

序号	产品名称	技术参数与性能指标（重要参数▲共计 20 项）	是否核心产品	备注																																																																																		
1	电力基础技术实训设备	<div>一、设备概述</div> <p>该设备依据《电工技术》、《电力拖动》、《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》的课程实验研制设计而成,适用于各类高等院校“电路分析”、“电工基础”、“电工学”等课程教学实验,实验内容的安排遵循由浅到深,由易到难的规律。考虑不同学生的需要,实验既有测试、验证的内容,也有设计、研究的内容。</p> <div>二、设备技术参数</div> <table><tr><th>序号</th><th>名称</th><th>规格型号</th></tr><tr><td>1</td><td>系统电源</td><td>三相五线 AC380V</td></tr><tr><td>2</td><td>额定电压</td><td>AC380V±10% 50Hz</td></tr><tr><td>3</td><td>额定功率</td><td>1kW±5%</td></tr><tr><td>4</td><td>环境湿度</td><td>≤90%</td></tr><tr><td>5</td><td>设备尺寸</td><td>≥L1590mm×W750mm×H1440mm±20mm</td></tr><tr><td>6</td><td>安全保护功能</td><td>急停按钮,漏电保护,过流保护等用电安全保护功能</td></tr><tr><td rowspan="4">7</td><td rowspan="4">实验电源</td><td>三相四线及地线 AC220V 输出、AC380V 输出</td></tr><tr><td>单相交流插座 AC220V, 供外接仪器设备用</td></tr><tr><td>直流稳压 0V~30V 连续可调, 电流 2A, 带短路保护及自动复位功能</td></tr><tr><td>直流稳压 24V, 电流 2A</td></tr><tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">函数信号源</td><td>波形: 正弦波、三角波、方形波</td></tr><tr><td>频率范围: 3Hz~1MHz 六个频段</td></tr><tr><td>9</td><td>单次脉冲信号源</td><td>分手动/自动, 带计数功能,和断电数字保存功能</td></tr></table> <div>三、设备配置清单</div> <table><tr><th>序号</th><th>配置名称</th><th>规格型号</th><th>单位</th><th>数量</th><th>备注</th></tr><tr><td>1</td><td>实训屏</td><td></td><td>套</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>(1)</td><td>电源控制模块</td><td></td><td>套</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>(2)</td><td>三相交流电源模块</td><td></td><td>套</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>(3)</td><td>三相交流电源插座模块</td><td></td><td>套</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>(4)</td><td>单相交流电源插座模块</td><td></td><td>套</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>(5)</td><td>24V 直流电源模块</td><td></td><td>套</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>(6)</td><td>直流电源模块</td><td></td><td>套</td><td>40</td><td></td></tr></table>	序号	名称	规格型号	1	系统电源	三相五线 AC380V	2	额定电压	AC380V±10% 50Hz	3	额定功率	1kW±5%	4	环境湿度	≤90%	5	设备尺寸	≥L1590mm×W750mm×H1440mm±20mm	6	安全保护功能	急停按钮,漏电保护,过流保护等用电安全保护功能	7	实验电源	三相四线及地线 AC220V 输出、AC380V 输出	单相交流插座 AC220V, 供外接仪器设备用	直流稳压 0V~30V 连续可调, 电流 2A, 带短路保护及自动复位功能	直流稳压 24V, 电流 2A	8	函数信号源	波形: 正弦波、三角波、方形波	频率范围: 3Hz~1MHz 六个频段	9	单次脉冲信号源	分手动/自动, 带计数功能,和断电数字保存功能	序号	配置名称	规格型号	单位	数量	备注	1	实训屏		套	40		(1)	电源控制模块		套	40		(2)	三相交流电源模块		套	40		(3)	三相交流电源插座模块		套	40		(4)	单相交流电源插座模块		套	40		(5)	24V 直流电源模块		套	40		(6)	直流电源模块		套	40		是	
序号	名称	规格型号																																																																																				
1	系统电源	三相五线 AC380V																																																																																				
2	额定电压	AC380V±10% 50Hz																																																																																				
3	额定功率	1kW±5%																																																																																				
4	环境湿度	≤90%																																																																																				
5	设备尺寸	≥L1590mm×W750mm×H1440mm±20mm																																																																																				
6	安全保护功能	急停按钮,漏电保护,过流保护等用电安全保护功能																																																																																				
7	实验电源	三相四线及地线 AC220V 输出、AC380V 输出																																																																																				
		单相交流插座 AC220V, 供外接仪器设备用																																																																																				
		直流稳压 0V~30V 连续可调, 电流 2A, 带短路保护及自动复位功能																																																																																				
		直流稳压 24V, 电流 2A																																																																																				
8	函数信号源	波形: 正弦波、三角波、方形波																																																																																				
		频率范围: 3Hz~1MHz 六个频段																																																																																				
9	单次脉冲信号源	分手动/自动, 带计数功能,和断电数字保存功能																																																																																				
序号	配置名称	规格型号	单位	数量	备注																																																																																	
1	实训屏		套	40																																																																																		
(1)	电源控制模块		套	40																																																																																		
(2)	三相交流电源模块		套	40																																																																																		
(3)	三相交流电源插座模块		套	40																																																																																		
(4)	单相交流电源插座模块		套	40																																																																																		
(5)	24V 直流电源模块		套	40																																																																																		
(6)	直流电源模块		套	40																																																																																		

(7)	直流可调电源模块		套	40	
(8)	3-24V 交流可调电源模块		套	40	
(9)	单次脉冲源模块		套	40	
(10)	函数信号源模块		套	40	
2	实训桌		套	40	
(1)	抽屉柜		套	40	
(2)	储物柜		套	40	
3	元件箱模块		套	40	
4	电压、电流受控源		套	40	
5	回转器、负阻抗变换器		套	40	
6	电路基础实验箱（一）		套	40	
7	电路基础实验箱（二）		套	40	
8	交流电路实验箱（一）		套	40	
9	交流电路实验箱（二）		套	40	
10	交流电路实验箱（三）		套	40	
11	交流接触器模块（一）		套	40	
12	交流接触器模块（二）		套	40	
13	中间继电器模块		套	40	
14	热过载继电器、熔断器模块		套	40	
15	按钮、钮子开关模块		套	40	
16	时间继电器模块		套	40	
17	变压器模块		套	40	
18	数字电路实训模块		套	40	
19	模拟电路实训模块		套	40	
20	产品配件包		套	40	
21	数字示波器		套	40	
22	实训工作台套		套	16	
23	数字孪生仿真软件		套	2	
24	仿真云平台		套	2	

		四、设备功能及主要参数			
		序号	设备名称	设备配置及功能	
		1	实训屏	1. 尺寸要求： $\geq 1510\text{mm} \times 200\text{mm} \times 260\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 2. 结构要求：采用斜面式设计，采用优质铝材做骨架，实训屏上装有操作面板，操作面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用，操作面板上提供实验所需的三相交流电源、可调直流电源、单次脉冲源、函数信号源，可供电工实验时使用，面板可随意拼接布局，模块化设计，既坚固耐用，又美观大方。	
		(1)	电源控制模块	1. 尺寸： $\geq 375\text{mm} \times 220\text{mm} \times 110\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。 3. 模块组成：主要由剩余电流动作断路器、熔断器座、指示灯、按钮、接触器等组成。 4. 模块功能：提供交流 380V、220V 的电压供电，控制整机电源。 5. 模块配置 ①带漏电保护断路器1 个 ②熔断器座3 个 ③信号指示灯4 个 ④自复按钮2 个 ⑤急停按钮1 个 ⑥交流接触器1 个	
		(2)	三相交流电源模块	1. 尺寸： $\geq 125\text{mm} \times 220\text{mm} \times 110\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。 3. 模块组成：主要由航空插、护套圆插座等组成。 4. 模块功能：为设备或模块提供交流 220V、380V 输出电源。 5. 模块配置 ①5 孔航空插1 个 ②3 孔航空插1 个 ③护套圆插座10 个	

