

中国湿地保护修复管理经验与未来研究趋势

蒋卫国¹, 张 泽¹, 凌子燕^{1,2}, 邓雅文¹

(1. 北京师范大学地理科学学部 遥感科学国家重点实验室, 北京 100875; 2. 南宁师范大学
地理科学与规划学院 北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室, 南宁 530001)

摘要: 湿地是人类重要的自然资源, 在陆地生态系统中发挥着不可替代的生态功能。为遏制全球湿地继续丧失, 国际组织和许多国家都采取了一系列重大保护修复举措。本文梳理了国际组织和部分国家湿地保护修复举措, 全面诠释了中国湿地保护修复管理经验, 提出湿地资源未来研究需要从国际前沿与国家战略、社会经济与智慧服务等层面展开。结果显示: ① 1997—2023年27个国际湿地日为当年的湿地保护与管理提供新目标和新任务, 1980—2022年14届国际《湿地公约》大会重要议题和成果为未来一段时期湿地发展提供新方向和新挑战。2023—2035年应该提升湿地生态功能, 推动湿地可持续发展, 攻克脆弱湿地生态系统生态修复技术瓶颈。② 1992—2022年是中国全面开启保护湿地修复新阶段, 总体形成了“国家战略部署—法律政策建立—工程规划实施”具有中国特色的湿地保护修复经验, 强调要从国家法律层面规定和编制对湿地长期保护的规划, 创新修复治理技术和应用体系, 多部门协同分工, 有效解决湿地保护修复的复杂问题。③ 湿地未来趋势研究应该面向“联合国可持续发展目标和多个国际公约”促进湿地可持续发展的探索实践, 面向“国家战略需求和地方社会经济高质量发展”促进湿地保护修复管理服务, 面向“学科发展—全域监管—综合评估—智慧决策”的交叉融合和学术创新发展研究。

关键词: 《湿地公约》; 湿地空间; 湿地保护修复; 湿地高质量发展; 湿地可持续发展; 湿地未来研究趋势

DOI: 10.11821/dlxb202309007

1 引言

湿地是水陆生态系统的过渡带、相互作用的自然综合体^[1], 是生产力最高的生态系统之一, 在涵养水源、调蓄洪水、调节气候、维持碳循环和保护海岸等方面发挥着重要的作用^[2-3]。推动湿地保护修复, 已是当前全球生态保护的重点。根据2018年《国际重要湿地公约》中提到全球湿地面积为12.1亿hm²。其中, 54%为永久性淹没湿地, 46%为季节性淹没湿地。大约93%的湿地是内陆系统, 7%是海洋和沿海系统^[4-5]。2020年世界自然基金会地球生命力报告指出, 1970年至今, 内陆和滨海湿地面积下降约35%, 哺乳类、鸟类、两栖类、爬行类和鱼类数量平均下降84%, 相当于每年下降4%^[6]。目前全球湿地保

收稿日期: 2023-05-18; 修订日期: 2023-09-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(U21A2022, 42071393, U1901219, 42101369) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.U21A2022, No.42071393, No.U1901219, No.42101369]

作者简介: 蒋卫国(1976-), 教授, 博士生导师, 主要从事遥感大数据智能优化提取, 地理空间优化模拟、城市湿地与生态水文监测评估。E-mail: jiangweigu@bnu.edu.cn。

通讯作者: 凌子燕(1985-), 高级工程师, 硕士生导师, 主要从事湿地遥感与可持续发展等研究。

E-mail: lingziyan@nnnu.edu.cn

护面临着严峻挑战,由于气候变化、人类活动频繁、社会公众意识薄弱等,各国都出现不同程度湿地的受损,湿地生态安全受到威胁,因此,加强湿地保护与修复刻不容缓。

2 国际组织湿地保护修复举措

涉及湿地的国际组织主要包括湿地国际联盟(WIUN)、联合国教科文组织(UNESCO)、联合国环境署(UNEP)、联合国开发计划署、国际湖泊环境委员会、联合国基金会、全球环境基金、世界遗产基金会等,这些组织主要开展湿地生态保护、湿地遗产保护及湿地环境教育等,对于全球湿地生态与监测相关保护措施、监测方法和管理框架具有指导作用。国际《湿地公约》考虑湿地具有涵养水源和净化水质等基本生态功能,同时具有巨大的生态价值,期望可以通过全球行动遏制湿地丧失,并确信前瞻卓越的国际行动与各国政策相结合能够确保对湿地进行保护修复。

2.1 国际《湿地公约》保护修复举措

国际《湿地公约》(《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》)是全球第一个政府间多边环境公约^[7]。国际《湿地公约》由缔约方、缔约方大会、常务委员会、科技评估委员会及湿地公约局、秘书处共同运作,总部设立在瑞士格兰德。自1971年缔结以来,已有172个国家加入《湿地公约》并评选出2455处国际重要湿地、43个国家湿地城市。国际《湿地公约》经过近40年的发展,通过地方、国家层面及国际合作等行动,推动各缔约方保护和合理利用湿地资源,加快推动全球湿地保护行动,为实现全球湿地可持续发展做出贡献。《湿地公约》历届大会紧紧围绕湿地主题做出了一系列重大举措,引领全球共谋湿地保护事业持续发展(图1)。国际《湿地公约》第十四届缔约方(COP14)大会于2022年11月在中国武汉和瑞士日内瓦举行,此次大会围绕“珍爱湿地,人与自然和谐共生”主题,习近平主席以视频方式出席国际《湿地公约》第十四届缔约方大会开幕式并致辞,站在构建人类命运共同体的高度,向世界宣告中国生态文明建设、湿地保护修复高质量发展的重大举措^[8],此次大会充分展示了中国湿地保护修复管理的经验和举措,为全球湿地保护修复工作提供了经验范式和参考借鉴。

1996年10月国际《湿地公约》常务委员会第19次会议决定,从1997年起将每年2月2日定为“世界湿地日”,每年都确定一个不同的主题(图2)。世界湿地日确定目的是重申湿地重要性、现状和面临的挑战,宣传湿地教育、提高人们保护湿地的意识、强调湿地价值;政府机构、民间组织和公民利用这一天采取不同形式不同规模的行动来进

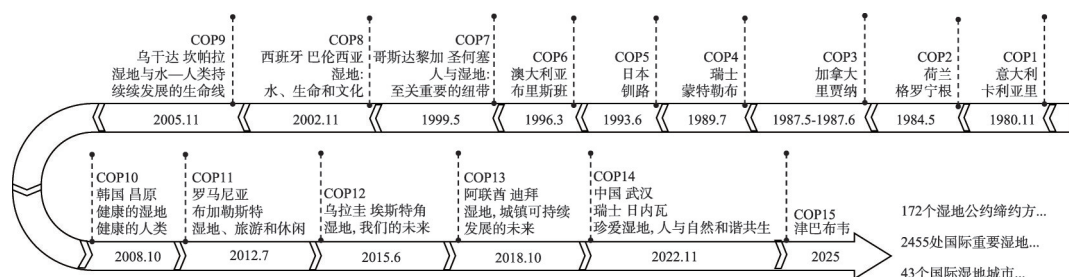


图1 国际《湿地公约》缔约方大会发展历程

Fig. 1 History of the development of sites for the International Meetings of the Conference of the Contracting Parties to the Ramsar Convention

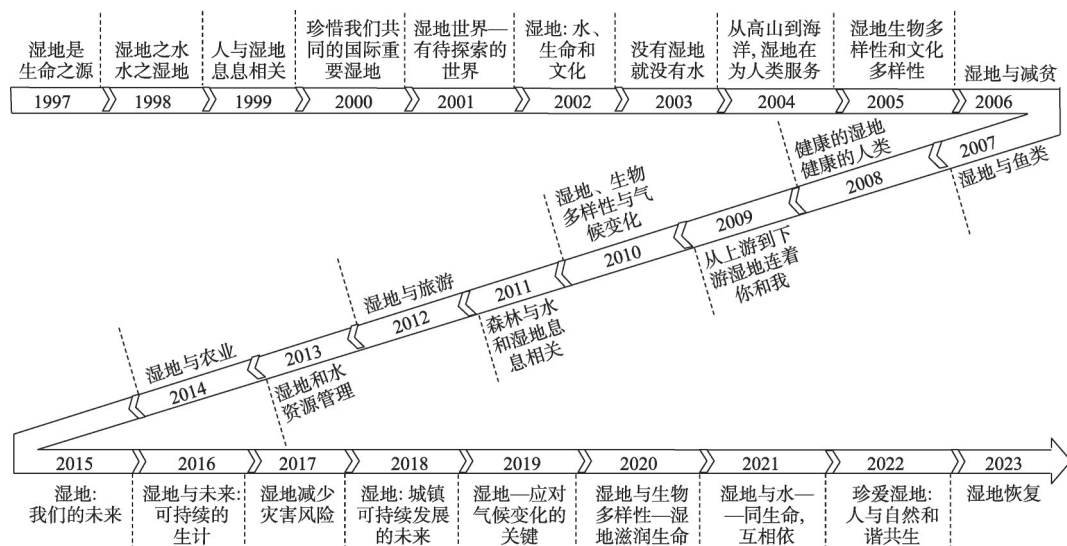


图2 1997—2023年世界湿地日主题发展历程

Fig. 2 Development of the theme of World Wetlands Day from 1997 to 2023

行湿地宣传教育, 提高公众对湿地价值和效益的认识以及湿地保护意识^[9]。2023年世界湿地日以“湿地恢复”为主题, 提出了“三个7”, 分别是7种湿地恢复的最佳做法、湿地恢复后带来的7个主要好处、在湿地恢复中发挥巨大作用的7个关键角色, 呼吁每一代人应该采取措施恢复和复原退化的湿地。在湿地仍然受损的情况下, 如何进行湿地保护以及重点区域湿地修复是当前研究的重点。

