

货物需求一览表及技术规格

序号	设备名称	规格要求及主要技术参数指标	单位	数量	分包	单价	总价
1	集成电路工程实践平台	集成电路工程实践平台基于集成电路行业发展需要和岗位技能要求，为学院提供完备的集成电路课程体系，并配套工程型项目开发环境及企业级开发流程管控，为学生实践创新能力培养和团队协作提供有力支撑。需至少包含以下功能： （1）教学管控功能： 需通过项目化的教学资源支撑备课、授课、作业和实验等场景； 信息化的教学工具覆盖课前、课中和课后各环节； 支持双项目驱动教学、混合式教学和翻转课堂等教学模式； 实时跟踪记录教师教学活动和学生学习行为； 需支持对平台资源使用情况及近 7 日教学环节使用情况的动态展示，包括但不限于发布作业、提交作业、发布实验、提交实验、考试次数、考勤签到率。 （2）课程管理功能： 需支持课程模块的自定义，并可对已创建课程信息进行编辑及课程删除操作； 需支持教学大纲编写，并可根据需求自行创建教案； 需支持创建并增加、删除、修改章及小节，并可增删改； 需支持 word、ppt、pdf、视频、文本方式上传课件资料； 需支持课件资料在线预览； （3）设计实践实验功能： 通过嵌入企业级开发环境，通过真实的工程项目，培养学生在真实生产环境中解决复杂工程问题的能力以及实践创新能力。需包含实训管理、实训指导、实训评审、实验指导、实验报告等模块。 （4）随堂练习及课堂讨论功能： 添加单选题、多选题、判断题、填空题等多种类型练习题，并支持自动评判； 需支持教师实时查看各题的学生作答及通过情况，并支持设置最终取首次提交或最后一次提交成绩。 △（5）实验管理功能： 支持实验报告在线批阅，可在批阅区域通过对号、叉号、画笔、文字多种标注形式进行批阅留痕 支持在批阅报告中添加教师签名及批阅日期，且支持批量修改分数、教师签名及批阅日期位置，以适配学校实验报告模板，投标文件中需提供系统功能截图，交付内容与投标材料功能保持一致。 △（6）学生考试功能：	License（学生授权数）套	320	A		

		需通过试卷管理、考试管理、成绩管理、题库管理等功能模块，为学生提供“灵活、便捷、科学、合理”的智能考试系统 需支持摄像头监控，学生在考试过程中将必须调用摄像头，系统将在考试期间内对考生的异常情况保存照片，以便监考教师查验，投标文件中需提供该项功能截图，交付内容与投标材料功能保持一致； 需支持考试页面监控；对学生考试页面的焦点进行监控，如果考试页面出现了失焦或缩放情况，则系统记录为疑似违规信息，投标文件中需提供该项功能截图，交付内容与投标材料功能保持一致。 （7）毕业设计管理功能： 需要支撑出题、选题、开题报告、中期检查、论文一稿、论文二稿、论文终审、答辩和归档的毕设全流程。 提供指导教师管理功能，支持手动添加，指导教师支持划分为校内指导教师和企业指导教师两类； 毕设流程管理，支持对 9 项毕设流程的个性化定制，可以编辑和删除指定阶段，可以设置各个阶段的起止时间； 提供过程管理，在任务书、开题报告、中期检查、论文一稿、论文二稿、论文终审、归档阶段，能够设置提交截止时间，支持学生毕设资料的下载、在线预览； （8）需面向师生提供≥2 天的平台使用培训服务； （9）平台采用公有云方式搭建，提供公有云学习账号，使用期 4 年。					
2	课程资源包	△需结合平台配套丰富的课程资源内容，课程内容需与当前集成电路方向人才培养主流技术相契合，要求至少提供以下 10 门课程资源： 1、《模拟电子技术》 2、《电路基础》 3、《半导体器件与工艺》 4、《集成电路设计》 5、《微电子专业英语》 6、《EDA 技术与应用》 7、《模拟集成电路设计》 8、《CMOS 电路与布局》提供工艺水平参数 9、《数字电路版图设计》 10、《模拟电路版图设计》 投标文件需提供至少 6 门及以上线上课程的章节截图，交付内容须与投标材料一致。	套	1	A		
3	集成电路设计实验箱	集成电路设计与验证实验箱是针对集成电路设计工程实践、EDA 应用场景、科研 任务搭建的软硬件一体式平台，由硬件算力资源、系统支持、工艺库支持、企业 级工程项目参考案例等部分构成。平台内部配置资源调度、负载均衡管理系统， 保证系统稳定高效。可完成从电路原	套	3	B		

