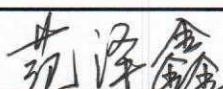
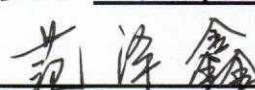


项目编号：2017XTBG-F01

中国科学院西双版纳热带植物园“十三五”期间
“一三五”专项重大突破/重点培育任务书

重大突破/重点培育名称： 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

首席科学家/指挥长（签字）： 范泽鑫 

副指挥长（签字）： 

项目起止时间：2017年9月26日—2020年12月31日

联系人： 苗白鸽

联系电话：15087611362 E-mail：miaobaige@xtbg.org.cn

2017年9月25日填

中国科学院西双版纳热带植物园科技外事处编制

一、摘要

1. 研究内容和意义

(详述研究背景, 主要研究内容, 拟解决的关键科学问题, 研究的目的和意义。)

(1) 研究背景与意义:

全球气候变化及其对生态系统和人类生存环境的影响, 已成为举世关注的重大科学问题。根据 IPCC 第五次评估报告, 全球平均温度在 1880-2012 年期间升高了 0.85°C 。由于人类活动(化石燃料和土地利用变化)的影响, 大气 CO_2 浓度已由工业革命前的 280 每百万体积(ppmv)上升至 2011 年的 390 ppmv。模型预测 21 世纪末全球表面温度变化可能超过 $1.5 - 2^{\circ}\text{C}$, 大部分陆地区域的极端暖事件将增多, 干湿地区之间和干湿季之间的降水差异将增大。作为生物圈的重要组成部分, 陆地生态系统在全球增温、降水格局改变、 CO_2 浓度升高等影响下, 正经历着前所未有的改变。研究陆地生态系统对全球变化响应及适应策略, 建立生态系统脆弱性的评价体系, 预测陆地生态系统对全球气候变化的响应, 能够为妥善应对全球变化提供科学依据, 是国家的重大需求。

森林生态系统是陆地生态系统的主体, 具有很高的生产力和物种多样性, 在维持全球碳平衡和减缓气候变化方面起到重大作用。热带森林拥有全球 $1/3$ 的净初级生产力和 $1/4$ 的全球碳库, 是全球碳循环的重要组成部分。 CO_2 浓度升高可能促进热带森林植物的光合速率、耐旱能力, 从而促进植物生长和提高森林生产力。然而 CO_2 的施肥效应可能被气候变暖、干旱化和养分限制等因素抵消, 目前的地球系统模型可能高估了 CO_2 施肥效应的正作用。气候变化将深刻改变森林生态系统的碳水循环格局。例如, 土壤是陆地生态系统中最大的碳库, 其微小的变化都会对全球碳平衡产生巨大影响。全球气候变暖可能提高土壤呼吸速率, 从而加速土壤碳排放进而加剧全球变化。温度升高和降水格局改变, 影响到地上地下元素的生物地球化学过程和分配格局, 并对生态系统碳平衡具有显著的反馈作用。气候变化和 CO_2 浓度的升高, 可能影响森林生态系统植物生长速率、物种组成、乃至群落结构和生态系统功能。气候变化和森林结构的转变, 对生态系统水分过程的各个水分循环环节产生影响, 进而深刻影响森林生态系统生态水文功能的发挥与维持。然而, 气候变化(如增温、 CO_2 浓度升高、干旱化、极端气候事件)对森林生态系统生产力、碳水平衡、物质循环等的影响还存在很大的争