		(3)	三相交流电源插座模块	<p>1. 尺寸：$\geq 125\text{mm} \times 220\text{mm} \times 110\text{mm} \pm 20\text{mm}$</p> <p>2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。</p> <p>3. 模块组成：主要由三相五极电源插座等组成。</p> <p>4. 模块功能：为设备或模块提供交流 380V 电压供电。</p> <p>5. 模块配置：相五极电源插座 1 个</p>	
		(4)	单相交流电源插座模块	<p>1. 尺寸：$\geq L125\text{mm} \times W220\text{mm} \times D110\text{mm} \pm 20\text{mm}$</p> <p>2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。</p> <p>3. 模块组成：主要由嵌入式五孔插座、船形开关等组成。</p> <p>4. 模块功能：为设备或模块提供交流 220V 输出电源。</p> <p>5. 模块配置</p> <p>① 嵌入式五孔插座 4 个</p> <p>② 船形开关 1 个</p>	
		(5)	24V 直流电源模块	<p>1. 尺寸：$\geq 125\text{mm} \times 220\text{mm} \times 110\text{mm} \pm 20\text{mm}$</p> <p>2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。</p> <p>3. 模块组成：主要由航空插、船形开关、开关电源等组成。</p> <p>4. 模块功能：</p> <p>① 设备或模块提供直流 24V 输出电源。</p> <p>② 工作电源：AC240V/100V$\pm 10\%$</p> <p>③ 工作频率：50Hz/60Hz</p> <p>④ 输出电压：+24V</p> <p>5. 模块配置</p> <p>① 开关电源 1 个</p> <p>② 十字保险丝座 1 个</p> <p>③ 船形开关 1 个</p> <p>④ 航空插 1 个</p> <p>⑤ 防转扣彩色插座 4 个</p>	

		(6)	直流电 源模块	<div><div>1. 尺寸：≥125mm*220mm*110mm±20mm</div><div>2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。</div><div>3. 模块组成：主要由航空插、香蕉插座、船形开关、开关电源等组成。</div><div>4. 模块功能：<div><div>①工作电源：AC110V/220V</div><div>②输出功率：≥60W</div><div>③输出方式：四路输出</div><div>④输出参数：+5V、-5V、+12V、-12V</div><div>⑤支持航空插 6 路接口</div><div>⑥环境温度：-20~50℃</div></div></div><div>5. 模块配置<div><div>①开关电源1 个</div><div>②香蕉插座6 个</div><div>③船形开关1 个</div><div>④航空插1 个</div></div></div></div>		

				<p>1. 尺寸：$\geq 125\text{mm} \times 220\text{mm} \times 110\text{mm} \pm 20\text{mm}$</p> <p>2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。</p> <p>3. 模块组成：主要由香蕉插座、船型开关、可调直流稳压电源、直流可调电源面板等组成。</p> <p>4. 模块功能：</p> <ul style="list-style-type: none">①工作电源：AC230V/115V$\pm 10\%$；50Hz/60Hz②输出功率：$\geq 150\text{W}$③输出电压：0~30V④输出电流：0~5A⑤稳压状态 CV：0 至额定电压连续可调⑥稳流状态 CC：0 至额定电流连续可调⑦纹波电压 $V_{PP} \leq 1\%$⑧数显精度：四位 LED 蓝色数码管显示⑨显示分辨率：0.01V/0.001A⑩显示精度：$\pm 0.5\% \pm \text{d.inits}$ <p>5. 模块配置</p> <ul style="list-style-type: none">①香蕉插座 1 个②直流可调电源面板 1 个③船形开关 1 个④可调直流稳压电源 1 个		
		(7)	直流可调电源模块			
		(8)	3-24V 交流可调电源模块	<p>1. 尺寸：$\geq 125\text{mm} \times 220\text{mm} \times 110\text{mm}$</p> <p>2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。</p> <p>3. 模块组成：双显交流电压表、变压器、波段开关等组成</p> <p>4. 模块功能：提供输出交流电源 3V、6V、9V、12V、15V、18V、24V，输出功率：75W</p> <p>5. 模块配置</p> <ul style="list-style-type: none">①双显交流电压表 1 个②变压器 1 个③船形开关 1 个④波段开关 1 个⑤十字保险丝座 1 个⑥防转扣彩色插座 4 个		

		(9)	单次脉冲源模块	1. 尺寸：≥125mm*220mm*110mm 2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。 3. 模块组成：面板式计数器、单次脉冲源板、自复按钮开关等组成。 4. 模块功能：分手动/自动，带计数功能,和断电数字保存功能。 5. 模块配置 <table> <tr> <td>①面板式计数器</td> <td>1 个</td> </tr> <tr> <td>②单脉冲源板</td> <td>1 个</td> </tr> <tr> <td>③船形开关</td> <td>2 个</td> </tr> <tr> <td>④自复按钮开关</td> <td>2 个</td> </tr> <tr> <td>⑤防转扣彩色插座</td> <td>3 个</td> </tr> </table>	①面板式计数器	1 个	②单脉冲源板	1 个	③船形开关	2 个	④自复按钮开关	2 个	⑤防转扣彩色插座	3 个		
①面板式计数器	1 个															
②单脉冲源板	1 个															
③船形开关	2 个															
④自复按钮开关	2 个															
⑤防转扣彩色插座	3 个															
		(10)	函数信号源模块	1. 尺寸：≥250mm*220mm*110mm 2. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。面板文字符号采用现代彩色 UV 打印技术处理，使面板标识清晰且经久耐用。 3. 模块组成：电源延长线、任意波形信号发生器、函数信号源面板等组成。 4. 模块功能： <p>工作电源：AC220V 50Hz</p> <p>通道：双通道</p> <p>正弦波频率范围：0~15MHZ</p> <p>方形波频率范围：0~15MHZ</p> <p>三角波频率范围：0~15MHZ</p> <p>脉冲波波频率范围：0~6MHz</p> <p>TTL 数字波频率范围：0~6MHz</p> <p>任意波频率范围：0~6MHz</p> <p>脉冲宽度调节范围：100ns~4000s</p> <p>方波上升时间：≤25ns</p> <p>频率最小分辨率：≤0.01 μ Hz</p> <p>频率准确度：±20ppm</p> <p>频率稳定性：+1ppm/3 小时</p> <p>波形种类：正弦波，方波、脉冲波(占空比可调，脉冲宽度和周期时间精确可调)三角波、偏正弦波、CMOS 波、直流电平(通过调节偏置设置直流幅度)、半波、全波、正阶梯波、反阶梯波、噪声波、指数升、指数降、多音波、辛克脉冲、洛伦兹脉冲，和 60 种用户自定义波形</p>												

