



新能源汽车专业实训室 校企合作建设方案（电池专修）

主办单位：北交新源（北京）科技有限公司

目录

一、项目实施工作思路与工作目标.....	2
1.1 项目实施工作思路.....	2
1.2 项目实施工作目标.....	4
二、合作单位课程优势.....	6
三、合作项目优势.....	7
四、硬件资源建设.....	7
4.1 实训室规划建设.....	7
4.2 主要设备说明.....	10
4.3 实训室配置清单.....	26
五、教学资源建设.....	28
六、企业支持计划表.....	29
附件 1: 《动力电池系统原理与检修》课程教学大纲.....	30
一、课程的任务与要求.....	30
二、课程教学单元及学时（96 学时）.....	32
三、课程内容.....	32
四、实践教学部分.....	37

一、项目实施工作思路与工作目标

1.1 项目实施工作思路

<p>说明</p>	<p>指导思想：简述实训室建设的指导思想，主要是贯彻落实高技能人才振兴计划，培训急需、紧缺高技能人才，促进区域经济和产业发展等。</p> <p>基本思路：简述开展实训室建设的工作思路和建设原则。</p>
<p>指导思想</p>	<p>认真贯彻落实《国家中长期人才发展规划（2010—2020年）》和《高技能人才队伍建设中长期规划（2010—2020年）》，按照《国家高技能人才振兴计划》的要求，坚持“质量立校、特色强校”的办学方针，加大软、硬件设施基础建设力度，并充分发挥行业企业在高技能人才培养和使用中的主体作用，通过整合资源、创新机制、优化环境、聚焦政策，以提升职业素质和职业技能为核心，进一步健全和完善以培养、评价、使用、激励为重点的高技能人才工作体系，努力营造尊重劳动、崇尚技能、鼓励创造的良好氛围，形成有利于高技能人才成长 and 发挥作用的环境和社会氛围，加快急需、紧缺的高技能人才培养，服务经济发展。不断更新教育观念，深化教学改革，走工学结合的道路；以专业建设为龙头，紧紧围绕校企合作常态化，专业设置市场化，课程建设岗位化，教学模式一体化，教师队伍“双师”化，实习实训生产化、就业单位定向化和培训种类多元化等办学特色做文章，抓管理、促发展、保质量，不断提升学校综合实力。</p>
<p>基本思路</p>	<p>坚持以市场为导向，以经济转型升级发展为着眼点，通过对行业企业实际需求的广泛调研，积极主动开展项目建设研讨；通过选送教师外出进修深造，虚心向职业技能培养能力强、手段先进的国内外培训机构学习；通过扎实的调查研究、科学论证，切实发挥市场在资源配置方面的基础作用和市场主体的能动作用，主动适应产业发展的政策和方向。根据产业结构调整和产业发展的客观要求，大力发展多形式、多层次的高技能人才培养，创新和提升校企合作，建立以企业行业为主体、职业院校为基础的高技能人才培养培训体系，形成校企互动的良性运行机制。在发挥好企业实训基地和高技能需求导向作用的同时，充分发挥学校技术、人才、信息优势，及时向企业传递行业新技术、新</p>

工艺、新产品信息，全力为企业提供技术支持，着力解决企业技术难题，为社会和企业培养技术高超、实用性高的高技能人才，建立产业发展带动高技能人才培养，高技能人才培养支持产业发展的良性互动机制。以国家职业标准为依据、以工作任务为导向、以综合职业能力培养为核心，以综合职业能力提升为目标，围绕理论实践一体化、工作学习一体化培训这一主线，达到职业标准与培训目标对接，工作场景与实训场景对接，工作任务与培训内容对接。不断充实高技能人才培训实训设备、完善高技能人才培训教学资源。成立基地建设专家指导委员会，邀请社会各界专家学者对项目的实施进行跟踪、评估和进展情况监控，为项目的实施提供服务与指导。

1.2 项目实施工作目标

说明	<p>总体目标要按照“总体工作目标”和“项目产出”来制定。阶段目标按年度来实施，体现可量化、可监测。</p>
总体目标	<p>坚持“以服务当地经济为目标，以适应市场需求为导向”的办学和培训宗旨，改善办学条件、创新培养模式、加强队伍建设，建立以校本基地为基础，合作企业的校外实习基地为依托，实现校企融通合一，实施高技能人才合作培养。构建完善高技能人才培训体系，提升校企合作培训能力，及时总结技能人才培养规律，逐步形成校企合作、规模培养、灵活开放、特色鲜明的高技能人才培养体系。</p> <p>以适应市场需求为导向，不断优化课程结构和教学内容，构建课程体系动态调整机制，加强校企合作，丰富师资培训，通过外培、引进等方式新增校企合作单位，制定专业带头人培训方案，培养专业带头人，制定骨干教师培训方案，培养专业骨干教师，聘请专业兼职教师。</p>
阶段目标	<p>在国家级高技能人才实训室建设期间，学校将全面加强使用智能安全的模拟电池、车规级电池 PACK 系统、电池系统维护设备三部分，系统展示和讲述动力电池系统相关技术和应用，使学员全面了解和掌握动力电池系统的原理、特性、使用及维护方法。通过采用模拟电池教学，能够完成多种类型电池系统的原理教学任务，安全模拟三元，磷酸铁锂，钛酸锂等各类电池的工作特性，确保在短路，过充，过放等极端情况而不发生事故（着火、电芯失效等），绝对安全可靠。模拟电池与实物电池包相结合的教学方式有助于学校建设高水平、有特色的动力电池专业，带动学校整体人才培养质量和办学水平的提高，提升综合管理水平，增强社会服务能力。</p> <p>(1) 实现“理实一体化教学”：利用多媒体技术把课堂教学课件与实训室设备操作有机结合，提高教学的直观性，实现从理论教学到实践教学的认知过渡，强化理论知识的认知和实际操作能力的提升。</p> <p>(2) 实现分层式模块化教学：实训室建设满足模块化教学的要求。结合基础专业课程，实训室按照原理教学区，生产性实践教学区两大部分进行布局，把教学中相近内容模块化，并配套开发实验指导书用于指导学生实训操作，提升实训室</p>

