

亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线划定与数据研发

刘闯, 石瑞香*

中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

摘 要: 亚洲热带湿润、半湿润生态地理区是亚洲热带雨林、季雨林集中分布地区, 是世界岛屿最密布的地区。在中尺度地球观测系统数据支持下, 作者采用同级不同指标法确定该生态地理区的地理界限。划分指标包括最冷月平均气温 16°C 、地形坡度大于 7° 、年降雨量 400 mm 等降水量线、印度-马来植物区系分布范围等。区划采取主导因子与综合因子相结合的划分方法。区域划分结果确定的亚洲热带湿润半湿润生态地理区的范围包括: 东起中国台湾省岛南部, 广东雷州半岛及其以南地区、广西和云南南部最冷月平均气温在 16°C 以上区域, 向西与世界屋脊生态地理区南部接壤, 再向西经印度、巴基斯坦, 与年降雨量 400 mm 等降水线和灌丛草地分布相吻合, 在卡拉奇以东与海岸线相接。在此线的南部的岛屿包括: 西起马尔代夫群岛、英属印度洋群岛、斯里兰卡及其周边岛屿、中南半岛近海岛屿、向东至印度尼西亚巴厘岛, 转向北, 沿印度尼西亚加里曼丹岛东海岸向北, 经萨兰加尼岛、菲律宾群岛至台湾岛。全区包括的疆域国家: 中国、印度、巴基斯坦、斯里兰卡、缅甸、老挝、越南、泰国、柬埔寨、马来西亚、新加坡、文莱和菲律宾、印度尼西亚等。海岸带和岛屿界线与 Google Earth 影像匹配, 数据以.shp 和.kmz 两种格式存储。

关键词: 亚洲; 热带; 湿润; 半湿润; 生态地理区; 区划方法论

DOI: 10.3974/geodp.2017.03.11

1 前言

亚洲热带湿润半湿润生态地理区位于亚洲南部, 是亚洲热带雨林气候和热带季风气候集中分布的地区, 区域包括中国、印度、巴基斯坦、斯里兰卡、缅甸、老挝、越南、泰国、柬埔寨、马来西亚、新加坡、文莱和菲律宾、印度尼西亚等十四个国家。全区陆地和海岛面积 $680.06 \times 10^4\text{ km}^2$ 。该区域是世界少有的岛屿众多的地理区域之一, 全区岛屿 13,000 多个, 海岛面积 $181.39 \times 10^4\text{ km}^2$, 占区域总面积的 26.67%。其中既包括如加里曼丹岛 (面积 $73.20 \times 10^4\text{ km}^2$)、海南岛 ($3.40 \times 10^4\text{ km}^2$) 等面积较大的岛屿, 也有面积小于 1 km^2 的珊瑚礁等小岛屿 (例如马耳他群岛中的珊瑚礁岛)。全区界线长度 $19.66 \times 10^4\text{ km}$, 其中海岸线长 $17.87 \times 10^4\text{ km}$, 占全区界线总长度的 90.90%。该区域是热带雨林植被在亚洲唯一分布的区域, 也是亚洲生物多样性最为丰富的地区。亚洲热带湿润半湿润生态地理区区域界线的划分, 有助于研究亚洲生态地理环境的区域分异规律。本项研究成果是在生态地理区划

收稿日期: 2014-11-20; 修订日期: 2017-01-30; 出版日期: 2017-09-25

基金项目: 中国科学院 (INF0-115-C01-SDB3-02); 中华人民共和国科学技术部 (2017YFA0604701)

*通讯作者: 石瑞香 L-4389-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所, shirx@igsrr.ac.cn

论文引用格式: 刘闯, 石瑞香. 亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线划定与数据研发[J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(3): 324-330. DOI: 10.3974/geodp.2017.03.11.

数据集引用格式: 刘闯, 石瑞香. 亚洲热带湿润、半湿润生态地理区区域界线数据[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2014. DOI: 10.3974/geodb.2014.02.04.V1.

