



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: 孟志敏 责编: 孟圆 刘一帆

2021
17
总308期

IPCC报告称, 气候灾难加剧全球水危机

IPCC报告: 水循环加剧将导致更猛烈的风暴和洪涝灾害

研究表明欧洲干旱不断加剧

人工智能解开极端天气之谜

更快、更精确的水资源建模工具助力水资源评估与规划系统 (WEAP) 更新升级



IPCC报告称， 气候灾难加剧全球水危机



土耳其黑海地区的博兹库尔特镇遭遇山洪暴发，Ezine 河决堤。部队抵达受灾现场清理废墟

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)迄今为止规模最大的气候科学评估认为,随着气候崩坏的影响进一步扩散,全球各地将面临更严重干旱、野火和洪涝灾害等水问题。

IPCC工作报告称,未来20年内,全球升温幅度可能突破1.5℃。气温升高的同时,地球水循环也将发生重大变化,潮湿和干旱地区的气候变得更加极端。该报告发现,全球气温每升高1摄氏度,极端降雨强度将增加7%。

英国南极科考局科学负责人兼IPCC报告主要作者Mike Meredith教授称,全球变暖导致大气温

度持续升高,空气中可以容纳和输送更多水汽。因此,可以观察到整个地球的水文循环加速:热带地区蒸发强度增加,高纬度地区和赤道附近部分地区降雨强度增加。这将导致原本已经较为潮湿的地区遭遇更频繁的极端降雨事件,引发更频繁、更严重的洪涝灾害。

伦敦帝国理工学院格兰瑟姆气候变化研究所联合主任Ralf Toumi教授称,全球变暖的必然结果是,蒸发量增加,干旱加剧;而大气水汽含量增加又意味着降雨的地方雨量增加。



法国南部卡罗（Carros）市，水位下降和持续高温导致瓦尔河（Var）部分河段河床干涸

这种预测已有强烈的现实依据。部分干旱地区将遭遇更严重、更漫长的干旱。此外，还有可能引发一系列的连锁反应，例如发生野火的几率上升。影响波及全球：美国西部和南部地区的干旱将愈演愈烈，印度将面临越来越多变的季风，撒哈拉以南非洲或将在很多年内经受更加频繁的干旱，而中国和欧洲则将遭遇洪涝和干旱的双重打击。

降雨模式改变是气候危机最严重的影响之一，IPCC报告就这一问题展开了200多页的论述，对全球面临的气候问题发出严肃警告。

南亚的季风季关系到超10亿人的生活和农业收成，其所受影响尤为值得关注。同样引人担忧的是依赖冰川融水的地区，随着冰川消退以及部分面积较小的冰川完全消失，这些地区将陷入更加频繁的洪涝-缺水的恶性循环。

对于气候危机可能对季风造成的影响，有些研究认为影响减弱、有些则认为影响加强，IPCC对此持谨慎态度。但可以肯定的是，未来季风将更加难以预测。研究人员称，季风模式下，雨量将有所增加；但季风模式本身可能会减弱，因此尚不能确定气候危机对季风的净影响。

英国雷丁大学季风系统副教授、IPCC报告主要作者Andy Turner博士称，到本世纪末，南亚和东南亚、东亚和非洲萨赫勒地区中部的季风将带来降雨。然而，近期的季风变化主要受到内部变化性的影响。气温每上升1度都会大幅增加季风地区极端事件（例如强降雨、洪涝和干旱）的发生频率和严重程度。

冰川融水是数千万人赖以生存的饮用水和农业用水水源，也是受气候危机影响最严重的水资源系统。有测量结果表明，在当前全球平均气温下，世界多个地区的冰川的质量平衡已呈负值。因此，就



