

第五章 采购需求

第一节 采购清单一览表

序号	包名称	分项项目名称 (条目号/品目名称)	是否接受进口设备	数量	交货要求		备注
					时间	地点	
1	智能网联汽车实训室	智能网联汽车拆装与标定仿真系统	否	1 个	交付期限自合同签订之日起30日内完成全部设备的供货、安装、调试及验收，确保设备正常投入使用。	采购人指定地点	
2		智能网联汽车实车竞赛平台		1 台			核心产品
3		智能网联汽车仿真测试云平台		1 个			
4		智能网联汽车车联网监控云平台		1 个			
5		车联网应用平台		1 个			
6		智能车辆开发版		3 台			
7		基础工具包		1 套			

- 注：1、“包”为最小合同单位（最小投标单位）。每“包”内容应细化到“品目”（如果分品目的）。
- 2、投标人必须对一个完整、独立的包进行投标，不得仅对一个包中的部分品目投标，否则投标无效。
- 3、货物的主要技术参数或规格：详见“技术要求”中的具体技术参数。
- 4、投标人应在投标文件《分项报价明细表》中按分项项目名称（包括条目号/品目名称）顺序逐项填写，且每个品目中的条目均需按招标文件规定报价。如有缺项、漏项，其**投标无效**。

第二节 技术要求

一、采购内容

主要采购智能网联汽车拆装与标定仿真系统、智能网联汽车实车竞赛平台、智能网联汽车仿真测试云平台、智能网联汽车车联网监控云平台、车联网应用平台、智能车辆开发版和基础工具包等，用于建设集传感器装调、线控底盘测试、自动驾驶算法仿真、车联网应用于一体化的智能化教学系统，培养符合智能网联汽车产业需求的高素质技术技能人才。

二、主要技术参数及性能要求

序号	仪器设备名称	主要技术参数及性能要求	单位	数量
1	智能网联汽车拆装与标定仿真系统	1.软件要求 1.1.软件系统车辆与实车一致； 2.系统功能： 2.1.模式选择：可以使用“教学、训练、考核”三种模式； 2.2.教学：包含拆装教学及标定教学，教学模式系统有自动操作、操作提示等功能； 2.3.训练：包含拆装训练及标定训练，训练模式下系统有操作提示等功能； 2.4.考核：包含拆装考核及标定考核，考核模式下系统无提示并记录考核结果； 2.5.信息显示：可以对操作人员的基本信息进行展示； 2.6.退出功能：可直接点击退出按钮退出系统，为防止误操作点击退出按钮后系统会进一步确认是否需要退出系统； 2.7.返回功能：可直接点击返回按钮返回功能选项菜单，为防止误操作点击返回按钮后系统会进一步确认是否需要返回系统菜单； 3.拆装功能 3.1.任务筛选：可以对实训任务进行筛选，如可筛选全部、拆卸、安装等，以方便老师直观的选择实训任务； 3.2.任务搜索：可以对实训内容的类型进行搜索，以方便老师方便的找到实训任务； ▲3.3.拆卸任务：可以设置车辆防护板拆卸、整车控制系统拆卸、环境感知系统拆卸、车轮拆卸、动力系统拆卸、底盘系统拆卸、车载通信系统拆卸、智能决策系统拆卸、前副车架总成拆卸、后副车架总成拆卸等不少于 10 个任务；（为体现产品功能完整，投标时投标人需对以上内容提前录制软件视频作为佐证材料，上传的演示视频能使用电脑自带的 Windows Media Player 播放，容量限 200M 以内，本项目采取不见面线上方式进行开投标活动，请各投标人的演示视频随投标文件一并上传至交易平台。） 3.4.安装任务：可以设置前副车架总成安装、后副车架总成安装、底盘系统安装、车载通信系统安装、智能决策系统安装、环境感知系统	个	1

	安装、动力系统安装、车轮安装、车辆防护板安装、整车控制系统安装等不少于 10 个任务； 3.5.任务选择数量：可以同时选择不少于 20 个的任务数量进行同时教学； 3.6.视角导航：可以切换视角包括默认视角、工具台、零件台 A、零件台 B、零件台 C、零件台 D、零件台 E、零件台 F、零件台 G、零件台 H、零件台 I、左前、左中、左后、右前、右中、右后、车前、车后等不少于 19 个快速视角导航； 3.7.拆装项目步骤：可以提供详细完整的拆装工艺流程步骤，指导学生进行拆装训练；拆装步骤以菜单栏形式展现，具有隐藏功能，方便在无提示情况下，正确安装； 3.8.教学辅助：可以提供教学辅助功能，包含上一步、自动操作、下一步等； 3.9.零件台：可以将拆卸下的零件放置至零件台； 3.10.部件提示：可以对工具台上的工具、零件桌上零部件可通过鼠标移动进行该部件的名称高亮显示； 3.11.工具台：工具台上包含工具 1 套、专用个工具若干；三种定扭扳手适应不同螺栓对紧固时扭力的要求，同时提供两种型号的角度规，满足螺栓紧固角度要求； ▲3.12.工具组合：可以在满足组合条件下，通过工具台按钮，对工具进行组合，工具的组合与现实一致，可支持 5 个或 5 个以上组合成一个工具；（为体现产品功能完整，投标时投标人需对以上内容提前录制软件视频作为佐证材料；上传的演示视频能使用电脑自带的 Windows Media Player 播放，容量限 200M 以内，本项目采取不见面线上方式进行开标活动，请各投标人的演示视频随投标文件一并上传至交易平台。） 3.13.工具使用：可以通过双击组合后的工具，将工具放入工具栏进行使用； 3.14.工具放回：可以通过点击放回按钮，将工具栏中的工具放回工具台； 3.15.工具分解：可以将组合好的工具可以用工具台上的分解按钮，分解工具； 3.16.工具调整：可以对正在使用的工进行扭矩、角度等方面的调整； 3.17.工具提示：可以高亮显示当前步骤需要使用的工具，提示功能可由教师设置开启或关闭； 3.18.工具音效：为让使用者更真实的进行实训操作，在工具使用时，会有对应的工具使用声音； 3.19.零件拆卸：可以在虚拟的车上对零件进行拆卸操作； 3.20.拆卸提示：当前可拆卸零件高亮显示，提示当前可拆卸零件； 3.21.零件安装：可以在虚拟的车上或台架上对零件进行安装操作； 3.22.安装提示：当前可安装零件高亮显示，提示当前可安装零件； 4.标定功能 4.1.任务筛选：可以对实训任务进行筛选，如可筛选全部、标定等，以方便老师直观的选择实训任务；		
--	--	--	--

