

合同编号SXCDC-2025-429

陕西省疾病预防控制中心鼠布防控所

鼠洞智能识别服务采购项目

采购合同

甲方：陕西省疾病预防控制中心

乙方：西安风行创想网络科技有限公司

采购项目编号：TZZB-Z-2025265C.1B2

签订地点：西安市

采购人（甲方）：陕西省疾病预防控制中心

供应商（乙方）：西安风行创想网络科技有限公司

根据《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国政府采购法》与项目行业有关的法律法规，以及陕西省疾病预防控制中心鼠布防控所鼠洞智能识别服务采购项目（三次）《竞争性磋商文件》，乙方的《磋商响应文件》及《成交通知书》，甲、乙双方同意签订本合同。详细技术说明及其他有关合同项目的特定信息由合同附件予以说明，合同附件及本项目的《竞争性磋商文件》《磋商响应文件》《成交通知书》等均为本合同的组成部分。

第一条 项目基本情况

1. 项目概况：

品目编码	品目名称	采购标的	采购数量	计量单位	服务范围	单价(元)	总金额(元)
1-1	其他信息技术服务	鼠布防控所鼠洞智能识别服务采购	1	项		88000.00	88000.00

2. 合计金额人民币（大写）：捌万捌仟元整

第二条 合同价款

1. 合同总价款为人民币（大写）：捌万捌仟元整，¥88000.00元。

2. 本项目合同总价款由以下组成：软件开发费用、现场技术实施费（含无人机、电脑等现场所需设施设备，差旅交通等所有现场采集费用）、提供培训师资、售后（质保）等费用。

3. 甲方无须另向乙方支付本合同规定之外的其他任何费用。

4. 履约保证金：不涉及。

第三条 付款方式、时间及条件

1. 结算单位：采购人结算，在付款前，成交供应商必须开具全额发票给采购人。

2. 付款方式：合同签订后分两次付清全部费用，签订后 15 个工作日内支付合同总金额的 80%（柒万零肆佰元整），验收合格交付后 5 个工作日内支付合同总金额的 20%（壹万柒仟陆佰元整）。

第四条 交付时间、地点、方式

1. 交付时间：自合同签订之日起 1 年内。

2. 交付条件：除质保期服务项目外，其余所有服务工作完成且按照甲方要求通过现场验收。

甲方联系人：李哲，15619247787。

乙方联系人：潘磊，17791583488。

第五条 质量保证及售后服务

1. 质量保证：乙方应保证所提供的服务，符合甲方的要求。如不符合时，乙方应负全责并尽快处理解决，由此造成的损失和相关费用由乙方负责，甲方保留终止合同及索赔的权利。

2. 售后服务：在项目验收交付后的 2 年为质保期，提供至少 2 次现场培训，针对无人机数据采集操作，确保操作人员掌握软件安装、参数配置、结果分析、日常监测等技能。质保期第 1 年提供 7×24 小时远程技术支持。故障响应时间≤4 小时，现场维修（如需）≤3 个工作日。质保期内每半年提供一次免费的模型优化服务，每次优化后，

模型的准确率需达到 80%及以上，召回率不低于 80%，平均精度要在 80%及以上。质保期内免费提供由于软件自身原因导致的缺陷修复，并附有详细的《版本更新说明》。

第六条 验收

乙方完成服务后应及时通知甲方进行验收。验收方式：甲方利用乙方提供的无人机操作规范进行数据采集，将新采集的视频/照片导入软件中计算鼠洞数量及类型，若准确率需达到 80%及以上，召回率不低于 80%，平均精度要在 80%及以上则验收合格，甲方在验收合格单上签字；验收不合格的，乙方应当在 7 日内进行调整，并重新提交甲方验收。

第七条 无产权瑕疵条款

乙方保证所提供的服务的所有权完全属于乙方且无任何抵押、查封等产权瑕疵。如有产权瑕疵的，视为乙方违约。乙方应负担由此而产生的一切损失。

第八条 甲方的权利和义务

1. 甲方有权对合同规定范围内乙方的服务行为进行监督和检查，拥有监管权。有权定期核对乙方提供服务所配备的人员数量。对甲方认为不合理的部分有权下达整改通知书，并要求乙方限期整改。
2. 甲方有权依据双方签订的考评办法对乙方提供的服务进行定期考评。当考评结果未达到标准时，乙方应根据甲方要求及时整改。
3. 负责检查监督乙方管理工作的实施及制度的执行情况。
4. 根据本合同规定，按时向乙方支付应付服务费用。
5. 国家法律、法规所规定由甲方承担的其它责任。

