

T/JAASS

团 体 标 准

T/JAASS XXXX—2025

江苏省农业面源污染调查监测与评估技术 指南

（征求意见稿）

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

江苏省农学会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 农业面源污染调查监测 4

5 农业面源污染评估 8

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省环境科学研究院提出。

本文件由江苏省农学会归口。

本文件起草单位：江苏省环境科学研究院，中国科学院南京土壤研究所。

本文件主要起草人：陈东强、尤本胜、夏永秋、操庆、王瑞、马书占、顾炉华、施媛媛。

江苏省农业面源污染调查监测与评估技术指南

1 范围

本文件规定了江苏省农业面源污染调查、监测、评估的术语和定义，规定了污染调查、污染监测、负荷评估和绩效评估的技术要求。

本文件适用于江苏省农业面源污染调查、评估与监督指导的技术依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 8978 污水综合排放标准

GB 11607 渔业水质标准

GB 50179 河流流量测验规范

GB 18596 畜禽养殖业污染物排放标准

GB 27522 畜禽养殖污水采样技术规范 GB/T 41222 土壤质量 农田地表径流监测方法

GB/T 14848 地下水质量标准 GB/T 25169 畜禽粪便监测技术规范

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

HJ/T 164 地下水环境监测技术规范

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ/T 494 水质采样技术指导

HJ 915 地表水自动监测技术规范（试行）

NY/T 396 农用水源环境质量监测技术规范

NY/T 398 农、畜、水产品污染监测技术规范

NY/T 3824 流域农业面源污染监测技术规范

DB32/T 4263 太湖沿湖地区稻田清洁生产技术规范

DB32/T 4230 重点流域农田化肥用量定额

DB32/T 2518 农田径流氮磷生态拦截沟渠塘构建技术规范

DB32/T 3113 蔬菜水肥一体化技术通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农业面源污染

在农业生产过程中产生的、未经合理处置的氮、磷和有机质等物质，在降雨、径流、淋溶等水力驱动下，以随机、分散、无序方式进入受纳水体（包括河流、湖泊、水库和海湾等）引起水体富营养化或其他形式的污染。主要包括种植业面源污染、水产养殖面源污染、畜禽养殖面源污染等。

3.2

农业面源污染监测

对种植业、畜禽及水产养殖业等农业活动中，通过地表径流、排水和地下渗漏等形式，产生、输出进入受纳水体的污染物，进行定性与定量化动态监测。

3.3

农业面源污染评估

某一流域或区域种植业、畜禽及水产养殖业等产生，并进入水体环境的氮、磷和有机质等污染物通量估算，及其对环境质量的影响分析。

3.4

农业面源污染治理

从污染物的产生、排放、迁移等过程入手，综合应用工程、农艺、技术、政策等措施，通过源头减少农业投入品使用、拦截径流污染排放、推动排放氮磷农田回用等，达到农业面源污染排放有效控制及水体环境质量改善的目标。

3.5

农业面源污染排污系数

在农业生产过程中，由单位种植用地范围内随径流迁移出田块、单位畜禽产生的原始污染物、单位水产养殖池塘尾水，排放进入外部水体环境中的氮磷等污染物负荷量与污染物产生量的比例。

3.6

农业面源污染入河系数

在单位种植、养殖用地范围内产生、累积的原始污染物通过降雨或下垫面介质驱动、传输、拦截后，由受纳水体传输进入河道的氮磷等污染物负荷量与污染物产生量的比例。

4 农业面源污染调查监测

4.1 基础资料收集

4.1.1 自然地理信息

包括地理空间区位、地形地貌、土壤植被、水文水系、气候气象等资料，涵盖不同时期的数据资料，其中水文、气象等数据应该包含丰、平、枯水期。具体数据内容参见表 4-1。

4.1.2 社会经济信息

包括城镇、农村人口分布及数量，经济现状及三产结构，国土空间规划、社会经济发展规划、城市发展规划等。具体数据内容参见表 4-1。

表 4-1 基础资料清单

数据类别	数据名称	数据内容	时间范围与精度	数据来源	数据格式
自然地理信息	土地利用	区域土地利用类型及分布	最新, 1:10000	自然资源部门	GIS 矢量格式
	地形图	区域数字高程图 (DEM)	最新, 不低于 25m×25m	自然资源部门	GRID 格式
	土壤情况	区域土壤类型及分布	最新, 以最近一次国家级调查为准	自然资源部门	GIS 矢量格式或 GRID 格式
	水文水利情况	区县水文站点径流量	近 10 年, 日均流量	水利、水文部门	表格形式
		灌区、圩区、河网水系分布图	最新	水利、水文部门	GIS 矢量格式
		水利闸坝泵站取用耗排水情况	近 10 年	水利、水务部门	表格形式

	气象数据	降水量、气温、风速、太阳辐射、相对湿度等	近 10 年，逐日，每个县区	气象部门、水利部门	表格形式
社会经济信息	社会经济情况	人口数量及分布情况	当年，精确到行政村	自然资源、统计部门	表格形式
		区域农业生产情况	近 5 年，行政村	农业农村部门	表格形式