	4.2.任务搜索：可以对实训内容的类型进行搜索，以方便老师方便的找到实训任务； 4.3.标定任务：可以设置相机与激光雷达标定、毫米波雷达与激光雷达标定、激光雷达与惯导标定、惯导与车辆标定、传感器融合标定等不少于 5 个标定任务； 4.4.标定任务测量：可以根据标定的任务对安装位置测量、角度方向测量； 4.5.标定任务计算：可以根据测量的结果对标定值进行计算包含旋转矩阵计算、四元数计算； 4.6.相机安装位置测量：可以通过测量记录 12mm 相机中心至地面距离（m）、12mm 相机中心至车辆右侧距离（m）、6mm 相机中心至地面距离（m）、6mm 相机中心至车辆左侧距离（m）、12mm 相机中心至车辆前侧距离（m）、6mm 相机中心至车辆前侧距离（m）等不少于 6 项数据； 4.7.安装位置测量：可以根据实训任务要求进行测量记录车辆长度、车辆宽度、车辆后轴中心至地面距离、车辆后轴中心至车辆左侧距离、车辆后轴中心至车辆后侧距离、惯导中心至地面距离、惯导中心至车辆左侧距离、惯导中心至车辆前侧距离、激光雷达中心至地面距离、激光雷达中心至车辆左侧距离、激光雷达中心至车辆右侧距离、激光雷达中心至车辆前侧距离、毫米波雷达中心至地面距离、毫米波雷达中心至车辆左侧距离、毫米波雷达中心至车辆前侧距离、12mm 相机中心至地面距离、12mm 相机中心至车辆右侧距离、12mm 相机中心至车辆前侧距离、6mm 相机中心至地面距离、6mm 相机中心至车辆左侧距离、6mm 相机中心至车辆前侧距离不少于 21 项数据； 4.8.角度方向测量：可以根据实训任务要求进行测量记录惯导旋转角、惯导俯仰角、惯导航偏角、激光雷达旋转角、激光雷达俯仰角、激光雷达航偏角、毫米波雷达旋转角、毫米波雷达俯仰角、毫米波雷达航偏角、12mm 相机旋转角、12mm 相机俯仰角、12mm 相机航偏角、6mm 相机旋转角、6mm 相机俯仰角、6mm 相机航偏角等不少于 15 项数据； 4.9.旋转矩阵计算：可以根据实训任务要求计算得出并输入惯导坐标 Tx、惯导坐标 Ty、惯导坐标 Tz、激光雷达坐标 Tx、激光雷达坐标 Ty、激光雷达坐标 Tz、毫米波雷达坐标 Tx、毫米波雷达坐标 Ty、毫米波雷达坐标 Tz、12mm 相机坐标 Tx、12mm 相机坐标 Ty、12mm 相机坐标 Tz、6mm 相机坐标 Tx、6mm 相机坐标 Ty、6mm 相机坐标 Tz 等不少于 15 项数据； 4.10.四元数计算：可以根据实训任务要求计算得出并输入惯导四元数 W、惯导四元数 X、惯导四元数 Y、惯导四元数 Z、激光雷达四元数 W、激光雷达四元数 X、激光雷达四元数 Y、激光雷达四元数 Z、毫米波雷达四元数 W、毫米波雷达四元数 X、毫米波雷达四元数 Y、毫米波雷达四元数 Z、12mm 相机四元数 W、12mm 相机四元数 X、12mm 相机四元数 Y、12mm 相机四元数 Z、6mm 相机四元数 W、6mm 相机四元数 X、6mm 相机四元数 Y、6mm 相机四元数 Z 等不少于 20 项数据；		
--	--	--	--

		▲4.11.四元数转化工具：系统自带四元数转化工具，可通过输入航向角、俯仰角、横滚角数据自动计算得出四元数 W、X、Y、Z 值，工具有计算公式的提示；（为体现产品功能完整，投标时投标人需对以上内容提前录制软件视频作为佐证材料；上传的演示视频能使用电脑自带的 Windows Media Player 播放，容量限 200M 以内，本项目采取不见面线上方式进行开投标活动，请各投标人的演示视频随投标文件一并上传至交易平台。） 4.12.标定：输入完成后点击标定，系统自动判定标定结果； 4.13.重置：点击重置后，清空已输入数据； 4.14 可以支持 50 个节点同时使用		
2	智能网联汽车实车竞赛平台	一、产品简介 本产品采用车规级乘用车，纯电动汽车，电池为三元锂电池，永磁同步电机，最高可达 258 马力，最高车速可达 170km/h。在自身携带的超声波雷达、摄像头的基础上加装激光雷达、毫米波雷达、组合导航、工控机等自动驾驶设备，使整车可达到 L3 级自动驾驶要求，具有 V2X（云端通讯、路测单元通讯）、驾驶辅助（泊车辅助、前后碰撞预警、车道保持、360 环视、自适应巡航等）、交通信号灯识别和自动驾驶等功能。 同时搭载 AD Chauffeur 仿真平台，该平台基于物理建模和精确与高效兼顾的数值仿真原则，利用先进的虚拟现实技术逼真地模拟汽车驾驶的各种环境和工况，基于几何模型与物理建模相结合的建模理念建立了高精度的摄像头、雷达和无线通信模型，以支持在高效、高精度的数字仿真环境下汽车动力学与性能、汽车电子控制系统、智能辅助驾驶与主动安全系统、环境感知、自动驾驶等技术和产品的研发、测试和验证。 二、产品参数 乘用车 1.本产品采用车规级乘用车，纯电动汽车，电池为三元锂电池，永磁同步电机，最高可达 258 马力，最高车速可达 170km/h。具备车企授权的线控改装协议，可按照比赛要求设置车速上限，以保障安全。 ▲2.车辆钥匙：NFC 钥匙：手机蓝牙钥匙：机械钥匙。（提供 3 种钥匙进入的过程截图，其中 NFC 钥匙显示刷卡进入，蓝牙钥匙显示手机端操作界面。） 3.车窗防夹：一键下降/上升车窗具有防夹功能。防夹区域为侧围窗框装饰条以下 4~200mm。 4.电动掀背门：掀背门为电动开启和关闭，并可根据需要调节开启角度。 5.座椅：电动座椅，具有座椅通风、加热功能。 6.灯光：灯光可在中控屏进行设置并具有自适应灯光。 7.后视镜：后视镜可进行电动调节与加热。 8.低速行人报警：车辆外部配有低速行车扬声器，在车速较低时通过扬声器发声提醒行人有车辆靠近。 9.无线充电：可对支持无线充电的手机进行无线充电。 10.车联网服务：可下载并注册 APP，进行车主认证，进行车辆远程	台	1

