中国广西壮族自治区利用气候变化减缓和适应措施的机会,为实现 CBD"爱知生物多样性目标"取得 进展















UNEP World Conservation Monitoring Centre 219 Huntingdon Road Cambridge, CB3 0DL United Kingdom

电话: +44 (0) 1223 277314 传真: +44 (0) 1223 277136

电子信箱: info@unep-wcmc.org 网站: www.unep-wcmc.org

联合国环境规划署世界保护监测中心(UNEP-WCMC)是全球最瞩目的政府间环境保护组织 - 联合国环境规划署(UNEP) - 领导下的专业生物多样性评估中心。中心于30多年前创办,集科研与实际政策建议为一体。

本刊物可被复制用于教育或非营利用途, 无需特别许可, 但需注明来源。如欲援引任何数字, 须获得原权利持有人的许可。 未经UNEP书面批准, 不得转售本出版物或用于任何其他商业用途。请将注明用途和援引范围的申请提交给中心主任, UNEP World Conservation Monitoring Centre, 219 Huntingdon Road, Cambridge, CB3 0DL United Kingdom。

致谢

这本小册子由联合国环境规划署世界保护监测中心编制,作为国际气候倡议(IKI)下的REDD-PAC项目的一部分。基于德国联邦议院通过的一项决定,德国联邦环境、自然保护、建设与核安全部支持这一举措。

免责声明

报告内容并不一定反映UNEP、投稿机构或各位编辑的观点或政策。报告中使用的名称及陈述的材料并不代表UNEP、投稿机构、编辑和出版商对任何国家、领土、城市区域或其当局的法律地位或涉及其边界或国界的划分或其名称、边界或国界的标志表示任何看法。本出版物中提及了某些商业实体或产品,这并不表示UNEP对这些实体和产品给予认可。

投稿人

Rebecca Mant、Nathalie Doswald、Monika Bertzky、Corinna Ravilious、Julia Thorley、Lisen Runsten、Kate Trumper、Valerie Kapos UNEP World Conservation Monitoring Centre 219 Huntingdon Road Cambridge, CB3 0DL United Kingdom

赵志平, 胡理乐, 李果, 李俊生 中国环境科学研究院 北京市朝阳区安外北苑大羊坊8号

电子信箱: info@unep-wcmc.org

邮政编码: 100012 电话: 86-10-84915193

引文

Mant R., Zhao Z., Hu L., Li G., Li., J., Bertzky M., Doswald N., Ravilious C., Thorley J., Runsten L., Trumper K., Kapos V. (2014) "中国广西省利用气候变化减缓和适应措施的机会,为实现 CBD'爱知生物多样性目标'"取得进展", UNEP-WCMC, 剑桥, 英国。

在线阅读:

wcmc.io/mitigation-adaptation-aichi-targets-guangxi

© 2014 United Nations Environment Programme

UNEP

在全球范围内推进无 害于环境的实践做法,并身体力 行。本刊物使用来自可持续管理森林 的木浆(FSC 认证纸张)。我们的印刷和 发行政策旨在减少 UNEP 的碳足迹。



中国广西壮族自治区利用气候变化减缓和适应措施的机会,为实现 CBD "爱知生物多样性目标" 取得进展

图片来源

封面

左: 中国阳朔附近的岩溶山峰 (© Jesse Varner)。知识共享组织非商业性使用禁止演绎 2.0 版通用许可授权。访问日期: 2014 年 6 月 24 日。https://flic.kr/p/3D3kS

中: 中国的儿童(© 国际林业研究中心)。知识共享组织非商业性使用禁止演绎 2.0 版通用许可授权。访问日期2014年6月24日。https://flic.kr/p/8Y3o4A

右:中国广西的森林蘑菇(© Gilles Vogt)。知识共享组织非商业性使用禁止演绎 2.0 版通用许可授权。访问日期2014年6月24日。https://flic.kr/p/dJJBWn

知识共享组织 2.0 版许可授权图像 http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode

知识共享组织非商业性使用禁止演绎 2.0 版通用许可授权图像

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/

知识共享组织非商业性使用相同方式共享 2.0 版通用许可授权图像

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/

知识共享组织 3.0 版许可授权图像 https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/

封底

上: 森林的果实 (© Marco Bono)。知识共享组织非商业性使用相同方式共享 2.0 版通用许可授权。访问日期 2014 年 6 月 24 日。https://flic.kr/p/6N6TTt

中: 龙胜梯田 (© Severin Stalder)。知识共享组织 3.0 版许可授权。访问日期: 2014年6月24日。http://commons.wikimedia.org/wiki/File:LongshengRiceTerrace.jpg#mediaviewer/ File:LongshengRiceTerrace.jpg

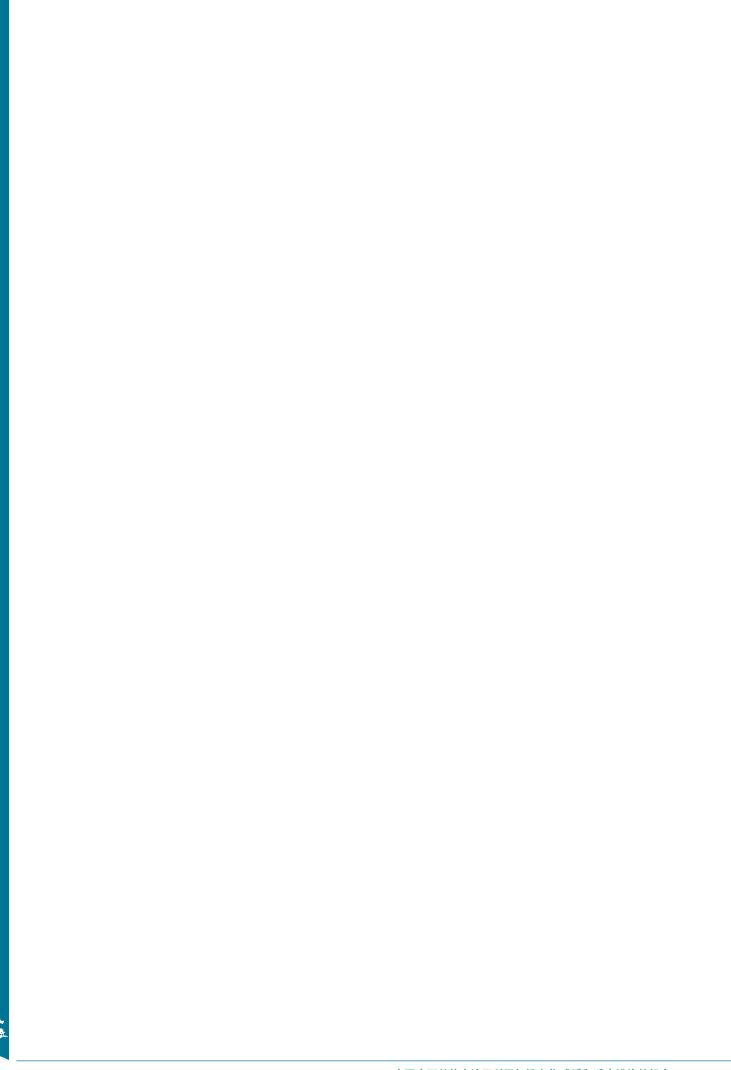
下: 竹子加工(© 国际林业研究中心)。知识共享组织非商业性使用禁止演绎 2.0 版通用许可授权。访问日期 2014 年 6 月 24 日。https://flic.kr/p/8Y3oco



内容

1.	引言	川言			
	1.1	森林与气候变化	1		
	1.2	森林与生物多样性保护	1		
	1.3	中国的气候变化和生物多样性工作重点	2		
2.	广西	ī壮族自治区	3		
	2.1	生物物理概况与气候	3		
	2.2	生物多样性	5		
	2.3	生态系统服务	7		
3.	广西	i壮族自治区的气候变化减缓机会:森林、碳和生物多样性	8		
	3.1	碳保存和保护	8		
	3.2	提升碳储量	12		
4.	广西	i壮族自治区的气候变化适应机会: 森林、气候变化和生物多样性	16		
		以生态系统为基础的适应措施			
	4.2	与自然保护相关的适应措施	17		
5.	结论	:: 广西省气候变化减缓、适应与生物多样性保护之间的协同作用	20		
6.	参考	文献	21		
		棒在的土壤侵蚀计算方法			







1. 引言

本报告探讨了中国南方广西壮族自治区开展以森林为基础的气候变化减缓和适应措施的机会。报告特别强调了这些措施将如何有助于实现《生物多样性公约》(CBD)的各项"爱知生物多样性目标"(见专栏 1),从而专注于气候变化减缓、适应措施和生物多样性保护之间的协同作用。报告旨在为环境保护、农业、林业和水利等部门的决策者和技术顾问提供独到的见解,帮助他们理解空间分析如何有助于识别哪些领域最适于实现这些协同效应,以及这些分析将如何促进规划和政策制定过程。

1.1 森林与气候变化

森林砍伐对碳排放起到举足轻重的作用。众所周知,森林砍伐和森林退化占全球二氧化碳排放总量的6-17%van der Werf等人2009)因此,

专栏 1. 《生物多样性公约》(CBD)的各项 "爱知生物多样性目标"

2010 年 10 月,《生物多样性公约》(CBD)的各缔约方通过了一项有关生物多样性的限时行动框架,即《2011-2020 年生物多样性战略计划》,该计划立定了 20 条具体目标,即"爱知生物多样性目标",涵盖范围从保护海洋和陆地生态系统,到获取遗传资源及其利用所产生的惠益,也包括与气候变化适应和缓解政策相关的目标,见专栏 3。尽管这些是全球性的目标,但其实施主要在国家、次国家和地方层面上开展,因各国的具体情况而定,并通过《国家生物多样性战略与行动计划》(NBSAP)付诸于实现。

