一、化工单元操作与管路拆装设备清单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 货物名称 | 数量 |
| 化工单元综合实训系统 |
| 1 | 传热操作实训装置 | 1套 |
| 2 | 吸收解吸操作实训装置 | 1套 |
| 3 | 干燥操作实训装置 | 1套 |
| 4 | 萃取操作实训装置 | 1套 |
| 5 | 间歇反应操作实训装置 | 1套 |
| 6 | DCS控制系统 | 1套 |
| 7 | 配套项目内容 | 1项 |
| 化工管路拆装综合实训系统 |
| 1 | 换热器管路拆装实训装置 | 1套（2台） |
| 2 | 换热器管路拆装3D软件 | 1套 |
| 3 | 化工设备检维修作业操作平台 | 1套（核心产品） |
| 4 | 配套项目内容 | 1项 |

二、技术参数

第一部分 化工单元综合实训系统

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 货物名称 | 技术参数及要求 | 数量 |
| 1 | 传热操作实训装置 | 一、传热操作实训装置功能与组成部分（一）装置功能1、整体装置需具有实训、考核、实验、研究功能，具有工厂情景化、操作实际化、控制自动化、故障模拟真实化特点。2、装置设备需采用不锈钢材料制作，装置框架需为碳钢喷塑，坚固耐用，设备主体结构恢弘大气。3、装置需能进行开车准备、开车、正常操作、停车、异常故障处理等方面的技能操作训练和工艺指标控制操作技能训练。4、装置需至少包含列管换热器、浮头式换热器、板式换热器、套管式换热器，4种换热器。5、装置能测定换热器的传热系数。6、装置需具有自动评分功能。（二）装置组成

|  |  |
| --- | --- |
| 部件名称 | 数量 |
| 设备主体框架 | 1个 |
| 列管换热器 | 1台 |
| 浮头换热器 | 1台 |
| 板式换热器 | 1台 |
| 套管换热器 | 1台 |
| 冷水罐 | 1台 |
| 热水罐 | 1台 |
| 热水泵 | 1台 |
| 冷水泵 | 1台 |
| 温度计 | 不少于 1 台 |
| 热电阻 | 不少于 10台 |
| 热电偶 | 不少于 2台 |
| 压力 | 不少于2台 |
| 流量 | 不少于 2 台 |
| 调节阀 | 不少于 2 个 |
| 调压模块 | 不少于1 个 |
| 电动开关阀 | 不少于1台 |
| 自动评分系统 | 1套 |
| 上位机 | 1台 |
| 立式操作站 | 1个 |
| 分布式控制箱 | 1个 |
| 控制系统硬件 | 1套 |
| 组态软件 | 1套 |
| 监控软件 | 1套 |
| 仿真软件 | 1套 |
| 题库 | 1套 |
| 微课 | 1套 |

二、具体参数（一）设备主体1、要求整机采用钢制喷塑框架，整体尺寸约为3000mm\*2000mm\*3000mm（长×宽×高）（±300mm）。（二）工艺设备系统1.列管换热器：304不锈钢材质，壳部壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ219×1000mm，换热面积不小于1.0m2，1台2.浮头换热器：304不锈钢材质，壳部壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ219×1000mm，换热面积不小于1.0m2，1台3.板式换热器：304不锈钢材质换热片，换热面积不小于1.0m2，1台4.套管换热器：304不锈钢材质，壳部壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ57×800mm，换热面积不小于0.1m2，1台5.水冷却器：板式换热器，304不锈钢材质换热片，壳部壁厚不低于1.5mm，换热面积不小于1.0m2，1台6.冷水罐：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ377×800mm，1台；7.热水罐：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ377×800mm，1台；8.热水泵：304不锈钢自吸泵,功率不低于0.55W,最大流量不低于2.0m3/h,1台9.冷水泵：轻型卧式多级离心泵,功率不低于0.37KW,额定流量不低于2.0m3/h,1台；（三）仪控检测系统温度计：双金属温度计，精度：≥2.5级，测量范围： 0～100℃，不少于 1 台；热电阻，测量范围：0～100℃，精度：≥B级，不少于 10台；热电偶，测量范围：0～100℃，精度：≥II级，不少于 2台；压力：弹簧式压力表，精度：≥2.5%FS，不少于2台；流量：电磁流量计，精度：≥1.5%FS，测量范围：0.15-1.5m³/h，不少于 2 台；液位：玻璃管式液位计，标尺刻度：0～570mm，不少于2个；调节阀：电动V型球阀，控制信号：4～20mA，供电：24V DC，阀体材质：304不锈钢，不少于2个调压模块：控制信号：4～20mA，工作电压：380VAC，不少于2 个；变频器：控制信号：4～20mA，不少于1个；电动开关阀，供电电压：24VDC，不少于1 台；（四）控制系统1.上位机服务器硬件配置：CPU：核心数不低于（性能核≥8个、效能核≥12个），总线程≥28，最大睿频频率≥5.4 GHz，二级高速缓存≥28MB，处理器基础功耗≥65W，最大睿频功耗≥219W；内存：≥16G；硬盘：SSD≥1TB，HDD≥2TB；显卡：显存≥8G，核心AI算力峰值≥242 AI TOPS，流处理器核心数≥3072，峰值功率≥115W；显示器：21.5英寸屏幕，分辨率不低于2560\*1440分 刷新率≥100赫兹刷新率 低蓝光认证；操作系统：Windows 11专业版正版系统（附赠三年系统维护）。2.立式操作站：冷轧钢制立式柜体，外表面3层汽车烤漆，防刮，特殊处理防手印，防磁，防静电。内置mini键鼠套件，可内置安装高性能操作站主机。1台3.分布式控制箱：尺寸高×宽×深：约1100mm×600mm×200mm，碳钢喷塑，内部集成漏电保护开关，保证设备安全，操作控制便捷，顶部装有分相指示灯，内部安装板设置开关电源、接触器、继电器等，1台。4.PLC控制系统硬件：包含CPU、输入输出模块、模拟量输入模块等，1套。投标文件中需提供有CMA标识的检测报告。▲投标文件中要求提供PLC控制系统的详细配置清单。5.组态软件：PLC硬件、程序组态软件，支持IEC61131-3标准图形化编程；梯形图(LD)、结构化文本(ST)、功能块图(FBD)。1套6.监控软件：分布式综合监控软件，支持AI交互功能，AI编程助手和AI智问。基于面向VBS开发的脚本语言，输入请求即可快速生成程序代码，能够帮助用户进行软件功能的二次开发。AI智问经过了大量训练，持续学习产品说明书，以及应用问题1000条以上，能够帮助用户进行实时的工程问题解答和指导。模块化设计理念，用户可根据需求选配所需功能模块，包括报表、报警、历史数据库等。支持多国语言切换。支持内置实时、历史数据库和集成工业级大型数据库应用，1套。投标文件中需提供至少3张AI交互功能、AI编程助手和AI智问功能界面截图等佐证资料。（五）自动评分系统。要求自动评分系统自动采集DCS控制系统各个设备的工艺变量，包括流量、温度、液位、压力等工艺变量（具体工艺变量以实际设计为准），还包括动力设备状态、调节阀开度等设备状态变量等。可以对操作者的操作步骤、参数控制质量等过程进行自动评判。投标文件中需提供至少3张实时监控、复位对比表、评分步骤功能界面截图等佐证资料。（1）实时监控提供实时评分步骤及变量监视系统，可以实时掌握评分进度并提供操作提示和指导。（2）复位对比提供评分变量监视复位对比表，可以非常直观地浏览各个工位机泵等设备的复位情况，不仅可以作为考核内容，也可以保证每次考试工位设备状态的复位到位。（3）评分组态1）评分结构：评分系统的基本组成单元是评分步骤，若干个评分步骤可以构成一个评分过程，评分过程组合成一个评分系统。（六）配套仿真软件1套，包含仿真软件及数据服务，内容针对于该装置的开车、停车及故障处理，线下布置点位数不少于10个。仿真软件版本若有升级版本，则免费升级至最新版本。（七）配套题库，题目数量不少于100个，包括单选题、多选题、判断题、填空题、简答题、计算题(结合实训数据处理)。题目表述、答案、解析必须科学、严谨、无歧义，符合化工专业规范和该实训装置的实际特性。每道题目（特别是主观题、计算题、案例分析题）需提供清晰、详细的答案解析或评分要点说明。题库需基于成熟、稳定的软件平台开发，遵循主流教育技术标准和规范，确保兼容性、可扩展性和易维护性。交付形式：提供完整的题库数据文件（含题目、答案、解析、评分标准等）及配套的管理软件或接口说明文档。（八）微课不少于3个，包含装置认知、操作流程、常见故障处理 、安全防护要点、数据记录与报告。70%以上内容需基于真实装置操作实景，单节微课时长≥6分钟，知识点独立完整，支持碎片化学习。交付格式：MP4（高清）+ 源文件（可选）+ 配套素材包（脚本、动画工程、PPT等），提供永久使用权，支持本地化部署。（九）其他要求▲1.投标文件中要求提供装置的流程图、布局配管图，主设备的结构图、装置照片等资料。 | 1套 |
| 2 | 吸收解吸操作实训装置 | 一、吸收解吸操作实训装置功能与组成部分（一）装置功能1、整体装置需具有实训、考核、实验、研究功能，具有工厂情景化、操作实际化、控制自动化、故障模拟真实化特点。2、装置设备需采用不锈钢材料制作，装置框架需为碳钢喷塑，坚固耐用，设备主体结构恢弘大气。3、装置需能进行开车准备、开车、正常操作、停车、异常故障处理等方面的技能操作训练和工艺指标控制操作技能训练。4、装置需能测定吸收效率。5、装置需能测定解吸效率。6、装置需具有自动评分功能。（二）装置组成

|  |  |
| --- | --- |
| 部件名称 | 数量 |
| 设备主体框架 | 1个 |
| 吸收塔 | 1台 |
| 解吸塔 | 1台 |
| 贫液罐 | 1台 |
| 贫液泵 | 1台 |
| 富液泵 | 1台 |
| 吸收风机 | 1台 |
| 解吸风机 | 1台 |
| 温度仪表 | 不少于 4 台 |
| 压力变送器 | 不少于 2 台 |
| 差压变送器 | 不少于 1台 |
| 弹簧式压力表 | 不少于 2台 |
| 玻璃转子流量计 | 不少于1台 |
| 上位机 | 1 台 |
| 立式操作站 | 1个 |
| 分布式控制箱 | 1个 |
| 控制系统硬件 | 1套 |
| 组态软件 | 1套 |
| 监控软件 | 1套 |
| 仿真软件 | 1套 |
| 题库 | 1套 |
| 微课 | 1套 |