4.1.3 非农业源污染信息

点源污染信息包括工业企业污水收集、排放情况，城乡污水处理厂、农村生活污水处理设施、污染排口的进出水口水质水量及排污规律等数据。主要监测指标包括用水量、废水排放量、进出口水质氨氮、总磷、COD、总氮浓度。

其他源信息包括城市面源污染、村镇地表径流污染、大气干湿沉降污染、水体底泥内源污染、本底源污染等污染物排放量及排污规律等情况。

4.2 农业面源污染调查

4.2.1 农业现状调查

(1) 优先选择国省考断面流域/汇水区、农业类型多、社会关注度高的流域或区域开展农业面源污染调查监测与评估。被确定调查监测的县区应选择至少 3 个国省考断面流域/汇水区进行调研，所选流域/汇水区应包含农业面源污染为主、点源污染较少的区域，基于流域/汇水区内主要乡镇开展调查工作。若行政区内小流域/汇水区不明显的，可在境内主要出入境断面附近选择至少 3 个乡镇开展调研工作。可根据县区覆盖的规模、流域特点和农业类型等实际情况酌情增加调研乡镇数量。

(2) 在调查乡镇选择具有代表性的行政村进行入户调查、历史数据收集、统计分析。历年资料不全的，应以种植（养殖）大户、家庭农场、合作社等新型经营主体，以及涉农企业等作为调查重点。每个乡镇选择 3-5 个行政村，每个行政村根据种植、养殖类型分别选择 5-10 个农户开展调查，入户走访的行政村数量不宜低于调研范围内行政村总数 15%。

(3) 种植业调查内容主要包括调查年份主要农作物种植面积和肥料农药投入量等信息。作物类型尽可能覆盖粮油、蔬菜、瓜果、茶叶、桑树、苗木等各类作物。调查数据结果填入附录 A 表 1。

(4) 水产养殖业调查内容包括调查年份水产养殖类型、养殖模式、养殖面积、养殖产量、污水排放情况等信息，调查数据填入附录 A 表 2。

(5) 畜禽养殖业调查内容包括调查年份畜禽养殖类型、养殖模式、养殖规模、粪污产生与排放情况等信息。可根据农业农村部门养殖场直联直报信息平台进行抽查，规模养殖场抽查比例不低于 50%，规模以下养殖户不低于 20%，调查养殖量及畜禽粪污资源化利用台账数据。调查数据结果填入附录 A 表 3。

4.2.2 污染防治现状调查

(1) 污染防治现状调查包括相关规划报告、环境监测系统、统计部门资料中的区域产排污量现状情况，污染治理设施情况，以及不同季节主要水体氨氮、总磷、COD、总氮等。农业面源污染防治措施情况调查内容主要包括区域内测土配方施肥、秸秆还田、农田生态拦截沟渠系统建设、农田退水治理、养殖业污水处理设施、畜禽粪污处理设施建设与应用等。

(2) 防治措施落实情况调查即调查区域农业面源污染防治各项措施的落实情况。种植业污染防治情况应核实当年测土配方施肥、有机肥施用、水肥一体化等化肥、农药减量措施的实施情况，掌握化肥农药减量增效措施成效；以及农田生态拦截沟渠、农田退水治理、废弃物处置方式及去向。水产养殖业防治情况主要核实生态养殖模式和尾水治理模式相关减排措施的实施情况。畜禽养殖业污染防治情况主要核实规模养殖场粪污存储设施配套情况、粪污资源化利用计划和资源化利用台账建设情况、粪污综合利用率及变化情况，核实粪污堆沤还田、生产有机肥、粪污沼气发电等资源化利用模式落实情况和实际效果。

4.3 农业面源污染监测

4.3.1 种植业污染监测

种植业污染监测信息收集包括耕地面积、各类作物种植面积、肥料农药投入量、农业废弃物（秸秆为主）的产生量及处理处置情况等基本信息。其中肥料农药投入情况包括：施肥用药种类、方式与单位播种面积施用强度等，施肥种类主要包括：单质肥、复合（混）肥、缓控释肥、水溶肥、有机肥等，施肥方式主要包括：表施、撒施、深施、水肥一体化等。

（1）粮油种植农田排水监测

在灌区内选择至少 1 个有代表性的农田排水系统开展监测，针对干、支、斗、农、毛等不同类别沟渠，在农田排水口中布设至少 1 个典型排水口开展分时段监测，在农作物灌溉、施肥后排水期、强降雨期和控制断面水质超标时期进行监测，并综合评价水质。在排污口附近河流设立控制断面，评价、监测沟渠两岸污染源对水体水质的影响；在沟渠进入农区前设立对照断面，监测入河前的沟渠水体水质；在农田排水沟渠下游入河口处设立消减断面，监测沟渠受纳污水后的污染物浓度下降情况。对于较大排水干沟全年采样不少于 6 次，丰水期、枯水期和平水期各采样两次，灌溉用量大的农区全年采样不少于 12 次，采样时间为每月 1 次或视具体情况选定。支沟和斗沟每年采样不少于 3 次，背景断面每年采样 1 次，农沟和毛沟采样不少于 10 个。样品带回实验室进行检测，监测指标包括总氮、总磷、氨氮、硝态氮、COD、pH、悬浮物、溶解氧等。