基本理论基础上^[1]，采取数字化、定量化区划方法，采用遥感影像，多因子综合分析为主导因子融合的方法论完成。

2 数据集元数据简介

亚洲热带湿润半湿润生态地理区区域界线数据（Boundary Data of Asia Tropical Humid & Semi-Humid Eco-region，简称 ATHSBND）^[2]的数据集名称、短名名称、作者、地理区域、数据年代、数据空间分辨率、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一并列于表 1。

表 1 亚洲热带湿润半湿润生态地理区区域界线数据集元数据简表

条目	描述
数据库（集）名称	亚洲热带湿润、半湿润生态地理区区域界线数据
数据库（集）短名	ATHSBND
数据作者	刘闯 L-3684-2016，中国科学院地理科学与资源研究所，lchuang@igsnrr.ac.cn 石瑞香 L-4389-2016，中国科学院地理科学与资源研究所，shirx@igsnrr.ac.cn
地理区域	地理范围：34°32′47.33″N-12°12′32.17″S，68°23′48.07″E-126°36′19.05″E。全区包括的疆域有：中国、印度、巴基斯坦、斯里兰卡、缅甸、老挝、越南、泰国、柬埔寨、马来西亚、新加坡、文莱和菲律宾、印度尼西亚等
数据年代	2014 年
数据空间分辨率	30 m
数据格式	.shp, .kmz, .rar
数据集组成	数据集由两个数据文件组成：其一为亚洲热带湿润半湿润生态地理区区域界线的*.shp 格式的压缩数据文件包（ATHSBND.RAR），125 MB，包括界线的线状和多边形两个数据内容；其二是亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线的*.kmz 格式数据（ATHSBND.kmz），65.7 MB
数据量	478 MB（压缩为 191 MB）
基金项目	中国科学院（INF0-115-C01-SDB3-02）；中华人民共和国科学技术部（2017YFA0604701）
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 ^[3]

3 数据研发方法

本项研究依据生态地理区划的基本理论，即区域的相似性与区域间的差异性原则划分，采取同级、不同指标方法论进行区域划分。在区域划分过程中，考虑到气候（热量、水分）、地形地貌、植被、海陆分界等综合因子，也考虑到不同地段主导因子的不同采取不同指标进行划分。具体来说，采取四个不同类型主导因子，即与亚洲亚热带、温带季风生态地理

区的主要差异在气候因子中的热量因子（最冷月温度）、与世界屋脊生态地理区的主要差异在海拔高度和地形坡度、与西亚-北非干旱生态地理区的主要差异在于气候因子中的水分（年降雨量）和植被。根据上述区划理论，数据研发方法和流程见图 1。

研发中，运用的 1 月平均气温数据和年平均降水量数据来自文献[4]；ASTER GDEM 数据来自文献[5]；MODIS NDVI 数据来自文献[6]；NOAA 的国家地球物理数据中心（NGDC）海岸线数据集来自文献[7]；FAO 全球生态分区数据来自文献[8]。

3.1 与亚洲亚热带温带季风生态地理区界线的划定

亚洲热带湿润半湿润生态地理区与亚洲亚热带、温带季风生态地理区的显著差异是热量的差异。柯本气候分类^[9]、联合国粮农组织^[8]、中国、越南等国相关领域专家^[10-25]均采用热量指标（最冷月平均气温）作为亚洲热带与亚热带气候、生态、地理、农业、热带作物等区划的首选指标。不同的是柯本气候分类采取 18℃作为划分指标。中国学者根据气候^[18]、植被^[19-22]、综合自然区划^[21]等将热带北界主导因子——最冷月平均气温的划分指标确定为 16℃。唐永奎^[10]、余显方^[16]、中国农业资源与区划^[24]则把该指标定为 15℃。

