

河南科技大学自动驾驶车-路-云一体化 控制平台项目采购合同

合同编号：_____

购买方：河南科技大学（以下简称甲方）

供货方：北京经纬恒润科技股份有限公司（以下简称乙方）

依据学校集中采购（或学校政府集中采购）（项目编号：豫财磋商采购-2023-1284）（采购编号：HW2023-0056）结果，根据《中华人民共和国民法典》，为明确甲、乙双方权利、义务、责任，双方本着平等互利的原则，就甲方向乙方购买自动驾驶车-路-云一体化控制平台项目等的有关事项订立本合同。

一、产品名称、规格型号、厂家、数量、单价、金额见下表

序号	产品名称及品牌	规格型号及技术指标	生产厂家	数量	单价（元）	总价（元）
1	自动驾驶车-路-云一体化控制平台/经纬恒润	定制/见附件一“河南科技大学自动驾驶车-路-云一体化控制平台项目技术协议”	北京经纬恒润科技股份有限公司	1套	2649400	2649400
合计		人民币 <u>贰佰陆拾肆万玖仟肆佰</u> 元整(¥2649400)。				
备注		1. 该项目中包含经纬恒润数字孪生三维可视化软件 V1.0 一套，价格 ¥ 548000 元（大写：伍拾肆万捌仟元整）。				

二、配置、性能、功能等技术指标

配置、性能、功能等技术指标，详见附件一“河南科技大学自动驾驶车-路-云一体化控制平台项目技术协议”。

三、产品的质量要求和技术标准

按国家或双方书面约定的产品技术标准。

四、合同金额

合同总金额为：人民币贰佰陆拾肆万玖仟肆佰元整(¥2649400)，合同金额包含本合同所涉仪器设备，运输、安装、调试、培训费，保修期或保质期内的保修费用等全部费

用。

合同金额为依据本合同甲方应支付乙方的全部费用的总和，除依法律明确规定或双方书面协商一致外，双方均不得主张变更该金额。

五、履约保证金及付款方式：履约保证金采用转账方式。

履约保证金：合同签订前，乙方向河南科技大学账户支付成交金额的 10 %，计人民币 贰拾陆万肆仟玖佰肆拾 元整（¥ 264940 人民币 贰拾陆万肆仟玖佰肆拾 元整）作为履约保证金。

付款方式：

成交商必须开具户名为“河南科技大学”的正规增值税专用发票（进口免税设备除外）。报销时需同时提供发票联、抵扣联和采购合同。

合同签订前，成交供应商须交纳成交金额的 10% 履约保证金（¥ 264940 元，大写：贰拾陆万肆仟玖佰肆拾元整）至河南科技大学账户；合同签订后采购人向成交供应商支付成交金额的 30%（¥ 794820 元，大写：柒拾玖万肆仟捌佰贰拾元整），到货后支付成交金额的 60%（¥ 1589640 元，大写：壹佰伍拾捌万玖仟陆佰肆拾元整），项目验收合格后，支付成交金额的 10%（¥ 264940 元，大写：贰拾陆万肆仟玖佰肆拾元整）；项目验收合格后，一次性无息退还履约保证金。

六. 到货及培训：

合同签订后 180 日内交付使用，乙方将设备运到甲方指定地点（具体时间以甲方通知为准），乙方负责仪器设备的安装调试以及技术支持，并对甲方操作（管理）人员进行必要的技术培训和操作指导，保证仪器设备能正常运行。货物运送、安装、调试产生的费用由供方负责。

七. 质保期和售后服务：

(1) 双方一致同意本合同质保期为：从甲方验收合格之日起 3 年。质保期内，乙方为甲方免费提供服务和软件升级等（人为损坏除外）。

售后服务联系人及联系电话：沈红梅，17600831902。

(2) 若产品出现故障，乙方应在接到通知后 8 小时内到现场提供服务。

(3) 质保期后，若产品出现故障，乙方应提供免费维修服务，只收材料成本费。

(4) 其他服务：详见附件二

八. 甲方的义务：

(1) 产品运抵甲方指定地点后，应立即组织人员对货物进行清点、签收。

(2) 甲方收到产品时，如发现产品规格、型号、数量等与本合同约定不符时，应及时

通知乙方并要求乙方按要求更换或补充。

(3) 产品正常运行 30 天后由甲方组织验收。

(4) 按合同按时支付约定的费用。

九. 乙方的义务:

(1) 按合同要求, 按时提供全新完好的产品, 否则应向甲方全额赔偿损失。

(2) 在产品运抵甲方指定交货地点前三天书面通知甲方。

(3) 负责对甲方人员进行操作培训, 使其达到熟练操作的水平, 并提供操作手册、专用工具等;

(4) 应长期提供技术咨询服务。

(5) 其他承诺: 无。

十. 违约责任:

(1) 乙方逾期交付货物给甲方的, 每逾期一日应按逾期交付部分总价的 0.03%/日计算向甲方支付违约金。如乙方逾期 30 天仍未交齐货物或者交付货物不合格的, 甲方有权单方面解除合同, 乙方应按合同总价的 10%向甲方支付违约金。并全额退还甲方已付给乙方的钱款及其利息。

(2) 乙方交付货物的质量、规格, 性能、技术指标及配置不符合合同或合同附件约定的, 甲方有权向乙方提出更换货物及索赔, 乙方应在甲方提出之日起的 30 日内免费更换合格的货物, 由此造成的时间延误视作乙方逾期交付, 按本合同第十条第 3 款处理。如经两次更换, 货物质量仍不符合规定的, 甲方有权单方面解除合同, 乙方应向甲方返还已付款项, 并按合同总价的 10%向甲方支付违约金。

(3) 如任何一方违约, 除向对方依约支付约定的违约金外, 还应赔偿因违约给对方造成的一切损失, 以及因向违约方主张权利、追究责任而发生的全部费用 (包括但不限于诉讼费、执行费、律师费、差旅费、邮件费、公告费、鉴定和调查取证等费用。)

(4) 乙方保证本合同货物的权利无瑕疵, 包括货物所有权及知识产权等权利无瑕疵。如任何第三方经法院 (或仲裁机构) 裁决有权对上述货物主张权利或国家机关依法对货物进行没收查处的, 乙方除应向甲方返还已收款项外, 还应按合同总价的 10%向甲方支付违约金并赔偿因此给甲方造成的一切损失, 包括但不限于因第三人向甲方、甲方向乙方主张权利而追究责任发生的全部诉讼费、执行费、律师费、差旅费、邮件费、公告费、鉴定和调查取证等费用。

十一. 不可抗力条款:

如在本合同签订后履行完毕前, 发生了不可抗力且影响到本合同履行的, 遇到不可抗力的一方, 应及时书面通知对方, 并在发生不可抗力 15 个自然日内向对方提供不可抗力详情及其影响本合同履行的书面说明。并在取得有关机构的不可抗力证明后, 按照不可抗力对本合同履行的影响程度, 由双方进行充分协商, 达成一致后, 允许延期履行、部分履行或不履行本合同, 并全部或部分免于承担违约责任。但在一方违约后发生法定不可抗力的除外。

本条所称的“不可抗力”, 除双方有明确的书面约定外, 仅为法定不可抗力。

十二. 其他条款:

(1) 本合同未尽事宜，经双方协商，签订书面协议，其补充协议与本合同有同等法律效力。

(2) 本合同附件作为合同的有效组成部分，具有与本合同同等法律效力。

(3) 本合同如发生纠纷，甲乙双方应积极协商，协商不成时，双方一致同意向洛阳市洛龙区人民法院提起诉讼解决，因诉讼所发生的一切费用（包括但不限于诉讼费、执行费、律师费等其他有关费用），由败诉方承担。