第九条 乙方的权利和义务

1. 对本合同规定的委托服务范围内的项目享有管理权及服务义务。
2. 根据本合同的规定向甲方收取相关服务费用，并有权在本项目管理范围内管理及合理使用。
3. 及时向甲方通告本项目服务范围内有关服务的重大事项，及时配合处理投诉。
4. 接受项目行业管理部门及政府有关部门的指导，接受甲方的监督。
5. 国家法律、法规所规定由乙方承担的其它责任。

第十条 违约责任

1. 甲乙双方必须遵守本合同并执行合同中的各项规定，保证本合同的正常履行。
2. 依据《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国政府采购法》的相关条款规定和本合同约定，乙方未全面履行合同义务或者发生违约，甲方有权终止合同，依法向乙方进行经济索赔，并报请政府采购监督管理机关依法进行相应的行政处罚。甲方违约的，应当赔偿给乙方造成的经济损失。

第十一条 不可抗力事件处理

1. 在合同有效期内，任何一方因不可抗力事件导致不能履行合同，则合同履行期可延长，其延长期与不可抗力影响期相同。
2. 不可抗力事件发生后，应立即通知对方，并寄送有关权威机构出具的证明。

3. 不可抗力事件延续 30 天以上，双方应通过友好协商，确定是否继续履行合同。

第十二条 合同的变更和终止

除《中华人民共和国政府采购法》第 49 条、第 50 条第二款规定的情形外，本合同一经签订，甲乙双方不得擅自变更、中止或终止合同。

第十三条 争议解决条款

在执行本合同中发生的或与本合同有关的争端，双方应通过友好协商解决，经协商在 7 天内不能达成协议时，则采取：向甲方所在地有管辖权的人民法院提起诉讼。

第十四条 合同生效及其他

1. 双方共同确认，乙方提交的《磋商响应文件》（包括但不限于技术方案、服务承诺、产品配置、业绩证明等所有内容）是本合同的组成部分，与本合同具有同等法律效力。本合同中未予明确约定的技术细节、服务标准、履行方式等，均应遵从《磋商响应文件》中的相关描述与承诺。

2. 合同经双方法定代表人或授权委托代理人签字并加盖单位公章后生效。

3. 合同执行中涉及采购资金和采购内容修改或补充的，须经政府采购监管部门审批，并签书面补充协议报政府采购监督管理部门备案，方可作为主合同不可分割的一部分。

4. 本合同一式陆份，自双方签章之日起起效。甲方伍份，乙方壹份，具有同等法律效力。

第十五条 附件

1. 成交通知书；
2. 功能需求清单；
3. 项目实施方案；
4. 交付物清单。

甲方（公章）：陕西省疾病预防控制中心

法定代表人（委托代理人）：

地址：陕西省西安市碑林区建东街3号

开户银行：中国银行西安雁塔路支行

账号：103660804396

纳税人识别号：

12610000435203421E

电话：029-83239388

日期：2025年11月11日

乙方（公章）：西安风行创想网络科技有限公司

法定代表人（委托代理人）：

地址：陕西省西安市雁塔区科技西路2825号绿地鸿海大厦B座20702-E28室

开户银行：招商银行股份有限公司西安大兴东路支行

账号：129912390810808

纳税人识别号：

91610113MAB0QDUB53

电话：17791583488

日期：2025年11月11日

成交通知书



成交通知书

西安风行创想网络科技有限公司：

贵单位于2025年10月29日递交“陕西省疾病预防控制中心鼠布防控所鼠洞智能识别服务采购项目（三次）”磋商响应文件，本项目评审工作已结束。根据磋商小组的评审结论，陕西省疾病预防控制中心确定贵单位为该项目成交供应商。