2.2 部分代表国家湿地保护修复举措

面对湿地全球性问题, 世界各国在国际议程的综合引导下, 结合每个国家实际情况, 分别采取了系列湿地保护修复举措, 来解决湿地所面临的诸多问题。从湿地面积、湿地资源类型、重要湿地数量、湿地城市数据等方面选取了美国、加拿大、英国、澳大利亚、法国和巴西6个国家展开对比分析(表1)。6个国家的湿地主管部门均与环境相关, 澳大利亚与农业合并为农业环境部。各国均在20世纪70—90年代颁布了湿地相关法律, 并分别建立了湿地开发许可、湿地分级分类保护、湿地补偿银行、湿地公共参与、国家公园与保护区等多种颇有特色的湿地管理制度, 形成了湿地保护网络、国家公园体系、地方主导型湿地管理、生物多样性保护等多种形式湿地保护修复体系^[10-13]。近年来, 部分国家针对未来湿地保护修复与可持续发展制定了系列重大工程和计划。美国在国家层次和各州层次提出了《湿地计划规划(2020—2025年)》, 计划目标确立有助于实现广泛行动和更具体的湿地保护活动; 加拿大《2011—2026年圣劳伦斯行动计划》确定了生物多样性保护、改善水质、可持续利用3个优先问题; 法国提出《国家湿地保护计划(2022—2026年)》, 明确了湿地恢复目标和新建国家公园数量, 提升湿地保护修复措施力度; 巴西在2018年提出湿地保护和可持续利用战略, 设立了国家湿地委员会, 提出保护、管理和合理利用环境资源, 建议并评估将新地点列入《国际重要湿地名录》。6个国家的系列重大举措、重大工程和法律管理体系对各国湿地保护起到了强有力的保护作用, 有效的防止湿地面积减少和湿地功能退化, 湿地保护修复重点集中在湿地恢复重建、退化湿地修复、湿地生态功能提升和湿地监管方面。

表 1 世界部分国家湿地保护修复举措

Tab. 1 Wetland protection and restoration measures in some countries around the world

	美国	加拿大	英国	澳大利亚	法国	巴西
湿地主管部门	环境保护署	环境资源部	环境部	农业环境部	自然与环境保护部	环境部
湿地法律政策	《清洁水法》 《湿地转农用法》 《沿岸湿地保护法》 《洪积平原与湿地保护法》等	《联邦环境影响评价法》 《水企业法》 《萨斯喀彻温省环境影响评价法》等	《自然保育法》 《野生动物和农村法》 《水资源法》 《自然环境与偏僻社区法令》等	《国家湿地政策》 《环境与生物多样性保护法》等	《国家公园法》 《法国环境发电》等	《巴西水体保护法》 《环境基本法》 《国家保护区战略计划》等
湿地管理制度	湿地开发许可制度、湿地补偿银行制度	湿地分级分类保护区制度、湿地开发许可制度	类型化湿地自然保护区制度、湿地管理协议制度	湿地公共参与制度	自然保护地制度、国家公园制度	湿地开发许可制度、自然保护区制度
保护修复体系	建立湿地保护网络	国家公园体系、野生生物保护	湿地自然保护区网络	地方主导型湿地管理体系	自然保护区、生物多样性保护网络	—
保护修复工程	湿地计划规划(2020—2025年)	2011—2026年圣劳伦斯行动计划	—	—	国家湿地保护计划(2022—2026年)	巴西湿地保护和可持续利用战略(2018年)
保护修复重点	恢复新建、修复退化湿地	退化湿地恢复、湿地植被恢复	控制湿地生态功能退化	自然保护区建设与管理	自然保护区建立	湿地保护和可持续利用

3 中国湿地保护修复管理经验

中国加入《湿地公约》30年来，积极履行公约宗旨和义务，大力推进生态文明建设，加强湿地保护修复，湿地生态状况持续改善^[14]，生物多样性日益丰富，形成了“国家战略部署—法律政策建立—工程体系完善”具有中国特色的湿地保护方案和经验。建设人与自然和谐共生的现代化，推动湿地保护修复，促进湿地高质量发展和湿地可持续发展。

3.1 国家战略带来湿地保护修复管理新机遇

湿地保护是习近平生态文明思想重要组成内容，被纳入《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》和《生态文明体制改革总体方案》^[15]。自2013年起，每年中央“1号文件”均强调要加强湿地保护。中国共产党的“二十大”报告提出：必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，站在人与自然和谐共生的高度谋划发展；实施好长江十年禁渔，健全耕地休耕轮作制度；推行草—林—河—湖—湿休养生息，提升生态系统碳汇能力等系列举措^[16]。这些国家战略实施，为湿地保护修复带来新机遇，提出新要求。无论是生态文明建设，还是人与自然和谐共生，无论创新驱动战略，还是美丽中国建设等，均对湿地保护修复提出了大量现实需求 and 有待解决的科学问题。未来继续贯彻习近平生态文明思想，必须深入湿地保护修复研究，完善湿地科学研究理论框架，创新修复治理技术和应用体系，将湿地保护与其他资源综合系统一体管理结合，为国家战略实施和湿地保护修复提供理论基础和智慧决策，这是为未来湿地保护修复提供决策服务的实际核心点。

3.2 法律实施提供湿地保护修复管理新保障

中国共产党的“十八大”以来,中国不断强化湿地保护,国家和省级层面累计建立97项湿地相关制度,初步形成了湿地保护法律制度体系,开启全面保护湿地新阶段。2021年12月24日,第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过了《中华人民共和国湿地保护法》,标志着湿地保护步入法治化新阶段^[17](图3)。《中华人民共和国湿地保护法》依据中国国情和湿地保护修复理念明确了湿地的定义,以国际《湿地公约》为主体,增加了具有显著功能的界定,将水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂排除在湿地范畴之外。湿地保护法是生态文明建设的重要体现,主要包括了湿地资源管理、保护与利用、修复、监督检查、法律责任等方面,与现有的自然资源相关法律相比较,具体突出湿地保护修复、科学界定湿地定义、全面设计制度系统、加重监管和处罚力度等特点。



图3 1992—2022年中国湿地保护法的立法历程

Fig. 3 The legislative process of China's Wetland Protection Law from 1992 to 2022

未来在湿地保护体系构建方面,要完善以《中华人民共和国湿地保护法》为根本核心的法律法规制度体系,制定地方各级的湿地保护法律法规,逐步建立部门协作、分级管理、系统修复、综合整治的湿地保护管理网络,为湿地保护发展提供系统的安全保障。未来在湿地保护具体实施方面,需要利用物联网、深度学习、人工智能等新技术对破坏湿地等现象形成监管新突破,同时新技术也为湿地资源研究带来新的内容和方法,为湿地资源数字化保护修复与智慧管理提供技术支撑。未来要从国家法律层面规定和编制对湿地长期保护的规划,结合本国基本国情,将国际组织的重要举措、优秀制度和先进经验纳入到中国的湿地法律和保护政策中,以期通过法律法规充分发挥中国湿地保护系统作用,确保中国湿地保护事业长期有序开展,这是中国湿地保护修复可以持久有效的重要保障点。

3.3 工程规划构建湿地保护修复管理新格局

实施修复保护工程是湿地生态修复的重要举措和关键环节,在修复过程中发现问题并及时调整修复手段和技术,从而提高修复效率。中国以《全国湿地保护工程规划(2002—2030年)》《全国重要生态保护和修复重大工程建设规划(2021—2035年)》《全国湿地保护规划(2022—2030年)》《国家水网建设规划纲要(2021—2035年)》等系列规划为蓝图,强化了湿地保护顶层设计,完成了4100多个湿地保护修复工程项目(图4)。依据国土空间规划,国土空间修复和国土空间调控等部门和最新湿地保护规划要求,按照“三区四带”国家生态保护修复格局,优先在30个重点区域实施湿地保护修复项目,明确各区域主要问题和主攻方向,组织实施湿地保护修复工程,布局湿地保护修复任务,修复退化湿地和恢复湿地功能^[18]。

