

Unasylva 238

卷62, 2011/2

森林退化的测量与评估



《国际林业和林产品》杂志©编
亚太森林恢复与可持续管理组织©译

ISBN 978-7-5038-6876-4



9 787503 868764 >

中国林业出版社
联合国粮食及农业组织

本期关注

金合欢经营项目



金合欢经营项目，由涉及的国家、当地利益相关者和联合国粮农组织（FAO）共同参与实施，该项目通过在干旱地区种植与经营金合欢林，在提供社会效益的同时，帮助当地社区防治荒漠化。

- 有关该项目的新闻，请见第66页。
- 点击 www.youtube.com/watch?v=AfbM-DNMnNg，观看视频。
- 点击 www.fao.org/forestry/aridzone/en/，了解更多有关干旱地区林业与荒漠化的信息。
- 点击 www.fao.org/docrep/014/i2248e/i2248e00.pdf，下载有关高地和干旱地区的新出版物——《山地，干旱地区恢复之源》。



iFOn[®]

iFOn为世界粮农组织的最新移动应用终端，适用于iPhone、iPod以及iPad。

测试一下自己对林业议题的了解程度吧！
随时从联合国粮农组织林业部门获得信息，掌握第一手的林业资讯。

可通过Apple iTunes以及App应用商店下载



粮农组织林业：为21世纪学习与交流而传递信息资源。

www.fao.org/forestry

翻译: 余跃 王 骅 杨媛铭
审校: 张小全 刘 薇 杨 柳 彭 鹏

编辑: R. Obstler
编辑顾问组: P. Csoka, L. Flejzor, T. Hofer, F. Kafeero, W. Kollert, R. Obstler, E. Rametsteiner, S. Rose, J. Tissari,
P. van Lierop, P. Vantomme, M.L. Wilkie
名誉顾问: J. Ball, I.J. Bourke, C. Palmberg-Lerche, L. Russo
地区顾问: F. Bojang, C. Carneiro, P. Durst, M. Saket

本出版物原版为英文, 即 *Measuring Forest Degradation (FAO Journal Unasylva No. 238, Vol. 62, 2011/2)*, 由联合国粮食及农业组织于2011年出版。此中文翻译由亚太森林恢复与可持续组织 (APFNet) 安排并对翻译的准确性及质量负全部责任。如有出入, 应以英文原版为准。

图书在版编目 (CIP) 数据

森林退化的测量与评估 / 《国际林业和林产品》杂志编; 亚太森林恢复与可持续管理组织译.

-- 北京: 中国林业出版社, 2012.12

ISBN 978-7-5038-6876-4

I. ①森… II. ①国… ②亚… III. ①森林-退化-研究 IV. ①S718.5
中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第303510号

出 版 中国林业出版社
(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

责任编辑 刘家玲 肖 静

经 销 全国新华书店

制 版 北京美光设计制版有限公司

印 刷 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

版 次 2013年3月第1版

印 次 2013年3月第1次

印 张 4.5

开 本 889mm × 1092mm 1/16

字 数 130千字

《国际林业和林产品》杂志 (*Unasylva*) 以英语、法语和西班牙语出版。不再需要付款。可通过发送电子邮件给 unasylva@fao.org 免费预订。

相比于个人预订, *Unasylva* 更青睐于团体预订 (如图书馆、公司、组织、大学), 这样能够使该期刊面向更多读者。

Unasylva 的所有文章可在网上免费获得, 免费获取网址 www.fao.org/forestry/unasylva。

欢迎提出意见与质询: unasylva@fao.org。

本信息产品中使用的名称和介绍的材料, 并不意味着联合国粮食及农业组织 (粮农组织) 对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律或发展状态、或对其国界或边界的划分表示任何意见。提及具体的公司或厂商产品, 无论是否含有专利, 并不意味着这些公司或产品得到粮农组织的认可或推荐, 优于未提及的其他类似公司或产品。本信息产品中陈述的观点是作者的观点, 不一定反映粮农组织的观点或政策。

粮农组织鼓励对本信息产品中的材料进行使用、复制和传播。除非另有说明, 可拷贝、下载和打印材料, 供个人学习、研究和教学所用, 或供非商业性产品或服务所用, 但必须恰当地说明粮农组织为信息来源及版权所有, 且不得以任何方式暗示粮农组织认可用户的观点、产品或服务。

所有关于翻译权、改编权以及转售权和其他商业性使用权的申请, 应递交至 www.fao.org/contact-us/licence-request 或 copyright@fao.org。

粮农组织信息产品可在粮农组织网站 (www.fao.org/publications) 获得并通过 publications-sales@fao.org 购买。

© 粮农组织 2013年 (中文版)

© 粮农组织 2011年 (英文版)

要预订 *Unasylva* 中评述的 FAO 出版物, 请联络 FAO 知识交流、研究与推广办公室的销售与市场组, Viale delle Terme di Caracalla 00153, 意大利罗马。

电 话: (+39) 06 57051;
传 真: (+39) 06 5705 3360;
电 传: 625852/625853/610181 FAO I;
电子邮件: publications-sales@fao.org

封面

显示森林破碎化的 Landsat 卫星影像图 (封面: 1990年; 封底从上至下: 1990年, 2000年, 2005年; 由美国国家航空航天局和美国地质调查局提供)

目录

编者寄语	2
一个需要当地响应的全球挑战 <i>M. Simula</i> 和 <i>E. Mansur</i>	3
全球森林在空间上的改变 <i>L. Laestadius</i> , <i>P. Potapov</i> , <i>A. Yaroshenko</i> 和 <i>S. Turubanova</i>	8
遥感调查更新了有关森林损失的测算 <i>A. Gerrand</i> , <i>E. Lindquist</i> 和 <i>R. D'Annunzio</i>	14
森林退化引起的历史性碳排放的测量和监测方法评述 <i>M. Herold</i> , <i>R.M. Román-Cuesta</i> , <i>V. Heymell</i> , <i>Y. Hirata</i> , <i>P. Van Laake</i> , <i>G.P. Asner</i> , <i>C. Souza</i> , <i>V. Avitabile</i> 和 <i>K. MacDicken</i>	16
生物多样性、生态系统阈值、恢复力和森林退化 <i>I. Thompson</i>	25
尼泊尔森林退化 <i>K.P. Acharya</i> , <i>R.B. Dangi</i> 和 <i>M. Acharya</i>	31
归一化植被指数 (NDVI) —— 森林退化的指标 <i>C.L. Meneses-Tovar</i>	39
绘制森林景观恢复的机会 <i>L. Laestadius</i> , <i>S. Maginnis</i> , <i>S. Minnemeyer</i> , <i>P. Potapov</i> , <i>C. Saint-Laurent</i> 和 <i>N. Sizer</i>	47
测算中非木材采伐特许经营区内的野生动物种群的丰度 <i>R. Nasi</i> 和 <i>N. van Vliet</i>	49
国际森林年特别报道	56
粮农组织林业	59
世界林业	63
书籍	68

森林退化的测量与评估

《**国**际林业和林产品》(Unasylva)杂志在2011国际森林年结束之际,选取了一批由FAO及其合作伙伴完成的有关森林退化的研究论文,结集为《森林退化的测量与评估》。

定义与测量森林退化更为复杂,但其绝对是一个与毁林同等重要的严峻挑战。森林退化对森林生态系统及其所提供的产品和服务具有负面影响。许多这样的产品和服务与人类的福祉休戚相关,有些产品和服务又关系到全球碳、水和气候循环,从而与地球上的所有生命密切相连。

各国都需要森林退化方面的信息。他们需要可以监测森林里发生的变化。他们需要知道哪里发生了森林退化,是何原因,影响有多大,从而可以优先分配稀缺的人力与财力资源,用来防止退化并恢复已退化的森林。

本研究的目标是提出一系列易于测量的指标,并为各国提供有关森林退化的信息。它源自于2010年全球森林资源评估(2010)框架下的特别研究,之后发展为一个由森林合作伙伴关系(CPF)成员主导的多方倡议,合作伙伴包括有关国家、联合国减少发展中国家毁林和森林退化引起的碳排放项目(UN-REDD)以及森林景观恢复全球伙伴关系。

研究的关键产出之一是一份报告——《评估森林退化——发展全球通用的指南》。该报告旨在向相关机构和利益相关者指明森林退化测量的发展方向,可用于开发有关测量森林退化的项目,也可作为未来开发全球性综合通用指南的基础。

本研究认识到森林退化对不同的人而言具有不同的含义,这取决于他们所持的观点和实际的利益,因而测量森林退化的方法就应该反映出这些不同的观点。本期《森林退化的测量与评估》杂志的文章展现了被邀请参加本研究的专家的专业知识和各种观点。

M. Simula 和 E. Mansur撰写的综述描述了森林退化问

题,并介绍了评估退化的一些想法,包括空间和时间尺度以及基线数据的建立。

L. Laestadius等专家邀请读者从卫星呈现的角度看森林退化,介绍了收集有关森林退化信息的一种方法。这种方法表明,人类对大面积森林景观干扰程度的信息,仅通过专家对卫星影像的分析即可获得。

测量森林退化的方法通常包括两点:分析遥感影像以及在实地调查的基础上予以确认。然而这其中的某一点经常是一个挑战,尤其对发展中国家而言。M. Herold等专家提议各国将历史遥感影像与现有的一致实地调查数据相结合,从而弥补数据缺口。

森林退化的测量可以是基于生物多样性、森林健康、生产或保护潜力、或美学价值的损失。接下来的两篇文章从生态系统的角度讨论了该问题。I. Thompson描述了森林生态系统的恢复力,并阐述了如果对保持生物多样性和避免退化的阈值或拐点没有足够的重视,森林将怎样丧失其恢复力。K.P. Acharya, R.B. Dangi 与 M. Acharya关注尼泊尔,该国拥有60年实地调查的优良传统。在这些调查所关注的森林可持续经营相关因素中,森林生态系统服务功能很少被视为评估退化的一种方法。

最后两篇文章同样侧重于基础分析。C.L. Meneses-Tovar关注于森林健康,描述了墨西哥如何采用卫星影像的指数,而后在此基础上叠加有关实地分析的数据,从而测量“绿色”的变化。R. Nasi 和 N. van Vliet讨论了有关测算和监测非洲中部采伐特许经营区中的野生动物的方法。从样带行走走到粪球计数,读者们被邀请思考如何监测野生动物的问题,从而保证采用有效的经营方法。

几篇短文介绍了通过分析遥感影像,了解森林覆盖和土地利用变化的一项研究,以及使用这些数据的方法,这将为森林景观的恢复创造许多机会。

总而言之,我们认为未来拥有巨大的机遇。本专题研究期望各国加强森林退化评估、监测和报告方面的能力建设,从而促进各国采取行动,降低当前的退化速度。如果以上想法得以落实,恢复已退化的森林不仅将提高森林所提供的产品和服务的数量、质量,同时将有助于提高其恢复力,以及提高其应对由自然和人类引起的变化或干扰的能力,包括由气候变化带来的影响。

一个需要当地响应的全球挑战

M. Simula 和 E. Mansur

一个定义和测量森林退化的通用方法
可以给出应对森林退化的唯一解决方案



森林退化包括了对森林特性产生负面影响的变化进程

森林退化是一个严重的环境、社会和经济问题，尤其是在发展中国家。并且其很难被定义和评估。不同的利益相关者因其不同的目的，对森林退化也有着不同的看法和认知。在技术和科学上对它定义都很困难，并且其定义有着政策上的含义，因此给将来在国际和国内达成一致，并开发通用的方法带来困难。

量化森林退化的规模很困难，因为其有着很多原因，并以不同的方式和程

度体现。10年前，ITTO（2002）预测高达8.5亿公顷的热带雨林和林地将退化。该数字大于现有的尚未退化的热带雨林面积。

然而，最近森林景观恢复全球伙伴关系（Laestadius等，2011）提出，在过去的几个世纪中，全球超过20亿公顷的森林被完全采伐或退化，这提供了森林恢复的机会（见本期《绘制

Markku Simula: 赫尔辛基大学农林学院兼职教授。

Eduardo Mansur: 国际热带木材组织（ITTO）再造林和森林经营部主任助理，日本横滨。



一人眼中的退化森林是另一人的生计

森林景观恢复的机会》)。

实际上，作为一个全球性的挑战，当地响应理应成为应对森林退化关注的焦点。

森林退化为什么重要？

森林提供了一系列的生态系统服务，例如防止水土流失、调节水文状况并提供淡水、吸收并储存碳、产出氧气、保护栖息地、维持生物多样性。此外，木产品、纤维与各种非木质产品的生产对满足全球人口在庇护、交通、包装、食品和其他很多用途上的需求至关重要。

在热带地区总共有约3亿人口，包括原住民、当地社区、移民和小农户，其生计依靠着已退化的森林和林地，并通常处于极度贫困的状况（ITTO，2002）。对退化林地的可持续经营不仅有助于减缓和适应气候变化，同时还可以为数以百万计的人们创造就业机会和增加收入。

根据一些地区和国家的研究，森林退化是温室气体的一个主要排放源，但

在全球范围内其重要性还没有量化。

什么是森林退化？

关于森林退化有许多不同的看法和驱动因素。因此，很难找到一个通用的定义森林退化的方法：一人眼中的退化森林是另一人的生计。例如，对一个保护工作者来说，任何由人类行为引起的天然林的变化就代表着“退化”。如果仅考虑生物多样性的标准，一片可持续经营的人工林也可能被视为“退化”。因此，森林退化是一个须与森林经营目的相结合的概念。

在一次专家会议（FAO，2002）上，得出了森林退化的通用定义：森林提供产品和服务能力的减弱。

然而，这个定义已被普遍证明难以操作。实际上，焦点通常都放在生产力、生物量或生物多样性上。有关森林多种效益的定义可能会丰富森林的价值，但是在高于国家目标、为了国际目标的情况下，其很难以一种一致、透明的方式得以使用。有一个特别的问题是有关退化与未退化森林的合理的临界

点，尤其是考虑到有关气候变化的国际谈判方面。

考虑到要在国际层面上报告森林，那么一个一致的、可比的以及协调的森林退化的定义是很有必要的。然而，国际通用的定义如何应用，受到各国情况的影响。尽管如此，上述有关森林退化的一般定义与生态系统服务方法相符；同时，在国际层面，这一定义确立了一个坚实的架构，为各国基于自身目的进一步解读提供了基本的框架。

为什么要评估森林退化？

森林退化是一个变化的过程，这一过程既降低林产品和服务的价值，又对森林的特性产生负面影响。这个过程由干扰造成（尽管不是所有的干扰都会造成退化），这些干扰在起源、程度、严重性、质量和频率上都各有差异。干扰可能是自然的（如火灾、风暴或旱灾），或者是人为的（如采伐、修路、农耕、狩猎或放牧），或者是两者结合。人为的干扰可能是有意的（直接的），例如采伐或者放牧，或者是无意的（间接的），例如由外来侵略物种扩张所带来的（FAO，2009）。我们需要知道森林是否正在退化，如果是，原因是什么，并且生态系统受影响的程度如何，从而可以采取的措施来阻止和逆转这个进程。有关退化进程的信息对于调整国家政策同样很重要，这些政策可能会直接或间接地导致退化。

在各种国际论坛上，各国被要求报告其森林状况，包括其在应对森林退化上所做的努力。例如，生物多样性公约第十次缔约方会议通过了“2011~2020年生物多样性战略规划”，该规划确定了“爱知生物多样性目标”，目标中就包括了减少森林退化的内容。若要确认目标是否已达到，需要一个有效监测和报告森林退化的方法。

在联合国气候变化框架公约（UNFCCC）下，建立旨在减少毁林和森林退化引起的温室气体排放（REDD+）机制的协定，为测量森林退化提供了另一个理由。“REDD+”机制拥有巨大的资金潜力，用于发展中国家减少森林退化以及恢复森林，或改善森林经营（从而提高森林碳汇）。如何界定森林退化对于资金数量以及在利益相关者之间的分配有着重要的意义。

如何评估森林退化？

本期《森林退化的测量与评估》的文章从不同角度（生产力、生物多样

性、土壤和其他）提供了评估森林退化的详细信息。有些评估森林退化的想法与空间和时间尺度以及阈值相关。

森林退化需要在不同的空间尺度下评估，从而满足不同的需求。在地区一级，若要采取有效的纠正行动，需要在林分或地块尺度上进行评估；一个林分提供产品和服务能力的很多指标随着时间的推移而改变，这并不意味着森林退化。森林退化也可以在一个整体的森林经营单位和一个景观下进行评估和监测（见本期《全球森林在空间上的改变》）。由于国家和国际层面报告的需求，更大范围的监测和评估也很必要。

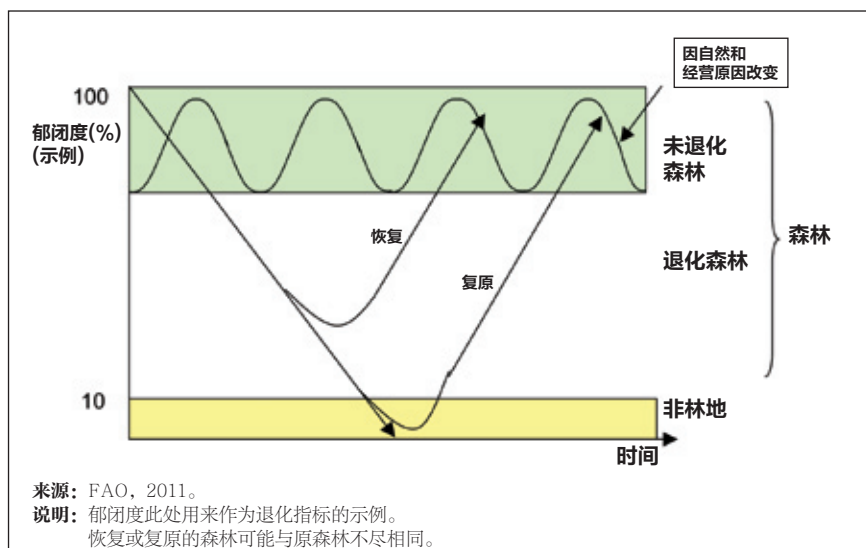
时间尺度是评估森林退化的又一重要方面（见本期《森林退化的指标——归一化植被指数（NDVI）》）。森林提供产品和服务能力的短期波动其实经常是自然循环的一部分或者是人类有意干预的结果（如营林措施）（见图）。在森林经营中，通常设定的都是长期目标，这同时也适用于维持和提高碳储存。例如，我们要避免以下的情况，即

虽然一片森林正在可持续的经营之下，但由于对某些林分进行了采伐，就把活立木蓄积的短期波动视为了排放。如果算上这样的数据，可持续性只会成为一个遥不可及的目标，从而给其他收益带来明显的损失。真正重要的是在整个森林经营单位或者森林景观中，碳库可以得以长期维持和提高。

一片森林要被视为已退化，须跨过一个阈值，例如，一个测量指标的设定值。由于森林类型和生物物理情况变动繁多，不可能设定通用的阈值。与阈值概念类似的是拐点——该点之后，退化进程变得不可逆转。避免不可逆转的改变——拐点——也许是做到可持续的最重要方法之一（见本期《生物多样性、生态系统阈值、恢复力与森林退化》）。

用什么可以比较数据？

评估退化需要建立一个参考状态——一个基线或“理想状态”——可以评估变化状况。实际上，建立一个参考状态并不容易。理论上原始林可以作为基线，但这个方法有时会有问题，因为生态系统在过去是有变化的。以产出为目的的可持续经营的森林也可以作为参考状态，尽管其可能缺乏原始林中的一些物种、过程、功能或结构。此外，所有的生态系统都有着内在的变化和自然波动。在所选择的森林经营方案中，如果一项可识别的产品或服务的产出持续低于期望值，并超出了该地区所预想的波动范围，则被视为发生了森林退化。因此，评估经常是基于判断的，



退化过程与阈值



人为干扰可能是有意的（直接的）或无意的（间接的）

因为自然变化只有在长期的研究和监测后才知道，而且一段给定时间内可获得的数据通常是不充分的（见本期《森林退化引起的历史性碳排放的测量和监测方法评述》）。

自然和人为导致的退化通常是相互影响的。人为行动可以使森林更脆弱从而使其在自然原因下容易退化，同时，自然损害可以导致更多的人为干扰。分辨自然与人为的原因有时会很困难，因为天气状况的变化会引发非生物和生物的因素，从而导致更高频率、更大规模和影响的森林退化。

森林退化有可能（并非肯定）成为毁林的前兆。一片森林有可能退化了很久一段时间，但没有完全被破坏；有时变化可能会很突然，例如一片完整的森林被转为其他土地用途。不管处在图表中哪个阶段，都可以通过促进森林经营或其他经营干预，包括通过营林措施恢复以及通过再造林恢复已退化的非林

地，从而终止或逆转森林退化。

如何应对全球挑战？

超过20亿公顷的退化林地——全球退化林地面积的总和，超过了中国的面积——创造了大量的恢复与回复机会。退化地区并非经常受集约型土地利用的影响，甚至是在人口密集的地区。有时逆转森林退化需要大量的投入。然而，更常见的是只需要低强度的干预，例如，延长休耕期或将其搁置一旁使其天然更新，也可以逆转森林退化。在退化森林里或其周围居住的农村人口如果提升了意识，并有经济激励，也会采取补救措施。中国黄土高原地区的成功恢复就是一个例子。森林恢复可以提供很多共同效益，例如，减少水土流失，降低洪水风险，提高农业生产力，以及生产薪材、木材以及其他林产品。有关补救行动的实用指南在国际层面——如ITTO（2002）以及国家层面——如

CONAFOR（2007）都存在。森林景观恢复全球伙伴关系（2011）提供了一个信息和经验的交流平台。

联合国气候变化框架公约谈判下的“REDD+”机制使各国对森林恢复、回复和森林可持续经营的融资前景充满期待。然而，同样存在着农村贫困人口可能无法从“REDD+”中受益的风险，并且当森林碳库的维持和增强成为“REDD+”资金机制的一个约束目标时，他们的林业产权和使用权可能会受到负面影响。如果没有建立明晰且安全的土地权属，开展能力建设，提供财政支持并充分考虑当地人民的价值和需求，想要这些当地民众真正从“REDD+”中受益是不现实的。另外一个问题是在很多国家，已流转为社区所有的林地往往已发生退化，并在恢复过程中需要巨额投资。

“REDD+”的支付须是足额的且差别化的，从而应对当地情况的变化。

退化林地提供了大量恢复机会





森林退化的解决方案需有长期的适应性和灵活性，从而满足不同森林利益相关者的需求

同样地，如果森林所有者、社区和居民“什么事都没做”，却得到支付，那这个体系并不能正常运转。许多有关森林环境服务的支付机制已变为简单的补贴机制，即支付与森林所有者采取纠正行动的义务之间的关联仍不明确。减缓气候变化需要快速的成果，而退化森林的恢复可以快速吸收更多的二氧化碳。如此，它代表了一种优秀的桥梁战略。同时，可以提高生态系统恢复力，并增强脆弱生物多样性的恢复能力。其机会成本很低，而成果拥有重要的共同收益。能力建设、林权改革和加强管理需要时间，但行动刻不容缓。

没有适合所有情况的模式；森林退化的解决方案通常因其环境而是独一无二的。它们需要长期保持适应性和灵活性，因为它们寻求满足很多不同森林利益相关者的需求，从而开展可持续的实践以带来改变。◆



国际森林年 · 2011



参考文献

- CONAFOR. 2007. *Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas*. Zapopan, Mexico, National Forest Commission.
- FAO. 2002. *Proceedings: Second Expert Meeting on Harmonizing Forest-related Definitions for Use by Various Stakeholders, Rome, 11–13 September 2002*. Rome. Available at: www.fao.org/docrep/005/y4171e/y4171e00.htm.
- FAO. 2009. Towards defining forest degradation: comparative analysis of existing definitions, by M. Simula. Forest Resources Assessment Working Paper No. 154. Rome (also available at ftp.fao.org/docrep/fao/012/k6217e/k6217e00.pdf).
- FAO. 2011. *Assessing forest degradation: towards the development of globally applicable guidelines*. Working Paper. Rome.
- Global Partnership on Forest Landscape Restoration. 2011. Web site. Available at: ideastransformlandscapes.org.
- ITTO. 2002. *ITTO guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests*. ITTO Policy Development Series No. 13. Yokohama, Japan, International Tropical Timber Organization.
- Laestadius, L., Saint-Laurent, C., Minnemeyer, S. & Potapov, P. 2011. *A world of opportunity: the world's forests from a restoration perspective*. The Global Partnership on Forest Landscape Restoration, World Resources Institute, South Dakota State University & the International Union for the Conservation of Nature. Available at: pdf.wri.org/world_of_opportunity_brochure_2011-09.pdf. ◆

全球森林在空间上的改变

L. Laestadius, P. Potapov, A. Yaroshenko 和 S. Turubanova

一个通过评估改变情况判定“完整的森林” (intact forests) 的新方法

在地区 and 全球尺度下评估森林退化并非易事，有诸多原因。退化是一个很复杂的概念，很难

去定义。并且其测量是困难和昂贵的。一些仅有的信息也往往不充足，缺乏详细的、丰富的和一致的信息，尤其是在一些跨行政边界的地区。有关生物多样性等非市场因素的描述尤其少。

卫星观测为收集信息提供了一个很有前景的方法。卫星影像的可获得性和技术质量在稳步提高，而价格在下降。卫星影像使得以相对低的成本评估大面积甚至难到达的景观成为可能。此外，

公共档案中可获得追溯到约1980年代的历史卫星影像 (Landsat)，因此可以评估长期的变化。

本文描述了尝试运用卫星影像评估森林退化的结果。该方法最初是用于绘制完整的森林景观 (即IFL) (Yaroshenko, Potapov, Turubanova, 2001; Aksenov等, 2002; Lee等, 2002; Strittholt等, 2006; Potapov等, 2008)。因此，它也被称之为IFL方法。有关该方法及其释义的设计都需用到卫星影像，因此与那些用于实地调查的方法不同。结果可以复制，并在时间

一个森林景观是以森林为主，但也可能包括自然出现的无林地带，例如图中所示欧洲北部俄罗斯联邦的湿地区域。完整森林景观 (IFL) 方法识别人为引起的可视的森林景观变化



V. KANTOR

Lars Laestadius: 世界资源研究所高级研究员，美国华盛顿特区。

Peter Potapov: 马里兰大学副教授，美国马里兰州。

Alexey Yaroshenko: 俄罗斯绿色和平组织，莫斯科。

Svetlana Turubanova: 马里兰大学副研究员，美国马里兰州。

和空间上具有一致性——即对一国、一洲或者整个世界，选取同一时间点。

定义森林改变

这里森林景观的概念是指自然分布的土地覆盖表土类型的组合。森林景观以森林为主，但可能也包括无林地区，例如，小湖、湿地、河流和岩石地表。

森林退化是一个模糊的概念。一个人眼中的退化可能是另一人眼中的提高，这完全取决于个人观点。为达到本文的目标，本文采取了一个更中性的说法——“森林改变”。本文中的森林改变是指人为影响导致的可视的森林景观变化。

IFL 方法

IFL方法包含两个互相关联的组成部分：方法本身以及一套定义和标准。有明确定义的标准用于证明一片地区不是未改变的（表1）。这些标准国际通用，且可以简单复制，从而用于长期的重复评估以及独立核查。评估逻辑包括以下三个主要特点。

景观被划分为已改变的或未改变的（完整的）。尽管IFL方法可用于评估改变的类型及程度，但是本文从一个非常简单的视角来理解“改变”这个概念：一个景观要么是完整的，或者是已改变的。

一个IFL是一片无间断的连续的自然生态系统区域，没有明显的人为活动迹象，且面积足够维持所有的本土生物多样性，包括一定数量的各种种群。在本评估中，一片完整的森林需要至少5万公顷，才能被称为一片IFL。

采用了两套标准。采用了两套标准来区别完整的和不完整的森林景观：

表1 标准

A. 改变

研究地区中由明显人为因素造成改变的部分被视为干扰因素，不能纳入IFL。这些人为因素的证据包括：

1. 居住地（包括1千米的缓冲区）；
2. 基础设施：用于居住地之间的交通，或自然资源的产业开发。证据可以包括道路（不含未铺砌的小路）、铁道、航道（包括海岸）、管道以及输电线（在所有情况中，均包括任一边的1千米缓冲区）；
3. 农业和人工林种植；
4. 过去30~70年间的工业活动，包括采伐、采矿、油气勘探和开采、泥炭开采；
5. 在过去30~70年间，在基础设施或开发地带周边发生了影响整个林分的火灾。

发生在久远之前或低程度的人为影响被视为无关紧要的。有关这类“背景”影响的部分仍然可被纳入IFL。背景影响的来源可能包括家畜的开放式放牧、低强度择伐以及狩猎。

B. 破碎化

研究地区内的有可能符合IFL的部分随后再做破碎化评估。有些符合IFL的部分如果面积过小或过窄，也将其排除。一个IFL须满足以下标准：

1. 大于5万公顷；
2. 在最宽处至少有10千米宽（该地块内所能画出的最大圆圈直径）；
3. 在连接宽阔地带的狭窄地带及附属地带，至少有2千米宽。

（A）改变以及（B）破碎化。这两套标准逐一使用，从而确定一片地区是否是合格的一片IFL。

首先，评估改变的程度。已改变的部分由于不符合IFL的要求，将其舍弃。然后，评估剩余部分的破碎化程度。同样，确定的不符合的部分要将其舍弃。

景观首先被视为是完整的，直至证明其不是的。评估逻辑与法庭进程很相似。最初的设想是所研究的整片地区是“无辜的”，即完整的/未改变的。然后用本方法寻找改变的证据，以证明“有罪的”地区。移除掉所有已改变的地区，只有完整的地块保留了下来。采用的逻辑是：相比

于证明没有改变和破碎化，找到它们存在的证据要更为容易一些。

应用 IFL 方法

IFL被用于评估世界森林景观地区的生态完整性。森林景观地区（forest landscape zone）与FAO定义的森林地区（forest zone）有所不同，它包括我们称之为森林景观的更广阔生态系统内天然产生的无林地区。因此对这两种地区体系的评估是不可比较的。森林景观地区的边界划分采用的是国际森林冠层盖度数据库——植被连续地块（VCF）中分辨率成像光谱仪（MODIS）500米

产品的一部分 (Hansen等, 2003)。森林在2000年被定义为冠层盖度超过20%的地区。小于4平方千米的地块被移除掉。小于500平方千米的森林景观斑块在本分析中不作考虑。

森林景观地区的评估分作两步。第一步, 在可以获得1:500 000或更精细比例尺的有关交通基础设施和居住地的地理信息系统 (GIS) 数据的国家, 进行初步破碎化分析。道路、管线、输电线和居住地的周边区域从本研究地区中移除, 使森林景观地区成为一个块状组合, 目的是识别出不包括主要基础设施且面积大于5万公顷的景观斑块。不合格的地块将其从进一步的考虑中移除掉, 而剩下的地块保留为IFL的候选地块。

第二步是运用高空间分辨率Landsat TM (代表了以1990年为平均日期的全球覆盖) (Tucker, Grant和Dykstra, 2004) 以及ETM+ (代表了以2004年为