成交金额：（大写）捌万捌仟元整

（小写）¥88000.00

请贵单位在接到本通知书后的三十日内与陕西省疾病预防控制中心订立书面合同，并及时履行合同内容。

特此通知



附件 2

功能需求清单

承载端	功能版块	功能名称	功能明细	备注
PC 端	数据管理	视频数据导入	支持常见无人机视频格式的本地导入	需兼容主流无人机视频格式
PC 端		数据存储管理	存储原始图像、识别结果及相关元数据	支持 JPG 格式及热成像辅助图像同步存储
PC 端		数据关联	关联视频采集时间、地理位置、无人机高度、航向角、采集设备等信息	元数据完整记录
PC 端	核心识别	鼠洞智能识别	基于深度学习模型的离线鼠洞自动识别	准确率 $\geq 80\%$ ，召回率 $\geq 80\%$ ，平均精度 $\geq 80\%$
PC 端		性能要求	在指定硬件配置下处理速度 ≥ 20 张/秒（ 600×600 像素）	硬件：12th Gen Intel i5, RTX 3060 Ti 8GB, 16GB 内存
PC 端		参数配置	支持设置鼠洞尺寸范围、置信度阈值等识别参数	可调节识别灵敏度
PC 端	结果标注	自动标记	识别完成后自动在图像中框选标记鼠洞位置	可视化框选标记
PC 端		定位标记	支持在图像中框选标记鼠洞位置，并叠加鼠洞坐标、识别置信度（0-100%）、无人机型号及编号信息。	
PC 端		信息叠加	标记框中叠加显示鼠洞坐标、识别置信度（0-100%）、无人机型号及编号	信息完整展示
PC 端		手动纠错	支持手动添加、删除、修改鼠洞标记	人工干预校正
PC 端	可视化界面	多语言界面	提供中文/英文操作界面	支持双语切换
PC 端		账号管理	用户登录与权限授权系统	基础权限控制
PC 端		结果展示	识别结果可视化展示，支持图片浏览与标记查看	直观的结果呈现
PC 端	日志记录	过程日志	记录识别过程日志（含错误信息、处理时长、设备状态），记录无人机的硬件状态数据（如热成像相机工作状态），支持日志导出（TXT 格式）用于故障排查。	详细的运行日志

承载端	功能版块	功能名称	功能明细	备注
PC端		日志导出	支持日志以TXT格式导出，用于故障排查	便于问题分析
PC端	数据导出	识别结果导出	支持将识别结果导出为JSON/CSV格式	结构化数据输出
PC端		地图文件导出	导出带鼠洞标记的地图文件，格式：Shapefile、KML、GeoJSON	兼容ArcGIS、QGIS等GIS软件
PC端		统计报告	生成包含鼠洞类型、鼠洞数量、识别置信区间、鼠洞分布热力图、检测速度、识别类型等数据的统计报告	综合分析报告
PC端	系统要求	运行环境	支持Windows 10（64位）及以上系统本地化部署	
服务端	算法维护	模型优化	质保期内每半年提供一次免费模型优化服务，利用新数据再训练	持续性能提升
服务端		性能保障	质保期内每次优化后模型准确率 $\geq 80\%$ ，召回率 $\geq 80\%$ ，平均精度 $\geq 80\%$	质量保证
服务端	技术支持	现场培训	质保期内提供2次现场培训，涵盖软件安装、无人机数据采集、参数配置、结果分析等	
服务端		技术支持	质保期第1年7×24小时远程技术支持，故障响应 ≤ 4 小时，现场维修 ≤ 3 个工作日	售后保障
服务端		版本更新	质保期内免费缺陷修复，提供详细《版本更新说明》	持续维护
关键交付物要求	<p>软件著作权：提供2套软件著作权登记</p> <p>版权转让：完整转让软件产品所有版权（含源代码、说明书、开发文档等）</p> <p>数据安全：符合国家个人信息保护法、测绘数据安全要求</p> <p>现场服务：提供现场勘察与详细实施方案，完成安装配置与测试支持</p> <p>数据采集：无人机数据采集操作规范</p>			
硬件与数据要求	<p>采集设备：中标方自行准备数据采集设备</p> <p>采集区域：指定的半荒漠化田地</p> <p>数据类型：兼容常见无人机视频类型</p>			

附件 3

鼠洞智能识别服务项目实施方案

1. 项目全景与深度解读

1.1 项目背景与战略意义

鼠洞踏查是鼠疫疫源地动物鼠疫监测防控的首要与基础性工作,但踏查区域多位于人烟稀少、交通不便的荒漠草原地区,面积大、鼠洞数量多,传统的地面调查统计鼠洞数量及分布情况费时费力且存在感染鼠疫的风险。新近研究表明,运用“无人机大范围拍照”+“人工智能鼠洞识别”开展鼠洞踏查既能提高工作效率,扩大踏查范围,又能强化动态监测能力。

1.2 项目核心目标与成功标准

1.2.1 核心目标: 在 100 个日历日内,成功开发并交付一套部署就绪、功能完备、性能稳定的鼠洞识别软件系统。该系统能够通过高效处理无人机标准化采集的现场影像回传到系统,系统通过内嵌的 AI 算法自动完成鼠洞的识别、定位与统计,并生成直观的可视化报告。

1.2.2 成功标准 (SMART 原则):

1.2.2.1 具体性:

形成一套无人机采集现场影像的标准操作规范。

软件需提供 B/S 架构的 Web 端用户界面。

集成至少一个经过充分训练的鼠洞目标检测 AI 模型。

实现图片批量上传、异步识别、结果可视化与报告导出四大核心功能。

1.2.2.2 可衡量性:

在交付时, AI 模型在甲方新采数据集的准确率达 80% 及以上,召回率不低于 80%,平均精度在 80% 及以上。

系统能够支持至少 5 名用户并发操作,一定硬件条件下每秒处理不少于 20 张分辨率为 600 像素×600 像素的图像。

系统无关键性 Bug, 用户体验流畅。

1.2.2.3 可实现性: 基于当前成熟的技术栈 (Python、Vue.js、Java)、有限的 7 人团队和 100 天周期,通过科学的项目管理与敏捷开发实践,上述目标是可实现的。

1.2.2.4 相关性: 项目的每一项功能都直接服务于“精准、高效识别鼠洞”的核心业务需求,杜绝范围蔓延。

1.2.2.5 时限性: 项目严格限定在 100 个日历日内完成,最终交付日为第 100 天。

1.3 核心功能范围界定

1.3.1 本项目范围内包括:

1.3.1.1 用户认证与项目管理: 用户登录、登出;创建和管理不同的调查项目。

1.3.1.2 数据管理核心功能: 支持 JPEG/PNG 格式图片的批量上传;图片与项目、时间、地点的元数据关联管理。

1.3.1.3 AI 识别核心引擎: 基于深度学习的目标检测模型,能够框出鼠洞并给出置信度。

1.3.1.4 结果可视化与交互: 以图库和单图详情两种视图展示识别结果,需清晰显示识别框。

1.3.1.5 数据报告功能：生成包含采集现场区域面积，鼠洞数量、类型、密度、坐标等基本信息的 PDF 报告，并且可导出带鼠洞标记的地图文件 shapefile 等。

1.3.1.6. 系统管理后台：基本的用户权限管理。

1.3.2 本项目范围不包括：

1.3.2.1 无人机自动飞行控制软件的深度开发。

1.3.2.2 多光谱、热成像等非可见光数据的分析。

1.3.2.3 鼠洞深度的精确测量。

1.3.2.4 与第三方政务系统或 GIS 平台的深度集成。

1.2.3.5 移动 App 端的开发。

2. 精细化时间规划与里程碑

本项目采用“瀑布与敏捷相结合”的模式。宏观上遵循需求、设计、开发、测试、交付的瀑布阶段；微观上，在开发与测试阶段采用两周为一个冲刺的敏捷迭代，并与四次现场采集紧密联动。

第一阶段：立项与基础设计（第 1 天 - 第 15 天）

第 1-5 天：需求深化与冻结

任务：与领域专家老师进行至少 2 轮深度需求研讨会。使用“用户故事”的方法梳理所有功能点。制作功能清单，并与客户确认优先级。

产出：《软件开发功能清单表》v1.0（定稿）。

第 6-10 天：技术架构与原型设计

任务：技术选型论证会。完成系统架构图。UI 设计师制作可交互的高保真原型，涵盖所有主要用户操作流程。

产出：《UI 设计图》，高保真 UI 图。

第 11-15 天：环境准备与采集启动

任务：搭建开发、测试服务器环境。完成代码仓库、项目管理工具的配置。并行执行【第一次现场采集】。无人机及相机进行多场景拍摄，用预算法对鼠洞特征的学习。

产出：基础开发环境，首批原始训练图片数据集（≥2000 张）。

第二阶段：核心开发（第 16 天 - 第 55 天）

本阶段以“冲刺”方式进行，每个冲刺周期为 2 周。

冲刺 1（第 16-30 天）：基础框架与数据管道

目标：完成用户认证、项目管理和图片上传后端 API；完成前端基础框架和项目创建页面；搭建 AI 基础环境。

评审：演示一个可以登录、创建项目并上传图片的系统。

冲刺 2（第 31-45 天）：AI 核心与结果展示

目标：使用第一批数据完成 AI 模型 V1.0 的训练与评估；开发识别任务提交与结果查询 API；前端实现图库视图和单图结果展示页面。

评审：演示上传图片后，系统能识别出鼠洞并在前端显示带框的结果。

【第二次现场采集】（约第 40-42 天）：获取用于盲测和评估 V1 模型泛化能力的新数据。利用无人机的进行多角度的飞行，采集鼠洞照片。

冲刺 3（第 46-55 天）：集成与测试

目标： 将所有模块集成，进行内部测试。修复测试发现的阻塞性和关键性 Bug。二次对采集的数据进行分析，测试鼠洞识别功能，及无人机采集数据的飞行方式的筛选。根据第二次采集的数据评估模型表现，开始 V2 模型的迭代。

