



智能驾驶整车在环测试系统

苏州英特模汽车科技有限公司

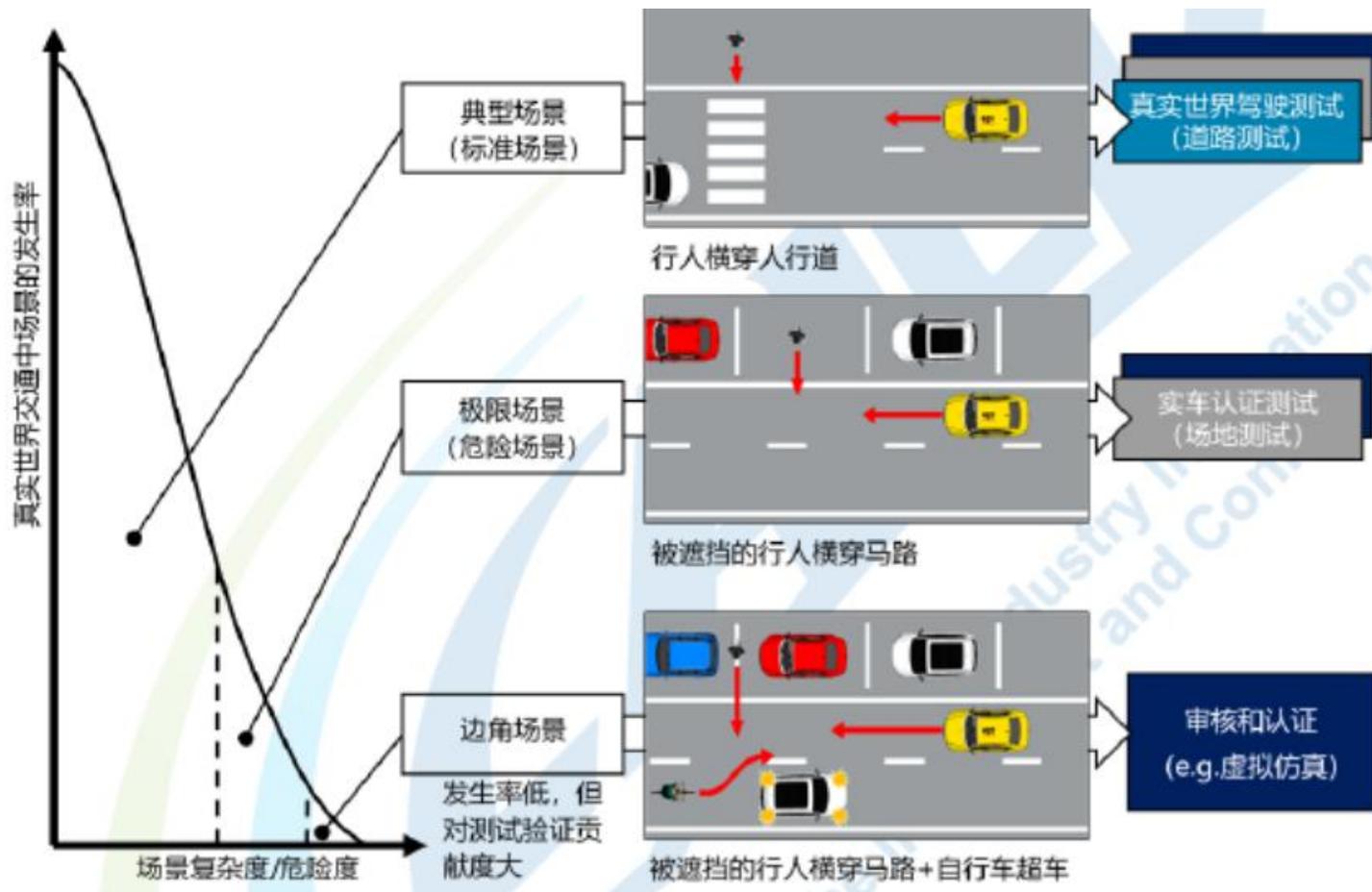
Suzhou ITI Motor Technology Co., Ltd.

智能网联汽车测试评价体系

Ignite Tech Innovation



1. 国内新车ADAS搭载率快速增长；高级别自动驾驶落地困难
2. 场景和功能复杂
3. 功能安全，预期功能安全（感知、定位、决策、执行、通信等系统功能/性能局限）
4. OTA



摘自《智能网联汽车产品测试评价白皮书（2020年）》

虚拟仿真



软件/模型在环

虚拟仿真测试

- 最高效、安全的测试
- 真实性?



控制器在环

封闭道路测试



开放道路测试



道路测试

- 最具说服力的测试 (真实)
- 效率? 安全?

虚拟仿真



软件/模型在环

虚拟仿真测试

- 最高效、安全的测试
- 真实性?