（2）经济作物排污监测

在规模化经济作物种植区开展典型作物监测，至少包括菜地、果园、茶园、林木苗圃等类型，在种植区排水口中布设至少 1 个典型排水口开展分时段监测，在农作物灌溉、施肥后排水期、强降雨期和控制断面水质超标时期进行监测，并综合评价水质。同时在排水沟渠、灌溉抽水、洪涝排水道等处设立监测点，对种植区进排水水质进行观测，全年采样不少于 12 次，采样时间为每月 1 次或视具体情况选定。样品带回实验室进行检测，监测指标包括总氮、总磷、氨氮、硝态氮、COD、pH、悬浮物、溶解氧等。

（3）农田退水监测

在集中连片种植区的主要进水口和出水口（退水口）分别布设 1 个监测点位。监测频次为每月对农田退水口开展至少 1 次例行监测，并在退水当天和一定规模降雨的 24 小时内进行加密监测。监测指标包括总氮、总磷、氨氮、硝态氮、COD、pH、悬浮物、溶解氧等，以及农田退水的流量监测。

（4）农田地表径流监测

在六大农区重点县区有代表性的区域设立至少 1 个农田径流监测场，径流监测场的布置与监测设备的安装、径流样品的采集与分析测试、径流量与土壤流失量等参考《土壤质量 农田地表径流监测方法》（GB/T 41222-2021），农田种植的径流监测场选择应包括该地区面积最大、产量较高、最有区域代表性的农作物类型。采用径流收集装置采集样品带回实验室进行监测分析，可根据监测时长和监测条件选择水泥径流池或径流收集箱/桶。监测频次为在每次降雨且产生地表径流后采样，采样应在降雨结束 24h 内进行，若两场降雨间隔不超过 12h，则视为连续性降雨，等本次降雨结束后一并采样。监测指标包括径流量、径流泥沙含量、径流样上清液中的总氮、氨氮、硝态氮、总磷、磷酸盐含量，泥沙中的总氮、总磷含量。

4.3.2 水产养殖业污染监测

水产养殖污染信息收集包括规模化养殖和分散养殖户资料，分类收集养殖种类、产量、位置、养殖面积等数据。

（1）规模化水产养殖污染监测

水产养殖尾水水质监测点应设在排水口处（设置多处排水口的，应分别取样），选取至少 1 处的规模化养殖场安装水质在线监测系统，并配套水位计监测计算池塘水量情况。集中连片养殖区域和工厂养殖场应因地制宜在生物净化塘、人工湿地、生态沟渠、生态塘等处设立水质监测点，监测频次为投饵投肥、苗种繁育、生长育肥、池塘修整、池塘换水等关键时期至少监测 1 次，汛期降雨且产生地表径流或溢流后采样，采样应在降雨结束 24h 内进行，若两场降雨间隔不超过 12h，则视为连续性降雨，等本次降雨结束后一并采样，监测指标包括总氮、总磷、氨氮、硝态氮、COD、pH、悬浮物、溶解氧等。同时对水产养殖池塘中的底泥进行监测，每年在池塘修整时期至少监测 1 次，监测指标包括总有机碳、总氮、总磷等营养组分。

（2）分散养殖户污染监测

分散养殖户的养殖池塘监测应在养殖密集区域布局至少 10 个养殖尾水采样点，均匀分布在各户养殖池塘排水口，每月跟踪抽检尾水排放情况，全年至少抽检 6 个频次，每个监测点分别采集水源水、养

殖池塘水和净化区末端水，主要在养殖尾水排放集中时期开展监测，监测指标为总氮、总磷、COD、氨氮等，以及养殖池塘水深。

4.3.3 畜禽养殖业污染监测

畜禽养殖污染信息包括规模化养殖和分散养殖户资料，分类收集养殖种类、数量、位置、粪污处置及资源化利用现状等。

(1) 规模化畜禽养殖场污染监测

在调查规模畜禽养殖场废水与粪尿处理设施建设与运行情况的基础上，对每一个畜禽养殖场均布设粪污排放监测点，对固体废弃物和污水排放情况分别监测。固体废弃物的监测主要在粪污处理设施排放处或就近水体设置监测点，每个月至少监测1次（如存在流失情况时），在养殖场进行地面清洗、以及降雨集中时期存在溢流时加密监测；污水监测通过在粪污处理设施排污口处设立在线自动水质水量监测设备进行监测；同时对废水处理技术水平低的养殖场，在废水沉淀池、粪沟、堆肥场水质开展逐月监测。监测指标包括畜禽粪便产生/排放量及粪中全氮、全磷、有机质等指标和尿液产生/排放量及尿中COD、氨氮、全氮、全磷等指标。

