



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 李文洋

2024
4
总350期

Nature重磅: AI击败最先进全球洪水预警系统, 提前7天预测河流洪水, 每年挽救数千人的生命

人工智能与气候: 以人为中心应对挑战, 拥抱变革

连旱应对之策: 加大集水投入

联合国教科文组织总干事: 工程师在应对世界面临的挑战中发挥重要作用

水文学家Taikan Oki荣获2024年斯德哥尔摩水奖



Nature重磅： AI击败最先进全球洪水预警系统， 提前7天预测河流洪水，每年挽救 数千人生命

洪水是最常见的自然灾害类型，全球有近 15 亿人(约占世界人口的 19%)直接面临严重洪水事件的巨大风险。洪水还造成巨大的物质损失，每年造成全球经济损失约 500 亿美元。

近年来，人类造成的气候变化进一步增加了一些地区的洪水频率。然而，目前的预报方法主要依赖沿河而建的观测站，其在全球的分布并不均匀，这就导致未经测量的河流更难预报，其负面影响主要体现在发展中国家。升级预警系统，使这些人群能够获得准确、及时的信息，每年可以挽救数千人的生命。

那么，如何在全球范围内进行可靠的洪水预报？人工智能(AI)模型或许大有可为。

如今，来自 Google Research 洪水预测团队的 Grey Nearing 及其同事开发的人工智能模型，通过利用现有的 5680 个测量仪进行训练，可预测未测量流域在 7 天预测期内的日径流。

随后，他们将该人工智能模型与全球领先的短期和长期洪水预测软件——全球洪水预警系统(GloFAS)进行了对比测试。结果显示，该模型同日预测准确率与当前系统相当甚至更高。

此外，该模型在预测重现窗口(return window)期为五年的极端天气事件时，其准确性与 GloFAS 预测重现窗口期为一年的事件时的准确性相当或更高。

相关研究论文以“Global prediction of extreme floods in ungauged watersheds”为题，已发表在权威科学期刊 Nature 上。

研究团队表示，该模型能对未测流盆地的小规模和极端洪水事件做出预警，且预警期比之前的方法都更长，并可提高发展中地区获得可靠洪水预报的机会。

提前7天，AI是如何做到的？

那么，这一人工智能模型如何能给出可靠的洪水预报呢？

据论文描述，该研究使用了一种叫做长短期记忆(LSTM)网络的人工智能模型来进行河流流量的预测。这个模型的设计有点像我们的大脑，它可以从一系列的气象数据中学习并预测未来的河流流量，分为编码器和解码器两部分。

首先，编码器负责从上一段时间内的气象数据中提取信息，它从过去的天气情况中理解河流流量的变化情况。它将历史气象数据转化为可供解码器使用的信息形式的作用。通过学习气象数据中的特征和时间模式，模型对过去气象情况形成抽象理解，为后续的流量预测提供了关键性的输入。

