



水利水电国际资讯摘要

IWHR International Digest

中国水利水电科学研究院 主编: 蒋云钟 执行主编: 王妍炜 责编: 何鑫 李文洋

2026
5
总375期

互联世界中自然灾害的
连锁影响

加拿大《国家淡水科学议程》

旧金山湾区部署先进雷达网:
学术成果赋能区域气象防灾



互联世界中自然灾害的连锁影响

极端气候事件的多方面影响对于风险模型建立与风险管理至关重要

2023年,极端高温使加拿大境内的野火进一步蔓延,过火面积打破纪录,烟雾扩散越过了国土边界。如此大规模的火灾会对人类生命、财产、生计以及动植物造成损害。火灾排放的烟尘微粒会使空气质量恶化,从而引发健康问题。当这些微粒沉降在积雪和冰川上时,会加剧其融化并改变河流径流的峰值时间,从而对下游供水产生影响。此外,这些微粒还会吸收和散射太阳辐射,从而影响气候。加拿大的野火体现出极端自然灾害引发的一系列事件,对不同领域产生局部和远程的影响。这种相互关联性随着全球变暖变得愈发重要,但却未在风险模型中被充分描述、监测或呈现,影响了对灾害损失的准确估测及预防策略的有效制定。

自然灾害引发的连锁反应在世界各地的众多案例中都有所体现。以2023年加拿大野火为例,烟雾导致美国芝加哥、底特律、明尼阿波利斯、华盛顿特区和纽约市等主要大都市区的空气质量下降,使得这些城市在2023年全球空气质量最差的十大城市中榜上有名。烟雾甚至跨越了大西洋,预估在欧洲造成了两万多例因慢性死亡。

另一类案例是极端干旱,其显性表征为植被承压、土壤发生物理和生物特性变化,以及地基、堤坝和道路等基础设施功能降低。土壤水分的减少导致蒸发减少,降低了大气中可用于降水的水

分,并加剧了高温,同时引发干旱和随后热浪的蔓延。

极端干旱和洪水对农业的影响将会波及国际贸易和一些群体的饮食健康。依赖特定作物进口的国家可能会因粮食短缺而遭受价格上涨之苦。例如,2010年,俄罗斯的干旱导致小麦减产,进而引发了出口禁令。这与世界其他地区的小麦产量赤字同时发生(中国和澳大利亚的干旱,以及加拿大地区凉爽潮湿的天气),抬高了小麦面粉和面包的价格,还加剧了与俄罗斯相隔遥远的埃及、莫桑比克等国的社会不平等和贫困问题。2023年,作为主要大米出口国的印度,在作物遭遇降水和洪水摧毁后,对特定大米品种实施了出口禁令,导致价格飙升,这一系列后果对全球依赖大米进口的低收入国家造成了巨大影响。

尽管从自然灾害在非农业地区留下的可见破坏痕迹来看,其影响似乎只局限于局部,但如果事件影响了半导体芯片工厂、油田和炼油厂等关键基础设施,可能会导致全球性的后果。例如,如果极端风暴和洪水等局部灾害摧毁了半导体设施,可能会扰乱芯片的生产制造和全球供应链,从而使供应受限,引发实质性的价格上涨。芯片短缺还可能影响电子设备的维修、运营和技术研发,影响医疗保健、交通、通信和金融等诸多领域。疫情期间,芯片短缺在全球许多行业已造成了连锁影响。

