

合同编号：202611GZC010 号

合 同 书

合同名称：宝鸡文理学院电力传动实验室更新建设采购合同

甲 方：宝鸡文理学院

乙 方：西安志汇电子科技有限公司

签定时间：2026年1月4日

签定地点：宝鸡文理学院



甲方：宝鸡文理学院

乙方：西安志汇电子科技有限公司

甲、乙双方在自愿、平等的基础上就宝鸡文理学院设备购置及安装事宜，根据《中华人民共和国民法典》及相关法律法规订立如下条款，以资共同遵守：

第一条 合同标的

1.1 乙方为甲方提供电力传动实验室等设备。合同设备的单价、规格、型号和技术要求、服务的内容详见合同“第十三条 附件”。

1.2 乙方负责合同设备的安装调试、技术培训、售后服务和质保，甲方提供必要的配合。

第二条 价格

2.1 合同价格(以下称为：合同总价)为：¥854900 元（大写人民币捌拾伍万肆仟玖佰元整）。包含：设备价格、设计费、安装费、调试费、培训费、升级费、材料费、包装运输费等相关费用。价格详见“第十三条 附件”。

2.2 上述合同总价为固定价。

第三条 付款及形式

3.1 甲方在乙方完成合同约定的义务后，根据合同约定付给乙方相应的货款。

3.2 合同签订前交纳 3% 的履约保证金，自验收合格之日起，三个月内退还，不计利息。

3.3 付款方式：全部安装到位正常运行稳定后，甲方组织验收，验收合格后乙方出具合同总额发票，甲方在半年内全额支付。

第四条 质量保证

4.1 乙方提供的硬件设备及配套产品，必须是合同规定厂家制造的、合格、全新、未曾使用的、包装未开启的、经过国家质检部门检验并颁发了产品准销证的产品。

4.2 乙方提供的硬件设备及配套产品必须等同于或优于合同技术指标要求供应、安装、调试，确保产品技术指标满足使用要求。

4.3 质保期：所有硬件设备整体免费上门质保 3 年，其中电机拖动及电力电子技术实验平台质保 8 年。质保期自验收合格之日起。质保期内，每年定期 2-3 次对所供仪器维护保养，出现质量问题或事故，乙方维修工程师应在 1 小时 内给予响应，12 个小时 内到达用户所在地或远程免费进行维修或更换，若未能及时维修或更换，导致甲方损失（含间接损失）的，乙方负责赔偿。但遇不可抗力因素除外。

4.4 质保期外，乙方维修工程师应在 2 小时 内给予响应，72 小时 内到达用户所在地进行维修，仅收取基本材料配件费。

第五条 合同设备的交货

5.1 本项目建设工期为自合同签订之日起一个月内，所有合同设备由乙方负责运至交货地

点，并安装调试合格后交付甲方使用，运输及安装等所有费用由乙方负担。

5.2 交货安装地点为：宝鸡文理学院，具体地点由甲方指定。

5.3 设备在验收合格之前的所有权属于乙方，运输、安装和调试等其他风险由乙方承担。

5.4 合同签订一周内，乙方应派安装人员进行现场勘测，及时向甲方提供设备安装要求。

5.5 乙方应于交货日之前不少于 5 个日历日，及时通知甲方。甲方在收到乙方通知后，应尽快向乙方回复确认交货地点与交货日期。

第六条 合同设备的验收

6.1 设备调试安装完成后，甲方组织技术人员及相关部门对设备进行验收，验收以合同文本中描述的有关技术要求为准。

6.2 验收方式：乙方安装调试完成，由技术负责人组织相关人员进行初验，试运行后稳定无误，认为可以交付使用，由乙方书面提出验收申请，经甲方技术负责人签字确认后甲方组织相关专家及部门进行项目的最终验收。

6.3 在验收过程中，若设备不能达到合同要求，应由乙方全部负责，其相关费用由乙方负担。若无法补足或更换时，甲方有权拒绝收货，乙方应承担甲方全部损失，其中包含间接损失。

6.4 验收合格后，甲方出具验收报告作为付款依据。

第七条 技术服务承诺

7.1 乙方负责提供设备相应的技术资料，包括产品合格证、设备原生产厂家授权和认可的技术支持和售后服务书、安装使用、维护说明书以及配置清单等。

7.2 乙方有义务免费培训甲方操作人员，保证其能完全掌握系统和设备的使用及操作方法、系统和设备使用中注意事项及保养维护常识等，并为甲方提供完整的资料、设计方案、图纸等以便甲方保存归档。

7.3 技术培训：免费现场培训不少于 3 个工作日。培训内容包括：详细介绍系统的性能、特点、使用和操作等方法。使用户操作人员完全掌握系统的使用和操作方法，及设备使用注意事项，使用技术和维护人员能够判断常见问题发生的原因和解决方法，系统安装和建成并正常运行后，应为用户提供使用和维护手册等，以便归档。

