

关于渝北区宝圣湖长效管理机制及城市湖库保护措施的探讨

赵吉芳 (重庆市渝北区环境监测站, 重庆 401120)

摘要 通过对渝北区宝圣湖整治措施、整治效果及存在的问题进行分析, 结合城市湖库污染成因, 探讨了宝圣湖水环境保护长效管理机制及城市湖库环境保护措施, 为城市湖库及其他地表水的保护提供依据。

关键词 宝圣湖; 长效管理机制; 城市湖库; 环保措施

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)14-06419-04

Discussion on Long-term Management Mechanism of Baosheng Lake in Yubei District and Protection Measures of Lakes and Reservoirs in Cities

ZHAO Ji-fang (Chongqing Yubei Environmental Monitoring Station, Chongqing 401120)

Abstract Through analysis of Baosheng Lake in Yubei District in respect of remediation measures, treatment effect and existing problems, combined with the causes of pollution, long-term management mechanism of Baosheng Lake and environmental protection measures of lakes and reservoirs in cities were discussed, which will provide references for protection of lakes, reservoirs and other surface water in cities.

Key words Baosheng Lake; Long-term management mechanism; Lakes and reservoirs in cities; Environmental protection measures

宝圣湖位于渝北区回兴街道办事处境内, 是一座以防洪为主兼顾景观用水的综合性水库, 始建于1975年, 属于长江水系一小支流, 水库总库容250万 m^3 , 库积雨面积5 km^2 , 河床长度2.8 km, 正常水位375.968 m, 正常库容156万 m^3 , 蓄水量常年变化不大, 补给水源主要靠城市地面雨水径流的流入, 水位通过溢洪道进行调节, 是渝北区最大的城区湖泊。

1 宝圣湖治理前水质状况

2002年以前, 宝圣湖湖水清澈见底, 鱼虾成群。近年来, 随着城市开发建设, 使城区湖泊库区集雨面积减少, 水体循环更替缓慢, 湖库经过长期运行湖底污泥淤积严重。同时, 由于城市规划的滞后, 导致部分城市雨水管道雨污混流, 大量城市面源污染通过道路冲洗水和雨水带入湖库。2003~2010年, 宝圣湖水质均处于劣V类, 主要污染物为化学需氧量、总氮、总磷等, 化学需氧量浓度高达65 mg/L , 总氮浓度高达11 mg/L , 总磷浓度高达2.1 mg/L , 富营养相当严重, 几乎每年爆发蓝藻, 水葫芦、水白菜疯长, 甚至出现鱼类死亡事件, 水体受到严重污染, 水环境遭受严重破坏, 遏制宝圣湖的污染迫在眉睫。为此, 2009年渝北区政府成立了水环境综合整治指挥部, 通过多方调查研究, 多次组织专家调研, 制定了宝圣湖水污染综合整治方案, 投资8142万元整治宝圣湖, 采取了环湖截污、湖底清淤、雨水生态渗滤沟、人工湿地、人工造流复氧、绿岛浮床、生态屏障(河岸绿化)、水生动物放养等一系列措施^[1], 解决宝圣湖水体污染问题。

2 宝圣湖污染治理情况

宝圣湖位于渝北区城市建成区内, 属封闭式水体, 无补充水源。造成水质污染的主要原因是外源污水进入, 雨水污染及湖泊自净能力减弱。2010~2012年, 渝北区政府针对宝圣湖污染现状, 对宝圣湖进行综合整治。其中, 环湖截污、湖底清淤、雨水生态渗滤沟、人工湿地、人工造流复氧、湖滨带生态恢复等工程措施于2011年底完成; 2012年初开始进新

鲜自来水, 3月全面完成蓄水、浮岛浮床的设置、水生动物的放养。

2.1 环湖截污 由于宝圣湖位于人口密集的城市中心, 周围居民楼盘建设时间较早, 污水管网建设不完善, 部分含有大量营养物质的城市生活污水未经任何集中处理就直接排入湖中, 造成营养物质的富集, 导致水体富营养化。据调查, 排入宝圣湖的生活污水及雨污混排口共有9处, 其中水木清华楼盘外有两处, 海德春洪小区临湖边有3处, 海联学院临湖边有两处, 城市假日小区临湖口两处, 排入的生活污水量每天约300 t, 其中污染物总氮年排入宝圣湖约为2.19 t, 总磷约为0.11 t, 化学需氧量约为32.85 t。通过沿湖铺设637 m的环湖污水截流管, 使所有污水进入污水截流管汇入到城市排污管网, 进入城南污水处理场进行集中处理, 从根本上避免了大量的城市污水将有机污染物和营养性物质带入宝圣湖中继续对水质造成损害。环湖截污工程将使宝圣湖总氮污染物总量下降14%, 总磷下降12%, 化学需氧量下降45%。

