

濮阳石油化工职业技术学院 新能源零碳实训室项目采购合同

甲方(需方):濮阳石油化工职业技术学院

乙方(供方):天顺氢能科技(河南)有限公司

根据《中华人民共和国民法典》的规定,经甲、乙双方协商,签订本合同。

一、产品明细及报价表(详见附件)

附:报价表

二、产品技术参数(详见附件)

附:技术参数

三、合同金额

人民币(大写):贰佰零伍万壹仟捌佰元 整(¥2051800.00 元)。

合同价款的组成:货物价款及运输、装卸、安装及相关材料费、调试费、保修、人员培训、税金等费用。

四、质量及技术规格要求

1. 乙方须按合同要求提供全新货物(包括零件、附件、备品备件等),货物的质量标准、规格型号、具体配置、数量等符合招标文件要求,其产品为原厂生产,且应达到乙方投标文件及澄清文件中明确的技术标准。

2. 乙方在约定时间前进驻安装现场,待所有货物安装调试完毕后甲方应在2日内组织验收。甲方未在2日内对乙方货物提出书面合理的异议的,视为验收合格。如甲方无正当理由,不得拒绝接收;在安装调试过程中,甲方有权采取适当的方式对乙方产品质量标准、规格型号、具体配置、数量以及安装质量和进度等进行检查。

五、交货时间、地点与方式

1. 签订合同并接到采购人通知后60日内,按甲方要求将货物运到甲方指定地点濮阳石油化工职业技术学院实训楼,并按甲方要求安装、调试完毕,具备使用条件。非因乙方原因(包括但不限于甲方未提供安装条件、未及时进行验收、不可抗力等)导致交付期限顺延的,乙方不承担逾期交付的责任。

2. 乙方负责所供货物包装、运输、安装和调试,并承担所发生的费用;甲方为乙方现场安装提供水、电等便利条件。

3. 安装过程中若因乙方原因导致发生安全事故由乙方承担法律责任。

4. 乙方安装人员应服从甲方的管理，遵守国家法律法规和学校相关制度，否则一切后果均由乙方承担。

5. 货物运送至甲方指定地点并于当日完成到货验收前，乙方负责对货物进行看管，并承担货物的丢失、损毁等风险。甲方未于当日完成到货验收的，后续风险由甲方自行承担。

6. 乙方交由承运人运输的在途货物，由乙方承担毁损、灭失的风险。

六、验收、调试

1. 验收：到货后，乙方应向甲方移交所供货物完整的使用说明书、合格证及相关资料（**按需提供**）。乙方将工作完成后，由甲方组织进行验收，**自安装完毕双方正式验收合格后计算质保期**。验收程序如下：

质量验收。按照合同条款、货物参数安装调试验收试验合格后，甲方组织验收，乙方技术人员参加，由甲方出具验收合格单，如发现货物质量等与本合同附件不一致，招标人可以对中标方依据合同处罚并要求限期更换，因以上原因影响学校正常秩序或整改不到位的，甲方可以终止合同，并要求乙方承担相应责任。

2. 调试：乙方负责对货物进行免费安装调试，并使其投入正常运行。

3. 人员培训：乙方免费对甲方人员进行必要的业务及服务培训，使其达到正确掌握设备使用要求。

七、付款方式

1. 甲方验收货物合格且乙方开具增值税专用发票给甲方后30日内，甲方以电汇方式向乙方支付合同总额的95%（共计小写：¥1949210.00元，大写：壹佰玖拾肆万玖仟贰佰壹拾元整）。

2. 甲方应于验收合格满一年后3日内以电汇方式将合同总价款的5%（共计小写¥102590.00元，大写：拾万贰仟伍佰玖拾元整）支付完毕。

（二）乙方账号信息

乙方名称：天顺氢能科技（河南）有限公司

开户行：中国邮政储蓄银行股份有限公司濮阳县工业路支行

银行账号：941000010110008910

八、合同的履行、变更和解除

1. 合同自双方签订后即具法律效力，甲乙双方均须认真履行，不得随意解除合同。

2. 甲乙双方不得擅自变更合同。如因项目需要变更，须经双方书面认可后方可变更。

3. 发生以下情况，经甲方通知乙方未及时整改的，甲方有权解除合同：

(1) 乙方拒绝接受甲方的管理；

(2) 合同执行期间，乙方因自身问题不能正常供货，致使供货期严重延误；

(3) 所供货物不符合验收标准；

(4) 法律规定的其他情形。

九、违约责任

1. 除因战争，严重水灾、台风、地震等自然灾害，政府政策的重大变动等政府行为和其他甲乙双方认可的不可抗力事件外，甲乙双方不得随意解除合同，否则按违约处理。

2. 若乙方所供货物的品牌、型号、规格、技术标准、质量标准等，不符合本合同规定的，乙方应负责更换并承担因此而发生的一切费用，如无法更换或更换后仍不符合约定的，甲方有权拒收并有权解除合同。因乙方更换货物造成逾期交货的，按逾期交货处理，乙方应负责更换并承担因此而发生的一切费用。

