

# Research Review on Farmland Non-point Source Pollution in China

Zhijia Huang<sup>1</sup> Hongliang Gu<sup>2</sup>

1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing, 100038, China  
2. Powerchina International Corporation Ltd., Beijing, 100036, China

## Abstract

Due to the universality and generality of agricultural activities, farmland non-point source pollution has become the largest source of pollution in China. Based on the current situation of farmland non-point source pollution, this paper analyzes the main source and its influence on water environment, expounds the production mechanism, and discusses the control mode of farmland non-point source pollution in order to provide reference for the prevention and control measures of agricultural non-point source pollution in China.

## Keywords

farmland non-point source pollution, water environment, pollution control mode

## 中国农田面源污染研究综述

黄智华<sup>1</sup> 谷宏亮<sup>2</sup>

1. 中国水利水电科学研究院, 中国·北京 100038  
2. 中国电建集团国际工程有限公司, 中国·北京 100036

## 摘要

由于农业活动的广泛性和普遍性, 农田面源污染已成为中国最大的污染源。论文基于中国农田面源的污染现状, 分析了农田面源污染的主要来源及其对水环境的影响, 阐述了农田面源污染的产生机理, 并在此基础上讨论了中国农田面源污染的控制模式, 以期为中国农业面源污染防治提供参考。

## 关键词

农田面源污染; 水环境; 污染控制模式

## 1 引言

农田面源污染是指在农业生产活动中, 农田中的氮素和磷素、农药以及其他有机或无机污染物, 在降水或灌溉过程中, 通过农田地表径流、农田渗漏等方式进入地表和地下水体而引起的水环境污染。其主要特征是污染源分散且隐蔽, 污染发生时间和空间具有随机性和不确定性, 污染过程难监测, 污染物产生量难量化, 污染控制难度大。随着点源污染的控制, 农田面源污染已成为中国最大的污染源, 中国云南滇池的氮磷污染源调查结果显示, 来自农田地表径流的氮磷污染负荷分别占氮磷污染总量的 53% 和 42%<sup>[1]</sup> (鲍全盛等, 1996); 全国第一次污染源普查结果表明: 来自农业的氮磷污染分别占氮磷污染负荷总量的 57.2% 和 67.3%。中国自古就是一个农业大国, 由于农业活动的广泛性和普遍性, 农田面源污染问题已成为中国农业发展不可逃避的

现实问题。

## 2 农田面源污染的来源及其对水环境的影响

### 2.1 农田面源污染的来源

#### 2.1.1 化肥和农药

在现代农业生产过程中, 大量的化肥 (主要包括氮肥、磷肥和钾肥) 投入是实现粮食增产最有效的措施之一。中国用世界上 1/3 的化肥养活了世界上 1/5 的人口, 使全国十几亿人口免遭饥饿。然而, 化肥特别是氮、磷肥料的长期、大量施用, 导致化肥利用效率逐渐降低, 农产品质量下降, 土壤质量恶化。随着中国集约化发展, 过量使用化肥引起的农田面源污染问题日益突出。

大量使用农药虽然控制了农作物的病虫害, 但大部分农药残留于环境中, 造成潜在的环境威胁。田间试验结果表明, 喷施的农药仅有约 20%~30% 附着在目标作物上, 30%~50% 降落到地面, 其余漂浮于空气中, 空气中的农药又通过降水返回陆地, 对土壤和水体造成污染。

【作者简介】黄智华 (1978-), 女, 中国河南安阳人, 博士, 高级工程师, 从事农业面源污染、水环境研究。

### 2.1.2 农用地膜

农用地膜的应用虽然对农业生产发挥了一定的经济效益,但由于农用地膜较难溶解,因此随意丢弃的农用地膜对土壤影响极大,不但危害农作物根部的生长发育,而且不利于土壤中营养物质的消化吸收,造成农作物产量和产品质量下降,成为农田的“白色污染”。

### 2.1.3 农田灌溉退水和污水灌溉

农田灌溉使得累积在土壤中的盐类和肥料淋融,从而导致土壤盐碱化。农田污水灌溉是污水农业利用大力提倡的一种方式,污染物可以通过土壤的自然净化和农作物的吸收到有效控制,但如果污水灌溉施用量过大或时间不恰当,污染物未经土壤和农作物的自然净化就直接进入水体,同样会引起土壤、地表水和地下水污染。

## 2.2 农田面源污染对水环境的影响

### 2.2.1 加速水体富营养化

富营养化是营养物质在水体内积累过多,从而导致水体从贫营养逐渐向富营养过渡的一个自然演化过程。水体富营养化过程的快慢与水体中所含营养物质和有机物质的原始水平、累积速率、气候条件及水体自身的水文条件等因素密切相关,其中由于农田面源污染带来的大量氮、磷输入是导致水体富营养化的重要原因。

### 2.2.2 威胁地下水

由于化肥和农药中所含的氮、磷、钾及其化合物以及各种重金属元素的溶解度低、活动性差,因此容易在土壤中累积并成为地下水的潜在威胁。据环保部门统计,中国大约50%的地下水含水层已经遭受到不同程度的非点源污染,40%的水源已经不能作为饮用水源。

### 2.2.3 污染饮用水源

农田中施用的化肥、农药及人畜粪便中所含有的有机物、无机养分及其他污染物经淋溶作用进入地下水或经地表径流进入饮用水源区,会对饮用水源造成污染,影响人体健康。特别是水体中的亚硝基化合物,具有明显的致癌、致突变、致畸作用,尤其在维生素C之类的抑制剂缺乏时其危害更明显。

