

当前水污染治理的系统思考 ——建立城乡大循环 彻底根治水污染

戴培昆,刘学贵,吴敏生

(安徽省政府发展研究中心,安徽 合肥 230001)

摘要 提出治理水污染需要在现代农业背景下重建城乡之间物质循环系统,可通过“沼气推广工程”对农村污染源进行无害化处理,通过“沼气试点工程”对城市生活污水进行资源化利用,通过“沼气净化工程”对小城镇污水进行达标处理,通过“沼气回收工程”使企业有机污染物变废为宝,最后引进自然生态系统进化工程,使水体达到充分净化。

关键词 水污染治理;沼气工程;城乡统筹;面源污染

中图分类号:X32 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2008)02-0038-04

Systemic thought on water pollution control by establishing a cycle between urban and rural areas

DAI Pei-kun, LIU Xue-gui, WU Min-sheng

(Development and Research Center of Anhui Provincial People's Government, Hefei 230001, China)

Abstract: A material cycle that links urban and rural areas in order to control water pollution is proposed for modern agriculture. It can be achieved through bio-gas promotion projects in the countryside that make the source of pollution harmless, bio-gas pilot projects in cities that utilize sewage as a resource, bio-gas purification projects in towns that force discharged sewage to conform to national standards, bio-gas recycling projects that recycle the organic contaminants, and utilization of the natural eco-system to purify water.

Key words: water pollution control; biogas projects; coordinative development of urban and rural areas; non-point source pollution

1 当前水污染分析

当前,我国各水域的水污染主要是氮、磷指标超标,表现为:①除了工业无机物质污染外,农业有机物质污染日益加剧,污染水体中 Cd、Hg、Cr、As、Pb 等工业重金属浓度^[1]微乎其微,而氮、磷浓度超标,形成污染;②点源污染防治抓得紧,面源污染治理无从入手。有专家认为,酿造、化工等工业企业排放的有机污染物约占总污染的 1/3,而农业化肥流失、人畜粪便和城市生活污水要占 2/3,后者目前还没有采取有力控制措施;③居民生活造成的污染更为严重。专家测算,一个 100 万人口的城市,每年产生 COD 为 2190 万 kg,磷 62 万 kg 和氮 365 万 kg。我国 36 个

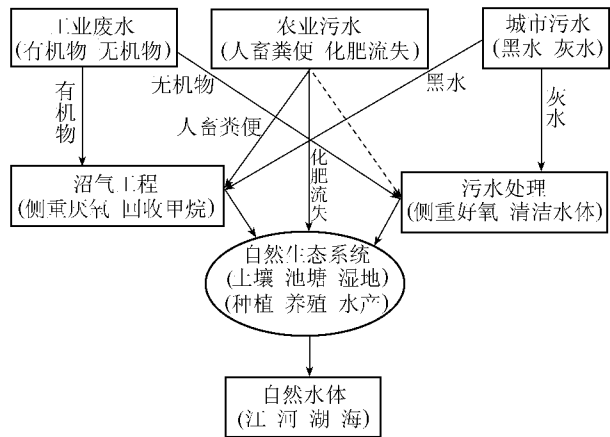
大中城市污水处理率只有 55%,全国 600 多个城市中仍然有接近一半的城市没有污水处理厂^[2]。中国科学院南京地理与湖泊研究所对太湖流域调查后得出结论,人体(粪便)排磷对太湖水体磷的贡献率占 43.57%。

当前水污染问题产生的原因,如果用一句话来概括,那就是传统农业的循环系统被打破,现代农业循环系统没有或正在建立。传统农业以农家肥为主,而现在种田使用的农家肥只占三成,普遍施用化肥。一方面化肥过量使用,另一方面在肥料使用地农村也出现了粪肥污染。在现代农业有了一定发展但又发展不足的“薄弱时期”,农村对有机肥需求相对减少了,加之城市化建设,平房变成了楼房,新农

