专题 黄土高原生态环境

2000–2024 年黄土高原地区逐月温度植被干旱指数数据集

石磊[1,2,3,4]，杨亮彦[1,2,3,4*]，王昆[5]，花东文[1,2,3,4]，张猛[1]，范鸿建[1,2,3,4]，夏利恒[1,2,3,4]

1. 陕西地建-西安交大土地工程与人居环境技术创新中心人居环境与建筑工程学院，西安 710016
2. 陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司，西安 710016
3. 自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室，西安 710016
4. 陕西农业发展集团有限公司，西安 710075
5. 渭南师范学院计算机学院，陕西渭南 714000

摘要：黄土高原生态环境脆弱，干旱灾害制约了该地区的安全和社会发展，亟须开展干旱监测相关研究。土壤含水量是反映干旱状况的重要指标，而温度植被干旱指数（Temperature Vegetation Dryness Index，TVDI）又能够反演表层土壤水分，进而监测和反映区域干旱状况。本数据集基于 MODIS 卫星数据的归一化植被指数（Normalized Difference Vegetation Index，NDVI）和地表温度（Land Surface Temperature，LST）产品，通过格式转换、影像裁剪、投影转换等处理过程，结合 SRTM DEM 数据，利用 NDVI-LST 特征空间特性，提取特征空间干湿边，获得 2000–2024 年黄土高原地区逐月温度植被干旱指数数据集。本数据集空间范围为北纬 33°43′–41°16′，东经 100°54′–114°33，数据格式为 GeoTiff，空间分辨率为 1 km。通过实际蒸散发数据与温度植被干旱指数进行相对验证，两者呈负相关关系，相关性较好，满足研究区评估生态工程效果、优化生态修复策略的研究。本数据集可反映黄土高原近 20 年间地表干旱的时空变化情况，为黄土高原干旱灾害监测和生态系统响应机制相关科学问题研究提供基础数据支持。

关键词：归一化植被指数；地表温度；温度植被干旱指数；MODIS；黄土高原

数据库（集）基本信息简介

数据库（集）名称	2000–2024 年黄土高原地区逐月温度植被干旱指数数据集
数据通信作者	杨亮彦（2016127008@chd.edu.cn）
数据作者	石磊、杨亮彦、王昆、花东文、张猛、范鸿建、夏利恒
数据时间范围	2000–2024年
地理区域	中国黄土高原地区，地理范围包括北纬33°43′–41°16′，东经100°54′–114°33′
空间分辨率	1000 m
数据量	5847 MB

www.sciengine.com/CSD
ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N

文献 CSTR：
32001.14.11-6035.csd.2025.0054.zh

文献 DOI：
10.11922/11-6035.csd.2025.0054.zh
数据 DOI：
10.57760/sciencedb.j00001.01419

文献分类：地球科学

收稿日期：2025-04-09
录用日期：2026-02-09
发表日期：2026-03-16

* 论文通信作者
杨亮彦：2016127008@chd.edu.cn

数据格式	*.TIF
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01419
基金项目	国家自然科学基金（42167039）；陕西省自然科学基础研究计划（2024JC-YBQN-0329、2025JC-YBQN-407）；陕西地建-西安交大土地工程与人居环境技术创新中心开放基金课题（2024WHZ0240、2024WHZ0243）；西安市国土空间信息重点实验室（长安大学）开放基金（300102355505）。
数据库（集）组成	本数据集主要包括2000–2024年逐月NDVI、LST和TVDI等数据，包含NDVI、LST、TVDI 3个文件夹，共计897个图层文件。其中，2000年1月数据缺失。

引　言

黄土高原位于中国中北部，地处黄河中上游地区[1]，属于半干旱半湿润气候带[2]，生态环境脆弱，水资源严重短缺[3]，水土流失严重[4]。干旱作为该区域主要的自然灾害，发生频率高、影响范围广，对农业生产、生态安全及人民生活用水造成威胁，制约了黄河流域生态保护和高质量发展[5]。因此，开展基于多元数据的黄土高原干旱灾害监测研究十分必要，研究成果可为构建抗旱减灾与风险评价体系提供理论支撑，对推动该地区防灾减灾能力提升、水资源优化配置及农业可持续发展具有重要现实意义。

干旱监测与分析是政府防灾减灾决策和气候变化响应研究的核心议题[6]，传统监测以地面台站观测为主，依托气象水文站点的降水、气温、潜在蒸散、径流及农业气象土壤墒情数据，通过标准化降水指数（Standardized Precipitation Index，SPI）等指标量化干旱程度[7]，传统方法存在空间覆盖有限、监测时效性与连续性不足等问题，且在偏远和生态脆弱地区，数据缺失问题尤为突出[8]。光学、微波、热红外等多源遥感技术的发展，使遥感成为抗旱减灾的重要手段。不仅能整合植被、温度、水分等多参数反演信息，与传统观测有效互补，而且可以快速获取大范围旱情的时空动态，显著提高了干旱监测的时效性和精度[9]。现有遥感干旱监测产品主要包括基于微波、光学/红外和热红外的观测。而温度植被干旱指数通过耦合植被指数与地表温度，实现了对水分胁迫长期与短期影响的同步监测，成为上述体系在时空分辨率与监测机理上的关键补充[10-11]。

温度植被干旱指数（TVDI）耦合归一化植被指数（NDVI）与地表温度（LST）双指标，对水分胁迫敏感，能综合反映植被与热力状况，可有效弥补单一类型产品的缺陷，在干旱监测领域应用广泛[12-13]。Sandholt 等基于 NDVI 与 LST 相关关系提出了 TVDI 模型，通过构建 NDVI-LST 特征空间的干湿边方程，实现对土壤表层含水量的定量反演[14]。Wan 等利用 MODIS 数据反演的 LST 产品优化 TVDI 计算流程，解决了传统 LST 反演精度不足的问题，使 TVDI 在全球尺度干旱评估中的适用性显著提升[15]。姚春生等利用 TVDI 方法反演了新疆地区的土壤湿度[16]。黄友昕等基于 MODIS NDVI 与 LST 数据，探索了农业干旱遥感监测指标及其适应性评价方法[17]。黄静等基于 MODIS 遥感数据和气象数据估算了 TVDI 指数，分析了新疆 2000–2016 年干旱的年际、年内时空变化特征及其与气象因子的关系[18]。苏莹莹等以河南省为研究区，基于 TVDI 结合 ARIMA 的土壤旱情监测方法，为农业干旱预警提供技术支撑[19]。

本数据集基于 2000–2024 年的 NDVI 与 LST 产品，结合数字高程模型（Digital Elevation Model，DEM）有关信息，基于 TVDI 方法构建了黄土高原地区长时间序列逐月 TVDI 数据集[20]。本数据集采用了高程与纬度双因子校正地表温度，以消除地形与区位偏差，从而提高了 TVDI 在黄土高原复

杂地区的反演精度。其长时间序列（2000–2024）、逐月高频次的特点，时空连续性与可靠性较已有黄土高原地区同类数据有明显提升，弥补了传统站点观测空间覆盖有限及单一遥感产品在机理上的不足，为区域干旱动态监测与生态评估提供了更精准、稳定的数据支撑。

1 数据采集和处理方法

本数据集整合了多源遥感数据，其中包括 MODIS 系列遥感产品（植被指数产品 MOD13A3、地表温度产品 MOD11A2），这些产品来源于美国航空航天局（NASA）陆地产品处理分发中心（https://lpdaac.usgs.gov）。黄土高原边界矢量数据来源于中国科学院资源环境科学与数据平台（https://www.resdc.cn/）。SRTM 数字高程模型（DEM）数据来源于地理空间数据云平台（http://www.gscloud.cn）。降水与土壤湿度数据通过国家气象数据共享服务平台（https://data.cma.cn）获取。数据处理按照数据预处理、数据重建、计算及精度评估等流程开展，具体流程见图 1。

