



科学 - 政策简报

土壤有机碳估算和管理工具



为什么要管理土壤有机碳？

如果人们能避免或减少土地退化，能够在相同土地类型的其他地方，通过恢复或修复土地退化，抵消新产生的土地退化，就可以实现土地退化零增长（LDN）。（参见：LDN框架）。要避免和减少土地退化，主要手段是应用可持续土地管理（SLM）的方法和技术。土壤有机碳（SOC）是LDN的三个全球指标之一，这是因为SOC具备多重功能，并能够敏感地反映土地管理水平。因此，预测和监测SOC的变化对于实现LDN目标至关重要。测量SOC并非易事，因为即使土壤类型和土地利用方式相同，不同景观条件下的SOC储量差异也非常大，同时，SOC储量也会随时间而波动。预测由于土地管理变化产生的SOC储量的潜在变化也是一大挑战。评估SLM产生的SOC储量变化的准确性，通常会受到可采用的数据和SOC估算工具/模型有效性的限制。因此，对SOC估算进行有针对性的投资至关重要。要准确估算由SLM干预而产生的

SOC储量变化，需要提供统一方法指导。用于SOC估算的软件工具和生物物理模型有助于“填补”SOC估算测量数据集的“空白”。以下决策树形图用于指导人们如何通过替代性SLM措施预测SOC的变化，并监测因SLM干预造成的SOC变化，从而帮助决策者在恰当的时间、恰当的地点，以适当的规模进行适当的SLM干预，其总目标是提高或保持土壤有机碳储量，改善土壤健康水平，推动LDN目标的实现。

可持续土地管理对土壤有机碳的重要性

土壤有机碳（SOC）是全球碳循环的重要组成部分，也是土壤有机物（SOM）的主要组成部分。SOM对土壤生产力和各种生态系统服务至关重要。保持或提高SOC储量可以带来一系列共同效益，不仅有助于实现可持续发展目标15.3——实现全球土地退

化零增长，也有助于实现可持续发展目标1（无贫穷）、2（零饥饿）、3（良好健康与福祉）、6（清洁饮水和卫生设施）、7（经济适用的清洁能源）、12（负责任消费和生产）、13（气候行动）和5（性别平等）。通过SLM保护SOC，对于土壤特性和形成过程也会产生显著的积极影响。

SOC/SOM对土壤健康和功能的积极影响

约束条件	通过SLM提高SOC储量所带来的影响
干旱	水源保护，土壤温度适度调节，根系扩散，绿水供应得到改善
土壤肥力	营养保持和有效性；减少因淋溶、挥发和侵蚀造成的损失；营养利用率高
土壤健康	土壤抑病，土壤生物多样性高，植物生长和活力得到改善，土壤具有恢复力
土壤适耕性	土壤板结和紧实的风险低；得益于适当的团块密度和孔径分布，土壤透气性、土壤水渗透和植物种子萌发状况更好
生产	可持续的农业生产，产量增加，营养状况改善，恢复力提高。



将性别平等观念纳入土地相关活动

《防治荒漠化公约》的性别平等行动计划针对女性和男性充分有效参与各级规划、决策和执行提供了各方支持的行动框架，以赋予妇女、女童和青年相应的权力。将性别平等行动纳入土地退化零增长项目的相关活动，有助于积极解决性别差异问题，促进性别平等和妇女赋权。LDN/SLM项目的公平参与，提升了社会经济发展和环境成果的前景。

* 关于将性别平等行动纳入项目的益处详情，可参见相应《防治荒漠化公约-科学与政策联系平台技术报告》表4



决策树形图1

何时投资SOC监测？

要评估LDN的成果，就需要监测SOC的变化，这是LDN三个全球指标之一。

然而，有限的数据往往会阻碍SOC监测，因此有必要对SOC监测估算进行投资。但如何确定投资是否有必要？为了协助有关方面做出决策，决策树形图1提供了关于在何种情况下进行投资SOC估算和监测的指导，以跟踪SLM措施的影响，并协助对2030年SOC变化层面的LDN成果进行监测。决策树形图1利用本地资料和全球数据集的信息，指导人们选择恰当的SLM措施，以提高或保持SOC储量，并带来其他益处。第一步是土地健康评估，其中包括对土地潜力和土地退化状况的评估，这是LDN规划的准备步骤。

