

黄河水利职业技术大学政府采购项目

合同书

(合同年度编号: 2026-035)

项 目 名 称 :	黄河水利职业技术大学双高工程新能源汽车专业群实训基地建设项目
项目资金来源:	新能源汽车技术专业群——新能源汽车专业群实训基地建设——双高工程新能源汽车专业群实训基地建设项目
项目方案核准编号:	发规(2026年第1号)(2026年2月14日)
项目招标编号:	豫财磋商采购-2026-396
采购单位(甲方):	黄河水利职业技术大学
供货单位(乙方):	河南奇测电子科技有限公司
合同签订时间:	2026年7月10日



项目采购合同书

采购单位（甲方）：黄河水利职业技术学院

供货单位（乙方）：河南奇测电子科技有限公司

根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国政府采购法实施条例》、《中华人民共和国民法典》等相关法律法规、规范性文件以及黄河水利职业技术学院双高工程新能源汽车专业群实训基地建设项目的招标磋商文件、投标响应文件、中标（成交）通知书等文件的相关内容，甲乙双方经平等协商，就该项目的有关事项达成如下协议，以资共同遵守。

一、货物一览表（单位：元）

序号	货物名称	规格型号	数量	单价	金额	生产厂商	备注
1	新能源汽车虚拟故障诊断和数字化资源系统	B-RX10104	1	180,000.00	180,000.00	深圳风向标教育资源股份有限公司	/
2	混动汽车虚拟故障诊断和数字化资源系统	B-RX10112	1	170,000.00	170,000.00	深圳风向标教育资源股份有限公司	/
3	整车运行展示平台	B-X2026-003B-00B	1	330,000.00	330,000.00	深圳风向标教育资源股份有限公司	/
4	整车故障检测与连接平台	B-X2026-002C-21	1	182,000.00	182,000.00	深圳风向标教育资源股份有限公司	/
5	理实一体化教学移动平台	N-CQ-02	1	89,000.00	89,000.00	重庆云方科技有限公司	/
6	新能源汽车三电系统教学实验平台	FXB-YBK-22010	2	137,000.00	274,000.00	深圳风向标教育资源股份有限公司	/
7	新能源一体化集成量具解决方案	FXB-7401H	2	24,500.00	49,000.00	深圳风向标教育资源股份有限公司	/
8	柜式空调	RF28WPd/BNa	8	24,000.00	192,000.00	珠海格力电器股份有限公司	/
合计（人民币）大写：壹佰肆拾陆万陆仟元整						¥：1,466,000.00	
备注：1.本项目采用竞争性磋商方式招标，合同价为最终报价； 2.合同总价包括货物及配套货物的设计、制造、包装、运输、保险、安装调试、验收、培训、技术服务（包括技术资料、工具、图纸等的提供）及保修期内保修服务与备品备件发生的所有含税费用。							

二、交付期限及要求

2.1 交货期限：甲乙双方签订合同后，乙方负责在合同签订后 45 日历天内供货安装并调试完毕内完成项目所有设备的到货及安装调试和必要的技术培训等工作。

2.2 交货地点：甲方指定交货地点。



2.3 交货要求：涉及到货物设备的参数、运送等问题请提前与甲方联系并确认；到货初验和安装调试验收时乙方必须有技术人员到场，否则出现货物缺少或丢失，甲方接收单位不承担任何责任。乙方保证其提供的货物的全部及部分，均不存在任何侵犯第三方知识产权的情形。否则，乙方应向甲方承担违约责任及赔偿由此给甲方造成的名誉及经济损失。

三、货物测试与验收

3.1 货物安装调试完成并移交所有相关资料、工具后，在5个工作日内由甲、乙双方共同进行验收。验收合格后双方签订验收报告书，验收报告书一式三份，甲方二份，乙方一份。有大型贵重仪器的，另行签订大型贵重仪器设备验收报告书。大型贵重仪器设备验收报告书，一式四份，甲方三份，乙方一份。

3.2 乙方交付的货物及包装应同时满足国家法律法规和规范性文件对货物的质量要求、甲方招标文件对货物的质量要求、乙方在投标文件中或其他对货物质量、包装作出的书面承诺、声明或保证。上述质量要求作为甲方对乙方货物质量的验收依据。

3.3 验收时如发现所交付的货物有短装、次品、损坏或其它不符合本合同规定之情形者，由甲乙双方签署备忘录。此现场记录或备忘录可用作补充、缺失和更换损坏部件的有效证据。

3.4 货物在运输和安装调试过程中发生短缺、损坏，乙方应及时安排换装，所需费用由乙方承担，导致逾期交付的，由乙方承担相关的违约责任。

3.5 乙方交货时应将所供货物经国家有关部门颁发的货物鉴定证书、使用许可证、用户手册、产品合格证、保修手册、有关图纸、资料及配件、随机工具等一并交付给甲方。乙方为执行本合同而提供的技术资料、软件的使用权归甲方所有。乙方不能完整交付设备及本合同规定的资料和工具的，视为未按合同约定交货，乙方必须负责补齐。因此导致逾期交付的，由乙方承担相关的违约责任。

3.6 货物到达交货地点之前的所有保险费用和派往甲方进行服务人员的人身险和其他有关险种，以及有关费用由乙方负责。

3.7 乙方货物不符合技术质量要求，致使不能实现合同目的且乙方又提不出合理的解决方案，甲方可拒收货物或解除合同。甲方拒收货物或者解除合同的，标的物毁损、丢失的风险由乙方承担。

3.8 甲乙双方在验收结果有争议时，由甲方邀请其他具有检测资质的检测机构（下称第三方检测机构）进行检测，如果第三方检测机构检测后认定质量合格且符合招标文件和对方投标文件相关要求及承诺，则第三方检测所发生费用由甲方负担；如果第三方检测机构检测后认定争议货物质量不合格或达不到招投标文件承诺及要求，则第三方检测所发生费用由乙方负担，并且后续再次检测所有第三方检测的费用均由乙方负责，乙方承担因质量不合格对甲方造成的一切损失和承担一切后果，同时甲方有权终止合同。

四、质量保证及售后服务

4.1 乙方保证货物是通过合法渠道进货、全新且未使用过的，所有权没有瑕疵的（即不存在资产抵押或其他可能影响货物所有权的事宜），其质量、规格及技术特征要符合国家法律法规和规范性文件对货物的质量要求及本合同及合同所附资料的要求。

4.2 乙方所提供的所有设备免费保修 3 年（保修期内提供免费上门保修服务，提供



终身维护)。有特殊要求的以厂家三包条件为准,由乙方提供或承诺延长保修期的由乙方提供保修。保修期以外所有设备免费保修(只收取材料费、人工成本费)。

4.3 所有货物保修服务方式均为乙方上门保修,即由乙方派员到甲方货物使用现场维修,由此产生的一切费用均由乙方承担。

4.4 乙方应于验收后向使用方提供项目各项详细验收报告、技术文档的归纳、整理、提交,并提供完整的技术资料。

4.5 进口设备在办理货款支付前,需提供“海关进出口货物征免税证明”等相关报关手续证明,并且提供翻译后的中文说明书。

4.6 乙方为甲方免费提供操作及维护培训,主要内容为设备的基本结构、性能、主要部件的构造及原理,日常使用操作、保养与管理,常见故障的排除,紧急情况的处理等,培训地点主要在货物安装现场或按甲乙双方协商安排。

4.7 其他售后服务要求,均按照乙方投标文件中有关承诺执行。

五、付款方式

5.1 在项目安装、调试、培训等验收合格后 15 个工作日内支付至合同总金额的 100%。由甲方项目负责部门凭中标通知书、合同、乙方开具的增值税专用发票、验收报告等凭证办理付款手续。乙方未向甲方开具符合甲方要求票据的,甲方有权拒绝向乙方付款。

5.2 本合同款项由财政部门国库集中支付以银行转账方式支付,合同与发票上乙方银行开户和账号等信息须完全一致,请乙方认真核对有关支付信息。

六、索赔、违约金

6.1 乙方在参与本项目采购活动过程中如存在提供虚假承诺、证明、串通投标等违法违规行为,除承担相应的行政责任外,甲方有权解除合同,并要求乙方承担合同总金额 **30%** 的违约金,违约金不足以赔偿甲方损失的,甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

6.2 若乙方不能按期交付设备的,乙方应向甲方支付违约金。违约金为每延期壹周支付延误部分设备金额的 **0.5%**。延期不足壹周的按照壹周计算。支付违约金后,乙方仍对以上提及的合同产品和技术文档有继续交货的义务。乙方逾期 30 天不能交付的,按不能交付处理,乙方向甲方另行支付合同金额 **10%** 的违约金,同时甲方有权解除合同。

6.3 乙方交付的货物不符合质量约定或乙方未履行相应的质量保证责任及售后服务义务、或存在侵权行为的,甲方有权退货,并要求乙方支付合同总金额 **20%** 的违约金,违约金不足以赔偿甲方损失的,甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

6.4 若甲方无正当理由而拒收货物,甲方应向乙方偿付拒收设备款额 **1%** 的违约金。

6.5 如甲方未能按照合同如期付款,则应向乙方支付逾期违约金。违约金为每延期壹周支付延误部分金额的 **0.5%** 的违约金。延期不足壹周按照壹周计算。支付违约金后,甲方仍必须继续按合同履行付款义务

七、不可抗力

7.1 不可抗力是指不能预见、不能避免并不能克服的客观情况。

7.2 任何一方由于不可抗力而影响合同义务履行时,可根据不可抗力的影响程度和范围





延迟或免除履行部分或全部合同义务。但是受不可抗力影响的一方应尽量减小不可抗力引起的延误或其他不利影响，并在不可抗力影响消除后，立即通知对方。任何一方不得因不可抗力造成的延迟而要求调整合同价格。

7.3 受到不可抗力影响的一方应在不可抗力事件发生后2周内（含本数），取得有关部门关于发生不可抗力事件的证明文件，并以书面形式提交另一方确认。否则，无权以不可抗力为由要求减轻或免除合同责任。

7.4 进口货物由于出口国限制出口导致不能供货、政策变化等原因导致本采购项目不能继续实施，不属于不可抗力范围。

八、争议的解决

8.1 合同履行过程中发生争议时，双方本着真诚合作的精神，通过友好协商解决。

8.2 若执行本合同的过程中发生纠纷，双方当事人应当及时协商解决；协商不成时，则提交甲方所在地仲裁委员会仲裁或甲方所在地人民法院提起诉讼。

8.3 在仲裁或诉讼期间，合同中未涉及争议部分的条款仍须履行。

8.4 因一方违约导致本合同解除的，守约方为主张权益引发诉讼产生的诉讼费用（包括但不限于：律师费、诉讼费、保全费、鉴定费、翻译费等全部费用损失）由违约方承担。

九、合同构成及保存

9.1 本项目的招标磋商文件、投标响应文件、报价文件、中标通知书、补充协议、会议纪要、甲乙双方商定的其他文件等均为本合同不可分割之部分。解释的顺序除特别说明外，以文件生成时间在后的为准。

9.2 本合同所列货物的技术规格、技术要求及其他有关货物的特定信息由合同附件说明。

9.3 本合同正本一式陆份，甲方肆份，乙方壹份，乙方开户银行壹份。合同自双方法人代表或授权代表或项目负责人签字并加盖合同专用章或公章之日起生效。本合同签订的甲乙双方地址是甲乙双方认可的有效通讯地址，如有争议引发诉讼，该地址将作为法院文书送达地址。

