

水源地保护及突发性水污染事件预警应急的研究与实施进展

李保刚¹, 周克梅², 林 涛¹, 陈 卫¹

(1. 河海大学饮用水安全研究所, 江苏 南京 210098; 2. 南京市自来水总公司, 江苏 南京 210002)

摘要:从保护水源地和建立突发性水污染事件预警应急系统的重要性出发, 综述了国内外在水源地保护立法、管理体制、水源地保护现状和突发性水污染事件预警应急系统建设方面的研究与实施进展。提出了从加强立法、规划, 严控污染源, 强化流域管理, 鼓励公众参与, 对水源地进行经济补偿, 采用先进技术, 加强水源地保护教育等方面加强水源地保护工作以及加强水源地突发性水污染事件应急的预警体系的一些建议。

关键词: 水源地保护; 突发性事件; 水污染事件; 预警应急; 综述

中图分类号: X507 文献标识码: B 文章编号: 1004-693X(2008)01-0087-05

Review of water source areas conservation and early warning system for emergent water pollution accidents

LI Bao-gang¹, ZHOU Ke-mei², LIN Tao¹, CHEN Wei¹

(1. Institution of Drinking Water Safety Research Academy of Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Nanjing Tap Water General Company, Nanjing 210002, China)

Abstract: Based on the importance of water source area conservation and early warning system for emergent water pollution accidents, the legislation, administrative system, protection of water source areas and the establishment of early warning system for water pollution accidents at home and abroad were reviewed. Suggestions for strengthening water source areas protection and early warning system were put forward, such as improving the legislation and planning, controlling pollution sources, strengthening watershed management, encouraging public participation, enhancing economic compensation, using advanced technology, inculcating water source protection, etc.

Key words: water source area conservation; emergent accidents; water pollution accidents; early warning system; review

水源地的保护事关人民群众的日常生活和身体健康。松花江水污染事件和广东北江镉污染事件发生后, 水源地保护再次受到了广泛关注, 各地都在制订水源地保护及水污染事件预警应急预案。国外在这方面的工作进行较早, 尤其是莱茵河流域管理体制、多瑙河突发性水污染事件预警系统和美国在“9.11”事件后所做的工作可为我国在水源地保护工作提供借鉴。

1 国外相关研究与实施进展

1.1 水源地保护立法

发达国家一般都有较完备的水源地保护法律体

系。德国作为世界上最早建立水源地的国家, 先后制定了《水法》^[1]、《地下水水源保护区条例》^[2]、《水库水水源保护区条例》^[3]及《湖水水源保护区条例》^[4]。美国可用于水源地管理的联邦法案是清洁水法和生活饮用水安全法^[5]。日本用于统一协调水源地管理的法律基础是《河川法》、《公害对策基本法》、《水源地域对策特别措施法》、《湖泊水质保全特别措施法》和《水污染防治法》等^[6-7]。在水源地保护立法方面, 有的国家没有河流水水源保护条例, 如德国^[1]。一些国家除了国家立法, 各地也分别针对各自水源地情况制订水源保护法规, 如美国纽约的“纽约水源地备忘录”^[8]。

基金项目: 江苏省社会发展计划项目(B52006014); 江苏省建设厅科技计划项目(JS2006ZB02)
作者简介: 李保刚(1974—) 男, 河南舞钢人, 硕士研究生, 研究方向为水处理技术及水源地保护。E-mail: lbglshk@126.com

1.2 国外水源地保护管理体制

发达国家的地表饮用水源管理强调流域管理、地表饮用水源保护和净水处理三者的有机结合,比较成功的典型是“美国流域计划管理机构”^[9]。欧盟于2000年制定了《水资源管理框架指导方针》^[10],提出了“基于流域管理的水资源政策”,美国的清洁水法改变了以往的从项目到项目、污染源到污染源、污染物到污染物的管理模式,采用更为整体性的、基于流域的管理模式。英、法两国建立了以流域为单位的跨辖区管理体制,而德国则为跨辖区的水资源管理设立了专门的机构,但三国水资源管理机构有一个共同的特点,就是它们对流域的水量、水质以及水利等方面的管理都具有明确的法律地位和相应的权力^[11]。

