

文章编号:1004-4116(2023)04-0059-07

兰州市生态环境评价与预测

梁 靓^{1,2}, 柴永宁^{1,2}, 李进喜^{1,2}, 何正枫^{1,2}

(1. 甘肃省地矿局第三地勘院, 甘肃 兰州 730050; 2. 甘肃遥感地质中心, 甘肃 兰州 730050)

摘 要:遥感生态指数能对区域环境进行快速监测和评价, 可实现对区域生态环境变化的可视化、时空分析及变化趋势预测。为评价兰州市生态红线保护区的生态保持和恢复情况, 本文以兰州市2014—2017年的数据为研究对象, 研究了兰州市在未划定生态红线保护区前的生态环境状况; 又以兰州市生态红线保护区划定年2018年为起始, 研究了兰州市2018—2021年的生态质量, 计算结果显示, 未划定生态红线保护区前, 兰州市生态归一化指数均值为0.34, 系统较稳定, 环境整体质量较差; 2018年以来, 兰州市生态归一化指数均值为0.36, 环境整体质量仍然处于较差的水平, 但是生态系统的变化开始变得剧烈且往好的方向发展。通过构建灰度理论模型分析发现, 兰州市未来几年内环境质量不断好转, 预计2023年生态质量评级达到良好。

关键词:遥感生态指数; 生态红线; 线性回归; 灰度理论模型; 生态环境评价; 兰州市

中图分类号:X826

文献标志码:A

1 引言

生态环境质量是指生态环境的优劣程度, 它以生态学理论为基础, 在特定的时间和空间范围内, 从生态系统层次上, 反映生态环境对人类生存及社会经济持续发展的适宜程度, 是根据人类的具体要求对生态环境的性质及变化状态的结果进行评定。近年来, 我国一直非常重视生态环境保护问题, 强调各地区在抓经济的同时一定要做好环境保护工作, 不能只顾经济建设而忽视生态环境建设^[1-4]。

在这种大环境下, 一种一体化的环境监测、评价与预测的方法显得十分必要。作为一种新兴的前沿科技, 遥感以其大尺度、全方位、准实时和长时序的优点成为环境质量评价的最佳手段之一^[4]。

目前, 基于遥感影像的生态环境质量评价方法主要有生态环境指数(Ecological Environment Index, EI)评价法^[5-8]和遥感生态指数(Remote Sensing based Ecological Index, RSEI)评价法^[9-12]。EI指数主要是考察一个区域的生物丰度、植被覆盖率、水网密度、土地类型和环境污染程度等五个指标, 最后将不同影

响因素分权占比统计分析, 得到一个衡量生态环境质量状况的指数。RSEI指数则是通过考察某区域的绿度、湿度、热度和干度等四个因素对生态环境质量的协同影响, 通过主成分分析和归一化处理将计算结果归算到0~1之间, 并用该值表示生态环境质量的好坏。其中, 该值越接近1表示生态环境质量越好; 反之, 越差。

两种方法相比较, 某种程度上EI指数中的植被覆盖率和RSEI指数中的绿度表征了相同的生态环境特征, EI指数中的水网密度和RSEI指数中的湿度分量均是对当地水源涵养的体现, RSEI指数中的干度和热度可以反映出当地的土地利用类型, 与EI指数中的土地类型考察范围相似。综上所述, 两种指数有诸多相似之处, 若干考察指标是对生态环境的主要影响因素的评价, 理论上能够客观反应生态环境质量。不同的是, EI指数除了遥感技术手段的数据处理和分析, 还需要引入其他分量, 例如, 对于污染负荷指数的计算, 相关数据需要根据环境统计年鉴和环境年报汇编数据整理获得, 数据要求更加丰富, 增加了数据获取难度, 降低了数据处理效率; 而RSEI指数采用遥感技术对遥感影像进行分析处理, 不需

收稿日期: 2023-02-06

基金项目: 甘肃省环境监测协会项目(406001JH037)

