

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办 主编: 孟志敏 责编: 孟圆

2019
09
总265期

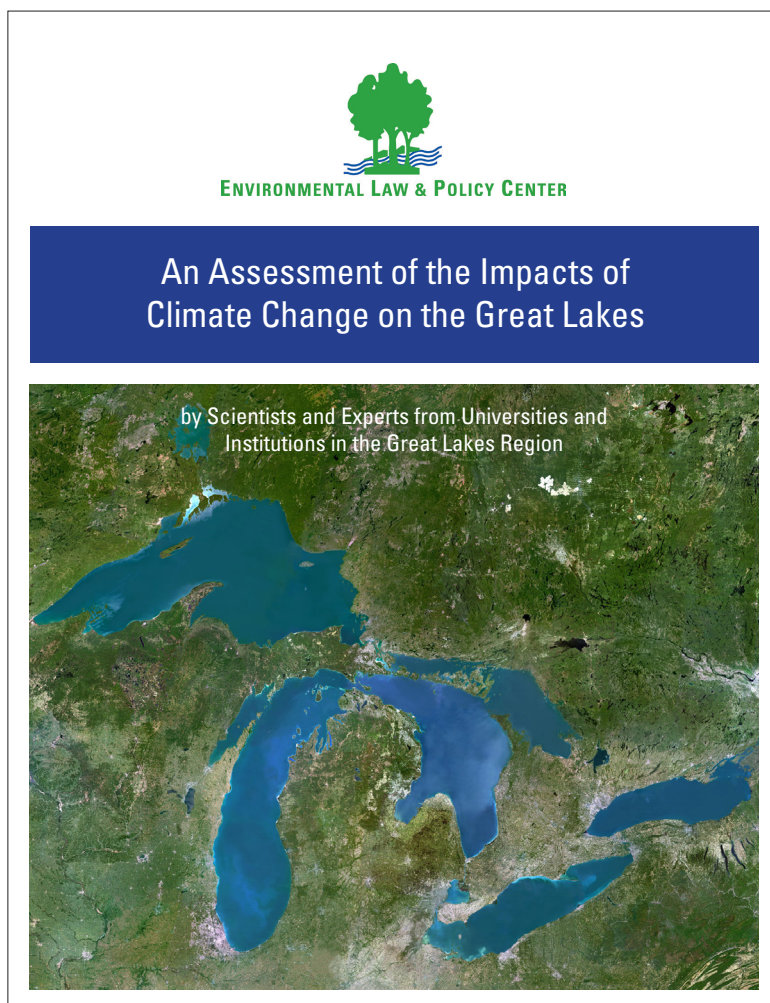
北美五大湖气候变化影响评估

加拿大应急管理战略—迈向具有抗御能力的2030年



北美五大湖气候变化影响评估

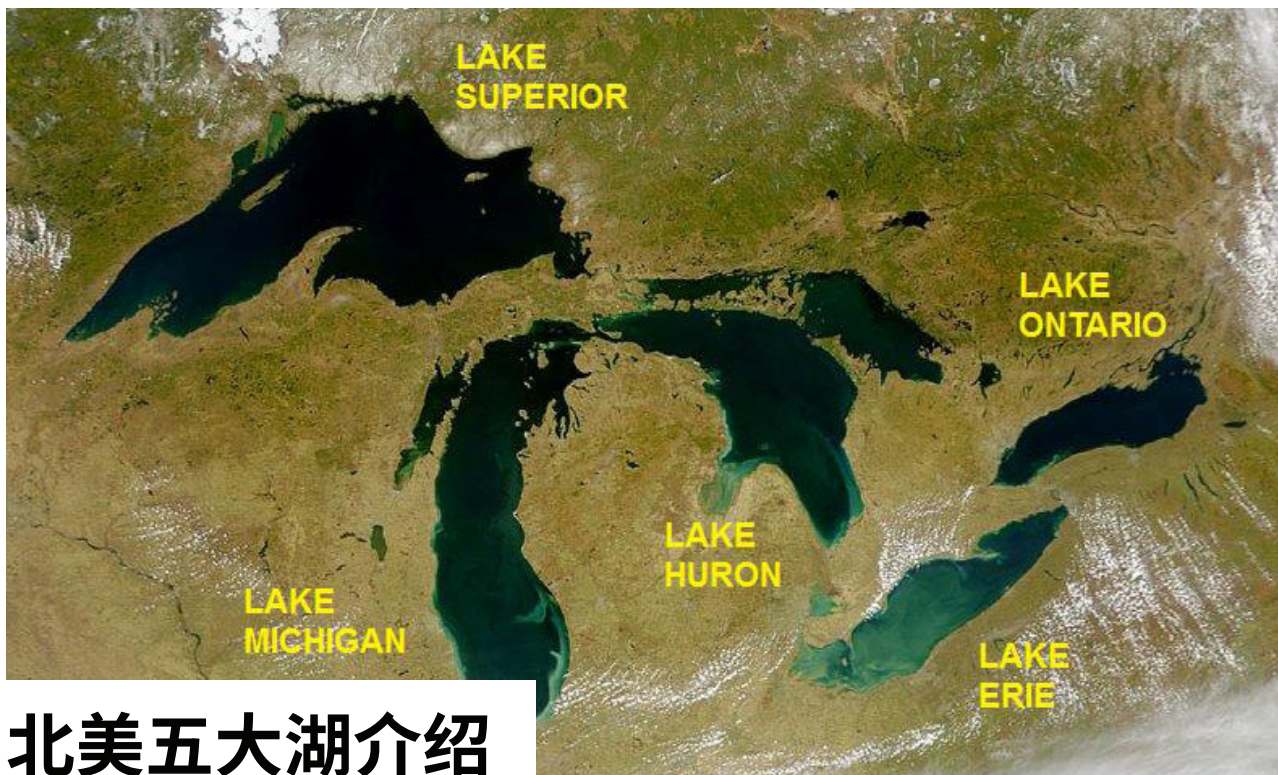
【本文导读】



《五大湖气候变化影响评估》封面，来源：报告封面（注：除非另行标注，本文中所有图片均取自 ELPC 报告正文）

《五大湖气候变化影响评估》报告由环境法律与政策中心与芝加哥全球事务委员会合作，委托中西部主要大学和科研机构的科学家和专家义务撰写，主要目的在于向政策制定者和公众宣传影响五大湖的重大变化，以及立刻采取行动保护珍贵的自然资源的至关重要性。报告从气温上升、强降雨和洪水、极端天气、农业、灌溉和作物减产、城市问题、水质和用水、湖泊生态、鱼类、野生生物、航运、发电和海岸线、康乐和泳滩关停等11个维度详尽分析了气候变化对五大湖的影响，并独立于评估报告之外单独给出了政策建议。

报告一经发布，得到了诸多当地媒体的关注，其对气候变化影响的解读和政策建议也被广泛转载。本文摘录整理报告要点，以飨读者。报告原文请见ELPC官网：elpc.org/gllimatechange/



北美五大湖介绍

约有3400万人的饮用水源、工作和生活依赖五大湖——美国大约有2400万人，占该国人口的8%；加拿大大约980万人，占该国人口的32%。美国每天从五大湖抽取约1.51亿升的水，一半以上用于发电，其余的用于饮用水、工业生产和农业。