2.2 雨水净化 由于宝圣湖补给水源主要靠城市地面雨水径流的流入, 每场降雨特别是初期雨水, 都会携带大量地面污染物直接流入湖内, 造成湖水水质恶化, 为消除雨水冲刷带来的污染, 分别在3处雨水集中入湖口处采用人工湿地及生态拦截滤沟装置对雨水进行净化, 实现地面雨水径流的资源化利用及防治宝圣湖水体污染。具体措施: 利用人工湿地原理, 修建雨水截留生态渗滤沟, 沟底埋设排水支管, 沟内填筑卵石、碎石、瓜米石、砂土, 表面栽种风车草等水生植物, 使沉降性的有机物通过沉积和过滤去除, 可溶性有机物通过微生物的降解去除, 氮通过硝化与反硝化反应及植物吸收利用而被去除, 磷通过沉淀、吸附及植物的吸收利用去除。雨水经生态拦截滤沟的拦截、重力沉淀、过滤和植物吸收净化等作用, 可将雨水中的杂质与水分分离, 使入湖水水质污染降至最低。

2.3 湖底清淤 宝圣湖水体除自净能力差外, 主要还受外源污染的侵入, 各污染源排入的氮、磷等有机物有很大一部分依附在水中悬浮粒子(泥沙)表面成为固体营养盐进入水

域,在扩散、净化过程中下沉到底部,蕴含在常年积累的底泥中,受底层中溶解氧的状况、温度、pH、生物活性、风浪扰动等多种因素的影响,使大量含氮磷的营养盐又释放到水体中。监测资料显示,宝圣湖底泥有机质含量高(最大值与背景含量的比值达40.6),氮磷在底泥中明显富集。因此,底泥中营养物质释放是造成宝圣湖水体富营养化的重要内源污染之一。在宝圣湖水污染治理中,对污染底泥采取疏挖方式,将湖水排干,经过一段时间干化后,对水位较浅的湖尾、污染较重的湖底、岸边的淤泥全部清运,清淤总量达2.5万m³,防止底泥中营养物质释放进入水体,有效控制底泥对宝圣湖水质的污染。通过污染底泥疏挖及处置工程,基本可以清除湖区底泥污染物,去除大量沉积的有机质和氮、磷污染物,减少入湖污染负荷,有效改善宝圣湖的生态环境。

2.4 湖区换水、定期补水 宝圣湖属封闭式水体,除通过降水补给一定水源外,基本无外来水源,仅丰水期通过溢虹口排出少量水外,水体基本无交换,湖内水质已受到严重污染,部分换水对改善水质效果不明显。经论证,宝圣湖采用全部放水后对底泥进行整治,然后全部补给新鲜自来水约180万m³,进水后定时补给新鲜水,并通过排水管排放等量底层水,使水体保持一定的交换量,以提高水体自净能力,改善水环境。

2.5 复氧及人工循环技术 复氧技术是通过曝气设备,以曝气形式将空气中氧溶入水中,提高水体中有机物,促使部分营养物质降解,增加水体自净能力,同时向湖底部充氧,保持底部高溶解氧状态,可有效抑制底泥中氮磷等营养物质释放。在宝圣湖污染治理中,在湖心、湖汊安装了13套曝气净化设备,以活水净化兼顾水景设计,利用水泵的抽吸和喷射力量进行曝气,形成表层和深层水的纵向循环,可以有效保持湖水具有充足的溶解氧,可以有效地降解和去除水体中的有机物和部分营养性物质,增加水体的自净能力。同时,定期用抽水设备把湖库下游的水抽至上部的库尾,进行水流循环,使库里的水流加速,达到水质自净的效果。

