

doi: 10.6046/zrzyg.2021150

引用格式: 骆泓鉴, 明冬萍, 徐录. 基于 GEE 的遥感生态指数时序计算[J]. 自然资源遥感, 2022, 34(2): 271–277. (Luo H J, Ming D P, Xu L. Time series calculation of remote sensing ecological index based on GEE[J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2022, 34(2): 271–277.)

基于 GEE 的遥感生态指数时序计算

骆泓鉴, 明冬萍, 徐录

(中国地质大学(北京)信息工程学院, 北京 100083)

摘要: 生态评价对城市发展规划起到重要支撑作用。利用遥感指数进行生态评价是一种可行的方法。在云计算发达的今天, 针对大数据计算过程中出现的不同传感器计算结果差异大的问题, 探索了一种适用于谷歌地球引擎的遥感生态指数时序计算方法。首先, 以新疆维吾尔自治区奎屯市为研究区, 对 1989—2019 年的 Landsat 影像进行去云融合处理; 其次, 计算了融合影像的 4 大分量, 并在湿度分量和温度分量的计算方式上进行了优选; 最后, 提出了整体最值的归一化方法, 并以此方法为基础计算了各年份的遥感生态指数。通过对所得结果进行分析发现, 该方法得到的第一主成分分量具有更高的贡献率, 在此基础上的时序结果有更高的多项式拟合度。说明该方法能为不同传感器规定统一标准, 增强不同传感器之间计算结果的对比性, 优化遥感生态指数的计算结果, 保证生态评价分级结果的可解释性。

关键词: 遥感生态指数; 时间序列; 谷歌地球引擎; 奎屯市; 生态评价

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-034X(2022)02-0271-07

0 引言

准确、良好的生态评价对地区的发展、规划起重要的支撑作用。通过地理信息的搜集、处理、分析, 人们往往能避免主观判断的失误, 对生态环境做出客观的评价。

徐涵秋提出了一种基于遥感技术的生态评价方法, 以自然因子为主构建遥感生态指数 (remote sensing ecological index, RSEI), 从而对城市的生态状况进行快速监测与评价^[1]。不同的学者用 RSEI 或改进的 RSEI 进行生态评价或其他研究。贾浩巍等^[2]以 1995 年、2005 年、2015 年为主要年份研究都兰县生态环境; 李红星等^[3]以 2005 年、2010 年、2015 年为研究时间评估武汉市生态环境; 缪鑫辉等^[4]选取 2000 年、2009 年、2017 年的影像, 分析甬江流域生态环境变化; 孙从建等^[5]定量分析了 2002 年、2009 年、2017 年 3 个年份黄土高原的生态安全, 指出治理区域。非时序的生态研究都是基于长时间间隔的影像开展的, 是跳跃的, 只能得出生态趋势, 无法分析变化细节。

谷歌地球引擎 (Google Earth Engine, GEE) 是用

于行星级地理空间分析的云平台^[6], 能提供丰富的开源数据和强大的计算服务。GEE 使得长时间序列的庞大计算成为可能, 使得 RSEI 时序计算变得方便。已有学者基于 GEE 进行 RSEI 的连续分析, 并取得相应的成果^[7-9]。但这些研究在计算方式上仍采用传统的 RSEI。传统的 RSEI 算法在分量的计算方式上会随传感器的变化而变化, 加上不同传感器之间的成像差异, 得到的 RSEI 计算结果差异较大, 不利于长时间跨度的连续分析。综上所述, 尚未有 RSEI 的时序计算研究。本文将探寻一种基于 GEE 的 RSEI 时序计算方式, 在分量计算及其归一化方面对 RESI 算法进行改进, 并进行分析验证。

1 研究区概况和数据预处理

1.1 研究区概况

新疆维吾尔自治区奎屯市坐落在天山北麓中段, 准噶尔盆地西南部, 高程在 450~530 m 之间, 地势南高北低, 西高东低, 无明显地形起伏变化, 不必考虑地形对研究的影响。奎屯市境内为大陆性气候, 日照长, 雨少干热, 较易获取长时间无云或者少云的遥感影像。奎屯市近 30 a 来生态、发展都有巨

