



文献 CSTR:
32001.14.11-6035.csd.2025.0110.zh



文献 DOI:
10.11922/11-6035.csd.2025.0110.zh
数据 DOI:
10.12262/lscd.17045.2447

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2025-06-04
录用日期: 2025-08-21
发表日期: 2025-12-13

2000–2024 年渭河流域 MPDI 逐年 500 m 数据集

田琛琛^{1,2}, 康亚琴^{2,3}, 冯克庭^{1,2*}

1. 中国科学院地球环境研究所, 黄土科学全国重点实验室, 西安 710061
2. 中国科学院地球环境研究所, 黄土科学数据中心, 西安 710061
3. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070

摘要: 干旱作为影响农业生产与生态安全的主要气象灾害之一, 其长期动态监测对区域水资源管理具有重要意义。针对渭河流域干旱监测的实际需求, 基于 Google Earth Engine (GEE) 平台, 构建了 2000–2024 年长时间序列的改进型垂直干旱指数 (Modified Perpendicular Drought Index, MPDI) 数据集。本数据集以 MOD09A1 地表反射率产品为基础, 经过云掩膜处理、投影转换等标准预处理流程, 结合归一化植被指数 (NDVI) 和植被覆盖度 (f_v) 参数计算, 在传统垂直干旱指数 (PDI) 模型中引入植被覆盖度因子, 从而生成空间分辨率为 500 m 的年度干旱监测产品。为确保数据的准确性与一致性, 本研究在数据集构建过程中实施了严格的质量控制措施, 包括云量筛选填充、土壤线方程拟合 ($R^2 \geq 0.85$) 以及与实测土壤湿度监测数据相关性分析等。本数据集为评估渭河流域干旱发生的频率、强度及空间扩展趋势提供了可靠依据, 可为区域干旱动态监测、水资源精细化管理和灾害风险评估等相关研究与实践提供有力支撑。

关键词: 渭河流域; 改进型垂直干旱指数 (MPDI); GEE 平台; MOD09A1; 干旱监测

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	2000–2024 年渭河流域 MPDI 逐年 500 m 数据集
数据通信作者	冯克庭 (fengketing@ieecas.cn)
数据作者	田琛琛、康亚琴、冯克庭
数据时间范围	2000–2024 年
地理区域	地理范围为 33°41'46"–37°24'30"N, 103°58'18"–110°16'28"E
空间分辨率	500 m
数据量	111.45 MB
数据格式	*.tif
数据服务系统网址	https://doi.org/10.12262/lscd.17045.2447 http://www.scidb.cn/doi/10.12262/lscd.17045.2447
基金项目	黄土科学全国重点实验室自主部署项目 (E452840100)
数据库 (集) 组成	数据集共包括 25 个数据文件, 逐年存储 2000–2024 年的 MPDI 数据

* 论文通信作者

冯克庭: fengketing@ieecas.cn

引言

干旱是制约农业生产与社会经济发展的关键气象灾害，具有高频次、长历时、广范围等特点，对粮食安全和生态系统稳定性构成重大威胁^[1]。以黄河流域为例，该区域作为我国核心农业带和生态安全屏障，在气候变化与人为因素双重作用下，干旱问题日益凸显，其干旱态势直接影响区域水资源调控和农业可持续发展^[2-4]。

当前，干旱监测方法主要依赖气象站点监测数据，虽然精度高，但受限于站点密度，难以实现高时空分辨率动态监测^[5-6]。相比之下，遥感技术覆盖范围广、重访周期短、成本效益高，已成为区域干旱监测的关键工具。基于光学遥感的干旱指数，如垂直干旱指数（Perpendicular Drought Index, PDI）、改进型垂直干旱指数（Modified Perpendicular Drought Index, MPDI）和温度植被干旱指数（Temperature Vegetation Dryness Index, TVDI）等，构成了当前遥感干旱监测的主要技术框架^[7-9]。PDI 在裸土条件下表现优异，但在中高植被覆盖区易受植被混合像元影响而失真。TVDI 通过整合植被指数与地表温度信息提高监测精度，但其依赖高频率、高质量的地表温度产品，在云覆盖频繁或复杂地形区使用受限。针对上述不足，MPDI 通过引入植被覆盖度（fv）作为校正因子，消除了植被影响对干旱识别的干扰，在中度及以上植被覆盖区域展现出更优的干旱响应能力^[10-13]，已成为遥感干旱监测的重要发展方向^[14-15]。近年来，国内外学者对 MPDI 的算法结构与应用潜力开展了系统研究。Tao 等（2021）构建了基于 MPDI - NDVI 的梯形空间模型，并将其用于土壤湿度反演，验证了其对于土壤水分变化的高度敏感性^[16]；Lu 等（2022）基于 MPDI 和空间融合方法，实现了 16 m 高分辨率的土壤水分估算产品^[17]；Nie 等（2020）基于 GF-1 WFV 与 Landsat-8 OLI 数据系统比较了 PDI、VAPDI 与 MPDI 的土壤湿度反演性能，结果表明，三种指数在表层（0 - 10 cm）土壤湿度中相关性最高，其中 MPDI 在表层土壤中具有更高的相关性与稳定性，在干旱 - 半干旱区的表层土壤湿度监测中具有良好的适用性^[14]。

本数据集基于 GEE 平台，整合 2000 - 2024 年生长季（第 80 - 290 天）MOD09A1 数据，经过去云处理、投影转换、影像拼接等预处理流程，计算改进型垂直干旱指数（MPDI），并优化时间序列合成方法，构建渭河流域年度干旱监测数据集，为渭河流域农业干旱动态监测与水资源优化配置提供关键技术支撑，并有助于揭示干旱事件的时空分布特征与发展趋势。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据来源

本数据集使用 2000–2024 年逐年生长季（第 80–290 天，3 月 20 日 - 10 月 16 日）MODIS MOD09A1 V61 版本数据产品，条带包括 H26V05、H27V05，数据时间分辨率为 8 天、空间分辨率为 500 m。

渭河流域矢量边界数据通过国家冰川冻土沙漠科学数据中心（<https://www.ncdc.ac.cn/>）下载^[18]。

1.2 研究区概况

渭河发源于甘肃省定西市渭源县鸟鼠山，至陕西省渭南市潼关县汇入黄河，是黄河的最大支流。渭河流域地理范围为 33°41'46" - 37°24'30"N，103°58'18" - 110°16'28"E，流经甘肃、宁夏回族自治区和陕西三省（区），流域面积 13.43 万平方公里，干流全长 818 公里（见图 1）。该流域地形格局呈现显著的西高东低空间分异特征，沿东西方向地势逐渐降低，地形高差超过 3000 m。

