维修，考虑轨道设施的实际健康状态较少，过修和欠修现象严重，造成了一定劳力物力的浪费，并且遗留部分安全隐患。“状态修”则依据轨道设施的实际状态来指导维修，能够显著消除过修和欠修现象，确保设施经常处于良好服役状态。状态修模式代表着轨道交通检修的发展方向，但是它对交通设施检测的自动化和智能化水平要求比较高。

RDDS 针对轨道缺陷检测的业务需求和发展趋势，应用模式识别和大数据分析等前沿技术，提供了轨道缺陷检测的系统解决方案。该系统由图像采集子系统，卷宗存储子系统和缺陷识别子系统三部分组成。

技术特点：

（1）图像采集子系统

图像采集子系统是检测系统的硬件部分，主要包括高速线阵扫描相机，高速图像采集卡和 LED 光源等部件。下图展示了本文应用的硬件装置，以及采集的轨道图像实例。采集子系统的核心部件是 Dalsa Spyder 高速线阵扫描相机，最大行频是 65k lines/s，每行最多 1024 个像素。PC-Camlink 图像采集卡连接相机和电脑主机，它高速编码和传输相机采集的图像。为了尽可能减少外界光源的影响，采集系统中安装了若干组 LED 光源。另外，相机通过一个位移编码器来触发，保证生成图像的每一个像素都具有相同的物理尺寸。采集系统安装在检测车的车厢底部，随着检测车的行进，该系统对于轨道场景每 1 米自动生成 1 副图像。



(a) 图像采集系统示意图；(b) 图像采集子系统的现场侧视图，注：该系统安装在检测车的底部；(c) 系统采集的图像示例。

(2) 卷宗存储子系统

图像采集子系统每间隔指定距离生成一幅图像，一次巡检生成的图像数目多、占用存储空间大，而且不利于检索。本系统针对这些问题，设计了相应的智能算法和解决方案，包括：

- 1) 卷宗大文件 设计了新型的文件格式，实现了“单次巡检单个文件”的要求，一个卷宗文件最多能存储 10000 公里的图像。
- 2) 图像压缩算法 针对轨道图像的特点，设计了专用的图像压缩算法，其压缩比可以高达 80:1。
- 3) 快速索引算法 设计了高效的树形索引结构，在卷宗文件中可以按里程和签实时检索图像，响应时间 < 10ms。

(3) 缺陷识别子系统

应用先进的图像处理和模式识别技术实时检测钢轨表面擦伤、钢轨波膜、扣件异常和光带异常等病害。

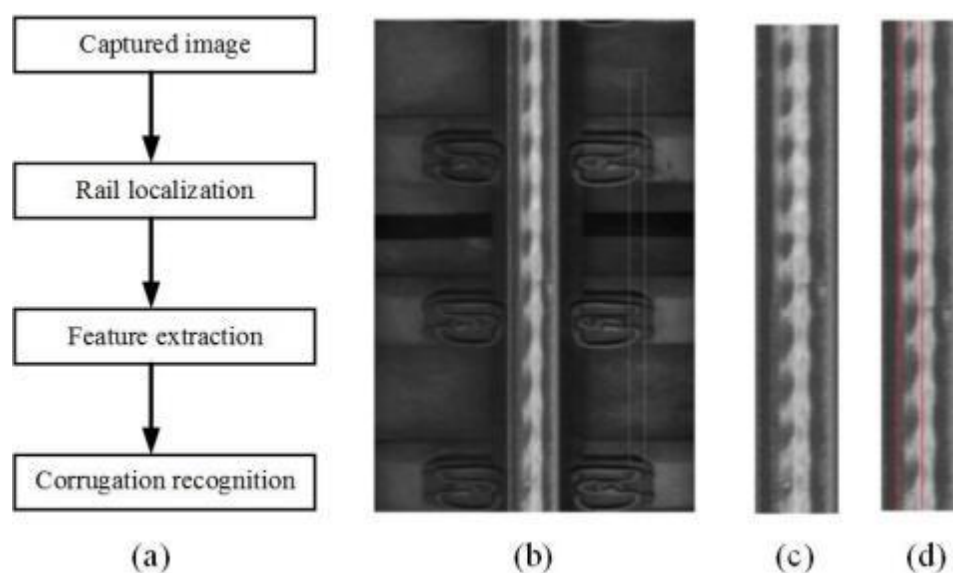
1) 钢轨表面擦伤检测

钢轨表面擦伤是钢轨的常见病害,擦伤形成的原因比较复杂,形态也比较多样。针对钢轨表面擦伤和系统运行环境的特点,RDDS 研制了多种高效的擦伤检测算法。与美国 ENSCO 公司和意大利 MerMec 公司的同类产品相比,RDDS 系统的运行速度更快,召回率更高。在实验环境下,RDDS 的钢轨表面擦伤检测算法可以在 200km/h 的运行速度下满足实时检测的需求,召回率在 90%以上。

2) 钢轨波膜检测

钢轨波浪形磨耗简称波磨(Corrugation)是指钢轨沿纵向表面出现的周期性的类似波浪形状的一种不平顺现象,是一种典型的轨头表面缺陷。波磨可以引起轮轨作用力的急剧增大,比如在波磨严重路段,轨面承受的动态载荷可以增大到静态载荷的 2 倍以上,从而缩短了轨道和机车车辆相关部件的使用寿命。波磨也使路基遭受严重破坏,如道渣粉化,道床板结,扣件松动等等,使线路各部件损坏率上升,极大的增加了工务部门的维修工作量和费用。特别地,波磨往往产生严重的行车噪声,发生波磨的钢轨也被称为“啸叫钢轨”,波磨轨产生的噪音及振动不仅使乘客产生不舒适感,而且影响乘坐环境以及沿线居民的生活。

长期以来,钢轨磨耗检测大多采用专用卡尺进行人工抽样测量,检测效率低,近年来,研究人员提出了各种新型的波磨检测方法,主要包括弦测法、惯性基准法和机器视觉方法。RDDS 系统应用机器视觉和机器学习方法提供高效的波膜检测方法。



钢轨波膜检测方法原理图。(a) 波膜检测流程图; (b) 采集的轨道图像; (c) 抽取的钢轨区域; (d) 检测的波膜区域。

3) 钢轨光带不匀检测

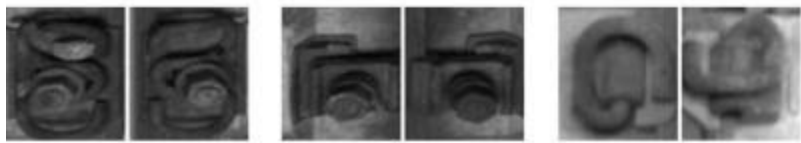
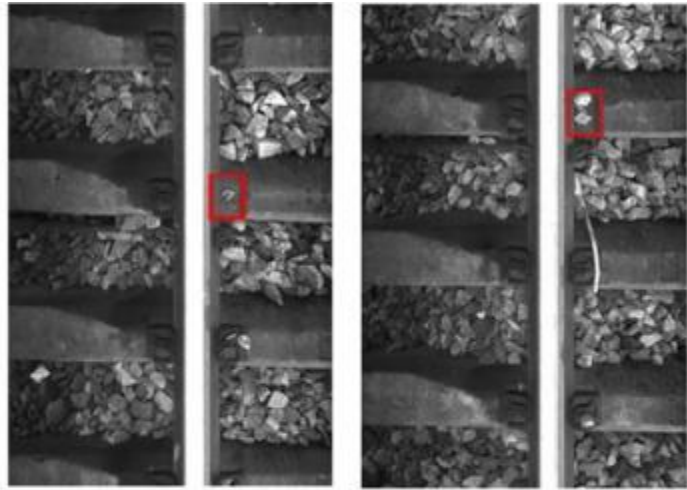
光带在采集的轨道图像中体现为一个亮度比较高的带状区域，能反映轮轨之间的关系。因为轨道几何结构的差异、相机抖动、车轮游间和光照不匀等因素的影响，光带在轨道图像中几何形状不规则。RDDS 统分析了多条线路光带图像的结构特性和统计特征，提出了线性时间复杂度的光带不匀检测算法。下图展示了光带不匀检测程序示例。



钢轨光带不匀检测算法示例

4) 扣件异常识别

轨道扣件是轨道上用以联结钢轨和轨枕的零件。其作用是将钢轨固定在轨枕上，保持轨距和阻止钢轨相对于轨枕的纵横向移动。钢轨每天受列车运行时的横向作用力冲击，会造成扣件的固定装配结构发产生异常，从而造成扣压失效等异常。一旦多个扣件失效就会引起钢轨移位，进而造成列车脱轨等重大安全事故。RDDS 系统研制了基于模板匹配和GPU 并行加速的扣件异常识别算法，识别结果示例图和典型扣件模板图如下图所示

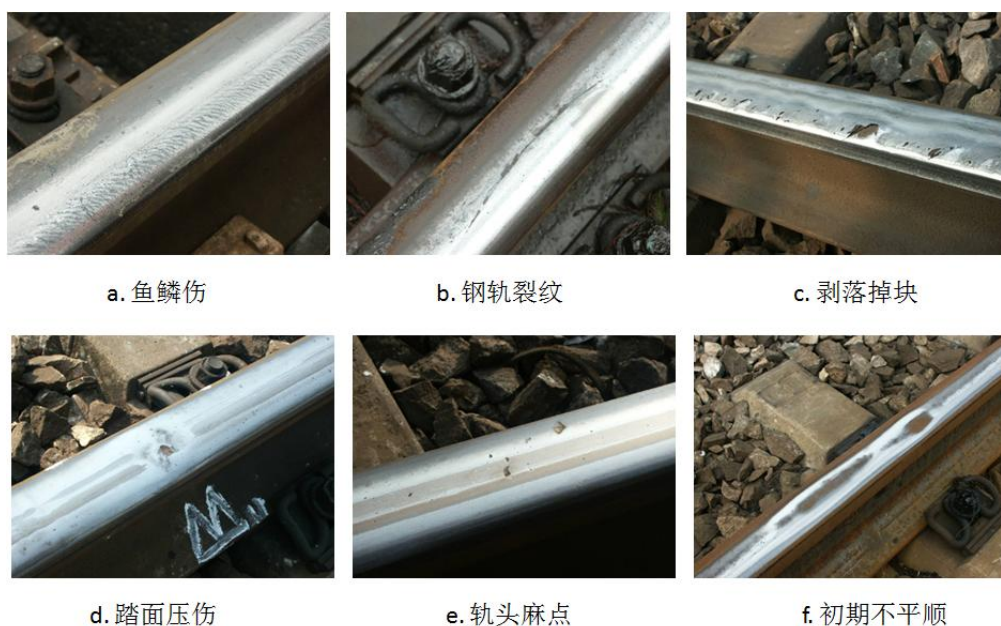


20. 轨道表观伤损智能识别关键技术及应用

项目简介：

截至 2021 年，我国有 40 多个城市开通或在建城市轨道交通，60 左右城市开展了规划、勘测、设计等工作。根据中国调整铁路网中长期（2030 年）规划，到 2025 年末，我国铁路里程达到 17.5 万公里，高铁里程达到 3.8 万公里。轨道的养护和病害防护任务日益繁重，维护不当导致的严重轨道缺陷可导致列车脱轨。

病害的类型主要有：钢轨表面擦伤、扣件缺失和缺陷、轨枕裂纹、轨道板裂纹、钢轨核伤、隧道表面病害。



技术特点：

（1）一套系统

轨道伤损识别系统包括硬件和软件两个部分，硬件系统由多种类型的传感器综合感知轨道服役状态，软件系统则智能识别多种伤损。

（2）二个平台

巡检车平台是轨道检测任务的承载装备，高效完成日常线路巡检任务；大数据分析平台是轨道检测资料的综合分析，是辅助决策支持的核心。

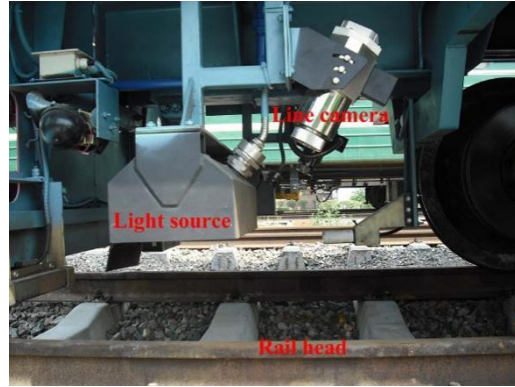
（3）三个目标

机器解放巡线工人（提高工作效率）

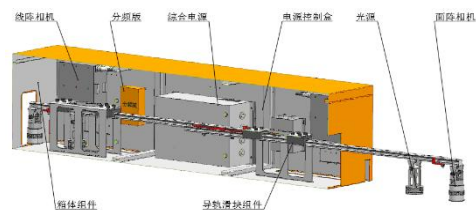
数据产生经济效益（减少资源浪费）

技术产生社会效益（增强运营效率）

应用范围：



面向国铁集团的大型装备



面向工务段基层的智能设备（智能巡轨车/巡轨箱）

21. 尖轨电磁涡流多点检测技术

项目简介：

目前轨道尖轨检测新技术需求迫切，现有检测技术主要是尖轨密贴表示和机械表示杆方法。表示杆机械连接的主要问题是：间隙变化受机械部件精密度影响，要求小于 2mm 或 4mm，维护量大，带来的挑战就是难以覆盖尖轨，损坏周期短，且有大量人工作业，安全责任大。

系统功能：

无机械运动部件、安全可靠、检测密贴的同时可检测形变。

利用钢轨密贴轨腰空间。

技术特点：

- (1) 多频电磁涡流检测
- (2) 精密弱信号处理技术 Digital Lock-in Amplifier Algorithm
- (3) 嵌入式系统及数据分析技术
- (4) 先进检测技术
- (5) 弱信号检测方法
- (6) 可实现 PHM 报警及预警