二、具体参数（一）设备主体1、要求整机采用钢制喷塑框架，整体规格约3000mm\*2000mm\*3000mm（长×宽×高）（±300mm）。（二）工艺设备系统1.吸收塔：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格尺寸不小于Φ273×1200/Φ159×2200mm，1台；2.解吸塔：不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格尺寸不小于Φ273×1200/Φ159×2200mm，1台；3.贫液罐：不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格尺寸不小于φ377×1000mm，1台；。4.贫液泵：离心泵,功率不小于0.25KW,额定流量不小于1m3/h,2台5.富液泵：离心泵,功率不小于0.25KW,额定流量不小于1m3/h,1台6.吸收风机：旋涡气泵，功率不小于0.25kW，最大流量不小于35m3/h，1台；7.解吸风机：旋涡气泵，功率不小于0.55kW，最大流量不小于95m3/h，1台；（三）仪控检测系统温度计：铂电阻，精度：不低于A级，测量范围：0～100℃，不少于 4 台；压力表：压力变送器，精度：≥0.1%FS，量程：0～20KPa，不少于2台；差压变送器，精度：≥0.1%FS，量程：0～10KPa，不少于1台；弹簧式压力表：精度：≥2.5%FS，测量范围：0-25kPa不少于2台；测量范围：0-0.4MPa不少于3台；测量范围：0-0.1MPa不少于1台；玻璃转子流量计：精度：≥2.5%FS，测量范围：0-0.4Nm³/h，不少于 1 台；孔板流量计，精度：≥1.5%FS，要求自带差压变送器。测量范围：0～6Nm3/h不少于1 台； 测量范围：0～35Nm3/h不少于1 台；电磁流量计，精度：≥0.5%FS，测量范围:0.15-1.5m³/h，不少于2 台；液位：玻璃管式液位计，标尺刻度：0-570mm，不少于3台；液位差压变送器，精度：≥0.1%FS，量程：0～10KPa，不少于2台；电动调节阀：控制信号：4～20mA，供电：24V DC，不少于2台；变频器：控制信号：4-20mA，不少于2台； 二氧化碳分析仪：检测范围：0-10%VOL，分辨率不低于0.01%VOL，要求配24V进气泵，配干燥器，不少于1个；（四）控制系统1.上位机服务器硬件配置：CPU：核心数不低于（性能核≥8个、效能核≥12个），总线程≥28，最大睿频频率≥5.4 GHz，二级高速缓存≥28MB，处理器基础功耗≥65W，最大睿频功耗≥219W；内存：≥16G；硬盘：SSD≥1TB，HDD≥2TB；显卡：显存≥8G，核心AI算力峰值≥242 AI TOPS，流处理器核心数≥3072，峰值功率≥115W；显示器：21.5英寸屏幕，分辨率不低于2560\*1440分 刷新率≥100赫兹刷新率 低蓝光认证；操作系统：Windows 11专业版正版系统（附赠三年系统维护）。2.立式操作站：冷轧钢制立式柜体，外表面3层汽车烤漆，防刮，特殊处理防手印，防磁，防静电。内置mini键鼠套件，可内置安装高性能操作站主机。1台3.分布式控制箱：尺寸高×宽×深：约1100mm×600mm×200mm，碳钢喷塑，内部集成漏电保护开关，保证设备安全，操作控制便捷，顶部装有分相指示灯。内部安装板设置开关电源、接触器、继电器等。1台4.PLC控制系统硬件：包含CPU、输入输出模块、模拟量输入模块等，1套。投标文件中需提供有CMA标识的检测报告。▲投标文件中要求提供PLC控制系统的详细配置清单。5.组态软件：PLC硬件、程序组态软件，支持IEC61131-3标准图形化编程；梯形图(LD)、结构化文本(ST)、功能块图(FBD)。1套6.监控软件：分布式综合监控软件，支持AI交互功能，AI编程助手和AI智问。基于面向VBS开发的脚本语言，输入请求即可快速生成程序代码，能够帮助用户进行软件功能的二次开发。AI智问”经过了大量训练，已持续学习产品说明书，以及应用问题1000条以上，能够帮助用户进行实时的工程问题解答和指导。模块化设计理念，用户可根据需求选配所需功能模块，包括报表、报警、历史数据库等。支持多国语言切换。支持内置实时、历史数据库和集成工业级大型数据库应用,1套。投标文件中需提供至少3张AI交互功能、AI编程助手和AI智问功能界面截图等佐证资料。（五）自动评分系统。要求自动评分系统自动采集DCS控制系统各个设备的工艺变量，包括流量、温度、液位、压力等工艺变量（具体工艺变量以实际设计为准），还包括动力设备状态、调节阀开度等设备状态变量等。可以对操作者的操作步骤、参数控制质量等过程进行自动评判。投标文件中需提供至少3张实时监控、复位对比表、评分步骤功能界面截图等佐证资料。（1）实时监控提供实时评分步骤及变量监视系统，可以实时掌握评分进度并提供操作提示和指导。（2）复位对比提供评分变量监视复位对比表，可以非常直观地浏览各个工位机泵等设备的复位情况，不仅可以作为考核内容，也可以保证每次考试工位设备状态的复位到位。（3）评分组态1）评分结构：评分系统的基本组成单元是评分步骤，若干个评分步骤可以构成一个评分过程，评分过程组合成一个评分系统。（六）配套仿真软件1套，包含仿真软件及数据服务，内容针对于该装置的开车、停车及故障处理，线下布置点位数不少于10个。仿真软件版本若有升级版本，则免费升级至最新版本。（七）配套题库，题目数量不少于50个，包括单选题、多选题、判断题、填空题、简答题、计算题(结合实训数据处理)。题目表述、答案、解析必须科学、严谨、无歧义，符合化工专业规范和该实训装置的实际特性。每道题目（特别是主观题、计算题、案例分析题）需提供清晰、详细的答案解析或评分要点说明。题库需基于成熟、稳定的软件平台开发，遵循主流教育技术标准和规范，确保兼容性、可扩展性和易维护性。交付形式：提供完整的题库数据文件（含题目、答案、解析、评分标准等）及配套的管理软件或接口说明文档。（八）微课不少于3个，包含装置认知、操作流程、常见故障处理 、安全防护要点、数据记录与报告。70%以上内容需基于真实装置操作实景，单节微课时长≥6分钟，知识点独立完整，支持碎片化学习。交付格式：MP4（高清）+ 源文件（可选）+ 配套素材包（脚本、动画工程、PPT等），提供永久使用权，支持本地化部署。（九）其他要求▲1.投标文件中要求提供装置的流程图、布局配管图，主设备的结构图、装置照片等资料。 | 1套 |
| 3 | 干燥操作实训装置 | 一、干燥操作实训装置功能与组成部分（一）装置功能1、整体装置需具有实训、考核、实验、研究功能，具有工厂情景化、操作实际化、控制自动化、故障模拟真实化特点。2、装置设备需采用不锈钢材料制作，装置框架需为碳钢喷塑，坚固耐用，设备主体结构恢弘大气。3、装置需能进行开车准备、开车、正常操作、停车、异常故障处理等方面的技能操作训练和工艺指标控制操作技能训练。4、装置要求可通过喷雾干燥器上的玻璃视镜，可以观察干燥室流化状态以及物料的干燥情况。5、装置需能测定、绘制干燥速率曲线。6、装置需具有自动评分功能。（二）装置组成

|  |  |
| --- | --- |
| 部件名称 | 数量 |
| 设备主体框架 | 1套 |
| 喷雾干燥器 | 1台 |
| 电加热器 | 1台 |
| 旋风分离器 | 1台 |
| 储箱 | 1台 |
| 温度计 | 不少于 3 台 |
| 压力表 | 1台 |
| 转子流量计 | 不少于 1台 |
| 孔板流量计 | 不少于 1 台 |
| 调压模块 | 不少于 1 套 |
| 上位机 |  1 台 |
| 立式操作站 | 1个 |
| 分布式控制箱 | 1个 |
| 控制系统硬件 | 1套 |
| 组态软件 | 1套 |
| 监控软件 | 1套 |
| 仿真软件 | 1套 |
| 题库 | 1套 |
| 微课 | 1套 |

