

《全国生态状况调查评估技术规范——
生态评估参数分区分类方法（试行）
（征求意见稿）》

编制说明

标准编制组

二〇二六年八月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 标准制订的必要性分析	2
2.1 制订标准的法律法规依据	2
2.2 落实国家生态环境保护与监管战略要求的重要抓手	2
2.3 提升生态系统评估模型与方法完整性	3
2.4 相关生态环境标准和环境管理工作的需要	3
3 国内外相关标准情况的研究	3
3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准情况的研究	3
3.2 国内标准情况的研究	5
3.3 国内生态系统评估模型参数标准体系建设现状	6
3.4 本标准与现行标准的关联映射	7
4 标准制订的基本原则和技术路线	7
4.1 基本原则	7
4.2 标准制订的技术路线	7
5 标准主要技术内容	8
5.1 适用范围	8
5.2 标准结构框架	8
5.3 术语和定义	9
5.4 生态评估参数确定	9
5.5 生态评估参数的内涵	16
5.6 生态评估参数类型	18
5.7 分区分类规则	18
5.8 参数信息汇总	21
5.9 典型案例	23
6 标准实施建议	23
7 参考文献	24

1 项目背景

1.1 任务来源

本项目 2022 年 5 月被列入国家生态环境标准项目，于 2022 年 5 月 20 日通过《关于开展 2022 年度第二批国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2022〕205 号）下达，归口生态司，名称为《全国生态状况调查评估技术规范——生态评估参数确定及分布参数数据库构建技术规范》，项目统一编号为 2022-24。在 2025 年 9 月 30 日由生态司主持的标准开题评审会上，根据现场专家意见，标准更名为《全国生态状况调查评估技术规范——生态评估参数分区分类方法》。

该标准制订承担单位是生态环境部卫星环境应用中心，参加单位有北京师范大学、海南省环境科学研究院、江西省生态环境科学研究与规划院、吉林省环境科学研究院、黑龙江省环境科学研究院。

1.2 工作过程

项目前期及任务下达后，技术规范编制组陆续开展项目研究、文献资料分析和国内外相关研究成果调研，并在此基础上召开研讨会，讨论并确定了开展技术规范编制工作的原则、程序、步骤和方法，形成了技术规范初稿。具体过程如下：

2022 年 1 月-4 月，开展需求调研，明确生态评估参数确定及分布参数数据库构建所涉及的编制目标、评估指标、参数获取方法等。

2022 年 4 月-7 月，对国内外生态系统服务功能评估工作，以及我国现有相关的技术标准与规范进行调研；完善并签订项目任务书。

2022 年 8 月-12 月，根据调研情况，形成初步的标准编写思路，并召开专家咨询会，向相关专家咨询标准编制工作的总体思路。

2023 年 1 月-2024 年 12 月，结合专家意见以及调研情况，经编制组内部讨论，兼顾可操作性和科学性原则，进一步明确不同尺度、不同区域、不同类型生态评估中模型关键参数特点。

2025 年 1 月-8 月，讨论并形成项目开题论证报告以及标准草案，并经过多次讨论修改，提交标准草案和开题论证报告至标准所，按要求修改。

2025 年 9 月，标准通过由生态环境部生态司组织的开题论证会，生态环境部标准研究所，中华环保基金会、中国环境科学研究院、中国科学院植物研究所、首都师范大学、北京林业大学、中国林业科学研究院、北京市生态环境保护科学研究院、四川省生态环境科学研究院等相关单位专家对标准提出了进一步修改完善意见。

2025 年 9 月-12 月，编制组根据开题论证会专家意见，修改形成标准征求意见稿。

2025 年 12 月，标准征求意见稿通过由生态环境部生态司组织的技术审查，生态环境部标准研究所，中华环保基金会、中国环境科学研究院、中国林业科学研究院、北京林业大学、四川省生态环境科学研究院、首都师范大学、北京市生态环境保护科学研究院、中国科学院地理科学与资源研究所等相关单位专家对标准征求意见稿提出了进一步修改完善意见。

2 标准制订的必要性分析

2.1 制订标准的法律法规依据

本标准的制订贯彻我国缔结和参与的多项国际环境与生态治理公约要求：一是《生物多样性公约》及其《昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架》，倡导以统一的指标和可比方法开展生态系统状况与服务功能评估，强调监测评估的可重复、可追溯与结果共享，支撑生物多样性主流化和生态系统完整性目标；二是《联合国防治荒漠化公约》，明确“零土地退化(LDN)”监测评估的核心指标体系，要求在风蚀、水蚀与土地退化敏感性评估中采用统一参数与可比方法；三是《拉姆萨尔湿地公约》，强调湿地资源清查、监测与生态状况评估的标准化需求；同时，《2030年可持续发展议程》（SDGs 6/13/15等）亦将生态系统服务、土地退化与水资源管理等纳入监测指标体系，客观上要求我国建立统一、规范的参数确定方法与分区分类适配机制。

本标准制订遵循《中华人民共和国生态环境法典》，落实生态环境保护中关于规划和生态环境分区管控、标准和监测、生态环境影响评价、信息公开与公众参与等制度要求，为生态状况评估参数分区分类、模型适配与结果可追溯提供标准依据。同时，法典在生态保护相关编章中对森林、草原、湿地、江河湖泊、荒漠以及水土保持、防沙治沙等提出系统性保护与治理要求，强化了生态过程监测评估与技术支撑需求。依据《中华人民共和国标准化法》，明确生态环境标准的制订程序与技术要求，保障参数方法的统一性与可执行性；依据《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国防沙治沙法》《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国草原法》《中华人民共和国湿地保护法》等专项法律，对水土流失防治、荒漠化治理、森林和草地保护及湿地生态状况评估提出明确的监测评估义务和技术支撑需求。

在行政法规、部门规章和规范性文件层面，本标准衔接《中华人民共和国自然保护区条例》等国家行政法规关于自然保护地生态监测与管理评估的制度安排；落实《全国生态状况定期遥感调查评估方案》（环办生态〔2019〕45号）提出的“分区域分类型、建立共性与个性指标相结合的方法体系”的明确要求，响应全国尺度生态状况评估在参数统一、分区分类适配与结果可比方面的迫切需求；遵循生态环境主管部门发布的生态环境标准管理制度和相关技术指南/导则（如生态保护红线、生态系统服务功能评估、生态质量评价等系列指南）中关于指标口径、数据质量与参数溯源的原则性规定。通过上述公约—法律—法规（含部门规范）三级依据的系统衔接，本标准在技术内涵、适用范围与实施路径上均具有明确的法理基础与政策指引，可为全国生态状况调查与动态评估提供统一、可比、可复用的参数方法支撑。

2.2 落实国家生态环境保护与监管战略要求的重要抓手

作为生态环境部门的重要职责和生态保护与修复监管的重要抓手，定期开展生态状况调查评估不仅是一项基础性和战略性的生态国情调查，也是贯彻党的二十大关于提升生态系统多样性、稳定性、持续性，落实习近平总书记关于加强生态保护监管重要指示批示，推进美丽中国建设有关决策部署的重要任务。随着遥感技术的发展，生态系统服务评估空间尺度逐渐从较粗的行政管理单元和自然地理单元，逐步向着更为精细的像元尺度发展，评估时间尺

度从静态生态系统服务现状逐步向多期动态变化与过程方向发展。生态系统服务评估时空尺度的拓展,对评估模型和评估参数的多样性和复杂性提出了更高的要求。因此,对不同尺度、不同类型、不同区域的生态状况参数获取与分析,是科学评估的基础和保证,符合《全国生态状况定期遥感调查评估方案》(环办生态〔2019〕45号)中“按照分区域分类型原则,建立共性指标和个性指标相结合的科学指标体系与方法体系”的要求。因而,有必要基于不同区域生态结构、过程和功能的空间异质性,研究编制《全国生态状况调查评估技术规范——生态评估参数分区分类方法》。

2.3 提升生态系统评估模型与方法完整性

统筹考虑不同生态区内资源禀赋和环境承载力差异,细化不同尺度、不同类型、不同区域的生态状况参数获取与标准,适配不同自然地理区的生态结构、过程和功能评估,是科学开展生态调查综合评估的基础和保证。

