

中国区域 Landsat 遥感指数产品

ISSN 2096-2223

CN 11-6035/N



文献 DOI:

10.11922/csdata.2020.0031.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.986

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2020-04-30

开放同评: 2020-06-01

录用日期: 2020-12-04

发表日期: 2020-12-29

彭燕^{1,2,3}, 何国金^{1,3*}, 张兆明^{1,3}, 尹然宇^{1,2}

1. 中国科学院空天信息创新研究院, 北京 100094

2. 中国科学院大学, 北京 100049

3. 海南省地球观测重点实验室, 海南三亚 572029

摘要: 遥感光谱指数由于计算简单, 指示性好, 能有效地度量和监测相应的地物特征, 被广泛应用。基于 Landsat 地表反射率产品生产了应用较为广泛的 NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NDWI、MNDWI、NDMI、NBR 8 种遥感光谱指数产品。本遥感指数产品覆盖 1980s–2019 年中国陆地区域, 最终结果以 GeoTIFF 格式保存, 并附带相应的质量文件和 XML 元数据文件。

关键词: NDVI; EVI; SAVI; MSAVI; NDWI; NDMI; NBR; MNDWI; Landsat 5/7/8

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	中国区域 Landsat 遥感指数产品
数据作者	彭燕, 何国金, 张兆明, 尹然宇
数据通信作者	何国金 (hegi@radi.ac.cn)
数据时间范围	1980s–2019年
地理区域	中国陆地区域
空间分辨率	30 m
数据量	38 TB
数据格式	*.tiff (GeoTIFF, 16bit interger)
数据服务系统网址	http://databank.casearth.cn http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/986
基金项目	中国科学院A类战略性先导科技专项 (XDA19090300); 国家自然科学基金 (61731022)。
数据库 (集) 组成	数据集包括NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NDMI、NDWI、MNDWI、NBR 8种遥感指数, 共计557 857景, 每种指数产品均以景为单位存放文件夹, 每个文件夹中包括相应指数产品的结果、QA文件、缩略图, 以及XML元数据文件。

引言

* 论文通信作者

何国金: hegi@radi.ac.cn

遥感光谱指数是基于地物的光谱特征规律, 将不同的遥感光谱观测通道进行组合运算得到的, 如植被指数、水体指数等。这些指数由于计算简单, 指示性好, 能有效地度量和监测相应的地物特征, 被广大遥感用户和科研工作者广泛应用,

同时也是很多地表地球物理参数（如叶面积指数、叶绿素和生物量）反演的关键输入参数。研究生产并公开共享中国区域高质量的、长时间序列的遥感光谱指数产品具有重要的应用价值。

本遥感指数产品集包括归一化差值植被指数（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI）、增强植被指数（Enhanced Vegetation Index, EVI）、土壤调节植被指数（Soil Adjusted Vegetation Index, SAVI）、改进的土壤调节植被指数（Modified Soil Adjusted Vegetation Index, MSAVI）、归一化燃烧指数（Normalized Burnt Ratio, NBR）、归一化差值水分指数（Normalized Difference Moisture Index, NDMI）、归一化差值水体指数（Normalized Difference Water Index, NDWI）和改进的归一化差值水体指数（Modified Normalized Difference Water Index, MNDWI）8 种遥感指数集。本产品空间上覆盖了中国陆地区域，时间范围为 1980s–2019 年，空间分辨率为 30 m。论文从数据来源、数据处理方法、产品命名、记录格式、产品质量等方面进行了说明。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集方法

NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NBR、NDMI、NDWI 和 MNDWI 遥感指数产品是在 Landsat 系列地表反射率的基础上生产的，所有的地表反射率数据均来自于中国科学院空天信息创新研究院何国金研究员团队所生产的中国 Landsat 系列卫星遥感数据地表反射率产品数据集^[1]。

1.2 数据处理方法

1.2.1 归一化差值植被指数

由于植被在近红外波段处有较强的反射，其反射率值较高，而在红波段处有较强的吸收，反射率值较低，因此归一化差值植被指数（NDVI）通过计算近红外波段和红波段之间的差异来量化植被的生长状况。该指数可反映植被的健康情况及植被的长势，由于计算简单，指示性好，被广泛应用于农业、林业、生态环境等领域，同时也是生态物理参数反演的重要输入参数，是目前应用最为广泛的植被指数之一。计算公式^[2]为：

