

# 构建流域农业非点源污染控制的环境经济手段研究<sup>\*</sup>

## ——以福建省九龙江流域为例

刘建昌

陈伟琪 张珞平 洪华生

(厦门大学环境科学研究中心 厦门 361005) (近海海洋环境科学国家重点实验室 厦门 361005)

**摘要** 阐述了环境经济手段在我国农业非点源污染控制中应用的必要性和可行性。并结合福建省九龙江流域农业非点源污染的主要问题,提出“畜禽养殖税(费)、排污权交易、化肥和农药施用税(费)、补贴、保险、退耕补贴、水保押金、流域共同治理基金、排污配额交易”等环境经济手段及其应用形式,并分析论证了其实施后的费用效果和可行性。

**关键词** 环境经济政策 非点源污染 污染控制 农业

**Environmental economic policy designed to control watershed agricultural non point pollution —A case study from Jiulong River Watershed of Fujian Province.** LIU Jian Chang (Environment Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China), CHEN Wei Qi, ZHANG Luo Ping, HONG Hua Sheng (State Key Laboratory of Marine Environmental Science, Xiamen 361005, China), *CJEA*, 2005, 13(3): 186 ~ 190

**Abstract** The necessity and feasibility of special environmental economic policies to control agricultural non-point source pollution were briefly analyzed. Facing serious non-point pollution in Jiulong River, several kinds and formats of economic policies were put forward, i. e. feeding taxes, emission taxes, and tradable permits on livestock and poultry; taxes, charges, subsidies and insurance of using fertilizer and pesticide; subsidies of quitting cultivation and deposits for soil and water conservation; funds and tradable permits (quota) in the whole watershed, etc. The cost-effectiveness analysis and the feasibility of these applied policies are discussed.

**Key words** Environmental economic policy, Non-point source, Pollution control, Agriculture

(Received July 6, 2004; revised Aug. 20, 2004)

农业非点源污染因其形成过程受地理、气候和土壤等诸因素的影响,具有随机性大、分布范围广、影响因素多、形成机理复杂和潜伏滞后性强等特点<sup>[1]</sup>,使其监测、控制和管理难度较大。目前非点源污染控制多限于水土保持、环境工程、生态维护和改善农耕方式等技术措施,其中尤以美国的最佳管理措施(BMPs)最具代表性。而我国国情是流域农业人口密集,环境保护与经济矛盾的矛盾突出,非点源污染的发生与农业经营者对经济利益的不断追求息息相关,若无较强的环境经济政策作保障,其技术措施将难以有效实施。因此在市场经济体制下如何运用环境经济手段协调流域环境和经济的关系,促进农业经营户选择和实施最佳技术措施,达到控制流域农业非点源污染的目的十分重要。本研究通过构建九龙江流域环境经济政策,探讨了环境经济手段运用于流域农业非点源污染控制中的必要性和可行性。

### 1 环境经济手段定义及其在流域农业非点源污染控制应用现状

环境经济手段的定义。从广义角度而言,某种政策手段只要同时对环境与经济有影响,即可称之为环境经济手段<sup>[2]</sup>(又称环境经济政策),指按照价值规律的要求,运用价格、税收、信贷、收费和保险等经济手段调节或影响市场主体的行为,以实现经济建设与环境保护的协调发展<sup>[3]</sup>。从狭义角度而言,按照经济合作与发展组织(OECD)的观点,当某种手段的应用足以引起经济当事人(污染者)对可选择的行动(如安装治污设施、缴纳超标排污费或环境税、协商或购买排污许可权、采取清洁生产工艺等)的费用进行评估时,该手段即被称为环境经济手段<sup>[2]</sup>。

