

# 政府采购合同

## (货物类)

### 第一部分 合同书

项目名称：安徽交通职业技术学院智能网联汽车环境感知和底盘线控系统实训室建设项目（二次）

项目编号：FS34000120254368 号（JQ-2025-160）

甲方（采购人）：安徽交通职业技术学院

乙方（中标人）：北京奇悦果科技有限公司

签订地：安徽交通职业技术学院指定地点

签订日期：2025 年 11 月 25 日

安徽交通职业技术学院（以下简称：甲方）通过安徽金泉工程管理咨询有限公司组织的公开招标方式采购活动，经评标委员会评定，北京奇悦果科技有限公司（以下简称：乙方）为本项目中标人，现按照采购文件确定的事项签订本合同。

根据《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国政府采购法》等相关法律法规之规定，按照平等、自愿、公平和诚实信用的原则，经甲方和乙方协商一致，约定以下合同条款，以兹共同遵守、全面履行。

### 1.1 合同组成部分

下列文件为本合同的组成部分，并构成一个整体，需综合解释、相互补充。如果下列文件内容出现不一致的情形，那么在保证按照采购文件确定的事项前提下，组成本合同的多个文件的优先适用顺序如下：

- 1.1.1 本合同及其补充合同、变更协议；
- 1.1.2 中标通知书；
- 1.1.3 投标文件（含澄清或者说明文件）；
- 1.1.4 招标文件（含澄清或者修改文件）；
- 1.1.5 其他相关采购文件。

### 1.2 货物

序号	货物名称	型号规格	单位	数量	生产厂商
1	无人驾驶实训车	HX-DTV V2.0	台	2	北京和绪科技有限公司

### 1.3 价款

本合同总价为：¥ 887000.00 元（大写：人民币 捌拾捌万柒仟元）。分项价格：

序号	分项名称	分项价格
1	无人驾驶实训车	887000.00
合计（元）		887000.00

### 1.4 付款方式和发票开具方式

1.4.1 付款方式：合同签订后，货物验收合格后且甲方收到乙方开具的全额发票后3个工作日内一次性支付全部货款；

1.4.2 发票开具方式：增值税发票。

### 1.5 货物交付期限、地点、方式和质保期

1.5.1 交付期限：合同签订后 30 日内完成供货、安装、调试。完成供货、安装及调试且收到供应商验收申请后 5 个工作日内组织开展履约验收；

1.5.2 交付地点：安徽交通职业技术学院；

1.5.3 交付方式：在指定地点完成安装调试后整机交付。

1.5.4 质保期：验收合格之日起免费质保 3 年。

## 1.6 违约责任

1.6.1 除不可抗力外，如果乙方没有按照本合同约定的期限、地点和方式交付货物，那么甲方可要求乙方支付违约金，违约金按每迟延交付货物一日的应交付而未交付货物价格的0.5%计算，最高限额为本合同总价的2.5%；迟延交付货物的违约金计算数额达到前述最高限额之日起，甲方有权在要求乙方支付违约金的同时，书面通知乙方解除本合同；

1.6.2 除不可抗力外，如果甲方没有按照本合同约定的付款方式付款，那么乙方可要求甲方支付违约金，违约金按每迟延付款一日的应付而未付款的0.5%计算，最高限额为本合同总价的2.5%；迟延付款的违约金计算数额达到前述最高限额之日起，乙方有权在要求甲方支付违约金的同时，书面通知甲方解除本合同；

1.6.3 除不可抗力外，任何一方未能履行本合同约定的其他主要义务，经催告后在合理期限内仍未履行的，或者任何一方有其他违约行为致使不能实现合同目的的，或者任何一方有腐败行为（即：提供或给予或接受或索取任何财物或其他好处或者采取其他不正当手段影响对方当事人在合同签订、履行过程中的行为）或者欺诈行为（即：以谎报事实或者隐瞒真相的方法来影响对方当事人在合同签订、履行过程中的行为）的，对方当事人可以书面通知违约方解除本合同；

1.6.4 任何一方按照前述约定要求违约方支付违约金的同时，仍有权要求违约方继续履行合同、采取补救措施，并有权按照己方实际损失情况要求违约方赔偿损失；任何一方按照前述约定要求解除本合同的同时，仍有权要求违约方支付违约金和按照己方实际损失情况要求违约方赔偿损失；且守约方行使的任何权利救济方式均不视为其放弃了其他法定或者约定的权利救济方式；

1.6.5 除前述约定外，除不可抗力外，任何一方未能履行本合同约定的义务，对方当事人均有权要求继续履行、采取补救措施或者赔偿损失等，且对方当事人行使的任何权利救济方式均不视为其放弃了其他法定或者约定的权利救济方式；

1.6.6 如果出现政府采购监督管理部门在处理投诉事项期间，书面通知甲方暂停采购活动的情形，或者询问或质疑事项可能影响中标结果的，导致甲方中止履行合同的情形，均不视为甲方违约；

1.6.7 因甲方未按合同约定受领标的物、擅自解除合同导致乙方遭受的直接损失，乙方可向甲方申请赔偿，赔偿金额由双方协商一致；针对因政策变化等原因不能签订合同或解除合同时，造成乙方合法利益受损的情形，可以给予乙方合理补偿，补偿金额不得超过乙方的直接损失。