$$NDVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r} \quad (1)$$

式中， ρ_n 为近红外波段地表反射率， ρ_r 为红光波段地表反射率。

1.2.2 增强植被指数

由于 NDVI 指数容易受土壤背景和大气干扰，因此为了减少这些干扰，Liu 等人提出了增强植被指数（EVI），在 NDVI 的基础上引入了背景调节参数 C_1 、 C_2 和大气修正参数 L ^[2]，因此 EVI 相比于 NDVI 具有较强的抗大气干扰能力以及抗噪音能力，更适用于气溶胶含量较高的天气状况下，以及植被茂盛区。然而由于本数据集中 NDVI 和 EVI 均是在地表反射率的基础上进行反演的，其大气的影响已经在很大程度上得以消除，因此本数据集中 NDVI 由于大气而造成的影响也很大程度上减弱。计算公式^[3]为：

$$EVI = G * \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + C_1 * \rho_r - C_2 * \rho_b + L} \quad (2)$$

式中， ρ_b 为蓝光波段地表反射率， $G=2.5$ ， $C_1=6$ ， $C_2=7.5$ ， $L=1$ 。

1.2.3 土壤调节植被指数和改进的土壤调节植被指数

植被稀疏区域，土壤暴露，会影响红波段和近红外波段的反射率值，从而影响 NDVI 的估算结果。为了消除土壤背景的影响，Huete 提出了土壤调节植被指数 (SAVI) [4]，在 NDVI 的基础上加入土壤调节因子 S ，研究表明当 $S=0.5$ 时能最大程度消除土壤背景的影响。该指数在植被稀疏区域较为稳定，而在植被覆盖茂盛区域不敏感。其计算公式为：

$$SAVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r + S} * (1 + S) \quad (3)$$

式中 S 为土壤调节因子， $S=0.5$ 。SAVI 比较适用于低植被覆盖区，而且只有在知道该区域是属于低植被覆盖区的情况才能使用 SAVI 指数来反映植被的生长状况与结构，那么在对区域的植被覆盖情况未知的情况，Qi 等人提出了改进的土壤调节植被指数 (MSAVI)，将 SAVI 的调节因子 S 改为变量，随着植被的覆盖情况而变化，从而达到动态消除土壤的影响[5]。MSAVI 在植被稀疏区域表现不敏感，随着植被覆盖度的增加，MSAVI 效果表现较好。其计算公式为：

$$MSAVI = \frac{2 * \rho_n + 1 - \sqrt{(2 * \rho_n + 1)^2 - 8 * (\rho_n - \rho_r)}}{2} \quad (4)$$

1.2.4 归一化差值水体指数和改进的归一化差值水体指数

McFeeterst 根据水体与其他地物的光谱响应的差异提出了归一化差值水体指数 (NDWI) [6]，即利用绿光波段和近红外波段的差异比值来增强水体信息，并减弱植被、土壤、建筑物等地物的信息。该指数便于地表水体信息有效提取，广泛应用于水资源、水文以及林农业等领域。其计算公式为：

$$NDWI = \frac{\rho_g - \rho_n}{\rho_g + \rho_n} \quad (5)$$

该指数在纯水提取方面具有很大的优势，然而该指数不能很好地抑制山体阴影以及高建筑物阴影。针对 NDWI 不能很好地抑制高建筑物阴影的问题，徐涵秋在 NDVI 的基础上提出了改进的归一化差值水体指数 (MNDWI) [7]，将中红外波段替代近红外波段，计算公式为：

$$MNDWI = \frac{\rho_g - \rho_{swir1}}{\rho_g + \rho_{swir1}} \quad (6)$$

式中， ρ_{swir1} 为中红外 1 波段地表反射率。利用该公式计算出来的建筑物的 MNDWI 值会明显减小，因此能在一定程度上抑制高建筑物的阴影，但是不能较好地去除冰雪或者山体阴影的影响[8]。因此在高山区、城区或者冰雪覆盖区等区域，仅仅依靠单一水体指数很难完美地提取水体信息，往往需要多种指数相结合。

1.2.5 归一化燃烧指数

归一化燃烧指数 (NBR) 是 Lopez 等人提出来的，通过计算近红外波段和短波红外波段的比值来增强火烧迹地的特征信息[9]，因此常被用于火烧迹地信息提取以及监测火烧区域植被的恢复状况。其计算公式为：

$$NBR = \frac{\rho_n - \rho_{swir2}}{\rho_n + \rho_{swir2}} \quad (7)$$

式中， ρ_{swir2} 为中红外 2 波段地表反射率。

1.2.6 归一化差值水分指数

归一化差值水分指数 (NDMI) 是 Hardisky 等人通过计算近红外与短波红外之间的差异来量化反映植被冠层的水分含量情况[10]。在卫星遥感数据中，由于植被在短波红外波段对水分的强吸收，导致植被在短波红外波段的反射率相对于近红外波段的反射率要小，因此 NDMI 与冠层水分含量高