议和不确定性。如何定量评价气候变化背景下，森林生态系统碳水变化过程及其维持机制，是亟待回答的关键科学问题。

林冠被称为“最后的生物前沿”，是当今生物多样性科学研究热点。但由于森林空间复杂性和林冠访问技术的限制，至今为止人们对林冠生物生物多样性、空间分布格局及其对环境变化的响应还很不清楚。生态系统由非生物环境和生物环境（动物群落、植物群落和微生物群落）组成，各组分之间构成复杂的生态关系网络。全球气候变化如何影响生态关系网络的结构、功能和稳定性，是前沿的科学问题。研究表明，气候变化和 CO₂ 浓度升高已经改变一些生物类群的物候期，从而打破物种间相互作用关系的格局和平衡，间接影响到生态系统的稳定性。传粉昆虫对于维持生态系统的动态平衡和稳定性至关重要。在气候变化和人类活动加剧的背景下，传粉昆虫的多样性及传粉功能是否受到威胁，还少有研究。虽然人们已认识到林冠昆虫多样性及其生态学重要性，但很少有研究在较大的空间尺度上开展森林整体食物网结构及其跨纬度梯度变化的研究。气候变化（如温度升高）可能改变一些植物种子在土壤中的持久性以及萌发成功率，从而在长期尺度上影响群落的物种组成。外来入侵植物不仅危害生态系统的结构与功能，造成入侵地区生物多样性的丧失。本地群落的生物与非生物因素能在一定程度抵御外来植物入侵，但气温升高、水分和养分波动的情况下，本地群落的可入侵性是否发生转变。

全球增温和降水格局改变的背景下，我国西南热带亚热带地区增温速率已达 0.3 °C/十年。气候变化对区域生物多样性和生产力产生影响，进而对植被物候、土壤碳储量及微生物多样性、水土流失等带来显著影响，直接影响到区域对气候变化的敏感性和生态格局。本项目将以我国西南-中南半岛的热带亚热带森林生态系统为研究对象，针对生物多样性的形成和分布格局、生物类群之间的网络关系结构与功能、生态系统碳水平衡等重要的生态学过程，关注历史、现在和未来气候变化的情景模式，从不同时间和空间维度开展气候变化影响和模拟研究，为科学评估区域生物多样性与生态安全对气候变化的适应提供科学依据。

（2） 主要研究内容：

- 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

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。

- 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、CO₂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。

- 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、CO₂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。

(3) 拟解决的关键科学问题：

- 气候变化如何影响林冠生物多样性格局与生态功能？
- 气候变化如何影响生态关系网络结构、功能和稳定性？
- 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

2. 预期成果

（紧密结合中国科学院“十三五”时期“三重大”产出导向，阐明研究预期成果及产出。）

建立和完善气候变化与生态系统响应综合监测研究平台，充分发挥塔吊系统

的三维空间观测优势，拓展土壤-林冠连续体的生物类群、非生物因素及相互作用的观测体系，综合集成气候变化对生物多样性分布格局、种间关系产生影响的过程与机理，深化对气候变化下森林生态系统过程与功能维持机制的认识，产生一系列具有重要国际影响的气候变化生物学和生态学原创性成果。通过多学科交叉的联合研究，形成一支气候变化生态学具有国际影响的研究团队。

二、总体目标和具体考核指标

1. 项目总目标

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；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；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；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；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。

2. 项目年度目标及考核指标

年度目标：

2017 年，项目启动，制定项目总体方案和子课题研究方案，开展野外试验的布置与观测工作，谋划现有研究平台的整合与扩展方案，年底进行阶段性评估。

2018 年：继续已有数据观测，开展林冠传粉昆虫多样性、传粉网络、土壤食物网、土壤繁殖体库、附生植物多样性、生物固氮、林冠碳水交换、能量平衡等监测与研究工作。整理和总结已有数据，形成阶段性研究成果。年底中期评估，启动跨学科、跨团队间的数据融合和论文撰写。

2019 年：继续开展不同生态系统、不同人工模拟环境（增温、CO₂ 施肥、降水增减等）、不同生物类群的监测工作，整理和融合不同时间和空间尺度上获得的观测数据，形成阶段性研究成果。

2020 年：在各子课题前期攻关的基础上，系统整理和集成各子课题获取的监测数据与结果，组织数据集成分析方法研讨，形成标志性研究成果。项目总结与验收。

考核指标：

- 建立一支有国际影响力的全球变化生态学研究队伍；
- 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。

三、研究总体方案

1. 总体研究方案及技术路线：

本项目将以我国西南-中南半岛的热带亚热带森林生态系统为研究对象，从生物多样性及其分布格局、生态关系网络结构与功能、生态系统重要过程（碳水平衡）不同层次研究气候变化的影响。项目设置 3 个子课题，分别为：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；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；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。

