

《平原河网地区农田面源污染监测技术指南（试行）》

## 编制说明

# 目录

1 编制背景.....	2
2 指南编制的必要性和意义.....	3
2.1 指南编制必要性.....	3
2.2 指南编制意义.....	3
3 编制过程.....	4
3.1 现状情况调查.....	4
3.2 关键问题分析.....	5
3.3 开展试点监测.....	6
3.4 排放特征.....	7
3.5 采样方法评估.....	8
4 基本原则和技术路线.....	10
4.1 基本原则.....	10
4.2 技术路线.....	10
4.3 与现行相关技术规范的关系.....	11
5 主要技术内容及说明.....	12
5.1 适用范围.....	12
5.2 规范性引用文件.....	12
5.3 术语和定义.....	12
5.4 监测区域选取与点位布设.....	15
5.5 监测方法.....	16
5.6 面源污染负荷与排放系数计算.....	19
5.7 质量控制.....	20
6 专家意见落实情况.....	20

## 1 编制背景

推进农业面源污染防治是实现农业绿色发展、确保粮食安全的有效途径与根本措施，是实施乡村振兴战略、改善农业农村生态环境的重要工作内容。与工业和城市污染相比，农业面源污染来源多、分布广、影响面大，又具有一定的累积效应和滞后效应；同时农业面源污染治理起步晚、投入少、历史欠账多，一直是环境污染治理工作的短板。第二次全国污染源普查结果显示，本市农业源主要水污染物化学需氧量、总磷和总氮排放总量均显著下降，但在养殖业规模不断缩减和治理不断推进的情况下，种植业面源污染对水环境的影响程度逐步凸显，进一步提高面源污染管理的针对性、科学性、有效性是非常重要的工作内容。

近年来，党中央、国务院高度重视农业面源污染防治工作，习近平总书记强调，要“以钉钉子精神推进农业面源污染防治”。2021年11月，中共中央、国务院印发《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，明确了深入打好污染防治攻坚战的宏观战略、行动目标、重点任务和具体策略；2021年12月，生态环境部等7部委联合印发《“十四五”土壤、地下水和农村生态环境保护规划》，强调要推进农业面源污染治理和监督指导；2022年1月，生态环境部、农业农村部等五部门联合印发《农业农村污染治理攻坚战行动方案（2021-2025年）》，提出持续推进农村人居环境整治提升和农业面源污染防治。2022年1月，推动长江经济带发展领导小组办公室印发《“十四五”长江经济带农业面源污染综合治理实施方案》，要求必须坚持突出重点、整县推进、多方参与、系统治理的指导方针，开展长江经济带农业面源污染综合治理。对应国家要求，上海市相继出台了《关于深入打好污染防治攻坚战迈向建设美丽上海新征程的实施意见》以及《上海市生态环境保护“十四五”规划》、《上海市乡村振兴“十四五”规划》、《上海市水系统治理“十四五”规划》、《上海市农业农村污染治理攻坚战行动计划实施方案（2021-2025年）》等一系列文件，把农业面源污染防治作为一项系统性工程来抓，完善产业链融合绿色发展的机制与政策，促进系统升级，实现全链条污染防控与减排，推动绿色生产、生活与生态环境保护的协同发展。

## 2 指南编制的必要性和意义

### 2.1 指南编制必要性

上海地处长江入海口、太湖流域东缘，属于典型的平原河网地区，河网密布纵横交错，水力坡度平缓，水动力严重不足，水体自净能力较弱；同时受潮汐影响水流往复回荡，水文条件较为复杂。长江经济带是我国重要的粮油、畜禽和水产品等主产区，气候温暖，复种指数高，化肥、农药施用量高于全国平均水平。降雨产流是农业面源污染排放的主要驱动力，是面源污染负荷产生的动力和输移载体。在工业、生活源污染问题逐步得到控制的情况下，加快推进本市农业面源污染治理已成为河道水质改善、水生态环境修复、推动农业高质量发展的迫切要求。

平原河网地区通常以圩区作为水利管理单元，圩区内农田、水系错综复杂，水位（水流）受到潮汐作用、泵闸排灌以及降雨产流等多重影响，农田排水入河方式多样，影响过程尤为复杂，现有的水质监测规范体系尚无法充分满足农业面源溯源与追溯污染区域责任主体、厘清责任的需要。根据国家《农业面源污染治理与监督指导实施方案（试行）》和《全国农业面源污染监测评估实施方案（2022-2025年）》有关要求，须结合平原河网地区独特的地理环境和水文水质特征，制定农业面源污染环境监测技术规范，加强农业污染源、入水体污染物浓度与流量监测、受纳水体和流量监测。

### 2.2 指南编制意义

编制并发布《平原河网地区农田面源污染监测技术指南（试行）》，有利于补齐同类地区在农业面源污染监测领域的技术短板，完善农业面源污染监测与评估体系，形成科学化、规范化的监测技术路径。持续开展农田面源污染监测，系统摸清农业面源污染排放特征和迁移转化过程，有助于抓住重污染风险区域，对污染源和迁移过程的关键影响因素进行识别，提出分区分类治理措施，为农业面源污染负荷评估和治理绩效考评提供有力的数据支撑。本指南聚焦平原河网地区“地势平坦、水系发达、河流相互贯通呈网络状”的特征，发挥在长三角一体化示范区技术引领、示范推广的作用，为国内其它类似地区农田面源污染监测工作提供参考借鉴。