表2 已改变的森林景观地区的比例 (按森林类型划分)

森林类型	总面积 (百万公顷)	已改变的 森林的面积 (百万公顷)	已改变的 森林的比例 (%)	完整的 森林的面积 (百万公顷)	完整的 森林的比例 (%)
密林	2 748.4	1 901.3	69.2	847.1	30.8
稀疏森林和林地	1 377.6	1 108.0	80.4	269.6	19.6
天然无林区	1 461.5	1 265.3	86.6	196.2	13.4
森林景观地区汇总	5 587.6	4 274.7	76.5	1 312.9	23.5

平均日期的全球覆盖) 影像, 从而系统评估所有剩余潜在IFL地块的改变情况, 并描绘每个IFL的详细边界。

影像分析由专家目视判读, 通过在GIS上叠加各种专题地图和地形图进行。

全球森林改变评估

根据上述定义, 全世界现有的森林景观地区面积为55.876亿公顷, 即地球地表面积的37.3%。根据林木盖度 (Hansen等, 2003), 森林可被划分为三大主要森林生态系统类型:

1. 密林: 林木冠层盖度超过40% (占森林景观地区面积的49.2%);

2. 稀疏森林和林地: 林木冠层盖度在20%~40%之间 (占森林景观地区面积的24.7%);

3. 天然无林区: 林木冠层盖度低于20%, 例如, 稀树草原、草地、湿地、农业用地、山地生态系统、湖泊 (占森林景观地区面积的26.1%)。

IFL占森林景观地区面积的23.5% (13.129亿公顷), 受到发展或破碎化的影响 (图1)。在IFL方法的背景下, 这片地区被视为已改变。改变的密度在密林、稀疏森林和非林地生态系统中各不相同 (表2)。

全世界大约三分之二 (69.2%) 的密林为非完整的。北半球寒带和亚冻原地带的IFL比南半球的要多; 长期的人类活动已将热带和温带的原始林地和稀树草原生态系统转变为耕地、牧场、灌木或草地群落。

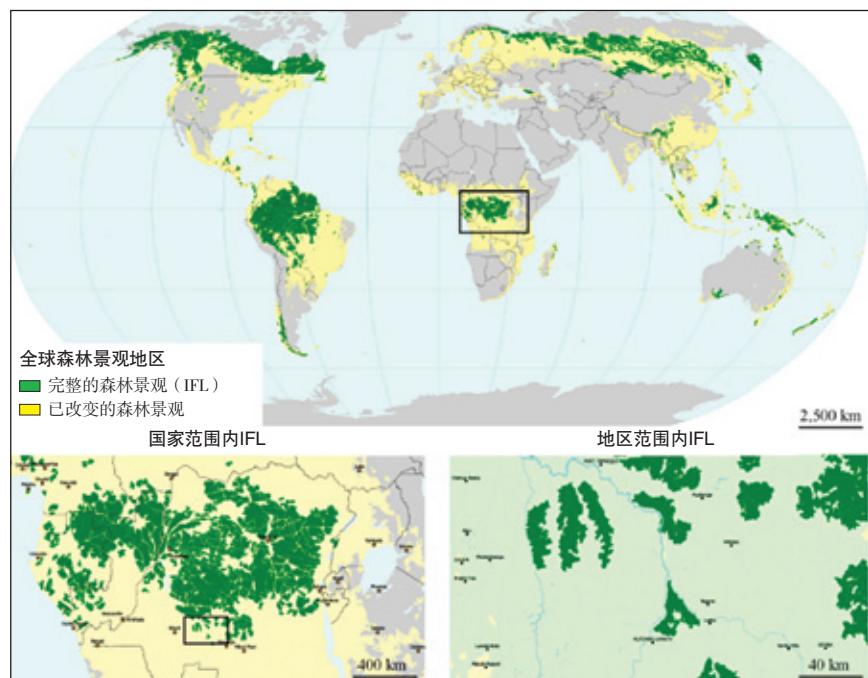


图1 全世界完整的和已改变的森林景观。IFL方法产出了可用于在世界、国家和地区范围内规划与监测的地图。地区级地图中用浅绿色标注非完整森林, 用黄色标注无树地区

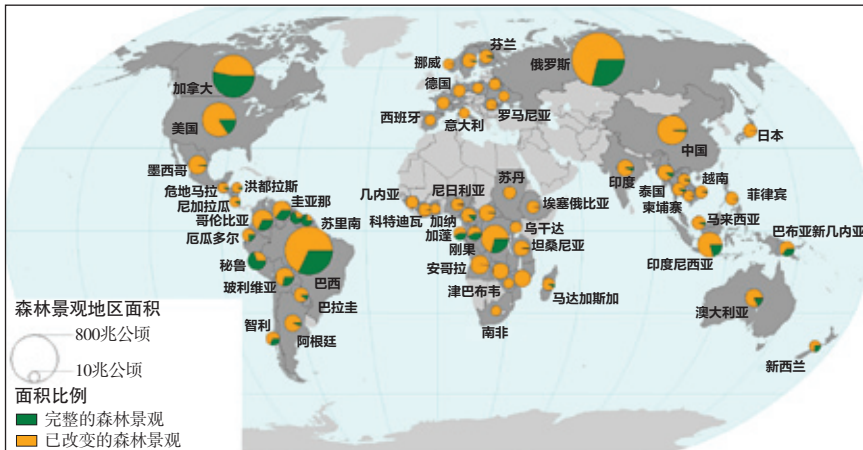


图2 森林改变，在本文中用所选取国家森林景观地区中已改变景观的比例来表示。本分析中所包括的国家以深灰色标注（共62个国家）

国家级基线

国家级评估仅限于森林景观地区面积超过10 00万公顷的国家（图2）。在这62个国家中，几乎所有的森林都已改变，例如，在19个国家中，仅有不到1%的森林景观地区仍为IFL。这19个国家包括除了芬兰、俄罗斯与瑞典之外的欧洲国家，以及刚果盆地之外的非洲国家。主要改变程度，即剩余IFL的比例在1%~10%之间，出现在21个国家，包括处于湿润热带雨林生物群系边缘的非洲国家、中美洲国家、东南亚国家以及北欧。中国和印度也属于这一组。剩下22个国家的IFL占总体森林景观地区面积的比例均大于10%。仅有5个国家的IFL比例超过50%：加拿大、法属圭亚那、圭亚那、秘鲁和苏里南。

如果将IFL的构成按照密林、稀疏森林和非林地生态系统（图3）的方式进行研究，可划分为两组。第一组由开展集约化森林经营的发达国家组成。在这些

国家中，最茂密的、生产力最高的森林已被经营所改变或转变为人工林。在自然条件下林木盖度低而森林经营缺乏吸引力的大多数地区保持了完整，例如，山区、湿地和寒带的北部地区。

第二组中呈现的是另一种情况。在这些地区，可到达的森林因为农业或放牧用途已被皆伐，而不可到达的茂密森林大部分仍是完整的。最少改变的茂密森林分布在中非和拉美国家以及巴布亚新几内亚。这些国家的IFL中的高比例茂密森林是重要的碳库，它们的改变将造成明显的碳排放。

IFL 方法的评估

对于大面积的评估，IFL方法有很多优点。它适于评估所有的国家和大洲；可以快速应用，应用成本低。它的数据需求是通过卫星影像来实现的，可在公共领域免费或以低廉且不断降低的价格获得。它有着严格的界定，并可以独立复制与核实。它同样适于监测——通过在不同时间点重复评估，从而测量变化。它还可以通过修改和提高，以评估更小的景观，可以评估偏僻的以及不可到达的景观。其结果在研究的整个区域（例如，一个国家，或者全世界）保持一致性，此结果是可比的。其结果在空间上非常明确，因为其采用的地图非常详细，足以支撑有关保护重点以及方法的决定。统计信息可从地图中轻易获得。该方法已经过检测，并准备投入使用。

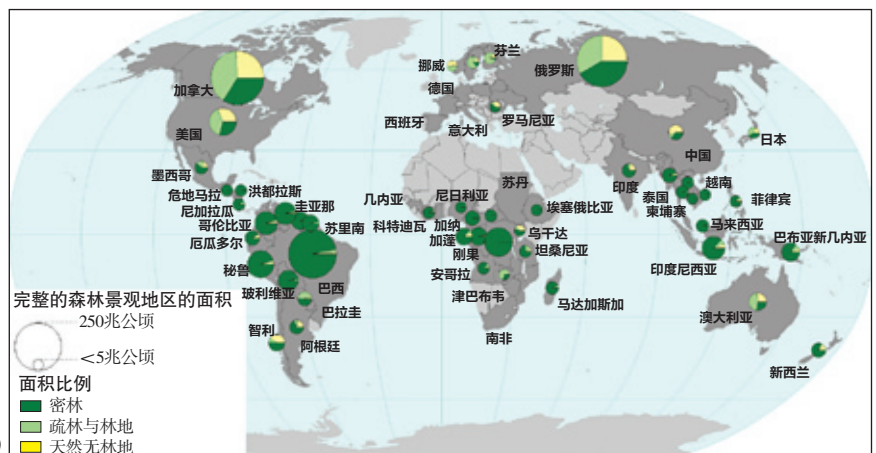


图3 所选取国家的完整的森林景观及其森林类型构成。本分析中所包括的国家以深灰色标注（共62个国家）

地图的分辨率和质量已被认为足以用于支持木材采购和寒带森林的经营。例如，在加拿大和俄罗斯联邦，以及控制木材的标准中，森林管理委员会（FSC）正在使用通过IFL方法产生的地图（Aksenov等，2002；Lee等，2002）作为其认为具有很高保护价值的大景观级别森林的指示（FSC加拿大，2004；FSC俄罗斯，2008；FSC，2006）。

IFL方法还可用于监测森林改变在长期内是如何扩张的。这里监测仅只需在不同的时间点，使用IFL方法，将结果与基线研究时的结果对照，即可达到监测的目的。FAO（2009）提供了俄罗斯联邦西北部和中非的地区监测实例。

IFL方法同样也有一些局限性。它需要GIS和遥感数据解译的技术，其仅适用于大面积地区（省、国家、地区、全世界）。它一成不变的模式使其对国家之间变化不敏感，尤其在认定“完整性”和“改变”的方面。例如，对遭遇森林火灾的地区，如何认定？火灾的起因是否应该被纳入考虑。自然灾害，被认定为“完整”，人为因素起火，则被认定为“改变”吗？如果考虑到生物群区（例如，寒带和热带林）或自然干扰机制（例如，火灾动态和林隙动态），可允许的最小IFL斑块是否应该有变化？

IFL趋于高估IFL的面积。这主要是由于其“无辜直至证明有罪”的逻辑。卫星影像很难识别人为影响，例如，间伐、小规模刀耕火种式农业实践以及狩猎（例如，中非的非法狩猎），它们可能被忽略了，从而使一个已改变的斑块被标注为IFL。其结果的精确度取决于

卫星影像的质量与空间分辨率。

本研究中所采用方法的一个很明显的局限性就是其二元性。景观仅仅被划分为完整或改变的两种类型，没有区分改变的类型或程度。然而，该方法可以经过调整来适应不同的目的。可以通过定义额外的且没有那么严格的类别，例如根据斑块大小和斑块内变化来定义，从而使该方法对不同的类型更加敏感。它可以更小的斑块定义为完整森林的片段，从而使该方法适宜评估较小的景观（Lee, Gysbers 和 Stanojevic, 2006; Mollicone等, 2007）。

如果本方法的用户是有经验的分析人员，其对所评估的景观具有专业知识，同时可以获得Landsat TM/ETM+影像，则本方法无需增加实地验证便可得出有用的结果。在特别案例中，实地验证可以提高方法的精度。例如，实地验证可用于以下情况：卫星影像分辨率很低，或人为影响难以被发现，例如，因为该影响是分散的而不清楚，或者因为是小范围的或者是在树冠下进行的，因而从太空中难以看见。在划分自完整到受干扰地区的过渡带边界时，总会存在一定的主观性，尤其是在非林地、稀树草原、林地和山区。实地工作的资源应重点放在一些缺乏清晰度的重要解读的验证上，而不是随机的或是系统的抽样上。

结论

IFL方法是一个成本效益高的方法，可以用于评估人类行为对大面积森林景观的影响程度，无论是在一个国家或者是整个世界范围内。方法的设计是利用卫星作为主要的数据来源，降低成

本，提高速度，对选定地点的目标实地验证可以帮助提高精确度。其结果是一张地图，标注了完整森林景观的精确位置和边界，例如，森林景观地区中尚未改变的地块，其精度至少可以用于指导在寒带林的木材采购。该地图为决策和政策制定提供了指导，同时通过在完整森林景观重复使用IFL方法，可以为监测变化提供基线。此处采用的完整与非完整森林的区别符合基于卫星的毁林测量经验，并为测算森林改变造成的碳损失提供重要的基础数据。

该方法可以通过改进，不用改变其逻辑或者数据要求，从而对改变的强度或类型更为敏感，因此使其可以测量改变的程度。

该方法可以通过提升卫星影像的质量、降低价格和推广其应用得到改进。这些改进在潮湿热带地区的效果尤为明显，那里持久的云层使影像的获得非常困难。

该方法的实用性可通过至少三方面得以扩展。

- **能力建设。**一个使用IFL的分析人员必须拥有两方面的专业知识：卫星影像和GIS的解译，以及森林生态和经营。这种技能的结合还比较少见，尤其是在发展中国家。这方面还需要各国共同努力，加强培训。

- **结果的透明度和审议。**IFL方法的结果比较易于交流和理解，因为它们可以通过地图表达。地图须经过区域和当地的专家以及利益相关者的审议。如此一来，严格的书面审议过程会给地图的运输流通带来许多挑战，尤其在涉及区域或全球评估的时候。可以通过网络使审议者获得地图并提出反馈。因此，

需要开发一个可以确保透明度并进行审议的网络平台。

● **开发和应用的资金来源。** IFL方法的开发要感谢私有企业和基金会的财政支持。政府在未来的方法开发和应用方面的参与将会非常有益。

在本研究案例中，作者设想全球的IFL地图将会定期升级并改进，从而反映未来的改变。卫星传感器和分析技术的持续改进将会逐步减少需要的努力。一个专门网站（www.intactforests.org）组织了连续外部审议，使用户可以依靠卫星影像查看IFL地图。◆



参考文献

- Aksenov, D., Dobrynin, D., Dubinin, M., Egorov, A., Isaev, A., Karpachevskiy, M., Laestadius, L., Potapov, P., Purekhovskiy, A., Turubanova, S. & Yaroshenko, A.** 2002. *Atlas of Russia's intact forest landscapes*. Moscow, Global Forest Watch Russia (also available at www.globalforestwatch.org/common/russia/Atlas_report_pdfs/Cover-032.pdf).
- FAO.** 2009. *Global mapping and monitoring the extent of forest alteration: the Intact Forest Landscapes Method*, by P. Potapov, L. Laestadius, A. Yaroshenko and S. Turubanova. Forest Resources Assessment Working Paper No. 166. Rome (also available at: www.fao.org/docrep/012/k7611e/k7611e00.pdf).
- FSC.** 2006. *Standard for company evaluation of FSC controlled wood*. FSC-STD-40-005 (Version 2-1) EN. Bonn, Forest Stewardship Council (also available at www.fsc.org/fileadmin/web-data/public/document_center/international_FSC_policies/standards/FSC_STD_40_005_V2_1_EN_Company_Evaluation_of_Controlled_Wood.pdf).
- FSC Canada.** 2004. *National boreal standard*. Toronto, Canada, Forest Stewardship Council Canada Working Group (also available at www.fsccanada.org/docs/boreal%20standard.pdf).
- FSC Russia.** 2008. *Russian national Forest Stewardship Council standard*. FSC-STD-RUS-01 2008-11 Russian national standard ENG. Moscow, Russian Forest Stewardship Council National Initiative (also available at www.fsc.ru/pdf/rnsen1.pdf).
- Hansen, M.C., DeFries, R.S., Townshend, J.R.G., Carroll, M., Dimiceli, C. & Sohlberg, R.A.** 2003. Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: first results of the MODIS vegetation continuous fields algorithm. *Earth Interactions*, 7:1–15. DOI: 10.1175/1087-3562(2003)007<0001:GPTCAA>2.0.CO;2.
- Lee, P., Aksenov, D., Laestadius, L., Nogueron, R. & Smith, W.** 2002. *Canada's large intact forest landscapes (a report by Global Forest Watch Canada)*. Edmonton, Global Forest Watch Canada (also available at www.globalforestwatch.org/english/canada/pdf/Canada_LIFL-Text_Section.pdf).
- Lee, P., Gysbers, J.D. & Stanojevic, Z.** 2006. *Canada's forest landscape fragments: a first approximation (a Global Forest Watch Canada Report)*. Edmonton, Global Forest Watch Canada (also available at www.globalforestwatch.ca/FLFs/GFWC-FLFs-firstapprox-150dpi.pdf).
- Mollicone, D., Achard, F., Federici, S., Eva, H.D., Grassi, G., Belward, A., Raes, F., Seufert, G., Stibig, H.-J., Matteucci, G. & Schulze, E.-D.** 2007. An incentive mechanism for reducing emissions from conversion of intact and non-intact forests. *Climatic Change*, 83: 477–493. DOI: 10.1007/s10584-006-9231-2.
- Potapov, P., Yaroshenko, A., Turubanova, S., Dubinin, M., Laestadius, L., Thies, C., Aksenov, D., Egorov, A., Yesipova, Y., Glushkov, I., Karpachevskiy, M., Kostikova, A., Manisha, A., Tsybikova, E. & Zhuravleva, I.** 2008. Mapping the world's intact forest landscapes by remote sensing. *Ecology and Society*, 13(2). Available at: www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art51/.
- Strittholt, J., Noguerón, R., Bergquist, J. & Álvarez, M.** 2006. *Mapping undisturbed landscapes in Alaska: an overview report*. Washington, D.C., World Resources Institute (also available at www.wri.org/publication/mapping-undisturbed-landscapes-alaska-overview-report).
- Tucker, C.J., Grant, D.M. & Dykstra, J.D.** 2004. NASA's global orthorectified Landsat data set. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70: 313–322.
- Yaroshenko, A.Y., Potapov, P.V. & Turubanova, S.A.** 2001. *The last intact forest landscapes of northern European Russia*. Moscow, Greenpeace Russia and Global Forest Watch (also available at www.globalforestwatch.org/english/russia/pdf/GFW_Russia_Report_en.pdf). ◆

遥感调查更新了有关森林损失的测算

A. Gerrand, E. Lindquist 和 R. D'Annunzio

一项新的研究增进了我们对林木覆盖和林地利用的长期变化的知识

林业官员 Adam Gerrand, Erik Lindquist 和 Remi D'Annunzio：罗马 FAO 林业部森林资源评估（FRA）遥感组的成员。

由FAO主导的遥感研究主要聚焦于1980年、1990年和2000年的全球森林资源评估（FRA）报告中的热带林。这项新的研究，是2010年全球森林资源评估（FRA）中的一部分，由于收入了全球的卫星影像，该研究更加全面、综合。研究的目的是增进我们对林木覆盖和林地使用长期变化的了解。研究的一个主要动力是气候变化的日益重要，使得对信息的需求进一步提高，因为据估计，森林和与之相关土地利用变化与大约17%的人为碳排放相关^①。

卫星数据使得可以在全球收集一致的信息，而不同时间点的信息可以依次用同样的方法进行分析，从而得出有关变化的更佳估计。遥感并不是要取代对实地数据的需求，但两种方法结合可以产生更好的效果。

FRA 2010遥感调查的成果为：

- 增进有关土地覆盖和土地利用变化的了解，特别是关于毁林、造林和森林的自然扩张；
- 在全球、生物群区和区域三个层面，1990和2005年之间变化比率的信息；
- 监测森林变化的全球框架和方法；
- 通过网络数据门户，轻松获得卫

星影像；

- 提高了很多国家在监测、评估和报告森林面积及其变化的能力。

科学的抽样设计

调查采用了抽样网格设计，在每一经度和纬度的交叉处获取影像（约相隔100千米），在北纬60度之上，间距变为2度（图1）。总共有大约13 500个样点，其中约9000个在沙漠和永久冰原之外（南极洲排除在外）。每个样点是10千米×10千米，总样点面积相当于地球土地面积的1%。网格与那些用于很多国家森林评估（包括由FAO支持的评估）的网格相容。

方便获取的工具和卫星影像

FAO与其合作伙伴组织完成了样点的预处理影像，并可以轻松从网上获得^②。能够获取免费的遥感数据和专业软件对那

① IPCC. 2007. *Climate change 2007. The physical science basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

② See www.fao.org/forestry/tra/remotesensing/portal.

图1 系统抽样网格



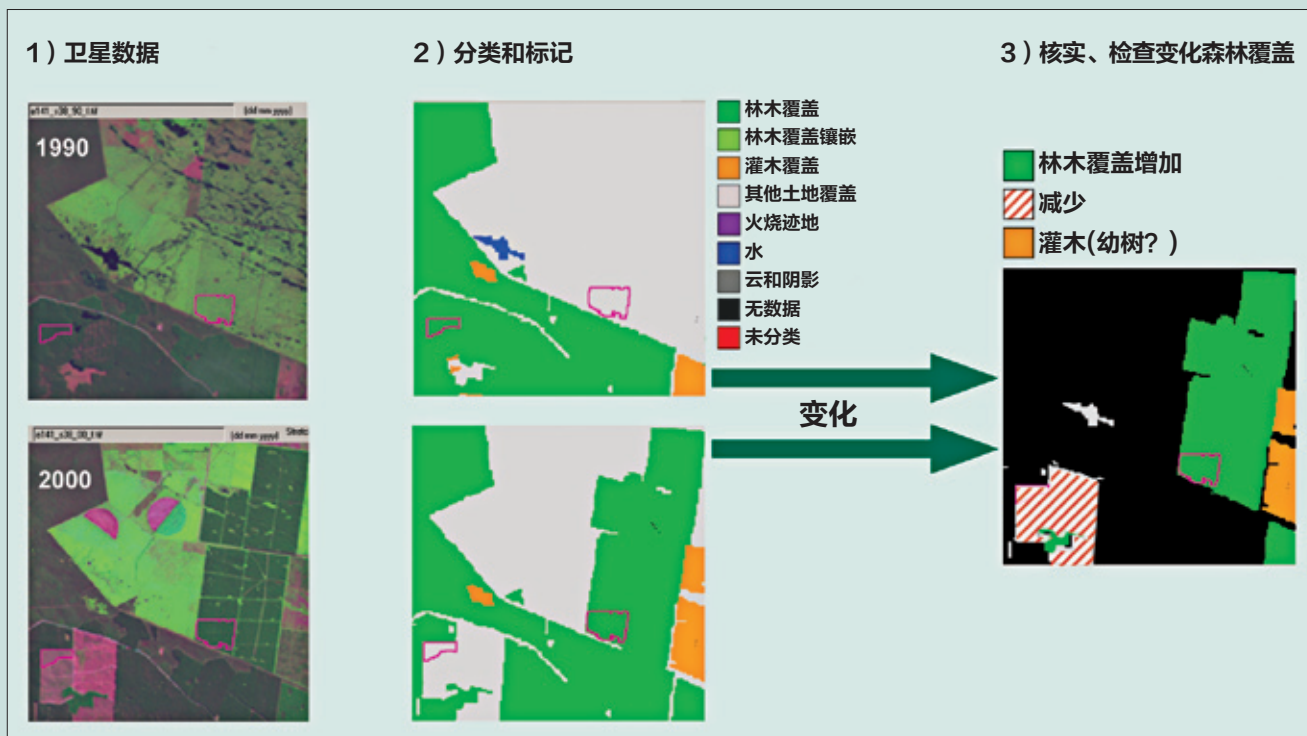


图2 从处理 Landsat 数据至分类土地覆盖图，并产生出土地覆盖变化的步骤示例，1990～2000

些森林监测数据或能力有限的国家特别有益。经过授权的国家专家可以登录并下载贴标的多边形草图加以检查，并随后上传经确认的数据。

不断提高的估算水平——采用全球一致的方法对森林范围和长期变化进行评估

对每一个样点，南达科塔州大学选取3张Landsat图片——分别来自1990年，2000年和2005年，随后由FAO或者欧洲委员会联合研究中心按照统一标准，采用自动化影像分类技术进行处理（JRC）。而后准备土地覆盖的标签草图，并标记土地覆盖的长期变化。国家专家确认初步结果，并帮助将土地覆盖类别转化为土地使用类别（图2）。

强大的技术伙伴与国家参与

项目利用欧洲委员会的资金支持及其JRC的专业技术知识，同时结合了FAO在森林技术和土地覆盖上的经验。此外，

来自102个国家的超过200名国家专家审核并确认了这项工作的成果。这项投入产生了源自遥感数据的最详细、审核最广泛的森林覆盖统计成果。

主要成果

调查结果显示全球森林面积在2005年为36.9亿公顷约占全球土地面积的30%。调查发现1990～2005年间，世界每年毁林面积约1450万公顷，该数据与之前的预测相一致。热带地区的毁林最为严重，主要是由于热带雨林转化为农业用地。

调查显示在世界范围内，1990～2005年间的森林面积净损失量没有之前报告的那么大，因为森林面积的增长量比之前的预测要大。

净损失量——即森林覆盖的减少，造林和自然扩张抵消了部分损失——在1990～2005年间为7290万公顷。在15年间，地球平均每年损失490万公顷

的森林，或每分钟损失近10公顷。

新数据同时显示：森林的净损失量从1990～2000年间的年均410万公顷增长到2000～2005年间的年均640万公顷。

尽管数据和分析尚未用于森林退化，但稍后可以为这个目标进行重新处理。

调查的详细结果，包括地区减少和增加的信息，预计在2012年初公布。调查的初步成果和进一步信息的链接如下：www.fao.org/forestry/fra/remotesensingsurvey/en。

森林退化引起的历史性碳排放的 测量和监测方法评述

*M. Herold, R.M. Román-Cuesta, V. Heymell, Y. Hirata, P. Van Laake,
G.P. Asner, C. Souza, V. Avitabile, K. MacDicken*

在缺乏历史实地数据的情况下，发展中国家可以依靠现有的一致性的实地数据和遥感进行评估。

据

估计，每年由干扰引致的森林退化约影响全球1亿公顷的森林（FAO, 2006; Nabuurs等, 2007）。就减缓气候变化而言，森林退化意味着在仍为森林的森林中，碳储量的减少（IPCC, 2003a; UNFCCC, 2008）。因此退化意味着森林测量变量如冠层盖度，仍在森林定义的阈值之上。它与毁林不同，毁林一般与土地利用变化相关。

2005年，联合国气候变化框架公约（UNFCCC）第11次缔约方会议（COP-11）强调了减少毁林和森林退化在减缓气候变化中的作用（减少毁林和森林退化引起的排放——REDD）。会议加强了京都议定书的第二条，即保护和增强蒙特利尔议定书中没有管制的温室气体碳汇和碳储存。

UNFCCC的发展中国家集团被鼓励在实施“REDD”和“REDD+”活动中，采用一些指南（UNFCCC, 2009a），特别是那些正在建立国家森林监测体系的国家。这些体系需要将遥感和森林碳清查的实地方法恰当地结合起来，从而估计人为引起的温室气体源排放、汇清除、森林碳储量和森林面积变化。所有的估计都需要是透明的、一致的，尽量精确，在国家能力所允许的范围内降低不确定性。

与测量毁林相比，测量森林退化及

其相关的森林碳储量变化更为复杂且昂贵。各国可通过实地数据和/或遥感数据测量当前的退化速率；结合两种类型的的数据可以提供最有力的估计。然而，发展中国家通常缺乏一致的历史实地数据。因此，当评估历史退化时，他们被迫高度依赖遥感方法以及当前的碳储量变化实地评估。

本文旨在通过总结和回顾有关测量和监测森林退化造成的碳排放的方法，以支持发展中国家实施“REDD+”活动。重点集中于历史阶段，从而为“REDD+”活动下的退化内容提供历史参考（UNFCCC, 2009b）。

测量森林退化造成的排放 IPCC 优良做法指南

在UNFCCC框架下，鼓励各国采用政府间气候变化专门委员会（IPCC）的《土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》（优良做法指南）作为报告毁林和森林退化引起的温室气体排放的基础（IPCC, 2003b; 2006）。要测量森林退化造成的排放，各国须考虑：

- 在仍为森林的退化林地中，从国家层面将其分为不同的干扰或退化层级。森林资源清查或遥感中得出的数据可用于量化有多少林地正在退化及退化发生在哪里。这类数据被称为活动数据。

Martin Herold: 荷兰瓦赫宁恩大学地理信息中心遥感教授。

Rosa María Román-Cuesta: FAO 专家，在 UN-REDD 项目下负责设计并实施“REDD+”中的 MRV 体系。

Victoria Heymell: FAO 林业部咨询专家。

Yasumasa Hirata: 林业和林产品研究所气候变化办公室主任，日本筑波。

Patrick Van Laake: UN-REDD 越南项目技术专家，河内。

Gregory P. Asner: 卡内基科学研究所国际生态部门生态和遥感教授，美国。

Carlos Souza: 亚马孙人类和环境研究所高级科学家，巴西贝伦。

Valerio Avitabile: 荷兰瓦赫宁恩大学地理信息中心博士后研究员。

Kenneth MacDicken: FAO 国际林业报告和评估部门高级林业官员。

表1 优良做法指南中定义的碳库

IPCC (2003b)定义了需测量和监测的5个碳库：地上生物量、地下生物量、枯落物、死木和土壤有机质。须评估并选择关键排放源类别。关键排放源类别是“在国家清查体系中列为优先的类别，因为它的估值从绝对排放水平、排放趋势或从这二者的角度看对一个国家直接温室气体清查总量具有重大的影响”。如果可以获得足够的资源，需要用高级别的方法来测量关键排放源类别（表2）。在热带，最常见的方法是仅仅监测地上生物量，尽管泥炭地的土壤碳储量也需要引起重视，因为它们可以储存比地上生物量更多的碳。

• 由退化过程带来的单位面积和单位时间森林碳储量变化。在退化过程中，森林的碳损失及其向大气中的排放通常是通过实地抽样和重复森林清查测量的。须计算5个森林碳库中的每一个碳库的变化情况（表1）。测量单位为每公顷每年产生多少吨碳（Mg C/ha·yr）。这类数据被简称为排放因子（IPCC, 2003b; 2006）。

根据IPCC的方法学，森林退化的国家水平的排放来自活动数据与各种森林和退化类型的排放因子的结合。优良做法指南通过层级的方式，提供了UNFCCC下不同报告方法的复杂性和确定性。层级越高，数据的不确定性越低，因此精度就越高（表2）。

挑战与设想

没有监测森林退化的单一方法。方法或方法组合的选择取决于一系列因素，包括退化类型、已有数据、能力和资源。此外，还需考虑不同测量和监测方法的潜力和制约因素。不同方法带来的挑战也不尽相同：

• **时间临界点和空间尺度。**森林退化对森林碳储量的作用取决于时间。应

建立各种森林类型的时间临界点，从而避免将碳储量的短期减少与长期减少混为一谈。例如，森林可持续经营实践会导致森林碳储量的暂时变化，但不会造成退化，而不可持续的实践会造成长期的森林退化。

• **实地与卫星数据的融合。**监测森林退化造成的碳储量变化高度依赖于实地调查。然而，如果将遥感数据与实地的具体生物物理数据结合起来，效果会更好。需考虑的主要事项是要测量哪

些生物物理参数，并且选择哪个时间临界点来结合两种方法数据更为合适。

• **空间影响和强度。**导致森林退化的不同活动通常集中于一个国家的某些地方。测量和监测工作须跟踪最重要的活动及其影响，从而最有效地使用资源（Herold和Skutsch, 2011）。

• **确定受到退化影响的主要森林碳库。**计算碳储量变化的方法因每个相关碳库而变化（表1），同样在计算非二氧化碳的温室气体（如甲烷和氧化亚氮）的排放时也有变化。

测量历史森林退化涉及更多的挑战。历史退化对量化一个国家减排的潜力非常重要。也许需要事先测算森林退化，以测算排放参考水平，进而估算给定的时间段内的减排量。除了该方法的一些通常考虑，评估历史森林退化的挑战还包括：

• **缺乏数据。**很多国家，尤其是热带国家，缺乏有关森林退化及其对碳储量影响的数据。国家级的历史数据经常

表2 优良做法指南测量排放的层级

IPCC (2003b)提供了3个层级的方法来估计排放。层级越高，对数据的要求就越高，同时相关分析也更复杂。因此，层级越高，估算越准确。

• **第1层**采用了森林生物量的缺省值以及森林生物量年均增量（MAI）。数据源自IPCC排放因素数据库（EFDB）并对应大的陆地森林类型（例如非洲热带雨林）。第1层也使用简单假设来计算排放。

• **第2层**采用基于国家的数据（例如在国家边界内收集的数据）。通过划定更详细的森林类型，计算更小尺度下的森林生物量。

• **第3层**运用实际清查，即重复测量固定样地的方法来直接测量森林生物量的变化。此外，或者取而代之，也可能采用高度参数化的模型结合样地数据。

第3层方法需要资源的长期投入，因此一般包括建立一个永久机构，从而实施监测项目。

仅限于卫星影像档案，而遥感本身对识别森林退化是有局限的。

- **能力不足。** 尽管很多发展中国家在监测商业性林业活动方面有一些经验并保留了一些数据，但是其人力资源及其他能力通常不足以实施全国的历史退化和森林退化评估调查。

- **时间考虑。** 当前还没有就长期碳储量损失的时间临界点达成共识。累计的，长期的和逐步的碳储量损失可以用直接的方法测量。对于发生更为迅速的碳损失，林冠郁闭会妨碍实地和卫星观测。

- **结合不同的数据源。** 历史森林退化相关的数据集非常少见。将遥感数据与来自以往评估和其他来源（如森林经营数据）的实地生物物理数据结合起来，是一项挑战。

- **历史和当前数据集与方法的不一致。** 通过不同方法获取数据的不同体系之间通常不相容，需要协调和一致。

方法

很多发展中国家仅有有限的或没有实测数据。此外，尚未建立具有一致性基础的测量碳储量变化的程序——如果考虑到以下几点，便可以建立这类程序。通过分析相似退化过程产生的当前碳储量损失数据，并通过可用的历史数据，例如，存档的遥感影像，研究并与时间序列联系，从而可以得出历史排放因子。对某些退化活动，数据须来自实施这些活动的公司记录。例如，可考虑间伐活动的木材采伐量记录。

在采用这些方法测算历史排放时，一定要考虑到测算结果的不确定性。其中一项考虑就是何时使用国别数据来测

算单位面积和单位时间的碳储量变化（例如通过第2层级的方法；表2）。

一个参数的国别值的估算高度依赖于实地采样测定，通常是通过国家森林资源清查来实现的。然而，通过全国范围或基于抽样遥感方法，测算受退化影响的面积将更为可靠（表3）。因此，要促进遥感应用以支持实地数据收集，同时也要采用实地验证以证明遥感数据的真实性。

选取实例

直接和间接方法

通过遥感测量森林退化主要有两种方法，直接与间接的方法：

1. 通过林冠受损情况，直接测量退化过程及其面积变化。从卫星影像中提取的指标主要有林冠间隙、小的皆伐以及因干扰造成的森林结构变化（Asner

等, 2005; Souza, Roberts 和 Cochrane, 2005; Oliveira等, 2007）。

2. 间接方法侧重于人类基础设施的空间分布与演变（如道路与人口中心），这些代表着新的退化区域。

运用直接方法测绘森林退化时会有一些限制因素。首先，需要经常性地开展观测，例如每年或两年一次，因为当林冠间隙合拢时，退化森林的空间距离有变化。其次，运用遥感数据并不能精确监测所有的退化过程。通常来说，退化和林冠受损越严重，直接使用卫星观测、精确测绘就越容易（Coops, Wulder 和 White, 2007）。

然而，许多可以导致退化的当地活动，例如，采集薪材，仅仅影响林冠下层，遥感分析无法识别。图1展示了直接方法的两个实例。

当退化的强度较低而评估面积较大

表3 关于测量森林退化方法的研究选择

国家	遥感	实地数据收集	两者结合	详细方法	来源
巴西			X	光谱混合分析与通过森林样带调查获得的地上生物量之间的相关关系	FAO (2009a)
刚果民主共和国	X			通过固定样地实地测量森林退化	FAO (2009b)
墨西哥		X		建立了25 000个1公顷的样地，已测量了23 000个样地；每年重复测量20%的样地 森林干扰：完整森林、次生林、次生灌木	de Jong 等(2010)
墨西哥			X	MODIS得出的归一化植被指数与国家森林资源清查得到的生物量之间的相关关系	FAO (2009c)
尼泊尔	X	X	X	比较尼泊尔测量森林退化的不同方法	FAO (2009d)

图1 测量森林退化的直接方法实例

左图：运用光谱混合分析（SMA）和地上生物量（AGB）估测，跟踪亚马孙低地森林的退化动态。

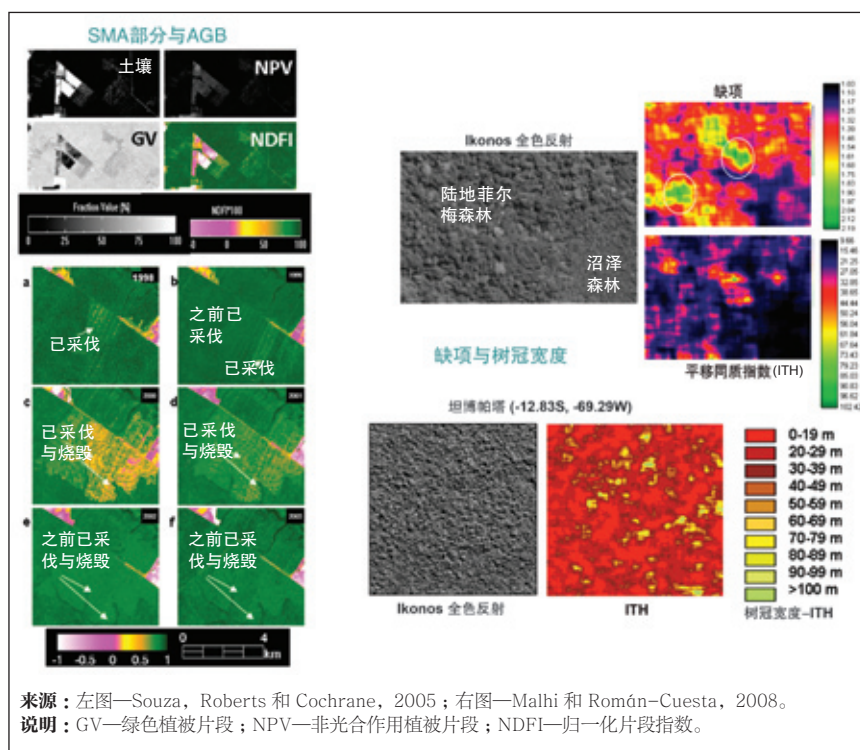
右图：运用缺项分析和平移同质指数（ITH），测算亚马孙森林景观的冠层宽度。

更多实例，请点击：claslite.ciw.edu。

时，或当卫星影像不易获取时，或直接方法因任何原因无法使用时，间接方法被证明是有用的。这些方法对测绘新的退化林地效果最好，但对反复的退化的林地效果就没有那么明显了。

一个有效的间接方法是“完整森林”方法。在本方法中，人类基础设施的出现被视作退化，而没有这些基础设施意味着林地未受到人为干扰，或者说是完整森林（Mollicone等，2007；Potapov等，2008）。一片完整森林是指充分郁闭或者林木冠层盖度在10%~100%之间，没有受到干扰，即没有木材采伐。一片非完整的森林没有充分郁闭或者林木冠层盖度超过了10%，达到了京都议定书对森林的要求，但森林已经被采伐过和/或冠层发生了退化。

另一个可以用来测算未来和历史的森林退化动态的间接方法，是森林退化的情景模拟。Soares-Filho等（2006）发布了一个有关亚马孙盆地的“毁林模拟”方法实例，该模型在用户定义的情景下，产出未来每年的毁林模拟图。在实地数据的支持下，一个相似的模型方法可以被用于创建（或重建）森林退化的历史和未来情景。图2提出了评估森



林退化的两个间接方法实例。

航空摄影

航空摄影在森林调查中发挥了重要的作用（Caylor, 2000; Hall, 2003）。1999年发射第一颗用来采集地面公众的高分辨率影像的卫星——IKONOS之前，航空摄影一直是详细监测树冠条件的唯一方法。航空照片可以提供林冠长期结构变化信息，从而用于评估森林退化的历史速率。通过多时相数字表面模型（DSM）来识别林隙的方法已被应用于林冠动态的长期研究（Nakashizuka, Katsuki 和 Tanaka, 1995; Tanaka 和 Nakashizuka, 1997; Itaya, Miura 和 Yamamoto, 2004; Ticehurst, Phinn 和 Held, 2007）。航空照片产生的DSM或激光雷达（LIDAR）数据也可用于测

算森林的生长。

历史性森林退化速率的测算质量得益于进一步的影像分析，尤其是评估单棵林木的碳储量变化。通过航空照片或LIDAR数据可以测算单棵林木的树高和树冠面积；基于不同林木测定建立的异速生长方程可以帮助测算它们的碳储量。然而，在热带林的复杂结构和物种组成下，有关树高、胸径和生物量的单个异速生长方程经常无法得到。

通过航空照片估算单个树冠面积的其他方法有两个：凹度根据法（Leckie等，2003; 2004; Gougeon 和 Leckie, 2006），即基于灰度级影像中的阴影凹度估算，以及流域法（Wang, Gong 和 Biging, 2004; Hirata, Sakai 和 Tsuboto, 2009），即将影像中的倾斜级数视为地球表面，根据最大级数的像

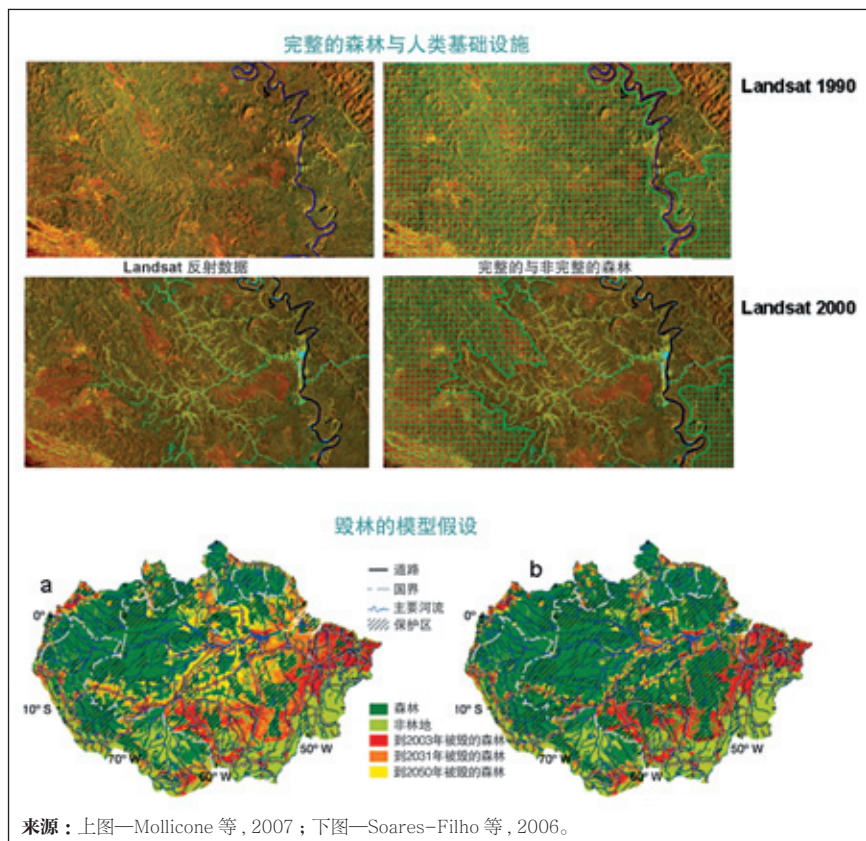


图2 测量森林退化的间接方法实例

上图：根据人类基础设施的影响（缓冲）面积，测量完整和非完整森林。实例描绘了当修好新路后，完整森林（绿格）的面积减少，森林景观如何演变。

下图：有关亚马孙盆地的未来毁林模型，基于两个可能的假设：(a) 基线情景，(b) 有效的管理。

素，建立边界，或“流域线”。后一种方法可用于识别冠层一级的退化。

监测生物质的燃烧

卫星系统已被证明在检测和监测火灾方面具有以下三种主要用途：识别仍在继续的火灾，测绘燃烧区域，火灾后（火迹）和火灾描述（如火灾严重性、释放的能量）。后二者与测算排放尤其有关。有两个主要的方法——直接方法与间接方法（GOFC-GOLD, 2010）。

1. 一个“自下而上”或间接的方法（Seiler 和 Crutzen, 1980）：

$$L = A \times Mb \times Cf \times Gef$$

方程中，释放出的气体或粒子数量L（克）是以下几个因素的产物：过火面积A（平方米）；单位面积的可燃物Mb（克/平方米），火灾造成的生物质消耗比例即燃烧系数Cf（克/克）；以及表示火灾燃烧单位的生物量排放的每种气体的数量（克/克）的排放因子或排放比率Gef。在这种方法下，过火面积和燃烧系数都存在明显的不确定性。特别是有关生物质燃烧事件的历史评估，因为很少数据被保留下来，存在着很大的不确定性。

表4 收集择伐数据

ITTO（2006）估计当前约有3.5亿公顷的湿润热带林涉及木材生产。要评估择伐对碳的影响，所需的历史实地数据可以从不同的渠道获得：

- 有目的的实地调查数据，包括访谈数据，来自研究和固定样地的数据（通常以当地研究的形式实施）；
- 来自商业性林业的数据，例如来自采伐许可和采伐测算，着重于相关采伐许可的区域；
- 国内市场（木炭，生计）的代用数据，例如锯材厂估计的木材产量、销售和出口数据（Nepstad等，1999）。

当前，对择伐采用（直接或间接）卫星测图，从而测算国家级的森林退化正处在研究扩张期。研究始于21世纪初，并取得不断的进步（Asner等，2002；2004；Souza等，2003；Souza, Roberts 和 Cochrane, 2005）。过去数年间，公布了第一批大规模、高分辨率的择伐和退化卫星影像，影像区域包括巴西亚马孙的大部分（Asner等，2005）、整个非洲（Laporte等，2007）、大洋洲的一部分（Shearman等，2008）以及其他亚马孙国家（Oliveira等，2007）。最近，第一张全球范围的关于湿润热带林择伐的直接测图显示；采伐行为深入到了森林内部，经常远离毁林前缘（Asner等，2009）。



图3 道路、小溪和林地，印度尼西亚
航空照片可以提供森林冠层结构的长期变化信息

总结

相对于测量毁林，测量森林退化及其相关的森林碳储量变化更为复杂且昂贵，这种测量是根据观测森林结构而非土地利用的变化进行的——这种变化不一定容易被遥感检测到。

在一个国家内，在一致的详细程度和准确性下，要测量所有由森林退化引起的碳储量变化看起来在近期内是不可能实现的。关注于监测最重要的碳库的碳储量变化以及该国森林退化活动集中的地区，可以使得监测更有针对性和效率，同时抓住了最重要的部分。

各国需要评估碳储量变化（排放因子）和总的退化面积（活动数据），从而使监测符合IPPC的优良做法指南。最理想的是采用不同的方法，测量不同的可导致仍为森林的森林中碳储量变化的活动，包括火灾、采伐以及薪材采伐。

碳储量变化的评估需要一致的实地数据。评估退化的总面积，尤其在发展中国家，高度依赖于择伐和火灾等主要退化过程的遥感。当前和历史的森林退化评估都需要持续收集排放因子和活动水平数据，从而测算森林退化造成的排放。◆

2. 一个直接的方法是测量火释放的能量从而测算造成的总体生物质消耗。通过中红外线与热红外线波长可以遥感燃烧植被释放出的能量中的放射组成部分（Ichoku 和 Kaufman, 2005; Wooster 等, 2005; Smith 和 Wooster, 2005）。在这个实时方法中，火灾放射能量以瓦特（瓦）为单位，已被证实与生物质消耗速率（克/秒）相关。然而，直接方法还需要从以研究为主转向实际利用。



图4 可以通过分析卫星数据测算
生物质燃烧造成的排放



参考文献

- Asner, G.P., Keller, M., Pereira, R. Jr. & Zweede, J.C.** 2002. Remote sensing of selective logging in Amazonia: assessing limitations based on detailed field observations, Landsat ETM+, and textural analysis. *Remote Sensing of Environment*, 80(3): 483–496. DOI: 10.1016/S0034-4257(01)00326-1.
- Asner, G.P., Keller, M., Pereira, R. Jr., Zweede, J.C. & Silva, J.N.M.** 2004. Canopy damage and recovery after selective logging in Amazonia: field and satellite studies. *Ecological Applications*, 14(4 Suppl.): S280–S298. DOI: 10.1890/01-6019.
- Asner, G.P., Knapp, D.E., Broadbent, E.N., Oliveira, P.J.C., Keller, M. & Silva, J.N.** 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. *Science*, 310(5747): 480–482. DOI: 10.1126/science.1118051.
- Asner, G.P., Rudel, T.K., Aide, T.M., Defries, R. & Emerson, R.** 2009. A contemporary assessment of change in humid tropical forests. *Conservation Biology*, 23(6):1386–1395. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2009.01333.x.
- Caylor, J.** 2000. Aerial photography in the next decade. *Journal of Forestry*, 98(6): 17–19.
- Coops, N.C., Wulder, M.A. & White, J.C.** 2007. Identifying and describing forest disturbance and spatial pattern: data selection issues and methodological implications. In M.A. Wulder & S.E. Franklin, eds., *Understanding forest disturbance and spatial pattern: remote sensing and GIS approaches*. Boca Raton, USA, Taylor and Francis, pp. 31–62. DOI: 10.1201/9781420005189.ch2.
- De Jong, B., Anaya, C., Maser, O., Olgún, M., Paz, F., Etchevers, J., Martínez, R.D., Guerrero, G. & Balbontín, C.** 2010. Greenhouse gas emissions between 1993 and 2002 from land-use change and forestry in Mexico. *Forest Ecology and Management*, 260(10): 1689–1701. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.08.011.
- FAO.** 2006. *Global forest resources assessment 2005 – progress towards sustainable forest management*. FAO Forestry Paper No. 147. Rome (also available at www.fao.org/docrep/008/a0400e/a0400e00.htm).
- FAO.** 2009a. *Integrating forest transects and remote sensing data to quantify carbon loss due to forest degradation in the Brazilian Amazon*, by C.M. Souza, Jr., M.A. Cochrane, M.H. Sales, A.L. Monteiro & D. Mollicone. Forest Resources Assessment Working Paper No. 161. Rome (also available at www.fao.org/docrep/012/k7180e/k7180e00.pdf).
- FAO.** 2009b. *La dégradation des forêts en République Démocratique du Congo*, by C.M. Kamungandu. Forest Resources Assessment Working Paper No. 169. Rome (also available at www.fao.org/docrep/012/k8270f/k8270f00.pdf).
- FAO.** 2009c. *Analysis of the normalized differential vegetation index (NDVI) for the detection of degradation of forest coverage in Mexico 2008–2009*, by C.L.M. Tovar. Forest Resources Assessment Working Paper No. 173. Rome (also available at www.fao.org/docrep/012/k8593e/k8593e00.pdf).
- FAO.** 2009d. *Forest degradation in Nepal: review of data and methods*, by K.P. Acharya & R.B. Dangi. Forest Resources Assessment Working Paper No. 163. Rome (also available at www.fao.org/docrep/012/k7608e/k7608e00.pdf).
- GOFC-GOLD (Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics).** 2010. *A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions caused by deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation*. GOFC-GOLD Report version COP15-1. Alberta, Canada, Natural Resources Canada (also available at www.gofc-gold.uni-jena.de/redd/).
- Gougeon, F.A. & Leckie, D.G.** 2006. The individual tree crown approach applied to Ikonos images of a coniferous plantation area. *Photogrammetric Engineering and*

- Remote Sensing*, 72(11): 1287–1297.
- Hall, R.J.** 2003. The roles of aerial photographs in forestry remote sensing image analysis. In M.A. Wulder & S.E. Franklin, eds., *Remote sensing of forest environments: concepts and case studies*. Boston, USA, Dordrecht, Netherlands & London, Kluwer Academic Publishers, pp. 47–75.
- Herold M. & Skutsch, M.** 2011. Monitoring, reporting and verification for national REDD+ programmes: two proposals. *Environmental Research Letters*, 6(1): 014002. DOI: 10.1088/1748-9326/6/1/014002.
- Hirata, Y., Sakai, A. & Tsuboto, Y.** 2009. Allometric models of DBH and crown area derived from QuickBird panchromatic data in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* stands. *International Journal of Remote Sensing*, 30(19): 5071–5088. DOI: 10.1080/01431160903022977.
- Ichoku, C. & Kaufman, Y.J.** 2005. A method to derive smoke emission rates from MODIS fire radiative energy measurements. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43(11): 2636–2649. DOI: 10.1109/TGRS.2005.857328.
- IPCC.** 2003a. Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types. Hayama, Japan, Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the Intergovernmental Panel on Climate Change (also available at www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/degredation_contents.html)
- IPCC.** 2003b. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Hayama, Japan, IGES for the IPCC (also available at www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html).
- IPCC.** 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 4: Agriculture, forestry and other land use. Hayama, Japan, IGES for the IPCC (also available at www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.htm).
- Itaya, A., Miura, M. & Yamamoto, S.** 2004. Canopy height changes of an old-growth evergreen broad-leaved forest analyzed with digital elevation models. *Forest Ecology and Management*, 194(1–3): 403–411.
- ITTO.** 2006. Status of tropical forest management 2005. ITTO Technical Series No. 24. Yokohama, Japan, International Tropical Timber Organization. Available at: www.itto.or.jp/live/PageDisplayHandler?pageId=270.
- Laporte, N.T., Stabach, J.A., Grosch, R., Lin, T.S. & Goetz, S.J.** 2007. Expansion of industrial logging in central Africa. *Science*, 316(5830): 1451. DOI: 10.1126/science.1141057.
- Leckie, D.G., Gougeon, F.A., Walsworth, N. & Paradine, D.** 2003. Stand delineation and composition estimation using semi-automated individual tree crown analysis. *Remote Sensing of Environment*, 85(3): 355–369. DOI: 10.1016/S0034-4257(03)00013-0.
- Leckie, D.G., Jay, C., Gougeon, F.A., Sturrock, R.N. & Paradine, D.** 2004. Detection and assessment of trees with *Phellinus weirii* (laminated root rot) using high resolution multi-spectral imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 25(4): 793–818.
- Malhi, Y. & Román-Cuesta, R.M.** 2008. Analysis of lacunarity and scales of spatial homogeneity in IKONOS images of Amazonian tropical forest canopies. *Remote Sensing of Environment*, 112(5): 2074–2087. DOI: 10.1016/j.rse.2008.01.009.
- Mollicone, D., Achard, F., Federici, S., Eva, H.D., Grassi, G., Belward, A., Raes, F., Seufert, G., Stibig, H.-J., Matteucci, G. & Schulze, E.-D.** 2007. An incentive mechanism for reducing emissions from conversion of intact and non-intact forests. *Climatic Change*, 83(4): 477–493. DOI: 10.1007/s10584-006-9231-2.
- Nabuurs, G.J., Maser, O., Andrasko, K., Benitez-Ponce, P., Boer, R., Dutschke, M., Elsidig, E., Ford-Robertson, J., Frumhoff, P., Karjalainen, T., Krankina, O., Kurz, W.A., Matsumoto, M., Oyhantcabal, W., Ravindranath, N.H., Sanz Sanchez, M.J. & Zhang, X.** 2007. Forestry. In B. Metz, O. Davidson,

- P. Bosch, R. Dave & L. Meyer, eds., *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, & New York, USA, Cambridge University Press, pp. 541–584.
- Nakashizuka, T., Katsuki, T. & Tanaka, H.** 1995. Forest canopy structure analyzed by using aerial photographs. *Ecological Research*, 10(1): 13–18. DOI: 10.1007/BF02347651.
- Nepstad, D.C., Verissimo, A., Alencar, A., Nobre, C., Lima, E., Lefebvre, P., Schlesinger, P., Potter, C., Moutinho, P., Mendoza, E., Cochrane, M. & Brooks, V.** 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature*, 398: 505–508. DOI: 10.1038/19066.
- Oliveira, P.J.C., Asner, G.P., Knapp, D.E., Almeyda, A., Galván-Gildemeister, R., Keene, S., Raybin, R.F. & Smith, R.C.** 2007. Land-use allocation protects the Peruvian Amazon. *Science*, 317(5842): 1233–1236.
- Potapov, P., Yaroshenko, A., Turubanova, S., Dubinin, M., Laestadius, L., Thies, C., Aksenov, D., Egorov, A., Yesipova, Y., Glushkov, I., Karpachevskiy, M., Kostikova, A., Manisha, A., Tsybikova, E. & Zhuravleva, I.** 2008. Mapping the world's intact forest landscapes by remote sensing. *Ecology and Society*, 13(2):51. Available at: www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art51/.
- Seiler, W. & Crutzen, P.J.** 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. *Climatic Change*, 2(3): 207–247. DOI: 10.1007/BF00137988.
- Shearman, P., Bryan, J., Ash, J., Hunnam, P., Mackey, B. & Lokes, B.** 2008. *The State of the Forests of Papua New Guinea: mapping the extent and condition of forest cover and measuring the drivers of forest change in the period 1972–2002*. Port Moresby, Papua New Guinea, University of Papua New Guinea.
- Smith, A.M.S. & Wooster, M.J.** 2005. Remote classification of head and backfire types from MODIS fire radiative power and smoke plume observations. *International Journal of Wildland Fire*, 14(3): 249–254. DOI: 10.1071/WF05012.
- Soares-Filho, B.S., Nepstad, D.C., Curran, L.M., Cerqueira, G.C., Garcia, R.A., Ramos, C.A., Voll, E., McDonald, A., Lefebvre, P. & Schlesinger, P.** 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440: 520–523. DOI: 10.1038/nature04389.
- Souza, C. Jr., Firestone, L., Silva, L.M. & Roberts, D.** 2003. Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT4 through spectral mixture models. *Remote Sensing of Environment*, 87(4): 494–506. DOI: 10.1016/j.rse.2002.08.002.
- Souza, C. Jr., Roberts, D.A. & Cochrane, M.A.** 2005. Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. *Remote Sensing of Environment*, 98: 329–343. DOI: 10.1016/j.rse.2005.07.013.
- Tanaka, H. & Nakashizuka, T.** 1997. Fifteen years of canopy dynamics analyzed by aerial photographs in a temperate deciduous forest, Japan. *Ecology*, 78: 612–620. DOI: 10.1890/0012-9658(1997)078[0612:FYOCDA]2.0.CO;2.
- Ticehurst, C., Phinn, S & Held, A.** 2007. Using multitemporal digital elevation model data for detecting canopy gaps in tropical forests due to cyclone damage: an initial assessment. *Austral Ecology*, 32(1): 59–69. DOI: 10.1111/j.1442-9993.2007.01734.x.
- UNFCCC.** 2008. Informal Meeting of Experts on Methodological Issues related to Forest Degradation, 20–21 October 2008, Bonn, Germany: chair's summary of Key Messages from the meeting. Bonn. Available at: unfccc.int/methods_science/redd/items/4579.php
- UNFCCC.** 2009a. Decision 4/CP.15: Methodological guidance for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries. In *Report of the Conference on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009*. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session. Available at: unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf#page=11.
- UNFCCC.** 2009b. *Cost of implementing methodologies and monitoring systems relating to estimates of emissions from deforestation and forest degradation, the assessment of carbon stocks and greenhouse gas emissions from changes in forest cover, and the enhancement of forest carbon stocks*. Technical paper. Available at: unfccc.int/resource/docs/2009/tp/01.pdf.
- Wang, L., Gong, P. & Biging, G.S.** 2004. Individual tree-crown delineation and treetop detection in high-spatial-resolution aerial imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70(3): 351–357.
- Wooster, M.J., Roberts, G., Perry, G.L.W. & Kaufman, Y.J.** 2005. Retrieval of biomass combustion rates and totals from fire radiative power observations: FRP derivation and calibration relationships between biomass consumption and fire radiative energy release. *Journal of Geophysical Research*, 110: D24311. DOI: 10.1029/2005JD006318. ♦

生物多样性、生态系统阈值、恢复力和森林退化

I. Thompson

在森林经营活动中遵守特定生态原则，能够提高森林的恢复力并有助于对气候变化的适应。

森

林构成了包含不同土壤和气候的多类生态系统，它的组成和属性根据自然干扰和气候变化随时发生着变化。森林基本保持在一定的自然变异范围内（图1）被称为稳定状态。在这种稳定状态下，森林能够生产一系列人类需要的产品和服务。

在这些森林生态系统产品和服务中，生物多样性至关重要，特别是许多热带森林都保持着极高的生物多样性。生物多样性的流失很可能会影响到森林的生产力（Thompson 等，2009；Bridgeland等，2010；Cardinale等，2011）以及其提供产品和服务的功能。森林一旦丧失了提供预期产品和服务的功能，则会被认定为森林退化（FAO，2009）。因此，生物多样性的流失是判

断森林退化的一个关键因素。保护生物多样性是森林可持续经营的基础（蒙特利尔进程，2009），对稳定森林生态系统功能发挥着重要作用。

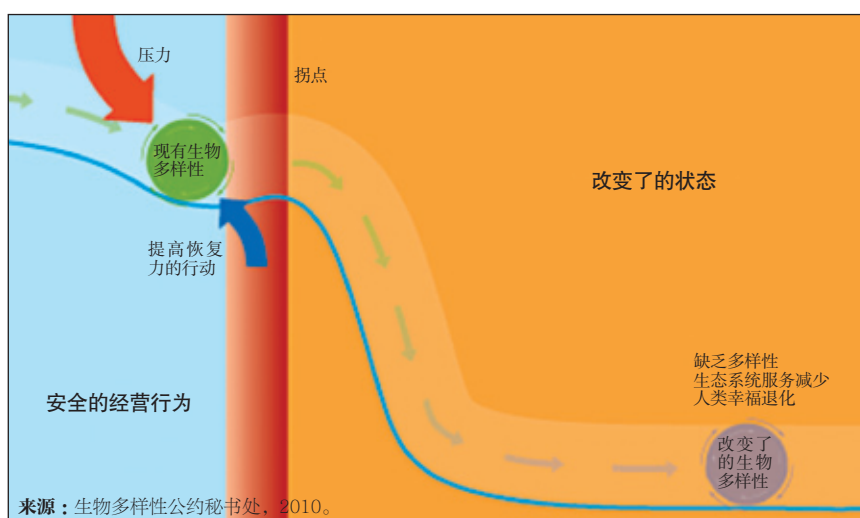
本文分析了不同时期保持森林稳定状态的各种途径，概括了干扰作用大于自然恢复的情况，阐述了森林可持续经营和生物多样性保护对森林恢复的重要性，并提出了可应用于森林经营工作的生态原则。

恢复力和抵抗力

定义

森林的一个重要特点是其具有恢复能力，即森林在受到重大干扰后的恢复能力（Gunderson，2000）。在大多数自然干扰情况下，森林能持续保持其恢

图1 生态系统中的阈值和拐点的描述



来源：生物多样性公约秘书处，2010。

Ian Thompson：加拿大林业局的一位研究科学家，在加拿大安大略省 Sault Ste. Marie 工作。

复力。森林的恢复力是一种应急的生态系统性质，这源其从遗传到多种景观等生物多样性的多个方面（Thompson等，2009）。为了持续地提供人类所需要的各类产品和服务，森林生态系统必须从各种干扰中恢复，而不是日渐退化。

与恢复力相关的另一个概念是抵抗力，即森林抵抗一些小干扰的能力，比如少量树木的死亡，或者昆虫食草产生的慢性反应。在非灾难性的干扰面前，森林通常能保持稳定状况，变化不大。一些小的改变很快就能得到缓和，比如，当一小部分树木死亡后，新的幼树又会很快成长起来，迅速填补林冠的空隙。森林还会对某些环境变化产生抵抗力，比如，由于功能物种的富余而产生的气候条件变化（森林中某些物种群落会产生特定的生态功能，“富余”指的是这些功能发生重叠或重复；见“机制”一节）（Díaz和Cabido，2001）。

面对某一特定干扰，生态系统可能具有较高的恢复力，但其抵抗力却很低。例如，许多寒温带针叶林难以抵抗火灾破坏，但却具有很强的恢复能力，通常经过数年就能恢复过来。一般情况下，大多数天然林，特别是原始老龄

林，对各类变化同时具有恢复力和抵抗力。但是，如果由于大规模气候变化、森林经营不善或持续自然干扰等环境变化，森林丧失了功能种群，就会丧失其恢复力（见“机制”和“拐点”章节）（Folke等，2004）。

机制

有证据显示，森林恢复力与生态系统中的生物多样性紧密联系（Folke等，2004；Thompson，2009）。特别是一些特定物种及其种群在森林中发挥着重要作用，对森林保持各项功能至关重要（Díaz和Cabido，2001）。比如，鸟类捕食能帮助减少森林中的昆虫，降低因昆虫食草而发生灾难的频率，从而增强林木的生产力（Bridgeland等，2010）。一些传粉昆虫、蝙蝠和鸟类也是生态系统中优秀的功能种群。没有这些物种，很多植物就

不能繁殖。在很大程度上，森林恢复力取决于这些关键物种以及它们在森林遭受经营等干扰时发挥的再生功能。

在遗传层面，恢复力是物种面对一系列环境变化而保持其天然禀性的能力，比如，抵抗气温变化或干旱。在物种层面，有各种行为或功能反应能够帮助物种在受到干扰的地区重新生长，或应对环境变化。而且，生态系统聚合过程也反映了物种在景观层面的汇聚（Tylianakis等，2008）以及景观的关联作用。在景观层面，森林的异质性能帮助检测出物种的富余度，发现“殖民者”的源头。因为当一片森林受到干扰后开始再生或恢复的时候，往往其周边群落会在原森林类型的基础上慢慢汇聚。因此，在研究森林恢复力时还需要从小层面到大层面通盘考虑。



图2 主要由白杨组成的硬阔林，位于加拿大北部的寒温带针叶林带。森林可能并不对某些干扰具有特殊抵抗力，尽管他们能够从这些干扰恢复过来

图3 摩洛哥大阿特拉斯山区退化的桧柏林



FAO/M. PERIS

恢复力的丧失和森林退化

一个生态系统的状态是由其优势植被（树木）组成和林分结构所决定的。森林状态的变化会导致恢复力的丧失，会从当地期望的状态部分或完全演变成一种不同的生态系统类型。森林状态的这些变化会减少森林生产的产品和服务。因此，“生态系统状态变化”可以作为退化的一个指标。比如，一片森林的预期状态是混交林，但却只有少数优势树种；或者一片森林应该是郁闭林，但事实上却是稀疏林带或是热带稀树草原，那么森林的状态就发生了改变。这些可以被认为是负面的状态变化，因为无论是从生物多样性还是从生产力的角度来看，森林都退化了，森林提供产品和服务的能力都受到了影响。

通常，森林退化是由于长期不合理的采伐方式而造成的。但是，其他很多原因也会导致森林退化。比如，由于过度狩猎，森林虽然表面上依然完整，但却损失了大多数大型动物物种（Redford, 1992）。捕食者的减少会增加昆虫食草效应，或者因为一些动物的消失会影响到种子传播等功能，从而对森林健康产生长期影响。另一个例子是外来物种入侵，其生长胜于本地物种，影响到当地生态系统提供的产品。

在以上案例中，只要改变足够严重，就会导致森林状态的变化，这种森林退化的程度可以通过遥感手段来

甄别。Souza等人（2003）使用卫星数据，绘制了巴西亚马孙地区森林遭到过度火烧或采伐的地图。Strand等人（2007）使用遥感监测手段，报告了世界各地数起森林受外来入侵树种和昆虫影响的案例。

拐点

森林并不总能从严重而长期的干扰中恢复过来。个体物种种群、生态系统中的单个过程，甚至生态系统本身，都存在着阈值。生态系统丧失其再生能力，或者丧失其恢复力或完整性，这一临界状态被称为“拐点”或“生态阈值”。干扰太多会对森林生态系统产生叠加效应，发生显著变化，最终会使森林进入新的状态。例如，严重的干旱和火灾能够将干旱森林类型转变为热带稀树草原，甚至变成草地。通常情况下，这种新状态将为人类提供更少的产品和服务。

在干扰的慢性作用下，生态系统的

恢复能力逐渐丧失，一些物种逐渐损耗消失，很快就会达到拐点。例如，多种干扰会隔断连续的森林，造成森林破碎化。森林能够忍耐一些空间连续性的缺失，仍保持其物种和功能。但研究显示，一定程度的森林破碎化是拐点，会导致森林生物多样性和功能的丧失，降低森林提供产品和服务的能力（Andrén, 1994；Arroyo-Rodríguez等，2007）。

生态系统可以提供服务，但使用这些服务不能超出可持续的程度，也不能采用破坏生态系统过程的方式获取产品（图3）。一旦达到拐点，这些对生态系统的变化将会是巨大的、非线性的，通常是剧烈的，不可预测的（Scheffer和Carpenter, 2003年）。例如，北部非洲的一些地方经历了壮观的变化，受到过去气候变化的影响，干旱森林变成了沙漠（Kröpelin等人，2008）。不幸的是，我们往往在拐点已经达到时才注意到它，而这时它对生态系统产生的负



图4 印度东喜马拉雅山脉。
生物多样性是森林恢复力的支柱，
也是森林经营者考虑的主要因素

面影响已经非常明显了。因此，森林可持续经营要求我们学会提前识别可能出现的拐点。

气候变化

全球气候变化是诸多人为因素对森林系统造成影响的叠加，这使我们更难以发现拐点。从中长期来看，气候通过气温、辐射强迫（空气中能量增加）和湿度状况，影响着森林的呼吸速率、生产和其他过程。气候和天气条件还直接影响着森林的短期过程，如火灾、食草动物和物种迁徙。

受全球气候变化影响，一些物种会

突破其生理忍耐度，森林的许多生物物理学过程会发生变化，从而导致森林生态系统的改变（Scholze等，2006）。大多数研究表明，如果目前的状况继续发展下去，随着降水减少，干旱增加，从长远来看，许多热带森林并不能从气候变化中恢复过来（Betts、Sanderson和Woodward，2008；Malhi等，2008）。

森林生态系统由各种不同的物种组成。在不同地区，单一物种的分布范围反映了它们的生理和生态位，同时也反映出哪里的环境条件更为有利。具有广泛生理适应性的物种即使对明显的全球气候变化也具有较强的恢复能力。同样的，一些物种虽然明显依赖于狭窄的生态位，但如果变化了的环境给予它们强于竞争者的优势，它们可能会比表面看来更具有恢复力。在上述两种可能情况下，拥有这种能力的物种大多具有多样性的庞大基因库，有能力适应并进行迁徙。但是，大多数物种并不具有这种能力。当种群数量和/或遗传多样性减少时，或由于栖息地丧失和破碎化，物种迁徙受到限制，或相对较少时，大多数物种很难在环境变化面前成功实现自我适应。如果环境变化的强度高于物种可以适应的能力，或者高于其个体进行传播的速度，该物种种群很可能就会灭绝（Schwartz等，2006）。

在国际上，大多数关于林业应对气候变化的谈判都强调如何经营森林来减缓气候变化，而很少关注森林对气候变化的适应。森林对气候变化的适应首先是：即使生态环境有可能发生变化也要保持森林的恢复力。如果生态环境确实发生了改变，我们必须掌握如何通过森

林经营来进行应对。在很多情况下，积极的经营将有助于森林适应气候变化。保持森林恢复力对减缓和适应气候变化都是一项重要手段。

改善森林经营，避免拐点

森林可持续经营实际上是经营森林生态系统，很大程度上是为了保持自然的恢复能力。森林经营者的主要职责之一就是保持森林生态系统的长期禀性，帮助森林从木材采伐或其他产品生产后恢复起来。近年来，随着气候变化对陆地生态系统带来更多压力，这一任务日趋复杂。虽然适当的、生物友好型的森林可持续经营是保持森林恢复力的重要手段，但应对气候变化仍需要采取额外的规划和行动。如果我们能够更好地理解生态系统，能够明确判断出存在着什么样的使用阈值，那么就能采取更加良性的森林产品和服务经营。

保持生物多样性

保持生物多样性是保持森林恢复力、避免拐点的关键因素。长远来看，森林的生物多样性与生态系统的生产力、恢复力、抵抗力以及稳定性密切相关，并起着支撑作用。森林生物多样性的减少，通常会对生态系统功能产生明显的负面影响，并会影响到这些生态系统生产产品和服务的数量。

理解生物多样性如何支撑着当地森林的恢复力和抵抗力，将很好地帮助我们改善森林经营。比如，尽管人工造林、生产短周期木材相对较为简单，但仅仅这么做的话，将会很难再恢复一个森林生态系统。简单的人工林缺少各种多样性，如基因、动植物种群和景观，

将会降低森林对干扰的恢复力和抵抗力，减少生态系统所能提供的其他服务和产品，使森林在灾难性干扰面前异常脆弱。而采用生态森林经营的原则，可以使人工造林提供除木材以外的更多产品和服务，森林生态系统得到恢复，同时森林生产某一特定林产品的能力也大大加强（图4）（Parrotta和Knowles, 1999；Brockhoff等, 2008）。

理解阈值

在短期和长期环境压力的影响下，森林生态系统会持续发生变化，最终发生本质变化。因此，阈值可以被理解为一种价值区间，用来调节这种变化波动，以及由于对生态系统功能的有限理解而造成的数据不确定性。为避免森林生态系统退化，森林经营者需要掌握一些基础知识，理解当地生物多样性如何与生产力相关联，以及生态系统能够忍耐何种程度的干扰。

建议的行动

当森林受到采伐或虫害的影响，或发生气候变化或极端天气事件时，森林经营者需要考虑如何使森林继续提供人们所期望的产品和服务。任何经营方案的一个重要方面就是要理解当地森林的生态学，以此为基础来开展森林可持续经营，并且充分考虑到森林会随着气候变化而发生变化。根据生态原则，为提高森林的长期恢复力，特别是帮助森林适应气候变化，建议采取以下行动：

1. 在理解阈值、预测今后气候条件的基础上，提前规划如何在各种森林层面（林分、景观、地区）考虑各种因素（基因、物种、种群），保持生物

多样性。也就是说在森林采伐前后，根据生态原则和专家知识，保持生物多样性。

2. 根据立地条件、生长量和优势树种，在经营实践中不单单选择特定树种进行采伐，从而保持森林的遗传多样性。

3. 在景观层面，不过量减少某一树种的数量，避免影响其自我更新。

4. 以天然林为模板和标准，保持林分和景观结构的复杂性。经营者在经营森林时，应采取近自然干扰的营林模式，尽量模仿天然林中的过程和结构，特别是物种构成和林分结构。

5. 减少破碎化，恢复流失的栖息地（森林类型），扩大保护区网络，保持森林景观间的连通性。对气候变化等干扰，完整的森林比破碎的森林具有更强的恢复力。

6. 保持功能多样性（和物种冗余度），尽量避免将多样化的天然林转变为纯林或物种减少的人工林。

7. 减少非自然的经营，控制入侵物种（及其传播途径），在人工造林、再造林项目中，避免使用非本地树种。

8. 根据在一些地区今后可能出现的气候条件，选择相似原产地的树种进行辅助更新，减少出现负面影响的可能性。例如，在某一地区，气候条件会日趋干旱，那么可选择种植比当地树种更加耐旱的树种，优先考虑本地区的适宜树种。

9. 保护孤立的或断续分布种群，比如，在自然分布带边缘地区的种群，很可能是今后的栖息地来源。这些种群可能代表着提前应对气候变化、已经适应进化的基因库，当气候发生变化时，可

能会变成核心种群。

10. 确保已经根据科学原则，建立了综合性和代表性保护区的国家和区域网络，并且将这些网络纳入国家和地区景观规划。

11. 建立有效监测计划，提供关于自然干扰、气候条件以及采伐后营林和森林经营的数据。有必要提出相应的发展规划和实施方案。

我们保护、可持续地利用和恢复森林的能力，取决于我们对各层面和过程的理解和诠释，对阈值的认知，以及将知识转化为良好森林经营行为的能力。◆



参考文献

- Andrén, H.** 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, 71(3): 355–366. DOI: 10.2307/3545823.
- Arroyo-Rodríguez, V., Aguirre, A., Benítez-Malvido, J. & Mandujano, S.** 2007. Impact of rain forest fragmentation on the population size of a structurally important palm species: *Astrocaryum mexicanum* at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 138(1–2): 198–206. DOI: 10.1016/j.biocon.2007.04.016.
- Betts, R., Sanderson, M. & Woodward, S.** 2008. Effects of large-scale Amazon forest degradation on climate and air quality through fluxes of carbon dioxide, water, energy, mineral dust and isoprene. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363: 1873–1880. DOI: 10.1098/rstb.2007.0027.
- Bridgeland, W.T., Beier, P., Kolb, T. & Whitham, T.G.** 2010. A conditional trophic cascade: birds benefit faster growing trees with strong links between predators and plants. *Ecology*, 91: 73–84. DOI: 10.1890/08-1821.1.
- Brockerhoff, E.G., Jactel, H., Parrotta, J.A., Quine, C.P. & Sayer, J.** 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation*, 17(5): 925–951. DOI: 10.1007/s10531-008-9380-x.
- Cardinale, B.J., Matulich, K.L., Hooper, D.U., Byrnes, J.E., Duffy, E., Gamfeldt, L., Balvanera, P., O'Connor, M.I. & Gonzalez, A.** 2011. The functional role of producer diversity in ecosystems. *American Journal of Botany*, 98(3): 572–592. DOI: 10.3732/ajb.1000364.
- Díaz, S. & Cabido, M.** 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11): 646–655. DOI: 10.1016/S0169-5347(01)02283-2.
- FAO.** 2009. *Towards defining forest degradation: comparative analysis of existing definitions*, by M. Simula. Forest Resources Assessment Working Paper No. 154. Rome (also available at: ftp.fao.org/docrep/fao/012/k6217e/k6217e00.pdf).
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. & Holling, C.S.** 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 557–581. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711.
- Gunderson, L.H.** 2000. Ecological resilience: in theory and application. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 31: 425–439. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425.
- Kröpelin, S., Verschuren, D., Lézine, A.-M., Eggermont, H., Cocquyt, C., Francus, P., Cazet, J.-P., Fagot, M., Rumes, B., Russell, J.M., Darius, F., Conley, D.J., Schuster, M., von Suchodoletz, H. & Engstrom, D. R.** 2008. Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: the past 6000 years. *Science*: 320(5877): 765–768. DOI: 10.1126/science.1154913.
- Malhi, Y., Roberts, J.T., Betts, R.A., Kilein, T.J., Li, W. & Nobre, C.A.** 2008. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science*, 319(5680): 169–172. DOI: 10.1126/science.1146961.
- Montreal Process.** 2009. *Criteria and indicators for the conservation and sustainable management of temperate and boreal forests*, fourth edition. Available at: www.rinya.maff.go.jp/mpci/2009p_4.pdf.
- Parrotta, J.A. & Knowles, O.H.** 1999. Restoration of tropical moist forest on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology*, 7(2): 103–116. DOI: 10.1046/j.1526-100X.1999.72001.x.
- Redford, K.H.** 1992. The empty forest. *BioScience*, 42(6): 412–422. DOI: 10.2307/1311860.
- Scholze, M., Knorr, W., Arnell, N.W. & Prentice, L.C.** 2006. A climate-change risk analysis for world ecosystems. *Proc. National Acad. Sciences*, 103: 13116–13120.
- Scheffer, M. & Carpenter, S.R.** 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(12): 648–656. DOI: 10.1016/j.tree.2003.09.002.
- Schwartz, M.W., Iverson, L.R., Prasad, A.M., Matthews, S.N. & O'Connor, R.J.** 2006. Predicting extinctions as a result of climate change. *Ecology*, 87(7): 1611–1615. DOI: 10.1890/0012-9658(2006)87[1611:PEAARO]2.0.CO;2.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity.** 2010. *Global Biodiversity Outlook 3*. Montreal, Canada. Available at: www.cbd.int/gbo3.
- Souza, C. Jr., Firestone, L., Silva, L.M. & Roberts, D.** 2003. Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT4 through spectral mixture models. *Remote Sensing of Environment*, 87(4): 494–506. DOI: 10.1016/j.rse.2002.08.002.
- Strand, H., Höft, R., Stritholt, J., Miles, L., Horning, N., Fosnight, E., & Turner, W., eds.** 2007. *Sourcebook on remote sensing and biodiversity indicators*. Technical Series No. 32. Montreal, Canada, Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., & Mosseler, A.** 2009. *Forest resilience, biodiversity, and climate change: a synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems*. Technical Series no. 43. Montreal, Canada, Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Tylianakis, J.M., Rand, T.A., Kahmen, A., Klein, A.-M., Buchmann, N., Perner, J. & Tscharntke, T.** 2008. Resource heterogeneity moderates the biodiversity-function relationship in real world ecosystems. *PLoS Biology*, 6(5): e122. DOI: 10.1371/journal.pbio.0060122. ♦

尼泊尔森林退化

K.P. Acharya, R.B. Dangi 和 M. Acharya

丰富的现地清查经验为森林退化的多种监测手段奠定了坚实基础



森林在尼泊尔农业体系中发挥着不可或缺的作用

FAO/DIJKST

森林为人类提供了一系列调节、文化和支撑服务，被总称为生态系统服务。森林生态系统的可持续性要求采取认真经营、高效利用和有效保护措施，防止毁林和森林退化。在尼泊尔等山区国家，森林对保护水域、保护土壤、保持生物多样性、农村可持续发展和环境保护发挥着重要作用。森林利用者、森林经营者、政策制定者和政治家必须对森林退化的负面影响形成共识，才能制定出应对这一问题有效公共政策。

本文回顾了以往实施的森林资源评估项目以及森林退化方法学和结论，来

寻找一种认识并应对森林退化的方法。遥感影像和实地调查相结合的方法是适合尼泊尔评估森林退化的方法。本文还讨论了森林退化的主要驱动力及其识别方法，并建议采取参与式评估方法，使用生态系统服务指标来评估森林退化。

尼泊尔森林的作用

发展中国家大面积的森林退化现象尚未得到广泛认同和评估（Niles等，2001）。有一种具有争议的说法是：造成森林退化的一个主要原因是森林资源被远远低估，其价值未得到社会充分认可（Richards，1994）。在以第一产业

K.P. Acharya: 尼泊尔国家公园和野生动植物保护局局长。

R.B. Dangi: 尼泊尔森林和土壤保护部 REDD 林业和气候变化局局长。

M. Acharya: 尼泊尔国家公园和野生动植物保护局南亚野生动植物执法网络秘书处环境助理。

(使用地球提供的原材料)为国民经济支柱的国家,特别是那些利用森林等自然资源的国家,这些资源不仅是国家收入的重要来源,也是农村生产生活的日常必需品。

在尼泊尔,森林的作用对那些以森林为生的农村地区尤为重要。在这些地区,森林不仅保障了能源、就业、食物、安全饮用水、身体健康等,维持并改善了农民生活,而且还是农作体系不可或缺的一部分。比如,据估算,在尼泊尔的高海拔地区,维护1公顷的稻田,需要50公顷森林和牧地(FAO, 1980)。而在中等海拔山区,大约需要3.5公顷森林(Wyatt-Smith, 1982)。

国家森林清查数据显示,森林和灌木共占国土面积的39.6%,而年均毁林面积达到1.7%(DFRS, 1999; 2008)。森林退化严重威胁到农民的生产生活。利益相关方必须对森林退化形成统一认识,才能制定并执行有效的公共政策。

已开展的森林资源评估

历史评估

过去50年的评估已认识到森林退化降低了木材生产能力、木材蓄积、林冠盖度、林木密度和更新,但大多关注林冠盖度和商品材蓄积。这种方法既没有计算稠密森林里的退化,也没能发现林下退化,而且还未考虑不同生态系统服务间的互换。

为正视过去50年开展的研究成果,本节简要介绍了尼泊尔主要森林资源评估的大致情况。随后几节和相关表格将具体分析有关数据,涉及森林可持续经营的主要因素、数据采集的方法学、土

地覆盖以及森林退化导致灌木增加的情况。最后一节将以表格形式比较不同的评估方法。

森林资源调查(1963~1964年)

1963年至1967年间,森林资源清查办公室进行了第一次森林清查。此次清查使用1953~1958年和1963~1964年的航拍照片,将航片分析和实地清查相结合。土地类型分为森林、农田、草地、城市、水域、严重侵蚀的土地和荒地。森林又进一步被划分为商品林和非商品林(HMG, 1968; 1969; 1973)。此次清查主要统计了森林面积,以及梢端直径在10厘米以上活立木每公顷蓄积。

土地资源制图项目(1978~1979年)

该项目(LRMP)由加拿大政府资助,目的是根据森林类型、组成和结构以及土地退化情况绘制森林土地利用图。项目实施期为1977~1984年(LRMP, 1986a; 1986b)。项目结合航拍照片(1977~1979年)和大面积的实地调查、土地清查和地形图,评估了森林资源情况。

全国林业部门规划(1986年)

该规划(MPFS)由森林和土壤保护部实施,并采纳了LRMP项目数据以及林业研究和清查局的森林清查数据(MPFSP, 1989a; 1989b),目的是更新资源信息,补充自LRMP项目介入以来发生的变化。

国家森林清查(1994年)

20世纪90年代初期至1998年,在芬兰政府的支持下,尼泊尔以1994年为

基准年实施了国家森林清查(NFI)。清查使用了卫片分析、航拍照片和实地勘测手段。其中,卫片数据来自美国国家航空航天局和美国地质调查局共同实施的Landsat地球观察卫星项目。

特莱(Terai)地区森林覆盖变化分析(1990/1991-2000/2001)

特莱地区紧邻喜马拉雅山脉的西瓦利克山,是喜马拉雅山脉最外延的丘陵地带。这项研究由森林司委托实施,以卫片分析为主,现地核实为辅,估算了特莱地区20个区的森林覆盖率和年变化率(Department of Forests, 2005)。

生态产品和功能的经济价值评估(2005年)

这项研究由森林和土壤部委托实施,旨在估测不同生态区域和管理模式提供的产品和服务价值(MoFSC, 2005)。

尼泊尔中部,受小花蔓泽兰入侵危害的森林。森林健康、活力和生物多样性尚未成为森林资源评估的重要内容之一



表1 尼泊尔国家层面的森林评估及其与森林可持续经营

研究	森林可持续经营的主要因子
森林资源调查	1, 5
土地资源制图项目	1, 5
全国林业部门规划	1, 5, 7
国家森林清查	1, 5
特莱地区森林覆盖变化分析	
生态产品和功能的经济价值评估	2, 4, 5, 6, 7
尼泊尔林业对国内生产总值的贡献	2, 4, 5, 6, 7

备注：森林可持续经营的主要因子包括：1. 森林资源规模；2. 对碳循环的贡献、森林和气候变化；3. 森林健康和活力；4. 生物多样性；5. 森林的生产功能；6. 森林的防护功能；7. 森林的社会经济功能（FAO, 2011）。

尼泊尔林业对国内生产总值的贡献 (2008年)

这项研究的目的是评估林业部门对国内生产总值（GDP）的实际贡献，包括“使用”和“非使用”价值。“使用”价值指消费产品，如木材、薪材、草/饲料/垫草原料、非木质林产品、土壤和石砾。“非使用”价值包括休闲游憩、生态旅游、土壤保护和碳吸收（DFRS, 2008）。

森林可持续经营主要因素的联系

2011年，联合国粮农组织提出了森林可持续经营的主要因素，即森林资源规模、对碳循环的贡献、森林和气候变化、森林健康和活力、生物多样性、森林的生产功能、防护功能和社会经济功能。表1列出了以上各项研究涵盖的主要因素。根据FAO框架的标准，这些研究未包括所有因素。资源评估侧重林地规模和活立木蓄积，均未包括碳储存、生物多样性、森林健康和森林的防护功能。

方法学

普遍认为，测算森林退化比测算毁林更复杂、更难（Panta、Kye Hyun和Joshi, 2008; Lambin, 1999; Souza

等, 2003）。表2总结了各项研究为评估森林退化而采取的标准和方法。

立木水平是各项研究采用的主要指标。因此可见，这些研究普遍认为森林退化表现为林木蓄积的减少，或是树种、尺寸和结构的变化，或是森林木材生产能力的变化。

立木水平（株/公顷）与森林的生产力、生长量和生产潜力密切相关，具体表现在林冠郁闭度、成熟木数量、优质木数量、密度、采伐残桩、活立木蓄积、更新能力、林分成熟度、截枝、树种构成、放牧和土壤侵蚀程度。冠层盖度大于10%的被定义为有林地。这些研究普遍没有明确区分森林和灌木、灌木和灌木林地、森林和退化森林间的定义。

表2 森林评估研究的方法学分析

研究	退化标准	方法
森林资源调查	<ul style="list-style-type: none"> 蓄积（冠层盖度小于10%的非林地）和密度 灌木和灌木林地 受侵占的森林 	<ul style="list-style-type: none"> 平均估计量 航片解译 1:12000到1:60000的航拍照片 点计算 面积校正和修改 对商品林进行实地清查
土地资源制图项目	<ul style="list-style-type: none"> 林分蓄积 土壤表面侵蚀 	<ul style="list-style-type: none"> 航片解译（黑白片，1:20000到1:50000的比例尺） 直升机调查 土地清查 地形图
全国林业部门规划	<ul style="list-style-type: none"> 林冠郁闭度 更新 	<ul style="list-style-type: none"> 文件整理 对航片进行解译和实地核实
国家森林清查	<ul style="list-style-type: none"> 林冠盖度—林分密度 	<ul style="list-style-type: none"> 卫星影像、地理信息系统（GIS）、地形图、矢量数据 实地清查 航片解译（1:50000的比例尺）
特莱地区森林覆盖变化分析	<ul style="list-style-type: none"> 林冠盖度 	<ul style="list-style-type: none"> GIS、卫片分析、实地核实
生态产品和功能的经济价值评估	<ul style="list-style-type: none"> 林冠盖度 生态系统服务的使用价值 	<ul style="list-style-type: none"> 森林清查 调查问卷 市场价格/替代品 价值转让 总净值
尼泊尔林业对国内生产总值的贡献	<ul style="list-style-type: none"> 林冠盖度 	<ul style="list-style-type: none"> 以实地为基础的森林清查 调查问卷 市场价格 替代品的市场价值 价值转让 总净值

结论：灌木、灌木林地和退化

表3列出了森林和灌木两类林地的规模。森林资源清查主要从林分面积、林分密度、郁闭度和商品材蓄积量方面判断森林的质量。

在国家层面还没有森林退化的明确定义和评估。退化仅仅被理解为，树木减少、采伐过的林分、非目的树种、沉重的放牧压力、不受欢迎的树种，以及灌木丛生。被侵占的森林已被认识到是退化森林的一种类型。

从表3来看，在不同研究中，森林总面积变化不大，但森林盖度在逐渐退化（表4）。根据森林研究调查司对灌木林地的定义（DFRS），以及各项研究数据（表3、表4），我们可以推测，灌木林地原为有林地，后进行了采伐，但仍留有一定的木质植被覆盖。因此，灌木林地可以作为森林退化的一种结果，或是退化森林的一种形式。

对比国家森林清查和土地资源制图项目研究结果，1978/1979年至1994年间，灌木林地面积增长了126%，年均增长率达到了5.57%（表4）。森林和灌木林地的总面积未发生大幅变化，但是，对森林退化的分析并未包括在“森林”类别内发生的退化现象。在这里，“森林”指的是林冠盖度达到10%以上的林地。

2005年，森林司对退化森林进行了定义，包括了灌木林地。但是，对其他因子，由于不同清查研究采用了不同的定义和范畴，很难在各项研究间进行横向对比。

表3 尼泊尔森林和灌木覆盖

研究	森林面积 (千公顷)	森林 覆盖率 (%)	灌木面积 (千公顷)	灌木 覆盖率 (%)	森林和 灌木面积 (千公顷)	森林和灌木 覆盖率 (%)
森林资源调查	6 402	45.5	-	-	6 402	45.5
土地资源制图项目	5 616	38.1	689	4.7	6 285	42.8
全国林业部门规划	5 424	37.4	706	04.8	6 210	42.2
国家森林清查	4 268	29.0	1 560	10.6	5 828	39.6

表4 根据灌木林地增长量推测的森林退化率

研究	灌木林地面积 (千公顷)	灌木林地 覆盖率 (%)	年均森林退化 (1978/1979年至1994 年) (%)
土地资源制图项目	689	4.7	
国家森林清查	1 560	10.6	5.57

退化评估方法

不同研究采取的不同评估方法可以被归纳为航拍照片、实地清查、卫星影像和生态系统服务价值评估。表5比较了这些方法学的优劣，由此可得出结论：如果采用多种方法评估森林退化现象，精确度将会提高，特别是将遥感方法与实地信息相结合。

讨论

定义

1978/1979年至1994年期间，森林转化为灌木林地的年均速率为5.57%，远远高于年毁林速率1.7%。这一数据表明，为降低碳排放，提高森林生态系统的恢复能力，森林退化可能是更为重要的考虑因素。

但目前，全球还没有对森林退化的统一定义。传统林学认为，森林退化主要表现在：林冠盖度降低、树种群落减少、再生潜力降低、更新能力减弱以及生产林业

消费品的能力丧失。近年来，又增加了碳吸收、生物多样性保护、水土保持、游憩价值等方面的能力缺失。这些环境因素也日渐成为评价森林退化的重要指标。

此外，对灌木林地和森林的区别也没有形成统一的定义。国家森林清查把灌木林地定义为没有良好立木的林地，而森林司则把稀疏林地或林冠盖度低于10%的林地定义为退化森林，其中包括了灌木林地。这些研究均未对退化森林和灌木林地提出一个清晰、简单和前后一致的定义。

各项研究的不同内容和背景为森林退化的定义进一步增加了变化因素。不同背景下的森林退化可能有着不同的含义。其测量的范围和范畴可能根据森林经营目的和预期产出而不尽相同。

驱动力

尽管目前尚未对退化内涵达成共识，但仍要采取应对政策，特别是解决

退化的成因。如果形成了合理的政策、机制和法律框架，那么一般情况下，法规和市场手段就能发挥一定作用。但是，政策影响力亦有一定局限性。比如，森林退化的成因可概括为人为原因和自然原因两大类，尽管这两大原因间没有明确的分界线，但自然原因往往是外在因素，不可控制，很难运用政策手段来控制。

退化的成因往往被认定为退化的“驱动力”。人为“驱动力”包括直接

和间接的。直接驱动力包括（但不局限于）过度采伐、人为放火、恣意放牧、高品质商品材采伐、非法采伐、侵蚀、营林方式变化和森林破碎化。间接驱动力包括市场失误、未经规划的开发、政策失误、权属不清和能力缺口。

一片特定森林对上述“驱动力”的脆弱性取决于每个“驱动力”的强度和深度，以及其相互作用。识别退化的方法并不一定要涵盖所有因素。了解退化的直接和间接驱动力能帮助我们估测退

化的程度，而其关键是要运用适当的测算方法（表6）。尽管森林退化的驱动力非常复杂，但往往可以通过观察或影像分析来发现直接驱动力。间接驱动力相对而言较难理解，因此需要更加抽象地来测算。

在尼泊尔，特别是在特莱平原，森林侵占和外来物种入侵已成为森林退化的主要驱动力。非法定居也造成了森林退化，甚至可能会导致森林永久性地转变为非林业用地。外来物种的入侵和栖

表5 尼泊尔森林退化评估方法比较^①

方法学	优势	劣势	精确度	成本	对尼泊尔的意义
航空照片	<ul style="list-style-type: none"> 对当地社区而言简单易懂 便于表示森林退化情况，如林冠盖度变化、开荒、森林破碎化 长期经验 不需要基础设施 技术投入低 	<ul style="list-style-type: none"> 不便于在山区操作 价格昂贵 耗时长 已基本被新技术所取代 没有最新的航片资料 不能完全甄别出放牧、火灾、非木质林产品和林下破坏、侵占等其他退化因子 	高	高	没有近期的航片资料——益处不大
实地清查	<ul style="list-style-type: none"> 数据可用于对比 更精确 广泛认知 劳动力廉价 经验丰富 技术单一 适用于各类生态系统服务 适用于地方到国家各层面 已有案例研究和研究数据 	<ul style="list-style-type: none"> 需要更多资源 耗时长 在山区较困难 没有近期数据 	高 (前4项标准误在2.61%~6.66%间)	中	有大量经验；劳动力廉价；社区广泛参与——好选择
卫星影像分析和GIS	<ul style="list-style-type: none"> 全球统一方法学 技术发展迅速 高清晰度影像便于解译 高清晰度影像可作为示范用图 对森林清查要求低 	<ul style="list-style-type: none"> 对技术能力和硬件设施有要求 受山区云、阴影和山坡等影响 在实地核查中缺少控制点 仅有季节性影像 没有足够数据来取代实地清查 难以获得林下数据，包括非木质林产品 	中-高 (67%~98%能分辨不同蓄积类型)	低或中 (从免费到中等价格——Landsat到IKONOS)	地理条件困难；需要能力建设——如与实地清查结合起来，是最优选择之一
生态系统服务价值评估	<ul style="list-style-type: none"> 认识到森林生态系统的边际价值 	<ul style="list-style-type: none"> 有技术要求 在林业学科之外 	中-高	低-中	社区参与，森林服务的真实价值

① 基于1:12 000到1:60 000比例尺的Landsat TM影像。

息会逐渐影响森林生长，减弱森林的恢复能力。病虫害会最终传染整片森林。森林火灾是另一个重要驱动力。此外，在高海拔地区，实际放牧量远远比承载量高了9倍，是当地森林退化的直接原因之一（MoEST，2008；MoFSC，2002）。

指标

过去，研究工作大多基于森林条件的空间和时间制图，认为森林退化导致了森林结构、功能和其他属性的变化。1995年，Sharma和Suoheimo发现，在尼泊尔Makawanpur和Rautahat区，大约45%的林木受到腐病影响。2000年，Acharya发现，重复性的采伐作业导致了现有森林蓄积的退化，进而导致了森林类型的改变。另一项研究显示了从婆罗双树林（大于60%的断面积）到婆罗双特莱阔叶林，最后到特莱阔叶林（婆罗双树断面积小于20%）的转变。

林冠盖度通常被认为是甄别森林退

化的一项指标。但却不是森林退化的充分表现。林冠的减少会减少碳汇，但也会改善流域保护和生物多样性，使林下植被保持完整。而相反，地表植被或林下植被的流失，并不容易被发现，却会影响到生态系统的恢复能力，成为退化的一项重要指标（表6）。因此，基于林冠盖度的评估研究本身不足以甄别退化的驱动力。以实地清查为主的研究，结合遥感技术，能够提供更科学、更翔实的信息，帮助识别退化的主要因素及其结果。

价值

森林退化可以理解为森林降低了提供各类生态系统服务的能力。因此，综合性的研究方法应该是以提供生态系统服务为基础，理解并评估森林退化。测量退化的有效手段是卫星影像和实地清查相结合，而评估服务则需要采取参与式生态系统服务评估方法（PESVA）。这种方法综合性地评价

各项生态系统服务，从而解答了一个“退化因素”（表7）。

PESVA是基于森林生态系统服务指标（ESI）的概念。ESI是对森林生态系统服务的一个概括性指标，专门针对千年生态体系评估（2005）确定的生态体系服务，来测量森林使用价值的平均表现。以基线数据为基础，对指标进行定期监测和对比，将提供有关森林退化或改善程度的信息。PESVA方法需要有专家来制定等级表和信息获取程序，并且还需要有专家来确定缺省值，解析结果。但是，如果执行合理的话，这一方法将是相对简单的，便于社区机构进行管理，能够吸引当地居民积极参与森林退化的甄别和测量。

结论

在尼泊尔，森林退化对森林的生态、环境和社会效益均有一定的负面影响。生态方面，森林退化表现在林冠盖度降低、森林质量降低、林分结构变

表6 退化的人为驱动力及其识别可能性

退化的驱动力	重要性	主要退化因子	识别率(1=低; 3=高)		
			实地清查	航拍照片	卫星影像
木材产品的过度开发	高	林冠覆被、生物量、林下植被	3	2	1
非木质林产品的过度开发	高	绿色生物质、林冠密度、树种多样性、林下植被	3	1	1
森林侵占（非法定居或占用）	高	林冠覆被、栖息地、生物量、林下植被	3	2	2
过度放牧	高	表层土壤、天然更新、栖息地	3	1	1
未经规划的开发：道路、水利工程等	高	林冠覆被、栖息地、商品林树种、生物质、破碎化	3	3	3
野火	中	林下植被、生物量、土壤、生物多样性	2	1	2
外来物种入侵和栖息	中	生物量、林下植被、栖息地、生物多样性	3	1	1
病虫害	低	生物量	3	1	1

表7 主要变量的调查和测量方法

监测的主要参数	退化的标准	数据来源	检测或测量手段
生物属性			
林冠盖度	降低	NFI/DFSP/CFOP	影像分析、实地清查、数据矫正
活立木蓄积	减少	NFI/DFSP/CFOP	影像分析、实地清查、数据矫正
森林结构	更新能力弱，幼林少	NFI/DFSP/CFOP/FGD	影像分析、实地清查、数据矫正
树种构成	劣势树种较多	NFI/DFSP/CFOP/FGD	森林清查、实地观测
外来入侵物种	外来物种入侵	CFOP/FGD	实地观测
环境属性			
流域保护	地表侵蚀扩大	NFI/DFSP/CFOP	参与式观测
碳吸收	森林火灾增加，碳库减少	FRA/DFSP/CFOP	森林碳清查
生物多样性	丧失物种丰度	FRA/DFSP/CFOP	实地清查
饮用水	水源受到污染	FGD	参与式观测、实地清查
恢复能力	森林恢复能力弱	FGD	参与式观测
野生动植物保护	栖息地受到干扰	FGD、观测	参与式观测、实地清查

备注：NFI是国家森林清查；DFSP是地区林业部门规划，是在地区层面实施的森林资源管理规划综合方法；CFOP是社区森林经营计划，是在特定阶段社区森林的经营方案；FGD是重点群体讨论；FRA是全球森林资源评估。

化、树种种类减少、森林生产能力降低、入侵物种增多和生物多样性流失。环境方面，表现在土壤侵蚀、栖息地破碎化和因新障碍而造成的野生动物迁徙。随着自然灾害增加，林产品生产和服务减少，这些影响已对社会和生产生活造成了广泛的负面影响。

尼泊尔在实地森林清查方面积累了大量经验，过去五十多年来开展的各项清查收集了大量关于森林蓄积的数据资源，使用的清查方法包括航拍照片、实

地清查和卫片分析。进一步开发森林退化评估方法很大程度上取决于对退化的定义形成统一认识，要求包括生物物理学和社会经济学情况，特别是森林生态系统服务。比如，尼泊尔需要对灌木林地和退化林地进行明确区分，并且需要灌木林地的评估方法。此外，还需要找到有效方法，发掘引起森林退化的一系列驱动力。

目前采用的研究方法可以通过两种方式提高。一是将卫片分析与实地清查相结

合，发挥两者的优势；二是采取PESVA方法，获取森林退化或改善程度的相关信息。从国家和地方层面来看，都需要加强能力建设，提高数据管理能力。需要进行研究试点工作，检测有关研究方法，并获得森林退化的信息。对森林退化的深入理解还需要更好地认识森林退化，需要政府的投入和支持，形成明确的退化驱动力、退化甄别方法及其所需资源的国家战略。只有这样，才能真正建立起一个有效的退化监测体系。◆



参考文献

- Acharya, K.P.** 2000. Unfavourable structure of forest in the Terai of Nepal needs immediate management. *Banko Janakari*, 10(2): 25–28.
- DFRS.** 1999. *Forest resources of Nepal (1987–1998)*. Publication No. 74. Kathmandu, Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation & Forest Resource Information System Project, Government of Finland.
- DFRS.** 2008. *Contribution of forestry sector to gross domestic product in Nepal*. Kathmandu, Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation, His Majesty's Government of Nepal.
- Department of Forests.** 2005. *Forest cover change analysis of the Terai districts (1990/91–2000/01)*. Kathmandu, Ministry of Forests and Soil Conservation, Department of Forests, His Majesty's Government of Nepal.
- FAO.** 1980. Agronomy research in the Hill Areas of Nepal. Hill Agricultural Development Project. Terminal Report, by P.T.S. Whiteman. Kathmandu.
- FAO.** 2011. What is sustainable forest management? Available at: www.fao.org/forestry/sfm/24447/en/.
- His Majesty's Government of Nepal (HMG).** 1968. *Forest statistics for the Terai and adjoining regions, 1967*. Forest Resources Survey. Kathmandu, Forest Resources Survey Office.
- HMG.** 1969. *Timber resources and development opportunities in the Lower Bheri and Karnali watersheds*. Forest Resources Survey No. 6. Kathmandu, Forest Resources Survey Office.
- HMG.** 1973. *Forest statistics for the Hill Region, 1973*. Forest Resources Survey. Kathmandu, Forest Resources Survey Office.
- Lambin, E.F.** 1999. Monitoring forest degradation in tropical regions by remote sensing: some methodological issues. *Global Ecology and Biogeography*, 8(3–4): 191–198. DOI: 10.1046/j.1365-2699.1999.00123.x.
- LRMP (Land Resource Mapping Project).** 1986a. *Land Utilisation Report*. Kathmandu, HMG, Survey Department & Kenting Earth Sciences Limited.
- LRMP.** 1986b. *Summary Report*. Kathmandu, HMG, Survey Department & Kenting Earth Sciences Limited.
- Millennium Ecosystem Assessment.** 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC, Island Press.
- MoEST.** 2008. *State of the Environment (Agriculture, Forest and Biodiversity)*. Kathmandu, Ministry of Environment, Science and Technology.
- MoFSC.** 2002. *Nepal Biodiversity Strategy*. Kathmandu, Ministry of Forests and Soil Conservation.
- MoFSC.** 2005. *Economic valuation of ecological goods and services*. Kathmandu, Ministry of Forests and Soil Conservation.
- MPFSP (Master Plan for the Forestry Sector Project).** 1989a. *Master Plan for Forestry Sector: Main Report*. Kathmandu, Ministry of Forests and Soil Conservation.
- MPFSP.** 1989b. *Master Plan for Forestry Sector: Forestry Resource Information and Planning Report*. Kathmandu, Ministry of Forests and Soil Conservation.
- Niles, J.O., Brown, S., Pretty, J., Ball, A. & Fay, J.** 2001. *Potential carbon mitigation and income in developing countries from changes in use and management of agricultural and forest lands*. Centre for Environment and Society Occasional Paper 2001-04. Essex, UK, University of Essex.
- Panta, M., Kyehyun, K. & Joshi, C.** 2008. Temporal mapping of deforestation and forest degradation in Nepal: applications to forest conservation. *Forest Ecology and Management*, 256: 1587–1595. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.07.023.
- Richards, M.** 1994. Towards valuation of forest conservation benefits in developing countries. *Environmental Conservation*, 21(4): 308–319. DOI: 10.1017/S0376892900033610.
- Sharma, S. & Suoheimo, J.** 1995. *Observation on rot in Sal forests in the Terai*. Forest Management and Utilization Development Project Working Paper No. 20. Kathmandu, Ministry of Forests and Soil Conservation & Finnish International Development Agency.
- Souza, C. Jr., Firestone, L., Silva, L.M. & Roberts, D.** 2003. Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT4 through spectral mixture models. *Remote Sensing of Environment*, 87(4): 494–506. DOI: 10.1016/j.rse.2002.08.002.
- Wyatt-Smith, J.** 1982. *The agricultural system in the hills of Nepal: the ratio of agricultural to forest land and the problem of animal fodder*. Agricultural Project Services Centre Occasional Paper 1. Kathmandu, Agricultural Project Services Centre.◆

归一化植被指数 (NDVI) —— 森林退化的指标

C.L.Meneses-Tovar

一种用来解译遥感影像的方法
被应用于森林健康监测

森

林退化成为全球，尤其是发展中国家日益严重的问题。据统计，在2000年，全球77个国家的森林退化面积达8亿公顷，其中5亿公顷是由原生植被退化为次生植被（ITTO，2002）。森林退化的影响是多方面的，其中一个影响是放出大量温室气体。所以，为了设计相关行动方案以逆转森林退化过程，急需分析和衡量森林退化的状况。

本文描述了如何通过分析遥感数

据和野外数据来监测森林退化的实践过程。本文展示了关于确定森林功能的各项指标与“归一化植被指数”（NDVI）关系的研究过程，即通过分析卫星影像估算绿色面积。这项研究基于NDVI是植被健康的衡量指标这一前提，因为生态系统中植被的退化或是绿色的减少会反应在NDVI数值的减小。所以，如果能找到各类森林生态系统中地表生物量数值与NDVI之间的关系，那么就可以监测森林退化的情况。

Carmen Lourdes Meneses-Tovar :
墨西哥国家林业委员会遥感部门副主任。

墨西哥自然植被



变化监测

遥感与物候学

遥感技术最重要的应用之一就是用以监测地球上各种环境的变化。遥感影像可以用于短期变化分析，如计算农作物生长周期从而预估产量。我们需要在农耕的不同阶段获取卫星影像，不同阶段包括：整地、播种、育苗、生长、开花、结果、调节营养成分或果实成熟、收割。

遥感影像还可以用于长期变化分析，如监测森林退化和土地利用变化等。我们可以对不同年份的遥感影像作对比，需注意这些遥感影像应在每年相同的时间获取，以便尽可能减少外界其他因素的影响，如光质、观测的几何角度、植被群落生态环境在一年之内的变化等（Singh 1986; Mouat等，由Chuvieco引用，1998）。

短期和长期变化分析均属于物候学方法。物候学研究动植物生命周期变化与季节和气候的关系。观察分析一年生作物的遥感影像相对来说比较容易。反射光随农作物生长发生的变化极易捕捉，且周期较短。但对于森林生态系统来说，自然演替过程与观察周期都变长了。监测个体变化过程时间延长到5~25年，对人工林纯生态系统（即同龄林也是这样），在此期间，从种植、育苗、生长到成熟期，我们可以对每个时期进行区分，包括更复杂的变化，如开花、结果、枝叶变化、树干增粗等，对地上生物量进行持续观测记录。

对原始林或天然林进行物候监测将更为复杂，因为天然林中有许多不同种类、不同年龄的树木，每个个体都有自

己独特的物候行为节律：开花、结果、落叶、重新生长，以及竞争光、水和养分的生存策略。

NDVI 物候学

通过卫星影像研究植被的季节变化有许多方法，其中之一就是把植被指数与绿色数量相关联（Chuvieco, 1998）。NDVI是用来衡量地球上能量平衡的指数，当NDVI应用于植物群落时，其代表该地区绿色程度，即该地区植被数量和植被健康程度或生长状态。NDVI是无单位的参数，其值为-1至+1。

实际上，NDVI数值小于0.1的代表水域或裸露地，其数值越高，代表越活跃的光合作用地区，如灌丛地、温带森林、雨林和农业活动。

本研究

背景及数据集

根据遥感影像及野外观测，此项研究试图建立NDVI与地上生物量的关

系。首先，我们收集了遥感影像，通过影像分析，确定NDVI数值大小。然后，根据不同植被群落应用不同的NDVI数值，从而证实此方法的有效性，并且为观测确定基线，做好准备工作后就可以开始进行观测了。最后，通过野外观测数据，建立NDVI与地上生物量（森林健康指标）的联系，从而证明研究有效性，并为日后将该研究方法应用于森林利用监测奠定基础。

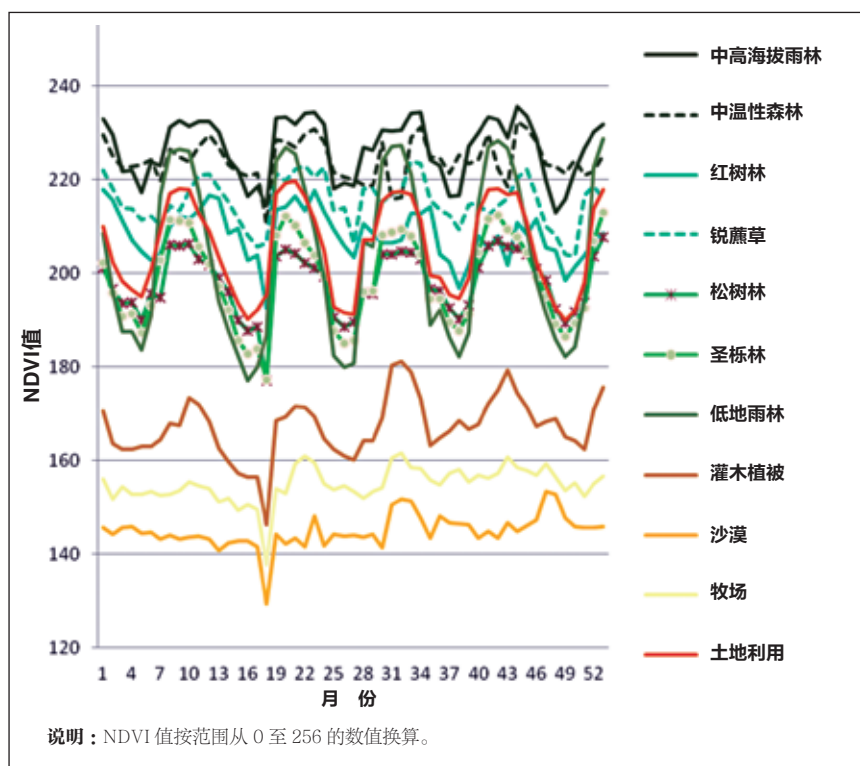
此项研究针对墨西哥进行，其面积约为200万平方千米。由于其特有的地理位置和地形地貌，墨西哥拥有从温带到热带的丰富生态系统和生物带。研究所需数据来自卫星影像及现有信息库。卫星影像由美国国家航空航天局发射的两颗卫星上的中分辨率成像光谱仪（MODIS）获取，这两颗卫星专门用于提供大规模全球动态变化信息。

由墨西哥国家森林委员会实施的墨西哥国家森林及土地清查（INFyS）为此次研究提供了基础数据，INFyS清

表1 2004~2007年用于NDVI分析的野外观察数据

植被群落	国家和地理所主要信息	地块数量
圣栎林	圣栎和松栎林	20 139
松树林	松树，冷杉，杜松，柏树，松栎（以松树为主）	6 276
沙丘	小叶沙漠灌木植被	199
红树林	红树属植物	980
灌木植被	各种灌木	10 945
中温性森林	潮湿山区森林	1 526
牧场	天然牧场	235
中、高海拔雨林	中高海拔雨林（落叶或常绿类）	16 976
低地雨林	低海拔雨林（落叶或常绿类）	6 470
锐蔗草	<i>Thyphus</i> 树种	190
没有植被覆盖	没有植被覆盖	1 229

图1 不同植被类型每月平均 NDVI 值



查反映了2004~2007年的情况，并于2008~2009年对数据进行了更新。

确定 NDVI 数值

为了评估林木的物候行为，我们对MODIS在无云天气下连续几个月获取的具有500米空间分辨率的合成影像进行分析，这些影像由美国马里兰高级计算机研究所进行后期处理，我们选用了其中于2000年11月16日至2005年8月13日期间在连续30天内拍摄的53张合成影像，并根据这些影像计算了NDVI数值。

随后，我们根据不同地区植被类型确定了各自的NDVI指数。野外数据均来自于INFyS清查，其数据进行了系统化分层采样，可以反映全国生态系统情况。被分配到每个地块的植被群落表明了该地区最常见的植被。植被分类依照了国家统计局和地理研究所土地利用和植被图分类体系（INEGI，2000）。我们共观测了65 165个地块，分类情况详见表1。

每个月，我们从MODIS获取的53张复合影像上叠加了样本地块信息，计算了每种植物群落在当月的NDVI平均值，用以评估其一年来的变化情况。

观测结果

我们发现NDVI较高的地区主要集中在中、高海拔雨林和中温性山地森林，并且其数值仍然高于全年绿色数量的参考阈值（图1）。参考阈值大约为190（图1的说明），可以反映生态系统的常绿习性，或者可用以区分森林和其他木本植被。

正弦曲线趋势或者每年的周期行为恰好与土地中的水分含量和有规律的降水周期相联系。从图表中可以看出，每年最低NDVI指数出现在2~4月，对应一年内最干燥的时期；每年最高的NDVI指数出现在7~8月，对应一年内雨水最丰富的时期。除此之外，由于纬度不同，雨季的时间不同也会带来数值的变换。墨西哥南北纬度跨度

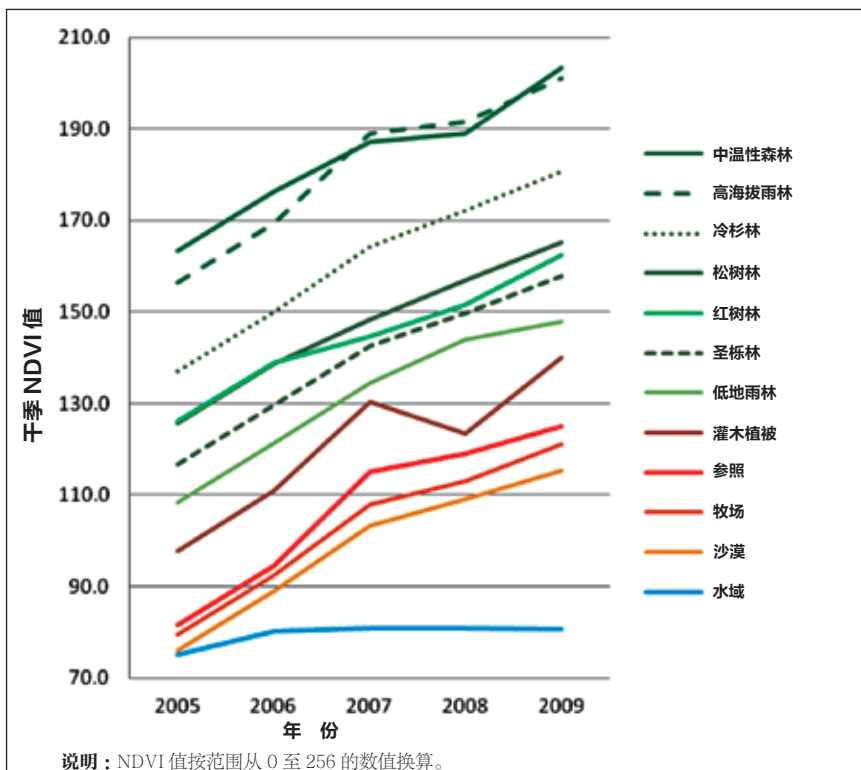
较大。

从图1看，波动幅度最大的是低地雨林；圣栎林和松树林在2~5月期间的NDVI指数低于参考阈值。NDVI降低是因为这段期间落叶或叶子颜色变化导致了反映出的绿色程度减少。

请读者注意，图中所示的NDVI数值反映的是整个生态系统的状况（土壤，地表植被、灌丛及树木等不同层次的植被）。所以，在这段时间，部分地表植被极有可能因为季节性缺水而变得干燥。

NDVI数值最低的植被群落代表沙漠，几乎无绿色植被，其次是牧场和灌木植被。这类植被群落不会出现正弦曲线趋势，相反，它们在图上的表现很像一个经历不规则降水的地区。正因为如此，对此类植被群落地区退化过程的分

图2 不同生态系统干季的NDVI值年度变化趋势



析更为复杂。

红树林和锐藨草生态系统表现了最复杂的NDVI数值变化。首先它们的NDVI值一直保持在参考阈值之上，而且其变化没有固定的规律，也没有较为明显的高峰，NDVI变化受水位波动的影响。

我们所选取的样地包括一系列的地块，即所谓“各类土地利用地块”，主要是指从事农耕活动的地区。这些地区表现出正弦曲线趋势，但比低地雨林的趋势略窄，其NDVI平均值一直保持在参考阈值之上，如果考虑到机械化种植的一年生农作物，则很难解释其长期呈现“绿色”的原因。因为在整地期间的NDVI数值应与裸露地的NDVI数值接近。这个现象的原因或许可以归结为农作物的生长与机械化耕作无关。

这项研究证明一个事实，即在开展对过程的多时相分析时要特别注意卫星获取照片的日期。在作影像对比时，一定要注意日期是否相同。因为在每年不同月份植物的长势是有差异的，即便是常绿林在干季和雨季中也会有截然不同的表现。此类分析可以发现在一定时期内植被的自然变化。若要监测森林退

化，则需区分由自然规律带来的绿色变化和其他活动引起的绿色变化。

每年的NDVI

下一步，我们需要为不同植被区确定每年NDVI的趋势。我们选择了在干季获取的MODIS影像，因为干季的云少，MODIS所受的干扰较小，同时，干季的耕地处于闲置裸露状态，容易辨别。

所以，我们研究的对象是每年2月15日至4月15日（干季）期间的具有250米空间分辨率的MODIS复合影像。我们计算得出在此期间的NDVI平均值，然后把上一步得出的结果叠加其上，从而得到每种植物群落平均变化（图2）。

我们从中发现了不同生态系统生物

量的固定模式。各种类型植被的NDVI数值都在这一时期表现了上升趋势，除了中温性山地森林，中、高海拔雨林和灌木丛在2007至2008年几乎没有任何变化。

与地上生物量的关联

我们选择地上生物量作为森林功能的指数变量，用来与NDVI的变化作对比。森林在原有环境不变的情况下，其植被也会发生很大改变，一旦森林结构的变化对森林提供服务和产品的功能起到负面影响，这就是森林退化的表现。

清查对25 000个样地块进行了测量，每个测量样地由4个小样方组成。在每个小样方中，我们测量每棵胸径大于7.5厘米的林木的各种变量，包括株数、种类数、活立木株数、树桩数量、林木全高、商品林高、枝下高、胸径、

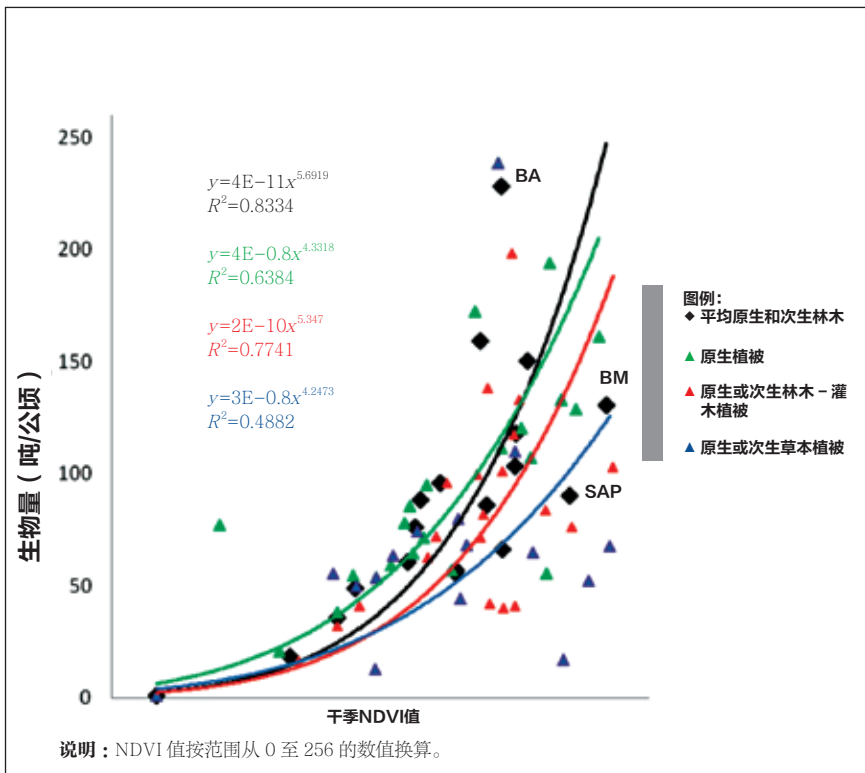


图3 干季 NDVI 值与各植被类型地上生物量比较

我们对123 0127棵树进行了研究分析（图4；ECOSUR，2009）。16 842个样地信息叠加到NDVI影像上，并根据植物群落和演替阶段进行了分类（原生植被，有次生林木的原生植被，有次生灌木植被的原生植被）（图3）。

我们发现地上生物量和NDVI值之间成指数关系，此时我们假设水域的NDVI值对应的地上生物量为0。生物量值最高的是冷杉林（BA），NDVI值最高的是中温性山地森林（BM），其后是高海拔常绿雨林（SAP）。在计算后两者的地上生物量时，我们用到了政府间气候变化专门委员会出版的《土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》（IPCC，2003）。总的相关系数（ R^2 ）为0.8334。

值得注意的是雨林和中温性山地森

冠径、断面积及其他21种定量指标和45种定性指标。这些指标与树木再生长、影响条件、表层土和腐殖质状况及资源利用均有联系（CONAFOR，2011）。

我们估算了INFyS测量过的16 842个样地每公顷的地上生物量（ECOSUR，2009）。根据文献资料，我们为每个生态系统建立了生物量方程。大部分方程的依据资料具有商业倾向性，并且与位于温带地区的针叶林和阔叶林生态系统有关。

我们为INFyS列出的3000个树种中的120个树种开发了异速生长方程。其中大部分用胸径和树高作为独立变量。

关于再生长的测量数据不会用于计算生物量，干旱地带的多汁植物不在计算范围内，对于一些特定的植物群落（再力花、热带草原、锐蕨草、棕榈树、红树林和雨林）不用生物量方程来计算其生物量。在所观测的1 305 307棵树中，

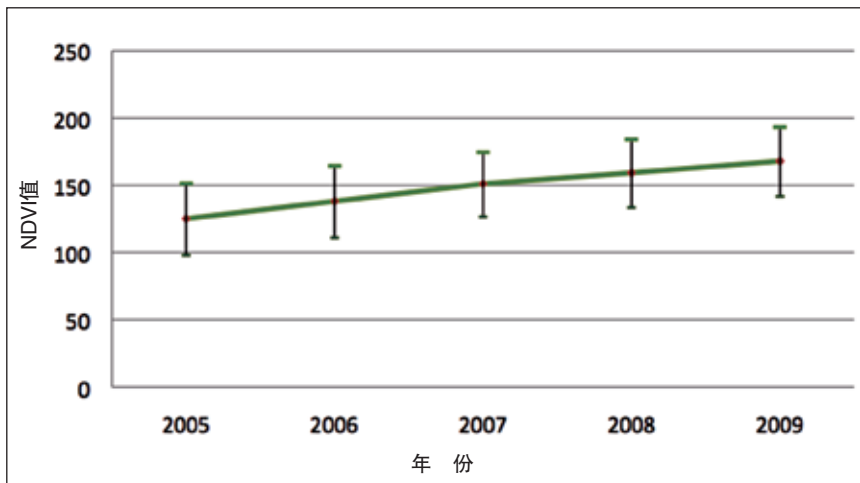


图4 2005 ~ 2009年 NDVI 值的整体行为，样地 2009 年重新测量

林的组成、分布与针叶林完全不同，所以我们低估了前两者。另一方面，也有“高估”的情况出现，因为在估算生物量的过程中，我们仅选取了胸径大于7.5厘米的林木进行研究，但是卫星捕获到的NDVI数值是反映生态系统的整体状况（包括林木、灌木和草地）的。

从图3中可以看到地上生物量和NDVI值根据环境和连续状态呈下降趋势。这个趋势表明对于已知的植被群落而言，原生生态系统的生物量要大于受过干扰的生态系统。

后续行动

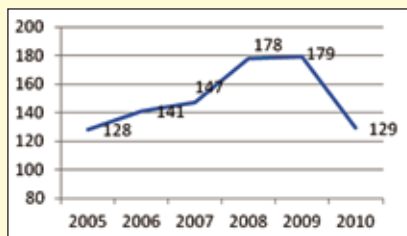
我们于2009年发起了行动，重新测量首轮监测过的样地信息，并将于2012年再次更新相关数据，从而掌握20%已建立的样地的树木生长及变化等森林功能信息。通过这些信息可以估算土壤、林火、森林健康等（INFyS 数据库查询，2010）。

在第一次重新测量中，我们记录了NDVI数值的2009年INFyS野外测量数据，并对数值受到干扰和数值没有变化

的样点进行了分析。2009年共监测了3553个样地，其中3486个样地的NDVI值比首次测量的有所提高。整体NDVI走势请见图4。我们还对不同植被的反应进行了分析。

下方的表格、图及图片展示了所有样地中的一个样地的数据情况，该样地位于坎佩切，编号56890。该样地为随机测量，用以监测两次测量中NDVI的数值变化。经过进一步讨论和分析，揭示了没有植被样地的结果。但同时要考虑到，我们在野外所

后续行动： 56890样地 - 坎佩切



NDVI 行为，2005 ~ 2010，56890 样地

56890样地表现比较特别，截至2009年4月15日，干季NDVI指数表明该地区近期内曾被火烧过，NDVI在一些年份的表现都可被识别（见图），但仍需进行进一步分析。

2005年8月，该样地上发现亚热带中海拔的常绿雨林，我们测量了其中192种植物（见左边照片），2009年4月，在同一个位置上，没有植被覆盖和树木（见右边照片和表）。

调查结果，56890样地—坎佩切

时间	树木数量	胸径 (cm)	树冠直径 (m)	盖度 (%)	总高度 (m)	树桩
2005/08/09	192	11.82	2.51	60.1	8.98	0
2009/04/17	0	0	0	0	0	0





图5 2009年清查中报道“没有植被覆盖”的不同样地情况

选取的点每1600平方米代表1公顷，而卫星影像所获取的面积是6.25公顷（图5）。

在2009年所测量的3553块样地中，47块样地的NDVI值有所降低。

2009年的测量样地中，没有植被覆盖的样地有258块（图5）。

在这一组中，可以分为4类情况。

- 129块样地并没有进行首次测量，因为这些样地当时被定义为“土地利用”，解译影像也反映出了同样的信息。所以，这些样地的NDVI值并没有降低（见图5中绿色圆点）。

- 53块样地在2004~2007年的清查中为“无植被覆盖”，2009年依然没有

变化。这些样地的NDVI数值没有降低（见图5中黄色圆点）。

- 61块样地在2004~2007年的清查中标记错误。森林的信息没有变化，但是对图片和数据进行了修订，改为“无植被覆盖”。这些样地的NDVI数值没有降低（见图5中红色圆点）。

- 有14块样地在2004~2007年清查中显示有类似森林的植被覆盖，但是在2009年重新测量时植被消失（见图5中蓝色圆点）。

结论

用NDVI来衡量森林退化这一方法有其局限性和有待提升的空间。物候

学对于变化过程的监测具有很重要的作用，MODIS影像的获取日期要慎重挑选。处理影像时，要特别小心地去除云、云的阴影和地形的阴影，还要注意处理色彩饱和度时由于卫星观测的几何构造或者树叶上的水珠引起的数值变化。

回归模型还有待改进，一种方法是通过对比同一地点在两个不同时期的INFyS测量数据；另一种方法是考虑到其他因素，比如再生长。INFyS清查中包含了其他测量的数据变量，比如死木和树桩，这些数据也有助于了解监测点的森林动态及样地针叶树种群落的年龄。大多数用于估算地上生物量的

异速生长方程都是基于树高和胸径；而没有考虑到树木的其他信息，如树冠、枝径和断面积等。鉴于对中温性山地森林的生物量估算更为准确，此方法将提供更多森林变化的证据。

我们也需重视气候异常对于生长活力的影响。比如，气候湿润的一年，如果有厄尔尼诺现象出现，NDVI值会升高；反之，气候干燥将带来NDVI的降低。

尽管卫星影像有不足之处，比如分辨率的问题，还有在测量地上生物量时的局限性，但是0.83的回归模型已经是很好的结果了。当影响足够大到改变辐射时，MODIS传感器获取的影像适于分析由森林退化引起的变化，从而分析NDVI的变化。NDVI基本达到了预期的反应，可以作为衡量指标。◆



参考文献

- Chuvieco, E.** 1998. El factor temporal en teledetección: evolución fenomenológica y análisis de cambios. *Revista de Teledetección*, 10: 1–9.
- CONAFOR.** 2011. *Preliminary report of the National Forest and Soil Inventory, 2004–2009*. Zapopan, Mexico, National Forest Commission.
- ECOSUR.** 2009. *Estimation of biomass for FRA 2010 tables*. Villahermosa, Mexico, Colegio de la Frontera Sur.
- INEGI.** 2000. *Land use and vegetation chart*. Aguascalientes, Mexico, National Statistics and Geography Institute.
- IPCC.** 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Hayama, Japan, Institute for Global Environmental Strategies for the Intergovernmental Panel on Climate Change (also available at www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html).
- ITTO.** 2002. *ITTO Guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests*. ITTO Policy Development Series No. 13. Yokohama, Japan, International Tropical Timber Organization (also available at www.itto.int/policypapers_guidelines/).
- Singh, A.** 1986. Change detection in the tropical forest environment of northeastern India using Landsat. In: M.J. Eden & J.T. Parry, eds. *Remote sensing and tropical land management*, pp. 237–254. Chichester, John Wiley.

绘制森林景观恢复的机会

L. Laestadius, S. Maginnis,
S. Minnemeyer, P. Potapov,
C. Saint-Laurent 和 N. Sizer

全球毁林和森林退化
面积达 20 亿多公顷，
这是森林恢复的巨大潜力——通过
这个绝好的机会可以减少贫困、
促进粮食安全、
减缓气候变化和保护环境。

Lars Laestadius: 美国华盛顿，世界资源研究所高级助理研究员。

Stewart Maginnis: 世界自然保护联盟环境发展组主任，瑞士格兰德。

Susan Minnemeyer: 世界资源研究所地理信息系统经理。

Peter Potapov: 马里兰大学副教授，美国马里兰大学城。

Carole Saint-Laurent: 森林政策与伙伴关系以及世界自然保护联盟的高级顾问，全球森林景观恢复伙伴关系的协调员，瑞士格兰德。

Nigel Sizer: 世界资源研究所全球森林倡议主任。

应对森林覆盖率降低问题的传统做法就是人工造林，大多数时候甚至是大规模的造林，而且人工林树种较为单一。的确，目前世界上7%的森林是人工林，供给了全球40%的工业木材和纤维原料（FAO, 2010）。

但是，许多人工林的局限性在于其无法提供社会需要的一系列的森林产品和服务。所以，十多年前，在数十年的实地经验和观察的基础上，提出了“森林景观恢复”这一概念。森林景观恢复是一套完整的体系，可以并且应该应用到土地利用过程中，确保关键生态系统功能和社会需求得到保持和加强。

更重要的是，森林景观恢复并不寻求回归到原来土地利用的状态。相反，森林景观恢复这一方法的设计初衷是确保现在及未来几代人拥有关键生态系统的商品和服务，可以有效抵御气候、经济和社会变化所带来的未知情况。

森林景观恢复体系可以恢复退化土地和森林的功能和生产力。生长在农地上的树木有助于粮食增产和提高土地恢复力。恢复后的土地可以提供清洁水源，减少水土流失，为野生动物提供栖息地。森林和树木通过吸收碳来减缓气候变化。

恢复的机会

经验告诉我们，恢复森林是可能的。我们在北美和欧洲看见之前退化的广大区域重新被森林覆盖。哥斯达黎加和韩国已经成功地实施了森林恢复战略。中国、尼日尔和坦桑尼亚通过恢复森林，降低了土地荒漠化的速度，同时大幅提高了生计和生态环境健康。农林业在世界很多地区流行起来，提高了农作物产量和畜牧生产力。

许多国家都有毁林和森林退化的问题，现在他们有机会进行森林恢复。但是，这个机会经常被忽视。因此，全球森林景观恢复伙伴关系，委托一些组织，由世界资源研究所牵头，在地图上标出具有森林恢复机会的地区。

方法

本研究的出发点是森林和木本植被的潜在范围，而不是其现状。不仅因为森林可以在该地区生长这一显而易见的原因，还因为潜在范围是一个非常有用的参照，还可以用来判断森林覆盖的历史变迁。

我们把森林分为三类：密林（林冠盖度达45%），稀疏森林（林冠盖度在25%~45%之间），林地（林冠盖度在10%~25%之间）。林冠盖度更低的视为

自然非林区或者从以上三类森林转变为其他土地用途的地区。



一个拥有森林和景观恢复机会的世界：此图标出了有机会开展森林和景观恢复的土地，没有标出不具有恢复需求和曾经是森林的耕地

在研究中只采用了现有信息，定义和数据不局限于某一特定国家。首先，我们绘制出有潜力供森林生长的地方。在这些地方，树木生长只受土壤和气候的限制，不需要人为干预即可成活。像萨赫勒这类干旱地区并没有被包括在内，尽管树木在那里也发挥着重要的作用，但这类地区不具备长出茂密森林的潜力。

下一步，我们绘制出现有森林的范围。相关地图信息来自250米空间分辨率的卫星影像。

根据现在土地利用方式，通过对比潜在在区域分布图和现有森林分布图确定可以开展森林恢复的地区。以前为森林的耕地、完整的森林景观和被经营的天然林在绘制时被标记为没有恢复潜力（虽然有时并不完全准确）。

然后，我们对限制条件加以分析，在绘制时考虑人口压力，压力的大小由当地的人口密度和他们利用土地的方式决定。同时也确定了偏远和人烟稀少地区的森林恢复机会。

最后，我们将遭受毁坏和退化的森林分为四类，并在图上标出，该图指示具有森林恢复机会和以前为森林的地区。

· **大规模恢复**：人口密度低于10人/平方千米，并具有生长密林的潜力。

· **镶嵌式恢复**：具有中等程度的人口压力（人口密度在10~100人/平方千米之间）。恢复的景观由人、森林和耕地组成（比如混农林，小块状的林地，农场和次生森林，以及线状种植带，如灌木树篱，等高种植或沿水体种植）。

· **偏远地区恢复机会**：极少的人口压力（人口密度在方圆500千米范围内不足1人/平方千米），森林恢复可能并不适合这一地区。

· **农业和城市用地**：以前的森林被改变了土地用途，用作耕地或城市用

地，人口压力较大（人口密度大于100人/平方千米）。

研究结果

全球有20亿公顷土地可以进行森林恢复。大多数集中在热带和温带地区，其中1.5亿公顷面积适合镶嵌式森林恢复，0.5亿公顷适合大规模森林恢复。但是，解读数据时要特别注意，图上的基础信息经过简化处理，不具备完整性，准确度较低。其中涉及的土地面积、土地利用方式和人口密度等信息是准确的。还有一些重要因素因为缺少信息而无法分析，比如土地权属和土地利用动态等。

该图展示的是具有较高森林景观恢复潜力的地区，并不是某一特定的森林恢复点。森林景观的诸多特点在该图的空间分辨率下不可见，并且无法考虑到当地环境条件。我们没有进行实地验证。

此图标出了具有森林景观恢复潜力特点的地区，但并没有规定恢复干预的类型。我们的目的是向国际政策制定进程说明需要对全球和区域范围内的森林情况进一步调查研究，这样才能有更翔实的信息。

结论

许多国家都有毁林和森林退化的问题，我们对研究数据进行了粗略估算，就面积而言每个大洲都有巨大潜力进行森林恢复。减缓气候变化是森林恢复的一大好处，可以避免进一步毁林和森林退化体系的重要组成部分，也可以使更多的国家，包括没有或极少毁林的国家参与到恢复活动中来。

许多表现出具有恢复潜力的地区没有毁林情况发生，我们不需要等到毁林和森林退化问题出现时再去做森林景观恢复工作。◆

波恩挑战

国际社会启动了全球森林恢复的目标——即到2020年，恢复1.5亿公顷被毁的和退化的森林。此目标于2011年9月在波恩应对林业、气候变化和生物多样性挑战部长级圆桌会议上设立，会议由世界自然保护联盟和代表全球森林景观恢复伙伴关系的德国环境部共同主办。波恩挑战和联合国气候变化框架公约中与林业有关的决定和生物多样性公约通过的到2020年恢复15%受毁坏和退化的生态系统的目标紧密相关。

我们绘制的地图可帮助量化这些目标。

更多相关信息请访问网址：

ideastransformlandscapes.org。

虽然这些目标看似雄心勃勃，我们还是可以通过加强现有的造林、森林更新、混牧林业和混农林业达到目标。这项举措将积极应对波恩挑战，在下一个10年内实现改变净森林损失的目标。



参考文献

- FAO. 2010. *Global forest resources assessment 2010 – main report*. FAO Forestry Paper No. 163. Rome (also available at www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf).
- Minnemeyer, S., Laestadius, L., Sizer, N., Saint-Laurent, C. & Potapov, P. 2011. *A world of opportunity*. Washington, D.C., World Resources Institute. Available at: www.wri.org/restoringforests. ◆

测量中非木材采伐特许经营区内的 野生动物种群的丰度

R. Nasi 和 N. van Vliet

随着中非木材特许经营区内狩猎活动的开放，值得考虑的是找到监测区内野生动物种群的方法。

在中非，择伐是范围最广的采伐作业，其木材采伐特许经营区面积达到全部森林面积的30%~45% (Nasi, Cassagne 和 Billand, 2006)。通过直接干扰或改变栖息地结构和组成，木材采伐所需的重

型机械和采伐人员对当地野生动物产生了影响。(Johns, 1997; White, 1994; White 和 Tutin, 2001)。由于采伐业的崛起，人们开始修筑道路以到达之前难以接近的地区，不断扩展市场和增加人口密度。林业公司基础设施建设和采

近一半非洲现存森林被用作木材采伐基地，当务之急是如何有效管理木材特许经营区内的野生动物



FAO/SOTIVANNARONG

Robert Nasi：国际农业研究中心和国际林业研究中心农林业研究项目主任，印度尼西亚茂物。
Nathalie van Vliet：丹麦哥本哈根大学地理和地质学院博士后研究员。

蓝麂羚是中非地区人们蛋白质的重要来源。根据世界自然保护联盟濒危物种红皮书“由于人口不断增长和扩张，蓝麂羚这种生命力极强的物种数量已经有减少的迹象”



N. VAN VLIET

伐营地带来了大量的人口和新的群居点，包括采伐工人及其家属、贸易商人等，他们聚居在之前鲜有人居住和生产的地区（Poulse 等，2009）。越来越多的人进入偏远地区居住，导致林区狩猎活动增加。

现今科学技术还未完全掌握狩猎活动对生态系统的影响，但是狩猎活动会改变生态系统的整体功能、结构和组成。在多数情况下，狩猎所带来的影响比较直接，并且容易预测，尤其是对于狩猎活动的目标物种。但是，狩猎也会带来间接影响，学术上称之为“瀑布效应”，即可能引发的一系列反应（Wright, 2003）。在众多的依赖于动物存在的生态系统中，其中极有可能受到狩猎影响的是植物天然更新（失去授粉者、种子传播者、进食种子者）、食物网（失去捕食者和猎物）和植物多样性（改变草食模式，增加病虫害发生概率）（Stoner等，2007）。狩猎和其他采掘行业一样，有可能因此导致森林退化现象发生，更为极端的可能是导致完全脱（去）共栖物^①，即森林变得“空空如也”（Redford, 1992）。

^① 本文中脱(去)共栖物是指动物种群数量大幅减少的情况，包括从生物多样性或数量减少到濒临灭绝的情况。

虽然已经有很多有关采伐和狩猎活动对野生动物影响的文献，人们现在逐渐认识到木材采伐特许经营区与无人管理的土地相比，更具有潜力成为“野生动物活动区”（Meijaard等，2006；Clark 等，2009）。如今，非洲现存森林面积的一半用于采伐木材，如何在木材采伐特许经营区内的野生动物成为了紧迫的问题，尤其是在狩猎活动不断逼近偏远林地的情况下。对于生活在热带的农村居民来说，狩猎是获取蛋白质的主要来源，其他来源还包括鱼类和昆虫类，不仅如此，狩猎也是当地居民收入的重要来源。因此，我们必须规范狩猎活动，使之可以继续提供当地居民所必需的蛋白质和收入，同时又能保护当地易危物种不会灭绝（Nasi 等，2008）。

我们需要找到合适的方法来监测狩猎对野生动物种群和森林退化的影响，才能有效地开展野生动物管理工作。本

文介绍了过去和最近狩猎对野生动物种群影响评估方法的经验和教训。

监测指标和方法

指标

野生动物种群的丰度和分布密度即便不是最简便精确的（Van Vliet 和 Nasi, 2008a），也是最基本的用来监测由狩猎活动导致的脱(去)共栖物（Azevedo-Ramos, de Carvalho 和 Nasi, 2005, 关于动物指标与采伐关系的现状综述）的一个指标。在中非，大型哺乳动物，尤其是灵长类动物和有蹄类动物的丰度和分布密度是用来衡量森林脱(去)共栖物的重要指标。按照提供蛋白质和对刚果盆地居民收入的重要性来排序，我们选取了以下动物进行监测：蓝麂羚（*Cephalophus* spp.），非洲灌丛野猪（*Potamochoerus porcus*）和白天出没的小猴子。

公路的范围和空间分布对于脱(去)

共栖物间接评估十分有用 (Laurance 等, 2006; Van Vliet 和 Nasi, 2008b)。的确, 在木材采伐特许经营区内哺乳动物分布状况受公路和狩猎的影响要远大于采伐活动的直接影响, 比如对栖息地的干扰和改变 (Marshall等, 2006)。从狩猎的活动范围来看, 一般狩猎发生在距集材道路不到3千米的地方, 而且狩猎标志与距集材道路的距离有很重要的联系。

衡量木材采伐特许经营区内狩猎强度的其他间接指标包括: 狩猎者的个人习惯, 我们会定期抽样调查狩猎者的狩猎成果; 狩猎者的努力^①, 是衡量狩猎者所付出的经济成本的指标; 每户消耗野生动物肉的数量; 附近市场上交易野生动物肉的数量。

调查方法

哺乳动物的丰度和密度

有一些研究采取了两分法, 即在同一个地点, 在采伐前和采伐后分两次不同时间测量, 然后对比两组数据。但是, 多数情况下, 一般没有可利用的采伐前野生动物的丰度数据。此时, 研究人员就要选用同步法, 即在同一时间相关的两个地点进行测量。通过这个方法, 可以得出相邻的有狩猎活动和没有狩猎活动两个地点的数据, 对比之后评估狩猎所带来的影响。

调查哺乳动物丰度最常用的方法为样带调查法, 即沿平行的样带调查获取数据。

在采伐公司进行森林经营调查过程中, 他们利用样带法测量特许经营区

内的全部植被, 样带法同样可以用来调查野生动物和监测人类活动 (比如狩猎)。在中非, 需要依据国家森林法开展3000万公顷森林的调查工作 (Nasi, Cassagne 和 Billand, 2006), 这对森林退化评估工作来说是一个宝贵的数据库 (Mathot 和 Doucet, 2006; Van Vliet 和 Nasi, 2008b)。

独立研究者开展的调查选取了1~2千米较短的本地化样带数据, 调查地点一般是与栖息地相近、有代表性的未经采伐的、最近采伐过的和很多年前采伐过的地点。样带调查法收集的数据包括白天视觉数、粪便颗粒计数和灵长类动物的巢数。样带调查法从早上开始 (6: 30~10: 00), 以便获取最多的视觉信息, 步行速度为1千米/小时。监测小羚羊还需同时采用鸣声记录法 (Van Vliet等, 2009) 和夜间视觉计算法 (Julve Larrubia, 2005)。

为了从样带调查法抽取关于哺乳动物密度的数据, 我们测量 (或估算) 了监测地点的垂直距离。这些距离通过距离抽样法进行分析, 即从样带上观测到的物体距离用以估算发现物体的可能性 (Buckland 等, 1993)。这个方法需要每个物种至少有60组直接观测数据, 因为热带哺乳动物行踪不定, 这有可能会成为限制条件。

对于一些警觉性高或行踪不定的物种的监测, 由于其粪便更容易发现, 所以比起直接观测, 更为有效且务实的方法是通过其粪便来监测该物种。如果已经有了每个物种的排便频率及其降解率的数据, 通过距离抽样法观察粪便还

可以推测该物种的密度。虽然清点粪便颗粒数是常用的简便方法, 但是这个方法可能出错。粪便颗粒组数无效是因为排便频率是可变的、动物在样带或坑厕排便、粪便颗粒因为甲虫而减少 (Van Vliet, Nasi 和 Lumaret, 2009), 或者由于植被过于密集而无法找到粪便颗粒或者无法分辨生活在同一区域的多种有蹄类动物。当观测数据太少时, 可以采用KAI (每公里丰度指数) 衡量丰度 (Mathot and Doucet, 2006)。该指数还可以用于对比长期监测中不同地区哺乳动物的丰度。

作为样带调查法的替代方法, 有些研究 (如Forboseh, Sunderland 和 Eno-Nku, 2007; Hart等, 2008) 倾向于采用普查或“侦察”式方法, 即观测者选取一条植被阻力最小的路径, 沿线观测。此方法适用于日间直接观测, 搜集粪便和巢穴等信息。该方法获得的数据不用于估算密度, 但可以转换成KAI指数。

除样带调查法以外, 其他方法还有: 用网捕获—重捕获 (Dubost, 1980; Koster 和 Hart, 1988), 即用网捕获

**对于某些物种来说,
比起直接观测, 更为有效且务实的方法
是通过其粪便来监测该物种**



① 例如: 取得一定狩猎成果所需要的时间, 或狩猎者在指定天数内所能取得的成果。

动物后，标记再放走，再捕获时记录是否是已标记的动物；用网捕捉动物，然后数出每个调查区域所见到的动物数量；通过测量巢区范围和种群结构估算种群密度（Feer, 1996）。上述方法主要用于在相对较小的范围内调查小羚羊种群，调查工作比较费时，并需要一支接受过良好培训的队伍才能完成。

捕获—重捕获的方法取样为非入侵性基因样本，比如从头发或排泄物中取样，用自动照相机记录野生动物，上述方法已经在中非一些物种监测中试用，目前结果尚待公布。

狩猎及交易活动

有些研究定期（每天，每周或每月）去乡村或农户家中进行半结构化访谈，收集相关信息以评估狩猎情况、狩猎者付出的努力和家庭日常消耗野生动物肉的数量。

关于狩猎情况和搜集的信息包括捕获到的物种和数量、狩猎的方法（枪或圈套）、狩猎活动的天数、交易或自用的野生动物肉数量，以及每种动物的平均重量及价格（如Wilkie等, 1998；Tieguhong 和 Zwolinski, 2009）。

衡量狩猎成果的替代方法还可以看狩猎者付出的努力，即量化为花在狩猎上的时间，以小时（Franzen, 2006）、天（Peres 和 Nascimento, 2006）或月（Noss, Oetting 和

Cuéllar, 2005）为单位。除了以时间衡量狩猎者付出的努力外，还可以用狩猎者见到狩猎标志频率为基础的指数（Cullen, Bodmer 和 Valladares-Padua, 2001），在同一地区活动的狩猎者数量（Naughton-Treves等, 2003），狩猎工具的数量，如单位时间内用了多少个网或陷阱。还有基于空间的测量方法，如狩猎点与人类居住区的距离（Rao等, 2005），或者最近的人类访问点（Hill 等, 1997），或者狩猎者在狩猎过程中所走的距离（Sirén, Hambäck 和 Machoa, 2004）。

评估一个家庭的野生动物肉食消耗时，应详细记录有关该家庭一天主食食物成分的信息。如果可能，所记录的信息应包括动物蛋白质（鱼类、家畜或野生动物肉）的单位价格、消耗的数量和

野生动物肉的种类（Starkey, 2004；Poulsen等, 2009）。

大多数的研究通过收集野生动物肉交易市场的评估狩猎对野生动物的影响，其研究地点主要在区域层面的野生动物集中区（Fa等, 1995；2004），但还没有研究针对在采伐特许经营区内的狩猎活动。集中区是指由野生动物肉卖方根据野生动物经常出没的地点所划定的一定范围的区域，经常超出了采伐特许经营区。我们测量了市场动态变化的两个主要特性：每个物种的数量和日供应量，即物种的每日丰度和市场供应量。我们需要定期（每天或每周）考察市场情况，并选取一些（或者全部，视市场情况而定）交易商，询问售出的动物种类和数量，肉是否新鲜还是经过熏制的。



非洲灌木野猪（野猪肉的消费和市场情况反映了狩猎对野猪的影响）

讨 论

样带调查法的优势在于可以同时开展对几个物种的调查，所以该方法大量应用在采伐特许经营区的环境下。但是，对于日常监测来说，样带调查法经济成本和时间成本比较高，而且其记录结果比较少，难以计算密度。这些约束限制了其作为监测野生动物种群数量变化趋势工具的有效性。而且，样带调查法可能会引起附带的环境影响，如林下叶层的退化，或者狩猎者用样带来布网或在样带上开枪狩猎。

由于上述原因，一些研究人员偏好采用行走普查或“侦察”的方法，尤其当调查面积较大时，这个方法更加有吸引力，因为后勤限制的条件少了。我们还需要进一步研究该方法为不同哺乳动物和标识类型（包括粪便、巢穴、直接观测）所获取数据的质量。其他一些创新的方法如捕获—重捕获利用为非入侵性基因样本（Petit 和 Valiere, 2006）和自动拍照相机，很有可能为大区域范围内的哺乳动物提供新的而且更加有效率的方法。这些方法已经被应用在温带物种调查中。经过开发，这些方法将在中非森林热带物种调查中发挥大作用。

与其努力地估算密度绝对值（已引起方法论警告），不如将目标放在估算丰度在一定时期内的变化趋势。KAI就可以帮我们很好地达到这个目标。同样基于当地专家知识的——比如汇集当地专家意见（PLEO）的方法同样可以用来监测野生动物丰度（Van der Hoeven, de Boer 和 Prins, 2004）。与传统调查方法相比，PLEO 法成本低，而且可以更好地保护当地人对调查

结果的知识产权。

衡量狩猎在森林脱(去)共栖物作用的间接指标引起越来越多的关注，但并非特指采伐情况下。现有文献记录的经验和教训同样可以适用于采伐特许经营区。关于市场研究法，Fa等（2004）评价了测量野生动物肉交易量方法的效率。他们发现一个区域范围内的推断结果必须从大量市场样本中估算出；调查的时机和与样本的协调过程会极大影响调查成本及调查结果的质量。在估算物种丰度时，整批样本与随机抽取的样本效果基本一样，但所选取样本不能是畜体。市场研究法的最大弊端是经常会低估狩猎率，因为狩猎成果只有一部分会拿到市场上来交易，其余的由当地人自己消费了。