设备的使用率和学生动手能力的实践的强度。

- (3) 强化学生维修基本功训练：通过配套生产性维修设备，设计拆装、故障诊断和排查、维护维修等实训环节，强化学生对专业技能的掌握，培养即懂技术又能动手的实用型高技能人才。
- (4) 实现讨论式教学：实训室布局模拟真实场景，方便进行多种途径的互动式教学，通过采用多媒体教案、基于教具的测量点设置，开放性问题的讨论等方式活化课堂教学气氛、提高学生学习兴趣，分析和解决问题的综合能力。
- (5) 以人为本：以人为本的原则贯穿于整个规划设计中，在培养学生基础知识和基本技能的同时，强化学生关键实操能力培养，以形成充满活力、富有效率、更加开放、有利于科学发展的教育体制机制为目标。强调建立以需求为导向的人才培养模式，将市场导向与人才培养有机结合，促进人才培养供给侧和产业需求侧结构要素全方位融合， 创造一个布局合理、功能齐备、软硬一体、资源集聚、合作紧密、具有行业文化特色的电池人才培养示范基地。

二、合作单位课程优势

“北交新源电池运维实训教学项目”是由北交新源（北京）科技有限公司联合北京交通大学新能源所联合推出，项目在新能源动力电池课程体系建设、电池教具及核心运维设备开发、专项技能导入、学生实习就业通道等方面具有较强优势。同时公司在全国范围内针对宁德时代、北汽普莱德、盟固利、欣旺达、华霆等电池企业正在开展电池运维服务，在电池数据化运维方面独树一帜。

本项目中教具及课程体系开发基于北京交通大学新能源所技术成果转化，领军专家团队长期以来致力于新能源汽车充电及动力电池技术开发应用领域，2016年获得教育部颁发的“新能源汽车电池管理系统关键技术与应用”技术发明一等奖。

本项目提供一流的智能化教学实训设备，完备的实训教学体系，丰富的教学案例，核心运维设备。结合高校教学资源，提供高质量的师资培训体系。有助于学校打造特色专业优势、培养高技能应用型人才，为创建优势特色的新能源专业添砖加瓦。

依托丰富的教学案例和实训教学设备，在课程体系中融入大量特色的生产型实训课程，同时与多家新能源电池企业及整车企业开展定向培养服务，能为学生实习和就业提供多种选择渠道。

电池系统和充电站运维技术重点面向动力电池生产企业、新能源汽车维修和维护行业、充电站运营企业、以及各类储能行业，培养能胜任新能源汽车及关键零部件的装配调试、检测维修、售后服务以及大型充电站和储能站运维管理等工作的高素质技术技能型人才。

三、合作项目优势

（一）五个优势

优势一、依托北京交通大学动力电池研究所教学及技术转化成果，结合教育部新能源汽车“1+X”专业建设标准，以动力电池技术和充电站技术为核心，打造优势专业方向；

优势二、原理教学与实训教学有机融合，将大量现场运维案例和实际运维工装操作融合到实训教学环节，突出理实结合，实物实操的理念；

优势三、与高校教学和科研紧密结合，始终保持技术领先；

优势四、企业师资以一线资深运维人员为主，教学阶段即可导入电池和充电站运维业务；

优势五、在北京交通大学为学校师资提供 5 天的专业培训。

（二）两个核心课程

课程一、核心课程《动力电池基础教学》。教学设备采用具有自主知识产权的安全模组装调实训 PACK 系统，模组采用先进的模拟电池技术，可以模拟多种类型电池输出特性曲线及故障状态，模型数据基于北京交通大学新能源所多年积累的实物电池检测数据，具有安全、真实、稳定的特点。整套教学系统覆盖模组筛选、组装、及故障分析诊断全部环节，可以有效降低电池教学环节的难度；

课程二、核心课程《动力电池维修技术》。选派一线资深维修技师参与教学，使用主流厂家电池 PACK 进行实操实训，导入现场真实案例，选用核心数据化运维设备，实现从电芯到 PACK 的全覆盖真实场景的检测维修实操教学。

四、硬件资源建设

4.1 实训室规划建设

实训室基于新能源 4S 店维修场所的建设要求，同时结合学校教学需求进行综合设计。场地建设突出功能性和实用性相结合的特点，整体风格契合开放的新能源汽车 4S 店专修车间的模式。利用新能源整车电池系统的科普教学功能塑造独特的新能源汽车后市场行业文化特性，提高整体教学环境品质，营造浓厚的学习氛围。

实训室建设分为两个部分：

● **新能源汽车动力电池基础教学实训室**

聚焦在电池系统基础教学，通过理论教学和实操教学相结合，使学生掌握新能源汽车相关基础知识，对整车系统和电池系统基础类故障及处理方法有比较清晰的认知。

● **动力电池系统运维教学实训室**

聚焦在电池系统运维操作，通过配置实际运维工装，将运维业务融入到教学环节，使学员初步具备电池系统运维知识，至少达到初级运维岗位要求。

实训室建设需要达到至少 80 平方米的建设标准，环境温湿度需达到电池长期存储的要求，地面设施需进行绝缘处理、具有至少 40KW 三相电接入条件。实训室管理符合新能源汽车 4S 店专修车间流程要求，每个教室采用 20 人的小班授课模式，按照工作小组进行任务布置和功能区域划分。在实训室内需要完成专业要求的电气设备接触人员的岗位能力和认证通过要求。实训室应尽量选择一楼或有汽车升降梯的实训室。

表 1 动力电池基础教学实训室功能及配置说明表

名称	规划面积	教学功能说明	基本配置要求
动力电池基础教学实训室	约 80 m ²	(1) 动力电池基础导论，完成对电池结构、电池组特性以及 PACK 系统基本参数及性能的教学。 (2) 动力电池系统检测和装调教学，完成对电池系统组成、模块功能介绍、系统工作逻辑、主要故障原理等教学环节。	1. 设备配置 ① 1 套高压安全教学系统。 ② 1 套新能源汽车动力电池检测和装调实训台， ③ 1 台动力电池单体示教台 ④ 10 套动力电池串并联实训箱 ⑤ 10 套安全保护工装 ⑥ 4 台绝缘工作台 ⑦ 4 台新能源汽车专用万能表 ⑧ 2 台绝缘测试仪 2. 电源的要求： 220V, 独立配电箱 3. 接地要求： 每个配电箱有标准安全地连接排。 4. 配置网络环境（有线、无线）。 5. 独立空间配置空调。