控制器在环

封闭道路测试



开放道路测试

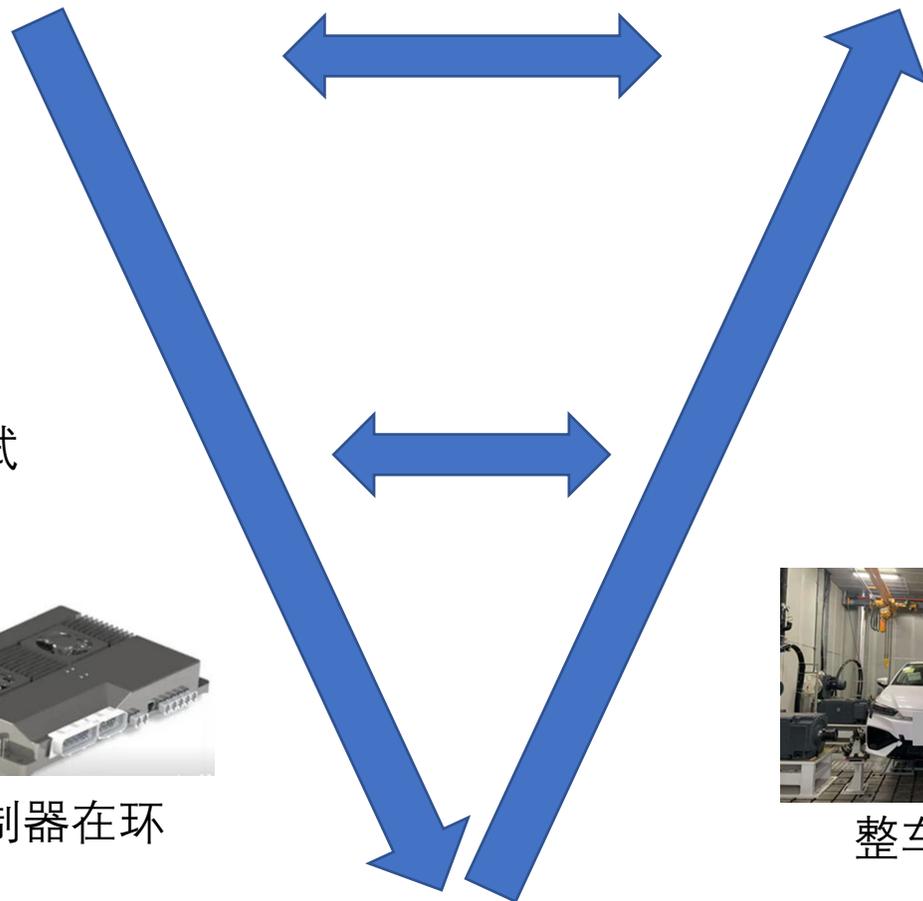


道路测试

- 最具说服力的测试 (真实)
- 效率? 安全?

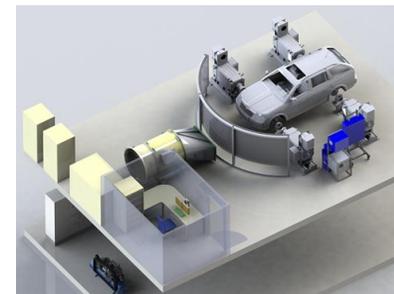
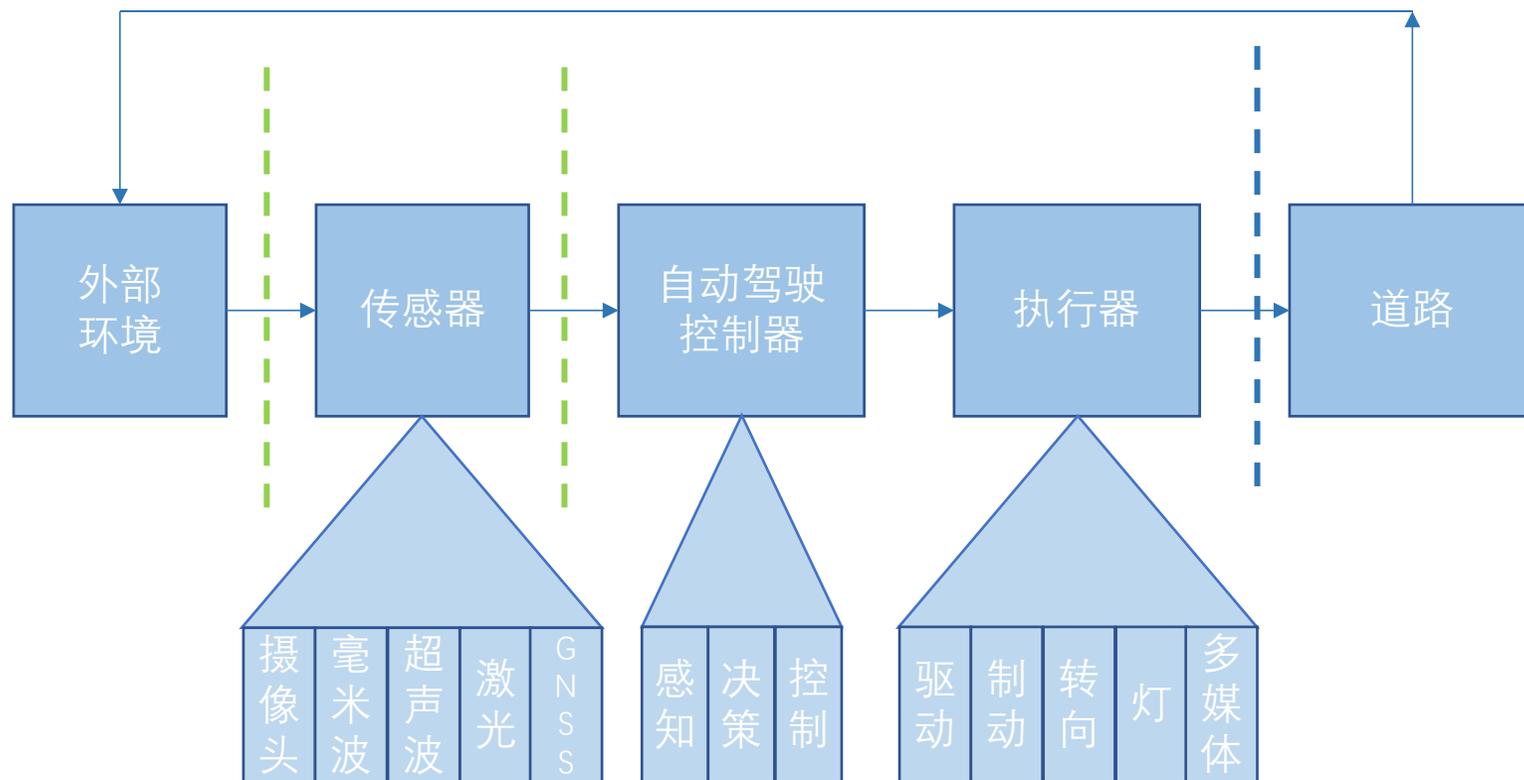


整车在环



智能驾驶整车在环测试系统

Ignite Tech Innovation



两大核心技术:

- 建模
- 信号模拟器和整车加载台架

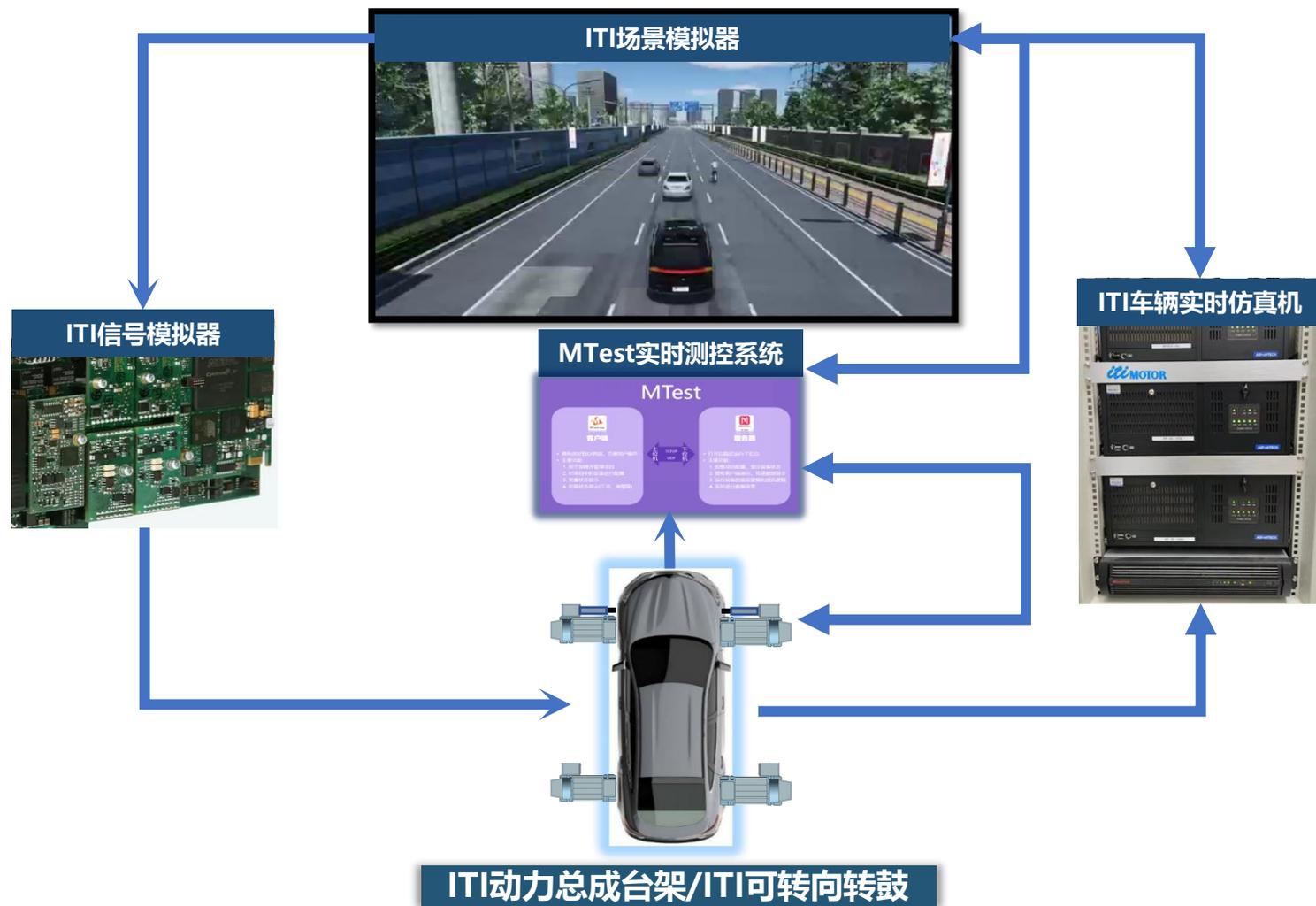
智能驾驶整车在环测试系统

Ignite Tech Innovation



系统组成

- ITI场景模拟器
 - 测试场景模拟, 感知系统模拟
- ITI车辆实时仿真机
- ITI信号模拟器
 - 视频, 激光雷达, 毫米波雷达, 超声波雷达, 射频, 故障
- ITI动力总成台架 (带转向加载) 或ITI可转向转毂
- MTest实时测控系统



虚实结合点1-信号模拟器

Ignite Tech Innovation



| | 传感器信号模拟方法 | | |
|---------|---|---|------|
| | 物理信号 | 原始信号 | 目标信号 |
| 摄像头 | 视频暗箱/暗室 | 视频注入 • 根据摄像头型号定制开发视频注入设备 • 仿真软件输出 | 总线信号 |
| 毫米波雷达 | 毫米波雷达回波模拟器 • 角度模拟 • 雷达数量大时, 成本大 • 有最小模拟距离 (4m) | 原始信号 • 仿真软件输出 | 总线信号 |
| 超声波雷达 | 超声波雷达回波模拟器 | 信号注入 • 根据超声波雷达型号定制开发注入设备 | 总线信号 |
| GNSS | GNSS模拟器 | - | 总线信号 |
| 激光雷达 | - | 点云信号 • 仿真软件输出 | - |
| 车辆姿态传感器 | 传感器运动 | - | 总线信号 |

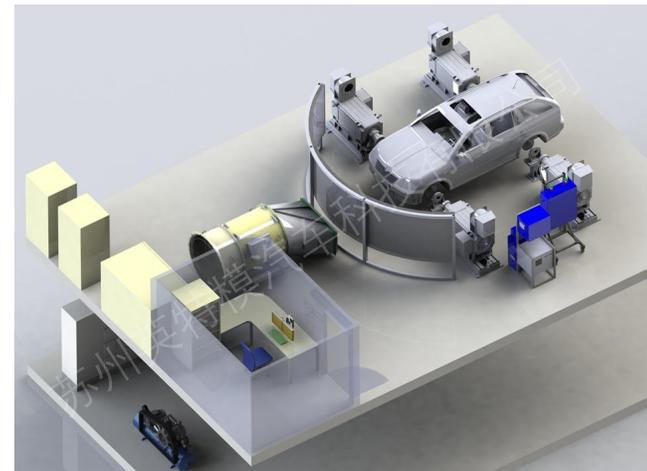
虚实结合点2：整车加载台架-轴耦合式

Ignite Tech Innovation



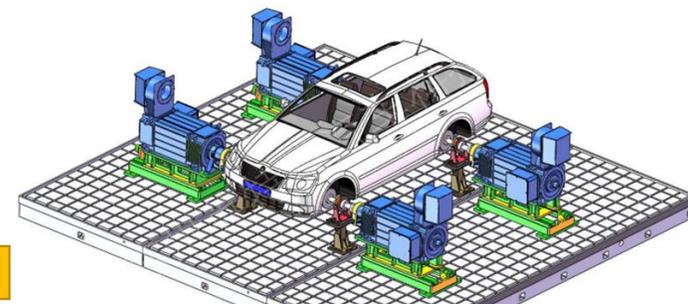
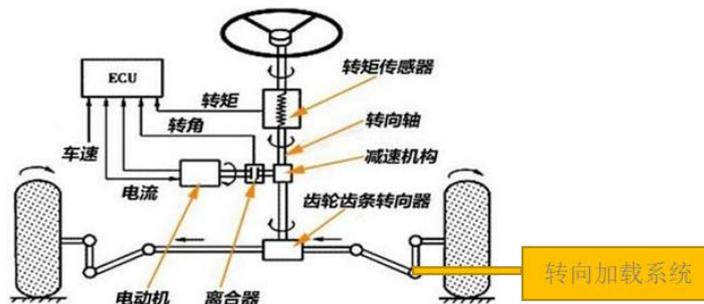
测试内容

