
森林可持续经营：给陆地碳汇扩容

作者：writer 来源：科学网

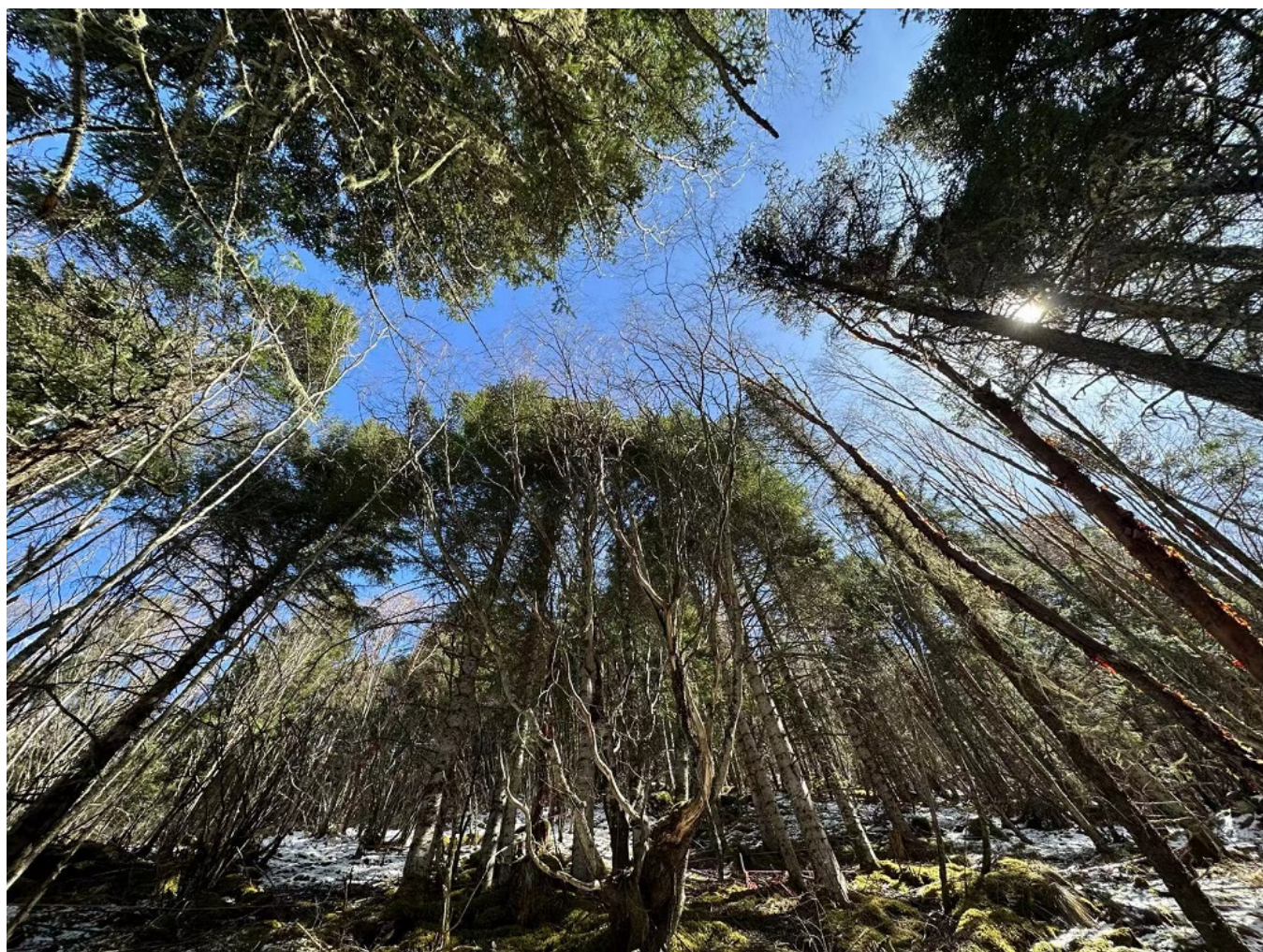
本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/29109.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

森林可持续经营：给陆地碳汇扩容

。森林储存的碳占陆地生态系统碳库的40%，是陆地上除永冻土之外的最大储碳库。

“森林在减缓气候变化中具有双重作用：森林可吸收并固定大气中的二氧化碳；由于森林退化、毁林等，又使其成为大气二氧化碳的排放源。”中国工程院院士、中国林业科学研究院研究员刘世荣告诉《中国科学报》。



川西米亚罗人工林样地。余振摄

?

