

中国科学院西双版纳热带植物园
中国科学院热带森林生态学重点实验室

2010 年度工作总结

2011 年 1 月

目 录

第一部分 重点实验室 2010 年工作计划要点回顾	3
第二部分 2010 年重点实验室工作总结	4
一、科研项目与成果	4
1、重要基础研究进展	5
1) 西双版纳热带森林碳平衡和碳循环研究	5
2) 热带雨林树种功能性状、多样性与养分循环研究	6
3) 热带亚热带森林演替与更新研究	8
4) 植物生理生态学、热带森林水分利用机理研究	10
5) 系统发育与保护生物学研究	12
6) 榕树与榕小蜂繁殖生物学研究	13
7) 遗传与进化研究	15
2、应用示范研究	17
1) “喀斯特山区生态环境综合治理技术集成与示范”项目	17
2) 落实“十二·五”规划，探索冬虫夏草产业化	18
3) 热带雨林 20 公顷大样地实施树木条形码计划	19
3、荣誉获奖及专利、专著	20
4、项目争取与管理	21
二、队伍建设与人才培养	23
1、科研队伍建设	23
2、研究生培养及博士后	23
三、基础设施与科研平台建设	24
1、基础设施建设	24
2、野外台站建设	24
1) 西双版纳热带雨林生态系统研究站	24
2) 哀牢山亚热带森林生态系统研究站	26
3) 元江干热河谷生态站	28
四、开放交流与运行管理	29

1、开放课题与资助.....	29
1) 开放课题基金.....	29
2) 资助“高级生态学野外培训班”.....	29
2、交流与合作.....	30
3、国内外会议.....	31
1) “热带森林物种格局与生态系统过程（南宁）”——第二届热带森林生态学学术研讨会.....	31
2) 海峡两岸合作与交流项目启动会.....	32
3) “中国生存景观”研讨会.....	32
4) 西双版纳热带雨林保护与国家公园建设国际学术研讨会.....	33
5) 森林生态系统退化、恢复与可持续管理研讨会.....	33
4、制度建设.....	34
第三部分 2011 年实验室工作要点.....	35
附件 1: 2010 年 Q1、Q2 区间 SCI 论文清单.....	36
附件 2: 热带森林生态学重点实验室中文网页.....	40

中国科学院热带森林生态学重点实验室（西双版纳热带植物园），英文：Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences，主要从事热带、亚热带森林生态学基础研究。实验室将为我国热带、亚热带森林生态学的研究提供具有国际一流水平的综合研究平台，有利于提升我国热带生态学的研究水平，有利于培养和造就一批热带生态学研究领域的高级专门人才，对于我国热带生物多样性的有效保护和持续利用、维护湄公河次区域生态安全具有重要意义。实验室的总体发展目标是“面向国家战略需求，瞄准国际热带森林生态学研究前沿，开展我国热带、亚热带森林生态学领域的基础研究，使其成为国内外著名的科学研究、技术创新和人才培养基地，为国内外热带生态学研究提供知识、技术与人才储备”。

2010 年是本重点实验室正式获院批准并正式运行的第二年，它作为植物园重要的研究平台和组成部分之一，在院、园、及社会各界的共同关心指导下，在全体科技人员、技术管理人员的共同努力下，各项工作取得了较好的成绩。

第一部分 重点实验室 2010 年工作计划要点回顾

1. 进一步完善各项管理制度，使实验室管理逐步进入制度化和规范化；
2. 尽快完成实验室网站建设和 2009 年实验室年报编制；
3. 提前做好准备，迎接院对实验室的评估，同时也为 2011 年国家实验室的评估做好充分准备；
4. 进一步整合资源、凝练方向、加强协作，加大国家重大项目和国际合作项目的争取力度，加强国际交流与合作，进一步提高科研产出的水平，扩大实验室的国际影响；
5. 充分利用野外台站数十年的长期观测资料，强化海量数据的分析与模型模拟能力，深度挖掘科学问题，科学指导野外长期观测研究工作；
6. 进一步改善研究平台设施条件，加大对外开放力度，强化支撑体系为科学研究服务的能力。

第二部分 2010 年重点实验室工作总结

一、科研项目与成果

2010 年对于本实验室来说是在第一年的开拓创新基础上继往开来的一年。一年以来，本实验室在中国科学院、我园、社会各界的关心帮助下，经过全室科技人员辛勤劳动和各研究团体的共同努力，科研项目争取稳步上升，科研成果产出继续保持高增长（图 1/图 2）。2010 年争取国家自然科学基金 10 个，共 276 万元（表 1）；2010 年新增研究项目 30 余个，到位经费 900 多万元；2010 年在研项目总经费共 5000 多万元（包含 2010 年新增的和到期的项目）。2010 年实验室科技人员共发表 SCI 收录论文 79 篇，总影响因子为 211.02，平均影响因子 2.67，其中属于 Q1-2 的有 56 篇，占总数的 71%。

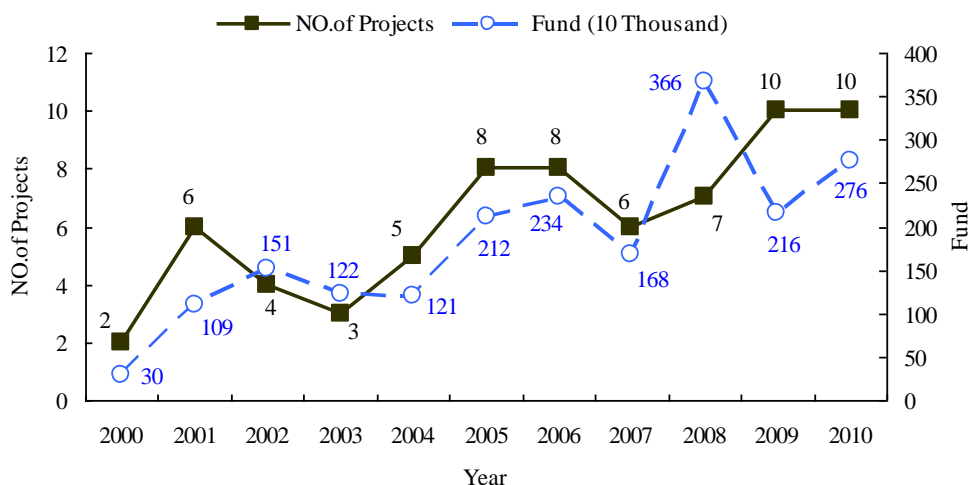


图 1. 2000-2010 年国家自然科学基金项目

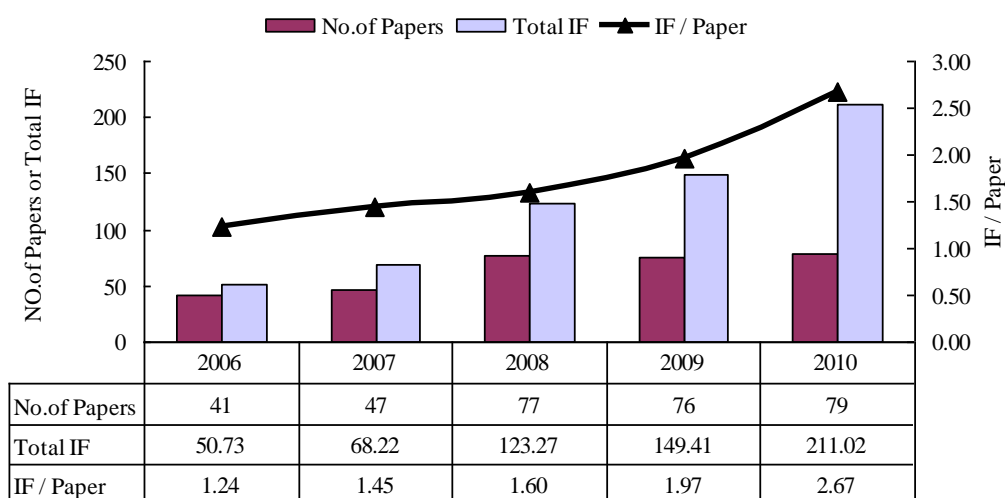


图 2. 2006-2010 年 SCI 论文数量及影响因子

表 1. 2010 年科技人员争取的国家自然科学基金项目

项目名称/负责人	经费	类别
云南中山湿性常绿阔叶林植物种类对偶性及其生物地理研究/朱华	38 万	面上
干旱对热带北缘雨林生态系统碳收支影响及其机理的控制实验研究/张一平	45 万	面上
拟单性木兰属雄性两性花异株植物的异交机制与遗传结构分析/肖龙骞	30 万	面上
板根在热带雨林生境异质性和生物多样性维持中的作用/唐勇	31 万	面上
基于冠层温度定量评价热带北缘 5 类典型森林群落冠层优势树种的碳水交换/宋清海	20 万	青年
西双版纳热带森林群落的组织机制：基于谱系结构的研究/林露湘	19 万	青年
盗蜜对花柱异长植物性系统维持与演化的影响/李庆军	32 万	面上
水生植物凤眼莲克隆生长与有性繁殖对水环境的生态适应策略/高雷	21 万	青年
热带季雨林树木形成层活动对季节性干旱气候的响应/范泽鑫	20 万	青年
榕果内生真菌多样性及其与内腐病菌的互作研究/陈吉岳	19 万	青年
合 计	276 万	

1、重要基础研究进展

1) 西双版纳热带森林碳平衡和碳循环研究

热带森林在全球碳平衡和碳循环中扮演着重要的角色：热带森林碳汇强度的准确评测是回答全球碳循环中“失汇”等科学问题的关键。西双版纳热带季节雨林是世界第二大的热带雨林（印度-马来西亚雨林）北缘的热带雨林类型，因其生长环境海拔较高，气温偏低，年降雨量少且季节分配不均等特殊特性，吸引了许多科学工作者对其开展了多种多样的研究。作为 ChinaFLUX 第一批森林站点中热带雨林生态系统的代表站，西双版纳热带季节雨林的永久样地于 2002 年设置了涡度相关通量监测系统（Eddy covariance flux measurement system）。基于该系统，结合相应的土壤及生物的相关监测，全球变化研究组张一平、谭正洪等，对西双版纳热带季节雨林的碳平衡及控制机理开展了研究，利用生物调查法和涡度相关法开展的研究结果表明：①热带季节雨林生态系统是一个碳汇（生物调查法结果为 $3.59 \text{ tC ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ；涡度相关法结果为 $1.19 \text{ tC ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ）；②两种研究方法虽然都表明该森林生态系统是一个碳汇，但是其碳汇在数值和时间变化趋势上并不完全一致；③导致热带季节雨林生态系统成为碳汇的主要原因是立木密度相对较低（增加可利用的资源，降低种内和种间的相互竞争等），使得大树得以较快地生长，导致森林能够存储更多的碳。研究结果在 *Journal of Geophysical Research-Atmosphere* 发表。

热带季节雨林 NEE 表现出独特的季节变化：过去的研究观点认为，热带雨林在雨季，因水热条件配置合理而生长迅速，表现为碳汇；在旱季，因为水分胁迫生长变缓而表现为碳源。基于涡度相关技术 2003-2008 年连续 6 年的监测资料，全球变化研究组发现了西双版纳热带季节雨林具有独特的 NEE 季节动态：9-3 月呈现碳汇效应，4-8 月则为碳源，与当地明显的干季（11-4 月）和雨季（5-10 月）的季节分布不对应。通过对相关的气象数据和生物数据的分析，提出了一个解释该季节性动态的假说“呼吸作用（而非光合作用）是控制碳平衡中碳源/碳汇季节变化的主要原因”，并对此假说进行了初步的验证。其结果对进一步揭示热带季节雨林生态系统碳汇源效应形成机制，以及正确地评估热带雨林生态系统的碳等具有重要意义。研究结果发表于 *Atmospheric Environment* 上。

热带季节雨林不同层次的碳贮量研究：热带森林由于具有最高的生产力、最大的生物量积累、较大的分布面积，在全球碳循环中发挥着重要作用。尽管在热带森林的碳贮量方面开展了大量的实验和理论研究，但我们对热带森林碳贮量的区域性变化仍知之甚少，同时对热带森林碳贮量大小的准确计算还存在很大的不确定性，从而限制了区域尺度上碳通量的估算。为准确地掌握热带季节雨林生态系统的碳库大小，吕晓涛等科技人员对三块 1ha 热带季节雨林碳贮量的各个组分进行了全面系统的调查研究，发现热带季节雨林生态系统总的碳贮量为 303 t/ha；其中乔木层（包括地上和地下部分）为 163-258 t/ha，粗死木质残体为 5.6-12.5 t/ha，而不同样地间乔木层碳贮量差异较大的原因主要是由于各样地间胸径 > 70.0 cm 以上大树的数量不同所致。灌木层、草本层、藤本植物和凋落物的碳贮量很少，分别仅为 1-2 t/ha。土壤（1 m）的碳贮量为 84-102 t/ha。这些数据揭示了热带季节雨林生态系统约 70% 的 C 贮存在植物体中，仅 30% 贮存在土壤中。该项研究不仅有助于我们提高估算区域 C 循环中森林作用的能力，并在植物保护方面具有重要的应用价值。相关研究结果发表在 *Forest Ecology and Management* 上。

2) 热带雨林树种功能性状、多样性与养分循环研究

热带雨林板根功能特征研究进展：板根是热带雨林重要的标志性特征之一，许多研究表明板根可以为高大乔木提供支撑，其发生通常是由单向的不均匀受力诱导的结果，同时热带雨林瘠薄的土壤和高湿度也可能是植物形成板根的原因之一。然而这些诱导假说依然不能很好地解释许多板根相关的现象，比如：许多高大的乔木树种不形成板根，形成板根的乔木通常为一些特定的物种并且许多乔木在很小的时候就开始形成板根。唐勇等通过对版纳生态站 1 公顷热带雨林样地中板根不同方位的土壤养分和幼苗组成的监测发现，①在板根的上坡位附近的土壤含水量显著高于其他地方，即使在旱季这样的水分梯度依然存在；②板根上坡

