

Precision Management Strategy of Monitoring Pesticide Residues in Farmland Soil

Tianxin Jin Jiani Gong Yumin Lai Yurong Zhou

Zhejiang Qiusi Environmental Monitoring Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

With the advancement of agricultural modernization, the issue of pesticide residues in farmland soils has become increasingly prominent, affecting soil health, the ecological environment, and the safety of agricultural products. Precision pesticide residue monitoring, as an important means to enhance farmland management and ensure the quality of agricultural products, has attracted widespread attention. This paper discusses the precision management strategies for monitoring pesticide residues in farmland soils, analyzes the limitations and challenges of current monitoring technologies, and proposes an implementation pathway for precision management. Through precision monitoring, pesticide residue risks can be effectively reduced, achieving sustainable development in agricultural production processes, ensuring ecological safety, and safeguarding the quality of agricultural products.

Keywords

Farmland soil; Pesticide residues; Precision monitoring; Data analysis; Ecological environment

农田土壤农药残留监测的精准化管理策略

金甜欣 龚佳妮 赖于民 周雨蓉

浙江求实环境监测有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

摘要

随着农业现代化的推进, 农田土壤中的农药残留问题日益突出, 影响了土壤健康、生态环境以及农业产品的安全性。精准化农药残留监测作为提升农田管理水平和确保农产品质量的重要手段, 受到广泛关注。本文探讨了农田土壤农药残留监测的精准化管理策略, 分析了当前监测技术的局限性与面临的挑战, 并提出了精准化管理的实施路径。通过精准化监测, 能有效减少农药残留风险, 实现农业生产过程中的可持续发展, 保障生态安全与农产品质量。

关键词

农田土壤; 农药残留; 精准化监测; 数据分析; 生态环境

1 引言

农田土壤中的农药残留问题, 长期以来一直是农业生态环境管理中的一项重要课题。随着化学农药的广泛使用, 农药残留不仅影响了土壤质量和生物多样性, 还对人体健康构成潜在威胁。传统的农药残留监测方法多依赖人工取样与实验室分析, 存在周期长、成本高、数据滞后的问题, 难以满足现代农业生产的需求。为了应对这一挑战, 精准化农药残留监测应运而生, 通过引入智能化传感技术、物联网技术与数据处理平台, 实现农田土壤农药残留的实时监测与精准管理。精准化监测不仅能够提高监测数据的准确性与时效性, 还能在源头上实现农药使用的精细化管理, 减少环境污染, 提升农业生产的可持续性。通过系统的监测与分析, 精准化管理有望为农田环境保护和农产品安全提供科学支持。

【作者简介】金甜欣(1999—), 女, 中国河南驻马店人, 本科, 从事生态环境监测与分析研究。

2 农田土壤农药残留监测的现状与问题

2.1 农田土壤农药残留的主要来源

农田土壤中的农药残留主要来源于农药的使用过程中。农业生产中为防治病虫害, 常常使用化学农药, 这些农药在使用后未完全降解或被植物吸收, 残留在土壤中。农药残留的形成与多种因素相关, 如施药量、施药频率、农药类型以及土壤的理化性质等。部分农药因其较长的降解周期或高毒性, 容易在土壤中积累, 造成长期污染。此外, 施药不当、农药过量使用或频繁轮换使用不同种类的农药也会加剧残留问题。部分农田还存在农药滥用现象, 这使得农药残留问题愈发严重。

2.2 当前农药残留监测方法的局限性

目前的农药残留监测方法主要依赖传统的取样分析技术。这些方法通常通过人工取样并送往实验室进行检测, 过程繁琐、周期长且费用较高。传统监测方式的局限性还体现在其对农药残留空间分布的准确反映不足。由于土壤中农药

残留的分布具有较强的空间差异性，单一取样点的数据不能全面代表整个农田的农药残留情况。此外，传统检测方法的检测限较高，无法准确检测到低浓度的农药残留，影响了对土壤质量的全面评估。现有监测技术难以满足高效、实时、精准的农业生产要求，亟需寻求创新的监测方法来克服这些局限性^[1]。

3 精准化农药残留监测技术的发展趋势

3.1 农药残留监测技术的创新

随着技术的不断进步，农药残留监测技术出现了创新性的变革。传统的监测方法逐渐被更加高效和敏感的技术所替代。近年来，光谱分析技术、气相色谱-质谱联用技术（GC-MS）等高精度检测手段得到了广泛应用，这些技术能够快速、准确地检测出土壤中低浓度的农药残留，且具备较强的选择性与灵敏度。此外，传感器技术的引入使得实时监测成为可能，通过传感器能够即时获取土壤中的农药残留数据，大大提高了监测的时效性和准确性。结合数据处理技术，农药残留的监测不再局限于传统的实验室检测，逐步向现场实时监控、数据动态更新的方向发展。