收稿日期: 2021-05-11; 修订日期: 2022-02-24

基金项目: 国家自然科学基金项目“基于对象的高分辨率遥感地表覆盖信息精细提取及其尺度效应分析”(编号: 41671369)资助。

第一作者: 骆泓鉴 (1998-), 男, 硕士研究生, 主要从事遥感信息提取研究。Email: 2004200020@cugb.edu.cn。

通信作者: 明冬萍 (1976-), 女, 博士, 教授, 主要从事遥感信息提取及地学尺度研究。Email: mingdp@cugb.edu.cn。

大变化,利用遥感影像分析生态变化较为容易。

1.2 数据源与 GEE 数据预处理

研究数据采用 Landsat 的地表反射率产品和 MODIS 的地表温度数据产品 (MOD11A1)。根据研究的需要,选取 1989—2019 年间每年 6 月 1 日—10 月 30 日期间的影像进行计算分析。计算指数之前

先要获取去云影像。GEE 提供了针对 Landsat 地表反射率产品的去云算法。但在实验中发现,上述算法在处理异物同谱物体时效果欠佳,容易导致像元丢失。本文提出了减云拼接的去云方法,其流程如图 1 所示,其中 $CLOUD_COVER$ 代表云覆盖程度。完善之后的去云方法能补全缺失影像,如图 2 所示。

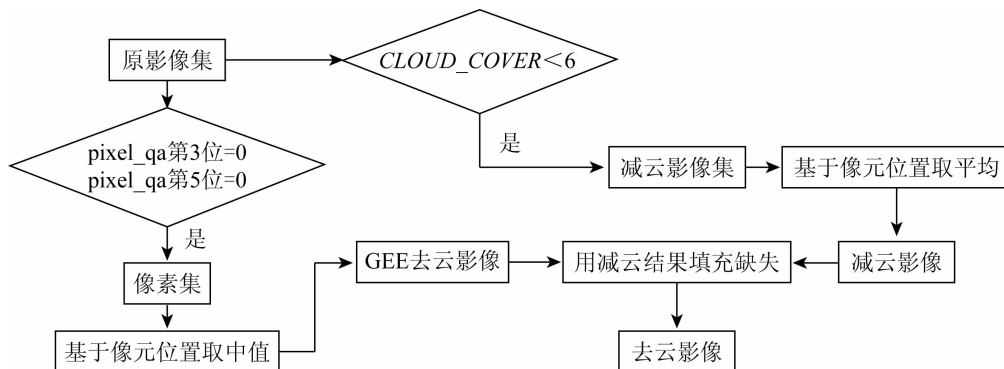


图 1 减云拼接方法

Fig. 1 Flow chart of cloud reduction splicing method

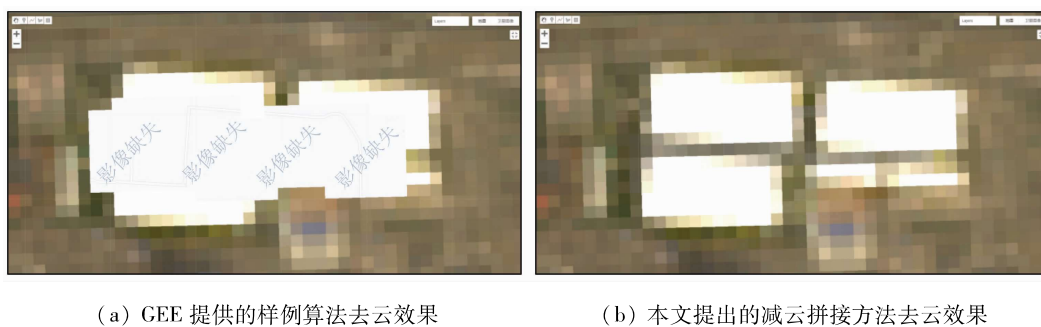


图 2 去云效果对比

Fig. 2 Comparison of cloud removal effect

2 RSEI 时序计算

RSEI 的核心思想是通过空间降维的方式,从一系列能在一定程度上反映生态环境质量的分量中,提取出最能表达当地生态环境的综合结果。RSEI 的基本计算流程如图 3 所示。在众多的自然因素以及人文因素中,绿色度、湿度、干度、温度是与人类活动

密切相关的因素,常用于各类生态评价^[1]。运用函数的方法对 4 大分量进行降维压缩,最终得到表征生态环境的 RSEI。

2.1 RSEI 分量计算

1) 绿色度计算。绿色的计算通常考虑植被指数。归一化差值植被指数 (normalized difference vegetation index, NDVI) 在生产中得到了最广泛的应用^[10],能在一定程度上表征生态环境。NDVI 的计算公式为:

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}}, \quad (1)$$

式中 ρ_{red} 和 ρ_{nir} 分别为红光、近红外波段地表反射率。

2) 湿度计算。本文使用缨帽变化中的湿度分量进行湿度 (Wetness) 的计算。不同传感器之间的缨帽变化参数存在较大的差异^[11-15]。在时序计算过程中,为了消除不同缨帽变化参数在计算过程中带来的结果差异,本文选择文献[15]中的缨帽变化湿度参数作为湿度计算的模型。其计算公式为:

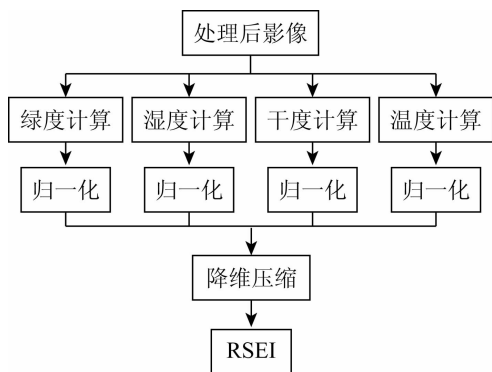


图 3 RSEI 生产流程

Fig. 3 RSEI production flow chart

$$Wetness = 0.262 6\rho_{blue} + 0.214 1\rho_{green} + 0.092 6\rho_{red} + 0.065 6\rho_{nir} - 0.762 9\rho_{swir1} - 0.538 8\rho_{swir2}, \quad (2)$$

式中 ρ_{blue} , ρ_{green} , ρ_{swir1} , ρ_{swir2} 分别为蓝光、绿光、第1短波红外、第2短波红外波段的地表反射率。

3) 干度计算。徐涵秋用建筑物指数(index-based built-up index, IBI)和裸土指数(bare soil index, BSI)计算干度指数(normalized difference building and soil index, NDBSI)^[16-18]。干度的计算公式为:

$$NDBSI = \gamma IBI + (1 - \gamma) BSI, \quad (3)$$

$$IBI = \frac{\frac{2\rho_{mid}}{\rho_{mid} + \rho_{nir}} - \left(\frac{\rho_{nir}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} + \frac{\rho_{green}}{\rho_{green} + \rho_{mid}} \right)}{\frac{2\rho_{mid}}{\rho_{mid} + \rho_{nir}} + \left(\frac{\rho_{nir}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} + \frac{\rho_{green}}{\rho_{green} + \rho_{mid}} \right)}, \quad (4)$$

$$BSI = \frac{(\rho_{mid} + \rho_{red}) - (\rho_{nir} + \rho_{blue})}{(\rho_{mid} + \rho_{red}) + (\rho_{nir} + \rho_{blue})}, \quad (5)$$

式中: γ 为参数系数,通常取值 0 ~ 1.0,这里根据前人经验取 $\gamma = 0.5$ ^[1]; ρ_{mid} 为中红外波段地表反射率,但在 Landsat 中无法找到对应的波段,通常采用第1短波红外波段反射率(ρ_{swir1})来代替。

4) 温度计算。温度指的是地表温度(land surface temperature, LST)。它可以通过遥感的方式,用

获取到的热红外波段反演得到。其原理是基于普朗克定律量化所构成的热辐射传输方程。

前人提出不同的温度反演方法,有单窗算法、单通道算法和劈窗算法等。本文的实验数据是处理之后的拼接影像,不同像元来自不同时间段,而辐射传输模型、单窗算法和单通道算法都需要知道具体时间下的大气参数数据,不适合本次实验。