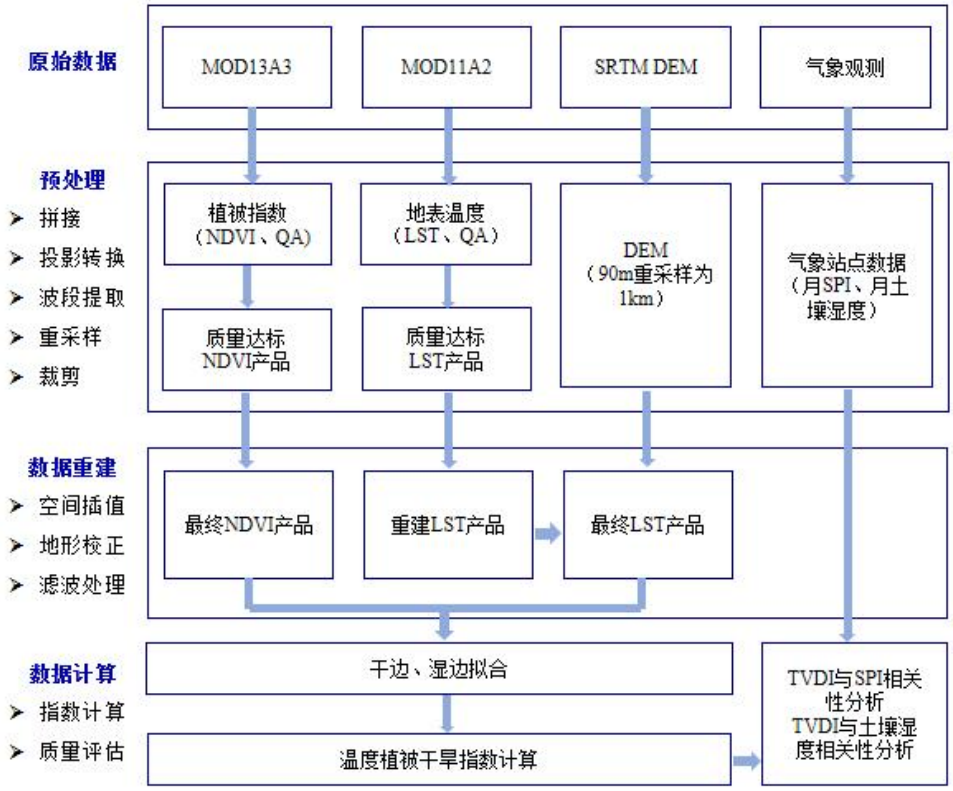


图 1　数据生产流程图

Figure 1　Workflow for the dataset production

数据预处理按照影像拼接、投影转换、波段提取与像元尺度重采样流程开展，并提取 NDVI、LST 及对应的质量控制（Quality Assurance，QA）。数据重建通过空间插值补洞、Savitzky-Golay 滤波平滑、DEM 辅助地形校正以及缺失时相线性插值，实现逐像元高质量长序列重建。在此数据基础上，利用 Python 构建数据处理模型，计算得到了研究区的 TVDI 数据集，并利用标准化降水指数（Standardized Precipitation Index，SPI）和土壤湿度对指数进行评估。

1.1 基础数据准备

1.1.1 数据采集

MODIS 植被指数产品 MOD13A3 时间分辨率为月，空间分辨率为 1 km，数据格式为 HDF，投影为正弦曲线地图投影。地表温度产品 MOD11A2 时间分辨率为 8 天，空间分辨率为 1 km，数据格式为 HDF，投影为正弦曲线地图投影。为满足研究需求，利用 MODIS 再投影工具（MODIS Reprojection Tool，MRT）进行数据拼接、投影转换、波段提取及重采样。其中，参数设置为：输出格式 Geotiff、地理投影、WGS84 水准面、最近邻采样法，像元大小 1 km。通过数据预处理提取了 NDVI、LST 及其相关质量控制数据，为后续地形校正与干旱指数计算奠定数据基础。

利用了 Python 编程语言编写数据处理模型，按照研究区矢量边界数据界定空间范围，结合 MODIS 的 QA 筛选有效像元，实现了 NDVI 与 LST 数据的批量裁剪及掩膜处理通过依据质量控制标识剔除可靠性较低的像元，生成黄土高原地区质量可靠的 NDVI 和地表温度数据集。

数字高程模型（DEM）数据为 Geotiff 格式，原始空间分辨率为 90 m。利用 ArcGIS 空间分析工具对 DEM 数据进行拼接融合、重采样转换及研究区裁剪处理，将原始高分辨率数据统一重采样至 1 km 分辨率，生成与研究区 NDVI、LST 数据空间尺度一致的黄土高原区域 DEM 数据集。

1.1.2 数据预处理

MODIS 数据产品采用瓦片（TILE）式空间组织方式，基于正弦投影将全球划分为 10°经度×10°纬度（约 1200 km×1200 km）的栅格单元，全球陆地共被划分为 600 余个 TILE，每个单元赋予水平（h）和垂直（v）编号。黄土高原研究区覆盖 3 幅 MODIS 影像，编号分别为 h26v04、h26v05 和 h27v05。MODIS 遥感数据是以 HDF 格式组织，通过提取 HDF 基础数据的各波段信息，并将其格式转换为 TIFF 格式。本数据集主要利用 MRT 和 ArcGIS 软件进行数据处理，包括数据转换与拼接、重投影、影像裁剪和计算 4 部分。

转换与拼接：读取 HDF 格式数据中的各子数据集，按照转换原则将每个子数据集逐个解析并转换为 TIFF 格式栅格文件，保留原始数据集的空间坐标、像元值、属性等全部信息，并对生成的 TIFF 格式栅格文件进行打包处理。

MOD13A3 原始数据包含 NDVI、EVI 和 QA 等图层；MOD11A2 数据包含白天 LST 和白天 QC_Day 图层。利用 MRT 批处理工具，将数据集的 NDVI、LST 和对应 QA 图层转换为单波段的 TIFF 文件。并将 3 景（h26v04、h26v05、h27v05）影像进行拼接，获取黄土高原范围内全覆盖的数据集。

重投影：由于 MODIS 数据产品采用正弦投影方式，因此使用 ArcGIS 投影转换工具对黄土高原边界矢量图进行重投影处理，并将拼接完成的影像同样进行重投影处理。本数据集采用 EPSG:3857（WGS84 Web Mercator）投影坐标系，该投影为 Web 地图领域通用标准，可满足后续数据集在 WebGIS 平台的可视化与交互应用需求。

影像裁剪：经前述处理得到的影像按 MODIS 分片标准覆盖，包含了研究区外的冗余信息，大幅增加数据处理与运算耗时。因此，依据黄土高原矢量边界对影像进行裁剪，剔除无效冗余数据。

计算：对于获取的 NDVI 月度数据，利用最大值合成法按照年份和月份合成黄土高原年度 NDVI 数据；利用平均值法将 8 天地表温度数据转换为月度地表温度，并计算 12 月地表温度平均值作为年度地表温度数据；基于 NDVI 和 LST 数据，利用 Python 构建数据处理模型计算 TVDI 数据。

1.2 数据重建

1.2.1 空间插值处理

数据预处理提取的 NDVI 和温度数据，存在质量不可靠和像元缺失的问题，需要采用空间插值方法进行修复补充，本研究采用普通克里金（Ordinary Kriging）插值法对缺失像元进行空间插补。在 Python 环境中调用 ArcGIS 的 arcpy 模块批量实现，首先将 NDVI 或温度栅格转换为点要素，生成采样点集；其次基于该点集，采用普通克里金方法拟合变异函数模型，并执行空间插值，生成连续的预测栅格数据。参数设置如下：

（1）变异函数模型：根据样本数据的空间结构，选用球状模型或高斯模型进行拟合，以最佳刻画 NDVI 或温度数据的空间变异规律；

（2）搜索策略：采用可变搜索半径，设置最大邻近点数为 12，并启用扇形分区搜索以适配数据的空间各向异性；

（3）输出设置：输出像元尺寸与输入栅格数据保持一致。除生成预测值栅格外，还输出克里金标准误差栅格，用以评估每个插值位置的不确定性程度。

1.2.2 时间序列滤波处理

在完成空间重建的基础上，为提升时间序列数据的平滑性与连续性，本研究采用 Savitzky-Golay（S-G）滤波对多期影像数据进行时序拟合与重建[20]。其表达式为：

$$Y_j^{*}=\frac{\sum_{i=m}^{m} C_{i_c} * Y_{j+i}}{N} \quad (1)$$

式（1）中，Y_j^{*}为拟合值，Y_{j+i}为像元原始值，C_i为第 i 个值滤波时的系数，m 为半个滤波窗，口的宽度，N 为滤波器长度，等于滑动数组的宽度 $2m+1$。

