

排污交易控制太湖磷污染应用研究

操家顺¹,张素英²,王 超¹

(1.河海大学环境科学与工程学院,江苏 南京 210098;2.江苏省环境保护厅,江苏 南京 210013)

摘要 分析了太湖主要污染物之一磷的来源,在此基础上提出了针对不同污染源类型采用排污交易控制太湖磷污染的方法、技术路线,初步评估了排污交易控制太湖磷污染的效益,论证了排污交易控制磷污染的可行性.

关键词 排污交易 太湖 磷污染 控制

中图分类号 X524

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2005)02-0157-05

太湖流域地跨江苏、浙江、上海和安徽三省一市,流域面积 36 500 km²,总人口约 3 400 万,人口平均密度为 9 200 人/km²,是中国人口最密集地区之一,同时太湖流域工农业总产值占全国工农业总产值的 13% 以上,是我国经济发达、工业化与城市化程度较高的地区之一.

经济的快速发展、人口的聚集造成污染物大量排放,使太湖流域逐渐演化成为生态环境极其脆弱的区域,水质污染日益加重.近几年,我国已采取了相应的治理措施,局部水域水质已有一定的改善,但成效并没有预期的显著,因此寻求更经济有效的控制方法十分必要.

排污交易作为一种新的环境管理手段,在美国已取得了很大的成功^[1].近些年,我国在一定范围进行了试点,取得了一定的经验,但还没有真正有效地应用.本文通过分析太湖污染物的来源,就削减太湖磷污染指标采用排污交易方法的可行性进行探讨.

1 排污交易控制污染的方法

1.1 排污交易控制污染的方法

排污交易是利用市场规律及环境资源的特有性质,在环境保护主管部门的监督管理下,各个持有排污许可证的单位在有关政策、法规的约束下进行‘富裕’的排污指标的有偿转让或变更的活动.

排污交易的理论源于科斯定理,即在一个零交易成本的世界里,无论如何选择法规、配置权利和资源,只要交易自由,总会产生最有效率的结果.交易成本的效应包括了交易成本的实际发生和希望避免交易成本而产生的无效益选择.排污权交易主要是通过市场的力量来寻求污染物削减的边际费用,使整体污染物允许排放量的处理费用趋于最小,图 1 对排污交易的市场过程进行了分析^[2].

图 1 中 MC_A, MC_B 表示 A, B 两个源的污染物边际治理成本曲线.从图 1 可见,污染物削减量相同(Q_0)时, $MC_A > MC_B$, 即源 A 的治理费用大于源 B,由此源 A 认为如能向源 B 购买部分低于其自身边际治理成本的排污权,则可节省治理费用;而源 B 则可以高于其自身边际治理成本的价格出售排污权给源 A,并从中盈利,即两者有进行交易的动力,这从理论上满足了帕累托(Pareto)效率原则^[3,4].

排污交易以区域总量控制负荷分配为前提,点源(买方)在满足削减要求的条件下,有选择处理方法的自由或自身采用更高级处理技术削减污染;或到排污交易市场向边际治理费用低的点源(卖方)购买排污指

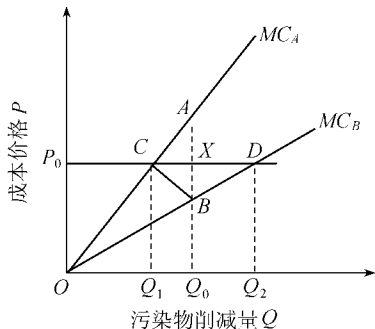


图 1 排污交易过程示意图

Fig.1 Sketch of process of discharge trading

标或选择用削减非点源(卖方)的方法来代替自身的控制等^[1]。

实施排污交易的排放口实行新的排放标准,并纳入交易许可证的管理范围;若交易中的一方(卖方、买方)没有达到原先交易允诺的控制目标,则交易双方(卖方、买方)的污染负荷削减就回到交易前所要求的水平,即执行更为严格的排放标准,并处以罚款。

对水污染物而言,点源与点源、点源与非点源、非点源与非点源之间的排污交易可根据污染物的性质、各可能交易源所在的区域与位置等因素确定最佳的交易方案及交易量,进而确定交易价格。