二、具体参数（一）设备主体1、要求整机采用钢制喷塑框架，整体规格约整体规格约3000mm\*2000mm\*3000mm（长×宽×高）（±300mm）。（二）工艺设备系统1.喷雾干燥器：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ490×950mm,要求保温，配视镜2个，照明手电2个，1台；2.电加热器：304不锈钢材质，壳部壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ159×700mm,要求保温，加热功率不小于10KW，1 台；3.旋风分离器：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格不小于φ219×240mm,1台；4.储箱：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，规格约300×300×400mm，1台；5.进料泵：要求蠕动泵，最大流量不低于360ml/min,流量精度误差±0.2%，1台；6.风机：要求旋涡式气泵，最大风量不低于210m3/h,最大风压不低于25kPa，1 台；7.空气压缩机：要求静音无油空压机，排气量不低于116L/min，贮气量不低于9L，1台，（三）仪控检测系统1.温度计：铂电阻，精度：不低于B级，输出范围：0-250℃，不少于3台；2.压力表：膜盒压力表，精度：≥1.5%FS，测量范围:0-40kPa，不少于1台；3.流量计：转子流量计，精度：≥4%FS，测量范围：1.6-16L/h，不少于 1 台；4.孔板流量计，精度：≥1.5%FS，要求自带差压变送器，测量范围：0～180Nm3/h，不少于1 台；5.调压模块，控制信号:4-20mA，1 套；（四）控制系统1.上位机硬件配置：CPU：核心数不低于（性能核≥8个、效能核≥12个），总线程≥28，最大睿频频率≥5.4 GHz，二级高速缓存≥28MB，处理器基础功耗≥65W，最大睿频功耗≥219W；内存：≥16G；硬盘：SSD≥1TB，HDD≥2TB；显卡：显存≥8G，核心AI算力峰值≥242 AI TOPS，流处理器核心数≥3072，峰值功率≥115W；显示器：21.5英寸屏幕，分辨率不低于2560\*1440分 刷新率≥100赫兹刷新率 低蓝光认证；操作系统：Windows 11专业版正版系统（附赠三年系统维护）。2.立式操作站：冷轧钢制立式柜体，外表面3层汽车烤漆，防刮，特殊处理防手印，防磁，防静电。内置mini键鼠套件，可内置安装高性能操作站主机。1台3.分布式控制箱：尺寸高×宽×深：约1100mm×600mm×200mm，碳钢喷塑，内部集成漏电保护开关，保证设备安全，操作控制便捷，顶部装有分相指示灯。内部安装板设置开关电源、接触器、继电器等。1台4.PLC控制系统硬件：包含CPU、输入输出模块、模拟量输入模块等，1套。投标文件中需提供有CMA标识的检测报告。▲要求提供PLC控制系统的详细配置清单。5.组态软件：PLC硬件、程序组态软件，支持IEC61131-3标准图形化编程；梯形图(LD)、结构化文本(ST)、功能块图(FBD)。1套6.监控软件：分布式综合监控软件，支持AI交互功能，AI编程助手和AI智问。基于面向VBS开发的脚本语言，输入请求即可快速生成程序代码，能够帮助用户进行软件功能的二次开发。AI智问”经过了大量训练，已持续学习产品说明书，以及应用问题1000条以上，能够帮助用户进行实时的工程问题解答和指导。模块化设计理念，用户可根据需求选配所需功能模块，包括报表、报警、历史数据库等。支持多国语言切换。支持内置实时、历史数据库和集成工业级大型数据库应用，1套。投标文件中需提供至少3张AI交互功能、AI编程助手和AI智问功能界面截图等佐证资料。（五）自动评分系统。要求自动评分系统自动采集DCS控制系统各个设备的工艺变量，包括流量、温度、液位、压力等工艺变量（具体工艺变量以实际设计为准），还包括动力设备状态、调节阀开度等设备状态变量等。可以对操作者的操作步骤、参数控制质量等过程进行自动评判。投标文件中需提供至少3张实时监控、复位对比表、评分步骤功能界面截图等佐证资料。（1）实时监控提供实时评分步骤及变量监视系统，可以实时掌握评分进度并提供操作提示和指导。（2）复位对比提供评分变量监视复位对比表，可以非常直观地浏览各个工位机泵等设备的复位情况，不仅可以作为考核内容，也可以保证每次考试工位设备状态的复位到位。（3）评分组态1）评分结构：评分系统的基本组成单元是评分步骤，若干个评分步骤可以构成一个评分过程，评分过程组合成一个评分系统。（五）自动评分系统。要求自动评分系统自动采集DCS控制系统各个设备的工艺变量，包括流量、温度、液位、压力等工艺变量（具体工艺变量以实际设计为准），还包括动力设备状态、调节阀开度等设备状态变量等。可以对操作者的操作步骤、参数控制质量等过程进行自动评判。（1）实时监控提供实时评分步骤及变量监视系统，可以实时掌握评分进度并提供操作提示和指导。（2）复位对比提供评分变量监视复位对比表，可以非常直观地浏览各个工位机泵等设备的复位情况，不仅可以作为考核内容，也可以保证每次考试工位设备状态的复位到位。（3）评分组态1）评分结构：评分系统的基本组成单元是评分步骤，若干个评分步骤可以构成一个评分过程，评分过程组合成一个评分系统。（六）配套仿真软件1套，包含仿真软件及数据服务，内容针对于该装置的开车、停车及故障处理，线下布置点位数不少于10个。仿真软件版本若有升级版本，则免费升级至最新版本。（七）配套题库，题目数量不少于100个，包括单选题、多选题、判断题、填空题、简答题、计算题(结合实训数据处理)。题目表述、答案、解析必须科学、严谨、无歧义，符合化工专业规范和该实训装置的实际特性。每道题目（特别是主观题、计算题、案例分析题）需提供清晰、详细的答案解析或评分要点说明。题库需基于成熟、稳定的软件平台开发，遵循主流教育技术标准和规范，确保兼容性、可扩展性和易维护性。交付形式：提供完整的题库数据文件（含题目、答案、解析、评分标准等）及配套的管理软件或接口说明文档。（八）微课不少于3个，包含装置认知、操作流程、常见故障处理 、安全防护要点、数据记录与报告。70%以上内容需基于真实装置操作实景，单节微课时长≥6分钟，知识点独立完整，支持碎片化学习。交付格式：MP4（高清）+ 源文件（可选）+ 配套素材包（脚本、动画工程、PPT等），提供永久使用权，支持本地化部署。（九）其他要求▲1.投标文件中要求提供装置的流程图、布局配管图，主设备的结构图、装置照片等资料。 | 1套 |
| 4 | 萃取操作实训装置 | 一、萃取操作实训装置功能与组成部分（一）装置功能1、整体装置需具有实训、考核、实验、研究功能，具有工厂情景化、操作实际化、控制自动化、故障模拟真实化特点。2、装置设备需采用不锈钢材料制作，装置框架需为碳钢喷塑，坚固耐用，设备主体结构恢弘大气。3、装置需能进行开车准备、开车、正常操作、停车、异常故障处理等方面的技能操作训练和工艺指标控制操作技能训练。4、装置需能进行萃取工艺流程、工艺原理的培训。5、装置需能测定萃取效率。6、装置需具有自动评分功能。（二）装置组成

|  |  |
| --- | --- |
| 部件名称 | 数量 |
| 设备主体框架 | 1个 |
| 萃取相储槽 | 1套 |
| 轻相储槽 | 1台 |
| 萃余相储槽 | 1台 |
| 重相储槽 | 1台 |
| 分相器 | 1个 |
| 萃取塔 | 1台 |
| 隔膜泵 | 不少于 1 台 |
| 重相泵 | 不少于 1 台 |
| 萃取相泵 | 不少于 1台 |
| 电动调节阀 | 不少于 1 台 |
| 铂电阻温度计 | 不少于 2 台 |
| 压力变送器 | 不少于 1台 |
| 弹簧式压力表 | 不少于 2 台 |
| 电磁流量计 | 不少于 1 台 |
| 差压变送器 | 1台 |
| 上位机 |  1 台 |
| 立式操作站 | 1个 |
| 分布式控制箱 | 1个 |
| 控制系统硬件 | 1套 |
| 组态软件 | 1套 |
| 监控软件 | 1套 |
| 仿真软件 | 1套 |
| 题库 | 1套 |
| 微课 | 1套 |

