

# 中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集 (2013)

张海龙, 辛晓洲\*, 李 丽, 余珊珊, 李小军, 仲 波, 柳钦火\*

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

**摘 要:** 光合有效辐射是影响植被生长的重要参数。中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集是以静止卫星 MTSAT2 和极轨卫星 MODIS 数据为基础, 研发的技术路线为: (1) 首先进行云天/晴空模式判别, 以区分晴空与阴天; 本研究中采用 CDFS 模型( Cloud Depiction and Forecast System ) 进行云检测, 采用三步来完成云识别: 1) 时间差分; 2) 动态阈值; 3) 光谱识别。每种方法分别利用云在时间、空间、光谱方面的不同特征, 以便快速准确的检测云。(2) 对云天模式, 需要进行云光学厚度 (COT) 反演; 对晴空模式, 需要反演气溶胶光学厚度(AOD)及大气总可降水量。以大气辐射传输模型为基础, 分别构建晴空条件下大气状况与光合有效辐射的查找表 (LUT), 云天条件下大气状况与光合有效辐射的查找表, 利用查找表插值得到瞬时光合有效辐射, 采用时间积分的方法获得每日光合有效辐射。(3) 日累积光合有效辐射数据产品精度验证采用中国国家气象局气象资料中心提供的国家级气象辐射观测站 (96 个台站) 的实测下行太阳辐射资料与计算数据对比的方法。由于光合有效辐射与太阳短波辐射的转换系数随季节、植被类型以及植被物候期的不同而有所差异, 在本研究统一采用转换系数 0.47。中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集的时间分辨率为日, 时间范围为 2013 年 (因原始数据缺失, 缺 8 天)。数据缩放系数是 0.1, 单位是  $W/m^2$ 。数据结果表明: 在华东/华中地区以及东北/华北地区, 日估算值与实测值的相关系数较高 (0.86); 西南山区和青藏高原地区相关系数略低 (0.75 左右)。本数据集可以作为该区域 2013 年植被生长因子年内变化分析的主要参考数据集。数据存储为 .hdf 格式, 压缩后数据量为 340 MB。

**关键词:** 中国-东盟区域; 光合有效辐射; 5 km

**DOI:** 10.3974/geodp.2017.01.06

## 1 前言

光合有效辐射是影响植被生长的重要参数<sup>[1]</sup>。中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集 (2013) <sup>[2]</sup> (5km spatial resolution PAR product of China-Asean) 是中国-东盟区域遥感监测研究重要的成果产出, 是中国-东盟区域环境监测时空分布格局重要的数据资源。该数据集是以静止卫星 MTSAT2 和极轨卫星 MODIS 数据为基础, 利用辐射传输模型构建查找

收稿日期: 2015-04-20; 修订日期: 2015-09-15; 出版日期: 2017-03-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2012AA12A304, 2012AA12A305, 2013AA12A301)

\*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遥感科学国家重点实验室, 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遥感科学国家重点实验室, liuqh@radi.ac.cn

论文引用格式: 张海龙, 辛晓洲, 李丽等. 中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集 (2013) [J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(1): 40-44. DOI:10.3974/geodp.2017.01.06.

数据集引用格式: 张海龙, 辛晓洲, 李丽等. 中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集 (2013) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2015. DOI:10.3974/geodb.2015.02.05.V1.

表的方法，生成晴阴天状况下的 PAR 数据。

2 数据集元数据简介

中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集（MuSyQ-PAR-5 km-2013）的名称、短名称、通讯作者、作者、地理区域、数据年代、数据空间分辨率、数据出版单位、数据共享网络服务平台、数据集组成等信息一并列于表 1。

表 1 中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集（2013）元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集（2013）
数据集短名	MuSyQ-PAR-5 km-2013
作者信息	张海龙 L-6168-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, zhanghl@radi.ac.cn 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 李 丽 S-4533-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, lili3982@163.com 余珊珊 S-4050-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, yushan0427@163.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 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	地理范围包括南纬 10°55'12"至北纬 53°32'24", 东经 73°37'12"至 141°0'36"。包括中国、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、新加坡、泰国、文莱、越南、老挝、缅甸和柬埔寨
数据年代	2013 年
空间分辨率	5 km
时间频率	日
数据文件个数	一个压缩数据包，包括 365 个数据文件。
数据格式	.hdf
数据量	340 MB
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2012AA12A304, 2012AA12A305, 2013AA12A301）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
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 <sup>[3]</sup>