度相关，可以用来估计植被水分含量，而且 NDMI 与地表温度之间存在较强的相关性，因此也常用于分析地表温度的变化情况。NDMI 的计算公式为：

$$NDMI = \frac{\rho_n - \rho_{swir1}}{\rho_n + \rho_{swir1}} \quad (8)$$

式中， ρ_{swir1} 为中红外波段 1 地表反射率。

2 数据样本描述

该数据集包括 1980s–2019 年中国陆地区域 Landsat 系列卫星遥感数据的 NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NBR、NDMI 和 NDWI 遥感指数产品，未来将持续更新。指数产品是以景为单位存放文件夹，由每种指数产品波段、质量文件（Quality Assessment, QA）、元数据、缩略图组成。

1) 文件夹的命名规则为：卫星-传感器-path-row-成像日期-LSR-指数名称，如 L5-TM-115-026-19840418-LSR-NDVI。

2) 指数产品波段：命名规则为卫星-传感器-path-row-成像日期-LSR-指数名称.TIF，如 L5-TM-115-026-19840418-LSR-NDVI.TIF。空间分辨率为 30 m，投影坐标系是 WGS84 UTM。为了降低存储空间，结果由原本 0–1 范围内的浮点型均乘以 10000 变成 16 位整型，背景填充值为-9999，同时所有的栅格图像均进行了“LZW”的无损压缩。NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NBR、NDMI、NDWI、MNDWI 8 种遥感指数的结果展示如图 1 所示，图中的指数结果均是在 2009 年 5 月 17 日获取的轨道号为 123032 的 Landsat 5 地表反射率的基础上进行计算得到的。

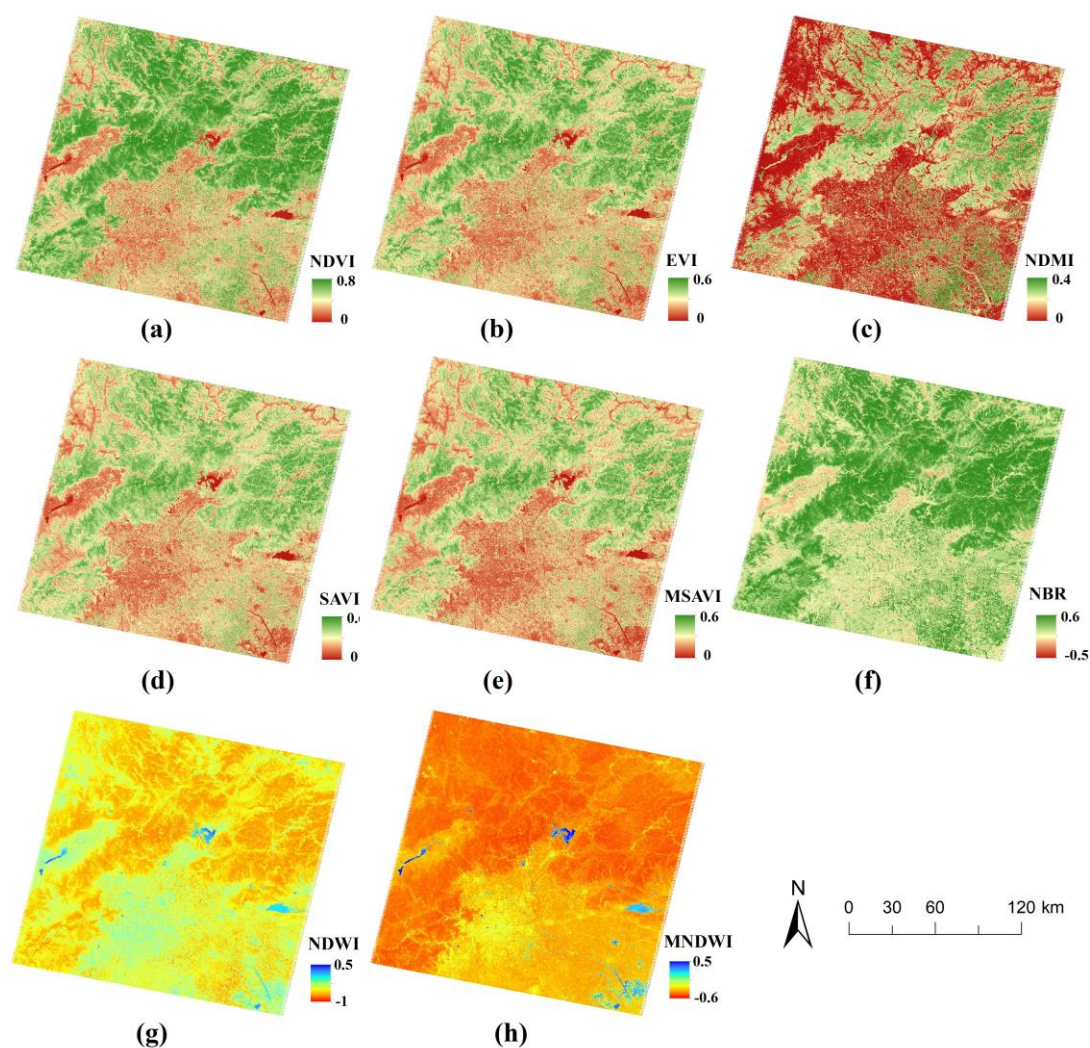
3) 质量文件（QA）：在原始数据的基础上生成的 QA，为 PIXEL-QA，主要是对填充值（Fill）、晴空（Clear）、云（Cloud）、云置信度（Cloud Confidence）、云阴影（Cloud Shadow）、冰雪（Snow/Ice）以及水（Water）等信息进行标识。命名规则为卫星-传感器-path-row-成像日期-PIXEL-QA.TIF，如 L5-TM-115-026-19840418-PIXEL-QA.TIF。该 QA 的属性表具体可见地表反射率产品数据文章。