后续步骤：SLM需要结合测量数据和工具/模型进行SOC估算（请查看决策树形图2）。为提高SOC估算能力，有必要对工具/模型的改进进行投资，从而推动LDN的实现（请查看决策树形图3和4）。此外，对于适用于不同土地利用系统的SLM做法，相应技术报告的表6显示了这些做法对SOC的影响程度。

监测土壤有机碳，
沿此箭头继续



决策树形图2

如何估算因SLM产生SOC变化

决策树形图2用于指导建立SOC监测和测量工具投资方案，这些方案可以卓有成效地推进国家层面的LDN评估。直接测量或使用SOC估算工具/模型（或两者结合）有助于推进国家层面的LDN评估工作。在部署SLM措施时，此决策树形图可在整个LDN过程中重复使用。

后续步骤：根据您是否具备测量基准储量的能力，或您是否将使用“空间代替时间”测量法，或您是否将使用工具/模型进行SOC估算，决策树形图2将提供有关替代步骤的指导。决策树形图5可以提供有关测量SOC的指导；决策树形图3a可以提供有关工具/模型的使用指导。

如果选定潜在SLM措施，需要用土壤有机碳验证LDN成就，请沿此箭头继续

扫描二维码下载
相关决策树

如果建议开展对比性评估投资，请沿此箭头继续

提高和发展土壤有机碳评估能力，请沿此箭头继续

目标群体:

- 技术人员
- 政策制定者



决策树形图3a

您需要多高的置信度？

所需的置信度水平取决于数据的使用方式。例如，选择SLM措施需要中等置信度，排放权交易则需要高置信度。LDN工作人员可以根据做出SLM决策所需的最低置信度来进行SOC比较估算投入。决策树形图3a和3b针对获取不同置信度水平SOC数据提供了指导。它们将指导您在需要高、中、低置信度的情况下应分别采取哪些步骤。

后续步骤：由于所需置信度水平的相应数据并非始终能获得，因此可能需要额外的SOC测量（请查看决策树形图5）或模型研发（请参见管理土壤有机碳以实现土地退化零增长的框架）。



决策树形图4

“在何种情况下需要优先考虑SOC监测”

对于部分LDN干预措施，SOC的变化会与土地生产力和/或土地覆盖的变化密切相关，因此可以使用土地生产力和土地覆盖指标来估算SOC储量变化。然而，对于不会显著改变土地覆盖或生产力的SLM技术和方法，监测SOC便是需要优先考虑的事项。决策树形图4可以协助确定在何种情况下有必要跟踪和监测SOC，以验证LDN成果。

注意：低强度SOC监测适用于较大/相对均匀的区域，而多样性较大的土地需要更密集的SOC监测。

如果数据完善，
请沿此箭头继续

如果存在数据差距，
请沿此箭头继续



决策树形图3b

如何获得高置信度的SOC数据

决策树形图3b根据可获得数据为少量、部分还是大量，提供了需要高置信度数据时应采取的步骤。

后续步骤：如果SOC估算的工具/模型与规模、生态区域或SLM措施不匹配，建议使用在SLM干预的基准地点收集测量的数据，以改进SOC估算的工具/模型（请查看决策树形图5）。另外，请参阅相应科学与政策联系平台技术报告中的表8和表9，以了解如何根据您的目标选择相应模型。