环境经济手段的分类。经济合作与发展组织将环境经济手段分为环境收税(费)、补贴、押金-退款机制、

<sup>\*</sup> “十五”福建省重大科技攻关项目(2002H009)和福建省发展与计划委员会项目(2003)资助

收稿日期:2004-07-06 改回日期:2004-08-20

创建市场和执行鼓励金等;世界银行的哈密尔顿将创建市场分为产权/分散权力、可交易的许可证和国际补偿制度等;国内有的学者把环境经济手段分为财政资助、税收优惠与低息贷款、排污收费、污染赔偿与罚款、利润等<sup>[2]</sup>。为便于系统构建针对流域农业非点源污染控制的具体环境经济手段,笔者倾向于将其分为侧重于政府干预方式的庇古手段和侧重于市场机制方式的科斯手段<sup>[4]</sup>。庇古手段主张运用价格控制机制对外部经济的产生者给予补贴,对外部不经济性的产生者征税。科斯手段主张通过产权界定和市场创建,实施排污许可权的协商和交易,运用数量控制机制达到外部不经济性的内部化公平,其分类见图1。

环境经济手段在农业非点源污染控制的应用。20世纪70年代初国际工业领域率先应用环境经济手段,80年代中后期我国也开始在工业界使用。环境经济手段在农业非点源污染控制的应用目前尚少见报道,主要限于发达国家和地区并与技术措施配套使用,其效果较为理想,如美国Iowa洲为促进农户贯彻“最佳N肥管理方案”,推行低量使用化肥保险机制,保护农户和保险公司的利益<sup>[9]</sup>;丹麦为削减化肥和厩肥产生的非点源污染实行N肥施用税,并实行不同的税率<sup>[10]</sup>;挪威、希腊等欧盟国家在流域环境管理中使用了资源产权、排污税、补贴和排污许可交易等手段<sup>[11]</sup>。目前我国尚无专门针对农业非点源污染控制的环境经济手段使用。随着农业各类产权的不断明晰化,环境经济手段以其强大的协调环境与经济关系的能力,必将广泛应用于农业非点源污染控制实践中。

## 2 案例分析

九龙江是福建省第二大河,流经龙岩、漳州和厦门市的9个主要县域,年均流量达119亿 $m^3$ ,全流域面积1.41万 $km^2$ 。该流域属农业较发达地区,据《福建省农村经济年鉴(2002)》资料表明,2001年该流域农业人口为251.3万人,占总人口的77%,农业总产值为133.9亿元,农民人均纯收入3611元,农业生产水平远高于全国平均水平。该流域水土流失严重,人口密度大,不断增长的畜禽养殖业和化肥农药过量施用,使资源消耗和非点源污染程度持续加剧。据福建省水土保持办公室2000年遥感调查表明,九龙江流域年水土侵蚀模数达2387 $t/km^2$ ,水土流失面积达1502.23 $km^2$ ,九龙江西溪年输沙量为103.9万 $t$ ,北溪则为208.0万 $t$ 。全流域畜禽类养殖污染年排放量(以猪粪当量计)达397.9万 $t$ , $COD_{Cr}$ 年排放量为15.7万 $t$ ,氨氮年排放量为2.5万 $t$ , $CH_4$ 年排放量2.0万 $t$ <sup>[5]</sup>,年农药用量7.8万 $t$ ,年N肥折纯用量14.6万 $t$ ,年P肥6.5万 $t$ ,N素流失58.1 $kg/hm^2$ ,P素流失6.1 $kg/hm^2$ ;村庄生活污水年排放量为4862.2万 $t$ ,污水中年N负荷量0.3万 $t$ ,P负荷量0.04万 $t$ ,生活垃圾年排放量45.9万 $t$ ,表明流域农业非点源污染严重,除影响环境、破坏生态和危害健康外,也阻碍了流域的经济和社会可持续发展。

与技术措施、政府直接控制手段和基于信息公开的公众参与监督机制相比,环境经济手段更适合我国流域环境管理的体制和现阶段农业经济与环境保护矛盾突出的实际。九龙江流域农业非点源污染发生的直接动力是农业经营户对经济利益的不断追求,其间接动力在于流域内外对农产品需求的不断增加,其发生原因在于农业生产工艺(包括耕作方式、养分管理、灌溉系统、产业结构和布局等)落后,与现有的生产水平不相适应,农业经营者未将环境和资源价值考虑在内,片面追求经济利润最大化。流域上下游、环境与经济、人口与资源等方面的矛盾日益突出,农业经营户发展经济的需求日益急切,资源利用速度和生产耕作速度不断加快,产生了都市化和工厂化的农业模式。一方面农业经营户忽视和摒弃了在传统生产水平较低条件下的与环境协调的生产方式和技术措施的应用;另一方面目前先进的技术措施与经济利益尚无环境经济机制使其挂钩,故在没有好的费效和经济刺激时,农业经营户难以主动执行非点源污染控制的技术手段(技术手段的局限性)。因此若要有效控制流域农业非点源污染的发生界面,生产水平的提高是其关键,环境经济政策的引导是其保障。使用环境经济手段的优点一是良好的环境经济手段可以刺激农业经营户主动选择最佳技术措施,促进削减和治理污染;二是可为流域农业非点源污染控制筹措资金,重点解决最主要的污染和生态问题;三是通过环境经济手段引入市场机制后,促使降低政府和农户治理污染及进行农业生产的成本,有使社会成本和私人成本最小化、社会福利最大化的趋势;四是可以推进农业经营户生产过程外

