



**中国环境与发展国际合作委员会  
专题政策研究报告**

**流域高质量发展与气候适应研究  
——气候变化下的流域协同治理**

中国环境与发展国际合作委员会 2023 年年会

2023 年 8 月

## 专题政策研究项目组成员

### 中外组长\*:

- 中方组长: 李晓江, 国合会特邀顾问, 第五届国合会委员, 国家工程勘察设计大师
- 外方联合组长: Fernando Miralles-Wilhelm, 大自然保护协会(TNC)首席科学家
- 外方联合组长: Hans Mommaas, 国合会特邀顾问, 第六届国合会特邀顾问, 荷兰环境评估署(PBL)主席

### 中外成员\*:

- 王 凯, 国家工程勘察设计大师, 中国城市规划设计研究院院长
- 徐家贵, 太湖流域管理局副总工程师
- 闫保华, 红树林基金会(MCF)秘书长
- 甘剑平, 香港科技大学(广州地球、海洋和大气科学系主任)
- 杨全明, 四川南充水文水资源勘测中心主任
- 王才君, 中国国际工程咨询有限公司
- 张永波, 中国城市规划设计研究信息中心主任
- 吕晓蓓, 中国城市规划设计研究院西部分院副院长
- 刘昆轶, 中国城市规划设计研究院上海分院副总规划师
- 肖莹光, 中国城市规划设计研究院西部分院副总规划师
- 任希岩, 中规院(北京)规划设计有限公司生态市政院总工程师
- 杨 波, 大自然保护协会(TNC)
- Kees Bons, 荷兰三角洲研究院(Deltares)
- Frans Klijn, 荷兰三角洲研究院(Deltares)
- Anna Kusters, 荷兰三角洲研究院(Deltares)

### 支持专家:

- 薛 澜, 清华大学苏世民书院院长
- 李原园, 水利部水利水电规划设计总院副院长, 政协第十三届全国委员会人口资源环境委员会委员
- 潘家华, 中国社科院学部委员、原中国社科院生态文明所所长
- 张 兵, 自然资源部国土空间规划局局长
- 李 平, 中国社科院数量经济与技术经济研究所所长
- 张永生, 中国社科院生态文明所所长
- 张 菁, 中国城市规划设计研究院总规划师

- 郑德高，中国城市规划设计研究院副院长
- 陈 明，中国城市规划设计研究院院士工作室副主任
- 徐 欣，大自然保护协会（TNC）
- Willem Ligtoet，荷兰环境评估署（PBL）
- Wilfried ten Brinke，蓝地咨询（Blueland Consultancy）
- Henk Ovink，荷兰水事务特使
- Martien Beek，荷兰基础设施和水资源管理部
- Maurits BOOMARS，荷兰基础设施与水管理部
- Dirk KRIJGSMAN，荷兰基础设施与水管理部
- Jasmin Schous，荷兰基础设施与水管理部
- Gerry Galloway，密西西比河委员会前主席
- Au Shion Yee，亚洲开发银行（ADB）
- Ram Yerubandi，多伦多大学空间与环境科学系

#### 协调员：

- 秦 奕，中国城市规划设计研究信息中心
- 胡京京，自然资源部国土空间规划研究中心
- Bob Tansey，大自然保护协会（TNC）
- Tjitte Nauta，荷兰三角洲研究院（Deltares）

\* 本项目组长和成员以个人身份参与项目工作。本报告中所表达的观点和意见仅代表参与此项专题政策研究团队专家个人立场，不代表其所在组织和国合会的观点和意见。

## 执行摘要

中国的流域治理已经进入了一个新阶段。气候变化对自然资源和土地利用产生明显影响，并增加了极端天气事件的不确定性和风险。因此，中国关于积极应对气候变化适应、“双碳”目标、韧性（Resilience）和共同富裕等方面的新战略目标，需要新的政策才能成功实现。本研究基于前期相关研究成果，如国会会之前关于流域综合管理（2004年、2022年）的研究报告和2018、2019年关于生态补偿机制的研究报告，并受到国会会“海洋治理专题政策研究项目”的启发，针对气候变化下流域面临的协同治理新挑战提出政策建议。

### （一）中国及国际大河流域治理案例研究

本报告通过比较研究世界上其他大河流域协同治理经验，积极探索中国长江及其他流域应对气候变化的系统性、前瞻性的可持续发展治理方法。在解决中国当前流域发展的关键问题的同时，为全球其他流域的发展和治理做出重要贡献。

针对中国流域突出的生态环境问题，中国政府将原来以经济发展为重点的流域治理理念转变为“生态优先、绿色发展”，并出台了《长江保护法》、《黄河保护法》等一系列法律法规、政策文件和专项规划。中国政府成立了“推动长江经济带发展领导小组”等机构，作为指导流域治理的顶层机构，加强不同领域、不同级别政府部门对流域治理的统筹协调，推动流域综合治理和区域协调不断深化。

本报告对长江、莱茵河的上、中、下游及支流，密西西比河北半球部分、亚马逊河和赞比西河南半球部分的不同次级流域开展了实证案例研究，结合气候变化影响、流域经济社会发展阶段和发展诉求的差异性，分析了当前阶段的新挑战在流域不同地区的具体特征——包括性别不平等和其影响，以便为完善流域治理体系提供更多的经验借鉴。

原有的流域干预措施的经验教训表明，按照当前的科学理论，很多流域问题可能会采用与以往不同的做法。本研究认为，在制定流域干预措施时，相关治理主体必须对河流的水动力学、水形态学和水生态等方面的短期冲击和长期影响进行综合评估。相应的评估应在合适的空间尺度中开展。河流系统是高度动态的，对系统某一部分的干预会通过水流、沉积物动力学和生态过程对流域系统的其他部分产生短期或长期的影响。

历史的经验教训表明，在气候变化的新时期，增强流域韧性，可以降低极端事件造成的破坏和影响，这就要求转变治理方式，从被动应对破坏性洪水转向提前主动的流域韧性行动和气候适应性行动。治理不应限于当前的问题解决，更应具有长远目标，时间范围应展望到2100年。流域的协同治理需要涉及的各方主体都作出承诺，否则难以形成有效的

结果。欧洲的经验表明，明确对流域整体治理目标的承诺可以减少较小空间范围流域协调的复杂性，同时确保流域治理政策实施的一致性。

科学研究表明，气候危机正在向我们袭来，风险的紧迫性和气候适应的必要性已不可忽视。中国和其他国家在进一步努力减缓气候的同时，需要积极主动地全面应对推进适应气候变化。行动包括并需要确定和推进更广泛和更深入的方法来提高城乡聚落和环境的韧性。人们越来越认识到需要采取一体化的方法来加强流域协同治理，这包括需要跨部门、跨部委和其他机构的合作。特别是在《长江保护法》和《黄河保护法》发布后，中国政府应指导建立区域合作机制，将所有参与者聚集在一起，以确保气候挑战在流域内得到充分解决，并支持长期、可持续、包容和健康的发展。

## （二）主要政策建议

2021年3月1日正式实施的《长江保护法》，确立了“国家长江流域协调机制”和“长江流域地方协作机制”，推动了我国流域协同治理从“分割”到“综合”的重大机制变革。在2020年全面推进长江经济带发展座谈会上，习近平总书记提出“使长江经济带成为我国生态优先绿色发展主战场、畅通国内国际双循环主动脉、引领经济高质量发展主力军”的要求。

IPCC等研究表明，洪水和干旱等极端气候事件的风险日益增大，增强韧性对经济和能源安全以及人类的共同繁荣至关重要，应采取即刻行动以适应气候变化影响。在全球应对气候变化，中国推进共同富裕的新背景下，为更好地落实总书记的要求，提出以下协同治理建议：

一、应充分认识到增强流域韧性与气候适应能力具有很高的安全保障、经济投资、低碳发展、生态保护的综合价值，建议以绿色转型为核心，在流域经济社会发展全局中统筹考虑提升流域韧性和气候韧性。除了采取“抵御性”措施应对气候风险带来的紧迫压力外，还应在技术和治理模式上采取“创新性”的治理策略。

二、在“国家长江流域协调机制”和“地方协作机制”等政府协作机制基础上，建立跨部门，跨行政区，政府与企业，以及社会公众、NGO等多元主体参与的协作机制。借鉴“欧盟框架指令”，在长江保护法框架下，完善法律法规体系，建立综合执法等实施机制，明确不同区域、分时间阶段落实法规要求和流域整体层面规划的具体要求，确保流域治理相关法律的深入实施。基于区域共同的愿景目标，加强跨空间、跨时间和跨部门的区域协同，推动在气候变化背景下实现流域的可持续发展和韧性能力的提升，这包括：

加强空间协同，基于次级流域、次区域的空间单元，基于特定的协同事项与问题，形成专门的协调机制，避免将问题转移到其他地区。

**加强部门协作**，工业、农业、生态、能源、交通等相关部门应制定共同的流域发展战略，提高跨部门效益，不将负面影响转移到其他部门。

**加强时间协同**，制定流域治理政策和措施时，应当向历史学习（进化的最佳实践），也要对未来气候变化的可能影响进行展望。展望研究的时间跨度至少为 100 年，以防止问题转移到未来。

三、我们呼吁通过建立可持续水电基金，发展现代农业（可再生农业），能源结构转型，采用基于自然的解决方案，推动流域高质量发展和绿色发展，落实“双碳”战略目标。

六、加快制定“长江流域发展规划”和“国土空间规划”，形成贯通全流域、多部门、多目标的“战略性综合解决方案”，促进“双碳”战略实施。应重点关注次级支流、大湖流域和入海口等人口密集和生态敏感的典型地区，以区域协同推动大河流域绿色可持续发展，为中国及世界河流的治理提供示范借鉴。如，嘉陵江等次级支流地区应当探索“综合韧性解决方案”，为内陆欠发达地区的现代化发展提供绿色低碳模式的示范；太湖等大湖流域应探索区域空间开发模式的转型，形成多方协同的“基于自然解决方案”（NbS）。珠江口等大河入海口地区应强化陆海统筹的海岸带地区治理，形成“跨区域跨制度合作的综合解决方案”。

四、建立综合评估机制，在全流域范围内系统评估气候变化的长期压力和短期冲击影响，分析当前不同地区、城市和部门政策、措施和建设行为的适应性，并使完全综合的行动成为制定上下游流域协同的韧性政策和开展重大建设行为的前提条件。

五、鉴于气候变化对来自不同背景的女性和男性的不同影响，应当特别关注性别和社会公平问题，通过多种方式提高女性等弱势群体在流域治理中的获益度和参与度。确保他们独特的观点、需求和能力被纳入其中，为可持续发展成果做出贡献。

# 目 录

一、研究背景	2
(一) 关于流域的 5 年研究计划	2
(二) 年度研究目标	2
(三) 对流域治理区域协调的定义	3
二、治理历程、问题和挑战	3
(一) 中国及国际主要大河流域治理的演变	3
(二) 相关经验借鉴	7
三、上游河段：嘉陵江中下游地区的分析与协同治理思考	8
(一) 区域概况	8
(二) 面临的风险和挑战	9
(三) 国际案例借鉴	10
(四) 关于协同治理的讨论	11
四、大湖流域：太湖流域的分析与协同治理思考	14
(一) 区域概况	14
(二) 面临的风险和挑战	16
(三) 国际案例借鉴	18
(四) 关于协同治理的讨论	19
五、河口地区：珠江口海岸带地区的分析与协同治理思考	20
(一) 区域概况	20
(二) 面临的风险和挑战	21
(三) 国内外经验总结与案例借鉴	22
(四) 关于协同治理的讨论	24
六、跨领域问题：能源转型与农业现代化	26
(一) 关于能源转型的经验	26
(二) 关于能源转型的讨论	26
(三) 关于农业现代化和流域管理的评论	27
(四) 关于农业现代化的讨论	28
七、流域治理中的性别公平与社会包容考虑	28
(一) 状况分析与问题识别	28
(二) 流域治理的社会公平与性别策略	29
八、政策建议	30
参考文献	33
附录： 2022/23 年与本 SPS 有关的其他产出	34

## 一、研究背景

流域是一个复杂系统，其特点是在不同的时间和空间尺度上发生变化，以及与预测和管理这些变化相关的不确定性。一些国家和地区在流域管理的许多方面已形成了相对成熟的治理实践，也积累了一些经验，包括对流域问题和压力的识别、倡导对流域开展整体规划的理念共识，以及一些具体的工作方法，例如基于自然的解决方案、鼓励不同利益相关者的参与（包括妇女和其他边缘化群体的参与）、综合考虑长期需求和短期行动等。但与此同时，将流域作为一个系统来统筹治理，仍然任重道远。本报告以国合会之前关于流域综合管理（2004年、2022年）和生态补偿（2018年、2019年）研究为基础，结合国合会2023年在联合国水事会议期间的学术活动，在今年的研究工作中以确定有效的区域合作机制为研究重点，在整个长江流域从极端洪水到干旱的气候变化影响日益紧迫的情况下，推动相关研究建议在中国以及全球范围内加以利用。

### （一）关于流域的5年研究计划

本年度的研究属于国合会关于流域的5年研究计划系列的一部分（见下表）。该系列的研究计划提出了未来五年研究的一系列目标，包括：①确定主要流域面临的普遍风险、挑战和具体表现；②建立针对流域的压力风险与适应性评价框架，实现流域综合管理水平的提高；③总结世界主要流域在相关方面的发展趋势和成功经验；④结合中国、欧洲、美国等国家和地区在主要流域治理方面的经验，提出综合性跨区域协同治理建议。

表1 国合会流域治理SPS五年工作的原则和研究重点

研究年份	年度研究原则/主题	可能的研究重点
2022-2023	从源头到沿海履行责任	区域合作机制
2023-2024	根据百年愿景规划步骤	积极主动适应预计的气候变化并提高韧性
2024-2025	人人参与，形成共同愿景	基于多学科利益的协作组织
2025-2026	在河流区域管理各方面适应气候变化和其他主要河流压力源	应对气候变化、其他压力源和灾害的不确定性
2026-2027	持续加强和创新	管理方法、知识计划、政策工具和前瞻性融资机制等；国际交流

### （二）年度研究目标

通过对世界各国流域治理经验的比较研究，探索中国长江及其他流域应对气候变化的治理方法。本报告为中国和全球流域的高质量发展和气候适应提出了有针对性的建议。这项研究是在可持续发展 and 基于系统的全流域治理模式的背景下进行的，以应对日益增长的气候变化风险。具体的研究目标是：

- 有针对性地借鉴国际和中国的流域治理经验。
- 从宏观和中观两个层面研究流域的区域协调问题。宏观层面侧重于国际和中国大河流域的区域治理经验总结。中观层面侧重于对次级流域单元开展案例实证研究，围绕具体问题，讨论具有针对性的区域协同机制。



- 围绕上游次级流域、下游大湖地区、入海口地区三类典型地区的实证研究，通过与莱茵河、密西西比河以及全球关注的其他流域的比较，研究中国大河流域区域协调治理面临的问题和解决方案。
- 采用问题导向的研究方法，借鉴国际经验，为中国和全球流域提出加强区域合作方面的政策建议。

### （三）对流域治理区域协调的定义

本报告研究的重点议题之一是区域尺度的治理。报告将其称为“区域治理”、“区域协同”或“区域协调治理机制”。在报告讨论的案例中，“区域”一词涉及的空间单元含义有所差异。对于密西西比河流域，涉及的是各州与联邦政府之间的协调；对于莱茵河，既涉及荷兰各地区之间的协调，也涉及莱茵河沿岸各国（州）之间的协调。关联度非常高，因为对莱茵河流域的治理与欧盟的“水框架指令”密切相关。在中国，“区域”涉及的是各省之间的协调。

此外，本报告提出的“区域协调”也涉及同一流域空间单元内不同政府部门间的协调，以及政府与企业、社会公众、NGO 等各类多元主体的协调。为了推动流域在区域协调治理中取得成功，必须有效的协调各类利益相关主体的个体利益与各类社会公众利益（如农业、自然环境保护、水质、航运、防洪），包括不同政府机构的跨部门协调，也包括政府与企业、非政府组织和其他公众代表之间的协调。

