

合同编号：郑大-竞磋-2021-0105

郑州大学无人机灾害救援自动控制虚拟仿真实验系统采购合同

甲方：郑州大学

乙方：山东经世智能科技有限公司

本合同适用于郑州大学所有运行在校园网络上以满足学校教学、科研、管理和服务而建设，用于信息收集、存储、传输、处理、维护、使用和发布等用途的计算机软件类项目采购。其他类软件采购可参照本合同。

一、 合同内容及要求

1、 合同内容(须注明项目名称)

无人机灾害救援自动控制虚拟仿真实验系统项目

为申报国家级虚拟仿真实验项目，立足自动化专业本科生人才的培养，通过虚拟仿真教学实验建设，实现教学团队组建，科学研究人才培养的方法，力争实现国家级专业特色。因此需要采购虚拟仿真开发服务，以保障该项目顺利实施。主要功能：无人机主体及环境仿真系统、无人机参数显示界面、无人机控制系统仿真、人机交互界面。

详细技术参数及要求请查看合同附件。

2、 合同要求

甲乙双方在签订合同的同时，签订《郑州大学信息系统建设网络安全责任协议》和《郑州大学信息系统建设信息安全保密协议》。

二、 合同总价款

本合同总价款为人民币（大写）壹拾玖万玖千叁佰 圆整（¥ 199300 元）。

序号	产品名称	单价（元）	数量	合计（元）	交货期
----	------	-------	----	-------	-----

1	无人机灾害救援自动控制虚拟仿真实验系统（三年质保）	199300	1	199300	45 日历天
总计		人民币壹拾玖万玖千叁佰 圆整（¥ 199300 元）			

三、质量要求或服务标准，乙方对质量负责的条件和期限

- 1、服务期限：45 日历天；
- 2、质量：符合招标要求。

四、服务约定

- 1、交货时间： 45 日历天。
- 2、交货地点： 甲方指定地点。
- 3、交货方式： 满足附件技术及服务要求。

五、验收标准、方法

1、软件产品已经完整的部署在甲方提供的指定服务器资源上，配置学校内网测试 IP 地址，使用安全合规的测试数据，并在此运行环境上进行信息系统的功能测试、性能测试、安全测试等工作。

2、功能测试。乙方提交软件产品的功能测试报告，并对功能测试报告的真实性承担责任。乙方依据软件产品开发需求、设计文档、采购时的技术参数要求并结合功能测试用例等完成软件产品的功能测试，形成功能测试报告。

3、性能测试。乙方提交软件产品的性能测试报告，并对性能测试报告的真实性承担责任。乙方依据软件产品开发需求、设计文档、采购时的技术参数要求，在用户量、数据量的超负荷下，对软件运行时的相关数据进行分析测试，形成性能测试报告。

4、代码安全审计。乙方提交软件产品完整的、真实的、功能一致的源代码进行代码安全审计。如因特殊原因无法提供源代码的，由乙方委托具有中国计量认证（CMA）或中国合格评定国家委员会（CNAS）认可实验室证书等资质的第三方软件代码测评机构出具的代码审计合格报告。报告中的软件源代码要和实际部署的软件产品完全一致。

5、安全风险评估。(1) 乙方提交委托具有中国信息安全测评中心颁发的信息安全服务资质（风险评估类）或中国网络安全审查技术与认证中心颁发的信息安全风险评估服务资质的第三方测评机构出具的渗透测试报告；(2) 乙方提交由甲方网络管理中心出具的安全基线配置核查报告和系统漏洞扫描报告。

6、其他验收文档。乙方提交软件产品包括需求分析文档、系统设计文档、接口技术文档、数据字典文档、部署配置文档、运行维护文档和用户使用指南等相关验收资料。

六、结算方式及期限

根据本项目的具体情况，经甲乙双方协商后，结算费用按照阶段进行相应的比例支付，具体如下：

1. 定制软件结算方式及期限

(1) 乙方完成合同规定的基本功能后，甲方向乙方支付合同总价款的 30%，即人民币（大写）伍万玖千柒佰玖拾 圆整（¥ 59790 元）。

(2) 乙方完成项目的全部实施工作，且满足项目验收标准，甲方组织项目验收合格并经审计后，甲方向乙方支付合同总价款的 55%，即人民币（大写）壹拾万零玖千陆佰壹拾伍 圆整（¥ 109615 元）。

