

气候预估有偏差 亚非季风区未来降水增幅被高估

◎本报记者 陆成宽

未来的气候会是什么样子？利用超级计算机进行的气候模式的预估会告诉我们答案。但是，这些气候模式的预估一定准确吗？

答案是：原始结果有偏差，实际应用需校正。5月10日，《自然·通讯》发表的一项研究成果显示，最新的气候模式就显著高估了未来亚非季风区的夏季降水和总径流量的增幅。

“通过一种新的基于观测和物理的约束法，我们对最新的气候模式预估的结果进行了有效校正。校正后，亚非季风区的区域平均降水增幅只有原始结果的70%。”论文通讯作者、中国科学院大气物理研究所(以下简称中科院大气物理研究所)研究员周天军告诉科技日报记者。

对温室气体敏感度过高造成偏差

亚非季风系统是全球季风系统的重要组成部分，包括东亚季风、南亚季风和西非季风。亚非季风区数十亿人口的水资源来自夏季风降水。亚非季风区的未来变化，将会对水资源和粮食产量造成显著影响。

“因此，准确预估亚非季风区的降水变化，对

研究发现，最新的气候模式普遍高估了未来亚非季风区降水的变化。校正后，预估的未来亚非季风区平均降水增幅仅是原始结果的70%，其中减少最大的是西非季风区，约为原始结果的49%。

于开展气候变化影响和适应评估、制定减缓策略等至关重要。”周天军说。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六次评估报告指出，在不同的排放情景下，未来亚非季风区的降水将普遍增多，但是结果存在一定的不确定性。

“IPCC第六次评估报告的结论是基于最新的‘第六次耦合模式比较计划’(CMIP6)的气候模式得出的，造成预估结果存在不确定性的原

因，是这些最新的气候模式许多存在对温室气体敏感度过高、模拟的温度变化‘过热’等问题。这种‘过热’的偏差，会造成对未来气候变化影响风险的高估。”周天军坦言。

为解决这一问题，IPCC第六次评估报告针对全球平均温度等气候要素的预估提出了一种有效的校正手段。但是，在区域尺度上，如何解决最新的气候模式因对温室气体敏感度过高所造成的偏差，尚没有统一的行之有效的办法。

在此背景下，中科院大气物理研究所研究团队发展了一种基于观测数据和物理联系的，被称为“萌现约束”的校正方法，对最新的气候模式预估结果进行了有效校正，从而给出了更为准确的预估结果。

升温的空间不均匀性联系历史和未来

那么，研究人员是怎样判断“萌现约束”法的预估更准确的呢？

周天军解释，“萌现约束”法的基本思想，就是把大样本的多个气候模式对未来气候变化预估的偏差和它们对历史气候模拟的性能表现结合起来，寻找二者间的联系规律，并且这种联系需要有清晰的物理内涵；随后，对历史性能表现

利用观测数据来寻找最佳契合点，最终能够给出更为准确的预估结果。

“就像有人要开设一张信用卡来透支未来时，银行首先要看一下他过去的信誉好不好。只要客户群样本数目足够大，作为管理方的银行总可以基于客户群的历史表现，找到某种最佳的指标来评判谁是未来可信的优质客户。”周天军说，在“萌现约束”方法中，这个联系历史与未来的指标是增温的空间不均匀性，它通过影响半球间的热力差异而影响季风环流，并最终影响降水。

研究发现，最新的气候模式普遍高估了未来亚非季风区降水的变化。校正后，预估的未来亚非季风区平均降水增幅仅是原始结果的70%，其中减少最大的是西非季风区，约为原始结果的49%。同时，基于降水和总径流量之间的联系，研究发现，亚非季风区未来总径流量显著增多的区域面积占比仅为原始结果的66%。

周天军表示，这项研究表明，在人们所关注的高碳排放和中等碳排放强度两种情景下，未来亚非季风区虽然降水会增加，但增加幅度并没有以前估算的那么大；同时，观测记录显示，亚非季风区诸多地区在过去几十年存在降水减少的趋势，预估的未来降水增幅变小也给这些地区的水资源管理提出了新问题。

