

以水环境质量改善为核心建立监督指导 农业面源污染治理制度框架

殷培红, 耿润哲, 裴晓菲, 王萌, 杨生光, 周丽丽

(生态环境部环境与经济政策研究中心, 北京 100029)

【摘要】本研究通过文献梳理及资料调研对我国农业面源污染监管的现状进行了分析, 结果表明: (1) 在监管目标指标方面, 受多种因素影响, 农药化肥施用总量减小、粪肥资源化利用率提高并不一定代表农业面源水污染负荷量的降低。(2) 在监管的主要环节方面, 可从节水控污和控肥两个关键点切入, 并关注土壤流失带走的氮磷情况, 重视水土保持工作。(3) 在监管主体责任认定方面, 农业面源水污染具有累积性和滞后性, 已有研究成果检测出的滞后期从1~100年不等, 这增大了辨识区域责任主体、厘清责任边界的难度。因此制定管理目标、评估考核办法时要慎重, 水质变化也要区分历史责任。(4) 在监测体系建设方面, 现有针对点源管理和行政区断面考核为主的水质监测体系和监测规范, 无法满足农业面源管理追溯区域责任主体、厘清责任的需要。(5) 在管理方式方面, 根据水污染物类型和空间传输规律, 以流域为单元, 识别关键源区, 突出重点, 针对源头和迁移过程关键影响因子, 分区分类采取全过程系统配置治理措施, 统筹实施生态治理与污染防治是农业面源污染治理成本效益最优的路径选择。针对以上问题, 提出以下几点建议: (1) 要充分认识农业面源水污染治理的长期性。(2) 应引入流域生态系统治理理念, 综合分析水(降水、径流、壤中流等)、土壤、地形、植被、受纳水体的生态功能等多种要素对水质的相互影响, 统筹生态治理与污染防治, 统筹点源与面源治理。(3) 建立农业农村、水利、自然资源等多部门在空间规划、信息共享、政策协同、监测网络建设、治理技术标准与法规制定、资金分配等方面的联动机制。当前要按照流域汇水特点优化监测站点布局, 修改已有监测技术规范, 建立多部门协同的全过程农业面源污染监测体系。(4) 各级生态环境部门作为监督者, 主要负责识别农业面源污染治理重点流域、确定责任区域和厘清部门责任、开展有关规划协调与政策环境友好性评估、措施效果与规划执行考核评估等。(5) 依托第二次污染源普查成果, 识别农业面源污染监管的重点区域, 选择试点示范区, 针对源头和迁移过程关键影响因子, 分区分类提出管控目标、评估考核标准、区域责任主体“溯源追踪”技术方法, 为在全国开展农业面源污染监督指导工作提供经验参考。

【关键词】面源污染; 治理; 监督指导; 制度框架

中图分类号: X21 文献标识码: A 文章编号: 1673-288X(2019)02-0010-06 DOI: 10.19758/j.cnki.issn1673-288x.201902010

2018年3月, 国务院机构改革方案明确了生态环境部履行“监督指导农业面源污染治理”的职责。农业面源污染成因复杂, 如何确定监管有效的责任主体、厘清监管者与治理修复者、行业管理者之间的关系, 研究提出与监管者职能定位相适应、具有实操性的制度安排、政策手段、工具方法、考核评价体系, 建立农业、林业草原、水利等行业管理者以及生态环境监管者协同共治的职责体系, 对打好打赢污染防治攻坚战意义重大。

为了更好地为生态环境部履行这项新职责提供技术支持, 生态环境部环境与经济政策研究中心结合第二次全国污染源普查农业入河系数测算、国家发改委联合生态环境部等五部委起草《关于加快推进长江经济带农