2. 课题设置与分工，所设课题的研究重点。

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) 研究重点：

基于塔吊网络，全面调查和评估典型森林附生植物多样性，解析林冠附生植物空间分布格局，阐明森林群落类型、宿主特性、微气象因子等环境变量以及附

生植物的功能性状特征对附生植物多样性和空间格局的影响；采用原位与异地移植实验方法，研究原生林及不同类型次生林附生植物及林冠腐殖土的固氮速率及其季节变化，探讨森林附生物生物固氮与宿主、环境因子之间的关系，定量评估不同类型森林附生物的年固氮量及其对生态系统氮循环中的贡献。从不同的空间尺度（地理、样地和样树）来揭示附生植物多样性的维持机制，探讨山地森林附生物生物固氮对气候环境变化的响应机制。

基于塔吊网络，研究典型森林树木和共生冠层木质藤本植物光合作用、水分关系、关键养分元素（比如氮、磷），全面解读冠层藤本及高大树木日间蒸腾失水的物理和生理调控机制，把光合作用的养分限制（氮限制、磷限制）纳入到全球生态系统模型，为准确评估植物对未来气候变化响应提供重要的理论依据。

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）研究重点：

依托塔吊网络，系统收集典型森林冠层昆虫多样性，观测林冠植物类开花物候、昆虫传粉行为、传粉昆虫与蜜源植物间的传粉网络结构，弄清传粉昆虫种群沿环境梯度的变异，研究气候变化下传粉网络结构特征及其维持机制。通过人工操控试验，研究地上虫食效应和地下分解效应的耦合作用，探讨虫食效应在资源调控过程中对土壤食物网结构和功能（分解）产生的联级效应，建立森林虫食与土壤动物对不同质量掉落物分解和养分循环的调控机理模型。利用纬度梯度和人工构建群落试验，研究温度升高对群落可入侵性的影响。通过海拔梯度的移植试验，研究气温升高对森林土壤繁殖体库物种组成和萌发成功率的影响。整合系统发育、生物地理历史、祖先分布区域等，研究不同植被类型的演化历史。

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）研究重点：

依托大型人工操控试验平台（ CO_2 施肥、土壤增温、降水隔离等），研究土壤增温对森林生态系统土壤呼吸和微生物多样性的影响；研究降水减少对热带雨林和热带萨王纳生态系统碳收支的季节变化规律，建立生态系统碳收支与降水强度的定量关系，探讨生态系统碳收支对降水较少的调控机制；采用 ^{15}N 同位素示踪技术，研究不同形态的N元素的迁移和转化；采用树木年轮和稳定性同位素

技术，研究典型森林树木生长速率和长期水分利用效率的变化趋势；利用近地面遥感得到可见光图像、红外图像以及高光谱图像，研究森林冠层结构和季相动态与生态系统自组织能力之间的关系；依托生态站长期观测设施和数据积累，研究不同植被类型序列的生态水分功能演变规律，探讨气候变化背景下各种植被类型在调节径流、涵养水源、减少水土流失方面的调控能力和潜力。

四、项目组织管理方案

1. 项目组织管理体制

主要包括：项目负责人、项目管理组织结构及职能等。

队伍规模	队伍总规模	在职人员	项目聘用人员	在学研究生	其他临时聘用人员
	50	19		31	

姓名	性别	身份证号码	职称	专业	所属课题组	角色	每年工作时间(月)
范泽鑫	男	532129198006050915	研究员	生态学	树木年轮玉环境演变组	项目负责人	4
彭艳琼	女	530125197411092228	研究员	生态学	协同进化组	子课题负责人	6
宋清海	男	370784197912024517	副研究员	生态学	全球变化组	子课题负责人	8
宋亮	男	430624198401157712	副研究员	生态学	恢复生态学组	子课题负责人	4
刘文耀	男	530102195807213715	研究员	生态学	恢复生态学组	骨干成员	4
张教林	男	53302319750424431X	研究员	生态学	植物生理生态学组	骨干成员	4
杨效东	男	440803196602172910	研究员	土壤生态	土壤生态组	骨干成员	5
刘文杰	男	530102196903103756	研究员	生态水文	生态水文组	骨干成员	8
沈有信	男	530102196603013775	研究员	恢复生态学	恢复生态学组	骨干成员	4
星耀武	男	370881198209204816	研究员	进化生态学	生物地理与生态学组	骨干成员	6
沙丽清	男	110108196304279354	研究员	土壤学	全球变化组	骨干成员	6
Akihiro Nakamura	男	TZ0618776	副研究员	昆虫生态学	林冠生态学组	骨干成员	8
郑玉龙	男	370783198008212710	副研究员	生态学	植物生理生态组	骨干成员	10

