
基于 ILBM 的太湖饮用水源地管理研究

——以苏州市为例

陈江龙¹ 田柳^{1,2} 赵酉辰^{1,2}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室,

江苏 南京 210008;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

【摘要】 饮用水源地管理是全球关注的热点, 安全的饮用水源供给依赖于不断完善的管理机制, 湖泊流域综合管理(ILBM)可以为水源地管理的完善提供很好的框架。湖泊流域综合管理框架由管理组织、政策、公众参与、信息、科学技术和资金六要素构成。基于该框架, 文章对苏州太湖水源地管理现状进行了分析和诊断。研究发现, 苏州市太湖水源地管理存在缺乏有效的管理组织协调机制、缺乏经济激励型和教育与公众参与政策、公众参与水平低、信息可信度差、科学技术与地方需求结合不紧密、资金投入不稳定等问题。基于ILBM管理框架, 提出了水源地管理优化的政策建议。

【关键词】 湖泊流域综合管理(ILBM); 水源地; 政策框架; 太湖

【中图分类号】 K928.43, X37

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-8227(2016)12-1815-09

DOI: 10.11870/cjlyzyyhj201612004

饮用水安全是最大的民生工程。快速的城镇化与工业化导致全球范围内的水资源短缺与水源地水质恶化问题日益严重^[1], 饮用水源地的管理成为全球关注的热点。近20 a来, 我国饮用水源地污染重大污染事故频发, 饮用水安全问题已经对我国社会经济发展敲响了警钟^[2]。2015年发布的“水十条”将保障饮用水安全作为重要的目标之一。

湖泊型水源地占我国城市水源地的30.27%, 其中以太湖流域为主体的长江口地区湖泊型供水人口占全国的71.0%^[3]。太湖流

收稿日期: 2016-09-06; **修回日期:** 2016-10-13

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-339) [Knowledge Innovation Program of the Chinese Academy of Sciences(KZCX2-YW-339)]

作者简介: 陈江龙(1974~), 男, 副研究员, 主要研究方向为区域发展与自然资源管理. E-mail: jlchen@niglas.ac.cn

域是我国经济最发达、工业化与城市化程度最高的地区之一。太湖是环湖城市及上海、嘉兴等下游城市生活用水的主要来源，约占整个流域生活用水量的31%。太湖苏州管辖部分自北向南分布有金墅港、渔洋山、浦庄、镇湖、庙港等饮用水源地，太浦河饮用水源地的供水也是来自于苏州湖区。由于湖泊的静水特性，使得湖泊生态系统比河流生态系统更脆弱^[4]，研究该地区湖泊型水源地管理问题具有重要的理论和实践价值。

湖库型水源地管理的重点是防止水污染，改善水质。而湖泊水污染问题的发生、发展，从表面上看是资源危机、环境危机，实质上是治理危机^[5]。国内外学者对于水源地管理进行了广泛的研究，改善水源地管理效率的手段主要有管理制度优化、立法保障、生态补偿等^[6~11]。由于水土资源的不可分割性，国外学者通过研究土地利用与水质关系^[15~20]，提出了水土资源综合管理的思路。多地区、多目标、多部门的管理导致管理效能低效，是湖泊环境恶化、资源退化的关键制度因素^[21]。由于湖泊生态系统的复杂性和脆弱性，通过综合管理提升管理效率实现湖泊资源可持续利用受到了国际组织和学者们的广泛认可^[22, 23]。湖泊环境的问题主要产生于周边陆域的活动，湖泊管理需要从流域的视角来综合考虑。国际湖泊环境委员会 (ILEC) 在世界银行的资助下，通过总结全球28个典型湖泊管理的经验教训，凝炼出湖泊流域综合管理 (Integrated Lake Basin Management, ILBM) 的概念框架，该框架在湖泊流域管理的研究得到广泛的关注^[24~26]。提供水源是太湖重要的功能之一，苏州区域属于平原河网地区，往复流特征明显，水源地的管理更需要从流域的尺度综合考虑。尽管我国已经实施了最严格的水资源管理制度，江苏省、苏州市在太湖治理上投入了大量的人力、物力和财力，但太湖水环境的治理成效仍不显著，甚至还出现了某些水质指标恶化的现象，如苏州太湖水源地区域2016年9月的总磷、总氮和叶绿素指标比2010年8月还要高。应用ILBM框架评估太湖水源地管理的成效，可以为完善湖泊型水源地管理机制提供科学依据。

1 湖泊流域综合管理 (ILBM) 框架

ILBM 的概念框架包含有效的管理组织 (Institutions)、政策 (Policy)、公众参与 (Participation)、信息 (Information)、科学技术 (Technology) 和资金 (Finance) 6 方面的要素 (图 1)^[4, 27, 28]。

