**采购需求**

**前注：**

1.根据《关于规范政府采购进口产品有关工作的通知》及政府采购管理部门的相关规定，下列采购需求中标注进口产品的货物均已履行相关论证手续，经核准采购进口产品，但不限制满足谈判文件要求的国内产品参与竞争。未标注进口产品的货物均为拒绝采购进口产品。

**2.下列采购需求中：如属于《节能产品政府采购品目清单》中政府强制采购的节能产品，则供应商所投产品须具有市场监管总局公布的《参与实施政府采购节能产品认证机构目录》中的认证机构出具的、处于有效期内的节能产品认证证书。**

3.下列采购需求中：标注▲的产品（核心产品），供应商在响应文件《主要成交标的承诺函》中填写名称、品牌、规格、型号、数量、单价等信息。

**一、采购需求前附表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | 条款名称 | 内容、说明与要求 |
| 1 | 付款方式 | 合同签订后，向成交供应商支付合同价款的40%，成交供应商须提交银行、保险公司、担保公司等金融机构出具的预付款保函或其他担保措施**（以上各类机构出具的以担保函、保证保险承担责任的方式均须满足无条件见索即付条件）**。预付款应在合同、担保措施生效以及具备实施条件后 5 个工作日内支付。**（供应商无需预付款，请在成交后签订合同前提供无需预付款的说明，格式自拟）**验收合格后，成交供应商提供合同、验收报告、发票原件等材料，经财务部门审核后，向成交供应商支付合同余款。注：上述要求不允许负偏离。否则，按无效响应文件处理。  |
| 2 | 供货地点 | 皖西学院或采购人指定地点  |
| 3 | 供货期限 | 自合同签订之日起20天内完成供货安装。  |
| 4 | 免费质保期 | 质保期最短为1年，若所投产品质保承诺超过1年，质保期按所投产品质保承诺时间计算。（若采购需求中另有要求，以采购需求规定为准）  |

1. **项目概况**

购置8台电机系统教学实验台、6套电力电子教学实验台和15套示波器，此实验室建成后受益专业电气工程及其自动化、机器人工程等专业，受益学生有上百人，可为基础教学、课程实训、毕业设计、学生课外科技活动、设计创造条件，通过实验教学的三个层次（基础实训教学实验、综合设计实验、系统性实验），全面提高学生的动手能力、培养学生的创新意识和创新能力。

老师可以基于这个平台进行实验教学、项目开发，为电机与拖动、电机控制、电力电子、电机变频调速等领域进行相关的实验教学和科研课题研究。这会提升皖西学院在电机拖动方向、电机控制领域和电力电子领域的研发实力，为相关领域输送更多优秀的人才。

实验室建设基本目标：

（1）重点放在本科基本教学内容上

适用于电气工程专业本科课堂教学环节的需求、课程设计的需求、毕业设计需求等；对于电气专业而言,所培养的学生应该在电机与拖动领域和电力电子领域有更为扎实的理论基础和实践能力。

（2）实验设备满足培养研究生及教师科研工作的需求

特别是电气工程专业背景下,相关的科研课题的研究应该能在实验室开展或提供一定的条件,如基于DSP控制的感应电机变频调速系统、基于DSP控制的高性能无刷直流电动机实验系统和基于MATLAB/xPC研究型数字电力电子等。

（3）实验教学资源共享

资源共享是现代高校实验室建设的必然趋势。“电机学”课程、“电力电子技术”课程、“电力拖动自动控制系统”和“电机与拖动”等课程性质相近,内容设置有交叉重合的部分。在实验室的建设过程中,为避免重复建设的情况,应该共同组建电机与拖动综合实验室以节省资源。

（4）力争实验室开放

实验室对学生开放,为学生提供实践学习条件是教育教学改革的重要内容。实验室开放工作应贯彻形式多样、讲究实效的原则。在实验室开放的教学时间、过程、形式、内容、方法上,对不同程度的学生要区别对待,积极创造学生进行实验活动的环境。以学生为主体,以教师启发指导教学为辅助,激发学生学习的主动性和积极性,促进学生全面发展。

**三、货物需求**

**（一）货物指标重要性表述**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **标识重要性** | **标识符号** | **代表意思** |
| 实质性要求 | ★ | 实质性要求项，必须满足技术参数及要求，否则响应无效。 |
| **无标识项** |  | 有4条及以上不满足要求的，将导致响应无效。 |
| **注：****（1）如某项标识中包含多条技术参数或要求，则该项标识所含内容均需满足或优于谈判文件要求，否则不予认可。****（2）以谈判响应表及采购需求中要求提供的证明材料作为评审依据。** |

