

合同编号:

西安工程大学
化工综合实验装置采购项目供货合同

甲方: 西安工程大学

乙方: 陕西诚控实业有限公司

二〇二五年十二月九日

需方（以下简称“甲方”）：西安工程大学

供方（以下简称“乙方”）：陕西诚控实业有限公司

依据《中华人民共和国民法典》等规定，经双方协商同意，签订本合同并信守下列条款，共同严格履行。

一、产品名称、数量、价格：

序号	产品名称	规格型号	品牌 商标	生产厂商	单位	数量	单价 (万元)	总金额 (万元)	备注
1	化工综合 实验装置	LPK-IOPC	莱帕克	莱帕克（北京） 科技有限公司	套	1	63.77	63.77	
合计金额（大写）： 陆拾叁万柒仟柒佰元整（含税）					合计金额（小写）： 637700.00 元				

二、质量标准：

1. 乙方提供的物资（设备）必须符合中华人民共和国国家安全环保标准、国家有关产品质量认证标准。没有国家标准的，采用该产品有关行业标准（取较高标准）。
2. 甲方对乙方所供物资（设备）有具体技术指标及系统功能要求的，该技术指标及系统功能经甲乙双方书面确认，作为质量验收标准。
3. 以招投标方式采购的物资（设备），招标文件对质量有特殊要求的以双方签字确认的技术协议为准。

三、交货日期、方式及地点：

合同签订之日起 45 日历天到货、安装调试并交付使用，交货地点为西安工程大学临潼校区 8-112、8-113。

四、质保及售后承诺

1. 物资（设备）自甲方出具书面验收合格文件之日起质保期 6 年，（国家或行业规定有强制质保期的电子产品可按照国家或行业标准执行）。
2. 质保期内乙方免费上门维修，费用全免；质保期后，乙方仍上门维修，人工费免，可收取相关零配件和材料费。如质保期内发生质量瑕疵，乙方未能按照甲方要求及时提供维修、更换服务，甲方有权要求乙方支付合同金额 10% 的违约金。
3. 售后服务响应时间（质保期内）：即时响应（包括电话响应）；电话响应无法解决 2 小时内到达现场查看问题点并制定解决方案，2 个工作日内派人到现场维修。如在 48 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。
4. 乙方对物资（设备）出现的有关技术性问题或安全问题负责处理、解决，承担因质量引起的事故损失。
5. 乙方免费培训甲方用户 6 人以上熟练掌握所供物资（设备）为止。

五、包装及运输：

涉及的商品包装和快递包装，均应符合《商品包装政府采购需求标准（试行）》《快递包装政府采购需求标准（试行）》的要求，包装应适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸，以确保货物安全无损运抵指定地点。

乙方负责运输、搬运上下楼等一切费用并承担运费，保证所供产品为原厂包装，开箱合格率达到 100%，使用说明书、质量检验证明书、随配附件和工具以及清单与物资（设备）一起发送。

六、安装、调试及验收：

1. 乙方负责安装调试，甲方提供必要的工作条件。

2. 合同责任单位对验收负主责。合同履行完成后，合同责任单位先行对乙方所供物资（设备）依照合同进行初步验收。验收时甲乙双方均派人到场，由甲方合同责任单位先对物资（设备）外观质量进行验收（包括对产品名称、规格型号、品牌商标、生产厂商、单位、数量等的验收）。乙方安装、调试完成之后，通知甲方合同责任单位对物资（设备）相关技术指标、系统功能进行验收，甲方应在乙方通知后 5 日内进行终验。

经合同责任单位初步验收认为合格的，以书面形式报承办部门，由承办部门根据项目类别牵头组织招标采购办公室、资产与实验室管理处、审计处等相关部门组成验收小组进行核查验收。

终验合格后甲方向乙方出具终验合格验收报告，作为验收依据。验收不合格的，限期整改；整改仍达不到要求的，作退货处理。

验收工作完成后签字确认。

3. 甲方在质保期内使用过程中如因物资（设备）内在质量出现问题，甲方将乙方所交物资（设备）交至甲方属地技术质量监督部门按双方确认的技术标准进行检测；如果检测与双方确认的质量标准不符，由乙方承担检测费用及负违约责任，违约责任按本合同第九条第 4 款处理。

4. 如果所供物资（设备）以投标时双方封存样品为准的，可做破坏性检验，以确定乙方货物是否合格。

七、付款方式及履约保证金：

1. 合同签订前，乙方须在甲方指定的银行开立一般结算账户。合同签订后，甲方通过银行电汇付给乙方合同总价 100% 的预付款。设备到货、安装、调试、运行并经验收合格后、最终结算时，乙方须向甲方出具合同总价款的增值税专用发票。

2. 履约保证金：

（1）乙方成交后凭中标通知书向甲方缴纳合同金额的 10% 作为履约保证金；

（2）履约保证金应使用人民币，可选择使用银行转账、支票、汇票、本票或者金

融机构、担保机构出具的保函等非现金形式缴纳或提交;

(3) 甲方验收合格后,乙方提出书面申请,甲方将履约保证金(无息)退还乙方。

八、知识产权

1. 合同中软件产品的所有版权都归乙方所有,受《中华人民共和国计算机软件保护条例》等知识产权法律及国际条约与惯例的保护。甲方通过本合同获得本软件的使用权。

2. 除本合同的约定以外,乙方未向甲方授予许可软件著作权、专利权、商标专用权、商业秘密及其他权利有关的任何权利。

3. 如果乙方提供给甲方的产品侵犯第三方知识产权,责任完全由乙方承担并赔偿由此给甲方造成的全部损失。

九、违约责任:

1. 合同生效后,甲乙双方应按合同规定认真履约。合同履约责任只涉及合同甲乙双方,不考虑第三方因素。

2. 乙方逾期交货,每天应按合同总价的万分之五向甲方支付违约金。如乙方逾期含三十天仍未履行或未完全履行交货义务的,甲方有权终止合同,乙方须按合同总价的30%计算向甲方支付违约赔偿金。违约金不足以弥补乙方给甲方造成损失的,乙方应当承担全部赔偿责任,全部赔偿责任的范围包括但不限于预期可得利益、直接损失、赔偿金、违约金、诉讼费用、仲裁费、鉴定费、保全费、保全担保费用、律师费等。