在 S-G 滤波中，拟合效果指数取最小值时的迭代结果为最佳滤波效果，其计算公式为：

$$F^k = \sum_{i=0}^{N} / Y_i^k - Y_i^0 / W_i \quad (2)$$

式（2）中，F^k为第 k 次迭代后的序列拟合结果指数，Y_i^0为未经迭代序列中第 i 个值，Y_i^k第 k 次迭代后序列中第 i 个值，W_i为序列中第 i 个值的权重，N 为滤波器长度。

数据处理流程如下：

（1）确定滤波窗口半宽 m=4，多项式拟合阶数 d=2[20]；

（2）对空间插值得到的时间序列进行 S-G 滤波处理；

（3）计算各数据点的权重，结合权重、空间插值时序数据、S-G 滤波后时序数据，构建加权时间序列数据，并再次使用 S-G 滤波进行拟合。

（4）计算当前拟合效果的评估指标，若该指标已达到最小，则停止迭代；否则，返回步骤（3）继续迭代优化。

1.2.3 温度数据地形校正处理

由于 TVDI 模型反演精度受太阳辐射、大气条件及地表参数等多种因素影响，其中纬度与高程是导致大气背景差异、太阳辐射空间分异的关键驱动因子。黄土高原地形起伏剧烈且南北纬度跨度较大，易引发 LST 数据偏差，进而导致 TVDI 计算误差，因此需对 LST 数据进行针对性校正以保障反演精度[21]。其计算公式为：

$$T_c=T_S+a*H+b*L+c \quad (3)$$

式（3）中，T_c表示校正后地表温度，T_S表示原始 MODIS 地表温度（校正前），H 表示高程，L 表示纬度，a 表示高程校正系数，b、c 分别为纬度校正系数。已有研究表明，黄土高原地区 a 值的最优区间为 0.003–0.005（0.3–0.5℃/100 m），b、c 值的最优区间分别为 0.3–0.5、-20–12[20]，本数据集生产中 a 取值为 0.003，b 取值为 0.4，c 取值为-16。

1.3 温度植被干旱指数计算

TVDI 是基于 NDVI-LST 特征空间构建的土壤水分遥感监测方法[14]，TVDI 计算的关键在于精准拟合特征空间的干边与湿边。干边代表区域极端干旱状态，NDVI 与 LST 呈显著负相关，反映植被在水分匮乏时随覆盖度增加而温度降低的响应机制；湿边代表土壤水分饱和状态，两者多呈正相关或无显著相关关系。正相关关系在黄土高原等半干旱半湿润区域更为常见。TVDI 的计算公式为：

$$TVDI=\frac{T_c-T_{cmin}}{T_{cmax}-T_{cmin}} \quad (4)$$

$$T_{cmax}=a_1+b_1*NDVI \quad (5)$$

$$T_{cmin}=a_2+b_2*NDVI \quad (6)$$

式（4）、（5）、（6）中 T 表示任意像元的地表温度，T_{cmax}表示一定 NDVI 对应的最高地表温度，T_{cmin}表示最低地表温度，a_1、b_1、a_2、b_2 分别表示待定系数，TVDI 取值范围为[0,1]。采用等步长划分法将 NDVI 按 0.01 间隔处理，提取每个 NDVI 区间对应的 LST 最大值与最小值，分别作为特征空间干边、湿边的样本数据。通过最小二乘法对样本数据进行线性拟合以构建干边方程和湿边方程，将式（5）、（6）代入式（4），完成逐月 TVDI 值的计算。表 1 为研究区 2020 年逐月 NDVI-LST 干湿边拟合方程及相关系数，图 2 为 2020 年逐月 NDVI-LST 特征空间及干湿边拟合效果。

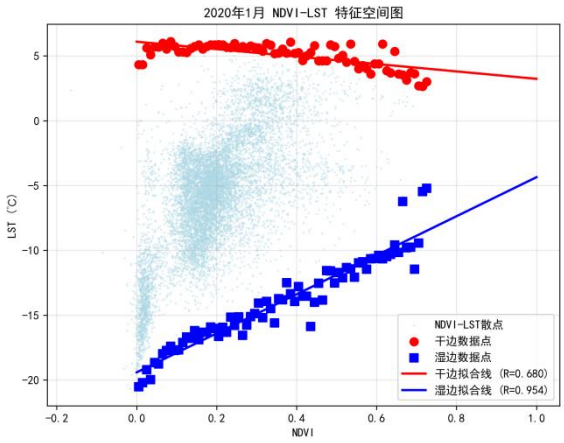
表 1　2020 年逐月黄土高原 NDVI-LST 干湿边拟合方程和相关系数

Table 1　Monthly fitted equations and correlation coefficients for the dry/wet edges of the NDVI-LST feature space on the Loess Plateau in 2020

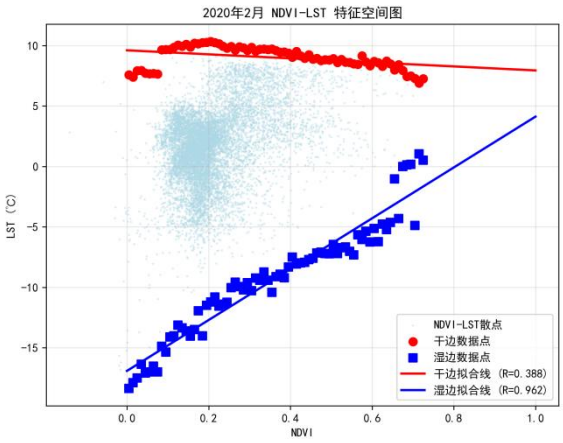
月份	干边方程	R	湿边方程	R
1 月	T_{cmax}=-2.863 * NDVI + 6.091	-0.680	T_{cmin}=15.052 * NDVI -19.411	0.954
2 月	T_{cmax}= -1.664 * NDVI + 9.606	-0.388	T_{cmin}=21.029 * NDVI -16.906	0.962
3 月	T_{cmax}=-4.225 * NDVI + 17.899	-0.635	T_{cmin}= 26.581 * NDVI -14.168	0.969
4 月	T_{cmax}=-5.677 * NDVI + 25.176	-0.716	T_{cmin}=13.531 * NDVI -6.321	0.859
5 月	T_{cmax}=-4.595 * NDVI + 28.488	-0.533	T_{cmin}=7.253 * NDVI -3.738	0.758
6 月	T_{cmax}= -10.207 * NDVI + 35.021	-0.927	T_{cmin}= 1.818 * NDVI -0.535	0.387
7 月	T_{cmax}=-7.946 * NDVI + 28.751	-0.814	T_{cmin}=14.673 * NDVI -5.914	0.953
8 月	T_{cmax}=-3.953 * NDVI + 28.656	-0.470	T_{cmin}=10.746 * NDVI -4.628	0.928
9 月	T_{cmax}=-4.430 * NDVI + 23.037	-0.742	T_{cmin}=7.977 * NDVI -4.477	0.786
10 月	T_{cmax}=-4.560 * NDVI + 19.552	-0.836	T_{cmin}=15.621 * NDVI -8.562	0.939
11 月	T_{cmax}=-10.380 * NDVI + 15.130	-0.910	T_{cmin}=18.939 * NDVI -14.451	0.970
12 月	T_{cmax}= -13.214 * NDVI + 10.422	-0.943	T_{cmin}=13.944 * NDVI -20.064	0.923

由图 2 NDVI-LST 特征空间及表 1 拟合方程可见：NDVI 升高时，LST 最大值递减、最小值递增，特征空间形态符合理论预期。干边斜率均<0，拟合相关系数 R 均值-0.716，NDVI 与 LST 呈极显著

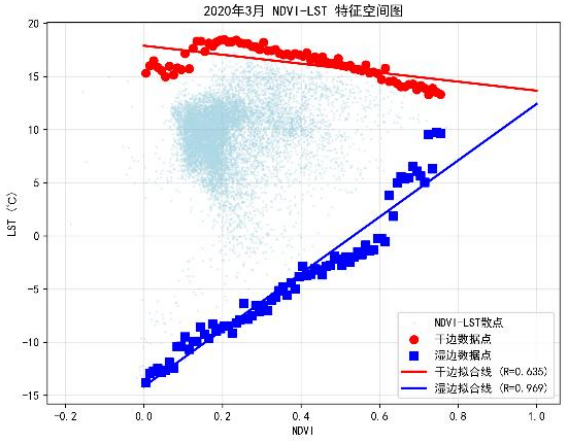
负相关（p<0.001）；湿边斜率均>0，拟合相关系数 R 均值 0.866，呈极显著正相关（p<0.001）。统计结果显示，特征空间构建及参数拟合效果较好，TVDI 计算结果准确性较高。



