

中国农业绿色发展研究会团体标准

编制说明

《北方农田地下淋溶监测点位布设

技术规范》

(征求意见稿)

《北方农田地下淋溶监测点位布设技术规范》编制组

二〇二六年二月

目 录

一、团体标准制修订背景、目的和意义	1
三、标准编制原则和依据	5
四、标准主要条文或技术内容及其确定依据	7
五、主要试验、验证及试行结果	22
六、采用国际标准的程度及水平说明	24
七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系	25
八、重大分歧或重难点的处理经过和依据	25
九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果	25
十、其他应说明的事项	26
参考文献	27

《北方农田地下淋溶监测点位布设技术规范》

一、团体标准制修订背景、目的和意义

1. 标准制定背景

农田地下淋溶作为农业面源污染向地下水迁移的重要路径，在国家生态环境监测与农业绿色发展议题中备受关注。伴随我国农业集约化水平的提升，水肥利用率偏低、氮素流失严重等问题突出。污染物在降水和农业灌溉时下渗进入土壤，通过包气带进入地下水，污染潜水含水层，或通过越流补给至下伏承压水污染深层地下水（朱世锋，2021）。2013—2017年全国地下水水质监测表明，地下水“三氮”（氨氮、亚硝态氮和硝态氮）严重超标，其中，硝酸盐及亚硝酸盐超标在华北、东北和西北地区较为突出。北方黑土、潮土和褐土区是氮素淋溶典型区，2016—2020年北方876点位监测表明，东北黑土区地下水硝酸盐超标率达39.6%，华北潮土区超标率19.3%，西北褐土区超标率14.9%（王洪媛等，2022）。华北平原土体包气带硝酸盐存贮量达1854万t，作物种植对包气带硝酸盐累积平均贡献率为78.3%（李晓欣等，2021），地下水中超过50%的氮来自农田氮素淋溶（Gao et al, 2016）。受施肥、降水及土壤质地等多因素影响，农田氮素淋溶发生机制复杂，防控难度大。

过去十余年间，国家持续推进农业面源污染防控与地下水监测体系建设。然而，由于缺乏统一的《农田地下淋溶监测点位布设技术规范》，各地在点位布设过程中存在监测深度选择不一致、代表性不足、布局零散、数据不可比等问题。一些地区盲目采用浅层采样，忽视包气带与含水层间复杂的物质迁移过程；部分项目因缺乏科学布设方法而导致重复建设与资源浪费，降低了数据准确性，也削弱了相关阻控技术的评估与推广效果。与此同时，欧盟、美国、日本等已建立起较为完善的农业淋溶监测体系，发布了涵盖面源污染治理、地下水保护及农业环境监控的技术规范和操作指南。而我国在该领域尚处起步阶段，亟需制定一部科学、系统、可操作性强的标准，以填补农业地下水污染监测领域的技术空白。

近年来，《农业绿色发展战略规划（2017—2030年）》《水污染防治行动计划》（“水十条”）、《地下水污染防治实施方案》《化肥减量增效行动方案》等政策相继出台，明确将农业环境监测，特别是地下水氮素监测，列为重点任务。农业农村部、生态环境部、自然资源部等部门陆续开展相关监测与科研项目，在部分试点区域建立了氮素淋溶监测体系。但由于缺乏统一的布点技术标准，现有体系普遍存在碎片

化、短期化和系统性不足的问题，难以实现数据互联互通与结果统一评估。

因此，制定关于“农田地下淋溶监测点位布设”的技术规范，不仅是落实国家农业绿色发展与地下水污染防治政策的现实需要，更是推进农田面源污染监管、提升农业环境质量监测能力的关键环节。该标准的出台，将有助于实现监测数据互通、结果互认与技术共享，推动建立全国范围内系统化、标准化的农田地下淋溶监测网络，为我国农业环境管理和地下水保护提供坚实的技术支撑。

2. 制定淋溶布点规范符合当前发展趋势

制定农田地下淋溶监测点位布设技术规范不仅是技术进步的体现，更是响应国家战略部署、满足地方管理需求、推动农业产业可持续发展的关键举措。

国家层面在“十四五”规划、《国家水安全保障规划》《全国农业绿色发展规划（2021-2030）》等重要政策文件，均明确提出强化农业面源污染监测，特别是加强农业活动对地下水资源的影响评估与控制。2022年，生态环境部与农业农村部联合印发的《全国农业面源污染治理实施方案》指出，要推进“氮素监测点位布设规范化、代表性与动态性”，强调“以淋溶路径为核心构建面-线-点一体化的监测网络”，为标准制定提供政策依据。

地方各省市在推进农业绿色转型过程中，面临耕地质量保护与水资源安全的双重压力。以东北、华北主产区为例，大量农田位于浅埋地下水区，氮肥施用强度大，氮素在土壤-地下水系统中淋溶速率高，但多数地区尚未建立系统化的监测点位网络。地方农业农村部门虽有意愿开展监测布设工作，但因缺乏统一技术指导，导致重复建设、布局混乱、结果不具备比较性的问题时有发生，亟需出台监测点位布设技术规范作为操作依据。

随着绿色食品、有机农业、生态循环农业的快速发展，农业生产更注重环境友好。农产品出口和大型农业企业也逐步面向绿色认证、碳足迹核算、污染源追溯等国际标准，要求具备可量化、可验证的环境监测体系。而淋溶监测点的合理布设作为基础支撑环节，直接关系到农业生态系统服务价值的评估与农业碳中和路径的科学设计。

目前，农业面源污染防治逐步转向“精准监管”和“系统治理”。监测点位作为农业环境监测体系的最小单元，是实现农业环境管理的重要基础。制定科学系统的布点技术规范，顺应政策导向与技术趋势，是当前和未来一段时期内农业绿色发展的必然要求。

3. 新形势下存在的问题与标准制定目的意义

在当前农业绿色转型和生态文明建设的新形势下，农田地下淋溶监测工作虽然逐步受到重视，但在实际操作与管理中仍面临诸多瓶颈，

主要体现在以下几方面：

（1）缺乏统一技术标准，布点随意性强

目前，多数地下淋溶监测项目依赖科研单位或地方试点单位自行设计点位方案，未形成统一的布设依据，导致点位布局缺乏系统性与规范性，导致监测结果在空间上不可比、在时间上不连续，严重制约了数据集成分析与区域趋势评估的准确性。

（2）点位设置缺乏代表性和科学性

不少地区在点位选择上未能充分考虑包气带厚度、灌溉制度、作物类型、施肥模式等关键变量，导致点位不能有效代表区域特征，出现监测数据偏差、误判污染风险的问题，影响后续管理策略的制定。

（3）监测深度不合理，忽视地下水迁移通道

监测工作过于关注浅层耕作带，忽视了污染物在包气带中的迁移与转化过程，也未能系统地观测地下水层的实际受污染情况，难以支撑地下水污染归因与风险评估。

（4）缺乏持续性与追溯性机制

部分布点项目周期短、管理不善，存在设备丢失、数据中断、点位废弃等问题，未建立点位生命周期管理机制与动态调整机制，影响监测数据的时序完整性与政策连续性。

在上述问题背景下，制定本标准具有重要意义：

统一规范，提升监测科学性：本标准提供了点位布设原则、流程、方法、深度、数量、标识与调整等全流程技术要求，有效解决“怎么布、布多深、布多少”的核心问题。保障数据质量，支撑政策制定：标准的实施将提升数据的空间代表性、时间连续性与方法一致性，为国家地下水质量评估、污染风险预警及农业环境监管提供高质量支撑数据。推动技术下沉，提高操作能力：通过明确操作流程与布设方法（如网格法、放射布点法等），降低技术门槛，使地方单位和基层人员可操作、可复制、可推广。

综上，制定《北方农田地下淋溶监测点位布设技术规范》是构建“政府推动—标准引领—技术支撑—数据驱动”农业环境监测体系的基础工程，是促进农业绿色发展、保障地下水安全与生态文明建设的重要举措。

二、工作简况

1. 任务来源

根据中国农业绿色发展研究会下发的《关于 2025 年第二批 13 项团体标准立项的公告》（农绿（培）〔2025〕7 号）文件，《北方农田地下淋溶监测点位布设技术规范》团体标准立项，起草单位为农业农村部环境保护科研监测所、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管

技术中心、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心。

2. 主要工作过程

2.1 立项前准备

项目组按照中国农业绿色发展研究会《关于征集 2025 年中国农业绿色发展研究会团体标准项目的通知》(农绿(培)(2025)2 号)要求提交了立项申请材料。

2.2 项目组成立与任务分工

2024 年 8 月, 标准制定任务下达后, 起草单位组织相关人员组建成立标准起草工作组, 并对文献收集、标准起草、意见征求等工作进行分工, 明确各自任务和职责, 以确保标准制定任务的顺利实施。

2.3 实地操作与专家咨询

为提高本标准的适用性和规范性, 起草工作组赴山东、山西、天津、黑龙江等农业主产区进行调研和网格化取样, 研究区涵盖潮土、褐土、黑土三大类我国北方主要土壤类型, 并与当地科研人员、技术推广人员和生产者进行座谈、交流与讨论, 了解当地水肥施用、种植模式、水文地质等情况。依托“十四五”国家重点研发计划项目“农田氮素地下淋溶自动监测技术装备研发及产业化”实施效果现场测评为会, 开展监测技术交流, 对布点方案听取中国农业生态环境保护协会、中国农业科学院资源区划所等主要单位专家意见。