业面源污染治理的指导意见》前期调研等工作, 开展专题系列调研, 于2018年3月~11月, 先后赴长江经济带、东北三省以及北京、河北、内蒙古、广西等15省区市19个地级市调研, 与地方发改委、农业农村、水利、生态环境等部门数十名管理干部交流座谈。在京组织召开了“第三届流域综合管理与农业面源治理国际研讨会”“农业面源污染监管专题研讨会”。来自国务院发展研究中心、农业农村部农村经济研究中心、中国科学院东北地理与农业生态研究所、清华大学、北京师范大学、中国水利水电科学研究院、黄河水利院引黄灌溉工程技术研究中心、北京市水利科学研究所、密云区水土保持工作站、安徽省环巢湖生态示范区建设领导小组

基金项目:第二次全国污染源普查项目“农业源污染物入水体负荷核算方法及系数体系构建”(2110399); 国家自然科学基金青年科学基金项目(41601551); 生态环境部部门项目“农村环境保护体制机制与配套政策研究”(2110399); 国家外专局引智项目“水质持续改善的流域综合管理与技术方法及贸易政策环境影响评价研究”(SN20180467006)

作者简介:殷培红, 生态环境部环境与经济政策研究中心法规部主任, 博士, 研究员, 研究方向为流域与农村面源污染等

通讯作者:裴晓菲, 生态环境部环境与经济政策研究中心副主任, 博士, 高级工程师, 研究方向为环境战略、环境管理、环境标准

文献格式:殷培红, 耿润哲, 裴晓菲, 等. 以水环境质量改善为核心建立监督指导农业面源污染治理制度框架[J]. 环境与可持续发展, 2019, 44(2): 10-15. [YIN Peihong, GENG Runzhe, PEI Xiaofei, et al. Taking the improvement of water environment quality as the core, establishing an institutional framework for supervising and guiding agricultural non-point source pollution control[J]. Environment and Sustainable Development, 2019, 44(2): 10-15.]

办公室、英国环境研究委员会生态与水文研究中心、美国地质调查局水科学中心切萨皮克湾项目办公室、以色列达冈农业自动化集团等的十多位中外学者和管理专家, 围绕农业面源水污染的特点, 国内外已开展的农业面源水污染治理、监测和监管经验, 开展农业面源污染监管的主要抓手以及现有工程技术在农业面源水污染治理中的应用等方面进行了深入探讨和交流。

1 基于水质改善的农业面源监管需要关注的问题

近年来我国陆续出台了《水污染防治行动计划》《关于加快推进长江经济带农业面源污染治理的指导意见》《农业农村污染治理攻坚战行动计划》《关于打好农业面源污染防治攻坚战实施意见》等一系列政策文件, 明确了农业面源治理任务, 但与大气、固废污染防治相比, 还未建立起农业面源污染防治监督管理制度体系, 尚未找到实用、易行、有效的管理方式和管理手段。从农业面源水污染防治角度, 专家和地方干部集中反映了以下几个值得关注的问题。

1.1 受多种因素影响, 农药化肥施用总量减小并不一定代表农业面源水污染负荷量的降低

以农药用量为例, 官方发布的统计数据是制剂量, 也就是市场上销售的商品量, 并未考虑农药浓度的差异, 100万吨20%浓度与200万吨10%浓度的农药毒性成分含量是一样的。又如化肥施用量, 农业部门掌握的一般情况是我国粮食、蔬菜、林果种植平均每亩化肥施用量分别为20、40、70公斤, 减少大田作物改为林果业会明显增加化肥施用量。但是从输出的氮和磷负荷强度看, 根据我们搜集整理的30余篇国内已发表文献, 涵盖长江中下游流域、太湖流域、西苕河流域、内蒙古高原、南四湖流域、辽河流域等区域的研究结果表明, 果园的总氮或总磷负荷强度在不少情况下是低于水田、旱地的(见图1、图2)。因此, 从水质改善角度来说, 仅以化肥施用量作为农业面源水污染治理主要控制目标是不全面的。