### 1.7 合同争议的解决

本合同履行过程中发生的任何争议，双方当事人均可通过和解或者调解解决；不愿和解、调解或者和解、调解不成的，可以选择下列第1.7.2种方式解决：

1.7.1 将争议提交合肥仲裁委员会依申请仲裁时其现行有效的仲裁规则裁决；

1.7.2 向包河区人民法院起诉。

### 1.8 合同生效

本合同自双方当事人盖章时生效。

甲方：安徽交通职业技术学院（单位盖章）

法定代表人

或授权代表（签字）：王

时间：2025年11月25日

乙方：北京奇悦果科技有限公司（单位盖章）

法定代表人

或授权代表（签字）：郭金第

时间：2025年11月18日

乙方账户信息

户名：北京奇悦果科技有限公司

账号：1105016655000000637

开户银行：中国建设银行股份有限公司北京

樱花支行

附件：

产品技术参数要求

序号	产品名称	产品技术参数
1	无人驾驶实训车	<p>一、整体描述</p> <p>1. 无人驾驶电动教学实训车在纯电动实训车上搭载了激光雷达、超声波雷达、毫米波雷达、摄像头、组合导航等传感器，结合组合导航定位技术、底盘线控技术，实现无人驾驶的相关功能。可实现实训车自动加、减速、自动转向、车速保持、紧急制动、行人横穿马路等无人驾驶功能；</p> <p>2. 无人驾驶实训车由底盘线控系统、智能传感器和自动驾驶系统三部分组成。底盘线控系统主要由线控制动、线控转向、线控驱动等三部分组成。自动驾驶软件主要是通过组合导航数据、激光雷达数据、毫米波雷达数据、视觉传感器数据和超声波雷达数据为依据进行自动驾驶的决策，从而控制底盘线控系统进行车辆的无人控制；</p> <p>3. 无人驾驶电动教学实训车提供配套实训指导书；</p> <p>4. 无人驾驶电动教学实训车可提供整车控制器等设备的完整 CAN 通讯协议。</p> <p>二、整车控制系统描述</p> <p>整车控制系统包括底盘线控系统、整车综合测试系统、环境感知系统和自动驾驶系统：</p> <p>1、底盘线控系统：包含转向角度标定、转向系统动作执行测试、制动系统动作执行测试、车辆行驶参数配置和 PID 控制参数配置等。其中通过软件可以对线控制动和线控转向进行测试：</p> <p>（1）在车辆自动驾驶软件（无人驾驶实训车）的底盘线控系统中可以测试线控制动：在制动系统动作测试十进制的输入框中输入相应数值，或者在制动系统动作测试十六进制的输入框中输入相应字节，点击“发送制动报文”按钮，可以听到线控制动的声音，并且可以在自动驾驶软件上看到制动刹车的百分比。以上动作执行能正常完成，则底盘线控制动测试成功。</p> <p>（2）在车辆自动驾驶软件（无人驾驶实训车）的底盘线控系统中可以测试线控转向：在转向系统动作测试十进制的输入框中输入相应数值，或者在转向系统动作执行测试十六进制的输入框中，高位输入款中输入相应字节，低位输入款中输入相应字节，点击“发送转向报文”按钮，可以看到线控转向工作过程，方向盘自动向右转动；在转向系统动作测试十进制的输入框中输入相应数值，或者在转向系统动作执行测试十六进制的输入框中，高位输入款中输入相应字节，低位输入款中输入相应字节，选中负数选项框，点击“发送转向报文”可以看到线控转向工作过程，方向盘自动向左转动，并且可以在自动驾驶软件</p>

上可以看到实际转向方向。以上动作执行能正常完成，则底盘线控转向测试成功。

2、整车综合测试系统：包含 RS232 端口配置、导航系统标定、创建地图和配置寻迹地图等，GPS 导航地图系统模块可通过对行驶路径的地图信息采集生成 GPS 地图，通过加载 GPS 地图后实现车辆的自动驾驶功能；其中组合导航系统标定与车辆差分定位信号状态测试如下：

在整车综合测试系统中打开组合导航系统标定窗口，显示当前杆臂误差的设定值，然后在无人驾驶实训车上测量实际的组合导航杆臂误差 X/Y/Z 值，测量完成后在组合导航系统标定窗口输入测量后的杆臂误差，点击标定按钮后进行组合导航系统标定。打开 RS232 端口配置窗口，选择正确的端口 ttyTHS0 和波特率 460800 后，点击激活 RS232 端口，显示惯导设备串口配置成功后，打开创建寻迹地图窗口，查看车辆差分定位信号状态是否良好。

3、环境感知系统：包含视觉传感器配置、毫米波雷达配置、激光雷达配置和超声波雷达控制等。

(1) 毫米波雷达配置：可控制毫米波雷达开启与关闭。通过设置障碍物最小距离设置车辆减速系数与制动系数，实现车辆 AEB 与 ACC 功能；

(2) 激光雷达配置：可控制激光波雷达开启与关闭。通过设置障碍物最小距离设置车辆减速系数与制动系数，实现车辆 AEB 与 ACC 功能；在环境感知系统中打开激光雷达配置窗口，根据实车测量激光雷达俯仰角、偏航角、翻滚角、安装高度等数据，填写数据进行激光雷达标定配置，然后点击开启按钮开启激光雷达，软件界面弹出一个窗口显示激光雷达探测的周围点云数据。