7.4 软件系统：终生免费维护。

第八条 保证与赔偿

8.1 乙方保证其向甲方提供的合同设备（材料）无瑕疵。涉及专利等知识产权均应符合我国的有关法律及行业标准，凡因以上问题与第三方发生的任何纠纷导致甲方损失，由乙方承担。

8.2 乙方所提供的合同设备的免费保修时限及范围不少于生产厂家提供的保修时限及范围。

8.3 合同签订后不能按合同时限要求供货，乙方须赔偿甲方损失，在超过“第 5.1 条”约定的期限三十个日历日内甲方有权要求乙方按合同总额承担每天 0.1%的违约金。

8.4 有以下情形之一者，甲方有权解除合同，乙方的合同履约金保证金甲方有权不予退还：
(1) 超期三十日仍未供货的；(2) 所供设备与招标现场所投标设备能耗比不相符的；(3) 甲方在对所供设备进行任意抽检时发现翻新机或存疑机器时；(4) 发生与《民法典》规定的解除条件相符的其他情形。

8.5 如果出现乙方对所供产品出现的问题推委、拖延 24 小时未做出服务响应的现象，乙方应给甲方合理的赔偿。

8.6 乙方在履行合同过程中发生的工伤及一切不安全事故，包括人员伤亡（含对第三者的伤害）、财产损失及其法律责任等，均由乙方负责，并赔偿因此给甲方造成的一切损失。

第九条 争议解决

9.1 本合同在履行过程中发生的争议，双方协商解决，如果不能通过协商解决的，提交甲方所在地人民法院诉讼解决。

9.2 因乙方违约引发诉讼，甲方由此所产生的律师费等相关费用由乙方承担。

第十条 保密条款

10.1 合同双方保证，其依本合同所知悉的秘密信息只用于本合同的目的，不用于其他任何目的或向任何第三方(包括单位、个人，也包括乙方的关联企业如子公司、参股公司、母公司等)披露。任何一方承认并同意对方是秘密信息的独家拥有者，不得侵害对方的秘密信息。

10.2 一方应只在下述情况下，方可使用秘密信息：

(1) 出于评估、论证、使用、维护设备的需要；

(2) 出于履行本合同的需要；

(3) 秘密信息均不得以任何方式用于对对方不利的目的。秘密信息未经对方事先书面同意，不得被复制、全部或部分与其他信息编纂、透露给第三方。

10.3 本条款构成独立的保密协议，对双方的义务不因本合同的终止而终止。本条款的效力于全部秘密信息丧失时终止。

10.4 本合同的秘密信息是指双方在合同签订、履行过程当中获知的对方采取保密措施的技术和商业信息。

第十一条 合同的生效和终止

11.1 本合同经甲乙双方代表签字、并加盖双方合同专用章或单位公章后生效。

11.2 本合同全部履行完毕，合同自行终止。

第十二条 其他

12.1 本合同一式七份，甲方执五份，乙方执二份。本合同列出的附件是本合同不可分割的组成部分，与本合同具有同等的法律效力。

12.2 对本合同条款的任何修改、变更或增减，须经双方授权代表签署书面文件，且为本合

同的补充文件，具有同等法律效力。

12.3 双方同意附件中各项条款以及乙方投标文件和书面承诺为合同不可分割的部分，若附件与合同正文有任何不一致，以合同正文为准。

12.4 本合同未尽事宜由双方另行协商决定。

第十三条 附件：《设备购置清单及价目表》、技术参数要求等。

甲 方：宝鸡文理学院

电 话：(0917)3368280

地 址：陕西省宝鸡市高新大道1号

合同起草人：蔡军

甲方技术代表签字：

甲方法人代表

或委托代理人签字：

盖 章：

乙 方：西安志汇电子科技有限公司

电 话：18691872187

开户银行：中国民生银行股份有限公司西安吉祥路支行

银行帐号：170982122

地 址：陕西省西安市未央区明光路177号荣城

名苑11幢2单元1304室

乙方法人代表

或委托代理人签字：

盖 章：

2026年9月4日

2026年9月4日

附件：《设备购置清单及价目表》及技术方案等。

I、设备购置清单及价目表： 元

序号	货物名称	品牌	型号	单价（元）	数量	合 计 （元）
1	电机拖动及 电力电子技术实验平台 （含工控机 及配套软件）	求是	NMCL-II 型	66750	12	801000
2	示波器	汉泰	DS02102B	1800	12	21600
3	交互式智慧 黑板	鑫城光电	XBB86A40	18000	1	18000
4	音响系统	鑫城光电	XCYX033	1000	1	1000
5	实验室智能 安全一体机 系统	汇友创新	CV-WSIM	12000	1	12000
6	交换机	水星	SG124D	800	1	800
7	机柜	鑫华腾	GC-TB-6459	500	1	500
8	总价	854900 元				

II、详细技术方案:

1	电机拖动及电力电子技术实验平台	一、技术参数: 1. 设备结构: 电机拖动及电力电子技术实验平台的实验电源、交流仪表和常用实验模块采用固定式结构, 其他部分则采用挂箱式结构。主控制屏采用铁质双层亚光密纹喷塑结构, 面板采用铝质喷塑工艺。实验桌为铁质双层亚光密纹喷塑结构, 桌面采用高密度防腐防火板。实验桌设有两只抽屉和存放柜并设有四个万向滑轮, 设备尺寸在 $1.65\text{m} \times 0.75\text{m} \times 1.60\text{m}$ 2. 实验台安全保护: 2.1 电机拖动及电力电子技术实验平台配置三相隔离变压器将实验用电与电网完全隔离, 对人身安全起到有效的保护作用; 2.2 三相电源输入端设有电流型漏电保护器, 设备的漏电流 $>30\text{mA}$ 即可断开开关, 符合国家标准对低压电器安全标准; 2.3 三相隔离变压器的输出端设有电压型漏电保护, 一旦实验台有漏电压将会自动保护跳闸。 2.4 强电实验导线采用全塑封闭型手枪式导线, 导线内部为无氧铜抽丝而成发丝般细的多股线, 质地柔软, 护套用粗线径、防硬化化学制品制成, 插头采用实芯铜质件, 避免学生触摸到金属部分而引起的双手带电操作触电的可能。已在技术文件中提供导线实物图片。 2.5 为保护人生安全, 电机拖动及电力电子技术实验平台交直流电源设有过流保护、短路和开路保护功能; 交流电压、电流、功率表, 数字直流电压电流表、转矩计、转速表等测量仪表都设有过量程保护功能。 3. 设备电源 3.1 单、三相可调交流电源: 电机拖动及电力电子技术实验平台的单、三相可调交流电源提供三相 $0-430\text{V}$ 连续可调的交流电源, 同时可得到 $0-250\text{V}$ 单相可调电源。配有一台 1.5kVA 的三相电动自耦调压器, 三相输出电压可以联调, 也可以单独调节。配有三只
---	-----------------	---

	指针式交流电压表，可在电压表上指示输出电压，并有断相指示。
	3.2 直流电流源： 1) 直流电动机电枢电源：电机拖动及电力电子技术实验平台提供 0-240V 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，电压纹波系数电压纹波系数小于 2%，电压变化率小于 1%，带有过流和短路保护功能，电机拖动及电力电子技术实验平台一旦发生短路，可自动封锁电压输出，从而有效地防止学生误操作对电源造成的损坏。带有三位半数字直流电压表。
	2) 直流电动机励磁电源：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 240V，带三位半数显监视电源输出，并具有开路保护功能。
	3) 同步发电机/直流发电机励磁电源：提供 0-200mA 连续可调的直流稳流源，供直流发电机励磁绕组使用最大输出电压为 240V，带三位半数显监视电源输出，并具有开路保护功能。通过开关切换可得到 0-2A 连续可调的直流稳流源，供同步发电机励磁绕组使用，最大输出电压为 30V，带三位半数显监视电源输出，并具有开路保护功能。
	4. 仪表： 4.1 交流仪表：采用高性能芯片和高精度传感器组成，包含 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（固定在控制屏内，不采用挂件结构）；交流数字电压表测量范围 0-500V，量程自动切换，精度 0.5 级；交流数字电流表测量范围 0-3A，量程自动切换，精度 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。
	4.2 直流仪表：直流电压表 1 只，测量范围 0-750V 于 200mV/2V/20V/200V/750V 五档量程可手动和自动切换，精度 0.5 级；直流电流表 2 只，测量范围 0-3A，2mA/20mA/200mA/3A 四档量程可手动和自动切换，精度 0.5 级；所有交直流

