

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.05.011

南方山地丘陵区规模畜禽养殖对水环境影响及评价

曾 悦¹,洪华生²,田 燕¹,黄晓冬¹,周 丽¹

(1.福州大学环境与资源学院 福建 福州 350108;2.厦门大学环境科学研究中心 福建 厦门 361005)

摘要 选择南方山地丘陵区典型规模畜禽养殖集中地为研究区域,通过对该研究区域周边地表水及地下水的调查采样,分析主要污染物时空变异及污染物形态之间的变化,并对周边水环境进行初步评价。结果表明:规模化畜禽养殖区域的浅层地下水和地表水已经受到严重污染,养殖场的环保处理设施与养殖规模不配套造成大量污染物进入地表水环境,生物氧化塘的护堤和塘底未经防渗处理,造成下游地下水污染,养殖场排放的污水经厌氧和好氧生物处理后富含有机质、氨氮、可溶态有机磷,利于作物吸收和生长,应尽量循环使用。指出由于养殖污水变化较大,为避免二次环境污染,必须处理达标后结合配方施肥技术按需回用农田。

关键词 南方山地丘陵区;规模化畜禽养殖;水环境影响;水质评价

中图分类号:X820.3 文献标识码:A 文章编号:1004-6933(2010)05-0045-05

Assessment of impact of intensive livestock cultivation on water environment in mountain and hilly areas of South China

ZENG Yue¹, HONG Hua-sheng², TIAN Yan¹, HUANG Xiao-dong¹, ZHOU Li¹

(1. College of Environment and Resources, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China; 2. Environmental Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: By selecting a typical site of intensive livestock cultivation in a mountain area of South China as the study area, and investigating and sampling surface and groundwater in the study area, the spatial and temporal variations of the main pollutants and changes among pollutant forms were analyzed. The environmental effects of intensive livestock cultivation on surrounding water environments were evaluated. The results indicated that the shallow groundwater and surface water were heavily contaminated in the intensive livestock cultivation area. Large amounts of the pollutants entered the surface water, due to the fact that the wastewater treatment facility did not match the scale of livestock cultivation. The lack of liner treatment of the bank and liner of the lagoon resulted in groundwater pollution. The effluent wastewater from the culturing farm after anaerobic and aerobic biologic treatment was full of organic matter, ammonia nitrogen, and dissolved organic phosphorus, which aided the growth of plants and should be recycled. Because of the significant change of the wastewater component, and in order to avoid secondary pollution, the wastewater should be recycled to land combined with precision fertilizer formula technology after treatment to bring it to the standard.

Key words: mountain and hilly areas of South China; intensive livestock cultivation; water environmental impact; water quality evaluation

由规模化畜禽养殖引起的水体污染是目前备受关注的环境问题。水体中氮磷浓度升高是导致水体富营养化的最主要因素,地下水中硝态氮($\text{NO}_3^- - \text{N}$)质量浓度超过 10 mg/L (WHO 饮用水质量标准),即可引发高铁血红蛋白症。国内外研究表明,造成规模化畜禽养殖区域水环境污染的主要原因有高载畜量^[1]、过量施用动物粪肥^[2-3]以及直接排放高浓度有机废水等。据国家环保总局调查显示,畜禽养殖业产生的污染已经成为我国农村污染的主要来源^[4],因此有针对性地开展养殖业污染源及其污染物流失途径的研究具有重要意义。笔者就南方山地丘陵区典型养殖区域规模养殖对水环境影响进行初步探

量^[1]、过量施用动物粪肥^[2-3]以及直接排放高浓度有机废水等。据国家环保总局调查显示,畜禽养殖业产生的污染已经成为我国农村污染的主要来源^[4],因此有针对性地开展养殖业污染源及其污染物流失途径的研究具有重要意义。笔者就南方山地丘陵区典型养殖区域规模养殖对水环境影响进行初步探

讨, 以促进农村区域水环境保护和治理、确保农业可持续发展提供科学依据。

1 研究方法 及 评价标准

1.1 研究区概况

研究区隔口流域位于福建省龙岩市新罗区、九龙江流域上游, 面积约 72.25 hm^2 。区域地势东北高 西南低, 海拔在 300 ~ 700 m 之间, 地貌包括中山、低山、丘陵、河谷盆地等。属亚热带季风气候, 多年平均气温为 15.8 ~ 20 $^{\circ}\text{C}$, 降水量在 1 400 ~ 1 800 mm 之间, 年平均蒸发量为 1 657 mm。研究区以发育在花岗岩坡积物之上的红壤为主, 土壤质地剖面变化从轻壤向砂壤过渡。地下水是该研究区最主要的饮用水水源。农业结构以规模畜禽养殖业为主, 种植业为辅。

