

美国东南部地区 2007 年重大旱灾对植被影响数据集

杨建华, 武建军*

北京师范大学地理科学学部地理学院, 北京 100875

摘要: 为研究典型重大旱灾对陆地植被的影响, 基于标准化降水蒸散发指数 (SPEI), 选取发生在 2007 年 2–12 月的美国东南部地区的干旱事件, 然后利用 GLASS 的叶面积指数 (LAI) 产品和光合有效辐射吸收比例 (FAPAR) 产品, 计算得到典型重大旱灾对该地区植被影响的数据集。该数据集包括: (1) 美国东南部地区 2007 年 2–12 月的干旱程度数据、LAI 距平、FAPAR 距平和干旱事件时段的干旱严重性指数、LAI 距平累加值及 FAPAR 距平累加值, 该数据的空间分辨率为 0.01°, 时间分辨率为月; (2) 该地区不同地表覆盖类型的 2001–2014 年逐月 LAI 距平、FAPAR 距平和对应月份的 3 个月尺度的 SPEI 数据; (3) 该地区不同地表覆盖类型的多年 (2001–2014) 的 LAI 距平和 FAPAR 距平的月均值数据及对应月份的 3 个月尺度的 SPEI 月均值数据; (4) 该地区的边界文件。该数据集的存储格式包括.tif、.shp 和.txt 格式。数据分析结果表明: 旱情严重时不同植被类型的 LAI 和 FAPAR 均会受到干旱影响, 植被对干旱的响应存在滞后效应; 不同植被类型对干旱的响应不同, 林地受干旱影响较小。

关键词: 干旱; 植被; LAI 距平; FAPAR 距平; SPEI; 美国东南部地区

DOI: 10.3974/geodp.2018.04.04

1 前言

典型重大干旱灾害对陆地植被具有重要影响, 不同地表覆盖类型对干旱灾害的响应并不相同^[1–2]。基于标准化降水蒸散发指数 (SPEI)^[3]、全球灾害事件数据库 (Emergency events database, EM-DAT, <https://www.emdat.be/>) 和 GLASS 的叶面积指数 (LAI) 产品与光合有效辐射吸收比例 (FAPAR) 产品^[4], 笔者研究了 2007 年美国东南部地区的严重干旱, 研发了美国东南部地区 2007 年重大旱灾对植被影响数据集。

美国东南部地区大部分位于亚热带地区, 属于亚热带季风气候, 雨热同期, 是人口较为稠密、经济较为发达的地区, 2007 年美国东南部地区发生了严重干旱, 对该地区植被以及社会经济发展影响很大^[5]。

2 数据集元数据简介

美国东南部地区 2007 年重大旱灾对植被影响数据集^[6]的数据集名称、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

收稿日期: 2018-07-10; 修订日期: 2018-12-02; 出版日期: 2018-12-24

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2016ST0010)

*通讯作者: 武建军 Q-1391-2017, 北京师范大学地理科学学部, jjwu@bnu.edu.cn

数据引用方式: [1] 杨建华, 武建军. 美国东南部地区 2007 年重大旱灾对植被影响数据集[J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(4): 389–395. DOI: 10.3974/geodp.2017.04.04.

[2] 武建军, 杨建华. 美国东南部地区 2007 年干旱程度及其对植被影响数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2017. DOI: 10.3974/geodb.2017.04.09.V1.