基于森林的缓解措施,包括减少毁林和森林退化、造林、再造林、森林恢复和保护是气候变化 政策中颇受关注的议题。

森林管理对于气候变化适应来说也是至关重要的,因为森林提供多项关键性生态系统服务,比如土壤稳定、水流调节、提供木材和非木材林产品等。利用生物多样性和生态系统服务来帮助人们适应气候变化被称为"基于生态系统的适应措施"(见专栏 2)。

气候变化的影响范围不仅涉及人类,也将波及物种和生态系统。例如,随着气候的变化,某些特定生态系统和物种生存地的适合性也随之发生了改变,给分布于边缘地带的物种和生态系统带来尤为严重的压力,这可能会导致某些生态系统和物种分布发生变化。可以采取某些措施,保护大自然适应气候变化产生的影响,这被称为"自然保护的适应性"。范例包括建立保护区和自然走廊、管理林缘以维持微气候、或在再造林行动中采用气候变化抵御性强的物种。

1.2 森林与生物多样性保护

世界上物种最丰富的地方是森林生态系统Myers等,2000)。因此,保护、恢复和扩展自然和半自然森林在与生物多样性丧失作斗争的过程中起到了举足轻重的作用。同时,CBD 2011-2020 年战略规划也认识到减少生物多样性丧失,从而保护人类福祉的必要性,该规划列出了截至 2020 年应付诸于实现的"爱知生物多样性目标"(以下简称"爱知目标")。鉴于森林和生物多样性的

专栏 2. 定义 (摘自 Doswald 和 Osti, 2011)

基于生态系统的缓解措施 - 利用生态系统的碳储存和碳封存服务功能,来帮助减缓气候变化。通过减少毁林以及创建、恢复和管理生态系统(如森林恢复、造林和保护)来实现减排。

基于生态系统的适应措施 - 把生物多样性和生态系统服务功能,作为整体适应战略的一个组成成分,帮助人们适应气候变化产生的不利影响(CBD, 2009);可包括可持续管理、生态系统保护和恢复,作为整体适应战略的一部分,考虑到给当地社区带来的社会、经济和文化多重惠益(CBD, 2010)。适应包括两项具体措施,即生态系统管理措施(如流域管理)以及提高生态系统适应气候变化耐受力的举措(如森林恢复、造林中的物种选择)。

自然保护的适应性 - 提升物种和生态系统适应气候变化耐受力及加强其适应力的保护行动 (如促进物种在景观内的分布流动性,减少与气候效应交互作用的其它已知危害)。



中国的开荒工作(© 国际林业研究中心/Nick Hogarth)。知识 共享组织非商业性使用禁止演绎2.0版通用许可授权。访问日 期: 2014年6月24日。https://flic.kr/p/8XZkNp

息息相关性, 开展以森林为基础的减缓和适应工作将很可能为实现"爱知目标"作出贡献。同样, 为实现"爱知目标"而做出的努力亦有可能支持气候变化减缓和适应(Miles 等人, 2012)。

共有五项"爱知目标"与基于森林的减缓和适应行动密不可分(见专栏 3)。

1.3 中国的气候变化和生物多样性工 作重点

中国不是《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)附件一的缔约国,中国的《国家应对气候变化项目溉述了该国应对气候变化的主要政策和措施。此外,中国目前实施的五年气候变化规划(2011-2015年)中也列出了具体的森林相关行动(国家发展改革委员会,2007)。

- · 缓解:增加造林和碳固定;改善资源管理。
- 」 适应: 在关键部门实施适应措施, 如农业、林业、水利以及某些生态系统较脆弱的领域; 提高防范和减轻极端天气和气候导致自然灾害影响的能力; 改善资源管理。

中国是 CBD 的缔约国之一,已在《国家生物 多样性保护战略与行动计划(2011-2030年)》

(NBSAP) 中明确注明了有关生物多样性保护的战略目标、任务、重点领域和行动。计划中注明广西壮族自治区西南部山区为生物多样性保护的优先地区之一。该地区的保护工作重点包括改善对诸如热带雨林和季雨林等生态系统的保护; 以及提高对重点野生动植物的保护, 如特有灵长类动物 (例如亚洲小爪水獭)和罕见热带植物。《计划》规定的行动包括: 在生物多样性重点保护区内强化自然保护区建设, 优化其空间结构以及提升各保护区之间的连通性。

专栏 3. "爱知目标"中基于森林的气候变化减缓和适应措施

目标 5: 到 2020 年, 使包括森林的所有自然生境丧失速度至少减少一半, 并在可行情况下降低到接近零, 同时大幅度减少退化和破碎状况。

目标 7: 到 2020 年, 农业、水产养殖业及林业覆盖的区域实现可持续管理, 确保生物多样性得到保护。

目标 11: 到 2020 年,至少有 17%的陆地和内陆水域以及 10%的沿海和海洋区域,尤其是对于生物多样性和生态系统服务功能具有特殊重要性的区域,通过有效而公平管理的、生态上有代表性和相连性好的保护区系统以及其它基于保护区的有效保护措施来得到保护,并被纳入更广泛的土地景观和海洋景观。

目标 14: 到 2020 年,提供重要服务功能,包括同水相关的服务功能以及有助于健康、生计和福祉的生态系统得到了恢复和保障,同时顾及了妇女、土著和地方社区以及贫穷和脆弱群体的需要。

目标 15: 到 2020 年,通过保护和恢复行动,生态系统的恢复力以及生物多样性对碳储存的贡献得到加强,包括至少 15% 的退化生态系统得到恢复,从而对气候变化的减缓与适应以及防治荒漠化做出了贡献。



中国在第四份 CBD 国家报告中明确指出了以下 关干森林的工作重点:

- 1. 加强自然保护区的建设和管理;
- 2. 实施六大林业重点工程;
- 3. 严格控制环境污染和生态破坏;
- 4. 促进对生物资源的保护和可持续利用;
- 5. 预防和控制外来入侵物种; 以及
- 6.制定国家战略和关键性举措,以应对和减少 气候变化给生物多样性带来的不利影响(环 境保护部, 2008)。

本报告首次对在广西壮族自治区实现气候变化 减缓、适应和生物多样性保护的机会做出了调 查, 并探讨了这些行动之间产生协同作用的可 能性。

2. 广西壮族自治区

2.1 生物物理概况与气候

广西壮族自治区地处中国南方亚热带, 与越南接

壤。这个多山的地区水资源丰富, 以其岩溶景观 闻名干世,岩溶是由地表底层石灰岩溶解而成(见 图 1)。该地区以往的土地集约利用导致了土壤 流失和土地退化以及随之而来的生产效率下降。 自 20 世纪 90 年代以来,该地区的修复工作颇见 成效, 如 "退耕还林" 项目(Chen 等, 2012)。

据中国西部环境与生态科学数据中心的数据显 示,广西壮族自治区的植被主要包括森林(29%)、 人工植被(26%)和灌木丛(26%)(见图 2)。但 据世界银行和广西省林业局报告, 土地利用中 的"林业用地"类别(包括林分、稀疏立木林分、 灌木林地、近期造林地、苗圃占用土地和无立 木林地) 覆盖了该省土地的 57% (Cossatler 和 Barr, 2005)。广西林业用地分为两类: "商品林" (其定义是商业管理的林业用地, 无论是天然 还是人工种植的林分),以及"环境服务森林" (其定义是为环境服务的林地, 无论是天然还 是人工种植的林分, 前者较后者的比例大很多 (Cossatler 和 Barr, 2005)。

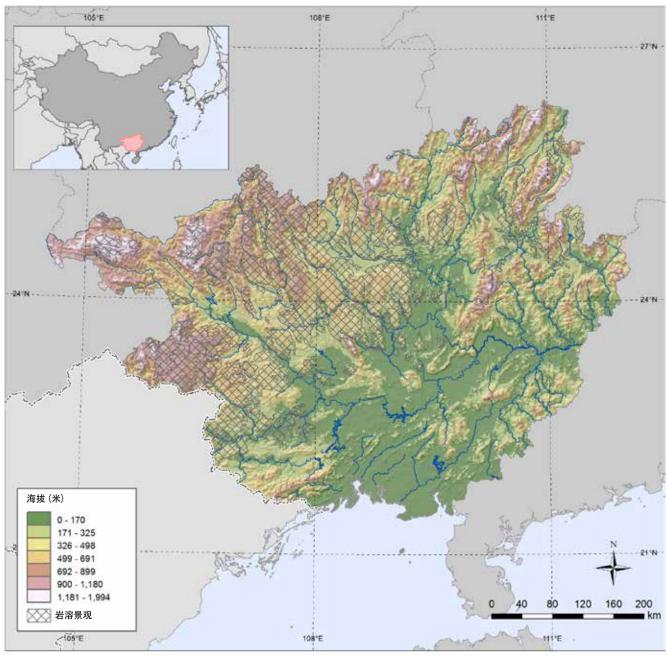
广西壮族自治区的气候特点是冬季短,夏季长, 年平均温度在 16-23°C 之间, 季风季节为四月



阳朔附近的岩溶景观 (© Jesse Varner)。知识共享组织非商业性使用相同方式共享2.0版通用许可授权。访问日期: 2014年7月2 日。https://flic.kr/p/3D2Ru



图 1. 广西省岩溶景观



方法和数据来源:

海拔: GTOP030(全球 30 弧秒海拔数据集)(1996)。可从 EROS 数据中心(EDC)分布式主动存档中心(DAAC)网站获得: http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30. html, 美国南达科他州苏福尔斯。

