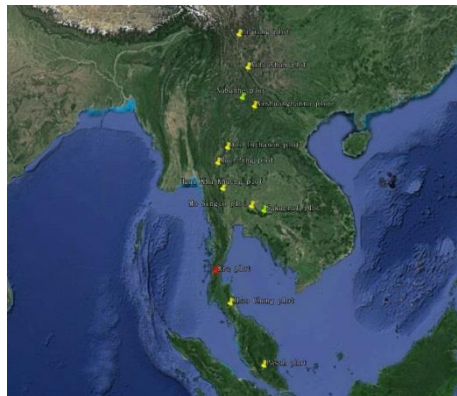




“一三五”重点培育方向半年进展汇报 - 方向一

# 气候变化背景下森林生态系统物种多样性 及其功能维持机制



汇报人： 范泽鑫

所属单元： 热带森林生态学重点实验室



# 报告提纲

- 一、攻关团队及目标描述
- 二、任务的组织与措施
- 三、阶段性进展情况及自我评价
- 四、阶段性科研产出
- 五、人才队伍和研究生培养
- 六、存在问题
- 七、下一步工作计划
- 八、经费获得支持及使用情况



XTBB

# 一、攻关团队及目标描述

## 任务：

- 1) 聚焦生物多样性热点地区，利用生物证据、气象数据探讨不同时间尺度气候变化特征与规律；
- 2) 依托森林塔吊平台，研究典型森林生态系统地上、地下重要生物类群的多样性与空间分布格局、种间关系、生态过程及其与气候因子的关系，筛选出对环境变化敏感的生物类群；
- 3) 依托人工控制实验等平台，揭示水热条件较优越的背景下，胁迫生态系统的主要内在要素及其作用机理；
- 4) 利用稳定性同位素等技术，研究气候变化对森林生态系统水分、生物地球化学循环（特别关注微生物的作用）等生态过程的影响；

## 目标：

探讨热带-亚热带森林生态系统响应气候变化的机理，揭示气候变化背景下森林生态系统物种多样性与生态功能维持机制，为区域生物多样性保护和生态文明建设提供科学依据。



XTBB

## 考核指标

- 建立一支有国际影响力的研究队伍；
- 参加“方向一”的核心成员和骨干成员，以第一作者或通讯作者身份在生态学领域前10%的SCI期刊发表论文15-20篇；
- 在连续的国际学术会议上，主持专题、或做专题主题报告或大会报告；
- 争取国家自然科学基金重点项目（含联合基金或等效项目）1-2项；
- 争取团队成员中有1-2人入选国家自然科学基金优青、1-2人入选院优博论文；
- 争取省级自然科学奖1-2项；
- 培养优秀青年学者和研究生若干。



XTBB

## 二、任务的组织与措施

本项目设置3个子课题，跨研究组多学科协同研究，每个子课题有1位负责人，为方向一“核心成员”，每个子课题下设置若干专题，专题负责人为“骨干成员”。由苗白鸽担任项目秘书。

课题设置和分工如下：

**子课题1：气候变化背景下林冠生物多样性格局与生态功能的维持机制-基于塔吊网络**

负责人：宋亮 副研究员

骨干成员：刘文耀 研究员，张教林 研究员，陈亚军 副研究员

**子课题2：气候变化对生态关系网络结构、功能和稳定性的影响**

负责人：彭艳琼 研究员

骨干成员：杨效东 研究员，沈有信 研究员，星耀武 研究员，Akihiro Nakamura 副研究员，郑玉龙 副研究员

**子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制**

负责人：宋清海 副研究员

骨干成员：刘文杰 研究员，沙丽清 研究员，苏涛 副研究员，林华 副研究员，周文君 副研究员，付培立 副研究员



XTBS

## 内部评价与考核机制

- 每年年终对“方向一”子课题和各专项进行评估，根据各项任务进展情况和评估排序，“方向一”指挥长有权对排名末位的子课题采取警告、停拨经费、终止任务等措施；子课题负责人有权对排名末位的专项任务采取警告、停拨经费、终止任务等措施。
- 2018年底进行中期考核，对子课题进行阶段评估，按优秀、合格、基本合格三个档次打分。“优秀”子课题经费增加子课题总经费20%，“合格”子课题经费维持不变，“基本合格”子课题经费削减子课题总经费20%。
- 鼓励研究组间数据和仪器资源共享，跨研究组合作完成方向一任务并取得重要成果的，在子课题考评时给予加分。
- 终期评估优秀的课题，将重点推选下个“一三五”重大突破或培育方向，在个人晋级或课题组考核时建议优先考虑。
- “方向一”团队成员，在申报相应奖项及岗位晋级时建议优先考虑；
- 参照园里的论文奖励办法，奖励范围为Top10%（非开放获取期刊）、Top5%（开放获取期刊）。课题负责人以西双版纳热带植物园为第一作者单位发表（或参与发表）的第一篇研究型论文奖励1万元，发表第二篇及以上论文的每篇论文奖励2万元研究经费。论文奖励直至调控经费用完为止。



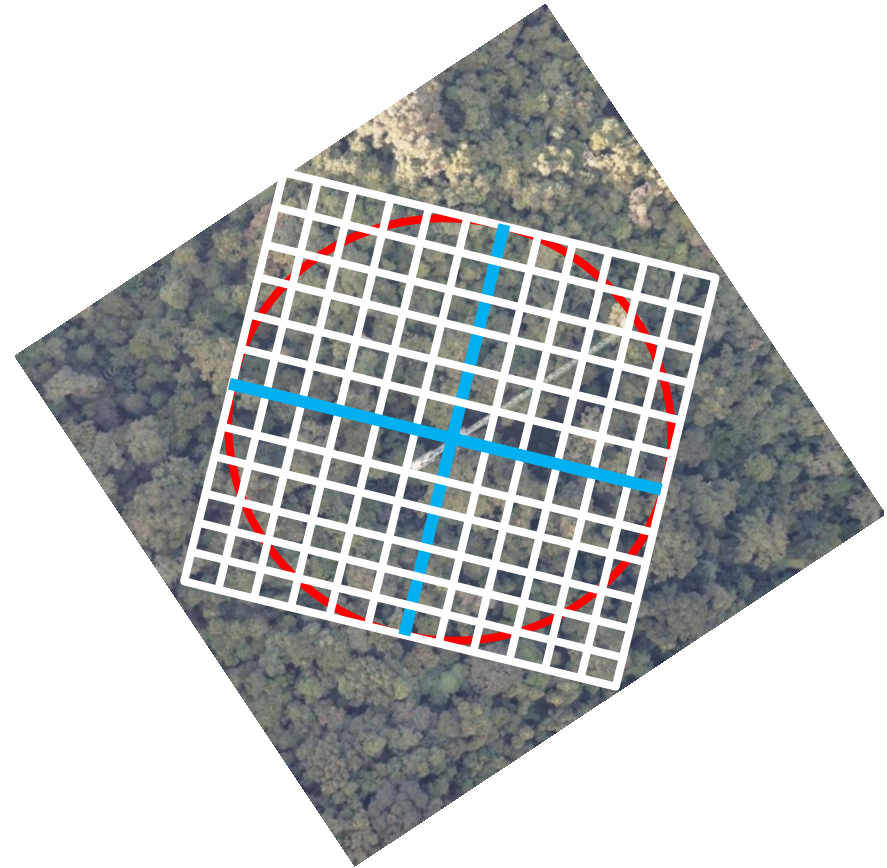


XTBB

## 三、阶段性进展情况及自我评价

### 子课题1：气候变化背景下林冠生物多样性格局与生态功能的维持机制 -基于塔吊网络

利用热带亚热带森林生态系统塔吊系统、森林动态监测样地等平台，研究热带亚热带森林附生植物多样性空间分布格局、附生植物生物固氮速率、冠层植物光合作用和水分关系、养分供应与林冠光合碳积累的定量关系，探讨气候变化对林冠生物多样性和生产力的维持机制。