## 二、治理历程、问题和挑战

### （一）中国及国际主要大河流域治理的演变

#### 1. 长江流域治理的演变

综合中国政府关于长江政策文件的主题变化分析（基于语义分析方法）、基于大事件分析，发现长江流域的治理政策变迁呈现出“渐进性”与“间断性突变”双重特征，可将 1949 年以来的长江流域的治理历程分为 4 个阶段。

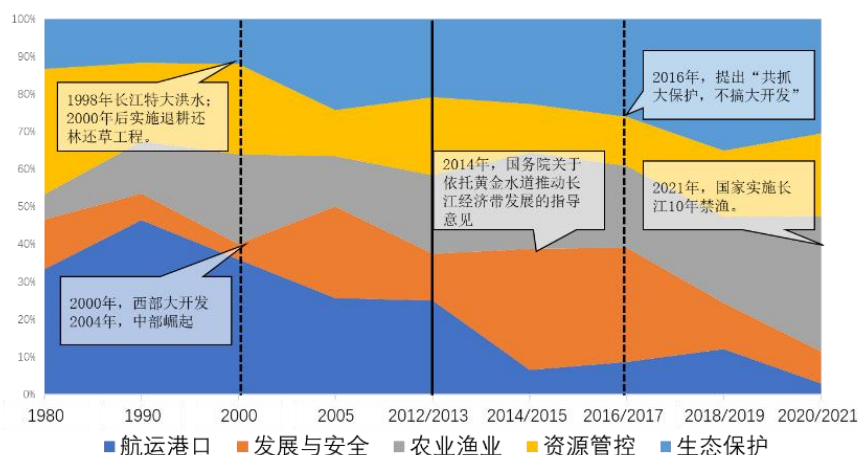


图 1 1980—2021 年长江流域政策文件各主题占比变化

### （1）起步阶段（1949年至1978年）

在当时的计划经济大背景下，长江流域各类治理活动主要由国家层面统一安排部署，治理重点领域聚焦在防洪、水利发电两个方面。在国家的统一部署下，长江流域在此阶段兴建了一批堤防、水利水电枢纽等工程。

### （2）经济发展主导阶段（1978年至1998年）

1978年后，长江流域治理进入以经济发展为主导的阶段。流域治理的重点除原有的防洪、水利发电外，水资源开发与调配、航运综合发展、沿江工业发展也成为长江流域治理的重点内容。参与流域治理的政府主体结构更加多元，除水利部门外，国家层面的发展改革、生态环境保护、城乡建设、国土资源、交通等部门在长江流域治理中的重要性提升，但不同流域治理主体的协调不足。

### （3）初步转变阶段（1998年至2012年）

1998年长江流域发生特大洪水后，中国政府和公众舆论对长江洪水灾害的风险更加重视，流域治理政策向统筹开发与保护、加强系统治理转变，但这种转变并不彻底。1998年洪灾后，中国政府开始在上游、中游大范围开展退耕还林、退耕还湖等生态治理工程。但该阶段流域治理的中心仍是经济发展，沿江区域集聚了大量工业企业，以及过度使用农药、化肥等不合理的流域开发措施，导致长江流域面临的生态环境问题更加严重。除了中央政府外，流域内省、市、县各级地方政府从发展本地经济的目标出发，开展了大量城市建设、工业开发区建设、港口开发、矿业开采等经济发展活动，但跨行政区的区域矛盾也日益凸显。

### （4）高质量发展与保护阶段（2012年至今）

2012年中国政府将生态文明建设纳入国家整体战略后，长江流域的治理政策逐步转变；特别是2016年《长江经济带发展规划纲要》发布后，流域治理导向从“经济发展优先”明确转变为“生态优先、绿色发展”。2021年3月《长江保护法》施行后，以《长江保护法》、《长江经济带发展规划纲要》为统领，中国政府出台了一系列关于长江流域的法律法规、政策文件、专项规划，区域协调治理的法律和政策体系不断完善。此外，2016年后中国政府成立“推动长江经济带发展领导小组”，作为中央政府指导长江流域治理的顶层机构，加强对流域治理不同领域、不同层级政府部门的统筹协调，推动深化流域的综合治理和区域协调。长三角、成渝、长江中游等次区域的地方政府也加强了跨区域的流域协调。

尽管2012年以来区域协调治理得到加强，但目前长江流域在生物多样性保护、上游地区水电开发与环境保护协调、中下游岸线保护利用等方面的协同治理有待进一步加强。如最近几年发生的洪水和干旱事件，可能会大大影响水电输出，并导致增加对燃煤发电站的投资，以应对水电输出的下降，而风能和太阳能的可再生能源能力尚不足以弥补这种下降。

## 2. 莱茵河流域治理的演变

莱茵河流域治理的历史表明，流域干预措施的系统性转变，以及伴随的新治理结构的出现，往往是由自然灾害引发的，即具有重大社会影响的破坏性事件。在大多数情况下，干预措施在相应的重大破坏性事件发生前就已经提出。自然灾害事件只是推动在社会和政治层面对实施这些措施和计划的紧迫性达成共识。关于莱茵河流域治理的演变，下列重大事件尤为相关。

### （1）法国入侵荷兰（1672年）

1672年，为抵御法国入侵，荷兰人在莱茵河下游挖掘了一条人工河道。这条河道后来形成了新的莱茵河支流——莱茵河在这里分为瓦尔运河（Waal Canal）和潘纳登运河（Pannerden Canal）。然而最初新的河道并不稳定，在后续的一个世纪里，新河道持续淤塞。为了解决这些问题，荷兰成立了第一个中央政府机构（1798年的水管理局），后来演变为荷兰国家水利局。

### （2）曼海姆法案（1868年）

1868年，莱茵河流域各国签署《曼海姆公约》，保障了莱茵河的航行自由制度。此后该法案一直是促进欧洲国家之间贸易关系的重要条约。

### (3) 须德海（南海）洪水（1916年）

1916年，荷兰的须德海（这是一个与北海相连的内陆海，从北部到荷兰中部）发生了沿海大洪水，淹没了阿姆斯特丹的部分地区和须德海沿岸的部分城镇。这场洪水推动荷兰在1932年启动建设阿夫鲁戴克（Afsluitdijk）拦海大坝。这座大坝将南海转变为荷兰最大的湖泊（艾瑟尔湖）。

### (4) 保护莱茵河国际委员会的建立（ICPR，1950年）

1950年，荷兰、瑞士、法国、德国、卢森堡在瑞士巴塞尔联合成立了保护莱茵河国际委员会（ICPR），谋求通过合作来解决莱茵河日益严重的河流污染问题。1970年，随着流域各国越来越意识到只有加强跨国合作才能实现可持续的流域管理，莱茵河国际水文学委员会（CHR）成立。

### (5) 北海洪水（1953年）

1953年的北海洪水后，荷兰政府启动了三角洲工程的建设。该工程由三角洲特别委员会指导建设。虽然荷兰政府明确了建设三角洲工程的决策，但该工程在实施中也受到社会反对意见的阻碍。

### (6) 山德士（Sandoz）化学泄露灾难（1986年）

1986年，瑞士巴塞尔的山德士化学公司发生火灾，大量农药泄漏到莱茵河中，造成整个河流下游的环境灾难。为了应对这场灾难，莱茵河沿岸国家启动了莱茵河的生态恢复工作，包括实施 ICPR 莱茵河行动计划（1987年）。

### (7) 极端河水流量（1993、1995年）

莱茵河1993、1995年经历了极端的河水流量，给沿岸的堤坝带来巨大考验。为此，荷兰政府启动了“还河流以空间”项目：在荷兰莱茵河沿岸采取一系列措施，增加河流的蓄水空间。为了促进不同利益相关者和政府层级在决策过程中的参与，一种名为“积木（Blokkendoos）”的规划工具被制定出来。

### (8) 制定欧盟水框架指令（2000年）和洪水指令（2007年）

2000年欧盟《水框架指令》的制定意味着各成员国必须共同制定流域管理计划。在水资源管理的背景下，该指令侧重于管控流域的水生态质量。同样，对于洪水风险管理，各流域的洪水风险管理计划必须在《欧洲洪水指令》的框架下内制定。

## 3. 密西西比河流域治理的演变

密西西比河流域面积占美国本土面积的41%。密西西比河及其支流拥有大约10,000英里的政府维护的航运水道。密西西比河上游、俄亥俄和红河流域的航运通过一系列的船闸和水坝得以保障。密苏里河、密西西比河中游和密西西比河下游的航运则通过堤坝建设、河岸整治和河道疏浚维持。

密西西比河治理的历史说明了美国联邦政府和各州政府在流域管理中责任划分的复杂性；大量治理责任归属各州而各州之间合作不足，加剧了流域治理的复杂性，并使流域在区域协调治理方面的效率降低。

### (1) 自19世纪初以来联邦政府与州政府的责任划分

对密西西比河流域的开发始于19世纪初，之后美国联邦政府承担起维护美国主要河流航运的责任。随着流域内定居人口的增加，地方政府承担起了为流域内处于洪水风险中的居民提供防洪保护的责任。根据美国宪法，所有在宪法中没有明确授予联邦政府的权力都留给了各州。因此，水资源管理的权力（不包括航运）属于各州州政府。

### (2) 密西西比河委员会（1879年）

1879年，美国国会批准成立了密西西比河委员会，对涉及密西西比河的活动进行监督，并为委员会分配了维护流域河流航运的具体责任。

### (3) 大洪水（1927、1936年）

1927年，一场灾难性的洪水席卷了密西西比河下游流域，导致航运中断，并造成了数百万美元的损失。1928年，联邦政府指派密西西比河委员会负责管理密西西比河下游的航运，并与各州合作，采用系统方法控制洪水。1936年，在美国发生大洪水后，美国联邦政府开始加强防洪项目建设。当各地的重大防洪项目的收益超过成本时，联邦政府将承担这些项目的建设责任，同时也提出各地的重大防洪项目实施要逐个开展。但是美国仍然没有将对流域层面整体性的监督责任分配给任何联邦机构。应密苏里河流域各州的要求，美国联邦政府承担了在密苏里河主干线上修建六座主要水坝的责任，用于防洪、灌溉和维护密苏里河的航运系统，但不承担流域监管责任。

#### (4) 流域委员会的设立（1965年）和取消（1981年）

1965年，美国国会认识到各州和地方机构的供水系统运转面临现实挑战，颁布了一项水资源规划法，要求在主要流域建立流域委员会和水资源委员会，以协调联邦政府和州政府在水资源领域的活动。1981年，主要由于各州抱怨流域委员会干涉了宪法赋予他们的权力，因此美国总统下令取消了河流流域委员会，并撤销了对水资源委员会的支持。与此同时，密苏里河流域日益激烈的水资源竞争导致该流域的各州质疑联邦政府对河流的管理。这导致了针对联邦政府和各州的诉讼，引发了司法裁决。这些裁决确定联邦政府将在密苏里河上运营航运和防洪大坝，直到各州制定出合作方案。在密苏里河流域，美国联邦政府的职责是管理大坝，而不是像密西西比河委员会在密西西比河下游流域所做的那样，系统地管理流域的水资源保护和开发活动。

#### (5) 当前面临的挑战

当前，密西西比流域在水资源开发、防洪、航运和生态环境保护等相关治理主体之间的合作与协作方面面临着重大的挑战。排在首位的是美国实行的联邦制度，该制度将大多数水资源活动的管理责任移交给各州政府。各州在内部合作中也面临挑战，这取决于各州宪法的性质以及这些宪法中关于州内较低级别自治机构权力的规定。在一些州，各级政府之间以及与非政府组织之间的合作和协作程度很高；而在另一些州则情况有待改善。第二个挑战是全世界面临的上下游协调问题。在完全位于某一州境内的支流上，该州能够管理大多数流域活动。如果各州共享河段，河流水量过少或过多都会很快引发分歧甚至冲突。

### 专栏 2-1：亚马逊河治理的转变

亚马逊河流经玻利维亚、巴西、哥伦比亚、厄瓜多尔、圭亚那、秘鲁、苏里南和委内瑞拉，流域面积约 690 万平方公里。亚马逊河是世界上径流量最大的河流，平均流量为 15 万立方米/秒，淡水资源占世界总量的 18%。流域内的森林生态系统本身有助于调节当地和区域范围内的气候和降雨模式，为整个南美洲大陆和其他地区的农业生产和粮食安全提供有利条件。亚马逊河也是应对气候变化的重要缓冲区。每年全球大气 24 亿吨的碳吸收量中，由 20%-25% 是被亚马逊流域的森林吸收。整个亚马逊流域储存了近 1000 亿吨的碳，大约相当于十年的全球碳排放量。

2019 年亚马逊森林大火和森林砍伐面积的大幅上升，证实了人类活动对流域造成的严重破坏和风险，包括森林砍伐以及牧场和农田向生态保护区的蔓延侵占。作为亚马逊地区可持续发展计划的一部分，需要制定一项系统的长期预防战略。

当前的气候危机为推动亚马逊河流域转向可持续发展提供了重大机遇，以避免流域内的人类开发活动突破科学家所说的生态系统稳定临界点，即流域及其生态系统将不能靠自我调节维持稳定状态。在亚马逊合作条约组织（ACTO）、联合国环境规划署（UNEP）、美洲国家组织（OAS）、全球环境基金（GEF）项目的支持下，亚马逊河流域内的 8 个国家开始推进对跨界水资源的综合、可持续管理。自 1978 年签署 ACTO 条约以来，正在进行的工作继续集中在以下方面：进一步强化了规划和实施战略活动的机构框架，以推动流域水资源的保护和可持续管理，以及应对气候变化。下面描述的 SAP 实施包括执行一系列实地项目，包括水资源管理、农业改进和生物多样性保护，

这些项目通过 ACTO 秘书处进行协调，包括在流域内 8 个国家之间建立共识。

该项目为该流域制定了一项战略行动方案（SAP），在 2016 年获得批准，并于 2020 年 2 月由亚马逊合作条约组织启动实施。该方案主要基于以下共识：①亚马逊流域水资源综合管理和可持续发展的共同愿景；②开展区域跨界诊断分析（TDA），通过广泛协商，综合确定流域跨界问题；③亚马逊合作条约组织推动的各项活动、区域倡议的结果和建议。

#### 专栏 2-2：赞比西河流域治理的转变

赞比西河流域面积为 160 万平方公里，流域内总人口约为 4700 万；河流流经 8 个国家：安哥拉、博茨瓦纳、马拉维、莫桑比克、纳米比亚、坦桑尼亚、赞比亚和津巴布韦。流域面临的主要战略问题是在经济增长、环境可持续和应对高度多变的气候导致的干旱和洪水风险之间取得平衡，而气候变化正在进一步加剧这种风险。贫困和贫困导致的流域退化是赞比西河流域人类、生态系统和未来发展面临的巨大威胁。除非共同努力改善最贫穷人口的生计，否则这种退化可能会加剧。最贫困人口占该流域人口的三分之二以上，他们大多从事小农雨养农业，占农业活动的 96%。鉴于目前该流域的水资源利用相对不足，规划将水资源利用率提高到历史平均径流量的 31%，这通常被认为仍低于水资源短缺阈值。然而，在未来可能的气候干旱情境下，流域的某些地区可能会出现水资源短缺。

气候变化对赞比西河流域的发展具有重要影响，也提高了加强区域治理的重要性。在最干旱的气候变化情景下，每年造成的损失可能超过 23 亿美元，而在最潮湿的情景下，每年可能增加 4 亿美元的收益。这些影响主要涉及水利发电、农业和淡水供应。

赞比亚河委员会（Zambezi River Commission）于 2018 年制定了该流域的战略规划。在该规划中，规划了未来的首选发展路径，旨在确保维持适度的生态流量和提供防洪保护的前提下，最大限度地提高流域水资源开发的经济效益。由赞比西河委员会领导的跨流域治理活动的合作和协调有可能减少气候变化对流域的影响。

## （二）相关经验借鉴

尽管每个流域的情况各不相同，但无论是在中国还是其他国家，流域的相关利益方都面临气候变化带来的日益严重的挑战，需要不断完善和加强区域协调机制进行应对。中国正在通过更加系统、全面的方法来加强主要大河流域的区域协调，例如先后制定出台《长江保护法》《黄河保护法》。赞比西河的案例表明，只有流域各国协同农业灌溉、水利发电等活动，才能实现流域的环境保护目标和减少对农业生产、能源生产的影响。此外，随着气候的实际变化变得明显，需要定期调整流域治理相关的长期规划。