(2) 规模以下畜禽养殖户污染监测与统计

规模以下畜禽养殖户污染排放情况主要依据各乡镇农业部门统计数据，结合各地产排污系数进行核算。有条件的地区可在畜禽养殖户集中区域选择典型的养殖场，按照养殖类型各布设至少1个监测点，养殖污水采样布点、样品采集、样品测定方法参考《畜禽养殖污水采样技术规范》（GB 27522-2011），其中有废水处理设施的，应在该设施后进行监测。收集并测定畜禽粪便产生/排放量及粪中全氮、全磷、有机质等指标和尿液产生/排放量及尿中COD、氨氮、全氮、全磷等指标。

4.3.4 土壤及渗漏水监测

农业用地背景值监测包括农用地土壤、地下水等相关基础属性数据。

(1) 土壤理化性质监测

采样收集最新的土壤监测数据，对调查区域主要农业种植类型至少采集1个样区，不同地类土壤监测点位布设参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004），监测指标包括全氮、全磷、pH、颗粒组成、有机质、有效磷、氨氮、硝态氮、亚硝态氮；监测频次为全氮和全磷每年监测1次，pH每2年监测1次，有效磷、氨氮、硝态氮和亚硝态氮等有效养分指标每1年监测2次，颗粒组成、有机质每5年监测1次。

(2) 农田地下渗漏监测

按照流域农业用地类型，对主要农用地类型至少采集1个样区，土壤渗漏监测点位布设参照《流域农业面源污染监测技术规范》（NY/T 3824-2020），每个样区至少采集1个土壤渗漏样点。土壤渗漏液采用渗漏计或淋溶盘，于每次降雨或灌溉后收集，测定样品中各形态氮和磷浓度，并结合渗漏液体积，计算氮磷淋溶损失量。监测指标包括总氮、总磷、氨氮、硝态氮、亚硝态氮等；监测频次应最少包含1个完整水文年，1年中至少监测3次，丰水期、平水期和枯水期各一次。

4.3.5 污染物通量监测

(1) 背景水质监测

考虑到不同流域间的水环境背景值的差异，应在远离污染源的区域，或流域中受人为影响较小的上游河流断面布设背景水质监测点位，每个监测流域中至少布设1个背景水质监测点位，采用人工取样分析法，每月开展至少1次，监测指标包括总氮、总磷、氨氮、COD等。

(2) 流域水质监测

按照分区分级的要求在河道关键节点上布设监测点，对小流域进出口、水利工程取排水口、排灌区进出口开展水质监测，地表水断面水质监测数据至少应涵盖国、省、市、县区、乡镇级的地表水监测断面，并根据流域实际情况增设加密监测断面，以及黑臭水体水质监测数据。原则上流域出口、国省考重点断面应采用自动在线监测方法，暂时不具备条件的地区采用人工/自动取样结合实验室分析方法进行监测，取样方法按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）和《水质采样技术指导》（HJ/T 494-2009），自动监测采样频次为4h/次，人工采样每个月至少1次，全年采样不少于12次，汛期与农事活动密集时期建议1周1次。监测指标包括总氮、总磷、氨氮、COD等。

(3) 圩区排污监测

在农业为主的圩区中对主要闸坝泵站水质水位开展监测,在圩区排水口中布设至少 1 个水位计或流量计,结合圩区水位水量调度资料,重点在农作物灌溉、施肥后排水期、强降雨期和控制断面水质超标时期进行监测,并综合评价水质,计算污染物排放通量。同时在排水沟渠、灌溉抽水、洪涝排水、圩区坑塘、外围河道等处设立监测点,对圩区进排水水质进行观测,全年采样不少于 12 次,采样时间为每月 1 次或视具体情况选定。样品带回实验室进行检测,监测指标包括总氮、总磷、氨氮、COD 等。

(4) 流量监测

按照地表水环境监测点布设河流断面流量监测点位,原则上每个水质监测点位均要设置流量监测,流量监测方法参考《河流流量测验规范》(GB 50179-2015)和《地表水和污水测试技术规范》(HJT 91-2002)。流域出口断面、国省考重点断面至少设立 1 处流量实时在线监测系统,建设要求参考《水文巡测规范》(SL 195-2015),不具备条件的地区可采用人工巡测方法。

5 农业面源污染评估

5.1 核算方法选择

结合各地自然地理特征和基础数据详略程度,因地制宜选择农业面源污染负荷评估方法。在基础数据完备、技术水平较高的地区采用模型模拟法,基础数据缺乏的地区可选择经验系数法,在小范围内长时间开展实地监测、具有较好测量数据基础的地区可采用实测法。

