

农业湿地环境中使用基于无人机的磁力测量定位废弃天然气井口

2026年2月20日



本案例研究展示了基于无人机的磁力测量技术在加利福尼亚州定位废弃天然气井口的应用。项目在已知和疑似井位上方采取了有针对性的无人机测绘策略，以支持湿地恢复计划，并降低与未记录的地下基础设施相关的安全风险。

项目概览

- **项目类型：** 基于无人机的磁力测量
- **地点：** 美国加利福尼亚州
- **环境：** 农业湿地和稻田
- **勘测面积：** 约 2200 英亩（目标勘测区块）
- **解决方案：** 使用搭载于大疆 Matrice 350 RTK 的 SPH Engineering **MagNIMBUS 集成系统**（配备 **SkyHub** 机载计算机和 **UgCS** 飞行计划软件）进行有针对性的低空无人机磁力测量。
- **挑战：** 由于农业活动和灌溉设施的掩盖，难以定位地表能见度极不确定的废弃天然气井口。
- **核心成果：** 成功探测出 25 口废弃井中的 22 口。

背景：在大型湿地恢复区中识别废弃天然气井

本次勘测是在一个主要用于水稻种植和季节性水禽狩猎的湿地恢复区内进行的。尽管加利福尼亚州政府维护着一个涵盖中央谷地废弃天然气井口的 GIS (地理信息系统) 数据库，但其记录位置的准确性却参差不齐。加州保护局 (California Department of Conservation) 在该项目区域内确认了 25 个废弃天然气井的位置，但它们确切的地表位置仍然存疑。因此，在推进湿地恢复和施工活动之前，必须对这些水井基础设施进行可靠的识别。



图片说明：进行了基于无人机磁力测量的湿地恢复区鸟瞰图。

挑战：在农业湿地中定位废弃井口与地下基础设施

由于以下几个因素，识别废弃天然气井口变得异常复杂：

- 由于频繁的农业活动和沉积物的堆积，许多水井在地表已完全不可见。
- 纵横的灌溉渠道和金属农业设施引入了大量的磁噪声。
- 泥泞的湿地条件极大地限制了地面勘测人员的进入。
- 使用传统方法对整个 2200 英亩的场地进行全覆盖勘测，不仅效率低下，且具破坏性。