	测量仪表均具备超量程告警切断总电源功能
	4.3 转矩仪表：3 位半数字显示，测量范围 $0\sim\pm 2\text{N}\cdot\text{m}$ ，可测正负转矩值；
	4.4 转速表：5 位数字显示，测量范围 $0\sim\pm 2000\text{rpm}$ ，可测正负转速值。
	5. 其他实验模块： 5.1 可调电阻箱：提供单相可调电阻 $360\sim 2160/0.5\text{A}$ 一组； 0 、 2Ω 、 5Ω 、 15Ω 、 ∞ 五档可调绕线电机起动电阻；三相可调电阻 $180\sim 780/0.5\text{A}$ 两组； $90/200\text{W}$ 和 $900/100\text{W}$ 各一组；已在文件中提供实物图片。
	5.2 电抗器：提供直流调速实验中需要的平波电抗器及 RC 滤波，平波电抗器可取出 50mH 、 100mH 、 200mH 、 700mH 四档电抗。
	5.3 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。
	5.4 实验变压器：提供原边电压/电流为 $220\text{V}/0.4\text{A}$ ，副边电压/电流为 $110\text{V}/0.8\text{A}$ 的单相变压器和三种电压/电流为 $220\text{V}/0.4\text{A}/\text{Y}$ 、 $63.8\text{V}/1.38\text{A}/\Delta$ 、 $55\text{V}/1.6\text{A}/\text{Y}$ 三相芯式变压器。
	5.5 三相触发及主回路：提供触发电路：采用数字集成电路，脉冲移相范围为 $0\sim 160^\circ$ 。面板上可观察三相同步电压的六个脉冲波形，并通过“Uct”端对 α 角进行控制。主回路：由 12 只可控硅，6 只二极管以及平波电抗器。有过流、过压保护：主控制屏输出的单、三相交流电源均经过电压互感器和电流互感器检测。实验电流超过 2A ，电压超过 260V ，即刻断电，并警告指示。
	5.6 直流 PWM 调速系统与电力电子电路：可完成直流斩波电路、DC/DC 变换电路、斩控式交流调压电路、单相变频电路以及直流脉宽调速等实验项目。直流斩波电路：面板上提供若干的电源、功率场效应晶体管、电抗器、电阻、二极管、电容等，并画有常见的六种斩波电路（Buck、Cuk、Boost、Sepic、Buck-Boost、Zeta）原理示意图。
	5.7 触发电路：提供晶体管触发电路、锯齿波触发电路，引出各观察孔，使学生能够直观地了解各种触发电路的工

	作原理过程，每个触发电路的触发信号分别已经连到对应的晶闸管
	5.8 直流调速控制单元：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。
	5.9 调速系统控制单元：提供±15V 给定及速度变换器（FBS）、零速封锁器（DZS）、±15V/1A 直流电源，指针式直流电流表
	5.10 功率器件特性与驱动电路：提供功率器件 GTR, MOSFET, IGBT, GTO 等四种器件的开关和驱动电路，还可对快恢复二极管，高速光耦、电感等电力电子的常用元件进行分析。
	5.11 基于 DSP 控制的感应电机变频调速系统（含 2048 高分辨率编码器） ①多种控制对象：为直流有刷电机、交流异步电机；2）硬件部分说明：主回路采用大容量的 IPM 模块作为驱动器，核心控制芯片选用控制类 DSP 芯片；3）检测模块部分，转速采集上采用 2048 光电码盘，电流采集上采用霍尔电流传感器；4）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；
	②基于 DSP 控制的感应电机变频调速系统软件部分说明：1）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。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；2）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 simulink 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；3) 带有各种通信接口(含 USB 口、串口等)、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；4) 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；5) 软件界面：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。
	5.12 基于 DSP 控制的感应电机变频调速系统配套工控机（配置 I5 -16G，500G 固态）
	6. 电机导轨及测功机技术参数： 6.1 电机导轨及测功机：含有编码器、涡流测功机及固定电机的安装导轨，保证电机与电机之间、电机与涡流测功机之间，同轴的同心度不超过± 5 丝。
	6.2、转矩、转速测量及控制组件：能够以数字的形式显示转速（5 位数字显示，测量范围 0~2000rpm，可测量正负转速值）
	7. 电机技术参数：电机功率采用小功率的模拟电机，其性能模拟中小型电机的特性，电机的转轴的同心度与测功机导轨的转轴的同心度小于等于 5 丝，所有电机 E 级绝缘。
	7.1 复励直流发电机：额定功率 $P_N=100W$ ，额定电压 $U_N=200V$ ，额定电流 $I_N=0.5A$ ，额定转速 $n_N=1600r/min$ 。
	7.2 直流并励电动机：额定功率 $P_N=185W$ ，额定电压 $U_N=220V$ ，额定电流 $I_N=1.1A$ ，额定励磁电流 $I_{fN}<0.16A$ ，额定转速 $n_N=1600r/min$ 。
	7.3 三相鼠笼异步电动机：额定功率 $P_N=100W$ ，额定电压 $U_N=220V$ ，额定电流 $I_N=0.48A$ ，额定转速 $n_N=1420r/min$ ，