作者简介: 梁靓(1988~), 女, 甘肃兰州人, 工程师, 主要研究方向为资源与环境遥感。E-mail: ll277595766@163.com

要额外的数据,流程清晰;对于单独时间节点的生态环境质量评价,EI指数由于考察的指标更加丰富,反应的真实生态环境状况更加客观,而在长时间序列的变化监测中,RSEI指数同样能够反应出生态环境质量的相对变化状况,这种情况下EI指数不具有明显的优势^[13]。

为了评价兰州市的生态环境在生态红线保护区^[14-15]划定前后的生态环境质量变化情况和预测未来几年兰州市的生态环境质量变化走势,本文选用数据简便、流程清晰、能够较为客观反应生态环境质量相对变化的RSEI指数对兰州市2014—2021年的生态环境质量进行分析和评价,并对未来几年内兰州市的生态环境质量持续变化规律进行了预测。

2 RSEI计算方法

RSEI是一种完全基于遥感技术的生态环境质量评价指数。该指数由植被指数、湿度分量、地表温度和建筑指数等四种自然特征指数综合表达,能够较为客观的反映评价区域的生态环境状况^[16]。

本文以Landsat 8数据为研究对象,首先将原始影像进行校正、配准、镶嵌和兰州市范围的裁剪等预处理;然后分别计算组成RSEI的四个单因子遥感特征指数并归一化;最后对单因子做主成分分析计算初始生态指数,并对其归一化得到值为[0,1]的RSEI。数据处理流程如图 1所示。

2.1 绿度指标

绿度指标采用归一化差分植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)表示,计算公式如下。

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (1)$$

式中, ρ_{Red} 为红光波段的反射值, ρ_{NIR} 为红外波段的反射值;NDVI的取值范围为[-1,1],其计算结果越大表示对应区域的植被约丰富,即绿度特征越明显。

2.2 湿度指标

根据土壤、植被等 in 多维光谱空间中信息分布规律,采用缨帽变换再由经验计算正交 得到湿度分量如下:

$$Wet = 0.1511 \rho_{Blue} + 0.1973 \rho_{Green} + 0.3283 \rho_{Red} + 0.3407 \rho_{NIR} - 0.7117 \rho_{swir1} - 0.4559 \rho_{swir2} \quad (2)$$

式中 ρ_{Blue} 、 ρ_{Green} 、 ρ_{Red} 、 ρ_{NIR} 、 ρ_{swir1} 、 ρ_{swir2} 分别表示波段范围为 [0.45 ~ 0.51]、[0.53 ~ 0.59]、[0.64 ~ 0.67]、[0.85 ~ 0.88]、[1.57 ~ 1.65]、[2.11 ~ 2.29]的反射值。

2.3 热度指标

本文基于大气校正法对地表温度进行反演获取热度指标,以Landsat 8 TIRS影像为例,热度指标计算过程如下。

首先计算热红外辐射亮度值 L_{10}

$$L_{10} = \tau_{10} [\varepsilon_{10} B(T_s) + (1 - \varepsilon_{10}) I_{10} \downarrow] + I_{10} \uparrow \quad (3)$$

式中, $I_{10} \uparrow$ 、 $I_{10} \downarrow$ 分别是大气向上、向下辐射亮度; τ_{10} 为大气在热红外波段的透过率; ε_{10} 为地表比辐射率; $B(T_s)$ 是与 T_s 相同温度下的黑体的热辐射亮度; T_s 为亮度温度,单位为K。