表示杆机械连接

22. 分布式列车制动测试系统

项目简介：

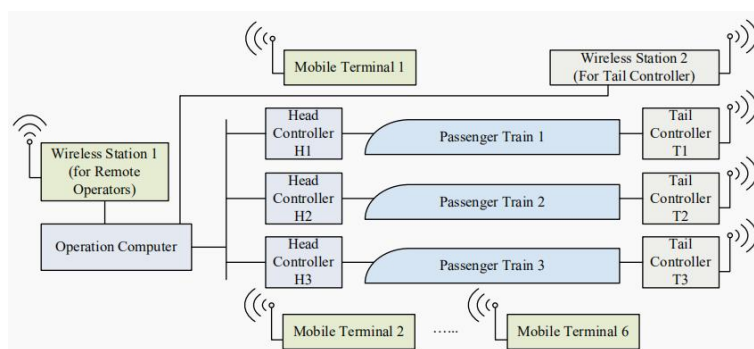
目前列车制动测试手段中，普通微控试验器和单车试验器仍然在广泛使用，其问题是制动安定不良的故障困扰，面临检测压力大、损害大、责任大的巨大风险。

系统功能：

- (1) 可解决安定不良故障检测
- (2) 可故障定位
- (3) 可全自动数据分析
- (4) 分布式测试
- (5) 控制器可 OTA 升级
- (6) 控制器具备高可靠性同步
- (7) 制造工艺先进

技术特点：

分布式列车制动测试系统的优点是数学建模，故障定位及独特的同步技术。



分布式列车制动测试系统图



现场应用验证

同步模拟系统

远程镜像系统

OTA升级测试

头尾控制验证

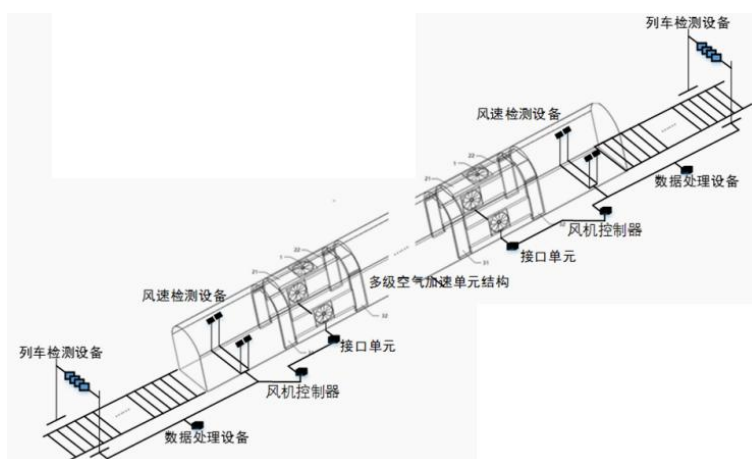


同步模拟系统

23. 隧道压力控制

项目简介：

列车高速进入隧道时，车体受到冲击，易产生音爆，影响安全性和舒适性，研发团队研发的隧道压力控制系统，通过空气动力学仿真，风压变化特性研究、震动分析等技术手段，有效解决了上述问题，并获得国家发明专利。



原理图

技术特点：

	本控制方法（发明专利）	其他单位（发明专利）
原理	主动控制气流	建明洞
工作方式	主动检测列车，预先加速气流	不检测列车，列车进入瞬间排气缓
缓冲效果	冲击小，效果明显	效果有限
特点	智能装备	土建技改
申请时间	2016.3.28	2016.6.30
实施情况	寻求合作	已成单位重大技术，获奖，转化，

技术比较

压力波仿真及计算：

- (1) 空气动力学仿真
- (2) 风压变化特性研究

(3) 列车速度与预加速计算

(4) 震动分析

24. 城市轨道交通再生制动能量吸收和利用装置及智慧能源管理系统

项目简介：

对于城市轨道交通，再生制动能量的充分利用是实现节能的重要措施。其中，超级电容储能系统是目前极具竞争力的解决方案。它的主要功能包括提高再生制动能量利用率，降低牵引能耗，减少再生失效，抑制网压波动。

北京交通大学开发了车载和地面两种类型的超级电容储能系统样机。掌握了储能系统优化配置、大功率双向 DC/DC 变流器、超级电容充放电控制、能量管理策略等关键技术。该系统也可应用于工程机械、电动工具等其他领域。

应用范围：

依托科技部“十三五”重点研发计划“轨道交通系统能耗过程解耦与能效提升关键技术”重点专项课题，北京交通大学研制了“城市轨道交通再生制动能量吸收和利用装置及智慧能源管理系统”，并于 2020 年在北京地铁八通线完成了示范应用。研制的再生制动能量吸收和利用装置可降低列车牵引能耗，并可抑制牵引网电压波动，降低变电所峰值功率，还可在供电系统发生停电故障时为列车提供应急牵引能量。基于人工智能和信息化技术，智慧能源管理系统可实现全线能量吸收装置的协调控制及智慧能源管控。

市场前景：

随着北京轨道交通运营里程的不断增加，轨道交通的电能消耗也逐年增加。其中，接近 40%-50% 的电能用于地铁列车牵引供电，而列车制动时产生的制动能量可占牵引能耗的 20~40%，

北京地铁八通线的挂网实验结果显示，该装置具有良好的节能效果，变电站牵引能耗降低了 15%，峰值功率降低了 30% 左右，而且抑制网压抬升的效果明显，也成功实现了供电区间故障下列车的紧急救援。

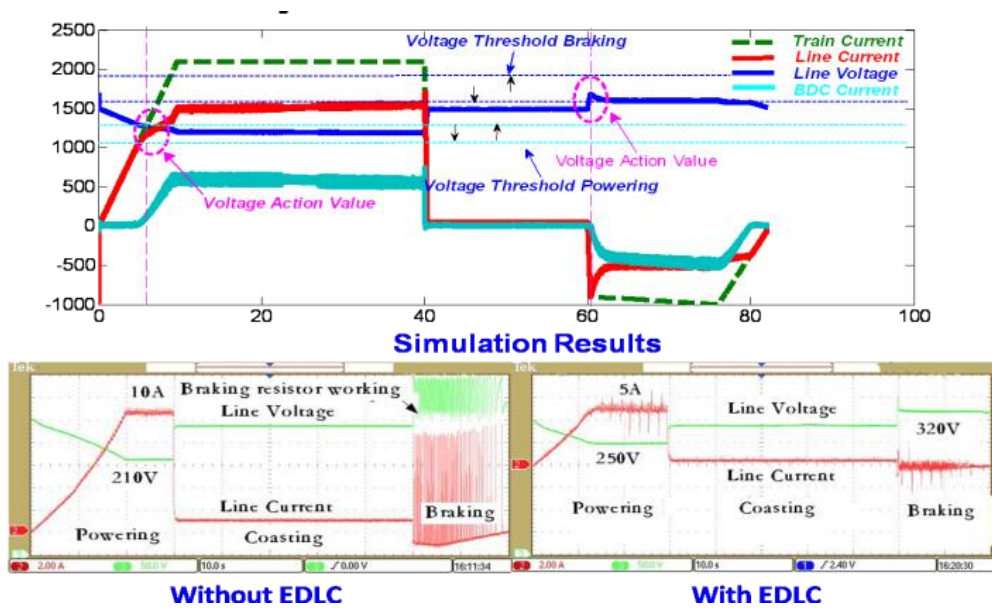
目前北京地铁总里程 600 多公里，2019 年耗电量超过 20 亿度电，全线应用该装置，能节约超过 1.2 亿度电，折合人民币 1 亿元左右，实现每年近 10 万吨二氧化碳减排量，加快碳达峰和碳中和进程。



车载超级电容储能系统实验平台



地面超级电容储能系统实验平台



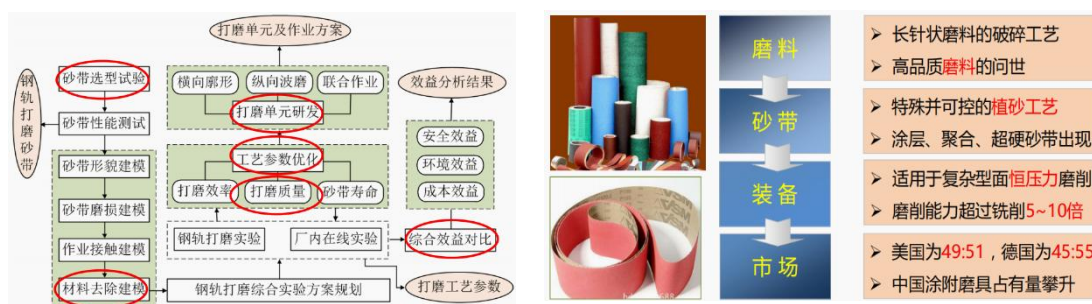
超级电容储能系统实验波形

25. 城轨交通钢轨全生命服役状态评估与修复技术

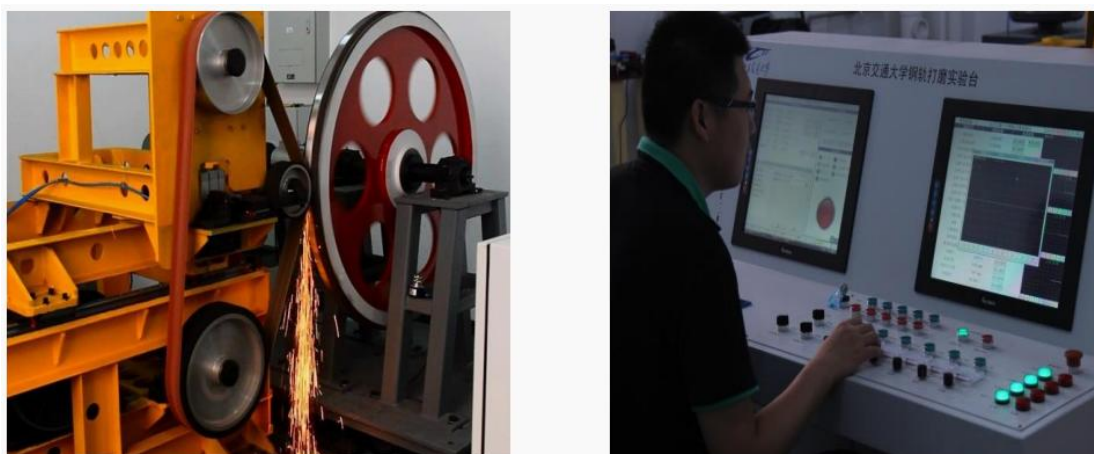
项目简介：

钢轨病害造成的影响主要有：轮轨作用力急剧增大，列车、轨道剧烈振动，损伤发展加速；运行列车会遭受交变冲击力，危及行车安全，增加牵引能耗；波磨导致噪声污染严重，降低乘车舒适性，并影响沿线居民。钢轨打磨是解决钢轨病害的唯一有效途径，目前钢轨打磨可分为预打磨、预防性打磨和修复性打磨三种。钢轨打磨原则主要是大机打磨为主、小机打磨为辅，而国内外钢轨打磨的发展趋势是打磨装备多样化、打磨策略精细化、打磨作业高效化、打磨过程智能化和打磨质量标准化。

项目团队研发的砂带打磨技术，解决了砂轮打磨技术的缺点，是适合我国钢轨打磨的创新技术。



砂带打磨技术



国内首个砂带式钢轨打磨试验台

技术特点:

- (1) 高效磨削—磨粒规则排布，磨削比约为砂轮 20 倍
- (2) 弹性磨削—接触轮、砂带基材弹性，对钢轨冲击小
- (3) 冷态磨削—散热周期长、面积大，打磨温度低
- (4) 集尘率高—单向火花，易于收集
- (5) 安全性好—柔性安全性高，单向火花不易引发火灾
- (6) 经济性好—打磨成本仅为砂轮分之一
- (7) 更换简便—可通过张紧机构快速完成

技术优势:

- (1) 高效率—7-9 次形成廓形，效率提高 3-5 倍
- (2) 低成本—磨具、能耗等综合成本降低 60%
- (3) 低噪声—现场作业环境噪声仅为 75dB
- (4) 绿色环保、安全稳定、灵活便捷
- (5) 创造了多项“第一”行业人士称为世界首台



砂带打磨机样车



太原局大同工务段



成都局绥宁工务段



武汉局麻城工务段



昆明局昆明工务段



广铁集团张家界工务段




沈阳局沈阳工务段

系列化砂带打磨机

市场前景：

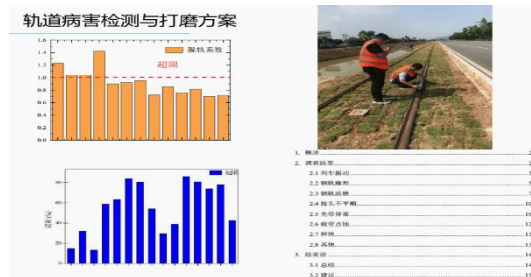


对象：成组道岔；大铁、地铁、有轨正线打磨
目标：解决痛点
定位：无人驾驶多功能智能协作打磨车及养护策略

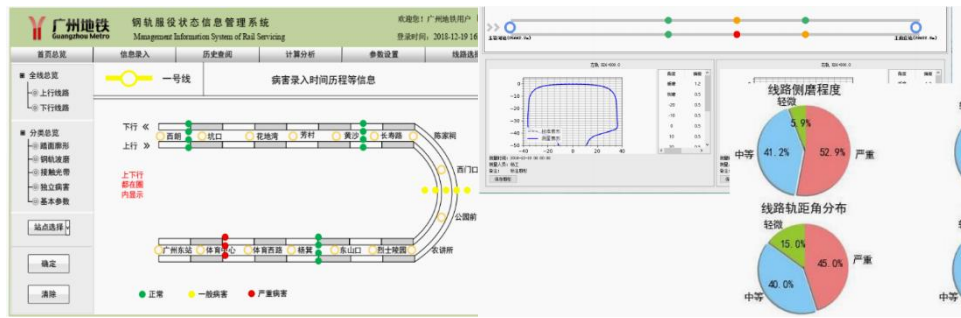


成组道岔 地铁隧道 正线局部打磨

多功能智能协作打磨车



轨道病害检测与打磨方案



钢轨服役信息管理系统

26. 基于人工智能的城市轨道交通客流数字孪生系统

项目简介：

(1) 随着人工智能技术的发展和广泛应用，轨道交通智能化运营管理成为未来趋势——“智慧地铁” & “智慧车站”