编码器则通过接收一系列气象数据(比如降水量、温度、辐射等)作为输入，学习如何提取这些数据中的关键特征信息。这些特征信息可能包括

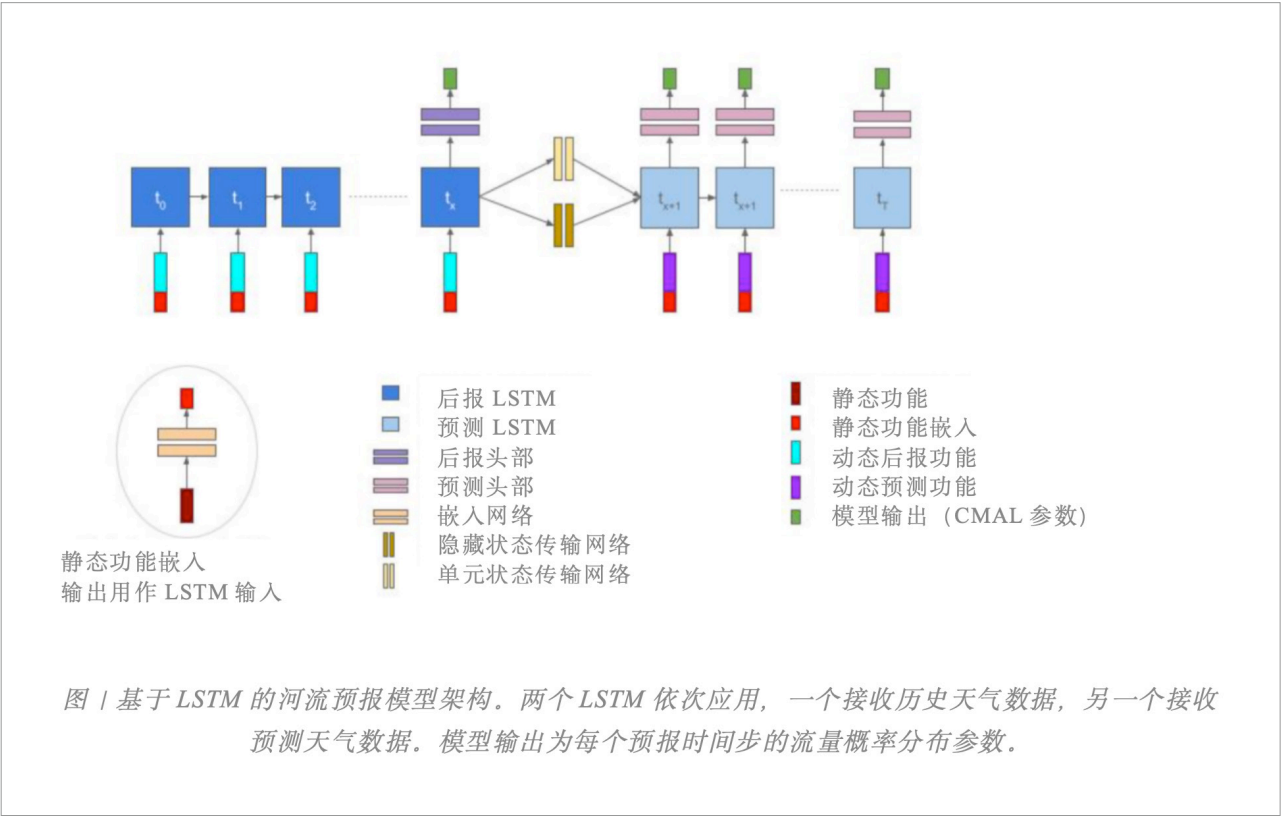


图 | 基于 LSTM 的河流预报模型架构。两个 LSTM 依次应用，一个接收历史天气数据，另一个接收预测天气数据。模型输出为每个预报时间步的流量概率分布参数。

图 | 基于 LSTM 的河流预报模型架构。两个 LSTM 依次应用，一个接收历史天气数据，另一个接收预测天气数据。模型输出为每个预报时间步的流量概率分布参数。

季节性变化、气象事件(如暴雨、高温等)以及它们对河流流量的影响。

同时，编码器能够捕获气象数据之间的时间依赖关系。这意味着它不仅仅考虑当前时刻的气象情况，还考虑了之前一段时间内的气象变化趋势。通过对历史数据的学习，编码器能够理解气象数据的时间序列模式，并将其纳入到模型中。

在编码器中，LSTM 网络被用来处理时间序列数据。LSTM 具有内部记忆单元，可以记住过去的信息，并根据当前的输入来更新内部状态。这使得编码器能够在处理长期依赖关系时表现优异，并在建模过程中保留重要的历史信息。

