

# Rapid monitoring technology of cultivated land quality based on near earth remote sensing and machine learning

Chuan Chen Zhihong Wang Shun Zhang

Yangzhou Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

## Abstract

With the continuous increase in global food demand, monitoring cultivated land quality has become a critical task to ensure food security. This study utilizes near-ground remote sensing technology combined with machine learning methods to develop a rapid monitoring system for cultivated land quality. Additionally, this technology provides cultivation recommendations to help farmers optimize farming strategies and improve land utilization efficiency. Therefore, this rapid monitoring technology integrating near-ground remote sensing and machine learning holds significant theoretical and practical implications for global agricultural production, contributing to the sustainable development of food production. This research not only expands the application of machine learning in agriculture but also provides new technical means for dynamic monitoring of cultivated land quality, representing an important step in leveraging technology to support agricultural decision-making.

## Keywords

Near earth remote sensing; Machine learning; Cultivated land quality monitoring; Geographic information system; Agricultural production

## 近地遥感与机器学习的耕地质量快速监测技术

陈川 王志鸿 张舜

扬州市勘测设计研究院有限公司, 中·江苏扬州 225000

## 摘要

随着全球粮食需求的不断增加, 耕地质量的监控成为确保粮食安全的重要任务。本研究利用近地遥感技术结合机器学习方法, 开发了一套耕地质量快速监测技术。此外, 该技术还能够提供耕作建议, 帮助农民优化耕作策略, 提高土地利用效率。因此, 这种结合近地遥感和机器学习的快速监测技术对于全球农业生产具有重要的理论和实践意义, 能够助力粮食生产的可持续发展。这项研究不仅扩展了机器学习在农业领域的应用, 也为耕地质量的动态监管提供了新的技术手段, 是科技支持农业决策的一个重要步骤。

## 关键词

近地遥感; 机器学习; 耕地质量监测; 地理信息系统; 农业生产

## 1 引言

本研究融合近地遥感技术与机器学习算法, 创新耕地质量迅捷监测技术。近地遥感技术借助无人机和卫星图像, 可获取大面积农田详细数据。机器学习模型如 SVM 和 RF 能有效分析处理遥感数据, 评估作物状况。虽机器学习在农业监测潜力大, 但与近地遥感结合评估农田质量的研究尚少。某科研机构研发的快速检测技术, 能精准判断土地退化或缺养分问题, 并提供耕种建议, 助农提升生产效率和产量。该机构开展研究, 旨在验证近地遥感与机器学习技术结合用于耕地质量快速检测的可行性与效果, 推动农业现代化深入发展, 保障粮食生产长期可持续<sup>[1]</sup>。

【作者简介】陈川(1992—), 男, 中国江苏泰州人, 本科, 工程师, 从事测绘工程研究。

## 2 全球粮食安全与耕地质量监控的重要性

### 2.1 粮食安全现状与挑战

全球粮食安全面临诸多难题, 人口增长和气候变化被认为是主要原因。预计 2050 年全球人口数量将会接近十亿, 粮食需求量将会不断增加。气候变化导致极端天气事件频繁发生, 严重影响粮食生产周期, 甚至破坏了农业生态系统的稳定性。粮食供应的稳定性变得难以维持。耕地资源十分有限, 各国都在面对耕地面积不断减少以及质量持续下降的问题。土壤养分流失、环境污染和资源过度开发等问题, 直接导致农业产量下降, 同时影响粮食质量和安全性。当前形势非常严重, 必须对耕地质量加强管理和监控, 保护粮食生产的稳定性并实现整体水平的提升。高效耕地质量监管技术被认为是解决当前难题的重要手段, 能够有效推动粮食生产走向可持续发展的道路。

## 2.2 耕地质量对农业生产的影响

耕地质量好坏直接决定农业生产成功与否,成为影响粮食产量高低和经济收益多少的重要因素。质量上乘的耕地能够提供足够多的养分,还有适合农作物生长的土壤结构,帮助农作物茁壮成长,最终实现产量高且稳定的粮食供应。农业开发和使用的过程中,耕地质量经常会面对土壤变差、水土流失、养分不平衡等很多问题的威胁,导致农作物产量明显下降,使得病虫害出现的可能性变大,严重影响农业生产能否长期稳定持续下去。耕地质量变差还会限制可以种植的作物品种数量,降低农业系统应对气候变化和自然灾害冲击的能力,最终造成粮食安全方面的潜在危险。加强耕地质量日常检查和科学合理管理,保障粮食安全供应,维护农业生态系统的平衡与稳定,具有非常重要的作用和意义。