			6. 独立空间配置窗户遮阳帘。 7. 独立空间配置暖气片。 8. 独立空间配置温湿度检测装置。 9. 配套至少 20 套教学桌椅
--	--	--	---

表 2 动力电池维修车间功能及配置说明表

名称	规划面积	教学功能说明	基本配置要求
动力电池维修车间	约 100 m ²	① 动力电池包拆装流程及操作要点。 ② 动力电池包常规故障诊断和维修方法。 ③ 动力电池运维设备认知和使用方法。 ④ 动力电池故障诊断及数据分析方法。 ⑤ 支持实际电池维修业务。	1. 设备配置 ① 1 台 40KW 电池包充放电测试设备 ② 1 台电池模组充放电设备 ③ 2 台电池均衡仪 ④ 1 台气密性检测仪 ⑤ 1 套电池状态分析及故障诊断工具 ⑥ 1 台举升机 ⑦ 1 台高压专用电池举升机 ⑧ 2 台交流充电桩 ⑨ 2 套电池维修工具及线束套装 ⑩ 10 套安全保护工装 ⑪ 4 台绝缘工作台 ⑫ 4 台新能源汽车专用万能表 ⑬ 2 台绝缘测试仪 2. 电源的要求：380V（3 相 5 线制）+220V，总功率要求 45kW。 3. 接地要求：每个配电箱有标准安全的连接排。 4. 配置网络环境（有线、无线）。 5. 独立空间配置空调。 6. 独立空间配置窗户遮阳帘。 7. 独立空间配置暖气片。

4.2 主要设备说明

表 3 新能源汽车动力电池基础教学实训室主要设备参数说明

产品名称	产品说明	
高压操作安全教学系统	产品概述	高压操作安全教学系统适用于职业技术学院、普通教育类学院和培训机构对高压加载系统理论和维护实训教学
	基本配置	高压操作安全教学系统主要部件有：教学平台、高压电源、高压配电系统、教学控制装置、绝缘检测设备、上位机显示系统等组成；
	功能特点	<ul style="list-style-type: none"> ① 实现系统上电防瞬态冲击； ② 实现实时过电流检测及故障处理； ③ 实现高低压保护及故障处理； ④ 实现绝缘检测及故障处理 ⑤ 实现互锁故障检测及故障处理； ⑥ 展示高压系统的组成结构； ⑦ 展示高压电气系统电气原理； ⑧ 展示高压系统上下电逻辑； ⑨ 展示高压系统的安全防护措施及安全检测； ⑩ 展示高压系统的故障及安全保护措施； ⑪ 展示高压系统的措施与诊断
	规格参数	<ul style="list-style-type: none"> ① 最大工作电压不小于 200V ② DC72V 带运行负载。 ③ 框架采用铝合金型材 ④ 面板喷绘彩色电路原理图
	实训项目	<ul style="list-style-type: none"> ① 新能源汽车高压实训台原理与结构展示。 ② 新能源汽车职业技能鉴定考核。 ③ 新能源汽车高压实训台的结构与原理认知、操作和检测提供标准参照物等。

	外观	 <p>高压安全实训台</p>
新能源汽车动力电池检测和装调实训台	产品概述	<p>本教学系统包括智能安全模组、主从式电池管理系统、电池 PACK 高压系统，系统展示和讲述动力电池系统的构成和工作原理，使学员全面了解和掌握动力电池系统的组成、特性、安装和调试方法、故障诊断和排除。</p>
	基本配置	<p>由动力电池装调实训台、标准安全模组和交互控制屏（配套实训软件）组成</p>
	功能特点	<p>① 智能安全电池模组采用 VDA 模式，与实物电池模组保持一致。通过控制软件与各类电池模型库相连，可直观模拟电池系统充放电、均衡开启、温度影响、寿命衰退、过充、过放、短路、热失控状态下电池电压及温度的变化情况，全性能展示和讲解各类电池体系、各种容量电池的特性。</p> <p>② 智能安全电池的模型库可方便在线更新和升级，模拟库数据来源于北京交通大学动力电池实验室检测数据和北交新源电池运维业务案例数据。</p> <p>③ 系统各主要部件安装在平台上，平台展示电池模组、BMS、高压继电器，预充继电器、预充电阻、绝缘防护、绝缘监测、高压线束、低压线束、动力输出接口、通讯接口等功能界面，电气连接方式清晰明了。各器件均可拆装，方便实训教学环节。</p> <p>④ 高压组件（BDU）的电路图及控制逻辑在多媒体显示区清晰展示，学员可学习和训练高压回路的连接、拆卸、测试、故障判断等技能。</p>

