## 一、项目简介

项目拟为联办本科生工程实践培养购置干燥综合实验装置、综合流体力学实验装置、板框过滤实验装置、传热综合实验装置、流量计性能测定实验装置和二氧化碳吸收与解吸实验装置。致力于打造理论与实践深度融合的教学平台，通过系统化实验设计深化专业认知、强化工程能力、培育创新思维，为学科人才培养与学术发展奠定坚实基础。

## 二、采购清单

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **单位** | **数量** |
| 1 | 干燥综合实验装置 | 套 | 1 |
| 2 | 综合流体力学实验装置 | 套 | 1 |
| 3 | 板框过滤实验装置 | 套 | 1 |
| 4 | 传热综合实验装置 | 套 | 1 |
| 5 | 流量计性能测定实验装置 | 套 | 1 |
| 6 | 二氧化碳吸收与解吸实验装置**（核心产品）** | 套 | 1 |

## **三、技术标准及配置要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **需求或性能描述** | **单位** | **数量** |
| 1 | 干燥综合实验装置 | （1）操作压力：常压操作；操作温度：50～80℃；进风量：0～150m3/h；湿物料量：50～500g。（2）实验物料：毛毡、空分硅胶、硫酸钾溶液、水、空气。（3）装置包含洞道干燥、流化床干燥和喷雾干燥三种干燥器。（4）洞道干燥可测定干燥曲线。（5）流化床干燥可通过床层压差，计算物料的干燥速率。（6）流化床干燥和喷雾干燥，干燥器均采用透明材质，能观察干燥实验现象。（7）装置框架采用高品质铝合金型材，外形尺寸（长×宽×高）≥2600×600×2000mm，可移动式设计，带刹车轮，水平调节支撑型脚轮；装置配备独立可移动的仪表工作站，规格（长×宽×高）≥500×600×1750mm，可伸缩的多功能记录台。（8）风机：漩涡气泵，最大风量≥210m³/h，电机功率≥1500W。此风机与系统软连接可减震，需设计与设备框架非一体式连接且可方便与框架一同移动，且热风可循环利用（要求提供三维效果图和结构说明风机部分连接形式和框架结构佐证该项需求），风机吸入口连接洞道式出口蝶阀，≥1台。（9）加热器：304不锈钢材质，规格≥Ф200×500mm，内有≥3组翅片式加热管，加热功率≥4.5kW；且热风出口温度可控，外有保温层厚≥20mm，石棉材料，≥1台。（10）洞道室：304不锈钢材质，规格≥190×190×1200mm，要求洞道室安装安度在1.5m以上，前方无遮挡，中部设有透视窗和小拉门。室内与预热段间，含有多层不锈钢均布器，洞道内有干球、湿球温度测点，且洞道室中的载物盘下连称重传感器，要求将1s内控制波动控制在±0.1g以内。洞道室外保温层厚≥20mm，石棉材料，≥1台。（11）流化床：钢化玻璃材质，厚度≥5mm，中间设有玻璃管观察段，流化床整体尺寸≥Ф100×700mm，进口有气体均布器，顶部有不锈钢气固分离部分，≥1台。（12）喷雾干燥器：高硼硅玻璃材质，厚度≥5mm，能观察干燥实验现象，顶部有喷雾器，≥1台。（13）旋风分离器：采用304不锈钢材质，≥1台。（14）蠕动泵；流量范围：0.16～366.6ml/min，≥1台。（15）空压机：静音式空压机，工作压力≥0.8MPa，额定流量≥60L/min；≥1台。（16）快速水分测定仪，≥1台。（17）测定在恒定干燥条件（即热空气温度、湿度、流速不变）下的湿物料干燥速率曲线，测定该物料在此条件下的临界湿含量。（18）文丘里流量计（精度：±1.5%.FS），压差传感器0～10kPa，显示/控制机构：智能物联网触摸屏/可编程逻辑控制器，数量：≥1台。（19）孔板流量计（精度：±1.5%.FS），微差压表：0～25kPa，显示/控制机构：智能物联网触摸屏/可编程逻辑控制器，数量：≥1台。（20）称重传感器（范围：0～2000g），显示/控制机构：智能物联网触摸屏/可编程逻辑控制器，精度±0.05%FS，数量：≥1台。（21）监控软件计数（最小分辨率：1s），显示/控制机构：智能物联网触摸屏/可编程逻辑控制器，数量：≥1台。