3 数据研发方法

数据研发方法包括数据预处理，模型构建，及模型检验三个步骤，该数据的研发方法已经在 *Remote Sensing of Environment*（2015）发表，有关算法和模型的详细介绍请见参考

文献[4]。

5 km 光合有效辐射的总体技术思路为：首先进行云天/晴空模式判别，对云天模式，需要进行云光学厚度（COT）反演；对晴空模式，需要反演气溶胶光学厚度（AOD）及大气总可降水量。以大气辐射传输模型为基础，分别构建晴空条件下大气状况与光合有效辐射的查找表（LUT），云天条件下大气状况与光合有效辐射的查找表，利用查找表插值得到瞬时光合有效辐射，采用时间积分的方法获每日光合有效辐射。该产品的总体流程如图 1 所示。

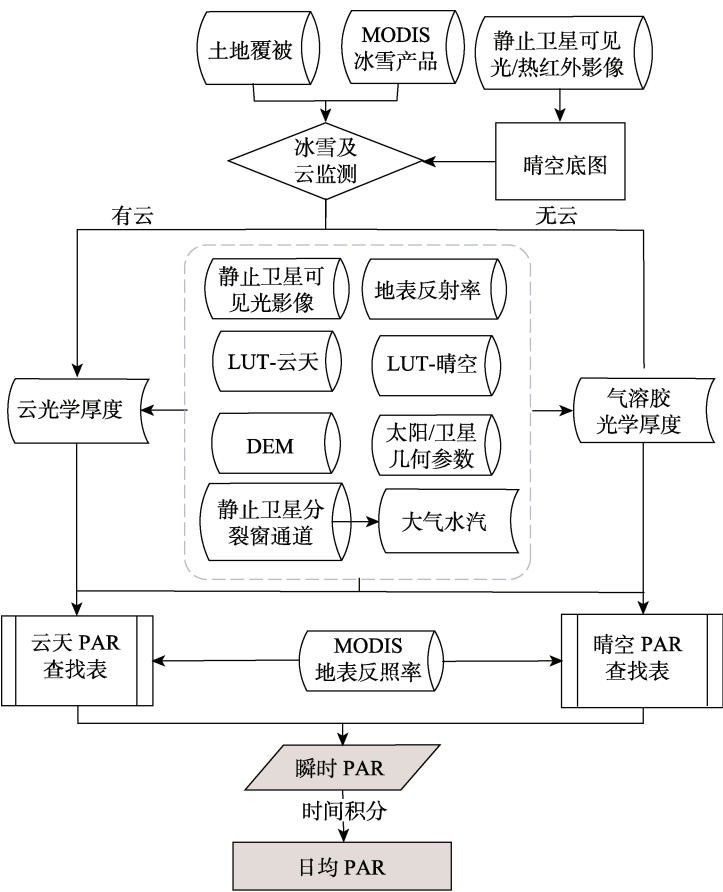


图 1 5 km 下行短波辐射数据生成流程

首先需要进行云检测以区分晴空与阴天，本研究中采用 CDFS 模型（Cloud Depiction and Forecast System）进行云检测<sup>[5]</sup>，采用三步来完成云识别：1）时间差分；2）动态阈值；3）光谱识别，每种方法分别利用云在时间、空间、光谱方面的不同特征，以便快速准确地检测云。对于晴空状况，需要进行大气可降水量的反演，对于有云条件则需要进行云光学厚度的反演，反演方法参见相关文献<sup>[6]</sup>。

利用辐射传输模型构建的查找表，以静止卫星反演的上述大气参数作为输入，通过对

查找表进行插值的方法实现瞬时光合有效辐射的估算。由于静止卫星的成像间隔为 1 h，利用卫星相邻成像时刻的瞬时值与成像时间间隔进行累加求和可得日均光合有效辐射。对缺失数据采用相邻时刻影像的大气状况代替，若一天可照时间段中数据缺失数量超过 3 幅，则该日的数据剔除，不参与产品的生成。

4 数据集组成

中国-东盟光合有效辐射数据集，空间分辨率为 5 km，时间分辨率为 1 天，采用 HDF 格式存储，每日数据为一个文件，数据年份为 2013 年。该数据集包括元数据信息和数据实体两部分组成。元数据信息包括：投影类型及参数、单位、比例因子、增量、有效值范围、填充值；数据实体以“Daily\_PAR”命名，存储光合有效辐射。每个数据文件的数据量约为 9 MB。2013 年总光合有效辐射分布如图 2 所示。

