

人与生物圈

Man and the Biosphere 双月刊 2019 · 3

Man and the Biosphere



绿色丝绸之路

专辑 **缅甸保护与发展** 国际合作

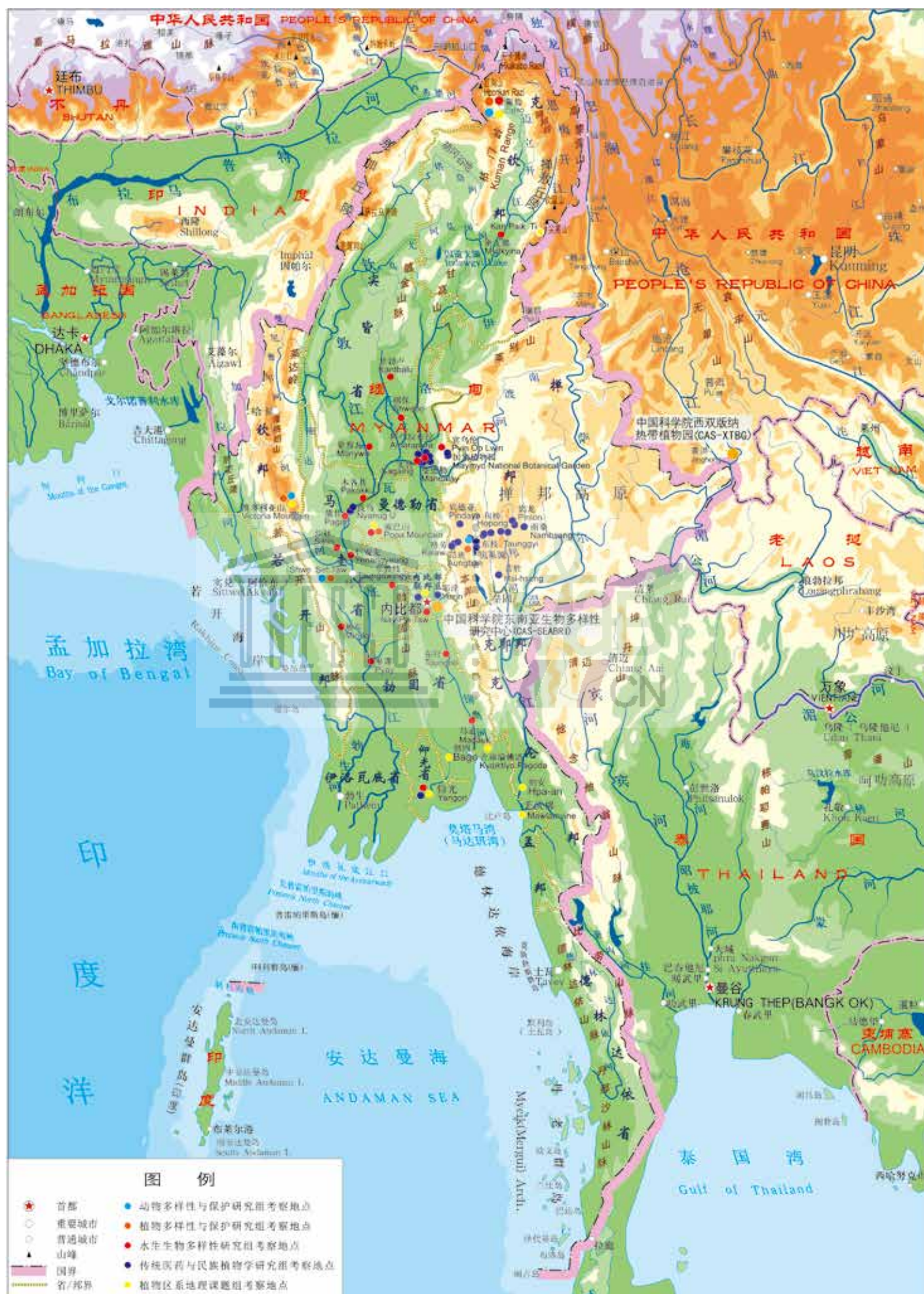
科学研究从区域尺度着眼
阐明生物多样性演变趋势
引导人地关系走向和谐共生

加强国际科技合作
弘扬绿色丝路精神

定价: 16.00元
邮发代号: 82-253
国际标准刊号: ISSN 1009-1661
国内统一刊号: CN11-4408/Q

ISSN 1009-1661





中国科学院东南亚生物多样性研究中心 2014~2018 年在缅甸全境的考察位点

科技助力东南亚生态环境 保护和发展

文 / 许智宏

当前，世界经济已开始向绿色经济转型；中国经济的“新常态”也涵盖了经济增长、社会正义和环境保护三个方面。建设绿色丝绸之路，不仅是应当坚定恪守的理念，也是一个既定的方向和目标。因此，在“一带一路”建设中要加强对生态环境保护的关注度，大力培养“绿色人才”，并展开有效的国际科技合作。

在这样的宏观背景下，我们才可以清晰地认识到，中国科学院开展的东南亚地区的生物多样性研究具有特殊意义和多重价值。

首先，就研究工作而言会在理论上有所建树，通过考察研究阐明特定地质和气候变迁是如何影响物种多样性格局的形成，以及人与自然在长期的互动过程中形成的生命共同体关系。

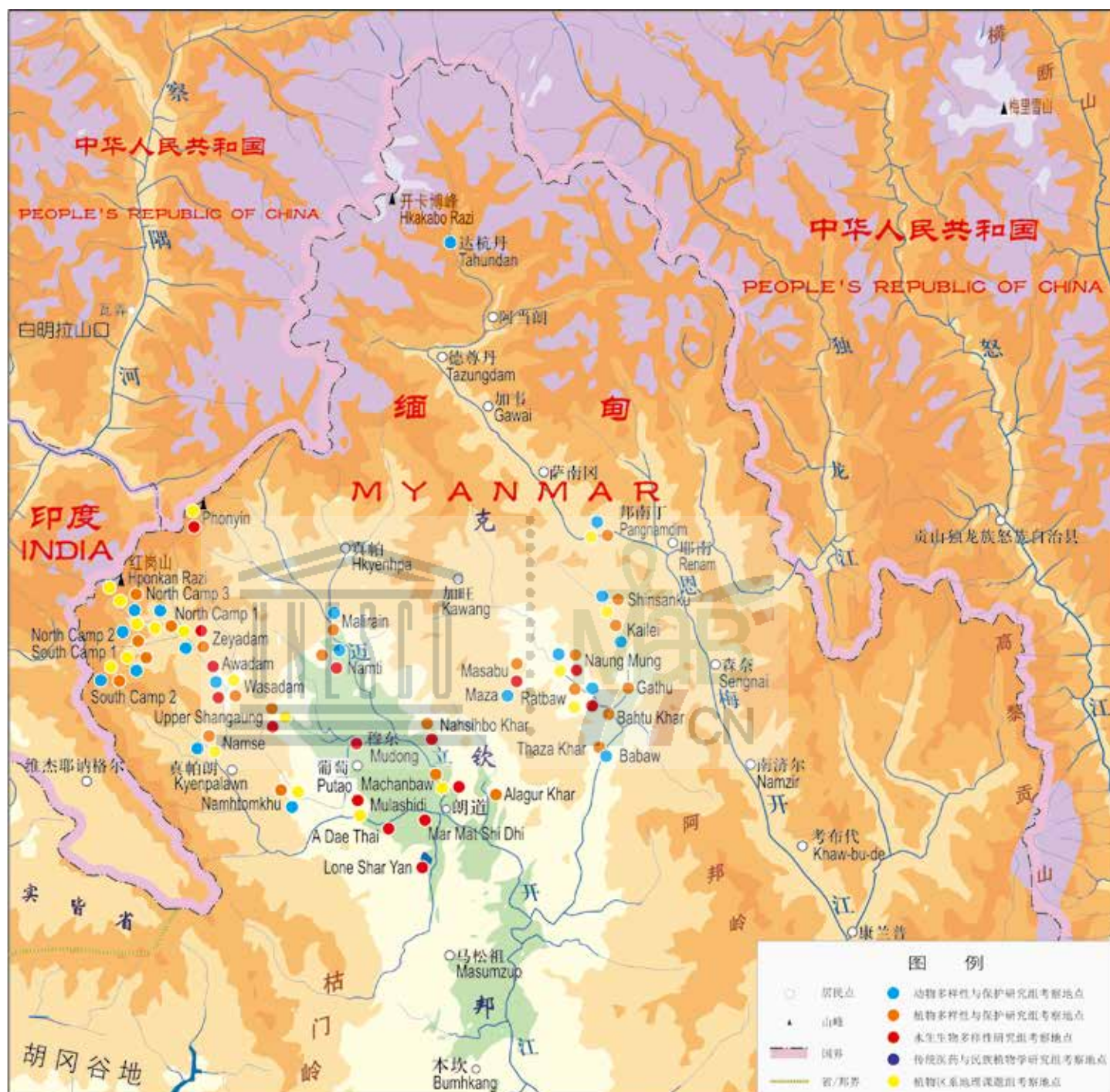
其次，阐明区域合作的意义和必要性，因为只有把我国西南地区、华南地区与东南亚相结合，在一个更为广阔的区域范围内开展研究，才能完整地了解整个区域生物多样性的演变趋势，进而为有效利用相关生物资源、保护濒危物种提供科学支撑。

第三，在具体应用上有助于切实改善民生，能让相关研究工作与当地的产业发展政策相对接，为当地百姓谋福利。东南亚人民世代代积累了利用乡土资源的丰富知识，并将其用于

食品、药品和保健品等的制作生产，只是囿于发展水平，其产业化潜力尚未得到充分挖掘。这就需要科技人员通力合作，将这些传统经验、做法和现代科学结合起来，在保护生物多样性和文化多样性的同时，为社区发展找到一条脱贫致富的新路子。

两千多年来，东南亚各国与我国互遣使节，交往不绝，可谓文化相通，血脉相亲。当前，我们面临的一个问题是：“一带一路”建设与区域开发开放如何结合？我想，首先要加强“政策沟通”，合作各方应统筹规划，合理分工，防止各行其是，避免重复建设和无效投入。在区域合作的新格局中，应当善于寻找未来发展的着力点和突破口，做到“一子落而满盘活”。

鉴于区域内各国的需求和发展水平不同的实际情况，东南亚地区已经走上了生物多样性研究的国际化合作道路。多年来，中国的一些科研团队开始深入东南亚寻求合作，例如中国科学院分布在华南和西南地区的一些研究机构已经与东南亚国家建立了良好的科研合作关系，在诸如洞穴鱼类系统演化、药用植物资源的保护和利用、作物替代种植等领域开展了深入调查研究，通过野外考察，也发现了一批动植物新种。



借助于前期夯实的基础，中国和缅甸于 2016 年成立了“中国科学院东南亚生物多样性研究中心”（以下简称东南亚中心）。在短短的几年间，东南亚中心设定了清晰的工作目标，构建了稳定的科研和管理体系；还以项目的形式通过评审，吸引了中国科学院所属的多家研究机构相关团队或人员加入。尽管缅甸野外条

件艰苦且交通不便，但我国科研人员与缅甸同行共同努力，克服各种困难，在所涉及各领域都取得了可喜的科研成果。例如，东南亚中心一开始就将野外考察重点投入缅北，这里是公认的全球生物多样性热点地区。经过实地踏查，目前已发现动植物新种约 30 个，包括乔木克钦木兰、大型鱼类迈立开高鲛等。

为促进可持续和低碳发展，我们赞赏推动绿色发展、促进生态可持续性的努力。我们也鼓励各方在生态环保政策方面交流良好实践，提高环保水平。为保护地球免于退化，我们期待建设更具气候韧性的未来，加强在环保、循环经济、清洁能源、能效、综合可持续水资源管理等领域合作，包括根据国际公认的原则和义务对受到气候变化不利影响的国家予以支持，从而在经济、社会和环境三方面以平衡和综合的方式实现可持续发展。我们鼓励在可持续农业、林业和生态多样性保护方面开展更多合作。

摘编自2019年4月《第二届“一带一路”国际合作高峰论坛圆桌峰会联合公报》

在开展基础研究的同时，东南亚中心还充分考虑到缅方在民生和环境方面的需求，并为此布局了一系列项目。例如，稻米是缅甸最重要的口粮作物，也是出口创汇的大宗商品。缅甸也曾因量大质优的稻米而闻名于世。为协助其实现品种改良，来自中国科学院成都生物研究所的汪松虎研究员团队，以及西双版纳热带植物园的余迪求研究员团队等分别将中国的优质水稻、旱稻品种引入缅甸，它们对该国自然环境表现出良好的适应性，生产潜力巨大。而且，这一现代农业科技对生态环境保护也有一定促进作用。长期以来，人们不断蚕食滨海地区的红树林，将其开辟为水稻田。在克钦邦和掸邦等山区，刀耕火种导致原始森林被大量砍伐，只为获得微薄的粮食产量。因此，现代化育种等先进农业科技加上其他配套的管理措施，将有助于减少人类对生态环境的破坏。

在合作过程中，东南亚中心还特别注重培养当地科研人员，其中一些已能独立承担野外调查及数据分析工作。中缅双方对东南亚中心的工作也比较满意。目前，中心除了继续加强在缅甸的工作外，还在泰国、老挝、马来西亚、越南等国家拓展合作。2018年，东南亚中心老挝办公室启用。可以说，中心的工作开局良好，成绩鼓舞人心。

尽管如此，东南亚中心的工作依然面临着不少挑战，尤其是在后勤保障、基础设施、人

员沟通交流、签证手续方面，这在缅甸表现得尤为突出。基于以上情况，合作各方应充分认识到生物多样性研究是一项基础性工作，不是一朝一夕的事，也不可能毕其功于一役。当前进行的综合考察旨在摸清本底，发现问题，为下一阶段工作打下扎实的根基，同时挖掘并合理利用农业和生物资源的巨大潜力，造福当地百姓，在这方面应该说还有很大的发挥空间。

当前，中心应特别注意结合项目的开展，加强人才队伍建设，通过项目培养一批热心于生物多样性保护和善于开展国际合作的年轻人才。野外工作非常艰辛，对相关生物多样性研究工作的评估，不能简单以论文多少及其影响因子为导向。目前缅甸处于发展初期，经费和人才匮乏，科教事业发展缓慢，我们更应加强对缅甸年轻科学家的培养，鼓励他们到中国科学院相关研究机构学习和工作。实际上，缅甸这些年轻的科研人员在参与标本采集分析、野外监测等工作方面比中方人员更加熟悉，而生物多样性的研究和保护事业终归需要当地人发挥更大的作用。

东南亚中心今后要继续弘扬“和平合作、开放包容、互学互鉴、互利共赢”的丝路精神，切实加强同区域各国野生生物保护部门和科技人员之间的交流与合作，为建设绿色丝绸之路做出开创性的贡献。

本文作者系中国科学院院士
中国人与生物圈国家委员会主席

人与生物圈

《人与生物圈》杂志 • 1999 年 1 月创刊

双月刊 2019 年第 3 期

总第 117 期

主管单位 中国科学院
主办单位 中国人与生物圈国家委员会
出版 《人与生物圈》编辑部
名誉主编 许智宏 李文华
科学顾问 赵献英

总编辑 王 丁
执行副总编辑 罗娅萍
副总编辑 陈向军
图片总监 郭晓涛
本期责任编辑 先义杰
本期特约编辑 易晓燕 李 仁
校 对 陆 霏 张明霞 秦 涛 杨 斌 张 宇
行政主管 马雪蓉
电脑制作 笑 韬 王 伟
印 务 李泽琦

本期特约顾问 陈 进 权锐昌 张世专
本期特约摄影师 蔡 石
本期支持单位 中国科学院东南亚生物多样性研究中心

国际标准刊号 ISSN 1009-1661
国内统一刊号 CN 11-4408/Q
国内发行 北京报刊局
订 购 处 全国各地邮局
邮发代号 82-253
国外发行 中国国际图书贸易总公司
(北京 399 信箱, 100044)
国外发行代号 1383 BM

编辑部地址 北京市三里河路 52 号
邮政编码 100864
电 话 (010) 68597516
印 刷 北京新华印刷有限公司
出版时间 2019 年 6 月
本期插图审图号 GS (2019) 1849 号

公 示 《人与生物圈》杂志新闻记者证持有者
陈向军 (杂志副总编辑), 统一编号:
K11440801000002。
特此公示。
监督电话: (010) 68597516

法律顾问单位 北京市博人律师事务所



版权声明

作者向本刊所投稿件, 除有特殊声明, 凡一经采用, 即视同作者同意将稿件著作权中属于《著作权法》第十一条第(五)项至第(十七)项规定的权利全部转让给本刊。本刊对已采用的作品可继续无偿使用, 并决定使用的方式, 包括但不限于改编、汇编、展览、表演; 用于光盘、互联网、手机、可移动的平板电脑以及将来可能出现之任何传播形式; 并可翻译为外文或转换为繁体字及其他字体形式。本刊将一次性向作者支付稿费并视为受让上述权利的全部费用。来稿文责自负, 对于抄袭或涉密, 侵犯他人版权或其他权利的稿件, 本刊不承担连带责任; 对所投稿件, 本刊编辑有权根据本刊办刊要求对其进行适当删改或调整; 如作者不同意上述声明, 请在来稿时向本刊书面声明, 本刊将作适当处理。



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Man and
the Biosphere
Programme

联合国教科文组织发起的人与生物圈计划,
是关于人与环境关系的全球性科学计划。



14

供图 / 杨珺



30

供图 / 朱相云



18

供图 / 徐鹏



49

供图 / Ye Lwin Aung



72

摄影 / 石安达



45

摄影 / Kay Zin Than



50

摄影 / 谢震霖

缅甸保护与发展专辑

缅甸保护与发展专辑

缅甸



只为攀登
MADE TO CLIMB



发起于1971年联合国教科文组织人与生物圈计划
是关于人与环境关系的全球性科学计划

攀登品牌KAILAS凯乐石
支持人与生物圈计划在中国的实施与推广

践行生态文明 建设美丽中国

供图 / KAILAS

CONTENTS

目录

卷首语

- 1 科技助力东南亚生态环境保护和发展

许智宏

科学与民生

- 8 缅甸药用植物与传统医药研究纪事
- 14 探索缅甸南药资源
- 18 雨养稻“云南模式”的缅甸实践
- 22 东南亚蚊媒疾病防治
- 26 缅甸饮用水安全保障
- 30 寻觅缅甸豆科植物
- 33 缅甸水产的绿色发展

裴盛基

王跃虎 等

徐鹏 等

徐涛 齐晓朋

王为东 栾富波

朱相云 张若鹏

何竺柳 等

科学与保护

- 36 东喜马拉雅保护与发展的跨境合作
- 40 管窥东南亚喀斯特地貌的生物多样性
- 45 从湾鳄研究到伊洛瓦底湿地保护
- 49 缅甸兰花研究的未来力量
- 50 德曼迪野生动物保护区科考记
- 58 直面缅北穿山甲非法贸易
- 60 大象与森林的故事
- 64 缅甸野生动物的绝地重生
- 69 构建命运共同体的民间实践
- 72 缅甸民族社区人地关系变迁
- 76 伊洛瓦底江见闻

易绍良

Alice C. Hughes

Kay Zin Than

Ye Lwin Aung

李仁 先义杰

张明霞

张瑶瑶 等

Naw May Lay Thant

彭奎

李灿松

舒树森 陈小勇

结语

- 78 国际科技合作引领绿色未来

张世专 王大明

封面故事：帮助大象解决“再就业”问题，使之在伐木场找到一份传统的搬运木材的工作，将有助于缅甸森林生态系统的保护和恢复，同时也能使它们免遭被迫进行动物表演或被杀戮以取走象牙和象皮的厄运。图 / © Justine E. Hausheer / The Nature Conservancy



发起于 1971 年的联合国教科文组织人与生物圈计划
是关于人与环境关系的全球性科学计划

Bestard 品牌支持
人与生物圈计划在中国的实施与推广

践行生态文明 建设美丽中国

四川松潘白羊保护区 摄影 / 中科万祥蔡延

甸保护与发展专辑 甸保护与发展专辑 甸甸





缅甸药用植物与传统医药 研究纪事

文 / 裴盛基 图 / 先义杰

缅甸位于南亚和东南亚大陆交汇地带，盛产的稻米和柚木早已闻名于世。然而，该国的许多生物资源尚未被人们认识和了解，药用植物便是其中之一。自 20 世纪 90 年代以来，我曾多次前往缅甸，从事区域性国际生物多样性合作研究。随着工作的不断深入，我逐渐了解到药用植物在缅甸生物多样性资源中的重要地位与作用。

药用植物的缩影——曼德勒药材市场

1994 年秋，我作为国际山地综合发展中心 (ICIMOD) “东喜马拉雅跨边界生物多样性保护”项目负责人，由尼泊尔首都加德满都前往缅甸考察，以选择项目点和建立“缅甸-中国云南自然保护区跨境保护合作点”。在缅甸林业部自然保护处长 U Gha 先生的陪同下，我前往缅甸中和缅北考察，其间顺访曼德勒市中心的一处药材市场（当地叫“BaZa”，即巴扎），获得一个惊人的发现：该市场面积达上万平方米，内有 400 多家药材商铺整齐形成两排，坐落在“巴扎”中。每家商铺里有 200~400 个药柜，装满数百种药材和香料，如胡椒、肉桂、沉香、檀香、丁香、豆蔻、诃子、毛诃子、荜拔、胖大海等热带药材。这里分明就是缅甸药用植物的一个缩影，深深地吸引了我的注意。

从民族植物学的观点来看，集市药材是一个地区药用植物资源的窗口。早年我曾在云南大理三月街开展过“集市药用植物的民族植物学研究”，于是兴趣油然而生，在集市内停留了大半天，以此作为研究缅甸药用植物的一个切入点。我在缅方陪同人员的协助下，与 20 多户商家进行了交谈，得知他们出售的药材大多为缅甸出产，也有不少来自泰国、马来西亚、印度、巴基斯坦、中东、非洲和中国。原来，这里竟是一个世界热带药材交易的集散地！

自古以来，曼德勒就是中国与南亚之间的茶马古道上的药材交易集散地，中国的人参、

三七、当归、黄芪、党参、枸杞、丹参等药材经由该通道运至缅甸曼德勒、南亚、东南亚、非洲。曼德勒是丝绸之路上的药材交易的汇合点和集散地。中医药里有一类药材叫“南药”，专指由南方丝绸之路进入中国，并融入中医药文化中的热带药用植物。这些药材大多都能在曼德勒这个“巴扎”内找到，对我来讲，这可是一个重要的发现。我在国内一直研究热带植物资源和南药资源，知道很多中药材品种在中国并不出产，如藤血竭、诃子、丁香、荜拔、藤黄、胖大海等，它们从何而来呢？这次在曼德勒找到了，真是让我喜出望外。受时间和任务所限，我未能深入研究，但留下了一个期待。

2015 年，我从国内带上 2 名助手又专程到曼德勒调查药材集市里的药用植物。在缅甸传统医药大学植物学系主任 Hnin Hnin 女士、研究人员 Kyi Kyi Oo 女士和教师 Zin Mar Win 女士的陪同下，我们在曼德勒最大的药材市场——“召较”（Zegjia）进行了 3 天的调查。该市场是我 11 年前访问过的那个“巴扎”，它在原地新建了一幢 5 层的综合商业楼，一、二楼是食品和百货等，以上三层是药材市场，规模比过去更大，商铺也更多，经营有上千种药材、辛香料、食材等，可零售可批发。其中的南药有上百个品种，据商家介绍，很多药材销由曼德勒经陆路运往云南德宏和腾冲等地，销量较大的有肉桂、砂仁、豆蔻、千张纸、胖大海、诃子、毛诃子、荜拔、铁力木花等。铁力木在我国云南热带地区的寺庙里有零星栽培，其花是我国民族药中的重要品种，特别是维吾尔药用量较大，仅这一处药材市场每月发到中国的干花就达 1.5 吨之多。铁力木是藤黄科乔木，花白色，晒干后入药，是缅甸重要的传统药物，特别是在妇科疾病治疗方面。

另一种缅名叫“塔纳卡”的香药材取自芸香科灌木“木苹果”枝干的木质部分，用水研磨成粉糊状后涂抹在妇女面部和颈部，有防晒、



檀香



丁香



草豆蔻



诃子



荜拔

清凉和防飞蚊叮咬的功能，是缅甸最常见的传统护肤植物。还有一种缅名叫“西格里玛”的白色透明胶状树脂，为梧桐科小乔木“南亚苹果”，在药材市场十分常见，有利尿通便、催生顺产的功效。我询问了当地民间用法，后来又在饮料店品尝到这种冷饮，按当地民间调制方法服用了一周，果然利尿通便效果明显，而且服下5~10克这种无色、无味、无刺激性的传统缅药后，腹中饱胀感明显，饭量减少了许多。

市场上还有多种以热带树木的木材为原料的植物药，如缅甸红木、沉香、檀香、钝叶樟（鲁领娇）等都是缅甸传统药用植物中常见的木质类药品。印度楝广泛分布于缅甸中部干热河谷地区，果实、枝叶可以驱虫杀虫，是植物农药——印度楝素的制药原料。曼德勒附近有一家工厂专门生产该产品，并出口到中国。这次调查对了解我国很多南药进口品种种类的来源、产地、销售和出口情况都有很大帮助，也让我们进一步认识到南方陆上丝绸之路的药材交流对于医药文化交流和药材贸易流通的重要性。

缅甸药用植物与佛教文化密切的关系

据记载，缅甸的传统医药历史可以追溯到公元六世纪。该国全民信仰佛教，而且与我国云南西双版纳和德宏地区的傣族一样，信奉南传佛教。佛教起源于喜马拉雅山脉南麓尼泊尔境内的蓝毗尼热带雨林地区，佛教教义认为，释迦摩尼诞生于婆罗双树下，成道于菩提树下，修行成佛若干年后卒于无忧花树下，表明佛教始祖与植物之间具有一种特殊关系。我早年在西双版纳工作和生活达27年之久，对傣族佛教信仰及与植物的关系做过一些研究，发现几乎每个傣族村寨里都有一座佛寺，它们坐落在绿荫之中，庭院内有按佛教教义种植的数十种植物，如菩提树、贝叶棕、茉莉花、睡莲等，其中包括一些药用植物，如糖棕、文珠兰、接骨丹、红花丹、白花丹、紫柳树、雄黄豆、三叶桔木等。这些寺院植物大多原产于南亚和东南亚的热带

地区，早年随佛教传入西双版纳，表明佛教对植物多样性传播做出过历史性贡献。我国著名佛学大家赵朴初先生认为：佛教是宗教的哲学。佛教文化传播有利于生物多样性保护，包括医药文化和药用植物。在许多佛教国度和信仰南传佛教地区，传统医药是通过佛教寺院传播和传承的，包括文字记载的医药典籍、药用植物的应用和保护知识等。在我国云南，许多佛教寺院种植和保存的植物和药用植物最早都是经由缅甸佛教寺院传入并广为流传的，保留至今依然经久不衰，表明传统文化的力量和影响之深远。

2015 年访问缅甸中部蒲甘地区一处自然保护区期间，我曾来到当地一座著名佛教圣山“波巴山”。山虽不高却拔地而起，矗立于蒲甘平原，山上森林茂密，山顶寺庙香火缭绕，佛教信徒络绎不绝前往朝拜。他们手捧专门用来敬佛的鲜花和一束束药用植物，向佛祖祭拜，求佛赐平安。他们相信专门带来的治病药草经过一道道祭拜程序后会“更有”药效，表明信念的力量早已根植于传统医药中，是一种古老的传统医药信仰。当我问及原因时，陪同的缅方技术人员说，祭拜期间，药草要放在佛像前，病患者还要跪拜聆听僧人念诵用药和治病的经文和口功，并由其传授如何正确使用草药以达到治病的效果。据朝拜的信徒们说这样做很值得，不然就不会带着草药远道来波巴佛寺祭拜了。传统医药文化中至今仍然有许多未被科学解释和破译的“密码”，我想这便是其中之一例吧。

位于曼德勒市的缅甸传统医药大学成立于 2003 年，是该国传统医药教学与科研最高学府，也是东南亚地区建立最早的传统医药大学，我 2015 年到访过该校。该校副校长 Kyew Thein Htay 教授是缅甸著名的传统医药专家，从事该国传统医药研究教学数十年，对佛教医学有较深入的研究。他陪同我们游览校园并交流了大约三个半小时，还特别安排我们参观了该校的

