

青藏高原地球系统基础科学中心

BASIC SCIENCE CENTER FOR TIBETAN PLATEAU EARTH SYSTEM

2021年第01期

一、亮点成果

1. *Science Bulletin*: 青藏高原地球系统研究步入新时代
2. *Science Advances*: 修正青藏高原中南部新生代地层高精度年代序列
3. *Science Advances*: 青藏高原降水的年代际可预报性
4. *Geophysical Research Letters*: 揭示全球陆地季风区降水未来变化及未来模拟误差
5. *Nature Reviews Earth & Environment*: 梳理全球植被生长变化及其对气候反馈
6. *Nature Ecology & Evolution*: 揭示树木应对干旱胁迫的抵抗力和恢复力的变化规律

二、重要进展

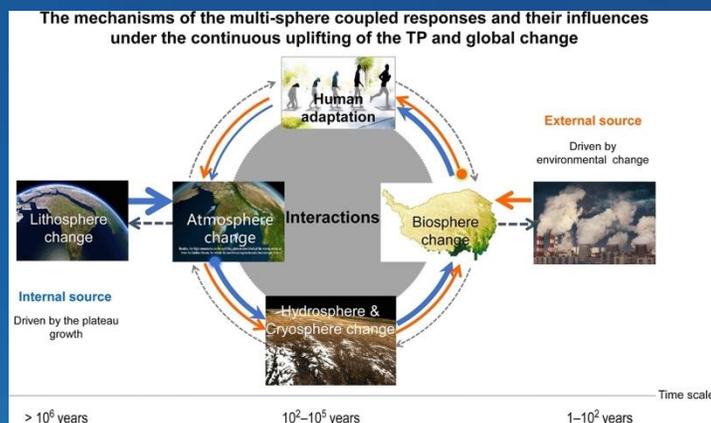
1. 获取青藏高原透底冰芯
2. 布设亚洲水塔动态变化及其影响的野外观测
3. 获取西风-季风大气水汽输送稳定同位素 3D 数据

三、科研奖励

1. 丁林院士团队获 2020 年度“中国科学院杰出科技成就奖”和“中国科学院先进工作者”荣誉称号
2. 刘建宝获教育部自然科学一等奖

四、学术交流

1. 联合举办“记录-模式融合学术研讨会”会议
2. 启动青藏高原地球系统模型建设





一、亮点成果

1. *Science Bulletin*: 青藏高原—亚洲环境变化引擎：青藏高原地球系统研究步入新时代

青藏高原作为世界上最高的高原，是地球上板块碰撞最为强烈持久且正在发生的地区，并涵盖有岩石圈、大气圈、水圈、冰冻圈、生物圈和人类圈，是研究地球系统科学多圈层相互作用的天然实验室，也是最有可能成为地球系统科学重大原始创新理论新突破的策源地。国家自然科学基金委“青藏高原地球系统基础科学中心”（Basic Science Center for the Tibetan Plateau Earth System, BSCTPES）项目获批，开启了青藏高原地球系统研究的新时代。围绕青藏高原地球系统科学研究，该中心项目负责人陈发虎院士及姚檀栋院士、丁林院士等项目骨干在 *Science Bulletin* 以封面文章形式发表题为“*The Tibetan Plateau as the engine for Asian environmental change: the Tibetan Plateau Earth system research into a new era*”的观点性论文（图1），阐述了青藏高原地球系统研究的历史、发展与展望，为青藏高原未来的研究指明了方向。

过去青藏高原科学的研究可大致分为两个阶段。第一个阶段源自1972年的第一次青藏高原综合科学考察研究，主要围绕青藏高原多圈层过程的定性描述展开。本阶段的科考覆盖了青藏高原260万平方公里的区域，尤其对喜马拉雅山脉、横断山脉、喀喇昆仑山脉、昆仑山脉和可可西里山脉等主要山脉进行了系统调查，获取了大量一手资料，完成了青藏高原地球系统多要素较为全面的描述。自2000年以来，随着气候变暖，青藏高原地球系统科学进入了第二阶段。在该阶段，青藏高原研究围绕地球系统科学假说，利用跨学科方法理解多圈层相互作用及其对于气候的影响。于2003年成立的中国科学院青藏高原研究所以及2016年成立的青藏高原地球科学卓越中心是该阶段研究的重要里程碑。经过上述两个阶段的努力，极大地推动了青藏高原地球科学的研究。但是，目前仍面临两个问题：1）青藏高原地质科学和地球表层科学的研究存在隔阂，无法将青藏高原作为完整的地球系统进行研究；2）当前关于多圈层相互作用及其对区域和全球环境的影响的研究仍停留在半定量阶段，其过程和机制研究尚未厘清。

国家自然科学基金委青藏高原地球系统基础科学中心的成立是针对上述研究挑战的革命性响应，旨在对不同学科进行有机融合，促进对地球系统科学的理解。基础科学中心项

目以理解青藏高原地质与地表过程变化对区域乃至全球的气候和环境的影响为研究主线, 瞄准高原生长与全球变化双驱动下的多圈层链式响应及影响这一核心科学问题, 开展多学科交叉融合研究(图2)。基于此, 基础科学中心项目将布局1) 大陆碰撞-俯冲与高原生长、2) 西风-季风协同作用与冰冻圈和水循环、以及3) 高寒生态与人类适应三个研究方向。为了实现上述目标, 基础科学中心未来将通过科学交叉打通时间隧道、打通圈层隔离, 通过融合计划打通空间局限、打通学科界线, 完成青藏高原地球系统模型研发(Tibet Plateau Earth System Model)。该模型将围绕不同时期的关键时间节点, 利用多学科研究方法, 测试青藏高原的广域影响, 助力地球系统科学前沿理论突破。青藏高原地球系统基础科学中心研究的实施, 以及将产生的预期成果, 可为国家战略重大制定提供重要指导, 为实现地球系统科学理论的突破建立青藏高原地球系统科学研究范式, 为地球系统科学理论发展作出中国贡献, 支撑青藏高原地区可持续发展和生态文明建设, 服务国家“一带一路”重大战略需求。

成果信息:

Chen, FH*, Ding, L, Piao, SL, Zhou, TJ, Xu, BQ, Yao, TD, Li, X. The Tibetan Plateau as the engine for Asian environmental change: the Tibetan Plateau Earth system research into a new era, *Science Bulletin*, 66(13): DOI: doi.org/10.1016/j.scib.2021.04.017.

论文全文: <https://doi.org/10.1016/j.scib.2021.04.017>



图 1. 青藏高原基础科学中心及相关成果被选为 *Science Bulletin* 期刊 2021 年 66 期 13 卷封面。

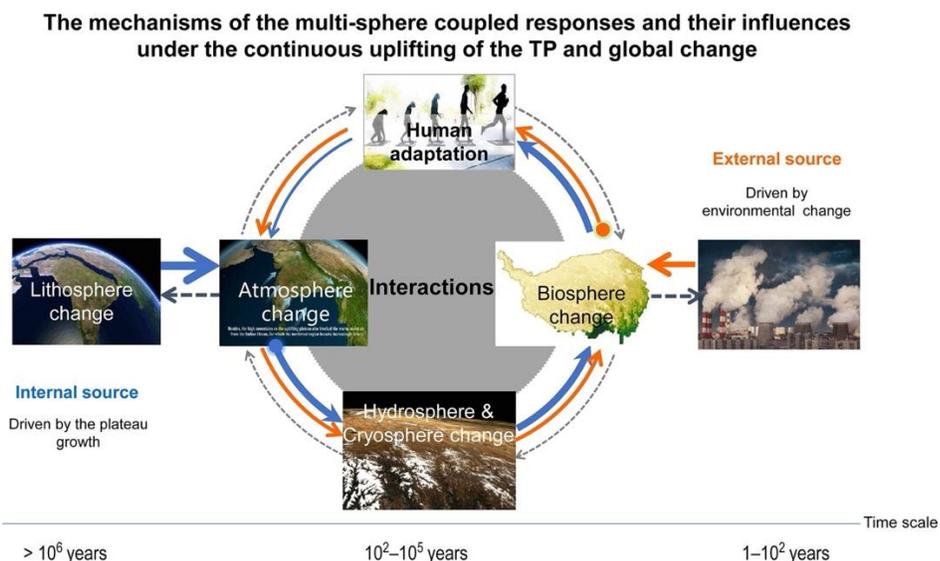


图 2. 青藏高原地球系统基础科学中心项目核心研究框架。图中蓝色箭头代表板块运动导致的强烈但缓慢作用，橙色箭头表示由于全球变化和人类活动引起的影响，灰色箭头代表可能的相互作用

2. *Science Advances*: 修正青藏高原中南部新生代地层高精度年代序列

青藏高原地球系统基础科学中心“大陆碰撞-俯冲与高原生长影响”方向骨干方小敏研究员作为第一作者和通讯作者在 *Science Advances* 杂志发表题为“Revised chronology of central Tibet uplift (Lunpola Basin)”的成果。该成果是方小敏研究员团队多年来在青藏高原开展隆升机制研究获得的又一突破性进展。

青藏高原的隆起过程及其对亚洲和全球气候、生物演化的影响，一直是地学前沿科学问题。对伦坡拉盆地北部达玉山山前厚度近 2000 米新生代地层剖面进行了系统的古地磁年代测定，对剖面上发现的三层火山凝灰岩和沉凝灰岩进行了绝对年龄激光测定，首次获得了伦坡拉盆地早新生代连续高精度的磁性地层年代序列。进一步研究发现，该区域古土壤的年代为约 2600–2150 万年，热带动植物化石的年代为约 3900 万年前。通过年代测定并结合盆地新的古高度历史与构造演化推断，伦坡拉盆地具有明显的两期形成演化和变形历史：早期约 4200 万年到 2500 万年缓慢变形沉陷（100 米/百万年），晚期约 2500–2000 万年快速变形隆升。据此，研究团队提出了新的青藏高原中南部隆升认识：约 2500 到 2000 万年，伦坡拉盆地两侧山体下地壳被挤入盆地下方，该过程像千斤顶般托举盆地，隆升到现在高度（图 3）。该成果修正了学术界“晚始新世约 4000 万年前，青藏高原中南部隆起到现今海拔约 4600 米高度”的国际主流观点（Rowley and Currie, 2006），或对青藏高原中南部新生代地层年代限定及相关未来研究起到承前启后的关键性作用。该成果受到本项目资助，发表在 *Science Advances* 杂志。

参考文献：

Rowley, D., Currie, B. Palaeo-altimetry of the late Eocene to Miocene Lunpola basin, central Tibet. *Nature* 439, 677–681 (2006).

