

第二部分 技术部分

序号	项目分项名称	主要技术参数（功能点描述）	计量单位	数量
1	智能车载终端 OBU(含：车路协同智能车载管理平台)	1.CPU：4 核处理器，主频 $\geq 1\text{GHz}$ ； 2.内存：类型 DDR3，容量 $\geq 1\text{GB}$ ； 3.闪存：类型 EMMC，容量 $\geq 8\text{GB}$ ； 4.LTE-V：车车、车路通信协议；发射功率： $\geq 23\text{dBm} \pm 2\text{dB}$ ； 5.C-V2XBand47(TDD)：5905MHzto5925MHz； 6.PC5 业务延时： $< 20\text{ms}$ ；覆盖范围大于 500m； 7.移动网络：支持 5G 通信，全网通； 8.支持 NSA/SA 工作模式，支持 5G NR/LTEFDD/LTETDD/LAA/WCDMA； 9.GNSS:支持 GPS/北斗卫星系统； 10.支持 RTK+惯导，提供 10 厘米级高精度定位服务，频率 $\geq 10\text{Hz}$ ； 11.WIFI:支持 IEEE802.11a/b/g/n/ac 协议，频段：2.4GHz/5G 双频； 12.通信接口：1 路 RJ45 网络通信接口（LAN#100/1000Mbps）； 13.安全加密：硬件加密，支持 SM1、SM2、SM3、SM4； 14.支持接口：1 路 CAN-FD、2 路 CAN2.0、1 路 RS232、2 路脉冲采集、自弹式 SIM 卡槽； 支持单独 MCU 管理 CAN 总线； 支持内置 eSIM； 15.防护等级： $\geq \text{IP54}$ ； 16.整机功率：小于 20W；	套	1
2	车路协同预警终端（含：车路智行平台）	1.不小于 11 英寸 2.5K LCD 屏，RAM 多核 CPU， $\geq 3.2\text{GHz}$ ，内存 $\geq 6\text{GB}$ 、存储 $\geq 128\text{GB}$ 2.基于安卓操作系统开发 APP，可实现车路协同的辅助驾驶安全预警。车载终端通过车路协同技术获取道路感知信息，结合自身位置及状态信息，对相应的车路协同场景（如弱势交通参与者冲突预警、交通事件预警等）、车车协同场景（紧急制动预警、特殊车辆提醒）向驾驶员进行提示，提升行驶安全。	套	1
3	▲智能网联实训车	一、智能化套件 1.双目摄像机：最大分辨率 $\geq 1080 \times 720$ ，水平视场角 $\geq 42^\circ \pm 1^\circ$ ，垂直视场角 $\geq 24^\circ \pm 1^\circ$ ，目距 $\geq 100\text{mm}$ ，焦距 $\geq 6\text{mm}$ 。 2.激光雷达：16 线，水平视场角 360 度，激光波段 $\geq 905\text{nm}$ ，垂直视场角 30 度($-16^\circ\text{C} \sim +14^\circ\text{C}$)，帧率 10Hz/20Hz 3.毫米波雷达：主频 $\geq 77\text{GHz}$ ，测速区间 $-200 \sim 200\text{km/h}$ ，位置精度 $\pm 0.2\text{m}$ ，速度精度 $\pm 0.2\text{km/h}$ 4.工控机：11th Gen Intel(R)Core(YM)i5-1135G7@2.40GHz 2.42GHz，千兆网口*2，USB3.0*6，HDMI*1，VGA*1，Mini PCIE 插槽，带 SIM 卡座（标配 1 年流量卡） 5.GNSS 接收器：支持 BDS B1I/B2I、GPS L1/L2、GLONASS G1/2、GalileoE1/E5b、QZSS L1/L2 等卫星信号，支持双天线进行定位测向解算	套	1

		二、网联化套件 1.智能车载终端 OBU：4 核处理器，主频$\geq 1\text{GHz}$，$\geq 1\text{GB}$ 内存、$\geq 8\text{GB}$ 闪存，LTE-V 发射功率 $23\text{dBm} \pm 2\text{dB}$，C-V2X Band47 (TDD) 5905MHz to 5925 MHz，PC5 延时$< 20\text{ms}$；覆盖范围大于 500m，支持 5G 通信 2.车路智行终端：分辨率$\geq 2560 \times 1600$，运行内存$\geq 6\text{GB}$，内存容量$\geq 128\text{GB}$，内置车路智行 APP 应用软件 三、线控车辆 1.基本参数：整车尺寸约 $3100 \times 1800 \times 2200\text{mm}$，质量不小于 1200kg，额定载荷$\geq 600\text{kg}$，续航里程不小于 100km，铅酸电池 2.线控底盘：最大爬坡度（满载）$\geq 15\%$，驱动方式：后置后驱，电机功率：$\geq 4\text{kW}$，输入电压：$42 \sim 60\text{V}$，前悬挂系统：麦弗逊式独立悬架 后悬挂系统：钢板弹簧结构+双筒式液压阻尼减震器 3.车身参数：无方向盘式高强度游艇玻璃钢驾驶室，皮革软座椅、皮革软靠垫，玻璃罩 LED 大灯、LED 转向灯、LED 刹车灯、电涡流喇叭 4.操控安全：可移动式驾驶操纵装置，紧急遥控器，急停开关 5.故障设置板：故障通道数≥ 20 路断路/虚接+6 路短路，每个故障通道容量 $\text{DC}10\text{A}$，故障通道指示灯接口：26 路，级联接口：断路故障可级联 4 块 20 路继电器板，故障点 100 个。 6.工业显示器：薄膜晶体管液晶显示器，尺寸不小于 13.3 英寸，分辨率不低于 1024×768，接口不少于 HDMI/BNC/VGA/AV/USB 四、教学实训项目 1.可实现毫米波雷达、摄像头、激光雷达的数据读取、预警区域设置； 2.可实现对线控底盘的直接控制，并查看底盘反馈信息； 3.可实现采集路径后，进行预瞄循迹控制； 4.支持与 V2X 感知设备联动，实现 V2X 场景的交互 五、《智能网联汽车车路协同技术及应用》课程资源包 《智能网联汽车车路协同技术及应用》课程资源由 1 份 PPT 课件和配套实训指导书组成。教学项目包含但不限于如下内容： 项目一 智能网联汽车车路协同认知 任务 1 车路协同概述 任务 2 车路协同关键技术认知 项目二 C-V2X 设备装调与测试 任务 1 智能车载终端 OBU 安装与调试 任务 2 智能路侧终端 RSU 安装与调试 任务 3 C-V2X 数据通讯测试 项目三 交通信号控制机装调与测试 任务 1 交通信号控制机认知 任务 2 交通信号控制机安装与调试 项目四路侧感知设备装调与测试 任务 1 毫米波雷达装调与标定 任务 2 摄像头装调与标定 任务 3 激光雷达装调与标定		
--	--	--	--	--

