

“一带一路”区域 10 大互联互通工程沿线 10 km 范围内 30 m 分辨率植被覆盖度数据集 (2017)

田海峰^{1,2}, 牛 铮^{1,2*}, 柳钦火¹, 邬明权¹, 付丹敏³, 李 丽¹, 吴俊君¹,
裴 杰^{1,2}, 龚 围^{1,2}, 成 陆³, 仲 波¹

1. 中国科学院遥感与数字地球研究所遥感科学国家重点实验室, 北京 100101;
2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049;
3. 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083

摘要: 在“一带一路”倡议背景下, 中国对外投资或承建的重大互联互通基础设施工程对当地环境的影响引起了国际社会的广泛关注, 本文选择 10 个重大互联互通工程, 采用遥感技术手段和 Landsat-8 遥感影像生产各工程沿线 10 km 缓冲区内的植被覆盖度数据集。该数据集是以 Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) 光学影像为基础数据, 首先在 Google Earth Engine 云平台上计算归一化差异植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), 然后合成研究区内 2017 年度最大 NDVI, 以此数据为本底, 采用像元二分模型方法计算得到植被覆盖度数据集。植被覆盖度数值介于 0-1 之间。0 表示无植被覆盖, 数值越高表明植被覆盖程度越好。该数据集空间分辨率为 30 m, 存储为.tif 格式, 由 30 个文件组成, 数据量为 7.5 GB (压缩为 10

收稿日期: 2019-01-07; 修订日期: 2019-03-02; 出版日期: 2019-03-25

基金项目: 中国科学院 (XDA19030304); 国家自然科学基金 (41730107, 41771465)

*通讯作者: 牛铮 M-9923-2017, 中国科学院遥感与数字地球研究所, niuzheng@radi.ac.cn

数据引用方式: [1] 田海峰, 牛铮, 柳钦火等. “一带一路”区域 10 大互联互通工程沿线 10 km 范围内 30 m 分辨率植被覆盖度数据集(2017) [J]. 全球变化数据学报, 2019, 3(1): 27-33. DOI: 10.3974/geodp.2019.01.04.

[2] 田海峰, 牛铮. 亚吉(亚的斯亚贝巴-吉布提)铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.08.03.V1.

[3] 裴杰, 牛铮, 邬明权. 乌兹别克斯坦安帕铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.07.V1.

[4] 付丹敏, 牛铮, 邬明权. 赞比亚塞奇铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.15.V1.

[5] 田海峰, 牛铮. 肯尼亚蒙内铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.17.V1.

[6] 付丹敏, 牛铮, 邬明权. 土耳其科依高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.18.V1.

[7] 付丹敏, 牛铮, 邬明权. 匈塞铁路(布达佩斯-贝尔格莱德)沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.19.V1.

[8] 吴俊君, 柳钦火, 李丽等. 中老泰铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.20.V1.

[9] 龚围, 柳钦火, 牛铮等. 巴基斯坦白卡公路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.08.V1.

[10] 成陆, 牛铮, 邬明权. 俄罗斯莫喀高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.14.V1.

[11] 李丽, 柳钦火, 牛铮等. 印度尼西亚雅万(雅加达-万隆)高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.08.01.V1.

个文件, 数据量 516 MB), 可为工程建设对当地植被生态系统的影响等相关研究提供客观、科学的基础数据。

关键词: 植被覆盖度; 一带一路; 互联互通工程; Landsat 影像; Google Earth Engine

DOI: 10.3974/geodp.2019.01.04

1 前言

植被是生态系统的重要组成要素之一, 在陆地圈层的物质循环、能量交换过程中扮演着十分重要的角色。植被覆盖度 (Fraction of Vegetation Coverage, FVC) 是指植被 (包括叶、枝、茎) 在水平地面的垂直投影面积占研究区域总面积的百分比^[1-2], 它不仅是表征地表植被覆盖的重要参数, 而且还是植被长势的一个重要参量^[3], 是遥感领域度量植被退化的重要指标之一^[4]。植被覆盖状况是区域气候环境等多种因素综合作用的结果, 其变化对评价区域生态系统有重要意义^[5], 因此植被覆盖度遥感估算成为当前研究的热点之一。

在“一带一路”倡议背景下, 中国对外投资或承建的重大互联互通基础设施工程项目得到快速发展^[6], 极大地促进了当地社会经济的可持续发展^[7], 但当地自然环境复杂, 工程建设对生态环境的影响也备受社会各界关注^[8-9]。因此, 本文选取中国对外援建或承建的 10 个重大互联互通基础设施工程, 采用遥感技术手段生产工程沿线 10 km 缓冲区内、空间分辨率为 30 m 的植被覆盖度数据集, 为工程建设对当地植被生态系统的影响提供客观、科学的基础数据。