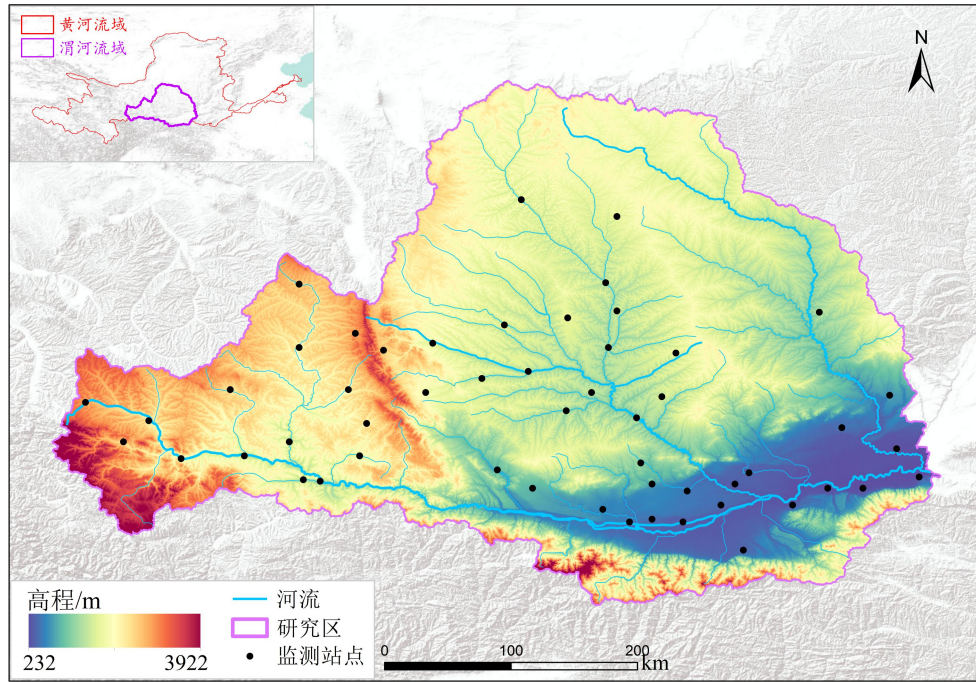


图 1 渭河流域地理位置示意图

Figure 1 Schematic diagram of the geographical location of the Weihe River Basin

流域北部属典型的黄土高原地貌单元，南部则延伸至秦岭山脉区域，境内山系发育明显，地貌类型多样，包括黄土丘陵、黄土塬、土石山区、黄土阶地及河谷冲积平原等。这种复杂的地形结构不仅对区域气候格局形成具有重要影响，同时在水文过程调节、水资源空间分布及干旱发生演变等方面发挥着关键作用^[19]。

1.3 数据处理方法

本数据集处理过程主要包括数据获取、数据预处理、相关指数计算、MPDI 计算和质量评估等步骤（图 2）。

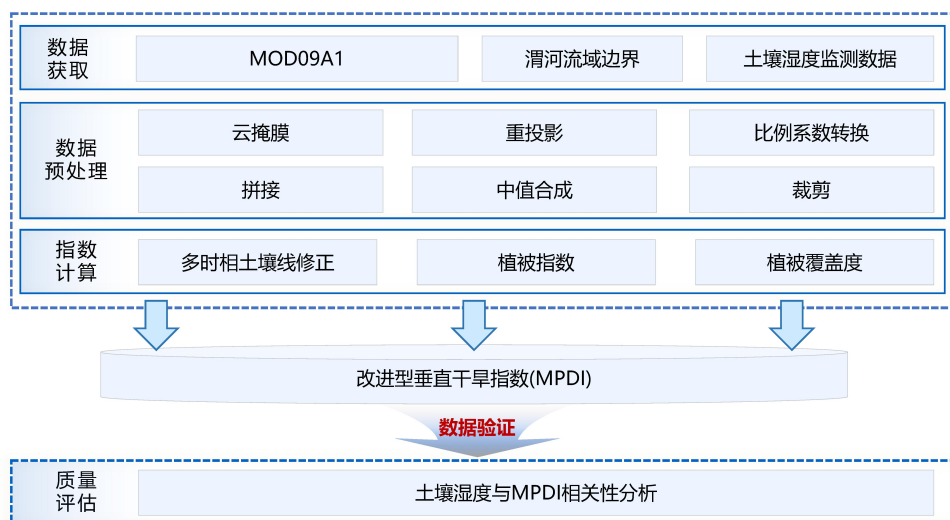


图 2 数据生产技术流程图

Figure 2 Technical workflow for data production

1.3.1 数据预处理

以渭河流域为研究区域，设置云量阈值 $<15\%$ ，根据时间跨度（2000–2024 年）筛选符合条件的影像数据；对所获取的影像数据进行云掩膜处理、投影转换、比例系数转换以及图像拼接等标准化预处理。针对每一年的生长季（第 80–290 天），采用中值合成算法对 MOD09A1 时序数据进行像元级计算与合成，生成年尺度的反射率影像，基于渭河流域矢量边界对合成影像进行裁剪，获取用于干旱指数计算的 TIFF 格式栅格数据产品，最终生成的数据集采用 WGS 1984 地理坐标系，空间分辨率为 500 m，时间分辨率为年尺度。

1.3.2 归一化植被指数（NDVI）计算

NDVI 是反映地表植被生长状况与光合作用强度的重要参数，广泛应用于生态环境监测和农业干旱评估等研究领域^[20]。基于 MOD09A1 数据产品，计算渭河流域 NDVI 数据。具体计算公式如下：

$$NDVI = \frac{R_{Nir} - R_{Red}}{R_{Nir} + R_{Red}} \quad (1)$$

式中： R_{Red} 、 R_{Nir} 分别为红光波段和近红外波段的地表反射率。

1.3.3 植被覆盖度（ f_v ）计算

植被覆盖度（ f_v ）是表征地表植被覆盖状况的重要参数，通常定义为植被在地面垂直投影面积占统计区域总面积的百分比。该指标不仅反映了地表植被空间分布格局，也是评估生态系统健康状况与动态变化的关键生态因子之一^[21]。基于 NDVI 数据，采用半经验模型^[22–26]对渭河流域进行植被覆盖度估算，通过归一化处理不同像元 NDVI 值与区域最大（ $NDVI_{Max}$ ）和最小（ $NDVI_{Min}$ ）NDVI 值之间的差异，实现对地表植被覆盖度的有效量化。具体计算公式如下：

$$f_v = 1 - \left(\frac{NDVI_{Max} - NDVI}{NDVI_{Max} + NDVI_{Min}} \right)^{0.6175} \quad (2)$$