政策等信息见表 1。

表 1 美国东南部地区 2007 年干旱程度及其对植被影响数据集元数据简表

条目	描述
数据集名称	美国东南部地区 2007 年干旱程度及其对植被影响数据集
数据集短名	DroughtVegSEAmerica2007
作者信息	武建军 Q-1391-2017, 北京师范大学地理科学学部, jjwu@mail.bnu.edu.cn 杨建华 N-3427-2018, 北京师范大学地理科学学部, yangjh15@mail.bnu.edu.cn
地理区域	美国东南部地区
数据年代	2001–2014
时间分辨率	0.01°
空间分辨率	1 个月
数据格式	.tif、.dbf、.prj、.sbn、.sbx、.shp、.shx、.txt
数据量	343 MB （压缩前）69.7 MB（压缩后）
数据集组成	该数据集由 46 个数据文件组成，压缩为一个数据文件包，内含 5 个数据文件夹、9 种数据格式，具体说明如下： （1）边界 shp 文件夹：由 6 个数据文件组成，存储研究区的矢量边界文件，数据格式为.dbf、.prj、.sbn、.sbx、.shp、.shx （2）FAPAR 距平文件夹：由 13 个数据文件组成，包括 12 个.tif 格式数据文件和 1 个.txt 数据说明文件。数据存储研究区 2007 年 2–12 月的 FAPAR 距平空间数据和 2–12 月间平均距平空间数据，数据格式为.tif，时间分辨率为 1 个月，空间分辨率为 1 km，无效值为 255，比例系数为 0.004 （3）LAI 距平文件夹：由 13 个数据文件组成，包括 12 个.tif 格式数据文件和 1 个.txt 数据说明文件。数据存储研究区 2007 年 2–12 月的 LAI 距平空间数据和 2–12 月间平均 LAI 距平空间数据，数据格式为.tif，时间分辨率为 1 个月，空间分辨率为 1 km，无效值为 255，比例系数为 0.1 （4）干旱程度数据文件夹：由 2 个数据文件组成，包括 1 个.tif 格式数据文件和 1 个.txt 数据说明文件。数据存储研究区 2007 年 2–12 月的干旱程度空间数据，数据格式为.tif，时间分辨率为 1 个月，空间分辨率为 1 km，无效值为-99，数字 1–5 分别代表特旱、重旱、中旱、轻旱和无旱 （5）干旱严重性数据文件夹：由 12 个数据文件组成，包括 11 个.tif 格式数据文件和 1 个.txt 数据说明文件。数据存储研究区 2007 年 2–12 月的干旱程度空间数据，数据格式为.tif，时间分辨率为 1 个月，空间分辨率为 1 km
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 ^[7]

3 数据研发方法

3.1 算法原理

首先基于标准化降水蒸散发指数（SPEI）识别干旱事件，然后运用距平分析的方法计算植被遥感参数（LAI 和 FAPAR）距平，作为衡量植被受干旱影响情况的指标。距平植被指数的计算方法如下：

$$VIAN_i = VI_i - \overline{VI} \tag{1}$$

$$\overline{VI} = \sum_{i=1}^n VI_i / n \tag{2}$$

公式(1)和(2)中 $VIAN_i$ 是 i 时刻的植被遥感参数（LAI 和 FAPAR）距平， VI_i 是 i 时刻的植被遥感参数， \overline{VI} 是多年（2001-2014）的植被遥感参数均值。

由于干旱是一个持续过程，干旱严重性指数可以反映干旱的整体严重程度，借鉴干旱严重性指数的计算方法^[8-9]，定义并计算 LAI 距平累加值和 FAPAR 距平累加值作为评价干旱事件对陆地植被影响累积效应的指标。植被指数距平累加值的计算公式如下：

$$VIAN_Accumulation = \sum_{i=t_1}^{i=t_2} VIAN_i \tag{3}$$

式中， $VIAN_Accumulation$ 是植被遥感参数的距平累加值。

3.2 技术路线

在利用 SPEI 确定干旱事件的基础上，计算 LAI 距平和 FAPAR 距平；然后依据干旱事件的起止时间，计算干旱事件时段内的 LAI 距平累加值和 FAPAR 距平累加值（图 1）。