(4) 本合同一式拾份，甲方执捌份，乙方执贰份，具有同等法律效力。

(5) 本合同经双方签字并盖章之日起生效。

十三. 附件:

附件一 河南科技大学自动驾驶车-路-云一体化控制平台项目技术协议

附件二 售后服务承诺

甲方: (章) 河南科技大学
地址: 洛阳市洛龙区开元大道263号
电话: 0379-64231434
邮编: 471003
法定代表人或授权代表(签字):

张建平

联系人、电话: 高建平, 15896580393
统一社会信用代码: 124100004165265089
开户银行: 工行洛阳分行涧西支行
账户名称: 河南科技大学 高建平
银行账号: 1705020809049088826
签订日期: 2024年 1月19日

乙方: (章) 北京经纬恒润科技股份有限公司
地址: 北京市朝阳区酒仙桥路14号1幢4层
电话: 010-64840808
邮编:
法定代表人或授权代表(签字):

沈红梅

联系人、电话: 沈红梅, 17600831902
统一社会信用代码: 91110105754668875A
开户银行: 招商银行北京大运村支行
账户名称: 北京经纬恒润科技股份有限公司
银行账号: 121904419710303
签订日期: 2024年 1月19日

附件一

河南科技大学自动驾驶车-路-云一体化控制平台项目

技术协议

前言：甲乙双方签署「河南科技大学自动驾驶车-路-云一体化控制平台项目采购合同」（以下简称原合同），双方对于原合同采购商品的技术协议约定如下述：

1 概述

自动驾驶汽车的安全性、通行效率和节能效果。平台基于平行控制理念和数字孪生方法，可以用于研究车路耦合和风险演化机理，面向本质安全的自动驾驶远程接管控制方法；研究车路云融合感知、多目标最优决策和端边云协同计算方法；基于特定场景开放道路测试，构建虚实交互的数字孪生平台，完成车路云一体化自动驾驶汽车集成验证和综合评价。

2 技术规格及要求

2.1 产品配置明细

序号	货物名称	包含	数量	备注
1	自动驾驶车-路-云一体化控制平台	<p>1 云端数字孪生平台相关硬件</p> <p>1.1★孪生系统硬件</p> <p>1.1.1 GPU 服务器（图形工作站）：（算力≥ 38.7Tops），≥ 24核，≥ 2.8GHz，≥ 128G内存，$\geq A6000$显卡，显卡显存≥ 48G，支持≥ 8K分辨率输出，≥ 5T固态，万兆光纤网卡及光模块；</p> <p>1.1.2 云控服务器：支持AI功能，（算力≥ 38.7Tops），\geqIntel 银牌 4316，≥ 20核，≥ 40线程，≥ 2.3GHz，≥ 64G内存，≥ 5T固态，\geq企业 H745 800W，$\geq A6000$显卡，显卡显存≥ 48G；</p> <p>1.1.3 后台显示屏：小米多功能会议平板一体机（i7 双系统+移动支架+投屏器）≥ 100英寸，分辨率：≥ 4k，可实现在云控服务中心工作范围内自由移动。</p> <p>1.1.4 万兆光纤交换机：≥ 4万兆光口+24千兆电口；</p> <p>1.2★监控大屏</p> <p>LED 监控大屏，包含但不限于大屏显示模组、同步控制系统、视频处理器、电源、线缆、结构框架、连接线束、视频拼接器和管理计算机等，以及相应的安装调试。</p> <p>具体技术参数如下：</p>	1 套	

	<p>1.2.1 尺寸：长*宽$\geq 5.12m*2.88m$；</p> <p>1.2.2 LED 间距：$\leq 1.25mm$；</p> <p>1.2.3 分辨率：$\geq 4K$（受限于安装空间实际尺寸）；</p> <p>1.2.4 管理计算机：CPU$\geq 2.0GHz$，≥ 16核，$\geq 64G$内存，$\geq 5T$固态，$\geq A5000$显卡。</p> <p>2 云端数字孪生平台相关软件</p> <p>2.1 场景三维建模服务</p> <p>2.1.1 场景建模范围</p> <p>建模范围包括但不限于道路、交通附属设施、建筑物和树木、地形模型、本车模型、交通参与者等。</p> <p>2.1.2★各类对象模型数量、精度及匹配准确度要求</p> <p>（1）道路与交通附属设施：基于高精地图数据进行三维建模，准确制作道路拓扑关系、路面材质和标识、交通标志牌、路灯等附属设施，建模误差$<10cm$；</p> <p>（2）建筑物：按照施工设计图制作，外形尺寸误差<0.1米；对于无图纸的建筑，需用照片以及可获取尺寸信息进行参考，要求特有结构不能省略，能够清晰表现≥ 1.5米的建筑特征，平面误差<1.5米，建筑高度数据误差<2米。</p> <p>（3）地形模型：近景地形为精模地形，需要建模表现地块细节如马路牙，大石块等细节地物等结构，道路线参考高精地图数据精确布置，符合实际情况，误差<10厘米。低模地形只表现大地块，远景地形可以用平面加贴图的方式表示细节，如果有比较明显的山丘沟壑可以制作对应模型进行体现，误差<2米；</p> <p>（4）本车模型：对于有图纸或数模的汽车，可以依据其准确建模，建模误差<2厘米。</p> <p>（5）交通参与者 30 种以上。具体包括但不限于：各类轿车（大、中、小 3 种），SUV（大、中、小 3 种），客车和货车（各 5 种），微型汽车，老年代步车等；三轮车、摩托车（自行车、电动自行车）（大、小 2 种）；行人（大、小 2 种）等常见交通目标类型的三维模型等。交通参与者类型的匹配准确度 100%，外形、尺寸、颜色必须与最近接的模型一致。交通附属设施包括但不限于锥桶，施工标识牌等常见设施。</p>		
--	---	--	--

(6) 使用 LOD 技术, 在不同距离或细节水平上使用不同级别的模型、每个模型包含 ≥ 3 级 LOD。

2.2★场景高逼真度渲染

2.2.1 对校园场景的全面高逼真度的渲染, 不低于照片级逼真度, 包括建筑、植被、道路、地形、基础设施、灯光等, 支持 360° 全方位对场景进行观察。

2.2.2 支持无人车实时任务展示, 包括车辆运行的位置、姿态、速度、车轮转角、车灯等。可通过点击车辆显示更详细的车辆数据面板。可使用车辆跟随功能同步到所选车辆视角进行针对性观察。

2.2.3 各种交通参与者和交通附属设施的颜色、形状、大小应与感知设备感知到的对象及属性对应, (人的颜色不作特殊要求)。

2.2.4 实时获取激光雷达、摄像头等传感器的感知信息, 将检测目标以同种类型相似属性的三维模型或标识同步到三维场景中进行显示。

2.2.5 支持对场景的四季时间、昼夜交替进行模拟, 呈现光照变换效果。支持晴、云、雨、雪、风、雾、电等天气变化呈现。

2.3★三维服务辅助信息显示与监控页面

2.3.1 三维辅助信息包括:

(1) 本车规划轨迹、故障告警信息、车辆编号、运行状态、电量信息、正在执行的规划轨迹和历史运行轨迹等, 在车辆故障或预警时以醒目方式示警。

(2) 可根据接口输入以 3D 形式显示各传感器的设备类型、状态和感知范围; 无人车的关键感知信息等。

(3) 场景中其它交通参与者的实体标识信息等。

(4) 决策输出信息等 (根据云控算法输出)。

2.3.2 后台监控页面所能提供的功能和信息: 包括但不限于校园二维平面图、本车行驶轨迹、本车状态数据、V2X 设备状态、5G 通信状态等。

2.4★性能指标

2.4.1 无人车和检测物在 3D 环境中展示时, 位置误差受三维建模误差和感知误差 (与传感器和感知算法相关) 两方面因素影响。数字孪生建模精度会经过校验, 道路

和交通附属设施误差 $<10\text{cm}$ 。

2.4.2 永久静态数据，如道路边界、车道标志线等（更新频率 <1 个月）；半永久静态数据，如道路施工、交通管制等支持路测单元和车辆等设备检测并自动更新（显示形式为3D信息提示），也支持人工输入和外接端口输入更新（更新频率 <1 小时）；半动态数据，如实时路况，交通事件支持路测单元和车辆等设备检测并自动更新，也支持人工输入和外接端口输入更新（更新频率 <1 分钟）；动态数据，通过车载和路侧装置实采的数据，在数字孪生平台实时更新的内容和频率：包含车辆位置、速度、姿态，检测目标的位置、速度、姿态等，更新频率 <33 毫秒。

2.4.3 渲染画面运行流畅、清晰可辨，交互无卡顿延迟。页面刷新率 $\geq 30\text{fps}$ ，客户端访问孪生服务器的网络延时与客户端访问的网络环境有关，同一局域网内，延时 $<30\text{ms}$ 。

2.4.4 前端页面支持大屏尺寸自适应，以及自适应的范围：2K，4K，8K（同时支持 ≥ 1 个8K客户端）。

2.4.5 支持通过局域网和互联网访问（需VPN或者固定IP地址），可以做到百级以上，并发量可以根据具体业务做提升。不卡顿、不失真等显示无任何问题情况下系统并发量 ≥ 5 个。并发和硬件资源相关，系统原则上可以支持并发的扩展。

2.5▲对外接口

2.5.1 预留外部天气数据接口

2.5.2 预留信号灯等交通设备信息数据接口

2.6 回放功能

支持回放历史场景，可选择历史时间段进行场景回放，类似监控回放。也可追溯无人车的历史关键数据和决策信息（通过图表方式呈现）等。

3 路侧设备

3.1★移动或固定路侧感知设备（FPU） ≥ 2 套

3.1.1 移动或路侧感知设备（FPU）需具备感知道路信息的功能。FPU为工控机形态，支持科研测试及预研场景研究，提供二次开发接口。系统设备包括但不限于：1)

感知摄像头、2)毫米波雷达、3) MEC 边缘计算设备、4) 设备壳体及结构件、5) 内部线束、6) 抱杆箱及落地箱、7) 交换机、8) 电源及空开等。路侧感知设备感知范围需覆盖校园测试场地重点路口区域，路侧信息结果可以发送至路侧通讯单元。设备箱提供转换电源供电，与 FPU 采用有线网通讯。具体选用移动还是固定路测感知设备，需经投标方同意，双方根据现场环境协商确定。

3.1.2 路侧设备整体性能要求：感知距离 ≥ 80 米，水平视场角 HFOV $\geq 120^\circ$ 。

3.1.3 感知摄像头，分辨率 $\geq 2M$ ，带 ISP，水平视场角 HFOV $\geq 120^\circ$ ，图像识别准确率 $\geq 95\%$ ，漏检率 $\leq 5\%$ ；

3.1.4 毫米波雷达，HFOV（近距） $\pm 45^\circ$ （远距） $\pm 10^\circ$ ，检测距离 0.5~50m（近距），0.5~180m（远距），目标漏检率 $< 0.2\%$ ，目标误检率 $< 0.3\%$ ，目标障碍物航向角误差 $< 0.5^\circ$ ，目标障碍物速度误差 $< 0.05m/s$ ，目标障碍物位置误差 $< 0.1m$ ，功耗 $< 5W$ ，工作温度 $-40\sim 85^\circ C$ ，防水等级大于 IP6K9K；

3.1.5 激光雷达（该激光雷达数量为 1 套，用于场景采集车，非 FPU 部件），速腾聚创 RS-Ruby Lite ≥ 80 线激光雷达，用于激光雷达点云数据采集及应用，主要包括雷达及相关线束。具体技术参数如下：线数 ≥ 80 线，水平 FOV $\geq 360^\circ$ ，垂直 \geq 于 FOV 40° ，水平分辨率 $> 0.2^\circ$ ，垂直分辨率 $> 0.1^\circ$ ，帧率 $> 10Hz$ ，探测距离 160m $\geq 10\%NIST$ ，测距精度 $> 3cm$ ，点频 $\geq 1,440,000pts/s$ （单回波），千兆以太网输出，功率 $> 38W$ ，19-32V 供电，重量 $\leq 3.75kg$ ；

3.1.6 MEC 边缘计算设备，算力 $\geq 4TOPS$ ，需满足感知数据的机器学习识别算法的运行需求；

3.1.7 提供传感器和 MEC 边缘计算设备的底层接口和通讯协议，可供甲方后续进行二次开发，并提供相关技术支持。

3.2 路侧通讯单元（RSU） ≥ 2 套

路侧通讯单元（RSU, Road-Side Unit）需要具备将 FPU 推理结果发送给后台及车端的功能，RSU 包括但不限于：V2X 通讯计算设备，数据传输天线，内部线束，外

壳及机械结构件等。

3.2.1 设备箱提供 220V 转 12V 供电,与 FPU 采用有线网
通

讯;

3.2.2 RSU 需包含控制器,可满足数据处理转换及 V2X
协议栈等程序运行的性能需求;

3.2.3★RSU 设备需要具备 V2X 通讯计算单元,可以实现
FPU 数据处理转换及 V2X 协议栈等功能;

3.2.4▲RSU 设备需具有移动通信能力,可支持网络接
入;

3.2.5★RSU 需要具备数据传输天线,数据传输距离 \geq
500m,最大数据延时 \leq 30ms。

3.3 移动或固定立杆及基座 2 套

根据选用移动还是固定路测感知设备,经投标方同意,
选用匹配的移动或固定立杆及基座。

4★高精地图采集

4.1 高精度地图采集单位

需具备国家认证相关资质。高精度地图数据的使用和存
储需要符合国家测绘法等法律法规,以及招标人数据保
密管理规范的要求。

4.2 高精地图采集范围

包括但不限于河南科技大学西苑校区南院的所有主要
道路、交通附属设施等。高精度地图数据具体包含但不
限于:(1)基础信息层:车道位置、类型;车道数量、
方向、宽度;车道纵向连接信息、车道横向邻接信息等,
位置误差在 ± 2 厘米之内;(2)道路信息层:红绿灯、
灯杆、辅道、人行道等;限速等标志牌、路
面标志、减速带、固定或半固定隔离带等,位置误差在
 ± 5 厘米之内。

4.3 校园实景采集的数据范围

包括但不限于:(1)常见道路附属地物:地物正方位
照片、结构细节特写、透视视角照片等;(2)建筑物
以及设施:远景(整体结构)拍摄照片、近景(材质细
节)拍摄照片。照片需辅助色卡进行色差矫正,需要有
获取相应校园航空或卫星遥感影像采集的图像数据途