5.1.1 实测法

实测法是核算种植业面源污染物入河量最为直接的方法,适用于分水线闭合、出口明确、污染源单一且以农业生产为主的流域农业面源污染核算,通过控制断面的长期连续监测,观察流域内污染输出的总体变化情况,利用流域污染总负荷与污染物基础负荷的差值计算得到。

$$L = \frac{\sum (C_i \times Q_i) - C_0 \times \sum Q_i}{1000}$$

式中: C_i 为控制断面单次采样污染物的浓度 (mg/L), Q_i 为控制断面单次采样的径流量 (m³), C_0 为背景断面污染物的年均浓度 (mg/L), 若无背景断面则 C_0 为 0。

污染物基础负荷的计算公式如下:

$$L_j = \frac{\sum (C_j \times Q_j) - C_0 \times \sum Q_j}{\sum t_j \times 1000} \times t$$

式中: C_j 为非汛期时段控制断面单次采样污染物的浓度 (mg/L), Q_j 为非汛期时段控制断面单次采样的径流量 (m³), C_0 为背景断面污染物的年均浓度 (mg/L), 若无背景断面则 C_0 为 0, t_j 为单次采样的天数 (d), t 为全年的天数 (d)。

5.1.2 经验系数法

充分考虑各地种植制度、地形地貌、气候条件等因素,按照丰平枯水年差异化分析本地化产排污系数,联合各地已有研究基础或相关数据成果开展本地化研究。种植业流失系数、养殖业排污系数可查阅本地区现有资料或研究成果,进行修正校准后使用;通过实地监测获取,方法可参考《农业面源污染监测技术规范》(农办科〔2014〕20 号);工作基础较为薄弱且无法通过前两种方法获取的地区,可参考《第二次全国污染源普查产排污系数手册—农业源》《农业源产排污核算方法和系数手册》中的产排污系数。具体参见附录 B。

污染负荷主要为总氮、总磷、氨氮、COD 排放通量,种植业污染物入水体负荷等于大田作物与经济作物总播种面积与相应的排污系数相乘;水产养殖产生的污染物经过不同排放渠道直接排放到湖泊、河流及海洋等外部水体环境中的污染量,等于水产养殖的池塘面积或水产品产量与排污系数相乘;畜禽养殖业水污染物排放量一般等于 5 类畜禽(生猪、奶牛、肉牛、蛋鸡、肉鸡)的污染物排放量之和,其中畜禽养殖的污染物入水体负荷等于畜禽养殖量、畜禽产污系数、排污系数的乘积。

5.1.3 模型模拟法

(1) 农业面源污染负荷评估模型的选取需考虑流域的地形、气候、土壤、水系等自然因素,结合模型模拟的最佳适用范围,选取适宜的模型开展模拟。常用的面源模型且应用较为广泛的有 SWAT、HSPF、

AnnAGNPS 等。

(2) 模型构建所需的相关数据, 应通过历史数据收集、实时现场观测及实验室测定等方式获取。因客观条件限制而确实无法可获得的, 应采取合理的数据替代措施。用于水环境模型构建和验证的数据应具有充分的代表性, 覆盖典型时段和空间点位, 并达到模型模拟的时间和空间精度。

(3) 模型模拟主要考虑降雨、地形等产排污系数修正因子及地表径流、地下径流、土壤侵蚀和植物截留等流域损失过程对农业面源污染入水体负荷的影响, 排污系数的计算公式为:

$$\lambda = \delta \times \varepsilon$$

式中: δ 为产排污系数的流域修正因子, 体现降水、地形的区域差异性; ε 为污染物迁移转化系数。具体参见附录 C。

(4) 质量控制以常规模型误差校核方式, 如相对误差 Re、纳什效率系数 Ens、决定系数 R² 等统计学指标, 作为模型适用性的评价标准。通常当 Re<20%、R²≥0.6、Ens≥0.5 时, 认为模拟结果较好。

5.1.4 综合法

通过耦合实测法与模型模拟法, 基于田间污染物排放量的观测与流域关键汇水节点的通量观测, 结合现有研究成果或径流试验场数据, 概化农业面源污染陆域传输过程, 构建水文水质模型验证污染负荷结果。

(1) 排放量监测

以一年为一个监测周期, 包括作物生长期和非种植时段, 利用地表径流采集设备与流量计, 对种植区域地表径流进行收集与观测, 计算污染物排放量(流失量)公式如下:

$$F = \sum_{i=1}^n \frac{V_i \times C_i}{S} \times f$$

式中: F 为种植区域地表径流污染物排放量(流失量)(kg/ha), n 为监测期间的产流次数, V_i 为第 i 次产流的水量(L), C_i 为第 i 次产流中污染物的浓度(mg/L), S 为监测区域的面积(m²), f 为监测面积的单位换算系数。

水产养殖污染物排放量(流失量)计算公式如下:

$$A = \sum_{i=1}^n (D_{i+1} - D_i) \times S \times C_i \times \gamma_i \times f$$

式中: A 为水产养殖池塘污染物排放量(流失量)(t), n 为完整年度内的监测次数, D_i 为第 i 次监测时期的池塘水深(m), C_i 为第 i 次监测时期池塘中污染物的浓度(mg/L), S 为监测池塘的面积(m²), γ_i 为监测期间内的水体损失系数(包括蒸发、渗漏等), f 为监测面积的单位换算系数。

