

团体标准

T/CI XXX-2025

生态修复区域识别与固碳增汇效益评估 一体化技术指南

Guidelines for the Integrative Technology of Ecological Restoration Area
Identification Sequestration Benefits Assessment
(征求意见稿)

提交反馈意见时，请将您知道的专利连同支持性文件一并附上。

2025-X-X 发布

2025-X-X 实施

中国高技术产业发展促进会 发布

目 次

前言	IV
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评估原则	3
4.1 科学性	3
4.2 可操作性	3
4.3 规范性	4
5 技术流程	4
5.1 确定评估周期	4
5.2 准备评估资料	4
5.3 评估计算分级	4
5.4 编写技术报告	4
6 生态修复区域识别	4
6.1 生态环境质量指数评估指标体系	4
6.2 生态环境质量指数计算与退化程度分级	5
6.3 生态修复区域确定	5
7 生态修复环境成效和固碳增汇效益协同评估	5
7.1 生态修复环境成效评估分级	5
7.2 固碳增汇效益评估分级	6
7.3 生态环境成效和固碳增汇效益协同评估分级	6
8 编写评估技术报告	6
附录 A (规范性) 生态环境质量指数评价指标计算、分级、赋分细则	7
附录 B (资料性) 生态系统碳汇核算方法	12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国国际科技促进会提出并归口。

本文件起草单位：南京大学、自然资源部碳中和与国土空间优化重点实验室、江苏省土地勘测规划院、中国国土勘测规划院，江苏绿色发展研究基地。

本文件起草人：黄贤金、李龙、漆信贤、王振山、戴劲、宋娅娅。

征求意见稿

引 言

《中共中央国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》、《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030年前碳达峰行动方案》提出了全面贯彻落实国土空间生态修复、碳达峰碳中和重大战略决策。立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，推动高质量发展，坚持系统观念，加快建立统一规范的生态修复区域识别与固碳增汇效益评估技术体系，为统筹有序做好碳达峰碳中和工作、全面推进美丽中国建设、加快推进人与自然和谐共生的现代化提供坚实的数据支撑与基础保障。

国土空间生态修复作为应对气候变化、提升生态系统碳汇能力的重要手段，其区域识别与固碳增汇效益评估的一体化技术体系构建，对于精准施策、优化资源配置、促进生态系统服务功能恢复与提升具有至关重要的作用。陆地生态系统作为地球上最大的碳库之一，其碳汇能力直接关系到全球气候变化的格局与趋势。加快建立生态修复区域识别与固碳增汇效益评估一体化技术体系，不仅是科学评估生态修复成效的前提，也为制定差异化碳中和策略、推动区域绿色协调发展提供科学依据。

为响应国家碳达峰碳中和战略需求，立足生态修复领域的前沿实践与技术挑战，规范生态修复区域识别与固碳增汇效益评估一体化的要求，制定本标准。

生态修复区域识别与固碳增汇效益评估一体化技术指南

1 范围

本文件提出了生态修复区域识别与固碳增汇效益评估一体化工作的原则、技术流程、评估内容与指标、评估方法及报告编写等建议。

本文件适用于山水林田湖草沙一体化生态修复空间识别和生态修复固碳增汇效益评估，森林保护修复、湿地保护修复、草原保护修复、防沙治沙、矿山生态修复、流域综合治理、石漠化综合治理、水土流失治理等其他类型生态修复空间识别与固碳增汇效益评估可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3095 环境空气质量标准

GB 3838 地表水环境质量标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 15618 土壤环境质量标准

HJ 1272 生态保护修复成效评估技术指南（试行）

HJ 91.1 污水监测技术规范

HJ 91.2 地表水环境质量监测技术规范

HJ 164 地下水环境监测技术规范

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ 664 环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）

HJ 1172 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统质量评估

HJ 1173 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估

T/CSGPC 023 陆域碳收支空间核算技术指南

《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）》（自然资办发〔2020〕38号）

《关于印发〈区域生态质量评价办法（试行）〉的通知》（环监测〔2021〕99号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

生态修复区域 ecological restoration area

指因自然因素（如气候变化、地质灾害等）或人为活动（如过度开发、污染排放等）而遭受生态系统退化、生物多样性减少或生态服务功能受损，亟需通过人工干预或自然恢复手段进行恢复、重建和改善等过程和活动以提升生态系统质量的重点区域。