		控制。 11.换挡机构：采用怀挡手柄进行档位切换。 12.驻车辅助：电子驻车（EPB）、实力辅助功能（DAA）、高温再夹紧功能（HTR）、动态驻车功能（DBF）、下电自动驻车、防抱死制动系统、自动驻车、牵引力控制功能、电子稳定控制系统、坡道起步辅助功能。 13.智能座舱： 灯光秀：灯光秀开启后，车外灯光将随音乐律动闪耀，并自动切换车外扬声器。 视听联动：具备视听联动功能。 14.空调：温度分区与空气净化。 15.充放电：可进行直流快充与交流慢充；同时可进行对外放电（需加装放电枪）。 16.驾驶辅助功能：自适应巡航（ACC）。 17.安全辅助： 自动紧急制动（AEB）、前碰撞预警、车道偏离预警（LDW） 后向预警辅助系统：倒车横向预警功能、后追尾预警功能、开门预警功能 紧急车道保持系统、倒车横向制动系统。 18.整车参数： 1)汽车级别：中型车 2)能源类型：纯电动 3)车辆规格：≥4820mm*1890mm*1480mm（长*宽*高） 4)纯电续航里程：≥500KM 5)车身结构：5门5座掀背车 6)轴距：≥2900mm 7)最大车速：≥170km/h 8)底盘结构：前麦弗逊独立悬架，后多连杆独立悬挂 9)车体结构：承载式 10)车门开启方式：平开门 11)整备质量：≥1700kg 12)满载质量：≥2100kg 13)百公里耗电量（kwh）：≤12.5 14)电动车单变速箱 15)档位数：1 16)变速箱类型：固定齿比变速箱 17)三元锂电池 18)电池容量：≥58kwh 19)快充时间：≤0.45h 20)快充电量（%）：30-80 21)电池温度管理系统：低温加热；液态冷却 22)VTOL 移动电站功能 23)前制动器类型：通风盘式 24)后制动器类型：实心盘式		
--	--	--	--	--

	25)驻车制动类型：电子驻车 26)前/后轮胎规格：245/45 R19 27)驱动电机数：1 台 28)电机布局：后置 29)电机类型：永磁同步 30)电动机总功率：$\geq 190\text{KW}$ 31)电动机总马力：$\geq 255\text{Ps}$ 32)电动机总扭矩：$\geq 320\text{N} \cdot \text{m}$ 33)后电动机最大功率：$\geq 190\text{KW}$ 34)底盘：车规级 35)通讯方式：CAN 通讯，CAN 总线满足 CAN2.0b 通讯协议，底盘通讯方式已重构，方便外部控制。 36)前悬挂：麦弗逊式独立悬挂 37)后悬挂：多连杆式独立悬挂 38)转向类型：电动助力 39)ABS 防抱死 40)制动力分配(EBD/CBC 等) 41)刹车辅助(EBA/BA 等) 42)牵引力控制(TCS/ASR 等) 43)车身稳定系统(ESP/DSC 等) 44)主动安全预警系统:车道偏离预警、前方碰撞预警、后方碰撞预警、倒车车侧预警、DOW 开门预警 45)主动刹车 46)并线辅助 47) 车道保持辅助系统 自动驾驶系统 1.一键启动。 2.自主行驶：车辆具备自动驾驶功能。 3.智能停障:车辆在自动驾驶模式下，实现对行驶区域内部及周边的动静态障碍物的探测和检测，通过反馈控制实现车辆的停障。 ▲4.智能避障:车辆在自动驾驶模式下，实现对行驶区域内部及周边的动静态障碍物的探测和检测，通过反馈控制实现车辆的避障。（提供车辆在自动驾驶过程中，识别障碍物并进行停障的过程截图。） ▲5.车道线检测和车道保持：完成前视摄像头的标定及车道线识别参数调节，实现车辆前方车道线的检测和车道保持。（提供车道线识别过程截图，包括车辆标定摄像头操作、标定后的效果、显示识别到的车道线、车辆根据识别到的车道线在车道内行驶等过程） ▲6.地图录制：驾驶车辆并使用组合导航系统对地图信息进行采集。（提供对录制的多段地图进行拼接的过程截图） ▲7.地图拼接：对录制的分段地图进行拼接处理，生成可以用作自动驾驶的地图。（提供对录制的多段地图进行拼接处理，并使用该拼接地图进行自动驾驶过程的截图） 8.地图查看：对拼接后生的地图文件进行查看。 9.交通信号灯识别：识别交通信号灯的信息并按交通规则行驶。		
--	---	--	--

	10.云平台控制：解析 VIN 码，完成云平台、实训车和交通信号灯之间的连通。 11.组合导航标定：针对组合导航天线位置与所在车辆位置进行参数标定。 12.组合导航数据读取与显示：使用串口工具读取组合导航信息并进行经纬度信息的可视化展示。 13.模式切换:支持人工模式和自动驾驶模式的自由切换。 14.紧急制动：车辆制动和遥控制动。 15.底盘 can 数据读取、解析与控制。 16.V2X:车联网应用平台与车辆通讯，实现车辆控制。 17.交通标志牌识别：识别交通标志牌的信息并按交通规则行驶。 18.控制执行机构相关参数的调试、设定与读取：将控制执行机构相关参数包括最小停车距离、预瞄距离等写成配置文件，方便调试、设定与读取。 ▲19.传感器联合标定：支持激光雷达、毫米波雷达与摄像头的联合标定与数据融合。（提供联合标定过程及结果截图，结果需要激光雷达点云和毫米波雷达数据投影变换到摄像头图像中，能够显示三种数据在目标上的重叠效果。） 激光雷达-1 1.激光雷达状态检测。 2.激光雷达配置与标定。 3.激光雷达数据读取与解析。 4.雷达参数： 1)通道数：32 通道 2)测距方式：脉冲式 3)激光波段：905nm 4)激光等级：Class 1 5)测量范围：100m-200m 6)测距精度：±2cm 7)单回波/双回波数据速率：65 万点/秒（130 万点/秒） 8)视场角：-16° -15° （垂直）、360° （水平）垂直角度分辨率：均匀 1° 9)水平角度分辨率：5Hz:0.09° 、10Hz:0.18° 、20Hz:0.36° 10)扫描帧频：5Hz、10Hz、20Hz 11)通信接口：Ethernet, PPS 激光雷达-2 1.通道数：≥16 通道 2.激光波长：905nm 3.激光等级：Class 1 4.发射点频：320KHz 5.回波模式：单回波/双回波 6.回波强度：8bit/12bit 7.垂直视场：30° （15° ~-15° ） 8.垂直角分辨率：2°		
--	---	--	--