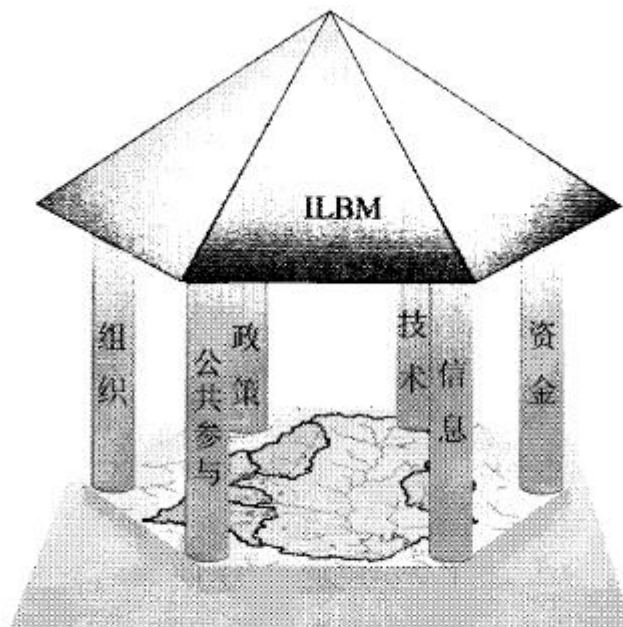


图 1 ILBM构成要素
Fig.1 Elements of ILBM

1.1 有效的管理组织

有效的管理组织是湖泊流域综合管理核心^[4]。管理组织包括传统的组织(如村委会、渔民组织)、非政府组织、私营组织(如产业联合会)以及政府部门。政府部门是管理体制的核心,建立部门间和不同层级政府的协调机制对于湖泊流域管理体制有效运转具有重要作用,其中最关键的是水利管理部门和环境管理部门之间在水资源管理上的协调一致。通过会议、研讨会、临时工作小组会等方式建立起政府部门与主要利益相关者之间的非正式联系也是提高管理效率的一种手段。中央政府在流域管理中主要通过部委及其下属机构发挥管理作用。地方政府能够与资源使用者直接对话,通过区域土地利用分区、交通、建设、废弃物管理等决策对水资源实施重要的影响。如果地方政府具有足够的行政和技术能力,将管理权限下放地方将会改善湖泊管理的效率。但由于地方政府没有立法权,在协调不同部门、不同层级政府机构的关系、动员人财物资源等问题需要上级政府的支持。NGOs和CBOs在促进管理结构之间的联系及增强社区参与管理中具有重要的促进作用。

1.2 多样化的政策

国家的政策决定了湖泊流域管理结构、法律、政策、激励机制、社区和私人部门参与以及财政投入。在国家层面上,国家管理流域的意图主要包含在涉水部门的政策中。由于部门政策的不一致往往导致流域资源利用的低效率和冲突,因此,不同部门政策的协调非常重要。国家政策在地方层次上主要通过命令控制、经济激励政策以及教育和公众参与来实现。成功的流域管理需要通过不同的政策组合来实现,并且需要与当地的社会文化、体制、行政系统的公信力以及社会资本等要素有机结合。政治意愿、利益相关者的介入、行政能力、公平性以及政策的协调是流域管理政策在地方上成功实施的关键。

1.3 广泛的公众参与

公众和利益相关者参与是流域管理的基本要素,公众是推进环境保护、污染控制、生态系统管理、生物多样性保持的主要力量。公众和利益相关者的参与有利于保持流域管理的长期活力、融入本地的知识、消除国家和地方隔阂、提高政策的社会接受性、获得政治上的支持、增强管理机构的能力等。将公众从接受政府管制转向组织和参与治理是其中的难点,识别和引导利益相关者参与则是关键。利益相关者包括中央政府、地方政府、特定的政府管理机构、国有企业、私营企业、农民、大学、研究机构、非政府组织、市民等^[27]。公众和利益相关者的参与需要获取必要的技术、社会和经济信息,通过建立沟通、教育和公众意识(Communication, Education and PublicAwareness, CEPA)机制对于提高公众参与,改变公众的行为具有重要作用。

1.4 有用的科学技术

技术的介入对于湖泊资源的利用和保护具有巨大的作用^[28]。技术包括工程基础设施(如污水处理厂)、自然基础设施的修复(如湿地)、工艺(如食物链生物控制)、能够应用到流域和湖区的技术以及表征问题的技术等^[4]。在流域上的具体技术包括流量控制技术(如建设拦河坝)、分流技术(如污水河道的拦截和清水的引入)、点源污染控制技术(如原位污水处理、常规污水处理、深度处理、工业废水处理等)、面源污水处理(如湿地恢复与建设、植树造林、流域保护等)、采矿尾水处理。湖区处理技术包括水量控制、有害物种控制(化学、生物、物理方法等)、水质控制技术(疏浚、曝气等)。开发低成本技术和污染源头控制技术是湖泊流域管理必须优先考虑的。