在上述情况中，与狩猎者交谈对于估计狩猎情况更有效，通过交谈可以知道多少数量的野生动物肉自己食用，多少数量投放市场。评估狩猎情况和狩猎者的努力情况十分耗时，而且只有在被访问者和访问者之间有信任感时才会得到准确的数据，这样就限制了研究的规模和范围。其他与衡量狩猎者的努力有关的挑战还包括：总时间估计出现系统性偏差，导致对狩猎者努力过高的估计；量化陷阱的工作也存在问题，因为检查陷阱的频率是可变的，陷阱组成是可变的，不同物种的陷阱是有差异的；从狩猎者角度看捕获野生动物的方法会低估狩猎对生态环境的真实影响（Rist 等人，2008）。

结 论

统观本文所提到的不同调查方法的局限性，在调查采伐特许经营区内的哺

乳动物丰度和测量狩猎及交易活动数据时，应采用设计良好的组合调查方法。瞬时测量这些指标对于评估采伐和狩猎对野生动物的影响有其自身局限性。相反，政府、采伐公司、非政府环保组织和森林认证机构应该密切合作，建立一个长期监测体系。

Van Vliet 和 Nasi（2008a）研究了每种测量方法的不确定性（尤其是测量野生动物种群数量）。不同地点的测量结果不具有可比性，因为测量方法不同，而且每种方法都有各自的误差。如果没有评估和规范测量方法的准确性，做出有关狩猎活动可持续性及其影响的结论应该审慎。

我们还要进一步研究如何降低调查方法的人力和财力成本。可以鼓励借助新技术，比如非入侵性基因样本和自动照相技术开发新的调查方法。下一步的工作重点应该是开发规范化的调查方法，以便对比不同地点的调查数据。到目前为止，中非地区的每个采伐特许经营区在研究狩猎对森林野生动物种群影响的方法都是不一样的，由于采集的基础数据有很大差异，其研究结果不具有可比性。如果在国家或区域层面上有一套标准化的调查方法，便可以将研究结果转换为实用的关于可持续狩猎的建议。然后，再将这些建议纳入国家法律和认证体系中，以保证在采伐特许经营区管理中兼顾到野生动物保护工作。◆



参考文献

- Azevedo-Ramos, C., de Carvalho, O. Jr. & R. Nasi.** 2005. *Animal indicators: a tool to assess biotic integrity after logging tropical forests?* Belem, Brazil, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia (IPAM).
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. & Laake, J.L.** 1993. *Distance sampling: estimating abundance of biological populations.* London, Chapman and Hall.
- Clark, C.J., Poulsen, J.R., Malonga, R. & Elkan, P.W. Jr.** 2009. Logging concessions can extend the conservation estate for Central African tropical forests. *Conservation Biology*, 23(5): 1281–1293; DOI: 10.1111/j.1523-1739.2009.01243.x.
- Cullen, L. Jr., Bodmer, E.R. & Valladares-Padua, C.** 2001. Ecological consequences of hunting in Atlantic forest patches, Sao Paulo, Brazil. *Oryx*, 35: 137–144. DOI: 10.1046/j.1365-3008.2001.00163.x.
- Dubost, G.** 1980. L'écologie et la vie sociale du Céphalophe bleu (*Céphalophus monticola* Thunberg), petit ruminant forestier africain. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 54: 205–266.
- Fa, J.E., Juste, J., Perez del Val, J. & Castroviejo, J.** 1995. Impact of market hunting on mammal species in Equatorial Guinea. *Conservation Biology*, 9(5): 1107–1115. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1995.951107.x.
- Fa, J.E., Johnson, P.J., Dupain, J., Lapuente, J., Koster, P. & Macdonald, D.W.** 2004. Sampling effort and dynamics of bushmeat markets. *Animal Conservation*, 7(4): 409–416. DOI: 10.1017/S136794300400160X.
- Feer, F.** 1996. Les potentialités de l'exploitation durable et de l'élevage du gibier en zone forestière tropicale. In C.M. Hladick, A. Hladik, H. Pagezy, O.F. Linares, G.J.A. Koppert & A. Froment, eds., *L'alimentation en forêt tropicale: interactions bioculturelles et perspectives de développement*, pp. 1039–1061. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Forbeseh, P.F., Sunderland, T.C.H. & Eno-Nku, M.** 2007. Priority setting for conservation in south-west Cameroon based on large mammal surveys. *Oryx*, 41(2): 255–262. DOI: 10.1017/S0030605307001743.
- Franzen, M.** 2006. Evaluating the sustainability of hunting: a comparison of harvest profiles across three Huaorani communities. *Environmental Conservation*, 33(1): 36–45. DOI: 10.1017/S0376892906002712.
- Hart, J.A., Grossmann, F., Vosper, A. & Ilanga, J.** 2008. Human hunting and its impact on bonobos in the Salonga National Park, Democratic Republic of Congo. In T. Furuichi & J. Thompson, eds., *The bonobos: behavior, ecology, and conservation*, pp. 245–271. Developments in Primatology: Progress and Prospects. New York, USA, Springer.
- Hill, K., Padwe, J., Bejyvgi, C., Bepurangi, A., Jakugi, F., Tykuarangi, R. & Tykuarangi, T.** 1997. Impact of hunting on large vertebrates in the Mbaracayu Reserve, Paraguay. *Conservation Biology*, 11(6): 1339–1353. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1997.96048.x.
- Johns, A.G.** 1997. Timber production and biodiversity conservation in tropical rain forests. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Julve Larrubia, C.** 2005. *Mise en place d'une zone d'intérêt cynégétique à gestion communautaire comme outil de gestion de la faune dans une concession forestière au Sud-Est Cameroun.* Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique. (graduate thesis)
- Koster S.H. & Hart, J.A.** 1988. Methods of estimating ungulate populations in tropical forests. *African Journal of Ecology*, 26(2): 117–126. DOI: 10.1111/j.1365-2028.1988.tb00962.x.
- Laurance, W.F., Alonso, A., Lee, M. & Campbell, P.** 2006. Challenges for forest conservation in Gabon, Central Africa. *Futures*, 38(4): 454–470. DOI: 10.1016/j.futures.2005.07.012.
- Marshall, A.J., Nardiyono, Engström, L.M., Pamungkas, B., Palapa, J., Meijaard, E. & Stanley, S.A.** 2006. The blowgun is mightier than the chainsaw in determining population density of Bornean orangutans (*Pongo pygmaeus morio*) in the forests of East Kalimantan. *Biological Conservation*, 129(4): 566–578. DOI: 10.1016/j.biocon.2005.11.025.
- Mathot L. & Doucet J.L.** 2006. Méthode d'inventaire faunique pour le zonage des concessions en forêt tropicale. *Bois et Forêts des Tropiques*, 287(1): 59–70.
- Meijaard, E., Sheil, D., Nasi, R. & Stanley, S.A.** 2006. Wildlife conservation in Bornean timber concessions. *Ecology and Society*, 11(1): 47. Available at: www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art47/.
- Nasi, R., Cassagne, B. & Billand, A.** 2006. Forest management in Central Africa: where are we? *International Forestry Review*, 8(1): 14–20.
- Nasi, R., Brown, D., Wilkie, D., Bennett, E., Tutin, C., van Tol, G., & Christophersen, T.** 2008. *Conservation and use of wildlife-based resources: the bushmeat crisis.* CBD Technical Series No. 33. Montreal, Canada, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD) and Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Naughton-Treves, L., Mena, J.L., Treves, A., Alvarez, N. & Radeloff, V.C.** 2003. Wildlife survival beyond park boundaries: the impact of slash-and-burn agriculture and hunting on mammals in Tambopata, Peru. *Conservation Biology*, 17(4): 1106–1117. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2003.02045.x.
- Noss, A.J.** 2000. Cable snares and nets in the Central African Republic. In J.G. Robinson & E.L. Bennett, eds., *Hunting for sustainability in tropical forests*, pp. 282–304. New York, USA, Columbia University Press.
- Noss, A.J., Oetting, I. & Cuéllar, R.L.** 2005. Hunter self-monitoring by the Ioseño-Guaraní in the Bolivian Chaco. *Biodiversity and Conservation*, 14(11): 2679–2693. DOI: 10.1007/s10531-005-8401-2.
- Peres, C.A. & Nascimento, H.S.** 2006. Impact of game hunting by the Kayapó of south-eastern Amazonia: implications for wildlife conservation in tropical forest indigenous reserves. *Biodiversity and Conservation*, 15(8): 2627–2653. DOI: 10.1007/s10531-

- 005-5406-9.
- Petit, E. & Valiere, N.** 2006. Estimating population size with noninvasive capture-mark-recapture data. *Conservation Biology*, 20(4): 1062–1073. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00417.x.
- Poulsen, J.R., Clark, C.J., Mavah, G. & Elkan, P.W.** 2009. Bushmeat supply and consumption in a tropical logging concession in northern Congo. *Conservation Biology*, 23(6): 1597–1608. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2009.01251.x.
- Rao, M., Myint, T., Zaw, T. & Htun, S.** 2005. Hunting patterns in tropical forests adjoining the Hkakaborazi National Park, north Myanmar. *Oryx*, 39: 292–300. DOI: 10.1017/S0030605305000724.
- Redford, K.H.** 1992. The empty forest. *BioScience*, 42(6): 412–422. DOI: 10.2307/1311860.
- Rist J., Rowcliffe, M., Cowlshaw, G. & Milner-Gulland, E.J.** 2008. Evaluating measures of hunting effort in a bushmeat system. *Biological Conservation*, 141(8): 2086–2099. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.06.005.
- Sirén, A., Hambäck, P. & Machoa, J.** 2004. Including spatial heterogeneity and animal dispersal when evaluating hunting: a model analysis and an empirical assessment in an Amazonian community. *Conservation Biology*, 18(5): 1315–1329. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.00024.x.
- Starkey, M.** 2004. Commerce and subsistence: the hunting, sale and consumption of bushmeat in Gabon. Fitzwilliam College, University of Cambridge, Cambridge, UK. (PhD thesis)
- Stoner, K.E., Vulinec, K., Wright, S.J., & Peres, C.A.** 2007. Hunting and plant community dynamics in tropical forests: a synthesis and future directions. *Biotropica*, 39(3): 385–392. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2007.00291.x.
- Tieguhong, J.C. & Zwolinski, J.** 2009. Supplies of bushmeat for livelihoods in logging towns in the Congo Basin. *Journal of Horticulture and Forestry*, 1(5): 065–080 (also available at www.acadjourn.org/JHF/PDF/Pdf2009/July/Tieguhong%20and%20%20Zwolinski.pdf).
- Van der Hoeven, C.A., de Boer, W.F. & Prins, H.H.T.** 2004. Pooling local expert opinions for estimating mammal densities in tropical rainforests. *Journal for Nature Conservation*, 12(4): 193–204. DOI: 10.1016/j.jnc.2004.06.003.
- Van Vliet, N. & Nasi, R.** 2008a. Why do models fail to assess properly the sustainability of duiker (*Cephalophus spp.*) hunting in Central Africa? *Oryx*, 42: 392–399, DOI: 10.1017/S0030605308000288.
- Van Vliet, N. & Nasi, R.** 2008b. Mammal distribution in a Central African logging concession area. *Biodiversity and Conservation*, 17(5): 1241–1249. DOI: 10.1007/s10531-007-9300-5.
- Van Vliet, N., Nasi, R. & Lumaret, J.P.** 2009. Factors influencing duiker dung decay in north-east Gabon: are dung beetles hiding duikers? *African Journal of Ecology*, 47(1): 40–47. DOI: 10.1111/j.1365-2028.2007.00913.x.
- Van Vliet, N., Kaniowska, E., Bourgarel, M., Fargeot, C. & Nasi R.** 2009. Answering the call! Adapting a traditional hunting practice to monitor duiker populations. *African Journal of Ecology*, 47(3): 393–399. DOI: 10.1111/j.1365-2028.2008.00999.x.
- White, L.J.T.** 1994. The effects of commercial mechanised selective logging on a transect in lowland rainforest in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 313–322. DOI: 10.1017/S0266467400007987.
- White, L.J.T. & Tutin, C.** 2001. Why chimpanzees and gorillas respond differently to logging: a cautionary tale from Gabon. In W. Webber, L.J.T. White, A. Vedder & L. Naughton-Treves, eds., *African rain forest ecology and conservation: an interdisciplinary perspective*, pp. 449–462. New Haven, USA, Yale University Press.
- Wilkie, D.S., Curran, B., Tshombe, R. & Morelli, G.A.** 1998. Modeling the sustainability of subsistence farming and hunting in the Ituri Forest of Zaïre. *Conservation Biology*, 12(1): 137–147. DOI: 10.1111/j.1523-1739.1998.96156.x.
- Wright, S.J.** 2003. The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6(1–2): 73–86. DOI: 10.1078/1433-8319-00043. ♦



国际森林年特别报道

森林为民



国际森林年 · 2011

国际森林年走进了尾声。国际森林年自2月份在联合国森林论坛第九次会议上启动以来，在全球范围内发起了以“森林为民”为主题的形式多样的庆祝活动，来纪念我们地球上的生命之源——森林。值此之际，本刊特精选了联合国粮农组织（FAO）开展的与国际森林年有关的活动报道，让我们一起看看联合国粮农组织的同事们是如何庆祝国际森林年吧！国际森林年虽然结束了，但是森林和“森林为民”已经被提上了国际议事日程。



© FAO/STEVE TERRILL

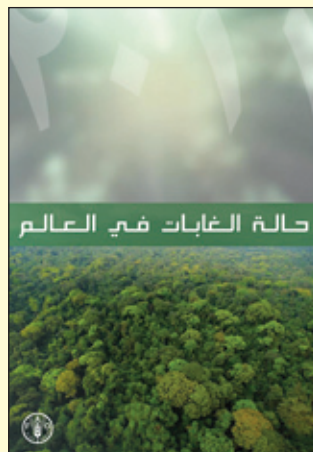
在卢旺达开展的关于野生动物与气候变化的项目

国际森林年的出版物

自2011年伊始，本刊号召读者们在一年中的每个国际节日里庆祝森林年，并通过影像记录各类庆祝活动。所以，森林这一主题出现在了2011年的国际老年日、世界教师节、国际禁毒日及世界创意和创新日上。

联合国粮农组织出版的《世界森林状况》每两年出版一次，在2011年2月国际森林年启动仪式上发布的《世界森林状况》第九版主题为“途径在变化，生活在改变：森林支持可持续发展的多种途径”，全面地分析了森林改善人民生计的多种途径。今年《世界森林状况》其中一章节重点关注森林的本土价值，探讨了森林与人的联系，解答了传统知识在自然资源管理中的作用是什么；中小林业企业如何提升农村生计以及如何以政策支持基于社区的林业管理等问题。

在国际森林年中，联合国粮农组织林业期刊围绕着组织的技术工作，刊布了多期内容。为应对影响森林健康的新型危害，我们发布了《林业植物检疫标准指导手册》，探究植物检疫内涵并介绍良好的做法。《林权改革——问题、原则及过程》为政策制定者及其他关心林权制度改革的人认识当今改革所面临的问题、制定相关政策提供了更为全面的观点。《社区林火管理》提出了参与式林火管理这一先进的管理方式，考虑到了防火、传统知识的作用及减缓气候变化等问题。《气候变化中的野生动物》探索了气候变化对野生动物带来的或可能带来的影响，以及如何应对这些变化的举措。



Unasyva 特刊和《世界森林状况》

国际森林年的木材

2011年10月，在印度班加罗尔召开了以“重新发现木材：可持续未来的关键”为主题的国际会议，吸引了全球350人参会，共同探讨木材在可持续发展中的作用。本次大会重点强调木材的美学价值，举办了各种展览和边会，并广泛邀请了许多不同领域的专家与会发言。

在国际森林年结束之际，我们在联合国粮农组织罗马总部大楼前展览了芬兰木雕艺术家团体的30座雕像供员工和游客参观欣赏。该团体由三位艺术家组成，他们的使命是重新发现木材作为雕塑材料的魅力。



联合国粮农组织总部举办的木雕展



联合国粮农组织员工在意大利植树

津巴布韦以森林可持续经营为主题的活动



国际森林年的植树活动

8月，为促进当地烟草种植者开展森林可持续经营，联合国粮农组织的员工参加了由津巴布韦林业委员会主办的植树活动，环境与自然资源管理部部长Francis Nhema先生作为嘉宾出席了此次活动，参加活动的还有来自政府的高级官员、非政府组织代表、私营企业代表和烟草行业代表。

10月，为纪念国际森林年，联合国粮农组织员工进行了集体植树活动。联合国粮农组织林业部与意大利国家林业部在CASTEL FUSANO 共同举办了庆祝活动，联合国粮农组织总部全体员工受邀参加。参与者了解了林业与森林可持续经营的有关知识，并开展了植树活动。

观看植树活动视频网址：
www.youtube.com/watch?v=SxyYh95PoQ4。

国际森林年的亲善大使

5月，流行唱片艺术家、联合国粮农组织的亲善大使安谷访问了她的祖国首都——印度尼西亚雅加达，实地考察了林业项目点，商讨了如何在遭到2004年海啸破坏的地方进行再造林工作。安谷大使此行重点考察了海岸林的防护功能。她强调国际森林年是一个很好的契机，可以提高人们对森林的重视和保护意识。

6月，联合国粮农组织亲善大使、奥林匹克田径比赛传奇人物卡尔·刘易斯为庆祝国际森林年，访问了多米尼加共和国和海地。海地正在进行再造林，以使其免受飓风季可能引发的山洪和泥石流的危害。



联合国粮农组织亲善大使支持国际森林年活动

观看亲善大使支持国际森林年活动视频网址：www.youtube.com/watch?v=M_HF5kiYV_Y。



FAO

助理部长参加在罗马举办的地球日音乐会

国际森林年的歌曲

4月，距离智利大地震不到一年，洛拉帕罗扎音乐节首次在圣地亚哥举办，来自全球各地的知名歌手登台表演。联合国粮农组织与智利政府共同发起了在圣地亚哥种下20 000棵树的作为国际森林年庆祝活动的一部分，几位音乐人受邀为该项目种下了第一批树。

同时，为庆祝地球日在罗马举办了第四届年度音乐会。联合国粮农组织林业部助理部长爱德华多向参加音乐会的30 000名年轻人介绍了国际森林年和森林生态系统对当地社区及整个地球的重要性。

国际森林年的中小企业——分享产品和服务

在国际森林年之际，德国与联合国粮农组织紧密合作，于2011年10月6~9日共同在波恩大教堂旁边的中心市场举办了以“森林为民”为主题的国际展览会。其目的是展示全球各地与森林有关的产品和服务。游客可以欣赏到关于森林及其多种功能的表演。数十家参展单位来自德国和其他十余个国家，代表了世界上各个地区，为游客提供了可以欣赏、品尝和试用的森林产品。游客品尝了未经加工的天然橡胶、黑森林水源酿造的啤酒，抚摸了浣熊，试用了由热带森林植物制作的化妆品。其中，来自布基纳法索、中非、老挝人民共和国和尼泊尔的展台展示了当地居民如何通过森林可持续经营创造收入。通过这个平台，大家交流了森林、保护生物多样性和新兴技术在森林产品生产过程中的重要性。



FAO/K. WAGNER

布基纳法索的生产商在波恩国际展览会



FAO/M. PERRI

由意大利女子监狱在押人员制作的印有国际森林年旗帜的挎包

抓住机会

国际森林年的旗帜一直装点着联合国粮农组织罗马总部大楼的南面，如今，这个标志又有了新的用途。正是由于联合国粮农组织员工塞尔吉奥发起一项倡议，通过与 orad' aria 组织合作，由当地女子监狱的在押人员制作了带有国际森林年旗帜的小背包。该组织致力于为隔离的群体，尤其是监狱的人们提供工作机会。通过这项倡议，在押人员可以有机会通过劳动获得报酬，锻炼了技能，有助于他们日后重新融入社会。

粮农组织林业

第二届地中海森林周探讨可持续发展与气候变化

由欧洲林业研究所地中海区域办公室（EFIMED）及其他重要合作伙伴主办，法国农业食品渔业农村政策和地区发展部，普罗旺斯—阿尔卑斯—蔚蓝海岸区政府及西班牙科技创新部协办的第二届地中海森林周于2011年4月5~8日在法国亚维农举办。

此项活动已被列入2011年国际森林年日程中，参与者由地中海地区森林生态系统经营者组成。

森林周以全体会议和分会场会议的形式，针对地中海地区森林在可持续发展中的作用，气候变化对水资源及林火预防策略的影响等问题展开了交流与讨论。会议期间，林火管理的主要利益相关者通过了一份关于预防地中海地区林火的意见书。该文件于当年5月在南非召开的第五十届世界林火大会上递交（见第60页）。与会者通过了关于把阿尔及利亚、黎巴嫩、摩洛哥、叙利亚共和国和突尼斯纳入欧洲森林火灾管理信息系统的时间进程表。

会议讨论的重点包括：地中海地区的森林治理；水资源与森林的相互作用；欧洲林业研究所地中海区域办公室（EFIMED）年会事宜；地中海林业之弧（arcMED）大会事宜；主题为“地中海森林生态系统的生物多样性：保护模式的变化”学术研讨会。

地中海林业问题委员会（Silva Mediterranea）秘书处组织了多场规定会议和主题分会。联合国粮农组织林业部助理部长爱德华多与来自保加利亚的该委员会会长托多洛夫担任了Silva Mediterranea扩大执行委员会年会的联合主席。

关于森林、社会和领土的分会促进了森林治理方面的跨部门间经验交流，并提出以下重要建议：

- 在气候变化（影响、减缓的潜力和适应的方法）的背景下，不断丰富关于国土环境、森林资源、森林生态系统所提供的服务、风险和机会的知识储备；
- 推动部门间合作，将森林经营与当地长期发展规划结合；
- 从项目立项开始，便邀请当地利益相关方，尤其是当地政策制定者（政治支持）和管理部门（与当地现有的活动和经费预算紧密结合）参与项目管理；



第二届地中海森林周，法国亚维农

- 在充分考虑当地社会、政治、地理和生态环境基础上，确立项目点范围；
- 接受国土开发业务，尤其是与现有活动及沟通有关的知识培训，并提供必要的财力和人力；
- 评估森林生态系统所带来的收益和相关的管理成本，确定受益人，建立可持续资金机制；
- 为促进共同远景、战略和行动计划实现，要有前瞻性地不断开发、提高调整合作方式（比如运用未来法）；
- 为了更好地履行共同认可的行动计划，要不断试验、评估和研究新的机制和措施（法律和经济方面的）；
- 建立并运作信息网络，有效地促进地中海地区经验分享；
- 在决策程序中明确和加强咨询的作用。

首届地中海森林周于2010年在土耳其安塔利亚举办，现已成为地中海地区森林研究机构、政策制定者及利益相关者的独特的交流平台，同时对外宣传了地中海森林所面临的机遇和挑战。

第三届地中海森林周将于2013年在阿尔及利亚举办。

更多相关信息请访问：www.fao.org/forestry/silvamed/en或www.efimed.efi.int/portal/events/mfw2011。

林火大会加强了全球合作

第五届国际林火大会，“林火2011”，于2011年5月9~13日在南非太阳城匹兰斯堡国家公园召开。此次会议由南非政府出资，撒哈拉以南的非洲地区林火网络、非洲林火网络组织召开，并得到了联合国国际减灾战略和联合国粮农组织的赞助，连同瑞士日内瓦第三届降低灾害风险国际研讨会共同举办。

联合国秘书长潘基文先生向参加开幕式的来自61个国家的500位与会代表作开幕式致辞。全球林火专家齐心协力，共同应对林火对环境和社会的影响，对此，潘基文秘书长表示欢迎。

大会通过一系列技术研讨会，提供了关于社区林火管理、林火与减贫等方面的全景展示。参会者对全球日益升级的林火表示了担忧，很多火灾都给现代社会的社区、环境和经济带来了史无前例的破坏。

大会的亮点是在匹兰斯堡狩猎保护区进行的实地演练。来自林火项目工作组（WoF）的8个“高手”消防队的队员为参会代表展示了如何用水弹和直升机扑灭一场真实的林火。林火项目工作组（WoF）由南非政府出资成立，是最成功的倡议之一，在减贫、创造就业和提升社区水平等方面成效甚好。

联合国粮农组织协助起草了多份会议文件，其中有2份是大会文件。一篇重点阐述了在“REDD+”中加入林火部

林火 2011，南非太阳城匹兰斯堡国家公园



WILDFIRE 2011.11.22 / B. SUTHERLAND



林火 2011，南非太阳城匹兰斯堡国家公园

WILDFIRE 2011.11.22 / B. SUTHERLAND

分的可能性和必要性。另一篇探讨了大规模火灾发生频率与气候变化的关系，以及如何通过森林和景观管理预防大规模火灾的发生。

大会认为加强国际合作、提高林火方面的科技管理水平对防止火灾扩大起到了至关重要的作用。大会呼吁并提出以下建议：

- 加强对以下受关注地区的管理：受辐射、化学沉积污染、装有未爆炸武器、地雷阵地区，尤其是遭受1986年切尔诺贝利和2011年福岛核泄漏污染的地区；保护正面临气候变化引起干旱的泥炭沼泽/湿地生态系统（俄罗斯联邦，2010）；避免火灾发生在耕地、休耕地或其他土地上。

- 鼓励民间团体加入参与式林火管理中（社区林火管理），通过有计划烧荒提高当地生计和居民健康，鼓励志愿者团体协助政府开展农村林火管理。与会者建议在下一届国际林火大会召开之前，举办一期关于社区林火管理的国际研讨会。

- 广泛应用与改进林火管理原则，使其与当地情况相适应：应用由联合国粮农组织、国际热带木材组织和世界卫生组织/联合国环境规划署制作的“自愿性林火管理指南”，国际上通过的“抗灾指挥体系”（ICS）；将林火管理原则和方法融入到“REDD+”体系中；认识到林火管理应作为土地管理体系的一部分。

- 系统应用先进的林火管理科学技术，尤其是地球观察卫星、气象观测预报和气候模拟等技术。

- 积极促进林火管理方面的双边、多边和区域协议的签订，在火灾发生时互相提供帮助。

- 联合国粮农组织的6个区域委员会和国家减灾风险平台要进一步参与到林火管理手册和《2005~2015年兵库行动框架：建立国家和社区的抗灾能力》中规定原则的实施中去。

为应对全球气候变化，考虑到全球变暖导致森林火灾发生频率和危害增加的情况，以及同时给社会造成的不良影响，大会还建议：

- 在国家和国际层面上建立火灾适应性政策和战略，以达到减缓、适应和保护的目的；

- 将林火管理纳入土地景观管理体系中；

- 支持各国开展林火管理评估，制定相关法律体系和战略政策，培养可持续林火管理能力，成立相关研究机构，制定林火管理计划并建立人才储备库。

韩国将于2015年举办国际林火大会。

所有由联合国粮农组织协助编写的会议文件，及与联合国粮农组织林火管理活动有关的信息都收录在《2011年联合国粮农组织在第五届国际林火大会》和27号联合国粮农组织林火管理工作文件（网址：www.fao.org/docrep/014/am663e/am663e00.pdf）。

有关大会完整信息请访问：www.wildfire2011.org/docs/10-Wildfire-2011-Conference-Statement.pdf。

冈比亚社区森林政策获奖



2011年未来政策奖在美国纽约公布，图为卢旺达驻美国大使詹姆斯阁下，奥林匹克田径比赛传奇人物、联合国粮农组织亲善大使卡尔·刘易斯和冈比亚林业与环境部西拉阁下

在联合国粮农组织和其他发展合作伙伴的帮助下，冈比亚共和国制定并实施了非洲第一项保障当地居民永久森林所有权的政策和立法。林权从国家所有到由当地社区经营这一举措促进了当地居民减少非法采伐和森林火灾，减缓了沙漠化，并从森林产品中获益。当地社区成立了生产小组，通过森林经营获得收入。350多个村负责经营全国12%的森林，在过去的20年里，森林覆盖率净增8.5%。下一步目标是争取到2016年冈比亚一半的森林转由社区经营。

冈比亚实施的这项政策不仅鼓舞人心，还具有创新意义，为此，在2011年度未来政策评选中，冈比亚社区森林政策获得银奖。该奖项由世界未来委员会颁发。奖项于9月份在美国纽约公布，颁奖典礼于10月份在德国波恩举行。奥林匹克田径比赛传奇人物、联合国粮农组织亲善大使卡尔·刘易斯参加了在美国纽约的活动，他评价道：“冈比亚这项以人为本的政策取得了巨大的成功，成为可以在有类似林业环境的国家中进行推广的模式。”

世界未来委员会是一家总部位于德国汉堡的政治倡议团体，其宗旨是通过政治决策来应对全球性的挑战。有关未来政策奖及其获奖人信息，以及世界未来委员会及其开展的活动信息请访问：www.worldfuturecouncil.org/future_policy_award.html。

“冈比亚森林政策的成功证明了即便在世界上最贫困的国家，只要实施了正确的政策、确立了合理的法律框架，农村居民便可以从森林经营中获得经济收益，并且可以提高食品安全和环境保护水平。冈比亚的经验告诉我们只要政府肯授权农村居民，就可以实现森林可持续经营。”

——联合国粮农组织林业部助理部长爱德华多

纸和木质产品咨询委员会评价

联合国粮农组织林业在关键领域的作用

联合国粮农组织林业部和国际林产与造纸联合会（ICFPA）于2011年5月23~25日在加拿大蒙特贝罗召开了第52届联合国粮农组织纸业和木质产品咨询委员会（ACPWP）会议。来自17个国家的45位代表参会，并讨论了林业产业的可持续发展、气候变化和温室气体对木质能源的影响。

委员会表达了其支持与联合国粮农组织合作的强烈意愿，同时希望联合国粮农组织可以在2011~2012年年度工作中着重开展以下三个方面的工作。首先，考虑到政策对产业的影响，希望联合国粮农组织继续提供信息及动态分析以制定可靠的气候政策。其次，里约+20峰会的筹备工作已经开始，联合国粮农组织应在此过程中突出森林产品产业对绿色经济的贡献。最后，委员会希望联合国粮农组织可以考虑主持建立一个进程，通过这个进程，让林业产业和保护组织共同探索新的模式，支持产业为森林可持续管理做出贡献。

纸业和木质产品咨询委员会（ACPWP）是联合国粮农组织的法定顾问机构，由来自全球林业产业的高级官员组成。委员会每年召开一次年会，为联合国粮农组织与纸业和森林产品有关的项目及活动提供指导意见，从而帮助成员国