五大湖区支撑着世界上最大的区域经济之一，创造了价值70亿美元的渔业和160亿美元的旅游业。五大湖区域内的农业生产、商业和体育、渔业、工业制造业、旅游和娱乐的发展程度，超过了大多数发达国家。多条运河、河流、海峡、船闸和水道把这些湖泊连接在一起，形成了世界上最繁忙的航运地区之一。每年有超过1.5亿吨的货物通过五大湖区运输，创造了4.4万个就业岗位。自1959年以来，五大湖航运线上铁、煤、钢、石油、谷物和其他产品的运输量超过20亿公吨。

五大湖流域对鱼类和野生动物也极其重要。这里养育了3500多种动植物，其中包括200多种全球稀有物种和46种本地特有物种。五大湖流域

为180多种鱼类提供了完成其生命周期所需的多样栖息地，是350多种候鸟的重要中途停留地，每年为数以亿计的候鸟提供迁徙路途上所需的资源。该盆地多样的生境还提供了许多重要的生态服务，包括水过滤和储存、防洪、营养循环和碳储存。除了支持鱼类和野生动物种群之外，这些多样化的栖息地对五大湖地区的土著人文化也有重要意义。

五大湖在影响地区的天气模式方面也发挥着重要作用。五大湖影响日常天气的方式包括：1. 四季气温温和，夏凉冬暖；2. 冬季增加湖泊的云层覆盖和降水，使湖泊上方和正下风处降水增加；3. 湖泊夏季流云和降水的减少。有些影响比较温和（例如，有助于湖岸果园和葡萄园丰收的温和凉爽的微风），有些则很极端（例如，严酷的湖泊效应和冰雪风暴导致机场关闭、州际高速公路关闭和电网瘫痪）。对生活在五大湖区的人们来讲，五大湖即是一种恩赐，也是一种挑战。