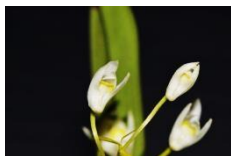
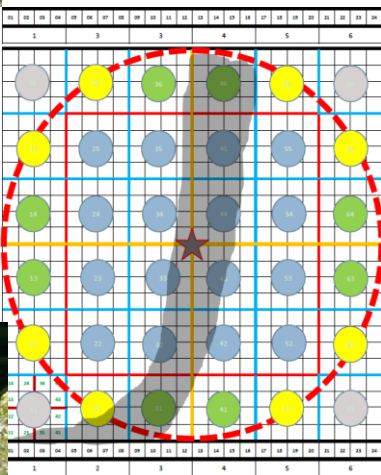




### 三、阶段性进展情况及自我评价

子课题1：气候变化背景下林冠生物多样性格局与生态功能的维持机制-基于塔吊网络

云南典型森林附生植物多样性及其对气候变化的响应趋势



已记录到：

附生维管植物76种

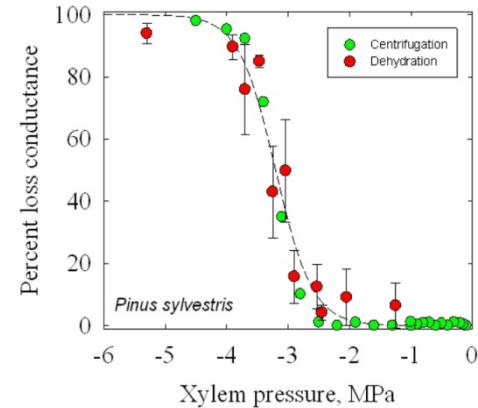
附生苔藓植物91种



### 三、阶段性进展情况及自我评价

子课题1：气候变化背景下林冠生物多样性格局与生态功能的维持机制-基于塔吊网络

气候变化背景下热带冠层藤本及树木日间碳水平衡的维持机制



- ❑ 藤本比树木的水分约束更小，在同样水分缺失的条件下，藤比树的冠层枝条更具优势。
- ❑ 藤本冠层枝条的破断力比树木的枝条高，在枝条水平，藤本的冠层枝条具有较大的刚性，可能与其寻找新的攀援宿主树木有关。
- ❑ 不管是在藤本还是树木中，均为发现水分运输效率、安全性及机械稳定性三者之间的三角权衡关系。

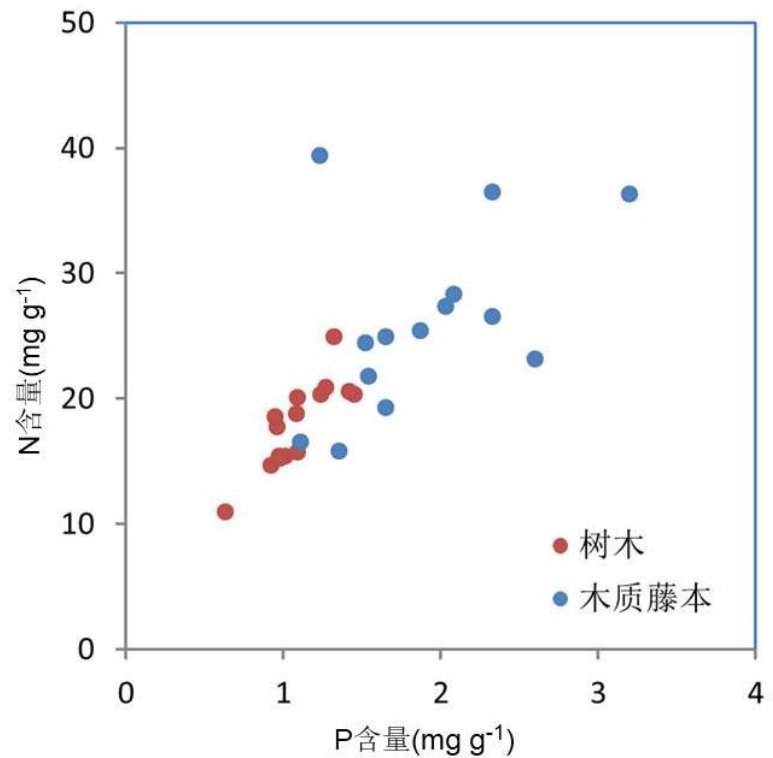
### 三、阶段性进展情况及自我评价

子课题1：气候变化背景下林冠生物多样性格局与生态功能的维持机制-基于塔吊网络

云南典型森林林冠功能（光合作用）与磷组分的定量关系研究



- 测定了哀牢山中山湿性常绿阔叶林14种木质藤本、15种常见树木叶片磷含量、其它元素含量（C, N, K）、叶片解剖、形态、气孔结构，以及枝条的水力结构等近20个指标
- 叶片P含量与光合能力（以N含量表示）显著正相关，且木质藤本的P含量显著比树木的高







XTBB

### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题2：气候变化对生态关系网络结构、功能和稳定性的影响

利用林冠塔吊系统、大型森林动态样地、纬度和海拔梯度样地、人工操控试验（增温、CO<sub>2</sub>施肥、降水隔离）等研究平台，开展热带、亚热带森林生态系统土壤食物网结构特征、林冠昆虫多样性分布、传粉网络结构特征、土壤繁殖体库、群落入侵性等研究，着重分析各种生态关系网络的结构与功能，并探讨气候变化背景下这些生态关系网络的稳定性特征和维持机制。



### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题2：气候变化对生态关系网络结构、功能和稳定性的影响

