****

****

**实验（训）室建设项目立项申请表**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称：** | 智能车辆线控底盘技术实验室 |
| **适用学科专业：** | 智能车辆工程 |
| **项目负责人：** | 陆兆钠 |
| **计划完成日期：** |  |
| **申报单位：** | 汽车工程学院 |
| **申报日期：** |  |

**一、项目概述**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | 智能车辆线控底盘技术实验室 | | | | | | | | | | |
| **项目负责人** | 陆兆钠 | | **职称** | 副教授 | | | **职务** | | 副院长 | **电话** | 69839 |
| **项目类别** | **基础□ 专业☑ 新建☑ 改建□ 扩建□** | | | | | | | | | | |
| **学年使用总人时数** | 38610 | **学年可利用总人时数** | | | 40500 | | | **设备利用率** | | 95.3% | |
| **学年该实验学时数** | 888 | **学年该实验室额定学时数** | | | 960 | | | **实验室利用率** | | 92.5% | |
| **实验（训）室容纳人数** | 45 | **配备设备组数/每组学生人数** | | | 6/8 | | | **主体设备台套数** | | 5 | |
| **建设预算**  **总金额** |  | | **实验（训）**  **场地** | | | **拟用地址** | | | | 汽车楼216 | |
| **面积需求** | | | | 100M2 | |
| **1.项目建设可行性**  【主要包括用房、人员、设备利用率、实验室安全等，即在考虑教学组织形式、管理方式的基础上，就如何在设备选型、配置、建设进度安排方面综合考虑效益、效率和效果，提高投资效益和设备设施的利用率，同时对实验室安全进行说明论证。】 | | | | | | | | | | | |
| 1. 项目所需空间条件及具备情况（请说明具体实验室位置及用房面积、结构、环境设施、安全条件保障等情况）   智能车辆线控底盘技术实验室建设在汽车楼216、218，占用室内面积200m2，现有实验场地地面、房屋结构、地面状况、用电设施基本满足实验室建设要求。因智能车辆线控底盘台架非高危设备，现有场地条件基本能够满足安全保障的要求。  项目人员队伍配备（人员姓名、职务职称、学历、分工）   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 姓名 | 职务/职称 | 学历 | 分工 | | 陆兆钠 | 副院长/副教授 | 硕士 | 统筹管理 | | 罗鹰 | 实验中心主任/副教授 | 硕士 | 安全管理 | | 朱茂桃 | 教研室主任/教授 | 博士 | 设备调研 | | 钱辉 | 教研室副主任/讲师 | 本科 | 项目设备及跟进 | | 张钰 | 设备管理员 | 本科 | 设备管理 |   （3）项目建设的其它必备条件及具备情况。  本实验室计划用于智能车辆工程专业6门专业课程、车辆工程专业3门专业课程、新能源汽车专业3门专业课程、汽车服务工程专业1门专业课程的实验/实训教学，开出13个实验/实训项目，共615学时（单个班级），初步估算设备利用率可以达到90%以上。  根据教学、科研、对外服务等要求，计划选购智能车辆线控转向控制台架、智能车辆线控制动控制台架等相关设备，同时要求厂家派技术人员到校就设备操作与实验项目开展进行培训，为实验室的正常使用提供保障。  在实验室的醒目区域张贴安全标识与实验室管理条例等内容，实验教师授课前指导学生进行实验室安全学习，保证实验室的安全使用。同时实验室配备专门的实验管理员，定期维护设备。  因为此次采购设备均具有二次开发功能，保证教学的同时，学生与老师可以方便的使用自己的电脑进行二次开发。实验室建成后除了满足日常智能车辆工程专业实验教学外，还可以进行智能车辆线控底盘技术的开发、优化等方向的科学研究，更有利于教师申报省、市级纵向课题，能充分发挥实验室的综合效益。  综上可以看出，本实验室的建设可以集教学、科研和地方服务为一体，实现多功能输出，且在用房、人员、设备利用率、实验室安全等方面都能得到保障，故本实验室建设可行。 | | | | | | | | | | | |
| **2.建设目标**  【建设的预期目标，是要能够满足教学的多样性需求：如建成后实验室所具有的功能、地位、作用等，对学科专业建设的支撑作用；服务学院、专业（名称及数量）、学生（数量）的情况；为以后的教学研究提供保障和可持续发展平台。】 | | | | | | | | | | | |
| 1. 满足智能车辆工程专业学生进行毕业设计的要求； 2. 满足智能车辆工程开设的《智能车辆构造》、《智能车辆控制》、《智能车辆规划与决策》、《智能汽车测试技术》等课程的实验/实训教学要求；满足车辆工程、汽车服务工程开设的《汽车底盘结构及原理》与新能源汽车专业开设的《新能源汽车结构及原理》课程的实验/实训教学要求。 3. 满足智能车辆工程专业后续开设《智能汽车工程训练》课程的教学要求； 4. 提供教师科研平台，提升教师科研水平； 5. 为大学生创新/创业训练、参加学科竞赛提供开放式的实验/实训平台，提升我校大学生自主创新创业与专业实践能力； | | | | | | | | | | | |
| **4.实验室可开出的实验项目名称**  【建成后实验室可开出的实验项目。】   |  |  | | --- | --- | | **序号** | **实验项目名称** | | 1 | 线控转向系统的结构实验 | | 2 | 线控转向系统的工作原理实验 | | 3 | 线控转向系统的装调实验 | | 4 | 线控转向系统的标定实验 | | 5 | 线控转向系统故障诊断与排故实验 | | 6 | LKA功能仿真验证与二次开发实验 | | 7 | ACC算法验证与二次开发实验 | | 8 | 线控制动系统的结构实验 | | 9 | 线控制动系统的工作原理实验 | | 10 | 线控制动系统的装调实验 | | 11 | 线控制动系统的标定实验 | | 12 | 线控制动系统故障诊断与排故实验 | | 13 | 自动紧急制动仿真实验 | | | | | | | | | | | | |