### 3 编制过程

#### 3.1 现状情况调查

##### 3.1.1 农田空间分布及地貌分异特征

根据第三次全国国土调查数据，上海市耕地面积约 243 万亩，其中水田 1182.4 万亩，占比 75.1%；水浇地 60.5 万亩，占比 24.9%。全市 92.1%的耕地分布在崇明区、浦东新区、金山区、奉贤区、青浦区、松江区，99.93%的耕地位于 2%坡度以下。上海属长江三角洲冲积平原，陆域以古海岸线“冈身线”和长江分界，形成特征鲜明的西部湖沼平原、东部滨海平原、崇明沙岛平原等三种截然不同的地貌类型。西部湖沼平原（嘉定、青浦、松江、金山等区）成陆时间较久，大小河道纵横、水网密布，呈现出沿密集水网分布的高密度聚落特征，属典型的江南水乡地貌。东部滨海平原（宝山、浦东、奉贤）等区伴随着先民的生产与生活逐步拓展成陆，水塘散布、河渠纵横、水网密度不高，乡村聚落沿水塘集中分布。崇明沙岛平原（即崇明、长兴、横沙三岛）作为长江河口冲积岛，地势平坦，围垦大堤圈层式向外扩张，地貌呈现典型江海交汇处的生态湿地景观及开阔平坦的万亩良田景观。

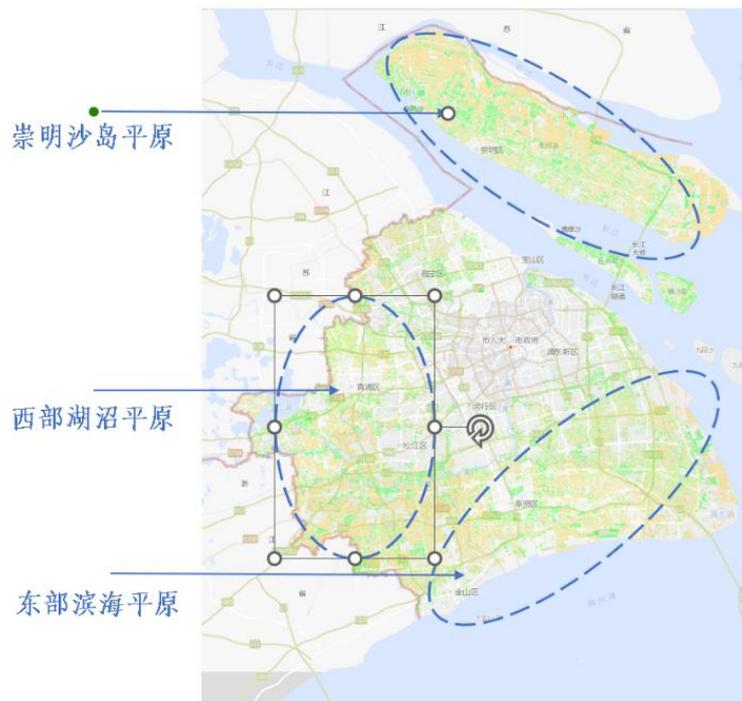


图 1 上海市水利分区图

### 3.1.2 农田面源污染入河类型

本市地形地貌及农田水利管理模式的差异性决定了不同区域农田面源污染入河过程也显著不同。经编制组调查梳理，本市农田面源污染入河方式主要分为三种：1) 直接入河。如崇明区等地，由于农田面积较大，地势较平，为保证排水通畅，时常将周边河道直接作为排水沟，导致农田面源污染直接入河；2) 沟渠入河。如金山区、奉贤区等地，农田面积相对较小，农田排水一般经过排水沟再入河；3) 泵闸控制。如青浦区等地，由于地势低洼，通常以圩中圩的形式进行农田水利管理，农田面源污染入河过程时常受到水闸、泵站的控制。



图 2 上海市农田径流入河过程分类

## 3.2 关键问题分析

### 3.2.1 划定监测边界

上海属于太湖流域下游平原河网地区，地势低平，一般以圩区作为水利管理单元，通过控制泵闸进行水利调度，圩区内水位（水流）受到潮汐作用、泵闸排灌以及地表径流等多重影响。考虑到本市以及类似平原河网地区水系、农田交错，对“流域”的界定尚不清晰，需要考虑平原河网地区的特点对监测对象进行科学界定。上海农田水利管理一般以灌区为最小管理单元，经调查目前上海市单个灌区面积基本为 100-500 亩左右，面积达 1000 亩以上的灌区主要分布在崇明等地。

### 3.2.2 识别水文条件

农田面源污染物产生和迁移的过程，除了受降雨、灌溉产流驱动外，潮汐作用、圩区排灌引起河道水位变化，亦产生显著影响。因此，平原河网地区农田排水没有显著的“自流”特征：在河道水位较低时，农田面源污染物在径流等驱动下迁移进入河道；当河道水位抬升后，则有可能发生倒灌（回灌）现象，