#### 林冠传粉昆虫多样性格局、传粉网络及对气变化的响应



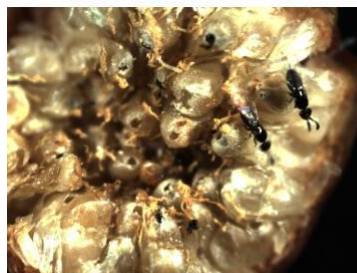
马来氏网



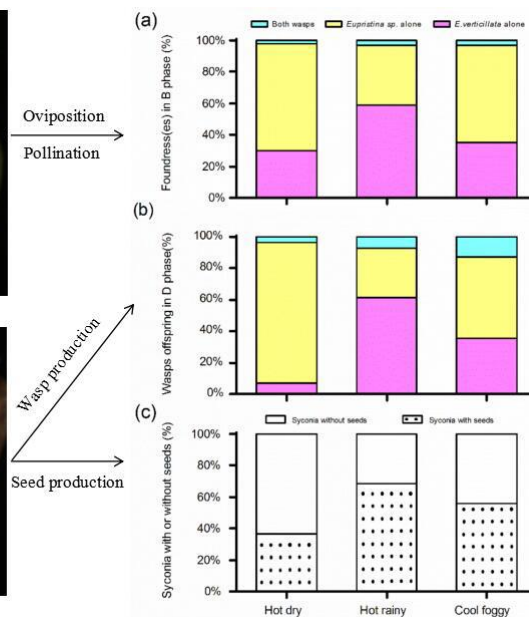
人工巢管



Foundresses in B phase syconia



Wasp offspring in D phase syconia



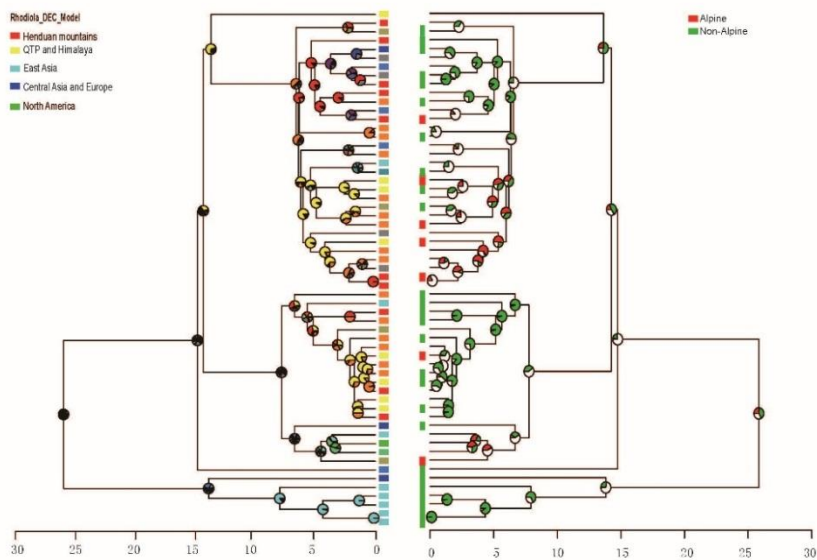
- ❑ 物候的变异影响着榕树及传粉榕小蜂共生互惠系统，繁殖成功在气候极端月份显著下降。
- ❑ 不提供传粉服务的欺骗性小蜂与传粉榕小蜂呈姐妹种关系，能利用气候极端月份的资源繁殖，表明有选择性进化的物候可避免与共存的传粉榕小蜂直接竞争
- ❑ 欺骗性小蜂对极端物候的响应暗示着极端的生态条件可能促进互惠关系打破。



### 三、阶段性进展情况及自我评价

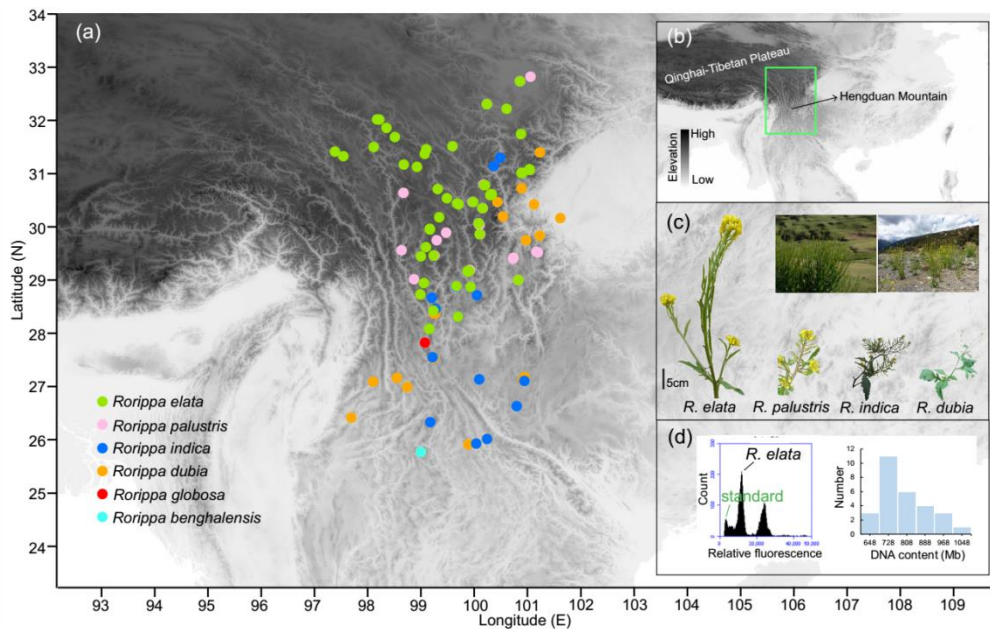
#### 子课题2：气候变化对生态关系网络结构、功能和稳定性的影响

#### 横断山区高寒植被的起源演化及多倍体的物种形成



高寒植被和非高寒植被的分化时间及演变历史：

以各类群为代表的高寒植被形成的时间普遍晚于其迁移到横断山的时间



横断山高蔊菜多倍体复合体：

在高蔊菜自然分布区内，存在多个祖先单倍型分布区。

高蔊菜单倍型主要分布在欧亚大陆分支。

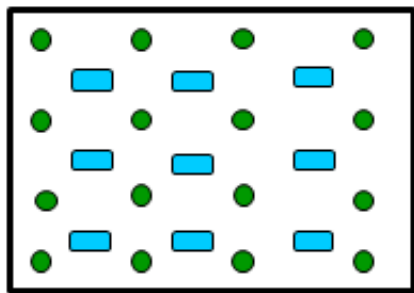




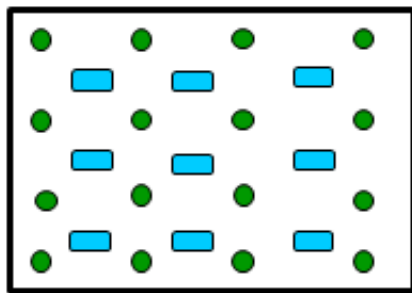
### 三、阶段性进展情况及自我评价

子课题2：气候变化对生态关系网络结构、功能和稳定性的影响

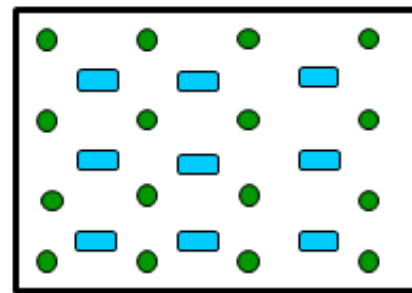
气温升高和氮沉降增加对外来植物入侵成功的影响



对照



施肥1次 (0.6 g)