1.2 粪肥资源化利用率提高不一定代表农业面源水污染负荷量的降低

如果粪肥还田的量远超农作物的吸收量, 这些未被

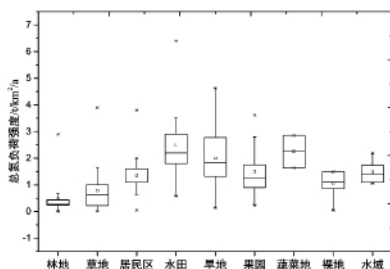


图1 不同利用类型土地总氮负荷强度

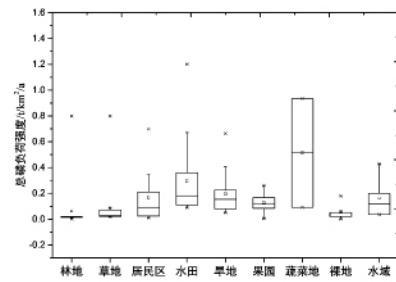


图2 不同利用类型土地总磷负荷强度

作物利用的氮、磷以及其他污染物仍然会以面源的形式进入河道污染水体。有研究表明粪肥还田可能导致的氮、磷养分流失量从痕量级到粪肥总量的50%以上不等^[1-4]。特别是在冬季施用粪肥, 由于地表覆盖少, 施用的养分与土壤之间的交换作用低, 大部分养分只停留在土壤表层, 导致如果有径流产生就会造成大量的养分流失。为有效防止此种现象发生, 加拿大和欧洲等颁布了冬季禁止施粪肥的相关法律措施, 新西兰、美国十多个州也颁布了粪肥管理规定。

1.3 现有水质监测体系和监测规范无法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

当前的监测点位(含国控、省控)多针对点源管理和行政区界限而设定, 并未充分考虑流域汇水关系, 农区为主的区域监测点位不足。大多数水质监测没有同时监测流量和水质, 也不要求汛期增加监测, 这种水质监测数据难以用于区分点源、面源对河湖水质的影响程度。

1.4 农业面源污染的累积性和滞后性, 增大了辨识区域责任主体、厘清责任边界的难度

农业面源污染物通常不是直接排入河道, 除非污染源距离受纳水体距离较近, 否则污染物入河过程并非在一次降雨事件中完成, 而是在降水、地形、植被、土壤等因素多次共同作用下完成^[5-12]。这一现象从时间上来看, 已有研究成果检测出滞后期从1~100年不等(见图3)。这说明面源污染控制措施发挥效用需要时间, 水质变化也要区分历史责任, 制定管理目标、评估考核办法时要慎重, 不能急于求成。

1.5 灌区农田退水影响大, 但是目前对农田灌区排水监管存在很多空白

相比传统的面源径流入河过程, 农田退水排口是通过将大规模农田(通常30万亩以上)的径流以灌渠进行收集后集中排放, 具有排水量大、污染物浓度高、污染物质量大且来源复杂等特征, 在汛期和雨季出现短历时、高强度、高负荷的集中排放, 对水环境质量的影响不容忽视。以2016年为例, 我国30万亩及以上的大型灌区有456处, 占全国灌溉耕地总面积的30.2%, 灌溉排水量接近全国年废水排放量的68.80%。根据《全国农田

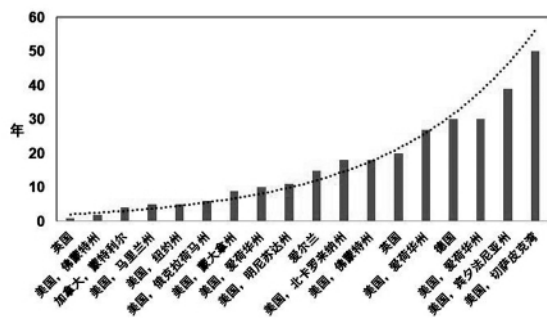


图3 不同地区农业面源污染物流域滞留时间

面源污染排放系数手册》计算, 2016年全国大型灌区农田废水总氮、总磷排放量占排放总量的70.72%和10.58%。其中长江经济带沿岸是我国大型灌区分布最集中的地区, 有138个大型灌区, 灌溉排水量、总氮、总磷污染物排放量分别占灌区总量的30.20%、32.29%和38.09%。但是目前很少对这些大型灌区开展水质监测, 对其排水系统没有水质管理要求, 且灌区排水口分布情况不详。