		任务4 融合感知算法标定与调试 项目五 路侧边缘计算单元装调与测试 任务1 路侧边缘计算单元认知 任务2 路侧边缘计算单元安装与调试 项目六车路协同云控平台部署与调试 任务1 车路协同云控平台认知 任务2 车路协同云控平台调测 项目七车路协同虚拟仿真系统装调与测试 任务1 车路协同典型场景通信配置 任务2 车路协同虚拟仿真系统调测 项目八基于车路协同自动驾驶的V2X场景应用 任务1 基于车-路系统的V2X测试环境搭建及V2X场景应用 任务2 基于车-路-云系统的V2X测试环境搭建及V2X场景应用 六、智能网联汽车智能传感器结构原理认知教学系统 （一）功能要求 1.具备零件独显功能：双击智能汽车传感器零件名称标签，可进入零件独显模式，独显模式下可实现旋转、缩放单独查看零件的结构。 2.具备原理介绍功能：需采用微课的形式介绍智能传感器的相关工作原理。 3.具备零部件名称显示功能：可支持结构爆炸后对应零件名称的显示或隐藏。 4.具备传感器工作信息流效果：需将各场景的原理分为“环境感知”与“决策执行”两个场景展示传感器、控制器、执行器工作时的信息流效果。 5.具备辅助功能：能支持左右两侧均可显示结构原理的内容目录、同时具有锁屏和关闭声音功能。 （二）内容要求 ◆依据智能网联汽车的智能传感器的教学需求，结构原理展示内容包含前向碰撞预警、道路保持辅助、侧方开门预警、后侧来车预警及制动、道路导航识别、自动紧急制动、盲点监控与变道预警、前侧来车预警、自适应巡航、视觉融合泊车辅助模块。 （三）关键技术要求 1.当软件有更新时，可支持在线更新虚拟实训内容。 2.采用Unity 纯三维引擎交互技术，360度全方位展示智能传感器，缩放大小以方便操作； 3.支持运行在触摸交互的智能终端上，支持多点触摸操作方式加强用户交互体验舒适度。		
4	智能网联汽车车路协同运行平台	一、产品组成 1.设备包含4台摄像机、1台智能路侧终端RSU、4个信号灯、1台智能信号机、1个大容量可移动电池、1台一体化V2X感知基站结构装置。 二、技术规格 （一）智能路侧终端（RSU） 1.面向自动驾驶的人车路系统控制、协调和管理具备较强的智能化特	套	1

		性：支持车-路信息实时交互与智能交通路侧系统一体化协同控制。可接入交通视频检测器、微波检测器、交通信号机等路侧基础设施，支持交通数据回传，满足智能交通系统 V2X 应用业务的协同控制需求，具备与交通数据中心实时通信功能。 2.LTE-V：车车、车路通信协议；发射功率：23dBm±2dB； 3.C-V2X Band47 (TDD)：5855MHz to 5925 MHz； 4.PC5 业务延时：<20ms；覆盖范围大于 500m； 5.网络模式：支持移动蜂窝通信网络，3G/4G/5G，三网通； 6.WiFi 支持 IEEE 802.11b/g/n 协议；频段：2.400G-2.483GHz； 7.通信接口：1 路 RJ45 网络通信接口（LAN#10/100Mbps）； 8.定位功能：支持 GNSS 定位，数据更新速率 10Hz 9.防护等级：≥IP67 （二）信号灯 1.尺寸：约高 1050mm*宽 350mm*厚 120mm； 2.电气参数：平均功耗≤10W；额定电压 AC176~264V，50Hz； 3.光源性能：发光强度≥400cd；可视距离≥500m；可视角度≥300； 4.外壳防护等级：≥IP53。 （三）智能信号机 1.外形尺寸：约 225*260*215mm。 2.设备输出接口支持 RS-485、RS-232、AC220V 输出接口方式。 （四）低时延相机 1.图像相关 （1）最高分辨率可达 2560 × 1440@25fps，并可输出实时图像 （2）码流平滑设置,适应不同场景下对图像质量、流畅性的不同要求 （3）支持 GBK 字库,支持更多汉字及生僻字叠加,支持 OSD 颜色自选 （4）支持 3D 数字降噪,支持 120dB 宽动态 （5）支持心跳,镜像等功能 （6）支持暖光灯补光,照射距离最远可达 30 米 2.Smart 功能 Smart 编码:支持低码率、低延时、ROI 感兴趣区域增强编码、支持 Smart265 编码,可根据场景情况自适应调整码率分配,有效节省存储成本 3.系统功能 （1）支持三码流,支持手机监控 （2）支持 ONVIF(PROFILE S,PROFILE G),ISAPI,支持 GB28181,Ehome 平台接入，支持萤石云平台接入 （3）符合 IP67 级防尘防水设计,可靠性高 4.接口功能 （1）支持标准的 128G Micro SD/SDHC/SDXC 卡存储 （2）支持 10M/100M 自适应网口 （3）支持 1 对音频输入/输出 （4）支持 1 对报警输入/输出 （五）可移动电池		
--	--	--	--	--

		1.电池容量：≥660000mah； 2.最大功率：≥2000 W； 3.充电时间：≈8 h 4.输出口：AC*2（两个三插孔）、USB 接口*2、照明灯*1，车充 24V 点烟口*1 三、车路协同教学工具包 车路协同教学工具包包含高精度 RTK 设备 1 台、施工锥桶 1 个、限速标志牌 20（含立杆）一套，可搭配可移动 V2X 感知基站使用，支撑车路协同场景道路测试。 1.RTK 设备 （1）卫星系统：BDS/GPS/GLONASS/GALILEOIQZSSSBAS （2）静态精度： 水平：±(2.5+0.5x10D)mm 垂直：±(5+0.5x10 D)mm （3）RTK 精度 水平：±(8+1x10D)mm 垂直：±(15+1x10“D)mm （4）倾斜角度：0-60° （5）倾斜补偿精度：8mm+0.3mm tilt (30” 内精度<2.5cm) （6）惯导更新率：200Hz （7）特色功能：对中杆高度自动计算、对中杆倾斜误差校准 （8）服务类型：可直接播发 CGCS2000 及 WGS84 坐标 （9）操作系统：Linux （10）按键：开/关机键 （11）指示灯：卫星灯、电源灯、信号灯 （12）语音：支持语音控制、语音播报 （13）Web UI：支持 PC、手机网页 （14）Wi-Fi：支持 （15）网络：4G 全网通网络模组，内置双运营商 eSIM 卡 （16）电台模式：内置收发一体电台 （17）电台频段：410MHz 470MHz （18）电台协议：TrimTalk450S/TrimMark3 （19）电台发射功率：≥2W （20）材料：镁铝合金 （21）端口：1 个 Type-C 接口(供电和数据传输),1 个 SMB 接口(电台天线) （22）电池：可拆卸双电池，≥6800mAh （23）续航时间：移动站使用千寻知寸服务可作业 11 小时 （24）外接电源：(9-20)VDC （25）防尘防水：≥IP68 （26）防摔：抗 2 米跌落 （27）相对湿度：抗 100%冷凝 （28）操作系统：Android 8.1 及以上规格 （29）CPU：≥8 核 2.0GHz 处理器		
--	--	---	--	--

		(30) 内存: ≥4GB RAM+64GB ROM (31) 网络: 4G 全网通 (32) 液晶屏: 5 吋多点电容触控屏 (33) 电池: ≥7000mAh 可拆卸电池, 支持 PE 快充 2.施工锥 (1) 材质: 橡胶 (2) 高度: ≥615mm (3) 顶部直径: ≥55mm (4) 底部直径: ≥325mm (5) 用于道路施工预警 V2X 场景触发 3.限速标志牌 (1) 主杆件: ≥1.8 米空心管, 直径≥60mm, 厚度≥1.5mm, 底盘直径≥40cm (2) 标志牌规格: 直径≥30cm, 限速 20 (3) 重量: ≥15kg (4) 用于限速预警 V2X 场景触发		
5	800 万车路协同相机	1.传感器类型: 1/1.8" Progressive Scan CMOS; 2.最低照度: 彩色: 0.002 Lux @ (F1.2, AGC ON), 黑白: 0.0002 Lux @ (F1.2, AGC ON), 0 Lux with IR; 3.宽动态: 120dB; 4.预置点: 支持 1~255; 5.焦距与视场角: 2.8~12 mm: 水平视场角: 112.3°~41.2°, 垂直视场角: 58°~23.1°, 对角视场角: 137.4°~47.3°; 8~32 mm: 7.水平视场角: 41.8°~14.9°, 垂直视场角: 22.9°~8.5°, 对角视场角: 48.7°~17.1°; 9.聚焦方式: 自动、半自动、手动; 10.光圈类型: DC 驱动; 11.最大光圈: 2.8~12 mm: F1.2; 8~32 mm: F1.6; 12.最大图像尺寸: 3840 × 2160; 13.主码流帧率分辨率: 50 Hz: 25 fps (3840 × 2160, 3072 × 1728, 2560 × 1440, 1920 × 1080, 1280 × 720); 60 Hz: 30 fps (3840 × 2160, 3072 × 1728, 2560 × 1440, 1920 × 1080, 1280 × 720); 14.子码流帧率分辨率: 50 Hz: 25 fps (704 × 576, 640 × 480); 15.60 Hz: 30 fps (704 × 480, 640 × 480); 16.视频压缩标准: H.265/H.264/MJPEG; 17.网络: 1 个 RJ45 10 M/100 M/1000 M 自适应以太网口。	台	11
6	广域毫米波交通雷达	1.中心频率: 80GHz; 2.横向覆盖 1-10 个车道 (无隔离带), 纵向覆盖 250 米; 具有全天候工作能力, 不受光线和雨、雪、雾等天气影响; 可提供车速、车流量、车头时距、车型分类、道路占有率等信息, 平均车速检测精度≥95%, 车流量准确率≥95%, 车道占有率准确率≥95%; 3.能够实现车道的拥堵信息判断, 统计排队车辆长度, 发送拥堵信息; 4.获取车辆行驶轨迹, 车辆轨迹连续准确率≥95%;	台	9

