

“一带一路”及其毗邻区域 0.25°分辨率植被生产潜力数据集 (2015)

张 乾^{1,2}, 辛晓洲^{1*}, 张海龙¹, 龚 围^{1,3}, 李 丽¹, 柳钦火^{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, 北京 100049; 3. 重庆师范大学, 重庆 400047

摘 要: 植被生产潜力是指在一定时期内一定土地面积上, 在当地自然环境条件下植被可能获得的单位面积最大生产能力。本研究对“一带一路”及其毗邻区域, 包括亚洲、非洲、欧洲和大洋洲的植被生产潜力进行了估算, 揭示了光温和光温水生产潜力分布趋势, 以及温度、水分条件对植被利用光能资源的胁迫效应。利用布达哥夫斯基连乘原理估算植被生产潜力, 即先利用 2015 年的 MuSyQ (Multi-Source Data Synergized Quantitative Remote Sensing Production System) 辐射产品得到研究区域的光合有效辐射, 进而计算植被的光合生产潜力, 然后利用 2015 年的 ECMWF (欧洲中期天气预报中心) 温度数据进行订正, 得到光温生产潜力, 再利用 2015 年的蒸发量 (基于 ECMWF 大气再分析数据和遥感产品所生产) 和降水量数据 (来自 CMORPH 美国气候预测降水中心融合技术降水产品) 进行水分订正, 得到光温水生产潜力。结果表明: 青藏高原海拔高, 温度低, 光温生产潜力在 30 t/ha 以下, 相比同纬度地区差异明显; 中低纬度的沙漠干旱地区, 如非洲的撒哈拉沙漠、阿拉伯半岛, 光温与光温水生产潜力的差值可达 180 t/ha。该数据集的分辨率是 0.25°, 存储格式为.tif, 数据量为 7.5 MB (压缩后数据量为 1,034 KB)。

关键词: “一带一路”; 光温生产潜力; 光温水生产潜力

DOI: 10.3974/geodp.2018.01.04

1 前言

气候生产潜力, 是指在一定时期内一定土地面积上, 假设作物品种、土壤性状、耕作技术都适宜, 在当地自然环境条件下作物可能获得的单位面积最高产量^[1]。与气候生产潜力相似, 本文中的植被生产潜力是植被所获得的最大生产能力, 可明确不同气候要素对植被生产力的影响。太阳辐射、热量、水分是植物生长发育不可缺少的气候因子, 植被生产潜力的大小, 取决于光、温、水三要素的数量及相互协调配合的程度^[2]。太阳辐射是植被进行物质生产的能量来源, 影响植被生产潜力的大小, 仅考虑太阳辐射的光合生产潜力为最高层次, 也是理论上生产潜力的上限值, 该值与现实生产潜力的差距较大; 热量是影响

收稿日期: 2017-11-24; 修订日期: 2018-03-19; 出版日期: 2018-03-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41201352, 41771394)

*通讯作者: 辛晓洲 S-3681-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, xin_xzh@163.com

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

数据引用方式: [1] 张乾, 辛晓洲, 张海龙等. “一带一路”及其毗邻区域 0.25°分辨率植被生产潜力数据集(2015)[J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(1): 18-22. DOI: 10.3974/geodp.2018.01.04.

[2] 张乾, 辛晓洲, 张海龙等. “一带一路”及其毗邻区域 0.25°分辨率植被生产潜力数据集(2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2017. DOI: 10.3974/geodb.2017.03.16.V1.

植被生长发育的重要气候资源，合适的温度条件有助于发挥植被的生产潜力，在光合生产潜力的基础上对温度进行订正，得到光温生产潜力；水分在作物的生长发育过程中发挥着重要的作用，是制约植被生产潜力的关键因子，水分条件的满足与否，直接影响着地区内光温资源的利用情况，在光温生产潜力的基础上对水分进行订正得到光温水生产潜力^[3-4]。

“一带一路”区域跨越多个气候带，地势差异显著，植被类型多样，光温水条件分布悬殊。本文基于太阳短波辐射、月平均温度、月平均降水量和月平均蒸发量数据，利用 ArcGIS 的空间分析功能，计算了“一带一路”及其毗邻区域 2015 年植被生产潜力数据集^[5]，分析了其光温和光温水生产潜力分布趋势。

