

仪器设备购置合同

西安建筑科技大学（甲方）与 西安悟天数字信息科技有限公司 （乙方）就甲方购置的 实体沙盘、智能车、大屏显示系统等 设备经双方协商达成如下合同条款：

1. 合同内容

在甲方组织的关于 车路协同科教平台 采购招投标活动中，经评标确定乙方为供货单位。乙方按本合同中确定的设备名称、型号与规格、产地、数量及配套内容进行供货，详细配置见《仪器设备购置清单》；乙方按时将货物运送到甲方指定的地点，负责到货设备的安装与调试，达到正常使用；乙方负责为甲方培训操作、维护人员，质保期内负责指导仪器设备的操作使用和保养维修，做好售后服务工作。甲方在乙方完成合同明确规定的责任和义务后，按合同要求付给乙方相应的设备货款。

1.1 仪器设备购置清单（币种：人民币）

序号	设备名称	品牌、规格、型号	数量 (台、套)	单价 (万元)	合计 (万元)	生产商	备注
1	实体沙盘	定制	1	10.8	10.8	合创	
2	智能车	YW-ACar5600-CES	8	0.85	6.8	合创	
3	大屏显示系统	定制	1	13.5	13.5	特雅丽	
4	智能驾驶开发主机	定制	8	0.72	5.76	定制	
5	驾驶模拟仓	YW-ACar5600-MSD	1	0.7	0.7	合创	
6	HDMI无缝矩阵	YR-AL02	1	0.29	0.29	也仁	
7	接入层千兆以太网交换	S1850V3-52P-EI	1	0.29	0.29	H3C	

	机						
8	网管企业级网络交换机	S5560-28S-EI-G	1	0.29	0.29	H3C	
9	机柜	G26042	1	0.25	0.25	图腾	
10	实验桌椅	定制	8	0.18	1.44	定制	
11	V2X场景管理系统	YW-ACar5600-SA	1	4.7	4.7	合创	
12	路侧设备综合部署与控制系统	YW-ACar5600-LE	1	4.9	4.9	合创	
13	5G V2X虚拟仿真系统	YW-ACar5600-XM	1	4.9	4.9	合创	
14	智能驾驶实验教学平台	YW-ACar5600-ES	16	0.32	5.12	合创	
15	车载智能驾驶客户端	YW-ACar5600-CC	8	1.02	8.16	合创	
16	智能驾驶开发平台服务器	R740	1	2.4	2.4	戴尔	

17	数字孪生服务端	YW-ACar5600-SS	1	5.3	5.3	合创	
合计(元)			大写：柒拾伍万陆仟元整				
			小写：756000 元				

1.2 合同总额是指设备到达西安建筑科技大学指定地点、完成验收后的价格，其中已包含货物费（含备品备件费）、包装费、运杂费（含搬运、装卸、保险费等）、工程费、材料费、全部税费、安装调试费等相关费用。

1.3 合同总额为一次性包死价格，不受市场价格的变化和影响，在合同不发生变更时作为付款结算的依据。

1.4 设备的技术参数要求

1.4.1 本合同条款下提交货物的技术规格要求应等于或优于招标文件技术规格要求（设备的技术参数和指标详见附件）。若技术规格要求中无相应规定，则应符合相应的国家有关部门最新颁布的相应正式标准。

1.4.2 乙方应向甲方提供有关标准的中文文本。

1.4.3 除非技术规范中另有规定，计量单位均采用中华人民共和国法定计量单位。

2. 包装运输要求

仪器设备的运输方式由乙方自行选择，在生产、运输、装卸过程中的任何安全问题与甲方无关，乙方应做好仪器设备的安全防护工作，保证甲方收到的是无任何损伤的货物。仪器设备包装必须符合国家标准或行业标准，满足航空、铁路或公路运输以及货物装卸要求，乙方若因自身原因出现任何安全事故，责任均由乙方承担。同时，对于在此过程中由于乙方未尽义务，造成与甲方有关人或物的损伤，乙方应全部承担责任。

3. 交货时间及交货地点

3.1 本项目为交钥匙工程，乙方要提供整套合格产品，切实做好安全防护相关工作。产品交货、安装地点均为甲方指定地点。

3.2 领取中标通知书后 120 个工作日内，乙方负责将产品运输到指定地点，并按照验收标准和验收程序完成设备的安装、调试和验收工作。乙方保证运输过程产品包装完好、安装调试及验收时设备外观无划痕，设备质量完好。

4. 产品质量保证

4.1 乙方提供的设备及配套产品，必须是合同规定厂家制造的、合格、全新、未曾使用的产品，产品内部无损坏，外表无磨损，内部包装无破损。整套产品必须通过由国家技术监督部门授权的

计量检定单位的检定，并附有检定使用合格证书。

4.2 乙方提供的设备及配套产品必须等同于或优于合同技术指标要求，并能按国家标准供应、检测、调试，确保产品技术指标满足使用要求。

4.3 乙方须保证所提供的货物经正确安装、正常运转和保养，在其使用寿命期内须具有符合质量要求和产品说明书的性能。在产品质量保证期之内，乙方须对由于设计、工艺或材料的缺陷而发生的任何不足或故障负责，并免费予以改进或更换。

4.4 根据甲方按检验标准自己检验结果或委托有资质的相关质检机构的检验结果，发现货物的数量、质量、规格与合同不符；或者在质量保证期内，证实货物存在缺陷，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，甲方应书面通知乙方。接到上述通知后，乙方应及时免费更换或修理破损货物。乙方在甲方发出质量异议通知后，未作答复，甲方在通知书中所提出的要求应视为已被乙方接受。

4.5 乙方在收到通知后虽答复，但没有弥补缺陷，甲方可采取必要的补救措施，但由此引发的风险和费用将由乙方承担。甲方可从合同款或乙方提交的履约保证金中扣款，不足部分，甲方有权要求乙方赔偿。甲方根据合同规定对乙方行使的其他权力不受影响。

4.6 产品质量保证期为甲方最终设备验收合格后 2 年，设备正常使用寿命为 8 年。质量保证期内乙方免费维修，包括设备的零配件及国内不能解决的故障需要返回生产厂维修时所发生的一切费用。须更换的零配件乙方保证原厂原装，如遇系统更新升级，乙方免费负责更新原装正版系统。质保期满后，乙方负责设备的终身维修。甲方如需更换设备的零配件，乙方保证更换的零配件为原厂原装，并只收取零配件的成本费，同时由乙方负责更换调试合格。