气候变化 对五大湖影响评估

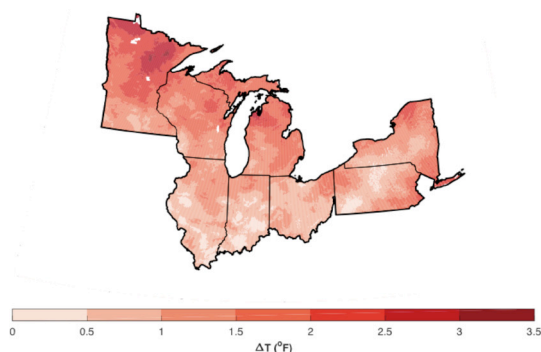
近年来，地球经历了有记录以来最高的高温，破纪录的极端天气，剧烈的风暴，因海平面上升和随之而来的风暴潮导致的洪水灾害的增加，熊熊燃烧的野火，以及冰川和极地海冰的持续融化。地球气候进入加速变化的模式，而五大湖难逃其影响。

过去两个世纪里人类的高强度开发利用给五大湖区带来沉重负担，包括栖息地的丧失和破碎，入侵物种的涌入，空气和水污染，以及沉积物。农田土壤和养分径流以及动物饲养集中作业(CAFO)危及到流域许多地区的水质和野生动物种群，威胁到公众和野生动物的健康以及该地区的经济活力。气候变化进一步加重了这些生态系统的压力，要么抬高了湖泊水位，要么降低了湖泊水位，以从未有过的方式对该地区构成威胁。

一言以蔽之，气候变化给五大湖区带来了挑战，影响深远复杂，相互关系密切。

1. 气温上升

五大湖地区的升温趋势和全球变暖的趋势一致，甚至超过了美国陆地地区气温上升的趋势。在1901-1960年间和1985-2016年间，五大湖流域的年平均气温上升了1.6华氏度，超过了美国陆地地区1.2华氏度的平均升温。到21世纪末，伴随温室气体的持续排放，全球平均气温将再上升2.7华氏度至7.2华氏度，五大湖区也将相应地发生变化。

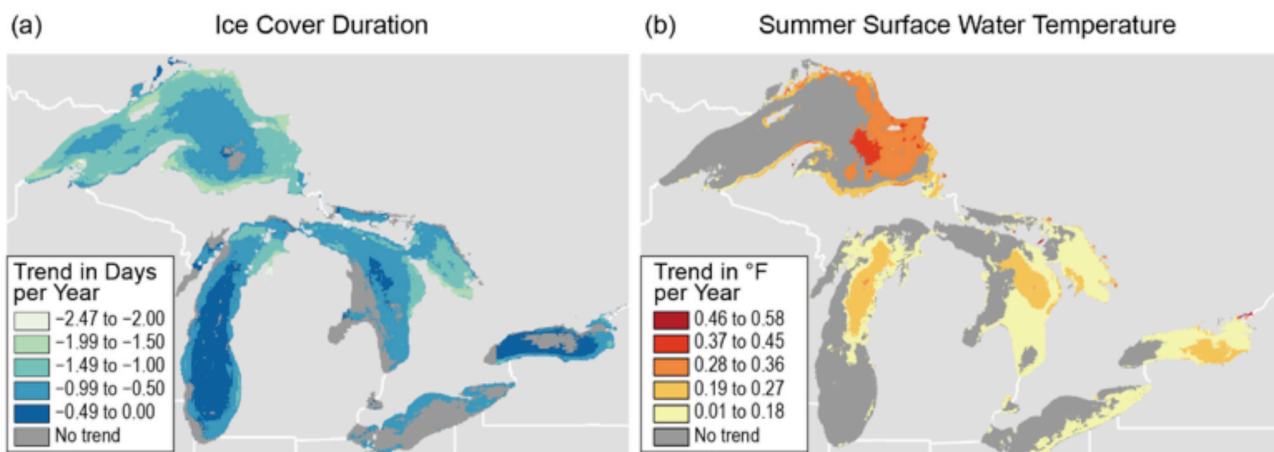


1986-2016时期相较于1961-1990时期，美国与五大湖接壤各州的年平均温度变化观测值(°F)