决策树形图5

如何收集或改进SOC数据

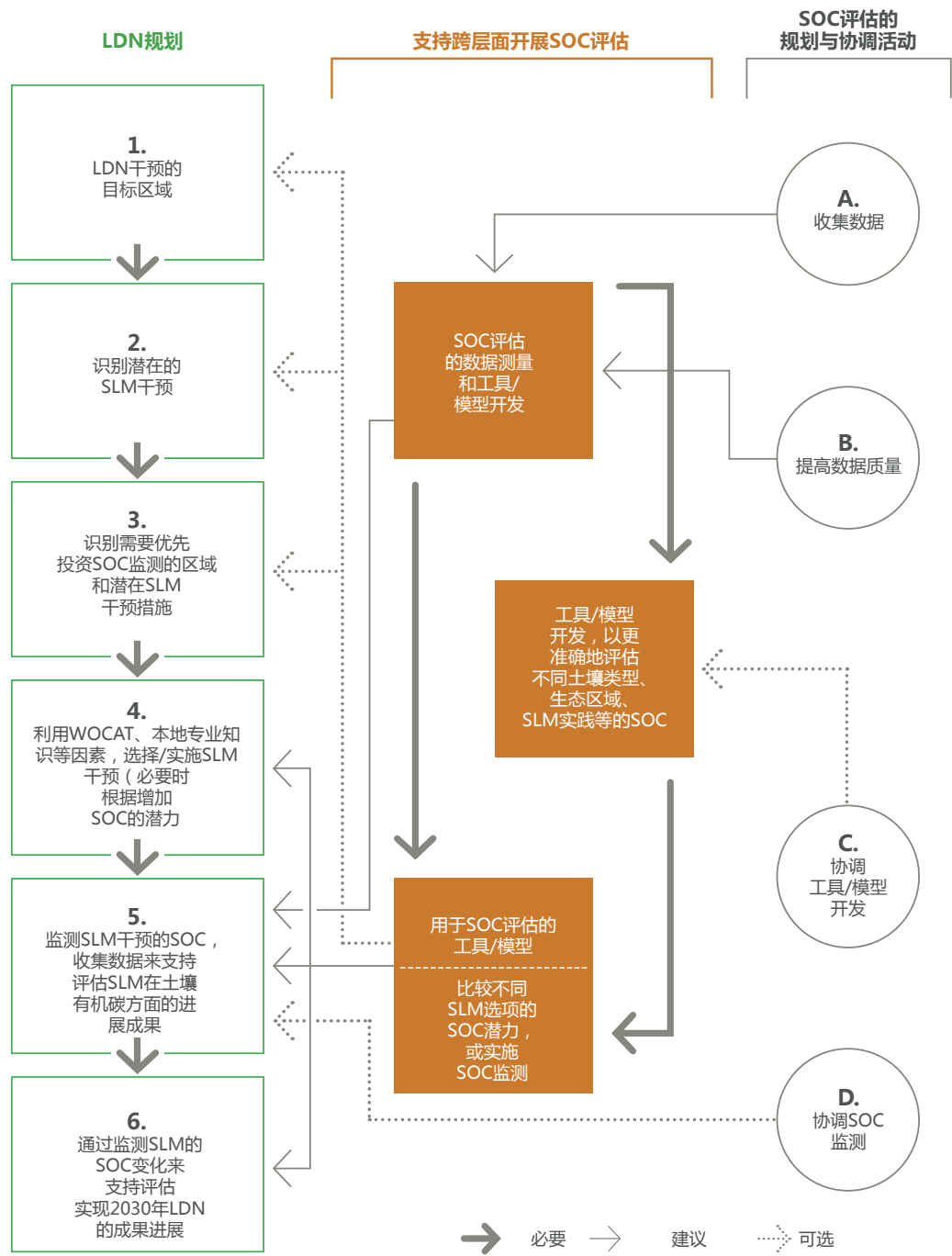
监测SOC变化的一大挑战在于，对因SLM引起的SOC变化需要较高的测量精度。针对所面临的挑战，决策树形图5可以帮助您选择合适的土壤采样方法。如果财力和人力资源充足，建议建立全国SOC监测网络。

后续步骤：如果财力和人力资源不足以支持建立全国SOC监测项目，请参考决策树形图4，了解如何确定需要优先测量SOC的地点。无论在哪一种情况下，您都可以参考粮农组织2019年出版的《测量和模拟土壤碳储量和牲畜生产系统储量变化评估指南》，以进一步了解如何进行SOC采样。

开发工具和模型获得SOC储存数据，
请沿此箭头继续

针对LDN的SOC管理框架

为了优化利用有限资源通过SLM措施管理SOC，从而实现LDN，以下框架将土地区域与具有适当的SOC测量和SOC估算工具/模型支持的SLM方法进行了相互匹配。该框架用于指导SOC估算方法的开发、测试和改进，以用于监测SOC，支持LDN的成果评估。



该框架显示了通过组合使用由规划和协调活动（灰色圆圈）支持的SOC估算（橙色框）测量数据和工具/模型，可以如何支持LDN规划活动，进而推动LDN的实现（绿框）。规划活动以便（A）汇总数据、（B）改进数据和协调活动（C和D），可以在LDN相关工作之外的科学、产业和其他活动中进行。