药用植物园、药用植物标本馆、传统医药博物馆等教学设施，并与 30 多名教师进行了学术交流座谈。该校药用植物园占地 11.5 英亩，收集并栽培有缅甸药用植物 350 种，主要用于治疗六大类疾病。后来，Kyew Thein Htay 教授又带领我们造访了一座“佛教药物亭”，那里种植有在佛教中具有特别功效的 8 种药用植物。按照佛教医学哲学思想，它们分别被冠以药效功能的名称，如“不老药”“不痛药”“防瘟疫药”“长寿药（两种）”“补药”“延寿药”“永生药”等。这些药用植物都是缅甸特产的著名植物，如铁力木、马府木、鹊肾树、辣木、白花酸果藤等。参观这座神奇的药用植物亭时，我兴奋不已，不断向 Kyew Thein Htay 教授发问和交流有关这些神奇“超级药用植物”的详细情况，获益匪浅。通过这次访问，我们为中缅之间传统医药学术研究建立了联系，也为云南中医药大学与缅甸传统医药大学建立校际合作和中缅传统医药交流合作打下了基础。

关于药用植物和佛教之间的关系是一个值得深入研究的课题。在亚洲南传佛教地区，如缅甸、斯里兰卡、泰国、柬埔寨、老挝等国家和我国云南傣族地区，传统医药都深受佛教医药文化的影响。历史的脉络无法割舍，传承与发展才能实现承前启后。因此，从科学上深入研究与诠释药用植物、传统医药和佛教文化在各个层面的相互关系与影响，不但有助于这些国家和地区传统医药的传承发展，而且有利于促进药用植物——生物多样性中最活跃、最有价值部分的保护和传承。对于那些流传于世的佛教药用植物的神奇疗效功能，要用科学的态度去尊重和深入研究，使之成为人类非物质文化遗产和传统药用植物知识宝库的一部分。同时，要把这些传统药用植物知识和与之共存的传统医药体系相联系，以传统知识、疾病认知、治病信念和医学行为实践作为人与自然共生共存关系研究的线索和切入点；此外，可以作为新药开发、人类疾病预防治疗新方法和养生保

健疗法等的“知识原型”学好用好，不断开创和发展人类医学的新途径，为人类生存环境和社会可持续发展服务。

在促进传统医药发展的道路上前进

缅甸传统医药历史悠久，药用植物和医药文化丰富多样，但由于长期遭受殖民统治和战乱影响，传统医药被边缘化而趋于衰退。缅甸独立后，政府于1953年开始确定促进传统医药发展的方针，成立了“促进传统医药办公室”，1989年以后在中央政府卫生部下设立传统医药局，制定了促进传统医药发展的一系列政策措施并取得了多方面的进展和成果。2015年，首次出版了《缅甸药用植物名录》和若干传统医药志书，在药用植物资源本底调查编目等研究方面取得了许多成果。近年来，先后编辑出版了《缅甸草药药典》卷I和卷II，在东盟国家率先制订了传统药物标准。2003年，缅甸政府在建立10年的原传统医药学院基础上，重组成立了传统医药大学，为国家培养了数千名传统医药人材，并分配到全国各邦、县、乡镇医院从事医疗保健工作。2015年在首都内比都建立了第一座药用植物园，收集栽培和推广药用植物。在仰光等地建立了一批传统医药制药企业，如位于仰光市的FAME Pharmaceutical Company等。此外，还以缅甸药用植物为原料生产具有现代标准的药品和保健食品等。

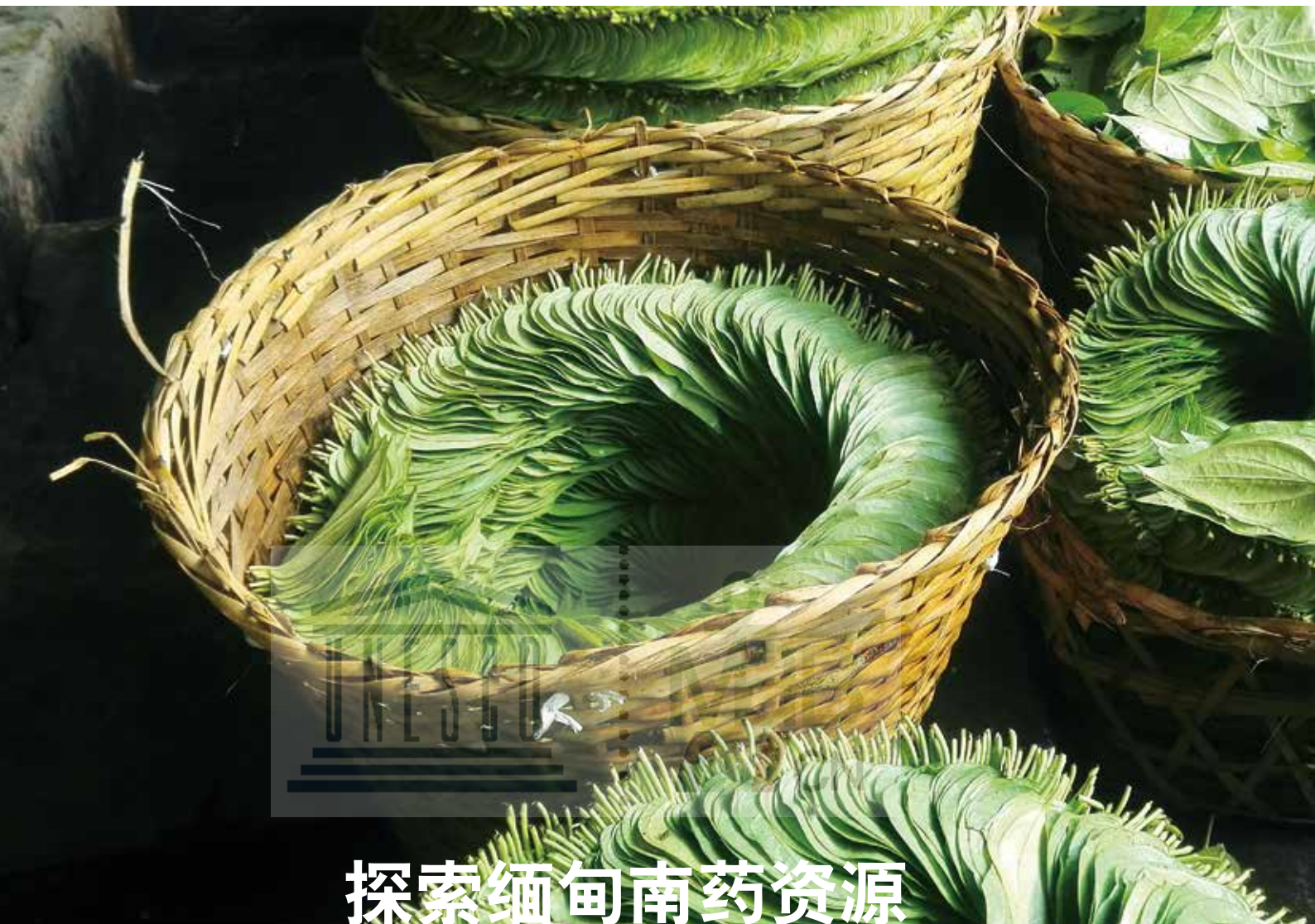
曼德勒有一座名为“莲花”的私人诊所，由当地著名传统缅医U Maung Ny开办，使用200多种传统缅药方剂治疗各种疾病，十分受欢迎。我们随访了几位前来就诊的患者，他们对诊所使用的骨关节止痛外包药十分认同。当时我膝关节疼痛，试包了一剂，3小时后果然痛感消失了。U Maung Ny使用的很多药用植物我都认识，但直到这次访问才知其治疗用途，如一种豆科乔木木材和一种无患子可治疗糖尿病，一种缅甸干旱地区特产——罗望子幼果和毛诃子组方可抗衰老等，它们都是缅甸传统医药的

方药，让我大开眼界。2006年以来，缅甸积极参加澜沧江-湄公河次区域六国传统医药合作交流活动，进一步推动了缅甸传统医药事业的快速发展。

药用植物是生物多样性资源中直接关系到人民生计的重要部分。近年来，药用植物和传统医药知识的保护问题引起了缅甸政府的重视，并于1998年在缅甸西部钦邦的纳玛塘国家公园开展生物多样性保护与社区发展项目试点，推广种植魔芋和药用石斛等。该项目在日本牧野植物园园长小山铁夫教授的指导下，组织以社区生计发展为导向的生物多样性保护活动，是一个值得推广的方法和保护途径。同一时期，云南省林业科学院院长杨宇明教授领导的科研团队，在缅甸中部山区开展社区林业发展与生物多样性保护试点研究。他们采取传统农用林业模式，发展经济林木和林下药用植物种植，获得了良好进展。该项目由亚太林业合作组织提供经费支持。近年来，联合国大学生物多样性专家梁洛辉先生负责的刀耕火种农用地改良保护生物多样性项目在缅甸山区开展试验示范，同样取得了良好进展。

许多成功经验表明，药用植物保护与传统医药发展密不可分。保护药用植物必须保护相关传统知识，社区保护便是最好的途径，特别是在那些药用植物资源丰富、传统药用植物知识保存较好的地区，它们对传统医药的依赖程度比较高，更有利于开展传统医药保护和社区生计发展扶贫相结合的项目。在这一领域，中国科学院昆明植物研究所的民族植物学研究团队在国内已有20多年研究历史，有许多成功经验可以与包括缅甸在内的周边国家分享与合作，为保护人类的共同家园做出新的贡献。

本文作者系中国科学院昆明植物研究所研究员
曾任国际民族生物学会主席
是我国民族植物学学科的开创者



探索缅甸南药资源

文 / 王跃虎 赵富伟 杨珺 杨雪飞 图 / 杨珺

缅甸是“一带一路”沿线重要国家，拥有丰富的生物多样性和文化多样性。约翰·克雷斯等在 2003 年出版的《缅甸的乔木、灌木、草本植物和攀缘植物名录》中记载，这四类植物共有 273 科 2371 属 1.18 万种。缅甸约 5400 万人口中有 135 个少数民族，其中缅族占总人口的三分之二，其余掸族（我国称傣族）、克钦族（我国称景颇族）、克伦族、孟族、佤族等都是人口较多的少数民族。掸族、克钦族、佤族在我国也有分布，属于跨境民族。古往今来，缅甸众多民族和多样的植物之间联系紧密，尤其是在医药方面。

南药狭义上指我国南方生产的药材。中国医学科学院、北京协和医学院药用植物研究所的肖培根院士提出“大南药”概念，即南药还包括来自国外广袤的热带地区，如南亚、东南亚、拉丁美洲和非洲等产地的药材。缅甸的南药资源主要分为两大类，一类是中国和缅甸均有分布，约占 80%，如荜拔、诃子、余甘子、胡椒、儿茶、缅茄、长梗星粟草等；另一类是在中国没有分布的，约占 20%，如缅甸重楼、马来沉香、印度楝等。现已查明的缅甸传统药用植物超过 500 种，其中豆科、夹竹桃科、茜草科、锦葵科、菊科、唇形科植物占较大比例。实际上，这与



菱叶

缅甸超过 1 万种的高等植物资源相比数量还非常少，研究空间巨大。

在中国科学院东南亚生物多样性研究中心的支持下，我们从 2015 年开始专注于缅甸南药资源基础调查和应用研究，取得了一些进展，相关成果正陆续发表。在此介绍几种值得关注的南药。

缅甸重楼

重楼是著名传统中药，《神农本草经》所载“蚤休”即为重楼属植物。《中华人民共和国药典》（2015 版）记载，重楼的基原植物为滇重楼或七叶一枝花，药用部位为根茎，具有

清热解毒、消肿止痛、凉肝定惊等功效，用于治疗疗疮肿痛、咽喉肿痛、蛇虫咬伤、跌扑伤痛、惊风抽搐等病症。我国重楼资源短缺，近年已开始进口缅甸出产的重楼。那么，两国的重楼有什么异同呢？

2016 年底，我们在缅甸东枝地区考察时发现了一份重楼属植物根茎材料，缅甸名“Taung-lone-kyaw”。当地草医 U Khay 将其作为礼物送给考察队，后经栽培观察和研究，发现它与我国产的重楼不一样，最终确认该种为缅甸重楼。这种植物仅分布在缅甸，日本学者 Takhtajan 于 1983 年首次对其进行描述，并命名为 *Daiswa birmanica*。中国科学院昆明植物研究所的李恒研究员 1997 年将其并入重楼属（我国的滇重楼或七叶一枝花也归入该属）。从现有标本记录看，缅甸重楼的模式标本采自 20 世纪 20~30 年代，随后在 20 世纪 90 年代初被少量采集后，逐渐消失在植物学家的视野中。这次是相隔近一个世纪以来对缅甸重楼的重新发现和确认，并补充了它的根茎、子房和胚珠等形态特征描述。

近年来，重楼属植物的采集是缅甸部分农民的主要收入来源。遗憾的是，我们在野外考察中都未能见到其野生植株，表明重楼属植物的生存已经受到严重的人为因素干扰，资源量急剧减少，亟需有关部门采取野生种群的恢复和复壮措施，加大保护力度。

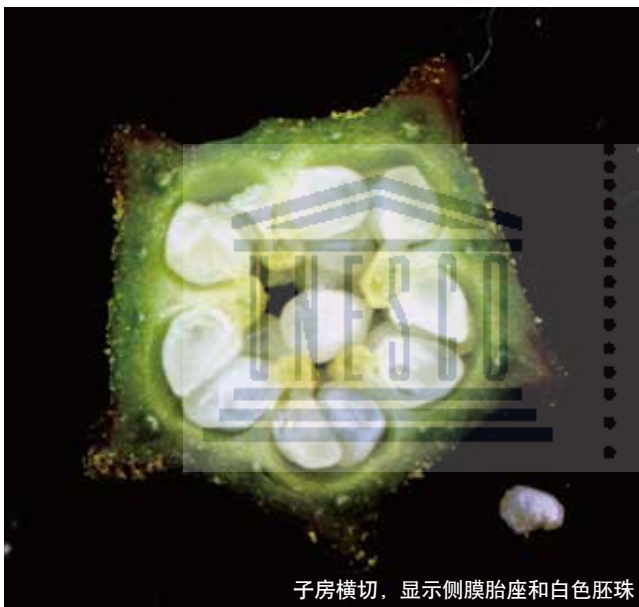
缅甸重楼并非中药重楼的基原植物，出口中国的意义还不显著。鉴于其所处的濒危状态，开展人工繁殖和回归引种迫在眉睫。

菱叶

菱叶又名茛蒿和枸蒿，最早见于西汉司马迁所著《史记·西南夷列传》。它分布于印度、斯里兰卡、越南、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾及马达加斯加，在缅甸有大量栽培。菱叶名“Kun”（缅甸语）、“Pu”（掸语）、“Buru”和“Bu”（克钦语），从这种植物提取的芳香



叶片正反面



子房横切，显示侧膜胎座和白色胚珠



紫色花柱基和肥大外弯的柱头

缅甸重楼各部分结构



植株形态



根茎

油为蒟酱油，可作调香原料，其茎、叶可入药，能治疗胃寒痛、风寒咳嗽、疮疖、湿疹等，也具有开胃、祛痰、防止胃肠气胀、促进身体的生机和活力、中和毒性，以及支持心脏和肠的功能。此外，当地人以其叶包裹槟榔，作咀嚼嗜好品，在缅甸非常流行。值得注意的是，咀嚼槟榔与口腔癌的发生有一定关系。用蒟叶包裹槟榔后咀嚼，是否会减轻致癌的风险，蒟叶在咀嚼槟榔的过程中扮演着有益还是有害的角色，是什么化学成分在起作用？这些问题还有待流行病学、药理学、毒理学等研究来揭示。

假草拔

草拔是中药草茛的基原植物，在缅甸称为“Peik-chin”（缅语）、“Nga-yok-kaung”和“Tanwhite”（孟语），药用部位为果实，可助消化，具有温中散寒、下气止痛的功效，用于治疗脘腹冷痛、呕吐、泄泻、寒凝气滞、胸痹心痛、头痛、牙痛等病症。

我国部分药用草拔需要从缅甸进口。但是，当地存在假草拔出口中国的问题。这种草拔易混伪品的栽培在我国仅见于广州地区。在国外，印度、泰国、越南、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾也能发现假草拔，这些国家有的亦为栽培。其果序药用，可作兴奋剂，亦用于治疗胃寒。从主要化学成分看，草拔和假草拔均含有酰胺类，但具体成分稍有差异。因此，在进口草拔时，首先要分清是否是其替代品——假草拔。另外，应加强药理学和毒理学等相关领域研究，探讨假草拔代替草拔的可行性。

马来沉香

“沉檀龙麝”是著名的四大香药，早在1700多年前成书的《南方草木状》中就有沉香的记载。国产沉香来自瑞香科沉香属植物土沉香具有香味的木材，具有行气止痛、温中止呕、纳气平喘等功效，用于治疗胸腹胀闷疼痛、胃寒呕吐呃逆、肾虚气逆喘急等病症。《藏药志》（1991版）记载，沉香藏语名“阿尔纳合”，

基原植物为马来沉香。马来沉香是典型的南药，我国完全依赖进口。

马来沉香分布在缅甸、孟加拉国、不丹、印度、老挝、泰国、新加坡、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾、伊朗。在缅甸，马来沉香自然分布于最南部的德林达依山脉和丹老地区的岛屿上，在钦、克钦、曼德勒、孟、实皆等省邦也有发现，被称为“Akyaw”（缅语）、“Klaw”（克伦语）和“Thit-hmwe”。它在缅甸的传统用途比较宽泛，如治疗麻风病、眼和耳疾病、肝脏和消化道疾病，止咳，增加体重，减缓消化不良症状，促进排尿和清除口臭等。树汁外用，可使身体感到轻便敏捷。木材磨碎后使用，内服和外用均可，用于治疗风湿、天花、身体疼痛及腹部和产后疾病，也可以用作化妆品。有香味的木材可用作兴奋剂、补药和祛风剂，也是治疗心悸等疾病的药物。马来沉香芯材制成药膏状后可直接嗅吸，或焚烧产生香气后嗅吸，用于治疗头晕；亦可外用或内服，治疗呕吐、止血、减轻关节肿胀；还可用于治疗因不卫生造成的皮肤病，可以频繁使用。马来沉香属易危物种，应推广人工种植，并加强相关研究，探讨解决藏药沉香资源短缺的问题。

展望

对于缅甸产药用植物，我们建议中缅采取如下行动：联合开展民族植物学研究，查清缅甸传统利用的药用植物家底；对于濒危物种，积极推广人工种植技术，减少对自然资源的破坏；查明进口南药的基原植物种类，避免使用易混伪品；动员两国科研单位和企业对当地传统药物的重点品种进行深入研究和开发，同时按照《生物多样性公约关于获取遗传资源和公正公平分享其利用所产生惠益的名古屋议定书》和两国法律要求，保障社区居民等相关利益方公平地分享由此产生的收益。

本文作者王跃虎、杨珺和杨雪飞系中国科学院昆明植物研究所研究人员；赵富伟系生态环境部南京环境科学研究所研究人员



雨养稻“云南模式”的缅甸实践

文、图 / 徐鹏 余迪求 Phyu Phyu Thin Aye Aye San

以中国云南省雨养稻（旱作陆稻）新品种、分子育种等技术为支撑，高起点地在缅甸中北部地区选育直播雨养稻新品种，集成适宜于当地的栽培技术，示范转移在云南取得的成功经验，可以在短期内有效提升缅甸的稻作生产能力，实现其稻米生产的跨越式发展。

缅甸稻作的优势与挑战

缅甸位于中南半岛西部，青藏高原和马来半岛之间，国土面积约 68 万平方公里，是中南半岛面积最大的国家。其北部与中国云南省山水

相连，共享国境线约 1997 公里。地势北高南低，伊洛瓦底江、钦敦江、萨尔温江、锡当河四大水系纵贯南北，中北部以山地、高原和丘陵为主，大河的中、下游为平原。缅甸属热带季风气候，北回归线以南热带区域占国土面积约 65%。气候干湿季明显，每年 5~10 月为雨季，11 月到次年 5 月为旱季。降水主要受季风活动影响，其中 7 月最为充沛。全国年均降水量 1000~2500 毫米，各地分布不均，八莫以北地区在 1800 毫米左右，仰光地区则为 2500 毫米左右，西海岸等部分降水量极端地区最高达



可耕地面积达 1822 万公顷，其中仍有较大面积空地、闲地和荒地待开发。已利用的耕地约 931 万公顷，但全国耕地总灌溉面积仅 200 万公顷左右，占已利用耕地面积约 21%，且多位于南方平原地区。缅甸中北部整体基础设施薄弱，农业生产方式落后，基本处于传统农业或自然经济发展阶段。

缅甸享有“稻米之国”的美誉，稻米生产在该国农业生产中的重要地位可见一斑。稻作常年播种面积约 800 万公顷，从生态型上可分为移栽灌溉水稻、雨养稻及深水稻。其中移栽灌溉水稻主要位于三角洲和沿海区，中部干旱区、西部和北部山区、东部边界高原以雨养稻为主。总体上，移栽灌溉水稻和雨养稻分别占 20% 和 48%，其他旱田、水淹田、深水田、盐碱田约占 29%，山坡地陆稻约占 3%。2015~2016 年，缅甸稻作播种面积约 721.2 万公顷，收获面积约 709.8 万公顷，每公顷单产约 3.97 吨，是迄今为止官方公布的最新记录，但单产也仅为中国的一半左右。分开来看，在邻近中国的掸邦、克耶邦等地和孟加拉湾沿海地区的水稻单产比较稳定，与临近的泰国、马来西亚、印度尼西亚等国每公顷 3.7~4.7 吨的生产水平相仿；中部、北部稻作面积占 50% 以上地区的稻作生产受气候影响较大，特别是近年来，受气候变暖的影响，高温、干旱和病虫害等自然灾害频发，给缅甸稻作的稳产和增产带来了极大的挑战。

4800~5900 毫米，而中部干旱地区最少。在温度方面，南部区域不同季节气温变化较小；中部区域有凉季与热季之分，气温变化较大，热季气温 40.6~43.3 摄氏度，凉季气温 10~15.6 摄氏度；北部某些高海拔区域气温常年较低。

地理优势决定了缅甸自然生态环境非常优越。这里土地肥沃，雨量充沛，极少发生旱、涝等自然灾害，农业发展优势得天独厚。缅甸农业可分为三个生态区：三角洲沿海区、干旱区和丘陵区。缅甸拥有丰富的耕地资源，全国

此外，基础设施和技术落后、资金不足等因素不容忽视。其一是灌溉设施不足，缅甸除南部三角洲和沿海区的水稻生产具有灌溉条件外，中北部地区多数是“靠天吃饭”的雨养稻，这一局面短期内难以解决。其二是化肥投入不足，缅甸在氮肥方面具有一定的生产能力，但进口依赖度仍超过 80%。2000 年以后，政府取消了肥料补贴政策，国内肥料定价与国际接轨，这在很大程度上导致肥料施用水平急剧下降，2000~2010 年每公顷仅为 5~10 公斤，大大低于 2000 年前的 20 公斤，也远低于 120

强化农业科技交流合作。突出科技合作的先导地位，多渠道加强沿线国家间知识分享、技术转移、信息沟通和人员交流。结合各国需求并综合考虑国际农业科技合作总体布局，在“一带一路”沿线共建国际联合实验室、技术试验示范基地和科技示范园区，开展动植物疫病疫情防控、种质资源交换、共同研发和成果示范，促进品种、技术和产品合作交流。

摘自农业部、国家发展改革委、商务部、外交部2017年5月联合发布的《共同推进“一带一路”建设农业合作的愿景与行动》

公斤的国际平均水平。其三是品种改良滞后，1967~2017年，缅甸农业研究院共审定了106个水稻新品种，其中28个已被广泛种植，良种利用率约40%，但主要集中于条件优良的灌溉稻区；而占50%以上稻作面积的雨养稻区缺少针对性品种，良种利用率远低于条件优良的灌溉稻区，山区、边远地区仍以地方品种为主。其四，机械化程度低、配套栽培技术措施缺乏等，也限制了稻作产量的进一步提升。

雨养稻云南模式的发力

近年来，随着中国杂交水稻在东南亚“一带一路”国家的推广，其在优良灌溉条件区的发展潜力巨大，但在缅甸等以雨养稻为主的国家或地区，受上述自然及基础设施等因素的限制，发展杂交稻或传统水稻对解决目前稻作生产的瓶颈问题收效甚微。在短期内无法发展水利设施建设的前提下，要实现稻作生产的跨越式发展，必须关注稻作面积超过50%的雨养稻区。转变传统的水稻生产模式，针对缅甸雨养稻地区自然环境条件，发展直播雨养稻是有效提升缅甸稻米生产的重要途径。它可提高缅甸等东南亚国家可耕地使用率，节约水资源，减少劳动力、化肥、农药投入，减少面源污染，促进优质增效。

缅甸中北部与中国滇西南山区的稻作生产类似，以依赖自然降雨的雨养稻（陆稻）为主。雨养稻在中缅边境两侧已有3000年以上的种植历史，但传统的地方品种及刀耕火种的生产方

式无法适应现代集约化的栽培管理方式，而目前缺乏依赖于自然条件的雨养稻新品种及栽培管理技术，是缅甸雨养稻生产的又一短板。

多年来，我们围绕云南省南部山区粮食安全的需求及雨养稻遗传改良问题，以雨养稻新品种改良为切入点，以优质高产为目标，育成“云陆103”“云陆140”“云陆142”等系列雨养稻新品种以及“中科西陆2号”“中科西陆4号”等水陆两用稻品种，通过云南省审定并在云南及周边国家推广应用。就单产而言，已从20世纪末每公顷2吨左右提升到今天的4.5~6吨；在提高单产并解决粮食问题后，它可利用多余的耕地、劳力、资金发展多种经营以增加农民收入，并与退耕还林还草和绿化荒山等结合，是一种有助于增加可持续发展能力的、多样化的生产系统，早在2003年就被东南亚各国及亚洲开发银行等国际机构命名为“云南模式”。特别是2008年以来，在南亚及东南亚试验、示范选育的雨养稻新品种显示出超越当地、发达国家、国际组织选育的相关品种的丰产性优势，近期有望在越南和缅甸通过审定并得到大面积生产应用。这些案例说明，提高雨养稻单产这一世界性难题有望通过来自中国的技术得到部分解决。

自2008年以来，我们依托云南省农业科学院主导成立的“大湄公河次区域农业科技交流合作组”，参与成立了“大湄公河次区域陆稻工作组”。以此为平台，我们团队已累计提

供了 98 个改良雨养稻新品系，并在大湄公河次区域国家进行试验示范。2017 年，云南雨养稻新品种“陆引 46”通过越南相关部门的审定。在缅甸，我们完成了“云陆 31”“陆引 46”“YL08H3U568”这 3 个云南雨养稻新品种的田间多点试验及农户生产试验，并已提交缅甸相关部门进入国家新品种审定程序。

2016 年 8 月，在云南召开的南亚及东南亚雨养稻育种培训研讨会上，参会代表一致同意在“大湄公河次区域陆稻工作组”基础上成

立“南亚、东南亚雨养稻（陆稻）协作网”。中国云南省农业科学院陶大云研究员当选为网络协调员，本文笔者之一的徐鹏研究员当选为网络常任秘书，老挝农林科学院 Khamdok Songyikhangsuthor 博士、缅甸农牧灌溉部农业研究司司长 U Naing Kyi Win 博士、泰国农业合作部稻作司 Sakul Mulkum 研究员、越南农业科学院 Nguyen Van Chinh 研究员、孟加拉农业研究理事会 Md. Ansar Ali 博士、尼泊尔农业研究理事会 Bedanand Chaudhary 博士分别当选为成员国协调员。协作网成员共享资源，共同申报、实施合作科研项目，共同致力于南亚及东南亚雨养稻的发展。

发展雨养稻已得到缅甸农牧灌溉部农业研究司稻作研究部的高度重视。2017~2018 年，缅甸研究团队在引进筛选云南及国际水稻研究所等研究机构育成雨养稻新品种的基础上，分别在掸邦的昂班、瑞蒙、皎梅、坑通及克耶邦的垒固建立了雨养稻育种基地，系统开展了种质资源收集评价、育种目标制定等工作。