				波形长度：≥2048 点 波形采样率：≥266MSa/s 正弦波幅值范围：2mVpp~10Vpp 方波/三角波幅值范围：2mVpp~20Vpp 环境温度：0~40℃ 5) 模块配置 ①电源延长线 1 个 ②任意波形信号发生器 1 个 ③SXG0152 函数信号源面板 1 个 ④快速按压式端子排 1 个		
		2	实训桌	1. 设备组成：由实训桌体、抽屉柜、双开门储物柜等组成		
		(1)	实训桌体	1. 数量：1 张 2. 尺寸要求：≥1590mm*750mm*1440mm 3. 结构要求：桌体采用优质铝型材做骨架，由铝型材立柱与实训桌面连接；桌体底部安装有万向轮，移动固定两相宜，方便调整设备的摆放位置。桌面采用≥25mm 厚高密度纤维板外贴防火板，PVC 截面封边，桌边鸭嘴型设计。桌面具有耐磨、耐热、耐污、耐烟灼、耐火、耐菌、防霉、抗静电及易清洁等特点。		
		(2)	抽屉柜	1. 数量：1 张 2. 尺寸要求：≥480mm*550mm*530mm 3. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。抽屉柜设计有四层抽屉，可放置工具、耗材、实训导线等。		
		(3)	储物柜	1. 数量：1 张 2. 尺寸要求：≥1018mm*550mm*530mm 3. 结构要求：采用优质 Q235 冷轧钢板焊接而成，表面静电喷塑。储物柜可根据物体大小调整隔板高度，放置不同的实训模块；左右门中间部分采用蓝色透明有机玻璃构建，方便内部查看，且美观大方。		

		3	元件箱模块	<p>1. 尺寸要求：$\geq 250\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>3. 可进行实训项目</p> <p>(1) 基本电工仪表的使用与测量误差的计算</p> <p>(2) 减少仪表测量误差的方法</p> <p>(3) 线性与非线性电路元件伏安特性的测绘</p> <p>(4) 电位、电压的测定及电路电位图绘制</p> <p>(5) 基尔霍夫定律的验证</p> <p>(6) 叠加原理的验证</p> <p>(7) 电压源与电流源的等效变换</p> <p>(8) 戴维南定理</p>		
		4	电压、电流受控源	<p>1. 尺寸要求：$\geq 250\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 可进行实训项目：受控源 VCCS、VCVS、CCVS、CCCS 的实验研究</p>		
		5	回转器、负阻抗变换器	<p>1. 尺寸要求：$\geq 250\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p>		

				<p>4. 可进行实训项目</p> <p>(1) 受控源 VCCS、VCVS、CCVS、CCCS 的实验研究</p> <p>(2) 负阻抗变换器及其应用</p> <p>(3) 回转器及其应用</p>		
		6	电路基础实验箱（一）	<p>1. 尺寸要求：$\geq 250\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 可进行实训项目</p> <p>(1) 基尔霍夫定律验证</p> <p>(2) 叠加定理验证</p> <p>(3) 戴维南定理的验证</p> <p>(4) 诺顿定理验证</p> <p>(5) 双口网络测试</p> <p>(6) 互易定理验证</p>		
		7	电路基础实验箱（二）	<p>1. 尺寸要求：$\geq 125\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 可进行实训项目</p> <p>(1) R、C 一阶电路响应的研究</p> <p>(2) 二阶动态电路响应的研究</p> <p>(3) R、L、C 元件阻抗特性的测试</p> <p>(4) RC 串、并联选频网络特性测试</p> <p>(5) R、L、C 串联谐振电路研究</p>		

8	交流电 路实 验箱（一）	<p>1. 尺寸要求：$\geq 250\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 可进行实训项目</p> <p>（1）测量电路元件等效参数</p> <p>（2）正弦稳态交流电路相量的实训</p> <p>（3）交流电路电压、电流的测量</p> <p>（4）日关灯电路的连接实训</p> <p>（5）单相电度表连接实训</p>
	9 交流电 路实 验箱（二）	<p>1. 尺寸要求：$\geq 125\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用 1.2mm 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 可进行实训项目</p> <p>（1）测量电路元件等效参数</p> <p>（2）正弦稳态交流电路相量的实训</p> <p>（3）交流电路电压、电流的测量</p> <p>（4）日关灯电路的连接实训</p>

		10	交流电路实验箱（三）	<p>1. 尺寸要求：$\geq 125\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 可进行实训项目</p> <p>（1）电压互感器实验</p> <p>（2）单相铁心变压器特性的测试</p> <p>（3）三相交流电路电压、电流的测量</p> <p>（4）三相电路功率的测量</p> <p>（5）单相电度表的校验</p> <p>（6）功率因数及相序的测量</p>		
		11	交流接触器模块（一）	<p>1. 尺寸要求：$\geq 250\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 组合式搭建实训项目</p> <p>（1）三相鼠笼式异步电动机</p> <p>（2）三相异步电动机点动和自锁控制</p> <p>（3）三相异步电动机的正反转控制</p> <p>（4）三相异步电动机 Y-Δ 降压起动控制</p>		

12	交 流 接 触 器 模 块（二）	<p>1. 尺寸要求：≥250mm*297mm*100mm</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用≥1.2mm 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 组合式搭建实训项目</p> <p>（1）三相鼠笼式异步电动机</p> <p>（2）三相异步电动机点动和自锁控制</p> <p>（3）三相异步电动机的正反转控制</p> <p>（4）三相异步电动机 Y-△降压起动控制</p>
	中 间 继 电 器 模 块	<p>1. 尺寸要求：≥250mm*297mm*100mm</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用≥1.2mm 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 组合式搭建实训项目</p> <p>（1）三相鼠笼式异步电动机</p> <p>（2）三相异步电动机点动和自锁控制</p> <p>（3）三相异步电动机的正反转控制</p> <p>（4）三相异步电动机 Y-△降压起动控制</p>

		14	热过载继电器、熔断器模块	<p>1. 尺寸要求：≥250mm*297mm*100mm</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用≥1.2mm 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 组合式搭建实训项目</p> <p>(1) 三相鼠笼式异步电动机</p> <p>(2) 三相异步电动机点动和自锁控制</p> <p>(3) 三相异步电动机的正反转控制</p> <p>(4) 三相异步电动机 Y-△降压起动控制</p>		
		15	按钮、钮子开关模块	<p>1. 尺寸要求：≥250mm*297mm*100mm</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用≥1.2mm 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p>		
		16	时间继电器模块	<p>1. 尺寸要求：≥125mm*297mm*100mm</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用≥1.2mm 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂，文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工，ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p> <p>4. 组合式搭建实训项目</p> <p>(1) 三相鼠笼式异步电动机</p> <p>(2) 三相异步电动机点动和自锁控制</p> <p>(3) 三相异步电动机的正反转控制</p> <p>(4) 三相异步电动机 Y-△降压起动控制</p>		

		17	变 压 器 模 块	<p>1. 尺寸要求：$\geq 125\text{mm} \times 297\text{mm} \times 100\text{mm}$</p> <p>2. 数量：1 套</p> <p>3. 结构要求：面板采用$\geq 1.2\text{mm}$ 铝板一体冲压而成，表面静电喷涂,文字及图案采用 UV 打印工艺。模块底盒采用模具加工, ABS 材质，表面光洁，重量轻，取放方便，内部可固定元器件安装板。模块底盒块面板安装后表面无螺钉外露。模块采用实训功能的组合式结构，易于搭建、拆卸和维护，通过简单的操作，就可随意装、卸各模块，方便操作者搭建实验、实训回路。</p>		
		18	数 字 电 路 实 训 模 块	<p>1. 四路优先判决电路</p> <p>(1) 尺寸：$\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压：DC $\pm 5\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度：$-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>(4) 实训功能：触发器、与非门等数字逻辑基本电路测试及应用。</p> <p>2. 多谐振荡电路</p> <p>(1) 尺寸：$\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压：DC $\pm 5\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度：$-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>3. 占空比可调多谐振荡器电路</p> <p>(1) 尺寸：$\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压：DC $\pm 5\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度：$-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>4. 时基电路组成震铃电路</p> <p>(1) 尺寸：$\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压：DC $\pm 5\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度：$-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p>		