连续性、衔接式湿地修复保护工程对中国湿地可持续发展具有重要意义。未来需要继续对中国湿地保护修复进行机制和体制创新,扎实有序推进项目工程中的目标任务、

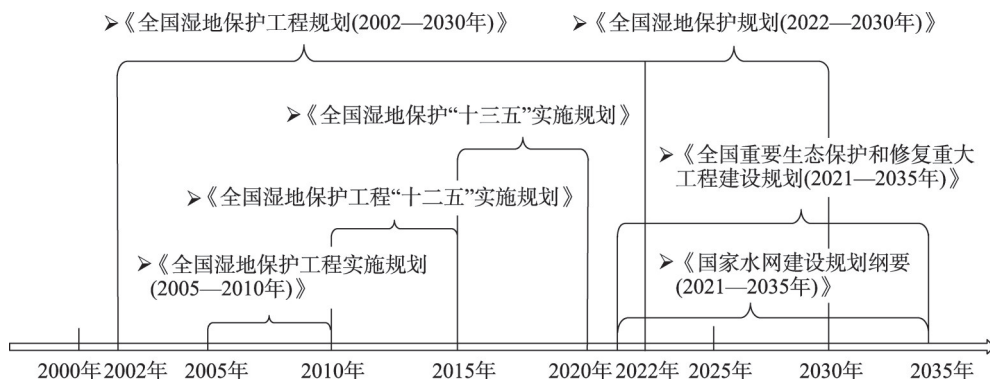


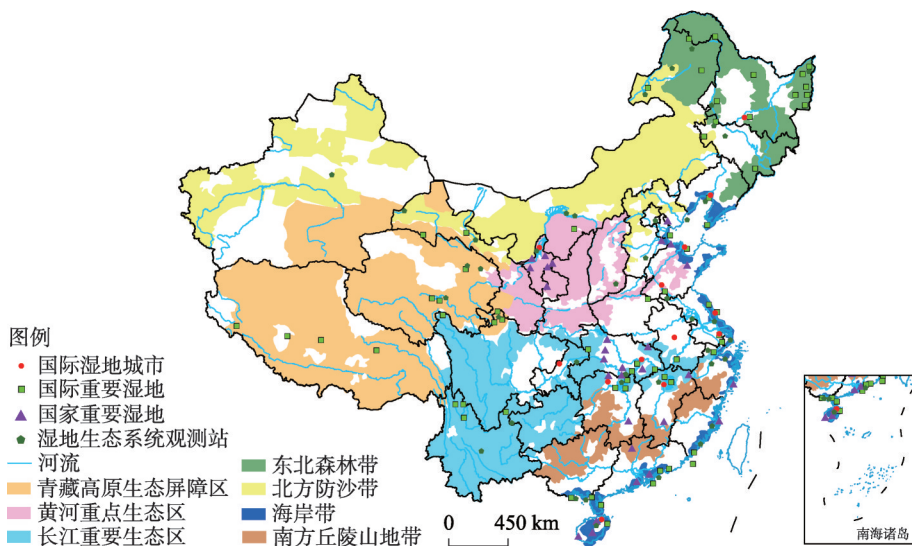
图4 2002—2035年中国湿地保护修复工程规划

Fig. 4 China wetland protection and restoration project plans from 2002-2035

重点工作、政策措施等事项,相关部门和科研学者需要从不同视角对工程项目的修复保护实施成效进行评估,并预估工程后湿地修复保护区域是否反弹,及时发现问题、解决问题,形成湿地资源空间新格局。未来在湿地保护修复工程实施中,充分将遥感技术、地理信息技术、导航定位技术、空间建模与情景模拟、大数据与智慧决策等现代技术方法应用到实际工程中,有效解决湿地保护修复的复杂问题,这是可以有效推进湿地修复保护工程的顺利实施和创新发展的技术支撑点。

3.4 保护成效创造湿地保护修复管理新动力

中国加入国际《湿地公约》以来,湿地保护经历了摸清家底和夯实基础、抢救性保护、全面保护3个阶段。湿地保护修复力度不断加大,生态状况持续改善,取得了显著的保护修复成效,并在湿地规划与重大工程等方面明确了未来修复目标,贡献中国力量、做出中国承诺、成为世界引领,为未来湿地保护修复提供新动力(图5)。



注: 基于标准地图服务网站GS(2020)4630号的标准地图绘制,底图边界无修改。

图5 中国生态保护修复“三区四带”与重要湿地空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of "three zones and four belts" and important wetlands for ecological protection and restoration in China

(1) 中国是全球首个完成三次全国湿地资源调查的国家。根据全国第一次(1984—1997年)、第二次(2007—2009年)和第三次(2017—2020年)国土资源调查报告显示,湿地面积分别为5699.89万 hm^2 、5360.26万 hm^2 和5634.93万 hm^2 ,湿地面积得到有效的恢复。全国分区建立了湿地调查监测野外台站、实时监控和信息管理平台,截止2021年,共建立41个湿地生态系统观测研究站,分布7个区域。明确了湿地监测评价主体,形成了全国湿地监测网络,通过高新技术实现监测监管一体化,及时发布和应用监测信息。同时自然资源部在2020年发布《自然资源调查监测体系构建总体方案》,指出2023年,完成自然资源统一调查、评价、监测制度建设,形成一整套完整的自然资源调查监测的法规制度体系、标准体系、技术体系以及质量管理体系^[19]。

湿地资源本底调查是基础,科技进步也为湿地监测带来了机遇。应利用新技术系统性和综合性的开展湿地资源动态监测、预警等相关研究,提升湿地资源描述时空特征的能力、精度和效率,并且在新技术的支撑下,在湿地资源认知、时空格局、演变过程、驱动机制、效益评价、优化调控等方面形成新理论视角和新研究思路。

(2) 《中华人民共和国湿地保护法》正式确立了湿地实行分级管理制度,设立国家湿地管理专门机构,地方成立各级湿地管理机构,加快建设以国家公园为主体的自然保护地体系,建立湿地分级管理体系,湿地管理工作将步入快速发展阶段^[20]。中国现有国际重要湿地82处,总面积764.7万 hm^2 ,国家重要湿地29处,总面积360万 hm^2 ,省级重要湿地1021处,国家湿地公园901处,自然保护地总数达到2200多个^[21]。中国以国家公园建设为重点,推动湿地自然保护区、湿地公园优化整合,建立湿地保护体系。现有国家公园5处,湿地自然保护区602处,湿地公园1693处(其中国家湿地公园899处)。中国湿地分级体系和湿地保护体系的建立有利于实现湿地保护与合理利用,对重要湿地给予了最高层级的保护,对全球湿地分级管理和保护具有借鉴意义(图6)。

中国湿地分级管理制度和建立保护体系已经走在世界前列。制度设计先行、强化规划引领仍然是必要的,要坚持“国家公园—湿地自然保护区—湿地公园”为主体的湿地保护体系,要实施创新管理模式,建议林业、水利、交通、环保等多个部门合作,解决湿地保护和开发利用过程中出现的问题。需要针对不同级别、不同区域、不同特色采取不同保护措施,开展差异化建设。

(3) 中国多层次、多方面、多角度全面系统地开展湿地保护修复工作,在国家 and 地方综合规划引领下,多个规划部署与工程规划中明确指明未来湿地修复保护目标和实现高质量发展的模式路径,为各级政府管理和湿地科研人员引领方向,形成了不竭内生动力。

为中国更好的指导未来湿地保护修复工作,近5年制定了未来15年湿

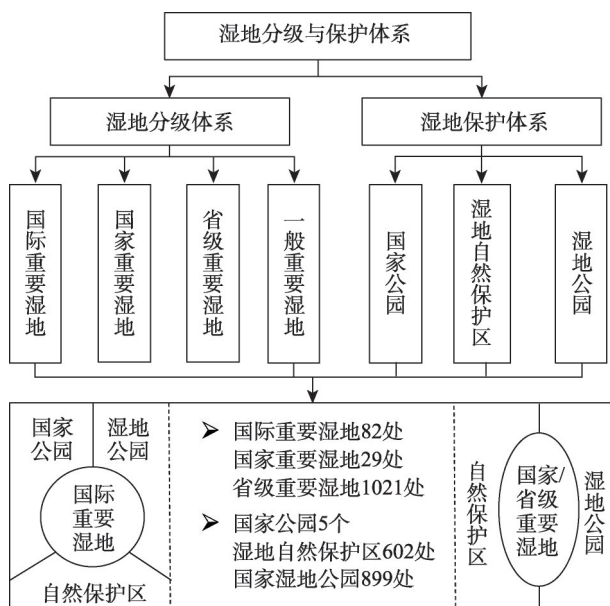


图6 中国湿地分级与保护体系建立

Fig. 6 Establishment of wetland classification and protection system in China

地保护修复工程规划, 主要包括《国家公园空间布局方案》、《红树林保护修复专项行动计划(2020—2025年)》《全国湿地保护规划(2022—2030年)》《全国重要生态保护和修复重大工程建设规划(2021—2035年)》《国家水网建设规划纲要(2021—2035年)》等, 这与联合国可持续发展目标实现时间吻合。到2025年国家公园统一规范高效的管理体系基本建立; 建设一批国家水网骨干工程; 营造红树林9050 hm², 修复现有红树林9750 hm²; 湿地保护率达到55%, 新增国际重要湿地20处、国家重要湿地50处, 国家重要湿地候选区104个, 组织实施30个左右湿地保护修复重点项目^[22-24]。到2030年湿地保护高质量发展格局初步建立, 湿地生态系统功能和生物多样性保护明显改善^[23]。到2035年基本完成国家公园空间布局建设任务, 建成全世界最大的国家公园体系; 基本形成国家水网总体格局; 湿地保护率提高到60%, 自然海岸线保有率不低于35%; 以国家公园为主体的自然保护地占陆域国土面积18%以上, 濒危野生动植物及其栖息地得到全面保护^[25-26] (图7)。通过大力实施重要生态系统保护和修复重大工程, 全面加强生态保护和修复工作, 对湿地生态系统保护修复具有重要意义。