最终，编码器将历史气象数据转化为一个潜在的形式，这个表示形式包含了对过去气象情况的理解和总结。这个表示形式是编码器的输出，并传递给解码器，用于未来流量的预测。

然后，解码器部分使用这些信息来预测未来几天的河流流量。它考虑了当前的气象预报，以及过去的天气对未来流量的影响。这样，就可以得到未来一周的流量预测。



解码器在模型中负责将历史气象信息和未来预测结合起来,生成对未来河流流量的预测,并输出相应的流量概率分布。

解码器首先接收来自编码器的潜在表示形式,这个表示形式包含了历史气象数据的抽象理解。解码器利用这些信息来理解过去的气象条件对河流流量的影响,并建立起历史数据与未来预测之间的联系。

解码器同时接收未来的气象预测数据作为输入。这些预测数据通常包括了未来几天的降水量、温度等气象指标。解码器将历史信息和未来预测结合起来,通过学习它们之间的关系来预测未来的河流流量。

在理解了历史气象条件和未来预测之后,解码器通过一个独立的 LSTM 网络来生成对未来河流流量的预测。这个网络可以理解为一个时间序列的生成器,根据过去的信息和未来的预测来生成流量序列。

解码器不仅仅预测未来的河流流量值,还输出一个概率分布。具体来说,模型使用一个单边拉普拉斯分布来描述流量的不确定性,预测每个时间

步的流量值时,输出一个单边拉普拉斯分布的参数,而不是一个确定的值。这使得模型能够考虑到流量预测的不确定性,为决策提供了更多的信息。

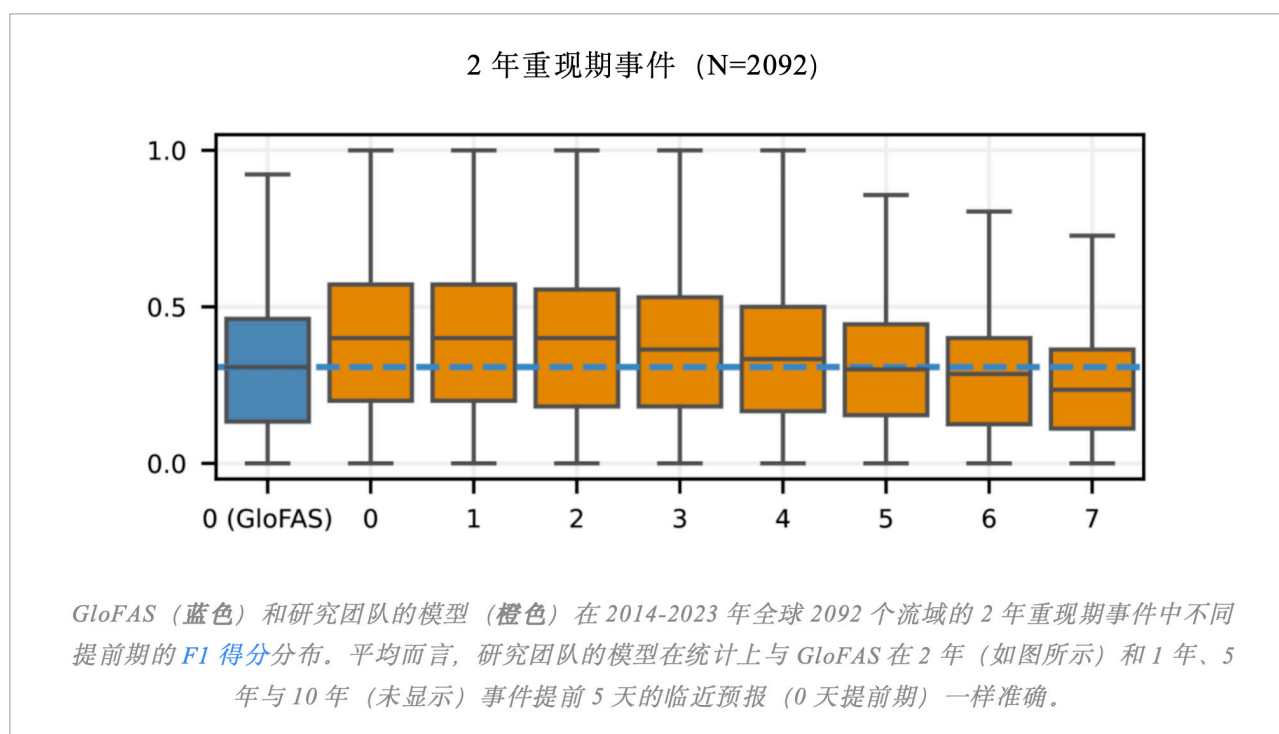
最终的流量预测结果是通过集成多个解码器模型的输出得到的。模型使用了三个独立训练的解码器 LSTM 网络,然后将它们的预测结果取中值,从而减少预测的方差并提高预测的稳定性。