（22）温度传感器（精度：A），显示/控制机构：智能物联网触摸屏/可编程逻辑控制器，数量：≥4台。（23）差压变送器（精度：±0.25%.FS），显示/控制机构：智能物联网触摸屏/可编程逻辑控制器，数量：≥1台。（24）电压AC380V，功率≥8.0KW，标准三相五线制。（25）要求装置使用远传节流式流量计流量计，且流量计要求附带温压补偿点（要求提供带结构说明的装置三维效果图佐证该项要求）。（26）采用PLC系统，且集成以太网口（带运行通讯指示灯），所有模块的输入输出端子均可拆卸，主模组控制器必须为CPU（提供该装置控制柜内PLC照片和PLC说明书证明该项技术要求，说明书需与装置PLC照片对应且证明主模组控制器为CPU）。 （27）配备智能物联网触摸屏（提供产品说明书或图片）：尺寸≥15.6”LED屏，分辨率≥1920x1080，CPU为高性能四核1GHz主频，内存≥1GB，系统存储≥8GB；网口为10/100M自适应x1，WiFix1，支持交换机功能；扩展口含USBX1、串口X4。（28）物联网触摸屏配备嵌入式操作系统，支持远程监控；能防范病毒进入实验室设备、保证实验室数据和学生信息安全。（29）要求装置能在实验过程中能在组态上进行自动实验数据处理与实验曲线绘制（要求提供组态上处理数据及图形绘制的照片或截图佐证）。（30）配置安全相关措施，装置设置急停按钮、语音声光播报系统。（31）配备干燥综合实验装置3D虚拟仿真软件。（32）带有实验装置相配套的理论教学视频（含实验目的、实验原理、实验流程、实验装置介绍、实验注意事项等内容。（33）3D虚拟仿真软件与实验装置完全一致，具有阀门操作、仪表查看、设备搜索、虚拟助教等功能。智慧学习平台：支持微信小程序登录，支持手机端选择装置并进行在线视频资料及文档资料学，支持手机端和网页端进行装置三维场景学习，支持在线准入考试，包括选择题、判断题，自动评分结束系统自动生成成绩单；（要求提供操作视频截图）。提供做实验需要的工具及耗材（包括但不限于整套工具箱包×2、护目镜×2、安全帽×2、手套×10、毛毡、空分硅胶等）。 | 套 | 1 |
| 2 | 综合流体力学实验装置 | （1）泵特性实验时要求水流量约0～8m3/h，管路阻力实验时要求水流量约0～4m3/h；雷诺数范围约200～1.1×105，能够使流体流动包含层流、过渡流及湍流。（2）装置框架采用高品质铝合金型材框架，外形尺寸（长×宽×高）≥2600×600×1750mm，可移动式设计，带刹车轮，水平调节支撑型脚轮；装置配备独立可移动的仪表工作站，规格（长×宽×高）≥500×600×1750mm，可伸缩的多功能记录台。（3）水箱：304不锈钢材质，厚度≥3mm，容积≥70L。（4）计量水箱：有机玻璃材质，厚度≥5mm，容积≥8L。（5）高位槽：有机玻璃材质，厚度≥5mm，容积≥8L，要求高位槽内部结构至少设计有三种以上稳压装置（要求提供高位槽结构三维效果图或照片和功能说明佐证该项要求）。（6）装置自带304不锈钢贮水箱，厚度≥3mm，装置配置净水系统。（7）离心泵：卧式多级离心泵，额定流量≥6m3/h，扬程≥23.4m，功率≥1.1kW。（8）泵配套：304不锈钢灌泵漏斗,不锈钢排气口，厚度≥3mm，，PVC底阀。（9）光滑管：304不锈钢材质，≥DN15，测量段长度≥1000mm，前后有直管段设计。（10）粗糙管：304不锈钢材质，≥DN15，测量段长度≥1000mm，前后有直管段设计。（11）局部阻力管：304不锈钢材质，≥DN15，截止阀、闸阀、球阀和突扩，前后有直管段设计，各1根。（12）层流管：有机玻璃材质，≥DN15，测量段长度≥1000mm，前后有直管段设计。（13）上述各管路要求提供该装置实物照片，所提供照片应体现层流管为透明材质，其它所有管道均为304不锈钢材质，且需提供不锈钢螺纹连接局部照片。（14）测定恒定转速条件下泵的扬程(H)、轴功率(N)以及效率（η）与泵的流量(Q)之间的离心泵特性曲线，实测曲线趋势明显，与化工原理教科书吻合。（15）测定光滑圆直管、粗糙圆直管的摩擦系数λ与雷诺准数Re的关系，验证在一般湍流区内λ与Re的关系曲线（要求提供带结构说明的装置实物照片）。