2 关于农业面源水污染监管的基本思路考虑

2.1 农业面源污染来源多样、迁移过程复杂、区域差异明显, 开展农业面源污染监管工作要以全国农业面源污染的分区分类为基础, 做好顶层设计

首先, 我国农业面源污染类型多样。农业面源水污染包括以下四种类型: 一是农田污染型, 主要由灌溉、

降水驱动迁移进入水体的农田污染; 二是农村生活型, 分散的农村生活源随着降雨径流而形成的农业面源污染; 三是养殖型, 主要指农村散养、水产养殖导致的农业面源污染; 四是水土流失型的农业面源污染。这四种污染类型在我国不同区域表现形式和程度是不一样的, 各有地方特色, 同时, 污染物传输过程具有明显的流域水文汇流特征和空间异质性。所以, 要进行全国监管, 首先要对全国农业面源污染的类型和传输过程进行归纳分类, 分区提出考核标准, 从源头和影响迁移过程的关键因子进行控制和监管。

其次, 农业面源污染监管要根据污染物空间传输规律, 抓关键源区, 突出重点地区、重点排放源。如饮用水源地、粮食主产区、养殖业重点省份、农业面源污染为主的水质不达标地区、灌溉系统完善的大中型灌区等。此外, 农业面源污染来源虽然分散, 但也不是所有空间区域的污染源都会对水体产生直接影响, 而是受降水、地形、地表/地下径流、土壤淋溶、林草截留等因素相互叠加影响, 污染物在迁移过程中会在一定空间内相对聚集, 形成传输通道。如果污染源不在传输通道上, 就不一定对水体产生较大影响。例如, 山地丘陵区和平原河网区的农田污染物的入河风险会相差5~6倍^[13,14]。通常关键源区所占的流域面积比例不高, 但是却贡献了流域污染物负荷总量的大多数(见表1)。针对此类问题, 以磷指数(phosphorus index)为代表的农业面源污染关键源区识别技术已经在美国47个州的农业面源污染监管、措施配置、环境纠纷法庭裁决中得到很好的应用^[15]。

表1 现有关于农业面源污染关键源区研究成果及面积比例

序号	区域	关键源区		污染负荷贡献比例/%	参考文献
		流域面积/km ²	占总面积比例/%		
1	浙江省绍兴市		14.5 ^①	74.8	刘珮勋等, 2018, 水力发电
2	太湖流域	36900	29.86 ^①	51.4	吴春玲, 2013, 广东水利水电
3	密云水库上游流域	4888	7.95 ^①	54.2	欧洋等, 2008, 首都师范大学
4	美国阿拉巴马州 Saugahatchee Creek 流域	570	4.4 ^③	26.5	Niraula, et al., 2013, Ecological Modeling
			7.7 ^①	23.1	
			11.75 ^②	13.9	
5	贵州红枫湖流域	1900	39.6 ^③	76.9	耿润哲等, 2016, 农业工程学报 耿润哲等, 2017, 环境科学研究
			25.03 ^②	77.2	
			25.02 ^①	72.8	
6	天津市武清区	1574	9.58 ^①	27.84	张汪寿, 2012, 首都师范大学
7	山东青岛大沽河流域	6131.3	9.51 ^②	40.7	吴家林, 2013, 中国海洋大学
			15.8 ^①	32.72	
8	美国切萨皮克湾布朗河流域	7.3	10 ^①	90	Gburek, 1998, Journal of Environmental Quality

注: ①表示磷(含溶解态、颗粒态、总磷); ②表示总氮; ③表示泥沙。

2.2 根据农业面源污染发生的原因和主要影响因素,农业面源污染监管可从节水和控肥两个关键点切入

田间的水肥管理是形成农业面源污染管理的必要条件。目前提的较多的都是化肥控制,而从农业面源污染对水质影响的角度,水的因素更不可忽视。全国农业用水占用水总量的60%,仅宁夏灌区一年要排将近10亿方水。有水灌溉,或者是降雨不一定能够造成农业面源污染,但是如果形成农业面源污染就必须有水的参与,如果能把水节约下来,驱动力和载体就会减少,就能起到控污的作用。对于一般灌溉引起的农业面源污染主要是节水控污。此次机构改革将农业节水职能划转到农业农村部,有助于农业面源污染治理和集中统一监管。

