



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2024.0115.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2024.0115.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.j00001.01164

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2024-04-15

开放同评: 2024-07-04

录用日期: 2024-10-29

发表日期: 2024-11-01

* 论文通信作者

何国金: hegj@aircas.ac.cn

青藏高原 Landsat 遥感指数产品

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

1. 中国科学院空天信息创新研究院, 北京 100094

2. 海南省地球观测重点实验室, 海南三亚 572029

3. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 遥感光谱指数计算简单、指示性好, 能较好地表征和反映地物的特征, 被广泛应用于青藏高原地区生态环境、气候变化等领域研究。本研究基于考虑地表二向反射特征的 Landsat 地表反射率产品, 利用相应的指数计算公式生产了青藏高原地区 NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NDMI、NBR、NDWI 7 种应用较广的遥感光谱指数产品, 以及青藏高原特有的盐分指数 (SI) 产品, 共包含 1990、2000、2010、2015、2020、2022 年 6 期遥感指数产品, 最终结果以 GeoTIFF 格式保存, 并附带相应的质量文件和元数据文件。本产品相较于在仅进行大气校正的地表反射率产品的基础上生产的遥感指数具有更好的辐射一致性, 在地表定量参数反演、植被监测、生态系统分类、水资源管理、火灾监测以及气候变化等相关研究领域具有重要的应用价值。

关键词: 青藏高原; NDVI; EVI; SAVI; MSAVI; NDWI; NDMI; NBR; SI

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	青藏高原 Landsat 遥感指数产品
数据通信作者	何国金 (hegj@aircas.ac.cn)
数据作者	彭燕、何国金、张兆明、尹然宇
数据时间范围	1990、2000、2010、2015、2020、2022 年
地理区域	青藏高原地区
空间分辨率	30 m
数据量	674.63 GB
数据格式	GeoTIFF
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01164
基金项目	第二次青藏高原综合科学考察研究 (2019QZKK030701); 国家自然科学基金 (62101531)。
数据库 (集) 组成	数据集共包括 NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NBR、NDMI、NDWI、SI 8 个指数产品, 每个指数产品下包含 6 个 ZIP 文件, XXX.ZIP 表示某一年的该指数产品, 如 NDVI 文件夹下面的 1990.ZIP 表示青藏高原地区 1990 年 Landsat NDVI 产品, 每年包含约 170 景数据, 并以景为单位存放为 ZIP 压缩包, 每个压缩包中包括指数结果、QA 文件、缩略图和元数据文件。

引言

青藏高原是我国乃至亚洲的重要生态安全屏障区和全球生物多样性保护的热点地区^[1-2]。遥感光谱指数是利用地物的光谱响应机理,将不同的遥感光谱波段进行差值、归一化等简单的组合运算得到的^[3]。遥感光谱指数计算简单、指示性好,能较好地表征和反映地物的特征^[3],如归一化差值植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)、归一化差值水体指数(Normalized Difference Water Index, NDWI)等,因而被广泛应用于地表定量参数反演、植被监测、生态系统分类、水资源管理、火灾监测以及气候变化等相关研究领域。因此,生产并共享青藏高原地区高质量、长时间序列的 Landsat 遥感光谱指数产品具有重要的应用价值。

本研究所共享的青藏高原地区 Landsat 遥感指数产品是在考虑地表二向反射特征的 Landsat 地表反射率产品^[4]的基础上进行生产的,因此该指数产品在一定程度上减弱了由太阳入射角和观测角度的变化引起的差异,相较于目前发布的仅基于大气校正的地表反射率产品生产的遥感指数产品具有更好的辐射一致性^[3,5]。本遥感指数产品不仅包括 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)、NDWI 7 种常用的遥感光谱指数,还针对青藏高原土壤盐渍化的特点,生产了盐分指数(Salinity Index, SI)。本产品的空间范围为青藏高原地区,时间为 1990、2000、2010、2015、2020、2022 年,空间分辨率为 30 m。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集方法