（16）测定湍流状态下，流体流经阀门（闸阀、截止阀、球阀和突扩）时的局部阻力系数ζ（要求提供带结构说明的装置实物照片）。（17）测定层流状态下，直管的摩擦系数λ与雷诺准数Re的关系，以及流体由层流到湍流过程中，摩擦系数λ与雷诺准数Re的关系（要求提供带结构说明的装置实物照片）。（18）检测机构为温度传感器（精度：A级），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥1。（19）检测机构为电磁流量计（精度：±0.5%.FS），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥1台。（20）检测机构为差压变送器（0～150kPa，精度：±0.5%.FS），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥2台。（21）检测机构为差压变送器（0～100kPa，精度：±0.5%.FS），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥1台。（22）检测机构为压力变送器（精度：±0.5%.FS），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥2台。（23）检测机构为单相功率变送器（精度：±1%.FS），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥1台。（24）检测机构为转速传感器（精度：±100P/R），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥1台。（25）检测机构为微电动球阀（控制信号：4～20mA，断电自复位功能），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥1台。（26）检测机构为变频器（控制信号：4～20mA），显示/控制机构为智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，数量≥1台。（27）配备电动调节阀和变频器（支持可通过PU接口实现RS-485通讯）。（28）电压AC220V，功率≥2.5kW，标准单相三线制。（29）采用PLC系统，且集成以太网口（带运行通讯指示灯），所有模块的输入输出端子均可拆卸，主模组控制器必须为CPU。（30）配备智能物联网触摸屏：尺寸≥15.6”LED屏，分辨率≥1920x1080，CPU为高性能四核1GHz主频，内存≥1GB，系统存储≥8GB；网口为10/100M自适应x1，WiFix1，支持交换机功能；扩展口含USBX1、串口X4。（31）物联网触摸屏配备嵌入式操作系统，支持远程监控；能防范病毒进入实验室设备、保证实验室数据和学生信息安全。（32）配置安全相关措施，装置设置急停按钮、语音声光播报系统。（33）要求装置能在实验过程中能在组态上进行自动实验数据处理与实验曲线绘制（要求提供组态上处理数据及图形绘制的照片或截图佐证）。（34）配备流动过程综合实验装置3D虚拟仿真软件。（35）带有实验装置相配套的理论教学视频（含实验目的、实验原理、实验流程、实验装置介绍、实验注意事项等内容。（36）3D虚拟仿真软件与实验装置完全一致，具有阀门操作、仪表查看、设备搜索、虚拟助教等功能。（37）智慧学习平台：支持微信小程序登录，支持手机端选择装置并进行在线视频资料及文档资料学，支持手机端和网页端进行装置三维场景学习，支持在线准入考试，包括选择题、判断题，自动评分结束系统自动生成成绩单；（要求提供操作视频截图）。（38）提供做实验需要的工具及耗材（包括但不限于整套工具箱包×2、护目镜×2、安全帽×2、手套×10等）。 | 套 | 1 |