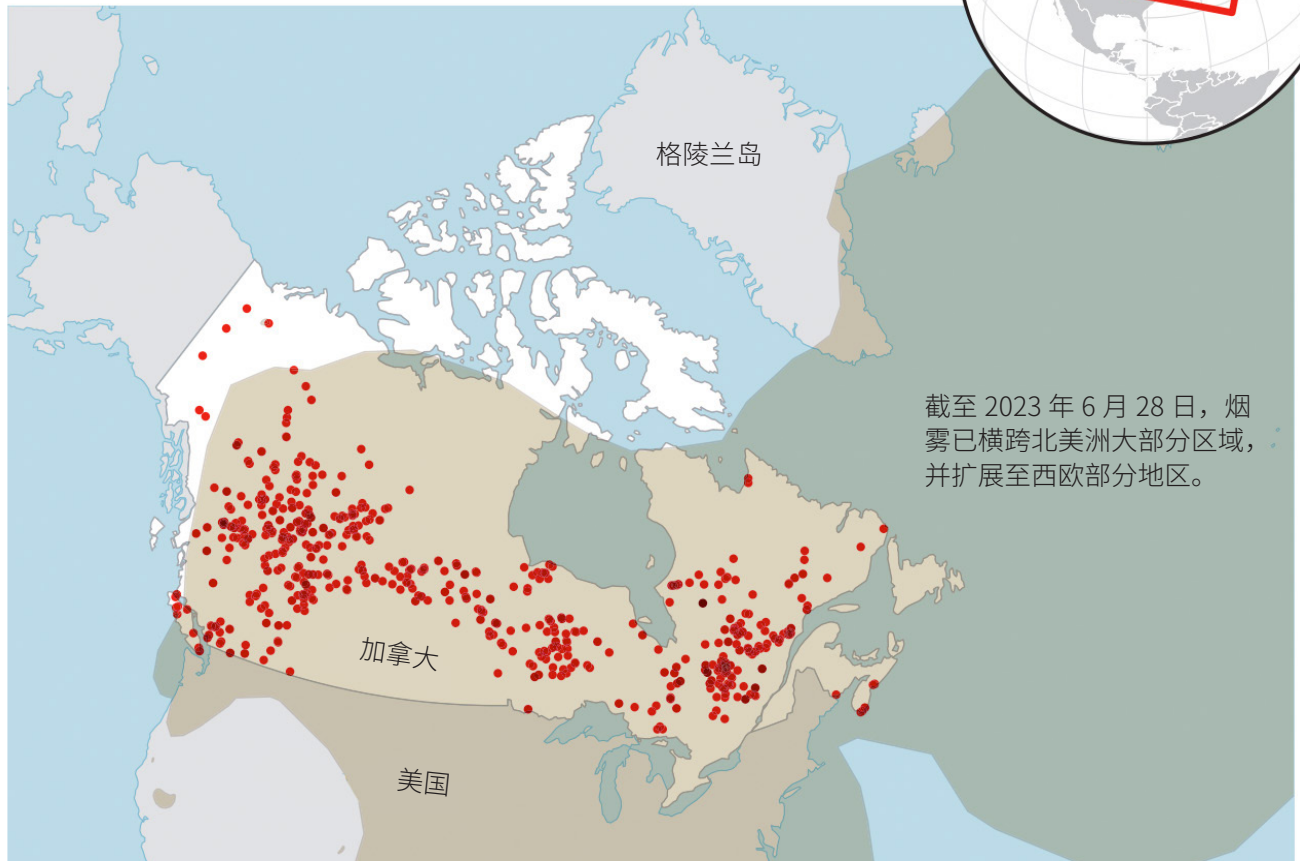
此类连锁影响多呈现出多米诺骨牌效应。理解这些连锁反应的关键在于观察和模拟反馈回路在风险或影响增强下所发挥的作用。例如，野火导致森林覆盖率的丧失、地表温度的升高以及蒸散冷却的减少，增加了热浪发生的可能性，进而创造了有利于未来火灾发生的条件。在干旱期间，土壤干燥开裂会使其中储存的碳暴露在氧化环境中，使土壤中释放温室气体。这些进入大气中的温室气体形成正反馈回路，加速气候变化，从而加剧干旱条件，并在全球系统中产生广泛影响。

2024 年和 2025 年夏季法国的极端高温创造了另一种类型的反馈回路。气温上升导致法国

各地的河流温度大幅升高。流经法国的罗纳河、加龙河等河流的河水常被法国及周边国家用于冷却核电站的反应堆。针对大型发电厂，法国出台了监管规定，禁止排放温度过高的水，影响下游水生态系统。高温河水会导致核电站冷却不足，从而减少发电量。这种河流温度升高通常发生在热浪期间，而此时空调等冷却系统会导致电网负荷增加，且太阳能板的效率受限。由于热浪的频率、强度和持续时间或将增加，这些问题预计会进一步加剧。法国一直有向邻国出口过剩电力的传统，如果转为进口电力，这将会重塑欧洲的能源市场。化石燃料发电量的增加将导致温室气体排

极端自然灾害的深远影响

2023 年加拿大野火（过火区域用红点标注）不仅对人类生命财产、野生动物和植被带来了损失，其制造的烟雾还对邻国产生了影响，使空气质量恶化。野火释放的烟尘微粒也改变了积雪和冰川的融化模式，并通过吸收和散射太阳辐射对气候造成影响。