作为国际流域管理典范的莱茵河,早在1950年7月就成立了旨在全面处理莱茵河流域保护问题并寻求解决方案的“莱茵河保护国际委员会”(IKSR),最高决策机构为每年召开一次的流域各国部长参加的全体会议。欧洲莱茵河流域各国经济发展水平尽管不同,但实施莱茵河流域可持续管理的认识是相同的,无论是上游国家还是下游国家都把对流域治理的贡献作为自己的责任和义务^[12-13]。

由于流域管理的广泛性和社会性,国外还相当重视公众参与,并将其作为流域管理的关键因素之一,如法国的流域委员会采取“三三制”的组织形式^[14]。为了促进公众参与,欧盟1998年和2003年分别制定了《奥尔胡斯协定》^[15]和《关于公众获得环境信息的指导方针》^[16]。美国2003年制定了《公众参与政策》^[17]。

1.3 国外水源地保护现状

世界各国水源地保护大多采用分级分区保护的制度。德国尽可能争取将取水口所在流域区全区划定为水源保护区,水源保护区至少要包括流域区内取水口上游区;水源保护区内部分级划出2到3个分区,分级保护。水源保护区面积大小的确定要综合考虑水质保护和经济发展的关系,在两者不可兼得时应坚持饮用水水源保护优先于发展经济^[1]。而美国纽约州在水源地保护方面,比较突出的是采用防护区(Setback)和缓冲区(Buffer zone)将水源与潜在污染源隔离,这是“纽约水源地备忘录”的一个重要举措^[8]。

在污染物控制方面,发达国家在加强控制点源污染的同时,也很重视控制面源污染,在面源污染的管理和控制方面以美国的“最佳管理措施”最具代表性,美国国家环保局、农业部水土保持局及各州级政府相应机构都有“最佳管理措施”实施细则和办法,提倡运用非生物工程^[18]、生物工程措施^[19]削减非点源,并在部分工程措施设计标准^[20]、效果评价^[21]和经济效益分析^[22]方面也有一定的发展。在与面源管理有关的水质检测方面,美国国家环保局设置了土

地利用与水源水质监测参考项目表。在应用地理信息系统方面,达喜斯土地利用卫星为美国14820 km²土地的9个流域的地理信息系统提供信息^[23]。

水源地保护在一定程度上影响了水源地地区的经济发展,因此国外比较重视对水源地的经济补偿,如美国为加大流域上游地区居民对水土保持工作的积极性,采用了水土保持补偿机制,德国生态补偿主要是靠州际间横向转移支付,瑞典、比利时等国家也以各种与环境有关的税收(绿色税)等形式对生态环境进行补偿^[24]。在水源地保护资金投入方面,美国国家环保局设专款支持州和地方政府提出水源保护项目,企业、财团也提供经济支持^[25]。

1.4 国外突发性水污染事件预警系统建设

在“9.11”后,美国强调“水系统单元的脆弱性”这种概念,亦即水系统的潜在危险^[26]。美国国家环保局评价了水系统单元的脆弱性和各种相关因子,向供水企业提供危险评价的方法以及以往安全隐患的目录,修改应急对策规划的导则和技术支持,并对供水企业进行培训,建立了水信息共享和分析中心^[27]。

预警系统应有必要的组织制度保证,俄亥俄河水卫生委员会(ORSANCO)^[28]设立中心办公室管理数据和交流情报,向各用水户通报各种水污染事故和水质变化。在突发性水污染事件预警系统建设中,要有足够的资金保证。突发性水污染事件预警系统中,俄亥俄河水卫生委员会购买和维护分析仪器,供水企业则为监测站提供工作人员和工作地点,但是系统的日常维护管理资金却很不足。

一般预警系统包括实时监测系统、分析工具和数据库,快速通信系统和应急预案组成。实时监测系统提供实时水质资料,如俄亥俄河突发性水污染事件预警系统^[29]包括15个拥有气相色谱仪的监测站监测有机物质污染;分析工具和数据库包括各种污染物质资料库和能够模拟污染物迁移转化的模型,俄亥俄河突发性水污染事件预警系统利用污染物迁移转化模型和数据分析系统为各供水企业提供河流中化学污染物浓度随时间的空间分布情况,快速通信系统要能够满足信息快速交流的需求,如多瑙河突发性水污染事件预警系统^[30]装备了和当地计算机网络相连接的卫星通信装置;应急预案包括各种可能出现的污染物质应急方案,如多瑙河突发性水污染事件预警系统有国际操作指南为每个国家提供标准操作技巧^[30]。