1.5 可信赖的信息传播

湖泊的静水特性、复杂的反应机制使得信息对于湖泊流域管理具有重要的价值。湖泊环境信息的传播能够有效地提升社会对环境问题的关注度,从而提高人、财、物资源在湖泊管理中有效性^[27]。信息包括科技信息(如溶解氧的参数、营养富集程度、生物量等)和社会经济信息(如文化传统、风俗习惯、宗教信仰、居民收入情况、法律框架、管理结构、政治现状等)。为了最大化信息在湖泊流域管理中的效益,应该建立信息的共享机制。信息机制包括共享平台、通俗易懂的表达、多学科的融合等。在

管理信息中，长期的监测十分重要。由于客观存在的多部门管理体制，在湖泊监测上，监测点、监测频率、指标、技术标准等应该统一。

1.6 持续的财政投入

可持续的湖泊流域管理依赖于可持续的资金投入。资金的支出主要包括大型固定资产的投入和管理结构的日常支出。在发展中国家，湖泊流域管理的资金主要依赖于国家和国际组织的投入。国家的经费投入主要用于大型的资金密集型基础设施的投入，而国际组织经费投入主要是起引导性的作用。发达国家的经验表明，当地资金的稳定投入是实现可持续管理的根本。当地的资金投入包括水源使用费、渔业税、污染排放费、利益相关者的捐赠等。地方资金最大限度地留在当地使用对于可持续的湖泊流域管理具有重要的作用。

2 苏州太湖水源地管理现状与问题诊断

根据湖泊流域综合管理的分析框架，通过对苏州太湖水源地管理的组织架构、政策、公众参与、信息、科学技术和资金投入的分析，剖析该区域水源地管理的现状、问题，为水源地管理的优化提供科学基础。

2.1 水源地管理的组织架构

太湖饮用水源地的管理涉及水利、环保、建设、卫生、交通(海事)、国土、发改委等多个部门。水源地管理的主要职能集中在环保和水利部门。在地方层面上，环保局主要负责提出饮用水源地污染源整治意见，实施饮用水源地环境质量及污染源的监控，对饮用水源地的污染防治实行监督管理。水利(水务)局主要负责饮用水源地水量调配和水源工程建设，保障饮用水源地的水量供给，对饮用水源地的水资源实行监督管理，编制水功能区划。城建部门主要负责城市供水水质监测、排污管网及生活污水处理设施、生活垃圾处理设施建设的管理以及城市水厂建设与管理等。卫生部门主要负责对饮用水源卫生质量的监督管理。市政公用部门负责对城镇生活垃圾的收集、清运和无害化处理，负责对城镇排污管网、污水处理设施的管理。交通部门负责水上运输船舶污染防治工作。发改部门根据饮用水源保护的要求，调整产业结构和项目规划布局，安排饮用水源保护资金和落实各项政策，编制饮用水安全保障规划。国土部门负责饮用水源保护区及其他饮用水源地的规划和管理，纠正、查处违法用地的行为，优先安排饮用水源保护工程用地和易地发展用地。规划部门负责饮用水源保护区及其他饮用水源地的规划和管理。农业部门负责植被的保护和管理，控制农药、化肥、农膜、禽畜粪便对饮用水源的污染以及太湖网围养殖的管理。公安部门负责对剧毒、危险化学物品存放、运输的管理；对饮用水源保护区人口的管理，控制饮用水源保护区人口的机械增长。园林部门负责保护区内纳入风景名胜区范围的湿地、生态防护林的建设和管理。行政监察部门负责对饮用水源保护工作以及执行水源保护的情况进行监察。此外，在水资源管理上，还存在流域管理机构(水利部太湖流域管理局)和太湖治理的综合协调机构(江苏省太湖水污染防治办公室)。

这些机构在管理职能上既受当地政府的领导，又受上一级业务部门的领导，形成条块结合的管理模式。由于上下级、不同地方和不同部门之间目标和利益的不一致性，不同机构与部门之间存在着一种博弈的关系。各部门通过市政府规章和部门规定等手段争取参与甚至主导水源地的管理工作，从而导致水源地出现多头管理。由于缺乏有效的协调机制，水源地管理职责不清晰，既有缺位，又有越位，这在一定程度上导致部门间协调的行政成本增加，水资源管理有效性下降。太湖最近水质指标有所恶化主要是由于陆域入湖污染物的增加，而入湖污染物需要多部门的综合协调和管理，这也说明在水源地管理上需要组织架构上的进一步优化。