		19	模 拟 电 路 实 训 模 块	<p>1. 单级放大电路</p> <p>(1) 尺寸: $\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压: DC $\pm 12\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度: $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>(4) 实训功能: 共射极单管放大器实验电路、放大器静态工作点的测量与调试、放大器动态指标测试。</p> <p>2. 场效应管放大器电路</p> <p>(1) 尺寸: $\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压: DC $\pm 12\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度: $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>(4) 实训功能: 结型场效应管的特性和参数、场效应管放大器性能分析、输入电阻的测量方法。</p> <p>3. 两级放大电路</p> <p>(1) 尺寸: $\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压: DC $\pm 12\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度: $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>(4) 实训功能: 设置静态工作点、测试两级放大器的频率特性、放大器失真及消除方法。</p> <p>4. 负反馈放大电路</p> <p>(1) 尺寸: $\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压: DC $\pm 12\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度: $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>(4) 实训功能: 负反馈放大器开环和闭环放大倍数测试、负反馈对失真的改善作用、测放大器频率特性。</p> <p>5. 射级跟随器</p> <p>(1) 尺寸: $\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压: DC $\pm 12\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度: $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>(4) 实训功能: 直流工作点的调整、测量电压放大倍数、测量输出电阻、测量放大器输入电阻、测量射极跟随器的跟随特性并测量输出电压值。</p> <p>6. 差动放大电路</p> <p>(1) 尺寸: $\geq 100\text{mm} \times 80\text{mm}$</p> <p>(2) 工作电压: DC $\pm 12\text{V}$</p> <p>(3) 环境温度: $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$</p> <p>7. 方波发生电路</p> <p>(1) 工作电压: DC $\pm 12\text{V}$</p>		
--	--	----	-----------------------	---	--	--

				<p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p> <p>8. 矩形波发生电路</p> <p>(1) 工作电压：DC ±12V</p> <p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p> <p>9. 三角波发生电路</p> <p>(1) 工作电压：DC ±12V</p> <p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p> <p>10. 锯齿波发生电路</p> <p>(1) 工作电压：DC ±12V</p> <p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p> <p>11. 低通滤波器</p> <p>(1) 工作电压：DC ±12V</p> <p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p> <p>12. 高通滤波器</p> <p>(1) 工作电压：DC ±12V</p> <p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p> <p>13. 带阻滤波器</p> <p>(1) 工作电压：DC ±12V</p> <p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p> <p>14. 函数信号发生器</p> <p>(1) 工作电压：DC ±12V</p> <p>(2) 环境温度：-20~50℃</p> <p>(3) 外形尺寸：100*80 (mm)</p>		
--	--	--	--	--	--	--

		20	产 品 配 件 包	1. 设备组成：主要由设备安装、调试、实训所需要的配件、配线、耗材等组成， 2. 设备功能：辅助设备所需要的用电用气配件。 3. 配置清单 1) 三相异步电动 180W/380V 6 个 1 个 机
--	--	----	--------------	--

				<p>20、具有波形截取功能，能与同品牌系列信号发生器无缝对接，</p> <p>21、支持 LABVIEW 通讯，支持二次开发。</p>		
		22	实训工作台套	<p>尺寸：≥1000*600*750*6 面</p> <p>1、台面、木档板采用三聚氰胺板，不低于 2.0mm 厚 PVC 封边，台面不低于 25mm，木档板不低于 16mm。</p> <p>2、立柱：采用冷轧圆管，直径不小于 60mm，管壁厚度不低于 1.5mm；经多工位表面处理后静电喷塑。</p> <p>3、侧脚：采用压铸锌合金一体成型半圆形管，直径不小于 60mm，管壁厚度不低于 1.5mm，经多工位表面处理后静电喷塑。</p> <p>4、横梁：采用冷轧矩形管，管壁厚度不低于 1.5mm，经多工位表面处理后静电喷塑。</p> <p>5、脚轮：≥1.5 英寸 PU 脚轮。</p> <p>6、功能：产品带折叠按钮，可旋转折叠，可移动收纳。</p> <p>7、产品颜色：台面和木挡板枫木色饰面，同色封边；钢架采用平光白。（供货前提供色卡，由招标方选择确认）</p> <p>▲8、三聚氰胺板：符合《GB/T 15102-2017 浸渍胶膜纸饰面纤维板和刨花板》标准要求，外观质量合格，规格尺寸及偏差合格，理化性能（静曲强度、弹性模量、内结合强度、表面胶合强度、2h 吸水厚度膨胀率、含水率、密度、握螺钉力、表面耐冷热循环、表面耐划痕、表面耐磨、表面耐香烟灼烧、表面耐干热、表面耐污染腐蚀、表面耐龟裂、表面耐水蒸气、耐光色牢度）合格；符合《GB/T 35601-2017 绿色产品评价人造板和木质地板》标准要求，甲醛释放量≤0.05mg/m³，挥发性有机化合物（72h）苯≤10 μg/m³、甲苯≤20 μg/m³、二甲苯≤20 μg/m³、TVOC≤100 μg/m³。（须提供带有 CMA 认证标志的检测报告，实测内容满足参数要求）</p> <p>9、封边条：符合《QB/T 4463-2013 家具用封边条技术要求》标准要求，塑料封边条外观合格，理化性能耐干热性、耐磨性、耐开裂性（耐龟裂性）、耐老化性、耐冷热循环性、耐光色牢度（灰色样卡）合格，有害物质限量甲醛释放量≤1.5mg/L，可迁移元素（可溶性重金属）铅 Pb、镉 Cd、铬 Cr、汞 Hg、砷 As、钡 Ba、锑 Sb、硒 Se 含量合格，邻苯二甲酸酯的总量≤0.1%，多溴联苯禁用，多溴联苯醚禁用。</p> <p>10、热熔胶：符合《HJ 2541-2016 环境标志产品技</p>		

			<p>术要求 胶粘剂》标准要求，苯不得检出，甲苯+乙苯+二甲苯不得检出，卤代烃不得检出，总挥发性有机物$\leq 40\text{g/L}$。</p> <p>▲11、圆管：符合《GB/T 13793-2016 直缝电焊钢管》标准要求，金属件外观性能要求（管材、焊接件）合格，弯曲度$\leq 1.5\text{mm/m}$，钢管端面（切斜）$\leq 3\text{mm}$；符合《GB/T 10125-2021 人造气氛腐蚀试验盐雾试验》和《GB/T 6461-2002 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级》标准要求，经过人造气氛腐蚀试验（中性盐雾 NSS、乙酸盐雾 AASS、铜加速乙酸盐雾 CASS），保护评级不低于 9 级，外观评级不低于 9 级。（须提供带有 CMA 认证标志的检测报告，实测内容满足参数要求）</p> <p>▲12、矩形管：符合《GB/T 3325-2017 金属家具通用技术条件》标准要求，金属件外观性能要求（喷涂层）合格，涂层中可溶性重金属（可溶性铅、可溶性镉、可溶性铬、可溶性汞）合格。（须提供带有 CMA 认证标志的检测报告，实测内容满足参数要求）</p> <p>▲13、塑粉：筛余物（$125\mu\text{m}$）全部通过，密度合格，涂膜外观正常，铅笔硬度$\geq \text{H}$，耐冲击性合格，杯突试验$\geq 4\text{mm}$，弯曲试验$\leq 4\text{mm}$，耐磨性（$750\text{g}/500\text{r}$）$\leq 50\text{mg}$，耐酸性 240h 无异常，耐碱性 168h 无异常，耐沸水性 2h 无异常，耐人工气候老化性合格。符合《GB/T 35602-2017 绿色产品评价 涂料》标准要求，重金属元素含量（铅、镉、六价铬、汞、砷、钡、硒、锑、钴）合格。（须提供带有 CMA 认证标志的检测报告，实测内容满足参数要求）</p> <p>14、实训桌：符合《GB/T 3325-2017 金属家具通用技术条件》标准要求；桌类主要尺寸、产品外形尺寸偏差、邻边垂直度、翘曲度、平整度、着地平稳性、金属件外观性能要求、木制件外观性能要求、木制件表面贴面层耐冷热循环、木制件表面贴面层耐干热、木制件表面贴面层耐湿热、木制件表面贴面层耐划痕、木制件表面贴面层耐污染性能、木制件表面贴面层表面耐磨性、木制件表面贴面层抗冲击、木制件表面贴面层耐光色牢度、配件性能要求、标志和使用说明、结构安全、金属喷漆（塑）涂层硬度、金属喷漆（塑）涂层冲击强度、金属喷漆（塑）涂层耐腐蚀、金属喷漆（塑）涂层附着力、封边条表面胶合强度、桌类垂直静载荷试验、桌类水平静载荷试验、桌面垂直冲击试验、桌腿跌落试验、桌面水平耐久性试验、桌类稳定性等均检测合格；人造板部件甲醛释放量$\leq 0.05\text{mg}/\text{m}^3$，涂层和覆面层中可溶性重金属（可溶性铅、可溶性镉、可溶性铬、可溶性汞）检测合格。</p>		
--	--	--	---	--	--