| 3 | 板框过滤实验装置 | （1）实验物料：清洁自来水、固体CaCO3（或MgCO₃）。 （2）装置框架采用高品质铝合金型材框架，外形尺寸（长×宽×高）≥2200×600×1700mm，可移动式设计，带刹车轮，水平调节支撑型脚轮；装置配备独立可移动的仪表工作站，规格（长×宽×高）≥500×600×1750mm，可伸缩的多功能记录台。（3）配料罐：304不锈钢材质，厚度≥3mm，立式贮罐，容积≥40L，顶部带盖，≥1只。（4）原料罐：304不锈钢材质，厚度≥3mm，立式贮罐、锥形结构，容积≥35L，安装高强玻璃视镜、安全可自卸压，≥1只。（5）洗涤罐：304不锈钢材质，厚度≥3mm，立式贮罐，容积≥8L，≥1只。（6）滤液罐：304不锈钢材质，厚度≥3mm，立式贮罐，容积≥7L，≥1只。（7）板框：304不锈钢材质，≥5板4框，过滤面积≥0.1m²，过滤压力为0～0.25MPa，≥1套。（8）进料段：304不锈钢管，分三路压力控制，均有球阀、定值调压阀、球阀，≥1套（提供装置照片佐证设备及管路均为不锈钢材质）。（9）空压机：静音式压缩机，压力控制自启动，工作压力≥0.8MPa，功率≥680W，额定流量≥60L/min，≥1台。（10）电子天平：最大称重≥15kg，供电220VAC，带RS232通讯，能在组态上能显示称重数据（提供产品说明书及图片），≥1台。（11）测定过滤常数K、qe、τe及压缩性指数s，除进行过滤实验外，还可进行洗涤工艺流程实验，实现滤饼的清洗功能。（12）装置自带配料桶，实验前可配置实验用料浆，实验过程中可循环使用，实验结束后需使用洁净水源冲洗装置及管路。（13）检测机构为耐震压力表，精度：≥1.6级，显示/控制机构为就地显示，数量，≥1台。（14）检测机构为耐震压力表，精度：≥1.6级，显示/控制机构为就地显示，数量，≥1台。（15）检测机构为压力变送器，精度：±0.5%.FS，显示/控制机构为智能物联网触摸屏、可编程逻辑控制器（PLC），数量，≥1台。（16）检测电子秤，精度：±0.1g，显示/控制机构为智能物联网触摸屏、可编程逻辑控制器（PLC），数量≥1台。（17）监控计数软件，最小分辨率1s，显示/控制机构为智能物联网触摸屏、可编程逻辑控制器（PLC），数量，≥1台。（18）四氟管液位计，显示/控制机构为就地显示，数量，≥1台。（19）采用PLC系统，且集成以太网口（带运行通讯指示灯），所有模块的输入输出端子均可拆卸，主模组控制器必须为CPU（要求提供该装置控制柜内PLC照片和PLC说明书证明该项技术要求，说明书需与装置PLC照片对应且证明主模组控制器为CPU）。（20）配备智能物联网触摸屏：尺寸≥15.6”LED屏，分辨率≥1920x1080，CPU为高性能四核1GHz主频，内存≥1GB，系统存储≥8GB；（21）网口为10/100M自适应x1，WiFix1，支持交换机功能；扩展口含USBX1、串口X4。（22）物联网触摸屏配备嵌入式操作系统，支持远程监控；能防范病毒进入实验室设备、保证实验室数据和学生信息安全；配套智能数据采集网关≥1套、网络视频监控≥1台。（23）要求装置能在实验过程中能在组态上进行自动实验数据处理与实验曲线绘制（要求要求提供组态上处理数据及图形绘制的照片或截图佐证）（24）配备板框恒压过滤实验装置3D虚拟仿真软件。（25）带有实验装置相配套的理论教学视频（含实验目的、实验原理、实验流程、实验装置介绍、实验注意事项等内容。（26）3D虚拟仿真软件与实验装置完全一致，具有阀门操作、仪表查看、设备搜索、虚拟助教等功能。（27）智慧学习平台：支持微信小程序登录，支持手机端选择装置并进行在线视频资料及文档资料学，支持手机端和网页端进行装置三维场景学习，支持在线准入考试，包括选择题、判断题，自动评分结束系统自动生成成绩单；（要求提供操作视频截图）。（28）提供做实验需要的工具及耗材（包括但不限于整套工具箱包×2、护目镜×2、安全帽×2、手套×10、板框过滤垫片×2套、固体CaCO3等）。 | 套 | 1 |