(2) 车站作为轨道交通运营管理和对外服务的基本单元，其运营管理水平决定了轨道交通网络的管理水平

(3) 在车站管理业务中，客运管理是提升乘客出行体验、提高车站运营效率的主要部分；其中，面向管理人员的运营决策需要更全面的客流信息和专业知识

(4) 城市轨道交通站点内部结构复杂，全面了解站内客流状态和设施的服务水平，能够为运营组织和设施改造提供依据

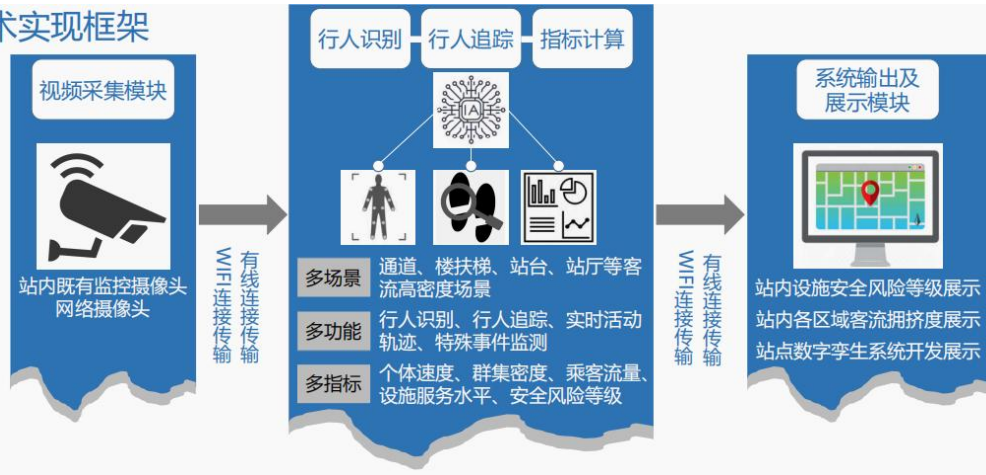
(5) 城市轨道交通站点内部人群密度高，异常事件时有发生，及时发现风险点并做出预警响应

(6) 城市轨道交通站点作为乘客的快速集散场所，顺畅组织整体线网的客流流线



系统功能：

技术实现框架

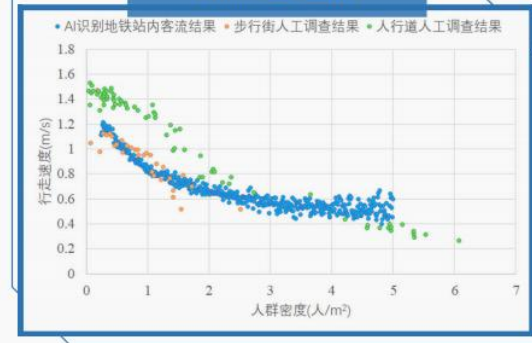


客流密度监测



- 实时计算及显示局部客流密度
- 适用多场景（站台、站厅、通道、楼扶梯等）
- 对监控摄像头分辨率要求不高(352×240px 即可)，识别结果鲁棒性强

客流速度监测



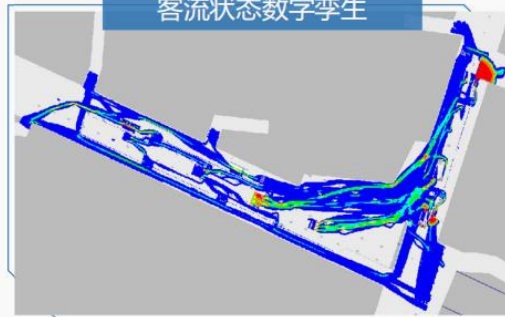
- 记录乘客个体的实时位置和速度，计算结果合理可靠，准确率高
- 可用于站内的安全风险分析和乘客流线优化

轨道交通站点 换乘客流统计



- 可实现全方位、多场景的客流量统计
- 基于人工智能的前沿算法，客流统计精度可达95%以上

轨道交通站点 客流状态数字孪生



- 站点结构及监控区域客流状态数字孪生
- 站内设施服务水平的长期监测
- 高密度客流风险预警

技术特点:

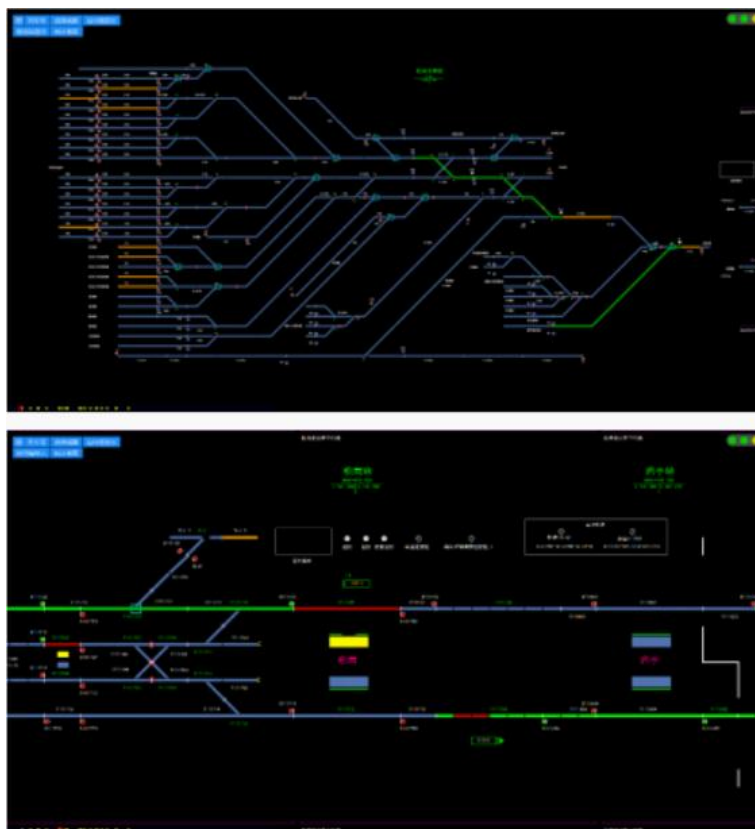
- (1) 使用最新的人员识别追踪技术, 可适应较低分辨率视频分析, 结果精度 $\geq 95\%$
- (2) 基于数字孪生技术, 实现车站内部客流状态、特殊事件等信息的可视化展示及预警
- (3) 具备丰富专业知识, 掌握核心技术, 可满足运营公司的定制化功能需求运营组织优化服务
- (4) 基于客流状态监测结果(客流密度、速度), 识别安全风险区域
- (5) 针对风险区域的基础设施服务水平分析, 提出设施布局优化方案
- (6) 追踪安全风险区域客流来源, 从全局角度制定客流组织优化方案
- (7) 分析乘客运动轨迹, 针对流线冲突区域, 制定合理的客流流线优化方案
- (8) 针对优化方案的实施效果进行事前和事后评估运营效益改善
- (9) 可利用现有监控摄像头设备, 相对于现有产品系统, 兼容性更强并可节省大量成本
- (10) 实时监测特殊事件, 节省大量人力资源的同时提高了安全隐患事件识别效率
- (11) 可实现换乘客流的精确统计, 为票务清分提供准确依据
- (12) 实时监测客流密度、速度等参数, 可实现安全风险点识别
- (13) 基于数字孪生技术, 实时显示客流状态及安全预警, 可全面掌握站内潜在的安全风险, 为及时排除安全隐患提供了科学依据
- (14) 设施布局优化、客流组织优化、客流流线优化等, 提高站内乘客行走效率, 改善出行体验和运营效率
- (15) 针对优化方案的评估, 为方案选择提供依据, 可以保证优化政策执行效果

27. 城市轨道交通运行控制技术

(1) 地铁列车实时运行状态监测技术

多线路行车信息的实时监控，将列车、轨道、道岔、信号机、静态位置信息、接触网状态等现场的信号设备状态实时、统一展示。

满足超大规模线网的实时行车监察，部署支持平滑的横向、纵向扩展。重点枢纽区域多维度的展示，为多线路协调提供决策支持。



(2) 地铁客流实时监察技术

基于列车运行监察数据、实时地铁交易明细数据、实时视频分析数据等—实时计算线网客流的当前时空分布状态，动态分析进出站量、断面满载率、车辆满载率等客流指标。

—地铁突发大客流、突发事件等预警告警。



(3) 乘客出行时空状态精细化分析技术

基于海量地铁交易明细数据、列车运行数据、视频分析数据等

-精细化估计客流在地铁系统中各个阶段的走行时间，辨识乘客个体在地铁网络中的出行轨迹。

-匹配乘客在路网内的路径选择，进而集计分析线网客流的时空分布状态，动态分析进出站量、断面满载率、车辆满载率等客流指标。



(4) 多目标、多场景、多维度的客流预测技术

实现实时、短时、短期、专项、新线开通等多场景客流预测

-综合 ATS、AFC 和 CCTV、手机信令等多重数据源，保障源数据准确及时可用于预测。

-采用先进的机器学习理念，大数据算法，进行多场景多维度的精细化客流预测。



(5) 地铁网络化运输计划自动编制技术

基于客流历史清分数据、客流预测数据、线路数据自动生成列车开行方案
 -能人机交互管理线路列车间隔时间区间运行标尺、车站配线运用规则、车站停站时间标准等。

-能自动计算网络化列车运行图能力识别能力瓶颈等。



(6) 地铁线路与线网列车运行仿真评估技术

线路仿真是基于列车动态性能、线路及信号设备，基于牵引及供电计算模拟列车运行全过程，用于监测行车设施设备能力以及突发事件情况下列车的晚点传播特性。

线网仿真实接入客流和线路列车仿真数据，宏观仿真线间能力协调性能、换乘能力匹配度、运能运量匹配度，实现线网能力瓶颈的识别。



(7) 地铁乘客出行诱导与衔接优化技术

以实时地铁进站客流、列车运行数据等为输入

-实现动态诱导方案的在线生成，以及诱导信息发布的范围、时机及内容等，
辅助运营决策者和乘客做出最优出行决策。

-同时实现基于运行图的乘客出行路径可达性的动态信息查询。

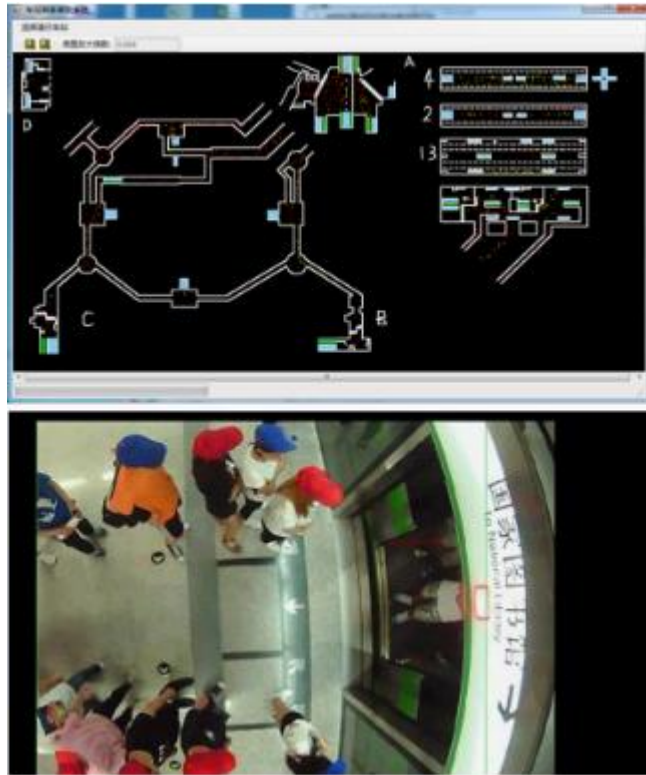


(8) 地铁站台运动轨迹分析与仿真技术

能够根据实时站台乘客视频数据，提取行人动态运动轨迹
-识别人群中的异常行为和潜在冲突-预测。

-车站内的客流分布、演化规律，进行动态瓶颈识别等。

-为制定基于客流的智能化停站和客流疏导方案以及城市轨道交通枢纽站的
客流管理与控制提供科学有效的措施。



(9) 地铁智慧车站与列车节能技术

通过嵌入自主研发的列车时刻表与牵引曲线协同的运行能耗优化技术,实现了列车的节能运行以及再生能量的最大化利用;

通过站台摄像系统对站台人群分布区域、分布数量分析,根据到站乘客和站台乘客的变化情况实现照明动态自适应调整。

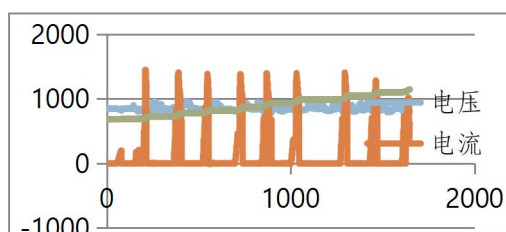


28. 列车电压电流传感器在线校准技术

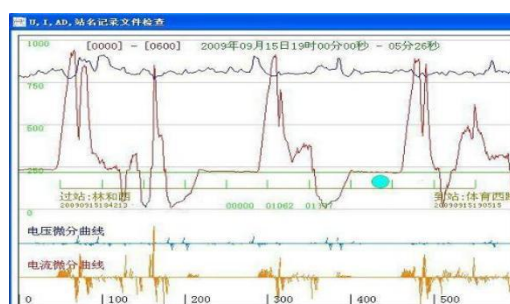
项目简介：

近年来轨道交通，特别是城市轨道交通和高速铁路飞速发展。列车普遍采用电力牵引，安装了大量电压电流传感器用于检测电压、电流值，为故障检测、能耗统计等提供数据。与此同时，随着人工智能技术逐渐成熟，基于机器学习的健康管理系统等成为未来的发展方向。能耗精准计量、PHM 技术等都对数据的准确性提出了更高要求。为了保证数据准确性，减少测量误差，需要周期性（一般为 2 年）对传感器进行校准。