施肥3次(每次0.2 g)

- 养分波动对群落可入侵性的影响，目前该项工作已基本完成，相关结果正在分析处理过程中。
- 已投稿1篇论文到Ecology Letters，小修后返回。

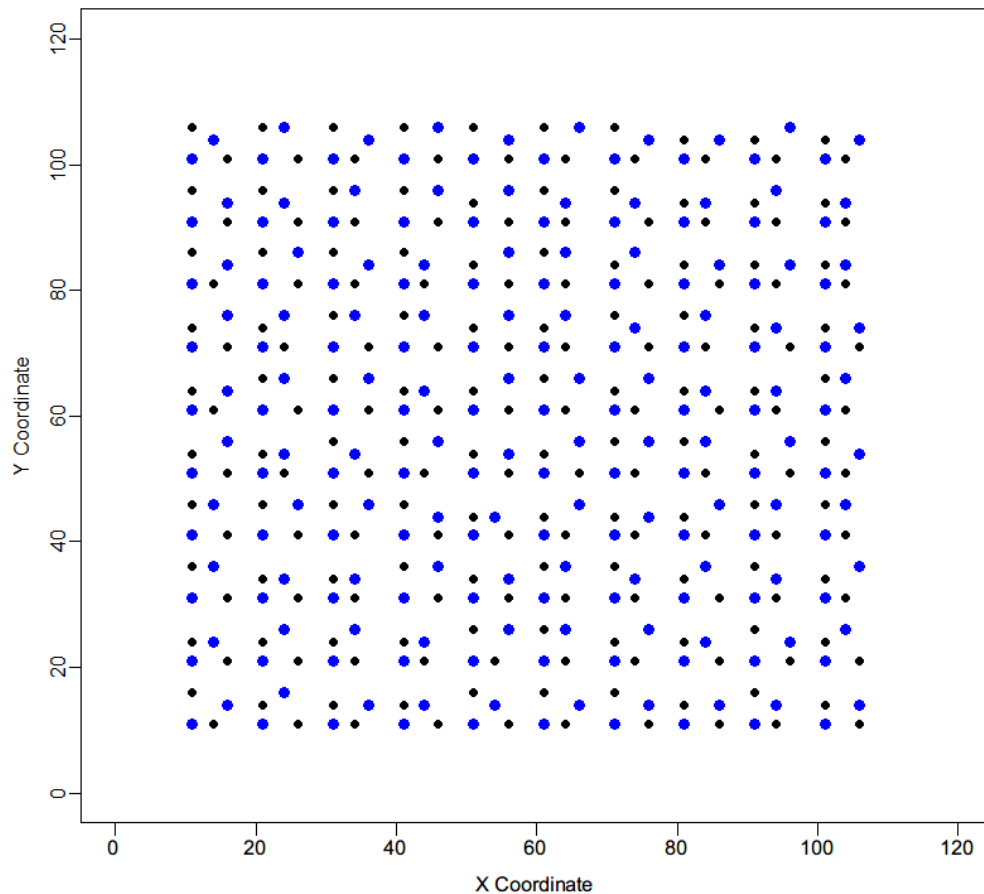


### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题2：气候变化对生态关系网络结构、功能和稳定性的影响