放和空气污染加剧,进而引发气温升高、能源消耗增加,并可能产生额外的化石燃料排放。因此,在自然灾害影响模型与评估中,必须统筹考虑事件在当地产生的影响及其远程传播的连锁效应。

森林管理、水资源管理以及基础设施建设等人类干预措施,能够有效减轻自然灾害的影响。例如,通过森林管理措施清理林下过多的可燃物,能够降低野火风险。然而,人类针对干旱等特定极端事件所采取的应对与适应策略,可能会引发意想不到的后果,进而带来另一类灾害风险。例如,干旱期间地下水开采的增加通常会导致含水层沉积物压实,引起地面沉降。虽然沉降有时可恢复,但对地下水含水层的过度开采可能会永久性降低其蓄水能力,并加剧未来的干旱状况。这种地表相对高程的下降会使该地区更容易遭受洪水侵袭。典型案例是,地面沉降加剧了2017年由“飓风哈维”在得克萨斯州休斯敦引发的洪水。

此外,监测和模拟连锁反应事件具有挑战性,因为这通常涉及非线性和同一地点的多重事件,难以厘清。连锁影响也常发生在巨大的空间和时间尺度上,并不局限于物理边界。例如,尽管山火的发生和蔓延是突然的,但其影响可能在更短的时间尺度(如空气质量下降)或更长的时间尺度(如森林再生和恢复)上显现,或者是两者的结合。此外,社会通常仅关注自然灾害直接经济损失的量化,而社会不平等、心理健康、人口迁移等其他问题往往被忽视。因此,获取连锁反应损失的全面性估计仍十分困难。

实现对连锁影响的空间范围和时间关系的追踪、监测、预测和理解是一个值得深入研究的问题。建立一个追踪这些连锁反应的全球监测系统,将有助于汇集数据资源,以便于充分理解此类事件。数据信息将为风险管理提供依据,并提升对反馈过程的关注。相关数据还可以促进开发更强大的信息系统,为全球范围自然灾害及其后果提供参考。通过多次迭代交换信息,双向耦合机制模型可更深入地理解灾害风险、人类活动及其多部门影响之间的相互作用。综合考量连锁影响、反馈回路及其复杂的相互作用,能够帮助我们在未来应对单个极端事件以及多个极端事件之间快速剧烈转变时做好更充分的准备。

加拿大《国家淡水科学议程》

执行摘要

淡水是加拿大不可替代的自然资源,是加拿大国家特性的重要组成部分,关乎国家经济、健康、粮食、能源和文化。淡水支撑着加拿大国民的日常生活,对休闲娱乐、农业、工业及生态系统健康至关重要,因此保护淡水已成为国家优先事项。对原住民而言,水不仅仅是资源,更是一个独特的、具有自身灵魂和生命力的生命体。原住民与水之间维持着特殊的关系,这种连接反映了他们特有的文化、历史和认知方式,塑造了原住民的信仰,滋养着生灵、精神及文化福祉,并传承着神圣的传统。然而,加拿大境内的淡水资源面临的威胁日益加剧,包括与气候变化相关的挑战,都对淡水水质和水量带来影响。

如图1所示,地表水、冰冻圈和地下水等淡水资源对环境、社区、人类健康与福祉以及经济至关重要。在全国范围内,淡水领域的科学研究汇聚了广泛而多元的科研力量与业务人员,吸纳了来自政府、原住民、学术界、非政府组织以及地方社区的专业技术与知识。

《国家淡水科学议程》(NFSA)确定了淡水科学领域的优先事项,反映了多个群体的观点,融合了多个知识体系和区域特点。本报告并非淡水科学的实施路线图,而是作为工具支持并指导加拿大各地淡水科学和研究的规划、合作与协调。

该议程在制定过程中听取了来自加拿大各地淡水科学专家、业务人员及成果应用方的意见。所确定的优先事项聚焦淡水科学界的关切议题,并为后续开展更具统筹性、合作性的行动奠定基础。

通过整合各方共同利益、加强并建立合作伙伴关系,该议程目标是使淡水科学研究精准对接加拿大最紧迫的淡水治理需求。

淡水科学优先事项涉及的议题有:

- 原住民科学与知识体系
- 水资源可利用性
- 土地利用压力因子与水污染
- 淡水生态系统的韧性与生物多样性
- 区域视角
- 社会 - 生态与经济淡水研究
- 淡水科学与决策支持系统