| 4 | 传热综合实验装置 | （1）实验物料：空气、水蒸汽。（2）冷流体（空气）流量：4～40m3/h；冷流体（空气）温度：常温～40℃；热流体（蒸汽）温度：97～105℃。（3）装置框架采用高品质铝合金型材，外形尺寸（长×宽×高）≥2200×600×1700mm，可移动式设计，带刹车轮，水平调节支撑型脚轮；装置配备独立可移动的仪表工作站，规格（长×宽×高）≥500×600×1750mm，可伸缩的多功能记录台。（4）风机：最大风量≥95 m3/h，最大风压≥10kPa，额定功率≥0.55kW，与系统软连接减震降噪，≥1台。（5）普通套管换热器：全304不锈钢换热器，外设镜面保温层（可再包裹保温层）。冷流体走管内，热流体走管外。普通管规格≥φ25×1.5mm，长≥1m，≥1台。（6）强化套管换热器：全304不锈钢换热器，强化管内件可拆除，外设镜面保温层（可再包裹保温层）。冷流体走管内，热流体走管外。强化管规格≥φ25×1.5mm，管内安装强化换热组件，≥1台。（7）列管换热器：全304不锈钢换热器，外设镜面保温层（可再包裹保温层）。冷流体走管内，热流体走管外。列管规格≥φ19×1.5mm，至少四根，可实现串并联操作，≥1台。（8）风冷器：外壳铝合金材质，要求装置有不凝气自动排气设备（要求提供装置上不凝气自动排气设备的照片和功能说明佐证该项需求），外翅片散热面积≥0.8m2，排风量≥200m3/h，风扇电压：AC220V，≥1台。（9）蒸汽发生器：常压设计，强化管内件可拆，尺寸规格≥350mm×250mm×400mm，加热功率≥2.5kW，有液位开关、压力变送器等仪表，顶部有安全阀，装置有安全联锁设置，（要求提供带结构说明的蒸汽发生器照片证明该项技术要求，照片中应体现液位开关、安全阀和液封装置），≥1台。（10）温度传感器, 精度：A，智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥ 7台。（11）定制贴壁式温度传感器，精度：A, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器， ≥6台。（12）压力变送器，精度：±0.5%.FS, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥1台。（13）文丘里流量计，精度：±1.5%.FS, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥1台。（14）四氟管液位计，就地显示，≥1台。（15）液位开关，低位开关输出，智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥1台。（16）变频器, 控制信号：4～20mA, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥1台。（17）调压模块，控制信号：4～20mA, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥1台。（18）配置变频器（支持可通过PU接口实现RS-485通讯）。（19）电：电压AC220V，功率≥5.0kW，标准单相三线制。（20）采用PLC系统，且集成以太网口（带运行通讯指示灯），所有模块的输入输出端子均可拆卸，主模组控制器必须为CPU（要求提供该装置控制柜内PLC照片和PLC说明书证明该项技术要求，说明书需与装置PLC照片对应且证明主模组控制器为CPU）。（21）配备智能物联网触摸屏：尺寸≥15.6”LED屏，分辨率≥1920x1080，CPU为高性能四核1GHz主频，内存≥1GB，系统存储≥8GB。（21）网口为10/100M自适应x1，WiFix1，支持交换机功能；扩展口含USBX1、串口X4。（22）物联网触摸屏配备嵌入式操作系统，支持远程监控；能防范病毒进入实验室设备、保证实验室数据和学生信息安全。（23）配置安全相关措施，装置设置急停按钮、语音声光播报系统。（24）要求装置能在实验过程中能在组态上进行自动实验数据处理与实验曲线绘制（要求提供组态上处理数据及图形绘制的照片或截图佐证）。（25）配备综合传热实验装置3D虚拟仿真软件。（26）带有实验装置相配套的理论教学视频（含实验目的、实验原理、实验流程、实验装置介绍、实验注意事项等内容。（27）3D虚拟仿真软件与实验装置完全一致，具有阀门操作、仪表查看、设备搜索、虚拟助教等功能。（28）智慧学习平台：支持微信登录，人员信息录入，在线视频与三维场景学习，准入考试（自动评分生成证书），学习时长与错题本推送。（要求提供操作视频截图）。（29）提供做实验需要的工具及耗材（包括但不限于整套工具箱包×1、护目镜×2、安全帽×2、手套×10等）。 | 套 | 1 |