		5.识别车辆逆行、急停、变道等交通异常事件,事件识别准确率≥95%; 6.实现多车道检测,自动划分车道,跟踪不同车道车辆,准确检测其速度以及位置; 7.测速范围: -240km/h~+240km/h; 8.跟踪目标个数: 最大 256; 9.角分辨率: 近程 4°, 远程 2°; 10.测角精度: 近程 0.2°, 远程 0.2°; 11.速度分辨率: 0.37km/h; 12.测速精度: 0.1km/h; 13.距离分辨率: 近程 0.4m, 远程 1m; 14.测距精度: 近程 0.1m, 远程 0.2m; 15.发射功率≤13dBm; 16.数据更新率: 90ms; 17.额定功率: 10W; 18.通信接口: 网口, 可定制 RS485、继电器、TTL; 19.时间同步: 具有实时时钟, NTP 网络同步; 20.具有大容量存储区, 掉电数据不丢失。		
7	边缘计算终端	一、硬件要求 1.CPU: ≥8-core ARM v8.2 64-bit; 2.GPU: ≥512-core Volta; 3.算力: ≥32TOPS; 4.内存: ≥32GB 256-bit LPDDR4x 136.5GB/s; 5.存储: ≥500GB SSD; 6.接口: ≥4 个独立千兆网口, ≥1 个 HDMI, ≥2 个 USB 3.1, ≥2 个 USB 2.0, ≥2 个 RS232, ≥2 个 RS485, ≥1 个 4G 天线, 1×GPS 天线; 支持 GPS 定位; 支持 4G; 支持硬件加密; 7.最大功率: 50W; 8.振动: 正弦振动, 1.5G,5Hz~500Hz,3 Axis,振动时间: 8h/轴; 9.防护等级: ≥IP54; 10.浪涌: ≥6KV。 二、软件功能要求 1、设备接入: 视频摄像机: 支持 RTSP 协议接入 毫米波雷达: 支持主流厂家设备接入 支持同时接入 12 路摄像头与 10 路毫米波交通雷达并进行轨迹拟合 2、感知能力 支持相机融合感知分析 支持识别行人、机动车、非机动车目标; 支持识别机动车的车牌、车速、车辆位置、航向角和车辆属性(车型、颜色); 支持信号灯检测, 支持输出带转向的信号灯颜色信息; 支持交通事件信息采集, 支持路口逆行、交叉口车辆溢出、越线违停、车车事故等交通事件的识别, 并存储事件录像; 支持对摄像头和交通雷达采集的数据进行处理与分析结果上报, 分	台	3

		析结构包括但不限于交通参与者的识别、分析与跟踪、交通事件检测等 支持输出分车道的机动车流量、检测精度不低于 95% 3、管理系统 支持运行监测，支持对标定完的设备实时检测数据质量； 支持存储不少于 30 天的交通事件视频，支持对交通事件视频进行下载播放、截图 支持 MEC 基本信息管理、状态信息监控以及平台数据对接管理等功能 支持感知设备接入监管，包含基本信息管理和设备状态监控 支持算法配置文件下发、系统备份升级等功能 4、数据共享 支持目标 ID 、类别（尺寸）、车辆属性、 GPS 位置、速度、航向角等源数据输出		
8	智能路侧单元	1.CPU：4 核处理器，主频≥1GHz； 2.内存：类型 DDR3，容量≥1GB； 3.闪存：类型 EMMC，容量≥8GB； 4.LTE-V：车车、车路通信协议，发射功率：23dBm±2dB，接收灵敏度-96dBm； 5.C-V2X Band47 (TDD)： 5905MHz to 5925 MHz； 6.PC5 业务延时：<20ms，覆盖范围≥600 米，低噪无遮挡环境≥800 米； 7.移动网络：支持 5G 通信，全网通，支持 NSA/SA 工作模式，支持 5G NR/LTE FDD/LTE TDD/LAA/WCDMA； 8.WiFi：支持 IEEE 802.11b/g/n 协议；频段：2.400G-2.483GHz； 9.通信接口：1 路 RJ45 网络通信接口（LAN#10/100M/1000Mbps）； 10.定位功能：支持 GNSS 定位； 支持无 GNSS 启动； 支持不拆机更换 SIM 卡； 11.外置天线数量：V2X 天线不少于 2 根； 12.内置天线：一体化天线仓设计（5G+GPS+WIFI）； 13.安全加密：硬件加密，支持 SM1、SM2、SM3、SM4； 14.防护等级：≥IP67； 15.供电电压：支持 POE 48V 和 DC 48V 供电； 16.整机功率：小于 20W。	台	3
9	接入工业交换机	导轨式非管理型； 防护等级：≥IP40； 共模防雷 4KV/差模防雷 2KV，防静电 8KV/15KV，DCW24：冗余输入，额定输入 12/24VDC； 提供≥8 个 10/100/1000Base-TX 自适应以太网电口、≥2 个 1000Base-X SFP 光口； 尺寸：不大于 158*115*54mm； 标配 1 组工业级导轨 24V 24W 电源适配器。	台	8

10	车路协同抱杆机箱	尺寸：不小于 450*250*600mm，1.2mm 冷轧钢板，1*40A 2P、1*25A 2P、2*10A 1P 空开、1 个 PDU 三位、1*五孔插座，带网络防雷、风扇	套	8
11	电信级汇聚型交换机	1.防护等级：≥IP30； 2.4 个万兆 SFP 插槽 + 8 个千兆光电复用口 + 16 个千兆光口； 3.工作电压：100-240V AC 交流电源； 4.共模防雷 4KV，防静电 8KV/15KV，支持电磁干扰 Class A 等级 /DDM/802.1X/VLAN/QinQ/LLDP/IGMP/RADIUS/WEB/SMNP/RSTP/MSTP/ERPS； 5.尺寸：不大于 440*245*44mm。	台	4
12	空调落地机柜	尺寸：不小于 750*750*1700mm，23U 安装空间，1.5mm 冷轧钢板，1*63A 2P、1*40A 2P、4*10A 2P 空开、1*19 英寸 PDU、1*五孔插座，带网络防雷	台	4
13	杆件	1.6 米 L 型交通杆，混凝土等级 C30，基础尺寸 不小于 1.4*1.4*1.6 米，具体满足实际需求。	根	11
14	信息发布屏	P10 双基色，尺寸不小于 1.2*0.8m 含全防水箱体、控制器、协议转换器、安装支架	块	1
15	锥形桶	1.材质：橡胶； 2.高度：≥615mm； 3.顶部直径：≥55mm； 4.底部直径：≥325mm。	个	1
16	交通信号控制机	1.输入电压：AC220V±44V，50±2Hz； 2.输出电压：AC220V； 平均功率(空载) <15W，每路输出≤3A； 3.灯控输出：最大支持 64 组，单通道负载 800W； 4.防护等级：≥IP65； 5.要求支持通过 RSU、MEC 对信号机进行反向控制。	台	1
17	交通信号灯	1.灯盘样式：圆盘灯； 2.尺寸：≥高 1350mm*宽 450mm*厚 135mm； 3.额定功率：≤15W； 4.额定电压: AC176~265V，50±3Hz； 5.外壳材质：ABS（塑壳）表面处理 黑色； 6.帽檐尺寸：≥770*250mm； 7.帽檐材质：镀锌钢板； 8.中心亮度：5000~15000cd/m²； 9.可视距离：≥400m； 10.外壳防护等级：≥IP53。	面	2
18	交通信号灯计时器	1.尺寸：≥高 450mm*宽 450mm*厚 135mm； 2.额定功率：≤5W； 3.工作电压: AC176~264V，50Hz； 4.可视距离：≥400m； 5.外壳防护等级：≥IP53。	台	2
19	智慧斑马线预警单元-纯	1、设备具备视频感知功能，支持行人、非机动车、机动车感知，支持对外输出实时位置、速度、航向角；	套	1