点源与非点源之间的交易可通过确定一定的交易比例来实现,不同的交易比例能产生不同处理方案的组合和不同的费用节省,点源有充分选择处理方案的自由,从而提高点源为实现区域环境质量目标的治理积极性和主动性。

实践表明,通过点源和非点源的排污交易,可以解决重要的、影响范围大的污染问题,如湖泊、河流、港湾等的富营养化问题。

1.2 排污交易作用与意义

1997年12月,京都召开的全球性气候变化会议通过的《京都议定书》,把排污交易作为以市场为依托的管理环境的核心部分。澳大利亚、新加坡、挪威等国家相继稳步推行了这一方法,取得了较好的成效^[5]。

实施排污交易,有利于环境资源的合理配置,节省污染治理费用。海恩曾对129笔交易进行计算,结果与没有交易的状况相比,治理费用节约了4.35亿美元。在美国《清洁空气法》修正案中,从1991年至1995年的5年间执行酸雨计划至少已完成10000笔交易,节省了约100亿美元的环保支出。在《清洁水法》修正案的指南中,美国确立了418个点源/点源的交易水体系统,943个点源/非点源的交易水体系统^[1,2]。

实施排污交易可使业主在选择治理方案时有更大的灵活性,有利于调动治污的积极性,加快区域环境质量目标实现的步伐,同时为环境质量未达标地区经济的发展提供条件,从而为区域经济的可持续发展提供可能性。

实施排污交易使环境保护由原来单纯的政府行为变为市场行为,促进公平与效益的统一,有利于提高全民族的环境意识。

2 太湖磷污染的来源及特征

2.1 太湖污染状况

据统计,2000年太湖流域主要污染物排放总量分别为:COD_{Cr}49.15万t,TP1.44万t,NH₃-N13.00万t,其中磷已超过该区域最大允许排放量的6.06倍。

2000年水质监测结果表明,太湖湖体水质超标项目主要为TP。(a)太湖湖体20个监测点的TP除1个监测点达Ⅳ类水水质标准外^[6],其余19个监测点全为劣于Ⅴ类水;NH₃-N有14个监测点达Ⅰ类水标准,1个监测点达Ⅳ类水标准,其余5个监测点为Ⅴ类或劣Ⅴ类水标准;COD_{Mn}达Ⅲ类和Ⅳ类水水质标准的监测点分别为17个和3个。(b)环太湖河流水质主要超标项目为TP和NH₃-N,26个断面的水质全部超Ⅲ类水水质标准,主要超标因子为TP,超标率为100%;其次为NH₃-N,超标率为65.4%;COD_{Mn}超标率为15.4%。(c)50个省、市界断面的主要超标项目为TP和NH₃-N,污染控制单元对应的29个控制断面主要超标项目为TP和NH₃-N。

可见,污染物的大量排放造成太湖富营养化加重,使太湖的水生生态系统遭到了毁灭性的破坏,严重地影响了湖区周围居民的生活与生产。

2.2 磷污染物的来源分析

目前,太湖流域TP排放以农业面源为主,占TP排放总量的38%,城镇、农村生活源TP排放量分别占27%和28%。COD_{Cr}以工业污染源排放为主,达COD_{Cr}排放总量的44%,其次是城市生活源排放,占29%。NH₃-N排放以农业面源为主,达NH₃-N排放总量的57%,城市生活源和农村生活源共占38%。

经分析,太湖流域的面源性农业污染物主要包括肥料、农药与动物粪便等。肥料与农药从农田中通过雨水冲淋、农业排水和地表径流带入河道和水体,成为直接的营养源。工业污染源中氮、磷等营养性污染物主要来源于造纸、食品、印染、洗毛、制革等行业及磷肥工业、氮肥工业与饲养场等。目前,太湖流域已建的集中污水处理厂一般都考虑了脱氮除磷工艺,基本能达到GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级B标准。

3 控制太湖磷污染的技术对策

3.1 点源磷控制对策

a. 源头控制.对于生活源,重点推广使用少磷或无磷洗涤剂.据统计,采用这一措施可削减原单位磷 146 g/(人·a) (按 4 kg/(人·a) 含磷洗衣粉计), 按此推算,太湖流域可减少磷的排放量 1 353.8 t/a, 约占现有磷污染物排放量的 10.97%.

b. 对于城镇和有条件农村(如居民较集中的区域)的生活污水应予以收集并集中处理;居住较分散的农村可几户或几十户合并处理,如采用净化槽技术.对于集中处理的污水厂应设有除磷设施.