成果信息：

Fang, XM*, Dupont-Nivet, G, Wang, CS, Song, CH, Meng, QQ, Zhang, WL, Nie, JS, Zhang, T, Mao, ZQ, Chen, Y. Revised chronology of central Tibet uplift (Lunpola Basin), *Science Advances*, 2020, 6(50): eaba72982020.



返回目录

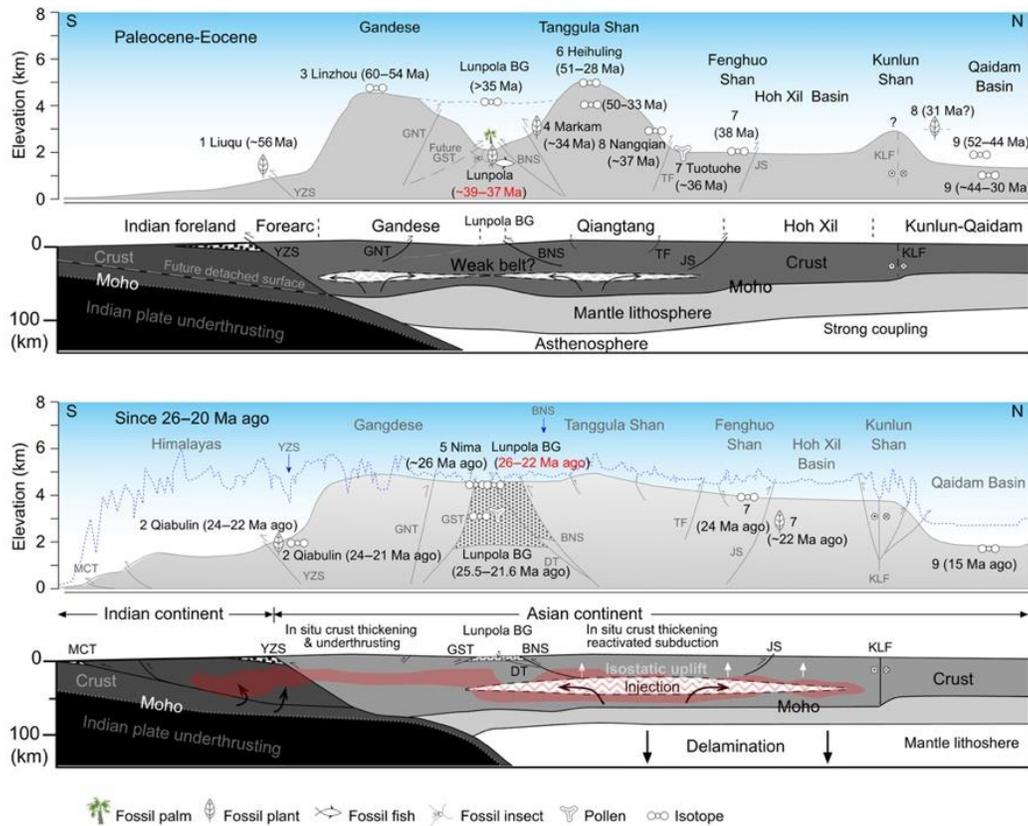


图 3. 西藏南部至中部地形、岩石圈和构造形态的南北断面演化示意图

3. Science Advances: 青藏高原降水的年代际可预报性

近期气候变化预测，又称“近期年代际气候预测”，是指对未来 2–10 年的多年平均的气候异常状态进行预测，它能够提供更成熟的季节到年际气候预测和长期气候变化预估所未能提供的异常信息，是国际气候变化研究领域面临的极具挑战性的前沿问题，被“世界气候研究计划”（WCRP）列为七大科学挑战问题之一。

青藏高原及其周边山脉是除南、北两极之外冰川分布最为集中的地区，作为亚洲十多条重要河流的发源地，为全球 40% 人口的生活和工农业提供用水，被誉为“第三极”和“亚洲水塔”。因其在水资源方面的重要性，青藏高原是科学界重点关注的研究区域，未来 10 年青藏高原的降水如何变化是众所关注的问题。针对该科学挑战，2021 年 6 月 10 日，青藏高原地球系统基础科学中心“西风-季风协同作用及影响”方向周天军研究员团队在 *Science Advances* 发表最新成果，利用最新的多模式年代际气候预测系统大集合样本气候预测结果，通过剔除不可预测的气候噪音、提取可预测的气候信号，在国际上首次



揭示了青藏高原夏季降水的年代际可预报性。该成果对于亚洲水塔周边地区的水资源调控、经济和社会的可持续发展、以及科学应对青藏高原气候变化风险具有重要参考价值。

利用参加第六次“国际耦合模式比较计划”（CMIP6）的“年代际气候预测计划”（DCPP）的多模式历史气候回报数据，周天军研究团队发现 DCPP 多模式对位于青藏高原腹地的羌塘高原夏季降水的年代际预测结果存在显著的“信噪比悖论”问题，即年代际气候预测系统中的信噪比要低于现实世界。该问题的存在，令气候模式中的可预测信号被较强的、不可预测的气候噪音所掩盖，使得青藏高原夏季降水的年代际可预报性被低估。而基于多模式大集合气候预测试验的集合平均预测结果，能够有效地剔除模式中不可预测的噪音，从而成功提取到可预测的信号。针对回报结果时间演变位相与实际相符而振幅偏弱的问题，他们提出了一种兼顾长期变化趋势与年代际振荡信号的“方差订正”技术，使得预报结果在位相和振幅上都与观测高度吻合。进一步研究发现，羌塘高原夏季降水年代际变化的可预报性来源是北大西洋副极区涡旋区的海温异常，它通过激发出的大气遥相关波列，最终影响到下游的青藏高原降水变化。

利用实时年代际预测试验数据，该团队定量估算了羌塘高原夏季降水未来在 2020-2027 年间的变化（图 4）。结果表明，相对于 1986-2005 年的气候平均态，羌塘高原夏季降水将增加 0.27 mm day^{-1} ($0.11-0.41 \text{ mm day}^{-1}$, 5-95% 不确定性)，这意味在可见的未来羌塘高原将处于偏湿状态、夏季降水量较之气候平均状况偏多约 12.8%。“面向未来 10 年的近期气候变化信息，对国家中长期决策具有重要的科学参考价值。前人多利用仅考虑不同排放情景的气候预估试验，来分析这一时段气候的可能变化。但是在这个时间段，气候系统内部变率和海洋热惯性的影响不亚于、甚至要远超温室气体等外强迫的作用，这使得气候预估结果的表现是噪音大于信号。考虑了海洋初始化的年代际气候预测系统，是提供近期气候变化信息的最有效的工具。我们的工作表明，只要多模式集合样本的大数据足够，再辅以有效的方差订正技术，我们有能力对青藏高原这一气候敏感区的未来近 10 年气候进行较为可靠的预测”，该文第一作者、中国科学院大气物理研究所博士生胡帅说。

“近期年代际气候变化预测具有迫切的应用需求，世界气象组织（WMO）已经开始筹划准业务化试验。揭示青藏高原夏季降水的年代际可预报性是该领域的一个可喜进展，但是针对年代际预报问题，我们在科学和技术上仍面临着诸多亟待解决的难题。在科学

上，当前有效的海温年代际预报技巧多限于大西洋，在太平洋的技巧较低，而其中的物理机理尚不清楚。在技术上，开展年代际气候预测试验需要大量的高性能计算资源和存储资源，受资源所限，当前国际上的年代际预测试验大多仅能提供未来 10 年的预测信息。提升年代际预报的能力，尚需要国际科学界的携手努力”，该文通讯作者、基础科学中心研究骨干周天军研究员最后强调。

成果信息：

Hu, S, Zhou, TJ*: Skillful prediction of summer rainfall in the Tibetan Plateau on multi-year timescales. *Science Advances*. 2021. 7(24), eabf9395.

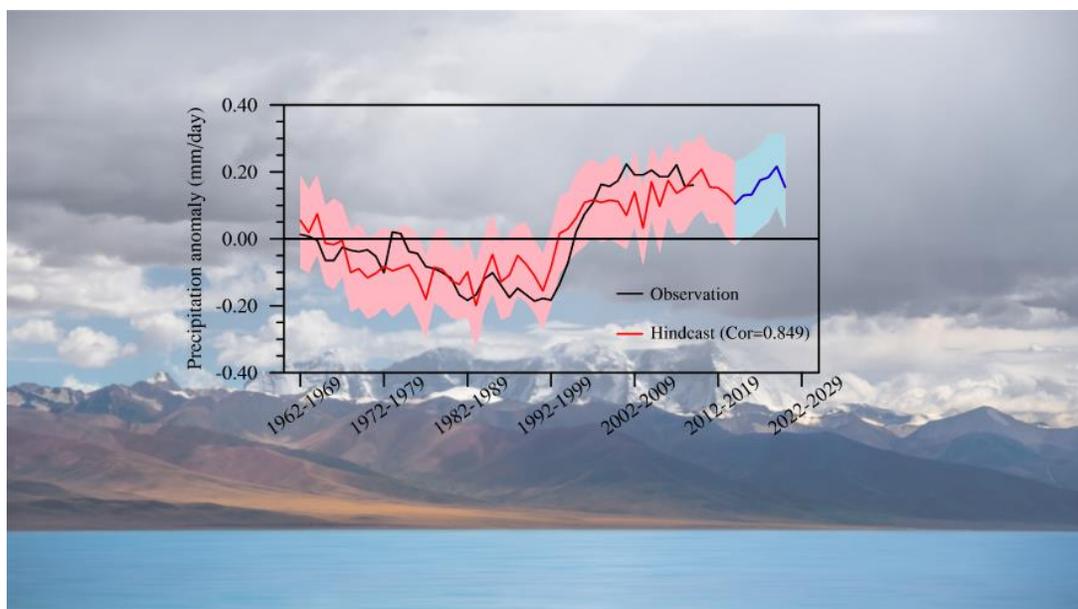


图 4. CMIP6 年代际预测计划 (DCPP) 多模式对青藏高原腹地羌塘高原区域平均夏季降水年代际变化的集合预测，黑线为观测，红线为 DCPP 历史回报结果，蓝线为 DCPP 实时预测结果，单位：毫米/天。Cor 为预测与观测的相关系数。（摄影：张琦，