式中： $NDVI_{Min}$ 、 $NDVI_{Max}$ 分别对应裸土和植被 100% 覆盖时的 NDVI 值。由经验值可知， $NDVI_{Min}$ 、 $NDVI_{Max}$ 的置信区间分别为 0.05% 和 99.95%。因此，统计研究区的 NDVI 值，并选取对应置信区间的为 0.05% 的 NDVI 值来作为 $NDVI_{Min}$ ，置信区间的为 99.95% 的 NDVI 值来作为 $NDVI_{Max}$ ，并进行相应计算。

1.3.4 土壤线斜率 M 计算

土壤线的构建是 MPDI 计算的关键。为准确反映渭河流域地表裸土的光谱特征，基于 2000–2024 年期间逐年的 MOD09A1 数据产品，在红光（Red）与近红外（Nir）波段构成的二维光谱特征空间中，选取典型裸土像元进行线性回归分析，拟合得到土壤线方程^[14–15]：

$$R_{Nir} = M * R_{Red} + b \quad (3)$$

其中，M 为土壤线斜率，代表裸土在红光与近红外波段之间的反射率变化趋势；b 为截距，反映土壤背景反射率的偏移量。通过对多年裸土像元的 Red - Nir 散点图进行线性拟合（图 3），最终选取拟合效果最优的 2021 年的线性模型（决定系数 $R^2 \geq 0.85$ ）作为土壤线参数， $M=0.80$ 。

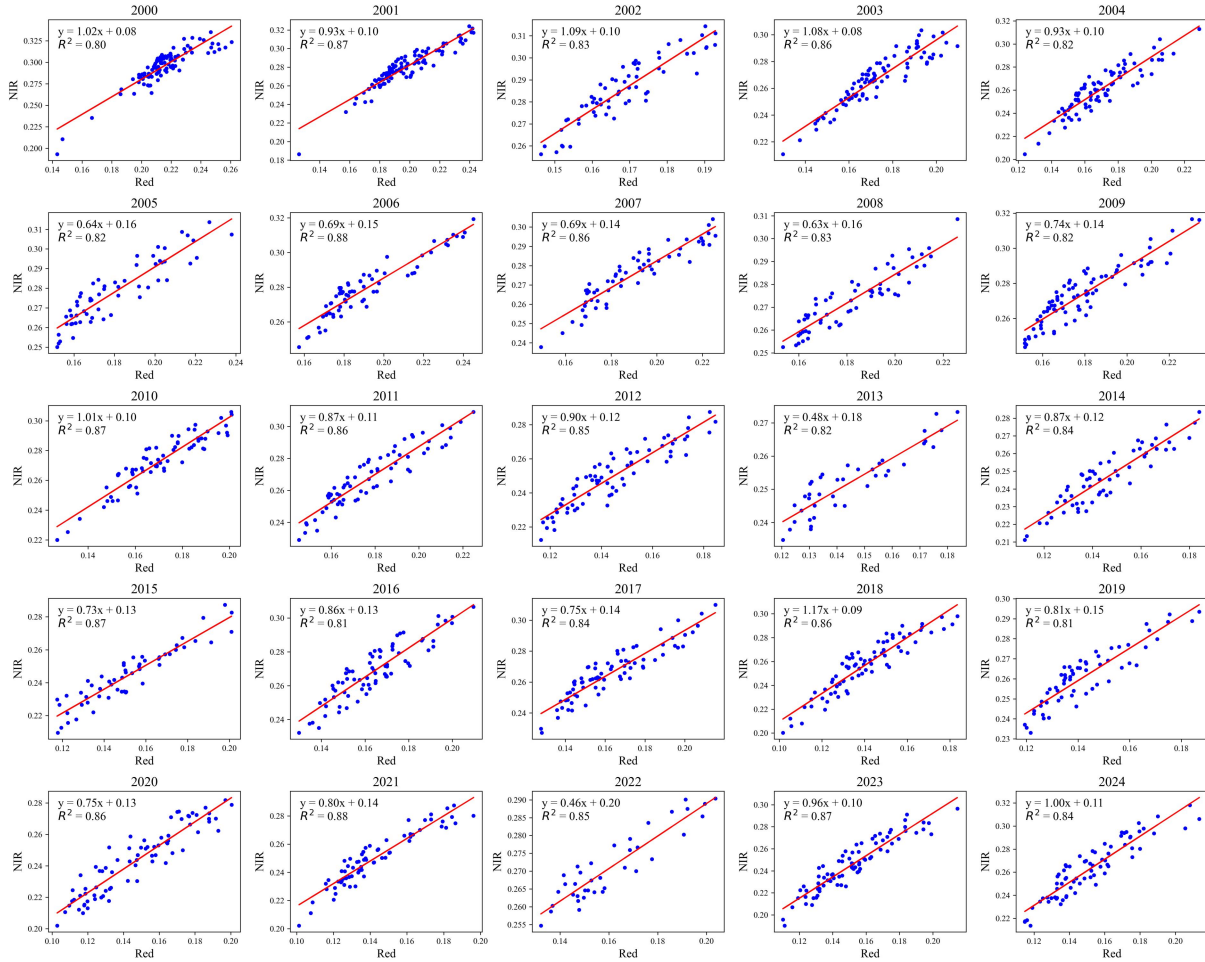


图3 土壤线斜率 M 拟合参数图

Figure 3 Fitted parameters of soil line slope (M)

1.3.5 MPDI 计算

由近红外 (Nir) 和红光 (Red) 波段构建的二维光谱特征空间呈现出明显的三角形分布特征，特征空间的下边界由红光波段反射率与其对应的最小近红外波段反射率之间的线性拟合关系构成，该边界被定义为“土壤线” (Soil Line)，其拟合斜率与截距可有效反映区域土壤湿度状况的综合特征^[27]。通过构建 Nir - Red 光谱特征空间，并计算像元在该空间中相对于土壤线的垂直距离，以量化地表干旱程度。PDI 值反映了遥感像元的光谱特征偏离土壤线的程度，数值越大，说明该区域土壤水分亏缺越严重，地表干旱化程度越高。因此，PDI 可作为表征区域干旱状况的重要遥感定量指标，在多尺度干旱监测与干旱演变趋势分析中具有良好的适用性和敏感性。具体计算公式如下^[14-15]：

$$PDI = \frac{1}{\sqrt{M^2+1}}(R_{Red} + M * R_{Nir}) \quad (4)$$

式中， R_{Red} 、 R_{Nir} 分别指经过大气校正处理后的红光波段与近红外波段的地表反射率，M 表示研究区土壤线的斜率参数。

植被对不同波段电磁辐射的反射特性存在显著差异：在红光波段，植被具有较强的吸收能力，而在近红外波段则表现出较高的反射率。相比之下，裸露土壤在红光至近红外波段的反射率变化幅度较小。随着地表植被覆盖度的增加，红光波段的反射率逐渐降低，而近红外波段的反射率显著上