2.6 植物浮岛浮床技术 植物浮岛浮床技术是将陆生喜水

植物梭鱼草、黄花鸢尾、昌蒲、水生美人蕉、伞草等移植到防腐木材做成的浮岛载体内,在植物生长过程中,植物不仅吸收水中大量的氮、磷等化学物质,还能释放出抑制藻类生长的化合物,从而达到净化水质的效果^[2]。此次宝圣湖整治中,在环湖临岸部分地段共设一体化浮岛6处,总面积5000m²;设筒易浮床8处,总面积8390m³,形成浮于水面的植物浮岛,不仅增加景观效果,更能起到净化水质的作用。

2.7 水生生物生态系统的修复 结合宝圣湖原有水生生态系统特点,整治完成后在湖泊内投放了大量鲢鱼、鳙鱼等滤食性鱼类,其中放养鲢、鳙鱼13万尾,螺类和蚌7.8万只,实行清水养鱼。一方面,通过滤食性鱼类摄食大量藻类、细菌形成自身生物量,而有效去除水体中部分营养盐^[3],以净化水质,防止水体营养化;另一方面,有利于宝圣湖水生生物生态系统的恢复。

2.8 湖滨带生态恢复 随着宝圣湖周边开发,湖岸四周的裸露岸坡地及浅滩因水土流失易造成水体污染。通过对湖滨带约4000m³水生植物及湿生乔草带的培育,近岸共5000m³边坡的治理,硬质景观设施(宝圣泉,休闲亭等)的设置,形成了以休闲、旅游观光为主题的湖滨生态绿化示范区,以达到绿化和国土防水的目的,减少由于水土流失造成的水体污染。

3 宝圣湖水质状况

3.1 治理后宝圣湖水质状况 2012年4月~2013年渝北区环境监测站定期对宝圣湖水质进行了监测,监测项目为pH、氨氮、总氮、总磷、化学需氧量、高锰酸盐指数和透明度。由表1可知,随着各项工程防治措施及生态修复措施的作用显现,整治后的宝圣湖水体中污染物质(如化学需氧量、氨氮)已较治理前大幅度下降,水体透明度大幅度提高,水质已明显变好;水质各项监测指标基本稳定,均达到V类水域标准(部分指标达IV类水域标准),能满足农业用水及一般景观水域标准要求。如今,整治后的宝圣湖又恢复了以往清澈靓丽的景象。

表1 2012年4月~2013年4月渝北区宝圣湖水质监测结果

监测时间	pH	NH ₃ -N mg/L	TN mg/L	TP mg/L	COD _{Cr} mg/L	高锰酸 盐指数	透明度 m
2012-04-10	8.23	0.308	1.81	0.100	24.1	5.2	0.6
2012-08-20	8.97	0.039	1.34	0.105	23.8	5.1	0.4
2012-09-17	8.66	0.050	1.46	0.128	25.9	5.4	0.4
2012-09-25	8.78	0.303	1.36	0.117	15.0	3.1	1.3
2012-11-14	7.71	0.292	1.44	0.137	20.8	4.7	1.2
2013-03-12	8.34	0.359	1.68	0.148	16.0	4.3	0.8
2013-04-20	8.07	0.428	1.82	0.156	31.0	6.4	0.7
V类水域(湖库)标准	6~9	≤2.0	≤2.0	≤0.20	≤40	≤15	-
IV类水域(湖库)标准	6~9	≤1.5	≤1.5	≤0.10	≤30	≤10	-

3.2 宝圣湖水环境保护中存在的问题 2011年宝圣湖完成整治至今,通过监测情况来看,宝圣湖水质虽能达到V类水域标准,但总氮、总磷浓度仍偏高,且浓度呈逐步升高趋势。从2013年两次监测数据(表1)来看,总氮的标准指数(实测值与标准值2.0mg/L的比值)分别为0.84、0.91,总磷的标

准指数(实测值与标准值0.2mg/L的比值)分别为0.74、0.78,已接近1。通过对宝圣湖进行的多次现场踏勘,发现宝圣湖水环境保护中仍存在一些问,主要表现在:一是消除污染的部分设备因管理不到位一度损坏严重,如曝气设备、喷泉在2012年底出现损坏,未及时修复;二是湖库钓鱼、游