项目亟需一种有针对性、非侵入性的勘测方法，以求在最大限度地减少野外作业时间及场地干扰的前提下，精准定位井口。

解决方案：有针对性的无人机磁力测量设计

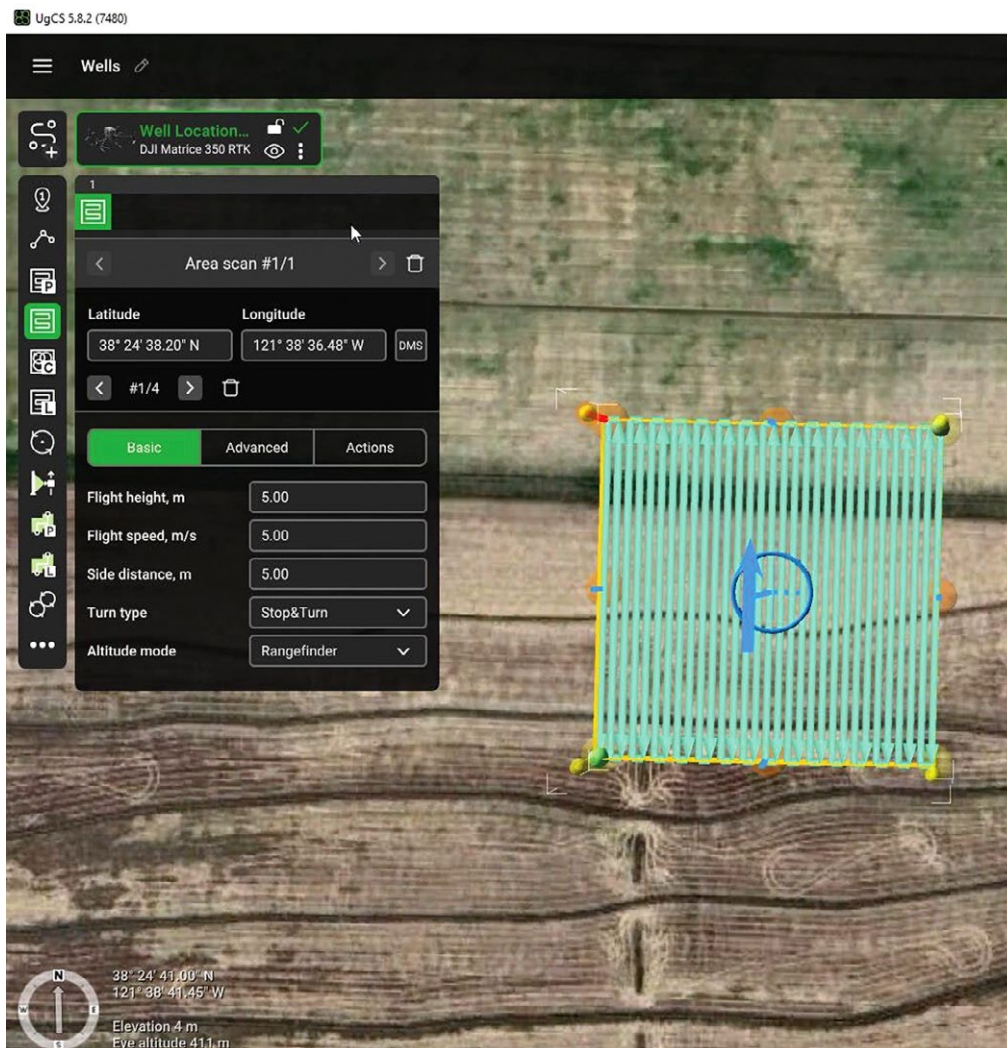
为了克服现场进入受限和效率低下的障碍，团队采用了一种有针对性的基于无人机的磁力测量方法。勘测使用了大疆 Matrice 350 RTK 平台，搭载了 SPH Engineering 的 **MagNIMBUS 磁力测量系统** 和 **SkyHub 机载计算机**。飞行计划的制定与执行均由 **UgCS 飞行控制软件** 完成，确保了各个独立勘测区块内的系统性低空覆盖和高度一致的测线间距。

团队并没有对整个 2200 英亩的场地进行拉网式排查，而是在已知和疑似的井位上方，划分了多个独立的 500 英尺 × 500 英尺 (约 152 米 × 152 米) 的区域进行飞行勘测。这种方法实现了数据的集中采集，同时保持了磁异常的高分辨率。