	定子三相绕组 Δ 接法。
	7.4 三相同步电机：可以作为电动机也可以作为发电机使用；额定功率 $P_N=170\text{VA}$ ，额定电压 $U_N=220\text{V}$ ，额定电流 $I_N=0.45\text{A}$ ，额定转速 $n_N=1500\text{r/min}$ ，额定功率因数 0.8，额定励磁电压 $U_fN=14\text{V}$ ，额定励磁电流 $I_fN=1.2\text{A}$ ，定子三相绕组 Y 接法。
	7.5 三相绕线式异步电机：额定功率 $P_N=100\text{W}$ ，额定电压 $U_N=220\text{V}$ ，额定电流 $I_N=0.55\text{A}$ ，额定转速 $n_N=1420\text{r/min}$ 。定、转子三相绕组均为 Y 接法。
	8. 实验导线： 实验连接导线采用全封闭手枪插型式，内部为无氧铜抽丝而成发丝般细的 128 股线，质地柔软，护套用粗线径、防硬化化学制品制成，插头采用实芯铜质件。
	二、实验内容： 直流电机实验：认识实验、复励直流发电机、并励直流电动机； 变压器实验：单相变压器、三相变压器实验、三相变压器的连接组和不称短路； 异步电机实验：三相笼型异步电动机的工作特性、三相异步电动机的启动与调速、异步电动机的 M—S 曲线的测绘； 同步电机实验：三相同步发电机的运行特性、三相同步发电机的并联运行、三相同步电动机的并联运行、三相同步发电机参数的测定； 电动机机械特性的测定；直流他励电动机四象限机械特性、三相异步电机在各种运行状态下的机械特性； 电力电子技术（晶闸管部分）：单结晶体管触发电路及单相半波可控整流电路实验、正弦波触发电路实验、锯齿波同步移相触发电路实验、单相桥式半控整流电路实验、单相桥式全控整流电路实验、单相桥式有源逆变电路实验、三相半波可控整流电路的研究、晶闸管三相半波有源逆变电路的研究、三相桥式半控整流电路实验、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、三相交流调压电路实验；
	电力电子器件实验（全控型器件特性部分）：功率场效应晶体管（MOSFET）的主要参数测量、功率场效应晶体管（MOSFET）的驱动电路研究、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）特性及其驱动电路的研究、电力晶体管（GTR）驱动电路的研究、电力晶体管（GTR）的特性研究；
	电力电子技术（全控型器件典型线路部分）：直流斩波电路（Buck、Cuk、Boost、Sepic、Buck-Boost、Zeta 等六种电路）的性能研究、采用自关断器件的斩控式单相交流调压电路实验、单相交直交变频电路的性能研究、全桥 DC/DC 变换电路实验；
	模拟直流调速系统实验：晶闸管直流调速系统参数和环节特性的测定、晶闸管直流调速主要单元调试、不可逆单闭环直流调速系统静特性的研究、双闭环晶闸管不可逆直流调速系统、逻辑无环流可逆直流调速系统、双闭环控制的直流脉宽调速系统（PWM）；
	交流调速实验：双闭环三相异步电机调压调速系统、双闭环三相异步电机串级调速系统、异步电机的 SPWM 变频调速系统（IPM）、异步电机的空间矢量控制的变频调速系统、采用 DSP 的异步电机直接转矩变频调速系统、采用 DSP 的异步电机磁场定向变频调速系统；
	基于 MATLAB 电机教学仿真软件实验：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、三相异步电机变频调速实验、三相同步发电机运行特性实验、三相同步发电机的并联运行实验。
	电力电子技术实验的仿真实验（基于工业数值计算仿真平台）：整流电路实验、逆变电路实验、直流斩波电路实验、交流调压电路实验；

		配套教学资源库： 提供《电机系统实验台 3D 教学虚拟仿真软件》及《电力电子及电气传动实验 3D 虚拟仿真软件》：软件中实验台 1:1 还原真实的实验台，表面可见结构、零部件与真实设备一致。可以利用软件模拟真实实验台的各项实验内容。 1. 电机系统实验台 3D 虚拟仿真软件：该仿真软件是以 Unity3D 为基础软件，作为仿真工具开发而成。按照真实实验台 1:1 建模，软件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。 1.1 软件指标： (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，包括软件功能参数也可用 EXCEL 表驱动。
	1.2 虚拟实验：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。
	1.3 可完成实验项目：电机实验台的介绍、直流电机认识实验、单相变压器实验、三相鼠笼式异步电机工作特性、三相同步发电机的并联运行实验。
	2. 电力电子及电气传动实验 3D 虚拟仿真软件
	2.1 软件 1:1 还原电力电子及电气传动实验台的整体架构，三相交流电源、直流电源、交直流测量仪表等仪器仪表，配合实验模块完成课程对应的实验项目。
	2.2 该软件可作为电力电子实验教学的辅助软件，采用 Unity3D 通用仿真平台开发。具有独立性，不受实验装置以及地域限制，可摆脱实验台实物的限制，随时进行电力电子实验的教学、练习，以复习巩固实验内容，达到提高教学质量的目的。
	2.3 功能：
	1) 真实感：以电力电子教学实验台为模板，进行高仿真建模，实验台外观结构完整、电气元件及挂箱真实一致。
	2) 项目化教学：设计典型的电力电子的教学案例。
	3) 真实性：软件中涉及实验数据的，为实验台的实测数据。学生可经过软件模拟学习后，在实际的实验台上进行数据实测验证。
	4) 软件界面：设计每个实验需要的实验挂箱，具体的实验原理，实验电路，以及实验导线的连接，具体实验操作过程，并带有实测的实验数据。