**二、项目建设的预期效益**

**1.实验（训）教学**

| **实验（训）项目名称** | **项目类型** | **计划学时数** | **课程名称** | **学年实**  **验（训）人数** | **学年使用人时数** | **面向专业** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 线控转向系统的结构实验 | 综合 | 2 | 智能汽车构造、汽车底盘结构及原理、新能源汽车结构及原理 | 100 | 520 | 智能车辆工程、汽车服务工程、车辆工程、新能源汽车工程 |
| 线控转向系统的工作原理实验 | 综合 | 2 | 100 | 520 |
| 线控制动系统的结构实验 | 综合 | 2 | 100 | 520 |
| 线控制动系统的工作原理实验 | 综合 | 2 | 100 | 520 |
| 线控转向系统的装调实验 | 验证 | 2 | 汽车设计总论 | 100 | 520 | 智能车辆工程 |
| 线控转向系统的标定实验 | 验证 | 2 | 100 | 520 |
| 线控制动系统的装调实验 | 验证 | 2 | 100 | 520 |
| 线控制动系统的标定实验 | 验证 | 2 | 100 | 520 |
| LKA功能仿真验证与二次开发实验 | 设计 | 2 | 智能车辆控制、智能车辆规划与决策 | 100 | 520 | 智能车辆工程 |
| ACC算法验证与二次开发 | 设计 | 2 | 100 | 520 |
| 自动紧急制动仿真实验 | 综合 | 2 | 100 | 520 |
| 线控制动系统故障诊断与排故实验 | 综合 | 2 | 100 | 520 |
| 线控转向系统故障诊断与排故实验 | 综合 | 2 | 100 | 520 |

【项目类型为验证、综合、设计性。在实验（训）项目设置上要尽量减少不必要的验证性实验（训）项目，综合性、设计性和创新性实验（训）项目要占一定的比例，保证实验（训）项目开出率达到100%。

**2.科学研究**

| **序号** | **科研主要方向** | **科研实验项目** | **课题来源** | **学年使用人时数** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 智能车辆线控制动系统 | 智能车辆线控制动系统开发与优化 | 横向与纵向课题 | 50 |
| 2 | 智能车辆线控转向系统 | 智能车辆线控转向开发与优化 | 横向与纵向课题 | 50 |
| 3 | LKA系统 | LKA系统开发与验证 | 横向与纵向课题 | 50 |
| 4 | ACC算法 | ACC算法验证与二次开发 | 横向与纵向课题 | 50 |

