

基于无人机的放射性测量提升铀矿勘探精度

2025年12月22日



Altomaxx 的客户需要高分辨率的放射性数据，以优化地质模型并指导其偏远铀矿床的未来钻探工作。该公司部署了一套基于无人机的放射性测量工作流程，其核心是将 Medusa MS350 伽马射线能谱仪与 SkyHub 机载计算机相集成。所得数据集的分辨率超越了传统的直升机勘测，改善了异常区划定，并使客户能够建立自己的无人机勘测计划，以应对未来的勘探季。

项目概览

- **合作伙伴：** Altomaxx Technologies
- **挑战：** 在地形崎岖的区域获取高分辨率放射性数据；该区域的直升机勘测缺乏细节，而地面勘测既缓慢又危险
- **放射性测量解决方案：** 部署基于无人机的放射性测量解决方案，使用与 SkyHub 机载计算机集成的 Medusa MS350 伽马射线能谱仪
- **应用领域：** 基于无人机的放射性测量、铀矿勘探、异常探测
- **核心成果：** 无人机放射性数据的分辨率超越了直升机测绘结果，发现了新的异常区，并使客户能够独立继续进行后续勘测

背景：偏远地区勘探的后勤挑战

该铀矿床只能通过包机和直升机抵达。场地内丘陵起伏、植被茂密、地面泥泞，不仅有野生动物出没，且完全没有移动网络覆盖，这使得传统的徒步放射性测量变得缓慢、危险且极其耗费资源。

之前基于直升机的勘测虽然覆盖了广阔的区域，但缺乏现代铀矿勘探所需的空間分辨率。客户需要一种既能提供高分辨率放射性测量数据，又能在偏远条件下安全运行，同时降低传统方法带来的成本和时间负担的解决方案。

挑战：在偏远的北部地形中获取高分辨率放射性数据

客户的目标是获取分辨率超越直升机测绘的放射性数据，同时最大限度地降低野外作业风险和后勤复杂性。具体的运营挑战包括：

- 在起伏不平的森林地貌上空保持稳定的低空飞行（仿地飞行）
- 在面临野生动物和环境风险的情况下安全完成勘测
- 在没有任何通信基础设施的情况下进行作业
- 为一支毫无无人机操作经验的团队提供培训
- 验证基于无人机的伽马射线能谱测量技术是否能为未来的钻探决策提供可靠指导

必须建立一套稳健、可重复的流程来验证该方法的有效性。



图片说明：Altomaxx 技术人员在勘测作业前，为搭载 Medusa MS350 伽马射线能谱仪的无人机平台做准备。

解决方案：部署集成的无人机放射性测量工作流程

Altomaxx 部署了一套定制的无人机（UAV）解决方案，将 Medusa MS350 伽马射线能谱仪与 SkyHub 机载计算机相集成，从而在崎岖复杂的地面条件下实现了放射性数据的自动化采集。

技术工作流程

- **精确的飞行计划：** SkyHub 控制飞行路径，保持约 2 m/s 的缓慢速度，每前进约 2 米生成一个放射性数据点。
- **地形感知：** 雷达高度计实时调整无人机高度，确保传感器与地面源的距离保持一致。
- **能力建设：** 除了数据采集外，Altomaxx 还对客户的团队进行了无人机系统操作培训，使其能够独立完成未来的勘测。

自动化任务执行

- 使用 UgCS 预先规划测线、飞行速度和高度，并在 SkyHub 的控制下执行。
- 飞行速度保持在约 2 m/s，每前进约 2 米产生一个放射性数据点。
- SkyHub 同步了传感器数据和飞行参数，确保采集的数据干净、一致。

不平坦地形上的高度优化

- 雷达高度计结合数字高程输入，保持了安全且一致的传感器高度。
- 即便在茂密的森林和崎岖的地面上，也能确保测量数据的准确性。

培训与能力建设

- Altomaxx 提供了进场前和现场培训。
- 培训内容包括无人机操作、有效载荷工作流程、SkyHub 操作规程以及放射性测量技术。
- 使客户团队能够直接参与到勘测作业中。

