



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

采矿清除的不只是矿区——资源开采周边隐藏的森林损失

一项 *Nature* 研究分析了撒哈拉以南非洲的 16,627 个矿区集群，发现 2001 至 2020 年间，茂密森林中的采矿直接造成约 187,000 公顷毁林，但更大的问题在矿区之外。与未开矿地区相比，矿山建成十年后，1 公里范围内的毁林在 0 到 100 尺度上高出 8 个百分点，而且影响一直延伸到 20 公里。平均而言，矿山每直接清除一公顷森林，五年内还会伴随 33.9 公顷额外矿区外森林损失。这不意味着能源转型是坏事，而是意味着矿物供应链有自己的地理，而森林代价往往比矿坑更大。

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

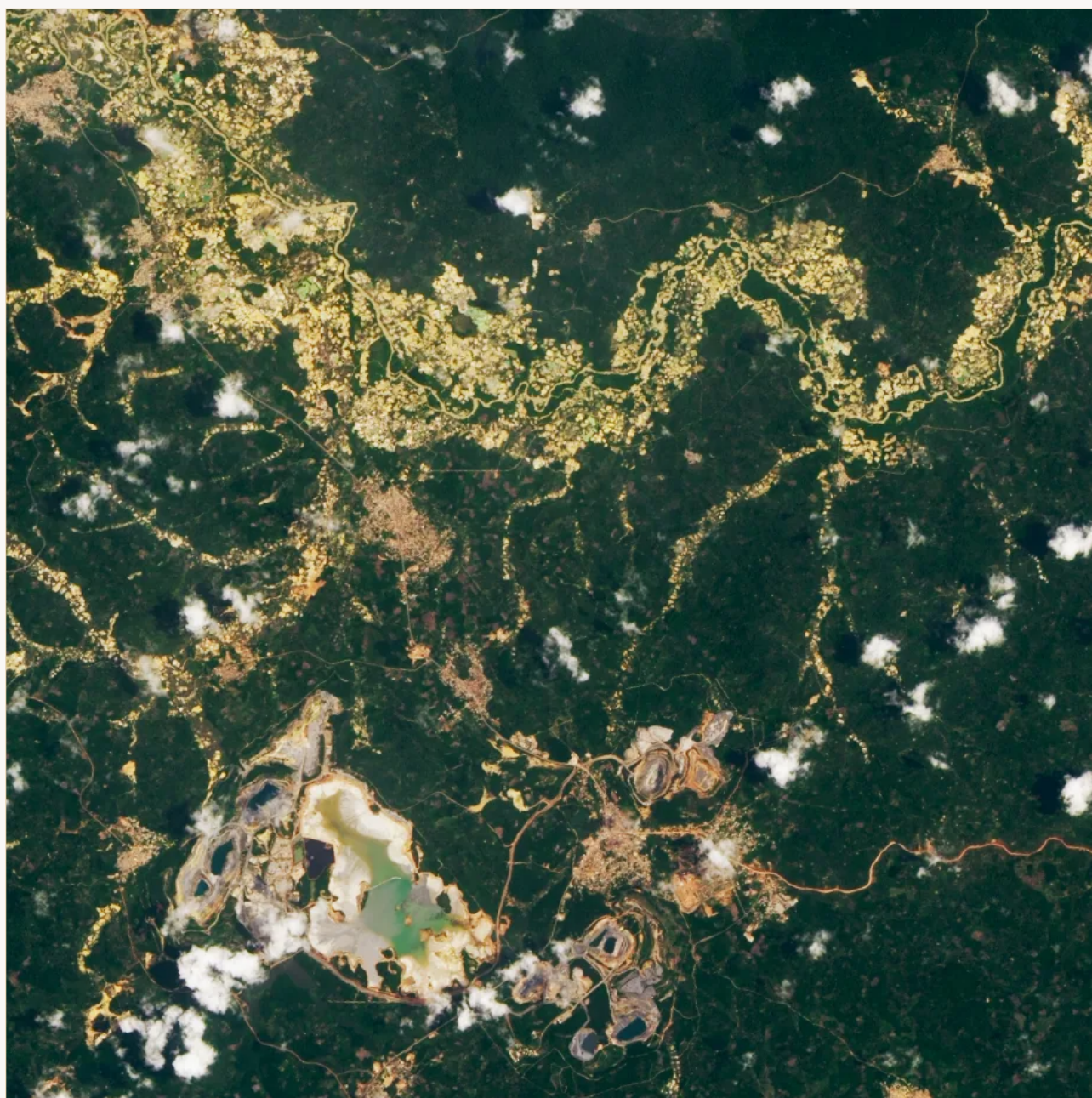
Paper: *Mining triggers extensive additional deforestation in sub-Saharan Africa*, Oscar Morton, Christopher G. Bousfield, Prince Dégny Valé, Ieuan Lamb, Victor Maus, Robert G. Bryant, and David P. Edwards, *Nature* (2026) · DOI: [10.1038/s41586-026-10551-2](https://doi.org/10.1038/s41586-026-10551-2)