	视频版（主）设备	2、能够对行人、非机动车进行检测，检测准确率不低于 95%； 3、杆件内置边缘计算单元，具备标称算力不低于 6TOPS； 4、搭配智能路侧单元（RSU）设备，设备应支持网联车辆靠近距离实时显示，当网联车辆靠近时显示屏可实时显示车辆靠近距离，前向灯带红黄闪烁提醒； 5、设备支持通过斑马线的行人、非机动车流量统计功能，内置边缘计算单元 web 端支持按照小时/天/月/年维度进行统计，支持以表格、柱状图、折线图形式进行展示； 6、设备可支持平台下发图片、文字、视频在信息屏幕显示； 7、行人摄像机 视频像素：≥400w； 最大图像尺寸：≥2688x1520； 支持自动光圈； 视频压缩标准：H.265/H.264/MJPEG； 8、边缘计算单元： CPU：NVIDIA Carmel ARM v8.2 (6-core) @ 1.4GHz(6MB L2 + 4MB L3)同等或以上规格； GPU：384-core NVIDIA Volta GPU with 48 Tensor Cores 同等或以上规格； 算力：≥21TOPS； 内存：≥8GB LPDDR4； 存储：≥128GB； 9、LCD 显示屏： 尺寸：≥37 英寸； 分辨率：≥1920*540； 10、整机杆件参数： 杆件尺寸：不低于 3000(高)*320(长)*200(宽)mm； 工作电压：220V； 设备功率：360W MAX(-A)；		
20	智慧斑马线预警单元-纯视频版（副）设备	1、设备具备视频感知功能，支持行人、非机动车、机动车感知，支持对外输出实时位置、速度、航向角； 2、能够对行人、非机动车进行检测，检测准确率不低于 95%； 3、搭配智能路侧单元（RSU）设备，设备应支持网联车辆靠近距离实时显示，当网联车辆靠近时显示屏可实时显示车辆靠近距离，前向灯带红黄闪烁提醒； 4、设备支持通过斑马线的行人、非机动车流量统计功能，内置边缘计算单元 web 端支持按照小时/天/月/年维度进行统计，支持以表格、柱状图、折线图形式进行展示； 5、设备可支持平台下发图片、文字、视频在信息屏幕显示； 6、行人摄像机： 视频像素：≥400w； 最大图像尺寸：≥2688x1520； 支持自动光圈； 视频压缩标准：H.265/H.264/MJPEG；	套	1

		7、LCD 显示屏： 尺寸：≥37 英寸； 分辨率：≥1920*540； 8、整机杆件参数： 杆件尺寸：不低于 3000(高)*320(长)*200(宽)mm； 工作电压：220V； 设备功率：360W MAX(-A)；		
21	V2X 智能盒子	1.Cortex A7 处理器，主频 1GHz；1GB DDR3 内存+8GB EMMC 闪存； 2.LTE-V2X、车车、车路通信协议； 工作频段：5.905G-5.925GHz， 3.发射功率：23dBm±2dB，距离≥300m； 4.支持 3G/4G，全网通，支持 LTE/FDD/TDD/HSDPA/WCDMA； 5.支持 GPS、Beidou 定位，频率 10Hz5、1 路 RJ45 网络通信接口； 6.支持 48V POE 供电，功率小于 15W； 7.不低于 IP67 防护等级。	台	1
22	无线网桥	1.工作频段：5.15~5.25GHz、5.735~5.835GHz 2.无线速率：≥867Mbps 3.无线标准：IEEE 802.11a/n/ac 4.无线覆盖角度：水平方向 45°、垂直方向 30°	对	1
23	车路协同设备安装调试	1.车路协同设备安装、调试，含安装配件 2.杆件浇筑，混凝土厚度不低于 200mm，强度不低于 C30，尺寸不小于 300*300mm 3.预埋线路管材，采用 CT 不锈钢材质 4.包含各点位的跳线、网线等辅材 5.本项包含车路协同设备安装调试所需的配件、实施材料、施工费用等，采购人不再另行购置	套	1
24	▲校园车路协同综合管理平台-车路协同云控系统	（一）车路协同云控系统主要包括基础管理、设备管理、车辆管理等模块，具体功能要求如下： 1、基础管理： 包括个人中心、权限管理、系统管理等功能。 （1）个人中心：个人信息管理和个人消息中心，个人信息管理支持基本信息修改、密码修改；消息中心支持系统消息接收与查看； （2）权限管理：主要涉及角色权限、多层级用户管理，支持用户增、改、查，支持密码重置，重置密码仅用于首次登录，登录成功后强制修改密码； （3）系统管理：支持系统操作日志、版本日志管理，实现系统操作、版本升级全程留痕。 2、设备管理： 主要涉及对路侧、车端等车路协同体系核心设备的在线管理。 （1）设备信息管理：支持对接入的设备开展新增、编辑、查询、删除功能，并提供二维地图概览页面，实现查看所有接入设备的位置、在线情况等信息。 （2）设备状态监控：支持对接入的设备开展实时监测，掌握设备在线、离线状态。 （3）设备远程管控：支持 RSU、OBU 在线设备远程调试功能，支持在线重启、在线运维配置、OTA 在线升级，实现核心设备远程管	套	1

		控。 (4) 设备告警管理：支持设备离线异常告警信息主动提醒，涉及设备名称、类型、编号、告警内容、告警等级，方便设备运维管理。 (5) 设备运行检测：支持开展设备一键检测，显示设备故障整体情况，分析系统整体设备运行状态。 3、车辆管理：主要指针对智能网联车辆信息的在线管理。 (1) 车辆信息管理：支持支持车辆的车牌号、品牌、型号等信息录入、修改、删除、查询等功能。 (2) 车辆运行轨迹管理：支持查询车辆历史行驶轨迹，按照车牌号及车辆运行时间查询车辆行驶轨迹，查询结果展示时间范围内被查询车辆的运行数据，可以在地图上还原车辆行驶轨迹。 (3) 车辆运行状态数据解析：涉及车辆的驾驶模式、经度、纬度、速度、航向角、档位状态信息。		
25	校园车路协同综合管理平台-应用监管系统	(一) 应用监管系统主要基于可视化实现车路协同系统监管，主要功能如下： 1.地图渲染：以三维高精地图服务引擎为依托，通过采集校园高精路网地图、建设筑及附属设施三维模型，实现校园范围内的三维高精地图加载渲染，并提供放大、缩小、拖拉、选中等基础地图服务。 2.设备概览：通过对校园车路协同路段、车端设备的实时在线监管，支持设备搜索、选中等功能。掌握设备动态分布、设备运行等信息，为车路协同实训教学提供基础设备服务。 3.车辆列表：支持智能网联车辆 V2X 事件、车辆状态实时监管，并支持车辆号牌搜索、单车视角功能。 4.融合感知：支持校园车路协同地多维数据融合可视化，实时、动态呈现行车、机动、非机动车等各类交通参与者的实时运行状态信息，涉及数量、时间维度下的检测目标物趋势。 5.运行监测：通过单车视角，可以全面掌握车辆运营与运行状态信息，实现车辆全方位、多角度运行监测。 (1) 通过车辆概况、车辆速度模块，掌握当前实训车辆的车辆编号、驾驶模式、驾驶速度、档位等车辆基础运行信息。 (2) 通过 V2X 场景统计模块，掌握车路协同实训场景运行情况，并通过 GIS 可视化，掌握实时车路协同场景触发点位、时间。	套	1
26	车路协同综合平台服务器	1.机架式服务器机箱支持 2 颗 CPU 处理器,16 条内存插槽 2.处理器配置: 16 核心, 2.1Ghz, 32 线程 3.计算内存配置: 4 条 32G 内存 (128G) 32GRDIMM3200DDR4 内存 4.存储配置: 1 块 10TSATAHDD 企业级硬盘 5.网卡配置: 双端口万兆网卡 6.电源配置: 550W 单电 7.配置带外管理 IP (BMC 管理模块) + 配套导轨	套	1
27	NTP 服务器	1.高稳晶振+北斗+GPS+NTP+1*1 路 IPPS+RS422/485×5+光口×4+1GbE×8 2.通用款, 该板卡配置推荐前端接入规模 40000 路以内 3.晶振款要求:	套	1