2 国内水源地保护和突发性水污染事件应急体系现状及问题

2.1 水源地保护立法情况

在我国,可作为水源地保护的法规有《中华人

民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国环境保护法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》、《中华人民共和国生活饮用水卫生标准》等,水利部发布了《建设项目水资源论证管理办法》、《入河排污口监督管理办法》和《水功能区管理办法》。我国各地还制定了一些地方法规,如北京市制订的《密云水库怀柔水库和京密引水渠水源保护管理条例》^[31]、辽宁省的《大伙房水库水源保护管理暂行条例》^[32]。

我国水源地保护立法体系和国外相比,关键的问题是缺乏体系、可操作性差,例如现有法律规定了水源保护区内排污总量不得增加,却缺乏削减排污量的实质和程序条款。我国饮用水源保护法律制度大多仅限于各种禁止、限制性规定,鼓励性规定很少。目前,我国对面源污染缺乏相应的法律制度予以规定,极不利于对水源地的保护^[33]。

2.2 水源地保护管理体制

我国水源地保护大概涉及水利、环保等 14 个部门,难以制定统一、规范、配套的管理法规和政策,而我国饮用水多取自地表水(水库、湖泊和河流),水源地的保护又必须以流域整体的综合防治规划为基础^[34],目前政府在水资源保护方面多头管理的模式不利于水资源的合理配置^[35]。

我国虽然也实行流域管理制度,但流域管理制度只是水量管理,很少涉及水质管理^[36]。我国的流域管理主要存在两个问题:一是流域机构没有独立的管理职责,缺乏权力,二是地方保护严重,因而水资源实际上无法真正实现流域统一管理^[37]。

与国外相比,我国公众参与水源地保护还很不足,这主要是由于传统经济政治体制及其惯性的影响、公众环境保护相关知识储备不足、公众经济基础薄弱及参与机制的缺陷^[38],为此,我国出台了《环境影响评价公众参与暂行管理办法》,正在草拟《公众参与环境保护办法》^[39]。

2.3 水源地保护现状

在水源保护区划分上,我国也采取了分区分级保护制度,但没有像德国一样争取将取水口所在流域区全区划定为水源保护区,更没有像美国一样设立防护区和缓冲区,这使得我国的水源保护区远没有达到应有的作用。

在水源地保护中一个比较严重的问题是划而不保的问题,中小点源没有得到有效控制,面源污染没有得到足够的重视。由于历史遗留的包袱和城市规划安排不当,目前不少城市的饮用水源地布局不合理,加剧了水源地的水污染,增加了水源保护的难度。由于许多河流具有多项功能,如旅游、码头,有些自来水管厂的取水口被城市工厂的排污口包围,其

饮用水水质某些指标超标,不符合国家对饮用水源水质的要求^[40]。水源监测、管理手段落后,有很多部门进行水质检测,造成了重复浪费,与此同时,有些水质项目没有得到检测^[41]。

我国多数流域对水源地的生态补偿机制尚未建立,少数流域建立的以财政转移支付为主要形式的政府补偿机制存在着诸多问题,如以财政转移支付为主的政府补偿对财政政策的依赖性大,补偿数量小且具有不确定性^[24]。

在水源地保护资金投入方面,由于长期计划经济的影响,我国主要还是依赖于国家拨款,很少有企业、财团提供经济支持。

2.4 突发性水污染事件预警应急体系建设现状

松花江水污染事件后,我国加强了水源地突发性水污染事件预警与应急方面的工作,出台了《国家突发公共事件总体应急预案》、《国家突发环境事件应急预案》,各地也出台了相应的应急预案,这些应急预案都是从组织管理上进行规定。目前,针对突发性水污染事件尚没有建立详细的应急技术导则,这对供水企业水质保障的具体实施是远远不够的。我国也已建立了一些水源地水质预警系统,如天津自来水公司原水预警系统^[42]和汉江武汉段水质预警系统^[43],主要是用于藻类水华爆发预测。

与国外相比,我国预警系统在快速通信系统建设方面并不逊色,如天津自来水公司使用了 GPRS 通讯系统^[44]。目前我国专门针对突发性水污染事件的预警系统还很少,这主要是由于缺乏适宜于突发性水污染事件预警的监测系统,如欧洲运用较多的生物监测,其有效性已被广泛证实,很适合我国使用。