十、其他

10.1 除甲方事先书面同意外，乙方不得部分或全部转让其应履行的合同项下义务。合同履行期间，发生特殊情况时，任何一方需变更本合同的，要求变更一方应及时书面通知对方，征得对方同意后，双方签订书面变更协议，该协议将成为合同不可分割的部分。未经双方签署书面文件，任何一方无权变更本合同，否则，由此造成对方的经济损失，由责任方承担。

10.2 货物的技术规格、性能指标、培训计划及售后服务方案等以招投标文件为依据。本合同中未尽事宜，由双方协商处理或另行签定补充协议，补充协议与本合同为不可分割的组成部分。





10.3 本合同附件: 货物技术参数表。

甲方: 黄河水利职业技术学院 (盖章)	乙方: 河南奇测电子科技有限公司 (盖章)
开户银行: 农行开封市东京支行	开户银行: 中国建设银行股份有限公司郑州桐南支行
开户账号: 16-106501040000945	开户账号: 4105 0167 2841 0000 0110
统一社会信用代码: 1241000041630557XM	统一社会信用代码: 91410102MA3XBMT90Y
单位地址: 开封市东京大道西段 1 号	单位地址: 郑州高新技术产业开发区莲花街 55 号 1 号楼 A 座 815、816 室
法定代表人 或委托代理人: 申浩	法定代表人: 沈鹏
项目负责人: 范龙	委托代理人: 沈鹏
项目联系人: 陈艳艳	供货联系人: 沈鹏
联系人电话: 13781189761	联系电话: 18236946960
日 期: 2026 年 7 月 10 日	日 期: 2026 年 7 月 10 日





附件 货物技术参数表

序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
1	新能源汽车虚拟故障诊断和数字化资源系统	一、产品说明 软件以新能源汽车整车诊断技术为基础开发，主要包括高压模块、低压模块、传感器和执行器控制电路讲解，故障维修训练、考核等。教师使用本软件可以进行故障诊断实训示范课，学生使用本软件可以进行故障诊断实训工艺课。 二、功能说明 1. 系统采用 C/S 架构，网络版，可多台电脑同时使用。 2. 软件采用先进的纯三维引擎交互技术，可以 360 度旋转、缩放和平移。 3. 软件依托主流新能源汽车开发，对标车型参数如下：整车长宽高为 4795mm×1837mm×1515mm，轴距 2718mm；动力总成配置 100kW 永磁驱动电机，搭载 48kWh 与 57.6kWh 两款磷酸铁锂刀片电池，车辆标配智驾方案，具备 L2 + 高阶辅助驾驶能力。 4. 软件具有后台管理软件和前台操作软件。 5. 软件主要通过模拟车辆整车故障设置及诊断过程，支持教师进行示范教学，学生进行实训练习、考核。教师与学生可以及时交互评价，满足教学需求。 6. 软件能够以“教师”“学生”两种身份进行登录。 7. 教师使用本软件可以进行教学演示、管理班级学生信息、发布考核试题、查看成绩统计；学生使用本软件可进行实训练习和考核，并且查看个人信息。 8. 系统提供的各种模型应按照真实比例进行仿真建模，降低教学成本，提高学生的学习兴趣。 9. 软件以故障现象为任务驱动，故障设定灵活。可设置单一故障进行基础训练，也可设置组合故障进行强化训练，还可以进行随机选择故障进行实战考核。同时也可以故障元器件为任务驱动进行故障设定。 10. 采用“汽车动态数据模拟引擎”，可以根据用户在实训场景中对汽车的操作，车辆能实时反映基本状态、故障现象和故障数据。 11. 视角导航含有最佳视角的功能，点击名称可以直接定位到对应部件最佳视角位置。视角控制可进行旋转观察及拉近拉远，视角切换时，先到整体视角，再到器件局部视角，贴近实际查找器件的方式。 12. 实训车间场景可实时通过鼠标与场景进行交互操作，系统针对整车故障与排除的标准流程进行操作，安装座椅四件套、安装翼子板布/前格栅布、安装车轮挡块、安装举升垫块、举升机操作、连接诊断仪器、读取故障码、清除故障码、确认故障症状及安装状态检查、电路测量、故障点确认和排除。 13. 多种故障诊断检测设备，包含万用表、诊断仪、示波器等多种检测设备；万用表能够进行电压、电阻和导通性检测；故障诊断仪能够读取故障码、清除故障码、读取数据流；示波器能读取当前端子之间的波形、支持单通道和双通道测量等。 14. 仪表板能够显示各种指示灯状态、警示灯信息，若无故障或故障被修复，则仪表板也会恢复正常，无任何警告灯或警告信息。 15. 软件中自带维修工单，方便学生在排故过程中进行记录；训练或考核结束后有结果单，会记录所有的操作过程，如果操作有误会提示正确答案。 16. 举升机操作功能，通过对举升机“升”和“降”的操作可以控制车辆的举升状态，能够对汽车底盘进行相关的操作。 17. 示波器功能：采用双通道设计，可单独使用一个通道测量波形，也可使用双通道测量波形，波形为动态变化，最大限度贴近实际使用方法。 18. 诊断仪功能：参考主机厂的设计，在系统模块下读取故障码、清除故障码、读取





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		数据流等操作。 19. 诊断规范：参考技能大赛要求，设置有诊断规范；含检修规范、诊断仪使用规范，万用表使用规范、示波器使用规范等，系统能自动判断是否正确操作。 20. 学生的技能考核项目可以由教师通过前台和后台管理设置相关条件（考试名称、考试时间、参考人员、考核项目等）来创建，符合条件的学生可以进入相应的考核进行考试。 21. 提示：系统在训练模式的时候操作到一些关键零部件的时候会有重点难点的提示，提示框内容有图文、视频等方式，方便使用者诊断与分析。 22. 功能检查：用户根据实训场景对车辆功能开关的操作，车辆能真实反应基本工况、故障状态、数据变化等；这些操作包含车灯开关、车窗玻璃升降开关、后视镜开关等，可视化检查和分析车辆功能是否正常。 23. 系统设置：对使用者权限进行管理和设置。▲车窗升降控制：通过二级菜单展示车窗升降控制开关列表，包含一键上升、一键下降、手动上升、手动下降；系统会根据开关状态的不同呈现不同电压、电阻数据；使用者可使用诊断工具如万用表测量并记录数据。 智能 AI：支持对话问答、智能引导和评估功能，实训结束后能生成评估报告，自动定位错误操作，分析原因，提出个性化改进建议。 三、内容说明 1. 教学设计：根据教学需求分为三种模式，分别为教学模式、训练模式、考核模式。其中教学模式主要是用于教师进行课堂教学使用，训练模式是用于学生进行技能训练，考核模式是用于对学生进行考核评价。 2. 教学模式 2.1 教学任务选择：在教学模式中，教师可选择教学任务进行教学。 2.2 控制电路：控制电路为教学模式的核心功能之一，以各器件的控制电路为基础，在电路可以分析控制原理和设置故障。设置故障后诊断车的仪表盘、声音，以及各种电路数据均为此故障的现象，教师可切换至车辆上进行故障现象验证、数据测量分析讲解等，通过交互推断诊断车的故障点；当控制电路设置为正常时，诊断车也恢复正常，教师可测量正常数据进行对比分析。 2.3 视角切换：在电路图中的器件均可以实现快速的视角切换，仅需点击即可快速到达相应器件的视角；也可通过左侧列表的视角导航进行视角切换。 2.4 教学课件：以教学任务所选的器件为单位，按照故障诊断的排除思路，采用电路分解和案例分析逐步进行排除思路的分析，帮助教师完成故障诊断思路的教学和演示。 2.5 维修手册：配置厂家的维修资料，可直接连接到当前的器件对应页码。 3. 训练模式 3.1 训练任务：可以设置一个或同时设置多个故障进行训练。 3.2 作业准备及收尾工作：作业准备中会提示需要做哪些工作，完成后会提示当前步骤已完成。其中油液液位的检查需要先交互和查看实际部件然后在工单上记录正常与否。 3.3 视角切换：视角切换需要按照实际操作流程进行，也可关闭此功能实现快速切换。如当前在车外需要查看油门深度传感器，会提示需要打开车门，打开车门才会继续切换到目标器件视角。 3.4 诊断资料：提供维修手册和故障诊断流程指导手册。以流程指导的方式帮助学生完成故障诊断排除的学习及思路的培养。 3.5 提示性维修记录工单：按照故障诊断流程，采用六步诊断方式，分解故障诊断排除的流程，进行数据记录和填写，帮助学生更好地理解每一步的作业内容及原因。



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		3.6 端子标注：以插接件端子图片标示端子号，配置端子定义，能快速查看端子信息，便于测量和诊断分析。 3.7 训练结果：按工单的操作流程，所有操作及数据都有记录，并判定正确与否，若错误会提示正确答案。 4. 考核模式 4.1 考核任务：可以设置一个或同时设置多个故障进行考核。 4.2 作业准备及收尾工作：作业准备和收尾工作将不再提示需要做哪些工作，只有做过后才会有记录已完成。 4.3 诊断资料：仅提供维修手册，不再提供诊断流程指导手册。 4.4 提示性维修记录工单：按照故障诊断流程，分解故障诊断排除的流程，进行数据记录和填写；确定故障后需要排除故障，并记录修复方法。 4.5 考核得分：以提示性维修记录工单为主线流程，进行每一步的考核评价。 5. 教学内容 5.1 软件中含有实训项目包括：低压上电不正常、高压上电不正常、充电不正常、无法正常行驶、空调及热管理不正常等新能源整车的常见故障诊断为主线设计不同故障点；故障类型包含电路断路、短路、虚接、元件损坏等。 5.2 每个元器件包含多个故障点，每个故障点都有一个完整的排故流程，故障点总计 95 个。 (1) 动力电池故障检修。 (2) 驱动电机故障检修。 (3) 高压多合一通讯故障检修。 (4) 动力电池通讯故障检修。 (5) 交流充电故障检修。 (6) 直流充电故障检修。 (7) 油门深度传感器故障检修。 (8) 散热风扇控制故障检修。 (9) 空调压缩机故障检修。 (10) PTC 故障检修。 (11) 空调热管理集成模块检修。 (12) 前组合灯故障检修。 (13) 后组合灯故障检修。 (14) 车身网 CAN 故障检修。 (15) 前雨刮电机故障检修。 (16) 左侧车窗升降故障检修； (17) 轮速传感器故障检修。 (18) 后车身控制器故障检修。 (19) EPB 电机故障检修。 (20) 驻车开关故障检修。 (21) 换挡操作机构故障检修。 (22) 智驾模块故障检修。 6. 采用 2025 款或以后纯电动车型。 四、权限管理 1. 具有权限设置功能，可为教师分配多个权限组，每个权限组分配不同的模块使用权