3. 乙方所交的物资(设备)品种、规格型号、品牌、生产厂商、数量和质量不符合合同约定,所供物资(设备)达不到双方确认的技术标准的,乙方必须无条件退回全部货款,并向甲方支付合同总价款30%的赔偿金。

4. 因乙方提供的产品存在缺陷或由于乙方的过错使产品存在缺陷造成人身、缺陷产品以外的其他财产损害,乙应当承担全部赔偿责任。若由此造成甲方先行承担责任的,甲方在承担责任后有权全额向乙方追偿。

5. 在合同款项付清后、质保期内,乙方未履行质量保证条款约定的义务,乙方对甲方承担本合同总价10%的违约金。

十、争议解决方式:

本合同在履行过程中,如发生争议,双方友好协商解决,如协商不成,双方同意在甲方注册地法院起诉解决。

十一、其他:

1. 本合同一式六份,甲方执四份,乙方执两份,双方签字并盖章后生效,具有同等法律效力。合同未尽事宜双方可协商解决或另立补充协议。

2. 在合同实施过程如双方出现争议,物资(设备)清单、技术参数、系统功能要求、甲方招标文件、乙方投标文件等均作为解决争议的参考文件,与本合同具有同等法律效

力。

3. 本合同项下任何一方对方发出的通知、信件、数据电文等，应当发送至本合同下列约定的地址、联系人和通信终端。

甲方联系人： 杜燕萍

联系电话： 13379016187

联系地址： 陕西省西安市碑林区金花南路19号 邮编： 710048

电子邮箱： 27448084@qq.com

乙方联系人： 张有亮

联系电话： 13891989096

联系地址： 陕西省西安市曲江新区植物园东路以南，绕城高速以北华润置地时光里1号楼4层408室 邮编： 710061

电子邮箱： 435375331@qq.com

送达时间以下列规定为准：

(1) 专人递送之日视为送达之日；

(2) 以邮寄方式进行的通知均采用邮政挂号快件或特快专递的方式进行，自信件交邮后的第2日视为送达；

(3) 短信、传真、微信、电子邮件以顺利发出当天后的第一个工作日视为送达之日；

(4) 一方当事人变更名称、地址、联系人或通信终端的，应当在变更后3日内及时书面通知对方当事人，对方当事人实际收到变更通知前的送达仍为有效送达，电子送达与书面送达具有同等法律效力。

4. 合同签订地点： 西安·西安工程大学（临潼校区）

5. 合同签订时间： 2025年 12月 9日

需方（甲方）： 西安工程大学

法定代表人： 马春峰

授权代表： 马春峰

电话： 13891989096

传真：

开户银行： 中国建设银行股份有限公司

西安友谊东路支行

帐号： 61050190540000001286

税务登记证号： 12610000435204205L

地址： 陕西省西安市碑林区金花南路19号

供方（乙方）： 陕西诚控实业有限公司

法定代表人： 张有亮

授权代表： 张有亮

电话： 13891989096

传真： /

开户银行： 中国建设银行股份有限公司

西安友谊东路支行

帐号： 61050190540000002272



技术参数

序号	产品名称	技术指标
1	化工综合实验装置	一、多管路阻耗综合实验模块 1、设计 1.1 体系：水。 1.2 使用温度、压力：常温常压。 1.3 流量范围：0.5~10m³/h。 2、装置主体参数 2.1 装置主体由管路、离心泵、循环水箱、高位槽、计量槽等组成。 2.1.1 直管阻力：测量段 1000mm； 2.1.1.1 光滑管测量段：PVC-U 管路透明可视，Φ15mm，Re 范围 2~13×10⁴。 2.1.1.2 粗糙管测量段：不锈钢 304，Φ15mm，Re 范围 2~13×10⁴。 2.1.2 局部阻力： 2.1.2.1 球阀管路测量段：PVC-U 管路透明可视，Φ15mm，Re 范围 3~12×10⁴。 2.1.2.2 突缩管路测量段：PVC-U 管路透明可视，Φ25-Φ15mm，Re 范围 2.0~15×10⁴。 2.1.3 离心泵：流量 6m³/h，扬程 14m，不锈钢 304 材质。 2.1.4 循环水箱：容积 95L；304 不锈钢材质，表面拉丝工艺处理。 2.1.5 高位槽：容积 17L，透明材质。 2.1.6 计量槽：容积 17L，透明材质。 2.1.7 管路：设备被测管路采用 PVC-U 透明管，可观察液体流动状态，爆破压力不小于 18MPa。后附管材的检测报告。 2.2 孔板流量计：透明可视，能观察孔板内部结构。 2.3 文丘里流量计：总长 115mm，外直径 40mm，透明可视。 2.4 涡轮流量计：量程 0.5~10m³/h，精确度 0.5%FS，结构透明可视。 2.5 转子流量计：4~40L/h，水介质。 2.6 压力表：离心泵入口压力-0.1~0.15MPa，出口压力 0~0.4MPa，精度 2.5%FS。就地显示带远传。 2.7 循环水箱温度传感器：不锈钢 304 材质，显示分度 0.1℃。 2.8 转速变送器：测量范围 0~3000rpm，精度 0.2%。 2.9 差压传感器：量程 0~40kPa，精度 0.5%FS。 2.10 流量调节阀：隔膜阀，耐腐蚀 PVC 材质。 2.11 装置外观：采用铝合金框架，配可升降、可固定万向脚轮，脚轮具有 ABS 调节手把。 2.12 安全：电控系统具备超温提示和联锁保护停机功能；离心泵配置防