(3) 超声波雷达配置：可控制超声波雷达开启与关闭。开启超声波雷达后，可减少车辆盲区配合毫米波雷达与激光雷达更好地完成 AEB 与 ACC 功能；

(4) 视觉传感器配置，可控制视觉传感器开启与关闭。通过采集红绿灯坐标以及配置红绿灯识别 RGB 范围实现交通信号灯识别功能；通过调整人像占比的决策条件来实现行人横穿马路行为的识别功能。在环境感知系统中打开视觉传感器配置窗口，在视觉传感器识别参数中置信度阈值输入相应数值，非极大性抑制阈值输入相应数值，点击配置按钮后完成参数设置，然后选择正确的视觉传感器设备号，点击开启识别按钮，在无人驾驶软件界面上显示出摄像头识别的画面，可以识别出前方出现的人或车辆等信息。

4、自动驾驶决策系统：包含自动紧急制动行为配置、自适应巡航控制行为配置、静态障碍物避障行为配置、交通信号灯识别行为配置、行人横穿马路识别行为控制等。其中自动紧急制动行为配置如下：

在自动驾驶决策系统，打开车辆自动紧急制动行为配置窗口，在“AEB

	<p>碰撞区域范围”中左前点横坐标设置为相应数值（负值）、左前点纵坐标设置为相应数值（正值）、右后点横坐标设置为相应数值（正值）、右后点纵坐标设置为相应数值（正值）；在“制动系数”选项输入相应数值（正值），点击配置按钮，在碰撞区域预览中显示 AEB 的碰撞范围。在开启自动驾驶行驶过程中，当车辆与前方障碍物小于设定距离时，即进入 AEB 碰撞区域范围内，车辆进行制动并停车操作；当车辆与前方障碍物大于设定距离时，车辆重新启动继续行驶。</p> <p>三、技术参数</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电机：500W 电机；</li> <li>2. 电池：60V50Ah 电池；</li> <li>3. 传动方式：齿轮传动；</li> <li>4. 减震：液压减震；</li> <li>5. 刹车系统：碟刹；</li> <li>6. 轮胎：10 寸铁轮真空公路轮胎；</li> <li>7. 实训车重：200kg；</li> <li>8. 外形尺寸：长宽高 2500mm*1600mm*1100mm。</li> </ol> <p>四、产品组成</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可拆装电动实训车：1 辆</li> <li>2. 16 线激光雷达：1 个       <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 线数：16 线激光雷达；</li> <li>(2) 视场：拥有 360° 水平视场和 30° 垂直视场；</li> <li>(3) 扫描通道：16 路；</li> <li>(4) 测距方式：飞行时间测距法（TOF）；</li> <li>(5) 激光波长 905nm；</li> <li>(6) 激光等级：Class I（人眼安全）；</li> <li>(7) 探测距离：70m；</li> <li>(8) 测量精度：±3cm；</li> <li>(9) 测点速率：单回波 32 万点/秒；</li> <li>(10) 双回波：64 万点/秒；</li> <li>(11) 扫描频率：10Hz</li> <li>(12) 视场角：水平 360°、垂直 -15° ~ 15°；</li> <li>(13) 角度分辨率：水平：5Hz：0.09° / 10Hz：0.18° / 20Hz：0.36°；</li> <li>(14) 垂直：2°；</li> <li>(15) 供电范围：9V~36VDC；</li> <li>(16) 工作温度：-20℃ ~ 60℃；</li> <li>(17) 通信接口：以太网、PPS；</li> <li>(18) 冲击：500m/sec<sup>2</sup>，持续 11ms；</li> <li>(19) 振动：5Hz-2000Hz，3G rms；</li> <li>(20) IP 等级：IP67；</li> <li>(21) 尺寸：(D·H) Φ102* 81mm。</li> </ol> </li> </ol>
--	--

### 3. 77GHz 毫米波雷达: 1 个

77GHz 毫米波雷达提供近距和中距双波束扫描覆盖, 可测量最远达 150 米距离的障碍物。雷达支持以下功能:

(1) 可同时探测相对速度为-200km/h 到 300km/h 的静止和运动物体。可获得物体的距离、速度和角度信息。可区分货车、轿车和行人等运动物体。可识别不同运动状态的障碍物, 如运动, 静止等;

(2) 双波束扫描覆盖, 近距扫描方位角可达 $\pm 45^\circ$ , 远距扫描距离最远可达 170;

(3) 通过 CAN 接口可输出最多 50 个跟踪目标;

(4) 调制方式: FMCW;

(5) 测距范围:  $0.20\sim 150\text{m}@ \pm 4^\circ$ ,  $0.20\sim 120\text{m}@ \pm 9^\circ$  (长距模式,  $0.20\sim 70\text{m}@ \pm 9^\circ$ ,  $0.20 - 40\text{m}@ \pm 45^\circ$  (短距模式));

(6) 距离测量分辨率: 点目标, 非跟踪 0.68m, 在满足 1.5 到 2 倍分辨率的条件下可对两个物体进行区分;

(7) 距离测量精度: 点目标, 非跟踪  $\pm 0.30\text{m}$ ;

(8) 测角范围:  $\pm 45^\circ @ -16\text{dB}$ ;

