

拟提名 2026 年度云南省科学技术奖励项目公示

一、项目名称：热带亚热带树木生长和生理过程对全球变化响应

二、提各单位：中国科学院昆明分院

提名等级：云南省自然科学奖二等奖

三、项目简介：

准确评估森林对全球变化的响应是预测碳循环、保障生态安全的关键。然而，受亚洲季风控制的中国西南-中南半岛区域，百年尺度气候演变规律及其对树木生长的影响机制长期不清。该项目依托国家自然科学基金国际合作与交流项目、面上项目等项目，在亚洲热带亚热带沿水热梯度构建了多树种、多站点树轮与生理观测网络，集成树轮宽度、稳定同位素和生理实验方法，系统阐明了区域气候变化趋势及其对树木季节—年际生长动态影响的生理调控机制。取得如下重要科学发现：

(1) 系统揭示了中国西南-中南半岛区域干旱化趋势、极端干旱增强。利用树轮宽度与稳定氧同位素，沿滇西、滇中及缅甸样带重建了多个过去两百余年的相对湿度、降水与干旱指数序列，发现近 50 年区域干旱化加速，极端干旱频率和强度持续上升。蒸散驱动因子分析表明，近期干旱化的主控因子已从风速控制转为“空气变干”，为重建的暖干化现象提供了机制解释。该研究将高分辨率气候重建扩展至亚洲热带和亚热带数据空白区域。

(2) 证实了热带亚热带树木径向生长水分限制主导作用，首次阐明了气候暖干化导致区域树木生长衰退的生理机制。构建了大范围树轮研究网络，证实了季风前降水是东南亚热带和亚热带森林树木径向生长的主要限制因子；从湿润至干旱生境，树木对水分的敏感性显著增强。多

树种近几十年的径向生长同步下降，并与区域暖干化过程直接耦合。树轮碳同位素揭示，树木通过关闭气孔提高水分利用效率，但降低了光合碳吸收；在持续缺水条件下，大气 CO₂ 的“施肥效应”无法逆转生长衰退趋势。

(3) 揭示树木年内生长节律与夜间膨压调控，厘清功能性状与生长关联的调控机制。该研究构建了多站点高精度树木径向生长监测网络，发现亚热带树木生长主要集中在 5 至 8 月，且主要发生在夜间和黎明前，树种间具有高度一致的日尺度和季节尺度动态模式；这一节律的生理机制被证实为“细胞膨压限制”，夜间低蒸腾恢复细胞膨压，驱动生长，白天强烈蒸腾则抑制该过程。发现导管直径等水分输导能力比木材密度更能预测树木生长快慢，且这一关系随物候类型和个体大小而转变。

(4) 阐明沿水热梯度植物叶片热力调控策略的分异规律，揭示蒸腾降温在极端干热环境下的重要性及 CO₂ 施肥效应的功能群差异。该研究以云南不同水热梯度上的典型植被为研究对象，创新采用“三温法”，首次定量解析叶片“物理性状调温”与“生理蒸腾降温”的相对贡献。发现干热河谷植物以强蒸腾主动降温，辅以小叶、高反射等物理特性，颠覆了“被动调温”的传统认知；而热带雨林和亚热带常绿阔叶林则依赖叶片储水提高热容缓解温度波动或采取保守投资策略。控制实验显示，高 CO₂ 浓度强化了亚热带植物“水力结构-光合效率”的协同效应。上述发现完善了植物功能性状适应理论，为预测气候变暖下植被变化提供了新视角。

该项目在 *Global Change Biology*, *New Phytologist*, *Agricultural and Forest Meteorology*, *Journal of Ecology* 等国际主流生态学和林学期刊上发表论文 20 篇，19 篇 SCI 论文累计影响因子 91，其中 8 篇代表性论文累计影响因子 52.5，CSCD 论文 1 篇。20 篇论文在 SCI 中他引 652 次，在

CSCD 中他引 90 次；8 篇代表性论文在 SCI 中他引 436 次，在 CSCD 中他引 39 次。成果已被 Nature Geoscience, Nature Plants, PNAS 等国际重要学术期刊引用与正面评价。该成果推动树木年轮学与植物生理生态学从定性描述向机理过程研究跨越，为亚洲季风区森林碳汇预测和气候适应性经营提供了核心科学依据。

该项目共培养博士后 7 名、博士生 8 名（1 人获云南省优秀博士论文和中国科学院“朱李月华”优秀博士生奖学金）、硕士生 12 名。2 人晋升为正高级职称，1 人晋升为副高级职称。项目负责人入选中国科学院青年创新促进会、“卓越青年科学家计划”、领衔中国科学院“西部之光-交叉团队”、获中国科学院朱李月华优秀教师奖。项目组成员 3 人入选云南省“高层次人才培养支持计划”。