3 几点建议

3.1 加强立法和规划,严控污染源

在立法上,应采取一些鼓励性条文和实质性、程序性条文,增加面源污染控制方面的条文。应加强水源地的规划,规划时应坚持“饮用水水源保护优先于发展经济”的思想。加强污染源控制,加大执法力度,将水源地保护落到实处。

3.2 强化流域管理,鼓励公众参与

切实发挥流域水资源保护局的作用,实现水利部与环保局间沟通与交流,由水保局来承担流域水环境保护与管理中可能出现或已经出现的部门职能、政策分歧,推动流域水资源与水环境保护的协同管理。在水源地管理中,公众的参与是必不可少的,应该认真落实各项政策法规,完善公众参与机制,鼓励公众参与。

3.3 采用先进技术,提高水源地保护水平

我国应尽快建立水源地水质模型、设计基于

“3S”技术(地理信息技术 GIS,遥感 RS,全球大地定位 GPS)的水源地决策支持系统,尽快建立水质预测预警系统,采取措施尽量减少原水水质变化对饮用水出厂水水质的影响,在水质监测方面,应该对水质监测统一管理,完善配套的标准分析方法,制定统一的国家层次的水环境监测规范,大力开展水环境优先监测研究,加强监测仪器的研发,逐步开展自动监测和生物监测。

3.4 加强水源地保护教育,对水源地进行经济补偿

由于水源地保护与水源地经济发展存在矛盾,牵扯到的利益方较多,因此必须大力进行水源地的宣传教育工作,提高公众关于水源地的保护知识,协调各方利益,鼓励财团、个人对水源地保护进行资金资助。同时,应对水源地地区进行税收等经济政策上的调控,用政府补偿与市场补偿相结合的机制对水源地进行经济补偿。

3.5 加强水源地突发性水污染事件应急的预警体系建设

加强水源地突发性水污染事件应急的预警体系建设主要应从以下几个方面入手:加强立法,在立法中强制要求制定水污染事故应急预案,在预警应急预案中明确各级人民政府行政首长负责制,对有关饮用水源地保护监督管理部门的事态调查、监测、处理、报告和通报及应急措施进行规定,实行抢险救灾强制应急制度,同时规定强制应急的善后工作的指导原则。

我国有关部门应对各种可能发生的水污染事故进行分类,提出针对性的应急预案,并为供水部门提供培训,使其能够对自己供水系统的供水安全性和可靠性进行评价,并掌握各种情况下的应急方法,建立应急反应预案。协调各方利益,多方筹措资金,考虑多方需求,按分阶段建设的原则尽快建设水源地预警应急系统。

参考文献:

[1] 李建新.德国饮用水水源保护区的建立与保护[J].地理科学进展,1998,17(4):88-96.

[2] DVGW. Richtlinien für trinkwasserschutz gebiete(W101 : schutzgebiete für grundwasser)[M]. Eschborn : Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH , 1994.

[3] DVGW. Richtlinien für trinkwasserschutz gebiete(W102 : schutzgebiete für trinkwassertalsperren)[M]. Eschborn : Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH , 1975.

[4] DVGW. Richtlinien für trinkwasserschutz gebiete(W103 : schutzgebiete für seen)[M]. Eschborn : Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH , 1975.

[5] ASKENAIZER D J , HEARTS H. Breaking down barriers—implications and opportunities of the safe drinking water act

and the clean water act watershed provisions[C].//Water Environment Federation. Watershed management : moving from theory to implementation , Denver : Alexandria Press , 1998 : 47-53.

[6] 林家彬.日本水资源管理体系及借鉴[J].中国水利,2002(10):160-163.

[7] 万劲波,周艳芳.中日水资源管理的法律比较研究[J].长江流域资源与环境,2002,11(1):16-20.

[8] 徐启新.中美水源地管理体系的比较研究[J].上海环境科学,2003,22(7):488-490.

[9] 李京璋.美国地表水水源的流域管理[J].上海环境科学,1993,12(3):39-40.

[10] BARTH F,FAWELL J. The water framework directive and European water policy[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2001(50):103-105.

[11] 世界银行.欧洲和美国水资源管理的经验:从部门向综合管理模式的转变[EB/OL].[2006-12-13].http://www.chinacitywater.org.

[12] 姜彤.莱茵河流域水环境管理的经验对长江中下游综合治理的启示[J].水资源保护,2002(3):45-50.