(9) 角精度: 点目标, 非跟踪  $\pm 0.1^\circ$  (长距模式),  $\pm 0.3^\circ @ 0^\circ \pm 1^\circ @ \pm 45^\circ$  (短距模式);

(10) 速度范围:  $-200\text{km/h} \dots +300\text{km/h}$  (-表示远离目标, +表示靠近目标);

(11) 速度分辨率: 点目标, 非跟踪  $\pm 1.23\text{km/h}$ ;

(12) 速度精度: 点目标, 非跟踪  $\pm 0.5\text{km/h}$ ;

(13) 天线通道数: 2TX/4RX=8 通道;

(14) 循环周期: 60ms;

(15) 俯仰波束:  $-6\text{dB } 14^\circ$  ;

(16) 方位波束:  $-6\text{dB } 18^\circ$  ;

(17) 双波束(中距和短距)同时工作, 不可切换, 检测到的目标按距离远近或者 RCS 大小依次输出, 默认按距离由近及远输出;

(18) 操作条件: 雷达发射频率 遵循 ETSI&FCC 76...77GHz;

(19) 传输能力: 平均/峰值 EIRP 29.8dBm;

(20) 电源:  $+8.0\text{V} \dots 32\text{VDC}$ ;

(21) 功耗: 2.5W;

(22) 操作温度:  $-40^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$ ;

(23) 存储温度:  $-40^\circ\text{C} \dots +90^\circ\text{C}$ ;

(24) 防护等级: IP67;

(25) 接口类型: 1xCAN-高速 500kbit/s;

(26) 外壳材料 外壳前端/后盖 PBT 前壳, 压铸铝底壳。

### 4. 组合导航系统

	<p>(1) 航向: 0.1° (双天线模式, GNSS 有效状态下、基线 2 米), 0.2° (单天线模式);</p> <p>(2) 姿态: 单点: 0.2° (1σ, GNSS 信号良好);</p> <p>(3) 位置: 组合位置: 2m (1σ) (GNSS 信号良好);</p> <p>(4) GPS 单点: 2m (1σ) (GNSS 信号良好);</p> <p>(5) GPS RTK: 2cm+1ppm (1σ, 水平, GPS 信号有效状态);</p> <p>(6) 数据更新速率: 1Hz/5Hz/10Hz/100Hz (可调);</p> <p>(7) 接口方式: RS-232 / RS-422/CAN (选配);</p> <p>(8) 波特率: 115200 bps (默认);</p> <p>(9) 供电电压: 24VDC 额定 (9~36VDC);</p> <p>(10) 额定功率: 6W;</p> <p>(11) 工作温度: -40℃~+80℃;</p> <p>(12) 物理尺寸: 102.2mm×56mm×38mm;</p> <p>(13) 重量: 0.25 Kg (不含天线和线缆)。</p> <p>5. DTU: 1 个</p> <p>(1) 供电: +5~+36V 宽电压输入;</p> <p>(2) 电源接口: 内正外负;</p> <p>(3) 网络: TDD-LTE/FDD-LTE;</p> <p>(4) 工作频段: FDD-LTE B1/B3/B8;</p> <p>(5) 工作电流: 90mA;</p> <p>(6) 待机电源: 20mA;</p> <p>(7) 数据接口: RS232/485;</p> <p>(8) 工作温度: -40℃-85℃;</p> <p>(9) 流量卡: 1 张 (含一年流量费)。</p> <p>6. 工控机: 1 个, 外加 128G 固态硬盘</p> <p>(1) 内存: 8GB;</p> <p>(2) 硬盘: 128GB;</p> <p>(3) 供电: 直流 12V-30V;</p> <p>(4) 最大功耗量 15W;</p> <p>(5) 尺寸: 218mm×110mm×70mm。</p> <p>7. 显示器: 1 个</p> <p>(1) 屏幕尺寸: 17.3 寸;</p> <p>(2) 分辨率: 1920×1080;</p> <p>(3) 显示比例: 16:9;</p> <p>(4) 像素排列: RGB 垂直条状;</p> <p>(5) 点距: 0.0663×0.1989 mm;</p> <p>(6) 亮度: 1000 nits;</p> <p>(7) 对比度: 600:1;</p>
--	---