本研究所生产的青藏高原 Landsat 遥感指数产品是在考虑地表二向反射的 Landsat 地表反射率的基础上生产的,1990 年和 2010 年为 Landsat 5 地表反射率,2000 年为 Landsat 5 和 Landsat 7 地表反射率,2015 年、2020 年和 2022 年为 Landsat 8 地表反射率。这些 Landsat 系列地表反射率数据均来自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考虑地表二向反射的青藏高原 Landsat 地表反射率产品^[4],该产品是在 Landsat 正射数据的基础上,采用基于 6S 辐射传输模型的大气校正方法和 C 因子 BRDF 校正方法生产得到的,并附带了标识云/云阴影、冰雪等的质量(QA)文件,可从 <https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01163> 下载使用,具体可参见文献[4]。

1.2 数据处理方法

NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NBR、NDMI、NDWI、SI 是基于考虑地表二向反射的 Landsat 地表反射率,利用对应的计算公式(详见表 1)进行处理得到的。NDVI 是利用植被在近红外波段反射率高,在红波段反射率低的特点来增强植被的信息,能指示植被的生长状况,是目前使用最多的植被指数之一^[3,6]。EVI 是在 NDVI 的基础上加入了背景调节参数和大气修正参数来减少背景和大气干扰,在气溶胶含量较高的大气条件和植被茂盛区表现较好^[3,7]。SAVI 是在 NDVI 的基础上引入了土壤调节因子来消除土壤背景的影响,适用于植被稀疏区域^[3,8]。MSAVI 是将 SAVI 的调节因

子更改为随着植被覆盖情况变化而变化,达到动态减弱土壤背景影响的目的,在植被茂盛区表现较好^[3,9]。NBR 是利用植被区火烧后在近红外波段反射率高,短波红外波段 2 反射率低的特点来增强火烧区的特征,常被用于火烧区的信息提取及恢复监测^[3,10]。NDMI 是利用植被在短波红外波段的地表反射率低于近红外波段的地表反射率的特点来指示植被冠层的水分含量,也常被用于地表温度变化的分析^[3,11]。NDWI 是基于水体与其他地物在绿波段和近红外波段的光谱响应的差异,通过计算绿波段和近红外波段的差异比值来增强水体信息,常被用于水体信息提取以及水资源变化监测等^[3,12]。SI 是根据红波段和蓝波段能反映土壤盐碱化程度的特点利用红、蓝波段来计算得到的,常被用于土壤盐碱化监测^[13]。

表 1 Landsat 遥感指数计算公式列表

Table 1 Equation lists of Landsat remote sensing spectral index

指数	计算公式	参考文献
NDVI	$NDVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r}$	Deering et al., 1978 ^[6]
EVI	$EVI = G * \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + C1 * \rho_r - C2 * \rho_b + L}$ $G = 2.5, C1 = 6, C2 = 7.5, L = 1$	Liu et al., 1995 ^[7]
SAVI	$SAVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r + L} * (1 + L), L = 0.5$	Huete et al., 1988 ^[8]
MSAVI	$MSAVI = \frac{2 * \rho_n + 1 - \sqrt{(2 * \rho_n + 1)^2 - 8 * (\rho_n - \rho_r)}}{2}$	Qi et al., 1994 ^[9]
NBR	$NBR = \frac{\rho_n - \rho_{swir2}}{\rho_n + \rho_{swir2}}$	Lopez et al., 1991 ^[10]
NDMI	$NDMI = \frac{\rho_n - \rho_{swir1}}{\rho_n + \rho_{swir1}}$	Hardisky et al., 1983 ^[11]
NDWI	$NDWI = \frac{\rho_g - \rho_n}{\rho_g + \rho_n}$	McFeeters et al., 1996 ^[12]
SI	$SI = \sqrt{\rho_b * \rho_r}$	Khan et al., 2005 ^[13]

注: ρ_b 、 ρ_g 、 ρ_r 、 ρ_n 、 ρ_{swir1} 、 ρ_{swir2} 分别为蓝、绿、红、近红外、短波红外 1 和短波红外 2 波段的地表反射率。