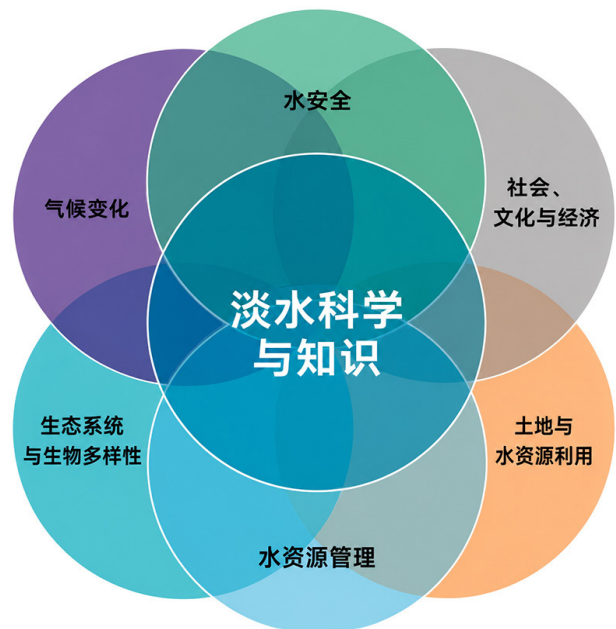


图1: 淡水科学的综合性与多维性

如图 2 所示, 每个议题方向都列出了推动加拿大淡水科学发展所需的关键优先事项。尽管优先事项按议题分类, 但一个议题下的优先事项往往与其他议题下的事项存在密切联系, 这反映了淡水系统及其科学的综合性。

这些优先事项既反映了淡水科学界的共同关切与利益, 同时也凸显了加拿大各地淡水管理和决策过程中地理、社会经济及管辖架构的多样性。与此同时, 许多优先事项本质上具有区域性特征。为反映这些区域因素, 本报告还重点列出了若干重点区域的优先事项。

淡水科学和数据在支持循证决策方面至关重要。本议程在聚焦淡水科学的同时, 也强调了易于

获取且可靠的淡水数据的重要性。目前, 加拿大水务局正在制定《国家淡水数据战略》, 将为淡水数据和信息的组织、存储及在加拿大境内的共享提供指导。该战略的目标是促进淡水数据领域的广泛合作与协调, 同时能够更便捷地获取数据。

在《国家淡水科学议程》的制定过程中, 逐步形成了五个推动国家淡水科学发展的总体性、跨领域要素(如图 3 所示):

1. 对淡水状况的全面理解与报告: 建立对淡水现状、趋势以及各流域地表水和地下水系统脆弱性的全面理解, 并据此开展报告工作。这包括考虑境内及境外边界, 以及水文因素的影响, 如大坝等蓄水基础设施、用水效率技术、有助于



图 2: 加拿大淡水科学优先事项

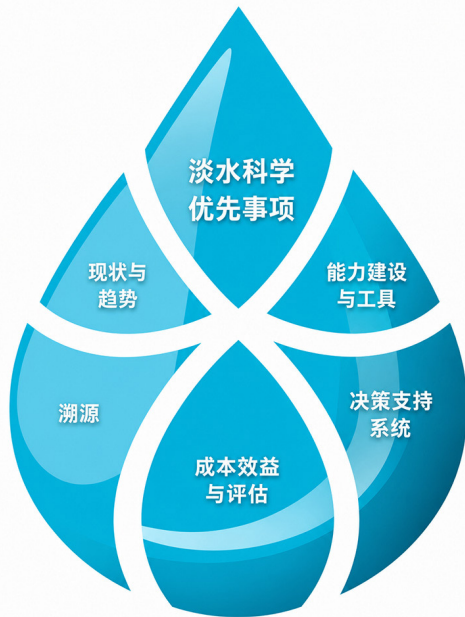


图 3：推进淡水科学发展的总体要素

提升淡水可持续管理和储存的基于生态系统的措施等。

2. 污染物的来源溯源与累积效应:持续推进对污染物混合物的来源溯源、转化及迁移研究,并深化对历史遗留污染物和新兴污染物累积效应的认知。这包括应对城市、工业、采矿和农业等多重污染源,对淡水生态系统、水与粮食安全、人类健康、生物多样性及水生生态系统完整性所造成的叠加影响。