另请参见: Gesch, D.S.、Verdin, K.L. 和 Greenlee, S.K. 1999。新的土地表面数字海拔模型涵盖整个地球。Eos, 交易, 美国地球物理联合会, 80 (6): 69-70。岩溶景观: 石化产业中长期发展规划对广西省沿海地区环境影响评估工作计划, 2007 年 7 月, 由同济大学环境科学与工程学院及广西壮族自治区环境科学研究院共同起草, 未发表。

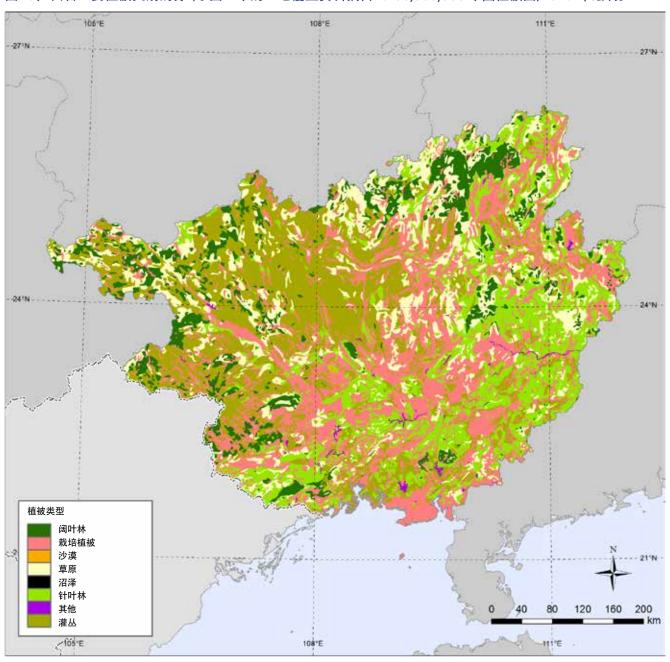
省界及水体: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

至九月。该地区目前面临的气候挑战包括不可预测的极端天气(正如中国的许多其它地区,参见 Piao等, 2010),导致周期性的干旱、洪涝、冰雹、寒流和台风,所有上述这些均可见于广西壮族自治区各地区。对极端气温和极端降水量的时空变化进行的分析表明,1960-2009年间,这些极端事件发生概率在广西各地区均有所上升,尽管变化程度因空间而异,且具有季节性(Nie等人, 2012)。降水和极端气温共同导致的结果

是干旱、洪涝灾害发生概率的上升,给农田、人畜饮水、家居和生活造成影响(Nie 等人, 2012; Zhou 等人, 2012)。

21 世纪末的气候变化预测指出,中国南方温度将会升高,且降水量略有上升(或下降),夏季降水量高于冬季,意味着旱灾和水灾发生率将有所提高(Xu等,2006; Piao等,2010)。

图 2. 广西省主要植被类别的分布。图 2 中的土地覆盖资料摘自 1:400,000,000 中国植被图, 1979 年绘制。



方法和数据来源:

土地覆盖:中国西部环境与生态科学数据中心,中国国家自然科学基金。请点击: http://westdc.westgis.ac.cn省界:

国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

岩溶景观: 石化产业中长期发展规划对广西省沿海地区环境影响评估工作计划, 2007 年 7 月, 由同济大学环境科学与工程学院及广西壮族自治区环境科学研究院共同起草, 未发表。

省界及水体: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

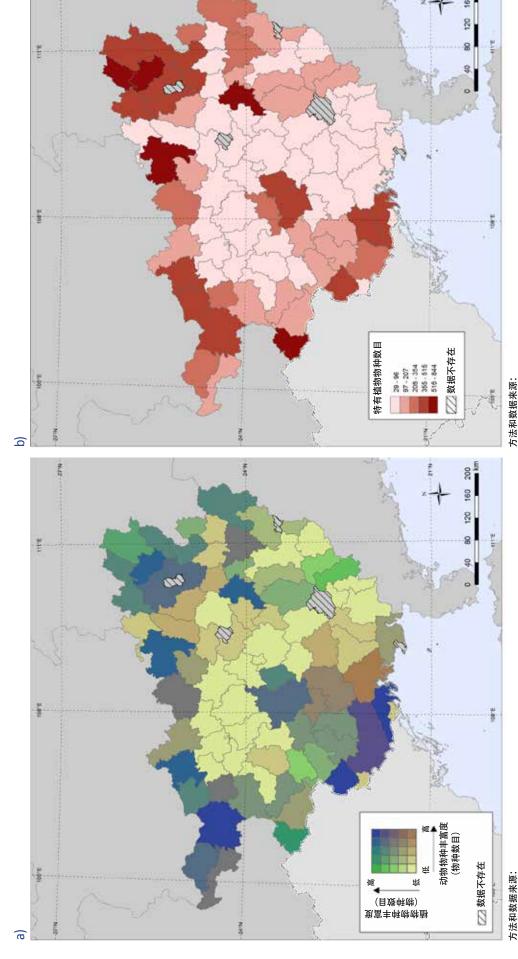
2.2 生物多样性

广西壮族自治区拥有丰富的生物多样性,包括许多特有植物(见图 3),特别是在距离主要农业活动区较远的山区(见图 2)。除了作为物种高度丰富和特有动植物栖息地的特有生态系统之外,山区也是保护人们免遭气候变化影响的避难所(Hou 等, 2010)。广西壮族自治区南部

低地是印度支那 - 缅甸生物多样性热点地区的一部分, 拥有重大且具有全球保护意义的特有动植物分布 (Myers 等, 2000)。

广西壮族自治区的生物多样性丧失主要是由于土地利用的变化(转变为农业和人工林用地),随后往往导致土地退化,如在岩溶地区(Wen等,2011)。广西壮族自治区有78个保护区,覆盖面

图 3. 广西省生物多样性分布: a) 各县植物和脊椎动物物种数目; 深蓝色显示植物和动物物种高度丰富, 暗绿色显示植物物种高度丰富, 但动物物种数目相对较少, 深 棕色显示动物物种高度丰富, 而植物物种数目相对较少; b) 按县划分特有植物物种的丰富度



生物多样性: 广西生物多样性评估和研究报告, 2008 年 8 月, 由广西壮族自治区环境保护局提供。未发表。县界: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。 省界及水体: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。 生物多样性: 广西生物多样性评估和研究报告, 2008 年 8 月, 由广西壮族自治区环境保护局提供。未发表。县界: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。省界及水体: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

积达该省土地总面积的 6% 左右。保护区分为四个级别:县级、市级、省级和国家级(见第 3 节)。

2.3 生态系统服务

生态系统服务指的是人类从生态系统中获得的惠益(《千年生态系统评估》(MA),2005),包括:供给服务,如食品、水和原材料的提供;调节服务,如缓冲自然灾害、防止土壤侵蚀和调节气候(通过温室气体(GHG)吸收和储存);文化服务,这不仅包括娱乐和旅游相关活动,也包括天然景观的审美和精神价值。

食品、木材和其他林产品的供应是生态系统提供的一项重要服务。广西人口赖以生存的行业主要有农业(种植业、渔业和畜牧业)和林业,其中种植业和畜牧业收入最高。种植业集中于

该省西南至东北地带,而渔业和林业则分别仅限干沿海和山区的几个热点区域(见图 4)。

广西省的植被(包括森林在内) 提供了诸多调节性生态系统服务,包括在减缓气候变化中至关重要的碳吸收和储存,以及在适应气候变化中必不可缺的径流调节和控制土壤侵蚀功能。

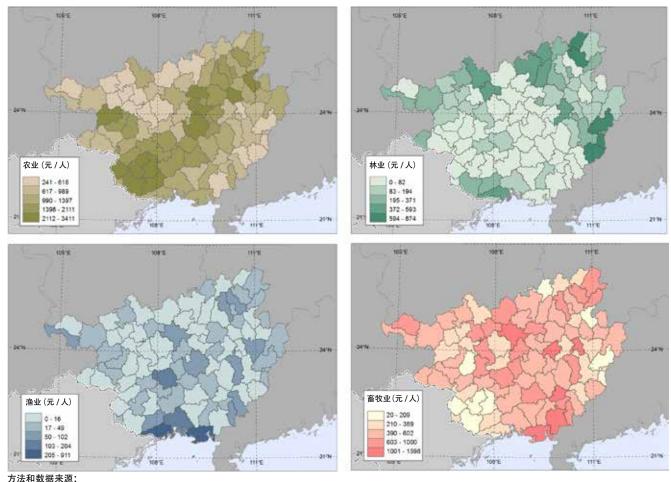
广西壮族自治区水资源丰富,有约 937 条河流,不仅提供了饮用水和灌溉用水,也起到了水力发电作用。尽管该省水储量庞大,但供求之间却并不平衡,且旱涝期间水资源管理水平不足,而且有污染现象(广西壮族自治区农业厅, 2011)。

广西壮族自治区的生态系统也通过支持旅游业 提供了重要的文化服务,特别是在岩溶景观地区 (见图 1)。



广西北部兴平鸟瞰图 (© Dimitry B),知识共享组织2.0版通用许可授权。访问日期:2014年6月24日。https://flic.kr/p/mjjSCp





3. 广西壮族自治区的气候变化减缓机会: 森林、碳和生物多样性

林业在中国的气候变化减缓计划中起到的作用 主要是通过造林和再造林来增加碳储量。本节 中,我们首先回顾目前的碳储量及其与生物多 样性之间的空间关系,然后探讨提升碳储量的 潜力。

3.1 碳储存和保护

尽管生物量碳储存并非中国减缓气候变化战略的一大重点,但森林保护却是中国生物多样性战略的一个重要组成成分。保护森林的生物多样性也就是保护存储在森林中的碳,间接减少毁林和森林退化所产生的二氧化碳排放,从而支持气候变化减缓。森林的碳储量最高,防止

森林的碳排放给减排带来的效力最大。本节中展示的地图采用了全球尺度的数据,概述了碳储量和生物多样性之间的空间关系。因此此类地图起到了宽泛的指示作用,具体的土地使用规划还需要更精确的区域或国家数据。