<http://photography.zhangqibot.com>）

4. Geophysical Research Letters: 揭示全球陆地季风区降水未来变化及未来模拟误差

全球陆地季风区，居住着全球约 2/3 的人口，是目前地球系统的一个重要研究区域。全球变暖背景下，夏季风降水的异常变化一直受到关注。基础科学中心项目骨干周天军研究员基于国际上最新发布的第六次国际耦合模式比较计划 (CMIP6) 四种未来预估情景

的试验结果，分析了 21 世纪全球陆地季风区的夏季降水的变化特征（图 5）及预估的不确定性的来源（图 6），相关研究已先后发表于 *Geophysical Research Letters*。在未来预估中，全球陆地季风区的夏季降水明显增多。在未来 20 年的近期预估中，降水的增幅在排放情景之间的差异较小（~1%）；在 21 世纪末，高排放情景下降水的增幅最大（6%）。降水的增多主要由大气水汽含量增多（热力过程）主导，环流变化（动力过程）则部分抵消降水的增多。另一方面，环流变化的不确定性主导未来预估的不确定性。

未来预估中，全球季风区的降水增多，但是不确定性的范围较大（~12%）。预估的不确定性主要由气候系统的内部变率、模式间的不确定性和排放情景间的差异组成。理解不确定性的来源有助于减少预估的不确定性，得到更可靠的预估结果。基于 CMIP5 的 24 个模式的未来预估的结果，量化了全球陆地季风区的平均降水和极端降水中不确定性的各个组成部分的贡献。对于平均降水，模式间的不确定性是预估的不确定性的主要来源（~90%）。对于极端降水，模式间的不确定性同样对预估的不确定性起主要的贡献，但在 21 世纪末，排放情景间的差异也会造成较大的贡献。因此，通过发展和提高模式的性能，减少模式不确定性能够有效降低季风降水在未来预估中的不确定性。该工作在 *Geophysical Research Letters* 正式发表的一个月后，被 Nature 出版社的子刊 *Nature Reviews Earth & Environment*，作为亮点研究工作进行强调和回顾。

成果信息：

Chen, ZM, Zhou, TJ*, Zhang, LX, Chen, XL, Zhang, WX & Jiang, J. Global land monsoon precipitation changes in CMIP6 projections. *Geophysical Research Letters*, 2020, 47, e2019GL086902.

Zhou, TJ*, Lu, JW, Zhang, WX, & Chen, ZM. The sources of uncertainty in the projection of global land monsoon precipitation. *Geophysical Research Letters*, 2020, 47, e2020GL088415.

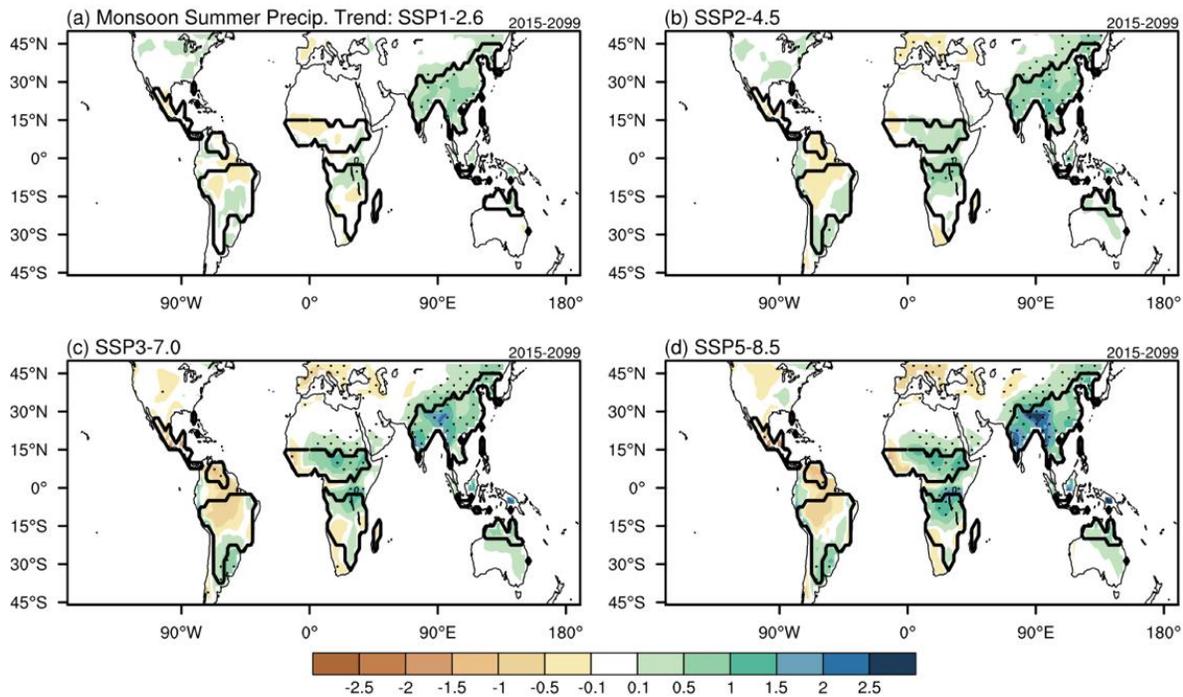


图 5. 不同未来情境下全球陆地季风区降水变化 ($\text{mm}\cdot\text{day}^{-1} 100\cdot\text{year}^{-1}$)

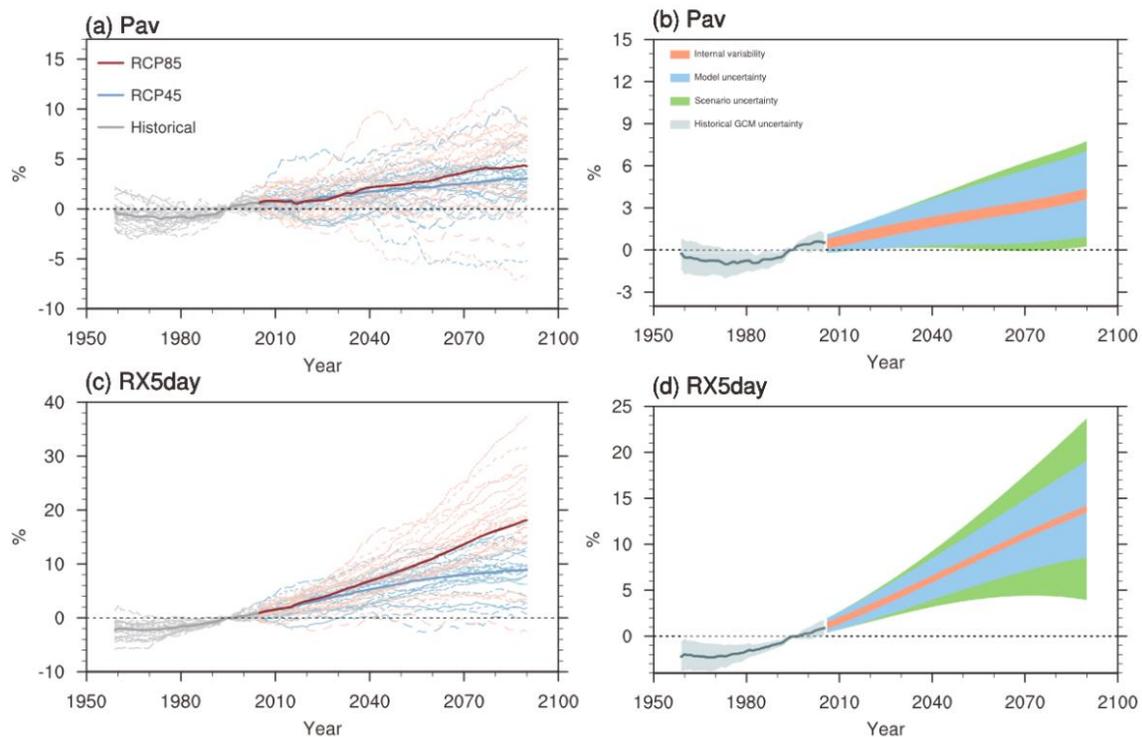


图 6. 不同未来情景下全球陆地季风区降水模拟误差

5. Nature Reviews Earth & Environment: 梳理全球植被生长变化及其对气候反馈

植被是地球系统的重要组成部分。当代快速气候变化背景下，植被生长发生怎样变化是全球科学家和环境政策决策者普遍关注的重大科学问题。青藏高原地球系统基础科学中心“高寒生态与人类适应方向”首席朴世龙教授等综合自身长期对植被活动的系统性研究工作和国内外最新研究进展，系统总结了全球植被生长增强的观测证据、驱动因素及其对气候系统的影响，分析了目前观测与模型研究中存在的不确定性，展望了未来全球植被变化研究的前沿方向，该成果发表在 *Nature Reviews Earth & Environment* 杂志。

基于多种遥感观测数据的研究证实，全球陆地植被生长自上世纪 80 年代以来持续增强（变绿），但不同地区驱动因子具有较大差异（图 7）。在青藏高原等寒冷地区，气候变暖是其植被生长增加的主要驱动因子。在全球尺度上，植被变绿显著减缓了气候变暖，一方面通过增加植被对大气 CO₂ 的吸收，降低大气中温室气体浓度；另一方面通过增强蒸腾作用冷却地表引起降温。

成果信息：

Piao, SL*, Wang, XH, Park, TJ, Chen, C, Lian, X, He, Y, JW., Bjerke, Chen, AP, Ciais, P, Tømmervik, H, Nemani, RR, Myneni RB.: Characteristics, drivers and feedbacks of global greening. *Nat Rev Earth Environ*, 2020, 1, 14–27.