2.2 水源地管理的政策体系

太湖水源地管理的政策体系由国家和地方两个层级的法律法规和部门的规章制度构成。在国家层级上主要有《中华人民共

和国水法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国城市供水条例》、《中华人民共和国城乡规划法》和《中华人民共和国水污染防治法》、《太湖流域管理条例》六部法律法规。国家级部门规章制度主要有1989年颁布的《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，1996年颁布的《生活饮用水卫生监督管理办法》，2003年颁布的《水功能区区管理办法》，2006年颁布的《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》，2007年颁布的《城市供水水质管理规定》。

在地方层级上，水源地管理的政策主要由《江苏省太湖水污染防治条例》、《江苏省水资源管理条例》、《江苏省内河水域船舶污染防治条例》、《江苏省湖泊保护条例》、《江苏省人民代表大会常务委员会关于加强饮用水源地保护的決定》、《江苏省农村饮水安全工程管理办法》、《苏州市供水办法》、《苏州市内河交通安全管理条例》、《苏州市湿地保护条例》、《关于建立生态补偿机制的意见》等省市的法律法规和地方管理办法、条例构成。

这些政策体系主要是提供了水源地保护命令控制手段的法律依据，近年来也逐步实施经济激励机制，如《中华人民共和国水污染防治法》《太湖流域管理条例》明确要求建立健全饮用水水源保护区生态补偿机制，苏州市实施了水源保护区域的生态补偿政策。总体上看，关于企业、社区和NGO组织如何参与水源地管理以及如何保障资金持续投入的政策偏少，政策体系的多样性不足。

2.3 水源地管理的公众参与

苏州太湖水源地管理的利益相关者包括中央政府、省政府、苏州市的各级政府，临湖5公里及主要入湖河道上溯10公里两侧1公里范围内的企业、市民，以及相关的研究机构、非政府组织等。我国环境管理中公众参与的组织形式主要有问卷调查公众意见、咨询专家意见、座谈会、论证会、听证会等形式。这些组织形式中，咨询专家意见、座谈会、论证会等形式基本是精英参与，一般的老百姓很少参与。听证会则经常是走形式，主要是村干部参加。在苏州实地调查中，当地农民反映对于水源地管理的参与程度很低，基本处于被告知状态，即使有意见也不知道该向谁提，提了也不知道被采纳的程度。水源地管理中能体现相对有效利益相关者参与的渠道是人大和政协代表的提案。由于人大和政协代表得到体制的认可，他们的提案一般会有相关部门给予答复，会在一定程度上反映公众关于水源地管理的诉求。苏州市政协第十二届、十三届代表从2008~2015年共提了28项与太湖水源地管理相关的提案，内容主要涉及生态补偿、水环境治理重点和治理技术的建议，都得到了涉水管理部门的答复。其中有16项提案是民主党派及社会团体提出的，12项是个人代表提议的。

美国学者Arnstein^[29]认为公众参与是权力再分配的过程，公众参与可以分为3个阶段、8个级别。最低阶段是非参与水平，第二阶段是象征主义阶段，第三阶段参与式阶段。苏州市水源地管理公众参与处于象征主义阶段，普通民众对水源地管理处于被告知的级别，民主党派等利益相关者处于咨询式和安抚式参与级别。从政协委员提案的水平来看，个人代表的提案相对比较单薄，对于问题的分析不深入，建议的可操作性也较差，这也反应出公众参与能力提升的迫切需求。

2.4 水源地管理的科学技术

为了保障水源地水质，国家、省、市在水源地的科学研究上投入了大量的资金和项目。科技部、国家自然科学基金委、中国科学院、教育部、环保部在“十五”、“十一五”、“十二五”期间就设置了太湖水环境治理的各类科研项目，希望通过基础及应用研究，为太湖治理提供科学技术支撑。国家水体污染控制与治理科技重大专项设置了湖泊主题、河流主题、城市水环境主题、饮用水主题、流域监控主题和战略与政策主题专项研究水环境治理，每个主题都涉及到太湖的研究。2007年以来江苏省科技厅、发改委、环保厅、水利厅设置了太湖水环境治理专项科研项目。苏州市也设置了大量的应用性项目研究太湖水环境治理问题。这些项目涵盖了湖体生态修复、水质监测、水质处理、湖滨带湿地恢复与建设、点源污染控制技术、面源污水处理等领域。研究项目的设置也从对水体的直接研究扩展到了流域治理的研究。

这些研究项目为苏州太湖水源地的管理提供了科学支撑，但也存在一些问题，如偏重基础研究，与地方需求结合不够紧密，

产学研结合度不够等。如国家重大治水专项“太湖水污染控制与水体修复技术及示范工程”，对太湖水污染治理成套技术及示范工程和长效管理模式进行探索。然而，这些成果尚无法为饮用水源水质改善提供有效的帮助。在调研中，有些地方的政府官员甚至对这些科研项目有反感情绪，认为有些项目的成果是科研垃圾，非但解决不了水源地水质净化问题，遗留的示范工程还会污染水源。浅水湖泊的治理是个世界性的难题，如何使科研项目更好地结合当地的需求，更直接地应用于实践，如何将科研示范工程长期有效地运转等是太湖水源地管理需要重点关注的问题。

2.5 水源地管理的信息传递

按照国家《城市供水水质管理规定》的要求，苏州市水务局委托江苏省城市供水水质监测网苏州监测站定期对供水管网进行采样，进行水质监测，并公布在苏州市水利(水务)局网站上。苏州市环保局环境监测中心站每月对市区太湖渔洋山、太湖金墅港和阳澄湖湾里3个饮用水源地水质进行监测，每个月的监测结果在环境监测中心网站上公布。除了对水源地水质的监测，由于太湖是一个开放水体，水源地水质依赖于湖体乃至整个流域水体的质量。目前太湖流域水质监测有国家和省两级监测站网。国家级监测站网有两个，分别有水利部下属的太湖流域水资源保护局和环保部下属的中国环境监测总站负责管理。江苏省省级监测站网各有两个，分别由环保厅和水利厅负责管理。太湖流域水资源保护局、中国环境监测总站及江苏省环保厅、水利厅利用各自的监测系统对太湖湖体和环湖河流水质进行监测，并将监测评价结果定期向社会公布。

太湖水源地水质监测机构主要是水利、环保、卫生等部门以及制水企业，由于各个监测单位所依据的规范、监测方法，监测频次、监测点位等各不相同，既造成资源浪费、重复建设和监测缺位，使同一水源地出现多种数据，缺少权威性。因此，统一、规范的监测是提高太湖水源地管理信息可信度的前提。

2.6 水源地管理的资金投入

目前，太湖水源地管理及水环境治理的资金投入主要来源于两大块，（1）是国家和江苏省关于太湖治理的投入，（2）是地方政府的财政及融资平台的投入。2007年以来，列入江苏省发改委指导的项目共计投入726.59亿元。其中中央投入57.2亿元，占8%，省级投入85亿元，占12%。剩下的是地方各级政府(包括到乡镇)投入181.65亿元，占了25%，各个治太项目融资近400亿，占了55%。从资金的投入看，目前资金的缺口较大，特别是中央整治地方融资平台后，地方可投入的水源地管理及水环境治理的资金十分有限。如苏州市吴中区近10年来累计投资140亿元推进东太湖保护和治理工作，年均14亿元。而2014年苏州市市区的行政性收费收入为35.28亿元，其中涉水的收费所占比例并不大。吴中区的收入占市区的比例并不大，以水资源的收入来治理水环境显得入不敷出。此外，2010年到2015年底，苏州市生态补偿投入资金累计达60.78亿元，103.88万亩水稻田、29.24万亩生态公益林、165个湿地村、64个水源地村及8.97万亩风景名胜区得到了补偿。但总体上补偿的数额仍较少。2016年吴江区每个水源地村的生态补偿金额只有100万元。

3 太湖水源地管理优化

根据苏州太湖水源地管理的现状及其存在问题的分析，依据湖泊流域综合管理(ILBM)的概念框架的要素，提出了水源地管理优化的框架。

3.1 水源地管理的组织优化

太湖水源地管理在组织架构上存在的主要问题是多龙治水，政出多门，没有形成水源地管理的有效合力。建立部门之间和不同层级政府之间有效的协调机制是组织优化的核心。国外的经验表明，通过简单的部门合并来实现管理的优化在较大的国家很难取得成功。机构合并可能不是一个有效率的方法。因为不同的机构有不同的利益相关者和利益，这种多样性是民主进程的一部分。机构合并将会增加偏见、减少透明度以及对管理活动的监督^[30]。有效的组织方式就是通过建立合理的协调机制，维持

原有分部门管理的高效运转。在现有的制度框架下，市域尺度上的协调机制可以建立苏州市水污染治理协调委员会，苏州太湖水污染防治办公室为常设协调机构，以《苏州市饮用水水源地环境保护规划》的实施为契机，建立部门联席会议制度，制定水环境保护的行动计划，分解确定各个部门在水源地保护上的分工职责，定期进行评估监督，强化政策的执行效率；协调各个部门管理的政策依据，减少政策冲突；统一水源地监控的标准、方法、频次、布点的等，形成统一的信息共享和对外发布平台。