2.3 要关注土壤流失带走的氮磷情况,重视水土保持工作

以往水土保持工作主要强调控制土壤侵蚀,减少水土流失,注重蓄水、保土、保肥,虽然没有完全针对农业面源污染控制,但从过程和结果来看,在一定程度上有助于农业面源污染治理^[16-19]。比如水土保持有很长时间的监测数据,由此能够评估梯田通过控制水土流失之后能够减少多少氮磷。从土壤肥力和农民的角度来说,氮磷是有机营养物质,不是污染物,通过农田排水资源化利用,采取措施再灌溉一次,也有利于削减化肥施用量和流失量。节水、提高化肥利用效率都有比较方便且具有可操作性的监测考核方法。

2.4 以流域为单元进行生态系统治理是国内外农业面源污染治理成本效益最优的路径选择

与设施治污技术路线所面临的运维资金和用地投入难相比,生态治理不改变用地属性,与农民生产活动紧密联系,后期维护费用低,综合收益率好,容易形成长期治理效应。例如,水利部门一直在各地推动清洁小流域项目,在北京密云、怀柔水库库区实施的3个小流域生态系统治理成本为555.3万元,单位污染物的削减成本为0.1~0.15元/吨污水;从治理效果看,地表径流、总氮、总磷的负荷削减效率,蛇鱼川小流域分别为41%、49%、42%,桃源仙谷小流域分别为50%、72%、64%,北宅小流域分别为34%、43%、64%^[6]。

2.5 多部门、多领域、多行业融入农业面源污染防治要求

以切萨皮克湾流域农业面源污染防治中的马里兰州、弗吉尼亚州和宾夕法尼亚州为例,这三个州在分别包括农业、林业、水土保持、土地资源管理、土地规划、城市开发以及大气污染防治等9个相关领域的法律、政策、规划中融入了农业面源污染防治的具体要求。其中马里兰州融入农业面源污染的条款有45条、弗吉尼亚州有43条、宾夕法尼亚州有35条。

3 关于适用于农业面源水污染监管的监测体系建设

(1) 国内外经验表明,直接监测农业面源污染难度较大、不确定性高,目前主要采用模型模拟,但结果也多用于规划、政策引领,用于考核与问责、行政执法依据要慎重。

(2) 从溯源厘清区域、流域和管理部门责任,改善水环境质量的角度,应以子流域为单元,监测支出口水质,必要时上溯到上一级支出口。根据支出口断面水质监测所控制的流域内污染源排放类型结构确定治理重点是面源还是固定源,不要单一就面源说面源,就固定源说固定源,要融合在一起。

(3) 对于有灌溉系统的农田,采用排水口监测方式也不一定能够识别农业面源水污染的责任区域。主要因为,灌区各级排水沟渠系统比天然河网复杂,土地经营者多,灌区内受城镇化、工业化影响,很多灌区排水沟都是点源与面源、工业与农业的污水混排沟。此外,灌区水系人工渠化、硬化比例高,闸坝调度控制水体流动,污染物传输过程独特,水质变化与农业生产过程联系直接,需要专门建立监测体系。

(4) 要建立全过程的农业面源污染监测体系。田块尺度面源监测的氮磷等排放量,最后进入到水体,其中的迁移过程和影响因素复杂,适合评估田间面源源头治理措施效果,虽然难以直接用于分析自然水体的水质变化情况,但有利于界定农业生产部门的责任。

(5) 分析农业面源污染物对水质的影响要注重监测影响其传输过程的关键要素。如与土壤、径流、土地覆盖与利用变化等因素的监测相结合。相关监测体系建设一方面生态环境部门要与相关部门现有监测体系形成互补,同时也要考虑到这些部门关注的重点不同,现有监测点位和侧重不是针对农业面源污染,生态环境部门也要增加或优化现有监测站点。通过过程监测,有助于确定水土保持、生态治理相关部门(水利部、林草局)的农业面源污染治理责任。