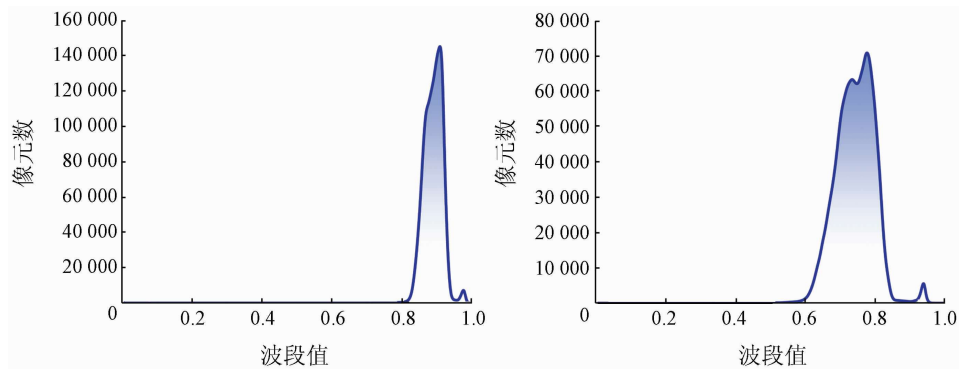
本文采用亮温转换的方式来进行温度的反演,其公式为:

$$LST = \frac{BC_2}{C_2 + B\lambda \ln \varepsilon}, \quad (6)$$

式中: C_2 为普朗克函数常量, $14\ 387.79\ \mu\text{m} \cdot \text{K}$; B 为 DN 值经过辐射定标和转换后的亮度温度; ε 为计算得到的比辐射率; λ 为波段的有效波长,不同传感器的有效波长不同^[19]。

2.2 整体归一化

本次实验是基于不同传感器、不同拍摄时间的拼接影像开展的。不同传感器结果之间存在较大差异,如图4所示。常见的归一化方法容易造成标准的不统一,不利于后续计算分析。



(a) 2016 年 Landsat7 影像湿度归一化结果

(b) 2016 年 Landsat8 影像湿度归一化结果

图4 湿度结果对比

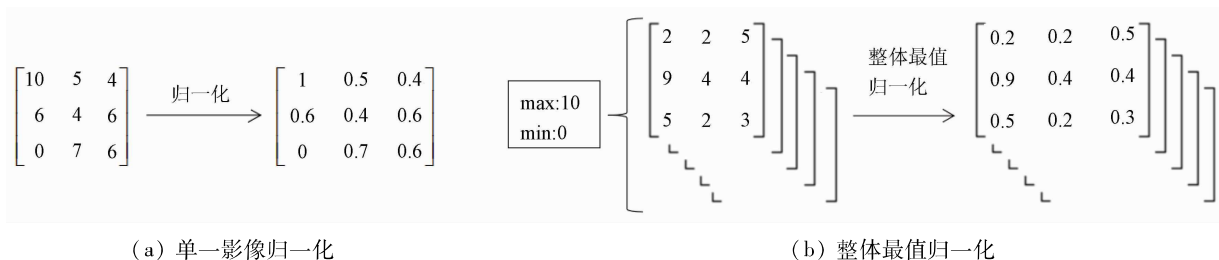
Fig. 4 Comparison of wetness results

为解决上述问题,本文用不同年份计算结果的整体最值进行归一化,为不同传感器的计算结果制定相同的标准,方便进行对比分析。整体最值归一化的公式为:

$$N_i = \frac{V_i - V_{W-\min}}{V_{W-\max} - V_{W-\min}}, \quad (7)$$

式中: N_i 为归一化后结果值; V_i 为原始像元值; $V_{W-\max}$ 和 $V_{W-\min}$ 分别为所有计算结果中的最大值和最小值。

2 种不同的归一化方式的差别如图5所示。



(a) 单一影像归一化

(b) 整体最值归一化

图5 2种归一化方式示意图

Fig. 5 Schematic diagram of two normalization methods

2.3 RSEI 最终计算

绿度、湿度、干度、温度均能在一定程度上表征生态优劣。主成分分析是通过在多维空间中变换坐标方向的一种识别数据模式的方法,是一种突出数据相似性和差异性的方式来表达数据的方式^[20]。通过主成分分析,能够综合考虑 4 大分量的作用,构建一个表征生态的指数,用于生态评价。RSEI 计算公式为:

$$RSEI_0 = f(NDVI, NDBSI, Wetness, LST), \quad (8)$$

$$RSEI = \frac{RSEI_0 - RSEI_{0-\min}}{RSEI_{0-\max} - RSEI_{0-\min}} \quad (9)$$

式(8)表示对归一化所得的 4 项指数进行主成分分析,并取第一主成分分量作为 $RSEI_0$ 。式(9)表示将主成分分析所得的 $RSEI_0$ 进行归一化处理,得到最终的 RSEI。计算结果显示,第一主成分分量的平均信息含量超过了 85.37%,能够较好地代替 4 大分量,实现数据压缩。