3.2 精准监测技术在农田中的应用前景

精准监测技术在农田中的应用前景广阔。通过引入物联网技术、无人机和遥感技术，可以实现对农田中农药残留的空间分布和时间变化的全面监测。物联网技术能够将土壤中的农药残留数据实时上传至云平台，农民和监管部门能够随时获取数据，及时采取相应的管理措施。此外，无人机与遥感技术的结合可以高效地对大面积农田进行远程监测，获取农药残留的分布情况，尤其是在大规模农业生产中，能够大幅度提高监测的覆盖面与效率。精准监测技术的应用将使得农田管理更加科学化、精细化，从而促进农业可持续发展。

4 农田土壤农药残留精准化监测管理策略

4.1 农田监测网络系统的构建

为了实现精准化农药残留监测，构建一个完善的农田监测网络系统是必不可少的。首先，需要在农田内布设多个监测点，利用物联网技术将传感器、无人机、遥感设备等多种监测工具与信息平台连接，形成一个立体的监测网络。监测点应根据农田面积、作物种类以及土壤特性等因素进行合理布局，以确保监测数据的代表性与全面性。通过网络系统的实时数据传输，可以及时掌握农田中农药残留的变化情况，实现全程跟踪与动态管理。此外，系统还应具备自动报警与数据更新功能，及时向农民和监管部门反馈监测信息，确保农药残留问题得到及时有效处理^[2]。

4.2 数据采集与分析技术的优化

数据采集与分析技术的优化是提升农药残留精准监测水平的关键。通过引入高精度的传感器和自动化分析设备，能够在更短的时间内采集到更多的样本数据，并进行高效处理。在数据采集方面，需要确保传感器的高灵敏度和高稳定性，能够准确反映土壤中的农药残留浓度。

在数据分析方面，可以结合大数据与人工智能技术，采用机器学习和算法优化方法，对海量监测数据进行深度挖掘与分析，识别出农药残留的潜在风险，预测其变化趋势。这些技术的优化将有助于提高农药残留监测的准确性、时效性和预测能力，进一步增强管理决策的科学性与针对性。

4.3 精准化监测与政策监管的结合

精准化监测与政策监管的有效结合是确保农田土壤健康的重要保障。精准化监测能够为政策制定提供强有力的数据支持，使得政策更加科学合理。在政策层面，政府可以根据监测数据制定适合的农药使用标准与监管措施，推动农田环境的可持续管理。同时，精准化监测系统还能实时反馈农药残留的超标情况，为相关部门提供预警信号，帮助及时采取应对措施，防止农药残留对环境和人体健康造成严重危害。此外，精准监测与政策监管的结合有助于提高农药使用的透明度，确保农业生产过程的可持续发展，推动农业绿色转型。

5 农药残留监测精准化管理的实施路径

5.1 农田土壤样本采集与分析规范化

为了确保农药残留监测的精准性和代表性，土壤样本的采集和分析过程必须规范化。在样本采集方面，采用标准化的土壤取样方法，确保样本能够全面反映农田土壤的农药残留情况。采样点的选择应考虑到土壤的地理分布、作物种类、施药历史等因素，合理布局监测点。通过自动化设备进行土壤样本采集，可以减少人为误差并提高采样的效率和准确性。分析过程中，结合高效液相色谱法（HPLC）、气相色谱法（GC-MS）等先进技术，可以精确检测农药残留的种类和浓度，并通过数据分析软件进行量化，提供精准的农药残留数据。此外，样本分析的全过程应严格遵循质量控制标准，以确保数据的可靠性和一致性，为后续的管理决策提供科学依据^[3]。

5.2 土壤监测数据的实时分析与反馈

土壤监测数据的实时分析与反馈是精准化农药残留管理的核心内容。通过物联网技术，将土壤中的农药残留数据实时传输至数据平台，并利用云计算和大数据分析技术对数据进行即时处理。这一过程能够有效缩短从数据采集到决策反馈的时间间隔，提高响应速度。通过智能算法对数据进行深度挖掘，分析土壤农药残留的空间分布和时间变化趋势，实时识别出潜在的污染风险和异常变化。数据分析结果可以及时反馈给农民和监管部门，为他们提供科学依据，帮助调整农药使用策略或采取必要的土壤修复措施。监测数据的实时反馈不仅有助于精准调控农药使用，还能够有效预防过量使用带来的土壤污染，促进农业生产的可持续性。

5.3 农药使用与环境保护的协同管理

农药使用与环境保护的协同管理是实现农田土壤健康