

## 课题 1：轮式起重机高等级智能化复杂作业虚拟测试系统

轮式起重机作业环境复杂、作业危险性高，并且由于起重机数量少、移动性强，场景数据获取困难、重复性差，测试环境严重制约高等级智能化作业系统开发。当前汽车行业已实现 90%的无人驾驶场景在虚拟环境下进行测试，证明虚拟测试在技术、经济性上是可行的。为了加快起重机高等级智能化作业系统的研发，需要面向高等级智能化起重机建立虚拟测试系统，能够仿真轮式起重机各类作业环境，快速进行模型训练、验证智能作业软件，降低起重机智能化系统的验证风险，提高研发速度，保持在行业的竞争优势。

### 研究内容：

1、建立复杂起重作业虚拟环境。具备从外部导入环境或自主建立环境，能够依据参数驱动修改起重机模型，适应不同类型的轮式起重机测试。

2、研究虚拟传感器信号仿真。能够模拟起重机各个位置安装的传感器，包括但不限于视觉、激光雷达、2D/3D 毫米波雷达，并将信号通过软件接口反馈给算法软件或半实物仿真系统。

3、研究驱动仿真模型及作业碰撞自动验证。具备软件接口能够接受起重机各类运动信息，并驱动仿真模型，能够对起重机虚拟模型与环境的所有碰撞信息进行自动判定、记录。

4、构建多场景自动化回归测试。能够自动导入多场景进行自动化测试、回归测试，快速进行批量场景验证。

### 项目目标：

- 1、研发一套面向轮式起重机高等级智能化复杂作业的虚拟测试系统，具备复杂起重作业虚拟环境的建立、虚拟传感器信号仿真、驱动仿真模型及作业碰撞自动验证、多场景自动化回归测试等功能。
- 2、开展应用验证和推广，应用于徐工轮式起重机产品。
- 3、发表正确署名的论文至少 3 篇，其中 SCI、EI 论文至少 1 篇，申报发明专利至少 2 项。

**技术指标：**

| 技术指标名称          | 技术指标值                    |
|-----------------|--------------------------|
| 支持虚拟作业场景大小      | ≥500m(长)×500m(宽)×200m(高) |
| 激光雷达/毫米波雷达仿真精度  | 0.5m                     |
| 针对行人、车辆典型物体识别精度 | 90%                      |
| 自动、半自动防摇功能      | 有                        |
| 在线路径规划、安全避碰功能   | 有                        |
| 物理引擎            | 有                        |
| 算法软件 API        | 支持 matlab、python 或 C     |
| 半实物仿真系统接口       | 支持 Ethernet\CAN2.0B      |
| 模型碰撞检测精度        | ≤0.5m                    |