	理图设计、混合信号设计、版图编辑至物理 验证，tape-out 全流程。 一、系统配置 1、提供全面的用户管理和权限控制功能。用户分为两类：普通用户仅具备使用 权限，而管理用户则享有不同级别的管理权力。系统允许为用户分配多个项目的 访问权限，并可根据需求为每位用户设置特定的资源配额，以确保资源的合理分 配和使用。 △2、用户可以通过安全协议、操作系统桌面连接、 以及网页实验界面（需在单个网页内同时展示指导视频、指导书，并可连接实验 系统）等多种方式直接连接系统，进行实验和实训。（提供三种访问方式截图） 3、系统需支持多人团队同时在线进行集成电路协同设计的需求，贴近企业级项 目的实际应用场景。支持多个团队成员在同一工作区域内对同一项目进行设计和 开发，实现高效协作和无缝沟通，从而提升团队整体的工作效率和项目质量。 4、可用于支持数字集成电路设计全流程。 （1）支持 rtl 代码编写等功能 （2）支持可视化时序功能验证功能 （3）支持数字集成电路综合功能 （4）支持数字电路形式验证功能 （5）支持自动布局布线功能 （6）支持版图物理验证功能 （7）配置相关 shell 脚本，作为软件调用、版本选择等功能的支撑。 5、可支持模拟集成电路设计全流程。 （1）支持模拟电路符号图、结构图绘制功能 （2）支持电路仿真、波形显示等功能 （3）支持模拟电路版图设计功能 （4）支持版图物理验证及参数提取等功能 （5）配置相关 shell 脚本，作为软件调用、版本选择等功能的支撑。 6、提供基于 foundry 的 PDK 库，包括工艺文件、设计规则、元件库、仿真模型、 验证规则文件等内容，以满足企业级数字、模拟集成电路设计实验实训需求。 二、硬件具体配置： 1、cpu 16 核心 ≥ 32 线程 2、内存 $\geq 64GB$ DDR4 3、硬盘 $\geq 2TB$ △4、可集成液晶显示屏 ≥ 19 英寸 5、状态实时监控副屏 6、内部板卡可扩展 三、工程案例					
--	--	--	--	--	--	--

	提供的集成电路项目案例数量≥ 8 个，至少包含以下 5 个项目案例： △1、应用于卫星射频通信系统的 PLL 电路的设计与实现（$\leq 40\text{nm}$ 工艺）（提供电路图和版图截图） 该案例应基于 40nm 或更小制程工艺，为教师和学生提供可完成锁相环电路项目设计的数据。案例中应提供 technology file 文件、command file 文件、参考电路等内容，教师和学生可完成集成电路设计并验证。 △2、应用于车规级芯片的高增益运算放大器设计与实现（$\leq 180\text{nm}$ 工艺）（提供电路图和版图截图） 该案例应基于 180nm 或更小制程工艺，为教师和学生提供可完成高增益运算放大器电路项目设计的数据。案例中应提供 technology file 文件、command file 文件、参考电路等内容，教师和学生可完成集成电路设计并验证。 △3、应用于车载电源的低温漂带隙基准电路设计与实现（$\leq 180\text{nm}$ 工艺）（提供电路图和版图截图） 该案例应基于 180nm 或更小制程工艺，为教师和学生提供可完成低温漂带隙基准电路项目设计的数据。案例中应提供 technology file 文件、command file 文件、参考电路等内容，教师和学生可完成集成电路设计并验证。 4、应用于蓝牙耳机的低功耗 LDO 设计与实现（$\leq 180\text{nm}$ 工艺） 该案例应基于 180nm 或更小制程工艺，为教师和学生提供可完成低功耗 LDO 项目设计的数据。案例中应提供 technology file 文件、command file 文件、参考电路等内容，教师和学生可完成集成电路设计并验证。 5、应用于移动设备快充技术的 charge_pump 电路设计与实现（$\leq 180\text{nm}$ 工艺） 该案例应基于 180nm 或更小制程工艺，为教师和学生提供可完成 charge_pump 电路项目设计的数据。案例中应提供 technology file 文件、command file 文件、参考电路等内容，教师和学生可完成集成电路设计并验证。 四、基础实验案例 提供的集成电路实验案例数量≥ 30 个，应至少包含以下 20 个案例： 1) 三极管放大电路的设计与仿真 2) 比较器电路的设计 3) 锁闭选择电路 4) 编码器和译码器的设计 5) 数据选择器/比较器的设计 6) 顺序脉冲/序列信号发生器的设计 7) EDA 工具使用					
--	---	--	--	--	--	--