	<p>(8) 扫描频率：60Hz；</p> <p>(9) 接口类型：LVDS；</p> <p>(10) 外形尺寸：409.00×254.00×41 mm。</p> <p>8. 调试用便携工控机：1 台</p> <p>(1) CPU：最大睿频 4.0G，核心 10 个。</p> <p>(2) 液晶屏：14” FHD IPS 防眩光液晶显示屏（1920x1200）16:10 屏幕，300nit, 屏幕支持 180 度平放，IPS 通过低蓝光认证。</p> <p>(3) 声卡：支持高保真，内置麦克风，双扬声器</p> <p>(4) 内存：32GB DDR5 5600MHz 双内存插槽方便后期扩展</p> <p>(5) 硬盘：1T SSD PCIe-NVME 主板支持 2 块硬盘插槽</p> <p>(6) 网卡：内置以太网卡</p> <p>(7) 无线网卡：802.11 AX 2x2 无线网卡（支持 WIFI6 协议，蓝牙 5.2 协议）</p> <p>(8) 标准接口：2 个 TYPE-C（其中 1 个支持雷电 4 协议），2 个 USB-A 3.2 G1（其中有一个支持关机充电）接口、HDMI2.0 接口、耳麦二合一接口、主板原生 RJ45 接口、标配多合一读卡器</p> <p>(9) 摄像头：720P 高清摄像头，支持物理防窥功能，保护个人隐私安全</p> <p>(10) 标配电池：内置 60Whr 以上锂电池</p> <p>(11) 材质：A/D 双面合金材质，减少指纹印迹</p> <p>(12) 重量：1.4kg</p> <p>(13) 适配器：70W 原厂 TYPE-C 电源适配器，方便日常使用</p> <p>9. 键盘鼠标：1 套</p> <p>10. 自动驾驶遥控器：1 个</p> <p>11. 底盘控制器：1 套</p> <p>五、产品功能：</p> <p>1. 底盘线控系统标定；</p> <p>2. 计算平台与底盘线控系统的通信调试；</p> <p>3. 定位导航寻迹；</p> <p>4. 车辆 PID 控制；</p> <p>5. 寻迹地图录制；</p> <p>6. 寻迹地图路况设置；</p> <p>7. 直线寻迹；</p> <p>8. 弯道寻迹；</p> <p>9. AEB 功能；</p> <p>10. ACC 功能；</p> <p>11. 起步偏差寻迹功能；</p> <p>12. 行人横穿马路功能；</p> <p>13. 远程手动驾驶与自动驾驶紧急切换。</p> <p>六、教学与实训内容</p> <p>1. 激光雷达的安装、标定、调试；</p>
--	---

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 毫米波雷达的安装、标定、调试;</li> <li>3. 组合导航的安装、标定、调试;</li> <li>4. 计算平台的安装、调试;</li> <li>5. 转向系统的安装、调节、标定;</li> <li>6. 千寻账号的配置激活与应用;</li> <li>7. DTU 的配置方式;</li> <li>8. Linux 系统常用命令;</li> <li>9. 进制讲解与转换;</li> <li>10. 底盘线控转向角度标定;</li> <li>11. 转向系统动作执行测试 十进制;</li> <li>12. 转向系统动作执行测试 十六进制;</li> <li>13. 底盘制动系统十进制 Can 通信调试;</li> <li>14. 底盘制动系统十六进制 Can 通信调试;</li> <li>15. 配置计算平台串口信息;</li> <li>16. 计算平台与组合惯导的通信调试;</li> <li>17. 组合导航安装标定调试;</li> <li>18. 组合导航定位状态测试的场地布置;</li> <li>19. 直线寻迹地图的制作;</li> <li>20. 自动驾驶直线寻迹的测试;</li> <li>21. 计算平台与毫米波雷达的通信调试;</li> <li>22. 毫米波雷达安装标定调试;</li> <li>23. 毫米波雷达多普勒效应测试;</li> <li>24. 计算平台与激光雷达的通信调试;</li> <li>25. 激光雷达安装标定调试;</li> <li>26. 计算平台与超声波雷达的通信调试;</li> <li>27. 超声波雷达多普勒效应测试;</li> <li>28. 视觉摄像头通信接口调试;</li> <li>29. 自动驾驶弯道寻迹测试;</li> <li>30. 自动驾驶弯道寻迹测试的场地布置;</li> <li>31. 自动驾驶测试地图的制作;</li> <li>32. 配置弯道寻迹测试地图;</li> <li>33. 车辆弯道控制配置;</li> <li>34. 自动驾驶弯道寻迹测试;</li> <li>35. 自动驾驶寻迹路线偏差测试的场地布置;</li> <li>36. 配置寻迹路线偏差测试地图;</li> <li>37. 自动驾驶寻迹路线偏差测试;</li> <li>38. 紧急制动 (AEB) —— 前车静止的场地布置;</li> <li>39. 配置自动紧急制动测试地图;</li> </ol>
--	---

	<p>40. 紧急制动 (AEB) 触发区域及车辆制动的设置;</p> <p>41. 紧急制动 (AEB) —— 前车静止测试;</p> <p>42. 紧急制动 (AEB) —— 前车制动的场地布置;</p> <p>43. 紧急制动 (AEB) —— 前车制动测试;</p> <p>44. 自适应巡航 (ACC) —— 停-走功能的场地布置;</p> <p>45. 配置自适应巡航控制测试地图;</p> <p>46. 自适应巡航 (ACC) 触发区域及车辆制动的设置;</p> <p>47. 自适应巡航 (ACC) —— 停-走功能测试;</p> <p>48. 自适应巡航 (ACC) —— 稳定跟车行驶测试的场地布置;</p> <p>49. 自适应巡航 (ACC) —— 稳定跟车行驶测试;</p> <p>50. 交通信号灯识别的场地布置;</p> <p>51. 配置交通信号灯识别测试地图 ;</p> <p>52. 交通信号灯识别行为配置;</p> <p>53. 交通信号灯识别功能测试;</p> <p>54. 行人横穿马路识别的场地布置;</p> <p>55. 配置行人横穿马路测试地图;</p> <p>56. 行人横穿马路识别行为配置;</p> <p>57. 行人横穿马路识别功能测试。</p> <p>七、无人驾驶实训车配套数字孪生仿真软件。</p> <p>1. 整体描述:</p> <p>无人驾驶实训车数字孪生仿真软件, 通过仿真方式加深学生对实际物理作业技术的关键点和流程的理解。为了更加贴合现实操作, 在开发流程上采用了 MVC 的架构开发模式, 即界面与业务分离的策略, 划分不同的业务模块, 确保程序运行的稳定高效。主要的模块分为 8 个, 分别为:</p> <p>(1) 车模块: 主要负责控制车辆行为。</p> <p>(2) 设备模块: 主要负责控制传感器的智能采集设备。</p> <p>(3) UI 模块: 主要负责界面的显示和数据可视化。</p> <p>(4) 场景模块: 主要负责场景的跳转和切换。</p> <p>(5) 资源模块: 主要负责资源的整合。</p> <p>(6) 音乐模块: 主要负责声音的播放。</p> <p>(7) 特效模块: 主要负责特效的播放和切换。</p> <p>(8) 地图模块: 主要负责地图的处理。</p> <p>2. 无人驾驶实训车数字孪生仿真软场景描述:</p> <p>构建多个典型的虚拟仿真无人驾驶场景, 将虚拟场景中的道路信息、无人赛车运行状态与真实的无人赛车同步, 仿真无人赛车与真实的无人赛车联动。同时展示虚拟仿真场景中无人驾驶过程中的决策流程。从而达成虚实结合, 由虚入实的理念。具体如下:</p>
--	---