径，对园区三维建模整体把控和位置参照。使用摄像机记录校园的实时视频数据，记录范围包括但不限于：行人流动、车辆行驶、地物变化等，辅助三维场景的更新与检查。

5 其他

5.1★系统时延

路侧单元所有采集信息和车端所有采集信息传输到云控平台计算再传输回车端，车-路-云一体化平台的闭环控制最大整体时延 $<160\text{ms}$ （包括感知、决策、控制、传输等各个环节）。各部分具体要求如下：全息路网感知时延 $<100\text{ms}$ ，光纤传输时延 $<10\text{ms}$ ，数字孪生平台显示/云控平台算法计算时延 $<30\text{ms}$ ，5G 传输至车端下发时延 20-30ms。

5.2 系统集成部署服务

5.2.1 投标方需负责安装路侧设施、LED 显示大屏，配置管理计算机，实现数字孪生画面显示到 LED 大屏。

5.2.2▲投标方需完成数字孪生软硬件集成，包括部署数字孪生服务器，安装软件，配置网络环境，打通数字孪生与智能小车以及路侧设备之间的通信，完成“自动驾驶车-路-云一体化控制平台”的软硬件集成，并为自动驾驶车-路-云一体化系统的功能及性能负责。

5.3★培训和技术支持

5.3.1 技术培训

(1) 路侧设备：提供硬件设备安装方法，功能演示及操作培训；提供传感器和 MEC 边缘计算设备的底层接口和通讯协议相关技术培训。

(2) 数字孪生软件：提供系统原理、使用方法、建模方法、三维模型更新方法培训。

5.3.2 软件升级

(1) 提供场景采集及孪生建模服务 ≥ 3 次（具体时间需与招标方共同商定）。

(2) 平台交付使用 1 年后，根据使用情况免费提供一次改进升级服务（具体时间需与招标方共同商定）。

(3) 【二次开发】投标方具备结合车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase) 扩展云控服务的能力，并

		<p>承诺云控服务功能开发成功后，第一时间提供给投标方。</p> <p>具体要求如下：</p> <p>a) 实现真实场景数据输入“车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase)”，实时生成场景模型。</p> <p>b) 实现“车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase)”中的自动驾驶控制算法，能直接应用于“自动驾驶车-路-云一体化控制平台”中，用于真实车辆的控制输入。</p> <p>c) 实现“自动驾驶车-路-云一体化控制平台”与“车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase)”之间的实时交互与同步仿真、对比分析与评价。</p>		
--	--	---	--	--

2.2 工具版本要求

乙方提供自动驾驶车-路-云一体化控制平台相关软件的最新版本。(质保期内免费更新升级最新版本)

3 数字孪生系统

3.1 数字孪生系统硬件

3.1.1 GPU 服务器

GPU 服务器采用思腾合力深思®系列 IW2211-2GR GPU 服务器是基于数据中心及应用优化，支持第二代 Intel® Xeon® Scalable 系列可扩展处理器设计的一款高端双路机架式服务器。

详细硬件配置如下：

- (1) CPU 配置：英特尔® 至强® 金牌 6248R (35.75 MB 缓存, 24 核, 48 线程, 3.00 GHz 至 4.00 GHz Turbo, 205 W)，可以提供高性能的计算和处理能力。
- (2) GPU 配置：NVIDIA® RTX™ A6000, 48 GB GDDR6, 4 DP。
- (3) 内存：128GB, 4x32GB, DDR5 3600MHz UDIMM ECC 内存。
- (4) 硬盘：4 TB+1TB, M.2, PCIe NVMe, 固态硬盘。
- (5) 网络配置：4 万兆光口+24 千兆电口。
- (6) 散热套件：SitonHoly CPU 专用散热套件-(MCP-SN-310-41808-0B)

3.1.2 云控服务器

云控服务器采用思腾合力 IW2221-2GR 机架式服务器。

具体内部硬件配置如下：

- CPU：1*Intel Xeon Silver 4316/主频 2.3G/睿频 3.4G/20 核/40 线程 /30MB/150W
- GPU：NVIDIA® RTX™ A6000, 48 GB GDDR6, 4 DP
- 内存：2*64G/DDR4-3200/ECC REGS
- 硬盘：1*7.68T/SATA-3/SSD/2.5"企业级
- 阵列卡：1*MegaRAID/Tri-Mode/9560-8i/4G/12Gb
- 网络：1*10G2BF-SFP+/双口/万兆/光纤/含多模模块/82599
- 散热套件：SitonHoly GPU 专用散热套件-(MCP-SN-310-41808-0B)

3.1.3 后台显示屏

后台显示屏选用小米 4K 100 寸（3840*2160）多功能会议一体机。集电脑、白板、投影仪、显示器、音响于一体，支持安卓、Windows 双系统切换，无线投屏，视频会议，白板批注等功能，并且可以通过移动支架在云控服务中心工作范围内自由移动。其中安卓系统使用 4GB 运行内存和 32G 存储空间，Windows 系统采用 i7 系统，8G 运行内存+256G 存储空间。

3.1.4 万兆光纤交换机

万兆光纤交换机采用新华三（H3C）S5120V3-28S-SI 24 口千兆电+4 万兆上行光纤口三层网管企业级网络交换机。

3.1.5 监控大屏

LED 监控大屏采用天津景信科技有限公司产品，包含但不限于大屏显示模组、同步控制系统、视频处理器、电源、线缆、结构框架、连接线束、视频拼接器等，以及相应的安装调试。

具体技术参数如下：

- 尺寸：长 5.12m*宽 2.88m；
- LED 间距：1.25mm ；
- 分辨率：4K（受限于安装空间实际尺寸）；
- 管理计算机：服务器采用深思系列 IW2221-2GR；

具体配置如下：

- CPU：1*Intel Xeon Silver 4314/主频 2.4G/睿频 3.4G/16 核/32 线程/24MB/135W
- GPU：1*Quadro/RTX A5000/24G/双宽/230W
- 内存：2*32G/DDR4-3200/ECC REGS

- 硬盘：1*7.68T/SATA-3/SSD/2.5"企业级
- 散热套件：SitonHoly GPU 专用散热套件-(MCP-SN-310-41808-0B)

3.2 数字孪生系统软件

3.2.1 场景三维建模

场景建模范围包括但不限于道路、交通附属设施、建筑物和树木、地形模型、本车模型、交通参与者等。

(1) 道路与交通附属设施，基于高精地图数据进行三维建模，模型采用高精度、高可靠性的高精地图控制点数据，控制点均匀分布在采图范围内，覆盖各类型要素场景。控制点的选取、测量等符合国家和行业相关标准，准确制作道路拓扑关系、路面材质和标识、交通标志牌、路灯等附属设施，建模误差小于 10cm，保持道路模型的准确性、合理性：包括模型数据的平面位置、形状、比例等几何精度的准确性；车道线模型具有足够的细节和精度，精度误差小于 2 厘米；指示标模型的制作遵循一定的规范和标准，如指示标的颜色、形状、尺寸等参数需要符合道路交通标志和标线的标准和规范，精度误差小于 2 厘米。

(2) 建筑物：基于图纸建筑建模，需要准确反映建筑物的实际尺寸和形状，建筑大于 0.5 米的结构均不可省略，用模型搭建；小于 0.5 米的结构可以用高模烘焙的方法制作细节；外形尺寸误差不超过 0.1 米，与地面衔接合理。对于无图纸的建筑，需用照片以及可获取尺寸信息进行参考，要求特有结构不能省略，能够清晰表现大于 1.5 米的建筑特征，平面误差小于 1.5 米，建筑高度数据误差小于 2 米。