当前,遥感与地面监测能力显著提升,生态评估已由行政/自然地理单元下探至像元级、由静态现状拓展至多期动态过程,客观上要求建立统一的参数确定规则与空间适配机制。但从行业实施看,当前普遍存在“模型初步规范、参数尚未统一”的断档:参数定义口径、取值范围与估算方法不一,缺乏面向分区(生态地理/水文土壤区)×分类(生态系统类型)的适配规则,多源异构数据缺乏时空一致性与质量标识规范,参数仍以“项目经验驱动”为主,尚未形成覆盖全国、公开可引的推荐值与元数据体系。基于此,制订本标准的必要性在于:统一参数分区分类口径与流程,显著提升全国与省级评估结果的横向可比、纵向一致与政策可用性,降低人为设值差异,为后续参数数据库建设提供制度与技术基础,切实支撑“美丽中国”“双碳”目标与生态文明建设的高质量推进。

2.4 相关生态环境标准和环境管理工作的需要

本标准面向生态环境部业务需求——生态状况调查评估、生态保护成效评估、生态修复成效监管等,提供可比、可复用的精细化生态评估参数方法支撑:在空间上由行政/自然单元下沉至像元—功能分区尺度,在时间上由一次性现状拓展为多年序列与季节过程,以“分区—分类—N”的空间适配思路规范参数的定义、提交与赋值,实现不同区域、不同年度、不同任务之间的可比与本地化适配。通过统一参数口径与提交规则,避免“一个参数全国通用”的粗放设定,提升水源涵养、土壤保持、防风固沙、碳固定等服务功能评估及水土流失、沙化、石漠化、森林/湿地退化等问题评估的精度,更好服务国家及区域常态化生态评估与政策决策。

3 国内外相关标准情况的研究

3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准情况的研究

国际层面来看,目前尚无专门、统一的“生态评估模型参数确定方法”国际标准,形成了若干相关框架与指南,如联合国 SEEA-EA(生态系统核算)经 2021 年联合国统计委员会采纳成为全球统计框架,系统规定生态系统范围、状况与服务核算的统一口径与方法,对参

数的可追溯性与不确定性管理提出明确要求,可作为我国参数标准与核算场景对接的上位参照;欧盟 MAES 计划构建了生态系统状况与服务的指标体系与制图评估流程,为参数选取、空间分辨率与更新频次提供了业务化实践依据;CICES (生态系统服务国际通用分类)提供服务分类与编码体系,便于参数—指标—服务的跨区域对齐;在过程/模型侧,USDA RUSLE2 等手册对水蚀模型参数(R、K、LS、C 等)的取值口径与选参流程有成熟规范;在政策评估与价值核算侧,美国 NESCS Plus 与 2024 年联邦生态系统服务评估指导给出将生态服务纳入政策影响评估的术语、边界要求。这些框架虽不直接给出所有参数的像元级取值,但共同指向参数术语统一、来源可核、空间分区与分类适配等关键原则,可为我国建立生态评估参数确定方法提供参照。

3.1.1 千年生态系统评估情况

千年生态系统评估(Millennium Ecosystem Assessment, MA)作为一项国际性的科学评估项目,旨在评估生态系统变化对人类福祉的影响,并为决策者提供科学信息,以改善生态系统的保护和可持续性利用。MA 关注的是生态系统的变化对人类基本需求(如食物、能源、水等)的影响,生态系统的变化对当地气候、人类健康和经济状况的影响。MA 构建了包括生态系统供给、调节、文化与支持等四大类服务的指标体系,其价值在于提供了一套全面的生态系统评估框架和方法论。在这一框架下,MA 并未提出生态系统服务参数的确定标准,来指导生态系统服务评估参数的选择和确定;同时,不同学者根据 MA 的指标体系进行参数确定,在具体应用中具有明显的目标和空间差异,无法直接应用于我国生态系统的评估。

3.1.2 InVEST 模型及参数确定情况

InVEST 模型(Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs)是由美国斯坦福大学、世界自然基金会和大自然保护协会联合开发的一套综合性的生态系统服务评估工具。支持包括生物多样性保护、水净化、碳储存、土壤保持等多种生态系统服务的定量评估,并实现生态系统服务的空间表达和可视化分析。以水土流失模块为例,主要用于评估不同土地利用情景下的土壤侵蚀风险,采用通用水土流失方程(RUSLE),输入数据及参数有数字高程模型、气象数据、土壤属性数据、土地覆被和坡度阈值等。InVEST 模型的参数虽也一定程度考虑了地域适应性,但模型默认参数设定主要依据国外案例研究构建,难以直接适用于我国复杂多样的生态系统类型与服务功能特征评估。在我国应用时须结合本地生态系统结构、地理气候条件以及管理需求对参数进行调整和本地化重建。同时,该模型对输入数据质量高度敏感,特别是在空间数据方面,数据误差或不一致将直接影响模型输出的可靠性。

3.1.3 SolVES 模型及参数确定情况

SolVES 模型(Social Values for Ecosystem Services)是美国地质调查局和科罗拉多州立大学联合研究开发的,主要用于生态系统服务的社会价值评估,能够量化生物多样性、休闲生活、文娱活动等生态系统服务功能的社会价值,其评测结果以公众态度和偏好为主,以非货币化价值指数表示。能更全面地理解人类对生态系统服务的依赖和偏好,在社会价值评估上具有较高的应用价值。模型参数确定时,提倡和鼓励利益相关者的参与,通过问卷调查、

访谈、研讨会等方式获取，进而进行参数确定和价值评估，存在一定的数据依赖性和主观性。

3.1.4 ARIES 模型及参数确定情况

ARIES 模型（Artificial Intelligence for Ecosystem Services）是美国佛蒙特大学、西班牙巴斯克气候变化研究中心、美国国际保护协会、墨西哥生态协会联合开发的一个综合性的生态系统服务评估工具，它利用人工智能技术（机器学习、数据挖掘等）来模拟和预测生态系统服务的变化及其对人类福祉的影响。可实现碳吸收和碳储存、河流洪峰调节、海岸带洪水调节、美学视域分析、渔业生产、泥沙调节、淡水供给和旅游休憩等 8 类生态系统服务价值的空间流动过程分析，采用贝叶斯概率模型模拟自然和社会经济因子对生态系统服务的影响。该模型通过结合现代 AI 技术，为生态系统服务管理提供了新的视角和工具。ARIES 模型的应用案例主要集中在北美洲和欧洲，对于我国生态系统评估研究的适用性仍需进一步探讨和验证，尤其是其参数方面，更需要本地化。

3.1.5 EcoAIM 模型及参数确定情况

EcoAIM 模型（Ecological Asset Inventory and Management）是 Exponent 公司开发的一个综合性的生态系统服务评估工具，采用风险分析方法和利益相关者的权重矩阵评估生态系统服务价值变化，能够量化生态系统服务的直接和间接服务价值，可用于不同土地资源交易或生态修复决策情景下生态系统服务的权衡分析。模型对数据质量要求较高，适用于特定区域的生态系统类型，而对其他类型的生态系统服务或地区，还有待进一步进行参数厘定。

总体来说，国际上基本形成“核算框架—指标体系—模型指南”的三级支撑，但在“参数确定到像元级赋值”这一最底层仍以国家/区域本地化为主，缺少覆盖分区×分类的统一赋值规范与公开参数数据库。因此，我国在制订本标准时，进一步补齐“参数来源—功能定位—应用场景”的结构化规则，建立分区分类适配方法，实现我国业务场景的可落地执行。

3.2 国内标准情况的研究

当前，我国在生态系统保护与评估标准体系建设方面已取得积极进展，形成了覆盖多类型生态系统、多空间尺度、多评估目标的系列技术规范与行业标准，为生态治理与国土空间生态管控提供了基本的制度支撑。然而，针对生态系统评估模型参数确定方法的核心技术环节，尚缺乏专门的标准文件和系统性规范，成为当前生态评估工作“落地难”“复现弱”的关键制约因素。

近年来，国家层面陆续发布了多个生态系统保护与评估相关技术标准，涵盖生态系统类型识别、质量等级判定、服务功能评估、生态问题识别等多个方面。这些标准包括但不限于：

《区域生物多样性评价标准》（HJ 623—2011）

《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192—2015）

《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ 1174—2021）

《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统服务功能评估》（HJ 1173—2021）

《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统质量评估》（HJ 1172—2021）

《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统格局评估》（HJ 1171—2021）

《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）

《湿地生态质量评价技术规范》（HJ 1339—2023）

《荒漠化区域生态质量评价技术规范》（HJ 1338—2023）

《生态系统评估 陆地生态退化评估方法》（GB/T 43680—2024）

《生态系统评估 生态系统服务评估方法》（GB/T 43678—2024）等

上述标准在评估对象、技术流程、指标体系、结果分级等方面形成较完整框架，但在参数层面仍存在三类共性问题：一是口径不一与来源分散——同名参数在不同区域/项目中取值依据不同、空间表达尺度不一致，导致跨区域对比与多期复用困难；二是分区分类适配缺位——缺少将参数按生态地理分区与生态系统类型进行“双维赋值”的规则，难以体现空间异质性又保持方法一致性；三是质量控制与溯源不足——多源数据的一致化、质量标识未被系统要求。迫切需要以本标准对生态评估参数的分区分类方法进行补强。