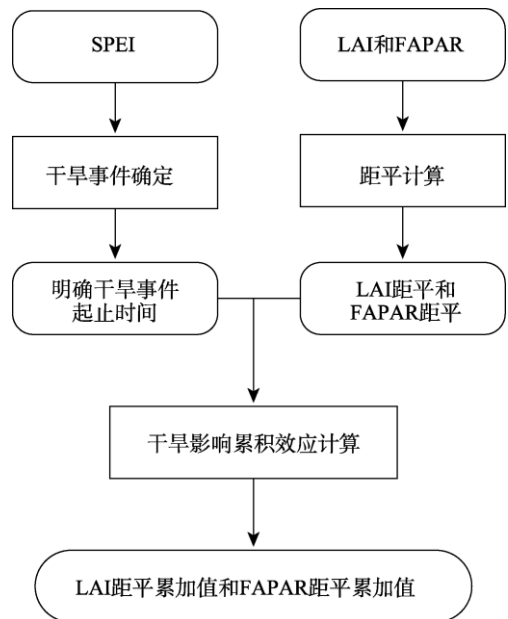


图 1 典型重大旱灾对陆地植被影响数据集研发技术路线图

4 数据结果与验证

4.1 数据结果组成（或空间分布）

美国东南部地区 2007 年重大旱灾对植被影响数据集包括 6 个子文件夹和一个.xlsx 文档。其中“中国华北平原及周边旱灾遥感监测统计数据集.xlsx”文档可以用来分析 2001-2014 年间逐月不同地表覆盖类型的植被遥感参数（LAI 和 FAPAR）距平的时间变化趋势（图 2-图 3）；“LAI 距平”和“FAPAR 距平”文件夹分别用于存放该区域干旱事件时段内 LAI 距平和 FAPAR 距平的.tif 文件，借助 ArcMap 软件可以实现 LAI 距平和 FAPAR 距平的空间展示（图 4-图 5）；“干旱严重性”文件夹、“LAI 距平累加值”文件夹

和“FAPAR 距平累加值”文件夹内分别用于存放该区域的干旱严重性指数的.tif 文件、LAI 距平累加值的.tif 文件和 FAPAR 距平累加值的.tif 文件，上述三个文件亦可以运用 ArcMap 文件进行空间展示（图 6）。

4.2 数据结果验证

GLASS 的 LAI 产品和 FAPAR 产品具有良好的空间完整性和时间连续性^[10]；Kim 等^[11]的研究认为 GLASS 的 LAI 产品可以作为评估植被对干旱响应的有效指标。

为检验该数据集的精度，查阅已有研究重大干旱灾害对该地区植被影响的相关文献，发现通过分析本数据集得出的结论和已有研究结果一致。Luo 等^[12]从干旱监测角度研究了 2007 年美国的干旱，认为美国东南部地区在 2007 年发生了严重的干旱事件；Potter 等^[13]和 Sharmistha 等^[14]分别评估了干旱对不同生态系统 and 不同植被类型的影响，研究结论均认为相对于林地，其他植被类型比如草地和无灌溉耕地更容易受到干旱影响，这和本文结论一致（图 2-图 3，图 6）。

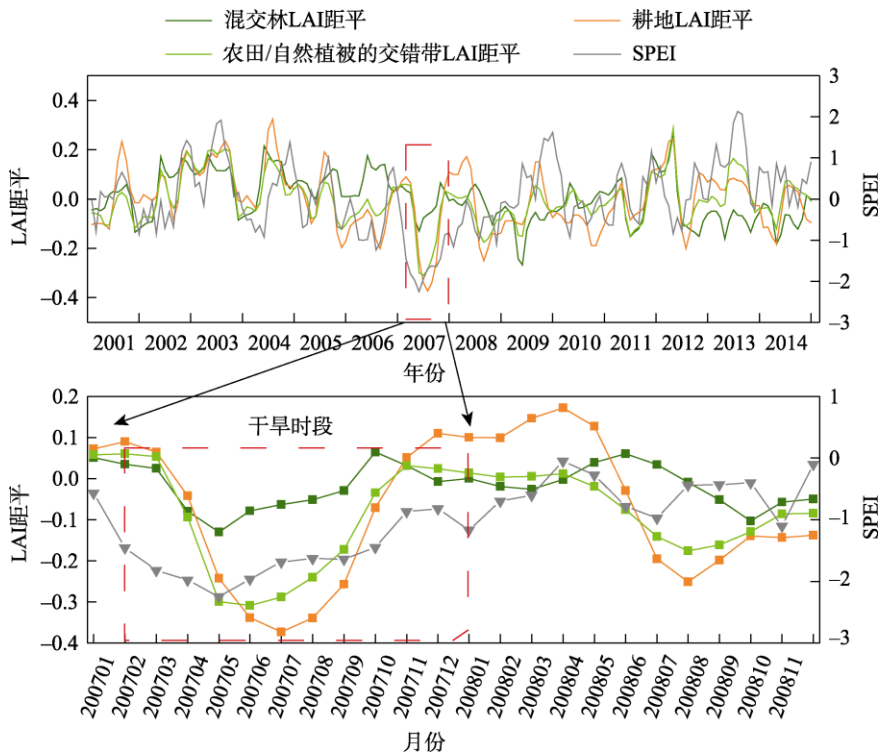


图 2 2001-2014 年美国东南部地区不同植被类型 LAI 距平变化

5 讨论和总结

该数据集以美国东南部地区为研究区域，在 GLASS 的 LAI 产品和 FAPAR 产品的基础上，运用距平分析方法生产，该数据集的空间分辨率约为 0.01°，时间分辨率为 1 个月；同时结合 MODIS 的地表覆盖产品^[15-16]，统计并分析了不同地表覆盖类型受干旱影响的情况，