	护罩，防止吸入式机械伤害。 3、控制系统参数 3.1 硬件控制部分： 3.1.1 集成模组：包含主模组及 MCU 芯片、扩展模块、信号模块。主模组内部集成 12 路插槽口。 3.1.2 智联交互终端： 3.1.2.1 配置：电容触摸式操作，21.5 寸，控制屏分辨率 1920×1080，前置摄像头 200 万像素，DDR4 内存 8G，SSD 硬盘内存 128G；内置双频 WIFI、4G/5G 模块、蓝牙模块、密钥接口；内置麦克风及扩音器各 1 个；网口 2 个，USB3.0 接口 4 个，独立 RS232 串口 2 个，独立 RS485 接口 1 个；HDMI 接口 1 个；可控安全盘接口 1 个。 3.1.2.2 功能：可兼容 Windows 操作系统，无需外接其他设备可支持安装 origin 软件、人脸识别软件。 3.1.2.3 安装方式：采用双节式可移动支架安装在主体框架右侧，柔性可调节位置、角度。 4、配套资源 4.1 配套在线学习系统。包含课程学习、在线测试、音视频资源、模拟练习（3D 仿真）。 4.2 具备虚拟实验室场景和实验装置，实现模拟操作、测试，模拟操作成绩可同步至在线教学系统账号，并具备在无网络环境进行模拟练习。 4.3 本装置配套在线仿真软件主要技术： 4.3.1 仿真软件以综合流体力学实验装置为仿真对象，具有操作说明、认知、实验操作、数据记录、数据处理、实验报告和评分等 7 个功能模块。 4.3.2 仿真实验内容包含五种阻力测定操作、两种流量计标定实验、两种管路性能测定实验、离心泵特性曲线测定操作等 10 个子实验； 4.3.3 支持用户在一定区间内设置阀门开度、转速等数值，能够可靠模拟流体力学单元操作中流量、压力、差压等参数的联动变化。 4.3.4 数据处理：支持通过输入权限码可查看 10 个实验的数据处理结果； 4.3.5 可通过图表的方式对实验数据进行可视化分析和展示，包括摩擦系数λ（层流管、光滑管、粗糙管）、局部阻力系数ζ（突缩管、阀门）与雷诺数 Re 的关系曲线，流量计（孔板、文丘里）的流量系数 C_0 与雷诺数的关系曲线，离心泵、管路的特性曲线。 4.3.6 仿真实验采用百分制评分，支持对任意一个子实验单独评分、多个子实验组合评分；支持查看每一个交互操作步骤的得分情况。 4.3.7 设备控制界面上显示的压力、差压等数据，可实时同步在 3D 仿真虚拟场景中相同位置中显示，方便实验观察和操作。
--	--

	4.3.8 支持显示、隐藏数据记录窗口，支持删除最近记录的数据并重新记录；支持将实验数据以 Excel 表格的形式下载到本地。 4.3.9 仿真实验可播放 60 个认知设备的相机路径动画。 4.3.10 仿真实验具有实验操作步骤说明和操作引导视频。 4.4 配套 MES 实验信息管理系统。通过移动终端 pad 能同时连接多种实验装置，根据需要自由切换当前监测装置，与装置现场的工业组态软件操作界面实时同步数据显示和报警同步提示，在实验现场可通过 pad 查看多组实验进程及风险防范。 4.5 学生可通过手机端 App 学习实验分步式操作视频。 4.6 实验微课视频，含真实实验人员进行的流程、局部功能、逐步操作过程讲解，视频时长 30min22s。 4.7 实验装置动画二维码，可通过扫描二维码观看实验动画，预习实验内容。动画时长 4min09s，视频配有全流程语音讲解。 4.8 装置配套学生信息录入系统，包含姓名、学号、人脸识别功能。 4.9 装置配套数字孪生智能交互展示系统，包括：交互式装置简介、系统化实验操作讲解、智能 AI 应用问答功能。 （二）、配置 多管路阻耗综合实验模块 2 个 1、装置主体硬件部分 1.1 离心泵、循环水箱、高位槽、计量槽各 1 个 1.2 孔板流量计 1 个 1.3 文丘里流量计 1 个 1.4 透明涡轮流量计 1 个 1.5 转子流量计 1 个 1.6 压力传感器 2 个 1.7 压力表 2 个 1.8 温度传感器 1 个 1.9 光电传感器 1 个 1.10 差压传感器 3 个 1.11 流量调节阀 2 个 1.12 管路单向阀 1 个 2、控制系统 2.1 总控制柜 1 个 2.2 智联交互终端 1 台 2.3 装置监测与控制软件 1 套 2.4 上位机组态软件密钥 1 套，授权点数 100 个，支持视频服务
--	---

	3、配套资源 3.1 在线学习系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.2MES 实验信息管理系统。 3.3 实验辅助系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.4 实验微课视频供货时提供 4、安装环境 4.1 电力：380V 动力电（三火一零一地）；所需环境功率 1.5kW； 4.2 上下水：水压范围（正常实验室水压）；出水口装 19 外丝螺纹；距离设备一米内有地漏。 （三）、售后服务 1、产品制造厂商提供 6 年的免费质保服务。 2、故障响应时间（质保期内）：售后服务响应时间 2 小时，制定解决方案，2 个工作日内派人到现场维修。 二、综合传热实验模块 （一）、主要技术参数 1、设计 1.1 体系：水蒸气~空气。 1.2 操作温度：常温-100℃。 1.3 操作压力(表压)：≤2kPa。 1.4 管内空气流量范围：15-35m³/h。 1.5 电压 380V，总功率 7kW。 2、装置主体参数 2.1 装置主体由独立的光滑管换热器和波纹管换热器、列管换热器、蒸汽发生器等组成，均采用 304 不锈钢材质。 2.1.1 套管换热器包括内套管和蒸汽管道，内套管分为光滑管和波纹管，均为紫铜管，有效长度 1000mm。 光滑管：外径×壁厚φ22×2mm。 波纹管：外径×壁厚φ22×2mm，强化传热效果。 蒸汽管道外径×壁厚φ76×2mm，外保温表面镂空处理。 2.1.2 列管换热器：2 块折流板。 2.1.3 蒸汽发生器：容积：20L，加热控制模式包含压力、功率等多重控制模式，隔热壳体为镂空工艺。 2.2 旋涡气泵额定参数：风压范围-16~16kPa，风量 145m³/h。 2.3 手动球阀和手动截止阀主要采用不锈钢 304 材质；另配有手动铜闸
--	---