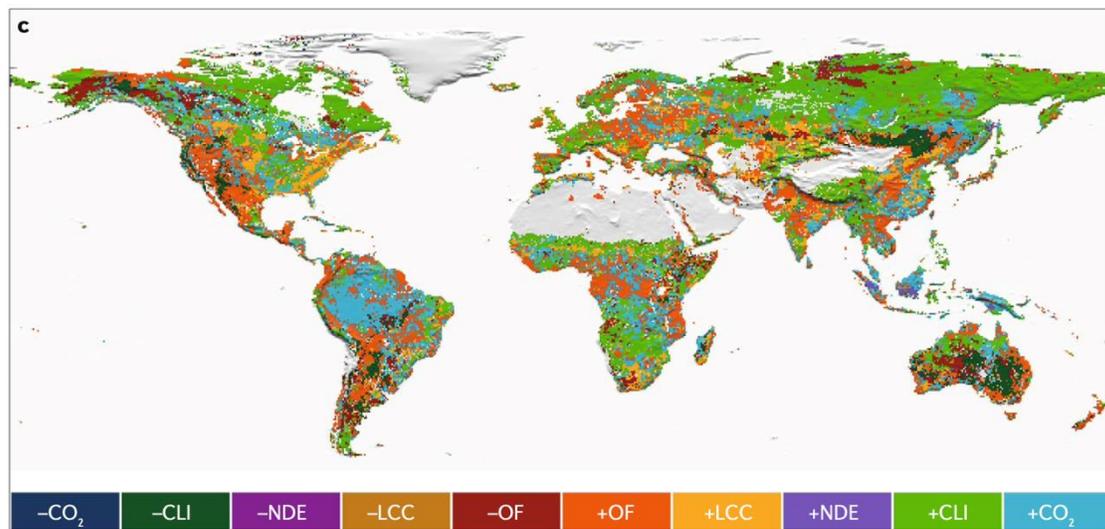


图 7. 全球植被生长变化及植被生长增加的主要驱动因子

6. *Nature Ecology & Evolution*: 揭示树木应对干旱胁迫的抵抗力和恢复力的变化规律

二十世纪初以来，全球极端干旱事件频发，导致部分地区森林生态系统的衰退，且森林大面积死亡的风险持续增加。抵抗力和恢复力是评估森林树木对干旱胁迫应对能力的关键指标：抵抗力是指相比正常生长状态干旱导致的树木生长下降的程度；恢复力是指干旱结束后树木生长恢复的速率。已有研究发现，树木应对干旱胁迫的抵抗力和恢复力在空间分布上存在权衡关系：抵抗力愈低，恢复力愈高；反之亦然。然而，这一现象背后的生理机制仍不明确。不仅如此，随干旱事件频率和强度变化，树木应对干旱胁迫的策略如何变化？学术界对此更是知之甚少。

青藏高原地球系统基础科学中心“高寒生态与人类适应”方向首席朴世龙团队利用国际树轮数据库 (ITRDB) 中 2935 个点的树轮年表数据，分析了 1901–2015 年间全球树木生长应对干旱胁迫的抵抗力和恢复力时空变化特征。结果表明，树木抵抗力和恢复力空间分布的权衡关系与树种（裸子或被子植物）和干旱发生季节（干季或湿季）均密切相关。较之于被子植物，裸子植物对干旱的抵抗力更强，而恢复力更弱；较之于湿季发生的干旱，裸子植物应对旱季发生的干旱表现出更强的抵抗力和更弱的恢复力。进一步研究发现，抵抗力和恢复力的空间差异与植物生理生态性状有关，特别是植物的水力性状很大程度上影响了裸子植物的抗旱策略和恢复速率。研究还发现，裸子植物对干旱胁迫的抵抗力和恢复力之间的权衡关系会随时间而变化。1950 年代以后，裸子植物的树木生长在干旱后的恢复速率显著增加，但对干旱的抵抗力却明显降低，表明随着干旱胁迫的增强，裸子植物可能改变了应对干旱的策略。这一结果挑战了 Christopher Schwalm 等 (2017) 学者早期发表在 *Nature* 上的“过去 100 年全球植被对干旱的恢复速率下降”的模型模拟结论，为更准确认识森林生态系统变化提供了科学依据。该成果发表在 *Nature Ecology & Evolution* 杂志。

参考文献:

Schwalm, C., Anderegg, W., Michalak, A. et al. Global patterns of drought recovery. *Nature* 548, 202–205 (2017).

成果信息:

Li, XY, Piao, SL*, Wang, K, Wang, XH, Wang, T, Ciais, P, Chen, AP, Lian, X, Peng, SS, Peñuelas, J.: Temporal trade-off between gymnosperm resistance and resilience increases forest sensitivity to extreme drought. *Nature Ecology & Evolution*, 2020, 4, 1075–1083.

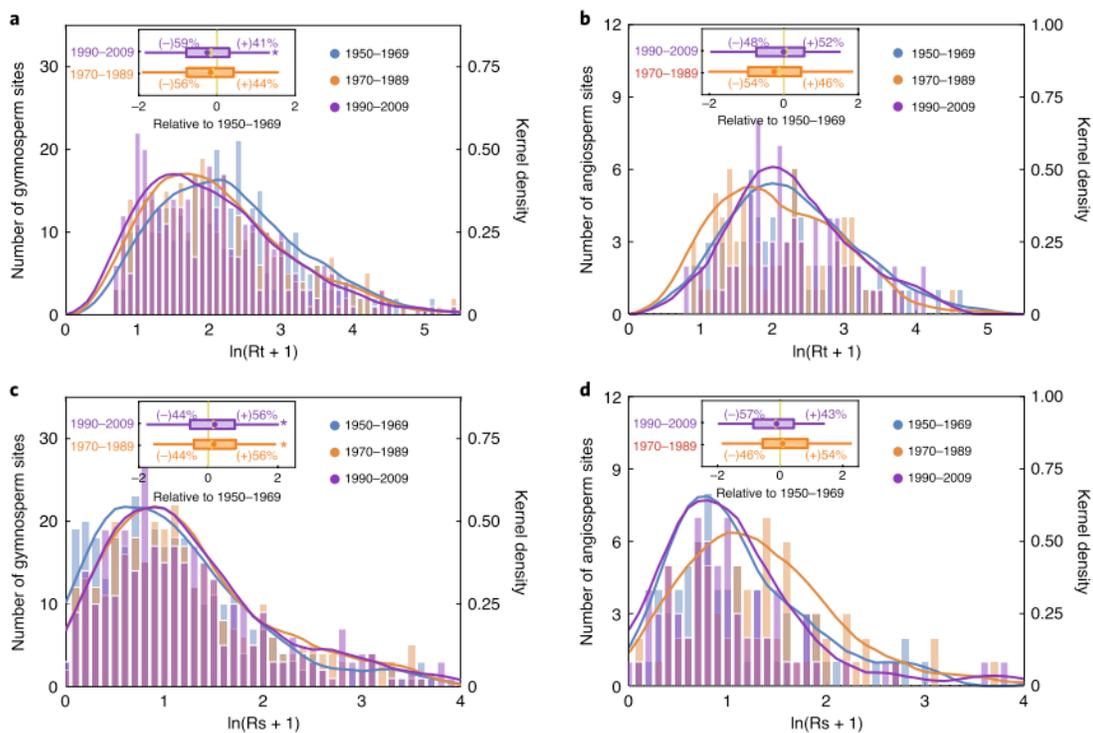


图 8. 裸子植物和被子植物林对于干旱胁迫的抵抗力和恢复力的时间变化规律

二、重要进展

1: 获取青藏高原透底冰芯

为揭示西风-季风演化与过去的冰川变化，青藏高原地球系统基础科学中心“西风-季风协同作用及影响”方向首席徐青柏研究员团队进行了大量冰芯样品钻取。2020年9-10月，分别在青藏高原西风区和季风区开展冰前湖和冰川地貌科学考察。在西昆仑冰前湖结则茶卡和喜马拉雅冰前湖枪勇错分别钻取了湖芯，长度分别为10.8米和15.6米，为高分辨研究西风和季风区过去的冰川变化提供研究介质。同时，对补给冰川的地貌开展了调查，采集了约束不同期次冰川发育的冰碛垄年代学 ^{10}Be 样品，为调查末次冰期冰盛期以来冰川对千年突变气候事件的响应特征提供了基础地貌数据和样品。

2020年10-11月，组织开展了季风区三江源冰川综合科学考察（图9），在黄河源阿尼玛卿山唯格勒当雄冰川海拔5800-6280米 β 成功钻取冰芯250米，其中一支170米冰芯透底（图10）；在澜沧江源昂瓜冰川海拔5450-5530米顺利钻取冰芯130米，其中一支93米冰芯透底。青藏高原东部季风区深冰芯的钻取为本项目研究高分辨率季风演化及影响奠定了基础。同时，在上述两条冰川钻取了末端老冰层，获取了惰性气体放射性同位素 ^{81}Kr 、 ^{39}Ar 测年样品，为研究季风区现代冰川循环时间（或寿命）提供了条件。



图9. 直升机输送物资与钻取的冰芯



图 10. 阿尼玛卿冰川考察与冰芯钻取

2: 布设亚洲水塔动态变化及其影响的野外观测

冰川观测：在青藏高原及周边地区共建立了 25 条冰川物质平衡观测点、15 条冰川的融水径流和气象观测点，在藏东南珠西沟和帕隆 4 号冰川以及廓琼岗日冰川开展了融水化学监测，其中的冰川物质平衡监测为每年 1-2 次，气象和水文为连续监测。这些冰川监测涵盖了不同类型的冰川（海洋型、大陆型、极大陆型）。在观测中注重新方法、新技术和新手段的运用，选择不同区域的典型冰川作为旗舰型观测冰川，观测内容包括冰川学（物质平衡、长度、面积厚度、长度、运动速度），冰川气象（冰面、微气象、冰面反照率、非冰川区气象），冰川水文（水位、流速、水温、水化学），以及冰川灾害（冰崩、冰湖溃决、冰川跃动、冰川泥石流）等。目前已经获得这些观测点的年度观测数据。冰川监测体系将为揭示第三极冰川响应气候变化机制提供关键科学数据，对冰川水资源评估利用和未来变化预估提供坚实的基础。

积雪观测：初步完成在纳木错“积雪自动综合观测体系”的建设，包括 4 个点的雪深相机观测装置、1 个大范围积雪面积观测装置、1 套雪水当量观测装置、1 个雪温观测装置、1 个声波测距雪深观测装置和 1 套人工积雪观测装置，目前已经获得了这 4 个点的雪深数据和积雪覆盖数据。

湖泊观测：在青藏高原不同气候区建立了湖泊综合观测体系，系统开展湖泊水位、湖区水文气象观测。目前已经在 15 个湖泊放置了水位计，开展了水位监测，包括：藏南地区的佩枯错，阿里地区的美马错、鲁玛江东错、阿克赛钦湖和邦达错、阿木错、鄂雅错、令戈错、龙尾错，尼玛县的达则错、扎日南木错、达瓦错，班戈县的巴木错、蓬错和纳木错。同时，依托建设在色林错、纳木错、然乌湖、卡拉库里湖的湖泊蒸发（涡动相关）和陆面蒸发（蒸渗仪）设施，用于同步观测，从而准确获得湖面蒸发量，揭示认识湖泊水量平衡过程和变化机理。