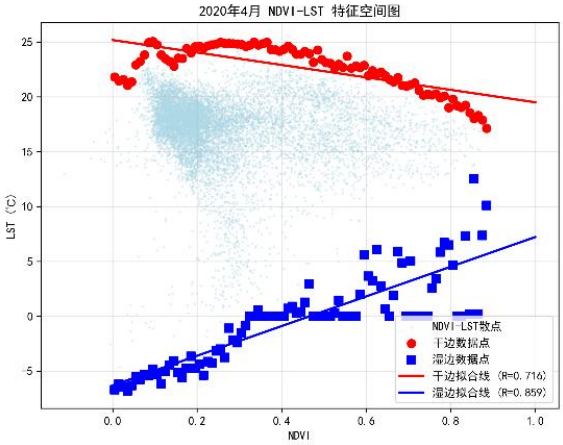
（a）1 月



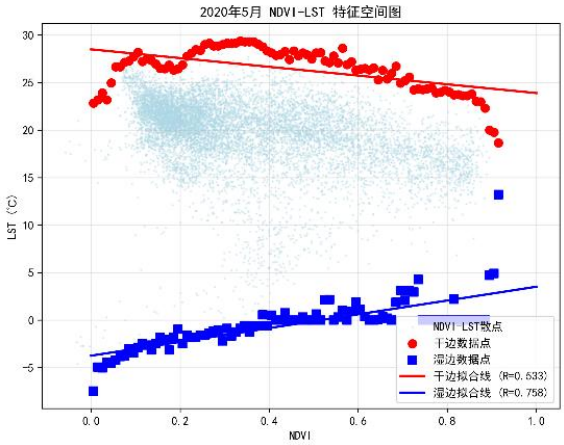
（b）2 月



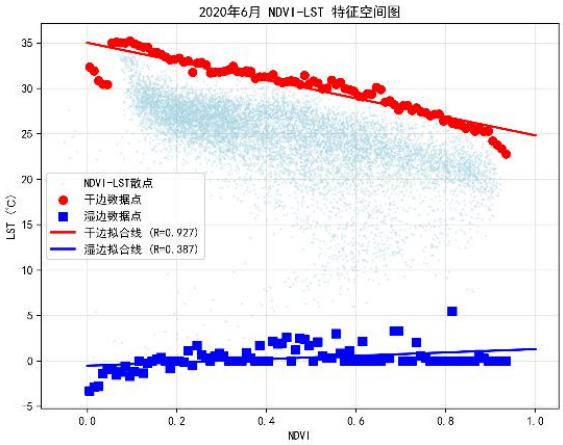
（c）3 月



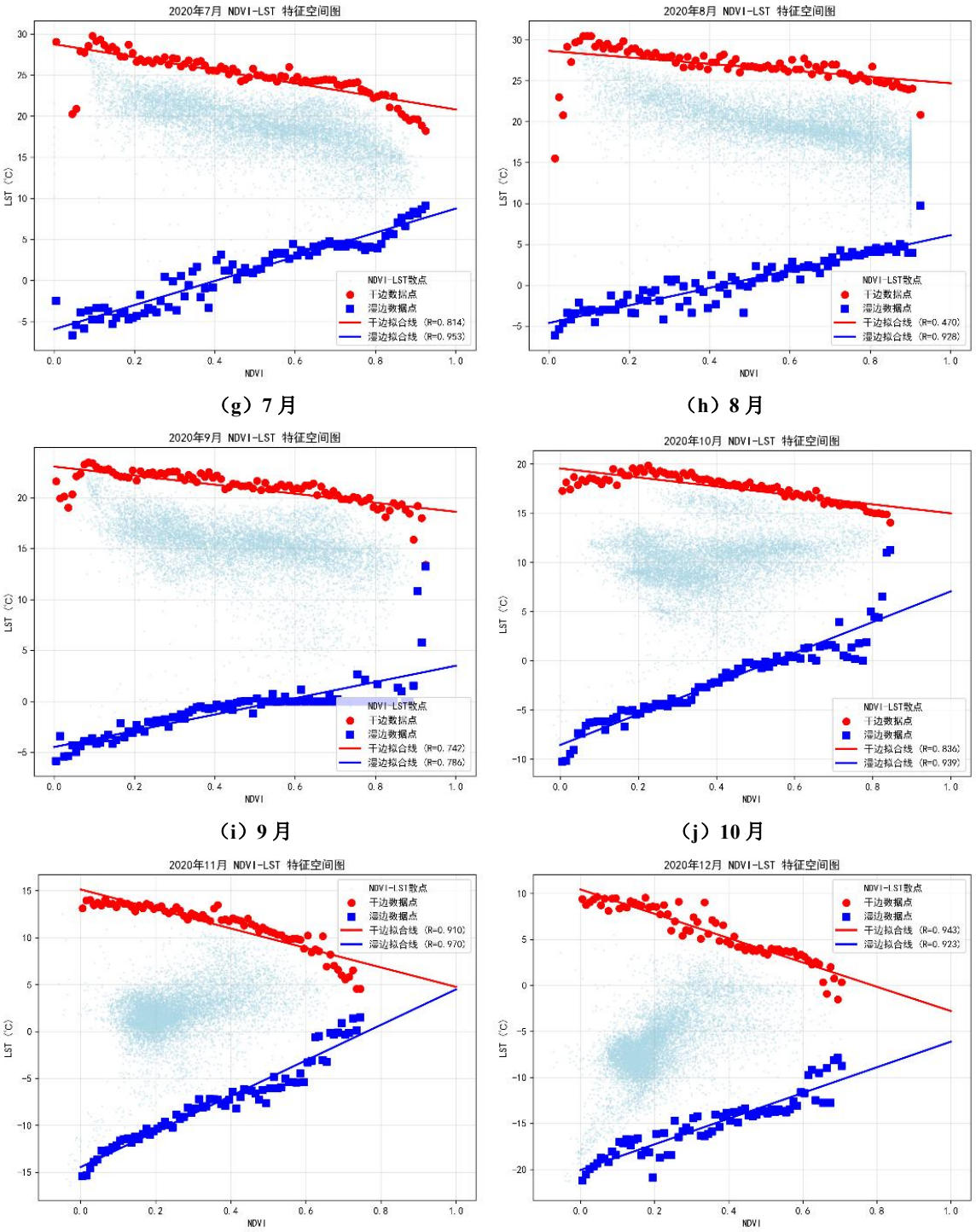
（d）4 月



（e）5 月



（f）6 月



（g）7 月　　（h）8 月

（i）9 月　　（j）10 月

（k）11 月　　（l）12 月

图 2　2020 年黄土高原月度 NDVI-LST 特征空间及干湿边拟合图

Figure 2　Monthly NDVI-LST feature space and fitted dry/wet edges on the Loess Plateau in 2020

2　数据样本描述

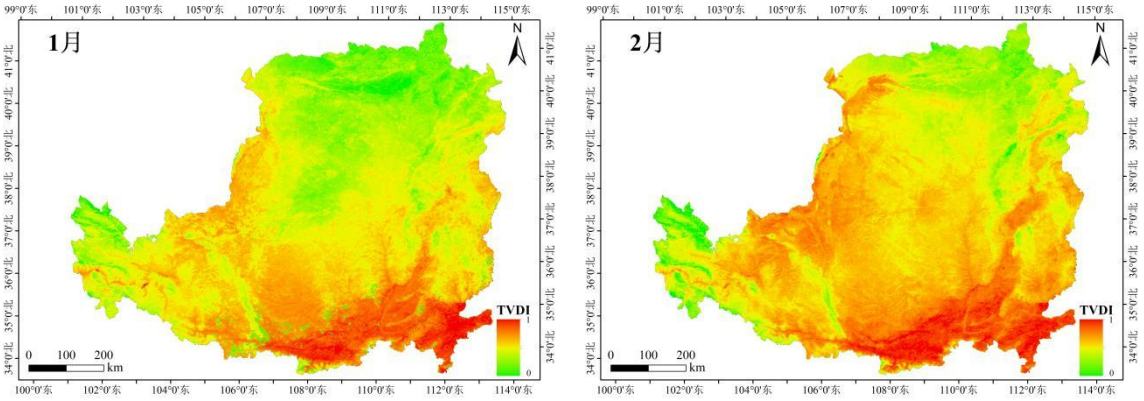
黄土高原干旱指数数据集命名方式，逐月数据为 NDVI_LP_yyyyMxx、LST_LP_ yyyyMxx、TVDI_LP_ yyyyMxx 其中 NDVI、LST、TVDI 分别代表植被指数、地表温度、温度植被干旱指数，LP 代表黄土高原的简称，yyyy 代表年份，xx 代表月份，如 TVDI_LP_2000M06 为黄土高原的 2000

