洛阳师范学院购货合同

（洛阳师范学院新能源智能车辆工程创新实验实训项目）

甲方：洛阳师范学院　　**合同编号：豫财磋商采购-2026-950**

乙方：山东派蒙机电技术有限公司

签约地址：洛阳师范学院

甲、乙双方根据2026年9月10日项目编号为豫财磋商采购-2026-950洛阳师范学院新能源智能车辆工程创新实验实训项目的竞争性磋商文件和响应文件，并经协商一致，在平等互利的基础上，就洛阳师范学院新能源智能车辆工程创新实验实训项目达成以下条款：

一、声明

竞争性磋商文件和响应文件作为合同签订的基础和前提，是构成本合同的主要组成部分，并与本合同一起阅读和解释。

二、合同总价及设备清单

合同总金额：人民币贰佰伍拾伍万肆仟贰佰元整（￥：**2554200.00**元）。

本合同总价为固定总价包干价，包含货物设备购置、原厂配件、包装、运输、装卸、现场安装、实验设备布线施工、调试检测、技术培训、验收相关费用、全部税费、质保期上门服务费、软件升级等完成本项目全部工作的一切费用，甲方无需另行支付任何其他费用。未经甲方书面确认，乙方不得提出任何增项、加价请求。

清单见附件1：“洛阳师范学院新能源智能车辆工程创新实验实训项目设备清单”；

规格见附件2：“洛阳师范学院新能源智能车辆工程创新实验实训项目技术规格表”。

三、设备质量要求及对质量负责的条件和期限

1. 乙方必须按合同提供原厂全新设备（包括零部件）或服务，并符合国家以及该产品的出厂标准（以合格证为准），并负责可能的缺陷弥补。乙方提供的产品与合同要求的品牌、型号、规格、产地必须一致，交货时出具原产地证明及合格出厂证明（合格证）。严禁以翻新、贴牌、旧件、拆机件或与合同约定品牌、型号、规格、产地不符的产品冒充交付。乙方违反本款约定的，构成根本违约，甲方有权拒收全部或部分货物、解除合同，并要求乙方支付违约设备20%的违约金。

2. 乙方在产品交付期限内，承担所提供的货物因自身质量原因产生的全部责任及经济财产损失。

3. 乙方承诺，本项目交付全部硬件、软件、教学代码、实验资料，不存在侵犯第三方著作权、专利权、软件著作权等知识产权情形；开源组件应当遵守对应开源协议，保障甲

方可以教学、科研、二次开发使用。若因知识产权产生第三方索赔、诉讼，全部赔偿、法律责任由乙方承担，给甲方造成损失的乙方全额赔偿。

四、交货安装时间、地点、方式

完工交货期：自合同签订之日起30日内交货验收。本合同生效时间以双方最后一方盖章签署之日为准；本合同项下全部期限（交货、履约保证金缴纳）自合同签署生效之日起开始计算。

交货安装地点：甲方指定地点。

交货前5个工作日，乙方应向甲方发出书面到货通知，载明到货时间、运输方式、货物清单及随附资料清单；乙方未事先通知或随附资料不完整的，不视为完成交货，交货期限相应顺延。

货物交付甲方并验收合格前，货物的毁损、灭失风险由乙方承担；因运输、装卸、保管不当造成货物损坏、丢失的，乙方应负责免费补足、更换，并承担由此产生的费用。验收合格后货物的损毁和灭失风险由甲方承担。

五、运输

乙方负责将货物直接运至甲方指定地点，所发生的费用全由乙方负担。

六、技术资料及技术服务

乙方在交货时需提供全套附带资料，并向甲方提供整套技术服务。交付资料以投标文件响应参数及投标承诺为准，投标文件已列明资料范围。

七、验收

1. 货物到达指定地点后，甲方根据合同要求，确认货物产地、规格、型号和数量等。安装调试后，乙方先自检，调试运行稳定后向甲方提出验收申请。

2. 乙方提出验收申请时，应向甲方提交甲乙双方一致确定需要提供的验收内容资料，验收资料不完整的，甲方有权暂缓验收，由此产生的延误由乙方承担，不视为甲方逾期验收。

3. 验收依据为竞争性磋商文件第五章“项目需求及技术规格要求”、附件2技术规格表及乙方响应文件所作承诺（含技术参数演示视频）。对标注“★”的关键功能，乙方须现场演示或提供真实运行视频予以验证，无法验证或验证不通过的，视为验收不合格。

4. 甲方接到验收申请后组织专家进行验收并依据专家组意见出具验收结论，如有所需相关费用由乙方承担。

5. 若第一次验收不合格，二次验收产生的专家等全部费用继续由乙方承担；经两次整

改后项目仍达不到合同及附件技术标准、无法通过验收的，视为乙方逾期交付，甲方有权依据本合同第十一条法律责任追究乙方违约责任，有权选择拒收、解除合同并要求赔偿损失。

6. 若乙方提交验收申请，因乙方设备、软件、施工不达标导致不能完成验收，不得视为项目验收合格，不产生付款效力。

7. 项目通过验收后设置30日试运行期。试运行期内设备出现质量问题的，乙方应在24小时内响应并免费修复；出现重大质量问题（如关键部件损坏、功能缺失、系统持续瘫痪、批量共性缺陷、存在安全隐患等情形）的，甲方有权撤销验收结论，要求乙方限期整改后重新组织验收，由此产生的全部费用由乙方承担。

8. 乙方交付货物并完成安装调试后应向甲方及时提出验收申请。

八、售后服务

自验收合格后整体质保3年，软件终身免费升级、维护。质保期在仪器设备安装调试完毕并验收合格之日起计算。附件作为合同组成部分，详细内容见附件3“售后服务承诺书”。质保期内，乙方接到甲方报修通知后应在24小时内响应、1周内解决问题；不能按期解决的，应提供同型号备用设备保障甲方正常教学使用。乙方逾期不履行维修、升级义务的，甲方有权自行或委托第三方维修，所产生费用由乙方承担，并可从履约保证金或质量保证金中直接扣除。

九、结算方式

项目验收合格后，支付全部合同金额。

十、履约保证金

乙方在签订合同后7个工作日内向甲方提供本合同总价款3%的履约保函，每延误一天扣除履约保证金的1%，直至扣完为止。履约保证金担保乙方全面、适当履行本合同项下全部义务，包括但不限于交货、安装调试、验收、质保维修等；乙方发生违约的，甲方应先就违约事实、损失金额、拟扣除金额进行核实，并向乙方发出书面扣款告知函，载明违约事实、依据、拟扣除款项金额、申辩期限（不少于 3 个工作日）；乙方可在申辩期限内提交书面异议及佐证材料。甲方复核后，确认符合扣款条件的，甲方有权直接从履约保证金中扣除相应违约金、赔偿金、维修费用等，不足部分甲方有权继续向乙方追偿。项目验收合格且质保期满后，如无质量问题及违约扣款事项，甲方将履约保证金余额无息退还乙方。

十一、法律责任

1. 乙方所交的货物品种、品牌、型号、规格、质量等，若不符合本合同文件的规定，甲方有权拒收，乙方应在本合同规定的交货期内负责更换并承担因更换而支付的费用。因更换而造成的逾期交货，则按逾期交货处理。

2. 除受不可抗力事件（诸如战争、严重火灾、洪水、台风、地震等）的影响外，如果乙方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，甲方可从合同价中扣除误期赔偿费。每延误一周的赔偿费按迟交货物交货价或未提供服务的服务费用的百分之零点五（0.5%）计收，直至交货或提供服务为止。误期赔偿费的最高限额为合同价格的百分之五（5%）。一旦达到误期赔偿最高限额，甲方有权终止合同、没收履约保证金，并追回已拨付至乙方的合同经费。

3. 甲方在本合同规定的付款期内不能付款，每延误一周甲方应向乙方支付货物交货价百分之零点五（0.5%）的违约金，违约金的最高限额为合同价格的百分之五(5%)。一旦达到违约金最高限额，乙方有权终止合同。

4. 因乙方原因造成逾期付款，甲方不承担责任。

5. 因设备质量问题发生的争议，由河南省技术监督局或其指定的有技术鉴定能力的单位进行质量鉴定。

6. 施工过程中一切安全责任由乙方负责。

7. 除本合同其他条款约定的违约责任外，出现下列情形之一、经过甲方书面告知后仍不改正的，构成乙方根本违约，甲方有权对违约设备采取解除本合同、拒绝或追回违约设备已付款项、没收履约保证金，并要求乙方支付违约设备金额20%的违约金；违约金不足以弥补甲方全部损失的，甲方有权继续索赔：（1）乙方逾期交货超过15日的；（2）经两次整改仍无法通过验收的；（3）乙方交付的软件、源代码、教学资料缺失或不符合附件要求的；（4）乙方存在弄虚作假、提供虚假响应材料等情形的。

十二、合同生效

本合同经双方法定代表人或委托代理人签字盖章后生效。本合同壹式伍份，甲方执肆份、乙方执壹份，各份具有同等法律效力。

十三、其它

1. 未尽事宜，由双方协商解决，签订补充协议，与本合同同样具有法律效力。

2. 本合同执行期间，如果发生纠纷，双方协商解决。如协商不成，双方可到合同签订地人民法院诉讼解决。

3. 双方确认本合同首部载明的地址、电话为有效联系方式。任何一方以书面形式（含电子邮件、快递）向对方发出的通知，自送达对方上述地址时视为有效送达；一方联系方式变更的，应及时书面通知对方，否则按原联系方式送达仍视为有效。

4. 本合同履行期限自合同生效之日起至质保期满且质量保证金结清之日止。

5. 双方对在合同订立、履行过程中知悉的对方技术信息、教学资料、商业秘密等负有保密义务，未经保密信息持有方书面同意，不得向任何第三方披露或用于本合同目的以外的用途；保密期限为本合同有效期内及合同终止后五年。一方违反保密义务的，应赔偿保密信息持有方因此遭受的全部损失。

6. 未经甲方书面同意，乙方不得将本合同项下债权转让给第三方，亦不得以本合同应收账款向第三方融资、保理、质押。

甲方:洛阳师范学院

地址:洛阳市伊滨区吉庆路 6 号

甲方委托代理人:

开户行:中国建设银行洛阳正大国际广场支行

汇款全称:洛阳师范学院

账　　号: 41001533112050000530

电　　话: 0379-68618281

签约时间：2026 年 11 月 12 日

乙方：山东派蒙机电技术有限公司

地址：山东省济南市高新区舜华路街道舜华路 1000 号齐鲁软件园 5 号楼（创业广场 E 座）二层 A-06

乙方委托代理人:

开户行:招商银行股份有限公司济南分行营业部

汇款全称:山东派蒙机电技术有限公司

账　　号:531904725871000044

电　　话:0531-68655455

签约时间：2026 年 11 月 12 日

附件 1：洛阳师范学院新能源智能车辆工程创新实验实训项目设备清单　　单位：元

序号	设备名称	品牌型号	生产厂家	单位	数量	单价	合计	备注
1	微缩智能车套装	乐知行、RTRC 4PRO	乐知行（重庆）科技有限公司	套	8	49963.25	399706	
2	智能车训练地图	乐知行、RTST Lite	乐知行（重庆）科技有限公司	套	3	14902	44706	
3	微缩智能车移动调试器	Lenovo、ThinkBook 14	联想(北京)有限公司	套	3	5702	17106	
4	微缩智能车调试显示单元	SKYWORTH、55BC20E	深圳创维显示科技有限公司	套	10	1770	17700	
5	微缩智能车调试台	山东鑫业、XY-13A	山东鑫业科教设备有限公司	套	10	771	7710	
6	线控底盘实验台	山东派蒙、PM12KNC0DP02	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	259706	259706	
7	新能源汽车传感器试验台	山东派蒙、PM06YLLNC02A	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	179706	179706	
8	新能源汽车“三电”实验台	山东派蒙、PM06YDSN01Z	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	244506	244506	
9	智能车测试交互套装	山东派蒙、PM12YTS01	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	7706	7706	
10	智能交通信号控制套装	山东派蒙、PM12KFSSLC01	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	277706	277706	
11	车规级智能车	山东派蒙、PM12YTSNC01	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	686706	686706	
12	智能化车辆底盘套件	山东派蒙、PM12TQNNC01	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	29706	29706	

序号	设备名称	品牌型号	生产厂家	单位	数量	单价	合计	备注
13	智能化感知控制套件	山东派蒙、PM12NC01E	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	189706	189706	
14	智能驾驶模型计算平台	山东派蒙、PM12NT01F	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	119706	119706	
15	车规级智能车移动调试器	Alienware、AC16250	戴尔（中国）有限公司	套	2	14853	29706	
16	硬件维修套装	山东派蒙、PM06YS01F	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	24706	24706	
17	电路维修套装	山东派蒙、PM06PT01F	山东派蒙机电技术有限公司	套	1	17706	17706	
	合计						2554200	