2 数据样本描述

本产品是按指数/年份/景的层级目录存放的,按照影像行列号(path/row)和获取时间存放在不同的文件夹中,每个文件夹中包括指数产品文件、质量文件(Quality Assessment, QA)、元数据、缩略图。文件夹的命名规则为卫星-传感器-path-row-成像日期-LSR-BRDF-指数名称;指数产品为 GeoTIFF 格式,空间分辨率为 30 m,投影坐标系是 WGS84 UTM;质量文件为 GeoTIFF 格式,以 QA (Quality Attribute) 标识,空间分辨率为 30 m,投影坐标系是 WGS84 UTM, Landsat 的 QA 属性具体参见文献 4;元数据文件为 XML 格式,缩略图为 JPG 格式。例如文件夹名为 L8-OLI-129-036-20220616-LSR-BRDF-NDVI,表示轨道号为 129/036,获取时间为 2022 年 6 月 16 日的 Landsat 8 NDVI 产品, L8-OLI-129-036-20220616-LSR-BRDF-NDVI.TIF 表示 NDVI 结果, L8-OLI-129-036-20220616-QA.TIF 表示像元质量文件, L8-OLI-129-036-20220616-LSR-BRDF-NDVI.XML 表示元数据

文件, L8-OLI-129-036-20220616-LSR-BRDF-NDVI-BROWSER.jpg 表示缩略图文件。

图 1 为 NDVI、EVI、SAVI、MSAVI、NBR、NDMI、NDWI、SI 8 种 Landsat 遥感指数的结果展示图, 其结果均是在 2022 年 7 月 7 日获取的轨道号为 132/035 的 Landsat 8 地表反射率的基础上进行计算得到的。