印度阿拉哈巴德，居民在恒河岸边涉水前行



自 20 世纪 90 年代以来，冰岛 90% 的冰川持续消融

算在《巴黎协定》设定的目标情境下——将升温幅度控制在 2°C 以内, 并努力控制在 1.5°C 以下——冰川也很难不受影响。

研究人员认为自20世纪90年代以来, 全球冰川面积持续萎缩; 冰川消退速度达到两千多年以来最快水平。高山冰川融水是许多下游地区赖以生存的可靠淡水水源, 为当地提供饮用水和灌溉用水。随着这些冰川持续消退, 初期较强的融化速度将加大洪水、雪崩和山体滑坡风险——直接威胁下游居民的生计与安全。长期来看, 随着可用淡水资源减少, 干旱风险加剧。对于喜马拉雅山脉等主要高山冰川系统下游居住着的数百万居民来说, 无疑将经受巨大冲击。

奇尔瓦湖(Chilwa)是马拉维的第二大湖, 为150万居民直接提供水源。虽然奇尔瓦湖的水位一直以来忽高忽低, 但如今, 水位变化得更加频繁、极端, 难以预测。家庭的取水任务主要由妇女承担, 她们往往要在水井前排上好几个小时甚至一个通宵, 等待井水恢复至能够取水的水位。

第26届联合国气候变化大会将于11月在格拉斯哥召开, 参与此次气候峰会的各国政府不仅要采取温室气体减排行动, 还须为贫穷国家提供资金支持, 协助它们适应已经造成的气候危机影响。

本文摘译自:

<https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/17/global-water-crisis-will-intensify-with-climate-breakdown-says-report>

IPCC报告: 水循环加剧将导致更猛烈的风暴和洪涝灾害

2021年7月, 全球多地遭遇极端强降雨。在欧洲, 洪水冲毁了百年老宅; 在亚洲, 洪水引发山体滑坡、城市地铁倒灌等问题。肆虐的洪灾导致900多人死亡。与此同时, 在北美洲, 美国西部遭遇严重干旱和野火, 当地供水供电受到严重影响。

与水有关的灾害破坏性极大, 而气候变化对这类极端事件的影响也愈发明显。

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)在2021年8月9日发布的最新评估报告中发出警告, 随着地球气候变暖, 水循环活动将愈加剧烈。研究表明, 全球极端潮湿天气(大多数地区强降雨增加)和极端干燥天气(波及地中海地区、澳大利亚西南部、南美洲西南部、南非和北美洲西部)都在增加。而随着未来气温持续上升, 干湿的两极化趋势将更加极端。

气温升高, 极端风暴将携带更多雨水

IPCC报告表明, 随着全球气温升高, 风暴强度持续增加。

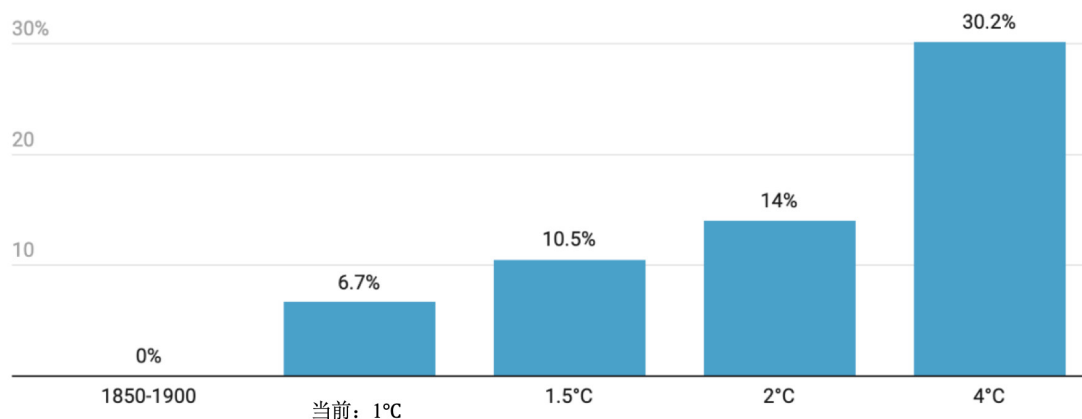
为何水循环会愈加剧烈?

