

第六届全国生物多样性监测研讨会

生态引领 数字赋能
Ecology as the Guide, Digitalization as the Empowerment

活体昆虫多样性智能监测系统

数智化构建及应用



报告人：叶保华

山东农业大学植物保护学院

山东省植物病虫害绿色防控工程研究中心副主任

黑龙江·哈尔滨·东北林业大学

2025年8月29日



CONTENTS



01 . 监测体系构建的背景和意义

print the presentation and make it into a film a wider field

02 . 智能监测系统构建

print the presentation and make it into a film a wider field

03 . 应用场景与实证效果

print the presentation and make it into a film a wider field

04 . 下一步工作设想

Plans for the Next Stage of Work

一、监测体系构建的背景和意义



昆虫数量急速下降

过去 30 年，全球昆虫数量以每年 2.5% 的速率持续下降，若维持这一趋势，昆虫可能在 100 年内完全灭绝。蜜蜂、蚂蚁和甲虫的消失速度比哺乳动物、鸟类或爬行动物快 8 倍。

01

保护生物多样性是一道必答题

《昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架》要求 2030 年前实现 30% 陆域有效保护，各国亟需实时、精准的生物多样性本底数据评估，以及持续的监测。

02

传统监测短板性

传统监测手段如人工普查和化学诱捕灯存在根本性缺陷：灭杀式操作破坏生态链条的完整性，低频抽样导致数据滞后数月，专业鉴定依赖使稀有物种监测成本高昂。

03

人工智能是趋势

人工智能与物联网技术的成熟，为活体态、自动化、大尺度的新型监测系统提供了技术窗口，推动生物多样性监测从“破坏性抽样”向“生态友好型感知”的革命性转型。

04



一、监测体系构建的背景和意义

活体昆虫多样性智能监测系统是技术创新与生态的深度融合。它以智能机制推动保护关口前移，成为践行“人与自然生命共同体”理念的核心技术载体。在生物多样性丧失的十字路口，该系统不仅是科学工具的革命，更是人类重建与自然和谐关系的关键实践。