2 数据集元数据简介

《“一带一路”区域 10 大互联互通工程沿线 10 km 范围内 30 m 分辨率植被覆盖度数据集 (2017)》^[10-19]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 “一带一路”区域 10 个重大互联互通工程数据集群元数据简表

条 目	描 述
数据集名称 (全称; 短名)	1. 亚吉 (亚的斯亚贝巴-吉布提) 铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Addis_Ababa-Djibouti_Railway_2017 2. 乌兹别克斯坦安帕铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Angren-Papu_Railway_2017 3. 赞比亚塞奇铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Serenje-Chipata_Railway_2017 4. 肯尼亚蒙内铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Addis_Ababa-Djibouti_Railway_2017 5. 土耳其科依高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Kosekoy-Inonu_HSRailway_2017 6. 匈塞铁路 (布达佩斯-贝尔格莱德) 沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Hungary-Serbia_Railway_2017 7. 中老泰铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_China-Laos-Thailand_Railway_2017 8. 巴基斯坦白卡公路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Peshawar-Karachi_Motorway_2017 9. 俄罗斯莫喀高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Moscow-Kazan_HSRailway_2017 10. 印度尼西亚雅万 (雅加达-万隆) 高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集 (2017); FVC_Djakarta-Bandung_HSRailway_2017

续表

条 目	描 述
作者信息	田海峰 A-3126-2019, 中国科学院遥感与数字地球研究所, tianhf@radi.ac.cn 牛 铮 M-9923-2017, 中国科学院遥感与数字地球研究所, niuzheng@radi.ac.cn 柳钦火 S-1647-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, liuqh@radi.ac.cn 邬明权 E-7890-2019, 中国科学院遥感与数字地球研究所, wumq@radi.ac.cn 付丹敏 A-3414-2019, 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 1994165106@qq.com 李 丽 S-4533-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, lili3982@radi.ac.cn 吴俊君 S-3712-2018, 中国科学院遥感与数字地球研究所, wujj@radi.ac.cn 裴 杰 M-9240-2017, 中国科学院遥感与数字地球研究所, peijie@radi.ac.cn 龚 围 Q-8293-2017, 中国科学院遥感与数字地球研究所, 1271129410@qq.com 成 陆 A-3180-2019, 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 441885013@qq.com 仲 波 L-4528-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, zhongbo@radi.ac.cn
地理区域	蒙内铁路 (1°16'31"S-4°5'46"S, 36°48'35"E-39°41'41"E)、亚吉铁路 (8°27'33"N-11°37'32"N, 38°30'52"E-43°10'22"E)、安帕铁路 (40°47'05"N-41°12'35"N, 70°1'24"E-71°10'51"E)、塞奇铁路 (13°08'56"S-14°24'19"S, 30°07'34"E-32°43'22"E)、匈塞铁路 (44°44'17"N-47°27'01"N, 18°54'07"E-20°30'28"E)、中老泰铁路 (12°36'1"N-24°26'25"N, 100°25'29"E-103°2'56"E)、科依高铁 (39°44'49"N-40°50'52"N, 29°51'42"E-30°29'38"E)、雅万高铁 (6°9'23"S-7°4'6"S, 106°47'26"E-107°47'11"E)、莫喀高铁 (55°39'25"N-56°28'4"N, 37°30'7"E-49°15'44"E)、白卡公路 (24°51'50"N-34°13'29"N, 66°59'48"E-74°20'33"E)
数据年代	2017
时间分辨率	年
空间分辨率	30 m
数据格式	.tif
数据量	516 MB (压缩后)
数据集组成	(1) 亚吉(亚的斯亚贝巴-吉布提)铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 793 MB (2) 乌兹别克斯坦安帕铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 30 MB (3) 赞比亚塞奇铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 178 MB (4) 肯尼亚蒙内铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 439 MB (5) 土耳其科依高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 41 MB (6) 匈塞铁路(布达佩斯-贝尔格莱德)沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 243 MB (7) 中老泰铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 1.64 GB (8) 巴基斯坦白卡公路沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 3.52 GB (9) 俄罗斯莫喀高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 533 MB (10) 印度尼西亚雅万(雅加达-万隆)高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集(2017): 3 个数据文件, 51 MB
基金项目	中国科学院(XDA19030304); 国家自然科学基金(41730107, 41771465)
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 ^[20]

