

## 宁夏水环境保护与农业非点源污染

唐 莲<sup>1,2</sup>, 张卫兵<sup>1</sup>

(1. 宁夏大学 土木与水利工程学院, 银川 750021;

2. 宁夏大学 西部退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室, 银川 750021)

**摘 要:**宁夏的地表、地下水环境同农业活动的非点源污染关系十分密切。污染的原因是多方面的, 污染途径也各有不同, 在详细分析宁夏水环境质量与农业非点源污染关系的基础上, 提出宁夏的水环境保护必须首先控制农业活动的非点源污染。

**关键词:**宁夏; 农业非点源污染; 水环境保护

**中图分类号:** X52

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2007)05-0239-03

## Water Environment Conservation and Agriculture Non-point Source Pollution in Ningxia

TANG Lian<sup>1,2</sup>, ZHANG Wei-bing<sup>1</sup>

(1. College of Civil Engineering and Hydropower, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;

2. Key Laboratory for Ningxia University Westward Degenerated Ecosystem Resume  
and Reconstruction of Ministry Education, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** Water Environment Conservation of Ningxia and Water environment deterioration of Ningxia is in close connection with the agriculture non-point source pollution. Based on particular analysis of relation between water environment and non-point source pollution, much attention and measurement should be taken to solve this problem.

**Key words:** Ningxia non-point source pollution of agriculture; water environment conservation

农业非点源污染是指农业生产中使用化肥、农药、畜禽养殖造成的污染以及农膜、农作物秸秆、人粪尿、农村生活污水、生活垃圾等农业、农村废弃物对环境造成的污染。农业非点源污染受降水时间及地表径流循环过程的影响和支配, 由此产生的污染具有随机性, 污染影响因素众多, 排放的污染物及排放的途径具有不确定性, 污染物种类多样及发生时间和条件具有随机性。从技术角度来说, 农业非点源污染起因于农业化学物质的大量投入, 其后果是增加了面源污染物的流失潜能; 从管理角度来说, 农业非点源污染起因于农业环境配套设施的不完善, 其后果是造成了面源污染物的实际流失。已有研究结果表明, 农业非点源污染已对水环境造成严重的影响。

从宁夏情况看, 近年来随着农业生产水平的不断提高, 农业生产结构调整步伐的加快和农村人民生活水平的提高, 农业生产中使用化肥、农膜、农药, 畜禽养殖造成的污染以及人粪尿、农村生活污水、生活垃圾等废弃物造成的面源污染日益突出, 严重影响宁夏的水环境安全。

### 1 宁夏的水环境现状分析

#### 1.1 地表水环境

(1) 黄河宁夏段出境断面由于受氮氮的污染, 水质多年来一直为Ⅳ类、Ⅴ类或劣Ⅴ类水质, 是黄河污染最严重的断

面之一。

从表1可以看出, 黄河宁夏段全段COD污染较轻, 银川市段(叶盛桥—陶乐)COD浓度相对较高, 但未超过国家地表Ⅲ类水质标准, 上游剩余水环境容量大。黄河宁夏全段氨氮污染严重, 银川市第一排水沟入黄口(银古公路桥)以上污染较轻, 剩余水环境容量较大, 银川市至石嘴山段污染严重, 尤其是石嘴山市河滨区(宁钢浮桥以下)段超过国家地表水Ⅳ类水质标准<sup>[1]</sup>。

于涛等<sup>[2]</sup>以位于宁夏灌区上游的黄河干流青铜峡水文站和位于灌区下游的石嘴山水文站近40 a(或近20 a)的水质监测资料为依据, 讨论宁夏灌区农业发展对黄河水主要离子浓度增长和氮污染的影响。分别画出灌区上、下游的黄河干流青铜峡和石嘴山两水文站河水的主要离子浓度和离子总量变化曲线发现, 下游石嘴山站河水 $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , 总离子浓度的上升趋势明显地高于上游青铜峡站。充分说明宁夏灌区农业活动对黄河宁夏段的影响。

宁夏灌区属季节性盐碱地, 洗盐的客观需要而采用的大水漫灌方式是灌区近年来处于脱盐状态的重要原因之一, 但这对黄河水质的变化也产生了重要影响。灌溉水进入农田后必然要淋洗土壤中的盐分, 使这些盐分通过灌区排水沟