#### 热带森林叶虫食与土壤动物耦合作用对凋落物分解过程的调控机制

- 主要开展野外林冠叶虫食和生境基本情况的调查研究
- 在样方中心1公顷区域内共完成400个样点土壤采样，其中蓝色点共200个，为土壤动物及微生物调查样点



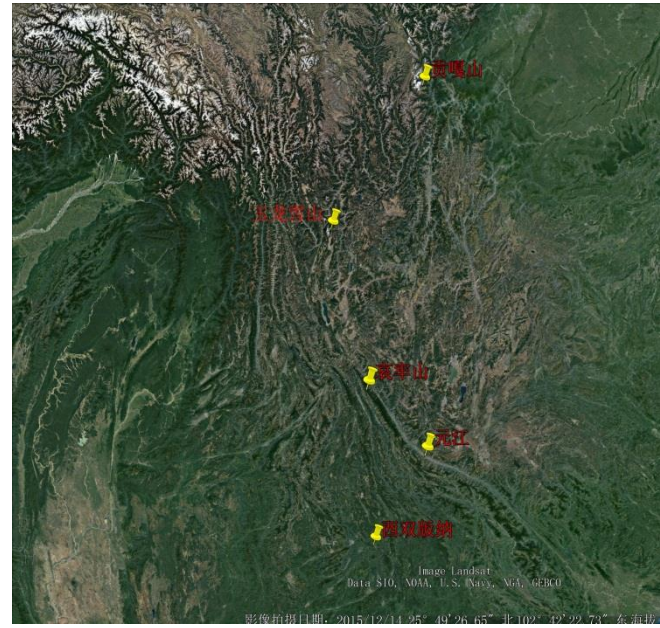
补蚌塔吊样地取样示意图



XTBB

### 三、阶段性进展情况及自我评价

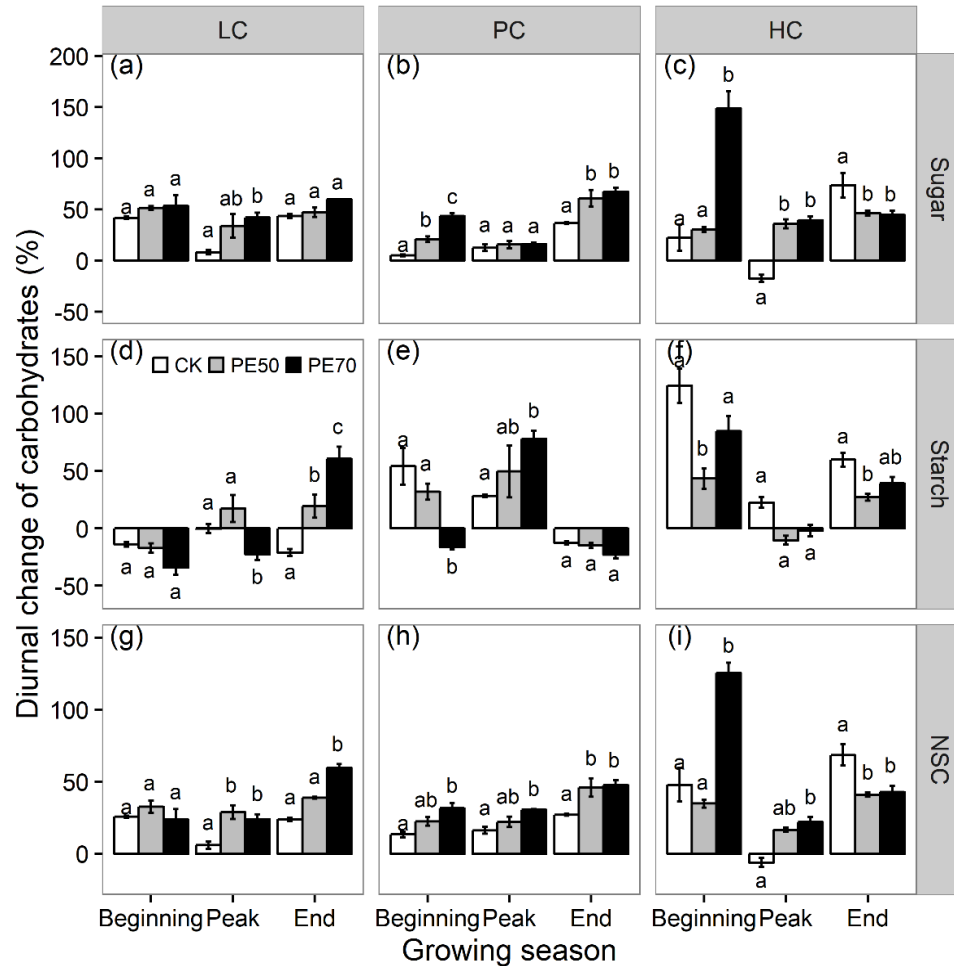
**子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制**  
利用森林生态系统通量观测网络、人工操控试验（土壤增温、CO<sub>2</sub>施肥、降水隔离）、整体森林观测系统等试验平台，研究热带亚热带森林生态系统的树木生长速率、固碳能力和潜力、能量交换与平衡、土壤碳排放与微生物组分、森林降水再分配过程，着重分析气候变化对热带亚热带森林生态系统碳收支、能量平衡、水分平衡、生物地球化学循环的影响，探明热带亚热带森林碳水耦合过程、养分循环过程、生态水文过程及气候变化下的维持机理。



### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

#### 生态系统碳收支对降水持续减少的响应及调控



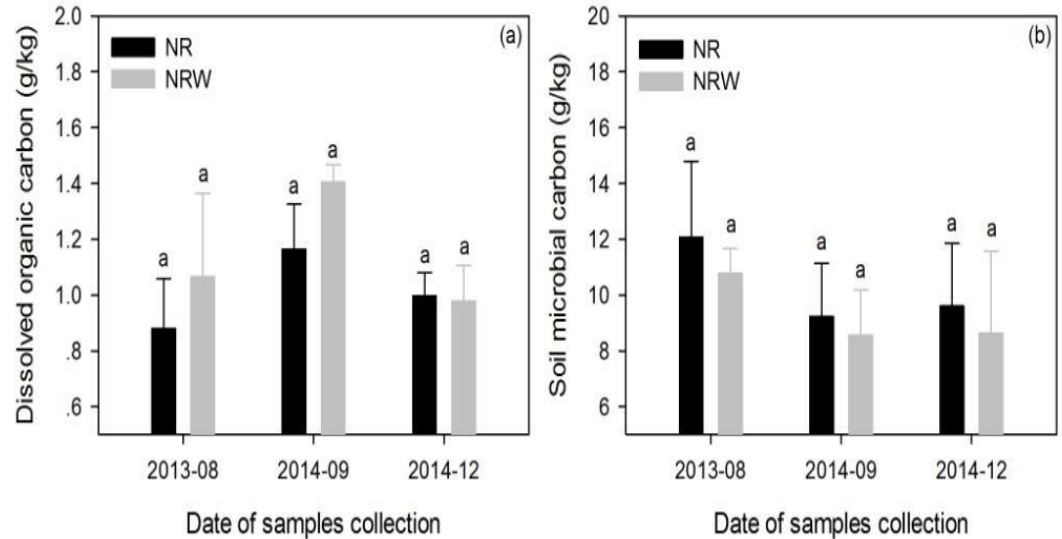
- 降水持续减少显著降低了元江稀树灌草丛三个优势物种的生长；
- 降水持续减少情景下三个优势种通过不同的调控机制调节来满足碳需求，最终维持一个较好的碳平衡，未出现碳限制导致的植物碳饥饿现象。



### 三、阶段性进展情况及自我评价

子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

生态系统碳收支对降水持续减少的响应及调控



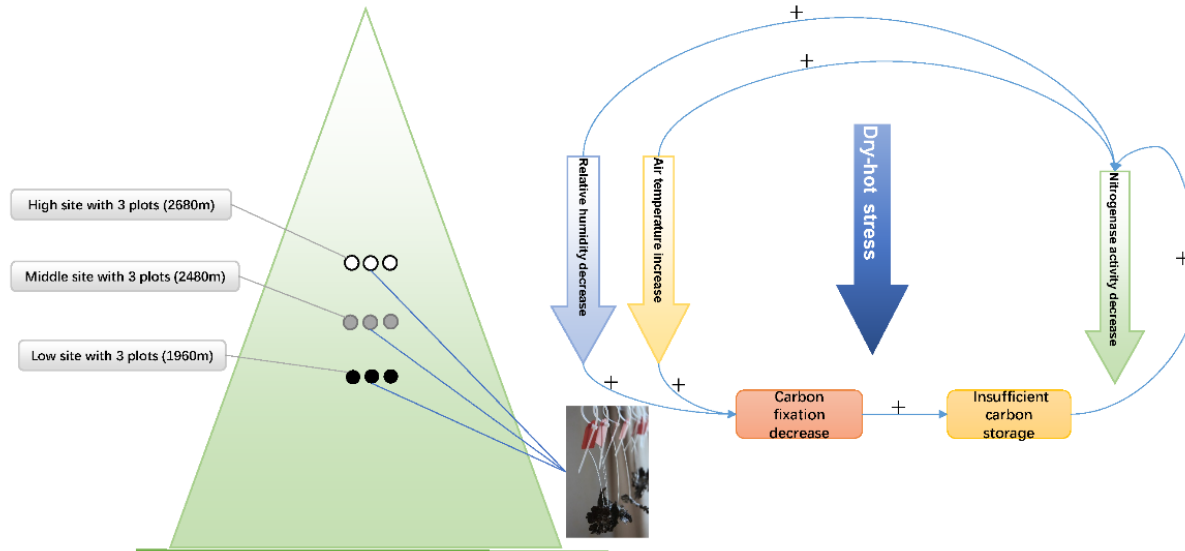
- ❑ 在雨季，增温会增加土壤的DOC量，分别增加了21.6 % 和20.5 %
- ❑ 在干季，增温略为抑制DOC的量
- ❑ 不管是干季还是雨季，增温都降低了MBC的量



### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

#### 干热胁迫会显著降低蓝藻型地衣的生物固氮酶活性



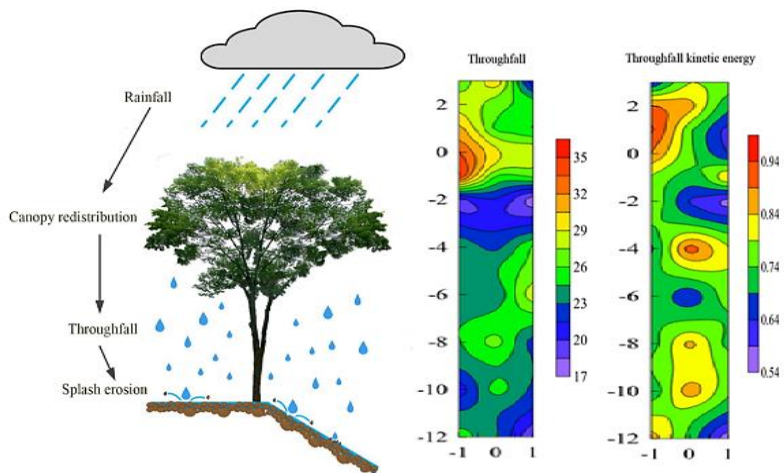
*Liu et al. 2018 Science of the Total Environment*

- ❑ 移植早期蓝藻地衣的生物固氮速率主要受其水分含量变化的影响
- ❑ 在移植后期，长期的干热胁迫导致的碳失衡是影响附生蓝藻地衣固氮的根本因素
- ❑ 气候变化及干热胁迫不仅影响着附生地衣的生长以及分布，同时影响着该类群的N素固定以及循环

### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

#### 气候变化背景下西双版纳热带森林的生态水文功能维持机制



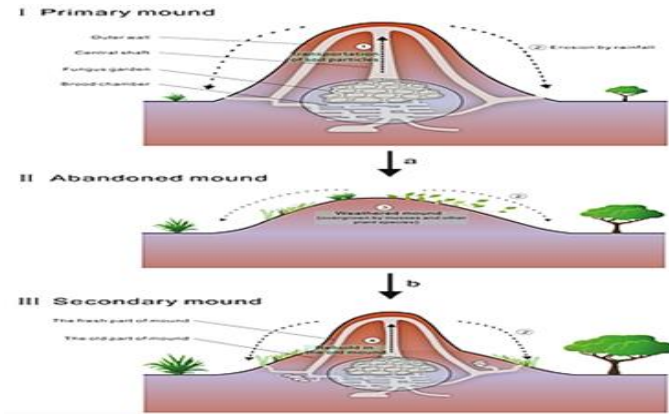
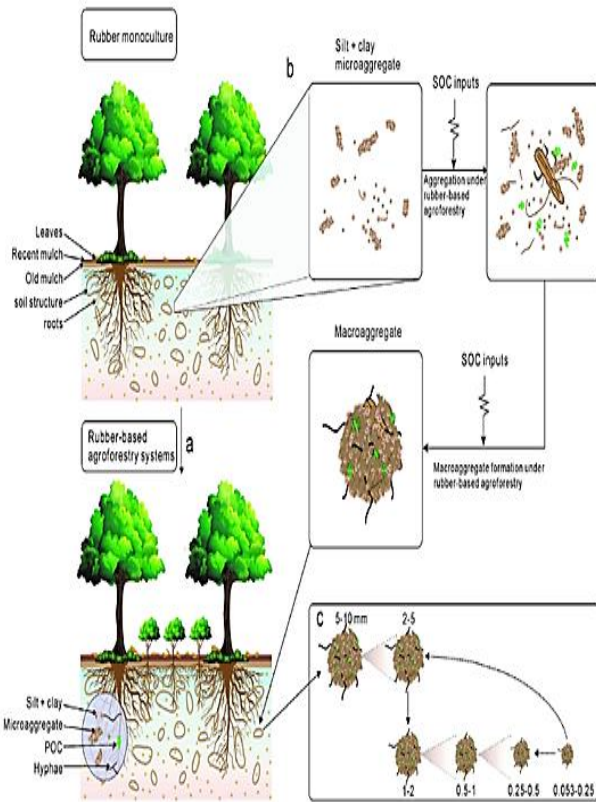
*Liu et al 2018 Catena*

- 纯橡胶林冠的雨滴动能为大气降水的1.8~2.3倍，雨滴动能显著地受制于林冠的结构。
- 复合橡胶林林冠的雨滴平均动能小于纯胶林，但空间变异度显著高于纯胶林。
- 距树行带3~4米处林冠雨滴动能最大区域，可导致严重土壤侵蚀发生。

### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

#### 气候变化背景下西双版纳热带森林的生态水文功能维持机制



Chen et al. 2018 *Soil Biology and Biochemistry*  
*Catena*

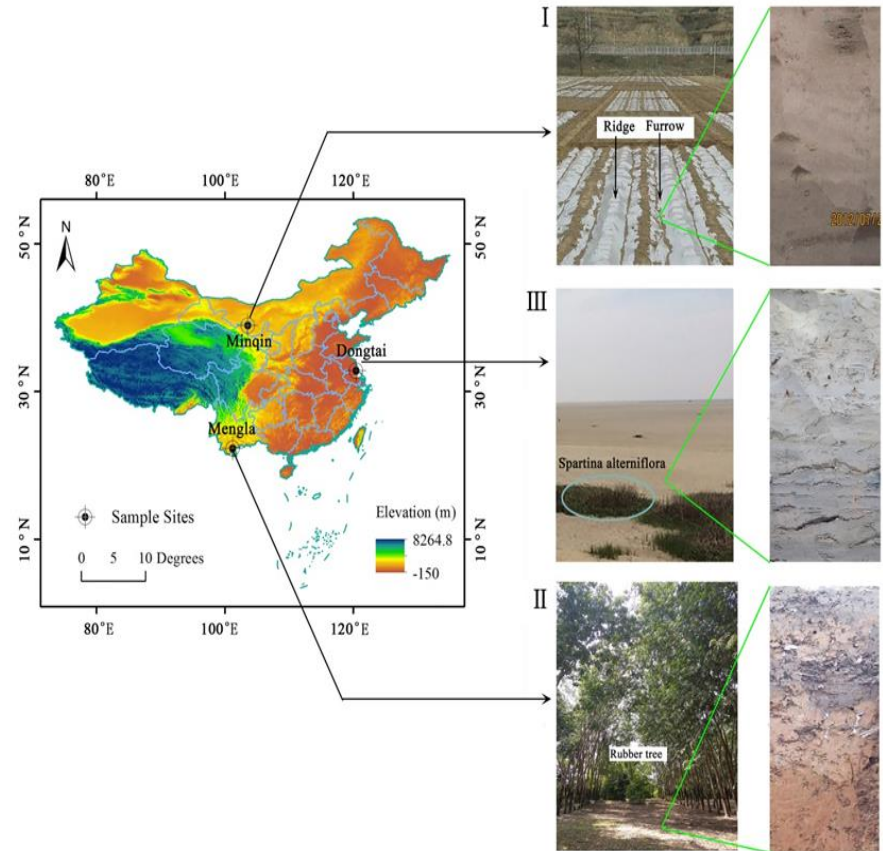
- ❑ 复合胶林的土壤C、N、P显著增加，土壤团聚体数量及稳定性显著提高。土壤导水率增大、物理性质明显改善。
- ❑ 广泛分布的白蚁堆，极大地改变了土壤养分的时空稳定性、再分布格局。

### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

#### 气候变化背景下西双版纳热带森林的生态水文功能维持机制

- **农田**：水分运移方式主要是从垄沟向田埂渗透，侧流利于土壤水分再分配和植物利用。
- **橡胶林**：发达的浅层细根引导了水分向深层传输，粘滞力也导致了水分沿根系垂直提升和运移。
- **滩涂地**：滩涂层抑制了水分的渗透，但有米草根系的区域则诱导了优先流的快速形成。
- 因此，浅层根系是调控土壤水分垂直入渗/水平运移行为的重要因子。

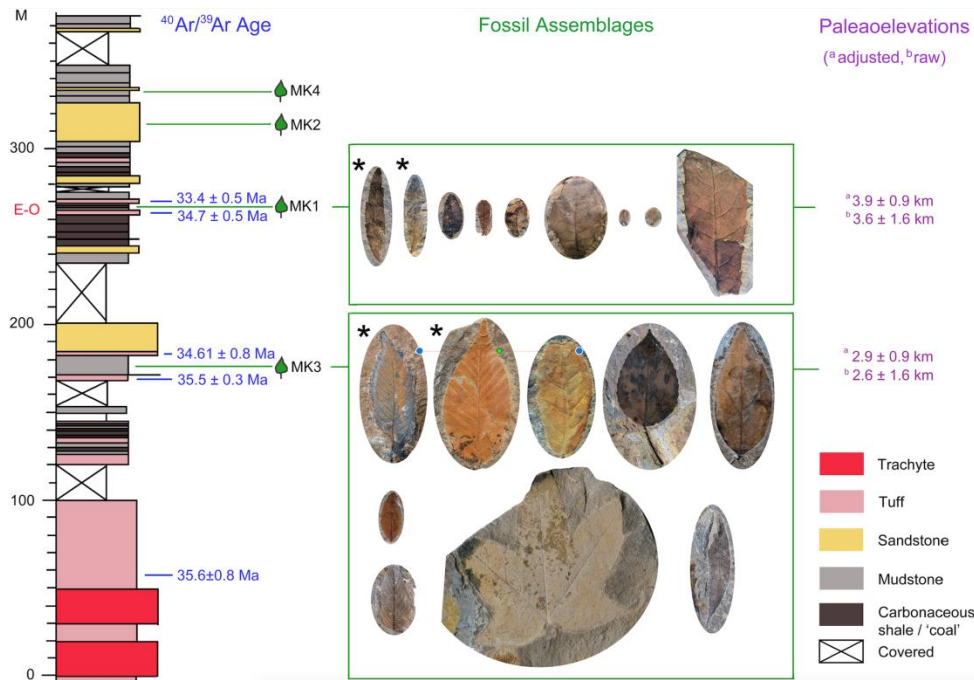
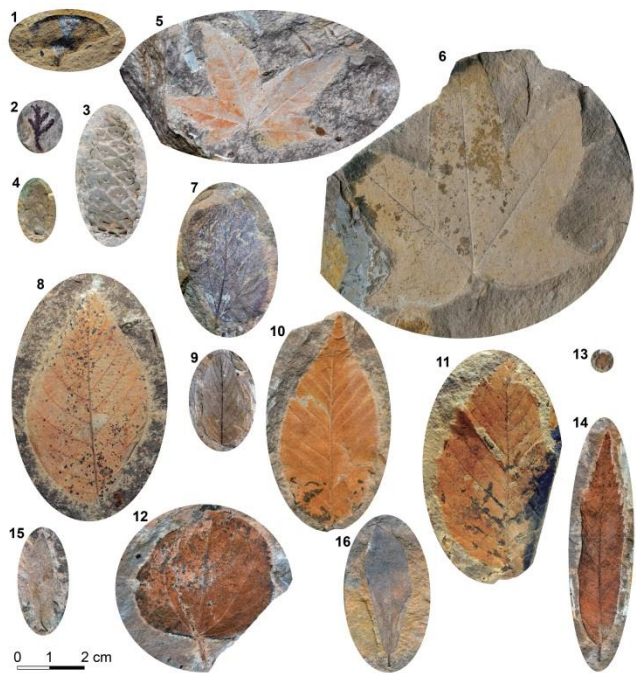




### 三、阶段性进展情况及自我评价

#### 子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

#### 我国西南地区2300 万年以来的季风气候演变及其对森林植物多样性的影响



芒康植物群MK1层部分植物化石

芒康植物群MK1层和MK3层绝对地质年代和古海拔重建结果

- ❑ 晚始新世-早渐新世，青藏高原东南部经历了明显的气候变化，这可能与全球气温下降和山体抬升都有直接联系
- ❑ 环境的变化对植物多样性及其组成产生了明显的影响。

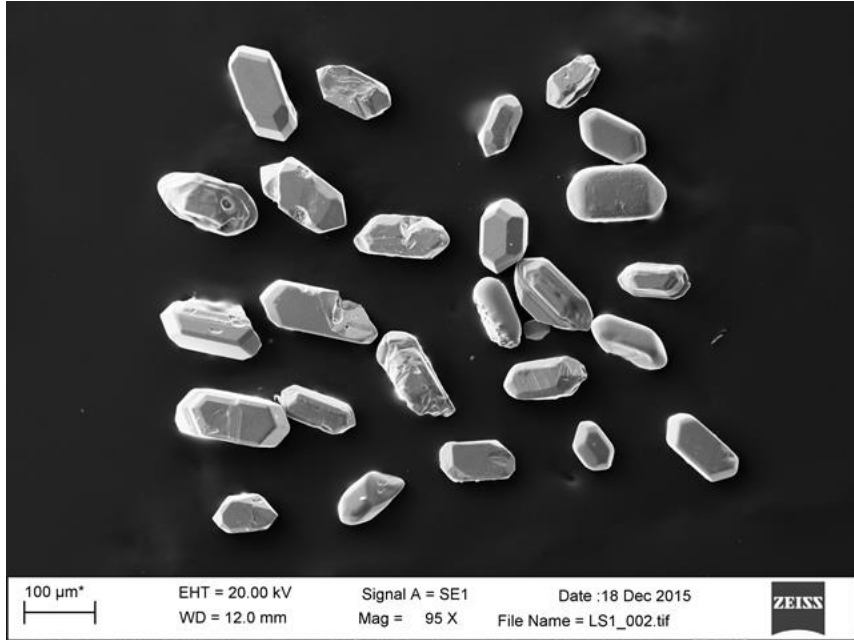
Su T\* et al., National Science Review, under review