		<p>⑤ BMS 清楚区分电压采集线，温度采集线，电流传感器采集线等检测线束，上下电、冷却加热、故障保护等继电器逻辑控制线束，与整车及充电系统相连的动力、握手和通讯线束。</p> <p>⑥ BMS 的软件功能在多媒体显示区全面展示，使学员系统的了解 BMS 内部检测功能的实现、上下电控制逻辑的实现、电池断线、短路、过压、欠压、过流、过温的故障处理机制、被动均衡功能及一致性保证方法。</p> <p>⑦ 采用实车应用电池管理系统，至少为一主一从的拓扑结构，需配备经厂家授权的可设置电池管理系统的全部阈值参数的 BMS 监控软件，能完成 BMS 的各项调试功能。提供 BMS 生产厂家 BMS 监控软件使用授权文件。</p> <p>⑧ 多媒体显示区配合实物，简洁生动、通俗易懂的展示和讲解电池系统、BMS、充电接口、充电协议等国家标准和法规，让学员学习到系列标准的历史沿革及其对新能源汽车发展的重要作用。</p>																								
	规格参数	<table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>参数</th> <th>名称</th> <th>参数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>标准模组</td> <td>4 个，三并四串</td> <td>标称容量</td> <td>可任意设定</td> </tr> <tr> <td>工作电源</td> <td>DC12V</td> <td>电池管理系统</td> <td>主从式</td> </tr> <tr> <td>高压组件</td> <td>实车部件</td> <td>BMS 监控软件</td> <td>BMS 配套全功能监控及数据记录</td> </tr> <tr> <td>大屏幕显示器</td> <td>大于 60 吋</td> <td>故障设置单元</td> <td>可设置不少于 12 种电气故障</td> </tr> <tr> <td>信号模拟单元</td> <td>可模拟外部总正、内部总正高电压 可模拟电流、温度信号</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	名称	参数	名称	参数	标准模组	4 个，三并四串	标称容量	可任意设定	工作电源	DC12V	电池管理系统	主从式	高压组件	实车部件	BMS 监控软件	BMS 配套全功能监控及数据记录	大屏幕显示器	大于 60 吋	故障设置单元	可设置不少于 12 种电气故障	信号模拟单元	可模拟外部总正、内部总正高电压 可模拟电流、温度信号		
名称	参数	名称	参数																							
标准模组	4 个，三并四串	标称容量	可任意设定																							
工作电源	DC12V	电池管理系统	主从式																							
高压组件	实车部件	BMS 监控软件	BMS 配套全功能监控及数据记录																							
大屏幕显示器	大于 60 吋	故障设置单元	可设置不少于 12 种电气故障																							
信号模拟单元	可模拟外部总正、内部总正高电压 可模拟电流、温度信号																									
	实训项目	<p>⑨ 学习电池系统的基本组成和工作原理；</p> <p>⑩ 通过电池系统组装实训，深入了解各功能部件的工作原理与作用。</p> <p>⑪ 通过智能安全电池学习电池单体充放电、均衡开启、温度影响、寿命衰退、过充、过放、短路、热失控状态下电池电压及温度的变化规律。</p> <p>⑫ 掌握电池系统各主要功能部件，了解电池单体、模组、BMS、集成高压组件、绝缘监测、高压线束、低压线束、充电接口、动力输出接口、通讯</p>																								

		<p>接口等之间的关系，掌握高低压电气连接方式。</p> <p>⑬ 熟悉 BMS 监控软件的使用，掌握核心参数的认知和故障判断。</p> <p>⑭ 学习电池系统上下电逻辑、充放电保护、故障预警、故障分析等功能。</p> <p>⑮ 熟悉动力电池包和 BMS 故障现象，并根据逻辑控制关系，学会查找故障原因</p> <p>⑯ 学习电池系统、电池管理系统等相关的国家标准和法规。</p>
	外观	 
动力电池单体示教台	产品概述	<p>本产品为动力电池单体教学台，选用多种主流新能源汽车的动力电池单体，展示单体的组成结构、制作工艺、工作原理、电学特性、化学特性，使学员系统掌握动力电池的分类方法、功能特点、发展历程及适用车型；</p>
	基本配置	<p>单体电池结构展示板（圆柱、方形、软包三类动力电池的解剖电池、特征结构件、成品电池）；电池结构特性教学板；电池材料特性教学板；多媒</p>

	体教学系统。				
功能特点	① 本教学系统使学员全面地学习和掌握新能源汽车最核心和最难掌握的动力电池制造过程、了解不同结构形式、不同材料体系的特点和参数。 ② 整个教学实训台由实物展示试验区 and 多媒体显示区组成。 ③ 动力电池单体教学单元：主要将不同材料体系电池（锰酸锂电池、磷酸铁锂电池、三元体系、钛酸锂）、不同结构体系电池（圆柱、方形、软包）的解剖电池和实物电池予以展示，了解电池单体正极极片、负极极片、隔膜，极耳材料、焊接方法，泄压阀、正负极引出方式等结构形式及实现方法。 ④ 可开展单体电池特性（电压平台、上下限电压、充放电曲线、OCV 曲线测试、内阻特性、温度特性、循环寿命等）教学。使学员直观的了解电池单体的机械和电气结构，学习和理解动力电池的基本概念（标称电压、充电、放电、AH、WH、倍率、DOD、内阻、极化、自放电率、上限电压、下限电压、OCV 曲线、循环寿命、温度影响、倍率影响）和相应的测试方法。 ⑤ 配合多媒体教学显示屏可更加全面系统的了解电池材料特性、制造工艺过程、使用注意事项、检测方法和维修维护方法。 ⑥ 可开展新能源汽车动力电池单体国家标准测试方法教学。				
规格参数	解剖 电池	圆柱	18650	26650	各一只
		方形	50AH		一只
		软包	35AH		一只
	电池部件	圆柱	18650	26650	各一套
		方形	50AH		一套
		软包	35AH		一套
	实物 电池	锰酸锂	一只	磷酸铁锂	两只
三元锂		两只	钛酸锂	一只	
展示 构成	多媒体教学 显示屏	电池结构特性教 学板	电池材料特性教学板		
实训	① 了解动力电池的工作原理；				

	项目	<ul style="list-style-type: none"> ② 学习电池正负极极片的组成； ③ 学习隔膜的作用及特性； ④ 掌握圆柱、方形、软包电池的极片形式及正负极引出方式 ⑤ 掌握电池电学特性和化学特性参数及表征方法。 ⑥ 掌握锰酸锂、磷酸铁锂、三元、钛酸锂的特性对比。 ⑦ 了解单体电池测试诊断方法及相应国家标准。
	外观	
动力电池串并联实训箱	产品概述	<p>本产品系统展示和讲述动力电池特性测试及串并联成组的主要知识，分为单体串并联实操区和模组测试区，通过实际动手连接与测试；掌握模组的串并联特性、串并联方法及串并联模组测试，学习动力电池参数测试方法，了解动力电池模组一致性评价方法，熟悉动力电池模组常见故障的处理方法；</p> <p>基本配置：实训箱由 4 只单体实物电池；1 只模拟电池，模组充放电控制板；充电电源、放电负载、人机交互显示屏；电池串并联连接附件组成。</p> <p>功能特点</p> <ul style="list-style-type: none"> ⑦ 本实训箱可使学员学习和掌握电池单体到电池模组的连接形式及测试方法，掌握单体与模组的关系，为电池系统的学习奠定基础。 ⑧ 单体串并联实操区可以开展单体串并联实操训练，了解动力电池串并联的作用、电池模组的意义、串并联的条件和方法等，使学员掌握电池并联前后和使用过程中电压（SOC）的变化规律，了解串联电池的原则及步