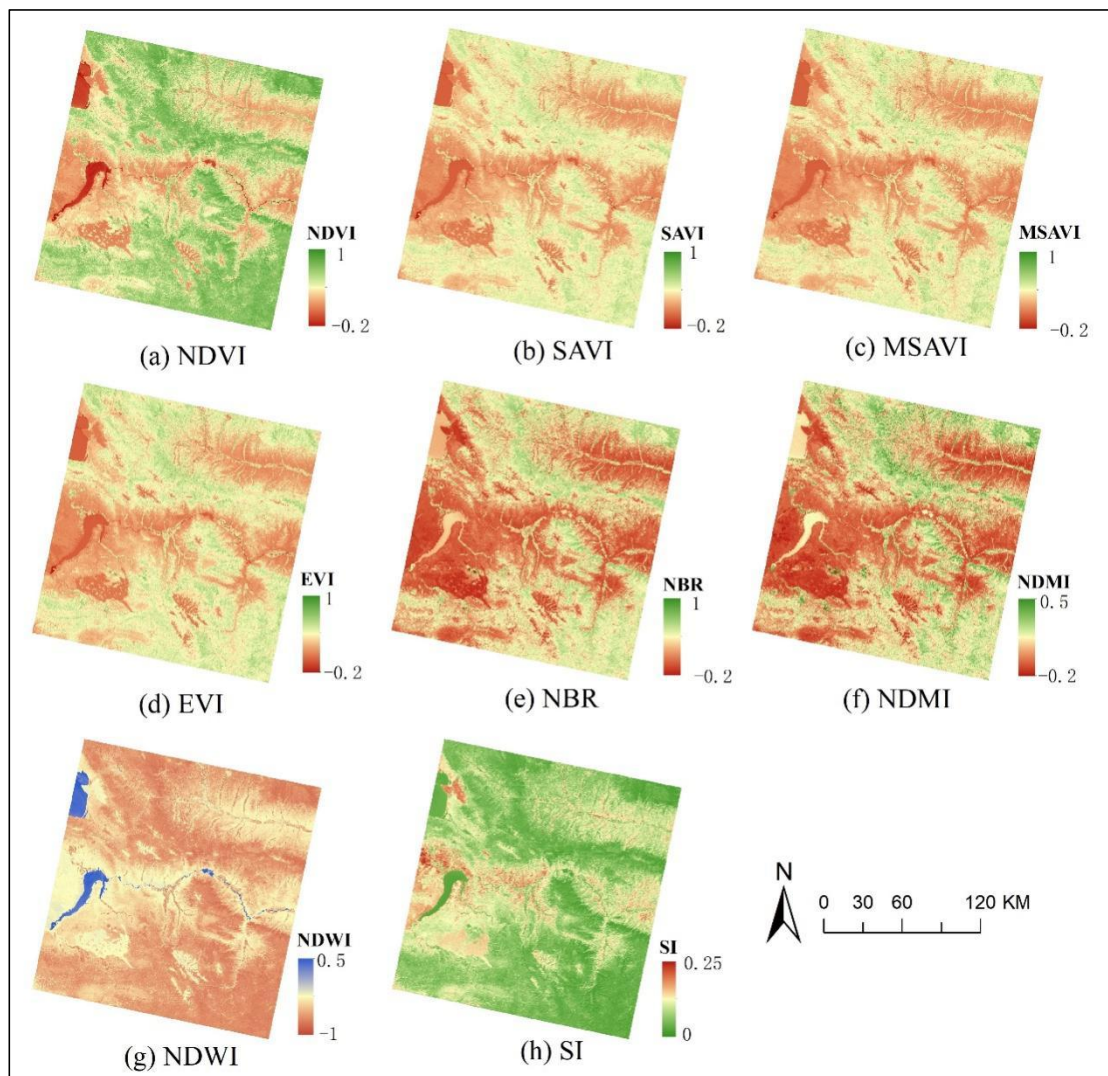


图 1 遥感光谱指数结果示意图

Figure 1 Sketch map of Landsat spectral index results

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, 其 RMSE 小于等于 $12 \text{ m}^{[4]}$ 。Landsat 大气校正的 RMSE 在 1%–3.5% 之间^[4]。并通过对对比分析 BRDF 校正前后不同太阳天顶角的同一区域不变地物的地表反射率, 发现经过 BRDF 校正后不同太阳天顶角的同一区域不变地物的地表反射率更为接近, 说明考虑地表二向反射特征的地表反射率产品能减小太阳角度变化引起的地表反射率的差异, 能在一定程度上提高地表反射率的精度^[4], 因此本遥感指数产品相较于在仅进行大气校正的地表反射率产品的基础上生产的遥感指数具有更好的辐射一致性。

4 数据使用方法和建议

可以利用 ArcGIS、QGIS、ENVI 等遥感图像软件，或者 GDAL 读取本产品的遥感指数。为了降低存储空间，遥感指数结果由原本的 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，并进行了“LZW”的无损压缩。因此在实际使用时，需要将遥感指数值除以 10000 得到实际的结果。同时根据实际使用需求，可结合 QA 文件，进行去云等处理。本研究共享的产品为青藏高原地区 1990、2000、2010、2015、2020、2022 年 6 期质量较好的 Landsat 遥感指数产品，此外作者已将青藏高原 1980s–2012 年云量小于 50% 的 Landsat 5、2000–2003 年云量小于 20% 的 Landsat 7 以及 2013–2022 年全部 Landsat 8 的遥感指数产品全部共享在青藏高原科学数据中心（<https://data.tpdc.ac.cn/home>），各指数的具体 DOI 号参见表 2，用户可根据需求进行下载使用。

表 2 1980s–2022 年青藏高原地区长时序 Landsat 遥感指数 DOI 号

Table 2 The DOI list of Landsat remote sensing spectral index products from 1980s to 2022