构建“智慧生态哨兵”系统 ——生物多样性动态守护体系

01

突破科学监测瓶颈

该系统针对夜出性昆虫设计，以全过程活体为精准目标，通过柔性撞击板截停昆虫，拍摄室低温，采集数据后转移至维生保育箱，确保昆虫的活力。

02

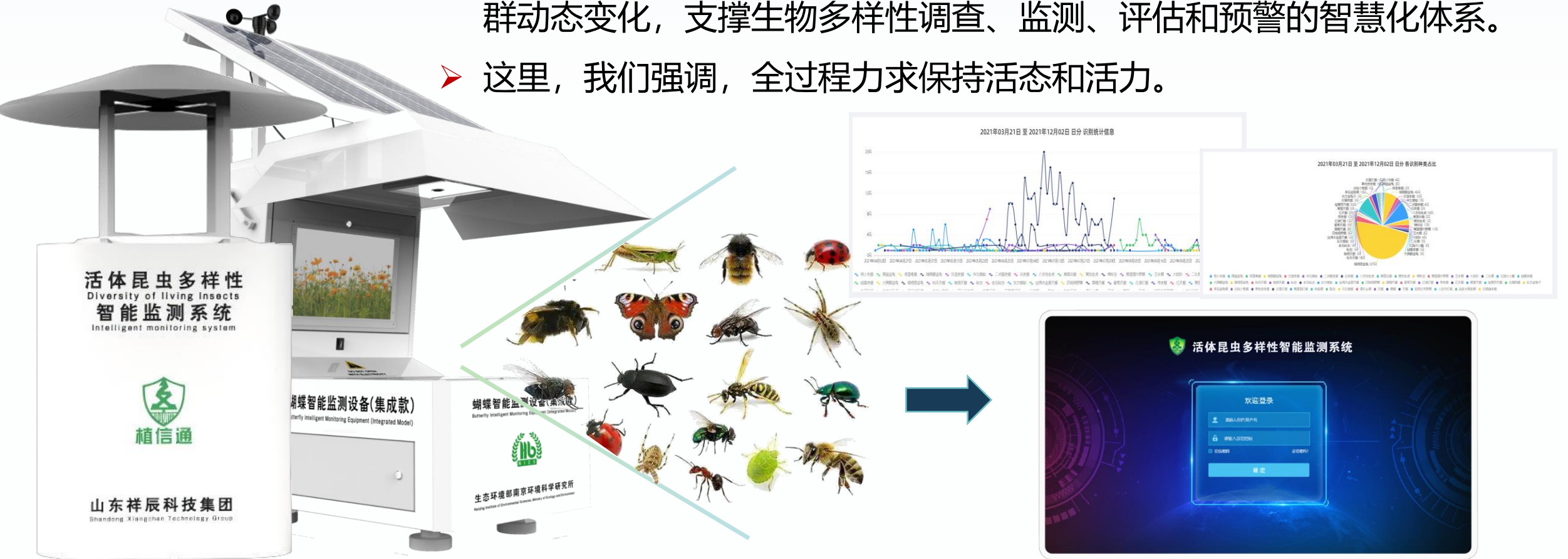
奠基多样性保护生态战略

自主可控的生物多样性感知基础设施，开放式数据库平台助力昆虫生物多样性数据分析，形成协同保护网络。



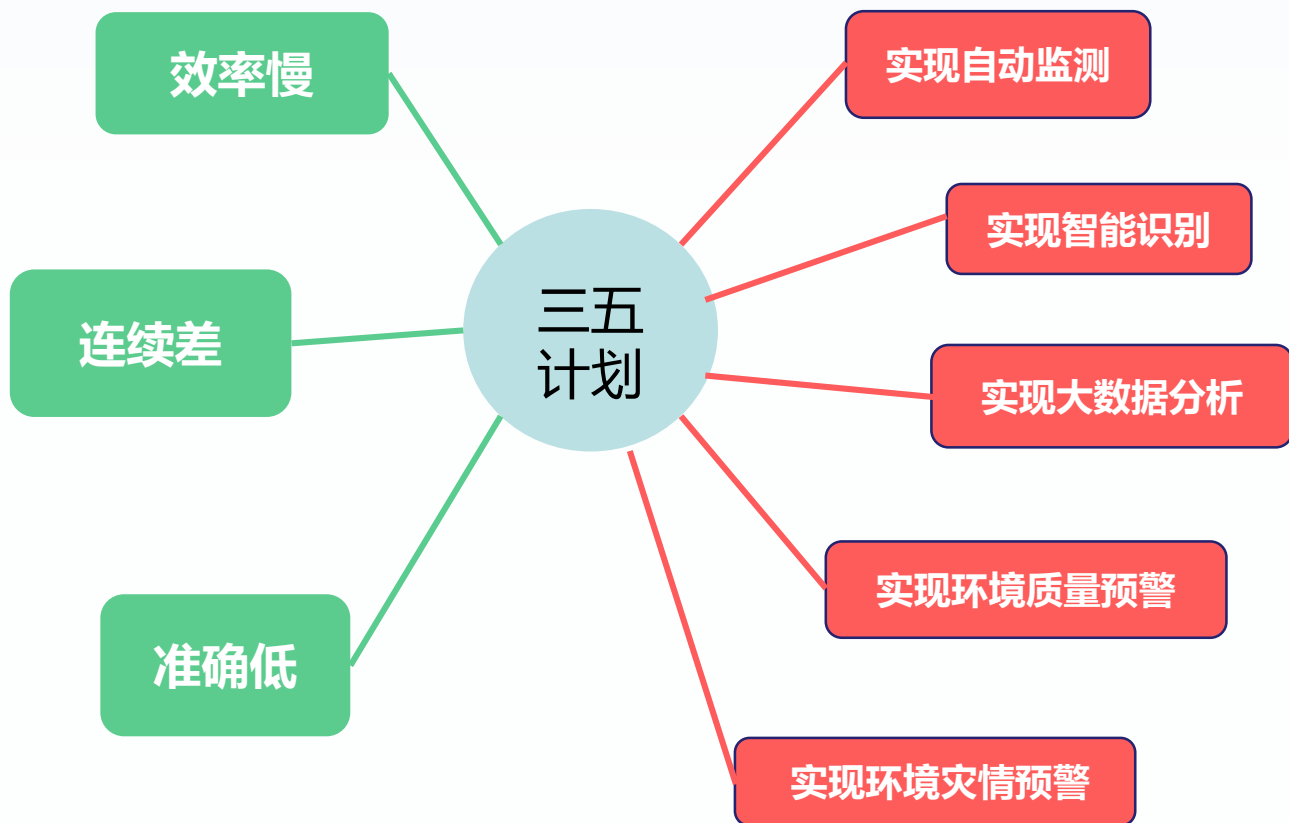
二、智能监测系统构建

- 生物多样性智慧监测体系是指通过地面监测和遥感监测相结合，以红外相机、声纹记录仪等被动式调查设备为主，依靠物联网、AI物种识别等前沿技术，实现监测数据自动采集、物种智能识别，持续追踪生物的种群动态变化，支撑生物多样性调查、监测、评估和预警的智慧化体系。
- 这里，我们强调，全过程力求保持活态和活力。



