

江苏省水生态文明适应性建设战略思考

仇 蕾 陈 黎 汪志强 方 舟

(河海大学管理科学研究所,江苏南京 211100)

摘 要:水是生态环境最活跃的控制性因素,水生生态系统是人类赖以生存发展的重要载体和物质基础,水生态文明是生态文明建设的重要组成部分和核心要素。针对江苏省生态文明建设中存在的问题,借鉴国际水资源适应性管理经验,在“新天人合一”的生态理念指引下,结合江苏省自然禀赋与人文底蕴,系统提出江苏省水生态文明适应性建设的战略思想及路径,以“水脉”计划规划江苏省水生态文明建设总体布局,实施“水敏”建设,开展红线管控,走出一条独具特色的水生态文明建设之路。

关键词:水生态文明;适应性建设;“水脉”计划;“水敏”建设

中图分类号:G127;TV213 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-4970(2017)04-0035-05

水生态文明是生态文明建设的重要组成部分,加快推进水生态文明建设是建设美丽中国的重要基础^[1]。2014 年,习近平总书记视察江苏,提出了“经济强、百姓富、环境美、社会文明程度高的新江苏”的建设目标,赋予江苏实现“两个率先”新的光荣使命,水生态文明建设就显得更为重要和迫切。水生态文明建设是将生态文明的理念融入水资源开发、利用、配置、节约、保护各个环节,在尊重自然规律、历史规律的基础上,通过人类的自适应策略主动调整人水关系、人人关系、以人的主动适应实现人水关系达到“天人合一”的动态平衡状态,推进新文化建设,形成新发展规矩,实现人水良性互动以及社会的全面进步。

一、江苏省水生态文明建设的现实思考

江苏高度重视水生态文明建设,“十二五”以来,重点河流、湖泊、水功能区水质得到改善。2015 年,全省监测 832 条河流,1 666 个水质断面,控制河长 18 994.5 公里。综合评价结果,优于Ⅲ类水的断面占 36.7%,控制河长占 42.7%,水库和湖湖水水质站点优于Ⅲ类水的占 81.2%。全省饮用水源地水质合格率达 99.1%,80% 的市县建成应急备用水源或实现双水源供水;防灾减灾工程体系日益完善,淮河下游防洪标准基本达到 100 年一遇,太湖、沂沭泗

流域、长江堤防、沿海堤防基本达到 50 年一遇;水资源管理制度建设逐步得到深化;苏州、无锡、扬州、徐州等 9 个省辖市列入国家级水生态文明城市建设试点,全面启动高淳等 18 个省级水生态文明试点县(市、区),江苏省水生态文明建设进程总体呈现向好态势。但同时也存在一些突出的“两难问题”:一是水量性缺水与水质性缺水并存。江苏省人均水资源占有量只有全国人均占有量的 1/5,世界人均占有量的 1/20;重点水功能区水质达标率仅为 50% 左右,近三分之二的水体为劣三类,大部分湖泊处于中~富营养水平。二是沿江城市人口产业集聚度过高与水污染加重并存。该区域以环太湖城市圈为主,为江苏省政治、经济、文化的核心地带,人口密度大、城镇化水平高、经济发展过快,导致工业结构性污染严重,农业面源污染和主要湖体水质污染较为严重。三是沿海城镇水资源严重匮乏与用水需求量缺口较大并存。该区域滨临东海,包括南通、盐城二市,区域内淡水资源匮乏,人均水资源量不足全国平均水平的 1/3,入海超标排放致使近海污染面积具有扩大趋势,近海环境破损导致湿地、海洋生物多样性日益锐减。四是沿东陇海城镇轴水资源不足与开发过度并存。该区域包括徐州、连云港二市,是江苏省乃至全国的交通枢纽,是国家“一带一路”战略规划明确的重要节点城市。区域内水资源有限且时空分布

收稿日期:2017-04-02

基金项目:国家社会科学基金重大项目(12&ZD214);江苏省社会科学基金重点项目(15GLA005;15JZA006)

作者简介:仇蕾(1978—),女,江苏阜宁人,副教授,博士,从事水资源环境管理方面研究。

不均,生产用水主要依靠调水工程来保障;地下水开采严重。五是沿运河水环境容量偏低与水生态管理水平相对滞后并存。该区域包括宿迁、淮安二市,两市经济基础薄弱,用水效率低下,水环境容量偏低,同时当地水生态管理水平相对滞后。可见,江苏省人水关系的不协调现状突出,推进水生态文明建设刻不容缓。

二、国际水资源适应性管理及其应用

适应性管理理念起源于不列颠哥伦比亚大学的生态学家 Holling 对复杂生态系统资源管理实践的研究,其提出将适应性管理作为一个框架结构来解决具有不确定性的复杂系统管理问题^[2]。随后有多位学者陆续对适应性管理进行了更深入的研究和应用;Geldof 将水资源一体化管理的整体过程看成是一个复杂适应系统,由此找到一种适应不断变化的平衡策略,进行适应性的水资源管理^[3];Smedt 针对佛兰德洪水易发区制定一个面向区域的水适应性管理策略,通过系统模拟水资源适应性管理与适应气候变化战略之间的联动^[4];Meza 通过对安第斯山脉中部缺水地区的案例分析,提出为解决社会和生态之间的相互作用、动态和不确定性,应加强水适应性管理^[5]。适应性管理在欧美众多流域治理中得到了很好的应用与推广,并已有不少成功案例:美国密西西比河流域适应性管理依靠的是各种机构组织的相互配合和密切合作,包括军队、联邦政府、州政府相关部门代表组成的机构组织和非政府组织,各单位分工明确,形成互补关系,强调基础信息、决策公共信息及水资源保护知识等信息资源的共享^[6];欧盟在对易北河流域进行适应性管理时,经常邀请流域利益相关者参加水管理有关的调查和研讨会,以了解他们关于管理和研究方面的想法,并为他们提供气候变化、防洪和水质改进方面的信息;澳大利亚大堡礁水质改善项目通过适应性管理不断了解关键利益相关者认识的变化,并持续改进的过程^[7]。

通过适应性管理的研究和应用成果逐渐形成了对适应性管理内涵的共识:基于复杂科学将社会系统和生态系统视为一个密不可分的整体,并在该复杂系统中,通过集成、多准则方式来解决研究具体的资源问题。适应性管理的核心包括一个评价和学习的循环,它考虑了复杂、动态、关键因素之间关系的不确定性^[8],并创建科学家、决策者和管理者之间对生态系统相互理解的共享情景,帮助决策者对竞争性目的做出折衷,达成利益相关者间的一致的决策,最后趋于可持续发展的总目标^[9]。王慧敏认为,水资源适应性管理则是围绕水资源管理的不确

定性展开的一系列设计、规划、监测、管理资源等行动,确保水资源系统整体性和协调性的动态调整过程,促进水资源持续健康发展^[10]。

三、水生态文明适应性建设理念和作用机制

1. 水生态文明适应性建设定义

在人水复杂系统的诸多不确定性因素响下,为有效解决水生态文明建设过程中的诸多问题,引入适应性管理理念,不仅从社会(人)系统出发实现多主体的利益协调与合作,而且兼顾社会与自然系统的复杂变化性。基于适应性管理理念,针对区域水生态文明建设工作,提出“水生态文明适应性建设”的理论定义与工作定义。

①理论定义:政府在生态文明战略指导下,为解决变化环境下实际发生或预期的水生态文明建设问题及其衍生问题,而采取的调整经济社会系统及其人类行为的各种对策与措施的总和。包括宏观理论层面的战略,法律和操作层面的具体法令、条例、规定、计划、管理办法和措施。理论定义是从适应性建设机理出发,侧重适应性建设的定性研究。

②工作定义:针对水生态文明建设的过程管理工作需求,从制度经济学视角出发,结合区域特色,系统构建政府引导、市场运营、公众参与的水生态文明建设模式,从政策生命周期理论分析建设原则与重点任务,针对基础设施建设、生产生活方式转变、水生态环境反退化技术等核心内容系统构建建设路径体系。工作定义主要面向建设政策的制定、执行、监管、考评、完善等环节,侧重适应性建设的定量分析,具有一定的创新性和可操作性。

2. 水生态文明适应性建设系统作用机制

水生态文明适应性建设系统是一个“自然生态-经济社会”复合系统,存在复杂的内在联系,且系统具有涌现性和主体适应性,因此,水生态文明适应性建设通过具有传导性政策的引导调整中观及微观主体行为,会形成经济社会系统在宏观层面的变化,经济社会系统的变化最终会对整个水生态文明适应性建设系统产生影响(图1)。

首先,在政策引导下,通过集体环境中的相互交流和学习,低层次微观个体(个人和组织)的节水环保认知和用水行为演化涌现出中观群体(产业部门、居民、其他公众)的新认知和行为特征,导致各用水群体之间的竞争关系发生变化。这一系列变化长期扩散到宏观层面,影响国民经济系统水资源利用方式、部门产出水平、地区产业结构调整;同时,经济发展方式变化和环保意识进步促进社会范围内“经济物品”的水文化价值观的共同认知形成,并影响相关水生态文

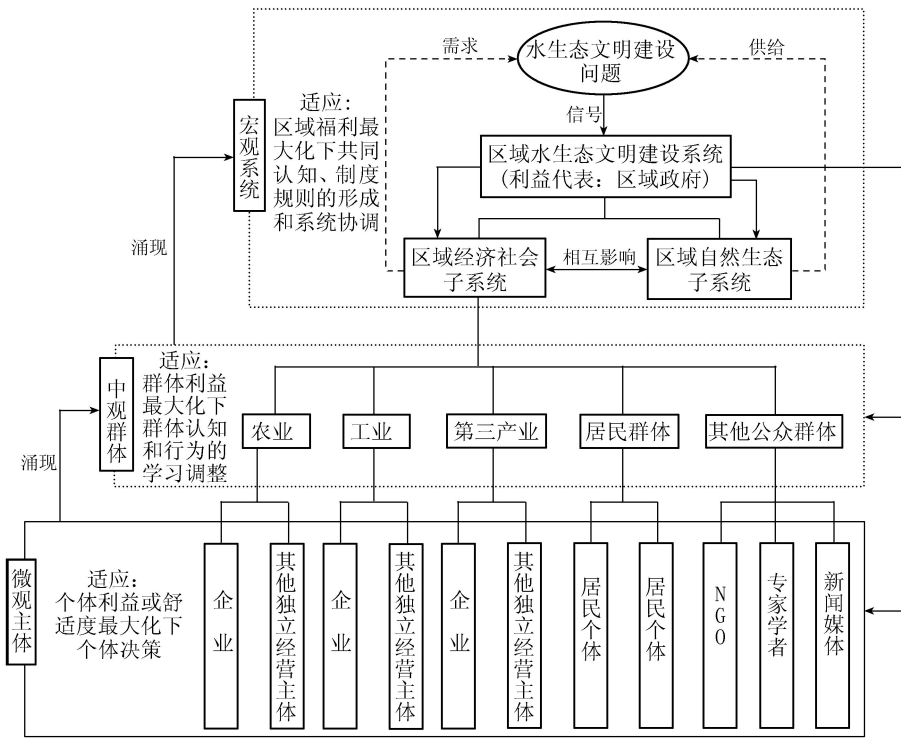


图1 区域水生态文明适应性建设系统作用机制

明建设的正式制度和治理结构改变。

其次,经济社会子系统发展模式的转变减少人类活动对自然生态的不利影响,改善自然生态环境,修复后的自然生态子系统能更好支撑经济社会子系统发展,由此江苏省水生态文明适应性建设政策的作用从经济社会子系统会传导到整个水生态文明建设系统,使系统进入一个不断自我完善的良性循环。

概括而言,水生态文明适应性建设主要通过引导具有适应性的经济主体在不断学习实践中改变行为偏好,并借由系统内部的内在联系,将引导作用从经济社会子系统传导到整个系统。因此,需要将水生态文明适应性建设的开发重心从依赖命令控制型政策转移到综合利用经济激励政策和社会化手段,通过激励多利益相关者主动控制自我需求,实现缓解人人冲突、减轻人水冲突,使水生态文明适应性建设系统有向持续稳定、健康状态发展的驱动力。

四、江苏省水生态文明适应性建设战略模式

江苏省水生态文明适应性建设战略模式包含治理和运作两个层面:一是关于制度供给和政策设计的治理层面。该层面上适应性管理采用政治、经济、行政等多渠道方式建立异质主体间合作机制,实现自然资源管理中利益相关者之间的信息共享和知识沟通,产生科学、充足、合理的知识储备,并结合学习机制形成适应性政策以应对不同情景下的自然资源问题,在保障社会-生态系统和谐稳定的前提下实

现资源可持续利用、用户需求偏好的满足和用户间利益关系的协调;二是关于运营管理和资源优化的运作层面,适应性管理是一个不断调整行动和方向的循环过程,根据社会-生态系统的现状、未来可能出现的状态及满足发展目标等方面的新信息进行调整,在不确定性的环境中可持续地管理资源,包括规划、实施、评估、调控等一系列行动,通过选择合理有效的技术方法实现预期设定的目标和成果。

1. 治理层面

水生态文明适应性建设过程是政府促进多主体协作、实现知识交流和新知识创新的过程,在这一过程中需要合理的制度安排模式予以保障。江苏省水生态文明适应性建设需要通过一套包括正式或非正式的内部或外部制度或机制来协调水生态文明建设资源与利益相关者(股东、债权人、供应者、雇员、政府、社区)之间的利益关系。其关键在于明确合理地配置政府、生产部门及其他利益相关者之间的权利、责任和利益,从而形成有效的制衡关系。该治理结构具有以下重要特征:①重视政府在水生态文明建设中的地位和作用,在强调政府的角色特殊性的同时,通过制度安排的规则设计实现包含政府在内所有参与者之间的平等性;②尊重人类的多重利益属性,以追求人水复杂系统平衡、可持续发展为目标,设计经济激励规则,促进各主体参与到江苏省水生态文明适应性建设中来;③强调公众参与,以“平等、自愿”为原则形成江苏省水生态文明适应性建

设的合作平台,各主体间形成相互依存、相互监督、相互约束的关系,提高主体参与积极性的同时降低治理的执行成本。

2. 运作层面

水生态文明适应性建设战略在运作层面,需要有效利用各类不确定性因素预估结果,协调和优化发展战略,使其得到有效实施和提升。为减少不确定性因素的负面影响、增加更多的发展机会,需要在运作层面通过各种预估技术估计因素的可能变化趋势,对应采用适应性管理措施,调整发展计划和规划。根据江苏省水生态文明建设现状,列出江苏省水生态文明适应性建设问题的表现形式和问题本质(表1)。

表1 江苏省水生态文明建设主要涉及问题

水资源问题	表现形式	问题本质
水量稀缺问题	人均占有量较低	水资源供需关系
	地区分布不均匀	水资源供需关系
	季节分布不均匀	水资源供需关系
开发利用问题	水资源过度开发	水资源供需关系
	水资源利用率低	行业内水资源供需关系
	用水结构不合理	行业间水资源供需关系
资源保护问题	水污染问题严重	排污量指标的供需关系
生态修复问题	水生态结构脆弱	解放生产力需求

江苏省水生态文明适应性建设的运作层面是以明确问题、方案设计、方案实施、监控结果、评估结果和调整方案为循环,以反馈和调整为核心内容的管理学习过程,6个阶段的具体任务和内容如表2所示。

表2 水生态文明适应性建设运作层面的阶段

阶段	任务	内 容
确定问题	评估和确定问题	目标——管理者目标和利益相关者目标; 行动——确定为实现目标可供选择的管理行动; 指标——确定可以用来 监控和判断管理行动效果的指标; 不确定性——列出手段选择和效果的不确定性; 假设——对不确定性解决方案的假设
方案设计	设计实验性建设方案	方案必须具有详细的建设措施、实施计划、监控和反馈,以判断效果; 设计多种可供选择的措施方案,在不同方案的实验效果中对比选择
方案实施	实施建设方案	积极推进建设方案实施,降低不确定性,并累计管理知识
监控结果	执行监控、效果监控	监控管理者和利益相关者的行为,是否按照原有的设计被实施; 监控管理措施是否有效,是否达到第一阶段确定的管理目标; 建立系统的信息采集和管理体系,以保障重要指标信息的记录和反馈
结果评估	分析、对比和评估	通过知识性指标分析、对比、评估在建设初期预测的情况是否准确,获得哪一种管理行为更适合实现建设目标的实施
方案调整	调整建设目标和举措	根据监控和评估的结果,对比建设初期的假设和判断,重新调整确定新的建设目标和举措

五、江苏省水生态文明适应性建设
战略路径与关键举措

江苏省水生态文明适应性建设是一个复杂的系统工程,需要从系统角度进行顶层规划设计,并依托于适应性建设理念,系统提出江苏省水生态文明适应性建设的战略路径和关键举措。

1. 推进“水脉”计划,优化江苏水资源空间格局

根据国家划定的主体功能区,结合江苏省对国土空间的综合评价,在《江苏省主体功能区规划》中,形成“一群三轴”的城镇化空间格局,即由“沿江城市群”“沿海城镇轴”“沿东陇海城镇轴”和“沿运河城镇轴”构成,以此作为江苏省水生态文明建设空间布局的重要。

基于“一群三轴”城镇化空间规划提出江苏省水生态文明建设的“水脉”计划:在江苏省范围内整体布局,以江苏省城镇化空间格局规划所形成的“一群三轴”式空间布局为基础,结合江苏省河网密布的水生态特点,采用“水脉”计划将“一群三轴”中的4个城镇群落、城镇节点以及水生态节点通过河网相互连通,形成全省范围水生态空间彼此相连的城镇化格局(图2)。

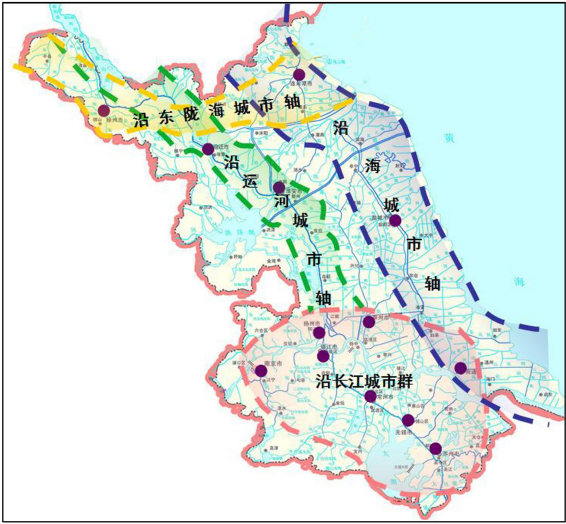


图2 基于“一群三轴”城镇化空间规划的“水脉”计划

“水脉”计划以江苏省河网水系为基础,依托江苏省水文化脉络,辅以工程措施,将具有完整生态系统的城镇节点和水生态功能区通过河道串连,沟通全省水系,构建江苏省水生态空间布局的全局性规划。河网水系作为自然基底层,是“水脉”计划的生态基础。水文化脉络作为文化中间层,是“水脉”计划的建设灵魂。江苏省城镇节点与水生态功能区串连水网作为经济社会层,是“水脉”计划的实现形式。在江苏水生态文明建设的总体格局中,依托“水脉”计划优化全省水资源空间格局,关键举措包

括:一是优化水脉空间格局,明晰沿江、沿运河、沿湖和沿海城镇群落、城镇节点的水生态功能格局,规划、建设和完善“水联网”工程,进一步伸进“水脉”畅通。二是优化水资源区域配置,一方面以水资源承载力为刚性约束,严格控制生活生产用水总量;另一方面以水资源高效循环利用为前提,优化用水结构,科学配置沿江、沿海、沿运河、沿区域内用水比例,提高区域水安全保障能力。三是优化产业空间布局,依据江苏“水脉”空间格局,打造沿江先进制造业和高端服务业、沿运河景观产业和文化产业、沿海港口物流业和重工业等产业集中区,逐步形成以水定产的空间形态。

2. 以“水敏”建设为引领,推进节水型社会建设
水敏性源于地质学,将其引入到城市设计中旨在突破传统城市设计理念,遵循自然水循环和生态过程,着力将城市规划与城市水循环的管理、保护和保存有机结合,实现人与自然和谐发展的低影响开发模式。水敏性城市设计注重城市社会水循环与自然水循环过程协调发展,其生态系统、基础设施、经济发展应满足可持续发展的要求^[11]。水敏性城市建设正逐渐获得国际范围内的普遍认可。

江苏省水生态文明的“水敏”建设是指遵循自然水循环和生态过程,着力将“水脉”计划与区域可持续发展有机结合,实现人与自然和谐发展的低影响开发模式,其生态系统、基础设施、经济发展应满足可持续发展的要求。关键举措包括:一是推进城乡水敏性建设。江苏雨量相对充沛,雨水利用在一定程度上可以缓解水资源供需矛盾。针对城乡涉水基础设施建设及管理问题,落实“慢排缓释”和“源头分散”理念,统筹雨水、洪水、饮用水、污水“四水”系统化管理,推广废水综合利用和雨洪水资源化利用。二是完善高效节水技术。江苏是工业用水大省,但工农业用水效率均低于发达国家水平,应采取拦、蓄水等措施滞蓄天然降水,采用“控制灌溉”“间歇灌溉”等技术,减少灌溉水量,同时加强渠道防渗和低压管道输水,提高输水速度和灌溉水利用系数。根据“两带三区”不同农业特点,沿海农业、江淮农业和渠北农业应调整作物布局,优化种植结构,选育优良品种,提高农业生产效率和农产品质量。三是转变用水生活方式。以用水量减少、排污量减少为目标,系统开展涉水主题宣传,倡导节水文化和绿色消费生产模式,构建智慧社区平台,建立个人用水信用档案,大力倡导涉水事务公民自治模式,自发监督用水行为。

3. 构建“红线”管控体系,严格水生态保护与修复
江苏省水生态文明建设“红线”管控体系是为维护区域水生态安全及经济社会可持续发展而划定

的生态功能区空间边界线,由红、蓝、绿3线共同组成。其中江苏省水生态红线以《江苏省生态红线区域保护规划》中划定的15类生态红线区域为依据,以亲水、涉水为原则,遴选江苏水生态红线。江苏省水生态蓝线是在水生态红线基础上,以保护核心水生态服务功能为前提,以公平、效率、可行为原则,通过定期定量评估水生态系统服务功能预期增值而划定的外围保护圈,本质上是水生态文明建设的省级动态调控线,根据考核结果由地方政府申请调整、由省级主管部门审核。蓝线范围内可适当调整产业结构与空间布局,是地方政府具有一定能动性的自适应区间。江苏省水生态绿线是特定水生态功能区服务能力最大辐射范围,也是水生态文明建设的状态考核单位,其空间范围由红线范围内水生态核心功能区水生态禀赋决定(图3)。

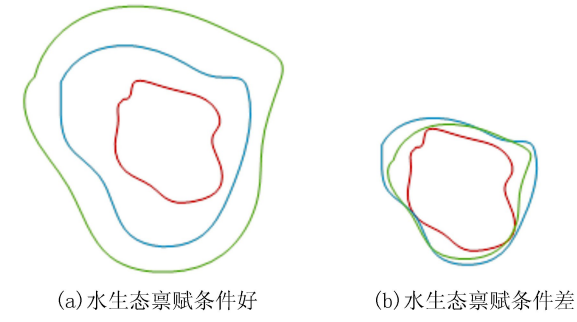


图3 禀赋差异化的水生态文明“红线”管控结构

江苏人口密度高、产能大,水生态环境保护与修复尤为重要。转变水生态建设观念,变过去的“污染防治、再污染再防治”为“保护修复、再保护再修复”,使水生态环境得到及时有效的改善。关键举措包括:一是严格饮用水安全保护。饮用水安全是水生态文明建设的根本,应普及县级以上饮用水水源地保护区,构建水源地生态环境质量数据平台,完善水源地保护区相关制度,健全供水安全应急预案,修订饮用水水源地管理技术标准和规范。二是加强重点水体保护与修复。从严核定沿江、沿河、沿湖等重要水体的纳污容量,实行总量和容量“双控制”,同时跟踪监测水环境灾变风险高的产业,重点加强沿太湖、沿运河等地区的入河排污口整治,开展重点水体保护与修复示范区建设。三是强化“水联网”建设与生态修复。重点是统筹好江河湖海各水网节点,形成沿长江、沿京杭大运河、沿太湖畅通衔接的水运航道体系;通过截污导流、河道疏浚、生态重建等措施,大力实施河道清淤工程,推动苏南运河、通榆河等水域水质全面达标;严格限制不符合水资源状况的景观和水利工程,加强骨干河道整治与退圩还湖,共筑以长江、太湖、淮河流域、苏北近海为主框架的生态廊道。

(下转第73页)

[35] 阿克塞尔·马克斯,贝努瓦·里候科斯,查尔斯·拉金. 社会科学研究中的定性比较分析法——近 25 年的发展及应用评估[J]. 臧雷振,译. 国外社会科学,2015 (6):105-112.

[36] RUDEL T K. Meta-analyses of case studies; a method for studying regional and global environmental change [J]. Global Environmental Change, 2008(18): 18-25.

[37] 刘晓丽. 群体性事件中的网络动员与政府应对策略[J]. 中共天津市委党校学报,2013(2):61-64.

[38] BIMBER B, FLANAGIN A J, STOHL C. Reconceptualizing collective action in the contemporary media environment [J]. Communication Theory, 2005, (15): 365-388.

[39] 黄荣贵,桂勇. 互联网与业主集体抗争:一项基于定性比较分析方法的研究[J]. 社会学研究,2009(5):29-56.

[40] YANG G B, CALHOUN C. Media, civil society, and the rise of a green public sphere in China [J]. China Information, 2007, 21(2): 211-236.

[41] 黄荣贵,郑雯,桂勇. 多渠道干预、框架与抗争结

(上接第 39 页)

六、结 语

江苏水生态文明建设应坚持节约资源和保护环境的基本国策,贯彻节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,强化尊重自然、顺应自然、保护自然的生态理念,着力推进水生态的绿色发展、循环发展、低碳发展,立足江苏省情特点、发展阶段和工作基础,在“新天人合一”的生态视角指引下,走适应性建设道路,探索具有江苏省情特点的水生态文明建设模式,走出一条独具特色的水生态文明建设之路。

重点突出 4 个方面:一是“水清”,就是把水功能区达标作为最基本的民生需求,统筹规划建设城乡居民生活用水,让人民群众喝上干干净净的清水;二是“水秀”,就是把凸显江苏水乡自然风貌作为建设重点,科学推进生态脆弱地区水生态修复,让人民群众在更加明秀的水景观下生产生活;三是“水脉”,就是把江苏河网水系作为基础,科学配置生态生产生活用水,形成合理的水分布空间格局;四是“水敏”,就是把“水敏”建设贯穿节水型社会建设各方面,切实抓好水环境综合治理,打造自然渗透和净化的“海绵城市”“海绵家园”。

参考文献:

[1] 陈明忠. 关于水生态文明建设的若干思考[J]. 中国水利,2013 (15):1-5.

[2] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological

果——对 40 个拆迁抗争案例的模糊集定性比较分析[J]. 社会学研究,2015(5):90-114.

[42] 张虎彪. 民间环保组织的合法性建构何以可能——基于两个案例的比较[J]. 兰州学刊,2014(7):117-123.

[43] 卜玉梅. 从在线到离线:基于互联网的集体行动的形成及其影响因素——以反建 X 餐厨垃圾站运动为例[J]. 社会,2015(5):168-195.

[44] 马奔,李继朋. 我国邻避效应的解读:基于定性比较分析法的研究[J]. 上海行政学院学报,2015(5):41-51.

[45] 谭爽,胡象明. 邻避型社会稳定风险中风险认知的预测作用及其调控——以核电站为例[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版),2013(5):75-81.

[46] SCHMITT R. Organizational interlocks between new social movements and traditional elites; the case of the west German peace movement[J]. European Journal of Political Research, 1989, 17(5): 583-598.

[47] 郇庆治. “政治机会结构”视角下的中国环境运动及其战略选择[J]. 南京工业大学学报(社会科学版),2012 (4):28-35.

(责任编辑:吴 玲)

systems [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973(4):1-23.

[3] GELDOLF G D. Adaptive water management; integrated water management on the edge of chaos [J]. Water Science & Technology, 1995, 32(1):7-13.

[4] SMEDT P. Towards a new policy for climate adaptive water management in Flanders; the concept of signal areas [J]. Utrecht Law Review, 2014, 10(2):107-125.

[5] MEZA F J. Water security and adaptive management in the Arid Americas [J]. Annals of the Association of American Geographers, 2013, 103(2):280-289.

[6] National Research Council (U. S.). Adaptive management for water resources project planning [M]. Frank: The National Academies Press,2004.

[7] BRODERICK K. Adaptive management for water quality improvement in the great barrier reef catchments; learning on the edge[J]. Geographical Research, 2008, 46(3): 303 - 313.

[8] 曹建廷. 水资源适应性管理及其应用[J]. 中国水利, 2015(17):28-31.

[9] 金帅,盛昭瀚,刘小峰. 流域系统复杂性与适应性管理[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(7):64-71.

[10] 王慧敏. 落实最严格水资源管理的适应性政策选择研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2016, 18 (3):38-43.

[11] 王晓锋,刘红,袁兴中,等. 基于水敏性城市设计的城市水环境污染控制体系研究[J]. 生态学报,2016, 36 (1):30-43.

(责任编辑:高 虹)