年 6 月温度植被干旱指数数据。本数据集包含 3 个文件夹，每个文件夹包含 2000–2024 年各指标的逐月 299 个图层数据，共 897 个图层数据，TVDI 和 NDVI 单位为无量纲，LST 单位为摄氏度，具体描述见表 2。图 3 是 2020 年 TVDI 逐月图层。

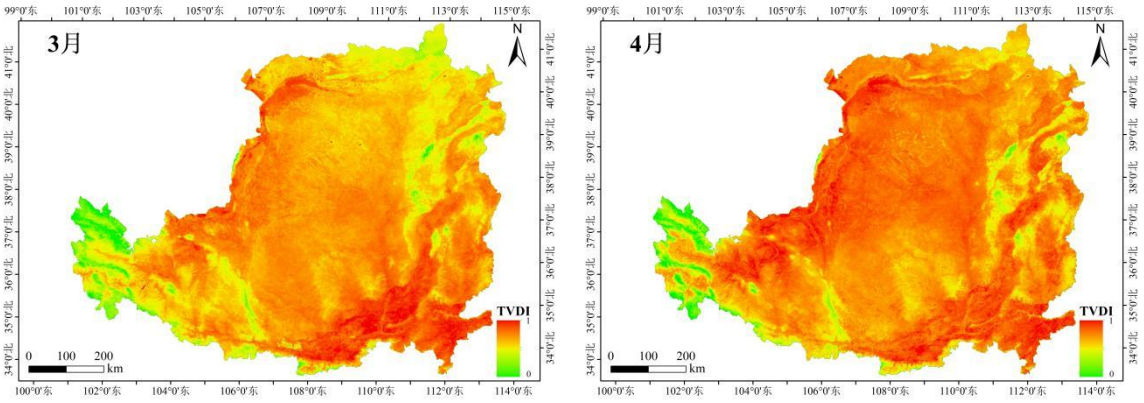
表 2　数据集子集数据详细描述

Table 2　Detailed description of the dataset subsets

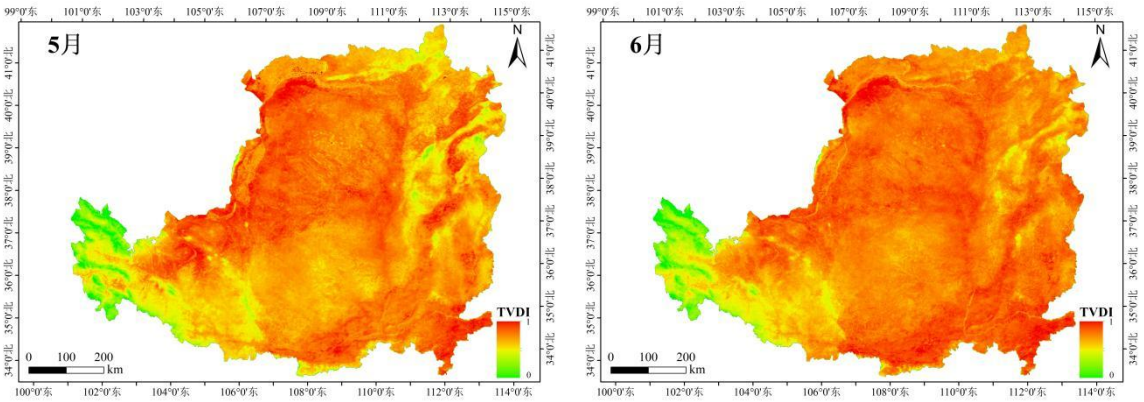
数据名称	数据全称	数值类型	时间范围：2000–2024 年		
			单位	值域范围	比例因子
NDVI	黄土高原归一化植被指数数据集	Float	/	0–1	1
LST	黄土高原地表温度数据集	Float	℃	-30–50	1
TVDI	黄土高原温度植被干旱指数数据集	Float	/	0–1	1