水在大气、海洋、陆地和水库之间不断循环, 以降雨或降雪的形式落下、渗入地下、流入水道、汇入海洋, 冻结成固态或通过蒸发返回大气中。植物从土壤中吸收水分, 并通过叶片的蒸腾作用释放水分。在最近几十年里, 降水和蒸发率整体上都有所增加。

水循环加速是诸多因素叠加造成的结果, 其中最重要的因素是气温升高导致空气能够容纳更多水汽, 为更丰沛的降雨创造条件。

IPCC报告指出, 气候变化对水循环的影响证据确凿, 已经科学全面证实: 无论是基础物理学的推导、计算机模型的预测、还是观测数据都表明, 随着气温升高, 降水强度普遍增加。

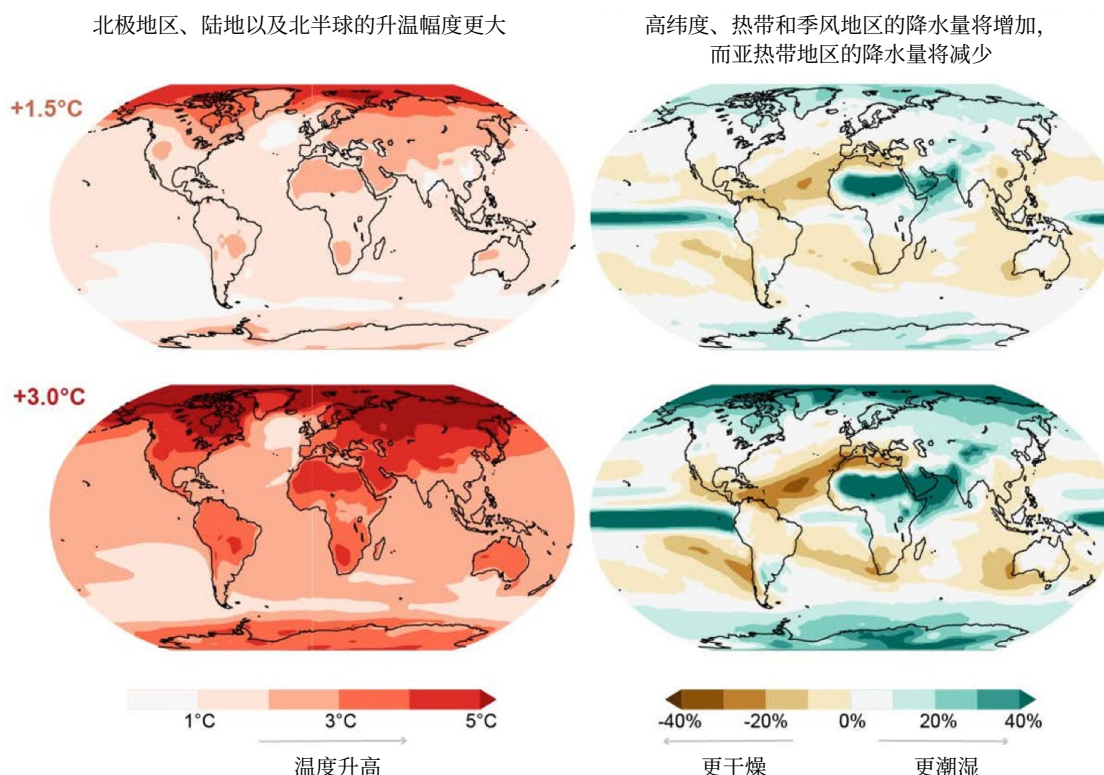
深入了解水循环的变化不仅可以有针对性地开展备灾减灾措施, 还具有其他重要意义。水是所有生态系统和人类社会(尤其是农业)必不可少的资源。