列车运行现场，牵引电压、电流动态变化大，特别是电流随着列车的加速与制动，电流在短时间内变化巨大，已不是常规的直流信号，如图 1-2、图 1-3 所示。因此，有必要在现场条件下对列车运行能耗采集装置中的电压电流传感器的精度进行现场验证、校准。

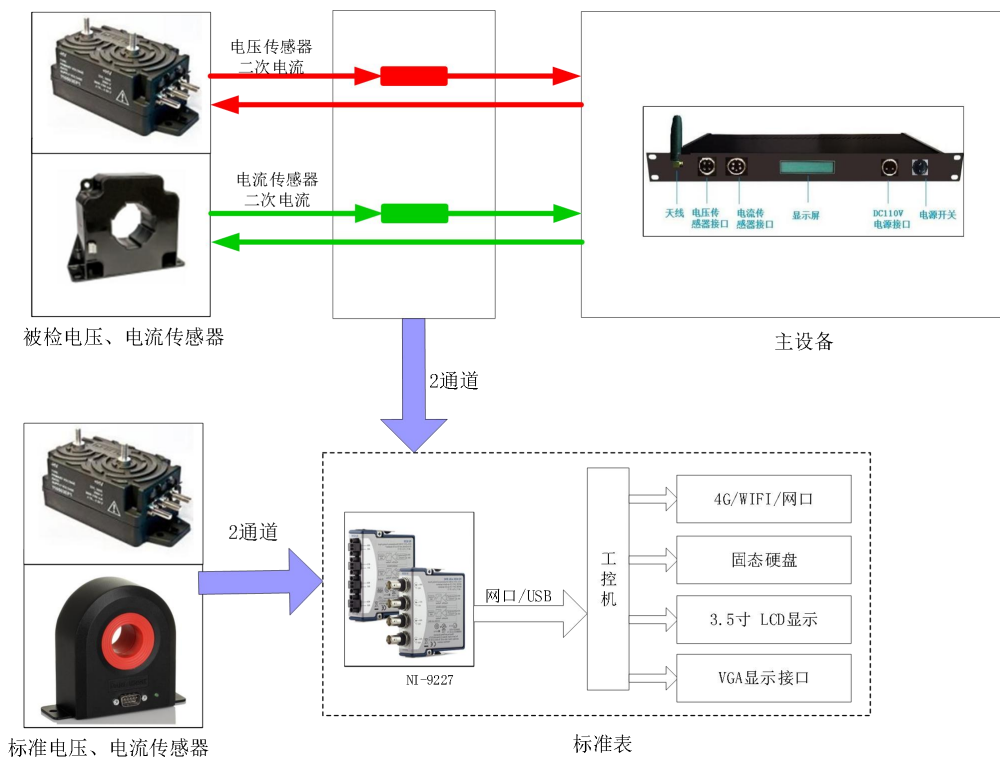


列车现场电压电流传感器数据采集图



现场电压电流传感器数据采集图

列车电压电流在线校准仪，采用基于高精度同步数据采集卡，4 通道同步采集被检电压电流互感器和标准电压电流互感器输出的电压、电流信号波形，并存储这些数据，后续可在实验室内完成更详细的数据分析。其中，标准电压互感器与被检电压互感器在同一位置并联接入列车供电线路，标准电流互感器与被检电流互感器在同一位置串联接入列车供电回路。



列车电压电流在线校准仪系统结构示意图

系统功能:

- (1) 标准电压互感器和被检电压互感器输出电压信号同步数据采集，实时显示。
- (2) 标准电流互感器和被检电流互感器输出电流信号同步数据采集，实时显示。
- (3) 实时存储采集到的电压、电流波形（24h~48h）。
- (4) 对比分析。得到被检电压、电流互感器的现场测量精度。

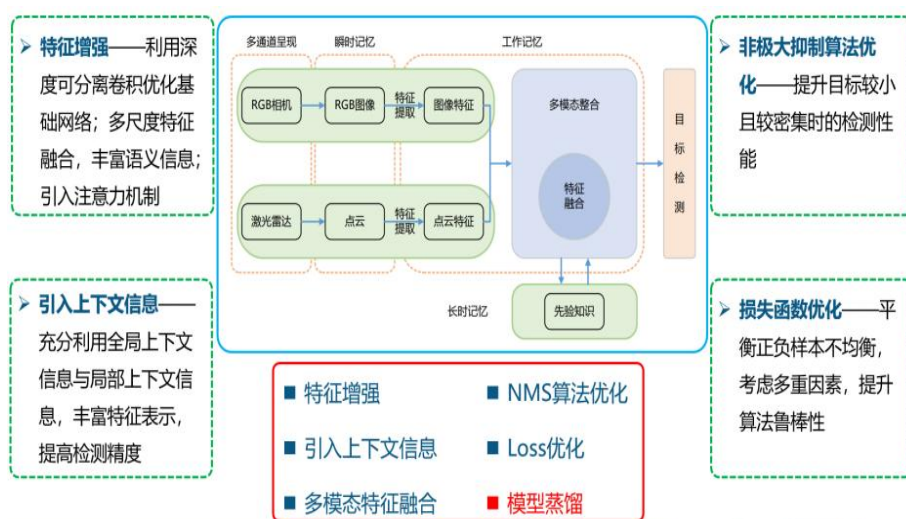


列车电压电流在线校准仪

29. 环境感知和先进驾驶辅助系统

项目简介：

智能网联汽车是汽车工业革新的一次重要机遇，也是当前先进技术和生产力融合的产物。美国汽车工程师学会（SAE）则将智能汽车分为 Level 0 - Level 5 共 6 个等级，级别越高代表车辆的自动驾驶程度越高。当前 L2 级自动驾驶功能已经普遍配备在市场车型中。L3 级自动驾驶在我国部分城市开启试运营。L4 级智能驾驶需要在感知层，决策层和控制层实现技术再升级。主要研究内容有轻量化车道检测模型 G-NET、智能避障算法、ADAS 算法、相机的逆透视技术、雷达算法面向自动驾驶的多模态融合认知框架。



技术特点：

(1) 轻量化车道检测模型 G-NET：

设计新型翻滚卷积操作，对图像特征进行提取，特征提取过程保证特征图每一个特征块都能感受到其余特征块的信息，确保特征交互的最大化。当前模型大小仅为 10MB。

(2) 静态点云碰撞地图：

为实现对静态障碍物的绝对避障，以点云准确距离信息为基础，建立了静态碰撞地图。该地图能够标识最敏感的局部碰撞点，即使在雷达的检测盲区中的障碍点。

(3) 智能避障算法：

紧智能避障算法是自动驾驶汽车横向控制的重要研究方向。课题组在栅格化避障算法开发方面做了大量的工作，融合磁场叠加影响的概念，设计了几种新型的智能避障算法，经验证，对于运动行人，行车和狭窄路口的适应性强。

当前建立起一整套从传感器感知输入处理，到智能决策控制，最后到车辆底盘跟踪控制的智驾控制体系。

(4) ADAS 算法：

基于视觉和激光雷达的融合感知系统，实现对车辆周围环境的实时准确检测和跟踪。依据实时的环境感知信息，完成自适应巡航功能，紧急制动功能和车道保持功能的开发。

(5) 相机的逆透视技术：

基于卷积神经网络的自适应逆透视变换方法。

(6) VPM 体素预处理模块：

额外获取体素中的点密度作为体素补充特征，减少原始数据流失；

使用基于点的方法(Pointnet)作为基于体素的方法的预处理模块，改善了直接选择平均坐标作为体素初始特征所带来的细节丢失问题；

对坐标信息和密度信息在多层次上进行融合，特征融合更加充分。

(7) Cross-RPN：

以多尺度的体素特征为输入，有利于网络对不同尺寸的目标进行回归；

采用跨层连接与插值采样结合的方式，对上下文特征进行多次融合，在参数量不变的情况下增加网络内部复杂度，提高性能。

应用范围：

高级驾驶辅助系统开发、矿用有轨自动驾驶、网联汽车。

30. 无缝线路安全设计与建造成套技术

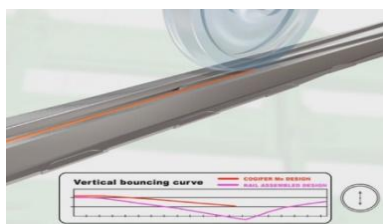
项目简介：

建立了无缝线路动力学精细化仿真实论及平台，形成了长大桥-无缝线路、高架站-无缝道岔设计理论和评估方法体系。

市场前景：

广泛应用于城市轨道交通（北京地铁、南京地铁、深圳地铁等）及二十余条高速铁路，解决了轨道结构与极端气候的适应性、与复杂基础的协调性等国际技术难题。

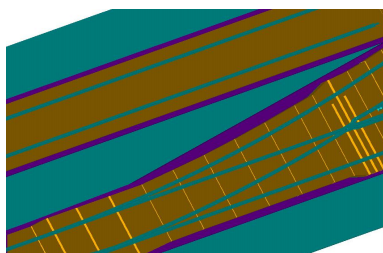
在国际上处于领先水平。无缝线路设计理论及评估方法体系已成为我国高铁技术的标志性成果，入选教育部“中国高等学校十大科技进展”。获得了2017年国家科技进步一等奖。



轮轨接触关系



车-轨-路基耦合动力学模型



高架站无缝道岔模型



相关设计软件

31. 无砟轨道结构设计理论与设计方法

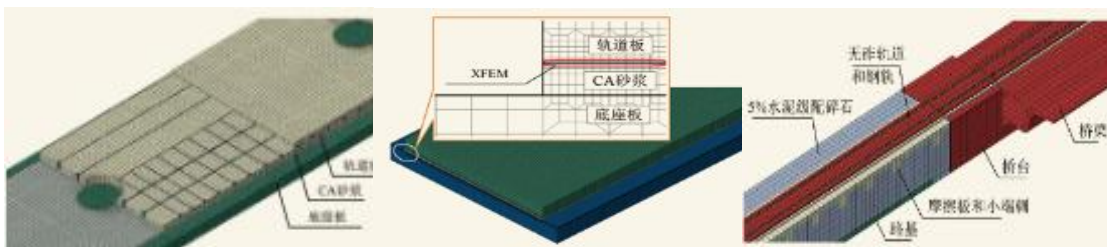
项目简介：

建立了列车-无砟轨道-下部基础三维空间精细化系列化分析模型。

市场前景：

作为板式无砟轨道的主要理论支撑方，有力促进我国具有自主知识产权的无砟轨道建设与应用推广，为我国高速铁路“走出去”提供了有力支撑。

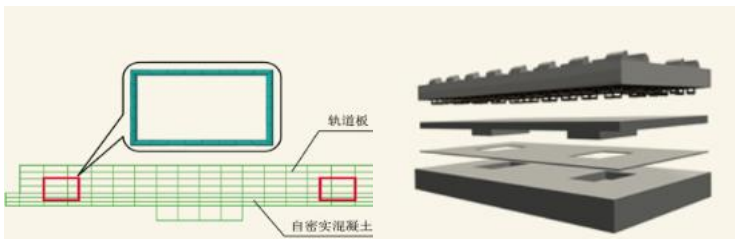
在国际上处于领先水平，项目入选教育部“中国高等学校十大科技进展”



CRTS I 型板式无砟轨道
预应力配筋模型

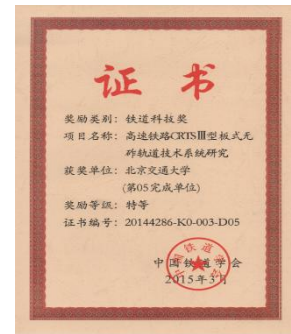
CRTS II 型板式无砟轨道
裂纹拓展模型

路桥过渡段小端刺模型



轨道板门型钢筋模型

无砟轨道实体模型

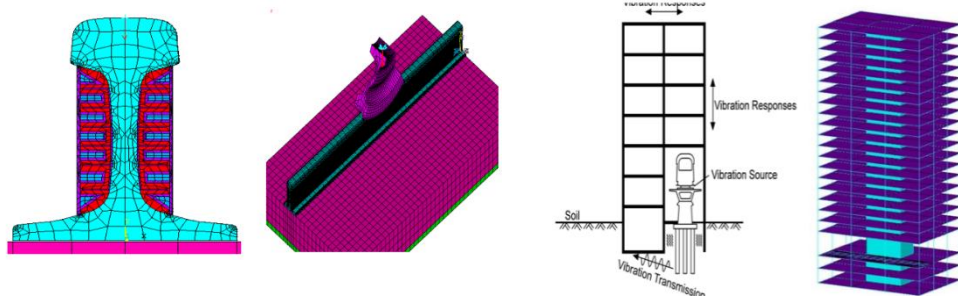


中国铁道学会特等奖

32. 轨道交通减振降噪成套技术研究

项目简介：

本项目建立了轨道交通减振降噪系列模型，研究了阻尼钢轨、减振扣件、减振垫层的减振降噪效果，为铁路减振降噪产品研发及减振降噪设计提供了理论支撑。针对“线楼分离”及“线楼合一”两种合建结构体系，基于多体动力学、有限元理论建立了地铁-房建体系空间耦合动力学模型，研究了振动控制技术。



