运控控制系统综合设计实验室建设标书

一、主要功能要求

1.运动控制系统综合设计实验室作为自动化专业、机器人工程专业、电子信息工程专业不可或缺的实践教学实验场地，肩负着自动控制系统综合设计、运动控制理论、电机与拖动实训、现代控制理论、计算机控制技术、智能控制技术、PLC实训等课程的需要。

2.实验室能同时容纳50人，满足课程实验、集中实训、学科竞赛的需求。

3.实验设备能够同时满足基础性实验、设计性实验、创新性实验、综合性实验的学习需求。

二、仪器设备清单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **数量** |
| 1 | 多轴综合运动控制实训装置 | 12套 |
| 2 | 直线一级倒立摆系统 | 4套 |
| 3 | 电梯仿真实训系统 | 1套 |

三、技术参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **详细技术参数** | **是否开源** |
| 1 | 多轴综合运动控制实训装置 | 一、主要功能要求：  综合运动控制控制实训装置由电气系统、机械载体、虚拟组态终端构成，电气系统采用PLC工业总线，驱动单元包含伺服电机、步进电机。所设计的载体类型既包含典型的运动控制功能，也结合电气行业实际工程典型应用，通过模块化的组合，可以完成多轴同步、高速定位、分度控制、轨迹插补、飞剪、追剪、电子凸轮等常见运动控制功能的调试、优化等实训项目。  同时该设备采用虚实结合的研发思路，载体为独立的运动控制机构，应用场景则采用虚拟图形技术进行同步，可以帮助学生更好的理解和掌握运动控制技术。  二、技术参数  1.交流电源：三相五线，AC380 V±10%，50Hz；  2.温度：-10～50℃；环境湿度：≤90％无水珠凝结；  3.控制柜外形尺寸：≥750mm×500mm×1500mm  4.工作桌外形尺寸：≥1000mm×800mm×1000mm；  5.整机功耗：≤1.5 kVA；  6.安全保护措施：具有接地保护、漏电保护功能，安全性符合相关的国标标准。  三、功能要求：  1.模块化的结构，便于进行课程组合，可完成单项运动控制功能实训，也可以组合完成复杂运动控制实训；  2.包含多种运动控制类型，所有模块均由工程实际应用转化而来；  3.电气控制与机械载体分开，便于重构各类型运动控制案例实训；  4.电气控制采用主控制与分布式控制相结合，符合工业现场实际应用标准；  5.采用虚实结合实时仿真技术，可以满足多种生产工艺类型的运动控制方案实训；  6.采用真实机械运动功能部件、工业铝型材实训台，模块采用开放式平面结构，实训操作安全便捷，也便于进行实训过程与结果评价。  四、设备清单配置  1.控制柜：≥750mm×500mm×1500mm，1套；  2.控制对象：≥1100mm×500mm×500mm，1套；  3.PLC主机+定位模块，CPU1500T-1+TMPTO4，1套；  4.分布式IO模块：  电源模块：≥10A，1个；  计数器模块：TMCOUNT24V，1个；  西门子数字量输入模块：DI8，24VDC，2个；  西门子数字量输出模块：DQ8，24VDC，1个；  西门子接口模块：PN标准型；  西门子通讯模块：2xRJ45，1套；  5.西门子伺服驱动器：≥0.2KW，2台；  6.西门子伺服电机：≥0.2KW，2台；  7.西门子伺服驱动器：≥0.4KW，1台；  8.西门子伺服电机：≥0.4KW，1台  9.西门子触摸屏：≥7寸，1台；  10.漏电开关：1P+N 32A，1只；  11.空气开关：2P5A ，5只；  12.断路器：1P3A，1只；  13.开关电源：DC24V，1块；  14.工业交换机：8口，1台；  15.步进电机：三相，3台；  16.步进驱动器：三相，3台；  17.JSCC力矩电机：带减速箱+驱动器，AC220V，2套。  五、教学资源  1.实训项目：  本装置实训项目内容包含PLC、伺服驱动器、步进驱动器、调速器等的基本操作与编程实训。实训项目如下：  1）多轴同步控制实训  2）高速定位控制实训  3）轨迹插补控制实训  4）飞剪控制实训  5）追剪控制实训  6）电子凸轮控制实训  7）同步跟随运行控制实训  8）单轴的配置与管理实训  9）实轴的添加与配置实训  10）虚轴的添加与配置实训  11）实轴与虚轴的组合管理实训  12）凸轮表配置与修改实训  13）总线型伺服系统调试与优化实训  14）步进电机运动控制实训  2.智能制造数字孪生仿真软件  智能制造数字孪生实训一体化平台软件为国产正版软件，要求能够涵盖智能制造基础（PLC、机器人、视觉等）实训以及智能管控、产线设计、仓储设计等高阶实训。