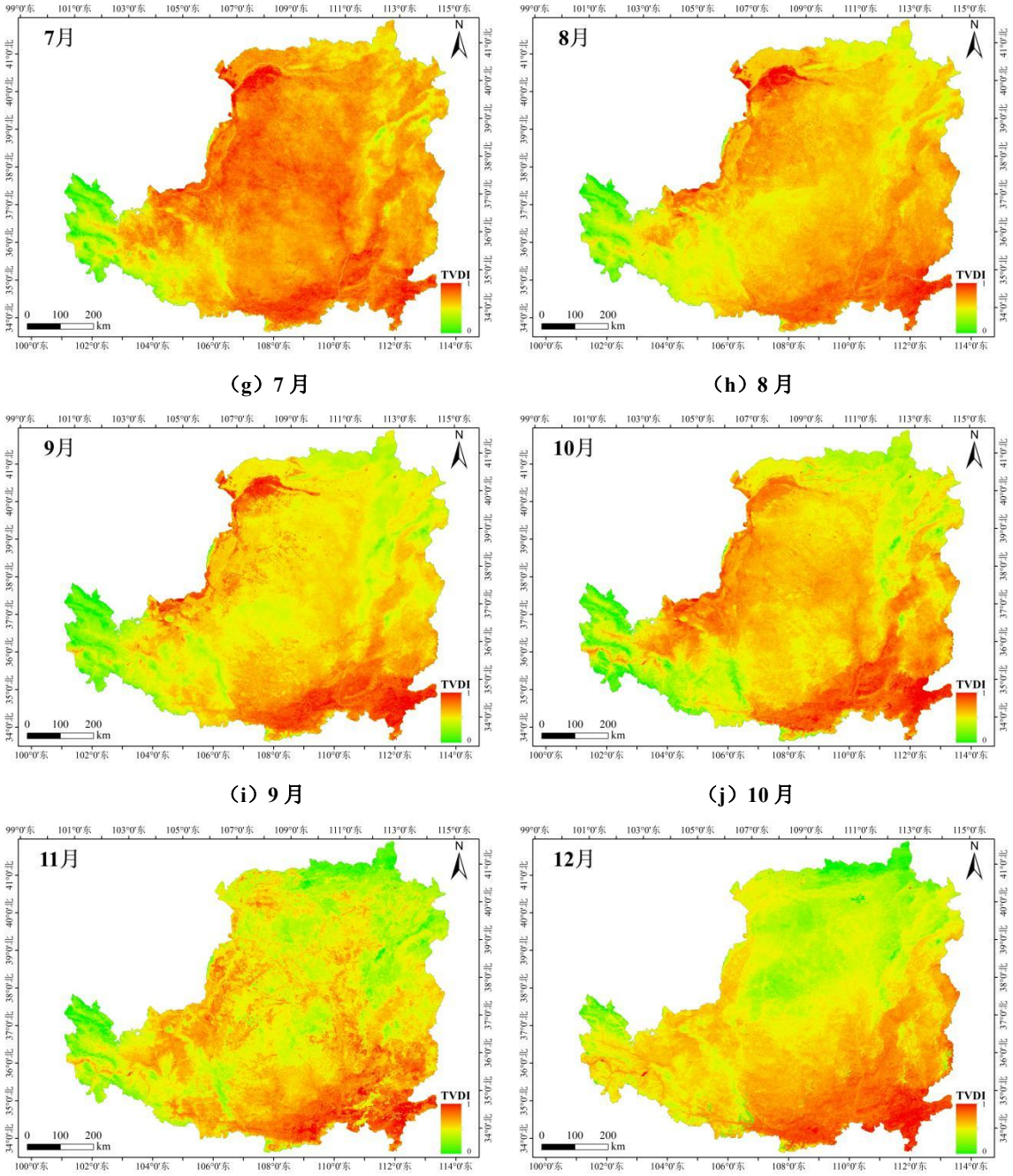
（a）1 月　　（b）2 月



（c）3 月　　（d）4 月



（e）5 月　　（f）6 月



（g）7 月　（h）8 月

（i）9 月　（j）10 月

（k）11 月　（l）12 月

图 3　黄土高原 2020 年逐月 TVDI 空间分布

Figure 3　Spatial distribution of monthly TVDI on the Loess Plateau in 2020

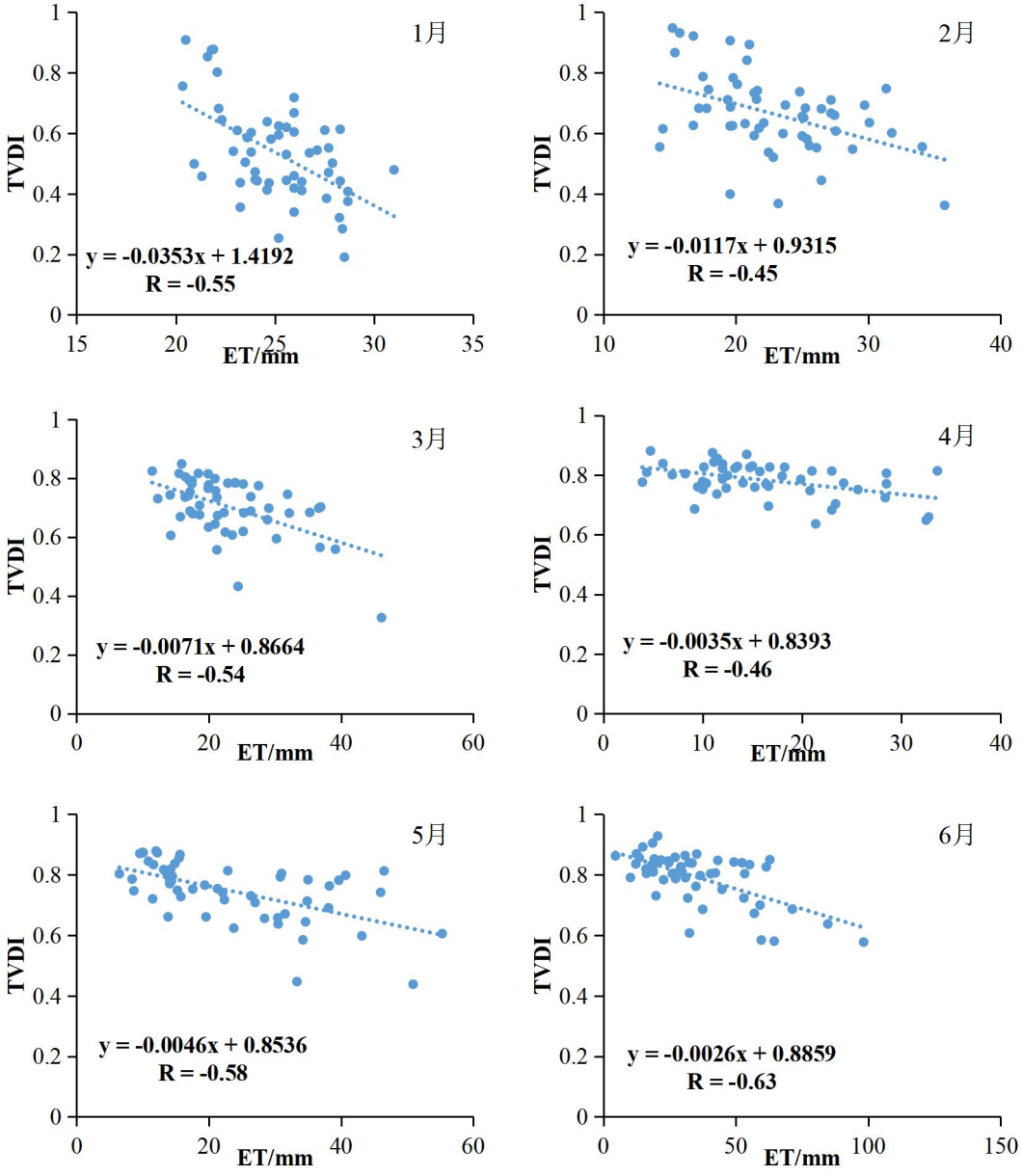
3　数据质量控制和评估

数据预处理中，为统一基础数据与黄土高原边界矢量图投影，采用最近邻算法进行重采样处理。由于数据集使用 MODIS 中等分辨率影像处理生成，因此生成质量控制文件剔除云层、大气干扰的不可信像元，以提高数据精度。通过临近可信像元空间插值填补缺失值，以提高数据的完整性。利用 Python 脚本实现时序滤波重建，空间上采用 3×3 窗口滤波，时间上取相邻 3 期均值滤波，从时间和空间维度提升数据质量。同时，依据 QA 值筛选研究区 NDVI、LST 可信像元构建数据集。具

体处理流程如下：（1）首先提取 QA 值中像元值为 00 和 01 的像元标定为可信像元；（2）处理 QA（质量保证）文件时，将像元值为 10 和 11 的像元判定为不可信像元；（3）通过掩膜处理剔除不可信像元，提取可信像元并生成新的 NDVI 和 LST 数据。

为评估数据质量，本研究在区域内随机选取 600 个样点，分别提取 2020 年 SPOT NDVI 年度数据和本数据集数据，并进行回归分析，两者相关系数分别为 0.84、0.84 和 0.89，均方根误差 RMSE 分别为 0.03、0.04 和 0.04，表明本数据集的精度满足本研究的需要。

根据黄土高原 52 个气象站的 0 cm 地表温度数据对 2020 年每月的 LST 数据进行验证，为减少定位误差，选取站点周围 3×3 像元的平均值为卫星值，结果表明平均偏差 1.15℃，均方根误差 2.32℃，相关系数为 0.93，能够满足研究需求。为了进一步验证温度植被干旱指数的精度，选取了 2020 年黄土高原气象站点实际蒸散发数据与温度植被干旱指数进行相对验证（图 4），两者呈负相关，6 月的 TVDI 与实际蒸散发量相关系数最大的为-0.63，2 月的相关系数最小为-0.45，平均相关系数为-0.54，能够满足精度需求。



