

基于生态环境状况指数的 2015—2019 年 烟台市生态环境质量评价*

徐 华, 张 聪, 陈 静

(山东省烟台生态环境监测中心, 山东 烟台 264000)

摘要: 利用遥感监测数据并辅以环境统计数据, 依据《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192—2015), 对 2015—2019 年烟台市生态环境质量状况进行了分析和评价。结果表明: 2015—2019 年烟台市生态环境状况指数总体呈上升趋势, 生态环境质量较“十二五”末略微改善, 均达到良好级别。各区、市、县生态环境质量均为良好, 长岛和牟平区生态环境状况指数位居各区、县前列, 莱阳、蓬莱和栖霞生态环境质量与“十二五”末相比无明显变化, 其他区县生态环境质量均呈现不同程度的改善态势。

关键词: 遥感; 生态环境状况指数; 烟台

中图分类号: X87 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-8020(2022) 03-0278-06

随着社会经济的飞速发展, 不断扩张的人类活动给自然资源和环境造成了空前的压力。关注生态环境变化情况, 建立科学评价体系, 定期评估生态环境质量状况, 掌握影响生态环境质量持续改善提升的制约因素, 可为科学制定生态环境保护政策提供理论参考和技术支持^[1-2]。基于 3S 技术的生态环境质量监测与评价, 具有覆盖范围广、时效性强等特点, 可及时准确获得相关信息, 时空数据可追溯, 可信度高, 在我国生态监测领域应用广泛^[3-8]。国家生态环境部门先后发布了《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192—2006) 和《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192—2015)^[9], 规范以遥感监测为基础, 结合地区年降水量、水资源量、土地侵蚀以及污染物排放量等统计信息, 建立了较为科学的生态环境状况评价指标体系, 适用范围包含县级及以上行政区域。规范实施以来, 应用较为广泛, 取得了较好的效果^[10-12]。

烟台市位于山东半岛东北部, 是环渤海经济圈重要的节点城市。烟台市工农业基础良好, 矿产资源较为丰富, 尤其是金矿资源位居全国前列, 全市矿山开发强度较大, 经济社会快速发展的同

时给当地生态环境造成较大压力。近年来, 烟台市围绕生态文明建设总体目标, 统筹陆地、海洋环境污染防治工作, 实现全市生态环境质量不断改善提升。同时仍存在不少短板和弱项, 定期开展生态环境质量评估能够及时掌握生态环境保护效果, 同时也可及时发现问题, 促进区域生态环境质量持续改善。本文基于遥感监测和环境统计数据, 依据技术规范分析 2015—2019 年烟台市生态环境状况变化, 通过计算烟台市域内各区县生态环境状况指数(EI), 对全市生态环境质量现状及时空变化情况作出评价, 以为生态环境保护规划决策提供参考。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域

烟台市位于山东半岛东部, 地理坐标范围为东经 119°34′ ~ 121°57′, 北纬 36°16′ ~ 38°23′。全市总面积约 13 864.5 km², 烟台市属温带季风气候, 四季分明, 年平均降水量 524.9 mm, 年平均气温 13.4℃。市域地貌形态属于滨海低山丘陵, 横

收稿日期: 2022-03-10; 修回日期: 2022-04-30

基金项目: 山东省生态状况变化遥感调查评估(2015—2020 年) 项目

第一作者简介: 徐华(1981—), 男, 山东栖霞人, 工程师, 硕士, 研究方向为生态环境监测。E-mail: xuhua6111@yt.shandong.cn

* 2020 年 6 月, 山东省人民政府下发文件(鲁政字(2020) 87 号), 撤销蓬莱市、长岛县, 设立烟台市蓬莱区, 以原蓬莱市、长岛县的行政区域为蓬莱区的行政区域。

跨市域的主要山脉包括昆嵛山、牙山、罗山、艾山、大泽山等,海拔均超过 500 m。烟台市域内河网较发达,中小河流众多,流域面积较大的河流有五龙河、大沽河、辛安河、王河、界河、黄水河等,南北分流进入黄海、渤海。2019年,烟台市域内设有

芝罘区、福山区、莱山区、牟平区、长岛县、龙口市、莱阳市、莱州市、蓬莱市、招远市、栖霞市和海阳市,烟台市行政区划见图 1。由于芝罘区、莱山区辖区面积较小,为研究方便,本文将芝罘区、莱山区和福山区合并称为老市区,其他区域名称不变。

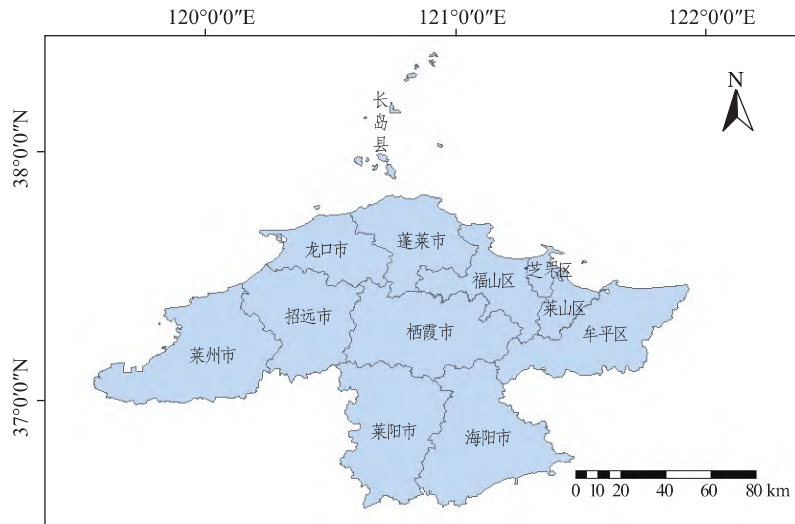


图 1 烟台市行政区划

Fig.1 Administrative zoning of Yantai City

1.2 数据来源及预处理

数据源包括:烟台市 2015—2019 年土地利用遥感解译矢量数据,由山东省生态环境监测中心下发; Landsat 8、高分一号、资源三号卫星影像数据,利用 ERDAS 软件进行几何校正、配准、投影转换等处理;其他数据包括污染物排放数据、年降雨量、水资源总量、土地侵蚀面积等,分别来源于生态环境、水利、自然资源等政府部门。

2 研究方法

2.1 EI 的计算方法

根据《生态环境状况评价技术规范》(HJ192—2015)^[9],通过计算 EI 对区域生态环境质量状态进行量化评价。本文主要采用生态环境状况指标体系中的生物丰度指数、植被覆盖指数、水网密度指数、土地胁迫指数和污染负荷指数五个分指数构建生态环境状况指数(EI)。生物丰度指数包含生境质量指数和生物多样性指数,反映了区域动植物的多少;植被覆盖指数表示区域植被覆盖的高低,采

用 5—9 月象元归一化差分植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI) 月最大值的均值计算,本文通过美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA) 官网直接下载中分辨率成像光谱仪(moderate-resolution imaging spectroradiometer, MODIS) 的 NDVI 产品,分辨率为 250 m;水网密度指数与区域河流长度、水域面积、水资源量密切相关,反映了区域内水资源的丰贫;土地胁迫指数可利用区域内土地侵蚀面积、建设用地和裸土地等土地胁迫面积计算得到,反映了所评价区域土地受压程度;污染负荷指数主要利用年污染物排放量统计数据计算得出,体现了区域环境承载工农业生产所排放污染物的压力。各分指数权重见表 1。

表 1 生态环境状况指标体系分指数权重

Tab.1 Sub index weight of ecological environment status index system

指标	生物丰度指数	植被覆盖指数	水网密度指数	土地胁迫指数	污染负荷指数
权重	0.35	0.25	0.15	0.15	0.10

EI 的计算方法如下:

$$EI = 0.35 \times \text{生物丰度指数} + 0.25 \times$$

$$\begin{aligned} & \text{植被覆盖指数} + 0.15 \times \text{水网密度指数} + \\ & 0.15 \times (100 - \text{土地胁迫指数}) + \\ & 0.10 \times (100 - \text{污染负荷指数})。 \quad (1) \end{aligned}$$

2.2 生态环境状况级别划分与变化分析

EI 值数值范围 0~100,划分为 5 个区间,根据 EI 区间值将生态环境状况分为优、良、一般、较差和差五级,具体级别确定见表 2。

表 2 生态环境状况分级

Tab.2 The Classification of ecological environment status

级别	优	良	一般	较差	差
指数	EI≥75	55≤EI<75	35≤EI<55	20≤EI<35	EI<20

通过比较 EI 与基准值的变化,将变化幅度划分为四个级别。具体分级见表 3。

表 3 生态环境状况变化度分级

Tab.3 Degree of change of ecological and environmental conditions

级别	无明显变化	略微变化	明显变化	显著变化
变化值	$ \Delta EI < 1$	$1 \leq \Delta EI < 3$	$3 \leq \Delta EI < 8$	$ \Delta EI \geq 8$
描述	生态环境质量未发生明显变化。	如果 $1 \leq \Delta EI < 3$,则表示略微变好;如果 $-1 \geq \Delta EI > -3$,则表示略微变差。	如果 $3 \leq \Delta EI < 8$,则表示明显变好;如果 $-3 \geq \Delta EI > -8$,则表示明显变差。	如果 $\Delta EI \geq 8$,则表示显著变好;如果 $\Delta EI \leq -8$,则表示显著变差。

3 结果与分析

3.1 烟台市生态环境状况分析

2015—2019 年烟台市生态环境状况各指标见图 2。2019 年烟台市生态环境状况指数较“十二五”末有所上升 ($1 \leq \Delta EI < 3$),生态环境质量略微改善。2015—2019 年烟台市生态环境质量保持在良

好级别,总体呈上升趋势,生物丰度指数、土地胁迫指数年间变化不明显;污染负荷指数总体呈下降趋势,由 2015 年的 1.74 降为 2019 年的 0.91,环境容纳污染压力有所减轻;植被覆盖指数和水网密度指数受年均降水量的影响在 2016 年出现较为明显的波动。根据国家气候中心综合评估,2014 年 9 月至 2016 年 5 月全球经历了一次超强厄尔尼诺事件,大气活动规律异常,我国北方地区降雨较往年普遍减少,发生大范围持续旱情^[13]。

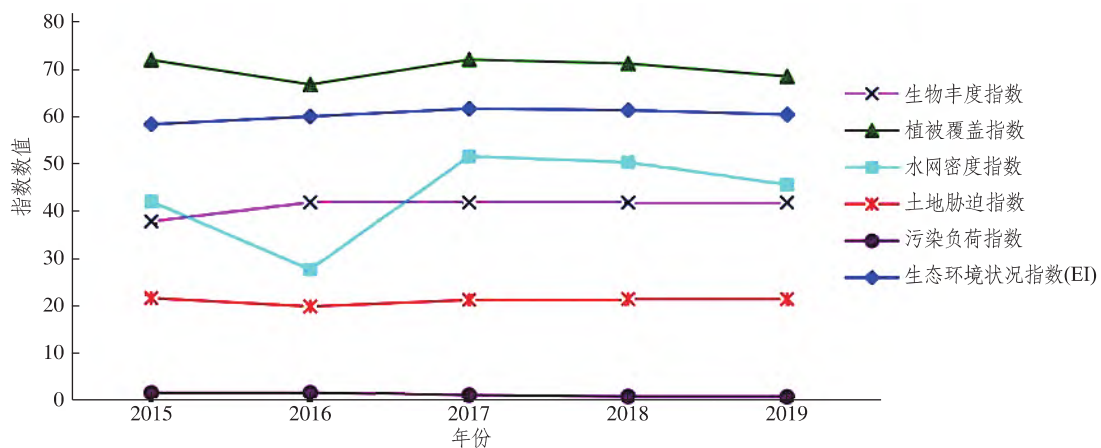


图 2 烟台市 2015—2019 年生态环境状况指数及各分指数变化趋势

Fig.2 Variation trend of the ecological index and individual sub-indexes of Yantai from 2015 to 2019

3.2 各区县生态环境状况分析

2015—2019 年烟台市各区县生态环境状况指数变化见表 4,烟台市各区县生态环境状况指数见图 3。由表 4 和图 3 可以看出,2019 年烟台

市各区县 EI 值范围为 55.30 ~ 68.74,其中长岛县 EI 值最高,其次为牟平区,莱阳市 EI 值最低。除了 2016 年莱阳市生态环境质量为一般,2015—2019 年各区县生态环境质量均为良好。与“十二五”末相比,各区县中,莱阳市、蓬莱市和栖霞市

生态环境质量未发生明显变化($|\Delta EI| < 1$);老市区、牟平区、龙口市、招远市生态环境状况指数变化值 $1 \leq \Delta EI < 3$,生态环境质量均略微改善;长岛

县、莱州市和海阳市生态环境状况指数值变化均超过3,生态环境质量改善明显。

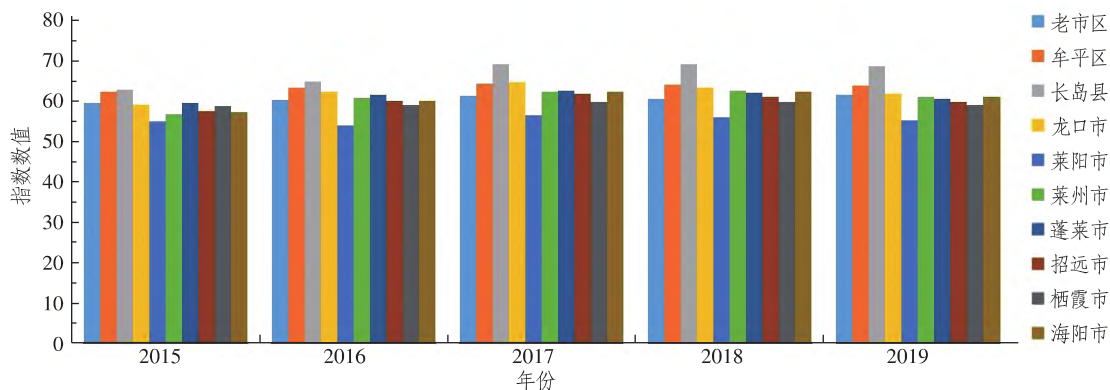


图3 2015—2019年烟台市各区县生态环境状况指数

Fig.3 Ecological index of each county in Yantai from 2015 to 2019

表4 2015—2019年烟台市各区县生态环境状况指数变化

Tab.4 Changes of ecological index of districts and counties in Yantai city from 2015 to 2019

行政区	老市区	牟平区	长岛县	龙口市	莱阳市	莱州市	蓬莱市	招远市	栖霞市	海阳市
2015	59.73	62.29	62.78	58.98	55.01	56.85	59.68	57.47	58.87	57.31
2019	61.69	63.94	68.74	61.95	55.30	61.20	60.62	59.82	59.01	61.05
ΔEI	1.96	1.65	5.96	2.97	0.29	4.35	0.94	2.35	0.14	3.74

县域生态环境状况分指数见图4。长岛县 EI 值为全市最高,得益于该县海域面积较大,计算水网密度指数时取值 100,同时该县生物丰度指数在各区县中也位居前列,而生物丰度指数在 EI 中占比较高。昆崙山国家级自然保护区大部分位于牟平区县域,保护区内动植物资源丰富,生物多样性和植被覆盖度高^[14-16],牟平区生物丰度指数位居各区县首位,植被覆盖指数仅次于栖霞市,从而提升了该区 EI 值。在各区县中莱阳市生物丰度指数和水网密度指数相对较低,导致该县 EI 值较其他区县偏低。龙口市和老市区工业企业比较密集,污染物排放量较大,污染负荷指数较其他区县明显偏高。

3.3 相关性分析

利用 SPSS18.0 软件对烟台市生态环境状况指数(EI)与各生态环境状况分指数之间的相关性进行分析,结果见表5。EI与植被覆盖指数、生物丰度指数和水网密度指数呈正相关,其中与植被覆盖指数和生物丰度指数相关性较强,相关系数均高于0.8,与水网密度指数呈弱相关性;EI与

污染负荷指数和土地胁迫指数呈负相关,其中与污染负荷指数存在弱相关性,相关系数为-0.661。

表5 EI与各分指数相关性

Tab.5 Correlation between Yantai Ecological Index(EI) and each sub-index

指数	生物丰度指数	植被覆盖指数	水网密度指数	土地胁迫指数	污染负荷指数
EI	0.857	0.996	0.514	-0.031	-0.661

4 结论

1) 2015—2019年烟台市 EI 总体呈上升趋势,生态环境质量较“十二五”末略微改善,且均处于良好级别。各分指数中污染负荷指数呈下降趋势;植被覆盖指数和水网密度指数受年降水量的影响出现波动;其他分指数变化不明显。植被覆盖指数、生物丰度指数和水网密度指数与 EI 呈正相关性,其中植被覆盖指数、生物丰度指数与 EI 相关性较强,污染负荷指数与 EI 呈较弱的负相关性。

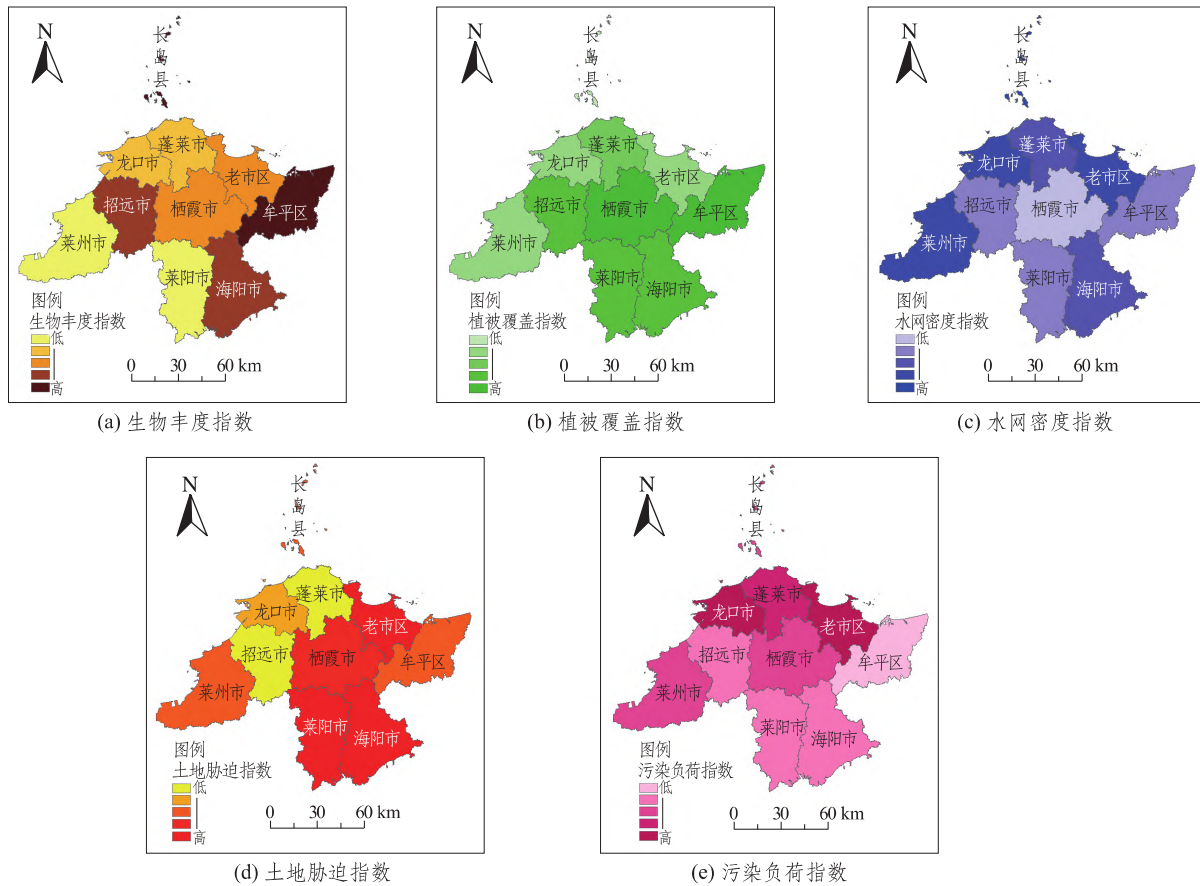


图 4 2019 年烟台市生态环境状况各分指数空间分布

Fig.4 Spatial distribution of each sub-index of ecological environment status of Yantai in 2019

2) 烟台市各区县生态环境质量均为良好,长岛县和牟平区 EI 位居各区县前列,大部分区县生态环境质量较“十二五”末呈改善态势。

本文所采用的评价指标体系虽能对区域生态环境质量状况进行量化,但仍存在评价指标不完善,不能体现生态功能差异化的区域生态环境质量等问题。生态环境部于 2021 年发布了《区域生态质量评价办法(试行)》,该办法基于生态学理论,将县级行政区作为基本评价单元,引入生态格局、生物多样性、生态功能和生态胁迫四个一级指标和若干个二、三级指标,构建综合评价指标体系,根据生态功能进行分区评价。该评价办法继承已有的科学研究和技术规范成果,覆盖山水林田湖草沙冰,关注影响生态质量的关键因素,综合考量自然禀赋差异与区域生态功能定位,不搞“一刀切”,将进一步提升区域生态环境评价的科学性与可操作性,更好服务于生态环境监管需求。

参考文献:

[1] 程晋南,赵庚星,李红,等.基于 RS 和 GIS 的土地生

态环境状况评价及其动态变化[J].农业工程学报,2008,24(11):83-88.

[2] 傅伯杰,刘世梁,马克明.生态系统综合评价的内容与方法[J].生态学报,2001,21(11):1885-1892.

[3] 王桥,王文杰,郑丙辉,等.中国西部地区生态环境现状遥感调查[J].遥感学报,2003,7(6):490-497

[4] 徐昕,高峻,汪琴,等.城市生态环境遥感监测与质量评价—以上海市为例[J].上海师范大学学报(自然科学版),2008,37(2):206-213.

[5] 陈楠,望志方.湖北省 2005—2009 年生态环境状况评价分析[J].中国环境监测,2012,28(4):21-25.

[6] 李粉玲,常庆瑞,申健,等.黄土高原沟壑区生态环境状况遥感动态监测—以陕西省富县为例[J].应用生态学报,2015,26(12):3811-3817.

[7] 王思梦,黄昌.基于遥感和 GIS 的流域自然生态环境质量监测与评价—以无定河流域为例[J].干旱区地理,2018,41(1):134-141.

[8] 王桥,刘思含.国家环境遥感监测体系研究与实现[J].遥感学报,2016,20(5):1161-1169.

[9] 中华人民共和国环境保护部.生态环境状况评价技术规范:HJ 192—2015[S].北京:中国环境科学出版社,2015.

- [10] 钱贞兵,戴晓峰,陈超,等.安徽省生态区生态环境状况的评价研究[J].生物学杂志,2018,35(4):72-75.
- [11] 黄刚,罗天志,周书华.“十二五”期间宜宾市生态环境质量变化浅析[C]//中国环境科学学会年会.2018中国环境科学学会科学技术年会论文集(第1卷),2018:325-331.
- [12] 饶丽,周利军,曾红娟,等.2000—2019年北京市生态环境状况评价和趋势分析[J].四川环境,2021,40(5):102-107.
- [13] 袁媛,高辉,贾小龙,等.2014—2016年超强厄尔尼诺事件的气候影响[J].气象,2016,42(5):532-539.
- [14] 王玉涛,郭卫华,刘健,等.昆嵛山自然保护区生态系统服务功能价值评估[J].生态学报,2009,29(1):523-530.
- [15] 孙志强,张星耀,朱彦鹏,等.应用物种指示值法解析昆嵛山植物群落类型和植物多样性[J].生态学报,2011,31(11):3120-3132.
- [16] 张秀华,齐海鹰,王仁卿,等.山东省自然保护区植物多样性研究[J].山东大学学报(理学版),2019,54(7):1-10.

Evaluation of Ecological Environment Quality of Yantai City from 2015 to 2019 Based on the Ecological Index

XU Hua, ZHANG Cong, CHEN Jing

(Yantai Ecological Environment Monitoring Center of Shandong Province, Yantai 264000, China)

Abstract: Based on remote sensing monitoring and ground survey statistics, the ecological environment quality of Yantai City from 2015 to 2019 was analyzed and evaluated according to the Technical Criterion for Ecosystem Status Evaluation (HJ 192—2015). It is shown that the ecological index of Yantai revealed an overall upward trend from 2015 to 2019. The ecological environment quality was slightly better than that at the end of the “12th Five-Year Plan”. The eco-environmental quality of all districts and counties was good, and the ecological index was higher in Changdao County and Muping District than other districts and counties. The eco-environmental quality in districts and counties was improved from 2015 to 2019 compared with that at the end of the “12th Five-Year Plan”, except Laiyang city, Penglai City and Qixia city.

Keywords: remote sensing; ecological index; Yantai City

(责任编辑 李维卫)

版权声明

根据《中华人民共和国著作权法》《信息网络传播权保护条例》等法律法规的规定,本刊作如下声明:

1. 作者向本刊投稿,即表明同意将作品的发表权、删改权、信息网络传播权、数字化汇编权、数字化复制权、数字化制品形式(包括光盘、互联网出版物)出版发行权等权利授予本刊,并视同许可本刊官方新媒体免费转载以及与有关数据库的合作(本刊不再另行支付费用)。如不同意以上授权,请在投稿时说明。

2. 本刊刊载的全部编辑内容归《鲁东大学学报(自然科学版)》编辑部所有,非经书面同意,任何单位和个人不得转载、摘编、刊印或以其他方式使用。如有违反,本刊保留一切法律追究的权利。

3. 本刊版面、栏目等受著作权保护,对复制、仿制、假冒者将追究法律责任。

4. 已在本刊发表的论文,本刊具有免费结集出版精华本、合订本以及相关电子产品的权利,有特别声明者除外。

《鲁东大学学报(自然科学版)》编辑部