迷宫式阻尼钢轨减振降噪分析

房建结构有限元模型图

技术特点：

揭示了减振区钢轨异常波磨成因和发展规律；提出了北京地铁波磨整治成套技术方案；提出了地铁轨道结构防波磨设计关键参数。

应用范围：

揭示了减振区钢轨异常波磨成因和发展规律；提出了北京地铁波磨整治成套技术方案；提出了地铁轨道结构防波磨设计关键参数。



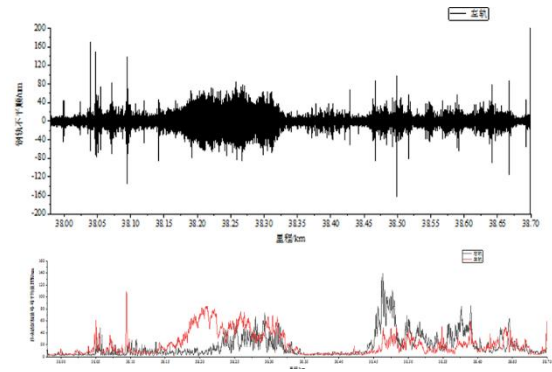
钢轨波磨现场



轨道几何形位测量



钢轨平直度测量



数据分析与挖掘

33. 线路工程结构综合监测与检测成套技术

项目简介：

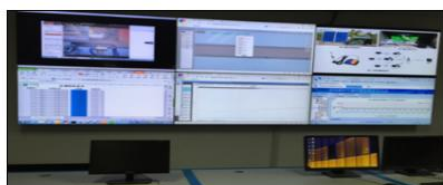
提出了基于光纤光栅、应力-应变、视频识别等多手段智能融合的线路工程服役状态综合监测、预测理论；提出了基于激光测量、无线网络、先进传感以及自动标定等新技术的轨道交通路基断面状态实时监测方法。



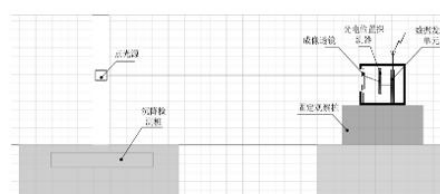
监测现场



视频感知技术



后台监测系统



沉降监测技术

应用范围：

建立了线路工程实时在线监控平台。作为北京市科委重大研发项目，正在进行产业化推广；应用于京沪、武广、郑西等高速铁路的安全监测中，取得了良好的经济社会效益。

34. 穿越既有轨道交通安全风险评估及监控

项目简介：

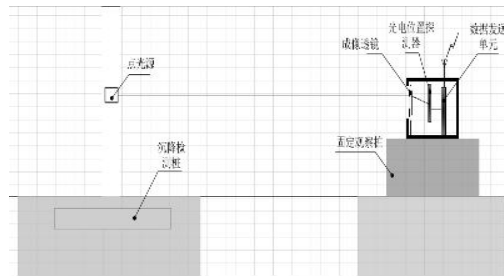
建立了穿越工程安全评估方法，形成了一套采用自动化和人工监测相结合的轨道交通近接穿越的安全防护及监控技术体系，实现监测数据的高效反馈和结构的安全监控，提高了穿越工程信息化施工水平和风险控制的可靠性。

市场前景：

已写入北京市《近接轨道交通施工指南》等地方标准。承担和指导了北京地铁（80%以上）、济南、郑州等多项地铁风险评估技术咨询工作；北京市地铁及区域国铁近接施工监测控制约有60%以上份额。年技术服务额超过1500万元。



监测现场



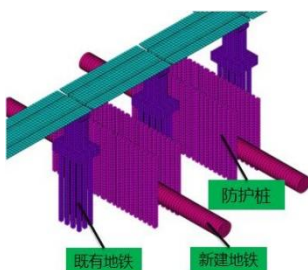
沉降监测技术



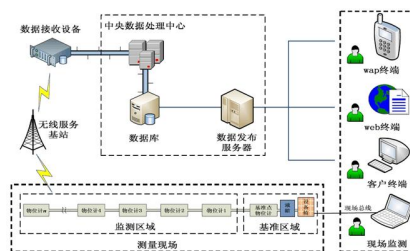
视频感知技术



后台监测系统



下穿仿真模拟机评估



下穿监测系统



成套技术获奖证书

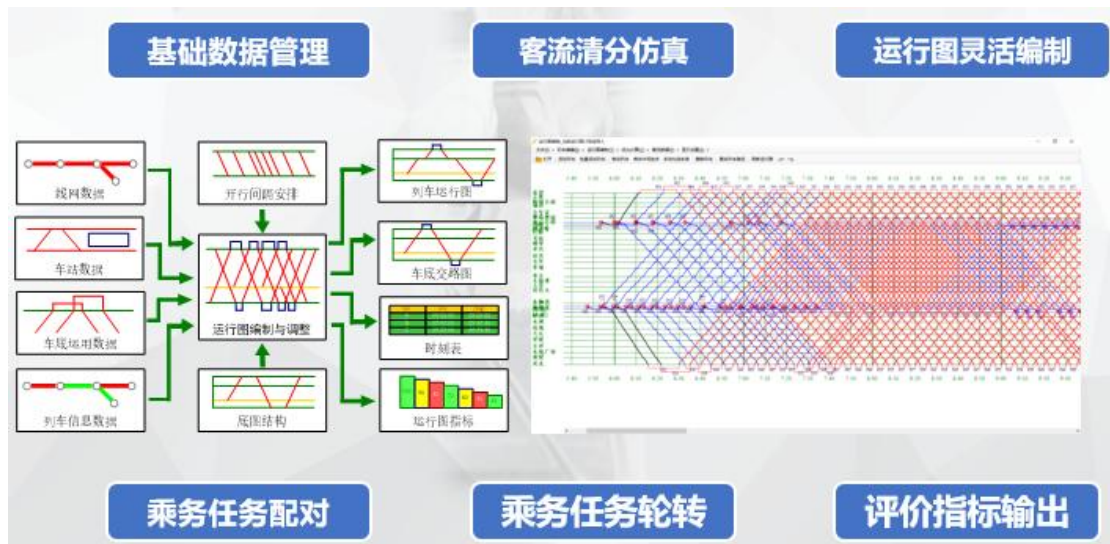
35. 城轨线网运行计划及乘务排班智能优化技术

项目简介：

本项目考虑时变客流需求与地铁车流的复杂耦合特征，将城轨网络运行图编制问题构建为多编组模式下运营计划一体化优化模型，实现运行图自动智能编制和人工编制调整，设计了基于 logit 模型的网络客流清分计算方法，实现列车运行计划编制与客流联合仿真。针对网络乘务计划编制规模庞大、结构复杂等问题，构建带附加约束的集合覆盖模型，设计了基于列生成思想的快速优化算法，通过远程服务器对大规模问题进行高效求解，实现了乘务计划智能自动编制和人工编制调整。

依托本技术，形成拥有自主知识产权国产化专业仿真软件城市轨道交通网络运行图综合编制系统和城市轨道交通网络乘务计划智能编制系统。

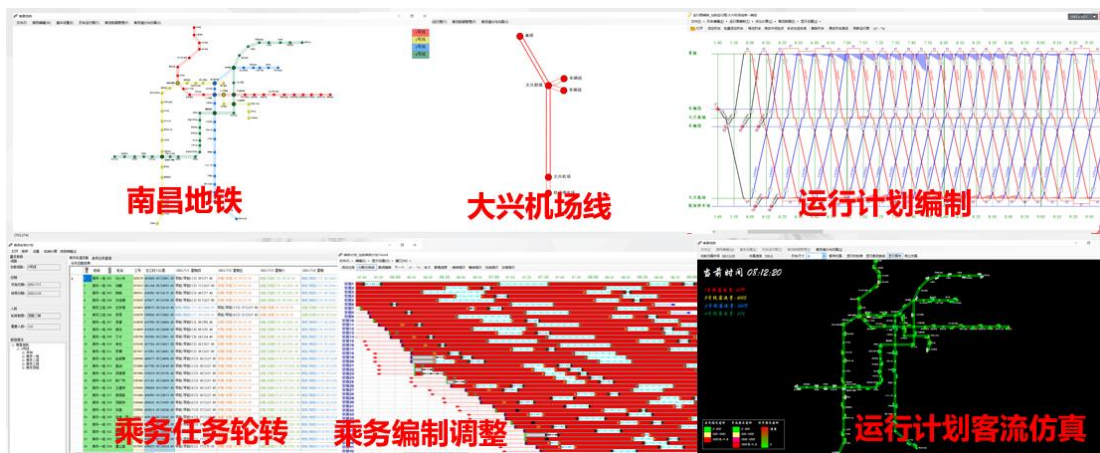
系统面向地铁实际运营需求，具有运营模式灵活、兼容性强、计算效率高等特点，对于缩短运营组织计划编制时间、提高编制质量和编制效率、提高自动化编制水平、节约人力物力成本具有重要意义。



市场前景：

目前，城市轨道交通网络运行图综合编制系统已应用于北京地铁大兴机场线，城市轨道交通网络乘务计划智能编制系统已应用于南昌地铁网络，相较现场方案，

乘务计划综合编制系统中优化算法所得计算结果中乘务任务数量约减少 5%，具有良好的应用前景。



36. 城轨线网客流车流耦合联动智能仿真技术

项目简介：

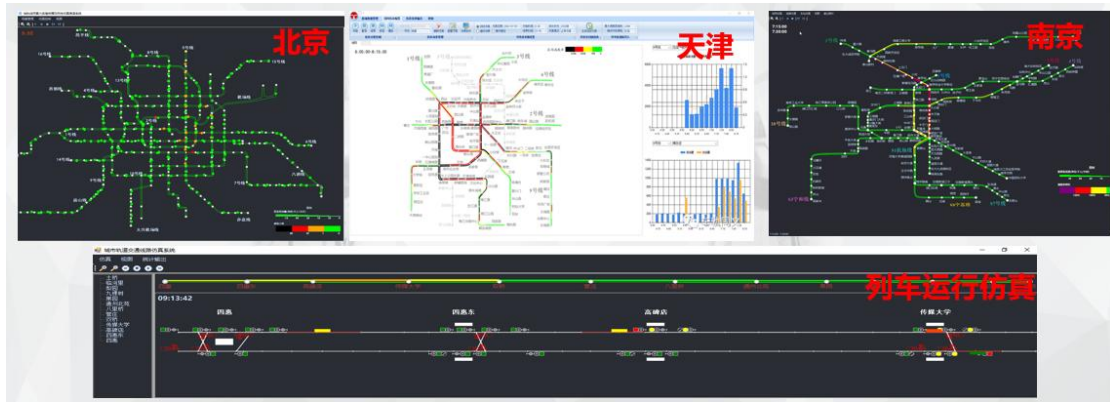
本项目考虑不同运营管控措施对出行者出行行为的影响以及多主体之间的交互特征，采用多智能体精细化仿真建模方法，构建了乘客智能体、列车智能体、运营管控策略的耦合中微观仿真模型及其交互机制，进而开发了多源数据驱动的基于时间和事件混合调度的大规模客流快速仿真算法，通过智能体个体中观行为的精细刻画与模拟，实现群体宏观行为的动态推演与特征涌现。

依托本技术，形成拥有自主知识产权国产化专业仿真软件 MetroSIM 城市轨道交通线网运营仿真系统。系统面向地铁实际运营需求，基于自主研发的多智能体仿真引擎，实现了复杂线网结构、客流条件、运营事件及运输组织方案等耦合运营场景的全过程、多粒度、精细化动态仿真与推演，为城市轨道交通系统智慧运营管理提供强大的量化评估手段和辅助决策支持。



市场前景：

目前，MetroSIM 线网运营仿真系统已在南京地铁灵山控制中心 NCC、苏州地铁黄天荡线网指挥中心 NCC 以及天津地铁华苑控制中心 NCC 等工程项目中得到部署应用。系统多年来支撑了北京地铁、北京市交通委信息中心的实际应用需求，在北京地铁历年新线开通客流预测分析、超常超强运行图编制评估等工作中发挥了重要作用。



37. 列车运行净空安全感知与远程瞭望技术

项目简介：

列车司机瞭望距离远小于列车制动距离，超视距智能感知与预警线路异物入侵、设施形变等净空安全状态至关重要。

技术特点：

- (1) 线路净空安全车载探测与路侧辅助感知
- (2) 基于视觉与激光雷达、毫米波雷达的异物车载检测技术
- (3) 基于结构光与激光雷达的线路全断面与形变车载检测技术
- (4) 基于多光谱成像与机器视觉的线路周界入侵地面检测技术