2.4 资料收集与标准起草

起草工作组收集整理了我国现行有效的地下淋溶、农业面源污染监测、地下水监测、土壤监测等相关标准 30 个, 并进行了深入细致的研究。结合近年来起草工作组的研究成果与监测经验, 起草工作组按照国家标准 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分: 标准化文件的结构和起草规则》要求, 确定了本标准的初步框架, 并起草形成工作组讨论稿。在此基础上, 集中对标准的范围、主要技术指标、最新技术采用等内容进行了讨论, 最终确定了标准的主要内容, 并起草形成标准文本及其编制说明的征求意见稿。

农业农村部环境保护科研监测所、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心

本文件主要起草人: 张贵龙、李洁、刘晨峰、孙家君、冯苍旭、张建伟、王丽丽、徐艳、安克锐

3. 主要起草人及其分工

姓名	性别	职务/职称	工作单位	主要工作
张贵龙	男	研究员	农业农村部环境保护科研监测所	组织、协调，确定标准框架
李洁	女	副研究员	农业农村部环境保护科研监测所	标准文本、编制说明等起草
刘晨峰	女	研究员	生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心	标准文本、编制说明等起草
孙家君	男	副研究员	生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心	技术内容和指标确定
冯苍旭	女	研究员	中国地质调查局水文地质环境地质调查中心	技术内容和指标确定
张建伟	男	高级工程师	中国地质调查局水文地质环境地质调查中心	技术内容和指标确定
王丽丽	女	研究员	农业农村部环境保护科研监测所	文献收集与整理、意见征求
徐艳	女	副研究员	农业农村部环境保护科研监测所	文献收集与整理、意见征求
安克锐	男	农艺师	农业农村部环境保护科研监测所	文献收集与整理、意见征求

三、标准编制原则和依据

1. 编制原则

本标准的编制遵循《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国标准化法实施条例》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国农药管理条例》《国家标准管理办法》等法律法规和相关政策文件，严格按照国家标准、行业标准及团体标准制修订的程序和技术要求执行。标准编制以科学性、系统性和可操作性为原则，以农田氮素淋溶监测布点科学设计为切入口，充分结合北方地区农业生产实际和地下水环境特征，优化监测布设的技术流程与内容要求，确保对监测目标、方法、布局、深度、频次、质量控制等要素进行了全面、系统的阐述。

在编制过程中，广泛征求了生态环境、农业农村、水资源等相关领域专家及管理部门的意见，充分吸纳科研机构、试点单位和地方农业技术推广部门的实践经验，确保标准内容的科学性、合理性和前瞻性。同时，参考国内外已发布的同类标准和相关技术文件，如 HJ 91.1—2019《地下水环境监测技术规范》NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》等，并结合我国农业生产实际操作场景与监测经验，使标准内容与指标体系更加符合实际应用，具有较强的可执行性、可重复性和技术指导性。

此外，标准文本在保持科学严谨的同时注重简明易懂，文字表述准确规范，便于基层监测人员和农业技术人员掌握与实施，确保标准兼具先进性与实用性的统一。

2. 编制依据

2.1 以国家标准和管理要求为依据规范制定。

本标准依据国家标准 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定起草制定。标准文本的编排采用中国标准编写模板 SET 2020 版进行排版，编制说明按照《中国农业绿色发展研究会团体标准暂行管理办法》的要求编写，确保标准文本和编制说明的规范性。

同时，标准内容与国家有关法律法规（如《标准化法》《环境保护法》《农业法》《水污染防治法》等）保持一致，符合国家农业绿色发展、地下水污染防治及农业面源污染治理等政策导向，为标准的合法性和政策衔接提供依据。

2.2 参考行业标准与研究实践经验为主要依据制定。

本标准的制定以行业标准、科研成果与长期实践经验为主要技术依据。起草工作组成员参与完成了科技部“十四五”国家重点研发计划项目——《农田氮素地下淋溶自动监测装备研发及产业化》，形成了“氮素淋溶组网监测技术”体系，并在华北（天津、山东）、西北（山西）及东北（黑龙江）示范区进行了成功推广与验证。自 2023 年起，农业农村部环境保护科研监测所与中国地质调查局水文地质环境地质调查中心联合开展淋溶成井监测技术研究，将传统的 90 cm 淋溶桶监测扩展为覆盖“耕层—包气带—浅层地下水”的全剖面监测，实现了农田氮素垂向迁移全过程的观测与评估。与此同时，农业农村部环境保护科研监测所与生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心合作实施了“农田氮素淋溶自动监测与智慧管控系统集成示范”重点研发课题，创建了自动化监测与智慧管控一体化体系，并在典型产区分块开展了应用示范。

在此基础上，本标准以实地监测数据与研究成果积累为支撑，融合农田地下水氮素淋溶动态观测、传感器自动监测、信息化数据管理、智慧决策支持等关键技术，综合考虑水文特征、种植结构差异及管理制度，优化和集成了现有监测布点方法，明确了主要技术指标与质量控制要求。

在标准起草过程中，充分考虑我国农业环境监测技术水平与装备发展现状，兼顾农田非点源污染防治体系标准化建设的阶段性需求，并面向未来农业智慧化与精准监测的发展趋势，确保标准具备科学性、前瞻性和引导性，既能满足当前技术应用，也为后续标准体系拓展提

供参考。

2.3 编制思路

本标准的编制以农业绿色发展和地下水污染防治的国家战略为指导,立足北方地区农田地下淋溶监测实际,遵循科学性、系统性和可操作性原则,重点从以下三方面开展:

(1) 以现状调研与典型经验为基础,明确技术方向

通过对北方地区典型农业区的实地调研,系统分析气候、水文、土壤、作物制度及施肥灌溉模式等基础信息,结合国家重点研发计划、部级科研项目及地方试点的监测成果,梳理了农田地下淋溶监测中存在的主要问题和技术需求。在此基础上,确定了标准的总体目标、适用范围与技术重点,为规范的科学编制提供依据。

(2) 明确“先资料、后布点”的工作顺序,构建标准技术体系

在充分总结实践经验的基础上,对农田地下淋溶监测的全过程进行了系统梳理,形成了涵盖布设原则、布点流程、布点方法、数量与深度确定、数据采集与质量控制等内容的技术体系。标准结构设计遵循“从总体到分区、从浅层到深层、从布点到管理”的逻辑,确保内容系统完整、层次清晰,便于各级单位依规实施。

(3) 以实用可行为导向,强化应用推广

标准编制注重技术的落地性与操作性,针对基层监测单位和农技人员的实际需求,对关键步骤提出了定量或分级要求,形成了可直接操作的技术规范。同时,兼顾与现行国家、行业及地方标准的衔接,确保本标准既符合当前监测体系建设要求,又具备未来推广和扩展的适应性与引导性。

四、标准主要条文或技术内容及其确定依据

1. 范围

根据国家标准 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》中“5.1 按内容划分”的规定,结合本标准的框架结构和内在关系,范围部分涵盖了规范性技术要素,如本标准规定了农田地下淋溶监测点位布设的原则、流程、方法、数量与深度等关键技术要素,旨在保证监测点位的代表性、可行性和监测数据的连续性。

标准的适用范围限定于北方地区主要作物种植场景下的氮素及相关污染物地下淋溶监测工作,突出区域性、典型性与实用性相结合的特征。

在确定“范围”条款时,工作组参考了农业农村部、生态环境部等部门关于农业面源污染与地下水污染防治的政策文件,并结合国家

重点研发计划、部级科研项目和典型试点区（如华北平原、黄淮海蔬菜/粮食主产区、西北灌溉区）的实践经验，确保标准适用性强、技术覆盖全面，为后续监测规范体系建设提供了基础依据。

2. 规范性引用文件

对于标准框架结构中已有相应的国家标准或行业标准的，直接引用相应的标准。此外，根据本标准内容的规范需要，引用相应的标准。本标准所引用的标准均为国家标准和行业标准，且现行有效。同时，引用要求均符合国家标准 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定。

3. 术语和定义

在引用文件选择上，遵循以下原则：对已有国家标准或行业标准、能直接提供技术规范的，直接引用；对尚无国家标准、但行业规范成熟且已稳定应用的，择优采用；对涉及多学科交叉内容（农业、水文、地质、生态环境）的，保证技术覆盖的完整性与一致性。因此，本标准引用了以下文件：

HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》为监测点位布设数量提供依据；NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》用于指导农田区域监测及布点代表性分析，为监测单元划定与地块分区提供依据；

HJ 1291—2023 《地表水环境质量监测点位编码规则》为监测点编码与数据管理提供格式参考；

NY/T 1634—2008 《耕地地力调查与质量评价技术规范》、DZ/T 0282—2024 《水文地质调查规范（1:50 000）》、DZ/T 0469—2024 《地下水资源调查评价规范》用于前期土壤、水文等调查。