综上，我国现有生态系统评估标准体系已具备较强的评估覆盖力与技术逻辑完整性，并为模型参数规范化打下基础，但仍需进一步填补“参数分区分类确定方法缺位”的核心短板。通过制订《全国生态状况调查评估技术规范——生态评估参数分区分类方法》技术标准，将有望统一参数结构术语、规范参数赋值路径，显著提升我国生态系统评估工作的规范化水平，为国家生态安全评估、空间治理与绩效考核提供坚实支撑。

3.3 国内生态系统评估模型参数标准体系建设现状

在生态系统评估工作不断推进的背景下，生态评估参数的标准化建设正逐步成为生态治理与技术规范的重要组成部分。国际上，部分国家和组织已建立起相对成熟的生态评估参数管理机制，形成了以“数据支撑—模型规范—参数制度”为支柱的应用体系，支撑生态保护、气候响应、空间规划等多项决策任务。我国尽管近年来在生态状况评估规范化方面取得显著进展，但整体上仍处于“碎片化起步—体系整合推进”阶段，标准内容覆盖不均、缺乏统一框架。

（1）我国生态评估标准体系初具雏形，参数部分尚处于补齐阶段

我国已建立了覆盖生态系统类型、评估对象与服务功能的技术规范体系，形成一套《全国生态状况调查评估技术规范》。部分标准中对评估模型使用的参数类型、数据格式、指标计算方法作了规定，如 HJ 1172—2021 明确了生态系统质量指数计算参数与标准值结构，但现有标准大多聚焦于评估指标层面，对于参数本身的取值来源、确定方法、空间表达策略、赋值规范及元数据结构等缺乏系统规定。参数推荐值覆盖面有限，多数仍需用户自行查询文献或经验设定，导致同一模型在不同项目中使用逻辑差异大，评估结果可比性与稳定性不足，制约了生态评估体系的统一性和规范性。

（2）标准体系建设应强化模型参数全周期管理，推动评估生态闭环形成

结合国际先进经验与我国生态标准发展实际，未来生态评估参数体系建设应更加注重标准的完整性与集成性，明确“从获取到使用、从赋值到追溯”的全生命周期闭环管理路径。一方面，应加强推进将模型参数管理纳入标准制定优先任务中，形成指标—模型—参数“三位一体”的标准框架结构。另一方面，鼓励在不同生态区建立参数库和适配标准，推动“国家主干—区域分支—项目执行”三层结构落地。

综上，生态评估参数标准建设不仅是技术规范制定的关键组成，也是国家生态治理能力

现代化的重要支撑。而我国当前处于从方法体系标准化向参数体系精细化的过渡阶段，亟需从顶层设计、标准结构、数据支撑、制度衔接等多个方面协同发力，构建以参数为核心的数据化、制度化、集成化生态评估标准新体系。

3.4 本标准与现行标准的关联映射

本标准与现行国标、行标及其他标准的关系为承接与细化：相关生态参数主要服务于当前的生态系统服务评估（如水源涵养、土壤保持、防风固沙、碳固定等）与生态问题评估（如水土流失、土地沙化、石漠化、森林/湿地退化等），原则上采用并对接 HJ 1171/1172/1173/1174、GB/T 43678、GB/T 43680 等标准中已明确的模型与指标方法；在此基础上，本标准聚焦参数的统一定义、获取路径、分区—分类适配与提交规范，保证各地区按同一口径提交并实现空间适配，不改变既有对象—模型类标准对模型与指标的规定。出现口径差异，优先执行相关评估对象或模型标准，并通过换算与留痕说明，保障结果一致性与可追溯。

4 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

本标准规定了分区域分类型的生态系统评估模型参数的确定原则、方法等要求。本标准遵循以下基本原则：

代表性和典型性：观测点（样点/样区）应能充分表征目标分区与类型的主要自然生态本底与参数变异范围，避免偏倚采样；优先选择具备区域典型地貌、主导生态过程与稳定下垫面的样区作为基准。

阶段性：参数分区分类的获取与观测应采取从基础覆盖、重点突破、优化加密的渐进路径。围绕误差敏感区域与业务紧迫区优先开展观测与参数采集，并通过增加观测密度、细化地形、土壤、水文等要素与完善机理约束，持续提高空间表达的精度与稳定性，实现从宏观适配向精细刻画的稳步提升。

可比性：参数分区分类与赋值应在全国生态功能区划和生态系统类型框架下进行，确保不同区域间的横向比较以及多期评估间的纵向分析具有可比性和一致性。

可扩展性：分区分类参数汇总兼容栅格、矢量等数据形式与不同分辨率的数据表达；在分区分类规则下，也为新增生态系统类型、模型参数与细化要素预留扩展空间，允许多种空间化赋值方法并存与替换，在不改变总体口径的前提下实现增补与升级。

持续更新：参数分区分类的观测与赋值具有持续更新特征，可在现有观测底数基础上形成阶段性参数空间表达，后期可以持续更新新观测与加密点位增量，实现时间维度与空间维度的同步加密与细化。新增数据用于局部替换或分辨率细化，兼顾对已发布成果的向后兼容与对本地适配度、空间精度的持续提升。

4.2 标准制订的技术路线

本标准以《全国生态功能区划（修编版）》为一级分区底座，叠加统一的生态系统类型为分类维度，并按土壤、地形、气候、水文等自然地理要素构建可扩展的细分因子（N），

形成“分区×分类×N”的通用参数框架；在此框架下，面向核心业务，统一参数术语与口径、明确来源规则与提交要件，并给出参数分区分类的赋值思路，逐步形成可操作的分区分类清单与流程规范。技术路线见图 1。

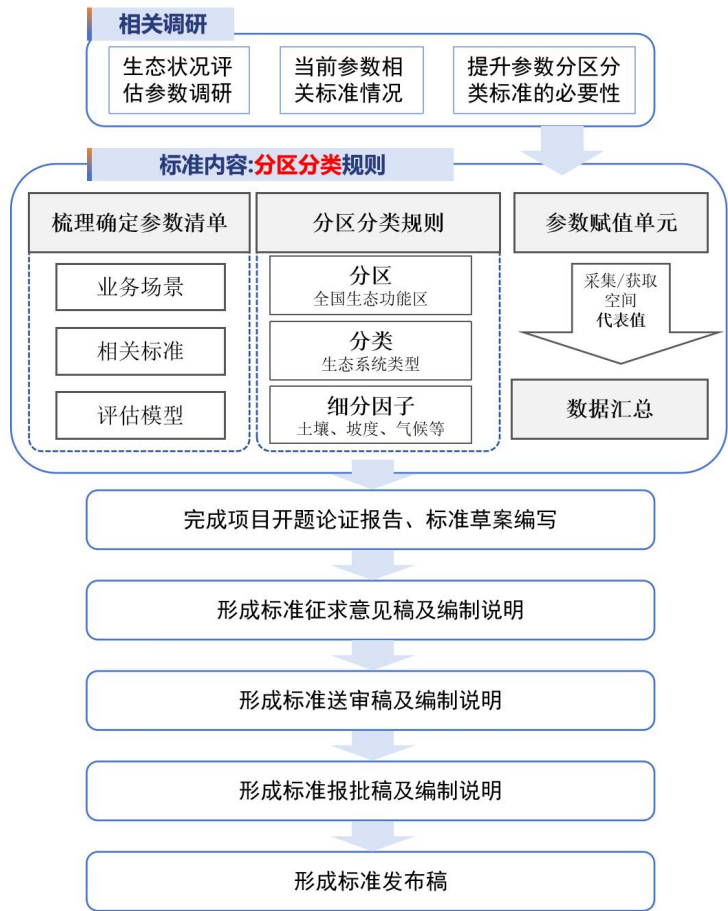


图 1 标准制订技术路线

5 标准主要技术内容

5.1 适用范围

本标准适用于涉及生态评估参数的业务工作，覆盖国家、省（自治区、直辖市）、流域/区域及项目尺度的生态状况调查评估、保护成效评估与修复成效监管等应用场景，用于指导参数的分区分类确定、信息登记与汇总。