二、智能监测系统构建

三五计划：处理三个问题，达成五个实现



需求分解



二、智能监测系统构建

创新 先进 前沿

构建原则

系统响应

★以生物多样性核心监测指标为基础

昆虫物种多样性的精准量化

物种数：通过AI虫种识别自动统计监测区域内昆虫类群数量
个体量：实时记录虫体数量，生成种群密度热力图。

★以监测数据易获取、易推广为准绳

设备轻量化部署与多场景适配

整机60kg（低于同类设备30%），预埋件快速安装；
宽温域运行（-15℃~60℃），防雨结构适应野外环境。

★以监测数据处理客观、准确、快速为核心

数据智能处理：AI驱动的客观分析

识别速度：单虫识别≤0.5秒（传统人工鉴定≥5分钟/只）；
多源数据融合：虫情数据叠加气象，提升预测可靠性。

★以服务国家生物多样性保护战略为目标

保护政策的科学引擎-平台联动

云平台可对接监测网络，可公开数据直报生态环境部。

二、智能监测系统构建

活体昆虫多样性智能监测系统



多光谱诱虫：精准引诱，零伤害捕获

发射多波段组合光谱，覆盖不同昆虫趋光特性（如蛾类趋紫外光，甲虫趋绿光）。

昆虫行为路径：光源吸引 → 飞向设备 → 撞击缓冲板（软硅胶材质避免损伤） → 滑落至集虫仓

活体保育与成像：保障生存权，高清记录

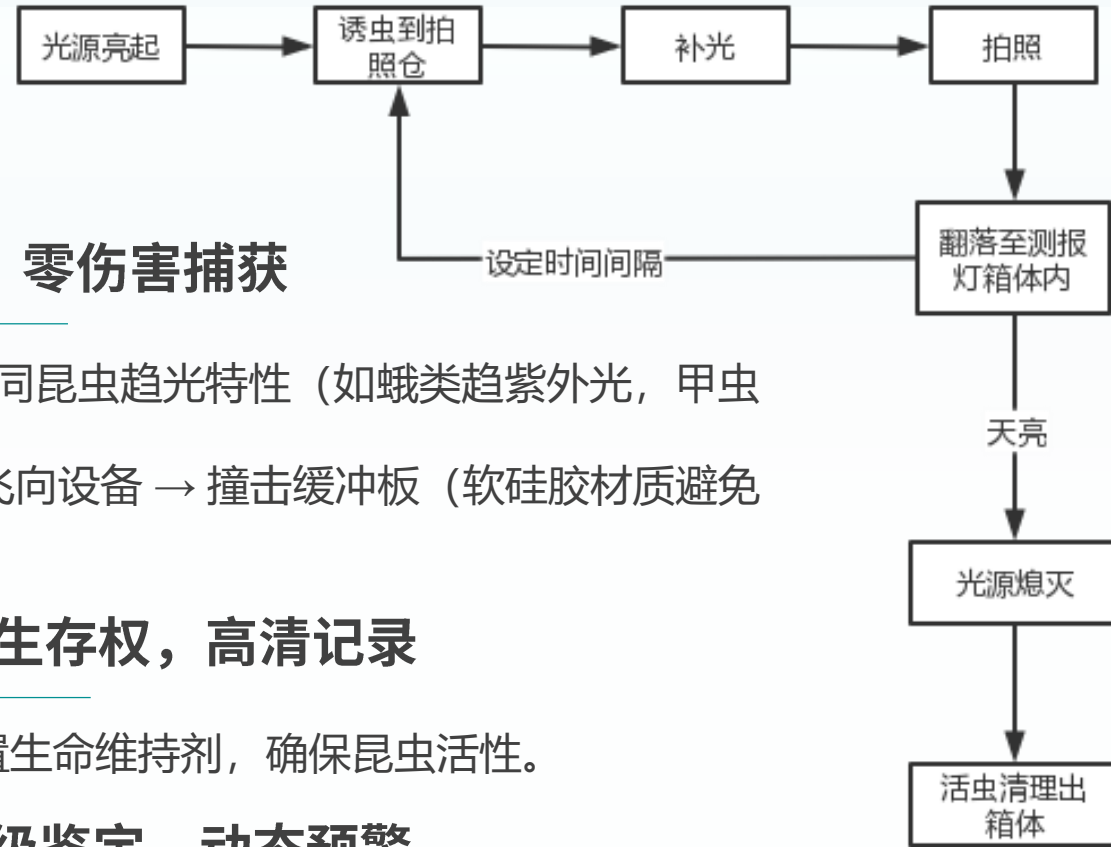
恒湿恒温保育仓：集虫箱内置生命维持剂，确保昆虫活性。

AI识别与虫情决策：秒级鉴定，动态预警

识别准确率 > 93%，若识别到一级害虫，立即触发预警，同步向管理平台发送警报。

活体释放：生态平衡维护

定时释放机制：每日黎明6:00（可自定时间）箱体自动开启，轻吹，昆虫自主离开。



二、智能监测系统构建

活体昆虫多样性智能监测系统



二、智能监测系统构建

蝴蝶智能监测设备



- 诱剂有效使用率高

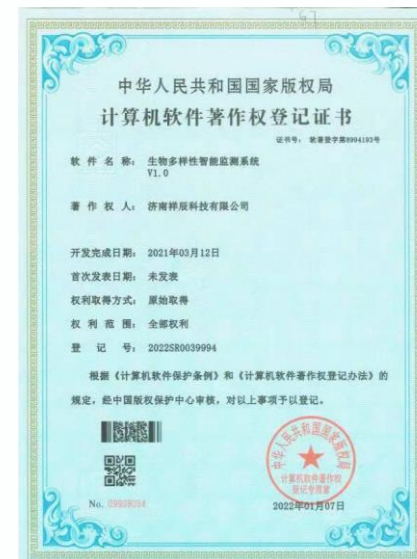
使用智能控制诱剂盒，夜晚或者雨天自动关闭诱剂盒，提高诱剂有效使用率。

- 数据完整

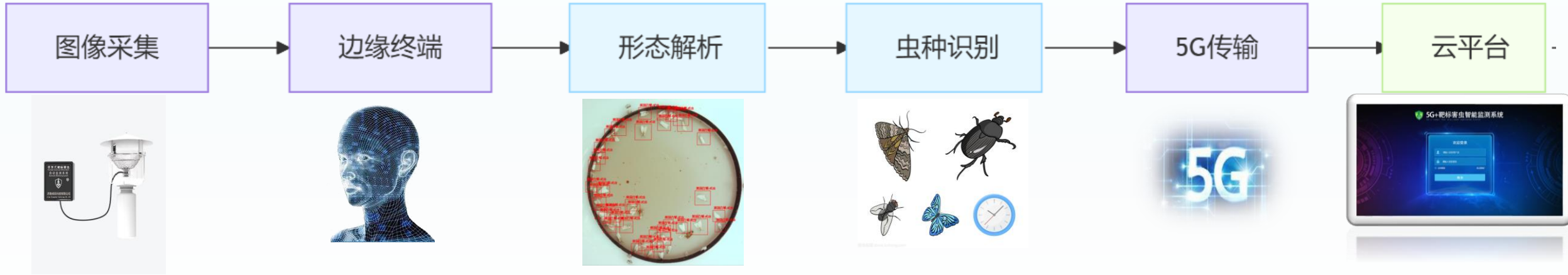
具有断网续传功能。断网时，进行本地存储，保证数据完整性，在网络不畅通时也能保证数据不丢失。