河流观测：在发源于亚洲水塔的 8 条跨境河流（阿姆河、锡尔河、印度河、雅鲁藏布江、伊犁河、恒河、怒江、澜沧江）的出山口处，开展断面径流观测。在阿姆河支流 **Vahksh River** 布设水位计，用于监测该支流的径流变化。同时在四个不同海拔高度内架设自动气象站，以获取气象要素数据，结合已有观测数据，为评估和校正气象驱动数据提供基础。利用 **S5** 型和 **M9** 型多普勒测流仪对恒河尼泊尔境内 3 条出山口支流断面进行了测量，布设了径流监测仪器并定期进行维护。在锡尔河上游主要冰川区（那伦子流域）和恰瓦克水库口布设了水位流量观测设备，结合走航式多普勒测流仪测量了水位流量曲线，为长期观测锡尔河流量数据提供了支撑。在澜沧江和怒江上游流域开展了为期 2 周的野外考察，新布设了 1 套自记雨量温度记录仪和 2 套自记水位温度记录仪，在澜沧江上补充测量了 1 个水文控制断面，继续自动观测记录澜沧江和怒江出山口流域的降水、气温及水位等变量。依托巴基斯坦空间和上层大气研究委员会，在印度河上游出山口 **Besham**，建立了径流观测点。在雅鲁藏布江流域墨脱附近的干流架设水位计，同时结合实测水位和高分卫星影像提取的河宽数据反演河流历史时段的径流数据。在伊犁河喀拉塔木布设了一套雷达水位计和四个 **HOBO** 水位计监测断面水位过程。

多圈层水体转换集成观测：2020 年，开展了西藏拉萨河源头阔琼岗日冰川综合监测体系建设，初步建立冰川观测—冰面微气象观测—垂直梯度的气象要素观测—冰川融水径流同步观测系统。目的是通过实地观测，结合冰川物质—能量平衡模型、冰川—水文耦合模型和冰川融水径流模型，以水循环为主线，实现大气圈-冰冻圈-水圈多圈层链式作用的监测和模拟。现已经建设极高海拔综合立体监测塔与监测场，在观测场内架设 30 米钢结构监测塔，冰川监测塔集气象、冰面立体摄影、视频、无线传输等系统为一体，实现 1 号冰川气象、面积、末端位置、表面运动速度等项目的动态实时监测。已经在冰川顶

部、冰川消融区各架设一台自动气象站，监测冰川双层表面气温、风速、风向、四分量辐射、降水、气压。我们还在冰川 15 米，10 米和 5 米深度布设冰温探头，监测不同层位的冰体温度。冰川表面从积累区顶部到末端布设 3 个超声测距仪器，监测冰川表面高度的变化，获得冰川表面消融/积累量的连续观测数据；同时结合 GNSS 位移记录冰川表面运动速度。在冰川末端和流域出口建立两个稳定的水文监测断面，利用水位和流速仪器，同时辅以温度和降水仪器，监测单条冰川及整个流域的径流变化。廓琼岗日冰川观测体系的建立，将实现冰川从流动式观测到长期固定观测，从静态观测到动态监测，从人工观测到智能辅助观测，获得最新的观测研究数据，揭示不同气候模态下冰冻圈变化特征及机理，厘清融水径流对出山口径流补给过程及贡献。

3: 获取西风-季风大气水汽输送稳定同位素 3D 数据

通过在藏东南、拉萨、纳木错、珠峰站、阿里站和慕士塔格站等观测点开展实时水汽稳定同位素观测，完成了沿西风和印度季风传输的青藏高原大气水汽传输稳定同位素地表观测体系。借助“极目一号”浮空艇观测平台搭载大气水汽稳定同位素激光分析仪，于 2020 年 11-12 月在藏东南鲁朗开展水汽稳定同位素三维观测，获取到地面-高空-垂直剖面的高分辨率大气水汽稳定同位素三维观测数据。

三、科研奖励

1. 丁林院士团队获 2020 年度“中国科学院杰出科技成就奖”和“中国科学院先进工作者”荣誉称号

2021 年 1 月 15 日，中国科学院 2021 年度工作会议在京隆重召开，青藏高原的地球系统基础科学中心“大陆碰撞-俯冲与高原生长”方向首席丁林院士团队荣获 2020 年度“中国科学院杰出科技成就奖（集体）”和“中国科学院先进工作者（个人）”称号，以表彰其率领团队扎根青藏高原，在大陆碰撞、高原隆升及其远程效应领域做出的系统创新成果。中国科学院院长、党组书记侯建国为获奖者代表颁奖。

“青藏高原碰撞隆升研究集体”由丁林院士领衔，白玲和裴顺平等 20 位同事为主要完成者。该团队率先提出利用雅鲁藏布江碰撞周缘前陆盆地系统研究印度-欧亚大陆碰撞的科学途径，建立了印度与欧亚大陆碰撞的新模式，揭示印度-欧亚大陆于~6500 万年在中部首先碰撞，随后向两侧封闭，于~5000 万年发生全面碰撞；重建了高原主要山脉从海底到世界屋脊的隆升过程，回答了高原隆升影响环境变化的过程和机制；提出并发展了深部探测的科学方法，揭示了印度大陆沿主喜马拉雅逆冲断裂向北俯冲到高原之下的形态；促进了高原构造变形-岩浆作用-地震活动-地表隆升等多圈层相互作用的研究。团队研究成果为青藏高原研究赢得了国际学术地位，同时为青藏高原社会发展做出了重要贡献。

丁林院士自 1991 年参加工作以来，潜心研究，勇于探索，在长达三十年时间里始终带领团队奋斗在青藏高原一线。他不忘初心，立足本职、实干担当，完成了大量野外考察和室内研究，取得了国际一流原创性研究成果，在青藏高原碰撞隆升研究领域处于国际领先地位，获得了国内外学术界的广泛认可。

“中国科学院杰出科技成就奖”是中国科学院于 2002 年设立的科学技术奖项，主要授予院属单位在近五年内完成或显示影响的重大成果的个人或集体。该奖项每两年评选一次，每次授奖总数不超过 10 个，其中每个获奖集体的突出贡献者不超过 3 人，旨在激励科技工作者的创新精神，并鼓励其矢志为人类科技事业做出重大贡献的信念。

“中国科学院先进工作者”是人力资源社会保障部和中国科学院联合授予的省部级重要奖项。此次表彰共有 20 名同志荣获“中国科学院先进工作者”称号，享受省部级表彰奖励获得者待遇。

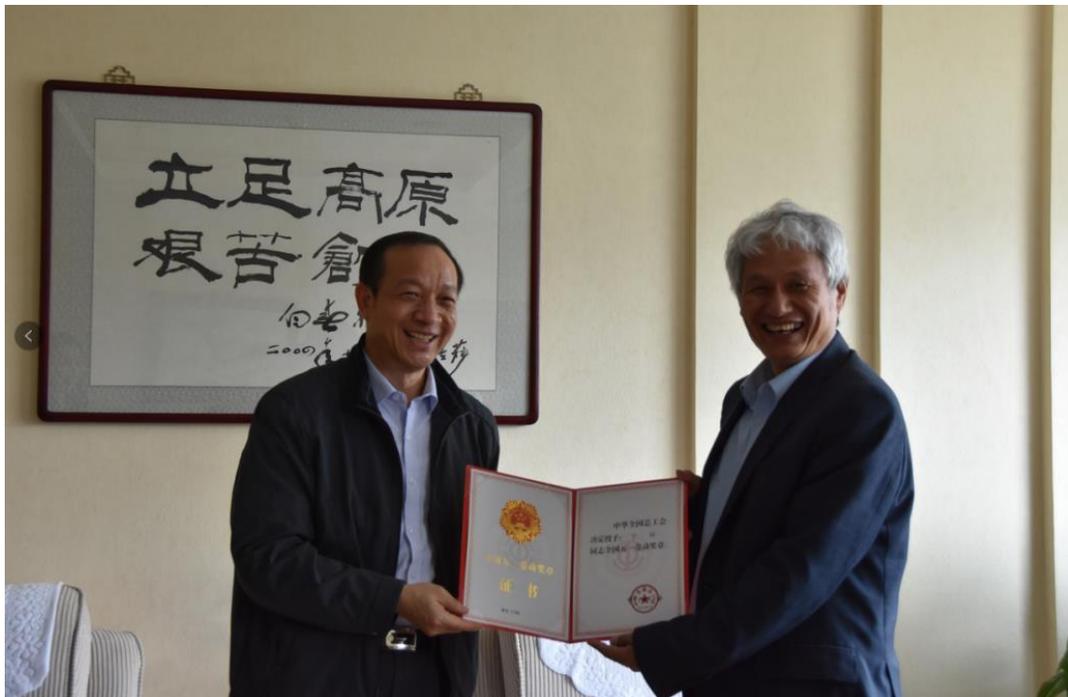


图 11. 2021 年 5 月 11 日下午，中科院副秘书长、工会主席李和风一行慰问“全国五一劳动奖章”及“中央和国家机关五一劳动奖章”获得者丁林院士

2. 刘建宝获教育部自然科学一等奖

由青藏高原地球系统基础科学中心“高寒生态与人类适应”方向骨干刘建宝研究员、中心负责人陈发虎院士、兰州大学陈建徽教授、饶志国教授、王海鹏教授以及河北师范大学许清海教授共同完成的“全新世东亚夏季风降水变化及其影响”获得 2020 年度教育自然科学一等奖。该项目是近十年来陈发虎院士团队在季风变化领域取得的重要研究进展，属于地理学研究领域。在发展气候定量重建新方法的基础上，首次高分辨率地定量重建了全新世东亚夏季风降水变化历史，揭示了其变化的驱动机制；分析了全新世我国东部季风区降水空间差异变化与东亚夏季风强度变化的关系，从季风动力学角度促进了对现代东亚夏季风驱动机制的理解；研究了东亚夏季风降水变化对人类文明发展以及生

态环境的影响（图 12）。系列成果极大地发展了我国地球表层人类生存环境的空间差异、时间演化以及人地关系的科学理论研究体系，为我国应对全球气候变化、预测未来人类世背景下气候变化趋势以及建设“美丽中国”提供了重要的科技支撑。