村建设没有与城市污水排放系统和管理体系相互衔接,没有形成循环系统,造成了面源污染日趋严重。

2 水污染防治总体思路

总体治理思路是:以沼气工程重新建立城乡之间的物质循环链接,从根本上治理水污染。在大城市,实行灰水(厨房、洗漱用水)、黑水(粪便、冲厕污水)分离,以沼气工程改造城市污水处理系统,对污水资源化利用;在小城镇,以污水沼气净化工程对污水进行无害化处理;工业污水区别处理,对酿造、食品等有机物污水通过沼气工程进行综合利用,重金属等无机物污染分别治理;在农村,大力推广沼气工程,使人畜粪便由污染源转变为能源及优质农业肥源,推广化肥控失技术。最后,以自然生态系统对水体充分净化,见图 1。



根据污水种类不同,对工业和农业、城市和乡村、点源和面源污染,采取综合的系统治理办法。污水治理的原则是:①循环经济原则。尽可能将污染物进行资源化利用,“减排”和“节能”结合起来。②效益性原则。水污染治理有多种方法,要根据投入产出和本地实际财力选择最具经济效益性的方法。③城乡统筹原则。城乡之间是个自然的物质能量循环过程,现在城乡之间物质能量循环的链条断开了,要在发展现代农业的基础上建立新的链接。④经济发展为中心原则。对于工业企业,尤其对于重金属排放的治理,可以采取“一厂一策”的办法预处置,特殊污染物用特殊工艺除污,务必达标排放。对于中小企业“产业集群”或“块状经济”,可以采取“一业一策”的办法预处置,重金属处理采取特殊工艺集中治污,有机物处理也可以相对集中,纳入统一的治理轨道和排放渠道。

沼气工程主要是厌氧处理过程,污水处理厂主要是好氧过程,自然生态净化系统兼有厌氧过程和好氧过程,应当把这几者结合起来使用。建议对不

同性质的污水有选择性地实施以下三个步骤:第一,凡是能够厌氧发酵的,就进行资源化利用。厌氧发酵产生沼气可作能源,产生污泥只及好氧过程的 1/10,避免了污水处理厂污泥处理难的困境,沼渣沼液可以直接农用。但厌氧发酵对 COD 浓度要求高,可以将城市农村的人、畜禽粪便收集起来进行厌氧发酵,产生的甲烷可作燃气、发电等。第二,凡是 COD 浓度不够、不能进行厌氧处理的,进行好氧生物处理,城市污水处理厂实际上主要是好氧过程,其优点是对 COD 浓度要求不高,但是费用高,动力消耗约占污水处理总成本的 60%~70%,产生污泥多,处理困难。可以仅把不能进行厌氧处理的灰水和含工业重金属的废水由城市污水处理厂监测、收集,统一处理回用,减少污泥处理的困难。第三,引进自然生态系统处理富营养化水体,利用土地、池塘、湿地自然存在的厌氧、好氧等微生物降解、作物吸收、土壤截留、吸附等作用达到净化处理的目的。这种处理方法既可减轻河流污染的负担,对于农业种植养殖又是很好的水源和肥源,达到节水节肥、增加水的循环再利用率、保护环境的效果。

3 当前水污染治理对策

3.1 农村面源污染治理

农村面源污染可分为有机肥污染和无机肥污染,即人畜粪污染和化肥流失。解决前者的根本措施已经比较成熟,就是在农村继续推广沼气工程,作为新农村的一项公益性基础设施建设。解决后者的办法之一就是开展科学施肥(图 2)。

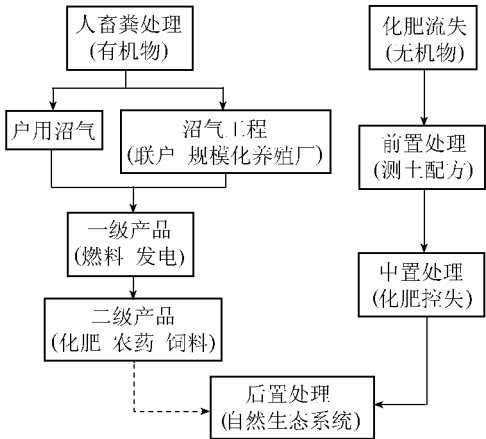


图 2 农村面源污染治理示意图

3.1.1 推广农村沼气工程

对于单个农户,可推广普及农村户用沼气。农村户用沼气,以“一池三改”为主要建设内容(建一口沼气池,改厨、改厕、改圈),能实现人畜粪便无害化处理,实现污染物零排放,极大地改变农村的生态环

