

中国生态系统质量指数 (EQI) 年度 250-m 分辨率 数据集 (2007–2024) 研发

庆奥^{1,2*}

- 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
- 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 生态系统质量指数 (Ecosystem Quality Index, EQI) 是表征生态系统结构与功能状态的重要指标, 在生态环境监测与国土空间优化中具有重要应用价值。然而, 现有数据产品普遍存在时间跨度有限或空间分辨率不足的问题。本文依据《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), 融合植被覆盖度 (FVC)、叶面积指数 (LAI) 和总初级生产力 (GPP) 多源遥感数据, 构建了 中国生态系统质量指数 (EQI) 年度 250-m 分辨率数据集 (2007–2024)。数据集存储为.tif 格式, 由 54 个数据文件组成, 数据量为 31.3 GB (压缩为 9 个文件, 6.55 GB)。结果表明, 2007–2024 年 EQI 整体呈显著上升趋势, 空间上表现为南方和西南地区较高、西北及部分高寒地区较低。该数据集支持了作者工学硕士学位论文的完成。

关键词: 生态系统质量指数 (EQI); 植被覆盖度 (FVC); 叶面积指数 (LAI); 总初级生产力 (GPP); 工学硕士学位论文

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.04.03>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.04.03>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志 (中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2026.03.02.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.02.V1>.

1 前言

生态系统质量是衡量区域生态系统结构与功能状态的重要指标, 其变化直接关系到生态安全格局与可持续发展能力。随着“双碳”目标推进及国土空间优化需求的不断提升, 开展高分辨率、长时间序列的生态系统质量评估已成为生态环境研究的重要方向。现有研究多基于单一指标 (如 NDVI 或 GPP) 开展生态评估, 难以全面反映生态系统结构与功能的综合状态^[1–4]。同时, 已有数据产品在时间连续性与空间精度方面仍存在不足, 限制了其在长期生态变化监测中的应用^[5,6]。

收稿日期: 2026-03-07; 修订日期: 2026-07-30; 出版日期: 2026-08-25

*通讯作者: 庆奥, 中国科学院地理科学与资源研究所, qingao23@mailsucas.ac.cn

数据引用方式: [1] 庆奥. 中国生态系统质量指数 (EQI) 年度 250-m 分辨率数据集 (2007–2024) 研发[J]. 全球变化数据学报, 2026, 10(4): 412–420. <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.04.03>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.04.03>.

[2] 庆奥. 中国生态系统质量指数 (EQI) 年度 250-m 分辨率数据集 (2007–2024) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2026. <https://doi.org/10.3974/geodb.2026.03.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.02.V1>.

为解决上述问题，生态环境部发布《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）^[7]，明确提出基于植被覆盖度（Fractional Vegetation Cover, FVC）、叶面积指数（Leaf Area Index, LAI）和总初级生产力（Gross Primary Productivity, GPP）构建生态系统质量指数（EQI）。该方法通过多指标融合，能够更全面刻画生态系统质量状况。在此背景下，本文基于多源遥感数据，构建中国 2007–2024 年 250 m 分辨率 EQI 数据集，为生态系统长期变化分析提供统一、标准化的数据基础。

2 数据集元数据简介

《中国生态系统质量指数（EQI）年度 250-m 分辨率数据集（2007–2024）》^[8]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 《中国生态系统质量指数（EQI）年度 250-m 分辨率数据集（2007–2024）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	中国生态系统质量指数（EQI）年度 250-m 分辨率数据集（2007–2024）
数据集短名	eqi_2007_2024
作者信息	庆奥，中国科学院地理科学与资源研究所，qingao23@mailsucas.ac.cn
地理区域	中国
数据年代	2007–2024 年
时间分辨率	年
空间分辨率	250 m
数据格式	.tif
数据量	6.55 GB（压缩后）
数据集组成	2007–2024 年中国 EQI 年度栅格数据
数据计算环境	Python + ArcGIS
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[9]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC, OARL

3 数据研发方法

3.1 算法原理

生态系统质量指数（EQI）用于综合表征区域生态系统中植被结构与功能状态，是反

映生态系统整体质量的重要指标。依据《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),生态系统质量评估以 FVC、LAI 和 GPP 为核心遥感生态参数,通过多指标综合方法实现对生态系统质量的定量刻画。本研究以 250-m 分辨率栅格为基本计算单元,采用 Python 构建自动化处理流程,实现 EQI 的批量计算,最终生成中国 2007–2024 年 250-m 空间分辨率的生态系统质量指数数据集。