3.2 水源地管理的政策制度优化

目前太湖水源地管理的手段主要是命令控制型的，也就是利用法律赋予的行政权力，以行政命令或法规条例的形式对水源地进行管理。具体的手段主要有划定水源保护区、取水许可证制度、排污总量控制、水质标准、污水排放标准、太湖保护区畜禽养殖治理、退耕还林、退鱼还湖、划定养殖区域、水上运输船舶污染防治规定、危险品运输规定等。命令控制型的手段具有强制性，执行效率较高，但管理成本高，缺乏经济效率。在国外的水源地管理中，更多的是运用经济手段。经济手段是指利用价格、税收、产权、补贴等经济杠杆对各种与水资源相关的活动产生间接的激励或限制。目前太湖水源地管理中实施的主要有水费、水资源费、排污费、排污权交易、根据跨行政区交接断面和入湖断面水质指标实施的区域补偿、水源地保护的生态补偿等。但水费、水资源费、排污费价格以及生态补偿价值偏低，没有充分体现水资源的价值以及水源保护的成本。未来太湖水源地管理政策优化的方向是在实施更加严格的水资源与水环境管理标准的基础上，大力推进经济手段在水源地管理中应用，如改进生态补偿的核算机制，使水源保护区的政府和居民生态保护的直接成本和发展的机会成本得到充分体现；建立跨界水源保护生态补偿机制；提高水费和水资源费的标准；对农民使用测土配方施肥、商品有机肥、绿肥种植等生态化耕种方式进行补贴。教育与公众参与的制度保障也需要有相应的政策支持。出台引导和保障企业、公众和NGO参与水源地管理的政策，在相关的政策中明确公众参与水源地管理的基本权利，保障公众对于水源地管理相关信息的知情权、异议权和法律救济途径等，扩大公众参与的主体至农民、大学、研究机构、非政府组织、市民等最大程度上的社会公众。在地方的规章制度中优先重点保障公众对水源地管理的知情权和监督权。同时，要出台水污染治理和水环境修复稳定财政投入的政策，增强水源地管理政策的多样性。

3.3 完善公众参与制度

完善公众参与的核心是建立公众参与的制度保障机制以及提升公众参与的能力。首先要为公民参与水源地管理提供全面的信息支持(如提供水环境监测数据、污染事故处理情况资料等)，使公众了解环境状况，增强解决环境问题的紧迫感和责任感，配合政府的环境管理。再者，明确公众舆论和监督的具体范围和程序，严格公众意见反馈制度，确保公众意见得到决策者的尊重，对违法限制公众舆论，剥夺公众监督权的行为，设立严格的行政、民事、甚至刑事责任。为了提升公众参与的质量，可以通过放宽环保民间组织登记的限制，鼓励成立水源地相关的环保民间组织参与管理。由于水源地管理涉及众多专业性、技术性问题，应建立公众参与的专家支持制度。

3.4 优化科学技术支撑与信息传递

目前国家正在实施水体污染控制与治理科技重大专项“十三五”任务顶层设计优化与课题立项工作。在课题的设置中，除了战略科学家的宏观判断外，应重视地方的具体应用需求，使国家层面的水污染课题设置更加贴近现实的应用。在课题的具体操作中，应将企业纳入研究的合作网络，充分利用企业的市场敏感性，提升技术的应用性。在市县层面上，政府资助的科学技术研究由于经费相对有限，可以更集中在低成本的农村污染源头控制技术的研发，如小型的农户家庭净化池技术、生态沟渠的技术等。同时，应及时总结凝炼以往水污染控制与治理关键技术和标志性成果，推广先进成果的应用。为了提升信息的可信度，首先在组织优化的基础上，按照统一规划、统一标准、统一主体、统一平台的原则，整合各个部门在太湖及其流域的监测工作，建议由环保部门的环境监测中心统一负责，形成权威的信息监测、评估与发布机制，保障公众对太湖水源地及其流域水环境相关信息的及时了解。同时，要根据科研单位对太湖研究的成果，及时编制关于太湖及其水资源与水环境的科普性读物，使公众了解太湖流域社会经济发展与湖泊资源利用保护之间复杂的内在关系及其可能的解决途径等，增强公众对太湖水资源保护与治理的紧迫性意识。