上述引用文件涵盖了土壤、地下水、水文地质和农业生产等相关领域，为本标准技术内容提供了系统支撑。其中，HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》、HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》和 DZ/T 0469—2024 《地下水资源调查评价规范》为环境与地质监测的核心依据，NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》和 NY/T 1634—2008 《耕地地力调查与质量评价技术规范》为农业行业领域的重要参考标准。引用体系整体兼顾了标准的规范性、系统性与衔接性，确保本标准与现行标准体系相协调。

4. 布设原则

布设原则明确了农田地下淋溶监测点位布设的基本导向和设计要求。该章节的确定依据为农业环境监测、地下水监测及农业面源污染控制领域现行国家、行业及地方标准的通行原则，并结合北方地区

农田实际情况进行归纳与提炼。

（1）代表性原则

借鉴国家标准 GB/T 37802—2019 《农田信息监测点选址要求和监测规范》“监测点布设应充分考虑土壤质地、作物种植结构、耕作制度、地形地貌、灌溉条件等的代表性，监测地块的作物种植面积应不少于 0.1 hm²。NY/T 3701—2020 《耕地质量长期定位监测点布设规范》、以及 DB44/T 2614.5—2025 《农业面源污染监测及测算技术规范 第五部分：农田氮淋溶监测》中关于“根据耕地面积、土壤类型、耕地质量水平和种植制度等，选择具有代表性和典型性的区域布设监测点”的要求，结合我国农田类型复杂、作物结构多样、氮素利用率差异显著的特点，本标准提出代表性原则。“代表性”要求监测点位应能反映监测区域内的典型地理、土壤及农业管理特征，体现氮素淋溶的空间差异和主要影响因素。在布设时首先需遵循代表性原则，考虑主栽作物类型及农田管理制度；其次考虑土壤质地、地形地貌和水文条件。通过代表性布点，可保证监测结果能有效反映区域内的淋溶特征，避免偏离实际生产情景，从而提升监测数据的科学性和可比性。

（2）可行性原则

综合考虑监测对象、监测方法和样品采集等因素，结合当前科技发展和专业技术水平，使环境监测点位的布设切实可行。本标准借鉴前期标准，提出“可行性”原则，强调在布点设计中需兼顾现场立地条件与实施难度，既保证科学性，又符合工程操作性。同时应考虑农户配合度和地块权属等社会因素，避免后期监测受阻。该原则的设置旨在确保监测体系建设既科学合理，又能高效执行、长期运行。

（3）连续性原则

参考 GB/T 37802—2019 《农田信息监测点选址要求和监测规范》4.2.6 “监测点位置应相对固定；确需变更时，应设置至少 2 年的对比监测。” NY/T 3701—2020 《耕地质量长期定位监测点布设规范》及 DB44/T 2614.5—2025 《农业面源污染监测及测算技术规范 第五部分：农田氮淋溶监测》中提出的“监测地块优先选在位于试验站、农业专业合作社、家庭农场或农业园区等经营主体长期承包地块，确保监测工作能持续稳定开展。监测地块应选择在地形开阔的地方，宜远离村庄、建筑、道路、河流、主干沟渠、点源污染。”的标准内容，以及 NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》中“避开住宅、沟渠、粪堆、坡地及洼地”的要求，提出的监测网建设长期性、系统性的要求。本标准提出“连续性”原则，强调监测布点应优先选择具备长期稳定观测条件的地块，如试验站、农场基地或专业合作社园区内的典型区域，避开村庄、养殖区、道路、干渠等人为干扰地段，

确保监测工作可持续稳定开展。既能实现农田氮素淋溶动态变化的长期观测，也为政策评估、趋势分析和模型验证提供可靠的数据源。

5. 布设流程

本章明确了农田地下淋溶监测点位从前期准备、单元划定、布点设计到后期管理的全流程技术路线。其编制是在参考现有国家、行业及地方标准的基础上，结合农田氮素地下淋溶监测的实践需求与科研应用场景，形成了“调查分析—单元划定—方法选择—布点实施—动态管理”的系统化流程。

其主要编制依据和内容说明如下：

5.1 前期调研

参考 GB/T 37802—2019《农田信息监测点选址要求和监测规范》“监测点四周应空旷平坦，应避免设在邻近有丛林、铁路、公路、工矿、烟囱、高压线、高大建筑的地方。HJ/T 166—2004《土壤环境监测技术规范》中“组织准备与资料收集”要求，结合 NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》关于“监测点位布设前应系统收集区域自然与农业资料”的条款，同时参照 NY/T 1634—2008《耕地地力调查与质量评价技术规范》、DZ/T 0282—2024《水文地质调查规范（1:50 000）》和 DZ/T 0469—2024《地下水资源调查评价规范》对土壤与地下水基础信息调查的技术路线。

本标准提出，前期调研是布点设计的前提与数据基础。为确保点位具有代表性和科学性，应在布点前全面收集区域的：1) 自然地理条件：地形地貌、气候类型、水文特征、地下水埋深；2) 农业生产信息：作物类型、施肥和灌溉制度、土地利用状况；3) 环境与污染背景：农田灌溉水质量、周边工业及生活污染源、土壤退化或盐渍化情况；4) 监测基础数据：历史监测记录、已有观测站点分布、行政区划与地块边界。5) 资料收集应以现行标准图件、实测数据及地方农业资源档案为主，并通过现场踏勘验证关键地块特征，避免布点盲目与信息遗漏。

5.2 划定监测单元

监测单元划定是淋溶监测布点的核心环节，决定了数据代表性与可比性。本标准参考 NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》中“监测单元按环境和污染物类型的途径划分”的原则，对地下水监测网分区设计的思路，并吸收国内外农田氮素迁移研究成果。

本标准提出应综合考虑施肥来源、灌溉方式、作物类型、土壤结构、包气带厚度及行政区划边界等要素，将监测区域划分为若干具有相对一致环境条件的单元。

5.3 明确布设方法

单元划定完成后,应根据区域差异与研究目标选择布设方法:包括分区布点、网格布点、随机布点、带状布点、放射布布点。该步骤的流程设计参考了 HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》“分区布点与代表性样点确定”的技术逻辑,使布设方案兼顾科学性、代表性与操作可行性。

5.4 确定点位布设深度和点位数量

参照 HJ 91.1—2019 《地下水环境监测技术规范》、NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》中对监测层次、布点深度与数量控制的规定,并结合统计学抽样原理 (t^2CV^2/D^2 法) 确定点位数量的计算方式。

5.5 点位标识

为保证点位可识别、可追溯,应在布设完成后设置标识牌。本标准参考 HJ 1291—2023 《地表水环境质量监测点位编码规则》和 HJ 1001—2018 《生态环境监测网点编码规则》的点位管理要求,并结合农业环境监测现场条件。标识牌内容包括:点位编号、经纬度坐标、布设日期、监测单位及监测深度。建议采用耐腐蚀材料制作,并设置必要防护措施,以便于进行长期追溯,为数据质量控制与审查提供依据。

5.6 点位调整

在长期运行中,若因土地利用变化、设备损坏、地块弃耕或人为干扰导致监测功能丧失,应开展点位调整。本标准参考 HJ 91.1—2019 《地下水环境监测技术规范》中“监测点优化与调整”章节,结合农田动态变化特征。调整流程包括:1) 现场调查确认;2) 专业技术论证;3) 调整审批与备案。

调整后的点位应尽量保持原监测单元特征一致,以维持数据可比性和时间序列连续性,确保监测网络具备长期稳定性与灵活调整能力。

6. 前期调研

本章节的编制综合借鉴了以下现行标准与技术文件,如 HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》中关于“监测前资料收集与现场调查”的总体要求;NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》中关于“监测区域基础信息与农业生产资料收集”的内容框架;NY/T 1634—2008 《耕地地力调查与质量评价技术规范》中关于农田土壤基本属性与地力的调查方法;NY/T 3824—2020 《流域农业面源污染监测技术规范》中关于流域基本情况和农业源的调查信息要求;以及 DZ/T 0282—2024 《水文地质调查规范(1:50 000)》和 DZ/T 0469 《地下水水资源调查评价规范》中关于地下水埋深、水文地质条件和地貌特征调查的技术要求;同时结合了在国家重点研发计划项目

《农田氮素地下淋溶自动监测装备研发及产业化》及农业农村部相关试点工作中形成的实际监测经验。

总体设计思路：

本章节旨在规范监测布点前的信息收集与现场核查程序,为监测单元划定和点位设计提供科学依据。通过建立标准化的调查内容与表格体系(附录A),实现各地区数据的可比性与系统性。该设计参考了HJ/T 166—2004《土壤环境监测技术规范》的“先进行组织准备、资料收集、现场调查,在进行布点方法、数量的确定”的工作顺序,参考杜军等(2013);鄢紫薇(2022);Hu等(2024)的研究,明确水肥投入、地力水平、地下水埋深、土壤容重、地貌特征等为驱动地下淋溶的主要因素,大体分为地区环境特征、农业生产、土壤类型和属性等,结合地下淋溶采样装置布设等实地工作,提出在资料收集的同时,也需要进行实地勘察。因此,资料收集与调研应获取监测区环境、农业生产、土壤属性和现场条件四个维度的数据资料。