境和农民生活方式。尤其对南方血吸虫地区可以达到血防目的,这些是治本之策。沼渣、沼液不仅是优质有机肥,还可以改良土壤,沼液可替代农药,生产出的农产品味道好,不生虫,可以大大减少化肥农药的使用量,这样既提高了农产品品质,发展绿色有机农业,品牌农业,又遏制了农村面源污染。户用沼气以每户至少 2~3 人和一定的畜禽养殖为基础,当前,应加大农村户用沼气推广普及的力度,一个省拿出几千万元就可推进此项工作,而城市污水管网改造则要上百亿元资金。

随着农户个体养殖的减少和畜禽养殖规模化比例的提高,户用沼气可以向联户沼气发展,大中型沼气工程是发展的方向。建立大中型沼气站,可以和联户沼气结合。沼气可作燃气,也可发电,既保护了环境,又节约了能源,一举两得。据调查,安徽省有规模化养殖场 1800 家,而处理畜禽粪便的大中型沼气工程仅有 106 家,现在相当部分的畜禽养殖场设施简陋,畜禽粪便任意排放,排放的污水中含有大量的氮、磷、悬浮物与致病菌,水体有害物质超标 12~20 倍,是形成水体富营养化的重要原因,但同时也是发展现代农业、节约能源的潜在力量。如安徽淮北烈山区洪庄村,该村投资 360 万元建立了沼气站,其原料来源于周边的洪发养鸽场、顺发养猪场、佳宝种猪场的粪便,解决了以前粪水横流、污染环境的问题,日产沼气 1500 m³,可供 1000 户村民用气,沼渣、沼液供应洪庄村 500 个大棚蔬菜作肥料,生产绿色有机食品。

3.1.2 开展科学施肥

科学施肥就是多施有机肥,控制化肥流失对水体的污染。我国是世界上使用化肥强度最高的国家,但化肥的有效使用率低,氮肥使用率只有 30%~35%,大量流失的氮和磷使得水域生态系统富营养化,过度施用的农药不仅对环境造成损害,还导致食品残留超标。科学施肥一是测土配方、因土施肥,这样可以大大减少化肥农药的使用量。在这一方面农业部门已经做了大量工作,2007 年安徽省测土配方项目县扩大到 64 个,为 640 万农户提供测土配方施肥服务,推广测土配方施肥面积 240 万 hm²,使肥料利用率提高 3 个百分点以上。二是可以使用有关单位研制出的化肥控失技术,以减少化肥流失。三是在进入自然水体前设置自然生态系统,如池塘养殖、水产养殖、土壤渗透、湿地过渡等,在进入自然水域前进行适当滞留,继续吸收氮磷。

自然生态系统不仅有生态效益,还可以产生经济效益。比如蓝藻,过去它是湖滨农业的一种重要肥料,其肥效相当于等量的碳酸氢铵。蓝藻营养丰富,其蛋白质含量高达 38%~47%,并具有高等动

物必需的各种氨基酸以及维生素 B₁、B₂ 和维生素 E。日本等国从蓝藻中提取湖靛干粉,用湖靛干粉加工提制成食品营养添加剂和高品质的禽畜精饲料,并从中提取维生素 E 或其他药物。南美的墨西哥等国采用人工培养的方法,生产蓝藻干粉,每千克出口价在 5 美元以上。巢湖的蓝藻每年总产量逾亿吨,若每年提取 4000 t 湖靛干粉,约含 370 t 氮和 50 t 磷,如果设立一块湿地,使蓝藻在特定水域生长,加以利用,等于将巢湖每年接纳的城市污水中的氮氮提取了出来,其社会效益和环境效益更是十分显著^[3]。合肥郊区义城镇就准备在巢湖入口处设立万亩湿地,这是一个有远见的工程,应在所有的入江湖海水口前设置一块湿地,原土地上的陆地种、养殖业转产为水域种、养殖业和旅游产业,这样不仅没有费用,还可以有产出效益。