			<p>15、▲实训椅网布：符合《HJ 2546-2016 环境标志产品技术要求 纺织产品》标准要求，pH 值 4.0-7.5，甲醛含量≤30mg/kg，可萃取的重金属（砷 As、铅 Pb、铬 Cr、钴 Co、铜 Cu、镍 Ni、铬 CrVI、镉 Cd、锑 Sb、汞 Hg）均合格，重金属总量（铅 Pb、镉 Cd）合格，氯化苯酚（五氯苯酚）≤0.5mg/kg，邻苯二甲酸酯≤0.1%，多环芳烃苯并（a）芘≤1.0mg/kg，多环芳烃总量≤10.0mg/kg。符合《GB/T 17591-2006 阻燃织物》标准要求，燃烧性能（B1 级）（损毁时间、续燃时间、阴燃时间）合格。（须提供带有 CMA 认证标志的检测报告，实测内容满足参数要求）</p>		
	23	数字孪生仿真软件	<p>▲数字孪生仿真软件提供著作权证书或授权采购人使用该软件的承诺书，明确发生软件使用权纠纷，由投标人全权负责。</p> <p>1、颗粒上料单元自动化工作站：包括工作台，型材台面，上料筒 2 个颗粒推送气缸 2 个，双皮带分拣输送带 1 条，双工位旋转吸料机构 1 个，瓶子上料输送带 1 条，填装输送皮带 1 条，填装气动定位机构 1 个。</p> <p>2、加盖拧盖单元自动化工作站：包括工作台，型材台面，加盖机构 1 个，拧盖机构 1 个，输送带 1 条，定位机构 2 个。</p> <p>3、检测分拣自动化工作站：包括工作台，型材台面，龙门检测机构 1 个，不合格品分拣机构 1 个，输送带 1 条，定位机构 1 个。</p> <p>4、立体仓库自动化工作站：包括工作台，型材台面，仓库构架 1 个，2 轴垛机机构 1 个。</p> <p>5、环形传送分拣工作站：包括环形输送带 1 个，搬运龙门架 1 个，推料机构 1 个，三色灯 1 个，物料吸盘 1 个，料筒 1 个，金属检测传感器 1 个，颜色检测传感器 1 个。</p> <p>简单流程：对 3 种不同颜色和材质的物料进行分拣，然后通过搬运龙门架根据分拣结果进行分类入仓。</p> <p>6、立体仓储系统：包括立体仓库框架 1 个，水平移动机构 1 个，升降机构 1 个，伸缩货叉 1 个，滚筒输送机构 4 个，分拣输送链条 3 个，可升降输送滚轮 3 个，龙门分拣机构 1 个，无人叉车 2 个。</p> <p>简单流程：对 3 种不同的物料进行分拣，根据分拣结果，不同的物料在输送线进行分流，分别进入相应的取料位，堆垛机把物料放入对应的仓位。同时，本系统还具有出仓功能。</p> <p>7、口罩自动生产线：包括自动放卷料机构 1 个，自</p>		

			<p>动折叠机构 1 个，压合裁剪机构 1 个，步进输送线 1 个，耳带超声压接机构 1 个，成品口罩计数与堆叠机构 1 个，口罩输出线体机构 1 个。</p> <p>简单流程：口罩主体从原料输送带进入步进输送线，通过步进输送线逐个输入到耳带压合工位进行耳带压合，成品口罩经过计数堆叠在一起，通过输出皮带进行输出。</p> <p>8、遥控器主板装配生产线：包括 4 轴机械手 1 个，托盘供给升降台 1 个，三轴锁螺丝机构 1 个，托盘输送线 1 个，托盘回滚升降台 1 个，三轴下料机构 1 个。</p> <p>简单流程：4 轴机械手对线路板原料进行上料，遥控器主板到达锁螺丝机构，进行螺丝装配，装配完成后，被输送到下料工位，由 3 轴下料机构进行下料，托盘由回滚升降台回收，重新回流到上料位，循环使用。</p> <p>9、装箱码垛生产线：包括来料皮带 1 个，食品包装机 1 个，码垛机构 1 个，托盘供给机构 1 个，托盘输送滚筒 3 个，码垛输送滚筒 2 个，称重平台 1 个，装箱工位输送滚筒 1 个，开箱工位输送滚筒 1 个，封箱工位输送滚筒 1 个，开箱机 1 个，封箱机 1 个，无人叉车 1 个。</p> <p>简单流程：开箱机输出空箱子到开箱工位，托盘供给机构输出空托盘到码垛平台，空箱子输送到装箱工位，袋装食品被输送到箱子里，箱子继续输送到称重平台进行称重，称重合格则继续运行，箱子到达封箱工位，纸箱开口封上并封胶带，封好箱后被输送到码垛工位，码垛机构对箱子进行码垛，码垛完成后叉车叉走托盘。</p>		
		24	<p>仿真云平台</p> <p>仿真云平台是一类专门基于 WEB 端的用以开发工业仿真场景和实训课程的工具平台，其核心功能组件为仿真工具和协议工具，用户只需导入工业生产场景的设备模型，就可以利用平台提供的多种工具完成生产现场仿真场景搭建，并在场景基础上完成对应实训课程设计。</p> <p>平台三维场景仿真工具的技术要求如下：</p> <p>1. 系统概述</p> <p>三维场景仿真工具为纯 Web 方式实现及运营，提供常用工业设备的模型库，模型库包括但不限于：机器人、工装夹具、加工设备、产品物料、输送设备、检测设备、外围设备、其他设施设备及环境等类型。同时支持自定义模型导入，并提供将导入的模型制作成运动机构的能力，能够通过拖拽搭建三维仿真场景，可快速定义工艺流程，支持机器人的离线编程，支持与硬件 PLC 的通讯，实现虚拟仿真及数字孪生三维场景的快速开发。</p>		