(1) 数据获取与指标体系构建

本研究首先获取 FVC、LAI 和 GPP 遥感数据,并构建生态系统质量评价指标体系。其中,植被覆盖度(FVC)为植被(包括叶、茎、枝)在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比,主要表征植被水平结构状况;叶面积指数(LAI)为单位土地面积上植物叶片总面积与土地面积的比值,主要表征植被垂直结构复杂性;总初级生产力(GPP)为在单位时间和单位面积上,绿色植物通过光合作用所固定的有机碳总量,主要表征植被光合作用能力强弱^[7]。数据来源方面,FVC 数据为空间分辨率 250 m 的遥感产品,来源于国家青藏高原科学数据中心¹; LAI (250 m) 与 GPP (500 m) 数据均来源于 GLASS 遥感产品²。

(2) 数据预处理

在数据获取基础上,对多源遥感数据开展系统预处理。首先,对 LAI 等数据进行完整性检查,识别缺失数据并进行补全处理;同时对异常值进行剔除与尺度转换,以消除遥感反演误差的影响。其次,基于时间序列数据,计算像元尺度的年度最大值。随后,对分块(tile)数据进行空间拼接,并结合中国区域边界进行裁剪,构建覆盖研究区的连续栅格数据。

(3) 空间一致性处理

由于 FVC、LAI 和 GPP 数据来源不同,其空间分辨率与投影系统存在差异,因此需进行空间一致性处理。以 FVC 数据为基准,对 LAI 和 GPP 数据进行重投影与重采样,使三类数据在投影坐标系、空间分辨率(250 m)及空间范围上保持一致。

在此基础上,为消除不同指标之间的量纲差异,参照 HJ 1172—2021 中的归一化方法,采用 Min-Max 标准化:

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

式中, X 为原始指标值, $X_{\min}$ 和 $X_{\max}$ 分别表示研究区域内该指标的最小值与最大值, X' 为归一化后的指标值。经处理后,各指标统一映射至[0,1]区间,从而提高不同指标之间的可比性。

(4) 生态系统质量指数计算方法

在完成数据预处理与标准化处理后,基于 HJ 1172—2021 标准构建生态系统质量指数。在像元尺度上计算 EQI:

$$EQI_i = \frac{FVC_i + LAI_i + GPP_i}{3} \times 100 \quad (2)$$

¹ 青藏高原科学数据中心. <https://data.tpc.ac.cn/home>.

² Department of Geography at the University of Hong Kong. <https://glass.hku.hk/>.

式中， EQI_i 为栅格 i 生态系统质量， FVC_i 为栅格 i 植被覆盖度， LAI_i 与 GPP_i 分别为栅格 i 叶面积指数和总初级生产力。

3.2 技术路线

图 1 展示了本研究数据集的技术路线。首先，获取 LAI、GPP 和 FVC 多源遥感数据，并进行数据完整性检查与异常值处理；其次，通过年度最大值合成及空间拼接裁剪构建研究区基础数据；随后，对多源数据进行投影、分辨率及空间范围统一，并开展归一化处理；最后基于 HJ 1172—2021 标准计算 EQI，生成中国生态系统质量指数（EQI）年度 250-m 分辨率数据集（2007–2024）。