	阀。 2.4 温度测量采用温度传感器，显示精度 0.1℃。 2.5 压力测量采用压力传感器，精度 1.5%FS。差压传感器，精度 1.5%FS。 2.6 冷却器：用于蒸汽冷凝，风冷式，耐压 1MPa。 2.7 安全水封：透明可视，壁厚 2.5mm。 2.8 装置外观：采用铝合金框架，配可升降、可固定万向脚轮，脚轮具有 ABS 调节手把。 2.9 安全要求： 2.9.1 蒸汽发生器、套管换热器配有保温层和隔热壳，具备降低表面温度和防止烫伤的防护能力。 2.9.2 设备用蒸汽发生器能充分考虑安全因素，同时添加安全水封，压力传感器，压力报警等相关安全措施。 2.9.3 蒸汽发生器配置冷凝液收集回收系统。 2.9.4 漩涡气泵进风口具备过滤器。 3、控制系统参数 3.1 硬件控制部分： 3.1.1 集成模组：包含主模组及 MCU 芯片、扩展模块、信号模块。主模组内部集成 12 路插槽口。 3.1.2 智联交互终端： 3.1.2.1 配置：电容触摸式操作，21.5 寸，控制屏分辨率 1920×1080，前置摄像头 200 万像素，DDR4 内存 8G，SSD 硬盘内存 128G；内置双频 WIFI、4G/5G 模块、蓝牙模块、密钥接口；内置麦克风及扩音器各 1 个；网口 2 个，USB3.0 接口 4 个，独立 RS232 串口 2 个，独立 RS485 接口 1 个；HDMI 接口 1 个；可控安全盘接口 1 个。 3.1.2.2 功能：可兼容 Windows 操作系统，无需外接其他设备可支持安装 origin 软件、人脸识别软件。 3.1.2.3 安装方式：采用双节式可移动支架安装在主体框架右侧，柔性可调节位置、角度。 4、配套资源 4.1 实验辅助系统，学生可通过手机端 APP 学习实验分步式操作视频。 4.2 配套在线学习系统。包含课程学习、在线测试、音视频资源、模拟练习（3D 仿真）。 4.3 本装置配套在线仿真软件主要技术： 4.3.1 仿真软件以综合传热实验装置为仿真对象，基于真实实验数据，模拟实验流程、实验现象和实验规律，具有操作说明、认知、实验操作、数据记录、数据处理、实验报告和评分等 7 个功能模块，支持桌面端、
--	--

	网页端等 2 种运行方式。可根据实验参数的调节模拟升温 and 降温过程中的温度变化、压力变化。 4.3.2 仿真实验内容包含光滑管换热操作、波纹管换热操作和列管换热操作；仿真实验具有探究性实验内容，支持列管堵管实验操作，以供探究列管部分堵管对实验结果的影响。 4.3.3 支持用户在一定区间内设置阀门开度，能够可靠模拟传热单元操作中进口截面温度、出口截面温度、蒸汽温度、压力、差压等参数的联动变化。 4.3.4 通过输入权限码可查看仿真软件的数据处理结果，包括光滑管数据处理、波纹管数据处理、列管数据处理。 4.3.5 可通过图表的方式对实验数据进行可视化分析和展示，包括光滑管、波纹管 $Nu/Pr^{0.4}$ 与 Re 的关系图表，并生成对应的数据拟合公式和置信度 R^2 数值。 4.3.6 仿真实验采用百分制评分，支持对任意一个子实验单独评分、2 个子实验组合评分；支持查看每一个交互操作步骤的得分情况，支持将评分成绩上传至后台保存。 4.3.7 仿真实验可播放 30 个认知设备的相机路径动画。 4.3.8 每个实验模块支持记录 5 组实验数据，支持删除最近记录的数据并重新记录；支持将实验数据以 Excel 表格的形式下载到本地。 4.3.9 仿真实验具有实验操作步骤说明和操作引导视频。 4.3.10 仿真软件具有阀门位号的显示与隐藏功能，支持一键视角复位。 4.4 配套 MES 实验信息管理系统。通过移动终端 pad 能同时连接多种实验装置，根据需要自由切换当前监测装置，与装置现场的工业组态软件操作界面实时同步数据显示和报警同步提示，实验现场可通过 pad 查看多组实验进程及风险防范。 (二)、配置 1、装置主体硬件部分 1.1 光滑管、波纹管、列管换热器、蒸汽发生器各 1 个 1.2 旋涡气泵 1 个 1.3 手动球阀 5 个 1.4 手动截止阀 6 个 1.5 手动铜闸阀 1 个 1.6 温度传感器 12 个 1.7 压力传感器 2 个 1.8 差压传感器、压力表各 1 个 1.9 冷却器 1 个
--	--

	1.10 安全水封 1 个 2、控制系统 2.1 总控制柜 1 个 2.2 智联交互终端 1 台 2.3 装置监测与控制软件 1 套 2.4 上位机组态软件密钥 1 套，授权点数 100 个，支持视频服务。 3、配套资源 3.1 在线学习系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个） 3.2 MES 实验信息管理系统 3.3 实验辅助系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.4 实验微课视频供货时提供 4、安装环境 4.1 电力：380V 动力电（三火一零一地）；所需环境功率 7kW。 4.2 距离设备一米内有地漏或者排水管（高度不高于 5cm）。 （三）、售后服务 1、产品制造厂商提供 6 年的免费质保服务。 2、故障响应时间（质保期内）：售后服务响应时间 2 小时，制定解决方案，2 个工作日内派人到现场维修。 三、吸收与解吸实验模块 （一）、主要技术参数 1、设计参数 1.1 体系：CO₂-空气-水。 1.2 使用温度、压力：常温、常压。 1.3 液体流量范围：200-900L/h。 1.4 空气流量范围：0-1.0m³/h。 1.5 二氧化碳流量：0.3-3L/min。 1.6 吸收传质系数：1000-8000kmol/(m³·h)。 1.7 填料塔压降：0-3kPa。 2、装置主体参数 2.1 装置主体由吸收塔、解吸塔、旋涡气泵、吸收泵、解吸泵、CO₂缓冲罐、循环水罐、缓冲罐等组成。 2.1.1 吸收塔：透明塔体，内径 100mm，填料层高 550mm，φ10 mm 陶瓷填料。 2.1.2 解吸塔：透明塔体，内径 100mm，填料层高 550mm，φ6mm 不锈
--	--