		2.4 虚拟仿真实验：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、全桥 DCDC 变换电路实验、单相交流调压电路实验、直流斩波电路的性能研究、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 2.5 虚拟实验模块：包含直流调速单元、电阻负载、三相变压器、触发电路及主回路、直流 PWM 调速与电力电子、直流斩波电路等模块，已提供与实物面板一致的各挂箱的虚拟仿真建模，在软件界面中营造出真实的实验氛围。 ▲3. 电力电子技术实验的仿真实验（基于工业数值计算仿真平台） 提供基于工业数值计算仿真平台搭建程序框图及验证理论波形及数据。至少包含：1. 整流电路：2. 逆变电路：3. 直流斩波电路：4. 交流调压电路实验。每个实验已提供 3-4 个截图。 4. 基于 MATLAB 电机教学仿真软件：该系统软件可以模拟电机的运行特性，满足电机实验教学，虚拟仿真软件须基于 MATLAB 设计，便于学生二次开发及设计。用户可以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，供学生自己研究和设计，既满足基本教学同时也可作为研究创新平台使用，至少包括四个部分仿真内容：变压器实验、直流电机实验、三相异步电机实验、三相同步电机实验。 1) 单相及三相变压器实验：高压侧及低压侧至少均有“额定电压值、额定电流值、电阻标幺值、电抗标幺值”显示，有“额定容量、变压比、励磁电阻、励磁电抗”显示； 2) 直流电机实验： a) 他励发电机空载实验：可以改变 5 组不同的“励磁回路电阻值”，能够采集到 5 组不同的“空载电压、励磁电流”数据，能够显示“空载特性”曲线图。同时界面能够显示“他励发电机空载仿真图”。 b) 他励发电机负载实验：针对“调整特性实验”，可以改变 5 组不同的“负载电阻、励磁回路电阻”值，能够采集到 5 组不同的“负载电流、励磁电流”数据；针对“外特性实验”，可以改变 5 组不同的“负载电阻”值，能够采集到 5 组不同的“输出电压、负载电流”数据；能够显示“外特性、调整特性”曲线。同时界面能够切换显示“他励发电机
--	--	---

	负载仿真图”。 c) 电动机电枢电压降压调速实验：可以改变 5 组“电枢回路电阻”值，能够采集到 5 组不同的“电机转速、电枢电压、电枢电流、输入电流”数据，能够得到“降压调速特性曲线图”，同时界面能够显示“仿真模型图”。 d) 并励电动机变励磁调速实验：可以改变 5 组不同的“励磁回路电阻”值，能够采集 5 组不同的“电机转速、励磁电流、电枢电流、近似功率”数据，能够显示对应的“调速特性、近似功率特性”曲线图、“仿真模型”等。 3) 三相鼠笼电机实验： a) 针对“三相鼠笼电机空载实验”：可以改变 5 组不同的“空载电压值”，能够采集到 5 组不同的“空载电流、空载功率”数据，能够显示“特性曲线”，同时界面能够切换显示“仿真模型”、“原理结构”。 b) 针对“三相鼠笼电机负载实验”：可以改变 5 组不同的“电机负载转矩值”，能够采集到 5 组不同的“定子电流、输入功率、电机转速、输出功率、输出转矩、电机效率、转差率、$\cos \phi$”数据，能够显示“工作特性”曲线图。同时界面能够切换显示“负载仿真图”。 4) 三相同步发电机运行特性实验： a) 针对“空载试验”，可以改变 5 组不同的“励磁电压值”，能够采集到 5 组不同的“空载电压、励磁电流”数据，能够显示“空载特性”曲线图。（已在投标文件中提供软件界面） b) 针对“短路试验”，可以改变 5 组不同的“励磁电压值”，能够采集到 5 组不同的“短路电流、励磁电流”数据，能够显示“短路特性”曲线图。 c) 针对“负载试验”，可以改变 5 组不同的“负载电阻值”，能够采集到 5 组不同的“三相电压、三相电流”数据，能够显示“负载特性”曲线图。 5) 为保证产品质量，请投标文件中提供电机实验开发教学系统软件的相关证明材料。
--	---

	6) 已在技术方案中提供详细的介绍说明,并提供相关实验界面。 备注: 供货时提供满足以上技术参数及实验功能配套的实验指导书。
	四、电机网络化管理平台技术 (整个项目配置 1 套) 1. 该平台采用 11 寸触摸屏作为人机界面、嵌入式芯片作为控制核心, 设置 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。已在投标文件中提供产品实物硬件图片。
	2. 该平台作为控制核心具有多个通讯接口, 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 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: 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程控制和本地两种控制模式。
	5. 基于以太网技术的电机学网络化管理平台软件:
	5.1 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。
	5.2 主界面: 含主控设置、实验选择、远控模式等功能模块。
	5.3 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; 交流电机实验项目: 异步机电气测试、异步机 M-S 曲线等。
	6. 电机网络化管理平台装置: 直流电动机电枢电源、直流电动机励磁电源、同步发电机励磁电源和直流发电机励磁电