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		限及班级管理权限，权限组中用户只能对具有管理权限的班级进行考核、实训管理。 2. 具有对班级添加、编辑、删除、查询等功能，可对班级名称及班级编辑进行查询。 3. 具有对教师账户添加、导入、编辑、删除等功能，并可批量设置教师权限组，支持对教师账户、教师姓名查询。 4. 具有对学生账户进行添加、批量导入、编辑、删除等。 5. 具有考核设置功能，支持自定义考试名称、故障点、考核开始时间及结束时间、考核限时。 6. 为便于考核信息管理、查询，正在考试及已过期考试状态具有不同的标识，且不可修改。未到考核开始时间前的考核信息可进行修改。 7. 具有学生实训记录、考核记录管理、查询功能。教师可查看管理班级的学生的实训、考核记录详情，其中包含操作记录、维修工单等。 8. 根据需要，打印实训/考核操作记录、维修工单。
2	混动汽车虚拟故障诊断和数字化资源系统	一、产品说明 该软件模拟混合动力汽车故障诊断及检修的操作过程；主要任务包括混动发动机、混动高压系统、整车控制系统、车身电气等整车常见故障诊断和排除。教师使用本软件可以进行混合动力汽车故障诊断实训示范课，学生使用本软件可以进行混合动力汽车故障诊断实训工艺课。 二、功能说明 1. 系统需采用 C/S 架构，网络版，可多台电脑同时使用。 2. 软件采用三维引擎交互技术，可以 360 度旋转、缩放和平移。 3. 软件主要通过模拟车辆整车故障设置及诊断过程，支持教师进行示范教学，学生进行实训练习、考核。教师与学生可以及时交互评价，满足教学需求。 4. 软件能够以“教师”、“学生”两种身份进行登录。 5. 教师使用本软件可以进行教学演示、管理班级学生信息、发布考核试题、查看成绩统计；学生使用本软件可进行实训练习和考核，并且查看个人信息。 6. 系统提供的各种模型应按照真实比例进行仿真建模，降低教学成本，提高学生的学习兴趣。 7. 软件以故障现象为任务驱动，故障设定灵活。可设置单一故障进行基础训练，也可设置组合故障进行强化训练，还可以进行随机选择故障进行实战考核。 8. 采用“汽车动态数据模拟引擎”，可以根据用户在实训场景中对汽车的操作，车辆能实时反映基本状态、故障现象和故障数据。 9. 视角导航含有最佳视角的功能，点击名称可以直接定位到对应部件最佳视角位置。视角控制可进行旋转观察及拉近拉远，视角切换时，先到整体视角，再到器件局部视角，贴近实际查找器件的方式。 10. 多种故障诊断检测设备，包含万用表、诊断仪、示波器等多种检测设备；万用表能够进行电压、电阻和导通性检测；故障诊断仪能够读取故障码、清除故障码、读取数据流；示波器能读取当前端子之间的波形、支持单通道和双通道测量等。 11. 仪表板能够显示各种指示灯状态、警示灯信息，若无故障或故障被修复，则仪表板也会恢复正常，无任何警告灯或警告信息。 12. 软件中自带维修工单，方便学生在排故过程中进行记录；训练或考核结束后有结果单，会记录所有的操作过程，如果操作有误会提示正确答案。 13. 举升机操作功能，通过对举升机“升”和“降”的操作可以控制车辆的举升状态，





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		能够对汽车底盘进行相关的操作。 14. 示波器功能：采用双通道设计，可单独使用一个通道测量波形，也可使用双通道测量波形，波形为动态变化。 15. 诊断仪功能：参考主机厂的设计，在系统模块下读取故障码、清除故障码、读取数据流等操作。 16. 诊断规范：参考技能大赛要求，设置有诊断规范；含检修规范、诊断仪使用规范，万用表使用规范、示波器使用规范等，系统能自动判断是否正确操作。 17. 提示：系统在训练模式的时候操作到一些关键零部件的时候会有重点难点的提示，提示框内容以图文等方式展示，方便使用者查看与分析。 18. 智能 AI：支持对话问答、智能引导和评估功能，实训结束后能生成评估报告，自动定位错误操作，分析原因，提出个性化改进建议。 19. 车窗升降控制：通过二级菜单展示车窗升降控制开关列表，包含一键上升、一键下降、手动上升、手动下降；系统会根据开关状态的不同呈现不同电压、电阻数据；使用者可使用诊断工具如万用表测量并记录数据。 20. 软件依托主流混合动力新能源汽车开发，对标车型参数如下：整车长宽高为 4780×1837×1515mm，轴距 2718mm；搭载 EHS 电混系统，1.5L 插混专用发动机搭配水冷永磁同步电机，电机峰值 120kW/210N·m，匹配 E-CVT 无级变速，搭载 25.28kWh 磷酸铁锂刀片电池，标配智驾系统。 三、内容说明 1. 系统根据教学设计要求分为三种模式，分别为教学模式、训练模式、考核模式，其中教学模式主要是用于教师进行课堂教学使用，训练模式是用于学生进行技能训练，考核模式是用于对学生进行考核评价。 2. 教学模式 2.1 教学任务选择：在教学模式中，教师可选择教学任务进行教学，包含混动发动机、混动电池包、车载电源、电控总成、整车控制器、车身电气等类别。 2.2 控制电路：控制电路为教学模式的核心功能之一，以各器件的控制电路为基础，在电路可以分析控制原理和设置故障。设置故障后诊断车的仪表盘、声音，以及各种电路数据均为此故障的现象，教师可切换至车辆上进行故障现象验证、数据测量分析讲解等，通过交互推断诊断车的故障点；当控制电路设置为正常时，诊断车也恢复正常，教师可测量正常数据进行对比分析。 2.3 视角切换：在电路图中的器件均可以实现快速的视角切换，仅需点击即可快速到达相应器件的视角；也可通过左侧列表的视角导航进行视角切换。 2.4 教学课件：以教学任务所选的器件为单位，按照故障诊断的排除思路，采用电路分解和案例分析逐步进行排除思路的分析，帮助教师完成故障诊断思路的教学和演示。 2.5 维修手册：配置厂家的维修资料，可直接连接到当前的器件对应页码。 3. 训练模式 3.1 训练任务：可以设置一个或同时设置多个故障进行训练。 3.2 诊断工具：根据故障诊断排除流程中的工具需要，提供万用表、诊断仪、示波器工具，可读取故障码和数据流等数据；其中示波器可实现双通道检测波形功能；设计有记录功能，可将数据流、电压、电阻值、波形等记录在维修工单，用作分析和判断的依据。 3.3 作业准备及收尾工作：作业准备中会提示需要做哪些工作，完成后会提示当前步骤已完成。其中油液液位的检查需要先交互和查看实际部件然后在工单上记录正常与否。 3.4 视角切换：视角切换需要按照实际操作流程进行，也可关闭此功能实现快速切换。





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		如当前在车外需要查看油门深度传感器，会提示需要打开车门，打开车门才会继续切换到目标器件视角。 3.5 诊断资料：提供维修手册和故障诊断流程指导手册。以流程指导的方式帮助学生完成故障诊断排除的学习及思路的培养。 3.6 提示性维修记录工单：按照故障诊断流程，采用六步诊断方式，分解故障诊断排除的流程，进行数据记录和填写，帮助学生更好地理解每一步的作业内容及原因。 3.7 端子标注：以插接件端子图片标示端子号，配置端子定义，能快速查看端子号，便于测量和诊断分析。 3.8 训练结果：按工单的操作流程，所有操作及数据都有记录，并判定正确与否，若错误会提示正确答案。 4. 考核模式 4.1 考核任务：可以设置一个或同时设置多个故障进行考核。 4.2 诊断工具：根据故障诊断排除流程中的工具需要，提供万用表、诊断仪、示波器工具，可读取故障码和数据流等数据，并将数值记录在工单中。 4.3 作业准备及收尾工作：作业准备和收尾工作将不再提示需要做哪些工作，只有做过后才会有记录已完成。 4.4 诊断资料：仅提供维修手册，不再提供诊断流程指导手册。 4.5 提示性维修记录工单：按照故障诊断流程，分解故障诊断排除的流程，进行数据记录和填写；确定故障后需要排除故障，并记录修复方法。 4.6 考核得分：以提示性维修记录工单为主线流程，进行每一步的考核评价。 5 教学内容 ▲5.1 软件中含有实训模块包括：混动发动机、混动电池包、车载电源、电控总成、整车控制器、车身电气等高压系统的常见故障为主线设计不同故障点，故障类型包含电路断路、短路、虚接、元件损坏等。 5.2 混动发动机系统涵盖常见故障元器件，每一个故障点都有一个完整的排查流程，故障点 10 个。 5.3 混动电池包系统涵盖常见故障元器件，每一个故障点都有一个完整的排查流程，故障点 10 个。 5.4 车载电源系统涵盖常见故障元器件，每一个故障点都有一个完整的排查流程，故障点 5 个。 5.5 电控总成系统涵盖常见故障元器件，每一个故障点都有一个完整的排查流程，故障点 10 个。 5.6 整车控制器系统涵盖常见故障元器件，每一个故障点都有一个完整的排查流程，故障点 10 个。 5.7 车身电气系统涵盖常见故障元器件，每一个故障点都有一个完整的排查流程，故障点 5 个。 6 为了理实一体化教学，本软件车型与产品序号 3 “整车运行展示平台” 相同。 四、权限管理 1. 具有权限设置功能，可为教师分配多个权限组，每个权限组分配不同的模块使用权限及班级管理权限，权限组中用户只能对具有管理权限的班级进行考核、实训管理。 2. 具有对班级添加、编辑、删除、查询等功能，可对班级名称及班级编辑进行查询。 3. 具有对教师账户添加、导入、编辑、删除等功能，并可批量设置教师权限组，支持对教师账户、教师姓名查询。



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		4. 具有对学生账户进行添加、批量导入、编辑、删除等。 5. 具有考核设置功能，支持自定义考试名称、故障点、考核开始时间及结束时间、考核限时，并可自主设置参考人员信息。 6. 为便于考核信息管理、查询，正在考试及已过期考试状态具有不同的标识，且不可修改。未到考核开始时间前的考核信息可进行修改。 7. 具有学生实训记录、考核记录管理、查询功能。教师可查看管理班级的学生的实训、考核记录详情，其中包含操作记录、维修工单等。 8. 根据需要，打印操作记录、维修工单。
3	整车运行展示平台	一、总体说明： 1. 选用插电混合动力轿车研制（车辆出厂日期 2026 年 3 月或以后）；在不改变原始汽车主体布局的情况下对其进行深度改装，并且所有车身外罩均被拆除；该产品的主体是原车部件，是基于对整车零部件的认知设计而成，清晰的展示混合动力轿车的核心结构。 真实的展示了发动机总成系统，高压电控多合一系统，电池总成系统，后车身控制系统，左车身控制系统，档位控制器，组合仪表，交流充电口，散热风扇，冷却水箱，电动压缩机，PTC 加热模块，空调蒸发箱，空调热管理集成模块，前悬架减震，后桥减震，车轮，转向管柱，齿轮齿条式方向机，油箱系统，电动助力转向器，电动助力控制模块，前后灯光系统，门锁系统，车窗系统，倒车雷达及影像系统主要零部件的布局；形象的表达了混合动力汽车三电系统的结构组成与工作原理充分展示出汽车各个零部件的全方位角度，使老师及学员对混合动力汽车的每个系统能够充分认知及了解。 二、功能说明 1. 各主要部件安装在平台上，在不改变原车布置位置情况下安装，既利于认识电池结构，同时严禁接触，保证安全学习；低压控制线和高压动力线均为原车件，长度增加，高压动力线为橙色，外加保护波纹管，连接处加警示标识，上电状况下严禁插拔任何高压动力线；使学员尽快认识动力电池零部件组成和连接关系。 2. 采用分布式电池管理系统，由 1 个电池管理控制器（BMC）和多个电池信息采集器（BIC）及 1 套动力电池采样线组成；电池管理控制器的主要功能有充放电管理、接触器控制、功率控制、电池异常状态报警和保护、SOC/SOH 计算、自检以及通讯功能等；电池信息采集器的主要功能有电池电压采样、温度采样、电池均衡、采样线异常检测等；动力电池采样线的主要功能是连接电池管理控制器和电池信息采集器，实现二者之间的通讯及信息交换。 3. 通过自制承载式车架，把前桥和后桥连接起来，四轮着地，所有部件按原车位置布置，配备主驾位座椅，坐在主驾位进行操控，可以实现换挡前进、倒退行驶等工况，空调系统能正常制冷和加热。一键控制，实训台联动，各系统之间联接方式与实车控制逻辑完全一致； 4. 平台前部与后部配备原车灯光总成系统，可满足车辆行驶试验过程需要的灯光功能，连接控制逻辑和原车一致，左右两边安装四车门，里面包括，门把手，门锁，车窗升降器，音响等，通过 10mm 透明亚克力支撑改造，和原车门锁功能一致。 5. 实训台安装国标交流充电口，交流充电口支持交流 220VAC/7KW 慢充，不支持 380V 交流充电；注意必须确保地线连接可靠； 6. 实训台外加紧急断电开关，紧急断电开关安装在仪表台左前方易操作部位，紧急情况下按下红色按钮，实训系统整个高压断电；保证教学过程安全； 7. 实训台前桥部安装发动机，高压多合一控制系统和热管理集成系统，下层为机械传