- 支持智能驾驶整车的功能及性能测试，包括AEB, ACC, LKA, TJA, APA, APO等
- 支持动力总成系统功能测试、性能测试及故障注入测试，包括VCU, BMS, PEU等控制器联合调试
- 支持牵引力控制系统TCS, 紧急制动系统AEB等功能测试、性能测试及故障注入测试



技术参数

- 纵向加载能力参考（可根据需求定制）
 - 额定功率：310KW
 - 最大扭矩：3700Nm
 - 最高转速：3300rpm
- 转向加载能力参考（可根据需求定制）
 - 最大横向加载力范围：±9963N
 - 最大横向位移：±100mm
 - 最大横向移动速度：1000mm/s



虚实结合点2：整车加载台架-可转向转毂式

Ignite Tech Innovation

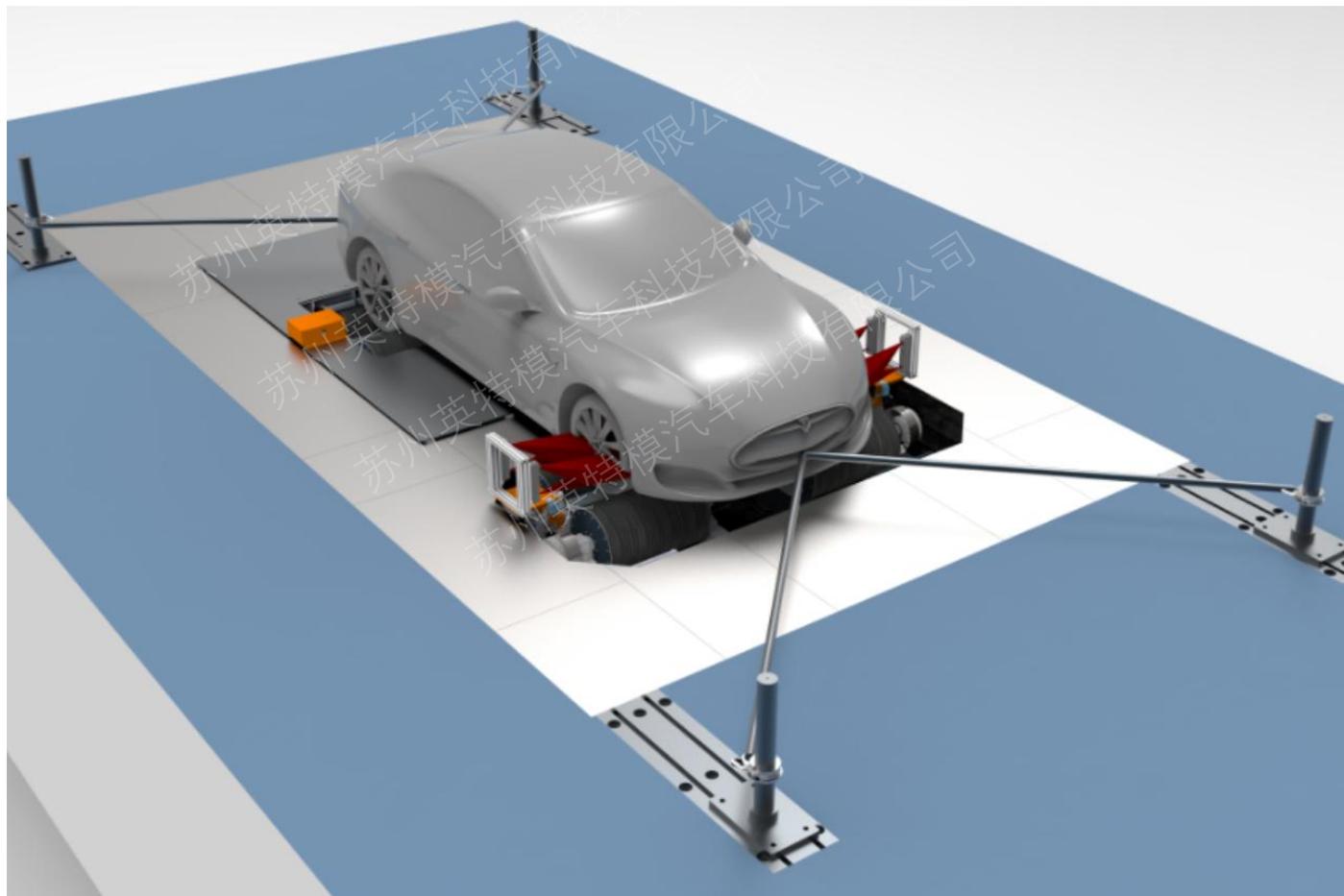


功能

- 支持实验室环境下，对智能驾驶整车动力系统加载，同时保持车轮转向功能，实现智能驾驶整车的功能及性能测试，包括ACC, LKA, TJA, APA, APO等
- 支持智能驾驶整车下线测试
- 适用于智能驾驶整车EMC台架

技术参数

- 纵向加载及转向能力参考（可根据需求定制）
 - 车轮转动角度： $\pm 35^\circ$
 - 单轮额定驱动力：2135N
 - 单轮峰值驱动力：3882N
 - 支持的最高车速：170km/h