本方案以一月平均气温 16℃为主导因子指标，结合坡度小于 7°地形，参考《中国气候区划》^[18]、越南农业气候资源与区划^[25]、NGDC 的海岸线数据^[7]，并结合 Google Earth 遥感影像最终确定亚洲热带湿润半湿润生态地理区与亚洲亚热带温带季风生态地理区的界限。该界限涉及三个主要地段，分别是：中国云南、越南北部一线；中国雷州半岛南部一线；中国台湾岛南部一线。

中国云南、越南北部一线长度 5,614.57 km，最北点达到 24°15'27"N，101°27'47"E。热带特征能够达到这样的纬度，是特定东北-西南走向的山脉为来自东南海洋暖湿气流提供了长驱直入的方便条件。如图 2 所示。

亚洲热带湿润半湿润生态地理区区域界线在中国雷州半岛南部的界线确定在茂名市、

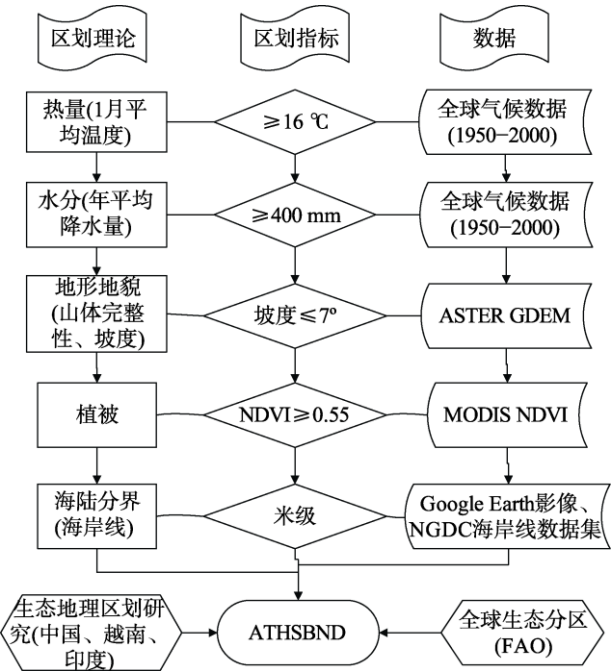


图 1 ATHSBND 研发方法和流程图

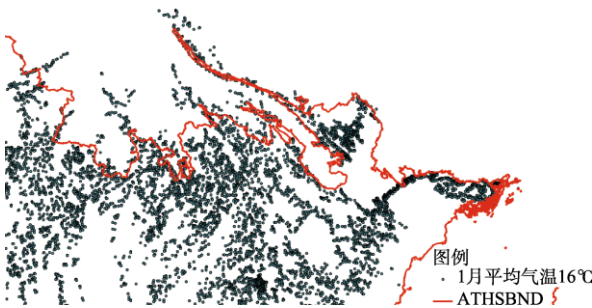


图 2 ATHSBND 在中国云南、越南北部一线位置与多年 1 月平均气温关系图

化州市以北的山地丘陵与平原界线为界，这个界线略比 16℃线向北 30 km 左右，最北处在广东高州市附近至 21°55'17"N（图 3）。这样划线的依据是在 16℃线主导因子下，兼顾地形地貌的完整性。

亚洲热带湿润半湿润生态地理区域界线在中国台湾岛南部的界线沿海岸线海拔一般低于 500 m，最北在东海岸位于花莲市板下村附近，即北纬 24°10'51"N，西海岸至彰化市与台中市的界河大溪河口处，即至 24°11'48"N（见图 4）

3.2 与世界屋脊生态地理区界线的划定

亚洲热带湿润半湿润生态地理区与世界屋脊生态地理区划分的界限在刘闯等^[26-27]文章中已经有比较明确的阐述。主要划分指标是海拔高度（4,000 m）、地形坡度（7°）、山地生态系统的完整性等指标。亚洲热带湿润半湿润生态地理区与世界屋脊生态地理区划分的界限全线长度 6,933.20 km（图 5）。