1. **货物需求表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标的名称 | 技术要求、商务要求 | 数量 | 单位 | 是否允许进口 | 所属行业 |
| 1 | ▲电机系统教学实验台 | 一、教学整体要求要求实验装置能满足《电机学》、《电机与拖动》、《电力拖动》和《工厂电气控制》等课程教学要求。要求配备直流电动机电枢电源、励磁电源、直流发电机/同步电机励磁电源、交直流仪表、变压器、可调电阻负载、转矩转速控制及电机导轨、电机自动测试系统以及配套的教学辅助软件等相关实验组件。二、实验装置技术要求★（一）实验装置结构和安全保护功能要求1、台子尺寸的长×宽×高要求不低于1.60m×0.75m×1.60m规格。2、实验装置采用平台式设计，要求实验装置结构钣金采用先进的喷塑工艺，线条平整无毛边。功能模块采用固定式和挂箱式结构设计。3、实验桌为铁质喷塑结构，线条平整无毛边，桌面采用高密度度防腐防火板。设有两只抽屉及存放柜，实验桌设有四个轮子，同时具备锁紧功能，便于实验室布置。4、实验装置采用平台式设计，考虑到安全导电性，要求面板不采用任何金属材料。**要求响应文件中提供实验挂箱面板实物图片。**5、安全保护功能要求：本装置要求具有完善的人身安全和设备安全保护功能。人身安全保护要求包含：三相隔离变压器的浮地保护、三相电源输入端设有电流型漏电保护器、强电实验导线采用全塑封闭型手枪式导线；设备安全保护要求包含：电源主回路具备电子线路过流保护系统三相交流电源输出设有过流保护功能，其输出电流大于3A即可断开电源，并告警指示；晶闸管的门阴极和各触发电路的观察孔设有高压保护功能；实验台采用三种实验导线，相互间不能互插；实验台交直流电源设有过流保护功能。（二）实验装置电源要求1、实验装置采用三相380V交流供电；2、交流电源技术要求要求提供三相0-430V连续可调的交流电源，同时可得到0-250V单相可调电源。配有三只交流电压表，通过开关切换，可在电压表上指示三相电网电压和三相调压器的输出电压，并有断相指示； 3、直流电动机电枢电源：提供40V—240V连续可调的直流稳压电源，供直流电动机电枢绕组使用，输出最大电流为2A，电压纹波系数≤2%，电压变化率≤1%。带有过流和短路保护，一旦发生短路，可自动封锁电压输出，从而可有效地防止学生误操作对电源的破坏。带有三位半数字直流电压表指示输出电压；要求配置的设备其中1套具有远程控制和本地控制两种功能，其他设备可升级扩展远程控制功能。**签订合同后3个工作日内，到校进行远程控制功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**4、直流电动机励磁电源：提供0～200mA连续可调的直流稳流电源两组；供直流电动机励磁绕组使用，最大输出电压为240V，带三位半数显监视输出电流，并具有开路保护功能；要求配置的设备其中1套具有远程控制和本地控制两种功能，其他设备可升级扩展远程控制功能。**签订合同后3个工作日内，提供远程控制功能演示。在演示成功后，方可支付首付款。**5、同步发电机励磁电源和直流发电机励磁电源：提供0～2.5A连续可调的直流稳流电源一组；供同步发电机励磁绕组及直流发电机励磁绕组使用，最大输出电压为30V，带三位半数显监视输出电流，并具有开路保护功能；要求配置的设备其中1套具有远程控制和本地控制两种功能，其他设备可升级扩展远程控制功能。**签订合同后3个工作日内，提供远程控制功能演示，并提供第三方有权机构出具的电机远程控制系统监控软件的自主开发的证明材料，给客户核验，在演示成功后，方可支付首付款。**6、以上电源均要求带有仪表监视，并具有过流、短路及自动告警保护功能。★（三）实验装置保护要求1、要求采用三相隔离变压器保护；电源输入端设有电流型漏电保护器；电源主回路要求具备电子线路过流保护系统。（四）实验装置仪表要求1、交流仪表（要求具有远程采集和本地采集功能）：该仪表要求采用性能不低于ARM芯片设计，包含不低于3只数字交流电压表、3只数字交流电流表、3只数字功率和功率因数表；交流数字电压表测量范围0-500V，量程自动切换，精度不低于0.5级；交流数字电流表测量范围0-3A，量程自动切换，精度不低于0.5级；单相功率和功率因素表测量范围0-500V，0-3A，量程自动切换，精度0.5级；可通过仪表两侧的开关切换可显示电压、电流、功率和功率因素等4个电量。2、直流仪表（要求具有远程采集和本地采集功能）：直流数字电压表（1只）：要求采用性能不低于STO芯片设计的智能程控仪表，测量范围0－750V，量程200mV、2V、20V、200V、750V五档切换，切换方式可手动和自动，超量程告警保护，4位半数字显示；直流数字电流表（2只）：采用性能不低于STO芯片设计的智能程控仪表，测量范围0－3A，2mA、20mA、200mA、3A四档量程切换，切换方式可手动和自动，超量程告警保护，4位半数字显示；所有交直流测量仪表均要求具备超量程告警切断总电源功能，精度要求不低于0.5级；3、转矩表：要求3位半数字显示，测量范围0-±2N.m，可测正负转矩值；（要求其中一套具有远程采集和本地采集功能、其他设备可扩展远程采集功能）4、转速表：要求6位数字显示，测量范围0-±2000rpm，可测正负转速值。（要求其中一套具有远程采集和本地采集功能、其他设备可扩展远程采集功能）（五）实验装置挂件要求1、可调电阻箱：提供单相可调电阻360Ω-2160Ω/0.5A一组；0、2Ω、5Ω、15Ω、∞五档可调绕线电机起动电阻；三相可调电阻180Ω-780Ω/0.5A两组；90Ω/200W和900Ω/200W各一组;2、提供三组开关，分别为一组单刀双掷和二组三刀双掷及三相旋转指示灯。3、要求提供电机导轨及涡流测功机一套：该套测功系统包含有编码器、涡流测功机及固定电机的安装导轨，涡流测功机功率不小于150W。4、提供热继电器、交流接触器、时间继电器、按钮开关和相关低压电器等，配合三相异步交流电动机，可完成三相异步电动机的各种控制实验。5、要求提供转矩转速测量及加载组件一套：要求提供转速计、转矩计和电机加载控制电路，通过智能调节负载控制系统，与电机导轨及测功机配合完成实验电机加载，并能检测实验电机的转速和转矩测量的测量值。另外加载方式选择有：“M-S测绘”和“转矩加载”，通过扭子开关实现两种加载方式切换，分别进行无转速反馈时和有转速反馈时的加载,前者用于一般的负载实验中，后者用于电机的M-S曲线绘制。转矩转速测量及加载组件要求具有远程控制和本地控制功能。**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的智能调节负载控制系统软件的自主开发的证明材料，给客户核验，在演示成功后，方可支付首付款。**（六）三相旋转指示仪（整个实验室配1套），**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的三相旋转指示仪虚拟仿真软件的自主开发的证明材料，给客户核验，在演示成功后，方可支付首付款。