	<p>(1) 直线行驶项目仿真模拟场景：在数字孪生软件构建的三维虚拟直线行驶环境中，虚拟车辆与实体无人驾驶实训车实现了一比一映射。可自动对车辆的制动、油门及转向进行精细控制。数字孪生软件界面包括：车辆电压表、车辆转速表、“开始”按键、“暂停”按键及“重新开始”按键等，能够实时刷新车辆状态信息报文、车辆自主决策信息以及后视镜视角。点击“开始”按键后，转速表即刻显示实时转速，车辆自主决策信息实时展示控制决策部件状态，后视镜视角亦实时呈现后视画面。系统还提供相关可视化界面，便于操作演示。</p> <p>(2) 环线行驶项目仿真模拟场景：在数字孪生软件构建的三维虚拟环线行驶环境中，虚拟车辆与实体无人驾驶实训车实现了一比一映射。可自动对车辆的制动、油门及转向进行精细控制。数字孪生软件界面包括：车辆电压表、车辆转速表、“开始”按键、“暂停”按键及“重新开始”按键等，能够实时刷新车辆状态信息报文、车辆自主决策信息以及后视镜视角。点击“开始”按键后，转速表即刻显示实时转速，车辆自主决策信息实时展示控制决策部件状态，后视镜视角亦实时呈现后视画面。环线行驶系统能自动控制加减速和转向。</p> <p>(3) 环线行驶项目数字孪生场景：在数字孪生软件的三维虚拟仿真环线行驶场景中，点击“开始”按键。虚拟车辆与实体无人驾驶实训车同步行驶，并在数字孪生软件中显示出决策树及最终的决策结果。虚拟车辆按照预设路径平稳行驶，实体无人驾驶实训车与虚拟车辆实时联动，方向盘自动调节，车速根据路况进行实时调整，转速表实时显示当前转速，电压表同步更新电源状态。虚拟车辆向左转弯时，实体无人驾驶实训车也会自动同步向左转向并且开启左转向灯来展示自动驾驶过程。</p> <p>(4) AEB 项目仿真模拟场景：在数字孪生软件构建的三维虚拟行驶环境中，虚拟车辆与实体无人驾驶电动实训车实现了一比一映射。可自动对车辆的制动、油门及转向进行精细控制。数字孪生软件界面包括：车辆电压表、车辆转速表、“开始”按键、“暂停”按键及“重新开始”按键等，能够实时刷新车辆状态信息报文、车辆自主决策信息以及后视镜视角。点击“开始”按键后，转速表即刻显示实时转速，车辆自主决策信息实时展示控制决策部件状态，后视镜视角亦实时呈现后视画面。AEB 场景中当车辆的传感器识别到车辆前方突然出现障碍物时会紧急制动将车辆停止而减少事故的发生。</p> <p>(5) AEB 项目数字孪生场景：在数字孪生软件的三维虚拟仿真行驶场景中，点击“开始”按键。虚拟车辆与实体无人驾驶电动实训车同步行驶，并在数字孪生软件中显示出决策树及最终的决策结果。虚拟车辆按照预设路径平稳行驶，实体无人驾驶实训车与虚拟车辆实时联动，方向盘自动调节，车速根据路况进行实时调整。当场景中虚拟车辆前</p>
--	---