指数	1980s-2019	2020	2021	2022
NDVI	10.11888/Ecolo.tpdc.271725	10.11888/Terre.tpdc.300582	10.11888/Terre.tpdc.300565	10.11888/Terre.tpdc.301111
EVI	10.11888/Ecolo.tpdc.271719	10.11888/Terre.tpdc.300579	10.11888/Terre.tpdc.300572	10.11888/Terre.tpdc.301102
SAVI	10.11888/Ecolo.tpdc.271720	10.11888/Terre.tpdc.300474	10.11888/Terre.tpdc.300571	10.11888/Terre.tpdc.301112
MSAVI	10.11888/Ecolo.tpdc.271726	10.11888/Terre.tpdc.300475	10.11888/Terre.tpdc.300566	10.11888/Terre.tpdc.300566
NBR	10.11888/Ecolo.tpdc.271718	10.11888/Terre.tpdc.300580	10.11888/Terre.tpdc.300567	10.11888/Terre.tpdc.301096
NDMI	10.11888/Ecolo.tpdc.271724	10.11888/Terre.tpdc.300578	10.11888/Terre.tpdc.300570	10.11888/Terre.tpdc.301110
NDWI	10.11888/Ecolo.tpdc.271717	10.11888/Terre.tpdc.300595	10.11888/Terre.tpdc.300569	10.11888/Terre.tpdc.301204
SI	10.11888/Ecolo.tpdc.271722	10.11888/Terre.tpdc.272310	10.11888/Terre.tpdc.300568	10.11888/Terre.tpdc.301113

数据作者分工职责

彭燕（1988—），女，湖南省郴州市人，博士，高级工程师，研究方向为遥感数据智能处理与信息挖掘。主要承担工作：算法研究与程序编写、产品生产、论文撰写。

何国金（1968—），男，福建省武平县人，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，正高级工程师，研究方向为遥感数据智能处理与信息挖掘。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，博士，助理研究员，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] 中华人民共和国国务院新闻办公室. 青藏高原生态文明建设状况[N]. 经济日报, 2018-07-19. [State Council Information Office of the People's Republic of China. Ecological Civilization Building Status on the Qing-Tibetan Plateau. China Economic Daily (CED), 2018-07-19.]

- [2] 傅伯杰, 欧阳志云, 施鹏, 等. 青藏高原生态安全屏障状况与保护对策[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(11): 1298–1306. DOI: 10.16418/j.issn.1000-3045.20210919001. [FU B J, OUYANG Z Y, SHI P, et al. Current condition and protection strategies of Qinghai-Tibet Plateau ecological security barrier[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(11): 1298–1306. DOI: 10.16418/j.issn.1000-3045.20210919001.]
- [3] 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. [PENG Y, HE G J, ZHANG Z M, et al. Landsat spectral index products over China[J/OL]. China Scientific Data, 2020, 5(4). (2020-09-08). DOI: 10.11922/csdata.2020.0031.zh.]
- [4] 彭燕, 何国金, 张兆明, 等. 考虑地表二向反射的青藏高原 Landsat 地表反射率产品[J/OL]. 中国科学数据, 2024. (2024-10-24). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2024.0108.zh. [PENG Y, HE G J, ZHANG Z M, et al. Landsat surface reflectance products based on BRDF correction over Qinghai-Tibetan Plateau [J/OL]. China Scientific Data, 2024. (2024-10-24). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2024.0108.zh.]
- [5] Department of the Interior U.S. Geological Survey. Product guide: Landsat Surface Reflectance-derived Spectral Indices [EB/OL]. (2017) [2024-3-12]. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-surface-reflectance-derived-spectral-indices>.
- [6] DEERING D W. Rangeland reflectance characteristics measured by aircraft and spacecraft sensors[J]. Texas A&M University, College Station, TX, 1978, 338.
- [7] LIU H Q, HUETE A. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1995, 33(2): 457–465. DOI: 10.1109/TGRS.1995.8746027.
- [8] HUETE A R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI)[J]. Remote Sensing of Environment, 1988, 25(3): 295–309. DOI: 10.1016/0034-4257(88)90106-X.
- [9] 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. DOI: 10.1016/0034-4257(94)90134-1.
- [10] GARCÍA M J L, CASELLES V. Mapping burns and natural reforestation using thematic Mapper data[J]. Geocarto International, 1991, 6(1): 31–37. DOI: 10.1080/10106049109354290.
- [11] HARDISKY M, KLEMAS V, SMART A. The influence of soil salinity, growth form, and leaf moisture on the spectral radiance of *Spartina Alterniflora* canopies[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1983, 48(1): 77–84.
- [12] MCFEETERS S K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(7): 1425–1432. DOI: 10.1080/01431169608948714.
- [13] KHAN N M, RASTOSKUEV V V, SATO Y, et al. Assessment of hydrosaline land degradation by using a simple approach of remote sensing indicators[J]. Agricultural Water Management, 2005, 77(1/2/3): 96–109. DOI: 10.1016/j.agwat.2004.09.038.
- [14] Landsat Levels of Processing [EB/OL]. (2021) [2024-3-12]. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-levels-processing>.