3. 乙方不能按时供货，除甲方原因和不可抗力事件外，每拖延一日应按合同总额的万分之一向甲方支付违约金。

4. 非因甲方或不可抗力原因导致乙方逾期15日不能供货，甲方有权解除合同，并要求乙方支付合同金额10%的违约金，同时追究乙方责任。

5. 本合同内货物的**免费质保期为伍年**，期间如若出现因乙方原因导致的质量问题，乙方负责维修或更换所产生的所有费用。

十、争议解决

1. 本合同的签订和执行，适用中华人民共和国法律。

2. 甲乙双方因质量问题发生争议，由**濮阳市质量技术鉴定单位**进行质量鉴定，鉴定费用由提出方承担，并承担违约责任。甲乙双方任何一方也可直接起诉。

3. 因履行合同发生的争议，由甲乙双方协商解决，如协商不成可向原告方所在地的人民法院诉讼。

十一、合同生效及其他

1. 本合同一式叁份，甲方贰份、乙方壹份，经甲乙双方代表签字、加盖公章后生效，合同履行完成后自行终止。

2. 组成本合同的文件及解释顺序为：本合同及补充条款。

3. 本合同生效之后，任何一方违反本合同规定，除了承担违约金外，还要承担守约方向违约方追究违约责任所支付的一切费用，包括但不限于律师费、诉讼费、保全费、保全保险费、公告费、鉴定费、交通食宿费等。

4. 本合同未尽事宜，供需双方可签订补充协议，与本合同具有同等法律效力。

甲方：濮阳石油化干职业技术学院

委托代理人签字：

年 月 日

乙方：天顺氢能科技(河南)有限公司

委托代理人签字：

2015年9月30日

附件：

报价明细表

项目名称：濮阳石油化工职业技术学院新能源零碳实训室项目采购项目
货币单位：元（人民币）

序号	名称	品牌	规格型号	单位	数量	单价	合计	备注
1	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	/	/	/	/	采购需求1.1.1风光互补发电实训室功能描述
2	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	4	100000	400000	采购需求1.1.2风光互补教具
3	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	/	/	/	/	采购需求1.1.3风光实验模块相关课程实训教学
4	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	10000	10000	采购需求1.1.4多媒体教学软件要求
5	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	/	/	/	/	采购需求1.2.1功能描述
6	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	15000	15000	采购需求1.2.2水平轴风机
7	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	15000	15000	采购需求1.2.3垂直轴风机
8	风电、光伏实训模块	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	/	/	/	/	采购需求1.3其他配置要求
9	微电网储能实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	/	/	/	/	采购需求2.1功能描述
10	微电网储能实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	250000	250000	采购需求2.2储能电池、微电网能量控制平台、组件配件、安装工具等
11	加氢站实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	/	/	/	/	采购需求3.1系统基本要求

12	加氢站实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	电脑一线品牌 显示器品牌HKC	套	51	5000	255000	采购需求3.2.1加氢实训室硬件基本要求
13	加氢站实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	51	800	40800	采购需求3.2.2桌椅采购要求
14	加氢站实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	100000	100000	采购需求3.2.3加氢软件配置要求
15	燃料电池实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	156000	156000	采购需求4.1基本要求 4.2燃料电池教学课程 4.3燃料电池仿真教具
16	燃料电池实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	10	5000	50000	采购需求4.3.2小型风冷燃料电池可拆解电堆
17	燃料电池实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	20000	20000	采购需求4.3.3储氢系统要求 4.3.4软件要求 4.3.5教学配套电子教材
18	绿电制氢实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	3	180000	540000	采购需求5.1基本要求 采购需求5.2功能描述 采购需求5.3主要规格要求
19	绿电制氢实训室	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	10	10000	100000	采购要求5.4电解槽拆装教具要求
20	环境改造	天顺氢能科技（河南）有限公司	厂家定制	套	1	100000	100000	采购需求6.0施工要求

附件：

技术参数

序号	项目名称	配置参数	单位	数量	备注
1	风电、光伏实训模块	1.1 风光互补发电实训室基本要求： 1.1.1 功能描述： ★建设室内风光互补发电实训室。配备风光互补实训平台4套及相关零部件（包括可拆解的风机机头和单片扇叶），供学生完成风力、光伏发电原理及应用相关实验实训，动手拆装相关组件，培养学生掌握风光相关发电、组网、运行原理及相关实践操作能力。 ★风光互补实训室内容包含：风力发电机组、太阳能光伏电池组、控制器、蓄电池、逆变器、交流直流负载、开关控制模块、环境监测模块、仪表显示等	/	/	
		1.1.2 主要技术规格参数： （1）单套系统规格： 系统最大电压：DC12V，AC220V/50Hz； 最大电流：50A； 系统最大功率：600W （2）太阳能电池板 太阳能电池板采用阵列组装形式， ≥ 4 块小型太阳能电池板组建，需实现太阳能电池板的并接方式和串接方式，进而提供大电流或大电压的两种太阳能电池板组网方式。 电池板：单晶硅 输出功率：20W/块 开路电压：21.24V 短路电流：1.16A 跟踪方式：双轴全自动跟踪；精度： $\pm 0.5^\circ$ 水平回转角度： 360° ；俯仰角度： 180° 控制器供电电源：DC 12V 电机供电电源：DC 12V 模拟光源：500W/只 卤素灯 （3）风力发电机 额定功率：300(W)；额定电压：12(V)；额定电流：25A； 风轮直径：1.24(m)；启动风速：2.5(m/s)；额定风速：9.6(m/s)；安全风速：35(m/s)；工作形式：永磁同步发电机；风叶旋转方向：顺时针；风叶数量：3（片）；风叶材料：玻璃增强聚丙烯材料；发电机外壳材料：铝合金 （4）模拟风洞 风量： $32073\text{ m}^3/\text{h}$ ；风压：288Pa；转速：1440 r/min； 功率：2.2kW；可调风速：0~13级连续可调 （5）风光控制器系统：			