	钢填料。 2.1.3 旋涡气泵：电压 220V，功率 800W，风量 145m³/h，风压 16kPa。 2.1.4 吸收泵、解吸泵：不锈钢离心泵，电压 220V，功率 370W，流量 3.6m³/h，扬程 14m。 2.1.5 CO₂ 缓冲罐：不锈钢 304 材质，容积 1L。 2.1.6 循环水罐：贫液罐，PE 材质，容积 50L。 2.1.7 缓冲罐：富液罐，有机玻璃材质，容积 9L。 2.2 管路：设备被测管路采用 PVC-U 透明管，可观察液体流动状态，爆破压力不小于 18MPa。 2.3 液体流量计：可测量 0.2-0.8m³/h 范围内介质流量，介质水。 2.4 质量流量计 1：介质空气，量程 0-1.0m³/h，显示精度 0.01 m³/h。 2.5 质量流量计 2：介质空气，量程 0-18m³/h，显示精度 0.1 m³/h。 2.6 转子流量计：介质 CO₂，量程 0.3-3L/min。 2.7 U 型差压计：量程 2000Pa。 2.8 温度测量：温度传感器，精度 0.1℃。 2.9 气体探测器：红外气体检测仪，介质 CO₂，量程 0-20%，精度 0.01%。 2.10 开关电磁阀：4 个。 2.11 循环罐的出口通过管路连接解吸泵入口，解吸塔的底部出口通过管路连接循环罐的入口，可实现吸收液循环操作。 2.12 吸收塔和解吸塔的进气口、塔顶共设置有 4 个气体取样点，吸收塔和解吸塔的进液口、底部排液口共设置有 4 个液体取样口。 2.13 装置外观：采用铝合金框架，配可升降、可固定万向脚轮，脚轮具有 ABS 调节手把。 2.14 安全：循环水配置过温保护，电控系统具备超温提示和联锁保护停机；漩涡气泵进风口具备过滤器。 3、控制系统参数 3.1 硬件控制部分： 3.1.1 集成模组：包含主模组及 MCU 芯片、扩展模块、信号模块。主模组内部集成 12 路插槽口。 3.1.2 智联交互终端： 3.1.2.1 配置：电容触摸式操作，21.5 寸，控制屏分辨率 1920×1080，前置摄像头 200 万像素，DDR4 内存 8G，SSD 硬盘内存 128G；内置双频 WIFI、4G/5G 模块、蓝牙模块、密钥接口；内置麦克风及扩音器各 1 个；网口 2 个，USB3.0 接口 4 个，独立 RS232 串口 2 个，独立 RS485 接口 1 个；HDMI 接口 1 个；可控安全盘接口 1 个。 3.1.2.2 功能：可兼容 Windows 操作系统，无需外接其他设备可支持安装
--	--

	origin 软件、人脸识别软件。 3.1.2.3 安装方式：采用双节式可移动支架安装在主体框架右侧，柔性可调节位置、角度。 4、配套资源 4.1 配套在线学习系统。包含课程学习、在线测试、音视频资源、模拟练习（3D 仿真）。 4.2 具备虚拟实验室场景和实验装置，实现模拟操作、测试，模拟操作成绩可同步至在线教学系统账号，并具备在无网络环境进行模拟练习。 4.3 本装置配套在线仿真软件主要技术： 4.3.1 仿真软件以吸收与解吸实验装置为仿真对象，基于真实实验数据，模拟吸收与解吸实验工艺流程、实验现象和实验规律，具有操作说明、认知、实验操作、数据记录、数据处理、评分等 6 个功能模块。 4.3.2 仿真实验内容包含流体力学实验、吸收解吸（循环水）实验、吸收解吸联合实验、单吸收实验、单解吸实验等 5 个子实验。 4.3.3 仿真实验中的各实验变量关系根据流体力学原理、传质速率方程、亨利定律等实验规律进行设计，支持用户通过调节水流量、空气流量等实验变量，模拟吸收与解吸单元操作中差压、CO₂ 浓度的变化，支持 4 种水流量下的差压~风量关系模拟和数据记录。 4.3.4 数据处理：支持通过输入权限码可查看 5 个实验的数据处理结果。 4.3.5 数据可视化：可通过图表的方式对实验数据进行可视化分析和展示，包括流体力学实验的 $\lg \Delta p - \lg u$ 曲线、吸收解吸实验（循环水）平衡+吸收操作线、吸收解吸实验（循环水）平衡+解吸操作线、吸收解吸联合实验吸收+平衡+解吸操作线、单吸收实验平衡+吸收操作线、单解吸实验平衡+解吸操作线等图表。 4.3.6 仿真实验采用百分制评分，支持查看每一个交互操作步骤的得分情况，支持将评分成绩上传至后台保存。 4.3.7 支持手动输入实验数据和一键自动记录两种数据记录方式；支持将实验报告以 Excel 表格的形式下载到本地。 4.3.8 仿真实验可播放 40 个认知设备的相机路径动画。 4.3.9 仿真实验具有实验操作步骤说明和操作引导视频，并提供仿真实验操作引导视频查看二维码。 4.3.10 仿真软件具有阀门位号的显示与隐藏功能，支持一键视角复位，方便用户交互操作。 4.4 配套 MES 实验信息管理系统。通过移动终端 pad 能同时连接多种实验装置，根据需要自由切换当前监测装置，与装置现场的工业组态软件操作界面实时同步数据显示和报警同步提示，在实验现场可通过 pad 查
--	--