原有点源(不论是工业污染源还是城市污水处理厂)应增加除磷设施,使磷的排放量达到相应的排放标准,并按区域总量控制目标提出进一步削减的方案、措施.

c. 不允许新增点源(主要是工业污染源)及增加区域磷污染物的排放量,但可在排污交易市场购得一定的排污权,或采用新技术实现‘零’排放.

3.2 非点源磷控制对策

(a) 农业排水.发展有机肥,减少磷肥、氮肥的使用量;改变施肥方式,提高磷肥利用率;依靠土地处理系统使排出物与垃圾肥料化,进而可减少肥料中磷的流失,同时还可间接减少磷肥厂排出的磷.(b) 家畜排水.重点加强对饲养场废物、污水的处理率,实现废物的能源化、资源化、无害化,也可采用土地还原,这样可削减 70% 以上的磷.(c) 水产养殖.采用颗粒饵料,控制饵料中磷的释放速度,以提高营养物质的利用率,同时改变投饵方式.(d) 底泥.底泥挖出制砖或作肥料,据调查,每挖出 1 t 底泥,可去除 0.5 ~ 1 kg 的磷.

3.3 技术控制磷污染物的局限性

我国是发展中国家,目前仍难以承受使每一污染源均达到最佳控制程度的高成本.根据‘太湖重点污染控制区综合整治方案研究’成果,计划实施 32 大项工程项目,投资 137.5 亿元,工程内容主要包括污水集中处理工程、工业废水处理工程、农业污染治理工程、污染底泥疏浚及处置工程、大型水生植物恢复工程、水利调控工程、饮用水保证工程等,这些方案的实施,将使太湖流域污染物的排放量有很大的下降.但 1998 年工业污染源达标‘零点行动’的实践证明,太湖流域环境质量并未取得预期的提高,太湖的富营养化状况仍然很严重^[7].

太湖流域污水处理厂处理能力将达到现行技术所能达到的最佳程度,但太湖流域的磷污染物的排放量仍超过环境的承载能力,即仍为环境质量未达标区域,因此有必要寻求一种新的既能削减污染又能节省费用的环境管理方法.

4 实施排污交易控制太湖磷污染的可行性

4.1 太湖流域现有的条件

太湖流域目前正处于经济高速发展时期,新兴的经济部门(新源)对水污染物排放指标的需求十分旺盛,而污染严重的企业(旧源)治理技术还没有达到最佳的程度,有削减污染物的潜力,可向排污交易市场投放‘富裕’的排污指标,因而可以相信,在污染物总量控制这一约束条件下,太湖流域的排污交易市场前景广阔.

目前太湖流域已运行的部分城市污水处理厂没有除磷设施,即有削减磷污染物的潜力,因此,各污水处理厂是潜在的交易对象.新建或在建城市污水厂的规模远大于工业点源,即两者边际治理费用有较大的差异,因此工业点源与城市污水厂之间也存在交易的机会.

另外,削减非点源磷污染的费用远低于点源处理等级提高的费用,这给点源与非点源之间的排污交易创造了机会.此外非点源与非点源之间也存在边际处理费用的差别,存在进行交易的动力^[7].

4.2 排污交易削减太湖磷污染的技术框架

目前,为实现总量控制目标,实现定量化环境管理,各省市水环境容量总量技术研究工作已经开始,这为排污交易政策的实施创造了条件.考虑到太湖流域的复杂性,为方便获得交易信息,评估交易成果,监督交易行为,建议按照有利于排污交易的原则将太湖流域进行动态分区(不受地区与行政的限制),然后贯彻优先在区域内实施交易的规则,其主要的技术路线可用图 2 表示(以磷污染削减为例).