碳储量包括生物体中储存的碳(生物量碳)和土壤内储存的碳。生物量碳主要由地表和地下(即植物根)的木质材料组成。在绘制这些指示图的过程中,采用了由 Saatchi 等人(2011)绘制的泛热带生物量碳图来估计广西境内地表和地下的生物量碳,(参见 Saatchi 等(2011),以获取更多有关泛热带图的相关信息)。结果表明,广西地表和地下生物量中的碳储量约为 12-26亿吨(Gt)(见图 5a)。该数据描述的碳储存量变化要比其它来源更为详尽(例如,中国为广西绘制的地图仅基于两个宽泛的植被类型,且为每个类型赋予了一个单一的平均碳值,因此难以区分高碳和低碳区域)。

土壤有机碳在陆地生态系统总碳量中所占的比例可能相当可观,因此,它可能会对土地利用变化和气候变化所产生的排放产生很大的影响。我们亦可从全球数据(见图 5b)中得出土壤有机碳的分布状况。全球数据指出,广西土壤的总碳存储量约为 20 亿吨,与其他资料来源的估计数据相比,这一总量更接近于国内专家的看法(例如,国内专家认为,国家层次数据集所显示的土壤碳值过高)。

由于目前对土壤碳储量的估算精确性比对生物量碳的要低,因此预测土地利用变化对土壤有机碳产生的影响要比预测生物量碳的难度更高(Scharlemann等,2014),本报告所有后续分析仅基于生物量碳。但在某些地区,土壤碳占总碳量的比例可能相当可观,因此需要有更准确的数据,才能够更全面地考虑某些行动给碳储存和排放带来的影响。

广西壮族自治区的森林可分为针叶林(主要包括马尾松和中国杉木)和阔叶林(其中大部分为人工种植桉树)(见图 6)。将以上的碳分布图与广西省针叶林和阔叶林分布图对比分析显示,大部分森林面积与高碳地区有所重叠(见表 1)。就森林目前面临的压力而言,在高碳地区防止毁林对减少排放和减缓气候变化可能会产生显著的影响。

林区通常由低龄或中龄的林分组成。林龄对其碳含量有所影响,高龄林通常含有较高的生物量,因此碳含量也就更高(Pan等,2004)。在"环境服务林"中,低中龄林所占百分比通常比商品林要高(有关这些森林分类的定义,请参见第4

表 1. 广西省针叶林和阔叶林所含的生物量碳(10 亿吨碳)(GtC)

碳级别	10 亿吨碳	%
低	0.05	7
中低	0.07	10
中	0.10	13
中高	0.12	17
高	0.19	26
极高	0.20	27

页)(Cossalter 和 Barr, 2005)。但处于恢复过程中的低龄环境服务林通常起到净碳封存作用,因其生物量处于累积状态,因此在减少总净排放量中仍然能够发挥重要的作用。

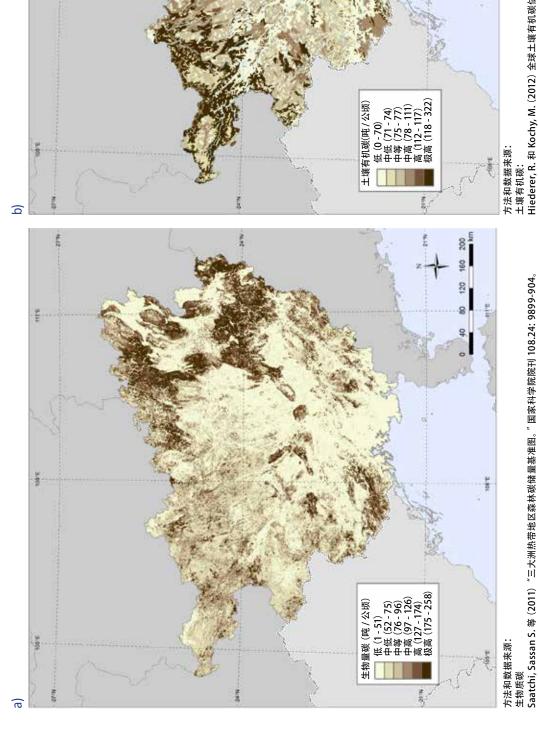
评估碳的空间分布时, 还必须考虑对土地的潜 在压力和其他需求的空间分布。潜在压力较高 地区面临的毁林和森林退化风险可能最大, 意 味着最需要受到保护。保护那些很可能就会被 砍伐或退化的林区可以减少二氧化碳排放,并 支持减缓气候变化。反之, 森林恢复工作在人 类活动罕见的地区成功的可能性最大。图 7 显 示了第一产业(即农业、林业和畜牧业)与森林 之间的关系; 蒙受较大经济压力不得不进行土 地用途转变的地区往往也是第一产业收入最高 的地区。值得注意的是,由于岩溶地区的特有 景观结构, 再加上土地退化和人类外迁, 森林 和第一产业在这些地区均不常见(Wen, 2011; Chen, 2012)。与森林覆盖的东部山区相比,广 西西部山区无论是森林面积还是第一产业均 比较少。东部山区的森林主要是用于林业,参 见图 4。居住在森林附近的人们对森林所提供 的生态系统服务依赖性可能特别大, 尽管人口 密度在第一产业较少的地区通常也比较低。图 8显示了广西生物量碳与人口密度之间的关系。

因其生物多样性和生态系统服务而被划定的保护区能够保护存储在该区中的碳。广西现有保护区内生物量碳存储量约为 1.6 亿吨(见图 9),相当于该省总生物量碳(19 亿吨)的 8% 左右,显示了这些保护区在降低森林砍伐和气候变化减缓所需要的减排中发挥了重要作用,当然这也帮助实现第 11 项 "爱知目标"。

除了现有保护区之外,中国大自然保护协会 (TNC)已确定了32个陆地重点保护区(PCA),其中某些位于广西境内(见图9b橙色区域),且中国政府已将这些地区列为其环境保护工作重点(TNC,2014)。广西的PCA面积为78000平方公里,占全省总生物量碳的比例相当可观(约达7.5亿吨,即39%)(见表2)。与该省其他地区相比,保护区的物种数目亦最为丰富(见图3)。

图 5. 碳分布: a) 广西省地表和地下生物量碳密度, 以碳储量分级定义, 即每类囊括该省总碳量的六分之一; b) 广西省土壤有机碳 (地表以下 1 米深) 的密度。

THE



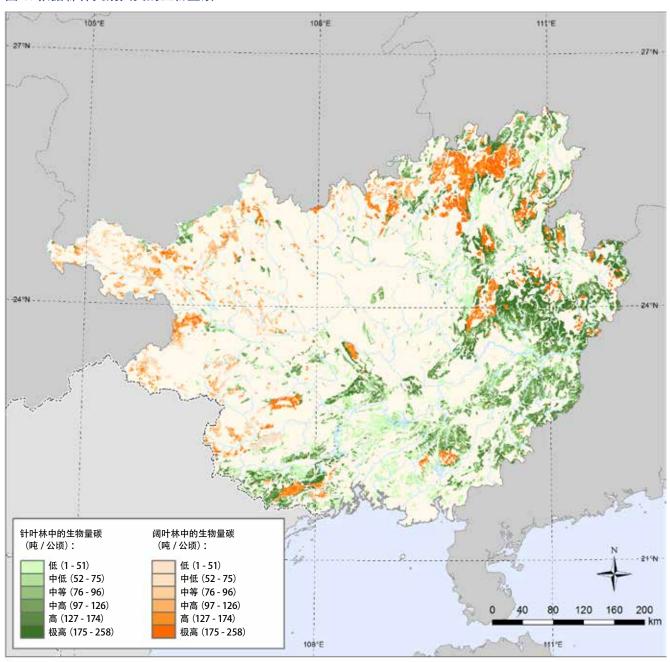
土壤有机碳: Hiederer, R. 和 Kochy, M. (2012) 全球土壤有机碳估计值和协调世界土壤数据库。EUR 科学与技术研究系列。 省界及水体: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

200

120

省界及水体 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

图 6. 根据森林类别归类的生物量碳



方法和数据来源:

生物质碳: Saatchi, Sassan S. 等 (2011) "三大洲热带地区森林碳储量基准图。" 国家科学院院刊 108.24: 9899-904。

森林:中国西部环境与生态科学数据中心,中国国家自然科学基金。请点击: http://westdc.westgis.ac.cn。

省界及水体:

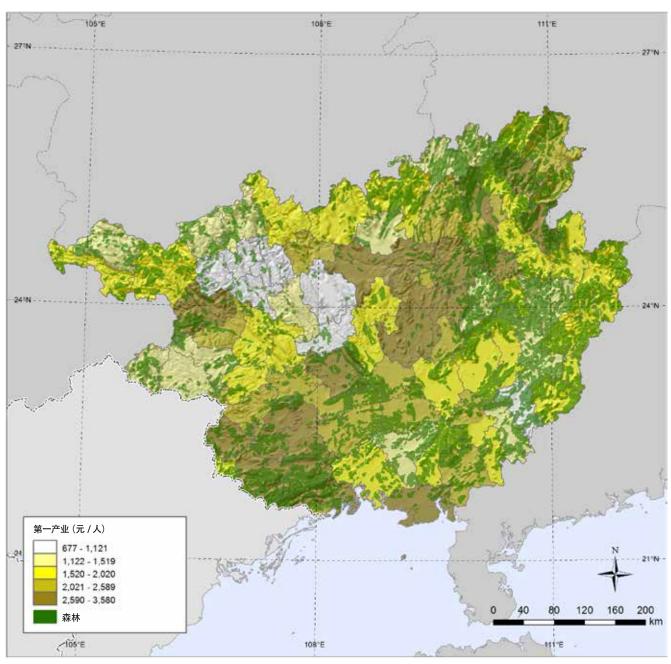
国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