	看多组实验进程及风险防范。 (二)、配置 1、装置主体硬件部分 1.1 吸收塔、解吸塔各 1 套 1.2 旋涡气泵、吸收泵、解吸泵各 1 台 1.3 循环水罐、缓冲罐、CO₂缓冲罐各 1 个 1.4 质量流量计 1、质量流量计 2、U 型差压计、温度传感器、气体探测器各 1 个 1.5 液体流量计、转子流量计各 2 个 1.6 电磁阀 4 个 2、控制系统 2.1 总控制柜 1 个 2.2 智联交互终端 1 台 2.3 装置监测与控制软件 1 套 2.4 上位机组态软件密钥 1 套，授权点数 100 个，支持视频服务。 3、配套资源 3.1 在线学习系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.2MES 实验信息管理系统 3.3 实验辅助系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.4 实验微课视频供货时提供 4、安装环境 4.1 电力：220V 电源（自带 10A 三孔插头）；所需环境功率 1.5kW； 4.2 上下水：水压范围（正常实验室水压）；出水口装 19 外丝螺纹；距离设备一米内有地漏或者排水管（高度不高于 5cm）。 4.3 高压钢瓶（二氧化碳气体）：40L 钢瓶 1 个。 (三)、售后服务 1、产品制造厂商提供 6 年的免费质保服务。 2、故障响应时间（质保期内）：售后服务响应时间 2 小时，制定解决方案，2 个工作日内派人到现场维修。 四、筛板精馏实验模块 (一)、主要技术参数 1、设计 1.1 体系：水—乙醇。 1.2 操作压力：常压。
--	---

	1.3 原料处理量：10~100mL/min。 1.4 回流比：0~+∞。 1.5 不锈钢筛板塔，筛板开孔率 9.44%。 1.6 塔顶产品浓度 V20=90% 2、装置主体参数 2.1 装置主体由塔体、塔釜、塔顶全冷器、原料管、馏分器、产品罐、塔釜溢流组成，均采用 304 不锈钢材质。 2.1.1 塔体隔热壳体为镂空工艺，其它罐体采取喷砂工艺。 2.1.2 塔体：内径 60mm，内置 12 块弓形降液管塔板，设有观察视窗。 2.1.3 塔釜：容积 5L，加热功率 3kW，功率连续可调，塔釜设有液位保护，当液位低于一定高度自动停止加热。 2.1.4 塔顶全凝器：横置列管式，换热面积 0.35m²。 2.1.5 原料罐：直径 273mm，容积 20L。 2.1.6 馏分器：直径 63mm，容积 300ml。 2.1.7 产品罐：直径 108mm，容积 1000ml。 2.1.8 塔釜溢流罐：直径 159mm，容积 5000ml。 2.2 转子流量计：量程 1~11L/min、10~100ml/min、2.5~25ml/min、25~250ml/min，透明可视。 2.3 进料泵、回流泵均采用蠕动泵，转速范围 0.1~200rpm。 2.4 倒料泵：磁力泵，功率 15W，流量 7L/min，扬程 4m。 2.5 压力测量采用耐高温压力传感器，量程 0~10kPa，用于塔釜测温，4~20mA 远程信号输出。 2.6 温度测量采用温度传感器，量程 0~150℃，显示精度 0.1℃，远传信号输出。 2.7 低温冷却循环泵安装于设备主体框架内部，通过低温冷却液循环泵向塔顶冷凝器供给制冷循环水，同时通过转子流量计显示和调节冷却水流量，无需外接自来水。低温冷却液循环泵：容积 10L，电压 220V。 2.8 塔釜产品罐可通过倒料泵使液体返回原料罐，塔顶产品罐可通过放料阀使液体通过自重力返回原料罐，料液循环使用。 2.9 管路采用冷弯加工工艺，减少焊接点，降低管路锈蚀滴漏风险。 2.10 塔身预留三个不同进料位置。 2.11 装置外观：装置采用高品质铝合金框架，装置配有可升降万向脚轮，脚轮带有 ABS 调节手把，配有支撑底座用于固定装置。 2.12 安全：精馏塔配有保温层、隔热壳，塔釜具备液位过低联锁保护、过压保护，电控系统具备超压提示和联锁保护停机，装置具备综合放空口，所有罐体放空口并联至综合放空口，便于集中排气。
--	---

	3、控制系统参数 3.1 硬件控制部分： 3.1.1 集成模组：包含主模组及 MCU 芯片、扩展模块、信号模块。主模组内部集成 12 路插槽口。 3.1.2 智联交互终端： 3.1.2.1 配置：电容触摸式操作，21.5 寸，控制屏分辨率 1920×1080，前置摄像头 200 万像素，DDR4 内存 8G，SSD 硬盘内存 128G；内置双频 WIFI、4G/5G 模块、蓝牙模块、密钥接口；内置麦克风及扩音器各 1 个；网口 2 个，USB3.0 接口 4 个，独立 RS232 串口 2 个，独立 RS485 接口 1 个；HDMI 接口 1 个；可控安全盘接口 1 个。 3.1.2.2 功能：可兼容 Windows 操作系统，无需外接其他设备可支持安装 origin 软件、人脸识别软件。 3.1.2.3 安装方式：采用双节式可移动支架安装在主体框架右侧，柔性可调节位置、角度。 3.1.3 采用彩色摄像技术在线观测精馏塔塔板处实验现象，并将实验画面实时传输到本设备的交互终端。 4、配套资源 4.1 配套在线学习系统。包含课程学习、在线测试、音视频资源、模拟练习（3D 仿真）。 4.2 具备虚拟实验室场景和实验装置，实现模拟操作、测试，模拟操作成绩可同步至在线教学系统账号，并具备在无网络环境进行模拟练习。 4.3 本装置配套在线仿真软件主要技术： 4.3.1 仿真软件以筛板精馏实验装置为仿真对象，具有操作说明、认知、实验操作、数据记录、实验报告和评分等 6 个功能模块。 4.3.2 仿真实验基于乙醇-水二元体系 $t-x(y)$ 相平衡曲线、精馏段操作线方程、提馏段操作线方程、理论板数以及回流流量-馏分器液位高度等实验原理和规律进行设计，包含全回流操作和部分回流操作两部分实验内容。 4.3.3 支持用户在一定区间内设置制冷温度等实验变量；能够模拟通过调节回流流量使馏分器液位稳定至中部这一实验操作过程。 4.3.4 过程模拟：支持用户调节加热功率比例，可模拟升温过程中的压力变化、温度变化以及塔板温度分布曲线。 4.3.5 仿真实验可播放 50 个认知设备的相机路径动画。 4.3.6 仿真实验具有实验操作步骤说明和操作引导视频。 4.3.7 仿真实验采用百分制评分，支持查看每一个交互操作步骤的得分情况，支持将评分成绩上传至后台保存。
--	---