可以发现当干旱严重的时候各种植被类型都会被干旱影响；并且不同植被类型受干旱影响的程度不同，与耕地相比，林地通常不容易受到干旱的影响。

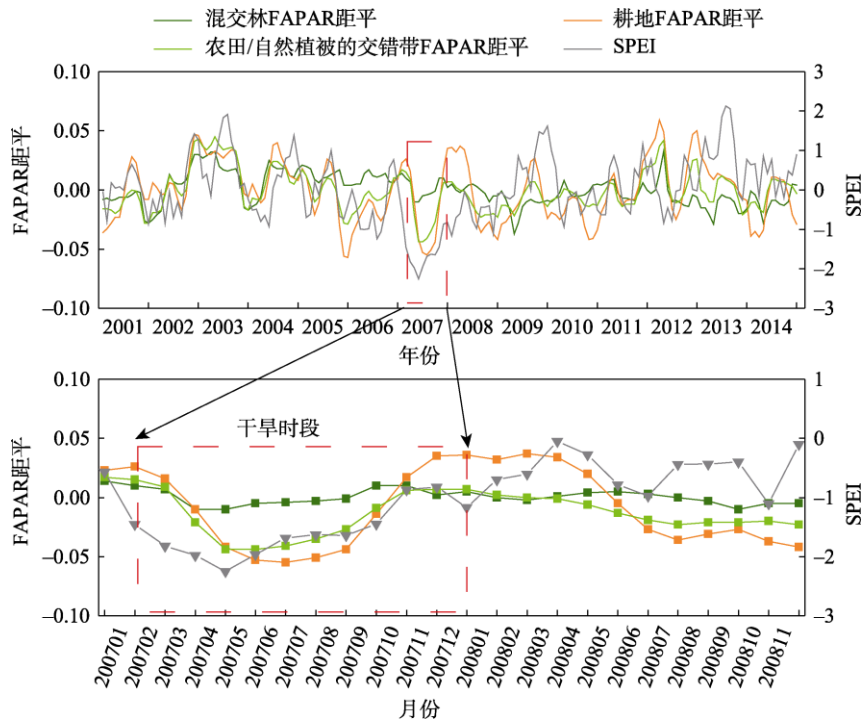


图 3 2001–2014 年美国东南部地区不同植被类型 FAPAR 距平变化

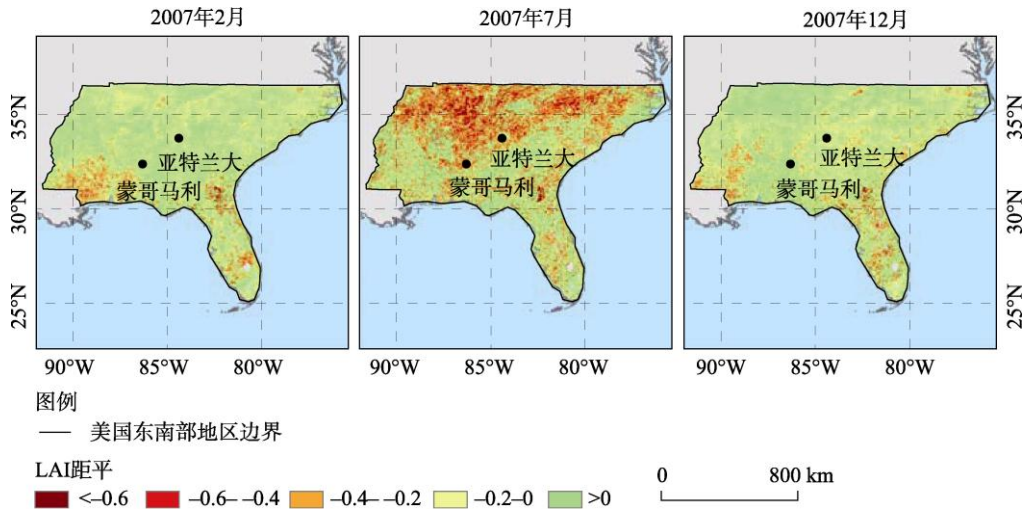


图 4 美国东南部地区不同月份 LAI 距平空间特征

干旱事件的发展演变过程中，一个地区干旱程度会经历由轻到重再到轻的发展过程，所以量化一个地区植被受某一干旱事件影响的整体状况具有重要意义。该研究中基于游程理论，提出植被遥感参数（LAI 和 FAPAR）距平累加值量化重大干旱事件对植被影响的累