**3.校内外服务**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **服务项目** | **专业** | **学年使用人时数** |
| 1 | ACC算法验证与二次开发 | 智能车辆工程 | 80 |
| 2 | 自动紧急制动仿真实验 | 智能车辆工程 | 80 |
| 3 | LKA系统开发与验证 | 智能车辆工程 | 80 |

**三、拟购仪器设备清单**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **建议型号** | **主要参数及配置要求** | **台套数** | **单价** | **小计** | **参考厂家** |
| 1 | 线控底盘教学与开发平台 |  | 附件1 | 3 |  |  | 北京东方中科集成科技股份有限公司、  北京艾恩科技有限公司、山东华育智能科技有限公司 |
| 2 | 无人驾驶自行车  ROS-Autobike |  | 1、产品尺寸：产品尺寸：长度155-160cm，高度 74-85cm  2、主处理器：intel-i5处理器；8G 内存；4个USB 3.0；4个USB 2.0；M.2 SSD128G内存；  3、主体：26寸30刀倒刹单车；  4、深度摄像头：深度模块：工作范围：0.4-2m；精度：1m±3mm；视场角：H58.4°\*V45.5°；分辨率及帧率：1280\*1024:7fps\*、640\*480:30fps、320\*240:30fps、160\*120:30fps；深度处理芯片：MX400；RGB模块：视场角：H63.1°\*V49.4°；分辨率及帧率：1280\*960:7fps\*、640\*480:30fps；数据接口：USB 2.0；麦克风：双声道立体声；功耗：<2.4W；工作温度：10℃~40℃；安全性：Class1激光；  5、编码器：输出信号 ABZ三相输出；电流消耗 6mA(最大10mA)；电源电压3.6~5.5V；输出分辨率512PPR；频率响应 最大8250HZ；准确性 ±30弧分；  6、电机：24N28P；空载电流2.1A/48V；最大电流60A；内阻39mΩ；  7、电机驱动器：通信串口：USB\USART\CAN\PWM\STEP\DIR；支持编码器类型：霍尔、增量和绝对值；支持控制方式：轨迹规划位置控制、速度控制、位置控制和力矩控制；  8、电池：6S 5000mAh 一块；  9、驱动主控板： 主MCU：STM32F407ZGT6，闪存空间1024KB， SRAM:192KB；  10、IMU：加速度变量：±8g；陀螺仪量程：±500°/s；输出速率：400Hz；零偏稳性：2.5°/h；输出接口：USB/UART(TTL)；功耗：5V 53mA ；  11、激光雷达：360 度全方位扫描；10 赫兹自适应扫描频率；激光测距每秒 5000 次；25米测量距离；Claass1 激光安全标准 测量量程解；  12、舵机：工作电压：6-8.4V；扭矩：6-7.4-8.4V对应 58-60-70kg/cm；速度：6-7.4-8.4V对应 0.15-0.14-0.13sec/60°；角度：180度；舵机死区设定：4μs； | 2 |  |  | 北京东方中科集成科技股份有限公司、  北京艾恩科技有限公司、山东华育智能科技有限公司 |
|  | **合计** | | |  |  |  |  |

**四、实验（训）室平面图及布局图**

|  |
| --- |
| 线控底盘综合台架1  线控底盘综合台架2  2  线控底盘综合台架3  3  无人自行车1  无人自行车2  文件柜  双人电脑桌  文件柜  文件柜  文件柜 |

**附件1：线控底盘教学与开发平台主要参数及配置要求**

1. **平台功能要求**

（1）平台至少由驱动转向桥总成、线控转向组件、EHB线控制动组件、驱动电机、踏板、电气箱、故障检测面板、整车控制器VCU、机柜、底盘座椅、高性能工作站、显示屏、故障设置软件、平台教学软件、标定软件等构成。

（2）设备整体输入电压：220V，可实现内部电压转换供电。

（3）车规级线控制动元件

（4）线控转向系统包含转向控制器、角度传感器、扭矩传感器、电动助力转向管柱、电路测量面板等；

（5）线控转向系统：控制执行精度，≤±2°；转向速率，>250°/S 。需提供控制模式、转向角、转向速率等控制接口，并可准确执行控制指令，提供实时转向角、转向速率、驾驶模式、故障信息等信息反馈；支持人为干预退出机制；具备故障诊断机制，实时监测系统工作状态，具备欠压，过流，过热等保护功能。