四、代表性论文专著目录（*表示通讯作者，#表示共同第一作者）：

序号	论文专著 名称/刊名 /作者	年卷页 码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时 间 (年 月 日)	通讯作 者 (含共 同)	第一作者 (含共 同)	国内作 者	他 引 总 次 数	论文 署名 单位 是否 包含 国外 单位
1	Long-term physiological and growth responses of Himalayan fir to environmental change are mediated by mean climate. <i>Global Change Biology</i> . Shankar Panthi, Ze-Xin Fan*, Peter van der Sleen, Pieter A. Zuidema	2020 年 26 卷 1778-1 794 页	2020/3 /1	Ze-Xin Fan	Shankar Panthi	范泽鑫	63	是
2	Diel and seasonal stem growth responses to climatic variation are consistent across species in a subtropical tree	2023 年 240 卷 2253-2 264 页	2023/1 2/1	Ze-Xin Fan	Bo Zhou	周博， 范泽鑫	19	是

	community. <i>New Phytologist</i> . Bo Zhou, Frank Sterck, Bart Kruijt, Ze-Xin Fan*, Pieter A. Zuidema							
3	Climate influences on intra-annual stem radial variations and xylem formation of <i>Toona ciliata</i> at two Asian tropical forest sites with contrasting soil water availability. <i>Agricultural and Forest Meteorology</i> . Arisa Kaewmano, Pei-Li Fu*, Ze-Xin Fan*, Nathsuda Pumijumnong, Pieter A. Zuidema, Achim Bräuning	2022 年 318 卷 108906 页	2022/5 /1	Ze-Xin Fan, Pei-Li Fu	Arisa Kaewma no	范泽 鑫, 付 培立	14	是
4	Growth-climate sensitivity of two pine species shows species-specific changes along temperature and moisture gradients in southwestern China. <i>Agricultural and Forest Meteorology</i> . Rao-Qiong Yang, Pei-Li Fu, Ze-Xin Fan*, Shankar Panthi, Jie Gao, Ying Niu, Zong-Shan Li, Achim Bräuning	2022 年 318 卷 108907 页	2022/5 /1	Ze-Xin Fan	Rao-Qion g Yang	杨绕 琼, 付 培立, 范泽 鑫, 高 洁, 牛 颖, 李 宗善	37	是
5	Leaf thermal regulation strategies of canopy species across four vegetation types along a temperature and precipitation gradient. <i>Agricultural and Forest Meteorology</i> . Ying-Ying	2023 年 343 卷 109766 页	2023/1 2/15	Hua Lin	Ying-Yin g Zhou	周莹 莹, 范 泽鑫, 王剑 平, 刘 维曄, 林华	18	是

	Zhou, Nawatbhrist Kitudom, Sophie Fauset, Martijn Slot, Ze-Xin Fan, Jian-Ping Wang, Wei-Wei Liu, Hua Lin*							
6	Hydraulic conductivity traits predict growth rates and adult stature of 40 Asian tropical tree species. <i>Journal of Ecology</i> . Ze-Xin Fan, Shi-Bao Zhang, Guang-You Hao, J.W. Ferry Slik, Kun-Fang Cao*	2012 年 100 卷 732-7 41 页	2012/5 /1	Kun-Fa ng Cao	Ze-Xin Fan	范泽 鑫, 张 石宝, 郝广 友, 曹 坤芳	155	是
7	Stronger cooling effects of transpiration and leaf physical traits of plants from a hot dry habitat than from a hot wet habitat. <i>Functional Ecology</i> . Hua Lin*, Ya-Jun Chen, Hou-Lei Zhang, Pei-Li Fu, Ze-Xin Fan	2017 年 31 卷 2202-2 211 页	2017/1 2/1	Hua Lin	Hua Lin	林华、 陈亚 军、张 后雷、 付培 立、范 泽鑫	151	否
8	Drought reconstruction over the past two centuries in southern Myanmar using teak tree-rings: linkages to the Pacific and Indian Oceans. <i>Geophysical Research Letters</i> . Zaw Zaw, Ze-Xin Fan*, Achim Bräuning, Chen-Xi Xu, Wen-Jie Liu, Narayan Prasad Gaire, Shankar Panthi, Kay Zin Than	2020 年 47 卷 e2020 GL087 627 页	2020/5 /28	Ze-Xin Fan	Zaw Zaw	范泽 鑫, 许 晨曦, 刘文杰	18	是
合 计							475	

五、主要完成人基本情况：

序号	姓名	职称	职务	工作单位	完成单位
1	范泽鑫	研究员	园副主任	中国科学院西双版纳热带植物园	中国科学院西双版纳热带植物园
2	林华	研究员	无	中国科学院西双版纳热带植物园	中国科学院西双版纳热带植物园
3	付培立	副研究员	无	中国科学院西双版纳热带植物园	中国科学院西双版纳热带植物园
4	杨绕琼	助理研究员	无	中国科学院西双版纳热带植物园	中国科学院西双版纳热带植物园
5	ZAW ZAW	助理研究员	无	中国科学院西双版纳热带植物园	中国科学院西双版纳热带植物园