

# 苏格兰农业非点源污染管理措施评述及启示

王秀英, 王晓燕<sup>①</sup> (首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048)

**摘要:** 农业是苏格兰非点源污染的主要来源,也是苏格兰水体污染的主要原因。介绍了苏格兰农业非点源污染的管理措施,包括:制定治理农业非点源污染的法律法规,并实施财政补贴的经济措施,以激励农场主采取科学的生产方式;通过修建人工湿地、缓冲带等技术措施减少农业非点源污染的影响,从而使河流水质得到提高。最后,探讨了对于苏格兰控制农业非点源污染的管理措施,中国可借鉴的经验,指出中国可从立法、经济措施、技术措施等方面完善农业非点源污染的管理,保护水环境。

**关键词:** 苏格兰; 农业非点源污染; 管理措施; 启示

**中图分类号:** X-01; X323; G353.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4831(2011)03-0010-05

**Comment and Implication of Agricultural Non-Point Source Pollution Control Practices in Scotland.** WANG Xiu-ying, WANG Xiao-yan (College of Resources, Environment & Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

**Abstract:** Agriculture is an important non-point source pollution, and a major contributor to water pollution in Scotland. In order to protect its water environment, Scotland has carried out a series of management practices, including formulation of regulations, implementation of economic policies like financial subsidies, encouragement of farmers to use scientific production methods, and adoption of technical measures, like building up wetlands and buffer strips, to reduce the impacts of agricultural non-point sources pollution. As a result, water quality in rivers has greatly been improved. The management practices Scotland has in controlling agricultural non-point source pollution were discussed, and the experience that China should take as reference was been pointed out. China may improve its management on controlling of agricultural non-point source pollution and protecting of its water environment by means of legislation, economic policies and technical measures.

**Key words:** Scotland; agricultural non-point source pollution; management practice; implication

全球范围内,水资源污染问题不断加剧。随着各国政府对点源污染控制的逐步加强,非点源污染成为影响水环境质量的主要污染源。中国农业非点源污染日益严重,农村生活污染和农业非点源污染在流域污染中占有相当大的比例<sup>[1]</sup>。欧美国家开展农业非点源污染的研究与治理最早,并积累了丰富的经验,其中苏格兰对于农业非点源污染的相关工作是比较有特色的。苏格兰通过发放污染物排放同意书,较好地控制了点源排放<sup>[2]</sup>。在苏格兰,大部分土地被用于农业生产,许多研究表明农业是苏格兰最主要的非点源污染来源<sup>[3-6]</sup>。苏格兰环境保护署(SEPA)认为仅通过发放污染物排放同意书并不能完全控制非点源污染<sup>[7]</sup>,并致力于修复和改善低于良好状态的水资源,使其最晚于2027年达到欧盟规定的良好状态。为提高水质、改善水环境,苏格兰对非点源污染的来源、控制及管理措施等方面进行了研究,并采取了一系列的措施,笔者对这些研究成果和措施进行总结,以期为中国农业非点源污染控制工作提供借鉴。

## 1 苏格兰控制农业非点源污染的措施

仅从技术层面和经济层面上治理非点源污染,不仅治理难度大,投入成本高,而且在现有的技术条件下效果也不理想<sup>[8]</sup>。因此,需要借助法律手段,通过立法来预防和控制非点源污染。苏格兰制定了一系列法律法规以控制非点源污染。

### 1.1 法律法规和指导文件

**1.1.1 《苏格兰水环境(受控活动)法规》[The Water Environment (Controlled Activities) (Scotland) Regulations 2005, CAR]**

2005年苏格兰议会通过了《苏格兰水环境(受控活动)法规》(CAR)。为了确保对水环境产生污

收稿日期: 2010-12-03

基金项目: 国家自然科学基金(40971258); 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07212-002-01); 中德政府间科技合作项目(2009DFA92440)

① 通信作者 E-mail: cnuwxy@sohu.com

染的活动得到合理控制, CAR 规定了 3 级控制模式, 包括一般约束制度 (GBRs)、登记注册和使用水许可证。GBRs 通过制定一系列具体的要求来预防对环境的危害; 登记注册要求农场主在苏格兰环境保护署对其农场进行登记, 并且要遵守一系列的污染控制措施。CAR 发布后, 经过征询不同人员意见, 苏格兰环境保护署对部分内容进行了修改和扩充, 在 CAR 中加入了非点源污染防治条例, 完善或删除了以前的部分法规内容。非点源污染防治条例主要关注土地和地表径流的管理, 对农业活动有具体的规定, 并且这些规定比较明确, 容易被农民理解接受, 目的是减少农村土地利用活动产生非点源污染的风险, 从而保护和改善水质。