二、具体参数（一）设备主体1、要求整机采用钢制喷塑框架，整体规格约整体规格约3000mm\*2000mm\*3000mm（长×宽×高）（±300mm）。（二）工艺设备系统1.萃取相储槽：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不少于 90L,1 台；2.轻相储槽：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不少于 90L,1 台；3.萃余相储槽：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不少于 90L,1 台；4.重相储槽：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不少于 90L,1 台；5.分相器：高硼硅玻璃材质，容积不少于 4L,1 台；6.萃取塔，要求高硼硅玻璃主体，上下两段硬质玻璃不小于φ125×500mm；上、下扩大段不锈钢不小于φ200×500mm；填料为不锈钢规整填料，1 台。7.轻相泵：隔膜泵，供电：220VAC，功率：不低于20W，不少于 1台8.重相泵：磁力泵，供电：220VAC，功率：不低于20W，不少于 1台；9.萃取相泵：磁力泵，供电：220VAC，功率：不低于20W，不少于 1台；（三）仪控检测系统温度计：铂电阻，精度：不低于B级，不少于 2 台；压力表：压力变送器，精度：≥0.5%FS，最大测量压力不低于10kPa，不少于 1 台；弹簧式压力表，精度：≥2.5%FS，最大测量压力不低于5kPa，不少于 2 台；流量：电磁流量计，精度：≥2.5%FS，最大测量流量不低于25L/h，不少于 1 台；差压变送器：输出信号：4～20mADC，电源：24VDC，精度：≥0.5%FS，最大测量不低于5kPa，1 台；电动调节阀：控制信号：4～20mA，供电：24V DC，不少于 1 台； （四）控制系统1.上位机服务器硬件配置：CPU：核心数不低于（性能核≥8个、效能核≥12个），总线程≥28，最大睿频频率≥5.4 GHz，二级高速缓存≥28MB，处理器基础功耗≥65W，最大睿频功耗≥219W；内存：≥16G；硬盘：SSD≥1TB，HDD≥2TB；显卡：显存≥8G，核心AI算力峰值≥242 AI TOPS，流处理器核心数≥3072，峰值功率≥115W；显示器：21.5英寸屏幕，分辨率不低于2560\*1440分 刷新率≥100赫兹刷新率 低蓝光认证；操作系统：Windows 11专业版正版系统（附赠三年系统维护）。2.立式操作站：冷轧钢制立式柜体，外表面3层汽车烤漆，防刮，特殊处理防手印，防磁，防静电。内置mini键鼠套件，可内置安装高性能操作站主机。1台3.分布式控制箱：尺寸高×宽×深：约1100mm×600mm×200mm，碳钢喷塑，内部集成漏电保护开关，保证设备安全，操作控制便捷，顶部装有分相指示灯。内部安装板设置开关电源、接触器、继电器等。1台4.PLC控制系统硬件：包含CPU、输入输出模块、模拟量输入模块等，1套。投标文件中需提供有CMA标识的检测报告。▲投标文件中要求提供PLC控制系统的详细配置清单。5.组态软件：PLC硬件、程序组态软件，支持IEC61131-3标准图形化编程；梯形图(LD)、结构化文本(ST)、功能块图(FBD)。1套6.监控软件：分布式综合监控软件，支持AI交互功能，AI编程助手和AI智问。基于面向VBS开发的脚本语言，输入请求即可快速生成程序代码，能够帮助用户进行软件功能的二次开发。AI智问”经过了大量训练，已持续学习产品说明书，以及应用问题1000条以上，能够帮助用户进行实时的工程问题解答和指导。模块化设计理念，用户可根据需求选配所需功能模块，包括报表、报警、历史数据库等。支持多国语言切换。支持内置实时、历史数据库和集成工业级大型数据库应用，1套。投标文件中需提供至少3张AI交互功能、AI编程助手和AI智问功能界面截图等佐证资料。（五）自动评分系统。要求自动评分系统自动采集DCS控制系统各个设备的工艺变量，包括流量、温度、液位、压力等工艺变量（具体工艺变量以实际设计为准），还包括动力设备状态、调节阀开度等设备状态变量等。可以对操作者的操作步骤、参数控制质量等过程进行自动评判。投标文件中需提供至少3张实时监控、复位对比表、评分步骤功能界面截图等佐证资料。（1）实时监控提供实时评分步骤及变量监视系统，可以实时掌握评分进度并提供操作提示和指导。（2）复位对比提供评分变量监视复位对比表，可以非常直观地浏览各个工位机泵等设备的复位情况，不仅可以作为考核内容，也可以保证每次考试工位设备状态的复位到位。（3）评分组态1）评分结构：评分系统的基本组成单元是评分步骤，若干个评分步骤可以构成一个评分过程，评分过程组合成一个评分系统。（六）配套仿真软件1套，包含仿真软件及数据服务，内容针对于该装置的开车、停车及故障处理，线下布置点位数不少于10个。仿真软件版本若有升级版本，则免费升级至最新版本。（七）配套题库，题目数量不少于100个，包括单选题、多选题、判断题、填空题、简答题、计算题(结合实训数据处理)。题目表述、答案、解析必须科学、严谨、无歧义，符合化工专业规范和该实训装置的实际特性。每道题目（特别是主观题、计算题、案例分析题）需提供清晰、详细的答案解析或评分要点说明。题库需基于成熟、稳定的软件平台开发，遵循主流教育技术标准和规范，确保兼容性、可扩展性和易维护性。交付形式：提供完整的题库数据文件（含题目、答案、解析、评分标准等）及配套的管理软件或接口说明文档。（八）微课不少于3个，包含装置认知、操作流程、常见故障处理 、安全防护要点、数据记录与报告。70%以上内容需基于真实装置操作实景，单节微课时长≥6分钟，知识点独立完整，支持碎片化学习。交付格式：MP4（高清）+ 源文件（可选）+ 配套素材包（脚本、动画工程、PPT等），提供永久使用权，支持本地化部署。（九）其他要求▲1.投标文件中要求提供装置的流程图、布局配管图，主设备的结构图、装置照片等资料。 | 1套 |
| 5 | 间歇反应操作实训装置 | 一、间歇反应操作实训装置功能与组成部分（一）装置功能1、整体装置需具有实训、考核、实验、研究功能，具有工厂情景化、操作实际化、控制自动化、故障模拟真实化特点。2、装置设备需采用不锈钢材料制作，装置框架需为碳钢喷塑，坚固耐用，设备主体结构恢弘大气。3、装置需能进行开车准备、开车、正常操作、停车、异常故障处理等方面的技能操作训练和工艺指标控制操作技能训练。4、装置需能考查调节间歇反应釜反应温度、搅拌速率等对间歇反应过程的影响。5、装置需能进行常压反应和减压反应实训，对比常压反应和减压反应的不同特点。6、装置需具有自动评分功能。（二）装置组成

|  |  |
| --- | --- |
| 部件名称 | 数量 |
| 设备主体框架 | 1个 |
| 反应釜及配套部件 | 1套 |
| 原料槽 | 不少于2个 |
| 热水槽 | 不少于1个 |
| 冷水槽 | 不少于1个 |
| 冷凝器 | 1台 |
| 进料泵 | 1台 |
| 真空泵 | 1台 |
| 循环水泵 | 1台 |
| 双金属温度计 | 不少于 2 台 |
| 铂电阻温度计 | 不少于3台 |
| 压力变送器 | 不少于 1 台 |
| 弹簧式压力表 | 不少于1台 |
| 转子流量计 | 不少于 2台 |
| 玻璃管液位计 | 不少于3个 |
| 远传液位计 | 不少于2个 |
| 调压模块 | 不少于 1 套 |
| 变频器 | 1个 |
| 调节阀 | 不少于 1 套 |
| 上位机 |  1 台 |
| 立式操作站 | 1个 |
| 分布式控制箱 | 1个 |
| 控制系统硬件 | 1套 |
| 组态软件 | 1套 |
| 监控软件 | 1套 |
| 仿真软件 | 1套 |
| 题库 | 1套 |
| 微课 | 1套 |