随着中国科学院东南亚生物多样性研究中心的建成及顺利运转，中缅两国在雨养稻领域获得了更加良好的合作平台。2018 年在云南保山召开的“南亚、东南亚陆稻协作网”年会期间，我们向缅甸农牧灌溉部农业研究司稻作研究部合作伙伴详细介绍了该中心的定位及作用，并希望依托中心合作建立针对缅甸，面向南亚及东南亚的雨养稻研究示范中心，充分利用中国在育种方面的科技优势及缅甸丰富的雨养稻资源，通过选育高产稳产新品种，培养缅甸雨养稻育种科技骨干，提升该国稻作生产能力，确保粮食安全和农民增收。可以说，这不仅是缅甸国家农业发展的迫切需求，也是中国农业科技“走出去”，加强东南亚“一带一路”农业科技合作国家战略的有效支撑。

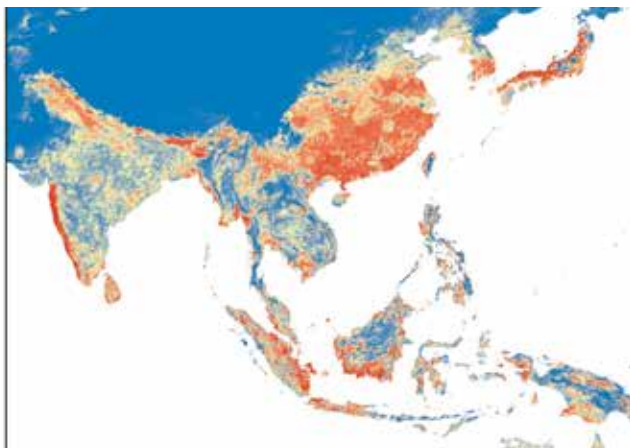
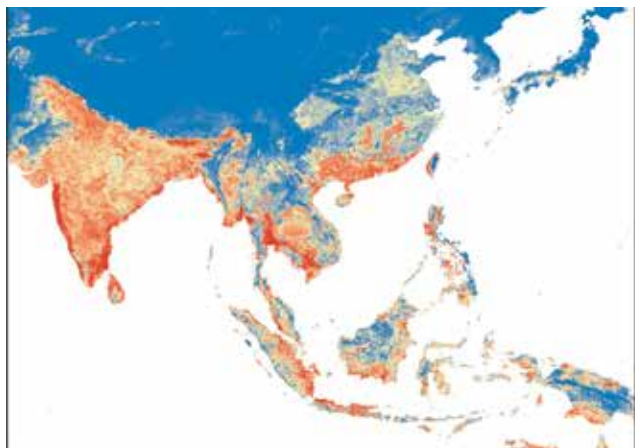
本文作者徐鹏、余迪求系中科院西双版纳热带植物园研究人员
Phyu Phyu Thin 系缅甸教育部生物技术研究司研究人员
Aye Aye San 系缅甸农牧灌溉部农业研究司研究人员



南亚、东南亚陆稻协作网代表观摩云南孟连县育种示范基地



位于缅甸掸邦皎梅镇区的陆稻育种示范基地



埃及伊蚊（左）及白纹伊蚊（右）在东南亚的分布格局（红棕色部分）



东南亚蚊媒疾病防治

文、图 / 徐涛 齐晓朋

病媒是指一类形如蚊、螨和蜱等的小生物，它们可以携带疾病，从一个受感染的人或动物传播到另一个人，从一个地方传播到另一个地方。因这些病媒传播寄生虫、病毒和细菌从而导致的疾病称为“病媒传播疾病”。主要的病媒传播疾病占有所有传染病的 17% 以上，包括疟疾、登革热、寨卡病毒病及并发症、血吸虫病、非洲人类锥虫病、利什曼病、恰加斯病、黄热病、日本脑炎（“乙脑”）和盘尾丝虫病等。蚊子是最为人知的病媒，蚊媒传播的疾病每年导致全球约 7 亿人感染，100 多万人死亡，从而构成全球主要疾病的公共卫生威胁。

蚊媒黄病毒的传播和危害

近年来，疫情大肆流行并被广泛关注的蚊

媒传播病毒的代表寨卡病毒和登革病毒同属黄病毒属。黄病毒是一类具有包膜的单正链 RNA 病毒，成熟病毒呈球形，直径多为 40~60 纳米，表面有脂质包膜，其上镶有糖蛋白组成的刺突，内有排列对称的二十面体结构的衣壳蛋白包绕着核酸。这类病毒通常通过蚊、蜱等吸血的节肢动物传播，引起人畜共患的自然疫源性疾病，因此又称蚊媒黄病毒，常见的有乙型脑炎病毒、森林脑炎病毒、登革热病毒和寨卡病毒。

登革病毒主要通过受感染的雌性埃及伊蚊和白纹伊蚊的叮咬传染给人类。蚊子通常在吸食被感染人的血液时获得病毒，经过 4~10 天潜伏期后，被感染的蚊子终生均能传播病毒。登革热是一种严重流感样疾病，伴以高热、肌肉

骨关节痛、皮疹、出血、淋巴结肿大等症状，广泛流行于全球热带及亚热带的 100 多个国家和地区，每年受感染人数超过 1 亿，受威胁人数在 25 亿以上。

寨卡病毒主要通过埃及伊蚊传播，潜伏期约 3~14 天，通常感染症状较为轻微，包括发热、皮疹、结膜炎、肌肉和关节疼痛、不适或头痛。虽然大多数寨卡病毒感染者并没有症状，但值得注意的是，该病毒可在怀孕期间通过性接触、输血和输入血液制品以及器官移植从母亲传给胎儿，可能使出生婴儿患有小头症和其他先天性畸形，统称为“先天性寨卡综合征”。寨卡病毒感染还与妊娠期间发生的其他并发症相关，包括早产和流产。另外，感染寨卡病毒后，人的神经系统将受到影响，可能存在罹患神经系统并发症的更大风险。

蚊媒病毒的分布趋势和预防

19 世纪 50 年代，重症登革热（也称登革出血热）于菲律宾和泰国登革热流行期间被首次发现。当今，重症登革热已影响到大多数亚洲和拉丁美洲国家，成为这些地区儿童和成人住院和死亡的主要病因之一。一项有关登革热流行程度的研究表明，全球有 128 个国家的 39 亿人面临感染登革热病毒的风险。1970 年以前，只有 9 个国家发生过重症登革热流行事件，目前该疾病在非洲、美洲、东地中海、东南亚和西太平洋地区 100 多个国家呈地方性流行态势。其中，美洲、东南亚和西太平洋区域受影响最为严重。目前，控制或预防登革热病毒传播的唯一方法是与其蚊媒作斗争。一方面，个人尤其是生活在热带、亚热带的人们需要加强蚊虫叮咬防护措施，另一方面，环境和生物学家需要通过环境治理和改造蚊子、开发治疗药物和疫苗等方法，阻断蚊媒传播并及时诊断治疗。

20 世纪 40 年代，寨卡病毒最早在非洲被发现，此后传播到东南亚、太平洋岛国和美洲

地区。该病毒自 2015 年在拉丁美洲和加勒比海国家爆发疫情以来受到越来越多的关注。2015 年 3 月，巴西报告了诸多皮疹患者被确诊为寨卡病毒感染的病例，7 月发现该病毒与吉兰 - 巴雷综合征有关，10 月报告称寨卡病毒感染和小头症之间存在关联。疾病疫情和传播证据很快在世界其他地区显现，主要为热带和亚热带地区。迄今为止，共有 86 个国家和地区报告出现了经蚊子传播的寨卡病毒感染证据。人类普遍容易感染寨卡病毒，特别是对免疫力低下的人群具有更强的感染能力和致病性，目前尚无特效治疗药物和疫苗。全天防蚊虫叮咬是预防该病毒感染的一项关键措施。孕妇、育龄妇女和幼儿尤其要注意防蚊。另外，还要预防寨卡病毒在妊娠期间的传播和潜在性传播。

东南亚蚊媒疾病的流行

蚊媒传播疾病的负担在热带和亚热带地区最高，东南亚地区具有典型的湿热气候，拥有全球生物物种最丰富的热带雨林之一，也滋养了种类繁多的病媒昆虫，它们的活跃导致该地区成为世界上多种流行病特别是蚊媒传播病毒病的发源地和疫情爆发地。2015 年，印度德里爆发了自 2006 年以来最严重的登革热疫情，病例超过 1.5 万。2016 年全球爆发了大规模登革热疫情，其中菲律宾报告了 17.6 万例左右，马来西亚约 10 万例。2018 年，孟加拉国、柬埔寨、印度、缅甸、马来西亚、巴基斯坦、菲律宾、泰国和也门报告了登革热疫情。世界卫生组织报告显示，近年来，全球范围内登革热感染率依然很高，2017 年缅甸患者约 3.1 万人，死亡 192 人；2018 年 1~11 月患者约 2.2 万人，死亡 107 人。

2015~2016 年寨卡病毒疫情蔓延，截至 2016 年 9 月，新加坡境内感染病例达 151 例，包括 2 名孕妇。与此同时，马来西亚和泰国也出现了感染病例。新加坡曾发现缅甸劳工患寨卡病毒的案例。2016 年 10 月，缅甸本土发现

首例寨卡病毒患者，是一名 32 岁的欧洲籍孕妇。2016 年发表在英国医学刊物《柳叶刀·感染性疾病杂志》的研究报告显示，科学家根据旅游、气候以及蚊子类型等要素分析和病毒传染路径，推测出下一波爆发寨卡病毒疫情的高风险区，印度与中国居首，其次是缅甸、菲律宾、印度尼西亚、越南等东南亚国家。随着“一带一路”建设的深入，我国与东南亚国家的交流合作日趋频繁，近些年这些地区输入性蚊媒传播病毒病的病例也显著增多。

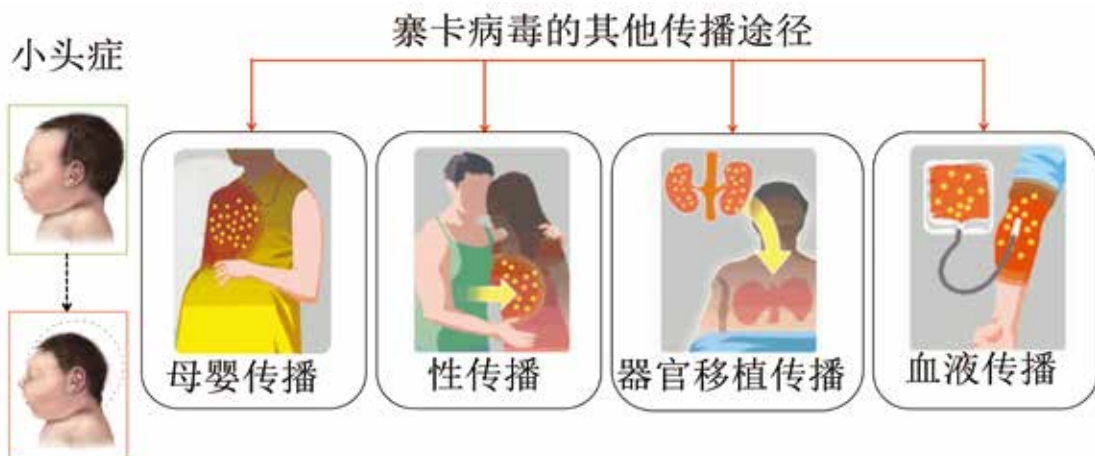
蚊媒黄病毒的感染致病机制研究

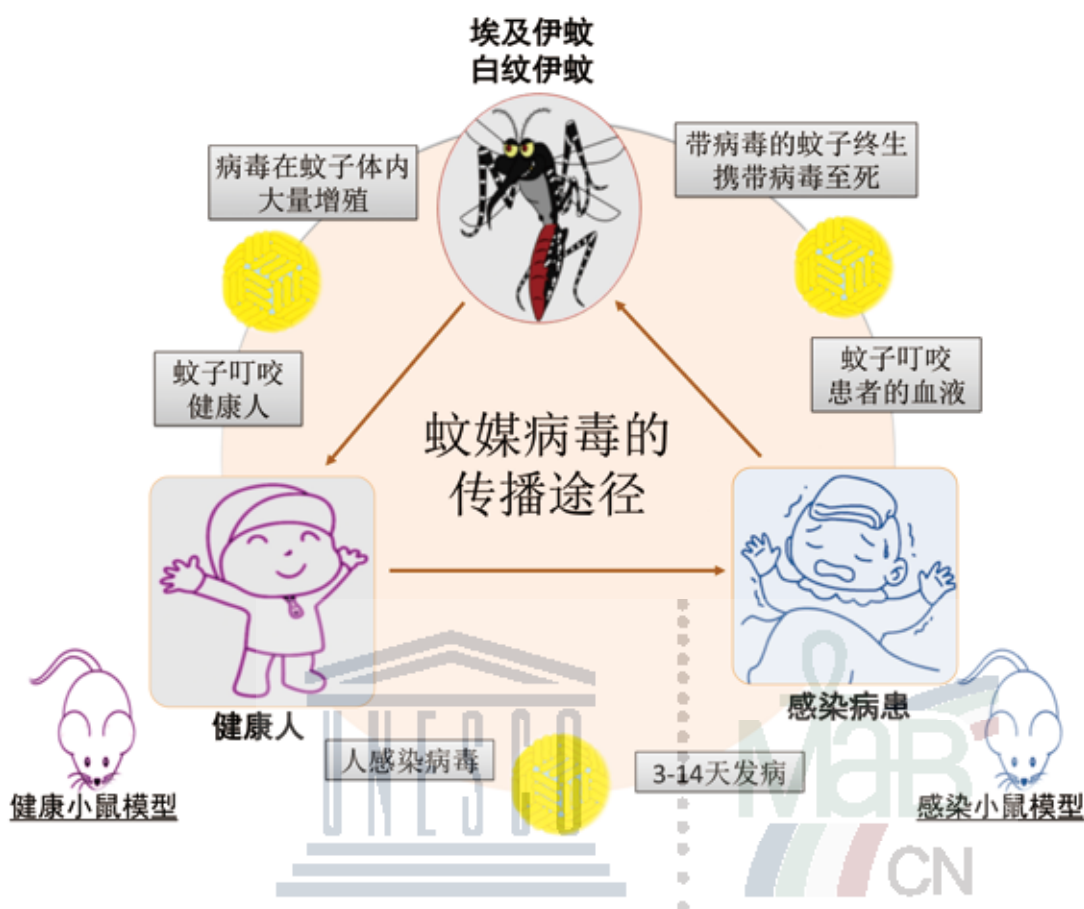
寨卡病毒和登革热病毒的疫源地日益蔓延，在热带和亚热带地区造成的危害尤其严重，且缺乏有效的治疗和预防措施，给相关疾病防控带来了严峻的挑战，成为全球性严重公共卫生问题。免疫系统是人体的天然屏障，执行着预防和对抗疾病的功能。一般而言，人体的免疫系统分为两部分：先天免疫和后天免疫。先天免疫系统作为抵御病原微生物感染的第一道防线，在宿主抵抗病毒和病原菌的侵染方面发挥着极其重要的作用。开展以蚊媒传播病毒病为代表的黄病毒在蚊媒介导下的感染致病机制研究，对于东南亚地区相关流行性和爆发性病毒病的防控和治疗都具有重要意义。虽然这两种

病毒都属于黄病毒，结构类似，但感染后症状有所差别，如寨卡病毒感染后会影 响大脑神经发育，引起小头症，而登革热病毒未见相关报道，可能是两者引起的免疫反应不同所致。

寨卡和登革热等病毒与媒介昆虫协同进化，不仅导致了病毒对昆虫媒介的易感性和体内高度复杂性，并且能够利用媒介昆虫的介质作用，促进其在哺乳动物体内的感染与传播。媒介蚊子唾液腺内含有的多种蛋白分子，对其吸血和病毒传播具有重要促进作用。最近，我们单位联合清华大学、中国科学院生物物理研究所和中国人民解放军军事医学科学院等，首次从寨卡病毒的主要传播媒介——埃及伊蚊的唾液腺中，分离纯化出一个淋巴毒素受体的抑制蛋白 LTRIN，并发现它能够促进寨卡病毒在细胞和小鼠体内的增殖传播。该研究成果于 2018 年发表在国际顶级期刊《自然·免疫学》上。

在这项研究中，科学家借助体外细胞培养系统和动物感染模型发现，埃及伊蚊在吸血过程中 LTRIN 的表达水平显著上升，这个小蛋白通过作用于淋巴毒素 β 受体并且抑制其下游的特定信号通路，造成宿主被吸血部位的免疫水平低下，使得人体免疫系统反应滞后，给了病





毒进入人体的“时间差”，从而协助其传播。针对 LTRIN 的抗体可抑制埃及伊蚊介导的寨卡病毒感染的特征，如果提前用 LTRIN 蛋白免疫易感人群，将有可能降低寨卡病毒的感染概率。同时，该蛋白有潜力成为治疗免疫类疾病的候选分子。该研究探索了埃及伊蚊成功吸血的环境适应机制和蚊媒病原传播机制，揭示了寨卡病毒在自然条件下感染传播的内在机制，为挖掘相关抗病毒感染新药和疫苗开发都提供了重要的研究基础。

在自然界中，蚊媒病毒通过“人/动物宿主-蚊”的途径实现了生命周期循环传播，蚊虫在吸血过程中从受感染宿主的血液中得到病毒并被感染，它们再次叮咬时将病毒传播给新的宿主。研究发现，登革病毒感染人体后，病毒的非结构蛋白 NS1 可在感染细胞中大量分泌，并存在于患者的血清中。蚊虫在叮咬病毒血症期的患者后，能将 NS1 蛋白与病毒同时吸入自身

体内。清华大学的科学家率先发现 NS1 蛋白随病毒一起被吸入蚊子体内后，通过抑制蚊子肠道免疫系统，促进病毒尽快跨越蚊子的中肠屏障，完成对蚊体的感染。将优化改造后的 NS1 蛋白作为抗原免疫小鼠模型后，可显著降低受感染小鼠的出血率及死亡率；同时，也可降低蚊虫的感染率，起到抑制蚊虫带毒和动物感染的双效作用。该双效疫苗策略可在阻抑人体患上登革热疾病的同时，阻断病毒通过蚊子在自然界中的传播，是一个全新的疫苗设计思路。这项研究已于 2016 年发表于国际顶级期刊《自然·微生物学》上，首次发现了登革病毒非结构蛋白 NS1 在“病毒-人/动物宿主-蚊”传播循环过程中的重要作用，并阐明了 NS1 蛋白促进病毒感染蚊虫的分子机制，同时为新型双效疫苗的研发提供了新策略，也为登革热等蚊媒传染病的防控提供了重要手段。

本文作者系中国科学院昆明动物研究所研究人员

缅甸饮用水安全保障

文 / 王为东 栾富波 图 / Tin Mar Aung



缅甸现有 5400 万人口，其中近 1700 万人的饮用水安全存在隐患。目前，缅甸全国的集中供水率仅有 20% 左右，这一数字在世界范围内相当低，特别是在偏远的山区或农村，集中供水更加无保障。近年来，缅甸政府开始解决居民的饮用水安全保障问题，并拟于 2030 年实现全面集中供水。

最后的秘境之城

应中国驻缅甸大使馆和缅甸 Dr. Saw Mra Aung 基金会的邀请，我们作为中国科学院代表团成员，会同相关勘察设计和工程建设单位，于 2018 年先后两次赴缅甸考察当地的饮用水情况，先期聚焦若开邦妙乌（Mrauk U）古城农村地区，协助解决当地饮用水安全问题。若开邦位于缅甸西海岸，属山林密布、河川纵横的印度洋沿海地区，风景优美秀丽，历史文化十分悠久，堪称缅甸的一颗明珠。妙乌地处若开邦北部，曾是缅甸历史上强盛的西部王朝——阿拉干的都城。穿越千年的历史长河，如今这片土地上早已不见皇宫，但佛塔的遗址却较完整地留存下来。妙乌古城之所以被称为“最后的秘境之城”，主要是目前几乎只能依靠公路交通，且道路弯曲颠簸难行，在雨季，交通更是近乎中断。正因如此，这里原生态味道十足。当地村民依旧过着自给自足的传统农耕生活。漫步在妙乌的田园、土埂、村庄及小径上，仿佛置身世外，足以充分感受那份桃源仙境般的静谧、祥和与质朴，感受当地村民满满的幸福感。

饮用水忧患

妙乌地处亚热带季风气候区，又属沿海地区，因此气候受海风调节，季节性气候、水文、水质波动幅度较大。雨季时，受西南季风的直接影响，这里雨水充沛，年降水量高达 4000~5000 毫米（一般达 1000 毫米以上就认为降水丰富），但降水主要集中在 6~9 这 4 个月。雨季尤其是 6~8 月会有严重的洪水问题，在部分地区，整个村庄会有 50 厘米甚至 100 厘米的高度被水淹没。2015 年的大洪灾曾导致一个村

庄完全浸没于水下，全体村民只得迁至附近高山避险，村内无任何医疗卫生设施，教育仅有一所小学，就读初、高中的学生每天不得不乘船往返并发生过多起意外。和雨季形成鲜明对比的是，妙乌的旱季长达半年以上（11 月至翌年 4 月），地表蒸发量大，因此普遍存在旱季饮用水不足的情况。

作为缅甸的一座古城，妙乌约有 20 万人口，城区约 4 万人。城区周边有 3 座水库，水量充足，历史上它们互相连通，但目前连接闸门已被破坏，仅其中 1 座水库为城区供水。水库周边无保护设施，垃圾四处散落，牛羊出入其间，部分种植业及畜牧业带来的面源污染物在雨季会随径流汇入水库。水由泵站输送至山顶水池后，依靠重力原理供水，无相应的水处理措施。目前，这座水库只能维持城区三分之二的居民所需，其中一半的居民使用自来水，另一半定点取水。平时每天供水 1 小时，旱季则每 2 天供水 1 小时，每月收取 3000 缅币（约合人民币 13 元）的水费。对于架设入户的水管，每户首次需缴纳 22.8 万缅币（约合人民币 1016 元）的安装费。

当地地下水水位较浅，村民也抽取井水作为饮用水。受咸潮影响，井水可能为咸水，其中的铁和锰等元素时有超标，并伴有严重的铁锈味以致难以饮用。因此，地下井水作为非饮用的其他生活用途。同样，周边的河流也伴随海洋的潮汐而呈现规律性涨落，水质苦咸或不稳定，加上河流周边的水土流失、地表侵蚀及面源污染，当地村民除偶尔将河水用作饮用水外，多数情况下也用作洗衣和洗菜等生活用水。

水塘的重要性及挑战

目前妙乌多数村民的饮用水主要来自水塘。调查发现，这里的水塘资源十分丰富，基本村村皆有，少则一二口，多则数口，以截留天然降水，经简单沉淀后直接饮用。但周边往往缺乏生态保护措施，水塘系统缺少必要的梯级保护，水质存在安全隐患。据调查，该地区村民

到2030年的具体目标为：人人普遍和公平获得安全和负担得起的饮用水；扩大向发展中国家提供的国际合作和能力建设支持，帮助它们开展与水和卫生有关的活动和方案，包括雨水采集、海水淡化、提高用水效率、废水处理、水回收和再利用技术，并支持和加强地方社区参与改进水和环境卫生管理。

摘自联合国《可持续发展目标》

发生腹泻的情况非常普遍，饮用水可能是重要原因。2018年3月，我们通过实地采样检测发现，水塘水的色度、浊度及微生物学等指标超过了中国生活饮用水卫生标准。

我们分析调研结果后，梳理出了妙乌地区水塘存在的主要问题，那就是：整体面积偏小，一般为2000平方米左右，这意味着雨季储水量有限，无法维持每年长达半年以上的旱季供水。2018年3月，我们在现场调研时，发现很多水塘都干涸了，村民们需要到很远的更大的水塘取水。在水塘周围的汇水区，由于往往缺少必要的植被缓冲带等防护措施，地表径流冲刷侵蚀现象较严重，水源涵养能力弱；水体间或呈浑浊状态，底泥发生再悬浮现象较严重；部分水塘内的水生植被肆虐蔓延，其枯死腐烂后会败坏水质；地下水水层较浅并存在反渗问题，且受近岸咸水团倒灌入侵的影响，一年四季水质不稳定。

可见，妙乌地区水塘保护面临的显著挑战是：如何在满足旱季供水的同时，能有效地应对雨季强降水对水塘的冲击；如何有效发挥水塘周围缓冲带的生态拦截作用，充分保证水塘的水质安全。

中国的科技贡献

中国驻缅甸大使馆高度重视妙乌及周边地区的饮用水安全问题，希望依托我们在水源地生态保护方面的成功经验，在该地区建立以生态净化为主的水源保护示范工程，争取将项目做成有影响力、有显示度的中缅绿色发展合作典范工程。为此，使馆将在各方面给予全力支持。

我们的解决思路是努力实现产、学、研相结合，充分考虑缅甸现有的发展水平，减少化学药剂的使用，尽量采用物理拦截过滤，可优先考虑生物-生态协同净化，充分利用湿地的自然净化功能，在解决饮用水问题的同时增加区



“妙乌之眼”之一。妙乌有两口巨大的水井，每一口直径约5米，它们如同妙乌的两只眼睛仰望天空。



妙乌当地人习惯将谷糠倾倒入河边，它们腐烂后会对河水造成一定的污染。



妙乌古城内城与外城之间的池塘及其守护神的石雕像。

域生态景观效应，营造良好宜居的环境。若需引进设备，应考虑操作简便、持久耐用、容易运行维护等特性。对地表水源地进行改扩建时，应动员当地居民积极参与。工程结束后，应规范当地居民的取水、用水行为。考虑到缅甸饮用水安全问题的普遍性，建议优先建立示范试点项目，而后逐步推广，并与中国国内相关企业联合实施。

依据的主要原则是：贯彻人工诱导为辅、自然恢复为主的生态保护策略；因地制宜，就地造形，就近取材，就近处置；充分发挥系统

的自我维持功能，确保运行维护投入低和生态可持续；形成通用、易用、长效产品，起到样板效应，便于推广复制；采用沟、塘、缓冲带等典型线、面生态景观要素优化组合，协同循环净化；采取梯级保护方式，增加系统储水量，维持水质稳定性，增强抗冲击能力；从水质和水量两方面保障居民水源地的安全性。

我们希望通过长期努力以实现以下目标：充分发挥多水塘文化遗产的价值，构建沟、塘、渠、井、植被缓冲带，景观斑块镶嵌组合，显著改善区域内景观和生物多样性，提高对洪涝、干旱、咸潮等多种自然灾害的抵抗力。在水量方面，将水源区的蓄积量扩大一倍以上，并有效降低蒸发、散发量，使水源涵养能力提升30%以上，实现水量的充足保障。在水质方面，构建多级、复合的生态拦截和缓冲体系，构筑生态处理链，确保与人类健康密切相关的主要水质指标满足中国地表水环境质量标准（GB 3838的Ⅰ~Ⅱ类）。最后，我们希望立足于妙乌及周边地区取得的经验，形成通用、易用、生态、稳定、可持续的样板，并在缅甸和其他东南亚国家复制推广，让更多人受益。

本文作者系中国科学院生态环境研究中心研究人员



中缅两国专家组考察妙乌地区的饮用水情况。摄影 / 李仁



寻觅缅甸豆科植物

文、图 / 朱相云 张若鹏

缅甸地理位置独特，是物种在冰川覆盖时期重要的避难所之一，这里孕育着当今丰富的生物多样性资源，倍受全球生物学家的高度关注。缅甸位于北纬 9~29 度，处于热带季风气候带，属热带气候，是亚洲森林覆盖率最高的国家之一。缅甸植被大部分属于热带雨林，有棕榈、柚木、菠萝蜜及榴莲等重要的经济植物，其独特的地理环境导致该区域物种变异和分化样式十分复杂和物种多样性非常丰富，吸引了各国博物学家来此探秘寻宝。同时，缅甸属于亚洲生物多样性研究的热点区域之一，参与研究的国家和地区越来越多，这就要求我们具备高度

的智慧，主导和引领该项合作研究工作。随着中国“一带一路”倡议的有序推进，以中国科学院东南亚生物多样性研究中心为依托的区域合作研究日新月异，生机盎然，我们有机会参与其中并亲赴缅甸实地考察，以全面开展有关该国豆科植物多样性编目的研究工作。

有限的研究简史

豆科植物具有广泛的应用价值，与人们的生活密切相关，我们日常食用的绿豆、大豆和碗豆，药用的黄芪、甘草和苦参，名贵家具用材紫檀、黄檀和槐等均属豆科植物，备受人们



的关注和重视。豆科是被子植物中继菊科和兰科之后的第三大科，全球约 727 属 19325 种。初步研究表明，缅甸豆科植物约 211 属 1061 种，随着缅甸生物多样性考察的深入推进，准确的属种数目会在即将出版的《缅甸豆科物种多样性编目》中予以揭晓。