### 1.1.2 《农业活动的环境污染预防章程》(Prevention of Environmental Pollution From Agricultural Activities Code, PEPFAA)

2005 年, 苏格兰行政院颁布了新的《农业活动的环境污染预防章程》(PEPFAA), 该章程在 1997 年版本的基础之上, 增加了 2002 年颁布的“应该做、不应该做”指南, 并对内容进行了修改和完善。PEPFAA 颁布的目的是给农场主和与农业活动有关的人员(包括农场咨询人员)提供具体指导, 以减少来自农业活动的环境污染风险。章程有完整版和简写版 2 个版本, 完整版是为农业顾问提供详细指导的技术手册, 内容涵盖了空气、水和土壤污染; 简写版可称为“应该做、不应该做”指南, 包括完整版的所有要点, 易于农场主、佃农和有关人员阅读查询。该章程分为 12 部分, 为了便于读者尽快找到自己所需要的信息, 每部分的开始都简短列出了农场主应该做什么和不应该做什么, 通过这些措施来指导农场主进行科学合理的农业生产, 以减少非点源污染对环境的影响。比如, 为了减少污染的产生, PEPFAA 中规定了当土壤和气候条件适宜时, 农场主进行农业生产时的施肥量标准(表 1)。

表 1 最佳土壤与气候条件时的施肥量标准

Table 1 Fertilizer application rates when the environment was in optimum conditions

施用量	淤泥/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	农家肥/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	家畜粪肥/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	污水(废水)/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )
最大值	50	50	15	50
正常值	25 ~ 30	30 ~ 50	5 ~ 15	25 ~ 30

苏格兰市场研究人员 PETER<sup>[9]</sup> 对 PEPFAA 颁布后的效果进行了调查, 结果发现约有 75% 的受访者表示仔细阅读或浏览过该章程, 并且大多数农场

主认为该章程是重要、有用的信息来源, 并希望得到关于环境和污染问题的更多资料。但是章程也存在一些缺陷, 导致其在控制污染时达不到理想的效果。首先, 该章程需要农场主自愿遵守, 并没有法律的支撑; 其次, 部分章程规定得太笼统, 因为非点源污染造成的危害在一些区域能够承受, 但在一些敏感地区会产生严重的问题, 如  $1 \text{ hm}^2$  土地上 1 a 产生 1 t 的土壤侵蚀量在苏格兰大多数地方不构成危害, 但在利文湖等敏感区域会导致富营养化问题<sup>[2]</sup>。

### 1.1.3 《四要点计划》(The Four-Point Plan)

《四要点计划》通常简称为 4pp, 4pp 制定目的是让饲养家畜的农民提高对非点源污染的认识, 确保农民在饲养家畜过程中遵循现存的操作标准, 采用可行的措施减少来自粪肥等的污染。4pp 的制定得到了苏格兰农业大学、苏格兰环境保护署、苏格兰农民联合会等部门的大力支持, 第 2 版于 2004 年发行, 其主要内容为: (1) 减少农场周围的污水。具体措施包括分开存放清洁水和污水, 收集和利用雨水, 保持家畜饮用水槽功能良好等。(2) 提高硝酸盐利用率。具体措施包括减少混杂在粪肥中的水分和制定硝酸盐需求预算。(3) 进行肥料的环境风险评估; 遵循 PEPFAA 设定的肥料施用量标准和与水源地安全施用距离规定。(4) 管理污水边界。大多数牧场主认为该计划可以接受且具备可行性, 但 4pp 也存在不足之处, 即缺乏财政支持和激励措施, 这是该计划中许多建议未得以实施的主要原因<sup>[10]</sup>。

## 1.2 最佳管理措施

对非点源污染的控制与管理一般包括 2 个方面: 一是对污染源的控制, 即从源头上将非点源污染物的排放控制在最低限度; 二是对污染物扩散途径的控制, 即通过研究污染物的扩散机理, 改变或切断污染物的传播途径, 从而减少排入地表或地下水体的污染物数量。