			<p>2. 总体功能及技术要求</p> <p>2.1 实现及运营方式</p> <p>要求三维场景开发为纯 Web 方式，在网页上运行。打开浏览器，输入地址，输入用户名及密码登录，系统上方显示快捷方式的图标，左侧为用户场景资源及公共模型库，右侧为三维场景搭建区，通过拖拽左侧的三维模型到右侧搭建区实现三维场景的搭建，并可对搭建的场景进行三维自由操控及各种视图的快速切换。打开一个搭建好的机器人上下料场景，点击仿真运行，可以看到机器人对机床进行上下料作业，通过调整仿真运行倍率，实现对应的仿真运行速度。</p> <p>2.2 模型库</p> <p>2.2.1 总体要求</p> <p>(1) 模型库范围：提供包含但不限于机器人类、工装夹具类、加工设备类、产品物料类、输送设备类、检测设备类、外围设备类、环境类模型的综合性模型库，模型总数不少于 500 个，且覆盖当前工业离散行业的主流技术和设备。</p> <p>(2) 模型外观与处理：模型外观设计与实际工业设备保持一致，同时经过轻量化处理技术，以保证模型在维持视觉真实感的同时，能够流畅操作。</p> <p>(3) 动态与交互性：包含动态模型，能够模拟设备在实际工作状态下的动态运动及交互逻辑。</p> <p>2.2.2 分类要求</p> <p>(1) 机器人类：覆盖 SCARA、六轴、协作机器人等多种类型，以适应不同作业场景。</p> <p>(2) 工装夹具类：涵盖广泛的工装夹具模型，如各类定位装置、气动/电动夹具、真空吸盘夹具等，确保满足不同加工需求的多样化选择。</p> <p>(3) 加工设备类：包含各类车床、铣床、CNC 加工中心等常见加工设备模型。</p> <p>(4) 产品物料类：提供丰富的产品、原材料、托盘模型。</p> <p>(5) 输送设备类：包括但不限于 AGV、传送带系统、升降机、堆垛机等，支持物流系统设计。</p> <p>(6) 检测设备类：涵盖视觉检测系统、各类传感器等。</p> <p>(7) 外围设备类：包括安全围栏、指示灯、工作台、操作屏、控制柜等辅助设备模型，以构建完整的工作环境。</p> <p>(8) 环境类：提供多样化的工厂环境、实验室环境模型。</p> <p>2.2.3 自建模导入与定制化</p> <p>(1) 模型导入兼容性：支持用户使用主流 3D 建模软件创建的模型，通过第三方软件的格式转换与处理后，顺利导入模型库中，拓宽模型库的个性化内容来源。</p> <p>(2) 模型动态化定制：导入的模型可在系统中进行参数配置与数据设定，转化为具有动态功能的三维模型，使用户能够根据特定需求定制专属的动态设备或环境模型，进一</p>	
--	--	--	--	--

			<p>步提升模型库的适用性。</p> <p>2.3 场景的自由搭建</p> <p>具备数字孪生场景、教学实验（实训）虚拟场景及 3D 数字化工厂等的仿真构建能力，为用户提供快速、便捷搭建各种三维场景的解决方案，支持拖拉拽的方式完成场地、设备布局，支持设备坐标设置、设备旋转、平移等位置调整功能。</p> <p>2.4 工艺流程编辑</p> <p>系统提供工艺流程设计等能力，让用户可以根据需要使用节点连线或添加指令的方式快速设计工艺流程。系统支持流程节点间搬运机构的运动规划能力，包括拖动定位机器人的运行轨迹、AGV 行走轨迹等。</p> <p>▲2.5 创建新组件</p> <p>支持导入 CAD 模型，并能为模型以可视化的方法创建属性、行为、控制算法以及运动结构，构建成新的组件，使组件具备物理设备的工作机理和处理问题的逻辑能力，并可以将组件在场景搭建中应用。（提供软件界面截图）</p> <p>▲2.6 JavaScript 脚本编程</p> <p>提供 js 代码编辑器以及编译执行器，用户可以通过 js 访问仿真环境的上下文以及对应 API，可以实现仿真场景内容完整逻辑控制。（提供软件界面截图）</p> <p>2.7 机器人离线编程</p> <p>系统提供机器人离线编程编辑器，通过在程序编辑器面板中创建编程语句，拖动机器人的末端执行器即可示教机器人的运动轨迹，并可通过添加信号及程序指令的方式实现机器人与末端执行器以及物料产品之间的信号控制，并允许仿真中其他元素进行调用并得到机器人的执行响应。</p> <p>▲2.8 设备数据仿真及采集</p> <p>搭建的仿真场景具备运行数据的生成能力，场景内设备运行的数据类型包括但不限于 int、boolean 等。场景中涉及的设备具备动态实时生成运行数据的能力。系统为每一种类型设备提供精确的数据变量描述，系统要能够允许用户自定义数据生成的规则。（提供软件界面截图）</p> <p>2.9 多协议支持</p> <p>系统应具备多种数据协议转换能力，支持 ModBusTCP、S7、MQTT 等主流协议数据的接收与发送。可实现与多种不同品牌的数据网关连接通信，允许网关对仿真内的运行数据进行采集，并支持网关选用不同类型的协议类型进行数据交换。系统可以使用 MQTT 协议，可以将仿真运行数据提交至任何支持 MQTT 协议的工业互联网数据平台。</p> <p>2.10 数据连通性</p> <p>系统支持与 PLC 信号的双向更新，通过信号（变量）配对的方式实现数据绑定，并可通过数据接口通信的方式映射到数字孪生中，实现通过 PLC 程序逻辑来驱动场景设备的</p>	
--	--	--	--	--

			<p>运行。</p> <p>3. 具体功能及技术要求</p> <p>3.1 “基本功能”要求包括但不限于：</p> <p>3.1.1 模型操作功能</p> <p>要求具备模型的移动、调整、对齐、捕捉等功能，快速实现模型的空间位置定义。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>（1）平移：沿坐标系轴或面的正负方向拖动，定义组件在仿真场景中的坐标值（x、y、z）；</p> <p>（2）旋转：围绕坐标系的一根轴，以顺时针或者逆时针方向旋转，定义组件在仿真场景中的旋转角度（Rx、Ry、Rz）；</p> <p>（3）交互：可根据各个部件的自由度（DOF）和限位在仿真场景中移动组件的交互部件；</p> <p>（4）pnp：移动组件以及将组件与其它组件相连接，如：末端执行器安装至机器人法兰盘上、阻挡装置安装在输送线上等；</p> <p>（5）测量：测量仿真场景中组件的点、线、面之间的距离、角度。在三维场景中测量出滚筒线上台面到地面及皮带的距离，根据测得的数据值，来设置阻挡气缸的坐标位置，从而实现阻挡气缸的合理安装。</p> <p>▲（6）捕捉：捕捉仿真场景中组件的点、线、面（提供软件界面截图）；</p> <p>（7）对齐：将模型与其他模型或参考物体进行对齐，使它们在空间中具有相同的位置或方向。</p> <p>3.1.2 场景视图操作功能</p> <p>要求提供平移、旋转、缩放、视图选择器等交互，控制场景中三维模型的查看。</p> <p>（1）视图选择器：提供前后左右上视5个视角模式，快速切换到所需视角；</p> <p>3.1.3 场景文件管理功能</p> <p>要求能够实现场景文件的新建、保存、打开、查找等操作，场景文件包含所有组件的数据，包括其位置、连接，以及属性值等。</p> <p>▲3.1.4 信号管理功能</p> <p>让组件的信号和机器人的输入/输出在仿真场景中能够互相连接。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>（1）选择组件：选择具有布尔信号的组件；</p> <p>（2）选择信号：选择组件下所需连接的信号；</p> <p>（3）定义连接：将2个组件的信号进行配对；</p> <p>（提供（1）至（3）软件界面截图）</p> <p>3.1.5 仿真运行模拟功能</p> <p>位于仿真场景上方的模拟控制面板可以控制场景进行工艺过程的运行模拟、暂停、重置等相关操作。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>（1）仿真运行：仿真场景执行工艺过程的模拟运行；</p>	
--	--	--	--	--