	风电、光伏 实训模块	工作电压：12VDC 充电功率 Pmax ：600W 光伏功率 Pmax ：150W 风机功率 Pmax ：450W 充电方式：PWM 脉宽调制 充电最大电流 35A 过放保护电压 11V 过放恢复电压 12.6V 输出保护电压 16V 卸载开始电压（出厂值）15.5V 卸载开始电流（出厂值）15A (6) 并网逆变器 输出电压：AC 180-260V 工作电压：18 - 50V， 额定输出功率≥400W 输出波形：正弦波(失真度≤3%) 输出频率：47-55Hz， 监控系统（工业触摸屏） 尺寸(英寸) 10.2 液晶屏：TFT 液晶显示，LED 背光 显示颜色：真彩，65535 色 分辨率：800×480 液晶屏亮度：200cd/m² 触摸屏：电阻式 供电电源：24VDC 额定功率：5W CPU 主板：ARM CPU，400MHz 内存：64Mb 存储设备：128Mb FLASH 组态软件：MCGS 嵌入式组态软件（运行版） (7) 电表规格： 电流表：× 2 个，DC20A， 显示模式 ：0.5” LCD 液晶显示 电压表：× 2 个，DC200V，显示模式 ：0.5” LCD 液晶显示 电流表：× 1 个，AC5A， 显示模式 ：0.5” LCD 液晶显示 电压表：× 1 个，AC220V，显示模式 ：0.5” LCD 液晶显示 温度表：× 1 个，0~99.9℃ 多功能表：×1 个，AC220V，显示模式 ：0.5” LCD 液晶显示，带 RS485 通讯功能 (8) 负载： 直流负载			
--	-----------------------	--	--	--	--

		风扇：×1 个，额定电压：12V，工作电流：0.25A，功率：3W 交通灯：2 组(R,G,B)，额定电压：12V，工作电流：0.25A，功率：3W LED 灯：1 组 交流负载 节能灯：×1 个，额定电压：220V，工作电流：0.15 A 马达：×1 个，额定电压：220V，工作电流：0.2A			
		1.1.3. 风光实验模块相关课程实训教学 (1) 太阳光电实习教学模块实验内容： 实验一 太阳能电池发电原理实验 实验二 太阳能电池光电系统直接负载实验 实验三 光电控制型太阳能系统发电实验 实验四 交通警示灯模块设计实验 实验五 太阳能系统负载实验 实验六 太阳能电池基本特性测试实验 实验七 外部扩充 DC 转 AC 外接电器实验 实验八 单晶太阳能电池 I-V 特性曲线实验 实验九 离网逆变器设计实验 实验十 离网逆变器工作特性实验 实验十一 并网逆变器设计实验 实验十二 追日原理与追日过程实验 (2) 风力电实习教学模块实验内容： 实验一 风力发电基础理论原理性实验 实验二 风力发电系统设计实验 实验三 风力发电控制技术实验 实验四 风力发电相关测量技术实验 实验五 风力发电基础理论与应用技术仿真实验 实验六 发电机转速与输出电压关系实验 实验七 发电机转速与输出电流关系实验 实验八 发电机转速与输出频率关系实验 实验九 风速即转速与与出功率关系实验 (3) PLC 实训内容 实验一 用 PLC 控制三相交流异步电动机起/停 实验二 PLC 系统的硬件组态及程序编制 实验三 基本逻辑指令的应用 实验四 定时器、计数器的应用 实验五 模拟量的控制 实验六 顺序控制系统控制方法的设计 实验七 步与步的动作 实验八 PLC 通信 (4) 触摸屏实训内容 实验一 组态软件应用及界面设计 实验二 上传、下载文件 实验三 曲线图、柱状图、圆形图、动态图 实验四 数字输入和文数字显示 实验五 历史资料显示			

		实验六 系统控制读写			
		1.1.4 多媒体教学软件要求 (1) 通过该软件可以系统性学习太阳能光伏硅材料、电池片、光伏组件、光伏组件附属材料、光伏应用产品等全系列光伏知识内容。 (2) 配备文字与动画展示并介绍从原材料至成品包括中间环节加工工艺等与使用方法。 (3) 多媒体系统自带语音讲解,图、文、声并茂展示讲解、与系统所述文字同步播放,帮助教师对光伏发电课程教案的快速编写,提高学生对新能源专业知识快速掌握和快速学习。 (4) 可完成实训项目包括但不限于 1.1.3 所列实训内容。	套	1	
		1.2 屋顶风光发电系统基本要求: 1.2.1 功能描述: 建设屋顶光伏及屋顶风电(需提供 2 台 3kw 不同类型风机)。通过远程视频监控的方式,供学生学习两种新能源发电技术,掌握光伏及风电的发电原理,发电运行电压、电流的变化工况,风电场及光伏电场的运维管理技能等,实训教室提供风电模型机及光伏模型供学生实训教学。	/	/	
		1.2.2 风机主要系统参数: (1) 风机结构: 水平轴 (2) 风机功率: 3kw (3) 叶轮直径: 3.8m (4) 叶片材质: 增强玻璃钢 (5) 额定转速: 240r/min (6) 额定功率: 3kw (7) 最大功率: 4.5kw (8) 输出电压: 120V (9) 气动风速: 2.5 (m/s) (10) 工作风速: 2.5-25 (m/s) (11) 安全风速: 50 (m/s) (12) 塔架高度: 6-9m (可调节) (13) 寿命: ≥15 年 (14) 外壳材质: 精铸钢	套	1	
		1.2.3 风机主要系统参数: (1) 风机结构: 垂直轴 (2) 额定功率: 1 kW (3) 最大功率: 1.2~1.5 kW (4) 启动风速: 2~3 m/s (5) 额定风速: 10~12 m/s (6) 切出风速: 25~30 m/s (7) 工作风速范围: 3~25 m/s (8) 叶片数量: 3~5 片 (9) 叶片材质: 玻璃纤维增强塑料 (GFRP)	套	1	