5. 技术服务承诺

5.1 乙方应严格按照供货时间，及时给甲方供货。

5.2 乙方负责提供仪器设备相应的技术资料，包括产品合格证、产品保修单、安装使用及维护说明书以及运输装箱清单等，并对所有技术材料的真实性、准确性、先进性、完整性负责。

5.3 人员培训：乙方终身免费为甲方培训设备使用人员，培训内容包括：设备操作、维护、简单维修等。

5.4 售后服务：质保期内乙方对甲方提出的服务响应不得超出 2 小时。

5.5 具体服务详见乙方投标文件中乙方的承诺书。

6. 验收方法及标准

6.1 开箱验收

6.1.1 产品运抵现场后，双方应及时开箱验收，并制作验收记录，以确认与本合同约定的数量、

型号等是否一致。

6.1.2 乙方应在交货前对产品的质量、规格、数量等进行详细而全面的检验，并出具证明产品符合合同规定的文件。该文件将作为申请付款单据的一部分，但有关质量、规格、数量的检验不应视为最终检验。

6.1.3 乙方所供设备必须按我国现使用的标准制造，所购标准件和原材料均是国家名牌企业（或用户指定厂家）的合格产品，不会受到其它方提出的专利权、商标权或工业设计权等起诉。其余技术条件完全按照甲方要求。

6.1.4 开箱验收中如发现产品的数量、规格与合同约定不符，甲方有权拒收产品，乙方应及时按甲方要求免费对拒收产品采取更换或其他必要的补救措施，直至开箱验收合格，方视为乙方完成交货。

6.2 检验验收

6.2.1 交货完成后，乙方应及时组装、调试、试运行，按照合同条款规定的试运行完成后，双方及时组织对产品检验验收。合同双方均须派人参加合同要求双方参加的试验、检验。

6.2.2 在具体实施合同规定的检验验收之前，乙方需提前提交相应的测试计划（包括测试程序、测试内容和检验标准、试验时间安排等）供甲方确认。

6.2.3 除需甲方确认的试验验收外，乙方还应对所有检验验收测试的结果、步骤、原始数据等作妥善记录。如甲方要求，乙方应提供这些记录给甲方。

6.2.4 检验测试出现全部或部分未达到本合同所约定的技术指标，甲方有权选择下列任一处理方式：

a.重新测试直至合格为止；

b.要求乙方对货物进行免费更换，然后重新测试直至合格为止；

无论选择何种方式，甲方因此而发生的因乙方原因引起的所有费用均由乙方负担。

6.3 使用过程检验

6.3.1 在合同规定的质量保证期内，发现设备的质量或规格与合同规定不符，或证明设备有缺陷，包括潜在的缺陷或使用不合适的原材料等，由甲方组织质检（相关检测费用由乙方承担），据质检报告及质量保证条款向乙方提出索赔，此索赔并不免除乙方应承担的合同义务。

6.3.2 如果合同双方对乙方提供的上述试验结果报告的解释有分歧，双方须于出现分歧后 10 天内给对方声明，以陈述己方的观点。声明须附有关证据。分歧应通过协商解决。

6.4 所有验收合格，但不能免除乙方应该承担的质保责任。

7.合同款项支付方式

7.1 合同款支付

签订合同后，设备到达指定地点、安装调试完成并验收合格后，支付合同总价的 100%。

7.2 最终结算时，乙方须向甲方出具合同总价款的增值税专用发票。

8.安全生产和文明施工

8.1 现场安全文明施工由乙方编制专项详细方案并严格执行。

8.2 乙方必须认真执行省市有关施工安全生产条例和规定以及甲方管理要求，并做好安全管理工作，避免并杜绝安全事故的发生。如发生安全事故，一切责任与后果均由乙方承担，同时，给甲方造成损失，甲方将视情况对乙方处以相应的经济赔偿。

8.3 在设备安装施工全过程中，乙方应服从甲方的各项管理，并对乙方施工人员进行安全管理。

8.4 确保现场建筑物及相关设施设备完好无损，如施工过程中出现损坏，乙方负责修复赔偿。

8.5 乙方应对安装施工人员相关岗位上岗资格进行审查，并对相关后果负责。

9. 索赔

9.1 产品的质量、规格、型号、数量、性能、产地及零配件等与合同约定不符，或在质量保证期内证实货物存有缺陷，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，甲方有权根据有资质的权威质检机构的检验结果向乙方提出索赔（但责任应由保险公司或运输部门承担的除外）。

9.2 在验收合格前，乙方对甲方提出的索赔负有责任，乙方应按照甲方同意的下列一种或多种方式解决索赔事宜：

9.2.1 在法定的退货期内，乙方应按合同规定将货款全额退还给甲方，并承担由此发生的一切损失和费用，包括利息、银行手续费、运费、保险费、检验费、仓储费、装卸费以及为保护退回货物所需的其它必要费用。如已超过退货期，但乙方同意退货，可比照上述办法办理，或由双方协商处理。

9.2.2 根据货物低劣程度、损坏程度以及甲方所遭受损失的数额，经甲乙双方商定降低货物的价格，或由有资质的中介机构评估，以降低后的价格或评估价格为准。

9.2.3 用符合规格、质量和性能要求的原厂原装新零件、部件或货物来更换有缺陷的部分或修补缺陷部分，乙方应承担一切费用和 risk，并负担甲方所发生的一切直接费用。同时，乙方应相应延长、修补或更换件的质保期。

9.3 乙方收到甲方发出的索赔通知之日起 5 个工作日内未作答复的，甲方可从合同款或履约保证金中扣回索赔金额，如金额不足以补偿索赔金额，乙方应补足差额部分。

10. 违约责任

10.1 合同生效后，甲乙双方应按合同规定认真履约。合同履约责任只涉及合同甲乙双方，不考虑第三方因素。

10.2 除不可抗力原因外，如遇下列情况之一者，乙方所缴纳的履约保证金甲方有权不予退还，作为对甲方的赔偿，且甲方有权解除本合同：（1）合同签订后不能按合同时限要求供货或安装调试；（2）所供设备不合格、与合同不符；（3）不能按合同履约；（4）因产品质量原因，不能通过验收。