	9.水平视场角：360° 10.水平角分辨率：0.09° -0.36° （5-20Hz） 11.最大测距：150m 12.测距精度：±2cm 13.扫描帧频：5-20Hz 14.工作电压：9-36VDC 15.数量：2 超声波雷达 1.工作电压：DC 12V 2.工作频率：48KHz（左右）、58KHz（前后） 3.探测距离：26cm-450cm 4.盲区距离：26cm 5.水平探测角度：90±10° 6.垂直探测角度：45±5° 7.工作温度：-40-85℃ 8.防护等级：不低于 IP67 9.通信接口：CAN 10.数量：6 毫米波雷达 1.毫米波雷达数据的读取、解析与保存。 2.毫米波雷达状态检测。 3.技术参数 1)频率：76 GHz 2)封装尺寸：≤173.7*90.2*49.2 mm (w*h*d) 3)更新率：50 msec 4)最大探测距离：250m 5)距离：0-250 m 6)速度：-400km/h~+200km/h 7)测速精度：±0.05km/h 8)水平视场角：± 9° （远距） 9)垂直视场角：14° （远距） 10)波束水平宽度：2.2° （远距） 11)波束垂直宽度：14° （远距） 12)输入电压：DC 8-16V 13)消耗功率：< 10W 14)联接头类型：USCAR 064-S-018-2-Z01 15)发射功率：10 dBm 16)工作温度：-40° C—85° C 组合导航 1.组合导航状态检测。 2.组合导航标定。 3.组合导航数据读取与可视化处理。 4.基于组合导航的自动驾驶。 5.组合导航参数： 1)姿态精度：0.1° （基线长度≥2m）		
--	--	--	--

	2)航向精度：0.1° 3)绝对位置精度：±1cm 4)RTK：1cm+1ppm 5)数据更新率：100Hz 6)初始化时间：1min 7)陀螺类型：MEMS 8)陀螺量程：±400 °/s 9)陀螺零偏稳定性：6° /h 10)加速度计量程：±8g 11)加速度计零偏稳定性：0.02mg 12)外部接口：3×RS232 1×RS422 1×CAN 1×Micro USB 接口 2×GNSS 天线接口 1×4G 天线接口 1×电源接口 13)无线通信： WIFI: 802.11b/g/n 4G: GSM/GPRS/EDGE 900/1800MHz UMTS/HSPA+:850/900/2100MHzLTE:800/1800/2600MHz 14)工作温度:-40° C~+75° C 15)存储温度:-40° C~+85° C 16)湿度:95%无冷凝 17)防护等级: 不低于 IP67 18)振动:MIL-STD-810G (20g) 19)冲击:IEC-60028-2-27 (10g) 20)输入电压:9~32V DC (标准适配 12V DC) 21)功耗:<5W (典型值) 22)物理尺寸:162×120×53mm 23)重量:0.5Kg (不含天线和线缆) 单目相机 1.摄像头的外参标定。 2.基于摄像头的车道线检测。 3.基于摄像头的车道保持。 4.摄像头、毫米波、激光雷达的数据融合。 5.基于摄像头的交通信号灯识别。 6.基于摄像头的交通标志牌识别。 7.水平视场角：90° 8.垂直视场角：50° 9.光圈：≤2 10.有效焦距：2.44mm 11.防水等级：不低于 IP67 鱼眼视觉传感 1.摄像头状态检测。 2.摄像头内参标定。 3.相机参数： 1)镜头类型:鱼眼		
--	--	--	--

		2)感光片:IMX291(1/2.8 inch) 3)最高有效像素:1920(H) *1080(V) 4)Lens Size :1/2.8 inch 5)Pixel Size:12mm*9.3mm 6)Image area:8.2mm*6.1mm 7)输出图像格式:MJPEG/YUV2 (YUYV) 8)支持的分辨率和帧率 :1920*1080p/60 帧 /YUV/MJPEG 、1280*720P/60 帧/YUV/MJPEG、 640*480p/60 帧/YUV/MJPEG 9)对焦:固定 处理器-1 AI 计算能力: 200 TOPS (INT8) 内存: 32GB (满足 256-bit LPDDR5 标准) DLA 加速: 搭载 2 个 NVDLA v2.0 引擎, 用于深度学习加速。 存储: 内置 64GB eMMC 5.1 存储器 PCIe: 具有 x16 PCIe 插槽, 支持较低的 x8 PCIe 扩展接口: 1× M.2 MKey (PCIe x4, 2280), 1× Mini PCIe (For 4G or WiFi expansion), 1× Nano SIM Socket USB: 2× USB 3.0 (TYPE A) 相机接口: 2× GMSL2 4 IN 1 MINIFAKRA TYPE (10V,Transmission distance up to 15 meters, GMSL2 compatible with GMSL1) 视频输出: 1× HDMI 2.0 (TYPE A) 网络接口: 4× Gigabit Ethernet Port 其他接口: 5× CAN FD (With CAN chip Terminal resistor 120 Ω) 1× Debug (RS232), 3× RS232, 2× RS485/RS422 1× SYNC_IN (0-12V), 1× SYNC_OUT (3.3V), 1× SYNC_PPS (3.3V) 具有直流电源插孔 具有电源、强制恢复和重置按钮 路由器 1.支持频段: 4G 全网通 2.天线: 双天线 3.网络接口: 4 个自适应 100/1000 Mbps LAN 口 4.工作温度 15° -- 85° 5.工作湿度 10%-85%RH (不凝结) 6.供电 12V 7.无线网络标准 2.4GHz/5GHz 双频 交换机 1.端口 8 个 2.速度为千兆以上 3.支持以太网		
3	智能网联	一、车辆传感器装调 1.平台内置实车模型, 可设置不同传感器在车辆模型上的安装位置、	个	1