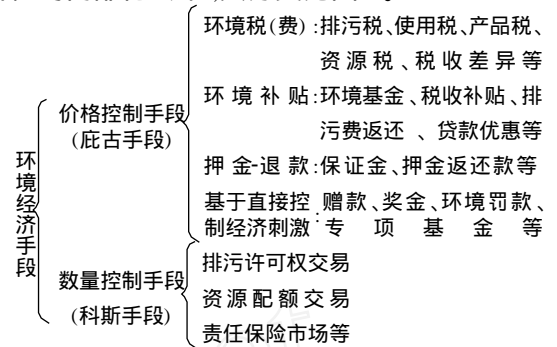


图1 环境经济手段分类

Fig. 1 Category of environmental economic policies

部不经济性的内部化公平,明确农业经营户的环境责任,促进流域资源的有偿使用;五是通过强化流域市场机制的建立,协调流域上下游、农业各子行业、经济发展与环境保护的关系,刺激既得利益者如下游区域和较高利润行业承担更多的环境义务,有助于促进流域“三农”问题的科学解决。

环境经济手段设计的好坏直接影响污染控制和环境管理的效果<sup>[6]</sup>,环境经济手段设计的目标是建立与市场经济体制相适应、可协调经济与环境保护关系的、能促进农业经营户积极选择最佳控制技术、农业非点源污染控制的环境经济手段体系。其设计原则是体现上下游环境义务关系、社会控制成本趋于最小化、税费率稍高于控制成本、数量与价格控制相结合、可比较性及可操作性和低实施成本等原则<sup>[7]</sup>。九龙江流域

表 1 九龙江流域农业非点源污染控制的环境经济手段

Tab. 1 Environmental economic policies designed to control nonpoint source in Jiulong watershed

环境经济手段名称 Name of policies	功能描述 Function of policies	控制类型 Type of control
畜禽养殖税	对养殖总量限制,使小规模养殖户出局	价格控制
畜禽养殖业排污费(税)	促使养殖户达标排污	价格控制
畜禽养殖业排污权交易	使外部不经济性内部化公平,持续进行,降低总控制成本	数量控制
化肥施用税(费)	限制化肥过量施用,提高化肥利用效率	价格控制
农药施用税(费)	促进农药低量施用,降低农药危害风险	价格控制
低量施用化肥和农药补贴	刺激清洁农业生产工艺发展(有机农业、绿色食品)	价格控制
化肥和农药施用保险市场	降低控制成本,避免农户因少施肥及农药引起的减产风险	数量控制
退耕补贴	促进高坡度土地退耕还林、还草	价格控制
汇水区水土保持押金	刺激水土流失严重区域加强生态保护	价格控制
流域共同治理基金	协调流域上、下游的环境保护责任	价格控制
流域排污配额交易	协调流域上、下游的环境权利	数量控制

农业非点源污染控制的环境经济手段设计<sup>[11~13]</sup>见表 1。本文重点分析其中 4 个环境经济手段,即一是养殖业环境经济手段,根据调查九龙江流域畜禽养殖业,特别是生猪养殖业每年以 10% 左右的速度增长,与其利润率较高(高于多数农业子行业)有极大关系。而如何对养殖总量加以限制,减少畜禽养殖业对流域环境污染的压力,对养殖户收取养殖税(费)属政策方向问题,畜禽养殖业利润较高且对环境污染较大,仅靠收取养殖税是不够的。大部分养殖户环境意识不强,其污染处理设施未完全按照设计要求正常运转,随意超标排放现象严重,尤其是生猪散养户、禽类养殖