(6) 土地覆盖与利用变化更适合用于宏观、中观尺度进行监测,更容易识别面源污染负荷空间和数量变化趋势。例如,土地利用类型的变化可能导致农业面源污染物输出强度变化10倍左右(如图1、图2所示)。实施坡耕地退耕还林后对总氮污染负荷削减量能够达到8%~30%,对总磷和泥沙的负荷削减量能够达到8%~35%^[20-22]。有研究表明在水环境质量受损的10~12年之前,就能够观测到对应河岸缓冲带和林草系统已经受损^[23]。又如对美国大西洋中部高地的研究发现,流域农田及植被岸边带中的林地指标的变化能够解释总氮、溶解性磷及悬浮物变异的65%~84%^[24]。因此,对林草系统和河岸带动态的监测具有预警性意义。

(7) 需要根据农业面源污染特点修订监测技术规范。农业面源污染具有周期性, 这个周期性与农作物的生长过程、灌溉和降水过程相契合。例如中国台湾省监测机构会在暴雨时增加监测, 流速或流量监测是水质监测必不可少的内容。

4 关于农业面源水污染治理技术政策体系

(1) 开展农业面源污染治理技术与措施效果评估。目前推广的很多农业面源污染治理措施, 效果怎么样, 推广以后与水环境质量改善的关系怎么样, 还没有进行评估。

(2) 建立农业面源污染治理技术体系。从科研和示范角度, 国内产生了不少农业面源污染治理技术, 目前更多的是局部或者是单项设施的研究试验, 成型、整套的技术体系还不成熟, 有待进一步完善。可以借鉴美国农业面源污染治理技术方法(如BMPs), 按照我国的实际情况加以改造, 指导推动农业面源污染治理工作。

(3) 农业面源污染治理的经济政策亟待完善。农业面源污染治理不仅是技术问题, 也是经济问题。老百姓多用化肥和农药会增加成本, 他们也希望少施肥、少用农药。原北京市农委对推广条田缓释肥技术给予补助, 辅以自动灌溉系统, 用缓释肥, 一季施一次, 不用再进行人工施肥, 既节省了人力, 又减少了污染。又如欧盟、日本通过补助有机农产品标志产品, 有效推动了化肥农药减量技术推广使用。

(4) 制定生态治理工程技术规范。生态沟渠和人工湿地是当前国内常用的农业面源污染过程控制治理措施, 国外多推广自然河道技术。但除了极个别地方, 这类生态治理技术普遍没有技术标准, 建设施工主要依据相关技术单位的设计方案。现在有很多伪生态工程, 打着生态的名义, 完工以后却没有产生生态效果。例如, 人工湿地建设在湿地选址、基质材料配比、建设规模(主要指最大处理量)以及对地表径流的收集范围等方面缺乏科学合理的测算和评估, 很多人工湿地本质上成为绿地公园, 基本不具备截污净化功能。有些生态截污沟渠坡度过陡, 流速过快, 植物稀疏, 滞留吸收效果大打折扣。

5 相关建议

综合以上观点, 并结合我们过去几年的研究, 提出如下工作建议:

(1) 农业面源水污染来源多样、迁移过程复杂, 制度设计要充分认识到其长期性、复杂性, 坚持不懈, 久久为功, 方可善作善为。

(2) 要实现水环境质量改善, 农业面源水污染防治必须引入流域生态系统治理理念, 综合分析水(降水、径流、壤中流等)、土壤、地形、植被、受纳水体的生

态功能等多种要素对水环境质量的相互影响, 统筹生态治理与污染防治、点源与面源治理, 任何局部环节的治理措施都难以持续稳定地改善水环境质量。

(3) 建立多部门联动管理机制, 理清监管责任边界。要建立农业农村、水利、自然资源等多部门在空间规划、信息共享、政策协同、监测网络建设、治理技术标准与法规制定、资金分配等方面的联动机制。农业农村部负责组织、推动农民进行水肥一体化管理、科学使用农药化肥和农田节水。水利部门负责流域水土保持、清洁小流域治理工程。自然资源部门负责有关生态治理措施建设用地, 人工湿地、植被缓冲带等生态截污工程建设。各级环保部门作为行业外监督者, 主要负责识别农业面源水污染治理重点流域、确定责任区域和厘清部门责任、开展有关规划协调与政策环境友好性评估、措施效果与规划执行考核评估等。