关键勘测参数包括：

- 低空飞行 (离地高度约 5 米)
- 密集的测线间距 (约 5 米)
- 以已知井坐标为中心的目标勘测区块

在进行数据判读之前，团队应用了后处理工作流程，对与无人机平台相关的干扰以及磁场日变化进行了精准校正。



图片说明：UgCS 中有针对性的无人机磁力测量任务规划，显示了疑似废弃天然气井位上方 500 英尺 × 500 英尺的勘测区块。

数据采集与处理：野外作业与磁力数据校正

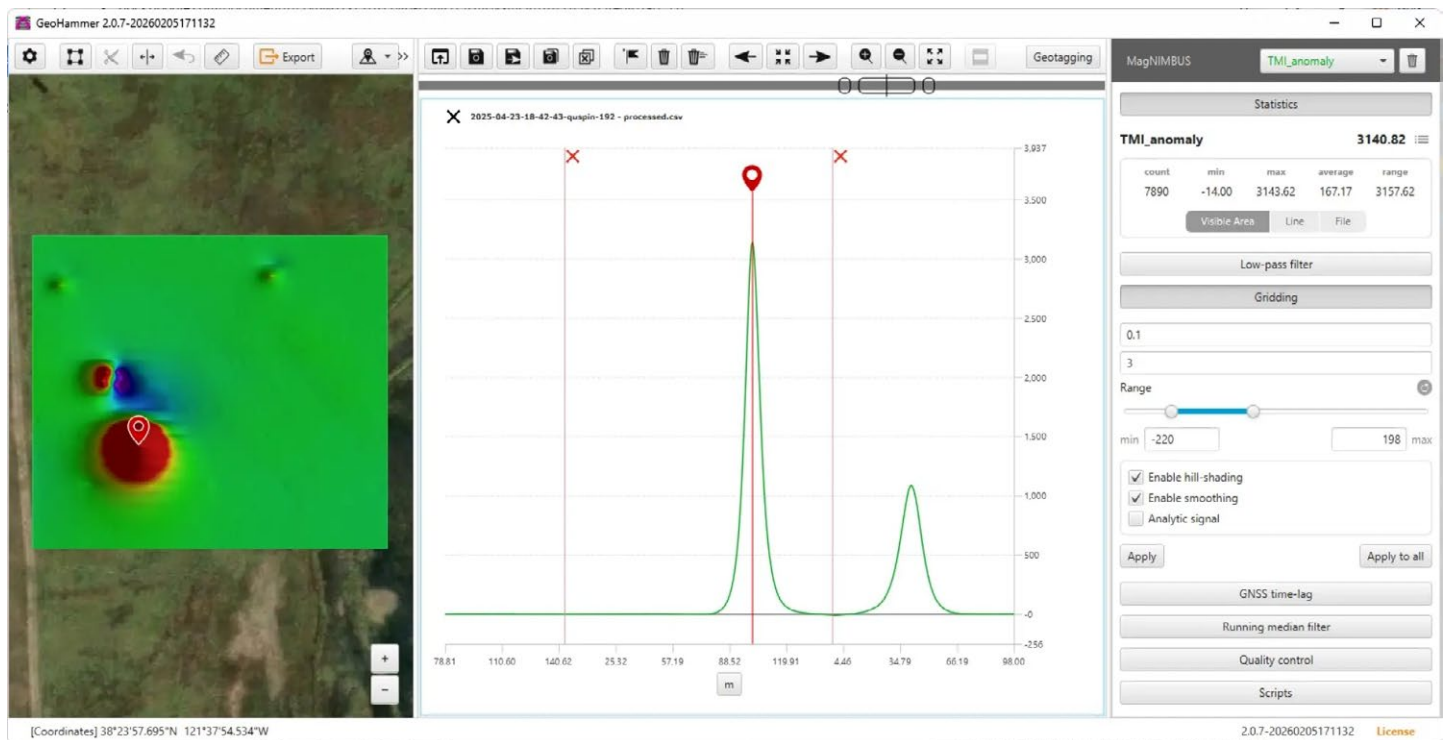
数据采集工作共计在四个野外工作日内完成：

- 前三天进行初步勘测，覆盖了全部 25 个井位
- 第四天重返现场，进一步探查在数据处理阶段发现的特征区域
- 总计进行了约 35 架次无人机飞行，平均每架次飞行 20 分钟

该项目由 Michael Detwiler (前 Wood Rodgers 公司员工) 负责管理，无人机飞行操作由飞行员 Vitaliy Kosovan 执飞。SPH Engineering 提供了全面的远程技术支持，并使用 GeoHammer 进行了快速的数据评估并提出指导建议。