真实效果怎么样?

研究人员收集了大量的气象数据和河流流量数据,来训练这一模型。这些数据来自于不同的数据源,包括气象预报、历史记录和地理信息。通过将数据标准化处理,模型得以正确理解它们。

然后,数据分成两种类型:训练集和测试集。训练集用于训练模型,而测试集则用于评估模型的性能。研究人员使用了一种“交叉验证”的方法,以确保模型在不同的时间和地点都能够有效地工作。

最后,研究团队评估了模型的性能,并与现有的流量预测模型进行了比较。



研究团队采用了常见的误差指标来量化模型预测值与实际观测值之间的差异。由于模型预测的不只是未来流量的具体数值,而且还给出了流量预测的不确定性,因此他们使用了概率积分变换(PIT)图来评估预测分布的准确性。

研究团队还通过与其他流量预测模型的对比来评估所提出模型的性能。这包括了传统的物理模型和其他机器学习模型。通过比较不同模型的误差指标,可以直观地展示所提模型在准确性和可靠性上的优势。

另外,研究团队还采用了特定的流域或河流作为案例研究,应用模型于实际情境中,并详细分析模型在不同季节、不同气候条件下的预测性能。这有助于评估模型在实际应用中的可行性和稳定性。

除了量化指标,研究团队也还对模型预测的不确定性进行了深入分析。这包括评估不同来源的不确定性(如输入数据的不确定性、模型结构的不确定性等)对预测结果的影响,以及模型如何在存在不确定性的情况下仍然提供有用的预测。

结果显示,模型展现了较高的精确度和召回率,尤其是对于短期回报周期的事件。这意味着模型能够准确地识别出洪水事件,并且错过的事件较少。

结合精确度和召回率,模型在不同回报周期的事件上获得了较高的 F1 score,表明了其在准确性和全面性之间取得了良好的平衡。

此外,通过双侧 Wilcoxon 符号秩检验,模型的预测结果在统计上显著优于基准模型。这证明了模型在洪水预测方面的有效性。

Cohen's d 指标显示,模型性能改进的效果是显著的,这进一步验证了模型相对于传统方法的优势。

在 Nash-Sutcliffe 效率和 Kling-Gupta 效率等水文指标上,模型同样显示了良好的预测精度和对水文过程变化的敏感性。

不足与展望

然而,该研究也存在一些局限性。

例如,实验采用的样本可能较小,限制了研究结果的普遍适用性和统计功效。研究所用的数据集的多样性存在不足,这可能影响模型的泛化能力。采用的模型复杂度较高,可能导致计算成本增加并限制了其可解释性和便捷性。

另外,研究聚焦于特定任务或领域,可能限制了方法的广泛应用;这个方法缺乏长期影响的评估,使得对模型随时间变化的表现理解不足,评估标准可能无法全面反映模型性能;且对现有技术的改进程度可能相对有限。

对此,研究团队表示,未来的工作需要进一步将洪水预报的覆盖范围扩大到全球更多地点,以及其他类型的洪水相关事件和灾害,包括山洪和城市洪水。人工智能技术也将继续发挥关键作用,帮助推动科学研究,促进气候行动。