位附近凋落物积累量和表层土壤养分含量均显著高于下坡位；③板根上坡位附近幼苗的个体数量、物种数和多样性均显著高于其他方位。这些结果表明，板根在热带雨林的生境异质性和物种多样性维持中发挥着重要的作用。该研究为热带雨林物种多样性维持机制提供了一个新的视角，研究结果已发表在 *Plant and Soil* 上，后续研究已得到国家基金的支持。

热带雨林功能性状研究进展：功能性状的进化及其与环境的关系是当前生态学研究的热点之一。生物的系统发育存在时间序列上的自相关。如果物种性状的进化受系统发育影响，那么进化时间相近的物种，功能性状也更相似。过去在进行物种性状比较和相关分析时，都是假设物种间是相互独立的，这可能导致性状间相互关系的错误估计。系统发育独立对比方法（*phylogenetic independent contrast*）充分考虑了物种进化历史的影响，在性状进化、关联进化以及性状与环境的关系研究方面具有重要意义。张石宝等科研人员利用系统发育独立对比方法，对中国不同森林 618 种树木的 11 个木材性状及其空间分布与环境因子和系统发育的关系进行了分析。结果表明，①所有树木的 11 个木材性状都表现出了显著的系统发育信号，木材性状的最大趋异发生在裸子植物与被子植物、蔷薇分支与菊分支、木兰分支与真双子叶植物分支之间；②木材密度与木材的机械特性存在明显的关联进化关系；③木材密度和许多木材力学性状随纬度升高而降低，但只有少数性状（如冲击韧性、抗剪强度）沿海拔梯度表现出一定的变化；④无论是利用 Pearson 回归还是系统发育独立对比方法，绝大多数木材性状均与年降雨量显著正相关；⑤大部分木材性状利用 Pearson 分析时都不与年均温相关，但通过系统发育修正后，木材密度、静曲强度等性状与之显著正相关。由此可见，中国森林树木木材性状的空间分布式样受环境与系统发育共同作用的影响，系统发育影响物种的环境耐受性及其地理分布，并且年降雨比年均温能更多地解释木材性状的空间分布。该研究对于理解森林的生产力分布、树木的生态策略具有重要意义。研究结果已在 *Global Ecology and Biogeography* 上发表。

热带季节雨林树种多样性研究进展：热带雨林是地球上物种最丰富的陆地生态系统，但在对其树种多样性的研究方面大多集中在胸径大于 10 cm 以上的树种。然而，林下小树（ $2.0 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 10 \text{ cm}$ ）的种类组成明显地要比胸径大于 10 cm 以上的树种更为多样和丰富，它不仅为许多的昆虫、鸟类和哺乳动物提供食物来源，维持着与树冠层不同的动物种类；同时在森林生态系统的更新和养分循环、森林的保育及美学价值方面发挥着重要的作用。但森林中这一非常重要的类群很少得到关注。为掌握热带季节雨林林下小树的种类组成及其结构特征，科研人员通过对三块 1 ha 热带季节雨林样地的林下小树树种的多样性研究发现，在三块 1 ha 热带季节雨林林下，共有 5089 株个体，分属于 356 种、189 属、63 科。5 个最为重

要的科是茜草科、大戟科、樟科、楝科、和番荔枝科，显示出比上层树种更为复杂和丰富多样的特征；同时 3 块样地的林下小树的种类组成比上层大树更为相似。表明 $DBH \geq 10\text{cm}$ 的树种多样性并不能完全代表一个特定森林类型的多样性状况。与东南亚的龙脑香林相比，西双版纳的热带季节雨林主要由中小个体的树种组成。相关研究结果发表在 *Forest Ecology and Management* 上。

热带森林凋落物动态及养分利用效率研究进展：森林生态系统的凋落物量及其分解是一个重要的生态系统过程，在森林生态系统养分循环中发挥着极为关键的作用。同时凋落物量及其分解过程不仅是森林生态系统初级生产力和养分循环效率的指标，而且还影响着森林生态系统的物种多样性及其系统功能和特性之间的相互关系。而养分利用效率则是综合测定生态系统中养分有效性和土壤肥力的重要参数。在影响凋落物的产生、分解及其养分利用效率的因子中，植物种类的组成及其特性是最为重要的因素。为掌握不同热带森林生态系统中凋落物的产生、分解及其养分利用效率，西双版纳热带雨林生态系统研究站的研究人员以物种组成及结构特征明显不同的西双版纳热带季节雨林、次生林和多层多种的人工橡胶林为研究对象，通过长达 10 年的定位监测发现，热带季节雨林和人工橡胶林的年均凋落物量无显著差异，但两者均显著地低于次生林；热带季节雨林凋落物的年变异率大于人工橡胶林和次生林。凋落物的年均分解速率以次生林最快，人工橡胶林最慢，与其凋落物的质量密切相关，但与年均温度和降雨量无关；三个不同森林生态系统的各养分元素的利用效率显著地不同。研究表明，不同热带森林生态系统的凋落物量及其分解速率与其植物种类的组成有关，与植物种类的丰富度无关，并深受共存的植物种类及其年龄的影响。同时也表明在退化的热带山地上组建多层多种的人工林是提高生物生产力和维持土壤养分的有效途径。相关的研究结果发表在 *Plant and Soil* 上。

3) 热带亚热带森林演替与更新研究

亚热带山地常绿阔叶林林缘更新、土壤种子库研究进展：由于长期受人类干扰活动的影响，亚热带山地原生常绿阔叶林生态系统逐渐退化和片段化，形成的森林边缘生境数量不断增加。尽管有些学者对一些森林的林缘效应进行了研究，但是，关于亚热带山地常绿阔叶林林缘生境中树种更新特征，尤其是林缘向外延伸梯度上植物更新模式的研究却很少。为了解亚热带山地常绿阔叶林林缘更新特征，李小双等对哀牢山徐家坝地区山地湿性常绿阔叶林 20 年生林缘以及向林外延伸不同环境梯度上原生种类（primary species）的分布、丰富度，以及区系组成和植被结构的变化进行了较为深入、系统的调查和分析。研究发现从林缘向林外延伸（0-50 m）的距离上，原生林乔木树种、后期次生种类（late secondary species）和多

刺藤本 (thorny lianas) 植物的多度和物种丰富度均较高, 在距离林缘 > 50 m 以上的林外荒草地上则未发现原生林冠层乔木树种木果柯 (*Lithocarpus xylocarpus*)、变色锥 (*Castanopsis wattii*)、硬壳柯 (*L. hancei*) 的个体, 而一些先锋的灌、草植物种类的多度则较高。随着从林缘向林外延伸距离的增加, 原生种类的丰富度呈现逐渐降低的趋势, 特别是中型种子 (medium-seeded) 植物种类的数量表现为急剧地降低; 在距离林缘 60 m 以上的荒草地上, 没有发现大型种子 (large-seeded) 植物种类存在。本研究结果表明, 林缘作为一个缓冲带有利于原生种类的更新, 而距离林缘较远荒草地上密集的灌、草层对种子散布有明显的影响, 从而限制了森林的更新, 因此, 为了促进森林恢复演替的进程, 在森林经营管理中应加强林缘缓冲带的保护。相关研究结果发表于 *Journal of Plant Research*。

同时, 通过对哀牢山原生山地湿性常绿阔叶林和三类次生植被 (灌草地、滇山杨林和栎类萌生林) 的比较研究, 发现在灌草地和滇山杨林的土壤种子库中喜光种类占优势, 随着植被演替的进程, 土壤中可萌发的乔木种子的密度逐渐增加; 在地面植被种类组成中, 随着植被演替的进程, 灌木幼苗数量迅速减少, 而耐荫的乔木种类明显增加。在土壤种子库与地面植被的物种组成上, 所有调查群落的物种相似性均较低, 但灌草地比其它群落有较高的物种相似性。原生林土壤种子库中需光的木本种类较多, 但其地面植被的幼苗库中则耐荫种类占优势。本研究结果表明, 在植被恢复的初期应考虑恢复土壤种子库过程的可能性, 一旦原生森林植被被破坏, 乔木幼苗的建立或恢复就非常困难。相关研究结果发表在 *Ecological Research*。

火灾作为热带湿润森林选择动力的研究进展: 在自然条件下, 热带湿润森林很少能发生火灾, 不大可能具有适应火灾的能力。因此可以假设, 火灾对这些树种的影响是相同的, 树木多度的变化仅仅与火灾的燃烧方式有关。换句话说, 如果各个树种对相同的火灾具有不同的反应, 那么这些树种的树木多度的变化应该是与其生境的偏好和形态相关的。Johan F. Slik 等人通过调查婆罗洲地区以及与该地区邻接火灾地区老龄树木, 结合树木形态数据和其对生境的偏好, 发现在火灾中, 多度会降低的树种具有如下特征: 树皮薄, 种子休眠期有限, 生长在山坡或者山脊; 而多度升高则与喜好高光环境, 树木低矮, 轻质木材, 叶子大, 种子小和较长的种子休眠时间等因素相关联。被调查物种的多度变化与其形态特征和生境偏好都有显著相关性。这一结论虽然可以很好的解释被调查物种, 但是不太具有普适性 ($R^2 \sim 0.09$)。这也就说明, 大多数树木的死亡率是随机的, 热带湿润森林对火灾的抵抗力很弱。随着火灾

频率在湿润森林的升高,热带湿润森林的物种组成很可能最终被改变,甚至导致物种的灭绝。相关研究成果发表在 *Oecologia* 上。

4) 植物生理生态学、热带森林水分利用机理研究

植物生理生态学系列研究进展: 木质藤本是热带森林的重要组成成分,由于全球气候变化和热带森林干扰程度的加剧,热带森林中木质藤本的丰富度在增加,这将对森林的结构和生态系统服务功能产生重要影响。目前木质藤本这一特殊生长型的生物学研究相对较少。朱师丹等发表在 *Oecologia* 的论文,比较研究了热带雨林 18 种木质藤本和 19 种树木叶片的构建成本、元素含量和光合速率。发现,与树木相比,木质藤本总体上处在叶片经济学谱中快速偿还的一端,具有较高的光合速率、光合氮和磷利用效率,较低的单位叶面积的构建成本,较短的碳投资偿还时间和叶片寿命。因而在大的林窗、林缘和砍伐迹地等受到严重干扰的阳生生境中,木质藤本比树木应该有更强的生长优势。这为木质藤本在受干扰的森林生境具有高丰富度的现象提供了一个解释。他们还对比研究了木质藤本和树木的枝条水力结构和水分关系特征,论文发表在 *Plant Ecology* 上。发现木质藤本的枝条具有较大的导管和较低的边材密度,因而具有较快水分传导速率,但是容易发生干旱引起的气穴化。与树木相比,木质藤本在旱季具有较高的叶片凌晨水势和较低的渗透调节能力,意味着木质藤本在旱季遭受较低的干旱胁迫,这可能与它们有深的根系有关。此文被发表在 *Nature* 上的一篇新闻引用。桑科榕属植物是热带雨林食物链关键种,约有 900 种,广泛分布于世界热带和亚热带地区,其中有近 500 种营半附生生活,这类植物种子被鸟类传播到树干上、树丫部位,在那里萌发、生长,气生根逐渐向下生长,最终扎根到土壤中。有些种气生根特别发达,发育成绞杀植物。郝广友等人发表在 *Functional Ecology* 上的论文比较研究了同质园生长的 5 种半附生榕和 5 种地生榕(种子从土壤萌发生长起来)成年树叶片的水分传导和耐旱性,发现半附生种的叶片具有较低的水分传导效率,保守的水分利用策略和较强的抵抗干旱造成的叶片伤害的能力;叶片水分传导效率高的物种抗旱性较低,反之亦然。该论文揭示了半附生榕在适应特殊生长方式上进化出耐旱、水分利用保守的叶片特征,进一步阐述了叶片的水力特征对于植物对环境适应的重要性,暗示生活型多样化对于一个植物谱系物种及生态位分化的意义。典型热带植物对零度以上低温十分敏感,机理尚不清楚。黄伟等发表在 *Photosynthesis Research* 的论文,通过模拟零上低温和中等强度光照对 4 种热带树木光合系统的影响,发现热带植物的光系统 II 比光系统 I 对零上低温更敏感,其中一个种光系统 I 也遭遇严重损伤,低温处理后其光合系统的功能不能恢复,随后叶片死亡脱落。所以,典型的

热带植物不能在冬季较冷凉的北热带、亚热带地区正常生长的一个重要的原因是短时间的低温光照胁迫就可能使其叶片受损严重并死亡。该论文的研究发现与传统认识相悖，传统认识认为冷敏感植物光系统 I 比光系统 II 更敏感，专家认为该论文的发现对于认识热带植物低温敏感性有重要的意义。许多热带植物具有极高的经济价值，近几年来被大量地引种到我国的热带和亚热带地区。由于热带植物对零上低温很敏感，短时间的零上低温就有可能导致叶片光合作用机构受损，所以，研究热带植物对低温的敏感性对热带作物的引种栽培具有重要的理论和实践指导意义。他们前一篇 *Photosynthesis Research* 论文的研究结果表明：热带植物的光系统 II 对零上低温很敏感，而光系统 I 对零上低温并不敏感，但是其中的机制并不清楚。环式电子传递是一种重要的光保护机制，它不仅能够促进光系统 II 的无损伤热耗散，还能保护光系统 I 免受自由基的氧化损伤，他们推测环式电子传递在热带植物遭遇低温胁迫时可能被激发，以保护光系统 I 和 II。进一步的实验证实了这个推测，环式电子传递在热带树木遭遇低温胁迫时被强烈激发，其中对低温最敏感的一个种（几内亚格木）的环式电子传递的激发程度最低，表明环式电子传递在热带树木抵御低温胁迫的过程中发挥重要作用。相关研究成果发表在 *Plant and Cell Physiology*。