历史重现期为 10 年的风暴在全球升温 1.5°C 或更高的情境下, 雨量相较于 19 世纪后期 (1850 年 -1900 年) 平均水平的增加幅度

气候变化和区域分布

全球气候变化程度分布不均匀，与升温幅度成正比



随着地球气候变暖，许多地区（特别是高纬度地区）的年平均降水量预计将增加

水循环加剧将对未来造成何种影响？

更加剧烈的水循环意味着极端干湿事件以及水循环的整体变率都会增加，变化程度因地而异。

预计大多数陆地地区的降水强度都将增加，而地中海地区、南美洲西南部和北美洲西部地区预计将经受最大幅度的降水减少。

报告提到，全球气温升高不仅会影响极端天气事件，还会影响水循环的其他重要方面，如高山冰川消融、季节性积雪持续时间缩短、融雪时间提前，以及不同地区的季风降雨模式或增或减等，这些变化将威胁数十亿人的水源。

我们能够做些什么？

有关水循环种种变化的根本原因之一，是温室气体排放量的增加加剧了气候变化的影响。

IPCC不做政策建议，而是提供必要的科学信息，以谨慎地评估政策选择。评估结果显示，不同政策选择会带来不同的效果。

IPCC报告提供的科学依据清楚地向世界各国领导人表明，为了将全球升温幅度控制在《巴黎协定》制定的1.5°C (2.7°F) 目标范围内，需立即、迅速采取行动，实现大规模的温室气体减排。

无论是哪一项气候变化相关的具体目标，很显然其影响都与温室气体排放量密切相关：减少排放势必会减轻影响。因此，任何一项减排措施都值得重视。

本文摘译自：

<https://theconversation.com/the-water-cycle-is-intensifying-as-the-climate-warms-ipcc-report-warns-that-means-more-intense-storms-and-flooding-165590>

研究表明欧洲干旱不断加剧

捷克布拉格生命科学大学(CZU)环境科学院的一项新研究表明,欧洲复合型暖季干旱呈动态上升的趋势。

干旱是粮食安全和生态系统生产力的主要威胁之一。近几十年来,欧洲经历了一系列干旱事件,给社会经济和环境造成严重损失和影响。布拉格生命科学大学进行该研究的目的在于探究这些干旱事件之间、尤其是与更早时期发生的干旱事件相比,是否存在共通点。此项研究无法依靠传统的单一指数方法实现,还受到记录周期较短且空间尺度不统一等条件的制约。

研究团队采用了一种多维的、基于机器学习的聚类算法对欧洲干旱进行了水文重建,确定了欧洲主导的干旱类型并研究了干旱类型的变迁。

研究将欧洲三个区域的干旱事件分成了三类,分别集中出现在夏季(A类)、秋季(B类)和冬季(C类)。虽然这三类干旱事件在三个研究地区呈现相同的季节性,但它们形成的根本机理却不同。在欧洲中部和北部,降水不足和蒸散量较高引发的夏季干旱始于春季或初夏,平均持续4个月。研究定义此类干旱为“复合型暖季干旱”,因其是在低降水量和高温的复合影响下形成的。研究还发现,此类干旱事件与同期发生的热浪有关、或因此而加剧。在地中海地区,夏季干旱由寒冷潮湿季节(冬末至初春)的降水不足引起,因此平均持续时间更长,达到了7个月。这类干旱事件在之前的研究中被定义为湿到干季节的干旱。各个研究区域的秋季干旱特性相似,属于典型的雨水不足型干旱——也是欧洲最常见的干旱类型。欧洲中部和北部的冬季观察到了雨到雪季的干旱。这类干旱是由雨季后期(夏秋季)的降水不足引起的,并延续到雪季(冬季)。在地中海地区,由于该地区的气候异质性和多变性,冬季干旱或为雨到雪季的干旱,或为典型的降