3.2 城市生活污水治理

城市生活污水治理分两部分:大城市和小城镇(市)。总的设想是用沼气原理改造城市污水处理系统,可称为“沼气进城工程”,这可以节约大量资金。

现行污水处理厂投资费用巨大。应该遵循循环经济原则和经济效益原则,因地制宜,发展多层次低费用、低能耗的污水处理方式,但不降低污水的处理标准。本文的总体设想是实行大城市与小城镇(市)分开,生活污水中黑水和灰水分开的“两分开”原则,根据实际情况,因地制宜进行治理(图 3)。

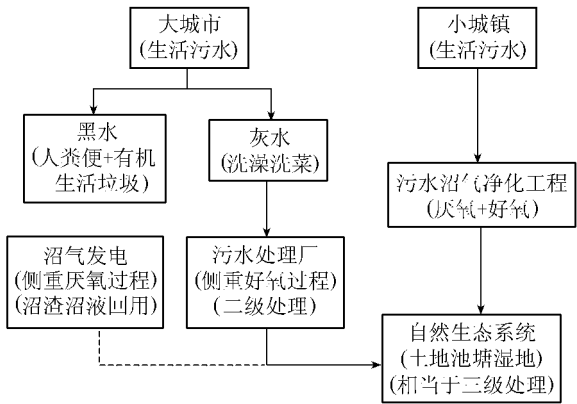


图 3 城市生活污水治理示意图

在大城市,将生活污水分类收集,灰水、黑水分离。黑水输入生活小区的沼气回收站,人粪便产气量可达到 0.426 m³/kg(干物质),高于猪粪便 0.425 m³/kg(干物质)和牛粪便 0.21 m³/kg(干物质)。如果 COD 浓度不够,生活垃圾经分类分拣后,其中有机垃圾可作为干物质填料用于调节沼气池浓度。现有管网没有实现雨污分流,污水会在管道中自发产生厌氧反应,一遇明火,可能爆炸。管网改造费用大,如果灰水、黑水分类收集,灰水利用现有管道,则不需管网改造,可节省一大笔费用。

对黑水的处理,从经济可行性看,可以将现有的居民小区、宿舍楼的三格式化粪池逐步改造成沼气池和沼气回收站,宿舍楼内铺设黑水专用管网。产生的沼气是清洁能源,可作燃气,也可发电,发电能源传输比管道污水传输费用要低得多,沼气发电所需设备是厌氧罐、储气罐、发电机组,投资约几百万元,建成后就有收益。生活小区沼气回收站产出的沼渣,可以加工成优质肥料还田,也可通过市场出售,沼液用于农业生产,是有机农药替代无机农药。可以赋予生活小区的物业公司这个功能,尝试生活小区附带农业的模式,生产蔬菜、果品,提供观赏农业、“农家乐”服务,经营供电供气,增加就业岗位,市场化操作,城市中有农村,农村中有城市,城乡统筹,实现物质循环^[4]。

有机物含量较低的灰水,不能用于厌氧过程回收沼气,可以送污水处理厂进行好氧过程深度处理。好氧处理费用较高,主要是翻动、搅拌、充氧的动力成本。污水处理厂可以加上监测和针对性处理的新功能,以确保出水中重金属含量不超标,环保部门重点监管污水处理厂,一旦发现特种污染,上溯寻源追罚。污水处理厂将污水经过达标排放处理后,后续的处理可采用污水灌溉、湿地处理、土壤处理等办法。

污水灌溉一般利用污水处理厂的出水,但要确保没有重金属污染源。水中的氮、磷由污染物转变为农业的营养物,一方面可以缓解当地的农业水资源紧缺的矛盾,为农作物提供丰富的养分,替代化肥的使用,降低由于化肥使用而产生的面源污染。另一方面,污水灌溉完全可以代替污水三级处理,为大量城市生活污水解决了出路,避免对水体的污染。