(3) 质保期满后，甲方向乙方支付剩余 15% 的货款，即人民币（大写）贰万玖千捌佰玖拾五 圆整（¥ 29895 元）。

七、免费质保约定

质保期：三年。（自甲方验收合格交付使用后计算）质保期内乙方免费上门、免费维修维护。

八、售后服务承诺（包括服务的内容、方式、响应的时间、电话、质保期满结束后的维保等相关内容）

1、服务内容

1) 乙方承诺提供原厂商 三 年（不少于三年）的免费质保。质保期自项目验收合格之日起开始计算。

2) 乙方承诺在质保期内免费提供产品的运维、优化、升级以及非模块级的功能需求变更、部署结构变化等服务。

3) 乙方承诺对于本项目中存在的 Bug、缺陷、安全风险隐患等，在质保期内

外均提供持续的修补和消除服务。

4) 乙方承诺根据甲方所有业务系统的需求和运作规律,有针对性地制定项目系统平台的运维和售后服务保障方案,建立完善的售后服务体系。

5) 乙方承诺在售后服务过程中提供完善的文档记录,包括故障处理报告、健康巡检报告、系统性能检测调优报告、系统安全检测报告、服务年度报告等。

6) 乙方承诺提供故障分级响应机制,按照售后服务计划和质量保证承诺向甲方提供优质的技术支持服务。

2、响应方式和响应时间

故障级别	响应时间	技术人员到场时间	解决时间
I 级: 属于紧急问题; 其具体现象为: 系统崩溃导致业务停止、数据丢失、网络安全事件和安全隐患。	7*24 小时实时响应	2 小时内到达现场	3 小时
II 级: 属于严重问题; 其具体现象为: 出现部分部件失效、系统性能下降但能正常运行, 不影响正常业务运作。	7*24 小时实时响应	2 小时内到达现场	8 小时
III 级: 属于较严重问题; 其具体现象为: 出现系统报错或警告, 但系统能继续运行且性能不受影响。	7*24 小时实时响应	2 小时内到达现场	12 小时
IV 级: 属于普通问题; 其具体现象为: 系统技术功能、安装或配置咨询, 或其他显然不影响业务的预约服务。	7*24 小时实时响应	2 小时内到达现场	即时

3、响应电话:

联系电话 15264512510。

4、质保期外服务:

乙方承诺提供质保期外的 有偿 (无偿或有偿) 服务。有偿服务收费标准为每年人民币 (大写) 壹万 圆整 (¥ 10000 元), 所提供服务与质保期内服务相同, 并承担同样的责任与义务。

九、履约担保

乙方向甲方以转账方式提供合同总价款 5% 的履约保证金。履约保证金在签订合同前交学校财务处, 项目验收合格、正式交付使用后予以退还。

十、违约责任

1、乙方违约：乙方提供的服务内容不符合约定的质量要求，甲方有权解除或终止合同，并要求乙方按合同总价款的 5% 支付违约金，给甲方造成经济损失的，乙方还应如数赔偿；乙方未按约定期限交付投标物，每迟延一天须按合同总价款的 5% 向甲方支付违约金。因为乙方原因造成合同迟延履行，甲方有权解除或终止，并且要求乙方赔偿由此造成的经济损失。