水不足型干旱。以上是该研究明确的与干旱类型有关的主要机理。

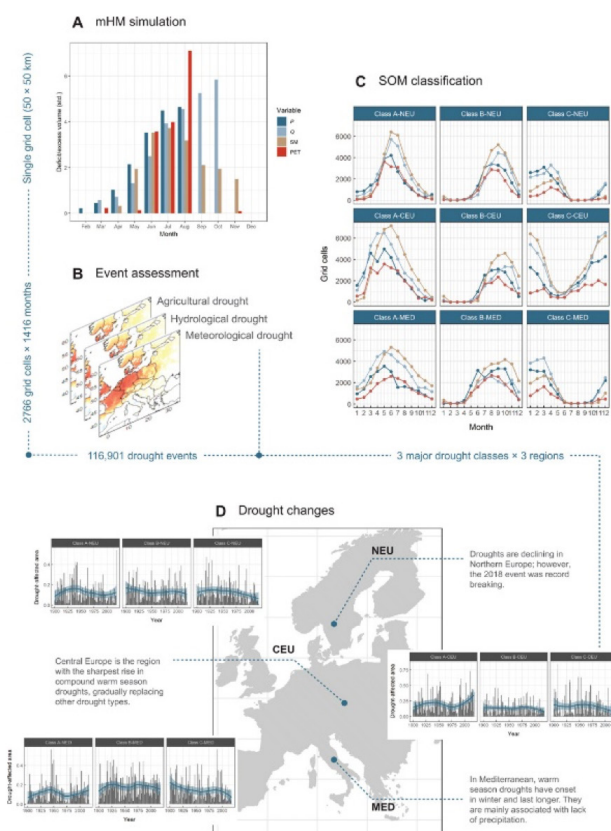


图1 干旱事件的分类

(A)mHM模拟法根据每一网格单元(50×50千米)的降水量和温度,得出了径流和土壤水分的时间序列。(B)区分出三类干旱(气象干旱、水文干旱和农业干旱),并对每一网格单元中持续了至少3个月的干旱事件进行了评估。(C)基于机器学习的精简分类法将欧洲北部、中部和地中海三个区域的干旱事件归为三大类。三个区域的边界如图1所示。每条点线代表降水(P)、径流(Q)、土壤水分(SM)不足或潜在蒸散量(PET)过高而导致的干

旱类型下的网格单元数量[颜色同(A)]。(D)每年各干旱类型和各区域的干旱覆盖范围随时间的变化凸显了欧洲干旱的动态演变(局部加权回归)。

该研究显示,潜在蒸散量增加与持续时间较短的暖季干旱事件大幅增加同时出现。研究团队认为,如果这种变化趋势持续下去,需要适时出台新的相应水管理政策;从长远来看,植被系统和生态系统功能或将发生重大改变。

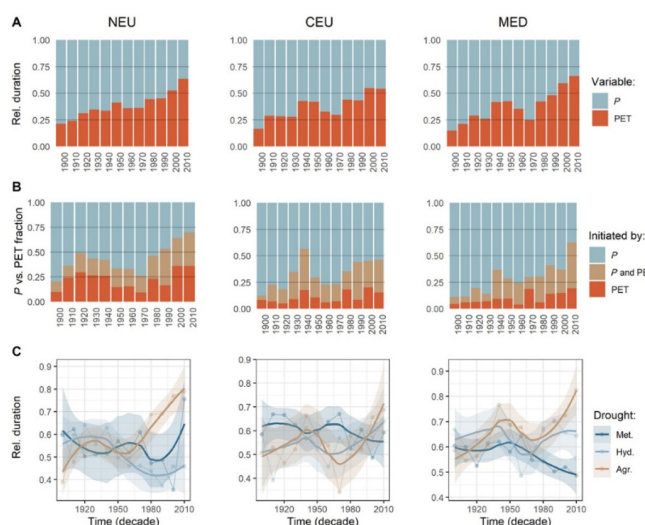


图2 复合型暖季干旱事件发生和演变每十年的变化

以上图2中(A)干旱期间降水不足与潜在蒸散量过高的平均持续时间之比。(B)与干旱发生有关的水文气候变量,即每十年内由降水、潜在蒸散量和两者共同作用(P和PET)引起的干旱事件的比例。干旱事件开始的月份出现了降水不足或潜在蒸散量过高,则视为干旱事件发生。(C)各干旱类型的相对持续时间。相对持续时间由气象、水文和农业干旱的持续时间除以每一干旱事件的总持