研究区内主要有 2 个规模化养猪场, 分别为 A 养殖场和 B 养殖场(以下简称 A 场和 B 场) 具体位置见图 1。A 场于 1999 年建场, 设计饲养规模为存栏 5 200 头。因猪肉市场行情好, 2003 年 12 月扩大养殖规模, 存栏达 8 000 头。该场采用水冲式清粪方法冲洗圈舍, 冲洗污水先进入沼气设施, 容量为 1 300 m^3 , 而后沼液进入三级生物氧化塘, 处理后经 100 m 明渠进入九龙江流域上游的龙津溪。B 场于 2001 年建场, 存栏 1 000 头, 同样采用水冲式清粪方法, 建有沼气池和未经防渗处理的储粪池, 污水不外排, 经厌氧处理后的沼液经常施用于下游地势较低的枣园。

1.2 监测点设置

为了研究规模化畜禽养殖对地表水和地下水环境的影响, 在该研究区共设置 6 个监测点, 具体点位布置见图 1。2 个规模化养殖场中只有 A 场污水有外排, 因此在 A 场总排污口设置地表水监测点, 编号为 YM。2 个规模化养殖场周边共设置 5 个地下水监测点, 编号分别是 SB₁、SB₂、SB₃、SB₅、SB₁₁。其中, SB₃ 位于 B 场上方, A 场北侧方向, 基本没有受到 A 养殖场

污水影响, 可以作为参照点。SB₁、SB₂、SB₅、SB₁₁ 分别位于 A 场氧化塘和 B 场储粪池的下游方向, 主要监测氧化塘和储粪池污染物渗漏对地下水的影响。其中 SB₁、SB₂、SB₃、SB₅ 为当地农户饮用水井。

1.3 采样频率及测定方法

水质监测时间为 2003 年 5 月—2004 年 5 月, 地表水和地下水每月采样 1 次。地下水采样前, 先用电泵将残水排净, 抽取新鲜水样。地表水分别测定 COD、TN、TP、溶解性总氮(TDN)、溶解性总磷(TDP)、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$, 地下水除 COD、TDN、TDP 不参与分析外, 其他项目与地表水相同。其中 COD 用重铬酸钾氧化法测定; TN 用碱性过硫酸钾氧化-紫外分光光度法测定; TP 用钼酸铵分光光度法测定; TDN、TDP 是将水样微孔滤膜过滤, 过滤样与 TN、TP 同法测定; $\text{NH}_3\text{-N}$ 用纳氏试剂光度法测定; $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 用紫外分光光度法测定^[5]。

1.4 养殖污水及周边环境水体的评价标准

畜禽养殖污水评价标准按照国家环境保护总局发布的 GB 18596—2001《畜禽养殖业污染物排放标准》, 标准中规定集约化畜禽养殖业水污染物最高允许日均排放质量浓度 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 分别为 400 mg/L、80 mg/L 和 8.0 mg/L。研究区农户使用的水井为浅水井, 此水未经净化处理直接供人畜饮用。世界卫生组织(WHO)和欧美各国关于饮用水中 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的允许质量浓度为 10 mg/L 或 11.3 mg/L, 相当于硝酸盐(NO_3^-)质量浓度 45 mg/L 或 50 mg/L。我国于 1986 年制定了饮用水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 浓度标准, 其中一级标准为 10 mg/L, 二级为 20 mg/L。为使饮用水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的评估标准与国际标准接轨, 采用国家饮用水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的一级标准(10 mg/L)作为评价指标。地下水中 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 0 ~ 5 mg/L 为达标, 5 ~ 10 mg/L 为达标, 但已处于危险状态, 超过 10 mg/L 即为超标。