6.1 环境信息

本条款参考了NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》对监测区自然条件信息的收集要求。重点包括监测区域水文(降水量、蒸散发)、气象(太阳辐射、年均温)、地形地貌等,并直接引用DZ/T 0282—2024《水文地质调查规范(1:50 000)》和DZ/T 0469—2024《地下水资源调查评价规范》的技术方法进行地下水埋深与地貌特征的调查,这些要素与生态系统水分收支参数直接相关,影响淋溶水量和其迁移路径。

6.2 生产信息

本条款参考NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》和NY/T 1634—2008《耕地地力调查与质量评价技术规范》进行设计。监测点所在农田的种植制度(作物种类、耕作方式等)、灌溉制度(灌溉水量、灌溉方式)、施肥制度(肥料种类、用量、施用方式)、田间基础设施等,是决定氮素输入量与淋溶强度的核心因素,因此要求对作物种类、灌溉方式、施肥方式及用量进行详细记录。这些信息将用于后续监测结果解释及氮平衡分析,为不同农业管理模式下的淋溶特征对比提供基础数据。

6.3 土壤情况

土壤属性调查参考了NY/T 1634—2008《耕地地力调查与质量评价技术规范》中的取样与分级方法,本标准包括土壤类型、地力等级、耕作年限及土地权属信息等,旨在揭示土壤理化特征及其对氮素迁移的调控作用。同时,土地权属和使用年限信息有助于评估点位的长期可持续性,避免因土地流转导致监测中断。

6.4 实地勘察信息

该条款的设立参考 HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》“4.3 现场踏勘，将调查得到的信息进行整理和利用，丰富采样工作图的内容。”也参考 NY/T 3821.1—2020《农业面源污染综合防控技术规范第 1 部分:平原水网区》，DB44/T 2614.5—2025《农业面源污染监测及测算技术规范 第五部分：农田氮淋溶监测》等现行标准中地下淋溶监测装置安装环节过程复杂，周期长(以 1 年为一个监测周期)等，并吸收了农业环境监测项目和农田长期观测网建设的实际经验，认为应通过对田块面积、平整度、道路条件、作业便利性及农户配合意愿等内容的现场核查，可有效评估布点的可行性与操作性。这一环节是与“实际可行性”的结合，确保后续点位建设既具代表性，又便于长期维护。

综上，相较于现行土壤或地下水环境监测标准，本标准章节设置统一的《农田地下淋溶监测点基本信息调查表》(附录 A)，实现数据格式标准化和信息溯源；在环境、土壤、农业生产信息收集基础上，结合项目实践经验，增加田间操作性指标(如道路条件、农户配合度)，提高标准执行的可操作性。

7. 布设方法

7.1 分区布点

分区布点的标准文本撰写借鉴了 NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》中“按污染输入途径、作物种类、土壤类型与耕作制度路径划分监测单元”的要求，对地下水监测分区的分级布设思路。其目的是保证监测结果能准确反映不同地貌类型、耕作制度及氮素输入强度下的淋溶特征，实现空间代表性。

HJ/T166—2004 《土壤环境监测技术规范》

在 5.2 “布点方法中”提到分块随机布点方法，具体内容以土壤类型为主要分区依据，包括“根据收集的资料，如果监测区域内的土壤有明显的几种类型，则可将区域分成几块，每块内污染物较为均匀，块间差异明显，则将每块作为一个监测单元，在每个监测单元内再进行随机布点。”国家标准 GB/T 37802—2019《农田信息监测点选址要求和监测规范》在 4.2 监测点布设中提到“监测点布设地块的作物种植面积应不少于 0.1 hm^2 。”

徐涛 (2016) 指出监测单元是在监测范围内具代表性的耕地，地块应位于耕地集中连片区域，面积一般应大于 0.3 hm^2 。苏虹等(2023)指出每个监测类型区最好设置一个监测单元，意义在于用最小的成本达到最好的监测效果。鉴于我国农田类型多样、地下水埋深差异显著，若采用单一布设模式，易造成代表性偏差，通过建立分区布点体系，

可实现分区分类监测管理。

综上，本标准提出“以监测单元为布点的基础单元”，并明确不同监测单元可采用分区布点法，即在每个监测单元内，依据土壤异质性、耕作制度、地下水埋深及其他具体监测需求，采用相应布点方法（如网格法、带状法等）分区设置若干监测点位。

7.2 网格布点

“网格布点法”是指在监测区域内按一定间距构建规则网格，并在网格交点或中心点布设监测点位的一种空间采样与监测布设方法（张玉臻等，2017）。该方法强调空间均匀性与代表性，广泛用于地形平坦、环境因素分布相对均匀的区域，适合农田面源污染、土壤质量及地下水监测等场景。

本条关于网格布点法的设定，主要依据 NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》和 HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》的相关规定，同时结合农田地下淋溶监测的空间分布特征与科技论文结果确定。NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》明确指出：“农业投入品污染型土壤监测点采用网格布点法；高地质背景监测单元根据成土母质性质和土壤类型采用网格布点法。”该条文确立了网格布点法在农业面源污染监测中的适用性。HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》为本标准采用该方法提供了直接的技术依据：“网格化布点比简单随机布点所采样品的代表性要好。”结合地统计学与农田氮素迁移规律研究（秦济民，2024），表明：土壤和地下水氮素浓度在空间上通常表现出中等空间自相关性；网格布点法能有效支撑克里金插值、空间分区评价等后续分析方法。因此，在地形平坦、农业投入品为主要驱动力的区域，采用网格布点法可兼顾代表性、均匀性与统计可比性。

在国家重点研发计划“农田氮素地下淋溶自动监测装备研发及产业化”项目中，网格化布点方式在华北潮土区小麦玉米轮作区、西北褐土区单季小麦/玉米/高粱种植区和东北春玉米集约化种植区得到成功应用，能清晰显示氮素淋溶沿程（0—2 m）变化特征。以华北地区麦玉轮作农田为例（图 1，图 2）

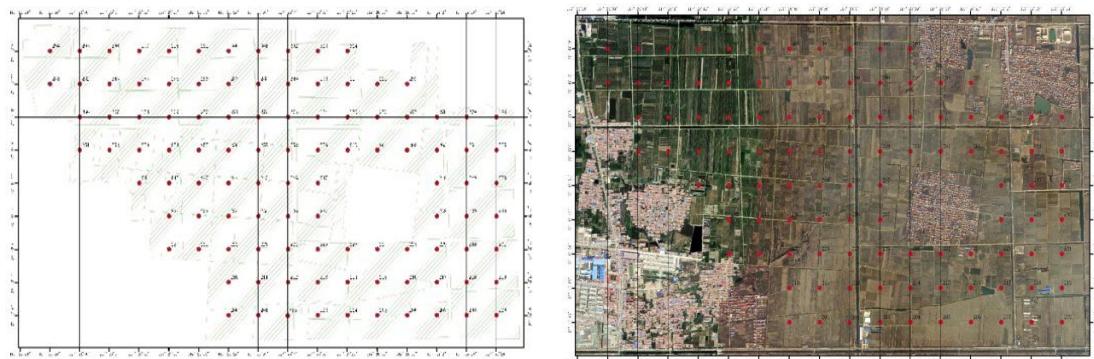


图 1 网格化布点图

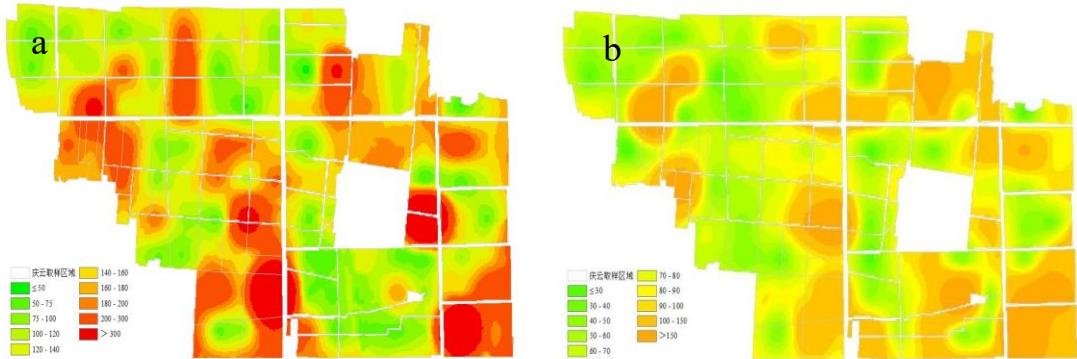


图 2 土壤剖面累积氮素插值图 (a: 0~100cm; b: 100~200cm)

7.2.1 在地形平坦、农业投入品为主要影响方式的农业产区，宜采用网格布点法。

本条标准参考 NY/T 1054—2021《绿色食品 产地环境调查监测与评价规范》：“在环境因素分布比较均匀的监测区域，采样网格法；NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》：“农业投入品污染型土壤监测点采用网格布点法”；和徐涛（2016）：“栅格式（即为网格式）主要适用于平原地区或地形起伏较小地区”。