10.3 如乙方产品质量不符合国家标准、行业内控标准或本合同技术附件要求的，甲方有权退货，乙方应退还全部货款，并承担甲方合同总价款 10% 的违约金及其他损失。

10.4 在合同规定的供货期内乙方未全部交货，除应如数补齐外，还应承担合同总款的 10% 违约金。

10.5 乙方对货物不按招标文件要求，擅自更换，除恢复原招标产品外，应承担更换部分价款 10% 的违约金；乙方如对产品材质、随机配件以次充好，除全部按要求恢复外，应承担此部分价款 10% 的违约金。

10.6 除不可抗力因素外，乙方对所供产品出现的问题推诿、拖延，24 小时未作出服务响应且乙方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，甲方可要求乙方支付违约金。违约金每日按合同总价款的 5‰ 计收。否则，甲方有权拒绝乙方以后参加学校竞标。

10.7 合同履行过程中，甲方应积极配合乙方进行设备验收以及验收前的外围配套等工作。否则，因此导致设备不能按期验收时，不能追究乙方责任；正常情况下应在设备验收合格后 15 天内按规定向乙方付款，最长时间不能超过 30 天。否则，每超过一周应向乙方支付合同应付款 5‰ 的滞纳金。

11. 合同争议的解决

11.1 甲乙双方由于本合同的履行而发生任何争议时，双方可先通过协商解决。

11.2 任何一方不愿通过协商或通过协商仍不能解决争议，则双方中任何一方均应向甲方所在地人民法院起诉。

12. 违约解除合同

12.1 出现下列情形之一的，视为乙方违约。甲方可向乙方发出书面通知，部分或全部终止合同，同时保留向乙方索赔的权利。

12.1.1 乙方未能在合同规定的限期或甲方同意延长的限期内，提供全部或部分货物的；

12.1.2 乙方未能履行合同规定的其它主要义务的；

12.1.3 乙方在本合同履行过程中有欺诈行为的。

12.2 甲方全部或部分解除合同之后，应当遵循诚实信用原则购买与未交付的货物类似的货物或服务，乙方应承担甲方购买类似货物或服务而产生的额外支出。部分解除合同的，乙方应继续履行合同中未解除的部分。

13. 其它事项

13.1 合同经双方签字盖章后生效。本合同一式五份，甲方执四份，乙方执一份，执行完毕后自行失效。

13.2 合同的附件、投标文件均作为本合同不可分割的内容，且具有同等法律效力。合同的附件由甲方使用单位负责审核并签章。

13.3 在本合同执行过程中，甲、乙双方协商签订的补充合同与原合同具有同等法律效力。

13.4 未尽事宜，双方协商解决。

合同签订地点：西安建筑科技大学

合同签订时间： 年 月 日

甲 方（盖章）：西安建筑科技大学	乙 方（盖章）：西安悟天数字信息科技有限公司
地 址：西安市雁塔路 13 号	地 址：陕西省西安市高新区科技六路西段 88 号新加坡腾飞科汇城 6 层 B 区 410
法定代表人（签字）：	法定代表人（签字）： 
委托代理人（签字）：	委托代理人（签字）： 
联系人： 刘世泽	联系人：梅小山
联系电话：029-82202312	联系电话：18629141183

技术附件:

1.中标产品技术参数明细

我公司承诺: 合同中数列产品均满足标书及使用要求, 无任何负偏离。并与所供产品完全一致。

1.1 设备用途

采用数字孪生技术打造虚实一体的基于 5G-V2X 车路协同一体化半实物科研教学平台, 实现利用虚拟传感器采集的数据去控制实体车辆, 解决了实验开展成本过高的问题, 保证了学生人手一套, 解决实践机会不足的问题。通过虚拟场景, 解决以前一旦实体设备部署后场景单一, 导致实验数目不足的问题。通过将实体车辆搬到微缩沙盘降低学生开展实验时所面临的安全风险!

1.2 设备运行条件

220v 市电

1.3 设备构成

序号	产品名称	品牌	规格型号	产地	单位	数量
1	V2X 场景管理系统	合创	YW-ACar5600-SA	深圳	套	1
2	路侧设备综合部署与控制系统	合创	YW-ACar5600-LE	深圳	套	1
3	5G V2X 虚拟仿真系统	合创	YW-ACar5600-XM	深圳	套	1
4	智能驾驶实验教学平台	合创	YW-ACar5600-ES	深圳	套	16
5	车载智能驾驶客户端	合创	YW-ACar5600-CC	深圳	套	8
6	智能驾驶开发平台服务器	戴尔	R740	厦门	台	1
7	数字孪生服务端	合创	YW-ACar5600-SS	深圳	套	1
8	实体沙盘	定制	定制	西安	套	1
9	智能车	合创	YW-ACar5600-CES	深圳	台	8
10	大屏显示系统	特雅丽	定制	深圳	套	1
11	智能驾驶开发主机	定制	定制	西安	台	8
12	驾驶模拟仓	合创	YW-ACar5600-MS	深圳	套	1
13	HDMI 无缝矩阵	也仁	YR-AL02	深圳	个	1
14	接入层千兆以太网交换机	H3C	S1850V3-52P-EI	杭州	个	1

15	网管企业级网络交换机	H3C	S5560-28S-EI-G	杭州	个	1
16	机柜	图腾	G26042	苏州	台	1
17	实验桌椅	定制	定制	西安	套	8

1.4 设备主要参数指标

1、V2X 场景管理系统

- 1) 支持创建静态和动态三维场景元素，包括道路结构、天气条件、基础设施（如路灯、信号灯等）、交通规则等内容。
- 2) 采用 unity 高精度的物理引擎和视觉效果，确保虚拟环境的逼真度。
- 3) 多变天气和路况模拟：支持白天、夜晚、雨、雪、雾等多种天气条件，以及高速、转弯、碰撞等复杂路况的仿真场景（包含交叉路口碰撞预、盲区预警、前方事故预警）。
- 4) 系统支持场景自定义编辑，同时支持拖拽式的方式构建场景，包含实时构建障碍物，行人、车辆等。并接入实体沙盘和实体智能车辆完成全局路径规划实验、局部路径规划实验。实现实体车和虚拟车的自动避障功能。
- 5) 对于车辆的操控支持预设路线的自动驾驶模式、手动驾驶模式、与实体智能车辆连接形成虚实共生自动驾驶模式、与自动驾驶平台连接的单车智能驾驶模式、与数字孪生服务端连接形成的多车智能驾驶模式。