3. 理解淡水管理的权衡取舍与社会动态:加深对影响淡水管理的权衡关系、成本效益影响、文化价值及社会行为的理解。有效的水资源分配需要理清耗水型和非耗水型用水需求之间的竞争、上下游成本与效益的分配,以及作为广义景观组成部分的水资源所承载的环境正义与文化价值。权衡研究还应探讨风险认知以及制度和社会行为如何影响决策过程与管理成效。

4. 以解决方案为导向的淡水科学与决策支持系统:推进构建具备流域监测与预测能力的综合决策支持系统。这包括开发多尺度方法,整合不同来源的知识信息,依托能够反映重要水资源

管理成效及多重压力因子的管理指标。

5. 加强淡水科学能力与工具建设:强化推进优先事项所需的科学基础和技术基础设施。这包括改善不同数据提供方和持有方之间在环境、社会及经济淡水数据上的获取渠道,扩展基于流域的自适应监测与预测框架,以及在区域管理背景下开展淡水科学评估计划。

此议程所列优先事项的实施责任由联邦政府、省和地区政府、原住民政府及组织、学术界、产业界以及非政府组织和社区组织共同承担,成功与否取决于整个淡水科学界的协作。实施过程中需考虑参与淡水科学工作的各辖区和组织的实际需求与现状。

此议程成功实施的关键在于,须在加拿大全境强化淡水科学的统筹协调机制。此外,支撑决策的科学知识成果转化将为区域和流域尺度的参与式研究和能力建设开辟新的契机。

针对优先事项的界定和实施,本议程强调了以下几个关键需求:

- 在加拿大水务局的支持下,建立淡水科学协调机制,同时加强联邦、省和地区各级关于淡水现状及发展趋势的报告工作。
- 建立强大的监测和监控网络,整合新技术、应用及国家标准化协议,同时通过原住民和社区主导的监测来巩固淡水科学和服务的根基。
- 基于加拿大水务局正在制定的《国家淡水数据战略》,改善淡水科学和研究数据的获取与利用,确保加拿大的淡水数据可发现、可获取、可共享。
- 通过政府、学术界以及用水机构和企业之间的协作,统筹基于流域的水文气候与淡水建模工作,并将地表水与地下水、水资源可用性、水质等因素纳入其中。
- 支持原住民主导的累积效应研究,促进原住民与西方研究者合作,为流域尺度监测和预测活动提供科学依据。
- 组建多学科科研团队,确立与流域决策支持

系统相契合的研究目标,整合土地利用和经济数据,以更好评估淡水生态系统服务。

- 整合监测网络、模型开发与基于生态系统及健康影响的知识,并针对多重压力因子及“全健康”背景(例如抗生素耐药性、新型水媒病原体 and 化学物质)制定科学产出。
- 加强以用户为导向、基于流域的知识整合,推动提升淡水科学知识素养的倡议,推动现有数据和知识资源在可持续淡水管理中的转化应用。通过与决策者协作推进淡水科学优先事项,为提升各级决策的淡水知识素养提供契机。

通过明确界定国家淡水科学优先事项,同时兼顾区域实际情况与管辖责任,能够帮助科学界构建起一套更具协调性、协作性与响应力的机制,以应对未来十年最紧迫的淡水挑战。

本项议程中所列出的优先事项,再次重申了清洁、安全且有保障的淡水资源在维持加拿大环境、人类健康与福祉、社区及经济发展中的核心作用。为了充分发挥本项议程的潜力,鼓励淡水科学界通力合作,共同发掘合作机会,并针对优先事项采取集体行动。

1. 背景介绍

加拿大是全球淡水资源最丰富的国家之一,淡水资源涵盖了由湖泊、河流、湿地、含水层、冰川及季节性积雪构成的庞大网络。这些淡水系统横跨多样化的生态区、气候带和水文系统。淡水维系着自然环境、社区、人类健康福祉以及经济。同时,淡水也是加拿大国家特性的重要组成部分,并承载着原住民在精神与文化层面的福祉及其神圣传统。因此,淡水是加拿大国家及全体国民不可或缺的自然资源。

然而,加拿大的地下水、地表水、冰冻圈及淡水生态系统正面临日益严峻且复杂的压力。污染、土地利用和水资源利用方式的改变、物种入侵、水生生物多样性与生态系统服务的丧失,持续威胁着淡水系统。气候变化进一步加剧了这些挑战。要应对这些挑战,必须加强淡水科学领域的协调与合作,以支撑基于科学证据决策,并有效应对国家面临的最紧迫的淡水挑战。