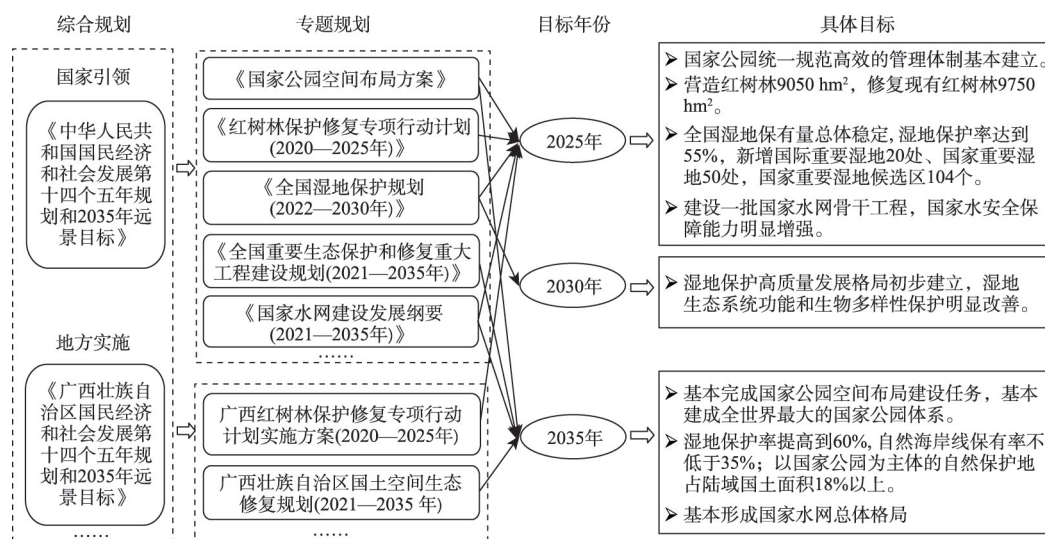


图7 中国湿地保护修复工程规划未来计划实现目标情况

Fig. 7 Future plans and objectives of wetland protection and restoration projects in China

在实施湿地生态修复工程时, 应尽量减少工程对自然环境本底破坏, 尽可能保留部分修复工程区域原貌, 生态修复工程建设完成后, 相关部门应当开展长时间尺度的湿地资源动态监测, 对工程实施后的不同阶段的修复恢复状态进行系统评估, 对不合理不适当的湿地资源利用及时采取措施和手段。依据工程具体目标, 未来重点方向应该是国家公园建设、国际重要湿地建设、国家重要湿地建设, 国家水网建设、湿地网络建设, 保证国家湿地总体稳定。对于濒危红树林区域重点修复, 全面营造和修复保护红树林湿地; 重点保护野生动植物物种及其栖息地, 提升湿地生态系统功能和生物多样性, 这是当前研究的新趋势和应用新方向。

4 湿地未来研究趋势

面向新时代的湿地保护修复, 湿地新格局构建与高质量和可持续发展需求, 湿地保

护修复是服务于国际前沿和国家战略需要的重要议题，随着国际合作不断深入、国家战略大力实施，为湿地保护修复事业提供了更明确的目标和需求，在诸多方向有待深入研究的科学问题。

4.1 国际前沿议程促进湿地可持续发展

湿地未来修复保护和合理利用要充分考虑国际前沿议程，充分推动全球多边环境公约协同发展和在全球可持续发展议程的主流化，要考虑国际《湿地公约》重要方向引领和未来研究重点，这既是强化中国湿地修复保护和资源管理的基础，也是夯实国际环境公约履约和合作的基础。

4.1.1 研究视角将充分协同全球各项议程 湿地保护事业关乎全球可持续发展、生态系统恢复、生物多样性和全球气候变化多个方面，要充分推动国际《湿地公约》与“2021—2030联合国生态系统恢复十年”、《生物多样性公约》《联合国气候变化框架公约》等国际多边环境公约相衔接，共同实现《改变我们的世界—2030年可持续发展议程》提出的联合国可持续发展目标（图8）。

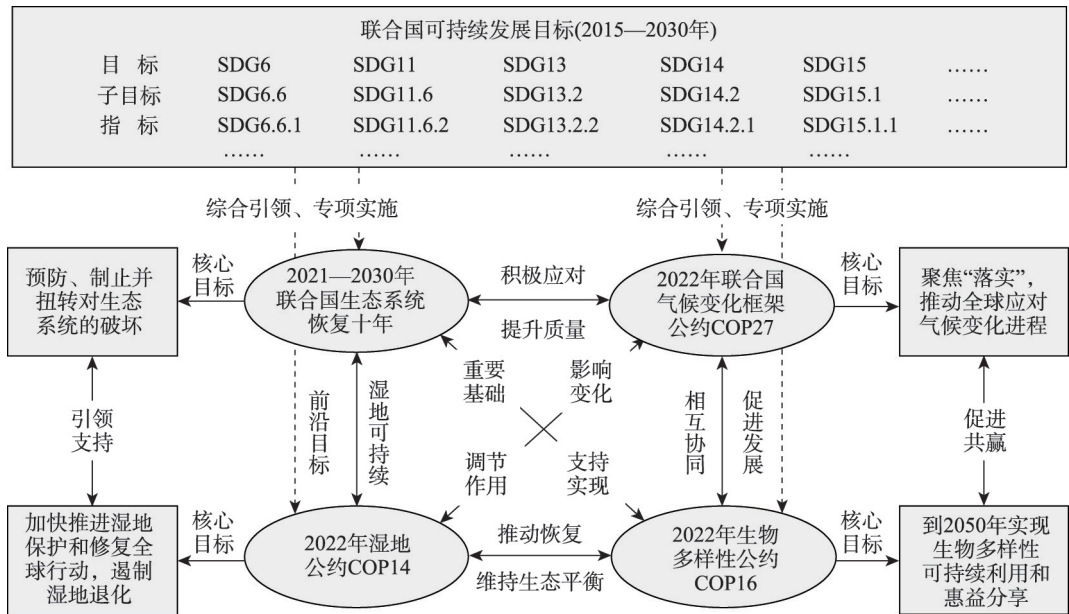


图8 《湿地公约》与其他国际议程关系

Fig. 8 Diagram of the relationship between the Convention on Wetlands and other international agendas

“2021—2030联合国生态系统恢复十年”旨在扩大退化和破坏生态系统的恢复，以此作为应对气候危机和加强粮食安全、保护水资源和生物多样性的有效措施。生态系统恢复对于实现可持续发展目标至关重要，会影响关于气候变化、粮食安全、水和生物多样性保护等可持续发展目标。生态系统恢复也是国际环境公约的支柱，如湿地、生物多样性和气候变化等联合国公约。国际《生物多样性公约》所提出的主要目标在湿地保护长期规划、湿地自然保护体系、外来物种入侵、湿地保护宣教等方面均有着密切的联系。2022年10月国际《生物多样性公约》COP15大会指出，“到2030年保护至少30%的全球陆地和海洋，恢复退化生态系统区域30%、外来入侵物种引入减半、高危化学品使用减半、全球食物浪费减半等^[25]”。这与国际《湿地公约》COP14大会诸多决议相互依

托,湿地为生物提供更多更好的栖息场所,推动湿地恢复,生物多样性丰富可以创造更多的生态价值,维持湿地生态系统平衡。国际《生物多样性公约》和国际《湿地公约》致力于影响气候变化。2022年国际《联合国气候变化框架公约》COP27大会指出要减缓(减少温室气体排放)、适应(适应极端气候)^[27]。湿地类型中的泥炭沼泽、红树林等对全球气候变化至关重要,需要对其保护修复和可持续管理从而更好的借助湿地生态系统应对全球气候变化,全球气候变化同样影响湿地空间变化与生态环境质量的提升,因此《湿地公约》履约行动要积极参与到《联合国气候变化框架公约》等国际环境公约履行机制中。中国要依法通过建立保护区、禁止占用破坏、加强修复等手段对泥炭沼泽和红树林重点保护,全球也应根据各国国情采取相应系列措施和手段加以保护,为履行国际《联合国气候变化框架公约》提供湿地资源和强有力的法治保障。无论是保护生物多样性还是应对气候变化,都与湿地生态系统保护修复紧密相关,都是实现联合国可持续发展目标行动的重要组成部分。