人工智能与气候： 以人为中心应对挑战，拥抱变革



2023年5月，世界银行的一个团队访问了南非塞昆达镇（该镇以萨索尔公司独特的商业化煤制油生产设施闻名），出席普马兰加省煤炭资源丰富地区绿色转型研讨会。在研讨会期间，社区领袖和国际专家们就绿色转型的巨大挑战各抒己见，这场对话的意义远远超出了这个小镇的范围。

在这些讨论中，有一点变得非常清楚：这一转型不只是从煤炭到绿色能源的简单技术交换，而是一种深深植根于人类故事的叙事，涉及生计、社区乃至处于历史转折点上的整整一代人。

我们与人工智能（AI）不是也正处于相似的十字路口吗？和气候变化一样，AI是我们必须共同应对的另一重大转变。这两大转变将以我们才刚刚开始理解的方式重新定义我们的世界。

我们应对气候转型的经验为围绕AI治理问题的讨论提供了非常重要的洞见。指导气候行动的关键的正义原则——分配、程序和承认——也同样适用于AI转型。

我们怎样才能实现公正包容的人工智能转型？

应对气候变化不只是技术或资金问题，从根本上来讲是人的问题。例如，在南非，依靠煤炭为生的社区对自己的未来忧心忡忡，其生活生计和社会凝聚力面临着前所未有的变化。以下是我们可以确保人人受益的三种方式：

1. 通过培训和技能提升进行赋能

实施积极主动的经济多元化战略,辅之以生计支持和技能培训,可以将挑战转化为机遇,特别是如果社区在这一变革中发挥主导作用的话。这就是我们所说的“分配正义”:将重大转型的负面影响转化为对那些损失最大的群体的新机遇。类似的原则也适用于人工智能。高盛公司警告说, AI工具,比如ChatGPT,有可能取代全球近五分之一的工作岗位。在上一波的自动化浪潮中,蓝领工人失去了工作。现在,最容易受影响的是白领工人,特别是女性,因为AI擅长认知任务,而这是办公室工作的基础。

遵循分配正义的模型,员工可以接受管理AI系统的培训,从而提高生产率。波士顿咨询集团最近的一项研究显示,咨询顾问使用AI完成的任务量比不使用AI多12.2%,速度快25.1%,质量高40%。该研究还显示, AI有助于提高技能水平,原本得分最低的咨询顾问在使用AI后成绩提高了43%。

据估计,目前,尽管2022年该行业的就业人数超过6700万,但全球只有八分之一的工人掌握必要的绿色技能,90%的女性缺乏这些技能。政府、产业和教育机构携手合作对于弥合这一差距至关重要。

解决AI技能提升问题是实现分配正义的关键。微软公司的AI技能倡议等项目为不同人群提供至关重要的AI培训,而AI强化教育可以使顶层学习民主化,减少发展中经济体的人才流失,促进其人才市场发展。

2. 通过倾听所有人的意见确保包容性

这就是我们在塞昆达镇所见所闻,更广泛地说,我们致力于确保社区的声音得到倾听,并参与设计气候解决方案,如气候适应性基础设施或绿色矿产开采。此外, AI和机器学习技术可以通过将气

候干预植根于社区体验来促进公民参与,在气候融资中使用这些技术有助于引导资金投入有影响力的项目,并确保透明度和“绿色”问责。

在影响就业、医疗和教育的AI转型中,在治理中倾听不同声音以确保普惠性至关重要。AI的包容性也需要加强社区参与和提高熟练程度,以保障信任度和信息完整性,这在气候正义等领域是至关重要的。

3. 维护边缘化社区的尊严与公平

尊重不同社会群体的权利和价值观在气候和AI的“公正转型”中也至关重要。这里强调的是每个人的尊严,要解决的是边缘化社区面临的独特挑战,这也正是我们在气候变化的社会维度方面的工作重点。我们强调气候对妇女和土著人群等边缘化群体的影响尤为严重,进一步加剧了社会不平等。我们重视社区参与的重要性,主张利用本地知识来共同设计行之有效的、量身定制的气候缓解与适应解决方案。