全球变暖结局如何？地球3亿年前给出参考答案

◎本报记者 张晔

全球变暖将会导致什么样的后果？地球上的生命将面对怎样的生存环境？当前的第四纪大冰期与全球变暖会产生冲突吗？

近年来，全球气候问题已经成为各个国家关注的焦点。那么，气候的变迁是否真的会带来毁灭性的后果？关于这个问题的研究非常多，但预测的结果相差也很大。

5月上旬，科学期刊《美国科学院院报》刊发

了来自中国科学院南京地质古生物研究所(以下简称中科院南京地质古生物所)与南京大学、美国加州大学戴维斯分校等合作的一项成果，他们认为：约3亿年前的晚古生代大冰期期间，曾发生一次短暂的巨量碳排放事件，引起了海洋缺氧及海洋生物多样性显著降低。

地球历史上曾多次出现碳排放导致的升温，而3亿年前的这次事件之所以吸引科学家的目光，是因为当时的地球环境与当前非常类似。这一成果也是世界上首个以冰期为背景研究全球变暖的成果。

全球变暖恶果已经显现

北美的高温、欧洲的暴雨、亚洲的洪灾……很多人可能还记得2021年，全球各地出现许多极端天气。

而在大多数人视线之外的地方，环境变化同样让人担忧：格陵兰冰川加速融化、亚马孙雨林频现干旱、澳大利亚附近的珊瑚礁大面积死亡、西伯利亚永久冻土开始消融、大西洋环流自1950年开始变缓。

“根据相关研究报道，当前，我们生活的地球或许正面临着气候变化的临界点。”中科院南京地质古生物所陈吉涛研究员告诉记者，当今地球正处于从3400万年前开始的新生代冰室气候。然而近百年来，全球气温在冰室气候大背景下快速升高，两极冰川消融加剧，海平面上升，海洋缺氧程度加重，导致全球生物多样性降低。

全球变暖原本是一种地球上的自然现象，根据科学家的研究结果，在地球46亿年的历史中，气温是呈现周期性变化的，而且绝大多数时间的温度都比较高，此时地球表面没有大陆冰川或者冰盖的覆盖，我们将这些时期称为温室期。

3亿年前曾出现巨量碳排放

在3.6—2.8亿年间的晚古生代，地球也出现过一次大冰期。这次大冰期是地球持续时间最长、规模最大的一次冰室气候，也是陆生高等植物及陆地生态系统建立以来唯一一次记录了地球由冰室气候向温室气候转变的地质时期。当时，地球的大气二氧化碳和氧气浓度也与现代相当，因此这一时期可以与现今人类生存的冰室气候环境很好地进行类比。

陈吉涛认为，研究晚古生代大冰期已经发生过的碳排放与全球变暖事件所造成的影响，将有益于我们更加深入地理解当前在冰室气候下地球系统内部的关联与反馈机制，从而更加准确地预测全球气候环境变化与生物多样性的未来发展趋势。

3亿年前的石炭纪，地球大陆与现在并不一样，大片陆地集中在低纬度地区，我国的华南板块则是大洋中的一个孤岛。因此，华南板块有大量的海相沉积地层，这为研究当时的海洋环境提供了很好的样本。

贵州罗甸纳纳剖面发育了国际上鲜有的连续出露的石炭纪海相地层，完整记录了石炭纪晚期海水的地球化学信息。

如果地球表面长期处于极其低温的状态，导致整个地球表面被冰雪所覆盖，我们就会将这些时期称为冰室期或大冰期。比如在前寒武纪大冰期，地球就遭受过一次严重的冰冻，这段时间地球的平均温度可能一度跌到了零下50摄氏度左右，史称“雪球地球”。

但不是所有大冰期都像“雪球地球”那样冷。大冰期还分为冰期和间冰期，它们是交替出现的。目前地球正处于间冰期当中，温度要相对高一些。不过，现在地球上依然存在着不少的冰川和冰盖，主要集中在格陵兰和南北极区域，这也是冰期最显著的特征。

那么，当前的全球变暖，究竟会带来什么样的后果呢？

“根据当前环境变化的观察数据很难预测未来的长期趋势。为了找到全球冰室气候背景下的变暖与海洋缺氧、生物多样性变化的内在关系，更准确地模拟和评估海洋缺氧程度，我们需要通过对地球历史上冰室气候的研究寻找答案。”陈吉涛说。

研究晚古生代大冰期已经发生过的碳排放与全球变暖事件所造成的影响，将有益于我们更加深入地理解当前在冰室气候下地球系统内部的关联与反馈机制，从而更加准确地预测全球气候环境变化与生物多样性的未来发展趋势。