2、甲方违约：甲方未能按双方约定的方式和期限支付货款，按有关规定承担违约责任。

十一、其他

1、组成本合同的文件及解释顺序为：投标书及其附件、本合同及补充条款；招标文件及补充通知；中标通知书；国家、行业或企业（以最高的为准）标准、规范及有关技术文件。

2、双方在执行合同时产生纠纷，协商解决，协商不成，可向甲方所在地人民法院提起诉讼。

3、本合同未尽事宜，由甲乙双方协商后签订补充协议，与本合同具有同等法律效力。

4、乙方在合同中提供的乙方名称以及开户银行、户名、账号在合同终止前不得更改。

5、本合同共 11 页，一式十份，甲乙双方各四份，招标代理机构二份。

6、本合同双方签字盖章后生效，合同签署之日起至合同内容执行完毕为本合同有效期。

甲方（盖章）：郑州大学

法定代表人或代理人：

单位地址：河南省郑州市高新区科学大道 100 号

电话：0371-67781128

开户银行：工行郑州中苑名都支行

户名：郑州大学

账号：1702021109014403854

签订日期：

签约地点：

乙方（盖章）：山东经世智能科技有限公司

法定代表人或代理人：

单位地址：山东省烟台市高新区蓝海路 1 号 4 号楼

电话：15264512510

开户银行：烟台农村商业银行股份有限公司营业部

户名：山东经世智能科技有限公司

账号：2290022694205000012972

签订日期：

附件：无人机灾害救援自动控制虚拟仿真实验系统技术参数

序号	货物名称	技术及服务要求	单位	数量
1	无人机灾害救援自动控制虚拟仿真实验系统	一、基本功能 1、系统原理仿真 实现无人机驱动仿真模型进行原理仿真分析，包括无人机空气动力学模拟、机械原理模拟、PID 闭环稳态控制模拟等。 2、系统功能仿真 实现无人机模型进行飞行的实时功能展示，包括等起飞、降落、俯仰运动、偏航运动、定点悬停和垂直起降等。 3、参数实时显示 本设备依托于前端仿真可视化技术，实现无人机飞行、起飞、降落等过程中的关键参数动态实时显示，包括集中力、发动机油闷、速度、海拔高度、燃料等 4、提供外部程序接口 系统支持同外部控制系统直接通讯，可通过 Matlab、python、C++等多种方式完成控制算法编写，实现控制算法的虚拟调试与验证。 5、自定义镜头 支持自定义局部虚拟镜头，可以通过调整局部虚拟镜头角度与位置，实现对于无人机的聚焦； 6、文件导出 系统支持导出视频、图片、PDF 多种形式文件，用于生成无人机工艺仿真实验相关图文资源； 7、实验报告导出 系统支持直接导出单次及多次仿真实验报告文件。 二、无人机主体 ※ 1、无人机仿真动作仿真和观察 在无人机主体模型中，可以动态模拟无人机横滚运动，俯仰运动，偏航运动，定点悬停和垂直升降等运动姿态中各部位的运动，能够不受视角限制，从多个角度观测无人机的动作模拟过程； ※投标现场需要操作软件演示无人机动作仿真模拟，可模拟无人机横滚运动、俯仰运动，偏航运动等；能够不受视角限制，从多个角度观察无人机的动作模拟等。 2、物理特性引擎 系统内置物理特性模拟，可以计算无人机升降过程中的物理量，实现无人机飞行高度动态模拟，实时动态获取无人机高度和速度信息； ※ 3、起飞、降落和悬停等过程模拟	套	1