在设计流域治理的政策和干预措施时，必须始终在适当的空间和时间尺度上进行评估，并从多目标系统评估所有后果，包括干预措施的成本和有效性、共同效益和负面副作用。评估不仅要考虑对河流流量、生态等方面的短期影响，也要考虑对未来的长期影响；不能只考虑对局部地域的影响，需要在流域系统内考虑对周边区域的影响；同时还应综合考虑实现航运、防洪等工程措施效益和维持河流生态系统长期稳定性等多维度目标的权衡。为了使一个生态系统被认为是稳定的，它需要有一些机制来帮助它在干扰发生后恢复到原来的状态。按照当今对流域的研究认识，之前莱茵河流域一些大规模的人工干预工程可能就不会实施。

流域治理政策的变化往往是对重大事件的响应，具有突变性，但需要提前做好政策和计划准备，当机遇窗口来临时推动政策的及时实施。长江、莱茵河等各大河流域的治理历程表明，流域治理政策的重大转变通常是对流域重大事件的响应结果。IPCC 第六次评估报告指出，对气候变化适应性薄弱的

流域将面临巨大的风险，和全世界流域一样，提前的综合流域韧性规划不光是解决气候冲击对长江流域造成的多重尖锐影响的必要条件，更是极具紧迫感的政府重要任务之一。

**加强国家整体层面流域协调机制或建立跨国合作组织，制定具有共识的全流域治理规划(或方案)，是推动流域区域协调治理的核心。**中国长江、美国密西西比河的治理经验表明，国家政府在协调跨行政区的防洪、航运、生态环境保护等流域问题时能够发挥重要作用。莱茵河、亚马逊河、赞比西河等跨国河流都成立了流域各国政府共同参与的跨国流域协调机构。

**加强公众参与对于加强流域的区域协调十分重要。**莱茵河、密西西比河等流域的案例表明，在流域面临挑战不断增加的同时，公众越来越多地参与到流域治理决策。但加强公众参与的机制和方法仍需要加强研究。考虑到公众利益和公众获取信息的新途径，明智地使用社交媒体和其他现代通信技术可以加强工作参与，有助于促进在流域治理中做出更好的决策。

### 三、上游河段：嘉陵江中下游地区的分析与协同治理思考

#### (一) 区域概况

嘉陵江是长江上游左岸的重要支流，嘉陵江中下游干流全长 740 公里，自然落差 303 米，中下游主要支流包括白龙江、东江、西河、渠江和涪江，流域以低山和丘陵为主。该地区的主要城市有四川省的广元、南充、广安以及重庆的合川、北碚、渝北、江北、沙坪坝和渝中。

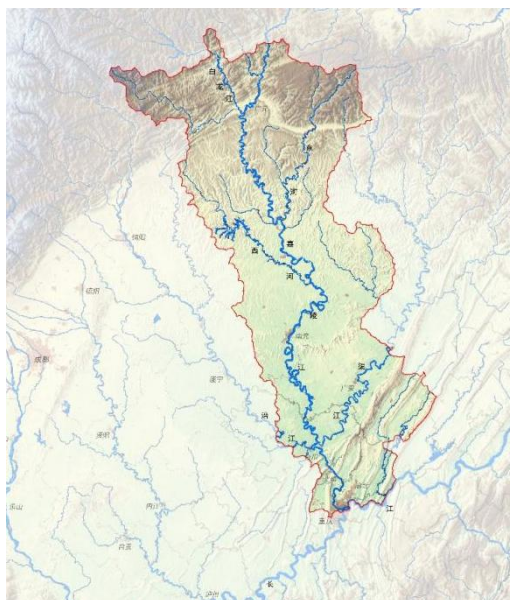


图 2 嘉陵江中下游涉及的四川 3 市和重庆 6 区

**区域属欠发达地区，正处于快速发展阶段，对于能源、水等资源仍将有更多的需求。**嘉陵江中下游地区社会经济发展水平较低，城镇化率和人均地区生产总值均低于全国平均水平。随着成渝地区双城经济圈建设加快，该地区的工业化和城镇化加快推进，对能源、水和其他资源的需求以及碳排放的压力将继续增加。

**水旱灾害突出，且趋于极端。**受川西和大巴山暴雨区影响，嘉陵江中下游洪涝灾害严重，2015、2018 和 2020 年先后发生大或特大洪水。近年来流域温度上升，1990 年代后升温速率达到 0.35°C/10 年，导致旱灾次数增加。2022 年 6-8 月，中下游持续出现晴热天气，降水较多年平均少 20%-30%，导致嘉陵江重庆段河床裸露。中下游的旱涝急转和旱涝并存，对于流域水利的统筹调度要求日益增加。

**该地区属于两个省级单位，对流域的协同管理提出更高要求。**1997 年重庆成为直辖市，之后嘉陵江中下游分属四川省、重庆市。2011 年、2016 年和 2021 年，国家层面先后印发《成渝经济区区域规划》、《成渝城市群发展规划》和《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》，均要求加强嘉陵江流域的川渝跨省协同治理。

## （二）面临的风险和挑战

**气候变化和加速发展带来的问题的复杂性，对现有的流域综合管理方式提出了新的挑战。**近年来，嘉陵江中下游既面临气候变化导致的暴雨洪涝、高温干旱更加频发的问题，作为后发地区加快发展也带来更多的能源、资源需求和环境压力。流域内非沿江的农村地区的水安全风险和水资源短缺问题更为突出，旱灾次数增多导致水电为主的单一能源结构受到挑战，水运组织也面临多级船闸协同的困难，农业发展导致的面源污染问题进一步加剧。

**农村地区防灾减灾设施滞后，水旱灾害影响大，农业污染多。**乡村防洪设施薄弱导致农业损失逐年上升。2018 年广元市部分县区被暴雨和大暴雨袭击，122 个乡镇、58388 人受灾，农作物受灾面积 6.39 万亩。2021 年南充市经历 20 余次强降雨过程，夏汛和秋汛造成南充沿江蔬菜基地受灾严重，蔬菜大幅减产。旱灾造成农村粮食减产、人畜饮水困难。2014 年四川东北部夏伏连旱，广元市苍溪县 70% 玉米绝收，30% 作物死亡。流域饮水困难人口占比达到 30% 及以上，特别是留守老人儿童。水质总体趋好，但农业污染已成为主要污染源。2021-2022 年，嘉陵江中下游干流 15 个断面水质均达到 III 类水以上。水质主要受有机污染综合指标（CODMn、BOD5、CODCr）和氮磷（NH<sub>3</sub>-N、TP）影响，主要污染源有水产养殖、畜禽养殖、农业面源及生活废水的排放。

**水电行业应对高温和干旱的能力相对较弱，需要改善能源结构，提高能源供应的韧性。**该地区的能源结构以水电为主。2022 年夏季，嘉陵江中下游面临历史同期最高极端高温、最少降水量、最高电力负荷叠加局面，水电日发电量减少 50%，嘉陵江沿线南充等城市用电受限，工业企业错峰用电，农村蔬菜、水产品、水果冻库等受断电影响大。

### 专栏 3-1：高温干旱对水电能源的影响

极端高温干旱对以水电为主的能源结构带来极大的风险和挑战，一是造成水电发电量大幅减少，二是高温热浪导致用电需求激增，两者叠加造成地区生产、生活受到严重影响。

2022 年夏季，川渝地区遭遇连续多日 40 度以上高温，部分地区降水量较平均常年同期偏少 51%，嘉陵江中下游面临历史同期最高极端高温、最少降水量、最高电力需求叠加局面，来水量较常年同期减少 36.4%，导致水电日发电量减少 50%，亭子口水电站水位最低达到 438.78 米，接近死水位 438 米。

同时，高温热浪导致用电需求激增。2022 年 7 月，国网四川电力售电量达 290.87 亿千瓦时，同比增长 19.79%。其中，工业日均用电量达 4.31 亿千瓦时，同比增长 13.11%；居民日均用电量 3.44 亿千瓦时，同比增长 93.3%。

发电量减少叠加用电量激增，城市工业、商业以及乡村生产生活用电均受到较大影响。嘉陵江沿线南充等城市商场、酒店、专业市场、景区等非民生用电受限，工业企业错峰用电，部分高耗能企业停产。农村蔬菜、水产品、水果冻库等受断电影响，损失较大。

应对极端气候，川渝地区已通过增加风电、光伏、火电等能源布局，加强区域能源协调，逐步优化以水电为主的能源结构。国外应对极端气候带来的能源风险，也采取了一些措施。例如，加拿大魁北克水电公司在 2021 年发布了它的全公司适应计划，该计划包括一项设备现代化计划，估计产量将增加 5-10%，以帮助抵消水位的下降。这项研究探讨了一些现代化的步骤，以及创新的融资方式来升级老旧的水电设备。

### （三）国际案例借鉴

莱茵河发源于瑞士境内的阿尔卑斯山北麓，流经奥地利、法国、德国、荷兰等，在荷兰鹿特丹附近注入北海。19、20 世纪实施了重大干预措施以优化经济（目的包括防洪和改善航运条件）。这些干预措施一部分具有无法预见的长期负面影响，威胁到河流的功能。为了减轻这些负面影响，并且由于人们越来越关注流域的可持续功能（流体动力学，形态学和生态学），建立了若干流域管理计划和治理机制，包括还地于河，进行综合的流域管理，成立国际委员会（ICPR 和 CCR）。

与大多数大型河流系统相比，莱茵河在流域范围内的协调工作相对较好，因为所有莱茵河沿岸国家都承诺遵守欧盟关于生态、生物多样性和防洪的指令，并感谢保护莱茵河国际委员会的运作。自 2000 年以来，欧洲水框架指令（WFD）为河流流域方法和欧洲集水区的国际合作提供了新的推动力。它的目的是将主要以水质为导向的管理转变为更加综合的生态系统管理方法。它适用于内陆、过渡性和沿海地表水以及地下水。它确保了水管理的综合方法，尊重整个生态系统的完整性，包括通过监管个别污染物和制定相应的监管标准。它以流域区的方法为基础，确保邻国合作管理他们共享的河流和其他水体。

莱茵河在治理过程中具有以下经验和教训：介入河流系统时，需要评估对时空中适当尺度的影响（即，预期效果的量表）；需要寻求基础设施措施的替代方案，同样，采用适当的范围和系统边界；需要寻求适当量表（对应物理系统的规模）的协作。

#### 专栏 3-2：欧盟水框架指令（WFD）

是欧盟为保护和改善各成员国的水质而建立的一个立法框架。它建立了一个全面的水管理方法，目的是使所有水体达到“良好状态”，包括河流、湖泊、沿海水域和地下水。WFD 包括：

1. 以目标为导向的方法：WFD 采用了以目标为导向的方法，这意味着它为水质设定了具体的目标和目的，而不是规定详细的行动或方法。主要目标是实现和保持所有水体的“良好状态”，这是指水环境健康、可持续、没有污染或退化的状态。

2. 积极制定的目标：WFD 建立了积极的目标，即重点是实现具体的环境质量目标，而不仅仅是避免负面结果。这些目标是以可测量的参数来定义的，如化学浓度、生物指标和生态条件。例如，这些目标可能包括氧饱和度的具体水平、营养物质浓度或某些物种的存在。

3. 河流流域管理：WFD 采用了流域管理的方法，即在流域范围内组织水管理，而不是由行政边界来分割。成员国被要求制定江河流域管理计划（RBMPs），概述其管辖范围内每个江河流域地区的目标、措施和指标。这些计划涉及广泛的利益相关者参与和公众参与，以确保决策过程的参与性和包容性。

4. 监测和评估：WFD 强调了一个强有力的监测和评估制度。成员国必须监测其水体的状况，并根据既定的目标和指标定期评估其生态和化学状况。这种监测和评估过程为评估进展情况、确定关注领域以及为制定实现目标的适当措施提供了科学依据。

5. 措施计划：为了实现 WFD 的目标，成员国制定和实施措施计划，作为其 RBMP 的一部分。这些措施包括广泛的行动，包括污染预防和控制、生境恢复、提高水效率和公众意识活动。这些措施



应具有成本效益，技术上可行，并在规定的时间内实施。水务框架指令（WFD）在解决上游和下游地区之间的问题以及促进共享流域的国家之间的团结方面发挥了关键作用。通过平等对待上游和下游国家的地位，《水框架指令》为下游国家规定了新的责任。根据生态系统方法，下游国家采取的行动也变得越来越重要。例如，他们必须采取措施，促进鱼类物种向河流系统的上游地区迁移。WFD将鱼类种群的福祉放在首位，因为它们是生态健康的重要指标。欧盟委员会在监督和监测河流域管理方面发挥了新的作用，促进了流域国家之间更大的合作和团结。为了实现水质的改善和应对上游和下游的挑战，可以采用经济手段，而且《水框架指令》允许在坚持污染者付费原则的前提下进行经济补偿。

6. 审查和报告：WFD 要求定期审查和报告，以评估措施的有效性和实现目标的进展。成员国报告其水体的状况、措施的执行情况以及其 RBMPs 的整体有效性。这种报告促进了问责制、知识交流和成员国之间分享最佳做法。

通过采用以目标为导向和积极制定的方法，欧盟水框架指令为成员国提供了一个框架，以努力实现可持续管理和改善水质，促进整个欧洲水管理的整体和综合方法。

#### （四）关于提升流域韧性的协同治理措施建议

##### 1. 过去的干预措施及其效果

1986 年嘉陵江开工建设第一个梯级马回电站，1999 年四川省人民政府批准实施《嘉陵江渠化规划报告》，该报告综合考虑防洪、水利、水电、水运等因素，在广元至重庆规划建设相互衔接的梯级航电工程。目前已建成 15 个梯级枢纽（四川 14 个，重庆 1 个），在建 1 个（重庆利泽枢纽），未建 2 个（重庆井口和四川广元水东坝枢纽）。

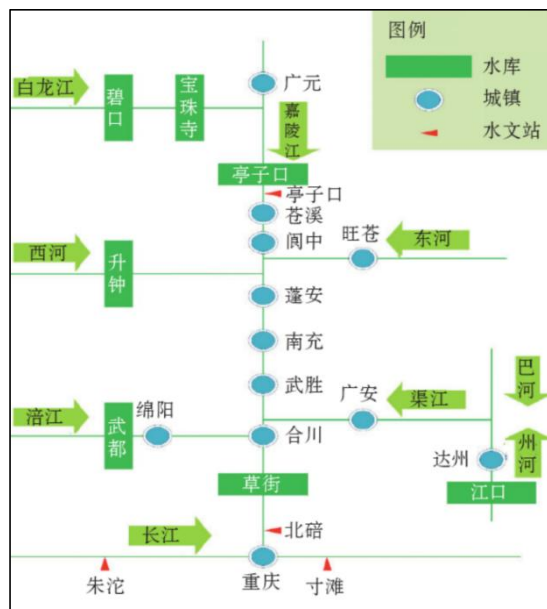


图 3 嘉陵江中下游流域防洪相关水库与防洪相关对象

水利工程改善了沿线城市的防洪条件，促进了水电和航运发展。南充、阆中等沿江城市（县）的防洪标准已提高到 50 年一遇，下游沿江乡（镇）和农田的防洪标准仅相当于 5-10 年一遇。水利工程为沿线城市提供了较低成本和供应充足的水电，刺激了高耗能产业发展。嘉陵江中下游全段渠化，通

航能力显著提升，是国家批准的 18 条高等级航道之一，嘉陵江水路运输的成本仅为 0.08 元/吨公里，是铁路运输价格的 46%、公路的 23%，有潜力建设连接西北和长江中下游的新通道。