	4.3.8 仿真软件具有阀门位号的显示与隐藏功能，支持一键视角复位，方便用户交互操作。 4.4 配套 MES 实验信息管理系统。通过移动终端 pad 能同时连接多种实验装置，根据需要自由切换当前监测装置，与装置现场的工业组态软件操作界面实时同步数据显示和报警同步提示，便于教师在实验现场通过 pad 查看多组实验进程及风险防范。 4.5 学生可通过手机端 App 学习实验分步式操作视频。 4.6 实验微课视频，含真实实验人员进行的流程、局部功能、逐步操作过程讲解，视频时长 29 分钟 2 秒。 4.7 含实验装置动画二维码，可通过扫描二维码观看实验动画，预习实验内容。动画时长 3min54 秒，视频配有全流程语音讲解。 (二)、配置 1、装置主体硬件部分 1.1 塔体、塔釜、塔顶冷凝器、原料管、馏分器、产品罐、塔釜溢流管各 1 个。 1.2 转子流量计 4 个 1.3 进料泵、回流泵各 1 台 1.4 倒料泵 1 台 1.5 耐高温压力传感器 1 个 1.6 温度传感器 14 个 1.7 低温冷却液循环泵 1 台 2、控制系统 2.1 总控制柜 1 个 2.2 智联交互终端 1 台 2.3 装置监测与控制软件 1 套 2.4 上位机组态软件密钥 1 套，授权点数 100 个，支持视频服务。 3、配套资源 3.1 在线学习系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.2 MES 实验信息管理系统 3.3 实验辅助系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.4 实验微课视频供货时提供 4、安装环境 4.1 电力：380V 动力电（三火一零一地）；所需环境功率 5.5kW(20A 空气开关)。
--	--

	4.2 上下水：距离设备一米内有地漏或者排水管（高度不高于 5cm）。 4.3 试剂：95%乙醇（一次用量 5L）。 （三）、售后服务 1、产品制造厂商提供 6 年的免费质保服务。 2、故障响应时间（质保期内）：售后服务响应时间 2 小时，制定解决方案，2 个工作日内派人到现场维修。 五、萃取实验模块 （一）、主要技术参数 1、设计 1.1 体系：白油～苯甲酸～水。 1.2 使用温度、压力：常温常压。 1.3 电压 220V，总功率 0.12kW。 2、装置主体参数 2.1 装置主体由塔体、原料槽、萃取剂槽、萃余相槽等组成。 2.1.1 塔体：高硼硅玻璃，直径 84mm，塔高 1300mm，塔体有效高度 750mm。其中固定环和转盘均为不锈钢 304 材质。 2.1.2 原料槽、萃取剂槽、萃余相槽：容积 20L，不锈钢 304 材质，外表面喷砂工艺，所有罐体均加装盖子减少液体挥发。 2.2 原料液泵、萃取剂泵：磁力循环泵，流量 7L/min，扬程 4m。 2.3 电机：无极调速，转速可调范围：0～1250rpm。 2.4 流量计：透明壳体，量程：2.5～25L/h。 2.5 温度测量采用温度传感器，显示精度 0.1℃，分布于原料槽、萃取剂槽、萃余相槽处。 2.6 管路：萃取剂管路采用透明 PVC 管道，液体流动状态清晰可视；原料管路和萃余项管路采用冷弯管路，无焊点。 2.7 装置外观：采用铝合金框架，配可升降、可固定万向脚轮，脚轮具有 ABS 调节手把。 2.8 安全：电机配置转速保护，电控系统具备控制转速上限，防止高速机械伤害。 3、控制系统参数 3.1 硬件控制部分： 3.1.1 集成模组：包含主模组及 MCU 芯片、扩展模块、信号模块。主模组内部集成 12 路插槽口。 3.1.2 智联交互终端： 3.1.2.1 配置：电容触摸式操作，21.5 寸，控制屏分辨率 1920×1080，前置摄像头 200 万像素，DDR4 内存 8G，SSD 硬盘内存 128G；内置双频
--	--

	WIFI、4G/5G 模块、蓝牙模块、密钥接口；内置麦克风及扩音器各 1 个；网口 2 个，USB3.0 接口 4 个，独立 RS232 串口 2 个，独立 RS485 接口 1 个；HDMI 接口 1 个；可控安全盘接口 1 个。 3.1.2.2 功能：可兼容 Windows 操作系统，无需外接其他设备可支持安装 origin 软件、人脸识别软件。 3.1.2.3 安装方式：采用双节式可移动支架安装在主体框架右侧，柔性可调节位置、角度。 4、配套资源 4.1 配套在线学习系统，实现虚实结合的教学模式。包含课程学习板块、题库板块、音视频资源板块等。 4.2 具备虚拟实验室场景和实验装置，实现模拟操作、测试，模拟操作成绩可同步至在线教学系统账号，支持联网登录，本地运行。 4.3 本装置配套在线仿真软件主要技术： 4.3.1 仿真软件以萃取实验装置为仿真对象，基于真实实验数据，模拟实验流程、实验现象和实验规律，具有操作说明、设备认知、实验操作、数据记录、数据处理、实验报告和评分等 7 个功能模块，支持桌面端、网页端等 2 种运行方式。 4.3.2 支持查看每一个交互操作步骤的得分情况，并给出总成绩。 4.3.3 仿真实验具有实验操作步骤说明和操作引导视频。 4.3.4 仿真软件具有阀门位号的显示与隐藏功能，支持一键视角复位，方便用户交互操作。 4.4 学生可通过手机端 App 学习实验分步式操作视频。 4.5 实验微课视频，含真实实验人员进行的流程、局部功能、逐步操作过程讲解，视频时长 51 分钟 14 秒。 4.6 实验装置动画二维码，可通过扫描二维码观看实验动画，预习实验内容。动画时长 3min57s，视频配有全流程语音讲解。 （二）、配置 1、装置主体硬件部分 1.1 萃取塔、原料液罐、萃取剂罐、萃余相罐各 1 个 1.2 固定环 14 个 1.3 转盘 12 个 1.4 萃取剂泵、原料液泵各 1 个 1.5 电机 1 个 1.6 流量计 2 个 1.7 温度传感器 3 个 2、控制系统
--	--