| 5 | 流量计性能测定实验装置 | （1）外形尺寸：≥1700×400×1700mm（长×宽×高），304不锈钢材质框架，带滑轮及禁锢脚。（2）水箱：装置自带贮水箱，304不锈钢材质，厚度≥3mm，带排空管和阀门，实验前用清洁水源灌注满，实验过程中可循环使用，实验结束后排空即可，≥1台。 （3）计量桶：透明有机玻璃材质，厚度≥5mm，置于水箱上方，带排水管，实验结束时可将水放回水箱内循环使用，≥1台。 （4）水泵：卧式离心泵，≥1台。 （5）流量计：孔板流量计，流量：0.2～2m³/h，≥1台，文丘里流量计，流量：0.2～2m³/h，≥1台。（6）管路：采用工业304不锈钢管，管出口带无扰水流向切换装置。 （7）倒U型压差计（三阀组）精度：±1.5%FS，就地显示，≥ 2台。（8）计量桶（带体积读数尺），就地读取，≥1台。（9）数字秒表 最小分辨率：0.1s，秒表直读，≥1台。（10）数据处理软件，≥1套。（11）电源：电压AC220V，功率1kW，标准单相三线制。（12）提供做实验需要的工具及耗材（包括但不限于整套工具箱包×1、护目镜×2、安全帽×2等）。 | 套 | 1 |
| 6 | 二氧化碳吸收与解吸实验装置**（核心产品）** | 体系：CO₂–空气–水，常压操作；空气流量0.06～0.6m³/h、0～48m³/h分段可测，CO₂流量0.06～0.6L/min，水流量0.2～1.0m³/h。（2）设备整体尺寸（长×宽×高）≥2200×600×1750mm，高品质铝合金框架（带滑轮与禁锢脚）；配置独立可移动的仪控工作站（长×宽×高）≥500×600×1700mm，采用嵌入式触摸屏与高品质铝合金框架，配升降万向脚轮（带ABS调节手把），并设支撑底座和可伸缩多功能记录台≥1套。（3）吸收塔：塔径≥φ100mm，主体塔节有机玻璃，厚度≥10mm，≥φ120×1000 mm；上部出口段，304不锈钢，≥φ100×200mm；下部入口段，不锈钢，≥φ150×300mm；304不锈钢散装填料，高度≥900mm，≥1台。（4）解吸塔：塔径≥φ100mm，主体塔节有机玻璃，厚度≥10mm，≥φ120×1000 mm；上部出口段，304不锈钢，≥φ100×200mm；下部入口段，304不锈钢，≥φ150×300mm；304不锈钢散装填料，高度≥900mm，≥1台。（5）富液罐：304不锈钢，厚度≥3mm，≥φ200×400mm，≥1台。（6）贫液罐：304不锈钢，厚度≥3mm，≥φ200×400mm，≥1台。（7）贫液泵/富液泵:不锈钢离心泵，额定流量≥1m3/h，扬程≥15.5m，功率≥250W，≥2台。（8）吸收风机/解吸风机：高效旋涡风机，功率≥550W，最大流量≥95m3/h，≥2台。（9）装置主体管道均为304不锈钢材质。（要求提供该装置实物照片佐证）。（10）配置在线实时智能监测软件，实现实验数据检测、数据处理及实验报告自动生成。（11）装置能观察填料塔流体力学状况，测定填料层压降与操作气速关系，确定填料塔在一定液体喷淋量下的液泛气速；能测定填料塔吸收体积传质总系数，研究流体流动对传质阻力、吸收剂用量及流体流量变化对吸收过程的影响，并可完成吸收过程调节。（12）装置应满足吸收塔和解吸塔均可单独进行吸收实验，测试不同规格、不同材质填料的吸收效果。（13）装置应能分别实现吸收塔、解吸塔的塔性能测试实验，做单塔性能测试时只需开启一台水泵。（要求提供装置流程图、总装图及功能说明实验数据截图佐证材料）。（14）吸收塔、解吸塔可独立接入CO₂气体，实现不同填料下的吸收性能测试。（要求提供装置流程图、三维效果图）。（15）装置能实现二氧化碳吸收/解吸过程的气体浓度在线监测。（16）装置自带贮水箱，实验时连接实验室自来水，经过装置配置的净水系统处理后，将水箱注满，经过净水系统处理的水可循环使用。