3.2

固碳增汇效益 carbon sequestration and sink benefits

指通过自然或人工手段如植被恢复、森林抚育、湿地保护、农田整理、围封放牧、沙地整治、土壤改良、水土流失防治等各种生态修复措施，增加生态系统对二氧化碳的吸收和储存能力，从而减少大气中二氧化碳的浓度，并带来的一系列正面效益。

3.3

生态系统格局 ecosystem patterns

指在一个特定的地理区域内，不同类型生态系统在空间上的分布、排列和组合，包括生态系统类型、数目及空间分布与配置。

3.4

生态系统质量 ecosystem quality

指生态系统自我维持与抗干扰能力的大小，反映生态系统总体或部分组分的健康状态。

3.5

生态系统功能 ecosystem function

指生态系统通过物种之间、物种与环境之间相互作用而实现的各种功效或作用，包括生态系统为人类提供的水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性维护、固碳增汇等方面的功能。

3.6

人为干扰 artificial disturbance

指由于生产、生活等人为活动对生态系统结构和功能造成的各种干扰，这些干扰超出了生态系统恢复力，可能导致生态系统发生不可逆的变化甚至退化或崩溃。

3.7

碳汇 carbon sink

指生物吸收大气中的二氧化碳并将其固定固化，从而减少该气体在大气中的浓度。

3.8

生物量 biomass

指在一定时间内，生态系统中某些特定组分在单位面积或单位体积上所产生物质的总量，包括各类中植物地上、地下活体生物量和枯死的有机干物质，例如树木、作物、草及其枝叶、根等。

3.9

地上生物量 above-ground biomass

指土壤层以上以干重表示的所有活体植物的重量，包括干、桩、枝、皮、种子、花、果和叶及草本植物等部分。

3.10

地下生物量 below-ground biomass

指地表以下以干重表示的所有活根的重量，包括根状茎、块根和板根等。通常不包括难以从土壤有机成分或枯落物中区分出来的细根（直径 $<2\text{mm}$ ）。

3.11

净初级生产力 net primary productivity

指单位时间、单位面积上植被通过光合作用所固定的有机碳，扣除植物用于维持性呼吸和生长性呼吸所消耗的有机碳之后的剩余净积累量，也称净第一性生产力。

3.12

净生态系统生产力 net ecosystem productivity

指净初级生产力减去土壤异养呼吸消耗的有机碳之后剩余的部分。NEP的数值反映了陆地生态系统的净碳交换量，即碳源、汇的大小。当NEP大于0时，表明生态系统是大气二氧化碳的汇；当NEP小于0时，则表明生态系统是大气二氧化碳的源；当NEP等于0时，表明生态系统的二氧化碳排放与吸收达到平衡状态。

3.13

土壤异养呼吸 soil heterotrophic respiration

指土壤中的异养微生物进行呼吸作用消耗土壤有机碳，产生 CO_2 的量。

4 评估原则

4.1 科学性

以准确识别生态修复区域、提升生态系统环境质量和固碳增汇效益为目标，遵循自然规律，科学确定评估内容和指标，客观反映生态修复的生态环境成效和固碳增汇效益，确保生态修复区域识别与效益评估结果真实准确。

4.2 可操作性

通过定量和定性相结合的方式开展评估，结合实际明确评估标准，确保评估数据可获取、结果可量化，易于操作。

4.3 规范性

明确评估技术流程，对评估内容、评估方法、数据来源、成果产出等统一标准，确保评估的规范性。

5 技术流程

5.1 确定评估周期

生态退化程度评估原则上对生态修复区域识别前5年生态环境质量变化情况进行评估。生态修复的生态环境成效和固碳增汇效益评估原则上是对整体生态修复工程竣工验收5~10年后生态环境质量和碳汇能力变化情况进行评估。

5.2 准备评估资料

针对各项评估指标，通过资料收集、实地调研等方式，收集评估所需的基础资料与数据，建立评估资料数据集，获取指标评估依据和数据。各指标评估依据和数据资料来源见附录A。

5.3 评估计算分级

根据评估指标计算方法和基础数据资料，对各项指标进行定量或定性评估，获取各项指标评估指标值，计算生态环境质量指数和生态系统碳汇评估结果，根据评估结果进行分级，形成评估结论。生态环境质量指数各项指标赋分细则及生态系统碳汇评估分级方法见附录A、B。