收稿日期: 2006-06-02

作者简介: 唐莲(1975—), 女, 讲师, 硕士研究生, 主要从事环境工程研究。

网,随农田回水进入黄河,由此导致河水中主要离子浓度增加。由于在青铜峡至石嘴山站区段接收了来自灌区的高盐度排水,当黄河流至石嘴山站时,河水的离子总量急剧增加。青铜峡至石嘴山,两站相距约 200 km,从两站年径流量的差异上也可看到灌区的影响:青铜峡站的多年平均径流量为 320 亿  $\text{m}^3$ ,由于灌区用水量巨大,至石嘴山站时,多年平均径流量减至 301 亿  $\text{m}^3$ 。

表 1 2002 年黄河宁夏段 COD 及氨氮监测统计

水 期		COD 浓度/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	水质 类别	氨氮浓度/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	水质 类别
下河沿	枯	2.310	II	0.447	II
	平	0.980	II	0.260	II
	丰	1.260	II	0.354	II
叶盛桥	枯	4.710	III	0.425	II
	平	2.780	II	0.246	II
	丰	2.890	II	0.429	II
银古公路桥	枯	5.287	III	1.046	III
	平	4.838	III	2.264	V
	丰	6.348	IV	2.415	V
陶乐渡口	枯	5.822	III	1.920	V
	平	3.643	II	1.063	III
	丰	4.663	III	0.887	II
宁铜浮桥	枯	5.945	III	2.215	V
	平	5.634	III	0.769	III
	丰	4.977	III	0.921	III

(2)排水沟水环境质量分析。宁夏引黄灌区较大的排水沟共计 200 余条,污染严重的有 13 条,水质全部为劣 V 类<sup>[3]</sup>,灌区农田排水多年平均矿化度为 749~1 740  $\text{mg/L}$ ,其中银南地区为 749~1 310  $\text{mg/L}$ ,银北地区为 913~1 740  $\text{mg/L}$ <sup>[4]</sup>。沟道水体污染指标主要来源于工业废水、废渣、城市居民生活污水、医院废水、生活垃圾及农业、林业等使用化肥、农药后的灌溉退水,年平均排放各种废水 16 793 万 t,这些废水大部分未经处理,直接排入水体,污染了水环境。沟道水体主要污染指标为 COD,  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ,  $\text{BOD}_5$ , TP, 氯化物, 硫酸盐, Cd。

(3)湖泊、湿地水环境质量分析。宁夏境内水域富营养化严重,沙湖、西湖、银湖水水质均未达到功能水体要求,各排水沟污染物排放量已超过水体所能承受的环境容量,污染十分严重。

## 1.2 地下水环境

通过对区内浅层地下水水质评价看出,地下水中的主要污染物质为总硬度、硫酸盐、氯化物、氟化物和三氮等。其中,总硬度在 100 眼监测井中有 88 眼超地下水 III 类标准;氨氮有 54 眼监测井超地下水 III 类标准;硝酸盐、高锰酸盐指数,挥发酚和氯化物也有少量监测井超地下水 III 标准<sup>[5]</sup>。

姬亚东<sup>[6]</sup>等的研究结果发现银川市地下水  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  在潜水中超标率为 11.54%~31.42%,最高检出值为 16  $\text{mg/L}$ ,超标 80 倍;在承压水中超标率为 37.50%~64.86%,最高检出值为 9.6  $\text{mg/L}$ ,超标 48 倍,且承压水的  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  污染比潜水严重。 $\text{NO}_3^- - \text{N}$  在潜水中的超标率为 2.83%~13.53%,最高检出值为 0.3  $\text{mg/L}$ ,超标 14 倍,在承压水中的超标率为 0~13.16%,最高检出率为 0.14,超标 7 倍。 $\text{NO}_3^- - \text{N}$  污染相对没有  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  严重, $\text{NO}_3^- - \text{N}$  在潜水中的超标率为 0~12.82%,最高检出值为 143.43  $\text{mg/L}$ ,超标