2. 强降雨和洪水

气候变暖意味着更多水分驻留，增加了暴雨和大雪发生的频率和强度。1901年至2015年间，美国的年降水量增加了4%，但五大湖地区的年降水量在这段时间内增加了近10%，其中更多的降水是异常强降雨事件。在未来，降水可能会在各个季节重新分布。据预计，到2100年，大部分大湖所在州的冬季和春季将更加湿润，而夏季降水将减少5%-15%。

降水的增加可能意味着整个大湖地区的洪水频率更高。如果城市里屋顶、混凝土墙面和其他不透水的表面密集，那么房屋、道路和其他基础设施遭受损毁的程度也会增加。在农村地区，强降雨和融雪将引发径流和水土流失。再加上更加难以预测的降水模式和更温暖的气温，这些影响可能会严重削减中西部的农业生产。



1973 年至 2013 年，五大湖大部分地区的季节性冰盖时间减少；而 1994 年至 2013 年，大部分地区的夏季地表水温度（SWT）增加。(a) 这张地图显示了冰层覆盖时间的变化率。季节性冰盖持续时间的最大降幅出现在海岸线附近，较小的降幅出现在密歇根湖和安大略湖较深的中部地区，这些地区很少有冰覆盖。(b) 地图显示夏季 SWT 的变化速度。夏季 SWT 增加速率最大的是在较深的水域，小幅增加发生在海岸线附近。

3. 极端天气

气候变化导致美国各地频繁出现极端天气。自20世纪60年代以来，热浪变得更加普遍，而极度低温天气逐渐减少。随着气温的升高，剧烈夏季风暴的可能性也在上升。

极端天气事件已经令中西部蒙受不少损失。2012年美国中西部的热浪和干旱造成逾300亿美元的经济损失，123人死亡，并对美国中西部大部分地区居民的长期健康带来不利影响。

五大湖接壤的州，特别是位于该地区南部的地区将迎来更多高温天气(32摄氏度以上)。到本世纪末，该地区每年的高温天数将增加30天至60天。而随着年平均气温继续上升，五大湖流域内的地区年内高温天数将增加17天到40天。

与此同时，五大湖周边的州的极度低温天数(0摄氏度以下)将显著减少。湖泊效应导致的降雪可能会更剧烈，尤其是在纽约州上西部地区的安大略湖雪带，那里的暴风雪动辄就有三到四英尺(0.9米到1.2米)高。

4. 农业, 灌溉和作物减产

季节性降水的变化已经影响到中西部各州的农民，春季洪水和土壤过于湿润导致栽种延迟。推迟栽种会使作物在生长期面临更炎热、更干燥的天气，增大了作物损失的风险；为了减轻作物损失，就必须加强灌溉。高温还会干扰玉米和其他作物的授粉，因此导致减产。

然而，即使加强农业区域的水资源管理，到本世纪中叶，气候变化仍有可能使五大湖流域南部的大豆和玉米减产10%至30%。大豆和玉米生产可能会向北转移。

5. 城市问题

在夏天，高温和热浪导致空气质量下降，不利于公共健康，尤其对最易受影响的人群——患有哮喘的老年人和儿童——有害。对于生活在五大湖区的数百万城市居民来说，热浪和夏季空气污染事件增加了患与高温有关的不适、呼吸系统疾病和死亡的风险。

预计极端降水的增加可能会加剧洪水，特别是在冬季、春季和夏季雷暴期间。2017年和2018年冬季的极端降雨导致了严重的洪灾。超过15厘米的降雨事件经常发生，超过了涵洞和雨渠处理径流的能力。由于洪水加剧，低洼地区资源不足的社区更容易遭受基础设施破坏、交通阻断和被追的人员疏散。

6. 水质和用水

饮用水的质量也可能受到气候变化的影响，水基础设施或将面临巨大压力。例如，在威斯康辛州南部，极端降水事件可能会增加10%到40%，导致水处理基础设施超过负荷，下水道溢流增加，导致流入小溪、河流和密歇根湖水体中的病原体数量增多。

五大湖地区大肠杆菌的含量高于美国其他沿海地区。这种未经处理的废水构成了公共卫生危害，而减轻这种危害的经济代价十分高昂。芝加哥等城市就斥巨资来防止此种水污染。在强降雨期间，农田里的营养物(主要是氮和磷)汇入地表水。过量的营养物质直接威胁着人类的健康(如“蓝宝宝”综合症¹)，而且间接造成了有毒有害藻类在五大湖的浅水区和墨西哥湾的“死亡区”²大量繁殖，导致贝类渔业的严重衰败。