续时间估算得出。相对持续时间比例的平均值按年份和干旱类型列出。

研究团队认为,欧洲不断增多的复合型暖季干旱呈现动态发展的趋势,已影响到生态系统功能和经济增长。而这类干旱事件会否长期存在并成为欧洲水文气候的一个共同特征,目前尚无定论。基于该研究对水文变量的动态分析,这一趋势或成为现实。在这种情况下,复合型暖季干旱将进一步增加农业用水需求、影响植被,并导致火灾风暴风险增加。

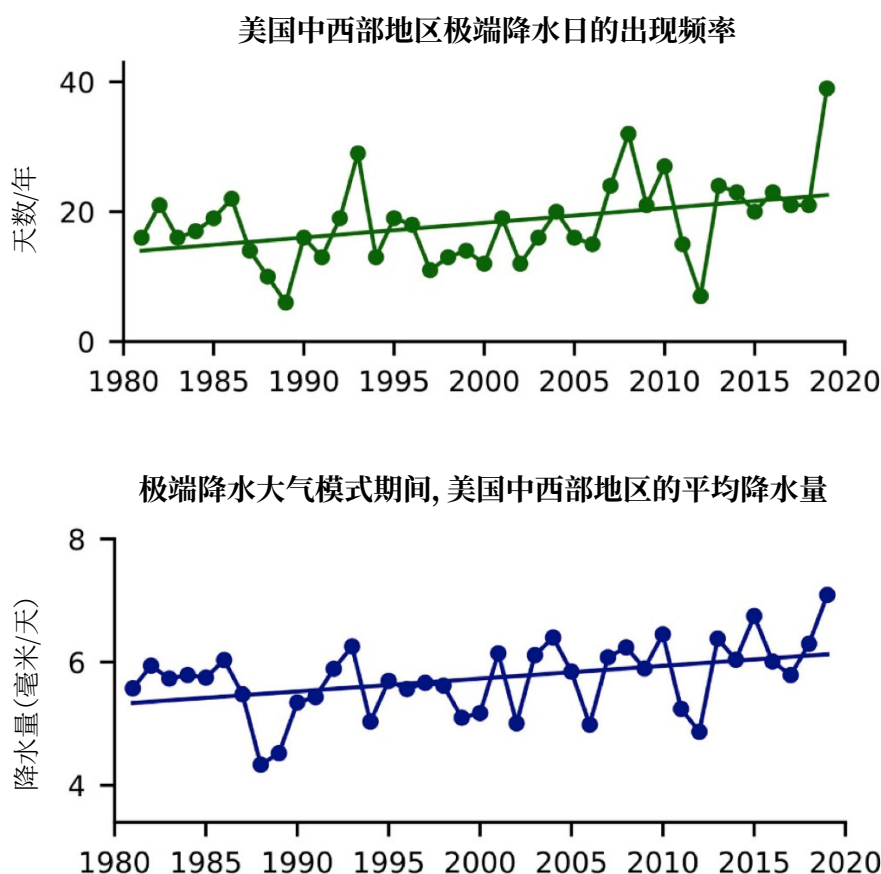
干旱现象的复杂性既不应被低估,也不应被过分简化。长期水文建模和基于数据的分类方法虽存在一定限制和前提假设,但依然是颇具潜力的分析思路,增进了对过去数十年间干旱的演变了解、有助于制定新的、应对未来水文气候灾害风险的适应性水管理政策。

该研究文章题目是“欧洲复合型暖季干旱加剧”,发表于《科学进展》2021年2月3日刊。

本文摘译自:

<https://phys.org/news/2021-08-drought-europe.html>

人工智能解开极端天气之谜



上图：1981 年至 2019 年极端降水大气模式期间，美国中西部地区的极端降水日的频率

下图：同时期该地区的平均降水量。

极端天气肆虐全球, 破坏严重:加州大旱, 导致湖泊干涸, 而大洋彼岸的中国则遭遇特大洪水, 桥梁垮塌冲毁。在气候不断变化的背景下为应对极端天气事件做好防灾准备仍就是一项不小的挑战, 这是因为极端天气成因复杂、且全球变暖对不同灾害事件的影响往往并不明朗。近期, 斯坦福大学的研究人员开发了一项机器学习工具, 可以帮助确定引发美国中西部极端降水事件的环境条件。美国超过一半的主要洪灾事件源于中西部地区的极端降水。该项研究发表在《地球物理通讯》(Geophysical

Research Letters)上, 探索性地采用人工智能技术分析推动极端天气事件长期变化的原因、有助于更准确地预测极端天气事件。

全球变暖的影响巨大而深远, 包括导致大气温度升高、空气中的水汽含量增加, 进而增强降雨和降雪强度。此外, 科学家们猜测, 气候变化还可能通过其他方式影响降水。例如, 改变风暴的发生时间和地点。然而, 科学界目前仍然难以完全探明这些影响, 这在一定程度上是因为全球气候模型的分辨率不足以模拟这些区域性质的极端事件。

研究人员称,利用了机器学习的这一新的研究方法,为探索极端天气发生变化的根本原因开辟了新思路。社区和决策者能够为抵御高影响天气事件(例如,超出我们历史经验的极端事件)做更充分的准备。”

该研究的焦点——密西西比河上游流域和密苏里流域东部地区——是洪水多发地区,跨越美国九个州,在近几十年里极端降水天数显著增加、重大洪水风险上升。研究人员首先使用公开气候数据计算该地区从1981年到2019年的极端降水天数。随后,通过机器学习算法来分析网格数据(如卫星图像),确定与极端降水(第95个百分位以上)有关的大气环流型。

研究团队借助这一算法正确识别了超过90%的极端降水日,准确率高于测试的所有传统的统计方法。

经过训练的机器学习算法表明,美国中西部极端降水增加是由诸多因素导致的。在21世纪,引发中西部极端降水事件的气压特征变得更加常见,每年都会增多一天。但研究人员指出,在20世纪80年代以前,这些变化远没有现在这么明显。

研究人员发现,在出现这种气压特征后,降水量显著增加,因此更易发生极端降水事件。也就是说,与过去相比,具备上述气压条件时发生极端降水的可能性增加了。同时,研究还发现这种条件下的降水强度增加与墨西哥湾向中西部的水汽输送强度增加有关,后者为该地区的强降雨创造了条件。

研究人员希望能使用这种方法继续探索多种因素对未来极端降水事件的影响。研究人员还设想对工具重新部署,研究其他区域和极端事件类型,以及分析导致极端降水的不同原因,例如锋面或热带气旋。更丰富的研究应用有助于更清晰地剖析气候变化与极端天气的关系。

本文摘译自:

<https://phys.org/news/2021-08-artificial-intelligence-extreme-weather-mysteries.html>

更快、更精确的水资源建模工具助力水资源评估与规划系统 (WEAP) 更新升级

斯德哥尔摩国际环境研究院(SEI)面向研究人员和政策制定者开发的旗舰水资源建模工具——水资源评估与规划系统(WEAP)——可在地图中整合局部气候数据, 凭借100多项新功能的开发, 备受用户好评。

WEAP工具新增加的功能包括可将气候数据叠加在现有流域地图上, 研究人员和管理者可模拟更多的水资源和政策情景, 且运行时间大大缩短。2021年7月SEI推出了WEAP的数十项新功能, 目前面向所有用户开放下载。

