

---

# 大样地“测量”改写全球生态学认知

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39236.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

大样地“测量”改写全球生态学认知。



本报记者李晨 朱汉斌

“红豆生南国，春来发几枝。”在科学家眼中，诗里的“红豆”——无论是相思子还是海红豆，都属豆科。而“南国”恰是豆科植物的乐园，它们在此蓬勃生长，形态万千，成为热带雨林中最繁盛的家族之一。那么，它们的存在又怎样悄然塑造了整片森林的生命图景？

4月8日，《自然》在线发表了中国林业科学研究院（以下简称中国林科院）联合中山大学等单位的成果，首次在全球尺度上系统揭示了森林中物种间邻体相互作用对维持生物多样性的重要性。

鲜为人知的是，这项突破始于18年前海南尖峰岭热带雨林中艰苦卓绝的大样地“测量”。20多位团队成员用脚步丈量了60公顷原始森林，为近50万棵树木办理了“身份证”，从海量数据中捕捉到自然界一个隐秘而重大的规律。

密林深处的大样地“测量”

2005年，刚从华南农业大学硕士毕业的许涵来到中国林科院热带林业研究所工作。他的“主战场”是海南岛尖峰岭的原始热带雨林。这里是地球上生物多样性最丰富的热点区域之一。

---

“我与热带雨林结缘已经是20多年前的事了。”许涵回忆道。当时，中国生态学界正酝酿着一个宏大的计划——建设大型森林动态监测样地，以理解森林生态系统的运作机制。在国际上，此类样地网络已由美国史密森热带研究所等机构倡导建立。在中国林科院科学家张守攻和刘世荣的推动下，2008年一个雄心勃勃的决定在尖峰岭落地：建设世界顶级的森林监测样地。

“最初的设想是建25公顷，后来讨论建50公顷。”许涵说。最终，受华裔生态学家、加拿大阿尔伯塔大学教授何芳良“要建就建世界最大样地”的鼓舞，时任尖峰岭国家级森林生态站站长李意德研究员将最终目标定为60公顷，也就是900亩林地。这意味着要在1000米长、600米宽的山地原始森林中，对每一株胸径大于1厘米的树木进行识别、测量、标记和定位。

这是一项常人难以想象的艰苦工程。

2009年，大样地建设正式开始。许涵带领由研究人员、学生、保护区工作人员和当地林业工人组成的队伍，奔赴深山。为了节省每天上下山近两小时的路程，团队成员在保护区原始森林深处当时唯一的建筑物——一座简易凉亭旁边搭起帐篷露宿。湿热的海南是山蚂蝗的乐园。“在林子里被蚂蝗咬了都不知道，经常是回去以后才发现流了好多血。”论文通讯作者、中山大学副教授方素琴回忆道。

样地被划成20米×20米的网格，总共有1500个。队员们每天清晨7点多出发，手持胸径尺、测杆、记录板，一棵树一棵树地测量胸径、树高、相对坐标，鉴定物种，并将带独一无二编号的特制铝牌挂在树干上——这就是树的“身份证”。

“我们当时主要用打印纸进行记录。一张纸上要记录20棵树的信息，50万棵树就要用2.5万张打印纸，原始数据就有这么厚。”许涵比划着描述道。

雨季的热带雨林每天都有不定时的降水，林间路滑，小的划伤、摔跤对团队成员们来说是家常便饭，同时还要警惕蛇和野猪。“量树，一两天还好，天天量、量两三年，其实很枯燥。”许涵说。

晚上回到驻地帐篷，除了整理、核对海量数据，他们还要处理白天采集的植物标本。森林里手机没有信号，耳边是虫鸣与其他动物的叫声，大家交流着白天的发现。“很朴素。”许涵如此评价那段时光。

2012年，这片全球面积最大、监测树木数量最多的热带森林动态监测样地终于建成。它包含了290种胸径大于1厘米的高等植物，每棵树都有了属于自己的“空间坐标”。

因常年在潮湿环境中工作，一些团队成员的腰经常疼痛。然而，在许涵和团队成员看来，这一切艰辛都是值得的。对于参与的研究生而言，这可能是他们科研生涯中独一无二的野外经历。

“搞林业研究的必须有这种野外经历，通过亲身体会，感受大自然。”许涵强调。

从一张张分布图到一个世界性课题

样地建成了，海量数据收集完毕，团队开始像破译密码一样，审视这片森林。他们为样地内所有树种绘制了空间分布图。

---

当290多张物种分布图一一呈现时，一个奇特的现象抓住了许涵的眼睛：豆科树木的分布呈现出明显的空间分化。样地内的7种豆科树木，有4种生长在土壤氮含量较低的地方，而另外3种集中在土壤氮含量较高的区域。在空间分布图上，它们“井水不犯河水”，几乎不重叠。