2011年，伊利湖经历了有记录以来最大的有害藻华，其峰值强度是之前观测到的藻华强度的三倍多。2014年，因为西伊利湖有毒藻类大量繁殖，托莱多地区有50万人在72小时内得不到安全的饮用水供应。未来，随着温度升高，降雨增强，大量的营养物质与更温暖的海水混合在一起，藻华可能会变得更加频繁。而水处理的成本也由此大幅提高。



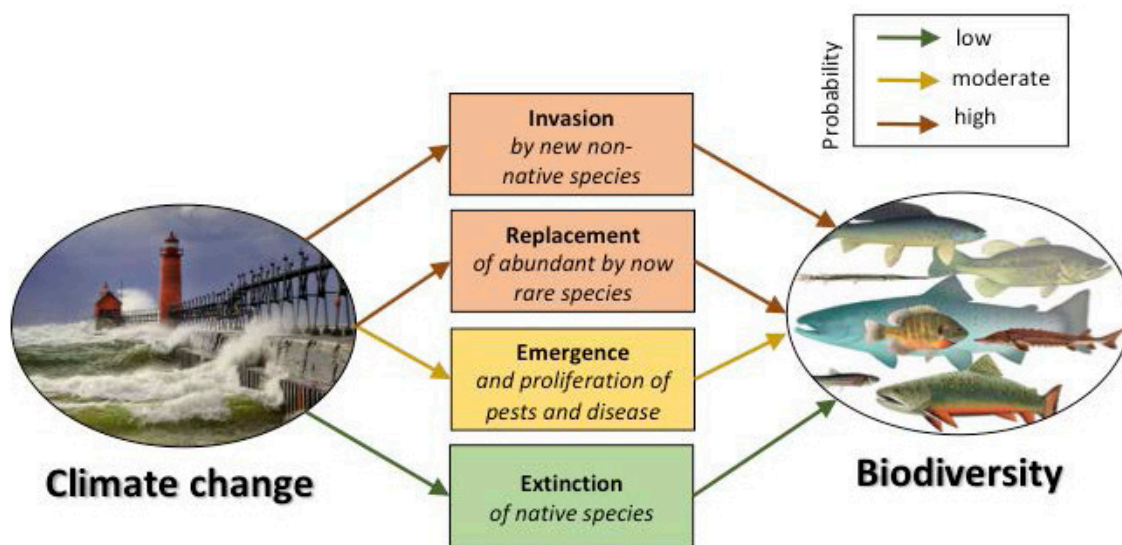
2011年，伊利湖爆发了历史上最大的有害藻华，峰值强度是历史上藻华强度的三倍。预计气候变化将增加这些大规模藻华事件发生的频率。

7. 湖泊生态

五大湖的细菌数量一直都在上升，进入早春之后湖水变暖，而变暖导致了水体的垂直混合，改变了湖泊生态。下水道溢流、船舶压载水的倾倒、农业和工业的营养物径流导致了湖泊中细菌和若干入侵物种的滋生。更大的暴雨和更温暖的天气令现实雪上加霜。数百种新的致病菌、病毒、原生动物和非本土物种或许会在气候变暖的条件下被引入并繁衍生息，取代本土物种。虽然气候变化可能不会直接导致湖泊物种灭绝，但许多本地物种的生存将受到威胁，因为它们将面临更多的入侵物种、物种替换以及害虫和疾病生物的繁殖。

8. 鱼

鱼类对水温敏感，各自在不同的冷水、凉水和温水带中成群生活。这意味着，温度升高、季节性天气变化以及暴风雨带来的水的迅速涌入都将给鱼类带来影响。鱼类的地理范围、种群数量特征、系统繁殖力、物种特有繁殖力、物种的空间分布以及它们的生理状态和性能都会随之改变。例如，随着水温的升高，蓝鳃鲈、小嘴鲈鱼、大口黑鲈和棕色牛头鱼等猎用鱼将向极地方向迁徙。这可能会在本世纪末使安大略湖的物种多样性增加81%。然而，黄鲈、湖白鱼和许多其他鱼类的生长速度可能会下降。



气候变化对五大湖生物多样性的影响将取决于气候变化如何影响改善多样性的四个因素：（1）外来新物种的入侵；（2）目前还很稀少的外来物种取代优势物种即现在很少（即物种更替）；（3）病虫害物种的出现和繁殖对本地的影响（4）现有本土物种的灭绝。该四个因素以发生概率由高到低排序。