（17）温度传感器，精度：A级，智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥4台。（18）指针式压力表，精度：±1.6%.FS， 就地显示，≥ 5台。（19）压力变送器，精度：±0.5%.FS， 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥ 2台。（20）玻璃管式U型差压计，指示剂：水，范围：±2kPa, 就地显示， ≥2台。（21）差压变送器，精度：±0.25%.FS, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥2台。（22）二氧化碳转子流量计，精度：±4%.FS，就地显示， ≥2台。（23）空气转子流量计, 精度：±4%.FS，就地显示，≥2台。（24）远传流量计，精度：±1%.FS, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥2台。（25）电磁流量计，精度：±1%.FS,，智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥2台。（26）变频器，支持PU接口RS-485通讯，智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥4台。（27）四氟管液位计，就地显示，≥ 4台。（28）二氧化碳分析仪，检测原理：红外原理，测量范围：0～10%VOL, 分辨率：±0.01%VOL，≥2.5寸LED高清彩屏显示, 智能物联网触摸屏\可编程逻辑控制器，≥1台。（29）配置两台三通阀，可在开启一台风机和机泵情况下实现塔流体力学性能测定（要求提供装置全景照片及三通阀局部照片佐证，并提供流程说明）。（30）配置智慧学习平台，支持线上学习、实验预习及实验室安全准入考核功能。（31）装置配备急停按钮、语音声光播报硬件（要求提供包含急停按钮、语音声光播报硬件的装置图片或视频截图佐证材料，照片应体现为本装置上的急停按钮和声光报警硬件）。（32）PLC：国际知名品牌，集成以太网口，具运行通讯指示灯，采用标准导轨，I/O端子可拆卸，≥1套。（要求提供装置控制柜内PLC照片及说明书，证明主模组控制器为CPU）。（33）仪控工作站：支持实验数据手动/自动检测、数据处理与报告手动/自动生成（要求提供实物组态、功能截图及照片佐证材料，能证明为本装置且具数据处理功能）。（34）公用工程：水源为自来水，配净水系统及贫富液罐；电源AC220V，功率≥2.5kW，单相三线制，实验室配置1～2接地点；气源为空气（风机提供）与CO₂钢瓶。（35）配备智能物联网触摸屏：尺寸≥15.6”LED屏，分辨率≥1920x1080，CPU为高性能四核1GHz主频，内存≥1GB，系统存储≥8GB。（36）网口为10/100M自适应x1，WiFix1，支持交换机功能；扩展口含USBX1、串口X4。（37）物联网触摸屏配备嵌入式操作系统，支持远程监控；能防范病毒进入实验室设备、保证实验室数据和学生信息安全。（38）要求装置能在实验过程中能在组态上进行自动实验数据处理与实验曲线绘制（要求提供组态上处理数据及图形绘制的照片或截图佐证）。（39）配备综合传热实验装置3D虚拟仿真软件。（40）带有实验装置相配套的理论教学视频（含实验目的、实验原理、实验流程、实验装置介绍、实验注意事项等内容）。（41）3D虚拟仿真软件与实验装置完全一致，具有阀门操作、仪表查看、设备搜索、虚拟助教等功能。（42）智慧学习平台：支持微信小程序登录，支持手机端选择装置并进行在线视频资料及文档资料学，支持手机端和网页端进行装置三维场景学习，支持在线准入考试，包括选择题、判断题，自动评分结束系统自动生成成绩单；（要求提供操作视频截图）。（43）二氧化碳气体储气瓶，浓度99.99%，并配置相应的减压阀及管路（要求提供满足国标的检验合格证书）。（44）提供做实验需要的工具及耗材（包括但不限于整套工具箱包×1、防毒面罩×2、护目镜×2、安全帽×2、水箱过滤系统滤芯×3等）。 | 套 | 1 |