足迹不只是森林里的那个洞

矿山有着显而易见的形状：矿坑、尾矿池、废石堆，或是一条切入森林的道路。这些都是卫星看得见、监管机构能够圈定的痕迹。

但采矿也会改变周围的土地。人们会随之到来，道路让森林更容易抵达，聚落不断扩张，农业也向外延伸。矿山不只是地图上的一道伤疤；它可能变成一个新的重心。

《Nature》的一篇论文量化了撒哈拉以南非洲各地的这种差异。作者估算了 2001 年至 2020 年间密林中由采矿直接驱动的毁林，然后进一步追问：与尚未开采的相似地区相比，矿山周围多出了多少森林损失。他们的结论简单，却令人不安：矿山的直接足迹只是可见部分。



一幅自然色彩的 Landsat 图像显示了加纳阿散蒂金矿带的大型金矿和手工采金造成的森林疤痕。本文讨论的研

究考察了采矿相关的森林损失延伸到矿山足迹之外多远。

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

这项结果对气候和生物多样性政策意义重大，因为它把两个事实放在了同一个框架里。现代基础设施和能源转型需要矿产，但矿产不会凭空出现。真正需要问的，不是用一句口号判断采矿是好是坏，而是有没有诚实地衡量采矿造成的全部森林代价。

作者做了什么

这项研究将大陆尺度的森林和土地利用数据，与因果推断设计结合起来。作者绘制了 2001 年至 2020 年间撒哈拉以南非洲森林地区的 **16,627 个矿区群**，并区分了两类森林损失。

第一类是**采矿直接驱动的毁林**：矿山足迹内部的清林，包括矿坑、尾矿池、废石堆、矿井，以及其他与采矿作业直接相关的设施。

第二类是**矿区外毁林**：矿山周围、并非发生在矿坑本身的森林损失，但可能是在矿山建立后，由农业、聚落、道路和其他通行活动等间接活动触发的。

为估算第二部分，作者采用了双重差分框架。简单来说，他们比较了采矿开始前后矿山周围的森林损失，再与相似但尚未开采地区周围的森林损失进行比较。随后，他们考察了距矿山中心不同的同心距离：1 km 内、1-5 km、5-10 km 和 10-20 km。

这一设计很重要，因为这篇论文并不只是统计矿山附近的森林损失。它试图估算矿山建立所导致的额外损失，并将其与未开采地区的反事实趋势进行比较。

他们发现了什么

采矿直接造成的损失很大。作者估算，2001 年至 2020 年间，撒哈拉以南非洲密林中直接由采矿导致的毁林面积达到 **187,070 公顷**。刚果民主共和国、加纳和科特迪瓦三国合计占这部分直接损失的 **45%**。