软件内置丰富的数字孪生实训场景资源，包括但不限于PLC、工业机器人、机器视觉、产线设计、仓储设计等相关场景以及需针对用户现场实物产线做数字孪生定制开发，并转化为教学场景资源，作为智能产线综合实践前置课程。  该软件为国产正版软件，不基于UE、Unity国外商用游戏引擎开发；**（为避免知识产权纠纷，投标时需提供厂家相关资质证明文件及针对此项目的授权函）**  1）软件界面功能：  软件界面具备模型搜索功能，可通过输⼊关键字快速搜索所需数模，通过点击模型来导⼊场景中；  软件系统具备四种视角功能，除去常规的三视图视角，此外还具备透视视角；  软件系统具备场景树功能，虚拟场景中产线构成的所有模块，可在场景数中按照模块展开进行分类，同时可以一键生成Boom清单并导出，BOM清单内容包括但不限于设备名称、设备型号、设备数量、设备编码等信息  2）模型库资源：  模型库中的总数模量不少于5000种，可参数化模型不少于1000种，按照不同的功能可分为9大类，包含机器人、供料装置、移料装置、工艺装置、辅助装置、基础几何体等；  3）模型快速布局功能：  支持坐标值最小点对齐、中心点对齐、坐标最大值对齐、相反面对齐、中心与面对齐、面与中心对齐等功能；  4）模型导入、编辑功能：  含机理模型导入功能，支持GLB\STEP\FBX\PLY等7种格式的模型导入；  含机理模型模块化配置功能：支持对导入的机理模型进行机理配置；进行模型适配。  可参数化功能，不仅支持模型长宽高的变化，也可支持模型结构形式的变化；  软件系统可通过模型编辑器自行导⼊模型并编辑，实现模型的仿真建模。支持FBX,STP,STEP,GLB,GLTF,OBJ,STL等七种常规格式；  用户可自行对模型进行仿真运动建模处理。模型在模型编辑器会显示模型的原本的子节点。用户可定义运动关节，对各节点进行碰撞盒，坐标系、运动方式配置定义，以支持模型的运动；  导出模型及配置：导出模型可直接在FSM软件内进行使用，并通过OPCUA等通信协议进行节点绑定后，通过外部控制器进行控制；  5）软件示教模块：  可连接外部真实/虚拟示教器对软件场景中的机器人模型进行示教；搭配的实体示教器可一示教器配多机器人，在一个示教器上进行示教；  所有机器人模型都可进行拖动和点动示教，同时，可在软件种进行示教速度的调整，同时可记录HOME点；所有六轴机器人、SCARA以及模组机器人全部可在场景中对机器⼈的关节和笛卡尔进行点动与拖动示教；  6）设备搭建功能：  软件具备快速贴合安装功能，具有特征点识别功能，且模型均支持特征点的识别，方便用户快速的找到想要搭配模型时的位置，比如更快速的摆放机器⼈位置，更快速的找到工具坐标系的原点，更快速的找到需要面对齐的模型特特征面等；  7）仿真调试功能：  软件具备低代码编程，包含常用的PTP/LIN/IF/WHILE  /WAIT/ASSIGN/SETLO等九种指令模式；  软件具备智能轨迹规划算法，用户可对机器⼈进行施工工艺下的智能轨迹规划，该功能下，用户可自行导入材料类型或拖拽公共库中的物料模型作为对象。用户能够在材料上选择想要进行施工作业的点（或用户在空间中自行建立的坐标系）/线；  机器人仿真控制：支持ABB、KUKA、FANUC、YASKAWA、三菱、埃夫特、史陶比尔等国际知名的工业六轴机器人产品，同时也支持，UR、越疆、法奥等协作机器人品牌；  软件还支持多类型的通信协议，可实现与主流品牌PLC信号交互，包含西门子、三菱、汇川等，支持 ModbusTCP，OPCUA，S7等总线通讯协议；  8）产线设计建模仿真实训  具有模型封装、单元封装、场景布局、控制程序编辑等功能模块，支持产线设计、产线变型设计，支持生产线的快速搭建与仿真运行；  9）设备看板功能  含设备名称显示功能；产品类型和数量显示功能；  实时查看仿真过程中设备运行的状态的功能包括但不限于设备的运行值、临界值、设备状态等信息。 | 是 |
| 2 | 直线一级倒立摆系统 | 1. 主要功能要求：   直线一级倒立摆系统是一个绝对不稳定、高阶次、多变量、强耦合的非线性系统，作为一个典型的控制对象对其进行研究，系统需包含倒立摆本体和兼容Matlab/Simulink工具包，可以实现控制原理实验和控制类课程的开放实验。  二、整体控制方案  1.采用硬件在环控制策略，支持在线实时修改控制器参数；  2.运行环境为windows环境下的桌面实时系统，无需第三方软件转换编译下载；  3.设备本体电控箱需采用一体化设计，电脑与实验箱采用网线连接。  三、控制器  1.PCIe插卡式，支持不少于4轴同步控制，可扩展总线和轴模块组网，具备多阶陷波滤波功能；  2.支持五轴RTCP算法、龙门控制；  3.控制伺服周期不大于250us，脉冲最大输出频率不低于1MHz；  4.