升。为提高植被覆盖区域干旱监测的准确性，本数据集在 PDI 基础上，引入植被覆盖度因子 (f_v)，计算改进型垂直干旱指数 (MPDI)，有效削弱了植被对干旱指数反演结果的干扰，提高了干旱监测在中高植被覆盖区域的灵敏性与稳定性，从而增强了遥感干旱监测的实用性与科学性。具体计算公式如下^[14-15]：

$$MPDI = \frac{R_{Red} + M * R_{Nir} - f_v (R_{v,Red} + M * R_{v,Nir})}{(1 - f_v) \sqrt{M^2 + 1}} \quad (5)$$

式中， $R_{v,Red}$ 、 $R_{v,Nir}$ 分别代表典型植被在红光波段和近红外波段的反射率值， f_v 为植被覆盖度。依据相关研究成果中的经验值^[24-28]，本研究设定 $R_{v,Red}=0.05$ ， $R_{v,Nir}=0.5$ 。此外，土壤线斜率参数 M 通过 Nir - Red 光谱特征空间进行线性拟合确定，旨在增强模型对流域内不同地表覆盖类型的适应能力和干旱反演的精度。

2 数据样本描述

2.1 命名规则

本干旱指数数据集包含 25 个文件，时间范围覆盖 2000–2024 年，数据量为 111.45 MB，数据格式为 tif。数据集命名规则如下：MPDI_YYYY_500m_year.tif，具体意义如下：

- (1) MPDI：表示改进型垂直干旱指数产品；
- (2) YYYY：表示数据集产品时间为 YYYY 年；
- (3) 500m：表示数据集产品空间分辨率为 500 m；
- (4) year：表示数据集产品为年数据。

如 MPDI_2024_500m_year.tif，表示 2024 年空间分辨率为 500 m 的改进型垂直干旱指数 (MPDI) 产品。

2.2 数据描述

2000–2024 年渭河流域干旱状况整体呈阶段性波动（图 4），尤其自 2015 年起，流域中东部和南部地区的干旱程度有所缓解，表现出一定的改善趋势，MPDI 呈现出明显的地域分异特征。流域北部及中部黄土高原腹地干旱指数普遍较高，反映出该区域水分胁迫显著；而南部秦岭山区及西南部区域干旱指数相对较低，水分状况较为优越。结合土地利用类型数据^[29]进一步分析发现（图 5），MPDI 值较高的区域主要集中于农作物种植区和裸地分布区，这些区域普遍植被覆盖度较低，土壤保水能力差；而秦岭山区及其他森林与草地集中分布区干旱指数明显偏低，表明良好的植被覆盖条件有助于提升区域水分调节能力。此外，流域中下游城市建设区近年来持续扩张，导致地表不透水率升高、水分循环过程受阻，从而在一定程度上加剧了局地干旱风险。

MPDI 作为一种无量纲的遥感干旱监测指标，其数值变化能够有效刻画地表干旱程度的时空演变特征。该指数在不同下垫面条件下的响应机制表现出明显差异：在低植被覆盖区域 ($f_v < 0.3$)，MPDI 主要受土壤水分状况主导，反映出较强的水分驱动特征；而在高植被覆盖区域 ($f_v > 0.5$)，植被生物物理参数对 MPDI 的影响显著增强，表明植被状况在干旱响应中具有更高权重（图 6）。这一特征使 MPDI 能够在不同地表覆被条件下保持良好的适应性，兼顾裸地与植被区的干旱响应差异，具有较强的通用性和稳定性。