然后根据普朗克公式的反函数,求得地表真实温度LST。

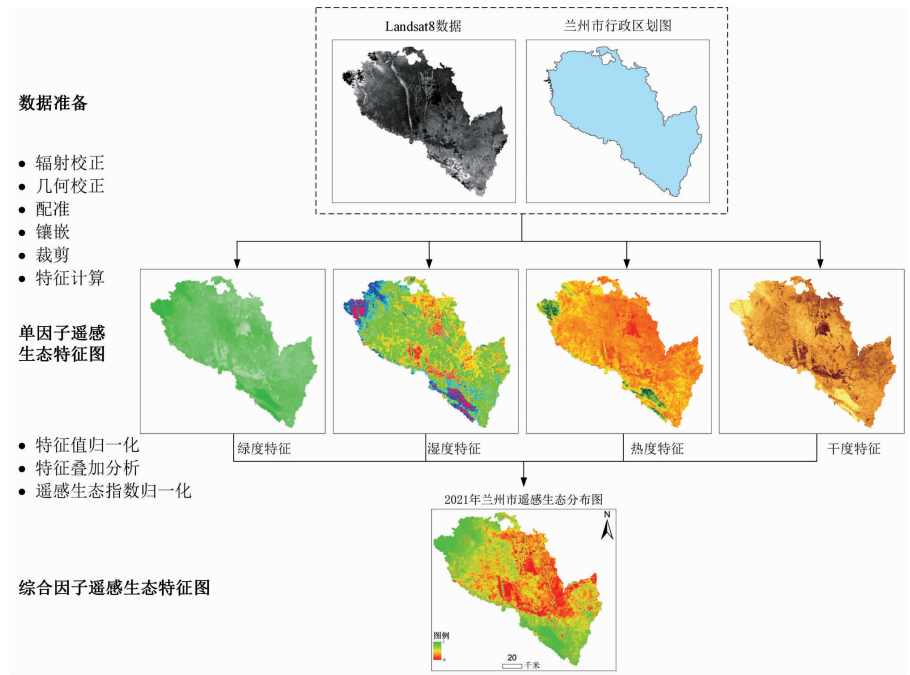


图 1 数据处理流程图

Fig. 1 Flow chart of data processing

$$LST = \frac{K_2}{\ln(\frac{K_1}{B(T_s)}+1)}-273 \tag{4}$$

真实温度 LST 的单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。上式中, K_1 和 K_2 为定标系数,其值可在影像的元数据中获取到。

2.4 干度指标

干度指标 $NDBSI$ 由城市建筑指数(IBI)和裸土指数(SI)的平均值得到,计算方法如式(5)–(7)。

$$IBI = (\frac{2\rho_{SWI1}}{\rho_{SWI1} + \rho_{NIR}} - \frac{\rho_{NIR}}{\rho_{Red} + \rho_{NIR}} + \frac{\rho_{Green}}{\rho_{Green} + \rho_{NIRSWI1}}) / \frac{2\rho_{SWI1}}{\rho_{SWI1} + \rho_{NIR}} + \frac{\frac{\rho_{NIR}}{\rho_{Red} + \rho_{NIR}} + \rho_{Green}}{\rho_{Green} + \rho_{NIRSWI1}} \tag{5}$$

$$SI = \frac{(\rho_{SWI1} + \rho_{Red}) - (\rho_{Blue} + \rho_{NIR})}{(\rho_{SWI1} + \rho_{Red}) + (\rho_{Blue} + \rho_{NIR})} \tag{6}$$

$$NDBSI = \frac{IBI + SI}{2} \tag{7}$$

干度指数的取值范围是 $[-1, 1]$,值越大,表示越干燥。

2.5 遥感生态指数(RSEI)

首先将上述四个指标归一化; 然后进行主成分分析并计算初始生态指数,如下式:

$$RSEI_0 = 1 - \{PCA[f(NDVI, Wet, LST, NDBSI)]\} \tag{8}$$

最后将初始生态指数归一化得到 $RSEI$ 为:

$$RSEI_0 = \frac{RSEI_0 - RSEI_{0-min}}{RSEI_{0-max} - RSEI_{0-min}} \tag{9}$$

归一化后的值为 $[0, 1]$ 。该值约接近于1,表示生态环境质量越好,反之,生态环境质量越差,可用于生态环境质量的评价。

3 兰州市生态环境质量评价与预测

本文以Landsat8数据为研究对象,研究了兰州市2014—2021年的生态环境变化。单因子及 $RSEI$ 指数计算结果见表1。

3.1 基于线性回归的环境质量评价

令年份为 x ,相关指数为 y ,构造一元线性回归模型,如式(10)。

$$y = ax + b \tag{10}$$

表 1 2014—2021年兰州市生态环境指数

Table 1 Ecological environmental index of Lanzhou city in 2014 –2021

年份	绿度	湿度	热度	干度	RSEI
2014	0.216 23	0.904 66	0.707 43	0.712 62	0.339 81
2015	0.215 59	0.886 43	0.735 22	0.705 12	0.329 39
2016	0.216 04	0.823 08	0.746 92	0.522 64	0.352 37
2017	0.215 42	0.899 70	0.759 22	0.637 19	0.343 79
2018	0.237 68	0.734 65	0.598 11	0.752 95	0.309 83
2019	0.251 77	0.790 35	0.612 36	0.526 53	0.393 93
2020	0.313 39	0.755 87	0.637 48	0.635 05	0.361 74
2021	0.305 82	0.768 99	0.638 54	0.595 54	0.379 01