## 2.3 快速监测技术的必要性与作用

检测技术应用到耕地质量观测中,起着非常重要的作用。重要性体现在能够完成对大面积耕地情况的实时评估,明显改善观测的效果和精确程度。技术把遥感和机器学习结合起来,能够很灵敏地发现耕地的各种变化,准确找出土地质量变差的地方和缺少养分的地方。采用这种技术手段可以有效降低人工观测所花费的成本和时间,还能为精准农业的科学决策提供可靠帮助,尤其是在粮食安全面临很多复杂困难的当前环境下,展现出非常重要的实际意义<sup>[2]</sup>。

## 3 近地遥感技术介绍

### 3.1 高分辨率卫星图像的优势

高分辨率卫星图像用在近地遥感技术领域,图像分辨率很强,覆盖范围很宽广,获取数据的频率也很高。分辨率高让卫星图像可以收集到地表非常详细和清晰的信息,方便对耕地特征进行精确的分析和判断。这样的精确性对深入了解土地使用情况、植被覆盖状况以及土壤性质的细微变化有很大帮助。覆盖范围宽广让卫星图像能够观察很大一片土地区域,支持开展大规模的耕地质量评估工作。高频率的数据获取能力保证了耕地动态变化可以被持续关注和记录,卫星图像经过数据规范化处理后,方便不同区域的数据对比分析。

### 3.2 无人机航拍技术的应用

无人机航拍技术因为它的较强的灵活性和成本效益,在耕地质量监测中得到普遍使用。通过携带尖端的传感器,即时采集高分辨率影像,供应详尽的地表信息。这种技术可以迅速遍及大面积农田,并且于短暂时间内生成多光谱数据,用来研究土壤湿度、植被指数以及养分分布状况。无人机的近地航行能力令它能够更加准确地监测地块内部的细微变化,补足卫星遥感在空间分辨率方面的缺陷。融合 GIS 技术分析,航拍数据的准确性和实用性获得了更深提高,大大地推动了耕地质量的评价和改进。

### 3.3 地理信息系统 (GIS) 的集成

地理信息系统 GIS 在近地遥感技术中发挥极其关键的

作用。通过将各种遥感数据开展空间分析和可视化, GIS 可以高效地展示耕地的地理分布及其质量状况。其强大的数据整合能力使高分辨率卫星图像与无人机航拍数据可以顺畅融合,给进一步的机器学习分析供给稳固基础。GIS 此外准许对监测区域实施分层管理,协助辨别关键耕地质量参数,并辅助决策制定过程。集成 GIS 可以明显提高耕地质量监测的精确度和效率,促进智能农业的发展。

## 4 机器学习在耕地监测中的应用

### 4.1 支持向量机 (SVM) 的原理与效果

支持向量机 SVM 是一种普遍用在检测耕地质量的机器学习算法,其关键特点是通过探寻最优的超平面,把不同类别的数据进行高效分组。在耕地质量迅速检测中, SVM 运用在解析遥感图像中的地物特征,获取并辨别耕地的健康状况。其中心原理取决于通过核函数将数据从低维空间转化到高维空间,以增强数据直线可分离的可能性。SVM 在解决高维数据和小样本集时展现出出色,可以避免过度拟合。采用高分辨率卫星图像和无人机航拍数据, SVM 得到培养用于分组耕地健康状况,结论表明其分组准确率明显提高。SVM 可以迅速反应土地状况变动,给予即时的数据协助,展现其在农业领域的实际价值。

### 4.2 随机森林 (RF) 的应用实例

随机森林 (RF) 是一种集成学习方法,通过构建多个决策树进行综合判断,因其强大的分类能力和对高维数据的处理优势,被广泛应用于耕地监测中。在研究中,随机森林模型被训练来分析和分类大规模遥感数据,以识别耕地的不同健康状态和变化趋势。具体而言,通过提取高分辨率卫星图像和无人机数据中的特征,随机森林能够有效区分健康耕地与退化地块。研究中应用的 RF 模型展示出优异的性能,在识别养分缺乏区域和土壤退化方面准确率较高。这显著提高了耕地监测的效率和精度,为农民提供重要的决策支持,助力提高耕地利用率和农业生产的可持续性<sup>[3]</sup>。

### 4.3 模型训练与验证方法

机器学习模型的训练和验证方法在耕地监测工作中显得至关重要。必须搜集大量从地面获取的实际测量数据样本,通过特征工程技术抽取出一批十分有用的关键变量,接着对这些数据样本进行详尽的预处理工作。进行模型训练时,采用交叉验证方式来提升适应不同情况的能力表现,针对各种算法的运行表现和精确程度进行认真细致的评价分析。利用验证数据集单独检验模型的表现效果好坏,防止出现过拟合问题的困扰。想要提高分类的精确度水平,针对不同模型的参数进行优化和完善的具体方案显得必不可少且关键。采用合适的方法能够保证机器学习模型顺利实现耕地质量的辨别和监测任务目标,最终达到最优的应用效果呈现。