			<p>(2) 仿真暂停：仿真场景停止运行，并保持当前状态；</p> <p>(3) 仿真重置：仿真场景中的运行状态返回至初始状态；</p> <p>(4) 仿真运行速度定义：定义模拟运行速度，可加速或减速运行过程；</p> <p>(5) 运行时间显示：显示模拟运行过程中的时间节拍；</p> <p>3.2 “工艺”要求包括但不限于：</p> <p>3.2.1 产品编辑器功能</p> <p>3.2.1.1 流动组管理</p> <p>能够实现定义工艺流程和产品流的分组，可通过多个流动组来管理不同的工艺流程。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 添加流动组：添加一个新的流动组；</p> <p>(2) 删除流动组：删除当前选中的流动组；</p> <p>▲3.2.1.2 模型管理器</p> <p>应用编辑产品类模型的增删及分类，配置产品/装配体时需关联产品模型。（提供软件界面截图）</p> <p>3.2.1.3 产品/装配配置</p> <p>用于创建并管理仿真模拟过程中使用的产品或装配体。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 定义产品：编辑产品名称，关联产品模型，与模型管理器中的模型源文件做绑定；</p> <p>(2) 定义装配：创建装配体，装配体由多个子件（装配步骤）构成；</p> <p>(3) 定义步骤：定义装配体的步骤，装配步骤代表装配层次结构中一个可以装配或拆卸的逻辑步骤；</p> <p>(4) 定义槽位：每个装配步骤包含一个或多个装配槽位，槽位关联产品、定义产品的空间位置；</p> <p>(5) 产品视图：显示当前选中的装配体中各步骤槽位摆放的产品及其空间位置；</p> <p>3.2.2 工艺编辑器功能</p> <p>3.2.2.1 工艺程序管理</p> <p>在工艺编辑器中可创建一个或多个工艺程序，定义工艺程序名称，在每个工艺程序下可通过编辑工艺指令来定义运行逻辑。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 添加工艺程序：支持同一工艺点创建多个工艺程序；</p> <p>(2) 删除工艺程序：删除当前选中的工艺程序；</p> <p>▲3.2.2.2 工艺指令配置</p> <p>工艺指令采用可视化的方式快速配置每个工艺程序的仿真运行逻辑，指令类型包括工艺流程指令、产品工艺指令、装配工艺指令、流程逻辑控制指令、运动工艺指令、信号工艺指令、程序工艺指令。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 接收产品：等待产品流入；</p> <p>(2) 传输产品：等待产品流出，一般与接收产品指令成对</p>		
--	--	--	---	--	--

			<p>应用于不同节点；</p> <p>(3) 创建产品：在该节点生成产品；</p> <p>(4) 删除产品：将该节点的产品删除；</p> <p>(5) 更换产品：更换节点当前产品类型；</p> <p>(6) 获取装配：获取装配体的某一步骤，一般与接收产品/传输产品成对应用在同一节点；</p> <p>(7) 开关语句、开关判断：配合使用处理多分支选择；</p> <p>(8) 如果语句、如果判断、否则判断：配合使用处理不同条件下的工艺运行；</p> <p>(9) 移动关节：适用于需要关节移动的设备；</p> <p>(10) 移动设备：空车调用，适用于 AGV 小车；</p> <p>(11) 产品吸附：将产品/装配固定到某个组件上；</p> <p>(12) 取消吸附：从某个组件上移除固定的产品/装配；</p> <p>(13) 组合：组件间的从属关系定义；</p> <p>(14) 分离：从已有的从属关系中拆出组件；</p> <p>(15) 发送信号：发送信号指令至其他组件；</p> <p>(16) 等待信号：等待其他组件的信号反馈；</p> <p>(17) 设置属性：改变组件的属性值；</p> <p>(18) 等待属性：等待组件的属性值发生变化；</p> <p>(19) 延迟：延迟工艺语句的执行；</p> <p>(20) 打印信息：输出信息，可在消息列表中查阅；</p> <p>(21) 机器人程序：执行机器人的路径程序；</p> <p>(22) 机器人搬运：执行机器人的搬运程序；</p> <p>(提供 (1) 至 (22) 软件界面截图)</p> <p>▲3.2.3 工艺流程编辑器</p> <p>定义产品在模拟运行过程中的流动顺序、方向、运输载体等。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 连接工艺节点：先后点击工艺节点，形成流程指示线；</p> <p>(2) 选择运输器：支持选择不同类型的运输器实现物流运输；</p> <p>(3) 运输器属性配置：设置不同运输器的属性；</p> <p>(提供 (1) 至 (3) 软件界面截图)</p> <p>3.3 “组件建模”要求包括但不限于：</p> <p>3.3.1 建模操作功能</p> <p>3.3.1.1 三维模型管理</p> <p>支持导入外部的三维模型，并保存至模型库中。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>▲(1) 导入新三维模型文件：支持导入 babylon 格式的模型至仿真场景中，成为新组件；（提供软件界面截图）</p> <p>(2) 保存三维模型：将组件保存至模型库中；</p> <p>3.3.1.2 关节设置</p> <p>当组件包含可移动部件或者运动结构时，通过配置关节定义其运动机制。每个关节都包含用于定义偏差、轴心点、关节类型以及自由度的属性。具体功能技术要求包括但不</p>		
--	--	--	---	--	--

				<p>限于：</p> <p>(1) 创建关节：关节表示组件模型的容器，一般为不同运动方式的模型创建对应的关节；</p> <p>(2) 定义关节层级关系：当组件运动包含从属关系时（如：六轴机器人的 J1 会带动其余各关节移动），需定义关节间的父子关系；</p> <p>(3) 关联模型与关节：将不同运动方式的模型拖拽至对应关节下；</p> <p>(4) 定义关节类型：关节的运动类型包括：固定、平移、旋转、相对平移、相对旋转；</p> <p>(5) 定义关节参数：参数包括：运动轴、运动范围、初始值等；</p> <p>3.3.1.3 坐标轴设置</p> <p>为组件定义坐标，坐标轴可用于 pnp 模式的安装点或工艺节点等位置的配置。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 创建坐标轴：在关节下创建坐标轴；</p> <p>(2) 定义坐标轴位置：拖拽移动轴或在属性面板中输入空间位置数据，修改坐标轴的位置；</p> <p>3.3.1.4 原点设置</p> <p>自定义组件的原点，即中心点。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 捕捉原点：快速定位到当前组件的原点；</p> <p>(2) 修改模型原点位置：拖拽移动轴或在属性面板中输入空间位置数据，修改模型原点的位置；</p> <p>3.3.2 行为管理功能</p> <p>3.3.2.1 接口</p> <p>将一个组件中的行为连接至其它组件中的行为。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 一对一：允许组件与另一个组件连接；</p> <p>(2) 一对多：允许组件连接一个或者多个组件；</p> <p>3.3.2.2 信号</p> <p>发送和接收不同类型的信号。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 布尔信号：发送/接收一个 True 或者 False 值；</p> <p>(2) 整数信号：发送/接收一个整数；</p> <p>(3) 布尔地图信号：提供一个 I/O 空间用于将信号映射至端口，可配置端口数、端口起始值；</p> <p>(4) 系统具备提供字符串信号、位置信号、角度信号、组件信号的能力；</p> <p>3.3.2.3 运动</p> <p>具备赋予组件运动控制的能力，能够定义组件的运动属性。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>(1) 关节控制器：定义一个运动机构及其配置，包括其驱动关节；</p>		
--	--	--	--	--	--	--