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		动系统，后桥部分定制车架连接，与实车安装位置相同，方便学员掌握纯电动整车核心部件连接控制关系； 8. 冷却风扇和水箱安装在台架前方，与实车位置相同，同时吹出热风不会对学员操作造成伤害； 9. 将原车所有部件，按原来的方式装配起来，组合仪表，档位操纵杆等，油门踏板和刹车踏板位于驾驶位，方便实训台架操作运行，操作方式和原车一致； 10. 配备 LED 氛围指示灯，打开实训系统电源即可同步点亮，电池高压线上配有电流流向灯；底盘部分增加氛围灯打光，可以更直观清晰地看到各个部件的连接结构； 11. 配套混合动力整车展示平台教学资源包软件 V1.0，采用实物与 3D 动画结合，讲述插电式混合动力整车控制原理。 三、技术参数说明 1. 实训台架总体外形尺寸 (mm)：4600*1800*1200 (长*宽*高) 2. 低压控制工作电源：DC12V 3. 动力电池类型：磷酸铁锂刀片电池 单体电池：3.2V 动力电池包容量：25.28KWh 完全充放电次数：2000 次 工作温度：-20° ~60° 4. 发动机系统： 最大功率转速 (KW/rpm)：70/6000 最大扭矩转速 (N.m/rpm)：126/4500 最大马力 (Ps)：101 排量 (L)：1.5 进气形式：自然吸气 配气机构：DOHC 5. 电机驱动系统： 前电机类型：永磁同步驱动电机 电机峰值功率：120KW 电机峰值扭矩：210N.m 冷却方式：水冷 变速箱：电动车单速变速箱 四、基本配置说明 发动机总成 1 套，磷酸铁锂动力电池组总成 1 套，橙色高压动力线 1 套，高压多合一 (含 DC/DC 转换器、车载充电器 OBC、高压配电箱 PDU、整车控制器 VCU、电机控制器等) 1 件，左车身控制器 1 件，后车身控制器 1 件，交流充电口 1 件，档位控制器 1 件，组合仪表，启动按钮，刹车踏板总成 1 件，电子油门踏板 1 件，驱动电机 1 件、减速器 1 件，传动轴 2 件，制动盘 4 件，冷却系统 1 套，IPB 制动系统 1 套，油箱 1 套，12V55AH 免维护蓄电池 1 件，车轮 4 件，后桥 1 套，前桥 1 套，转向系统 1 套，空调系统 1 套，灯光系统 1 套，车门系统 1 套，主驾座椅 1 套，橙色高压动力线 1 套，低压控制线 1 套，汽车专用钳形表 1 件，高压测电笔 1 件，自制车架 1 套等。 五、可完成实训项目： 1. 刀片动力电池系统高压结构认知； 2. 动力电池系统高压互锁功能结构认知；





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		3. 高压多合一控制系统的结构认知； 4. 驱动电机系统的结构认知； 5. 麦弗逊式减震器的结构认知； 6. 方向盘拆装及角度调整分析实训； 7. 转向助力系统的结构认知； 8. 轮胎拆装及动平衡实训； 9. 前轮前束角调整实训； 10. 后桥系统的结构认知； 11. 空调系统的结构认知； 12. 灯光系统的结构认知； 13. 车门系统的结构认知； 14. 发动机系统的结构认知。 六、配套本项目应标车型插电式混合动力轿车整车教学资源包课件，用于实操课堂教学，功能如下： 1. 该教学资源包以本项目应标车型插电式混合动力轿车为原型，将主流插电式混合动力汽车知识原理清晰展现，以 3D 动画、电路演示、拆装视频等方式讲述各个系统的结构、工作原理、电路原理，配套课后习题，组成该车型的教学资源包，用于老师课堂教学和课后做习题巩固所学知识。 2. 教学资源包内容 20 个模块，全面讲解本项目应标车型插电式混合动力轿车每个系统的结构和控制原理；含高压安全操作，整车结构展示，高压工作原理，动力电池包，高压配电箱，整车控制器，电池管理系统，集成双电机控制器（动力域控制器），EHS 电混系统，减速器总成，发动机电控系统，车载电源，充电系统，温控系统，转向系统，制动系统，防盗系统，组合仪表，车身域系统，CAN 总线等。 3. 高压安全操作通过动画的形式，从危险事例、操作准则、安全下电三大方面出发，讲解高压电的危险及正确操作办法，警醒学生注意安全。 4. 整车结构展示通过展示透视车辆的 3 个视图，全面展示插电式混合动力轿车内部构造，各个部件位置；点击零部件可弹出相关介绍，并可通过点击详解进入到模块教学，通过由总到分的教学，让学生将零部件与整车紧密的连接起来；含前视图，前视展开，后视展开等；视图可点击零部件 21 个，含冷凝器，压缩机，电动力总成，发动机，电子控制单元，前舱配电箱，制动盘，制动分泵，雨刮水壶，高温冷却水壶，制动液壶，低温冷却水壶，集成制动控制系统总成，电子加速踏板，转向助力总成，HVC 总成，动力电池包，整车控制器，车载充电机，油箱，交/直流充电口，碳罐，蓄电池等。 5. 高压工作原理：因为高压危险，不便于让学生直接拆解和测量，因此该模块浓缩了整车的高压部件与电路，将高压工作状态分为 8 种状态，通过动态电路图展示高压电工作路径与控制原理；含停止状态、预充过程、EV 工作状态、制动能量反馈、PTC、空调压缩机、交流充电、直流充电等。 6. 动力电池包 6.1. 简介：3 个部分，含安装位置，作用，参数等。 6.2. 结构：采用展开的方式详细介绍动力电池包内部结构，按层次展开的零部件 20 个，含防火隔热棉，低压插接口，高压插接口，冷媒入口，冷媒出口，冷排，BDU，刀片单体电池，线排，壳体，正极，负极，泄压阀，正极片，负极片，隔膜，电池管理系统控制器，直流充电接触器正，直流充电接触器负，高压绝缘检测模块等。 6.3. 技术对比：3 个部分，含 CTP、CTC、CTB 的优缺点





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		6.4. 磷酸铁锂电池：6 个部分，含优缺点，特性，电池对比，工作原理，针刺实验，制造工艺等。 6.5. 内部传感器：2 个部分，含接触器和温度传感器；接触器结构示意图以 3D 半解剖形式展示接触器内部结构，8 个零部件和项目，含线圈，动铁芯，芯轴，静磁极，释放弹簧，动接触片，静触点，电弧在磁场作用下被拉长等。 6.6. 工作原理：含 55KM 版本和 120KM 版本。 6.7. 电路：2 个状态，含停止状态和上电预充；以动态图形式展示动力电池包内部充电控制，8 个零部件，含预充接触器，预充电阻，保险丝，正极接触器，负极接触器，高压监控模块等，同时展示 BMS 接插口具体针脚定义 24 个。 6.8. 知识扩展：以视频加文字讲解形式展示弹匣电池和麒麟电池安全性能，视频总时长 3 分钟。 6.9. 接插件针脚：接插件 33 个针脚，具体针脚定义 22 个。 6.10. 练习题：选择题 6 个，含比该车动力电池包采用的是那种类型的电池，配电箱中包含哪些零部件，动力电池包温度传感器的作用是，预充电阻的作用是，动力电池包总电压和总电量等。 7. 高压配电箱 7.1. 位置：以整车 3D 半透明形式展示高压配电箱在整车具体位置。 7.2. 功能：含高压电能分配，充放电管理，系统保护，实时检测与通信等具体含义， 7.3. 内部组成：以 3D 图形式展示高压配电箱主要零部件组成，7 个零部件，含车载充电机接口，PTC 接口，减速器总成接口，PTC 保险，压缩机保险，车载充电机保险，交流充电口等。 7.4. 高压工作框架 8. 教学资源包基本配置：1 个 U 盘、1 个加密狗、1 个包装盒、1 本说明书；一般电脑插上 U 盘和加密狗，并安装好 U 盘里的加密狗驱动即可播放。
4	整车故障检测与连接平台	一、总体说明 该设备与本项目插电式混合动力“整车运行展示平台”配合使用；可实现实时检测与诊断原车、静态信号参数。可对控制单元主要线路进行断路、短路、虚接、交叉错接等故障，具备机械故障设置，可实现模块化实时检测与诊断原车发动机控制单元、多合一电控总成控制单元（含电机控制器、DC-DC、整车控制器、车载充电机，PDU）、电池包管理单元、左车身控制单元（门锁系统、智能钥匙系统、灯光系统、空调系统、右侧灯光系统、网关）等动静态信号参数。机械设置系统，采用镀金 U 型插头，设故方法可靠，及具备无线故障设置功能；单一故障点 330 路。 二、功能说明 1. 通过专用线束与整车连接，断开专用线束后整车功能完整，保持原车所有功能及线束完整性； 2. 整车结构完整，不破坏原车任意一条线束，各控制系统、传感器、执行器齐全，可正常运行； 3. 检测与设故通过专用插接器将控制信号接回原车控制单元，整车总设故点 330 个，插头与原车线束相同，连接线选用汽车专用电线，耐压 300V，确保整车电路信号正常；测量面板上绘制原车控制单元管脚并装有检测 2mm 镀金端子，直接在端子上测量模块系统实时信号，掌握不同控制单元参数变化规律； 4. 智能故障设置考核平台配备多功能一体机，可用于电子版维修资料及电路图查阅、