两种整车加载台架的特点对比

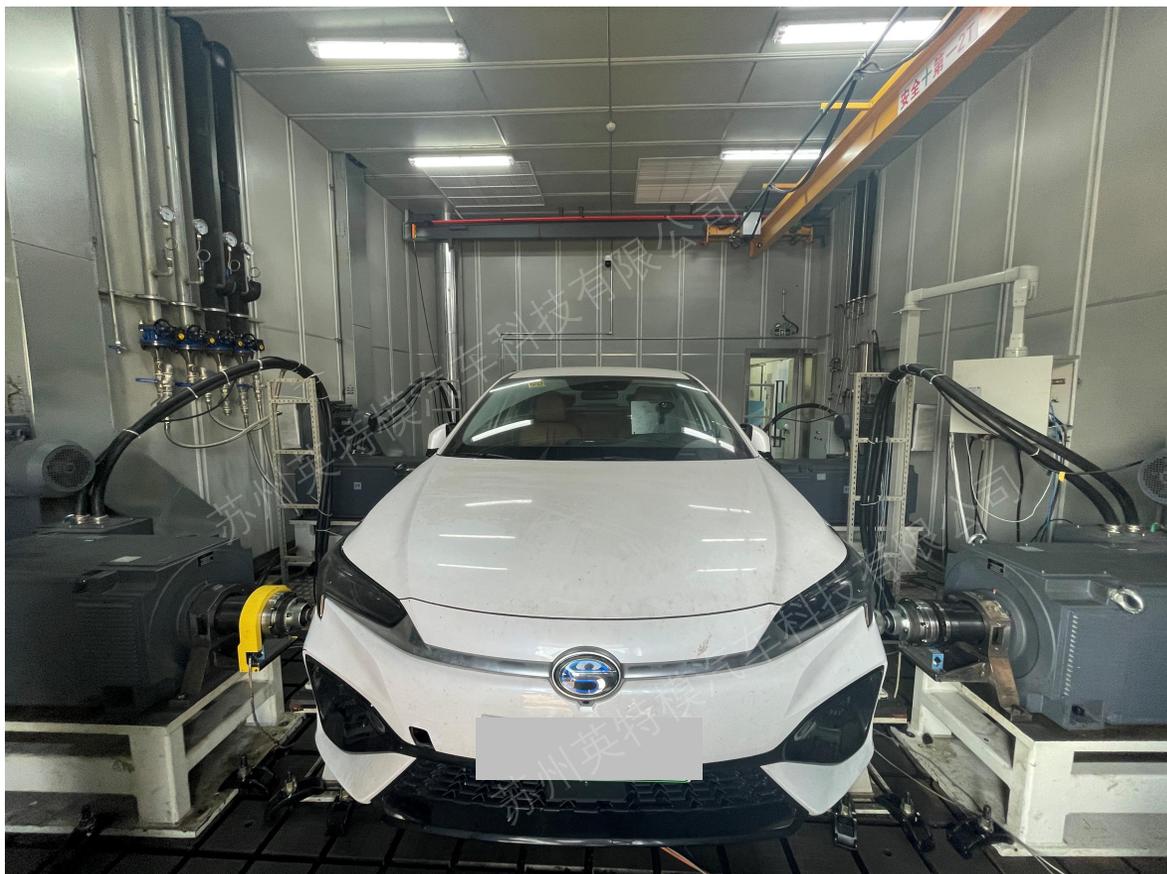
Ignite Tech Innovation



| | 轴耦合式 | 可转向转毂 |
|----------|-----------------------|-------------------------|
| 车辆纵向加载精度 | 优 | 优 |
| 车辆转向加载精度 | 优 | 良 |
| 测试方便性 | 工装适配被测车辆，轮胎和转向链路的拆装 | 无需适配被测车辆，无需车辆拆装 |
| EMC | 电磁辐射水平高 | 电磁辐射水平低，适合整车EMC台架 |
| 适用范围 | 匹配标定 功能安全/预期功能安全测试 | 功能测试 下线测试 整车EMC测试 |

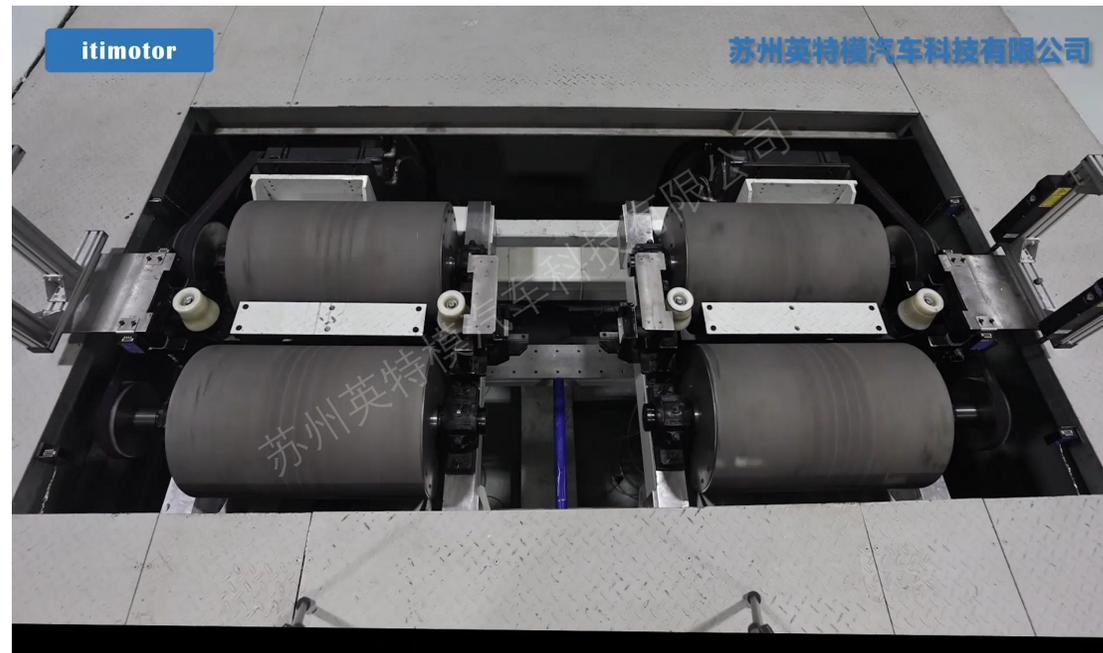
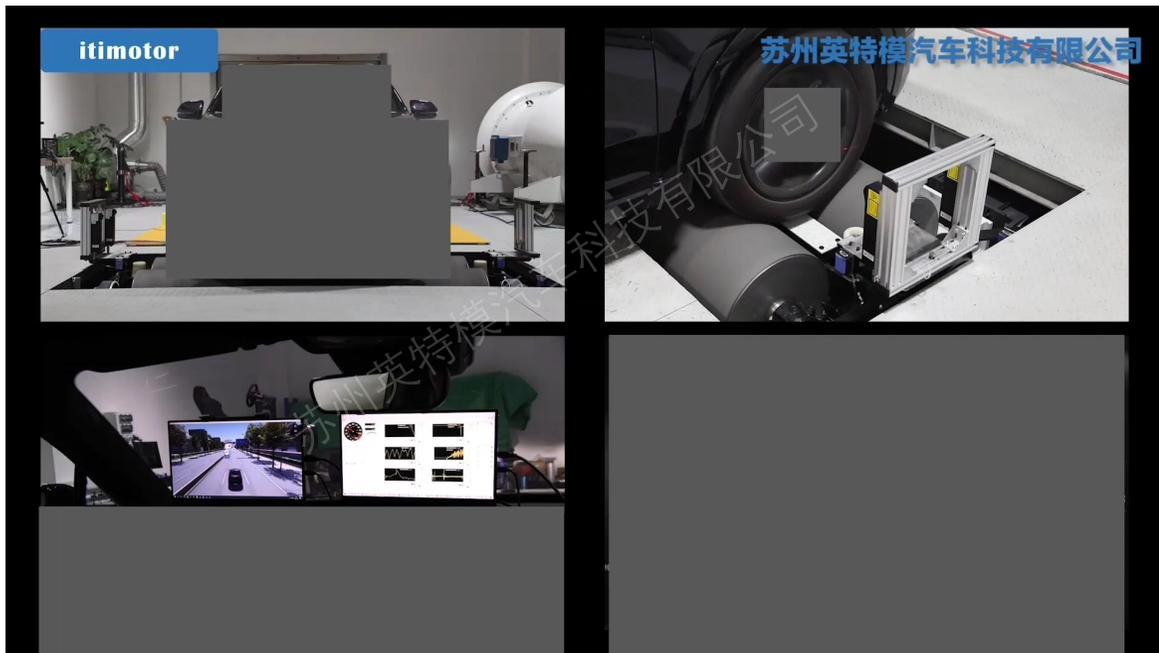
基于轴耦合台架的整车在环