泳现象比较突出,导致水质有恶化趋势;三是人工浮床、浮岛在冬季出现枯萎,大部分植物死亡;四是生态滤沟滤料未及更换,失去过滤作用,风车草等水生植物在冬季枯萎死亡,未及及时栽种新的植物,雨水生态滤沟失去应有的净化作用;五是湖边出现新的污水排口偷排污水行为。基于以上原因,在2012年底至2013年初,宝圣湖水体中总氮、总磷及氨氮浓度有上升趋势,宝圣湖水质有恶化现象。

4 宝圣湖水环境保护长效机制探讨

随着宝圣湖综合整治工程各项措施的实施,宝圣湖水水质有明显改观,但要使水质保持长期稳定达标,必须建立长效机制,确保各项保护措施的正常运行,巩固整治成果。

4.1 落实管理体制机制,推进考核制度 将已整治的湖库管理任务落实到相关部门、单位,明确管理责任,签定目标责任书,将其纳入党政领导干部实绩考核的重要内容,严格考核奖惩。

4.2 加强对已整治湖库的管理 一是对曝气设备、喷泉进行维护,以降低故障率,保证每天有足够的运行时间,以增加水体中氧含量,促进水体中氮、磷等营养物质分解转化,防止底泥中氮、磷等营养物质析出,同时增加水体流动性,提高水体自净能力;二是加强雨水生态滤沟、人工浮床、浮岛管理,有计划地种植、收割处置风车草,定期更换生态滤沟滤料,确保雨水生态滤沟、人工浮床、浮岛技术对水体的净化作用;三是定时补充足够水源,保证水体有一定交换量,增加水体流动性,提高水体自净能力。

4.3 加强监测及巡查,确保水质持续稳定 加强宝圣湖的巡查及监测力度,查漏补缺,杜绝新的排污出现,防止已取缔的污染源死灰复燃。

4.4 出台相应规章制度,严厉打击污染水质行为 出台相应规章制度,叫停多种会对湖库整治造成污染的行为。如禁止新建排污口,向城区湖库水域排放废水;禁止在湖库保护区内填湖造地、私挖乱种、畜禽养殖等;禁止在城区湖库保护区内堆放、存贮固体废弃物和其他污染物;禁止向湖库倾倒垃圾、渣土及有毒、有害物质;禁止在湖库范围内进行挖掘、采石、爆破等侵害湖泊的活动;禁止在城区湖库内从事钓鱼、捕鱼、游泳、洗衣等活动;禁止各种自制筏具、浮具在湖内行驶;禁止其他污染水体和破坏湖库设施设备的行为。

4.5 实行“禁磷”措施,禁止销售和使用含磷洗涤剂,防治水体富营养化 世界各国都把禁用含磷洗涤剂作为控制水体富营养化的重要措施。如欧美等发达国家根据各国的水体富营养化程度,分别提出了地区性的禁用或限用含磷洗涤用品的政策、法规,在一些地区已经有效控制了地表水中的磷浓度^[4]。

5 城市湖泊水环境保护措施探讨

随着经济建设的快速发展,城市开发进程的加快,越来越多的湖库成为城区景观湖泊,而湖泊周边环境开发的经济效益因湖泊的生态价值而倍增,但人们在开发利用城市湖泊时往往只顾及眼前的经济利益,缺乏经济效益、生态效益和社会效益的统筹考虑,未树立科学发展观及经济可持续发展

理念,造成城市发展到那里,城市湖泊就被污染和侵占,因此在城市开发建设中加强城市湖泊的保护刻不容缓。

5.1 城市湖泊污染成因分析 城市湖泊污染成因主要有以下几个方面:人口膨胀和不合理的开发利用;生态建设开发主体与治理主体不一致,难以保证生态建设的可持续性;管理体制机制不顺,多头管理、缺乏整体规划;湖泊法律法规缺位;科学研究不够,缺少科技支撑;工业化、城市化未经处理的污水排放和含磷洗涤剂的使用,造成了湖泊污染和富营养化问题日益严重。

5.2 城市湖泊水环境保护措施探讨 依据宝圣湖的生态演变、污染治理、效果及存在的问题,结合国内外湖库污染防治技术,提出关于城市开发中湖泊水环境保护措施建议。

5.2.1 在城市发展规划中增加湖泊保护规划。 在城市开发利用规划中必须制定湖泊保护规划,协调处理好城市建设与湖泊保护规划的关系,从源头防止对湖泊可能造成的污染和破坏。一是在对湖泊开发前,应确定湖泊保护区域,预留足够的湖岸坡及绿地面积,保持湖泊周边天然的植物净化床;二是合理控制湖泊周边建筑密度和高度,防止临湖及低于排污标高而建,控制湖泊周边建筑无序发展;三是在城市基础设施规划中,强化湖泊周边排污截流工程、雨水收集管网及处理设施的规划建设,防止外源污染物进入湖泊;四是将雨水收集管网收集的雨水进行净化处理,防止污染物随地表径流排入湖泊。