7.2.2 布设点位应在规则网格交点或中心点进行设置。

本条标准根据监测和采样过程中网格化布点实际操作确定。

7.2.3 实地布设时可根据立地条件进行适当调整，避开沟渠、田埂、林带、路旁、微地形高低不平地段。

本条标准直接引用自 NY/T 1634—2008《耕地地力调查与质量评价技术规范》中 6.1.2。

7.3 随机布点

随机布点法是环境监测与农业生态监测中常用的一种基础布点方法，具有实施简便、覆盖均匀、可避免主观偏差等优点。该方法能够在整体上反映区域平均水平，适用于监测区域受多种自然与人为因素影响、空间异质性较强且难以明确划分监测单元的情形，常用于初

期取样调查或背景监测。

7.3.1 当监测区域受自然条件（如地形、土壤、水文）及农业活动（如施肥、灌溉）等多种因素综合影响，难以明确划定监测单元时，可采用随机布点法。

本标准借鉴了 GB/T 37802—2019《农田信息监测点选址要求和监测规范》4.2.4 中“多个监测点布设在同一地块时，应采用随机均匀布点原则，监测点互相间距离应大于 5 m”的规定；参考了 NY/T 1054—2021《绿色食品 产地环境调查监测与评价规范》“在环境因素分布比较复杂的监测区域，采取随机布点法”的要求；以及 HJ/T 166—2004《土壤环境监测技术规范》“在每个监测单元内随机布点”的原则。

7.3.2 监测点之间的距离应大于 5 m，确保监测结果的独立性。

本条标准直接引用 GB/T 37802—2019《农田信息监测点选址要求和监测规范》4.2.4。

7.4 带状布点

带状布点法 (Belt-shaped Layout Method) 是指根据污染物迁移的主导路径（如地表径流、浅层地下水流向或灌溉排水方向），沿流向或坡度方向连续布设监测点位的一种空间布点方式。该方法以水动力驱动过程为导向，通过线性序列布点反映污染物在空间上的迁移梯度，是研究氮素淋溶、径流污染与物质输移过程的关键布设策略。

秦济民（2025），田晓华（2025），邓远东（2025）等研究表明，带状布点能揭示坡地农田中硝态氮的逐级累积与下渗规律。本标准用于于坡耕地、小流域或存在明显坡度的农田；灌区、渠灌区或地表-地下水联系紧密的地带；沿排水沟、地表径流或潜水流向的监测剖面；地下水流向单一、污染迁移具有方向性的区域。

7.4.1 在具坡度的小流域、坡耕地或沿灌溉渠道的地区，宜沿浅层地下水流向采用带状布点法。

NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》在布点方法中建议“灌溉水污染型土壤监测点：在纳污灌溉水体两侧，按水流方向采用带状布点法。布点密度自灌溉水体纳污口起由密渐稀，各引灌段相对均匀”。

《地下水环境背景值统计表征技术指南（试行）》（环办土壤函〔2023〕344号）沿地下水径流方向和水化学分带规律布设。

借鉴上述现行标准，带状布点法在设计上遵循“沿地下水流向或地表径流方向布设断面”的原则，旨在反映污染物迁移的空间连续性和浓度梯度变化规律。该方法适用于地形起伏明显、灌溉水体流向明确或地下水径流方向突出的地区，通过连续设置监测点，可有效表征

地下淋溶污染物沿迁移通道的分布特征和变化过程。

7.4.2 布点应自入流区-中间区-流出区连续设置，间距均匀，以有效覆盖可能的污染迁移路径。

朱世锋（2021）自入流区-中间区-流出区两侧均匀布点进行采样，阐明土地利用变化对不同埋深地下水硝氮浓度的影响。

段友春（2021）进行带状布点取样并基于 GIS 研究鲁东南典型丘陵平原区农田土壤养分空间变异特征及影响因素。

邓远东（2025）利用沿江带状布点收集到的松花江和挠力河流域 706 个浅层地下水水质测试数据，分析地下水氮浓度时空分布特征。

田晓华（2025）由山区、山前平原至中东部平原至滨海平原地下水水质呈规律性分布， NO_3^- 是地下水污染的主要元素，超标点位占比 30.93%，可反映硝酸盐污染物的空间梯度分布。

鉴于农田地下氮素的淋溶迁移主要依赖水力驱动。沿地表坡度或浅层地下水流向布设点位，可以反映污染物从源头（入流区）到汇集区（出流区）的时空变化，本标准制定“布点应自入流区-中间区-流出区连续设置，间距均匀，以有效覆盖可能的污染迁移路径。”

7.5 放射布点

放射布点法（Radial Sampling Method）是以污染源为中心，沿不同方向或沿地下水流向放射性布设监测点位的一种布点方法，主要用于识别污染源对周围土壤、包气带及浅层地下水环境的影响范围与衰减规律。其核心思想是通过呈放射状设置的多级监测点，可以最优方式捕捉污染物浓度的空间梯度变化，从而揭示淋溶污染物迁移方向、速率及影响半径。

该方法最早应用于点源污染调查（如石油、化工渗漏场地）与农业非点源污染中的高强度局域污染区研究，国际上如 US EPA 自 1991 年陆续颁布的《Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Ground-Water Monitoring Wells》，《Guidelines for regulatory monitoring and testing》，《Groundwater Monitoring and Management Plan》，《Design and Installation of Monitoring Wells》等系列文件均提及放射性方式进行取样，欧盟基于《Nitrate framework directive》延伸的监测研究《Field-scale monitoring of nitrate leaching in agriculture》、《EPA's assessment of water quality and agriculture》也提及存在集中污染源时应采用放射或扇形布点模式，适用于污染分布呈明显中心向外扩散特征的区域，有助于分析污染羽扩散方向与衰减规律。

在我国现行标准体系中，NY/T 1054—2021《绿色食品 产地环境调查监测与评价规范》“对可能受到污染的监测区域，可采用放射法布点”；NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》4.3.2 布

点方法中建议“综合型土壤监测点:以主要污染物排放途径为主,综合采用放射布点法、带状布点法及网格布点”。因此,本标准在制定时综合吸收了上述思路,并结合北方农田氮素迁移特征(设施高施肥区、粪污堆场区等),提出放射布点法的原则与适用条件,以适应农业面源污染监测和风险评估的需求。

7.5.1 历史上存在点源或局部高污染(如畜禽粪污堆场、设施农业区等)的监测单元内,宜采用放射布点法。

本条主要借鉴 NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》的相关条款,以及吕俊标(2025)的研究内容提出。前者提出在“点源污染区应以污染源为中心,沿污染物可能迁移方向设置监测断面或放射状采样点”;后者指出“放射状布点法针对单一污染源,以污染源为中心,呈放射状向四周设置采样点。”。

在农业场景中,畜禽粪污堆场、堆肥集散地和设施农业区往往形成局部高氮累积带,污染呈明显点状扩散特征。这些区域在监测单元划分中应单独成区,布点方法宜采用放射状布设,以反映污染中心向外的氮素浓度梯度变化。因此,本标准规定,在上述典型局部污染区,优先采用放射布点法。

7.5.2 以污染源为中心,结合地下水流向,布点密度由中心向外逐渐减少。

在点源污染调查中,污染物浓度往往呈“中心高、边界低”的空间梯度。以污染源为圆心布点,并沿地下水流向延伸,可有效捕获污染羽的分布特征。此外,布点需结合地下水等水位线图、包气带厚度与土壤渗透系数数据,综合判断污染迁移的主导方向与深度。为避免重复布点与代表性不足,应在实施过程中结合前期调查结果(详见第6章“前期调研”)。

8. 布设深度

布设深度依据调查目的、污染物特性、地下水埋深和土壤剖面特征确定。在农田地下淋溶过程中,硝态氮从耕层经包气带逐步迁移至地下潜水层(潜水: phreatic water, 地表以下、第一个稳定隔水层以上具有自由水面的地下水, HJ 164—2020《地下水环境监测技术规范》)。科学划分监测层位并明确布设深度,是建立耕作层-包气带-地下水系统响应关系的基础。通过分层监测,可揭示农业生产活动对地下水质量的动态影响特征,为合理调控施肥、灌溉等管理措施及开展氮素淋溶风险评估提供科学依据。

8.1 常规监测

根据现行标准,农田淋溶监测一般使用田间渗滤池,埋深深度在

90 cm—130 cm, 该层位处于作物根系主要分布区下方, 可直接反映施肥、灌溉等农业活动对淋溶水质的影响。浅层监测数据主要用于评估农田氮素淋溶损失及农业管理措施的环境效应:

DB44/T 2614.5—2025 《农业面源污染监测及测算技术规范 第五部分: 农田氮淋溶监测》中根据地下水位, 在地下水位低于 1.5 m 以下、土壤通透性好、排水良好、不易崩塌的区域, 淋溶监测深度为 1 m, 在地下水位高于 1.5 m 以上、土壤容易崩塌、经常发生大雨或暴雨等区域, 淋溶监测深度为 1.3 m。