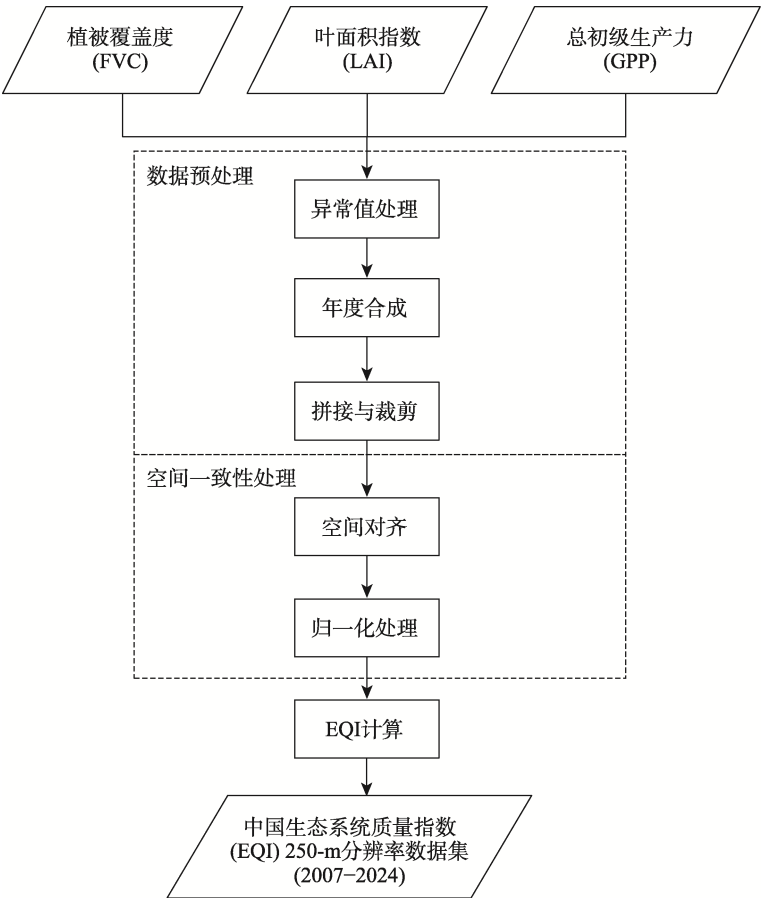


图 1 数据集研发技术路线图

4 数据结果

4.1 数据集组成

中国生态系统质量指数（EQI）年度 250-m 分辨率数据集（2007–2024）覆盖中国全域，数据产品以.tif 格式存储，像元值范围为 0–100，其中数值越大表示生态系统质量越高。数据集以年度为时间分辨率，包含 2007–2024 年年度 EQI 栅格产品，共 54 个数据文件，压

缩为 9 个文件。

4.2 数据结果分析

4.2.1 中国生态系统质量指数时序特征分析

2007–2024 年中国 EQI 在时间维度上表现出稳定且显著的上升趋势（图 2a）。基于线性回归分析结果，EQI 的变化趋势斜率为 0.193/年，表明研究期内生态系统质量指数以相对稳定的速率持续提升。决定系数 $R^2 = 0.739$ ，说明时间变量能够解释约 73.9% 的 EQI 年际变化，趋势具有较强一致性。显著性检验结果为 $p = 4.87 \times 10^{-6}$ ，在 0.001 显著性水平下通过检验，表明该趋势具有高度统计显著性。为避免单一均值指标对分布信息刻画的局限性，本文进一步基于 2007–2024 年栅格数据构建 EQI 年际分布箱线图（图 2b）。结果表明，各年份 EQI 分布的中位数整体呈逐年上升趋势，与均值变化结果一致，说明生态系统质量在整体分布层面呈现出一致的提升趋势。