附件 2：洛阳师范学院新能源智能车辆工程创新实验实训项目技术规格表

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
1	微缩智能车套装	乐知行、RTRC 4PRO	**1.1 设备功能** 设备采用上下分层模块化设计，下层为高性能实训底盘，上层集成多类智能感知与计算模块。支持多模式控制、多形态转向、全场景智能驾驶实训、V2X 车路协同功能，开放设备接口，全模块支持开源二次开发，可满足智能网联教学、算法迭代、科研创新多层次使用需求。 **1.1.1 基础感知与建图功能** 支持激光雷达、深度相机、IMU、激光测距多传感器原始数据实时采集、解析与预处理；支持 Fast-LIO 融合建图、NDT 定位、ORB 视觉建图定位、Fastlio_localization 高精度定位，满足多算法对比实训需求。 **1.1.2ADAS 智能驾驶功能** 具备车道保持、自动紧急制动、自动紧急转向、红绿灯识别响应、交通标志识别联动控制等主流辅助驾驶功能，可完整覆盖智能驾驶基础教学实验场景。 **1.1.3V2X 车路协同高阶功能** 支持车车、车路、车云双向数据通信交互；具备智能自动泊车、高精度车道居中行驶、智能场景领航、多车编队协同行驶功能，可支撑车路协同、集群控制、智能交通科研实训。 **1.2 核心硬件参数** 1.2.1 底盘系统 采用高强度轻量化底盘材质，耐腐蚀、抗形变、运行稳定。搭载前后双叉臂独立悬架，中置四驱+皮带传动+前后双差速驱动结构；支持阿克曼、四轮同向、四轮异向三种转向模式。配备完整车载灯光系统，包含照明灯、转向灯、尾灯、双闪、智驾模式灯。支持遥控、上位机双控制模式，搭载工业级 ARM 主控芯片，主频 168MHz，Flash1MB、RAM192KB。配备大容量锂聚合物电池，续航充足，支持快速充电与多重安全防护，电机制动平顺精准，适配长期连续实训运行。 1.2.2 执行机构 配备 2 路 360°高精度舵机，齿轮虚位小、转向顺滑；搭载高性能有感无刷动力	乐知行（重庆）科技有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			电机，搭配宽电压、多协议高性能电调，支持多种控制算法模式，动力响应线性、工况适配性强、运行稳定耐用。 1.2.3 智能主控 采用高性能车载智能计算平台，多核 CPU+高性能 GPU 架构，智能算力充足，配备大容量高速内存与显存，支持高速存储拓展、高清视频输出与千兆网络通信。可稳定承载多传感器融合、三维建图、智能决策、Sim2Real 虚实迁移、复杂自动驾驶算法部署与二次开发。 1.2.4 感知传感器 （1）混合固态激光雷达：支持 905nm 主流波长，测距范围广、近距离盲区小，测距测角精度高，支持 360°全域三维点云扫描，适配环境建模、定位避障实训。 （2）深度摄像头：同步输出高清彩色图像与深度数据，分辨率、帧率优异，视场角适配微缩场景，支撑视觉感知、目标识别实训。 （3）IMU 惯性单元：9 轴高精度感知，数据输出频率高、倾角精度优良，可实时采集车辆姿态数据，支撑定位解算与动态控制。 （4）卫星定位模块：兼容多系统卫星融合定位，更新频率高、定位测速精度优良，满足自主导航、轨迹复现需求。 （5）激光测距传感器（4 路）：刷新频率高、测距精准，支持多通讯协议，可实时检测车身四周障碍物，实现近距离避障预警。 1.2.5 交通流智能套件各类硬件设备数量 6 套。 1.2.6 高阶智能驾驶功能 车端通信：车辆通过网络接入云平台，实时接收路侧设备与周边车辆传输的交互数据，实现车路、车车信息互通，辅助行车态势预判与协同行驶。 智能泊车功能：基于激光雷达实时定位，混合 a*路径规划，MPC 轨迹追踪的自动泊车。 车道居中辅助功能：使用激光雷达定位，通过先验地图路径规划，通过纯追踪算法和 PID 纵向控制，小车完成相应的路径行驶。 智能领航功能：使用激光雷达定位，通过先验地图路径规划，通过纯追踪算法和 PID 纵向控制，同步完成红绿灯，ETC 等场景行驶。		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			多车编队功能：基于激光雷达实时定位，云平台 MQTT 服务器，将前车数据上传云端相关话题，后车接收路端信息和云端信息，完成多车编队。 1.2.7 配套检修拆装工具 提供与微缩智能车型号匹配的螺丝刀、扳手等必要的检修拆装工具。 **1.3 配套课程资料** 1.3.1 课程网站 1.3.2 配套资料：设备开箱包含：底盘开箱视频及底盘接口说明书、设备基础使用、ROS 入门视频及指导手册。 1.3.3 配套资料：设备使用资料包含：遥控微调系统、底盘操作视频及使用手册；舵机标定、电机标定、电池和充电器使用视频及使用手册；激光雷达数据采集、深度摄像头数据采集、IMU 数据读取、激光测距传感器数据采集、fast_lio 算法建图、ndt 定位、ORB 建图&自定位、Fastlio_localization 定位教学视频及实验指导书、源代码。 1.3.4 配套资料：配套完整智驾功能（ROS 语言）全套教学资源包含：车道保持辅助（LKA）、自动紧急制动（AEB）、自动紧急转向（AES）、红绿灯识别及车辆动态响应、交通标志识别及车辆动态响应、车端通信、智能泊车（APA）、车道居中辅助（LCC）、智能领航（NCA）、多车编队（V2X+NCA）等全部功能，包含教学视频、标准化实验指导手册、开源算法源代码；全套资料满足课堂教学、二次开发、课程设计、毕业设计使用。		
2	智能车训练地图	乐知行、RTST Lite	**2.1 设备参数** 2.1.1 地图面积：总面积 30（5m*6m）平方米。 2.1.2 沙盘材质：采用 PVC 材质，耐磨、防潮。 2.1.3 地图场景：交通场景包含宽度 300mm 的车道、宽度 15mm 的车道线、最小转弯半径 680mm 的弯道、长度 200mm 的斑马线、停车场尺寸 550mm*350mm 等。	乐知行（重庆）科技有限公司	
3	微缩智能车移动调试	Lenovo、ThinkBook 14	**3.1 设备参数** 3.1.1 显示单元尺寸 14 英寸，处理器 8 核心，12 线程，内部存储器 16G DDR5，外部存储器 1T NVME 固态，显示单元分辨率 1920*1200。	联想(北京)有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
	器				
4	微缩智能车调试显示单元	SKYWORTH、55BC20E	**4.1 设备参数** 4.1.1 显示单元尺寸 55 英寸，运行内存 2GB，存储内存 32GB，配备接口包括 HDMI、同轴、USB、网口、RF、AV。	深圳创维显示科技有限公司	
5	微缩智能车调试台	山东鑫业、XY-13A	**5.1 设备参数** 5.1.1 桌子规格 240×120×75cm，凳子规格 34×22×44cm，一桌子八个凳子配套	山东鑫业科教设备有限公司	
6	线控底盘实验台	山东派蒙、PM12KNC0DP02	**6.1 产品概述** 将动力、转向及制动系统等装置集成于实验台架上，基于双轮毂电机实现线控驱动系统。实验台与线控底盘研究测试软件联合使用，可实现线控底盘的原理介绍、结构展示、装配、故障诊断、数据检测及考核功能。 **6.2 组成** 包含实验台架、线控转向系统、线控制动系统、线控驱动系统、人机交互终端、上位机工控机、教学软件（包括：线控测试软件、故障设置系统与排除软件、仿真测试软件（包含车辆模型等）、人机交互软件），故障诊断面板等 **6.3 功能** 6.3.1 原理介绍：支持开展线控转向、线控制动、线控驱动系统的控制原理及功能教学。 6.3.2 结构展示：支持底盘线控系统组成和结构认知。 6.3.3 信号检测：将线控系统主要传感器及执行器电路引至检测面板，设置不少于 15 个检测点，可通过万用表直接测量相应电路信号。 6.3.4 故障诊断与考核：提供故障设置及复原功能，通过观察现象或者专用检测仪器检测后可通过上位机软件排除故障取消。 6.3.5 参数标定：可以对线控制动和驱动系统的关键参数进行标定实验。 6.3.6 功能测试：线控底盘研究测试软件可通过 CAN 总线读取底盘刹车、转向及驱动控制器的反馈报文数据，也可由上位机下发 CAN 报文控制指令到实验台底盘线控适配控制器，从而控制底盘油门、刹车及转向实现虚实联动。软件以数据、	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			曲线等形式进行各线控功能的测试。 6.3.7 循迹控制：软件可完成循迹仿真场景搭建，传感器系统等功能添加，仿真验证实验。 **6.4 技术参数** 6.4.1 线控转向系统：控制执行精度≤±2°；转向速率 50°/S 。线控转向提供控制模式、转向角等控制接口，并可准确执行控制指令，提供实时转向角、驾驶模式、故障信息等信息反馈；支持人为干预退出机制，具备故障诊断机制，实时监测系统工作状态，具备欠压，过流，过热等保护功能。 6.4.2 线控制动系统：线控制动系统总成是基于成熟的 iBooster+ABS 的制动系统总成改制，平台能够提供 1 路液压力信号。响应时间：≤200ms；制动精度≤1MPa。线控制动提供控制模式、踏板开度等控制接口，并可准确执行控制指令，提供实时电子制动踏板开度、物理制动踏板开度等信息反馈，支持人为干预退出机制。 6.4.3 线控驱动系统：采用双轮毂电机，电机额定电压 48V，额定功率 1.5kW，响应时间≤200ms。线控驱动提供控制模式、踏板开度等控制接口，并可准确执行控制指令，提供实时电子油门踏板开度、物理油门踏板开度、控制状态等信息反馈，支持人为干预退出机制。 6.4.4 线控换挡：提供控制模式、档位控制等控制接口，并可准确执行控制指令，提供实时档位信息、控制模式状态等信息反馈。 6.4.5 控制器参数：采用快速原型控制器；采用车规级处理器，90PIN 汽车连接器，具有丰富的资源接口，包括 8 路 32V 模拟量输入，8 路 5V 模拟量输入，2 路模拟量输出，0-10V，4 路频率\时间测量输入，8 路数字量输入，2 线 RS232 接口，1 路 RS485 接口，2 路 CAN 接口，1 路 LIN 主机接口，8 路 2A 低边功率开关，8 路 2A 高边功率开关，4 路 2A 低边 PWM 功率输出，4 路 2A 高边 PWM 功率输出，4 路 2A 电流测量。 6.4.6 工控机配置：不低于 Ubuntu 18.04；内存：8G；硬盘空间：250G。 6.4.7 底盘线控系统教学软件：软件集成故障诊断与排除、功能测试、参数标定。其中故障诊断与排故软件可设置故障点包含扭矩转角传感器故障、压力传感器故障、驱动电机故障、档位故障、加速踏板故障、刹车踏板故障、转向电机故障等。		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			实验台可通过故障模拟软件系统设置不少于10个故障点。 **6.5 设备技术资料：**实验指导书包括：智能汽车线控技术概述；线控驱动系统结构认知实验；线控驱动系统工作原理实验；线控驱动系统测试实验；线控制动系统结构认知实验；线控制动系统工作原理实验；线控制动系统测试实验；线控转向系统结构认知实验；线控转向系统原理实验；线控转向系统测试实验；故障诊断与排故实验；线控底盘综合测试实验。		
7	新能源汽车传感器试验台	山东派蒙、PM06YLLNC02A	**7.1 产品概述** 适用于新能源汽车各类传感器实训及实验教学，可实现传感信号动态调节及解析算法开发、传感原理认知、传感器电气检测及故障排查、实训、故障考核查验等。 **7.2 产品组成** 7.2.1 传感器包括胎压传感器、方向盘扭矩传感器、空气质量传感器、方向盘角度传感器、光照雨量传感器、激光测距传感器、超声波测距传感器、加速度角速度传感器、电流传感器、温度传感器、车身高度传感器、旋变传感器、制动踏板传感器、加速度踏板传感器、节气门位置传感器、进气压力温度传感器、空气流量传感器、凸轮轴位置传感器、曲轴传感器、车轮轮速传感器、氧含量传感器、爆震传感器、称重传感器。 7.2.2 实验台配置有6个工位，传感器数据可下发至所有的学生端上位机，学生端上位机可同步获取传感器信息；提供电气检测端口；支持故障设置。 **7.3 产品功能** 7.3.1 可开展涵盖传感原理、传感电气特性、传感电气故障诊断、传感器实车应用、传感信号采集检测算法开发等多层次的教学活动。 7.3.2 提供动态图式的数据展现及离线分析、原理演示动图、传感器实车布局模型（上位机）和电气检测实操等教学资源与实训。 7.3.3 提供模块化程序开发环境、可视化的数据在线和离线分析环境、支持实时分析示波器环境。 **7.4 技术参数** 7.4.1 控制系统包括：微控制器32位，微控制器引脚数100，Flash512KB，SRAM64KB，最高主频112MHz；ECU供电电源：9~32V；电压采集端口类型1	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			数量 10 路 0~5V；电压采集端口类型 2 数量 4 路 0~32V；电压采集端口类型转换精度 12bit；电阻信号采集端口数量 5 路；电阻信号采集端口检测电压上限 5V；电阻信号采集端口上拉电阻 2KΩ；电阻信号采集端口转换精度 12bit；IO 信号采集端口数量 15 路（包括 12 路频率信号采集）； AC 输出端口 8 路 0~5V。12bit 精度；低边驱动端口 10 路，驱动能力 3A，均可配置为 PWM 输出；高边驱动端口 10 路，驱动能量 3A，均可配置为 PWM 输出；CAN 通讯 3 路；LIN 通讯 2 路；485 通讯 2 路；232 通讯 1 路；工作温度范围涵盖-40~105℃。 7.4.2 传感信号采集板：微处理器主频 72MHz，供电 12V，CAN 端口 1 路，485 端口 1 路，UART 端口 1 路，ADC 采集端口 5 路，0~5V，12bit 精度，高边输出端口 4 路，SPI1 路，IO 输出端口 8 路，IO 输入 4 路。 7.4.3 工控电脑一体机：CPU8 核 12 线程，内存 16G，SSD256GB，屏幕尺寸 23.8 英寸，分辨率：1920x1080。 **7.5 配备实验指导书** 实验指导书包含实验项目如下：车用传感器结构与原理认知；传感器应用实训实验；传感器信号控制及特性实操实验；传感器信号采集和处理算法开发实验；故障诊断实验。		