关于缅甸豆科植物的研究可追溯到 1807 年，首份标本由西班牙牧师、探险家兼植物学家 F. M. Blanco（尚待考证）采集，采集编号为 1895，中文名“攀缘羊蹄甲”。之后的考察主要集中在 1908~1938 年和 1952~1962 年。2000~2019 年，日本、韩国及中国等国的学者赴缅甸进行大规模的采集和考察，期间发表了大量的新类群，为丰富和研究缅甸植物区系提供了必要的基本资料。

豆科物种的大本营：我们的发现

2017 年 4 月~2018 年 12 月，我们分 3 次考察了缅甸克钦邦的葡萄县，钦邦的维多利亚山，曼德勒省的曼德勒和波巴山，内比都联邦区的内比都，仰光省的仰光，孟邦的毛淡棉，德林达依省的德林达依、土瓦以及丹老等地区，共耗时约 2 个半月。在此对当地豆科植物的分布做简要报道。

缅甸北部海拔大多在 2500 米以上，南部大多在 300 米以下。在茂密的原始热带雨林中，豆科植物中的乔木、灌木和藤本植物非常显眼，它们分别隶属于乔木层的合欢属、决明属、凤凰木属、黄檀属、紫檀属、猴耳环属及金合欢属等属植物，以及灌木和藤本层的山蚂蝗属、千斤拔属、排钱树属、黄花木属、葫芦茶属、羊蹄甲属、崖豆藤属、黧豆属、葛属、鹿藿属和鱼藤属等属植物。在次生林和人工林中，有酸豆属、千斤拔属、云实属和合欢属等属植物，也有黄檀属、山蚂蝗属和决明属等属植物。在灌木层中，有黄檀属、葫芦茶属、山蚂蝗属、猪屎豆属、木蓝属、蝶豆属、灰毛豆属、木豆属和葛属等属植物。在草本层中，有含羞草属、

山蚂蝗属、链荚豆属、豇豆属和葛属等属植物。在沼泽地带，有含羞草属和金合欢属等植物。海滨地区的豆科植物相对较少。

在缅甸西部的维多利亚山，除灰毛豆属、木豆属及木蓝属等属植物外，还有以龙脑香属的 *Dipterocarpus tuberculatus* 为主的建群种，也有漆树科山槎子属的 *Buchanania lanzan*、豆科的紫矿和奥氏黄檀、使君子科诃子属的 *Terminalia alata*、茜草科的心叶木和染色水锦树等，还有一些当地的竹子和人工种植的柚木。

次生林层主要分布于海拔 1200 米的区域，其灌木层包括桦木科的尼泊尔桤木、山茶科的西南木荷、锦葵科的翅果麻、马钱科的大序醉鱼草等，还有豆科的钝叶金合欢、香合欢、洋紫荆、膜荚见血飞、头花猪屎豆、假地蓝、假地豆、柔毛山黑豆、银合欢、大果油麻藤和须弥葛等植物。松林分布在海拔 2600 米以上地带，主要包括思茅松，同时还有杜鹃花科的树形杜鹃和珍珠花等，林下有豆科的头花猪屎豆、紫雀花及木蓝属等植物。栎林与杜鹃林位于海拔 2000~2900 米地带，林下有樟科润楠属的 *Machilus clarkeana*、壳斗科的蒺藜锥和木果柯等植物以及兰科的附生兰及眼斑贝母兰。

矗立山头遥望南边，会发现壳斗科栎属的 *Quercus semecarpifolia* 和树形杜鹃位于海拔约 2700 米的地带，还有林下的草血竭、西南委陵菜、藏獐牙菜以及高原鸢尾等高山植物，硕果挂枝头的尼泊尔黄花木位于山间小道两旁，尽显丰收的景象。在海拔约 2900 米的高山草甸上，适逢开花季节，*Potentilla montisvictoriae*、*Himalaiella natmataungensis*、球花报春、钝裂银莲花和象牙参属的 *Roscoea australis* 等多种植物分外妖娆。考察中，我们发现了缅甸豆科一新记录种“心叶木蓝”，2019 年 6 月将刊载于日本的《植物研究》杂志。随着考察的深入和标本的积累，新的分类群或新记录类群将会陆续发表。值得一提的是，黄芪属作为豆科植物第一大属，全

豆科植物的用途甚广，是木材、燃料、树脂和药材的重要原料，可作为草种、饲料、绿肥和大地覆盖物种植；而其作为可食用的高营养的农作物，其经济价值仅次于禾本科，为人类提供了22%的植物蛋白，32%的脂肪，7%的碳水化合物，是人类植物蛋白的重要来源。更重要的是，豆科植物能与根瘤菌共生固氮，改良土壤结构，提高土壤肥力，尤其在干旱或荒漠地区、新开垦的土地上，豆科植物还可作为先锋植物，成为生态体系中提供有效氮源的中心。

摘自熊义勤和汪自强2018年发表于《自然杂志》的论文《豆科植物的生物多样性和生态适应性》

球有3000余种，主要分布在北半球的温带地区；据报道，缅甸有该属植物3种，分别为小苞黄耆、合生黄耆、*Astragalus chlorostachys*。然而，以缅甸U Maung Gale-2 5909号标本为依据，它们曾被定名为*A. vicioides*，印度学者于2005年将标本J. H. Lace 6015命名为*A. khasianus*，经研究确认该物种实际为合生黄耆

合生黄耆标本



的同物异名。紫雀花属仅含1种，即紫雀花，主要分布在非洲东部及亚洲中、南部，中国的贵州、四川、云南及西藏均有分布，开花时期花梗直立，当花凋落幼果长出时，花梗变弯，其作用和机理有待深入研究。广义的葛属植物含20余种，主要分布在热带及东亚地区，缅甸有该属15个种。由于葛属植物根部含丰富的淀粉，可制成营养饮料制品。在缅甸的丹老地区，我们采集到一种生长在悬崖峭壁上的葛属植物，经过常年雨水刷洗，其块根裸露。猪屎豆属含700余种，主要分布在热带和亚热带地区，缅甸约有59种。在我们的几次考察中，都会遇到多种色彩艳丽的猪屎豆属植物。

保护及利用建议

在缅甸丰富的植物资源中，豆科植物占据着举足轻重的地位。如前所述，它们不但包含一般食用的大豆、菜豆、豌豆，还有药用的黄芪、葛藤；除观赏用的紫荆花和决明，也有皇家御用及收藏的名贵木材紫檀和黄檀等。由于缅甸属于非发达国家，其发展“整装待发”，指日可待，对于这些尚处于“原始保护”状态下的豆科植物稀世资源，亟待制定科学合理的政策，宜开发与保护并举，不失为发展之良策，而一旦滥用或过度开发有限的资源，将可能导致物种的灭绝，生态环境也会面临无法恢复的灭顶之灾。中国作为经济快速发展的国家，在过去几十年中有过深刻的教训，值得缅甸借鉴与灵活掌握。

本文作者系中国科学院植物研究所研究人员



缅甸水产的绿色发展

文、图 / 何竺柳 肖海东 董秋芬

东南亚与中国之间特有的地缘、人文及社会经济等优势，正成为中国企业“走出去”的首选地之一。近年来，中国的“一带一路”倡议得到了包括缅甸在内许多东南亚国家的积极回应，为跨国产业界的合作打造了优良的平台。如何在创造利润的同时助力区域社会经济的绿色可持续发展，成为企业界关心的话题之一。

我们在缅甸的首创

自 2009 年开始，我们公司开始派遣水产技术专家常驻缅甸，深度融入该国水产业全产业链环节，助力其水产养殖业的发展转型。例如，我们帮助当地一家水产饲料企业将产能从 2 万

多吨提升到 14 万吨左右，并为缅甸国家渔业部门的高级人员提供系统培训。2013 年，我们协助缅甸当地合作伙伴孵化出缅甸历史上第一尾人工生鱼（也叫线鳢、泰国鳢）鱼苗，生产出该国第一粒生鱼膨化饲料。生鱼在缅甸很受民众欢迎，但由于缺乏人工育苗和配套的饲料技术，生鱼供应一直依赖野外捕捞，价格也居高不下。2010 年左右，由于长期的过度捕捞，野生生鱼种群数量锐减。2012 年，应缅甸渔业联合会的邀请，我们派出两名生鱼苗种和饲料营养方面的专家，在当地合作伙伴的协助下，在仰光省和勃固省的 2 个养殖基地开展野生鱼苗标粗试验。“标粗”是养殖术语，即将小规格的苗种

置于相对小型的养殖设施中培养一段时间后，得到个头更大的苗种，以保证后期成体饲养的成活率，也能缩短养殖时间。试验期间，由于当地工人缺乏育苗标粗经验，加上语言不通，中方技术员要花费大量时间进行前期沟通和培训，部分育苗工具还要从中国采购。此外，缅甸雨季多雨、旱季持续高温的气候特点，也给标粗工作带来了巨大的挑战。尽管如此，2012年的试验还是取得了成功，总计标粗野生鱼苗约100万尾，为次年正式开展的生鱼人工育苗工作积累了宝贵经验。2013年，我们首次通过人工催产得到约2000万枚鱼卵，经过45天左右的标粗和驯食，共获得约600万尾规格为16~20克、可以完全摄食人工饲料的人工生鱼苗。该育苗技术的突破，给当地合作伙伴创造了巨大的经济和品牌效益，得到了他们的高度评价，并直接推动了膨化饲料在缅甸的普及。2018年，在“中国-东盟渔业资源保护与开发利用”项目的资助下，我们开始在缅甸推动和支持巴沙鱼的产业链进程，向当地合作伙伴提供孵化技术指导，提升苗种质量；推广精养新模式，开发专用饲料；开展肉色调控试验并取得显著的效果；协助加工产品出口中国。

水产养殖的天时地利人和

缅甸大部分地区属热带季风气候，其高温多雨的气候条件非常适合发展水产养殖。目前，该国拥有面积达810万公顷的内陆水体，境内第一大河伊洛瓦底江全长约2200公里，其规模不等的支流总长超过2600公里，流域面积约43万平方公里，为各类水生生物提供了优良的栖息地，也为淡水和咸淡水养殖提供了充足而优质的水源。缅甸濒临孟加拉湾和安达曼海，大陆海岸线长约2832公里，分为3个沿海地区：若开邦、伊洛瓦底三角洲和德林达依，拥有丰富的海洋渔业资源。实际上，千百年来鱼类就在缅甸人民的日常生活中占有重要地位，全国大大小小的市场上都能见到它们的身影。目前，鱼肉是缅甸最重要的动物蛋白来源，人均年消费30~40公斤。

天然捕捞是一个重要来源，人工养殖也举足轻重。据缅甸国家渔业部统计，目前，该国拥有淡水鱼塘约2.9万公顷，虾塘约4.1万公顷，水库水体面积约11.6万公顷，为水产养殖业的发展奠定了物质基础。据联合国粮食及农业组织（FAO）统计，缅甸2016年渔业总产量接近560万吨，其中约22%来自水产养殖。目前，水产养殖是缅甸第四大经济支柱产业，也是第四大出口创汇行业，2016~2017财年共出口约43万吨水产品，创汇约6.05亿美元。

发展史：引种国外淡水鱼

据考证，缅甸真正意义上的水产养殖业始于20世纪50年代。1953年从中国引进了莫桑比克罗非鱼，1954年从印度尼西亚引进了鲤鱼和从泰国引进了蛇皮毛足鲈，1955年从印度尼西亚引进了丝足鲈。此后10年，由于政府在水产养殖领域的资金投入不足，加上国内水产品消费市场的低迷，缅甸暂停从国外引进水产良种。在此期间，麦瑞加拉鲮、喀拉鲃、南亚野鲮（当地称作“Rohu”）等外来品种受到养殖户的青睐，但苗种依赖河流中的捕捞收集，种类和数量极不稳定，严重限制了养殖业的发展。为此，缅甸政府在具有发展潜力的伊洛瓦底三角洲地区建立了孵化场，并为养殖户提供技术培训。在FAO专家的协助下，缅甸于1963年采用激素注射技术成功实现了南亚野鲮的人工育种，后来当地技术人员改进了这一方法，将之应用于其他鲤科鱼类等。

为提高渔业产量并保持池塘水质，缅甸1967年从中国引进了草鱼、鲢和鳙等鲤科鱼类。虽然它们的经济价值低于本地鱼类，但因为可以调控水质，逐渐被养殖户接受。随着人们对高品质蛋白的需求以及经济的发展，缅甸开始引进一些高价值的养殖品种。1970年，南部若开邦的养殖户开始采用围网养殖斑节对虾，由于投资少且收益相对较高，这种养殖模式很快得到发展，几乎所有的咸水稻田和荒地都被改造成了养虾场。1980年，缅甸试养罗氏沼虾，

1982 年从泰国引进低眼无齿巨鲶。2001 年，从泰国引进了尖吻鲈，并在伊洛瓦底三角洲地区建立起配套的孵化场和网箱养殖场。截至目前，缅甸的水产养殖主要以淡水类型为主，占比超过 95%。

问题根源：薄弱的社会经济基础

缺乏政策及资金支持。政府将水产养殖归入农业，作为稻米生产的辅助产业。2014 年 8 月，缅甸国家渔业部和缅甸渔业联合会开始讨论缅甸水产养殖发展计划，但至今仍无结果。在缺乏政策和资金支持的情况下，整个行业逐渐陷入了一种长期不发达状态，交通、电力、给排水系统等基础设施高度落后，抵抗自然灾害的能力薄弱，这在 2008 年“纳尔吉斯”飓风及 2010 年的“吉利”台风带来的影响中表现得尤其明显。

技术与管理落后。缅甸大部分鱼塘集中在少数大型农场主手中，人均拥有 100~1000 英亩（1 英亩约合 6.07 亩）。由于单个面积较大（10~50 英亩）、专业技术及管理水平不到位等因素，鱼塘一直处于粗放及半粗放养殖状态。此外，研究不足，遗传资料库不完善，养殖鱼类长期近亲繁殖，种质退化严重，加上保种技术不过关等因素，导致鱼类某些优良基因丢失，优良性状开始退化。水产苗场较少，育苗设施和技术都比较落后，本地鱼苗和虾苗长期供应不足，只能依赖进口。苗种质量不稳定，出现性早熟、生长慢、抗病力下降等现象。

动物营养与饲料研究有限。大多数养殖户受资金和传统观念的影响，使用米糠、碎米、花生饼等进行投喂，饲料转换率低，原料浪费严重，造成水体富营养化、目标养殖对象营养不平衡等问题。目前，缅甸主要的养殖品种是低价值的南亚野鲮，且约 80% 都采用传统的粗放养殖模式，不使用商业饲料，放养密度低（每亩 200~400 尾），导致产量小且饲养周期长，鱼苗育成需花 2 年时间。而对虾、海鲈、巴沙

鱼等高价值且适合规模化养殖的品种由于缺乏配套的苗种、饲料和养殖技术，发展较为缓慢。

目前，缅甸能提供水产养殖技能培训的机构比较少。2019 年，仰光大学开设了鱼类学这一新学科，这在全国范围内是首次。由于起步晚，师资力量匮乏，尚不能满足该国水产养殖业发展需求。

发展途径：生态保护与科学研究并重

由于缅甸对海洋和内陆捕捞渔业管理不完善，民众渔业资源保护意识落后，境内天然捕捞渔获种类和规模都在减少。同时，红树林因遭受人工砍伐导致面积不断萎缩，水生生物的栖息地消失殆尽，一些沿海地区的鱼类丰度已降至 1979 年的 10%。近年来，缅甸海洋渔业资源仅为 2000 年的 40% 左右。因此，迫切需要大力发展水产养殖业以缓解海洋捕捞压力。

为实现水产养殖业从传统模式向绿色可持续发展模式的转变，建议政府、产业界、科技界密切合作，加大资金与技术投入，探寻适宜的水产养殖模式，提倡生态养殖理念，即根据动物的生活习性实现科学投喂，提高饲料利用率，减少污染。在偏远落后地区加强可持续水产养殖系统的开发与维护，如北部地区发展冷水鱼养殖系统，中部相对干旱地区发展小规模池塘和后院式养殖系统，南部河流水库地区发展池塘养殖、网箱养殖、稻-鱼生态养殖、鱼菜共生养殖系统，沿海地区发展滩涂养殖系统。

积极开展国际科技合作，发展综合选育和性别控制育种技术，培育高产、优质、抗病的优良品种。对濒临灭绝的水生动植物或脆弱的生态系统采取保护和修复措施，采用科学的方法进行管理和收获。加强水生动物饲料营养的研究与应用，鼓励当地企业在原料选用、配方设计、产品定位、生产加工等方面投入更多资源，除满足动物快速生长的营养需求，也兼顾对养殖水体的影响。

本文作者系广东联鲲集团有限公司缅甸团队成员



东喜马拉雅保护与发展的跨境合作

文、图 / 易绍良

从我国滇西的“三江并流”高山峡谷区往西，经缅甸北部伊洛瓦底源头区至印度东北部的广大区域位于喜马拉雅山脉最东端。该区域位于印度板块与欧亚板块碰撞的结合处，经历了复杂的地质历史过程，地貌地形复杂多样，是多个生物地理单元和生物多样性热点地区的交汇处，生态系统和动植物种类异常丰富。例如，仅中国高黎贡山国家级自然保护区及其周边地区就分布着近 6000 种高等植物。而且，东喜马拉雅区域还拥有大量特有珍稀的动植物种。这里也是傈僳、景颇、独龙、怒、藏等多个少数民族世代生息的家园，民族文化丰富多彩。以大面积的原始森林、高大的山脉和众多河流

为主体的生态系统，加上丰富的动植物资源，为该区域乃至全球提供了重要的生态系统服务，包括动植物基因、林副产品、栖息地、旅游景观、水资源等。上述特质使该区域成为游客向往之地，既是人类重要遗产，也是其实现社区可持续发展的重要资产。

为保护该区域具有全球重要意义的生物多样性，中国、缅甸和印度政府分别建立了众多保护地。位于中缅边境的高黎贡山国家级自然保护区就是其中之一，它是云南省面积最大的自然保护区、联合国教科文组织批准的“世界生物圈保护区”，以及“三江并流”世界自然



遗产地的重要组成部分。

然而，要真正实现有效的保护，仅凭各国的单打独斗显然不够。有关决策者和管理者必须超越政治边界，以生态系统和景观整体性为基础开展跨境合作，在政策、管理和信息等方面进行有效的沟通和协调。

跨境合作的重要性

在东喜马拉雅区域，从大尺度景观层次着眼保护与发展的规划实施尤为重要，这是因为：该区域从物种到景观层次的生物多样性、自然地理、历史文化和社会经济系统都具有强烈的跨境特征。许多旗舰物种如羚牛、怒江金丝猴、白眉长臂猿和稀有杜鹃花种类等都跨境分布，共同受三国保护。怒江、伊洛瓦底江和雅鲁藏布江等属国际河流。傈僳、景颇、怒等民族同源同宗、跨境而居，拥有相同或类似的宗教信仰和传统文化。自古以来，这些民族就存在跨境社会经济文化交流，这对其福祉十分重要。尤其是在中缅之间，生态系统的跨境分布及生态系统服务在两国内部及两国间的相互流动，已成为该区域的显著特征。中国是缅甸境内木材和药材等产品的主要市场。伊洛瓦底江、怒江等河流源起中国而流入缅甸。羚牛、怒江金丝猴等重要保护物种行走于两国之间。

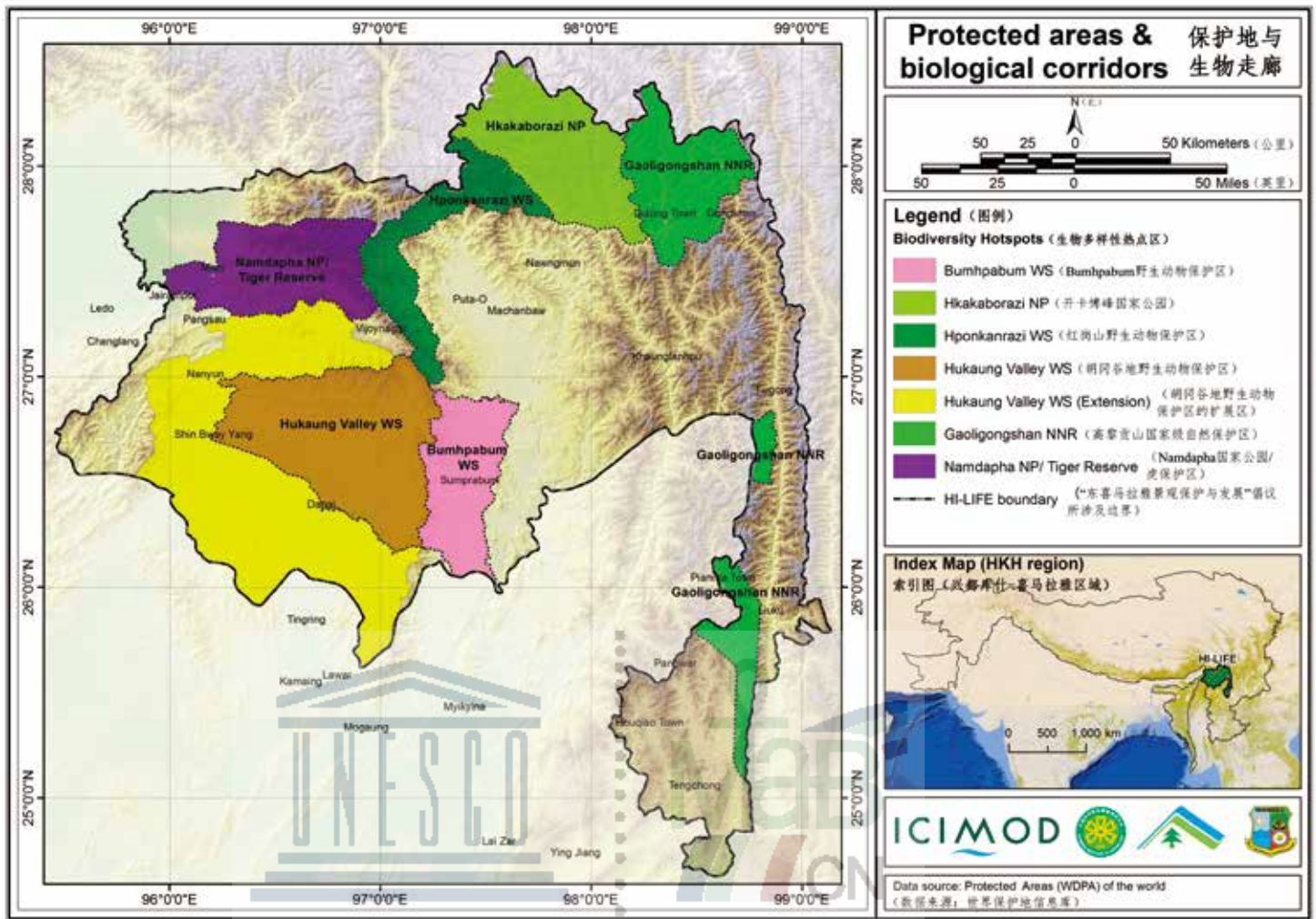
该区域面临的有关保护和发展的挑战也具有强烈的跨境性质。野生动植物非法贸易、非法采集生物资源、森林火灾、边境地区社区贫困、关键物种及其栖息地得不到有效保护、生物多样性信息不完整、农副产品交易困难等，都是有关国家面临的共同问题。例如，在中缅边境，缅方一侧频繁发生的森林火灾和边境地带广受国际社会关注的木材、野生动物非法交易等，不仅严重威胁该区域的生物多样性，也为边境管护带来极大的压力。因此，需要双方有关部门超越国界，在保护政策、管理执法、科学研究、生物多样性监测、数据分享、边境贸易等方面开展更加紧密的合作。

该区域开展跨境合作保护与发展具有良好的条件和机遇。在该区域内，分属于三国的很多保护地实际上已经相互毗邻或联结。例如，中国的高黎贡山国家级自然保护区同缅甸的开卡博峰国家公园分居国界线两侧，缅甸政府已经着手拓展该国家公园范围，使其与西边的红岗山野生动物保护区连成一体，而后者又与南边的胡冈谷地野生动物保护区以及印度一侧的南姆达伐国家公园连接。因此，这些保护地已经形成了一个巨大的自然保护地网络，为三国有关部门开展合作提供了极好的机遇。另外，缅、印两国都在着手将境内的部分地区申报为世界遗产地，而中国的高黎贡山也有计划申报为国家公园。因此，将来可能在该地区形成一个巨大的世界遗产地和国家公园区域，从而为跨境合作提供更加广阔的空间。

保护与发展倡议

从2008年开始，国际山地综合发展中心（ICIMOD）和中国科学院昆明植物研究所，缅甸自然资源与环境保护部，印度环境、森林与气候变化部共同发起了“东喜马拉雅景观保护与发展”倡议（Landscape Initiative for Far-Eastern Himalaya, HI-LIFE）。其宗旨是在该地区推广景观管理理念，改进跨境生态系统管理水平，改善山区生态系统，提高当地社区人民的生活水平和社会福祉，推动三国在生态系统与环境监测、生物多样性信息分享、民族文化保护、能力建设、农业技术示范、贸易及资源管理等方面开展跨境合作。

该倡议的工作区包括中国的高黎贡山—怒山一线、缅甸北部的葡萄县及其附近地区、印度东北部羌朗县的部分地区（注：在中印争议地区之外），面积约7.2万平方公里，涉及7个自然保护地、3个全球生物多样性热点区、2个生物地理区、8个生态区、9个国际重要鸟类分布区和3条重要的国际河流（怒江、伊洛瓦底江和雅鲁藏布江）。区内分布着虎、象、羚牛、小熊猫、长臂猿等众多重要保护物种，其中至



“东喜马拉雅景观保护与发展”倡议所涉及的中、缅、印保护地及生物走廊。

少有 120 多种动物被列入世界自然保护联盟《濒危物种红色名录》。工作区内居住着 20 多个民族，人口约 20 多万，经济发展水平极其落后，均属各国重点扶贫地区。

主要活动和成效

自倡议启动以来，我们借助主要合作伙伴的力量，组织开展了一系列的政策沟通、合作研究、学术与信息交流、学习考察和技术示范活动。例如，2016 年 12 月在云南昆明举办了“中缅边境北段生物多样性保护与可持续发展合作研讨会”，来自中国云南、缅甸中央政府及克钦邦的林业部门、科研院所、保护区管理人员走到一起，回顾中缅生物多样性保护与可持续发展合作的经验教训，明确新形势下需要

开展双边合作才能得到妥善解决的挑战与问题，探讨进一步合作的领域。

应缅甸政府的要求，我们 2018 年 2 月在缅甸首都内比都举办了“东喜马拉雅跨境技术合作计划研讨会”。来自三国的政府官员和专家学者展开讨论：如何通过跨境技术合作提高开卡博峰国家公园的管理水平，为其申报世界自然遗产地提供支持。会议的举办和提出的技术合作计划，得到了缅甸政府和联合国教科文组织有关专家的充分肯定。

倡议支持三国科学家就该景观区域开展生物多样性评估与研究，以及社会经济调查，共同出版学术著作，促进学术与信息交流。2018 年，

我们与中国科学院东南亚生物多样性研究中心合作，在缅甸葡萄地区开展了民族植物学调查，并组织中国科学院成都生物研究所专家前往葡萄地区，考察当地农村能源发展状况，探讨合作机遇。

倡议还资助三国科学家参加国内外学术会议，并组织了大量的区域性活动，为保护区管理员、政府工作人员和社区群众提供考察学习机会。例如，过去几年来，我们组织了近百人到中国和尼泊尔考察学习保护区管理、山区生态系统管理、观鸟旅游发展等经验。

主要挑战及展望

跨境合作涉及政治、技术、文化等多重因素，倡议在实施过程中遇到的挑战是多方面的。边境地区的政治敏感性、双边关系、政府与社区的关系、项目伙伴的兴趣范围和资源调动能力、各国优先考虑的领域等都会影响跨境合作的广度和深度。倡议必须通过充分的平等协商，寻找各方都能接受的内容和方式开展合作。