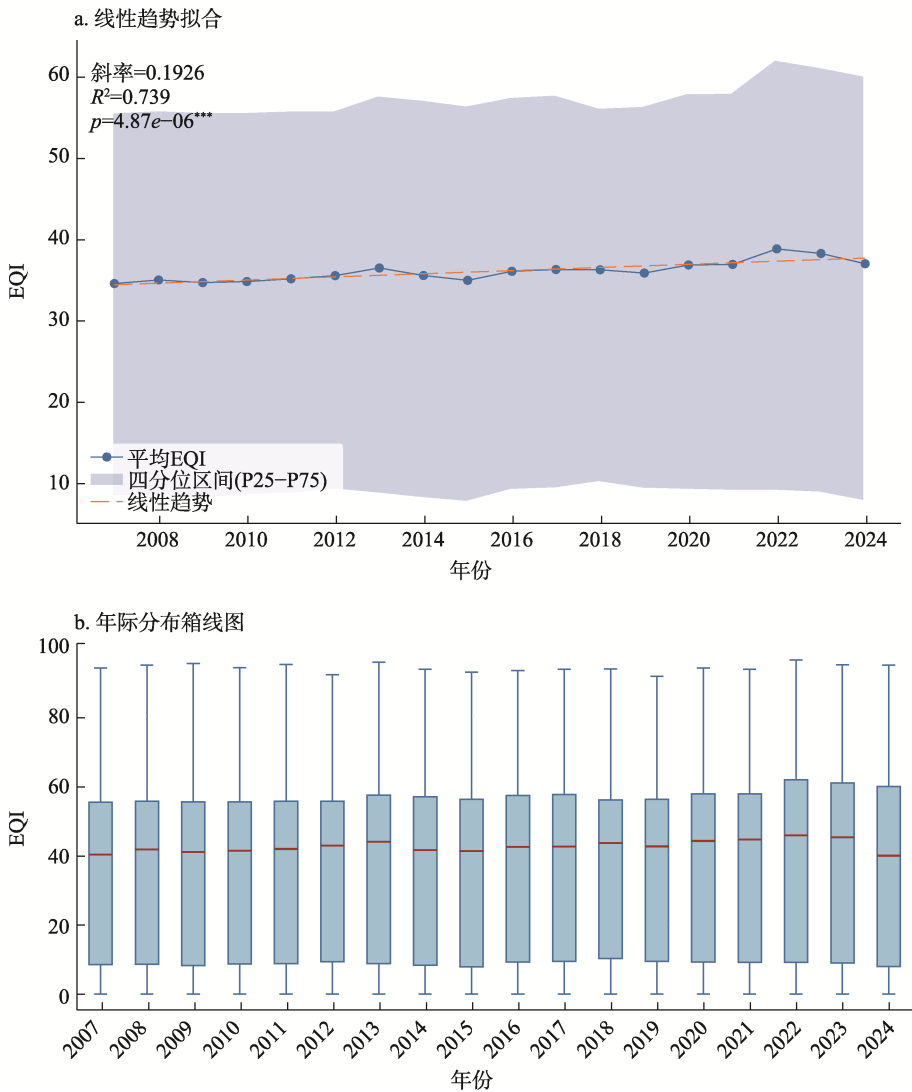


图 2 中国生态系统质量指数 (EQI) 时序变化特征图 (2007–2024)

从离散程度来看，四分位区间（P25–P75）在研究期内整体变化幅度较小，区间宽度基本保持稳定，说明 EQI 的年际波动主要体现在整体水平的抬升，而非离散性的显著扩大或收缩。这表明数据集在时间维度上具有良好的稳定性和一致性。总体而言，EQI 数据在 2007–2024 年期间呈现出显著、稳定且低波动的增长特征，反映出数据产品在时间序列上的内部一致性较高，适用于长时间尺度的生态变化监测与趋势分析。

4.2.2 中国生态系统质量指数空间特征分析

从空间分布格局来看，2024 年中国 EQI 总体呈现出显著的区域分异特征（图 3）。其中，南方和西南地区整体较高，西北及部分高寒地区整体较低，中东部地区表现出明显的过渡性，东北部分地区形成局部中高值区。为进一步刻画 2024 年中国省际尺度 EQI 的空间分布特征，本文基于省级行政单元统计各省级行政区 EQI 均值，并对其进行排序与比较（图 4）。结果表明，全国 34 个省级行政区 EQI 均值为 50.22，标准差为 16.28，变异系数为 32.42%，极差为 59.75，表明不同省级行政区之间存在较为明显的空间异质性。