采用最小二乘法求解回归模型参数。首先将所有观测值代入上式并整理得:

$$\Theta \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \tag{11}$$

记上式为 $V = Bx-l$, 在最小二乘准则 $V^TPV = min$ 的约束下求得线性回归模型的系数 $x = inv(B^TB)B^Tl$,其中 $x = [a \ b]^T$ 。

将所有年度的指数采用上述策略计算得到各特征指数的线性回归模型如图 2所示。图中显示绿度指数呈现稳定增长的趋势,表明2014年以来,兰州市的植被在逐渐增加,对兰州市的生态环境起到积极作用;湿度指数总体呈现下降的趋势,仅在2017和2019年出现峰值,表明近年来兰州市的水源和绿地涵养受到了一定的冲击,难以维持湿度指标。热度和干度对生态指数具有负反馈的作用,两项指标的下降趋势对生态指数起到了积极的作用,其中干度指数的剧烈变化表明兰州市的人类活动频繁,对生态

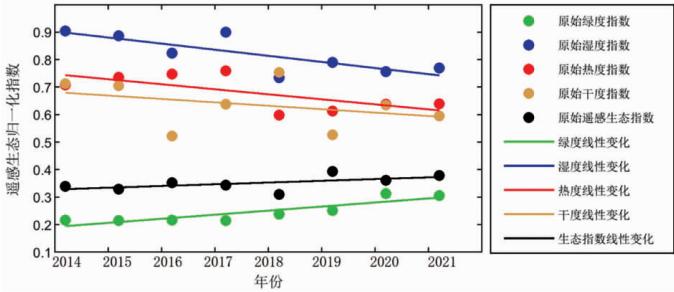


图 2 生态环境指数随时间变化图

Fig. 2 Variation of ecological environmental index with the time

环境的变化产生了明显的影响。

由于2018年兰州市划定了生态红线保护区,开始更加关注生态环境建设。为了对比划定生态红线保护区前后兰州市生态环境的发展情况,本文将研究数据以2018年为时间节点,分段讨论,分段数据的线性回归分析图如图3所示。

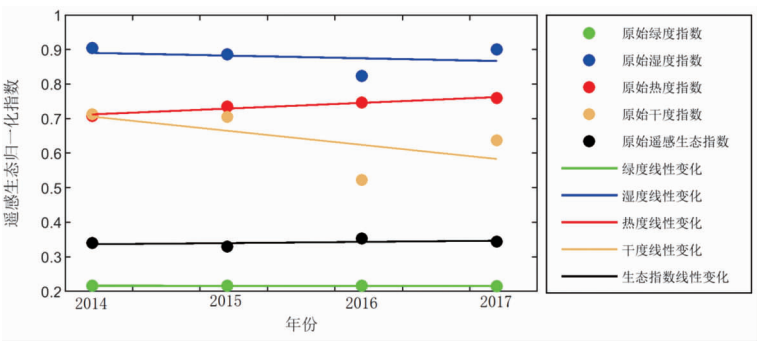
图3(a)显示,2014—2017年间兰州市生态系统一直处于稳定的状态,变化十分缓慢。在两个正反馈指标绿度和湿度中,绿度几乎无变化,湿度呈现下降的趋势;热度和干度这两个负反馈指标的变化较为明显,且分析发现干度指标的下降是这一时间段内兰州市生态环境变化的主要特征。

图3(b)显示,相比较于2014—2017年时间段,2018—2021年间兰州市生态环境指标的变化趋势有了明显的改变,由原来的缓慢变化转变为较为明显的上升趋势。尤其是绿度和湿度的变化情况显示出2018年后兰州市的生态建设起到了明显的作用。