3 RSEI 时序分析实验

不同于传统的 RSEI 计算方式,RSEI 时序计算在温度、湿度分量计算以及归一化方式上都有变化。本节将通过对比实验进行方法验证。

3.1 湿度分量验证

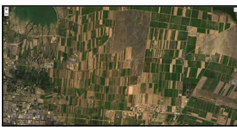
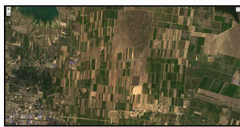
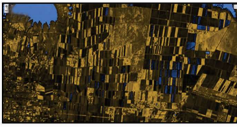
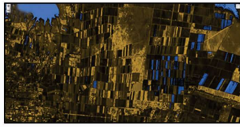
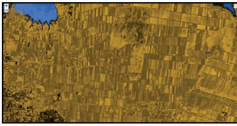
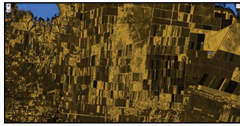
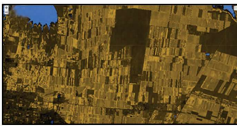
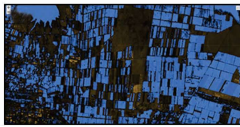
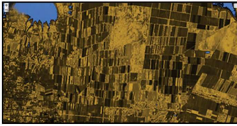
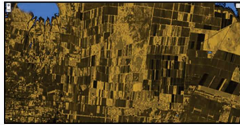
由于计算湿度分量采用的参数不统一,所以本文对文献[12—15]的 4 种缨帽参数的计算方式进行了比较,使用 2001 年和 2002 年的 Landsat7 影像,2010 年和 2011 年的 Landsat5 影像,以及 2017 年和 2018 年的 Landsat8 影像进行测试。

对比表 1 发现,文献[13]和文献[14]中的湿度计算结果在上下兼容性上略显不足,不适用于长时间序列分析。根据地物的反射波谱可知,含水地域的地表反射率普遍较低,在真彩色影像上表现为深色、暗色调。以此为依据对影像进行目视判读,观察

真彩色影像中的明亮区域,并与湿度影像中的对应区域进行比较。发现文献[12]在一些地区的结果与目视判读不相符,而本文选择的参数的计算结果更符合目视判读。综上,本文所选的文献[15]中的湿度参数在传感器兼容性以及合理性上的表现更据优势,更适合时序分析。

表 1 部分年份湿度分量结果对比

Tab. 1 Comparison of humidity component results in some years

参数	2017 年	2018 年
原图		
文献[12]参数		
文献[13]参数		
文献[14]参数		
文献[15]参数		

Wetness  -0.6 0.1

3.2 温度分量验证

选择 2007—2011 年 Landsat5 和 Landsat7 影像及 2013—2018 年 Landsat8 影像进行测试,在温度计算上比较文献[21]中的模型和亮温转换模型,在比辐射率计算上比较 NDVI 阈值法、文献[22]和文献[23]中的方法^[22-25]。计算结果通过散点图的方式和相同时期下的 MOD11A1 数据进行对比。

表 2 基于 2 种 LST 模型的 3 种比辐射率算法测试结果

Tab. 2 Test results of three specific radiation algorithms based on two LST models

模型	文献[23]方法			NDVI 阈值法			文献[22]方法		
	平均值/ ℃	中位值/ ℃	方差	平均值/ ℃	中位值/ ℃	方差	平均值/ ℃	中位值/ ℃	方差
文献[21]中的模型	3.463	3.159	5.101	3.313	3.016	4.676	3.055	2.676	4.730
亮温转换模型	3.279	2.966	5.095	3.156	2.852	4.400	3.076	2.705	4.755