畜禽养殖污染物排放量(流失量)计算公式如下:

$$L = \sum_{i=1}^n P_i \times C_i \times f + \sum_{j=1}^m D_j \times C_j \times f$$

式中: L 为畜禽养殖污染物排放量(流失量)(t), n 与 m 为完整年度内的粪污处理后排放与未处理直排的监测次数, P_i 为第 i 次监测时期的粪污处理量(L), C_i 为第 i 次监测时期粪污处理设备排放口污染物的浓度(mg/L), D_j 为第 j 次监测时期的粪污溢流或直排量(L), C_j 为第 j 次监测时期原始粪污中污染物的浓度(mg/L), f 为单位换算系数。

(2) 入河量核算

采用入河系数法核算种植业面源污染入河量, 公式如下:

$$W_j = \sum (Q_j \times \lambda_j)$$

式中: W_j 为第 j 类种植业污染源入河量(t), Q_j 为第 j 类种植业污染源排放量(流失量)(t), λ_j 为第 j 类种植业污染源入河系数。

其中畜禽养殖排污入水体不仅受到粪尿产生量与浓度的影响, 还应考虑固体粪便收集率、资源化利用率等, 以及粪污处理设施的处理效率等因素。畜禽养殖排放的粪便和污水并非所有都能进入水体,

养殖场周围是否有河道，距河道的距离和坡度、途中的植被覆盖情况等都是影响因素，一部分污染物在进入河道的过程中被净化掉。具体公式如下：

$$U_j = \sum L_j \times (1 - \eta_j) \times (1 - \varepsilon_j) \times (1 - \delta_j) \times \lambda_j$$

式中： U_j 为第 j 类畜禽养殖污染源入河量（t）， L_j 为第 j 类畜禽养殖污染物排放量（流失量）（t）， η_j 为固体粪便收集率， ε_j 为资源化利用率， δ_j 为粪污处理设施的处理效率， λ_j 为第 j 类畜禽类型入河系数。

水产养殖排污进入水体不仅要考虑池塘排污口，还要考虑养殖场（户）通过抽水泵外排的污水，以及污染物沉降至池塘底部后通过清塘方式排污外部水体的情况，具体公式如下：

$$Z_j = \sum (A_j \times (1 - \beta_j)) + \sum (V_j \times C_j)$$

式中： Z_j 为第 j 类水产养殖污染源入河量（t）， A_j 为第 j 类水产养殖污染物排放量（流失量）（t）， β_j 为污染物沉降（消纳）率， V_j 为抽水泵外排水量（t）， C_j 为抽水外排时期水体污染物浓度（mg/L）。

（3）负荷结果验证

根据河流断面水文水质同步监测数据，采用以物质平衡方程为基础的环境污染模型，对各类污染源入河量进行率定与验证。

5.2 优先治理区域清单

5.2.1 超标水体筛选

基于地表水国控、省控或市控水质监测断面（点位）的监测数据，结合地表水质考核类别要求，以氮、磷和 COD 作为评价指标，筛选地表水环境质量存在超标风险的断面及其所代表的控制区。

5.2.2 重点区域选择

以最新的环境统计数据为基准，将超标断面控制区农业源（主要为种植业、养殖业等）氮、磷和 COD 排放总量占该区域污染物排放总量 50%以上的控制区作为农业面源污染重点区域。

5.2.3 关键源区识别

以重点区域农业面源污染负荷评估结果为基础，对于占该区域负荷总量 80%以上的子区域划分为农业面源污染关键源区。

5.2.4 控制单元划分

在农业面源污染关键源区基础上，结合行政区划边界、生态保护红线、水环境质量底线等，进一步划分控制单元。以流域为单元测算的结果需向控制单元进行转换。

5.2.5 风险等级确定

根据各控制单元负荷排序，将所有控制单元划分为高风险、中风险和低风险三类。高风险：负荷排名前 30%的控制单元；中风险：负荷排名 31%~70%的控制单元；低风险：负荷排名后 30%的控制单元。地方可根据环境管理需求以及各地产排污差异对风险等级的量化指标进行动态调整。

5.2.6 清单编制

优先治理区域清单应包含全部高风险控制单元，根据农业面源污染削减需求，增加部分中、低风险控制单元。根据农业面源污染管控成效，定期更新优先治理区域清单。

5.3 农业面源污染防治绩效评估

5.3.1 评估体系

依据收集监测的农业源调查数据，以上一年度为现状基准年，分别对主要污染物的排放量、主要治理措施进行评估，分析各类污染物对水环境质量影响的程度，以及各类污染治理措施对农业面源污染的削减效率等，综合考虑种植业、畜禽养殖业、水产养殖业等采取治理措施后的污染物削减率，以及重点断面水环境质量改善程度等进行污染防治绩效评价。