图 10 显示了生物量碳与各县物种丰富程度之间的重叠,包括维管植物、陆生动物和鱼类(见图 3a)。

正如图 8 和图 9 指出,可采用不同的数据集来探索生物多样性较高的地区与碳储量之间的重

叠关系。考虑到此类数据和分析将为既能保护生物多样性又能保护碳储存的行动奠定潜在基础,气候变化减缓行动将有助于实现"爱知目标",包括目标5(减少栖息地丧失)和目标11(通过保护区提供保护),反之亦然。但同时值得注意的是,几个主要的生物多样性优先保护地区

图 7. 广西壮族自治区第一产业(农业、林业和畜牧业)收入与森林海拔的重叠对比



方法和数据来源:

第一产业: 广西壮族自治区 2009 年统计年鉴。

森林:中国西部环境与生态科学数据中心,中国国家自然科学基金。请点击: http://westdc.westgis.ac.cn。

县界: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

省界及水体: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

目前碳储量较低,因此如果只考虑保护高碳地区,则意味着这些地区将面临压力转移的风险。

3.2 提升碳含量

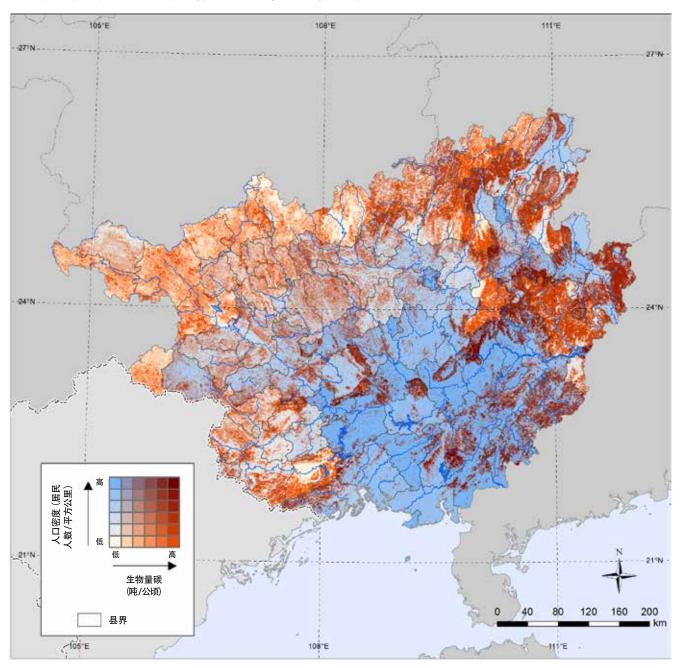
造林(以及再造林和森林恢复)是中国的当务 之急。举例来说,广西的部分岩溶地带森林被 大量砍伐,转化为耕地或牧场。这些地区面临

表 2. 在重点保护区范围内各级别的生物量碳 (10 亿碳) (GtC) 及其百分比 (%)

碳级别	10 亿吨碳	%
低	0.05	7
中低	0.11	15
中	0.13	17
中高	0.14	19
高	0.16	21
极高	0.16	21



图 8. 广西壮族自治区人口密度 (居民人数 / 平方公里) 与生物量



方法和数据来源:

Saatchi, Sassan S. 等 (2011) "三大洲热带地区森林碳储量基准图。" 国家科学院院刊 108.24: 9899-904。

县界: 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

省界及水体:

国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

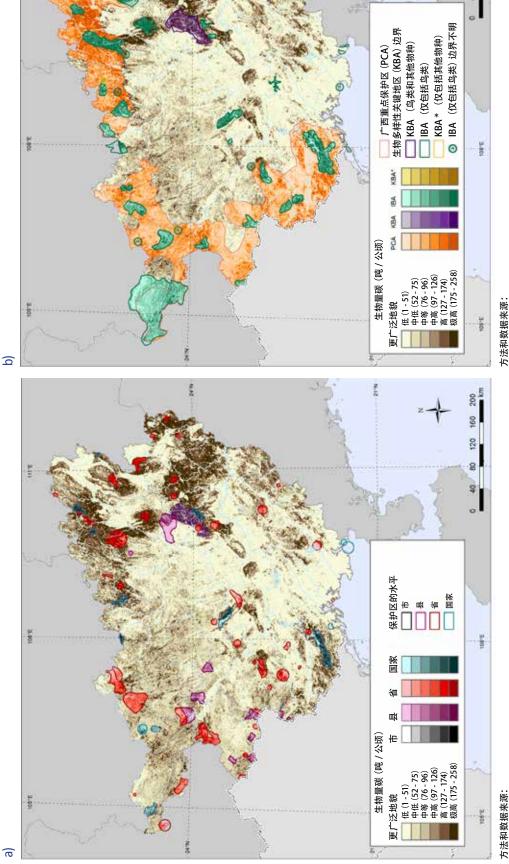
人口数据: 广西壮族自治区 2009 年统计年鉴。

退化的风险或已经在退化, 因为那里的土壤已 丧失了生产能力(Yangugang等,2011; Chen等, 2012)。造林和再造林可能适用于那些目前没有 森林覆盖、其他自然生态系统和/或用于定居 点的地区。中国已在广西实施的"退耕还林"计 划(联合国粮农组织(FAO), 2004)(Chen等, 2012),就是特别针对此类森林退化地区。广 西亦是首个引进造林清洁发展机制 (CDM) 项目

(2008-2068) 的省份, 旨在在退化土地上种植 约 4000 公顷的混合物种及少量桉树, 从而实现 环境和发展目标(Gong 等, 2010)。

广西于 2010 年启动 "绿色八桂" 工程, 旨在山 区植树造林, 并星点绿化城镇和乡村及交通干 道沿线。"八桂"一词指的就是广西。2011年绿 化面积达 2767 平方公里, 使该省森林覆盖率首

图 9. 生物量碳和生物多样性关键地区: a) 广西的生物量碳和保护区; b) 广西的生物量碳、生物多样性关键地区 (KBA) (涉及鸟类和其他物种) 和重点保护区 (PCA)。



方法和数据来源: 生物质碳

Saatchi, Sassan S. 等 (2011) "三大洲热带地区森林碳储量基准图。" 国家科学院院刊 108.24: 9899-904。 保护区:(2009) 广西基础地理信息中心。

省界及水体 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。 中国国家基础地理信息中心。

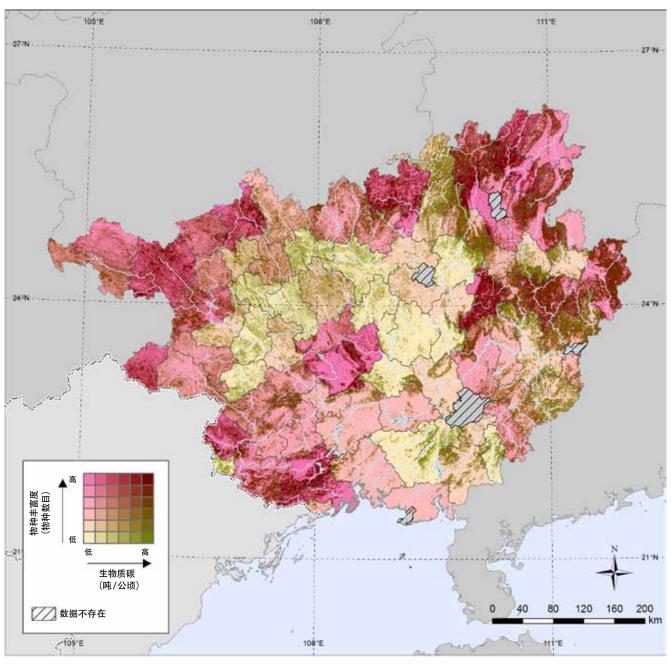
Saatchi, Sassan S. 等 (2011) "三大洲热带地区森林碳储量基准图。" 国家科学院院刊 108.24: 9899-904。 生物多样性关键地区: 国际乌盟和保护国际 (2012)。广西壮族自治区生物多样性关键地区 (GIS 数据)。国际乌盟,剑桥。 重点保护区: 中国人民共和国环境保护部 (2011)。中国生物多样性保护战略与行动计划 (2011-2030 年)。北京, 中国 环境科学出版社

120

省界及水体 国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。 中国国家基础地理信息中心。

生物质碳

图 10. 生物量碳以及维管植物、陆生动物和鱼类等潜在丰富物种



方法和数据来源:

生物质碳:

Saatchi, Sassan S. 等(2011)"三大洲热带地区森林碳储量基准图。" 国家科学院院刊 108.24(2011): 9899-904。

省界及水体:

国家基础地理信息系统 1:400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

物种丰富度: 广西生物多样性评估和研究报告(2008), 由广西壮族自治区环境保护局提供。未发表。

次超过60%(60.5%)。迄今为止,项目实施期间种植的本地树种包括桂花、垂柳、水杉、缺萼枫香、紫薇、马鞭草柚木、木棉、降香黄檀和樟树。官方现已宣布,2013年计划任务已经完成。截至2013年5月底,绿化造林面积约达2400平方公里,逾2300万人参加了植树活动,种植树木超过9000万株(广西省林业厅,2013)。