开放性支持：Windows系统下的VC、VB及Delphi动态链接库，支持S-曲线模式、梯形曲线模式、速度控制模式及电子齿轮、电子凸轮模式，支持点位运动、同步运动、PT运动、PVT运动、自动回零；  5.输入输出：每轴支持1路模拟量输出。支持MPG和绝对编码器，支持不低于100路DI、不低于64路高速DO，支持扩展输入输出单元和模拟量输入输出单元。  6.操作系统：支持win xp\win 7\win8\win10\Linux,开发语言支持C/C++、C#、VB.NET、VB、matlab；  四、设备本体：  1.本体尺寸：≥1000\*280\*650mm；  2、电机：交流伺服电机，功率≥200W；电机编码器分辨率：≥2500p/r。  3.摆杆旋转编码器线数：≥500p/r；  五、伺服驱动器  1.总线式伺服驱动器；可驱动多种电机，包括旋转伺服电机、直线电机、直流无刷电机、DD马达；  2.支持多种编码器类型:增量编码器、绝对值编码器、霍尔传感器、旋转变压器、正余弦编码器；  3.全闭环控制功能：支持多种编码器：编码器支持增量式、绝对值、旋变、正余弦、霍尔编码器；全闭环第二路编码器支持正余弦、增量式编码器；可选择旋转编码器或直线编码器回零；定位精度可达±1 Pulse。  4.IO点位控制功能：控制器只需发送相应IO，驱动器可自行规划运动及定位。  六、开发工具包  1.内置Matlab/Simulink的数字IO输入输出、模拟量输入输出、脉冲发送与接收指令功能，支持用户基于该工具包自主搭建软件环境，无需第三方软件再转换实时编程。  2.伺服驱动调试软件：调试软件界面内置环路原理图，三环调试更加便捷、直观；可自行设定电流折返参数，提高驱动器和电机的安全等级；支持惯量自整定及变结构控制器。  七、支撑的实验项目  1.系统建模和稳定性分析；  2.根轨迹校正；  3.PID法校正；  4.频域法校正；  5.根轨迹符合法校正；  6.PID法复合校正；  7.频域法复合校正；  8.复合校正的分析及改进；  9.状态反馈控制；  10.LQR控制；  11.神经网络实验。 | 是 |
| 3 | 电梯仿真实训系统 | 一、控制系统技术参数：  1）1套可编程控制器：  控制器CPU：集成输入/输出：1个PROFINET接口，机载I/O：14个24V DC数字输入；10个24V DC数字输出；AI 0-10V DC，电源：20.4-28.8V DC，程序/数据存储器空间50KB；  2）1套Profibus主站模块  用于控制器，ProfiBus CM通信服务总线协议，可与DP-V0/V1从站进行通讯；  3）1套Profibus从站模块：  通讯模块，将RS485信号转换成Profibus DP信号输出，使控制对象可通过Profibus通讯方式与PLC/ DCS交互；  4）1套单相24V电源：  输入：120/230V AC，输出：24V DC/2.5A；  5）2个总线连接器：  带电缆出口的Profibus FastConnect RS485，带绝缘刺破接口，最大数据传输速率12Mbit/s；  6）1套ProfiBus电缆：  Profibus FastConnect标准电缆，快速安装，2芯屏蔽；  7）1台工业以太网交换机：  10/100MBIT/S 的非管理型工业以太网交换机。  二、工艺对象主体设备  1.1台嵌入式工业计算机；  2.1台液晶显示器，1个鼠标，1个键盘；  3.1个通讯转换模块，支持RS485现场总线通讯；  4.1台标准控制屏（台式），H600\*W600\*D300，含成套集成电气元器件。  三、虚拟仿真软件  1.1套虚拟仿真软件，要求如下功能：   1. 基于虚拟现实技术的三维可视化环境，应用虚拟现实技术，能够对电梯轿厢在楼层间运行过程中的多种工作条件和故障模式进行实时仿真，该系统满足的情景再现与工程再现使得人机具有良好的交互方式，逼真的表现形式使得学习人员可以根据电梯运作情况和位置优先度进行操控从而达到教学/培训的效果。 2. 高精度的多电梯逻辑控制数学模型，能够任意配置呼叫乘客，以及配置可以考察控制效果的评分规则。 3. 完整的多电梯运行工况模拟。 4. 完善的实验教学环境。 5. 与控制器构成硬件在回路仿真。 6. 支持Profibus-DP、工业以太网以及OPC通信方式。 7. 包含但不限于单部四层、单部六层、两部六层、三部六层、三部十层、六部十层。   2.**虚拟仿真软件的授权。（为避免知识产权纠纷，投标时需提供厂家相关资质证明文件及针对此项目的授权函）**   1. 综合实验项目：   1）控制器连接与组态；  2）电梯启停控制；  3）电梯初始化及程序实施；  4）电梯楼层信号控制；  5）电梯开关门控制；  6）电梯开关门故障保护；  7）电梯外呼内选信号的登记与消除。 | 是 |