		(10) 旋转直径: 2~3 米 (11) 高度: 3~6 米 (塔架+风机总高) (12) 重量: 50~150 kg (含塔架) (13) 旋转方向: 任意 (14) 发电机类型: 永磁同步发电机 (PMSG) (15) 输出电压: 24V (16) 效率: 25%~35% (17) 控制系统: MPPT (最大功率点跟踪) + 过载保护 (18) 工作温度: -30℃ ~ +60℃ (19) 寿命: ≥15 年			
		1.3 其他配置要求 实训室建设所需材料 (含建设基础材料、电缆等)、 建筑施工须符合国家标准及规范, 按照学校规划方案要求 完成实训室及相关配套设施施工。	/	/	
2	微电网储能实训室	2.1 功能描述: ★建设300kWh储能系统、综合能源管理系统, 将屋顶 光伏及风电所发电接入储能系统, 同时储能系统所存电量 可以并入学校电网, 通过能量管理平台对整个风电、光伏 、储能实施检测及发电总量、消耗电量等参数进行实时采 集、发电运行电压、电流的变化工况, 以及发出多少绿电 多少进入了储能电池, 储能电池的电多少用于实训中心, 供学生学习综合能源管理技术, 电力交易模式等实训项目 , 以及相应实训室的报警、监控装置, 数据在系统上实时 显示。 ★配备可拆解的储能电池模型、储能相关的配件可供 学生组装, 培养学生掌握储能设备操作、运维相关能力。	/	/	
		2.2 主要技术规格参数: 1、电池能量: 307kwh 2、储能电池规格: 512V/600Ah 3、标称电压: 512V 4、标称容量: 600Ah 5、工作电压范围: 400V-600V 6、放电电流: 0.5C 7、PCS: 150kw 8、通讯方式: RS485/CAN 9、充电温度: 0~45℃ 10、放电温度: -20~60℃ 11、存储温度: -20~35℃ 12、温度保护: 70℃±5℃	套	1	

		13、微电网能量控制平台： 硬件部分： (1) 150寸4K高清+144Hz显示屏一套 (2) 电脑主机、电脑显示器一套用于操作及后台控制 (3) 中央控制器、高速通信模块及光纤等 (4) 必要的监控、报警等安全装置 软件部分： (1) 综合能源监控首页：具备检测、分析、控制功能，包括但不限于预测类、故障诊断类、分析类、优化类、控制类、异常报警及快速响应。 (2) 风电光伏监控内容包括发电量情况汇总、功率预测、风电实时功率曲线、今日发电量、总发电量等 (3) 储能监控功能包括当日储能功率曲线、当日储能 SOC、分时段充放电量、储能电池充放电功率曲线及实时状态监视、当日储能分时充放电量 (4) 储能系统监控界面支持以图表的方式展示曲线、数值 (5) 可以查询任意时段内各系统数据，并支持导出成 EXCEL 文件 (6) 出现安全事故报警时，系统给出声光报警，根据事故报警信号源，系统给出问题分析知道意见。 14、组件包含：3kw的锂电池1台、安装工具套盒一套、定制尺寸的操作台。 15、其他：电池架、配电箱、电器柜			
3	加氢站实训室	3.1 系统基本要求： 加氢站虚拟实践教学软件需以仿真交互和数据驱动的方式，模拟数字化加氢站的运营操作流程。对加氢站系统架构、核心设备构造及零部件装配等进行全数字化模型生成和可视化操作，对卸车流程、增压及储氢流程、加氢流程、安全检查及故障诊断流程等进行虚拟仿真模拟。可实时开启相应装置工艺技术资料，详细了解加氢站的建设原理和运行方式。对加氢站的突发/危险事件进行虚拟仿真模拟，提升学生实践技能与处理突发/危险事件能力。实训软件根据教学设计要求应分为三种应用模式，分别为演示模式、训练模式、考核模式，其中演示模式主要是教师进行			

		课堂教学使用，训练模式是学生自主进行学习任务的训练和学习使用，考核模式是学生进行学习任务的检验使用。			
		3.2 主要技术规格参数: 3.2.1加氢实训室硬件基本要求 1、终端配置要求: (1) CPU i5-13490f 核心参数: 采用性能混合架构, 拥有10个核心, 其中包括6个性能核心(P - Core)和4个效能核心(E - Core), 最高线程数为16线程。 频率: 基础频率为2.5GHz, 性能核心最大睿频为4.8GHz 缓存: 三级缓存为24MB。 制程工艺: 10纳米ESF工艺。 核显: Intel®UHD Graphics for 12th Gen Intel®Processors, 显卡基本频率为300MHz, 最大动态频率为1.45GHz。 •功耗: 基础功耗为65W, 最大睿频功耗为148W。 •接口类型: LGA 1700。 (2) 内存:16GB DDR4 3200MHz (3) 硬盘:512GBSSD (4) 显卡:高性能显卡, 英伟达RTX 3060, 显存12G (5) 声卡:集成声卡, 内置或外置扬声器 (6) 网卡:多千兆网卡 (7) 机箱:品牌同款 (8) 电源:500w与整机同一品牌, 并通过80Plus (9) 键鼠:USB键盘和鼠标 (10) 支持电源故障诊断功能, 可以实现不启动检查电源工作状态; (11) 显示器: 同品牌23.8英寸商用显示器, 全高清1920x1080 60Hz, 支持VGA、DP, 使用高清DP数据线与主机连接, 并提供显示器管理软件, 可以自定义屏幕分区, 支持跨显示器来扩展桌面空间, 支持软件输入管理器, 实现多个输入间的轻松转换。	套	51	
		2、定制配置要求: (1) 台面规格:根据现场要求定制, 保证摆放科学合理 (2) 板面材质: 板材符合国家要求BG-28007-2011和GB-18584-2001, 板材具有耐磨、硬度高、防水、防污、耐高温、光滑平整。 (3) 折叠椅材质必须符合安全和环保标准, 金属材质的折叠椅要求金属颗粒大小均匀, 无杂质, 表面处理工艺良好, 木质折叠椅则要求木材表面无瑕疵, 环保水性漆进行涂装。	套	51	
		3、软件参数配置: (1) 软件基本功能需求 基础功能、用户管理 支持教师、学生等多角色登录, 可自定义角色权限。 提供用户信息管理功能, 包括账号注册、登录、密码修改、虚拟仿真功能等 (2) 虚拟场景构建	套	1	