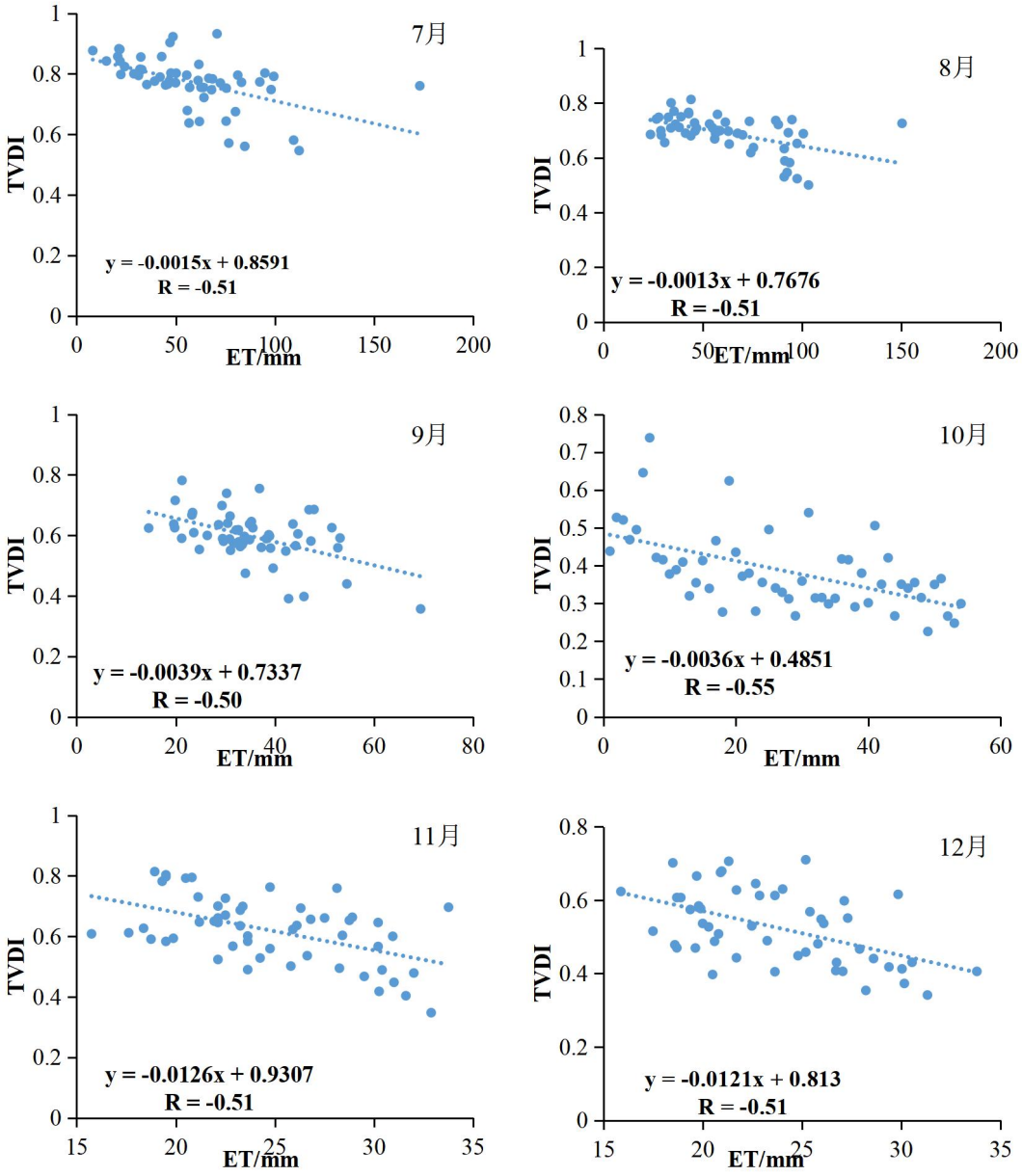


图 4　2020 年逐月 TVDI 与气象站实际蒸散发相关图

Figure 4　Correlation between monthly TVDI and actual evapotranspiration from meteorological stations in 2020

4　数据使用方法和建议

本数据集提供了 2000–2024 年黄土高原的逐月温度植被干旱指数（TVDI），以 GeoTIFF 格式存储，支持在 ArcGIS 或 ENVI 等软件中进行空间分析。用户可基于像元值自定义干旱分级并制图，服务于区域干旱监测、生态评估与农业管理。

作者分工职责

石磊（1989—），男，博士在读，高级工程师，研究方向为农业资源环境监测与评价。主要承担工作：数据集的数据处理和建设维护。

杨亮彦（1990—），男，硕士，工程师，研究方向为数据挖掘。主要承担工作：数据集的数据收集和处理。

王昆（1989—），男，博士，工程师，研究方向为遥感数据处理、分析、挖掘与应用。主要承担工作：数据集的建设。

花东文（1989—），男，硕士，高级工程师，研究方向为数据挖掘及可视化。主要承担工作：数据集的规划。

张猛（1978—），男，博士，教授，研究方向为 GIS 及遥感在环境科学中的应用。主要承担工作：数据集制作指导及规划。

范鸿建（1994—），男，硕士，工程师，研究方向为生态环境遥感监测。主要承担工作：数据准备及预处理。

夏利恒（1994—），男，硕士，工程师，研究方向为土地资源利用与保护。主要承担工作：数据集精度验证。

参考文献

[1] 黄山, 王田田, 张文煜, 等. ARPS和WRF模式对黄土高原半干旱区夏季晴天边界层特征的模拟分析[J]. 气象与环境科学, 2021, 44(5): 26–32. DOI:10.16765/j.cnki.1673-7148.2021.05.004. [HUANG S, WANG T T, ZHANG W Y, et al. Simulation of summer boundary layer characteristics in semi-arid region of Loess Plateau by ARPS and WRF models[J]. Meteorological and Environmental Sciences, 2021, 44(5): 26–32. DOI:10.16765/j.cnki.1673-7148.2021.05.004.]

[2] 周鑫蓉, 牛全福, 朱登峰, 等. 甘肃黄土高原区植被物候变化及影响因素[J]. 水土保持学报, 2025, 39(4): 118–128, 137. DOI:10.13870/j.cnki.stbcxb.2025.04.013. [ZHOU X R, NIU Q F, ZHU D F, et al. Analysis of vegetation phenological changes and influencing factors in the Loess Plateau Region of Gansu Province[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2025, 39(4): 118–128, 137. DOI:10.13870/j.cnki.stbcxb.2025.04.013.]

[3] 程静, 王鹏, 赵文智, 等. 黄河流域不同生态地理区草地生态系统脆弱性及其驱动因素[J]. 生态学报, 2025, 45(5): 2298–2310. DOI:10.20103/j.stxb.202404260943. [CHENG J, WANG P, ZHAO W Z, et al. Vulnerability and spatial drivers of grassland ecosystems in different eco-geographical zones of the Yellow River Basin[J]. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(5): 2298–2310. DOI:10.20103/j.stxb.202404260943.]

[4] 姚楠, 董国涛, 薛华柱. 基于GoogleEarthEngine的黄土高原植被覆盖度时空变化特征分析[J]. 水土保持研究, 2024, 31(1): 260–268. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2024.01.045. [YAO N, DONG G T, XUE H Z. Analysis on the characteristics of the spatiotemporal change in vegetation coverage on the Loess Plateau using the google earth engine[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2024, 31(1): 260–268. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2024.01.045.]

[5] 张宝庆, 吴普特, 赵西宁, 等. 基于可变下渗容量模型和Palmer干旱指数的区域干旱化评价研究[J]. 水利学报, 2012, 43(8): 926–934. DOI:10.13243/j.cnki.slxb.2012.08.006. [ZHANG B Q, WU P T, ZHAO X N, et al. Study on regional drought assessment based on Variable Infiltration Capacity model and Palmer Drought Severity Index[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2012, 43(8): 926–934.

DOI:10.13243/j.cnki.slxb.2012.08.006.]

[6] 孙元斐, 郭丰玮, 王鹏新, 等. 基于条件植被温度指数的四川盆地干旱监测研究[J]. 中国农业信息, 2025, 37(2): 1–12. DOI:10.12105/j.issn.1672-0423.20250201. [SUN Y F, GUO F W, WANG P X, et al. Drought monitoring in the Sichuan Basin based on vegetation temperature condition index[J]. China Agricultural Information, 2025, 37(2): 1–12. DOI:10.12105/j.issn.1672-0423.20250201.]

[7] 王春晨, 马梓策, 孙鹏, 等. 集成学习算法驱动的黄河流域干旱监测与评估[J/OL]. 水利水电技术(中英文), 2025: 1–20. (2025-06-26). https://link.cnki.net/urlid/10.1746.TV.20250625.1630.004. [WANG C C, MA Z C, SUN P, et al. Drought monitoring and assessment in Yellow River Basin driven by ensemble learning algorithms[J/OL]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2025: 1–20. (2025-06-26). https://link.cnki.net/urlid/10.1746.TV.20250625.1630.004.]

[8] 李烨, 江伟, 陈晓俊, 等. 基于降水量距平百分率的1961—2020年鄂尔多斯气象干旱趋势[J]. 干旱区研究, 2024, 41(7): 1099–1111. DOI:10.13866/j.azr.2024.07.02. [LI Y, JIANG W, CHEN X J, et al. Drought trends in Ordos from 1961 to 2020 based on meteorological precipitation anomaly percentage[J]. Arid Zone Research, 2024, 41(7): 1099–1111. DOI:10.13866/j.azr.2024.07.02.]

[9] 邹业斌, 柴明堂, 杨娟, 等. 宁夏平原湿地水体的季节性演变及其对年内气候变化的响应[J]. 河北省科学院学报, 2023, 40(1): 47–57. DOI:10.16191/j.cnki.hbkx.2023.01.012. [ZOU Y B, CHAI M T, YANG J, et al. Seasonal variation of wetland water body in Ningxia plain and its response to annual climate change[J]. Journal of the Hebei Academy of Sciences, 2023, 40(1): 47–57. DOI:10.16191/j.cnki.hbkx.2023.01.012.]

[10] 邵天意, 包斯琴, 王楠, 等. 基于TVDI的旱情时空动态变化监测: 以神东矿区为例[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(6): 59–66. DOI:10.13522/j.cnki.ggps.2022509. [SHAO T Y, BAO S Q, WANG N, et al. Monitoring spatiotemporal dynamic of drought in Shendong mining area based on temperature vegetation dryness index[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2023, 42(6): 59–66. DOI:10.13522/j.cnki.ggps.2022509.]