四、开出实验项目

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **实验实训项目名称** | **类别** |
| 1 | 一、多轴综合运动控制实训装置  1.多轴同步控制实训  2.高速定位控制实训  3.轨迹插补控制实训  4.飞剪控制实训  5.追剪控制实训  6.电子凸轮控制实训   1. 直线一级倒立摆系统   1.系统建模和稳定性分析；  2.根轨迹校正；  3.PID法校正；  4.频域法校正；  5.根轨迹符合法校正；   1. 电梯仿真实训系统   1.控制器连接与组态；  2.电梯启停控制；  3.电梯初始化及程序实施； | 基础性 |
| 2 | 一、多轴综合运动控制实训装置  1.同步跟随运行控制实训  2.单轴的配置与管理实训  3.实轴的添加与配置实训  4.虚轴的添加与配置实训  二、直线一级倒立摆系统  1.PID法复合校正；  2.频域法复合校正；  3.复合校正的分析及改进；  三、电梯仿真实训系统  1.电梯楼层信号控制；  2.电梯开关门控制； | 设计性 |
| 3 | 一、多轴综合运动控制实训装置  1.实轴与虚轴的组合管理实训  2.凸轮表配置与修改实训  3.步进电机运动控制实训  二、直线一级倒立摆系统  1.状态反馈控制；  2.LQR控制；  三、电梯仿真实训系统  1.电梯开关门故障保护； | 创新性 |
| 4 | 一、多轴综合运动控制实训装置  1.总线型伺服系统调试与优化实训  2.产线设计建模仿真实训  二、直线一级倒立摆系统  1.神经网络实验。  三、电梯仿真实训系统  1.电梯外呼内选信号的登记与消除。 | 综合性 |

五、主要学科竞赛

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **主办单位** | **竞赛名称** | **等级** |
| 中国仿真学会 | “西门子杯”中国智能制造挑战赛 | A- |

六、厂家技术人员和师资培训服务

1.中标人负责对招标方相关人员进行培训，培训相关要求如下：

①安排不少于3次的免费培训（不同类型的设备分别提供3次培训），其中开课前必须组织培训，培训包括系统结构、设计原理、设备界面、现场安装、测试、维护、故障诊断和故障定位等方面的足够技术内容。培训内容和效果需要得到参训教师的确认。

②中标人应在供货设备仪器的硬件和软件或其他方面为招标方技术人员开设培训课程，并提供完整的课程资料及源代码，使他们得到能够掌握系统的运行、检查、教学工作。中标人要详细作出培训计划及内容供招标方审定。

③系统在使用过程中，为满足培养目标要求，设计了新的实验内容，中标人需要配合修改样例程序。

④中标人应向接受培训人员提供技术资料、图纸等。

⑤投标人应将所有培训费用（含培训教材费）计入投标总价。

七、售后服务

1.实验室设备整体质保要求：

自设备安装调试正常运转且用户完成验收之日起，质保期5年。质保期承诺：在质保期内发现供货范围内的任何设备存在缺陷、设备出现故障或发现达不到应标书所标明的技术指标时，中标人在接到通知后必须迅速赶到现场处理，招标人根据情况分析实属产品质量问题时，有权要求中标人为其免费更换设备，即中标人免费负责设备检修、零部件的更换和整机的更换。质保期过后，中标人负责设备终身维护，将以最优惠的价格向买方提供维护修理服务。自验收之日起5年内应不发生由于制造质量问题的损坏，否则中标人应负责免费更换。

2.售后服务时效：

如设备出现故障，接到招标人的保修电话后，2小时内回复响应；若远程指导不能解决故障，中标人需派遣维护工程师在6小时内到达现场。对于一般故障（更换不影响性能的部件）应在工程师到达现场后12小时内修复；对于重大故障（更换影响性能的部件）应在7个工作日内完成修复，并在维修期间提供设备备品以供教学使用。如中标人在接到报修电话8小时后无答复或48小时内不能到达现场，视为中标人承认设备质量问题并承担由此发生的一切费用。

3.教学软件购置质保期内免费升级。