Ignite Tech Innovation



基于可转向转毂的整车在环

Ignite Tech Innovation



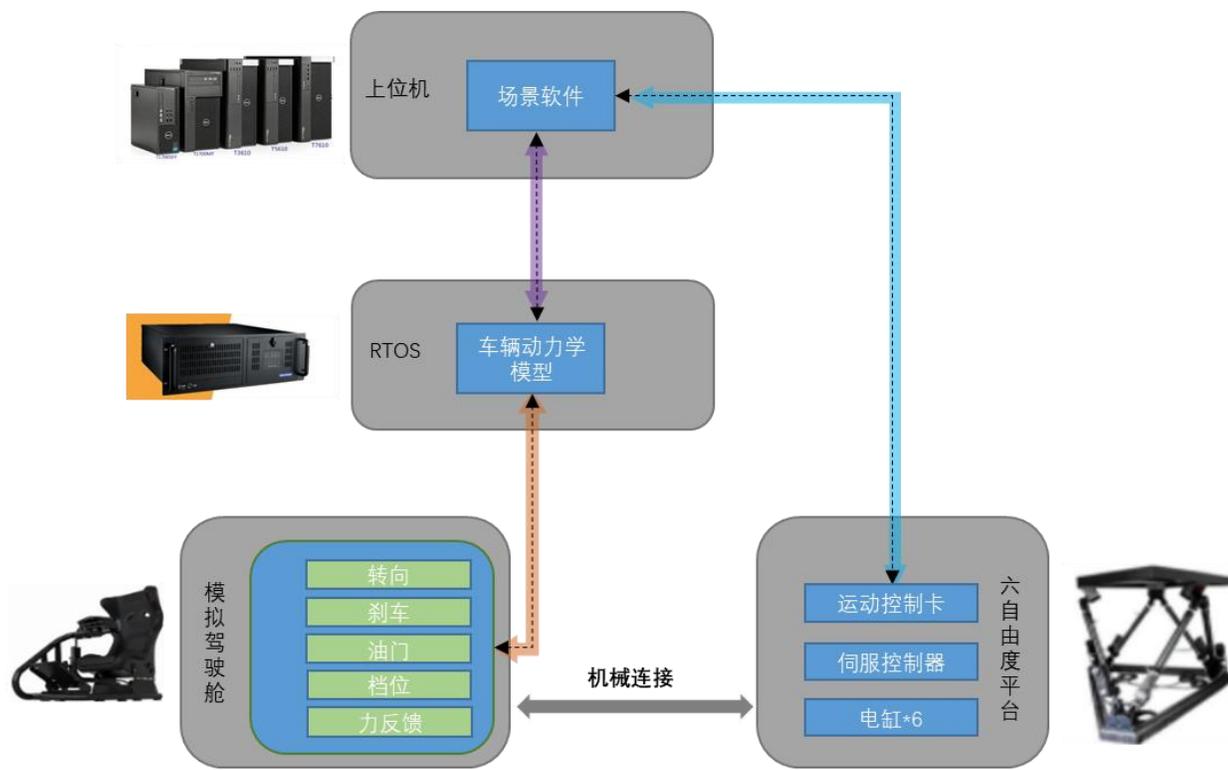
设备：ITI – 驾驶模拟器

用途

- 搭配驾驶机器人，与整车在环台架形成测试闭环，将驾驶员引入测试闭环，实现驾驶员主观评价平台；同时，将驾驶员从实验室中解放出来，提升测试安全性和舒适性。

特点

- 驾驶员根据看到的场景模拟驾驶（转向、换挡、踩油门刹车）。驾驶舱采集驾驶员操作信号并发送给实时系统中的车辆动力学模型。车辆动力学模型输出车辆位姿给场景软件与六自由度平台，形成测试闭环。
- 六自由度运动平台更加逼真地模拟驾驶体感
- 转向、踏板力可反馈、可调节
- 搭配环屏或3联屏，实现宽广视野，沉浸感更强



设备：ITI – 驾驶机器人

用途及特点

- 整车在环测试时，安装在整车上，实现油门、刹车和方向盘的自动控制
- 可由自动化程序控制，亦可由驾驶员远程控制
- 不需要对车辆进行任何改装，拆装简便

技术参数

- 踏板机器人（参考配置）
 - 最大推力： $\geq 2300\text{N}$
 - 最大速度： 1000mm/s
 - 最大行程： 200mm
- 转向机器人（参考配置）
 - 最大扭矩： 42Nm
 - 最大转速： 500rpm



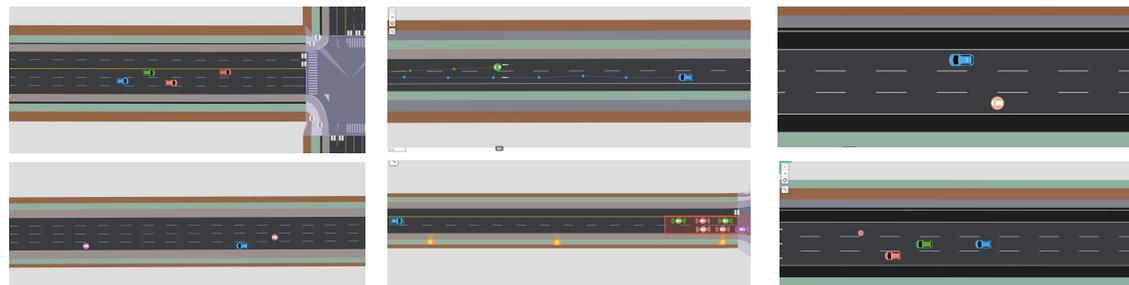
设备：ITI – 场景模拟器

建模

- 复杂交通建模，可配置随机交通，可配置干扰交通，自定义交通API，极限/危险交通模型
- 高逼真度场景建模，支持高精度地图导入，天气&光线渲染
- 高逼真度传感器建模，物理模型&统计模型，Lidar/Rader/Camera/V2X/GNSS