7 倍。 $\text{NO}_3^- - \text{N}$  在承压水中没有超标。

## 2 水环境恶化与农业非点源污染

### 2.1 宁夏水环境质量与农业非点源污染

宁夏地处干旱半干旱区,降雨少,蒸发大,黄河过境水和地下水是宝贵的水资源,多个研究结果表明,宁夏的水环境面临着严重的威胁,地表、地下水环境质量与农业活动的非点源污染密切相关。黄河宁夏段主要污染物分析:水质污染主要因子为氨氮、磷、石油类,农业面源排放的氨氮占氨氮排放总量的 30%~55%,2003 年氨氮、磷在 3~7 月超标,农业面源污染占有较大的比重。云飞<sup>[1]</sup>等研究灌区氮肥施用量增长对黄河氮污染的影响时发现:黄河宁夏段河水总氮和氨氮含量均有明显的上升趋势,而进入 20 世纪 90 年代后上升趋势更为显著。灌区下游石嘴山站点河水总氮和氨氮含量的上升速度,明显地高于灌区上游的青铜峡站河水总氮和氨氮含量的上升速度,充分表明了宁夏灌区对此段黄河水质的影响。这和国内外的许多研究表明相似:地表水和地下水中 N 含量的增加主要源于施入农田氮肥的流失。灌区下游石嘴山站的 TN 浓度与灌区氮肥施用量的增长有很好的 consistency。通过对黄河宁夏灌区段河水氮污染的研究认为:冬季河水氮浓度高,夏季河水氮浓度低,不仅可由点污染源引起,也可由农田非点污染源引起。

曹学明<sup>[5]</sup>等也将化肥、农药等非点源污染作为引起地下水污染的一个重要污染源。由于化肥中的某些可溶性盐和有机氯农药在土壤中的半衰期较长,在农田中积累,一部分随水进入河流,另一部分则随水渗入地下造成地下水污染。

全区污水灌溉面积达 13 000  $\text{hm}^2$ ,且还在扩大,部分地区农田土壤和水稻重金属污染有超标现象。农业面源污染已影响到宁夏的水环境质量,成为环境污染防治工作的另一个重点和难点。

### 2.2 宁夏农业非点源污染源分析

#### 2.2.1 农用化肥污染

2003 年全区农用化肥施用量达 80.1 万 t,其中氮肥施用量 46.9 万 t。按全区农作物播种面积 112.9 万  $\text{hm}^2$  计算,化肥的平均施用量为 700  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,而灌区的化肥施量高达 1 436  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,为全国平均水平的 2 倍。综合各地实验结果,我国每年农田养分被植物利用的部分很少,氮肥的利用率仅为 30%~35%,磷肥为 10%~20%,钾肥 35%~50%。剩余的养分通过各种途径,如径流、淋溶、反硝化、吸附和侵蚀等进入环境(地面水、地下水)。由此估算宁夏每年氮肥流失量在 30 万 t 以上,每年随农田退水排入黄河的纯氮有 7 万多  $\text{kg}$ <sup>[7]</sup>。这一结果略高于于涛用极有限的计算结果得出的结论:施入宁夏灌区的氮肥有 20%~65%流失进入了黄河(估算的是随地表和地下径流进入黄河干流并在黄河水质中有所反映的那部分)<sup>[2]</sup>。宁夏全灌区施肥结构约为  $\text{N} : \text{P} : \text{K} = 1 : 0.33 : 0.03$ ,氮肥占了绝对优势;而所施氮肥中 80%以上是碳氮和尿素。施肥后,肥料中  $\text{NH}_4^+$  部分被土壤吸附,部分经硝化反应生成  $\text{NO}_3^-$  部分挥发进入大气,还有一部分随农田退水经排水沟进入黄河。宁夏灌区水土流失较严重,灌区面积大,加之落后的大水漫灌方式,必然使从农

田中淋失的  $\text{NH}_4^+$  在黄河河水中有明显的反映,使下游石嘴山断面的  $\text{NH}_4^+$  含量高于上游的青铜峡断面。

### 2.2.2 灌溉排水和污水灌溉

宁夏有大面积的次生盐碱化土地,尤其是银川和银北地区,长期灌溉,尤其是传统的漫灌方式,在提高农业生产力的同时,也会对地表水、地下水位及水质的变化产生负面影响。一方面,水分大量蒸发,灌溉水的盐分积累在土壤中,导致土壤盐渍化,大水洗盐将各种离子带入农田退水,从而使沟水和黄河水环境质量下降;另一方面,地下水位随灌溉排水过程上升和下降,将积累在土壤中的盐类通过淋溶作用带入地下水,导致地下水中含盐量上升,地下水水质恶化。

污水的开发利用在一定程度上缓解了水资源紧张的局面,同时,污水中含有的大量营养元素还可以作为农业生产的肥料,但污水灌溉的量过大或时间不恰当,许多污水未经农作物和土壤的自然净化而直接向下入渗,同样会导致土壤和地下水体的污染。高洪阁<sup>[8]</sup>等人对山东泰安市郊区利用生活污水和工业废水灌溉的污灌区与同样条件下的非污灌区的地下水主要水质指标进行对比研究发现,历经 40 a (1960~2000 年),无论是污灌区还是非污灌区,地下水中各种离子含量和含盐量都有大幅度增加,并且呈现出加速增长的趋势。非污灌区的地下水污染主要是大量施用化肥导致的,而污灌区则是污水灌溉和化肥共同作用的结果。污灌引起的土壤和地下水的污染在我国的多个污灌区已有报道。