2、路侧设备综合部署与控制系统

- 1) 系统支持多路口的虚拟路侧设备的架设、开通、配置，支持虚拟实时路侧设备画面和数据的获取。
- 2) 系统支持实体路测设备的开通、配置、校准、标定以及融合标定。
- 3) 支持的虚拟路侧设备包含 16 线、32 线、64 线、128 线激光雷达、RGB 相机、事件相机。
- 4) 虚拟和实体传感器设备数据接入路测感知系统中，完成障碍物单模态和多模态的识别，并进行全域广播。

3、5G V2X 虚拟仿真系统

- 1) 按照 1: 1 的比例建设城市市场景，构建虚拟的交通量，配置在红绿灯路口配置虚拟路侧端的检测设备包含激光雷达、事件相机。接入自动驾驶平台和数字孪生服务端构建复杂的自动驾驶环境，完成复杂路网环境的全局路径规划实验、局部路径规划实验。
- 2) 车辆无线通信建模，基于三维射线跟踪模型完成无线信道的建模，能够基于现有的基站配置对无线覆盖进行实时仿真，提供实时覆盖图以及干扰图，提供车辆的无线信道的服务小区以及邻小区的基站 ID、小区 ID、RSRP、SINR、中心频点、PCI、空口信令、事件等。
- 3) 网管功能可实现对场景内所有基站的小区参数配置及监控，小区的可配置参数主要包含 PCI、最大发射功率、邻区列表、切换门限等，配合天馈系统调节方位角和下倾角，可对场景内现有覆盖、干扰及切换问题进行针对性分析及调整，以实现路测网优流程闭环，学生可对问题进行多种解决方法尝试，使问题得到解决。
- 4) 支持无线网络基站的添加，包含多场景的设备安装包含室内机房、室外铁塔。安装时应该引导如何进行标准的工程安装以及工程安装规范。仿真视角须具备 3D 效果，线缆安装时应该考虑线缆的选型、速率、功率匹配等情况，同时线缆的安装需要符合工程安装的规范；系统能够模拟和检测出各种不规范的安装操作、线路是否连接正确、线缆及模块是否选型正确进行评价。
- 5) 系统能对整个无线通信系统进行综合模拟评估包含性能指标、成本指标、安装规范等；在进行设备及线缆安装过程中，应同步展示安装过程的动画，以免简单的插拔而导致操作过程

细节的缺失。

6) 车辆数据传输能力能根据网络的覆盖即干扰情况能够进行实时动态调整, 包含数据的传输延迟以及掉包。并能动态的反映到自动驾驶系统中。以更好的模拟网络覆盖对 V2X 业务和场景的影响。

7) 客户端能够开展基于 5G 相关的 5G 网络拓扑、网络部署、网络开通以及网络优化等模块。

8) 基于 5G 的 V2X 的自动驾驶网络工程项目实验建立大型的城市场景, 以 V2X 系统部署为工程背景, 涉及从项目规划、项目施工、项目调试的全生命周期; 采用成本、进度、质量多维度考核;

4、智能驾驶实验教学平台

1) 基于 ROS 开源平台搭建, 支持 ROS 开发环境, 降低软件开发门槛。

2) 接收实体车辆传感器数据, 能够接收、识别、校准摄像头、雷达等车辆实体传感器的信号数据。

3) 实现感知、决策等自动驾驶智能算法核心机制, 能够根据传感的数据对真实空间进行感知, 对道路、障碍等交通概念进行识别。

4) 能够理解车辆的动力学特征, 并下达有效的指令控制车辆行动, 并且能够根据真实车辆传感器数据的实时变化进行反馈调整。

5) 实现测试场地空间定位, 建图功能, 控制车辆在空间中漫游探索, 积累传感器数据, 对空间进行建图, 并计算自身的位置与朝向。

6) 实现目的地设定, 路线决策, 实时控制车辆沿路线前往目的地, 在拥有空间地图, 自身实时位置等知识之后, 能够在空间中定义一个目标位置, 并生成前往目标位置的行进路线, 控制车辆前往目的地。

7) 实现对场地内动态出现的潜在障碍物识别, 并重新规划避障路线, 在车辆行进中, 通过传感器数据实时识别路线上的障碍, 并做出适当的响应, 例如暂停等待, 或重新规划路线绕过。

8) 实现实体小车自动驾驶可用的综合解决方案, 对于固定配置的实验车和封闭场景, 从任意位置开设, 设定任意有效目的点, 自动驾驶系统都能规划路线并控制试验车到达目的点。

9) 实现参数可调、算法代码可定制。在标准方案的基础上, 允许学生对关键参数、算法代码进行调整, 来修改或扩展自动驾驶系统。

5、车载智能驾驶客户端

1) 智能驾驶客户端供单个车辆的行驶环境仿真, 包括: 3D 虚拟环境建模包含 1: 1 沙盘环境以及城市道路建模。

2) 传感器建模包含 16 线、32 线、64 线、128 线激光雷达、IMU 传感器、RGB 相机、深度相机、事件相机、GPS 等, 仿真的传感器需与真实设备产生的数据保持一致, 提供 ROS 接口并能对传感器的参数进行配置比如激光雷达各线的角度、帧数以及点数, 最大支持每秒 20 帧, 最大支持每线 3600 点。

3) 支持的圆形视野在水平和垂直方向上都扩展到 70.4°和 38.4 的激光雷达的仿真, 仿真其实时的点云数据

3) 基于仿真激光雷达的点云数据, 使用人工智能模型完成车辆的实时识别。

4) 支持虚实共生功能, 将车辆在实际环境中识别的障碍物, 直接在虚拟世界中生成, 对于障碍物位置在虚拟世界与实体世界中的误差达到厘米级。

★5) 车辆无线通信建模, 基于三维射线跟踪模型完成无线信道的建模, 能够基于现有的基站配置对无线覆盖进行实时仿真, 提供实时覆盖图以及干扰图, 提供车辆的无线信道的服务小区以及邻小区的 RSRP、SINR、中心频点、PCI、空口信令、事件等。

6) 网管功能可实现对场景内所有基站的小区参数配置及监控, 小区的可配置参数主要包含

PCI、最大发射功率、邻区列表、切换门限等，配合天馈系统调节方位角和下倾角，可对场景内现有覆盖、干扰及切换问题进行针对性分析及调整，以实现路测网优流程闭环，学生可对问题进行多种解决方法尝试，使问题得到解决。

7) 支持无线网络基站的添加，包含多场景的设备安装包含室内机房、室外铁塔。安装时应该引导学生如何进行标准的工程安装以及工程安装规范。学生仿真视角须具备 3D 效果，线缆安装时应该考虑线缆的选型、速率、功率匹配等情况，同时线缆的安装需要符合工程安装的规范；系统能够模拟和检测出各种不规范的安装操作、线路是否连接正确、线缆及模块是否选型正确进行评价；