(4) 鉴于农业面源监管基础薄弱, 应以重点地区典型流域为单元, 试点先行, 迈出农业面源监管制度建设的第一步。以第二次污染源普查成果为基础, 开展全国范围的农业面源污染现状评估, 识别全国农业面源污染监管的重点区域(粮食主产区、养殖重点区以及大中型灌区内的面源污染负荷超载区和重要传输通道等), 选择试点示范区。

(5) 农业面源污染面广、区域差异大, 农业面源污染监管要根据水污染类型和空间传输规律, 抓关键源区, 突出重点地区, 针对源头和迁移过程关键影响因子, 分区分类提出管控目标、评估考核标准以及区域责任主体“溯源追踪”技术方法。

(6) 完善农业面源污染监测评估网络。在重点面源水污染治理地区, 综合考虑不同分区内农业面源污染的主要特点, 按流域汇水规律, 对自然资源部、生态环境部、农业农村部、水利部等部门、地方政府以及高校科研院所等所建现有的监测点位(含水质、水文、农田、林草地)的布局、监测指标、监测频率等在面源污染监管中的适用性进行调研评估。从监测点位增补或调整、监测指标体系构建、监测频率(常规监测、暴雨径流监测)、重点监测单元布局、现状监测和预警监测等方面对现有监测网络进行完善。现有站点中符合农业面源水污染防治监测要求的各部门站点, 以加挂牌子方式纳入国家农业面源污染监测网, 给予一定运维资助, 推动实现数据共享。

参考文献:

- [1] Steenhuis, T. S., et al. Winter-spread manure nitrogen loss. Transactions of the ASAE [American Society of Agricultural Engineers] (USA), 1981. 24(2).
- [2] Midgley, A. R. and D. E. Dunklee. Fertility runoff losses from manure spread during the winter. Equity Health & Human Development, 1945.
- [3] Sarah, P., et al. Mapping the global distribution of trachoma. Bull World Health Organ, 2005. 83(12): 913-919.