		源都具有远程控制和本地控制功能。
		7. 直流电动机励磁电源：提供包括但不限于直流电动机励磁电源自动控制系统软件的计算机软件著作权证书或其他证明文件。
		8. 电机网络化管理平台装置：交流仪表具有远程采集和本地采集功能、直流仪表具有远程采集和本地采集功能、转矩表、转速表交流仪表具有远程采集和本地采集功能。
		五、自控原理及计算机控制技术实验系统（二次开发实验）（整个项目配置 1 套）。
		1. 在 MATLAB/Simulink 中 RTW 模式支持下，可对运放模拟单元和实物控制对象实现硬件在回路控制，完成相关闭环控制实验。上位机软件功能丰富，界面友好，具有实验所需的各种测量功能，同时支持 MATLAB/Simulink 或 LABVIEW 环境下自控和计控实验。
		2. 实验内容：自动控制原理仿真和 RTW 实时控制实验、计算机控制技术的仿真和 RTW 实时控制实验。
		3. 数据采集板卡通过高速串口通信卡与计算机通讯，实现数据实时采集和实时控制。
		4. 可满足在 MATLAB/Simulink 或 LABVIEW 环境下自控和计控的计算机仿真、数学建模和硬件在环（HIL）计算机实时控制系统的实验。AD/DA 数据采集卡包含信号调理电路、AD/DA 转换电路、差分接收发送电路、数据通讯接口等，
		5. 系统同时支持 MATLAB/Simulink 和 LABVIEW 环境下自控和计控实验。
		六、售后及质保
2	示波器	1. 每学期维护 2 次。
		2. 设备保修期 8 年。
		1) 通道数：2 通道，通道分别具有独立旋钮控制；
		2) 带宽 100MHZ ；

		3) 采样率最高 1 GSa/s
		4) 存储深度 8Mpts
		5) 垂直档位 2mV/div ~ 10V/div
		6) 采样率和延迟时间精确度±50ppm（在任何大于 1ms 的时间间隔）
		7) 垂直分辨率：8bit；
		8) 触发：边沿、脉冲、视频、斜率、超时、窗口、码型、间隔、欠幅、UART、LIN、CAN、SPI、IIC；
		9) 总线解码及协议分析：RS232/UART、I2C、SPI、CAN、LIN；
		10) 可保存设置 、波形、参考波形、CSV、图片等多种数据格式。
		11) 数字电压表和频率计功能；
		12) 支持 32 种自动测量和统计功能，实时统计最小、最大、标准方差等统计信息；
		13) 两组数字电压表功能；
		14) 支持门限测试，实现屏幕内自由测量；
		15) 丰富的 SCPI 远程控制指令；
		16) 提供外围接口类型多：USB Host/Device。
		17) 7 寸液晶屏显示
3	交互式智慧黑板	1. 整机采用全金属外壳，三拼接平面一体化设计；整体外观尺寸：宽 4200mm，高 1200mm，厚 120mm。
		2. 主屏支持普通粉笔直接书写；整机两侧副屏可支持以下媒介（普通粉笔、液体粉笔、成膜笔）进行板书书写。副屏支持磁吸附功能，可以满足带有磁吸的板擦教具进行吸附在副屏上。

		3. 整机屏幕采用 86 英寸液晶显示器；显示分辨率 3840x2160，可视角度 178°
		4. 整机采用 12 核国产化嵌入式芯片，CPU8 核，整机嵌入式系统版本 Android 15，主频 1.6GHz，内存 2GB，DDR 最大速率 2666MT/S，存储空间 32GB。
		5. 整机内置 2.2 声道扬声器，位于设备上边框，顶置朝前发声，12W 高音扬声器 2 个，上朝向 30W 中低音扬声器 2 个，最大功率 84W，单个扬声器容积 0.62L，最低谐振频率 85Hz。
		6. 内置麦克风整机内置非独立外扩展的 8 阵列麦克风，拾音角度 180°，可用于对教室环境音频进行采集，拾音距离 12m。
		7. 支持标准、听力、观影和 AI 空间感知音效模式，AI 空间感知音效模式可通过内置麦克风采集教室物理环境声音，自动生成符合当前教室物理环境的频段、音量、音效。
		8. 整机内置全视角背光增光膜，通过增光膜对背光光源进行均光，整机屏幕中心亮度三分之一的亮度观看视角 130°，满足 GB40070 关于亮度可视角 120° 要求。
		9. 整机内置传屏接收模块，整机不需要连接任何附加设备，可实现外部电脑、手机设备的音视频信号实时传输到整机上；当使用外部电脑传屏时，支持触摸回传，屏幕上部显示传屏工具栏，可以进行触摸回传控制、勿扰模式、暂停投屏功能；开启勿扰模式时，不允许其他人再进行传屏；投屏时可以选择特定应用窗口，从而实现过滤其他应用窗口，如邮件应用窗口。
		10. 整机内置双 WiFi6 无线网卡（无外接），在 Android 下支持无线设备同时连接数量 32 个，在 Windows 系统下支持无线设备同时连接 8 个。
		11. 整机内置非独立摄像头，可拍摄 5000 万像素数的照片。