热带季节雨林 2 种优势树种的水分利用：对于干季的西双版纳热带季节雨林而言，频繁出现的持久浓雾被认为是一种重要的水分输入，其在热带季节雨林生态系统水分、养分循环中扮演着重要的角色，这不仅表现为：部分植物叶片在干季可直接吸收雾水或通过地表浅根吸收林冠滴落的雾水和养分，更重要的是浓雾极大地抑制了林冠在干季的蒸发蒸腾和削弱了低温强度，从而地缓解了干季水分不足或低温伤害。然而，有关热带季节雨林内植物对雾水的具体利用状况却是未知。刘文杰等在国家自然科学基金的资助下，对西双版纳热带季节雨林 2 种优势林冠树种（绒毛番龙眼 *Pometia tomentosa*、大叶白颜 *Gironniera subaequalis*）在干季的水分获取方式进行了的观测研究。研究表明：干季期间，大叶白颜树倾向于优先利用上层 50 厘米的土壤水（53–72%）；而绒毛番龙眼树的水分获取则主要来自 60 厘米以下的深层土壤水（54–72%），其对上层土壤水的利用仅为 28–46%，说明绒毛番龙眼主要靠其深层主根获取水分。在干季的代表浓雾天气里，林下绒毛番龙眼幼苗的生长极大地依赖于林冠滴落的雾水（23–59%），表明雾水对于干季的幼苗正常生长具有重要的生态意义。此研究结果初步阐明了干季热带季节雨林部分植物对水分不足的生态适应对策，即植物为了避免对有限水分的直接竞争，采用了区分利用的有效方式，从而减弱它们之间的直接竞争，增加了物种的多样性。相关论文发表在 *Agricultural and Forest Meteorology* 上。

热带雨林生态系统水分传输机制研究：森林生态系统水汽交换（蒸散）过程是国际研

究的前沿问题。理解森林生态系统水分传输机制,一方面有助于认识人类活动对森林生态系统的影响;另一方面有助于揭示森林生态系统对未来气候变化的响应。全球变化研究组张一平等,在西双版纳热带雨林生态系统水分传输机制研究方面取得重要进展,相关研究成果在 *Hydrological Processes* 上发表。本研究于 2003 年至 2006 年间在西双版纳热带季节雨林用涡度相关系统进行了湍流能量通量的观测,估算了该生态系统蒸散 ET 的大小,分析了森林蒸散 ET 的变化格局及其控制因子,主要研究结果有:2003-2006 年间西双版纳热带季节雨林年平均降雨量和年平均温度分别为 1322 mm 和 20.1 °C,比 43 年(1959-2002 年)来长期年平均状况略微偏低(长期年平均降雨量为 1487 mm,长期年平均温度为 21.7 °C)。4 年研究期间,该森林生态系统蒸散 ET 的平均年总量为 1029 mm,占平均年总降雨量的 78%左右。雾凉季(11~2 月)和干热季(3~4 月)森林平均日蒸散量均为 2.6 mm day⁻¹,雨季(5~10 月)森林平均日蒸散量为 3.1 mm day⁻¹。尽管雾凉季、干热季和雨季这 3 个季节的土壤含水量和气候条件差异很明显,但是这 3 个季节生态系统蒸散 ET 的日变化却具有相近的最大值。在干热季,森林蒸散 ET 主要是受控于土壤水分可利用性;在雨季前期(5~6 月),森林蒸散 ET 主要由森林叶面积指数 LAI 决定;而在雨季中期和后期(7~10 月)以及雾凉季,天气条件在控制森林蒸散 ET 过程中起着主导的作用。在雨季,生态系统蒸散 ET 的季节总量通常低于其对应的总降雨量,但是在干季,生态系统蒸散 ET 的季节总量却明显高于其对应的总降雨量,干季蒸散比降雨多出的水量主要来源于前一年雨季地下土壤储存水分的消耗。因此,雨季该生态系统水分预算对其随后的干季的水分状况具有十分重要的作用。

5) 系统发育与保护生物学研究

樟科内“新”的基部类群—新樟属系统学研究进展:樟科(Lauraceae)是被子植物基部较大的木本植物类群,其植物种类在社会经济和自然生态等方面都具有十分巨大的价值,但至今对樟科植物系统演化关系的认识却由于樟科植物的花小而树体高大和研究相对薄弱等原因仍十分模糊不清。新樟属(*Neocinnamomum* H. Liu)是分布于东南亚热带及亚热带地区的一个小属,在传统分类系统中一直被认为与樟属的关系密切。但近期的一些分子系统学研究却对此提出了质疑,而使新樟属在樟科内的系统学位置及其亲缘类群变得模糊起来。植物系统发育与保护生物学研究课题组运用分子系统学研究手段,对包括新樟属 5 个物种及相关类群 15 个物种共 22 个样品进行取样,利用 ITS、trnK 和 psbA-trnH 三个分子片段序列进行分子系统学研究,同时结合比较形态学、生物地理学等方面的证据资料,进行综合分析后得出如下结论:①新樟属为单系类群,提出新樟属内以团伞状聚伞圆锥花序为原始的花序类型,进而演化出少至多花的团伞花序,最后特化为印尼新樟所独有的单花状态的花序演化序列;

这是第一次明确地确认新樟属的单系类群地位,而新樟属内的花序演化与系统发育之间的关系也进一步说明花序类型是理解樟科内系统演化关系的关键性状。②新樟属与椴果樟属 (*Caryodaphnopsis* Airy Shaw) 为姊妹类群,作为起源古老且十分特化的类群,它们代表了樟科劳亚古陆起源的残余类群;这就明显推翻了新樟属与樟属亲缘关系密切的传统认识,而确立新樟属为樟科植物的基部类群之一,为樟科系统发育与生物地理学的深入研究提供了重要的研究基础。此项研究成果是该组第 5 次发表于 *Plant Systematics and Evolution*。

柬埔寨龙血树 SSR 分子标记的开发研究: 柬埔寨龙血树 (*Dracaenacambodiana*) 为百合科龙血树属植物,单子叶乔木状,分布于云南南部及西南部、广西西南部、海南南部,生于海拔 950-1700 m 的石灰岩上,为耐寒、喜钙树种,在柬埔寨、泰国、越南和老挝也有分布。近年来,人类受经济利益的驱使,对柬埔寨龙血树进行大量的采集和砍伐,加之其自然更新能力差,且产区植被不断受破坏,其生存受到严重威胁,濒于灭绝。2001 年被国家列为二级珍稀濒危保护植物,已列入《中国植物红皮书-稀有濒危植物》中。考虑到其重要的生态价值、经济价值和目前的濒危状况,对其进行研究和保护是一项有意义而又迫切的重要任务。植物系统发育与保护生物学研究组采用磁珠富集的方法开发了柬埔寨龙血树的 SSR 分子标记,为其保护遗传学研究提供了有力的研究手段。该研究采用的磁珠富集法效率高、成本低、周期短、简单易操作,已经越来越广泛地被用来开发 SSR 引物。目前已从柬埔寨龙血树中成功开发了 16 对多态性高、扩增条带清晰且稳定的 SSR 引物。这些 SSR 引物应用于该濒危物种的遗传多样性研究,可从分子水平上认识其遗传变异、适应性和生态环境之间的关系,探讨其遗传多样性与其濒危的关系,揭示致濒的机制和保护原理,为该濒危物种种质资源的综合保育策略的制定与实施提出科学的取样策略和理论基础。用这 16 对 SSR 引物分别在龙血树属内其它四个物种 (*D. thalioides*, *D. reflexa*, *D. marginata*, *D. gracilis*) 中进行了引物通用性检测。结果表明,这些 SSR 引物在属内种间具有通用性,可为龙血树属其它种的遗传学研究提供参考。研究结果已在 *American Journal of Botany* 发表。该组还运用荧光 AFLP 分子标记从不同空间尺度分析了单性木兰的遗传多样性、遗传结构和基因流样式。研究成果发表于 *Genetica*。

6) 榕树与榕小蜂繁殖生物学研究

榕树是热带雨林中的关键植物类群之一,一年四季结果的榕树为生活在热带雨林中的鸟类、哺乳动物、昆虫,以及为微生物提供源源不断的食物供给。每种榕树均由专一的传粉榕小蜂传粉,继而形成种子,同时榕小蜂也必须依赖榕树的雌花子房繁殖后代,两者繁殖上彼

此依赖，密不可分。因此，榕树结果的物候和繁殖成功直接受榕小蜂的影响。西双版纳地处热带北缘，季节性变化明显，也是榕树分布偏北的边缘区域，但很少有关于榕树和传粉榕小蜂繁殖成功方面的研究报道。彭艳琼、杨大荣等对高山榕及其传粉榕小蜂开展了长时间、系统的观测研究，发现一株高山榕三年内可结果 0~7 次，其榕果繁殖的种子数量往往比传粉小蜂多，且繁殖力随季节变化较大，在雾凉季和干热季繁殖较为成功，在雨季繁殖力是最差的。导致高山榕繁殖成功变异的原因，一方面是受榕果内雌花数量的影响，其次是共存于榕果内非传粉小蜂的数量变化，这些因素又主要被强烈的季节变化所驱动。相关结果发表在 *Plant Ecology* 上。除了传粉榕小蜂，高山榕果内还寄生着近 30 种非传粉小蜂，这些非传粉小蜂很多还未进行种类描述，对其生物学也是知之甚少。该组在高山榕上发现了一种已知在榕果外产卵最早的非传粉小蜂 *Sycophilomorpha* sp.，该种小蜂产卵时，榕果还包被在包裹着新叶的总苞片里，外观上看不到榕果，被产卵的榕果雌花发育还不完善。通常一只雌蜂可在几个榕果上转移产卵，每次产卵持续的时间长，繁殖的后代数量多。在抽样的 7 株树上均发现该类小蜂，但在不同的树上，同一树上不同的结果时期，以及不同的月份里，该类小蜂的种群变异很大。*Sycophilomorpha* sp. 可以独自占据整个榕果，即使能繁殖种子和传粉榕小蜂，数量也非常少，该类小蜂的种群数量与传粉榕小蜂种群大小呈显著的负相关关系，但在减少种子数量方面表现不显著。该研究首次报道了一个尚未报道的非传粉小蜂的生态位，可加深我们在影响榕-蜂互惠因素方面的理解。相关结果发表在 *Parasitology* 上。

在榕蜂互惠共生体系中，生存着大量的非传粉榕小蜂。对于传粉榕小蜂已经有了较多的研究，但是对于非传粉榕小蜂的生物学特性却知之较少。根据非传粉榕小蜂的食性和生存方式可以将其分为造瘿者、寄居者和复寄生者。造瘿者将卵产在雌花子房内致使子房膨大转变为瘿花，其幼虫以子房内膨大的胚乳为食；寄居者的成虫将卵产于其他传粉或非传粉榕小蜂形成的瘿花内，与前者争夺瘿花内的食物资源；复寄生者的成虫把卵产在其他小蜂幼虫体内，孵化后以其他小蜂的幼虫为食。目前对于非传粉榕小蜂的食性都是通过其在榕果上的产卵顺序和行为确定的。此外，大多数非传粉榕小蜂在果外产卵，很难确定繁殖母蜂的数量，这对于研究后代性比造成了很大困难。协同进化组杨大荣、王振吉等分别通过对钝叶榕上寄生的 *Walkerella* sp1. 非传粉榕小蜂和垂叶榕上寄生的 *Walkerella* sp2. 非传粉榕小蜂开展了行为学观察和野外放蜂试验，探讨了两种非传粉榕小蜂的繁殖策略。研究发现，这两种非传粉榕小蜂都是造瘿者，其中 *Walkerella* sp1. 产卵时间较早，先于其他榕小蜂，都寄生于榕果的最外层子房，而 *Walkerella* sp2. 产卵时间较晚，是在其他非传粉榕小蜂产卵后再产卵的，后代在最内层、中间层和最外层子房都有分布。此外，研究还表明这两种非传粉榕小蜂无论是

在自然果还是人工控制放蜂的试验果中,产生的后代性比都偏雌。这些结论对于研究非传粉榕小蜂的繁殖行为和性比提供了重要的参考。相关研究成果发表在 *Symbiosis*。前人研究发现,一些非传粉榕小蜂具有雄性二态性。最为典型的雄性二态性是能够飞出榕果在果腔外进行交配的有翅型雄虫和在果腔内寻找交配机会的无翅型雄虫。王振吉在垂叶榕上发现 *Walkerella* sp. 的非传粉榕小蜂雄虫无翅,但具有深色和浅色的二态性。他通过统计自然种群,人工控制放蜂以及观测不同形态雄虫寿命等方法,对 *Walkerella* sp. 的性比和雄虫二态性进行了研究。结果显示, *Walkerella* sp. 的性比并不随着繁殖母蜂数量及后代种群数量的增加而增加,而深色雄虫出现的频率会随着繁殖母蜂的数量和后代种群数量的增加而增加,随着种群密度的增加深色雄虫的比例也越高,但是当只有 1 只繁殖母蜂的时候,后代中没有深色雄虫。研究还发现,两种形态的雄虫会打斗,深色雄虫受伤的概率较高。深色雄虫更倾向于在果外活动,它们有更强的抗脱水能力。这些研究结果对于研究非传粉榕小蜂的性比和其模型以及雄性二态性的行为和遗传特性有重要的意义。研究成果发表在 *Ecological Entomology*。

7) 遗传与进化研究

植物空间遗传结构影响因素研究进展: 植物居群空间遗传结构的形成是一个受多因素影响的多阶段发展过程,这些因素主要包括通过种子和花粉散布的基因流、各种自然选择压力以及现有植株的分布格局等。由于因素众多、过程复杂,各个因素在该过程中的作用一直是生态学研究中的最关注的问题之一。动植物关系组周会平、陈进等以一种雌雄异株的歪叶榕为研究对象,揭示了种子散布者、种子流和花粉流以及幼苗到成年植株经历的自然选择作用等多个因素对空间遗传结构的影响。榕树作为热带雨林的 대표物种,与传粉榕小蜂一对一的协同进化关系闻名,也是热带食果动物最重要的食物来源。研究人员选择雌雄异株的林下小乔木歪叶榕 (*Ficus cyrtophylla*) 为研究对象,对其种子散布者、种子雨格局、现有植株空间分布格局、微生境、种子流和花粉流、居群空间遗传结构、自然选择作用等进行全面调查研究。结果发现,该植物的主要种子散布者三种鹑类倾向将歪叶榕的种子散布到中等荫蔽度的微生境中,从而呈现种子雨及幼苗的聚集分布,但各年龄段的植株聚集度随年龄阶段增长而降低。通过微卫星亲本分析,表明种子和花粉均有相当比例的长距离散布,最远距离保守估计可达 3 km 以上(范围分别为 9 m - 2.75 km 和 10 m - 3 km)。在 10 m 以内的距离等级上遗传距离和空间距离呈显著正相关,到树苗阶段显著正相关消失。该研究表明,种子散布者和传粉榕小蜂的行为特点和远距离散布能力决定了歪叶榕种子雨、植株空间分布格局和空间遗传结构的形成;密度依赖性捕食、竞争及微生境适应性等选择作用导致了植物空间分

