

巢湖流域水安全问题的成因分析及防治对策^{*}

宋润朋¹, 吴开亚², 金菊良³

(1. 合肥工业大学 资源与环境工程学院, 合肥 230009; 2. 复旦大学公共管理与公共政策创新基地, 上海 200433; 3. 合肥工业大学 土木与水利工程学院, 合肥 230009)

摘 要: 巢湖流域水安全问题制约了流域社会、经济和生态环境可持续发展, 主要表现在水资源短缺、水环境恶化、水灾害严重 3 方面。在阐述巢湖流域水安全问题表现形式的基础上, 分析了流域水安全问题的成因。从水安全系统的角度出发, 以水资源使用价值最大化、水环境质量最优化和水灾害损失最小化为准则, 探讨了巢湖流域水安全的防治对策。

关键词: 水安全; 水资源; 水环境; 水灾害; 巢湖流域

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0162-04

Analysis on the Causes of Water Security and Their Preventive Countermeasures in Chaohu Basin

SONG Run-peng¹, WU Kai-ya², JIN Ju-liang³

(1. School of Natural Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

2. National Innovative Institute for Public Management and Public Policy, Fudan University, Shanghai 200433, China;

3. School of Civil Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: The sustainable development of the local society, economy and ecological environment in Chaohu basin is restricted by the problem of water security, such as shortage of water resources, water environmental degradation and water disaster. On the basis of statement of that performs of the water security, the causes of water security were analyzed by brief, and the preventive countermeasures of water security were approached from the angles of the system of water security, according to the criterion of the use value of water resource maximization, the quality of water environment optimization and the lose of water disaster minimization.

Key words: water security; water resources; water environment; water disaster; Chaohu basin

巢湖位于东经 116°24'30" - 118°00'00"、北纬 30°58'40" - 32°06'00", 属长江下游左岸水系, 流域总面积 18 523 km², 占安徽省面积的 13.29%, 水域面积约 778 km², 为中国五大淡水湖泊之一。20 世纪 60 年代初修建的巢湖闸, 将巢湖从一个大型天然湖泊变为人工调节的半封闭水体。到了 20 世纪 90 年代, 整个湖区生态环境功能严重退化, 甚至出现全湖水质超类的严重情况, 氮、磷的浓度也分别高达 2.94 mg/L, 0.264 mg/L^[1-2]。加之流域社会经济的快速发展导致的污水大量排放、化肥农药过量使用、水土流失和湖体淤积加快, 使得整个流域呈现出水资源短缺、水环境恶化、水灾害严重等一系列的水安全问题, 严重威胁着巢湖流域社会、经济和生态环境的可持续发展。

水安全问题通常是指水量、水质及其时空分布与社会经济以及生态环境发展需求之间的差异超过相应阈值时产生的各种现象^[3]。进入 21 世纪以来, 水安全问题日益突出, 其

安全保障问题已成为全球高度关注的热点之一^[3-7]。自“六五”开始, 有关部门便对巢湖流域的水安全问题展开研究, 一直到“九五”、“十五”巢湖作为国家重点治理的“三湖”之一^[8], 流域水安全问题及其安全保障一直倍受关注。然而由于水资源本身的不可替代性、稀缺性和不确定性^[9], 目前巢湖流域水安全问题依然严峻, 并以其新的表现形式威胁着流域社会、经济和生态环境的需求, 成为制约流域社会经济可持续发展的“瓶颈”因素。从巢湖流域的水资源短缺、水环境恶化和水灾害严重等三方面, 探讨流域水安全问题的成因及其防治对策, 以期建立巢湖流域水安全保障机制提供决策参考依据。

1 巢湖流域水安全问题的表现形式

随着城市化和工业化进程的加快, 巢湖流域在经济迅速发展的同时, 也引发了一系列水安全问题, 从而对流域生态

^{*} 收稿日期: 2008-03-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(50579009)