生物多样性和生态系统服务是否受益于造林、 再造林和森林恢复及其受益程度将取决于这 些行动的实施地区及方式。比如种植的树木类 型就是一个重要的因素。桉树人工林以往在广 西及中国其他东南部地区深受欢迎,因为桉树 生长迅猛,且木质优秀 (Bai 和 Gan, 1996)。桉 树种植园的生物多样性和生态条件取决于其种 植地点和管理方式。在贫瘠土地种植桉树,或用于间作植物,可以增加物种丰富度,改善土壤条件(FAO,1996)。然而,在邻省(广东省)对以往45年森林恢复展开的研究表明,相比于另一块对照的贫瘠土地,尽管桉树人工林土壤侵蚀减少了20%,其地表径流较贫瘠土地更高,但混交林却可以同时消除这两个不利后果(Ren等,2007)。此外,与混交林相比,桉树林的物种丰富度较低。在森林生物多样性或特有性高度匮乏地区绿化时,需要慎重考虑绿化对生物多样性和生态系统服务产生的潜在负面影响。

为林地砍伐和森林退化地区绘制地图便于识别 可能需要修复地区十分重要。那些目前低碳的 地区可能存在需要修复的地区, 当然需要修复 的地区也很可能包括其他自然低碳的重要非森 林地区。这些地区是否适合造林、再造林或恢 复主要取决于目前的土地利用和可用性,同时 也可以通过引入可持续管理战略而再接再厉, 更上一层楼。上述行动的潜力也取决于当前的 土地用途。在某些区域,造林或再造林行动可 以在各生物多样性关键地区和保护区之间构建 走廊, 这将有潜力惠益生物多样性和生态系统 服务, 就看具体实施方式如何。此类走廊亦可 支持物种迁移,对促进这些物种适应气候变化 起到了至关重要的作用(见下一节)。减少森林 破碎化、提升保护区之间的连接性、以及恢复 退化森林生态系统将为多个 "爱知生物多样性 目标"(即目标 7、11、14 和 15)做出直接贡献, 同时还将推进气候变化减缓和适应。

上述各幅生物多样性优先保护区和碳含量地图可以帮助识别生物多样性丰富但含碳量较低的地区,潜在指出森林砍伐和退化地区或次生演替地区。然而我们仍需确切了解退化土地及其当前的用途,才能够有助于制订造林或再造林的战略方针。

4. 广西壮族自治区的气候变化适应机会: 森林、 气候变化和生物多样性

4.1 以生态系统为基础的适应措施

森林的状态和应变能力对于人类对气候变化的敏感性起到了至关重要的作用,同时也是人类适应气候变化不可或缺的关键因素。森林可以防止土壤侵蚀和水资源损失,保护人类免遭风暴的摧残(即防护林带),为维持生计提供资源(如林业、旅游业、非木材森林产品等),并为这些生计提供必要的配套服务(如授粉、流域保护等)。许多基于森林的行动亦可以作为以生态系统为基础的气候变化适应措施来开展,这些与已在气候变化减缓措施章节中讨论的措施有所重叠,即森林保护和再造林,森林恢复和造林。然而,如欲了解此类行动将会在哪些地

黑叶猴 (Presbytis francoisi)(© Magnus Manske)。知识共享组织3.0版许可授权。访问日期: 2014年6月24日。http://en.wikipedia.org/wiki/File:Francois_langur_head.jpg





区产生最显著的适应效益, 还需要更详尽的数 据和分析。进一步需要在广西省开展脆弱性评 估,以确定特别易受气候变化影响的领域(如 村庄/人口/部门/生态系统)。尽管如此,下述分 析或许能够为此类评估中提到的相关问题起到 指导作用。此外,分析亦可帮助识别减缓行动 的潜在附加惠益,例如森林保护和提升森林碳 储量,并了解减缓和适应行动在哪些领域将会 发挥协同作用。

流域划分可以支持流域管理等气候变化适应措 施,包括可能对水管理产生影响的气候愈见多 变性。确保在受气候变化影响地区实施良好的 流域管理,并重视生态修复和采用以气候变化 为核心的生态系统工作方法,才能保证社会生 态系统的长期适应能力。

广西大部分地区由一个单一的大盆地组成, 许多主要河流贯穿广西,包括西河和漓江,勾 绘了这一大盆地的轮廓。图11显示,流域管理 需要考虑到地形地貌和土地利用需求(如农 业, 林业等) 各异的巨大面积。以往中国曾实 施大规模的土地改革,通过开垦农田和造林 来减少土壤侵蚀和保护水源(Dudgeon, 1995; 粮农组织, 2004; Hageback等, 2005; Chen 等, 2012), 但需要精心规划土地利用, 才能满 足农民和未来人口增长的需求, 尤其是考虑到 气候变化影响。采用以生态系统为基础的适 应方式,通过利用生态系统和生物多样性来 减少人类脆弱性,将为广西带来多重社会、经 济和环境效益。

流域管理的一个潜在重大问题是气候变化增加 了高降水事件的可能性, 导致无草木山坡的水 侵蚀。图12为我们绘制了一幅广西实际和潜在 的土壤侵蚀图。目前状况的土壤侵蚀图以现有 植被、降雨量、坡度和土地利用为基础,根据目 前可能发生的侵蚀来建模; 而潜在的土壤侵蚀 图展示的是, 如果将植被移除(有关方法参见 附件一),则土壤侵蚀可能会增加。在侵蚀度高 的地区种植森林,不仅可以减少土壤侵蚀,而 且还能够提升水的渗透力,潜在提升防止水灾 和旱灾的保护力, 当然这取决于森林种植的方

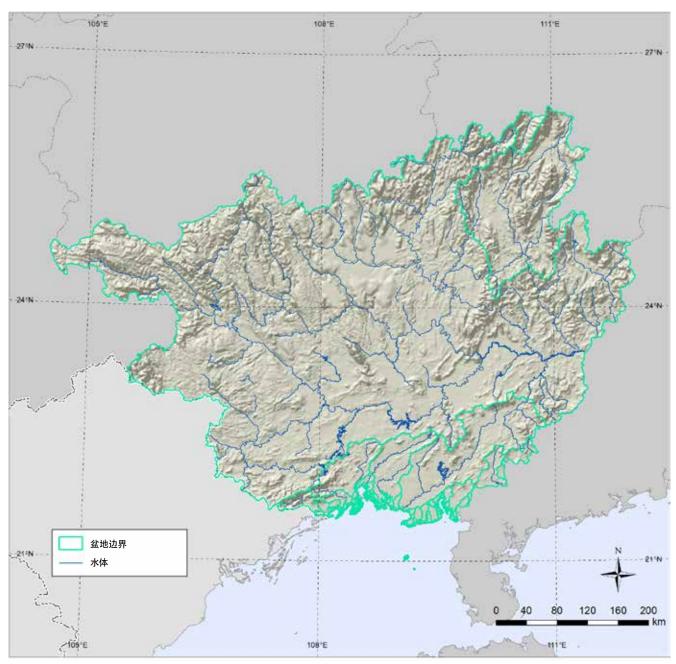
式,并依当地具体情况而异。中国在1999-2002 年间实施了"退耕还林"计划,专门针对山坡贫 瘠地盘,将农田重新转换为草地或森林(商业 林或环境服务林),从而减少土壤侵蚀,提高水 资源的稳定性(粮农组织, 2004)。森林也起到 了保护作用,即防护林带。许多种植园(特别是 桉树) 正是为这一目的而种植, 森林也有水土保 持作用(粮农组织,1996)。广西首片桉树人工 林于1935年建立, 出于社会经济目的, 从那时起 曾进一步多次建造桉树种植园, 例如为了获得 木材、薪材和提取精油(粮农组织, 1996)。但与 混交林相比, 桉树林的生物多样性和生态系统 服务惠益很低(Ren等, 2007)。

4.2 与自然保护相关的适应措施

如4.1节所述, 森林可以为人类适应气候变化起 到支持性作用。但热带和亚热带地区的森林本 身, 特别是在山区, 也非常容易受到气候变化的 影响(粮农组织, 2010; Kant和Wu, 2012)。支持 森林适应气候变化有助于维持森林所提供的生 态系统服务,并直接惠益森林包容的物种。帮 助物种适应,并减缓气候变化带来的负面影响 是中国当前的一项工作重点, 也是CBD需要优先 考虑的事项。恢复行动可以支持自然保护和人 类适应性, 尤其是采用耐受当地气候变化的物 种。特别值得一提的是, 创建走廊可以帮助物 种适应气候条件的变化。

增加对森林和保护区生物多样性的总体保护也 将支持自然保护中的气候变化适应措施, 因为 不经受多重压力的物种和生态系统可能会体现 较高的耐受性。在生物多样性重点地区开展恢 复和保护行动可以提升给物种保护带来的惠 益。已经明确了生物多样性保护的优先地区(见 PCA地区, 图9b), 中国大自然保护协会正在努 力开展恢复行动,以加强重点生态系统服务和 减轻气候变化产生的影响。

图 11. 广西各流域, 使用 HydroSHEDS 3 弧秒 (~90m) 分辨率无填充数字高程模型 (DEM) 创建, (Lehner 等人, 2008)。 使用 DEM 计算广西累积流向和流量。作为此项分析的一部分, 研究人员建立了河流等级网络层, 以验证流量网络。



方法和数据来源:

海拔: Lehner, B., Verdin, K., Jarvis, A. (2008)。来自星载海拔数据的新全球水文。Eos, 交易, 美国地球物理联合会, 89 (10): 93-94。参见: http://hydrosheds.cr.usgs.gov/省界及水体:

国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。

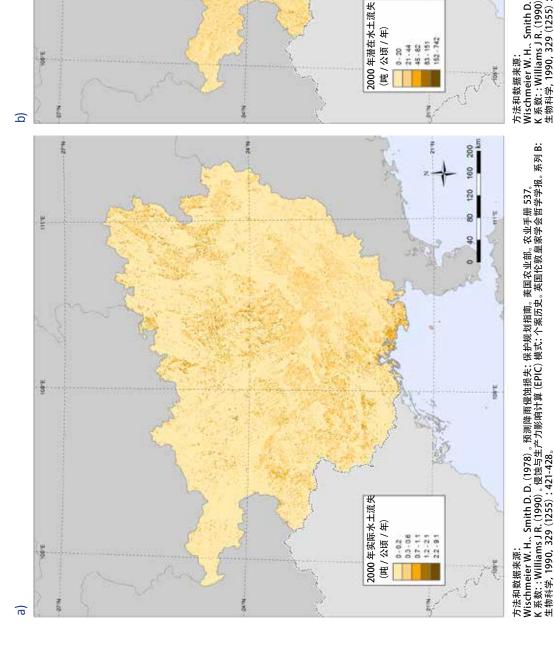


船夫在工作(©Peter)。知识共享组织非商业性使用禁止演绎2.0版通用许可授权。访问日期:2014年7月2日。https://flic.kr/p/nBsHUz

图 12a. 广西 a) 实际土壤侵蚀; b) 潜在土壤侵蚀

H

3.00



H

8

120

Wischmeier W. H., Smith D. D. (1978)。预测降雨侵蚀损失: 保护规划指南。美国农业部。农业手册 537。 K 系数:: Williams J R. (1990)。侵蚀与生产力影响计算 (EPIC) 模式: 个案历史。英国伦敦皇家学会哲学学报。系列 B: 生物科学, 1990, 329 (1255):421-428。 L S 数: Van Remortel R D. Maichle R W. Hickey R J. (2004)。使用 C++ 可执行文件通过采用基于阵列的斜面处理数 字高程数据来计算通用土壤流失方程修订版。计算机与地球科学。30 (9):1043-1053。 C P 系数Tallis, H. T. Ricketts, T. Guerry A. O. Wood, S. A. Sharp, R. Nelson, E. Ennaanay, D. Wolny, S. Olwero, N. Vigerstol, K. Pennington, D. Mendoza, G. Aukema, J. Foster, J. Forrest, J. Cameron, D. Arkema, K. Lonsdorf, E. Kennedy, C. Werutes, G. Kim, C. K. Guannel, G. Papenfus, M. Toft, J. Marsik, M. 和 Bernhardt, J(2011)InVEST 2.4.4 使用者手册。自然资本项目,斯坦福。 督界及水体: LS 数数: Van Remorrel RD. Maichle R W. Hickey R J. (2004)。使用 C++ 可执行文件通过采用基于阵列的斜面处理数字高程数据来计算通用土壤流失方程修订版。计算机与地球科学,30(9):1043-1053。
CP系数Tallis, H. T. Ricketts, T. Guerry A. O. Wood, S. A. Sharp, R. Nelson, E. Ennaanay, D. Wolny, S. Olwero, N. Vigerstol, K. Pennington, D. Mendoza, G. Aukema, J. Foster, J. Forrest, J. Cameron, D. Arkema, K. Lonsdorf, E. Kennedy, C. Verutes, G. Kim, C. K. Guannel, G. Papenfus, M. Toft, J. Marsik, M. 和 Bernhardt, J(2011)JnVEST 2.4.4 使用者手册。自然资本项目,斯坦福。 省界及水体:
国家基础地理信息系统 1: 400 万数据库。中国国家基础地理信息中心。



5. 结论: 广西壮族自治 区气候变化减缓、适应 与生物多样性保护之间 的协同作用

在气候变化的影响下,广西很可能会经历总体降水量下降,但存在较高的时空变异型,某些地区和/或时间段内将降水量的增加。总体来说,气温将有所上升,且极端天气事件的发生频率也会有所提高。这不仅给人类造成影响,也会波及到物种和生态系统。因此减缓和适应行动将能够提供潜在的巨大惠益。

基于生态系统的应对方式, 特别是以森林为基 础的方法, 将是气候变化减缓和适应的双赢选 择。此外, 由于这些行动与生物多样性息息相 关,它们亦提供了向实现与森林相关的气候变 化减缓和适应 CBD "爱知目标" 迈进的机会, 特 别是如下目标:减少森林砍伐(目标5)、恢复(目 标 15)、保护区(目标 11)、以及恢复和维护生 态系统服务(目标 14)。着重于对生物多样性 至关重要的地区的恢复和保护行动, 诸如重 点保护区(PCA)和生态系统服务对人们的生 计至关重要的领域(如土壤侵蚀控制),可以 进一步强化已取得的多重效益。诸如载于本报 告中的空间分析, 可以有助于最大化气候变化 减缓、适应和生物多样性保护之间的协同效应。 比如,这些分析能够突出林区和高碳储量地区 的位置, 以及这些地区与生物多样性、流域治 理、土壤侵蚀和人口密度息息相关地区之间的 关联性。

重视物种选择和地点(涉及气候适宜性和对环境产生的影响)的造林行动也将为毁林已发生或对人类生计至关重要的地区带来缓解、适应和生物多样性惠益。确保整个景观的连接性将推进物种适应气候变化,保护生物多样性。尽管仍需要有关毁林地区、需恢复地区以及土地利用现状的更详尽数据,这些地图显示了目前虽不存在但有可能改进的森林。除此之外,造林(或再造林)时,应适当考虑所选树种,不仅要

确保这些树种适应当地的气候, 也需要考虑它 们给环境带来的影响。

本报告旨在为决策者和技术顾问提供一系列广 泛的空间分析方面的视角和见解, 有助于识别 气候变化减缓、适应措施和生物多样性保护将 发挥协同作用的领域。全省范围的空间分析能 够推进规划和政策制定。详尽的行动规划则需 要更精确地了解土地利用和以往土地利用历史, 以及有关森林种植园位置及其现状和面临压力 的更详尽数据,包括森林砍伐和退化地区。进一 步的分析将令我们受益匪浅,包括为制定适应 措施而开展的气候变化脆弱性评估。尽管报告 发表时采用的是当前可用的最准确数据, 若能 够获得省内专家的进一步修订以确保数据精确 反映了实际情况, 亦将锦上添花。可以将这项有 关广西的研究工作作为一个起点, 进一步设计 更详尽的分析, 以便为中国其他省份开展类似 的研究工作。

中国的儿童(© 国际林业研究中心)。知识共享组织非商业性使用禁止演绎2.0版通用许可授权。访问日期:2014年6月24日。https://flic.kr/p/8Y3o4A



6. 参考文献

- Bai, J. & Gan, S. (1996) Eucalyptus plantations in China. Reports submitted to the regional expert consultation on eucalyptus. Volume II. Available from http://www.fao.org/docrep/005/AC772E/ AC772E00.HTM
- CBD:《生物多样性公约》(2009)"将生物多样性与 气候变化减缓和适应结为一体: 第二届特设技术 专家组有关生物多样性和气候变化问题的报告", CBD 技术报告系列第 41 号,《生物多样性公约》 秘书处, 加拿大蒙特利尔。
- CBD:《生物多样性公约》(2010)《生物多样性公约》 缔约方第 10 次会议通过的决议, X/33, "生物多 样性与气候变化", UNEP/CBD/COP/DEC/X/33访问 http://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10dec-33-zh.pdf
- Chen, H., Zhang, W. & Hou, Y. (2012) Soil organic carbon and total nitrogen as affected by land sue types in Karst and non-Karst areas of northwest Guangxi, China. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92, 1086-93.
 - 《中国国家生物多样性保护战略与行动计划》 (2011-2030)访问 www.cbd.int/doc/world/cn/ cn-nbsap-v2-en.pdf
- Cossatler, C. & Barr, C. (2005) Fast-growing plantation development and industrial wood demand in China's Guangxi Zhuang Autonomous Region. A report prepared for Guangxi Forestry Bureau and The World Bank. CIFOR, Bongor, Indonesia.
- Dudgeon, D. (1995) River regulation in southern China: ecological implications, conservation and environmental management. Regulated Rivers: Research & Management, 11, 35-54.
- 广西壮族自治区农业厅(2011)"广西农业概况"。访问: http://www.gxny.gov.cn/eng/GX/Water.html
- FAO: Food and Agricultural Organization of the United Nations (1996) Reports submitted to the regional expert consultation on eucalyptus. Volume II. RAP Publication 1996/44. FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), Bangkok, Thailand.
- FAO: Food and Agricultural Organization of the United Nations (2004) Proceedings of the workshop on forests for poverty reduction: opportunities with CDM, environmental services and biodiversity. RAP Publication 2004/22.
- FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), Bangkok, Thailand. FAO (2010) Forests and climate change in the Asia-Pacific Region. Forests and Climate Change Working Paper 7. FAO, Rome, Italy.