汽车仿真测试云平台	角度/方向; 2.可设置传感器的水平及垂直视场范围,能够实时获取仿真模型中的传感器参数,并可对需求参数进行实时在线修改; 3.具备对传感器不同层级仿真建模的能力,包括但不限于摄像头、激光雷达、毫米波雷达、惯性传感器、GNSS等,采用传感器差异化的融合仿真,能够实现仿真精度和速度的平衡 4.可设置不同传感器在自动驾驶车辆模型上的安装位置与安装角度,可设置传感器的视场范围; 5.可同时仿真不同类型和不同数目的传感器; 6.能够实时获取仿真模型中传感器的参数,并可对需求参数进行实时在线修改; 7.内置传感器仿真模块应具备功能如下表所示: 1)传感器仿真模型:摄像头模型(Camera)、激光雷达模型(LiDAR)、毫米波雷达模型(Radar)、定位模型(GPS) 2)多传感器融合模型:两种或两种以上传感器融合模型 3)传感器安装数量:可同时安装多个同种传感器,也可同时安装多种传感器 4)设置传感器安装位置:位置 x/y/z (cm) 5)设置传感器安装角度:方向 x/y/z (deg) 6)设置传感器视场范围:摄像头水平/垂直分辨率、激光雷达垂直视场角及探测距离等、毫米波雷达水平/垂直分辨率及探测范围、GPS 经度/纬度/高程 7)模型参数获取:获取传感器当前设置参数 8)模型参数修改:可在线修改传感器默认参数 二、车辆动力学模型 1.内置有根据牛顿-欧拉公式构建的不少于14个自由度的车辆动力学仿真模型,并至少包括动力总成系统、车体系统、悬架系统、非线性轮胎模型以及转向系统、制动系统的建模应用; 2.用户能够对车辆基本参数、机械设置、转向设置、车辆设置、车辆输入、车轮设置等多部分进行相应参数的编辑配置 3.支持对车辆簧上质量(车身)和簧下质量(主要是轮胎)的运动学和动力学规律分析,支持结合仿真计算对制动、驱动和转向等不同状态下的作用机理和影响规律进行分析进而确立各种模型类型; 4.支持通过台架测试与实车测试两方面的数据来对模型的具体参数进行赋值和调参。 5.支持加速、制动、转向等参数调整。模型应能够输出车辆位移、速度、加速度等动力学变量曲线,并能通过仿真动画实时显示车辆的横摆、俯仰、侧翻等运动状态,能够正确表现车辆在紧急制动、高速转弯等极限工况下的失稳响应。 6.支持外部控制输入,如UI界面、键盘、游戏手柄、驾驶模拟器等。 三、仿真场景编辑器 1.场景库 (1)平台采用了UE4引擎,实现画面高清渲染,增强视觉传感器仿真效果以及人机交互实验沉浸感。		
-----------	--	--	--

	(2) 在超大型场景动态加载上采用 LOD 细节层次模型的等级划分与 Level Streaming 流式数据动态加载技术,实现对大型场景的无缝加载和对场景模型最佳渲染效果。 (3) 平台支持对客观世界进行高保真度场景还原再现,为仿真测试提供虚拟仿真场景基础,虚拟场景应达到厘米级高精度 1:1 真实还原现实环境,场景还原应包含三个层面:几何还原、物理还原以及逻辑还原。 (4) 仿真场景库标准化格式 (5) 仿真场景数据格式要求包括静态高精地图仿真格式及接口、动态驾驶场景仿真格式及接口,仿真场景库以标准化格式 OpenDRIVE、OpenSCENARIO 实现场景定义及具体描述: 1)OpenDRIVE 标准: a.应用对象采用静态场景描述 b.语法采用 XML 格式 2) OpenSCENARIO 标准: a.应用对象采用动态场景描述 b.语法采用 XML 格式 (6)场景库内具有 10 个连续测试场景,场景功能包含:主动避障、自动紧急制动、自适应巡航、车道线识别、行人规避 (7)平台内构建 ODD 标签库,仿真场景能够围绕测试功能建立索引,每个索引下的场景均可以构建 ODD 运行域与驾驶任务 DDT 标签、复杂度系数和推荐测试手段,便于用户精准筛选期望测试场景,实现海量数据的灵活应用。 2.场景地图编辑器 (1)除内置场景,平台配置有场景地图编辑器,能够快速复现具有针对性的复杂场景 (2)平台支持通过 UI 界面拖拽与参数化的方式进行建设 平台具备自主场景编辑器并支持交通参与体(包括机动车/非机动车/行人/其他)的运行特性分析与建模,支持多数量交叉路网编辑,支持“T”“Y”字型等复杂路口快速搭建; (3)已有模型种类达到 50 类包括汽车、非机动车、红绿灯、警示牌、建筑、人物、植物等 (4)涵盖典型的道路情况应至少包括多种车道、十字路口、直线道路、弯曲道路、道路出入口、立体交叉道路等; (5)支持车道线实线虚线设置,车道增加增宽设置 动态场景 (6)用户能够在原静态场景中自由配置全局交通流、独立交通智能体、对手车辆、非机动车、行人等元素来构建动态场景。 (7)支持光照 24 小时昼夜变换(支持区分白天、夜晚、阴影)、对不少于 15 种天气(包含雨、雪、雾霾、沙尘)等环境模拟呈现虚拟世界。 (8)支持测试用例的多标签存储和检索。 三、自动化测试及仿真测试评价 1.自动化测试 1) 支持调用故障注入设备执行自动测试,可设置注入的故障类型;		
--	--	--	--

		2) 支持自动生成测试报告 3) 支持视频回放功能 2.算法接入 1) 支持通过定义接口的通信协议与标准规范，调用 API 接口对应的方法，实现对 Python、Java、C#、MATLAB/Simulink 主流编程语言进行 API 调用，完成算法接入； 2) 支持 TCP、UDP 两种接口通信方式，传输可靠、无丢包，时延$\leq 100\text{ms}$； 3) 算法接入配置界面应友好、扩展能力强，人机交互情景下支持设置人工接管、车辆故障等事件； 4) 支持自动驾驶算法对比调测，能够通过回放等手段对比两种及以上算法的优劣，进行比对的内容有车辆的行驶轨迹、运行参数等；		
4	智能网联汽车联网监控云平台	技术参数： 1.智能网联汽车监控云平台 web 端的显示； 2.支持智能网联汽车状态信息的查看，包括 VIN 码、车速和激光雷达、毫米波雷达、相机等传感器信息； 3.支持智能网联汽车所在位置的实时显示； 4.根据车辆 VIN 码进行登陆报文的生成，实现智能网联汽车的状态显示； 5.支持对交通信号灯等设备的绑定并显示交通信号灯状态； 6.支持对车辆故障信息如组合导航状态异常、毫米波雷达等传感器状态异常等； 7.支持智能网联汽车、交通信号灯、监控云平台之间的通讯，实现三者间的联调控制； 8.云平台参数 1)平均页面处理时间不超过 7 秒 2)容量和吞吐量：系统支持≥ 150用户的同时并发在线 3)平台框架支持≥ 150辆车并发 4)采用 nginx 作为反向代理，提高用户并发，并支持横向扩展 5)采用 mysql 数据库进行结构化数据存储 6)采用 NoSql 数据库 redis 进行非结构化数据存储 7)采用主流高并发框架 Netty 来处理车辆高并发通讯，实现更高性能的数据并发 8)采用 websocket 技术完成前端数据的实时推送 9)采用定时任务车辆数据进行数据统计 10)服务器保持毫秒级车辆协议处理时间	个	1
5	车联网应用平台	一、产品简介 车路协同路侧系统由交通信号灯、RSU 路侧单元、MEC 边缘计算单元、通讯单元和底座仪器仓组成。车路协同主要功能场景包括 V2I 红绿灯状态广播、V2N 云端远程监控、本地红绿灯设置等功能。 二、产品功能 路侧系统可以完成红绿灯信息广播、云端远程监控、本地红绿灯设置功能。 1)路况信息广播功能	个	1