作者简介: 宋润朋(1982-), 男, 安徽怀宁县人, 硕士生, 主要研究方向为生态环境与可持续发展。E-mail: srp2006@163.com

通信作者: 吴开亚(1968-), 男, 安徽利辛县人, 博士, 副教授, 主要从事环境经济与管理研究。E-mail: wuky2000@vip.sina.com

环境的良性循环,经济、社会的可持续发展构成了极大威胁,主要表现在以下 3 方面。

1.1 流域水资源短缺问题

水资源是人类生存与发展不可或缺的基础性资源。在工业化进程中,水资源的不可替代性和稀缺性,将水资源提升到战略性的高度,水资源的安全供给在保障水安全的同时,也保证了社会经济的可持续发展。因此,水资源的供给安全与否,关乎着水安全与否,关乎着社会经济可持续发展是否受到威胁。

巢湖流域水资源的供给状况不容乐观。巢湖流域地表水多年平均资源量为 69.6 亿 m³,地下水资源量为 18.61 亿 m³,扣除包括在地表水与地下水资源量中的重复计算,巢湖流域水资源总量约为 89.2 亿 m³,2005 年人均占有量约为 960.01 m³。联合国有关机构对水资源短缺的基本标准是:人均 3 000 m³ 以下为轻度缺水,2 000 m³ 以下为中度缺水,1 000 m³ 以下为重度缺水,500 m³ 以下为极度缺水。按照这一标准,巢湖流域属于资源性重度缺水区,其水资源的供给存在着不安全因素。因此,不仅流域水安全受到威胁,而且流域社会经济的可持续发展也受到制约。此外,水资源浪费在一定程度上加剧了水资源短缺的现状。如农业灌溉渠道老化,渗漏现象严重,流域灌溉水综合利用系数约为 0.47,远低于世界先进国家的水平等。

1.2 流域水环境恶化问题

流域水环境安全问题主要表现为水质污染。20 世纪 60 年代巢湖水质和我国东部五大淡水湖水水质富营养化程度相近似;70 年代以后,巢湖水质富营养化严重程度已经是居五大淡水湖之首。80 年代中期以来,巢湖水系的富营养化程度进一步加剧。巢湖水环境质量的严重恶化,直接降低了水体正常的使用功能。沿湖城镇的生产、生活用水或环境用水质量因此得不到相应地满足,流域水安全受到严重威胁。

据“2005 年安徽省重点水功能区水资源质量状况通报”统计,流域入湖排污口个数为 83 个,污水量共计 1 556 299 t/d,COD_{Cr}入湖量 485 304 kg/d,NH₃-N 入湖量 27 667 kg/d。巢湖水质主要受氮、磷营养盐与耗氧有机物的污染,全湖的综合水质劣于 III 类水质标准,73.13%的水域处于富营养化的状态,26.14%的水域处于重营养化状态,0.13%的水域处于异常(极富)营养状态,湖区主要污染物 TP、TN 分别超过 III 类标准 4 倍和 3 倍,西半湖尤为严重。

1.3 流域水灾害问题

水灾害是指因水对人类生命财产造成危害的现象,包括因天然降水量过多引发的洪涝灾害,和因天然降水量过少引

发的干旱灾害。水旱灾害主要表现在农业减产导致贫困和饥荒、工矿业资产受损或停产导致城市经济衰退等^[10]方面,造成的破坏和经济损失相当严重。

巢湖流域内纵横交错有 33 条大小河流,由于历史等客观原因,巢湖流域周边县、市大多依水而建。长期以来,巢湖流域以其丰富的自然资源孕育着周边的城市,促进着周边城市的发展和繁荣。但一方面由于流域内年际降水不均和年内降水不匀,另一方面由于流域水土流失严重,导致流域形成了“上月防洪,下月抗旱”、“丘陵高岗地抗旱,圩田防洪”等水灾害特色,干旱、洪涝灾害时有发生,对沿岸的居民生活和城市的稳定发展带来了不可估量的损失和威胁。2003 年流域洪水受灾面积率、洪水人口受灾率和洪涝损失占 GDP 比例分别为 17.93%,27.27%,3.02%,流域干旱受灾面积率、干旱人口受灾率和干旱损失占 GDP 比例分别为 7.83%,13.83%,0.56%,处于较不安全状态。