适用于以参数为核心输入的各类生态评估任务，包括但不限于水源涵养、土壤保持、防风固沙、碳固定等生态系统服务功能评估，以及土壤侵蚀、土地沙化、石漠化、森林退化等生态问题评估与监测。

5.2 标准结构框架

本标准包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、工作程序、关键参数清单、分区分类参数确定、参数汇总形式，及两个附录。

5.3 术语和定义

本标准围绕生态评估参数分区分类与提交的核心需求，对生态评估参数、空间连续型参数、空间离散型参数、参数区域适配等术语进行界定。

5.3.1 生态评估参数

本标准所指“生态评估参数”的定义，参照 ISO 3534-1 对“参数（parameter）”在统计与模型中的通用含义，并结合 GB/T 43678、GB/T 43680 及 HJ 1171—HJ 1174 等对生态状况/服务/问题评估中涉及内容。本标准指在生态状况调查评估、保护修复成效监管等业务场景中，用于表征生态系统状态、问题、过程、保护与修复成效，作为相关评估模型的输入，用于定量刻画生态系统状况及其动态响应的数值变量。按空间表达形态可分为空间连续型参数与空间离散型参数。

5.3.2 空间连续型参数

标准所指“空间连续型参数”的定义，参照 ISO 19123《地理信息—覆盖几何与函数模型》对覆盖/格网数据的定义与性质，并参考 CEOS ARD 与 NASA 数据产品分级对“可用于像元级计算的空间显式产品”的口径。本标准指在给定空间域内对任一位置均具有确定取值、可以规则格网形式表达的参数。该类参数以像元为基本空间支持单元，可在统一的空间分辨率与时间步长下进行逐像元计算与空间显式表达，适用于空间连续过程的生态评估模型与分析。主要通过遥感反演或基于遥感数据生成的产品获取其空间连续表达。

5.3.3 空间离散型参数

标准所指“空间离散型参数”的定义，参照 ISO 19156《Observations and Measurements》对地面观测/样点记录的抽象模型与要素组织方式，并结合 HJ 1320 对地面观测与样地/样点获取的通行要求，在本标准中约定化为面向分区赋值与模型本地化使用的参数类型。本标准指通常依赖地面监测或样点采集获得点位、样区取值的参数。该类参数以点/线/面等离散矢量对象记录观测结果；其区域赋值需充分考虑参数所表征的过程机理与评估模型，选用相匹配的空间赋值规则（如插值、查找表等）；在观测点位加密或样区扩充后，可进一步提升空间赋值的精度与稳定性。

5.3.4 参数区域适配

参数区域适配为本标准约定化术语，与 HJ 1171—HJ 1174 强调的“分区域、分类型原则”保持一致，用于刻画参数在特定评估区域的本地化适用程度。指生态评估参数在特定评估区域内与自然生态本底（气候、水文、地形、土壤、植被等）的吻合程度与准确度，强调空间适配与本地化表达的可靠性与有效性。

5.4 生态评估参数确定

为保证参数体系的完整性与口径统一，本标准的参数选取覆盖了生态系统服务评估的主要对象和生态问题诊断，在充分衔接并保持与现行/在制标准评估方法一致的前提下形成，

包括 GB/T 43678、GB/T 43680、HJ 1166、HJ 1171、HJ 1172、HJ 1173、HJ 1174、HJ 1320 与环监测（2021）99 号等；据此，5.4.1 与 5.4.2 分别梳理评估对象及其匹配的模型/方法，5.4.3 在此基础上凝练形成参数清单，实现对象—方法—参数的闭合对应关系。

5.4.1 生态系统服务评估主要模型方法

本标准选取典型生态系统服务与生态问题识别的评估模型与方法，介绍主要模型的内容与涉及参数情况，其中主要生态评估模型采用相关标准规范中推荐方法。

（1）水源涵养 water conservation

生态系统通过其结构和过程拦截滞蓄降水，增强土壤下渗，涵养土壤水分和补充地下水，调节河川流量，增加可利用水资源量的功能。HJ 1173—2021 中推荐的评估方法为：

计算生态系统通过拦截滞蓄降水，增强土壤下渗、蓄积，涵养土壤水分、调节地表径流和补充地下水所增加的水资源总量。通过水量平衡方程计算：

$$Q_{wr} = \sum_{i=1}^n A_i \times (P_i - R_i - ET_i) \times 10^{-3} \quad (\text{式 1})$$

式中： Q_{wr} ——水源涵养量， m^3/a ；

i ——第 i 类生态系统类型；

n ——生态系统类型总数；

A_i —— i 类生态系统的面积， m^2 ；

P_i ——产流降雨量， mm/a ；

R_i ——地表径流量， mm/a ；

ET_i ——蒸散发量， mm/a 。

（2）土壤保持 soil conservation

生态系统通过其结构与过程保护土壤，降低雨水的侵蚀能力，减少土壤流失，防止泥沙淤积的功能。HJ 1173—2021 中推荐的评估方法为：

基于修正土壤流失方程（RUSLE）计算。

$$Q_{sr} = Q_{se\ p} - Q_{se\ a} \quad (\text{式 2})$$

$$Q_{se\ p} = R \times K \times L \times S \quad (\text{式 3})$$

$$Q_{se\ a} = R \times K \times L \times S \times C \quad (\text{式 4})$$

式中： Q_{sr} ——土壤保持量， $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

$Q_{se\ p}$ ——潜在土壤侵蚀量， $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

$Q_{se\ a}$ ——实际土壤侵蚀量， $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

R ——降雨侵蚀力因子， $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{a})$ ；

K ——土壤可蚀性因子， $\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h}/(\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$ ；

L ——坡长因子，量纲一；

S ——坡度因子，量纲一；

C ——植被覆盖因子，量纲一；

降雨侵蚀力因子（ R ）、土壤可蚀性因子（ K ）、坡长坡度因子（ L 、 S ）及植被覆盖因子（ C ）的计算方法如下。

降雨侵蚀力因子（ R ）是降雨引发土壤侵蚀的潜在能力，计算公式如下：

$$\bar{R} = \sum_{k=1}^{24} \bar{R}_{\text{半月}k} \quad (\text{式 } 5)$$

$$\bar{R}_{\text{半月}k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m (\alpha \cdot P_{i,j,k}^{1.7265}) \quad (\text{式 } 6)$$

式中： $\bar{R}$ ——多年平均年降雨侵蚀力，MJ·mm/（hm²·h·a）；

$\bar{R}_{\text{半月}k}$ ——第 k 个半月的降雨侵蚀力，MJ·mm/（hm²·h·a）；

k ——一年的 24 个半月，即 $k=1,2, \dots, 24$ ；

i ——所用降雨资料的年份，即 $i=1,2, \dots, n$ ；

j ——第 i 年第 k 个半月侵蚀性降雨日的天数，即 $j=1,2, \dots, m$ ；

$P_{i,j,k}$ ——第 i 年第 k 个半月第 j 个侵蚀性日降雨量，mm；

α 为参数，暖季 $\alpha=0.3937$ ，冷季 $\alpha=0.3101$ 。

降雨侵蚀力空间数据可以根据全国范围内气象站点多年的逐日降雨量资料，通过插值获得。

土壤可蚀性因子 (K) 反映了土壤颗粒被水力分离和搬运的难易程度，是评价土壤对侵蚀敏感程度的重要指标，主要与土壤质地、有机质含量、土体结构、渗透性等土壤理化性质有关。采用如下公式进行计算。

$$K_{\text{EPIC}} = \{0.2 + 0.3 \exp[-0.0256m_s(1 - m_{\text{silt}}/100)]\} \times [m_{\text{silt}} / (m_c + m_{\text{silt}})]^{0.3} \\ \times \{1 - 0.25 \text{orgC} / [\text{orgC} + \exp(3.72 - 2.95 \text{orgC})]\} \\ \times \{1 - 0.7(1 - m_s/100) / \{(1 - m_s/100) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - m_s/100)]\}\} \quad (\text{式 } 7)$$

$$K = (-0.01383 + 0.51575K_{\text{EPIC}}) \times 0.1317 \quad (\text{式 } 8)$$

式中： K_{EPIC} ——采用侵蚀-生产力评价模型计算的土壤可蚀性因子，t·hm²·h/（hm²·MJ·mm）；

m_s ——砂粒（0.05~2 mm）百分含量，%；

m_{silt} ——粉粒（0.002~0.05 mm）百分含量，%；

m_c ——黏粒（<0.002 mm）百分含量，%；

orgC ——有机碳的百分含量，%。

K ——土壤可蚀性因子，t·hm²·h/（hm²·MJ·mm）；

坡长和坡度因子 (L 、 S) 反映了坡长、坡度等对土壤侵蚀的影响，按照如下公式计算。

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad (\text{式 } 9)$$

$$m = \beta / (1 + \beta) \quad (\text{式 } 10)$$

$$\beta = (\sin \theta / 0.089) / [3.0 \times (\sin \theta)^{0.8} + 0.56] \quad (\text{式 } 11)$$

$$S = \begin{cases} 10.8 \sin \theta + 0.03 & \theta < 5.14^\circ \\ 16.8 \sin \theta - 0.5 & 5.14^\circ \leq \theta < 10.20^\circ \\ 21.9 \sin \theta - 0.96 & 10.20^\circ \leq \theta < 28.81^\circ \\ 9.5988 & \theta > 28.81^\circ \end{cases} \quad (\text{式 } 12)$$