河水直接进入农田排水沟中。在非汛期，潮汐作用成为圩区水位变化与水流流动的主导因素；在汛期，还经常出现上游来水、本地降雨和下游强潮顶托的“三碰头”情形，圩区内河道水位变化与水流流动情况复杂，导致面源污染迁移及对水环境影响过程尤为复杂，监测难度较大。

### 3.2.3 测算污染负荷

农田面源排放特征具有随机性、季节性、突发性，以及一定的滞后性。农业农村部门长期以来的农田面源污染监测主要应用于田间尺度污染物排放量的科学测算，尚不能直接用于农业面源污染入河负荷评估与监管。目前农田面源污染监测主要采用径流池的方式进行，相关监测涉及的工程量较大且耗费人工，无法满足田间原位监测要求、反映真实反映入河过程，难以为农田面源污染监督管理提供依据。

### 3.3 开展试点监测

编制组考虑在全市以及长三角地区试点示范的意义，结合水利片区和农作模式划分，分别在青浦区（长三角一体化示范区，具备太湖流域典型湖沼平原特征）、崇明区（世界级生态岛，长江口冲积三角洲平原）以及金山区（创建国家生态文明建设示范区，滨海平原），按照种植规模较大、责任主体明确、入河过程清晰的原则，选择三个代表种植生产特征的试点区域开展监测评估工作。

**崇明试点区域：**根据崇明世界级生态岛建设要求，针对崇明农田地块较大、入河排污口界限相对较为清晰的特点，选择典型生产企业/园区为责任主体，试点以灌区为单元开展面源污染产生、入河全过程监测评估，结合实时动态的监测监控手段，开展肥料养分精准施用、农田退水口规范整治、受纳水体水质监控预警为一体的面源污染综合防控体系集成与示范。

**青浦试点区域：**选择长三角一体化示范区内的青西地区，根据其地势低洼、以圩区为水利管理单元的特点，从水质水文协同监测为出发点，开展圩区面源污染开展种植业面源污染监测评估，掌握区域面源污染负荷发生特征，并结合青浦种植特点，从农田-水环境协同治理与养分循环的角度，辅以圩区退水口规范整治技术，开展源头防控、生态拦截及受纳水体治理为一体的面源污染综合防控体系集成与示范。

金山试点区域：围绕国家生态文明建设示范区创建要求，针对金山滨海平原地形特征及田块面积较崇明偏小、农田排水通过沟渠入河的特征，以典型灌溉区为单元，在监测试点的基础上，根据金山区典型种植结构，进一步试点源头防控措施、农田退水口规范整治、受纳水体水质监控预警为一体的面源污染综合防控体系集成与示范。

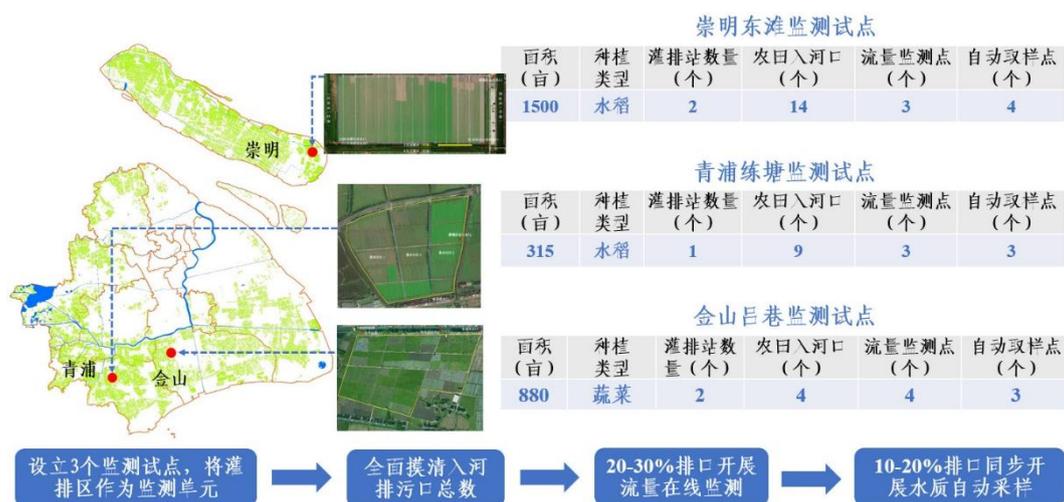


图3 试点监测区域示意图

### 3.4 排放特征

编制组通过近3年的研究，形成的本市农田面源污染排放主要结论如下：

1) 上海市农田面源污染输出负荷量分析：降雨、施肥和灌溉事件是农田氮磷流失的主要驱动因子。水田降雨产流约占总径流量的70%，灌溉产流约占30%。降雨产流贡献了约68%的总磷负荷和36%的总氮负荷。水田和旱地产流的磷流失均以颗粒态磷为主，旱地单次降雨产流的氮、磷输出负荷高于水田。

2) 上海市农田面源污染输出负荷变化特征分析：汛期降雨后1天内（以产流开始后的前4h为主）农田排水的流量和氮磷浓度会出现峰值，负荷呈脉冲式输出，有必要采取“先密后疏”的水样采集模式以充分捕捉脉冲式输出期间的真实面源污染负荷，提高负荷评估精准度。