2 巢湖流域水安全问题的成因分析

水安全系统是由自然、社会、经济和环境组成的复合系统,水系统与其载体相互联系、相互作用构成了具有一定结构和功能的,以人为主体的、水安全为目标的开放复杂的动态巨系统^[11]。水安全的系统性决定了其影响因子众多和表现形式多样。这里主要从影响水安全的两大因子——自然因素和人为因素出发,分析巢湖流域水资源短缺、水环境恶化和水灾害严重等水安全问题的成因。

2.1 流域降水量时空分布不均,引起水资源短缺和水灾害

巢湖流域属亚热带和暖温带过渡性的副热带季风气候区,流域降水量受季风影响明显,季节分配很不均匀^[8],多年平均降水量为 1 100 mm,夏季多暴雨,一日最大雨量超过 100 mm,如 1969 年庐江县境内出现了 449.91 mm 雨量。由表 1 可以看出,流域降水量时空分布不均明显,而且呈现出自北向南的递增趋势、年际变化大的特征。对于以雨水补给为主的巢湖流域来说,流域降水量的时空分布不均必然会导致流域水资源呈现时空不均衡,影响了水资源的供需平衡。表 2 是 2005 年流域各市县水资源状况:水资源量以舒城县最高,达 16.43 亿 m³,其次为肥西与和县,最低为含山;人均占有水资源量 960.01 m³,低于同期全省人均水资源量 1 103.82 m³,低于国际公认人均 1 700 m³ 的缺水警戒线。可见,巢湖流域已处于重度缺水的状态。加上在降水集中的季节,更易形成较大的地面径流,加重对原有河床的冲击和侵蚀,导致洪涝灾害时有发生,部分地区水土流失加剧,因此形成了流域较为突出的水安全问题。

表 1 巢湖流域主要城市降水量(2005 年) mm

区域	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
合肥市	24.5	72.8	51.9	71.7	87.0	44.3	272	212.6	134.9	27.1	84.2	8.3
巢湖市	24.4	81.2	54.0	102.8	73.4	60.9	289.9	199.2	176.2	38.0	58.3	11.3

(数据来源于《2006 年安徽省统计年鉴》、《2006 年合肥市统计年鉴》、《2006 年巢湖市统计年鉴》)

2.2 流域内植被覆盖率低,水土流失严重,造成水灾害隐患

巢湖流域从一个“鱼米之乡”演变为现在的植被覆盖率低、水土流失严重的局面,主要是由于流域局部地区“毁林陡

坡开荒-单产低-广种薄收-毁林陡坡开荒”的错误理念,导致局部地区土壤的肥力整体水平下降的同时,还大大加剧了生态环境的破坏,致使流域天然涵蓄洪水能力下降,局部地区

的暴雨产汇流系数增大,更易于形成干旱、洪涝等自然灾害,造成不可估计的损失,从而陷入了“越穷越垦,越垦越穷”的怪圈。据资料统计,2005 年流域内森林覆盖率为 15.12%,低于全省平均水平 28.19%;流域内水土流失面积达 1 773 km²,占流域总面积的 19%。可见,如果对此错误理念不加以修正

的话,流域内植被覆盖率、水土流失严重的现象将更趋严峻。生态环境的进一步恶化导致水灾害发生的规模和程度也将不可估计。另外,由于防洪工程标准低、防洪设施老化、河道人为设障和弃土等多方面的原因,使得防洪和行洪能力日趋下降,这也是导致水灾害发生的一大潜在因素。