在湿地研究中,未来应重点关注以下科学问题,① 湿地格局与演化规律研究。以国家发展战略为基础问题导向,结合国际计划,聚焦湿地空间格局、演化过程、内在机理、动力机制,效应评价,量化分析、发展模式、综合管理、政策保障等内容,考虑其他公约、工程规划未来目标,梳理湿地保护修复模式,提出湿地生态系统修复保护优化调控技术,开展目标实施成效评估。提出并牵头湿地相关国际计划研究,早日实现引领国际湿地科学研究的目标。② 湿地与气候变化关系协调发展研究。如湿地资源环境承载力与恢复修复适宜性(湿地“双评价”),湿地空间变化下生物多样性影响程度与优化路径,红树林生态功能提升应对全球气候变化程度,气候变化下湿地资源空间治理与生物多样性提升协调发展等。

4.1.2 国际《湿地公约》COP14大会引领研究点 国际《湿地公约》COP14大会落实联合国2030年可持续发展议程,审议全球湿地发展战略等重大履约事项,实现了《武汉宣言》《2025—2030年全球湿地保护战略框架》等多项重要成果。会议期间共通过21项决议,其中中国提议的《设立国际红树林中心》《将湿地保护和修复恢复纳入国家可持续发展战略》《加强小微湿地保护和管理》等3项决议获得通过。大会重要决议以湿地保护、修复、合理利用和可持续为核心,以实现遏制和扭转全球湿地丧失为目标,针对保护泥炭地、珊瑚礁、海草床、红树林、可持续湿地城市、小微湿地等生态系统,从聚焦湿地保护和修复在促进可持续发展和应对全球环境挑战方面的作用、全球湿地保护工作者紧密加强技术合作与知识共享、鼓励将符合标准的小微湿地列入《国际重要湿地名录》等方面为湿地发展提供新趋势和新方向。这些决议为未来3年湿地保护修复、湿地综合管理提供引领性的研究方向,对湿地研究进行了有效补充,为湿地科学研究提出了更为明确的任务和目标,未来应该重点关注以下战略管理与科学问题。

① 协同各项议程将湿地保护修复纳入国家可持续发展战略。充分认识到湿地提供的生态系统服务的广度,粮食安全、水文和气候调节等,协同各项国际议程,包括在联合国《生物多样性公约》下保护和恢复生物多样性的国家计划,在《联合国气候变化框架公约》下提交的应对气候变化的国家自主贡献等。② 加强国际、国内等不同层级的多边合作。湿地保护修复将成为多边合作的主流,要将世界各地青年工作者和学者组织起来参与到湿地保护修复中,为推动湿地保护工作提供平台,确保参与湿地保护修复的青年有机会建立合作伙伴关系和职业发展。③ 加强科学基础与技术研究。湿地高质量和湿地可持续发展很大程度上取决于科学基础与技术的应用和创新。应综合集成多种技术方法,将数理统计、空间建模、“3S”技术、情景模拟与决策分析等技术方法应用到湿地资

源研究，重视多源异构湿地大数据平台建设，探索湿地资源应对气候变化、生态评估和监测的工具、湿地损失和退化的经济成本、小微湿地的保护和管理、湿地生物多样性退化机制、红树林等脆弱生态系统保护与物种种群发展等科学问题与发展规律，推动蓝碳纳入气候变化规划框架、保护修复沿海湿地生态系统合理利用和可持续发展管理，提高新时代湿地资源的规划决策和发展水平（图9）。

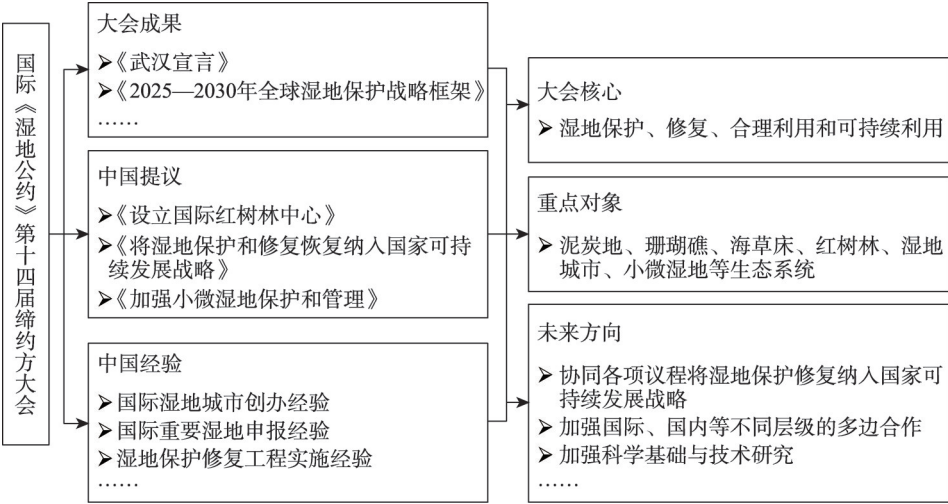


图9 2022年国际《湿地公约》COP14大会引领研究示意图

Fig. 9 Schematic diagram of leading research directions at the 14th Conference of the Parties to the International Ramsar Convention in 2022

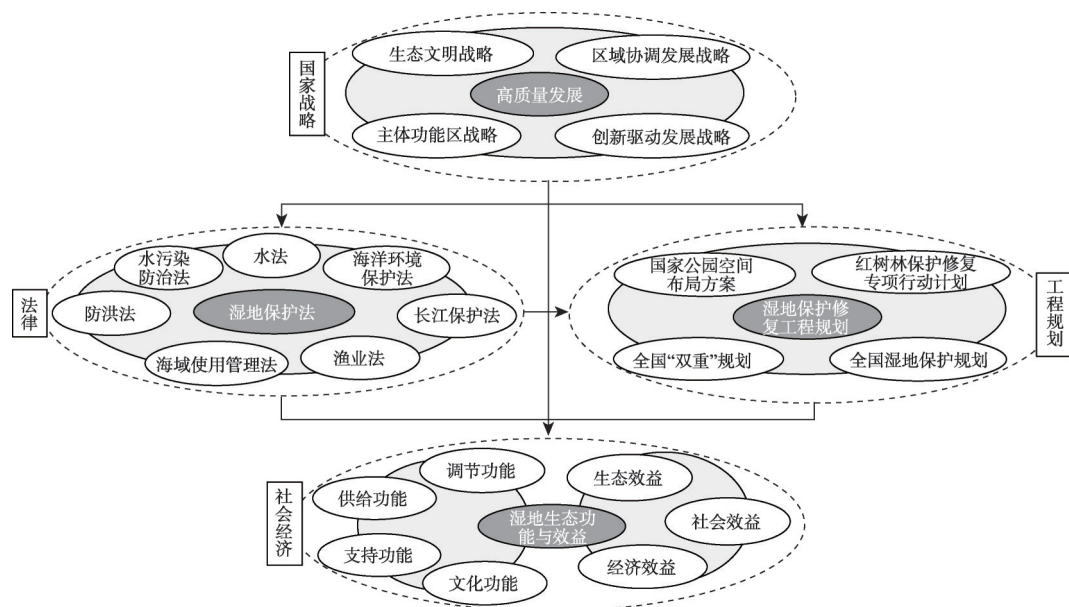
4.2 服务国家战略与地方社会经济高质量发展

湿地资源未来研究需要以国家战略为引领、众多法律为保障、工程规划为手段、社会经济为目标，最终服务于国家战略与地方社会经济高质量发展（图10）。随着国家各项战略的实施、法律颁布、工程建设，为湿地资源研究提供了前进方向和任务要求，包含诸多湿地资源科学问题。

4.2.1 服务于国家战略与法律实施 湿地修复保护是推动生态文明建设、区域协调发展、主体功能区和创新驱动发展战略的主要组成部分和有效途径。在湿地资源研究中，未来要重点关注国家战略视角下湿地资源保护与可持续利用科学问题，如生态文明建设与湿地资源开发耦合协同发展、主体功能区的湿地资源调查技术监测与安全网络平台构建、创新驱动战略人地系统耦合与可持续发展、湿地生态系统服务与低碳发展模式等，基于国家重大战略可以有效防止湿地资源修复保护研究偏离国家发展方向。

湿地保护法是强化湿地保护修复提供法治保障的迫切需要。湿地保护法的实施应该协同国家其他相关法律相互支撑。未来要重点关注以下几个方面。① 加强湿地保护法宣传教育。有必要组织各级行业人员、专家学者培训交流，以多形式多角度开展系列普法讲座和政策宣传，明确新要求、新规定、新举措，特别是基层，推动湿地保护法深入人心；② 用好湿地保护法，强化湿地修复保护和科学合理利用。提升湿地修复保护技术、破坏湿地等违法行为监测治理手段，开展符合要求的湿地生态旅游、湿地科普教育；③ 严格执行湿地保护法，加强湿地违法监管。要严格对湿地进行管理，将湿地保护率作为必要考核指标，对任何群体严格执法，打击破坏湿地违法行为。