评审： 发布第一个可供内部全面测试的版本。

第三阶段：迭代优化与 Beta 版本（第 56 天 - 第 75 天）

冲刺 4（第 56-70 天）：功能完善与模型优化

目标： 开发报告导出功能；前端界面优化与用户体验打磨。基于前两次采集的数据，集中优化 AI 模型至 V2.0，重点提升准确率和召回率。

评审： 演示一个功能完整、生成报告且识别更准确的 Beta 版本。

【第三次现场采集】（约第 65-67 天）：在模型优化后，基于前两次飞行结果，确定一套标准化飞行方式，采集新数据验证优化效果。

第 71-75 天：集中测试与修复

任务： 进行系统测试、性能测试和用户场景测试。集中修复 Beta 测试阶段发现的 Bug。完成《用户操作手册》《无人机采集现场影像标准操作规范》初稿。

第四阶段：验收交付与上线（第 76 天 - 第 90 天）

第 76-85 天：用户验收测试

任务： 将系统部署至预生产环境，邀请最终用户进行为期 10 天的 UAT。收集用户反馈，处理所有 P1/P2 级别的缺陷。

产出： 《用户验收测试报告》和《Bug 修复清单》。

第 86-90 天：正式部署与文档归档

任务： 完成生产环境的部署、配置与数据初始化。提交所有最终版项目文档。

【第四次现场采集】（约第 87-89 天）：作为交付仪式的一部分，进行现场演示，完美展示系统在实际工作中的效能。形成一套完整的无人机采集现场影像的标准操作规范。

产出： 上线运行的系统，全套项目文档。

第五阶段：项目收尾（第 91 天 - 第 100 天）

第 91-95 天：用户培训与知识转移

任务： 组织 2 场线下用户培训会，讲解无人机采集数据规范、系统操作与注意事项。

第 96-100 天：项目总结与运维交接

任务： 编写《项目总结报告》，进行项目复盘。提供为期 10 天的初期免费运维支持。

3. 跨职能团队配置与职责明细

3.1 为确保高效沟通与执行，团队结构扁平化，成员需一专多能。

角色	核心职责详述	每日/每周工作重点
项目经理 (PM)	<ol style="list-style-type: none">项目总控：制定并跟踪项目计划，管理范围、时间和成本。沟通枢纽：作为与客户沟通的唯一接口，组织周会，编写周报。风险管控：识别、评估和缓解项目风险。资源协调：确保团队所需资源到位。	每周：发布项目周报，组织周例会，更新风险登记册。

开发工程师 (x2)	<p>工程师 A (后端) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库设计与 API 开发。 2. 图片存储与处理服务。 3. 服务器部署与运维。 <p>工程师 B (前端) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Web 前端所有页面的开发。 2. 地图组件集成与可视化实现。 3. 用户交互体验优化。 	<p>每日：编码、单元测试、代码提交。</p> <p>每冲刺：完成冲刺承诺的开发任务，参与代码评审。</p>
python 算法工程师	<ol style="list-style-type: none"> 1. 数据管理：制定标注规范，管理标注团队，负责数据清洗与增强。 2. 模型全生命周期：负责模型的选型、训练、验证、优化与部署（提供 API 接口）。 3. 性能保障：持续监控模型线上表现，并规划迭代方向。 	输出模型性能评估报告，与开发团队同步接口变更。
测试/现场工程师	<ol style="list-style-type: none"> 1. 质量保障：编写测试用例，执行功能、集成和性能测试。 2. 外业统领：全面负责 4 次现场采集工作，包括计划、执行、安全与数据管理。 3. 文档支持：编写测试报告和部分用户手册内容。 	<p>非采集期：设计测试，执行测试，提交 Bug。</p> <p>采集期：全身心投入外业工作，确保数据按时按质获取。</p>

3.2 沟通机制:

每周例会：周一上午，时长 1 小时，review 上周成果，制定本周计划。

冲刺评审与规划会：每冲刺末进行，展示成果并规划下冲刺任务。

3.3 人员名单:

职位	姓名	职能	工龄	参与项目
项目总负责人	潘磊	项目总体管理	15 年	智慧养鸡场综合监测信息服务中台 毒鼠屋鼠类活动监测系统
产品经理	郑乐	软件开发	10 年	智慧养鸡场综合监测信息服务中台 毒鼠屋鼠类活动监测系统
开发工程师	冯超	软件开发	8 年	智慧养鸡场综合监测信息服务中台 毒鼠屋鼠类活动监测系统
开发工程师	蒋宏超	软件开发	10 年	智慧养鸡场综合监测信息服务中台 毒鼠屋鼠类活动监测系统
python 算法工程师	刘昊杰	软件开发	5 年	毒鼠屋鼠类活动监测系统
前端开发	邵松	软件开发	6 年	毒鼠屋鼠类活动监测系统 病媒生物防制智能化可视化大屏
前端开发	候占国	软件开发	7 年	智慧养鸡场综合监测信息服务中台 大坝模型数据模拟检测可视化
测试/现场工程师	陈超	现场实施工作	10 年	毒鼠屋鼠类活动监测系统