2 数据集元数据简介

“一带一路”及其毗邻区域植被生产潜力数据集的名称、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”及其毗邻区域 0.25 %分辨率植被生产潜力数据集元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	“一带一路”及其毗邻区域 0.25 %分辨率植被生产潜力数据集（2015）
数据集短名	B&RPlantProducPotential
作者信息	张乾 M-9694-2017, 中国科学院遥感与数字地球研究所, 2270211857@qq.com 辛晓洲 S-3681-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, xin_xzh@163.com 张海龙 L-6186-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, zhljnju@163.com 龚围 Q-8293-2017, 中国科学院遥感与数字地球研究所, 1271129410@qq.com 李丽 S-4533-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, lili3982@163.com 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
地理区域	亚洲、欧洲、非洲和大洋洲
数据年代	2015 年
时间分辨率	1 年
空间分辨率	0.25°
数据格式	.tif
数据量	7.5 MB
数据集组成	数据文件 1：“一带一路”及其毗邻区域光温生产潜力数据，一幅.tif 格式影像，3.75 MB 数据文件 2：“一带一路”及其毗邻区域光温水生产潜力数据，一幅.tif 格式影像，3.75 MB
基金项目	国家自然科学基金（41201352, 41771394）
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

3.1 算法原理

本研究利用王建源、刘勤等^[7-8]所使用的方法,根据光照、温度和水分条件的满足状况来衡量植被生产潜力。对气候生产潜力的估算一般方法是从太阳总辐射出发,求出作物的光合生产潜力然后对其进行温度订正得到光温生产潜力,再对其进行水分订正得到光温水生产潜力。生产潜力的计算采用布达哥夫斯基原理,即连乘公式,

$$Y=f_1(Q)f_2(T)f_3(W,E) \quad (1)$$

式中, Y 为生产潜力; f_1 、 f_2 、 f_3 分别为光、温、水因子的订正函数; Q 、 T 、 W 、 E 分别为总辐射、平均温度、降水量和蒸发量。

光合生产潜力公式,

$$f_1(Q)=Q\varepsilon(1-\alpha)(1-\beta)(1-\rho)(1-\gamma)(1-\omega)(1-8\%)^{-1}\varphi/17765 \quad (2)$$

式中, Q 为总辐射, ε 为光合有效辐射比, α 为作物群体对辐射的吸收率, β 为漏射率, ρ 为非光合器官无效吸收率, γ 为光饱和限制率, ω 为呼吸作用损耗, φ 为量子效率。17,765 kJ/kg 指的是生成 1 kg 干物质所需消耗 17,765 kJ, $(1-8\%)^{-1}$ 指的是植物体无机养分约耗去 8%。

光温生产潜力公式,

$$Y_1=f_1(Q)f_2(T) \quad (3)$$

$$f_2(T)=4.301\cdot 10^{-2}T-5.771\cdot 10^{-4}T^2 \quad (4)$$

式中, T 是以月平均最高气温与月平均气温之和除以 2, 表示进行光合作用时的平均气温。

光温水生产潜力公式,

$$Y_2=Y_1f_3(W,E) \quad (5)$$

$$\begin{cases} f_3(W,E)=1 & W \geq E \\ f_3(W,E)=\frac{W}{E} & W < E \end{cases} \quad (6)$$

式中, W 为降水量, E 为蒸发量。

3.2 技术路线

根据光合生产潜力公式和光温生产潜力公式,基于 2015 年的光合有效辐射数据和月平均温度,利用 ArcGIS 的栅格计算器工具计算出光温生产潜力;根据光温水生产潜力公式,基于光温生产潜力和 2015 年的月平均降水量和蒸发量数据,计算出光温水生产潜力(图 1)。

4 数据结果

4.1 光温生产潜力数据

“一带一路”及其毗邻区域光温生产潜力的最大值为 227.6 t/ha (数据集影像的单位是 kg/ha), 最小值为 0, 平均值为 98.9 t/ha。统计各地理分区的光温生产潜力的平均值,如图 2 所示。西亚、非洲北部和非洲南部光温生产潜力的平均值均超过 150 t/ha, 俄罗斯地区的光温生产潜力平均值最小, 小于 40 t/ha。