布局空间和空间遗传结构随种子-幼苗-树苗-成株更新过程的变化。本研究是一个整合了野外生态调查、分子标记与亲本分析、年龄组间差异比较等多实验手段和分析方法的全面研究, 该研究较全面地揭示了各种因素在歪叶榕居群空间遗传结构的形成中作用, 也为其他植物居群空间遗传结构形成机制的研究提供一个完整的案例。研究结果在 *Journal of Ecology* 发表。

一项分析 DNA 短序列的新技术: 在以往的研究中, 针对短测序片段 (short read sequence, SRS) 进行的比较基因组分析多数都需有事先组装好的 DNA 序列作为参照, 这一定程度上制约了这类数据在生物信息学研究的发展。生态进化组 Cannon 发明了一种新的研究方法, 该方法不用事先组装, 通过分析检测数据中达到某种“复杂度”的基因片段是否存在及其出现频次, 来探讨一定数量目标基因组中的序列差异。他们研究比较九个树种从种群到科一级的基因组多样性的海量数据, 并利用已知的 3 个树种的基因组数据作为对照, 探知测序反应中数据的质量和分布偏差。该方法定义了 3 类主要的富含生物信息的复杂 DNA 片段, 其中每一类都具有其特殊的统计属性。第一类复杂片段为某一基因组所特有但假阳性的概率很高, 高度依赖于测序覆盖度和分布情况; 第二类复杂片段为两个基因组所共有并能显示其潜在的拷贝数差异; 第三类复杂片段为某一些基因组所共有, 与物种的形态和地理差异相联系。由于该方法不需事先组装, 即可分析海量数据, 极大的推进了短序列测序技术在非模式生物上的应用, 并为更为进一步的基因组组装和细致研究直接筛选出最有效的遗传部件提供新的途径。该研究中也展示了该技术的实际应用前景, 例如, 我们可为一种濒危木材树种找到大量的种群水平上的遗传标记, 从而可以界定木材个体的来源, 规范国际木材交易。新一代 DNA 测序技术的突破为研究热带森林的生态和进化提供了一个新的平台, 为把基因组学应用在植物功能适应进化与气候变化、物种多样化和共存、以及极度濒危的亚洲热带森林自然资源保护诸方面所迈出的重要一步。该研究成果发表在 *Molecular Ecology* 上。

两型花柱植物中的盗蜜传粉: 两型花柱 (Distyly) 是指在植物居群中, 部分个体开长花柱表型的花, 剩下的个体开短花柱表型的花, 长花柱表型的柱头在高位雄蕊在低位, 而短花柱表型的雄蕊在高位柱头在低位, 这样两种表型的花之间雌雄蕊的高度是互补的。自从达尔文以来, 两型花柱一直都是植物进化生态学家所关注的热点之一。盗蜜 (Nectar robbing) 是指昆虫、鸟类、或者其它访花者不从花冠口进入, 而是通过在花冠上直接打洞并从中取食花蜜的行为。由于盗蜜者吸取植物的花蜜, 但是一般不提供传粉服务, 因此它们经常被描述为传粉系统中的欺骗者。然而研究表明在一些植物中, 盗蜜行为可能导致传粉, 前人所报道的盗蜜行为导致的传粉的原因都是由于盗蜜者在盗蜜过程中偶然碰触到外突于花冠的柱头和花药。从理论上讲, 如果柱头和花药内藏起于花中较深, 盗蜜者吸取花蜜的时候, 其口器

也有可能接触到它们并导致传粉，但是未见任何相关报道。另外盗蜜行为普遍存在于管状花和带距花中，而绝大部分两型花柱植物都是管状花，但是对于两型花柱植物中盗蜜现象的研究很少。报春花属 (*Primula* L.) 是花柱异长植物种类分布最多的一个属，属内大部分物种是两型花柱植物，全世界有 475 种，其中大概 75% 在中国有分布。生态进化组李庆军、朱兴福等通过野外观察，发现盗蜜现象广泛存在于偏花报春 (*P. secundiflora*) 中，而且盗蜜孔的位置在两种表型中都位于高位和低位繁殖器官（花药和柱头）之间。经过操控实验，他们证明这种盗蜜访花行为可以为低位的繁殖器官传粉，这一发现对于深入研究花柱异长交配系统的起源与进化具有重要意义。相关研究成果发表在 *Biology Letters* 上。

2、应用示范研究

1) “喀斯特山区生态环境综合治理技术集成与示范”项目

“喀斯特山区生态环境综合治理技术集成与示范”研究是国家科技支撑计划项目，研究期限为 2008 年至 2010 年。2010 年 11 月 4 日，受国家科技部委托，贵州省科技厅在贵阳邀请贵州省内外有关专家 11 人组成验收专家组，对项目四个课题的实施及任务合同指标完成的情况进行了逐一检查与验收。专家组在认真审查了课题财务审计报告、研究工作报告等相关材料的基础上，认真听取了课题组的汇报，并进行质疑，经过充分讨论，认为该项目的四个课题均按照预定的计划任务书完成了各项任务 and 指标，经费使用合理，同意通过验收。

项目实施三年多来，在国家科技部、贵州省科技厅、中科院昆明分院、毕节地区行署等有关单位的大力支持下，通过参与项目实施的 17 家单位、共计 80 多人科技人员及相关人员的共同努力，克服了 2008 年初的冰雪灾害、2010 年的百年一遇的干旱，按照预定的研究计划和目标，团结协作，深入喀斯特高寒山区，踏踏实实工作，完成了预定的研究工作和任务指标。至 2010 年 10 月底为止，已经完成了贵州毕节地区 8 个县（市）的土地利用/覆盖分类、变化特征以及生态环境数据库建设；在对毕节喀斯特地区土地利用/覆盖变化、不同退化类型植物群落恢复潜力评估、乡土物种筛选、生态循环养殖模式优化等研究工作基础上，集成水土保持工程、种草养畜、胚胎移植、地方优良畜禽品种繁育、道地中草药规范化种植等多套技术，开发并实施了适合毕节高寒地区喀斯特石漠化综合治理的多种模式，取得较好的生态、社会和经济效益。通过项目的实施，较好地完成了预定各项研究任务和指标，已构建喀斯特生态环境动态监测平台一个，建成项目综合示范点，实施水土流失综合治理及其示范面积 10032 公顷，新建山地草场 1050 公顷，良种畜禽杂交繁育 27 万多只，完成 3 个新产品实验研究，植物类中药材种植及其示范 2100 公顷（其中天麻仿野生栽培 3100 多亩，GAP 规范化种植 130 亩；半夏规范化种植 7650 亩，GAP 规范化种植 120 亩）；取得两项科技奖，

其中“贵州黑山羊本品种选育技术成果推广应用”获得 2009 年贵州省农业丰收计划二等奖，“贵州黑山羊高效养殖技术研究及应用”获得 2009 年贵州毕节地区科技成果一等奖；申报专利 3 项，发表论文 40 余篇，形成 5 项技术规程；培养博士研究生 2 名，硕士研究生 45 名，其他学生 100 多名，培训农村各类技术人员 75000 人次。通过项目技术的推广应用，已累计产生经济效益 17900 万元。通过本项目的实施，贵州毕节地区喀斯特石漠化山区生态环境综合治理试验与示范工作取得了较好的成效，10 月 16 日中央电视台新闻联播节目对贵州毕节喀斯特地区生态建设所取得的成绩进行报道，受到有关部门及当地政府、群众的好评。

2) 落实“十二·五”规划，探索冬虫夏草产业化

根据最近发布的“十二·五”科研规划，我国将主要围绕“油-药-香-材-花”等领域，加大产业化开发的力度，“催生亿元产值以上的资源植物种类或品种 1-2 个，千万元以上的 3-5 个”。协同进化研究组组长杨大荣通过院重要项目“青藏高原濒危真菌-冬虫夏草的形成机制”研究的开展和验收，初步形成了关于“冬虫夏草人工规模化生产”的计划和方案。冬虫夏草是分布在青藏高原高寒草甸海拔 4200~5200 米之间的一种中国特有珍稀药用生物。冬虫夏草是鳞翅目中蝙蝠蛾属 *Hepialus* 幼虫被中华虫草菌 *Cordyceps sinensis* 寄生感病后形成的虫、菌结合体，它是我国特产的名贵中药材之一，与野生人参、鹿茸并称为中国三大名贵中药材，目前市场价已经超过人参、鹿茸数十倍，超过等量的黄金价格。但是，人参、鹿茸已经能人工大规模生产繁殖“飞入寻常百姓家”，而冬虫夏草由于未研究清楚其形成机制，到目前还不能进行人工规模化生产，市场出售品全部采自青藏高原的高寒草甸地区，所以价格非常昂贵，并且随着数量的减少，假冬虫夏草、毒冬虫夏草充斥市场，真品冬虫夏草价格逐年成数十倍上涨，最高价格已达 48 万元/千克。受商业炒作驱动及市场非理性消费影响，我国“虫草热”已陷入越贵越挖，越挖越少，越少越贵，越贵越挖的恶性生态循环怪圈。疯狂采挖虫草可能带来的严重后果是：冬虫夏草产地均为亚洲主要江河的水源发源地，水源之地草甸生态恶化后，旱季水源会逐年减少，雨季则无法保持水分，一下大雨就暴发山洪和泥石流，危及虫草产区、西南地区甚至是整个 GMS 的生态安全和当地群众生活。若不采取有力措施终结冬虫夏草资源利用所存在的恶性循环，不出 10 年，这种宝贵资源将断送在我们这一代人的手中。同时，产区进一步恶化的生态环境，将演变为一系列不可预知的自然灾害。该组从上世纪 80 年代就开始在青藏高原开展冬虫夏草考察研究，初步掌握了冬虫夏草的生物生态学习性。冬虫夏草在野外的一生需要经过寄主昆虫蝙蝠蛾成虫期（约 4 天~12 天）、虫卵期（约 45 天~72 天）、幼虫期（约 680 天~940 天）、蛹期（42 天~58 天），也就是说仅蝙蝠蛾一生就需要 2 年至 3 年的时间。在蝙蝠蛾幼虫 4~5 龄后期（幼虫生长 2 年左右）才会被该地区分

布的我国特有真菌中华虫草菌寄生，中华虫草真菌主要寄生 4 龄~5 龄幼虫，菌孢子在每年的 8 月感染幼虫，9 月份菌丝体侵入蝙蝠蛾幼虫体内，10 月份幼虫感染后形成僵虫，11 月僵虫头部长出约 1 毫米~2 毫米的子实体后，开始越冬（“虫”），要到第二年 4 月下旬~5 月初，雪山冰雪融化，温度和湿度上升，子实体长出地表（“草”），6 月初是药用冬虫夏草采挖最佳季节。也就是说，从 3 龄~5 龄蝙蝠蛾幼虫被中华虫草菌感染长出冬虫夏草也需要大半年时间，加上前期的幼虫生长期，至少需要 2 年半以上才能长出冬虫夏草。2006 年以来，在院重点项目的支持下，通过近 5 年的研究，在“冬虫夏草人工规模化生产”工作中有所突破，研究组已探索出在室内饲养蝠蛾昆虫的关键技术方法，并成功在室内规模化饲养出各虫态。部分饲养出的虫源放归自然能形成传代种群，为冬虫夏草资源恢复提供了科学可行的方法；构建了蝙蝠蛾幼虫 cDNA 文库，并从蝠蛾幼虫体内分离出一批不同的蛋白酶抑制剂，防御素，抗菌肽及血小板聚集抑制剂等，揭示了冬虫夏草部分药用价值及机理；明确了中华虫草菌最佳感染时期，研究出切实可行的人工感染蝠蛾幼虫的技术。同时还掌握了冬虫夏草和寄主昆虫二十多年来资源变化规律，确定其分布范围，明确了两者专一性寄生关系，并提出了冬虫夏草和寄主虫草蝙蝠资源保护和合理应用的对策。通过此项目还发表论文 20 余篇，向政府机关和相关部门提出建议 3 项，获得专利 6 项。

3) 热带雨林 20 公顷大样地实施树木条形码计划

准确的物种鉴定是人类认知自然和可持续发展的必要前提。基于形态学特征鉴定物种难以满足科学发展的巨大需求，DNA 条形码提供了可信息化的分类学标准和有效的分类学手段，成为进展最迅速的学科前沿之一。鉴于目前热带雨林树种条形码研究的共同需求，我园重点实验室来自五个不同研究组的科技人员相互合作，对补蚌 20ha 大样地树木条形码开展合作研究，并委托植物系统发育与保护生物学研究组负责具体的样品测定。根据 CTFS 样地建设标准，补蚌 20ha 大样地于 2006 年开始并于 2007 年完成建设。目前该样地是中国最大的热带雨林永久观测样地，与长白山、古田山、鼎湖山、和台湾福山、莲花池等 20-25ha 大样地，构成了一系列由温带到热带纬度梯度上的永久观测样地。基于各大样地生物多样性网络观测数据的可比性和国际生命条形码 iBOL 计划的发展需求，进化生态组 Ferry 已于 2009 年完成该样地包含所有树种约 2000 多个个体的样品采集工作，并挑选出 770 多份有待进一步分析测试，确定各树种的 DNA 条形码标准基因序列。目前中国已加入了全球生命条形码计划，大规模的测序计划于去年初启动，其目标是 5 年内取得代表着 50 万个物种的 500 万号标本的 DNA 条形码纪录。对于动物，因为线粒体 DNA 进化的速度很快，因此可以把年轻的物种区分开来。作为动物条形码的基因是线粒体的细胞色素 C 氧化酶 I 基因 (COI