4. 端到端软件开发技术蓝图

4.1 技术栈选型论证

后端：Python

理由： 作为现代 Python Web 框架，性能优异，直接支持异步编程，能高效处理图片上传和 AI 推理这类 I/O 密集型任务。自动生成 API 文档的特性，能极大提升前后端联调效率。

前端： Vue 3 + Element Plus

理由： Vue.js 学习曲线平缓，开发效率高，生态系统丰富。Element Plus 提供了大量高质量的业务组件，能快速搭建出风格统一、体验良好的中后台管理系统。

AI 框架： PyTorch

理由： PyTorch 生态活跃，代码灵活易懂。在精度和速度上取得了良好平衡，且开源社区提供了极佳的预训练模型和易用的训练接口，非常适合本项目快速启动。

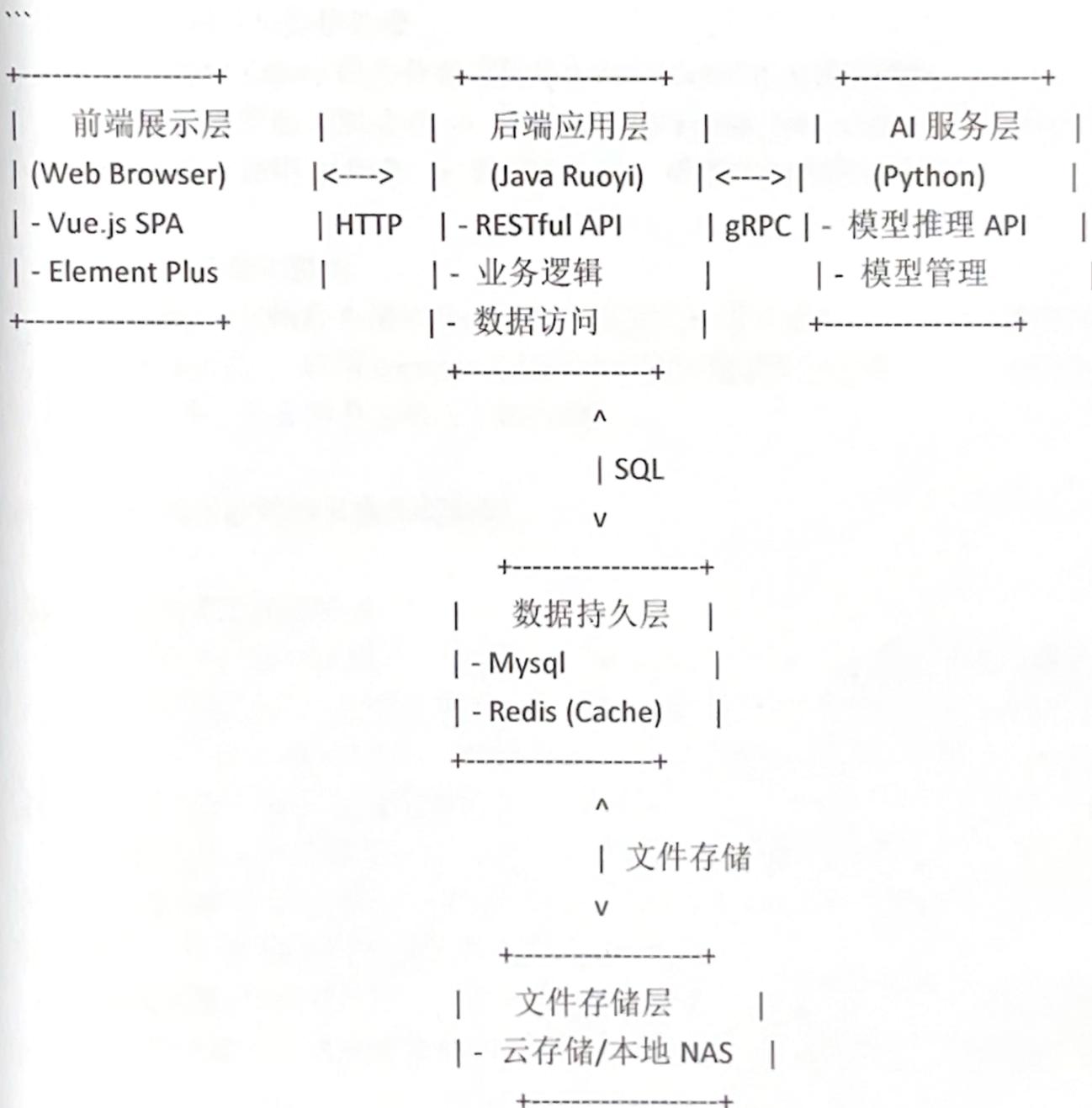
数据库： Mysql+ Redis

理由： Mysql 是功能强大的数据库，便于存储图片的元数据和识别结果。Redis 用作缓存，提升系统响应速度。

部署： Docker + Nginx

理由： 使用 Docker 容器化部署，可以确保开发、测试、生产环境的一致性，避免“在我这儿是好的”问题。Nginx 作为反向代理和静态资源服务器，成熟稳定。

4.2 系统架构详解



4.3 核心模块设计规格

4.3.1 数据管理模块

数据库表设计:

`users` (id, username, password_hash, ...)

`projects` (id, name, description, user_id, created_at)

`images` (id, project_id, filename, original_path, upload_time, gps_info (JSON))

`detection_tasks` (id, image_id, status, started_at, finished_at, result (JSON))

图片上传流程: 前端采用分块上传, 后端接收后生成唯一文件名, 存储至文件系统, 并将元信息写入`images`表。

4.3.2 AI 识别引擎模块

训练流程:

1. 数据标注: 使用 LabelImg 等工具, 以 Pascal VOC 或 YOLO 格式标注鼠洞。
2. 数据增强: 采用 Mosaic、随机旋转、色彩抖动等方法扩充数据集。
3. 迁移学习: 在 COCO 等大型公开数据集预训练的模型上进行微调。
4. 评估指标: 重点关注精确率、召回率、F1-Score 和 mAP@0.5。

部署与服务化: 使用 FastAPI 单独部署一个 AI 服务, 提供`/detect`接口。主后端服务通过异步 HTTP 客户端调用此接口。