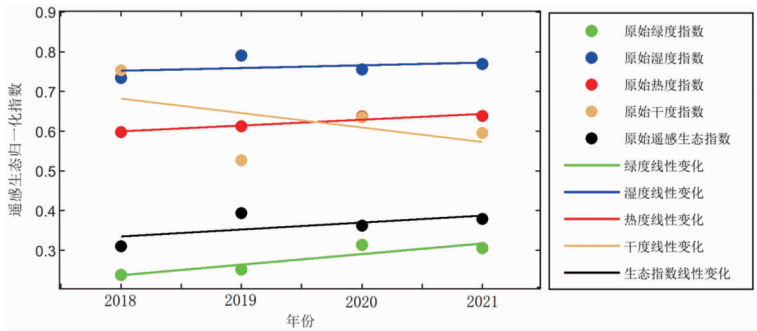
结合兰州市节点年度生态系统类型空间分布,上述结论得到进一步验证。图4可以看出,2018年相较于2014年的生态系统类型空间分布变化不大,而2021年相较于2018年的生态系统类型空间分布变化强烈,主要表现在兰州新区的建设,连城国家级自然保护区和兴隆山国家级自然保护区的森林生态系统发育。这是兰州市生态保护红线划定的结果,也是兰

州市2018年后生态环境指数明显提升的主要原因。

此外,虽然2018年后的湿度指数呈现出上升的趋势,但是整体水平还不到2018年前的水平。表2进一步对三个节点年度生态系统类型面积占比进行了统计,发现2014年兰州市湿地生态系统面积较大,2018年湿地生态系统面积最小,到2021年湿地生态系统面积占比有所回升,但还达不到2014年的



(a)2014—2017年生态变化



(b)2018—2021年生态变化

图 3 兰州市生态指数分段讨论图

Fig. 3 Variation of ecological environmental index with the time

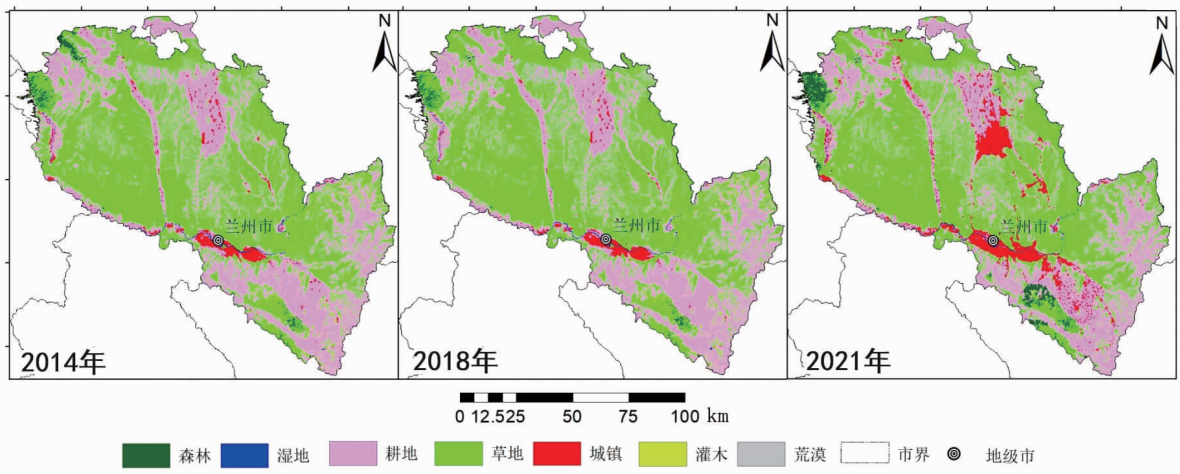


图 4 兰州市节点年度生态系统类型空间分布图

Fig. 4 Ecological units of Lanzhou city in 2014, 2018 and 2021

表 2 兰州市节点年度生态系统类型面积占比统计表
Table 2 Area of different ecological units of Lanzhou city
in 2014, 2018 and 2021