8	新能源汽车“三电”实验台	山东派蒙、PM06YDSN01Z	**8.1 整体概述** 8.1.1 集成 VCU、BMS、MCU 核心“三电”系统，并实现可靠运行。包括电机标定测试实验模块，电池管理系统开发与测试模块、整车控制策略开发实验模块。 8.1.2 各模块可独立使用，同时各模块之间应可以通过 CAN 总线及高压线束实现数据传输、能量流动，从而实现“三电”系统联合测试功能。各模块应用层软件开源且支持二次开发。 **8.2.电机标定测试实验模块** 8.2.1 产品组成 电机标定测试实验模块包含传感器和执行器（伺服电机，电流传感器、正交编码器、旋变变压器、温度传感器等）、被测电机（永磁同步电机）、开源控制单元（支持制动能量回收）、上位机软件、工控一体机等。	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			8.2.2 功能：提供开源的逆变器电桥；支持电机控制芯片 DSP 的学习；支持深入研究永磁同步电机 FOC 控制硬件原理、算法代码、开源 FOC 算法验证；该模块具备车辆模型模式加载功能，支持车辆动力学测试，可模拟滚动阻力、加速阻力、坡度阻力和空气阻力，从而可结合车辆参数测试模拟车辆的各项性能参数，输入车辆行驶环境，进行最大爬坡度、最高车速、综合能耗等测试，完成车辆动力学模型实验；采用开源电机控制器，支持用户二次开发，支持对二次开发的电机控制器进行测试，例如：SVPWM 算法测试，FOC 算法的测试，标定电流环、转速环、扭矩环的 PID，支持车辆模型模式，输入车辆行驶环境、测试最大爬坡度、最高车速、综合能耗等；采用 MATLAB/Simulink 模型和 C 代码编程，支持标定 PID 参数，支持对 SVPWM 测试、支持直轴、交轴电压环控制电机转动、支持直轴、交轴电流双闭环控制、支持扭矩闭环控制、支持转速闭环控制，具体功能如下：提供开源扩展卡尔曼滤波（EKF 观测器）算法模型 Demo，支持用于实现基于 EKF 的永磁同步电机无感 FOC 控制；具备故障等级处理模块：支持将输入信号进行收集判断，输出故障等级和故障提示；具有完备的故障状态保持和清除逻辑，并关联栅极驱动使能信号，在出现严重故障时可直接关闭三相全桥的输出；采用位置环、速度环、电流环三闭环的控制策略，通过位置环 PID，速度环 PID，电流环 PID 的调节作用，决定驱动器的最终电压输出的幅值和频率，以此控制电机按照既定控制指令运行；其中电流环执行频率 10KHz，速度环执行频率 1KHz，位置环的执行频率 200Hz；带有自动弱磁控制策略，通过电压环实现弱磁调节，根据电压限制和所发出的电压，利用 PI 调节弱磁电流，调节 D 轴的磁场； 8.2.3 实验软件功能：支持可视化测功电机设置，包含测功电机模式、给定转速、给定扭矩；支持设置最大限值，包含输出扭矩、输出转速、直轴电流、交轴电流、直轴电压、交轴电压；MCU 模式设置支持更改 MCU 目标控制模式、MCU 旋转方向、目标输出扭矩以及 PID 参数设置。 8.2.4 测量数据实时显示：实时显示设备状态：MCU 的实际运行状态、MCU 实际控制模式、MCU 温度、电机温度、MCU 实际转速、实际扭矩、扭矩传感器转速和扭矩、MCU 故障等级、HVIL 状态、MCU 开盖状态检测；实时数据：		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			UVW 三相电流、电压，母线电流、电压，交轴电流，直轴电流，电磁超前角，机械功率，电源功率，驱动效率，馈电效率；以曲线形式显示实时测量的转速、扭矩，A 轴、B 轴、电气角度、UVW 相电流，支持曲线保存。 8.2.5 支持数据实时记录，能够以 excel 表格等形式保存，支持任意客户端数据处理，支持选择自动记录周期与数据选项，包含以下选项：被测电机数据：母线电压、母线电流、转速、扭矩、MCU 温度、电机温度、MCU 运行状态、交轴电流、交轴电压、α轴电流、Vα电压、U 相电流、V 相电流、W 相电流、直轴电流、直轴电压、β轴电流、Vβ电压、电磁电气角度、电压矢量幅值、电磁超前角、目标转速、目标扭矩；扭矩传感器数据：转速、扭矩；变频器数据：目标转速、目标扭矩；功率计数据：U 相电流、V 相电流、W 相电流、U 相电压、V 相电压、W 相电压；车辆模型数据：空气阻力系数、迎风面积、汽车质量、滚动阻力系数、爬坡度、传动比、车轮半径、旋转质量系数、传动效率、功率缩放倍数、目标扭矩、行驶里程、车速；其他数据：机械功、电功、驱动效率、馈电效率； 8.2.6 配备实验指导书，实验指导书包含实验内容、实验目的、实验条件、实验步骤、实验结论等，实验步骤具有实验所需基础知识及原理介绍、详细的实验操作步骤。包括：1）基础实验：电机三相电流采集实验；三相逆变电桥原理实验；DBC 文件的制作实验；CAN 数据解析实验；电机控制开发环境搭建实验；2）电机性能测试实验：电机负载测试实验；电机转速特性测试实验；电机扭矩特性测试实验；电机 MAP 特性测试实验；开环电机驱动位置测试实验；开环电机驱动电压测试实验；3）动力性测试实验：最高车速测试实验；最大爬坡度测试实验；百公里加速测试实验；4）标定开发实验：交轴和直轴电流 PID 标定实验；转速 PID 标定实验；扭矩 PID 标定实验；永磁同步电机矢量控制（FOC）实验；FOC-SVPWM 控制仿真实验；FOC-Clarke 变换仿真实验；FOC-Park 变换仿真实验；FOC-Park 逆变换过程仿真实验。 8.2.7 技术参数：被测永磁同步电机，额定电压 24V，额定功率 100W，额定转速 3000RPM，4 对极，带有 ABZ 相编码器；测功电机：额定电压 105V，额定功率 400W，额定转速 3000RPM，最大转速 5000RPM 增量式编码器，额定扭矩 -1.27Nm~+1.27Nm，最大扭矩-3.82Nm~+3.82Nm；扭矩传感器：扭矩量程-5～		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			5NM，精度：0.2%FS，采样速率 1000 次/秒，工作温度范围-20~80℃；变频器：驱动电源：AC200-240V，最大输出功率 400W，可支持 300%过载能力，支持多种控制模式，1kW 大功率刹车电阻；采用独立高精度三相交直流电量计：支持 0-20A 交直流电流采集，0-400V 电压采集 AC/DC，精度等级 0.5%FS，频率响应 0Hz-1KHz，工作温度范围-20℃～+70℃；采用开源电机驱动器：采用车规级芯片，主频 150MHz，利用光耦和隔离放大器进行控制电源与确定电源信号隔离，双 MOS 驱动，支持最高驱动电压 50V，电流 10A；开源永磁同步电机控制器：主控板芯片包含浮点单元，主频 150MHz，32 位浮点处理单元，Flash 容量 512KB，RAM 容量 68KB，6 个 DMA 通道支持 ADC、McBSP 和 EMIF，18 路的 PWM 输出；上位机：采用一体式工控机，16G 内存，256G 存储空间，15.6 寸高清工业显示屏幕；设备使用说明书，配备 PDF 版使用说明及纸质版使用说明书，涵盖设备的组成部分介绍、设备的使用方法及操作步骤等。 **8.3 电池管理系统开发与测试模块** 8.3.1 组成：16 块磷酸铁锂圆柱电芯单体组成动力电池包，BMS 主控板和采集板、直流接触器、散热风扇、电源、车载充电机、电流传感器、预充电阻、启动开关、急停开关、高压输出口、国标慢充座、一体机、NTC 温度传感器等。 **8.3.2 电池管理系统开发与测试模块功能：**上位机显示丰富，功能完善，包括以下内容：表盘/曲线显示：电压、电流；能量流动图：动态显示充放电过程中能量流动过程；单体信息：单体电池的电压及均衡状态、10 个单体电池的温度。 （1）历史故障：显示故障时间以及故障内容；继电器状态：显示主正继电器、主负继电器、加热继电器、慢充继电器、快充继电器、预充继电器的连接状态；通讯：can2.0，支持波特率、can 通道选择；硬件支持：CANalyse-II；通道数：2；全隔离；支持 CANOpen J1939 DeviceNet；内置 120 终端电阻；支持调用 BootLoader 程序烧写软件、标定软件；可视化编程：采用 SimuLink 模型编程并对用户开源，支持代码生成，支持 Matlab2022b 及以上版本，提供开源代码，支持二次开发外设丰富，支持电池信息采集、继电器控制、温度检测、电流采集、绝缘电阻采集和双通道 CAN 总线通讯等功能。 （2）其他功能：		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			文字显示：包括 SOC、SOH、BMS 故障等级、放电回路状态、充电回路状态、绝缘电阻、充放电功率、高压互锁、VCU 通信、CAN 卡状态、充电最大功率、放电最大功率； 数据保存：支持 100ms、200ms、300ms 时间保存间隔可选，支持复选框自主选择需要保存的数据，如选择电压、绝缘电阻、故障数据等多个数据，或仅选择电压某几种数据；数据导出格式为 Excel 表格； 数据显示：电压、电流、最高单体电压、最高单体电压编号、平均电压、最低单体电压、最低单体电压编号、压差、单体数量、最高温度、最高温度编号、平均温度、温度探头、最低温度、最低温度编号、温差、电池类型； 故障信息：显示分级故障，绿色指示灯亮显示正常，红色指示灯亮显示报警，包括温度过低 2 级、总电压过低 2 级、单体电压过低 2 级、压差过大 2 级、温度采集断开 2 级等。 **8.3.3 BMS 控制策略及功能** （1）电池数据采集模块实现单体电池电压和温度的精准采集。电压采集：差分输入通道实时监测单体电压，精度±2mV。温度采集：外接 NTC 热敏电阻，覆盖模组表面及内部关键测温点，精度±1℃，电池采集板自带被动均衡。 （2）高压总压采集模块：支持测量电池包整体电压，精度 0.5%。 （3）主动均衡模块能采集各个模组电源并根据不同模组电压进行均衡，BMS 主控板可采集各个单体电池的电压数据，支持主动控制逻辑的被动均衡，当检测压差过大时，BMS 可将电压过高的电芯通过芯片内置均衡电阻放电，从而降低指定电芯的电量，为能量消耗式的均衡。支持全自动模式的主动均衡，通过电池板内置的主动均衡板卡可实现电芯的主动均衡，通过电容之间能力转移实现电量高的电芯能量转移至电量低的电芯，降低能量损耗。如不需要开启主动均衡，则可通过电池板的均衡使能开关来使能/禁能。 （4）绝缘阻值及系统漏电判断模块：检测车辆漏电状况并输出计算得出的绝缘电阻值结果。 （5）大功率模式下测量电池内阻，通过伏安法检测稳定一定时间后的开路电压，通过状态机记录开路电压并周期性更新，当电池存在超过一定倍率的放电电流并		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			持续一定时间后电流较为稳定，则记录负载电压和负载电流，以及放电前的开路电压，通过伏安法估算出电池内阻。 （6）接触器控制模块：支持管理主正/负/充电接触器、加热/散热及预充接触器的开关动作。 （7）能进行上下电包括预充操作，电池的独立模式下，可实现整车高压上下电操作，支持主负极接触器闭合、预充闭合、主正闭合（持续一定时间待预充完成）、预充断开的上下电与预充操作，并可以在上位机或板卡上的 LED 灯同步查看接触器闭合状态。 （8）互锁信号检测模块：支持检测高压回路连接完整性，确保高压部件物理连接可靠。低压信号环路贯穿核心高压接插件，断开则触发故障（如 HVIL 信号中断）。 （9）霍尔电流检测模块：采用霍尔传感器测量充放电电流。精度保障：全温区误差＜±0.5%。零点校准：上电时自动校准偏移量。 （10） SOC 估算模块：支持采用开路电压法、安时积分法等方式估算 SOC 值。 （11） SOH 估算模块：通过计算电池内阻，用内阻查表估算 SOH 值。具体控制策略包括获取初始内阻数值后，只有当内阻变动时或者第一次 SOH 估算时才进入计算模块。 （12） SOP 估算模块：该模块可动态预测电池瞬时可用功率，保障充放电安全。限制因素包括单体电压、温度联合约束。 （13）支持热管理功能演示及算法实践，能根据温度判断当前散热或加热以及散热或加热程度。 （14）故障诊断模块：故障等级处理模块：将输入信号进行收集判断，输出故障等级和故障提示。分为无故障、2 级故障、3 级故障、4 级故障等。2 级故障包括压差过大二级故障、高温二级故障等。3 级故障包括总电压过低 3 级故障、高温 3 级故障等、4 级故障包括总电压过高 4 级故障、高温 4 级故障等。 （15）支持采用惠斯登电桥法计算绝缘电阻值。 （16）.支持可视化编程：采用 SimuLink 模型编程并对用户开源，支持代码生成，支持 Matlab2022b 及以上版本，提供开源代码，支持二次开发；		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			（17）支持硬件在环标定：采用串口通讯实时检测并标定程序，实现硬件在环功能，用户可以在实际硬件环境中对程序进行标定，从而确保程序的准确性和可靠性。 （18）支持 BootLoader 下载：支持在线更新固件程序，无需拆壳，无需通过烦琐的烧录过程，即可轻松实现固件的更新升级，可直接烧录将生成的 mot 文件。 8.3.4 实验指导书包含实验内容、实验目的、实验条件、实验步骤、实验结论等，实验步骤应有实验所需基础知识及原理介绍、详细的实验操作步骤。实验项目如下： 基础认知实验：PACK 电池包及电池管理系统认知实验;高压能量传递认知实验; 采集检测实验：高压互锁信号采集实验;继电器结构认知及控制实验;电池温度/电压信号获取实验;电池电流信号获取实验;慢充信号检测及充电控制实验;快充信号检测及充电控制实验; 开发工具实验：Simulink 支持库安装实验;DBC 文件制作实验;CAN 数据解析实验; 研究开发实验：均衡功能开发实验;电池剩余电量估算功能开发实验;热管理算法开发实验;充电电流需求控制开发实验;电池健康状态估算功能开发实验;电池功率状态估算功能开发实验;故障诊断实验。 8.3.5 技术参数 实验台整体尺寸：1400*990*1690mm（长/宽*高），系统为 220V 供电；控制器：采用高性能 32 位微控制器，支持 SimuLink 编程，并带有 FPU 和 DSP 功能；电池采集芯片：14 通道专用电池管理 IC，内置 1 路库伦计数、14 通道被动均衡，具有温度测量功能；电流传感器：双通道量程：±30A&±350A，供电电压 5V，工作温度范围-40℃~85℃；电池组：磷酸铁锂圆柱电芯，单体容量 4Ah；单体额定电压 3.2V；电池组额定电压 25.6V；电池组额定容量 8Ah；工作电源：采用 AC220V 50Hz；180W 电源，自带保险丝品字插座；上位机硬件参数：采用一体式工控机，处理器内核数 4，线程数 8，内存 16G，硬盘 256G，屏幕 15.6 英寸；NTC 温度传感器：25°C 时欧姆阻值 10k；充电机：输入电压 220VAC±15%，效率 93%，功率因数 0.98，最高输出电压 29VDC，最大输出电流 15ADC，运行温		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			度范围-40~60℃，通讯采用 CAN2.0；功率继电器：工作电压 DC12V，触点形式为一组常开（单刀单掷）；设备使用说明书：配备 PDF 版使用说明及纸质版使用说明书，涵盖设备的组成部分介绍、设备的使用方法及操作步骤等。 **8.4 整车控制策略开发实验模块** 8.4.1 组成 包括新能源车辆整车控制器（车规芯片，代码开源）、工控显示一体机、电容式触摸液晶仪表、车辆模型加载器、急停按钮、一键启动按钮、制动踏板、加速踏板、换挡旋钮、USB-CAN 卡、标定软件等组成。 8.4.2 功能 （1）整车控制器 VCU 代码开源，具备： 完备的车辆驾驶操纵信号采集：包括档位请求信号、制动踏板信号、油门踏板信号、车辆钥匙开关信号（一键启动开关）、驻车信号、制动能量回收强度开关； 整车扭矩链管理：包括前进驱动、前进制动、倒车驱动、倒车制动、蠕行、超速制动； 能量管理：包括动力电池防过充过放算法、驱动电机最大驱动/制动扭矩限值计算。 