（6）线控转向系统集成故障设定与诊断、功能测试、参数标定。其中故障设置软件可设置故障点至少包含扭矩传感器故障、角度传感器故障、使能故障、模式切换故障、转向故障、转角P/S信号故障、扭矩T1/T2故障等。教学与开发平台可通过故障设置软件系统设置故障点。

（7）※线控制动系统包括串联式制动主缸、机电式制动助力器、盘式制动器、制动踏板、电路测量面板、故障设置系统。响应时间：≤200ms；制动精度，≤1MPa。采用高可靠性汽车级处理芯片 ECU和连接器。线控制动提供控制模式、踏板开度等控制接口，并可准确执行控制指令，提供实时电子制动踏板开度、物理制动踏板开度等信息反馈；支持人为干预退出机制。

（8）线控制动系统集成故障设定与制动功能测试、参数标定等功能。其中故障设置软件可设置故障点至少包含使能故障、模式切换故障、档位故障、油门踏板电源/信号故障、制动位移信号故障等。

（9）故障检测硬件设置：采用多工位的故障检测面板，多个实体故障可独立进行设备故障的检测及排查，满足多名学生的实验需求。

（10）平台教学软件需要源代码开源，CAN总线通讯。至少具有以下功能：故障检测，故障类型判断，转向状态显示，制动系统状态显示，驱动系统状态显示，操作状态显示，能通过滑动条设置转向，能通过单一滑动条，设置驱动力和制动力，能够通过相位拨杆虚拟按钮，选择工作档位。能设置转向控制速度，能标定转向系统零点，能设置驱动系统参数，能够实现完全线控。整个示教软件带有完整的系统电气线框图，电气设备标准符号及关键部件三维视图。

（11）教学与开发平台基于MATLAB原始态、规范开发；底层和应用键代码生成和下载；元子系统代码生成可读性强；支持模型引用的协同开发编译；支持代码集成和交叉编译底层代码持续的优化与升级；支持USB下载；支持标准协议规范：支持标准XCP标定协议；提供所有Simulink模块参考例程。（需提供功能截图与第三方检测报告）

（12）满足教学与开发平台基于Simulink搭建的线控底盘转向/制动控制策略。底盘控制策略开源，并提供新能源汽车整车仿真模型。可进行线控转向/线控制动的控制策略开发、验证和软件在环的测试工作，有效支持师资队伍进行线控底盘核心控制策略开发的科研工作。（需提供策略功能截图）

（13）需搭载场景仿真软件，配置好环境，用户可直接上手使用。（需提供第三方检测报告）

**2、需至少支持实验项目**

（1）线控转向系统的结构认知实验

（2）线控转向系统的工作原理认知实验

（3）线控转向系统的装调实验

（4）线控转向系统的标定实验

（5）线控转向系统故障诊断与排故实验

（6）LKA功能仿真验证与二次开发实验

（7）ACC算法验证与二次开发

（8）线控制动系统的结构认知实验

（9）线控制动系统的工作原理认知实验

（10）线控制动系统的装调实验

（11）线控制动系统的标定实验

（12）线控制动系统故障诊断与排故实验

（13）自动紧急制动仿真实验

（14）仿真场景搭建实验

**3、教学与开发平台技术参数**

（1）尺寸：≥2000\*1200\*700mm

（2）教学与开发平台材质：采用80截面铝型材。

（3）结构：采用福马轮支撑，方便移动

（4）灯光：包含左右转向灯、刹车灯、状态灯等

（5）工位：≥4个故障检测工位

（6）教学与开发平台采用分体式设计。采用前转向后驱动结构，支持单人驾驶位。

（7）承重：平台承重≥500kg；驾驶位承重≥200kg

**4、工作站技术参数**

（1）CPU：≥i7

（2）**※显卡：≥NVIDIA RTX 3060，显存6G**

（3）内存：≥16G

（4）硬盘：≥256G+1TB

（5）I/0口：≥USB3.0\*4，USB2.0\*2，HDMI\*1，DP\*1

（6）系统：≥win10

（7）显示屏：≥40英寸显示器（屏幕曲率:≥2500R；屏幕比例:21:9；分辨率:≥5120\*2160；可视角度:≥178°；刷新率: ≥75Hz；接口:DP;HDMI;Type-C;USB；音频）；20寸显示屏