		12. 整机内置智能体 AI 图像生成功能，支持通过语音与大屏开展职业主题对话交互。大屏可同步生成对应职业形象，并将其转化为对话智能体实现双向对话交流。
		13. 整机采用红外触控技术，Windows 系统和 Android 系统均支持 50 点触控及书写划线。
		14. 整机书写触控延迟 25ms；触摸响应 4ms；触摸最小识别物 3mm；触摸精度 1.5mm。触摸有效识别高度不超过 1.5mm，即触摸物体距离玻璃外表面高度不超过 1.5mm 时，触摸屏识别为点击操作。
		15. 整机内置专业硬件自检维护工具，支持对整机内部的板卡及部件模块进行故障检测、系统还原功能。
		16. 内置 OPS 电脑模块配置要求：支持 I5-12 代，内存 8G，固态硬盘 256GB。
		17. 软件互动教学：通过软件端可实现学生手机、平板等与教师端授课工具进行连接，实现线上、线下混合互动教学。
		18. 直播授课：老师可利用教学软件一键开启直播，声音、影像实时同步；学生可通过网页端或者移动端 APP 实时加入课堂，课后支持学生在课堂报告查看直播回放。
4	音响系统	19. 云盘存储：为每位教师可提供 $\geq 4\text{GB}$ 的个人云空间，可上传图片、视频、音频、文档等类型文件，并且可以创建文件夹，实现资料个性化分类整理
		采用功放与有源音箱一体化设计，内置麦克风无线接收模块，帮助教师实现多媒体扩音以及本地扩声功能。
		1. 输出额定功率 2x15W。
		2. 音箱灵敏度 85dB，1W/1M。
		3. 信噪比 80dB@额定功率、A 计权。
		4. 全频喇叭单元尺寸 5 英寸。
		5. THD+N=1%。

5	实验室 智能安全一体机系统	6. 声频响 110Hz-16kHz。
		7. 距离音箱 10 米处声压级 80dB。
		1、主机为壁挂式一体机，尺寸 300mm*400mm*150mm，内置显示屏，通讯接口包含 RJ45、4G、WIFI，标配网络防雷接口 2 路、漏电监测接口 6 路、RS485 接口 6 路、开关量接口 3 路、USB 接口 2 路、HDMI 接口 1 路、电源输出接口 2 路 16A 国标五孔插座；
		2、具有电涌保护功能支持网络和电源系统防雷击防浪涌；
		3、产品符合 GB/T 18802. 21-2016 《低压电涌保护器第 21 部分：冲击耐受能力 (1. 2/50us-8/20us)：10kV/5kA；
		4、产品符合 GB/T 18802. 11-2020《低压电涌保护器 (SPD) 第 11 部分：低压电源系统的电涌保护器性能要求和试验方法》：电压保护水平 U_p ：1. 6kV，标称放电电流 $I_n(8/20\mu s)$ ：20kA，最大放电电流 $I_{max}(8/20\mu s)$ ：40kA；
		5、内置触控显示屏 7 英寸，可显示监测状态、设备信息和告警信息等，屏显内容包含：告警信息、防雷器状态、防雷器温度、防雷器寿命、雷击浪涌次数、接地通断、漏电流、温度、湿度、烟雾、水浸、安装单位、联系人、联系电话；
		6、支持监测指标实时查询、数据分析、视频监控、设备管理、告警阈值管理、触发器管理、工单管理、多级用户权限管理；
		7、网络防雷接口支持 POE 供电，可为监控摄像头远程供电，管理平台可实时查看监控画面，支持对视频流的网络传输进行优化整形，降低网络传输引发的视频卡顿风险；
		8、支持设备漏电监测，当漏电监测接口所连接设备的漏电流 25mA 时就可触发报警；
		9、内置 1 个告警扬声器，消音键 1 个，告警方式支持设备端扬声器告警、管理平台告警，运维方式支持管理平台查询、故障报修、管理派发工单；

		10、电源输入 AC380V，电源接线端口 5PIN;
6	交换机	1. 端口数量：24。 支持以太网（10 Mbps）、快速以太网（100 Mbps）和千兆以太网（1000 Mbps）速度。自动协商速度。 RJ45：连接器类型（铜缆双绞线）。 千兆电口：千兆铜缆端口（区别于 SFP/光纤）。 全端口自动协商：所有端口自动确定速度和双工模式。 自适应线序（自动翻转 A/B 线）：Auto-MDI/MDIX。自动检测直通线或交叉线，无需使用交叉网线。
		2. 4 个独立千兆 SFP 光扩展插槽，支持千兆单模/多模光模块上行，可远距离光纤上联机房核心交换机
7	机柜	外尺寸：600×450×500mm，标准 9U 安装空间，承重 120kg，壁挂安装背板加厚加固

附件完。