(3) 地形模型：近景地形为精模地形，需要建模表现地块细节如马路牙，大石块等细节地物等结构，道路线参考高精地图数据精确布置，符合实际情况，误差<10 厘米。低模地形只表现大地块，远景地形可以用平面加贴图的方式表示细节，如果有比较明显的山丘沟壑可以制作对应模型进行体现，误差<2 米；

(4) 本车模型：对于有图纸或数模的汽车，依据其准确建模，建模误差<2 厘米。

(5) 校园交通参与者模型种类超过 30 种，包括但不限于：大型、中型、小型轿车，大型、中型、小型 SUV，5 种客车或货车、微型汽车、老年代步车、三轮车、摩托车、自行车、电动自行车，以及成人、儿童的模型等常见交通目标类型的三维模型等。交通参与者类型的匹配准确度 100%，外形、尺寸、颜色与最接近的模型保持一致。交通附属设施包括但不限于道路指示标牌，施工标识牌、栏杆、锥桶等常见设施。

(6) 使用 LOD 技术，在不同观察距离或细节水平上使用不同精度的模型、每个模型

至少包含 3 层 LOD。

3.2.2 场景高逼真度渲染

(1) 校园场景构建：根据实际校园环境，使用 3D 建模软件创建高精度的校园场景模型，包括教学楼、宿舍楼、图书馆、体育场等建筑物，地形、道路、路牌、绿化带、树木、灯杆、基础设施等元素，添加逼真的天空光照和校园主要灯光，最终在虚幻引擎中构建出完整的校园场景。

(2) 添加材质与纹理：为校园场景模型添加逼真的材质和纹理，使其在视觉上更接近真实环境。同时，调整材质的反射率和折射率，以实现更真实的光影效果。

(3) 实时渲染：利用虚幻引擎的强大渲染能力，实现对校园场景的全面高逼真度的渲染，不低于照片级逼真度，包括建筑、植被、道路、地形、基础设施、灯光等，支持 360° 全方位对场景进行观察。

(4) 场景交互：为虚拟校园添加交互功能，使用户能够在虚拟环境中自由行走、观察和操作，能够全方位多角度对虚拟校园场景进行观测。同时，在各标志性建筑和路段提供便捷的交互标签，帮助用户迅速切换到目标视角。

(5) 支持无人车实时任务展示，在虚拟校园场景构建无人车的三维高精度模型，基于数据服务发送的数据更新无人车在场景中的状态，包括空间位置、姿态、运行速度、车轮转角、车灯变化等。可通过点击车辆显示更详细的车辆数据面板。可使用车辆跟随功能同步到所选车辆视角进行针对性观察。

(6) 各种交通参与者和交通附属设施的颜色、形状、大小应与感知设备感知到的对象及属性对应，（人的颜色不作特殊要求）。

(7) 实时获取激光雷达、摄像头等传感器的感知信息，将检测目标以同种类型相似属性的三维模型或标识同步到三维场景中进行显示。

(8) 支持对场景的四季时间、昼夜交替进行模拟，呈现光照变换效果。支持晴、云、雨、雪、风、雾、电等天气变化呈现，并在天气变化时有一定过渡效果。

3.2.3 三维辅助信息显示

三维辅助信息显示包括：

(1) 本车规划轨迹、故障告警信息、车辆编号、运行状态、电量信息、正在执行的规划轨迹和历史运行轨迹等，在车辆故障或预警时以醒目方式示警。车辆轨迹和规划显示，

在虚拟校园场景中将高亮绘制出车辆的规划路线，以及支持实时展示出车辆的实际行驶路线，有助于用户直观地理解和掌握车辆的行驶情况。

(2) 可根据接口输入以 3D 形式显示各传感器的设备类型、状态和感知范围；无人车的关键感知信息等。传感器感知数据包括感知类型，感知的空间包围盒信息、感知色彩等，感知类型包括轿车、客车、货车、老年电动车、电动自行车、自行车、摩托车、快递车、三轮车、行人、路障等多种常用类型。数字孪生可视化界面中会实时同步显示无人车运行时的感知对象。云端服务器需实时发送传感器感知数据给数字孪生系统的数据服务接口。三维程序可根据感知数据在虚拟校园场景中实时同步绘制显示出对应的感知对象，保证主要颜色、形状、大小与感知数据相符，或以实体标识进行显示。

(3) 场景中其它交通参与者的实体标识信息等。

(4) 决策输出信息等（根据云控算法输出）。

(5) 辅助信息显示，可以在孪生车辆模型附近添加辅助信息标识，如标签、箭头等，用于对车辆信息除几何模型外进行直观说明。例如显示车辆编号、运行状态、电量信息、转向等。

(6) 系统告警，数字孪生系统可以通过可视化界面展示预警信息。可以使用图表、指示灯、文字等方式来显示预警的类型、级别、位置等信息。预警信息可以以弹窗、警示灯、声音等形式呈现，以吸引用户的注意。

(7) 通过点击车辆，车辆轮廓高亮，且前端弹出更详细的车辆数据面板；车辆跟随，点击车辆后选择跟随可将视角同步到所选车辆视角，对该车进行全方位针对性观察。

3.2.4 后台监控页面

后台监控页面所能提供的功能和信息：包括但不限于校园二维平面图、校园内所有车辆的运行情况、显示车辆当前的路线规划和导航信息，包括下一个目的地、预计到达时间等。当选择具体车辆后，可显示本车的行驶轨迹、状态数据、V2X 设备状态、5G 通信状态等。

3.2.5 性能指标

(1) 误差控制：无人车和检测物在虚拟场景中展示的误差受三维建模误差和感知误差（与传感器和感知算法相关）两方面因素影响。数字孪生建模精度会经过校验，道路和交通附属设施与实际物理环境误差控制在 10cm 以内。

(2) 数据更新频率（根据数据类型使用不同更新频率）：

- 永久静态数据，如道路边界、车道标志线等（更新频率 < 1 个月）；

- 半永久静态数据，如道路施工、交通管制等支持路侧元和车辆等设备检测并自动更新（显示形式为 3D 信息提示），也支持人工输入和外接端口输入更新(更新频率<1 小时)；
- 半动态数据，如实时路况，交通事件支持路侧元和车辆等设备检测并自动更新，也支持人工输入和外接端口输入更新(更新频率<1 分钟)；
- 动态数据，通过车载和路侧装置实采的数据，在数字孪生平台实时更新的内容和频率：包含车辆位置、速度、姿态，检测目标的位置、速度、姿态等，更新频率<33 毫秒。

(3) 渲染画面运行流畅、清晰可辨，交互无卡顿延迟。页面刷新率 $\geq 30\text{fps}$ ，客户端访问孪生服务器的网络延时与客户端访问的网络环境有关，同一局域网内，延时 $< 30\text{ms}$ 。

(4) 前端页面支持大屏尺寸自适应，以及自适应的范围：2K，4K，8K（同时支持 ≥ 1 个 8K 客户端）。

(5) 支持通过局域网和互联网访问（需 VPN 或者固定 IP 地址），可以做到百级以上，并发量可以根据具体业务做提升。不卡顿、不失真等显示无任何问题情况下系统并发量 ≥ 5 个。并发和硬件资源相关，系统原则上可以支持并发的扩展。