基因), 该基因约 650 个“字母”, 构成了每一个物种的 DNA 条码。然而, 对于植物, COI 基因作为条码可能有困难, 因为线粒体 DNA 在植物中的进化速度太慢。科学家认为植物特有的叶绿体可能是一个不错的选择, 因为叶绿体是植物的太阳能工厂, 负责把太阳能转换成化学能, 供植物使用。但有时可能需要两到三个不同的候选基因区域来担任植物 DNA 条码的任务。DNA 条形编码将对生物多样性研究的发展起到至关重要的作用, 其主要作用包括可以完成物种的区别和鉴定、发现新种和隐存种、重建物种和高级阶元的演化关系等。随着大规模的生命扫描即国际生命条形码计划的启动, 中国作为全球的 4 个中心节点之一, 该合作研究的开展, 有利于建立和探索发现新种和隐存种的理论及方法, 并为中国扫描生命的浩大工程发挥必要的作用, 为实现像在超市里购物一样“扫描一下”条码就可以清楚地叫出一种从未见过的生物的名称的目标而努力。

3、荣誉获奖及专利、专著

根据人力资源和社会保障部、科学技术部、教育部、财政部、国家发展和改革委员会、国家自然科学基金委员会、中国科学技术协会《关于公布 2009 年“新世纪百千万人才工程”国家级人选的通知》(人社部发[2009]189 号)文件批准, 生物入侵生态学研究组首席研究员冯玉龙入选“新世纪百千万人才工程”国家级人选, 并颁发荣誉证书。

根据科发人教字[2010]31 号, 经过单位推荐、专家评审和王宽诚教育基金会审定, 中国科学院 120 位学者获得 2010 年度中国科学院王宽诚人才奖。其中, 中国科学院西双版纳热带植物园刘文杰研究员获“中国科学院王宽诚西部学者突出贡献奖”。

根据中国科学院人教字[2010]50 号“关于公布 2010 年度中国科学院各项冠名奖学金、奖教金评审结果的通知”, 2010 年度中国科学院朱李月华奖学、奖教金、宝洁优秀研究生奖学金和地奥奖学金的评审工作已经结束。陈进研究员获朱李月华优秀教师奖; 李志恒(导师: 张一平)、李宗波(导师: 杨大荣)、郑玉龙(导师: 冯玉龙)、朱师丹(导师: 曹坤芳)获朱李月华优秀博士生奖; 刘玉兰(导师: 刘方邻)获地奥奖学金二等奖。

根据“关于表彰中国科学院人才工作先进集体和先进个人的决定”(科发人教字[2010]54 号)文件批准, 我园主任、重点实验室学术委员会主任陈进研究员获得“中国科学院人才工作先进个人”荣誉称号。

通过公众投票和专家评议的综合考量, 陈进研究员荣获“十佳全国优秀科技工作者”, 成为中科院系统内的唯一获奖者。全国优秀科技工作者每两年评选一次, 每次表彰人数不超过 1000 名, 同时将从中产生十佳全国优秀科技工作者。“全国优秀科技工作者”称号对被授予

者只授一次，为终身荣誉。陈进研究员是此次“十佳全国优秀科技工作者”中最年轻的一位，同时也是西南三省范围内的唯一获奖者。

经云南省中青年学术和技术带头人后备人才及技术创新人才评审委员会评审，我园高江云研究员入选第十三批云南省中青年学术和技术带头人后备人才。

根据中国生态系统研究网络（CERN）土壤分中心在《2009 年度土壤监测数据质量评估报告》中公布的结果，哀牢山生态站与鹤山生态站 2009 年度土壤监测总分同为 98.4 分，在 CERN 的 10 个森林站中并列第一，在所有参加质量评估的 35 个生态站中位列第五（共 4 站并列）。

由科技人员朱华、闫丽春主编的《云南哀牢山种子植物》一书，经云南科技出版社印刷，于 2009 年 12 月正式出版。2010 年，该书参与了西部地区优秀科技图书评奖，荣获第十八届（2009 年度）中国西部地区优秀科技图书三等奖。

申请 2 项专利：“林木保苗高效滴灌桶”和“快速定位水平工作台”。

4、项目争取与管理

2010 年实验室科技人员争取的国家自然科学基金项目 11 个，经费 276 万元（表 1）。2010 年新增项目 30 多个，总到位经费 900 多万元（表 2）；2010 年在研项目总经费共 5000 多万元（包含 2010 年新增的和到期的项目）。

院重要方向项目：“青藏高原濒危真菌-冬虫夏草的形成机制”顺利通过验收：中国科学院知识创新重要方向性项目“青藏高原濒危真菌-冬虫夏草的形成机制”，是由协同进化研究组杨大荣研究员主持，由本单位三个课题和中科院昆明动物研究所两个课题组成的一个协作研究项目。自 2006 年执行以来，全体研究人员和研究生先后共十余次，50 多人次对青藏高原 5 省 70 多个县市进行了艰辛的野外考察和广泛的调查走访，并进行了大量的室内培养、分析和测定实验研究。截止到 2009 年底，项目负责团体已全部完成了项目考核内容。2010 年 1 月 4 日，由云南省内五位专家组成的专家组对项目的五个课题进行验收，本单位三个课题均获得优秀。2010 年 1 月 6 日，由中国科学院生命科学与技术局组织国内七名专家组成的专家组对项目进行验收。由于该项目工作量大，工作环境恶劣，工作任务艰巨，而参加人员能够克服重重困难，在有限时间和使用经费内圆满地完成任务，研究结果到所有专家的一致好评，并通过验收获得优秀。经参加项目全体人员三年多的努力，获得以下主要研究成果：①掌握了冬虫夏草和寄主昆虫二十多年来资源变化规律，确定其分布范围，明确了两者专一性寄生关系，并提出了冬虫夏草和寄主虫草蝙蝠资源保护和合理应用的对策。②探索出在室内饲养蝠蛾昆虫的关键技术方法，并成功在室内规模化饲养出各虫态。部分饲养出的虫源放

归自然能形成传代种群，为冬虫夏草资源恢复提供了科学可行的方法。③构建了蝙蝠蛾幼虫 cDNA 文库，并从蝠蛾幼虫体内分离出一批不同的蛋白酶抑制剂，防御素，抗菌肽及血小板聚集抑制剂等，揭示了冬虫夏草部分药用价值及机理。④明确了中华虫草菌最佳感染时期，研究出切实可行的人工感染蝠蛾幼虫的技术。该工作的开展，培养和建立了一支能在高海拔特别艰苦的环境中开展研究工作的科技队伍。项目自执行以来，发表论文 20 余篇，向政府机关和相关部门提出建议 3 项，获得专利 6 项。

8 项院知识创新工程青年人才领域前沿项目通过验收:9 月 30 日科技外事处组织了“院知识创新工程青年人才领域前沿项目”结题验收会，有关专家、青年人才项目负责人以及科技外事处有关人员参加了会议。会上，各项目负责人对主持项目的执行情况进行了全面、详细地汇报，认真听取并回答了各位专家提出的建议和问题。本次结题的 8 项前沿领域项目为 2007 年实施启动，经过 3 年的执行，各项目能按照项目任务书规定的研究内容开展研究，大多完成了任务书中规定的考核指标，产生出了一些有一定影响的科研成果，同时在此基础上直接或间接申请获得了 4 项国家自然科学基金，2 项中科院项目以及 1 项云南省基金，其中 4 位青年是首次获得科研项目经费的支持，2 位以此工作为基础，获得了今年国家青年基金的资助。

2010 年我国 8 项国家基金获准结题: 根据国家基金委国科金计函[2010]32 号文件，8 项准予结题，研究期限都是 2007.01-2009.12。

表 2. 2010 年新增项目到位经费表（金额：万元）

2010 年新增项目名称	类别	金额	负责人
稀有濒危植物“近地保护”效果评估	除上述地方计划外	5	许再富
西双版纳热带季雨林生态系统碳氮水通量观测研究	国家 973 计划及攀登计划课题	20	张一平
哀牢山亚热带常绿阔叶林生态系统碳氮水通量观测研究	国家 973 计划及攀登计划课题	10	沙丽清
CTFS (国际热带森林研究中心) 全球碳研究项目—西双版纳	所级国际合作课题	24	唐勇
石斛属及蕨类植物资源及栽培生理基础研究	除上述地方计划外	7	张石宝
表型可塑性对外来种喜旱莲子草入侵能力的影响机制	开放基金	5	耿宇鹏
中国特有属藤山柳属的谱系地理学研究	院其他任务	23	李璐
植物园外来引种植物入侵力与环境可入侵性评估及外来种管理对策	院其他任务	10	高雷
CO ₂ 和温度变化对花蜜中酚类物质及蜜蜂采集行为的影响	院其他任务	10	高洁

长柱山丹的次级花粉展示机制及繁殖策略研究	院其他任务	23	林 华
民族药用植物资源收集	国家专项任务	150	陈 进
Rhett D. Harrison 中科院外籍青年科学家计划	院其他任务	26.5	Rhett
《云南哀牢山国家级自然保护区生态旅游规划》编制	除上述地方计划外	8	张一平
果洛州蝠蛾生物学特性研究	知识创新工程重要项目	20	杨大荣
树种功能性状的地理分异	自然科学基金	18	曹 敏
生物多样性对环境梯度变化的响应	中澳合作项目	150	曹 敏

二、队伍建设与人才培养

1、科研队伍建设

四位科研人员获得“西部之光”人才培养计划项目资助（2009 年获批），全部经费已于 2010 年初到位，合计资助金额为 66 万。新增 2010 年“西部之光”立项 5 项，其中重点项目 1 项、西部博士 1 项、在职博士 2 项、后续支持 1 项。2010 年实现了西部之光“在职博士项目”零的突破。

经中组部批准，标本与种质保存中心文彬副研究员获得 2010 年度中国科学院“西部之光”访问学者项目资助，将于 2010 年 9 月到 2011 年 6 月期间赴北京大学生命科学学院进行访问研究，在该学院林忠平教授的指导下进行分子生物学的基本理论和方法的学习。

2、研究生培养及博士后

2010 年本室毕业的硕博研究生共 37 人。根据《中华人民共和国学位条例》和《中国科学院研究生院学位授予工作细则》规定，经中国科学院研究生院学位评定委员会审定通过，梁岗等 10 位同学获博士学位。杜艳等 23 位同学获硕士学位。目前在读硕士研究生 90 人，博士研究生 52 人，外籍研究生 5 人，与中国科大、西南林大、华中农大等联合培养 6 人，2010 年博士后共 5 人：操国兴（已出站）、王维斌、肖海峰、Matthew Warren（已出站，美国）、Matthew Helmus（美国）。

根据“关于公布 2010 年度中国科学院院长奖、中国科学院优秀导师奖评审结果的通知”（科发人教字〔2010〕111 号）文件，博士研究生郝广友荣获“中国科学院院长优秀奖”。郝广友是我室与美国迈阿密大学联合培养博士研究生，导师是 G. Goldstein 教授和曹坤芳研究员，研究生期间在 *Oecologia*、*Tree Physiology* 和 *Functional Ecology* 上发表论文多篇，并于 2008 年获中国科学院“朱李月华优秀博士生奖”，2010 年获哈佛大学博士后奖学金。

博士生陈军文的博士学位论文“中国热带北缘——西双版纳三叶橡胶的水分关系、光合特征以及生理学保护机制”荣获 2010 年云南省优秀博士学位论文奖（导师：曹坤芳研究员）。

根据院发学位字〔2010〕126 号“关于公布 2010 年度中国科学院优秀博士学位论文提名奖评审结果的通知”，张凤萍同学喜获 2010 年度中国科学院优秀博士学位论文提名奖。张凤萍是协同进化组杨大荣研究员的博士研究生，她的博士论文题目是：非传粉榕小蜂由寄生向互惠演化的机制。在博士期间先后发表在 *Naturwissenschaften*、*Bulletin of Entomological Research*、*Evolutionary Ecology Research*、*Symbiosis* 上 SCI 文章 4 篇。在植物生态学报等 CSCD 文章 3 篇。

三、基础设施与科研平台建设

1、基础设施建设

科研中心启动：共投资 9000 多万元的植物园东区科研中心已经启用，办公、实验、研究、生活等各方面条件得到极大的改善。目前各研究组师生及其设备已基本完成搬迁。

昆明生物多样性大型仪器区域中心是中国科学院大型仪器共享管理网重要工作平台之一。2010 年 3 月昆明生物多样性大型仪器区域中心，对去年 3 月 15 日正式投入运行以来的各研究所大型仪器运行情况进行了通报。昆明生物多样性大型仪器区域中心共计 55 台机组上网共享，版纳园上网 8 台机组，其中 4 台实际开机机时数位于前十名，平均机时、平均使用效率、平均所内共享机时、平均所内使用效率、平均所外共享机时、平均所外使用效率等数据在区域中心名列前茅。统计时间为 2009 年 3 月-2010 年 3 月，数据由院共享管理系统自动采集。院计财局技术条件处将各区域中心仪器设备共享网数据，作为“十二五”仪器装备支持力度的重要依据。同时，通过几个月的撰写，“十二五”修购规划与年度计划（中央级科学事业单位 2011-2015 年修缮购置专项资金工作规划）如期上报中科院计划财务局，目前得到财政部批准，2011 年获财政专项设备购置费 808 万元。

另外，生物地球化学实验室新购置的微波加速反应系统（*Microwave Accelerated Reaction System*，简称 *MARS*），并在工程师的指导下完成了安装调试及相关培训工作。今年 9-11 月，云南省计量测试技术研究院按照《中华人民共和国计量法》的要求，对生物地球化学实验室的部分仪器设备进行了周期性溯源检定和校准，检定的仪器设备包括：双光束紫外可见分光光度计（*UV-2450*）、电导率仪（*DDSJ-308A*）、酸度计（*PHS-3C*）和 5 台电子天平，检定结果全部为“合格”。