	<p>方出现突发情况，车辆传感器识别到障碍物时，虚拟车辆会进行紧急制动，同时实体无人驾驶实训车也进行紧急制动，从而展示 AEB 工作过程。</p> <p>(6) ACC 项目仿真模拟场景：在数字孪生软件构建的三维虚拟行驶环境中，虚拟车辆与实体无人驾驶实训车实现了一比一映射。可自动对车辆的制动、油门及转向进行精细控制。</p> <p>数字孪生软件界面涵盖：车辆电压表、车辆转速表、“开始”按键、“暂停”按键及“重新开始”按键等元素，能够实时更新车辆状态信息报文、车辆自主决策信息以及后视镜视角。点击“开始”按键后，转速表立即显示实时转速，车辆自主决策信息实时展现控制决策部件状态，后视镜视角亦同步呈现后视画面。在 ACC 场景中，当车辆侦测到与前车的距离小于安全距离时，会自动减速甚至停车；当距离大于安全距离时，则会再次加速，直至达到预设车速。场景中虚拟车辆与实体无人驾驶电动实训车同步行驶速度，从而展 ACC 工作过程。</p> <p>八、附带独立的新能源汽车三维数字化游戏晋级人机交互仿真考试系统。</p> <p>(一) 系统</p> <p>新能源汽车三维数字化游戏晋级人机交互仿真考试系统，在注重理论知识教学的同时，更加注重实战经验的提升以及团队合作精神的培养。</p> <p>1、 主要功能模块包括</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 系统登录及账号注册</li> <li>(2) 用户角色选择</li> <li>(3) 帮助功能</li> <li>(4) 签到功能</li> <li>(5) 二维动画教学系统</li> <li>(6) 人机交互考试系统</li> <li>(7) 人机交互装配部件库</li> <li>(8) 人机交互拆解部件</li> <li>(9) 故障检测诊断</li> <li>(10) 作业系统</li> <li>(11) 职称升级</li> <li>(12) 聊天系统；</li> <li>(13) 消息提醒</li> <li>(14) 礼品系统；</li> <li>(15) 宝箱功能</li> <li>(16) 排行榜系统；</li> <li>(17) 商城系统；</li> <li>(18) 设置功能</li> </ol>
--	--

	<p>2、项目主要操作模式包括：</p> <p>(1) 单人订单练习模式；</p> <p>(2) 多人竞技比赛模式；</p> <p>3、项目主要框架模块包括：</p> <p>(1) 客户端；</p> <p>(2) 服务器；</p> <p>(3) 管理系统；</p> <p>(二) 功能</p> <p>新能源汽车三维数字化人机交互仿真考试软件系统客户端的需求分析包括业务型需求和非业务型需求两种。其中业务型需求与仿真软件的预定义功能密切相关，包括理论知识讲解、理论知识考核以及仿真模拟竞技等三大子系统；非业务型需求为业务型需求提供软件化支持，包括用户界面设计、用户数据存储，软件数据的通信、共享，以及程序效率的优化等方面。</p> <p>1、业务需求方面的设计：</p> <p>以三维仿真、互联网和多媒体三大技术为核心载体，具有完整的系统架构，基于 C/S 网络三维数字化技术。</p> <p>所有新能源汽车的零部件及工具以三维模型来呈现，可实现放大和缩小，360 度旋转的功能；接插件的针脚定义，接插时注意的事项都以动画的形式来呈现。</p> <p>能够通过互联网对服务器中学习资料进行观看，并且能够以单人模式或者组队模式进行相关技能的竞技比赛。</p> <p>主要模块功能描述如下：</p> <p>(1) 系统登录进入及账号注册</p> <p>模块内容：登录与注册。</p> <p>相关功能：</p> <p>1) 点击快速注册；</p> <p>2) 输入“用户名”、“账号密码”、“确认密码”及“邮箱”即可注册新的账号。</p> <p>3) 输入用户名及密码，登录游戏晋级系统。</p> <p>(2) 用户角色选择</p> <p>模块内容：选择登录角色</p> <p>相关功能：在登录时，可用鼠标选择“学生”或“教师”角色，根据事情情况，选择相应的角色，角色选择完毕后点击“进入游戏”，进入仿真软件。</p> <p>(3) 帮助模块</p> <p>模块内容：学习软件的使用手册及相关操作的说明讲解。</p> <p>相关功能：</p>
--	---

	<p>1) UI 按钮的使用;</p> <p>2) 角色系统的说明;</p> <p>3) 进入晋级对抗的选择;</p> <p>4) 工具、仪器仪表的使用说明。</p> <p>(4) 签到功能  模块内容: 签到得游戏币  相关功能: 点击签到按钮, 每次可得到一定数量的游戏币</p> <p>(5) 二维动画教学系统  模块内容: 动画类型包含装配类、拆解类、故障类、工具类、安全类等。  相关功能: 点击学习园地, 即可进入到二维动画教学系统功能, 选择需要学习的二维动画, 使用游戏币进行购买。</p> <p>(6) 人机交互考试系统  模块内容: 创建房间, 进行比赛  相关功能: 点击后台主程序逻辑人机交互考试系统进入, 在此环节可以输入好友建立好的房间号进入, 或者单独创建房间, 邀请好友进行加入。此环节可以输入房间名称、游戏时间、房间允许人数、比赛项目等内容。</p> <p>(7) 人机交互装配部件库  模块内容: 展示部件、零件  相关功能: 点击库存, 可展示我们从商城购买的部件、零件。</p> <p>(8) 人机交互拆解部件  模块内容: 选择不同部件进行拆解  相关功能: 部件拆解模块需包含前悬架、动力总成系统、副车架、动力电池系统、高压线束系统等。</p> <p>(9) 故障检测诊断  模块内容: 对系统进行故障检测  相关功能:</p> <p>1) 绝缘故障诊断, 包括: 快充线束绝缘故障、动力电池绝缘故障检测、动力电池高压线束绝缘故障检测、电机控制器到高压控制盒线束绝缘故障检测、高压控制盒 11 芯高压线束绝缘故障检测、DC/DC 高压线束绝缘检测、驱动电机 U、V、W 高压电缆绝缘故障阻值测量;</p> <p>2) 慢充故障检测系统, 包括: 慢充线束故障检测、检查慢充线束(充电口到车载充电机线束)、车载充电机故障检测、慢充线束(车载充电机到高压控制盒线束)、检查慢充唤醒信号;</p> <p>3) DCDC 故障检测系统, 包括: 检查连接确认信号、检查唤醒动力电池信号、检查动力电池总负继电器控制信号、高压控制盒故障检测、检测高压控制盒到 DCDC 段线束、检测使能信号线、检测故障信号线;</p>
--	---