[13] 周刚炎.莱茵河流域管理[J].中国三峡建设,2005(S1):85-88.

[14] 刑利民.国外流域水资源管理体制做法及经验借鉴[J].生产力研究,2004(7):107-108.

[15] UNECE. Convention on access to information , public participation in decision-making and access to justice in environmental matter[EB/OL].[2006-10-27].http://www.unece.org/env/pp/documents/cep43e.pdf.

[16] The european parliament and the council of the european Union. Directive 2003/4/EC of the european parliament and of the council of 28 January 2003 on public access to environmental information and repealing Council Directive 90/313/EEC[EB/OL].[2006-12-17].http://www.ico.gov.uk/underload/documents/library/environmental _ info _ reg/detailed_specialist_guides/european_directive_(eur-lex).pdf.

[17] EPA. Public involvement policy of the U S Environmental Protection Agency[EB/OL].[2003-05-24].http://www.epa.gov/public_involvement/pdf/policy2003.pdf.

[18] DAY G E. Runoff and pollution abatement characteristic of concrete grid pavements[R]. Bull :Virginia Water Resources Research Center,1981:135.

[19] SINGER M J ,BLACKARD J. Effect of mulching on sediment in runoff from simulated rainfall[J]. Soil Sci Soc Am J,1978,42:481.

[20] MCBURNIE J C. Maryland sediment detention pond design criteria and performance[J]. Appl Eng Agric,1990,6:167.

[21] DILLAHA T A. Evaluation of vegetative filter strips as a best management practice for feed lots[J]. Water Pollute Control Fed,1988,60:123.

[22] RIBAUDO M O. Land retirement as a tool for reducing agricultural nonpoint source pollution[J]. Land Econ,1994,70:77.

- [23] 杨爱玲 , 朱颜明 . 城市地表饮用水源保护研究进展[J]. 地理科学 , 2000 , 20(1) : 72-77 .
- [24] 葛颜祥 , 梁丽娟 , 接玉梅 . 水源地生态补偿机制的构建与运作研究[J]. 农业经济问题 , 2006(9) : 22-27 .
- [25] 贺缠生 , 傅伯杰 , 陈利顶 . 非点源污染的管理及控制[J]. 环境科学 , 1998 , 19(5) : 87-91 .
- [26] 石秋池 . 从美国“ 9·11 ”之后为保护饮用水水源地所做的工作看我国饮用水水源地应急保护中的问题[J]. 水资源保护 , 2003(5) : 50-52 .
- [27] ANONYMOUS . Drinking - water security [J]. Journal of Environmental Health , 2003 , 66(2) : 41 .
- [28] ILSI . Early warning monitoring to detect hazardous events in water supplies[EB/OL]. [2006-10-07]. <http://rsi.ilsil.org/file/EWM.pdf> .
- [29] RICHARD W G , LEAH J G , CHRISTOPHER S C . Developing regional early warning systems for US source waters[J]. AWWA , 2004 , 96(6) : 68-84 .
- [30] GYÖRGY G . The danube accident emergency warning system [J]. Wat Sci Tech , 1999 , 40(10) : 27-33 .
- [31] 刘汉桂 . 北京饮用水源保护的实践与思考[J]. 生态经济 , 1997(5) : 28-32 .
- [32] 郭宇欣 , 刘素君 . 辽宁省重点饮用水水源地保护对策研究[J]. 辽宁水利 , 2003(1) : 4-7 .
- [33] 蓝楠 . 我国饮用水资源保护的立法构想和制度创新[J]. 环境保护 , 2003(3) : 14-16 .
- [34] 方子云 . 水源地保护的系统工程[J]. 中国农村水利水电 , 1996(1) : 24-26 .
- [35] 黄霞 , 蓝楠 . 论我国饮用水源保护法律调控的基本指导思想[J]. 现代法学 , 2004 , 26(5) : 128-132 .
- [36] 曾维华 , 张庆丰 , 杨志峰 . 国内外水环境管理体制对比分析[J]. 重庆环境科学 , 2003 , 25(1) : 2-4 .
- [37] 雷玉桃 . 论我国流域水资源管理的现状与发展趋势[J]. 生态经济 , 2006(6) : 86-89 .
- [38] 赵军 , 尚庆雨 . 我国公众在参与环境保护过程中存在的问题及对策[J]. 煤炭经济研究 , 2006(9) : 32-34 .
- [39] 周宇 . 为《公众参与环境保护办法》喝彩[J]. 绿色中国 , 2006(11) : 12 .
- [40] 许宜满 . 城市饮用水水源污染防治对策[J]. 城市管理与科技 , 2001 , 3(3) : 1-3 .
- [41] 吴泽毅 , 张嘉涛 , 贾永志 . 关于加强饮用水源地保护的调查与思考[J]. 江苏水利 , 2005(11) : 29-31 .
- [42] 何文杰 , 李伟光 , 张晓健 . 安全饮用水保障技术[M]. 北京 : 中国建筑工业出版社 , 2006 : 198-227 .
- [43] 肖彩 , 张艳军 , 彭虹 . 水质预警预报系统的应用——以汉江武汉段为例[J]. 贵州环保科技 , 2005 , 11(3) : 1-6 .
- [44] 黄廷林 , 卢金锁 , 员卫国 , 等 . 原水在线监测与 GPRS 数据传输系统[J]. 给水排水 , 2004 , 30(11) : 97-101 .