			<p>(2) 平移控制器: 即导轨控制器, 定义一个导轨及其配置, 包括其关节控制器、xyz 对应的关节、法兰节点;</p> <p>(3) 机器人程序执行器: 为机器人程序提供一个逻辑容器和执行器;</p> <p>(4) 六轴机器人控制器: 定义一个六轴机器人及其配置, 包括其运动、关节等;</p> <p>(5) 六轴机器人运动学: 编辑 DH 值, 定义六轴关节型机器人的运动参数;</p> <p>(6) Scara 机器人控制器: 定义一个 Scara 型机器人及其配置, 包括其运动、关节等;</p> <p>(7) Scara 机器人运动学: 编辑 DH 值, 定义 Scara 型机器人的运动参数;</p> <p>(8) 协作机器人控制器: 定义一个协作机器人及其配置, 包括其运动、关节等;</p> <p>(9) 协作机器人运动学: 编辑 DH 值, 定义协作机器人的运动参数;</p> <p>(10) 三轴平移机器人控制器: 定义一个三轴机器人及其配置, 包括其运动、关节、速度等;</p> <p>(11) 机器人工具: 提供一个充当工具中心点 (TCP) 的逻辑容器用于添加和编辑用作工具坐标框的坐标框特征</p> <p>(12) 运输控制器: 定义一个移动小车及其配置, 包括其所控制的小车、停靠点、路径线等;</p> <p>(13) 运输设备: 为移动小车赋予运输能力, 可编辑运行速度、旋转速度, 运输到位信号等;</p> <p>(14) 设备路径点: 定义小车路径点, 配置其控制器;</p> <p>3.3.2.3 工艺</p> <p>能够实现工艺类行为包括但不限于: 定义产品、工艺和流程。具体功能技术要求包括但不限于:</p> <p>(1) 工艺执行器: 为工艺路径提供逻辑容器和执行器;</p> <p>(2) 工艺传输点: 流程的经过点, 可以在此将产品流入/流出;</p> <p>(3) 立库: 为立库赋予存储能力, 定义库位长宽高、行列、库位支持存放的产品;</p> <p>(4) 脚本: 定义一个脚本用于操作组件、命令和应用;</p> <p>3.3.2.4 其它</p> <p>具备视觉检测、数据采集、动画控制所需功能。具体功能技术要求包括但不限于:</p> <p>(1) 灯光: 规定光源类型、强度等</p> <p>(2) 相机: 规定相机拍照信号、焦距、像素、焦距和是否单色相机以及拍照按钮等;</p> <p>(3) 范围检测器: 检测组件或产品是否处于定义的空间范围内;</p> <p>(4) 动画控制器: 定义一个动画及其配置, 包括切片分段、起始帧、结束帧、调用信号、反馈信号;</p>		
--	--	--	--	--	--

			<p>(5) 数据收集：为模型添加数据收集行为收集机构的运动数据，包含设备启动、重置、运行状态、使用时长、创建产品数量、执行次数和坐标点等。</p> <p>3.3.3 属性管理功能</p> <p>属性是组件的全局变量，在组件的根节点中定义。属性类型包含字符串、整数、布尔量、小数等。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 字符串：字符串；(2) 整数：整数值；(3) 布尔：可使用 1 或者 0 表达的 True 或者 False 值；(4) 小数：小数值； <p>3.4 “机器人编程”要求包括但不限于：</p> <p>3.4.1 点动示教功能</p> <p>在仿真场景中拖动机器人末端 TCP 来控制机器人的位姿。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 选择工具 TCP：选择工具坐标框充当一个工具中心点 (TCP)，用于示教机器人定位；(2) 显示关节坐标数据：在点动面板中，实时显示机器人不同姿态的关节数据；(3) TCP 自动捕捉：启用捕捉功能可快速将末端执行器定位抓取位置； <p>3.4.2 程序编辑器功能</p> <p>3.4.2.1 机器人程序管理</p> <p>新增、查看和编辑机器人程序，预览其运行轨迹。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 新增机器人程序：添加机器人程序，定义其名称；(2) 删除机器人程序：删除当前选中的机器人程序；(3) 预览机器人程序：预览当前选中的程序，查看其运行轨迹； <p>▲3.4.2.2 程序指令</p> <p>机器人程序指令用于控制机器人动作和行为，指令类型包括：运动指令、条件指令、逻辑指令、信号指令等。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 点对点运动：插入关节值执行至一个位置点对点运动；(2) 线性运动：根据当前配置执行至一个位置的线性运动；(3) 安装夹具：安装末端执行器至法兰节点；(4) 卸载夹具：卸下末端执行器；(5) 发送信号：机器人发送信号控制布尔地图信号端口；(6) 等待信号：等待机器人信号反馈从而控制对应绑定的其他组件信号；(7) 设置属性：设置变量类型，一般与转换语句配合使用；(8) 开关语句、开关判断：应用 switch case 语句处理多分支选择；(9) 延迟：延迟下一条指令的执行；	
--	--	--	---	--

			<p>(提供(1)至(9)软件界面截图)</p> <p>3.5 “连通性”要求包括但不限于:</p> <p>3.5.1 服务器管理功能</p> <p>协议工具允许仿真与服务器、程序控制器、视觉控制器连接,并交换数据。具体功能技术要求包括但不限于</p> <p>(1) 添加服务器:为选中插件添加一个新的连接;</p> <p>(3) 修改服务器:修改连接中的参数,包括:ip 地址、读取周期等;</p> <p>(4) 删除服务器:删除一个选中的连接;</p> <p>(5) 连接/断开服务器:开启/关闭仿真与服务器的连接功能;</p> <p>3.5.2 仿真变量与服务器变量配对功能</p> <p>3.5.2.1 变量管理</p> <p>新增、删除服务器变量。具体功能技术要求包括但不限于:</p> <p>(1) 添加变量:增加一个服务器变量,需配置存储地址、数据类型等;</p> <p>(2) 删除变量:删除当前选中的变量;</p> <p>3.5.2.2 变量配对管理</p> <p>定义仿真变量与服务器变量之间的连接与数据更改规则。具体功能技术要求包括但不限于:</p> <p>(1) 变量配对:将仿真变量与服务器变量一一配对;</p> <p>(2) 仿真至服务器方向的成对变量:在该页面下进行变量配对后,当场景模拟运行过程时,会实时将仿真中的变量值发送至服务器,服务器的变量值同步更改;</p> <p>(3) 服务器至仿真方向的成对变量:在该页面下进行变量配对后,当场景模拟运行过程时,仿真中的变量值会根据服务器发送的变量值而更改;</p> <p>(4) 已连接变量显示:显示当前已配对的仿真变量和服务器变量;</p> <p>3.5.3 监控面板功能</p> <p>实时显示场景模拟运行过程中的变量值。具体功能技术要求包括但不限于:</p> <p>(1) 监控面板显示:显示当前配置的服务器及其通信状态、各服务器下配对的变量及实时值。</p> <p>3.6 “数据采集”要求包括但不限于:</p> <p>3.6.1 采集服务器管理功能</p> <p>允许通过 Modbus、西门子 S7 等协议,采集仿真运行过程中模拟的数据。具体功能技术要求包括但不限于:</p> <p>(1) 添加采集服务器:为选中插件添加一个新的数据采集服务器;</p> <p>(2) 修改采集服务器:修改数据采集服务器的参数,包括:ip 地址、采集周期等;</p> <p>(3) 删除采集服务器:删除一个选中的数据采集服务器;</p> <p>(4) 连接/断开采集服务器:开启/关闭仿真与数据采集服</p>		
--	--	--	--	--	--

			<p>务器的连接功能；</p> <p>3.6.2 采集数据管理功能</p> <p>定义所需采集的数据。具体功能技术要求包括但不限于：</p> <p>（1）配置采集数据：为所需采集的数据配置存储地址、数据类型等。</p> <p>3.6.3 监控面板功能</p> <p>实时显示场景模拟运行过程中的数据值。具体功能技术要求包括但不限于：监控面板显示：显示当前配置的服务器及其通信状态、各服务器下模拟的生产运行过程数据信息。</p>		
<p>注：以上加▲的参数为重要参数，供应商须提供相应佐证材料，有负偏离或未提供佐证材料的均视为不满足参数要求。</p>					