周边损失大于矿山足迹。矿山建立后，1 km 内的累计毁林程度在十年后比未开采地区高出 **8 个百分点 (0 到 100 的尺度)**。这是毁林率的绝对差距，而不是相对增加 8%。这种影响会随着距离增加而减弱，但并未消失：研究估算，十年后 1-5 km、5-10 km 和 10-20 km 范围内的额外差距分别为 3.6 个百分点、1.9 个百分点和 1.1 个百分点。

这些数字都有明确的时间范围。它们反映的是十年影响，不是即时损失。

矿区外损失与直接损失之比十分惊人。在另一项计算中，作者估算，矿山足迹每直接清除 1 公顷森林，五年内矿区外还会额外损失 **33.9 公顷**密林。其中大部分额外的矿区外损失与矿山建立所触发的农业扩张有关，聚落扩张也很重要；在他们的分解中，道路所占比例较小。

这个数字同样有明确的时间范围：它是五年的矿区外损失/直接损失之比，不应与十年期的 0 到 100 尺度影响混为一谈。

不同地区受到的影响并不相同。研究指出，刚果民主共和国的情况令人严重担忧，因为该国既有很大的采矿直接足迹，也有大量额外的矿区外损失。其他国家的矿区外相对影响较高，但直接足迹较小。按矿产种类看，开采钴和铜的矿山——这两种矿产对电池、电力基础设施和能源转型都至关重要——在该研究的估算中造成的额外毁林总量最高。

为什么矿区外部分很重要

环境评估通常从直接项目边界开始，这是可以理解的。矿坑清晰可见，许可证有明确边界，公司也可以说明计划建设哪些基础设施。

但森林的反应并不只受法律边界影响，也受通行条件和激励因素影响。矿山可以带来道路、工人、资金、聚落以及对食物的需求。这些因素可能让附近的森林变成更容易清理、更有利可图，或者更有必要清理的土地。

因此，这篇论文最重要的并不是某一个数字，而是区分了**直接损失与触发的损失**。

如果供应链只统计矿山足迹，就可能低估采矿造成的土地利用变化。如果环境影响评估止步于租赁边界，就可能漏掉项目促使其更有可能发生的森林损失。而如果一种产品因为支持可再生能源而被营销为清洁产品，这并不会自动使其材料链条也变得清洁。

这项研究没有证明什么

- 它**没有**表明能源转型不好。它表明，现代基础设施所使用的矿产（包括能源转型所需的矿产）可能带来巨大的土地利用代价。
- 它**不意味着**每座矿山每直接损失 1 公顷森林，就一定会造成恰好 33.9 公顷的矿区外损失。这是对大量矿区群的平均估算，不是对某个具体项目的预测。
- 它**没有证明**矿山附近每一棵消失的树，都是因为那座矿山才被砍伐的。该研究使用准实验设计，在总体尺度上估算额外损失。
- 它**没有**将责任归于个别公司、许可证或买方。这需要超出本文范围的项目级追踪。
- 它**没有**涵盖采矿的全部影响。水污染、劳动条件、生物多样性破碎化、权利冲突和社会性迁移不在这里的主要森林损失测量范围内。
- 它**没有**覆盖全世界。分析对象是撒哈拉以南非洲的密林。

证据有多强？

对于直接毁林估算，在大陆尺度上，证据很强。研究使用已发表的土地利用和森林覆盖数据集，识别与采矿设施直接相关的森林损失。

对于额外的矿区外损失，证据同样相当充分，但它基于模型。双重差分旨在从观察性数据中估算因果效应，尤其适用于无法进行随机实验的情形。作者采用了近期能够稳健处理异质性的方法，并用其他