		8) drc 验证实验 9) lvs 验证实验 10) nmos 版图设计 11) 反相器电路的设计与实现 12) 与非门电路的设计与实现 13) 或非门电路的设计与实现 14) 与门电路的设计与实现 15) 或门电路的设计与实现 16) 与或非门电路的设计与实现 17) xnor 电路的设计与实现 18) 锁存器的设计及实现 △19) 数字组合电路的设计及实现（提供电路图和版图截图） △20) 静态存储器的设计及实现（提供电路图和版图截图） 五、配套服务 基于本实验箱提供≥1 周的学生工程项目实训指导服务。				
4	集成电路工艺制造及封测虚拟仿真平台	一、硬件平台 加密卡加密算法 AES 128 位，受保护功能/应用程序的最大数目(8 点)。 二、集成电路制造技术仿真模块 1、半导体 IC 器件 （1）PN 结物理 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 PN 结掺杂浓度仿真、PN 结 VI 特性仿真。 （2）二极管 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 LED、太阳能电池、工艺流程设计和仿真。 （3）三极管 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 NPN、PNP、NMOS、PMOS 等工艺参数设计（主要包括：制膜、光刻、刻蚀、掺杂扩散、合金），并通过 NPN 结构仿真，判断设置的正确性。 （4）数字电路 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 CMOS 非门、NMOS 触发器等工艺参数设计和 CMOS 结构仿真。 （5）HEMT 功率管 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 HEMT 功率管工艺参数设计，并通过结构仿真，判断设置的正确性。 （6）MEMS 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 MEMS 可变电容工艺参数设计，并通过结构仿真，判断设置的正确性。	套	4	C	

	2、集成电路制造工艺 (1) IC 制造 含课件、视频、作业等授课资源，知识点包括集成电路的类别、IC 设计与制造的流程。 (2) 氧化 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括薄膜、氧化工艺等原理、工艺参数设置和生产操作、质量检验、热分解淀积原理。 (3) 化学淀积 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 LPCVD、PECVD、ALD 等原理、工艺参数设置和生产操作、温度曲线仿真。 (4) 物理淀积 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括电子束蒸发、磁控溅射、真空蒸发等原理、工艺参数设置和生产操作。 (5) 外延 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括外延工艺、外延等原理、工艺参数设置和生产操作、温度曲线仿真 (6) 光刻 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括光刻、涂胶、曝光工艺、显影、制掩模板等原理，涂胶前烘、光学曝光、极紫外光刻、显影后烘等工艺参数设置和生产操作。 (7) 刻蚀 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括湿法刻蚀、等离子刻蚀机、反应离子刻蚀机、溶剂去胶、等离子体去胶等原理、工艺参数设置和生产操作。 (8) 掺杂 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括扩散和离子注入掺杂、PN 结掺杂浓度仿真，PN 结偏置电压仿真，VI 特性仿真；液/固态源扩散，原理、生产操作，硼和磷扩散工艺参数设置和温度曲线仿真；离子注入掺杂原理、工艺参数设置和生产操作。 (9) 辅助工艺 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括金属化、平坦化、清洗、测试，化学机械抛光原理、工艺参数设置和生产操作；ICT 测试操作，NPN 和 NMOS 输出曲线。 (10) 晶圆制造 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括拉单晶工艺参数设置和设备操作，并进行温度曲线所真，晶圆加工划片和抛光工艺参数设置和设备操作，晶圆 VR					
--	---	--	--	--	--	--

	车间操作。 △3、IC 版图设计工艺验证仿真 (1) 含课件、视频、作业等授课资源，知识点包括版图设计规则仿真 (2) 版图设计规则仿真：NPN 三极管和 CMOS 非门版图设计规则仿真：选择设计 NPN 和 CMOS 版图的关键结构几何尺寸，根据尺寸，进行结构仿真，直观检查版图设计的 DFM 可制造性。 (3) 版图设计结构仿真：输入所设计的 GDS 版图文件，提取数据，绘制 IC 版图的每层图形，并由设计师设置每层的功能和厚度，进行 IC 结构 3D 仿真。 (4) 版图设计工艺验证：版图设计工艺仿真验证仿真：在 IC 版图设计文件结构仿真基础上；选择设计该 IC 版图每层结构的实现工艺流程，并进行 3D 结构仿真；验证版图设计的工艺合理性和正确性。 4、集成电路制造工厂 (1) 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 NPN 三极管和 CMOS 非门实验工厂操作，在虚拟制造工厂中，按照器件的工艺流程，漫游找到每个工序设备并操作，显示每台设备加工完成前后器件结构变化。 三、微电子 IC 封装技术仿真模块 1、IC 封装技术 (1) IC 封装制程 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括抛光、划片、封胶、测试等工艺参数设置和生产操作。 (2) 引线贴装键合 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括点胶和粘晶、邦定、倒装焊等工艺参数设置和生产操作。 2、微电子封装技术 (1) 立体封装 含课件、视频、作业等授课资源，知识点包括器件叠层封装 WELP/TSV、晶圆级封装 FC (WLCSP)、系统级封装 SOC/SIP。 (2) 微组装工艺 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 FC、BGA、QFP、BGA/QFP、BGA/QFN、PoP、MCM 等工艺流程设计和仿真。BGA 电脑工艺参数设计。 3、IC 器件封装工艺设计 (1) 封装类型 含课件、视频、作业等授课资源，知识点包括 PTH 插件封装、SMD/BGA 表贴封装、微电子封装。 (2) SOP/BGA 封装 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 SOP 表贴器件封装、BGA 阵列器件封装原理、工艺流程和参					
--	--	--	--	--	--	--