	骤。 ⑨ 模组测试区主要开展模组特性的测试，通过串并联了解电池串并联电压变化规律、电池组一致性的直观认知以及最大可用容量的概念。 ⑩ 通过模组充放电实训，深入理解动力电池基本参数的意义，学习充放电曲线的获取方法、内阻测试和计算方法、上下限电压控制、一致性评价方法及模组容量计算方法。 ⑪ 人机交互显示屏可控制电池的充放电过程、监控充放电过程单体电压的变化情况，生成电池单体和模组的充放电特性曲线，计算模组的充放电容量。 ⑫ 开展新能源汽车动力电池模组国家标准测试方法教学。				
规格参数	单体电池	4 只 18650 圆柱电池, 1 只虚拟电池	模组电池电压 检测设备	4 路电压采样	
	单体电压检测精度	≤2mV	通信接口方式	CAN 接口	
	模组充放电控制板	输入电源	AC220V±10% 50Hz		
		输出电压	3-20V		
		输出电流	-5A~5A		
	充放电模式	恒流充放电	输出限流、限压保护	有	
	通信接口方式	CAN 接口	模组容量自动测试功能	有	
模组单体容量、SOC 测试功能				有	
实训项目	⑬ 学习动力电池模组的意义； ⑭ 掌握单体电池串并联的作用、串并联的条件和方法。 ⑮ 学习串并联模组容量、电压、能量的计算方法。 ⑯ 学习电池模组充放电特性的测试方法。 ⑰ 学习充放电曲线的获取方法、内阻测试和计算方法、上下限电压控制、一致性评价方法及模组容量计算方法。 ⑱ 了解单体电池测试诊断方法及相应国家标准。				

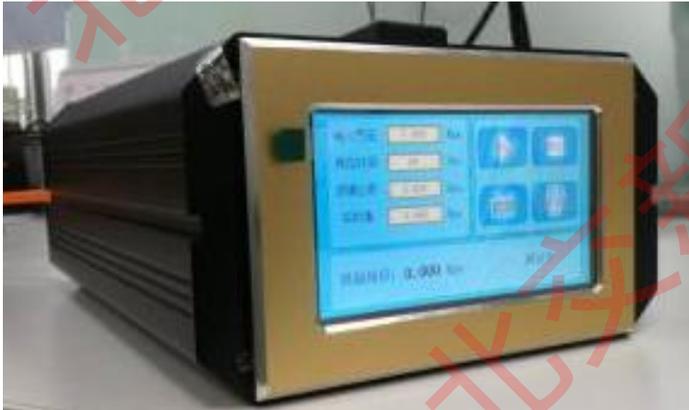


表 4 动力电池系统运维教学实训室主要设备参数说明

产品名称	产品说明		
40KW 电池包 充放电 测试设备	规格 参数	交流输入	三相五线制 (L1/L2/L3/N/PE)
		输入额定电压 (V)	AC 380V±5%
		输出电压范围 (V)	100V~550 VDC
		输出电流范围 (A)	1~80 ADC
		满载效率 (%)	>90
		电压分辨率	0.1V
		电流分辨率	0.1A
		保护功能	输入保护过欠压、过流、缺相、过载、过温、通讯异常等停机保护功能；输出保护 过压、过流、过载、参数配

		置错误保护、无电池断开保护；断电保护 交流输入突然掉电情况下，设备立即切断，对电池无冲击。	
	充电接口	符合国家电动汽车充电接口标准。	
特点	内置电池充电-检测控制模块。模块安装于充电桩内部，可与直流充电桩进行无缝匹配，安装便捷。在使用过程中，该模块仅在电池检测工步内控制充电桩的输出电流，而在正常充电阶段内，不干涉 BMS 与充电桩之间基于 GB/T 27930 的充电控制功能。		
外观			
电池模组充放电设备	产品概述	主要用于电池模组的充放电维护，采用先进的并网放电技术，具有体积小、重量轻、便于携带等优点。大屏幕液晶显示，智能化程度高，可设置并控制输出电压、充放电时间、充放电电量等参数，自动完成对电池模组的充放电。	
	规格参数	输入电压	AC220V±15% 50HZ
		输入频率	50Hz±5%
		单通道额定输出电压	DC 10V--40V
		单通道额定电流	-30A--30A
		单通道额定功率	-1500W ---+1500W
		端口稳压精度	≤±0.1%
		电压精度	≤±0.1%

		电流精度	$\leq \pm 0.1\%$
	外观		
电池均衡仪	产品概述	采用模块化设计，专有的均衡充放电控制技术，支持对每个单体电池电压的实时检测监控，充电或放电能量的自动测算。放电时采用电能回馈电网的方式	
	规格参数	输入电压	AC220V \pm 15% 50HZ
		设定电流范围	-7.5~+7.5 区间内任意设定
		设定电压范围	2V~5V 区间内任意设定
		电压采样精度	1mv
		电流分辨精度	1mA
		通道数	36 通道
		均衡模式	并充、并放、混合、并联
		人机交互	触控屏
数据导出	允许		

	外观		
气密性检测仪	产品概述	满足锂电池包气密性测试要求。可根据设定参数自动完成气密性测试，具有测试数据存储和查询功能。	
	规格参数	便携式	重量不超过 2.5KG
		供电电源	DC12V-24V
		气泵充气范围	0~20Kpa，输入气压可自动调节
		压力传感器量程	0~20Kpa
		压力传感器精度	0.5%FS
		操作界面	4.3 寸液晶高清触摸屏
	外观		
电池状态分析及故障诊断工	配置	<p>1、硬件配置：联想 ThinkPad E490 10CD 16+256 笔记本电脑；周立功 CAN 卡，型号 USBCAN-2E-U。</p> <p>2、系统内置（至少 3 个电池厂家的）上位机监控软件，能够通过内总线读取 BMS 数据，对电池状态数据进行图形化展示。</p>	