		提供高度逼真的虚拟教学场景，涵盖加氢站的典型应用场景。 支持场景，包括场景布局、物体摆放、环境设置等。 支持多种虚拟场景的切换和组合，满足不同教学需求。 （3）虚拟实验操作 提供虚拟实验操作功能，学生可在虚拟环境中进行实验操作，模拟真实实验过程。 支持实验操作的实时反馈和结果展示，包括实验数据采集、参数设置等。 提供实验操作的智能提示和错误纠正功能，帮助学生正确完成实验操作。 （4）虚拟实践操作 提供虚拟实践操作功能，学生可在虚拟环境中进行实践操作，模拟真实工作场景。 支持实践操作的流程引导和任务分配，确保学生按照正确步骤完成操作。 提供实践操作的评估和反馈功能，包括操作时间、操作准确性、操作规范性等方面的评估。 （5）实时交互 支持在虚拟场景中对电器及机械设备进行开关、演示等操作，方便教师讲解和学生理解。 （6）开发平台 软件应基于主流的开发平台进行开发，如虚幻引擎5等，确保软件的稳定性和兼容性。 支持 Windows等主流操作系统，提供良好的用户体验。 （7）性能要求 虚拟场景加载时间应控制短时间以内，确保用户操作的流畅性。 可根据需求对软件进行本地部署或者云部署 同时支持超过100台以上电脑同时在线使用 （8）兼容性要求 支持多种输入设备，如键盘、鼠标、触摸屏等提供丰富的交互方式。			
4	燃料电池实训	4.1基本要求： 提供一套水冷型氢燃料电池实训硬件平台，硬件能够真实还原燃料电池相关 BOP 外观，具有无氢源仿真模拟和实训能力，具备自动识别拆装过程以及维修结果能力。硬件平台仿真最大功率$\geq 10\text{Kw}$，平台可以实际进行安装拆装训练，兼具燃料电池系统教学演示、实训及竞赛等多种功能。硬件平台的氢气管路采用不锈钢材质与卡套接头连接，冷却水路和空气路全部采用真实燃料电池专用硅胶管。硬件平台具有可拆装部件，包括但不限于水箱、水泵、冷却风扇、空气过滤器、空压机、加湿器、氢气进气阀、氢喷、压力传感器、电堆、DCDC、FCU 及所有水路、空气路、氢气流连接管路。硬件平台系统运行稳定，具有 10 寸以上触摸	套	1	

	式终端屏幕真实还原燃料电池实际运行数据，用于学生进行运行数据分析和故障诊断。硬件平台采用 220V 供电，并配有 UPS 备用电源；可以通过网线或无线进行联机。 提供 10 套小型风冷燃料电池系统及电堆双极板、膜电极、催化剂等零部件，满足学生动手组装可运行的燃料电池系统、实物认知电堆结构。 4.2 功能描述： 4.2.1 燃料电池系统实训 实训一 系统拆装实训 实训二 燃料电池启机模拟仿真实训 实训三 燃料电池故障模拟实训 实训四 燃料电池原理实训 4.2.2BOP 零部件实训 实训一 储氢系统工作原理实训 实训二 进氢电磁阀工作原理实训 实训三 空气压缩机工作原理实训 实训四 空气流量计工作原理实训 实训五 增湿器工作原理实训 实训六 冷却水泵工作原理实训 实训七 散热器工作原理实训 实训八 加热器工作原理实训 实训九 水箱工作原理实训 实训十 DC-DC 变换器工作原理实训 实训十一 FCU 控制器工作原理实训 实训十二 无氢源训练装置实训 实训十三 氢气模拟器实训 实训十四 零部件拆装实训 4.3 主要技术规格参数： 4.3.1 硬件参数： 燃料电池仿真教具参数： (1) 系统参数：2~10kw (2) 仿真工况：系统启动、待机、加载、运行、减载、故障工况 (3) 主要仿真数据：空气流量、空气压力、氢气流量、氢气压力、电堆电流、电压、进水温度、出口温度、DCDC 输出功率、电流、电压，冷却水位、流量、风扇转速 可拆装操作部件：水箱、水泵、冷却风扇、空气过滤器、空压机、加湿器、氢气进气阀、氢喷、压力传感器、电堆、DCDC、FCU 及连接管路。 (4) 通信接口：RS485*2/RS232*1 (5) 网络接口：WIFI/LAN (6) 工作模式：练习模式、考题模式、实操模式 (7) 电气参数：250w (8) 工作最大功耗：50w			
--	---	--	--	--