- [4] Jian, L., et al. A review of regulations and guidelines related to winter manure application. *Ambio*, 2018: 1-14.
- [5] 贺缠生, 傅伯杰, 陈利顶. 非点源污染的管理及控制. *环境科学*, 1998(05): 88-92+97.
- [6] 北京市水土保持工作总站. 密云水库流域水土流失和面源污染防治研究, 2013: 北京.
- [7] 杨林章, 吴永红. 农业面源污染防治与水环境保护. *中国科学院院刊*, 2018(2): 168-176.
- [8] 耿润哲, 殷培红, 原庆丹. 红枫湖流域非点源污染控制区划. *农业工程学报*, 2016(19): 219-225.
- [9] 郝芳华等. 大尺度区域非点源污染负荷计算方法. *环境科学学报*, 2006, 26(3): 375-383.
- [10] 王晓燕等. 流域非点源污染控制管理措施的成本效益评价与优选. *生态环境学报*, 2009, 18(2): 540-548.
- [11] Bureau, W. L. F. Nonpoint source and water pollution abatement and soil conservation programs. Informational Paper, 2007. 66.
- [12] McCarty, J. A. and B. E. Haggard. Can We Manage Nonpoint-Source Pollution Using Nutrient Concentrations during Seasonal Baseflow Agricultural & Environmental Letters, 2016. 1(1).
- [13] 李兆富, 杨桂山, 李恒鹏. 基于改进输出系数模型的流域营养盐输出估算. *环境科学*, 2009, 30(3): 668-672.
- [14] 桂平婧, 等. 四川省农村生活非点源污染负荷估算及评价研究. *中国农学通报*, 2015, 31(18): 152-162.
- [15] Sharpley, A., et al. Evaluation of phosphorus site assessment tools: Lessons from the USA. *Journal of environmental quality*, 2017, 46(6): p. 1250-1256.
- [16] 张晓丽, 王夏晖, 路国彬. 合肥市农业面源污染防治优先区域识别 [J]. *环境与可持续发展*, 2017, 42(3): 151-155.
- [17] 李亚, 孔令为, 梅荣武, 等. 关于面源污染减排研究综述 [J]. *环境与可持续发展*, 2017, 42(5): 50-52.
- [18] 穆军伟, 王耀增, 杜德庆. 镇江市城市面源污染控制策略研究 [J]. *环境与可持续发展*, 2018, 43(3): 31-33.
- [19] 王谦, 冯爱萍, 于学谦, 等. DPeRS 模型在重点流域面源污染控单元划分中的应用 [J]. *环境与可持续发展*, 2016, 41(4): 111-115.
- [20] 王晓燕, 等. 最佳管理措施对非点源污染控制效果的预测——以北京密云县太师屯镇为例. *环境科学学报*, 2009(11): 2440-2450.
- [21] Gitau, M., W. Gburek, and A. Jarrett. A tool for estimating best management practice effectiveness for phosphorus pollution control. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2005, 60(1): 1-10.
- [22] 孟凡德等. 最佳管理措施评估方法研究进展. *生态学报*, 2013(5): 1357-1366.
- [23] 陈利顶等. 基于“源-汇”生态过程的景观格局识别方法——景观空间负荷对比指数. *生态学报*, 2003(11): 2406-2413.
- [24] Jones, K. B., et al. Predicting nutrient and sediment loadings to streams from landscape metrics: a multiple watershed study from the United States Mid-Atlantic Region. *Landscape Ecology*, 2001, 16(4): 301-312.

Taking the improvement of water environment quality as the core, establishing an institutional framework for supervising and guiding agricultural non-point source pollution control

YIN Peihong, GENG Runzhe, PEI Xiaofei, WANG Meng, YANG Shengguang, ZHOU Lili

(Policy Research Center for Environment and Economy, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100029, China)

Abstract: In this paper, we have made literature review and investigation on the present situation and have found out some problems of agricultural non-point source pollution regulation in our country. In view of those problems, the following suggestions are put forward: (1) to fully understand the long-term nature of agricultural non-point source water pollution control; (2) the concept of watershed ecosystem management should be introduced to comprehensively analyze the mutual influence of water (precipitation, runoff, soil flow, etc.), soil, topography, vegetation, ecological function of the receiving water body and other factors on water quality, so as to comprehensively plan ecological treatment and pollution prevention and control, as well as point source and non-point source treatment; (3) establish the linkage mechanism of agricultural, rural, water conservancy, natural resources and other departments in the aspects of space planning, information sharing, policy coordination, monitoring network construction, governance technical standards and regulations formulation, and capital allocation. At present, the layout of monitoring stations should be optimized according to the characteristics of catchment, existing monitoring technical specifications should be modified, and a multi-sector-coordinated whole-process monitoring system for agricultural non-point source pollution should be established; (4) ecological and environmental departments at all levels, as supervisors, are mainly responsible for identifying key river basins for the control of agricultural non-point source pollution, determining responsible areas and clarifying the responsibilities of departments, carrying out relevant planning coordination and environmental friendly assessment of policies, and assessing the effect of measures and planning implementation; (5) based on the second pollution census results, identify the key area of agricultural non-point source pollution regulation, select pilot demonstration area, in view of the source and migration process key impact factors, partition classification is put forward to control target, assessment standard, regional “traceability tracking” technology method, the main responsibility for the national reference experience to carry out the supervision and guidance of agricultural non-point source pollution.

Keywords: Non-point source pollution, governance, supervision and guidance, institutional framework