	模拟真实无人机的起飞和降落过程，对无人机离地，无人机与地面接触、无人机悬停等全过程进行动态模拟； ※投标现场需要操作软件演示无人机的起飞、降落和悬停过程，对无人机离地，无人机与地面接触、无人机悬停等全过程进行动态模拟。 ◆4、无人机飞行原理仿真 (1) 系统包含完整的叶片元素动量理论分析，为螺旋桨之类的“旋翼”式机翼无人机提供了 AAA 飞行模拟物理学。 (2) 内置详细的空气动力学算法：转子叶片产生的升力，扭矩，方向力和控制力矩是根据标准空气动力学原理和公式以及所提供的变量计算得出的。无人机升力根据每个旋翼及其连接的桨叶计算。叶片采用真实的空气动力学计算进行建模。每个叶片都有一个附加的翼型，带有 javafoil 生成的性能图。升力系数、阻力系数、升力和阻力取决于真实生活中无人机的速度、高度和机翼迎角。叶片产生的升力还取决于空气密度，空气密度也随飞机高度而变化。 (3) 真实的发动机系统：发动机的建模具有高度的准确性和真实性。输出功率取决于动态变量，如无人机速度、空气密度、飞行高度、环境温度等。 (4) 真实的飞行控制：所有主要的旋翼无人机配置以及其各自独特的控制和系统都可以使用该系统进行建模。 (5) 逼真的引擎：可以为无人机提供不同的引擎；具有实际性能依赖性的活塞，涡轮轴和电动发动机， (6) 内置碰撞损坏系统：无人机机身，机翼表面，都可以以真实的方式碰撞损坏。 5、无人机飞行模拟操作 提供与无人机原理及功能仿真系统的交互式接口，能够在显示部分经过鼠标或键盘的快速操作，调用、展示底层无人机功能仿真模型，对仿真模型中的输入、输出接口、模型解算功能等进行高亮显示。 ◆二、环境模拟系统 本仿真系统对无人机所处环境进行模拟，主要包含灾害现场救援环境、跑道及停机环境、光线环境、天气环境、声音环境四种环境设置与模拟，具体功能： 1、灾害救援现场环境搭建：选取典型火灾救援现场场景建设； ※ 2、光线环境功能 (1) 系统时间为 24 小时制； (2) 具有自动读取系统当前时间的功能，打开仿真系统，自动设置为当前主机的时间； (3) 时间流逝效果：可以动态更改当前的时间，日出、日中、日落、夜晚（无月）、夜晚（有月）、凌晨平滑过渡；	
--	--	--

	(4) 能够对白天、夜晚光线进行设定, 在白天光线下, 以中午 12 点太阳位置为准, 无人机应有地面阴影。在夜晚光线下, 应保证环境全黑, 有月光照明, 无人机机上照明; ※投标现场需要操作软件演示光线环境模拟, 可设置时间流逝效果、可设定白天、夜晚光线; 可设定无人机阴影等。 ※ 3、天气环境模拟功能 (1) 可设置雷雨天、雪天、冰雹、雨夹雪、雾天环境; (2) 可设置以上天气的强度, 闪电的强度 (高强度极端天气下会有雨幕, 雪幕效果); (3) 可设置无云、少云、中度多云、重度多云 (明亮)、重度多云 (阴暗)、风暴极端天气, 以天空被云遮蔽的总成数表示, 0~2 成表示晴天, 3~5 成表示少云, 6~8 成表示多云, 9~10 成表示阴; (4) 可设置体积云, 模拟无人机云端穿行; (5) 可设置风速、风向、开启随机风向, 并且可以影响雨、雪的飘落方向, 风的来向以角度表示, 正北方向为 0°, 正东方向为 90°, 正南方向为 180°, 正西方向为 270°; (6) 可设置雨、雪、冰雹的碰撞, 并且有落地的飞溅效果。 ※投标现场需要操作软件演示天气环境模拟, 可设置雷雨天、雪天、冰雹、雨夹雪、雾天等环境; 可设置闪电的强度; 可设置体积云; 可设置风速、风向等; 可设置雨、雪、冰雹等碰撞等。 4、声音环境仿真功能 (1) 无人机空中飞行、起飞、降落音效; (2) 环境噪音: 3D 音效, 包括风声、雨声、雷电声、人声、电台声音等其他噪音; (3) 可以打开或关闭并调整以上音效的大小。 三、无人机仿真参数显示界面: 1、无人机主体及环境仿真显示界面: 主体及环境仿真显示界面: 无人机主体及环境仿真系统仿真结果动态显示, 包括带环境效果的整机动态显示界面, 设计美观, 布局合理, 具有科技感; 2、结果显示说明: a) 无人机虚拟仿真参数显示界面介绍 发动机油门、集中力、坐标导航、速度、海拔高度、燃料、重量、空气密度、大气压强、温度; 四、控制系统虚拟调试 1、支持控制系统特性时域分析 模拟设置不同救援场景下无人机的位置和姿态信息, 利用时域分析方	
--	--	--