尚未建造污水处理厂的小城镇和新农村建设规划的村民聚居点,建议大力发展生活污水沼气净化工程:

a. 污水沼气净化工程费用低。生活污水沼气净化工程相当于一个小型的污水处理厂,该装置埋在地下,占地少,不需专人管理,建造成本很低,其工程核心部分是厌氧发酵,无需动力和运行费用,非常适宜在农村地区和小城市(镇)推广。

b. 污水沼气净化工程效果好。沼气净化工程处理后的出水,各种病菌和寄生虫经过厌氧技术处理以后的含量可减少95%以上,达到排放标准^[5-6]。浙江杭州市滨江区长河镇山一村用此工程,彻底治理了污染,获得联合国授予的“全球生态500强”称号。早在1997年,安徽省就做出了推广城镇有机污水沼气净化工程的部署,和县已建成生活污水沼气净化池40余座,宁国已推广生活污水沼气净化池200座,效果良好。

4 工业污水治理

工业污水分两类:一类是可以被农业利用的氮

磷等物质,还有一类是对人体有害的无机物重金属;污染区域也分两块:产业集聚的“工业园区”和产业集群的“块状经济”。可以分而治之,区别处理。减少费用,废物利用。

工业污水应区别处理,对于无机物尤其是重金属的污染,采取“一厂一策”方针;“谁污染、谁治理”,使其达到“零”排放。初步处理后的水再进入污水处理厂进行监测,发现问题,要根据工艺过程追溯,重罚违规排污者。

对于有机物的污染,如工业中酿造、食品、饮料、化工、造纸等五大行业,可通过沼气工程进行资源化利用。安徽阜阳文王酒厂、种子酒厂通过沼气工程对有机物污水进行综合利用,产生的沼气作燃气、发电,沼渣、沼液肥田或作饲料,产生了很好的经济、生态效益。

全民创业的主要形式是产业集群式的“块状经济”,招商引资的主要形式是产业积聚式的“园区经济”,二者共同点是工业的集中,为治理污水提供了良好条件。相同行业可以采取相同的污染治理工艺来处理,污水处理厂可以集中收集污水统一处理,比如开发区“七通一平”发展为“七通一平一治污”,作为招商引资条件。广大农村中出现的产业集群是“块状经济”,都是中小企业“扎堆生产”,它们有共同的市场、共同的原料、共同的工艺,也有共同的污水,可以采取共同的方法处理,不必要“一厂一策”,可以“一业一策”,相同行业的产业集群污水进行集中处理,也要把有机物和无机物重金属区别开来,有机物达到利用,重金属达到“零”排放(图4)。

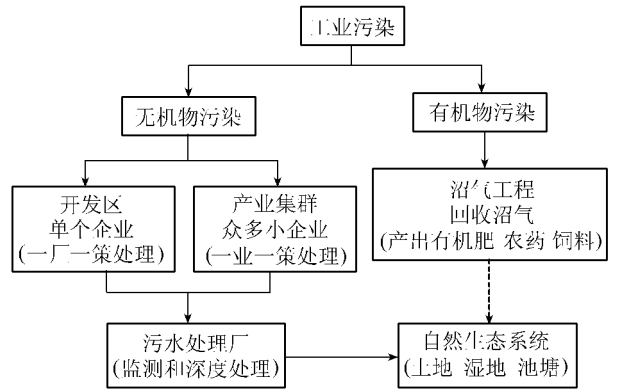


图4 工业污染处理示意图

5 水污染治理新思路的保障措施

a. 以制度创新促进水污染治理。要通过区域生态补偿机制、排污权交易等制度,推动水污染治理机制的完善。据初步测算,仅安徽省40万户用沼气,每年可减排二氧化碳22万t,减排二氧化硫347t,可作为《京都议定书》所确定的清洁(下转第49页)

门不仅要重视汛期对洪水危害的防范,也要关注干旱期缺水情况的灾害应对,更要加强枯水期对水污染事件的防控,还要考虑特殊情势下涉水生态环境中水资源科学调度等问题。可见,在流域已具有控制性工程、水资源配置、水功能区管理、生态补水的实践基础上,尽快建立和完善流域水资源调控管理执行制度,将成为应对中的重要调控手段。同时,也是流域逐步走向系统、综合管理,促进经济社会协调发展的客观要求。

f. 公众参与基础。应对和防范水污染事件,涉及广大公众切身利益,涉及企业治理行为和责任,涉及政府部门监督管理等多方面内容。其中一个有效环节就是公众参与和监督。因此,逐步营造良好的公众保护资源、环境氛围,构建有效的公众监督、诉求机制,是应急预案实施的辅助条件和基础。