（8）机柜：≥600mm\*600mm\*800mm专用设备机柜，机柜带有万向轮，可自由移动。

**5、仿真软件技术参数**

（1）软件的开放性好，采用业内认可程度高、通用性强和开放性好的标准，自动驾驶虚拟环境的重建和测试场景的开发。

（2）支持复杂路网快速建模，包含复杂不规则路口，横纵向起伏，交通标识与信号灯；可以设置不同道路形态的模型，包括多车道、交叉路口、环岛、道路出口/入口、坡道、匝道、立体交叉道路等。

（3）视景实时渲染能力强，渲染稳定。在硬件允许的条件下，复杂街景的城市里，可视距离1000米内，除了主车之外，支持一定数量范围内的交通参与者（车辆、人、自行车等）仍能保持视景的良好的流畅性。

（4）视景渲染效果真实，支持太阳眩光模拟；支持不同时间的实时动态阴影，并可支持太阳随时间自由运动的效果模拟；支持物理光源仿真和反光效果；支持湿滑路面反光效果；支持高品质车身渲染；

（5）支持传感器仿真，包括视频传感器和LIDAR。

（6）具备开放接口，实现和第三方交通数据的集成和仿真。

（7）可以支持第三方全局视角的生成和实时切换。

（8）接口丰富，方便导入第三方数据完成联合仿真支持俯视视角，驾驶员视角下建立场景并检查场景的正确性。

**6、整车模型技术参数**

（1）整车技术参数

* 整车仿真模型包含车辆纵向动力学模型、驾驶员模型、主减速器模型、电机模型、动力电池模型、虚拟控制器模型、IO模型等；
* 整车仿真模型基于MATLAB/Simulink开发，能实现模型模块化、参数化设置；
* 支持二次开发，用户能够使用自定义模块替换原投标模型中的标准模块；
* 满足新能源硬件在环测试系统实时性要求，整个仿真模型运行于实时系统，模型整体解算步长≤1ms；
* 车辆参数、环境参数突变时能够保持系统仿真稳定；
* 支持在MATLAB下离线仿真和在线仿真。模型中各模块所用参数可以实时在线修改，不需重新编译下载模型。

（2）车辆纵向动力学技术参数

* 车辆纵向动力学模型用于模拟整车动力学的基本力学关系，同时考虑风阻、坡阻、路面对车辆的影响。依据传动轴接收到的扭矩信号，结合整车动力学特性及路面特性参数，计算并输出当前车辆加速度、车速及轮速信息。
* 驾驶员技术参数
* 模拟车辆实际行驶过程中的油门踏板和制动踏板变化。驾驶员模型接收运行工况目标车速、实际车速等，通过模型解算，输出加速踏板、制动踏板指令等。驾驶员模型实现手动和自动两种驾驶模式。
* 在手动驾驶模式下，通过监控界面设定加速踏板或制动踏板的开度。
* 在自动驾驶模式下，可在监控界面设定目标车速或选择试验工况，自动驾驶模块根据实际车速和目标车速的偏差实时调整加速踏板和自动踏板的开度。
* 主减速器技术参数
* 主减速器模型通过设定的减速比，根据轮速计算电机转速，根据电机扭矩计算传动轴扭矩。
* 电机技术参数
* 电机模型根据电机的扭矩需求，通过电机模型解算，输出实际扭矩、转动惯量、电机电功率等，用来模拟真实的电机系统。
* 电池技术参数
* 计算电池开路电压、等效内阻，估算实时SOC，根据需求功率实时计算电池总线电压及总线电流。
* 虚拟控制器技术参数
* 模拟其它所需控制器的必要通讯信号和IO信号，以便和真实控制器无缝连接、从而完成待测功能的验证。此外，还完成整车高压上电和下电过程控制、响应来自整车控制器的扭矩、转速请求等功能。