4.3.3 任务调度与异步处理

技术: 使用`Celery`作为分布式任务队列, `Redis`作为消息代理。

流程: 用户发起识别请求 -> 后端创建`detection_task`记录 -> 向 Celery 队列推送任务 -> Celery Worker 调用 AI 服务 -> 识别完成后, 更新任务状态和结果。

4.3.4 前端可视化模块

图库视图: 使用瀑布流布局, 每张缩略图角标显示是否已识别及鼠洞数量。

单图详情视图: 使用`Canvas`或`SVG`在原图上叠加绘制识别框, 右侧面板列出每个检测目标的置信度, 并支持手动修正 (V2 功能)。

5. 标准化无人机现场采集作业规程

5.1 四次采集的战略分工

第一次采集 (基础奠基): 目的在于多样性。尽可能覆盖项目区域内所有典型生境: 如不同作物类型的农田、草甸、坡地、渠边等。确保数据能代表未来的应用场景。

第二次采集 (盲测评估): 目的在于真实性。选择与第一次采集不完全重合的新区域及各种飞行角度和方式, 用于客观评估 V1 模型在“未知”数据上的泛化能力, 暴露模型缺陷。

第三次采集 (难点攻坚): 目的在于优化。针对 V1 模型表现不佳的区域 (如杂草特别茂盛、土壤颜色与鼠洞相近) 进行针对性采集, 针对前期的飞行数据, 确定一套最优的飞行采集规范, 为 V2 模型的优化提供“难例”数据。

第四次采集 (演示收官): 目的在于验证与展示。选择最具代表性的样板区域, 在理想的光照条件下进行, 确保采集到的数据质量最高, 用于最终的系统演示和成果汇报。

5.2 单次采集 (5 日) 标准作业程序

第一日: 准备日

上午: 任务部署会

复习本次采集的具体目标和区域地图。

确认天气状况（风速、降水概率、云量）。

准备设备：无人机、遥控器、至少 4 块满电电池、平板电脑、SD 卡、便携电脑、GPS 信标（若需）、安全反光衣。

下午：航线规划与设备检查

在 DJI FLY 等飞行 App 中，为明日所有测区预先规划好航线。

飞行参数设定：

飞行高度：10 米（默认，根据地势可微调）。

飞行速度：3 米/秒（保证图像清晰）。

航向重叠率：80%。

旁向重叠率：70%。

相机角度：-90°（垂直向下）。

对所有设备进行最后一遍功能检查。

第二至四日：飞行作业日

工作流程：

1. 抵达现场，观察实际地形与障碍物，确定安全起降点。
2. 设备架设，等待无人机 GPS 信号稳定。
3. 执行预设航线任务，飞手全程监控无人机状态与电量。
4. 每架次结束后，快速更换电池和 SD 卡，并现场预览最后几张照片，检查对焦和曝光。
5. 填写《飞行记录表》，记录架次、区域、电池编号、异常情况等。