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		教学资源包、联网查阅资料等; 5. 故障设置区位于平台左前方, 采用推门故障设置机构设计内部安装机械与无线故障设置系统, 并配 2mm 专用对接线做短路等故障设置, 可对控制单元主要线路进行断路、短路、虚接、交叉错接等故障; 端子插头 9 排, 每排 40 个; 附件区安装可调电阻 2 套, 含 10KΩ 和 20KΩ。 6. 发动机控制单元教学实训系统, 可检测信号含点火信号, 节气门信号, 曲轴位置传感器信号, 凸轮轴位置传感器信号, 氧传感器信号, 碳罐电磁阀信号, 进气歧管压力温度信号, 爆震传感器信号, 发动机冷却液温度传感器信号等, 可对控制单元主要线路进行断路、短路、虚接等故障设置和诊断; 7. 多合一电控总成控制单元 (含电机控制器、DC-DC、整车控制器、车载充电机, PDU) 教学实训系统, 可检测信号含油门踏板、风扇控制、通信发电机旋变信号、驱动电机旋变信号、高压互锁信号、电机控制器通信、工作电源和地线等, 可对控制单元主要线路进行断路、短路、虚接等故障设置和诊断; 8. 电池包管理单元教学实训系统, 可检测信号含通信信号, 工作电源和地线等, 可对控制单元主要线路进行断路、短路、虚接等故障设置和诊断; 9. 左车身控制单元教学实训系统, 可检测信号含智能钥匙系统, 驻车辅助系统, 车门系统, 灯光系统, 网络, 空调系统, 可对控制单元主要线路进行断路、短路、虚接等故障设置和诊断; 10. 另配电子版原车维修手册和电路图及实训指导书, 指导故障设置和排除; 11. 检测面板采用 4mm 厚耐腐蚀、耐创击、耐污染、防火、防潮的高级铝塑板, 表面经特殊工艺喷涂底漆处理; 面板打印有永不褪色的彩色控制单元插头插座端子图; 并安装 2mm 镀金检测端子, 学员可通过对照原车电路图和原车实物, 测量和分析各控制系统的工作原理和信号传输过程。 12. 配备智能故障设置和考核系统, 通过 WAIFA 无线设故, 由教师设置故障, 学员分析并查找故障点, 掌握实车故障处理能力; 无线故障设置 16 个点, 分断路, 偶发等现象; 13. 配套嵌入式职业教育插电混动动力驱动系统交互软件 V1.0; 以三维动画讲解插电混合动力原车集成双电机控制器结构组成和控制原理。 三、基本配置说明 1. 专用对接线束 1 整套 (10 根); 2. 整车故障设置与检测平台 1 台 (1500*650*1740mm); 内台面尺寸 (纯面板部分): 1440*550mm 台面高 (纯木板上面): 800mm 检测教板框尺寸: 1500*870*100mm 3. 机械设故系统 1 套 (故障点 280 路); 4. 无线设故系统 1 套 (故障点 30 路); 5. 多功能触摸装置 1 套 (屏幕 27 英寸, 内存 16G, 硬盘 512G 固态硬盘); 6. 整车控制原理图教板 1 件 (925*620mm); 四、车辆技术参数说明 插电混合动力轿车; 车辆出厂 2026 年 3 月或以后; 1. 动力电池; 磷酸铁锂 (刀片) 功率型动力电池; 动力电池续航里程 210KM, 动力电池包总容量 25.28KWh; 由电池管理控制器 (BMC) 和电池信息采集器 (BIC) 及 1 套动力电池采样线组成; 动力电池采用脉冲自加热技术和直冷技术调节电池包温度;



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		2. 电机驱动系统: 电机类型: 永磁同步驱动电机 电机峰值功率: 120kW 电机峰值扭矩: 210N.m 冷却方式: 水冷 变速箱: 电子无级变速 (E-CVT) 发动机系统: 最大功率转速 (kW/rpm): 70/6000 最大扭矩转速 (N.m/rpm): 126/4500 最大马力 (Ps): 101 排量 (L): 1.5 进气形式: 自然吸气 配气机构: DOHC 3. 其它参数如下: 车体: 长: 4780mm; 宽: 1837mm; 高: 1515mm; : 慢充: 220V/7kW 交流慢充: 大于 8h 车门数: 4; 座位数: 5; 车体结构: 三厢轿车 转向助力: 电动助力 前制动类型: 通风盘 后制动类型: 盘式 手刹类型: 电子驻车制动 驱动方式: 前轮驱动 前悬挂类型: 麦弗逊式独立悬架 后悬挂类型: 纵臂扭转梁式非独立悬挂 五、可完成实训项目 1. 了解插电式混合动力轿车汽车的技术参数; 2. 熟悉各总成零部件的名称和功能; 3. 了解插电式混合动力轿车电控技术先进性; 4. 了解插电式混合动力轿车各总成之间的控制关系; 5. 熟悉插电式混合动力轿车控制模块的组成; 6. 了解插电式混合动力轿车电机控制器系统的结构和工作原理; 7. 掌握插电式混合动力轿车电机控制器系统的检测方法; 8. 了解插电式混合动力轿车发动机的结构和工作原理; 9. 掌握插电式混合动力轿车发动机电控系统的检测方法; 10. 了解插电式混合动力轿车充电系统结构和工作原理; 11. 掌握插电式混合动力轿车电池管理系统的工作原理及检测方法; 12. 了解插电式混合动力轿车智能钥匙的结构和工作原理; 13. 掌握插电式混合动力轿车智能钥匙的检测方法; 14. 了解插电式混合动力轿车加速踏板的结构和工作原理; 15. 掌握插电式混合动力轿车加速踏板的检测方法; 16. 了解插电式混合动力轿车空调系统的结构和工作原理; 17. 掌握插电式混合动力轿车空调系统的检测方法; 18. 了解插电式混合动力轿车交流车载慢充的结构和工作原理;



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		19. 掌握插电式混合动力轿车交流车载慢充的检测方法； 20. 了解插电式混合动力轿车整车控制器模块的结构和工作原理； 21. 掌握插电式混合动力轿车整车控制器模块的检测方法。
5	理实一体化教学移动平台	一、技术性能说明： 1. 系统采用 C/S 架构，图形化软件界面设计； 2. 符合标准 IP 协议，采用通用以太网网络传输音视频信号； 3. 教师控制端通过有线网络或无线网络一键画面强制投屏，画面延时小于 0.3 秒； 4. 系统实时监控实训主机 CPU、内存使用情况；在视频录制过程中实时显示视频文件录制大小； 5. 具备防止误删通道功能按键； 6. 为保证示教直播和录制画面流畅度，系统支持选择 5 种硬件解码格式，3 硬件编码格式； 7. 软件界面可视化显示服务端 IP 地址及当前日期和时间。 二、系统功能说明： 总体功能说明：系统满足实训教学过程中示范教学、对比教学、远程互动教学、直播教学、重难点批注、知识点打点、多路音视频录制、视频回看、教学素材可视化展示、实训测评、文件上传、集控管理、辅助教学工具等需求； 1. 示范教学： 1) 实现一键示教窗口强制直播，只需教师点击开始直播按键，被选定的单个或多个接收端通过有线或无线局域网络强制同步接收示教窗口画面，而非示教软件界面。接收端收看实训画面时，不需要打开浏览器、账号登录、以及其他形式的相关操作。 2) 在示范教学过程中，无需点击停止直播按键，教师端只需点击任意接收端或小组图标，即可让接收端或小组停止接收示教画面，再次点击图标即可让接收端或小组恢复接收示教画面。 3) 在示范教学过程中，接收端可通过点击窗口，输入账号密码退出实训画面，再次收看只需双击桌面图标；临时开机的接收端无需其他任何操作即可进入实训画面； 4) 在示范教学过程中，支持在示教窗口上，可对单个示教画面进行双指放大、双指缩小、单指平移、动态批注操作，接收端同步显示； 5) 系统具备展示桌面功能按键，示范教学过程中示教窗口和主机桌面可来回切换，切换时接收端画面同步显示，实现理实一体化教学； 6) 点击开始直播按键后，实时显示直播时间，精确到秒； 7) 直播画面分辨率，支持 4K (3840×3240) 分辨率，向下可兼容 4K (3840×2160)、2K (2560×1440)、1080P (1920×1080)、720P (1280×720) 等，画质级别可选。 2、对比教学： 1) 支持单画面、两画面、三画面、四画面、六画面、九画面、十六画面、二十五画面、三十六画面等固定画面布局，支持 4 画中画布局，支持自由画面布局场景，可创建 2 个相同布局或不同布局场景，场景名称支持自定义编辑，任意场景可添加不同背景图片，满足各种对比教学场景需要； 2) 在对比教学过程中，通过手势滑动通道信号源至示教窗口，能自主替换示教窗口中的任意画面；点击任意场景布局实现场景切换，示教窗口和接收端同步切换至对应场景布局画面； 3) 在对比教学过程中，双击示教窗口任意界面可实现窗口全屏放大，进行重点讲解，





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		实现对比分析教学,再次点击则返回原有布局: 4) 在自由布局场景中,支持聚合视频、文字、图片、网页、PPT、思维导图、远程桌面及摄像机画面,进行多层叠加,实现多画面组合,任意信号源均支持自由放大、缩小、移动、显示标题、全屏、上移一层、下移一层、清除、链接及查看属性等操作,示范教学过程中可随时调整聚合内容,接收端同步显示: 3、远程互动教学: 1) 支持示教窗口虚拟信号输出,图像可水平翻转,无需其他硬件设备即可接入腾讯会议、钉钉等第三方视频会议系统进行远程互动教学: 2) 支持跨网段信号传输,可将示教画面直播至校园网内任意接收端: 4、直播教学: 1) 支持同时推送4路RTMP或RTSP直播流向流媒体服务器,实现多平台内网或外网在线直播教学: 2) 支持局域网内网直播,无需向流媒体服务器推流,通过扫描主机二维码或输入主机地址即可实时观看示教画面: 5、重难点批注: 1) 示教窗口批注工具支持选择5种笔的颜色、3笔的粗细、2笔的类型,具有擦除及清屏等功能: 2) 在示教窗口和主机界面均可进行实时批注,批注内容可实时显示在接收端上: 3) 支持标准图形批注,支持线段、三角形、四边形、多边形、平行线、圆、角等批注工具: 6、知识点打点: 1) 支持示教过程中对重难点知识点打点记录,打点成功有文字提示,标记点同步保存在视频中: 2) 支持对任意视频进行打点编辑,标记点以列表形式呈现,可增加或删除标记点,对标记点添加文字描述: 3) 点击标记点,视频可快速跳转至标记点位置,展开重点讲解: 4) 打点视频播放倍速可调至4倍速: 5) 支持对任意操作画面进行标记录制,可以录制标记点前后10秒,录制成小段视频方便针对性讲解: 6) 支持对有标记点的视频打分,老师可根据实训评分标准对该视频进行手动打分: 7、多路音视频录制: 1) 具备一键录制示教窗口功能:音频可自由选择,支持单路、多路混合音频选择,支持监听、接收端静音和音频降噪等: 2) 支持暂停录制功能,在录制过程中可多次暂停录制,点击停止录制后形成一个视频文件: 3) 系统具备一键录制所有通道功能按键,点击该按键,所有通道开始录制,再次点击则全部停止录制,支持20路音视频信号源同时录制,形成标准MP4或MKV格式文件,以时间及视频信号源名称命名单独保存: 4) 任意摄像机通道可独立录制包含音频信号的视频文件,系统具备通道录制音频功能按键,打开后通道可录制摄像机音频,关闭后通道录制示教窗口跟随音频,形成标准MP4或MKV文件: 5) 录制画面分辨率,支持4K(3840×2160)分辨率,向下可兼容2K(2560×1440)、1080P(1920×1080)、720P(1280×720)等,画质级别可选:



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		8、视频回看: 1) 点击视频回看按键, 将所录制的实操视频拖拽至示教窗口, 即可实现视频回看, 且同步推送至接收端, 达到针对性教学和翻转教学目的; 2) 视频回看过程中, 点击视频画面即可暂停, 再次点击继续播放视频; 9、教学素材可视化展示: 1) 提供 10 通道信号源, 可自定义添加和删除通道, 每个通道均可可视化展示, 通道信号可加载摄像头、采集卡、高拍仪、媒体文件、网络串流、网络摄像机、MR 摄像机、远程桌面、远程桌面摄像头、网页、思维导图、PPT、Word、手机/平板摄像头、手机/平板桌面等信号接入; 2) 通过扫描二维码或输入主机 IP 地址, 可将 4 个手机或平板摄像头画面或屏幕画面同时加载至信号源通道, 单画面或多画面同步至接收端显示; 3) 提供网页展示功能, 可一键打开常用网页或资源平台, 自动添加至信号源通道, 单画面或多画面同步至接收端显示; 4) 具备电子白板功能, 电子白板背景可选择: 支持矩形、菱形、圆形、箭头、直线等工具; 书写笔 5 色可选, 可设置书写笔的透明度; 可插入文字和图片, 具备擦除工具; 电子白板可加载至信号源通道以单画面或多画面同步至接收端显示; 5) 具备思维导图功能, 支持无限制添加下级主题, 可删除和编辑主题; 支持思维样式和逻辑样式; 思维导图可加载至信号源通道以单画面或多画面同步至接收端显示; 6) 可加载桌面任意窗口至信号源通道, 支持 PPT、Word、网页等, 以单画面或多画面同步至接收端显示; 10、辅助教学工具: 1) 具备倒计时功能, 剩余时间低于 10 秒系统自动发出提示音, 且同步在接收端显示; 2) 具备计时器、聚光灯等辅助教学工具, 且同步在接收端显示; 3) 可实时发布字幕、标签及时间到接收端屏幕, 字幕可选择文字格式、大小、颜色、背景以及显示位置; 可任意拖动标签显示位置; 可添加实时时间, 时间显示文字可选择颜色、字体大小及位置, 支持视频录制; 4) 支持语音转文字功能, 通过采集麦克风声音, 将声音转换字幕实时显示在示教窗口, 也可以将没有字幕的视频文件声音, 实时转换字幕显示, 且支持录制在视频文件中; 5) 支持示教画面滤镜设置, 色彩调整, 支持对比度、亮度及饱和度调节; 图像风格调整, 10 种图像风格调节; 色键抠像, 支持蓝绿背景抠像; 支持阈值调节; 6) 支持一键截取示教画面, 截图保存为 JPEG 或 PNG 格式, 实时回放, 实现重难点讲解; 7) 通过点击云台摄像机画面, 控制云台转动, 框选云台摄像机画面控制摄像机变焦; 11、文件上传: 1) 任意教师控制端均可打开共享资源平台, 通过账号登录即可查看所有资源素材; 2) 所有上传资源可设置查看权限, 可查看文件所有者, 可设置为仅可读或可修改权限; 3) 所有上传资源可下载、重命名、删除或生成二维码分享给学生; 4) 根据资源共建的需求, 可自定义资源目录; 12、集控管理: 1) 可对接入系统的接收端进行自定义命名或删除, 可将接收端进行分组管理, 建立不同小组, 满足分小组教学场景; 2) 可对接收端的电脑实现远程开机、关机及重启功能;





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		一、实训示教推车 1、移动实训示教推车采用模块化设计,整体包括实训示教主机、特写摄像机、全景摄像机、多功能万向臂、把手、托板、箱体、移动底座以及万向轮,各模块之间可以方便地组合和拆卸,配置检修门,背部多点散热孔设计。 2、多功能万向臂,展开长度 1165mm,万向臂水平方向 540 度旋转(安装双臂支架时单侧万向臂水平方向 300 度旋转);第二关节可垂直角度 70 度任意悬停;第三关节可自由安装任意摄像头,水平方向 540 度旋转,垂直方向 180 度旋转,可自行调节承重,承重范围:0.5-2KG。 3、实训主机固定架可以承受 10kg,可进行俯仰 30 度、左右 90 度的摆动,可满足不同视角角度需要。 4、立柱使用内部中空设计,隐藏走线,双节组装式结构,接口处采用塑料连接件,整车身高度 1.93 米,采用防尘防滑磨砂喷塑。推车底盘采用金属结构,重心平衡且高承载力,4 组 4 寸超静音防缠绕医用级万向轮使得推车可以自由移动,每个轮子均配备刹车,增加推车的稳定性。 5、配置标准充电底座。 6、整车锂电池供电时不超过 19V 的低电压设计,配备电源控制开关,无需打开机柜,外部可一键控制设备电源开关。 7、移动实训示教推车支持一键强制直播 8 个接收端,接收端支持 2 种操作系统; 8、实操画面、视频画面和主机桌面一键切换,在主机桌面上实现对课件、音视频等文件进行批注、板书及录制。 9、移动实训示教推车支持实训任务清单下发功能,根据实训科目要求,可手动导入实训工单,支持自定义创建实训任务;小组端实时显示实操要求内容,并按照要求逐步录制对应实训操作视频。 10、移动实训示教推车具备一键录制通道功能按键,支持 20 路通道音视频信号源同步单独录制,形成 20 个标准 MP4 或 MKV 格式文件,以时间及视频信号源名称命名单独保存。录制视频后,小组或学生即可扫描二维码进行扫码带走。 11、移动实训示教推车具备投屏功能,支持 4 个手机或平板等设备摄像头或屏幕信号同时接入,通过二维码扫描或输入 IP 地址接入信号,同步传输移动设备音视频信号至接收端。 12、移动实训示教推车通过点击云台摄像机画面,控制云台转动,框选云台摄像机画面控制摄像机变焦。 13、移动实训示教推车可实现对接收端电脑远程开机、关机及重启。可对接入系统的接收端进行自定义命名或删除,可将接收端进行分组管理,建立不同小组,满足分小组教学场景; 14、锂电池充满电后,连续使用 12 小时,实训主机、特写摄像机、全景云台摄像机、音频系统以及锂电池在运行过程中,未出现画面中断、死机、黑屏、断电等现象。 15、移动实训示教推车电池组与控制系统分体式设计,取掉电池组,插市电推车整体可正常使用。 16、双路供电:当电池组电量过低时,避免在实训教学中意外断电,只需接入市电无缝切换至市电工作,同时向电池组充电,保证了使用的连续性及完整性。 17、配备电量显示模块,可实时查看 UPS 电量情况,低压报警值可根据需要自行设置,当电压低于该数值时,会发出报警,提醒及时充电,为了保证教学延续性,内置 14.6V20A 快速充电器。



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		18、在有线或无线网络环境下,选定的接收端可实现画面强制同屏,延时小于0.2秒,保证画面传输的实时性。示范教学过程中移动实训示教推车可单独选择任意接收端或小组,实现停止或接收示教画面。 19、移动实训示教推车控制系统输入接口DC12V*4、USB*4、DC19V*2、RJ*1、音频线插头*4,配备市电切换开关; 20、实训示教推车支持语音转文字功能,通过采集麦克风声音,将声音转换字幕实时显示在示教窗口,也可以将设备字幕的视频文件声音,实时转换字幕显示,且支持录制在视频文件中; 21、移动实训示教推车在自由市场场景中,支持聚合视频、文字、图片、网页、PPT、思维导图、远程桌面及摄像头画面,进行多层叠加,结合虚拟背景图像,实现多画面组合,示教过程中可随时调整聚合内容,接收端同步显示; 22、移动实训示教推车为保证示教直播和录制画面流畅度,系统支持选择5种硬件解码格式,3种硬件编码格式; 23、移动实训示教推车在示范教学过程中,支持在示教窗口上,可对单个示教画面进行双指放大、双指缩小、单指平移、动态批注操作,接收端同步显示; 24、移动实训示教推车支持同时推送4路RTMP或RTSP直播流向流媒体服务器,实现多平台内网或外网在线直播教学; 25、移动实训示教推车示教窗口批注工具支持选择5种笔的颜色、3种笔的粗细、2种笔的类型,具有擦除及清除等功能;支持标准图形批注、线段、三角形、四边形、多边形、平行线、圆、角等批注工具; 26、移动端对移动实训示教推车反向投影、批注、控制,移动端平板摄像头画面可实时同步到实训主机、接收端、小组端屏幕上。 二、实训主机 1、23.8寸电容触摸屏,采用超窄边框设计,屏幕分辨率1080P; 2、CPU:17十代处理器及以上,双通道32G内存,硬盘:512G固态,千兆网卡,支持WiFi6,3W低音喇叭; 3、按下推车电源控制按键后主机自动启动,无需其他操作即可进入示教软件界面; 4、根据不同老师或场景的教学需要,屏体可左右90度,上下30度调节; 5、接口数量:HDMI接口1,RJ45接口1,USB接口6,3.5音频接口2,DC口1; 三、4K特写摄像机 1、1/2.8英寸高品质4K CMOS传感器; 2、有效像素:828万,图像比例:16:9; 3、支持HDMI、SDI、有线LAN视频输出,SDI支持在1080P60格式下传输100米; 4、镜头焦距:$f=3.9\sim46.8\text{mm}$,12倍光学变焦,视角范围7.42°(窄角)78.58°(广角); 5、视频格式:最高支持3840*2160P30/25/29.97、向下兼容1080P60/50/30/25/59.94/29.97、720P60/50/59.94fps; 6、光圈系数:F1.6(W)-F2.4(T),最低照度:0.5Lux(F1.8,AGC ON); 7、采用先进的2D、3D降噪技术,进一步降低了噪声,同时又能确保图像清晰度,图像信噪比50dB; 8、支持手动/自动/一键白平衡/指定色温,自动/手动曝光调节,自动/手动/一键聚焦,支持TOF激光测距模块,辅助聚焦; 9、网络协议:支持ONVIF、GB/T28181、RTSP、RTMP协议;支持网络全命令VISCA控