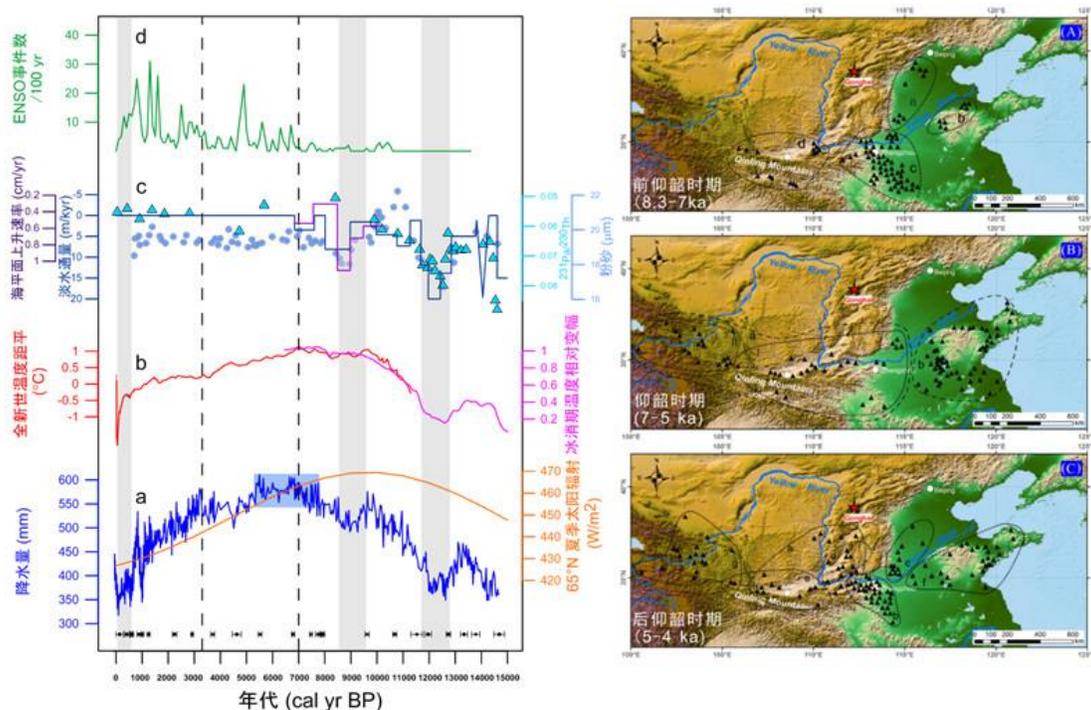


图 12. 全新世东亚夏季风降水变化和驱动机制（左侧）、以及对文化发展的影响（右侧）

四、学术交流

1. 青藏高原地球系统基础科学中心和气象系统预测基础科学中心联合召开“记录-模式融合学术研讨会”

2021年4月26至27日，由中国气象学会和中国地理学会主办，基金委青藏高原地球系统基础科学中心和气候系统预测基础科学中心承办的2021年度“记录-模式融合学术研讨会”在扬州成功召开。该会议旨在推动不同时间尺度环境记录与模式模拟研究之间的交流与融合，提升对“内源驱动”和“外源驱动”下地球多圈层链式响应及其影响的认识，并推进地球系统科学理论发展。会议邀请来自中国科学院青藏高原研究所、南京信息工程大学、中国科学院大气物理研究所以及南京大学等单位的一百余名专家，通过线上线下结合方式参加会议。中国气象学会理事长王会军院士和中国地理学会理事长陈发虎院士出席并作主旨报告，50余位专家作邀请报告。

王会军院士指出观测与模拟融合研究是目前世界气候研究计划（WCRP）的前沿，而基于指标的古气候重建是理解和预测气候变化的重要依据。他进一步提出古气候研究重点是理解气候机制、确定关键因子并用于评估模式，因此可通过典型时段、关键时间尺度变率特征、重大事件、和确定关键因子、驱动力、机制、预测进行古今气候的融合研究。陈发虎院士系统阐述了过去气候变化代用资料的冲突，认知全新世温度变化需要厘清温度的季节性偏差，合理评估影响温度变化关键因子的贡献，代用指标的环境指示意义通常具有多解性，基于同一套代用资料的不同方法重建也可能产生迥异的结果，需要基于过程与机理的研究来准确解读代用指标的指示意义。他指出只有合理评估代用指标的可信性，将真实的气候变化记录与准确的模式模拟结果进行对比，相互支持验证，才能架起记录与模拟的桥梁，提升古气候记录的研究水平。

本次会议采用全新会议形式，特邀专家报告讲述报告人对某一科学问题的观点和见解，与会专家学者共同讨论。研讨会围绕新生代（构造-轨道尺度）、末次冰期冰盛期以来（亚轨道-千年尺度）和近现代（年代际-年际尺度）等多时间尺度的环境记录、模式模拟和记录数据同化研究等共同关心的科学问题进行探讨，讨论如何推动气候变化研究“记录”与“模式”的深度融合。本次研讨会通过多学科背景专家的集中讨论、现场互

动、质疑与咨询等方式进行了深入细致的交流，打通了记录模式研究的时空隧道，打通了学科界线，为学术研讨提供了新的交流范式。

陈发虎和王会军分别结合大会报告和会议讨论做大会总结，指出古气候研究前景广阔，辩证地使用记录和模式解决当今的科学研究之谜，推动不同时间尺度环境记录与模式模拟研究之间的交流与融合，提升对板块运动“内源驱动”和全球变暖“外源驱动”下地球多圈层链式响应及其影响的认识，并推进地球系统科学理论发展。他们还同时强调古气候研究需要与时俱进，为国家发展服务，为人类进步做贡献。



图 13. 记录-模式融合学术研讨会合影



图 14. 会议讨论现场



图 15. 青藏高原地球系统基础科学中心负责人陈发虎院士为参会专家颁奖



图 16. 气象系统预测基础科学中心负责人王会军院士为参会专家颁奖

2. 启动青藏高原地球系统模型建设

青藏高原多圈层相互作用强烈，气候和环境变化剧烈，可持续发展面临诸多挑战。为回答青藏高原基础科学中心的科学问题——高原生长和全球变化双驱动下的多圈层链式响应及影响，助力青藏高原地球系统理论突破，基础科学中心依托中国科学院青藏高原研究所组建了“区域地球系统模拟与预测”团队，并启动青藏高原地球系统模型建设。同时，成立了模型专家咨询组，聘任戴永久院士为组长，薛永康、陈德亮、王斌、梁信忠、汪名怀为咨询组成员。

为促进团队发展，分别于 2020 年 09 月和 2021 年 01 月召开两次模型研讨会。会议围绕青藏高原地球系统模型框架搭建和发展指标等议题，探讨青藏高原系统模型开发所面临的关键性挑战和建设方案。会议决定由中国科学院青藏高原研究所牵头，以中国科学院青藏高原地球科学卓越创新中心为主线，团结中国科学院大气物理研究所、清华大学、北京大学以及其他单位，组建青藏高原地球系统模型开发联盟。

青藏高原地球系统模型将兼顾自主知识产权又借鉴现有先进模型，在全球模式选用中国科学院大气物理研究所的 F-Goals，区域模式用开源模型 WRF。模型建设以区域模式为基础，以模拟近现代气候为主，兼顾古气候，在长时间序列上，青藏高原地球系统模型应考虑古气候和板块运动等变化。模型发展将结合青藏高原研究所现有观测网络（如

中国高寒区地表过程与环境观测研究网络)，发展空-天-地一体化观测，充分利用国家青藏高原数据中心的大数据和深度学习方法，同时针对数据稀少的地区加强观测。会议指出，基于青藏高原地球系统模型和观测体系，模型团队应发展包含地表和大气场的高分辨率青藏高原再分析资料。会议强调，为保障青藏高原系统模型团队常态化运行，需尽快制订可评估的模型发展目标，定量考核指标等。会议还强调，在青藏高原地球系统国家重点实验室和青藏高原地球系统基础科学中心框架下，团队需加强建模能力建设。