WEAP 亮点

综合性方法	创新的水资源综合规划评估方法
利益相关方参与	透明的结构促进多方利益相关者开放式地参与
水平衡	运用水供需数据库运行基于链接节点架构的质量平衡模型
基于仿真	计算不同水文条件和政策情景下的需水量、供水量、径流、入渗量、作物需水量、水流、蓄水量, 以及污染形成、处理和排放, 以及河道内水质等
政策情景	在考虑多样的、相互竞争的用水需求后, 尽可能多地评估水资源开发和管理的方案
用户友好界面	基于地理信息系统的界面, 具备图形拖拽功能, 多种输出格式可选, 包括地图、图表和表格
模型集成	提供跳转至其他模型和软件的动态链接, 例如 QUAL2K、MODFLOW、MODPATH、PEST、Excel 和 GAMS

WEAP开发人员称, 经过这100多项大大小小的改进, WEAP实现了有史以来的最佳版本。新版本的速度更快、更精准, 全面又可靠, 并且采用改进升级的分析、可视化和模型搭建工具。”

WEAP是一项用于水资源规划的综合软件工具。为优化水资源配置, WEAP整合了给定流域的用水模式、设备效率、河道流量等因素, 以及其他多项自然和工程要素。WEAP可适用于地方、区域和国家尺度。

WEAP为有效制定政策提供数据支撑, 进而推动SEI践行促进可持续水资源管理的使命。目前, 全

球已有193个国家的4万多名用户使用WEAP实施区域水资源合理规划。

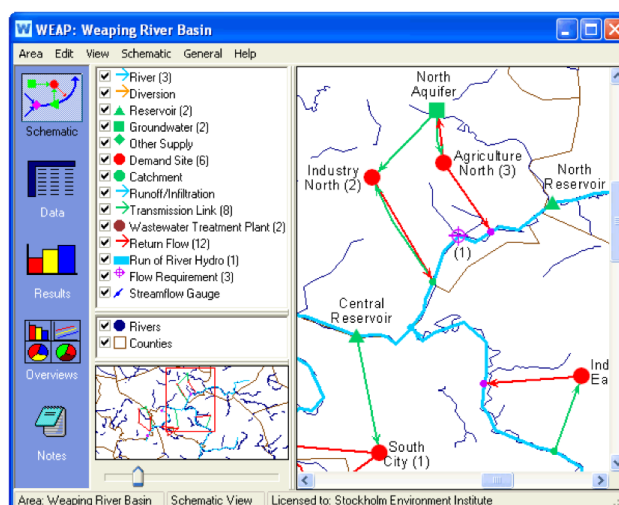


叠加气候地图这一新功能可以帮助用户详细观察给定流域的气候变化,使规划人员深入了解更多可能影响水资源配置的因素。SEI目前正在与科罗拉多斯普林斯公用事业公司(Colorado Springs Utility)合作,使用新的高分辨率气候数据和WEAP模型进行短期运营规划。

WEAP一次运行多个模拟情景的新功能具有里程碑意义,对较为复杂的模型或需要运行大量模拟情景的用户尤为有益。例如,在厄瓜多尔基多的一个SEI项目中,用户能够使用具备这一功能的测试版本在3个小时内计算240个不同的WEAP情景,这是上一版本的WEAP两周时间才能完成的计算量。

WEAP其他重要更新还包括:

- 升级地下水模块。将WEAP的应用扩展至新的研究领域,例如,量化因地下水超采导致海水入侵地下水系统造成的风险。目前,这一功能已在智利成功应用。
- 应用编程接口增加新功能,可增强用户的控制能力,尤其针对那些希望将WEAP连接至其他决策支持系统或自动化WEAP模型搭建和分析过程的用户。



- 添加分辨率更高的美国历史和预测气候数据,帮助研究人员开发更准确的模型,支持模拟不断变化的气候对流域水文学特征的影响。

WEAP系统的更新升级将协助政策制定者和利益相关方基于更详尽的信息制定知情决策,帮助进一步探索未来情景,制定高效、环保的水政策。

本文摘译自:

<https://www.sei.org/featured/faster-detailed-water-modelling-weap/>



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@iwhr.com