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		制协议,支持远程升级、远程重启、远程复位; 10、图像码流:支持双码流输出; 11、网络接口:100M网口(10/100BASE-TX),支持PoE供电,支持音视频输出; 12、机身面板:有变倍放大、变倍减小、亮度+、亮度-、画面冻结、一键对焦、菜单等按键,方便实训过程中快速切换; 13、视频输出接口:HDMI1,SDI1,LAN1,音频输入接口:Line IN1; 14、视频压缩标准:支持H.265/H.264视频压缩,支持高达3840*2160分辨率30帧/秒压缩。 四、全景跟踪云台摄像机 1、高品质CMOS传感器,有效像素207万,最大分辨率达1920*1080,输出帧率最高达P60帧,水平亮度分解力1000; 2、支持HDMI、SDI、USB3.0、有线LAN音视频同时输出,LAN接口支持POE供电、USB3.0支持双码流SDI支持在1080P60格式下传输100米; 3、光学镜头镜头20倍,10倍电子变倍,水平广角视角56°; 4、视频格式:1080P60/50/30/25/59.94/29.97;720P60/50/59.94/; 5、支持双声道3.5mm线性输入,支持8000、16000、32000、44100、48000采样频率,支持AAC、MP3、G.711A音频编码; 6、内置重力感应器,支持云台自动翻转功能; 7、水平转动范围:±170°。俯仰转动范围:-30°+90°; 8、水平控制速度:0.1-100°/秒;俯仰控制速度:0.1-45°/秒 9、预置位数量:255个预置位,遥控器可优先设置10个预设位并且可任意更改摄像机断电重启的初始位置; 10、控制信号接口和协议:RS232、RS485;VISCA、Pelco-D、Pelco-P协议; 11、支持ONVIF、GB/T28181、RTSP、RTMP协议;支持RTMP推送模式,轻松链接流媒体服务器(Wowza、FMS);支持RTP组播模式,支持网络全命令VISCA控制协议,支持远程升级、远程重启、远程复位; 12、图像码流:支持双码流输出; 13、支持自动/手动白平衡调节,自动/手动曝光调节(光圈、快门),自动/手动聚焦调节,宽动态功能; 14、采用先进的2D、3D降噪技术,进一步降低了噪声,同时又能确保图像清晰度,图像信噪比55dB; 15、支持AI人形跟踪,内置高速处理器以及采用独家先进的图像处理和分析算法,用户可根据使用环境,选择实时跟踪与区域跟踪 16、可以根据所使用的环境条件,选择红外遥控器或2.4G无线遥控器,且2.4G无线遥控器不受角度、距离、红外干扰影响,支持遥控器信号透传功能; 五、麦克风 1、音频频率响应:30Hz-18KHz; 2、麦克风规格:电容式全指向; 3、无线发射功率:<10mW; 4、信噪比:>96dB; 5、接收距离:>40m; 6、无线信号范围:625-650MHz 六、路由器





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		1、WLAN/LAN千兆网口4; 2、全新WiFi6芯片,4颗高功率独立FEM,一键增强信号,WiFi6天线4; 3、160Mhz超大频宽,支持IPv6; 4、路由/AP/无线中继,三种模式灵活切换; 七、锂电池 1、标称容量:84AH; 2、显示屏:1.8"显示电量/电压/温度/; 3、标称电压:12.8V; 4、最大充电电压:14.6±0.15V; 5、放电终止电压:10.0±0.15V; 6、充放电过程中电芯的环境温度:充电时:0~45℃;放电时:-15~65℃; 7、电源控制系统接口:USB4、DC5.5*2.5mm5; 8、开关控制线接头:6芯,防呆航插; 9、电池控制线接头:6芯,防呆航插; 10、续航时长:12小时; 11、循环充电:2000次; 12、保护:过充保护、过放保护、过流保护、短路保护、温度保护; 13、电池组与控制系统分体式设计。 八、控制系统 1、电源控制系统接口:USB5V输出口4个、19V输出口2个、12V输出口4个、AC输入口1个,4口DC转换器1个; 2、内置14.6V20A快速充电模块; 3、为保证系统稳定性,具备1个散热风扇; 4、接入市电后可独立使用,且具备市电切换开关; 九、交换机 1、5个10/100/1000M自适应网络端口; 2、支持即插即用,端口自动翻转; 3、支持全双工和背压式半双工流控;
6	新能源汽车三电系统教学实验平台	一、产品说明 1. 选用51.2V动力电池系统供电,由16个3.2V/20AH磷酸铁锂动力电池串联组装,电池分为两组,每组用一个电池采集板采集单体电池电压。即有两块BMS从控板,采集到电池电压后,通过CAN总线将单体电池电压传送给BMS主控板进行分析和处理。 2. BMS主控板可以控制两块从控板的供电,并通过CAN指令控制BMS从控板的电压采集模块进入低功耗模式。BMS主控板外接三个继电器,分别为主控继电器、预充继电器和充电继电器,BMS主控板上电后,检查每节电池电压情况,电池组温度情况,220V充电枪、电流互感器及CAN连接情况,设备全部处于正常状态时,根据需要接通相应继电器,实现充电或放电管理。BMS主控板接收到BMS从控板数据后,经过梳理重新组包后,按通信协议由485接口上报给上位机。 3. 上电时若未接入充电枪或充电枪拔出后,BMS主控板在完成电池组及CAN通信检测,确定均正常后先接通预充继电器,给电机控制器的大电容充电,待大电容电压接近电池组总电压,再接通主继电器,防止烧蚀主继电器触点,然后断开预充继电器,并通过CAN总线通知电机控制器BMS供电正常;在放电过程中,BMS主控板实时检测放电电流、电池总



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		电压、单体电池电压和电池组温度。当出现电压过低或电流过大等情况, 电池组温度过高或过低情况时及时断开放电继电器, 并将电池组故障状态通过 CAN 总线报给电机控制器。 4. 当充电枪接入后, BMS 主控板断开放电继电器, 接通充电继电器, 给电池组充电, 并实时检测充电电流、电池组总电压、电池组温度和单体电池电压, 确保每节电池都处于良好的充电状态下, 当单个电池间压差超过用户设定值时, BMS 主控板通过 CAN 总线通知 BMS 从控板进行电池均衡, 均衡电流为 100mA。 5. 电机控制器将直流电转换为三相交流电, 并监测刹车、制动、档位和油门信号, 控制永磁同步电机工作, 永磁同步电机增加惯量盘, 松开油门后实现能量回收; 通过该实验台架, 学生可以全面掌握电驱动系统逆变过程的参数变化规律; BMS 电池管理系统、电机控制器、车载充电机、DC-DC 转换器均采用搭接线路连接, 适用于新能源动力电池驱动控制原理学习。 二、功能说明 1. 选用 51.2V 动力电池系统供电, 由 16 个 3.2V/20AH 磷酸铁锂动力电池串联组装, 总容量 51.2V/20AH; 电池连接采用专用高压动力电池连接, 负极端标识黑色, 正极端标识红色, 确保正负极连接正确。 2. 电池组分为四组, 每两组对应一个 BMS 采集板, 每个 BMS 采集板可采集 8 节单体电池和两个温度传感器的值, 并完成组内单体电池电压的均衡。采集板使用电池专用电压采集芯片, 每个采集板都有一个 MCU 控制, MCU 与电压采集芯片通过带高低压隔离的 IIC 接口连接。采集芯片直接与电池组连接, 与低压 12V 隔离, MCU 由低压 12V 电池供电。IIC 接口芯片实现了高压与低压隔离并达成通信。BMS 从控板主要完成电压采集、电池均衡、高压和低压隔离功能, BMS 主控板完成电池电压计算和管理工作。上位机完成 BMS 状态展示和控制参数修改的功能。配套软件有 BMS 主控板嵌入式程序, BMS 从控板嵌入式程序, 这两款程序由 C 语言编写, 开发调试环境为 MDK5.2, MCU 为 STM32F103C8T6, 均提供源程序。BMS 电池管理系统分为三块电路板, 分别是 BMS 主控板、BMS 从控板 1、BMS 从控板 2, 三块电路板均为双面电路板。其中 BMS 从控板高压采集与低压控制电路采取隔离技术。BMS 主控板与 BMS 从控板使用 CAN 通信总线, 16 节单体电池与 BMS 主控板, BMS 从控板全部采用搭接方式连接。BMS 管理系统提供配套的电路原理图及 PCB 图, 电路控制原理清晰。 3. 永磁同步电机驱动控制器通过 CAN 总线与 BMS 主控板通信, 可获得 BMS 工作状态, 并将电机控制器的状态数据上报给 BMS 主控板, 并上传给上位机展示。BMS 传送给电机控制器的工作状态主要有主继电器、充电枪、电池组欠压、过压、过流、温度过高或过低等状态。电机控制器将刹车、档位、油门深度、电机转速和能量回收状态上报给 BMS 主控器和上位机。电机控制器将高压直流电转换为交流电, 控制电机旋转方向和转速。永磁同步电机驱动控制器带能量回收功能, 功率驱动电路由 6 个 MOS 管组成 IGBT 驱动电路, 电路控制原理清晰, 提供电路设计和原理图、PCB 图和控制源程序; 采用电子油门加速踏板调节电机转速; 带刹车信号控制; 带 D/N/R 档位控制; 控制器带能量回收功能, 通过 6 个二极管组成 3 相整流电路, 将电机回收的三相交流电整流成直流电, 直流回收电压和电流可在显示屏上进行读取, 电机控制器背面带设故开关, 可通过拨动设故开关进行内部线路故障设置, 学生进行分析和检测控制器线路故障, 电机控制器与 BMS 主控模块之间的通信采用 CAN 通信进行连接, 永磁同步电机驱动控制器搭接板带短路, 反接等保护功能; 永磁同步电机驱动控制器搭接板采用双面电路板, 电路控制原理清晰, 并配套电路原理图, 与其他部件连接均采用搭接方式。 4. 配套国标交流充电系统。BMS 主控板通过检测充电枪提供的 CC 信号来判断充电枪是否插入, 并通过 CP 给充电枪反馈允许接入信号, 达到控制充电接口的目的。



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		5. DC-DC 转换器搭接板将 51.2V 高压电转换为 13.8V 低压电,用于整个低压电路供电;DC-DC 转换器搭接板带短路、反接等保护功能;DC-DC 转换器搭接板采用双面电路板,电路控制原理清晰,并配套电路原理图,与其他部件连接均采用搭接方式。 6. 外转子轮毂永磁同步电机配装惯量盘,增加高速转动时惯量,当松开油门、按下刹车信号、借助钳流表和显示屏实时监测回馈电压和电流大小。 7. 实训台主材选用 40*40 铝合金,美观结实;底部带四个脚轮,移动灵活,同时脚轮带自锁装置,可以固定位置。 8. 实训台配套新能源汽车专用钳形表和高压测电笔各 2 件,用于控制线路电压,电流等参数测量。 9. 提供上位机软件及源代码,可在 Windows 桌面系统下运行,软件编译环境为 VS2012,可借助笔记本电脑,通过 USB 转 485 接口与 BMS 主控板连接,读取 BMS 主控板、从控采集和电机控制器的各类电池和电机运行参数及控制状态参数。 10. 提供 BMS 主控板、从控板和电机控制器嵌入式程序源码,开发环境为 MDK5.22。通过分析源程序,进一步加深对 CAN 通信、IIC 通信、485 通信协议的理解,深入学习电池参数采集的方法,光隔离技术的应用以及电池均衡算法、剩余电量估计算法。 11. 配套新能源汽车电机电控电池教学系统嵌入式软件 V1.0;提供开放式通信协议,本协议定义了上位机软件与 BMS 主控板、BMS 主控板与 BMS 从控板以及 BMS 主控板与电机控制器之间的通信协议,协议涉及 485 和 CAN 总线两种通信方式,方便使用者对照协议分析程序源码的实现过程,从而达到理论与实践相结合的目的。 三、技术参数说明 1. 平台外形尺寸 (mm): 1500*700*1560 (长*宽*高) 2. 设备工作电源: 220V 交流电,功率 500W 设备工作温度: -20° ~+40° 3. 动力电池 动力电池类型: 磷酸铁锂动力电池 单体电池: 3.2V20Ah 串联电池数量: 16 节 总电压: 51.2V 4. 电机控制器 类型: 永磁同步电机驱动控制器 (带能量回收功能) 输入电压: 48V±10VDC 额定功率: 1kW 峰值功率: 2kW 转速控制: 电子加速踏板信号 带刹车信号控制;带 D/N/R 档位控制 5. 外转子轮毂永磁同步电机 尺寸: 直径 126.5*厚 36mm 重量: 300g 空心轴: Φ23mm 定子: 直径 115*厚 10mm 槽极配置: 27 槽 30 极 工作电压: DC12V~48V 空载转速: 2052rpm/48V