基于倡议的宗旨，我们今后将继续围绕以下几方面促进该区域的跨境合作：

通过培训和交流，推广先进理念和技术，协调各国在生物多样性保护、保护区及国家公园管理、社区可持续发展方面的政策与实践；

组织针对生物多样性、生态系统服务、社会生态脆弱性、气候变化及其影响等的区域性研究与监测，建立相关数据库和信息交换机制；

推动建立多层次的跨境合作机制，提高管理水平，有效保护生物多样性资源；

开发景观层次的信息、数据和知识产品，提高区域决策协调性和科学性；

推动中-缅或印-缅通过自身资源开展双边合作保护与发展项目。

中国参与的重要意义

保障国家生态安全。高黎贡山-怒江一带被视为中国重要的生态屏障和生态红线区域，是中

国《国家生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030）》所列的32个优先保护区域之一，而该生态屏障的有效保护在很大程度上有赖于中缅之间的跨境合作。

推动三国在东喜马拉雅地区其他方面的合作。该地区不仅是国际生物多样性保护的重要区域，也是中国政府提出的“一带一路”倡议的重要通道，其生态安全和社会稳定是该倡议顺利实施的重要保障。

符合中国的国家战略。中国《国家生物多样性保护战略与行动计划（2011-2030）》（项目17）提出“要通过跨境合作开展野生动物资源及其生境的研究，提出建立和管理跨境保护区的方法，试点跨境保护区管理系统和监测系统。”云南省自然保护区条例（2018年通过）明确规定“政府支持就生物多样性保护开展国际合作，要加强在生物多样性保护政策、科研和技术方面的国际交流，建立跨境保护机制，鼓励生物多样性保护与能力建设方面开展国际合作”。云南省的《生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030）》提出要在边境地区建立“联合保护区”。

开展保护与发展的区域或国际合作是各国政府的承诺。中、缅、印都是国际《生物多样性公约》（CBD）和联合国《可持续发展目标》（SDG）的签约国。这两份文件都要求各国积极开展国际合作来实现保护与发展目标。《生物多样性公约》明确要求各国通过全球或区域合作来达到生物多样性保护和生物资源可持续利用的目标。例如，怒江州是中国14个连片贫困地区之一，是扶贫攻坚的重点，我们积极利用跨境合作带来的发展机遇，将有助于该地区的早日脱贫并实现可持续发展。

本文作者系中国科学院成都生物研究所研究人员
国际山地综合发展中心自然资源管理专家
“东喜马拉雅景观保护与发展”倡议负责人



管窥东南亚喀斯特地貌的 生物多样性

文、图 / Alice C. Hughes

每当我们提及东南亚的生物多样性，通常首先会想到那葱葱郁郁的森林。然而，当地一种非常特殊的景观常会被我们遗忘，那就是面积约 80 万平方公里的以石灰岩为主的喀斯特地貌，它滋养着许多其他地区所没有的珍稀濒危物种。经过多年的努力，我们开始了解这个复

杂而隐蔽的生态系统，而它丰富的生物多样性和面临的巨大威胁使得进一步的研究变得尤为紧迫。我们要认识到，描述大量未知物种是一项艰巨而富有价值的任务，同时保护措施必不可少，否则我们将在毫不知情的情况下失去大量独特的物种。

位于贵州省兴义市万峰湖地区典型的喀斯特地貌。生态系统的属性决定，只有将中国西南地区、华南地区与东南亚相结合，在一个更为广阔的范围开展研究，才能完整地理解整个区域生物多样性的演变趋势，进而为有效利用相关生物资源、保护濒危物种提供科学支撑。



物种集结的“小洞天”

绝大多数喀斯特地貌特有的物种可能仅栖息在某一地的一座石灰岩上，包括一些独特的兰科、秋海棠属、苦苣苔科等，还有一些个体非常微小的、甚至可以放进针孔的蜗牛，以及一些美丽的壁虎。这些形态各异、迷人而又脆

弱的生物共同构成了一个独特的生态系统。喀斯特地区之间的天然隔离，使它们在很多方面类似偏远的岛屿，从而使栖居于此的物种通常很独特。实际上，喀斯特地区生物多样性水平普遍高于面积同等的岛屿生态系统，因为在石灰岩上可同时容纳狭域和非狭域分布的物种。

一旦失去一座石灰岩，就意味着生存在该地全部物种的消失，因此科学的发现和描述变得相当紧迫。然而，人类直到现在尚未完全认识生存在喀斯特地区的物种。事实上，中国 90% 的洞穴无脊椎动物是未确定种，在整个东南亚地区，可能也有同等比例的类似物种尚待发现。目前，东南亚区域对水泥的需求正日益增长，喀斯特地区分散的生态系统得不到保护，许多物种面临灭绝的风险，它们中的一些甚至还未得到科学描述。另一个问题是，那些被初次发现并被科学描述的物种可能会被人类大量捕获并进入宠物市场，从而面临灭绝的厄运。

管理和保护面临的挑战

首先，缺少一份非常精确的地图意味着一个研究、管理或保护计划的制定会变得非常困难。其次，东南亚区域正在不断扩大基础设施建设，对水泥的需求与日俱增，从而不可避免地导致一些石灰岩的丧失。可是，我们还不知道哪些喀斯特地区拥有丰富的生物多样性，其价值有多大。最后，即便我们已经知道哪些地区需要保护，仍有一个问题需要关注：喀斯特地区的气候和湿度由其周边的环境决定，然而，大面积森林砍伐导致地下水位下降，这可能导致喀斯特地区变得越来越干燥、温暖，从而降低无数生存其间的物种的适应性。

为了克服这些困难，我们研究组第一步工作是采用高分辨率遥感图像与地面真实地貌相互验证的地理空间技术，绘制出喀斯特地貌分布地图。为了最大限度地调查目标地区气候和喀斯特地貌间的关系，我们会选择最具潜力的区域入手，据此可以窥视整个景观中生物多样性

性是如何变化的，然后通过很多组别来理解生物多样性模式。通过了解当地生物多样性的驱动力，可以预测出需要重点保护的喀斯特地区。之后，我们将组建一个具有相关专业知识的合作团队来对喀斯特生态系统进行生物多样性调查和分类。目前，我们的项目横跨中国南方地区、缅甸和越南北部，但是我们希望能扩大范围，以更好地了解喀斯特地区的生物多样性和特有性背后的发展模式和进程。

我们发现的奇特生物

蝙蝠是哺乳动物中物种数居第二位的类群，有 1400 种以上。在东南亚区域，只有一半的蝙蝠种类得到科学确认。我们对蝙蝠的研究已经超过 12 年，在整个东南亚地区已经测量了数千只个体，领域涉及动物行为（如食性选择和迁徙模式）和种群遗传学等。在中国科学院西双版纳热带植物园周围，我们已鉴定了 42 种蝙蝠，包括中国新纪录彩蝠属的 *Kerivoula kachinensis*，以及一些稀有种如斑蝠，其中一些种群可能存在迁徙行为。据报道，一些蝙蝠可能迁徙数千公里远，但是我们仍在收集相关数据，以证明和研究它们迁徙的方式。例如，通过采集蝙蝠身上的毛发进行同位素测定，我们可大致分析其一年中所栖息和经过的地方。我们采用各种研究手段，包括特殊且非损伤性的诱捕工具、分子诊断技术及超声波记录分析软件。确定种类后，我们可以通过比较它们的食性来更好地了解相似的近缘物种如何共享相同的栖息地。

蝙蝠是一群非同一般但又常被误解的哺乳动物，经常被描述为电影里的怪物。实际上，它们中的很多物种对授粉、种子传播和害虫控制起到非常重要的作用，而且它们对自己的栖息地有着一系列令人着迷的适应性。蝙蝠身上每一部分的形成都是对栖息地和食性的适应。作为目前世界上已知最小的哺乳动物，泰国的凹脸蝠只利用一类非常特殊的石灰岩洞穴，也许是因为这种地貌特有的侵蚀方式使然。虽然一些物种可能会迁徙数千公里，但另一些物种

可能会被限制在单个喀斯特地区，由于适应性的产生而无法飞出森林。结果它们无法进行长距离飞行，且声波只可短距离使用。

我们关注的另一个群体是分布在喀斯特地区的壁虎，它们也是一个极具魅力的动物群，在喀斯特山地表现出高度的地域特有性，这意味着我们每次考察都会发现新的物种。在东南亚石灰岩壁虎调查与描述领域，美国拉谢拉大学由 Lee Grismer 领衔的团队拥有丰富的经验，我们与之开展合作。东南亚喀斯特地貌的壁虎分为弯脚虎属（东南亚洞穴壁虎）和脸虎属（中国洞穴壁虎），但二者的分布情况迄今仍不清晰，我们与合作伙伴正致力解决这一问题，同时阐明它们如何在不同地形地貌的影响下来回穿梭。目前我们才开始了解相关物种多样性和特有性模式，未来希望能充分理解它们在喀斯特地貌的定居过程，以此指导保护。

栖息在喀斯特地区生命形式是如此多样，表明了这些栖息地是多么的重要。再比如洞穴鱼类，它们通常是河流鱼类性状高度改变后的近亲，并且失去了色素，变成了鬼魅般的粉白色。这些物种可以在远离外界的幽深洞穴里发现，主要依靠蝙蝠带来的碎屑为生，而其他物种又依靠这些鱼类生存。如同其他洞穴生物，洞穴鱼也表现出高度的特有性。目前我们对其分布区域知之甚少，也不甚清楚这些不同的生物类群以什么方式占据喀斯特环境。

对喀斯特地区的许多小型无脊椎动物来说，它们完全依赖蝙蝠粪便，要么直接取食，要么间接利用，即整个食物链都锚定在蝙蝠粪便中，因此觅食返回的蝙蝠是新营养物质进入洞穴深处的主要渠道之一。为调查喀斯特地区无脊椎动物丰富的多样性，我们与国际同行合作，共同研究蜈蚣、千足虫和一种细长的洞穴甲虫。在洞穴外，我们则专注于喀斯特地区微型蜗牛的研究，在每个取样点，我们有时能获得多达 100 个的物种。



本文作者在缅甸掸邦东枝市的一个喀斯特山洞前设置雾网捕捉蝙蝠，并对其进行形态测量和物种鉴定，最后放飞。

同样令人惊讶的是，尽管植物喜欢阳光，但在洞穴中，即便在最低光照水平下，我们也经常能发现荨麻科和秋海棠科等类群的植物。荨麻科植物的光合作用机制仍然未知，而秋海棠科的光合作用机制类似公路上使用的反光器，即将光反射回细胞，再次用于光合作用。在此策略下，叶片常闪烁着蓝绿色的光。由此可见，与其他洞穴生物群体一样，这些植物也表现出高度的多样性和特有性。由于这些物种通常只生活在一个隔离的小生境中，它们与喀斯特地区分布的壁虎一样，可能既容易丧失栖息地，又容易成为收集者的目标。

我们调查的喀斯特地区在面积和形状方面呈现巨大差距。在越南，河江和老街拥有广大、崎岖的喀斯特地貌，它们是还未被承认的东南亚生物多样性中心；著名的石灰岩岛屿——喀

斯特巴岛和哈龙湾隐藏着许多新物种。迄今为止，这些相互隔离的喀斯特地区几乎都没有得到完整的科学描述，也极少受到保护。

走进缅甸的喀斯特世界

缅甸是一个生物多样性极其丰富的国家，但迄今为止，我们仍然只接触到其生物多样性的表面。充满挑战的政治局势意味着该国多年来对生物学家基本上是封闭的，但随着时代的发展，我们现在面临着抢在开发之前优先考虑建设保护区的紧迫任务。值得庆幸的是，我们在缅甸的工作得到了野生动植物保护国际（FFI），以及缅甸自然资源与环境保护部下设的一个德国洞穴俱乐部合作者的支持，我们由此获得了在缅甸东部开展调查的地理位置图；对于缅甸西部，我们使用了自己制作的喀斯特分布地图。

在我们之前，许多调查地点从未被研究，因此我们需要盘点每个地点的物种。我们的工作包括缅甸各地，其中一地只能由巨大的运石卡车开路，然后在陡峭的山坡上徒步才能到达。与大多数洞穴不同，那个特殊的洞穴里到处都是蝙蝠，甚至洞穴表面都被其粪块覆盖，岩壁上爬满了蜚虫。我们为许多物种记录了这一新的分布位置。当我们在这个洞穴中出现时，几名士兵和警察可能因为好奇而来。他们很惊讶于我们4个国籍不同的女性竟然组成了一支能在洞穴中自由穿梭的小分队，好像我们已经在里面待了几年一样。

可悲的是，并非我们访问的所有洞穴都鲜有人类涉足，许多已经被改建成寺庙或观光地。虽然其中一些只开放了洞穴的某些区域，但光线几乎反射到每一寸墙壁和地板上，与我们（或者蝙蝠们）喜欢光顾的洞穴相比，这里更像娱乐场所。在这些洞穴中，剩余物种的数量变化很大，许多洞穴只有耐受性最强和适应性最广的物种生存，有些洞穴里根本没有蝙蝠。然而，如果经营有方（即一些地区不受干扰，只有人们走过时的照明），旅游业可以为洞穴及其生物多样性保护提供资金。不幸的是，对于许多地区来说，洞穴似乎是寺庙地位和财富的象征，尽管这将不可避免地导致大多数物种的丧失。由于佛教是一种和平的哲学，因此应该更加努力寻找穴居动物与人类（包括访客）之间的平衡。

石灰岩洞穴为缅甸人民和其他物种提供了许多关于该地区令人难以置信的历史见证。站在一座拥有狭窄洞口的陡峭山峰顶部附近，我们看到一列火车在下面的山谷中驶过，这让我想起了该地区许多铁路的艰难处境，以及修建这些铁路时所失去的生命。然而，我们的调查地点更能让人想起更早期的人类历史。帕达林洞穴位于水库中一个小岛的尽头，周围是高耸的、大部分未经勘探的石灰岩山脉，其中包括超过1.5万年历史的洞穴壁画。沉积物分析结果

表明，这些洞穴和许多同类一样，已经成为人类历史的重要组成部分，时间超过6.5万年。

这些独特的环境在维持丰富生物多样性的同时还保存着悠久的人类历史，这令人着迷。我们在马来西亚和越南的调查地点在越南战争期间曾被用作避难地，也隐藏着坦克，无聊的士兵经常在此涂鸦。最令人痛心的例子来自越南的一个洞穴。经过数小时的徒步，我们穿过陡峭的石灰岩和混杂其间的深坑有条不紊地前进，尽管我们知道会被暴雨困在目的地。在那里，我们不仅发现了古代蝙蝠的化石，还发现了一具躺在安静而黑暗的房间的人类遗骸，他也许是为了躲避几十年前一场自己从未真正经历的战争。

在缅甸，我们调查的许多地点都有自己独特的物种，我们也至少了解一些物种的多样性模式。到目前为止，在我们发现的喀斯特依赖型生物群体中，周转率最高的地区是克钦邦和掸邦，我们的合作者在此地及孟邦更南的地区发现了许多壁虎新种。其他一些物种资源丰富的喀斯特地区由于处于民间地方武装的控制下而无法进入。

即使是在政局较为稳定的地区，我们的工作也充满挑战。开始时，我们在实验室分析地图，然而在实地调查时，要求研究人员徒步穿越各种类型的自然景观，乘船、爬山、游泳甚至潜水去查探这些喀斯特生态系统的里里外外。一旦我们艰难地通过洞穴完成调查并记录物种，就返回实验室作进一步分析，然后再返回现场收集温度传感器，记录下一年物种数据的变化，并就每一个独特物种的生态和相互关系获得新的见解。我们希望这种日积月累的工作终有一天能为东南亚喀斯特地区的生物多样性保护带来福音。

本文作者系中国科学院西双版纳热带植物园研究人员
热带生物学与保护协会亚太分会主席；鲁建美与陈艳华翻译



从湾鳄研究到伊洛瓦底湿地保护

文、图 / Kay Zin Than

对大多数人来说，夜里乘船外出寻找长达6米的鳄鱼简直就是一场梦魇。然而，在野外借着星光观察这些物种却也令人兴奋。问题是，很少有女科学家能孤胆直面湾鳄，在缅甸这样的国家尤其如此。就这里的很多野生动物而言，我们所知的信息少之又少。缅甸是东南亚主陆上面积最大的国家，海岸线从孟加拉湾至安达曼海绵延不断。缅甸北部地区大多未经开发，交通落后，但南部滨海地区人烟相当稠密，发展压力巨大。

介入保护

我过去的野外工作与树木相关，包括森林编目、森林生物量采样以及植被调查。作为博士论文课题，目前我的研究集中于生物多样性保护，关注湾鳄及红树林生态系统。在工作和学习中，我开始认识到生物多样性的重要性，也注意到自然保护与社区生计之间需要取得平

衡。在气候变化面前，缅甸红树林生态系统显得很脆弱，同时它们又是不断开发的对象，很多人生活其间。在此，我将分享自己有关湾鳄保护的初次经历。

在缅甸，很少有人知道湾鳄是受国家法律保护的动物。过去50年来，这里湾鳄种群数量急剧减少，原因在于旨在获取其皮革的商业性猎捕、鳄鱼养殖场的采集，以及因湿地变为农田而导致的栖息地丧失。目前，残存的湾鳄种群仅见于伊洛瓦底江下游三角洲地区的迈马拉岛野生动物保护区。迈马拉岛面积约137平方公里，拥有伊洛瓦底江下游地区残留的一片红树林，受国家保护。由于自然环境优越，如有咸水注入及红树林茂盛，迈马拉岛很适合湾鳄生存，是它们的栖居地和营巢地。实际上，红树林湿地、河流、沼泽、潟湖都是鳄鱼至关重要的栖息地。同时，湿地为多种生命形式提供了强有力支撑，

伊洛瓦底三角洲红树林面积约占缅甸全国的46.4%，同时全国经济高度仰赖该地区，人口也非常稠密。据估计，当地60%以上的土地都被开辟为稻田。除了渔业和集约化农业经营，采集红树林作为薪柴也是当地村民收入来源之一。1924~1995年，伊洛瓦底三角洲红树林面积从2345平方公里下降至1786平方公里，且还在持续减少。值得警醒的是，1990~2000年，包括红树林在内的森林面积损失了20%以上。有人预测，一旦保护不力，伊洛瓦底三角洲地区的红树林将在2026年消失殆尽。未来若干年，由于伊洛瓦底流域堤坝的建设，下游岸线的侵蚀速度将大为加快。

本刊编译自Bijeesh Kozhikkodan Veettil等2018年发表于学术期刊《Hydrobiologia》上的论文
“Rapidly diminishing mangrove forests in Myanmar (Burma): a review”

是一个生产力水平很高的生态系统，它提供了丰富的鱼虾蟹贝，满足了当地社区在生计方面的需求。由于吃饭问题最为优先，红树林不得不让位于种植业及水产养殖业。结果，人们无区别地砍伐和清除红树林。

另一个慢性杀手是，人们大量砍伐红树林用作薪柴，不仅供伊洛瓦底江下游地区使用，还被制成木炭输入仰光这样的大城市。我们发现，迈马拉岛保护区周边的红树林已经遭受砍伐，

并深受其他各种形式的人为干扰，如农田的扩张和新村庄的建设。因此，人-鳄冲突在这些地区显得稀松平常，毕竟留给鳄鱼的地盘太少。当地大多数人憎恶和害怕鳄鱼，因为它们会伤人，或会给人们的生产生活带来麻烦。如果要在湾鳄的栖息地范围内保护它们，很重要的一点就是知道它们在全国的分布格局、种群数量，以及自然环境和人类活动如何影响它们的栖息地。在自然保护中，需要整合人们的态度和知识，因为湿地无论对人还是其他物种生存都很重要。



本文作者（左二）在查看布设的相机阵列



实地调研

为促进湾鳄及其栖息地的保护，我们在迈马拉岛保护区及与之毗邻的卡登卡尼、彬达雅这两片受保护的森林开展研究。保护区从主管到普通员工都非常欢迎我们的到来，渴望一起合作开展调查研究工作，以加强生态保护。他们乐于助人，精力十足。

伊洛瓦底地区每天有两次大潮，均发生在12个小时内。退潮期位于最高潮和最低潮之间，当水从岸线流回海里时，可以清晰地看到河岸。我们发现退潮的夜里最容易找到湾鳄。鳄鱼天生就是神出鬼没的夜行性捕食者，手电筒发出的光在照到它们的双眼时会反射红光，并与其他动物眼睛反射的光有明显区别，因此容易辨认。在星光熠熠而静谧的午夜，我们坐着船，打着大功率手电筒搜寻湾鳄的踪迹；一旦目击，就记录其所处位置，估测体长并记录其他相关的环境信息，如水体盐度和酸碱度、河流的深度和宽度等。为获得湾鳄完整的活动信息，我们白天沿着研究区域内30多条河流展开调查，记录动物及环境状况。

在湾鳄交配和产卵季节，我们在保护区布设了相机阵列，以监测其繁殖状况。鳄鱼是变温动物，会根据周围环境温度调节体温。因此，当你发现一条鳄鱼在岸边晒太阳时，说明它在吸收太阳能。如同其他哺乳动物，鳄鱼也有护幼行为，如找到一个合适的地方营巢，并保卫

其巢穴直到后代孵化。社区居民称，通过仔细查看湾鳄的巢穴，他们就能估计雌性的尺寸和年龄：若巢穴很大且营建在偏僻的红树林区，那么主人就是成年鳄鱼；如果巢穴靠近岸边，很明显属于亚成年个体。可见，传统生态知识在估计湾鳄种群大小方面十分有用。

在保护区里，主要的红树林树种有银叶树、角果木、沼泽刺葵等。我们发现，湾鳄主要利用卤蕨这种红树林蕨类植物来建造和加固巢穴。在雨季，我们搜寻到的所有巢穴都位于卤蕨斑块内，令人称奇。调查研究期间，我们还不时邂逅其他动物，如伊洛瓦底河豚、野猪、亚洲胡狼、豹猫、一些栖息于红树林的蛇类和濒危鸟类。

除鳄鱼外，我们也开展植被调查，并记录保护区及周边森林中捕猎和非法伐木发生的具体地点，以评估人类活动对湾鳄栖息地的干扰程度。最后也是最重要的，我们试图从周边的居民那里找到答案，以确定野生动物保护区在管理和保护中面临的关键性挑战。我们共访谈了200多位居民，以了解他们在湿地生态系统和湾鳄生态方面的态度、觉悟及知识。

保护及其局限性

我们的野外调查工作在2018年3~6月连续开展，共建立了6处营地。2个调查小组同时从营地出发前往目标河流。一天的工作结束后，2

支队伍返回集合地，以确保调查是独立完成的。我们租用了2艘船，一艘来自保护区管理机构办公室，另一艘来自私人租赁部门。在伊洛瓦底地区，所有船只都是木制的，采用7马力及其以上的发动机驱动。即便我们尽量降低速度，马达声依然很响，给研究造成了不便，尤其是在夜里搜寻和统计湾鳄数量时。虽然保护区也有野外台站，但缺乏电源和淡水供给。可见，在制定当地长期的保护规划时，需要重点解决这些问题。

我们的研究显示，大多数湾鳄是在保护区中发现的，只有少数个体在毗邻的两处受保护的森林中发现。在保护区中，残留的红树林长势还算不错，而在那两处受保护的森林里，看到的却是退化的森林，即灌木林和人工林，大片地块被农田、村庄或房屋侵占。在伊洛瓦底三角洲，农民在资金等方面的投入有限，加上受教育程度低，高科技信息的接触渠道缺乏，结果他们难以实现土地的可持续利用，只能在小块的土地上耕作，依靠低下的产量养家糊口。为了获得新的土地，农民不断向红树林扩张。几十年前，两处受保护的森林为湾鳄提供了适宜的栖息地，但现在很少看到它们出没，这可视为一种警示信号：湾鳄的栖息地正逐步萎缩。保护区名义上受完全的保护，但非法伐木和捕鱼在周边村庄司空见惯。即便保护区不断派人巡逻，力图控制所有的非法活动，但执法效果并不理想，尤其是非法伐木难以发现。原因在于保护区管理人员不足，以及周边村庄缺乏可持续生计手段，人们只能沿着进出保护区的河流捕鱼，以获得维持生计的资源。

虽然湾鳄并没有明显地受到捕杀的威胁，但不幸的是，我们在保护区内调查时还是发现了一头亚成年个体死于人手。我们需要认识到，保护区周边社区居民生活赤贫，尚未从保护中获得生计发展的好处，因此执法并不足以支撑保护区的全部工作。尽管当地人能意识到红树林在维护他们生存环境方面的重要性，如在自

然灾害发生时提供庇护，但不会承认鳄鱼在湿地生态系统中的重要角色。实际上，保护了鳄鱼，也就保护了湿地生态系统，人们的生计也就有了保障。因此，我们必须经常组织和开展居民生态意识提升计划，向他们阐述湾鳄及湿地保护带来的好处，即生态系统服务。

在处理人与鳄关系方面，需要正视的一个问题是如何避免或减少鳄鱼对渔民的袭击。为此，保护区管理机构采取多种机制，让人们注意到那些难以预料的、潜在的袭击，尤其是在湾鳄的交配和产卵季节，此时它们具有强烈的攻击性。当地人已经注意到鳄鱼对他们的生命造成的严重威胁。由于湾鳄天生就是危险的捕食者，因此政府必须考虑防卫政策，加强立法并制定行动计划，既能保护人，也能保护鳄，让二者在野外能共存、共荣。

科研方面的长远打算

目前，我们正采用地理信息系统等方法分析所取得的数据，相关结果将为评估鳄鱼种群数量、年龄结构、分布型式，以及环境对它们适宜栖息地的影响程度提供强有力的支持，以长远地指导保护区的工作。由于湾鳄的栖息地因人类的过度干扰而破碎化，因此在保护区周边建立缓冲区不失为一个可行的机制，便于生态系统恢复和生物多样性保护。同时，更多有关湾鳄种群发展趋势及行为生态的研究仍需加强，以绘制湾鳄在缅甸全国实际分布地图。由于湿地里还生活有许多重要或独特的物种，如迁徙性和居留性鸟类、蛇类、蛙类、鲸豚类、蝙蝠类、水獭、穿山甲等，同样需要我们关注其种群动态，而这部分数据至今仍很缺乏。在河口和近岸等地区，可能有一些新物种值得深入调查。总之，我们需要开展更多跨学科研究，使我们在尚有机会前通过保护高度丰富的生物多样性，建立一个安全且可持续的湿地生态系统。

本文作者系缅甸自然资源与环境保护部林业司
湿地管理处官员，中国科学院大学博士研究生
先义杰编译



缅甸兰花研究的未来力量

文、图 / Ye Lwin Aung

我的研究对象是缅甸兰科植物多样性。中国科学院植物研究所拥有亚洲最大的植物标本馆，这为我的研究提供了极大的便利。除了室内工作，有时导师金效华博士会带领我一起去野外采集标本，有时由我独立完成。3年来，我几乎走遍了缅甸兰花栖息的不同环境，尤其是许多保护地，例如克钦邦的红岗山野生动物保护区和开卡博峰国家公园、实皆省的阿郎多·卡萨帕国家公园、曼德勒省的波巴山国家公园、钦邦的纳玛唐国家公园、掸邦的东枝-格劳-茵莱湖林地和东枝鸟类保护区、德林达依省的德林达依自然保护区。我一共采集了约 1000 份标本，其中包含新物种葡萄贝母兰、葡萄天麻、葡萄齿唇兰，以及一些新记录种。

深入研究发现，缅甸的兰科植物与喜马拉雅地区的种类存在或多或少的联系，而缅甸的种类则与马来半岛地区的种类存在类似的关系。基于野外研究，我发现缅甸的兰科植物多样性非常高，值得国内外学界和生态保护界关注。在缅甸，石斛属和石豆兰属各包含 100 个以上的物种。此外，其他常见属如贝母兰属、羊耳蒜属、鸢尾兰属、石仙桃属、苹兰属、万代兰属各包含 20 个以上物种。根据我最新的清查，缅甸的兰科植物比前人于 2003 年发表的结果多出 200 种左右，为 1032 种，归入 149 个属。根据我的野外观察及相关文献综述，缅甸大约 40% 的兰科物种处于濒危状态，超过一半为无危。有人

估计，将来会在缅甸发现至少 150 种兰科植物。显然，当前的植物学研究大大低估了缅甸兰科植物多样性水平，因此大有潜力可挖。

中缅两国依山带水，世交友好。近年来，我们国家积极响应中国的“一带一路”倡议，双方在多个领域的合作都取得了良好进展。为加强缅甸的人力资源建设，“一带一路”倡议每年都为我国优秀青年提供奖学金，使我们能进入中国的知名大学和研究机构学习并获得硕士学位。