市场前景：

可广泛应用于高铁、地铁、重载铁路，是下一代列车自主运行控制系统的核心技术。



38. 轨道交通装备生产与检修过程智能管控系统

应用范围：

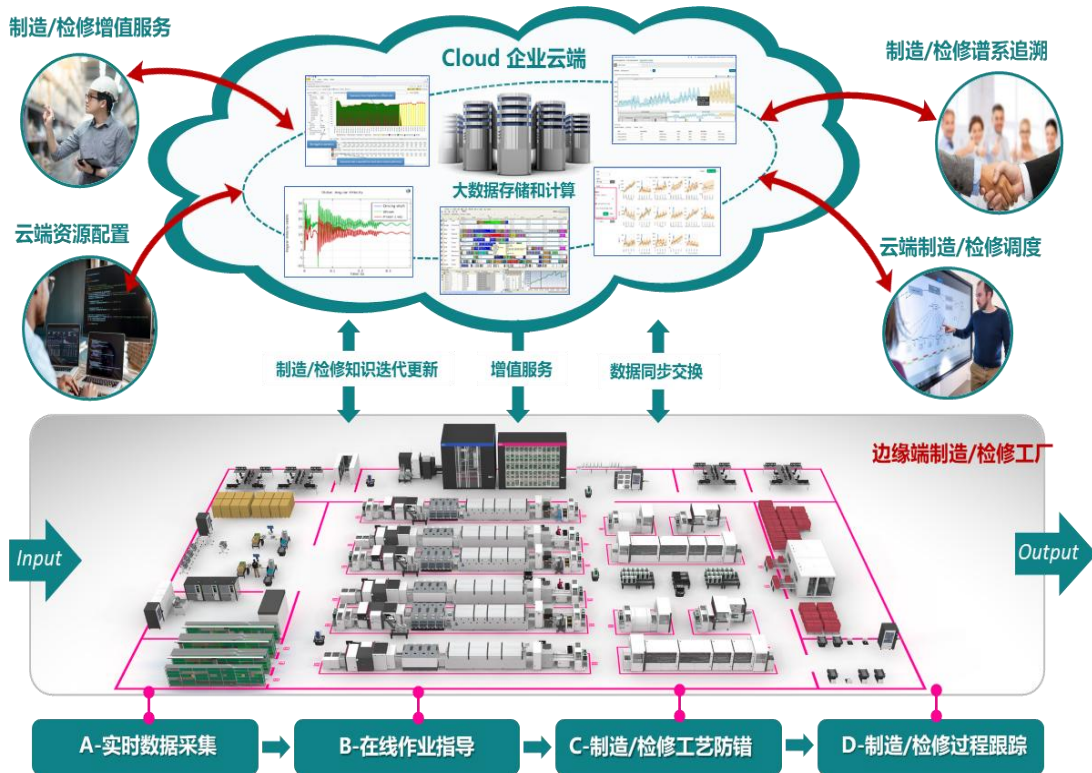
面向轨道交通装备的智能制造与智能运维领域，推广应用到其他离散制造业。

项目优势：

(1) 团队优势：具备一个集多学科领域知识与技术，以及丰富实施经验于一体的系统研发和实施团队

(2) 技术优势：具备一套精益生产、先进制造技术、新一代通讯技术的深度融合的技术体系

(3) 市场优势：符合当前轨道交通装备制造和检修过程数字化转型升级的迫切需要



技术特点：

(1) 主要参考框架：

- 公司整体信息化架构；
- ISA 95 层次架构 / IEC 62264 功能架构；
- 边缘计算与边云协同架构；
- TOGAF 信息系统体系结构框架；

(2) 核心业务需求:

- 能够支撑装配制造与返修业务需求;
- 预留检修业务功能扩展;
- 满足工位/单元/产线/PTL 等多种生产模式下管控业务需求;
- 考虑无管控、弱管控与强管控场景业务需求;

(3) 架构设计要点:

- 考虑主要参考框架与核心业务需求;
- 满足实时性与全局性需求;
- 保证企业运营和工控网的独立性与稳定性, 支持离线生产;
- 建立通用型系统架构, 提高系统部署速度与维护便捷性;

(4) 拟定实施目标:

- 增加生产过程透明化度与车间制造执行层计算能力 ;
- 提升车间制造生产车间数字化管控能力与车间数字化水平;
- 推进企业系统互联互通, 解除信息孤岛, 实现纵向数据共享与集成;

系统现场应用

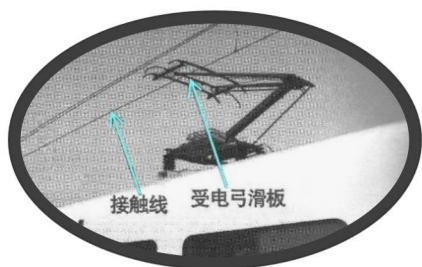


39. 基于光纤埋入式智能受电弓滑板

项目简介：

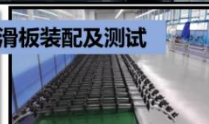
(1) 性能领先：研制的 MCC 滑板整体性能优越，相比于进口滑板，技术指标更高

(2) 滑板智能化：实时监测弓网接触力、接触网硬点状况，实现受电弓滑板和接触网的智能健康管理，状态实时评估与预警



受电弓滑板

● **条件保障：**已在北京交通大学唐山研究院建成一条集材料制备、加工、装配、测试等一整套完善的地铁受电弓滑板中试生产线。



40. 隧道一体化感知技术

项目简介：

隧道一体化感知技术是针对隧道存在的服役性能下降等问题而研发。

技术特点：

- (1) 功能丰富
- (2) 监测频率高
- (3) 安装简便
- (4) 段自动化
- (5) 使用成本低

应用范围：





市场前景：

我国经过多年轨道交通大发展，有大量隧道的服役性能严重下降，需要对隧道进行高效性能监测。



41. 基础设施中浅层地热能利用技术

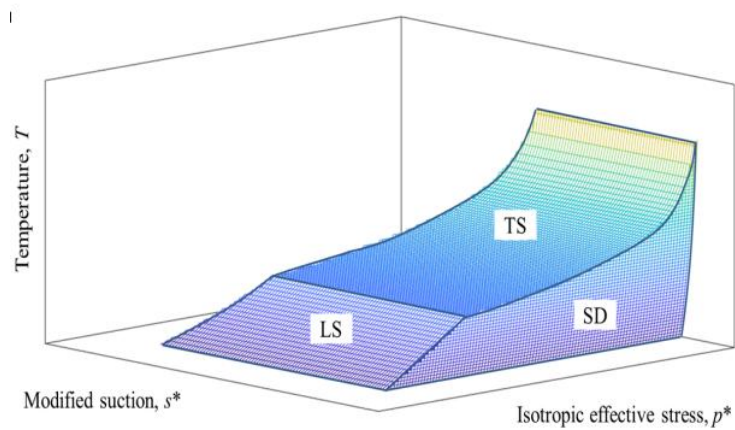
项目简介：

本项目技术形成了浅层土热-水-力耦合特性测试技术与理论体系；研发了基础设施中浅层地热能利用效能提升优化设计技术。

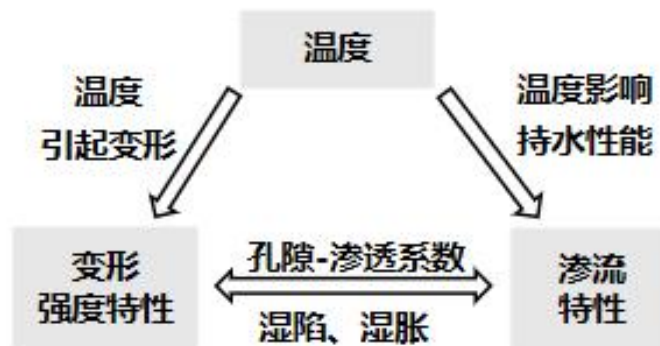
(1) 基础实验



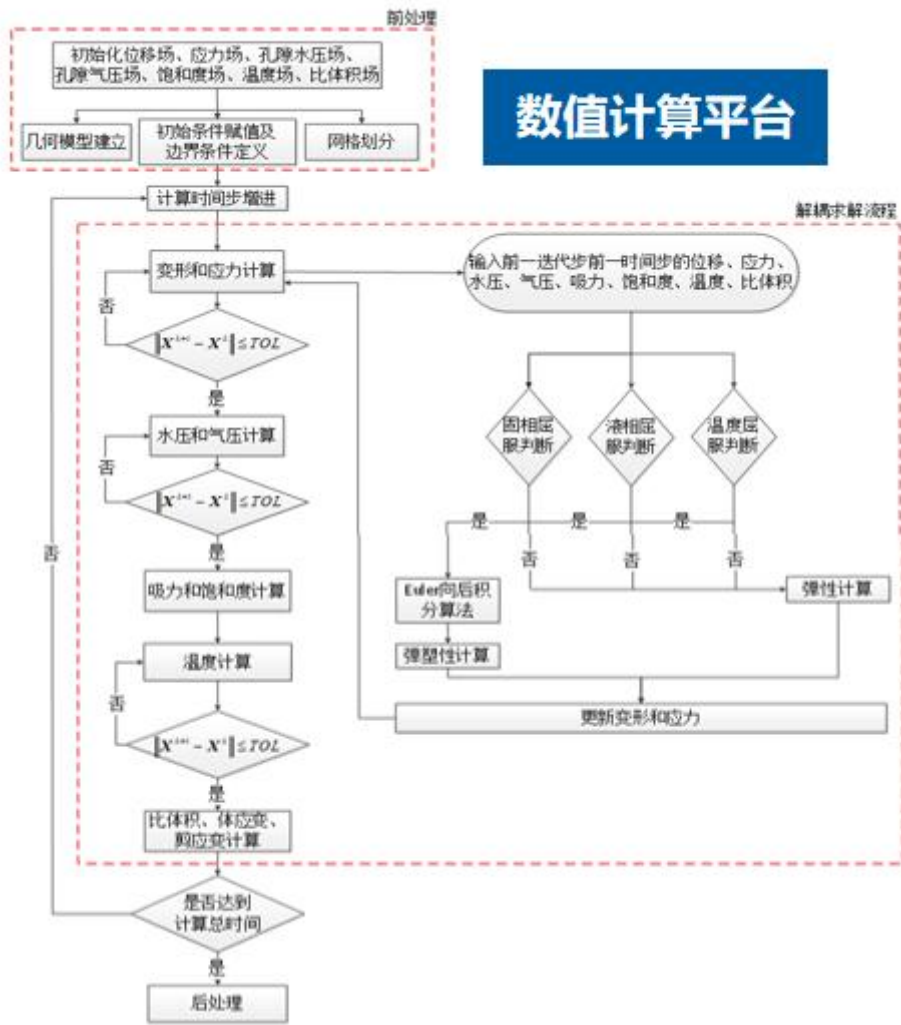
(2) 本构模型



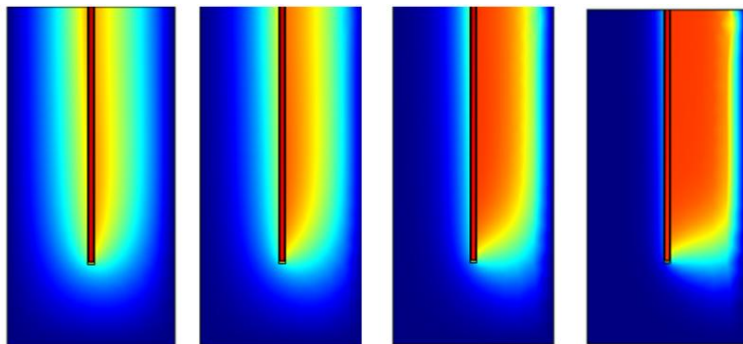
(3) 耦合机理



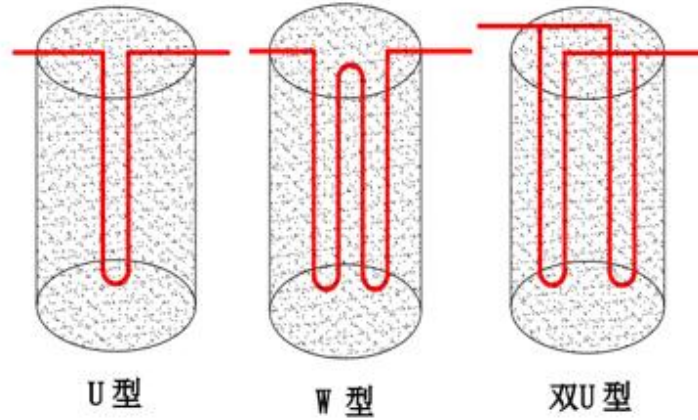
(4) 数值计算平台



(5) 能源桩传热特性模拟

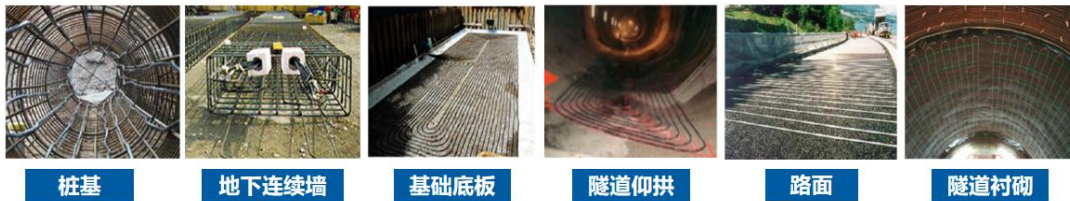


(6) 能源桩内埋管换热器的优化设计



应用范围：

- (1) 桩基
- (2) 地下连续墙
- (3) 基础底板
- (4) 隧道仰拱
- (5) 路面
- (6) 隧道衬砌



建筑供暖/制冷



城市路面融雪防结冰

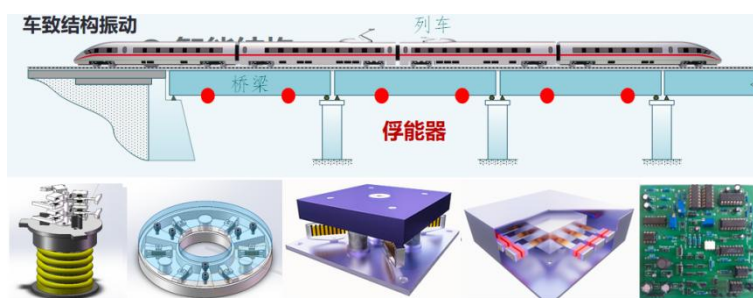
技术特点：

- (1) 缓解能源资源压力
- (2) 实现非化石能源目标
- (3) 推进能源生产和消费革命
- (4) 促进节能减排
- (5) 减少环境污染
- (6) 促进城市生态文明建设

42. 交通能量俘获利用技术

项目简介：

本项目研制系列俘能器产品，将车致道路振动、桥梁振动、轨道板振动、轨道振动的机械能转化为电能，输出电压稳定，给出结构监测以及传感网络供电的新方案。



技术特点：

- (1) 可持续：俘能绿色、不受天气影响
- (2) 成本低：采用常见工程材料研制
- (3) 能量高：优化了结构设计，俘能功率从传统的 mW 级提升到 W 级
- (4) 体积小：可外挂也可内置于结构，不影响结构性能，且不易被破坏