2、野外台站建设

1) 西双版纳热带雨林生态系统研究站

实现橡胶林碳通量观测及小气候长期监测。森林的碳汇效应，特别是人工森林的固碳能力及其碳汇潜力，已经成为国家制定减排相关的重大战略决策时急需的科学数据。为了揭

示西双版纳面积最大的人工橡胶林碳汇源特征、变化规律及其形成机制，探讨在区域气候变暖情景下人工橡胶林的碳汇源效应的响应机制及其对国家减排的贡献。2010 年 6 月利用架设在人工橡胶林试验地中 55m 高的气象观测铁塔，设置了 OPEC 开路通量观测系统和 7 层小气候垂直观测系统，开始对人工橡胶林的碳收支进行长期连续监测。通量观测铁塔位于中国科学院西双版纳热带植物园人工橡胶林试验地林内（21°54'41.1"N；101°16'22.1"E，海拔 592m），橡胶林森林林冠高度 21.0 m 左右。所选用的通量观测系统的仪器与 ChinaFlux 森林观测站的相同，包括 1 层开路涡动协方差（OPEC）系统（传感器安装在 38.0m 高度），7 层常规梯度气象观测（风、温、湿）；从地表到 1m 深的地温（4 层）、土壤湿度（3 层），林冠上方和林内近地层的 PAR（2 层）以及太阳辐射、土壤热通量、林冠表温、降水、风向、大气压等。仪器的安装工作于 2010 年 6 月 24 日完成，现在已经开始试运行，从初步分析结果来看，运行效果良好。西双版纳人工橡胶林通量观测系统的建成，进一步提升了版纳生态站科研支撑平台的观测和研究能力，对推动我国热带森林，特别是热带人工林固碳能力和碳汇潜力的研究具有重要的科学意义。

补蚌野外工作站正在建设中，预计 2011 年中期投入使用。为了尽快解决科技人员和研究生在补蚌野外工作的食宿和工作条件，完成相关的研究任务，经与勐腊县人民政府相关部门协调，在大样地附近的补蚌村原补蚌小学所在地，已划拨 2.9 亩土地面积建设补蚌工作站。经过多方面努力，工作站建设已经取得了实质性进展，已取得了《选址许可证》、《规划许可证》、《工程规划许可证》3 证，《土地使用许可证》和《施工许可证》正在办理。经地方政府及其相关管理部门的允许，目前已完成住宿房屋的改造工程，食堂等综合楼主体工程正在建设中。按照施工方的中标建设协议，2011 年 4 月可投入使用。

五个 1 公顷辅助卫星样地建设。按照相关研究项目要求，每个大样地需要由 5 个 1 公顷以上的辅助样地组成，辅助样地的建设要求，从测量、挂牌到物种调查完全按照大样地的方法和技术进行。目前已完成 55 公里季节雨林及石灰山季雨林两块 1 ha 卫星样地的定位及调查工作，以及新开地次生常绿阔叶林 1ha 卫星样地的定位工作。其中，55 公里季节雨林调查数据 5342 条（含分枝），石灰山季雨林调查数据 8081 条（含分枝）。

设置森林林冠林相自动监测系统。2010 年初版纳生态站和哀牢山生态站分别利用热带雨林和亚热带常绿阔叶林的通量观测铁塔，设置了森林林冠林相自动监测系统。该监测系统能够每隔 3 小时记录 1 幅森林林冠林相，对森林林冠林相进行连续监测。森林林冠林相对于了解和分析研究森林动态、物候变化、森林通量以及森林与遥感的相互关联等具有重要意义，但是由于森林，特别是热带雨林的树木高大，其林冠林相的连续变化动态一直知之甚少。通

过在热带雨林和亚热带常绿阔叶林设置森林林冠林相自动监测系统,将对西双版纳热带雨林和哀牢山亚热带常绿阔叶林的森林动态、物候变化以及相应的森林通量研究提供较好支持。

2) 哀牢山亚热带森林生态系统研究站

《网络环境建设》项目实现多点视频、自动观测数据上传下载。今年 11 月,科技外事处网路工作人员前往哀牢山生态站,在原来专线光缆开通的前提下,实现了自动观测设备数据即时下载与传输;并且将哀牢山生态站与版纳植物园园部、昆明分部、中国科学院网络中心及中国科技网的视频会议系统等进行了连通,完成了调试工作。这标志着哀牢山生态站承担的《网络环境建设》项目任务圆满完成。哀牢山生态站《网络环境建设》项目是中国科学院“十一五”信息化专项“互联网络环境建设与服务”大科学装置、野外台站网络环境建设的子项目。该站承担的子项目任务是完成台站网络接入环境;开通广域网线路;通过专用通信信道接入西双版纳热带植物园昆明分部,具体项目包括:①建设专线光缆连接版纳植物园昆明分部,使用固定的 IP 地址,可以上版纳植物园内网,进行网上办公及为来站工作的科研人员和研究生提供通畅的资料查阅、对外交流的信息平台;②实现站内自动观测设备运行状况的远程监控和数据即时下载与传输;③建立哀牢山生态站与版纳植物园或科学院的视频会议系统等。本项目的实施解决了哀牢山站与西双版纳植物园(总部)和昆明分部的视频会议和学术活动、两地科研数据传输等问题,也更有利于及时、方便地对监测数据适时监控,从更好地服务科学研究。

国内首次主动式增温和土壤呼吸自动监测控制实验。为了探索亚热带常绿阔叶林土壤有机质分解对全球气候变化的响应,哀牢山亚热带森林生态系统研究站自筹经费,引进了一套土壤增温和土壤呼吸自动监测系统,在国内首次将主动式增温和土壤呼吸自动监测控制实验用于森林生态系统研究中。该系统由 20 个长 90 cm × 宽 90 cm × 高 50 cm 的自动开闭式透明呼吸箱、增温装置和控制系统组成,设置了 4 种处理(对照(土壤总呼吸),切根(微生物呼吸),切根+增温(增温后的微生物呼吸),去除凋落物),每种处理各有 5 个重复。其中,通过在 5 个呼吸箱的上方约 1.7 m 高度各设置一个 800 瓦碳素红外线辐射器,采用连续增温方式,使得 5 cm 深度的地温与对照区相比增温幅度控制在 2.5°C 左右。另外,每个土壤呼吸箱中各设置有一个气温(30 cm 高度)、地温(5 cm 深度)和土壤水分(5-15 cm 深度)传感器。通过程序控制,20 个呼吸箱的测定循环为 1 小时,每个呼吸箱的测定时间为 3 分钟(即,每个呼吸箱每小时关闭 3 分钟,其余的 57 分钟内其两扇盖子成 90 度完全张开,使得风,雨,枯枝落叶会自由进入呼吸箱,从而保证呼吸箱内的温度,土壤湿度以及凋落物与外界一致)。系统采用的是闭路式测定方法,通过一个气泵使关闭着的呼吸箱中的空气与

CO₂ 分析仪 (LI-820) 之间形成内循环; 数采 (CR1000) 每 10 秒钟对 LI-820 及各种传感器采样 1 次, 通过计算即可以得出各种处理下的土壤呼吸速率等。通过在哀牢山亚热带森林生态系统内设置土壤增温和土壤呼吸自动监测系统, 进行长期生态学人工控制实验, 开展土壤有机质分解过程的连续观测, 研究在区域气候变暖情景下, 亚热带森林生态系统土壤有机质分解过程的动态; 将揭示区域气候变暖情境下, 亚热带森林生态系统土壤呼吸变化的定量数值和变化规律; 阐明亚热带森林生态系统土壤有机质分解过程与土壤温度, 湿度等要素之间的相互关系和变化规律, 得到影响土壤有机质分解过程的主控因子; 阐述主要亚热带常绿阔叶林生态系统土壤有机质分解的温度, 湿度敏感性及其对全球变化的适应性机制, 为正确评估全球变化下亚热带常绿阔叶林生态系统土壤碳排放提供理论依据和数据支持; 通过建立模型, 模拟在区域气候变暖情境下, 亚热带常绿阔叶林生态系统土壤有机质分解过程的响应程度及变化趋势, 可为国家制定减排战略等提供支持。



主动式增温土壤呼吸控制实验



森林土壤呼吸土壤移植实验

森林土壤呼吸对区域气候变暖响应的土壤移植实验。CO₂ 增加导致全球气候变暖已经成为国际关注的学术和政治问题, 为了进一步探讨在气候变暖情景下森林土壤有机质分解状况, 把握全球气候变暖背景下哀牢山亚热带常绿阔叶林森林的碳收支。利用不同海拔高度的温度效应, 哀牢山生态站在 3 个高度 (2450、2100 和 1800 m) 布置了森林土壤有机质分解对气候变暖响应的人工控制实验。该人工控制实验用直径 60 cm、长 50 cm 的 PVC 管截取原状土柱, 将高海拔的土柱运送到低海拔的林下, 埋入土中培养。在 3 个海拔高度的样地设置以下处理: 原地土壤 (切根+去凋), 原地土壤 (不切根+不去凋), 外来土壤 (切根+去凋), 对土壤呼吸通量、土壤温度、土壤含水量以及近旁大气温湿度开展连续观测, 利用不同海拔高度的温度变化, 探讨气候变暖对亚热带常绿阔叶林土壤有机质分解的影响, 为分析未来哀牢山区域气候变暖后亚热带常绿阔叶林生态系统的碳收支提供相应的支持。

单点 NDVI 监测系统。尺度扩展是生态学研究中的一个重要而尚未很好解决的问题。

NOAA AVHRR 可以提供较长的时间序列的 NDVI 指数,但是关于 NDVI 指数与不同下垫面的验证在时间和空间上均明显不足。世界通量网建立以后,全球已经有超过 5000 个基于涡度通量的铁塔。如何将涡度通量的监测结果,与长时间尺度和大空间尺度的 NDVI 指数联系起来,是目前科学界的一个热点问题。为此哀牢山生态站在亚热带常绿阔叶林林冠上方设置了单点 NDVI 测定装置,将开展基于单站点的实测 NDVI 指数校准遥感 NDVI 指数的比较,以期使用校准后的 NDVI 指数进行植被指数的空间和时间扩展;进行单站点的生态系统代谢通量与 NDVI 指数叠加耦合等研究。

森林林冠影像监测系统。由中国科学院计算机网络信息中心列项,中国科学院地理科学与资源研究所主持的“服务于生态系统碳收支集成研究的 e-Science 环境建设及应用示范”项目的支持下,依托《哀牢山生态站网络环境建设》项目搭建的宽带信息网络,哀牢山生态站在亚热带常绿阔叶林林冠上方安装了一套森林林冠影像监测系统,完成视频监控设备和服务器的部署,由此建立了服务于典型陆地生态系统碳循环研究的 e-Science 基础环境。

3) 元江干热河谷生态站

元江干热河谷生态站(距离元江县 36 公里,普飘村旧址)土地征用工作于 2006 年 12 月开始进行,经过近 4 年的时间,土地使用问题于 2009 年底得到落实。业务综合楼于 2 月完成工程图纸设计,投资 3.15 万元;3 月完成栏标价计算,费用 0.3 万元;4 月通过邀请招标的方式确定了施工单位,签订了工程合同,投资 78 万元,建筑面积 597.4 平方米,工期 90 天。施工许可证已于 4 月办理完毕。在征用的 23.58 亩站区建设用地上,目前已经完成了站区主体建筑,包括实验室 3 间、客房 3 间、生态站工作用房 3 间、保护区工作用房 3 间、会议室 1 间、厨房 1 间、餐厅 1 间等。

元江干热河谷生态站配电情况:投资 12 万元,配电功率 10KW,于 4 月进行了竣工验收。引水部分:投资 6.65 万元,蓄水池 40 立方米、供水管 312 米。气象站部分:投资 6.4 万元(主要是场地平整和围栏),7 月完成场地开挖平整,随后是场地围栏制安和设备购置阶段,现全部工程已基本竣工。



四、开放交流与运行管理

1、开放课题与资助

1) 开放课题基金

开放课题 1: “果蝠传粉与传播种子的研究 (2009-2011)”, 课题负责人: 东北师范大学唐占辉副教授。合作小组为森林生态系统结构、功能与动态研究组。实验研究于 2009 年 8 月底开始, 在前期调查果蝠种类及栖息地, 初步确定所研究果蝠活动范围及栖息地分布的基础上, 通过实地跟踪调查和大量的食性取样, 尽可能多的确定确定果蝠拜访花及取食果实的植物类型, 目前进展顺利, 取得一些初步成果。

开放课题 2: “蜜蜂对昆明山海棠蜜的采集行为及胡蜂对蜜蜂的胁迫研究 (2007-2009)”和“昆虫授粉与生态环境的相互作用 (2009-2011)”, 课题负责人: 谭昱教授。合作小组为协同进化研究组。谭昱, 云南农业大学东方蜜蜂研究所教授, 被亚洲国际养蜂协会授予“蜜蜂生物学研究杰出论文奖”, 推选为亚洲国际养蜂协会蜜蜂生物学委员会主任。

开放课题 3: “表型可塑性对外来种喜旱莲子草入侵能力的影响机制 (2010-2012)”, 课题负责人: 云南大学生命科学学院耿宇鹏副教授。合作小组为生物入侵生态学研究组。研究内容包括: 以外来入侵种喜旱莲子草为材料, 通过“原产地”和“引入地”种群的比较, 从功能和进化两个方面探讨表型可塑性对入侵能力的影响机制, 以及表型可塑性的进化动力与生态后果。

2) 资助“高级生态学野外培训班”

继 2009 年成功举办第一期中国科学院西双版纳热带植物园“高级生态学野外培训班”之后, 经中国科学院国际合作局批准, 我园于 2010 年 11-12 月举行了第二期“高级生态学野外培训班”, 有来自近 10 个国家的 20 多位学员参加。开幕仪式上中科院研究生院生命科学院执行院长丁文军教授、园主任陈进研究员以及 Charles H. Cannon、曹坤芳、Rhett Harrison 等出席并发言。研究生院丁文军教授对本次培训班的如期举办表示祝贺, 并表达了中国科学院研究生院领导对本培训班的支持和鼓励, 希望该培训班能够争取列为中科院研究生院的选

修课程。本次培训班旨在促进中国生态学者与国际热带生物学者相互之间的交流与合作；通过开设生态学野外研究方法培训，培养生态学研究领域的国际化人才；同时提高我国在世界热带生物研究与生态保护工作中的影响力。

实验室资助该培训班工作组—进化生态学研究组 3 万元人民币。

2、交流与合作

威斯康星大学 Anthony R. Ive 教授来访授课 10 周：应动植物关系组邀请，美国威斯康星大学麦迪逊分校的 Anthony R. Ive 教授来室进行为期十周的访问交流。他就群落结构和营养关系建成中的系统演化发生模式，环境变化影响下的物种对食物网间关系及演化的影响以及如何在分析数据的过程中运用系统演化的信息等问题，以授课、报告及讨论的形式与研究人员和研究生进行了交流。