生态系统类型	2014	2018	2021
	面积(km²)	面积(km²)	面积(km²)
草地	7 101. 4	7 136. 6	7 019. 22
城镇	230. 75	199. 48	763. 13
农田	5 243. 12	5 278. 77	4 835. 9
灌丛	166. 49	166. 06	11. 22
荒漠	66. 35	66. 36	56. 88
森林	109. 99	76. 71	232. 9
湿地	41. 79	35. 9	40. 61

水平。

3. 2 基于灰度理论的环境质量预测

表 3 生态环境状况分级表
Table 3 Classification of ecological environmental condition

级别	差	较差	中等	良	优
指数	[0,0. 2]	[0. 2,0. 4]	[0. 4,0. 6]	[0. 6,0. 8]	[0. 8,1. 0]
描述	条件较恶劣,人类生 活受到限制。	植被覆盖度较差, 干旱少 雨,物种较少,存在明显限 制人类生活的因素。	植被覆盖度中等,较适合 人类生活,存在限制人类 生活因子。	植被覆盖度较高,生物多 样性丰富, 适合人类居 住。	植被覆盖度高,生物多样 性丰富,生态环境稳定。

本文数据量小的情况, 采用灰度理论模型具有较好的预测效果。

定义可容覆盖区间 $\theta=(\frac{-2}{e^{n+1}},\frac{2}{e^{n+1}})$,其中n为样本数量。计算定比序列 $\lambda(k)=\frac{x(k-1)}{x(k)}(k=2,3,\cdots,n),x(k)$ 表示第k个样本数据。经过检验,本文的各项指数均满足 $\lambda(k)\in\theta$ 采用GM(1,1)灰度预测具有较好的效果。

构建GM(1,1)模型如下:
$$x(k+1)=(x(1)-\frac{\hat{b}}{\hat{a}})e^{-\hat{a}k}+\frac{\hat{b}}{\hat{a}}$$
$$(k=0,0,\cdots,n-1)$$
 (12)

将模型线性化,采用最小二乘法求解模型参数 $\hat{a}$ 和 $\hat{b}$,最后将起算数据代入模型求解预测值。各项指标预测结果对比如表 4所示。

表4中的模型残差均较小,其中改正量最大的值为2020年的干度指数, 相对误差为7. 87%, 小于10%。可见该模型能够较为准确的进行生态环境指数预测。

将RSEI指数继续迭代,预测结果如表 5所示。

综合分析兰州市2018年前和2018年后的RSEI指数,发现2014—2017年时间段内兰州市RSEI平均值约为0. 34,2018—2021年时间段内兰州市RSEI平均值约为0. 36,RSEI相对增加了0. 02, 有变好的趋势。但是对照《生态环境评价技术规范》^[17]生态环境分级标准(表3),发现兰州市生态环境状况长期处于较差的级别。这表明兰州市整体植被覆盖率仍然较低;地处内陆,干旱少雨,物种稀少;存在明显限制人类生活的因素。

由此可见,兰州市的生态环境质量还有待进一步改善。为了确定兰州市的生态环境质量在未来的发展趋势,给相关部门提供合理的建议,本文引入灰度模型理论进行RSEI的预测。灰度预测模型(Gray Forecast Model)是通过利用少量的、不完全的信息,建立数学模型并做出预测的一种预测方法^[18]。针对

表 4 生态指数预测结果
Table 4 Forecasted ecological index

指标	原始数据		预测数据	残差
	年份	数值		
绿度	2018	0. 238	0. 238	—
	2019	0. 252	0. 265	−0. 013
	2020	0. 313	0. 289	0. 024
	2021	0. 306	0. 316	−0. 011
湿度	2018	0. 735	0. 735	—
	2019	0. 790	0. 783	0. 008
	2020	0. 756	0. 772	−0. 016
	2021	0. 769	0. 761	0. 008
热度	2018	0. 598	0. 598	—
	2019	0. 612	0. 616	−0. 004
	2020	0. 637	0. 629	0. 008
	2021	0. 639	0. 642	−0. 004
干度	2018	0. 753	0. 753	—
	2019	0. 527	0. 553	−0. 026
	2020	0. 635	0. 585	0. 050
	2021	0. 596	0. 619	−0. 023
RSEI	2018	0. 310	0. 310	—
	2019	0. 394	0. 386	0. 008
	2020	0. 362	0. 378	−0. 016
	2021	0. 379	0. 371	0. 008