户和牛羊养殖户等其养殖数量大且密度高,根本无污染处理设施,养殖污染物随雨水冲刷进入河流,负荷巨大,若对养殖户收取一定量的超标排污税(费),可有效督促其粪污资源化,达标排污。同时若仅收取养殖税(费)和超标排污税(费),不利于养殖业的持续发展,且有一定的不公平性,故若能在总量控制的基础上将排污权按照养殖规模比例出售(分配)给养殖户,使排污权在以前的、新增的、规模大与规模小的养殖户之间流通,可有效控制畜禽污染。二是农药和化肥施用环境经济手段,目前我国对化肥流通渠道进行了大量补贴,但农民从中得到的实惠并不多,也导致农民大量施用化肥。九龙江流域系典型的以种植业为主的农业区域,且种植业对化肥农药的需求随产出的不断增加而增加,对水体环境营养盐和有毒有害物污染比重很大,在目前市场经济体制下单靠行政管理限制化肥农药施用量会带来失灵和扭曲,可尝试使用征收过量化肥和农药施用税(费)来引导农户进行费效分析。一般在无限制因子情况下其投入越多,则产出越大。九龙江流域丘陵山体较多且人均耕地面积较少,人口压力较大,而农民要提高收入,只能通过不断追加大量的不可更新的人工能量,不断加大农药使用量,甚至过量施用化肥农药以保证和提高产出。由于农户的风险管理策略是理性而保守型的<sup>[8]</sup>,如能对那些有较强环境意识的农民,因其少施用化肥农药而致农作物减产损失从经济上给予补贴和风险投保,不失为既替农民着想又解决化肥农药面源污染的良策。三是水土保持环境经济手段,实施退耕还林、还草是目前国内外对流域上游普遍采用的生态建设和环境保护政策,由于该政策的制定和实行是为从总体上保护生态环境,限制了当地人民充分利用自然资源的权利,故政府应适当对当地农民予以补贴。水土流失既是农业非点源污染源之一,也是非点源污染发生的载体,九龙江流域属水土流失较为严重的丘陵地区,局部汇水区土壤侵蚀模数较大,治理流失和保持水土已成为事关流域全局的重要任务,各级政府为此每年拨付大量专项资金,而这些区域受经济利益驱动,不能安排有效力量进行水土保持。若能以汇水区为单位,实施水土保持押金制度,对全流域水土保持和生态环境建设将有激励作用。四是流域整体协调环境经济手段,由流域共同治理基金,是出于环境利益的不均衡性所制定。对某个流域而言,要使全流域环境污染从源头防治,强加给上游的环境责任在一定程度上限制了上游经济发展权利,应按照资源和环境的受益比例,分摊环境治理及生态维护的责任和费用。主要受益方应承担主要费用,且这部分费用一是用以补贴上游经济发展的机会损失,二是用于综合治理污染和维护生态。流域中工业和农业、城市和乡村、下游和上游、资源充裕地区和贫瘠地区、富裕和贫穷地区之间的“剪刀差”,也是建立流域共同

治理基金的重要原因。也可将流域排污权按照地域面积、经济产值、污染负荷及受益程度等比例分配给上、下游区域,并进入市场流通,实行流域排污配额权交易,使农业生产经营活动在市场机制下合理持续进行,并保证从政策上倾斜及扶持不发达区域和行业的发展。实践证明市场机制的建立对污染治理十分有效,将经济政策引入农业非点源污染控制体系中,即借助市场合理配置农业资源,有效控制面源污染,并将涉及农业的各有关部门联合起来,建立农业、环境和经济等诸方面多目标的一体化产权、价格及税收协调机制,这是解决农业非点源污染的有效途径之一。