9. 野生生物

五大湖地区生活着许多哺乳动物、鸟类、两栖动物、爬行动物和大型无脊椎动物。随着气温的升高和降水模式的改变，栖息地条件、土壤湿度和其他条件都将发生变化，从而推动一些野生动物物种向北迁移，另一些向西迁移。然而，不同物种对湖泊上的冰层覆盖和区域降水的特定模式等地方条件作出的反应也会不同。随着水位的下降和气温的上升，肉毒中毒等疾病将会增加，疾病传播更多，更多吃鱼的鸟类会中毒死亡。鸟类还可能受到物候不匹配的影响，例如它们赖以生存的昆虫种类会因为温暖的春天提前孵化，或者随着植被向北转移而减少。

10. 航运、发电和海岸线

气候变化导致的湖泊水位波动极大地影响了船只在五大湖航道和港口的浅水区安全航行的能力。对发电也构成了技术挑战。湖泊水位的变化也会给船坞、码头、湖边住宅和其他建筑物带来影响。

11. 康乐和泳滩关停

据“五大湖委员会”估计，2003年，划船为大湖经济贡献了大约90亿美元。滑雪等运动可能会受到气温升高、季节变化和湖面变化的影响。近年来，芝加哥和密歇根的海滩因为细菌污染而关闭或发出游泳警告已经变得很普遍。由于强降水加剧了与径流有关的问题，并推高了细菌数量、藻华事件和大肠杆菌预警，预计海滩关闭次数将会增加。

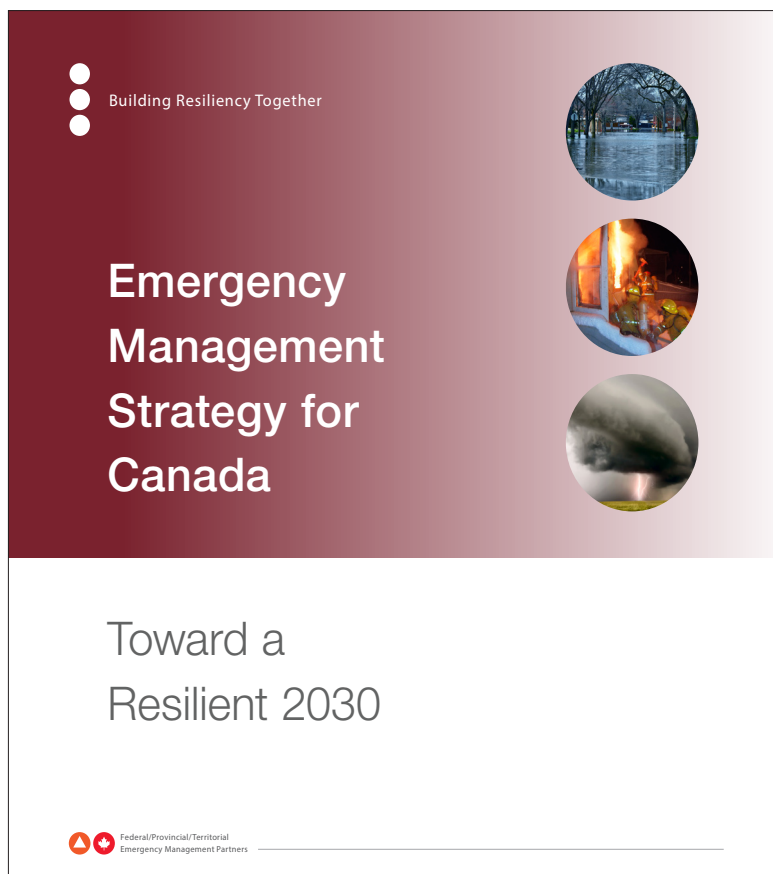


密歇根一处海滩因细菌数量超标发出了禁止游泳的警告，来源：Port Huron Times Herald

¹ Blue Baby syndrome（蓝宝宝综合症）：因饮用水中硝酸盐超标，引发高铁血红蛋白症，表征为幼儿表面皮肤发蓝。——编者注

² The Gulf of Mexico dead zone（墨西哥湾死亡区）：位于密西西比河流进墨西哥湾的入海口附近，面积并不固定，因乏氧（溶解氧低于2ppm）而得名。——编者注