式中：L——坡长因子；

S——坡度因子；

m——坡长指数；

θ ——坡度，（°）；

λ ——坡长，m。

植被覆盖因子（C）反映了生态系统对土壤侵蚀的影响，是控制土壤侵蚀的积极因素。水田、湿地、城镇和荒漠分别赋值为 0，0，0.01 和 0.7，其余各生态系统类型按不同植被覆盖度进行赋值，详见表 A.1。旱地的植被覆盖因子按照以下公式计算：

$$C = 0.221 - 0.595 \log c \quad (\text{式 } 13)$$

式中：C——旱地的植被覆盖因子；

c——小数形式的植被覆盖度。

（3）防风固沙 sand storm prevention

生态系统通过增加土壤抗风能力，降低风力侵蚀和风沙危害的功能。HJ 1173—2021 中推荐的评估方法为：

采用修正风蚀方程 RWEQ 进行评价。

防风固沙量：

$$SR = S_{L_{\text{潜}}} - S_L \quad (\text{式 } 14)$$

潜在风力侵蚀量：

$$Q_{\text{MAX潜}} = 109.8 [WF \times EF \times SCF \times K'] \quad (\text{式 } 15)$$

实际风力侵蚀量：

$$S = 150.71 (WF \times EF \times SCF \times K' \times C)^{-0.3711} \quad (\text{式 } 16)$$

式中：SR——固沙量，t/（km²·a）；

$S_{L_{\text{潜}}}$ ——潜在风力侵蚀量，t/（km²·a）；

S_L ——实际风力侵蚀量，t/（km²·a）；

Q_{MAX} ——最大转移量，kg/m；

Z——最大风蚀出现距离，m；

WF——气候因子，kg/m；

K' ——地表粗糙度因子；

EF——土壤可蚀因子；

SCF——土壤结皮因子；

C——植被覆盖因子。

气候因子（WF）计算方法如下：

$$WF = Wf \times \frac{\rho}{g} \times SW \times SD \quad (\text{式 } 17)$$

式中：WF ——气候因子，单位，kg/m，12 个月 WF 总和得到多年年均 WF；

Wf ——各月多年平均风力因子，

ρ ——空气密度，

g ——重力加速度；

SW ——各月多年平均土壤湿度因子，量纲一；

SD ——雪盖因子，量纲一。

土壤可蚀因子（EF）的计算方法如下：

$$EF = \frac{29.09 + 0.31sa + 0.17si + 0.33(sa / cl) - 2.59OM - 0.95Caco_3}{100} \quad (\text{式 } 18)$$

式中：EF ——土壤可蚀因子；

sa ——土壤粗砂含量（0.2~2 mm），%；

si ——土壤粉砂含量，%；

cl ——土壤黏粒含量，%；

OM ——土壤有机质含量，%；

CaCo₃ ——碳酸钙含量，%，可不予考虑。

土壤结皮因子（SCF）的计算方法如下：

$$SCF = \frac{1}{1 + 0.0066(cl)^2 + 0.021(OM)^2} \quad (\text{式 } 19)$$

式中：SCF ——土壤结皮因子；

cl ——土壤黏粒含量；

OM ——土壤有机质含量。

植被覆盖因子（C）的计算方法如下：

$$C = e^{a_i(SC)} \quad (\text{式 } 20)$$

式中：C ——植被覆盖因子；

SC ——植被覆盖度；

a_i ——不同植被类型的系数，分别为：林地取 -0.153 5，草地取 -0.115 1，灌丛取 -0.092 1，裸地取 -0.076 8，沙地取 -0.065 8，农田取 -0.043 8。

地表粗糙度因子（ K' ）的计算方法如下：

$$K' = e^{(1.86K_r - 2.41K_r^{0.934} - 0.127Crr)} \quad (\text{式 } 21)$$

$$K_r = 0.2 \cdot \frac{(\Delta H)^2}{L} \quad (\text{式 } 22)$$

式中： K' ——地表粗糙度因子；

K_r ——土垄糙度，以 Smith-Carson 方程加以计算，cm；

Crr ——随机糙度因子，取 0，cm；

L ——地势起伏参数；

ΔH ——距离 L 范围内的海拔高程差。

5.4.2 生态问题评估主要模型方法

与以上生态系统服务功能评估对应的生态问题评估，相关生态系统服务功能评估在模型和参数上有较大交集。这里选择水土流失程度和土地沙化程度两个问题展开，其他生态问题评估模型及参数可以参考《全国生态状况调查评估技术规范——生态问题评估》（HJ 1174—2021）。

（1）水土流失程度

分级标准依据水利部发布的 SL 190，将水土流失程度分为微度、轻度、中度、强度、极强度、剧烈六个等级，分级标准如下：

表 1 水土流失程度分级标准表

级别	平均侵蚀模数/[t/（km ² ·a）]		
	西北黄土高原区	东北黑土区/北方土石山区	南方红壤丘陵区/西南土石山区
微度	<1000	<200	<500
轻度	1000~2500	200~2500	500~2500
中度	2500~5000		
强度	5 000~8000		
极强度	8 000~15000		
剧烈	>15000		

其中，土壤侵蚀模数采用通用土壤流失方程（RUSLE）法而估算得到。土壤侵蚀量具体计算方法及参数设置详见 HJ 1173。在上述评估的基础上，进一步将水土流失程度合并为五个等级，轻度，中度，强度（强度、极强度）与剧烈，微度为无侵蚀区。

（2）土地沙化程度

根据 GB/T 24255，采用土壤风蚀调查法，结合植被覆盖度和沙化土地状况来评估土地沙化程度，沙化区土地沙化程度分为轻度、中度、重度与极重度级别，非沙化区沙化等级为无，具体标准如下。

表 2 土地沙化程度分级标准

沙化程度	主要特征
轻度	植被盖度>50%，基本无风沙流活动的沙化土地
中度	植被盖度 30%~50%，风沙流活动不明显的沙化土地
重度	植被盖度 10%~30%，风沙流活动明显或流沙纹理明显可见的沙化土地或植被盖度≥10%的风蚀残丘、风蚀劣地及戈壁
极重度	植被盖度<10%的沙化土地

沙化土地参见《第五次全国荒漠化和沙化状况公报》，明确沙化土地的范围。植被覆盖度的计算方法如下：

植被指数与植被覆盖度有较好的相关性，可以用归一化植被指数（normalized difference vegetation index, NDVI）来计算植被覆盖度。根据像元二分模型理论，可以认为一个像元的 NDVI 值是由绿色植被部分贡献的信息与无植被覆盖部分贡献的信息组合而成，植被覆盖度可根据公式获得：

$$F_c = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}} \quad (\text{式 23})$$

式中： F_c ——植被覆盖度；
 $NDVI$ ——通过遥感影像近红外波段与红光波段的发射率来计算；
 $NDVI_{veg}$ ——纯植被像元的 NDVI 值；
 $NDVI_{soil}$ ——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

5.4.3 生态评估关键参数清单

基于主要评估场景、对象和评估方法中所涉及的参数，结合前述的生态参数筛选原则，本研究先列举关键生态参数如下表。但受评估对象和内容的局限，本表不能涵盖所有参数，不同领域的研究和分析中，可以适当调整选取适用于本研究和评估的参数清单。

表 3 关键参数清单

编号	参数名称	英文名称	取值范围	主要应用模型	参数类型
1	蒸散发量	Evapotranspiration	0~3000 (mm/a)	水量平衡方程	SCP
2	归一化植被指数	Normalized Difference Vegetation Index	-0.2~1	NPP 评估模型	SCP
3	植被覆盖度	Vegetation Coverage Fraction	0~100%	修正土壤流失方程/ 修正风蚀方程	SCP
4	生物量	Biomass	0~400 (t/hm ²)	森林退化指数/ 碳储量核算	SCP+SDP
5	雪覆盖度	Snow Cover Fraction	0~100%	修正风蚀模型	SCP
6	降雨侵蚀力	Rainfall Erosivity	0~50000 (MJ·mm/hm ² ·h)	修正土壤流失方程	SDP
7	土壤可蚀性（水蚀）	Soil Erodibility Factor (Water)	0~1 (t·ha·h/ MJ·mm)	修正土壤流失方程	SDP
8	土壤可蚀性（风蚀）	Soil Erodibility Factor (Wind)	0~1	修正风蚀方程	SDP
9	土壤结皮覆盖度	Soil Crust Coverage	0~100%	修正风蚀方程	SDP
10	土壤湿度	Soil Moisture	0~50% (体积含水率)	修正风蚀方程	SCP
11	地表粗糙度	Surface Roughness	0.06~0.95	修正风蚀方程	SDP
12	大气干燥度	Aridity Index	0~1	土地沙化模型	SDP
13	起沙风天数	Wind Erosion Days	0~365 (d/a)	土地沙化模型	SDP

14	碳酸盐出露面积比	Carbonate Exposure Ratio	0~100%	石漠化敏感性模型	SDP
15	径流系数	Runoff Coefficient	0~0.6	水量平衡方程	SDP
16	光能利用率	Light Use Efficiency	0.389~0.985 (gC/MJ)	NPP 评估模型	SDP
注：参数类型中，SCP 观测值服务于校核与率定遥感反演或空间连续产品；SDP 是基于参数过程与模型机理观测的具有代表性的空间观测值。					

5.5 生态评估参数的内涵

上表中所选取的参数主要内涵如下：

（1）蒸散发量（ET）

蒸散发量代表植被和裸地的水分消耗，是水量平衡模型中的“出水”项，也是衡量植被生理活跃度的重要气候调节指标。高精度 ET 反演结果可用于干旱区灌溉定额核算与生态基流估算，亦能为干旱胁迫下的碳水耦合研究提供输入。经调研与现有文献梳理，蒸散发量取值范围为 0~3000 mm/a。

（2）NDVI（归一化植被指数）

NDVI 通过红光-近红外反射率差异快速量化植被冠层叶绿素丰度，是一切基于植被动态的时序分析基础变量。是评估净初级生产力和生态系统碳汇潜力的重要基础变量。结合监测数据与公开资料，NDVI 取值范围为-0.2~1。

（3）植被覆盖度（FVC）

FVC 表征地表像元水平结构“绿度”饱和度。FVC < 30% 区域往往是水土保持与防风固沙的管理重点；FVC > 70% 区域则更多承担生态服务供给和水分输导功能。在修正 RUSLE 与 RWEQ 中，FVC 可用于计算或表征植被覆盖因子（C）进行逐像元侵蚀量削减计算。结合监测数据与公开资料，植被覆盖度取值范围为 0~100%。

（4）生物量

生物量整合了光学遥感的冠层叶面积密度与 SAR/LiDAR 的垂直结构信息，反映碳储量与森林健康状况。该参数不仅用于森林退化指数，也直接输入碳固定与碳储量清单。结合监测数据与公开资料，生物量取值范围为 0~400 t/hm²。

（5）雪覆盖度（Snow Cover Fraction）

雪盖的季节性分布决定高寒区风蚀阈值和春融径流洪峰。对于风蚀模型，雪盖度可转换为地表粗糙度放大系数；在水文模型中，则与积雪融化系数和产流时滞联动，用于预估春季径流量和泥沙通量。结合监测数据与现有文献调研，雪覆盖度取值范围为 0~100%。

（6）降雨侵蚀力（R）

R 因子量化单次暴雨动能与 30 min 最大强度的乘积，是水蚀发生的直接驱动。该参数为 RUSLE- CN 指数模型识别侵蚀“热斑”提供动力输入。结合监测数据与现有文献调研，降雨侵蚀力取值范围为 0~50000 MJ·mm/(hm²·h)。

(7) 土壤可蚀性 (水蚀)

反映土体被径流剥蚀的敏感度,与质地、有机质、结构稳固度密切相关。一般使用 EPIC 方程换算;低值 (<0.15) 区往往为治理优先区的“蓄水保土”核心区。结合监测数据与现有文献调研,土壤可蚀性(水蚀)取值范围为 0~1。

(8) 土壤可蚀性 (风蚀)

风蚀可蚀性以 $<0.84\text{ mm}$ 易起飞颗粒比例衡量。裸砂地升至 0.9,植被-砂混生地 <0.3 ;在 RWEQ-CN 中与风速平方成正比决定潜在输沙量,对防风固沙工程布局意义重大。结合监测数据与现有文献调研,土壤可蚀性(风蚀)取值范围为 0~1。

(9) 土壤结皮覆盖度

物理/生物结皮提高表层黏结度,显著抑风起沙。是沙漠-草地过渡带的重要稳定因子。经调研与现有文献梳理,土壤结皮覆盖度取值范围为 0~100%。

(10) 土壤湿度 (θ)

0~10 cm 含水率决定土粒黏聚力; $\theta>12\%$ 时起沙阈值风速升高 2 m/s 以上。经调研与现有文献梳理,土壤湿度取值范围为 0~50%。

(11) 地表粗糙度 (RL)

随机粗糙度代表表面微波动幅度,是输入修正风蚀模型调节输沙系数。经调研与现有文献梳理,地表粗糙度取值范围为 0.06~0.95。

(12) 大气干燥度 (Aridity Index, AI)

$AI = P/ET_0$; 当 $AI < 0.2$ (极干旱) 时土地沙化风险极高。结合 30 年基准期气候数据,可绘制沙化敏感性分区图,为沙障、固沙林设防提供阈值参考。经调研与现有文献梳理,大气干燥度取值范围为 0~1。

(13) 起沙风天数

用国家\区域气象站 $\geq 6\text{ m/s}$ 起沙阈值风速的年日数表征;对风蚀速率与沙尘暴频次线性增敏。该指标与 NDVI、FVC 交叉,可快速判定治理区“返沙”风险。经调研与现有文献梳理,起沙风天数取值范围为 0~365 d/a。

(14) 碳酸盐出露面积比

根据高分卫星、无人机正射影像与 1:5 万地质图叠合掩膜,提取裸岩碳酸盐斑块面积。出露率 $>40\%$ 区域进入石漠化高敏区;在石漠化综合指数中与坡度、FVC 共同确定治理紧迫度。经调研与现有文献梳理,碳酸盐出露面积比取值范围为 0~100%。

(15) 径流系数

径流系数描述降雨量与径流量的关系,广泛用于水量平衡模型和水源涵养评估。数据获取过程应进行文献交叉验证和长期数据趋势分析,确保数据的科学性与可靠性。经调研与现有文献梳理,径流系数取值范围为 0~0.6。

(16) 光能利用率 (LUE)

光能利用率 (Light-use Efficiency, ϵ 或 LUE) 是植被把吸收光合有效辐射 (APAR) 转化为干物质的效率系数, 是 CASA、BEPS 等 NPP 估算模型的核心生理参数。不同植被功能群 LUE 由室内气室-野外荧光法、涡度协方差通量塔监测或同行评审文献提供: 针叶林 0.43 gC/MJ、草甸草原 0.27 gC/MJ 等。结合地面叶绿素含量、温度胁迫修正因子, 可形成分区栅格。经调研与现有文献梳理, 光能利用率取值范围为 0.389~0.985 gC/MJ。

5.6 生态评估参数类型

本标准将生态评估所涉参数划分为两类: 空间连续型参数 (SCP) 和空间离散型参数 (SDP)。同一参数因数据获取和空间表达方式不同, 可同时具有空间连续型和空间离散型两种属性。并在表 3 中对当前提出的 16 项参数进行了类型的划分。其中:

本标准汇总的空间连续型参数观测值, 用于支撑遥感类等空间连续参数产品 (如蒸散发量、NDVI、生物量、雪盖等) 的核验与率定。其核心作用是在代表性空间范围提供可靠的实测参照值, 用于验证与校正遥感反演结果的偏差, 并约束反演关系的适用性。该类参数强调观测可追溯性、方法的一致性, 以及影像时相、传感器的匹配性, 以量化并控制空间连续产品的不确定性。

本标准汇总的空间离散型参数观测值, 用于模型本地化输入与关键约束的区域代表性参数 (如径流系数、风蚀因子、地表粗糙度、干燥度等)。其核心作用是在分区—分类框架内完成代表值确定, 并与机理模型和生态过程 (如产流响应、风蚀敏感性、粗糙度—输沙关系等) 相结合, 采用查找表/规则赋值、分区插值或情景率定等方式开展空间化赋值, 形成面向最小赋值单元的一致参数面, 进而作为模型区域化计算的输入。该过程强调与分区分类框架的紧耦合、与机理模型的适配性, 以及来源与依据的可核查与透明记录, 支撑评价结果的跨区域可比与多期一致。

5.7 分区分类规则

本标准的空间适配框架以“分区”、“分类”框架结构为核心: 以分区提供区域尺度的生态过程背景与参数基准场, 以分类体现下垫面生态系统类型对同一过程的功能差异, 再以与参数相关的细分因子 (N) 维自然地理要素进行细化修正, 以既保证全国范围内口径统一、方法一致, 又充分表达区域差异与地方特征, 服务于精细化生态评估的统一实施。

(1) 分区 (区域生态过程基准)

分区用于刻画影响评估对象的宏观自然背景与过程强度, 是参数的区域基准层。本标准参照《全国生态功能区划 (修编版)》开展生态服务功能分区, 在框架中承担“确定基准值/范围”的职能: 同名参数在不同分区有不同的基准取值或计算路径 (如水量平衡、侵蚀等), 以保证区域尺度的科学差异。必要时可在流域、生态功能分区与行政边界之间建立配准关系, 但不改变原有分区的判定规则与名称体系。

参照《全国生态功能区划 (修编版)》作为本标准的分区依据, 将 242 个生态功能区

作为本标准的分区基准（具体见《全国生态功能区划（修编版）》）。

表 4 全国陆域生态功能区类型统计表

主导生态系统服务功能		生态功能区（个）	面积 （万 km ² ）	面积比例（%）
生态调节	水源涵养	47	256.85	26.86
	生物多样性保护	43	220.84	23.09
	土壤保持	20	61.4	6.42
	防风固沙	30	198.95	20.8
	洪水调节	8	4.89	0.51
产品提供	农产品提供	58	180.57	18.88
	林产品提供	5	10.9	1.14
人居保障	大都市群	3	10.84	1.13
	重点城镇群	28	11.04	1.15
合计		242	956.29	100

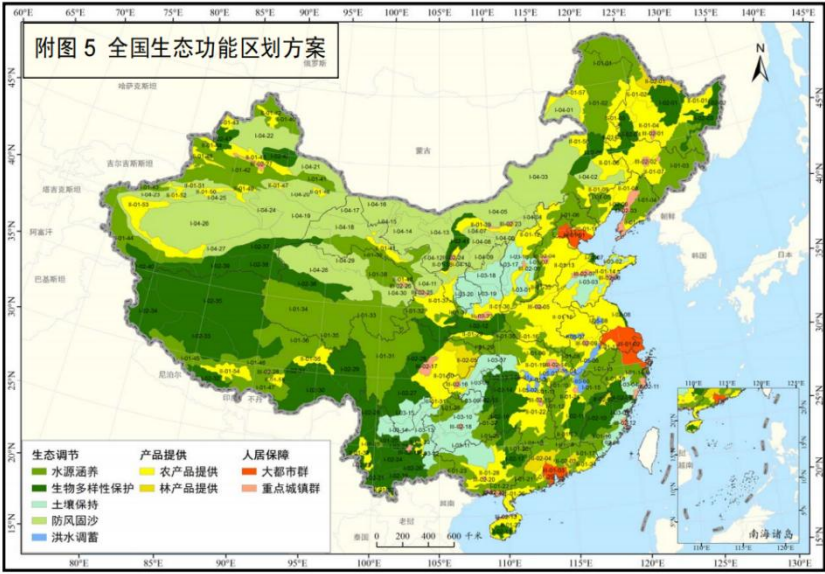


图 2 全国生态功能区划方案

图片来源：《全国生态功能区划（修编版）》

（2）分类（生态系统类型修正）

分类用于表达不同生态系统类型对同一生态过程的功能差异，是参数的下垫面功能层。按照国家通用的生态系统类型分类体系，在同一格网尺度下区分森林、草地、湿地、农田、城镇等一级类型，并可结合区域资料细化到二级类型（如阔叶林、针叶林、灌丛草地、沼泽湿地等）。分类在框架中承担“对分区基准进行生态系统类型修正”的职能：例如，同一分区

内，森林与农田在截留、蒸散、土壤保持与风蚀抵抗方面的参数系数不同。分类与分区在同一空间分辨率上叠置，用以生成“分区×分类”的交叉赋值矩阵。

依托分区分类框架，保障同一参数在多区域、多生态类型及多模型间的一致性。生态类型分类参照 HJ 1166-2021 分类体系。

表 5 全国生态系统分类体系表

I 级代码	I 级分类	II 级代码	II 级分类	分类依据
1	森林生态系统	11	阔叶林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 阔叶
		12	针叶林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 针叶
		13	针阔混交林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C\geq 0.2$, $25\%<F<75\%$
		14	稀疏林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C=0.04\sim 0.2$
2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	$H=0.3\sim 5\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 阔叶
		22	针叶灌丛	$H=0.3\sim 5\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 针叶
		23	稀疏灌丛	$H=0.3\sim 5\text{ m}$, $C=0.04\sim 0.2$
3	草地生态系统	31	草甸	$K\geq 1$, 土壤湿润, $H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C\geq 0.2$
		32	草原	$K<1$, $H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C\geq 0.2$
		33	草丛	$K\geq 1$, $H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C\geq 0.2$
		34	稀疏草地	$H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C=0.04\sim 0.2$
4	湿地生态系统	41	沼泽	地表经常过湿或有薄层积水, 生长沼泽生和部分湿生、水生或盐生植物, 有泥炭积累或明显的浅育层, 包括森林沼泽、灌丛沼泽、草本沼泽等
		42	湖泊	自然水面, 静止
		43	河流	自然水面, 流动
5	农田生态系统	51	耕地	人工植被, 土地扰动, 水生或旱生作物, 收割过程
		52	园地	人工植被, $C\geq 0.2$, 包括经济林等
6	城镇生态系统	61	居住地	城市、镇、村等聚居区
		62	城市绿地	城市的公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、生产绿地以及风景林地等
		63	工矿交通	人工挖掘表面和人工硬表面, 工矿用地、交通用地
7	荒漠生态系统	71	沙漠	自然, 松散表面, 沙质, $C<0.04$
		72	沙地	分布在半干旱区及部分半湿润区的沙质土地, $C<0.04$
		73	盐碱地	自然, 松散表面, 高盐分
8	其他	81	冰川/永久积雪	自然, 水的固态
		82	裸地	自然, 松散表面或坚硬表面, 壤质或石质, $C<0.04$

注：C：覆盖度/郁闭度；H：植被高度（m）；F：针叶树与阔叶树的比例；K：湿润指数。

(3) 细分因子 (N)

细分因子围绕具体参数选取，用于在“分区分类”之上进一步刻画局地差异。其内容依据参数的物理机理与敏感性加以选择，通常包含：土壤质地/水文土壤组、地形起伏（坡度、坡向、相对高差）、气候干湿度（干燥度指数）、海拔带与气候带等。N 层在框架中承担“细化与分段修正”的职能：通过为不同因子分级（或连续分布）设定参数修正规则，将最终像元参数由“区域基准+类型差异”进一步收敛到与局地条件相匹配的数值区间。对确属资料缺失或样本不足的区域，可按“邻近同区同类推断—上卷至分区基准”的顺序实施回退，并在成果说明中注明处理方式与依据。

举例来说，以修正风力侵蚀模型（RWEQ）的土壤风蚀因子为例，在基准分区+生态系统类型的基础上，叠加土壤质地分类，按照土壤颗粒组成进行土壤质地分类，根据生态系统类型-土壤质地组合查表确定土壤可蚀性参数。这里以某一生态功能分区内，涉及常绿阔叶林、针阔混交林带和水田的土壤风蚀因子。形成的“分区 × 分类 × N”的参数表格如下，这里的 N 为土壤类型。