3 数据研发方法

在遥感科学领域,植被覆盖度与归一化差异植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)具有良好的相关性,是遥感反演植被覆盖度的常用技术指标^[21]。本文采用的植被覆盖度反演公式如下:

$$FVC = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad (1)$$

式中, $NDVI_{soil}$ 表示裸土或无植被区域的 NDVI 值, $NDVI_{veg}$ 表示纯植被区域的 NDVI 值。受区域季节差异,以及土壤类型、湿度等环境影响, $NDVI_{soil}$ 的值具有一定的不确定性,一般在-0.1 至 0.2 之间,本文统计研究区内所有像元的 NDVI 值,记 0.5%处的 NDVI 值为 $NDVI_{soil}$,同理,记 99.5%处的 NDVI 值为 $NDVI_{veg}$ 。

$$NDVI = (\rho_{red} - \rho_{nir}) / (\rho_{red} + \rho_{nir}) \quad (2)$$

式中, ρ_{red} 和 ρ_{nir} 分别表示遥感影像中红波段和近红外波段的反射率。

由于每个研究区的范围都较大,研究区内多阴雨天气,严重影响遥感影像的质量。本文采用提取合成年内最大 NDVI 值的方法减弱云雨天气对遥感影像的影响。即在一年内,每个像元位置上存在多个 NDVI 值,取这些值中的最大值作为该像元值,所有像元位置上的最大 NDVI 值构成一幅新的 NDVI 影像,即本文使用的 NDVI 数据,在此数据基础上,按照公式(1)计算植被覆盖度。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

具体的数据集组成详见表 1。数据集由 10 个独立的数据子集组成,即 10 条交通线沿线 10 km 范围内植被覆盖度数据集。每个数据子集包括 3 个文件,包括数据主文件和头文件信息,即.tif、.tif.ovr 和.tif.aux.xml。

4.2 数据结果

蒙内铁路、亚吉铁路沿线 10 km 缓冲区内 2017 年植被覆盖度如图 1 所示,鉴于篇幅,其他工程沿线的植被覆盖度分布图未展示。

总体而言,各工程沿线植被覆盖度主要分布在 0.4-0.8 的区间内(表 2),各个工程沿线植被覆盖度的具体分布状况存在区域差异。

蒙内铁路沿线 10 km 缓冲区内植被覆盖度主要在 0.4-0.6 之间,其面积占研究区总面积的 42.55%;其次分布在 0.6-0.8 之间,其面积占研究区总面积的 37.06%;大于 0.8 的面积占比为 9.48%;小于 0.4 的面积占比为 10.91%。蒙内铁路沿线植被覆盖度总体上呈现均衡分布,沿线气候类型单一,为热带草原气候。

亚吉铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度主要在 0-0.2 之间,其面积占研究区总面积的 35.08%;其次分布在 0.4-0.6 之间,其面积占研究区总面积的 29.74%;大于 0.6 的面积占比为 10.39%。整体呈现东部覆盖度低,西部覆盖度高的地理空间分布格局,这与当地不同的气候类型有很大关系。亚吉铁路东部属于热带沙漠气候,地形以平原为主;西部属于热带草原气候,地形以山地、丘陵为主。