		精密的校时精度 超高守时能力 支持 GPS、北斗、上级 NTP、CDMA 校时（默认北斗） 支持多网域校时 高稳定性、可靠性设计 支持双机热备、级联方案 1U 标准机架式产品 处理器：ARM 处理器； 4.同步精度：卫星同步精度纳秒级；NTP 同步精度毫秒级； 5.存储：≥256M； 6.守时精度：≤28us； 7.跟踪通道数：32； 8.捕获通道数：128； 9.授时容量：10000 次/每秒（单端口）； 10.授时精度：±5us； 11.授时频段：GPS:1575.42±1.023MHz，北斗:1561.098±2.046MHz； 接口： 12.机箱前部： 13.网络管理端口（RJ45）：管理口； 14.NTP 输入端口（RJ45）:NTPINP； 15.PPS 授时端口（SMA）：1PPS 16.10M 授时端口（SMA）：10MHZ 17.串行管理端口（RS232）：串口 机箱后部： 1 路 GPS/BD 天线接口（支持选配 2 路） 18.4 槽位输出位： 19.NTP 输出卡（RJ45）：NTP1~NTP4，支持端口、双卡绑定； 20.光输出卡（ST）：1-4 路 21.RS422 输出卡：1-5 路，支持子钟管理 22.指示灯： 电源指示灯，标识 PWR，绿：有外部电源输入，灭：无外部电源输入； 卫星指示灯，标识 GNSS，绿：卫星搜星正常，灭：卫星搜星异常； NTP 输入状态指示灯，标识 NTPINP，绿色常亮：NTP 输入正常，绿色闪烁：锁定 NTP 输入源，灭：未同步； 授时状态指示灯，标识 SYNC，绿色常亮：设备正常输出，绿色闪烁：设备守时输出，灭：未同步。 23.电源电压：90-240V/55Hz±8Hz65w（1+1 冗余电源） 24.机箱：机架式 25.机箱尺寸：约 483*300*44mm(1U 设备)支持机架式安装 26.软件功能： 设备上电或重启后，系统自启校时服务 可通过 NTP 模式或 BD/GPS 模式对待授时设备进行授时 可通过固定时间间隔方式对待授时设备进行授时		
--	--	---	--	--

		支持对监控设备（DVR、NVR、网络摄像机）、终端设备进行授时 支持对服务器进行授时 支持同时对多个网段的待授时设备进行授时，单端口授时容量 ≥ 10000 次/秒 可通过 WEB 管理对 NTP 时钟进行配置管理		
28	NTP 天线	NTP 服务器配套接收天线，60 米	套	1
29	服务器机柜	尺寸约 600*1000*2055mm，标配 8 位 10APDU 插排 1 个，托盘 3 个，风扇 1 组，带脚轮	套	1
30	数字孪生引擎	1.要求基于 GIS 引擎和游戏引擎插件进行数字孪生引擎的开发。 2.要求满足 100 平方公里以内城市精细化建模； 3.呈现效果要求 ①要求支持三维地图 obj、fbx 等格式的模型数据呈现； ②要求支持粒子特效； ③要求根据采购人需要定制功能交互和视觉效果设计； ④要求至少支持阴天、晴天、雨天、多云等多种天气系统，支持 24 小时昼夜系统 4.视点显示功能要求： ①场景浏览：要求支持鼠标、键盘漫游和触摸屏控制等；能实现任意上升、下降、仰视、俯视、左转、右转、平移以及重置到初始视角等操作。 ②视点编辑：通过创建场景视角、编辑/删除场景视角；用户可在场景中选定的任意高度和任意角度的位置信息进行添加视点，视角也可以绑定场景中的可交互模型 ③能够快速切换到指定视点进行浏览 ④能够支持地图漫游：要求支持鼠标和键盘漫游，包括地图放大、地图缩小、地图漫游、地图全景、线面量测、结果清除等。可以实现任意上升、下降、仰视、俯视、左转、右转、定位等操作。支持创建漫游点生成漫游路径，镜头沿路径漫游场景 5.模型显示：道路、建筑、设备、车辆模型显示 6.可实现实时车辆状态模拟 ①传入自动驾驶车辆信息（经纬度定位，速度，车辆方向，方向盘数据，刹车数据，车辆类型大小颜色），根据信息显示车辆模型行驶状态 ②传入自动驾驶车辆周边车辆信息（经纬度，方向），绘制自动驾驶车辆周边汽车行驶状态 ③控制镜头跟随自动驾驶车辆 ④传入路口车辆信息（经纬度，方向，车辆大小颜色），绘制路口车辆行驶状态 ⑤移动镜头至指定路口	套	1
31	高精度地图采集及制作	1.精细化道路模型包含了道路和道路两侧第一排建筑及其附属设施的所有数据，包括各类车道、车道线、各类标志标线、多种类型道路路牌、红绿灯，此外还包含路灯、绿化带、隔离带、建筑物等要素。	套	1

		2.针对园区、场馆、测试场等需要区域建模的项目，提供区域内的建筑、地面、水系、树木、基础设施等数据。 3.主要部件及物联网设备建模+模型上图，如：路侧设备、路灯等；所有上图设备设施满足精准的三维点位分布，且根据交通规划子业务系统建设响应的可视化效果。		
32	车路协同综合平台工作站	1.CPU：i9-13900k 同级别或以上规格 2.内存：2*32G 或以上规格 3.硬盘：2T 固态硬盘+4T 机械硬盘 4.显卡：RTX4080 16G 同级别或以上规格 5.系统：win11 系统	套	1
33	LED 大屏	1.LED 显示屏灯珠选用表贴三合一铜线封装，LED 封装形式：SMD1515 黑灯； 2.LED 显示屏采用$\leq 1.86\text{mm}$ 点间距，像素点密度≥ 288906 点/m^2，模组尺寸$\geq$宽 320mm*高 160mm，模组分辨率$\geq 172*86$ 点，白平衡亮度 200~600CD/m^2，峰值功耗：$\leq 500\text{W}/\text{m}^2$，平均功耗：$\leq 168\text{W}/\text{m}^2$； 3.LED 显示屏像素中心距相对偏差$\leq 1\%$，对比度$\geq 10000:1$，像素失控率$\leq 1/100000$，水平/垂直视角$\geq 175^\circ$，平整度$\leq 0.1\text{mm}$，刷新率$\geq 3840\text{Hz}$，色温 1000K-20000K 连续可调，亮度均匀性$\geq 99\%$，色度均匀性$\pm 0.001\text{Cx}$，Cy 之内。 4.LED 显示屏采用磁吸前维护，可正面拆卸模组、接收卡、电源，支持模组、接收卡等低压器件多次带电热插拔测试后都能正常工作，使用寿命$\geq 100000\text{h}$，平均无故障时间$\geq 20000\text{h}$，平均故障恢复时间（MTTR）≤ 2 分钟； 5.LED 显示屏具备现场屏体开关机次数及使用时长记录，以及对现场温湿度的监测反馈，并形成数据保存周期为 100 天，并可在控制软件端提取数据，保证用户实时了解现场屏体及使用环境情况； 6.LED 显示屏具备防蓝光护眼模式。 7.尺寸：不小于 10m^2	套	1
34	车路协同综合平台规程制作	一、车路协同综合平台规程制作 1.含车路协同实训室室内文化建设，具体内容根据学校现场定制设计。 二、可支持车路协同系统与路侧设备结构原理认知教学 （一）功能要求 需依据车路协同路侧设备的组成关系，展示的结构内容不得少于智能车载终端 OBU 结构、路侧传感单元结构、智能边缘服务器结构、智能路侧设备（RSU）结构、智能交通信号控制机设备结构等。 1.需具备结构展示功能：独立展示车路协同路侧设备的模型结构； 2.需模拟车路协同路侧设备的应用场景的模型，整体展示设备的组成和工作关系； 3.需通过对设备模型的特殊处理，展示设备的安装位置及结构关系； 4.需具备原理介绍功能：展示原理的过程中需配置字幕与语音讲解； 5.需具备零部件基本参数展示：展示车路协同路侧设备的产品特点、参数规格。 （二）内容要求	套	1

