

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2015.04.020

上海市农业用水现状及节水途径探讨

汤美娜, 杨 凯, 尚钊仪, 吴 蒙

(华东师范大学生态与环境科学学院, 上海 200241)

摘要:介绍了上海市农业用水现状,以金山、青浦区为例,梳理了上海市典型试点地区在农业节水方面采取的节水措施以及所取得的节水成效,并针对上海市农业节水在计量设施、定额管理、水价调节及灌溉方式方面的不足提出对策建议:推进计量设施建设,加强精细化管理;修编用水定额,落实定额管理;实行农业阶梯水价,强化提补激励机制;发展先进节水灌溉技术,加大节水宣传教育力度。
关键词:农业用水;节水途径;计量管理;用水定额;阶梯水价;上海市
中图分类号:S27 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2015)04-0111-05

Agricultural water utilization status in Shanghai and discussion of its water-saving countermeasures

TANG Meina, YANG Kai, SHANG Zhaoyi, WU Meng

(College of Ecology and Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: Status of agricultural water consumption in Shanghai City are introduced. Taking Jinshan, Qingpu as examples, the water-saving measures taken in the agricultural water-saving in typical pilot areas of Shanghai city and the effects achieved are combed. The countermeasures and suggestions for the agricultural water saving in Shanghai are put forward in the aspects of measurement facilities, quota management, water price adjustment and irrigation mode, including promoting the measurement infrastructure construction, strengthening the fine management; revision of water quota, implementation of quota management; implementation of agricultural progressive pricing scheme for water use, strengthening complement incentive mechanism; development of advanced water-saving irrigation technology, increasing water conservation publicity and education efforts.
Key words: agricultural water utilization; water-saving countermeasures; measurement management; water consumption quota; progressive pricing scheme for water use; Shanghai City

上海市地处长江三角洲东缘,太湖流域下游,东向东海,北依长江,南濒杭州湾,西接江浙两省,滨江临海的优越地势加上丰富的过境水资源一定程度上弥补了本地水资源的紧缺,但受上游来水水质及本地水环境影响,上海市被列为全国 36 个水质型缺水城市之一。农业用水由于具有公益性,在水资源管理以及节约用水方面往往被忽略,因而水资源利用方面的问题愈加突出,用水浪费与水质型缺水现状并存,富含氮磷的农田径流进一步加剧面源污染。开展上海市农业用水现状及节水途径的探讨,对缓解上海市水资源矛盾,改善水环境,具有重要的现实

意义,并可为南方水质型缺水地区的农业节水工作提供借鉴。

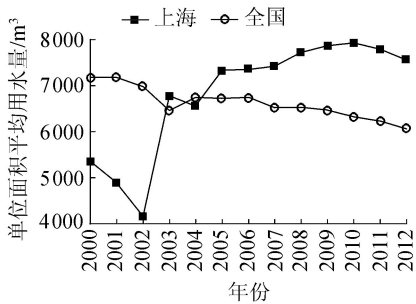
1 上海市农业水资源利用现状

1.1 农田灌溉效率偏低,用水量大

上海市地处平原河网地区,以灌溉农业为主。据上海市水资源公报,2012 年上海市农田灌溉水有效利用系数为 0.718,距离最严格水资源管理制度 2015 年阶段性目标的 0.734 仍有差距。2000—2012 年,上海市农田灌溉单位面积(本文以 1 hm² 为单位面积)平均用水量总体上表现为波动上升至趋

基金项目:教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(11JZD024);上海市水利普查项目(2012)
作者简介:汤美娜(1990—),女,硕士研究生,研究方向为环境规划与管理。E-mail:tangmeina1@126.com

于平缓,再到稳中有降,自 2005 年起,上海市农田灌溉单位面积平均用水量超过全国平均水平,与全国农田灌溉单位面积平均用水量总体下降的趋势相悖。其中,2000—2005 年,上海市农田灌溉单位面积平均用水量受降雨影响,波动明显,两者大致呈负相关。2002 年 5 月,上海市降水量创历史新高,但当年单位面积平均用水量达到最低值。近年来,随着节水灌溉工程的建设,上海市农田灌溉单位面积平均用水量小幅减少,2012 年约为 7 560 m³,仍比全国平均水平(6 225 m³)高出 20% 以上,农田灌溉效率有待提高(图 1)。