实现可持续发展的目标。纸业和木质产品咨询委员会第53届年会暨国际林产与造纸联合会（ICFPA）年会将于2012年5月23~25日在印度新德里召开。

有关纸业和木质产品咨询委员会及其相关活动信息请访问：

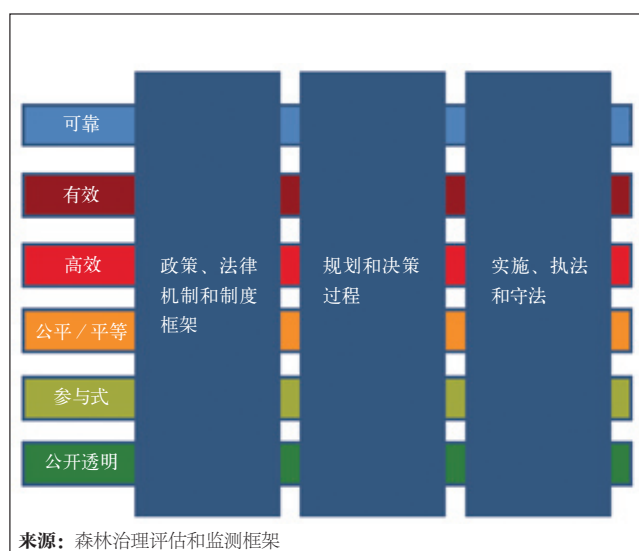
www.fao.org/forestry/industries/9530/en/。

森林治理和“REDD+”（即减少毁林和森林退化引起的碳排放并通过造林和可持续经营增加碳储量）专家会议在罗马召开，吸引众多利益相关方参与

2011年5月19~20日，由联合国“REDD”项目、英国皇家国际事务研究所（Chatham House）、联合国粮农组织（FAO）和世界银行（WB）共同组织的森林治理和“REDD+”专家会议在罗马联合国粮农组织总部召开。会议吸引了各方代表与会，包括来自对森林治理和“REDD+”感兴趣的援助国和受援国的政府官员、国际科研院所的专家、国家和国际民间团体，以及私营部门的代表。

此次会议旨在鼓励提供信息，对“REDD+”和森林治理进行评估。为达到这一目标，会议发布了两份有助于实践的新指南，即《森林治理评估和监测框架》和《关于提供“REDD+”管理信息的指南（草案）》。前者源自2010年斯德哥尔摩森林施政指标研讨会，由世界银行和联合国粮农组织牵头起草，后者由联合国“REDD”项目和英国皇家国际事务研究所共同起草。这两份指南以该领域的实践经验和现有机制为基础，为“REDD+”和森林治理信息搜集工作提供了一致而互补的指导。

会议详细介绍了上述指南，并且阐述了两份指南间的关系，以及如何互补地使用这两份指南。与会者可以提出问题或建议。

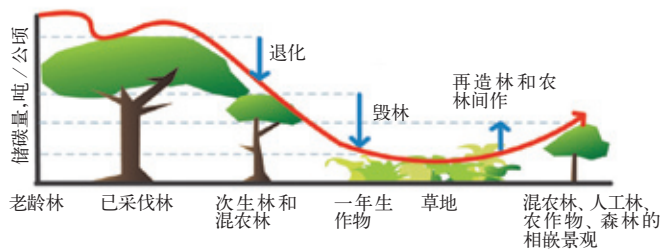


会议的一项重要内容是更全面地研究政府、私营部门、当地社区等不同利益相关方对治理信息的需求。会议通过工作组对信息使用者的观点进行了分析，并组织全体讨论，强调了政府和民间团体的作用，探讨了上述指南如何能推进他们的工作。例如，来自厄瓜多尔绿色木材组织和全球见证组织的Filippo del Gatto，分析了《森林施政评估和监测框架》如何能帮助他实施国际林业研究中心（CIFOR）在厄瓜多尔的PRO-FORMAL项目，特别是在当地政治经济和商品链管理中确定可辨识因素（组成部分），并提出分析和测量的指标。

会议有以下主要产出。

- 这两份指南的重要贡献是，为所有想要评估和提供治理信息的机构提出了一套通用的语言和概念；
- 指南可广泛应用于从对外宣传到政府改革的多个领域；
- 通过参与式过程建立起来的所有权将有利于指南的成功推广应用；
- 确定了部分可以最先采用发布指南的活动，如“REDD+”参与式管理评估、国际发展法律组织（IDLO）的电子培训课程、欧盟森林执法、治理和贸易项目（FLEGT）、“REDD+”项目、国家林业项目，以及欧洲林业研究所（EFI）的森林政策和经济学教育与研究项目；
- 参会者对主办机构提出了以下建议：
 - 进一步开发上述指南，包括推广和交流（例如，通过建立电子网络或开设网站）；
 - 进一步分析不同倡议间的协同作用，鼓励现有做法间的协调；
 - 实施一个“实践社区”，收集并分享在国家层面的最优实施方案；
 - 通过培训、能力建设和示范项目，支持国家行动。

《森林施政评估和监测框架》：www.fao.org/docrep/014/i2227e/i2227e00.pdf。



森林和土地利用变化曲线上的CRP6

- C1 小业主生产体系和市场
- C2 森林和林木资源的经营和保护
- C3 以环境服务、生物多样性保护和生计为主的景观经营
- C4 气候变化适应和减缓
- C5 贸易和投资对森林和人口的影响

来源：国际农业研究磋商组织（CGIAR）研究计划

《关于提供‘REDD+’施政信息的指南(草案)》：
www.unredd.net/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=5336&Itemid=53

CRP6——林业研究的新方法

一项将要影响18亿公顷森林管理的新倡议蓄势待发。国际农业研究磋商组织（CGIAR）已将森林和树木列入其新的研究课题，并委托国际林业研究中心（CIFOR）负责这一研究。国际农业研究磋商组织的第六项研究计划（英文简称CRP6）是“森林、树木和混农林业：生计、景观和治理”。CRP6还邀请了其他合作伙伴，如生物多样性国际、国际热带农业中心和世界混农林业中心。这一研究计划将以国际比较研究为基础，旨在服务世界上最贫穷的数百万人口。

这项倡议将覆盖全球46%的森林面积，包括13亿公顷密林以及5亿公顷的稀疏和破碎化森林，有望实现以下目标：

- 每年避免50万~170万公顷森林遭受毁林破坏；
- 帮助更好地经营930万~2780万公顷森林，实现对生态和社会可持续的生产和经营；

- 每年减少碳排放1.6亿~6.8亿吨CO₂。
- 研究工作主要针对非洲、拉丁美洲和东南亚国家生活在林区或周边地区的约5亿人口，为实现以下目标做出贡献：
- 提供更好的生产和经营选择，使至少300万生产者和贸易商及其家庭受益；
 - 更好地保护树种多样性，使至少200万生产者受益；
 - 提供生产和经营技术，使目标群体的生产力提高50%

各国首脑或其代表出席峰会



以上；

- 使目标家庭从林业和混农林业产品获得的收入至少翻番；
- 为气候变化适应项目获得更多的资金，增加6000万受益人口；
- 每年增加价值约1.08亿~26.95亿美元的“REDD+”信用；
- 使更多的妇女能从森林中获得收益。

热带森林成为三大热带雨林地区峰会的议题

热带森林对人民生计和生物多样性保护发挥着重要作用。三大热带雨林地区（即亚马孙流域、刚果盆地和东南亚森林）拥有世界上80%的热带森林，而且为2/3陆地生物多样性提供了家园。拥有这些资源的国家普遍面临着相似的挑战，需要在森林生物多样性、减缓气候变化和社会经济发展间寻求适度平衡。为应对这些挑战，这些国家间的密切合作尤为重要。

2006年，在印度尼西亚巴厘岛，刚果共和国政府首先提出了相关建议。2010年，还是在巴厘岛，印度尼西亚政府也提出了一份建议。为落实这些建议，评估三大地区热带森林现状，推动森林可持续经营，三大热带雨林地区峰会在刚果共和国召开。

为推动峰会的顺利召开，组织委员会商请三大联合国机构准备了峰会背景文件。联合国粮农组织和国际热带木材组织（ITTO）应邀准备了相关出版物，介绍亚马孙流域、刚果盆地和东南亚地区的森林状况，联合国教育、科学与文化组织起草了一份合作协议，联合国环境署向峰会提交了一份声明草案。《亚马孙流域、刚果盆地和东南亚地区森林状况》一书强调，雨林提供了许多产品和服务，其潜在价值远远超

出了任何改变其土地用途所带来的收益。联合国粮农组织林业部门助理总干事Eduardo Rojas-Briales和ITTO执行主任Emmanuel Ze Meka在书中写到，“热带森林的服务功能……能达到每公顷数千美元。”

2011年5月29日至6月3日，峰会在布拉柴维尔召开，吸引了约600名代表与会者，包括有关国家的首脑或其代表、部长和媒体代表。峰会包括：专家会议、部长级会议和首脑会议。与会机构纷纷就林业发展问题发表演讲，议题包括“REDD+”和扶贫、绿色经济以及新型的森林可持续经营融资方式。这些演讲旨在对三大雨林地区国家面临的重大问题、机遇和挑战，达成共识。

专家会议对声明草案进行了审议，并向部长级会议提交了修改草案。部长级会议审议定稿后，向首脑会议提交了声明终稿。各国首脑或其代表共同发表了声明。

与会代表一致认为，在讨论并签署合作协议之前，需要进一步加强国家间协商。

各国首脑或其代表同意采取实际行动，促进国家间的对话与合作，并要求各国负责林业的部长根据峰会精神提出行动计划。峰会成立了一个后续行动委员会，命名为布拉柴维尔局，由刚果共和国牵头，成员包括印度尼西亚和圭亚那，并由联合国机构和世界自然基金会（WWF）提供技术支持。布拉柴维尔局的使命是在充分考虑专家意见和建议的基础上，完成合作协议草案的文本起草工作，并获得各国支持，最终在里约20峰会签署。

圭亚那共和国总统Bharrat Jagdeo被推选为三大雨林地区的友好大使。

有关峰会及其背景文件的更多信息，参见www.3bassinsforestiers.org/en/。

首届非洲旱地周探讨发展潜力

“干旱地区的树木保持着土地活力，成为区分贫困生活和可持续生计的一大不同点。”

——联合国荒漠化防治公约
执行秘书长Luc Gnacadja

首届非洲旱地周于2011年6月10~17日在达喀尔举行，紧接着是6月17日世界荒漠化防治日。旱地周的主题是“为撒哈拉和萨赫勒地区倡议，促进全球对可持续土地和气候风险管理的认识和合作”。首届非洲旱地周是对国际森林年和联合国荒漠化防治十年的一大贡献。

旱地周活动由非洲联盟委员会、哥伦比亚大学地球学

院、欧盟、联合国粮农组织、塞内加尔共和国政府、西非和中非千年发展目标中心、联合国防治荒漠化公约秘书处和瓦隆—布鲁塞尔国际事务部共同组织。超过17个合作伙伴，以及200余名科学家、技术专家、发展机构、非政府组织、政策制定者和援助方参加了相关活动，共同探讨泛撒哈拉地区土地退化、荒漠化、气候变化和贫困问题带来的挑战。

现地考察展示了荒漠化问题和实地项目。部分与会人员考察了Kébemer、Linguere和卢加区，参观了不同项目点，比如由塞内加尔林业局与非政府组织和私营机构合作实施的沙丘固定项目及其旅游管理，由联合国粮农组织与塞内加尔林业局、地方妇女组织、私营部门和当地社区等合作实



FAO/R.FAPUTTI

塞内加尔，农民在一棵金合欢四周种植大豆

专栏 松香、松脂和生计

长期以来，萨赫勒国家受干旱和荒漠化严重影响，养牛、农业、林业等重大生产活动均受到限制。

生产松脂的树种大多为金合欢，广泛分布在非洲大陆，特别是干旱和半干旱地区。而且除了提供松脂、饲料和薪炭材之外，金合欢还能保护农作物免受暴雨和风蚀，缓和极端气候，恢复土壤肥力，为农业生产创造良好条件。

由意大利政府通过食品安全信托基金资助，联合国粮农组织与布基纳法索、乍得、肯尼亚、尼日尔、塞内加尔、苏丹和非洲天然松脂松香网络（NGARA）合作，成功实施了

金合欢经营项目。项目目标是在生产松香松脂的国家，支持食品安全、扶贫，并帮助治理干旱地区的土壤退化现象。为达成这些目标，项目致力于加强这些国家的能力建设，提高并恢复金合欢混农林牧系统，并推动松香松脂业的可持续发展。

项目成效显著，恢复了13 240公顷金合欢，实现了农林牧混作，提高了松香松脂生产。项目深入开展了能力建设活动，涉及技术应用、苗圃建设、人工造林、农业生产以及松香松脂的采集和加工，帮助当地居民提高了技能。项目加强了非洲天然松脂香网络（NGARA）的组织和管理，进而提高了松香松脂的相关信息交流、培训、技术转让和质量监控工作。项目还为松香松脂生产国制定了一项十年规划。

具体信息参见www.fao.org/forestry/aridzone/62998/en/。



“ 在干旱和半干旱地区，土地退化、毁林和土壤侵蚀的综合影响尤其严重。导致这些影响的原因很多，如森林、林木、灌木和牧地的过度利用，不合理的水土资源管理，贫困，有限的发展机会，以及气候变化的负面影响。我们已经取得了许多重大成绩，为今后发展奠定了良好基础。”

——摘自首届非洲旱地周会议宣言

施的金合欢经营项目（见专栏）。

旱地周组织了全体大会、世界咖啡馆、工作组等活动，议题包括：

- 在干旱地区恢复退化土地，防治土地沙化；
- 再造绿色萨赫勒的科学实践；
- 中小型企业——旱地产品的价值链；
- 可持续土地管理倡议和进程（推进《联合国气候变化公约》《生物多样性公约》《联合国防治荒漠化公约》）。

与会代表强调，为推动非洲在当地、国家和地区各层面的成功，应对当前和今后挑战所采取的各项努力必须有一个全非洲统一的联盟。这一联盟应在千年发展目标的基础上包括扶贫战略，采取各项最优措施，比如以农民为主的自然更新，以当地社区为主的农林间作，退化森林和土地的恢复，水土综合治理，沙丘固定，城市和城市周边林业，达到改善社区生计和环境的目的。

首届非洲旱地周展现了泛撒哈拉地区的团结一致。与会代表建议，在联合国荒漠化防治十年期间举办第二届非洲旱地周，继续保持改善这些生态系统的动力和决心。

有关首届非洲旱地周的更多信息，参见drylandsforum.wordpress.com。



中华人民共和国国家主席胡锦涛出席了会议开幕式

首届亚太经济合作组织林业部长级会议在北京举行

首届亚太经济合作组织林业部长级会议于2011年9月6~8日在北京召开。这次会议的主题是“加强区域合作，促进绿色增长，实现亚太林业可持续发展”。

与会代表来自亚太经济合作组织21个经济体（包括9位部长），主要涉林国际组织，以及行业协会和私营部门。

中华人民共和国国家主席胡锦涛出席了会议开幕式。

会议议题包括亚太地区林业面临的新机遇和新挑战，合理利用森林资源以改善民生、促进可持续发展，加强森林治理和经营，加强合作以实现区域林业增长。

认识到资源和能源限制、气候变化、生物多样性流失、贫困和粮食安全，会议通过了《北京林业宣言》。《北京林业宣言》充分考虑了亚太经济合作组织（APEC）经济体及其发展需要的差异，达成了15项承诺，支持绿色增长、森林可持续经营和恢复，具体包括：加强政治意愿，推进森林可持续经营、森林保护和恢复；加强森林可持续经营的国际合作；加强亚太经济合作组织经济体在森林政策和经营领域的合作，鼓励各经济体开展造林、再造林和植树活动；扩大宣传范围，提高公众对涉林问题的认知。

《北京林业宣言》全文见：

www.apec.org/Meeting-Papers/Ministerial-Statements/Forestry/2011_forestry.aspx。



应对森林健康的威胁

《林业植物检疫标准实施指南》(FAO林业2010年)

论文编号164. 罗马, 联合国粮农组织. ISBN 978-92-5-106785-7.

《林业植物检疫标准实施指南》(以下简称《指南》)由一支科学家、植物检疫主管机构、林业专家和企业代表组成的国际队伍编写完成,并经过46个国家100多名专家审核校订。《指南》以简单易懂、便于操作的方式,阐述了采取良好森林经营实践并严格执行植物检疫标准,如何能将虫害的扩散降到最小,并推进安全贸易。《指南》的每一章节均独立成篇,帮助读者专注阅读其所关心的特定问题。其中一章节讲述了植物检疫方法的国际标准(ISPMs)如何影响林产品的进出口,另一章节则提到了林业部门如何采取有效经营手段来减少虫害扩散的风险。而如何采取植物检疫措施来预防林业虫害的侵入和扩散则在另一章节中予以了进一步说明。下一步的工作,即林业工作者如何与国家植物保护组织合作,制定并实施ISPMs和国家植物检疫法规,帮助减少虫害的传播,尽可能低地影响贸易,则是另一章节的重点内容。《指南》还包括森林虫害及其影响案例(附虫害、病症、危害和潜在寄主的彩图),以及专业术语表。

《指南》为从事苗圃、造林、经营、采伐以及林产品加工、贸易和运输工作的人员提供了重要的参考文件,对发展中国家的林业决策者、规划人员、管理人员和教育工作者亦有很大帮助。值得注意的是,《指南》提供的是公共信息和指导,而不是对《国际植物保护公约》或相关文件的官方诠释。

《指南》网页: www.fao.org/docrep/013/i2080e/i2080e00.htm。



实现有保障的权属

《林权改革: 问题、原则和进程》(FAO林业2010年)

论文编号165. 罗马, 联合国粮农组织. ISBN 978-92-5-106855-7.

有保障的权属是森林可持续经营的重要前提。多样化的权属体系有利于改善森林经营和当地生计,特别是在政府管理薄弱的地方。在过去几十年里,许多国家做出努力,进行森林和林地所有权改革,把部分使用权和经营权从国家分配到农户、私营企业、社区等其他所有者。本书为关心林权改革的决策者和其他人员提供了实践指南。根据联合国粮农组织在非洲、中亚、东南亚和拉丁美洲开展的林权评估以及其他信息渠道,本书概括了相关经验,分析了成功或失败的原因,形成了林权改革的十条原则,并提出了一个可以根据当地实际情况进行调整的改革进程,以适应多样化的权属关系。本书强调,成功的林权改革必须与相关的制度框架和政府改革相结合,并且需要在更广泛的国家发展规划内统筹考虑。

网页: www.fao.org/docrep/014/i2185e/i2185e00.htm。

欢迎订阅联合国粮农组织的林业简报 *Infosylva*。



更多信息请订阅或访问我们的官方网站: www.fao.org/forestry/infosylva/en。



森林和可持续发展

《世界森林状况2011》。2011. 罗马, 联合国粮农组织. ISBN 978-92-5-106750-5.

2011年“国际森林年”年初, 联合国粮农组织出版了第九版《世界森林状况》, 主题是“途径在变化, 生活在改变: 森林支持可持续发展的多种途径”。该书阐述了可持续林产工业、气候变化和地方生计等方面的核心内容, 探讨了在各个层面推动发展的潜力。此外, 该书还介绍了2010年全球森林资源评估对区域层面的分析。

《世界森林状况》按主题分四个部分。第一部分介绍了一些重要的区域发展趋势, 包括森林面积的变化、商品林和防护林面积的比例、生物量和就业。通过讨论部分, 读者可以对各国森林资源利用方式, 为适应生态系统变化而采取的措施、政策和管理手段有所了解。

第二部分讨论了林产工业可持续发展及其适应性。本章回顾了林产工业的发展历程, 重点分析了一些重要的全球推动力, 讨论了如何战略性地改善森林利用方式, 并强调, 在很多国家, 林业依然对就业和经济发展做着重要贡献。

气候变化是当前国际社会的一大热点问题, 而森林在应对气候变化的全球行动中发挥着重要作用。第三部分介绍了当前对林业和气候变化问题的谈判进程, 并重点介绍了“REDD+”（减少毁林和森林退化引起的碳排放并通过造林和可持续经营增加碳储量）的发展。本章还列举了一些关于森林碳权的法律指南, 以及确定碳所有权的不同方式。

最后部分讨论了传统知识、社区林业经营、中小型林业企业以及森林不可变现的价值, 强调了森林对地方生计的重要性。综合来看, 这些主题向读者深入阐述了森林对可持续

生计和扶贫的重要贡献。

网页: www.fao.org/forestry/sofo/en/。

新版联合国粮农组织统计数据



《纸和纸浆生产能力: 2010-2015年调查》。

2011. 罗马, 联合国粮农组织. ISBN 978-92-5-006911-1.

根据世界各地调查员提供的数据, 该年度调查报告发布了按国家和级别统计的纸和纸浆生产情况和能力。这些调查员大多来自纸和纸浆协会和企业, 代表着全球70%的纸和纸板生产。

网页: www.fao.org/docrep/014/i2285t/i2285t00.pdf。



《联合国粮农组织林产品2009年年鉴》。

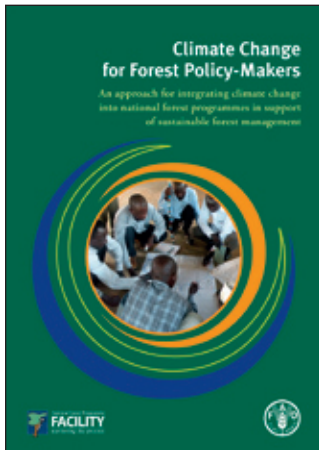
2010. 罗马, 联合国粮农组织. ISBN 978-92-5-006544-1.

该年鉴为第64期, 以多种语言出版, 发布了世界各国和地区主要林产品的统计数据, 主要提供了2005~2009年度林产品生产和贸易的年度数据并分析了2008~2009年度的贸易方向。

网页: www.fao.org/docrep/014/i1211m/i1211m00.htm。

网上统计数据

现在, 可在联合国粮农组织的网站上查到1947年以来的《FAO林产品年鉴》, 见: www.fao.org/forestry/62283/en/。



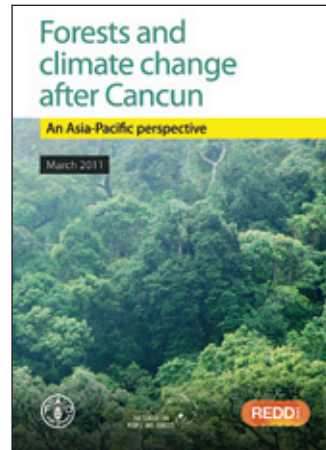
森林和气候变化手册

《气候变化之林业决策者：在国家林业规划中综合考虑气候变化问题，推进森林可持续经营》. 2011. 罗马，联合国粮农组织。

当前，森林在气候变化减缓和适应中的重要作用已得到广泛认同。森林通过其碳汇和碳储存功能，对减缓气候变化贡献显著。森林还帮助人们和生态环境适应气候变化和气候变异。在世界上很多地区，这些负面影响已经越来越明显了。

然而，许多国家林业政策并没有完全认识到气候变化问题，国家气候变化战略也没有充分考虑国家层面的林业减缓和适应需求，没有跨学科地全面考虑气候变化的影响和应对措施。本书试图提出一种切实可行的方法，将气候变化问题纳入国家林业规划中综合考虑，帮助林业部门的政府高层官员以及民间团体和私营部门等其他利益相关方的代表做好准备，应对气候变化带来的挑战和机遇。

网页：www.fao.org/forestry/climatechange/64862/en/。



《坎昆会议后的森林和气候变化：亚太视角》. 2011. 曼谷，亚太地区社区林业培训中心（RECOFTC）。ISBN 978-616-90183-4-6。

2010年在墨西哥坎昆召开的《联合国气候变化框架公约》第十六次缔约方大会（COP16）改变了“REDD+”谈判方向和全球林业政策。坎昆协议进一步阐述了“REDD+”的主要因素，开展了“REDD+”第一阶段，使“REDD+”成为后2012年国际气候变化框架的重要组成部分。

由这些谈判而产生的决定将如何影响亚太地区的森林及其使用者？在挪威发展合作署资助的“REDD”项目支持下，联合国粮农组织和曼谷亚太地区社区林业培训中心（RECOFTC）邀请了11名地区专家对上述问题提出了他们的看法。哥本哈根第十五次会议后曾组织了一次相似活动，取得了良好效果。本手册共28页，总结了专家对12个关键问题的回答。这些问题直接针对许多“REDD+”问题，包括保障、成本、融资、主要挑战、收益、约束力和今后谈判，并讨论了绿色气候基金和LU-LUCF（土地利用、土地利用变化和林业）方法学。

本手册虽然简短，但却精确地回答了当前林业和气候变化讨论中出现的许多问题，特别关注亚太地区。

网页：www.fao.org/world/regional/rap/nre/about/en/。



请发邮件到 CLIM-FO-Owner@fao.org 订阅气候变化和林业通讯，邮件内容为“SUBSCRIBE CLIM-FO-L”，邮件主题不用填写或访问我们的官方网站 www.fao.org/forestry/climatechange/en。



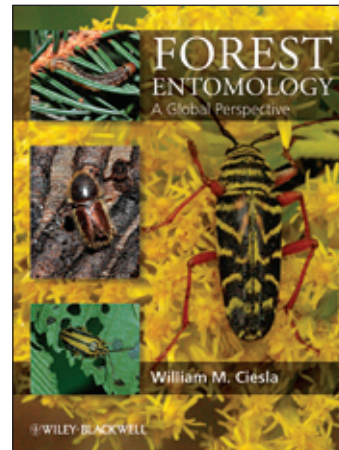
引进“适应性监测”理念

《有效的生态监测》. D.B Lindenmayer & G.E. Likens. 2010. 伦敦, 地球瞭望出版社 (Earthscan). ISBN 978-1-84971-145-6.

长期监测能够帮助我们了解并管理复杂的环境系统, 其重要性已得到生态学家和自然资源管理者的广泛认识。尤为重要的是, 长期数据能够提供基线数据, 帮助我们发现并评估生态系统结构和功能的变化, 并评估对气候变化、污染等干扰的反应。本书总结了生态监测项目的一些主要弱点和缺陷, 并且列举了澳大利亚、加拿大、英国和美国的案例, 说明长期监测项目的一些内容非常重要。作者提出了一种新方法, 称为“适应性监测”。这种方法采取逻辑性强、条理清晰的框架, 集中了长期监测项目的主要优点。为便于受过教育的外行人士和政策管理者参考, 每一章节均包括了综述和参考文献。

新的一期《自然与动物》 (*Nature & Faune*) 已正式出版!

“请参阅第25卷第2期“森林对非洲可持续发展的经济与社会意义”(Economic and social significance of forests for Africa's sustainable development) 专题。阅读本期和已出版的《自然与动物》更多内容, 请访问www.fao.org/africa/publications/nature-and-faune-magazine/。



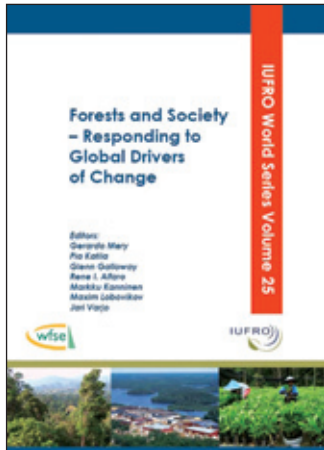
昆虫世界

《全球视角下的森林昆虫学》. W.M. Ciesla. 2011. 英国奇切斯特大学, 威立-布莱克威尔出版社 (Wiley-Blackwell). ISBN 978-1-4443-3314-5.

本书在全球背景下讲述了森林昆虫, 特别是在全球森林生态系统里主要关注的物种。

第一部分讲述了昆虫在森林里的地位, 它们的种群变化, 以及对天然林、人工林、混农林、城市林业、木制品和非木质林产品的影响。文章回顾了森林昆虫监测方法, 介绍了在综合虫害管理框架内防治破坏性森林昆虫的替代方法, 总结了森林昆虫分科分目的基本方法。第二部分介绍了全世界235种森林昆虫及其分布、寄主、生命周期和经济、社会、生态影响。文章采用一系列表格, 总结了更多昆虫的分布和寄主, 不仅包括森林害虫, 还涵盖了一些珍稀昆虫和益虫。

本书的目标群体是学生、林业工作者以及森林健康专家, 特别是国际专家或是那些担心虫害随着国际贸易、旅游或环境变化扩散的人员。在www.wiley.com/go/ciesla/foest网站上, 读者可以下载各章节数据、表格和图片, 用于教学等用途。



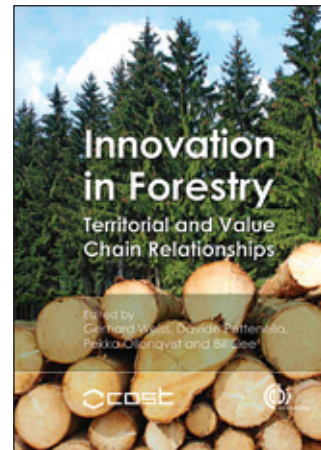
变化、挑战和机遇

《森林和社会：应对全球变革推动力》. G.Mery, P.Katila, G. Galloway, R.I. Alfaro, M. Kanninen, M. Lobovikov & J. Varjo (eds.). 2010. 国际林联世界系列期刊, 第25卷. 维也纳, IUFRO. ISBN 978-3-901347-93-1.

国际林业研究组织联盟 (IUFRO) 采取多学科合作的方式, 实施了一个世界森林、社会和环境特别项目。根据项目成果, 本书分析了引起全球变革的主要驱动力, 这些力量对森林和依林为生的人口也产生了影响, 同时也带来了机遇和挑战, 并提出了具体建议, 以减少这些驱动力的负面影响, 抓住带来的新机遇。

本书在变化的大背景下, 分析了气候变化、空气污染、森林和水循环、森林健康等主要环境变化, 与市场和投资相关的社会经济变化、技术发展、变化的社会环境、人类健康和幸福, 以及来自林业部门之外的变革驱动力如何发挥关键作用, 比如对农业用地和生物质能源生产的需求。文章提供了大量区域案例, 说明在世界各地, 社会和机构是如何在各个层面应对这些变化和挑战。为更好地分析世界林业面临的环境、社会和经济挑战, 本书介绍了近年来出现的一些新方法, 包括提供木材和其他生态产品和服务的森林管理方法, 以及长期有效应对这些挑战的机构设置。

本书面向广大读者, 将有助于推进有关讨论和研究工作, 特别是针对变革驱动力以及森林、林业和依赖林业为生的人口目前和今后面临的威胁和挑战。在 www.iufro.org/scence/special/wfse/wfse-achievements 网页上, 可以查找到根据本书主要结论提炼出的政策概要, 以及本书各章节。



创新和欧洲林业

《林业创新：领土和价值链关系》. G. Weiss, D. Pettenella, P.Olsson & B. Slee (eds.). 2011. 英国Wallingford, 国际应用生物科学中心. ISBN 978-1-84593-689-1.

林业部门日益认识到创新是环境保护和平衡可持续发展的关键因素。本书介绍了欧洲林业和林产业在创新研究上取得的成果, 涵盖了从商业到公共机构、从生态系统服务到全球市场产品的一大批林业活动。通过讨论影响创新过程的各种因素, 作者为本书奠定了坚实的理论基础。在此基础上, 详细分析了传统和农村地区的创新过程和政策, 并对主要创新领域的创新过程进行了实证分析。本书对林业提供的领土服务进行了案例分析, 包括了各种森林生态系统服务, 如碳汇、游憩和木材价值链 (包括木结构建筑和生物质能源)。本书的目标读者是林业和环境科学方面的研究人员和决策者。