表 5 RSEI未来预测
Table 5 Forecasted RSEI value

年份	预测 1	预测 2
2018	0. 309 83	0. 309 83
2019	0. 385 862	—
2020	0. 378 161	0. 361 673
2021	0. 370 613	0. 378 937
2022	0. 363 217	0. 397 024
2023	0. 355 968	0. 415 975
2024	0. 348 863	0. 435 831
2025	0. 341 901	0. 456 634

表5中的“预测1”是采用2018—2021年的所有RSEI数据建模预测的结果。由于2019年的RSEI数值发生突变,不具有代表性,因此将2019年的数据作为粗差剔除。剔除2019年数据后新的预测结果为上表中“预测2”。将预测结果可视化如图 5所示。该图显示未来几年,兰州市RSEI直线上升,生态环境不断得到优化。预计在2023年,兰州市RSEI超过0. 4,生态环境评级达到中等水平。

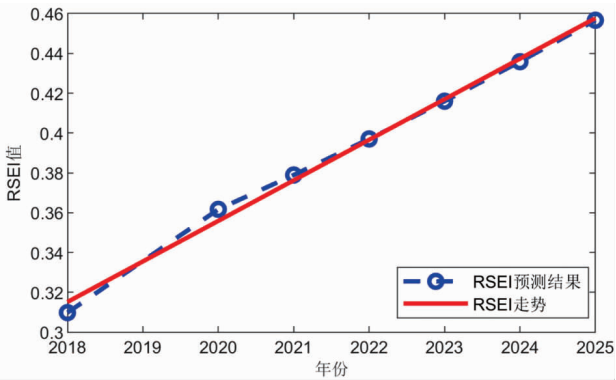


图 5 预测结果可视化分析图

Fig. 5 Visualization of forecasted results

4 结论

RSEI是利用遥感技术手段对研究区域生态环境实时检测和快速评价的指标。本文以兰州市为研究区域,以2018年为时间节点,采用遥感生态指数评价方法进行了评价和预测。本文研究结论如下:

(1)2018年前兰州市RSEI指数均值为0. 34,2018年以来该指数均值为0. 36,整体生态环境质量指数在评级中处于较差水平。

(2)兰州市在2018年前生态环境质量始终处于较低且稳定的水平。2018年以来,兰州市生态环境质

量得到了明显的改善。数据显示,兰州市2018年以来RSEI指数呈现持续增长的趋势。

(3)构建灰度理论模型分析和预测兰州市未来生态环境质量,发现未来几年,兰州市的生态环境质量呈现出持续变好的趋势,预计于2023年RSEI指数突破0. 4,达到良好的标准。

(4)通过对兰州市2014—2021年的RSEI指数进行时序分析发现生态保护红线划定前后该指数变化趋势存在明显差异。可见兰州市生态保护红线的划定和监管对于生态环境质量的改善有着明显的正向作用,建议兰州市进一步加强生态保护红线区域的监管工作;此外,还应该注意以黄河干流为主的黄河流域湿地生态系统和生物多样性保护工作。

参 考 文 献

[1] 《2020年中国生态环境状况公报》发布[J]. 电力科技与环保, 2021,37(03):38

[2] 朱玲,周宝同. 土地整理的生态环境影响评价研究——以综合指数法在綦江县实地应用为例[C]//2012年中国土地学会学术年会论文集. [出版者不详],2012:558–568. DOI:10. 26914/c. cnkihy. 2012. 001060

[3] 张树誉,李登科,李星敏,等. MODIS植被指数及其在县域生态环境监测评估中的应用[C]//中国气象学会2005年年会论文集. [出版者不详],2005:4011–4019

[4] 张永彬,乔敏,宇林军,等. 生态景观特征的村镇聚落分类和生态环境质量评价——以北京市为例[J]. 测绘科学,2021,46(10):159–166. DOI:10.16251/j. cnki. 1009– 2307. 2021. 10. 021

[5] 孙彩霞,杨帆,胡晋. 基于遥感数据的新生态环境指数评价[J]. 测绘通报,2021 (11):12–15+53.DOI:10. 13474/j. cnki. 11– 2246. 2021. 330

[6] Wang Z, Li J, Yue Y, et al. Quantitative Assess the Dynamic Change of Urban Ecological Environment Based on Remote Sensing——A Case Study in Yixing City,Jiangsu Province [J]. Journal of Ningxia University(Natural Science Edition),2017.