研究人员发现了AI将算法偏见持久化的例子,例如某些种族和族裔群体的人脸识别错误,再如因男性主导的数据训练而导致AI简历筛选工具表现出性别歧视。解决这些问题需要运用承认正义原则。

迈向人工智能时代的公正和可持续发展的未来

至关重要的是,我们的技术进步不仅要坚持正义原则,还要优先考虑环境可持续性,解决AI扩张所必需的计算量增加对生态的影响问题。

我们在构建更宜居地球的进程中不断汲取宝贵的经验教训。现在,当我们拥抱人工智能革命之时,让我们应用相关的经验教训。在这个绿色实践与人工智能的新世界,我们可以共同营造一个在正义和公平的原则下共同繁荣的环境。

连旱应对之策：加大集水投入

近期，赞比亚南半部遭遇严重干旱，使农业生产陷入困境。2015-2016年在厄尔尼诺现象影响下，赞比亚爆发的旱灾导致多地出现严重干旱，受灾人数超过200万，引发粮食和水短缺。

联合国预测，受气候变化影响，未来干旱发生的频率将不断增加。而赞比亚的基础设施薄弱、农村发展落后、贫困人口众多，因此极易受到干旱影响。

在气候变化的长期影响下，赞比亚加大灌溉和集水投入刻不容缓。赞比亚农作物和畜牧业的产能始终没有发挥到最大，造成这种情况的因素很多，包括气候变化的不利影响、高昂的投入成本和资金成本，以及农田灌溉不足。

赞比亚政府已将完善部分农耕地区的灌溉设施纳入2024年国库预算，这有望改革农业生产方式，提升农业生产力。政府将向南桑加、卢埃纳、卢绥希和辛卡贝塔农耕区拨款5.984亿克瓦查（约1.76亿人民币），用于修建300多公里的道路和10座桥梁，以及电气化和灌溉设施开发。赞比亚信贷担保计划的拨款也从1.5亿克瓦查增加到今年的3.86亿克瓦查（约1.13亿人民币）。鉴于赞比亚正面临严峻的粮食安全挑战，该计划的1.86亿克瓦查信贷资金将专门用于小农户、公务员和新兴农场尝试开展冬季种植和集水灌溉。

有冬季种植能力的商业农场应与政府合作，共同寻求并制定可替代雨养农业的中长期方案。开展冬季种植还有助于减少对从邻国进口粮食的依赖。

国际水管理研究院(IWMI)开发的干旱监测系统，能够帮助赞比亚提前预防并更好应对干旱的影响。农民和政府可以利用去年研发上线的在线卫星监测系统——赞比亚干旱监测系统ZADMS——来指导农业种植。

该干旱监测系统由赞比亚农业部开发，是气候变化对韧性影响倡议(ClimBeR)和加速非洲气候研究计划(AICCRA)的一部分。开发干旱监测系统主要是为了减轻赞比亚的干旱风险，使政府机构和发展组织能够及时采取行动。

该系统在平台上集成提供干旱监测和管理的所有数据，解决了数据定位、访问和处理方面的问题。网站对所有人免费开放，由天气预报、干旱管理、干旱决策支持、通知公告、新闻资讯和用户指南等子栏目组成。监测系统还提供清晰易懂的屏上地图，可以导出方便使用的干旱公告。

国际水管理研究院院长在系统发布仪式上表示，虽然赞比亚干旱监测系统不能改变天气，但它可以指导赞比亚政府更好决策，为农民提供所需的信息。

联合国教科文组织总干事： 工程师在应对世界面临的挑战 中发挥重要作用

根据2024年3月消息,联合国教科文组织总干事奥德蕾·阿祖莱(Audrey Azoulay)女士在世界工程日发表的讲话中指出:工程领域的合作至关重要,工程师在应对世界面临的挑战中发挥着重要作用。以下是她的演讲全文。