8) 系统能对整个无线通信系统进行综合模拟评估包含性能指标、成本指标、安装规范等；学生在进行设备及线缆安装过程中，应同步展示安装过程的动画，以免简单的插拔而导致操作过程细节的缺失；

★9) 车辆数据传输能力能根据网络的覆盖即干扰情况能够进行实时动态调整，包含数据的传输延迟以及掉包。并能动态的反映到自动驾驶系统中。以更好的模拟网络覆盖对 v2x 业务和场景的影响。

10) 在 Unity 中实现逼真的智能驾驶 3D 虚拟环境。虚拟场景包括建筑、树木、道路、红绿灯、公交站等环境，及行人、车辆交通流，昼夜变化，天气变化场景的比例、视觉感知、行为逻辑与现实接近一致。利用 Unity 的游戏引擎进行仿真，并利用了 Unity 的最新技术，如高清渲染管道(HDRP)，以模拟与现实世界相匹配的逼真的虚拟环境。环境仿真包括交通仿真和物理环境仿真，如晴、雨、雪、雾、不同时段的自然光、街灯、车灯。交通仿真和物理环境仿真是测试场景仿真的重要模块。

11) 在 Unity 中实现智能驾驶兼容的仿真车辆。虚拟车辆外形与实体车一致，动力学特性与实体车一致；虚拟车辆能被自动驾驶系统指令驱动，实现自动驾驶虚拟仿真。

12) 支持将环境、车辆、传感器等相关要素接入自动驾驶开发平台，实现在 Unity 虚拟系统中的自动驾驶行为模拟。

13) 在 Unity 中实现增强仿真，能够模拟环境、天气、昼夜、交通流、异常事件。可以对天气、昼夜、车流密度的外部条件进行参数化设置，也可以配置一些基于参数描述的特定异常事件，用于测试自动驾驶系统的适应性、可靠性等，如 LaneDisturbance（换道切入）、CrossroadDisturbance（岔路口干扰）、PedestrianDisturbance（行人干扰）、ParkingDisturbance（停车场干扰）。

14) 场景自定义编辑，同时支持拖拽式的方式构建场景，包含实时构建障碍物，行人流、车辆等。

15) 支持基于整车质量、车轮半径、悬挂距离、悬挂弹簧、轴距、前向摩擦力、侧向摩擦力、电机力矩、刹车力矩、转向角度、车轮阻尼率设定构建车辆动力学模型。

16) 提供 python 接口，对车辆动力学模型进行 PID 控制实验

17) 支持 ABS 仿真，ABS=防抱死制动系统（ABS）。它的目的是通过在你使用刹车时防止车轮锁定来保持车辆的安全。你能够控制转向，你的车辆不会因为车轮锁定而打滑。

18) 支持 ESP 仿真，ESP=电子稳定程序支持车辆在几乎所有的关键的驾驶情况下。它包括防抱死制动系统（ABS）和牵引力控制系统的功能，但也可以做得更多。它检测车辆的打滑运动，并通过在每个车轮施加单独的制动力来主动抵消它们。

19)支持 TCS 仿真，TCS=牵引力控制系统检测汽车车轮之间是否失去牵引力。当发现一个车轮在道路上失去抓地力时，系统自动应用刹车，或降低汽车的发动机动力到滑动的车轮。

20)支持 Steering Helper=转向助手将应用局部 Y 轴扭矩到车辆更容易转弯。但结果是更不现实的转折

21) Traction Helper=如果车辆横向打滑，牵引辅助器将降低右前轮或左前轮的刚度。这将

以转向角度为参考，并保持车辆的控制。

22) 提供沙盘小车的车辆动力学模型，需与实体车辆保持一致。

23) 基于 V2X 路侧实验的开展至少需要包含隧道、车辆试验场以及大型复杂十字路口等三种虚拟仿真场景。

24) 系统能仿真出 V2X 路侧的激光雷达传感器，激光雷达传感器需要能仿真出 16 线、32 线、64 线以及 128 线，并在雷达仿真窗口中显示雷达仿真运行效果。

25) 具备仿真传感器与人工智能平台对接，输出对接流程信息，并完成针对虚拟场景下，仿真传感器在 V2X 场景中的仿真测试结果。

6、智能驾驶开发平台服务器

1) 处理器：支持 1 个英特尔® 至强 CPU:10 核 20 线程。

2) 内存：标配 32G 内存，支持高级内存纠错，内存镜像，内存热备等高级功能。

3) 磁盘：标配 2 块 1TB 固态硬盘。

4) 网络控制器：集成 1 个高性能千兆以太网控制器（双口），支持虚拟化加速，网络加速，负载均衡，冗余等高级功能。

5) 操作系统：Ubuntu 20.04 LTS 或更高。

7、数字孪生服务端

数字孪生服务端提供多个车辆同步行驶、车路协同的复杂行驶环境仿真。

★1) 实现多个智能驾驶客户端之间运动物体位置实时同步，包括实体车辆、虚拟车辆、障碍物、行人等。

2) 实现实体沙盘与虚拟沙盘之间运动物体位置实时同步、智能交通设施状态同步等。

3) 实现 V2X 协同消息，并在多个智能驾驶客户端之间同步控制，如路侧摄像头视觉识别障碍物，激光雷达。

4) 复杂行驶环境的全局设置与协同，如设置虚拟交通流模型，设置虚拟车辆数量速度、行人，红绿灯时间。

5) 基于城市的 5G 信号网络无线覆盖仿真，根据覆盖模型计算某一点的 RSRP 值并将其转化为对应的数据的传输延迟、丢包率等。以验证 v2x 车联网与信道 QOS 的要求。

6) 支持自动驾驶算法引擎接口的软件在环(SIL)和硬件在环(HIL)测试。对于 SIL 测试，为不同的感知传感器生成数据，例如相机传感器的图像和激光雷达传感器的点云数据，以及自动驾驶算法引擎接口的感知和定位模块使用的 GPS 和 IMU 遥测数据。

7) 还为其他自动驾驶算法引擎接口模块生成输入数据，以支持单个模块(单元)测试。例如，可以生成 3D 包围框，模拟感知模块的输出，并作为规划模块的输入。

数据管理模块

★8) B/S 系统满足国家信息系统安全二级等级保护，并支持《国家虚拟仿真实验教学课程技术接口规范（2020 版）》，并提供后续接口升级服务，为申请国家级虚拟仿真实验项目打造基础。