具		3、内置电池数据处理及分析软件，可评估电池状态，包括电池容量、电池内阻等关键参数，定位故障电池，分析判断故障原因。	
外观			
整车举升机	特点	<ul style="list-style-type: none"> ① 柱身材料使用高级型材刚，一次冲压成型。 ② 柱身旋转 30°，托臂可以双向摆动， ③ 举升小车由 6 个滚珠轴承引导，保证流畅平稳运行 ④ 承载螺母损坏后，举升机将自动锁定，不能上升。 ⑤ 电机具有过载保护。 ⑥ 防护等级 IP54，经 GS 安全认证， 	
	参数	举升重量	3000KG
		电机参数	2×2.5KW/16A/400V
		举升/降落时间	45S
		举升高度	2005mm
		安装高度	2550mm
		通过宽度	2320mm
		长托臂最小长度	830mm
		长托臂最大长度	1330mm
短托臂最小长度	560mm		

	外观			
高压专用 电池 举升机	产品概述	<p>新能源电池举升机适用于新能源汽车电池拆装检修使用，根据不同的需求上升或下降，满足新能源汽车维修店与中高职院校在电池维修中的需求。也可以当作普通汽车维修时的辅助安全设备。</p>		
	基本配置	<p>整体采用钢性材料焊接，底部安装高强度脚轮油缸，采用高精密度 CNC 加工油缸配件。升降平稳，进口液压油封，稳定耐用。油缸装有油管防爆装置，保证突发性爆油管后的安全。</p>		
	技术参数	举升重量	1500KG	
		举升高度	1850mm	
		平台初始高度	1100mm	
		平台尺寸	1300×900mm	
		整体尺寸	1500×900×1100mm	
		驱动方式	电液驱动双向驱动	
自带式电源供给	电瓶 12V100A			
产品功能	<p>1、新能源电池举升机专用举升高压蓄电池，辅助高压蓄电池的拆卸和安装工作，并且电池的整体拆解工作也需要使用该举升设备。</p> <p>2、专用举升设备可以负重并保持特定举升高度，协助学员举升高压蓄电池，完成高压蓄电池拆装工作。</p>			

	外观			
交流充电桩	产品特点	01. 稳定可靠、性价比高 02. 结构简单，维护方便 03. 集中监控管理，便于远程运维 04. 微信扫码充电，结算便利 05. 户外使用，防尘防水		
	技术参数	电气规格	充电枪数	单枪
			连接方式	枪线式（5米枪线）
			输入电压	20Vac±20%
			输出电流	32A
			计量精度	1级
		工作环境	工作温度	20℃到55℃
			海拔高度	2000米以下
	相对湿度		90%	
	防护等级		IP55	
存储温度	-40℃到85℃			
交互及通讯	安装方式	壁挂/落地（支架式）		
	充电模式	自动充满/远程控制/任意设定模式		
	启动方式	微信扫码充电		

		后台交互	能够与科佳充电站网关连接,具备远程受控能力,可由科佳云提供结算服务
	保护及其他	保护	输入过/欠压保护、输出过流保护、输出短路保护、防雷保护、急停保护、漏电保护
		参考标准	最新国标要求
外观			
电池维修工具及线束套装	压力表	型号 YE60 压力范围 0-0.6Mpa	
	万用表	型号福禄克 F17B+	
	世达拆装工	包括内六角套装、尖口钳、电枪等	

	具包		
	连接线束		

4.3 实训室配置清单

表 5 新能源汽车动力电池基础教学实训室建设及教学设备配置计划

实训室名称	设备名称		型号	建议数量	校企合作 单价(元)	实训室 预算 (元)	
新能源汽车 动力电池基 础教学实训 室	高压操作安全教学系统		JX101	1 套	25000	25000	
	新能源汽车 动力电池检 测和装调 实训台	动力电池装调实 训台 (1 台)	JX501	1 套	290000	290000	
		标准安全模组 (4 个)					
		60 寸交互控制屏 (配套实训软件) (1 台)					
	动力电池单体示教台		JX001	1 台	29000	29000	
	动力电池串并联实训箱		JX801	10 台	12000	120000	
	配套装备	安全保护工装		国产	10 套	750	7500
		绝缘工作台		国产	4 台	3000	12000
		新能源汽车专用 万能表		国产	4 台	800	3200
		绝缘测试仪		国产	2 台	1100	2200
大写：肆拾捌万捌仟玖佰元整				合计	48.89 万元		

表 6 动力电池系统运维教学实训室建设及教学设备配置计划

实训室名称	设备名称		型号	建议数量	校企合作单价 (元)	实训室 预算 (元)	
动力电池系 统运维教学 实训室	动力电池 专修实训 设备	40KW 电池包充放电 测试设备	YW101	1 台	80000	80000	
		电池模组充放电设备	YW201	1 台	35000	35000	
		电池均衡仪	YW301	2 台	35000	70000	
		气密性检测仪	YW401	1 台	30000	30000	
		电池状态分析及故障 诊断工具	YW501	1 套	15000	15000	
	辅助设备	整车举升机	国产	1 台	21000	21000	
		高压专用电池举升机	国产	1 台	24600	24600	
		交流充电桩	CHCD-AC7K W	2 台	3500	7000	
		电池维修工具及线束 套装	国产	2 套	5000	10000	
	配套装备	安全保护工装	国产	10 套	750	7500	
		绝缘工作台	国产	4 台	3000	12000	
		新能源汽车专用万能 表	国产	4 台	800	3200	
		绝缘测试仪 2222	国产	2 台	1100	2200	
	大写：叁拾壹万柒仟伍佰元整				合计	317500 元	

五、教学资源建设

表 7 教学体系及课程计划

序号	教学单元	理论教学	实验及实训
1	电动汽车动力电池基础知识	8	4
2	动力电池系统组成及原理	12	2
3	电池管理系统	8	4
4	动力电池系统装调与测试	8	6
5	车辆充电系统	4	2
6	动力电池包的检测与故障分析	12	8
7	动力电池包保养与维护	8	10

注：以上为建议课程体系及课时计划，教学大纲详见附件，课程内容及课时数待项目确定后再根据合作院校师资条件及要求协商确定。专业基础课和新能源整车基础课程为先期基础课程，原则上以校方为主，校方需自备相关教学设备，如电工基础实训室及新能源整车等，北交新源可提供教学资源支持。