3) 郊区河道水质特征及变化原因分析：农村地区河道总磷浓度与降雨强度有较好的线性回归关系，汛期高的降雨强度是水体总磷升高的主要驱动因子；7、8月份氨氮含量升高与降雨密切相关；1月、12月氨氮有显著提高，可能与低温时期氨气挥发、硝化过程较慢有关；溶解氧变化原因分析：温度是引起郊区河道溶解氧5月份开始大面积超标的主导因子。

### 3.5 采样方法评估

编制组广泛查阅了有关农业面源污染监测的国内外文献，总结了其发展脉络及趋势。农业面源污染监测从传统的人工采样，到采样器自动采样代替人工，再到水质原位自动监测探头的出现，以及未来 5G、物联网、大数据、人工智能新技术愈发广泛的综合应用，更多的监测技术手段将为农业面源污染入河负荷监测评估提供了有力的工具和可行的选择。



图 4 农业面源污染监测发展脉络及趋势

在试点监测过程中，编制组建立了以流量自动监测、水质自动采样为核心的农田地表径流面源污染监测体系（图 5），并对比分析了人工采样、自动采样和在线自动监测的应用实际效果。在此基础上，充分考虑到平原河网地区（特别是汛期）的水文水质特点，以及采样设备建设和运行维护的成本，建议有条件的地区优先选择自动采样的方法。农田面源污染监测方法的特点分析及优缺点对比详见表 1。



图 5 自动采样仪器设备实际应用情况

表 1 农业面源污染监测方法优缺点分析

方法	自动化程度	技术优点	技术缺点	经济性
人工采样	完全依赖人工	取样时间确定和点位选取较为灵活，可实时跟踪了解监测区域的现场情况	1、难以对前期降雨产流及时进行采样，即使产流时间及时通知到位亦受通勤时间的影响； 2、采样多集中在汛期雨季，采样环境较为恶劣，危险程度高； 3、采样时间较难实现精确化	降雨产流的多点位高频采样监测期间对人工要求较高
自动采样	在线自动采样+人工实验室分析	1、可以对降雨产流全过程进行有针对性的高频采样，负荷评估结果较为精准； 2、采样程序设置灵活，可以针对监测区实际状况灵活设定采样程序； 3、采样过程不依赖人工，采样不受环境、天气等条件影响	1、农村地区如遇断电情况需临时用人工采样代替； 2 采样数量有限（一般一个点位最多连续采集 24 瓶水样），如遇连阴雨天气持续产流的情况，需辅以人工采样	1、水质自动采样器的一次性投入和运行维护费相对可控； 2、对人工依赖度较低
在线自动监测	全自动化	1、可以实现水质在线自动监测，自动化程度高； 2、对于部分监测指标的监测频率相对更高，可满足超高精度的面源污染负荷测算	1、维护要求较高，自动监测探头损耗较快，试剂耗材更换频繁 2、单个监测探头可实现的指标相对单一，部分型号的探头	1、一次性投入相对最高； 2、探头、试剂更换频繁，维护耗材费较高； 3、仪器价格

方法	自动化程度	技术优点	技术缺点	经济性
		要求	会对监测环境直接造成二次污染； 3、有时候监测频次超过了实际应用的需要，造成“技术浪费”	较高，需专门建监测站房用于仪器的存放

## 4 基本原则和技术路线

### 4.1 基本原则

#### 4.1.1 边界清晰原则

在监测区域选取上，应当优先选用边界较为明确、排水出路相对固定的农田，可优先选取高标准建设农田，必要时可对现有农田适当进行改造，归并不必要的临时田间排口、农田排放口，使排水路径更为规整，进一步明晰监测边界。

#### 4.1.2 协同监测原则

农田面源污染排放负荷测算取决于水文和水质的监测精度，以及协同监测和计算的科学合理性。采用水文在线高频自动监测的方法可以充分捕捉农田地表径流的完整变化过程；采用水质自动采样，通过合理设置采样时间/流量间隔，大部分情况下可以满足单次径流农田面源污染负荷测算的精度要求。

#### 4.1.3 经济可行原则

综合考虑监测范围、监测设备、监测频次等要素，兼顾建设成本和运行维护成本，提出以具有代表性的农田排放口对应的种植区域划定为监测单元。同时，提供了自动采样和人工采样两种模式，在满足监测条件的基础上，确保监测成本可控，监测成效显著。

### 4.2 技术路线

本指南编制和规定的技术路线，本着服务于国家《农业面源污染治理与监督指导实施方案（试行）》和《全国农业面源污染监测评估实施方案（2022-2025年）》，服务于本市层面农田面源污染监测管理，指导有条件的地区在水环境敏感地区、主要农业种植区选择农田灌区/圩区或集中连片种植区开展农田