积效应，并且运用该方法研究了重大干旱灾害对中国陆地植被的影响^[17]，这为研究干旱灾害对陆地植被的综合影响提供了一种方法参考。本数据集可以为分析典型重大旱灾对陆地植被的影响提供借鉴。

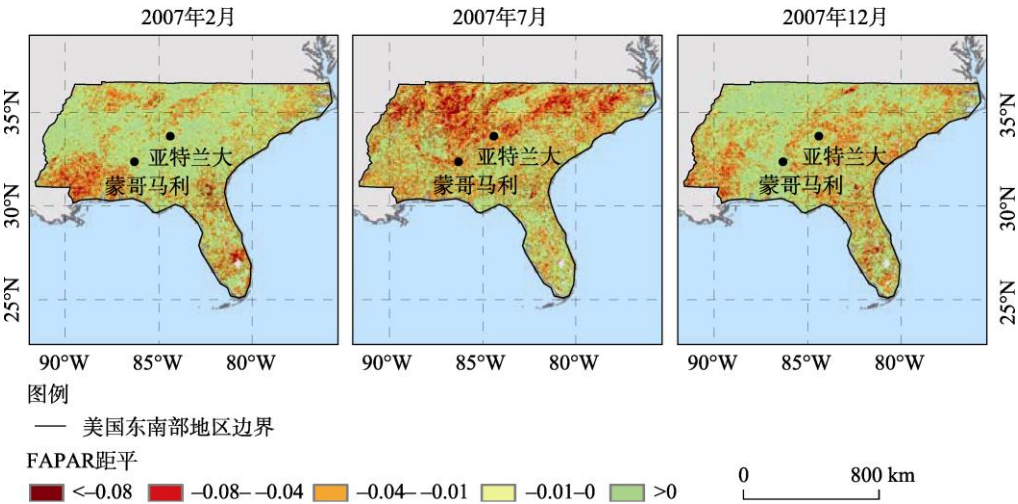


图 5 美国东南部地区不同月份 FAPAR 距平空间特征

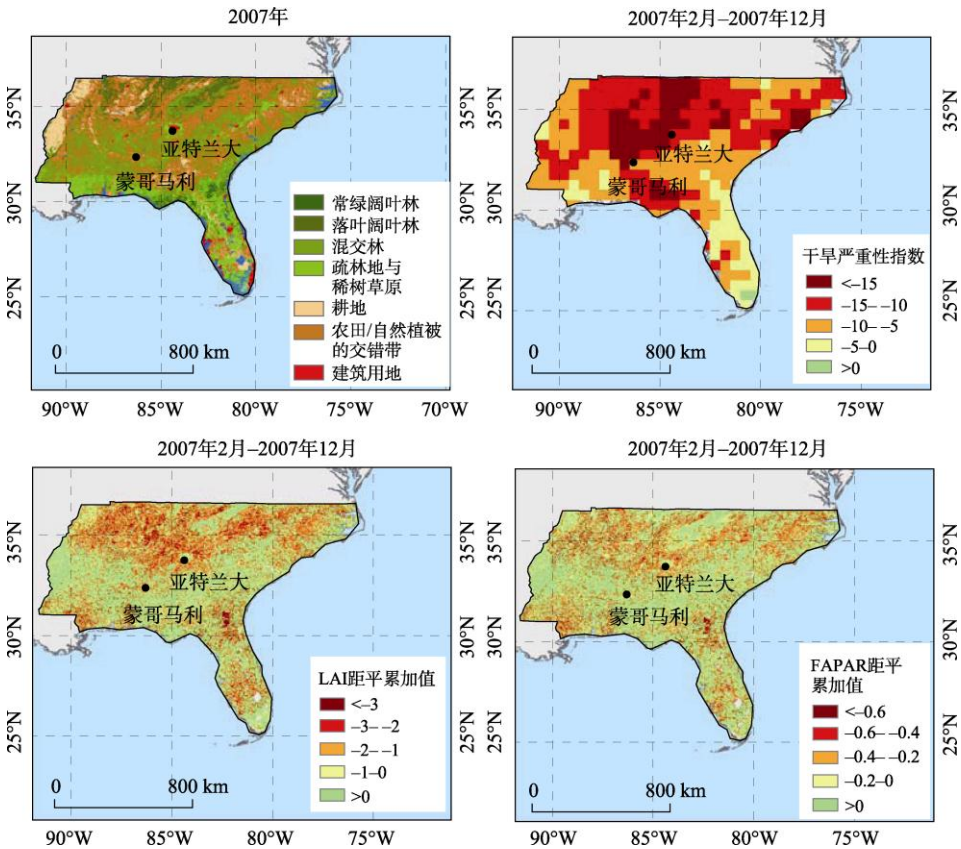


图 6 美国东南部地区植被类型、干旱严重性指数、植被遥感参数距平累加值空间分布

参考文献

- [1] 孔冬冬, 张强, 顾西辉等. 植被对不同时间尺度干旱事件的响应特征及成因分析[J]. 生态学报, 2016, 36(24): 7908–7918.
- [2] Abbas, S., Nichol, J., Qamer, F., *et al.* Characterization of drought development through remote sensing: a case study in Central Yunnan, China [J]. *Remote Sensing*, 2014, 6(6): 4998–5018.
- [3] Vicente-Serrano, S. M., Beguer á, S., Lópezmoreno, J. I. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index [J]. *Journal of Climate*, 2010, 23(7): 1696–1718.
- [4] Liang, S. L., Zhang, X. T., Xiao, Z. Q., *et al.* Global Land Surface Satellite (GLASS) Products Algorithms, Verification and Analysis [M]. Switzerland: Springer International Publishing, 2014.
- [5] Maxwell, J. T., Soulé P. T. United States drought of 2007: historical perspectives [J]. *Climate Research*, 2009, 38(2): 95–104.
- [6] 武建军, 杨建华. 美国东南部地区 2007 年干旱程度及其对植被影响数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2017. DOI: 10.3974/geodb.2017.04.09.V1
- [7] 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).
- [8] 杨好周, 梁忠民, 胡义明等. 游程理论在云南省干旱重现期分析中的应用[J]. 水电能源科学, 2013, 31(12): 8–12.
- [9] 左冬冬, 侯威, 颜鹏程等. 基于游程理论和两变量联合分布的中国西南地区干旱特征研究[J]. 物理学报, 2014, 63(23): 45–56.
- [10] Xiao, Z., Liang, S., Sun, R., *et al.* Estimating the fraction of absorbed photosynthetically active radiation from the MODIS data based GLASS leaf area index product [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2015, 171: 105–117.