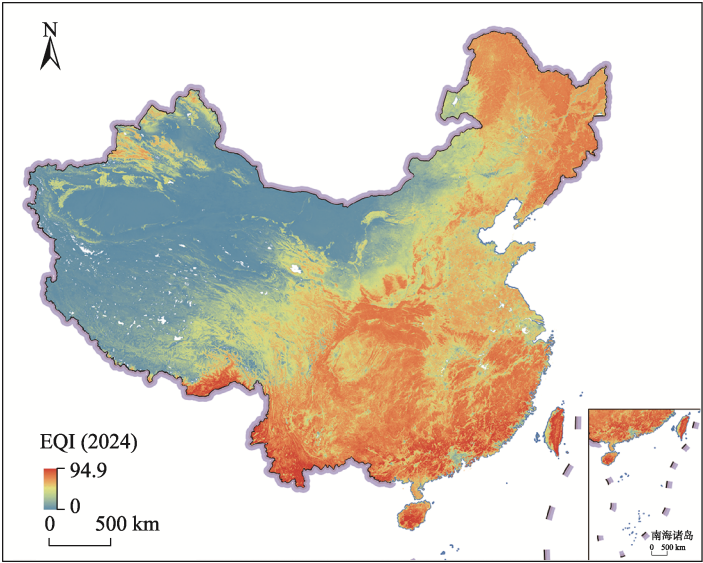


图 3 中国生态系统质量指数（EQI）空间分布图（2024）
（基于自然资源部标准地图服务网站审图号为 GS(2019)1698 号的标准地图制作，底图无修改）

从省级统计结果来看，高值区主要集中于中国南方和西南生态本底较好的地区。均值排名前列的省级行政区包括海南省（70.49）、台湾省（70.24）、福建省（68.41）、广西壮族自治区（68.38）和云南省（66.36）。其中，海南省在 60–80 和 80–100 区间的像元占比分别达到 48.33%和 30.54%，表明高值区域占据明显优势；台湾省 80–100 区间像元占比达到 45.78%，显示出显著的高值集聚特征；福建省和广西壮族自治区 60–80 区间像元占比分别为 71.10%和 66.92%，也表现出较强的中高值集中分布特征。总体来看，华南-西南地区构成了中国 EQI 中高值连续分布带，区域生态系统质量整体较高。

与之相对，低值区主要集中于中国西北及部分高寒地区。均值较低的省级行政区主要包括新疆维吾尔自治区（10.74）、西藏自治区（18.04）、青海省（20.66）、甘肃省（23.57）

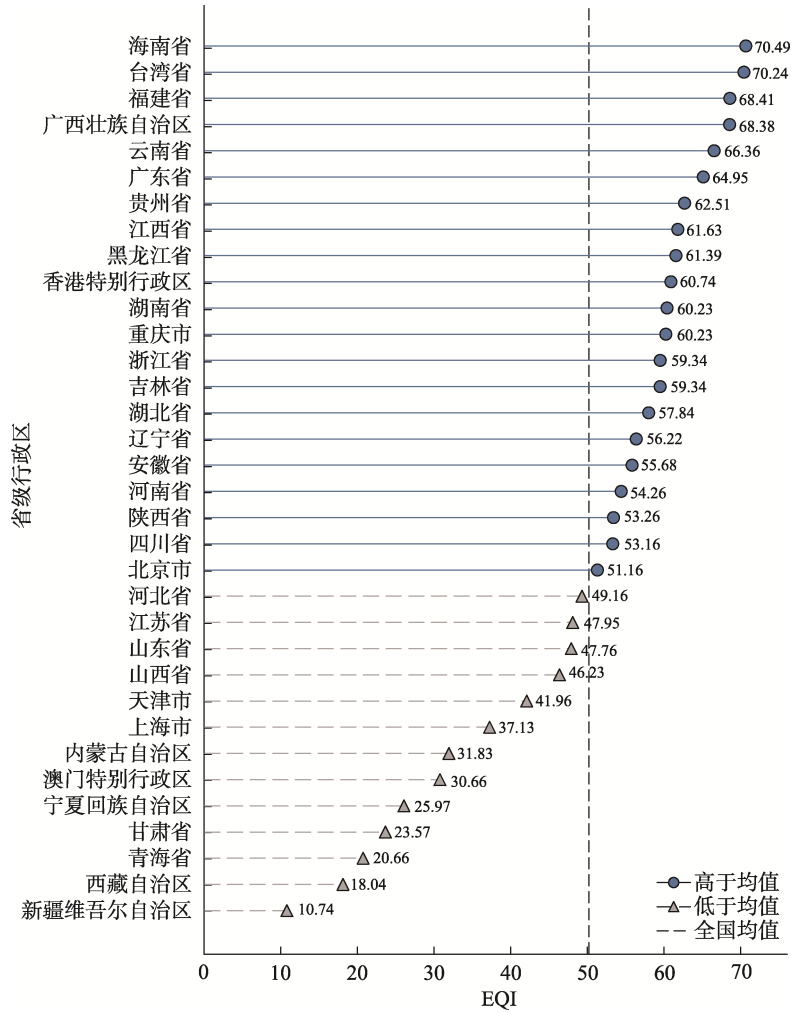


图 4 中国生态系统质量指数 (EQI) 省际差异图 (2024)