		根据车路协同系统与路侧设备结构原理认知的教学内容要求，结构原理展示的内容需包含：车路协同原理概念认知视频；路侧传感单元的结构及原理视频；智能路侧设备的结构及原理视频，至少一个设备安装；智能车载终端 OBU 的结构及原理视频，至少一个设备安装；路侧网络单元的结构及原理视频，至少一个设备安装；边缘计算结构及原理视频。		
35	▲汽车智能传感器实训台	一、组成要求 1.实训台主要由工控机、激光雷达、毫米波雷达、双目相机、超声波雷达、卫星定位导航系统、惯性测量单元、12V 电源分线盒、网络交换机、CAN 总线分析仪、USB-HUB、万向支架和展架组成。提供 Windows 操作系统环境下的激光雷达、毫米波雷达、双目相机、惯性测量单元、CAN_test 测试软件。 二、功能要求 1.配置有双操作系统（Windows/Linux）：Windows 操作系统下，提供各类传感器专用上位机软件，可实现传感器的参数配置、标定等工作；Ubuntu 操作系统下集成汽车智能传感器实训系统，读取各类传感器的话题数据，使用 Rviz 工具进行传感器调试。 2.实训内容涵盖传感器功能测试、参数配置标定、CAN 报文解析等实训任务。 3.支持对激光雷达的装配进行俯仰角调节，支持对毫米波雷达的装配进行俯仰角和航向角调节。 三、实验实训项目 1.双目相机实训 （1）双目相机功能验证及“视差”图像认知 （2）相机检测，俯仰角标定 （3）双目相机测距精度验证 2.激光雷达实训 （1）激光雷达装配 （2）抓取激光雷达网络信息 （3）使用激光雷达上位机查看点云数据 （4）激光雷达本地 IP、目标 IP 等参数配置 （5）激光雷达点云数据结构分析 （6）激光雷达测距精度验证 3.毫米波雷达实训 （1）毫米波雷达装配 （2）CAN 总线终端电阻配置与测试 （3）毫米波雷达功能验证 （4）毫米波雷达参数配置 （5）探测物目标属性及测距精度验证 （6）CAN 总线分析仪分析毫米波雷达 CAN 报文 （7）毫米波雷达 CAN 通讯协议解析 4.超声波雷达实训 （1）CAN 总线终端电阻测试与配置 （2）CAN 总线分析仪分析超声波雷达 CAN 报文	套	1

		(3) 超声波雷达 CAN 通讯协议解析 (4) 超声波雷达测距精度验证 5.卫星定位导航系统实训 (1) GNSS 主机装配 (2)双天线安装及角度补偿 (3)杆臂值测量及配置 (4)导航模式配置 (5)协议输出配置 6.惯性测量单元实训 (1)惯性测量单元加速度计静态/动态测试 (2)惯性测量单元陀螺仪角速度静态/动态测试 (3)惯性测量单元磁力计标定与测试 (4)惯性测量单元姿态测试 (5)IMU 报文数据结构解析 四、技术要求 1.尺寸：≥长 1250mm*宽 640mm*高 1800mm 2.激光雷达 (1) 测距方式：脉冲式 (2) 激光波段：≥905nm (3) 激光通道：≥16 路 (4) 测距精度：±3cm (5) 单回波数据速率（双回波）：32 万点/秒，（64 万点/秒） (6) 视场角：-15°~+15°（垂直），360°（水平） (7) 角度分辨率：2°（垂直）5Hz: 0.09°,10Hz: 0.18°,20Hz: 0.36°(水平) (8) 扫描速度：5Hz,10Hz,20Hz (9) 防护等级：≥IP67 3.毫米波雷达 (1) 频段：≥77GHz (2) 防护等级：≥IP67 4.超声波雷达 (1) 频率：≥48kHz (2) 通信接口：CAN 通信 5.双目相机 (1) 基线：≥12mm (2) 测距范围：1.5m~40m (3) 测距误差：±5% (4) 分辨率：≥1280*720 (5) 视场角：水平视场角 82°，垂直视场角 44° 6.卫星定位导航系统 (1) 航向精度（RTK）：±0.3° (2) 姿态精度（RTK）：±0.1° (3) 位置精度（RTK）：2cm+1ppm (4) 数据更新速率：≤200Hz		
--	--	--	--	--

		7.惯性测量单元 (1) 加速度计测量范围: $\pm 2g$ (2) 加速度计零偏稳定性: $5mg$ (3) 陀螺仪测量范围: $\pm 1000^{\circ}/s$ (4) 陀螺仪零偏稳定性: $50^{\circ}/h$ (5) 俯仰角姿态测量范围: $\pm 90^{\circ}$ (6) 翻滚角姿态测量范围: $\pm 180^{\circ}$ (7) 航向角姿态测量范围: $0\sim 360^{\circ}$ (8) 姿态静态精度: $\pm 0.2^{\circ}$ ($\leq 60^{\circ}$) (9) 姿态动态精度: $\pm 0.5^{\circ}$ (航向角 2°) 8.工控机: i5 系列 CPU 同等或以上规格, 内存$\geq 8G$, 固态$\geq 256G$, 核显, USB2.0$\times 2$, USB3.0$\times 2$, HDMI$\times 1$, COM$\times 1$ 9.CAN 总线分析仪: (1) 通道数: ≥ 2 (2) 支持 Windows 操作系统和 Linux 操作系统; (3) 支持低速/容错/单线 CAN; (4) 支持 CANOpen J1939 DeviceNet; (5) 2500V 隔离耐压; (6) 内置 120 欧终端电阻。 10.外接电源: 交流 $220V\pm 10\%$ 50Hz 11.12V 电源: 直流 12V, 电流 10A 12.配套资源包 (1) 配套教学资源包平台要求包含 PC 客户端软件和移动端应用。PC 客户端软件可添加多台设备配套教学资源包, 可以批量自动将资源下载至本地, 同时可根据教学项目或资源类型检索资源; 采用移动端扫描车架上的二维码, 查看实训平台的配套教学资源。 (2) ◆配套教学资源包内容至少包含超声波脉冲回波检测原理、车载毫米波雷达的应用、激光雷达系统、激光雷达干涉测距法、车载毫米波雷达的工作原理等资源。 五、配套资源清单 1.动画类 (至少 12 个) (1) 超声波传感器的数学模型 动画 (2) 超声波脉冲回波检测原理 动画 (3) 车载毫米波雷达结构展示 动画 (4) 多线混合固态激光雷达结构 动画 (5) 激光雷达脉冲测距法 动画 (6) 激光雷达干涉测距法 动画 (7) 激光雷达相位测距法 动画 (8) 单目摄像头测距原理 动画 (9) 双目摄像头测距原理 动画 (10) 三球定位原理 动画 (11) 惯性导航系统组成 动画 (12) MEMS 加速度计类型 动画 2.微课类 (至少 17 个)		
--	--	--	--	--