## 四、商务要求

1.交货期：合同签订之日起30日历日内完成交付、安装及调试。

2.交货具体地点：陕西国防学院南校区3号楼3-103、3-105。

3.项目质保期：验收合格通过之日起3年，不能低于官方质保时间。

4.售后服务响应时间（质保期内）：质保期内，产品出现质量问题，免费换新；质保期外，产品出现质量问题，应及时响应（包括电话、微信、QQ等）；及时响应无法解决时，需72小时内到达现场，12小时内修复；如在12小时内无法修复，则提供部件冗余服务或采取应急措施，提供相同产品或不低于故障产品规格档次的备用产品供采购人使用，以确保货物的正常使用。

5. 培训内容及要求：硬、软件装置的使用方法（包括但不限于装置控制系统的连接、使用，教学管理中控智慧平台的使用、装置的操作及数据收集的使用、装置的操作安全注意事项、装置及所配套的测试装置的维护及使用等） 。

6、付款方式：

（1）签订合同前向采购人缴纳5%的履约保证金，项目完工经采购人验收合格后，无息退还该保证金。。

（2）乙方完成全部货物的供货、安装、调试、试运行合格后告知甲方，甲方在15天内组织验收，验收合格后乙方向甲方开具全额完税销售发票；甲方在收到发票后30天内支付合同总金额的100%。

## **五、其他要求**

1.需负责安装教室内的原设备及试验台等附件拆装、搬运至指定位置并保证原设备正常运行。

2.需负责将实验室新设备搬运至指定安装位置完成安装并对设备安装的实验室进行必要的水电改造及氛围营造（包括但不限于操作规程、操作安全注意事项等制度上墙、LED灯更换、窗帘更换）。

3.所有装置上的设备、管路及仪表等均需要贴上标识（标识内容包括但不限于，名称、介质、容积等，管路要表明流体流向及管内介质名称）。