从图 2 可见,太湖流域水污染物的交易分为 3 个阶段,即:负荷分配、点源达标以及排污交易阶段.

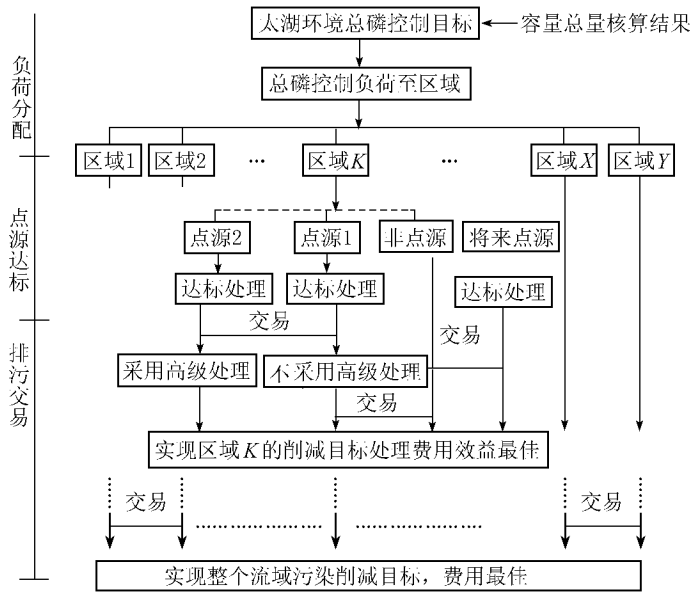


图 2 太湖 TP 削减排污交易技术流程

Fig.2 Technical flow chart for discharge trading about total phosphorus reduction in Taihu Lake

a. 负荷分配阶段 根据容量研究技术成果对区域进行划分,如按入湖河流等,然后将区域负荷(排污权)分配到各污染源(点源与非点源)。

在美国,排污权的初始分配有公开拍卖、固定价格出售和免费分配 3 类,但在贯彻实施中,认为免费分配更具有可操作性。鉴于太湖流域治污费用严重不足(特别如农业非点源的治污资金)以及短时间内各种政策还不能到位,建议采用前两种方法与特殊处置相结合的方式,这样不仅可以保证污染源之间公平竞争,还可以获得宝贵的治污资金。

b. 点源达标阶段 经过 1998 年达标“零点行动”,太湖流域重点工业污染源已基本达标,目前点源达标的重点是巩固已有达标成果,严格控制新工业污染源,加快城市污水处理厂的建设与改造,即控制生活污染源。

c. 排污交易阶段 交易首先在划分的区域内进行,交易的方式既可以在点源与点源之间、点源与非点源之间,也可以在非点源与非点源之间,只要交易的指标是经核定“富裕”的,满足总量控制的要求。

4.3 排污交易控制太湖磷污染的效益分析

根据前文分析,城镇、农村生活点源磷污染物的排放量所占的比例很大(约 55%),推广无磷或少磷洗衣粉这种源头控制磷污染物的措施后,城镇、农村生活源的磷排放量比例降为 44%,与农业非点源 47% 接近。

4.3.1 点源与点源之间的交易

工业点源中磷污染物的排放量较少(由前文推算约为 9%),可见工业点源之间的排污交易十分有限,污水集中处理厂将成为工业点源的主要交易对象。

污水集中处理厂目前虽然执行相同的排放标准,但(a)处理工艺大多不同;(b)一般分布在不同的区域,各区域的容量总量不尽相同,实际允许的排污许可不同,因此各污水集中处理厂的边际处理费用存在差异,具备进行排污交易的条件。从长远看,污水集中处理厂(点源)之间的交易更多的是发生在区域与区域之间。由此可见,点源与点源之间的磷污染物排放交易较复杂。污水集中处理厂的排放量虽然很好确定,但进行交易的点源更多的处在不同的区域,因此存在交易量确定困难等技术问题,如需对参照点进行影响评价等。从美国的交易成果看,这种交易的效益是明显的。

根据美国约翰森、奥内尔等的模拟研究成果,“一刀切”的控制费用与采用排污交易削减水污染物的费用比例为 1.19~3.13。“太湖重点污染控制区综合防治规划”中用于点源治理的工程费用为 86.81 亿元,按此推算,点源与点源交易节省费用为 13.8 亿~59.1 亿元。

4.3.2 点源与非点源之间的交易

根据前文分析,农业面源的磷污染物排放量所占的比例较大(为 38%),而农业面源磷的控制费用远低

于城市污水处理升级的费用,因此点源与非点源之间交易的市场前景将会很乐观.