表 2 巢湖流域水资源量分布(2005 年)

项 目	合肥	肥东	肥西	居巢	无为	庐江	含山	和县	舒城
水资源量/亿 m ³	10.00	8.91	11.41	9.02	7.40	9.38	6.32	10.49	16.43
人均水资源量(m ³ /人)	570.65	838.11	1175.34	1047.35	530.69	793.29	1429.55	1613.80	1657.58
单位面积水资源量/(万 m ³ ·km ⁻²)	167.86	40.31	49.59	44.42	39.94	60.52	30.43	68.22	78.24

(数据来源于《2005 年安徽省水资源公报》、《2006 年安徽省统计年鉴》)

2.3 流域人口的迅速增长和城市化进程的加快,导致流域环境负担过重

随着人类社会的进步,巢湖流域的发展也日新月异,然而潜在的隐患却不容忽视。如膨胀的人口数量已经超过环境承载力所相应的阈值,快速崛起的城市化进程同样对环境构成了沉重的负担。这些不仅破坏了环境个体的功能,更为严重的是破坏了环境作为水安全系统中一个子系统的功能,从而打破了水安全系统的稳定,由此引发了一系列的水安全问题。1998 年巢湖流域总人口 871.01 万人,其中非农业人口 206.71 万人,区域城市化程度(非农业人口/总人口)为 23.73%。2005 年巢湖流域总人口 930.90 万人,其中非农业人口 261.95 万人,区域城市化程度为 28.14%。1998 - 2005 年流域总人口增加了 6.9%,区域城市化程度增加了 4.41%。流域的人口问题已经很严峻,环境的负担进一步加重;流域各市县的城镇化发展规模和程度有了很大的提高,但与经济发达地区相比还是有一定的差距,同时各县市的发展不同步,城市功能也不健全,这就给政府职能部门对流域环境的集中监控和管理带来了困难。

2.4 大量的污水排入湖区,巢湖水体功能进一步退化

水体功能退化、水污染是对本流域水安全保障的严重威胁。随着城市工业化进程的加快,各地区的经济有了长足的进展,但是由于环保意识的薄弱,导致大部分企业将大量未处理或处理不完善的工业废水直排入湖区,严重影响了巢湖的水质,破坏了巢湖流域水环境正常的功能。2005 年流域工业废水排放量达到了 8 478.09 万 t,其中 96.68%达标排放;生活污水处理率极低,仅为 45.64%。大部分城镇污水处理设施不完善,甚至欠缺。2005 年,合肥市废水排放量在 100 t/a 以上的大中型工矿企业有 48 家之多,主要污染源有合肥钢铁公司、合肥化工厂、合肥造纸厂、东风化工总厂、合肥啤酒厂、合肥化肥厂、合肥发电厂等。正是由于如此多的污染物排入湖区,导致流域的水环境严重恶化。

水环境的恶化,降低了水资源的使用价值,使其不能满足人类社会经济发展的需求,水资源供求的矛盾进一步加剧,形成了“污染性缺水”或“水质性缺水”。流域水体污染造成的环境恶化,已成为制约城市化快速发展的环境瓶颈,它使得该地区不能形成良好的人居环境,也不能形成健康、安全的投资环境,严重影响和制约了流域社会经济的可持续发展^[12]。

2.5 过量施用农药、化肥,使巢湖的污染越来越严重

目前,巢湖流域工业废水和生活污水的治理工作得到广泛重视,而流域农业面源污染的治理却尚未得到相应的重视,导致了农业面源污染进一步加剧对湖泊水质的累积污染效应,如大面积的水质产生恶化,水生生物的正常生长,水生态系统的平衡被破坏。资料显示:1986 年流域的耕地面积为 712 872.1 hm²,农药施用量为 5 967.6 t,单位面积用量为 10.3 kg/hm²;1999 年流域的耕地面积为 685 516 hm²,农药施用量为 9 529.7 t,单位面积用量为 14.8 kg/hm²。短短的十几年间,流域的农药施用量增加了 60%,再加上肥料结构和施肥方法的不科学,使得实际肥料的使用率不高,大量的氮、磷流入湖区,成为流域富营养化面源污染氮、磷的重要来源。可见,农药、化肥的施用在保障农业生产顺利进行的同时也形成了农业面源污染,对生态环境系统构成了威胁。作为安徽省重要的商品粮生产基地的巢湖,其水质受农业面源的污染在加剧,流域的水安全受到严重的挑战。