5.4 编写技术报告

编制《生态修复区域识别与固碳增汇效益评估一体化技术报告》，主要内容包括总则、评估区域基本情况、生态系统环境质量情况、生态修复环境成效、生态修复固碳增汇效益、主要问题、相关建议等。

6 生态修复区域识别

6.1 生态环境质量指数评估指标体系

表 1 生态环境质量指数评估指标体系

序号	评估指标	评估指标说明	指标最大分值
1	重要生态系统面积增长率	工程实施区域森林、草地、湿地等具有生态属性的生态系统用地面积增长情况	10
2	生态连通度增长	工程实施区域生态系统整体连通程度提升情况	10

	率		
3	植被覆盖度增长率	工程实施区域有植被覆盖区域的生长季平均植被覆盖度提升情况	10
4	主导生态功能增长率	工程实施区域水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性维护等主导生态功能提升情况	50
5	环境质量增长率	工程实施区域环境质量改善情况	10
6	人为干扰指数增长率	工程实施区域综合人类干扰指数降低情况	10

6.2 生态环境质量指数计算与退化程度分级

基于各项指标评估得分，按照公式（1）计算生态环境质量指数（ EQI ）：

$$EQI = \sum_{i=1}^n EQI_i \quad (1)$$

式中： EQI ——生态环境质量指数；

EQI_i ——生态环境质量指数第 i 项指标得分；

i ——指标序号；

n ——指标数量。

根据生态环境质量指数评估计算结果，确定退化程度。详见表 2。

表 2 生态环境质量退化程度分级表

生态环境质量指数分值范围	退化程度
$90 \leq EQI \leq 100$	低退化
$80 \leq EQI < 90$	中退化
$60 \leq EQI < 80$	高退化
$0 \leq EQI < 60$	极高退化

6.3 生态修复区域确定

生态修复区域选择以退化区域为核心，依据退化程度（极高、高、中、低）划分为四类优先级：优先修复区、重点修复区、一般修复区和潜在修复区。优先实施极高和高退化区域的修复，逐步推进中、低退化区域的治理，确保资源高效配置和生态效益最大化。

7 生态修复环境成效和固碳增汇效益协同评估

7.1 生态修复环境成效评估分级

评价指标体系和计算方法分别如表 1、公式 1 所示。根据生态环境质量指数分值范围，确定生态修复环境成效等级，详见表 3。

表 3 生态修复环境成效分级表

生态环境质量指数分值范围	成效分级
$90 \leq EQI \leq 100$	高效益
$80 \leq EQI < 90$	中效益
$60 \leq EQI < 80$	低效益
$0 \leq EQI < 60$	极低效益

7.2 固碳增汇效益评估分级

按照公式（2）计算固碳速率（ CS_r ）：

$$CS_r = (CS_{t+1} - CS_t) / CS_t \times 100\% \quad (2)$$

式中： CS_r ——固碳速率；

CS_{t+1} ——评估期末的生态系统碳汇量；

CS_t ——评估期初的生态系统碳汇量；

根据固碳速率，确定固碳增汇成效等级。详见表 4。

表 4 生态修复固碳增汇成效分级表

固碳速率范围	成效分级
$5\% \leq CS_r$	高效益
$0 < CS_r < 5\%$	中效益
$-0.05\% \leq CS_r \leq 0$	低效益
$CS_r < -0.05\%$	极低效益

7.3 生态环境成效和固碳增汇效益协同评估分级

通过耦合生态修复成效等级与固碳增汇效益等级，确定二者效益的协同程度。其划分标准详见表 5。

表 5 协同效益等级划分表

协同效益等级		生态环境成效			
		极低效益	低效益	中效益	高效益
固碳增汇效益	极低效益	超低	极低	低	中
	低效益	极低	低	中	高
	中效益	低	中	高	极高
	高效益	中	高	极高	超高

8 编写评估技术报告

基于评估计算和分级结果，编制《生态修复区域识别与固碳增汇效益评估一体化技术报告》。

附录 A

(规范性)

生态环境质量指数评价指标计算、分级、赋分细则

A.1 重要生态系统面积增长率

A.1.1 赋分说明

重要生态系统面积增长率最高赋值为 10 分，根据评估范围内森林、灌丛、草地、湿地、农田（非生态用地转化）、沙地（荒漠）等生态修复后的面积增长情况赋分。

A.1.2 评分方法

重要生态系统面积增长率 (IEA_r) 按照公式 (A.1) 计算。

$$IEA_r = \left(\sum_{i=1}^n IEA_i^{t+1} - \sum_{i=1}^n IEA_i^t \right) / \sum_{i=1}^n IEA_i^t \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中： IEA_r ——重要生态系统面积增长率；