周围人以及我都对未来充满期待，尤其是带着强烈意愿从事生物多样性保护事业。在正式教育方面，只要条件允许，我希望继续攻读植物学专业的博士学位。由于我同时也是缅甸林业司的工作人员，因此期待回国后能将从中国学到的知识技能应用于保护。借助于中国提供的“火种”，我愿意更加努力学习，在国际学术界和生物多样性保护领域做出缅甸的贡献。在中国科学院大学从事我感兴趣的研究让人感到骄傲，也期待将来能深入参加中缅合作开展的生物多样性研究和保护项目。在此，我很高兴地提及中国科学院东南亚生物多样性研究中心，它与我所在的机构正密切合作。显然，生物多样性研究这一神圣的事业将让双方的合作前程远大，成果丰硕。

本文作者系缅甸自然资源与环境保护部林业司规划与统计处官员，中国科学院大学硕士；先义杰编译



为虎而行
德曼迪野生动物保护区科考记

文 / 李仁 先义杰 图 / 蔡石



摄影 / 谢震霖

2019年5~6月，在中国科学院国际合作局和中国科学院东南亚生物多样性研究中心的支持下，本刊编辑先义杰与特约摄影师蔡石参加了中缅第八次生物多样性联合科学考察。本文将再现科考场景，并与读者一道感受缅北德曼迪野生动物保护区的魅力。

“它带着不可一世的威严，从印度那加兰的森林起步，一路向着缅甸方向巡行。等过了德曼迪，就是朝思暮想的胡冈谷地。啊，多年不见，那里的小伙伴们是否安好？”这是我们根据2016年2月印度那加兰地区一次有关虎的目击记录推想的情景。在全球生物多样性保护体系中，虎无疑是最受关注的动物类群之一。在缅甸《国家野生虎保护战略行动计划》中，已经强调了德曼迪（Htamanthi）作为虎迁徙走廊的关键地位。然而限于交通及后勤保障等因素，当地有关生物多样性的基础研究极度薄弱，给保护管理工作和社区可持续发展带来了巨大障碍。为此，中国科学院东南亚生物多样性研究中心（以下简称“东南亚中心”）与缅甸林业研究所一道，于2019年5~6月组织开展了中缅第八次生物多样性联合科学考察。

辗转的行程

过去几年来，东南亚中心的考察重点位于缅北克钦邦的葡萄镇区，许多考察物资也囤积在那里。由于交通不便，加上政局不稳，该批物资无法调配到德曼迪，只能重新置办。5月14日，队伍携带各种笨重的物资于昆明集结，经1.5小时左右的飞行抵达缅甸首都内比都，与先期抵达的队员们会合。次日，我们转乘大巴北上，约4小时后抵达缅甸第二大城市曼德勒，而物资由一辆卡车直接从内比都运往德曼迪附近的霍马林镇区。16日，考察队经1.5小时左右的航程抵达霍马林。该镇位于钦敦江左岸，处于德曼迪保护区的延伸范围，是亚热带湿润气候与热带草原气候的交错带。霍马林南部是汇入钦敦江的乌尤河，其泥砂中含有金粒甚至小金块。当地居民主要种植橡胶，也套种菠萝及茶叶。

当天收拾停当后，考察队队长、中国科学院西双版纳热带植物园的权锐昌研究员带队前往德曼迪保护区办公室，与负责人U Win Hlaing等一起细化考察行程，其中特别关注了亚洲象和毒蛇等可能带来的人身伤害。18日，我们约20人的队伍连同物资一起，乘坐一艘小型渡轮，逆钦敦江而上，约8小时后抵达德曼迪镇。渡口两岸是几棵胸径约2米的豆科植物——雨树，其枝干伸展自由，如同一把把巨伞标识着渡口的位置。在保护区前哨站过夜后，次日我们经3小时航行抵达钦敦江与其支流Nam Ei Zu河汇合处，再改乘马达驱动的小木船逆Nam Ei Zu河而上，期间经历了几次搁浅，约1小时后终于抵达保护区设立于该小型流域的保护站并建成一号营地。

溯流钦敦江

在钦敦江航行途中，水面不时漂来大片灰白色且轻薄的碎屑，那是蜉蝣蜕去的外壳和死亡的尸体。据研究，这类动物的卵孵化后，幼体需在水里生活1年左右才成熟，在此期间，它们蜕皮20多次，并经历一个半成熟期，然后会沿着水生植物或石头爬出水面，短暂停留后迅速蜕皮变为成体。成体白天躲藏在草丛或树叶下，傍晚开始在水面集群活动，成为鱼儿的捕食对象。成体在少则几小时，多则一两天的生命历程里必须尽快完成交配。由于成体的口器退化而无法取食，因此只能靠前期积蓄的能量维持生命。当雌雄个体完成繁殖任务后即死去，并落入水中成为鱼类的食物。苏轼的《前赤壁赋》里写道：“寄蜉蝣于天地，渺沧海之一粟”感叹生命之短暂，人生之渺小。而我们也在感叹：“这里的鱼儿怕要被这些高蛋白的食物撑死，



我们靠食物诱捕的方法还能得到多少鱼类标本呢？”不过，蜉蝣对当地居民却有不一样的价值。我们发现，他们三三两两地乘木船或站在江边打捞蜉蝣，晒干后，可用于制作当地的一道菜，类似于小煎饼，口感不错。

以蜉蝣等生物饵料的丰富程度及沿江环境的自然性为线索，我们推测钦敦江的渔业资源比较丰富。事实上，我们沿途看到不少渔船，基本以普通丝网作业，而岸边一些区域则插满了竹竿，上边挂着网片，丰水期纳入鱼苗，退水后长大的鱼儿被拦截，就可获得收成。



在霍马林到德曼迪江段的堤岸边，我们看不到任何工矿设施和城市，仅有一些小型的村落，佛塔的金顶在岸上的树林里熠熠生辉，人们自由自在地生活和劳作，他们把大量的竹子捆扎在一起，形成一个大型的竹排沿江漂流。有时，我们还能发现几十间聚在一起的茅草屋，沿着岸边排开，那是水上人家。“猴子，猴子！”位于后舱的权锐昌研究员惊呼，我们循声望去，发现一群猕猴正从岸边往斜坡逃窜，估计正在喝水的它们被船舶的马达声吓坏了。在岸边以及江中心的沙洲上，鸬鹚、牛背鹭、钳嘴鹳和大群的栗树鸭显得很淡定从容。若不是轮船的汽笛声提示着现代化的痕迹，钦敦江看起来似乎和一两百年探险家眼中的情形并无多大变化。



摄影 / 谢震霖

高温的伤害

保护区在 Nam Ei Zu 河的保护站修建在岸边的一处台地上，视野比较开阔，类似军事要塞。站点由一座两层的小木屋和一些简易的辅助设施构成。显然，我们这么一大队人马超出了站里的接待能力，因此就临时搭建了3顶帐篷。而保护站的草棚就成为我们就餐和压制植物标本的场所。5月20日，我们开始了第一天野外采集工作，一队徒步进入森林，另一队乘坐2艘小木船溯 Nam Ei Zu 河而上。上午的气温还算凉爽，接近中午时分，热带干热气候的威力陡然显现。当时正值旱季末期，温度为全年最高，





摄影 / 金立旺 (新华社)



摄影 / 金立旺 (新华社)

达 40 多摄氏度。森林小队顶着烈日，一边在密林里开辟前进的道路，一边采集标本。就在这时，来自中国科学院植物研究所的朱相云研究员和中国科学院华南植物园的邓云飞研究员相继中暑，开始感到头晕、反胃和乏力，紧急救护之后，第二天才开始好转。他们两位已经有数十年的野外工作经验，类似中暑的情况实属罕见。水上小队尽管没有徒步之苦，道路通畅，但却直接暴露在烈日下，皮肤被晒至脱皮。河谷里无风，即便躲在树荫下依然很热。来自中国科学院西双版纳热带植物园的杨斌、曾晓东和丁洪波等索性跳进 1 米多深的潭里，在流水的降温中就餐。为避免食物腐烂变质，考察中自带的餐食以米饭和肉干为主，没有汤水，只能就着饮用水一起咽下。这次考察还有一次意外，5 月 20 日黄昏，来自《文汇报》的资深专家谢振霖老师不慎被船的螺旋桨割伤了手掌，伤口长达 4 厘米，深约 1 厘米，血流不止，缅方队员 Padang Aung 赶紧采取了专业的救护措施。为防止高温等因素对伤口带来的潜在危险，次日我们派人将其送至德曼迪镇做进一步观察，幸运的是伤口最终愈合良好。

Nam Ei Zu 的动物大会

如果说德曼迪是野生动物的乐园，那么 Nam Ei Zu 河就是园中的舞台。2015~2016 年，国际野生生物保护学会等机构在该河谷布设了红外相机阵列，发现了 2 头虎、9 头云豹、12 头云猫。每天破晓时分，一号营地周边就有 4~5 群长臂猿集群吼叫，闻其声而难见其形。就在抵

达保护区当天，杨斌等就开始抓紧开展植物预采集工作，就在黄昏返程途中，他们在距离营地几公里处的河流上游发现了一只奇怪的动物，昏暗之中它潜伏于岸边，距离考察船五六米距离，被发现后猛然掉头逃入灌丛里，让考察队员们既兴奋不已，同时又猝不及防，丁洪波赶紧用拍摄植物的微距镜头拍下那一瞬间。回到营地后，他们报告了这次目击记录，认为有些像鳄鱼。权锐昌研究员仔细查看后，也无法从这些模糊的照片中鉴定是什么动物。“看起来不太像水蜥蜴，因为它尾巴的截面是圆的，而我们现场看到的尾巴似乎竖而扁，有点像鳄鱼。”他们真后悔当时没扑过去把它抓起来。据研究，现存的鳄鱼也就 23 个物种，如果在缅北这样的淡水生态系统里能发现鳄鱼新物种，那真是了不得；或者哪怕是一条分布的新记录，也是很重要的发现。权锐昌研究员建议，次日不妨顺路再查探一番。当晚，水上小队有了另一个名称“鳄鱼小队”。

当地时间上午 9 点左右，鳄鱼小队乘着 2 艘小木船出发，谢振霖老师等把相机切换到长焦并高速连拍状态。在接近昨天的目击地时，大家变得高度紧张兴奋，但最后什么也没有发现。不过，我们依然在前进中保持战备状态。“它在那里！”处于船头的杨斌惊呼，果然在几十米开外的河中央，一头动物正从左岸向右岸游去，它的头部和背部仅有一小部分露出水面。才一瞬间功夫，它就躲进竹木灌丛里。遗憾的是，我们仍然只获得其模糊的影像。



摄影 / 谢震霖



该河谷视野开阔，右岸陡峻并长满了参天大树，左岸是一片沙滩，再过渡到一片长满次生林的缓坡。沙滩上有很多动物足迹，可以辨识的有黑熊、灵长类、偶蹄类。“前不久有大象来过！”船长 U Kyaw Thu 等惊呼，随即指向沙滩与缓坡交界处的一串足迹。脚印真大，足够一个人站在里边。就在旁边，是大象干燥的粪便。看来，这片河谷是干旱气候下动物们的一个舞台。在评估了安全情况后，小队当即决定留人蹲守，还留下一个抄网方便抓住“鳄鱼”。

中午，太阳几乎把大地烤化，我们躲在缓坡旁的树荫下，竖着耳朵探听周围动静，并不时扫描水面。隐约间听到竹木噼啪折断的声音，那是野象在远方的森林里活动。河谷里的动物们似乎也畏惧烈日，几乎蛰伏不出，只有白胸翡翠、黑背燕尾不时在河对岸出没。就在我们昏昏欲睡之际，船长 U Kyaw Thu 猛然指向对岸的树林，原来是一只冠斑犀鸟正在采食榕树的果实，随后又有一只赶来，果实不时啪嗒啪嗒掉到它们身下。我们在几十米开外拍了好一阵后它们才飞走，其翼展是如此的宽大，虎虎生风，颇有王者风范。就在犀鸟离开不久，我们又发现更高处的树丛中有物体在晃动，仔细一看是一群猕猴，其中一只偷偷地拨开树枝查看我们的动静。估计它们等着迁移到河边饮水。返程途中，就在我们查看两岸植被状况时，远远发现树顶上有一团深色的物体，起初以为是蜂巢之类，靠近一看，原来是一只蛇雕，它不时啸叫一声。果然，我们在附近一棵树上看到了另一只蛇雕，它们一唱一答，全然不顾

从下方穿梭的我们。

两岸的树木在大自然的新陈代谢和自然灾害的侵袭下，常常倒伏在河里，在微生物的分解作用下，最终变成养料返回大自然。其中一些倒木是如此巨大，它们的树干长十多米，胸径达 1 米，几乎拦断了半条河流。充足的养分和几乎不受干扰的自然环境，使 Nam Ei Zu 河成为水生动物的天堂。在一些深潭里有大群鱼儿活动，体长有二三十厘米。刚抵达一号营地时，中国科学院昆明动物研究所的秦涛和当地船长们拿着抄网在河里采集鱼类标本。一名船长不断地往返于河里和岸边，每次手里都握着一根从水中捞起的腐朽的竹筒。在岸边，他在众人的围拢中缓缓地将水倒掉，有一次，突然一条长约 15 厘米的鱼像蛇一般滑出，它很有力气，背上还有一排尖锐扎人的刺，大家齐心协力才好不容易抓住它。据秦涛描述，这种鱼叫大刺鲃，在中国长江以南各水系均有分布，但近年来受生态环境变迁和水污染的影响，其数量已锐减，野外很少能采集到。接下来的几天里，我们通过食物诱捕和传统网具捕捞的方法，陆续获得更多大刺鲃及其他近 70 种鱼类的标本。

动物与社区

由于日程紧张，我们此次难以深入社区开展调查。不过我们得知，保护区管理部门为考察队配备了一位猎人 U Kyaw Aung，于是对他进行采访。在谈及人与象的关系时，他说，这在德曼迪保护区是和谐的，大片的次生林为亚



蛇雕



冠斑犀鸟 摄影 / 谢震霖



长臂猿 摄影 / 金立旺 (新华社)



大刺鲈

洲象提供了充足的食物和庇护场所。在森林中，当他们听见前方有竹木劈啪作响的声音或看到新鲜大象粪便时，便主动回避。对于犀鸟，他说：“肉不好吃，而且杀死其中一只，那么它们一家就都完了！”至于虎，他在山里活动几十年来都只看到过痕迹。相关资料显示，影响德曼迪及周边地区虎迁移的因素已不再是栖息地质量，而是社区对虎及其食物的猎捕。这种情况在印度和缅甸边境地区具有一定的代表性。本文开头提及的有关虎的目击记录在印度那加兰 10 多年来属首次，证明这一地区仍是虎的活动范围。令人痛心的是，这头即将扩散至缅甸的虎最终还是被那加兰当地百姓射杀。研究显示，它之前从未在缅甸的地界上出现过。

保护区建立前，社区大概有 10 户猎人依靠区内的动物资源生活，苏门羚是其热衷的捕捉对象，据 U Kyaw Aung 描述，因其肉质鲜美颇得青睐。保护区建立后，猎人们的生计受到了很大影响，但保护区管理部门设法将他们转变为护林员或科研协作员等，从中获得一定的报酬。为了促进社区发展，巡护队长 U Myint Thein 希望外界能对保护区加大基础设施投入，并指导他们开展科学有序的生态旅游。

后记

经过近一个月的工作和后期资料整理，我们共采集了 6000 多份植物标本，估计保护区植物有 1500~2000 种，而之前的记录不到 500 种。此次科考还发现含兰科、菊科、樟科、壳斗科、茜草科、番荔枝科等在内的疑似新种 10 余个。可见，保护区的植物类群大有潜力可挖。在动物方面，发现鱼类疑似新种 2 个，并获得了包括长臂猿、冠斑犀鸟在内多种动物的影像。为获得更多有关动物多样性的资料，考察队还布设了众多红外相机阵列。未来几年，我们计划开展多次联合考察，进一步增加科学界对德曼迪保护区生物多样性的认识，以协助缅甸有关部门制订科学合理的保护行动计划，为该地区以虎为代表的生物多样性保护和社区可持续发展做出贡献。

本文作者李仁系中国科学院东南亚生物多样性研究中心
缅甸办公室主任、本次科考的核心组织者之一

钦敦江与德曼迪

钦敦江是缅甸的母亲河——伊洛瓦底江最大的支流，发源于缅甸和印度交界的帕特凯山及枯门岭。它穿过胡冈谷地后是长达840公里的干流，往南经过那加山脉及一系列城镇。该江是连接缅甸北部和中部唯一的运输通道，数千个社区约600万人依靠它提供各种生态系统服务。钦敦江拥有的大片淡水湿地承载着丰富的渔业资源，是当地社区主要的蛋白质来源。

流域内采矿行为比较普遍，例如在富含金矿的乌尤河。此外，还存在森林砍伐、水电大坝建设、农地扩展等现象。当前，因采矿导致的水污染、堤坝侵蚀、泥沙沉积，再叠加气候变化，已经成为生物多样性和社区生计面临的主要环境问题。社区在水源、卫生及电力等基础服务方面面临较大困难，人们的谋生手段有限，主要种植水稻及其他作物，副业是淘金、挖掘琥珀和砂石。森林是他们获取食物、药物及建材的主要来源。

总体上钦敦江的生态环境尚处于自然良好状态。就在缅甸的森林快速消失的当下，这里仍然是全国森林覆盖率最高的地区之一（约47.7%），而且林相多样，包括山地森林、落叶林、温带林、亚热带林、干旱林、热带雨林。在缅甸全国的132个生物多样性关键地区中，钦敦江流域就有13个（含德曼迪野生动物保护区），共占流域面积51%以上。这一广阔栖息地是全球38种以上濒危物种的家園，其中许多为缅甸特有，例如缅甸棱背龟。

德曼迪野生动物保护区位于钦敦江和乌尤河之间，是缅甸实皆省面积最大的保护地，始建于1974年，面积约2150平方公里。保护区从北到南分为Nam Pi Lin、Nam Ei Zu、Nam Pa Gon、Nam Yan Yin四个子片区。森林覆盖率约80%，主要为半常绿林、上部湿润混交林以及上部干热混合落叶林。此外，当地还是亚洲最大的牛科动物——印度野牛的分布区，不久前

还曾经是极度濒危的苏门答腊犀牛的家园。德曼迪西北部是那加山脉，后者与印度卡济兰加国家公园相连，该国家公园保有一定数量的野生虎，可作为种源地向周边地区扩散。德曼迪东北部是闻名于世的缅甸胡冈谷地野生动物保护区，存在着虎种群。因此，德曼迪在缅甸野生虎保护中起着枢纽作用。

20世纪90年代的一项研究估计，德曼迪的野生虎约15头。1999~2002年，缅甸林业部门组织开展了全国野生虎调查，依靠影像和足迹信息确认了西北部的胡冈谷地、德曼迪和东南部的德林达依有虎活动，这促成了缅甸《国家野生虎保护战略行动计划》的出台。近些年的研究显示，虎、豹、云豹、金猫、云猫、豹猫、丛林猫这7种亚洲野生猫科动物不断出现在保护区。同时，在社区保护力量的努力下，保护区缓冲区和附近村庄有不少关于虎的报道，他们还确认了保护区范围内存在其他受威胁物种。在保护区核心区，同一组红外相机捕获了3头虎的影像，说明该地对维持虎群社会互动的重要性。野生猫科动物的多样性暗示着保护区生态系统比较健康，猎物基础牢固，尤其是草食动物中的印度野牛、水鹿、赤鹿，以及野猪。不过值得注意的是，近些年很少有虎在德曼迪更大范围内活动的记录；实际上，几十年前印缅边境的广大地区具有良好的生态连通性，虎、亚洲象及其他动物都能在国界线两侧自由迁移扩散。

紧邻德曼迪保护区北部的是Yawbawmee走廊，这里有3213平方公里的森林尚未得到保护，它关系到德曼迪与胡冈谷地的生态连通质量，需要纳入管理。在消除人类干扰方面，当前需注意金矿开采及偷猎问题，这意味着除了加强执法力量，长远上还需调动社区参与保护的积极性。

本文资料来自世界自然保护联盟、国际野生生物保护学会、斯德哥尔摩环境研究所等；先义杰编译



直面缅北穿山甲非法贸易

文 / 张明霞 图 / 左凌仁

每当我想象一个生机勃勃的森林生态系统时，总有一个灵活的身影出现在脑海中，它们翻山越岭，无坚不摧，在树洞或地洞中寻觅白蚁和蚂蚁，那就是穿山甲。近年来，随着穿山甲数量的急剧下降，它们在公众中的形象变得越来越神秘，甚至被神化。然而，穿山甲以前是田间地头最常见的哺乳动物。曾经在西双版纳开展野外工作的前辈告诉我，大约30年前，在一些保护区内一天就可以看到几只。村庄边的次生林、农田都能为它们提供栖身之所。正是由于人类贪婪的食用和药用欲望，才导致穿山甲现今生境犹在但身影难寻的境况。

缅北：亚洲穿山甲的家园

与大象和犀牛一样，穿山甲是“具有独特演化意义的全球濒危物种”，它们都代表着演化上的独特分支，而且都处于濒危状态。穿山甲在遇到危险时会缩成一团，同时借助边缘锋利的鳞片进行防御，令天敌无从下口。它们的

这种生存策略曾经很成功，从热带、亚热带的亚洲到非洲，都可以看到穿山甲的身影，有的树栖，有的地栖。然而，满身坚锐、历经千万年自然选择、渡过诸多磨难依旧繁盛的它们，其防身之术却在人类的大肆捕杀面前彻底失去了效用。即使是手无缚鸡之力的路人，也可以轻松地把一只卷成一团的穿山甲扛回家。

目前，亚洲的穿山甲有3种，其中印度穿山甲和中华穿山甲已被世界自然保护联盟（IUCN）列为极危物种，而马来穿山甲被列为濒危物种。2015~2018年，在我们缅北野外科学考察所涉及的地区，即红岗山野生动物保护区、开卡博峰国家公园及其邻近的葡萄北部，皆分布有中华穿山甲和马来穿山甲，还极有可能分布着印度穿山甲，从而使这一带成为穿山甲保护的重点地区。但是，相关科学调查资料长期缺乏，严重制约了中缅两国穿山甲保护政策的制定。

实地调查中的触目惊心

为了调查穿山甲的非法贸易情况，我们把目标锁定在缅北地区和缅甸靠近中国的勐拉特区。缅北地区居住着傈僳、日旺、克钦、掸等少数民族。由于交通不便，经济落后，当地人常常依赖狩猎贩卖野生动物换取日常所需。在野外，我和当地向导聊天时发现，当地还有穿山甲分布，于是决定在沿途的8个村庄开展调查，以了解穿山甲在当地的保护状况。2015~2016年，我们共访问了38位村民，他们提供的信息勾勒出一幅穿山甲在当地生活状况的草图。这些受访者都曾在受访前1年见过穿山甲，而且发现地点都在村庄周围10公里范围内，这也从侧面验证了穿山甲对栖息地的要求并不高。当地人对穿山甲的习性非常了解。由于狩猎和贸易行为的非法性和敏感性，我在调查过程中不会询问受访者自己的行为，但是很多人描述了如何用陷阱捕捉穿山甲的方法，而且他们对穿山甲的市场价格都很熟悉，说明穿山甲贸易在这一地区比较常见。

当地人捕捉到穿山甲后，往往先把肉吃掉或者拿到集市上交易，然后鳞片被售卖给当地野生动物制品贩子。贩子则通过3条通道，把鳞片走私到中国。基于实地调查数据，我们估计，每年大概有150只穿山甲遭到猎杀，其鳞片会从葡萄向北经过中国贡山县马库镇进入县城；或通过缅甸的HkaungLanHpu镇进入中国福贡县；或从缅甸拉咱镇走私到中国盈江县。华南师范大学吴诗宝教授估计，在过去40多年间，中华穿山甲的数量下降了90%以上。在利益驱动下，穿山甲的非法狩猎和贸易已经延伸到缅北这样偏僻的地方，它们在中国多数地区已经绝迹的现象也就不难理解了。

而在2015年和2018年对中缅边境勐拉镇的两地调查中，更让我感受到了穿山甲非法贸易规模的巨大。勐拉属于缅甸第四特区，为当

地民间地方武装实际掌控。在农贸市场，几乎每天都有新鲜的麂子、鬣羚等动物售卖，很多饭店门口都有一个大缸，浸泡着由整副虎骨制成的酒，还有的饭店打出了提供穿山甲作为婚宴菜品的广告。而路边装修比较讲究的饰品店，售卖的也是象牙、犀角、大型猫科动物爪子等非法野生动物制品。最令我感到羞愧的是，买家几乎都是中国人。穿山甲的鳞片是当地农贸市场和动物商店最常见的货物之一，仅一次调查就可以看到几十袋穿山甲的鳞片和几十张皮。这里的穿山甲不仅来自亚洲，还来自非洲（为大型穿山甲的鳞片）。在假装和老板讨价还价的过程中，他们向我展示了一张张发货单，几乎每天，都会有穿山甲鳞片源源不断地从这个小镇发往中国的各个城市。

另一个出人意料的商品是用穿山甲爪做成的戒指和挂件，名为“摸金符”。这种“文玩”商品的出现，源于近些年中国国内流行的一本与盗墓有关的小说，其中提过用穿山甲爪制成的“摸金符”可以辟邪。估计作者也没有意识到，小说中杜撰的这样一个物件，竟会给穿山甲带来雪上加霜的威胁，而那些附庸风雅的玩家，竟然因浑身披挂这种从鲜活生命中剥夺来的饰品而沾沾自喜，完全不知道自己代表着愚昧无知的形象。基于泰国和中缅边境地区的执法数据，我们发现，除以上提及的缅北和勐拉镇等地，缅甸其他很多城市可能还是泰国和印度走私穿山甲到中国的通道，可见中缅两国的合作对保护穿山甲多么重要。

穿山甲这种长相独特、一脸萌态的动物不仅在生态系统有着不可或缺的作用，还在千百年与人类朝夕相处的过程中，以传说、风俗、文学作品等形式融入了我们的文化。如果穿山甲贸易不能彻底禁止，它们可能会真的永远消失，变成只在传说中存在的神兽。

本文作者系中国科学院西双版纳热带植物园研究人员



大象与森林的故事

文 / 张瑶瑶 靳彤 单良

谈起缅甸，人们脑海中会自然而然地浮现出广袤的森林和成群的大象。缅甸拥有非常丰富的森林资源，尤其盛产柚木等优质硬木；那里也因数量众多的亚洲象而闻名，其中野生个体 1400~2000 头，圈养个体 5000 多头。然而，由于过去无序的森林砍伐，缅甸丰富的森林资源被快速消耗，一方面使得野生象群的栖息地面积不断缩小，另一方面，由于木材运输的需要，

圈养大象获得了大量的工作机会，其数量不断增长。为更好地保护森林资源，缅甸出台了一系列政策，尤其是从 2014 年起，正式施行原木出口的禁令。但意想不到的是，圈养大象因此陷入了失业危机，部分主人因为不堪养活大象的负担而只能将它们出售。为了保护森林与大象，近年来我们机构在缅甸开展了很多工作，包括保护和恢复森林、定位追踪大象、揭露有



© Justine E. Hausheer / The Nature Conservancy

关大象的非法贸易，以及支持参与当地政府为孤象、病象和老象建立护理机构的相关工作等。

保护森林，守护未来

尽管伐木已经开展了几个世纪，但缅甸仍然是东南亚森林覆盖率名列前茅的国家，高达60%以上。柚木是缅甸的标志。这种树木天然富含油脂，是一种耐用且易于成型的木材，可

以防止害虫的侵袭；即便在未经处理的情况下也具有极强的防水性。柚木用于造船已有2000多年的历史，到今天依然是广受欢迎的用于船舶建造和装饰的木材。多年来，缅甸一直是柚木主要的出口国家之一。

在缅甸，无论野生动物还是人都高度依赖森林资源。该国是世界上生物多样性最丰富的国家之一，而森林作为最重要的生态系统是生物多样性重要的基础。另外，缅甸七成人口都居住在乡村地区，非常依赖森林所提供的生计和经济机会。

然而，几乎失控的伐木活动使得这里的森林资源被迅速消耗。近几十年来，林业部门每十年对木材储备进行盘点并设定年度采伐限额，这决定了可采伐的树木数量、采伐地点，以及全国范围内森林受影响的程度，负责木材采伐的部门会就此作相应的记录。但在实际操作中，政府往往预先设定收入目标，然后反向计算采伐水平；而且，也没有在全国范围内分配伐木比例，而是将伐木集中于最容易进入的森林，忽视了采伐周期等重要的伐木指标。