二、具体参数（一）设备主体1、要求整机采用钢制喷塑框架，整体规格约3000mm\*2000mm\*3000mm（长×宽×高）（±300mm）。 （二）工艺设备系统1.反应釜及配套部件：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不小于50L，带搅拌电机、安全阀1台；2.原料槽：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不小于50L,不少于2个；3.热水槽：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不小于50L,不少于1个；4.冷水槽：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，容积不小于50L,不少于1个；5.冷凝器：304不锈钢材质，壁厚不低于1.5mm，换热面积不小于0.25m2,1台；6.进料泵：增压泵，最大流量不低于10L/min；最大扬程不低于5m。2台；7.真空泵：要求水环式真空泵，功率不低于0.5KW，最大气量不低于0.4m3/min，1台；8.循环水泵：不锈钢自吸泵，扬程不低于5m，流量不低于1m3/h，1台（三）仪控检测系统双金属温度计：精度：≥2.5%FS,最高测量温度≥100℃，不少于2台；铂电阻温度计：精度：≥B级，最高测量温度≥100℃，不少于3台；压力变送器：精度≥0.5%FS，最高测量压力≥0.05MPa，不少于 1 台；弹簧式压力表，精度≥2.5%FS，最高测量压力≥0.05MPa，不少于1台；流量：转子流量计，精度≥4%FS，最大测量流量≥25L/h，不少于2台；液位：玻璃管液位计，就地显示，最大测量液位≥200mm，不少于3个；远传液位计，精度≥2.5%FS，最大测量液位≥200mm，不少于2个；调压模块：控制信号：4～20mA，1套；变频器：控制信号：4～20mA，1个；调节阀，控制信号：4～20mA，供电：24V DC，不少于 1 套；（四）控制系统1.上位机硬件配置：CPU：核心数不低于（性能核≥8个、效能核≥12个），总线程≥28，最大睿频频率≥5.4 GHz，二级高速缓存≥28MB，处理器基础功耗≥65W，最大睿频功耗≥219W；内存：≥16G；硬盘：SSD≥1TB，HDD≥2TB；显卡：显存≥8G，核心AI算力峰值≥242 AI TOPS，流处理器核心数≥3072，峰值功率≥115W；显示器：21.5英寸屏幕，分辨率不低于2560\*1440分 刷新率≥100赫兹刷新率 低蓝光认证；操作系统：Windows 11专业版正版系统（附赠三年系统维护）。2.立式操作站：冷轧钢制立式柜体，外表面3层汽车烤漆，防刮，特殊处理防手印，防磁，防静电。内置mini键鼠套件，可内置安装高性能操作站主机。1台3.分布式控制箱：尺寸高×宽×深：1100mm×600mm×200mm，碳钢喷塑，内部集成漏电保护开关，保证设备安全，操作控制便捷，顶部装有分相指示灯。内部安装板设置开关电源、接触器、继电器等。1台4.PLC控制系统硬件：包含CPU、输入输出模块、模拟量输入模块等，1套。▲投标文件中要求提供PLC控制系统的详细配置清单。5.组态软件：PLC硬件、程序组态软件，支持IEC61131-3标准图形化编程；梯形图(LD)、结构化文本(ST)、功能块图(FBD)。1套6.监控软件：分布式综合监控软件，支持AI交互功能，AI编程助手和AI智问。基于面向VBS开发的脚本语言，输入请求即可快速生成程序代码，能够帮助用户进行软件功能的二次开发。AI智问”经过了大量训练，已持续学习产品说明书，以及应用问题1000条以上，能够帮助用户进行实时的工程问题解答和指导。模块化设计理念，用户可根据需求选配所需功能模块，包括报表、报警、历史数据库等。支持多国语言切换。支持内置实时、历史数据库和集成工业级大型数据库应用，1套。投标文件中需提供至少3张AI交互功能、AI编程助手和AI智问功能界面截图等佐证资料。（五）自动评分系统。要求自动评分系统自动采集DCS控制系统各个设备的工艺变量，包括流量、温度、液位、压力等工艺变量（具体工艺变量以实际设计为准），还包括动力设备状态、调节阀开度等设备状态变量等。可以对操作者的操作步骤、参数控制质量等过程进行自动评判。投标文件中需提供至少3张实时监控、复位对比表、评分步骤功能界面截图等佐证资料。（1）实时监控提供实时评分步骤及变量监视系统，可以实时掌握评分进度并提供操作提示和指导。（2）复位对比提供评分变量监视复位对比表，可以非常直观地浏览各个工位机泵等设备的复位情况，不仅可以作为考核内容，也可以保证每次考试工位设备状态的复位到位。（3）评分组态1）评分结构：评分系统的基本组成单元是评分步骤，若干个评分步骤可以构成一个评分过程，评分过程组合成一个评分系统。（六）配套仿真软件1套，包含仿真软件及数据服务，内容针对于该装置的开车、停车及故障处理，线下布置点位数不少于10个。仿真软件版本若有升级版本，则免费升级至最新版本。（七）配套题库，题目数量不少于100个，包括单选题、多选题、判断题、填空题、简答题、计算题(结合实训数据处理)。题目表述、答案、解析必须科学、严谨、无歧义，符合化工专业规范和该实训装置的实际特性。每道题目（特别是主观题、计算题、案例分析题）需提供清晰、详细的答案解析或评分要点说明。题库需基于成熟、稳定的软件平台开发，遵循主流教育技术标准和规范，确保兼容性、可扩展性和易维护性。交付形式：提供完整的题库数据文件（含题目、答案、解析、评分标准等）及配套的管理软件或接口说明文档。（八）微课不少于3个，包含装置认知、操作流程、常见故障处理 、安全防护要点、数据记录与报告。70%以上内容需基于真实装置操作实景，单节微课时长≥6分钟，知识点独立完整，支持碎片化学习。交付格式：MP4（高清）+ 源文件（可选）+ 配套素材包（脚本、动画工程、PPT等），提供永久使用权，支持本地化部署。（九）其他要求▲1.投标文件中要求提供装置的流程图、布局配管图，主设备的结构图、装置照片等资料。 | 1套 |
| 6 | DCS控制系统 | （一）主要功能和质量要求1.工业真实DCS集散控制系统，硬件部分配置能够满足此次计划采购的传热操作实训装置、间歇反应操作实训装置、吸收解吸操作实训装置、干燥操作实训装置、萃取操作实训装置通过集散控制系统来运行。2.DCS系统操作功能要求：能同时监控全部装置运行状态、运行控制；能实现各装置运行数据采集、分析功能；能实现系统组态、下载、操作站传送功能。（二）技术参数要求1.机柜：DCS工业标准机柜：长×宽×高：约800×600×2100mm：≥1个；2.I/O机笼标准套件：数量：≥1套；3.数据转发卡：DCS系统数据转发卡，数量：≥1块。4.主控制卡标准套件：系统站点容量最高可达31个冗余的控制站和31个操作站节点，每个控制站最多可带8个I/O机笼，每个机笼最多可配置10块卡件，即除了最多配置一对互为冗余的数据转发卡及两块电源指示卡之外，最多可配置16块各类I/O卡件。一套系统可支持8个域，每个域的处理能力物理I/O点达10000点，控制回路数量达1000个。一般模拟回路控制周期不高于150ms。系统图形画面分辨率不低于1600×1180，响应时间≤1s，数据刷新时间≤1s ，数量：≥1块。5.24V电源模块：24V电源模块，数量：≥1块。6.5V电源卡，数量：≥1块。7.6路模拟量输入卡：6路分组隔离型电流信号（Ⅱ型或Ⅲ型）输入卡；带CPU智能型卡件；具备卡件自检及与主控制卡通信的功能；每一路都可以通过跳线选择是否需要配电功能；卡件具有自诊断功能，可在采样、信号处理的同时进行自检；可通过组态软件选择信号类型（Ⅱ型或Ⅲ型标准电流信号）、卡件地址、滤波等参数，数量：≥2块。8.4路模拟量输出卡：4路模拟量输出卡；点点离型电流（Ⅱ型或Ⅲ型）信号输出卡；通过跳线设置；可改变卡件的负载驱动能力；高精度智能型卡件；具有实时检测输出信号功能；允许主控制卡监控输出电流；可单卡工作，也可冗余配置，数量：≥1块。9.8路开关量输出卡：8路开关量输出卡；晶体管触点开关量输出卡为智能型8路无源晶体管触点开关量输出卡；具有输出自检功能；支持单卡和冗余两种工作方式；卡件可以通过中间继电器驱动电动控制装置；也可以直接驱动电流较小的电磁阀，数量：≥1块。10.电源指示卡：安插在未配置主控卡的机笼上；指示机柜内电源情况；卡件不需软件组态，可直接使用，数量：≥1块。11.工程师站软件狗或者授权卡：工程师软件授权；包含系统组态软件、图形化编程软件、语言编程软件、报表制作软件、实时监控软件、组态导出软件、故障诊断软件、报表离线查看软件，数量：≥1个。12.操作站软件狗或者授权卡：操作员软件授权；包含实时监控软件、回路调整软件、I/O驱动程序、报表实时运行软件。基本功能实现数据采集和数据管理，数量：≥4个。13.HUB：专用集线器；符合IEEE802.3 10BASE-T和IEEE802.3u 100BASE-TX/FX标准；单片集成18个口的主芯片；10/100M 自适应 RJ-45端口；100M SC多/单模端口；MDI-X自适应功能。数量：≥1块。14.实时监控软件：操作站功能软件，数量：≥5套。15.系统组态软件：包含系统组态、流程图制作、报表制作、编程软件（工程师站功能），数量：≥1套。16.操作台：工业级操作台，数量≥5个，主体尺寸：800\*600\*750mm（±10mm）,框架采用1.5mm厚SPCC冷轧钢板，前后门采用1.2mm厚SPCC冷轧钢板加工制作,4.操作台表钣金面经过脱脂、酸洗、磷化、静电喷塑处理，外观喷塑颜色为电脑灰+电脑白,操作台前门为旋转门（带一个长方锁），带4排散热通风孔；后门为插卸门（带二个小圆锁），后门下框开有一排进线孔,操作台内部标配一块可调节电脑主机托板，托板可以上下任意调节,8.操作台内部标配一个电源插座，5个；17.操作站：CPU：核心数不低于（性能核≥8个、效能核≥12个），总线程≥28，最大睿频频率≥5.4 GHz，二级高速缓存≥28MB，处理器基础功耗≥65W，最大睿频功耗≥219W；内存：≥16G；硬盘：SSD≥1TB，HDD≥2TB；显卡：显存≥8G，核心AI算力峰值≥242 AI TOPS，流处理器核心数≥3072，峰值功率≥115W；显示器：21.5英寸屏幕，分辨率不低于2560\*1440 刷新率≥100赫兹刷新率 低蓝光认证；操作系统：Windows 11专业版正版系统（附赠三年系统维护）。总数量：5台。（三）其他要求投标文件中需提供符合实训装置工艺控制要求的详细控制系统描述清单。 | 1套 |
| 7  | 配套项目 | ①教学用一体机：≥4K window10+8g+256g+i7处理器+86寸+ST33支架，window10专业版操作系统。②场地湿度调节设备：挂机2匹，一级能效变频冷暖除湿，制冷功率：≥1260W,制热功率：≥1960W,循环风量：≥900m³/h。湿度调节设备：离心式风机，铝合金壳体，风量≥1818m³/H，风压≥700Pa,功率≥320W。③场地准备：化工单元实训室的墙面顶面铲除、矿棉板拆除、塑胶地面、墙面顶面粉刷、踢脚线、门刷漆翻新、暖气管道刷漆、电子指纹锁、窗户拆除及安装、局部顶面防水，暖气片打磨刷漆，安装照明灯等.1.实训室原有墙皮铲除，墙面滚涂2遍墙固，基层清理填缝，刮2遍腻子，打磨，刷2遍乳胶漆，393㎡；2.中控室原有矿棉板拆除、铝扣板吊顶，600\*600铝扣板（0.8mm厚度）吊顶27㎡；3.塑胶地板材质：PVC,耐磨层厚度：≥ 0.5mm 总厚度：≥ 3.0mm；防火等级：GB 8624 B1级;质保：≥ 10年。4.中控室6cm铝合金踢脚线（黑色）5.指纹锁功能：满足指纹、人脸识别、密码、刷卡、临时密码等解锁方式；6.照明灯：200\*1200mm，不低于60W，不少于20个；7.暖气管道刷漆、窗户清洁、顶面局部防水。④文化建设主题标识系统：制作并安装醒目的实训室名称标识牌（如：“化工单元操作综合实训中心”），材质耐用（如亚克力+金属背板），尺寸与环境协调。在显著位置设置体现化工职业精神/安全文化的核心标语（如“安全第一，精益求精”）。安全文化可视化：根据实训设备与区域特点，配置齐全、规范、醒目的安全警示标识（禁止、警告、指令、提示）、危险化学品标识（GHS）、安全操作规程看板、应急处置流程图（含急救电话）。墙面设置集中展示的“安全文化宣传栏”，内容可设计为（如安全知识、事故案例、规章制度）。工艺流程与知识看板：针对核心实训单元（如精馏、吸收、流体输送等），配置清晰的工艺流程图（P&ID）看板，标注主要设备、仪表、阀门位号。职业规范与制度上墙：制作并安装实训室管理制度、学生实训守则、设备操作规程、清洁卫生制度等核心规章制度牌。环境氛围营造：休息区设计安装体现现代化工、工匠精神、职业教育的激励性图文展板或海报框（内容可更换）。实训成果展示区：预留墙面或展柜空间，用于展示优秀学生作品、实训报告、技能竞赛成果等。物料与安装要求：所有标牌、看板材质需防火、防潮、耐磨、易清洁（如PVC、亚克力、金属烤漆、高清覆膜写真等）。文字图形清晰、色彩协调、符合安全色标准，安装牢固、整齐、美观，符合安全规范，不遮挡设备操作视线和应急通道。 | 1项 |