		(9) 待机功耗: AC200-240V, 50/60Hz (10) 标准电源: 5-45℃ (11) 设备尺寸: 1500mm*1000mm*1660mm (12) 屏幕尺寸: 11 (13) 重量: 约 280kg			
		4.3.2 小型风冷燃料电池可拆解电堆 (1) 电堆类型: 石墨 (2) 电堆片数: 28 片 (3) 有效面积: 24 (4) 电压范围: 14-28 (5) 电流范围: 0-20 (6) 电堆峰值功率: 300w (7) 存储温度: 5-30℃ (8) 运行环境温度: 5-40 (9) 电堆尺寸: 100*105*125 (10) 附件: 流量及温度控制、供氧及散热模块、类阀门及 316L 不锈钢管道、防爆安全组件、氢气浓度报警组件; 温度/压力监控报警组件 (11) 安装工具套盒 (12) 数量: 小型风冷燃料电池可拆解电堆 10 套 (13) 售后服务: 1 年 (14) 安装说明书	套	10	
		4.3.3 储氢系统教具技术参数要求: 1、压力: 35 兆帕 2、容量: 53L 3、附件包含: 瓶口阀, 加氢口、氢气管路、安全阀等部件 4.3.4 软件系统参数: 1、软件系统支持练习模式、考题模式、实操模式, 可提供学生端实训界面、老师端实训题目设计系统; 2、软件系统仿真数据, 包括空气流量、空气压力, 氢气压力, 电堆电流、电压、进水温度、出口温度, DCDC 输出功率、电流、电压等。 3、软件系统能够仿真系统启动、待机、加载、运行、减载、故障工况等; 4、软件系统能够对仿真数据、仿真工况等数据进行下发到硬件平台, 并能够实现单台指定实训题下发或全部下发。 5、软件系统主要功能包括: 教具管理、理论题库、实训题库、理论题卷、练习题卷、实训题卷、竞赛设置、监考中心、评卷中心、查询成绩、工况模板、设备管理、习题练习、错题库、排行榜 4.3.5 教学配套电子教材: 1、燃料电池概述教材 2、质子交换膜燃料电池整体介绍教材 3、燃料电池混合电源结构-1 教材	套	1	

		4、燃料电池混合电源结构-2 教材 5、PEMFC 燃料电池主要零部件教材 6、燃料电池的组装与测试教材 7、燃料电池的运行控制-1教材 8、燃料电池的运行控制-2 教材			
5	绿电制氢实训室	5.1基本要求: ★提供电解水设备三套工程实物样机，包含三种不同的主流的电解水制氢技术，包括碱性电解水制氢设备、PEM电解水制氢设备和AEM制氢设备，供学生掌握不同制氢技术的工作原理和特性。 ★提供碱性电解水电解槽10套及安装工具，供学生通过实训掌握电解槽的装配工艺。 ★制氢模块成组标准主要包括：电解槽、氢气分离器、氢气冷却器、阀组、循环泵与传感器等。机柜式制氢系统的成组标准则是指将上述制氢模块（作为一个整体）与其他必要组件集成在一个机柜内，其必要组件包括：机柜外壳，电源模块，水箱模块，制氢模块和氢中氧，氧中氢，漏点分析在线检测等 5.2功能描述: 5.2.1 制氢等相关课程实训教学: 1、制氢基础原理实验模块 实验一 电解水制氢原理实验 实验二 电解槽组装设计实验 实验三 电解槽电极材料关键特性实验 实验四 电解槽隔膜材料关键特性实验 实验五 电解槽极板材料关键特性实验 实验六 电解槽垫片材料关键特性实验 实验七 电解液浓度对制氢效率和纯度影响实验 实验八 电解槽伏安特性曲线实验 实验九 电解槽氧中氢变化实验 实验十 氢气纯化模块设计实验 实验十一 氢气露点控制与干燥实验 5.2.2 制氢系统运行与调控实验模块 实验一 氢系统能量管理策略（EMS）设计实验 实验二 温度、压力、流量等运行参数对制氢效率影响实验 实验三 温度、压力、流量等运行参数对气液分离能力影响实验 实验四 变载控制与效率优化实验 实验五 并网型制氢系统调度实验 实验六 储能缓冲稳态制氢实验 实验七 离网型风光电制氢功率匹配实验 实验八 制氢设备启停流程实验	套	3	