2010~2015年，受过度采伐及农业发展的影响，缅甸损失了大片的森林，损失率位居全球第三，仅次于印度尼西亚和巴西。2015年，该国遭遇了自1990年以来的最惊人的砍伐量，约1500万公顷森林消失了。来自联合国粮食及农业组织的数据显示，自1990年以来，缅甸森林覆盖率已下降了42%。

如果无法应对森林砍伐带来的严峻挑战，大象就不能得到有效的保护，人们生计最终也会受到影响。政府已经意识到必须迅速采取行动以保护宝贵的自然资源，因此于2014年颁布了原木出口的禁令。2018年，“再造林和森林恢复”项目出台，它可以帮助缅甸履行自身的“巴黎协定”目标，即到2030年将30%的森林或1200万公顷土地纳入有效管理。

大象是生态系统中不可或缺的物种，对维持生态平衡、增加稀树草原和森林生物多样性具有重要作用。它们可以调整植被的分布，创造开阔地和小径，为其他野生动物挖掘饮水池。大象的消化效率不高，植物种子经其消化道后仍能存活，并随大象粪便得以广泛传播。科学研究显示，如果没有大象，一些地区约30%的植物将难以繁衍。

大象保护形势严峻

据统计，过去缅甸森林中的野生亚洲象约有1万头，现在减少了许多。放眼整个东南亚，大象在过去30年中至少锐减了50%。栖息地的减少和盗猎的猖獗共同构成了最大的威胁。森林是大象重要的栖息地，但随着森林砍伐和林地往农地的转变，大象的栖息地之间彼此孤立并破碎化，生存空间被大大压缩。结果，大象为了争夺有限的资源而相互斗争，并使得人-象冲突愈发激烈。在饥饿的驱使下，森林中的大象常被吸引到人类聚居区，它们在那里大肆毁坏财产和袭击居民。

再看看盗猎问题。在缅甸，贩卖象牙的人面临处罚的风险很小，因为法律允许在圈养大象死亡时出售其牙。一般来说，圈养大象的牙会在死亡前被预订。这个漏洞使得贩运者只要声称货物来自圈养大象，就可以免于非法贩卖象牙的罪名。

另外值得注意的是，自2009年以来，缅甸还首次出现贩卖象皮的迹象。事实上，研究人员在此3年前就发现有人出售了4件象皮。到了2009年，这一数字跃升到278件，而2014年为1200多件。

虽然任何物种遭受偷猎的程度的确切数据很难获取，但野生动植物制品的市场调查可以充分反映森林中曾发生过怎样的惨剧，其状况之惨烈或许远非我们所能想象。毫无疑问，象皮数量在市场上的显著增加能清晰地反映出偷猎现象的日益猖獗，更多大象已经死去。

美国史密森尼研究会的研究人员曾在缅甸为19头大象装上追踪项圈。他们发现，戴上项圈3个月后，1头大象被猎杀了；5个月后，另1头个体遭受同样的厄运；9个月后，又有1头死于非命。在第1年内，共有7头大象死亡。研究人员根据接收到的最后的位置信息进行搜寻，发现了一具具腐烂的大象尸体，有的地方竟然多达20具。很多尸体残缺不堪，象牙和象皮已被取走，研究人员甚至都无法辨别确认它们的年龄或性别。

象皮贸易的愈演愈烈对野生大象构成了严重的威胁，甚至可能比象牙偷猎更为严重。对于非洲象而言，无论雌雄都会会长象牙，但在亚洲象中，只有25%~30%的雄象拥有象牙，而雌象要么无牙，要么只会长出微小的象牙残余物。因此，如果偷猎者的目标是象牙，那么就只会猎杀雄象，而一旦他们将目标转向象皮，那么所有的大象都将处于危险之中，这会对整个亚洲象种群带来巨大的影响，因为雌象对于保持种群的稳定十分重要。

一般来说，干燥的象皮会被研磨成粉末，然后与油脂或大象脂肪混合，以“治疗”湿疹等皮肤病。另外还有象皮珠宝。此时干燥的象皮会被抛光制成小而半透明的珠子，里面可见的红色血管越多，其价值就越高。

受象皮驱使的盗猎已使得缅甸野生大象的生存面临严重的威胁。史密森尼研究会的研究人员估计，如果每年都损失100头大象的话，

那么当地的野生大象到 2040 年就会灭绝。

对圈养大象而言，它们是正在经历失业的前“运输员”。在缅甸，之所以会有为数众多的圈养大象，主要是因为它们是运输木材最好的选择。在全球范围内，有人认为驯养大象运输木材能有效降低伐木带来的影响。

走在缅甸的山里，有时会看见大象深深的脚印被完好无损地保存下来。借着大象的脚印登山，就仿佛走在一段段的楼梯上。大象虽然体型庞大，但它们可以很灵活地穿越缅甸陡峭的山脊和茂密的丛林，将原木带到目的地。据测算，一头 18 岁的大象平均每天可运输 20 根均重为 1 吨的原木。

2014 年出台的原木出口禁令让许多专家认为这是挽救缅甸森林的必要之举，但这项政策却带来了令人意想不到的后果：大量的运木大象失业了，大概有 2500 头之多，占全国圈养大象数量的一半左右。有机构统计后声称，在缅甸，人的失业率仅 4%，但大象的失业率却高达 40%。

这些不能再带来收入的大象成了主人沉重的负担，因为它们每天都需要约 180 公斤食物。失业后，它们不仅不能获得足够的食物，也失去了基本的医疗和保护。如果没有采取人为的保护措施，大部分大象将被杀害以获取象牙、象皮或被出售给旅游行业。

我们的工作

我们意识到，无论对野生大象还是圈养大象而言，保护森林和保护大象是密不可分的。为此我们在缅甸开展了一系列工作。

在保护森林方面，我们与国际及地区组织合作，通过开创“亚洲负责任林业及贸易”（RAFT）项目，减少热带雨林砍伐，并加强社区在土地及资源管理决策中扮演的角色。该项

目的目标是：伊洛瓦底江上游 2000 万公顷的森林在 2030 年前可以得到有效保护。

另外，我们的科学家还通过“声音”来搜集有关森林的数据。他们会把专门的接收设备放置在超过 3 米高的树上，让可能经过的好奇的大象无法接触。在缅甸的热带森林中，嘈杂的声音无处不在，例如长臂猿的吼声、数十种鸟类及昆虫的鸣叫声等。这些动物为了更容易地与同种成员交流，已进化出以略微不同的频率发声的方式。因此在一个健康的森林生态系统中，每一个频段都应该获得填补，表明生物多样性充足。如果有的物种消失，那么它们将在频谱中留下空隙。因此，通过记录生态系统中的声音可以大致估计其生物多样性，从而评估森林的健康程度。

要在缅甸实现有效的森林保护，除了从森林本身着手外，还需要综合施以不同对策。我们通过调研发现，缅甸非法采伐背后的原因之一是能源缺乏。据估计，全国约 70% 的人口依赖森林以满足自身的能源需求，其中大部分木材是通过非法手段获得的。因此在保护森林的同时，我们还对木材的能源消耗进行衡量，将木材买卖合法化，以预防过度的采伐。我们也与当地政府合作，希望寻找适合当地的替代能源，以缓解森林的压力。

我们始终高度关注缅甸亚洲象的保护。与其他地区相比，缅甸拥有广阔且连片的森林栖息地，拥有保护亚洲象得天独厚的条件。可以说，如果要保护亚洲象，缅甸可能是最好的工作场所。为此，我们开展了一系列保护工作，例如通过引入一种新型的追踪系统，可保护 5000 头大象免受盗猎者的侵害；与合作组织协作，曝光象牙和象皮等非法贩卖活动；协助政府为失去父母、患病或年老的大象提供福利设施等。我们始终希望，无论过了多久，森林和大象都能依然是这个国家标志性的“图腾”。

本文作者系大自然保护协会（美国）（TNC）
北京代表处工作人员

社区群众将缅甸棱背龟放生至野外，它们身上带有无线电发射器，便于科研人员开展长期跟踪。



缅甸野生动物的绝地重生

文、图 / Naw May Lay Thant

缅甸的生物多样性既丰富又脆弱。多年来，由于国家发展水平不高，无法依靠自身力量加强保护，因此具有良好科学背景及保护实践经验的国际组织的介入显得尤其必要。从 1993 年开始，我们就与缅甸自然资源与环境保护部林业司、渔业部形成了密切的伙伴关系，共同致力于缅甸生态系统和生物多样性保护。

缅甸的生物多样性及其挑战

缅甸野生生物类群混杂了北亚、南亚和东南亚的成分。也正是在缅甸，这些生物找到了大范围的栖身场所。终年为冰雪覆盖且地势偏远的喜马拉雅山脉如同一顶皇冠居于缅北，它也是缅甸一些大河的源头。伊洛瓦底江等依次流经广袤无垠的中部平原，以及长满红树林的呈长条状的河口三角洲，最后横扫一切地流入孟加拉湾。沿着缅甸南部类似“长尾巴”的领土，

丰富的珊瑚礁在丹老群岛的近千个岛屿间生生不息。

缅甸生态系统类型丰富，包括热带雨林、落叶林、干旱森林、山地森林等。在露出地面的喀斯特地貌上，有一些斑块状分布的灌丛和林地。在一些滨海地区则散布着石南林。此外，缅甸还拥有多种截然不同的、地域性的植被组合，包括低地泛滥沼泽、红树林、季节性淹没草地等。

在缅甸的哺乳动物中，有 49 种为全球濒危，16 种近危，26 种数据缺乏。其中，犀牛基本野外灭绝，亚洲象、虎、金丝猴等物种已陷入灭绝境地。缅甸还拥有东南亚区域最为多样但又很濒危的龟鳖类物种。根据现有资料，至少 27 种淡水龟和陆龟在缅甸有分布，包括 7 个特有种。

即便具备如此高水平的物种多样性，水生龟类种群依然面临严重威胁，罪魁祸首为猖獗的商业性和生计性捕捉，以及栖息地破坏。在鱼类中，超过 100 种被列为渐危物种，其中很多是鲨鱼。人们采取高强度的捕捞方式，只为获取鱼翅和鱼肉；而使用具有破坏性的捕捞技术装备，例如电和炸药以保证高产，是导致鲨鱼种群在整个渔业种群中急剧下降的根本因素。就鸟类而言，缅甸拥有东南亚主陆国家里更高的物种多样性，同时拥有 47 种全球受威胁的种类，有 7 种被列为极度濒危。缅甸还拥有一系列珍稀但分布范围宽广的物种，它们的生存依赖于未受干扰的林间溪流。然而，日渐肆虐的乱砍滥伐以及栖息地退化，正让它们的未来充满变数。

全国范围内拥有 14 条生物多样性走廊。它们在维持各生物多样性区域景观生态系统的连通性方面扮演了关键角色，因此也就保留了相关生态过程，能在一定程度上缓冲气候变化带来的潜在影响。

高度的物种多样性和特有性，使缅甸当之无愧地成为保护的优先地区。然而，国际上几十年的经济和政治制裁导致了缅甸在保护方面的投入低下，难以有效消除威胁生物多样性的因素。当前，全面的政治改革让缅甸步入经济发展的快车道，投资有望增加，并集中于国家丰富而相对完整的自然资源方面。由于国家管制能力脆弱，环境保护不力，快速的经济增长可能会对业已受到威胁的生物多样性，以及依赖自然资源生活的社区产生极大的负面影响。考虑到缅甸在环境等方面的高度凸显性和脆弱性，气候变化还将进一步加重多种业已存在的威胁。

2011 年颁布的《国家生物多样性战略行动计划》揭示，威胁缅甸生物多样性的根本因素是经济的快速发展、自然资源消耗的增加、贫困和土地利用冲突、能力建设不足、环境缺乏保护、综合的土地利用政策和规划缺失、自然

资源受到低估、缺乏对基层的支持、非法野生生物贸易。

我们的保护实践

建立保护地。作为最早进入缅甸且目前规模最大的民间保护组织，我们雇佣了 100 多名当地人开展全职工作，并在仰光、曼德勒、内比都、土瓦、克钦邦设立办公室。此外，我们还雇佣 60 名左右的当地人，以作为野外站点的兼职或季节性工作人员。在我们的支持下，林业司建立了许多新的保护地，包括 Lampi 海洋国家公园（约 205 平方公里）、开卡博峰国家公园（约 4312 平方公里）、红岗山野生动物保护区（约 2803 平方公里），以及东南亚地区最大的保护地之一的胡冈谷地野生动物保护区（约 17830 平方公里）。这些保护地总面积相当于缅甸新增保护地面积的 54%。

我们还支持渔业部在 2006 年建立了缅甸唯一的河流保护地，它位于曼德勒北部的伊洛瓦底江，起初长约 74 公里，目前已扩展至北部，长度共计 118 公里。该保护地旨在强化公众对伊洛瓦底河豚在河流生态系统及社区文化传统中特殊而重要的地位，以提升保护意识。观察发现，伊洛瓦底河豚会自告奋勇地把鱼群驱赶至渔网里，渔民以此可获得 3 倍的渔获量。豚要么捕食陷入水底窟窿里的鱼，要么捕食漏网之鱼。

社区保护。我们与保护地所在的社区建立了密切的伙伴关系，包括少数民族以及民间机构。例如，制作了克钦、日旺、傈僳、那加等民族传统土地利用地图；在克钦邦，协助社区理清围绕土地和资源利用而产生的法律问题。此外，在德林达依地区，鼓励社区主导的保护地开展参与式土地利用地图的制作。

生物多样性调查及监测。我们开展了大量有关生物多样性的调查，包括全国的虎和亚洲象。而且，拥有持续进行的项目以监测和保护

旗舰物种，例如虎、亚洲象、长臂猿、濒危及特有的水生龟类，以及包括赤颈鹤在内的若干种水鸟。

保护地管理。我们与联合国开发计划署及缅甸林业司共同合作，通过加强保护地工作人员的能力建设、支持可持续财政、帮助政府践行国际义务，从而加强保护地管理。野生动物管理基础培训学校目前已开放，以招募工作人员为主，并为其提供升职及深造机会。

海洋保护计划。其目的在于确保可持续海洋经济的安全性，并通过四大战略支柱实现，即海洋空间规划、可持续渔业、野生动物种群复壮、环境保障。在空间规划上，通过与若开滨海协会等当地社区机构合作，由地方管理的海洋区域已经在西部沿海建立。

关键生物多样性区域及生态系统制图。自2012年起，我们支持缅甸政府确定关键生物多样性区域，所用的方法包括文献综述、关键线人采访、利用二手资料，以及召开由多名利益相关者参与的咨询研讨会。由此，我们确定了132个关键生物多样性区域、8条陆地保护走廊、4条淡水保护走廊、2条海洋保护走廊。同时，也存在许多信息空缺点，体现在物种分布、栖息地、生物多样性关键区，以及保护走廊受到的威胁和管理系统。为了填补这些空缺，以及建立机制以促成社会力量参与最早期的保护地发展行动，我们在最为知之甚少的保护地中选取三个加以评估。目前，新确定的159个关键生物多样性区域代表了全国几乎所有的生态区。未来，我们将把关键生物多样性区域的数据与从生态系统制图过程中获得的结果相整合，以确定缅甸保护地体系中关键的管理缺口。

龟类保护。我们发起了一项广受尊敬的有关陆龟和淡水龟类的保护计划，它综合使用原地及迁地保护方法，聚焦于极度濒危且缅甸特有的种类。我们与水生龟类生存联盟密切合作，

以管理缅甸星龟、缅甸棱背龟、缅甸山龟、亚洲象龟以及多种鳖类的人工繁殖计划。我们已成功将人工繁殖的缅甸星龟重引入两个野生动物保护区。持续开展的立足于社区的保护，以及具有起步优势的缅甸棱背龟项目使这种动物首次被重引入钦敦江。我们的工作团队也致力于遏制缅甸淡水龟类和陆龟的非法贸易。为此，在曼德勒-腊戍公路这一主要的非法野生动物贸易中转地，我们维持着一个淡水龟类救护中心的运营。

社区参与的资源管理和保护。对于保护地内外的社区，我们支持鼓励其行使应有权利，以参与的方式利用和管理自然资源和传统的土地，从而实现可持续发展，加强生物多样性保护，维护生态系统多样性的完整性及脱贫。此外，还针对目标人群开展定期的能力建设培训，这些人员将成为社区守护者，巡护并监测生物多样性。

重点景观保护。我们将景观管理方法运用到基于野外站点的工作中。“北部森林复合系统”项目包括五个关键的保护地，即开卡博峰国家公园、红岗山野生动物保护区、胡冈谷地野生动物保护区、Bumphabum野生动物保护区、德曼迪野生动物保护区。研究发现，由北部森林复合生态系统构成的景观对虎、亚洲象及其他野生生物的生存至关重要，而其中一些物种是科学上迄今知之甚少的。点缀在这些景观中的牛轭湖和湿地为稀有的亚洲水鸟提供了庇护。在各项目点，我们与保护地主管部门密切合作，开展生物多样性监测及资源管理等活动。

“南部森林复合系统”项目包括德林达依自然保护区、Myinmolekhat关键生物多样性区。南部森林生态系统囊括了各种特有的陆生及海洋生物，它们中的一些在整个东南亚极为稀有且非常美丽。德林达依拥有一条面积达65780平方公里的海洋走廊，包括1195个分布于孟加拉湾的岛屿。若干优先保护的物种在此欣欣向



伊洛瓦底河豚



葡萄鹿（叶鹿）



在人工繁育中心接受喂食的缅甸星龟



缅甸德曼迪野生动物保护区中的东白眉长臂猿雌性个体



发现于伊洛瓦底三角洲的赤颈鹤

荣，例如江豚、儒艮、鲨鱼及多种海龟。美丽而脆弱的珊瑚、海草、红树林在海床上繁衍生息，它们是整个海洋生态系统兴旺的基础。

打击非法野生生物贸易。我们帮助政府建立了全国性的特别行动小组，以执行野生动物保护法，同时支持其采取有效的行动，在中缅之间的主要贸易路线上打击非法野生动物贸易。我们希望借助技术支持的手段，力图促进缅甸执法机构的能力建设，并深化跨境保护合作。

深度活动。我们为林业司提供技术支持，以出台《国家生物多样性战略行动计划》，以协助政府履行国际《生物多样性公约》中规定的义务；支持世界银行有关全球虎的保护倡议，并为缅甸中央政府的虎恢复计划提供技术协助；领导利益相关者的议事进程（他们来自缅甸环境领域 80 多家民间组织），为麦克阿瑟基金会产生了全国性的优先文件，即《缅甸生物多样性保护投资愿景》。支持林业司履行《濒危野生动植物种国际贸易公约》，发起项目以监测象的非法杀戮问题。和东盟生物多样性中心结为伙伴关系，在缅甸林业司的支持下，于东盟遗产公园阿郎多·卡萨帕国家公园及纳玛唐国家公园开展工作，促进生物多样性保护和自然资源管理，支持当地人民的基本需求；我们积极介入缅甸生物多样性保护及保护地规章的产生

进程，它是缅甸第一个针对多个利益相关者参与保护政策制定的平台。

生物多样性的亮点发现

叶麂。1997 年，由我们领衔的探险团队在缅北发现了一个麂属动物物种——叶麂；DNA 分析数据显示，这是系统进化上的一个全新物种，并以其发现地“Putao”将之科学命名为 *Muntiacus putaoensis*。该发现极大地增长了我们对此种研究甚少的种群的知识，强调了在缅甸偏远地区开展野外工作的重要性。

杰氏鹛雀。曾经这种鸟类最后的目击记录发生于 1941 年。实际上，在 20 世纪之交，在曾覆盖仰光周围的伊洛瓦底和锡当泛滥平原的广大天然草地上，这种小型的棕色鸟类很常见。由于人类的开发，这些草地大部分已经消失。2014 年，由我们领衔的科学团队在调查一处废弃农技站附近的草地时，听到了这种鸟类的鸣叫声。声音经过鉴定后，我们将之回放以吸引更多鸟类。在接下来的超过 48 小时的时间里，我们在其他地点也发现了杰氏鹛雀，并获得了血样和照片。

缅甸星龟。在非法野生动物贸易和栖息地丧失所带来的双重压力下，亚洲淡水龟类和陆龟的生存已经陷入绝境，但我们的成功实践为拯救这些动物的未来带来了希望，缅甸星龟就是其中一例。它们仅分布于缅甸中部的干旱区域，20 世纪 90 年代中期以来，中国南方野生动物市场对它们的需求激增，导致其很快陷入生态灭绝状态。我们与水生龟类生存联盟及缅甸政府一起开展了一项积极的繁殖计划，将其种群数量从 2014 年不足 200 只增加到当前野生及人工饲养的 1.4 万只，把这种动物从灭绝的悬崖边缘拉了回来。

本文作者系国际野生生物保护学会（WCS）
缅甸全国景观生态系统内比都办公室协调员；先义杰编译



杰氏鹛雀



构建命运共同体的民间实践

文、图 / 彭奎

《中国落实 2030 年可持续发展议程进展报告》提到“充分利用中国 - 联合国和平与发展基金、南南合作援助基金、气候变化南南合作基金等平台，在减贫、基础设施、农业、教育、卫生、气候变化等发展中国家最为关注的领域开展项目合作。”缅甸的实际高度契合该议程，我们机构便将之遴选为项目地之一。

从 TBK 村走向全球

2017 年 2 月底的一天，几辆汽车缓缓驶入缅甸仰光和内比都之间的 TBK 村。随后，一位中国长者走进一户简陋的农家木屋，用屋里的薪材熟练地点燃了一个崭新的小炉灶。火苗噼啪噼啪地蹿了起来，却几乎没有当地农家生火做饭时常见的呛人浓烟，3 分钟内一锅水就沸腾

了。主人一边高兴地开始做饭，一边对这台炉灶的干净高效赞不绝口。围绕在长者身边的人们不时交头接耳，个个喜笑颜开。

两天后，这路人马赶到内比都的缅甸自然资源与环境保护部大厅，在中缅两国政府代表、联合国全球清洁炉灶联盟以及中缅民间机构代表的共同见证下，上面提到的长者——中国气候变化事务特别代表解振华先生代表中国国家发展和改革委员会（国家发展改革委），将价值 2000 万元的 1 万台清洁炉灶和 5000 套 100 瓦家用太阳能光伏发电系统，以捐赠的形式交到缅甸自然资源与环境保护部部长 U Ohn Win 手中，用于帮助该国提高应对气候变化的能力。解振华先生发言说：“这是中国气候变化南南

合作的又一重要成果，也是中缅两国携手应对气候变化挑战的成功探索”。

为推动气候变化的南南合作，中国政府自2011年以来已累计安排7亿余元人民币。截至目前，中国已与缅甸等28个国家签署了物资赠送谅解备忘录，一批又一批的节能设备和家用太阳能光伏发电系统甚至气象卫星等走向了缅甸TBK等全球各地的村庄。早在巴黎气候峰会召开之前的2015年9月，中国国家最高领导人承诺出资200亿元人民币成立南南气候合作基金，并在2个月后的巴黎峰会上确定自2016年起，中国将在发展中国家开展10个低碳示范项目、100个气候减缓和适应项目以及提供1000个面向发展中国家的应对气候变化培训名额，即“十百千项目”。

中国民间组织的“民心相通”路径

实际上，中缅双方上述成功合作离不开多方力量的推动，正如解振华先生所言，中国的民间环境组织——全球环境研究所（Global Environmental Institute, GEI）在其中发挥了重要的协调联络作用。除了协助本次捐赠物资的顺利通关和交接，我们还承担了缅甸气候物资需求前期调研、为两国政府合作搭建桥梁、与当地民间组织一起落实物资发放以及组织企业开展技术培训等工作。

中国过去几十年来开展了不少对外援助合作项目，在一些领域的投入甚至比欧美日等发达国家多，但民间认同度并不理想，例如在缅甸。究其原因，是我们主要采取官方对官方的方式或者借助企业开展工作，很少深入一线关注基层的声音。而民间组织的优势主要体现在：从研究当地需求出发，通过发挥自身的桥梁作用，将自下而上的行动与自上而下的政策结合起来，提供能够落地的共赢解决方案。早在2007年，我们就注意到中缅木材交易对缅甸森林的影响，随即联合当时的国家林业局等部门共同研究编撰了《中国企业境外可持续森林培育指南》，

促进中缅政府间和企业间的合作，指导企业与缅甸社区一起开展森林可持续经营管理，保护森林资源。

在此期间，我们发现经济的快速发展已经使缅甸成为全球森林遭受砍伐排名第三的国家。据2015年联合国粮食及农业组织《全球森林资源评估报告》，2010~2015年缅甸森林砍伐率达1.73%，主要用于农村生活燃料和制造木炭等。同时，由于经济落后，缅甸高达67%的家庭无法获得电力供应，乡村地区尤为明显。能源短缺使缅甸森林破坏异常严重，反过来加剧了生态环境退化，使其成为全球受气候变化影响最显著的国家之一。在缅甸向联合国气候变化大会提交的报告中，为乡村地区提供电力是其主要目标之一。

为共同解决这一严峻问题，我们自2013年开始与缅甸自然资源与环境保护部、缅甸环境创新基金会、缅甸春天基金会等机构合作，在缅甸农村社区推广可再生能源。2015年，我们将示范点选择在TBK村，以提高社区应对气候变化的能力。我们在了解村民需求基础上，精心挑选了包括清洁炉灶、家用太阳能照明系统、太阳能水泵等在内的可再生能源产品捐赠给村里；帮助社区在荒地种植薪柴林，以代替森林砍伐；建立社区发展基金，它通过村民缴纳使用费的方式，用于后续设备维护及其他涉及本村发展的项目。这一项目成功建立了可持续的、以社区为主导的示范模式，并撬动了前述的中国政府对TBK村的物资援助，成为中国南南合作应对气候变化“十百千项目”中最具代表性的项目之一。

可持续性保障——社区协议保护机制

为保证南南气候援助在缅甸的可持续运作，我们意识到只有改善社区生计并保护森林，才会使援助物资的环境及社会影响具有可持续性。在布莱蒙基金会的支持下，我们2016年与缅甸5家民间环保组织合作，包括缅甸环境创新基金



清洁炉灶和家用光伏照明设备使用技术培训

会、社区发展行动组织、缅甸环境研究所、缅甸林业协会、生态系统保护及社区发展倡议组织。多家机构以南南气候合作援助的清洁炉灶和太阳能照明系统为基础，在自然保护区继续展开和推广社区协议保护机制。该机制是指：在国家规定的保护区域，通过利益相关的双方或多方（政府、企业、当地社区或个人等）签署协议的形式，把保护权和有限开发权赋予各方，缓解人类对生态环境的破坏，解决保护和开发利用之间的冲突，协调保护机构、社区和企业之间的关系。社区的参与提高了人们对自己土地的热爱和关注，解决了政府作为单一保护方角色的问题，形成一套新的生物多样性保护模式，可供发展中国家借鉴。

目前，我们的社区协议保护示范项目涉及缅甸中南部4个省，包括红树林保护区、阿郎多·卡萨帕国家公园、Bago Yoma 山保护区及掸邦南部等区域，共覆盖了16个社区的2000多户居民。经过我们的能力建设培训，与我们合作的几家民间组织将分别在各自的社区项目地开展活动，包括协调政府与社区签订协议、开展环境保护计划、分发援助物资、建立生态保护和社区发展循环基金、开展社区可持续商业计划等。在多方共同合作下，缅甸已经设立了数百平方公里的社区协议保护地，通过森林巡护、

植被修复、薪柴林种植、红树林保护等形式，组织社区参与生态保护。同时，社区开始发展林下咖啡种植、生态养殖、商品竹林种植等发展生态经济。

我们实践的社区应对气候变化和保护发展的“民心相通”模式得到了缅甸自然资源与环境保护部、社区居民和民间环保组织等合作伙伴的认可和欢迎，也得到了国家发展改革委等政府部门以及企业等中国合作方的赞赏和支持。目前，我们正与国家发展改革委以及一些中资绿色企业合作，计划把缅甸的经验和模式推广到“一带一路”所涉及的东南亚及非洲。例如，结合中国政府援助计划，为斯里兰卡开展需求研究，为其规划低碳小镇，引入中国绿色投资，运用市场机制解决环境问题，实现多方共赢。