**为了在教学中对三相异步电机旋转磁场工作原理形象化教学，请采用软硬件结合的模式，要求学生通过观察实验装置的发光二极管、角度指针等方式可以直观观察电机电流及磁场变化，使抽象概念变得直观，便于学生理解和接受。**要求响应文件中提供产品实物图片和软件界面，软件界面至少含：①一个电流周期的电流曲线及定子平面的界面；②电机机械旋转一周的定子平面及电流曲线界面。**（七）基于以太网技术的电机学网络化管理平台（整个实验室配1套）1、该平台要求采用不低于10寸触摸屏作为人机界面、嵌入式芯片作为控制核心，并包含至少2只直流表，以及以电能采集芯片构成的交流采集电路，分别采集电压、电流等信息。**响应文件中提供产品实物硬件图片。**2、该平台作为控制核心要求具有多个通讯接口，分别为串口1以串口通讯协议主站工作模式采集下位机多个仪表的值。串口2要求采用串口-通讯协议的从站工作模式和触摸屏进行通讯，向触摸屏传送采集到的各个信息，以及接收触摸屏下发的控制命令。串口4和交流功率表进行通讯，采集相关交流电机的测量的相关数据，并作为绘制曲线用。3、数据采集远控模块：要求和直流电动机电枢电源、励磁电源、直流发电机励磁电源、转矩、转速测量等组件配合使用，将采集到的各类数据通过串口-通讯协议从机的模式发送给主控制器，另外该模块要求采用标准的串口-通讯协议通讯接口，不仅能和本系统的控制器进行通讯，而且还能够直接和遵循工业标准的组态软件（力控、组态王等）进行采集。4、通过该平台，直流电动机电枢电源、测功机的加载控制可以实现远控和本地两种控制模式。**签订合同后3个工作日内，到采购人处进行设备功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**5、基于以太网技术的电机学网络化管理平台软件要求：要求该软件具有数据采集功能、状态监视功能、数据图形功能、参数整定功能、防误操作功能、异步电机自动测试功能、直流电机自动测试功能、网络通信功能等。**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的基于以太网技术的电机学网络化管理平台软件的评测报告扫描件给客户核验，要求评测报告中能体现以上软件功能，在演示成功后，方可支付首付款。**6、**要求响应文件中提供以下软件功能界面截图：**①主界面：含至少主控设置、实验选择、远控模式等功能模块，提供软件界面截图。②直流电机实验项目：他励电动机电枢调速、他励电动机励磁调速、他励电动机工作特性、他励发动机空载特性、他励发动机外特性、并励发动机外特性等功能，提供软件界面截图。③交流电机实验项目：异步机电气测试、异步机M-S曲线等，提供软件界面截图。7、为了保证产品质量和性能，**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的电机教学网络化管理实验平台软件的自主开发的证明材料，给客户核验，在演示成功后，方可支付首付款。**（八）发电机组的微机调速控制实验系统（整个实验室提供1套，供课程设计及创新设计用）1、微机调速系统要求：要求采用全数字化设计，输入为三相电源，电枢回路要求采用单相全控桥（晶闸管）结构；智能嵌入式芯片作为控制核心，所有的采集、控制、调节、监视及附加功能都由微处理器来实现，要求具有丰富的软件功能模块、完善的检测和保护功能；要求能与上位机之间采用以太网通信。2、微机调速系统人机交互界面：要求采用7寸工业彩色触摸屏，控制板可对其电压、电流、转速等信号实时显示和控制、LED数码显示。 控制方式：恒α角调速，电压闭环调速，电流闭环调速。具有标准通讯接口及通讯协议，上位机也可对其电压、电流、转速信号实时显示和控制，学校可以进行二次开发。3、发电机组微机调速监控系统上位机软件要求采用组态监控软件，利用7寸彩色触摸屏或计算机进行人机操作，可对电压、电流、转速等信号的采集和控制，完成恒α角，电压闭环，电流闭环三种方式对发电机的微机调速控制。**4、响应文件中提供的软件操作界面截图如下：**①恒α控制方式软件界面，界面截图内容要求包含：U相、V相、W相的电压和电流、电机转速、电枢电压、电枢电流等参数的采集显示窗口、实时曲线、数据表、a角度调节等功能模块单元。②电压闭环控制方式界面，界面截图内容要求包含：U相、V相、W相的电压和电流、电机转速、电枢电压、电枢电流等参数的采集显示窗口，实时曲线、数据表、电压设置等功能模块单元。③电流闭环控制方式界面，界面截图内容要求包含：U相、V相、W相的电压和电流、电机转速、电枢电压、电枢电流等参数的采集显示窗口，实时曲线、数据表、转速设置等功能模块单元。（九）数字电机控制开发系统：基于STM32电机控制开发实验系统（含软件），整个实验室配1套。1）硬件配置：要求系统采用性能能不低于32位CORTEX M4内核CPU：STM32F407芯片开发，驱动板采用IPM模块驱动电机。提供主控制板（带TFT液晶屏）、两个驱动板、永磁同步电机、BLDC无刷电机、J-LINK编程器和控制软件。采用模块化结构，核心板+主控板+功率板结构；电压输入：DC 18V～300V，含24V电源；IPM功率模块配置:600V/2KW；电机1：24V 永磁同步电机带编码器；电机2：24V 无刷电机带位置传感器；反电动势侦测，多种有/无传感器控制方式；人机界面：TFT液晶显示、按键、电位器、LED灯、通信接口；**软件资料：供货时提供实验用到的基础软件、驱动，以及安装、配置过程的详细说明。**2）实验项目：（一）STM32基础实验1.1 LED流水灯[1.2按键控制LED实验](#_Toc417289968)[1.3外部中断实验](#_Toc417289969)[1.4定时器实验](#_Toc417289970)[1.5 AD、DA转换实验](#_Toc417289971)[1.6 TFT显示实验](#_Toc417289972)[1.7 串口通讯实验](#_Toc417289973)[1.8 PWM输出实验](#_Toc417289975)（二）[有感BLDC电机方波控制实验](#_Toc417289976)[2.1 无刷直流电机换相控制](#_Toc417289977)[2.2 无刷直流电机调压策略](#_Toc417289981)[2.3 PID控制原理](#_Toc417289985)[2.4 方波速度开环、闭环控制实验](#_Toc417289991)（三）[永磁同步电机磁场定向控制](#_Toc417289993)实验[3.1 软件库功能](#_Toc417289994)[3.2 FOC驱动](#_Toc417289995)及资料介绍[3.3 FOC软件库的下载](#_Toc417289997)[3.4基于编码器传感](#_Toc417290003)[的磁场定向控制](#_Toc417289993)[实验](#_Toc417290003)**3）响应文件中提供详细技术资料、实物图片、软件界面截图，供货时提供详细的实验指导书等资料。