	2.1 总控制柜 1 个 2.2 智联交互终端 1 台 2.3 自检测系统软件 1 套 2.4 上位机组态软件密钥 1 套，授权点数 100 个，支持视频服务 3、配套资源 3.1 在线学习系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.2 实验辅助系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个）。 3.3 实验微课视频供货时提供 4、安装环境 4.1 电力：220V 电源（自带 10A 三孔插头）；所需环境功率 1kW； 4.2 上下水：水压范围（正常实验室水压）；出水口装 19 外丝螺纹；距离设备一米内有地漏或者排水管（高度不高于 5cm）。 4.3 白油：一次用量 18L，厂家提供一桶（规格 18L/桶）；苯甲酸（分析纯）：一次用量 15 克，厂家提供 200 克。 （三）、售后服务 1、产品制造厂商提供 6 年的免费质保服务。 2、故障响应时间（质保期内）：售后服务响应时间 2 小时，制定解决方案，2 个工作日内派人到现场维修。 六、多功能干燥实验模块 （一）、主要技术参数 1、设计 1.1 体系：毛毡—水—空气、绿豆—空气、硫酸钾—水。 1.2 实验温度：80℃~150℃。 1.3 毛毡湿物料重量：60~100g。 2、装置主体参数 2.1 装置主体由漩涡气泵、空气加热器、厢式干燥器、流化床干燥器、喷雾干燥器、旋风分离器、雾化喷枪、空气压缩机等组成。 2.1.1 漩涡气泵：风量 210m³/h，风压 27kPa，进风口安装空气过滤器。 2.1.2 空气加热器：304 不锈钢材质，采用 U 型风道电加热器结构，功率 5.4kW。 2.1.3 干燥器：喷雾干燥器：透明玻璃塔体，直径 220mm，总高 450mm。流化床干燥器：玻璃塔体，直径 120mm，总高 360mm。厢式干燥器：长 1300mm、宽 140mm、高 170mm，304 不锈钢材质。 2.1.4 厢式干燥器采取喷砂工艺。
--	---

	2.1.5 旋风分离器：玻璃材质，直径 85mm，采用快装接口。 2.1.6 雾化喷枪：二流体喷嘴，316L 不锈钢材质，气液内部混合带自清除针。 2.1.7 空气压缩机：压缩空气压力 0.4MPa。 2.2 全柔性保温层：耐温 400℃，可拆卸。 2.3 蠕动泵：转速范围 0~200rpm。 2.4 温度测量：温度传感器，显示分度 0.1℃，远传信号输出。 2.5 压差传感器：4~20mA 输出，量程 0~5kPa，远传信号输出。 2.6 装置外观：采用铝合金框架，配可升降、可固定万向脚轮，脚轮具有 ABS 调节手把。 2.7 安全：空气加热器、厢式干燥器配有保温层和隔热壳，电加热配置过温保护，电控系统具备超温提示和联锁保护停机。 3、控制系统参数 3.1 硬件控制部分 3.1.1 集成模组：包含主模组及 MCU 芯片、扩展模块、信号模块。主模组内部集成 12 路插槽口。 3.1.2 智联交互终端： 3.1.2.1 配置：电容触摸式操作，21.5 寸，控制屏分辨率 1920×1080，前置摄像头 200 万像素，DDR4 内存 8G，SSD 硬盘内存 128G；内置双频 WIFI、4G/5G 模块、蓝牙模块、密钥接口；内置麦克风及扩音器各 1 个；网口 2 个，USB3.0 接口 4 个，独立 RS232 串口 2 个，独立 RS485 接口 1 个；HDMI 接口 1 个；可控安全盘接口 1 个。 3.1.2.2 功能：可兼容 Windows 操作系统，无需外接其他设备可支持安装 origin 软件、人脸识别软件。 3.1.2.3 安装方式：采用双节式可移动支架安装在主体框架右侧，柔性可调节位置、角度。 3.2 软件控制部分：装置监测与控制软件，具备自检测功能。 4、配套资源 4.1 配套在线学习系统，实现虚实结合的教学模式。包含课程学习板块、题库板块、音视频资源板块等。 4.2 具备虚拟实验室场景和实验装置，实现模拟操作、测试，模拟操作成绩可同步至在线教学系统账号，支持联网登录，本地运行。 4.3MES 实验信息管理系统能同时连接多种实验装置，根据需要自由切换当前监测装置，与装置现场的工业组态软件操作界面实时同步数据显示和报警同步提示。 4.4 实验辅助系统，学生可通过手机端 App 学习实验分步式操作视频。
--	--

	4.5 实验微课视频，含真实实验人员进行的流程、局部功能、逐步操作过程讲解，视频时长 55 分 03 秒。 4.6 实验装置动画二维码，可通过扫描二维码观看实验动画，预习实验内容。动画时长 3min17 秒，视频配有全流程语音讲解。 (二)、配置 1、装置主体硬件部分 1.1 漩涡气泵、空气压缩机各 1 个 1.2 空气加热器 1 个 1.3 喷雾干燥器、厢式干燥器、流化床干燥器各 1 套 1.4 旋风分离器 2 套 1.5 蠕动泵 1 个 1.6 全柔性保温层 1 套 1.7 温度传感器 8 个 1.8 差压传感器 2 个 2、控制系统 2.1 总控制柜 1 个 2.2 智联交互终端 1 台 2.3 装置监测与控制软件 1 套 2.4 上位机组态软件密钥 1 套，授权点数 100 个，支持视频服务 3、配套资源 3.1 在线学习系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个） 3.2 MES 实验信息管理系统 3.3 实验辅助系统（支持最大在线人数 60 人；提供 10 年的输入输出点数量，且每年 300 个） 3.4 实验微课视频供货时提供 4、安装环境 4.1 电力：380V 动力电（三火一零）；所需环境功率 8.5kW。 (三)、售后服务 1、产品制造厂商提供 6 年的免费质保服务。 2、故障响应时间（质保期内）：售后服务响应时间 2 小时，制定解决方案，2 个工作日内派人到现场维修。
--	--

甲方技术:

桂芳

乙方授权代表:

张有全