和宁夏回族自治区 (25.97)。其中, 新疆维吾尔自治区 0–20 区间像元占比高达 82.60%, 西藏自治区为 69.41%, 青海省和甘肃省分别为 55.28%和 54.81%, 表明这些地区以低值像元为主, 整体生态系统质量相对较低。宁夏回族自治区 0–20 区间像元占比也达到 45.18%, 内蒙古自治区均值为 31.83, 其 0–20 区间像元占比为 35.79%, 进一步说明中国北方干旱、半干旱及高寒地区整体以低值或中低值分布为主。

值得注意的是, 中东部地区呈现出较为明显的过渡性特征。例如, 湖北省、安徽省、辽宁省和河南省的 EQI 均值分别为 57.84、55.68、56.22 和 54.26, 整体处于全国中等偏上水平, 其像元主要分布于 40–60 和 60–80 区间。此外, 东北地区中的黑龙江省 (61.39) 和吉林省 (59.34) EQI 水平相对较高, 表明东北部分地区在全国空间格局中构成了区别于西北低值区的另一类中高值区域。

4.2.3 中国生态系统质量指数分布结构分析

为刻画 2024 年中国 EQI 的总体分布结构, 本文基于栅格像元值构建了概率密度函数

（Probability Density Function, PDF）与累积分布函数（Cumulative Distribution Function, CDF）（图 5）。结果显示，2024 年 EQI 取值范围为 0.00–94.90，均值为 36.95，中位数约为 39.93，标准差为 25.78，四分位数 P25 和 P75 分别为 7.89 和 59.87。整体来看，EQI 取值跨度较大，表明全国生态系统质量在空间上存在显著异质性。

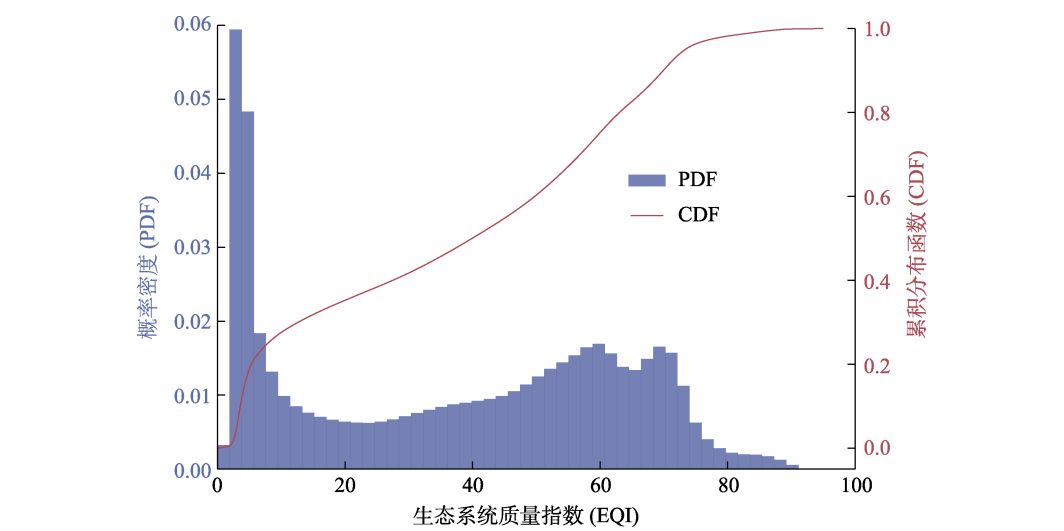


图 5 2024 年中国生态系统质量指数（EQI）概率密度函数与累积分布函数图

从概率密度分布来看，EQI 整体并不服从简单的单峰正态分布，而表现出低值区相对集中与中高值区较广泛分布并存的特征。分箱统计结果表明，0–10 范围内像元占比约为 27.55%，说明低值像元在全国范围内占据较高比例。与此同时，40–80 区间内像元占比约为 48.15%，其中 40–60 和 60–80 区间分别占 25.14%和 23.01%，表明全国生态系统质量主体仍集中在中等至中高水平区间。