近日,《自然—通讯》在线发表刘世荣和南京信息工程大学教授余振合作的研究成果。他们预测了在未来不同气候变化情景下我国2020~2100年的森林碳储量和碳汇变化趋势。当前可以通过树种替代、延长轮伐期和提升木材产品碳库等方式提升陆地碳储量,更有效地服务于“碳中和”目标。研究成果凸显了我国森林的巨大碳汇功能,从森林生物量碳汇的综合评估为我国编制林业国家自主贡献(NDC)提供了重要支撑。

研究森林碳汇应综合考虑多种影响因素

“森林是陆地碳汇的主体,而通过森林固碳是实现‘碳中和’国家战略的关键举措之一。”论文通讯作者刘世荣说,准确预估森林碳汇大小及其未来变化是中国参与全球环境治理、制定气候变化应对策略和编制NDC的科学参考。

论文第一作者兼通讯作者余振告诉《中国科学报》,当前已经有很多专家和学者从不同角度、采用不同的方法,测算了中国森林碳汇潜力。

比如,有的研究采用森林清查资料,构建树木生长方程。据此预测未来森林蓄积量,然后再转换为碳储量。但是建立的统计方程模型没有把未来气候变化对树木生长的影响考虑进去。

还有的研究虽然考虑了气候变化的影响,但也是采用树木生长方程去预测,没有合理地考虑森林采伐的影响,然而森林采伐对森林固碳的影响是非常大的。

刘世荣认为,以往这些研究只考虑了一部分影响森林碳汇的因素,未能全面考虑气候变化、森林采伐、林龄动态、人为经营管理措施和木材产品碳库等因素的综合影响。

例如,气候变化改变了未来宜林地分布格局、采伐和造林改变了森林林龄结构。这些因素的变化将反馈到树木的生长与再生长过程,不仅改变了现有林和新造林的固碳能力,也改变了木材产品碳库的大小。



川西毕棚沟亚高山针叶林。余振摄

？

“森林采伐之后，会进行重新造林，新造森林的林龄与采伐之前完全不同，其树种及生长速率也大不一样，所以固碳能力也发生了改变。此外，森林采伐出来木材做成产品之后，也会在非大气环境中存留一段时间，特别是较长生命周期的木材产品或木基材料，可以看成是一个森林生态系统之外的碳库，纳入考量之后会更加全面。”余振说。

为了克服这些不足，该研究基于全国森林清查数据，结合生态系统过程模型和传统统计模型模拟的方法，预测了在未来不同气候变化情景下我国2020-2100年的森林碳储量和碳汇变化趋势。

储碳更多，峰值更迟

“树木的生长遵循慢—快—慢的规律。”刘世荣说，受限于个体的幼小，幼年树木长得慢，固碳也慢。随着树木逐渐长大，叶面积越来越大，根系越来越发达，生长速率也步入快车道，固碳能力逐渐达到最大。当树木长到成熟，步入老年期，大部分光合作用产物都被用于维持自身的呼吸作用或衰老枯死而消耗了，因此固碳速率趋于降低。

现实中，有相当一部分成熟森林被采伐后又种上新林子，所以这部分森林遵循森林可持续经营的

原则可通过合理采伐而保持森林相对比较年轻的状态或年龄结构，籍以维持稳定的高生产力和固碳能力。

“当前我们国家的森林正处于比较年轻的状态，因此生物量累积的固碳速率很高。但是随着森林平均年龄不断增加，森林生物量的固碳速率将会趋于下降。在全国水平上，这个固碳速率由快到慢的过程有一个转折点，也就是森林碳汇的峰值。”余振说。

该研究基于过程模型的模拟结果表明，我国森林生物量碳储量在2020-2100年期间可以提升 $13.6 \pm 1.5\text{Pg}$ （ $1\text{PgC}=10\text{亿吨碳}$ ），通过人为经营管理活动可以进一步提升 $2.3 \pm 0.03\text{Pg}$ 碳，而且木材产品库可以增加储存 $1.9 \pm 0.1\text{Pg}$ 碳。