加拿大应急管理战略 —迈向具有抗御能力的2030年



【本文导读】

《加拿大应急管理战略》封面
来源：Public Safety Canada 官网

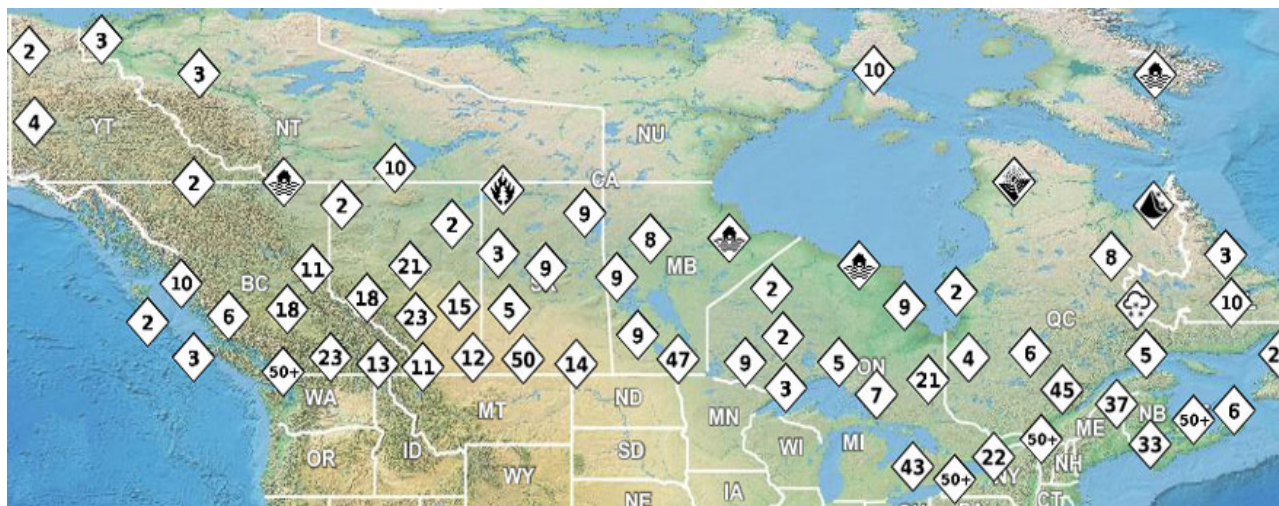
2019年1月，加拿大联邦、省和地区（Federal, Provincial and Territorial, 简称FPT）负责应急管理的部长们召开会议，联合发布了加拿大有史以来第一个应急管理战略，全称为《加拿大应急管理战略：迈向具有抗御能力的2030年》（Emergency Management Strategy for Canada: Toward a Resilient 2030, 简称《应急管理战略》），该战略加拿大联邦、省、地区和社会各界合作伙伴共同努力，历时两年多拿出的成果。

该战略支持采取“全社会”（whole-of-society）的应急管理方法，概述到2030年建立一个更具抗御能力的社会的关键优先领域，并与《联合国减少灾害风险仙台框架》保持一致。战略最后提供加强加拿大预防、准备、响应和从灾害中恢复的能力的路线图。

本文由国际洪水管理大会（ICFM）秘书处供稿，原文转载自中科应急心理应用研究中心微信公众号。

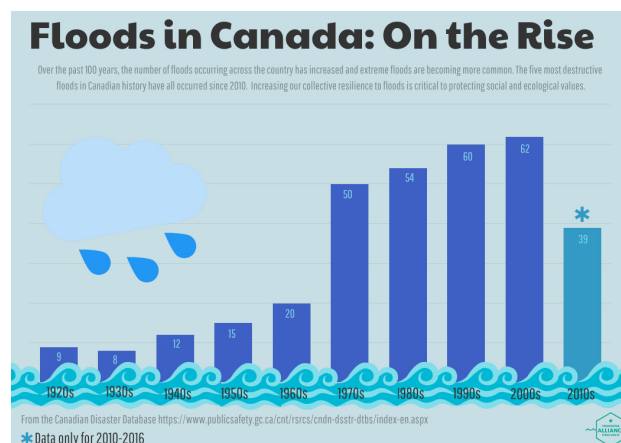
1. 背景

加拿大的各类灾难在全国范围内变得越来越频繁和严重。根据加拿大灾害数据库的记录，2008年至2018年间，加拿大遭遇了超过195起重大灾难的袭击，这些灾难加起来已经造成数百亿美元的损失，让数十万人流离失所。



加拿大灾害数据库，来源：www.getprepared.gc.ca

在可预见的未来，由于气候变化、关键基础设施相互依存以及加拿大人口结构变化等因素的推动，灾害损失可能增加。加拿大各地已经感受到气候变化的影响，洪水、野火、干旱、极端高温、热带风暴、融化的永久冻土、海岸侵蚀以及加拿大北部季节性路面结冰破坏等灾害，频率和强度都在增加。这些危害对社区、个人健康和福祉、经济和自然环境构成重大风险。此外，许多土著社区由于地处偏远和沿海地区、缺乏应急管理服务以及依赖自然生态系统，是最容易受到气候变化影响的社区之一。