从累积分布函数来看，CDF 曲线在低值区间上升较快，在中等区间保持持续增长，并在高值区逐渐趋于平缓。定量上，约 75.21%的像元 EQI 不超过 60，约 90.16%的像元不超过 70，约 98.21%的像元不超过 80，而 80–100 区间仅占约 1.79%。这表明高值区域虽然在局部地区存在，但总体比例较低，EQI 高值部分主要构成分布尾部，而非全国生态系统质量的主体。

5 讨论和总结

本研究基于《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），融合植被覆盖度（FVC）、叶面积指数（LAI）和总初级生产力（GPP）等多源遥感数据，研发了中国生态系统质量指数（EQI）年度 250-m 分辨率数据集（2007–2024）。该数据集在时间上覆盖 2007–2024 年，空间上覆盖中国全域，能够连续表征全国生态系统质量的时空变化特征。数据结果表明，在时间维度上，2007–2024 年中国平均 EQI 呈稳定上升趋势，且年际分布的中位数同步抬升、四分位区间整体保持稳定，说明该数据集在时间序列上具有较好的连续性与内部一致性；在空间维度上，EQI 总体表现为南方和西南地区

较高、西北及部分高寒地区较低、中东部地区呈过渡分布的格局，省际尺度上亦表现出明显差异；在分布结构上，EQI 呈现低值区局部集中与中高值区广泛分布并存的特征，反映出中国生态系统质量具有显著空间异质性。总体而言，本数据集在较高空间分辨率下实现了长时间序列的标准化表达，可为生态系统质量动态监测、区域差异识别、生态保护修复评估及国土空间规划提供基础数据支撑。

本数据集仍存在一定局限性。首先，EQI 的构建依赖 FVC、LAI 和 GPP 等遥感产品，其精度受原始数据质量、缺失值处理、重采样等环节影响，不同数据源之间的尺度差异及误差传递可能导致局部区域结果存在一定不确定性。其次，当前数据集以年尺度表征生态系统质量变化，更适用于长期动态监测与宏观格局分析，对季节尺度变化及短时快速波动过程的刻画能力仍然有限。再次，由于目前尚缺乏可直接对比的同类 EQI 产品，数据验证仍存在一定局限。后续可从以下两方面进一步完善：一是扩展更长时间序列，并探索季节尺度产品，以增强对生态变化过程的刻画能力；二是结合更多独立观测资料开展多尺度验证与区域适用性评估，进一步提升数据集的可靠性与应用潜力。该数据集支持了作者工学硕士学位论文的完成，指导教师韩梦瑶。

致谢：感谢在学位论文完成过程中，导师韩梦瑶副研究员给予的指导与帮助。

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] Huang, S., Tang, L. N., Hupy, J. P., *et al.* A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing [J]. *Journal of Forestry Research*, 2021, 32(1): 1–6.
- [2] Liao, Z. Z., Zhou, B. H., Zhu, J. Y., *et al.* A critical review of methods, principles and progress for estimating the gross primary productivity of terrestrial ecosystems [J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2023, 11: 1093095.
- [3] Cui, L. L., Chen, Y. H., Yuan, Y., *et al.* Comprehensive evaluation system for vegetation ecological quality: a case study of Sichuan ecological protection redline areas [J]. *Frontiers in Plant Science*, 2023, 14.
- [4] Liu, P., Ren, C. Y., Yu, W. S., *et al.* Exploring the ecological quality and its drivers based on annual remote sensing ecological index and multisource data in Northeast China [J]. *Ecological Indicators*, 2023, 154: 110589.
- [5] Wang, J. B., Chen, X., Ouyang, X. H., *et al.* A dataset of ecological quality indexes of terrestrial ecosystems in China from 2000 to 2018 [J]. *China Scientific Data*, 2023, 8(3).
- [6] Liu, H. M., Lu, J. Y., Li, X. C., *et al.* Evaluating human-nature relationships at a grid scale in China, 2000–2020 [J]. *Habitat International*, 2025, 156: 103282.
- [7] 中华人民共和国生态环境部. 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) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [8] 庆奥. 中国生态系统质量指数 (EQI) 年度 250-m 分辨率数据集 (2007–2024) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2026. <https://doi.org/10.3974/geodb.2026.03.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.02.V1>.
- [9] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017 年更新).