		(1)传感器的组成 微课 (2)汽车传感器的分类及特点 微课 (3)智能汽车环境感知传感器的安装位置与作用 微课 (4)智能汽车环境感知传感器的性能 微课 (5)超声波传感器的特点 微课 (6)什么是超声波传感器 微课 (7)车载毫米波雷达的应用 微课 (8)车载毫米波雷达 微课 (9)车载毫米波雷达的结构 微课 (10)车载毫米波雷达的分类 微课 (11)车载毫米波雷达的工作原理 微课 (12)激光雷达系统 微课 (13)机械旋转式激光雷达 微课 (14)差分全球导航定位系统基本工作原理 微课 (15)GPS 系统知多少 微课 (16)惯性导航系统 微课 (17)陀螺仪工作原理 微课 六、汽车智能传感器装配调试虚拟实训系统 (一) 功能要求 1.具备零件独显功能：双击智能汽车传感器，可进入零件独显模式，独显模式下可实现旋转、缩放单独查看零件的结构。 2.具备原理介绍功能：需采用微课的形式介绍智能传感器的工作原理。 3.具备零部件名称显示功能：可支持结构爆炸后对应零件名称的显示或隐藏。 4.具备辅助功能：能支持左右两侧均可显示结构原理的内容目录、同时需具有锁屏和关闭声音功能。 5.具备传感器装配功能：可依据智能网联小车进行智能汽车传感器小车的外观检查和装配。 6.具备传感器的调试：需在完成智能汽车传感器的装配后调试，模式装配和的检查。 7.具备模拟传感器的上位机软件功能：需模拟各传感器的测试上位机软件的操作界面，模拟传感器正常工作时的检测画面。 (二) 内容要求 1.依据智能网联小车的实训作业要求，实训任务不得少于智能传感器的结构与原理、智能汽车传感器装配与调试。 2.智能传感器的结构与原理 ①◆双目相机的结构原理认知：双面相机安装位置及部件展示、双面摄像头测距原理讲解； ②◆超声波传感器的结构原理认知：超声波传感器安装位置及部件展示、什么是超声波传感器讲解、超声波传感器的特点讲解、超声波脉冲回波检测原理讲解； ③◆车载惯性导航的结构原理认知：惯性导航单元安装位置及部件展示、惯性导航系统讲解、惯性导航系统组成讲解、陀螺仪工作原		
--	--	--	--	--

		理解解； ④◆激光雷达传感器的结构原理认知：激光雷达传感器安装位置及部件展示、激光雷达传感器结构展示、激光雷达系统讲解； ⑤◆车载卫星导航的结构原理认知：车载卫星导航安装位置及部件展示、GPS 系统知多少讲解、GPS 三球定位原理讲解、差分全球导航定位系统基本工作原理讲解、自动驾驶低速车 GPS 的工作过程讲解； ⑥◆车载毫米波传感器的结构原理认知：毫米波雷达安装位置及部件展示、毫米波雷达传感器结构展示、车载毫米波雷达讲解、车载毫米波雷达分类讲解、车载毫米波雷达的工作原理讲解。 3.◆智能汽车传感器装配与调试：超声波传感安装与调试、车载毫米波传感器安装与调试、激光雷达传感器安装与调试、双目相机传感器安装与调试、车载卫星导航传感器安装与调试、车载惯性导航传感器安装与调试。 （三）关键技术要求 1.当软件有更新时，可支持在线更新虚拟实训内容。 2.能够通过 Web 网页进行实训任务管理和成绩查看。 3.需根据实际的教学需求，发布实训练习和考核任务。 4.可对实训任务进行过程自动记录、自动评分，在 Web 端可导出实训成绩。 5.可支持查看实训任务得分明细，并对实训失分项进行标注。 6.200 节点，支持 200 个学生同时开展实训与考核 七、智能网联汽车智能传感器拆装与标定实训系统 （一）功能要求 智能网联汽车智能传感器拆装与标定实训系统根据教学设计要求，包含演示模式、训练模式、考核模式三种模式，其中演示模式主要是教师进行课堂教学使用，训练模式是学生自主进行学习任务的训练和学习使用，考核模式是学生进行学习任务的检验使用。以下为三种模式下的功能特点说明。 1.演示模式 （1）操作步骤工单：依据维修手册，软件界面左侧会显示每个任务的实训操作步骤； （2）工具提示：提示该步骤中所需工具型号和名称； （3）步骤跳转：可以任意选择操作步骤工单中的步骤进行跳转； （4）自动操作：使用自动操作功能，可自动操作当前选定步骤的实训内容； （5）内容提示：针对实训任务中的重点或难点内容，在软件中以注意事项的形式进行内容提示； （6）零件独显：每个实训任务的零部件，在完成拆卸操作后，在零件桌上可以选择任意零件进行单独显示，同时可以对零件进行缩放、旋转操作； （7）部件提示：每一步骤中需的零件和工具，通过高亮显示零件和工具的外轮廓，进行提示。 2.训练模式		
--	--	---	--	--

		(1)拆装步骤排序：在进行实训任务之前，通过选择零部件的图片进行拆装顺序的排序，辅助学生梳理拆装的大致流程； (2)操作步骤工单：依据维修手册，软件界面左侧会显示每个任务的实训操作步骤。 (3)部件提示：每一步骤中需的零件和工具，通过高亮显示零件和工具的外轮廓，进行提示； (4)小测验：针对拆装任务中的重点、难点内容，在软件中以选择题的形式供学生作答； (5)操作评价：学生在完成实训任务操作后，软件即时评价，方便学生知道自己的实训成绩。 3.考核模式 (1)考核得分：完成拆装任务后，软件即时对学生的考核情况进行评分； (2)考核倒计时：根据设置的考试时间进行计时，时间结束后，自动提交考核。 通用功能内容 ①虚拟整车：1:1 整车建模，展示整车模型； ②音效模拟：模拟部分工具在使用中的音效； ③提供电子版的拆装手册资料，可以在软件中进行查阅。 (二)实训项目 1.◆根据智能网联汽车智能网联系统组成关系和实训课程要求，实训内容包含：前置雷达传感器拆装与标定、后置摄像头拆装与标定、车载电脑 ADAS 拆装、前置摄像头拆装与标定、驾驶员侧座椅拆装、中控显示屏拆装与标定。 (三)技术要求 1.当软件有更新时，可支持在线更新虚拟实训内容。 2.可通过 Web 网页进行实训任务管理和成绩查看。 3.可根据实际的教学需求，发布实训练习和考核任务。 4.可对实训任务进行过程自动记录、自动评分，在 Web 端可导出实训成绩。 5.可支持查看实训任务得分明细，并对实训失分项进行标注。 6.200 节点，支持 200 个学生同时开展实训与考核		
36	线控底盘实训台	一、组成要求 1.实训设备由低速车线控底盘和检测台组成。线控底盘本体包含动力电池组、整车控制器 VCU、驱动电机、转向系统、制动系统、DC/DC 电压转换模块等，检测台包含工控机、CAN 仿真控制系统、显示屏、检测面板等，配套底盘电池充电器和底盘遥控器设备。 二、功能要求 1.◆通过 CAN 仿真控制系统替代自动驾驶决策系统，以可视化控制界面作为输入，经 CAN 模块下发给底盘线控系统实现控制。还可直接以 CAN 报文指令形式对线控底盘进行控制。 2.开放线控底盘通讯协议，提供通讯协议解析工具，对通讯协议 dbc 数据文件进行深入认知。 3.提供 dbc 数据文件编辑工具，可以实现对线控系统的控制报文进行	套	1