估计量检验稳健性。这是良好的做法。

不过，应当在正确的尺度上解读这一结果。这篇论文有力地表明，在整个研究系统中，矿山建立与矿山足迹之外的额外毁林有关。它并不是每一棵树都在卫星面前留下的认罪记录。

因此，对公众最有用的理解方式既不是恐慌，也不是轻视，而是测量上的严谨：如果采矿打开了一片土地，影响评估就应当把视线越过围栏。

为什么这很重要

“清洁能源”这个说法可能掩盖一个物质世界。太阳能电池板、电池、输电线路、电动汽车和数据中心都需要开采矿产。其中一些矿产来自拥有全球重要森林和生物多样性的地区。

这并不意味着脱碳是个错误。另一种选择——继续依赖化石燃料——同样会带来巨大的土地、空气、水和气候代价。但这意味着，一种转型可以比化石燃料体系更清洁，却仍然不会自动成为清洁转型。

这篇论文的价值在于，它让人更难忽视那些隐藏的地理联系。它在说：不要只统计矿坑。要统计矿坑周围的森林变化。要统计采矿之后出现的道路、农田和聚落。要把矿区外毁林纳入环境影响评估、无净损失声明和零毁林供应链。

这比“绿色矿产是好是坏”更成熟。事实是：转型的物质基础会产生后果，而这些后果必须在供应链自称清洁之前变得清晰可见。

清晰总结

一项《Nature》研究分析了 2001 年至 2020 年间撒哈拉以南非洲密林中的 16,627 个矿区群。研究估算，由矿坑、尾矿池和废石堆等矿山设施直接驱动的毁林面积为 **187,070 公顷**。作者使用双重差分框架，进一步估算了矿山周围相对于未开采地区的额外毁林：十年后，1 km 内的累计毁林程度在 **0 到 100 的尺度上高出 8 个百分点**，并且一直到 20 km 范围内仍然较高。在另一项五年期计算中，采矿每直接造成 1 公顷毁林，平均对应 **33.9 公顷** 额外的矿区外密林损失，主要通过农业扩张和聚落扩张发生。在该研究中，开采钴和铜的矿山造成的额外毁林总量最高。这个结果并不表明能源转型不好，而是表明矿产供应链会产生超出矿山足迹的土地利用代价。

不绕弯核查

论文显示了什么：2001 年至 2020 年间，撒哈拉以南非洲密林中的采矿造成了大量由矿山设施直接导致的森林损失；与未开采地区相比，矿山建立之后矿山周围出现了额外毁林；矿区外损失可能大幅超过矿山直接足迹；在这组数据中，一些能源转型矿产与较高的额外毁林总量相关。

合理但尚未证实的推断：许多单座矿山的矿区外影响可能大于其许可证范围所显示的影响；更严格的环境影响评估和供应链规则可能减少其中一部分损失；类似的隐藏矿区外影响可能也存在于其他热带

采矿地区。

研究没有显示什么：所有采矿活动的破坏程度都相同；每一次附近森林损失事件都由某一座具体矿山造成；能源转型不好；在没有项目级追踪的情况下，个别公司或买方应对特定损失负责；或者森林损失是唯一重要的环境或社会代价。

主要局限：采用观察性因果推断，而非随机化证据；提供的是大陆尺度估算，而非项目级归因；研究聚焦于撒哈拉以南非洲的密林；直接影响和矿区外影响取决于数据质量、矿山识别以及模型假设。

普通读者应有多大信心？对于研究区域内直接采矿毁林规模很大这一点，信心高。对于在总体尺度上矿山建立与额外矿区外毁林相关这一点，信心良好。将 33.9:1 的平均比例用于任何一座具体矿山时，信心较低。恰当的态度是：矿产供应链可能不可或缺，但仍需要在矿坑之外进行诚实核算。

来源

Nature (2026)

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10551-2>

White Rose Research Online —published version

<https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/241799/>

Processed outputs and analysis code —GitHub

https://github.com/OMorton/AFR_MiningForestLoss

Post-deforestation land-use dataset —Zenodo

<https://doi.org/10.5281/zenodo.11065705>