[11] 尹国应, 张洪艳, 张良培. 2001–2019年长江中下游农业干旱遥感监测及植被敏感性分析[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2022, 47(8): 1245–1256, 1270. DOI:10.13203/j.whugis20210172. [YIN G Y, ZHANG H Y, ZHANG L P. Remote sensing monitoring of agricultural drought and vegetation sensitivity analysis in the middle and lower reaches of the Yangtze River from 2001 to 2019[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2022, 47(8): 1245–1256, 1270. DOI:10.13203/j.whugis20210172.]

[12] 郑若琳, 耿广坡, 邓甜甜. 渭河流域高温干旱对植被生长影响的概率评估[J]. 水土保持研究, 2025, 32(6): 258–269. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2025.06.027. [ZHENG R L, GENG G P, DENG T T. Probability assessment of impacts of high-temperature and drought events on vegetation growth in Weihe River Basin[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2025, 32(6): 258–269. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2025.06.027.]

[13] 张存厚, 杨丽萍, 森迪, 等. 内蒙古草原干旱危险性综合评估及区划[J]. 干旱区资源与环境, 2025, 39(8): 96–103. DOI:10.13448/j.cnki.jalre.2025.135. [ZHANG C H, YANG L P, SEN D, et al. Comprehensive assessment and zoning of drought disaster risk in Inner Mongolia grassland[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2025, 39(8): 96–103. DOI:10.13448/j.cnki.jalre.2025.135.]

[14] SANDHOLT I, RASMUSSEN K, ANDERSEN J. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 79(2/3): 213–224. DOI:10.1016/S0034-4257(01)00274-7.

[15] WAN Z M, DOZIER J. A generalized split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from space[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1996, 34(4): 892–905. DOI:10.1109/36.508406.

[16] 姚春生, 张增祥, 汪潇. 使用温度植被干旱指数法(TVDI)反演新疆土壤湿度[J]. 遥感技术与应用, 2004, 19(6): 473–478. DOI:10.3969/j.issn.1004-0323.2004.06.008. [YAO C S, ZHANG Z X, WANG X. Evaluating soil moisture status in Xinjiang using the temperature vegetation dryness index (TVDI)[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2004, 19(6): 473–478. DOI:10.3969/j.issn.1004-0323.2004.06.008.]

[17] 黄友昕, 刘修国, 沈永林, 等. 农业干旱遥感监测指标及其适应性评价方法研究进展[J]. 农业工程学报, 2015, 31(16): 186–195. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2015.16.025. [HUANG Y X, LIU X G, SHEN Y L, et al. Advances in remote sensing derived agricultural drought monitoring indices and adaptability evaluation methods[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 31(16): 186–195. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2015.16.025.]

[18] 黄静, 张运, 汪明秀, 等. 近17年新疆干旱时空分布特征及影响因素[J]. 生态学报, 2020, 40(3): 1077–1088. DOI:10.5846/stxb201810302341. [HUANG J, ZHANG Y, WANG M X, et al. Spatial and temporal distribution characteristics of drought and its relationship with meteorological factors in Xinjiang in last 17 years[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(3): 1077–1088. DOI:10.5846/stxb201810302341.]

[19] 苏莹莹, 卢小平, 肖锋, 等. 基于TVDI结合ARIMA的河南省土壤旱情监测方法[J]. 农业机械学报, 2024, 55(11): 391–401, 522. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2024.11.038. [SU Y Y, LU X P, XIAO F, et al. Soil drought monitoring with TVDI and ARIMA in Henan Province[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2024, 55(11): 391–401, 522. DOI: 10.6041/j.issn.1000-1298.2024.11.038.]

[20] 冯克庭, 张耀南, 田德宇, 等. 中巴经济走廊2000–2017年逐月温度植被干旱指数数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2019, 4(3). (2019-07-18). DOI:10.11922/csdata.2018.0051.zh. [FENG K T, ZHANG Y N, TIAN D Y, et al. A dataset of monthly temperature vegetation dryness index along the China–Pakistan Economic Corridor from 2000–2017[J/OL]. China Scientific Data, 2019, 4(3). (2019-07-18). DOI:10.11922/csdata.2018.0051.zh.]

[21] 冉琼, 张增祥, 张国平, 等. 温度植被干旱指数反演全国土壤湿度的DEM订正[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(2): 32–36, 50. DOI:10.16843/j.sswc.2005.02.007. [RAN Q, ZHANG Z X, ZHANG G P, et al. DEM correction using TVDI to evaluate soil moisture status in China[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2005, 3(2): 32–36, 50. DOI:10.16843/j.sswc.2005.02.007.]

论文引用格式

石磊, 杨亮彦, 王昆, 等. 2000–2024 年黄土高原地区逐月温度植被干旱指数数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2026, 11(1). (2026-03-16). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2025.0054.zh.

数据引用格式

石磊，杨亮彦，王昆，等. 2000–2024 年黄土高原地区逐月温度植被干旱指数数据集[DS/OL]. V4. Science Data Bank, 2026. (2026-02-09). DOI: 10.57760/sciencedb.j00001.01419.

A dataset of monthly temperature vegetation dryness index on the Loess Plateau from 2000 to 2024

SHI Lei[1,2,3,4], YANG Liangyan[1,2,3,4*], WANG Kun[5], HUA Dongwen[1,2,3,4], ZHANG Meng[1], FAN Hongjian[1,2,3,4], XIA Liheng[1,2,3,4]

1. Technology Innovation Center for Land Engineering and Human Settlements, Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd and School of Human Settlements and Civil Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710016, P.R. China

2. Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd. Xi'an, 710016, P.R. China

3. Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, Ministry of Natural Resources, Xi'an, 710016, P.R. China

4. Shaanxi Agricultural Development Group Co., Ltd. Xi'an, 710075, P.R. China

5. School of Computer Science and Technology, Weinan Normal University, Weinan 714000, P.R. China.

*Email: 2016127008@chd.edu.cn (YANG Liangyan)

Abstract: The Loess Plateau is characterized by a fragile ecological environment, and drought disasters pose significant constraints on regional security and social development, necessitating urgent research on drought monitoring. Soil moisture serves as a critical indicator of drought conditions, and the Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) can be used to estimate surface soil moisture, thereby monitoring and reflecting regional drought status. This dataset is based on MODIS satellite data, specifically the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Land Surface Temperature (LST) products. Through processing steps including format conversion, image cropping, and projection transformation, combined with SRTM DEM data, the NDVI-LST feature space method was used to identify feature space wet/dry edges. This yields a dataset of monthly temperature vegetation dryness index on the Loess Plateau from 2000 to 2024. The dataset covers the spatial range of 33°43′–41°16′ N and 100°54′–114°33′ E, and the data are provided in GeoTIFF format with a spatial resolution of 1 km. Relative validation using actual evapotranspiration data shows a negative correlation with TVDI, indicating good consistency between the two datasets. This dataset supports research on evaluating ecological engineering effectiveness and optimizing ecological restoration strategies within the study area. It reflects the spatiotemporal variations of surface drought on the Loess Plateau over the past two decades, providing foundational data for drought monitoring and research on ecosystem response mechanisms in the region.

Keywords: NDVI; LST; TVDI; MODIS; Loess Plateau

Dataset Profile

Title	A dataset of monthly temperature vegetation dryness index on the Loess Plateau from 2000 to 2024
Data corresponding author	YANG Liangyan（2016127008@chd.edu.cn）
Data authors	SHI Lei, YANG Liangyan, WANG Kun, HUA Dongwen, ZHANG Meng, FAN Hongjian, XIA Liheng
Time range	2000–2024
Geographical scope	The Loess Plateau region of China (33°43′–41°16′N, 100°54′–114°33′E)
Spatial resolution	1,000 m
Data volume	5,847 MB
Data format	*.TIF
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01419
Sources of funding	The National Natural Science Foundation of China (42167039); the Natural Science Basic Research Plan in Shaanxi Province of China (2024JC-YBQN-0329, 2025JC-YBQN-407); Technology Innovation Center for Land Engineering and Human Settlements, Shaanxi Land Engineering Construction Group Co.,Ltd and Xi'an Jiaotong University (2024WHZ0240,2024WHZ0243); the Open Fund of Xi'an Key Laboratory of Territorial Spatial Information, Chang'an University (300102355505).
Dataset composition	The dataset primarily includes monthly data from 2000 to 2024. It comprises of 3 folders for NDVI, LST and TVDI data, totaling 897 raster files. Among them, data for January 2000 are missing.