对比表 2 结果,优先考虑方差较小的情况,并协同比较平均差值和中位差值,验证得到本文选择的亮温转换模型和 NDVI 阈值法作为 LST 的反演方法是最为合适的。

3.3 时序分析验证

3.3.1 贡献率验证

用主成分分析的方法进行数据压缩,压缩后的第一主成分分量能在最大程度上代表原始数据的主

要信息,从而代替生态分量表征生态环境。贡献率越高,则第一主成分分量的代表能力越强。表 3 是 2 种不同 RSEI 计算过程中第一主成分分量的贡献率对比。

表 3 部分贡献率对比

Tab.3 Comparison of partial contribution rate (%)		
年份	时序贡献率	传统贡献率
1996 年	78.88	74.49
1997 年	83.08	78.37
1998 年	85.29	81.65
2000 年	88.16	83.51
2001 年	89.54	85.76
2002 年	88.20	84.69
2010 年	83.15	83.78
2011 年	89.25	87.97
2012 年	89.33	89.33
2015 年	88.56	88.68
2016 年	85.85	86.20
2017 年	92.20	92.44
总均值	85.37	83.81

从表 3 中可以看出,传统计算方式下的贡献率同时序计算方式下的贡献率相近,在个别年份上表现为略高于时序计算下的贡献率,但整体平均贡献率不足于时序计算下的贡献率。运用时序计算方式所得到的贡献率在不同年份上存在差别,大部分结果的贡献率能达到 85% 以上,部分结果的贡献率不足 80%,整体上贡献率均值为 85.37%。这说明时序计算方式所得的结果能较好地表征生态环境。

3.3.2 多项式拟合

通过对研究区进行取均值的方法对生态进行评价。用像元均值来代表该年的生态情况,并通过折线图的形式表示连续年份的生态变化情况。

分别采用传统的 RSEI 计算方式以及 RSEI 时序计算方式进行对照实验。结果如图 6 所示,RSEI1 代表时序计算方式的结果,RSEI2 代表传统计算方式的结果。两者都表现出类似的生态变化走向。通过分析可以得出:奎屯市的总体生态情况可分为 3 个阶段。第一阶段是 1989—2008 年的起伏增长阶段;第二阶段是 2008—2012 年的高速增长

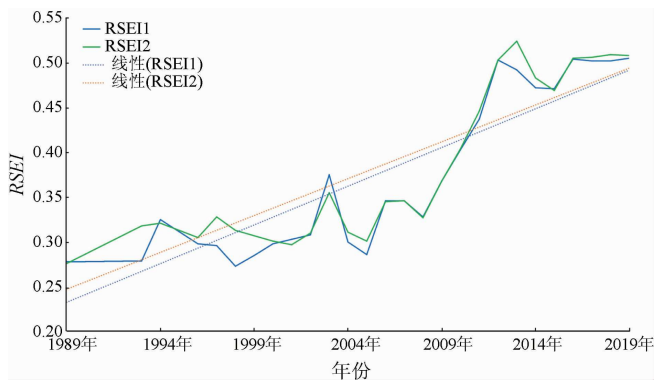


图 6 RSEI 均值时序

Fig.6 Time series of the mean value of RSEI

阶段;第三阶段是从 2012 年至今的平缓稳定阶段。奎屯市位于内陆,地势平坦,受自然灾害的影响有限,不易发生生态环境的突变。利用光滑函数拟合的方式对生态进行评价有一定合理性。

通过对折线进行趋势线拟合并比较 R^2 差别,可以明显看出 2 种计算结果之间的差别。由 RSEI 折线本身的变化趋势得到,不宜采用对数、指数等函数进行拟合。本文主要采用线性、二次多项式和三次多项式进行拟合对比,结果如表 4 所示。

表 4 趋势线 R^2 比较

Tab.4 Comparison of trend line R^2 (%)			
拟合函数	RSEI1	RSEI2	变化幅度
线性	79.39	76.56	2.83
二次多项式	87.74	86.11	1.63
三次多项式	88.39	86.41	1.98

从表 4 中可以看出,2 种不同的计算方式在多项式拟合的结果上存在差异。其中,RSEI 时序计算方式取得了更好的拟合效果,RSEI 传统计算方式则存在更大的扰动。在 3 种函数的拟合结果上,2 种方法的 R^2 都存在高于 1%、接近 2% 的差异。

4 结论

本文以奎屯市为研究区,使用 GEE 作为主要研究平台,配合以 QGIS 等工具,进行了 RSEI 在长时间序列分析中的探索。本文改进了 RSEI 的计算方式,使之更适用于 GEE 平台的长时间序列分析。该方式是以增强信息之间可对比性为目的提出的。主要结论如下:

1)对 RSEI 各个分量的计算方式进行了调整。在湿度指数的计算上,对比了以往研究中出现的缨帽变换参数,并根据目视判读等原则选取更合适的缨帽变换参数;在温度指数计算方面,对比了 2 类传统的地表温度反演方法,并与相同时间尺度下的 MODIS 影像结果进行对比,采用统计精度最高的计算方法。

2)在指数的归一化上采用整体最值的归一化方式,规范了数据标准,增加数据之间可比性。对 2 种计算方式的最终计算结果进行了第一主成分分量的贡献率对比,得出 RSEI 时序方法在贡献率方面的优势。并分别采用线性、二次多项式和三次多项式对 RSEI 长时间序列结果进行函数拟合,验证了 RSEI 时序计算的优化性。

参考文献 (References):

[1] 徐涵秋. 城市遥感生态指数的创建及其应用[J]. 生态学报,

- 2013,33(24):7853–7862.
- Xu H Q. A remote sensing urban ecological index and its application[J]. *Acta Ecologica Sinica*,2013,33(24):7853–7862.
- [2] 贾浩巍,颜长珍,邢学刚,等. 基于改进的遥感生态指数(MR-SEI)的青海省都兰县生态环境质量评价[J]. *中国沙漠*,2021,41(2):181–190.
- Jia H W,Yan C Z,Xing X G,et al. Evaluation of ecological environment in the Dulan County based on the modified remote – sensing ecological index model[J]. *Journal of Desert Research*,2021,41(2):181–190.
- [3] 李红星,黄解军,梁友嘉,等. 基于遥感生态指数的武汉市生态环境质量评估[J]. *云南大学学报(自然科学版)*,2020,42(1):81–90.
- Li H X,Huang J J,Liang Y J,et al. Evaluating the quality of ecological environment in Wuhan based on remote sensing ecological index[J]. *Journal of Yunnan University (Natural Sciences Edition)*,2020,42(1):81–90.
- [4] 缪鑫辉,梁勤欧. 基于遥感生态指数的甬江流域生态环境变化分析[J]. *长江流域资源与环境*,2021,30(2):427–438.
- Miao X H,Liang Q O. Analysis of ecological environment changes in Yongjiang River basin based on remote sensing ecological index [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*,2021,30(2):427–438.
- [5] 孙从建,张文强,李新功,等. 基于遥感影像的黄土高原沟壑区生态效应评价[J]. *农业工程学报*,2019,35(12):165–172.
- Sun C J,Zhang W Q,Li X G,et al. Evaluation of ecological effect of gully region of loess plateau based on remote sensing image[J]. *Transaction of the China Society of Agricultural Engineering*,2019,35(12):165–172.
- [6] Noel G,Matt H,Mike D,et al. Google Earth Engine: Planetary – scale geospatial analysis for everyone[J]. *Remote Sensing of Environment*,2017,202:18–27.
- [7] 陈 炜,黄慧萍,田亦陈,等. 基于 Google Earth Engine 平台的三江源地区生态质量动态监测与分析[J]. *地球信息科学学报*,2019,21(9):1382–1391.
- Chen W,Huang H P,Tian Y C,et al. Monitoring and assessment of the eco – environment quality in the Sanjiangyuan region based on Google Earth Engine [J]. *Journal of Geo – Information Science*,2019,21(9):1382–1391.
- [8] 王 渊,赵宇豪,吴健生. 基于 Google Earth Engine 云计算的城市群生态质量长时序动态监测——以粤港澳大湾区为例[J]. *生态学报*,2020,40(23):8461–8473.
- Wang Y,Zhao Y H,Wu J S. Dynamic monitoring of long time series of ecological quality in urban agglomerations using Google Earth Engine cloud computing: A case study of the Guangdong – Hong Kong – Macao Greater Bay Area, China [J]. *Acta Ecologica Sinica*,2020,40(23):8461–8473.
- [9] Xiong Y,Xu W H,Lu N,et al. Assessment of spatial – temporal changes of ecological environment quality based on RSEI and GEE: A case study in Erhai Lake basin, Yunnan Province, China [J]. *Ecological Indicators*,2021,125(125):107518.
- [10] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社,2003:368–369.
- Zhao Y S. Principles and methods of remote sensing application analysis [M]. Beijing: Science Press,2003:368–369.
- [11] Crist E P,Cicone R C. A physically – based transformation of thematic mapper data – the TM tasseled cap [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*,1984,22(3):256–263.
- [12] Crist E P. A TM tasseled cap equivalent transformation for reflectance factor data [J]. *Remote Sensing of Environment*,1985,17(3):301–306.
- [13] 李博伦,遥超普,颜晓元. Landsat8 陆地成像仪影像的缨帽变换推导[J]. *测绘科学*,2016,41(4):102–107.
- Li B L,Xi C P,Yan X Y. Study of derivation of tasseled cap transformation for Landsat8 OLI images [J]. *Science of Surveying and Mapping*,2016,41(4):102–107.
- [14] Baig M H A,Zhang L F,Shuai T,et al. Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat8 at – satellite reflectance [J]. *Remote Sensing Letters*,2014,5(5):423–431.
- [15] Huang C,Wylie B,Yang L,et al. Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat7 at – satellite reflectance [J]. *International Journal of Remote Sensing*,2002,23(8):1741–1748.
- [16] 徐涵秋. 一种基于指数的新型遥感建筑用地指数及其生态环境意义[J]. *遥感技术与应用*,2007,22(3):301–308.
- Xu H Q. A new index – based built – up index (IBI) and its eco – environmental significance [J]. *Remote Sensing Technology and Application*,2007,22(3):301–308.
- [17] Xu H Q. A new index for delineating built – up land features in satellite imagery [J]. *International Journal of Remote Sensing*,2008,29(14):4269–4276.
- [18] Rikimaru A,Roy P S,Miyatake S. Tropical forest cover density mapping [J]. *Tropical Ecology*,2002,43(1):39–47.
- [19] Jimenez – Munoz J C,Sobrinho J A,Skokovic D,et al. Land surface temperature retrieval methods from Landsat8 thermal infrared sensor data [J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*,2014,11(10):1840–1843.
- [20] Shlens J. A tutorial on principal component analysis [J]. *Eprint Arxiv*,2014,58(3):219–226.
- [21] Weng Q H,Lu D S,Schubring J. Estimation of land surface temperature – vegetation abundance relationship for urban heat island studies [J]. *Remote Sensing of Environment*,2004,89(4):467–483.
- [22] 覃志豪,Zhang M H,Arnon K,等. 用陆地卫星 TM6 数据演算地表温度的单窗算法 [J]. *地理学报*,2001,56(4):456–466.
- Qin Z H,Zhang M H,Arnon K,et al. Mono – window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM6 data [J]. *Acta Geographica Sinica*,2001,56(4):456–466.
- [23] Nichol J. Remote sensing of urban heat islands by day and night [J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*,2005,71(6):613–621.
- [24] Sobrinho J A,Jimenez – Munoz J C,Soria G,et al. Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*,2008,46(2):316–327.
- [25] Yu X L,Guo X L,Wu Z C. Land surface temperature retrieval from Landsat8 TIRS: Comparison between radiative transfer equation – based method, split window algorithm and single channel method [J]. *Remote Sensing*,2014,6(10):9829–9852.