在儒勒·凡尔纳(Jules Verne)的小说《神秘岛》中,当人们发现岛上的工程师赛勒斯·史密斯(Cyrus Smith)安然无恙时,被困在这座岛上的遇难者重新燃起了希望:这位工程师利用岛上的资源,建造了烤箱和各种工具,很快就使神秘岛成为了一个富饶的天堂。

正如史密斯改善了岛上的生活一样,工程师们,无论男女,都在不断创新,以应对世界面临的挑战。为了实现更具包容性的增长,开发可再生能源,应对气候变化,建立更公平、更可持续的世界,普惠的科学创造力必不可少。这正是“促进可持续发展世界工程日”的意义所在,工程师对世界发展和实现《2030年可持续发展议程》的目标作出了巨大贡献。

同时,这也是教科文组织会员国于2021年11月通过的《开放科学建议书》的精神所在,为了取得实效,工程领域必须开放、包容、协作。因此,教科文组织致力于减少工程学领域的不平等现象:如在性别方面,只有28%的工程学毕业生是女性;在地域方面,特别是在撒哈拉以南非洲地区,工程师人数全球最少。

我们还将来自各国的工程师聚集在一起,围绕共同的项目展示他们的创新成果。这是世界工程组织联合会与教科文组织合作,每年在“世界工程日”举办“黑客马拉松”活动的核心理念。活动中,来自不同背景、种族和性别的大学生分组合作,为现实生活中的问题提供具体的解决方案。

在未来几年里,工程领域的合作至关重要:我们需要倾尽全力,以更明智、更可持续的方式重建家园,迎接世界的挑战。这也是教科文组织在“促进可持续发展世界工程日”向未来传达的信息。

水文学家Taikan Oki荣获2024年斯德哥尔摩水奖



凭借在虚拟水贸易、数字河流测绘和将人类活动纳入水循环方面的出色研究和杰出贡献, Taikan Oki荣获2024年斯德哥尔摩水奖。

3月22日, 斯德哥尔摩水奖宣布本年度获奖者为Taikan Oki教授。

Oki教授是蜚声国际的水文学家。他的研究侧重于开发面向实际的、实用的气候适应措施, 将人类活动纳入水循环系统以及更准确地描述世界河流流量, 为全球范围内实现更加可持续的水管理做出了重要贡献。他在为用于气候应用和全球水资源评估开发全球河流路径模型(总径流综合路径——TRIP系统)方面发挥了重要作用。该模型目前在全球范围内广泛使用。他也是第一位精确测量虚拟水价值的研究员。他的研究有助于人们深入理解粮食进口及其对虚拟水贸易和水资源短缺的影响。

斯德哥尔摩水奖提名委员会在颁奖词中称:“Taikan Oki教授的工作极大地促进了我们

对水文学、气候变化和可持续性之间关系的理解。他对复杂系统进行数值模拟, 在为人类如何改变水、气候和生物圈提供重要见解方面展现出卓越的学识。他的主要科研成果揭示出‘总储水量’是水管理和气候变化的关键变量。Oki教授在全球水平衡研究、全球虚拟水流量以及每年可再生水时空变化等方面贡献突出, 因此获得2024年斯德哥尔摩水奖。”

在获悉荣获2024年斯德哥尔摩水奖时, Oki教授表示:“能够获得这一奖项, 我非常激动, 也倍感荣幸。我希望在获奖后, 能够继续倾力培养年轻一代, 继续为国际水文学术界做出贡献。同时, 我也认为我必须像以前的获奖者一样, 通过不懈的研究继续为解决世界水问题贡献一己之力。”

Taikan Oki是日本东京大学研究生院工学院土木工程系教授。Oki除任职东京大学教授外, 还曾担任东京大学校长特别顾问、联合国大学高级副校长和联合国助理秘书长等职位。1995年, Oki