DB37/T 4589—2023 《日光温室番茄氮磷淋溶污染控制施肥技术要求》

监测番茄不同生长期淋溶水中硝态氮、铵态氮、总氮和总磷, 监测深度在耕层下方。

DB14/T 1373—2025 《农田地下淋溶面源污染监测系统建设技术规范》

田间渗滤池监测淋溶液深度 90 cm。

考虑到北方主要种植作物根系分布: 蔬菜作物(如黄瓜、番茄等)根系主要分布在 0—60 cm (范凤翠, 2012; 2013), 玉米根系主要分布在 0—100 cm (刘蕾, 2016), 小麦根系主要分布在 40—60 cm (卜明娜, 2024; 滕政凯, 2024)。

本标准参考上述标准和科技论文的表述, 制定为: “农田淋溶水的浅层监测设置在耕层下方, 包气带上方, 深度宜为 90 cm, 可根据作物类型、根系分布及土壤剖面特征适当调整。”

8.2 全剖面监测

全剖面取样监测通常指养分、水分沿土壤剖面自地表至地下深层的连续观测体系, 涵盖耕层、包气带及浅层地下水等关键界面, 用于系统揭示氮素、有机碳、水分等在土壤垂向方向上的迁移与转化规律 (莫晓钰和彭辉, 2021; 祁明轩, 2025)。

淋溶全剖面监测依据农田淋溶过程中“耕层-包气带-潜水层”的迁移规律进行布设, 在耕层、包气带及潜水层 (潜水层: 地表以下、第一个稳定隔水层以上具有自由水面的地下水层。) 分别设置监测点位, 实现对农田氮素从地表输入到地下水层的全过程观测。

《地下水环境背景值统计表征技术指南 (试行)》(环办土壤函(2023) 344 号) 指出, 监测的含水层层位应与拟调查的目标层位一致。本标准据此明确: 若监测目标为硝态氮等可溶性污染物对地下水的垂向迁移过程, 监测点位应贯穿包气带直至浅层地下水层, 确保各层位样品的可比性与连续性。综上, 本条标准提出“农田淋溶水的全剖面监测应在耕层、包气带、地下潜水层设置点位”, 以反映污染物

在土壤—地下水系统中的垂向迁移规律和各层间的相互作用。

9. 点位数量

本标准参考 NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》“布点数量根据监测目的、精度和区域环境状况等因素综合确定。精度要求越高、区域环境条件越复杂、污染越严重，布点数量越多。每个监测单元最少设 3 个点。”

《地下水环境背景值统计表征技术指南（试行）》“单个统计单元的样本量应不少于 6 个，并满足按变异系数公式确定的最小样本量要求。”

前期研究也对农田养分空间变异、面源污染监测/采样布点数量等进行探索：

王彩绒等（2005）采用 $50 \times 50 \text{ m}$ 网格法研究太湖流域菜地表层土壤养分的空间变异性，结果表明，土壤养分评价的合理取样密度为每公顷设置 0.32 个采样点。

王豹等（2009）通过研究岳阳市君山区广兴洲镇的菜地土壤速效养分空间变异较高，依据不同条件，单个样品代表面积范围为 $1.99 \sim 17.26 \text{ hm}^2$ 。

徐子云（2020）通过经典统计学计算设施/露地菜地土壤取样代表面积分别为 0.24 hm^2 和 0.83 hm^2 ，地统计学对应的取样代表面积为 5.06 hm^2 和 1.61 hm^2 ；

杨漫婷（2025）采用 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ 网格法进行布点，阐明典型亚热带山地丘陵区土壤碳、氮空间分布特征。

综合现行标准及前期研究成果可知，农田地下淋溶监测点位数量的确定应在科学性与可操作性之间取得平衡。过少的布点难以反映空间差异与区域规律，而过密的布点则导致资源浪费与数据冗余。本标准在充分考虑北方农田耕作制度、氮素迁移特征及地下水补给条件的基础上，提出以监测单元为基本空间单元，并结合监测目标、环境复杂度及研究精度分级确定布点数量的原则。

通过引入统计学与地统计学相结合的布点优化思路，既保障监测数据的代表性与可比性，又兼顾长期运行的经济性和可持续性。该原则的制定不仅符合国家农业绿色发展与地下水污染防控的监测体系建设要求，也为后续监测网络扩展、动态优化及数据一体化管理提供了科学依据。

9.1 点位数量估算

点位数量可由变异系数和相对偏差进行初步估算，公式如下：

$$n = (t^2 * CV^2) / m^2$$

其中， n :点位数量； t : 选定置信水平和一定自由度下的 t 值（通

常取 95% 置信水平, 数值可参考 HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》); CV : 预期样本的变异系数 (%), 可根据历史数据或预试验估算, 种植作物、管理类似的区域 CV 可用 20% 粗略估计; m : 可接受的相对偏差 (%), 可设为 20%—30%。

点位数量直接引用自 HJ/T 166—2004 《土壤环境监测技术规范》 5.3.2。

9.2 点位数量确定

本标准参考 GB/T 37802—2019 《农田信息监测点选址要求和监测规范》4.2.5 选点密度应综合考虑生态区类型、耕作制度、作物品种、监测对象以及监测指标等情况而定。参考 NY/T 395—2025 《农田土壤环境质量监测技术规范》“布点数量根据监测目的、精度和区域环境状况等因素综合确定.精度要求越高、区域环境条件越复杂、污染越严重, 布点数量越多。每个监测单元最少设 3 个点”; 参考《地下水环境背景值统计表征技术指南(试行)》: 在满足最小样本密度基础上, 同时结合水环境背景值空间分布, 确定地下水样品的布点密度。对于已有点位密度过大的区域, 可选取部分代表性点位, 使采样点整体上相对均匀分布。HJ/T166—2004 《土壤环境监测技术规范》指出: “监测布点数量要满足样本容量的基本要求, 即由均方差和绝对偏差、变异系数和相对偏差计算样品数的下限数值, 实际工作中布点数量还需根据调查目的、调查精度和调查区域环境状况等因素确定。一般要求每个监测单元最少设 3 个点。”

同时参考 HJ 164—2020 《地下水环境监测技术规范》 4.3.3 污染源地下水监测点布设方法中 4.3.3.1.4 农业污染源“再生水农用区: 对照监测点布设 1 个; 污染扩散监测点布设不少于 6 个; 面积大于 100 km^2 时, 监测点不少于 20 个, 且面积以 100 km^2 为起点每增加 15 km^2 , 监测点数量增加 1 个”。因此, 对于土壤环境质量监测, 每个监测单元一般不少于 3 个点; 对于地下水监测, 根据监测目的和区域面积, 可设置 1—20 个点。综此外, 点位数量的确定应在地统计学精度要求与实际可行性(经费、人力、地形等条件)之间取得平衡。当条件受限无法满足理论估算结果时, 应结合代表性和可比性原则合理调整。综上, 本标准指出: 可在氮淋溶污染高风险区或敏感区域加密布点, 在低风险地区减少监测点位数量。监测点数量应在地统计学精度和实际操作成本之间进行权衡。若实际条件受限(经费、人力、地形等), 无法满足估算结果, 应根据实际情况调整, 每个监测单元至少应设立 3 个监测点位, 以保证监测结果的科学性和可比性。

10. 点位标识与调整

10.1 点位标识

10.1.1 监测点位标识参照 GB/T37802—2019《农田信息监测点选址要求和监测规范》的要求,四周宜设置高度不低于 1.5 m 的围栏,可设置统一格式的不锈钢标识牌,内容包括:监测点位编号、GPS 坐标、布设单位与日期、监测深度等,确保追溯性。

10.1.2 监测点位编号直接引用 HJ 1291—2023《地表水环境质量监测点位编码规则》进行编码。

10.2 点位调整和优化

本章节主要依据 HJ 164—2020《地下水环境监测技术规范》、GB/T 37802《农田信息监测点选址要求和监测规范》及 NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》等相关标准文件的要求制定,旨在确保农田地下淋溶监测点位的长期稳定性、代表性与数据连续性,同时建立科学的点位动态调整机制,避免因环境变化或人为因素造成监测系统失效。

10.2.1 应定期进行调查评价,根据最新情况对地下水水质监测网进行优化调整。

本条标准直接引用: HJ 164—2020《地下水环境监测技术规范》4.1.4 定期(如每 5 年)对地下水水质监测网的运行状况进行一次调查评价,根据最新情况对地下水水质监测网进行优化调整。

10.2.2 出现田块被征用、弃耕、土地利用方式改变、装置损毁无法修复、土地权属人不再配合,发现原布点方案存在重大缺陷,无法满足监测目的,上述任一情况时,应考虑对监测点位进行调整。

本条款参考 HJ 164—2020《地下水环境监测技术规范》中 5.3 环境监测井管理的要求和实际调查时的经验制定。

10.2.3 调整程序为监测人员应提出书面调整申请,提供至少 2 年的对比监测,说明调整原因和拟调整方案。相关负责人组织评估调整的必要性和科学性。调整方案经批准后,须详细记录原点位废弃原因、新点位信息,并重新进行 GPS 定位备案,确保数据历史可追溯。

本条标准参考 GB/T 37802—2019《农田信息监测点选址要求和监测规范》4.2.6 监测点位置应相对固定;确需变更时,应设置至少 2 年的对比监测,以及 DB34/T 4822—2024《地下水监测井建设技术规范》关于“8 附属设施构建”和“9 验收与资料归档”的要求进行制定。