面源污染长期跟踪监测，试点建立包括污染源、空间传输过程、农田排放口以排放负荷、产排污系数为主的水文、水质同步监测体系，

### 4.3 与现行相关技术规范的关系

表 2 重点对现行的农业面源污染监测技术规范/指南进行了对比分析。我国在农业面源污染监测标准化方面的工作尚处于起步阶段，已出台的与农田面源污染监测相关的各类标准规范和技术指南在监测尺度上大多聚焦流域和农田（田块）尺度监测，主要以径流池/渗滤池监测方式为主，无法解析农业面源污染发生及向下游水体迁移的动态过程，对于平原河网地区并不适用。

表 2 与现行相关技术规范对比

规范名称	发布主体	适用范围	监测尺度	监测对象	监测方式	水文监测方法	水质监测方法
农业面源污染治理监督指导试点技术指南（试行）	生态环境部、农业农村部	农业面源污染调查、监测、负荷评估、优先治理区域清单编制等	流域	地表径流、地下淋溶水、灌溉水	遥感+地面监测。	采用自动在线监测	在线自动监测
流域农业面源污染监测技术规范（NY/T 3824-2020）	农业农村部	以农业生产生活为主的流域面源污染	流域	河水	设置河道对照和控制断面	自动在线监测	自动取样或人工采样
农田面源污染监测技术规范（试行）	农业农村部	以地表径流和地下淋溶途径发生的田块尺度农田面源污染监测	田块	地表径流、地下淋溶水	监测小区及径流池、渗滤池	人工计量	人工采样
河套灌区化肥面源污染监测技术规程（DB15/T 1546-2018）	内蒙古	内蒙古河套灌区及引黄灌区	灌排区（特大型）	地表淋溶水	处理小区	—	田间原位淋溶液管式集液装置
设施蔬菜面源污染监测技术规范（DB14/T 1373-2017）	山西	地势较为平坦的区域、以地下淋溶途径排放的设施菜地	设施蔬菜地	地下淋溶水	监测小区及渗滤池	淋溶液采集桶人工监测淋溶水量	人工采样
平原河网地区农田面源污染监测技术指南（试行）	上海	长三角平原河网地区	灌排区（数百亩）	地表径流（田块排水和入河排水）	流量在线监测+水质自动采样或人工采样+实	要求自动在线连续监测	自动采样、人工采样

规范名称	发布主体	适用范围	监测尺度	监测对象	监测方式	水文监测方法	水质监测方法
					实验室分析		

## 5 主要技术内容及说明

### 5.1 适用范围

为更好地指导农田面源污染监测工作，本指南规定了平原河网地区农田面源污染监测的区域选取、单元划定、点位布设、监测指标与方法、面源污染负荷与排放系数计算等基本内容，可为农田面源污染监督管理工作提供技术支持。

本指南适用于平原河网地区水田、露天旱地通过地表径流途径发生的面源污染入河负荷的监测，不适用于农田排放口位置和数量不清晰的农田区域，不适用于农田排放口排放的污染物并非以农田面源污染为主要污染源的情况。

### 5.2 规范性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款，下列文件对于本指南的应用是必不可少的。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本指南。不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB/T 50138	水位观测标准
HJ 493	水质样品的保存和管理技术规定
HJ 494	水质采样技术指导
HJ 91.2	地表水环境质量监测技术规范
HJ/T 372	水质自动采样器技术要求及检测方法
SL 337	声学多普勒流量测验规范
SL 537	水工建筑物与堰槽测流规范

### 5.3 术语和定义

本部分为执行本指南制定的专门术语和容易引起歧义的名词及其定义。

#### 5.3.1 平原河网地区

河网密布、水系纵横交错，地势低洼平坦、原生水动力不足，常通过水利工程措施进行水利调度的地区。

本定义参考了以下文件：

(1)《农业面源污染综合防控技术规范第 1 部分：平原水网区》(NY/T 3821.1-2020)中关于“平原水网区”的描述：地势平坦宽广、起伏较小，降水充沛，河、湖水系密布水流方向复杂的区域。

(2)《平原水网区农业面源污染综合防控技术通则（征求意见稿）》中关于“平原水网区”的描述：海拔高度在 200 米以下，以长江中下游、珠江三角洲等为代表的，与农业生产和农村生活相关，地势低平宽广，河、湖水系发达，水流方向复杂，地表径流系数小，水流迟缓，地下水位高；居民区集中，人类活动频繁，生产规模化、集约化，经济发达，水质敏感的地区。

### 5.3.2 农田面源污染

在降雨或灌溉水等因素驱动作用下，农田中的氮、磷等污染物通过地表径流等途径向受纳水体迁移，对生态环境造成的污染。

本定义参考了以下文件：

《农田面源污染监测技术规范》(农科办〔2014〕20 号)中关于“农田面源污染”的描述：借助降水、灌水或冰雪融水使农田土壤表面或土体中的氮、磷等水污染物向地表水或地下水迁移的过程，是地表水富营养化或地下水硝酸盐污染的重要原因之一。

《流域农业面源污染监测技术规范》(NY/T 3824-2020)中关于“农业面源污染”的描述：在农业生产和农村生活区域，氮、磷等营养盐受水力驱动以随机、分散、无组织方式进入受纳水体引起的水质恶化。