4) XML 元数据文件：描述了相应遥感指数产品的基本信息及指数波段、QA 波段的相关信息。命名规则为卫星-传感器-path-row-成像日期-LSR-指数名称.xml，如 L5-TM-115-026-19840418-LSR-NDVI.xml。

5) 缩略图：包括 512 像素大小和 1024 像素大小的缩略图，命名规则分别为卫星-传感器-path-row-成像日期-LSR-指数名称-THUMB.JPG 和卫星-传感器-path-row-成像日期-LSR-指数名称-BROWSER.JPG。

3 数据质量控制和评估

遥感指数产品的辐射精度与几何精度均由地表反射率产品的精度决定。至目前为止，几何精度可参看 USGS 的 Landsat 卫星数据正射产品精度，即其 RMSE 小于等于 12 m^[11]。Landsat 5/7 地表反射率产品分别与相应的 MODIS 地表反射率产品进行比较分析，结果表明，Landsat 5 TM 的均方根差（RMSD）约为 2.2%–3.5%，Landsat 7 ETM+ 的均方根差约为 1.3%–2.8%。利用野外实测数据对部分 Landsat 8 地表反射率产品进行了比较分析，其 RMSD 约为 3%–5% 之间^[12]。



(a) NDVI; (b) EVI; (c) NDMI; (d) SAVI; (e) MSAVI; (f) NBR; (g) NDWI; (h) MNDWI

图1 遥感光谱指数结果示意图

4 数据价值

NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NBR、NDMI、NDWI、MNDWI 遥感指数产品，具有几何和辐射的一致性，适用于长时间序列的分析与信息挖掘，在植被监测、水资源管理、气候变化研究以及火灾监测等领域具有重要的应用价值。

5 数据使用方法和建议

本数据集可通过地球大数据科学工程（CASEarth）Databank 在线服务网址（<http://databank.casearth.cn>）获取数据。数据下载流程为注册成功并登录系统后，进入平台产品查询界面，产品类型选择“INDICES”，并根据需求选择所需的指数产品，然后在所需要的数据下点击下载，随后会弹出一个下载对话框，该框中列出相应的指数产品结果，QA 文件和元数据文件，根据需要下载数据即可。同时用户可根据行政区、地图选择以及行列号等方式查询所需要的数据。目前共享的产品主要包括 1980s–2012 年云量小于 50% 的 Landsat 5、2000–2003 年云量小于 20% 的 Landsat

7 以及 2018–2019 年的全部 Landsat8 的遥感指数产品，后续作者将持续更新生产我国区域云量大于 50% 的 Landsat 5、云量大于 20% 的 Landsat 7、2013–2017 年和 2019 年以后的 Landsat 8 遥感指数产品，以提供更好的、持续的数据共享服务。若平台系统中暂时缺少用户所需的数据或者有与本数据相关的其他数据需求，可通过咨询本文作者进行申请。