3.3 与西亚-北非热带-亚热带干旱生态地理区界线的划定

亚洲热带湿润半湿润生态地理区与西亚-北非干旱生态地理区的界限划定主要依据降水和植被两个主导要

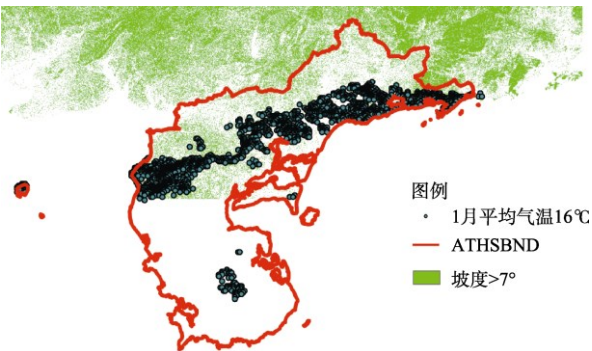


图3 ATHSBND 在中国雷州半岛一线位置与多年 1 月平均气温关系图



图4 ATHSBND 在中国台湾岛一线位置与多年 1 月平均气温关系图



图5 亚洲热带湿润半湿润生态地理区与世界屋脊生态地理区划分的界线图

素^[28-31]。全年 400 mm 等降水量线和 MODIS 植被指数 (NDVI) 大于等于 0.55 的分布如图 6 所示。该段界线长度为 4,186.49 km。

4 数据结果

本项研究最后得到的亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线数据可视化图见图 7。全区陆地和海岛总面积为 $680.06 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区域是世界独特的岛屿众多的地理区域, 全区岛屿 13,000 多个, 海岛面积 $181.39 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占区域总面积的四分之一以上 (26.67%)。

亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线数据集由两个数据文件组成:

- ① 亚洲热带湿润半湿润生态地理区区域界线数据*.shp 格式的压缩文件包 (包括界线的线状数据和面状数据两种), 数据文件名称为 ATHSBND.rar, 数据量为 125 MB;