教授与同为科学家的妻子以访问学者身份在位于美国马里兰州的美国宇航局戈达德太空飞行中心工作了两年。

Oki教授称, 他的工作受到许多前斯德哥尔摩水奖得主的启发, 其中包括Antony Allan教授, Antony Allan教授在虚拟水概念方面的开创性研究也广受赞誉。此外, 他还提到了斯德哥尔摩

国际水研究所已故高级顾问Malin Falkenmark教授给予他的巨大启发。

斯德哥尔摩水奖由斯德哥尔摩水基金会与瑞典皇家科学院联合颁发。颁奖仪式将于8月28日在斯德哥尔摩世界水周期间举行, 届时, 该奖项的官方赞助人瑞典国王卡尔十六世·古斯塔夫殿下将莅临现场, 为Taikan Oki教授颁奖。

本文摘译自SIWI官网

降雨期间是为抗旱做准备的 最佳时机

为适应气候变化, 我们必须改变灾害应对模式, 化被动为主动。



随着中亚地区咸海面积不断缩小, 曾漂浮在海面的渔船如今搁浅生锈。图片来源: 国际水管理研究院

《2022年全球水资源状况报告》指出,全球水文循环正在逐步失衡。世界各地的天气变得异常恶劣。寒流、热浪、干旱和洪水等曾经较为罕见的极端天气状况,如今已经成为常态。异常的天气条件使气候偏离正常轨道,地球在各类极端天气条件之下难以平稳。随着世界各地都或多或少地遭受自然灾害的影响,气候变化正在我们身边发生。

大量数据表明,自然灾害与气候变化密切相关。由于天气和气候条件持续偏离正轨,异常现象频繁发生,其中严重干旱影响了地球上几乎所有地区。据报道,自1990年以来,南亚地区先后遭遇50起重大干旱,影响超7.5亿人。目前,非洲之角地区出现了近几十年来最严重的干旱,数百万人面临严重饥荒的威胁。与此同时,巴基斯坦在2022年特大洪灾中的损失高达300亿美元,受灾人数3300万人。斯里兰卡南部和东部部分地区在洪水爆发四个月後仍然一片汪洋。

我们该如何适应这个持续变化的世界呢?

不能只是被动地应对灾难,而必须提前准备,主动出击。

国际水管理研究院副总干事Rachael McDonnell在2023年斯德哥尔摩世界水周上发表讲话时表示,实施抗旱计划的最佳时机是降雨期间。

在问答环节的讨论中,与会者对当前人们主要采用危机应对方式应对自然灾害的做法表示担忧,尤其是在应对干旱问题上。与其他灾害不同,干旱发展过程缓慢,往往是慢慢向我们袭来。

尽管能察觉到它发生的迹象,但也只是在它直接影响到人们生产和生活时才会做出反应。一旦危机结束,降雨出现,人们就会将这个问题抛之脑后。这个过程被称为“不合逻辑的水问题反应循环(hydro-illogical cycle)”。

现在至关重要的就是改变这一应急反应循环:将固有思维转变为创新工具。

如何做好防范应对气候冲击?

国际水管理研究院水风险对发展和韧性的影响研究组组长Giriraj Amarnath表示,如果不考虑循环背后的科学问题,就无法打破这个不合逻辑的循环。

Amarnath指出,有许多发展问题与气候变化有关。像印度这样经济稳定的国家,更有能力为灾害应对措施提供资金,而较贫穷的国家则无力给予支持。

与此同时,土地利用也在过去几十年中发生了重大变化,湿地被杂物填满,扰乱了河流的自然流动和排水。不保护河岸和清除垃圾意味着,因强降雨和积雪融化而产生大量径流期间,河道无法顺畅过水,引发洪水风险。

Amarnath强调,各国政府需要考虑多方面的问题,包括发展会对可持续生态系统产生的影响,以及如何改变水的流向等。他指出,各方必须采取联合行动,对水资源进行常态化管理。



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
2024年4月15日