- 双重引诱

使用诱剂的同时，屏幕播放不同的图案吸引蝴蝶（固定式），采用诱剂与视频双重引诱，引诱率高。



二、智能监测系统构建



本系统搭载**智能边缘计算终端**。基于深度学习的图像识别算法对诱捕目标进行毫秒级处理，实现虫情种类的**精准鉴别**，经**国家级检测机构验证**，目标虫种识别准确率稳定在**95%**以上，拥有**多项专利和奖项**。结合5G网络将结构化虫情数据回传至智能测报云平台，构建“端-边-云”协同的智慧决策中枢，为目标区虫害动态可视化与精准施治提供核心算法支撑。



二、智能监测系统构建

全平台无缝衔接：电脑与手机通用

电脑端：提供功能全面的仪表盘视图，适合进行深度数据挖掘。大屏幕可同时展示数据分析图表和高清虫体图片。

手机/平板端：针对移动场景优化界面，核心功能一目了然。在田间地头也能轻松查看实时虫情、接收警报、进行简单的设备操控，实现“指尖上的管理”。

远程智能控制：设备管理尽在掌握

设备状态实时监控：在线/离线状态、电量（若支持）、网络信号强度、硬件工作状态一目了然。
参数远程设置与调节：可远程一键开关诱虫光源、启动立即拍照、自动轻吹释放昆虫等。

AI自动识别与智能统计分析

自动化虫种识别：上传的虫体图像自动进入AI识别队列，利用深度学习模型瞬间完成种类鉴定，并自动计数，生成结构化数据。将人工从繁琐的“数虫子、认虫子”工作中彻底解放，提供客观、准确、连续的数据链，为决策提供坚实的数据支撑。

环境参数监测与个性化定制

可展示并记录设备内置或连接的各类传感器数据（如温度、湿度、光照度、降水量等），并与虫情数据同屏联动分析。



三、应用场景与实证效果



活体昆虫多样性智能监测系统以其生态友好的设计和智能高效的能力，在**农业可持续绿色防控、生物多样性保护监管、科学研究和公众教育**等领域都具有广阔的应用潜力。

该平台可广泛应用于多个生态保护场景。在国家公园和自然保护地管理中，可用于定期评估旗舰物种栖息地的稳定性与连通性，支撑保护成效的科学评价。在生态保护红线监管中，实现“**监测—反馈—治理**”的闭环管理。



湿地



自然保护区



草原



国家公园



四、下一步工作设想

据不完全信息

- 机构：英国圣安德鲁斯大学（University of St Andrews）
- 有关工作内容
 - 包含鳞翅目昆虫（蝴蝶和蛾类）的高光谱图像数据，覆盖348-809 nm波段，共408个光谱波段。
 - 数据采集使用Resonon Pika NUV高光谱相机，每个标本的扫描距离固定，确保光谱数据的一致性。
 - 提供原始光谱数据（.bil格式）及元数据（如波长分辨率、校准信息），支持科研和教学使用。
- 应用：研究昆虫色彩演化、伪装机制及警告信号（如警戒色）的光谱特性。
- 访问方式：公开获取，需引用相关研究成果。



四、下一步工作设想

据不完全信息

- 华南农业大学棉田虫害研究
- 使用高光谱数据区分蚜虫和红蜘蛛（未公开数据集）。



四、下一步工作设想

设想

- 国家队挑头，地方队参加，社会公司辅助——
- 构建活体昆虫、昆虫干制标本高光谱数据库



结 语

● 拯救昆虫即拯救人类文明

- 昆虫灭绝不仅是生态危机，更是对人类文明的终极考验。
- 正如《寂静的春天》警示的：“杀虫剂的滥用不仅杀死昆虫，更在编织一张将人类自身笼罩其中的死亡之网”。
- 唯有重构人与自然的关系，才能避免“昆虫末日”引发的全球生态崩溃。
- 尽管形势严峻，但通过农业转型、政策创新和技术突破，我们仍有机会在2030年前扭转趋势。

敬请指导

感谢大家！