应用范围：



43. 能量束赋能系统

项目简介：

精密零部件强化、有机物功能化、光电材料赋能。

内延式离子束组成：专用离子源模块、工艺分析模块、加工数据采集模块、信息化功能模块、智能控制系统模块、数字生产线扩展模块。

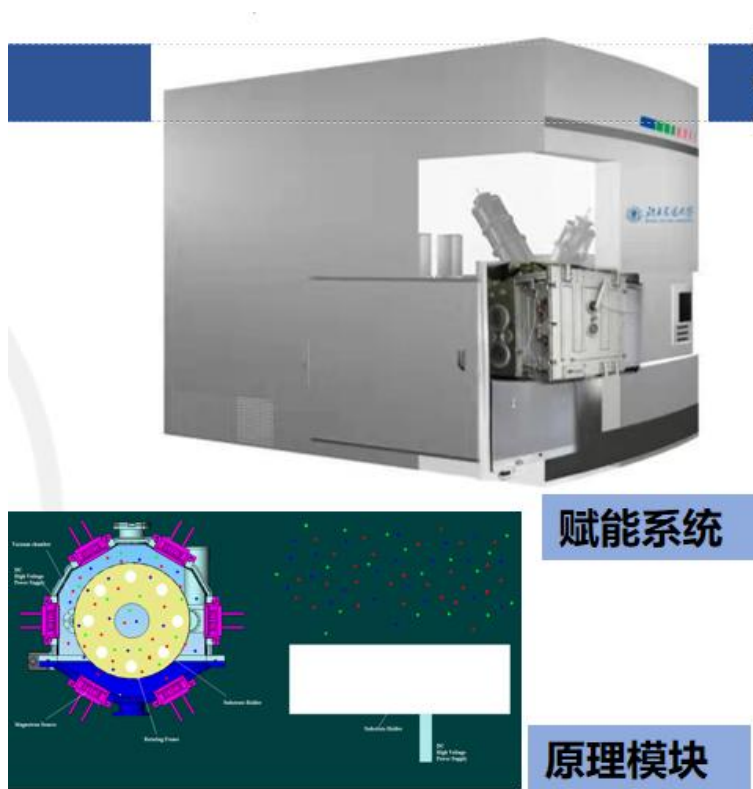
系统功能：

可实现金属及非金属的表面强化、功能赋予、试验科研、产品加工、柔性生产等功能。

技术特点：

适用产品领域广、信息化集成度高、加工效率高、安全可靠性好。

- (1) 模块化组装：可以与其它设备柔性组合；
- (2) 数字化控制，完全自动化操作；
- (3) 软硬件安全防控，保障生产的本质性安全。





离子注入

典型产品

赋予精密零部件功能和信息化

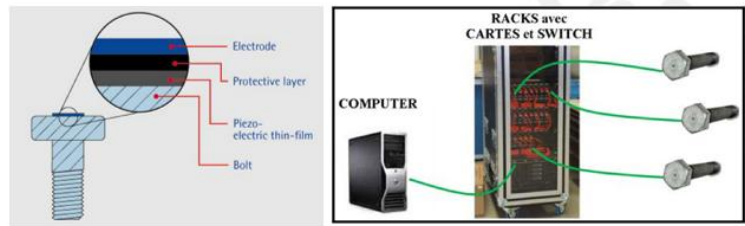
外延式离子束组成：专用离子束源模块、工艺分析模块、加工数据采集模块、信息化功能模块、智能控制系统模块、数字生产线扩展模块

系统功能：

精密零部件表面层赋予新功能，诸如：金属零部件耐磨耐腐蚀防护层、零部件信息化传感器单元。

技术特点：

适用产品领域广、智能化集成度高、耐候性强、安全可靠性好。



薄膜传感器赋能螺栓

Diagram showing 'SUBSTRATE' with 'multilayers' and 'gradient base layer' on a 'Si substrate'. A scale bar indicates 500 nm.

设备系统

典型应用产品

<p>产品名称：衬片 改进工艺：离子注入 改进性能：提高其耐磨性能</p>	<p>产品名称：轴球 改进工艺：离子注入 改进性能：提高其耐磨性能</p>
<p>产品名称：齿轮 改进工艺：离子注入 改进性能：提高其耐磨性能</p>	<p>产品名称：轴承 改进工艺：离子注入、离子束表面镀膜 改进性能：提高其耐磨性能、自润滑性能</p>

薄膜传感器赋能轴承

44. 轨道交通大数据管控与决策支持技术

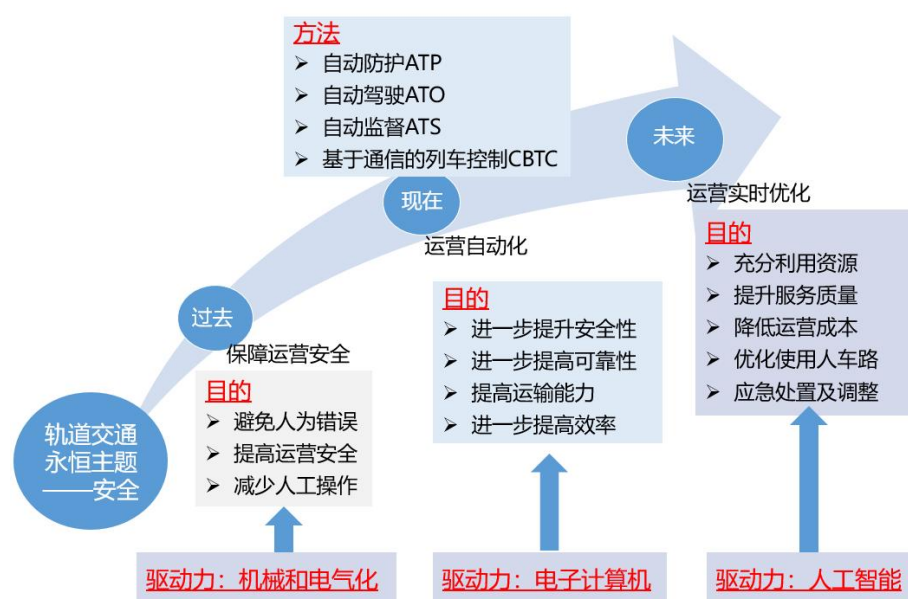
项目简介：

本项目可有效解决以下问题：

(1) 随着“交通病”问题的蔓延，粗犷的交通特征分析与普适化的政策措施难以支撑对复杂问题的探究；

(2) 大数据结合多源数据的综合应用，从时间、空间维度对原有数据的粒度进行了下沉与拓展；

(3) 对交通特征进行长期、持续性的对比和追踪，为更有针对性和实用性的交通政策的提出提供决策支持。



技术特点：

- (1) 城轨智慧客流分析
- (2) 城轨客流实时分布仿真与预报
- (3) 城轨列车运行仿真与运行图优化
- (4) 城轨突发事件仿真与管控优化
- (5) 城轨乘客出行诱导与信息服务城轨个体微观行为运动轨迹分析城轨列车智慧节能运行优化

城市轨道交通智慧运营



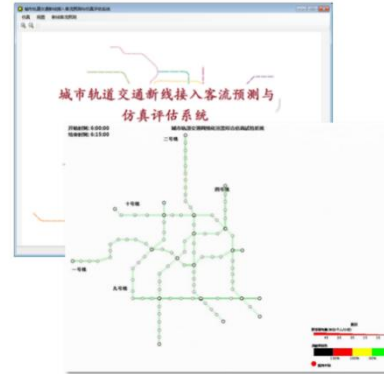
■ 基于大数据的短时客流预测系统

- ▶ 客流短时预测
- ▶ 客流拥挤度实时估算



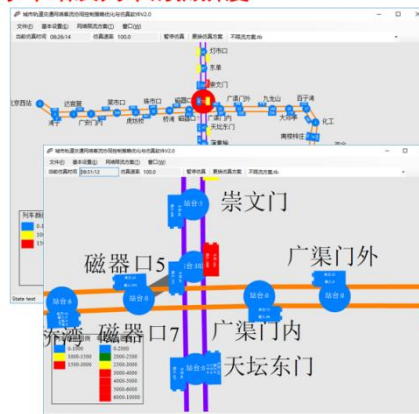
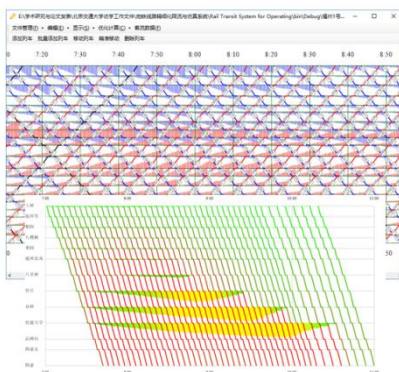
■ 新线客流预测与仿真评估系统

- ▶ 新线客流预测
- ▶ 新线开通对既有线的影响分析评估

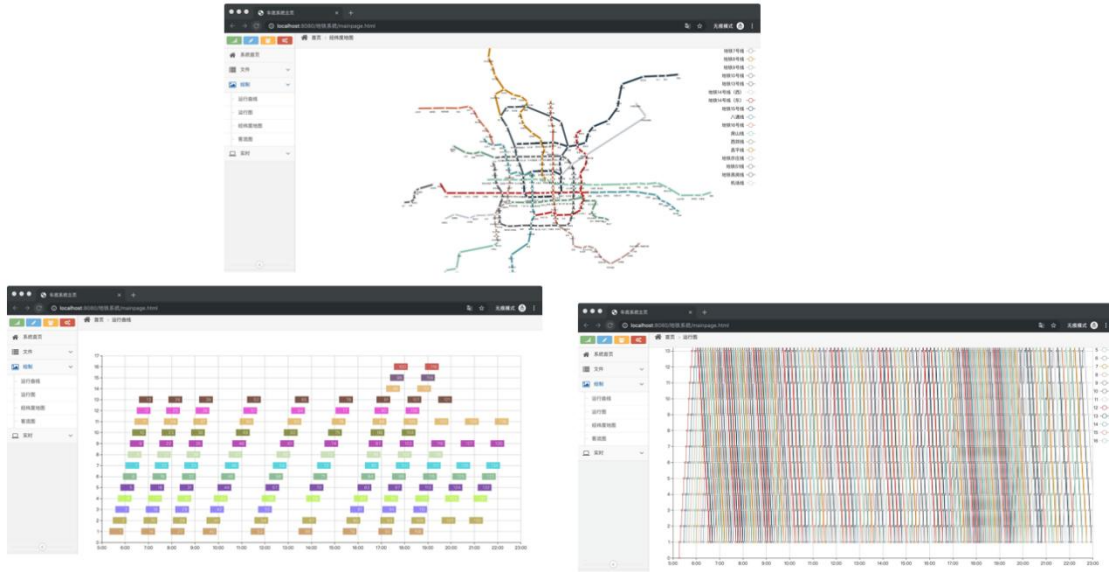


城市轨道交通客流预测与仿真评估系统

- ▶ 列车时刻表优化编制（高平峰平滑切换）
- ▶ 实时仿真路网客流承载情况，动态展示车站及列车的拥挤度



城市轨道交通网络列车运行计划综合编制系统



列车运行图与车底运用仿真演示系统

45. 轨道交通数字化智慧规划及运维业务支撑平台

项目简介：

“轨道交通数字化智慧规划及运维业务支撑平台”是基于城市多源数据融合技术，对轨道交通沿线人口岗位、交通出行、土地开发、公共设施等城市状况进行周期性动态监测，并通过将轨道交通客流与沿线城市状况联合建模，实现轨道交通客流与沿线城市状况互动关系挖掘分析以及轨道交通客流实时监测，为轨道交通新线规划设计、既有线更新改造、运营客流挖潜、系统运营维护、TOD 等业务提供全方位数据智能决策支持。

应用范围：

系统紧密围绕轨道交通客流特征挖掘、沿线城市监测、客流影响因素分析等三大核心功能需求，打通了轨道交通客流预测沿线城市服务状况之间的数据壁垒。除此之外还实现了轨道交通车站周边潜力用地资源的筛查功能，通过空间数据管理，降低人工筛查过程中的时间成本，大幅提升了识别结果精度，支撑轨道交通运营管理提质增效。



46. 高铁轴承内部可靠性评估

项目简介：

在推进我国高速列车传动系统轴承自主化的背景下，面向高速列车传动系统轴承可靠性评估手段和检测试验技术重要需求，提出了通过检测高铁轴承内部关键力学参量来进行轴承可靠性评估的技术路线。

技术特点：

针对高铁轴承内部可靠性评估所需的滚子滚道间接触载荷、保持架打滑程度、摩擦力矩、滚子异常运动状态等关键力学参量，开发了一系列可用于服役状态轴承性能评价的测试技术。

应用范围：

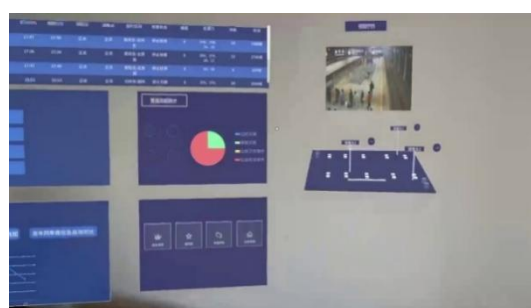
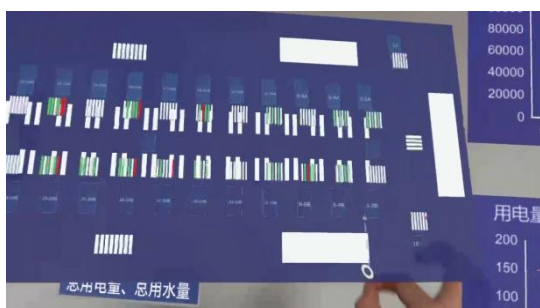
借助丰台基地平台，形成了包括高速列车齿轮箱轴承可靠性关键参量同步检测试验台、高速列车轴箱轴承滚子异常状态及温升检测试验台等在内的 5 套试验装备，可以对高速列车传动系统轴承可靠性及服役性能进行多维度的评估，为高速列车传动系统轴承自主化提供系统实验研究的支撑。