### 三、阶段性进展情况及自我评价

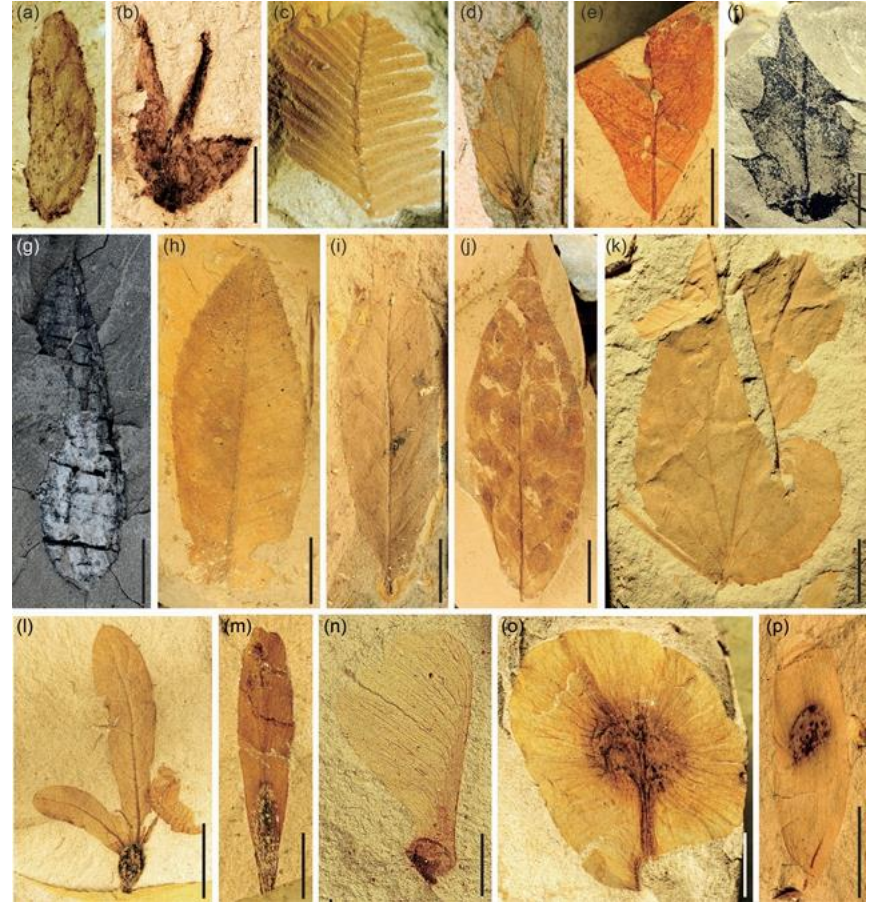
子课题3：热带森林生态系统碳水平衡的特征、过程及气候变化下的维持机制

我国西南地区2300 万年以来的季风气候演变及其对森林植物多样性的影响



吕合植物群成为目前云南新生代已知最早的大化石植物群

云南现代植被与植物多样性起源向前追溯至三千三百万年



Linnemann U, Su T (co-first author) et al.,  
*Geology*, 2018



XTBB

## 四、阶段性科研产出

### 已发表论文情况

作者	期刊	影响因子	区间
Linnemann et al.	<i>Geology</i>	4.635	Top1
Chen et al.	<i>Soil Biology and Biochemistry</i>	4.857	Top10
Jiang et al.	<i>Geoderma</i>	4.036	Top10
Jin et al.	<i>Tree Physiology</i>	3.653	Top10
Liu et al.	<i>Catena</i>	3.191	Top10
Liu et al.	<i>Science of the Total Environment</i>		Top10
Gao et al.	<i>Ecosystems</i>	4.198	Q1
Lin et al.	<i>Ecological Indicators</i>	3.898	Q1
Ding	<i>Review of Palaeobotany and Palynology</i>	1.817	Q1
Ding et al.	<i>Review of Palaeobotany and Palynology</i>	1.817	Q1
Huang et al.	<i>Palaeoworld</i>	1.169	Q3
Jiang et al.	<i>Journal of Asian Earth Sciences</i>	2.335	Q2



XTBB

## 四、阶段性科研产出

### 专著

Zhou, Z.-K., Su, T., Huang, Y.-J., 2018. Neogene Paleoenvironmental Changes and their Role in Plant Diversity in Yunnan, South-Western China. In Hoorn, C., Perrigo, A., Antonelli, A. (eds.) Mountains, climate and biodiversity. Oxford, UK: Wiley.

### 已投稿论文情况

作者	题目	期刊
Ting et al.	Phenological oscillations between pollinator species and their non-pollinating sister-species seasonally decouple an obligate fig-wasp pollination mutualism	<i>Ecological Entomology</i>
Shen et al.	Vertical gradient in bryophyte diversity and species composition in tropical and subtropical forests in Yunnan, SW China	<i>Journal of Vegetation Science</i>
Fu et al.	Deciduous trees have more productive leaf functional traits than evergreen trees in a tropical karst forest in SW China	<i>Functional plant biology</i>
Zheng et al.	Species composition, functional and phylogenetic distances correlate with success of invasive <i>Chromolaena odorata</i> in an experimental test.	<i>Ecology Letters</i>



XTBB

## 五、人才队伍和研究生培养

- ❑ 英国开放大学的Robert Andrew Spicer教授入选版纳植物园引进高层次人才A类(短期)项目，任版纳植物园A类短期特聘研究员
- ❑ 澳大利亚西悉尼大学David Scott Ellsworth教授成功申请到中国科学院国际人才计划“国际访问学者”项目
- ❑ 蒋小金获得2018年中科院青年创新促进会会员(80万)
- ❑ 蒋小金博士、杨斌博士各获得国家基金-青年项目(26万)1项、云南省基金面上项目(10万)1项
- ❑ 吴骏恩博士后获得云南省第四批博士后定向培养资助(16万)
- ❑ 项目共有在读硕士生11人，博士研究生9人，博士后2人，联合培养博士生3人参加







## 六、存在问题

- 项目分配到各个课题的经费较少，所以应积极鼓励各个课题向国家基金委等有关部门申请经费。
- 建议基于本课题研究工作，申请到国家基金委等部门的重点项目的人员，项目应“以资鼓励”适当奖励给课题一定的经费，充分调动参与项目科技人员的积极性。
- 由于经费限制，部分分子课题积极性不强，原计划课题内容仍没有完全开展。



XTBS

## 七、下一步工作计划

- 2018年4月：提交半年工作进展汇报，检查各子课题进展情况
- 2018年10月：召开方向一“研究团队学术交流会议”
- 2018年12月：项目中期评估；
- 2019年：继续推进个子课题研究团队野外试验、数据整理、成果发表和汇总
- 2020年进行终期考核。



XTBB

## 八、经费获得支持及使用情况

本项目2017年10月-2018年4月共获得经费支持80万元，其中财政专项经费22.6856万元，园匹配经费57.3144万元。截止到目前，共支出32.4918万元，支出包括设备费、差旅费、材料费、劳务费等。



**感谢各位评审专家！  
谢谢大家！**