4.3.4 建立完善流域协商协调协作机制,逐步实现流域综合管理

松花江重大水污染事件中,通过松辽水系保护领导小组(简称领导小组)和松花江防汛总指挥部两种组织形式,使应对能力增强,很好地发挥了流域和区域相结合的体制优势。特别是领导小组这种管理模式,在 20 多年的水系保护中发挥了作用。领导小组主要领导由流域内各省、自治区政府副省长(副主

席)及流域管理机构主任担任,其他成员由省区水利、环保行政主管部门及流域水资源保护局负责人组成。领导小组办公室设在流域水资源保护局。其特点是:促进流域与区域相结合,既有利于从流域整体考虑问题,又有利于兼顾区域利益;促进区域与区域相联合,既有利于协调关系增进友谊,又有利于联手共事改善区域水环境;促进行业之间相联合,既有利于职能互补,又有利于形成合力;促进部门之间相配合,既有利于多方配合综合治理,又有利于联合执法统一行动。

参考文献:

[1] 张书庭. 中国灾害管理[M]. 哈尔滨:哈尔滨出版社, 1996 58-72.
[2] 李经中. 政府危机管理[M]. 北京:中国城市出版社, 2003 32-54.
[3] DEMBO R S. 风险规则[M]. 北京:中国人民大学出版社 2000 26-66.
[4] ANDREW C. 战略协同[M]. 北京:中国机械工业出版社 2000 315-415.
[5] 刘铁民. 应急体系建设和应急预案编制[M]. 北京:企业管理出版社 2004.

(收稿日期 2007-10-28 编辑:高渭文)

(上接第 41 页)

发展机制(CDM)的备选项目。根据“谁污染、谁付费”原则,将来对农村没有建污水处理设施的也要收取污染治理费。

b. 以科学决策保障水污染治理。将短期经济效益和长期的社会效益、生态效益结合起来。污染的治理短期内可能会增加企业的成本,但从长期来看,会增加企业的竞争力。环境保护要在政绩考核体系中体现出来。有的地方政府为追求 GDP 增加,往往以生态环境的破坏为代价,其实这也是财富的损失。早在 1995 年,中国科学院公布结果表明:环境污染和生态破坏造成的经济损失高达 1875 亿元,而仅水污染造成的损失就占 76.2%,达 1428.9 亿元^[7]。

c. 以政府主导推动水污染治理。环境保护具有公益性,政府应加大对农村面源污染的防治力度,制定与落实各项促进环保产业发展的财政、税收优惠政策。

d. 分类指导,积极试点。当前要做的工作是:

在农村,大力推广沼气工程,推广科学施肥;在城市,推行黑水、灰水分离试点,建立沼气池,鼓励企业对有机废水进行资源化利用,在产业集群区建立统一的污水处理厂,在各入水口处规划自然生态净化处理系统。

参考文献:

[1] 淮河流域水资源保护局. 淮河流域省界水体及主要河流水质状况通报[N]. 经济日报, 2007-6-29(B2).
[2] 胡兆燕. 污水减排重压出击[N]. 中国财经报, 2007-4-26 (3).
[3] 蔡竹青. 变害为宝造福社会:巢湖蓝藻开发利用的调查[N]. 安徽日报, 2006-8-21(B1).
[4] 中研普华管理咨询有限公司. 中国沼气发展技术现状与前景展望[C]//2007 年中国生物能源行业研究咨询报告, 深圳:中研普华管理咨询有限公司 2006 334-339.
[5] GB7959—87 粪便无害化卫生标准[S].
[6] GB8928—88 污水综合排放标准[S].
[7] 郑易生, 阎林, 钱蕙红. 90 年代中期中国环境污染经济损失估算[J]. 管理世界, 1999(2):189-207.

(收稿日期 2007-10-15 编辑:高渭文)