安全规范：

远离人群、高压线和禁飞区。

始终保持视距内飞行。

电量低于 20% 必须返航。

第五日：数据处理日

工作流程：

1. 数据导出：将所有 SD 卡数据拷贝至便携电脑和备份硬盘。
2. 初步筛选：快速浏览图片，删除因镜头污点、运动模糊等原因导致的废片。
3. 数据整理：
建立文件夹结构：`【采集次数】_【日期】_【区域】/JPG/`。
图片文件按 `区域_架次_序列号.jpg` 规则重命名。
4. 数据上传与描述：
将整理好的数据集上传至团队共享服务器或云盘。
编写简单的 `README.txt` 文件，说明本次采集的基本情况、亮点和遇到的问题。
产出：一个结构清晰、命名规范、可供 AI 工程师立即使用的数据包。

6. 全面风险管理与应对策略

风险类别	具体风险描述	概率	影响	应对策略
技术风险	AI 模型精度在复杂场景下不达标。	中	高	缓解：前期投入更多资源进行数据标注和质量控制；采用数据增强；集成模型集成作为后备方案。接受：V1 版本允许一定误差，通过后续迭代优化。

技术风险	系统性能瓶颈，图片识别速度过慢。	中	中	缓解：开发阶段即进行性能测试；采用异步任务队列；AI 服务使用 GPU 加速；对结果进行缓存。
项目风险	恶劣天气导致现场采集计划延误	高	中	应对：制定灵活的采集窗口期；在无法外业时，安排团队进行内业开发、数据标注或文档编写工作。
项目风险	需求在开发中途发生变更。	中	高	应对：严格执行需求变更流程，任何变更必须由项目经理评估其对进度和成本的影响，并由客户书面确认。
资源风险	关键团队成员因病或因故离职。	低	高	应对：鼓励知识共享和文档化；代码必须有注释并进行同行评审；项目经理掌握后备人力资源渠道。
外业风险	无人机坠毁或损坏。	低	高	规避/转移：严格执行飞行前检查；购买无人机商业保险；飞手持证上岗并经验丰富。

7. 部署、培训与维护计划

7.1 系统部署方案

7.1.1 环境准备：实现本地化部署，配置 Docker 环境。

7.1.2 容器化部署：使用 Docker Compose 编排前后端、AI 服务、数据库、Redis 等所有组件。

7.1.3 域名与 SSL：配置域名解析，并安装 SSL 证书启用 HTTPS。

7.1.4 数据迁移：将测试环境的项目数据和 AI 模型迁移至生产环境。

7.1.5 验收检查：完成部署后，执行完整的冒烟测试，确保所有功能正常。

7.2 用户培训计划

7.2.1 培训材料：《鼠洞识别系统用户操作手册》《无人机数据采集操作规范》（图文并茂）、录制 5-10 分钟的核心功能操作视频。

7.2.2 培训方式：协助甲方开展 2 场线下培训，提供培训所需的师资、设施设备、教材等。

7.2.3 培训内容：

7.2.3.1 系统登录与项目管理。

7.2.3.2 图片上传与识别任务管理。

7.2.3.3 识别结果的查看、解读与筛选。

7.2.3.4 统计报告的生成与导出。

7.2.3.5 常见问题解答。

7.2.3.6 无人机飞行采集图像的方式及采集图像的方式。（如：飞行高度、速度、方向，拍摄角度，拍摄方式等）

7.3 后期质保与支持

质保期：项目交付后，2 年质保期内免费提供由于软件自身原因导致的缺陷修复，并附有详细的《版本更新说明》。

支持渠道：提供专属技术支持邮箱和微信群。

后续迭代建议：在项目总结报告中，向客户提供未来系统功能增强的建议。

8. 结论

本方案为鼠洞识别系统的成功实施构建了一个详尽、可信的路线图。通过将 100 天周期精细分解，明确跨职能团队的职责，采用稳健而现代的技术栈，并制定了标准化的外业采集流程，我们能够最大限度地控制项目风险，确保在既定时间内交付一个高质量、高可用、能真正解决实际业务痛点的软件系统。

附件 4

交付物清单

序号	交付物
1	无人机采集现场影像标准操作规范手册
2	软件操作手册
3	软件代码及开发文档
4	软件使用说明
5	软著 2 套（鼠洞分析一套、分析算法一套）