### 1.2.1 宣传教育, 提高农场主的环境意识

苏格兰采取各种形式对农场主进行环境知识和科学生产的宣传教育与示范, 让农场主意识到自己的生产方式对环境产生的影响。如农业和野生生物咨询公司 (FWAG) 在环境宣传教育与生产示范方面做出了很大的贡献。FWAG 是英国独立的致力于为农场主提供咨询的组织, 成立于 1969 年, 苏格兰 FWAG 在隶属于英国 FWAG 25 a 之后, 于 2007 年 11 月成为独立的慈善机构。FWAG 的成员会不定期到农场指导工作, 其工作内容包括: (1) 通过提出建议和开展示范活动, 结合农场主的专长, 把环境目标纳入农村发展计划中; (2) 帮助农场主获得农业

环境计划基金;(3)帮助农场主将有关政策应用于农场生产中等。麦考利研究所的 L. SIMON 博士在进行 Tarland 流域管理研究时,先让农场主了解农业非点源污染对环境产生的影响,再向他们讲解科学的生产方式,结果证明这种管理方法非常有效<sup>[11]</sup>。

### 1.2.2 进行肥料源头控制

2002 年,苏格兰环境和农村发展部部长宣布在苏格兰境内划定 Lower Nithsdale 等 4 个硝酸盐脆弱区,并于 2003 年 1 月制定了在脆弱区内必须遵守的条例,要求农场主制定肥料施用和储存计划。条例中规定了脆弱区内肥料的施用量标准,即牧场中 1  $\text{hm}^2$  土地最高可施用 250 kg 有机氮肥,非牧场中 1  $\text{hm}^2$  土地最高可施用 170 kg 有机氮肥;田间粪肥的堆放距离沿海水域至少 10 m,距离供水水源至少 50 m。但脆弱区内的部分农场主认为脆弱区的划定并不科学,同时认为该条例对于脆弱区内的农业活动限制得太严格。

### 1.2.3 人工湿地

人工湿地系统是人为建设的、利用湿地净化污水的生态工程措施,具有低成本、低能耗及高效的氮、磷去除率等优点<sup>[12]</sup>。为了减少来自农场的非点源污染,人工湿地系统在苏格兰得到了大力推广<sup>[13]</sup>。

苏格兰修建了一批人工湿地用于处理农场、田地中产生的污水,并取得了一定的效果。比如 GOURIVEAU 等<sup>[14]</sup>从 2006 年起对苏格兰东南部的 2 个人工湿地(CFW1 和 CFW2)入口和出口处的水质进行监测,结果发现,CFW1 出口处水质与入口相比, $\text{NH}_4^+$  浓度降低 50%, $\text{NO}_3^-$  浓度降低 47%,TP 浓度降低 50%,TSS 浓度降低 88%;CFW2 出口处水质与入口相比, $\text{BOD}_5$  浓度降低 80%, $\text{NH}_4^+$  浓度降低 43%, $\text{NO}_3^-$  浓度降低 59%,TP 浓度降低 18%,TSS 浓度降低 72%;对湿地的生态价值监测发现,CFW1 取得了良好生态效益,CFW2 取得了中等生态效益。

在苏格兰,通过建造人工湿地处理农场污水的方式已经得到农场主的认可,如果农场主想建造湿地,政府将给予技术建议和资金支持。苏格兰环境保护署出版了《湿地建造指南》[Constructed Farm Wetlands (CFW) Design Manual for Scotland and Northern Ireland],该指南中包括了人工湿地建造时必需的设计、选址以及建造和维护等方面的详细信息和指导。但人工湿地存在一些缺陷,湿地在连续运行数年之后易产生淤积、阻塞现象,此外,还存在温差大、有害生物过多的现象。因此,在建造湿地时需要考虑这些因素的影响。

### 1.2.4 缓冲带

缓冲带是一类水土保持和面源污染控制的生物治理措施的总称。缓冲带通过干扰污染源与水路之间的通道,可有效降低非点源污染物质对水资源的影响<sup>[15]</sup>。苏格兰应用该措施治理非点源污染已经取得了一定的成效,如在 Tarland 流域的溪流边修建缓冲带,避免家畜直接饮水造成污染;在东娄甸郡和中东部的 Greens 河边修建缓冲带,将农田集约生产活动与水道旁脆弱的栖息地隔离开来,进而净化污水,减少湖泊中磷的输入量。苏格兰环境保护署对 Greens Burn 的水质进行分析发现,修建缓冲带后湖水总磷浓度比修建前减少 42%<sup>[16]</sup>。LORNA<sup>[17]</sup>选取苏格兰埃尔郡的 Cessnock 流域为代表,研究了在集约化生产的牧场中修建岸边缓冲带对甲壳虫群落结构和多样性的影响,结果表明,缓冲带不但可以降低非点源污染,还可以增加群落生物多样性。但缓冲带需占用一定的土地资源,对其利用时要加强管理,防止土壤侵蚀等不利情况出现。

### 1.3 经济措施

为保护环境,苏格兰制定了一系列经济措施,以激励农场主进行科学生产,如《单一支付计划》、《土地管理条约》和《农村管理计划》等。《单一支付计划》规定,对于符合申请条件的养牛场,农场主饲养的前 10 头牛,每头补贴 70 英镑,以后每头牛补贴 35 英镑;种植谷物作物的农场 1  $\text{hm}^2$  土地补贴 39 英镑,种植能源作物则 1  $\text{hm}^2$  土地补贴 31.5 英镑。《土地管理条约》的实施有助于苏格兰实行可持续的土地管理,该条约规定,农场主经培训合格并通过申请后,为儿童、青年提供参观其农场、森林的机会,将得到 100 英镑的补贴;如果农场主修建缓冲带,减少污染物进入湿地和水域的风险,保护野生生物,将得到 1  $\text{hm}^2$  土地 200 英镑的补贴;如果农场主搭配使用有机肥和无机肥,减少营养成分的流失,将得到 1  $\text{hm}^2$  土地 2 英镑的补贴。据统计,2005 年苏格兰支付《单一支付计划》的补贴为 367.78 百万英镑,支付《土地管理条约》的补贴为 14.80 百万英镑,支付《农村管理计划》的补贴为 12.03 百万英镑<sup>[18]</sup>。但是,如果农场主的生产方式破坏了环境,也会受到一定的惩罚。如《硝酸盐脆弱区条例》中规定,如果农场主不按照该条例规定进行科学生产,将会收到苏格兰环境和农村工作委员会的警告书,委员会会告知农场主其不当之处,并要求农场主至少在 28 d 之内采取正确的措施,如果农场主没有改正,将会受到至少 5 000 英镑的罚款,严重时还会受到控告。

## 1.4 农村非点源污染管理计划

农村非点源污染管理计划旨在让所有与农业有关的人员共同参与,以减少来自农村的非点源污染。该计划由苏格兰非点源污染管理咨询组织(DPMAG)负责执行,其主要部分是农村发展计划。

农村发展计划预计在6 a内拨出16亿英镑,通过食品加工、销售和合作拨款计划以及农村发展合同等7个方面的措施,实现苏格兰农村经济、社会发展目标,解决环境问题。其中,农村发展合同在计划中占据重要地位,在农业发展中发挥着重要作用。合同确定了农村优先发展的一批项目,农场主可以对其中的项目进行申请,如果得到批准,将获得基金资助,项目的详细内容在Argyll、Clyde Valley和Highland等11个区得到了细化。以Highland为例,优先发展项目包括商业活力和竞争力、生物多样性、水和土壤等9个方面,并设定了一定的环境目标,例如:减少来自农村土地利用的非点源污染,使水体达到良好以上生态状况;通过土壤和水资源优先保护计划改善地表水和地下水水质,重点是硝酸盐脆弱地区、洗浴水流域和饮用水保护区;至2015年,水体达到良好生态状况等。

计划中详细列举了对于减少非点源污染可采取的措施,如在肥料储存方面,采用存储设备存放肥料而不是任意堆放,采取措施尽量减少进入肥料储存地的清洁水;修建人工湿地截留和处理来自道路、院落的微污染水,减少进入水环境的扩散污染物质;采用生物过滤、芦苇地净化等污水处理方式减少废水中微生物含量,以降低水体中的细菌污染;此外,还包括肥料处理、栖息地管理、洪积平原管理等其他方面的措施。

## 2 取得的成效

苏格兰通过制定法律法规和指导文件、采取经济措施和最佳管理措施等手段,对农业非点源污染进行管理,使得农场主的环境保护意识逐渐增强,能够根据作物的需求量科学地进行农业生产活动,适量施用氮、磷肥(图1)。由图1可以看出,1999—2009年,苏格兰农作物与牧场的氮、磷肥施用量虽然在某些年份有所增加,但总体上呈明显下降趋势,说明苏格兰对于农业非点源污染的控制措施取得了很好的效果。

## 3 对中国的启示

### 3.1 非点源污染立法的完善

中国对非点源污染防治没有单独立法,现行法

律法规对非点源污染的规定非常少。如《水污染防治法》第3条虽然提及了农业非点源污染,但仍然主要针对来自点源污染排放的防治;关于农药、化肥施用的规定,虽然涉及了非点源污染问题,但其主要目标是保障农产品安全<sup>[8]</sup>。《畜禽养殖污染防治管理办法》和《畜禽养殖业污染防治技术规范》中对集约化畜禽养殖场的选址、污水处理、饲料管理等进行明确的规定,但没有针对畜禽放养的规定。因此,应结合非点源污染的特点,尽快建立一套适合中国国情的非点源污染防治的法律法规体系,完善农业非点源污染的环境管理体制,明确规定农业非点源污染控制的主管部门,同时建立起其他部门的协调机制。应以立法的形式规定与非点源污染相关的农业生产者有义务采取科学的生产方式,并对造成的影响承担责任;同时规定如果生产者的行为对环境造成了危害,则按危害程度给予相应的处罚,以在最大程度上达到减少非点源污染、保护水环境的目的。

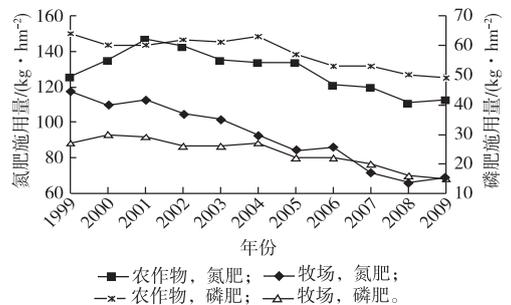


图1 1999—2009年苏格兰农作物与牧场的氮、磷肥施用量<sup>[19]</sup>

Fig. 1 Nitrogen and Phosphate application rates for crops and pastures during the period from 1999 to 2009 in Scotland

### 3.2 经济措施的完善

研究和实践表明,在非点源污染控制管理方面,运用经济手段比其他政策手段能起到更好的作用<sup>[20]</sup>。经济手段包括产品税收、信贷、补贴等手段。目前中国对农业已实行了多种补贴,极大地促进了农业发展,但农业补贴大多没有与环境挂钩,有的甚至起了反作用<sup>[21-22]</sup>,尤其是改革开放以来,对化肥和农药实行补贴以鼓励农民的增产积极性,这些措施却导致农民大量甚至过量使用化肥和农药。中国应借鉴苏格兰经济措施方面的成功经验,让农民采取科学的生产方式,既可保护环境,又能获得经济效益;应该制定合理的补贴政策,根据不同地区的农业生产成本,对于不施用肥料或少施用肥料的农户给

予一定的补贴;同时,吸收借鉴其他国家的成功经验,研究制定适合中国的、完整的非点源污染控制的其他经济措施。但是,由于中国地广农民多,目前还没有能力拨出相当数目的资金发展农村非点源污染计划,只能吸收苏格兰发展农村非点源污染计划的思路,先在小范围内进行试点研究,以治理日益严峻的农业非点源污染。

### 3.3 最佳管理措施的研究

中国地域宽广,各地区经济发展极不平衡,尤其是南、北方的农业存在很大差异,导致农业非点源污染的类型、负荷和数量也存在较大差异,而目前还没有或缺乏针对不同地区农业污染的最佳管理措施。苏格兰应用湿地、缓冲带治理非点源污染,取得了一定的成效。但中国人多地少,大量修建人工湿地、缓冲带会占用宝贵的土地资源,尤其是北方缺水地区,会消耗掉宝贵的水资源,加之人工湿地和缓冲带本身也存在一定的缺陷,不适宜进行大面积推广。因此,应根据不同区域的污染特征和社会经济条件,在典型区域建立农业非点源污染综合防治示范点,开展农村面源污染防治适用技术和应用推广措施研究,示范推广节本增效、环境友好的技术模式,并加强对农民的培训;同时,加大生态农业和有机农业的研究力度和资金投入,进行技术创新,对实施生态农业和有机农业生产的地方政府和农户给予一定的补贴和优惠政策,在更大范围内调动农民、企业和地方政府发展生态农业的积极性。

#### 参考文献:

[1] 孟雪靖,尚杰.农村生态环境非点源污染的经济学分析[J].黑龙江社会科学,2007(1):74-76.

[2] ARCY B D, FROST U A. The Role of Best Management Practices in Alleviating Water Quality Problems Associated With Diffuse Pollution [J]. *The Science of the Total Environment*, 2001, 265(1/2/3): 359-367.

[3] MORRIS R, MACDONALD J, GREIG S, *et al.* Matching Water Framework Directive Controls With Diffuse Pollution Challenges in Scotland [C]. Edinburgh: Lynda Gairns, Karen Crighton, Bill Jeffrey, 2006:13-22.

[4] EDWARDS A C, KAY D, MCDONALD A T, *et al.* Farmyards, an Overlooked Source for Highly Contaminated Runoff [J]. *Journal of Environmental Management*, 2008, 87(4): 551-559.

[5] AITKEN M, MERRILEES D, DUNCAN A. Impact of Agricultural Practices and Catchment Characteristics on Ayrshire Bathing Waters [EB/OL]. (2001-03-22) [2010-11-20]. <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2001/05/9173/File-1>.

[6] Scottish Environment Protection Agency. State of Scotland's Environment Report 2006 [EB/OL]. (2006-10) [2010-11-20]. [http://www.sepa.org.uk/science\\_and\\_research/data\\_](http://www.sepa.org.uk/science_and_research/data_)

and\_reports.aspx.

[7] Scottish Environment Protection Agency. The State of the Environment Report [R]. Stirling: Scottish Environment Protection Agency, 1996.

[8] 冷罗生.非点源污染控制的现状及其立法原则[J].环境科学与管理,2009,34(1):30-33.

[9] PETER E. Evaluation of Prevention of Environmental Pollution From Agricultural Activity (PEPFAA) Code [R]. (1999-09-07) [2010-11-25]. <http://scotlandmalawi.com/Publications/1999/09/3424/evaluation>.

[10] AUDSLEY R. The Four-Point-Plan: A Tool for Livestock Farmers to Reduce Diffuse Pollution [C]. Edinburgh: Doug Lewis, Lynda Gairns, 2004:35-41.

[11] Malcolm Coull. Clean Water-Just Add People [Z]. Gleneam: The Farming and Wildlife Advisory Group, Scotland, 2008:30-31.

[12] 马井泉,周怀东,董哲仁.我国应用生态技术修复富营养化湖泊的研究进展[J].中国水利水电科学研究院学报,2005,3(3):209-215.

[13] HEAL KV, VINTEN A J A, GOURIVEAU F, *et al.* The Use of Ponds to Reduce Pollution from Potentially Contaminated Steading Run-off [C]. Edinburgh: Lynda Gairns, Karen Crighton, Bill Jeffrey, 2006:62-70.

[14] GOURIVEAU F, HEAL K V, RUSSELL G, *et al.* Constructed Farm Wetlands (CFWs) for Remediation of Farmyard Runoff: Water Treatment Efficiency, Ecological Value and Cost-Effectiveness [C]. Edinburgh: Karen Crighton, Rebecca Audsley, 2008: 259-264.

[15] SINCLAIR A H, FROST A, VINTEN A, *et al.* Assessing the Significance of Diffuse Pollution Risks in Order to Target and Prioritise Best Management Practices [C]. Edinburgh: Lynda Gairns, Karen Crighton, Bill Jeffrey, 2006:100-110.

[16] BRIAN J, ARCY D. Loch Leven Restoration: A Partnership Approach [Z]. Gleneam: The Farming and Wildlife Advisory Group, Scotland, 2008:11.

[17] LORNA J C. The Influence of Riparian Buffer Strips on Carabid Beetle (Coleoptera, Carabidae) Assemblage Structure and Diversity in Intensively Managed Grassland Fields [J]. *Biodiversity Conservation*, 2008, 17(9): 2233-2245.

[18] LEE-ANN S. Environmental Grants and Regulations in Strategic Farm Business Decision-Making: A Case Study of Attitudinal Behavior in Scotland [J]. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 415-423.

[19] MARC T. The British Survey of Fertilizer Practice: Fertilizer Use on Farm Crops for Crop Year 2009 [R]. York: Peasholme Green, 2010: 24-28.

[20] MALIK A S, LARSON B A, RIBAUDO M. Economic Incentives for Agricultural Nonpoint Source Pollution Control [J]. *Water Resources Bulletin*, 1994, 30(3): 471-480.

[21] 徐晓雯.美国绿色农业补贴及对我国农业污染治理的启示[J].理论探讨,2006(4):69-72.

[22] 苏杨,马宙宙.我国农村现代化进程中的环境污染问题及对策研究[J].中国人口·资源与环境,2006,16(2):12-18.

作者简介:王秀英(1978—),女,山东德州人,博士生,主要从事环境管理方面的研究。E-mail: wangxiuying@163.com