中心 2021 年 01 月至 06 月部分发表论文统计表

返回目录

序号	作者	题目	刊物
1	Tao Wang*, Yutong Zhao, Chaoyi Xu, Philippe Ciais, Dan Liu, Hui Yang, Shilong Piao, Tandong Yao	Atmospheric dynamic constraints on Tibetan Plateau freshwater under Paris climate targets	Nature Climate Change
2	Bo Fu, Thomas Gasser, Bengang Li*, Shu Tao, Philippe Ciais, Shilong Piao, Yves Balkanski, Wei Li, Tianya Yin, Luchao Han, Xinyue Li, Yunman Han, Jie An, Siyuan Peng, Jing Xu	Short-lived climate forcers have long-term climate impacts via the carbon–climate feedback	Nature Climate Change
3	Xiaomin Fang*, Guillaume Dupont-Nivet, Chengshan Wang, Chunhui Song, Qingquan Meng, Weilin Zhang, Junsheng Nie, Tao Zhang, Ziqiang Mao, Yu Chen	Revised chronology of central Tibet uplift (Lunpola Basin)	Science Advances
4	Shuai Hu, Tianjun Zhou*	Skillful prediction of summer rainfall in the Tibetan Plateau on multiyear time scales	Science Advances
5	Xu Lian, Shilong Piao*, Laurent Z. X. Li, Yue Li, Chris Huntingford, Philippe Ciais, Alessandro Cescatti, Ivan A. Janssens, Josep Peñuelas, Wolfgang Buermann, Anping Chen, Xiangyi Li, Ranga B. Myneni, Xuhui Wang, Yilong Wang, Yuting Yang, Zhenzhong Zeng, Yongqiang Zhang, Tim R. McVicar	Summer soil drying exacerbated by earlier spring greening of northern vegetation	Science Advances
6	Xiangyi Li, Shilong Piao*, Kai Wang, Xuhui Wang, Tao Wang, Philippe Ciais, Anping Chen, Xu Lian, Shushi Peng, Josep Peñuelas	Temporal trade-off between gymnosperm resistance and resilience increases forest sensitivity to extreme drought	Nature Ecology & Evolution
7	Xiangyi Li*, Shilong Piao*, Kai Wang, Xuhui Wang, Tao Wang, Philippe Ciais, Anping Chen, Xu Lian, Shushi Peng, Josep Peñuelas	Reply to: Disentangling biology from mathematical necessity in twentieth-century gymnosperm resilience trends	Nature Ecology & Evolution
8	Xu Lian, Shilong Piao*, Anping Chen, Kai Wang, Xiangyi Li, Wolfgang Buermann, Chris Huntingford, Josep Peñuelas, Hao Xu, Ranga B. Myneni	Seasonal biological carryover dominates northern vegetation growth	Nature Communications
9	Xuhui Wang*, Christoph Müller, Joshua Elliot, Nathaniel D. Mueller, Philippe Ciais, Jonas Jägermeyr, James Gerber, Patrice Dumas, Chenzhi Wang, Hui Yang, Laurent Li, Delphine Deryng, Christian Folberth, Wenfeng Liu, David Makowski, Stefan Olin, Thomas A. M. Pugh, Ashwan Reddy, Erwin Schmid, Sujong Jeong, Feng Zhou, Shilong Piao	Global irrigation contribution to wheat and maize yield	Nature Communications
10	Jiangpeng Cui, Shilong Piao*, Chris Huntingford, Xuhui Wang, Xu Lian, Amulya Chevuturi, Andrew G. Turner, Gabriel J. Kooperman	Vegetation forcing modulates global land monsoon and water resources in a CO ₂ -enriched climate	Nature Communications
11	Songbai Hong, Guodong Yin, Shilong Piao*, Ray Dybzinski, Nan Cong, Xiangyi Li, Kai Wang, Josep Peñuelas, Hui Zeng, Anping Chen*	Divergent responses of soil organic carbon to afforestation	Nature Sustainability
12	Bo Fu, Bengang Li*, Thomas Gasser, Shu Tao, Philippe Ciais, Shilong Piao, Profile Yves Balkanski, Profile Wei Li, Tianya Yin, Profile Luchao Han, Yunman Han, Siyuan Peng, Jing Xu	The contributions of individual countries and regions to the global radiative forcing	Proceedings of the National Academy of Sciences
13	Shilong Piao*, Xuhui Wang, Taejin Park, Chi Chen, Xu Lian, Yue He, Jarle W. Bjerke, Anping Chen, Philippe Ciais, Hans Tømmervik, Ramakrishna R. Nemani, Ranga B. Myneni	Characteristics, drivers and feedbacks of global greening	Nature Reviews Earth & Environment
14	Fahu Chen*, Lin Ding, Shilong Piao, Tianjun Zhou, Baiqing Xu, Tandong Yao, XinLi	The Tibetan Plateau as the engine for Asian environmental change: the Tibetan Plateau Earth system research into a new era	Science Bulletin

序号	作者	题目	刊物
15	Qi Wang, Wangwang Lv, Bowen Li, Yang Zhou, Lili Jiang, Shilong Piao, Yanfen Wang, Lirong Zhang, Fandong Meng, Peipei Liu, Huan Hong, Yaoming Li, Tsechoe Dorji, Caiyun Luo, Zhenhua Zhang, Philippe Ciais, Josep Peñuelas, Paul Kardol, Huakun Zhou, Shiping Wang*	Annual ecosystem respiration is resistant to changes in freeze–thaw periods in semi-arid permafrost	Global Change Biology
16	Yue He, Xuhui Wang*, Kai Wang, Shuchang Tang, Hao Xu, Anping Chen, Philippe Ciais, Xiangyi Li, Josep Peñuelas, Shilong Piao	Data-driven estimates of global litter production imply slower vegetation carbon turnover	Global Change Biology
17	Shilong Piao*, Xuhui Wang, Kai Wang, Xiangyi Li, Ana Bastos, Josep G. Canadell, Philippe Ciais, Pierre Friedlingstein, Stephen Sitch	Interannual variation of terrestrial carbon cycle: Issues and perspectives	Global Change Biology
18	Kai Wang, Xuhui Wang, Shilong Piao, Frédéric Chevallier, Jiafu Mao, Xiaoying Shi, Chris Huntingford, Ana Bastos, Philippe Ciais, Hao Xu, Ralph F. Keeling, Stephen W. Pacala, Anping Chen*	Unusual characteristics of the carbon cycle during the El Niño	Global Change Biology
19	Peilin Li, Dan Zhu*, Yilong Wang, Dan Liu	Elevation dependence of drought legacy effects on vegetation greenness over the Tibetan Plateau	Agricultural and Forest Meteorology
20	Lirong Zhang, Wangwang Lv, Shujuan Cui, Lili Jiang, Bowen Li, Peipei Liu, Qi Wang, Yang Zhou, Huan Hong, Wang A., Caiyun Luo, Zhenhua Zhang, Tsechoe Dorji, Shiping Wang*	Effect of warming and degradation on phenophases of Kobresia pygmaea and Potentilla multifida on the Tibetan Plateau	Agriculture, Ecosystems and Environment
21	Hongfang Zhao, Yongshuo H.Fu, Xuhui Wang*, Yuan Zhang, Yongwen Liu, Ivan A. Janssens	Diverging models introduce large uncertainty in future climate warming impact on spring phenology of temperate deciduous trees	Science of the Total Environment
22	Yanan Su, Xin Li*, Min Feng, Yanyun Nian, Lingxin Huang, Tingting Xie, Kun Zhang, Feng Chen, Wei Huang, Jianhui Chen, Fahu Chen	High agricultural water consumption led to the continued shrinkage of the Aral Sea during 1992–2015	Science of the Total Environment
23	Fandong Meng, Lirong Zhang, Zhenhua Zhang, Lili Jiang, Yanfen Wang, Jichuang Duan, Qi Wang, Bowen Li, Peipei Liu, Huan Hong, Wangwang Lv, Wangmu Renzeng, Zhezhen Wang, Caiyun Luo, Tsechoe Dorji, Huakun Zhou, Mingyuan Du, Yiqi Luo, Shiping Wang*	Enhanced spring temperature sensitivity of carbon emission links to earlier phenology	Science of the Total Environment
24	Yanlong Guo, Zefang Zhao, Xin Li*	Moderate warming will expand the suitable habitat of <i>Ophiocordyceps sinensis</i> and expand the area of <i>O. sinensis</i> with high adenosine content	Science of The Total Environment
25	Dorji Tsechoe, Shilong Piao*, Xuhui Wang, Chuang Zhao, Baohua Liu, Anping Chen, Shiping Wang, Tao Wang	Emerging negative warming impacts on tibetan crop yield	Engineering
26	Tianjun Zhou*, Wenxia Zhang	Anthropogenic warming of Tibetan Plateau and constrained future projection	Environmental Research Letters
27	Shuai Hu, Tianjun Zhou*, and Bo Wu	Impact of developing ENSO on the Tibetan Plateau summer rainfall	Journal of Climate
28	Xiaohe An, Bo Wu*, Tianjun Zhou, Bo Liu	Atlantic multidecadal oscillation drives interdecadal Pacific variability via tropical atmospheric bridge	Journal of Climate
29	Xin Li*, Ling Zhang*, Yi Zheng, Dawen Yang, Feng Wu, Yong Tian, Feng Han, Bing Gao, Hongyi Li, Yanlin Zhang, Yingchun Ge, Guodong Cheng, Bojie Fu, Jun Xia, Changqing Song, Chunmiao Zheng	Novel hybrid coupling of ecohydrology and socioeconomy at river basin scale: A watershed system model for the Heihe River basin	Environmental Modelling & Software
30	Chihao Chen, Yan Bai*, Xiaomin Fang, Qiang Xu, Tao Zhang, Tao Deng, Jiankun, He, Qinghu Chen	Lower-altitude of the Himalayas before the mid-Pliocene as constrained by hydrological and thermal conditions	Earth and Planetary Science Letters

序号	作者	题目	刊物
31	Kai Hu*, Xiaomin Fang*, Ken L.Ferrier, Darry IE.Granger, Zhijun Zhao, Gregory A.Ruetenik	Covariation of cross-divide differences in denudation rate and χ : Implications for drainage basin reorganization in the Qilian Shan, northeast Tibet	Earth and Planetary Science Letters
32	Chen Wu*, Andrew V. Zuza, Jie Li, Peter J. Haproff, An Yin, Xuanhua Chen, Lin Ding, Bing Li	Late Mesozoic–Cenozoic cooling history of the northeastern Tibetan Plateau and its foreland derived from low-temperature thermochronology	GSA Bulletin
33	Yaozhi Jiang, Kun Yang*, Changkun Shao, Xu Zhou, Long Zhao, Yingying Chen, Hui Wu	A downscaling approach for constructing high-resolution precipitation dataset over the Tibetan Plateau from ERA5 reanalysis	Atmospheric Research
34	Yibo Yang*, Albert Galy, Xiaomin Fang, Rongsheng Yang, Wenfang Zhang, Bowen Song, Yudong Liu, Wenxia Han, Weilin Zhang, Song Yang	Neodymium isotopic constraints on Cenozoic Asian dust provenance changes linked to the exhumation history of the northern Tibetan Plateau and the Central Asian Orogenic Belt	Geochimica et Cosmochimica Acta
35	Weilin Zhang*, Xiaomin Fang, Tao Zhang, Chunhui Song, Maodu Yan	Eocene Rotation of the Northeastern Central Tibetan Plateau Indicating Stepwise Compressions and Eastward Extrusions	Geophysical Research Letters
36	Bin Cao, Xin Li*, Min Feng, Donghai Zheng	Quantifying Overestimated Permafrost Extent Driven by Rock Glacier Inventory	Geophysical Research Letters
37	Ziming Chen, Tianjun Zhou*, Lixia Zhang, Xiaolong Chen, Wenxia Zhang, Jie Jiang	Global Land Monsoon Precipitation Changes in CMIP6 Projections	Geophysical Research Letters
38	Jie Jiang, Tianjun Zhou*	Human-Induced Rainfall Reduction in Drought-Prone Northern Central Asia	Geophysical Research Letters
39	Tianjun Zhou*, Jingwen Lu, Wenxia Zhang, Ziming Chen	The Sources of Uncertainty in the Projection of Global Land Monsoon Precipitation	Geophysical Research Letters
40	Chong Guan*, Maodu Yan*, Weilin Zhang*, Dawen Zhang, Qiang Fu, Liang Yu, Wanlong Xu, Jinbo Zan, Bingshuai Li, Tao Zhang, Miaomiao Shen	Paleomagnetic and Chronologic Data Bearing on the Permian/Triassic Boundary Position of Qamdo in the Eastern Qiantang Terrane: Implications for the Closure of the Paleo - Tethys	Geophysical Research Letters
41	Dawen Zhang, Maodu Yan*, Chunhui Song, Weilin Zhang, Xiaomin Fang, Bingshuai Li	Frequent Polarity Reversals in the Cretaceous Normal Superchron	Geophysical Research Letters
42	Yulong Xie, Fuli Wu*, Xiaomin Fang*, Dawen Zhang, Weilin Zhang	Early Eocene southern China dominated by desert: Evidence from a palynological record of the Hengyang Basin, Hunan Province	Global and Planetary Change
43	Yin Zhao, Tianjun Zhou*	Interannual Variability of Precipitation Recycle Ratio Over the Tibetan Plateau	Journal of Geophysical Research: Atmospheres
44	Shalik Ram Sigdel, Eryuan Liang*, Yafeng Wang, Binod Dawadi, Jesús Julio Camarero	Tree-to-tree interactions slow down Himalayan treeline shifts as inferred from tree spatial patterns	Journal of Biogeography
45	Wentao Huang*, Michael J. Jackson, Mark J. Dekkers, Peat Solheid, Yang Zhang, Shihu Li, Zhaojie Guo, Lin Ding	Remagnetization of Red Beds on the Tibetan Plateau: Mechanism and Diagnosis	Journal of Geophysical Research: Solid Earth
46	Chen Wu*, Andrew V. Zuza, An Yin, Xuanhua Chen, Peter J. Haproff, Jie Li, Bing Li, Lin Ding	Punctuated orogeny during the assembly of Asia: Tectonostratigraphic evolution of the North China craton and the Qilian Shan from the Paleoproterozoic to Early Paleozoic	Tectonics
47	Bingshuai Li, Maodu Yan*, Weilin Zhang, Josep M. Parés, Xiaomin Fang, Yongpeng Yang, Dawen Zhang, Chong Guan, Jing Bao	Magnetic Fabric Constraints on the Cenozoic Compressional Strain Changes in the Northern Qaidam Marginal Thrust Belt and Their Tectonic Implications	Tectonics
48	Shalik Ram Sigdel, Hui Zhang, Haifeng Zhu*, Sher Muhammad, Eryuan Liang	Retreating Glacier and Advancing Forest Over the Past 200 Years in the Central Himalayas	Journal of Geophysical Research: Biogeosciences
49	Shuxiang Han, Chen Wu*, Zhiguang Zhou, Guosheng Wang	Geology, geochemistry, and geochronology of the paleoproterozoic Donggouzi mafic-ultramafic complex: Implications for the evolution of the North China craton	Lithos
50	Chihao Chen, Yan Bai*, Xiaomin Fang, Guangsheng Zhuang, Amriddin Khodzhiyev, Xiaojing Bai, Azamdzhon Murodov	Evaluating the potential of soil bacterial tetraether proxies in westerlies dominating western Pamirs, Tajikistan and implications for paleoenvironmental reconstructions	Chemical Geology