3 巢湖流域水安全问题的防治对策

巢湖流域的水安全形势严峻,严重制约了流域社会经济和生态环境的可持续发展,解决巢湖流域水安全问题已刻不容缓。综合考虑巢湖流域的现状和有关政策,以水资源使用价值最大化、水环境质量最优化和水灾害损失最小化为准则,提出如下的水安全问题防治对策。

3.1 转变旧观念,提高对水安全问题的认识

要实现巢湖流域水安全局势从劣到优的扭转,要从思想观念上重新定位,抛弃原有不合理的政策和机制,树立以人为本、全面、协调、可持续的生态发展观,提高全流域对水安全问题重要性、紧迫性的认识。首先,各地政府应树立正确的科学发展观,根据当地的硬性和软性资源分布的特点,合理规划流域各地区的产业结构布局,严格禁止引进以高耗水、高污染为代价的项目来促进地区经济的发展,大力引导由高投入、高能耗、低产出粗放式经济增长方式向高技术含量、高附加值等集约化方向发展,努力协调各地的经济结构比例与水资源承载力相一致。其次,各级相关环境主管部门应统筹规划,从流域全局出发编制流域水安全防治方案,认真做好水体功能区分、水质动态监测、环境执法等工作,实现资源的合理分配和有效利用。第三,大力提高流域人口素质,开展专题讨论、讲座、辩论和发放大众化的环保书籍和手

册等多种形式的环保教育,使全流域人民形成水安全忧患意识,使环境保护成为全流域一种自觉的行为。

3.2 加强流域水资源的调控,最大化水资源使用价值

针对目前流域重度缺水的现状,应在不破坏水资源和水环境正常功能的前提下,依据水资源作为经济调整的边界条件,大力加强流域水资源利用的调控工作,在有计划、有步骤地将其合理开发利用的基础上,进一步挖掘有限水资源的使用价值,使其服务于整个流域生态系统。首先,加强流域水资源的管理工作,充分利用经济、行政和法律等手段实现水资源利用方式由粗放型向集约型的根本转变。其次,加强水资源开发利用的监管工作,全面提高水资源的利用率,因地制宜地制定适合本地区的产业机制和科技创新机制,有效利用科研单位的技术发明成果,大力推行节约用水新技术、新工艺、新思路,发展节水型工业、农业和服务业,缓解流域水安全的压力,达到水资源的优化配置,建设节水型社会。

3.3 加强流域水环境的整治,最优化水环境质量

流域城市化的进程是不可阻挡的,在城市改扩建、工矿等企业大发展的过程中科学合理地处理好净水需求与污水处理矛盾,确保流域水环境质量的安全,奠定流域水安全良好的基础,必须对流域目前的水环境质量及其相关的污染源情况进行充分的论证评估,进而实行有效的整治方案,最优化水环境质量。首先,要转变以往“先污染,后治理”,甚至“只污染,不治理”的错误观念,结合流域社会经济发展和生态环境变迁的特色,研究一条适合流域整体协调发展的开发性治理思路。其次,水污染治理行为纳入市场经济体系当中,在其产生社会效率的同时,也相应地带来经济效率^[13]。第三,针对工业废水、生活污水、农业面源污染的特征,相关政府部门应出台有效的整治对策。