2 结果与分析

2.1 畜禽养殖污水中污染物浓度变化

A 场规模扩大前后污水中污染物的平均浓度及其标准偏差排放的污水水质见表 1。从表 1 可见, 该场污水中污染物浓度在监测期间变异较大, 特别是有机质和氮(包括 TN、可溶态氮、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3^-\text{-N}$)。这是因为养殖场污水浓度会随冲洗频率、时间、季节而发生较大波动。无论规模扩大前后, 污水中均富含高浓度的有机质、氮、磷。污水中的 TN 以可溶态氮中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为主, $\text{NH}_3\text{-N}$ 占 TN 比例达到 98.9%, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 浓度较低; TP 以可溶态的有机磷为主, 比例达到 62.6%, 活性无机磷浓度较低。

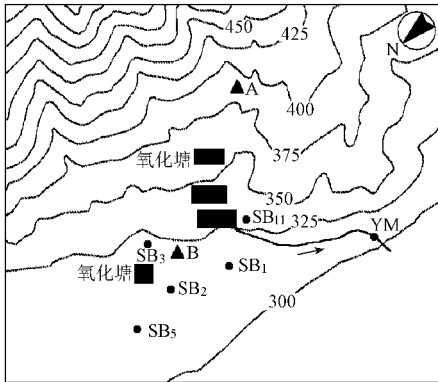


图 1 研究区监测点分布示意图

表 1 A 养殖场(YM)规模扩大前后排放的污水水质变化

监测时间	COD		TN		TDN		NH ₃ -N		NO ₃ ⁻ -N		TP		TDP		PO ₄ ³⁻ -P	
	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差
2003-05 ~ 2003-11 (规模扩大前)	416.73	207.13	195.22	122.41	160.62	65.01	193.32	67.50	8.24	/	57.84	25.64	41.98	29.46	5.80	4.14
2003-12 ~ 2004-05 (规模扩大后)	1260	/	1250	387.50	730.03	190.06	618.63	202.45	56.36	49.49	53.94	6.90	34.61	8.60	2.49	3.16

A 场污水的 COD、NH₃-N、TP 质量浓度均远远超过集约化养殖场污水排放标准值(表 1)。以规模扩大后为例 ,COD、NH₃-N 和 TP 分别超标 2.2 倍、6.7 倍和 5.7 倍。如果以排放标准中规定的集约化畜禽养殖业水冲工艺最高允许平均排水量 30 L/头计算 ,养殖场规模扩大后该养殖场每年直接进入水环境的 COD、NH₃-N、TP 总量分别为 110.4 t、54.2 t、4.7 t。可见 ,高浓度养殖废水对周边环境造成极大威胁。

根据当地行政部门的要求 ,规模养殖场需配足每头存栏猪拥有 0.3 m³ 沼气池和 6 m² 生物氧化塘来处理其污染物。A 场虽建有沼气设施和三级氧化塘设施 ,由于土地有限 ,处理设施规模都不是很大 ,而且随着养殖场规模的不断扩大 ,其排污已经远远超过了环保设施的处理能力。据监测数据显示(表 2) ,沼气池的有机质出水质量浓度(6.68 × 10³ mg/L) 已相当高 ,TN 浓度经氧化塘后基本未变 ,TP 浓度反而增大 ,仅 NH₃-N 的浓度略呈下降趋势 ,这是因为 NH₃-N 多以气态氨形式进入大气。监测结果说明 ,该场处理设施长时间未清理 ,并且超负荷运转 ,污染物大量沉积在沼气池和氧化塘底部。只要环境条件合适 ,污染物会再次从沉积层进入水体中 ,这样不仅没有办法达到设计处理效果 ,反而增加出水污染负

表 2 A 养殖场污水经环保处理设施沿程水质情况

污水流程	mg/L			
	ρ(COD)	ρ(TN)	ρ(TP)	ρ(NH ₃ -N)
沼气池入口	12 200	266	55.0	244
沼气池出口	6 680	265	44.8	213
一级氧化塘	856	265	59.1	156
二级氧化塘	514	220	82.4	162
三级氧化塘	484	230	76.7	129
入溪前	376	236	73.1	135

荷。这可以从规模扩大后污水浓度的大幅度提高得以验证 ,COD、TN、NH₃-N、NO₃⁻-N 浓度分别比规模未扩前提高了 2 倍、5 倍、2 倍、6 倍。由此可见 ,A 场污染负荷高、处理设施与养殖规模不配套 ,是养殖污水不能达标排放的主要原因。