表 6 修正风力侵蚀模型内嵌适用的土壤资料 （单位：%）

土壤类型/生态系统类型	常绿阔叶林	针阔混交林	水田
砂土			
壤性砂土			
砂质壤土			
砂质粘壤土			
砂质粘土			
泥土			
粉质壤土			
壤土			
粉质黏壤土			
粉质粘土			
粘壤土			
黏土			

5.8 参数信息汇总

5.8.1 元数据登记表

为确保生态评估模型参数的可追溯性与可管理性，所有使用的模型参数应按本表格格式记录其元数据信息。为确保不同区域、不同参数信息登记时，该元数据表格的可复用、可对比、可追溯。通用字段覆盖名称、单位、来源类别、空间边界、时间代表性、分区单元编码、生态系统类型适配性、版本等最小必要信息。字段设置参照并可与 GB/T 43678、GB/T 43680、HJ 1166、HJ 1173、HJ 1174、HJ 1320、ISO 19115/19157/19156 等要求进行映射。为兼顾简

洁与完整，本表对每一字段标注必填和选填要求。

表 7 参数信息登记

参数登记表内容		登记表说明		
字段名称	参数登记	字段类型	是否必填	说明
参数名称		字符串	是	参数对应中文术语
英文名称		字符串	是	参数对应英文术语
别名		字符串	是	项目或文献中使用的其他称谓
分区单元		字符串	是	参照全国生态功能区划（修编版）的生态功能区名称与代码
生态系统类型		字符串	是	参照 HJ 1166 中的生态系统类型，并登记二级生态系统分类及代码
细分因子		字符串	否	在分区分类基础上叠加的自然地理或人为影响细分因子（如坡度等级、土壤类型等）
数据来源		字符串	是	数据观测单位
采集方法		字符串	是	参数获取方式，如样地调查、站点观测、统计推算、实验测定等，并标注观测设备名称及型号；并描述样本量和汇总方式等
获取时间		日期	是	数据观测日期
单位		字符串	是	计量单位（如 mm、g/m ² 等）
空间范围		字符串	是	覆盖的地理区域或所能代表的空间范围
时间代表性		字符串	是	如“2020 年年均”、“2022 年 7 月”、“多年平均值”等
不确定性描述		文本	否	不确定性范围、影响因素、误差来源等
入库编号		字符串	否	参数的唯一识别码，与参数名称、来源、空间与时间信息有关
录入人员姓名		字符串	是	参数录入人
录入时间		日期时间	是	数据录入时间
观测地点		字符串	是	省/市/县/乡
版本信息		字符串	是	版本号，更新时间

5.8.2 数据文件汇总

汇总内容：元数据表：按标准文本附录 A 中参数信息登记表填写；

数据文件：包含参数值及参数赋值单元边界的矢量或栅格文件（统一坐标：WGS84 / EPSG:4326）；

几何类型：几何类型根据数据实际情况采用点、线、面或栅格形式。

5.9 典型案例

5.9.1 叠加生态系统类型的参数

以径流系数为例，该参数是水量平衡方程的关键参数，用于评估生态系统水源涵养等生态服务功能。在分区分类原则下，通过地面观测方式获取和提交某区域的径流系数参数。其具体操作包括：a) 获取评估区的基准分区边界与生态系统类型分布图，并统一坐标与时间基；b) 将“基准分区”与“生态系统类型”进行叠加，形成“分区×类型”复合单元；c) 按照表 8 的字段设计，为各复合单元赋予径流系数值。

表 8 地表径流系数属性表示例

字段名	ZONE_ID	ECO_1	ECO_2	RUNOFF_C	NOTE
类型	integer	string (10)	string (20)	float	string (100)
示例内容	101	forest	Broadleaf_Forest	0.25	
说明	生态功能分区编号	一级生态系统分类	二级生态系统分类	地表径流系数	备注说明

5.9.2 叠加生态系统类型与土壤类型的参数

以土壤风蚀因子为例，该参数是修正风力侵蚀模型的关键参数，用于评估生态系统防风固沙等生态服务功能。在分区分类原则下，叠加土壤质地分类作为 N 因子，通过地面观测方式获取和提交某区域的土壤风蚀因子参数。其具体操作包括：a) 获取评估区的基准分区边界、生态系统类型分布图与土壤质地（颗粒组成）分布图，并统一坐标与时间基准；b) 叠加“基准分区”“生态系统类型”“土壤质地”，形成“分区×类型×质地”的复合单元；c) 在各生态系统类型内，按照土壤颗粒组成进行土壤质地分类；d) 根据标准文本中表 B.2，为土壤可蚀性参数赋值。

表 9 土壤可蚀性（风蚀）属性表示例

字段名	ZONE_ID	ECO_TYPE	SOIL_TYPE	SAND	STLI	CLAY	K_WIND	MODEL	NOTE
类型	integer	string (20)	string (20)	float	float	float	float	string (20)	string (100)
示例内容	101	Shrubland	Sandy_Loam	60%	30%	10%	0.65	RWEQ	
说明	生态功能分区编号	生态系统类型	土壤质地类型	砂粒含量 (%)	粉粒含量 (%)	黏粒含量 (%)	土壤可蚀性（风蚀因子）	适用模型	备注说明

6 标准实施建议

（1）标准实施的配套管理措施与实施方案建议

建议同步建立组织保障、成果汇交、监督评估的配套机制：明确牵头单位、业务单位与技术支持单位职责分工；落实“参数信息登记表+数据文件”成套汇交要求；对存在经验赋值的参数，原则上优先采用现行标准、权威资料或经验证的区域参数值，并明确赋值依据和适用范围。

（2）与标准实施相关的科研建议

建议围绕参数“分区×分类×N”适配规则开展持续研究：强化关键参数的敏感性与不确定

性量化方法；推进遥感反演与地面观测/样点调查的多源融合与数据同化，形成可动态更新的参数反演、校准规则；依托长期定位观测站与典型样地，建设参数基准库与验证样本库，支撑跨区域、跨年度可比；面向水源涵养、土壤保持、防风固沙、碳固定等典型模型开展参数库—模型耦合验证与最佳实践沉淀，持续提升标准的科学性与可操作性。

(3) 其他建议

建议加强标准培训与能力建设，配套编制作业指导书与常见问题，分层开展管理、生产与应用人员培训；推动与 HJ 1166、HJ 1171—HJ 1174 及相关国标/行标在生态系统类型口径、空间单元表达、成果格式与质量要求方面的衔接，减少重复建设与口径冲突；建立持续改进与版本更新机制，针对新数据源、新模型与新业务场景及时扩展参数类型与推荐值，同时保留历史版本以满足成果追溯与横向对比需求。

7 参考文献

- Natural Capital Project, 2022. InVEST 3.14.2 User's Guide. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, and Stockholm Resilience Centre.
- Sherrouse B.C., Semmens D. J., Ancona Z.H. 2022. Social values for ecosystem services (SolVES): Open-source spatial modeling of cultural services. *Environmental Modelling & Software*. 148: 105259.
- Villa F., Bagstad K., Johnson G., et al. 2009. ARIES (ARtificial Intelligence for Ecosystem Services): a new tool for ecosystem services assessment, planning, and valuation. *Environmental Science, Computer Science*. 1-11.
- Waage, S., Armstrong, K., Hwang, L., 2014. New business decision-making aids in an era of complexity, scrutiny, and uncertainty: Tools for identifying, assessing, and valuing ecosystem services. California. Business, Environmental Science.
- 董鸣,蒋高明,孔繁志,等. 1997. 陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京:中国标准出版社, 59-68.
- 郭云,梁晨,李晓文. 2018. 基于水鸟保护的长江流域湿地优先保护格局模拟[J]. 生态学报, 38(06): 1984-1993.
- 马俊美,纪青,李水田,等. 2008. 生态系统的参数确定问题[J]. 数学的实践与认识, 38(18):105-113.
- 千年生态系统评估项目概念框架工作组. 2006. 生态系统与人类福祉: 评估框架[M]. 张永民译. 北京:中国环境科学出版社.
- 张晓琳,金晓斌,吴心怡,等. 2021. 基于系统保护理念的弹性生态保护空间划定—以广东省茂名市为例[J]. 生态学报, 41(18): 7393-7405.