“一带一路”及其毗邻区域光温生产潜力空间分布格局总体呈现西南高，东北低的特征（图 3）。中国青藏高原由于海拔较高，年均温较低，导致光温生产潜力较低，在 30 t/ha 以下，其它区域光温生产潜力与年太阳总辐射空间分布趋势一致。阿拉伯半岛和伊朗高原的部分地区，非洲中部和东北部的部分地区，由于光热同期，光温生产潜力可达 200 t/ha 以上，为区域最高值；俄罗斯地区西部的光温生产潜力大于东部，且由于纬度较高，年均温和年总太阳总辐射量较低，光温生产潜力整体较低，存在区域最低值，在 5 t/ha 以下。

4.2 光温水生产潜力数据

“一带一路”及其毗邻区域光温水生产潜力的最大值为 174.5 t/ha（数据集影像的单位是 kg/ha），最小值为 0，平均值为 44.9 t/ha。统计各地理分区的光温水生产潜力的平均值，如图 4 所示。东南亚的光温水生产潜力的平均值最大，超过 110 t/ha，中亚、非洲北部、俄罗斯和西亚的光温水生产潜力的平均值最小，在 25 t/ha 以下。西亚和非洲北部地区受水分限制最为明显，俄罗斯和欧洲地区受水分限制最小。

光温水生产潜力空间分布格局总体呈现赤道低纬度地区高、大陆东岸较高的特征（图 5）。相比光温生产潜力，光温水生产潜力更能反映出地区内植被受环境影响的真实生产能力，突出受水分限制的区域。中低纬度的沙漠干旱地区，光温与光温水生产潜力的差值可至 180 t/ha。非洲北部的撒哈拉沙漠地区和南部的卡拉哈迪沙漠地区、索马里半岛、阿拉伯半岛、伊朗高原、澳大利亚中西部、南亚西部地区受水分条件限制，植被生产潜力大幅降低。东亚季风区、澳大利亚东海岸、欧洲和南非东部水分条件较好，植被生产潜力保持了较高的水平。