2.2 地下水中氮磷淋溶的浓度变化

地下水水质监测分析结果列于表 3。饮用水水井编号为 SB₁、SB₂、SB₃、SB₅ ,对照与饮用水 NO₃⁻-N 标准值 ,SB₃ 水质良好 ,SB₂ 水质达标 ,但处于危险状态 ,SB₁ 和 SB₅ 超标 ,不能饮用。这表明 ,位于氧化塘下游的饮用水井受到污染 ,对比各监测井的水质变化 ,如以 SB₃ 为参照值 ,SB₁、SB₂、SB₅、SB₁₁ 的三氮(TN、NH₃-N、NO₃⁻-N) 均偏高。

SB₁、SB₂ 分别位于 A 场氧化塘和 B 场储粪池的下游 ,因位于地下而处于硝化环境 ,上游氧化塘污水渗漏后流经下游 ,由于硝化环境利于污水中的 NH₃-N 转化 NO₃⁻-N ,因此这两口井水以无机氮中的 NO₃⁻-N 为主。以 SB₁ 为例(图 2) ,监测期间 “三氮” 浓度呈持续上升 ,尤其在 2004 年 2 月后浓度明显增高 ,这是由于 2003 年 12 月 A 场规模扩大 ,氧化塘污

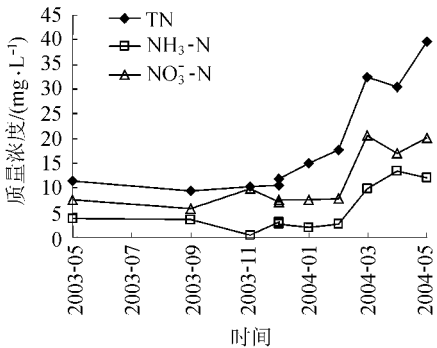


图 2 地下水监测点 SB₁ 三氮质量浓度变化

表 3 研究区地下水水质情况

监测点	TN		NH ₃ -N		NO ₃ ⁻ -N		TP		PO ₄ ³⁻ -P	
	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差	质量浓度	标准偏差
SB ₁	18.85	11.08	5.36	4.59	11.14	5.75	0.05	0.04	0.02	0.01
SB ₂	12.63	3.86	1.27	2.13	7.62	2.25	0.05	0.05	0.01	/
SB ₃	5.51	3.21	1.03	0.39	1.86	1.03	0.04	0.02	0.01	/
SB ₅	78.91	18.62	44.22	1.63	19.13	11.81	0.04	0.04	/	/
SB ₁₁	540.72	124.47	335.57	152.78	23.10	14.86	2.70	3.08	0.26	0.28

水浓度突增(表1),导致大量污染物经氧化塘渗漏而引发地下水水质持续下降,1年间 TN 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的浓度均呈持续增长趋势。这表明未经防渗处理的氧化塘塘底渗漏导致下游地下水污染。

SB_5 是位于枣园的饮用水井,与 SB_1 、 SB_2 同样位于氧化塘的下游,但 SB_5 的 TN 非常高,而且以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为主,说明该处水井尚处于还原环境(表3)。 SB_5 中氮的形态与 SB_1 、 SB_2 不同,其原因是该枣园经常施用储粪池内的粪水作为肥料。由于农户没有根据土壤和粪水的养分采用精准施肥方法,而且粪肥免费使用,所以常常过量施用粪水。粪水中主要以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 居多,虽然 $\text{NH}_3\text{-N}$ 带正电荷易被带负电的土壤吸附,但如果土壤偏砂性,超过土壤负荷的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 仍会随着降雨和灌溉水淋溶进入地下。

SB_{11} 是A场氧化塘的侧渗井,其污染物浓度变异较大,主要是受到氧化塘污水的影响,虽然有土壤过滤作用,但污染物浓度仍然极高, $\rho(\text{TN})$ 达到了 540.72 mg/L 。这说明,氧化塘的护堤没有进行防渗处理,同时氧化塘处理负荷过高,致使污水中大量的污染物通过护堤扩散进入地下水。

监测期间,地下水中的 TP 以及 $\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$ 质量浓度较低,说明污水中的磷暂时对地下水无影响。这与磷的性质有关,磷易被表层土壤吸附,不易淋失。