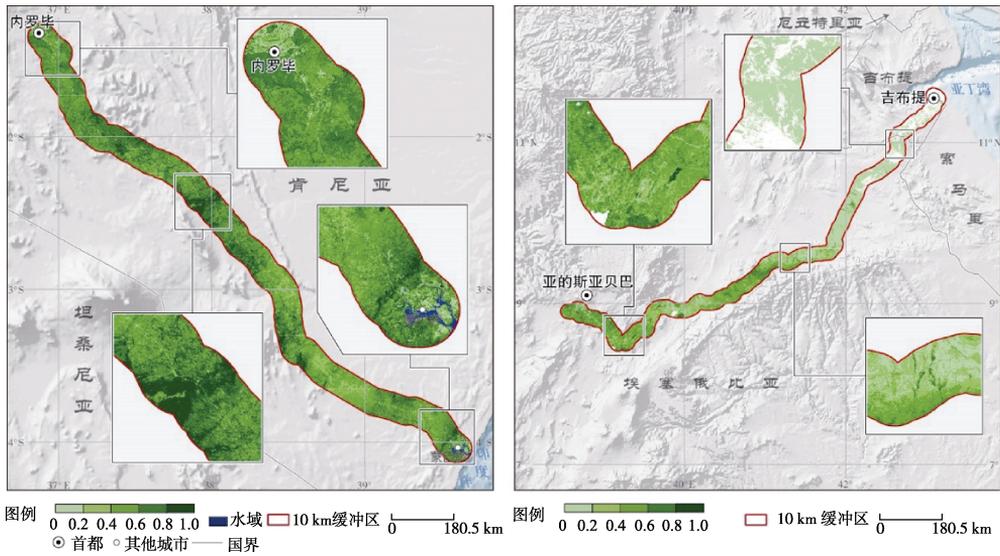


图 1 蒙内铁路(左)、亚吉铁路(右)沿线 10 km 缓冲区内 2017 年植被覆盖度分布图

表 2 互联互通工程沿线植被覆盖度分级统计结果

工程名称		植被覆盖度区间				
		0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1
蒙内铁路	面积 (km ²)	85.98	955.94	4,063.78	3,539.3	904.8
	占比 (%)	0.9	10.01	42.55	37.06	9.48
亚吉铁路	面积 (km ²)	4,741.95	3,350.5	4,020.38	1,354.84	49.8
	占比 (%)	35.08	24.79	29.74	10.02	0.37
安帕铁路	面积 (km ²)	488.24	311.48	284.52	286.42	293.62
	占比 (%)	29.34	18.72	17.1	17.21	17.64
塞奇铁路	面积 (km ²)	5.72	6.31	206.35	3,339.28	2,883.52
	占比 (%)	0.09	0.1	3.2	51.84	44.77
匈塞铁路	面积 (km ²)	74	203.7	875.4	2,784.7	3,793.4
	占比 (%)	0.96	2.63	11.32	36.02	49.07
中老泰铁路	面积 (km ²)	27.66	5,293.59	9,588.1	23,117.76	56.39
	占比 (%)	0.07	13.9	25.18	60.7	0.15
雅万高铁	面积 (km ²)	653.12	57.25	419.5	546.6	951.85
	占比 (%)	24.85	2.18	15.96	20.79	36.22
莫喀高铁	面积 (km ²)	410.63	1,193.36	2,773.01	18,274.54	5,738.85
	占比 (%)	1.45	4.2	9.77	64.37	20.21
科依高铁	面积 (km ²)	83.92	101.52	566.69	1,920.18	889.53
	占比 (%)	2.36	2.85	15.91	53.91	24.97
白卡公路	面积 (km ²)	91.71	1,097.57	15,145.98	26,944.13	612.79
	占比 (%)	0.2	2.5	34.51	61.39	1.4

安帕铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度整体偏低，植被覆盖度大于 0.6 的面积占研究区总面积的比重仅为 34.85%，植被覆盖度小于 0.4 的比重高达 48.06%。安帕铁路深居亚

欧大陆内部,气候严重干旱,年降水量少且其年内分配不均,不利用于植被生长。

塞奇铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度主要分布在 0.4–0.6 之间,其面积占研究区总面积的 43.34%;其次分布在 0.6–0.8 之间,其面积占研究区总面积的 40.27%;大于 0.8 的面积占比为 8.96%;小于 0.4 的面积占比为 7.43%。塞奇铁路位于非洲东南部,沿线平均海拔约 1,000 m,平均降水量约为 1,270 mm,温湿的气候有利于当地植被生长。

匈塞铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度主要分布在 0.4–0.6 之间,其面积占研究区总面积的 42.50%;其次分布在 0.6–0.8 之间,其面积占研究区总面积的 25.50%;大于 0.8 的面积占比为 14.99%;小于 0.4 的面积占比为 17.02%。

中老泰铁路沿线 10 km 范围内植被覆盖度为 0.4–0.6 的区域占比最大,其面积占研究区总面积的 60.70%;其次是 0.6–0.8 的区域,占比为 25.18%。中老泰铁路南北纵深,跨越纬度 12 度,沿线地形复杂,气候多样,以热带、亚热带季风气候为主,植被主要分为热带雨林和季雨林、亚热带常绿阔叶林、亚高山针叶林三种类型。

雅万高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度占比最大的区间是 0.8–1,面积为 951.85 km²,占研究区总面积的 36.22%;其次是 0–0.2,区域面积为 653.12 km²,占研究区总面积的 24.85%;植被覆盖度大于 0.4 的总面积为 1917.95 km²,占比为 72.97%。雅万高铁沿线良好的植被覆盖度,得益于沿线湿热的热带雨林气候。

莫喀高铁沿线 10 km 范围内植被覆盖度主要在 0.6–0.8 之间,其面积占研究区总面积的 64.37%;大于 0.8 的区域占研究区总面积的 20.21%,沿线人为干扰小,区域森林资源较为丰富;小于 0.6 的面积占比为 15.42%。