****要求签订合同后3个工作日内，到校进行远程控制功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**（十）基于DSP控制的感应电机变频调速系统（含高分辨率编码器）（整个实验室配1套）硬件部分说明：主回路要求采用大容量的IPM模块作为驱动器，核心控制芯片需选用高性能控制类DSP芯片。检测模块部分，转速采集上要求采用2048光电码盘，电流采集上要求采用性能稳定的霍尔电流传感器。配置DSP开发装置，可以使用C、C＋＋或MATLAB语言编写算法，也可使用Simulink库搭建电机控制算法，老师和学生可以自行设计相关实验内容。软件部分说明：该试验系统可使用多个大型的开发设计软件，主要的有Matlab，LabView，CCS，由这些软件共同参与实验的运行。要求通过labview作为人机界面开发环境直接通过labview下的虚拟控制界面实现电压电流参数的实时采集以及对执行机构的实时控制，不需要另行配置示波器等检测仪器。要求能够通过matlab软件或汇编语言进行算法修改（二次开发功能），通过直接打开Simulink库搭建控制的各种实验算法，直接在matlab软件内点击编译后，即可看到用来下载DSP程序的CCS集成开发软件会自动打开，并且MATLAB编译生成的汇编语言会自动链接到自动打开的CCS软件中去，现场可以通过matlab的命令窗口和CCS的程序窗口看到上述的动态交互式程序下载过程，最后CCS将MATLAB 中Simulink库编译生成的汇编语言实时下载到DSP中去，并能够通过CCS编程环境实现在线实时监控运行，在simulnk独特的模型文件的支持下，能够实现多种电机的开环和闭环的变频调速实验。带有各种通信接口(含USB口、串口等)、过上位机软件可采集电流、转速、磁通波形等参数，同时可改变PI、调制比、转子电阻等参数，观察对电机性能的影响。要求学生可以自行修改原有提供的mdl模型文件或建立新的mdl文件，实现新的算法和思路。软件界面要求：要求上位机界面运行在LabView环境下，点击一个实验内容选择按钮，就会到一个对应的实验界面。并且可以直接在上位机上直接控制电机启停、改变电机转速，以及修改各种参数，并能直观看到电机转速、电流以及磁通波形等。为了保证产品质量和性能，**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的基于DSP控制的感应电机变频调速系统软件的自主开发的证明材料，给客户核验，在演示成功后，方可支付首付款。**（十一）实验变压器和电机技术要求1、实验变压器：1）实验变压器：三相组式变压器（三组）：原边220V/0.4A、副边110V/0.8A；三相芯式变压器（三组）：提供220V/0.4A/Y、63.8V/1.38A/Δ、55V/1.6A/Y，要求其性能可以模拟中小型变压器特性。2、实验电机：1）提供直流复励发电机：额定功率不低于PN=100W，额定电压不低于UN=200V，额定电流不低于IN=0.5A，额定转速不低于nN=1600r/min。E级绝缘。2）直流并励电动机（1只）：额定功率不低于PN=185W，额定电压不低于UN=220V， 额定电流不低于IN=1.1A，额定励磁电流IfN＜0.16A，额定转速nN=1600r/min。E级绝缘。3）三相鼠笼式异步电动机：额定功率PN=100W，额定电压UN=220V，额定电流IN=0.48A，额定转速不低于nN=1420r/min，Δ接法，E级绝缘。4）三相同步发电机：发电机：性能与 PN=170W，UN=220(Y)，IN=0.45A，nN=1500转/分；电动机：PN=90W，UN=220(Y)，IN=0.35A，nN=1500转/分相当5）三相绕线式异步电动机：性能与额定功率PN=100W，额定电压UN=220V，额定电流IN=0.55A，额定转速nN=1420r/min。定、转子三相绕组均为Y接法，E级绝缘相当。实验用的电机功率在200W左右，电机的转轴的同心度与测功机导轨的转轴的同心度不超过±5丝，所有电机E级绝缘。三、软件资源库：（一）电机系统实验台3D虚拟仿真软件要求该仿真软件是以Unity3D为基础软件,作为仿真工具开发而成。含有仪表及电源各种功能模块，完全满足电机相关课程的虚拟仿真实验，让学生了解并熟悉不同电机实验的目的，实验方法及实验内容等环节，具体功能模块及可实现的实验技术要求如下：1.1 软件功能模块技术要求：1）交流电源：提供三相0-430V连续可调的交流电源，同时可得到0-250V单相可调电源。配有一台1.5kVA的三相自耦调压器，三相输出电压可以联调。配有三只指针式交流电压表虚拟调压器界面由指针表和旋钮组成；指针表显示交流电源输出电压；旋钮旋转调节输出电压值。2）直流电机电枢电源：提供40V-240V连续可调的直流稳压电源，供直流电动机电枢绕组使用，输出最大电流为不低于2A。3）直流电机励磁电源：提供0～200mA连续可调的直流稳流电源，供直流电动机励磁绕组使用，最大输出电压为不低于240V，带三位半数显监视输出电流。4）同步电机/直流电机励磁电源：提供0～200mA连续可调的直流稳流电源，供直流发电机励磁绕组使用，最大输出电压为不高于240V，带三位半数显监视输出电流；提供0～2.5A连续可调的直流稳流电源，供同步发电机励磁绕组使用，最大输出电压为30V，带三位半数显监视输出电流。5）变压器：提供原边220V/0.4A、付边110V/0.8A 1只变压器，与交流仪表配合可完成单相变压器实验内容。另提供220V/0.4A/Y、63.8V/1.38A/Δ、55V/1.6A/Y芯式变压器三组，与交流仪表配合可完成三相三线圈芯式变压器的实验内容或性能与之相当。6）交流仪表：提供不低于3只交流数字电压表、3只交流数字电流表、以及3只单、三相功率功率因数表。7）可调电阻箱：提供单相可调电阻、三相可调电阻等。8）旋转指示灯及开关：提供三组开关，分别为一组单刀双掷和二组三刀双掷及同步电机并网实验中的旋转指示灯。9）直流仪表：提供不低于直流数字电压表1只，直流数字电流表2只。10）转矩、转速测量及加载：由转矩计、转速计、转矩加载方式的设定和加载调节等功能组成。11）电机导轨及测功机：用于完成电机实验时的力矩加载、力矩检测、堵转和转速检测等功能。12）各类电机：如直流电动机，三相异步电动机，三相同步发电机等。1.2 软件指标要求：1）运行环境：单平台模式，电机教学虚拟现实仿真系统软件在同一台电脑或笔记本（WINDOWS）上运行。2）软件界面：隐匿式菜单或工具条，软件界面上看不到菜单、功能图标，全部用于显示场景和虚拟设备，以保持界面的纯净。整屏展示：使用完整的屏幕显示场景，而不是将屏幕切割成若干区域。3）部件认知：引出线，引出线将同时显示各部件名称。4）虚拟装备虚拟电机实验设备：外形尺寸与真实电机实验台完全相同，并拥有高度逼真的外观。表面可见结构、零部件与真实设备一致。虚拟场景：软件启动后，即进入逼真的实验室环境，其中包括: 电机实验台主体结构，交流电源、直流电机电枢电源、直流电机励磁电源、同步电机/直流电机励磁电源、变压器等下组件，以及转矩转速测量及加载、可调电阻箱等实验挂箱，营造出真实的实验氛围。