德国汉堡大学 Jens Gunter Rohwer 教授来访 20 天：应植物系统发育与保护生物学研究组的邀请，在中科院高级访问学者计划项目的资助下，来自德国汉堡大学的世界著名樟科植物分类与系统学研究专家 Jens Gunter Rohwer 教授/博士对我园开展了为期 20 余天的访问合作研究。在 20 多天的访问合作研究中，Jens Gunter Rohwer 教授/博士对馆藏的樟科植物标本进行了认真细致的查阅与订正；同时依托我园哀牢山与版纳野外生态学观测定位站对哀牢山地区和版纳地区的樟科与植物多样性进行了野外实地考察；在版纳园部和昆明分部两地分别做了题为“Landscapes and Vegetation of Central Europe”和“The Lauraceae — an overview of the current state of knowledge”的两场学术报告。

生态站历史数据整编出版培训班：举办生态系统长期监测培训班，加强数据质量控制是 CERN 的重要任务之一，每年 CERN 中心和中心及其各分中心将会在众多的生态站中，选择相关工作做得较好的生态站作为培训点。2010 年，版纳站荣幸被选为“历史数据整编出版”的培训点，并于 2010 年 5 月成功承办了近 130 人的培训班，得到了综合中心、各生态站以及农业出版社的好评。

生态观测培训班：为推动贵州省生态文明建设，更好地保护梵净山生物多样性，提升梵净山森林生态系统监测和研究水平，促进经济社会与生态环境和谐发展，贵州科学院、梵净山自然保护区管理局与中科院昆明分院决定联合开展共建梵净山生态站专项合作，为此，三方签订了合作协议。其中，中国科学院昆明分院相关单位将对口培训贵州科学院相关单位

的人员。生态观测的培训工作由中国科学院西双版纳热带植物园负责，中国科学院哀牢山亚热带森林生态系统研究站具体承办，开班期限为：10月9-19日。

“外国专家特聘研究员计划”和“外籍青年科学家计划”资助：由我园推荐的两名外国高级研究人员—美国弗吉尼亚大学环境科学系的 Manuel T. Lerdau 教授和荷兰国家自然史博物馆的 Jeremy A. Miller 博士分别获得中科院“外国专家特聘研究员计划”和“外籍青年科学家计划”资助，并获得由中科院院长路甬祥签署的聘任证书。获资助金额分别为：51 万元和 26.5 万元。Lerdau 教授和 Jeremy A. Miller 博士将与我室 Charles Cannon 研究员领导的生态进化研究组和由曹坤芳研究员带领的植物生理研究组进行合作。

2010 年，来室进行学术交流、参加国际会议、培训、合作研究的来自世界各地的科学家近 200 人。派出 40 余人次到美国、英国等国家和地区参加学术会议、从事合作研究、考察、培训等。并有 3 位研究生得到园研究生专项基金支持分别赴美国和印度尼西亚参加国际学术会议。2010 年在研国际合作项目 6 项，国际合作总经费 400 多万元。新增国际项目 1 项，合同经费 150 万元。

3、国内外会议

1) “热带森林物种格局与生态系统过程（南宁）”——第二届热带森林生态学学术研讨会

9月13-18日实验室在南宁组织召开了第二届热带森林生态学学术研讨会，这是继2009年与海南大学举行首届热带森林生态学学术研讨会后的又一次大会，目的是加强热带森林生态学研究人员之间的相互了解、促进学术交流。该会由我室主办、广西大学承办、海南大学协办。与会人员包括来自海南大学、广西大学、林科院热带林业研究中心、弄岗国家级自然保护区、大明山国家级自然保护区、广西师范大学和我园的科技工作者及研究生共200多人，广西大学林学院院长温远光教授、海南大学教育部重点实验室主任杨小波教授、云南大学生态学与地植物学研究所所长欧晓昆教授、我园主任陈进研究员、园副主任重点实验室主任曹敏研究员等出席了会议并做了报告。大会有学术报告26个，涵盖了热带森林从个体-群落-生态系统-景观生态学及分子生物学、保护生物学等诸多内容，其中对我国热带人工林——橡胶林和桉树林的生态学习性、生物学特性等展开了多方位的阐述，就我国热区社会发展与生态环境保护的现状与矛盾进行了初步探讨。学术报告结束后举行了合作座谈会，我园与广西大学、海南大学三方就科技合作、学术交流和人才培养展开了充分的讨论，拟在今后项目申请、研究生联合培养、优秀生源推荐等方面紧密合作，逐步扩大热带森林生态学研讨会的规模和影响力，为中国乃至世界热带生态学的发展做出实质性的贡献。并且经过讨论，初步

确定下一届会议将在我国召开。会后还实地考察了弄岗国家级自然保护区、大明山国家级自然保护区和涠洲岛。通过两届热带森林生态学学术会议的召开，加强了我国热带生态学家之间的交流与合作，扩大了热带森林生态学研究在国内外的影响。

2) 海峡两岸合作与交流项目启动会

海峡两岸合作与交流项目“基于监测网络的森林生物多样性维持机制纬向梯度研究”在北京植物所启动，该项目由沈阳应用生态研究所主持，我园是重要的参与单位，实验室秘书卢华正参加了该启动会。该项目指出：在全球第六次生物大灭绝的今天，认识森林生物多样性维持机制对于生物多样性的保护和恢复无疑是至关重要的。目前森林生物多样性维持机制主要来自热带雨林的研究，但热带雨林的研究结论不能简单地扩展到亚热带和温带森林。本研究利用世界唯一跨越多个气候带的台湾和大陆的森林监测网络，采用统一的方法和标准，对生态位分化、中性理论和密度制约等生物多样性维持机制进行检验，并有望在此基础上凝练重大发现、提出新的科学假说。该项目既是对尚无定论的森林生态系统生物多样性维持机制的集大成的探索，也是对中国生物多样性监测与保护研究网点的合理布局的基础预研，更将为海峡两岸生物多样性保护的科学决策提供理论指导。

3) “中国生存景观”研讨会

10月11日至14日，中国和德国科技部资助的中德合作研究项目“中国西南山区文化景观保护与农业生态系统资源利用的策略和技术”——“中国生存景观（Living Landscapes China）”国际研讨会在我园顺利举办，会议由我园和德国 Hohenheim 大学共同主办，有来自六七十个国家和地区的近八十名与会代表参加。11日上午的开幕式由云南农业大学李永梅教授主持，园副主任李庆军研究员受园主任陈进研究员之托致开幕词，德方项目负责人 Sauerborn 教授介绍了项目研究的背景和意义，西双版纳州州长助理李刚同志代表州政府发表热情洋溢的欢迎致辞并预祝会议圆满成功；在之后2天的会议期间，5位中外专家做了会议主题报告，另外27个学术报告、小组讨论分别从生物多样性与土地利用、社会经济、土地利用变化模型三大领域进行了交流。最后，植物园主任陈进研究员主持了13日的闭幕式并总结了会议成果。14日，部分与会人员在纳版河保护局领导的陪同下考察了该项目的主要研究地点——纳版河国家级自然保护区。该合作项目研究成员由中国与德国的大学、研究所、政府和非政府组织组成，中方除我园外，还有云南农大、中国农大、云南社会科学院，中方项目总负责人为我园主任陈进研究员。德方由 Hohenheim 大学、Passau 大学、Kassel（Witzenhausen）大学、DITSL GmbH Kassel 大学、柏林（洪堡）大学、联邦农业研究中心（FAL）、Justus-Liebig- Giessen 大学组成，总负责人为 Hohenheim 大学的 Sauerborn 教授。

该项目总目标：通过中德科学家的密切合作，建立一个整合生态、社会文化和经济模型的多学科决策工具，用于支持中国西南部云南省西双版纳地区的土地利用决策制定，目的在于保护农业生态系统文化景观及其多样性。中德科学家们将从自然和人类的利益出发引导大湄公河次区域的发展方案和土地可持续利用实践。

4) 西双版纳热带雨林保护与国家公园建设国际学术研讨会

2010 年 10 月 18 日下午，由西双版纳国家级自然保护区管理局和西双版纳州热带雨林保护基金会主办，我国协办的“西双版纳热带雨林保护与国家公园建设国际学术研讨会”在西双版纳州府景洪市成功举行。来自西双版纳州人民政府、云南省林业厅、中国科学院西双版纳热带植物园、西双版纳国家级自然保护区管理局、西南林业大学、云南省林业调查规划院、老挝 Nam Ha 自然保护区、大自然保护协会（TNC）、保护国际（CI）、西双版纳州热带雨林保护基金会等国内外政府部门、科研院所和非政府组织的 80 人参加了会议。与会代表围绕西双版纳热带雨林保护、国家公园建设、管理及可持续利用等内容，进行了学术交流和研讨，分析了热带雨林保护中存在的问题和国家公园建设与管理中的机遇与挑战，探讨下一步热带雨林保护、国家公园建设，生物多样性保护、研究和可持续利用的方法和方向。我园高江云研究员和 Rhett Harrison 副研究员分别做了题为《国家公园建设和兰科植物保护：机遇与挑战》、《Threats to biodiversity in tropical nature reserve》的大会报告。我园陈进园主任、曹敏园副主任、李庆军园副主任和周浙昆园副主任出席了研讨会。创新基地、园林园艺部、科普旅游部的部分科研人员 and 外籍博士后参加了研讨会。

5) 森林生态系统退化、恢复与可持续管理研讨会

10 月 25-27 日森林生态系统退化、恢复与可持续管理研讨会(Symposium on degradation, restoration and sustainable management of forest ecosystems) 在昆明滇池花园酒店举行，这是我国曹敏研究员主持的院知识创新工程重要方向项目——“我国西南天然林的受损与更新动态及恢复利用模式研究”即将结题的一次国际性经验与学术交流，有来自 5 个国家的与会代表参加会议。由于人类活动引起的自然森林的退化严重威胁着全球的生物多样性，尤其是在 25 个全球生物多样性热带地区的中国西南地区，尽管该地区为了恢复生态系统的结构和功能已做了多种努力，但我们的认识还很有限。该研讨会正是在这样的背景下召开的，会议共有 15 个学术报告，专家就人类干扰与森林变化响应、退化森林恢复潜力评估、森林恢复与管理模式、森林恢复社会经济特征等方面展开了阐述。会议期间还对即将开展工作的中澳合作项目做了初步的规划和讨论。会后 28-29 日，部分与会专家对补蚌 20 公顷大样地和我国东区恢复样地进行了为期两天的考察。该研讨会的召开，加强了中外科学家就森林生态系统

退化、恢复与可持续管理经验的交流，深化了在全球变化与人类干扰越来越严重的背景下，对生物多样性保护与森林生态系统更新与恢复规律的认识，为人类既合理利用生物资源又有效保护生物多样性提供理论指导。

4、制度建设

热带森林生态学重点实验室管理规章制度（实验室章程、室务委员会工作章程、学术委员会工作章程、开放基金管理办法、国际学术交流合作管理办法、论文、获成果奖、授权专利奖励追加方案）已获园主任会议讨论通过，将于 2011 年正式实施。

第三部分 2011 年实验室工作要点

1. 充分利用野外台站等科研平台，抓好重大（点）项目申请的组织工作；
2. 整合科研成果并积极申报各类奖项；
3. 加大实验室宣传力度，吸引更多国内外优秀科技人员来室开展合作研究；
4. 完成实验室中英文网站建设，维护好中英文网站；
5. 实验室形象标识设计及制作；
6. 积极探索实验室运行管理的创新机制，保障实验室更好更快地发展。

附件 1: 2010 年 Q1、Q2 区间 SCI 论文清单

Title	IF	Q1
		Q2
1. Kettle CJ, Ghazoul J, Ashton PS, Cannon CH, Chong L, Diway B, Faridah E, Harrison R, Hector A, Hollingsworth P, Koh LP, Khoo E, Kitayama K, Kartawinata K, Marshall AJ, Maycock CR, Nanami S, Paoli G, Potts MD, Sheil D, Tan S, Tomoaki I, Webb C, Yamakura T, Burslem D. 2010. Mass fruiting in Borneo: a missed opportunity. SCIENCE 330(6004): 584-584.	29.747	Q1
2. Helmus MR, Keller W, Paterson MJ, Yan ND, Cannon CH, Rusak JA. 2010. Communities contain closely related species during ecosystem disturbance. ECOLOGY LETTERS 13(2): 162-174.	10.318	Q1
3. Liang G, Yang FX, Yu DQ. 2010. MicroRNA395 mediates regulation of sulfate accumulation and allocation in Arabidopsis thaliana. PLANT JOURNAL 62(6): 1046-1057.	6.946	Q1
4. Phillips L, Heijden G, Lewis SL, Lopez-Gonzalez G, Aragao L, Lloyd J, Malhi Y, Monteagudo A, Almeida S, Davila EA, Amaral I, Andelman S, Andrade A, Arroyo L, Aymard G, Baker TR, Blanc L, Bonal D, Oliveira ACA, Chao KJ, Cardozo ND, Costa L, Feldpausch TR, Fisher JB, Fyllas NM, Freitas M, Galbraith D, Gloor E, Higuchi N, Honorio E, Jimenez E, Keeling H, Killeen TJ, Lovett JC, Meir P, Mendoza C, Morel A, Vargas PN, Patino S, Peh KSH, Cruz AP, Prieto A, Quesada CA, Ramirez F, Ramirez H, Rudas A, Salamao R, Schwarz M, Silva J, Silveira M, Slik JWF, Sonke B, Thomas AS, Stropp J, Taplin JRD, Vasquez R, Vilanova E. 2010. Drought-mortality relationships for tropical forests. NEW PHYTOLOGIST 187(3): 631-646.	6.033	Q1
5. Cannon CH, Kua CS, Zhang D, Harting JR. 2010. Assembly free comparative genomics of short-read sequence data discovers the needles in the haystack. MOLECULAR ECOLOGY 19: 147-161.	5.96	Q1
6. Slik JWF, Aiba S I, Brearley FQ, Cannon CH, Forshed O, Kitayama K, Nagamasu H, Nilus R, Payne J, Paoli G, Poulsen AD, Raes N, Sheil D, Sidiyasa K, Suzuki E, Valkenburg J. 2010. Environmental correlates of tree biomass, basal area, wood specific gravity and stem density gradients in Borneo's tropical forests. GLOBAL ECOLOGY AND BIOGEOGRAPHY 19(1): 50-60.	5.913	Q1
7. Kembel SW, Cowan PD, Helmus MR, Cornwell WK, Morlon H, Ackerly DD, Blomberg SP, Webb CO. 2010. Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. BIOINFORMATICS 26(11): 1463-1464.	4.926	Q1
8. Ives IR, Helmus MR. 2010. Phylogenetic metrics of community similarity. AMERICAN NATURALIST 176(5): 128-142.	4.796	Q1
9. Zhou HP, Chen J. 2010. Spatial genetic structure in an understory dioecious fig species: the roles of seed rain, seed and pollen-mediated gene flow, and local selection. JOURNAL OF ECOLOGY 98(5): 1168-1177.	4.69	Q1
10. Hao GY, Sack L, Wang AY, Cao KF, Goldstein G. 2010. Differentiation of leaf water flux and drought tolerance traits in hemiepiphytic and non-hemiepiphytic Ficus tree species. FUNCTIONAL ECOLOGY 24(4): 731-740.	4.546	Q1
11. Chen LG, Zhang LP, Yu DQ. 2010. Wounding-induced WRKY8 is involved in basal defense in Arabidopsis. MOLECULAR PLANT-MICROBE INTERACTIONS 23(5): 558-565.	4.407	Q1