	<p>(10) 作业系统  模块内容：通过完成不同的作业，给与一定的奖励。  相关功能：  1) 客户端接受授课老师后台发布的作业后，并按相关完成作业；  2) 作业的数据存档功能。  作业类型可分为：观看一定时间的二维动画微课教学内容、完成一定次数的虚拟仿真交互操作练习以及新能源相关的理论习题。</p> <p>(11) 职称升级  模块内容：升级职称  相关功能：通过鼠标点击升级按钮完成对当前职业的升级，每次升级花费一定数量的游戏币。</p> <p>(12) 聊天系统  模块内容：好友之间的相互交流沟通的平台。  相关功能：  1) 好友功能；  2) 私信功能；  3) 普通的聊天功能；</p> <p>(13) 消息提醒  模块内容：新消息提醒  相关功能：当消息中有红色标识时可点击消息按钮，会弹出消息提示框。</p> <p>(14) 礼品系统  模块内容：提升学员学习的趣味性。  相关功能：可以相互赠送鲜花；</p> <p>(15) 宝箱功能  模块内容：系统不定时会自动推送  相关功能：当宝箱中出现红点标识时，代表有新的宝物出现，可以点击宝箱按钮开启宝箱，获取对应的礼物。</p> <p>(16) 排行榜系统  模块内容：可查看排名  相关功能：点击排行榜按钮，可展示等级排行榜与竞技风云榜（包含装配类、拆卸类、故障类排行）。</p> <p>(17) 商城系统  模块内容：购买零件和工具。  相关功能：  1) 购买零件；  2) 购买工具；</p> <p>(18) 软件设置功能</p>
--	--

	<p>模块内容：对游戏软件进行设置</p> <p>相关功能：点击设置按钮，可进行画面质量设置、帧率设置以及声音设置，还可以选择退出游戏和继续游戏。</p> <p>2、非业务型需求</p> <p>非业务型需求包括用户界面设计、数据库及相关数据表的设计、数据通信、存储以及程序运行效率的优化，为仿真软件的业务型需求提供软件支持。</p> <p>(1) 用户界面设计</p> <p>为用户提供方便、舒适、符合常规使用习惯的各种功能输入输出接口；各窗口按功能进行分类布局，且保证窗口中控件在视觉上没有拥挤感；各窗口颜色、字体选取恰当，遵循对比原则；文字表达和各种提醒不用专业化术语，提示方式遵从统一规格。</p> <p>(2) 软件数据存储</p> <p>数据存储有较高的安全性和稳定性，保证不会在软件的运行过程中被意外更改；存储的数据有较高的独立性，没有业务逻辑交叉的数据更改不应有耦合性出现；数据的存储方式应可以较好地支持新能源汽车仿真软件的各种需求，并在软件的执行效率和开发效率两方面做出权衡，寻找出最优的数据存储方式。</p> <p>(3) 数据传输方式</p> <p>本软件采用网络方式共享数据，传输方式使用第三方服务器引擎 photon 中提供的 UDP 协议，保证传输信息的准确性的同时，又可以将传输速率最大化；使用自定义协议保证传输双方对数据格式的一致性定义，实现编码和解码功能；数据共享双方均需将数据传输作为独立模块实现，其修改不会影响仿真教学软件的业务实现，保证仿真教学软件的松耦合性。</p> <p>(4) 程序效率优化</p> <p>在完成软件各项预定义功能的基础上，重视代码的编写风格和软件的运行效率，包括运行过程中计算机内存的使用率、仿真软件对特定功能作出响应的可容耐最长时间、数据传输的准确率和效率系数以及用户对仿真软件的使用便利性等。</p> <p>(三) 设计</p> <p>1、采用三维虚拟仿真技术，将新能源汽车关键零部件按照实际尺寸制作成数字模型，具有逼真，仿真度高，可自由缩放，旋转等特点。</p> <p>2、在基于 C/S/D 多层技术架构的基础上，采用应用级云计算架构保证系统性能及运行速度。</p> <p>3、结合服务器和客户端两大框架的优点特效，实现存取、共享数据以及数据之间的逻辑运算和通信功能等。</p> <p>4、在三维建模方面，软件内所有的车辆、场景、设备结构都严格按照</p>
--	---

	<p>实际尺寸进行三维实体建模，可实现对设备工具的 360 度自由旋转观察。可利用三维模拟交互技术实现设备工具的使用以及操作。实现对部件材质效果控制，使其根据需要进行半透明显示。</p> <p>5、在二维动画方面，采用丰富的二维动画、高清图片进行合理设计，符合职业教育教学特点，对教学知识点进行生动形象的介绍，配合专业播音师录制解说词并由专业音视频剪辑师后期加工，配有与工艺流程相吻合的背景音乐及解说文字。</p>
--	---