余振解释道， 1Pg 的碳是1015克碳，也就是10亿吨碳，转换成二氧化碳的话是36.7亿吨。该模拟结果表明，2030年我国森林生物量的碳储量可以达到129亿吨碳，2060年可进一步提高至188.5亿吨碳。此外，2030年和2060年的年均固碳量可达2.03亿吨和1.92亿吨，分别可以抵消5.4~7.8%和4.6~8.5%的同期碳排放量。

这些结果为我国森林碳汇评估和优化管理提供了科学依据。刘世荣介绍，早期研究大多数预测了2060年之前的森林碳汇，有少数研究预测的碳汇到2100年。近期碳汇研究的预测开始以2100年为最后一年。“总的来说，我们的碳汇预测结果比早期研究要高，与近期的研究相近，主要的不同点在于森林碳汇变化的趋势与碳汇峰值出现的年份。”

刘世荣强调，这些差别背后的根本原因是，他们不但改善了模型参数并提高模型预测的精度，而且考虑了各种森林碳汇提升途径及其时空优化配置，特别是突出森林经营管理对提升森林碳汇的重要作用。与以往的研究工作相比，他们更系统、更全面的考虑了气候变化、森林采伐、林龄动态、森林经营管理措施和木材产品碳库等综合因素对森林碳汇潜力的影响。

余振说，相比而言，传统的基于生物量—林龄关系的统计模型由于未能充分考虑采伐等过程的影响，可能造成长期的碳储量预测的偏差。此外，不论是过程模型和统计模型，如果不考虑采伐等对林龄的影响，森林生物量碳汇的预测峰值会提前10~30年左右，这也表明当前大部分的森林生物量碳汇的峰值预测可能存在较大偏差。

保碳、增碳、扩碳和碳资源化利用

“我们发现，如果实施森林可持续经营，通过科学合理确定森林采伐量以及森林内部动态对林龄增长的影响，森林碳汇的峰值出现的年份将比之前不考虑森林采伐情况的要迟。”刘世荣说。

他强调，我国当前可以通过树种替代、延长轮伐期和提升木材产品碳库等方式提升陆地碳储量和碳汇，更有效地服务于“碳中和”目标。

余振解释道，由于某些区域在人工造林过程中未做到适地适树，或者有些区域的某些树种由于受到气候变化胁迫而变得不适宜，导致其碳汇功能受限，因此这些不适宜的树种需要逐步被替代并采用其它更适宜树种来替代。

此外，延长轮伐期也就是适当推迟森林采伐时间，可以维持并增加森林碳储和碳汇，特别是土壤碳的积累，也是一种提升森林碳储量的有效方式。森林采伐出来的木材可以做成家具、板材等等产品，这部分碳并没有立刻进入大气，而是被慢慢分解释放的。因此，从生态学角度而言，这部

分林产品也可以视为森林之外的一个陆地碳库，可以发挥与森林碳库类似的功能。

“应该从政策上引导林产品的类型，减缓林产品碳库的排放速率，发展木竹基的生物质产品或长生命周期的新材料并替代高排放的化石基产品或材料。”余振说。

该研究提出，需从保碳、增碳、扩碳和碳资源化利用等四个途径对森林资源进行保护修复、科学经营、合理利用和优化管理。保碳就是保护现有森林碳库。增碳就是提升现有森林质量，例如，加强人工林的集约经营，对现存低效林分进行改造和经营等。扩碳就是进一步增加森林植被面积。碳资源化利用也就是碳替代措施，例如开发碳替代产品，通过耐用木质林产品替代水泥、塑料等能源密集型材料等。

中国科学院院士、中国林业科学研究院森林生态与保护研究所研究员蒋有绪认为，该研究在综合气候变化情景和未来造林假设框架内做出了比已有研究更加贴近实际的森林碳汇预测结果。这也是该团队在前期对我国森林碳汇历史变化综合分析的基础上，进一步全面和深入揭示我国森林未来碳储量、碳汇时空格局变化的合理预测。特别是对森林采伐和林产品碳库的综合考虑，改进了碳汇峰值预测的准确性和森林碳汇核算的系统性。

“这些研究成果阐明了森林经营管理在提升我国森林碳汇中的重要作用，也证实了保碳、增碳、扩碳和碳资源化利用在实现碳中和目标中的关键作用。”蒋有绪说。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-024-48054-1>

作者：李晨 来源：中国科学报

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

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