水利工程带来一定的生态和环境影响，低价水电导致高耗能产业的结构风险，对流域非沿江乡村地区的改善作用不足。由于梯级航电工程的实施和人类活动，嘉陵江水域环境受到一定破坏，下游河段生态流量不足，水生植物体系、生物种群结构受到影响，胭脂鱼等珍稀鱼类洄游、产卵等路径被阻断，造成鱼类数量和多样性下降。近年夏季高温干旱，水电供电量不足，沿线城市工业普遍限电停产。水利工程建设对沿江地区的城镇防洪、供水条件改善较大，但对非沿江地区尤其是乡村地区的供水覆盖不足，面对高温干旱等气候灾害抵抗能力较脆弱。

表 2 2010-2018 年四川 3 市灌溉面积及新增耕地灌溉面积占比

	2018 年耕地面积 (千公顷)	2018 年耕地灌溉面积 (千公顷)	2018 年灌溉面积占耕地面积的比例 (%)	2010-2018 年耕地新增面积 (千公顷)	2010-2018 年耕地灌溉新增面积 (千公顷)	2010-2018 年新增灌溉面积占比 (%)
南充市	534.15	235.06	44.0%	233.4	28.4	12.2%
广安市	307.68	107.68	35.0%	134.2	12.8	9.5%
广元市	353.48	94.94	26.9%	187.4	7.2	3.8%
四川省	6722.77	2992.24	44.5%	2712.1	439.1	16.2%

数据来源：四川省统计年鉴

嘉陵江中下游地区初步建立了防汛抗旱协调机制。川渝两地制定了《四川省嘉陵江流域防汛会商制度》、《四川省嘉陵江流域汛情传递制度》、《成渝经济区水旱灾害防治信息共享与报送备忘录》等机制。四川和重庆共享近 100 个站点的降雨和水情信息，并进行水库联合调度应对洪水。

流域治理面临航运、防洪、抗旱、水力发电等多领域协同，政府之间、部门之间、政府与企业之间的多利益相关方的协同，干流治理与乡村地区发展需求的协同的挑战。目前嘉陵江洪水期服从防洪调度，非洪水期主要服从电力调度，受电网系统安全及峰谷电力需求波动影响，库区会出现流量陡升陡降、水位陡涨陡落的情况，给通航船舶带来一定风险。气候变化导致的极端天气增加，使得航运、防洪、抗旱、水力发电等多领域的协同难度加大。中下游的水利枢纽涉及 6 家业主，政府涉及 2 省（市）、6 市（区）和若干县级单元，水利、能源、交通、防洪、环境等部门都涉及流域管理，两省之间、部门之间、政府与企业间的协同难度日益加大。水利工程建设后，干流近岸地区防洪、供水、通航条件得到改善，与内陆腹地广大乡村的社会经济发展落差加大，需要进一步加强区域统筹协调。

## 2. 提升流域韧性的协同治理重要措施

嘉陵江中下游地区未来发展面临着极为复杂的挑战，既要应对气候变化带来的区域安全、环境保护、控制能源消耗与碳排放等方面的挑战，又要满足快速发展带来的资源和能源需求。欧洲将战略环境影响评价作为流域协同治理的前提，并获得良好的效果。在中国流域协同治理更加复杂，需兼顾防洪、抗旱、防涝、发电、城乡用水保障、航运、生物多样性等多领域的协同，需制定“多目标综合解决方案”并采取以下具体措施。

转变经济社会发展方式，探索低能耗、低水耗的区域经济社会发展路径。落实“长江大保护”要求，推进绿色低碳的生产生活方式，在绿色水电作为主导的基础上，关注高温干旱带来的夏季能源供需不稳定问题。适度调整产业结构，逐步限制流域金属冶炼、化工、非金属矿物等高耗能产业发展。加强与周边省份、川西地区电力联调联供，加快外电入川渝通道建设，与西北省份的火风光电源、西藏地区水光电源形成互补，增强省际多元化、多方向互济能力。鼓励发展风电、光伏等其它可再生能源，适度发展本地有资源优势的天然气等清洁能源，适度提升煤电顶峰兜底能力。

兼顾多元目标和多方利益，建立政府间、部门间、政府与企业间、沿江与腹地间的协同机制。面对气候变化带来的多重挑战，需要协同发电、防洪、抗旱和通航等多元目标，加强多层次、多领域的协同。推动长江委从相对单一的水系统管控，转向多目标的管理和对多利益主体诉求的响应建立企业利益诉求。探索建立省级政府之间、城市政府之间、不同区域的主管部门之间的协同和谈判机制。加强川渝两地各级政府的协同，省级重点建立流域统一的协同调度机制，统筹防洪、抗旱、发电和航运管理，制定统一的治理框架和考核监测指标，市级重点管控好本地各县（市）之间、城市与乡村之间的灾害风险，引导经济社会发展模式转型。加强政府与水利枢纽企业间的协同，重点协调好发电、通航与防洪抗旱的水资源联合调度。研究建立基层乡村单元利益诉求的传递与反馈机制，研究沿江地区与腹地农业地区间的联动发展和转移支付机制。

关注非沿江乡村地区，探索本土化的自然低冲击的乡村治理方式。向历史学习，尽可能采用自然解决方案，充分研究历史上形成的“丘塘林居”聚落与农业系统的当代价值。保护并修复堰塘冲田系统，构筑绿色韧性的乡村生态基底。堰塘冲田系统是川渝地区传统生态智慧，村民于丘底造田、汇水筑塘、丘顶植林，是对土地、植被、水资源有节制的利用方式，具有雨洪滞蓄、旱涝调节、乡村生物多样性保护和水质净化等多重功能。灌渠建设与自然溪流冲沟等结合，构建乡村小微湿地群，提升自净能力和环境容量，增强乡村生物多样性。发展“农-湿-果-养-旅”立体化、复合型乡村产业发展模式。“丘底冲田”实施高标准农田建设，引导粮菜轮作，鼓励“稻虾”、“稻鱼”等复合农业方式；“丘脚乡村聚落”提升服务和环境品质，鼓励农旅融合；“丘坡旱地”引导种养一体化，发展“猪—沼—果/菜”循环农业经济；“丘顶”促进人工林自然化，涵养水土，打造乡村休闲景观区。

#### 专栏 4-1：嘉陵江地区“丘塘林居”聚落与农业系统

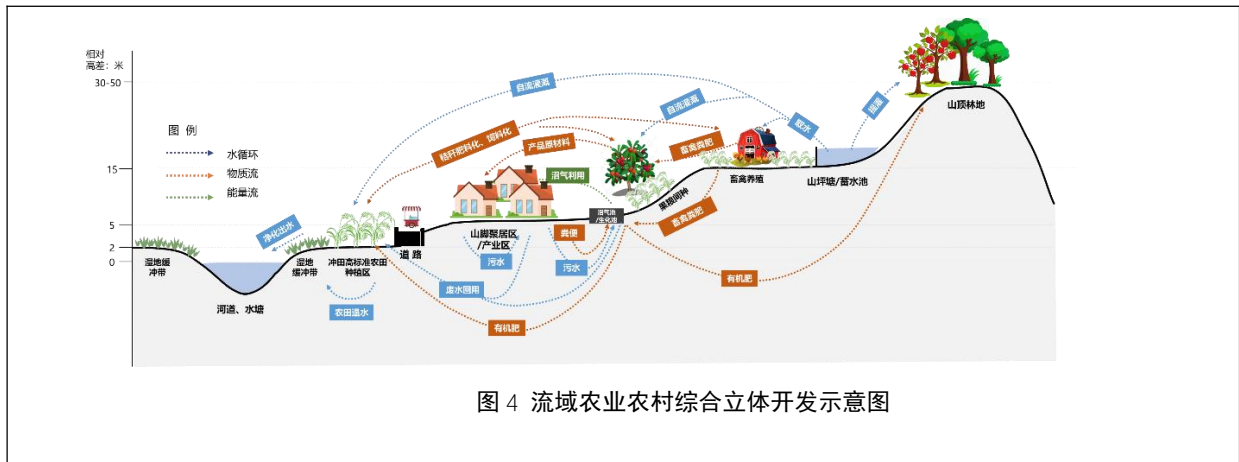
嘉陵江流域属于丘陵地区，自然形成了一种“丘塘林居”聚落与农业系统，由丘岗、冲沟、堰塘、冲田、旱地、林地、农房、院坝和道路等要素构成，具有“丘底冲田、丘脚村居、丘坡旱地、丘顶林地”的垂直分层特点。此系统在应对雨洪滞蓄、旱涝调节等方面展现出重要作用。

**丘塘：**流域降水季节性分布不均，且丘陵地区存在水土流失问题。为解决灌溉问题，人们在丘陵地区土地开发过程中，结合地形建造半围合的堤堰，形成堰塘或陂塘。这是一种半人工的水利工程技术，借助于自然的力量，在降雨时蓄积雨水，起到雨洪滞蓄、旱涝调节的作用，同时兼养各种水生动植物，净化水质，发挥生产和生态功能，一举多利。

**丘田：**丘底冲田。冲沟是丘陵地区雨水汇集的区域，在经年累月的冲积作用下，地形平缓、土质厚实、肥力较高，便于耕作和排灌，是川渝丘陵地区农业生产的优质区域。丘坡旱地。丘岗坡度相对较大，同时囤蓄水困难，当地居民将其开发成为旱作耕地或种植林果，并兼顾林下养殖的多元化复合农业。

**丘林：**丘顶和地形较陡的坡面为林地，呈团簇状或条带状，起到涵养水源和保持水土的作用。农房周边栽植乔木、慈竹、楠竹等乡土树种，为民居提供庇护，营造阴凉的微气候和丰富景观。

**丘居：**农房分布于丘脚，依丘傍田而建，临路散点布局，既避免水淹的风险，又方便农业生产劳作。



应对嘉陵江中下游尚未建设的水利枢纽工程进行重新评估。一是评估城市建设用地扩张带来的水利工程建设条件的变化，二是评估水利工程对城市安全、事故风险的影响，三是评估是否有利于区域能源结构的改善，四是评估建设带来的生态环境风险。

## 四、大湖流域：太湖流域的分析与协同治理思考

### （一）区域概况

太湖流域位于长江下游入海口处，涉及江苏、浙江、上海、安徽三省一市，流域面积约 3.69 万平方公里，2021 年常住人口约 6811 万人，人口密度达到 1846 人/平方公里，相当于荷兰的 3.5 倍；地区生产总值约 112736 亿元，人均 GDP16.5 万元，相当于全国平均水平的 2.0 倍，相当于荷兰的 41.5%；国土开发强度达到 27.7%，相当于荷兰的 2.1 倍，是典型的人口密度高、经济活力高、国土开发强度高的三角洲地区。

太湖流域地形呈周边高、中间低的碟状地形，地势总体为西高东低，80%为平原区，高程一般在 5 米以下，其中一半以上地面高程低于汛期洪水位，现状流域水面面积约 5551 平方公里，水面率达 15.0%，相当于荷兰的 1.5 倍。在古代农业社会时期，太湖流域的水问题主要是洪涝与干旱。当下，人类活动、土地开发和水管理之间一直处于“紧平衡”状态，形成水灾害、水环境、水生态等并存交织的综合复杂的水问题。

因此，本次研究重点关注流域防洪安全协同治理、农业面源污染协同治理两个方面。

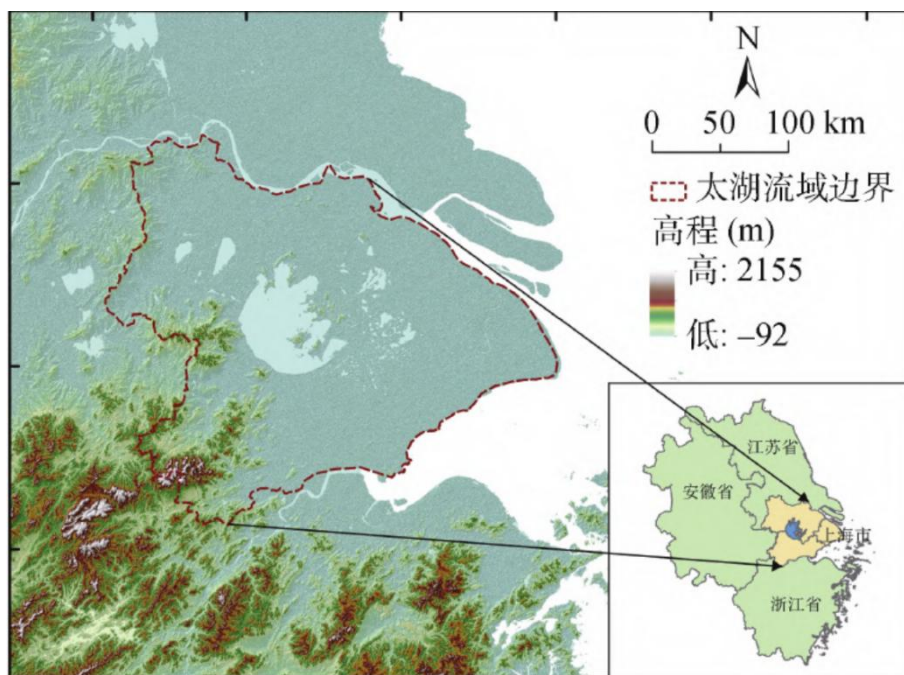


图5 太湖流域区位图

### 1. 防洪安全协同治理历程

**流域防洪工程体系逐步建立，主要依靠骨干河道行洪。**1991年太湖流域发生特大水灾，全流域6月-7月总降水量达514.4毫米，太湖水位最高达4.78米，超警戒水位天数达到47天，直接经济损失113.9亿元，占流域当年GDP的6.8%。为推进太湖流域综合治理，1991年9月，国务院召开治淮治太会议，做出全面治理太湖的决策，批复实施了《太湖流域综合治理总体规划方案》，11项流域综合治理骨干工程（一轮治太）、21项流域水环境综合治理骨干工程（二轮治太）相继实施，奠定了太湖流域三向排水格局，初步形成了流域防洪与水资源调控工程体系。其中，太浦河、望虞河、杭嘉湖南排、环湖大堤等4项工程为世界银行太湖防洪项目，是我国第一个利用世界银行贷款的跨省（直辖市）防洪项目。

**城市防洪以大圩区为单元，不断扩大圩区范围与防御标准。**通过小圩变大圩、联圩并圩等方式，流域内重要城市防洪标准基本都达到50年一遇及以上标准，苏州、无锡、常州等城市中心城区防洪标准达到200年一遇，单个大圩区由10-20平方公里的规模扩张至如今的50-150平方公里，排涝模数达到 $3\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 以上，是流域平均排涝水平的2.1倍。环太湖城市防洪大圩区的建设一定程度上提高了城市中心区和低洼地区防洪除涝标准。

**初步建成流域调度体系，实行分时段分级调度。**面对太湖超标洪水，太湖局会同流域各省（直辖市），依据《太湖流域洪水与水量调度方案》、《太湖流域水量分配方案》等调度文件，以完善基础设施、整合系统资源、推进信息共享、深化业务应用为重点，分时段分级调度骨干水利工程，建设“智慧太湖”系统。目前，该系统在流域信息共享、综合监视预警、调度决策和综合监管等方面已取得部分成果，实现了一定程度的智慧化。

### 2. 农业面源污染治理历程和成效

蓝藻事件爆发后，政府开始实施太湖流域水环境综合治理方案。2007年太湖暴发大规模蓝藻，导致区域出现供水危机，严重影响当地群众正常生活。各级政府高度重视，作出了加强太湖流域水环境综合治理的决策部署。2008年，国务院批复《太湖流域水环境综合治理总体方案》，明确提出确保饮用水安全、确保不发生大面积水质黑臭两个目标。

**建立多方协同的综合治理联席会议制度，完善立法保障。**2008年，流域成立了国家发展改革委牵头、有关部门和三省市参加的太湖流域水环境综合治理省部际联席会议制度，统筹协调太湖流域水环境综合治理各项工作，协调解决重大问题。2011年，水利部、环境保护部、国务院法制办公室联合发布了中国第一部综合行政法规《太湖流域管理条例》，在全国率先建立省-市-县-乡-村五级河湖长制体系，搭建太湖、淀山湖湖长协作机制平台，推进农药化肥减施，整治太湖、漏湖等河湖违法违规养殖。