### 5.3.3 灌排区

具有一定保证率的水源，有统一的管理主体，由完整的灌溉和排水工程系统控制的农田区域。

本定义参考了以下文件：

《农村水利技术术语》(SL 56-2013)中关于“灌区”的描述：具有一定保证率的水源，有统一的管理主体，由完整的灌溉排水工程系统控制及其保护的区域。

### 5.3.4 灌溉取水口

为满足农作物生长需要，经人为输送，直接或通过渠道、管道农田供水的取水口。

本定义参考了以下文件：

《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）中关于“农田灌溉用水”的描述：为满足农作物生长需要，经人为输送，直接或通过渠道、管道供给农田的水。

### 5.3.5 农田排放口

在河道两侧设置的，通过农田排水系统将农田面源污染物最终排入周边河道的排放口。

本定义参考了以下文件：

《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）中关于“农田排水”的描述：将农田中过多的地表水、土壤水和地下水排除，改善土壤的水、肥、气、热关系，以利于作物生长的人工措施。

《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）中关于“排水系统”的描述：排除农田、林地、草地中多余的地表水、地下水和土壤水的各级排水沟、管、水闸和泵站等建筑物的总称。

### 5.3.6 入河负荷

通过农田排放口排入河道的农田面源污染物的量。

### 5.3.7 排放系数

单位时间内单位面积农田通过农田排放口排入河道的农田面源污染物的量。

本定义参考了以下文件：

《农田面源污染监测技术规范》（农科办〔2014〕20号）中关于“排放通量”的描述：单位时间、单位面积农田通过地表径流或地下淋溶途径向周边环境排出的氮、磷等面源污染物总量。

### 5.3.8 自动采样

水质自动采样器按预先设定的采样模式自动采集水样的过程。

本定义参考了以下文件：

《水质自动采样器技术要求及检测方法》（HJ/T 372-2007）中关于“自动采样”的描述：水质自动采样器按预定设置的采样模式，自动采集水样，直至定量注入采样瓶，最后将多余或滞留的水样排走及清洗管路的全过程。

《水质自动采样器技术要求及检测方法》（HJ/T 372-2007）中关于“在线采样”的描述：将采样装置正确安装在采样点处，按预定设计的采样模式，对采

样点监控的水质进行全过程的、动态的水样采集的工作方式。

## 5.4 监测区域选取与点位布设

### 5.4.1 监测区域选取

选取监测区域应以主要从事农业生产活动、农田面源污染问题较为突出的区域为重点，选择相对独立或封闭的单个灌排区，或集中连片的灌排区。

监测区域内应基本无农村生活污水、垃圾、养殖等其他污染源排放影响，即农田排放口的污染物入河负荷主要来源于农田面源污染排放。

### 5.4.2 监测单元划定

在监测区域内可进一步划定监测单元，监测单元应能够实现独立灌排，灌溉取水口和农田排放口位置固定，排水路径及其上下游水力联系明确。监测区域确定后，应对监测区域内灌溉模式（包括灌溉取水口数量和分布）、排水路径（包括农田排放口数量和分布）以及主要种植类型、施肥特征等情况开展调查。在充分调查基础上，根据监测目标导向选择具有代表性的农田区域划定为监测单元（面积较小的监测区域可整体划定为监测单元）。

例如，以河道水质断面超标原因分析为监测目标的，可重点排查超标断面周边农田排放口，以农田排放口对应的农田区域划定为监测单元，评估农田面源污染排放与河道水质超标产生关联的可能性；以农田面源污染入河负荷测算为监测目标的，可结合种植类型和面积分布、施肥模式、灌溉制度等，选择具有代表性的农田区域划定为监测单元，评估整个监测区域面源污染排放强度。

### 5.4.3 监测点位布设

按照灌排区内“灌溉取水口→田间排口→农田排放口→河道”的农田面源污染输出路径，重点关注灌排区的进、出水状况，在灌溉取水口和农田排放口合理设置监测点位。如农田排放口数量较多，从监测成本控制的角度考虑，不必在监测单元内所有的农田排放口均设置监测点位。可针对各个农田排放口对应的农田区域事先开展现场调查，考虑选择部分农田排放口设置监测点位，其对应的总农田面积应达到监测单元农田面积的50%以上。

在确定具体监测点位时，应着重考虑如下要求：农田排放口对应的农田的种植类型与监测区域整体相近、农业生产管理水平（如化肥施用方式和施用量等）处于监测单元平均水平、灌溉方式与监测单元基本一致。有条件的情况下，

可以考虑在农田排放口对应河道设置对照断面（河道中农田排放口的上游）和控制断面（河道中农田排放口的下游）。

## 5.5 监测方法

### 5.5.1 监测周期

农田面源污染排放系数测算一般以自然年为计算周期，故本指南规定监测周期应包含至少 1 个完整自然年。流量监测应覆盖整个监测周期；水质监测应针对产流事件进行，汛期（每年 5 月至 9 月）适当增加降雨产流事件监测频次，水田的灌溉高峰期适当增加灌溉产流事件监测频次。尽可能选取雨量较大、产流量较大的降雨事件开展水质监测。水田的灌溉高峰期一般在水稻生育初期和中期，如 6 月开始种植的晚稻的灌溉高峰期一般为 6-8 月。