5）项目化案例教学：可直接用于实验课程前的仿真教学实训。6）即学即练：可选择不同的实验项目，一步步演示电机实验的真实操作实验步骤，并同步伴随操作说明。7）加密方式：提供文本解密，安全可靠。8）系统配置：可以对软件一些参数进行配置，例如可通过系统配置功能开关语音提示。9）自主开发：所有能够由采购人自定义的参数均应向采购人开放，如所有的说明文字、配置参数均应采用EXCEL表或TXT文件驱动，甚至一些软件功能参数也可用EXCEL表驱动。1.3 虚拟实验要求：要求通过软件的教学模式可以完成电机实验项目的学习，并且学生可通过软件的练习模式，通过鼠标完成各个实验项目的实验接线的连接。1.4 可完成实验项目1）电机实验台的介绍；2）直流电机认识实验；3）单相变压器实验；4）三相鼠笼式异步电机工作特性；5）三相同步发电机的并联运行实验**为了避免软件版权纠纷和保证后续升级服务，要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的电机系统实验台3D虚拟仿真软件的自主开发的证明材料，并提供软件到校进行功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**（二）电机实验开发教学系统软件1、要求该系统软件可模拟仿真大功率电机（3KW以上）、变压器的运行特性实验，可完成单相变压器特性实验；三相变压器特性实验；三相变压器连接组实验；直流发电机实验；直流电动机实验；三相鼠笼异步电动机工作特性实验；三相异步电动机变频调速实验；三相同步发电机运行特性实验等实验项目，满足电机学的虚拟实验教学要求。2、要求软件可在不同的计算机或机房安装，至少单次实验可满足40个学生同时使用。3、要求系统基于Matlab软件开发。采购人通过填写电机运行的相关参数，运行仿真计算即可自动生成各种电机特性曲线，同时要求可开放部分MATLAB源代码，供学生进行研究和设计，既满足基本教学同时也可作为研究创新平台使用。4、供货时提供系统实验说明书（包含软件界面、实验操作界面、基于MATLAB设计的仿真模型图，以及仿真软件的每个实验操作步骤等）；**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的电机实验开发教学系统软件的自主开发的证明材料，并提供软件到校进行功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**四、远程实验功能要求（整个实验室配1套）：1、利用互联网，云计算等IT技术，要求可通过PC端实现远程控制实验设备，完成实验项目。2、高清图像采集装置1台、足够的运算资源，告别程序运行时的长时间等待和卡顿；3、降低个人设备需求，客户端PC只需满足运行windows系统自带远程桌面的资源即可便捷的接入云主机操作。4、接入方便灵活，不受地域限制。只要能接入互联网，就能直接接入实际的实验设备进行学习，开发，调试测试。5、“智能实验室远程实验”，是为应对疫情学生无法到实验室集中开设实验的特殊情况而设计开发的。需安装“远程控制客户端软件”：登录：打开“远程控制软件”界面，在右侧“控制远程设备”下面输入远程指令以及验证码后，便可进入远程PC进行操控。需要配置登录账户及验证码**（要求响应文件中提供软件界面2张）。**进入远程控制桌面后，便可按常规操作，进行远程控制实验。6、整个实验室配置一套控制终端，配置为I5/8G/256SSD/23LED。五、为了保证产品质量和性能，要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的电机系统教学实验台检验报告，给客户核验后，方可支付首付款。电机系统教学实验台检验报告需包含实验装置外观、实验功能、交直流电源、测量仪表、转速转矩测量性能、电机自动测试实验系统（需含人机界面、控制核心、直流仪表和交流采集电路等信息）、变压器以及电机参数等检测项目结果。六、能完成以下实验功能：1、直流电机实验：1）直流电机的认识实验（模拟、数字控制）；2）复励直流发电机实验（模拟、数字控制）；3）直流电动机实验（模拟、数字控制）；a.直流电动机的工作特性b.直流电动机的机械特性c.直流电动机的调节特性2、变压器实验1）单相变压器；2）三相变压器实验；3）三相变压器的连接组和不对称短路；4）三相三线圈芯式变压器；5）单相变压器的并联运行3、异步电机实验：1）三相鼠笼型异步电动机的工作特性（模拟、数字控制）；2）三相异步电动机的起动与调速（模拟、数字控制）；3）三相鼠笼电机的M－S曲线的测绘（模拟、数字控制）；4）三相绕线式异步电机的M－S曲线的测绘（模拟、数字控制）4、同步电机实验：1）三相同步发电机的运行特性；2）三相同步发电机的并联运行；3）三相同步电动机的并联运行；4）三相同步发电机参数的测定5、电机拖动实验：1）直流他励电动机四象限机械特性；2）三相异步电机在各种运行状态下的机械特性6、工厂电气控制实验1）三相异步电动机点动和自锁控制线路实验；2）三相异步电动机的正反转控制线路实验；3）三相异步电动机Y/△降压起动控制线路实验；4）三相线绕式异步电机起动控制线路5）能耗制动控制实验；7、同步发电机组的微机调速(可进行二次开发)：1）恒α角调速；2）电压闭环调速；3）转速闭环调速8、电机实验开发教学系统仿真实验：1）单相变压器特性实验；2）三相变压器特性实验；3）三相变压器连组实验；4）直流发电机实验；5）直流电动机实验；6）三相鼠笼异步电动机工作特性实验；7）三相异步电机变频调速实验9、电机系统实验3D教学虚拟仿真软件：1）电机实验台的介绍；2）直流电机认识实验；3）单相变压器实验；4）三相鼠笼式异步电机工作特性；5）三相同步发电机的并联运行实验10、发电机组的微机调速控制实验11、电机学远程控制实验（要求配置的设备其中1套具有远程实验功能）①直流电机的认识实验；②复励直流发电机实验；③并励直流电动机实验；④三相笼型异步电动机的工作特性（空载、短路、负载实验）（模拟、数字）；⑤三相异步电动机的M—S曲线的测绘（模拟、数字）；⑥三相同步发电机的运行特性（模拟、数字）12、[有感BLDC电机方波控制实验](#_Toc417289976)[1）无刷直流电机换相控制](#_Toc417289977)；[2）无刷直流电机调压策略](#_Toc417289981)；[3）PID控制原理](#_Toc417289985)；[4）方波速度开环、闭环控制实验](#_Toc417289991)13、[永磁同步电机磁场定向控制](#_Toc417289993)实验[1）软件库功能](#_Toc417289994)；[2）FOC驱动](#_Toc417289995)及资料介绍；[3）FOC软件库的下载](#_Toc417289997)；[4）基于编码器传感](#_Toc417290003)[的磁场定向控制](#_Toc417289993)[实验](#_Toc417290003)14、基于DSP控制的感应电机变频调速系统实验（研究型）1）异步电机的开环正弦波调制SPWM变频调速系统；2）异步电机的马鞍波脉宽调制变频调速系统；3）异步电机的空间矢量(SVPWM）控制变频调速系统； 4）异步电机的磁场定向控制(FOC)闭环变频调速系统；5）异步电机的直接转矩控制(DTC)闭环变频调速系统；6）直流有刷及无刷电机的双闭环PWM控制调速实验七、其他要求1、**要求供货时每套设备提供一本以该设备为蓝本编写的十三五规划教材。****2、供应商应提供“电机系统教学实验台”操作使用说明书、实验指导书。****3、供应商应提供“电机系统教学实验台”的“安全操作规程”和“应急处置方案”，做好培训工作的同时，配合学校做好相应的安全演练。** | 8 | 台 | 否 | 工业 |