47. 基于 AR 的铁路客站远程监督管理系统

项目简介：

为了解决我国铁路客运站管理者在当前环境下的远程监督管理铁路客运站的迫切需求问题，帮助管理者更灵活地一体化便捷地完成监督管理客运站的日常工作。基于 AR 的铁路客站远程监督管理系统借助 AR 技术、物联网技术、网络通信、人机交互等先进技术，将铁路客运站的管理主要分为客运、设备、安全这三类，从这三个方面出发，将功能进行模块化的实现，满足三类客运站站长在日常对铁路客运站进行运维工作的远程操作需求，去全面地、有针对性地点对点地解决困难问题。给客运站各部门站长提供了一种在目前大环境下的一种新的办公方式的选择，使得铁路客运站的管理更灵活，提升管理效率。



48. 基于 MR 的客站设备巡检及维护系统

项目简介：

在轨道交通领域，轨道相关设备信息属于信息化建设的重要内容，在信息交换管理中处于重要地位，一旦设备存在故障问题，无法得到及时解决，则会对相关系统整体运行构成严重危害，造成较大的经济损失。以往传统的设备巡检及管理过程中，受时间与空间上的制约明显。而 3D 建模与 MR 技术的搭配而成的“基于 MR 的客站设备巡检及维护系统”，能够使这一问题得到良好解决，实现远程控制与操作，能够对设备状态进行实时检测和告警，快速定位出设备故障源，为设备巡检及维护工作提供极大便利，进而使系统整体运行效率得到极大的提升。



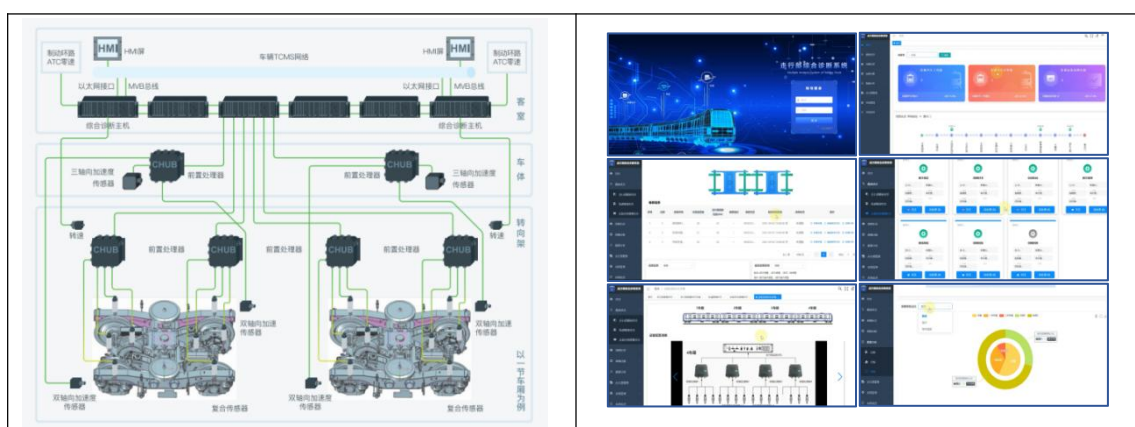


49. 列车在途安全预警与运维保障技术

项目简介：

针对我国高铁和城轨交通复杂系统提升安全保障水平、降低在途故障率、节约运维成本等重大挑战，研究突破高速列车关键装备服役状态在线分析、评估与调控方法。

在中关村丰台基地的支持下，列车关键系统如在途智能感知与诊断技术、高性能车地数据传输技术、基于隐患挖掘与故障定位的列车预测性维修技术等核心技术取得重大突破。



技术特点：

形成了集智能传感、边缘计算、地面大数据中心为一体的列车在途安全预警与网络化运维支持系统装备体系

应用范围：

已广泛应用于我国高速列车 CRH380A 动车组和北京、广州、上海等城轨地铁列车，典型隐患评估准确率达 92%，使用寿命延长 10%，运维成本降低 25%，累积节约运维成本约 2.1 亿元



复合节点

数据中心



传感单元



隐患预警与综合维保



司机室显示终端

50. 面向高速列车网络控制的列车无线通信网络

项目简介：

针对高速列车感知能力受限、组网灵活性差及升级改造困难等难题，从列车智能业务承载需求入手，利用无线感传协同、确定性网络等新一代信息技术，设计面向高速列车网络控制的列车无线通信网络。该系统由具备无线接入能力的车辆级网络和具有确定性传输能力及无线重联能力的列车级网络组成，能够与既有列车网络架构兼容；设计了车载终端 TRDP 协议承载方案，研发了可匹配新型列车网络架构的低能耗、高灵活的无线终端，搭建试验环境完成了系统可行性测试。

本系统旨在通过构建高速列车无线通信网络，满足高速智能列车灵活透彻感知、实时车车通信和确定性服务质量保障的需求，为构建新一代智能列车奠定基础。

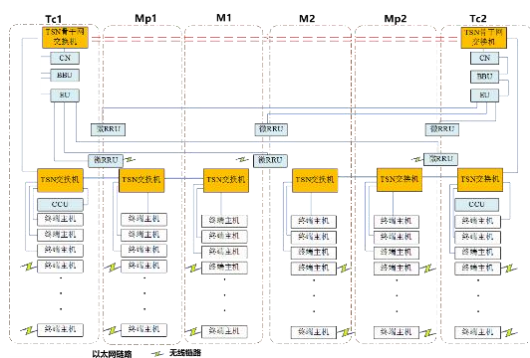
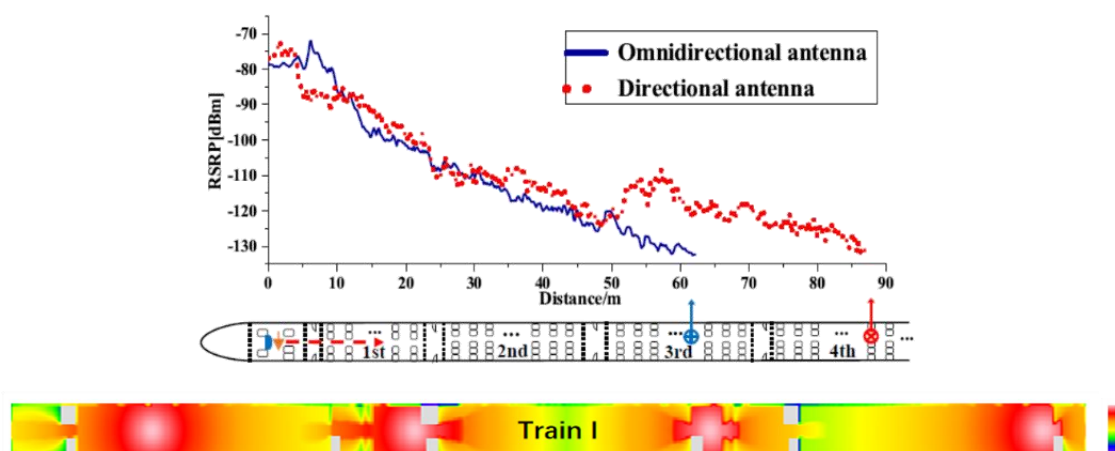
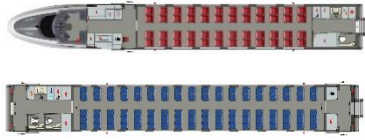


图 1 列车网络架构设计



图 2 动车组现场方案验证试验





动车组覆盖情况仿真与测试

51. 天轨交通系统

项目简介：

天轨交通系统是由北交天轨公司经过二十年潜心研究，且具有完全自主知识产权的一种多制式单轨交通系统。从轨道梁、墩柱、站场、车辆转向架和道岔等方面构建了完整的理论体系和核心专利支撑群，作为一个新的经济增长点，引领创新经济的发展。

应用范围：

(1) 第二代跨座式天轨交通系统采用了先简支后连续体系和先简支后刚构体系。

(2) 第五代公铁轨廊天轨交通系统将原本分散布置在平面上的多种交通线路置于立体化公铁轨廊空间内。

(3) 天轨交通森林巡逻和消防系统是通过无人驾驶巡逻机器人上配备的消防炮自动对准火灾现场，把消防隐患扑灭在萌芽之中。

(4) 第三代刚性悬挂式天轨交通系统是一种刚性悬挂式单轨交通体系，特点是变形小、车体晃动小、行车速度快、运量大的交通体系。其他沙盘模型分别为轨道交通智能建造系统、轨道车辆高能 X 射线检测系统、新型轨道梁研发与创新、东莱北调工程运输专线、重载煤炭运输系统、下一代高铁研发与创新、多制式天轨交通客货一体化系统、天兵天轨运输系统等。

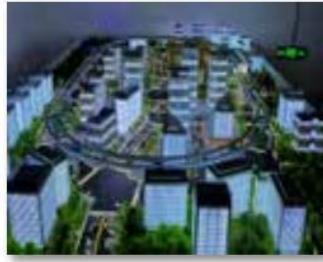


图1 第二代跨座式天轨交通系统



图2第三代刚性悬挂式天轨交通系统



图3第五代地铁轨廊天轨交通系



图4天轨交通森林巡逻和消防系统

技术特点:

多制式单轨交通系统具有快速、集约、环保、节能、经济、安全等诸多优势，它的问世，将成为缓解疏港路现状拥堵情况、实现交通快速通行需要的最佳措施。多制式单轨交通系统在空中运行，且有固定轨道，不会发生与外部车辆相撞行为。不占路权，不影响现在交通，采用接触网供电方式，进行电机驱动，没有废气排放，绿色环保。

多制式单轨交通系统中的跨座式单轨运输车辆、磁浮交通运输车辆和悬挂式单轨运输车辆走行机理与铁路或地铁中钢轮钢轨系统完全不同，在车辆运行过程中，均为抱轨结构，不会出现脱轨事故，充分保障了运输系统的运营安全。



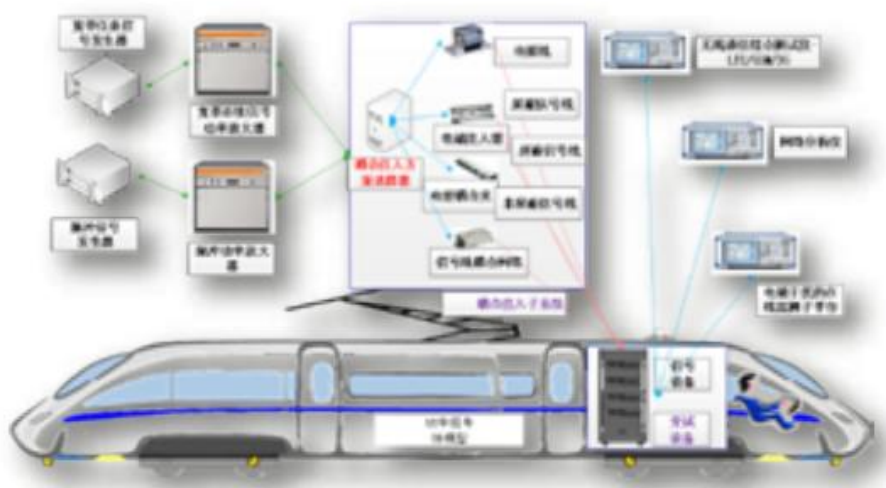


- (1) 新型 25m PC 轨道梁优化设计与制造工艺。
- (2) PC 轨道梁制造控制软件系统。
- (3) 跨座式单轨交通系统盖梁支承垫石定位计算软件。
- (4) 跨座式单轨交通 PC 轨道梁配筋计算程序。
- (5) 跨座式单轨交通轨道梁桥养护管理系统。
- (6) 安全、环保、成本低、建设周期短、机动灵活、速度快。

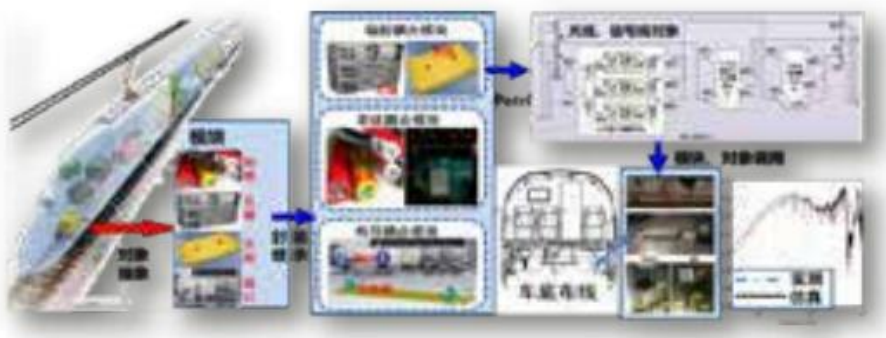
52. 智能交通系统电磁安全设计

项目简介：

首次提出瞬态电磁干扰多统计参量联合评估方法，研制国内首台具有自主知识产权的电磁干扰幅度概率分布测量仪。研发了电磁干扰模拟和故障再现平台，实现干扰信号的精准重构，精确诊断列控系统电磁干扰故障。获得国家科技进步二等奖。



连续承担并完成国家自然科学基金“高铁联合基金”项目，攻克“高速动车组整车电磁兼容性优化关键技术”难题，提出基于面向对象的模块化动车组电磁兼容建模方法，实现了动车组整车电磁兼容性分析和预测。获得铁道科技进步一等奖。



应用范围：

高速动车组列控车载设备电磁兼容与抗干扰半实物仿真与验证平台，在实验室内精确模拟高速动车组实际运行工况下的电磁环境，为列控车载设备的电磁兼容性优化正向设计、现场电磁干扰故障准确溯源提供了实验条件与研究手段。