9) 支持通过 Web 界面创建多个数据采集通道，并将数据保存到后台 MySQL 数据库。数据通道支持启动与关闭操作。

10) 支持通过规则配置数据采集通道，可以通过修改规则来改变数据来源、数据处理过程、处理结果去向。

11) 支持通过 MQTT 通配符主题模式进行消息匹配；支持通过函数公式来描述数据的处理过程；支持通过 WHERE 子句筛选数据；支持通过 INSERT 语句将处理结果存到数据库中。

★12) 支持通过 Web 界面和拖拽方式实现数据预处理流程。数据处理流程通过一系列标准化数据步骤组合而成，并且可以通过拖拽方式编辑处理流程。步骤包括筛选、值映射、排序、插值、聚合、合并、添加计算字段、字段重命名等。

- 13) 支持数据 ETL 功能, 包括数据抽取 (Extract)、数据转换 (Transform) 和数据加载 (Load)。
- 14) 支持自助式数据可视化, 通过图表、表格、仪表盘等可视化元素来呈现生产工艺数据。
- 15) 支持一键式实验数据环境准备, 快速为学生准备干净的数据环境

15) 支持与 Matlab 对接

8、实体沙盘

实体沙盘 6M*10M 模拟城市街道, 包含快速路、主干道、单向车道、十字路口等包含典型的都市路况环境。

- 1) 沙盘道路设计, 地表路面制作。
- 2) 沙盘建筑街景制作。
- 3) 红绿灯模型*4。
- 4) 路侧摄像头*4。
- 5) 控制开关、电路版、供电、通信、线材若干。

9、智能车

智能小车采用模块化设计采用阿克曼后驱差速底盘包含高精度驱动电机、大扭力高精度数字舵机、IMU、线控主板、主控单元、激光雷达、RGB 相机、车身框架、电源单元等。

- 1) 车身与真实车辆按照 1: 16 的比例进行设计。
- 2) 线控主板, 采用工业级四层板, 支持保护电路、过热保护、短接保护、过流保护、最大可驱动编码器电机数量 4 个、CAN 接口 集成 CAN 芯片可直接使用 CAN
- 3) 采用阿克曼后驱差速底盘
- 4) 主控单元采用 4 个性能核、4 个能效核, 8GB 内存, 64G 硬盘, 支持 10/100/1000M 自适应以太网口、USB3.0 接口。
- 5) 激光雷达参数: 输出数据水平视场角 360°、角度分辨率为 0.22°、测量距离精度 $\pm 3\text{cm}$ 、光源 905nm 激光、最小测距 0.05m。
- 6) RGB 摄像头: 分辨率 1080P、FOV H112°/V80°/D120°、帧率 30fps、传感器类型 CMOS、驱动方式 支持 UVC

★7) 支持虚实共生功能, 将车辆在实际环境中识别的障碍物, 直接在虚拟世界中生成, 对于障碍物位置在虚拟世界与实体世界中的误差达到厘米级。

10、大屏显示系统

- 1) 像素点间距: $\leq 1.538\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$;
- 2) 模组尺寸: 320mm*160mm;
- 3) 像素密度: $\geq 422500\text{Dots/m}^2$;
- 5) 刷新频率 $\geq 3840\text{MHz}$;
- 6) 尺寸为 6M*3M;
- 7) 图像采集卡支持 3840*2160P 30 帧/秒;
- 8) 运行环境: i5 处理器 6 核 12 线程、16G 内存、1T 硬盘;

11、智能驾驶开发主机

- 1) 处理器: 支持 1 个英特尔®i7 CPU。
- 2) 内存: 标配 32G 内存。
- 3) 磁盘: 标配 1 块 1TB 固态硬盘。
- 4) 显卡: 英伟达 3060 以上
- 5) 网络控制器: 集成 1 个高性能千兆以太网控制器。
- 6) 操作系统: ubuntu 20.04 24.04

12、驾驶模拟仓

- 1) 全物理方向盘、刹车、油门和三联屏组成。三联屏显示驾驶员视角的车辆实体摄像头和

虚拟摄像头行驶实时所才起的视频流。

2) 支持控制虚拟车辆和真实车辆。

13、HDMI 无缝矩阵

输入信号: 8*HDMI

输出信号: 8*HDMI

分辨率: 3840*2160@30Hz

控制方式: 按键/网口 TCP/RS232/遥控

14、接入层千兆以太网交换机

主要参数:

传输速率: 10/100/1000Mbps

背板带宽: 502Gbps

包转发率: 112Mpps

端口数量: 52 个

端口: 48 个 10/100/1000Base-T 以太网端口, 4 个 1000Base-X 以太网端口

传输模式: 全双工/半双工自适应

其它参数:

电源电压: AC 100-240V, 50/60Hz

产品尺寸: 440×238×44mm

环境标准: 工作温度: 0-40℃

工作湿度: 5%-95%

15、网管企业级网络交换机

主要参数:

背板带宽: 1.28Tbps/12.8Tbps

包转发率: 192Mpps

MAC 地址表: 支持 32k MAC 地址

端口: 24 个 10/100/1000BASE-T 电口,支持 4 个 1G/10G BASE-X SFP+端口

其他参数:

电源电压: 100V ~ 240V AC, 50/60Hz

产品尺寸: 440*160*43.6mm

工作环境温度: -5℃ ~ 45℃

工作环境相对湿度: 5% ~ 95%

16、机柜

外形尺寸: 2000mm×600mm×1000mm

容量: 42U

总重量 (单机柜): ≤180kg

总功耗 (单机柜): ≤200W

用于安装各系统服务器硬件、接入层和网管交换机。

材料及工艺: SPCC 优质冷扎钢板制作;厚度:方孔条 2.0mm,托盘 2.0mm,安装梁 1.5m,其他 1.2mm;表面处理:脱脂、酸洗、磷化、静电喷塑。

17、实验桌椅

台面: 采用 E1 级环保实木颗粒板, 通过 ISO14001 及环境标志双认证, 甲醛释放量≤4.1mg/100g, 经防潮、防虫、防腐处理, 强度高、刚性好、不易变形, 各种 物理、化学性能指标均达到国际相关标准。 封边: 采用 2.0MMPVC 封边, 德国热熔胶, 德国豪迈进口大型全自动封边机封边。