五、主要试验、验证及试行结果

在“十四五”国家重点研发计划项目“农田氮素地下淋溶自动监测技术装备研发及产业化”支持下,标准制定单位基于土壤类型代表

性与农业生态区划,选取华北潮土区小麦玉米轮作区、华北设施农业集中种植区、西北褐土区单季小麦/玉米/高粱种植区和东北春玉米集约化种植区,四大典型农业区进行地下淋溶布点监测工作(图3):

1) 山东庆云($117^{\circ} 25'—117^{\circ} 26'E$, $37^{\circ} 42'—37^{\circ} 42'N$):潮土区冬小麦-夏玉米轮作系统(1.8万亩),重点研究灌溉农业区氮素地下垂直迁移规律;

2) 天津武清($116^{\circ} 46'—117^{\circ} 19'E$, $39^{\circ} 07'—39^{\circ} 42'N$):集约化农区设施蔬菜与粮食作物复合种植区(1563亩),揭示高投入农田氮素淋失驱动机制;

3) 山西清徐($112^{\circ} 25'—112^{\circ} 25'E$, $37^{\circ} 31'—37^{\circ} 31'N$):褐土区旱作雨养农业区(玉米/高粱1.35万亩+设施蔬菜406.78亩),探究降水-土壤耦合作用下氮素淋溶特征;

4) 黑龙江肇东($132^{\circ} 32'—133^{\circ} 14'E$, $47^{\circ} 2'—47^{\circ} 29'N$):黑土区玉米连作体系(核心区2700亩,辐射区1.05万亩),解析黑土剖面氮素赋存形态与淋溶阈值。

监测点位布设采用“空间分异-过程耦合”理念(图4),于2024年3—7月完成:地理边界融合了遥感解译(10m分辨率)与实地验证,确定各示范区空间范围,其中核心区的布设主要基于土壤质地、地形坡度(DEM分析)及种植制度的异质性,划定氮投入梯度对比观测单元。

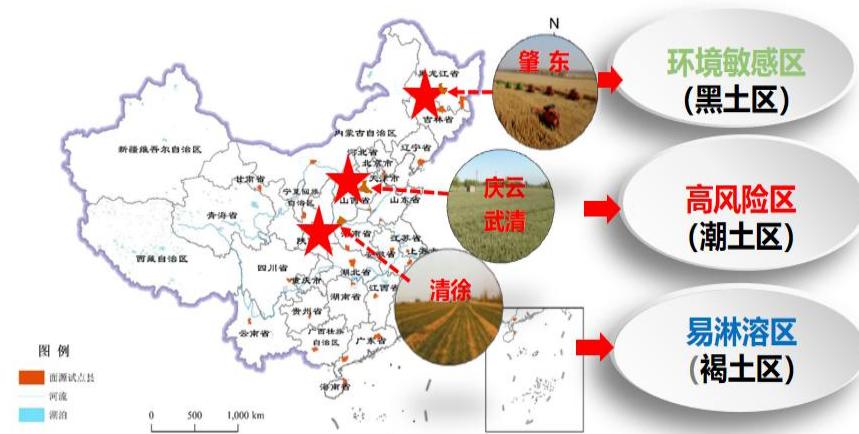


图3. 示范区位置示意图

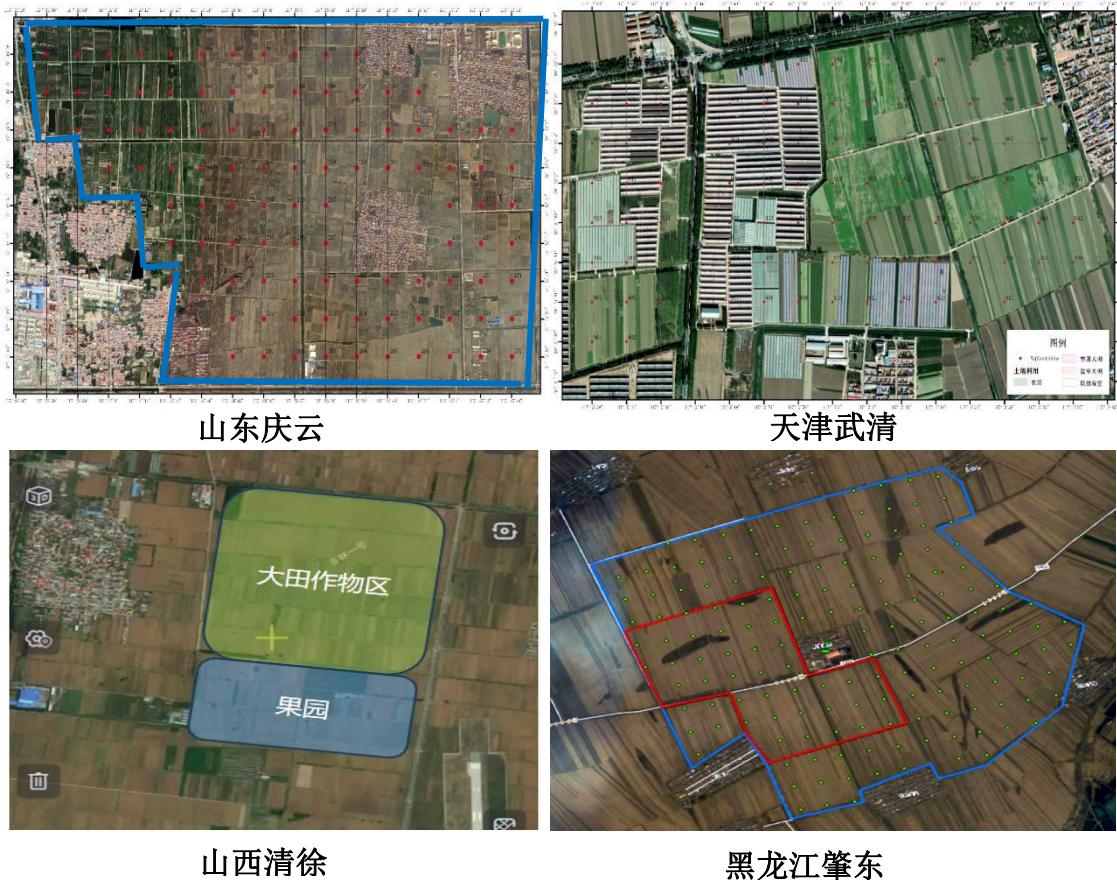


图 4. 示范区监测范围与网格化布点

基于各示范区土壤氮累积数据形成土壤剖面 1~2m 氮累积量插值图, 将氮累积水平分级, 以山东庆云基地土壤速效氮数据为例, 化分为氮素累积 0—50 kg/hm²、50—100 kg/hm²、>100 kg/hm² 三个区间, 这三个水平区域内, 结合氮投入量、作物类型以及土壤类型分别设置监测点位, 核实设备数量, 安装监测井, 生成监测方案。经综合考量, 在山西清徐布设了 10 个常规淋溶监测点和 3 个全剖面监测点; 山东庆云布设了 10 个常规淋溶监测点和 3 个全剖面监测点; 黑龙江肇东布设了 9 个常规淋溶点和 3 个全剖面监测点; 天津武清布设了 15 个淋溶监测点和 2 个全剖面监测点。

2025 年 4 月、6 月和 9 月, 分别在天津武清设施蔬菜产区、山东庆云冬小麦—夏玉米轮作区及山西清徐单季玉米种植区召开了实施效果现场测评会。与会专家来自中国农业生态环境保护协会、中国农业科学院资源区划研究所及山西省土壤肥力学会等单位, 对监测技术的科学性、可操作性及推广价值给予了充分肯定。该技术的验证与推广, 不仅为构建北方典型农田地下淋溶监测体系提供了实践依据, 也进一步提升了农田氮素迁移监测的标准化与信息化水平, 促进了农业绿色发展和地下水资源保护的可持续推进。

六、采用国际标准的程度及水平说明

无。

七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

本标准以《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国环境保护法》《地下水管理条例》《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国标准化法实施条例》等法律法规为准则,以国内相关标准和文献资料为基础,结合农田地下淋溶监测的实地经验,按照标准编写要求进行统一规定,本标准在涉及强制性内容均采用现行强制性标准,技术方面能统一就统一,难以统一的给予指导性意见。因此,本标准与现行法律法规和强制性标准是协调一致的,其技术措施也是为了能更好的将产品质量安全、产地生态环境等控制在法律法规和强制性标准要求范围内而定。

本标准编写过程中,严格按照国家标准 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的技术要求进行编制。标准文本的编排采用中国标准编写模板 SET 2020 版进行排版,编制说明按照《中国农业绿色发展研究会团体标准暂行管理办法》的要求编写,确保标准文本和编制说明的规范性。同时,本标准起草过程中,参考了农业面源污染、土壤环境监测、地下水调查和监测相关的国家标准、行业标准和地方标准,并视情况进行规范性引用。引用标准如下:

GB/T 37802	农田信息监测点选址要求和监测规范
HJ/T 166	土壤环境监测技术规范
NY/T 395	农田土壤环境质量监测技术规范
HJ 1291	地表水环境质量监测点位编码规则
NY/T 1634	耕地地力调查与质量评价技术规范
DZ/T 0282	水文地质调查规范(1:50 000)
DZ/T 0469	地下水资源调查评价规范