加拿大洪水趋势，来源：加拿大淡水联盟（Canada Freshwater Alliance）

自2007年以来，加拿大联邦、省和地区（FPT）在应急管理方面的合作一直以《加拿大应急管理框架》（An Emergency Management Framework for Canada，简称《应急管理框架》）为指导。在紧急情况下，因为灾害往往发生在当地，几乎总是由地方政府或省、地区一级作出第一响应。如果一个省或地区政府应对紧急情况或灾难所需要的资源超出了其能力，联邦政府将迅速响应任何援助请求。

2 具有抗御能力的社区

加拿大《应急管理战略》建立在《应急管理框架》和《仙台框架》阐明的基本原则基础上，以确立联邦、省和地区在2030年前增强加拿大社会抗御能力的优先事项。该战略还支持《应急管理框架》中明确的分工与职责，并致力于指导FPT政府及其各自的合作伙伴，落实旨在加强加拿大灾害风险评估和预防/减轻、准备、响应和恢复能力的优先事项。

抗御能力（Resilience）的概念在《应急管理框架》中被定义为“一个系统、社区或社会通过抵御、恢复或改变以达到并维持可接受的功能水平，从而适应由危害造成的干扰的能力”。抗御能力的建立，是通过赋权公民、应急响应者、组织、社区、政府、系统和社会共同承担责任，并一同在人类和人造环境中创造或加强社会性和实体性能力，以应对、适应、响应、恢复并从灾难中学习，进而将脆弱性或易感性降到最低，防止灾害因素演变为灾难。

抗御能力的定义有两个关键点：第一，抗御能力是指一个系统整体的动态特性；第二，抗御能力反映的是一种能积极调动和改进以降低脆弱性和风险的能力。社区抗御能力是社区作为一个复杂综合系统的一项属性，描述了社区成员利用自身固有的优势和能力来吸收破坏的影响、重组、调整和从破坏中学习，以及适应突发事件冲击的能力。

为了在各自行政管辖范围内以及加拿大全境促进和增强抗御能力，FPT政府认识到所有加拿大人都应该参与到应急管理中，并正在努力建立基于有效协作、协调和沟通的应急管理合作伙伴关系。在此过程中，认识到个人、团体和社区的不同需求、资源、能力和脆弱性是十分重要的，这些因素可能相互交叉影响，从而加剧风险或增强抗御能力。



应急管理流程图，来源：Public Safety Canada 官网

3 应急管理的优先行动领域

为了在日益复杂和迅速演变的风险环境中推进实现应急管理战略目标，《应急管理战略》寻求所有加拿大人的共同努力，并通过以下五个优先行动领域加强整体抗御能力：

- 1.加强全社会的合作和治理，以增强抗御能力；
- 2.提高社会各界对灾害风险的认识；
- 3.加大全社会防灾减灾工作力度；
- 4.加强灾害响应能力，协调、培育发展新能力；
- 5.加强灾后重建工作，将未来灾害的影响降到最低。

每个优先领域都伴随有基本目标和联邦、省和地区的优先成果，明确具体的方向和可预期的产出。

体和社区的抗御能力。为了实现这一目标，《应急管理战略》对加拿大的应急管理和减灾活动采取了“全社会”的方式，阐明了联邦、省、地区的五个优先行动领域，并描述了参与、授权、鼓励和教育应急管理伙伴的各种方法，为加拿大社会到2030年更具抗御能力指明了道路。



4 推进战略执行

《应急管理战略》为加强联邦、省、地区合作，鼓励应急管理伙伴持续参与，制定了行动路线图。为落实《应急管理战略》，FPT政府负责应急管理的高级官员将制订一份《FPT应急管理行动计划》（FPT Action Plan），详细描述每一个FPT政府各自的角色和职责，以及如何推进每一项应急管理战略优先领域活动。

另外，FPT政府应急管理高级官员将每年审查《应急管理战略》和《行动计划》，监测推进落实情况，分享经验教训，并根据需要进行更新。

《应急管理战略》每五年将正式更新一次，以确保在加拿大不断变化的灾害风险背景下始终具有适用性。

5 迈向具有抗御能力的2030年

《应急管理战略》支撑FPT政府不断强化加拿大应急管理预防/减轻、准备、响应和恢复能力的愿景，以减少灾害风险，提高加拿大所有个