档位管理：具备挡位切换管理和换挡误防护算法。支持充电监控； 整车运行状态监控：包括动力电池电压、动力电池电流、各高压接触器开闭状态、驱动电机控制器母线电压和电流、驱动电机转速和响应扭矩、车速等； 续航能力计算：支持根据电池能耗情况，估算剩余续航里程。 继电器控制：采用单继电器实现 ON 档唤醒、制动踏板及换挡手柄供电控制； 诊断标定：可实现程序运行参实时监控和运行参的标定； 故障诊断：适配故障处理模块，故障满足触发条件后以 CAN 报文形式发送给仪表等节点； 输入信号实时监控：包括数字量信号输入、模拟量信号输入、频率信号输入，采集到信号后传输到其他模块进行处理； CAN 通讯开发：收发的 CAN 报文支持以 DBC 文件形式导入 CAN 模块，配置 CAN 收发通道、波特率、ID 和 ID 类型等，实现 CAN 通讯快速部署；		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			（2）采用液晶仪表：具有整车功能指示图标，以图标的点亮表明相应功能的执行。仪表中使用模拟机械表盘、数字和图形等方式展示整车的数字量，如车速、电量和转速等。 （3）CAN 总线：各控制器采用 CAN 通讯，构建 CAN 总线网络，用于车辆数据（整车控制器、车辆模型加载器、仪表）数据收发。 （4）CAN 通讯部署：根据 CAN 通讯协议定制 CAN 通讯协议矩阵表格，并编制 DBC 文件。整车控制器的 CAN 模块支持 CAN 通讯通道及通讯波特率配置。 （5）可视化上位机：通过 CAN 总线，以仪表盘、曲线图形式实时监控车辆系统的状态，实时在线标定车辆系统运行参数。 （6）内置车辆动力学仿真程序，可进行整车系统运行仿真。加载器通过 CAN 通讯实时获取实验台运行信息（包括 VCU、仪表等），可根据此计算出车辆加速度、速度等信息，并通过 CAN 总线实时传递给 BMS、MCU 等其他节点。 （7）整车控制算法开发：开发环境：基于 Matlab&SimuLink，提供全部板载外设驱动程序库，并提供源代码及开发资料，包括 AI \IO \CAN\PWM\高边和低边功率驱动等基础驱动程序、SimuLink 编程、应用层控制逻辑、模型说明书等。 8.4.3 实验指导书包含实验内容、实验目的、实验条件、实验步骤、实验结论等，实验步骤包含实验所需基础知识及原理介绍、详细的实验操作步骤。实验项目如下： 基础认知实验：整车控制架构认知实验； 采集检测实验：ADC 采集\IO 输入输出实验；挡位信号采集实验；加速踏板采集实验；故障设置与排除实验； 开发工具实验：ICU 通讯协议实验；DBC 文件制作实验；CAN 数据解析实验；FreeMASTER 测量标定实验； 研究开发实验：挡位变换控制实验；车速计算模型开发实验；高压上电流程开发实验；充电上电流程开发实验；需求扭矩管理实验；续航里程计算实验；故障诊断算法开发实验。 8.4.4 技术参数 （1）VCU：采用车规级芯片，芯片数据总线宽度 32 位，芯片主频 112MHz，		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			Flash512KB，SRAM64KB，控制器引脚 100 引脚，芯片协处理器采用硬件浮点单元。采用 90PIN 汽车连接器。供电电源 9~32V，具备防反接。板卡适配两路可控 Led 工作指示灯。控制器引脚配置：ON 档唤醒检测：1 路，检测硬件唤醒电压，支持硬件唤醒掉电后程序控制休眠；供电电压检测：1 路，检测供电电源电压；NTC 温度检测：1 路，测温范围 -50~125℃；5V 电源输出：3 路，电流输出范围 0.5~1A，适配短路保护；电压采集 1：10 路，电压采集范围 0~5V，转换精度 12bit，耐压冲击 -32V~32V；电压采集 2：4 路，电压采集范围 0~32V，转换精度 12bit，耐压冲击-32V~32V；电阻采集：5 路，检测电压 5V，上拉电阻 2kΩ，转换精度 12bit，耐压冲击-32V~32V；频率采集（包括 PWM）：12 路，可配上下拉，一路兼容 CP 信号采集，耐压冲击-32V~32V；DAC 输出：8 路，电压输出范围 0~5V（可调），耐压冲击-32V~32V；低边驱动：10 路，驱动能力 0~3A，兼容 PWM 输出；高边驱动：10 路，驱动能力 0~3A，兼容 PWM 输出；CAN 通讯：3 路（CAN2.0B），Lin 通讯：2 路，2 路 485 通讯，1 路 232 通讯；软件开发环境：Matlab&SimuLink 基于模型开发；诊断标定：CCP 协议程序刷写：基于 BootLoader。 （2）液晶仪表：采用电容触摸屏 10 寸，比例：16:9，触摸类型：采用电容式触摸，分辨率：1024×600；上位机：内核数 4，线程数 8，内存 16G，储存 256G。换挡旋钮：采用原车换挡旋钮，三个挡位，D、N、R；加速踏板：5V 供电，六线制接线，两路信号输出；制动踏板：5V 供电，六线制接线，两路信号输出；设备使用说明书：配备 PDF 版使用说明及纸质版使用说明书，涵盖设备的组成部分介绍、设备的使用方法及操作步骤等。		
9	智能车测试交互套装	山东派蒙、PM12YTS01	**9.1 设备参数** 为成人与儿童假人，成人尺寸 173cm，儿童尺寸 115cm，重量 5kg，支持 AEB 自动紧急制动测试，FCW 前方碰撞预警测试。	山东派蒙机电技术有限公司	
10	智能交通信号控制套装	山东派蒙、PM12KFSSLC01	**10.1 产品概述** 面向智能网联汽车、智慧交通领域，具有车路协同、智能计算、感知融合等功能，采用雷视融合、边缘计算、V2X 通信等核心技术，可实现局部道路信息实时采集、回传、本地计算、策略判断、本地控制等功能。感知信息可上传至云控平台。	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			平台软件内置高精地图，支持对交通参与者的精准定位与实时监测。支持开展安装、标定、调试及二次开发等实验项目。 **10.2 组成** 由智慧灯杆、边缘计算系统、相机、激光雷达、红绿灯、RSU 等组成。 **10.3 功能** 10.3.1 智慧路灯杆高度可自主调节，支持相应的附件安装调试实验； 10.3.2 配备道路环境感知标定软件，可实现相机、激光雷达的单传感器标定功能，也支持相机与激光雷达的融合标定。通过摄像头和激光雷达融合感知技术，感知周边交通参与者类型、位置等信息，提供算法 Demo，支持二次开发。 10.3.3 配备高性能边缘计算单元。可实现设备的本地联动以及数据处理分析，接口丰富，支持海量连接、数据采集和数据清洗；支持 MQTT 协议，支持多种工业通讯规约。 10.3.4 边缘计算单元搭载工业级边缘计算网关系统，支持全网通网络，可兼容多设备传感器入网； 10.3.5 采用 ROS2 节点化程序设计理念实现功能，便于用户进行二次开发。 10.3.6 可按照要求对场地进行现场搭建，满足 V2X 测试场景要求，具备直行、转向等通行线路功能。 10.3.7 硬件支持《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准》第一阶段全部场景和第二阶段部分场景，提供部分场景算法 Demo，第一阶段场景支持二次开发。 10.3.8 感知摄像头采集方向 4，红绿灯显示方向 4。 **10.4 实验项目** 教学资源（实验指导书或视频资料）包括：智慧路侧设备认知实验；传感器装调、标定实验；信号灯装调测试实验；OBU、RSU IP 配置与状态查询实验；ASN1 编解码规则讲解与实践验证；V2X 绿波车速引导实验；V2X 盲区预警实验；智慧路杆系统故障诊断与排故实验；激光雷达与相机融合标定实验；激光雷达与相机融合算法二次开发实验。 **10.5 技术参数**		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			10.5.1 整体尺寸：长 90cm，宽 67cm，配备可移动脚轮，高度：2.4-4 米，电动可调。 10.5.2 边缘计算系统：处理器 16 核心 24 线程，操作系统采用嵌入式 linux，内存 16GB，显存 6GB，存储 500GB。 为保证感知数据的实时处理，配置运行于 Windows 下的实时操作系统插件，参数如下：①配备运行于 Windows 下的实时操作系统，具备硬实时性能，且不影响 Windows 下的其他软件运行；②硬件支持 PCI、PCIe 和 PCMCIA 卡，USB 设备，串行 COM 接口（UART），并可运行在实时操作系统下；③支持汽车总线通讯，提供 Flexray、CAN/CAN-FD 和 LIN 通讯驱动；④包含工业设备自动化总线驱动程序，包括 EtherCAT、CAN/CANopen 和 Profibus，最高可支持 10Gbit/s 的网络通信；⑤EtherCAT 模块通信周期不高于 50μs，并提供开发辅助软件如 Master Monitor for EtherCAT，支持分布式时钟 DC 以及工厂自动化协议 EAP；⑥可在 Windows 下实时数据采集，支持不少于 255 个下位机设备联网，且可对应不低于 255 个响应优先级；⑦为保证后期的功能扩展，系统自带的机器视觉模块具备图像采集接口支持 GigE Vision 和 USB 3 Vision，支持机器视觉库包括 OpenCV 和 Halcon，实时视觉性能达到 2ms 的处理能力；⑧在 windows 下同时实现机器视觉和高速实时以太网通讯，从而保证系统在实时视觉和数据通讯的同步精度，即机器视觉模块和采集控制模块能够一体化运行（无需外扩机器视觉系统和数据采集系统），从而保证视觉识别和动作执行的实时性；⑨提供配置工具以及动态链接库，用户能够在标准 PC 硬件上采用 Windows 下的通用编程平台进行应用程序编程，支持 C/C ++、Delphi 和 LabView 语言（需要生成本地代码，并在实时系统上运行，可以支持二次开发功能，保证用户能够进行功能升级）；⑩自带丰富的功能接口和应用例程，缩短二次开发时间；⑪为保证数据安全，采用加密狗进行保护。 （3）红绿灯：工作电压 AC220V±44V 50Hz±2，功率 12W，波长：红色 625nm 黄色 590nm 绿色 505nm。 **10.6 RSU 与 OBU** 10.6.1 基于 C-V2X 技术开发的路侧通信设备，该产品具备 LTE-V2X PC5 和		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			5G NR Uu 双模通信能力，符合 3GPP R14 LTE-V2X 协议规范，能够实现 RSU 与 OBU 之间直接通信和基于蜂窝网的通信。主要特点如下：支持 PC5 Mode4 直连通信，支持 3GPP Release 14；支持 5G NR，可支持 NSA 和 SA，3GPP Release 15，可支持上行 2×2 MIMO，下行 4×4 MIMO 多天线配置，支持频段 n1/n28/n41/n78/n79；支持国内最新标准的 V2X 协议，支持中国汽车工程学会 V2X 应用层消息集（T/CSAE-53 2017），以及 YDT 3709-2020《基于 LTE 的车联网无线通信技术消息层技术要求》；与主流厂家 OBU 设备完成新四跨、四跨、三跨互通测试；可实现与国内主流信号机的对接，并支持与各种融合感知设备的对接， 包括：MEC、环境监测设备、视觉感知设备、毫米波雷达、激光雷达等；在隧道、地下车库等无 GNSS 信号场景下，支持 RSU 和 OBU 之间的 PC5 空口同步，实现 RSU 和 OBU 的通信以及 OBU 定位功能；支持 BeiDou、GPS 等 GNSS 多模定位与授时，性能更优；支持高性能 HSM 芯片，支持国密算法与国际商用密码算法；供电方式灵活，支持 DC 9~36V、AC 220V（外加适配器）与 PoE（IEEE 802.3at）等；支持近端操作维护与远程集中运维；基于自研 V2X 模组，提供 RSU V2X SDK 开发包，支持二次开发。 10.6.2 规格。通信制式：4G/5G Cell LTE-V2X PC5；LAN 802.11 b/g/n(2.4GHz)。；支持最新协议标准。PC5：支持 3GPP Release 14 PC5 直连通信；5G NR：支持 NSA 和 SA，3GPP Release 15，可支持上行 2×2 MIMO，下行 4×4 MIMO 多天线配置，支持频段 n1/n28/n41/n78/n79;V2X 协议：支持国内最新标准，支持中国汽车工程学会 V2X 应用层消息集（T/CSAE-53 2017），以及 CCSA《基于 LTE 的车联网无线通信技术消息层技术要求（报批稿）》；互联互通：与主流厂家 OBU/RSU 设备完成新四跨、四跨、三跨互通测试；定位与同步方式。BeiDou/GPS/GLONASS/Galileo PP1S+TOD/NMEA（外同步接口；无 GNSS 场景：在隧道、地下车库等无 GNSS 信号场景下，支持 RSU 和 OBU 之间的 PC5 空口同步，实现 RSU 和 OBU 的通信以及 OBU 定位功能，RSU 同时也支持通过 1588V2 协议同步选配模块实现 RSU 的同步；PC5 通信指标：高性能芯片和模组：采用高性能芯片，内置 4 核 A7 处理器，支持 All-in-one 设计；工作频段：5905-5925MHz；工作带宽：10 MHz /20MHz；发送功率：MAX 23dBm；		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			天线数 2。；安全功能：支持国密算法与国际商用密码算法；运维便捷：支持近端操作维护与远程集中运维；对外接口：10/100/1000M 网口（RJ45），RS485/RS422（RJ45）；供电方式：DC 9~36V 或 PoE（IEEE 802.3at）。 10.6.3 车载 OBU。单电源电压：2.8V 至 3.6V；数据传输速率：110kbit/s、850kbit/s 和 6.8Mbit/s；工作频率：3.5~6.5GHz，6 频段；发射功率：-14dBm/-10dBm；发射功率密度：＜-41.3dBm/MHz；支持数据包大小：1023 字节；通信距离：视距 300 米；工作电压：12V；平均功耗：≤10W；插头：车规级插头；通讯内容：不少于红绿灯状态、红绿灯计时、红绿灯控制指令、车速、车辆状态、车辆距离等。；V2X 协议：支持国内最新标准，支持《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准》（TCSAE 53-2017）和合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）CSAE157-2020 中的消息集；车载安全应用：支持《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准》（TCSAE 53-2017）和 CSAE 157-2020 合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）的部分场景应用。 10.6.4 数量：RSU1 个，OBU2 个。 **10.7 感知摄像头** 10.7.1 功能 交通事件感知摄像头基于以太网控制，能够实现图像压缩并通过网络传输给不同用户；基于 NAS 集中存储，通过浏览器或客户端软件控制网络摄像机，通过浏览器设置网络摄像机参数、智能功能、音视频参数、图像参数等。在该分辨率下可输出实时图像。支持越界侦测，区域入侵侦测等智能侦测行为，支持背光补偿，强光抑制，3D 数字降噪，120 dB 宽动态适应不同监控环境。内置 1 个麦克风，高清拾音，支持柔光灯补光，照射距离 30 m，符合 IP66 防尘防水设计。 10.7.2 摄像机：传感器类型采用 1/2.7" Progressive Scan CMOS；最低照度：彩色：0.0005 Lux @（F1.0，AGC ON），0 Lux with Light；快门：1/3 s~1/100,000 s；宽动态：120 dB 10.7.3 镜头：镜头尺寸接口 2.8/4/6 mm：M12; 8 mm：M16；光圈类型：固定光圈；最大光圈数：F1.0；景深范围：2.8 mm：1.7 m~∞；焦距&视场角：2.8 mm，		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			水平视场角：106.7°，垂直视场角：55.6°；对角视场角 126.5° 10.7.4 补光：补光距离：30 m；防补光过曝，支持；补光灯类型，柔光灯 10.7.5 音频：支持音频环境噪声过滤；音频采样率：8 kHz/16 kHz；音频压缩标准：G.711ulaw/G.711alaw/G.722.1/G.726/MP2L2/PCM/AAC；音频压缩码率：64 Kbps（G.711 ulaw/G.711 alaw）/16 Kbps（G.722.1）/16 Kbps（G.726）/32~160 Kbps（MP2L2）/16~64 Kbps（AAC） 10.7.6 图像：日夜转换模式：支持白天，夜晚，自动，定时切换；图像增强：支持背光补偿，强光抑制，3D 数字降噪；图像设置：饱和度，亮度，对比度，锐度，AGC，白平衡支持通过客户端或者浏览器可调 10.7.7 接口：音频：不少于 1 个内置麦克风；网络：不少于 1 个 RJ45 10 M/100 M 支持自适应以太网口 10.7.8 Smart 功能：报警触发：支持移动侦测，遮挡报警，异常；Smart 事件：支持越界侦测，区域入侵侦测 **10.8 激光雷达** 线束：32 线；水平视场角：360°；激光波长：905nm；垂直视场角：+15°~-55°（共 70°）；激光发射角（全角）：水平 5.9mrad；垂直 6.9mrad；水平角分辨率：0.1°/0.2°/0.4°；垂直角分辨率：1.33；测距能力：0.2m 至 150m（110 m @10% NIST）；精度：1cm（1σ）/3cm（3σ）；盲区：≤0.2 米；时间同步：GPS，PTP&gPTP；帧率：5Hz/10Hz/20Hz；出点数：576,000pts/s（单回波模式），1,152,000pts/s（双回波模式）。 **10.9 毫米波雷达** 天线：平板型微带阵列天线；天线波束宽度：远程：24°x10°；近程：90°x22°。时间同步：NTP 网络同步；通信接口：网口，支持定制 RS485，继电器，TTL；覆盖车道数：1-10 车道（标准车道宽度，无隔离带）；探测距离：25-250 米；速度分辨率：0.37km/h；测速精度：≤0.1km/h；跟踪目标个数：最大 256。		
11	车规级智能车	山东派蒙、PM12YTSNC01	**11.1 车规级智能车（型号I）** 11.1.1 产品概述：在线控底盘小车基础上进行上装及各类传感器集成，可作为单车智能驾驶的功能验证平台，系统线控协议开放，智能驾驶算法开源。平台组成	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			包括改装的线控底盘车、感知传感器（激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达、单目视觉摄像头、环视视觉摄像头、组合导航系统）、高性能工控机、智驾系统教学及实训版与整车测试及开发系统软件平台，以及开发辅助配件。 功能 11.1.2 实验系统完全参照实车级配置进行加装传感器，支持各种智能驾驶的装调实训训练需求； 11.1.3 底盘车辆具有线控化、一体化、高集成度、高可靠性等特点，且提供线控 DBC 文件； 11.1.4 实验系统车辆以遥控控制为最高优先级，遥控器可主动接管线控控制并抱闸驻车；车身结构上设计具有急停开关，可在所有安全控制机制失效情况下快速断开动力供应，保证绝对可靠的安全补救措施； 11.1.5 实验系统配备可视化的传感器装调及标定人机交互界面软件，提高自动驾驶装调与标定的可操作性，避免了纯代码式标定对操作者基础的要求； 11.1.6 智能驾驶系统。搭载最新的基于 ROS2 的自动驾驶的集成开源软件系统，智能驾驶系统包含智驾系统教学及实训版、整车测试及开发系统。 11.1.7 智驾系统教学及实训版。建图定位模块功能：建图定位模块具备以下功能：传感器数据源配置；激光雷达、IMU 手动标定；支持 3D 建图及参数配置；点云运动畸变去除；实车三维建图/数据包回放建图，支持单激光雷达建图、“雷达+IMU”融合建图；支持十字路口，丁字路口等复杂路口的建图；建图路长范围不低于两公里。三维点云地图存储；建图结果轨迹显示；建图模块软件节点实时观察和分析；高精地图绘制；实车三维建图/数据包回放定位，支持单激光雷达定位、“雷达+IMU”融合定位；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。 11.1.8 环境感知模块功能。感知传感器标定：相机内参标定，采用专用内参标定软件；生成相机内参标定结果分析图表；相机和激光雷达的外参标定；外参标定参数调整测试及标定结果评价；激光雷达到车辆中心外参标定。基于视觉的目标检测：图像目标检测数据的数据采集；采集图像的手动标注；目标检测模型的构建和训练；目标检测模型的测试；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。 11.1.9 基于点云的障碍物检测。支持完整的图像点云目标检测流程，包括数据采集、数据标注、模型训练及推理。点云降采样；点云地面去除；点云聚类；激光雷达点云数据采集；点云数据标注；基于激光雷达点云的目标检测模型构建和训练；基于激光雷达点云的目标检测模型测试；算法参数调整测试；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。 **11.1.10 多传感器融合目标检测.点云和图像数据映射策略和方法；图像实例分割和点云提取；支持 IOU 计算显示；支持多传感器融合模型测试；融合算法参数调整测试；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。360°全景影像融合具备以下功能：鱼眼相机的去畸变标定；鱼眼相机的透视变换标定；图像拼接和后处理算法及参数调节测试；360°全景影像测试；支持二次开发。** 11.1.11 路径规划 （1）路径规划（EM Planner）具备以下功能：支持仿真、实车两种场景路径规划测试；轨迹录制并存储；基于录制轨迹自由生成可行驶区域；可行驶区域参数自由设定；障碍物检测；停障/避障路径动态规划参数实时调整分析；停障/避障路径二次优化参数实时调整分析；瞬时路径记录，及路径、速度、加速度图表自动生成；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。 （2）路径规划（Lattice） 支持仿真、实车两种场景路径规划测试；轨迹录制并存储；基于录制轨迹自由生成可行驶区域；可行驶区域参数自由设定；障碍物检测；停障/避障路径参数实时调整分析；瞬时路径记录，及路径、速度、加速度图表自动生成；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。 11.1.12 智能控制 （1）路径追踪（车辆纵向控制）具备以下功能：实车轨迹录制；基于 PID 纵向		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			控制算法的车辆路径追踪；PID 算法参数调整测试；纵向控制误差曲线自动生成及对比分析；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。 （2）路径追踪（车辆横向控制）具备以下功能：支持实车轨迹录制；基于 PP/LQR 横向控制算法的车辆路径追踪；PP/LQR 横向控制算法参数调整测试；横向控制误差曲线自动生成及对比分析；过程数据（图像、点云、信息数据）的录制、存储、回放、分析、图表自动生成及在任意客户端的后处理分析；支持二次开发。 11.1.13 整车测试及开发系统具备以下功能： （1）支持用户自主构建实际校园/园区的高精地图。三维高清点云地图建图软件；高精地图标注软件。给定起点和目标点，自主规划全局路径。 （2）主要交通元素的智能感知.检测分类：车辆（轿车，卡车，公交车，摩托车，自行车）、行人、其他未知类型；跟踪预测：检测到的障碍物会被分类（如行人、静止物体、动态车辆等），并通过算法对其进行跟踪，预测其未来运动轨迹。 （3）自主停障。 软停车：在障碍物较远且不构成紧急威胁时，车辆平稳减速并停车。 硬停车：在紧急情况下，车辆立即刹车，迅速停下。 传感器冗余：系统进行多传感器数据融合。确保在某些传感器出现故障或数据不完全时，系统仍然能够正确识别障碍物并做出反应。 冗余控制策略：如果主控制系统出现问题，系统也可能实现冗余控制策略。 （4）自主避障 局部路径规划：一旦感知模块检测到障碍物，路径规划模块会计算出一条避免碰撞的路径。局部路径规划考虑车辆当前位置与目标之间的障碍物，生成一条可行的避障轨迹。 路径执行与车辆控制：规划模块生成的避障路径会传递给控制模块，控制模块负责执行避障动作，调整车辆的加速度、转向和制动等。控制模块确保车辆按照规划的路径执行，避免急刹车或不必要的剧烈动作。 实时调整：避障策略具有实时性，系统会不断接收新的传感器数据，评估当前路径与周围环境的变化，动态调整车辆行驶路径和行为。		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			（5）交通信号灯识别及决策 支持基于高精地图的信号灯检测:利用高精地图中预先标注的交通信号灯位置信息，结合车辆当前定位，快速确定视野范围内应检测的信号灯区域。 粗检测与精细检测：采用两阶段检测策略。粗检测阶段快速定位图像中的信号灯候选区域；精细检测阶段对候选区域进行精确定位和裁剪，提取高质量的信号灯图像区域用于后续分类。 深度学习分类器：采用轻量级卷积神经网络对裁剪后的信号灯图像进行分类，识别红灯、绿灯、黄灯及箭头指示等状态。 智能行驶决策：系统结合识别出的信号灯状态（红、绿、黄）、车辆当前位置、速度、与停止线的距离等因素，智能决定行驶策略。 11.1.14 教学资源 （1）提供包含以下实验项目的实验指导书、实验报告：三维高精地图构建；多传感器融合定位；感知传感器标定；基于视觉的目标检测；基于点云的障碍物检测；多传感器融合目标检测；360°全景影像融合；路径规划（EM Planner）；路径规划（Lattice）；路径追踪（车辆纵向控制）；路径追踪（车辆横向控制）。 （2）提供包含以下自动驾驶知识的讲解视频，并于开标现场提供视频演示：自动驾驶系统框架概述；Sensing 模块；建图模块；高精地图制作；定位模块；感知模块概述；单传感器目标检测；多目标跟踪和轨迹预测；多传感器融合感知；交通信号灯检测与识别；全局路径规划；车道行驶模式局部路径规划；自动空间模式路径规划；车辆模型基础；控制模块概述；Vehicle 模块；线控协议讲解。 11.1.15 技术参数 （1）线控底盘车辆：低速车辆，纯电动，车辆规格 2030*1300*1050mm，整车质量 200kg，最大承重 300kg，离地间隙 100mm，最大车速 15km/h，续航里程 30km，爬坡能力 30%，采用筒式减震器（弹簧阻尼集成/刚度可调），后轮单电机驱动，采用前桥阿克曼转向，左右内轮转角-22~22°，最小转弯半径 3.3m，采用 CAN 通讯，开发环境支持 C 语言，采用车规级处理器，采用车规级通信协议及 DBC 文件，支持遥控器人工接管。采用车规级磷酸铁锂动力电池，BMS 系统具备过充、过放、短接、高温等保护，可读取电池主要参数包含剩余电量、实时		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			电流、当前电压、当前温度等 （2）激光雷达：16 线，波长 905nm；class 1 人眼安全；测距能力 100m@10%，150m@70%；精度（典型值）≤±1cm；水平视场角：360°，垂直视场角：30°(-16°~+14°），水平角分辨率：0.09°/0.18°/0.36°（5Hz/10Hz/20 Hz），垂直角分辨率：2°，出点数 32 万点/秒（单回波），64 万点/秒（双回波）。 （3）前向毫米波雷达：探测距离：远距 0.20~170m@0~±4°，0.20~120m@±9°；近距 0.20~70m@0~±9°，0.20~40m@±45°；距离测量分辨率≤0.40m (170m 距离内自身速度较大时为 0.75m）；距离测量精度≤±0.10m (170m 距离内自身速度较大时为±0.20m）；水平展开角远距：-9.0°~+9.0°，近距：-45°~+45°；垂直展开角 18°(6dB）；速度测量范围 400km/h~+200 km/h；速度分辨率≤0.28km/h；测速精度≤±0.1km/h；天线通道/原理 12 个通道，2TX/2RX 近+2TX/1RX*+2RX 远-*1RX 数字波束形成。 （4）超声波雷达：前后各四个超声波探头，探测距离 0.3～2.5M（+/-5CM），PVC 灵敏度包含 0.8-1.2M，超声波探头 2.5M，连接线为防水插接；超声波频率 40KHz，额定工作电压：12VDC。 （5）单目摄像头：视频分辨率及帧速率 1920x 1080@30 fps，WDR，最大动态范围＞120dB，传感器 1/2.7 英寸，直接支持 USB 3.0 接口。 （6）环视感知模块：4 路，FOV170°，视频分辨率 720P （7）高精度组合导航 GNSS 性能指标：信号跟踪：BDS：B1/B2/B3；GPS：L1/L2/L5；GLONASS：L1/L2；Galileo： E1/E5a/E5b；QZSS：L1/L2/L5；水平定位精度（RMS）：单点：1.2m；RTK：1cm+1ppm；定向精度（RMS）：0.1°/2 米基线；测速精度（RMS）：≤0.03m/s；PPS 授时精度（RMS）：≤20ns；输出频率：20Hz。 IMU 性能指标：陀螺类型：MEMS；陀螺量程：±300 °/s；陀螺零偏稳定性：1.8°/h；加速度计量程：±6g；外部通讯接口：主连接器：3×RS232，1×PPS，2×CANFD，1×100Base-T1，1×DC 电源接口；2×GNSS 天线接口（Fakra-C）。 （8）高性能工控机：AI 性能 200 TOPS，CPU8 核 64 位 ，内存 32GB ，存储 64GB eMMC 5.1		