IEA_i^{t+1} ——评估期末森林、灌丛、草地、湿地、农田、沙地等重要生态系统面积；

IEA_i^t ——评估期初森林、灌丛、草地、湿地、农田、沙地等重要生态系统面积；

i ——重要生态系统类型序号；

n ——重要生态系统类型数量。

重要生态系统面积增长率赋分方法按照表 A.1 相关要求执行。

表 A.1 重要生态系统面积增长率评分表

重要生态系统面积增长率 (IEA_r)	得分
$5\% \leq IEA_r$	10
$0 < IEA_r < 5\%$	$6 + 4 \times IEA_r / 0.5\%$
$-0.05\% \leq IEA_r \leq 0$	6
$IEA_r < -0.05\%$	0

重要生态系统面积增长率计算方法参照 HJ 1272。

A.1.3 数据来源

生态环境部门、自然资源部门、实施单位或评估单位监测评估数据。

A.2 生态连通度增长率

A.2.1 赋分说明

生态连通度增长率最高赋值为 10 分，根据评估范围内生态系统整体连通程度提升情况赋分。

A.2.2 评分方法

生态连通度增长率 (EC_r) 按照公式 (A.2) 计算。

$$EC_r = (EC_{t+1} - EC_t) / EC_t \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

式中: EC_r ——生态连通度增长率;

EC_{t+1} ——评估期末的生态连通度指数;

EC_t ——评估期初的生态连通度指数。

生态连通度增长率赋分方法按照表 A.2 相关要求执行。

表 A.2 生态连通度增长率评分表

生态连通度增长率 (EC_r)	得分
$5\% \leq EC_r$	10
$0 < EC_r < 5\%$	$6 + 4 \times EC_r / 0.5\%$
$-0.05\% \leq EC_r \leq 0$	6
$EC_r < -0.05\%$	0

生态连通度指数计算方法可参考《区域生态质量评价办法(试行)》中重要生态空间连通度指数计算方法,生态空间包括森林、灌丛、草地、湿地、农田等空间范围。

A.2.3 数据来源

生态环境部门、自然资源部门、实施单位或评估单位监测评估数据。

A.3 植被覆盖度提升率

A.3.1 赋分说明

植被覆盖度提升率最高赋值为 10 分,根据评估范围内森林、灌丛、草地、湿地、农田(非生态用地转化)等有植被覆盖区域的生长季平均植被覆盖度提升情况赋分。

A.3.2 评分方法

植被覆盖度提升率 (FVC_r) 按照公式 (A.3) 计算。

$$FVC_r = (FVC_{t+1} - FVC_t) / FVC_t \times 100\% \quad (\text{A.3})$$

式中: FVC_r ——植被覆盖度提升率;

FVC_{t+1} ——评估期末的植被覆盖度;

FVC_t ——评估期初的植被覆盖度。

植被覆盖度提升率赋分方法按照表 A.3 相关要求执行。

表 A.3 植被覆盖度提升率评分表

植被覆盖度提升率 (FVC_r)	得分
$5\% \leq FVC_r$	10

$0 < FVC_r < 5\%$	$6 + 4 \times FVC_r / 0.5\%$
$-0.05\% \leq FVC_r \leq 0$	6
$FVC_r < -0.05\%$	0

植被覆盖度计算方法可参照 HJ 1172 中植被覆盖度计算方法或《区域生态质量评价办法（试行）》中植被覆盖指数计算方法。

A.3.3 数据来源

生态环境部门、自然资源部门、实施单位或评估单位监测评估数据。

A.4 主导生态功能提升率

A.4.1 赋分说明

主导生态功能提升率最高赋值为 50 分，根据评估范围内水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性维护等主导生态功能提升情况赋分。

A.4.2 评分方法

主导生态功能提升率 (DEF_r) 按照公式 (A.4) 计算。

$$DEF_r = (DEF_{t+1} - FVC_t) / DEF_t \times 100\% \quad (\text{A.4})$$

式中: DEF_r ——主导生态功能提升率;

DEF_{t+1} ——评估期末的主导生态功能;