注:数据来源于 2000—2012 年《中国水资源公报》、《上海市水资源公报》。

图 1 农田灌溉单位面积平均用水量

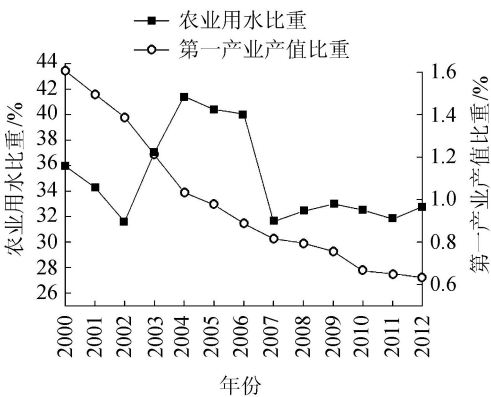
1.2 农业用水占比高,水资源配置效益低

随着上海市产业结构升级,以农业为主的第一产业产值比重逐年下降,而农业用水占比长期处于较高水平,两者呈现倒挂。2012 年,上海市农业用水量占全市用水总量的 32% (不考虑火电工业用水量),而第一产业产值仅占全市生产总值 0.63%,水资源配置效益低(图 2);2012 年万元农业增加值用水量约为万元工业增加值用水量的 22 倍,且降幅远小于后者,2010—2012 年万元农业增加值用水量年均减少率约为 4%,而同期万元工业增加值用水量年均减少率将近 18%,两者之间的用水效益差异明显。

在目前以行政手段为主的水资源配置机制下,低效益的农业用水导致全市用水总量、万元 GDP 用水量增加,制约了有限水资源综合利用效益的提高。随着市场配置机制的逐渐完善,产业间用水效益的差异将推动有限的水资源从低效益用水领域向高效益用水领域转移,但农业作为国民经济的基础,其用水具有优先保障权,这将导致农业与其他产业争水的矛盾逐渐显现^[1],水资源利用形势日趋严峻。

2 试点地区的农业节水

金山区、青浦区地处上海市郊区,农作物播种面积分别占全区总面积的 82%、58%,是上海市典型的农业用水大户,分别于 2010 年、2008 年被确定为



注:数据来源于 2000—2012 年《上海统计年鉴》、《上海市水资源公报》。

图 2 农业用水比重及第一产业产值比重

全国节水型社会建设试点,在农业节水建设方面具有一定的示范性。

2.1 主要农业节水措施

农业节水措施分为工程性措施和非工程性措施。在工程性措施方面,金山、青浦区逐步将全自动节水灌溉系统、雨水收集系统等先进节水技术应用于现代农业园区花卉等经济作物种植基地,并开展以渠道防渗、田间节水灌溉为重点的农田水利设施建设工作。非工程性措施主要包括相关规划的编制、取水许可证的颁发、用水定额的测算以及农业园区创新管理模式的引进。金山区“镇区合一”的管理模式,使得农业园区从乡镇划出,直接受园区管理委员会(简称管委会)会领导,减少了中间管理成本。青浦区实行管委会加公司开发的管理模式,下辖绿色科技园区有限公司、农业园区生态农场等,由公司提供资金保障与技术支撑,增加了园区的融资渠道和运作的自主性。此外,金山区适时将农业灌溉收费标准由原先的每年 750 元/hm² 上调为每年 900 元/hm²,以维持灌区的正常运作(表 1)。

2.2 农业节水成效分析

通过以上措施,试点区在农业节水相关指标方面均取得了一定的成效。据上海市水资源公报,2007 年上海市年平均降水量 1 162.9 mm,而 2011 年仅为 882.5 mm,是典型的枯水年。2011 年,青浦区农业用水量、农田灌溉单位面积用水量较 2007 年不增反降。同样地,尽管 2012 年平均降雨量较 2009 年少,金山区农业用水量及农田灌溉单位面积用水量却均有所减少。试点区的灌溉水有效利用系数均提高至 0.7 以上,位于上海市领先水平(表 2)。

农业节水还具有一定的经济效益、环境效益及社会效益。2011 年,青浦区农业用水量较 2007 年减少 0.28 亿 m³,按照电动机实测每小时耗电量 12 kW·h,实测流量 0.24 m³/s,农用水电价 0.3 元/(kW·h)

表 1 金山区、青浦区农业节水措施

地区	工程性措施	非工程性措施
金山	新翻建泵站 112 座、地下渠道 101 km、喷滴灌 433 hm ² ,改善节水灌溉面积 3 240 hm ²	“镇区合一”管理模式,灌溉收费标准上调 管委会加公司开发管理模式 编制规划大纲,发放取水许可证,测算灌溉定额
青浦	建设高效良田、设施菜地,发展水泥明沟、地下渠道 268 km,喷滴灌 413 hm ² ,改善节水灌溉面积 2 413 hm ²	
两区相同措施	建设现代农业园区花卉基地的全自动节水灌溉系统、雨水收集系统	

注:资料来源于《上海市青浦区节水型社会建设试点自评估报告》《金山节水型社会建设中期评估报告》。

表 2 金山、青浦农业节水成果指标情况

地区	农业用水量			单位面积用水量			灌溉水有效利用系数			万元农业增加值用水量		
	2009 年/ 亿 m ³	2012 年/ 亿 m ³	年均变 化率/%	2009 年/ m ³	2012 年/ m ³	年均变 化率/%	2009 年	2012 年	年均变 化率/%	2009 年/ m ³	2012 年/ m ³	年均变 化率/%
金山	1. 83	1. 77	-1. 1	7 545	6 780	-3. 5	0. 7	0. 728	1. 3	1 710	1 264	-9. 6

地区	农业用水量			单位面积用水量			灌溉水有效利用系数			万元农业增加值用水量		
	2007 年/ 亿 m ³	2011 年/ 亿 m ³	年均变 化率/%	2007 年/ m ³	2011 年/ m ³	年均变 化率/%	2007 年	2011 年	年均变 化率/%	2007 年/ m ³	2011 年/ m ³	年均变 化率/%
青浦	1. 57	1. 29	-4. 8	7 950	6 705	-4. 2	0. 6	0. 71	4. 3	1 997	1 309	-10. 0

资料来源:《上海市青浦区节水型社会建设试点自评估报告》《金山节水型社会建设中期评估报告》。

估算,节约电费约 $(0.28\times10^8\times12\times0.3)/(0.24\times3600)=11.67$ 万元,经济效益明显;节水即减污^[2-3],节水灌溉能有效减少随农田径流排入河道或下渗至土壤中的氮磷元素,减轻农业面源污染^[4]。根据节水型社会建设评估报告,金山水功能区达标率分别由 2009 年的 60% 提高到 2012 年的 63.6%,青浦则由 2007 年的 55% 提高到 2011 年的 61.5%。

3 农业节水的主要途径

3.1 推进计量设施建设,加强精细化管理

目前,上海市通过农业取水许可证的核(换)发工作,实现了农业取水合法化,但在实际的灌区管理中,由于缺乏有效的计量设施,且相关的管理办法对农业计量设施运行管理和后期维护未做具体规定,使得取水监管难以落实,因而亟须制定农业取水计量管理办法,对计量设施的选型安装及运行维护做出具体规定。如在现代农业园区优先推行智能计量设备(IC 卡)及现代化水监测系统;在高标准渠系中选择运行成本较高的电磁流量计;在不易安装计量设施的中小型提水灌区,暂时采用以测流为基础的电量法进行水量估计^[5],计量设施的运行状况纳入灌区运行管理考核体系中。在加强设施建设的基础上,逐步推进农业用水的精细化计量管理,加大对基础数据核算、统计、上报工作的软硬件投入,由专业人员负责农业水资源数据库的建立和维护,为定额管理、规范标准的制定提供基础数据及技术支撑。

3.2 完善用水定额,落实定额控制

2001 年上海市发布的《上海市用水定额(试行)》中,农业用水定额已经难以适应最严格水资源

制度下的用水现状:①定额标准偏大,对过度用水行为起不到约束作用,如水稻单位面积用水定额为 10 050 m³,高于 2000—2012 年各年份的农田灌溉单位面积用水量(小于 8 000 m³);②定额值为固定的静态指标,未考虑降雨、土壤质地、灌溉方式、回归水的利用等因素对水量的影响,难以反映实际的用水差异;③定额标准缺少前瞻性,难以指导用水计划的编制。近年来,上海市将各区(县)多年平均单位面积用水量作为取水许可量,这种通过事后分析制定的定额标准缺少前瞻性,难以指导用水计划的编制^[6]。因此,亟须开展农业用水定额的修编工作,按照基于现状、适度超前的原则,制定各作物在不同条件下的定额标准并向社会公布,使农户“节水有数”,管理者“配水有据”。同时,以用水定额作为“节奖超罚”的考核标准,出台配套的考核政策,通过取水监管,有效落实定额管理对农业用水量的源头控制。

3.3 实行农业阶梯水价,强化提补激励机制

科学的水价政策有助于长效自主节水机制的形成。我国将完善水利工程供水水价形成机制,开展农业水价改革^[7],先后出台了一系列政策法规。但上海农业水价改革相对滞后,《上海市水资源费征收使用管理办法》规定全市暂缓征收农业取水水资源费;部分区(县)征收的灌溉费不包括水资源费、固定资产折旧费等费用,且主要用于机埠电费支出及人员工资、维修养护等管理成本,水价形成机制的不完善导致水价偏低,难以补偿供水生产成本;2013 年金山亭林镇上调灌溉收费标准,但按面积大小收费的计费方式本质上仍为计划经济体制下的事业性

收费,所缴费用与用水量脱钩,节水的激励作用不足(图3)。

一步到位的全成本水价势必提高农业生产成本,有悖于当前税费改革、农民减负的大趋势,兼顾公平及效率原则的水价改革就成为关键^[8-9]。根据2014年《水利部关于深化水利改革的指导意见》中要求实行定额内用水低价、超定额用水累进加价的农业水价改革意见,结合上海市典型灌区灌溉费用实地调研情况,可推广农业阶梯水价,大型水利工程仍由政府投资建设;定额内水量定价机制充分考虑农户承受能力,优先补偿目前灌溉费用中的机埠动力成本,根据电量核算用水量,实现按方收费的一级阶梯水价,与用水量直接关系较弱的人员工资、维修保养等管理成本,则通过财政补贴进行转移支付;超定额水量实行累进制水价,二级阶梯水价按照补偿供水生产成本原则核定,由用水户承担超额水量供水成本,三级阶梯水价考虑将部分利润纳入水价体系。同时强化相应的提补机制,将水费加上一定的政府补贴后一部分补偿给节水农户,形成“节水越多,水价越低”的有效激励,其余部分用于奖励节水灌区管理者,协调节水与灌区收益的矛盾^[10]。随着水价改革的不断深入,将环境成本纳入水价结构中,并向过度或任意排水行为征收罚金,强化约束机制。此外,由于农业生产有明显的季节性,可以通过浮动性水价来协调供需矛盾^[11]。

3.4 发展先进节水灌溉技术,加大节水宣传教育力度

上海市致力于建设以浦东新区孙桥现代农业园区为引领的生态节水型农业园区建设,在现代园区优先发展无土栽培技术、自动化喷滴灌系统、温室表面雨水集蓄利用系统等先进灌溉节水技术,用于高品质经济作物灌溉,而主要用水大户——水稻,仍以传统的地面灌溉为主,工程建设以渠道防渗改造为主,形式单一。可在试点区发展以“浅、湿、晒”为特征的非充分灌溉技术、干湿交替技术等^[12-13],减少田间的水分损失,合理控制泡田时间,降低育秧过程的水分投入,从而提高水分生产率^[14]。随着科学技术的进步,结合3S技术的智能化自动灌溉控制系统、田间土壤墒情监测等先进技术具有广阔的应用前景。2010年上海培育的粳型杂交节水抗旱稻“早优8号”,在实现增产的同时有效节水50%以上。

先进的农业节水技术和农田灌溉技术对管理人员以及农户的综合素质都提出了更高的要求,因此,亟须通过专业培训提高管理人员的专业水平。要严格考核用电量、排水量、水量漏损等管水情况,以保障农业节水政策的有效落实;并加大农业节水宣传教育力度,普及节水知识,使农户在提高节水意识的同时掌握基本的节水技能。

参考文献:

[1] 王亦宁,李培蕾,谷树忠,等. 基于永定河流域典型案例

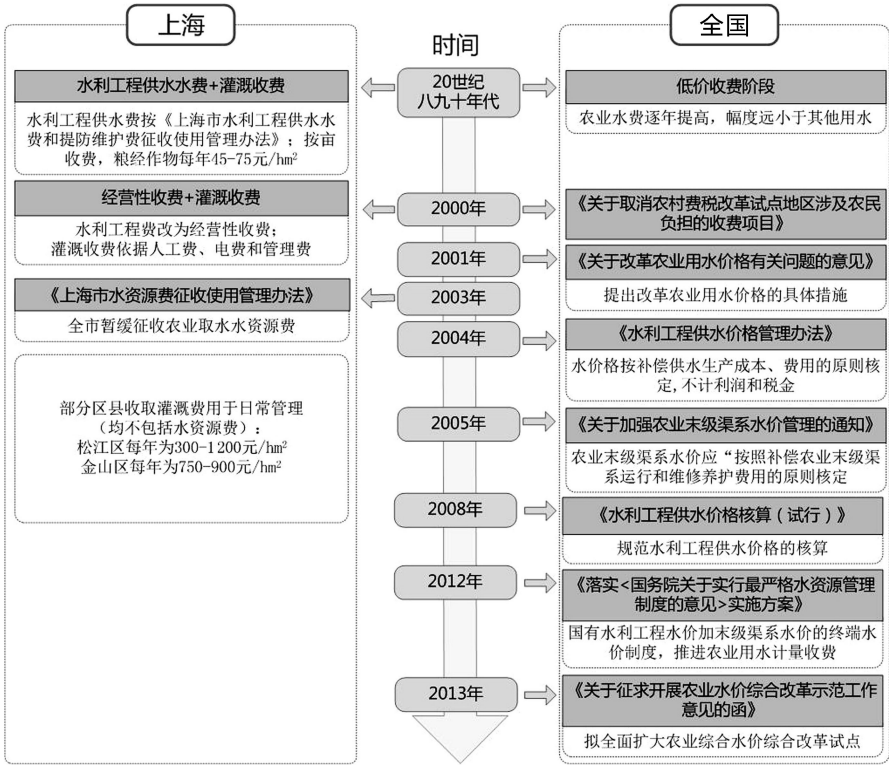


图3 国家、上海农业水价发展概况

- 区的农业节水技术需求影响因素分析[J]. 资源科学, 2010, 32(6): 1205-1211. (WANG Yining, LI Peilei, GU Shuzhong, et al. An analysis on influential factors of demand for agricultural water-saving technology [J]. Resources Science, 2010, 32 (6): 1205-1211. (in Chinese))
- [2] 余金凤, 洪林, 江洪珊. 南方典型灌区节水灌溉的减污效应[J]. 节水灌溉, 2011(8): 1-4. (YU Jinfeng, HONG Lin, JIANG Hongshan. Effects of water-saving irrigation on pollution control [J]. Water Saving Irrigation, 2011 (8): 1-4. (in Chinese))
- [3] 郭苒. 水稻节水灌溉及其对环境的影响[J]. 中国工程科学, 2002, 4(7): 8-16. (MAO Zhi. Saving irrigation for rice and its effect on environment [J]. Engineering Science, 2002, 4(7): 8-16. (in Chinese))
- [4] 崔远来, 李远华, 吕国安, 等. 不同水肥条件下水稻氮素运移与转化规律研究[J]. 水科学进展, 2004, 15(3): 280-285. (CUI Yuanlai, Li Yuanhua, LU Guoan, et al. Nitrogen movement and transformation with different water supply for paddy rice [J]. Advances in Water Science, 2004, 15(3): 280-285. (in Chinese))
- [5] 胡荣祥, 卢成, 郑世宗, 等. 杭嘉湖平原河网地区农业用水计量方法研究[J]. 节水灌溉, 2012(4): 61-63. (HU Rongxiang, LU Cheng, ZHENG Shizong, et al. Research on agricultural water measurement methods in Hangjiahua Area [J]. Water Saving Irrigation, 2012 (4): 61-63. (in Chinese))
- [6] 刘强, 桑连海. 我国用水定额管理存在的问题及对策[J]. 长江科学院院报, 2007, 24(1): 16-19. (LIU Qiang, SANG Lianhai. Problems and countermeasures on water quota management mechanism in China [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2007, 24(1): 16-19. (in Chinese))
- [7] 安蓓, 赵超. 我国将完善重点领域价格形成机制[N]. 人民政协报, 2014-12-09(12).
- [8] 姜文来. 建立农业水价合理分担机制[N]. 中国水利报, 2012-03-22(06).
- [9] ROGERS P, De SILVA R, Bhatia R. Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability [J]. Water Policy, 2002, 4 (1): 1-17.
- [10] 常宝军, 刘毓香. “一提一补”制度节水效果研究[J]. 中国水利, 2010 (7): 41-44. (CHANG Baojun, LIU Yuxiang. Study on water saving effect of the system of increase price and allocate subsidy [J]. China Water Resources, 2010(7): 41-44. (in Chinese))
- [11] 龚宇, 单成钢, 王聪玲, 等. 实行季节性梯度农用水价对农业节水的有效性研究[J]. 节水灌溉, 2006(1): 5-8. (GONG Yu, SHAN Chenggang, WANG Congling, et al. Research on usefulness of agricultural water saving under seasonal steps agricultural water price [J]. Water Saving Irrigation, 2006(1): 5-8. (in Chinese))
- [12] BOUMAN B A M, TUONG T P. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice [J]. Agricultural Water Management, 2001, 49(1): 11-30.
- [13] BELDER P, BOUMAN B A M, CABANGON R, et al. Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use in typical lowland conditions in Asia [J]. Agricultural Water Management, 2004, 65(3): 193-210.
- [14] 姚林, 郑华斌, 刘建霞, 等. 中国水稻节水灌溉技术的现状及发展趋势[J]. 生态学杂志, 2014, 33(5): 1381-1387. (YAO Lin, ZHENG Huabin, LIU Jianxia, et al. Current situation and prospect of rice water-saving Irrigation technology in China [J]. Chinese Journal of Ecology, 2014, 33(5): 1381-1387. (in Chinese))

(收稿日期: 2014-09-19 编辑: 彭桃英)

(上接第 102 页)

- [16] 王均, 曹淑瑞, 张雷, 等. 果实类中药材中 20 种有机磷农药残留的同时测定[J]. 分析测试学报, 2013, 32(11): 1309-1315. (WANG Jun, CAO Shurui, ZHANG Lei, et al. Simultaneous determination of 20 kinds of organophosphorus pesticide residues in fruit traditional chinese medicine [J]. Journal of Instrumental Analysis, 2013, 32(11): 1309-1315. (in Chinese))
- [17] 李晓晶, 陈安, 黄聪, 等. 分散液液萃取-气相色谱柱法快速测定水中 23 种有机磷农药[J]. 分析测试学报, 2011, 30(3): 326-329. (LI Xiaojing, CHEN An, HUANG Cong, et al. Determination of 23 organophosphorous pesticides residues in water using dispersive liquid-liquid microextraction coupled with gas chromatography [J]. Journal of Instrumental Analysis, 2011, 30(3): 326-329. (in Chinese))
- [18] 李晓亚, 张永涛, 张莉, 等. 固相萃取-气相色谱法测定水中有机磷农药[J]. 理化检验-化学分册, 2013, 49(7): 820-823. (LI Xiaoya, ZHANG Yongtao, ZHANG Li, et al. GC Determination of organophosphorus pesticides in water with solid phase extraction [J]. PTCA, 2013, 49 (7): 820-823. (in Chinese))
- [19] 饶竹. 环境有机污染物检测技术及其应用[J]. 地质学报, 2011, 85(11): 1948-1962. (RAO Zhu. Application research of environmental organic pollutants test techniques [J]. Acta Geologica Sinica, 2011, 85(11): 1948-1962. (in Chinese))
- [20] 王艳洁, 周传光, 马新东, 等. 海水中 14 种有机磷农药的气相色谱测定方法[J]. 分析试验室, 2008, 27(增刊 1): 436-440. (WANG Yanjie, ZHOU Chuanguang, MA Xindong, et al. Measurement of 14 organophosphorus pesticides in seawater with gas chromatography [J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 2008, 27(Sup1): 436-440. (in Chinese))

(收稿日期: 2014-10-21 编辑: 高渭文)