第二部分 化工管路拆装综合实训系统项目

一、换热器管路拆装实训装置

1、装置整体要求

（1）装置要求：主要由容器、泵、换热器、管道、阀门、仪表、拆装工具等构成。系统能满足化工设备的管路拆装，化工仪表的安装，泵体的安装等实训项目。

（2）要求能用于训练学员拆卸和组装化工生产常见的泵、管路、管件、阀门等；

（3）要求能考察学员的选择配件能力、拆装能力、装置运行情况、成任务情况等，熟悉相应的标准。

（4）要求能根据提供的工艺流程图，准确填写安装管线所需管道、管件、阀门、仪表的规格型号及数量等的材料清单；

（5）要求能进行列管换热器的拆装、泵的串并联等操作；

（6）要求能进行管线的组装、管线和仪表的拆除等实训。

2、具体技术参数要求：要求整机采用钢制喷塑框架，设备本体不小于3800×1000×1600mm（长×宽×高），2台套，主要包括（以下各部件数量为2台设备合并后的数量）：

（1）水箱：不锈钢材质，带贮水排空底阀，进水管路设置专用接口，不小于φ500×600mm，壁厚不小于1.5mm，4台；

（2）换热器：列管换热器，不锈钢，不小于φ200×1000mm，壁厚不小于1.5mm，2台；

（3）循环水泵：卧式离心泵，流量不小于13m³/h，扬程不小于20m，4台；

（4）水泵进口管路：不锈钢材质，不小于DN50，壁厚不小于1.5mm，2套；

（5）水泵出口管路：不锈钢材质，不小于DN32，壁厚不小于1.5mm，2套；

（6）安全泄压管路：不锈钢材质，不小于DN15，壁厚不小于1.5mm，2套；

（7）回流管路：不锈钢材质，不小于DN32，壁厚不小于1.5mm，2套；

（8）阀门及管道，需至少包含以下阀门：

1）不锈钢截止阀：法兰式，DN25，4台

2）不锈钢截止阀：法兰式，DN32，4台

3）不锈钢闸阀：法兰式，DN20，2台

4）不锈钢闸阀：法兰式，DN25，2台

5）不锈钢闸阀：法兰式，DN50，8台

6）不锈钢球阀，螺纹式，1/2"，4台

7）不锈钢球阀，螺纹式，3/4"，4台

8）不锈钢止回阀，法兰式，DN32，2台

9）安全阀，法兰式，DN25，2台

10）管道：DN50，DN40，DN32，DN25，不锈钢材质，2套

11）管件：焊接三通、弯头、活接，不锈钢材质，2套。

12）法兰：不锈钢材质，24片。

（9）仪表部分

1）温度：双金属温度计，测量范围：0～100℃，精度：2.5级，套管材质：不锈钢，外螺纹连接，不少于2台；

2）压力：真空压力表，测量范围:-0.1～0MPa，表盘直径：100mm，连接方式：M20×1.5外螺纹，不少于2台；

3）压力：弹簧式压力表，测量范围:0～0.4MPa，表盘直径：100mm，连接方式：M20×1.5外螺纹，不少于2台；

4）流量：转子流量计，测量范围:1～10m³/h，浮子材料：316不锈钢，法兰连接，不少于2台；

5）液位：就地液位计，材质：不锈钢304，侧装，密封材料：氟橡胶，带标尺，不少于2台；

（10）手动试压泵，SB-1.6Mpa，数量：2台

（11）安全帽：数量：8顶，材质：高强度ABS工程塑料，执行标准：GB2811-2019 颜色：黄、红、白、橙、蓝可选；

（12）投标时要求提供拆装工具一套（包括试压设备），需至少包含以下工具：

1)活动扳手：12英寸，开口范围40mm，2把。

2)活动扳手：10英寸，开口范围35mm，2把。

3)两用扳手：17-19mm，2把。

4)两用扳手：22-24mm，2把。

5)两用扳手：17mm，2把。

6)两用扳手：19mm，2把。

7)两用扳手：22mm，2把。

8)两用扳手：24mm，2把。

9)木榔头：2.5寸，2把。

10)螺丝一字批：小号，6.3\*100mm，2把。

11)螺丝一字批：中号，8\*200mm,2把。

12)螺丝十字批：小号，6.3\*100mm，2把。

13)螺丝十字批：中号，8\*200mm,2把。

14)水平尺：600mm，2个。

15)直角尺： 12"/300mm，2个。

16)卷尺：3m，2个。

17)扭力扳手，扭力范围：10-220N.m（配套筒8-15，各一只），数量2套，扭力范围10-120N.m（配套筒8-15，各一只）,数量2套，扭力范围5-60N.m（配套筒8-15，各一只）,数量2套，合金钢材质。

▲（13）投标文件中要求提供装置的流程图、布局配管图，主设备的结构图、装置照片等资料。

二、换热器管路拆装3D软件

1、软件需满足：≥50个机位使用。

2、教师端软件功能

教师端软件应具备但不限于如下功能：

（1）软件应具有启动、停止服务功能；

（2）学生信息批量导入、查询功能；

（3）学员端管理：含学生姓名、学号、IP地址、端口号、实时分数、操作时长等相关信息的查看，连接状态的查看及控制功能。

（4）成绩查询：训练成绩与考核成绩的查看，允许通过关键字（如学号、姓名、日期）查询学生成绩信息，支持导出成绩表单功能。

（5）培训模式≥2种，有：训练模式与考核模式。

3、学员端软件功能

学员端软件应具备但不限于如下功能：

（1）装置认知：支持学生对换热器拆装实训装置的工艺流程、考核内容、操作步骤的自主认知学习。

（2）设备认知：支持学生对换热器拆装实训装置中涉及到的核心设备（如离心泵、换热器），阀门（如闸阀、截止阀），仪表（如压力表、流量计），管件（如管路、弯管、三通）结构原理的自主认知学习。

（3）装备穿戴：支持学生对头部、面部、手部、躯干、足部防护用品的认知与穿戴练习。

（4）虚拟拆装：支持学生对换热器拆装实训装置的虚拟拆卸和虚拟组装模拟操作，在虚拟拆装过程中包含对工具的选择，且交互步骤不得少于10个。

（5）在训练模式下，系统提供自动拆卸和自动组装功能，并允许单步骤、多步骤跳转等辅助功能。

（6）在训练模式下，系统提供拆卸过程或组装过程的操作提示信息，并对学生的错误操作顺序、错误工具选择等给予相应的错误提示。

（7）软件提供智能评分系统，能对学生的操作过程进行自动评分。

（8）允许学生对背景颜色、分辨率、帧率、鼠标及键盘的操作速度、自动拆装速度进行个性化设置。

▲投标文件中需提供装置认知、设备认知、装备穿戴、虚拟拆卸、虚拟组装、工具选择、操作提示、自动评分功能的软件功能截图各1张。

4、部署平台

3D拆装软件运行终端：数量5台，具体参数如下：

CPU：核心数不低于（性能核≥8个、效能核≥12个、Xe核≥4个），总线程≥20，计算总体峰值≥33TOPS，最大睿频频率≥5.2 GHz，二级高速缓存≥36MB，处理器基础功耗≥55W，最大睿频功耗≥160W；