	该功能主要验证路侧系统路况信息广播效果，路侧系统向车辆实时广播路况信息并统计车辆响应情况。 详细功能描述如下：使用人员通过后端云控平台借由公用 4G 网络，对路侧系统发送路况信息广播功能启动指令和实时路况信息（事件 GPS 点、辐射范围、事件类型等）。路侧单元收到指令后，通过通讯单元向道路过往车辆广播实时路况信息；车辆收到路况信息后判断是否应采取措施，并做出减速或停车动作；云控平台可随时向路侧单元发送路况信息解除指令。 2)路况信息统计功能 路侧单元统计路侧端广播路况信息的持续时间，并统计该时间段内过往车辆的数量、车辆类型、车辆应答次数及对应应答类型；最后路侧单元将统计结果回传到云控平台。使用者可利用车路协同统计结果，对路侧系统路况信息播报事件进行数据记录、描述、管理和分析。 3)本地红绿灯设置功能 根据红绿灯控制器通讯协议可以在路侧单元本地端根据红绿灯控制协议发送控制指令设置路侧单元红绿灯时长、包含红灯时长、绿灯时长和黄灯时长，路侧单元在收到红绿灯时长设置指令后能够实时修改红绿灯时长至最新状态。 三、产品参数 (1)电力自持； (2)便于人工移动； (3)具备常见气候条件下户外使用能力； (4)同时具备网络和直连通信功能以及边缘计算功能。 1)LED 数量(pcs): R: 60 Y: 60 G: 60 红色指示数字: 64 绿色指示数字: 64 2)单颗亮度(mcd): R: ≥ 3500 Y: ≥ 4000 G: ≥ 7000 红色指示数字: ≥ 3500 绿色指示数字: ≥ 7000 3)波长(nm): R: 625 ± 5 Y: 590 ± 5 G: 505 ± 2 红色指示数字: 625 ± 5 绿色指示数字: 505 ± 2 4)有效视角($^{\circ}$) a)左右 R: ≥ 30 Y: ≥ 30 G: ≥ 30 红色指示数字: ≥ 30 绿色指示数字: ≥ 30 b)向下 R: ≥ 30 Y: ≥ 30 G: ≥ 30 红色指示数字: ≥ 30 绿色指示数字: ≥ 30 5)额定功率(W): R: ≤ 9 Y: ≤ 9 G: ≤ 9 红色指示数字: ≤ 8 绿色指示数字: ≤ 10 6)工作温度($^{\circ}\text{C}$): $-40 \sim +80$ 7)工作电压: AC85V-265V, DC12-24V, 60HZ/50HZ 8)外壳材料: PC 9)外壳尺寸(mm): $\geq 750 \times 250 \times 100$ 10)IP 等级: 不低于 IP53 11)可视距离$\geq 300\text{m}$ (5)MEC 边缘计算单元 CPU: ARM 64 位$\geq$四核, 频率$\geq 1.43\text{GHz}$		
--	--	--	--

	GPU: ≥ 128 核 内存: $\geq 4\text{GB}$ 存储: Micro SD 卡 (默认) 视频编码: $\geq 4\text{K}@30 4 \times 1080\text{p}@30 9 \times 720\text{p}@30(\text{H.264}/\text{H.265})$ 视频解码: $\geq 4\text{K}@60 2 \times 4\text{K}@30 8 \times 1080\text{p}@30 18 \times 720\text{p}@30(\text{H.264}/\text{H.265})$ 摄像头: $\geq 2 \times \text{MIPI CSI-2 DPHY lanes}$ 联网: ≥ 1 千兆以太网, $\geq 1 \times \text{M.2 Key E}$ 接口外扩 显示: $\geq \text{HDMI} \times 1, \text{DP} \times 1$ USB: $\geq 4 \times \text{USB 3.0}, \text{USB 2.0 Micro-B}$ 扩展接口: 支持 GPIO, I2C, I2S, SPI, UART 等 (6)交通信号控制机 1)执行标准: GB25280-2016 2)驱动红绿灯路数: ≥ 4 路 3)每路驱动能力: $\geq 10\text{A}$ 4)工作电压: DC12V-24V 5)使用温度范围: $-25^{\circ}\text{C} \sim +75^{\circ}\text{C}$ 6)相对湿度: $45\% \sim 95\%$ 7)绝缘值: $\geq 100\text{M}\Omega$ 8)断电设置参数保存: ≥ 10 年 9)功耗: $\leq 1\text{W}$ (7)V2X 通讯单元 射频频率: 2.4GHZ 串口波特率: 1200bps~115200bps 发射功率: 0.1W 射频通讯范围: $\leq 2\text{km}$ 工作温度: -40°C to 85°C 存储温度: -40 to 125°C 工作湿度: 5% 至 95% RH (无凝露) 天线: UFL 3/4G 全拼棒状天线 通信接口: 有线 LAN 口, RS232/RS485 网口速率: 10/100Mbps, Auto MDI/MDIX SIM/USIM 卡: 标准 6 针 SIM 卡接口, 3V/1.8V SIM 卡 供电电压: DC 9-28V (8)电池 输出电压: 12V 输入电压: 220V 输出电流: 5A USB 接口输出电压: 5V USB 接口输出电流: 2A 循环次数: ≥ 2400 次 工作温度: 充电 $0-45^{\circ}\text{C}$, 放电 $-20-60^{\circ}\text{C}$ 电芯: 3.2V 磷酸铁锂电芯容量: $\geq 50\text{AH}$		
--	---	--	--

6	智能 车辆 开发 版	一、产品概述 智能车辆以线控底盘为基础平台，配置智能化传感套装，如：激光雷达、视觉传感器、语音模块等环境感知系统，可实现智能车辆快速部署，系统代码和接口开放，可二次开发。 二、产品技术参数 1.基本功能 （1）车辆支持激光雷达的自主建图、定位、自主导航功能； （2）车辆程序代码开源，支持二次开发 2.车身尺寸（长*宽*高）：≥445*360*200mm 3.线控底盘底盘 尺寸(长宽高): 445*360*200mm； 电机：MD36L 直流有刷电机(功率 60W)； 轮子：125mm 雪地防滑橡胶轮； 负载能力：≥25kg； 电池：24V20000mah 磷酸铁锂电池； 空载续航：≥9 h； 悬挂系统：摆式悬挂。 4.显示单元 屏幕尺寸：≥14 英寸； 电源：DC5V2A（type-c）； 可视角度：≥178° (全视角)； 显示比例：16:10； 对比度：1200:1(动态)； 分辨率：1920*1200px； 频率：60HZ；功耗：≤5W。 5.激光雷达 扫描角度：360° ； 输出数据分辨率：1mm； 测量精度：±3cm； 最小测量距离：0.05m； 测量半径：≥12m； 通信接口：网口/标准串口； 工作电压：9V~32V； 防护等级：不低于 IP65。 6.智能相机 基线长度：≥75mm ； 测距范围：0.6-8m； 测距精度：±3mm@1m； 功耗：2.5wMAX，峰值电流 500mA MAX； 深度图分辨率：≥1280x1024@7 FPS，640x480@30FPS，320x240@30FPS，160x120@30FPS ； 彩色图分辨率：≥1280x720@30FPS，640x480@30FPS，320x240@30 FPS； 深度 FOV：H58.4° V45.5° ；	台	3
---	---------------------	--	---	---