偏远条件下的作业执行

- 由五人组成的团队（一名飞行员、两名受训人员、两名视觉观察员）为各项任务提供支持。
- 尽管面临昆虫侵扰、植被茂密、陡坡以及通信隔离等重重困难，勘测任务依然被可靠地完成。



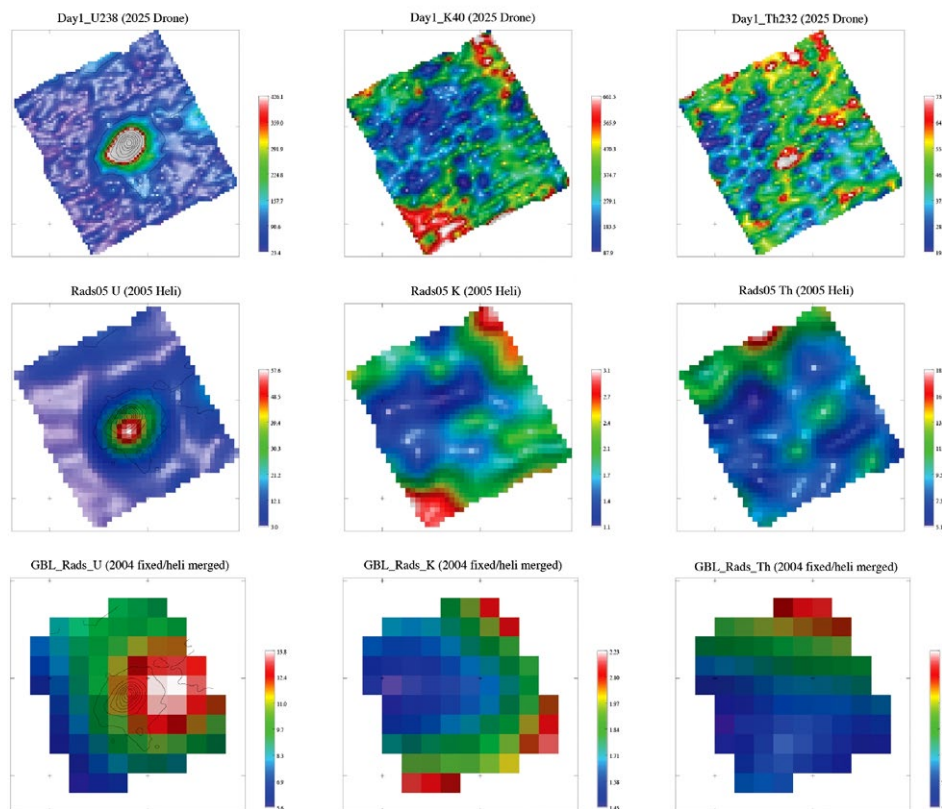
图片说明：Altomaxx 团队正在执行放射性测量作业，在笔记本电脑上查阅任务参数，检查 SkyHub 数据，并为基于无人机的伽马射线数据采集准备设备。

成果：极高分辨率、全新地质洞察及超越直升机勘测的效率

基于无人机的放射性勘测生成的数据集，其分辨率远超之前的直升机勘测。测量清晰度和密度的提升带来了以下优势：

- 相比直升机航空数据集，能更精确地划定异常区域
- 发现了新的放射性异常，并通过后续地质调查得到证实
- 与地面勘测相比数据采集速度更快，同时保持了极高的数据精度
- 最大限度地减少了地面暴露时间，从而降低了野外作业风险
- 实现了长期能力的提升，使客户能够独立开展未来的勘测工作
- 计划在即将到来的勘探季中，将该工作流程扩展至数千测线公里

这些成果证实了，基于无人机的放射性测量技术是客户勘探工具箱中极其强大的补充。



图片说明：无人机搭载 MS350 的放射性测量网格结果与传统直升机数据集的对比，突显了空间分辨率的显著提升。

结语

本项目充分证明了现代基于无人机的放射性测量方法不仅能提供高分辨率数据、在偏远的北部环境中可靠运行，还能加速矿产勘探的决策过程。Altomaxx 的部署使客户能够识别新的异常区、优化现有目标，并为未来的自主勘测活动积累必要的内部能力。此次作业的圆满成功，彰显了无人机辅助地球物理方法在复杂勘探环境中日益凸显的巨大价值。