DEF_t ——评估期初的主导生态功能。

主导生态功能提升率赋分方法按照表 A.4 相关要求执行。

表 A.4 主导生态功能提升率评分表

主导生态功能提升率 (DEF_r)	得分
$5\% \leq DEF_r$	50
$0 < DEF_r < 5\%$	$30 + 20 \times DEF_r / 0.5\%$
$-0.05\% \leq DEF_r \leq 0$	30
$DEF_r < -0.05\%$	0

水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性维护等生态功能计算方法参照 HJ 1173。

A.4.3 数据来源

生态环境部门、自然资源部门、实施单位或评估单位监测评估数据。

A.5 环境质量达标率

A.5.1 赋分说明

环境质量达标率最高赋值 10 分，根据评估范围内主要环境问题要素改善或环境质量维护情况赋分。

A.5.2 评分方法

根据区域内明确存在的水、气、土（沉积物）等环境问题，结合生态保护修复实施的目标要求，以区域环境质量（水质达标率、空气质量达标率、土壤质量达标率）改善情况进行评分。环境质量评分方法按照表 A.5 相关要求执行。

表 A.5 环境质量评分表

环境质量达标率 (EQ_r)	得分
$EQ_r = 100\%$; 或者 EQ_r 提升明显, 环境质量改善显著; 或者区域不存在明显环境问题, 环境质量维持较好	10
$90\% \leq EQ_r < 100\%$; 或者 EQ_r 提升较高, 环境质量改善较好	$6 + 4 \times EQ_r / 90\%$
$80\% \leq EQ_r < 90\%$; 或者 EQ_r 提升一般, 环境质量改善一般	6
$EQ_r < 80\%$; 或者 EQ_r 未见提升, 环境质量未改善	0

当区域同时存在水、气、土环境的两类或三类环境问题时，取各类得分的平均值。

环境空气质量可参考 GB 3095、HJ 664 等相关要求在生态修复前与修工程竣工后 5 年分别进行监测，监测时段选择在同等气象条件（风速）下进行；土壤环境质量可参考 GB 15618、HJ 166 等相关要求在生态修复前与修工程竣工后 5 年分别进行监测；水环境质量可参考 GB 3838、GB/T 14848、HJ 91.1、HJ 91.2、HJ 164、HJ 915 等相关要求在生态修复前与修工程竣工后 5 年分别进行监测。

A.5.3 数据来源

生态环境部门、自然资源部门、实施单位或评估单位监测评估数据。

A.6 人为干扰指数增长率

A.6.1 赋分说明

人为干扰指数增长率最高赋值为 10 分，根据评估范围内人为干扰指数增长情况赋分。

A.6.2 评分方法

人为干扰指数增长率 (HII_r) 按照公式 (A.5) 计算。

$$HII_r = (HII_{t+1} - HII_t) / HII_t \times 100\% \quad (\text{A.5})$$

式中： HII_r ——人为干扰指数提升率；

HII_{t+1} ——评估期末的人为干扰指数；

HII_t ——评估期初的人为干扰指数。

人为干扰指数提升率赋分方法按照表 A.6 相关要求执行。

表 A.6 人为干扰指数提升率评分表

人为干扰指数提升率 (HII_r)	得分
$0.1\% \leq HII_r$	0
$0 < HII_r < 0.1\%$	6
$-0.05\% \leq HII_r \leq 0$	$6 - 4 \times HII_r / 0.05\%$
$HII_r < -0.05\%$	10

综合人类干扰指数按照公式 (A.6) 计算

$$D = \sum_{i=1}^n A_i \times P_i \times 100\% \quad (\text{A.6})$$

式中: D ——生态系统综合人类干扰指数, 范围为 100%~400%;

A_i ——第 i 类生态系统人类干扰程度分级指数 (表 A.7);

P_i ——第 i 类生态系统面积所占百分比。

表 A.7 生态系统综合人类扰动指数分级表

生态系统类型	自然未利用	自然再生利用	人为再生利用	人为非再生利用
用地类型	盐碱地、沼泽地、沙地	林地、草地、水域 (不包括冰雪)	农田	城镇、居民点、工矿用地和交通用地等类型
扰动分级指数	1	2	3	4

附录 B

(资料性)

生态系统碳汇核算方法

根据数据可得性，可自行选择碳储量变化法，固碳速率法和净生态系统生产力法之一，并按照 HJ 1172 全国生态系统分类体系表，统一算法后计算各类生态系统的年碳汇量。参照 T/CSGPC 023 的要求，由于耕地作物每年都会被收获，草地植被每年都会枯落，其固定的碳又返回大气或进入土壤中，所以利用碳储量变化法和固碳速率法计算这两种生态系统碳汇时，只考虑土壤的碳汇量。

