

# 内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集 ( 2000–2015 )

陈 宽, 潮洛濛\*

内蒙古大学生态与环境学院, 呼和浩特 010021

**摘 要:** 基于 2000–2015 年每月的分辨率为 1 km 的 SPOT/VEGETATION NDVI 数据, 运用最大值合成法生成每年的 NDVI 数据; 结合统计年鉴数据, 采用趋势分析法和地理探测器模型, 计算得到内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因素数据集 (2000–2015)。该数据集包括地理信息系统空间数据和统计表格数据两种类型。空间数据包括: (1) 内蒙古 2000–2015 年 NDVI 年变化趋势 1 km 栅格数据; (2) 基于 2000–2015 年 NDVI 年变化趋势的变化程度分类 1 km 栅格数据; (3) 自然因素数据, 包括 2000–2015 年的降水量、平均气温变化趋势、坡向、坡度分级和植被类型 1 km 栅格数据; (4) 以旗、县为基础单元的人为因素地理信息系统数据, 包括 2000–2015 年乡村人口变化趋势、乡村户数变化趋势、乡村劳动力变化趋势、粮食产量变化趋势、农牧民人均纯收入变化趋势和牲畜数量变化趋势等 6 项属性数据。表格数据包括: (1) 基于植被 NDVI 变化划分的植被变化等级所占的面积及比例; (2) 导致内蒙古牧业旗县和非牧业旗县植被 NDVI 变化的主要影响因素及  $q$  值。数据集存储为 .tif、.shp 和 .xlsx 格式, 由 47 个文件组成, 数据量为 65.4 MB (压缩为 1 个文件, 12.7 MB)。

**关键词:** 地理探测器; 植被 NDVI; 内蒙古; 人为因素; 自然因素

**DOI:** 10.3974/geodp.2020.02.06

**数据可用性声明:**

本文关联数据已出版, 可获取: 陈宽, 潮洛濛. 内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集 (2000–2015) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. DOI: 10.3974/geodb.2020.05.07.V1.

## 1 前言

植被是陆地生态系统重要的组成部分<sup>[1]</sup>, 是陆地生态系统物质循环、能量流动、信息传递的重要枢纽<sup>[2]</sup>。植被覆盖度变化表示着整个陆地生态系统一定程度上的波动或变化<sup>[3]</sup>。特别是在干旱半干旱地区, 植被覆盖度变化是监测和评价生态环境变化的一个重要指标<sup>[4]</sup>。所以定量分析区域植被覆盖度变化并探寻其驱动因素对于生态环境建设具有重要的意义。内蒙古地域辽阔, 地势较高, 全区地貌以蒙古高原为主体, 具有复杂多样的形态<sup>[5]</sup>。除东南部外, 基本都是高原。内蒙古是我国北部的重要生态屏障, 属于干旱、半干旱气候, 是

收稿日期: 2020-05-12; 修订日期: 2020-06-20; 出版日期: 2020-06-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2016YFC050604-4); 国家自然科学基金 (31060117)

\*通讯作者: 潮洛濛, 内蒙古大学, colmyn@aliyun.com

数据引用方式: [1] 陈宽, 潮洛濛. 内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集 (2000–2015) [J]. 全球变化数据学报, 2020, 4(2): 137–143. DOI: 10.3974/geodp.2020.02.06.

[2] 陈宽, 潮洛濛. 内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集 (2000–2015) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. DOI: 10.3974/geodb.2020.05.07.V1.

全球变化最为敏感的区域之一<sup>[4]</sup>。

内蒙古自治区旗（县、区）按照产业特点主要分为牧区、半农半牧区、农区和城区等类型。牧区以放牧为主，天然草地为主要植被类型，其余旗县以非牧业为主，农田为主要植被类型<sup>[6]</sup>。

本数据集基于连续时间序列的 SPOT/VEGETATION NDVI 卫星遥感数据和统计年鉴数据，以内蒙古为研究对象，利用地理探测器模型计算了 2000–2015 年自然和人为因素对内蒙古植被 NDVI 变化的影响数据集。地理探测器是探测空间分异性，以及揭示其背后驱动力的一组统计学方法。它能探测各因子对模型的贡献率，能从庞大的空间数据库中提取有用的空间关联规则<sup>[7]</sup>。该数据集对区域生态文明建设和合理引导城乡人口迁移提供一定的参考。

2 数据集元数据简介

《内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集（2000–2015）》<sup>[8]</sup>的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 《内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集（2000–2015）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集（2000–2015）
数据集短名	NDVIChange.InnerMongolia_2000-2015
作者信息	陈 宽，内蒙古大学，im_chk@163.com 潮洛濛，内蒙古大学，colmvn@aliyun.com
地理区域	内蒙古
数据格式	.tif、.xlsx、.shp
数据集组成	数据年代 2000–2015 数据量 51.7 MB（压缩后） 空间数据包括：（1）内蒙古 2000–2015 年 NDVI 年变化趋势 1 km 栅格数据；（2）基于 2000–2015 年 NDVI 年变化趋势的变化程度分类 1 km 栅格数据；（3）自然因素数据，包括 2000–2015 年的降水量、平均气温变化趋势、坡向、坡度分级和植被类型 1 km 栅格数据；（4）以旗、县为基础单元的人为因素地理信息系统数据，包括 2000–2015 年乡村人口变化趋势、乡村户数变化趋势、乡村劳动力变化趋势、粮食产量变化趋势、农牧民人均纯收入变化趋势和牲畜数量变化趋势等 6 项属性数据。表格数据包括：（1）基于植被 NDVI 变化划分的植被变化等级所占的面积及比例；（2）导致内蒙古牧业旗县和非牧业旗县植被 NDVI 变化的主要影响因素及 $q$ 值。
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2016YFC050604-4）；国家自然科学基金（31060117）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据和通过《全球变化数据学报（中英文）》发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[9]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, DCI, CSD, WDS/ISC, GEOSS, China GEOSS, Crossref

3 数据研发方法

本研究是基于连续时间序列的 SPOT/VEGETATION NDVI 卫星遥感数据<sup>[10]</sup>，采用最大值合成法生成的年度 NDVI 植被指数。自然因素包括气候、高程、植被。其中气候数据是通过插值计算的分辨率为 1 km × 1 km 的年降水量和年平均气温栅格图。高程是基于最新的 SRTM V4.1 数据经重采样生成的 1 km 数据。植被类型分布数据分别来源于 1：100 万植被图数字化生成的图，分辨率为 1 km；坡度、坡向由分辨率为 1 km 的 DEM 数据计算获取。以上数据来源于（<http://www.resdc.cn>）<sup>[11]</sup>。人为因素数据来源于内蒙古统计年鉴<sup>[12]</sup>，包括乡村人口、乡村劳动力、乡村户数、粮食产量、农牧民人均收入、牲畜数量（统一换算成羊单位：骆驼、马、牛相当于 5 只绵羊，山羊则为 1 只）。

3.1 算法原理

本研究采用趋势线分析方法对研究时间段内 NDVI、气候和人为因素的变化趋势进行分析<sup>[6]</sup>，即以时间  $t$  为自变量，分别对 NDVI、年均气温、年降水量以及 6 个人为因素进行一元线性回归分析。

利用 NDVI 序列与时间的相关系数  $R$  判断了植被覆被变化程度和性质，并且利用相关系数的大小进行显著性判断<sup>[6]</sup>。显著性临界值由查相关系数检验临界值表获得（样本数为 16 时，显著性水平在 0.05 和 0.01 时临界值分别为 0.468、0.590）。根据 NDVI 变化趋势斜率及显著性临界值，将植被变化类型分为极显著退化、显著退化、无显著变化、显著改善、极显著改善五类。

利用地理探测器模型<sup>[9]</sup>的空间分异及因子探测分析自然和人为因素对内蒙古植被 NDVI 的影响。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

《内蒙古植被 NDVI 变化趋势及其影响因素数据集（2000–2015）》主要包括 11 组空间数据（表 2）和 2 个统计表数据（包括内蒙古植被 NDVI 不同变化等级面积及占比数据；导致内蒙古牧业旗县和非牧业旗县植被 NDVI 变化的主要影响因素及  $q$  值）。

表 2 影响内蒙古植被 NDVI 变化的自然因素和人为因素对比表

类别	因素	说明	对应文件或字段
自然因素	年降水量	2000–2015 年降水量变化趋势	IM_pre00_15slope.tif
	年平均气温	2000–2015 年平均气温变化趋势	IM_tem00_15slope.tif
	坡度	由分辨率为 1 km 的 DEM 数据计算	IM_slope.tif
	坡向	由分辨率为 1 km 的 DEM 数据计算	IM_aspect.tif
	植被类型	1995 年编制《1：100 万中华人民共和国植被图》数字化生成的图，分辨率为 1 km	IM_vegation_type.tif
人为因素	乡村人口变化	2000–2015 年乡村人口变化率	Rp_slope
	乡村户数变化	2000–2015 年乡村户数变化率	house_slope
	乡村劳动力变化	2000–2015 年乡村劳动力变化率	labor_slope
	粮食产量变化	2000–2015 年粮食产量变化率	grain_slope
	农牧民人均纯收入变化	2000–2015 年农牧民人均纯收入变化率	Rgdp_slope
	牲畜数量变化	2000–2015 年牲畜数量变化率	sheep_slope

4.2 数据结果

由于地理探测器是针对离散数据的算法，所以对连续变量（本文 11 个自变量中，除了植被类型、坡向，其他均是连续变量）进行了离散化处理。本文采取自然断点法<sup>[13]</sup>，将坡度分为 9 类，其余因素分为 10 类（图 1）。

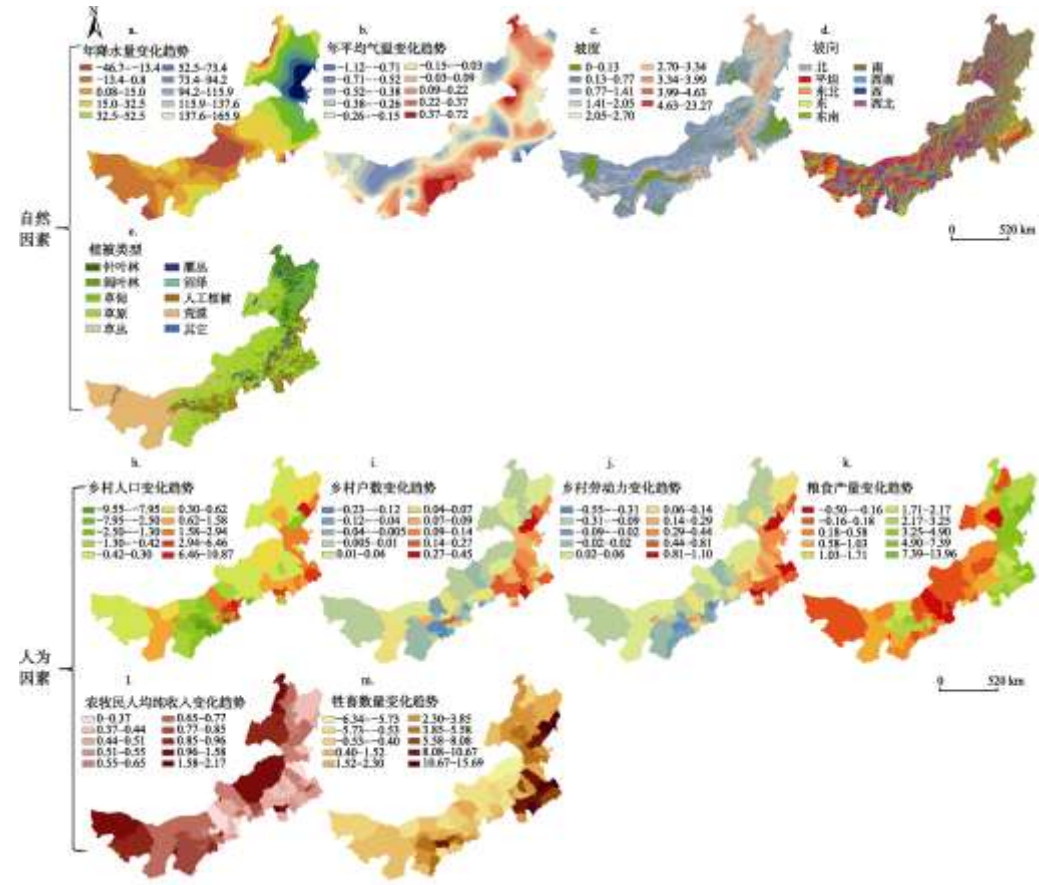


图 1 2000–2015 年自然因素与人为因素的空间分布图

2000–2015 年，16 年间整个研究区 NDVI 在空间上增加和减少共存，总体上呈增加趋势。空间上显现出西部减少，东部与南部增加的趋势，其余地区变化较小。整个研究区植被极显著改善面积达到了 249,842.65 km<sup>2</sup>，占整个内蒙古总面积的 21.88%，显著改善面积占 10.88%，无变化 64.38%，显著退化 1.88%，极显著退化 1.00%（表 3）。可以看出在研究时段内植被改善面积大于植被退化面积，植被覆盖度增加明显。在空间上植被退化与植被改善区域分布不均匀，退化区域主要分布在阿拉善盟的西北部 and 个别城镇周围。牧业旗县植被极显著改善面积占比达到了 9.65%，显著改善 7.24%，无变化 79.34%，显著退化 2.56%，极显著退化 1.20%（表 3）。牧业旗县植被退化面积占比超过了整个研究区植被退化面积占比，表明牧业旗县植被退化相对于整个研究区较严重；植被改善面积占比低于整个研究区改善面积占比，表明相对于整个研究区改善水平低于全局改善水平。非牧业旗县植被极显

著改善面积占比达到了 47.54%，显著改善 18.52%，无变化 33.00%，显著退化 0.35%，极显著退化 0.57%（表 3）。可以看出植被改善区域主要分布在非牧业旗县。

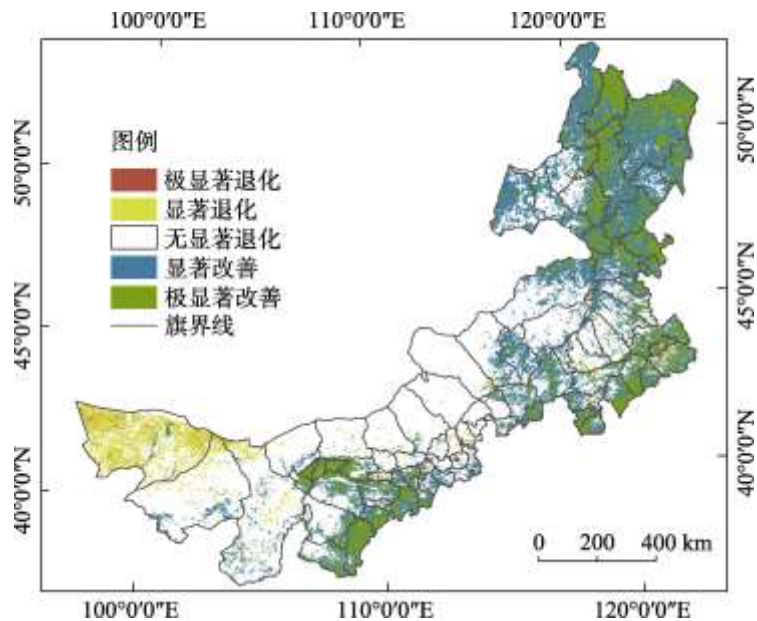


图 2  2000–2015 年内蒙古基于 NDVI 年际变化趋势及其显著性的植被变化空间分布图

表 3  NDVI 不同变化等级面积及占比统计表

分区	分级	极显著退化	显著退化	无显著变化	显著改善	极显著改善	总和
全部区域	面积（km <sup>2</sup> ）	11,458.14	21,105.13	734,992.38	124,233.05	249,842.65	1,141,631.35
	百分比（%）	1.00	1.84	64.38	10.88	21.88	100
牧业旗县	面积（km <sup>2</sup> ）	9,335.95	19,785.55	613,648.39	56,000.29	74,631.31	773,401.50
	百分比（%）	1.20	2.56	79.34	7.24	9.65	100
非牧业旗县	面积（km <sup>2</sup> ）	2,118.41	1,312.53	121,529.47	68,199.76	175,069.49	368,032.66
	百分比（%）	0.57	0.35	33.00	18.52	47.54	100%

地理探测器因子探测器表示各自然与人为因素对植被 NDVI 变化的影响，用  $q$  值来表示。其因子探测模块的核心思想是：地理事物总是存在于特定的空间位置上，影响其发展变化的环境因素在空间上具有差异性，若某环境因素和地理事物的变化在空间上具有显著的一致性，则说明这种环境因素对地理事物的发生和发展具有决定意义<sup>[7]</sup>。整个研究区来看，各因素对植被 NDVI 变化影响程度排序为：年降水量>土壤类型>植被类型>粮食产量>牲畜数量>农牧民人均纯收入>乡村户数>乡村人口>地貌类型>乡村劳动力>年平均气温>坡度>坡向。影响植被 NDVI 的前五个主要影响因子中前三个为自然因素，随后两个是人为因素，表示自然因素的影响力大于人为因素。牧业旗  $q$  值从大到小排序依次为：年降水量>土壤类型>植被类型>粮食产量>农牧民人均纯收入>牲畜数量>乡村户数>地貌类型>乡村人口>乡村劳动力>年平均气温>坡面>坡度（图 3），前五个主要影响因子中自然因素三个、

人为因素两个，表明自然因素对植被 NDVI 的变化的影响比人为因素较强。非牧业旗县  $q$  值从大到小排列依次为：粮食产量>乡村劳动力>年平均气温>土壤类型>年降水量>乡村户数>农牧民人均纯收入>牲畜数量>乡村总人口>地貌类型>坡度>植被类型>坡向（图 3）。前五个主要影响因子中前两个均为人为因素，表明除了牧业旗以外的非牧业旗县人为因素是影响植被覆盖度变化的主导因素。

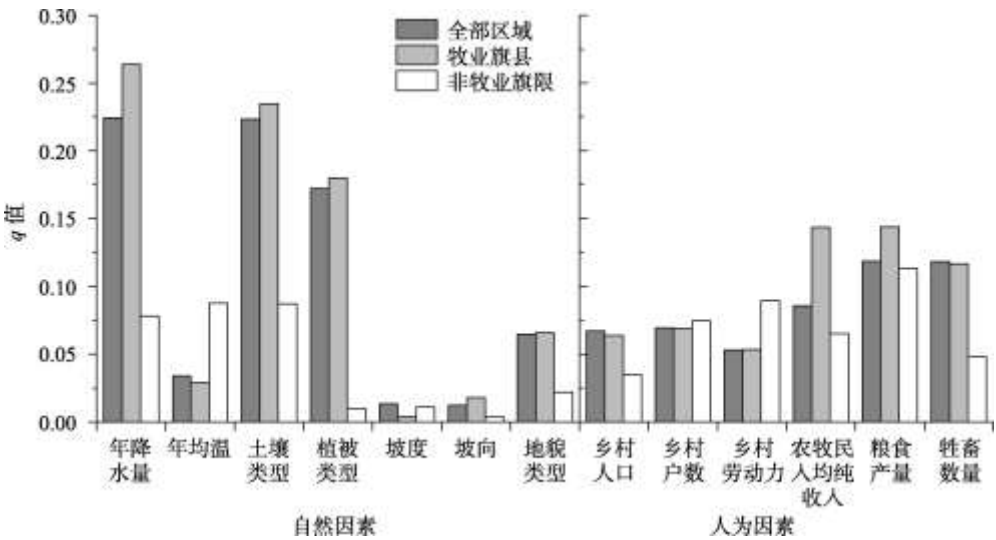


图 3 导致内蒙古植被 NDVI 变化分布的 7 个自然因素和 6 个人为因素的  $q$  值对比图

4.3 数据结果验证

NDVI 所表示的植被覆盖度精度大小在于所用原始数据的空间分辨率，本文利用分辨率为 1 km 的 SPOT/VEGETATION NDVI 数据，在结果上与前者的研究结果一致<sup>[14]</sup>。

地理探测器是探测空间分异性，以及揭示其背后驱动力的一组统计学方法。在分析地理要素格局演变和地域空间分异等方面具有非常广泛的应用<sup>[7]</sup>。但需要指出的是，由于研究区的数据最大行数超过了地理探测器模型运行的上限，运用 ArcGIS 软件的 Create Random Points 功能来按比例随机提取适宜样本来进行因素探测，可能会对最终的研究结果产生一定影响。

5 讨论和总结

研究区域植被覆盖度变化并探寻其驱动因素对于生态环境建设具有重要意义。本文将内蒙古旗县分为牧业旗县和非牧业旗县，并且应用线性趋势分析和地理探测器探讨 2000–2015 年自然和人为因素对植被 NDVI 变化的影响。从结果可以看出 2000–2015 年内蒙古植被覆盖度时空变化明显，总体上呈增加趋势。在空间上呈现西部减少，东部与南部增加趋势，其余地区变化不明显。全区中改善区域占 32.76%，退化区域 2.88%。整个研究区，植被 NDVI 变化受自然因素的影响大于人为因素，降水和土壤类型是主要驱动因素，其解释率在 22% 以上。牧业旗县的自然因素对植被 NDVI 变化的影响大于人为因素。而在非牧业旗县，植被 NDVI 变化受人为因素的影响大于自然因素，粮食产量是主要驱动因素，

其解释率在 11% 以上。本研究可以作为区域生态文明建设和合理引导城乡人口迁移的参考, 亦可为内蒙古植被 NDVI 变化的深入研究提供一定的数据基础。

**作者分工:** 潮洛濛对数据集的开发做了总体设计; 陈宽采集和处理了数据并撰写了数据论文。

## 参考文献

- [1] Gong, Z., Zhao, S., Gu, J. Correlation analysis between vegetation coverage and climate drought conditions in North China during 2001–2013 [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(2): 143–160.
- [2] Peng, W., Kuang, T., Tao, S. Quantifying influences of natural factors on vegetation NDVI changes based on geographical detector in Sichuan, western China [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 233: 353–367.
- [3] Parmesan, C., Yohe, G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems [J]. *Nature*, 2003, 421(6918): 37–42.
- [4] 穆少杰, 李建龙, 陈奕兆等. 2001–2010 年内蒙古植被覆盖度时空变化特征[J]. *地理学报*, 2012, 67(9): 1255–1268.
- [5] 包刚, 包玉海, 覃志豪等. 近 10 年蒙古高原植被覆盖变化及其对气候的季节响应[J]. *地理科学*, 2013, 33(5): 613–621.
- [6] 李仕冀, 李秀彬, 谈明洪. 乡村人口迁出对生态脆弱地区植被覆被的影响——以内蒙古自治区为例[J]. *地理学报*, 2015, 70(10): 1622–1631.
- [7] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. *地理学报*, 2017, 72(1): 116–134.
- [8] 陈宽, 潮洛濛. 内蒙古植被 NDVI 变化趋势及影响因子数据集 (2000–2015) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. DOI: 10.3974/geodb.2020.05.07.V1.
- [9] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy. 2014.05 (2017 年更新).
- [10] 徐新良. 中国年度植被指数 (NDVI) 空间分布数据集[DB]. 中国科学院资源环境科学数据中心, 2018. DOI: 10.12078/2018060601.
- [11] 中国科学院资源环境科学与数据中心[DB]. [http: //www.resdc.cn](http://www.resdc.cn).
- [12] 内蒙古统计局. 内蒙古统计年鉴[J]. 呼和浩特: 中国统计出版社, 2000–2015.
- [13] 刘彦随, 李进涛. 中国县域农村贫困化分异机制的地理探测与优化决策[J]. *地理学报*, 2017, 72(1): 161–173.
- [14] 秦福莹. 蒙古高原植被时空格局对气候变化的响应研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2019.