六、企业支持计划表

(一) 主办单位（北交新源（北京）科技有限公司）投入明细

序号	项目名称	数量	单位	预算单价	预算金额 (元)
1	实训室文化挂板	1	套	5000	5000
2	教师教材	5	套	280/套	1400
3	企业师资实训教学支持	20	课时	700/课时	14000
合计大写：贰万零肆佰元整					¥20400.00

(二) 其他支持内容：

- 1、推荐学生到北京新源（北京）科技有限公司相关合作企业顶岗实习或就业，如长安汽车、南京金龙等整车企业、中信盟固利、欣旺达等电池企业、华商三优等充电桩企业。
- 2、与学校深度合作，导入本地区电池维修和充电桩运维业务。
- 3、在新能源二手车评估考核点深度合作。

附件 1：《动力电池系统原理与检修》课程教学大纲

一、课程的任务与要求

《动力电池系统原理与检修》是新能源汽车技术专业的一门专业核心课。本课程的任务是使学生掌握新能源汽车动力电池系统、电池管理系统、车载充电系统的理论基础和实践能力知识，学会新能源汽车动力电池系统的检测与故障分析方法，掌握动力电池系统检修与维护技能。通过本课程的学习，使学生达到下列基本要求：

（一）理论知识

- 了解动力电池的发展历史、应用及发展趋势；
- 了解动力电池的种类、特性、结构及工作原理；
- 了解铅酸电池、碱性电池、燃料电池及锂离子电池等动力电池的结构、特性、工作原理及其在新能源汽车上的应用情况；
- 了解锂离子单体电池的相关标准；
- 掌握锂离子动力单体电池检测与评价方法；
- 掌握动力电池模组成组形式与电连接设计；
- 电池模组的筛选方法；
- 掌握车载锂离子电池系统的组成及原理；
- 熟悉动力电池高压系统结构、原理及电气连接；
- 了解动力电池系统高压安全及 IP 防护技术；
- 了解动力电池系统安全性相关标准；
- 掌握电池管理系统的功能、组成及工作原理；
- 电池管理系统参数设置方法及相关理论知识
- 了解电池管理系统相关标准；
- 掌握电池系统常见故障及原理分析；
- 熟悉动力电池系统安装、调试及检验方法；
- 了解电池系统相关测试标准；
- 掌握动力电池系统测试及评价方法；
- 掌握车辆充电系统的组成及工作原理；

- 掌握车辆充电系统的常见故障及原理分析；
- 掌握动力电池系统检测仪器、分析软件及拆装工具的使用方法；
- 掌握动力电池系统及车载充电机的拆装方法。
- 掌握动力电池包内部结构及电路图识图方法；
- 熟悉动力电池包内部的元器件的名称、安装位置、连接关系及作用；
- 熟悉动力电池管理系统的拓扑、功能、接口及故障判断；
- 掌握动力电池包开包的方法和步骤；
- 掌握动力电池包常见故障与原理分析；
- 掌握动力电池包故障检修方法；
- 掌握动力电池均衡原理及均衡维护方法；
- 掌握动力电池包模组（单体）更换方法；
- 掌握动力电池包封包的规范，运输存储注意事项。

（二）实践能力

- 具备遵守高压安全操作规范的能力；
- 具备万用表、故障诊断仪等常用仪器仪表的使用能力；
- 具备电池系统检测设备、分析软件及拆装工具的使用能力；
- 具备电池包绝缘性能检测能力；
- 具备电池管理系统数据监控及数据分析能力；
- 具备电池系统性能测试能力；
- 具备电池系统常见故障分析能力；
- 具备车辆充电系统常见故障分析能力；
- 具备制定维修方案及操作流程的能力；
- 具备动力电池包及车载充电系统的整车拆装能力；
- 具备动力电池包开包、封包规范化操作能力。
- 具备电池管理系统常见故障检修能力
- 具备单体电池性能测试及状态评价能力；
- 具备电池模组筛选、状态调整及评价能力；
- 具备单体电池和电池模组更换能力；
- 具备电池系统均衡维护能力；

- 具备更换电池包内部电气元器件能力；
- 具备电池包气密性检测能力；
- 具备车辆充电系统检修及更换的能力；
- 初步具备新能源汽车相关电池系统资料的搜集、查阅、整理和应用能力。

二、课程教学单元及学时（96 学时）

序号	教学单元	理论教学	实验及实训
1	电动汽车动力电池基础知识	8	4
2	动力电池系统组成及原理	12	2
3	电池管理系统	8	4
4	动力电池系统装调与测试	8	6
5	车辆充电系统	4	2
6	动力电池包的检测与故障分析	12	8
7	动力电池包保养与维护	8	10
合计		60	36

三、课程内容

1.整体教学设计

本课程遵循学生职业能力培养的基本规律，从基础原理入手，以真实工作任务及其工作过程为依据整合、序化教学内容。设计了电动汽车动力电池基础知识、动力电池系统组成及原理、电池管理系统、动力电池系统装调与测试、车辆充电系统、动力电池包的检测与故障分析及动力电池包检修与维护等 7 个学习单元。尽可能让学生在直观、有趣的情景中学习和运用知识。采用理论教学、实验演示及实际操作相结合的方式，学生在实训中心通过教、学、做有机融合，让学生学会相关仪器、仪表的使用和简单维护，培养动手能力，并运用所学知识完成实验，解决实际问题。

2.理论教学单元设计（60 学时）

教学单元 1：电动汽车动力电池基础知识（8 学时）

- 动力电池的产生、发展历史、应用及发展趋势；
- 电动汽车与动力电池发展现状
- 动力电池种类、特性、结构及工作原理；
- 铅酸电池的结构、特性、工作原理及应用；
- 碱性电池的结构、特性、工作原理及应用；
- 燃料电池的结构、原理、应用与发展趋势；
- 锂离子电池的分类、结构、特性及工作原理；
- 动力电池基本参数的定义；
- 动力锂离子电池标准制框架及内容解读；
- 动力锂离子电池的失效机理；
- 动力锂离子电池电性能测试内容与方法；
- 动力锂离子电池安全性能测试内容与方法；
- 动力锂离子电池性能综合评估方法；
- 动力锂离子电池的串并联特性；
- 锂离子电池在电动汽车上的应用实例。
- 重点和难点：锂离子电池的结构、特性及工作原理；动力锂离子电池性能测试内容与方法。