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			（9）开发辅助配件：包括有线鼠标、有线键盘、摄像头内参标定板、360 全景调试布、卷尺、外参标定板等 （10）遥控器：发射机规格：通道个数 10，频率范围涵盖 2.4055-2.475 GHz，波段宽度 500 KHz，波段个数 140，发射功率 20 dBm；接收机规格：通道个数 6，频率范围涵盖 2.4055-2.475 GHz，波段个数 140，接收机灵敏度-105 dBm，有 i-Bus 接口和数据采集接口。 **11.2 车规级智能车（型号II）** 11.2.1 可模拟普通机动车加减速、直行、占道、违规闯入道口等典型行驶行为，搭载多传感器适配接口，复刻真实车辆外形与运动特征。可用于实地复现公铁交叉冲突场景，配合路侧设备能够完成感知检测、识别算法、安全预警功能的实物测试与标定，支撑道口安全设备性能验证与实训试验。 11.2.2 底盘；1320×785×490mm，电机制动，续航 45km（空载），30km（满载）。 11.2.3 前向激光雷达:905nm，测距 200m，125/128 线，精度±2cm；近区激光雷达：32 线，探测 30m，360°×59°视场角；单目视觉 1：1080p@30fps，USB2.0+；定位传感器 1：全星座，RTK 精度 1cm+1ppm，含 RS232/CAN/RJ45/PPS 接口。 11.2.4 计算单元：1000 TOPS，集成 5G/V2X/WiFi，含多路千兆以太网与 CAN/串口开发资源：支持 Ubuntu 20.04+/ROS/Dora-rs 及可视化开发。		
12	智能化车辆底盘套件	山东派蒙、PM12TQNNC01	**12.1 履带式底盘** 12.1.1 采用履带式底盘，自重 17kg，产品尺寸 635*460*220mm，额定功率 150w*2，充电时间 4.5-5 小时，爬坡 30°，垂直越障高度≤100mm，车体材料为高碳钢材质，表面处理工艺为静电烤漆，续航时间 1-1.5h，额定载重 30kg，提供遥控器，支持二次开发。 **12.2 麦克拉姆式底盘** 12.2.1 采用麦克拉姆轮式底盘，自重 11kg，尺寸 420*442*178.46mm，包含 STM32 主板，电压显示器，250W 电机驱动，金属麦克纳姆轮 127mm，材质选用 Q235 钣金，空载续航 3 小时，负载能力 15kg，提供遥控器，提供 ROS 机器人课程及源代码，支持二次开发。 **12.3 机器狗**	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			12.3.1 设备尺寸 70cmx31cmx40cm；整机重量 15kg（含电池）；载荷约 8kg（极限~10kg）；运动速度：0~3.7m/s；最大攀爬落差高度：16cm；最大攀爬斜坡角度：40°；在膝关节内走线，关节热管辅助散热；超大关节运动空间：机身-48~48°；大腿-200~90°；小腿-156~-48；采用超广角 3D 激光雷达，具备探物避障功能，广角高清相机 12.3.2 配备 4G 通信，内置 eSIM；支持配备智能 OTA 升级；APP 支持高清图传、遥控、所有数据查看；支持 APP 图形化编程；支持 WIFI6 双频无线 802.11ax；蓝牙 5.2/4.2/2.1；电池种类：长续航（15000mAh），续航时间支持 2-4h。 12.3.3 标配手持式遥控器及快充充电器；支持足端传感器，支持二次开发，支持充电桩；配备无线矢量定位及控制系统，可实现伴随；具备月球步（即太空步）、侧边步、交叉步、向上跳、向前跳、前空翻、开心、握手、扑人、坐下、伸懒腰、作揖、多种创意舞蹈等；配备麦克风、扬声器、照明灯，具备系统状态指示功能，实时反馈机器人状态，并可为机器人演示动作搭配音乐和灯光；内置语音识别模块，具备语音交互功能，支持毫秒级语音交互响应；具备 40Tops 算力的拓展坞，含 AI 算法及技术支持，具备深度相机；出厂腹部标配充电电极。		
13	智能化感知控制套件	山东派蒙、PM12NC01E	**智能化感知控制套件包含：**激光雷达传感器 1 个，4D 毫米波雷达 1 个，视觉传感器 2 个，组合定位传感器 1 个，计算单元 1 台，开发资源 1 套。 **13.1 设备功能** 13.1.1 激光雷达传感器：线数 90；探测距离 30 m @10% 反射率；视场角 360° x 59°；点频 200,000 点/秒 13.1.2 4D 毫米波雷达：频段 76–79 GHz；天线 6TX 8RX（MIMO 高测角精度）；探测距离 0.5–300m（远距）；水平视场±50°（100°）；俯仰视场±10°；角分辨率≤1.2°；距离精度≤±2.5cm；速度范围 300 km/h；输出：包括 4D 点云 +1024 目标跟踪；接口：2×CAN-FD+1×1Gbps Ethernet；防护 IP6K9K，支持 OTA/自诊断。 13.1.3 视觉传感器：分辨率 1080p@30fps；焦距 2.9mm；数据接口 USB2.0 及以上 13.1.4 组合定位传感器：支持全星座全系统（北斗/GPS/GLONASS/Galileo）；定	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			位精度：RTK:1cm+1ppm；测速精度：0.03m/s；姿态精度：0.1°（基线长度大于2m）；陀螺量程：±300°/s；加速度计量程：±6g；外部接口：2 x RS232，1 x RJ45，2 x CAN、1 x PPS；输出频率 200Hz 13.1.5 计算单元：AI 性能 1000 TOPS；GPU64 个 Tensor Core，最大频率 1.3 GHz ；CPU 12 核 Arm 64 位 CPU，最大频率 2.2 GHz；以太网：10GbE2；低速接口：CAN2， 串口 2。 13.1.6 开发资源：支持 Ubuntu 20.04 及以上，支持 ROS、Dora-rs；提供 ROS、Dora-rs 驱动，支持 ROS、Dora-rs 可视化开发。		
14	智能驾驶模型计算平台	山东派蒙、PM12NT01F	**14.1 设备参数** 14.1.1 处理器 24 核心 36 线程，内部存储器 128G DDR5，外部存储器 2T 固态+8T 机械，显卡采用 NVIDIA RTX PRO 5000，显存 48G，电源 1000W，显示器 24 寸。	山东派蒙机电技术有限公司	
15	车规级智能车移动调试器	Alienware、AC16250	**15.1 设备参数** 15.1.1 显示单元 16 寸，处理器 10 核心 16 线程，内部存储器 16G DDR5，外部存储器 1T NVME 固态，显卡支持 CUDA 并行计算，性能 RTX 5060，显存 8G，屏幕 2.5K。	戴尔（中国）有限公司	
16	硬件维修套装	山东派蒙、PM06YS01F	硬件维修套装 1 套，包含 3D 打印机 1 台、硬件维修工具车 2 台、手电钻 2 台、小型工具盒 4 个及硬件存放架 4 个。 **16.1 3D 打印机** 16.1.1 3D 打印机，为桌面级，支持 340×320×340mm 打印尺寸，运动精度＜50μm 级别，10W 455nm 激光切割，支持 AI 检测，23 个传感器，3 个摄像头。 **16.2 硬件维修工具车** 16.2.1 硬件维修工具车，全车尺寸 680×458×945mm，抽屉 1/2 尺寸 570×410×38mm，抽屉 3/4 尺寸 570×410×60mm，下箱储物柜尺寸 680×458×450mm，净重 44KG。 **16.3 手电钻** 16.3.1 电池 21V，无刷电机，永磁全铜芯电机，11+2 挡扭矩调节，三元锂电池 **16.4 小型工具盒**	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			16.4.1 螺丝零件盒，刀片，美工刀，棘轮手柄，十字螺丝刀，一字螺丝刀，锯子，内六角，3 米卷尺，羊角锤，水泵钳，活动扳手，老虎钳，手电筒，尖嘴钳 **16.5 硬件存放架** 16.5.1 钢制结构，尺寸 1.5*0.5*1.8m，4 层。		
17	电路维修套装	山东派蒙、PM06PT01F	电路维修套装 1 套包含智能车充电电源 2 台、示波器 4 台、CAN 总线分析仪 4 台、电路焊接套装 4 套、焊接工作台 4 台、桌面式回流焊台 4 台、元器件收纳柜 2 个及工业台钻 1 台。 **17.1 智能车充电电源** 17.1.14300w，3.2 度电，磷酸铁锂电池，具有 0.01 秒 UPS，带配套充电器，整机重量≤27kg，390*255*360mm，质保 5000 次充电循环，采用拉杆设计，噪声≤25dB，支持 APP 控制。 **17.2 示波器** ：1、模拟通道：4 通道。2、带宽：200 MHz。3、最大实时采样率：2 GSa/s。4、最大存储深度：28 Mpts。5、波形捕获率：300,000 wfms/s。6、支持 36 种波形参数自动测量。7、支持 FFT、加、减、乘、除、数字滤波等波形运算功能。8、配备 7 英寸液晶显示屏，分辨率 800×480。9、具备 USB、LAN 等通信接口，支持远程访问及控制。 **17.3CAN 总线分析仪** ：1、支持 CAN 2.0A、CAN 2.0B 协议，支持标准帧、扩展帧、数据帧及远程帧。2、CAN 通信波特率范围覆盖 10 Kbps～1 Mbps。3、配置 2 路独立 CAN 通道。4、采用 USB 接口通信及供电，支持 USB 2.0 或以上。5、CAN 接口具备电气隔离功能，隔离电压 2500 V。6、支持可切换或内置 120 Ω终端匹配电阻。7、支持 Windows 及 Linux 操作系统。8、配套 CAN 总线报文发送、接收、监控、记录及分析软件。 **17.4 电路焊接套装** ：1、配备满足汽车电子、电路板装调、焊接、检测及拆装使用的常用工具及耗材。2、包含恒温电烙铁、烙铁架、吸锡器、数字万用表、剥线钳、尖嘴钳、斜口钳、螺丝刀套装、镊子、美工刀、电笔、漆包线、松香、焊锡丝等。3、所有	山东派蒙机电技术有限公司	