综上所述,本标准内容符合现行法律法规和强制性标准的要求,与其它各级各类标准之间是协调一致的,是环境监测相关国家标准、行业标准的补充,不存在冲突的情况。

八、重大分歧或重难点的处理经过和依据

本标准制定过程中,未出现重大分歧意见和重难点。

九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果

本标准发布实施后,建议由中国农业绿色发展研究会联合标准起草单位及相关科研院所,定期或不定期组织开展标准宣贯与技术培训工作。培训应重点面向基层农业技术推广人员、生态环境监测技术人员及农田管理单位,系统讲解监测点位布设的技术原理、操作流程及

数据管理要求，提升基层人员对标准的理解与执行能力，确保标准在各地得到统一、规范的落实。同时，应建立标准实施反馈机制，收集各地在执行过程中发现的技术问题、管理难点和典型案例，形成动态修订数据库，为后续标准优化提供科学依据。

在推广方式上，建议拓展多元化培训形式，充分利用线上与线下相结合的方式，通过数字化宣贯平台发放标准文本、发布操作视频、组织专家在线解读与现场技术指导，提升标准传播效率与应用覆盖范围。结合我国农业数字化与智能化发展趋势，鼓励各地在实施过程中引入智能传感器、自动采样系统、远程监控平台和数据云管理系统，实现监测布点、采样与数据上传的自动化与信息化管理。通过物联网（IoT）与 GIS 技术的融合应用，可进一步提高数据采集的精度和时效性，降低人工劳动强度，节约运行成本。

本标准的实施将有效推动农田氮素淋溶监测体系的标准化、自动化与智能化建设，促进监测数据的共享与互认，为农业面源污染防控、地下水水资源保护及农业绿色高质量发展提供技术支撑。通过标准的广泛贯彻，可提升农业环境监测的科学水平与管理效能，助力构建“政府监管—技术支撑—智能监测—数据决策”的一体化农业生态环境监测体系，实现生态效益、经济效益与社会效益的协同提升。

十、其他应说明的事项

无。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准 GB/T 14848—2017《地下水质量标准》
- [2] 中华人民共和国国家标准 GB/T 37802—2019《农田信息监测点选址要求和监测规范》
- [3] 中华人民共和国国家环境保护标准 HJ 164—2020《地下水环境监测技术规范》
- [4] 中华人民共和国环境保护行业标准 HJ/T 166—2004《土壤环境监测技术规范》
- [5] 中华人民共和国国家环境保护标准 HJ 634—2012《土壤 氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮的测定 氯化钾溶液提取-分光光度法》
- [6] 中华人民共和国国家环境保护标准 HJ 964—2018《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》
- [7] 中华人民共和国国家生态环境标准 HJ 1291—2023《地表水环境质量监测点位编码规则》
- [8] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 395—2025《农田土壤环境质量监测技术规范》
- [9] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 1054—2021《绿色食品产地环境调查监测与评价规范》
- [10] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 1121.1—2006《土壤检测第1部分:土壤样品的采集、处理和贮存》
- [11] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 1634—2008《耕地地力调查与质量评价技术规程》
- [12] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3701—2020《耕地质量长期定位监测点布设规范》
- [13] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3821.1—2020《农业面源污染综合防控技术规范第1部分:平原水网区》
- [14] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3824—2020《流域农业面源污染监测技术规范》
- [15] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3826—2020《农田径流排水生态净化技术规范》
- [16] 山西省地方标准 DB14/T 1373—2025《农田地下淋溶面源污染监测系统建设技术规范》
- [17] 黑龙江省地方标准 DB23/T 3830—2024《地下水环境状况调查技术规范》
- [18] 安徽省地方标准 DB34/T 4822—2024《地下水监测井建设技术规范》

- [19] 山东省地方标准 DB37/T 4589—2023《日光温室番茄氮磷淋溶污染控制施肥技术要求》
- [20] 河南省地方标准 DB41/T 1971—2020《地下水自动监测井保护装置设计与安装规范》
- [21] 河南省地方标准 DB41/T 2902—2025《地下水环境监测站点运行维护技术规范》
- [22] 广东省地方标准 DB44/T 2614.5—2025《农业面源污染监测及测算技术规范 第五部分：农田氮淋溶监测》
- [23] 广西壮族自治区地方标准 DB45/T 2822—2023《地表水水质自动监测站站房和采水建设规范》
- [24] 广西壮族自治区地方标准 DB45/T 2878—2024《地表水水质自动监测站选址论证技术规范》
- [25] 云南省地方标准 DB53/T 1382—2025《耕地质量监测点设置与监测技术规范》
- [26] 陕西省地方标准 DB 61/T 1387—2020《地下水污染监测与评价规范》
- [27] 杜军, 杨培岭, 李云开, 等. 灌溉、施肥和浅水埋深对小麦产量和硝态氮淋溶损失的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(02): 57-64.
- [28] 鄢紫薇. 微塑料和秸秆输入对黄棕壤和潮土中温室气体排放及氮淋溶比较研究[D]. 华中农业大学, 2022.
- [29] 徐涛. 仙桃市耕地质量监测类型区划分及监测单元布设研究[D]. 华中师范大学, 2016.
- [30] 苏虹, 梁志妹, 田云霞, 等. 耕地质量监测类型区划分及监测单元布设研究[J]. 农村实用技术, 2021, (12): 77-78.
- [31] 张玉臻, 刘树明, 孔祥斌, 等. 基于监测单元划分方法的耕地质量监测效率研究——以内蒙古自治区开鲁县为例[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(09): 154-163.
- [32] 秦济民. 黄土高原苹果主产区土壤养分盈余和硝态氮累积状况及地下水硝态氮效应[D]. 西北农林科技大学, 2024.
- [33] 朱世峰. 耕地变化对白洋淀流域平原区地下水“三氮”影响研究[D]. 长安大学, 2021.
- [34] 段友春. 基于 GIS 的鲁东南典型丘陵平原区农田土壤养分空间变异特征及影响因素研究[J]. 中国农学通报, 2021, 37(23): 61-68.
- [35] 邓远东. 三江平原地下水氮素环境背景解析与氮超标成因机制研究[D]. 吉林大学, 2025.
- [36] 田晓华, 贾亮亮, 落佳鑫. 海河流域子牙河平原区地下水化

- 学特征分析及水质评价[J]. 岩矿测试, 2025, 44(04): 735-746.
- [37] 吕俊标. 土壤污染状况调查布点及采样研究[J]. 绿色中国, 2025, (09): 58-60.
- [38] 范凤翠, 张立峰, 李志宏, 等. 日光温室番茄根系分布对不同灌溉方式的响应[J]. 河北农业科学, 2012, 16(08): 36-40+44.
- [39] 范凤翠, 张立峰, 李志宏, 等. 日光温室黄瓜根系分布特征及其对土壤水分环境的响应[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(11): 4808-4810.
- [40] 刘蕾. 中国玉米根系生物量及空间分布特征[D]. 中国农业大学, 2016.
- [41] 卜明娜, 杨习文, 滕政凯, 等. 不同灌水条件下分层施肥对土壤养分垂直分布与小麦根系生长和功能的影响[J]. 中国农业科学, 2024, 57(11): 2125-2142.
- [42] 滕政凯, 王春艳, 卜明娜, 等. 抗旱小麦品种根系垂直分布和根尖特征分析研究[J]. 麦类作物学报, 2024, 44(09): 1172-1184.
- [43] 莫晓钰, 彭辉. 非饱和带全剖面尿素态氮迁移转化规律分析[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2022, 52(01): 97-110.
- [44] 祁明轩. 可见-近红外光谱估算农田全剖面土壤有机碳及其组分研究[D]. 浙江大学, 2024.
- [45] 王彩绒, 吕家珑, 胡正义, 等. 太湖流域典型蔬菜地土壤氮磷钾养分空间变异性及分布规律[J]. 中国农学通报, 2005, (08): 238-242.
- [46] 王豹, 龙怀玉, 诸葛玉平, 等. 南方典型菜地土壤速效养分时空变异特征研究——以岳阳市君山区广兴洲镇为例[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(03): 551-558.
- [47] 徐子云. 黄淮海区菜地土壤速效氮磷空间变异及尾菜污染风险评估[D]. 山东农业大学, 2020.
- [48] 杨漫婷, 童根平, 黄颖磊, 等. 典型亚热带山地丘陵区土壤碳、氮空间分布特征及影响因素[J/OL]. 环境科学, 1-15.
- [49] Hu, C.; Li, J.; Pang, Y.; Luo, L.; Liu, F.; Wu, W.; Xu, Y.; Li, H.; Tan, B.; Zhang, G. Deep-Learning-Driven Insights into Nitrogen Leaching for Sustainable Land Use and Agricultural Practices. Land 2025, 14, 69. <https://doi.org/10.3390/land14010069>

注：上述标准文本来自全国标准信息公共服务平台（<https://std.samr.gov.cn/>）、全国农业食品标准公共服务平台（<https://www.sdtdata.com/fx/fmoa/tsLibIndex>）、食品伙伴网（<http://down.foodmate.net/standard/index.html>）