**水环境综合治理取得初步成效，流域水质提升明显。**近十几年以来，在各方共同努力下，流域水环境综合治理已取得阶段性成效，饮用水安全保障、污染防治、蓝藻防控生态修复等重点任务持续推进，入湖污染物总量大幅削减，水环境质量逐步提升。

## （二）面临的风险和挑战

### 1. 防洪安全

由于工业化、城镇化快速发展，流域下垫面硬化比例提高，洪水产汇流量不断增加；外加海平面上升、地面沉降、风雨暴潮洪多碰头等影响，流域内极端事件成灾致灾的可能性在上升。

**流域下垫面条件发生较大变化，调蓄能力减弱。**2000-2010年和2010-2020年两阶段太湖流域建设用地面积分别增长了55.59%和39.98%，耕地面积分别减少了11.66%和18.56%。建设用地的快速扩张导致整个太湖流域不透水面积占比增大，暴雨下渗减少，洪涝径流量增加，洪水汇流速度加快，加大了洪涝灾害发生的风险。

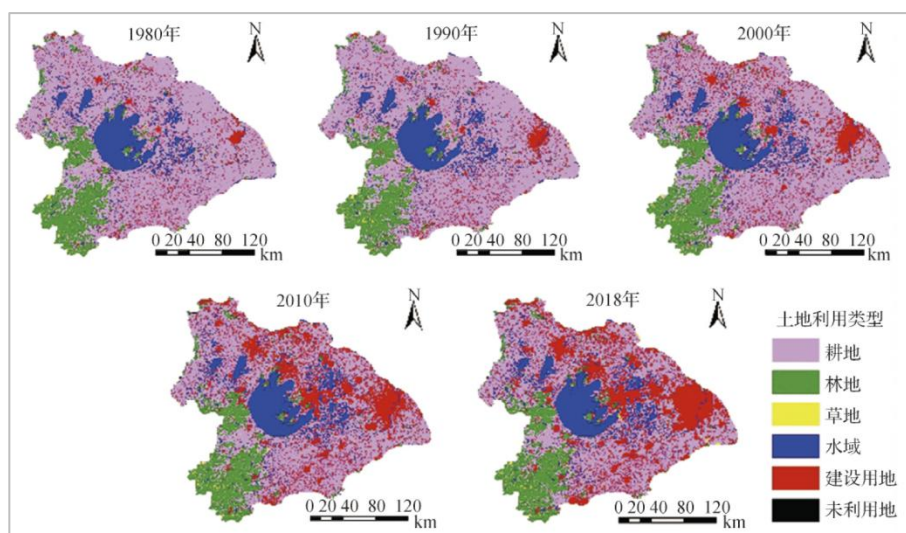


图6 1980-2018年太湖流域土地利用类型变化

**城镇圩区建设缺乏统筹，导致洪涝调度难度增大。**目前流域内超过一半的平原区域已建圩保护，共设有圩区约4160座。与1997年相比，圩区面积由14541km<sup>2</sup>增加到16434km<sup>2</sup>，圩区总排涝动力增加了一倍。由于圩区一般受镇街管辖，智慧化调度水平较弱，流域层面难以进行实时协调，容易导致

汛期圩区大量外排至外河水网，加快外河水位上涨速度与幅度，影响了流域骨干河道行洪能力，反过来抑制了城市圩区外排能力。

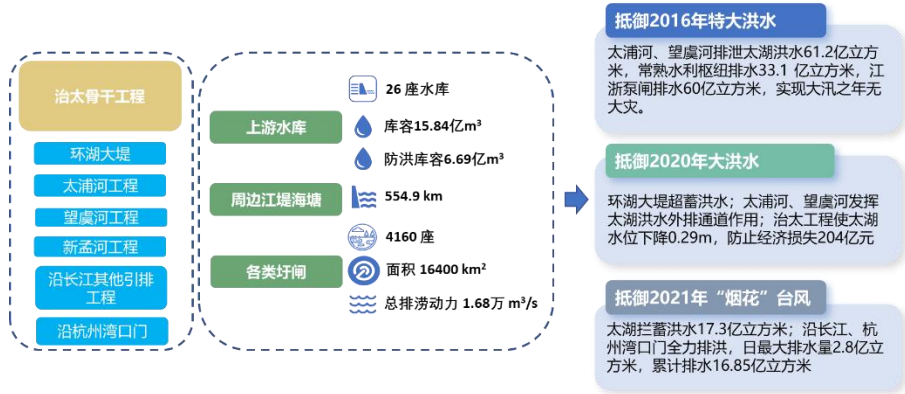


图7 太湖流域防洪工程体系

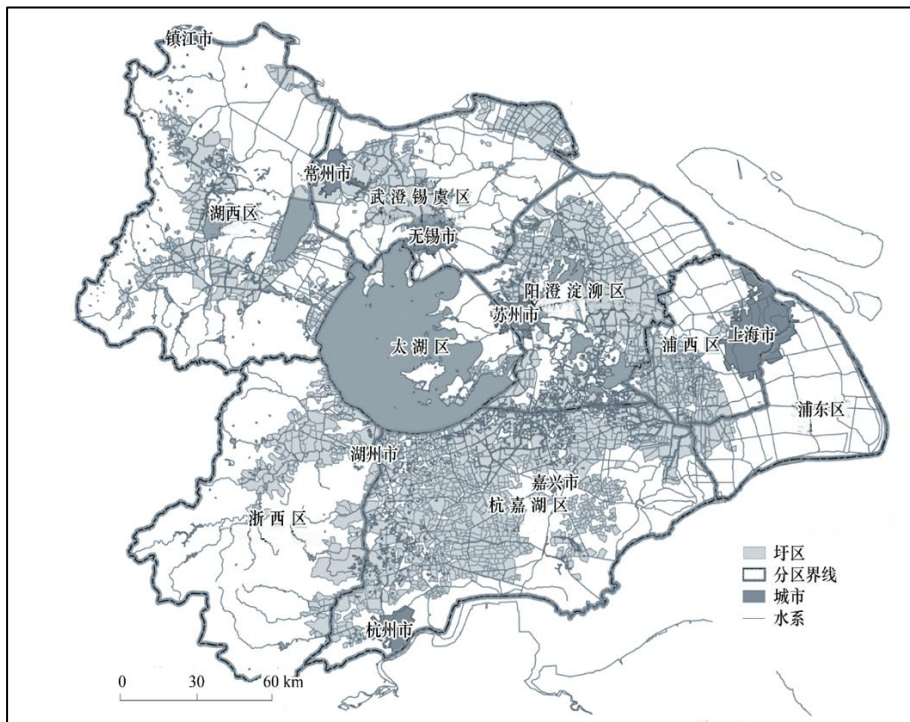


图8 太湖流域圩区空间分布

**极端降雨事件与海平面上升将增加流域防洪风险。**近年来，受气候变化及海平面上升等影响，黄浦江潮位呈趋势性抬高，同时极端气候频发，流域遭遇台风、暴雨、洪水、天文大潮“四碰头”天气事件的概率越来越高。海平面上升与地面沉降等因素，使得入海口地区的城市排涝更加困难。以上海市为例，预计到2030年吴淞站较2010年的相对海平面上升约16cm，预计将会影响市区排水总量的2%~3%。

## 2. 农业面源污染

由于太湖属于典型碟形湖泊，水环境容量有限，自净能力不足，并且流域农业发达，氮磷等营养盐输入负荷大，在全球变暖大背景下，蓝藻水华处于高发态势，稍有放松就会复发。

**入湖氮磷污染物居高不下，农业面源污染已成为太湖流域最主要污染源。**近年来，太湖水质已基本实现与城镇生活污染、工业污染脱钩，但湖体氮磷元素仍然过高，蓝藻暴发“温床”还在，未能从源头上解决水质恶化问题，农业面源污染已经成为了太湖水体富营养化的主要来源。2020年，太湖湖体水质为地表水四类，总磷仍然未达到控制目标要求，总氮仍在部分月份未达标。2017-2019年太湖的入湖污染物总量年均值总磷为1913吨，为纳污能力的3.7倍；总氮为38466吨，为纳污能力的4.5倍。入湖污染物总量远超太湖纳污能力，是太湖水质难以达到治理目标的根本原因。

表3 太湖流域污染负荷结构分析

项目	COD		氨氮		总磷		总氮	
	数量(吨)	比重(%)	数量(吨)	比重(%)	数量(吨)	比重(%)	数量(吨)	比重(%)
工业点源	140428	22.27	10848	22.74	515	6.56	41425	30.59
城镇生活	155073	24.6	15068	31.59	1978	25.19	33163	24.49
种植业	73552	21.96	5443	24.99	1022	19.07	14746	24.24
畜禽养殖	130259	38.89	9595	44.05	2074	38.71	26546	43.64
农村生活	61312	18.3	4840	22.22	753	14.05	12278	20.19
水产养殖	47527	14.19	1081	4.96	679	12.67	4280	7.04
城镇面源	22304	6.66	822	3.77	830	15.49	2976	4.89
合计	630455		47697		7851		135414	

**全球变暖将导致湖水升温，加速蓝藻水华扩张。**1958—2017年，太湖流域气温有显著上升趋势，平均气温以每10年0.293摄氏度幅度升高，太湖蓝藻水华由最初的夏季集中爆发向春、秋扩张，爆发时间提前且持续时间增长。此外，太湖流域降水总体呈增加趋势，平均年降水量倾向率为3.026毫米/10年。在强降雨尤其是极端暴雨事件中，农田氮磷流失量均随雨强增大而显著增加。降水通过冲刷作用将流域营养盐和悬浮物携带输入流域水体，进一步增加河湖营养负荷，使得过去的面源污染控制标准面临过时的问题。

### (三) 国际案例借鉴

为应对南海（须德海）洪水事件，荷兰莱茵河系统中的艾瑟尔湖于1932年通过用32公里长的封闭堤坝筑坝这个内海（与北海相连）而创建。这种干预的主要原因为防止洪水泛滥（缩短海岸线）、开垦土地和淡水供应的可能性（支持国家农业目标，特别是在第二次世界大战之后）。在二战之后，荷兰在湖周边开垦的土地上建立的新的弗莱沃兰省，因地制宜发展农业。从20世纪70年代开始，住房和娱乐（森林/自然区、水上娱乐）也成为弗莱福兰的重要功能。

面对气候变化，艾瑟尔湖作为淡水缓冲区（在干旱时期）和蓄水区（在洪水时期）的功能正变得越来越重要。在防洪方面，气候变化预计会导致莱茵河的峰值排放增加，而海平面上升最终将意味着莱茵河的水不能再仅靠重力通过这个湖泊排入北海。这意味着更多的水将不得不暂时储存在湖泊中或抽出到北海中。此外，空间要求或更多的土地开垦可能导致湖泊功能表面积的减少，增加洪水风险和缺水的概率。所以，由于气候变化和空间的稀缺性，艾瑟尔湖及其周边地区的不同用户对系统的压力正在增加，地方、国家甚至国际范围内的利益相关方需要在这些不同的空间尺度上进行合作，以平衡这些利益。比如，在国家层面，必须制定高排量时期的淡水分配，以及应对极端气候的战略。荷兰初步制定的策略是，进一步加固现有防洪工程体系，确保在2050年之前可控制艾瑟尔湖冬季平均水位不



升高；2050年之后，将允许湖水位上升30cm；但关于海平面迅速上升的影响及进一步的应对策略目前正在研究中。

在农业氮磷污染方面，艾瑟尔湖的建立产生了一些负面的生态后果，当潮汐海水变成停滞的淡水湖时，藻类大量繁殖，出现分层/缺氧区。为了应对水质问题和适应气候变化，欧盟的法规要求进行新的农业转型，向更少的集约化和更多的再生方式发展，在排放方面对环境的影响更小，并允许更多的生物多样性，现在通过减少磷酸盐的排放来解决。

#### （四）关于提升流域韧性的协同治理措施建议

##### 1. 转变城市-区域开发模式，开展区域下垫面管控，提升流域整体安全韧性

落实生态文明新要求，像太湖流域地区这样的人口经济密集地区应妥善处理好人与自然的关系。从流域安全韧性角度出发，优先保障耕地、园地、林地、水域等非建设空间，通过严控新增建设用地规模、“还地于水”等措施，将区域下垫面比例调控到合理区间内，这可根据生态重要性、人口密度、城市拥堵程度、污染径流等因素综合评估确定具体的限制目标。

在国家层面应出台更加均衡的区域开发政策，控制资源环境紧约束地区国土空间开发强度，鼓励一般性制造业和服务业向中西部地区转移。太湖流域地区应切实转变经济增长方式，依靠创新驱动提高全要素生产率，走空间集约、产业高效、绿色低碳新型城镇化路径。

##### 2. 加强流域洪涝风险一体化管理，实施圩区精细化联动管理，强化上下游防洪合作

**严控新增圩区，优化圩区建设模式，实施圩区精细化联动管理。**圩区建设层面，建议限制流域内大规模联圩并圩工程，避免在半高地建圩，确需新增圩区区域应开展洪涝风险分析，适度降低低风险圩区建设标准。圩区管理层面，应协调圩区内外水位关系，在保障城市圩区安全运行的前提下，适度减小抽排动力，减缓圩外河道水位上涨速度。

**加强流域防洪合作，完善上下游协同-反馈机制。**面对气候变化带来的严峻挑战，依靠各行政区独自防洪治涝的模式是不可持续的，结合荷兰艾瑟尔湖跨行业跨区域协调机制经验，建议加快建立太湖地区流域-区域协调机制，合作开展防洪协调区建设、防洪排涝一体化管理等工作，对存在争议的重大工程，可将调度权交由流域管理机构统一调度。

**协同建设流域智慧型水网，提升工程调度与风险预警水平。**推进先进信息技术与水情业务的深度融合，实现从水雨情预报向洪水影响和灾害风险预报转变，提升信息公开化水平；通过打通流域不同层级智慧水务平台，加强流域机构和相关城市在水安全保障领域的监测预警合作与交流，完善防洪决策指挥体系。

##### 3. 保护利用农耕水利大遗产和自然湿地资源，塑造塘浦圩田式城乡生态空间，推进自然解决方案

**向历史学习，高质量推进水文化遗产保护利用。**建议借鉴太湖流域分级调控、蓄滞吞吐、分水引排的治理经验，将流域治水与圩田整治管理联系起来全局筹划。以大河治理为主，统合周围圩田、河渠治理，保护与修复自然圩田风貌体系，维系太湖地区水文化遗产的原真性、完整性和延续性。

**建立环湖生态缓冲带，提升自然资源的生态价值、社会价值。**将环湖陆域一定范围划为太湖生态缓冲带，制定相应的管控措施，保护好环湖生态环境最为敏感的水陆交接地区，既有利于缓解蓝藻等水环境问题，也有利于提升环湖生态空间调蓄净化能力。

**加强河湖湿地管控，逐步恢复流域性水的蓄滞空间。**制定流域内跨界河湖空间协同治理方案，通过退渔还湖、退圩环湖、清淤疏浚主要出入湖河道等方式，保护并适度恢复核心水面，修复自然生境，提升蓄滞与排涝功能。

**尊重场地特征，以圩域为单元开展低影响开发建设。**从流域和城市尺度对雨水径流进行管控，建设海绵城市，减缓城市管网的压力，增大城市区域范围内对超过管渠排放能力的径流雨水的蓄滞能力。加强城市水系脉络保护，尽可能减少对现有水系空间扰动。

#### 4. 推进现代农业一体化，协同开展污染与减碳共治，通过科技创新治理农业面源污染

**推行农业绿色生产方式，协同推进污染与减碳共治。**聚焦化肥农药、农作物秸秆和养殖污染三个重点。推行再生农业等自然农耕方式，实施化肥农药减量增效行动，提高氮肥、磷肥利用效率；提升秸秆综合利用水平，强化秸秆焚烧管控；推进畜禽粪污资源化利用、稻渔生态种养建设，减少重点养殖环节碳排放。

**完善绿色低碳农业产业准入，强化农业面源污染治理科技创新引领。**构建农业产业准入负面清单实施制度，并建立各级政府协同联动的实施机制。同时，依托太湖流域地区科技创新平台，加强对水体农业面源污染控重大专项等先进技术和科技创新成果的推广应用。

#### 5. 建立流域水基金，多元化资金保障流域治理。

**建立流域水基金，实现生态效益共享。**湖泊与人口中心关联紧密，水基金已被证实是一种有效的生态补偿模式，一方面，下游获得清洁水源，向上游支付来支持上游地区的污染整治行动；另一方面，通过建立“水基金”信托、发展绿色产业、建设自然教育、生态农文旅项目，引导多方参与水源保护并分享收益。

**构建流域一体化的精准预测、监测体系，作为生态补偿依据。**加大湖区总磷控制、蓝藻水华暴发机理及预测研究与应用，加快农业农村污染综合防治入湖河流通量监测试点，识别农业面源污染严重地区。对重点河湖开展本底调查，构建流域遥感监测、地面监测和模型核算一体化的面源监测体系。

**水陆共治，建立生态农业专项补偿机制。**保水先保土，强化流域农田林业等生态空间与内河污染协同管治，专项补偿范围涵盖水稻、生态公益林、湿地等生态农业重要组成部分。通过补偿，进一步调动提高流域发展生态农业的积极性，从源头削减面源污染，兼顾粮食安全和生态安全。

## 五、河口地区：珠江口海岸带地区的分析与协同治理思考

### （一）区域概况

珠江口沿海地区是全球人口和城镇密度最高、城镇化进程最快的地区之一，城镇发展与生态环境的协调发展至关重要。2020年，常住人口达到5400万，城镇化率已超80%。在过去10年中，该地区的人口增长增幅（35%）约为全国平均水平的近7倍，GDP年均增长率（8.9%）约为全国平均水平的约1.35倍。深圳、香港和其他城市的人口密度接近7000人/公里<sup>2</sup>，人类活动密集区与重要的生物栖息地高度重叠。同时，这里也是工业发展和基础设施建设的热点地区，港口、过江通道等大型基础设施众多，给生态环境带来很大压力。

珠江口沿海地区地处亚热带，生态资源丰富，类型多样。这里有许多国家动植物保护区，是世界上重要的国际候鸟（包括黑脸琵鹭、黑嘴鸥、黄胸比目鱼等国家一级保护鸟类）的迁徙休息地和越冬地。

珠江口沿海地区是世界上海陆互动最密切、城市发展与生态保护矛盾最集中的地区之一。从1973年到2017年，填海面积约为253平方公里，海域面积减少了约15%。人工岸线迅速取代自然岸线，从1973年占总岸线的7.09%增加到2015年的46.49%。

珠江口海岸带地区包含珠江五大入海口城市（广州、深圳、东莞、中山、珠海）滨海第一个县（区）级行政单元以及香港、澳门全域。珠江口的城市都面临气候变化带来的共同挑战，加强海岸带地区保护与治理的区域协作是应对挑战的必由之路，但珠江口海岸带地区的城市涉及“一国”、“两制”、三个关税区和三种法律制度，这也为区域合作开展流域治理带来了独特的机遇和挑战。



图9 研究范围—珠江口海岸带地区

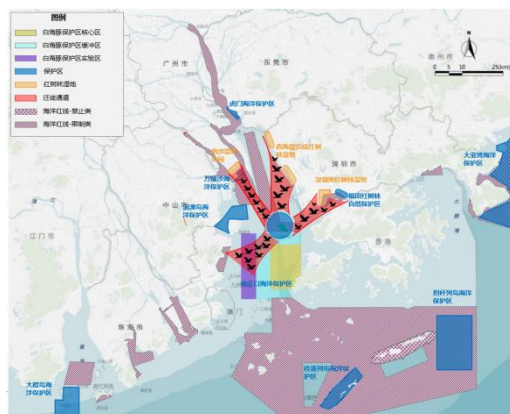


图10 珠江口海岸带地区保护区分布

## （二）面临的的风险和挑战

珠江口地表水的环境问题影响着近岸海域的水质。随着珠江口沿海地区城市化进程的加快，地表水环境污染问题日益突出。珠江西岸地表水质出现IV类，珠江三角洲部分支流和流经城市的局部河段污染严重，为V类及以下，导致珠江口水质持续恶化。造成这种污染的主要原因是珠江口海域入河废污水排放量大、水污染负荷高以及珠江口城市的污水处理设施能力有待提高。

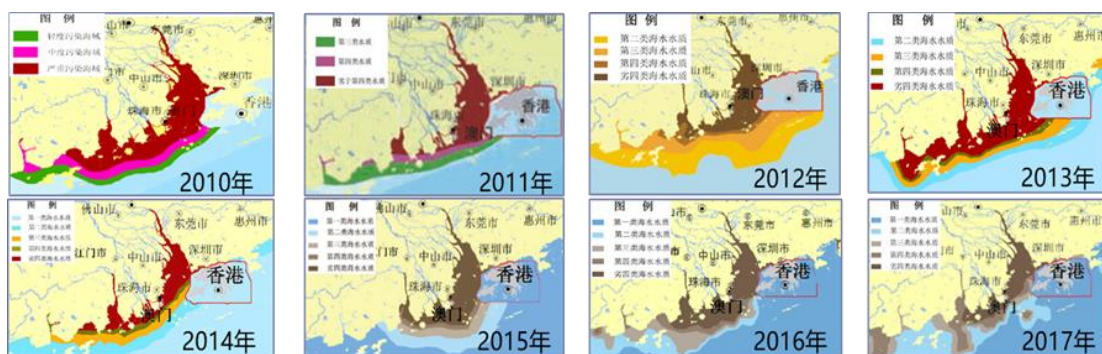


图11 2010-2017年珠江口海域水质状况

来源：《2010-2017年广东省海洋环境状况公报》

沿海生态系统处于亚健康状态，生物多样性受到威胁。珠江口沿海水域水质恶化，导致富营养化和赤潮频繁发生。目前，珠江口浮游动物和大型底栖动物的密度和生物量，以及鱼卵和幼虫的密度都很低，整个海洋和陆地生态系统处于亚健康状态。此外，人类在沿海地区的密集活动与鸟类和红树林等典型物种的栖息地相重叠。此外，大规模的基础设施建设和港口、桥梁、机场和高速公路的填海造地，进一步侵占和干扰了生物栖息地和迁徙通道，给生物多样性带来更严重的威胁。

气候变化导致海平面上升，更加剧了部分灾害的风险。自1961年以来，大湾区的平均温度从1961年的22℃逐渐上升到2020年的23.2℃。温度在2021年达到最高值（自1961年）。气候变暖可能导致珠江口的海平面上升，增加沿海风暴潮的强度和频率。海平面上升将进一步加剧盐侵的风险。在过

去的 20 年里，珠江口出现了 5 次盐潮，迫使珠江口的取水口不断向上游移动，严重影响城市用水安全。此外，海平面上升将导致沿海低地的淹没面积增加。损失加剧，对城市沿海保护工程、重要基础设施、沿海湿地、红树林和珊瑚礁生态系统造成破坏。

### （三）国内外经验总结与案例借鉴

#### 1. 香港、澳门的启示

香港和澳门比广东省内城市更早与国际标准接轨，更早面临生态保护与城市建设的矛盾，治理历史也更久。此外，由于“一国两制”的存在，以及法律制度和城市化水平的差异，粤港澳三地在标准、制度和治理方式上也存在差异。

**香港和澳门在填海决策中的公众参与程度更高。**近年来，虽然内地不断加强对填海约束和控制，但相较而言香港和澳门对填海项目的程序性要求更严格，更注重公众参与与评估和决策。20 世纪 90 年代以来，越来越多的香港和澳门公众力量开始关注填海对生态环境的影响。对填海工程的抗议，如香港保护海港协会的成立，迫使香港政府制定了填海原则，即要有迫切和压倒一切的当前需要（包括社会的经济、环境和社会需要），只有在没有其他可行的方法和对海港的损害最小的情况下才能考虑填海。

**香港对海水水质监测的标准更为严格，监测和控制方法也比较完善。**香港的海水水质监测标准指标数量较多，指标的阈值标准相对较高，长期的监测经验使其形成了相对成熟和稳定的监测机制；而内地的海水水质监测指标数量相对较少，指标标准值相对较低（如大肠杆菌监测标准明显低于香港）。此外，由于香港面积小，具体的指标监测和控制要求被明确细分为具体的海洋单元划分。相比之下，广东省各市开展海洋监测工作，由省、市监督，区级单位根据实际需要自行开展监测工作。为了更好的防灾减灾、环境保护和可持续发展，大湾区正在大力发展和改进区域性海洋监测和预报系统，大大提升了监测的能力和水平。大湾区海洋监测系统应在现有业务化平台的基础上，重点发展无人船、无人机、水下潜器、微纳卫星星座、地波雷达、智慧光缆等新型的智能平台及其组网应用；大湾区预报系统则应在地球模拟系统的框架下，重点发展超高分辨率区域模式、深度学习、可视化数字孪生等新技术，从而提供用户友好的公共服务和管理支撑<sup>1</sup>。从 2018 年开始，深圳大鹏半岛逐步探索建立了国内首个全要素综合监测体系，对“海陆空”生态环境质量进行实时监测。

**香港的红树林保护和修复工作起步较早，治理机制更加成熟。**香港的红树林保护和恢复工作已经有 20 多年的跟踪，包括对政府和非政府组织运作中起步较早的各种核心指标的持续监测。近年来，内地省市对红树林的保护越来越重视，特别是开展了大规模的红树林修复行动，使红树林的面积得到持续提升。同时通过学习国际经验及与香港合作，深圳等城市开始积极引入 NGO 组织也开始加入保护和管理红树林的行列。例如，在深圳发展起来的红树林基金会（MCF）是中国第一个由民间发起的环保基金会，也是中国大陆唯一一个运营和维护红树林自然保护区和红树林公园的非营利性社会组织。

#### **专栏 5-1：红树林基金会（NGO 组织）有力推动了公众参与海岸带生态保护**

红树林基金会（MCF）是中国首家由民间发起的环保公募基金会，致力于保护湿地及其生物多样性，践行社会化参与的自然保育模式。基金会的愿景是：人与湿地，生生不息；基金会的使命是：扎根湿地保护，让人与湿地都有丰盛的未来。目前基金会已启动“守护深圳湾”、“拯救勺嘴鹬”、“重建海上森林”三大战略品牌项目，推动积极的湿地管理，提升湿地的生物多样性；推动创建湿地教育中心，连接人与湿地；推动更多保护空缺地成为保护地。

红树林基金会（MCF）聚焦深圳湾湿地，建立公众对深圳湾湿地及东亚-澳大利西亚候鸟迁飞区

<sup>1</sup> 中国科学院院士、南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）主任陈大可《大湾区海洋环境监测预报系统》在 2023 年 3 月粤港澳大湾区可持续蓝色经济助力碳中和研讨会的报告

的认知和情感连接，引领公众持续关注、支持和参与湿地保护行动。目前已经与各个单位合作运营了三个自然教育中心，根据各场域不同的自然环境与人文特质，开发并不断升级了面向不同人群的课程体系。

自 2015 年以来，红树林基金会开始协助有关部门对深圳湾内的高大海桑属植物进行治理，修复改造鱼塘，为鸟类营建合格的栖息地，从而吸引了大量候鸟来此栖息。深圳河口区域的鸟种由 92 种上升到 167 种。2019 年，红树林基金会联合其他机构发起成立了勺嘴鹬保护联盟，并启动了“拯救勺嘴鹬”项目，开始在海口、防城港、盐城、湛江等地参与当地的外来物种治理或候鸟栖息地营建等。值得一提的是，红树林基金会的勺嘴鹬保护工作已经拓展到海外，并于 2020 年成为东亚-澳大利西亚候鸟迁飞区伙伴协定（East Asian-Australasian Flyway Partnership, EAAFP）正式成员。在红树林基金会的多年努力下，创造了多个深圳甚至全国第一。2022 年 11 月 5 日，中国国家主席习近平以视频方式出席《湿地公约》第十四届缔约方大会（下称“COP14 大会”）开幕式，他在致辞中指出：中国将推动国际交流合作，保护四条途经中国的候鸟迁飞通道，在深圳建立“国际红树林中心”。八天后，缔约方大会审议通过了由中国牵头提出的《关于在〈拉姆萨尔湿地公约〉框架内设立国际红树林中心的决议草案》，这意味着，全球首个致力于红树林保护与国际交流合作的“国际红树林中心”落地深圳。国际红树林中心将聚焦全球热带和亚热带滨海区域红树林生态系统的保护修复与合理利用，搭建国际合作平台，开展全球红树林保护修复的国际合作和协调行动，支持“湿地公约”战略计划的实施，助力实现全球生物多样性保护、应对气候变化及联合国可持续发展等全球治理与发展的相关目标。

**香港更注重生态友好和低影响的海堤建设方式。**在海堤建设中，香港更注重对自然环境和生物多样性的低影响，较早采用了生态友好型海堤建设模式。广东省的海堤建设大多以传统的物理海堤建设为主，比较注重工程安全，缺乏生态友好的建设理念。近年来，广州南沙新区、深圳、东莞茅洲河、横琴粤澳深度合作区的生态友好型海堤建设已初见成效。

## 2. 莱茵河西南河口地区的启示

20 世纪 70 年代开始，人们对地质生态系统的不良和进一步恶化的状况越来越关注。回顾 1940-1997 年三角洲工程的规划建设，尽管缩短莱茵河-宙斯河-舍尔德河三角洲易受洪水影响的海岸线的计划之前就已经存在，但 1953 年的北海洪水引发了这些计划的进一步发展和执行。三角洲工程建设包括：一系列的大坝、水闸和风暴潮屏障，以保护海岸线免受洪水侵袭。这些建设都基于简单的成本效益分析：最大限度地保护洪水，同时尽量减少成本和维护工作。

**三角洲工程对生态环境带来巨大的负面影响。**由于哈林弗利特河口与大海隔绝，但与莱茵河和默兹河保持着开放的联系，它在 1970 年受到莱茵河和默兹河的严重污染的影响。被重金属和有机化合物污染的河流沉积物在淡水湖中沉淀，导致水质变差和生态系统恶化。格雷维林根从一个河口变成了一个停滞的咸水湖，导致了物种组成的变化；在东斯海尔德河，潮汐流和潮汐范围减少，导致潮滩的侵蚀和渠道的沉积；由于河流与北海脱节，大多数生态梯度消失了，鱼类迁移几乎不可能。

**在决策中考虑社会影响因素，环保主义者、渔民和其他利益集团有效地游说改变了关闭东斯海尔德河的计划。**决定建造一个风暴潮屏障，由一系列闸门组成，只在风暴期间关闭，而不是永久关闭。通过这种方式，东斯海尔德河的咸水环境及其独特的生态系统和相关物种（如贻贝）得到了保护。

**空间规划需要有新的视野，特别是农业等策略。**比如在河流入海口地区生态修复中需要考虑种植耐盐作物，通过地下水管理和含水层补给，保证地下水系统的水质。

**随着生态状况的恶化和海平面上升，许多河口地区的大型基础设施安全寿命也即将到期，这些挑战都需要在区域合作的前提下，由相关主体共同确定未来应采取何种洪水风险管理策略。**由于海平面上升以及许多结构的寿命即将结束，出现了未来应采取何种洪水风险管理策略的问题。这方面的空间

规划需要有新的视野，特别是农业（耐盐作物、抗旱作物），这取决于 SLR（海平面上升）战略。结合不同的利益，同时必须保护/加强生态价值，如淡水供应、洪水风险管理、捕鱼业、可再生能源等。

### 专栏 5-2：荷兰的流域系统模型——加强水和土壤的管理

1. 评估水和土壤条件：在启动任何开发项目之前，要对该地区现有的水和土壤条件进行评估。这包括评估水的可用性、洪水风险、土壤质量和地下水位等因素。

2. 纳入水和土壤管理措施：在评估的基础上，确定适当的水和土壤管理措施，并将其纳入空间规划过程。这些措施旨在尽量减少对水资源的负面影响，防止土壤退化，并促进可持续的土地利用方式。

3. 基础设施的整合：空间规划考虑到了有效的水和土壤管理所需的基础设施。这可能涉及到将储水设施、排水系统、绿地和水土流失控制措施纳入发展规划中。

4. 与利益相关者的协调：包括政府机构、土地所有者和开发商在内的各利益相关者之间的合作是至关重要的。协调可以确保水和土壤管理的考虑被有效地整合到开发项目的规划、设计和实施阶段。