以上分析结果表明,规模化养殖区域的地下水已经受到氧化塘侧渗和塘底渗漏的严重影响。与此同时,过量施用养殖污水也会造成地下水污染。

3 讨论

畜禽粪尿经厌氧和好氧处理后,主要成分以有机质、可溶态的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和可溶态的有机磷为主, $\text{NH}_3\text{-N}$ 可直接被作物吸收,粪肥中的磷有效性几乎和化肥所含磷相当^[6],也可被作物利用,因此经发酵处理过的粪水施用于耕地,不仅利于作物生长,同时具有改良土壤的功效。但粪水有机质、氮和磷浓度变异较大,施用前必须监测粪水的浓度,根据土壤所需养分数量施用,否则会造成土壤养分过量。过量的氮磷会随降雨径流流失或淋失,污染水体。大量的研究也表明,地下水氮磷浓度与畜禽粪施用量成正比^[7-9]。因此,土壤的养分状况,粪水养分含量是确定合理施肥量的先决条件。

研究发现,污水经环保处理设施后 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的浓度呈下降趋势,但 TN 的浓度基本保持不变。由于氮极易发生形态之间的转变,有机氮可转变为 $\text{NH}_3\text{-N}$,因此在畜禽养殖污水排放标准中仅仅采用 $\text{NH}_3\text{-N}$ 评价污水质量,似乎并不全面,应该在标准中

将 TN 指标一起纳入考虑。

研究表明,规模化畜禽养殖区域的浅层地下水和地表水已经受到养殖污水的严重污染。目前较多相关的研究也有类似的结论^[10-11],比如韩国某规模养殖区域的研究发现, $\text{NH}_3\text{-N}$ 可用来指示养殖区域地下水污染程度,同时 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与污染的指示菌种具有显著的相关性^[10]。本研究区的地下水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度非常高,因此今后有必要开展相关研究。

本研究区的地下水主要以 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 为主。这说明大部分地下水处于硝化状态,一旦以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为主的污水进入地下,在氧化环境下,极易发生硝化反应,致使 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度升高。由于硝酸盐对人体健康有损害,因此,一些研究者往往以硝酸盐为污染指示物研究地下水污染状况^[12-13]。研究区枣园内水井因粪肥过量施用,其地下水以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为主,但是一旦环境有利于硝化反应,就会将 $\text{NH}_3\text{-N}$ 转化为 $\text{NO}_3^- \text{-N}$,造成地下水污染。

目前的研究显示只有研究区域的浅层地下水受到严重影响,深层地下水的污染情况尚不清楚。有专家提出:虽然浅层地下水向深层渗漏极为缓慢,但 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 污染深层地下水可能需要几十年时间,一旦污染,往往需要更长时间才能挽回^[14]。因此,为了解规模化畜禽养殖对于深层地下水的影响需进行长期的跟踪监测。

4 结论

a. 南方山地丘陵地区规模畜禽养殖对地表水环境污染严重, COD 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 浓度均值都远超过畜禽养殖业污染物排放标准。

b. 规模畜禽养殖场对其下游浅层地下水已造成严重影响, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度均值处于危险和超标状态。对地下水的污染主要表现在氮素,磷素目前尚未对地下水造成影响,尚需开展进一步的监测研究。

c. 畜禽养殖场排放的污水经厌氧和好氧处理后富含有机质、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、可溶态有机磷,有利于作物的吸收和生长,改善土壤条件,应尽量循环利用。但畜禽养殖污水浓度变化较大,必须处理达标后并结合配方施肥技术,定时监测土壤和养殖污水的养分变化,避免施入土壤后养分过剩造成二次环境污染。

参考文献:

- [1] STOUT W L, FALES S L, MULLER L D, et al. Assessing the effect of management intensive grazing on water quality in the northeast U S [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2000, 55(2): 238-243.
- [2] 袁新民, 同延安, 杨学云, 等. 有机肥对土壤 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 累积

的影响[J].土壤与环境,2000,9(3):197-200.

[3] CHANG C, ENTIZ T. Nitrate leaching losses under repeated cattle feedlot manure application in Southern Alberta[J]. Journal of Environmental Quality, 1996, 25(1):145-153.

[4] 国家环境保护总局.全国规模化畜禽养殖业污染情况调查及防治对策[M].北京:中国环境科学出版社,2003:14.

[5] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,2002:266-268,276-281.

[6] 鲁如坤,刘鸿翔,闻大中,等.我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡研究2:农田养分收入参数[J].土壤通报,1996,27(4):151-154.

[7] EDWARDS D R, DANIEL T C. Quality of runoff from fescuegrass plots treated with poultry litter and inorganic fertilizer[J]. Environmental Quality, 1994, 23(3):579-584.