淡水科学是加拿大保护和管理淡水资源、实现强有力决策的基础。在全国范围内,一个由政府、原住民、学术界、非政府组织、工业界及社区专家组成的多元化且广泛的群体正为此工作贡献力

量。采取更具战略性和协调性的淡水科学方法(涵盖研究、监测、建模和知识转化)将使这一群体能够发挥现有优势,明确核心优先事项,并指导全加拿大范围内的协作规划与协调工作。

《2024年加拿大淡水科学综述》重点列举了从水文气候极端事件到工农业污染等多种淡水系统面临的威胁,并明确了维持生物多样性和生态系统服务所需的科学支撑。此报告指出,许多淡水面临的挑战具有多学科交叉和相互关联的特征,受累积效应影响,由气候变化、土地和水资源利用强度的增加,以及既有和新兴物质的污染所驱动。

该综述还强调,在具有涉水职能的联邦各部门之间、各级政府(联邦、省、地区及原住民政府)之间,以及学术界、原住民组织、非政府组织、社区、产业界和其他合作伙伴之间,均需加强协调。这种协调对于推进相关领域以解决方案为导向的科学研究至关重要,此类研究能够有效响应加拿大多样化的淡水政策、框架、法规、管理措施和地方倡议。

加拿大的淡水治理

加拿大的淡水治理体系十分复杂,涉及联邦、省、地区、原住民、各市级政府,以及原住民群体和社区。因此,用来指导淡水保护与利用的规范性文件通常涉及国家、联邦、乃至国际层面。

加拿大 1867 年《宪法法案》并未在权力划分中明确界定水资源管理的责任归属。一般认为各省和地区对辖区内水资源的监管和使用拥有管辖权,而联邦政府则保留与渔业、航运及相关基础设施有关的部分权利和责任,以及涉及国家或国际关切的涉水领域合作。

原住民也拥有与水相关的固有权利,这些权利植根于其法规、世界观以及与水长期以来的关系之中。在加拿大国内和国际政策及水资源管理实践中,原住民和政府协作式水治理中发挥的作用日益得到认可。总体而言:

- **联邦政府**负责监管与联邦土地、渔业、航运、国际和跨境水域相关的涉水事务。
- **各省和地区**负责管理公共土地、设立并监管市政机构、监管省内流量,并批准用水许可。
- **市政当局**负责提供饮用水、污水处理服务及土地利用规划。
- **原住民**在其传统领地和辖区内行使与水相关的权利并承担相应责任。

除政府外,原住民组织和社区、学术界、非政府组织以及私营部门均参与淡水治理。他们在研究、社区监测及淡水管理方面的工作,对保护水质、维护加拿大淡水生态系统健康方面发挥着至关重要的作用。

加拿大《国家适应战略》和《2030 年自然战略》中也概述了与本报告类似的淡水挑战,这两份文件均强调需要进一步整合国家及流域层面的科学数据、信息和知识,以支撑制定有针对性的政策、监管和管理措施。2021 年加拿大政府发布的报告《建立加拿大水务局:利益相关方与公众意见汇编》为水务局的成立奠定了基础。该报

告进一步反映了各界对科研协作机制、完善决策支持工具、优化科学数据与信息获取渠道,以及持续发展前沿科学以应对淡水挑战的广泛关注。利益相关方还强调了对气候变化影响以及淡水生态系统完整性的担忧。

本议程充分吸纳各方观点,确定了国家淡水科学优先事项,并为未来十年的行动奠定了基础。本议程呼吁整个淡水科学界——包括联邦、省、地区及市政当局,原住民政府和组织,学术界,非政府组织和资助机构,产业界,以及社区合作伙伴等——以统筹协作的方式开展工作。通过对接共同利益、强化伙伴关系、开拓新型合作、减少重复工作并聚焦共同的优先事项,确保淡水科学研究能够直接支撑加拿大所面临的最紧迫的淡水挑战。

本议程所列优先事项的制定参考了一项全国性的在线调研,该调研汇集了来自加拿大各地约 800 名淡水科学专家、了解当地情况的人士和科学成果应用方的意见。参与者代表了联邦、省和地区政府部门,原住民政府及组织,学术界,产业界,国家级水务协会,区域水务委员会,以及非政府组织。调研结果为各方后续的参与提供了依据,包括学术圆桌会议以及与国家或区域淡水管理机构的会议等活动。这些讨论有助于识别知识缺口并完善科学优先事项。此外,对加拿大国内及国际淡水科学战略和管理规划的调研也为本项议程的制定提供了参考。