我们在缅甸的案例显示，在全球政府间的合作框架下，民间组织在推动国际生态环境保护合作等方面正发挥着越来越重要的作用。正如解振华代表所言，希望有更多民间组织能参与应对气候变化的工作中，发挥其优势，提高民众绿色、低碳和可持续发展的意识，并努力搭建气候变化南南合作的桥梁和纽带，携手应对气候变化。

本文作者系全球环境研究所项目经理、博士



从冲突走向和谐 缅甸民族社区人地关系变迁

文 / 李灿松 图 / 石安达

缅北和泰缅边境是东南亚民族迁徙的重要通道。景颇族口传史《目瑙斋瓦》里清晰地记载，该民族祖先从青藏高原一路迁徙，途经四川，渡过金沙江辗转到云南，最后进入缅北和印度东北部，即耶鲁大学教授 James C. Scott 描述的对人类学、地理学、政治学和社会学有深远影响的佐米亚（Zomia）的核心区。这里有几十个跨境而居的少数民族，均有刀耕火种的习惯。

近年来，随着缅甸政治改革和经济的发展，缅甸这些少数民族在人地关系上也发生了较大的变化，这里以泰缅边境的克伦族和中缅边境的佤族展开介绍。

克伦族社区：旅游业带来的改变

缅甸有 135 个少数民族，其中克伦族人口排名第三，主要居住在克伦邦、克耶邦和伊洛

瓦底三角洲，部分居住在勃固省、德林达依省和仰光省，克伦族还是泰缅边境跨境而居的少数民族。20 世纪 80 年代之前，克伦邦、克耶邦居民和跨境的克伦族一直保留着刀耕火种的生计方式。当时，克伦族聚居区闭塞而荒凉，农业生产力低下，缅甸和泰国政府对其管控力较弱。受“金三角”地区影响，克伦族聚居区大规模毁坏林木，不断增加罂粟种植面积，土地裸露，水土流失严重。生态的严重破坏还引发了一系列严重的社会问题，导致家庭满目疮痍。

20 世纪 60 年代以来，泰国经济得到快速发展，并通过一系列开发计划发展泰缅边境的旅游业和特色产业等。20 世纪 80 年代，联合国在全球范围内加强“金三角”地区罂粟种植的控制，发展替代种植。受这些因素促动，泰国克伦族由种植罂粟及日常生活所需的玉米等，逐渐向种植茶叶、咖啡、坚果等经济作物的方向转变。他们就地取材，用植物纤维生产土布和地毯等；最早用做薪柴的古树茶，也变身为大树茶；加上原生态的蜂蜜和果蔬，都成为了旅游者追捧的产品而供不应求。这些变化也影响了缅甸一侧的克伦族，他们生产的经济作物和特色手工产品逐渐流向泰国和更广阔的国际市场。就这样，缅甸克伦族传统的刀耕火种转

变为固定的经济作物耕种方式，手工业成为日常生活的重要组成部分，社区很快脱贫，昔日贫瘠荒芜的山地已被葱葱郁郁的柚木、山松、花卉、山茶及坚果等覆盖，保护生态环境已成为日常生活经验。当前，刀耕火种方式有一定保留，但人地关系已经发生了巨大变化，由早期的人地矛盾向人地和谐的方向发展。

值得注意的是，中国自 2011 年以来对泰缅边境供了多次援助，引入杂交水稻、马铃薯、草莓和蔬菜等优良品种，并配套建设了大棚、碾米厂、冷库和实验室等，为该地区替代种植的可持续性发挥了重要作用。当然，地方上强势的力量在促进克伦社区人地关系的改善方面也有一定贡献。

但是，外界对克伦社区的治理举措未必都能如愿。例如，官方曾尝试构建少数民族文化园区，试图通过商业化包装克伦社区，却遭到居民们的极力反对；为了建设园林保护区和旅游文化区，泰缅两国政府向克伦族社区拨付了大量经费，但都遭到退回。2010 年前后，泰国清迈大学 Vaddhanaphuti Chayan 教授带领团队在泰缅边境克伦族社区调研，一名社区负责人说：“我们不需要保护，我们需要用自己的方



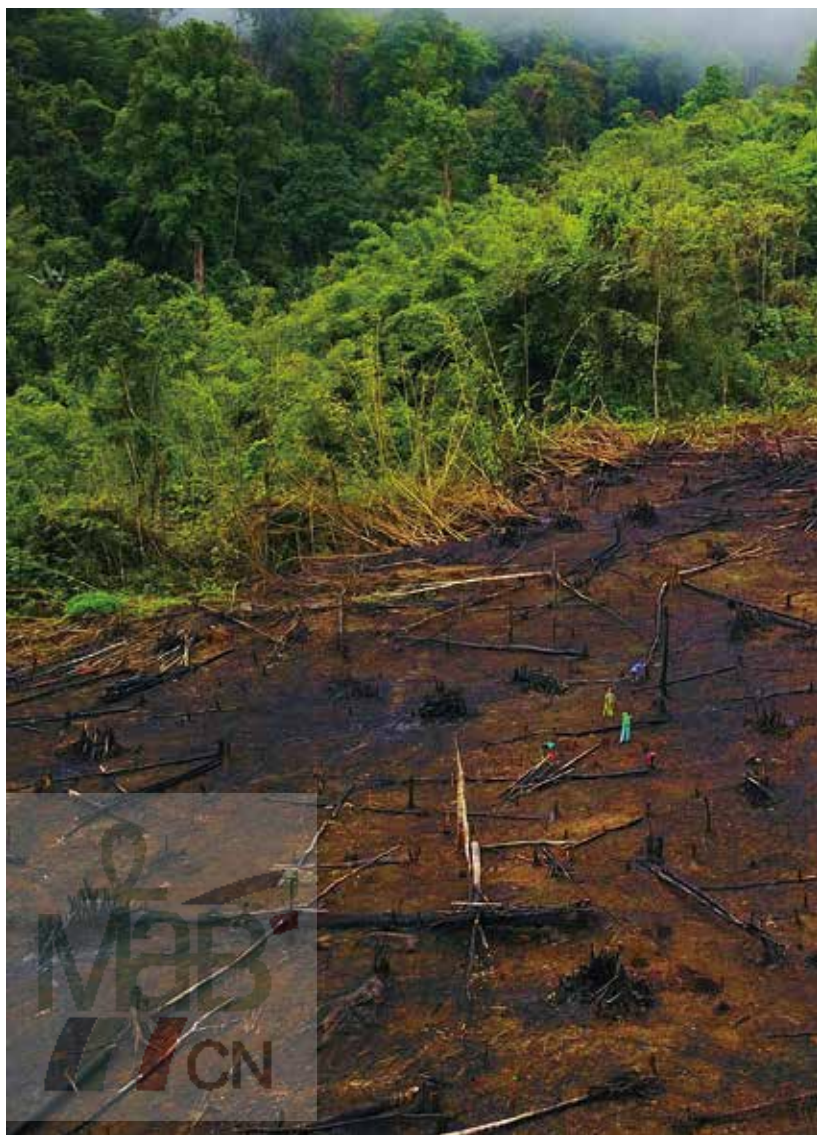
20 世纪 80 年代缅甸掸邦第二特区的鸦片交易及收获现场

式来发展社区，园林保护区和旅游文化区建设会给我们带来很多限制。”地方政府曾试图推动克伦民众成立艺术团为游客表演，但一名社区负责人指出：“歌舞是我们生活的重要组成部分，我们非常需要它，但是我们不希望孩子们以此作为营生手段，他们应该有我们一样的生活方式”。我们及其他学者的调研也发现，克伦民众对外界“不接地气”的帮助比较排斥，认为克伦社区的发展应由他们自己做主，外界更应该向他们学习如何与环境和谐相处的经验和知识。

佤族社区：替代种植的优化

佤族是中缅边境最大的跨境民族，在缅甸的人口达 60 多万（2014 年数据），主要分布在掸邦第二特区（佤邦自治区），这里也是佐米亚的核心区以及“金三角”的腹地。佤族传统上以刀耕火种和狩猎为生，大规模的木材交易也是重要的收入来源。由于生计方式原始和土地肥力有限，佤族民众普遍贫困，贫富差距较大。大面积的刀耕火种破坏了植被，导致水土流失严重。随着罂粟种植面积的扩展，生态环境和社会问题更加突出。为解决这一问题，中国政府自 1996 年开始援助掸邦第二特区开展替代种植项目。当时，橡胶种植在南卡江中国一侧已初具规模，但掸邦第二特区佤族民众却不愿如法炮制。究其原因，从种植到割胶需要六七年，期间他们只有投入而没有收入。实际上，佤族民众全年的粮食收成只能维持一家人一个季度的基本生活，其余皆依赖于罂粟收成。

鉴于此，中国政府适时调整替代种植品种名单，在大规模推进橡胶种植的同时，加入水稻、甘蔗、香蕉、柑橘、咖啡、烟叶等经济作物，从 2004 年至今已投入至少 38 亿元人民币。在联合国及中缅等多方的努力下，掸邦第二特区替代种植取得了可喜的成果，橡胶种植面积在 1996-2016 年基本维持在 210 万亩左右，水稻、甘蔗、柑橘等种植面积迅猛发展。



随着替代种植的深入推进，佤族传统的刀耕火种和狩猎已逐步退出历史，而种胶、割胶，种植水稻、柑橘和烟叶成为人们生活的重要组成部分，养殖奶牛和肉牛成为另一个谈资。昔日贫瘠的土地被翠绿的橡胶林覆盖，中缅两国河岸满山遍野都种植了橡胶。2015 年 10 月，当我们来到中缅边境的南卡江时，两岸的橡胶林一片翠绿。由于气候湿热，水肥条件优良，这里割胶时间普遍比西双版纳澜沧江河谷地区早半个月开始而晚一个月停止，被认为是发展橡胶种植最好的地区之一。

人地关系的思考

克伦族和佤族人地关系的变化，是缅甸不同少数民族不断调整 and 适应外在环境变迁的缩影，其中有两点值得思考：



缅甸克钦邦葡萄地区的刀耕火种现场。摄影 / 蔡石

第一，本民族基层社会的自我治理。无论是克伦族还是佤族，基层社会的力量异常强大而有效。在掸邦第二特区，虽然毒品问题至今依然未能彻底解决，但长期以来当地治安良好，没有偷盗抢劫，我们在邦康镇调研时，许多家庭白天空无一人，门不上锁。如果脱离了基层社会力量的有效运作，即便外界存在强大的推进力量，这些民族的人地关系很难发生变化。同时，基层社会力量是当时人地关系有序发展的重要基础。克伦族对森林保护区和旅游文化区建设项目的反对，是避免本民族文化迅速流失、保证其人居环境稳步与外界缓慢接轨的合理响应；短期内，休克治疗能在物质文化领域取得立竿见影的效果，但不一定对自然环境和本民族文化延续产生积极意义。舞台化的旅游可以很快带来显著的经济效益，但它们对地方文化的侵蚀不言而喻，这在中国已经有例可循。

第二，外界力量的帮扶。即便缅甸这些少数民族内生力量强大而有效，但其生产生活方式的转变以及人与自然关系的和谐发展，依然离不开外界力量的帮扶。泰缅边境和中缅边境的替代种植就是非常明显的例证。如果没有联合国、中国、缅甸和泰国等各国政府在资金和技术上的支持，替代种植很难奏效，人们的生计方式也难以在现有条件下实现自我突破。虽然替代种植近些年来一直受人诟病，但至少它改变了少数民族社区普遍贫困和生态环境不断恶化的局面。

为确保缅甸少数民族地区人地关系得以全面改善且具有可持续性，多方仍需努力解决经济发展、生态环境保护及文化多样性保护等相关问题。

本文作者系云南师范大学旅游与地理科学学院教授

伊洛瓦底江见闻

文 / 舒树森 陈小勇

伊洛瓦底江是缅甸的母亲河。我们在中国和缅甸开展水生生物研究期间，从它的源头走到了入海口，与它结下了不解之缘，从中感受到它流淌的浓烈的自然及人文气息。

上游：雪山雨林，胞波情深

中国丽江和缅甸葡萄直线距离约300公里，其间分布有金沙江、澜沧江、怒江、恩梅开江和迈立开江五条大江四个水系，形成了“五江并流”的壮丽景象。恩梅开江和迈立开江在缅甸克钦邦首府密支那合流，自此称为伊洛瓦底江（Irrawaddy River 或 Ayeyarwady）。该江上游位于克钦邦杰沙以上，多为山谷地区，拥有丰富的自然景观和生物多样性资源。Ziyadam 是恩梅开江源头之一的红岗山下最后一个村子，海拔约1000米，但受热带气候影响，这里依然生长着千果榄仁等典型的热带树种，热带季雨林郁郁葱葱。就在直线距离不足十公里的红岗山，其顶部已被厚厚的冰雪覆盖，海拔也迅速上升到4000多米。生活于热带的犀鸟在雪山夹持的河谷中悠闲飞过，野芭蕉在皑皑白雪的映衬下硕果累累，这种景象常常让人分不清所处的是热带还是寒带。

得益于这种独特的气候和保存完好的生态系统，伊洛瓦底江上游河流往往清澈见底，站在桥上可以看到水中游动的鱼群。一些支流被郁闭的原始森林覆盖，河流在雨季依然保持清澈。青藏高原特有的裂腹鱼类会顺江而下，热带地区的攀鲈等鱼类也会上溯至此。当地独特的自然环境演化出了大量特有物种，造就了伊洛瓦底江上游丰富的生物多样性，目前我们已发现了多个新物种，例如红岗异齿鲶、瑙蒙石斛、葡萄天麻等，新记录种更是数量繁多。

葡萄是伊洛瓦底江上游少有的盆地，也是缅甸最北的一个县，与中国察隅县和贡山县毗邻，面积500多平方公里，坝区人口超过6万（2014年数据），约占整个县的三分之二，日旺族和傈僳族是当地主要民族，在中国一侧也有分布，语言和生活习惯相仿。日旺族在中国称为独龙族，我们在葡萄开展野外调查期间也聘请了他们中的一些人担任后勤人员。闲聊中了解到他们常年在山区活动，很多人往往走十多天的山路，到云南的福贡县和贡山县从事中草药交易。他们会说一些简单的、夹杂着云南方言的普通话。葡萄本地也有一些入籍缅甸的中国移民，我们居住的客栈老板一家就是20世纪40年代从云南大理迁入的，现在他们已经是第四代人。目前他们家也只有老人还能说一些中文，当我们这些中国人入住时，他们格外高兴，仿佛遇到了多年未见的亲人。

瑞丽江是伊洛瓦底江在中国的另一条重要支流，发源于高黎贡山，从云南瑞丽流入缅甸。瑞丽江水势平缓，静静地从一个个景颇族和傣族寨子边流过，一首《有一个美丽的地方》，道出了瑞丽江畔如画的景色。瑞丽的景颇族和缅甸的克钦族是同一民族，只不过因所处国家不同而导致称谓上有差异。江两岸两国人民往来密切，共同在边境线上创造了“一村两国”“一家两国”的和谐景象，让人感受到了浓厚的“胞波”情谊。

中游：赤地千里，历史如烟

缅甸地处热带，给人的第一印象应该是郁郁葱葱的热带雨林，但缅甸中部却是严重的干旱区，原因之一是降水时间集中，主要分布于6~10月的雨季，导致全年大部分时间都是旱季，

仅能种植豆类等耐旱作物。其次是土壤水分蒸发量大。据统计,中部干旱区年均降水量约 500 毫米,但年均蒸发量却高达 1700 毫米。在这种特殊的气候环境下,只有一些稀疏的树木矗立在黄土上,颇有几分热带稀树草原的感觉,与周围热带雨林形成鲜明对比。在中部干旱区,河流形态随季节的不同而出现巨大差异。在曼德勒附近,雨季时的伊洛瓦底江宽达 5 公里,一眼望不到对岸;旱季时江面急剧缩小,仅残留一条宽约 600 米的河道,支流则几乎干涸殆尽。中部干旱区的水生生物和下游江段基本一致,都能采集到许多类群且分类学特征基本相似,特有种不多。然而,在干旱区两侧的若开山脉和掸邦高原,支流的源头区由于常年流水不断,成为鱼类等水生生物的庇护所,保存了大量特有物种,值得开展调查研究。

如果说伊洛瓦底江上游是自然风光大片,那么从杰沙到卑谬的中游地区则是缅甸历史的浓缩。在缅甸历史上,除了东吁王朝建立在锡当河流域,其余王朝都把都城建设在伊洛瓦底江畔的瑞波、敏贡、实皆、曼德勒、阿瓦、蒲甘、卑谬,这些古城犹如一颗颗珍珠,被伊洛瓦底江串在一起。由于历史上连年征战,这些古城大多只剩下一些残砖败瓦。瑞波最靠上游,是贡榜王朝的第一座都城。1752 年,国王雍籍牙从瑞波出发,历经七年征战而统一了缅甸,开创了最后一个封建王朝的伟业。在王朝实力最强盛的时期(1804 年),国王孟云曾试图在敏贡修建一座和曼德勒山一样高的佛塔,但才修建到 50 多米高时,佛塔轰然倒塌,只留下一个硕大的塔基矗立在伊洛瓦底江边。如今的瑞波古城早已荒废,王宫也只剩下三栋略显沧桑的宫殿,昔日宽阔的护城河也已被开辟为一个鱼塘,只能在地图上看出当年规整的四方形护城河。

曼德勒是缅甸第二大城市,也是贡榜王朝最后的都城。二战期间,皇宫被焚毁,但曼德勒山等周边的古迹却保存了下来。1964 年,皇宫得以重建。蒲甘以其遍布的佛塔闻名于世,有“万塔之城”的美誉。蒲甘建塔的历史可追溯到公元 849 年,当时蒲甘王朝建立;到了阿奴律陀继位后,佛塔的修建达到了顶峰,目前我们看到的最著名的瑞山陀塔和瑞喜宫均在这一时期完成。卑谬是古代骠国的都城,与中国多有往来。公元 801 年,骠国曾到唐朝都城长安献舞,白居易为此作了《骠国乐》。如今,骠国只剩下一圈低矮的城墙和散落在田野中的佛塔,宫室建筑都已荡然无存。

下游: 鱼米之乡, 富饶之河

下游从卑谬以下到入海口处。伊洛瓦底江在入海口以上 165 公里处分成九条河流,各自沿不同路线并排流入安达曼海,形成宽约 240 公里的伊洛瓦底江三角洲。就在这里,翠绿的植被渐渐逐渐取代了中游地区飞扬的黄土,热带风光显露无疑。由于安达曼海的热带暖湿气流带来了丰沛的雨水,加上光热充足及土壤肥沃,伊洛瓦底江下游成为了缅甸最主要的稻米产区,其水稻种植面积已超过全国一半,加之一年三熟,因此亩产较高,造就了缅甸 20 世纪 40~50 年代“亚洲粮仓”的美誉。

仰光距离伊洛瓦底江入海口 40 公里,是缅甸经济最发达、人口密度最高的城市,2005 年以前一直作为缅甸的首都。仰光港位于市区南面,是缅甸能停靠万吨巨轮的少数港口之一,该国出产的稻米和柚木源源不断地由此运往世界各地。随着“一带一路”经济带建设的加快,仰光等海滨城市将迎来新的历史发展机遇,它将沿伊洛瓦底江一路向上,带动流域及缅甸内陆地区的繁荣发展。

本文作者系中国科学院昆明动物研究所研究人员



国际科技合作引领绿色未来

文 / 张世专 王大明 图 / 舒树森

共建“一带一路”是中国国家主席习近平在经济全球化处在重大转折点的关键时刻提出的、以“合作共赢”理念为核心、以促进共同发展和打造人类命运共同体为目标的国际合作倡议。该倡议聚焦全球经济可持续发展的关键区域，致力于实现“五通”和建设“七路”，为深化 21 世纪全球经济治理贡献“中国方案”，其深入实施有助于打通全球经济的“任督二脉”，引领经济全球化朝着更加开放、包容、普惠、均衡、共赢的方向发展，为实现联合国 2030 年可持续发展议程做出贡献。

“一带一路”可持续发展需要国际科技合作

“一带一路”核心区域具有复杂多样的自然环境和敏感脆弱的生态系统，人口密集且增长快速，经济发展相对滞后，工业化、城镇化、现代化建设步伐逐渐加快，人类活动的广度、深度和频度不断扩大，人与自然的矛盾十分突出。各国在参与共建“一带一路”的过程中，面临气候变化、环境治理、灾害防范、遗产保护、生态修复、疾病防治、饮水安全、粮食安全、生物多样性保护、资源可持续管理、城市可持续发展规划等共性挑战，对科学、技术和创新



的合作需求极为迫切。

科学的本质是人类通过不断积累的集体智慧去客观认识自然界及人类自身，技术的本质是人类运用所掌握的科学知识对自然界以及人类自身进行改造，创新的本质是人类在认识和改造自然界以及人类自身的基础上创造一个更加美好、和谐的新世界。共建“一带一路”的最终目的是要创造一个人与自然以及人与人之间和平共处、和谐共生、共同发展、协同进化的命运共同体。因此，共建“一带一路”目标的实现离不开科技创新，离不开国际科技合作。

基于上述认知，中国科学院在过去6年里一直持续推进国际科技合作，努力团结、凝聚全球科技界的智慧和力量，共同建设“一带一路”绿色之路、创新之路和科技共同体，为引领“一带一路”绿色未来和可持续发展做贡献。

中国科学院的实践

从2013年起，中国科学院发挥自身在科学、技术、人才、智力方面的综合优势，发挥科学技术在改善民生、促进发展、应对共同挑战、促进民心相通等方面的独特作用，从国际合作平台搭建、项目布局、人才培养和网络构建等方面，前瞻部署，扎实推进，积极打造平台、项目、人才、网络相结合的“一带一路”科技创新合作体系，先后采取了一系列重大行动。

建设海外科教合作中心。6年来，中国科学院与“一带一路”沿线主要国家合作，在这些国家先后创建了中非联合研究中心、中亚药物研发中心、中亚生态与环境研究中心、中斯联合科教中心、加德满都科教中心、东南亚生物多样性研究中心、曼谷创新合作中心、南美天文研究中心、南美空间天气实验室等9个海外科教中心，第10个海外科教中心（中巴地球科学中心）也已开始启动筹建工作。这些中心将

发展成为中国在境外设立的集科学研究、人才培养、知识传播和技术转化为一体、深度参与区域及全球创新治理、积极应对重大共性挑战的国际合作平台。

部署“一带一路”科技合作专项计划。中国科学院聚焦“一带一路”沿线国家可持续发展挑战和重大民生问题，在气候变化研究与适应、生态环境保护与修复、生物多样性保护与利用、自然灾害风险评估与防范、传染病防控与健康、生物安全、农业与粮食安全、饮用水安全等领域主动部署了100多个“国际伙伴计划”（International Partnership Program of Chinese Academy of Sciences, IPP）项目，促进“一带一路”区域经济、社会和环境可持续发展。

为“一带一路”培养高层次科技人才。中国科学院依托下属3所大学、100多家研究所和9个海外科教中心，迄今已为沿线国家和地区培养培训了近5000名高层次科技人才，其中包括1800多名硕士、博士研究生。不少人员学成归国后担任了重要职务，在推动“一带一路”经济、科技、教育合作中正扮演日益重要的角色。

发起成立“一带一路”国际科学组织联盟。为了更好地促进“一带一路”沿线国家科技创新政策沟通、民心相通以及科研资源互联互通、开放共享，推动构建“一带一路”科技共同体，中国科学院联合俄罗斯科学院、巴基斯坦科学院、哈萨克斯坦科学院、尼泊尔特里布文大学、泰国科技发展署、联合国教科文组织、发展中国家科学院（The World Academy of Sciences, TWAS）等37家科研机构和国际组织，于2018年11月共同发起并成立了“一带一路”国际科学组织联盟（Alliance of International Science Organizations, ANSO）。

合作成效

通过持续深入推进以区域共性挑战和重大民生需求为导向的国际科技创新合作，中国科学院为促进“一带一路”的绿色和可持续发展做出了贡献。

应对“一带一路”绿色发展挑战。中国科学院发挥中非联合研究中心、中亚生态与环境研究中心、加德满都科教中心、东南亚生物多样性研究中心等海外科教合作平台的作用，促进“美丽中国”和绿色“一带一路”同行。以中非联合研究中心为例，针对“非洲绿色长城计划”实施面临的技术挑战，中国科学院依托该平台，在埃塞俄比亚和肯尼亚等国建立了4个荒漠化防治、植被恢复和草场生产力提升技术示范点，与毛里塔尼亚合作实施了兼顾沙害综合防治与沙产业发展的毛里塔尼亚首都圈“2区3带”综合防护建设体系。中国科学院还与肯尼亚和坦桑尼亚合作，联合出版了《肯尼亚国家地理与遥感图集》和《坦桑尼亚主要城市水质调查结果报告》，为两国绿色发展规划提供了科学依据和数据支撑。

应对“一带一路”自然灾害风险挑战。中国科学院和沿线各国科研机构、大学或政府部门共同开展极端天气、干旱、洪水、地震、海啸、风暴潮等灾害的联合监测与合作研究，提高了“一带一路”沿线国家的自然灾害风险预警与防范能力。例如，中国科学院遥感与数字地球研究所针对蒙古国的旱灾问题，与蒙古国家遥感中心合作，开发建立了旱情监测空间数据库和中蒙旱灾系统；针对泰国的洪灾问题，同泰国地理信息与空间技术研发署等机构合作，建设了洪水监测数据库和洪灾引发的水媒传染病暴发风险诊断系统；针对吴哥的地质沉降问题，与柬埔寨世界文化遗产管理局合作，开展当地生态环境监测研究，为吴哥窟世界遗产保护提供了重要的决策支持。

应对“一带一路”粮食安全和饮用水安全等挑战。中国科学院为此部署了一系列国际伙伴计划项目，成功筛选出了适合在肯尼亚种植的3个水稻品种和4个葡萄品种；在南苏丹、埃塞俄比亚完成了甜高粱示范种植和优良品种筛选，实现增产30%以上；在缅甸完成优良水稻品种选育和田间试验，实现增产24%~48%，生长周期缩短30~40天，同时提高了水稻抗旱能力和抗病虫害能力。在饮用水安全方面，中国科学院实施了“一带一路”饮用水安全合作专项计划，探索出“政研产学研”联动的合作模式。以斯里兰卡为例，通过合作为该国中部旱区2500多名村民提供了饮用水安全技术保障方案，并启动了“中斯水技术研究示范中心”的建设，为斯里兰卡培养了一批专业技术人才。这项合作还推广到柬埔寨、缅甸、卢旺达等国。

思考与建议

坚持把科技创新和人才培养放在首位，持续深入推进科技创新合作。创新是引领发展的第一动力，人才是创新的第一资源。作为“一带一路”倡议的发起国，中国应进一步加大“一带一路”科技人才培养和创新能力开放合作。

坚持问题和需求导向，持续深入推进“一带一路”创新共同体建设。“一带一路”建设面临绿色、可持续发展挑战。中国和沿线各国应持续加大科技创新合作，共同打造协同创新中枢，共同提高防灾减灾能力和对生命健康、生态安全、粮食安全、饮水安全等的保障能力，缩小发展中国家和发达国家之间的“知识鸿沟”“数字鸿沟”“技术鸿沟”，促进“一带一路”绿色、可持续发展。

本文作者张世专系中国科学院大学人文学院博士研究生
中国科学院国际合作局亚非合作处处长
王大明系中国科学院大学人文学院教授、博士研究生导师



缅甸曼德勒市阿玛拉普拉古城陶塔曼湖上的乌本桥 (U Bein Bridge)。它长约 1.2 公里，稍有弯曲，使用 1086 根柚木建成。这种木料为缅甸特产，质地坚硬，耐腐蚀。1857 年，缅甸贡榜王朝首都由阿市附近迁往曼德勒，阿市市长 U Bein 从已被拆卸的皇宫中抢救出大批的柚木，并采用传统的榫接工艺将之建造为目前世界上已知的最长的步行桥。该建筑迄今屹立不倒，仅少部分被混凝土材料替代。每天，两岸的居民和出家人在桥上往返。该桥已成为缅甸最著名的人文胜地之一。摄影 / 先义杰



2019年5-6月，中缅发起第八次生物多样性联合科学考察，范围覆盖缅甸实皆省德曼迪野生动物保护区。这是考察队在钦敦江支流 Nam Ei Zu 河建立的宿营地。相关研究将为缅甸野生虎保护战略行动计划提供强有力的科学支撑。摄影 / 金立旺（新华社）