### 2.3 畜禽养殖

由于近年来宁夏畜禽养殖业的大力发展,使得畜禽养殖的污染对水环境的危害加大。

2003 年全区畜禽<sup>[9]</sup>(牛、猪、羊、家禽)存栏数 1 725 万头(只),产生畜禽粪 1 043 万 t,是全区工业固体废物产生量的 1.79 倍。2003 年自治区环境保护局对全区一定规模的畜禽养殖业污染情况调查表明:全区现有百头以上的猪、羊养殖场,50 头以上的养牛场、千只以上的养鸡场共 2 327 个,存栏数为 474 627 头(只),规模集约化养殖场年畜禽粪便产生量 43 万 t,98% 的畜禽养殖场没有任何综合利用和污水处理设施,固体废物随意堆置,养殖废水随意排放。宁夏畜禽养殖业 2003 年固体废物产生量 1 043.00 万 t;废水  $\text{COD}_\text{Cr}$  24.128 万 t;  $\text{NH}_4\text{-N}$  2.433 万 t; TP 1.256 万 t; TN 6.241 万 t。

由于畜禽养殖的饲养方式,养殖规模和分布区域发生了巨大变化,畜禽养殖业的环境污染总量,污染程度和分布区域也随之变化。这些养殖场产生大量的有机污染物和氮、磷等,极易对环境造成严重污染。其中西吉县、利通区、彭阳县、原州区大牲畜粪产生量占全区养殖排泄固体废物产生总量的 41%,青铜峡市、中宁县、中卫县猪粪产生量占全区猪粪产生总量的 40%;中卫县、银川市三区、吴忠市、中宁县家禽粪产生量占全区家禽粪产生总量的 45.6%。宁夏畜禽养

殖的规模化、集约化和迅速发展,由此而带来的环境污染问题也日益突出。

### 2.4 农药

农药残留污染是影响范围最大的一种有机污染。宁夏全区在粮食作物播种面积变化不大的情况下,农药施用量 1996 年为 1 257 t;2000 年为 1 572 t;2003 年达 1 632 t;2003 年全区农药使用量比 2002 年减少 91 t。总量下降的原因主要是退耕以及蔬菜主产区严格禁止有机磷、氧化乐果等高毒、高残留的农药在蔬菜上使用,减少了主要农作物施药次数等。但是据调查,个别设施蔬菜生产者使用农药量达 30 kg/hm<sup>2</sup>,比发达国家高出 4 倍,但利用率不足 30%。大量使用农药,虽然控制了病虫害,但大部分农药残留于环境中,造成地下水的潜在威胁。农药对地下水的污染国内外也多有报道,但关于宁夏地区地表、地下水环境的污染与农田农药使用的研究还没有见到。

## 3 结 语

以上分析结果表明:宁夏的水环境质量同农业活动的非点源污染密切相关,要切实保护宁夏的水环境,必须重视区内的农业非点源污染防治,积极发展生态农业,减少化肥、农药的投入、加强畜禽养殖管理,从农业非点源污染源入手,控制转移过程,提高综合防治管理,从各个方面、渠道减少农业活动非点源污染对宁夏水环境质量的影响,保护水环境。

### 参考文献:

- [1] 云飞,等.黄河宁夏段 COD 及氨氮污染动态分布模拟探讨[J].宁夏大学学报(自然科学版),2005,26(3):283-287.
- [2] 于涛,等.农业发展对黄河水质和氮污染的影响[J].干旱区资源与环境,2004,18(5):2-9.
- [3] 史彦文,方树星,刘海峰,等.宁夏引黄灌区水资源利用研究[J].人民黄河,2004,26(7):30-32.
- [4] 雍富强,刘学军.宁夏引黄灌区沟水利用研究[J].水资源保护,2004,(3):17-20.
- [5] 曹学明,等.宁夏地区地下水质评价分析[J].宁夏工程技术,2005,(3):385-388.
- [6] 姬亚东,等.银川地区地下水氮污染原因及防治[J].地球科学与环境学报,2005,27(3):101-105.
- [7] 孙正风,马京军.宁夏农业面源污染现状与防治对策[J].宁夏农林科技,2005,(3):27-30.
- [8] 高洪阁,等.污灌区与非污灌区的地下水主要水质指标变化趋势及对比研究[J].环境污染治理技术与设备,2002,3(6):25-28.
- [9] 宁夏环境保护局.2003 年度宁夏环境统计公报[Z].