加拿大幅员辽阔,水文与生态特征多样,淡水治理格局复杂,这需要采取不同的尺度方法来推进淡水科学研究并落实各优先事项。在国家层面,统筹遥感、地球观测、水质和水量监测网络,以及环境 DNA 监测等各科研活动和工具,可以增强全国范围内淡水科学研究的一致性和可比性。这些工具和活动还能促进数据共享、减少重复工作,有利于跨区域对齐资源,从而生成一致的基础信息,支持国家层面的评估,实现对新兴淡水问题的早期预警。此类国家层面的方法对于解决紧迫、跨行政区域或影响广泛的问题尤为重要,包括洪涝

与干旱预报、藻华监测、濒危或入侵水生物种追踪,以及大规模生态系统变化的监测等。

基于流域的方法能为推进淡水科学提供更具整体性的框架。在流域尺度开展工作,有助于开展整合性的多学科监测、研究和建模,从而反映自然的水文和生态边界、当地的土地和水资源利用情况,以及社区特定的淡水需求和价值。这种方法还为跨越组织和管辖边界开展合作提供了切实的基础。

淡水科学和数据在支持基于科学证据的决策、保护和管理加拿大淡水资源方面都发挥着至关重要的作用。虽然本项议程侧重于淡水科学,但也强调了数据的关键性。目前加拿大水务局正在制定《国家淡水数据战略》,将确立全国范围内淡水数据及信息组织、存储和共享的指导方针和原则,旨在促进淡水科学领域开展进一步合作统筹,同时能够更便捷地获取数据。

淡水科学贡献者和应用方意见汇总

淡水科学贡献者和应用方强调,科学优先事项的确定与实施必须反映以下核心诉求,包括:

- 在环境及流域监测、研究、分析和预测方面,转向多尺度、全系统和跨学科的方法。
- 支持原住民在科学计划及协作活动的制定与策划中发挥核心作用。
- 加强水质与水量监测及建模之间的统筹与整合。
- 强化贯通地下水和地表水系统(包括流域尺度)建模与监测相关的预测工具。
- 拓展累积效应分析,采用基于影响驱动的分析方法及先进的监测与分析手段。
- 开发纳入气候情景和累积效应的预测模型。
- 增进对敏感和重点区域水生生态韧性的理解,包括淡水与海洋环境之间的交界地带。

- 鼓励开发并采用新型观测技术与分析工具,以提升时空覆盖范围和诊断能力。
- 推动淡水及相关数据的多源整合与共享。

《国家淡水科学议程》通过用户驱动和以用户为中心的方法,将原住民知识与西方科学相结合,是强化加拿大国家科研统筹的关键举措。通过明确淡水科学优先事项,同时兼顾区域实际情况并尊重各方管辖职责,加拿大的淡水科学界能够构建起一套更具协作性与响应力的科研推进机制,为未来十年最紧迫的淡水挑战提供决策支撑。

这种统筹协作的方法还有助于淡水科学界满足国家及区域淡水管理参与者的信息需求。这与加拿大“2050 气候科学计划”、支持加拿大落实《昆明 - 蒙特利尔全球生物多样性框架》所需的科学与知识以及“加拿大塑料科学议程”等其他国家战略科学计划相辅相成,并能为新淡水政策或战略的制定提供坚实的基础。此外,本议程还可进一步支持加拿大履行联合国可持续发展目标等国际倡议下的全球承诺。这不仅能使加拿大在淡水科学与创新领域处于领先地位,还能加强在跨境水问题、信息共享及技术转移方面的国际合作。

旧金山湾区部署先进雷达网： 学术成果赋能区域气象防灾



旧金山公用事业委员会 (SFPUC) 正与湾区供水、废水处理和防洪机构组成的联盟开展合作,共同采取行动部署一套新的气象雷达网,旨在提升加利福尼亚州的降水观测和预报能力。这一先进的网络就像一个“放大镜”,为各机构及其服务的社区呈现关于大气层河流和降雨强度更为实时和清晰的视图,有助于预测最强降雨中心的位置。数据方面的提升使公共机构和社区能够在暴风雨临近海岸时做好准备并做出响应。此外,在加州这个干旱多发的地区,这一网络也为水务部门提供了精确数据,实现水库蓄水量的最大化。