4.2.2 服务于工程规划与社会经济 湿地修复保护工程规划是针对湿地开发利用和综合整



注：全国“双重”规划是《全国重要生态保护和修复重大工程建设规划(2021—2035年)》。

图 10 服务国家战略与社会经济高质量发展研究框架

Fig. 10 A research framework for serving national strategies and high-quality socio-economic development

治等作出重大部署，是湿地可持续发展的重要手段。在湿地资源研究中，未来需要重点关注以下方面。① 湿地修复研究与全国生态修复重大工程建设规划相结合。《全国重要生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035）》《红树林保护修复专项行动计划（2020—2025年）》是指导湿地修复研究重点专题规划，湿地修复是国家生态修复的重要组成部分。未来重点开展全国湿地生态结构和功能稳定性评估、全国重大生态工程湿地修复保护成效动态监测与评估、海岸带典型区域重要湿地修复节点与廊道识别、海岸带湿地生态系统服务功能和防灾减灾能力提升技术研发、湿地修复重点技术研发与未来可持续发展评估等研究。② 湿地保护研究与全国湿地保护规划结合。《全国湿地保护规划（2022—2030年）》是湿地保护研究极具针对性的专题规划，依据国土空间规划，按照“三区四带”国家生态保护修复格局，布局湿地保护修复任务。未来重点开展湿地生态系统稳定性和整体性保护、湿地与河湖水系连通性提升、滨海湿地生物栖息地修复，滨海湿地生态系统质量提升等研究。③ 湿地网络功能提升研究与国家水网建设规划相结合。《国家水网建设规划纲要（2021—2035年）》未来发展方向和目标与中国湿地保护修复政策规划相互呼应，湿地网络功能提升可以支持水利基础设施布局、水资源优化配置、完善防洪体系等水网建设工作，同时国家水网建设可以完善湿地生态系统保护治理体系，对湿地网络生态功能、水网功能、水质功能等具有提升作用。未来可以重点开展点线面湿地网络一体化优化规划、小微湿地修复潜力与景观连通性评估、湿地网络高质量发展评估、水网建设成效评估和湿地网络功能提升—水网建设可持续性协同发展调控机制等研究。

湿地生态功能和社会经济效益对国家全局发展、推动产业发展，提升核心竞争力，丰富人类生活具有理论意义和实际应用价值。湿地资源研究需要重点关注以下几个方面。① 湿地空间保护与区域社会经济建设协调发展。在新型城镇化背景下，区域社会经

济对湿地的影响与作用机制、社会经济与湿地生态功能耦合机制与协同发展模式、未来城乡社会经济建设与湿地生态功能耦合发展路径优化等。② 湿地资源开发与社会经济发展作用效应。湿地资源导向的社会经济发展模式与调节机制、湿地资源开发对社会经济的机制与效益。

4.3 湿地研究深化与学术创新发展

面对新时代国家战略需求，针对目前湿地综合研究问题，应以数据（Data）—信息（Information）—知识（Knowledge）—智慧（Wisdom）全链条模式引领研究，对自然资源、生态环境的数字化发展和应用进行技术研发、整体谋划和服务评估，推动湿地空间数据、信息、知识的有效共享，形成湿地空间智慧数字化生态，最终实现湿地高质量发展和湿地可持续发展^[28]（图11）。

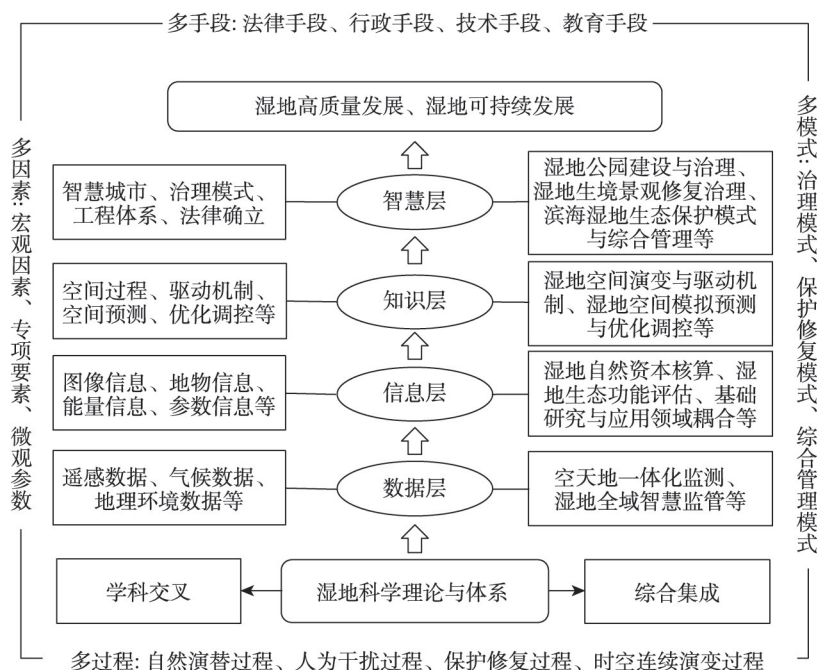


图11 基于DIKW全链条模式湿地研究框架

Fig. 11 A research framework diagram for wetland based on the DIKW full-chain pattern

4.3.1 湿地学科发展与理论融合创新 新时代的湿地学科日益呈现出数据集成、空间格局、演化过程、驱动机制、模拟预测、调控决策等复杂性、综合性、交叉性的特点。

① 积极推进学科融合，培育学科增长点。湿地科学具有极强的交叉性，未来需要继续深入融合地理学、生态学、环境科学、水文学、水资源学、土壤学、生物学等多学科理论，深入推进学科交叉和综合集成，以整体性、复杂性、典型性入手相结合，破解复杂环境下人—湿地系统耦合模型与模拟，湿地生态过程及环境效应等关键科学问题。目前湿地科学主要包括湿地生态学、湿地资源学、湿地环境学、湿地管理学以及湿地工程学等，未来需要继续完善湿地学科知识体系，进一步界定湿地的科学概念以及分类体系，明确湖泊学、河流学等相关学科的区别和联系。未来需要更加重视人才培养，形成“中小学科普培养、本硕博专业培养、师资队伍拔尖培养”的一体化全过程培养链条，需要不断凝练学科方向，加速科技成果转化，提升社会服务能力。如由中国科学院和北京

师范大学等相关团队发起的中国湿地遥感大会已成功举办5届,每届大会针对湿地遥感理论、技术和应用等方面,交流最新研究进展、研讨未来发展方向,促进学术合作,逐步形成湿地学术命运共同体。② 湿地学科理论融合与创新发展。湿地学科要以地理学理论、湿地生态学理论、生态位理论等为基础,同时要坚持人与自然和谐共生理念,以生态文明建设理论、人地系统地域系统理论、山水林田湖草沙系统工程理论、可持续发展理论等为引导进行理论融合,面向国家重大需求和国际前沿关键科学技术需求,聚焦湿地学科理论研究方向,促进理论创新融合,提高理论科研成果应用和转化,开展具有时代感的理论基础与创新研究,实现理论研究重大突破,不断丰富和完善理论知识体系,为湿地监管、综合评估、智慧服务提供基础。未来湿地学科理论体系、知识体系、人才队伍等需要借鉴国内外先进经验和方法技术,推动湿地学科蓬勃发展。

4.3.2 湿地多源监测与全域智慧监管 多源数据是湿地研究的基础,数据标准不统一、数据分散等问题将导致共享效率低下、数据利用率低。① 空天地一体化湿地监测。航天遥感数据监测、无人机航空遥感监测和野外站点实地监测等可以为数据提供丰富的支持。通过航天遥感数据监测,可以获取研究区大尺度的影响人与湿地生态系统环境变化情况。对于小尺度的湿地变化情况,则可以通过无人机航空遥感进行监测,由于其具有高精度和时间连续性的特点,可以补充航天遥感信息的缺失;野外站点实地监测是协同探索大空间尺度科学问题非常有效的方式,是地理科学和生态科学未来发展的趋势。② 多源遥感数据全谱段湿地监测。遥感技术的发展为湿地大面积、精细化、快速同步监测、时间序列变化分析提供了支持。以MODIS、Landsat等为代表的中低分辨率卫星遥感数据,开展湿地精细分类提取、过程分析和模拟难以准确全面把握湿地动态变化,不足以满足如今湿地的保护和管理。随着国内外高分卫星数据的快速发展,未来结合具有相近空间分辨率的SPOT5、ALOS1、资源系列卫星、高分系列卫星等多源遥感数据的电磁波信号、全谱段(可见、近红外、短波、中波、长波等),开展多分辨率、多时序、多模式的湿地遥感监测,为湿地水文生态综合评估与监管提供基础。③ 多要素、多尺度、全过程湿地监测。基于遥感数据进行湿地要素提取是湿地资源监测行之有效的方法。未来需要针对不同尺度(区域景观、局地斑块、物种群落、冠层叶片等),不同因素(宏观因素、专项要素、微观参数等),不同要素(植被覆盖度、水体指数、泥沙滩地指数等),不同过程(自然过程、保护修复过程、人为干扰过程、时空连续演变过程等)开展湿地资源不同层次的监测。④ 湿地全域智慧监管。空天地一体化监管可以应用到湿地空间违建违占现象遥感季度检查、湿地污染偷排乱放现象遥感季度巡查、湿地生态环境变化遥感年度详查、湿地生态环境在线监测与地面核查等方面,对泥炭地、珊瑚礁、海草床、红树林等脆弱湿地生态系统,城市湿地和小微湿地等特殊生态系统开展覆盖全域、三维立体等数字化基础监管。