随后使用 **Oasis montaj** 进行了完整的数据处理，以校正和过滤各种噪声和误差源，主要包括：

- GNSS 时间延迟 (滞后)
- 无人机电机的电磁干扰
- 静止数据伪影
- 由基站记录的磁场日变化

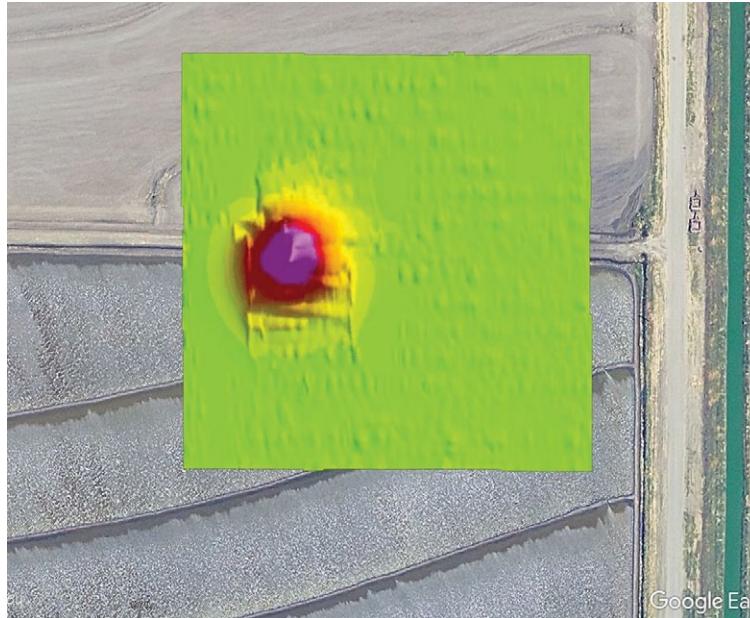


图片说明：GeoHammer 中的快速数据处理结果，由废弃水井引起的磁异常清晰可见。

成果：探测废弃天然气井及相关地下基础设施

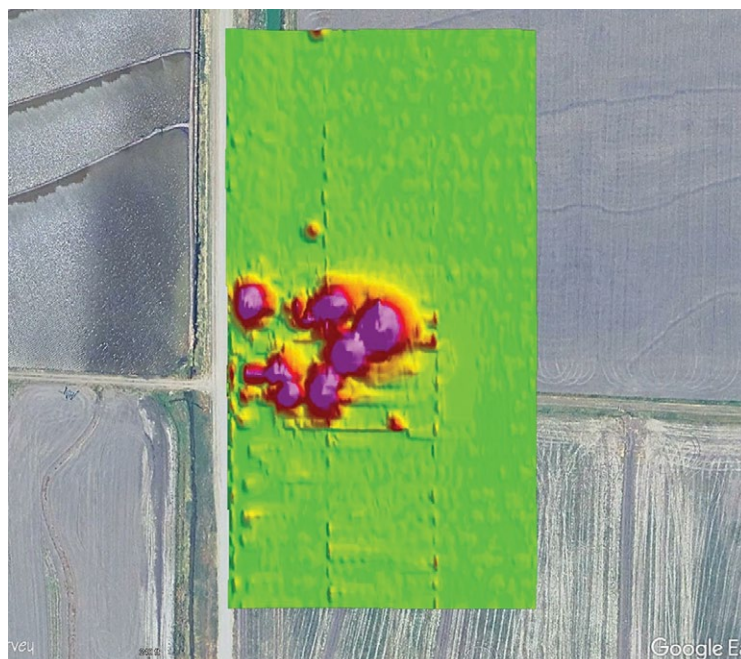
基于无人机的磁力测量取得了以下显著成果：

- 成功探测出 25 口废弃天然气井中的 22 口。



图片说明：使用基于无人机的磁力仪检测到明显与废弃天然气井相关的磁异常。

- 两个井位在最初设定的 500 英尺 × 500 英尺勘测区域内，未显示出任何可检测到的异常。
- 一口井被附近的灌溉设施部分遮挡。



图片说明：与被附近灌溉设施部分遮挡的废弃天然气井相关的磁异常，这增加了异常判读的复杂性。

- 识别出七条与历史天然气基础设施相关的水平管道。



图片说明：磁力测量结果突出了与废弃天然气基础设施相关的水平管道的检测。

结论：湿地环境中使用无人机磁力测量探测废弃气井的威力

本案例研究充分证明，有针对性的基于无人机的磁力测量技术，能够极具成效地定位农业湿地环境中的废弃天然气井口及其相关基础设施。通过将勘测精力精准聚焦于已知和疑似位置，该方法大幅降低了野外工作量，同时输出了高度可靠的地下探测结果，为湿地恢复和土地利用规划提供了坚实的数据支撑。