		编码操作，帮助深入理解 CAN 总线通讯协议的工作机制。 4.简单易操作的故障设置拨码开关面板，便于老师实训考核中设置故障和恢复常态。 三、实验实训项目 1.线控模式下控制功能测试 2.使用 CAN 报文独立控制底盘转向、油门和制动 3.底盘线控系统供电故障排查 4.底盘线控系统 CAN 总线故障排查 5.线控底盘通讯协议解析 6.通讯协议 dbc 数据文件认知 7.线控底盘状态报文解析 8.线控底盘控制报文编码 四、技术要求 1.线控底盘本体 (1) 动力电池电压：48V (2) 轮距（mm）：不小于 550 (3) 轴距（mm）：不小于 500 (4) 驱动形式：前阿克曼转向；后轮毂电机驱动 (5) 制动形式：液压抱闸/反拖制动 (6) 前/后悬架形式：隐藏式弹簧避震 (7) 电机类型：轮毂电机，永磁同步电机 (8) 电机功率（W）：不小于 450（单个）*2 (9) 电池参数（V/Ah）：48V/20Ah，三元锂电 (10) 充电时间（h）≤6 2.检测实训台 (1) 外接电源：交流 220V±10%，50Hz (2) 工控机：i5 系列 CPU 同等或以上规格，内存≥8G，固态≥256G，核显，千兆网口，USB2.0×2，USB3.0×2，HDMI×1，COM×1 (3) 显示屏：≥21.5 英寸，分辨率≥1920*1080 3.CAN 仿真控制系统：可视化界面显示内容包含车速状态指针显示、制动状态显示、制动踏板开度显示、方向盘转角显示、档位显示、灯光状态等模块。 4.配套资源包 (1) 配套教学资源包平台要求包含 PC 客户端软件和移动端应用。PC 客户端软件可添加多台设备配套教学资源包，可以批量自动将资源下载至本地，同时可根据教学项目或资源类型检索资源；采用移动端扫描车架上的二维码，查看实训平台的配套教学资源。 (2) ◆配套教学资源包内容至少包含线控底盘技术的优点、CAN 总线系统的工作过程、驻车制动器功用、CAN 总线信号特性检测、齿轮齿条式转向器工作原理资源。 五、配套资源清单 1.动画类（≥14 个） (1) CAN 总线数据帧结构 动画 (2) CAN 总线系统的工作过程 动画		
--	--	--	--	--

		(3) 齿轮齿条式转向器工作原理 动画 (4) 齿轮齿条式转向器结构 动画 (5) 方向盘转角传感器的位置 动画 (6) 转向器类型 动画 (7) 霍尔式节气门位置传感器结构工作原理 动画 (8) 节气门体总成结构 动画 (9) 节气门位置传感器安装位置 动画 (10) 可变电阻式加速踏板位置传感器工作原理 动画 (11) 新能源汽车真空助力伺服制动系统工作过程 动画 (12) 车轮制动器类型 动画 (13) 电子机械制动系统工作原理 动画 (14) 电子液压制动系统工作原理 动画 2. 技能视频类 (≥2 个) (1) CAN 总线信号特性检测 技能视频 (2) USB-CAN 数据监听设备使用 技能视频 3. 微课类 (≥3 个) (1) 线控底盘技术的优点 微课 (2) CAN 总线报文类型 微课 (3) 驻车制动器功用 微课 六、线控底盘系统调试虚拟实训系统 (一) 功能要求 1.要求满足标定与调试步骤工单：依据实训指导手册，软件界面左侧会显示每个任务的操作步骤； 2.要求满足模拟线控底盘与上位机的调试工作：可进行传感器的基本参数设置； 3.要求模拟线控底盘接受上位机软件的设置参数并实现线控转向、油门及制动的测试动作； 4.要求满足模拟驾驶操作：方向盘、制动踏板、加速踏板可以完全控制模拟场景内的车辆行驶，如车辆加速、减速、转向操作； 5.要求满足实训得分功能：学生在完成训练任务操作后，软件即时评分，学生能够及时知道自己的成绩。 6.要求满足通讯报文资料查阅功能：提供电子版的手册资料，可以在软件中进行查阅。 (二) 内容要求 依据线控底盘调试实训作业要求，实训任务要求至少包含以下内容： 1.◆线控转向实训：人工接管模式下线控转向功能测试；自动驾驶模式下线控转向功能测试；CAN 报文控制车辆实现线控转向； 2.◆线控油门实训：人工接管模式下线控油门功能测试；自动驾驶模式下线控油门功能测试；CAN 报文控制车辆实现线控油门； 3.◆线控制动实训：人工接管模式下线控制动功能测试；自动驾驶模式下线控制动功能测试；CAN 报文控制车辆实现线控制动。 (三) 技术要求 1.当软件有更新时，可支持在线更新虚拟实训内容。 2.可通过 Web 网页进行实训任务管理和成绩查看。		
--	--	---	--	--

		3.200 节点，支持 200 个学生同时开展实训与考核。 七、虚拟仿真实训平台 1.总体要求 平台需从实际实训教学出发，贯穿实训备课、实操演示、实训练习、实训考核、实训成绩数据统计等教学过程。基于云计算服务平台搭建，确保平台安全性、稳定性。平台基于互联网，不受局域网限制，可满足教师学生在任何地方进行仿真实训教学及考核。 2.平台组成 虚拟仿真实训平台由 PC 客户端软件和 Web 管理后台软件两个部分组成。 3.功能要求 (1) .PC 客户端软件 ①用户登录：用户分教师和学生账号两种类型，通过角色进行模块功能的权限分配。 ②内容下载：用户正确登录账号后，可下载或更新虚拟实训模块。 ③内容更新：支持虚拟教具内容在线检测、下载与更新。 ④任务管理：教师在任务管理界面，可通过选择对应班级创建新的实训练习和考核任务，支持自定义设置实训任务相关参数，设置参数包含实训学生、实训任务、实训开始时间、训练次数（单次/多次）、成绩查看时机（任务提交后查看/手动公布成绩）、任务标签等。 ⑤实训练习与考核：学生在“待完成任务”界面，可选择实训任务，进行实训练习或实训考核。 ⑥自动评分：根据每个学生实训任务的完成情况，平台依据评分标准进行自动评分。 ⑦成绩查询：学生可以查看已完成的实训练习任务或考核任务成绩。 ⑧成绩导出：教师可以选择已结束实训任务的成绩导出至本地，方便教师对实训成绩进行管理。 (2)Web 管理后台软件 ①用户管理：管理员可根据模板批量导入学生和教师信息，创建学生和教师账号。 ②班级管理：管理员可根据学校组织结构创建班级信息。 ③任务管理：教师在任务管理界面，通过选择对应班级、实训任务、实训时间，可创建实训练习和考核任务。 ④成绩管理：教师可以查看班级或学生已完成的实训练习任务或考核任务的成绩。 4.技术架构 (1)系统平台采用 B/S、C/S 混合架构。 (2)基于 .Net 平台开发，B/S 结构采用 MVC 框架，C/S 结构采用 MVK 框架。 5.部署环境 (1)平台采用云服务器进行部署。 (2)虚拟仿真实训资源采用云存储方式进行存储。		
--	--	--	--	--

标注◆参数 15 个，一般参数 350 个。

1、所有技术参数要求中有规定提供证明材料的，须按其要求提供。“◆”项为重要技术参

数，**必须**提供技术支持证明资料，可以是第三方检测机构出具的产品检测报告、或制造商提供的产品说明书、或制造商印制的产品彩页、或产品截图等。若没按照要求提供，或提供的不同证明资料对同一技术参数描述不一致的，或提供的技术证明材料中的技术参数描述与“技术要求响应/偏差表”中的填写内容不符的，均视为负偏离。

2、标注“▲”的为核心产品，核心产品为同一品牌时，按照投标人须知第 35.4 条款执行。加注“●”号条款为实质性条款，不得出现负偏离，发生负偏离即作无效标处理。