场景库

- 覆盖典型场景和连续场景
- 覆盖单车智能场景和车路协同场景
- 覆盖城市道路，高速道路，地下车库场景
- 100%覆盖法规场景



设备：ITI – 信号模拟器

毫米波雷达模拟器

- 与仿真软件接口：UDP
- 支持24~25GHz/76~81GHz雷达射频信号的收发
- 距离模拟范围：1m（物理距离）+3~300m（仿真距离）；
距离模拟精度：±0.1m
- 速度模拟范围：-500km/h~500km/h；速度模拟精度：
0.1km/h
- 采用高精度滑轨实现目标与雷达之间的角度模拟

视频注入板卡

- 注入接口：HDMI、PCIe gen3 x16，注入视频支持分辨率：
1080P、2K、4K等
- 输出接口：LVDS、GMSL、DVP，输出分辨率：1080P、2K、
4K等
- 输出帧频：20~60FPS
- Serdes：支持 Maxim/TI/THine/RHOM等

超声波雷达模拟器

- 与主机接口：CAN
- 取代探头，模拟器直接连接控制器，实现对
目标距离值的接收与直接模拟，控制精准且
连接简单；
- 支持APA，UPA两种探头
- 理论精度（具体识别精度需根据控制器实际
情况而定）≤1mm，分辨率4um

总线注入板卡

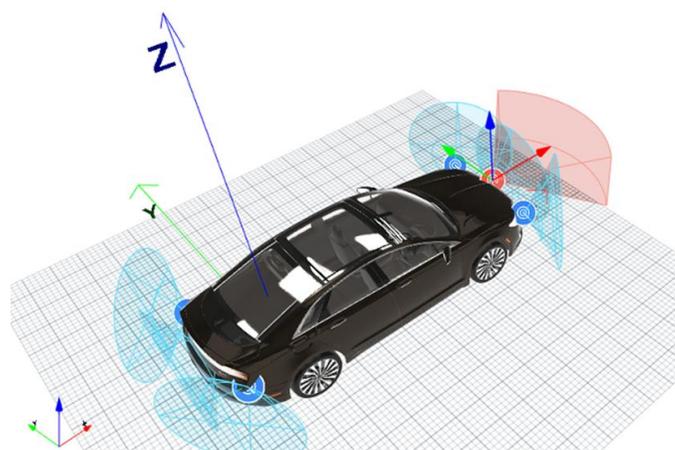
- 与主机接口：PCIe
- 支持CAN/CANFD，波特率可配置
- 支持LIN

设备：ITI – 车辆实时仿真机

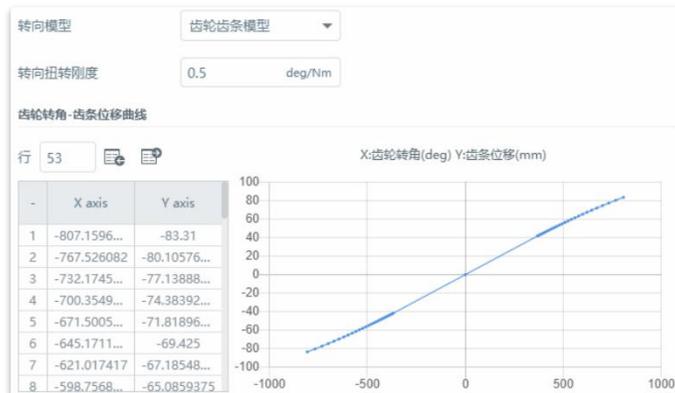
车辆模型

- 车辆动力学实时仿真，包括动力系统、传动系统、转向系统、悬架、轮胎及驾驶员等
- 支持多点接触轮胎模型
- 支持不平、低附路面仿真
- 提供模型标定服务

实时计算平台



| | | |
|---------|----------|---------------|
| ▼ 水平角区间 | | |
| 水平FOV | 100 deg | |
| 角度分辨率 | 1.6 deg | 角度精度 0.1 deg |
| ▶ 垂直角 | | |
| ▼ 距离参数 | | |
| 最小距离 | 1 m | 最大距离 250 m |
| 距离分辨率 | 1.79 m | 距离精度 0.4 m |
| ▼ 速度参数 | | |
| 最小速度 | -100 m/s | 最大速度 60 m/s |
| 速度分辨率 | 0.12 m/s | 速度精度 0.03 m/s |