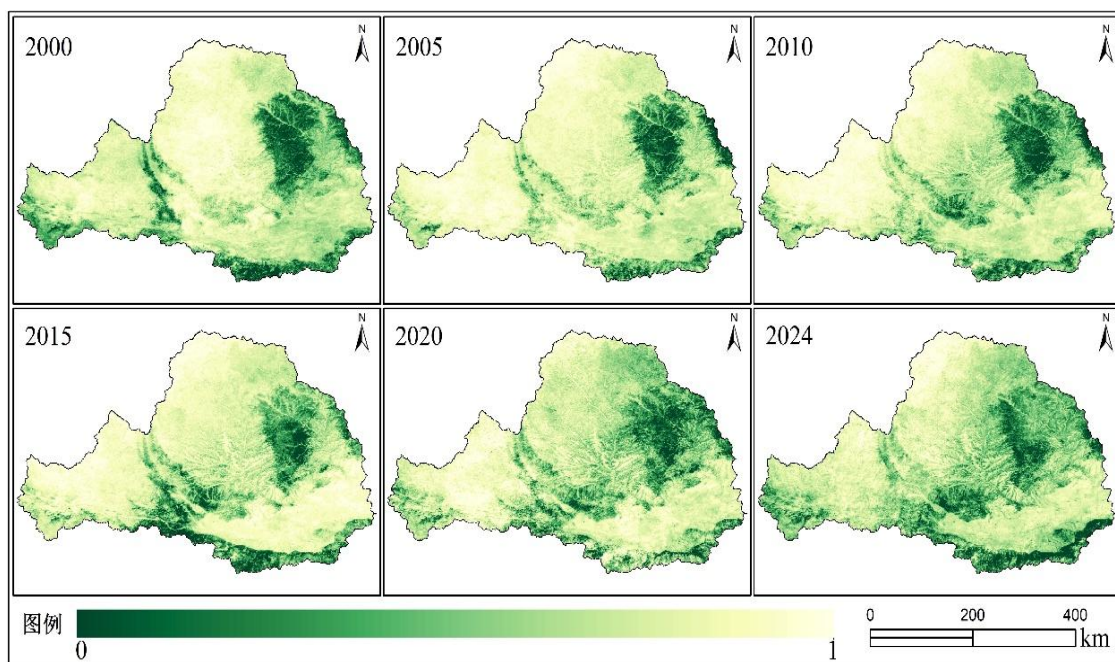


图 4 改进型垂直干旱指数 (MPDI) 产品

Figure 4 Modified Perpendicular Drought Index (MPDI) Product

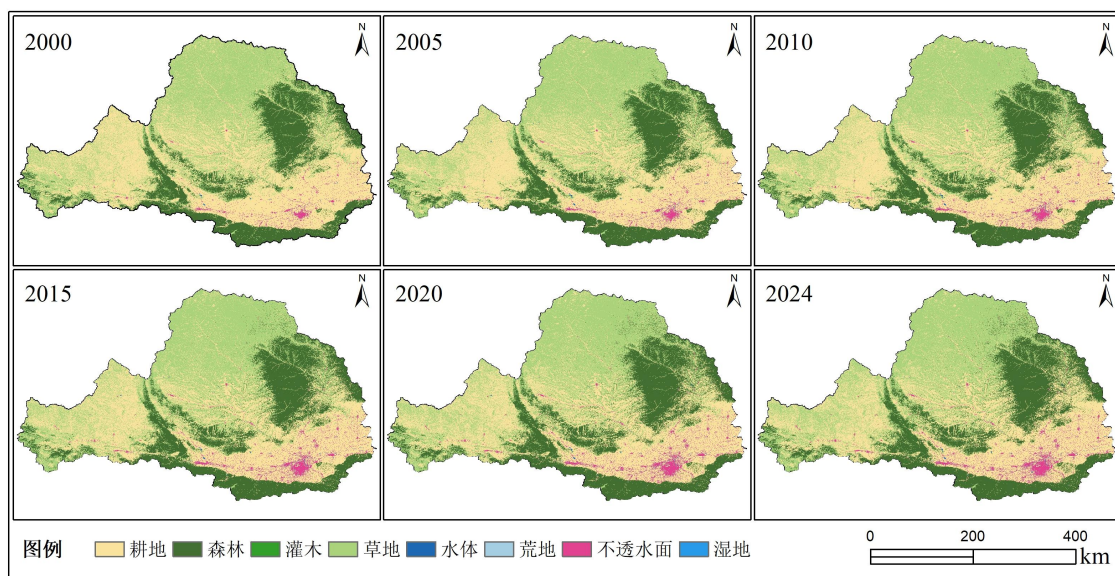


图 5 土地利用类型空间分布

Figure 5 Spatial distribution of land use types

3 数据质量控制和评估

3.1 数据质量控制

MPDI 数据产品的质量与 MOD09A1 数据源产品质量有关，为保证数据的时空一致性与分析可

可靠性，基于 GEE 平台对 MODIS 8 天合成地表反射率产品 MOD09A1 进行系统性质量控制，具体做法为：

(1) 解析每个像元的质量控制信息 state_1 km 波段中的二进制位信息，其中第 0–1 位值表示云状态（00 为晴空，01 为不确定，10 为可能有云，11 为有云），第 2 位表示云阴影（0 为无阴影，1 为阴影），当云状态、非晴空或存在云阴影时，该像元均标记为无效像元。

(2) 采用逐像元级提取并组合这些位值标志，仅保留“无云、无阴影”的有效像元用于后续分析，避免因整幅影像过滤带来空间信息损失。

(3) 掩膜处理后，为进一步提升数据的空间连续性，采用中值滤波方法对影像边缘的空值区域进行填补，滤波窗口设置为 3×3 像元，核类型为正方形，保证在局部范围内对缺失像元进行平滑替代，抑制高频噪声。

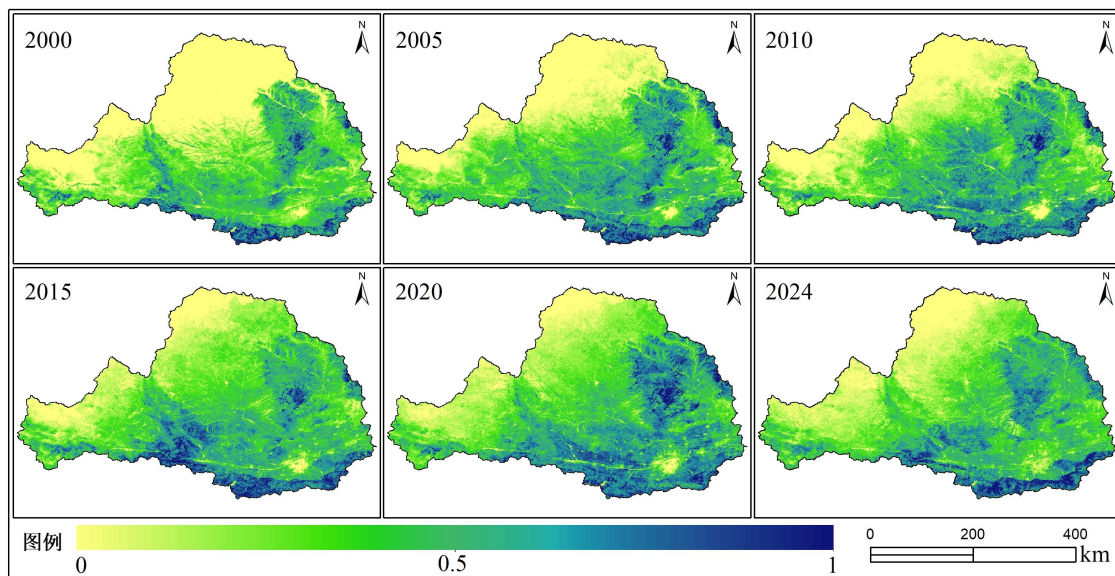


图 6 植被覆盖度 (f_v) 空间分布

Figure 6 Spatial distribution of vegetation cover (f_v)

3.2 MPDI 与实测土壤湿度监测数据相关性分析

选择渭河流域内 53 个监测站点的 0–10 cm 实测土壤湿度 (Soil Moisture, SM) 数据^[30]，该数据由中国气象局国家气象信息中心提供 (<http://data.cma.cn>)，具有较高的时空精度与观测稳定性，广泛用于气象干旱监测、农业气象评估及遥感产品精度验证等领域。0–10 cm 土层作为地表层最具代表性的土壤湿度层级，直接反映了植被根系浅层可利用水分的变化特征，能够灵敏响应干旱发生与发展过程，因而被用作干旱遥感指数评估与验证的参考。