5. 法规和指南：水土管理的原则得到了地方、区域和国家层面的法规、政策和指南的支持。这些都为将水和土壤管理方面纳入空间规划进程提供了一个框架，确保了一致性和问责制。

6. 监测和适应性管理：对水和土壤条件的持续监测和评估是至关重要的。这使得适应性管理成为可能，可以根据不断变化的环境条件和随着时间推移获得的知识对发展计划和战略进行调整。

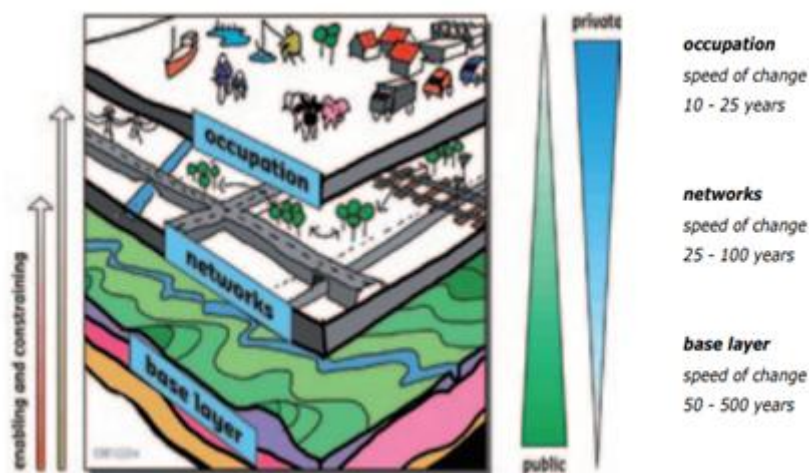


图 12 荷兰的空间规划和设计的分层方法

## （四）关于提升流域韧性的协同治理措施建议

### 1. 将珠江口海岸带地区的保护与治理作为区域协作的重要议题

面对河口地区流域管理的多重挑战，需要建立更强大的机制，跨越地区与部门，加强区域协作。建议借鉴国际海岸带范围划定经验，两岸三地统一划定珠江口海岸带地区。依托粤港澳大湾区协作的机制，针对海岛管理、岸线管理、围填海、大型基础设施建设、危险品仓储、污染物排放及治理、生态修复等关键议题，建立统一的政策机制和法律条约；通过设立专职区域协调机构或开展联席会议等方式，协调海岸带地区的保护与城市建设；借鉴学习香港公众参与海岸带治理的方式，鼓励各城市或地区非政府组织间的协作，引导多元主体参与珠江口海岸带地区的保护与治理。

## 2. 通过区域协调逐步统一环境监测和大型基础设施建设的标准和方式

作为流域协同治理探索，建议在粤港澳大湾区开展跨界协作的环境影响评估机制。在珠江口海岸带地区的各市建立统一的信息监管平台，针对珠江口海域的入海河流、排污口、海漂垃圾数据采集，统一监测标准，推动数据信息共建共享，合作开展海洋环境灾害的监测、评估和预警。加强珠江入海口地区大型基础设施建设的区域合作，协调和统一在海堤、港口、机场、桥梁等大型基础设施建设方面的标准和方式，通过实施港口联盟、市政设施共建共享等方式，提升设施运行和服务效率，减少建设规模和对岸线的占用，降低大型基础设施建设对珠江口生态环境的影响。建立珠江口海岸带地区河、海联动的环境治理协作机制，统一污染物监测和控制标准，统一红树林保护、岸线修复、海堤建设等方面的标准规范。

应利用战略环境影响评估（EIA）方面的现代发展。现代环境影响评估不仅仅是为某项法律或发展计划获得正式批准而设立的一个“勾选框”机制。它的作用是确定整个相关地理区域的责任，促进广泛参与，并建立一个监测进展和根据新知识定期重新评估的框架。鉴于许多项目的长期性、创新性以及气候变化的不确定性，尤其是在地区一级，后者很可能是必要的。这种评估做法正在世界各地以不同的名称出现。中国有相关经验，例如在 2010 年代设想的特大工业区发展方面。2022 年和 2023 年与 SPS 相关活动的参与者提到了这些现代发展，引用了密西西比三角洲和墨西哥湾的例子，以及荷兰政府赞助的环境影响评估发展援助计划。

## 3. 划定统一的生态保护区，推动生物多样性保护的跨界合作与公众参与

建议粤港澳大湾区可以推广香港、深圳等红树林系统保护的做法，采用基于自然的解决方案，达到如生态保护、气候韧性等方面的双赢结果。

优化整合现有各类生态保护区，在生物多样性保护中开展跨界合作，建议打破城市行政区划，统一划定地理临近的生态保护区，并建立区域合作的保护和运营平台。如整合内伶仃岛—福田国家级自然保护区的内伶仃岛区域和中华白海豚自然保护区、香港米埔湿地，调整保护区范围，保护生态系统的完整性；如在深圳香港共建环大鹏湾海洋自然保护地，在深圳东部沿岸地区（包括烟台和大鹏半岛自然保护区）及香港新界东北地区（包括沙头角、地质公园和印洲塘海岸公园）共建海洋自然保护地（国家公园），联合珠江口城市共同建立区域性的白海豚常规监测点等。

区域共同倡导在生物多样性保护中的公共教育和公众参与。充分调动深圳的红树林基金会、跨境环保关注协会（CECA）等非政府组织对公众参与的推动力，扩大在环境影响评估、国土空间规划及工程建设决策等各个政策领域和决策环节中的公众参与途径，利用线上线下、多种媒体和平台丰富公众参与方式，推动区域合作开展公共科普和教育，共同提升全社会对海岸带地区生物多样性保护的关注度与参与度。



图 13 各类保护区整合示意图

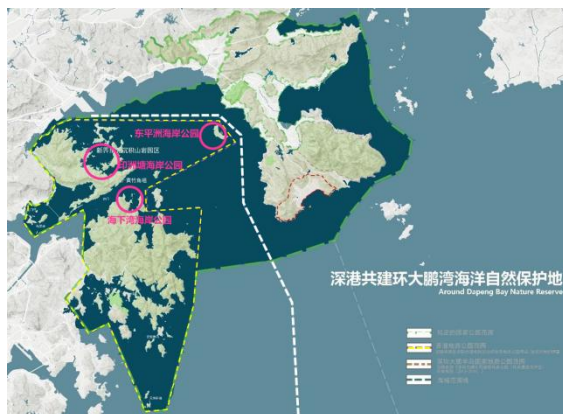


图 14 深港共建环大鹏湾海洋自然保护地示意图

## 六、跨领域问题：能源转型与农业现代化

### （一）关于能源转型的经验

可持续能源转型有很多方面。本课题重点研究了嘉陵江中下游流域水电、风能和光伏项目的选址布局，以及为更多的干旱和洪水情况做准备的必要性，特别是在管理环境流量的同时限制对人和财产的风险方面。

气候变化背景下，洪水和干旱灾害的频率继续增加，导致一些地方对水电能源安全的可靠性感到担忧。由环境流量产生的可持续水电基金可以提供财政支持，以加强洪泛区，减少人类灾害的发生，同时增加自然资本。

中国目前面临的挑战是，在人口稠密的地区，可用的土地有限，而且需要满足多种需求。随着中国继续建设风能和太阳能项目，一个挑战是这些项目占用的土地面积。这些土地有的已经退化，有的受到污染，有的可以耕种，有的需要作为重要的生物多样性保护区或水资源保护区加以保护。目前，中国已经建立了一个生态保护红线体系，作为指导跨流域综合空间规划的政策工具。遥感技术的进一步发展使这种前瞻性规划更加可行。

### （二）关于能源转型的讨论

#### 1. 一个全面的方法

鉴于在未来几年内保持流域的复原力所面临的挑战，在整个流域内全面应用生态红线系统是有益的。同样，在综合考虑水电利用、防洪、洪泛区管理和水资源综合管理方面，也应采用综合性方法，在这些资源之间实现更优化的分配，需要进行全面的、全流域的规划。这种方法应包括：

- 在水电开发规划中纳入区域生态保护规划的要求，以确保流域内生物价值高和有代表性的河流部分的自然生态得到保护，并保持河流的自由流动；
- 同时对多种资源和行业需求进行评估，包括水电、环境资源和生物多样性、渔业等生态系统服务、水库洪水管理以及中下游洪泛区的洪水风险。
- 中国应利用其丰富的空间规划工具来确定风能和太阳能资产的最佳选址，例如，首先考虑其他用途不太可行的受污染土地，可能还会考虑在这些可再生能源资产中种植生物燃料。
- 所有这些都是一个需要立即实施和进一步研究的领域，包括研究不同的管辖区如何处理气候对水电的影响以及可再生能源资产的开发和选址。

#### 2. 可持续水电基金

中国可以考虑可持续水电基金的概念，特别是在长江流域。这种方法的好处包括：

- 充分发挥金沙江下游梯级水库的发电潜力，增加电力供应，特别是解决夏季用电高峰的需求。
- 为长江洪水风险管理系统提供可持续的财政支持，包括林业部门的植被重建和管理活动。
- 有利于生态流动，促进长江中游重要湖泊和湿地的保护和恢复，避免洪水风险，以及季节后水库补水不足的风险。
- 为水电项目引发的生态补偿、淡水生态系统的系统保护、生态系统监测和适应性管理等项目提供可持续的筹资机制。



### （三）关于农业现代化和流域管理的评论

近年来，CCICED 的研究广泛涉及农业问题。2014 年的一份关于“生态环境红线的制度创新”的 SPS 报告探讨了确保足够的农业生产用地的必要性。2015 年的另一份报告“土壤污染管理”，强调减少使用化肥以保护和恢复中国的土壤。去年的报告“可持续的农业食品系统—实现中国的粮食和气候安全目标”，更详细地介绍了可以提高土壤弹性和长期生产力，同时减少与粮食生产有关的温室气体排放的做法。该报告指出，覆盖和轮作是可以带来缓解和适应方面的好处的再生性做法。虽然现代农业方法极大地提高了中国和其他地区的粮食产量，但大量使用化肥和其他化学添加剂对地表径流造成了污染，同时影响了土壤健康。中国正朝着保护性耕作的方向发展，这既节省了资金，又增加了土壤的生物多样性，对于水土保持、提高复原力和长期生产力都有好处。最近在黄河流域部分地区开展的保护性耕作（“低耕”）示范项目产生了显著的效果：

两年的科学监测结果：土壤肥力提高了 10% 左右，土壤储水量提高了约 7%，地下生物多样性增加。由于简化了机械操作，化石燃料的使用减少了约 58%，成本减少了约 17%。

在中国和其他地方的其他试点表明，再生农业方法可以在面对洪水和干旱时提供更大韧性，这一点至关重要，因为这两种现象随着气候影响的加速而增加。虽然中国的农业部门规模庞大，而且条件可能因作物、地点和其他因素而不同，但转向再生性做法，在支持长期产量的同时提高气候韧性和减少排放，是中国为确保全流域复原力和生存能力所能作出的最大转变之一。

#### 专栏 6-1：太湖流域通过农业现代化解决农业面源污染问题的探索

周边的农业实践，包括大量使用化肥、畜牧业和不适当的废水管理，导致了进入太湖的高营养负荷。

由此产生的藻类水华可以覆盖湖面的大片区域，耗尽水中的氧气含量，损害水质。藻类大量繁殖不仅降低了湖泊的美学价值，而且还造成了一些问题，如饮用水供应中的味道和气味问题，水生生态系统的破坏，以及对人类健康的潜在风险。

太湖的富营养化也导致了生物多样性的丧失，因为藻类的过度生长破坏了生态系统的自然平衡。鱼群和其他水生生物的减少对当地渔业、旅游业和其他依赖健康湖泊生态系统的经济活动产生了负面影响。

认识到这个问题的严重性，中国政府 and 地方当局随着时间的推移已经实施了各种措施来解决太湖的富营养化问题。这些措施包括促进可持续的农业实践，更严格地监管化肥的使用，改善废水处理和管管理，以及实施生态恢复项目。

总的来说，太湖的富营养化问题凸显了可持续的农业实践、适当的营养物管理和全面的流域管理方法的必要性，以保障水质和维护湖泊的生态健康。

长江、密西西比河和莱茵河等流域的案例说明了过度追求农业产量增长的负面后果，特别是大量的营养物质被排入河流和沿海水域。因此，实现农业现代化，使粮食生产能够跟上人口增长，同时应对气候变化的不利后果（干旱、高温、洪水），减少水系统的压力，是我们所有人面临的主要问题之一。切萨皮克河流域严格管控污染物排放最大日负荷量，推动了广泛的创新，例如包括马里兰州 60% 的农民采用覆盖作物。中国目前正在整个黄河流域推广使用保护性耕作，因为在试点项目中展示了较低的费用和较高的农田恢复力。越来越多的研究表明，像覆盖作物和保护性耕作这样的保护性实践具有经济收益和降低风险的好处。

#### （四）关于农业现代化的讨论

再生农业可以是基于自然的解决方案，以平衡粮食安全和农业收入，确保长期的粮食生产。这种方法也可以促进《长江保护法》的目标。

为了减少对流域的压力，提高人类的复原力，中国可以关注现代饮食习惯的过度摄入问题，这些饮食习惯导致了发达国家的健康问题和过度消费。

### 七、流域治理中的性别公平与社会包容考虑

#### （一）状况分析与问题识别

**性别公平是当前全球流域治理的关键性议题。**发展中国家乡村地区的性别问题最为突出，其内在原因一方面来自城乡与区域间的灾害抵御能力差距，另一方面来自人口外流导致的乡村地区女性聚集和贫困。

**同男性相比，长江流域的女性更加容易受到气候变化的负面影响。**这一点在上游嘉陵江地区的表现尤为明显。

**首先，女性遇到灾害后短缺的水和食物比男性更难得到保障。**四川农村地区供水普及率、集中供水行政村比例仅 76.9%、73.5%，低于全国平均（85.3%、83.6%）。嘉陵江流域干流中游主要流经四川省川东北地区，设施相对落后，乡村供水普及率也较低。妇女作为家务劳动的主要承担者，需要做饭、洗衣服、喂养家畜等，由于丈夫在外打工谋生，通常由妇女承担运水工作。遭遇干旱缺水，不得不花费更多的时间到更远的地方获取生活用水。同时母亲的天性可能会使得家庭妇女们在资源短缺时，自动削减自己的份额，留给孩子以及家里其他成员。

**第二，气候变化造成的粮食及经济作物减产，给妇女生活、收入带来重大影响。**发展中国家的妇女劳动力，大都沉淀在传统农业中，全球的粮食生产，一半以上依靠妇女的劳动，其中 60-80%来自于发展中国家妇女的劳动。由于干旱等气候影响，以及农业灌溉设施不完善，以及干旱造成的停电等，造成粮食或者其他经济作物减产或绝收。嘉陵江流域灌溉设施覆盖面积占比较低，特别是新增耕地灌溉设施缺乏。南充、广安、达州灌溉面积占比为 44%、35%、26.9%，均低于四川省平均（44.5%）。2010-2020 年三市新增耕地中灌溉面积占比均低于 13%。同时，四川电力主要依赖水电，干旱对能源安全带来较大风险。嘉陵江干流中下游地区作为川渝重要的蔬菜、水产品、水果基地，蔬果保鲜冷库对电量需求量大，近年来农村用电量快速增长。干旱停电导致冻库等受影响，需要保鲜的果蔬产品销售受阻。妇女作为农业的主力军，不得不付出多倍的劳动来应对干旱等带来的收入降低与生活困难。

**第三，由于多层次的性别歧视，农村女性的收入、受教育水平、接受培训获得技能的水平等通常低于男性，降低了她们应对气候变化的能力。**2020 年嘉陵江干流中下游地区 15 岁以上文盲人口中，女性占比高达 72.8%，男性占比 27.2%。《中国社会性别视角的气候变化脆弱性研究》研究显示，相对男性，女性拥有较少的收入、土地资源、贷款机会、以及获得非农就业的机会，减少了她们提高自身适应能力的机会。同男性相比，女性得到的技能培训要少很多。72%的女性从来没参加过培训，而男性这一比例为 46%。调查发现，男性和女性受访者对灾害应急预案知识的比例分别是 25%和 20%。

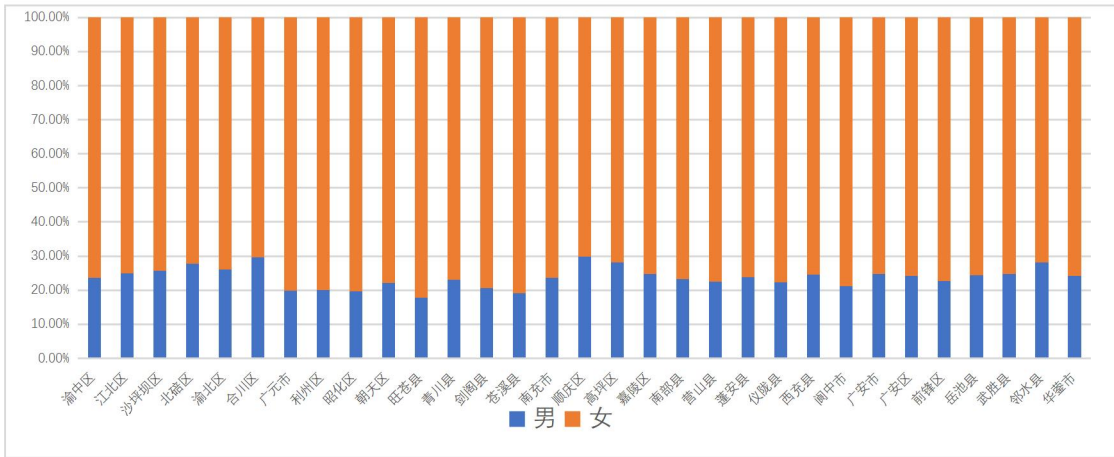


图 14: 嘉陵江干流中下游地区 15 岁以上男女文盲比例 (2020)

尽管气候变化对中国妇女产生了直接的、不成比例的影响，但她们在中国流域治理领域的参与和领导力都不高。

**第一，妇女参与流域安全环境决策的程度仍然不够。**以太湖为例，在流域管理机构层面，女性公职人员占比近半数（高于长江委，占比约 40%），但女性担任领导职务相对较少；基层管理组织层面同样，农村地区各市村委会成员中女性比例为 23%-42%，低于男性。

**第二，流域开发管理相关行业中仍存在比较严重的职场性别偏见。**如流域保护与开发业务领域，男性拥有更多的资源利用权利，并由于性别观念定势，更多参与捕捞、运输等活动，其获得的利润往往要远远超过女性。同时，男性也更多参与研究和教育，更多主导并实施科研活动，例如废弃物处理技术开发大多是由男性科研人员主导并实施，而女性科研人员往往处在次要地位，工作量大、薪酬低、发展前景不好。

**第三，大多数流域管理政策未能整合性别视角。**法规和纲领性政策文件中，只有《中国适应气候变化战略》、《中国落实 2030 年可持续发展议程国别方案》关注到了妇女等敏感弱勢人群，多数流域法规和纲领政策文件相对缺乏没有性别视角的探讨。

## (二) 流域治理的社会公平与性别策略

### 1. 完善饮水、灌溉等应对气候灾害的措施，鼓励采用太阳能等低碳能源设施

补齐嘉陵江流域农村地区在农村饮用水、灌溉设施短板，减少妇女在干旱等灾害时候面临的远距离获取水资源、缺水和粮食减产，收入降低等风险。例如，嘉陵江流域的广安市旺苍县、南充市嘉陵区作为国家能源局整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点区县，鼓励农村对太阳能的利用，实行补贴或者其他优惠，减少负责家庭能源和种植的妇女的负担和经济损失。

### 2. 通过流域协作，促进女性参与和领导流域治理

一是要修订流域管理法规和制度文件，确保在流域治理实践中考虑对女性影响并将其主流化，如加强生态补偿机制的女性视角研究。二是要制定统一的基于性别公平的流域治理公众参与制度和规定，保障女性参与决策的渠道，如设立增强女性领导力的项目，重视女性的本土知识和经验。中国女性在海洋生物多样性保护中具有独特优势，例如，一些女性参与小型渔船渔业的实际操作，可以从收集调

研数据、观察海洋环境改变到采取应对措施等方面都发挥重要作用，并帮助推动海洋生物多样性保护的发展。建议选择合适地区开展促进女性参与和领导海洋及岸线规划治理工作的制度改进试点项目。

**专栏 7-1：许多国家采取措施来确保女性在海洋保护与开发中能够获得和男性相同的权利和待遇**

例如，新西兰政府制定了《海洋法》，以其中规定新西兰政府必须坚持性别平等原则，保障女性在海洋建设、捕捞和开发行业的权利和机会。此外，新西兰政府还颁布了《水资源管理和开发法》，要求开发和保护海洋和河流资源，以最大限度地为女性创造就业机会，并为女性提供更多机会，以及提高女性参与海洋保护和开发建设的能力。

**3. 在流域与气候变化的多项统计指标中，落实分性别统计**

目前灾害损失危害等，缺乏按性别分列的统计数据。这是导致政策制定者看不到妇女和女童及其需求和优先事项的诸多因素之一。另外由于没有关于女性的统计，女性的需求常常被忽略。因此，政府与教育机构应合作倡导对灾害损失危害的性别分列统计数据，为促进性别平等的政策、方案和预算的制定提供证据基础。

**专栏 7-2：分性别统计制度的国内案例**

《广东省分性别统计制度》正式通过国家统计局统计制度审核批准，从 2019 年开始在广东省正式实施。制度内容和范围涵盖了社会对男女性别平等关注度较高的 9 大领域，反映了男女分性别在婚姻、就业、教育、文化、卫生、社会管理、参政议政、权益维护和社会保障等方面的基本情况。统计指标共有 800 多个。数据来源主要通过相关部门的行政记录、部门综合统计调查、人口普查、劳动力调查等方式获得。数据采用统计数据网络直报方式采集。省统计局负责制度组织实施和数据发布，22 个省直部门参与相关数据的采集和报送工作。

**4. 借鉴香港、澳门经验和基础，通过培训和教育扶持提高妇女参与流域环境保护与管理的能力**

包括为农村女性提供农业技术培训、应对灾害的知识培训、非农就业培训；引导女性从事工程科技领域相关的科学研究和技术开发工作；实施劳动力平等政策，消除在职场中性别歧视；实施教育平等政策，解决教育中的性别偏见，并纳入对性别问题有敏感认识的课程和教学方法，强调男女青少年对流域治理和环境保护的平等认识。

## 八、政策建议

**（一）应充分认识到增强流域韧性与气候适应能力具有很高的安全保障、经济投资、**

**低碳发展、生态保护的综合价值，将其纳入流域经济社会发展全局考虑。**

提升流域气候适应能力，不仅能增强流域城乡聚落韧性水平，保障生命财产安全，更能扩大有效投资，推进绿色低碳建设，降低气候灾害带来的经济社会综合风险。流域协同治理策略的制定既应采取应对气候风险紧迫压力的“防御型”措施，还应通过技术、治理模式等方面的“创新型”措施，将应对气候变化韧性、落实“双碳”目标从流域发展的紧迫压力转化为绿色转型发展的重要动力。

(二) 气候风险的紧迫性和气候适应的必要性已不可忽视，借鉴“欧盟框架指令”经验，在长江和黄河适用法律的指导下，尽快建立跨部门、跨行政区、政府与企业，以及社会公众、NGO 等多元主体参与的流域综合协作机制，并制定即刻行动计划，加强跨空间、跨部门和跨时间的区域协同，实现流域的可持续发展和韧性能力的提升。

加强空间协同，统筹好干支流和上下游，基于次级流域、次区域的空间单元，以及特定的协同事项与问题，形成专门的协调机制，避免将问题转移到其他地区。加强部门协作，经济发展、农业、生态、交通、水利、防灾、能源等相关部门应制定共同的流域发展战略，提高跨部门效益，不将负面影响转移到其他部门。加强时间协同，应当向历史学习（进化的最佳实践），也要对未来气候变化的影响进行展望，展望研究的时间跨度至少为 100 年，防止将问题转移到未来。

(三) 参考国际水基金经验，开展“可持续流域协同基金”探索，全面统筹流域水电、防洪、蓄滞洪区、渔业和水生生物多样性保护之间的利益协同。

推动现有生态保护补偿制度的进一步深化，完善上下游跨地区的横向转移支付机制。发展现代农业（可再生农业），推进能源结构转型，推动流域高质量发展和绿色发展，落实“双碳”战略目标。

(四) 借鉴欧洲“战略性环境影响评估”经验，应建立更加综合的评估机制，系统评估流域范围内气候变化的长期压力和短期冲击影响，分析当前政策措施、建设行为和防灾标准的适应性，开展区域层面的系统性应急情景构建工作。

根据世界和中国的新做法，鉴于许多项目的长期性、创新性以及气候变化的不确定性，尤其是在地区层，有必要通过针对大型计划和立法的新评估系统来明确整个流域的责任，促进广泛参与，并建立定期重新评估的框架，并使之成为制定上下游流域协同的韧性政策和开展重大建设行为的前提条件。针对气候变化风险的不确定性，应倡导系统性安全思维，在流域治理中将工程措施与基于自然的解决方案相结合，形成综合性的治理措施。避免基于灾害概率分析单一安全标准的工程建设，开展系统性应急情景构建工作，研究建立适应未来气候变化的技术标准规范体系。

(五) 应当特别关注性别和社会公平问题，通过多种方式提高女性等弱势群体在流域治理中的获益度和参与度。

加强流域欠发达地区基础设施建设，推进基于人群特征的统计分析，减少农村女性和低收入人群在气候变化下面临的风险；通过政策和机制改进，持续推动针对女性的教育公平和职场公平，增加女性、老人等弱势群体参与流域治理决策的机会。

（六）洪水和干旱等极端气候事件的风险日益增大，增强韧性对经济和能源安全以及人类的共同繁荣至关重要，应采取即刻行动，加快制定“长江流域发展规划”和“国土空间规划”，形成贯通全流域、多部门、多目标的“战略性综合解决方案”，以区域协同推动大河流域绿色可持续发展，为中国及世界河流的治理提供示范借鉴。

——嘉陵江等次级支流地区应当积极探索“综合韧性解决方案”，为内陆欠发达地区的现代化发展提供绿色低碳模式的示范。采取负面清单等方式，推动流域产业结构可持续发展，促进能源结构多元化；探索完善流域内城市间、政府与企业间的协同机制，促进防洪、抗旱、发电和航运等多领域统筹；建立综合评估机制，评估和消减大型水利设施对生物多样性保护、发电、通航、供水等方面的影响。

——太湖等重要湖泊流域应探索区域空间开发模式的转型，建立流域防洪与圩区排涝协同机制，形成多方协同的“基于自然解决方案”。优化区域-城市防洪排涝方式，调整“大圩”防洪排涝模式，提升流域整体安全韧性；控制城市-区域下垫面开发强度，加强非建设用地保护管控；保护太湖农耕水利大遗产，重塑“塘浦圩田”城乡生态空间，探索再生农业实践，保障水质和维护湖泊的生态健康。

——珠江口等大河入海口地区应强化陆海统筹的海岸带地区治理，形成“跨区域跨制度合作的综合解决方案”。推动粤港澳三地统一划定海岸带地区和生态保护区，建立合作机构和协同机制；协同开展大型基础设施建设环境影响评价，减少对陆海自然环境和生物栖息迁徙的扰动。借鉴香港非政府组织和公众参与模式经验，推动多元主体参与海岸带地区的保护与治理。

## 参考文献

- [1] 王莺,王劲松,武明等.土地利用和气候变化对嘉陵江流域水文特征的影响[J].水土保持研究,2019,26(01):135-142.
- [2] 王世杰,刘柯莹,孟长青.基于 SPEI 的嘉陵江流域旱涝时空演变分析[J].水利水电快报,2022,43(05):12-19.
- [3] 冯宝飞,邱辉,纪国良.2022 年夏季长江流域气象干旱特征及成因初探[J].人民长江,2022,53(12):6-15.
- [4] 李肖男,李文俊,管益平,等.嘉陵江中下游防洪现状及调度策略探讨[J].中国防汛抗旱,2019,29(12):27-32.
- [5] 刘名武,李红镛.联通大西北 畅通内循环 加快推动嘉陵江全线通航的建议[J].中国水运,2021,No.681(02):38-39.
- [6] 曾珍.嘉陵江流域航运发展对策分析[J].中国水运,2021,No.699(08):21-23.
- [7] 吴浩云,陆志华.太湖流域治水实践回顾与思考[J].水利学报,2021,52(03):277-290.
- [8] 杨佳磊,张瑞.太湖流域土地利用变化及其对非点源污染的影响[J].江苏海洋大学学报(自然科学版),2022,31(01):37-44.
- [9] 周宏伟,李敏,王同生,何建兵.太湖流域圩区排涝对区域防洪影响分析[J].水利规划与设计,2015,(11):1-2+21.
- [10] 单玉书,蔡文婷,薛宣,汪大为.环太湖城市群防洪大包围建设影响及对策[J].中国防汛抗旱,2018,28(02):56-59+65.
- [11] 李蓓.海平面上升和地面沉降对太湖流域水安全影响及对策初探[J].人民珠江,2016,37(01):38-41.
- [12] 丁磊,杨凯.荷兰艾瑟尔湖综合治理对太湖治理的启示[J].水资源保护,2014,30(06):87-93.
- [13] 杨佳磊,张瑞,张银意,王桂臣.1980~2018 年太湖流域非点源氮磷负荷变化研究[J].环境保护科学,2022,48(06):93-101.
- [14] 张家欣.太湖流域水质空间分布状况与污染源识别[J].江苏科技信息,2021,38(10):48-54.
- [15] 吴昊平,秦红杰,贺斌,尤毅,陈金峰,邹春萍,杨思雨,郝贝贝.基于碳中和的农业面源污染治理模式发展态势刍议[J].生态环境学报,2022,31(09):1919-1926.
- [16] 陆沈钧,姚俊,曹翔.浅析太湖流域农业面源污染现状、成因及对策[J].水利发展研究,2020,20(02):40-44+53.
- [17] [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)
- [18] 刘旭拢,邓孺孺,许剑辉,宫清华.近 40 年来珠江河口区海岸线时空变化特征及驱动力分析[J].地球信息科学学报,2017,19(10):1336-1345.
- [19] 《2020 年广东省海洋环境状况公报》
- [20] 《2021 年粤港澳大湾区气候监测公报》

## 附录： 2022/23 年与本 SPS 有关的其他产出

在 2022/23 年期间，出现了以下与本 SPS 有关的其他产出。

PBL, TNC and CAUPD. River basins and deltas. Water systems and port economies in times of climate change: Rhine, Yangtze and Mississippi. Seminar Rotterdam, 11 – 12 October 2022. 报告下载：  
<https://cciced.eco/events/river-basins-and-deltas-water-systems-and-port-economies-in-times-of-climate-change-rhine-yangtze-and-mississippi/>

SPS River Basins. Managing River Basins as a System. Open meeting of the Special Policy Study on River Basins of the China Council. New York, 20 March 2023. 报告下载：  
<https://cciced.eco/events/managing-river-basins-as-a-system/>

Harbers, Arjan (PBL); Jan Bakkes; Charlotte le Vay; Lyu Hongliang (CAUPD); Jiang Like (CAUPD). Yangtze & Rhine River Basins 1950-2050. Mapping and comparing urbanisation, environmental pollution, climate adaptation and decarbonisation. PBL Publishers, The Hague, 2023. In English and Chinese. 报告下载：  
<https://www.pbl.nl/en/publications/yangtze-and-rhine-river-basins-1950-2050>

每项成果都建立在早期基础之上。2022 年 10 月在鹿特丹和 2023 年 3 月在纽约举行的活动都是在本 SPS 的 2021/22 工作年期间构思的。将长江流域和莱茵河流域的环境与发展挑战进行横向比较的筹备报告源自 2019 年的国际合作促进环发会议圆桌会议。