Time series calculation of remote sensing ecological index based on GEE

LUO Hongjian, MING Dongping, XU Lu

(*School of Information Engineering, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China*)

Abstract: Ecological evaluation plays an important role in supporting urban development planning and using a remote sensing index to carry out ecological evaluation is a feasible method. Today, with the development of cloud computing, this paper explores a time – series calculation method of remote sensing ecological index suitable for Google Earth Engine, to address the problem that the calculation results of different sensors differ greatly in the process of big data calculation. Firstly, by taking Kuitun City, Xinjiang Uygur Autonomous Region, as the study area, this paper performs the de – clouded fusion process on Landsat images from 1989 to 2019. Secondly, this paper calculates the four major components of the fused images and makes preferences in the calculation of the humidity component and temperature component. Finally, this paper proposes the normalization method of the overall optimum and calculates the remotely sensed ecological index for each year on this basis. The analysis of the obtained results shows that the first principal component under the calculation by this method has a higher contribution rate, and the time series results on this basis have a higher polynomial fitting effect. It indicates that the method can specify uniform standards for different sensors, enhance the comparability of calculated results between different sensors, optimize the calculated results of remote sensing ecological indices, and ensure the interpretability of ecological evaluation grading results.

Keywords: remote sensing ecological index; time series; Google Earth Engine; Kuitun City; ecological evaluation

(责任编辑: 陈 理)