政策制定者现在可以做什么？

- 将SOC测量重点放在SOC是关键指标的地点（例如：在一些农田和牧场，NPP和LCC不适合作为土地退化和改善的指标——比如在不同农田管理方式之间；再比如，具体的土地退化过程不会明显反映在土地覆盖和土地生产力的变化趋势中）；
- 利用全国/地方数据和当地专业知识，将SOC工具/模型应用于SOC估算，以进行评估和监测。一些可免费使用的全球数据集提供了可能契合当地情况的土壤SOC信息，具体取决于所需的置信度水平。
- 结合测量和工具/模型进行SOC估算，可以有效而显著地减少成本：使用测量结果来建立基准，应用工具/模型来估计SOC变化。量化并报告测量结果和模型的不确定性。
- 使用SOC估算工具来选择适合当地环境的适当SLM措施。

- 在LDN初步评估和制定评估性别平衡的标准过程中融入性别平等的理念，从而鼓励性别平等行动，促进性别平等。
- 有针对性地应用SLM措施（政策、策略、方法和技术），从而保持或提高SOC储量，在景观和国家层面实现LDN，带来多重效益。
- 评估由土地带来的不同生态系统服务共同效益和妥协，从而为SLM多重效益的量化提供实证。

关于土壤有机碳估算的进一步操作指导见UNCCD-SPI技术报告“实现土地可持续管理措施的碳效益：在土地退化零增长计划和监测背景下的土壤有机碳估算指南”。

防治荒漠化公约-科学与政策联系平台相关出版物

- J. L. Chotte, E. Aynekulu, A. Cowie, E. Campbell, P. Vlek, R. Lal, M. Kapović-Solomon, G. von Maltitz, G. Kust, N. Barger, R. Vargas and S. Gastrow. 2019. Realising the Carbon Benefits of Sustainable Land Management Practices: Guidelines for Estimation of Soil Organic Carbon in the Context of Land Degradation Neutrality Planning and Monitoring. A report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.
- P. H. Verburg, G. Metternicht, C. Allen, N. Debonne, M. Akhtar-Schuster, M. Inácio da Cunha, Z. Karim, A. Pilon, O. Raja, M. Sánchez Santivañez and A. Senyaz. 2019. Creating an Enabling Environment for Land Degradation Neutrality and its Potential Contribution to Enhancing Well-being, Livelihoods and the Environment. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.
- A. Reichhuber, N. Gerber, A. Mirzabaev, M. Svoboda, A. López Santos, V. Graw, R. Stefanski, J. Davies, A. Vuković, M. A. Fernández García, C. Fiati and X.Jia. 2019. The Land-Drought Nexus: Enhancing the Role of Land-Based Interventions in Drought Mitigation and Risk Management. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.
- B. J. Orr, A. L. Cowie, V. M. Castillo Sanchez, P. Chasek, N. D. Crossman, A. Erlewein, G. Louwagie, M. Maron, G. I. Metternicht, S. Minelli, A. E. Tengberg, S. Walter and S. Welton. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.
- M. J. Sanz, J. de Vente, J.-L. Chotte, M. Bernoux, G. Kust, I. Ruiz, M. Almagro, J.-A. Alloza, R. Vallejo, V. Castillo, A. Hebel and M. Akhtar-Schuster. 2017. Sustainable Land Management contribution to successful land-based climate change adaptation and mitigation. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany
- UNCCD 2018. Gender Action Plan https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2018-01/GAP%20ENG%20%20low%20res_0.pdf

延伸阅读：

- FAO. 2019. Measuring and modeling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: Guidelines for assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. Rome, FAO.
- FAO. 2017. Soil Organic Carbon: the hidden potential. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy

如何引用此简介：

UNCCD/Science-Policy Interface (2019). Tools for Soil Organic Carbon Estimation and Management. Science-Policy Brief No. 4. September 2019. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.

978-92-95117-69-3 (纸质版)

978-92-95117-70-9 (电子版)

请在这里下载相应的SPI技术报告和补充材料：



United Nations
Convention to Combat
Desertification

Platz der Vereinten Nationen 1, 53113 Bonn, Germany
Postal Address: PO Box 260129, 53153 Bonn, Germany
Tel. +49 (0) 228 815 2800 — Fax: +49 (0) 228 815 2898/99
E-mail: secretariat@unccd.int — Website: www.unccd.int

UNCCD SPI Science - Policy
Interface

防治荒漠化公约科学与政策联系平台报告（SPI）的使命
是为了促进科学家和政策制定者之间的双向对话，
从而确保传播以科学为基础、
与政策相关的信息、知识和建议。