(收稿日期 2006-12-26 编辑 高渭文)

(上接第 44 页)

该地区的工农业发展依赖于生态环境的保护。通过节水 , 大力造林育草 , 水土保持 , 治理荒漠 , 改善生态环境 , 走水利可持续发展的道路 , 实现再造秀美山川的目的。

3.3 调整和优化产业结构 , 大力发展低耗水产业

敦煌是古丝绸之路上一颗耀眼的明珠 , 鸣沙山月牙泉与著名的莫高窟艺术融为一体 , 成为敦煌市一脉相连的两大奇迹 , 正如国外友人所赞誉的 : “ 千佛洞是人的奇迹 , 月牙泉是神的造化 ” , 堪称塞外风光之一绝。改革开放以来 , 前往观光的中外游人每日俱增 , 发展旅游业是敦煌的优势所在。尽管农业在目前的经济结构中仍占有重要的地位 , 但按单位水资源的产出统计 , 农业的产出效率处于一种较低的水平。由于水资源严重缺乏 , 敦煌市应以旅游业带动农业生产结构、农村经济结构的调整 , 逐步压缩高耗水、低产出的农业 , 增加生态用水 , 积极扶持低耗水、高产出的旅游产业 , 促进生态环境与社会经济的协调发展。

3.4 实施引哈济党工程 , 调控水资源

尽快实施引哈济党工程 , 将哈尔腾河水引入党河 , 从根本上解决中下游水资源短缺的问题。哈尔腾河集水面积 5 967 km² , 年径流量 3.14 亿 m³。建设

该工程共需投资 14.51 亿元 , 规划建设期为 8 a。工程建成投入运行后 , 可每年从大哈尔腾河向党河引水 1.57 亿 m³ , 每年向阿克塞县城及其郊区供水 0.12 亿 m³ , 向肃北县配水 0.24 亿 m³ , 为敦煌年增加用水量 0.84 亿 ~ 1 亿 m³ , 改善流域生态环境和人民群众生存条件 , 维护社会稳定 , 加快旅游业步伐 , 促进经济社会的可持续发展。

参考文献 :

- [1] 朱道清 . 中国水系大词典[M]. 山东 : 青岛出版社 , 1993 : 571-572 .
- [2] 陈隆亨 , 曲光耀 . 河西地区水土资源及其开发利用[M]. 北京 : 科学出版社 , 1992 : 36-158 .
- [3] 李世明 , 程国栋 , 李元红 , 等 . 河西走廊水资源合理利用与生态环境保护[M]. 郑州 : 黄河水利出版社 , 2002 : 18-27 .
- [4] 周长进 , 董锁成 . 柴达木盆地主要河流的水质研究及水环境保护[J]. 资源科学 , 2002 , 24(2) : 37-41 .
- [5] 周长进 , 董锁成 . 黑河水资源特征及水环境保护[J]. 自然资源学报 , 2002 , 17(6) : 721-728 .
- [6] 申元村 . 绿洲形成条件与良性演替调控研究[J]. 干旱区资源与环境 , 1995 , 19(3) : 44-48 .
- [7] 张明泉 , 赵转军 , 曾正中 . 敦煌盆地水环境特征与水资源可持续利用[J]. 干旱区资源与环境 , 2003 , 17(4) : 71-77 .

(收稿日期 2006-09-20 编辑 傅伟群)