B.1 碳储量变化法

碳储量变化法通过核算碳储量变化来定量表征碳汇量，按照公式 (B.1) 计算。

$$CS = \left[\sum_{i=1}^n S_i^{t+1} \times (D_{i-above}^{t+1} + D_{i-below}^{t+1} + D_{i-soil}^{t+1} + D_{i-dead}^{t+1}) - \sum_{i=1}^n S_i^t \times (D_{i-above}^t + D_{i-below}^t + D_{i-soil}^t + D_{i-dead}^t) \right] \times M_{CO_2} / M_C / T \quad (B.1)$$

式中: CS ——评估期内的生态系统碳汇量，单位为吨二氧化碳/年 ($t CO_2/a$)；

S_i^{t+1} ——期末 $t+1$ 时刻第 i 类型生态系统的面积，单位为平方千米(km^2)；

$D_{i-above}^{t+1}$ ——期末 $t+1$ 时刻第 i 类型生态系统地上植被碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

$D_{i-below}^{t+1}$ ——期末 $t+1$ 时刻第 i 类型生态系统地下植被碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

D_{i-soil}^{t+1} ——期末 $t+1$ 时刻第 i 类型生态系统土壤碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

D_{i-dead}^{t+1} ——期末 $t+1$ 时刻第 i 类型生态系统死亡有机质碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

S_i^t ——期初 t 时刻第 i 类型生态系统的面积，单位为平方千米(km^2)；

$D_{i-above}^t$ ——期初 t 时刻第 i 类型生态系统地上植被碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

$D_{i-below}^t$ ——期初 t 时刻第 i 类型生态系统地下植被碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

D_{i-soil}^t ——期初 t 时刻第 i 类型生态系统土壤碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

D_{i-dead}^t ——期初 t 时刻第 i 类型生态系统死亡有机质碳密度，单位为吨碳/平方千米 ($t c/km^2$)；

M_{CO_2} / M_C ——44/12，为 C 转化为 CO_2 的系数；

T ——评估期时长。

碳储量基于林业、草原、湿地、土壤等专项调查数据计算，计算参数应优先考虑当地参数，或采用最新的国家水平参考值、IPCC 参考值。

B.2 固碳速率法

固碳速率法的碳汇量按照公式 (B.2) 计算

$$CS = \sum_{i=1}^n S_i \times (CSR_{i,v} + CSR_{i,s}) \times M_{CO_2} / M_C \quad (B.2)$$

式中: CS ——生态系统碳汇量，单位为吨二氧化碳/年($t CO_2/a$)。

S_i ——第 i 类型生态系统的面积，单位平方千米(km^2)。

$CSR_{i,v}$ ——第 i 类型生态系统植被的碳汇速率，单位吨碳/平方千米/年(t C/km²/a)。

$CSR_{i,s}$ ——第 i 类型生态系统土壤的碳汇速率，单位吨碳/平方千米/年(t C/km²/a)。

M_{CO_2}/M_C ——44/12，为 C 转化为 CO₂ 的系数；

碳汇速率应优先考虑当地参数，或采用最新的国家水平参考值、IFCC 参考值。

B.3 净生态系统生产力法

净生态系统生产力法的碳汇量按照公式 (B.3) 计算

$$CS = \sum_{i=1}^n S_i \times NEP_i = \sum_{i=1}^n S_i \times (NPP_i - R_{hi}) \times M_{CO_2}/M_C \quad (B.3)$$

式中: CS ——生态系统碳汇量，单位为吨二氧化碳/年(t CO₂/a)。

S_i ——第 i 类型生态系统的面积，单位平方千米(km²)。

NEP_i ——第 i 类型生态系统的净生态系统生产力，单位吨碳/平方千米/年(t C/km²/a)；

NPP_i ——第 i 类型生态系统的净初级生产力，单位吨碳/平方千米/年(t C/km²/a)；

R_{hi} ——第 i 类型生态系统土壤异养呼吸消耗的碳量，单位吨碳/平方千米/年(t C/km²/a)；

M_{CO_2}/M_C ——44/12，为 C 转化为 CO₂ 的系数；

NPP 和 NEP 来自遥感产品数据，土壤异养呼吸消耗量来自土壤呼吸产品。