4.3.3 湿地水文生态与综合应用评估 通过数据提取图像信息、地物信息、能量信息、参数信息等,对湿地水文生态综合评估是服务国家发展规划和调控的关键。全时间、全方位、全过程湿地水文生态综合评估是湿地科学、水文科学和地理科学的热点趋势。系统化、一体化的综合评估结果也是有关部门智慧决策的重要基础。① 加强湿地水文生态基础研究。主要针对湿地要素水、土、生物、植被,开展格局与过程、质量与功能、问题与胁迫、恢复与治理等方面展开基础科学研究,加强四者相互影响、相关制约关系定量研究。未来需要重点关注不同湿地类型生态功能研究,开展湿地生态需水量评估,明确湿地对生态环境的缓冲作用,为湿地生物多样性、碳汇等功能评估提供基础数据和理论支撑,也是技术研发、规范标准和建立示范的基础。② 湿地生态水文综合评估。湿地基础研究要与相关部门实际需求相结合,根据有关部门需求可以开展湿地自然资本核算、

湿地水文功能评估、湿地水文生态供需平衡和湿地水生态健康诊断、湿地水生态风险评价与防范等方面的应用服务。未来需要重点围绕基础科学研究与生态规划、工程治理等实际应用领域相结合，开展技术研发与耦合服务应用评估，为实现“双碳”目标、生物多样性保护、应对气候变化和湿地高质量发展等提供充足的理论基础、数据方法、技术标准和案例示范。

4.3.4 湿地空间管控与智慧决策服务 科学研究要与国家战略、社会服务相关联，这是研究的实际意义所在。科学研究的数据信息提取到综合评估和知识生成可以为决策者提供更多的理论参考、技术支持和决策指引。① 遥感智能提取与湿地空间格局监管。遥感智能提取是湿地研究的基础，未来需要基于多源遥感大数据，建立适用于湿地遥感提取智能方法，展开高精度、高真实、密集型、长时序的湿地信息提取。湿地遥感智能提取结果以应用于湿地空间格局、变化过程、成效评估等相关研究中，可以支持开展湿地空间破坏和保护监测等研究和工作，为湿地监管提供基础数据和信息支持。② GIS智能模拟与湿地空间调控优化。未来湿地保护需要明确规划未来湿地保护修复空间总量、湿地生态空间红线划分与权属管控等。湿地保护修复和合理利用是全球湿地治理的核心目标，要以《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标》为综合引领，充分协同联合国可持续发展目标（SDGs）以及其他全球各项议程。不同政府层级根据不同区域不同尺度提出湿地保护修复优化调控技术、治理模式应对措施，适应山水林田湖草沙生命共同体管理模式，铸就湿地空间格局推进绿色发展，促成人与自然和谐共生。③ 全时空链综合评估与保护修复智慧决策服务：以地理学革命4个阶段：计量革命、新计量革命、GIS革命与人工智能革命为参照^[29]、以“湿地空间格局—空间过程—空间预测—空间调控与管理”为主线，对标自然资源部国土空间规划司、国土空间生态修复司、国土空间用途管制司、国家林业和草原局湿地管理司，重建过去40年湿地变化过程、认知机理；预测未来15年湿地空间格局，防范风险。应重点关注以湿地空间规划评估、湿地空间生态修复评估、湿地空间用途管制评估、湿地高质量和可持续发展评估为主体引领的湿地空间综合评估，解决湿地生态保护与综合管理问题，为湿地保护修复发展和国土空间规划制定与修编提供有效支持 and 应用研究（图12）。为湿地高质量发展、可持续发展与协同治理提供科学依据，不断打造湿地科学研究中国学派和中国范式。

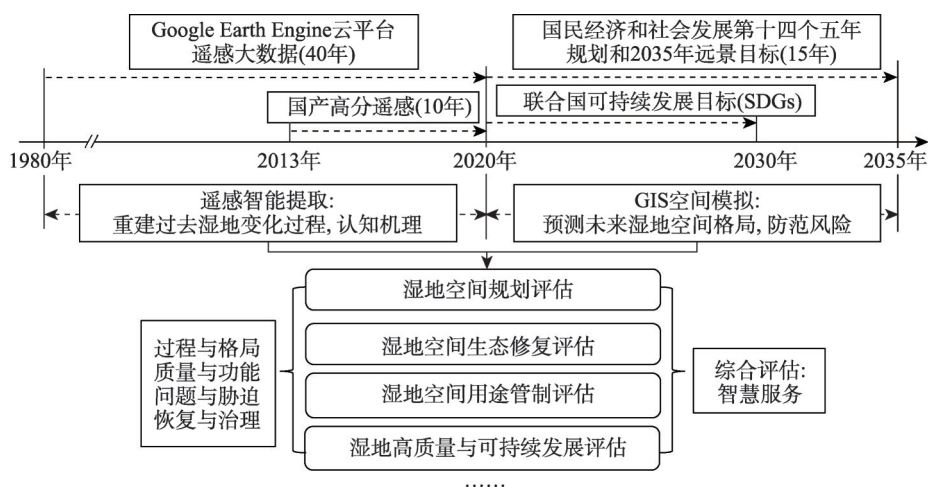


图12 湿地空间管控与智慧服务研究思路图

Fig. 12 Research concepts for spatial control and smart services in wetlands

5 总结

本文从国际组织湿地保护修复举措、中国湿地保护修复管理经验和湿地未来研究趋势三方面进行系统全面总结和凝练梳理, 为未来湿地研究和湿地保护修复提供重要的科学指导。国际组织和部分代表国家湿地保护修复举措为中国湿地修复保护提供了新方向和经验。从国家战略、法律实施、工程规划、修复成效等方面, 诠释了中国湿地保护修复管理经验。强调要从国家法律层面规定和编制对湿地长期保护的规划, 深入湿地保护修复研究, 创新修复治理技术和应用体系, 有效解决湿地保护修复的复杂问题, 推动湿地科学研究转型与创新发展。提出湿地未来研究需要从国际前沿与国家战略、学科交叉与理论融合、技术研发与综合评估、全域管控与智慧服务等层面开展研究, 强调要凝练国际前沿方向和关键科学问题, 深入开展湿地学科的学术探索和智慧服务, 推动湿地保护修复创新发展, 促进湿地可持续发展和高质量发展。

参考文献(References)

- [1] Liu Hongyu, Li Yufeng, Cao Xiao, et al. The current problems and perspectives of landscape research of wetlands in China. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(11): 1394-1401. [刘红玉, 李玉凤, 曹晓, 等. 我国湿地景观研究现状、存在的问题与发展方向. *地理学报*, 2009, 64(11): 1394-1401.]
- [2] Na X D, Zang S Y, Zhan N N, et al. Impact of land use and land cover dynamics on Zhalong wetland reserve ecosystem, Heilongjiang Province, China. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2015, 12(2): 445-454.
- [3] Liu Ruiqing, Li Jialin, Sun Chao, et al. Classification of Yancheng coastal wetland vegetation based on vegetation phenological characteristics derived from Sentinel-2 time-series. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(7): 1680-1692. [刘瑞清, 李加林, 孙超, 等. 基于 Sentinel-2 遥感时间序列植被物候特征的盐城滨海湿地植被分类. *地理学报*, 2021, 76(7): 1680-1692.]
- [4] Davidson N C, Fluet-Chouinard E, Finlayson C M. Global extent and distribution of wetlands: Trends and issues. *Marine and Freshwater Research*, 2018, 69(4): 620-627.
- [5] Etienne F C, Bernhard L, Lisa M R, et al. Development of a global inundation map at high spatial resolution from topographic downscaling of coarse-scale remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 2015, 158: 348-361.
- [6] WWF, Zoological Society of London. 2020 Living planet report. <https://www.worldwildlife.org/publications/living-planet-report-2020>.
- [7] Matthews G V T. The Ramsar Convention on Wetlands: Its history and development. Ramsar Convention Bureau Gland, 1993.
- [8] Xi Jinping. Cherishing wetlands and safeguarding the future, advancing global action for wetland conservation: Speech at the opening ceremony of the 14th Conference of the Parties to the Convention on Wetlands. *Bulletin of the State Council of the People's Republic of China*, 2022(32): 5. [习近平. 珍爱湿地, 守护未来, 推进湿地保护全球行动: 在《湿地公约》第十四届缔约方大会开幕式上的致辞. 中华人民共和国国务院公报, 2022(32): 5.]
- [9] Zheng Hui, Liu Ruiting, Li Yuanhui. From local to central governments: Present and future of systems of wetland conservation in China. *Wetland Science*, 2020, 18(2): 150-157. [郑惠, 刘瑞婷, 李媛辉. 从地方到中央: 中国湿地保护制度的现实与未来. *湿地科学*, 2020, 18(2): 150-157.]
- [10] Kuang Xiaoming, Tan Xinhua. A comparative study of wetland protection legislation in the United States and China. *China Environmental Protection Industry*, 2009(2): 56-61. [匡小明, 谭新华. 中美湿地保护立法比较研究. *中国环保产业*, 2009(2): 56-61.]
- [11] Wu Zhigang. Review of foreign wetland protection legislation. *Journal of Shanghai Academy of Political Science and Law*, 2006(5): 98-102. [吴志刚. 国外湿地保护立法述评. *上海政法学院学报*, 2006(5): 98-102.]
- [12] Wang Yujuan. Comparative study on legislation of wetland protection [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2008: 22. [王玉娟. 湿地保护立法比较研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2008: 22.]
- [13] Chen Rong. International legislation of wetland protection and improvement of relevant legal system in China [D]. Shanghai: East China University of Political Science and Law, 2007. [陈蓉. 湿地保护的立法与中国相关法律制度的完善[D]. 上海: 华东政法大学, 2007.]