5.2.2 建立健全湖库保护相关配套法规。 建立健全湖库保护相关配套法规,从法律法规上解决“守法成本高、执法成本高、违法成本低”的问题,建立严格的问责制,切实落实防污治污责任。

5.2.3 建立稳定的湖库保护资金投入机制。 加大国家财政对湖库保护资金的投入力度,形成稳定的资金投入机制,把湖库治理和保护工作作为国家建设投资和财政支出的重点之一。并充分运用市场机制,引导社会力量进行参与,构建多元化资金筹措机制,探索产业化、市场化的运行机制,取得经济和生态双重效益。

5.2.4 完善监管机制,推进目标考核。 建立严格的目标管理机制,形成横向到边、纵向到底的湖库治理责任体系和监管体系。按照“谁主管谁负责,谁开发谁保护,谁破坏谁恢复,谁污染谁治理”的原则,政府与湖库所属镇街、园区签定目标责任书,将其纳入党政领导干部实绩考核的重要内容,严格考核奖惩。

5.2.5 强化科技支撑作用。 加强湖库富营养、水华发生机理及治理新技术、新工艺研究,引进国外湖泊治理的成功技术和经验。对当前较成熟的技术与经验,进行试点性推广应用。

5.2.6 建立污染源长期巡查、水质定期监测监控制度。 执法机构应建立健全污染源长期巡查制度,加大对城市湖库周边污染企业的执法监督力度,防止已取缔的污染源死灰复燃及现有污染源违法排污行为;监测机构定期对城市湖库水质进行监测监控,掌握水质变化趋势,为管理者及时提供决策

依据。

5.2.7 加强对污染湖泊的治理,防止污染加重,逐渐恢复湖泊生态系统。对已污染的城市湖泊,应尽快制定污染治理方案。造成湖泊污染的重要原因是外源、内源污染物排入量超过水体自身净化能力。因此,控制城市湖泊污染的主要措施是截污及利用物理、化学及生物方法提高水体自净能力。

5.2.7.1 组织开展湖库污染现状调查。对已出现污染的城市湖泊,通过组织开展湖库污染现状调查,全面掌握湖库周边污染源分布及排放状况、湖库污染成因、污染类型、富营养化程度等的基础信息,为湖库防治打下坚实基础。

5.2.7.2 建立污染企业退出机制。对湖库周边现有企业污染较重、排污量大、排污口进入湖库又无法实现截污的工业企业实行退出机制,对符合环保政策、达到园区入园标准的工业企业,引导其搬迁至辖区内各个工业园区,对不符合环保政策的工业企业依法关闭、取缔,从源头上控制了湖库污染。

5.2.7.3 沿湖截污。对符合截污的入湖污水通过沿湖修建排污截流管及污水处理设施,截流及处理后引至城市污水处理厂集中处理,使入湖污染物降至最低。

5.2.7.4 雨水净化。通过修建入湖区域的雨水收集管网,将各区域的降水收集至入湖口,并在雨水入湖处修建雨水净化设施,实现雨水的资源利用,同时可有效保护湖泊水环境。

5.2.7.5 底泥疏浚。底泥疏浚是清除江河湖库内源污染的重要措施,通过对疏挖深度、疏挖方式、疏浚设备、底泥处置等问题的合理科学运用,真正实现通过疏浚改善水环境的目

标,并能为进一步修复和重建良好的水生态系统创造条件。

5.2.7.6 建设生态湖滨带。加强湖泊岸坡绿化,建设相适宜的湖滨生态带,种植有利于净化水体的植物,提高水体自净能力。

5.2.7.7 采用生物操控手段。因地制宜地采用生物操控手段,通过鲢鱼、鳙鱼等滤食性鱼类摄食大量藻类,细菌形成自身生物量,而有效去除水体中部分营养盐,达到治理水体富营养化污染目的。