致 谢

衷心感谢王桂周和龙腾飞在产品生产时遇到的存储与效率问题给予的建设性意见。

数据作者分工职责

彭燕（1988—），女，湖南省郴州市人，在读博士，工程师，研究方向为遥感图像智能处理。主要承担工作：算法集成程序编写，数据生产流程设计，论文撰写。

何国金（1968—），男，福建省龙岩市人，博士，研究员，研究方向为遥感数据智能处理与信息挖掘。主要承担工作：总体思路与方案设计，论文修改。

张兆明（1980—），男，河南省郑州市人，博士，副研究员，研究方向为遥感数据智能处理与信息提取。主要承担工作：技术指导，论文修改。

尹然宇（1996—），男，山东省临沂市人，在读博士，研究方向为遥感图像智能处理。主要承担工作：数据挑选与整合。

参考文献

- [1] 彭燕, 何国金, 张兆明, 等. 中国区域 Landsat 地表反射率产品[DB/OL]. Science Data Bank, 2020, 5(4). (2020-04-29). DOI: 10.11922/sciencedb.984.
- [2] DEERING D W. Rangeland reflectance characteristics measured by aircraft and spacecraft sensors[J]. Texas A&M University, College Station, TX, 1978, 338.
- [3] LIU H Q, HUETE A R. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1995, 33: 457-465.
- [4] HUETE A R. A soil- adjusted vegetation index (SAVI) [J]. Remote Sensing of Environment, 1988, 25: 295-309.
- [5] QI J, CHEHBOUNI A, HUETE A R, et al. A modified soil adjusted vegetation index[J]. Remote Sensing of Environment, 1994, 48(2): 119-126.
- [6] MCFEETERS S K. The Use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(7): 1425-1432.
- [7] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数 (MNDWI) 提取水体信息的研究[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 589-595.
- [8] Tri Dev Acharya, Anoj Subedi, and Dong Ha Lee. Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal[J]. Sensor, 2018, 18(8): 2580.
- [9] LOPEZ GARCIA M J, CASELLES V. Mapping burns and natural reforestation using thematic mapper data[J]. Geocarto International, 1991, 6(1):31-37.

- [10] HARDISKY M A , KLEMAS V , SMART R M. The influence of soil salinity, growth form , and leaf moisture on the spectral radiance of *Spartina alterniflora* canopies[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1983, 49:77-83
- [11] Landsat Levels of Processing[EB/OL]. [2019-08-18]. <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-levels-processing>.
- [12] PENG Y, HE G J, ZHANG Z M, et al. Study on atmospheric correction approach of Landsat-8 imageries based on 6S model and look-up table[J]. Journal of Applied Remote Sensing, 2016, 10(4).

论文引用格式

彭燕, 何国金, 张兆明, 等. 中国区域 Landsat 遥感指数产品[J/OL]. 中国科学数据, 2020, 5(4). (2020-09-08). DOI: 10.11922/csdata.2020.0031.zh.

数据引用格式

彭燕, 何国金, 张兆明, 等. 中国区域 Landsat 遥感指数产品[DB/OL]. Science Data Bank, 2020. (2020-04-29). DOI: 10.11922/sciencedb.986.

Landsat spectral index products over China

Peng Yan^{1,2,3}, He Guojin^{1,3*}, Zhang Zhaoming^{1,3}, Yin Ranyu^{1,2}

1. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, P.R. China

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R. China

3. Hainan Key Laboratory for Earth Observation, Sanya 572029, P.R. China

*Email: hegj@radi.ac.cn

Abstract: Remote sensing spectral indices have been widely used because of its simple calculation and good indication, which can effectively measure and monitor the corresponding features of the earth surface. Based on Landsat land surface reflectance products, eight remote sensing spectral index products have been developed: NDVI, EVI, SAVI, MSAVI, NDWI, NDMI, MNDWI, and NBR, covering the land areas of China from the 1980s to the year of 2019. The results of these spectral index products are saved in GeoTIFF format with corresponding quality assessment files (QA), and XML metadata files.

Keywords: NDVI; EVI; SAVI; MSAVI; NDWI; NDMI; NBR; MNDWI ; Landsat 5/7/8

Database Profile

Title	Landsat spectral indices products over China
Data corresponding author	He Guojin (hegj@radi.ac.cn)
Data authors	Peng Yan, He Guojin, Zhang Zhaoming, Yin Ranyu

Time range	1980s–2019年
Geographical scope	China
Spatial resolution	30 m
Data volume	38 TB
Data format	*.tiff (GeoTIFF, 16bit interger)
Data service system	http://databank.casearth.cn http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/986
Sources of funding	Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences (XDA19090300); National Natural Science Foundation of China (61731022).
Database composition	The dataset consists of NDVI, EVI, SAVI, MSAVI, NDMI, MNDWI, NBR remote sensing indices with a total of 557857 scenes, which are stored in folders based on imageries. Each folder includes the corresponding index result, a QA file, thumbnails and XML metadata file.