钢架：采用壁厚 1.5MM 方管撑架。酸洗磷化后静电粉末喷塑，焊接部位密实牢固，无虚焊，表面平整，链接配件采用太空铝材料，结实耐用，可反复拆装。

椅子：网布椅靠背椅，标准钢脚，可升降。

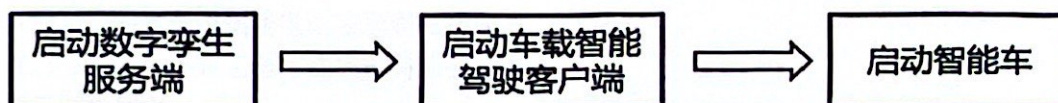
1.5 质量要求与安全要求

1.6 设备技术资料清单

序号	名称	配置清单
1	V2X 场景管理系统	1) V2X 场景管理系统软件 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份 3) 数据备份 U 盘 1 个
2	路侧设备综合部署与控制系统	1) 路侧设备综合部署与控制系统软件 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份 3) 数据备份 U 盘 1 个
3	5G V2X 虚拟仿真系统	1) 5G V2X 虚拟仿真系统软件 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份 3) 数据备份 U 盘 1 个
4	智能驾驶实验教学平台	1) 智能驾驶实验教学平台软件 16 套 2) 电子版用户操作手册 1 份 3) 数据备份 U 盘 1 个
5	车载智能驾驶客户端	1) 车载智能驾驶客户端软件 8 套 2) 电子版用户操作手册 1 份 3) 数据备份 U 盘 1 个
6	智能驾驶开发平台服务器	1) 智能驾驶开发平台服务端配套软件 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份 3) 数据备份 U 盘 1 个 4) 硬件服务器 1 台
7	数字孪生服务端	1) 数字孪生服务端软件 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份 3) 数据备份 U 盘 1 个
8	实体沙盘	1) 硬件实体沙盘 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份
9	智能车	1) 硬件智能车 8 台 2) 电子版用户操作手册 1 份
10	大屏显示系统	1) 硬件大屏显示系统 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份
11	智能驾驶开发主机	1) 硬件智能驾驶开发主机 8 台 2) 电子版用户操作手册 1 份
12	驾驶模拟仓	1) 硬件驾驶模拟仓 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份

13	HDMI 无缝矩阵	1) 硬件 HDMI 无缝矩阵 1 套 2) 电子版用户操作手册 1 份
14	接入层千兆以太网交换机	1) 硬件接入层千兆以太网交换机 1 个 2) 电子版设备使用说明书 1 份
15	网管企业级网络交换机	1) 硬件网管企业级网络交换机 1 个 2) 电子版设备使用说明书 1 份
16	机柜	1) 硬件机柜 1 台 2) 纸质版设备配置清单 1 份
17	实验桌椅	1) 硬件实验桌椅 8 套

1.7 设备运行一般流程图



2. 售后服务内容

2.1 技术服务、售后服务体系、故障响应时间、应急维修措施

2.1.1 技术服务措施

当客户设备发生故障时，我司工程师将按照售后要求及时响应。需要到用户现场的，我司工程师将在要求时间内赶到故障现场，进行设备的修复服务，恢复设备正常运行。如果在短时间内无法排除，我公司将提供备件或备机，保证系统的正常运行。

在长期的维护工作中我们总结经验，根据故障对系统运行的影响程度，我们将故障分为主设备硬件故障、设备软件故障、和小故障。

(1) 主设备硬件故障：

指导致设备无法正常使用，出现了硬件故障。

处理方法：

由我司工程师现场更换硬件零件或提供备机。

响应时间：

提供 365*24 小时技术响应，1 小时内进行电话或远程支持服务，若远程无法解决，2 个小时内维修工程师到达现场（受地域、交通和不可抗力限制，我们承诺在第一时间到达现场）。

(2) 设备软件故障：

指设备可以正常运行，但客户在使用的过程中，对设备进行不当操作，导致设备软件无法正常运行。

处理方法：

提供 24 小时热线电话或远程支持服务。电话或远程无法解决则提供工程师现场支持服务。

响应时间：

提供 365*24 小时技术响应，1 小时内进行电话或远程支持服务，若远程无法解决，2 个小时内维修工程师到达现场（受地域、交通和不可抗力限制，我们承诺在第一时间到达现场）。

(3) 小故障：

指设备在正常运行中，出现的一些不影响设备正常使用的问题，需要工程师进行远程排障服务。

处理方法：

提供 24 小时热线电话或远程支持服务，由工程师远程进行排障。

响应时间：

提供 365*24 小时技术响应, 1 小时内进行电话或远程支持服务, 若远程无法解决, 2 个小时内维修工程师到达现场。

2.1.2 售后服务体系

质保期内服务

提供所投产品 2 年的免费上门保修, 终身维修。硬件提供 2 年的免费保修保换(异常操作导致的硬件损坏不包含在内)。超过 2 年, 按照我司备品价格的 80%收取。软件提供终身的免费升级。保修期自验收合格之日起计算。

1、设备保修期内, 提供 365*24 小时技术响应, 1 小时内进行电话或远程支持服务, 若远程无法解决, 2 个小时内维修工程师到达现场。

2、超过保修期, 硬件零部件维修、更换不超过硬件原价的 80%, 不收取人工费用。

服务方式:

(1) 365*24 小时热线电话或远程支持服务。

(2) 365*24 小时工程师现场支持服务。

质保期外服务

超过保修期, 硬件零部件维修、更换不超过硬件原价的 80%, 不收取人工费用。

2.1.3 故障响应时间

设备保修期内, 提供 365*24 小时技术响应, 1 小时内进行电话或远程支持服务, 若远程无法解决, 2 个小时内维修工程师到达现场。

2.1.4 应急维修措施

当客户设备发生故障时, 我司工程师将按照售后要求及时响应。需要到用户现场的, 我司工程师将在要求时间内赶到故障现场, 进行设备的修复服务, 恢复设备正常运行。如果在短时间内无法排除, 我公司将提供备件或备机, 保证系统的正常运行。

2.1.5 易损件、备件的供应

1、设备保修期内, 提供 365*24 小时技术响应, 1 小时内进行电话或远程支持服务, 若远程无法解决, 2 个小时内维修工程师到达现场。如果在短时间内无法排除, 我公司将提供备件或备机, 保证系统的正常运行。