实测土壤湿度数据覆盖 2000–2024 年研究期内的主要生长季节（年积日 80–290），有效涵盖了作物关键生育期与典型干旱易发时段。基于 53 个监测站点的地理位置提取 MPDI 对应的像元值，并进行相关性与显著性分析。分析结果表明（图 7），MPDI 与 0–10 cm 实测土壤湿度之间存在显著的负相关关系，Pearson 相关系数为 -0.26 ，且通过了 $P < 0.001$ 的显著性水平检验。这一结果验证了 MPDI 在渭河流域对地表水分状况的敏感响应能力，说明其可作为浅层土壤干旱监测的有效遥感指标。

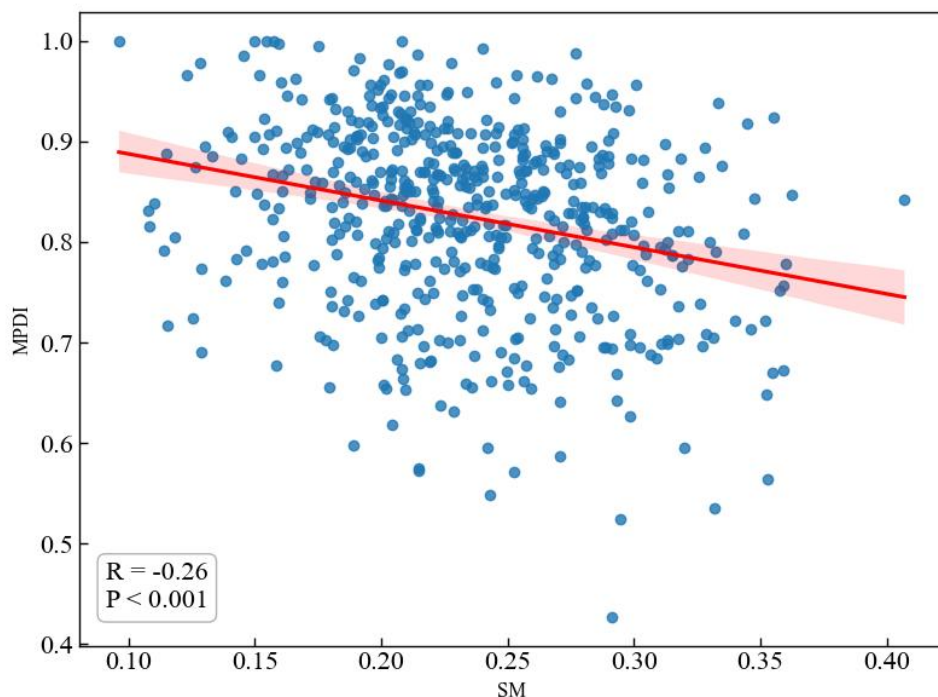


图 7 MPDI 与实测土壤水分湿度 (0–10cm) 相关图

Figure 7 Correlation between MPDI and measured soil moisture (0–10cm)

4 数据价值

本数据集构建了渭河流域 2000–2024 年生长季改进型垂直干旱指数产品，可系统地呈现干旱年际变化规律、捕获高频区域以及峰值年份，为流域干旱趋势预测监测提供基础数据。

5 数据使用方法和建议

本数据集为 2000–2024 年渭河流域改进型垂直干旱指数 MPDI 空间分布数据集，格式为 tif，可以在 Envi、ArcGIS 等空间数据处理平台进行使用，以本数据集为基础开展相关的科学研究、理论分析、对比验证等。

作者分工职责

田琛琛（1993—），男，甘肃省庆阳市人，本科，工程师，研究方向为数据挖掘与应用、遥感数据处理及分析。主要承担工作：数据集生产、论文撰写和修改。

康亚琴（1995—），女，甘肃省武威市人，硕士研究生，研究方向为环境遥感。主要承担工作：数据处理、质量控制、论文修改。

冯克庭（1980—），男，宁夏回族自治区中卫市人，硕士，正高级工程师，研究方向为地学大数据应用。主要承担工作：研究框架设计、论文指导、文章校验。

参考文献

- [1] 孙灏, 陈云浩, 孙洪泉. 典型农业干旱遥感监测指数的比较及分类体系[J]. 农业工程学报, 2012, 28(14): 147 – 154. DOI:10.3969/j.issn.1002-6819.2012.14.023. [SUN H, CHEN Y H, SUN H Q. Comparisons and classification system of typical remote sensing indexes for agricultural drought[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(14): 147 – 154. DOI:10.3969/j.issn.1002-6819.2012.14.023.]
- [2] 刘英, 鲁杨, 李遥, 等. 关中平原干旱遥感监测指数对比和应用研究[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(6): 201 – 207. DOI:10.7606/j.issn.1000-7601.2018.06.30. [LIU Y, LU Y, LI Y, et al. Comparison and application of remote sensing monitoring indexes of drought in Guanzhong Plain[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2018, 36(6): 201 – 207. DOI:10.7606/j.issn.1000-7601.2018.06.30.]
- [3] 权文婷, 王旭东, 李红梅. 基于 FY-3D/MERSI-II 数据的陕西农业干旱遥感监测应用研究[J]. 干旱地区农业研究, 2021, 39(1): 158 – 163. DOI:10.7606/j.issn.1000-7601.2021.01.21. [QUAN W T, WANG X D, LI H M. Application of remote sensing monitoring of drought in Shaanxi Province using FY-3D/MERSI-II data[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2021, 39(1): 158 – 163. DOI:10.7606/j.issn.1000-7601.2021.01.21.]
- [4] 杨学斌, 秦其明, 姚云军, 等. PDI 与 MPDI 在内蒙古干旱监测中的应用和比较[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2011, 36(2): 195 – 198. DOI:10.13203/j.whugis.2011.02.012. [YANG X B, QIN Q M, YAO Y J, et al. Comparison and application of PDI and MPDI for drought monitoring in Inner Mongolia[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2011, 36(2): 195 – 198. DOI:10.13203/j.whugis.2011.02.012.]
- [5] 汤诗怡, 张翔, 陈能成. 干旱指数的土壤湿度监测适应性分析[J]. 测绘科学, 2021, 46(11): 114 – 119. DOI:10.16251/j.cnki.1009-2307.2021.11.016. [TANG S Y, ZHANG X, CHEN N C. Adaptability analysis of drought index in soil moisture monitoring[J]. Science of Surveying and Mapping, 2021, 46(11): 114 – 119. DOI:10.16251/j.cnki.1009-2307.2021.11.016.]
- [6] 王来刚, 刘婷, 高超, 等. 基于环境减灾卫星遥感数据的小麦干旱监测研究[J]. 河南农业大学学报, 2013, 47(4): 465 – 469. DOI:10.16445/j.cnki.1000-2340.2013.04.018. [WANG L G, LIU T, GAO C, et al. Study on drought monitoring in wheat based on HJ-1A/B remote sensing data[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2013, 47(4): 465 – 469. DOI:10.16445/j.cnki.1000-2340.2013.04.018.]
- [7] 董哲. 基于 NIR 和 Red 波段光谱特征空间的土壤水分遥感监测[D]. 山东农业大学, 2022. [DONG Z. Remote Sensing monitoring of soil moisture based on the spectral feature space of nir and red bands[D]. Shandong Agricultural University, 2022.]
- [8] WU D, JIA K L, ZHANG X D, et al. Remote sensing inversion for simulation of soil salinization based on hyperspectral data and ground analysis in Yinchuan, China[J]. Natural Resources Research, 2021, 30(6): 4641 – 4656. DOI:10.1007/s11053-021-09925-2.
- [9] 郭兵, 姜琳, 杨光, 等. 一种基于 NIR-RED 光谱特征空间的干旱监测新方法[J]. 亚热带水土保持, 2015, 27(1): 10 – 14. DOI:10.3969/j.issn.1002-2651.2015.01.003. [GUO B, JIANG L, YANG G, et al. A new monitoring method for drought based on nir-red spectral feature space[J]. Subtropical Soil and Water