3.2.6 保存回放

支持回放历史场景，可选择历史时间段进行场景回放，类似监控回放。也可追溯无人车的历史关键数据和决策信息（通过图表方式呈现）等。

数字孪生系统可以记录保存数据，以便在需要时重新播放和分析先前的场景和数据。包括保存功能、回放功能、播放模式切换三个部分。

- 数据保存功能：在数字孪生系统中，将在相关服务器上记录和保存所有相关的场景和数据。这包括场景的动态物体的位置和属性、传感器数据、控制指令等。主要通过数据库根据时序来保存数据。
- 数据回放功能：用户可在界面上选取起始时间和截止时间，回放已保存的生产数据，回放的数据可以驱动数字孪生系统正常运转。
- 播放模式切换：数字孪生系统可以在实时生产数据模式和历史回放数据模式两者之间切换。

通过保存回放功能，数字孪生系统可以帮助用户回溯和分析先前的场景和数据，以便于研究、教学、演示和问题排查等应用。此外，保存回放方案还可以作为备份和复原的手段，以防止数据丢失或者系统故障。

3.2.7 对外接口

(1) 预留外部天气数据接口

若甲方购买第三方气象服务，乙方提供相应配套开发服务，将实时天气信息集成到云端数字孪生平台。

(2) 预留信号灯等交通设备信息数据接口

若开放校园内信号灯等交通设备数据接口，数字孪生系统的数据服务程序可通过网络接口获取信号灯等交通设备信息，然后将处理后的交通设备信息在数字孪生场景中进行可视化呈现。可以在场景中显示信号灯的状态、位置等信息，帮助用户更好地理解和分析无人车的运行情况。

4 V2X 系统

4.1 V2X 系统硬件

V2X 系统硬件主要由多合一路侧感知设备(FPU)和路侧通信单元(RSU)组成。包括 FPU 设备 2 套，RSU 设备 2 套。V2X 路侧感知设备感知范围覆盖重点检测区域，并通过路侧通讯单元为其他交通参与者提供路侧信息。

4.1.1 多合一路侧感知设备 (FPU)

(1) 移动或路侧感知设备 (FPU) 需具备感知道路信息的功能。FPU 为工控机形态，支持科研测试及预研场景研究，提供二次开发接口。系统设备包括但不限于：1) 感知摄像头、2) 毫米波雷达、3) MEC 边缘计算设备、4) 设备壳体及结构件、5) 内部线束、6) 抱杆箱及落地箱、7) 交换机、8) 电源及空开等。路侧感知设备感知范围需覆盖校园测试场地重点路口区域，路侧信息结果可以发送至路侧通讯单元。设备箱提供转换电源供电，与 FPU 采用有线网通讯。具体选用移动还是固定路侧感知设备，需经投标方同意，双方根据现场环境协商确定。

(2) 路侧设备整体性能要求：感知距离 ≥ 80 米，水平视场角 HFOV $\geq 120^\circ$ 。

(3) 感知摄像头，分辨率 $\geq 2M$ ，带 ISP，水平视场角 HFOV $\geq 120^\circ$ ，图像识别准确率 $\geq 95\%$ ，漏检率 $\leq 5\%$ ；

(4) 毫米波雷达，HFOV (近距离) $\pm 45^\circ$ (远距离) $\pm 10^\circ$ ，检测距离 0.5~50m (近距离)，0.5~180m (远距离)，目标漏检率 $< 0.2\%$ ，目标误检率 $< 0.3\%$ ，目标障碍物航向角误差 $< 0.5^\circ$ ，目标障碍物速度误差 $< 0.05m/s$ ，目标障碍物位置误差 $< 0.1m$ ，功耗 $< 5W$ ，工作温度 $-40\sim 85^\circ C$ ，防水等级大于 IP6K9K；

(5) 激光雷达 (用于场景采集车)，速腾聚创 RS-Ruby Lite ≥ 80 线激光雷达，用于激光雷达点云数据采集及应用，主要包括雷达及相关线束。具体技术参数如下：线数 ≥ 80 线，

水平 FOV $\geq 360^\circ$ ，垂直 $\geq 40^\circ$ ，水平分辨率 $> 0.2^\circ$ ，垂直分辨率 $> 0.1^\circ$ ，帧率 $> 10\text{Hz}$ ，探测距离 $160\text{m} \geq 10\% \text{NIST}$ ，测距精度 $> 3\text{cm}$ ，点频 $\geq 1,440,000\text{pts/s}$ （单回波），千兆以太网输出，功率 $> 38\text{W}$ ，19-32V 供电，重量 $\leq 3.75\text{kg}$ ；

(6) MEC 边缘计算设备，算力 $\geq 4\text{TOPS}$ ，需满足感知数据的机器学习识别算法的运行需求；该设备配备高性能处理器，具备激光雷达点云的实时处理解算能力，并且该设备具有 EMMC 和扩展大容量 SSD 存储等功能，可以支持 V2X 感知系统、数据采集和存储等系统功能需求。该计算平台通过了车规级测试，可以适应复杂的工作环境，具体性能参数如下：工作温度范围 $-30^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ ；海拔 ≤ 5000 米；工作湿度：5%~95%；存储温度： $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 。主要用于基于感知数据的机器学习识别算法的运行，传感器目标检测算法用于识别道路交通设施、交通标志标线、障碍物等感知对象；

(7) 提供传感器和 MEC 边缘计算设备的底层接口和通讯协议，可供甲方后续进行二次开发，并提供相关技术支持。

(8) 设备壳体、结构件及内部线束满足功能需求；

(9) 具备设备箱，设备箱提供 220V 转 12V 供电，与 FPU 采用有线网通讯；

(10) 具备交换机、电源和空开等器件。

(11) 设备外壳做防水防尘处理，满足室外使用环境要求；

4.1.2 路侧通信单元 (RSU)

路侧通讯单元 (RSU, Road-Side Unit) 需要具备将 FPU 推理结果发送给后台及车端的功能，RSU 包括但不限于：V2X 通讯计算设备，数据传输天线，内部线束，外壳及机械结构件等。

RSU 设备满足如下要求：

(1) 设备箱提供 220V 转 12V 供电，与 FPU 采用有线网通讯；

(2) RSU 设备包含控制器，可满足数据处理转换及 V2X 协议栈等程序运行的性能需求；

(3) RSU 设备需要具备 V2X 通讯计算单元，可以实现 FPU 数据处理转换及 V2X 协议栈等功能；

(4) 通信单元采用一体化设计，体积小，安装方便；

(5) RSU 设备具有移动通信能力，支持网络接入；

(6) RSU 需要具备数据传输天线，数据传输距离 $\geq 500\text{m}$ ，最大数据延时 $\leq 30\text{ms}$ ；

(7) 通信制式多样，支持 4G/5G，LTE-V2X PC5。

(8) RSU 内置 V2X 协议栈，并符合通信一致性要求。

4.2 V2X 系统软件

嵌入式路侧系统方案可提供路侧感知结果输出接口，工控机路侧系统方案除了提供路侧感知结果之外，同时可开放传感器原始数据、工控机设备系统登录权限、应用系统环境以及摄像头、雷达可视化数据，可供甲方后续进行二次开发；

4.4 V2X 系统安装部署方案

包含移动或固定立杆及基座 2 套，选用移动还是固定路测感知设备，经甲方同意，现场确认，选用匹配的移动或固定立杆及基座。V2X 系统安装符合校园施工安全标准，设备须牢固稳定，具有防风、防尘、防水、防晒等功能。