2、超过保修期, 硬件零部件维修、更换不超过硬件原价的 80%, 不收取人工费用。

2.1.6 质保期以外技术支持或技术服务

1、设备保修期外, 提供 365*24 小时技术响应, 1 小时内进行电话或远程支持服务。

2、超过保修期, 硬件零部件维修、更换不超过硬件原价的 80%, 不收取人工费用。

2.1.7 制定切实可行的操作规程和使用指南

3.培训服务内容

3.1 培训方案

培训目标和要求

为保证实验室设备管理人员和专业任课教师将来能够充分利用平台展开教学实训活动, 提出了基础使用培训+同步授课服务+专任教师提升的模式确保实验室管理人员和专业任课教师能够展开教学活动减轻教师上课实验的压力。

3.2 培训对象

实验室管理人员和专业任课教师

3.3 培训方式

3.3.1 系统使用培训:

3.3.2 培训课程及培训人数:

3.3.3 培训教师安排

3.3.4 培训时间安排

3.3.5 培训及安全保证

以上内容详见以下培训计划:

培训内容:

设备基础知识: 介绍设备的结构、工作原理、主要技术参数等。

设备操作规程: 详细讲解设备的操作步骤、安全注意事项、维护保养方法等。

设备常见故障及排除: 介绍设备常见故障的排除方法, 以及如何预防故障的发生。

设备优化及调整: 介绍如何对设备进行优化和调整, 以提高效率和产品质量。

培训方法:

讲解: 由工程师和操作人员分别介绍设备的基础知识、操作规程、常见故障及排除方法等。

实践: 在设备旁边进行实际操作演示, 让操作人员了解设备的操作步骤和安全注意事项。

案例分析: 通过分析设备故障案例, 让操作人员了解故障的排除方法和预防措施。

为保证实验室设备管理人员和专业任课教师将来能够充分利用平台展开教学实训活动, 提出了基础使用培训+同步授课服务+专任教师提升的模式确保实验室管理人员和专业任课教师能够展开教学活动减轻教师上课实验的压力。

1) 在设备安装调试完毕后, 我司将针对实验室管理人员和专业任课教师提供为期 5 天的设备操作培训, 以保证实验室管理人员和专业教师能够正常使用本套设备, 下表为针对本项目培训计划表:

序号	日历天	课程内容	培训方式	地点
1	一	实验室总体情况介绍	讲解+实践	甲方项目地点
		V2X 场景管理系统介绍	讲解+实践	甲方项目地点
2	二	路侧设备综合部署与控制系统介绍	讲解+实践	甲方项目地点
		5G V2X 虚拟仿真系统介绍	讲解+实践	甲方项目地点
3	三	智能驾驶实验教学平台介绍	讲解+实践	甲方项目地点
		车载智能驾驶客户端介绍	讲解+实践	甲方项目地点
4	四	实体沙盘日常维护介绍	讲解+实践	甲方项目地点
		实体智能车介绍	讲解+实践	甲方项目地点
5	五	LED 大屏智能驾驶开发主机介绍	讲解+实践	甲方项目地点
		培训答疑	讲解+实践	甲方项目地点

2) 提供一个学年的免费同步授课服务, 专任教师可以跟班学习。

① 为使操作人员尽快消化设备的技术特点、掌握操作方法，乙方应制订完善的培训计划，安排经验丰富技术人员，在设备安装的后期进行操作人员的培训。培训形式主要为现场培训。通过培训，使受训人员能对设备全面了解，掌握日常控制过程，有能力处理一般故障和进行日常维护，提高设备的使用质量，并消除设备因使用或操作不当而引起的故障，减少突发故障的发生，从而保证设备长期稳定的运行。

② 设备本体对可能造成伤害的部位均应采用防护板或防护网隔离并有醒目警示。

③ 所用电气元件均按照国标选配，确保稳定安全，符合三防要求。

3.可开展实验列表

序号	大类	实验项目	功能描述
1	传感器和感知技术	ROS 数据包录制及速度数据统计实验	1.借助 unity 仿真软件和仿真小车的激光雷达数据，使用功能包完成激光数据的记录和保存； 2.使用 RViz 查看保存的 bag 包回放过程； 3.使用命令查看小车速度 topic 数据，进行记录并统计相关结果。
2	传感器和感知技术	Autoware 激光雷达和相机融合标定	使用 unity 相机和雷达虚拟客户端，借助 Autoware 标定功能，完成融合标定。
3	三维高精地图构建	构建 PCD 点云地图实验	1.使用 docker 环境的 autoware 和之前实验录制的 bag 包建立 pcd 地图； 2.保存 pcd 地图并使用 RViz 查看实际效果。
4	三维高精地图构建	Unity 绘制高精度地图实验	1.unity 指定版本安装，注册账号获取个人版授权； 2.安装指定版本 MapToolbox 插件； 3.unity 基于 pcd 地图绘制 lane 并保存导出； 4.使用 autoware 查看地图实际效果。
5	路径规划	路径规划算法实验	1.使用 unity 仿真软件和 autoware 加载地图、TF、传感器、算法等主要参数； 2.在 rviz 中发送目标点分别使用 A*、局部规划算法完成路径规划。
6	路径规划	基于路径规划算法的参数调整实验	1.使用 unity 仿真软件和 autoware 加载地图、TF、传感器、算法等主要参数； 2.对 Ray_ground_filter 参数进行调整，达到滤除地面点云效果。
7	自动驾驶实车控制实验	小车与平台数据传输实验	1.自动驾驶平台通过 MQTT 向小车发送字符消息； 2.自动驾驶平台使用 python 脚本通过 MQTT 向小车发送不同驾驶模式； 3.在小车端使用命令接入里程计、IMU 和雷达数据，使用键盘控制小车运动。

8	虚实共生与控制系统	小车认知及建图实验	1.在小车端使用命令，进行雷达建图； 2.虚实共生模式测试（功能和自动驾驶小车循迹类似）。
9	虚实共生与控制系统	AI 视觉识别实验	1.原始图像流采集，利用 unity 仿真软件，采集原始图像； 2.图像数据集标注，利用标注软件完成红绿灯或其他对象的手动标注； 3.训练自己的数据集，利用 yolo 环境完成数据集训练，训练所得到的权重进行验证测试； 4.使用新模型进行红绿灯、车辆或其他对象识别。
10	虚拟仿真	5G V2X 虚拟仿真实验	使用 unity 虚拟仿真客户端可开展网络拓扑、网络部署、网络开通以、网络优化、V2X 虚拟测试等。

甲方：西安建筑科技大学城市发展与现代交通学院

乙方：西安信天数字信息科技有限公司

负责人：

马小松

负责人：