	5.2.3 制氢设备安全与维护实验模块 实验一 氢气泄漏浓度梯度监测设计和验证实验 实验二 电解系统紧急停机联锁实验 实验三 常见故障诊断与分析实验 实验四 关键材料和部件更换操作实验 5.3主要技术规格参数: 5.3.1 一套2 Nm³/hAEM制氢系统，额定工况下氢气产能≥2 Nm³/h，氧气产能≥1 Nm³/h，功率波动范围为10%~100%，氢气露点-40℃。具体要求详见表格 <table><tr><th colspan="3">系统主要参数</th></tr><tr><th>序号</th><th>项目</th><th>要求</th></tr><tr><td>1</td><td>产氢速率</td><td>≥ 2.0 Nm³ /h</td></tr><tr><td>2</td><td>氢气纯度</td><td>≥ 99.999 %</td></tr><tr><td>3</td><td>氢气露点</td><td>≤ 25 ° C</td></tr><tr><td>4</td><td>出氢压力</td><td>0.2~1.6 MPa</td></tr><tr><td>5</td><td>直流能耗</td><td>≤ 4.5 kWh/Nm³</td></tr><tr><td>6</td><td>系统能耗</td><td>≤ 5.2 kWh/Nm³</td></tr><tr><td>7</td><td>耗水量</td><td>≤ 2 L/Nm³</td></tr><tr><td>8</td><td>冷启动时间</td><td>< 20 min</td></tr><tr><td>9</td><td>环境温度</td><td>5~40 ° C</td></tr><tr><td>10</td><td>外观</td><td>无明显色差、外观清洁无变形，无锈蚀、斑点等污迹</td></tr><tr><td>11</td><td>尺寸</td><td>制氢模块尺寸：长 650mm ×宽 485 mm ×高 445 mm;</td></tr><tr><td>12</td><td>重量</td><td>≤150 kg</td></tr></table>	系统主要参数			序号	项目	要求	1	产氢速率	≥ 2.0 Nm ³ /h	2	氢气纯度	≥ 99.999 %	3	氢气露点	≤ 25 ° C	4	出氢压力	0.2~1.6 MPa	5	直流能耗	≤ 4.5 kWh/Nm ³	6	系统能耗	≤ 5.2 kWh/Nm ³	7	耗水量	≤ 2 L/Nm ³	8	冷启动时间	< 20 min	9	环境温度	5~40 ° C	10	外观	无明显色差、外观清洁无变形，无锈蚀、斑点等污迹	11	尺寸	制氢模块尺寸：长 650mm ×宽 485 mm ×高 445 mm;	12	重量	≤150 kg			
系统主要参数																																														
序号	项目	要求																																												
1	产氢速率	≥ 2.0 Nm ³ /h																																												
2	氢气纯度	≥ 99.999 %																																												
3	氢气露点	≤ 25 ° C																																												
4	出氢压力	0.2~1.6 MPa																																												
5	直流能耗	≤ 4.5 kWh/Nm ³																																												
6	系统能耗	≤ 5.2 kWh/Nm ³																																												
7	耗水量	≤ 2 L/Nm ³																																												
8	冷启动时间	< 20 min																																												
9	环境温度	5~40 ° C																																												
10	外观	无明显色差、外观清洁无变形，无锈蚀、斑点等污迹																																												
11	尺寸	制氢模块尺寸：长 650mm ×宽 485 mm ×高 445 mm;																																												
12	重量	≤150 kg																																												
	5.3.2 一套 2Nm³/hPEM 电解槽系统，1 套氢气处理（纯化）																																													

	框架及制氢电源），额定工况下氢气产能 $\geq 2\text{Nm}^3/\text{h}$ ，氧气产能 $\geq 1\text{Nm}^3/\text{h}$ ，功率波动范围为 10%~110%，具体要求详见表格																																				
	<table><tr><th colspan="2">设备主要参数</th></tr><tr><td>制氢方式</td><td>PEM 电解水制氢</td></tr><tr><td>制氢量</td><td>$\geq 2.0 \text{ Nm}^3 \text{ /h}$</td></tr><tr><td>制氢机氢气出口纯度</td><td>$\geq 99.99\%$</td></tr><tr><td>供水水质要求</td><td>纯净水、蒸馏水（电导率$\leq 0.1\text{mS/m}@25^\circ\text{C}$）</td></tr><tr><td>设备额定功率</td><td>12 KW</td></tr><tr><td>设备出氢压力</td><td>0.3-3MPa(可调)</td></tr><tr><td>电解槽工作温度</td><td>5~55$^\circ\text{C}$</td></tr><tr><td>氢气露点</td><td>$\leq -60^\circ\text{C}$</td></tr><tr><td>氢中氧含量</td><td>$<0.009\% \text{V/V}$ (电解槽氢侧出口微量氧含量)</td></tr><tr><td>通讯方式</td><td>Modbus RTU</td></tr><tr><td>净化功能</td><td>水质净化，氢气干燥</td></tr><tr><td>氢气出气接头</td><td>快插接头(配备耐 3MPa 白色气管 $\phi 6\text{mm}$)</td></tr><tr><td>纯化系统再生周期</td><td>3 年</td></tr><tr><td>系统安全</td><td>电子式压力检测、机械式安全阀(整定压力 3.5MPa)</td></tr><tr><td>单向阀门</td><td>氢气出口单向阀</td></tr><tr><td>边界尺寸（长 * 宽 * 高）</td><td>710*380*760mm 含把手、脚轮，具体以实际为准，误差$\pm 1\%$)</td></tr></table>	设备主要参数		制氢方式	PEM 电解水制氢	制氢量	$\geq 2.0 \text{ Nm}^3 \text{ /h}$	制氢机氢气出口纯度	$\geq 99.99\%$	供水水质要求	纯净水、蒸馏水（电导率 $\leq 0.1\text{mS/m}@25^\circ\text{C}$ ）	设备额定功率	12 KW	设备出氢压力	0.3-3MPa(可调)	电解槽工作温度	5~55 $^\circ\text{C}$	氢气露点	$\leq -60^\circ\text{C}$	氢中氧含量	$<0.009\% \text{V/V}$ (电解槽氢侧出口微量氧含量)	通讯方式	Modbus RTU	净化功能	水质净化，氢气干燥	氢气出气接头	快插接头(配备耐 3MPa 白色气管 $\phi 6\text{mm}$)	纯化系统再生周期	3 年	系统安全	电子式压力检测、机械式安全阀(整定压力 3.5MPa)	单向阀门	氢气出口单向阀	边界尺寸（长 * 宽 * 高）	710*380*760mm 含把手、脚轮，具体以实际为准，误差 $\pm 1\%$)		
设备主要参数																																					
制氢方式	PEM 电解水制氢																																				
制氢量	$\geq 2.0 \text{ Nm}^3 \text{ /h}$																																				
制氢机氢气出口纯度	$\geq 99.99\%$																																				
供水水质要求	纯净水、蒸馏水（电导率 $\leq 0.1\text{mS/m}@25^\circ\text{C}$ ）																																				
设备额定功率	12 KW																																				
设备出氢压力	0.3-3MPa(可调)																																				
电解槽工作温度	5~55 $^\circ\text{C}$																																				
氢气露点	$\leq -60^\circ\text{C}$																																				
氢中氧含量	$<0.009\% \text{V/V}$ (电解槽氢侧出口微量氧含量)																																				
通讯方式	Modbus RTU																																				
净化功能	水质净化，氢气干燥																																				
氢气出气接头	快插接头(配备耐 3MPa 白色气管 $\phi 6\text{mm}$)																																				
纯化系统再生周期	3 年																																				
系统安全	电子式压力检测、机械式安全阀(整定压力 3.5MPa)																																				
单向阀门	氢气出口单向阀																																				
边界尺寸（长 * 宽 * 高）	710*380*760mm 含把手、脚轮，具体以实际为准，误差 $\pm 1\%$)																																				
	5.3.3 一套 2Nm3/hALK 电解槽系统，1 套氢气处理（纯化）框架及制氢电源），额定工况下氢气产能 $\geq 2\text{Nm}^3/\text{h}$ ，氧气产能 $\geq 1\text{Nm}^3/\text{h}$ ，功率波动范围为 10%~110%，具体要求详见表格																																				
	<table><tr><th colspan="2">设备主要参数</th></tr><tr><td>制氢方式</td><td>ALK 电解水制氢</td></tr><tr><td>制氢量</td><td>$\geq 2.0 \text{ Nm}^3 \text{ /h}$</td></tr><tr><td>制氢机氢气出口纯度</td><td>$\geq 99.999\%$</td></tr></table>	设备主要参数		制氢方式	ALK 电解水制氢	制氢量	$\geq 2.0 \text{ Nm}^3 \text{ /h}$	制氢机氢气出口纯度	$\geq 99.999\%$																												
设备主要参数																																					
制氢方式	ALK 电解水制氢																																				
制氢量	$\geq 2.0 \text{ Nm}^3 \text{ /h}$																																				
制氢机氢气出口纯度	$\geq 99.999\%$																																				