5.3.2 评估方法

（1）农业源污染削减评价

通过分析各类农业源污染排放的总氮、总磷、氨氮、COD 负荷量的变化评价对水环境影响的重要程度，拟采用农业面源污染综合削减率进行定量化评估，分别对试点区域种植业、畜禽养殖业、水产养殖业等采取污染治理措施后主要污染物综合排放负荷削减程度，与未采取污染防治措施的对象进行对比。采用模型模拟的方法，核算农业源排放强度在治理措施前后的比值，作为污染削减率进行绩效评估。

（2）综合系数评价方法

针对试点地区农业面源污染防治技术特点及效益分析，基于层次分析法，建立包含环境效益、经济效益与技术适宜性等 3 大方面 10 余项具体评价指标的指标体系，指标权重结合相关领域专家打分法，对农业面源污染防治措施进行综合评价，以此作为防治绩效评估的结果。

环境效益重点考虑污染防治措施可能存在的环境风险和对农业面源污染物的减排效果，经济效益重点考虑投资、占地面积、运行费用等指标，技术方法适宜性主要考虑防治措施的可靠性、可行性、易复制性与可推广性。

表 5-1 农业面源污染防治绩效评估指标体系

目标层（A 层）	准则层（B 层）	子准则层（C 层）	指标层（D 层）
农业面源污染防治措施绩效综合评价（A）	环境效益（B1）	环境风险（C1）	二次污染（D1）
		污染削减（C2）	COD 削减量（D2）/kg
			总氮削减量（D3）/kg
			总磷削减量（D4）/kg
			氨氮削减量（D5）/kg
	经济效益（B2）	措施成本（C3）	工程投资（D6）/元
			占地面积（D7）/m²
			运行管理费用（D8）/元
		措施效益（C4）	技术效益（D9）/元
			资源节约（D10）/元
			农业产品效益（D11）/元
	技术适宜性（B3）	技术可靠性（C5）	技术装置故障率（D12）
			对农业生产的影响（D13）
		技术可行性（C6）	运行管理难易度（D14）
			设计使用期限（D15）
		技术可复制性与可推广性（C7）	措施在其他地区可开展的难易度（D16）
			措施在其他地区开展可达到的效益（D17）

附录A
调查表

表 1 种植业基本情况调查表

地块 编码	乡 镇	行政 村	经 度	纬 度	作 物 名 称	作 物 面 积 (亩)	粮食作物肥料施用量 (千克/亩, 折纯量)			经济作物肥料施用量 (千克/亩, 折纯量)			复 种 指 数
							氮肥施 用量 (纯 N)	磷肥施 用量 (P ₂ O ₅)	钾肥施 用量 (K ₂ O)	氮肥施用量 (纯 N)	磷肥施用 量 (P ₂ O ₅)	钾肥施用 量 (K ₂ O)	
1													
2													

注：粮食作物包括水稻、小麦、玉米等作物；经济作物包括蔬菜、油料作物、茶叶、瓜果等。

表 2 水产养殖基本情况调查表

地块 编码	乡 镇	行政 村	经 度	纬 度	养殖 模式	养 殖 品 种	淡水产品 产量 (吨)	淡水产品 平均产量 (吨)	人工淡水养殖 面积 (亩)	污水排 放情况	养殖 区域
1									
2									

注：淡水养殖模式：①网箱养殖②围栏养殖③池塘养殖④工厂化养殖⑤其它

表 3 畜禽养殖基本信息调查表

地块 编码	乡 镇	行政 村	养殖场 名称	经 度	纬 度	畜禽全年出栏量/存栏量						粪污处 理利用 去向	粪污资源化利 用率(%)
						生 猪 (头)	奶 牛 (头)	肉 牛 (头)	蛋 鸡 (万 羽)	肉 鸡 (万 羽)	其 他 (头)		
1										
2										

附录B

参考排污系数

表 1 种植业排放（流失）系数

种植类型	COD (千克/公顷)	氨氮 (千克/公顷)	总氮 (千克/公顷)	总磷 (千克/公顷)
稻田	87	5.66	34.1	1.75
旱地	35	5.66	7.59	0.64
菜地	75.2	5.66	24.69	0.6
果园	76	4.63	19.91	1.51

注：数据来自文献调研，为太湖流域种植业各污染源排污系数，旱地为除水稻以外的粮食作物，包括玉米、小麦等。采取了测土配方施肥、精准施肥等化肥减量措施的区域，可根据不同化肥减量程度、不同种植品种核算，确定符合当地实际的种植业排污系数。

表 2 畜禽养殖业排污系数

	畜禽种类	化学需氧量	总氮	氨氮	总磷
畜禽规模 化养殖	生猪（千克/头）	8.8285	0.9487	0.2761	0.1764
	奶牛（千克/头）	150.5777	7.6971	0.5341	0.8523
	肉牛（千克/头）	132.9017	4.4942	1.2285	0.6094
	蛋鸡（千克/羽）	1.2484	0.0647	0.0051	0.018
	肉鸡（千克/羽）	0.2486	0.0097	0.0036	0.0021
畜禽养 殖户	生猪（千克/头）	69.111	5.551	1.542	1.327
	奶牛（千克/头）	696.002	62.468	4.06	9.407
	肉牛（千克/头）	1288.153	32.189	7.655	5.196
	蛋鸡（千克/羽）	12.4	0.613	0.048	0.174
	肉鸡（千克/羽）	2.696	0.1	0.037	0.022