豆科植物因其根部的根瘤菌能固定大气中的氮素而闻名，可以“凭空”获取氮素资源。“为什么它们的区域是完全不重叠的？”许涵心中埋下了这个疑问。

许涵与从物种共存和地下生态学研究的方素琴合作多年。“我们经常讨论一些有意思的观点。”方素琴说，传统生态学观点认为大部分豆科植物是“利他主义者”，能为贫瘠土壤补充氮肥，惠及邻里。但眼前的现象暗示，故事可能更复杂。他们想一探究竟。

大约在2015年，这个基于直观观察的疑问转化为严谨的科学分析。许涵团队决定深入探究豆科树木与邻居之间的关系。这需要发展新的数据分析方法，以量化树木之间的竞争和互助关系。

他们从豆科出发，将研究视野逐步扩大。2020年，他们联合国内外学者，基于全球11个大型森林样地的数据，发表了第一篇揭示豆科树木与邻体复杂关系的论文，即豆科树木与邻体之间既有促进关系，也有竞争关系。随之，一个更大的科学问题浮现出来：如果豆科树木对邻体的影响如此重要，那么在全球尺度上，所有树种之间的这种相互作用是否会沿着纬度变化，从而解释那个生态学核心谜题——为什么热带地区物种多样性那么高。

“其实我们2020年就做出了论文里最主要的趋势图。”许涵回忆。当他们第一次做出“具有邻体促进作用的物种的数量比例随纬度升高而降低”的曲线时，感觉这是一个重要的发现，但并没有因此“特别兴奋”。科学的严谨让他们保持冷静。要证明这是一个全球性的普遍规律，11个样地的证据还远远不够。

于是，研究团队利用国际森林监测网络与全球同行联系，收集更多样地数据。这个过程耗时费力。“因为都在不同国家，有时差。申请大样地数据需要一一沟通。”许涵说。

秉持严谨的科研态度，论文合作者们先后开发并使用了4种不同的统计模型来检验核心结论。“几种方法的结果完全一致。”许涵解释，尽管论文最终只呈现了一种方法，但背后是数月的额外计算与分析，只为确保结论万无一失。样地数量从11个增加到14个，数据覆盖了全球五大洲。

审稿过程同样漫长而充满挑战。2024年1月投稿，3月收到意见，编辑给了“申诉”修改的机会。他们用了近15个月的时间修改补充，得到更多全球单位和研究人员的支持。最终，全球29个单位34名学者参与了这项研究，将样地扩大到17个，囊括5567种、2621809棵树，用多种分析方法反复验证，直至2025年6月才返回第一轮修改稿。

### 破解“热带物种更丰富”之谜

生态学家一直非常关注热带森林极其丰富的物种如何稳定共存，从而形成高物种多样性的群落。

于是，解释物种多样性纬度梯度变化规律的假说陆续提出。“但这些假说由于缺乏一致的理论解释仍存在争议。”许涵说，根据大样地豆科树木的邻体间相互作用的研究结果，他们认为，通过邻体间相互作用来研究物种多样性的纬度梯度格局，可以为解决“热带地区物种多样性特别高”的百年生态学问题，提供一个全新的、基于物种间相互作用的答案。

---

最终他们发现，在全球尺度上，具有邻体促进作用的物种数量比例随纬度升高而相对减少，具有邻体竞争作用的物种数量比例随纬度升高而相对增加。在靠近赤道的热带地区，具有邻体竞争和促进作用的物种数量比例大致相当。

论文审稿人认为，这一结果与大多数促进理论相悖，但这是一个非常新颖的贡献，它是在大尺度上得出的。

“如果把热带森林看作一个更愿意合作的社会，那么高纬度森林就是一个竞争更激烈的社会。”许涵说。

究竟是什么导致了这种纬度格局？团队也作出了解释：能“固氮肥田”的豆科树木在低纬度地区比例更高，它们能将氮与邻居分享，起到促进作用；森林中存在的非丛枝菌根共生树木，也能产生类似的邻体促进作用；大树“照护”效应，即大径级的树木对林下的中小树木起到照护作用，有利于林下树木生长；热带地区热量资源更丰富，物种间更可能转向合作而非激烈竞争。

“这意味着，全球变暖可能增强高纬度地区森林内的物种促进作用，从而潜在地增加那些地区的森林生物多样性。”方素琴说，例如气温升高在一定范围内更有利于豆科等树种的比例增加。

基于此，团队认为，可以在造林中有意识地增加对邻体有促进作用的树种比例，特别是像豆科这类有利他潜力的树种。许涵强调了科学选种的重要性，通过优化树种配置，可以营造出更和谐、生产力更高、更稳定的森林群落。

下一步，团队希望将理论应用于实践，思考怎样在人工林里配置这些豆科的树木，真正实现科研成果的落地转化，服务于国家的人工林质量提升和生态修复工程。同时，他们将继续深入探索物种间相互作用的其他维度，以及森林如何应对日益加剧的气候变化。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10349-2>

《中国科学报》(2026-04-10 第1版 要闻)  
作者：李晨，朱汉斌 来源：中国科学报

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发