| 2 | 电力电子教学实验台 | 一、基本要求要求实验装置能够满足《电力电子技术》等课程的实验教学任务，实验涵盖电力电子技术、研究型电力电子等实验内容,应满足本科生常规教学实验内容和远程教学需要,同时应包含基于MATLAB/xPC模式的研究性数字电力电子技术实验,以满足新工科项目式教学对人才培养的需求。二、装置技术要求1、装置技术条件1) 工作电源：AC3N/380V/50Hz/3A整机容量：≤1.5kVA或性能与之相当2) 尺 寸：1.60×0.75×1.60m3左右3) 重 量：300kg左右.2、装置结构要求实验装置要求采用固定和模块化相结合的结构模式，实验交直流电源等固定在实验装置上，实验电路均采用方便拆卸的模块结构，方便实验内容的扩展和更换。3、装置安全保护功能要求本装置要求提供完善的人身安全和设备安全保护功能，请投标厂商在投标书中详细罗列保护方法和措施。4、装置的交直流实验电源要求1）交流实验电源技术要求要求提供三相0～380V/3A交流电源，同时可得到0～250V/3A单相可调电源或性能与之相当。5、装置的交直流测量仪表要求1）提供交流电压、电流表和直流电压、电流表各1只。6、实验电路模块1）平波电抗器及RC滤波2）转速调节器、电流调节器、逻辑无环流控制器、可变电容要求提供交、直流调速闭环控制系统的模拟PID转速调节器和电流调节器、逻辑无环流可逆双闭环调速系统的逻辑控制器以及4组可变电容器。3）要求提供不低于±15V/1A直流电源、给定电位器、速度变换器（FBS）和零速封锁器（DZS）等电路。4）晶闸管触发电路和主回路模块由三相触发电路、2组晶闸管（6个800V/6A）三相可控整流电路、1组二极管三相不可控整流电路和过流过压保护电路组成，三相触发电路：采用数字集成电路产生晶闸管三相触发脉冲，脉冲移相范围为10°－160°。5）IGBT、VDMOS、GTR电力电子器件实验模块要求该模块含GTR、MOSFEF、IGBT等开关器件、驱动电路和缓冲电路。通过对驱动电路和缓冲电路的参数改变，掌握开关器件的开关特性和保护电路的工作状态，模块的应能较为方便地观察各种波形。6）单结晶体管、正弦波和锯齿波触发电路要求提供单结晶体管、正弦波、锯齿波模拟触发电路，与晶闸管配合可完成单相半波整流、单相全波整流等实验。7）现代电力电子电路和直流脉宽调速实验模块该模块要求可完成直流斩波电路、交流调压电路、单相交直流变频电路以及直流脉宽调速等实验项目。直流斩波电路有Buck、Cuk、Boost、Sepic、Buck-Boost、Zeta。直流脉宽调速系统要求由主回路和控制电路组成，主回路采用由MOSFET构成的H桥电路，可方便地通过改变驱动脉冲的占空比实现电机的正反转控制，电流反馈需采用国际知名品牌的霍尔传感器。控制电路由PWM波形发生、逻辑延时（DLD）和驱动电路组成。8）PCI 实时板卡和实时采集控制模块（整个实验室配1套）要求提供不少于6路模拟量输入、不少于2路模拟量输出、不少于8路PWM输出、不少于6路开关量输入信号、不少于6路开关量输出信号、不少于1个位置检测接口和1个光电编码器接口，用于电力电子系统在Simulink软件环境下，依据系统的实际参数对各个实验进行了仿真实验，更好地理解实际实验过程；并在Matlab/xPC实时控制模式下，完成电力电子的计算机实时控制实验。9）配套控制终端（整个实验室配1套）要求能够安装电力电子相关配套控制软件和仿真软件教学资源，完成虚实结合、远程控制等实验功能。屏幕尺寸：不小于[23英寸](http://detail.zol.com.cn/all-in-one_pc/s1408/)、处理器：不低于[i5 (3.2GHz)](http://product.pconline.com.cn/so/s57071/%22%20%5Ct%20%22http%3A//product.pconline.com.cn/pc/lenovo/_blank)、内存容量：≥[8GB](http://detail.zol.com.cn/all-in-one_pc/p12169/)、硬盘容量：≥[256SSD](http://detail.zol.com.cn/all-in-one_pc/s1237/)，带相关板卡接口。10）数字电力电子实验模块（研究型）（整个实验室配1套），**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的数字电力电子技术设计开发教学系统软件的自主开发的证明材料，并提供软件到校进行功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**利用MATLAB/Simulink按照理论框图搭建自己的控制算法进行快速原型化设计，借助本实验平台完成硬件在回路仿真，达到快速原型化设计。在该模式下只需要安照理论框图或控制流程，通过简单直观的Simulink框图搭建操作就可构造出复杂的控制算法，无需掌握编程语言，花费时间编写大量的代码，完成Matlab/Simulingk环境下的电力电子线路、交直流调速的数学建模、仿真、实时控制及检测。本模块为课程设计、毕业设计和教师科研的软硬件环境。要求提供基于Target下的Matlab Simulink模块库，模块库包含有脉宽调制(PWMs)模块 ，模拟量输入(AD)模块，模拟量输出(DA)模块，定时器(Timer)模块，正交编码电路（QEP）模块 ,异步中断请求模块,数字量输入/输出模块等各种功能模块。能够实现在程序运行的过程中监测、跟踪信号数据，将采集到的信号上传到主机用于显示、分析。能够实现示波器定义和控制, 可以用于主机或目标机来监测和获取信号数据。同一个示波器上可显示多条曲线，还可以同时定义多个示波器。硬件模块：要求包含直流斩波电路、单端正激、反激变换器、半桥、全桥变换器、三相变频、逆变主电路组件系统等硬件电路组成。要求主电路由整流电路滤波电路、逆变桥及其驱动电路、交直流电流检测电路和保护电路等组成。设置直流电压表、直流电流表用于指示直流母线的电压和电流。11）Target控制器（整个实验室配1套）使用标准的硬件和商业I/O接口板，具备不低于6M 高速缓存，3.00 GHz，通过启动高性能的实时内核，实现实时快速原型和硬件在回路仿真。实时内核支持中断处理，中断模式下的控制速度可以达到50KHz，Target控制器自带不小于8寸显示屏。