## 3 农田面源污染产生机理

农田面源污染的产生是一个动态的连续过程,其形成主要包括三个过程:降雨径流、土壤侵蚀和污染物迁移转化。水是农田面源污染向水体迁移的主要载体,降雨产生地表径流或淋溶时,溶解在水中的污染物向水体迁移,而且降雨强度越大,农田向水体中迁移的污染负荷量越多。土壤侵蚀是农田面源污染发生的主要形式。污染物迁移转化是指污染物在降雨、灌溉等外力作用下从土壤圈向水圈的扩散过程。对农田面源污染而言,土壤氮素流失包括地表径流流失和地下渗漏,其中发生地下渗漏的主要是硝态氮;土壤磷素以地表径流流失为主,主要对地表水造成污染,其主要原因是磷素

容易被土壤吸附和固定,因此磷的迁移主要集中在表土层,只有当土壤磷含量达到饱和后才会发生磷的垂向迁移。

## 4 农田面源污染控制模式

对农田面源污染的控制,以美国国家环保局提出的最佳管理措施(Best Management Practices, BMPs)最具代表性,BMPs是针对不同地区土地利用、土壤类型、气候等自然条件的多样化综合管理措施,只有原则没有具体量化指标<sup>[2]</sup>。USEPA把BMPs定义为“任何能够减少或预防水资源污染的方法、措施或操作程序<sup>[3]</sup>”。中国农田面源污染遵循的是总量控制的原则,通常采取“源头控制+过程阻断+末端治理”相结合的控制模式<sup>[4,5]</sup>。

### 4.1 源头控制技术

选择合适的农业管理模式,从源头上控制农田面源污染的发生和产生量,这是控制农田面源污染最有效和最经济的方法。通常采用的源头控制技术主要有:合理开垦种植农作物、科学施肥、优化耕作模式、节水灌溉、农田废弃物处理、农药减量化等。

#### 4.1.1 合理开垦种植农作物

禁止在25°以上陡坡地开垦种植农作物,种植经济林的,应当合理确定种植规模,采取水土保持措施,防止水土流失;在5°~25°荒坡地开垦种植农作物,应该采取等高种植。

#### 4.1.2 科学施肥

从养分平衡和施肥技术出发,制定环境友好的养分管理技术。采取科学施肥方式减少农田养分投入,提高氮磷养分利用率,减少氮磷流失风险,从而减少农田面源污染。

#### 4.1.3 优化耕作模式

针对旱地坡耕地,可通过优化耕作模式减少土壤养分流失,如免耕、少耕、浅耕、等高耕作、多种农作物轮作等。

#### 4.1.4 节水灌溉

通过采取滴灌、微灌、低压管道等节水灌溉措施减少土壤中营养盐的淋溶流失,增加肥料的利用率。

#### 4.1.5 农田废弃物处理

及时收集丢弃的农用地膜,农作物秸秆经合理循环利用后施入农田。

#### 4.1.6 农药减量化

科学利用生物技术控制农药污染,加快残留农药安全降解,减少农药在土壤中的残留或迁移。

### 4.2 过程阻断技术

农田面源污染物大部分通过降雨径流进入水体,在其进入水体之前,通过建立生态拦截系统,可有效阻断氮磷等营养物质进入水体。目前,农田面源污染过程阻断常用的技术主要有两大类:一类是农田内部的拦截,如生态田埂技术、生态拦截缓冲带技术、生物篱技术等,另一类是污染物离开农田后的拦截阻隔技术,如生态拦截沟渠技术、生态护岸边

坡技术等。采用过程阻断技术不仅能有效拦截农田中的氮磷污染物,而且可以实现氮磷减量化排放和资源化利用。

### 4.3 末端治理技术

农田面源污染物经过源头控制、过程阻断后,可能仍有小部分残留,直接排入水体存在污染风险,这就需要采取前置库技术、生态塘技术、人工湿地技术等对污染物进行末端强化处理和资源化利用。采用末端治理技术不仅能进一步拦截污染物,而且还能对其进行回收再利用,最终实现污染物的减量化排放或最大去除。

## 5 结语

中国共产党的十八大以来,习近平总书记就建设社会主义新农村、建设美丽乡村,做出了一系列整体谋划和顶层设计,这为中国农田面源污染整治工作提供了契机。农田面源污染整治是一个涉及经济、社会、环境等多方面的系统工程,必须依靠技术、管理、环保意识、资金等全方位的投入。

在建设社会主义新农村的指导思想下,应加强农田面源污染绿色生态控制模式的技术研究,积极推动农村生态文明建设,实现建设社会主义新农村的目标。

### 参考文献

- [1] 鲍全盛,王华东.中国水环境非点源污染研究与展望[J].地理科学,1996,16(1):66-71.
- [2] Novotony V, Chesters G G. Handbook of nonpoint pollution: sources and management[J]. Norstrand Reinhold Company,1981(2):10-200.
- [3] Brown T C, Brown D, Binkley D. Law and programs for controlling non-point source pollution in forest areas[J]. Water Resource Bulletin,1993,29(1):1-3.
- [4] 马继侠,袁旭音,徐海波.浅谈农田面源污染的生态控制技术[J].浙江水利科技,2009(2):1-3.
- [5] 张盛宇,董怡华,张新月,等.辽河流域农田面源污染控制技术模式[J].环境保护与循环经济,2019(3):22-25.