注：数据来自第二次全国污染源普查《农业源产排污核算系数手册》江苏省畜禽养殖排污系数。采取了粪污资源化利用和无害化处理的区域，可根据不同养殖方式、不同养殖品种核算，确定符合当地实际的畜禽养殖排污系数。

表 3 水产养殖业排污系数

种类	COD (千克/公顷)	氨氮 (千克/公顷)	总氮 (千克/公顷)	总磷 (千克/公顷)
鱼	919.8	20.1	69.5	1.6
虾	39.3	0.9	3.0	0.07
蟹	84.9	1.9	6.4	0.2

注：数据来自文献（彭凌云等，湖泊科学，2020），为太湖流域水产养殖各污染源排污系数。采取了生态养殖、尾水处理等减排措施的区域，可根据不同养殖方式、不同养殖品种核算，确定符合当地实际的水产养殖排污系数

附录C

产排污系数修正因子确定

(1) 产排污系数修正因子。产排污系数修正因子主要通过降雨驱动因子和坡度影响因子来确定。

降雨修正因子。降雨驱动因子由降雨空间分布影响因子 α_s 与降雨年际差异影响因子 α_t 组成。降雨影响因子 α 的表达式为：

$$\alpha = \alpha_t \times \alpha_s$$

通过典型流域基本测算单元内的大量监测数据进行回归分析，建立流域年平均降雨量 r 与农业面源污染物年入水体量 L 的相关关系：

$$L = f(r_i)$$

式中： r_i 为第 i 个流域基本单元年均降雨量， L 为农业面源污染物年入水体量。

降雨驱动因子年际变化。降雨年际差异影响因子 α_i 表示为：

$$\alpha_i = \frac{f(r_i)}{f(\bar{r})}$$

式中： α_i 为降雨年际差异影响因子， \bar{r} 为流域基本单元多年平均降雨量。

降雨驱动因子分布变化。降雨空间分布影响因子 α_s 表示为：

$$\alpha_s = \frac{f(R_j)}{f(\bar{R})}$$

式中： α_s 为降雨空间分布影响因子， R_j 为流域基本单元空间单元 j 的年均降雨量， \bar{R} 为流域年均降雨量。

坡度修正因子。通过典型流域基本测算单元内的大量监测数据进行回归分析，建立坡度与农业源污染物流失量的关系式：

$$L = c\bar{\theta}_d^d$$

式中： L 为污染物负荷， $\bar{\theta}_d$ 典型流域基本测算单元的平均坡度， c 、 d 为拟合的回归系数。

坡度影响因子 β 主要反映的是流域基本测算单元与典型流域基本测算单元因坡度不同而造成的农业面源污染入水体负荷量的差异， β 的计算方法如下：

$$\beta = \frac{L(\bar{\theta}_i)}{L(\bar{\theta}_d)} = \frac{c\bar{\theta}_i^d}{c\bar{\theta}_d^d} = \frac{\bar{\theta}_i^d}{\bar{\theta}_d^d}$$

式中： β 为坡度影响因子， $\bar{\theta}_i$ 为第 i 个流域基本测算单元的平均坡度。

(2) 地表径流。可用于计算地表径流的模型包括 SCS-CN、VSA-CN、SWAT、AGNPS、HSPF 等。用模型测算时模拟时间序列不少于 5 年。

(3) 地下淋溶。通过土壤类型、土地利用和土壤水文分组，结合降雨量空间分布特征和季节分布特征，其中降雨量空间分布特征表示流域单元可用于下渗的最大理论降雨量，季节分布特征表示因降雨量的季节变化对土壤水分下渗的影响，由以上两个方面共同确定土壤水分的实际下渗能力，计算方法如下：

$$LI = \frac{\left[P_{\text{annual}} - 0.4 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right) \right]^2}{P_{\text{annual}} + 0.6 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)} \times \sqrt[3]{2 \times \frac{P_{\text{dry}}}{P_{\text{annual}}}}$$

式中： P_{annual} 为年降雨量， P_{dry} 为非汛期降雨量， CN 为标准径流曲线数。

(4) 土壤侵蚀。优先推荐通用土壤流失方程 (universal soil loss equation, USLE) 或修正通

用土壤流失方程（revised universal soil loss equation, RUSLE），结合水利部水土流失动态监测成果、《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）计算土壤侵蚀。

（5）植被截留。利用 DEM、土地利用类型、植被覆盖度计算植物截留。

$$RI = \ln \left(\frac{\sum_{DA=1}^N T_{DAi}}{\tan B_{DAi}} \right)$$

式中：∑T_{DAi}为林草地累积截留效率（使用反向 DEM，以林草地削减效率（0-1）为权重计算流域累积汇流量）；B_{DAi}为平均坡度。