- Conservation, 2015, 27(1): 10 – 14. DOI:10.3969/j.issn.1002-2651.2015.01.003.]
- [10] 孙丽, 裴志远, 马尚杰, 等. 基于多种卫星的县级尺度干旱监测指数比较: 以河北玉田县为例[J]. 地理与地理信息科学, 2014, 30(4): 46 – 50. DOI:10.3969/j.issn.1672-0504.2014.04.010. [SUN L, PEI Z Y, MA S J, et al. Comparative study of different drought indexes based on multi-source remote sensing on county scale: a case study of Yutian County[J]. Geography and Geo-Information Science, 2014, 30(4): 46 – 50. DOI:10.3969/j.issn.1672-0504.2014.04.010.]
- [11] 卢欣, 陈亮. 基于 MPDI 的灌区土壤墒情遥感监测技术研究[J]. 中国防汛抗旱, 2023, 33(S1): 10 – 12. DOI:10.16867/j.issn.1673-9264.2023486. [LU X, CHEN L. Research on remote sensing monitoring technology of soil moisture content in irrigation areas based on MPDI[J]. China Flood & Drought Management, 2023, 33(S1): 10 – 12. DOI:10.16867/j.issn.1673-9264.2023486.]
- [12] 时启军. 改进垂直干旱指数法在灌溉面积反演中的应用[J]. 水科学与工程, 2023(4): 21 – 23. DOI:10.19733/j.cnki.1672-9900.2023.04.06. [SHI Q J. Application of modified perpendicular drought index method in irrigated area inversion[J]. Water Sciences and Engineering Technology, 2023(4): 21 – 23. DOI:10.19733/j.cnki.1672-9900.2023.04.06.]
- [13] 武英洁, 朱永超, 孔祥宁. 基于 Landsat-8 影像的农田土壤含水量反演研究[J]. 中国农学通报, 2024, 40(32): 129 – 134. [WU Y J, ZHU Y C, KONG X N. Soil moisture inversion in farmland based on landsat-8 imagery[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2024, 40(32): 129 – 134.]
- [14] NIE Y, TAN Y, DENG Y Q, et al. Suitability evaluation of typical drought index in soil moisture retrieval and monitoring based on optical images[J]. Remote Sensing, 2020, 12(16): 2587. DOI:10.3390/rs12162587.
- [15] 杨丹阳, 严颂华, 杨永立, 等. 基于多时相高分一号影像的土壤湿度反演[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(11): 4540 – 4549. DOI:10.3969/j.issn.1671-1815.2021.11.035. [YANG D Y, YAN S H, YANG Y L, et al. Soil moisture retrieval based on multi-temporal GF-1 images[J]. Science Technology and Engineering, 2021, 21(11): 4540 – 4549. DOI:10.3969/j.issn.1671-1815.2021.11.035.]
- [16] TAO L L, RYU D, WESTERN A, et al. A new drought index for soil moisture monitoring based on MPDI-NDVI trapezoid space using MODIS data[J]. Remote Sensing, 2021, 13(1): 122. DOI:10.3390/rs13010122.
- [17] LU X, ZHAO H L, HUANG Y Y, et al. Generating daily soil moisture at 16 m spatial resolution using a spatiotemporal fusion model and modified perpendicular drought index[J]. Sensors, 2022, 22(14): 5366. DOI:10.3390/s22145366.
- [18] 张耀南. 渭河流域基础地理数据集. 国家冰川冻土沙漠科学数据中心(<http://www.ncdc.ac.cn>), 2021. <https://www.doi.org/10.12072/ncdc.WRiver.db0012.2021> [ZHANG Y N. Basic Geographic Dataset of the Weihe River Basin. National Tibetan Plateau/Third Pole Environment Data Center (<http://www.ncdc.ac.cn>), 2021. <https://www.doi.org/10.12072/ncdc.WRiver.db0012.2021>.]
- [19] 孙洋洋. 渭河流域气象与水文干旱时空演变特征[D]. 西北农林科技大学, 2018. [SUN Y Y. Characteristics of Temporal and Spatial Evolution of Hydrological and Meteorological Drought in the Wei River Basin [D]. Northwest A&F University, 2018.]
- [20] 余志巍, 刘强, 张宇阳, 等. 内蒙古不同草地 NDVI 变化及其驱动要素[J]. 生态学报, 2024, 44(22): 10068 – 10082. DOI:10.20103/j.stxb.202309182009. [YU Z W, LIU Q, ZHANG Y Y, et al.