5 高精度地图采集

5.1 高精度地图采集单位

需具备国家认证相关资质。高精度地图数据的使用和存储需要符合国家测绘法等法律法规，以及招标人数据保密管理规范的要求。

5.2 高精地图采集范围

包括但不限于河南科技大学西苑校区南院的所有主要道路、交通附属设施等。高精度地图数据具体包含但不限于：（1）基础信息层：车道位置、类型；车道数量、方向、宽度；车道纵向连接信息、车道横向邻接信息等，位置误差在±2 厘米之内；（2）道路信息层：红绿灯、灯杆、辅道、人行道等；限速等标志牌、路面标志、减速带、固定或半固定隔离带等，位置误差在±5 厘米之内。

5.3 校园实景采集的数据范围

包括但不限于：（1）常见道路附属地物：地物正方位照片、结构细节特写、透视视角照片等；（2）建筑物以及设施：远景（整体结构）拍摄照片、近景（材质细节）拍摄照片。照片需辅助色卡进行色差矫正，需要有获取相应校园航空或卫星遥感影像采集的图像数据途径，对园区三维建模整体把控和位置参照。使用摄像机记录校园的实时视频数据，记录范围包括但不限于：行人流动、车辆行驶、地物变化等，辅助三维场景的更新与检查。

5.3 校园实景采集服务

数据范围包括但不限于以下内容。

（1）常见道路附属地物：地物正方位照片、结构细节特写、透视视角照片等；

（2）建筑物以及设施：远景（整体结构）拍摄照片、近景（材质细节）拍摄照片。照片通过辅助色卡进行色差矫正，能够获取相应校园航空或卫星遥感影像采集的图像数据，对园区三维建模整体把控和位置参照。通过使用摄像机记录校园的实时视频数据，记录范围包括行人流动、车辆行驶、地物变化等，以辅助三维场景的更新与检查。

6 其他

6.1 系统时延

路侧单元所有采集信息和车端所有采集信息传输到云控平台计算再传输回车端，车-路-云一体化平台的闭环控制最大整体时延 $<160\text{ms}$ （包括感知、决策、控制、传输等各个环节）。各部分具体要求如下：全息路网感知时延 $<100\text{ms}$ ，光纤传输时延 $<10\text{ms}$ ，数字孪生平台显示/云控平台算法计算时延 $<30\text{ms}$ ，5G 传输至车端下发时延 20-30ms。

6.2 系统集成部署服务

(1) 投标方需负责安装路侧设施、LED 显示大屏，配置管理计算机，实现数字孪生画面显示到 LED 大屏。

(2) 投标方需完成数字孪生软硬件集成，包括部署数字孪生服务器，安装软件，配置网络环境，打通数字孪生与智能小车以及路侧设备之间的通信，完成“自动驾驶车-路-云一体化控制平台”的软硬件集成，并为自动驾驶车-路-云一体化系统的功能及性能负责。

6.3 设备运输及交货

1. 乙方负责办理货物的运输及运输保险事宜、支付交货前发生的包装费、运费、保险费、商检费、搬运费等费用。

2. 乙方将所供合同所有货物运至甲方的最终目的地之时视为货物的交货时间。

3. 乙方将货物及本合同规定的相关文件送达项目实施指定现场。

4. 乙方随同货物交货的同时向甲方提交标明货物内容的明细单以及合同的相关文件，包括但不限于合同货物、装箱单、质量合格证书（由生产厂商签发）、产品使用说明书及其它应当随箱的技术资料等。

6.4 工程进度计划表

工程实施进度管理是实施过程管理策略的重要组成部分，整个项目的开发周期（从合同签订到完成终验收）为 180 天，下表是乙方制定的重要里程碑节点。详细的项目计划将在项目实施阶段与甲方沟通确定。

节点	节点描述	工作内容	完成时间	地点	责任方	前提	完成百分比
1	校园高精度数据采集	采集校园道路和建筑的精确位置信息和尺寸、外形、材质信息	合同签订后第 10 天	河南科技大学（洛阳）	乙方	合同签订	5%
2	虚拟校园场景建模	完成高精地图采集工作，校园场景和设施对象建模，搭建虚拟校园场景	合同签订后第 40 天	恒润（北京）	乙方	完成校园实地数据采集	20%
3	V2X 采购以	采购和在校园安装	合同签	河南科技	乙方	硬件到货	40%

	及系统安装调试	硬件设备，并进行调试，确认硬件运行正常、输出数据无误、通信接口正常使用。	订后第75天	大学（洛阳）			
4	数字孪生设备采购、系统开发、数据驱动	完成系统前端开发和数字孪生系统内部联动开发，可接入数据进行可视化显示	合同签订后第140天	河南科技大学（洛阳）	乙方	硬件到货	80%
5	现场部署	现场部署、调试、根据用户反馈迭代	合同签订后第160天	河南科技大学（洛阳）	乙方	数字孪生系统开发完成	85%
6	验收培训	完成最终部署，项目验收，设备投入使用，对用户进行操作使用培训	合同签订后第180天	河南科技大学（洛阳）	乙方	项目范围内工作全部完成	100%

7 技术培训

(1) 路侧设备：提供硬件设备安装方法，功能演示及操作培训；提供传感器和 MEC 边缘计算设备的底层接口和通讯协议相关技术培训。

(2) 数字孪生软件：提供系统原理、使用方法、建模方法、三维模型更新方法培训。

(3) 乙方对甲方人员就系统的使用、日常维护及维修进行技术培训。经培训后，甲方受培训人员能掌握系统基本功能的调试和使用技术，能正确操作、保养和维护系统，熟悉系统常见故障的预防、分析及排除方法。培训结束后，每个参训人员都能单独正常使用和操作所交付的设备，以参训人员签字为准。

(4) 培训时间及方式根据实际需要，由双方协商决定，原则上不限制培训人数，本方案提供的培训人员均为项目参与人员或者具备多年相关经验的工程师。

(5) 技术培训预计 14 小时，详细的培训内容计划如下。在项目实施阶段可以根据用户实际需求进行调整：

培训内容	描述	预计时长
V2X 硬件安装 使用培训	<p>培训目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 掌握 V2X 硬件安装流程和方法； 2) 了解先关底层接口和通讯协议； 3) 掌握 V2X 硬件检查的流程和方法； 4) 掌握常见问题的解决方法； 5) 掌握注意事项和安全措施。 <p>培训内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 介绍 V2X 硬件基本概念、作用和原理等； 2) 提供硬件设备安装方法，功能演示及操作培训等； 3) 提供传感器和 MEC 边缘计算设备的底层接口和通讯协议相关技术培训等。 4) 实操展示 V2X 硬件检查的流程和方法，包括检查前的准备工作、检查的具体步骤和方法、检查结果的处理和记录，使用工具和设备的注意事项、保护个人和系统安全等。 5) 通过实际案例介绍 V2X 硬件的常见问题和解决方法，帮助使用者能够及时发现和解决问题，保证作业运行等。 <p>培训形式： PPT 线上授课或设备现场操作，设置答疑环节等。</p>	4 小时
数字孪生系统 架构和原理培 训	<p>培训目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 掌握数字孪生系统架构和原理的相关知识和技能等。 <p>培训内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 介绍数字孪生系统的定义、概念和基本原理，包括数字孪生系统的作用、特点和应用领域等； 2) 介绍数字孪生系统的架构设计，包括数据采集、数据存储、数据处理、模型建立、可视化展示等方面的设计原则和方法等。 3) 数字孪生软件，提供系统原理、使用方法、建模方法、三维模型更新方法培训等。 <p>培训形式： PPT 线上授课或设备现场操作，设置答疑环节等。</p>	4 小时
建模及场景编 辑方法培训	<p>培训目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 了解建模方法和流程； 2) 掌握系统场景编辑方法。 <p>培训内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 介绍常用的建模软件，如 3ds Max、Maya、Blender 等，以及各软件的特点和应用场景等。 2) 建模基础知识：介绍建模的基础知识，包括建模的分类、建模的流程、建模的技巧等，让学员能够理解建模的基本概念和原理等。 3) 建模工具操作：逐一介绍建模工具的各项操作，包括建模对象的选择、建模工具的使用、材质贴图的应用等，让学员能够熟练地使用建模工具进行建模等。； 4) 建模实践：让学员进行实际的建模练习，以提高其建模技能和应用能力等。 5) 介绍并示范加载静态对象的三维模型、替换三维模型、对模型进行位姿编辑和保存场景功能的使用方法等。 <p>培训形式： PPT 线上授课或设备现场操作，设置答疑环节等。</p>	4 小时