研究人员在此开展了近十年的地层学、古生物学、沉积学、沉积地球化学、数值模拟等多学科的综合研究，首次发现了石炭纪晚期冰室气候下的一次巨量碳排放事件。

为了精确还原当时的环境变化，他们的采样精度达厘米级，样本经过碳和铀同位素及主微量元素等测试分析得出数据，再导入全球碳循环模型(LOSCAR)，对碳排放量及碳源进行了数值模拟研究，并利用耦合的碳-铀模型计算出当时全球海洋缺氧程度，最后利用更综合的地球系统模型(CESM)进行数据模拟，最终建立了该事件中碳排放与海洋缺氧面积的关联机制。

研究结果显示，石炭纪晚期(约3.04亿年前)冰室气候下，约9万吨吨碳在30万年内排向大气，从而引起了当时全球气候的显著变暖。这期间海水表面温度升高约4摄氏度，全球海洋缺氧面积增长了18%，从4%扩张至22%，海洋生物多样性在短期内显著下降。

“根据我们的研究，当时海洋中的有孔虫、珊瑚、腕足类生物大量死亡。这些都是底栖生物，当海洋缺氧后，首先波及到的就是这些行动能力相对有限的生物。”陈吉涛说。



视觉中国供图

研究晚古生代大冰期已经发生过的碳排放与全球变暖事件所造成的影响，将有益于我们更加深入地理解当前在冰室气候下地球系统内部的关联与反馈机制，从而更加准确地预测全球气候环境变化与生物多样性的未来发展趋势。

研究全球变暖需考虑大气候背景

研究人员推测，石炭纪晚期的巨量碳排放，与广泛的火山喷发有关，据其他学者研究，现在的欧洲、澳大利亚等地区，当时都曾发生大规模火山活动。

而石炭纪又是集中的成煤时期，大量的植物以固体碳的形式被埋藏在地下，岩浆喷发前可能侵入到这些煤层中，导致短期内碳排放迅速增加。为什么研究温室气体排放、全球变暖，需要考察地球大的气候背景？陈吉涛表示，所谓差之毫厘谬以千里，冰室气候与温室气候下，全球变暖带来的后果很可能是大不相同的，必须予以科学的论证。

通过比较地质历史中不同气候环境下的碳排放事件及其引起的全球变暖和海洋缺氧状态，研究团队首次提出，在同样的碳排放速率下，相较于温室气候，冰室气候下的海洋可能会出现更严重的缺氧状态。

他们推测，这主要有三方面的原因：第一，在冰室气候的全球变暖期间，冰川融化导致地球表面反照率降低，从而推动温度进一步上升；第二，这次全球变暖事件减弱了北半球海洋经向翻转

环流，增强了大洋温跃层分层，从而减小了海洋表层海水的混合深度，导致海洋内部氧气含量降低；第三，全球变暖导致冰川消融，大片陆地暴露被风化，造成磷和其他营养盐进入海洋，促进了初级生产力而大量消耗了海水中的氧气。

9万吨吨碳在30万年内排向大气，听起来数量惊人，但比起近200年人类活动造成的温室气体排放，还远远不够。

以2018年为例，全球排放的二氧化碳为340亿吨，折算成固体碳约93亿吨，而石炭纪晚期的巨量碳排放约为每年3000万吨，前者为后者数百倍之多。

据世界气象组织观测，全球大气中二氧化碳浓度在2019年就已突破410ppm(百万分之410)，为过去80万年以来的新高。2022年3月，这一数据又上升到418.81ppm(百万分之418.81)。

那么，当前的全球变暖，会颠覆地球周期性变化吗？根据科学家研究，如果当前的碳排放速率不加以限制，地球历史上的周期性气候变化可能会被打破，地球或许会进入温室气候状态。

新知

4亿年前

滇东北曾是古生物“避难所”

新华社讯(记者林碧锋)经过两年多研究，我国科学家在位于滇东北地区的云南省镇雄县，首次发现华南奥陶纪末生物大灭绝前的三叶虫动物群，为全面揭示华南板块西缘的海洋生物面貌提供重要窗口，这也进一步证实区域环境恶化时古生物“避难所”的存在。