[7] 范德芹,邱玥,孙文彬,等. 基于遥感生态指数的神府矿区生态环境评价[J].测绘通报,2021(07):23–28. DOI:10. 13474/j. cnki. 11–2246. 2021. 0203

[8] 王群,赵卫丽,张运鑫. 基于FVC指数的松嫩平原生态环境变化研究[J].测绘与空间地理信息,2021,44(S1):164–167

[9] 杨羽佳,张怡,匡天琪,等. 利用改进城市遥感生态指数的苏州市生态分析[J]. 测绘科学技术学报,2021,38(03):323– 330

[10] 陈晓辉,曾晓莹,赵超超,等. 基于遥感生态指数的道路网络生态效应分析——以福州市为例[J]. 生态学报,2021,41(12): 4732–4745

[11] Gao Pengwen, Kasimu Alimujiang,Zhao Yongyu,Lin Bing,Chai Jinpeng,Ruzi Tuersunayi,Zhao Hemiao. Evaluation of the temporal and spatial changes of ecological quality in the Hami Oasis based on RSEI[J]. Sustainability,2020,12(18)

[12] 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(01): 81-90

[13] [1] Li Y , Wu L , Han Q ,et al. Estimation of remote sensing based ecological index along the Grand Canal based on PCA-AHP-TOPSIS methodology[J].Ecological Indicators ,2021 ,122 (2):107214

[14] 江波,王晓媛,杨梦斐,等. 生态系统服务研究在生态红线政策保护成效评估中的应用[J]. 生态学报,2019,9(9):9-9

[15] 林勇,樊景凤,温泉,等. 生态红线划分的理论和技术[J]. 生态学报,2016,36(05):1244-1252

[16] 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)

[17] 中华人民共和国生态环境部. 生态环境现状评价技术规范(试行)HJ/T192-2006[S]. 北京:中国环境出版集团,2015

[18] 司守奎,孙玺蓍. 数学建模算法与应用[M]. 国防工业出版社, 2011

EVALUATION AND PREDICTION OF ECOLOGICAL ENVIRONMENT IN LANZHOU

LIANG Liang^{1,2}, CAI Yong-ning^{1,2*}, LI Jin-xi^{1,2}, TAN Jian^{1,2}

(1. The Third Institute of Geology and Minerals Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Minerals Exploration and Development, Lanzhou 730050, China;
2. Gansu Remote Sensing Center for Geological Survey, Lanzhou 730050, China)

Abstract:Remote sensing ecological index can quickly monitor and evaluate the regional environment, and can realize the visualization, temporal and spatial analysis and change trend prediction of regional ecological environment change. In order to evaluate the ecological conservation and restoration of Lanzhou ecological red line reserve, taking the data of Lanzhou from 2014 to 2017 as the research object, this paper studies the ecological environment of Lanzhou before the ecological red line reserve is not designated; Starting from 2018, the ecological quality of Lanzhou from 2018 to 2021 is studied. The calculation results show that before the delimitation of the ecological red line reserve, the average ecological normalization index of Lanzhou is 0. 34, the system is relatively stable and the overall environmental quality is poor; Since 2018, the average ecological normalization index of Lanzhou is 0. 36, and the overall environmental quality is still at a poor level, but the change of ecosystem begins to become violent and develop in a good direction. Through the construction of gray theoretical model, it is found that the environmental quality of Lanzhou will continue to improve in the next few years, and the ecological quality rating is expected to reach good in 2023.

Key words:remote sensing ecological index; ecological red lines; linear regression analysis; gray theory model; ecological environment assessment