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		额定电压：51.2V 额定功率：400W 额定电流：10A 转换效率：86% 四、基本配置说明 磷酸铁锂动力电池 16 件，温度传感器 4 只，动力电池插接式专用连接线四件，U 型插接线 1 套，50cm 插接线 25 根，智能车载充电机 1 件，BMS 电池管理系统主控板 1 个，从控板 2 个，永磁同步电机驱动控制器板 1 件，DC-DC 转换器 1 件，外转子轮毂永磁同步电机 1 件，高压维修开关 1 件，电子加速踏板 1 件，国标充电系统 1 套（充电枪和充电座），预充电阻 1 件，高压控制继电器 3 件，19 寸触屏一体机一个，数字式汽车专用钳形表 1 件，高压测电笔 1 件，一字头螺丝批 2 件，十字头螺丝批 2 件，可移动铝合金平台和教板 1 件。 五、可开设的实训项目： 1. 锂电池管理系统 BMS 系统搭接实训； 2. 永磁同步电机正反转信号检测及驱动实验； 3. 永磁同步电机能量回收实验； 4. 国标充电枪插入检测及充电实验； 5. 锂电池充电截止电压标定及充满自停实验； 6. 锂电池放电终止电压标定及放电自停实验； 7. 放电过流标定实验； 8. 充电过流标定实验； 9. BMS 主控板嵌入式程序下载实验； 10. BMS 主控板嵌入式程序代码修改、编程和调试实验； 11. CAN 总线波形测量及发送数据帧协议分析实验。
7	新能源一体化集成工量具解决方案	含新能源一体化集成工量具解决方案、汽车智能分析系统、手持式数字存储示波器、绝缘电阻测试仪各一套，汽车专用万用表两套。 一、新能源一体化集成工量具解决方案 产品特点 1、整体尺寸：1200(W)*459(D)*859(H)mm（不含车轮、木板、把手）； 2、木板尺寸：1240*501*25mm；轮子：5 寸万向轮（4PCS） 3、抽屉可 100 抽屉 4、重型轨道承重达 30KG 5、本体钢板厚度 1.0mm 6、正面小抽屉尺寸（5 个）：590*435*72mm，大抽屉尺寸（2 个）：590*435*150mm， 7、右侧 4 个抽屉：抽屉内空 349*496*162mm 8、蛇形中控锁设计，模板操作台面和防滑圆管手柄 9、重型加宽万向轮附带刹车，单一轮子荷重 150 公斤以上 配置清单： 6 件双色绝缘开口扳手：8-15mm 8 件套双色柄绝缘十字、一字螺丝批 1 件套防护式 VDE 绝缘电缆剥线刀、刀片及刀片盒 1 件绝缘斜嘴钳 6" 13 件 10MM 系列绝缘公制六角套筒：7-19MM





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		4 件 10MM 系列绝缘 T 杆、绝缘接杆 150MM、绝缘接杆 250MM、绝缘快速脱落棘轮扳手 7 件套 6.3MM 系列公制六角套筒: 8-14MM 12 件套 10MM 系列公制六角套筒: 8-19MM 7 件套 10MM 系列 48MM 长花型旋具套筒: T10-T55 13 件套 10MM 系列 48MM 长十字旋具套筒 (十字、米字、一字、六角) 2 件专业级快速脱落棘轮扳手: 6.3MM、10MM、 1 件 6.3MM 系列套筒手柄 9 件套加长球头内六角扳手 13 件套 6.3MM 系列公制六角长套筒: 4-19MM 6 件套 10MM 系列接杆 10"、6.3MM 系列接杆 4"、10MM 系列接杆 3"、6.3MM 系列万向接头、10MM 系列万向接头、10MM 系列转接头 3/8"F (驱动) -1/4"M (方头) 12 件套公制全抛光两用扳手: 8-19mm 8 件套十字、一字螺丝批 4 件油封起子组套 2 件套穿心十字、一字螺丝批 9 件微型螺丝批组套 17 件套 12.5MM 系列公制六角套筒: 8-24MM 6 件套 12.5MM 系列公制六角长套筒: 10-19MM 6 件套 12.5MM 系列接杆: 10"、5", 精抛光 L 型手柄 (弯杆) 10", 万向接头, 转接头 1/2"F (驱动) -3/8"M (方头), 快速脱落棘轮扳手 5 件活动扳手 10"、德式尖嘴钳 6"、双色柄鲤鱼钳 8"、手电筒、1/2" 抛光扭力扳手 (指针型) 6 件电工胶布、双色手柄防震橡胶锤、直头镊子、防静电手腕带 3M、直刃电工刀、挠性拾取器 4 件套油管防尘套: 8.5mm、15mm、16mm、20mm 5 件套尼龙撬板、焊锡膏、焊锡丝、松香、切换式电烙铁 5 件套高档数显式打气表、冰点测试仪、数显轮胎深度规、电瓶检测仪、刹车油检测仪 二、汽车智能分析系统 功能说明: 油电一体, 支持第四代智能诊断系统全部功能 高压系统框图、部件图、插座图、拆装引导, 维修资料一体化 支持车上 OBD 测试+车下测试两种电池包测试方式, 电池包全面评估, 维修报价效率高 定制化界面, 模组状态、单体状态、电池包信息、数据流清晰展示, 并提供电池异常预警和电池包养护建议 准确读取 SOC/SOH、各单体压差、温差等信息, 可设置电压/温度阈值, 有助于了解电池健康状态、老化程度 支持 OBD 车上高压电池动态测试, 增加单体电压或温度录制功能, 并生成包含电压、内阻、温度信息的完整检测报告 (内阻是评判电池性能最重要的参数指标之一) 配备新能源诊断盒, 高压部件离线检测更智能高效 支持压缩机检测, DC/DC 检测, OBC 检测 支持 OBD、专用电池接头、跳线多种方式进行电池包诊断, 简单易用





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		查看专用电池接头和跳线连接示意图，安全操作有指引 其他功能： XLinkC 独立 C 端，支持 ID 码一键发单，发单更便捷 诊断界面发单，一键跳转远程发单，150+品牌远程编程，自动识别协议方便快捷 10.1 寸触摸屏，10.0 操作系统，8G+256GB 超大存储，八核处理器 2.0 拓扑图，完整展示各 ECU 通讯网络，快速解决通讯问题 支持多款车型在线编程功能 支持 40+常用维修保养功能，快修快保，一键无忧 极速扫描 2.0，全车“秒”速诊断扫描，维修快人一步 免费 OBD 环保预检，数据流融合，VIN/里程检查 旗舰 OS 系统，分屏操作，可实现边查资料边诊断，导航栏智能操作 超强拓展，支持 ADAS 拓展，新能源包拓展，FCA 网关解锁，平安保险维修报告上传 三、手持式数字存储示波器 技术参数： 通道数 2 带宽 100MHz 最大采样率 500MS/s 上升时间 3.5ns 存储深度 7.5 kpts 垂直灵敏度(V/div) 5mV-50V/div 时基范围(s/div) 5ns/div-50s/div 存储方式 设置，波形，位图 触发方式 边沿，脉宽，视频，交替 接口 USB HOST 万用表指标 量程 精度 直流电压 (V) 600mV/6V/60V/600V/1000V $\pm (1\%+5)$ 交流电压 (V) (45Hz~400Hz) 600mV/6V/60V/600V/700V $\pm (1.2\%+5)$，频率:<200Hz $\pm (1.5\%+5)$，频率:200Hz 直流电流 (A) 6mA/60mA/600mA $\pm (1.2\%+5)$ (外接转换器) 6A $\pm (1.5\%+5)$ 交流电流 (A) (45Hz~400Hz) 6mA/60mA/600mA $\pm (2\%+5)$ (外接转换器) 6A $\pm (2.5\%+5)$ 电阻(Ω) 6kΩ/60kΩ/600kΩ $\pm (1.2\%+5)$ 600Ω/6MΩ/60MΩ $\pm (1.5\%+5)$ 电容 (F) 6nF/6mF $\pm (5\%+10)$ 60nF/600nF/6μF/60μF/600μF $\pm (4\%+5)$ 最大显示 5999 自动量程 $\checkmark$ 一般特征 电源 锂电池：7.4V 4400mAh； 直流适配器：100~240V 50/60Hz 输入，9V 4A 输出 显示 5.7 英寸 64K 色 TFT LCD ,320×240 标准配件 两支探头 (1:1/ 1:10 可切换)，电流电压转换器×2，电源线，直流适配





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		器, 万用表笔, 软件光盘 四、汽车专用万用表*2 产品说明: 性能稳定、可靠性手持式真有效值数字万用表, 46 段模拟条 可用来测量: 1000V 直流/交流电压测量、20A 交流/直流电流测试、电阻、电容、频率、占空比、二极管、三极管及电路通断、ACV + DCV 测量、LoZ V (低阻抗) /LPF(低通滤波) 配备专业 NCV 测量功能, 能够迅速准确地区分零火线, 具有声光提示和大电流测量高温声光报警功能 USB 通信模块自动感应开启功能 显示位数: 22000 交流电压 (V): 200mV-1000V $\pm(0.8\%+10)$ 交流电流 (A): 220uA-20A $\pm(0.8\%+10)$ 直流电压 (V): 200mV-1000V $\pm(0.05\%+5)$ 直流电流 (A): 220uA-20A $\pm(0.5\%+10)$ 电阻 (Ω): 220Ω-220MΩ $\pm(0.5\%+10)$ 电容 (F): 22nF-220mF $\pm(3.0\%+5)$ 频率 (Hz): 10Hz~220MHz $\pm(0.01\%+5)$ 占空比 (%): 0.1%~99.9% $\pm(2.0\%+5)$ 电池: 1.5V AAAx4 LCD: 38.8mm x 63.5mm 产品尺寸: 190mm x 90mm x 50mm 标准配件: 电池, 表笔, USB 连接插座, 转换插头。 五、绝缘电阻测试仪 技术参数: 1、输出电压: 50V/100V/250V/500V/1000V (0%~10%) 2、绝缘电阻: 0.01MΩ-200GΩ 3、负载电流: 50V-1000V 4、短路电流: <2mA 5、漏电流 (A): 10 ~ 2000 μA ($\pm(10\%+3)$) 6、通用电阻 (kΩ): 0.01kΩ~1000KΩ ($\pm(3\%+2)$) 7、直流电压 (V): 0.0V~600.0V ($\pm(2\%+2)$) 8、交流电压 (V): 0.0V~600.0V ($\pm(2\%+3)$) 9、频率 (Hz): 45~450 Hz ($\pm(0.1\%+3)$) 10、电容 (F): 100 pF ~10 μF ($\pm(5\%+5)$) 11、最大显示: 6000 12、步进电压: 50%~120%量程内与 10%步进 13、吸收比 (DAR): 60S/15s 和 60s/30s 14、电源: 1.5V 电池 (5 号) $\times$ 6 15、LCD 尺寸: 78mm $\times$ 59mm 16、机身尺寸: 103mm $\times$ 225mm $\times$ 59 mm 17、标准配件: 测试线、表笔、鳄鱼夹、电池、布包





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
8	柜式空调	变频，立柜式，二级能效。制冷量 25500W，制热量 27500W。制冷剂：R410a。扫风方式：上下扫风。