### 5.5.2 流量监测

本指南要求排口监测点位的流量/水位监测应采用在线自动监测设备，通过在排口监测点位布设监测探头实现对流量/水位数据的实时自动记录。受前期田间水文状况等的影响，降雨或灌溉后的农田排放口产流事件一般具有一定的滞后性和不确定性，且汛期降雨量较大或和灌溉高峰期农田灌溉量较大的情况下农田排放口产流的“脉冲式”输出现象（径流量陡升陡降）。本指南要求监测时间间隔不大于 10 min，可实现监测周期内农田排放口排水量的精准测算，亦便于对产流事件的起止时间进行快速识别。

农田排放口所在的农田排水沟过水断面尺寸较小的，可采用“水位-流量”法测定流量，如三角堰、巴歇尔槽等（具体参见 SL 537 和 GB/T 50138）。农田排放口所在的农田排水沟断面尺寸及日常排水流量较大、不便于开挖三角堰等构筑物的，应采用“流速-面积”法测定流量（具体参见 SL 337）。

应特别注意，由于平原河网地区汛期降雨量一般较大，为便于排涝、控制土壤墒情，田间经常开挖畦沟，三角堰堰口安装高程应低于在畦沟底部高程，避免造成农田内部积水。同时，应结合实际排水流量的范围确定三角堰的堰口高度，避免大流量排水情况下排水水流液面淹没三角堰堰顶。

### 5.5.3 水质监测

#### 5.5.3.1 采样时段

由于本指南旨在对农田面源污染入河负荷进行监测，故规定在排口监测点位产流事件发生期间在排口监测点位和灌溉监测点位采集水样。受产流过程的影响，农田灌溉用水中携带的氮磷等面源污染物从进入农田到最终通过农田排放口排入河需要一定的时间，因此建议在排口监测点位产流事件发生初期采集灌溉水。应通过成熟的相关技术手段实现流量/水位原位自动监测数据的在线实时展示，以便于监测人员及时掌握监测点位的径流情况。工作人员可通过采样期间观察现场实际情况、当面或电话咨询当地农户、查看当地天气预报等方式尽可能确认每次产流事件是由降雨还是灌溉造成的。

在农田排放口原位布设的流量/水位自动监测设备可以对产流事件进行准确识别，采用“流速-面积”法监测流量的，汛期、非汛期、灌溉高峰期、非灌溉高峰期的径流流速范围可能会有一定差别，须结合降雨、灌溉前后实测流速的范围合理设定流速阈值，通过流速阈值科学确定产流事件的起止时间。

#### 5.5.3.2 采样频次

针对降雨事件，编制组通过 2019-2022 年的监测研究发现，农田面源污染物浓度差异较大。单次产流事件中，污染物浓度受到冲刷效应、降雨稀释以及距离施肥时间间隔的影响，具有很高的变异性。降雨强度（单位时间降雨量）对总磷影响较大，但强降雨同时还会产生稀释效应，特别是氨氮、硝酸盐氮等可溶性离子，对此必须有针对性的开展高频次监测，从而实现入河负荷的精准测算。本指南兼顾提高监测精度和成本控制的综合要求，确定了“先密后疏”的采样频次原则，即产流初期密，产流中后期疏。前期大量试验研究成果发现，产流初期（一般为产流开始之后 4h 内，脉冲式输出期）水质波动非常大，而产流中后期（一般为产流开始 4h 后）氮磷浓度变化逐渐开始趋于平稳。为保障水质样品的合理性和代表性，产流初期采用 0.5-1 h 的采样间隔，产流中后期可采用 1-2 h 或更长的采样间隔。实际操作过程中可结合实际情况在遵循“先密后疏”原则不变的基础上对监测频次作适当调整。

针对灌溉事件，应在灌溉产流期间在灌溉取水口采集至少 1 次水样。编制组前期在上海市多个种植业面源污染监测试点的监测研究结果表明，灌溉水及

灌溉产流的氮磷污染物浓度变化相对较小，故灌溉取水口和农田排放口的水样采集频次可以较低。

### 5.5.3.3 采样方式

水样采集可以选用人工采样或自动采样两种方式。由于产流事件具有一定的随机性和突发性，以及农田面源污染采样地点的偏僻性，人工采样往往容易错失产流时间初期的样品。而自动采样在这方面具有突出的技术优势，在条件允许的情况下，排口监测点位优先采用自动采样。

采用自动采样的，应结合实际监测需求设置自动采样程序。应注意梅雨期连阴雨天气下的采样时间间隔设置问题，在水质自动采样器采集满 24 瓶水样之前及时赶至现场，将采集到的水样取出送至实验室检测，并将水质自动采样器复位重新开始采样。对于自动采样取水口距离水质自动采样器较远、布设的采样管线较长的情况，应合理设置抽水泵的采水时间，确保每一瓶水样能够采集到的水量的适中性。

### 5.5.4 监测指标与方法

本指南将水质监测指标分为必测指标和选测指标，针对当前平原河网地区存在的主要水环境问题以及农田面源污染排放特征，规定了必测指标包括化学需氧量、总磷、总氮和氨氮，选测水质指标包括硝酸盐氮和磷酸盐。采用自动采样的，水样自采集完毕至实验室分析的时间应符合检测标准规定的要求。