论文引用格式

彭燕, 何国金, 张兆明, 等. 青藏高原 Landsat 遥感指数产品[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(2). (2024-11-01). DOI:10.11922/11-6035.csd.2024.0115.zh.

数据引用格式

彭燕, 何国金, 张兆明, 等. 青藏高原 Landsat 遥感指数产品[DS/OL]. V1. Science Data Bank, 2024. (2024-07-04). DOI:10.57760/sciencedb.j00001.01164.

Landsat spectral index products over Qinghai-Xizang Plateau

PENG Yan^{1,2}, HE Guojin^{1,2,3*}, ZHANG Zhaoming^{1,2,3}, YIN Ranyu^{1,2}

- 1. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, P.R. China
- 2. Hainan Key Laboratory for Earth Observation, Hainan Sanya 572029, P.R. China
- 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R. China

*Email: hegj@aircas.ac.cn

Abstract: Remote sensing spectral indices has been widely applied in studies on ecological environment, climate change, etc. over Qinghai-Xizang plateau. Seven widely used remote sensing spectral index products (NDVI, EVI, SAVI, MSAVI, NDMI, NBR, and NDWI) and a unique salinity index (SI) for the Qinghai-Xizang Plateau were generated based on The Landsat BRDF-correction-based surface reflectance products in the Qinghai-Tibet Plateau region. The dataset comprises six periods of remote sensing index products for the years 1990, 2000, 2010, 2015, 2020, and 2022. The results are saved in GeoTIFF format and are accompanied by corresponding quality and metadata files. These products perform better radiometric consistency compared to the spectral index products computed based on surface reflectance products only undergoing atmospheric correction, and has significant application value in various research areas such as quantitative retrieval of remote sensing surface parameters, vegetation monitoring, ecosystem classification, water resource management, fire monitoring, and climate change research in Qinghai-Xizang Plateau.

Keywords: Qinghai-Xizang Plateau; NDVI; EVI; SAVI; MSAVI; NDWI; NDMI; NBR; SI

Dataset Profile

Title	Landsat spectral index products over Qinghai-Xizang Plateau
Data corresponding author	HE Guojin (hegj@aircas.ac.cn)
Data authors	PENG Yan, HE Guojin, ZHANG Zhaoming, YIN Ranyu
Time range	1990, 2000, 2010, 2015, 2020, 2022
Geographical scope	Qinghai-Xizang Plateau
Spatial resolution	30 m
Data volume	674.63 GB

Data format	GeoTIFF
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01164
Sources of funding	The Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research Program (STEP, Grant No. 2019QZKK030701); National Natural Science Foundation of China (62101531).
Dataset composition	The dataset consists of 8 index products (NDVI, EVI, SAVI, MSAVI, NBR, NDMI, NDWI, SI) with folders, and each spectral index product consists of 6 subsets with ZIP Files in total. XXX.ZIP means the corresponding spectral product in year XXX, e.g. NDVI\1990.ZIP is the NDVI product in 1990. Each ZIP comprises about 170 ZIP files, and each zip file includes spectral index result, QA file, thumbnail and metadata file.