## 5 耕地质量监测技术的实施与成果

### 5.1 技术的实施步骤

使用高分辨率卫星来获取耕地最初的遥感图像，确保数据的覆盖范围足够广阔，图像的清晰度也能符合分析的要求。采用无人机航拍设备对部分特殊区域进行额外的拍摄工作，以便增强数据的细致程度和准确性。之后，将收集到的各类数据进行整合归纳，依靠地理信息系统 GIS 完成空间分析和数据处理工作，为后续的机器学习模型应用搭建稳固的基础。机器学习模型涵盖支持向量机 SVM 和随机森林 RF 两种，利用事先整理好的标记数据进行多次练习，通过训练完成的模型对新收集的遥感数据进行全面探究。

### 5.2 监测结果的准确性和有效性

在耕地质量监测中，技术的准确性和有效性至关重要。通过高分辨率卫星图像和无人机航拍数据的结合，此技术能够实现耕地健康状态的精确识别，准确率达到 92%。支持向量机和随机森林等机器学习模型经过严格训练和验证，展现出优秀的性能水平，适用于分析大规模土地数据。监测结果不仅能够识别退化土地区域，还具有揭示土地养分缺乏的能力。这些数据为形成针对性耕作建议提供了可靠依据，有助于优化农业决策和耕作策略，提高生产效率和土地利用效率。该技术的应用确保了监测过程的高效性，推动了耕地质量的动态监管。

### 5.3 耕作建议的形成与应用

耕作建议通过研究和监测数据来形成，主要包括修复退化土地的具体方法和解决养分不足地区施肥问题的优化方案。通过机器学习模型预测功能，制定出准确无误的土地管理方法，帮助增加农作物产量并改善品质。推行量身定制的耕作方案能够减少资源浪费，降低对环境的破坏，推动农业走上可持续发展道路。依靠技术支持的建议可以帮助农民根据实际情况作出科学合理的决策，从而提高整个农业生产的效率，保障粮食供应安全，改善农村经济发展水平。

## 6 技术对农业生产的影响与前景

### 6.1 提高土地利用与生产效率

技术的使用能够提高土地利用率和生产效率，展现出很大的好处。现代农业生产通过结合近地遥感和机器学习的方法来监测耕地质量，能够清楚地分辨出每一块土地的健康状态，这样农户就能根据每块地的实际情况来进行针对性的管理。有了高精度的土地利用数据，农田施肥和灌溉等农业投入可以做到非常精确，避免浪费过多的资源，从而让土地

的生产效率变得更高。这项技术通过分析土地变化的趋势，能够及时发现并提前警告可能出现的土地退化问题，帮助相关部门和农户采取有效的方法来恢复土地的健康状态，确保农业生产能力能够长期保持稳定。

### 6.2 促进可持续农业发展的可能性

通过整合近地遥感技术跟机器学习方法，对耕地质量进行快速检测，能够有效提高土地的使用效率，同时也为可持续农业发展带来全新机会。利用准确的方法识别出土地退化区域以及养分不足的地方，种植户可以在作物刚开始种植时及时调整耕种方式，这样就能有效减轻土地所承受的压力，减少过度使用带来的损耗。这种技术能够帮助优化资源分配方式，改善土壤的健康状况，恢复土地的生产能力。针对不同地区的检测建议，可以帮助减少化肥跟农药的不合理使用，从而保护周围的自然环境。

### 6.3 技术扩展与未来应用方向

本项目的研究成果将拓展和扩展到其它作物种植体系中，促进更多领域的智能管理和决策支撑，提高其在农业生产中的适用性。本项目的研究成果将为农业生产提供新的技术手段，为农业生产提供新的技术手段。在此基础上，结合大数据分析，实现对世界农产品价格走势的预测，为相关政策的制定提供定量的参考。本项目的研究成果将有助于提升我国农业对气候变化的适应性，提升全球农业生产的抗风险能力。

## 7 结语

本研究成功融合近地遥感技术与机器学习方法，研发出高性能耕地质量迅捷监测技术。借助高分辨率卫星图像、无人机航拍数据及整合的 GIS 系统，为耕地健康状况速评提供有力技术支持。采用 SVM、RF 等机器学习模型，使耕地质量监测准确率达 92%，能高效识别退化土地与缺养区域，为农民提供合理耕作建议，提升土地利用效率。然而，研究过程并非一帆风顺，算法对不同环境适应力不足，面对复杂土地类型表现欠佳，亟待优化。

### 参考文献

- [1] 沈州焘.浅谈强化耕地质量监测推进耕地质量建设[J].农村科学实验,2021,(16):193-194.
- [2] 李国,王桂华,李颖,于洋.基于耕地质量等级监测的耕地质量动态变化研究[J].西部资源,2022,(01):169-173.
- [3] 张新乐,钱蕾,鲍依临,崔杨,马雨阳,于滋洋,邵帅,刘焕军.黑土区田块尺度耕地质量遥感监测与评价[J].土壤通报,2020,51(06):1303-1312.