培训内容	描述	预计时长
产品使用培训	培训目的： 1) 了解系统整体结构等； 2) 熟练地使用系统进行日常操作等。 培训内容： 1) 介绍系统的基本操作界面、功能模块和主要操作按钮等； 2) 逐一介绍系统的各项功能操作和表达内容等。 培训形式：PPT 线上授课或设备现场操作，设置答疑环节等。	2 小时

8 项目交付

8.1 项目交付物

序号	交付内容	规格型号	数量
1	自动驾驶车-路-云一体化控制平台	见附件一“河南科技大学自动驾驶车-路-云一体化控制平台项目技术协议”	1 套

8.2 产品完整性

双方依据技术协议对乙方的供货检查，确认所提供的交付物与技术协议规定的交付物数量、功能、质量等相符，包括设备软件、硬件、模型、工程文件、文档资料等。

9 其他

本协议一式拾份，甲方执捌份，乙方执贰份，具有同等法律效力。

10 签章

甲方（盖章）：

河南科技大学

技术负责人（签字）：

冯建平

日期：2024年1月19日

乙方（盖章）：

北京经纬恒润科技

股份有限公司

技术负责人（签字）：

合同专用章
另军浩

日期：2024年1月19日

附件二

售后服务承诺

售后服务承诺：

本项目中所提供的软件系统在验收后 36 个月提供质保服务。硬件设备 36 个月提供免费质保服务，质保期按照终验收签订之日算起。

在整个质保期内，乙方承诺：

- (1) 提供 7*24 小时免费邮件或电话支持，且总部设立在北京，问题响应及时；
- (2) 定期维护和检查平台的正确性；
- (3) 质保期内，如设备及相应软件出现故障，经检测、维修后，出具设备损坏原因及整改方案书面证明，二次维修后仍存在问题则免费更换同型号新设备；
- (4) 免费更换非人为因素造成损坏的硬件部件，并重新计算该部件的质保期，出现因产品质量等投标方原因造成的设备维修时间超过一个月（包括等待维修时间），则质量保证期相应延长；
- (5) 质保期结束前提供一次设备维护保养及校准服务；
- (6) 提供易损易耗品清单及厂商信息等；

故障响应计划：

- (1) 提供 7*24 小时邮件、电话、微信等联系渠道支持，问题响应及时；
- (2) 用户发现软件系统或设备出现故障时，可以通过电话、邮件或在线提交故障情况，我方在收到买方邮件或电话通知后 4 小时之内做出响应，如需要现场解决，我方承诺在 24 小时内派出专业工程师到现场进行处理，确保故障得到及时、有效地解决。
- (3) 故障处理完成后，向用户反馈故障处理的结果和解决方案，以及提供相关的使用建议和技术支持。
- (4) 质保期外提供免费电话或邮件技术支持，对需求方提出的技术支持要求应在 10 小时内给予回复。质保期内，设备发生故障，需求方接到需求方通知后 72 小时内到需求方现场进行维修或更换（人为损坏除外）；
- (5) 对于质保期外的仪器设备出现故障，在接到需求方书面传真或者电子邮件方式后，3 个工作日内做出估算单，传真给需求方。提供给需求方的所有零配件只收取成本费。

售后团队说明：

本项目售后团队将由乙方团队负责，售后工程师均为本项目参与成员或者项目经验丰富的工程师负责，且工作地点多为北京或者天津，可以快速响应项目售后需求。

售后期间，用户方除可以享受以上服务内容外，还可根据实际使用或者应用需求与售后团队成员进行技术交流。

下表提供所投产品供应商或制造商售后服务机构情况，包括地址、技术人员及联系方式，售后技术人员力量、设备实力等。

售后服务机构	地址	人员	手机	邮箱
北京经纬恒润科技股份有限公司	北京市朝阳区酒仙桥路14号兆维工业园区C3座4层	张诣萌	15120004027	yimeng.zhang@hirain.com
		卢宇洁	18701202519	yujie.lu@hirain.com
		田涔玄	18801309882	cenxuan.tian@hirain.com
		杜逸凡	18847227200	yifan.du@hirain.com
		张耀辉	18515827128	yaohui.zhang1@hirain.com

售后服务方式：

我方将提供丰富的售后服务支持方式，以最迅速、最直接、最适合的方式解决您的实际问题。

(1) 电话支持

电话支持服务方式一般可用于解决一些简单故障，或解释客户的一些疑问；在电话支持过程中，我售后服务人员将根据您描述的故障现象或疑问，做出耐心的解答；电话支持的次数将不受限制，我们随时欢迎客户就各种问题与我售后服务人员进行交流，共同进步；

(2) 远程拨入

远程拨入方式将大大提高诊断速度与工作效率，现在各种远程拨入技术的发展也使这一手段的安全性和可行性得到保证。在客户允许的前提下，我售后服务人员将通过远程拨入方式，快速而直接地对系统进行诊断与故障排除，并提交详细的操作过程和配置文档。

(3) 现场服务

当以上两种支持方式仍不能解决您的问题，我售后服务人员将会立即赶赴现场进行紧急故障处理。当确诊为硬件故障时，我们将负责联系厂家进行技术支持。

(4) 文档、补丁升级

对于由于系统软件或应用程序过时或存在漏洞，而导致的系统隐患或故障，可以采用分发系统补丁或升级文档等方式解决。我们将根据具体情况，采用网络发送或上门安装等方式。

通过我们的服务计划，您可以得到有关设备在许可范围内的任何非随机软件的最新修补程序和维修软件新版本。

软件升级：

乙方承诺提供以下软件升级服务：

(1) 提供场景采集及孪生建模服务 ≥ 3 次，具体时间与客户共同商定。

(2) 平台交付使用1年后，根据使用情况免费提供一次改进升级服务，具体时间与客户共同商定。

(3) 【二次开发】乙方具备结合车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase) 扩展云控服务的能力，并承诺云控服务功能开发成功后，第一时间提供给甲方。

具体要求如下：

- 实现真实场景数据输入“车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase)”，实时生成场景模型。

- 实现“车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase)”中的自动驾驶控制算法，能直接应用于“自动驾驶车-路-云一体化控制平台”中，用于真实车辆的控制输入。

- 实现“自动驾驶车-路-云一体化控制平台”与“车辆动力学与场景仿真测试系统 (ModelBase)”之间的实时交互与同步仿真、对比分析与评价。


上述承诺以5年为期限，如果超过5年此功能仍未开发，视同该项已完成。

甲方（盖章）：河南科技大学

技术负责人（签字）：高建平

日期：2024年1月19日

乙方（盖章）：北京经纬恒润科技股份有限公司

技术负责人（签字）：高建平

日期：2024年1月19日