- [11] Kim, K., Wang, M., Ranjitkar, S., *et al.* Using leaf area index (LAI) to assess vegetation response to drought in Yunnan province of China [J]. *Journal of Mountain Science*, 2017, 14(9): 1863–1872.
- [12] Zhang, L., Xiao, J., Li, J., *et al.* The 2010 spring drought reduced primary productivity in southwestern China [J]. *Environmental Research Letters*, 2012, 7(4): 045706.
- [13] Yan, J., Chen, B., Fang, S., *et al.* The response of vegetation index to drought: taking the extreme drought disaster between 2009 and 2010 in southwest China as an example [J]. *Journal of Remote Sensing*, 2012, 16(4): 720–37.
- [14] Wang, W., Wang, W., Li, J., *et al.* The impact of sustained drought on vegetation ecosystem in Southwest China based on remote sensing [J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2010, 2: 1679–1691.
- [15] Friedl, M. A., Mciver, D. K., Hodges, J. C. F., *et al.* Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 83(1): 287–302.
- [16] Friedl, M. A., Sulla-Menashe, D., Tan, B., *et al.* MODIS collection 5 global land cover: algorithm refinements and characterization of new datasets [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2010, 114(1): 168–182.
- [17] Yang, J., Wu, J., Zhou, H., *et al.* The impacts of typical drought events on terrestrial vegetation in China [J]. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2018, 42: 3.