序号	设备名称	品牌型号	技术规格	生产厂家	备注
			工具及耗材采用专用工具箱或工具包集中收纳。 **17.5 焊接工作台** ：1、桌面整体覆盖防静电胶皮，厚度 2 mm。2、台面板厚度 18 mm。3、桌架采用方钢结构，方钢截面尺寸 40×40 mm，壁厚 1.1 mm。4、金属表面采用静电喷涂或同等防锈、防腐处理工艺。5、配备防滑可调节承重脚杯，调节范围 20 mm。 **17.6 桌面式回流焊台** ：1、采用桌面式结构，满足小型 PCB 及电子元器件回流焊接使用。2、工作电压范围 DC 20～32 V。3、具备温度加热及回流焊接功能，适用于电子电路焊接、调试及实训教学。 **17.7 元器件收纳柜** 17.7.1130*22*65cm，100 抽元器件位置，2 个斗柜，配有常用型号电路元器件。 **17.8 工业台钻** 17.8.1 最大钻孔直径 6mm。2、主轴最大行程 65mm。3、主轴锥度 B10。4、主轴变速范围：1430/2800/5460r/min。5、电动机：250w。6、主轴变速级数：3 级。7、主轴箱（机头）可升降。配护目镜 5 个。		

附件 3：售后服务承诺书

我公司具有完整的售后服务网络并拥有较强的人员实力，为明确责任，针对本项目特作以下承诺：

所有硬件设备质保期 3 年，软件终身维护升级。质保期在仪器设备安装调试完毕并验收合格之日起计算。

1.对售出的产品提供良好的售后服务：

1.1 在质保期内，所有服务及配件全部免费（消耗品除外）。

1.2 在质保期内提供免费上门维修服务，并进行终身维护；在设备寿命期内以不高于投标价格的价格保证备品备件并长期提供技术咨询服务。

1.3 质保期外，为确保仪器的正常运转，供应方提供终身维修服务，如产生服务费用，由买卖双方协商质保期外维护费用，厂家保证最低价格提供服务。

1.4 供方承诺在本项目竣工验收合格前，免费向甲方交付微缩智能车套装 1 套，作为项目备件。备件与本项目微缩智能车套件同型号、同配置，所有权自交付完成时转移至甲方。备件专用于本项目微缩智能车套件在全生命周期内突发故障时应急使用，保障教学工作连续开展。若供方未按约定时间、规格交付备件，属于供方履约违约，甲方有权依据合同约定追究供方全部违约责任。

1.5 供方承诺所供应产品，需要购买配套耗材及配件时，供货方终身为采购方提供不高于当时市场价格的配套耗材及配件。

1.6 制造商及供应商的技术代表在现场免费进行安装调试该系统，确保仪器技术指标验收合格，提交安装完毕的证明；并负责在现场或培训基地培训买方的技术人员、操作和维护人员。

1.7 免费质保期内接到维修服务请求后，30 分钟内做出答应进行电话指导网上诊断排除故障,24 小时内上门服务并长期跟踪服务；如需供方增派技术人员，则应在 24 小时内（不计路途时间）派出专门维修人员到现场维修。如不能及时解决实际工作中出现的问题，提供备用设备直到完全修复。

1.7 生产厂商具有完备的售后服务和技术支持。

1.8 全国免费服务热线，7*8 小时在线服务，指导操作，诊断故障，排除故障。

1.9 供方承诺所供应产品，需要购买配套耗材及配件时，供货方终身为采购方提供不高于当时市场价格的配套耗材及配件，保证零配件等耗材供应及时。