6 结语

城市湖泊水环境保护是一项复杂的系统工程,既需要工程措施又需要管理对策。因此,在城市湖泊水环境保护中,应该结合当地社会、经济条件以及城市湖泊现状,颁布相应的政策措施,加强监督管理,利用多种环境保护手段,制定综合保护方案,分阶段加以实施,逐步恢复城市湖泊生态系统的结构和功能,使之趋于完善和稳定,从而从根本上解决城市湖泊污染问题,实现可持续发展的战略目标。相信在不久的将来,全国的江河湖泊都将重新焕发勃勃生机,真正成为点缀广大人民群众生产和生活的璀璨明珠。

参考文献

- [1] 重庆市渝北区宝圣湖水污染综合治理方案[Z]. 重庆大学,2009.
- [2] 李翠芬,熊燕梅,夏汉平. 介绍一种新型的园林生态工艺——人工浮岛[J]. 广东园林,2007(4):29-32.
- [3] 刘建康,成小英. 用鲢鳙鱼直接控制微囊藻水华的围隔试验和湖泊实践[J]. 生态科学,2003,22(3):193-196.
- [4] 舒金华,黄文钰,高锡芸,等. 发达国家禁用(限用)含磷洗衣粉的措施[J]. 湖泊科学,1998,20(2):90-96.

(上接第 6408 页)

纪初以正距平为主,21 世纪初降水大于气候值,主要是由于个别年降水量出现极值造成的。本溪市春季降水量呈增加趋势,夏季、秋季和冬季为减少趋势变化,但降水量总体呈现减少趋势变化。

(3) 本溪市温度和降水具有明显的阶段性;在气温方面,20 世纪 50~80 年代中期为偏冷期,80 年代后期~21 世纪初为偏暖期;对降水而言,21 世纪 50、60、80 年代为相对偏多时段,90 年代中期~2009 年为相对较少期。

(4) 本溪市气候变化幅度具有明显的季节性差异,冬春季气温的变化对年平均气温的影响最大,夏季降水量的变化对年降水量的影响最大,但各季降水量的增减对年降水量也产生较大影响。

(5) 气候变化的影响存在正、负两方面的影响。研究区域气候的变化方法很多,结论也会出现偏差,在研究具体区域气候变化时,应结合全球气候变化的大背景开展研究更具有指导作用。气候变化直接影响到山区生态环境建设和经济发展,本溪市是重工业城市,也是全国园林城市,气温和降水的变化与工业化进度加快有关,与城市森林保护也密切相关,但气温升高与城市热岛效应更为密切。在进行城市的规

划和产业布局时,应注重气候生态环境的评估,充分开发利用当地气候资源优势,合理开展各项生产活动,保护山区生态安全、促进地方经济可持续发展。

参考文献

- [1] 丁一汇,任国玉. 中国气候变化科学概论[M]. 北京:气象出版社,2008:63-86.
- [2] 翟盘茂,李茂松,高学杰,等. 气候变化与灾害[M]. 北京:气象出版社,2009:3-4.
- [3] 秦大河,丁一汇,张锦,等. 气候系统的演变及其预测[M]. 北京:气象出版社,2003:3-6.
- [4] 龚强,汪宏伟,王鑫兴. 东北夏季降水的气候及异常特征分析[J]. 气象科技,2006,34(4):387-393.
- [5] 李辑,龚强. 东北地区夏季气温变化特征分析[J]. 气象与环境学报,2006,22(1):6-10.
- [6] 何平,贺明慧,韩颖,等. 20 世纪 60-90 年代辽东地区气候年代际变化特征分析[J]. 气象与环境学报,2006,22(3):24-26.
- [7] 本溪市气象局. 辽东山区农业气候[M]. 北京:气象出版社,1999:143-156.
- [8] 张玉书,纪瑞鹏,陈鹏狮,等. 辽宁省农业气候资源精细化模拟与专题区划[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2006:4-5.
- [9] 钱锦霞,赵桂香,李芬,等. 晋中市近 40 年气候变化特征及其对玉米生长的影响[J]. 中国农业气象,2006,27(2):125-129.
- [10] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,2007:63-66.
- [11] 魏光辉,申莲,曹伟. 深圳市各气象要素对水面蒸发量影响程度的灰色关联分析[J]. 沙漠绿洲气象,2008,2(3):33-35.