	法显示无人机的飞行响应曲线，并测定控制响应的上升时间、峰值时间、调节时间、超调量和稳态误差等性能参数； ※ 2、PID 控制系统仿真； 熟练掌握 PID 控制系统的基本原理，根据追踪目标提出飞行器高度和姿态控制指标，设计 PID 控制器的控制参数，并通过工程整定方法实现控制器参数比例度 δ、积分系数 K_i、微分系数 K_d 的整定，并进一步分析高度和姿态信号的跟踪情况。 通过 PID 控制器，在 PID 控制器可以学习比例、积分和微分的各个模块作用、控制规律、整体框图等内容，同时掌握 PID 的控制规律对系统性能的影响。 ※ 投标现场需要操作软件演示 PID 控制系统的基本原理，通过工程整定方法实现控制器参数比例度 δ、积分系数 K_i、微分系数 K_d 的整定，并进一步分析高度和姿态信号的跟踪情况。 3、滑膜变结构控制仿真 通过软件设计特定的滑膜控制器，深入理解滑膜控制算法中的滑膜面参数 A 和控制器参数 K 的作用（A 和 K 均具有一定的范围），根据滑膜面参数 A 的不同设计参数，得到剧烈抖振和轻微抖振两种不同收敛结果；调整滑膜控制器参数 K 的数值，进行轻微抖振和剧烈抖振滑膜控制器参数的追踪结果曲线。 4、模糊反馈控制仿真 模拟反馈控制仿真通过特定的模糊反馈控制曲线，完成救援场景下的无人机搜寻目标的自动控制。该模糊反馈控制，只做教学演示，让学生了解模糊反馈控制的控制原理。 三、管理平台 1. 门户网站 系统提供专用的实训中心门户网站，通过门户网站可以了解该实训中心的建设情况、操作说明、展示视频，还可以通过该门户网站下载虚拟仿真实训的客户端。 2. 后台管理系统 2.1 考核功能 系统提供后台管理管理功能，通过后台管理模块，老师可以设置不同的考核点，考核点既可以按照最终合格产品输出来定义，也可以通过仿真数据的工艺指标输出来定义。 所有的考核评分上传到后台管理模块，老师可以在后台管理模块进行打分。 2.2 系统用户管理 (1) 教师可以从后台创建用户。包括用户的账户名称、真实名称、学号、学院、年级、班级、初始密码、角色、可以设置仿真软件是否绑定用户电脑（一个账户只能在一个电脑上使用，如果不设置绑定，则	
--	---	--

	用户的账户可以在任意电脑上使用)、批量启用/禁用账户。用户可以通过账户/学号 和密码登陆仿真系统。 (2) 提供账户数据导入功能, 通过学校的教务系统导出学生的信息数据并导入系统, 批量创建账户。 (3) 如若学校的教务系统有数据接口的话, 提供连接学校的数据接口, 批量创建账户。 (4) 后台可以设置学生账户的注册开启、关闭功能, 开启后, 学生下载仿真, 从仿真端注册账户。教师可以在后台进行审核是否通过。通过后, 学生才可以登陆仿真系统。 (5) 系统提供账户数据批量导出功能。 (6) 系统支持统计学生账户的仿真登陆次数; 登陆时间; 登陆 IP。 (7) 系统提供数据维护功能, 可以自动标识是否是在校和毕业的用户。 (8) 汇总统计表: 系统提供汇总当前的账户信息数据。包含但不限于 (学生账户类型汇总饼状图、学生登陆次数汇总柱状图、, 单日/月度/年度学生登陆系统次数的柱状图, 单日/月度/年度校内校外用户登陆汇总饼状图) 2.3 仿真实训数据库 系统提供仿真实训数据库, 该仿真实训数据库中保存了所有的实训数据, 将保存学生实训的操作数据, 老师的考核指标及考核评分数据等。 2.4 数据接口, 提供与教育部实验空间进行数据对接。	
--	--	--