序号	作者	题目	刊物
51	Wangwang Lv, Lirong Zhang, Haishan Niu, Bowen Li, Qi Wang, Yang Zhou, Yanfen Wang, Lili Jiang, Peipei Liu, Huan Hong, Shugang Jia, Caiyun Luo, Dorji Tsechoe, Huakun Zhou, Shiping Wang*	Non-linear temperature sensitivity of litter component decomposition under warming gradient with precipitation addition on the Tibetan plateau	Plant and Soil
52	Maodu Yan*, Dawen Zhang, Xiaomin Fang, Weilin Zhang, Chunhui Song, Chenglin Liu, Jinbo Zan, Miaomiao Shen	New insights on the age of the Mengyejing Formation in the Simao Basin, SE Tethyan domain and its geological implications	Science China: Earth Sciences
53	Qiang Li, Xin Li*, Youhua Ran, Min Feng, Yanyun Nian, Meibao Tan & Xi Chen	Investigate the relationships between the Aral Sea shrinkage and the expansion of cropland and reservoir in its drainage basins between 2000 and 2020	International Journal of Digital Earth
54	Chen Wu*, Jie Li, Andrew V. Zuza*, Changfeng Li*, Wencan Liu*, Xuanhua Chen*, Tian Jiang*, Bing Li*	Cenozoic cooling history and fluvial terrace development of the western domain of the Eastern Kunlun Range, northern Tibet	Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology
55	Bowen Song*, Yibo Yang*, Rongsheng Yang*, Albert Galy*, Kexin Zhang*, Junliang Ji*, Yudong Liu*, Chengzhi Ai, Chaowen Wang*, Yafei Hou	Miocene ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ratios of ostracods in the northern Qaidam Basin, NE Tibetan Plateau, and links with regional provenance, weathering and eolian input	Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology
56	Yibo Yang*, Chengcheng Ye, Rongsheng Yang, Xiaomin Fang*	Revisiting clay-sized mineral and elemental records of the silicate weathering history in the northern Tibetan Plateau during the late	Terra Nova
57	Chengcheng Ye, Yibo Yang*, Xiaomin Fang*, Weilin Zhang, Chunhui Song, Rongsheng Yang	Paleolake salinity evolution in the Qaidam Basin (NE Tibetan Plateau) between ~42 and 29 Ma: Links to global cooling and Paratethys Sea incursions	Sedimentary Geology
58	Xiaolong Zhang*, Baiqing Xu, Jiule Li, Ying Xie, Gerd Gleixner	Late-Holocene fluctuations of monsoonal Qiangyong Glacier, southern Tibetan Plateau	Holocene
59	Ting Fu, Eryuan Liang, Xiaoming Lu*, Shan Gao, Lin Zhang, Haifeng Zhu, Sergio Rossi, J. Julio Camarero	Tree growth responses and resilience after the 1950-Zayu-Medog earthquake, southeast Tibetan Plateau	Dendrochronologia
60	Dan Lu, Yangheshan Yang, Qiang Li, Xijun Ni*	A late Pleistocene fossil from Northeastern China is the first record of the dire wolf (Carnivora: Canis dirus) in Eurasia	Quaternary International
61	Yangheshan Yang, Qiang Li*, Xijun Ni*, Xiaodong Cheng, Jie Zhang, Honglong Li, Changzhu Jin	Tooth micro-wear analysis reveals that persistence of beaver Trogontherium cuvieri (Rodentia, Mammalia) in Northeast China relied on its plastic ecological niche in Pleistocene	Quaternary International
62	Minghui Li*, Shurui Sun, Maodu Yan, Fanwei Meng, Xiaomin Fang, Xiangsuo Song, Liping Zhu	Late Cretaceous paleoclimate reconstruction from halite in an evaporite deposit on the Khorat Plateau, Laos	Cretaceous Research
63	Chang-shun Wang, Wang-wang Lyu, Li-li Jiang, Shi-ping Wang, Qi Wang, Fan-dong Meng, Lirong Zhang*	Changes in leaf vein traits among vein types of alpine grassland plants on the Tibetan Plateau	Journal of Mountain Science
64	Yulong Xie, Fuli Wu*, Xiaomin Fang*	A major environmental shift by the middle Eocene in southern China: Evidence from palynological records	Review of Palaeobotany and Palynology
65	Minghui Li*, Xiaomin Fang, Albert Galy, Huiling Wang, Xiangsuo Song, Xiaoxiao Wang	Hydrated sulfate minerals (bloedite and polyhalite): formation and paleoenvironmental implications	Carbonates and Evaporites
66	Hao Xu, Xu Lian, Ingrid Slette, Hui Yang, Yuan Zhang, Anping Chen, Shilong Piao*	Rising ecosystem water demand exacerbates the lengthening of tropical dry seasons	Nature Portfolio
67	Cédric Del Rio, Jian Huang, Ping Liu, WeiYuDong Deng, Teresa E.V. Spicer, FeiXiang Wu, ZheKun Zhou, Tao Su*	New Eocene fossil fruits and leaves of Menispermaceae from the central Tibetan Plateau and their biogeographic implications	Journal of Systematics and Evolution
68	周天军*, 张文霞, 陈晓龙, 张丽霞, 邹立维, 满文敏	青藏高原气温和降水近期、中期与长期变化的预估及其不确定性来源	气象科学
69	王海涛*, 吴福莉, 方小敏, 杨立业	中中新世气候适宜期西北内陆干旱区气候演化特征	地球环境学报

序号	作者	题目	刊物
70	颜茂都*, 张大文, 方小敏, 张伟林, 宋春晖, 刘成林, 咎金波, 申苗苗	特提斯构造域东南端思茅盆地勐野井组地层年代学及其地质意义	中国科学: 地球科学
71	Yibo Yang*, Albert Galy, Xiaomin Fang*, Christian France-Lanord, Shiming Wan, Rongsheng Yang, Jian Zhang, Ran Zhang, Song Yang, Yunfa Miao, Yudong Liu, Chengcheng Ye	East Asian monsoon intensification promoted weathering of the magnesium-rich southern China upper crust and its global significance	Science China Earth Sciences
72	Xiaoyu Lu, Xijun Ni*, Olivier Maridet*	A new glirid-like cricetid from the lower Oligocene of southern China	Journal of Vertebrate Paleontology
73	Xiaogang Li*, Guoqiang Xu*, Chen Wu, An Yin, Shihu Wu, Andrew V. Zuza, Gang Chen, Zhiwu Li, Shaohua Xu, Yiwen Li	Pure Void Space and Fracture Pore Space in Fault-Fractured Zones	Frontiers in Earth Science
74	Chen Wu*, Jie Li, Lin Ding	Low-temperature thermochronology constraints on the evolution of the Eastern Kunlun Range, northern Tibetan Plateau	Geosphere
75	Chen Wu*, Andrew V. Zuza, An Yin, Xuanhua Chen, Peter J. Haproff, Jie Li, Bing Li, Lin Ding	Punctuated Orogeny During the Assembly of Asia: Tectonostratigraphic Evolution of the North China Craton and the Qilian Shan from the Paleoproterozoic to Early Paleozoic	Tectonics

送：青藏高原地球系统基础科学中心项目办公室
中心指导委员会委员
中心执行委员会委员
中心各领域、方向负责人
中心科研骨干人员、博士后

责任编辑：汪亚峰

联系人：曹斌、王亚军、李娅梅

邮 箱：bsctpes@itpcas.ac.cn

地址：北京市朝阳区林萃路 16 号院 3 号楼

青藏高原地球系统

BASIC SCIENCE CENTER FOR
TIBETAN PLATEAU EARTH SYSTEM



微信公众号