3.5 水源地管理的资金投入结构优化

可持续的资金投入是实施湖泊流域综合管理的重要支撑。国家资金投入主要集中在大型环境基础设施的建设，而充足的地方性资金供给可以保障环境基础设施稳定运行与更新。资金投入结构优化的重点是稳定中央和省级资金的投入，扩大地方资金投入的渠道。为了扩展地方资金投入，应发挥苏南地区民间资本雄厚的优势，按照“谁污染、谁付费，谁治理、谁受益”的原则，制定和完善有利于水源地保护的经济政策，引导和鼓励民间资本、外商资本投资建设区域环境基础设施，以建立多元化的污染防治资金筹措渠道。通过提高污水处理费，引导企业自行建设污水处理设施，同时吸引民间资本通过股份制、P P P、BOT、TOT等方式投资建立污水处理厂。针对太湖流域水污染治理的需求，创造宽松的政策鼓励符合条件的地方融资平台公司以直接、间接的融资方式拓宽水环境保护投融资渠道，大力发展绿色金融。另外，应发挥民间环保组织及NGOs的作用，建立太湖水资源治理的公益帐户，鼓励企业和个人无偿捐款用以水源地管理的投入。

4 结论与讨论

湖泊流域综合管理(ILBM)是通过对流域治理渐进、持续和整体的改良，实现湖泊和水库可持续管理的方法。湖泊流域综合管理的政策框架包括有效的管理组织、多样化的政策、广泛的公众参与、有用的科学技术、可信赖的信息传播和持续的资金投入六方面的关键要素，通过六要素的有机组合和渐进的完善，形成湖泊流域综合管理的行动框架。

目前太湖水源地管理的部门比较多，以水质与水量为核心，涵盖了从水域到陆域、点源与面源、农业-工业-服务业等饮用水供给的全产业链。但这些部门之间缺乏有效的协调机制，存在管理的缺位与越位，造成水源地的低效管理。太湖水源地管理的政策体系由国家和地方两个层级的法律法规和部门的规章制度构成，以命令控制型政策为核心，经济激励型政策为辅助，缺乏保障企业、公众和NGO参与的政策，政策的多样性较低。水源地管理的公众参与还处于象征性参与阶段，公众参与的制度保障与能力相对较弱。围绕水源地管理的科学技术研究取得了较大的进展，但在与地方需求结合，提升应用性方面存在较大的改进空间。由于管理结构协调机制的缺乏，在太湖水源地管理缺乏统一、权威的信息供给。在水源地管理的资金投入上，对国家和省级资金投入的依赖性较强，地方资本投入稳定性较差。

国外的经验表明，通过简单的部门合并来实现管理的优化在较大的国家很难取得成功。太湖水源地管理组织优化的核心是建立部门之间和不同层级政府之间有效的协调机制，在苏州市域尺度上，可以建立苏州市水污染治理协调委员会，形成部门联席会议制度，通过协商形成统一、有序的管理组织分工。以命令控制型的水源地管理政策为依托，重点扩展经济激励型政策的供给，逐渐完善教育与公众参与的政策供给。完善公众参与的核心是建立公众参与的制度保障机制以及提升公众参与的能力。通过与地方需求、企业参与的有效结合，使太湖水源地管理的科学技术研究更具有现实应用性。在组织优化基础上，建立统一的监测、评估和发布体系是提高水源地管理信息可信赖性的基础。按照“谁污染、谁付费，谁治理、谁受益”的原则，引导民间资本参与水源地管理是实现可持续资金供给的重要途径。

湖泊流域综合管理(ILBM)是相对静态的框架，在全球气候变化和社会经济制度差异较大的背景下，未来需要融合不同的理论和生态系统管理思想来提高适用性，如融合适应性生态系统管理的思想形成适应性湖泊流管理(AILBM)框架；根据中国的实际情况，融合制度变迁理论，形成ILBM-ICP分析矩阵等。本文主要是应用ILBM框架对苏州市水源地管理进行了概览式的研究，未来可以单独对构成该框架的6要素进行深入地研究。

参考文献:

[1] SHANNON M A, BOHN P W, ELIMELECH M, et al. Science and technology for water purification in the coming decades[J]. Nature, 2008, 452(7185): 301 - 310.