内存：≥32G；

硬盘：SSD≥1TB，HDD≥2TB；

显卡：显存≥16G，核心AI算力峰值≥759TOPS，流处理器核心数≥4608，峰值功率≥180W；

显示器：尺寸≥23.8英寸，分辨率≥2560\*1440，刷新率≥120Hz，低蓝光认证；

操作系统：Windows 11专业版正版系统（附赠三年系统维护）。

三、化工设备检维修作业操作平台

1、硬件对象组成：

（1）膨胀罐：数量1台

1）设计压力：常压；

2）设计温度：常温；

3）材质：304不锈钢；

4）壁厚：不小于2mm；

5）容积：实际灌装容积不小于72L(灌装系数不高于0.9)；

6）液位计：玻璃管式液位计,标尺刻度：0～370mm,安装：DN15 PN10.RF法兰,密封材料：聚四氟乙烯；

7）支腿式支撑：方管，固定脚与框架内六角螺钉固定。

2、循环冷却器（浮头式换热器）：数量：1台

（1）设计压力：常压;

（2）设计温度：常温；

（3）材质：304不锈钢；

（4）壁厚（壳程直径不小于φ219mm壁厚不小于2mm，介质：水，换热管壁厚不小于φ14×1.5）；

（5）换面积：不小于0.6㎡；

（6）鞍型支座：不小于DN200，304不锈钢；

（7）外形尺寸：不小于φ219×1250mm

3、地台，尺寸不小于3500mm×800mm×200mm，内置集液盘（壁厚不小于1.5mm），水槽（壁厚不小于1.5mm）等，304不锈钢材质，地台支撑架主材料：20号槽钢，Q235B碳钢材质，方管不小于80mm×40mm，304不锈钢材质，为后续机泵拆装提供平台，收集管道残液、误操作导致的漏液收集、管道排污与设备排污的管路铺设，大部分拆装过程掉落的零部件（螺栓、垫片等）、扳手等工具限制区域；数量1台

4、不锈钢固定架：304不锈钢材质，型材固定架（不小于40mm×40mm×3mm的方形管），外形尺寸：长×宽×高（不小于590mm×300mm×660mm）；主要功能：为换热器、阀门、管路等提供支撑，数量1台

5、卧式多级泵，自平衡多级离心泵：规格（DP6-25×4）,过流部件为铸铁材质；额定流量：3.75m3/h，额定扬程：102m，转速：2950r/min，供电：AC380V，功率：7.5kW，电机类型：YE3型电机，机械密封：合金对合金机械密封，加长膜片联轴器，可满足振动、转速检测传感器安装的要求；数量1台；

6、RFID智能货柜：智能柜可通过标签绑定比赛中所用到的工具，具有在比赛中，工具存放、智能开锁、工具快速绑定、工具清单检验、工具智能识别、自动判分等功能。（尺寸：高×宽×深：不小于2020×1100×550mm，材质：不小于1.2mm厚碳钢板，材质Q235A），数量1台；

7、安全帽：数量：4顶，材质：高强度ABS工程塑料，执行标准：GB2811-2019 颜色：黄、红、白、橙、蓝可选；

8、管路及管件：以下装置中的管道、支撑件304不锈钢材质，管件如下：管道、弯头、三通、大小头、管道法兰、阀门支架、配套螺栓、垫片等，需满足实际安装需求；

（1）管道DN50（φ57\*2mm）（长度：2m）；

（2）管道DN32（φ38\*1.5mm）（长度：3m）；

（3）管道DN15（φ20\*1.5mm）（长度：1m）；

（4）管道DN25（φ32\*1.5mm）（长度：1.5m）；

（5）弯头（φ38\*1.5mm）（8只）;

（6）弯头（φ20\*1.5mm）（6只）;

（7）弯头（φ57\*2mm）（3只）;

（8）弯头（φ38\*1.5mm）（2只）;

（9）三通（φ32\*1.5mm）（1只）;

（10）三通（φ38\*1.5mm)(只);

（11）大小头（φ38-φ32\*1.5mm）（1只）;

（12）大小头（φ45-φ57-1.5mm）（1只）;

（13）大小头（φ38-φ45-1.5mm）（1只）;

（14）管道法兰DN50 PN16(2片);

（15）管道法兰DN15 PN10(2片);

（16）管道法兰DN40 PN6(1片);

（17）管道法兰（DN25 PN16）(2)片;

（18）阀门支架(DN50,2支)

（19）连接螺栓（M16\*65mm，68套），（M16\*75mm，12套），

（20）垫片（硅胶垫片DN40,5片、DN50,8片）

9、电磁流量计：一体式电磁流量计，测量范围：0.9-20m3/h，输出信号：4-20mA四线制，防护等级：IP67，公称通径：DN32，介质：水,密封材料：聚四氟乙烯，供电：24VDC；数量：1台；

10、螺纹球阀：材质，

（1）球阀1/2"，304不锈钢材质，不小于1台；

（2）球阀1/4"，304不锈钢材质，不小于2台；

（3）球阀3/4"，304不锈钢材质，不小于2台；

（4）快拧接头1/2"-φ16，304不锈钢材质，不小于2台

11、法兰式阀门：304不锈钢材质，

（1）法兰式闸阀DN50 PN16，不小于1台；

（2）法兰式截止阀DN32 PN16，不小于1台；

（3）法兰式截止阀DN25 PN16，不小于1台；

（4）法兰式过滤阀DN50 PN16，不小于1台；

12、安全阀：法兰式304不锈钢材质，安全阀 DN25 PN16，起跳压力为1.6MPa，1台；

13、压力表：（1）耐震压力表，测量范围：0-2.5MPa，精度：2.5级，表盘直径：100mm，安装方式：径向，数量：1只；（2）耐震压力表，测量范围：-0.1-0.06MPa，精度：2.5级，表盘直径：100mm，安装方式：径向，数量：1只；

14、单工位电脑操作台，尺寸不小于800mm×700mm×750mm（长×宽×高），

桌子：

（1）框架：主体框架采用优质鞍钢冷轧钢板，框架不下于2.0毫米冷轧钢板，台面支撑件为不小于3.0毫米冷轧钢板，底柜落地式，底部可调节地脚，表面打磨光滑，静电喷塑处理，

（2）桌面25毫米厚E1级密度板，表面双贴防火板，整体厚度不低于26毫米，无缝拼接，台面封边为进口软聚氨酯弧形手枕边，边沿进口胶王加固。

（3）前后门板为不小于1.5毫米优质冷轧钢板，链接铰链使用高档五金件，手感好，开关门噪音小等优点，同时铰链安装方式为快装式，方便安装和拆卸。

椅子

（1）椅 板：座背垫依据人体工学原理设计，采用不小于1.5mm 夹板 9 层垫压成型，坐感舒适。

（2）海 绵：采用 PU 成型 45 比发泡海绵，软硬适中，回弹性能好，不变形。

（3）饰 面：采用优质一级网布饰面；

（4）机关架：采用优质前置式倾仰机关架，结构牢固，调节轻便，具有倾仰、追背等多种功能。

（5）气压棒：采用汽动杆，升降自如，升降时无声响。可承受 250KG 压力。

15、工程师站：CUP（核心数≥6个，总线程≥12，最大睿频频率≥4.6 GHz，缓存≥18MB），内存≥16G，SSD硬盘≥512G，HDD硬盘≥1T，显卡（显存≥4G，流处理器≥896，显卡峰值功率≥75W），显示器不小于23.8寸，分辨率不低于1920\*1080，系统：windows 11专业版，配置双网卡；

16、安装立杆：数量：1台，总高2.3m，横臂1m（碳钢材质、喷塑处理，外观白色，配安装板、螺栓等，截面尺寸不小于100×100×3mm,150mm×150mm×3mm），可移动，底座（不小于500mm×600mm×100mm,壁厚不小于6mm）配重；

17、智能警示灯：红蓝黄三色常亮，供电方式：DC24V，尺寸大小：97×50mm，音频输出：设置为静音，安装形式：螺纹安装，数量：1只；

18、工机具配件：配置总数不低于40种常用拆装工具，不低于5种以上的专有工具，每一种工具加工有特殊标签，可以实现智能化管理的功能；1套：

游标卡尺（0-150mm），1把；

三角尺（0-180mm），1把；

活动扳手10英寸，开口范围35mm，1把；

黄油枪，1把；

隔热手套，一双；

卷尺（7.5m），1把；

不锈钢塞尺（0.01-1mm），1把；

两用扳手10mm，2把；

两用扳手13mm，4把；

两用扳手16mm，2把；

两用扳手17mm，2把；

两用扳手18mm，2把；

两用扳手19mm，2把；

两用扳手20mm，1把；

两用扳手24mm，4把；

两用扳手27mm，1把；

两用扳手30mm，2把；

月牙活动扳手19-51mm，2把；

加长棘轮套筒扳手（大），1把；

扭矩扳手（60-330N.m），1把；

轴承拉马，1组；

拉马6寸，1把；

拉马辅助块（多级），一组；

套筒（17mm、24mm、30mm各一只），1组；

内六角扳手（9件套），1组；

撬棍24寸，610mm，1把；

紫铜八角锤2P，1把；

铜棒φ30\*200mm，1根；

穿芯一字8\*200mm，1把；

穿芯一字6.3\*100mm，1把；

半圆什锦锉刀3\*140mm，1把；

百分表（大），2只；

百分表小，2只；

百分表架（大），1组；

调整垫（50\*50，10片一组），1组；

顶丝，辅助螺丝（多级泵、单级泵），1组；

轴承拆卸管（多级），1把；

计算器，1只；

法兰防尘盖，1组；

抹布，1块；

3#极压锂基润滑脂（800g），一桶；

硅脂油（500g），一盒；

19、供电箱：箱体不小于600mm×400mm×200mm，430不锈钢，厚度不小于1.2mm，静电喷塑工艺，集成PLC、变频器等，数量：1台。

20、手持触摸操作盒：规格：7英寸屏外壳，3孔操作按钮（按需），数量1台；

21、工位显示板：不小于18.5寸，配16G迷你型U盘，高清，分辨率不低于1366\*768，数码相框广告机，数量1台；

22、转速传感器：一体化磁敏转速传感器，测量范围：3000r/min，工作温度：-30 ～+130℃，输出信号：4-20mA，工作电压：DC24V，数量1台；

23、一体化振动传感器，水平或者垂直，测量范围：0-50mm/s，安装形式：磁吸底座，输出信号：4-20mA，工作电压：DC24V，接线方式：两线制，工作温度：-40-85℃，防护等级：IP67，电缆长度：不小于3m，数量：2台；

24、手持式操作器：尺寸≥11英寸,运存≥8GB ，存储≥128GB、配触控笔，分辨率≥1920\*1200，数量：1台；

25、组态触摸屏，规格：24VDC，≥7英寸TFT-LED屏，分辨率≥1024\*600，

接口：2×RS485，1×USB，1×100M以太网，数量：1台；

26、空开操作箱：空开盒1、空气开关1、导轨1，数量：1台；

27、辅助拆装台：可移动式辅助台，台面尺寸不小于900mm×600mm，带T型安装槽，数量：1台；

28、小型龙门架：规格2m×2m，宽度0.8m，三角手拉葫芦，最大起重不低于0.5t，数量1台；

手动试压泵，规格SB-1.6Mpa，数量：1台；

29、试压管路配件，DN40PN10-DN40PN6,304材质，数量：2件；

30、机泵零部件备品备件：

（1）多级泵机械密封（2件）、

（2）吐出段两侧O型圈，φ203×2.65-G-N，数量10只；

（3）机封轴套O型圈，φ30×2.65-G-N，数量10只；

（4）中段青稞纸垫片，φ204×φ190×0.2，数量10只；

（5）机封压盖青稞纸垫片，φ69×φ60×0.2，数量10只；

（6）轴承压盖青稞纸垫片，φ110×φ72×0.1，4-φ9均布，中心距φ90，数量10只；

（7）不锈钢外六角螺栓，M10\*75，8套；

（8）不锈钢外六角螺栓，M12\*40，8套

31、轴承加热器：加热板尺寸：330mm×290mm，工作电源：10A,外形尺寸：535mm×335mm×160mm；

32、联轴器加热器：油浴锅实验室高温二甲基硅油加热炉，碳钢材质，板厚：不小于1.2mm；

33、球形摄像机：≥200万高清23倍变焦，电源供电版（球机），4寸400万红外，16倍数字变倍，镜头焦距：4.8-110mm，黑白夜视100米，水平360°，电源供电DC12V；

34、AI行为分析主机：不少于8路视频流实时智能分析，不少于8G内存，不少于128GB eMMC存储，不少于以下接口：USB3.0\*2/USB2.0\*3/HDMI\*1/TF \*1/RS-485 \*2/开关量\*4/告警输入\*2/音频 \*1。要求对监测算法包含但不限于：火焰检测、烟雾检测、抽烟检测、打电话检测、人员离岗、睡岗检测、人员摔倒检测、工服检测、工帽检测、安全帽等分析算法；为AI行为分析系统提供支撑；

35、 U型管式换热器：常温、常压；304不锈钢材质；外形尺寸：不小于φ219\*1000mm，壁厚不小于2mm，作为不同类型换热器可替换装置使用；

36、固定管板式换热器：常温、常压；304不锈钢材质；外形尺寸：不小于φ219\*1000mm，壁厚不小于2mm，作为不同类型换热器可替换装置使用。

37、软件部分：

（1）总体要求

1具备手持终端打分与自动评分两大核心功能，旨在实现高效、准确的赛场管理。（演示）

2通过后端管理模块，系统可全面掌控整个赛场的考核场次、考核队伍、裁判团队以及考题等关键信息，确保考核过程的规范性和透明度 。（演示）

3在数据处理方面，系统应采用多种先进的数据分析方法，不仅支持设备信息的实时采集，还能实现智能货柜物联网的集成，从而进一步提升考核工作的智能化水平。（演示）

4系统还应具备对裁判评分进行深入分析的能力，通过科学的数据分析，为优化评分机制提供有力支持。

▲投标文件中需提供评分后台管理系统功能、裁判评分系统功能、评分题库功能、成绩查询功能、设备管理功能模块截图。

（2）3D拆装软件：该软件包含教师端和学生端两大模块。教师端具备导入学生名单及查看学生信息的功能，以满足教师对学生信息的有效管理。而学生端则提供结构认知和虚拟拆装两大核心功能，旨在丰富学生的学习体验和提升学习效果。虚拟拆装模块包含拆卸与组装两大核心环节，旨在使学员亲身体验设备拆装的全过程。在拆装实践中，软件会提供工具的选择，学生需要选择正确的工具进行拆装，在拆装过程中会适时播放实物拆装视频，以直观形象的方式展示拆装的精细环节与注意事项，从而辅助学生熟练掌握正确的拆装技能。此外，该模块还具备设备自动拆卸、设备自动组装以及单步骤跳转等辅助功能。学员在手动拆装前，可通过自动拆装和单步骤跳转功能，深入了解并学习具体的拆装步骤，为实际操作奠定坚实基础。

软件应具备但不限于如下功能：

1结构认知包含装置认知、机泵介绍、爆炸演示三部分内容。（演示）

2装备穿戴：支持学生对头部、面部、手部、躯干、足部防护用品的认知与穿戴练习。（演示）

3虚拟拆装：支持学生对离心泵进行虚拟拆卸和虚拟组装模拟操作，在虚拟拆装过程中包含对工具的选择，且交互步骤不得少于10个。（演示）

4在训练模式下，系统提供自动拆卸和自动组装功能，并允许单步骤、多步骤跳转等辅助功能。（演示）

（3）智能 AI 行为分析系统：支持火焰检测、烟雾检测、抽烟检测、打电话检测、佩戴口罩检测、人员离岗、睡岗检测、人员摔倒检测、人员静电消除、区域人数统计、区域入侵检测、工服检测、工帽检测、安全帽、反光衣检测、电瓶车检测、规范停车(车辆违停)、出入口客流统计、周界翻越入侵、异常位移、安全挂网、消防通道占用，逃生通道堵塞等算法；

▲投标文件中要求提供装置的装配图、装置照片等资料；

38、装置需满足“全国职业院校技能大赛化工装备技术赛项-实操模块”高职组比赛的竞赛和训练要求。

四、配套项目内容

（1）设备安装场地准备：现场实训场地需要根据本项目实际需要进行安装前准备：墙面顶面铲除、塑胶地板铺设、墙面顶面粉刷、踢脚线、门板翻新及刷漆、暖气管道刷漆、更换为指纹锁、更换为平板照明灯；氛围营造1项（内容包含实验室管理制度、消防安全警示牌、工艺流程图等展板）。实训室原有墙皮铲除，墙面滚涂2遍墙固，基层清理填缝，刮2遍腻子，打磨，刷2遍乳胶漆；过道和实训室内塑胶地板材质：PVC材质，耐磨层厚度：≥ 0.5mm 总厚度：≥ 3.0mm；防火等级：GB 8624 B1级;质保：≥ 10年；6cm铝合金踢脚线（黑色）；指纹锁功能：指纹、人脸识别、密码、刷卡、临时密码等解锁方式；照明灯：200\*1200mm，不低于60W，不少于15个；暖气管道刷漆、窗户清洁、顶面局部防水。

（2）环境温湿度调节：需配备空调1套，挂机大1.5匹，一级能效变频冷暖除湿，制冷功率：845W,制热功率：1240W,循环风量：750m³/h。

（3）需配备通风机3台：尺寸：8寸，风量不低于1000m3/H，风压不低于380Pa,功率：不低于130W。

（4）需配备教学一体机1台：CPU不低于i7、内存不低于8G、硬盘不低于256G SSD、显示器不低于65寸，分辨率不低于3840\*2160。

（5）需配备电脑桌椅5套：可移动多功能单人电脑桌：桌面材质：实木生态板，免漆环保，360°全面封边，防水，防潮，尺寸不小于80\*60\*75cm，下层可置物，加粗桌腿：工业级冷轧钢，白色烤漆，横栏加固更结实，配套椅子：实木长方凳，实木皮饰面，凳面长宽不小于33\*25cm，凳高不小于40cm。

（6）需配备学生桌凳25套：彩色梯形可拼装为六边形桌凳：材质：碳钢+加厚板材，尺寸：100mm\*50mm\*75mm（±2mm）桌面厚度不低于20mm，配套相同颜色的凳子。

（7）需配备与本项目实训装置匹配的备品备件1套。包括但不限于：石棉垫片、螺丝螺母、生料带等。

（8）验收时需提供基于本化工管路拆装实训系统为基础，编写的实训教学案例设计不得少于10个。