水质指标的检测方法参照已有国家和行业标准执行，具体信息如下：

表 3 监测指标和方法

指标类型	指标名称	分析方法	标准号
必测指标	流量	水位-流量关系法	SL 537 GB/T 50138
		流速-面积法	SL 337
	化学需氧量	重铬酸盐法	HJ 828
	总磷	钼酸铵分光光度法	GB 11893
		连续流动-钼酸铵分光光度法	HJ 670
		流动注射-钼酸铵分光光度法	HJ 671
	总氮	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	HJ 636
		连续流动-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 667
		流动注射-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 668
	氨氮	纳氏试剂分光光度法	HJ 535
		水杨酸分光光度法	HJ 536

指标类型	指标名称	分析方法	标准号
		蒸馏-中和滴定法	HJ 537
		连续流动-水杨酸分光光度法	HJ 665
		流动注射-水杨酸分光光度法	HJ 666
选测指标	硝酸盐氮	酚二磺酸分光光度法	GB 7480
		紫外分光光度法	HJ/T 346
	磷酸盐	离子色谱法	HJ 669
		连续流动-钼酸铵分光光度法	HJ 670

### 5.5.5 样品保存与运输

水质自动采样器应按照 HJ/T 372 的要求配备恒温单元，确保采集到的水样在水质自动采样器内能够在 4℃ 环境下保存。

### 5.6 面源污染负荷与排放系数计算

本指南给出了农田面源污染入河负荷、净入河负荷和排放系数计算方法，计算结果可反映监测区域农田面源污染排放对环境的影响程度。

基于实测数据，面源污染负荷与排放系数计算参照如下几个步骤：（1）计算监测单元内各排口监测点位每一次产流事件期间的地表径流量，并对降雨产流和灌溉产流事件进行区分；（2）分别统计汛期、非汛期各排口监测点位降雨、灌溉产流事件期间的地表径流总量，以及汛期、非汛期开展水质监测的降雨、灌溉产流事件期间的地表径流总量；（3）计算监测单元各排口监测点位每一次开展水质监测的降雨、灌溉产流事件期间的入河负荷、净入河负荷；（4）按照降雨、灌溉径流量等比例放大法，计算监测单元各排口监测点位汛期、非汛期入河负荷、净入河负荷。汛期、非汛期若未针对灌溉或降雨产流事件开展水质监测，可不区分降雨、灌溉径流量进行等比例放大法；（5）计算监测单元和监测区域汛期、非汛期、一个自然年及整个监测周期的入河负荷、净入河负荷和排放系数，可针对降雨、灌溉产流事件分开计算。

农田既向河道排水，同时也从河道引水，很多情况下农田的引排水来自于同一条河道。农田虽然是污染的来源，但同样也具有一定的类似湿地的净化功能，水田尤其如此。因此，本指南对于灌溉事件考虑扣除灌溉水进入农田的污染物负荷，计算农田面源污染的净入河负荷。

根据田间水量平衡计算原理，灌溉水进入农田后，扣除蒸发蒸腾量、田间入渗水量等，通过农田排放口排入河道的农田排水一般仅占灌溉量的少部分，

使得灌溉水的污染物负荷可能大于污染物入河负荷。本指南采用监测间隔时间内通过农田排放口的水量与农田排放口、灌溉取水口水样污染物浓度差值的乘积的加和来表征某一时段的农田排放口的净入河负荷。计算净入河负荷时应首先应对灌溉产流与降雨产流进行区分，灌溉产流期间若发生降雨则视作降雨产流事件。

本指南建议以自然年为周期计算农田面源污染入河负荷和排放系数。针对周期性分析需求，也可逐月计算入河负荷和排放系数，以便于了解农田面源污染排放强度的年内变化情况，为开展精细化的农田面源污染重点影响区域识别奠定基础。

## **5.7 质量控制**

### **5.7.1 水质自动采样器**

水质自动采样器的日常检验和监督校验应执行 HJ/T 372 的要求，该标准规定了地表水、工业废水和生活污水水质自动采样器的技术性能要求和性能检测方法，适用于水质自动采样器的性能检验、选型使用和日常校核。

### **5.7.2 水位和流量测验**

水位观测的精度要求和质量控制应执行 GB/T 50138 的要求，流量测验的精度要求和质量控制应执行 SL 537 和 SL 337 的要求。GB/T 50138 适用于河流、湖泊、水库、人工河渠、海滨、感潮河段等水域的水位观测；SL 537 适用于水利工程、灌区水量调度、水资源分配、引排水等渠道水量监测，适用于测站受工程及人类活动影响情况下的流量测验，也适用于各种渠道的引水、退水、分水等水量计量监测；SL 337 规定了流量测验最常用的声学多普勒法的测验要求。

## **6 专家意见落实情况**

在编制过程中，共征求了市生态环境局、市农业农村委及相关高校和研究机构等单位意见，共收到关于适用范围、规范性引用文件、术语和定义、监测点位布设、监测周期、采样频次、面源污染负荷与排放系数计算等方面的反馈意见 30 余条，大部分采纳并作了进一步修改完善。本指南制定过程无重大分歧意见。