要求响应文件中提供Target控制器实物图片。12）软件要求要求提供MATLAB、Microsoft Visual Studio、针对PCI 实时板卡和实时采集控制模块的Simulink库及相关实验项目的实验例程。**响应文件中提供直流斩波电路实验的详细软件功能界面截图及程序说明，并列出实时快速原型控制软件的具体组成。**六、软件资源库：（一）电力电子仿真系统软件技术参数：1、提供完整的元件库，应用于电力电子领域的多个方向。配置合理简化的开关器件模型，进行大规模复杂变流器的系统级别仿真时，速度快，运行稳定。要求该软件在电力电子及电网方向的典型应用包括：1）光伏和风力单个逆变器装置或发电厂；2）交直流微网；3）新能源汽车充电桩和充电站；4）基于模块化多电平（MMC）的电网接口设备；5）基于级联结构的固态变压器和无功补偿设备；6）采用多电平逆变器的中压电机拖动2、采购人在利用电力电子仿真软件进行电磁瞬态仿真外，还可以模拟开关器件的损耗以及动态结温，以保证装置的安全运行。损耗模型数据可以直接从厂家数据手册提取，并以图形化方式给入编辑界面。散热系统以集总参数的热路模型代表，从而模拟温度变化。还包含机械，磁路等其他物理环境的元件库，可与电路元件或电机模型无缝衔接。3、要求完成电力电子及电力拖动仿真实验项目如下：1）仿真软件简介、安装、授权、启动与关闭；2）仿真软件的基本操作；3）仿真软件示波器的使用；4）仿真软件工作原理与仿真参数设置；5）可控整流电路仿真与分析（单相桥式全控整流电路、三相半波可控整流电路）6）交-交变换电路仿真与分析7）直流变换电路仿真与分析：基本斩波电路(降压斩波电路、升压斩波电路、升降压斩波电路、Cuk斩波电路、Sepic斩波电路、Zata斩波电路)、 隔离型斩波电路(正激电路、反激电路、半桥电路、全桥电路、推挽电路)8）逆变电路仿真与分析： 电压型逆变电路（单相、三相）、 电流型逆变电路（单相、三相）9）PWM控制建模与仿真：PWM调制器库元件模型（PWM调制器库元件模型创建、PWM调制器库元件模型应用）、逆变电路的SPWM控制（单相桥式逆变电路的SPWM控制、三相桥式逆变电路的SPWM控制）10）直流调速系统仿真与分析：开环系统仿真与分析（直流电机模型、开环系统仿真）、转速单闭环系统（转速单闭环有静差系统、转速单闭环无静差系统）4、**要求响应文件中提供仿真软件以下实验内容的截图，**包括：①三相半波可控整流电路仿真模型图；②三相半波可控整流电路电阻性负载仿真波形图；③单相交-交变频电路阻感性负载仿真模型图；④单相交-交变频电路阻感性负载仿真波形图；⑤输出端星型联结的三相交-交变频电路仿真模型图；⑥输出端星型联结的三相交-交变频电路仿真波形图。5、**要求响应文件中提供该软件配套教材的封面和目录扫描件。****要求签订合同后3个工作日内，提供软件到校进行功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**（二）电力电子及电气传动实验3D虚拟仿真软件1、要求电力电子及电气传动实验3D教学虚拟仿真软件是以Unity3D为基础软件,作为仿真工具开发而成。按照真实实验台进行1：1建模，含有仪表及电源各种功能模块，完全满足电力电子技术课程的虚拟仿真实验，让学生了解并熟悉不同电力电子技术实验的目的，实验方法及实验内容等环节。2、软件技术要求：1）隐匿式菜单或工具条：软件界面上看不到菜单、功能图标，全部用于显示场景和虚拟设备，以保持界面的纯净，菜单或工具条可隐藏及显示。2）整屏展示：使用完整的屏幕显示场景，而不是将屏幕切割成若干区域。3）虚拟电力电子及电气传动教学设备：外形尺寸与真实的电力电子及电气传动教学实验台完全相同，拥有高度逼真的外观。表面可见结构、零部件与真实设备一致。4）虚拟场景：软件启动后，即进入逼真的实验室环境，其中包括:单、三相交流电源、三相变压器、触发电路、晶闸管主回路、直流调速控制单元等实验挂箱，营造出真实的实验氛围。5）即学即练：可选择不同的实训项目，一步步演示电力电子实验的真实操作实验步骤，并同步伴随语音操作说明。6）加密方式：提供文本解密，安全可靠。7）系统配置：可以对软件一些参数进行配置，例如可通过系统配置功能开关语音提示。3、功能模块技术要求：1）电源控制屏：提供三相交流电源：通过开关切换分别输出三相200V和230V交流电源，给直流调速和交流调速提供输入电源。提供不低于220V/0.5A直流励磁电源：供直流电动机和直流发电机励磁绕组。2）低压电源及仪表：提供±300V直流电压表、±2A直流电流表、交流电压表、交流电流表各1只。提供速度变换器，给定，零速封锁器：提供速度变换器、给定、零速封锁器系统实验电路。提供低压直流电源：提供±15V/1A直流稳压电源3）平波电抗器及阻容吸收：提供直流调速实验中需要的平波电抗器及RC滤波，电抗器还能作为电力电子技术实验中的电感负载。4）三相变压器：提供三相变压器，作为串级调速系统和有源逆变线路中的逆变变压器。5）三相可调电阻：提供可调电阻900Ω/0.41A三组，108Ω/0.41A固定电阻三组，供发电机负载电阻和其它实验阻性负载用以及作为电机起动电阻用。6）触发电路：提供单结晶体管、正弦波、锯齿波触发电路，引出各观察孔，使学生能够直观的了解各种触发电路的工作原理过程，并且为晶闸管单相整流提供触发信号。7）触发电路和晶闸管主回路：提供主回路：由12只可控硅，6只二极管。8）现代电力电子电路和直流脉宽调速：提供直流斩波电路、DC/DC变换电路、斩控式交流调压电路、单相交频电路以及直流脉宽调速等电路。9）直流调速控制单元：提供交、直流调速闭环控制系统的模拟PID转速调节器和电流调节器、逻辑无环流可逆双闭环调速系统的逻辑控制器以及4组可变电容器。10）电机导轨及转速表：用于完成电机实验时的转速检测及转速电压输出等功能。11）各类电机：如直流电动机，三相异步电动机等。4、虚拟实验要求：1）要求通过软件的教学模式可以完成以下实验项目的学习，并且学生可通过软件的练习模式，通过鼠标完成各个实验项目的实验接线的连接。5、**要求响应文件中提供以下实验逐条真实的软件界面截图**；包含实验项目：单相桥式全控整流电路实验；三相桥式全控整流及有源逆变电路实验；单相交流调压电路实验；直流斩波电路的性能研究；全桥DC/DC变换电路实验；直流双闭环脉宽调速实验；双闭环晶闸管不可逆直流调速系统。6、为了避免软件版权纠纷和保证后续升级服务，**要求签订合同后3个工作日内，提供第三方有权机构出具的电力电子及电气传动实验3D虚拟仿真软件的自主开发的证明材料，并提供软件到校进行功能演示，在演示成功后，方可支付首付款。**七、远程实验功能要求（整个实验室配1套）：1、利用互联网，云计算等IT技术，要求可通过PC端实现远程控制实验设备，完成实验项目。2、高清图像采集装置1台、足够的运算资源，告别程序运行时的长时间等待和卡顿；3、降低个人设备需求，客户端PC只需满足运行windows系统自带远程桌面的资源即可便捷的接入云主机操作。4、接入方便灵活，不受地域限制。