		彩色 FOV: H66.1 V40.2° ; 延迟: 30-45ms; 数据传输: USB2.0 或以上; 视频接口: UVC, RGB 图像免驱动; 支持操作系统: Android /ROS1/ROS2 Linux/Windows7/10; 供电方式: USB; 工作温度: 10° -40° ; 激光安全级别: Class。 7.语音模块 声源定位角度分辨率: 5° ; 声源定位角度精度: $\pm 10^{\circ}$; 角度范围: 360° ; 多唤醒词: 支持; 音频降噪: 支持; 回声消除: 支持; 支持语言: 普通话&英语; 词条识别限制: 词条数量不限, 字数限制 10 个字; windows/linux 系统直接读取音频: 支持为 UAC 协议音频输出; windows/linux 系统串口控制: 可通过串口开启录音、获取唤醒状态、设置唤醒词、获取唤醒角度; 工作温度: -25° C~70° C; 灵敏度: 不低于-38dBV/Pa; 信噪比: $\geq 65\text{dB}$; 麦克风: SPA1687LR5H-1; 功耗: $< 3\text{W}$。 三、配套课程资源 (一) 课程体系设计思路 本课程体系采用“模块化、阶梯式”设计, 从基础硬件维护到核心算法开发, 全方位覆盖新能源学院智能网联汽车技术专业的人才培养需求。 1.底层构造与环境: 聚焦硬件组装、系统环境搭建及底盘控制。 2.感知、建图与导航: 聚焦多传感器融合感知、激光/视觉 SLAM 及路径规划算法。 3.场景开发与竞赛: 聚焦智慧物流、车辆巡检、多车联动等应用场景及技能大赛实战。 4.提供 ROS 源代码, 支持学生深入底层学习算法逻辑。 5.低成本场景复现: 利用小车具备爬坡能力, 可在实训教室内灵活搭建减速带、斜坡等多种模拟汽车的实际运行环境 (二) 实训课程 1.机器人基础与开发环境 (1) 智能车总体构造: 拆解智能网联小车, 学习阿克曼底盘、计算平台与底盘驱动设计。 (2) Linux 与 ROS 入门: Ubuntu 安装、ROS 工作空间创建、Topic/Service 通信机制。		
--	--	---	--	--

		(3) 系统安装实操：学习基于 VMware 的系统部署。 2.运动学建模与底盘控制 (1) 阿克曼模型分析：学习前轮转向、后轮驱动的运动学公式。 (2) 电机驱动与反馈：直流电机控制、13 线编码器数据解析、PID 控制调优。 (3) 遥控驱动实训：使用多模智控遥控器进行手动操作及遥控指令捕获。 3.多模态感知与传感器融合 (1) 激光雷达探测：点云解析、避障逻辑开发应用。 (2) 相机视觉：相机 SDK 调用、多模式相机调用、图像识别显示、图像测距应用。 (3) 底盘硬件行驶误差：理解 imu 数据解析，实操 IMU 在行驶的初始化与零点漂移。 4.SLAM 建图与高精度定位 (1) 2D 激光建图：基于 gmapping、hector、karto 构建室内高精地图。 (2) 视觉 SLAM 实训：利用深度相机基于 rtabmap 建图实现视觉定位与轨迹跟踪。 (3) 融合航位推算：激光/IMU/轮速计多融合定位算法实践。 5.自主导航与路径规划 (1) 全局路径规划：A*、Dijkstra 算法在复杂地图中的路径搜索。 (2) 局部避障规划：DWA、TEB 算法实操，实现动态障碍物绕行。 (3) 多车协同实训：基于开源 ROS 源码，开展多车编队行驶与车辆行驶调度实验。 6.场景应用与职业技能考核 (1) 技能竞赛预演：参加相关技能大赛。 (2) 综合场景演练：模拟校园快递配送、校园内教学楼自动巡检。		
7	基础工具包	技术参数： 普通假人*1:假人+支架+底托+衣服 水平仪*1:强磁 100mm、迷你款 三角反射器*1:140x99 三角反射器支架*1:0.55m 桌面基础款 交通标志牌*1:限速 5km/h 交通标志牌*1:限速 10km/h 交通标志牌*1:起点指示牌 交通标志牌*1:终点指示牌 网线诊断仪*1 环视标定布*1:6*11 米 故障线束*9:断正极 无线网卡*1:免驱版 220V 逆变器*1:150W 键鼠*1 键鼠托盘*1 网线*1：六类圆线 3 米	套	1

		CAN 卡*1 DB9 接头一一公头、螺栓*1 usb 延长线*1: 3.0 延长 5 米 232 串口线*1: 公头、螺母 5m 卷尺*2 锥桶*4: 加厚 32cm 标定板*1: 内角点 8x11		
--	--	--	--	--

三、质量要求

所有设备均为国产定制合格产品，符合国家相关行业标准、教学仪器设备质量规范及安全标准，无不合格、残次、翻新部件，出厂前需经过严格检测，提供产品检测报告及合格证明。

设备零部件质量可靠，核心部件（如传感器、处理器、电机、电池等）需选用行业优质品牌，性能稳定，使用寿命不低于 5 年（易损件除外），易损件需提供足量备用件。

软件系统需为自主研发或合法授权产品，无病毒、无后门，可提供终身版本升级服务，兼容 Windows、Linux 等主流操作系统，运行稳定，无卡顿、闪退等问题。

四、结构要求

硬件设备结构设计合理，便于安装、拆卸、维护和搬运，连接牢固，无松动、异响等问题；金属部件需经过防锈、防腐处理，表面光滑，无毛刺、划痕。

软件系统架构清晰，操作界面友好，逻辑严谨，便于教师教学操作和学生实训使用，支持权限分级管理（教师、学生），可根据教学需求灵活配置功能。

设备接口标准化、通用化，支持与其他实训设备、校园局域网、云平台的互联互通，接口接触良好，传输稳定，无丢包、断连等现象。

五、外观要求

设备外观整洁、美观，表面无明显划痕、凹陷、色差，标识清晰规范，包含设备名称、型号、生产厂家、参数规格、安全警示等信息，字迹清晰、不易脱落。

实训工具、零部件摆放有序，有明确的标识和收纳方式；软件界面布局合理，图标清晰，字体适中，色彩搭配协调，视觉效果舒适。实车竞赛平台、智能车辆开发版等整车/车体设备，外观无破损、掉漆，车身线条流畅，零部件安装整齐，符合车规级外观标准。