环境经济手段整合应用是将与控制对象有关的环境经济政策以某种合理方式整合在一起使用,以满足其控制农业非点源污染的特定用途,其目的是减少环境经济手段的经济刺激形式重复,降低实施成本,提高其控制有效性。一是价格控制手段和数量控制手段混合作用,其主要混合形式有畜禽养殖环境税(费、补贴)与排污许可权交易混合使用;施用农药化肥的补贴与保险混合使用;农药化肥施用税(费)与低量施用农药化肥补贴混合使用等<sup>[12]</sup>。其应用原则一是应以数量控制工具为主,以价格控制工具为溢出机制(补充),当边际控制成本曲线  $C$  斜率绝对值比边际收益曲线  $B$  斜率绝对值更大时,采用价格控制工具所引起的预期社会福利损失较小;反之,边际控制成本曲线  $C$  斜率绝对值小于边际收益曲线  $B$  斜率绝对值时,采用数量控制工具则较为合适<sup>[8,11,13]</sup>(见图

2)。二是非点源污染控制的环境经济手段 Team 机制,该机制是针对农业非点源污染控制的分散性和难管理性而建立的,实施 Team 机制的原因是农田非点源污染排放难以监测;在采用单一环境经济手段时易引起农业生产成本过高;某些环境经济手段实施时的监测量太大;分辨非点源污染责任时可操作性较差等。Team 机制的原理是将汇水

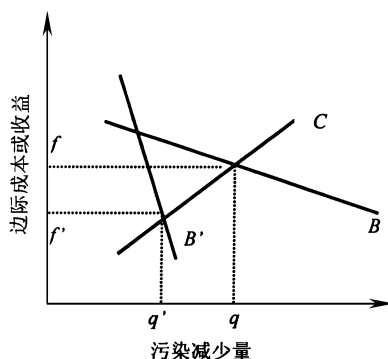


图2 价格与数量控制手段的选择

Fig. 2 Selection of control ways in price and amount

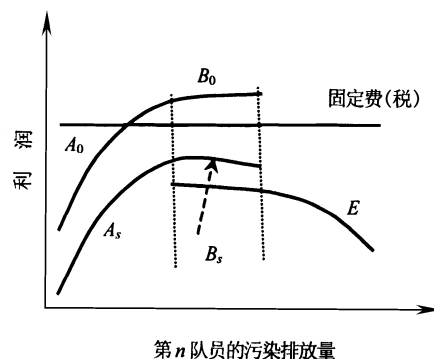


图3 环境经济手段 Team 机制

Fig. 3 Profits for agent  $n$  under various actions

区内经营户组建成多个队,根据汇水区各队出口水质分别实施环境经济手段;通过队和队员超标排污、主动汇报和不汇报的态度收取不同税费,鼓励农户主动汇报排污情况,采取自律性技术措施以减少排污<sup>[14]</sup>。 $A_0$ 、 $A_s$ 、 $B_0$ 、 $B_s$ 、 $E$  分别表示队达标排放、队达标且有别的队员主动汇报超标排放、队超标且有别的队员主动汇报超标排放、队超标且自己和别的队员汇报超标排放、队超标排放时,第  $n$  个农户扣除缴纳环境税费后不同收益水平(见图 3),该方法实际是引入公众参与和团队合作机制,通过环境经济手段的刺激作用,逼迫汇水区各队及各队员内部协商和制约,并采取控制非点源污染的技术措施。

依据“十五”九龙江流域重大科技攻关项目的成果,通过一定的环境经济方法初步概算了该区环境经济手段的费用效果,若要全面控制流域农业非点源污染,年所需费用约 2.6 亿元,占流域农业总产值的 2.0%,年用于畜禽养殖污染治理费用 7356.1 万元、农药化肥污染控制费用 2195.3 万元和水土流失控制费用 6464.6 万元及村庄生活污染控制费用 1.0445 亿元。由于环境经济手段具有筹措污染资金的作用,故其本身实施的效率比远大于 1。若所有控制费用全部通过环境经济手段来募集或内部消解,其费用仅占流域农业总产值的 2.0%,其费用概算前提是建立在可削减目前非点源污染输入的 60% 以上的近期控制基础上,故其环境效果是可观的。能引起普通农户负担的环境经济手段,仅有畜禽养殖税(费)和化肥农药施用税(费),而它们仅是流域环境经济手段的一小部分,其募集资金的总量较小,故对农业经营户的承受能力影响较小,但对流域非点源污染的控制作用十分明显。若要在流域农业非点源污染控制中实施这些手段则需一定的技术基础,而目前国内外较为先进的技术控制措施和学科交叉均为其提供了科技支撑。多数手段主张将环境责任和费用通过市场机制内部消解,而不一定是从农户手中收取费(税),且所构建的这些手段具有专门的区域针对性,与当前国家提出的从国家层次上降低农业税并不矛盾,目前我国市场经济体制为其实际运用中提供了体制保证。除农田排污税费外,大多数环境经济手段操作简便。