教学单元 2：动力电池系统组成及原理（12 学时）

- 电动汽车动力电池系统技术发展现状；
- 动力电池系统的功能分类；
- 动力电池系统在整车的安装位置；
- 电池单体的选择及模组的结构；
- 电池系统的机械结构组成；
- 电池系统的电池管理系统功能；
- 电池系统的高压电气系统组成及工作原理；
- 电池系统的热管理系统；
- 电池系统的电连接及对外接口；
- 电池系统的高压安全防护；

- 电池系统的 IP 防护设计与测量方法；
- 电池包内部电路图识图方法；
- 电池包内部的元器件的种类、作用及测试；
- 电池包内部的元器件的安装及连接控制关系；
- 动力电池系统故障分级与控制；
- 动力电池系统常见硬件故障案例分析；
- 动力电池系统常见事故与预防措施；
- 重点和难点：动力电池系统的功能和拓扑结构；动力电池系统常见硬件故障案例分析。

教学单元 3：电池管理系统（8 学时）

- 电池管理系统的功能和拓扑结构；
- 电池管理系统数据采集方法及传感器；
- 电池管理系统状态（SOC、SOP、SOE、SOH）参数定义；
- 电池状态参数的实时估算方法；
- 电池系统一致性评价指标；
- 电池系统绝缘电阻检测方法；
- 电池管理系统均衡管理电路的实现；
- 电池管理系统数据通信与上下电逻辑控制；
- 电池管理系统的热管理；
- 电池管理运行参数与故障阈值的设定；
- 电池管理系统故障报警与故障处理机制；
- 电池管理系统相关技术标准；
- 电池管理系统数据监控软件的使用与数据分析；
- 电池管理系统功能可靠性验证及应用实例；
- 电池管理系统常见硬件故障案例分析；
- 重点和难点：电池管理系统的功能原理及实现方法；管理系统常见故障案例分析。

教学单元 4：、动力电池系统装调与测试（8 学时）

- 模组结构和工艺介绍;
- 模组生产过程及模组分选;
- 电池系统的零部件的功能测试;
- 电池系统的生产工艺;
- 电池系统的生产过程控制;
- 电池系统的功能调试方法;
- 电池系统的下线检测流程;
- 电池系统相关技术标准;
- 电池系统性能测试及评价方法;
- 重点和难点: 动力电池系统的生产流程及装调方法, 电池系统性能测试及评价方法。

教学单元 5: 车辆充电系统 (4 学时)

- 车辆充电系统的组成及工作原理;
- 车辆充电系统的工作流程及接口标准;
- 直流充电系统常见故障及原理分析;
- 交流充电系统常见故障及原理分析。
- 重点和难点: 车辆充电系统的组成及工作原理; 交、直流充电系统常见故障及原理分析。

教学单元 6: 动力电池包的检测与故障分析 (12 学时)

- 电动汽车高压安全作业;
- 高压电基础知识与紧急救护;
- 车间设备安全用电与防护;
- 车辆安全操作与防护;
- 动力电池包拆装工具的使用方法;
- 动力电池检测设备的种类、特性及使用方法;
- 电动汽车的高压上电、下电操作方法;
- 动力电池系统上报故障解读;
- 动力电池系统历史数据分析与故障分析;
- 动力电池系统静态数据的读取与故障分析;

- 动力电池充放电检测数据的读取及故障分析；
- 动力电池系统不一致性产生及影响；
- 动力电池系统性能衰退分析；
- 动力电池系统性能评价及故障定位；
- 动力电池系统电池单体故障诊断及实例；
- 动力电池系统高压系统故障诊断及实例；
- 动力电池系统电池管理系统故障诊断及实例；
- 电池系统充电系统故障诊断及实例；
- 维修方案和维修流程的制定与评价；
- 重点和难点：整车高压安全作业，电池系统单体、高压系统、管理系统、充电系统的故障诊断方法，维修方案和维修流程的制定。

教学单元 7：动力电池包保养与维修（8 学时）

- 电动汽车电池系统保养维修流程；
- 动力电池系统的拆装方法及注意事项；
- 车载充电机及直流充电接口的拆装方法及注意事项；
- 动力电池包开包的方法和步骤；
- 动力电池包内部结构及电路图识图方法；
- 动力电池包内部的元器件的名称、安装位置、连接关系及作用；
- 使用万用表测量动力电池高压回路电压的方法；
- 使用绝缘测试仪测试动力电池绝缘性的方法；
- 动力电池管理系统的拓扑、功能、接口及故障判断；
- 动力电池包均衡维护原理；
- 动力电池包均衡维护流程；
- 动力电池包模组（单体）更换方法和流程；
- 动力电池包封包规范方法；
- 电池包气密性检测方法；
- 动力电池包维修过程记录及运输存储注意事项。
- 重点和难点：电池包拆装流程的规范化，电池包开、封包、电池单体（模组）更换、电池均衡、绝缘检测及气密性检测等操作的标准和规范。

四、实践教学部分

主要实验（实训）项目（36 学时）：

序号	实验（实训）名称	学时
1	锂离子电池结构认知实验及 SOC-OCV 曲线特性实验	2
2	锂离子电池单体及串并联充放电特性实验	2
3	动力电池系统认知及工作原理实验	2
4	电池管理系统拓扑认知与常见故障诊断实验	2
5	电池管理系统数据监控与数据记录实验	2
6	电池模组筛选与 SOC 状态计算实验	2
7	电池系统组装与功能调试实验	2
8	电池系统功能测试与性能评价实验	2
9	车载充电机结构认知及故障诊断实验	2
10	电池系统历史数据分析及故障诊断实训	2
11	电池系统电池管理及高压系统故障诊断实训	2
12	电池系统线下电池性能测试及故障定位实训	2
13	电池系统故障维修方案、维修流程制定实训	2
14	电池系统及车载充电系统拆装流程实训	2
15	动力电池拆包及器件故障排查及更换流程实训	2
16	动力电池模组均衡及性能测试流程实训	2
17	动力电池单体（模组）更换流程实训	2
18	动力电池气密性检测及分包流程实训	2
合计		36