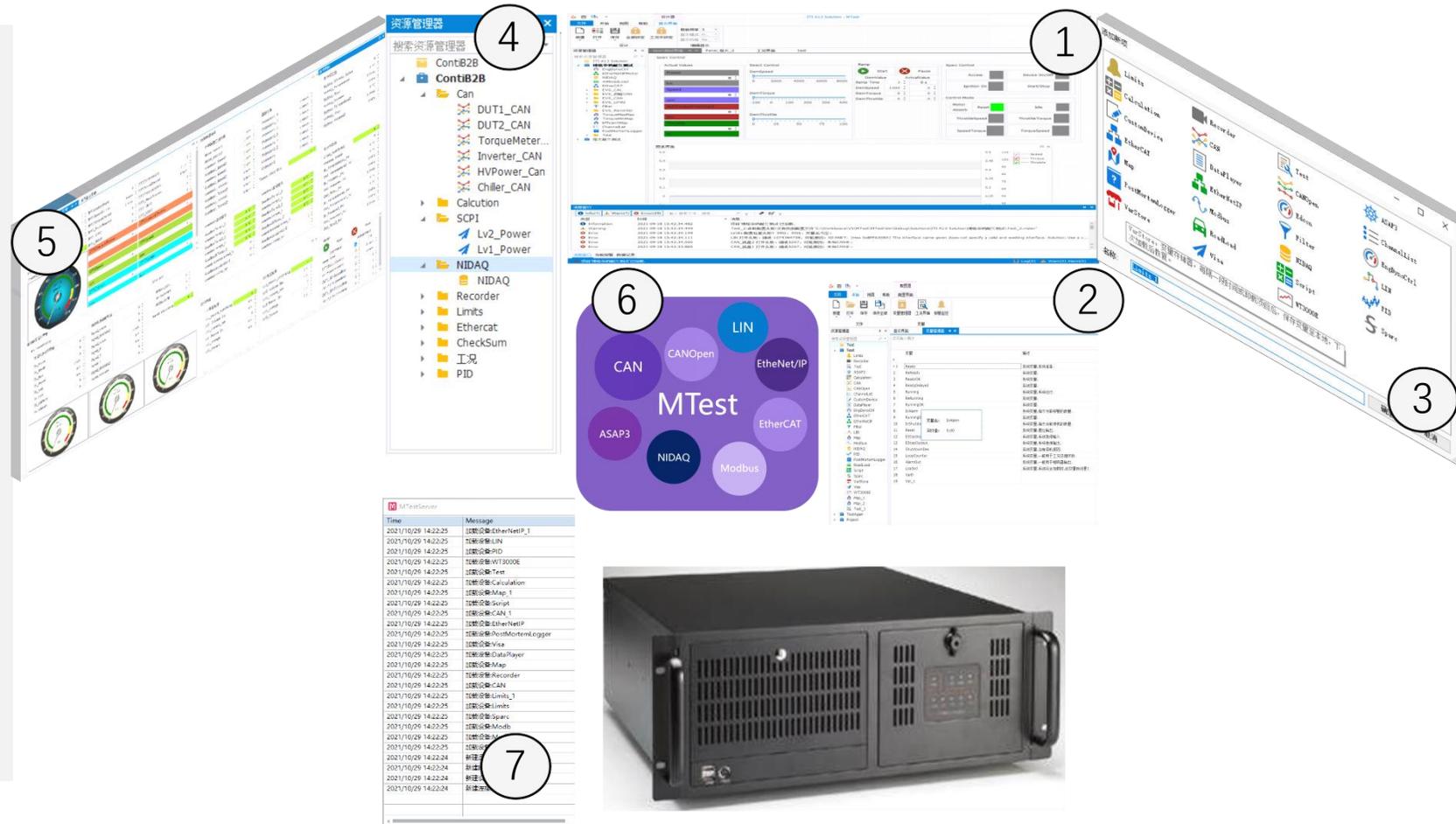


| 主销定位参数 | 左前 | 右前 |
|--------|---------|---------|
| 主销内倾角 | 11.35 | 11.35 |
| 接地点偏置距 | 7.2mm | 7.2mm |
| 主销后倾角 | 2.62deg | 2.62deg |
| 接地点拖距 | 17.1mm | 17.1mm |

设备：ITI – MTest测控软件

系统组成

- 客户端-服务器框架
- 测试类型全覆盖（燃料电池、发动机、3电、智驾）
- 客户端
 - ① 多窗口可配置人机界面
 - ② 多项目可视化项目管理
 - ③ 多设备可组态功能管理
 - ④ 多图标可搜索资源管理
 - ⑤ 多控件自定义数显报警
 - ⑥ 八种自由配置通讯协议
- 服务器端
 - ⑦ 高稳定实时数据状态记录



多域、多电联合研发与测试

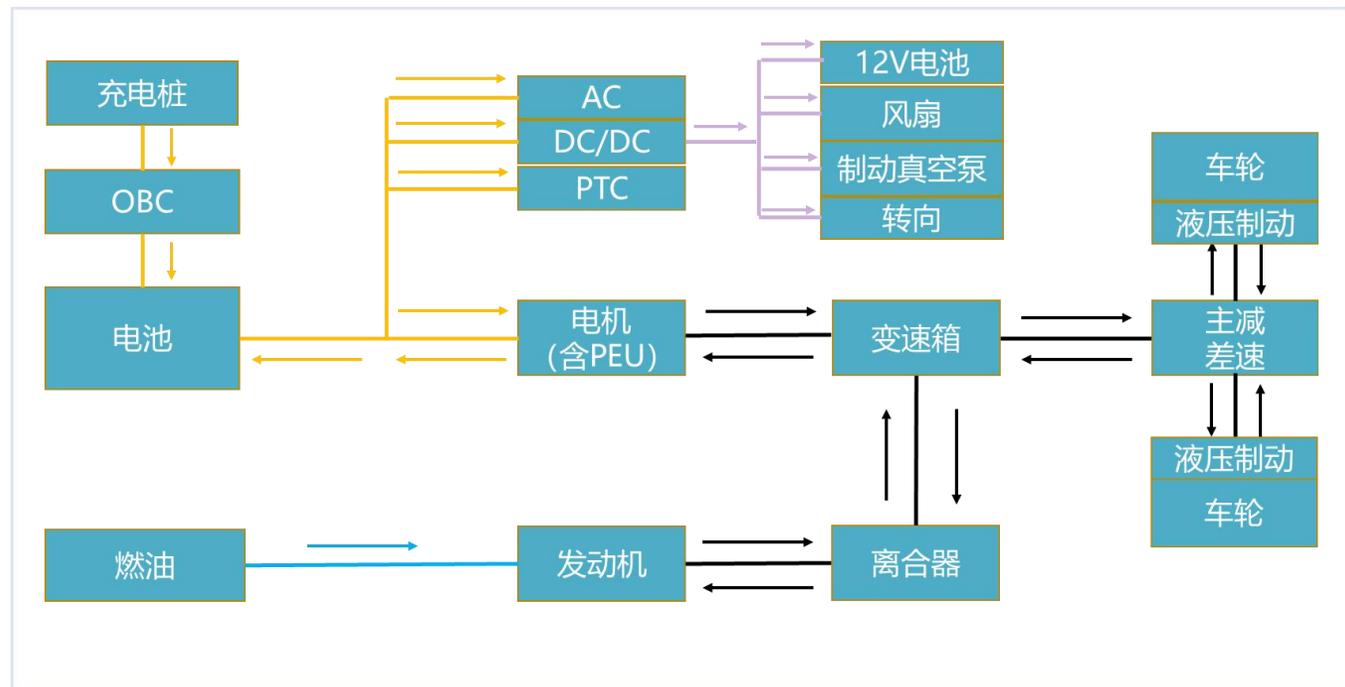
- 进行电驱总成/混动总成研发与测试
- 进行动力域多电 (VCU、BMS、PEU) 联合研发与测试
- 进行动力域、底盘域跨域联合研发与测试



整车能量流分析

利用系统方法全面分析整车能量流，
优化损耗，提升整车效率

- 发动机损耗-->发动机燃烧优化，VCU策略优化
- 电机损耗-->提升电压等级，VCU策略优化
- 制动系统损耗-->能量回收优化
- 热系统损耗-->整车热管理优化
- 道路阻力损耗-->减重





CONTACT US

联系我们

- zhanghu@itimotor.com
- 苏州常熟经济技术开发区兴茂路1号