- Changes of NDVI and driving factors in different grasslands in the Inner Mongolia[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2024, 44(22): 10068 – 10082. DOI:10.20103/j.stxb.202309182009.]
- [21] 张耀文, 张勃, 姚荣鹏, 等. 2000—2020 年渭河流域植被覆盖度及产水量时空变化[J]. *中国沙漠*, 2022, 42(2): 223 – 233. DOI:10.7522/j.issn.1000-694X.2022.00018. [ZHANG Y W, ZHANG B, YAO R P, et al. Temporal and spatial changes of vegetation coverage and water production in the Weihe River Basin from 2000 to 2020[J]. *Journal of Desert Research*, 2022, 42(2): 223 – 233. DOI:10.7522/j.issn.1000-694X.2022.00018.]
- [22] ZHANG S Q, CHEN H, FU Y, et al. Fractional vegetation cover estimation of different vegetation types in the Qaidam Basin[J]. *Sustainability*, 2019, 11(3): 864. DOI:10.3390/su11030864.
- [23] 宁晓春, 杨明新, 曹文强, 等. 2000—2022 年三江源植被覆盖度时空变化格局及其气候驱动机制[J]. *测绘通报*, 2024(12): 70 – 76, 83. DOI:10.13474/j.cnki.11-2246.2024.1211. [NING X C, YANG M X, CAO W Q, et al. Spatial-temporal pattern of vegetation coverage and its climate driving mechanism in the Three Rivers Headwaters region from 2000—2022[J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2024(12): 70 – 76, 83. DOI:10.13474/j.cnki.11-2246.2024.1211.]
- [24] 何邦科, 朱文泉, 史培军, 等. 复杂地形区植被覆盖度遥感精细估算方法: 以青藏高原山地区为例[J]. *生态学报*, 2024, 44(20): 9039 – 9052. DOI:10.20103/j.stxb.202403260625. [HE B K, ZHU W Q, SHI P J, et al. A fine-scale remote sensing estimation method for fractional vegetation cover in complex terrain areas: a case study in the Qinghai-Tibet Plateau mountainous regions[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2024, 44(20): 9039 – 9052. DOI:10.20103/j.stxb.202403260625.]
- [25] 岳健, 穆桂金, 唐自华, 等. 基于 NDVI 的新疆荒漠地区植被覆盖度遥感估算经验模型研究[J]. *干旱区地理*, 2020, 43(1): 153 – 160. DOI:10.12118/j.issn.1000-6060.2020.01.18. [YUE J, MU G J, TANG Z H, et al. Remote sensing estimation models for vegetation coverage in desert regions of Xinjiang based on NDVI[J]. *Arid Land Geography*, 2020, 43(1): 153 – 160. DOI:10.12118/j.issn.1000-6060.2020.01.18.]
- [26] ZHANG J Y, ZHANG Q L, BAO A M, et al. A new remote sensing dryness index based on the near-infrared and red spectral space[J]. *Remote Sensing*, 2019, 11(4): 456. DOI:10.3390/rs11040456.
- [27] TAO L L, DI Y L, WANG Y Q, et al. Normalized temperature drought index (NTDI) for soil moisture monitoring using MODIS and landsat-8 data[J]. *Remote Sensing*, 2023, 15(11): 2830. DOI:10.3390/rs15112830.
- [28] 汤诗怡. 典型光学遥感指数在地中海区域的土壤水分估测精度对比分析[D]. 武汉大学, 2022. [TANG S Y. Comparative analysis of soil moisture estimation accuracy of typical optical remote sensing indices in the Mediterranean region[D]. Wuhan University, 2022.]
- [29] YANG J, HUANG X. The 30 m annual land cover datasets and its dynamics in China from 1985 to 2024 [Data set]. Version 1.0.4. Zenodo, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.15853565.
- [30] WANG A H, SHI X L. A multilayer soil moisture dataset based on the gravimetric method in China and its characteristics[J]. *Journal of Hydrometeorology*, 2019, 20(8): 1721 – 1736. DOI:10.1175/jhm-d-19-0035.1.

论文引用格式

田琛琛, 康亚琴, 冯克庭. 2000 – 2024 年渭河流域 MPDI 逐年 500 m 数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(4). (2025-12-13). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2025.0110.zh.

数据引用格式

田琛琛, 康亚琴, 冯克庭. 2000 – 2024 年渭河流域 MPDI 逐年 500 m 数据集[DS/OL]. 中国科学院地球环境研究所黄土科学数据中心, 2025. (2025-06-02). DOI: 10.12262/lscd.17045.2447.

A dataset of 500 m annual MPDI data for the Weihe River Basin from 2000 to 2024

TIAN Chenchen^{1,2}, KANG Yaqin^{2,3}, FENG Keting^{1,2*}

1. State Key Laboratory of Loess Science, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710061, P.R. China
2. Loess Science Data Center, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710061, P.R. China
3. College of Geography and Environment Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, P.R. China

*Email: fengketing@ieecas.cn

Abstract: Drought, as one of the primary meteorological disasters affecting agricultural production and ecological security, holds significant importance for regional water resource management through long-term dynamic monitoring. To address the practical needs of drought monitoring in the Wei River Basin, an improved vertical drought index (Modified Perpendicular Drought Index, MPDI) dataset, based on the traditional Perpendicular Drought Index (PDI), was constructed spanning a long-term time series from 2000 to 2024, using the Google Earth Engine (GEE) platform. This dataset is based on the MOD09A1 surface reflectance product and has undergone standard preprocessing procedures, including cloud masking and projection transformation. It combines the calculation of the normalized difference vegetation index (NDVI) and vegetation coverage (f_v) parameters, and incorporates a vegetation coverage factor into the traditional perpendicular drought index (PDI) model to generate annual drought monitoring products with a spatial resolution of 500 m. To ensure data accuracy and consistency, this study implemented strict quality control measures during the dataset construction process, including cloud cover screening and filling, soil line equation fitting ($R^2 \geq 0.85$), and correlation analysis with measured soil moisture observations. This dataset provides a reliable basis for assessing the frequency, intensity, and spatial expansion trends of drought events in the Wei River Basin, and can provide strong support for regional drought dynamic monitoring, refined water resource management, disaster risk assessment and related research.

Keywords: Weihe River Basin; Modified Perpendicular Drought Index (MPDI); GEE platform; MOD09A1; drought monitoring

Dataset Profile

Title	A dataset of 500 m annual MPDI data for the Weihe River Basin from 2000 to 2024
Data corresponding author	FENG Keting (fengketing@ieecas.cn)
Data authors	TIAN Chenchen, KANG Yaqin, FENG Keting
Time range	2000–2024
Geographical scope	33°41'46"–37°24'30"N, 103°58'18"–110°16'28"E
Spatial resolution	500 m
Data volume	111.45 MB
Data format	*.tif
Data service system	https://doi.org/10.12262/lscd.17045.2447 http://www.scidb.cn/doi/10.12262/lscd.17045.2447
Sources of funding	The Independent Deployment Project of the State Key Laboratory of Loess Science (E452840100)
Dataset composition	The dataset consists of a total of 25 data files storing annual MPDI data for the period 2000–2024.