3.4 加强水利工程施工,完善水保措施,最小化水灾害损失

长期以来,流域内大小河流河道淤积、河床侵蚀现象比较严重,防洪工程和排涝设备不同程度破坏和失修,降水集中的季节,洪涝灾害时有发生,对沿岸居民的人身安全和财产形成威胁。为此有必要制定可行的洪涝灾害预防措施,将损失减到最低。如充分利用现有的水利工程施工的基础上,以不破坏水环境质量为前提,兴建水利工程,加大洪涝灾害的调控能力;大力植树造林、退耕还林、扩大自然保护区、禁止乱砍乱伐等措施减少水土流失,减少水灾害发生的人为因素;强化防洪抗灾的非工程措施,提高防洪抗灾的科技含量,努力将防洪抗灾这一基础、公益事业做到最好。

3.5 建立流域水安全预警系统,确保流域水安全

水安全影响因素的动态辨识、监测和调控是流域可持续发展建设的重要环节。水资源的开发利用、水环境的质量以及水灾害的频率和规模,在不同的经济发展阶段呈现出不同的特征。为了正确、更好地识别水安全的现状,可以借助相关技术获取预警区域的各种背景资料,包括水资源、水环境、

水灾害以及社会经济发展等方面的动态数据,并建立其动态数据库和管理信息系统,根据水安全评价指标建立原则和诸多评价方法,合理确定相应的最低阈值;根据预警系统的相关原理建立巢湖流域水安全预警系统。

4 结 语

巢湖流域的水安全问题已成为制约整个汇水区社会经济可持续发展的瓶颈因素,面对开放的水安全复杂系统,必须从系统的观点出发,认识流域水安全系统内部结构的复杂性和外部环境的多样性,激发全流域居民的水安全忧患意识,形成全流域共建共享的新格局,才能从根本上解决流域水安全的防治问题。彻底解决巢湖流域的水安全问题任重道远,应时刻认识到流域水安全问题的紧迫性和严重性,采取积极有效的治理和保障措施,在兼顾污染防治的同时,努力实现巢湖流域社会经济与生态环境的可持续发展。

参考文献:

- [1] 李如忠,汪加权,钱家忠.巢湖流域非点源营养物控制对策研究[J].水土保持学报,2004,18(1):119-123.
- [2] 张之源,王培华,张崇岱.巢湖富营养化状态评价及水质恢复探讨[J].环境科学研究,1999,12(5):45-48.
- [3] 金菊良,王文圣,洪天求,等.流域水安全智能评价方法的理论基础探讨[J].水利学报,2006,37(8):918-925.
- [4] 方子云.提供水安全是21世纪现代水利的主要目标:兼介斯德哥尔摩前年国际水会议及海牙部长会议宣言[J].水利水电科技进展,2001,21(1):9-10.
- [5] 韩宇平,阮本清.区域水安全评价指标体系初步研究[J].环境科学学报,2003,23(2):267-272.
- [6] 陈绍金.流域管理方略研究[M].长沙:湖南人民出版社,2003:8-10.
- [7] 刘布春,梅旭荣,李玉中,等.农业水资源安全的定义及其内涵和外延[J].中国农业科学,2006,39(5):947-951.
- [8] 安徽省水利厅.安徽水利50年[M].北京:中国水利水电出版社,1999:157-215.
- [9] 卢敏,张洪海,宋天文,等.区域水安全研究理论及方法探析[J].人民黄河,2005,27(10):6-8.
- [10] 谢永刚.水灾害经济学[M].北京:经济科学出版社,2003:1-10.
- [11] 陈绍金.水安全系统的理论框架[J].水资源保护,2005,21(3):9-11.
- [12] 董如增,赵定涛,尹志杰.巢湖流域环境-经济协调发展的实施战略[J].预测,2002,21(6):73-77.
- [13] 姚文兵.巢湖水污染治理工程的社会效益和经济分析[J].港工技术,2002,12(4):9-10.