六、安全方面

电气安全：所有电气设备符合国家电气安全标准，具备漏电保护、过载保护、短路保护等功能，电线、接口绝缘性能良好，无裸露、破损，避免触电风险；供电电压稳定，符合设备额定电压要求。

操作安全：设备操作流程简单、规范，设置必要的安全警示标识和防护装置；实车竞赛平台需具备车速限制、紧急制动、遥控制动等安全功能，保障实训人员操作安全；软件系统设置误操作防护（如退出、返回二次确认），避免数据丢失或设备损坏。

环境安全：设备适应室内外常见环境（温度、湿度），具备防尘、防水、防潮、防电磁干扰功能，符合相关防护等级要求；无有毒、有害、易燃易爆等危险物质，符合环保标准。

第三节 商务要求

一、交货时间、地点及方式

1、交货时间：交付期限自合同签订之日起 30 日内完成全部设备的供货、安装、调试及验收，确保设备正常投入使用。

2、交货地点：采购人指定地点。

3、交货方式：本项目采用全包现场交货（送货上门 + 落地安装调试一体化）方式。

二、包装和运输

根据设备类型、尺寸、重量及运输距离，采用符合国家包装标准的包装材料，进行专业包装，确保设备在运输过程中不受碰撞、挤压、潮湿、腐蚀等损坏；做好防潮、防震、防损坏处理，标注清晰的包装标识；运输过程中严格遵守物流规范，确保设备完好无损，若出现损坏，由供应商负责免费维修或更换。

三、保险

供应商为运输及安装过程中的设备购买足额财产保险，涵盖运输险、安装险，确保设备在交付前的安全，若发生意外损失，由供应商承担全部责任并及时更换设备。

四、验收标准

1、**验收依据：**招标文件采购需求、投标文件响应承诺、采购合同、国家 / 行业相关标准、设备原厂技术手册。

2、**验收组织：**由采购人教务处、实训中心、专业教师、资产管理部门联合组建验收小组，供应商技术负责人到场配合验收。验收分到货初验、安装调试试运行、最终整体验收三个阶段。

3、到货初验标准

- （1）清点所有设备、软件、工具、耗材数量，与采购清单完全一致，无缺漏；
- （2）检查设备外观无磕碰、变形、破损，包装完好；
- （3）核对品牌、型号、硬件参数、软件版本、出厂合格证、检测报告、软件著作权文件齐全。

4、安装调试与试运行验收标准

- （1）硬件安装到位，布线规范，接地、供电、通信线路全部连通无故障；
- （2）每套设备逐项实测全部技术参数，所有参数满足采购需求技术指标，无降配、删减功能；
- （3）软件全部功能正常：仿真系统三模式切换、标定计算、云平台并发访问、实车自动驾驶、小车 SLAM 导航、车路协同通信全部正常；
- （4）连续 7 天不间断试运行，每日 8 小时实训负载，无死机、闪退、传感器数据丢

失、通信中断等故障；并发访问、多设备联调稳定可靠。

5、整体最终验收标准

（1）全部设备功能 100% 响应采购需求，无负偏离；提供功能演示视频、测试记录、参数检测记录表；

（2）交付完整资料：产品合格证明、检测报告、说明书、软件安装包等相关资料；

（3）完成全部教师操作培训，出具培训签到与考核记录；

（4）实车、仿真、云平台、车路协同、开发小车、工具包整套系统互联互通，完成整车 - 路侧 - 云端联合实训演示；

（5）验收出具《项目验收报告》，所有验收人员签字确认，资料归档；存在参数不达标、功能缺失的，供应商限期免费更换整改，整改完成前不予验收。

6、不合格处置

验收不达标，供应商须在 7 日内完成更换、调试、升级，二次验收仍不合格，采购人有权解除合同并追究违约责任。

五、售后服务

1、质保服务期限

（1）质保期 1 年，核心部件（如传感器、处理器、电机、电池等）质保 5 年；

（2）仿真软件、云平台系统终身免费升级，包含版本迭代、新场景、新标定任务、算法库更新，无额外升级费用；

（3）质保期内非人为损坏零部件免费更换、上门维修；质保期满后提供成本价终身维修服务。

2、故障响应服务效率

质保期内，设备出现质量问题或故障，供应商在 1 小时内响应，24 小时内上门维修，免费更换损坏零部件（易损件除外），确保设备尽快恢复正常使用。

3、培训服务

（1）项目验收前提供 2 轮免费线下实操培训，每轮不少于 2 天；培训对象：专业任课教师、实训管理员；

（2）培训内容：设备硬件拆装、传感器标定、仿真软件操作、云平台运维、ROS 小车开发、故障排查、实训课程使用；

（3）提供标准化实训教案、电子课件、操作视频；质保期内每年提供 1 次免费进阶新技术培训（线上 / 线下）。

4、定期维保服务

(1) 质保期内每学期上门 1 次全面巡检、校准传感器、系统优化、除尘保养，出具维保记录；

(2) 建立专属客户技术服务群，配备专职技术工程师对接校内实训需求。

5、其他配套服务

(1) 免费提供实训课程资源、考核题库、技能竞赛实训方案；

(2) 协助实训室申报实训基地、技能竞赛赛点、教研课题技术支撑；

(3) 终身提供远程技术咨询、算法调试、场景定制技术支持。

六、付款条件

1、付款方式：本合同价款分三期支付，每一期付款前供应商应出具等额合规发票。

第一期：项目全部实施完成，整体履约验收合格，供应商提交完整验收资料后 30 个工作日内，甲方支付合同总金额 80%；

第二期：项目验收合格后，软硬件系统正常稳定运行满 6 个月，经采购人阶段运行考核合格后，支付合同总金额 15%；

第三期：自项目履约验收合格之日起满 12 个月，经采购考核合格后，支付剩余 5%合同款项，不计利息。

2、发票要求：供应商须开具合法有效的发票，发票货物名称与采购标的对应，未按要求提供发票采购人有权顺延付款。

3、费用包含：合同总价为固定包干价，包含运输、装卸、搬运、保险、包装、辅材、布线、安装、软硬件联调、现场清理、管理、财务、含税等所有费用，采购人无需额外支付任何费用。

七、其他要求

1、知识产权与保密要求

供应商不得将校方实训数据、定制化仿真场景、课程资源对外泄露；项目定制软硬件知识产权归采购人所有，供应商不得转售第三方。

2、履约保障要求

供应商须承诺按采购需求全部参数供货，不得删减功能、降低硬件配置；若出现参数虚标以次充好，采购人有权扣除合同款并终止合同。