只要能接入互联网，就能直接接入实际的实验设备进行学习，开发，调试测试。5、“智能实验室远程实验”，是为应对疫情学生无法到实验室集中开设实验的特殊情况而设计开发的。需安装“远程控制客户端软件”：登录：打开“远程控制软件”界面，在右侧“控制远程设备”下面输入远程指令以及验证码后，便可进入远程PC进行操控。需要配置登录账户及验证码**（要求响应文件中提供软件界面2张）。**进入远程控制桌面后，便可按常规操作，进行远程控制实验。八、实验项目要求1、电力电子技术（晶闸管部分）1）单结晶体管触发电路及单相半波可控整流电路实验2）正弦波同步移相触发电路实验3）锯齿波同步移相触发电路实验4）单相桥式半控整流电路实验5）单相桥式全控整流电路实验6）单相桥式有源逆变电路实验7）三相半波可控整流电路的研究8）晶闸管三相半波有源逆变电路的研究9）三相桥式半控整流电路实验10）三相桥式全控整流及有源逆变电路实验11）单相交流调压电路实验12）三相交流调压电路实验2、电力电子器件实验（全控型器件特性部分）1）功率场效应晶体管(MOSFET)的主要参数测量2）功率场效应晶体管(MOSFET)的驱动电路研究3）绝缘栅双极型晶体管(IGBT)特性及其驱动电路的研究4）电力晶体管（GTR）驱动电路的研究5）电力晶体管（GTR）的特性研究3、电力电子技术（全控型器件典型线路部分）1）直流斩波电路（Buck、Cuk、Boost、Sepic、Buck-Boost、Zeta等六种电路）的性能研究2）单相交直交变频电路的性能研究 3）采用自关断器件的斩控式单相交流调压电路实验4）全桥DC/DC变换电路实验 4、基于Matlab环境下研究型数字电力电子技术实验(用于学生课程设计和毕业设计实验教学,共配置1套)4.1数字全控型器件典型线路实验 1）单端正激开关电源实验研究2）单端反激开关电源实验研究3）半桥型开关电源实验4）全桥型开关电源实验5）斩波电路（Buck变换器）研究6）直流斩波电路（Buck-Boost变换器）研究7）直流斩波电路（Boost变换器）研究8）直流斩波电路（Cuk变换器）研究9）直流斩波电路（Sepic变换器）研究10）直流斩波电路（Zeta变换器）研究4.2 DC/AC变换器（基于xPC模式）1）三相电压空间矢量控制（SVPWM）逆变电路实验（带闭环控制）2）三相逆变器并网实验（带闭环控制）4.3 AC/DC变换器（带闭环控制）1）三相电压型PWM整流电路实验 5、基于快速控制原型(RCP)的数字交直流调速实验项目（课程设计和创新设计）5.1快速控制原型(RCP)数字直流调速系统实验：[1）单闭环晶闸管不可逆直流调速系统](#_Toc388687135)；[2）双闭环晶闸管不可逆直流调速系统](#_Toc388687136)；[3）双闭环三相异步电动机调压调速系统](#_Toc388687139)；[4）可逆直流脉宽H桥（PWM）开环调速系统](#_Toc388687138)；[5）双闭环可逆直流脉宽H桥（PWM）调速系统](#_Toc388687138)5.2快速控制原型(RCP)数字交流变频调速系统实验：[1）采用SPWM调制方式下V/F调速系统](#_Toc417932211)；[2）采用空间电压矢量调制（SVPWM）方式的V/F调速系统](#_Toc417932212)；[3）采用磁场定向控制（FOC）的高性能变频调速](#_Toc417932213)系统6、电力电子及电气传动实验3D虚拟仿真软件1）单相桥式全控整流电路实验2）三相桥式全控整流及有源逆变电路实验；3）单相交流调压电路实验；4）直流斩波电路的性能研究；5）全桥DC/DC变换电路实验；6）直流双闭环脉宽调速实验7）双闭环晶闸管不可逆直流调速系统7、电力电子仿真系统软件实验项目1）仿真软件简介、安装、授权、启动与关闭；2）仿真软件的基本操作；3）仿真软件示波器的使用；4）仿真软件工作原理与仿真参数设置；5）可控整流电路仿真与分析（单相桥式全控整流电路、三相半波可控整流电路）6）交-交变换电路仿真与分析7）直流变换电路仿真与分析：基本斩波电路(降压斩波电路、升压斩波电路、升降压斩波电路、Cuk斩波电路、Sepic斩波电路、Zata斩波电路)、 隔离型斩波电路(正激电路、反激电路、半桥电路、全桥电路、推挽电路)8）逆变电路仿真与分析： 电压型逆变电路（单相、三相）、 电流型逆变电路（单相、三相）9）PWM控制建模与仿真：PWM调制器库元件模型（PWM调制器库元件模型创建、PWM调制器库元件模型应用）、逆变电路的SPWM控制（单相桥式逆变电路的SPWM控制、三相桥式逆变电路的SPWM控制）10）直流调速系统仿真与分析：开环系统仿真与分析（直流电机模型、开环系统仿真）、转速单闭环系统（转速单闭环有静差系统、转速单闭环无静差系统）8、基于Matlab环境下研究型数字电力电子技术远程实验项目①单端正激开关电源实验研究；②单端反激开关电源实验研究；③单相Boost型APFC有源功率因数校正实验研究；④斩波电路（Buck变换器）研究；⑤直流斩波电路（Buck-Boost变换器）研究；⑥直流斩波电路（Boost变换器）研究；⑦直流斩波电路（Cuk变换器）研究；⑧直流斩波电路（Sepic变换器）研究；⑨直流斩波电路（Zeta变换器）研究九、其他要求**1、要求供货时每套设备提供一本以该设备为蓝本编写的十三五规划教材。****2、供应商应提供“电力电子教学实验台”操作使用说明书、实验指导书。****3、供应商应提供“电力电子教学实验台”的“安全操作规程”和“应急处置方案”，做好培训工作的同时，配合学校做好相应的安全演练。** | 6 | 套 | 否 | 工业 |
| 3 | 数字示波器 | 1、模拟通道带宽：不低于120 MHz； 2、不少于2个模拟通道 ；3、实时采样率不低于1GSa/s； 4、标配存储深度不低于24 Mpts；所有波形点可以用excel格式导出在电脑打开分析**（提供功能截图证明文件）；**5、波形捕获率达不小于30,000wfms/s**（提供功能截图证明文件）；**6、不低于60000帧的硬件实时波形不间断录制和回放功能；**（提供功能截图证明文件）；**7、具有丰富的触发和总线解码功能；（支持RS232/UART,I²C，SPI），**提供功能截图证明材料；**8、低底噪声，垂直档位500uV/div~10 V/div；**（提供官方彩页证明材料）**；9、丰富的接口：USB Host&Device、LAN（LXI）、AUX；10、7英寸WVGA（800×480）TFT液晶屏，多级波形灰度显示；11、具有示波器波形和状态实时监控功能，支持多仪器多窗口显示，支持虚拟面板功能，支持多接口远程控制**（提供功能截图证明材料）；****12、响应文件中提供标有CNAS标识的实验室产品认可证书扫描件或复印件；****13、供应商须承诺成交后提供生产厂家三年免费售后服务承诺（须提供承诺函，格式自拟）及以上设备彩页资料。** | 15 | 台 | 否 | 工业 |

**四、报价要求**

**本项目报价包含完成本项目所需的全部费用，成交后采购人不再另行支付任何费用**