科依高铁沿线 10 km 范围内,植被覆盖度为 0.8–1 的区域占研究区总面积的 32.82%;植被覆盖度为 0.6–0.8 的区域占研究区总面积的 29.52%;覆盖度为 0.4–0.6 的区域占研究区总面积的 22.92%;覆盖度小于 0.4 的只占 14.73%。

白卡公路沿线 10 km 范围区的植被覆盖度主要在 0.6–0.8 区间内,其面积占研究区总面积的 39.62%;其次分布在 0.4–0.6 与 0.8–1 区间内,其面积分别占研究区总面积的 21.7%、26.06%;小于 0.4 的面积占比为 12.62%。白卡公路沿线农田广布,植被以农作物为主。

5 结论

植被覆盖度是遥感科学领域内具有重要生态指示意义的指标参数之一,与植被长势以及生物多样性具有显著关联性。本文完成了“一带一路”区域 10 大互联互通工程沿线 10 km 缓冲区内 2017 年植被覆盖度数据集的生产,分析了不同工程沿线植被覆盖度的分布状况,为工程建设对当地植被生态系统的影响提供客观、科学的基础科学数据,以客观数据回应了国际社会对中国对外工程建设影响当地生态环境的顾虑,有利于积极促进“一带一路”倡议的可持续发展。

作者分工:田海峰、牛铮、柳钦火、郭明权对数据集的开发做了总体设计;田海峰、付丹敏、李丽、吴俊君、裴杰、龚围、成陆、仲波采集和制作了植被覆盖度数据集;田海峰撰写了数据论文等。

参考文献

- [1] Hoffmann, W. A., Jackson, R. B. Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savanna to grassland [J]. *Journal of Climate*, 2000, 13(9): 1593–1602.
- [2] Gitelson, A. A., Kaufman, Y. J., Stark, R., et al. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 80(1): 76–87.
- [3] 闫萧萧, 李晶, 杨震. 2000–2016年陈巴尔虎旗植被覆盖度时空变化遥感动态监测[J]. *中国农业大学学报*, 2018, 23(6): 121–129.
- [4] 彭飞, 范闻捷, 徐希孺等. 2000–2014年呼伦贝尔草原植被覆盖度时空变化分析[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2017, 53(3): 563–572.
- [5] 朱敬芳, 邢白灵, 居为民等. 内蒙古草原植被覆盖度遥感估算[J]. *植物生态学报*, 2011, 35(6): 615–622.
- [6] 玛依努尔, 赵军. “一带一路”倡议下中国铁路“走出去”面临的障碍及应对之策[J]. *对外经贸实务*, 2018(9): 8–11.
- [7] 马克·沃尔顿, 邓哲远. 一条铁路的带动效应[J]. *中国投资*, 2018(8): 86–90.
- [8] 王洛忠, 张艺君. “一带一路”视域下环境保护问题的战略定位与治理体系[J]. *中国环境管理*, 2016(4): 60–64.
- [9] 王慧慧. “一带一路”沿线国家的环境保护问题[J]. *中国战略新兴产业*, 2018(40): 31–33.
- [10] 田海峰, 牛铮. 亚吉(亚的斯亚贝巴-吉布提)铁路沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.08.03.V1.
- [11] 裴杰, 牛铮, 邬明权. 乌兹别克斯坦安帕铁路沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.07.V1.
- [12] 付丹敏, 牛铮, 邬明权. 赞比亚塞奇铁路沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.15.V1.
- [13] 田海峰, 牛铮. 肯尼亚蒙内铁路沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.17.V1.
- [14] 付丹敏, 牛铮, 邬明权. 土耳其科依高铁沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.18.V1.
- [15] 付丹敏, 牛铮, 邬明权. 匈塞铁路(布达佩斯-贝尔格莱德)沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.19.V1.
- [16] 吴俊君, 柳钦火, 李丽等. 中老泰铁路沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.20.V1.
- [17] 龚围, 柳钦火, 牛铮等. 巴基斯坦白卡公路沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.08.V1.
- [18] 成陆, 牛铮, 邬明权. 俄罗斯莫喀高铁沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.07.14.V1.
- [19] 李丽, 柳钦火, 牛铮等. 印度尼西亚雅万(雅加达-万隆)高铁沿线10 km范围内植被覆盖度数据集(2017) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.08.01.V1.
- [20] 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).
- [21] 李庆旭, 张彪, 王爽等. 京津风沙源区2000–2015年植被覆盖状况的区域差异研究[J]. *地学前沿*, 2018, 25(5): 298–304.