- FAO、IIASA、ISRIC、ISSCAS、JRC(2009), "协调世 界土壤数据库"(1.1版)。粮农组织,意大利罗马, IIASA, 卢森堡、奥地利。
- 广西省林业厅, 2013年6月9日 "2013年区域 完成'绿色八桂'绿化计划的山坡植树造林活 动",访问:http://www.gxly.cn:8888/pub/cms/1/ 3537/3544/91509.html
- Hageback, J., Sundberg, J., Ostwald, M., Chen, D., Yun, X. & Knutsson, P. (2005) Climate variability and land-use change in Danangou watershed, China examples of small-scale farmers adaptation. Climatic Change, 72, 189–212.
- Hiederer, R. & Küchy, M. (2012) Global Soil Organic Carbon Estimates and the Harmonized World Soil Database. EUR Scientific and Technical Research series - ISSN 1831-9424 (online), ISSN 1018-5593 (print), ISBN 978-92-79-23108-7, doi:10.2788/13267.
- Hou, M-F., López-Pujol, J., Quin, H-N., Wang, L-S, & Liu, Y. (2010) Distribution pattern and conservation priorities for vascular plants in Southern China: Guangxi Province as a case study. Botanical studies, 51, 377–386.
- Kant, P. & Wu. S. (2012) Should adaptation to climate change be given priority over mitigation in tropical forests? Carbon Management, 3, 303-311.
- Lehner, B., Verdin, K., Jarvis, A. (2008) New global hydrography derived from spaceborne elevation data. Eos, Transactions, AGU, 89 (10): 93-94. Data available from: http://hydrosheds.cr.usgs.gov
- MA:千年生态系统评估(2005)生态系统与人类福祉 演绎推理",岛屿出版社,华盛顿特区。
- Miles, L., Trumper, K., Osti, M., Munroe, R., Santamaria, C. (2012) REDD+ and the 2020 Aichi Biodiversity Targets: Promoting synergies in international forest conservation efforts. UN-REDD Programme.
- 环境保护部(2008)"中国第四份《生物多样性公 约》国家实施报告"2008年11月。访问: https:// www.cbd.int/doc/world/cn/cn-nr-04-zh.pdf
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B, & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403, 853-858.
- 中华人民共和国国家发展和改革委员会(NDRC) (2007)《中国应对气候变化国家方案》6月4 日访问http://www.ncsc.org.cn/article/yxcg/cbw/ 201308/20130800000161.shtml



- Nie, C., Li, H., Yang, L., Ye, B., Dai, E., Wu, S., & Liao, Y. (2012) Spatial and temporal changes in extreme temperature and extreme precipitation in Guangxi. Quaternary International, 263, 162–171.
- Pan, Y., Luo, T., Birdsey, R., Hom, J. & Melillo, J. (2004) New estimates of carbon storage and sequestration in China's forests: effects of ageclass and method on inventory-based carbon estimates. Climatic Change, 67, 211–236.
- Piao, S., Ciais, P., Huang, Y., Shen, Z., Peng, P., Li, S., Zhou, L., Liu, H., Ma, Y., Ding, Y., Friedlingstein, P., Liu, C., Tan, K., Yu, K., Zhang, Y. & Fang, J. (2010) The impact of climate change on water resources and agriculture in China. Nature, 467,43–51.
- Ren, H., Li, Z., Shen, Z., Yu, Z., Peng, S., Liao, C. Ding, M. & Wu, J. (2007) Changes in biodiversity and ecosystem function during the restoration of a tropical forest in south China. Science in China Series C: Life Sciences, 50, 277–284.
- Saatchi, S., Harris, N.L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E.T., Salas, W., Zutta, B.R., Buermann W., Lewis, S.L., Hagen, S., Petrova, S., White, L., Silman, M. & Morel, A. (2011) Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. Proceedings of the National Academy of Sciences of , 108(24), 9899–904. More information can be found at: http://carbon.jpl.nasa.gov/

- TNC: The Nature Conservancy (2014) accessed June 2014 at http://www.nature.org/ourinitiatives/regions/asiaandthepacific/china/explore/making-big-plans.xml
- van der Werf, G.R., Morton, D.C., DeFries, R.S., Olivier, J.G.J., Kasibhatla, P.S., Jackson, R.B., Collatz G.J. & Randerson J.T. (2009). CO2 emissions from forest loss. Nature Geoscience 2, 737–738
- Wen, Y., Sun, D., Zhu, H, Lui, J., Lui, S. & Shi, Z. (2011) Changes in aboveground biomass and diversity between different stages of secondary succession of a karst vegetation in Guangxi, China. Advances in Biomedical Engineering, 1–2, 420–423.
- Xu, Y., Huang, X., Zhang, Y., & Lin, E. (2006) Stati tical Analysis of climate change scenarios over China in the 21st century. Advances in climate change research, 2 (suppl. 1), 50–53.
- Zhou, R., Guo, C., Fu, Q. & Pan, L. (2012) Study on the drought and flood disasters formation mechanism in Karst region of middle Guangxi. Procedia Engineering 28, 277–281.

附件.潜在的土壤侵蚀计算方法

潜在土壤侵蚀的计算遵循 "修订的通用土壤流失计算方程"(RUSLE), Renard K.G.、Foser G.R.、Weesies G.A. 等人(1997), "预测水力土壤侵蚀: 采用'修订的通用土壤流失计算方程'(RUSLE)制定的保护规划指导方针" [M]。农业手册第 703 号。美国农业部, 华盛顿特区。

土壤保持的数学表示方法为:

 $\Delta A = Ep - E$

Ep = R*K*LS

E = R*K*LS*P*C

其中

ΔA 为土壤保持量

Ep= 潜在土壤侵蚀 (无植被覆盖的潜在土壤侵蚀)

E =年均土壤流失量 (t ha $^{-1}$ year $^{-1}$)(目前土地覆盖和管理条件下的土壤侵蚀)

R =降雨侵蚀力因子 (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹)

K =土壤可蚀性因子 (t ha h ha $^{-1}$ MJ $^{-1}$ mm $^{-1}$)

LS = 坡长和坡度因子

P = 水利措施因子

C=覆盖管理因子

R因子

R 因子是基于年均降水量 (P) 和全年降雨峰值强度 (月降水量, pi), 对降雨量侵蚀力量度的衡量 (Wischmeier 等人, 1978):

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 \times 10^{(1.5 \log(\frac{pi^2}{p}) - 0.8188)}$$

其中
$$Log = In$$

$$In(x) = Log_{10}x$$

$$In (pi2/p) = Log_{10}(pi2/p)$$

降雨数据来自中国气象科学数据共享服务系统下载 (http://cdc.cma.gov.cn/home.do)

方程式计算采用 ArcMaps 栅格计算器。

K 因子

K 因子为土壤可蚀性因子 — 土壤侵蚀和径流率的敏感度。采用侵蚀土地生产力影响评估 (EPIC) 模型计算 (Williams 等人, 1990):

$$K = \left\{0.2 + 0.3 \exp\left[-0.0258 \times SAN \times \left(1 - \frac{SIL}{100}\right)\right]\right\} \times \left(\frac{SIL}{CLA + SIL}\right)^{0}.3 \times \left[1.0 - \frac{0.25 \times C}{C + \exp(3.72 - 2.95 \times C)}\right] \times \left[1.0 - \frac{0.7 \times SN_{1}}{SN_{1} + \exp(-5.51 + 22.9 \times SN_{1})}\right]$$

其中

SAN = % 沙 (0.1-2mm)

SN1 = 1 - SAN/100

SIL = % 淤泥 (0.002-0.1mm)

CLA = % 粘土 (<0.002mm)

C = % 有机碳 = % 有机质 * 0.58

土壤数据(地表土层 0-30cm) 下载自 http://www.resdc.cn/

在 ArcMap 中, 利用协调世界土壤数据库 (HWSD) 创建了上述方程式中各个变量 (SAN、SN1、SIL、CLA 和 C) 的单个栅格。 然后使用 ArcMap 中的栅格计算器计算得出 K 的方程式。

LS 因子

LS 因子考虑坡长和坡度对侵蚀产生的影响,采用一个 C ++ 可执行文件计算 (Van Remortel 等人, 2004)。需要具备尽可能高分辨率的数字高程模型 (DEM) 来运行这一模式。计算 LS 因子 ACE2 3 弧 秋 \approx 90m)的数字高程数据下载自 http://tethys.eaprs.cse.dmu.ac.uk/ACE2/协同汇集 SRTM 数据集和 ±60N 范围内的卫星雷达测高创建出 ACE2 数据集。采用测高得到的高度数据的控制电弧独特网络之 SRTM 数据集对 110 亿个像素进行了调整。

C和P因子

C和P因子的价值取自Invest:

http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html

Invest	LULC_desc	С	Р	GLC 2000 等级
28	郁闭阔叶森林	0.003	0.002	郁闭树木覆盖、阔叶、落叶;树木覆盖,阔叶、常青
40	可灌溉的年度轮换	0.02	0.012	栽培和管理地区
44	双季作物	0.02	0.012	栽培和管理地区
49	中耕作物	0.02	0.012	栽培和管理地区
52	大田作物	0.02	0.012	栽培和管理地区
54	后期大田作物	0.02	0.012	栽培和管理地区
55	牧场	0.01	0.005	草本覆盖、郁闭 - 半郁闭
		0.015	0.0085	花叶:农田/灌木或草本覆盖
56	天然草原	0.005	0.002	稀疏草本或稀疏灌木覆盖
				稀疏草本或稀疏灌木覆盖;灌木覆盖、郁闭 - 半郁闭、
57	天然灌木	0.005	0.002	落叶
59	淹没地带 / 沼泽	0.002	0.001	经常被淹的灌木和/或草本覆盖
62	果园	0.006	0.005	花叶:农田/树木覆盖和/或草本覆盖
66	潮湿灌木	0.002	0.001	经常被淹的灌木和/或草本覆盖





厂西省的气候变化将不仅给人卖造成影响,也会波及到物种和生态系统。因此减缓和适应行动(包括以森林生态系统为基础的工作方式)将能够提供潜在的巨大惠益。此外,由于这些行动与生物多样性息息相关,它们亦提供了向实现与森林相关的气候变化减缓和适应 CBD"爱知目标"迈进的机会,特别是如下目标减少森林砍伐(目标 5)、恢复(目标 15)、保护区(目标 11)、以及恢复和维护生态系统服务(目标 14)。



空间分析可以帮助最大化气候变化减缓、适应和生物多样性保护之间的协同效应。比如,这些分析能够突出林区和高碳储量地区的位置,以及这些地区与生物多样性、流域治理、土壤侵蚀和人口密度息息相关地区之间的关联性。报告旨在为决策者和技术顾问提供一系列广泛的空间分析视角和见解,有助于识别气候变化减缓、适应措施和生物多样性保护将发挥协同作用的领域。

联络信息

UNEP World Conservation Monitoring Centre 219 Huntingdon Road Cambridge, CB3 0DL United Kingdom

电话: +44 1223 814636 传真: +44 1223 277136

电子信箱: ccb@unep-wcmc.org www.unep-wcmc.org



Supported by:



Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety