

1987年大兴安岭森林火灾对陆地植被影响数据集

宫阿都, 李 静*

北京师范大学地理学部, 北京 100875

摘 要: 1987年5月6日至6月2日在黑龙江省大兴安岭地区发生了森林大火。基于森林大火前后(1986年6月5日、1986年6月12日、1987年6月15日、1987年7月26日)的Landsat TM数据的近红外波段和中红外波段的反射率,计算归一化差分燃烧比(dNBR),参考过火后的遥感影像,设定dNBR阈值,得到大兴安岭过火范围及燃烧指数(火情指数)数据;基于时间序列的8天合成的GLASS的叶面积指数(LAI, 1981–2016年)和光合有效辐射吸收比例(FAPAR, 1982–2016年)产品,通过最大值合成得到每月的数据和每年的数据,在此基础上计算距平,得到1987、1992、1997、2002年LAI、FAPAR的距平空间数据;参考大火前后遥感影像,在高火烧强度区、低火烧强度区及未过火林地区分别划出样区,统计样区内植被在1981–2016年每8天的LAI、FAPAR数据和1982–2015年每年的LAI、FAPAR数据;根据过火范围裁剪MCD12Q1数据,将土地利用类型合并为7类(森林、灌木、草地、永久湿地、耕地、建筑用地、耕地与自然植被),对每一类土地覆盖所占的面积比例进行统计,得到1987年大兴安岭森林大火及其对植被影响数据集。该数据集包括:(1)1987年大兴安岭森林火灾范围数据;(2)1987年大兴安岭森林燃烧指数(dNBR)数据(空间分辨率为30 m);(3)1987、1992、1997、2002年LAI、FAPAR的年距平空间数据集(空间分辨率为0.05°,约5 km);(4)高、低火烧强度区及未过火林地区的样区空间位置数据和这些区域1981–2016年每8天的LAI、FAPAR统计数据,1982–2015年每年的LAI、FAPAR统计数据;(5)2000、2004、2008、2012年过火范围内的土地覆盖空间分布数据(空间分辨率为500 m)及2000–2013年各类土地覆盖所占的面积比例统计数据。数据集存储为.shp、.tif和.xlsx格式,包含18个数据文件,数据量为206 MB(压缩为1个文件,60.7 MB)。

关键词: 森林火灾; 大兴安岭; 陆地植被; LAI; FAPAR; 地表覆盖

DOI: 10.3974/geodp.2018.01.10

1 前言

森林火灾是最为严重的自然灾害之一,蔓延速度快,通常会造成植被生态系统的严重损毁,对人类生存环境和生物多样性的维系造成重大影响^[1]。全世界每年发生火灾约20万次,过火面积3.50–4.50亿hm²^[2]。量化林火后的植被损失、恢复特征对森林生态系统有着重要的意义,遥感技术在追踪植被响应与恢复中应用广泛^[3]。GLASS全球陆表特征参量产

收稿日期: 2018-01-26; 修订日期: 2018-03-21; 出版日期: 2018-03-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部(2016ST0010)

*通讯作者: 李静 B-8923-2018, 北京师范大学地理科学学部, jingli@mail.bnu.edu.cn

数据引用方式: [1] 宫阿都, 李静. 1987年大兴安岭森林火灾对陆地植被影响数据集[J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(1): 59–66. DOI: 10.3974/geodp.2018.01.10.

[2] 宫阿都, 李静. 1987年大兴安岭森林大火对植被影响数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.01.03.V1.

品生成系统综合利用国内外卫星遥感数据源，生产了针对全球范围内，长时间序列的高精度植被遥感参数产品^[4]，有利于不同研究的对比分析。本文以 1987 年 5 月 6 日至 6 月 2 日发生在中国黑龙江省大兴安岭的重大森林火灾为例，基于长时间序列，高质量的全球陆表特征参量 GLASS 产品的植被遥感参数（LAI、FAPAR）数据，结合大兴安岭过火区过火前后的 Landsat 影像及 MODIS 土地覆盖数据来分析植被受森林火灾的影响状况，生产了 1987 年大兴安岭森林火灾对陆地植被影响数据集^[5]，本数据能够表征植被对森林火灾响应与恢复特征。

2 数据集元数据简介

1987 年大兴安岭森林火灾对陆地植被影响数据集^[5]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 1987 年大兴安岭森林大火对植被影响数据集元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	1987 年大兴安岭森林大火对植被影响数据集
数据集短名	ForestFireGKR1987
作者信息	宫阿都 B-8953-2018, 北京师范大学地理科学学部, gad@bnu.edu.cn 李静 B-8923-2018, 北京师范大学地理科学学部, jingli@mail.bnu.edu.cn
地理区域	1987 年中国大兴安岭过火区及周边地区
数据年代	1981-2016 年
时间分辨率	每 8 天，每年
空间分辨率	30 m×30 m, 1 km×1 km, 5 km×5 km
数据格式	.shp, .tif, .xlsx
数据量	60.7 MB（压缩后）
数据集组成	本数据集包括（1）1987 年大兴安岭森林火灾范围数据；（2）1987 年大兴安岭森林燃烧指数（dNBR）数据（空间分辨率为 30 m）；（3）1987、1992、1997、2002 年 LAI、FAPAR 的年距平空间数据集（空间分辨率为 0.05°，约 5 km）；（4）高、低火烧强度区及未过火林地区的样区空间位置数据和这些区域 1981-2016 年每 8 天的 LAI、FAPAR 统计数据、1982-2015 年每年的 LAI、FAPAR 统计数据；（5）2000、2004、2008、2012 年过火范围内的土地覆盖空间分布数据（空间分辨率为 500 m）及 2000-2013 年各类土地覆盖所占的面积比例统计数据
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2016ST0010）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
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）、实体数据（中英文）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 ^[6]

3 数据研发方法

大兴安岭是我国面积最大的林区，位于黑龙江省、内蒙古自治区东北部（位于东经 121°12′至 127°00′；北纬 50°10′至 53°33′。东西横跨 6 个经度，南北纵越 3 个纬度），林地面积为 678.40 万 hm^2 ，属于寒温带大陆季风气候区，冬寒夏暖，年温差大，夏季降水较多。大兴安岭北部气候干冷，风力较大，为林火多发区域，火灾高发期为春秋季。图 1 为研究区地理位置。

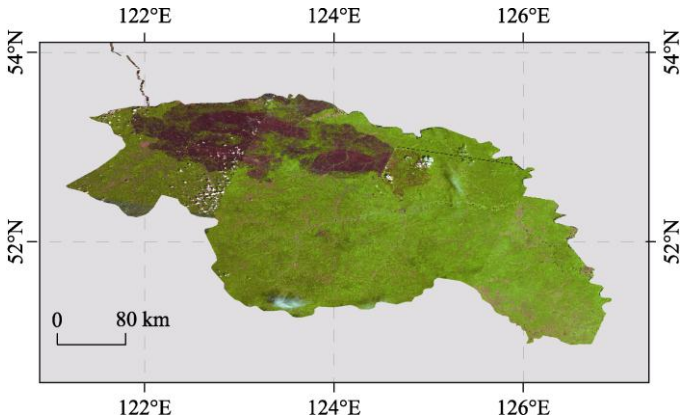


图 1 1987 年黑龙江省大兴安岭地区森林大火研究范围地理位置图
(图中遥感影像为 1987 年火灾后 Landsat 影像, R:5, G:4, B:3)

本文基于大兴安岭森林大火前后（1986 年 6 月 5 日、1986 年 6 月 12 日、1987 年 6 月 15 日、1987 年 7 月 26 日）的 Landsat TM 数据的近红外波段和中红外波段的反射率，通过计算差分归一化燃烧指数（dNBR）并设定阈值得到研究区过火范围及燃烧指数数据；然后基于时间序列的 8 天合成的 GLASS 的叶面积指数(LAI)和光合有效辐射吸收比例(FAPAR)产品，通过均值合成法得到每月的数据，最大值合成法得到每年的数据，在此基础上计算研究区域植被遥感参数的距平空间数据集；同时，参考大火前后遥感影像，在高火烧强度区、低火烧强度区及未过火林地区分别划出样区，统计样区内过火前后每 8 天及每年的植被遥感参数变化情况；最后根据过火范围，裁剪 MCD12Q1 数据，将土地利用类型合并为 7 类：森林、灌木、草地、永久湿地、耕地、建筑用地、耕地与自然植被，并对每一类土地覆盖所占的面积比例进行统计，得到森林火灾对陆地植被影响数据集。

3.1 算法原理

(1) 差分归一化燃烧指数（dNBR）计算

dNBR 用于提取森林火灾事件的过火范围以及火烧强度信息。dNBR 的计算方法如公式 (1) 所示。

$$dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post} \quad (1)$$

$$NBR = \frac{\rho_4 - \rho_7}{\rho_4 + \rho_7} \quad (2)$$

式中, NBR_{pre} 、 NBR_{post} 分别代表火前、火后影像的归一化燃烧比(NBR)值, NBR 值由 Landsat TM 近红外波段与中红外波段的反射率计算得到, 分别为 ρ_4 、 ρ_7 , 设定 dNBR 阈值为 0.2 提取过火区域^[7]。

(2) 最大值合成法

本文基于大兴安岭研究区林地未过火区多年每 8 天的植被遥感参数 (LAI、FAPAR) 数据进行月内均值合成, 得到未过火区植被遥感参数的年内变化规律, 提取不同地区各植被遥感参数的月最大值, 再基于该月份 (大兴安岭的 LAI、FAPAR: 7 月份值最大) 的植被遥感参数值得到年植被遥感参数时间序列数据。

(3) 距平分析法

基于年植被遥感参数时间序列数据计算研究时段内植被遥感参数的均值, 计算研究区内每年每个像元的植被遥感参数距平值, 计算方法如下:

$$A_i^t = V_i^t - \bar{V}_i^t \tag{3}$$

式中, A_i^t 为 t 时刻像元 i 的植被遥感参数距平值, V_i^t 为 t 时刻像元 i 的植被遥感参数值, \bar{V}_i 为所有时刻像元 i 的植被遥感参数均值。

3.2 技术路线

1987 年大兴安岭森林火灾对陆地植被影响数据集的生产过程主要包括 3 个方面。首先是基于过火前后的 Landsat5 TM 影像提取过火范围以及火烧强度; 其次是基于时间序列的植被遥感参数数据 (LAI/FAPAR), 通过对比未过火区域植被遥感参数变化情况来研究不同火烧强度下植被遥感参数的响应与恢复状况; 以及总结过火区不同植被类型的演替规律 (图 2)。

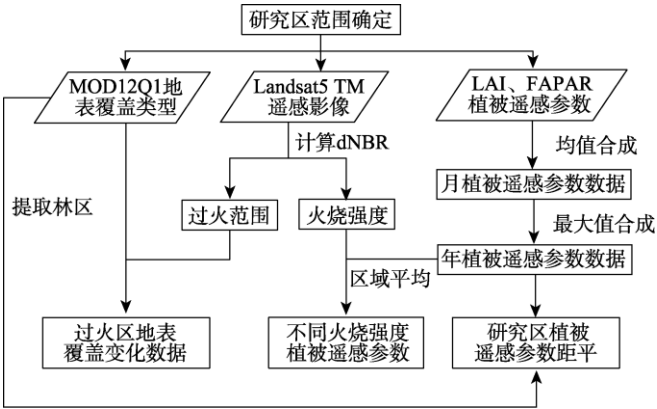


图 2 1987 年黑龙江省大兴安岭地区森林大火研究技术路线图

4 数据结果与验证

4.1 数据结果组成 (或空间分布)

本数据集包括:

- (1) 1987 年大兴安岭森林火灾范围数据
- (2) 1987 年大兴安岭森林燃烧指数 (dNBR) 数据 (空间分辨率为 30 m)
- (3) 1987、1992、1997、2002 年 LAI、FAPAR 的年距平空间数据集 (空间分辨率为 0.05°, 约 5 km)
- (4) 高、低火烧强度区及未过火林地区的样区空间位置数据和这些区域 1981–2016 年每 8 天的 LAI、FAPAR 统计数据、1982–2015 年每年的 LAI、FAPAR 统计数据
- (5) 2000、2004、2008、2012 年过火范围内的土地覆盖空间分布数据 (空间分辨率

为 500 m)

(6) 2000-2013 年各类土地覆盖所占的面积比例统计数据

1987 年大兴安岭森林火灾过火范围, 燃烧指数 (dNBR) 数据及不同火烧强度林地采样区位置见图 3 所示, 大兴安岭火烧迹地分布较为集中。

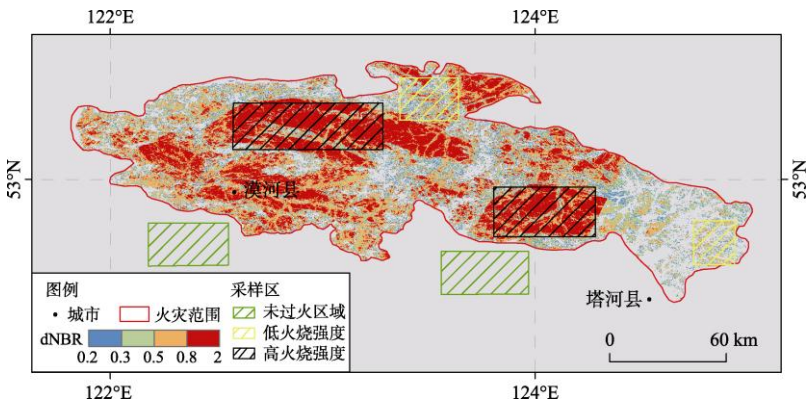


图 3 大兴安岭燃烧指数及不同火烧强度林地采样区分布

灾后植被遥感参数距平 (以 LAI 为例) 的分布及其变化情况如图 4 所示。大兴安岭过火区 1987 年 LAI 距平负偏程度最大, 范围从-3.60 到-2.0, 过火区内负距平像元逐年减少, 且高火烧强度地区距平值增加较慢, 低火烧强度地区距平值增加较快。

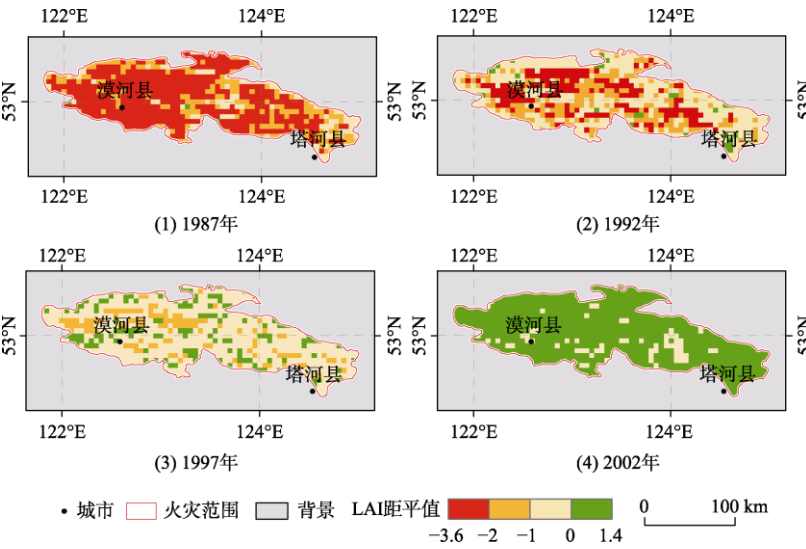


图 4 大兴安岭过火区 LAI 距平分布

在此基础上, 统计典型高火烧强度、低火烧强度及未过火区域植被遥感参数每 8 天及年变化情况, 如图 5、图 6 所示。过火林地 LAI 在火灾发生后迅速降低, 高火烧强度地区 LAI 最大降幅为低火烧强度地区的 1.6 倍, 且低火烧强度地区 LAI 值约 5 年恢复, 高火烧强度地区 LAI 值约 10 年恢复。

大兴安岭过火区灾后地表覆盖变化情况如图 7、表 2、图 8 所示。大兴安岭过火区灾后林

地比例增加，2004 年加速增加，2009 年达到最大值，而混合植被（指耕地与天然植被的混合区域）比例降低，说明森林正在恢复。对比植被指数与土地覆盖变化情况可知：植被指数的恢复不能代表植被结构的恢复，森林火灾后灌木、草地生长对灾后植被指数的快速增长贡献较大。

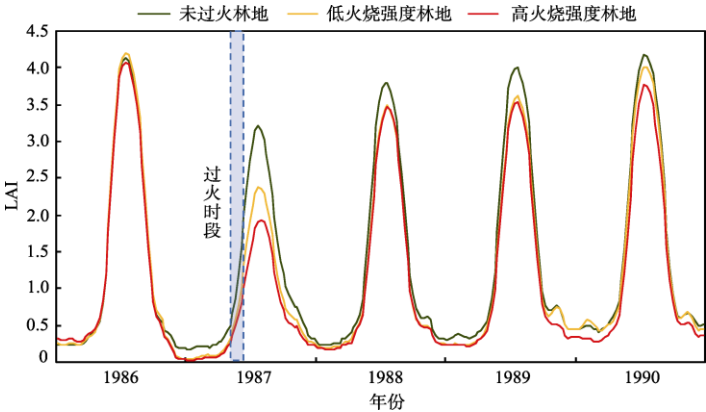


图 5 大兴安岭不同火烧强度过火区及未过火地区 LAI 变化（每 8 天）

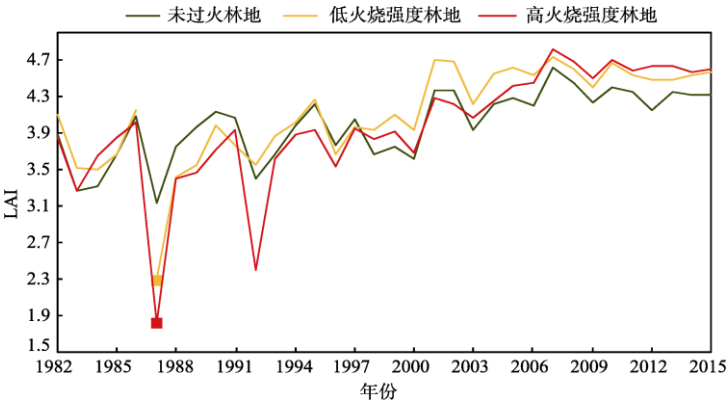


图 6 大兴安岭不同火烧强度过火区及未过火地区 LAI 变化（每年）

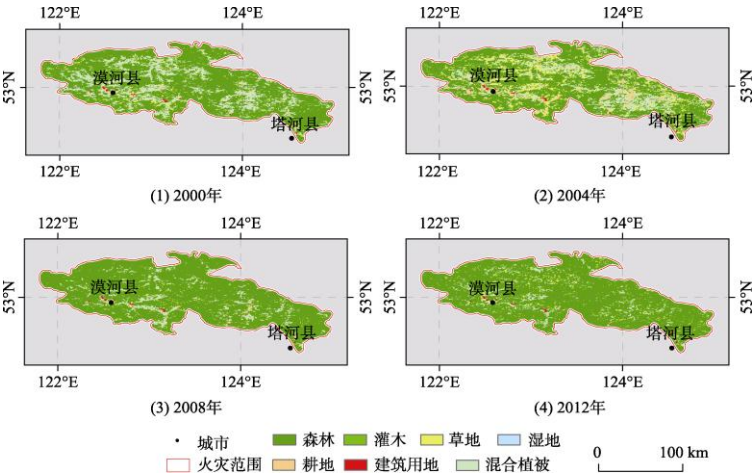


图 7 大兴安岭过火区地表覆盖类型变化

表 2 大兴安岭过火区地表覆盖类型面积变化（%）

植被类型	年份													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
森林	74.51	74.51	72.49	69.86	67.43	75.33	80.97	88.58	89.14	89.45	81.89	81.34	89.65	87.53
灌木	1.45	1.45	0.43	0.31	0.36	0.50	0.17	0.30	0.36	0.73	0.17	0.22	0.15	0.00
草地	3.07	3.07	3.10	6.25	12.46	10.46	7.23	2.50	2.16	2.21	8.32	10.30	4.15	6.72
永久湿地	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
耕地	1.46	1.46	2.80	3.56	3.74	3.45	2.46	2.22	0.79	0.88	0.09	0.04	0.02	0.04
建筑用地	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
混合植被	19.25	19.25	20.87	19.72	15.71	9.99	8.89	6.13	7.27	6.47	9.26	7.83	5.77	5.45

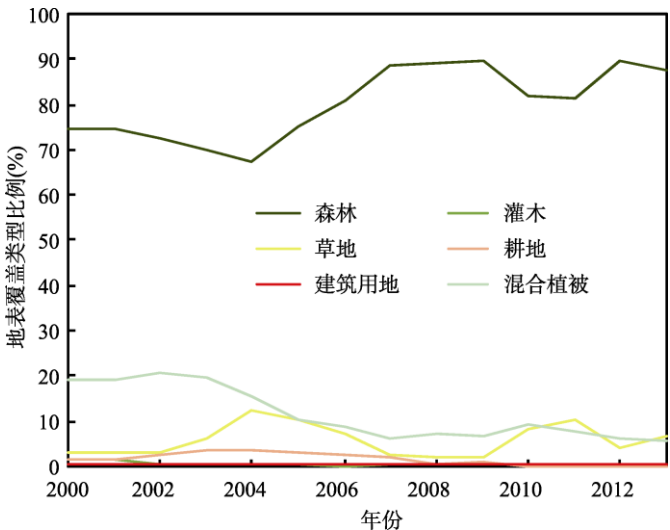


图 8 大兴安岭过火区各地表覆盖类型比例变化

4.2 数据结果验证

GLASS LAI、FAPAR 时间序列产品具有良好的连续性，且在植被周期内变化平稳，波动小，LAI 指数对探测森林扰动较为敏感，Wang 等证明了在大兴安岭北部林区 GLASS LAI 产品相较更适宜扰动检测^[8]。基于植被指数的年距平分析能直观、简单地反映植被受森林火灾的影响，但不能分析植被指数扰动的组分。

为了检验典型重大森林火灾对陆地植被影响数据集的精度，查阅了很多已有关于植被受森林火灾影响以及植被恢复的研究工作，如解伏菊等人证明火烧强度越高，植被恢复状况越差，植被恢复情况越复杂^[9]；王绪高等人研究表明 2004 年大兴安岭过火区以白桦为主、混有一定量落叶松的乔木层已逐渐形成^[10]；王丽红等人研究表明 2009 年落叶人工松林群落丰富度达到最大值^[11]。以上研究皆与本文研究成果一致，本研究能够从植被遥感参数的变化以及地表覆盖类型的演替方面展现重大森林火灾对陆地植被影响的程度以及森林植被的恢复特征。

5 讨论和总结

本文基于时间序列的 LAI、FAPAR 数据, 基于年距平分析法研究重大典型森林火灾对陆地植被的影响具有一定的优越性; 该数据可靠性比较高、代表性较强, 从长时间尺度上分析了植被受森林火灾的影响与恢复特征, 可以为植被灾后恢复措施的制定提供依据。但本数据未探讨植被结构的恢复过程及其与植被遥感参数变化间的关系, 后续研究应考虑植被物种结构演替, 结合实地调查数据来解释植被遥感参数的变化机制, 且植被遥感参数的扰动分析中应区分噪声、季节组分, 去除温度、降水等气候条件对植被物候的影响。

参考文献

- [1] Houghton, R. A., Woodwell, G. M. Global climatic change [J]. *Scientific American*, 1989, 260(4): 18–26.
- [2] Shi, P., Kasperson, R. World Atlas of Natural Disaster Risk [M]. Springer Berlin Heidelberg, 2015: 309–323.
- [3] 梁顺林. 全球陆表特征参量(GLASS) 产品算法、验证与分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [4] 李明泽, 康祥瑞, 范文义. 呼中林区火烧迹地遥感提取及林火烈度的空间分析[J]. 林业科学, 2017, 53(03): 163–174.
- [5] 宫阿都, 李静. 1987 年大兴安岭森林大火对植被影响数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.01.03.V1.
- [6] 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).
- [7] 余超, 陈良富, 李莘莘等. 基于多源卫星多光谱遥感数据的过火面积估算研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2015, (3): 739–745.
- [8] Wang, J., Wang, J. D., Zhou, H. M. *et al.* Detecting Forest Disturbance in Northeast China from GLASS LAI Time Series Data Using a Dynamic Model [J]. *Remote Sensing*, 2017, 9(12): 1293.
- [9] 解伏菊, 肖笃宁, 李秀珍等. 基于 NDVI 的不同火烧强度下大兴安岭林火迹地森林景观恢复[J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 368–372.
- [10] 王绪高, 李秀珍, 贺红士等. 大兴安岭北坡落叶松林火后植被演替过程研究[J]. 生态学杂志, 2004, 23(5): 35–41.
- [11] 王丽红, 辛颖, 邹梦玲等. 大兴安岭火烧迹地植被恢复中植物多样性与生物量分配格局[J]. 北京林业大学学报, 2015, 37(12): 41–47.