12.	Zou CS, Jiang WB, Yu DQ. 2010. Male gametophyte-specific WRKY34 transcription factor mediates cold sensitivity of mature pollen in Arabidopsis. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY 61(14): 3901-3914.	4.271	Q1
13.	Huang W, Zhang SB, Cao KF. 2010. Stimulation of cyclic electron flow during recovery after chilling-induced photoinhibition of PSII. PLANT AND CELL PHYSIOLOGY 51(11): 1922-1928.	3.594	Q1
14.	Zhu XF, Wan JP, Li QJ. 2010. Nectar robbers pollinate flowers with sexual organs hidden within corollas in distylous <i>Primula secundiflora</i> (Primulaceae). BIOLOGY LETTERS 6(6): 785-787.	3.521	Q1
15.	Fang HJ, Yu GR, Cheng SL, Zhu TH, Wang YS, Yan JH, Wang M, Cao M, Zhou M. 2010. Effects of multiple environmental factors on CO ₂ emission and CH ₄ uptake from old-growth forest soils. BIOGEOSCIENCES 7(1): 395-407.	3.246	Q1
16.	Liu WJ, Liu WY, Li PJ, Duan WP, Li HM. 2010. Dry season water uptake by two dominant canopy tree species in a tropical seasonal rainforest of Xishuangbanna, SW China. AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY 150(3) 380-388.	3.197	Q1
17.	Tan ZH, Zhang YP, Yu GR, Sha LQ, Tang JW, Deng XB, Song QH. 2010. Carbon balance of a primary tropical seasonal rain forest. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES 11(5): 0148-0227.	3.082	Q1
18.	Zhang L, Li QM. 2010. Isolation and characterization of microsatellite markers in an endangered species <i>Dracaena Cambodiana</i> (Liliaceae). AMERICAN JOURNAL OF BOTANY 97(10): E91-E93.	2.684	Q1
19.	Fan ZX, Brauning A, Tian QH, Yang B, Cao KF. 2010. Tree ring recorded May-August temperature variations since AD 1585 in the Gaoligong Mountains, southeastern Tibetan Plateau. PALAEOGEOGRAPHY PALAEOCLIMATOLOGY PALAEOECOLOGY 296(1-2): 94-102.	2.646	Q1
20.	Tang JW, Cao M, Zhang JH, Li MH. 2010. Litterfall production, decomposition and nutrient use efficiency varies with tropical forest types in Xishuangbanna, SW China: a 10-year study. PLANT AND SOIL 335(1-2): 271-288.	2.517	Q1
21.	Huang W, Zhang SB, Cao KF. 2010. The different effects of chilling stress under moderate light intensity on photosystem II compared with photosystem I and subsequent recovery in tropical tree species. PHOTOSYNTHESIS RESEARCH 103(3): 175-182.	2.303	Q1
22.	Lu XT, Tang JW. 2010. Structure and composition of the understory treelets in a non-dipterocarp forest of tropical Asia. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT 260(4) 565-572.	1.95	Q1
23.	Lu XT, Yin JX, Jepsen MR, Tang JW. 2010. Ecosystem carbon storage and partitioning in a tropical seasonal forest in Southwestern China. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT 260(10): 1798-1803.	1.95	Q1
24.	Li ZH, Zhang YP, Wang SS, Yuan GF, Yang Y, Cao M. 2010. Evapotranspiration of a tropical rain forest in Xishuangbanna, southwest China. HYDROLOGICAL PROCESSES 24(17): 2405-2416.	1.87	Q1
25.	Wang ZJ, Peng YQ, Compton SG, Yang DR. 2010. Reproductive strategies of two forms of flightless males in a non-pollinating fig wasp under partial local mate competition. ECOLOGICAL ENTOMOLOGY 35(6): 691-697.	1.697	Q1

26. Zhang FP, Yang DR. 2010. Study on mating ecology and sex ratio of three internally ovipositing fig wasps of <i>Ficus curtipes</i> . BULLETIN OF ENTOMOLOGICAL RESEARCH 100(2): 241-245.	1.58	Q1
27. Enright NJ, Cao KF. 2010. Plant ecology in China. PLANT ECOLOGY 209(2): 181-187.	1.567	Q1
28. Peng YQ, Compton SG, Yang DR. 2010. The reproductive success of <i>Ficus altissima</i> and its pollinator in a strongly seasonal environment: Xishuangbanna, Southwestern China. PLANT ECOLOGY 209(2): 227-236.	1.567	Q1
29. Xiao LQ, Moller M, Zhu H. 2010. High nrDNA ITS polymorphism in the ancient extant seed plant <i>Cycas</i> : Incomplete concerted evolution and the origin of pseudogenes. MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION 55(1): 168-177.	3.556	Q2
30. Slik JWF, Breman FC, Bernard C, Beek M van, Cannon CH, Eichhorn KAO, Sidiyasa K. 2010. Fire as a selective force in a Bornean tropical everwet forest. OECOLOGIA 164(3): 841-849.	3.129	Q2
31. Zhu SD, Cao KF. 2010. Contrasting cost-benefit strategy between lianas and trees in a tropical seasonal rain forest in southwestern China. OECOLOGIA 163(3): 591-599.	3.129	Q2
32. Yang MX, Tan K, Radloff SE, Phiancharoen M, Hepburn HR. 2010. Comb construction in mixed-species colonies of honeybees, <i>Apis cerana</i> and <i>Apis mellifera</i> . JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY 213(10): 1659-1664.	2.722	Q2
33. Tan K, Wang ZW, Li H, Yang MX, Pirk CWW, Hepburn HR, Radloff SE. 2010. Responses of queenright and queenless workers of <i>Apis Cerana</i> to 9-keto-2(E)-decenoic acid, a pheromonal constituent of the mandibular gland. JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY 36(9): 966-968.	2.411	Q2
34. Peng YQ, Zhao JB, Harrison RD, Yang DR. 2010. Ecology of parasite <i>Sycophilomorpha</i> sp. on <i>Ficus altissima</i> and its effect on the fig-fig wasp mutualism. PARASITOLOGY 137(13): 1913-1919.	2.316	Q2
35. Chen JW, Zhang QA, Li XS, Cao KF. 2010. Gas exchange and hydraulics in seedlings of <i>Hevea brasiliensis</i> during water stress and recovery. TREE PHYSIOLOGY 30(7): 876-885.	2.292	Q2
36. Walt SJ, Schnitzer SA, Chave J, Bongers F, Burnham RJ, Cai ZQ, Yong GC, Clark DB, Ewango CEN, Gerwing JJ, Gortaire E, Hart T, Ibarra-Manriquez G, Ickes K, Kenfack D, Macia MJ, Makana JR, Martinez-Ramos M, Mascaro J, Moses S, Muller-Landau HC, Parren M PE, Parthasarathy N, Perez-Salicrup DR, Putz FE, Romero-Saltos H, Thomas D. 2010. Annual rainfall and seasonality predict pan-tropical patterns of liana density and basal area. BIOTROPICA 42(3): 309-317.	2.27	Q2
37. Zhang LW, Nurvianto S, Harrison R. 2010. Factors affecting the distribution and abundance of <i>Asplenium nidus</i> L. in a tropical lowland rain forest in peninsular Malaysia. BIOTROPICA 42(4): 464-469.	2.27	Q2
38. Webb CO, Slik JWF, Triono T. 2010. Biodiversity inventory and informatics in Southeast Asia. BIODIVERSITY AND CONSERVATION 19(4): 955-972.	2.066	Q2
39. Song Y, Chen LG, Zhang LP, Yu DQ. 2010. Overexpression of OsWRKY72 gene interferes in the abscisic acid signal and auxin transport pathway of <i>Arabidopsis</i> . JOURNAL OF BIOSCIENCES 35(3): 459-471.	1.956	Q2
40. Zhong JS, Li J, Li L, Conran JG, Li HW. 2010. Phylogeny of <i>isodon</i> (Schr. ex Benth.) spach (Lamiaceae) and related genera inferred from nuclear ribosomal ITS, trnL-trnF region,	1.697	Q2

and rps16 intron sequences and morphology. SYSTEMATIC BOTANY 35(1): 207-219.		
41. Ren XJ, Huang WD, Li WZ, Yu DQ. 2010. Tobacco transcription factor WRKY4 is a modulator of leaf development and disease resistance. BIOLOGIA PLANTARUM 54(4): 684-690.	1.656	Q2
42. Li XS, Liu WY, Chen JW, Tang CQ, Yuan CM. 2010. Regeneration pattern of primary forest species across forest-field gradients in the subtropical Mountains of Southwestern China. JOURNAL OF PLANT RESEARCH 123(6): 751-762.	1.524	Q2
43. Han B, Zou XM, Kong JJ, Sha LQ, Gong HD, Yu Z, Cao T. 2010. Nitrogen fixation of epiphytic plants enwrapping trees in Ailao Mountain cloud forests, Yunnan, China. PROTOPLASMA 247(1-2): 103-110.	1.523	Q2
44. Kong JJ, Xia YM, Li QJ. 2010. Inflorescence and flower development in the Hedychieae (Zingiberaceae): Hedychium coccineum Smith. PROTOPLASMA 247(1-2): 83-90.	1.523	Q2
45. Wen B, Wang RL, Cheng HY, Song SQ. 2010. Cytological and physiological changes in orthodox maize embryos during cryopreservation. PROTOPLASMA 239(1-4): 57-67.	1.523	Q2
46. Xu FF, Chen J. 2010. Competition hierarchy and plant defense in a guild of ants on tropical Passiflora. INSECTES SOCIAUX 57(3): 343-349.	1.48	Q2
47. Na Z, Hu HB, Fan QF. 2010. Three new caged Prenylxanthenes from Garcinia bracteata. HELVETICA CHIMICA ACTA 93(5): 958-963.	1.435	Q2
48. Wang ZH, Li J, Conran JG, Li HW, Liu H. 2010. Phylogeny of the Southeast Asian endemic genus Neocinnamomum (Lauraceae). PLANT SYSTEMATICS AND EVOLUTION 290(1-4): 173-184.	1.41	Q2
49. Xin X, Jing XM, Liu Y, Song SQ. 2010. Viability loss pattern under rapid dehydration of Antiaris toxicaria Axes and its relation to oxidative damage. JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY 52(5): 434-441.	1.395	Q2
50. Liu YL, Liu FL. 2010. Post-ingestive effect of plant phenolics on the feeding behavior of the honeybee Apis cerana. PHYSIOLOGICAL ENTOMOLOGY 35(2): 175-178.	1.358	Q2
51. Wen B, Wang RL. 2010. Pretreatment incubation for culture and cryopreservation of Sabal embryos. PLANT CELL TISSUE AND ORGAN CULTURE 102(2): 237-243.	1.271	Q2
52. Luo YL, Li QJ. 2010. Effects of light and low temperature on the reciprocal style curvature of Flexistylous Alpinia Species (Zingiberaceae). ACTA PHYSIOLOGIAE PLANTARUM 32(6): 1229-1234.	1.232	Q2
53. Tan K, Li H, Yang MX, Hepburn HR, Radloff SE. 2010. Wasp hawking induces endothermic heat production in guard bees. JOURNAL OF INSECT SCIENCE 10(1): 536-2442.	1.069	Q2
54. Tan K, Wang ZW, Yang MX, Hepburn R, Radloff S. 2010. Nestmate recognition differences between honeybee colonies of Apis cerana and Apis mellifera. JOURNAL OF INSECT BEHAVIOR 23(5): 381-388.	1.056	Q2
55. Niu YF, Feng YL, Xie JL, Luo FC. 2010. Noxious invasive Eupatorium adenophorum may be a moving target: implications of the finding of a native natural enemy, Dorylus orientalis. CHINESE SCIENCE BULLETIN 55(33): 3743-3745.	0.917	Q2
56. Zhang SB, Chang W, Hu H. 2010. Photosynthetic characteristics of two alpine flowers, Meconopsis integrifolia and Primula sinopurpurea. JOURNAL OF HORTICULTURAL SCIENCE & BIOTECHNOLOGY 85(4): 335-340.	0.839	Q2

附件 2: 热带森林生态学重点实验室中文网页

1. 网站地址: 中国科学院热带森林生态重点实验室 (keylab.xtbg.ac.cn)
2. 主要栏目有: 概况简介、研究团队、科研平台、研究项目、研究成果、人才培养、合作交流。
3. 首页显示有: 新闻头条、通知公告、最新科研动态、学术论文、留言簿、滚动研究小组图片、以及相关链接。
4. 特色: 首页科学简洁、重点突出, 设有网络时间、留言簿和滚动团队图片, 静中有动、科学严谨又不失活泼。特别是留言簿的设置, 有利于交流咨询与互动, 使网站更加人性化。



图 3. 重点实验室中文网页图