- [14] Liu Yi, Kou Jiangze, Liu Wenxin, et al. Working together to write a new chapter in global wetland conservation. People's Daily, 2022-11-07(001). [刘毅, 寇江泽, 刘温馨, 等. 共同努力, 谱写全球湿地保护新篇章. 人民日报, 2022-11-07(001).]
- [15] Jiang Xiaojuan. Research on the optimization of national land space based on the construction of ecological civilization [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2019. [蒋晓娟. 基于生态文明建设的国土空间优化研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.]
- [16] Xi Jinping. Holding high the great banner of socialism with Chinese characteristics and uniting struggles for the comprehensive construction of a modern socialist country: Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China. Beijing: People's Publishing House, 2022. [习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗: 在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告. 北京: 人民出版社, 2022.]
- [17] Wang Ruiqing, Zhang Mingxiang, Wu Haitao, et al. Definition and classification of wetlands from the Wetland Protection Law of the People's Republic of China. Wetland Science, 2022, 20(3): 404-412. [王瑞卿, 张明祥, 武海涛, 等. 从《中华人民共和国湿地保护法》解析湿地定义与分类. 湿地科学, 2022, 20(3): 404-412.]
- [18] Zhang Niansheng, Zou Song, Niu Ruifei. Global action to promote wetland conservation. People's Daily, 2022-12-02 (016). [章念生, 邹松, 牛瑞飞. 共同推进湿地保护全球行动. 人民日报, 2022-12-02(016).]
- [19] The State Council Information Office of the People's Republic of China. The Ministry of Natural Resources held a press conference on promoting the establishment of a unified natural resources survey and monitoring system. [http: //www. scio. gov. cn/xwfbh/gbwxwfbh/xwfbh/gtzyb/Document/1687320/1687320.htm](http://www.scio.gov.cn/xwfbh/gbwxwfbh/xwfbh/gtzyb/Document/1687320/1687320.htm), 2020-09-14. [中华人民共和国国务院新闻办公室. 自然资源部就推动建立统一的自然资源调查监测体系召开新闻发布会. [http: //www. scio. gov. cn/xwfbh/gbwxwfbh/xwfbh/gtzyb/Document/1687320/1687320.htm](http://www.scio.gov.cn/xwfbh/gbwxwfbh/xwfbh/gtzyb/Document/1687320/1687320.htm), 2020-09-14.]
- [20] Lei Guangchun. Achievements and prospects of China's implementation of the Convention on Wetlands. Natural Protected Areas, 2022, 2(3): 1-8. [雷光春. 中国履行《湿地公约》的成就与展望. 自然保护地, 2022, 2(3): 1-8.]
- [21] National Forestry and Grassland Administration. Action Plan for Wetland Conservation in China. Beijing: China Forestry Publishing House, 2000. [国家林业和草原局. 中国湿地保护行动计划. 北京: 中国林业出版社, 2000.]
- [22] Wu Houjian, Liu Shihao, Cao Hong, et al. Evaluation criteria for the effectiveness of mangrove ecological restoration in China. Wetland Science, 2022, 20(5): 628-635. [吴后建, 刘世好, 曹虹, 等. 中国红树林生态修复成效评价标准体系探讨. 湿地科学, 2022, 20(5): 628-635.]
- [23] Wang Qi. China's wetland protection rate to reach 55% by 2025: National Wetland Protection Plan (2022-2030) issued. National Land Greening, 2022(10): 4-5. [王琪. 我国湿地保护率2025年将达到55%: 《全国湿地保护规划(2022—2030年)》印发. 国土绿化, 2022(10): 4-5.]
- [24] Reply of the State Council on the spatial layout plan of national parks. Bulletin of the State Council of the People's Republic of China, 2022(32): 12-13. [中华人民共和国国务院. 国务院关于国家公园空间布局方案的批复. 中华人民共和国国务院公报, 2022(32): 12-13.]
- [25] Guan Fengjun, Liu Lianhe, Liu Jianwei, et al. Systematic promotion of natural ecological protection and governance capacity: Expert discussion on the Master Plan for the Protection and Restoration of Important National Ecosystems (2021-2035). Journal of Natural Resources, 2021, 36(2): 290-299. [关凤峻, 刘连和, 刘建伟, 等. 系统推进自然生态保护和治理能力建设: 《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》专家笔谈. 自然资源学报, 2021, 36(2): 290-299.]
- [26] Wang Xueying. Protecting biodiversity and building a beautiful home: Recreating the process of the second phase of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (COP15). Environment and Life, 2023(Suppl.1): 18-29. [王学英. 保护生物多样性共建美丽家园: 再现《生物多样性公约》第十五次缔约方大会(COP15)第二阶段会议系列进程. 环境与生活, 2023(增刊1): 18-29.]
- [27] Yuan Jie. Outcome of the 26th Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change. International Social Science Journal: Chinese Edition, 2022, 39(2): 159-172. [苑杰. 《联合国气候变化框架公约》第26届缔约方大会成果. 国际社会科学杂志: 中文版, 2022, 39(2): 159-172.]
- [28] Chen Jun, Wu Hao, Liu Wanzeng, et al. Technical connotation and research agenda of natural resources spatio-temporal information. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2022, 51(7): 1130-1140. [陈军, 武昊, 刘万增, 等. 自然资源时空信息的技术内涵与研究方向. 测绘学报, 2022, 51(7): 1130-1140.]
- [29] Fu Bojie. The United Nations sustainable development goals and the historical task of geoscience. Science & Technology Review, 2020, 38(13): 19-24. [傅伯杰. 联合国可持续发展目标与地理科学的历史任务. 科技导报, 2020, 38(13): 19-24.]

Experience and future research trends of wetland protection and restoration in China

JIANG Weiguo¹, ZHANG Ze¹, LING Ziyang^{1,2}, DENG Yawen¹

(1. State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Faculty of Geographical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Key Laboratory of Environmental Change and Resource Use in Beibu Gulf, Ministry of Education, School of Geography and Planning, Nanning Normal University, Nanning 530001, China)

Abstract: Wetland is an important natural resource for human beings and plays an irreplaceable ecological function in the terrestrial ecosystem. In order to curb the continued loss of wetlands around the world, international organizations and many countries have taken a series of major protection and restoration measures. This paper reviews the wetland protection and restoration measures of international organizations and some countries, comprehensively interprets China's wetland protection and restoration management experience, and proposes that future research on wetland resources should be carried out from the aspects of international frontier and national strategy, social economy and intelligent services. The results show that: (1) The 27 International Wetlands Day from 1997 to 2023 provide new goals and tasks for the protection and management of wetlands in corresponding years. The important topics and outcomes of the 14 International Convention on Wetlands Conferences from 1980 to 2022 provide new directions and new challenges for wetland development in the coming period. In the future, we should enhance ecological functions of wetlands, promote the sustainable development of wetlands, and overcome the technical bottleneck of ecological restoration of fragile wetland ecosystems from 2020 to 2035. (2) During the 30-year period from 1992 to 2022, China embarked on a new phase of wetland protection and restoration. The overall experience of wetland protection and restoration with Chinese characteristics has been formed through "national strategic deployment- legal policy establishment- project planning and implementation". Emphasis was placed on the need to provide for and prepare planning for the long- term protection of wetlands at the national legal level, to innovate restoration and management techniques and application systems, and to effectively address the complex issues of wetland protection and restoration through collaborative division of labor among multiple departments. (3) The research on the future trend of wetlands should be directed towards the exploration and practice of "United Nations Sustainable Development Goals and several international conventions" in support of the sustainable development of wetlands. Wetland protection, restoration and management services should be promoted for "national strategic needs and local social and economic high- quality development". Research on the cross- integration and academic innovation development also should be enhanced for "disciplinary development - global supervision - comprehensive assessment- intelligent decision-making".

Keywords: convention on wetlands; wetland space; wetland protection and restoration management experience; wetland high-quality development; wetland sustainable development; future research trends in wetlands