		<table><tr><td>供水水质要求</td><td>电阻率$\geq 1.0 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 铁离子含量$< 1.0 \text{mg/L}$ 氯离子含量$< 2.0 \text{mg/L}$ 悬浮物$< 1.0 \text{mg/L}$</td></tr><tr><td>设备额定功率</td><td>10 KW</td></tr><tr><td>设备出氢压力</td><td>1.6Mpa</td></tr><tr><td>电解槽工作温度</td><td>85~90℃</td></tr><tr><td>氢气露点</td><td>$\leq -70^\circ\text{C}$</td></tr><tr><td>氢中氧含量</td><td>$< 0.1\% \text{V/V}$ (电解槽氢侧出口微量氧含量)</td></tr><tr><td>通讯方式</td><td>RS485</td></tr><tr><td>净化功能</td><td>水质净化，氢气干燥</td></tr><tr><td>氢气出气接头</td><td>卡套 3/8</td></tr><tr><td>纯化系统再生周期</td><td>5 年</td></tr><tr><td>单向阀门</td><td>氢气出口单向阀</td></tr><tr><td>边界尺寸（长 * 宽 * 高）</td><td>1500*650*1300mm 含把手、脚轮，具体以实际为准，误差$\pm 1\%$</td></tr></table>	供水水质要求	电阻率 $\geq 1.0 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 铁离子含量 $< 1.0 \text{mg/L}$ 氯离子含量 $< 2.0 \text{mg/L}$ 悬浮物 $< 1.0 \text{mg/L}$	设备额定功率	10 KW	设备出氢压力	1.6Mpa	电解槽工作温度	85~90℃	氢气露点	$\leq -70^\circ\text{C}$	氢中氧含量	$< 0.1\% \text{V/V}$ (电解槽氢侧出口微量氧含量)	通讯方式	RS485	净化功能	水质净化，氢气干燥	氢气出气接头	卡套 3/8	纯化系统再生周期	5 年	单向阀门	氢气出口单向阀	边界尺寸（长 * 宽 * 高）	1500*650*1300mm 含把手、脚轮，具体以实际为准，误差 $\pm 1\%$			
供水水质要求	电阻率 $\geq 1.0 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 铁离子含量 $< 1.0 \text{mg/L}$ 氯离子含量 $< 2.0 \text{mg/L}$ 悬浮物 $< 1.0 \text{mg/L}$																												
设备额定功率	10 KW																												
设备出氢压力	1.6Mpa																												
电解槽工作温度	85~90℃																												
氢气露点	$\leq -70^\circ\text{C}$																												
氢中氧含量	$< 0.1\% \text{V/V}$ (电解槽氢侧出口微量氧含量)																												
通讯方式	RS485																												
净化功能	水质净化，氢气干燥																												
氢气出气接头	卡套 3/8																												
纯化系统再生周期	5 年																												
单向阀门	氢气出口单向阀																												
边界尺寸（长 * 宽 * 高）	1500*650*1300mm 含把手、脚轮，具体以实际为准，误差 $\pm 1\%$																												
5	绿电制氢实训室	5.4 制氢实训电解槽拆装教具技术参数要求： 1、额定电流：20A 2、电压范围：30V 3、产氢量：0.2Nm³/h 4、产氧量：0.1Nm³/h 5、电极数量：10 片 6、外观尺寸：88*114*90 7、电池有效面积：20cm² 8、电流密度：≥1.0A/cm 9、单电池电压：1.7V-2.2V 10、膜电极：复核隔膜或 PPS 布 11、进水要求：电导率≤5us/cm 12、工作温度 10-60℃ 13、配套安装工具	套	10																									
6	环境改造	按照施工要求，完成所有实训室及外部区域改造： 1、强电装置：BV4 平方国标铜芯电线，新国标插线板 2、弱电装置：网线使用超五类非屏蔽五氧铜双绞线 3、实训室文化建设 4、走廊文化建设	套	1																									