

提名 2026 年度云南省科学技术奖励项目公示

一、项目名称：暖干化背景下西南木本植物的水分关系研究

二、提单位：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：

全球气候变化的大背景下，西南地区正经历着明显的“暖干化”趋势，高温热浪与极端干旱事件频发，严重威胁区域森林生态系统的结构与功能。木本植物的水分关系作为连接植物生理过程与生态系统功能的核心纽带，决定了物种的干旱适应潜力、生存策略及群落动态走向。然而，暖干化背景下，不同植被及植物类群（如树木与藤本、常绿与落叶等）如何通过水力性状调控来应对日益增强的水分胁迫，仍缺乏系统认识。该项目以水分条件迥异的西双版纳热带森林（湿热区域）和元江稀树灌丛（干热区域）为研究对象，以暖干化背景下木本植物水分关系特征及其干旱适应机制为核心科学问题，系统开展了多尺度的系统研究。重要科学发现如下：

（1）揭示了干热和湿热条件下木本植物应对干旱胁迫分异的水力适应机制。系统阐明了常绿与落叶树种、树木与藤本在不同水分背景下的水力策略分化。创新性发现叶片落叶习性、生活型与个体大小协同调控水力性状对极端干旱的预测表现，为预测未来干旱情景下森林群落动态变化提供了科学依据。

（2）阐明了季节性干旱维持热带木质藤本相对竞争优势的生理学机制。提出雨季高光合能力与高效水分运输、旱季深层土壤水分利用能力与灵活气孔调控，是藤本维持旱季生长优势的主要机制，为解释当前气候变化背景下木质藤本多样性与丰富度持续升高提供了理论依据。

（3）首次提出水力功能与碳经济性状耦合的新规律，揭示树干水容在碳水平衡与干旱响应中的作用。首次在大地理尺度上提出叶片膨压丧失点（ π_{tlp} ）可同步指示植物耐旱性与碳经济策略；发现氮磷重吸收效率与抗旱性相关，连接了水力适应与养

分循环。同时，创新发现边材水容调控植物日间碳水平衡与干旱敏感性，为区域尺度植被功能预测提供了便捷指标

（4） 建立热带木本植物水分关系测量方法学新标准。首次在热带物种中系统比较五种脆弱性曲线测定方法（干燥法、注气法、抽气法、光学法、MicroCT 法），发现抽气法严重高估脆弱性，注气法居中，干燥法、光学法与 MicroCT 法一致性较好；澄清了抽气法存在“双平台”判定困难、停止标准缺乏、组织裂隙及切端导管开放等系统误差。同时，揭示两种经典导管长度测定方法的局限，并提出新的导管长度估算方法，为后续研究提供了可靠的方法选择依据。

上述研究成果为预测未来干旱情景下森林群落动态变化提供了科学依据，并对热带地区人工林营造、水资源管理和生物多样性保护具有重要应用价值。项目成果发表于在 *Ecology Letters*、*New Phytologist*（3 篇）、*Functional Ecology*、*Agricultural and Forest Meteorology*（3 篇）等国际权威期刊，发表论文 18 篇，影响因子累计 94.5 次，被 *Nature*（2 次）、*Science Advances*（2 次）、*Nature Communications*（5 次）、*PNAS*（3 次）等重要期刊他引 627 次。其中 8 篇核心论文累计影响因子 46.0，他引 493 次。项目培养了 10 名博士、硕士研究生及 2 名博士后，骨干成员 2 人晋升正高级职称，1 人获中国科学院院长奖，1 人入选中国科学院优秀博士论文及云南省优秀博士论文奖，1 人入选中国科学院青年创新促进会会员，1 人入选云南省“万人计划”青年拔尖人才、云南省中青年学术和技术带头人及中国科学院西部青年学者 A 类。