-
- [2]李丽娟, 梁丽乔, 刘昌明, 等. 近20年我国饮用水污染事故分析及防治对策[J]. 地理学报, 2007, 62(9): 917 - 924.
- [3]张建永, 朱党生, 曾肇京, 等. 我国城市饮用水水源地分区安全评价与措施[J]. 水资源保护, 2011, 27(1): 1 - 5.
- [4]ILEC. Managing lakes and their basins for sustainable use: a report for lake basin managers and stake holders[R]. Kusatsu: International Lake Environment Committee Foundation, 2005.
- [5]王 浩. 湖泊流域水环境污染治理的创新思路与关键对策研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [6]DUDLEY N, STOLTON S. Running pure: the importance of forest protected areas to drinking water: a research report for the World Bank/WWF alliance for forest conservation and sustainable use[R]. Washington: World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation, 2003.
- [7]JOHNSON N L, BALODANO M E. The economics of community watershed management: some evidence from Nicaragua[J]. Ecological Economics, 2004, 49(1): 57 - 71.
- [8]袁志彬. 中国城市饮用水水质管理[J]. 城市问题, 2004(1): 59 - 61, 69.
- [9]车 越. 中国东部平原河网地区水源地的环境管理: 理论、方法与实践[D]. 上海: 华东师范大学博士学位论文, 2005.
- [10]刘 永, 郭怀成, 黄 凯, 等. 湖泊-流域生态系统管理的内容与方法[J]. 生态学报, 2007, 27(12): 5352 - 5360.
- [11]李 青, 张落成, 武清华. 太湖上游水源保护区生态补偿支付意愿问卷调查——以天目湖流域为例[J]. 湖泊科学, 2011, 23(1): 143 - 149.
- [12]陈江龙, 徐梦月, 魏文佳, 等. 湖泊型水源地管理研究——以苏州市太湖水源地为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(7): 836 - 842.
- [13]唐克旺, 吕铁峰. 关于城市饮用水水源地风险管理的思考[J]. 水资源保护, 2015, 31(2): 95 - 98.
- [14]傅国伟. 饮用水水源地严格管理水质的对策分析——对实行严格水资源管理问题上的看法和建议 [J] . 环境科学, 2013, 34(8): 3334 - 3338.
- [15]王爱敏, 葛颜祥, 耿翔燕. 水源地保护区生态补偿利益相关者行为选择机理分析[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(5): 16 - 22.
- [16]戴秀丽, 钱佩琪, 叶 凉, 等. 太湖水体氮、磷浓度演变趋势(1985 - 2015年)[J]. 湖泊科学, 2016, 28(5): 935 - 943.
- [17]WELLER D E, JORDAN T E, CORRELL D L, et al. Effects of landuse change on nutrient discharges from the Patuxent River watershed[J]. Estuaries, 2003, 26(2): 244 - 266.
- [18]ZHU W X, GRANNEY J, SALVAGE K. Land-use impact on water pollution: elevated pollutant input and reduced pollutant retention[J]. Journal of Contemporary Water Research & Education, 2008, 138(1): 15 - 21.

-
- [19]BAHAR M M, YAMAMURO M. Assessing the influence of watershed land use patterns on the major ion chemistry of river waters in the Shimousa Upland, Japan[J]. *Chemistry and Ecology*, 2008,24(5): 341 - 355.
- [20]WEIJTERS M J, JANSE J H, ALKEMADE R, et al. Quantifying the effect of catchment land use and water nutrient concentrations on freshwater river and stream biodiversity[J]. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2009, 19(1): 104 - 112.
- [21]秦伯强, 吴庆龙, 高俊峰, 等. 太湖地区的水资源与水环境——问题、原因与管理[J]. *自然资源学报*, 2002, 17(2): 221 - 228.
- [22]RADIF A A. Integrated water resources management (IWRM): an approach to face the challenges of the next century and to avert future crises[J]. *Desalination*, 1999, 124(1/3): 145 - 153.
- [23]Global Water Partnership. Integrated water resources management[R]. TAC background paper No. 4. GWP, SE-105 25, Stockholm: GWP Secretariat, 2000.
- [24]COOKEY P E, DARNSAWASDI R, RATANACHAI C. A conceptual framework for assessment of governance performance of lake basins: towards transformation to adaptive and integrative governance[J].*Hydrology*, 2016, 3(1): 12.
- [25]SAUNDERS B A, RAST W, LOPES V. Stakeholder evaluation of the feasibility of watershed management alternatives, using Integrated Lake Basin Management principles[J]. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2014, 19(4): 255 - 268.
- [26]LIN H B, THORNTON J A, SLAWSKI T M. Participatory and evolutionary integrated lake basin management[J]. *Lakes &Reservoirs: Research and Management*, 2013, 18(1): 81 - 87.
- [27]ILEC. Integrated lake basin management: an introduction[R]. Kusatsu, Japan: International Lake Environment Committee Foundation, 2007.
- [28] LINTNER S F. Opportunities and challenges in integrated lake basinmanagement[EB/OL]. [2011-06-17]. http://siteresources.worldbank.org/CHINAEXTN/Resources/318949-1121421890573/stephen_en.pdf.
- [29] ARNSTEIN S R. A ladder of citizen participation[J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1969, 35(4): 216 - 224.
- [30]BISWAS A K. Integrated water resources management: a reassessment[J]. *Water International*, 2004, 29(2): 248 - 256.