2020年以来，北京大学、中国科学院南京地质古生物研究所、中国地质调查局西安地质调查中心的科研人员通力合作，对镇雄地区奥陶纪末生物大灭绝前的三叶虫动物群进行深入研究，研究成果已于近日在线发表于国际期刊《远古世界》。

论文第一作者、北京大学地球与空间科学学院博雅博士后魏鑫介绍，在已知地球历史时期，共发生过5次全球性的大规模集群灭绝事件，发生在4.43亿年前的奥陶纪末生物大灭绝是其中的第一次，对这一事件前后生物与环境协同演化关系的研究备受关注。

“此次在镇雄地区发现的三叶虫动物群略早于奥陶纪末生物大灭绝的时间，共有9科15属17种，含4个新种。”魏鑫说，镇雄地区地层出露良好、化石丰富、交通便利，是开展奥陶纪末生物大灭绝前生物与环境协同演化研究的理想地区。

科研人员通过逐层采样及古生物学和沉积学系统研究，揭示了镇雄地区奥陶纪末生物大灭绝前的三叶虫动物群面貌，并建立了一个新的三叶虫生态组合，为该时期华南三叶虫动物群的生态分异研究奠定了基础。

魏鑫说，根据三叶虫(种)的时空分布情况，能够推断出华南奥陶纪末生物大灭绝前发生过一次生物迁移事件：受构造运动影响，华南板块的海洋环境逐渐恶化，形成普遍缺氧的半闭塞海盆，致使大量三叶虫消亡，最终仅有少量三叶虫成功迁移到“避难所”，即相对更浅且充氧的环境中，如镇雄地区。

成年人更难学外语

或是因为太过“聪明”

儿童通常比成人更容易学会一门新语言，但具体原因尚不清楚。有些人认为，掌握一门语言需要在不知不觉中理解细微的语言方式，而成年人在意识层面的高级推理却会干扰这个过程。相关的新研究证实，成年人可能就是太“聪明”了，以至于更难学会一门语言。

近日，在一项发表于《实验心理学杂志：总论》的研究中，研究人员让一组来自比利时的成人一起听一连串由4个单词组成的词组。如果一个单词包含某个元音，特定的辅音总是出现在这个单词的开头或结尾。接下来，受试者需要快速地大声读出这组单词。他们的成功率取决于对辅音-元音模式的掌握程度。

在接触新单词之前，受试者需要先做一项单独的测试：面对给定的字母和数字，按下键盘上对应的键。其中，有些受试者接受的是更难的测试，这会让他们更快地消耗更多的脑力，从而出现认知疲劳。但这些人随后的语言测试反而表现得更好。研究人员推测，认知疲劳会让受试者更少地在意识层面分析单词规则，也就是说会让他们的大脑得到解放，像孩子一样学习。

在一篇发表于《美国科学院院刊》的相关论文中，研究团队让使用英语的成年人听一连串音节，这些音节会被组合成三音节单词。随后，研究人员播放成对的三音节单词，其中一个来自之前听过的单词，另一个则是新的三音节单词。之后，受试者需要猜测哪一个单词是熟悉的，并评价对自己答案的自信度。

在一组受试者中，有些人先做了用于事先消耗脑力的测试。在另一组中，有些人则接受了磁脉冲(可以干扰与执行控制相关的大脑区域的活动)。对于这两组中自信度较低，不是很确定自己答案，即在无意识地分析语言的受试者，这些预实验提高了他们在听读音节实验中的表现。

美国乔治敦大学的神经学家迈克尔·厄尔曼特别指出，这两项研究对认知“负担”采用的是不同的控制方式，而且测试的是不同的语言能力。“这对于科学研究而言很有益，因为你能从不同的研究中获得不同的视角，然后融合在一起。”厄尔曼还补充道，他期待有科学家用这种方式研究更高级别的语言能力，如语法能力。

两项研究的第一作者、荷兰根特大学的心理学家埃莱奥诺雷·斯莫尔基于她所在团队的研究结果，为学习语言提出了建议。她说，当你开始学习一门语言时，要让自己沉浸在它的声音里，即使你已经无法集中注意力，或者说应该，尤其是在注意力分散时。“一边听意大利语的播客，一边喝杯好酒，”她笑着建议道，“为什么不试试呢？它或许很有帮助。”

(马修·赫特森撰文，曾欣欣翻译，据“环球科学”)



视觉中国供图