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	Hydraulic prediction of drought-induced plant dieback and top-kill depends on leaf habit and growth form of drought-induced plant dieback and top-kill depends on leaf habit and growth form/ Ecology Letters /Chen, Y.-J., Choat, B., Sterck, F., Maenpuen, P., Katabuchi, M., Zhang, S.-B., Tomlinson, K. W., Oliveira, R.	2021 年 24 卷 2350-2363 页	2021 年 8 月 21 日	Frank Sterck, 曹坤芳, Steven Jansen	陈亚军	陈亚军, 张树斌, 章永江, 沈静娴, 曹坤芳	55	是
2	Water-use advantage for lianas over trees in tropical seasonal forests/ New Phytologist / Chen, Y.-J., Cao, K.-F., Schnitzer, S. A., Fan, Z.-X., Zhang, J.-L., & Bongers, F.	2015 年 205 卷 128-136 页	2014 年 9 月 29 日	陈亚军	陈亚军, 曹坤芳	陈亚军, 曹坤芳, 范泽鑫, 张教林	116	是
3	Quantifying vulnerability to embolism in tropical trees and lianas using five methods: Can discrepancies be explained by xylem structural traits? / New Phytologist / Chen, Y.-J., Maenpuen, P., Zhang, Y.-J., Barai, K., Katabuchi, M., Gao, H., Kaewkamol, S., Tao, L.-B.,	2021 年 229 卷 805-819 页	2020 年 9 月 14 日	陈亚军, 章永江, 张教林	陈亚军, Phi sam ai Ma enpuen	陈亚军, 章永江, 高辉, 陶连宾, 张教林	31	是
4	Physiological regulation and efficient xylem water transport regulate diurnal water and carbon balances of tropical lianas / Functional Ecology / Chen, Y.-J., Schnitzer, S. A., Zhang, Y.-J., Fan, Z.-X., Goldstein, G., Tomlinson, K. W., Lin, H., Zhang, J.L., Cao,	2017 年 31 卷 306-317 页	2016 年 8 月 2 日	张教林, 曹坤芳	陈亚军	陈亚军, 章永江, 范泽鑫, 林华, 张教林, 曹坤芳	26	是

5	Leaf turgor loss point is correlated with drought tolerance and leaf carbon economics traits / Tree Physiology / Zhu, S.-D., Chen, Y.-J., Ye, Q., He, P.-C., Liu, H., Li, R.-H., Fu, P.-L., Jiang, G.-F., Cao, K.-F.	2018 年 38 卷 658-663 页	2018 年 02 月 21 日	曹坤芳	朱师丹	朱师丹, 陈亚军, 叶清, 贺鹏程, 刘慧, 李荣华, 付培立, 蒋国凤, 曹坤芳	169	否
6	Response of four evergreen savanna shrubs to an incidence of extreme drought: High embolism resistance, branch shedding and maintenance of nonstructural carbohydrates / Tree Physiology / Shen, J.-X., Zhang, Y.-J., Maenpuen, P., Zhang, S.-B., Zhang, L., Yang, L., Tao, L.-B., Yan, P.-Y., Zhang, Z.-M., Li, S.-Q., Yuan, X., Kongjarat, W., Chen, Y.-J.	2022 年 42 卷 740-753 页	2021 年 11 月 22 日	章永江, 陈亚军	沈静娴	沈静娴, 章永江, 张树斌, 张岚, 杨霖, 陶连宾, 严棚云, 张志明, 李树琼, 袁霞, 陈亚军	17	是
7	Different hydraulic traits of woody plants from tropical forests with contrasting soil water availability / Tree Physiology / Zhu, S.-D., Chen, Y.-J., Fu, P.-L., Cao, K.-F.	2017 年 37 卷 1469-1477 页	2017 年 7 月 19 日	曹坤芳	朱师丹, 陈亚军	朱师丹, 陈亚军, 付培立, 曹坤芳	48	否
8	More sensitive response of crown conductance to VPD and larger water consumption in tropical evergreen than in deciduous broadleaf timber trees / Agricultural and Forest Meteorology / Siddiq, Z., Chen, Y.-J., Zhang, Y.-J., Zhang, J.-L., Cao, K.-F.	2017 年 247 卷 399-407 页	2017 年 10 月 6 日	曹坤芳	Siddiq, Zafar, 陈亚军	陈亚军, 章永江, 张教林, 曹坤芳	31	是

合 计	493	
-----	-----	--

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	陈亚军	研究员	热带生态学实验室 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	朱师丹	教授	无	广西大学	中国科学院西双版纳热带植物园
3	张树斌	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	曹坤芳	教授	无	广西大学	中国科学院西双版纳热带植物园