		数设计。 (3) 器件叠层封装 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 WBLP 和 TSV 封装原理、工艺流程和参数设计。 (4) 晶圆级封装 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括晶圆级封装，FC (WLCSP) 封装工艺流程和参数设计。 (5) 系统级封装 课含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括系统级封装，SIP 封装工艺流程设计和参数设计。 4、集成电路封装工厂 (1) 封装实验工厂 含课件、视频、作业、实验等授课资源，知识点包括 SOP 和 BGA 封装实验工厂操作，在虚拟制造工厂中，按照器件封装的工艺流程，漫游找到每个工序设备并操作，显示每台设备 加工完成前后器件结构变化。 四、考评和教师系统 1、课程类型 集成电路制造工艺、半导体器件、集成电路封装技术、微电子封装技术 2、学生管理 录入（文本和手工）、查询、修改、历史。 3、课程大纲、课程考试 教师可设定课程大纲的章节，学生可查询。基于课程大纲选择出题，知识题≥ 20 题，实践题≥ 8 题。 4、考评和成绩统计 系统自动考评、统计和分析，课程总成绩=课程考试%+作业%+实验%+工程%，可查 询课程考试、作业、实验、工程的成绩。				
5	FPGA 设计开发实验系统	1、采用“系统核心板+功能场景底板”的结构。其中核心板与底板采用可插拔分离式设计。系统共提供一块 8 位微控制核心板、一块 32 位微控制核心板和一块 FPGA 核心板，核心板接口一致，可插拔，可替换。 2、采用项目化设计，预设四个完整项目场景，包括智能农业、智能小车、智能音箱、工业互联网。 3、提供基于 8 位单片机、32 位单片机、FPGA Verilog 语言、FPGA Microblaze 软核实验例程，包含但不限于底板各硬件单项实验、智能农业综合实验、智能小车综合实验、智能音箱综合实验、工业互联网综合实验。 4、底板硬件资源按预设项目场景划分为 5 个功能区，即智能农业区、智能小车区、智能音箱区、工业互联网区、公共资源区，并且在底板上印刷有直观的框图文字进行区分。用户可通过核心板上的硬件拨码开关选择相关的功能区开展实验，无需使用杜邦线进行硬件连接。	套	4	D	

	5、公共资源区：一个核心板接口，2个100P BTB 高速连接器母座用于与核心板连接；≥一个3.5寸 TFT 液晶彩屏，板载，分辨率≥320*480，16位真彩显示，自带电容式触摸屏，支持多点触摸；一颗EEPROM 存储器芯片；≥一个DS1302 时钟芯片，及后备电池接口；一路ISP 下载接口，可用于8位/32位单片机程序下载；≥一个TF 卡接口，支持SPI 和SDIO 接口协议；4排扩展IO 插座；≥一个系统复位按键。 6、智慧农业区：≥一个光敏传感器；≥一个DHT10 温湿度传感器；≥一个反射式红外对管传感器；≥两个4位联体数码管；≥一颗高亮可调光LED 灯珠；≥一个4相5线步进电机及其驱动电路；≥一个语音识别芯片及其外围电路，结合核心板可实现非特定人声语音识别；≥8个贴片led；≥一个加密模块，wifi/蓝牙传输模块，支持Python 编程开发。 7、智能小车区：≥两个直流减速电机，分别安装有码盘；≥一个红外对管测速传感器；≥一个电位器；≥一个DS18B20 温度传感器；≥一个蜂鸣器；≥一个超声波测距传感器；≥一个12864 液晶模块。 8、智能音箱区：配置高性能音频编解码芯片及其外围电路；≥一个板载扬声器；一组4*4 矩阵按键。 9、工业互联网区：≥一个百兆以太网接口，可通过8位/32位单片机进行控制；≥一个千兆以太网接口，可通过FPGA 进行控制；≥一个板载摄像头, 可通过8位/32位单片机采集实时画面；一路继电器控制电路；≥一个高速AD 和高速DA 接口，最大转换速率125MSPS (DA) 32MSPS (AD), 配合FPGA 核心板可完成虚拟示波器、虚拟信号发生器等实验。					
--	---	--	--	--	--	--

质保期：设备验收合格后三年。

付款方式：项目完成且经验收合格货物无质量问题，采购人一次性向供应商支付全部合同货款。

交付时间：自签订双方合同之日起30日内供货安装调试完毕。