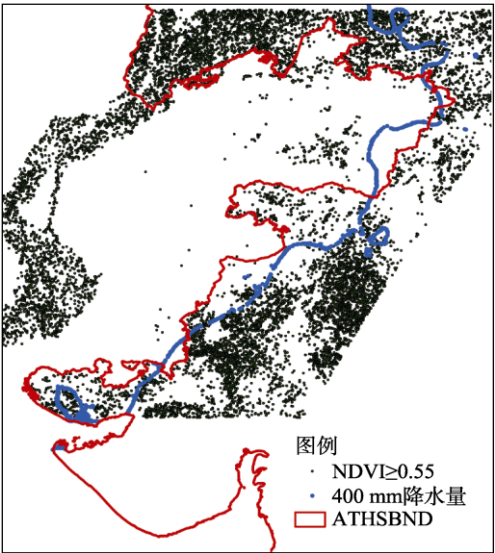


图 6 亚洲热带湿润半湿润生态地理区与降水量和植被的关系图

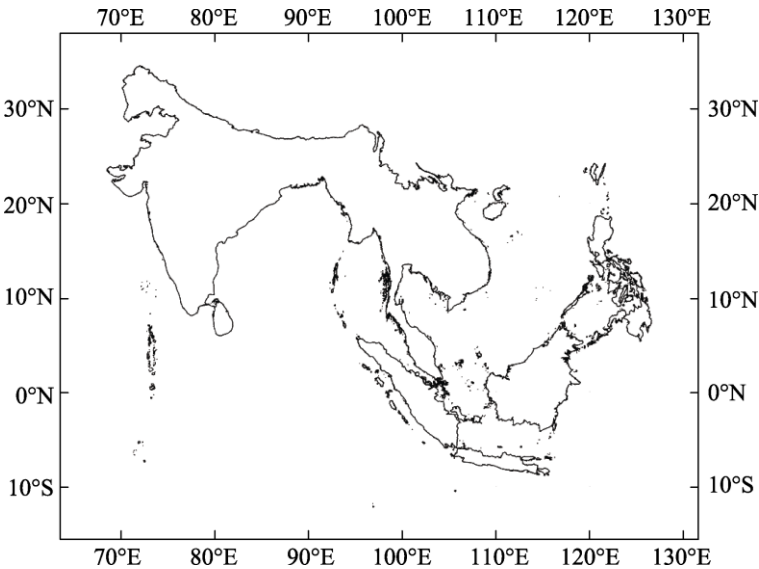


图 7 亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线数据图

- ② 亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线的*.kmz 格式数据, 数据文件名称为 ATHSBND.kmz, 数据量为 65.7 MB。

5 讨论

亚洲热带湿润半湿润生态地理区界线的划定过程中, 以下几个问题值得关注和讨论。

① 亚洲热带湿润半湿润生态地理区北线位置问题

本项研究结论中,关于亚洲热带湿润半湿润生态地理区北线位置与唐永奎(1959、1964)^[10,13]、曾昭璇等(1966、1980)^[14,19]、余显芳(1981)^[16]、徐祥浩(1964、1982)^[21, 22]等关于中国热带与亚热带分界线的研究结论相接近。这个结论表明:亚洲热带湿润半湿润生态地理区北线穿过中国境内。由此说明中国生态地理区划的第一级的划分在中国的东部不是一个东部季风区,而是由东部季风区和南方热带岛屿区共同组成。笔者在这个结论基础上,提出了中国综合生态地理区划第一级划分为四大生态地理区(即东部季风生态地理区、西北干旱生态地理区、青藏高原生态地理区和南方热带岛屿生态地理区)的新观点^[32]。

② 海岸线的确定

海岸线通常被定义为陆地与海洋的分界线,一般指平均高潮线。但是,由于条件有限,本文海岸线定义为以 Google Earth 遥感影像为本底信息可以区分的海陆分界线作为海岸线(图8)。这样的无奈划分是由于缺少全球潮汐变化基础信息。此外,在河流三角洲附近的海岸线基本上根据河流入海变宽的弧形部位确定。但是有的河口这个弧形部位并不明显。



图8 海岸线数据与遥感影像的匹配图

③ 行政区划界线与生态地理区划界线的结合问题

亚洲热带湿润半湿润生态地理区是全球生态地理区划的组成部分,全球生态地理区划的目的除了通过区划认识世界生态地理地域分异规律外,还有一个重要的目的是为可持续发展全球治理服务。实现该目的的区划方案需要与行政区划紧密结合。在国际山地研究中心的喜马拉雅-兴都库什区域划分的时候就是采取与行政区划界线一致的做法。本区划方案的完成是本着结合自然-社会经济发展基础上划分综合生态地理区域界线,然后在未来发展部分增加与行政区划界线的结合的办法,而不是在区划界线上直接采用行政界线的做法。

参考文献

- [1] 刘闯. 中尺度对地观测系统支持下中国综合自然地理区划新方法研究[J]. 地理科学进展, 2004, 23(6): 1-9.
- [2] 刘闯, 石瑞香. 亚洲热带湿润、半湿润生态地理区区域界线数据[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2014. DOI: 10.3974/geodb.2014.02.04.V1.
- [3] 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).
- [4] WorldClim—Global Climate Data. <http://www.worldclim.org/current>.
- [5] ASTER GDEM 2. Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), October 2011, Digital Elevation Database, Earth Remote Sensing Data Analysis Center, Japan, ASTER GDS User Service, http://www.gds.aster.ersdac.or.jp/gds_www2002/service_e/inq.c_e/set_inq.c_e.html, LP DAAC User Services, https://lpdaac.usgs.gov/customer_service.
- [6] MODIS NDVI data. <http://glcf.umd.edu/data/ndvi/>.
- [7] NGDC shoreline data. <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/shorelines/data/gshhg/latest/>.