环境经济手段符合我国流域农业非点源污染控制的国情,适应现阶段市场经济体制和科学发展的要求,能刺激农业经营户使用最佳技术手段,节约生产成本,有效削减非点源污染,促进农业生产过程外部不

经济性的内部化公平,协调流域非点源污染控制各方面关系。但具体运用环境经济手段时,在准确确定其实施系数和合理分配排污配额等方面尚需进一步深入研究。

### 参 考 文 献

- 1 贺缠生等.非点源污染的管理及控制.环境科学,1998,19(5):87~91
- 2 沈满洪等.环境手段的比较分析.浙江学刊,2001(6):163~166
- 3 张敏,姜学民.我国环境政策的改革思路.中国生态农业学报,2002,10(4):137~138
- 4 沈满洪.论环境经济手段.经济研究,1997(10):54~61
- 5 张玉珍等.九龙江流域畜禽养殖业的生态环境问题及防治对策.重庆环境科学,2003,25(7):29~31
- 6 William Baumol J., Wallace Oates E. 环境经济理论与政策设计.北京:经济科学出版社,2003.3~121
- 7 王金南等.中国排污收费标准体系的改革设计.环境科学研究,1998,11(5):1~7
- 8 丁士军等.农户风险处理策略分析.农业现代化研究,2001,22(6):346~349
- 9 Huang Wen Yuan, Heifner Richard G., Taylor Harold, *et al.* Using insurance to enhance nitrogen fertilizer application to reduce nitrogen losses to the environment. Environmental Monitoring and Assessment, 2001, 68(3):209~233
- 10 Berntsen J., Petersen B. M., Jacobsen B. H., *et al.* Evaluating nitrogen taxation scenarios using the dynamic whole farm simulation model FASSET. Agricultural Systems, 2003, 76:817~839
- 11 Athanasios Kampas, Ben White. Selecting permit allocation rules for agricultural pollution control: a bargaining solution. Ecological Economics, 2003, 47:135~147
- 12 Dragan Miljkovic. Decision making process in a nonpoint pollution control model. Journal of Environmental Management, 1995, 45:255~262
- 13 John C. V. Pezzey. Emission taxes and tradable permits. Environmental and Resources Economics, 2003, 26:329~342
- 14 Eirik Romstad. Team approaches in reducing nonpoint source pollution. Ecological Economics, 2003, 47:71~78

### 欢迎订购 2005 年《中国农学通报》

《中国农学通报》是由中国科学院院士、中国工程院院士石元春先生任主编、中国农学会主办的农业综合性学术期刊,系全国农业核心期刊、中国科协优秀学术期刊和全国优秀农业期刊,主要报道国内外农牧业各学科的研究报告、研究进展、学术探讨、学术争鸣、试验简报、专题综述以及农业社科栏目(院士论坛、省部长论坛、农业论坛和基层论坛),并刊登种植业(农药、农膜、农机、土壤、肥料、种子、栽培、病虫害防治)、养殖业(种畜、种禽、畜牧、水产、饲料、添加剂、兽药、疫病防治)、农产品贮藏加工业(保鲜技术、保鲜剂、食品开发、加工机械)等方面的实用高效新品种、新技术、新方法、新动态,适于各级农牧科技人员、农技推广人员、农牧行政管理干部、农业大中专院校师生和广大农村养殖及种植专业户等阅读。《中国农学通报》为月刊,大16开本,320页,逢月初日出版,国内外公开发行,国内统一刊号:CN11-1984/S,每期定价25.00元,全年300.00元,邮发代号:2-772,全国各地邮局均可订阅,漏订者可直接汇款至本刊补订。地址:(100026)北京市朝阳区麦子店街农业部北区工作区20号楼中国农学会编辑出版部,电话:(010)64194480。