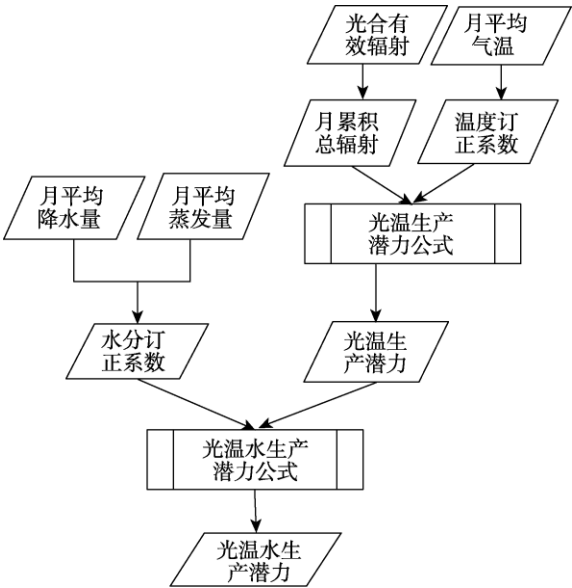


图 1 植被生产潜力生成技术流程图

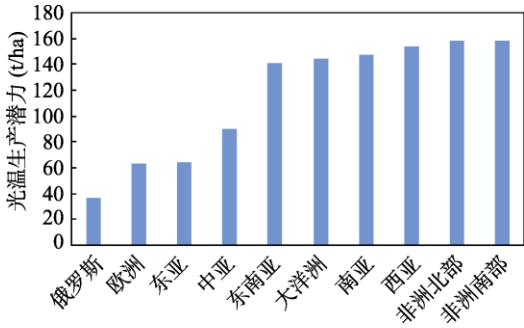


图 2 不同地理分区的光温生产潜力均值

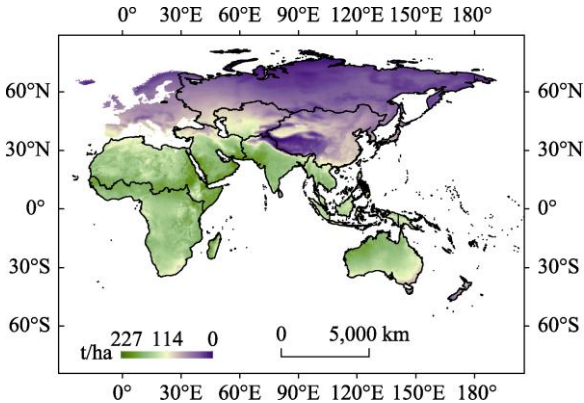


图 3 2015 年“一带一路”及其毗邻区域光温生产潜力分布图

5 讨论和总结

植被生产潜力的研究可以明确不同气候要素对植被生产力的影响程度。本文基于太阳短波辐射、月平均温度、月平均降水量和月平均蒸发量数据,根据生产潜力计算公式,得到了“一带一路”及其毗邻区域 2015 年的光温和光温水生产潜力。该数据集揭示了“一带一路”及其毗邻区域光温和光温水生产潜力分布趋势,以及温度、水分条件对植被利用光能资源的胁迫效应。光温生产潜力空间分布格局总体呈现西南高,东北低的特征,另外青藏高原海拔高,温度低,光温生产潜力在 30 t/ha 以下,相比同纬度地区差异明显;光温水生产潜力空间分布格局总体呈现赤道低纬度地区高、大陆东岸较高的特征,相比光温生产潜力,光温水生产潜力更能反映出地区内植被受环境影响的真实生产能力,中低纬度的沙漠干旱地区,如非洲的撒哈拉沙漠、阿拉伯半岛,光温与光温水生产潜力的差值可达 180 t/ha。该数据集为评价“一带一路”及其毗邻区域的生态环境质量和发展潜力提供了重要的基础数据。

作者分工: 柳钦火、辛晓洲和张海龙对数据集的开发做了总体设计;龚国采集和处理数据并制作图件;张乾、张海龙和李丽完成数据分析撰写了数据论文等。

参考文献

- [1] 李世奎, 候光良, 欧阳海等. 中国农业气候资源和农业气候规划[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 124-139.
- [2] 信乃谄, 王立祥. 中国北方旱区农业[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1998: 150-164.
- [3] 慕小艳. 陕西渭南卤阳湖开发区土壤生产潜力分析与土壤改良措施研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [4] 侯亚兵. 河南省玉米生产潜力及增产途径研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2007.
- [5] 张乾, 辛晓洲, 张海龙等. “一带一路”及其毗邻区域 0.25°分辨率植被生产潜力数据集(2015)[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2017. DOI: 10.3974/geodb.2017.03.16.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] 王建源, 赵玉金, 陈艳春等. 山东省太阳辐射及其光热生产潜力评估[J]. 安徽农业科学, 2010, 11(2): 3581-3583. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2010.07.100.
- [8] 刘勤, 严昌荣, 何文清. 山西寿阳县旱作农业气候生产潜力研究[J]. 中国农业气象, 2007, 28(3): 271-274. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6362.2007.03.009.

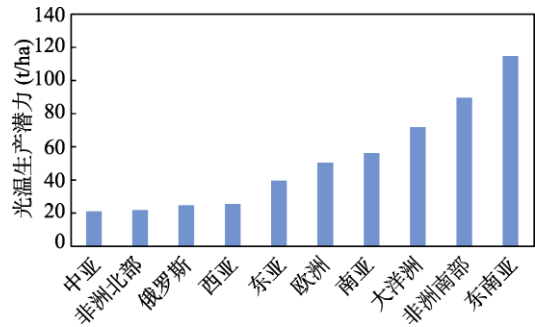


图4 不同地理分区的光温水生产潜力均值

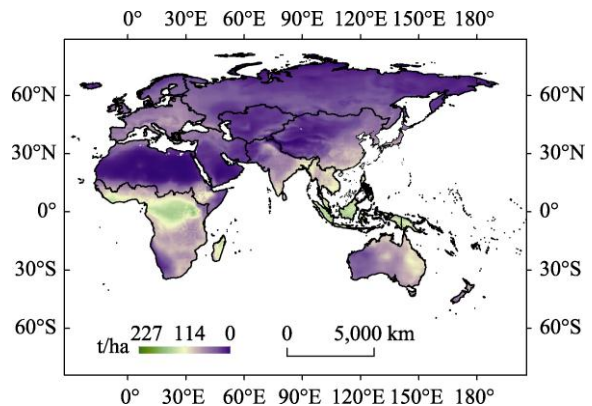


图5 2015年“一带一路”及其毗邻区域光温水生产潜力分布图