对点源中的磷进行升级处理(化学除磷),削减约需 90 万元/t,而削减非点源中的磷按照日本琵琶湖治理的经验,其费用仅为点源治理的 1/6. (a) 点源与非点源按 1:2 比例进行排污交易,则削减 40%,50% 的非点源磷最多可分别节约约 17.8 亿元/a 和 13.2 亿元/a. (b) 点源与非点源按 1:3 比例进行排污交易,则削减 40% 的非点源磷仍可节约 2.4 亿元/a.

由此可见,实施排污交易削减非点源磷污染具有显著的经济效益和环境效益.

4.3.3 非点源与非点源之间的排污交易

太湖流域非点源所占的比重较大,而非点源的除磷方法有很大的差异. 以美国 Wicomico 河为例,农业非点源磷的控制策略主要有 构筑除磷氧化塘(据称可削减 70% 的磷)、不耕种玉米、土地处理不耕种大豆、土地处理不耕种玉米、不耕种大豆等. 计算结果表明:以上策略控制单位磷的费用依次分别为 36,12,12,8,12 美元. 可见,在控制非点源磷污染时,存在明显的边际费用差异,因此交易是必然的,差异越大交易取得的效益也就越高.

5 结 语

综上所述,在太湖流域采用排污交易控制磷污染能带来显著的经济效益、环境效益,具有十分重要的现实意义.

但是,采用排放交易控制太湖磷污染是一个复杂的技术经济问题,进一步开展对排污交易有关的包括法规、政策、市场规则、交易方法、交易许可证的监督管理等相关课题的研究十分必要.

参考文献:

[1] 操家顺,薛人杰. 试谈排污交易控制非点源污染[J]. 水科学进展,1999,10(4) 339—442.
[2] RAHIM K A. Recent developments in the use of economic instruments in environmental policies[J]. Asian J of Envi Magt,1994,2(2) : 18—24.
[3] MARKANDYA A,SHIBLI A. Industrial pollution control policies in Asia :how successful are the strategies? [J] Asian J of Envi Magt, 1995,3(2) 38—45.
[4] 李寿德,程少川,柯大钢. 我国组建排污交易市场问题研究[J]. 中国软科学,2000,(8) :19—23.
[5] LYON R. Actions and alternative procedure for allocating pollution rights[J]. Land Economics,1982,58(1) :16—32.
[6] GB 3838—2002 地表水环境质量标准[S].
[7] 金相灿,叶春,颜昌宙,等. 太湖重点污染控制区综合治理方案研究[J]. 环境科学研究,1999,12(5) :1—5.
[8] 程远,吴敏辉. 排污交易理论研究[J]. 环境保护,1998,(3) 21—43.
[9] 操家顺. 河网地区点源排污交易案例研究[J]. 河海大学学报(自然科学版),2000,28(4) 59—62.

Application of discharge trading to control of phosphorus pollution in Taihu Lake

CAO Jia-shun¹, ZHANG Su-ying², WANG Ghao¹

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China ;
2. Department of Environmental Protection of Jiangsu Province, Nanjing 210013, China)

Abstract :The sources of phosphate, a main kind of pollutants in Taihu Lake, were analyzed. Based on the analysis, methods and technical lines for controlling the different kinds of phosphorus pollution in Taihu Lake by discharge trading were brought forward. By evaluation of the benefit of phosphorus pollution control with discharge trading, the feasibility of the present method was verified.

Key words :discharge trading ;Taihu Lake ;phosphorus pollution ;control