- [8] Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Global ecological zoning for the global forest resources assessment 2000 (final report) [R]. Rome, 2001.
- [9] 柯本气候分类法. 维基百科. <http://zh.wikipedia.org/zh-cn/%E6%9F%AF%E6%9C%AC%E6%B0%94%E5%80%99%E5%88%86%E7%B1%BB%E6%B3%95>.
- [10] 唐永奎. 从对全国综合自然区划中所定划分热带指标的意见谈到桂西南热带界线的划分[J]. 地理学报, 1959, 25(6): 460-462.
- [11] 任美镔, 曾昭璇. 论中国热带的范围[J]. 地理科学, 1991, 11(2): 101-108.
- [12] 吴绍洪, 郑度. 生态地理区域系统的热带北界中段界线的新认识[J]. 地理学报, 2000, 55(6): 689-697.
- [13] 唐永奎. 我国热带界线的探讨[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1964, 2(1): 135-137.
- [14] 曾昭璇, 刘南威, 李国珍等. 我国热带界线问题的商榷[J]. 地理学报, 1980, 35(1): 87-92.
- [15] 黄秉维. 竺可桢同志与我国热带和海南岛的科学研究(一) [J]. 地理研究, 1984, 3(1): 8-18.
- [16] 余显芳. 关于我国热带界线的划分问题[J]. 热带地理, 1981, 4: 8-14.
- [17] 符淙斌, 曾昭美. 季风区——全球降水变化率最大的地区[J]. 科学通报, 1997, 42(21): 2306-2310.
- [18] 中央气象局. 中国气候区划 (1: 36000000) [M]. 刘明光: 中国自然地理图集(第二版). 北京: 中国地图出版社, 2000, 49.
- [19] 曾昭璇. 从栽培植物分布区域试谈我国热带界线[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1966, 4(1): 151-154.
- [20] 马其侠, 王发国, 陈炳辉等. 从见血封喉的分布看广东省热带与亚热带的界线划分[J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(1): 7-12.
- [21] 徐祥浩. 关于华南的热带与亚热带分界线问题[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6(1): 74-77.
- [22] 徐祥浩. 从地植物学的角度谈华南的热带与亚热带的分界线问题[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1964, 2(1): 137-139.
- [23] 赵松乔. 《中国自然地理》总论[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [24] 中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所中国农业资源区划办公室. 中国农业资源与区划[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997.
- [25] 杨文坎. GIS 支持下的越南农业气候资源及其区划的研究[D]. 南京: 南京气象学院, 2004.
- [26] 刘闯, 石瑞香, 陈文波. 世界屋脊生态地理区区域划分界线及其数据成果[J]. 地理学报, 2014, 69(增刊): 12-19, 104-112.
- [27] 刘闯, 石瑞香, 陈文波. 世界屋脊生态地理区界线地理信息系统数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2014. DOI: 10.3974/geodb.2014.01.01.V1.
- [28] Joshi, P. K. K., Roy, P. S., Singh, S., *et al.* Vegetation cover mapping in India using multi-temporal IRS Wide Field Sensor (WiFS) data [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2006, 103 (2): 190-202.
- [29] Prasad, A. K., Sarkar, S., Singh, R. P., *et al.* Inter-annual variability of vegetation cover and rainfall over india [J]. *Advances in Space Research*, 2007, 39: 79-87.
- [30] Cai, X. L., Sharma, B. R. Integrating remote sensing, census and weather data for an assessment of rice yield, water consumption and water productivity in the Indo-Gangetic river basin [J]. *Agricultural Water Management*, 2010, 97: 309-316.
- [31] Dhakar, R., Sehgal, V. K., Pradhan, S. Study on inter-seasonal and intra-seasonal relationships of meteorological and agricultural drought indices in the Rajasthan State of India [J]. *Journal of Arid Environments*, 2013, 97: 108-119.
- [32] 刘闯, 石瑞香. 中国综合自然地理区划四大生态地理区界线数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2016. DOI: 10.3974/geodb.2016.04.21.V1.