该雷达网被称为“先进定量降水信息系统”(Advanced Quantitative Precipitation Information, AQPI),由地方、州和联邦机构历时十年协作开发,参与机构涵盖了供水公共事业部门、防洪区以及科研机构,旨在改善对湾区复杂地形内极端天气事件的监测。在由丘陵、山谷和海岸山脉组成的地区,传统的天气雷达往往无法精准获取强降雨发展过程中的关键细节。

旧金山湾区 AQPI 系统在周边地区部署了五个 X 波段雷达装置,能够提供更清晰的降雨区域图像,每一到两分钟更新一次。这意味着系统

可以更贴近地面聚焦,捕捉到那些广域远程雷达系统遗漏的精细化降水信息。这些 X 波段雷达装置分布在加州康特拉科斯塔县、圣马特奥县、圣克拉拉县、圣克鲁兹县和索诺马县。为了该雷达系统的建设,加利福尼亚州水资源管理局提供了1970 万美元的拨款。

此外,AQPI 系统还在马林县西部巴纳比山安装了一个面向太平洋的大型 C 波段雷达,能够追踪向海岸逼近的风暴,并在降水系统向内陆移动前提供更广阔的视图,与 X 波段雷达形成互补。

AQPI 雷达系统由科罗拉多州立大学大气合作研究所建造、部署并负责运营。该机构是美国国家海洋和大气管理局下属的研究机构,也是 AQPI 项目的核心成员,负责生产支持湾区机构决策的 AQPI 雷达产品。

各界观点

旧金山市长丹尼尔·卢里 (Daniel Lurie) 指出:“水务和应急响应系统这样的关键基础设施每天都在维持旧金山的正常运转。该区域雷达系统将为旧金山公用事业委员会提供他们所需的工具,以便做出及时决策,有效管理降水,并在风暴期间保护旧金山社区和家庭的安全。”

旧金山公用事业委员会总经理丹尼斯·埃雷拉 (Dennis Herrera) 说:“下水道系统是保障公众健康和环境的一线设施,我们还需要为湾区 270 万人口全天候提供高质量的饮用水。此雷达系统为我们提供了更精确的实时数据,使我们能够在大型暴雨前、中、后阶段更好地管理雨水和水库。更及时且准确的信息也能够帮助我们做出关键的行动决策,从而提升社区供水服务的可靠性。”

加州大学圣地亚哥分校斯克里普斯海洋研究所、西部气象和涉水极端事件中心主任马蒂·拉尔夫 (Marty Ralph) 指出:“这项工作的初衷是探讨科学进步如何更好地支持人们在危险风暴期间做出决策。我们设计了专门针对湾区独特地形的系统,捕捉传统雷达经常遗漏的细节,并将

此项研究转化成为水务和应急机构可以实际应用的预报工具。”

美国国家海洋和大气管理局代理首席科学家、海洋与大气研究助理署长史蒂文·瑟尔 (Steven Thur):“AQPI 代表了前沿大气研究向业务化能力的成功转型,展示了持续科学创新对灾害防范、水资源管理和社区韧性的助力。”

加州水资源管理局气候学家迈克·安德森 (Mike Anderson):“这是一种区域性的水资源管理方法,我们必须充分汲取加州每一次暴风雨事件的经验。在正确的时间获得正确的信息,使我们能够在减轻灾害的同时实现效益最大化。AQPI 的工作正是为了实现这一目标。”

当地电视新闻频道气象学家马克·塔马约 (Mark Tamayo):“人们需要准确的预报来决定在极端天气下如何保持安全。AQPI 让气象专家能够更清晰地了解各社区正在发生什么,并帮助气象学家共享更及时、有用的信息,为社区安全提供支持。”

索诺马县第二区主管大卫·拉比特 (David Rabbitt):“我们曾目睹街道在几小时内变成河流。我们需要持续改进对风暴的监测与认知,AQPI 的推出至关重要,它确保了地方部门和应急人员能够获取必要的预警信息,从而做好充分准备。”



欢迎关注中国水科院微信公众号
地址:北京市海淀区复兴路甲一号
本刊联系方式:中国水科院国际合作处
联系邮箱:dic@iwahr.com
2026年5月25日