周文君	女	1303221977 01190624	副研究员	土壤生态	全球变化组	骨干成员	6
苏涛	男	5110271982 07148094	副研究员	古环境重建	古生态组	骨干成员	8
林华	女	5110811980 07300221	副研究员	生态学	树木年轮与环境变化组	骨干成员	8
付培立	男	6201021982 04030034	副研究员	生态学	树木年轮与环境变化组	骨干成员	6
陈亚军	男	3206831981 11243959	副研究员	生态学	植物生理生态学组	骨干成员	4
苗白鸽	女	4106031985 1015454X	实验师	生态学	协同进化组	项目秘书	4

备注：根据项目整体队伍情况详细填写信息(可添加行)

2.项目运行管理机制

主要包括：项目（课题）组成员分工协作机制、知识产权管理机制、项目经费与人才配置、任务分配的结合机制等。

（1）课题设置与分工：

本项目由范泽鑫研究员担任首席科学家/指挥长，负责项目的整体统筹与协调；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”，负责该子课题的目标任务、研究方案设计、过程管理、考核评价。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，协助指挥长制定项目实施方案、过程管理、成果汇总、考核评估和经费管理等日常事务。

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

(2) 知识产权管理：

- 1) “方向一”的研究成果（论文或专利等）应主要由“核心成员”和“骨干成员”完成。
- 2) “方向一”的研究成果应注明由十三五“方向一”项目（资助项目编号：2017XTBG-F01）。

(3) 内部评价与考核机制：

- 1) 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。
- 2) 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%。
- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) “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；
- 6) 其他奖励政策遵照园“一三五”组织实施管理规定（西热植园发字[2017] 67号）执行。

(4) 学术交流机制：

- 1) 每年中期各子课题负责人需向项目秘书处提交工作进展报告；
- 2) 每年年终召开“方向一”研究团队学术交流会议，“核心成员”汇报子课题研究任务进展情况，并开展学术交流；
- 3) 适当时间召开国家重大研究计划（科技部、基金委、科学院）的项目申请研讨会、人才推荐会等。

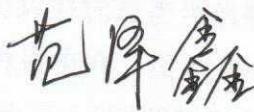
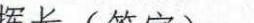
(5) 项目经费管理：

- 1) “方向一”项目执行时间为 2017 年 9 月至 2020 年 12 月；
- 2) “方向一”项目总经费 240 万元，其中 200 万元作为课题研究经费，40 万元作为项目综合集成与调控经费；
- 3) 先期将拨付子课题总经费的 60%，2018 年底中期考核后，“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%。
- 4) 项目集成与调控经费主要用于学术交流、考核评估、优秀团队奖励及其他不可预见费等支出。

五、经费概预算（附表）

完成研究任务所需经费的概算（“重大突破”600 万元/项，“重点培育方向”240 万元/项）。

六、签章

甲方:	乙方:
单位负责人(签字):  (盖园章)	首席科学家/指挥长(签字):  副指挥长(签字):  2017 年 10 月 20 日

2017 年-2020 年专项经费概算表

金额单位：万元

序号	科目名称	总经费	院财政专项经费	园匹配经费
	(1)	(2) = (3) + (4)	(3)	(4)
1	经费总额	240	68.0568	171.9432
2	一、项目经费	210	68.0568	141.9432
3	1.设备费	20	5.6	14.4
4	(1) 设备购置费	20	5.6	14.4
5	(2) 研制设备费	0	0	0
6	(3) 设备改造与租赁费	0	0	0
7	2.材料费	20	5.6	14.4
8	3.测试化验加工及计算分析费	20	5.65	14.35
9	4.燃料动力费	13.95	3.15	10.8
10	5.差旅费	40.18	6.3	33.88
11	6.会议费	8.4532	6.3	2.1532
12	7.国际合作与交流费	14.3	6.3	8
13	8.出版/文献/信息传播/知识产权事务费	10	2.8	7.2
14	9.劳务费	43.3568	18.3568	25
15	10.专家咨询费	4.76	3	1.76
16	11.其他费用	15	5	10
17	二、项目综合集成与调控费	30	0	30