[8] SALLADE Y E, SIMS J T. Nitrate leaching in an Atlantic coastal-plain soil amended with poultry manure or urea ammonium-nitrate influence of thiosulfate[J]. Water, Air and Soil Pollution, 1994, 78(3/4):307-316.

[9] ADAMS P L, DANIEL T C, EDWARDS D R, et al. Poultry litter and manure contributions to nitrate leaching through the vadose

zone[J]. Soil Science Society of America Journal, 1994, 58(4):1206-1211.

[10] CHO J C, CHO H B, KIM S J. Heavy contamination of a subsurface aquifer and a stream by livestock wastewater in a stock farming area, Wonju, Korea[J]. Environmental Pollution, 2000, 109(1):137-146.

[11] 杨劲松,陈德明,刘广明,等.江苏省案例地区牲畜养殖养分循环与环境效应[J].中国环境科学,2001,21(5):468-471.

[12] MIGNOLET C, BENOIT M, SAINTOT D. Livestock farming systems and nitrate pollution risk: construction of a risk indicator and application on the Vosges plain[J]. Productions Animals, 1997, 10(4):275-285.

[13] GOODY D C, HUGHES A G, WILLIAMS A T, et al. Field and modeling studies to assess the risk to UK groundwater from earth-based stores for livestock manure[J]. Soil Use and Management, 2001, 17(2):128-137.

[14] 刘宏斌,雷宝坤,张云贵,等.北京市顺义区地下水硝态氮污染的现状与评价[J].植物营养与肥料学报,2001,7(4):385-390.

(收稿日期:2009-11-11 编辑:徐娟)

(上接第44页)淀山湖河道浓度进行监测考核、控制管理,促使其达到水质浓度控制目标。实施规划水平年各水质控制断面水质目标的监测、监督,研究制定奖惩、补偿等措施及考核制度,强化监管力度和政府补偿与考核力度。

d. 建立水资源保护协商机制,探索生态补偿机制。省际边界重点地区行政上分属江苏、浙江、上海两省一市,应建立完善省际边界地区水资源保护协商机制,建立统一管理和分级分部门管理相结合的流域水资源保护机制,加强地区、部门尤其是水利、环保部门间的交流、沟通、合作与协调,资源互补、共同规划、谋求互利,从水污染纠纷的事后协调转变到水资源保护的事前协调,从缓解纠纷的弥补性协调转变到水环境改善的建设性协调,促使水资源与社会经济协调、可持续发展。同时探索建立省际边界地区水资源保护生态补偿机制,调动两省一市有关部门共同参与和管理省际边界地区的水资源保护和水污染防治。

参考文献:

[1] SL348—2006 水域纳污能力计算规程[S].

[2] 冯民权,郑邦民,周孝德.河流及水库流场与水质的数值模拟[M].北京:科学出版社,2007:126-129.

[3] 孙卫红,姚国金,逢勇.基于不均匀系数的水环境容量计算方法探讨[J].水资源保护,2001(2):25-26.

(收稿日期:2009-06-23 编辑:徐娟)

· 简讯 ·

江苏扬州加大重点项目和
重点流域污染治理力度

为进一步推进环保模范城和生态城市建设,2010年以来,扬州市进一步加大重点项目和重点流域的污染治理力度,成效明显。1-6月份,削减COD 420.2 t、SO₂ 244.8 t,分别占年度目标的59.6%、287.76%。

围绕淮河流域和南水北调东线治污工程按期完成的目标,目前,造纸黑液塘治理按照塘口废水治理、底泥无害化处置和生态修复的方案,2月份已完成龙虬镇朱家塘废水治理,处理废水总量达24万m³,朱家污泥存放塘防雨大棚正在建设;龙虬镇南角塘处理废水总量达26万m³。由于排水口下游虾农安全用水的需要,龙虬镇南角塘3月5日已停止处理,整个项目工作量已完成约60%;北澄子河三垛西大桥断面在去年基本达标的基础上,按照“标本兼治、控源截污、活水扩容”的综合治理方案,目前,投资2216万元的北澄子河上游新河整治项目已经完成。在北澄子河河道上段治理沿线铺设截污管网直通海潮污水处理厂的雨污分流工程正在实施,沿河管道已经铺设成功。中宇公司、华富实业、市化工厂等沿河排污大户退城进园项目正在按时序进度组织实施。

(本刊编辑部供稿)