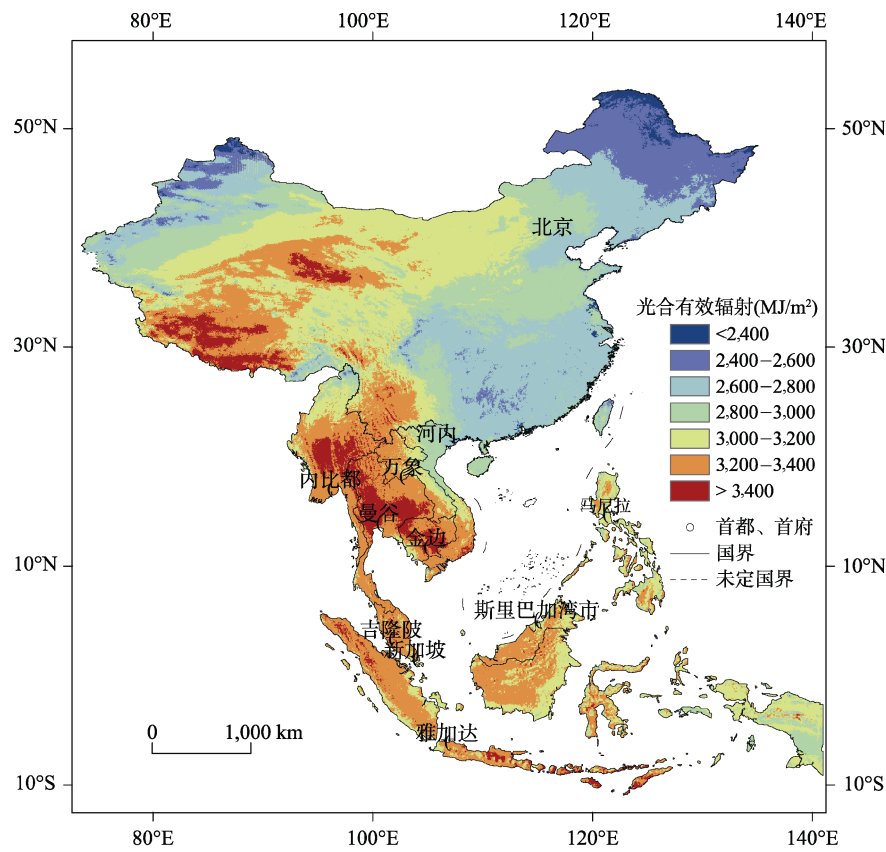


图 2 中国-东盟 2013 年总光合有效辐射分布（审图号：GS(2015)1527 号）

5 数据可靠性检验

由于光合有效辐射的实测数据较少，对日累积光合有效辐射的检验采用中国太阳总辐射观测站的太阳辐射实测数据进行间接验证，PAR 与太阳短波辐射的转换系数随季节、植

被类型、以及植被物候期的不同而有所差异,大多取值为 0.44–0.50<sup>[5–6]</sup>,在本研究中,统一采用转换系数 0.47。中国以外区域暂未进行验证。选取国家级气象辐射观测站 96 个台站的实测下行太阳辐射资料用于产品精度验证,数据来自于国家气象局气象资料中心。在华东/华中地区以及东北/华北地区日估算值与实测值的 MBE 为 5.02–8.27 W/m<sup>2</sup> 之间, RMSE 为 25.89–17.13 W/m<sup>2</sup> 之间,相关系数  $R^2$  在 0.86 以上;西北地区的 MBE 为 9.60 W/m<sup>2</sup>, RMSE 为 19.36 W/m<sup>2</sup>;而西南山区(云贵高原、四川、重庆等地区)由于地形的影响,估算值较实测值偏低,其 MBE 为 -0.16 W/m<sup>2</sup>;青藏高原区由于特殊的地形与大气特征,估算的日总 PAR 与实测值的 MBE 为 2.02 W/m<sup>2</sup>, RMSE 为 20.92 W/m<sup>2</sup>,相关系数为 0.75。

## 6 结论

覆盖中国和东盟地区光合有效辐射日频率数据(2013),经过实验和验证表明,可作为该区域生态环境变化评估、气候模型、水文模型以及植被生长 2013 年内变化分析的基础输入数据。

**作者分工:** 张海龙和辛晓洲负责下行短波辐射算法研究、论文撰写与修改;李丽负责产品精度验证;余珊珊负责云检测算法;李小军负责图件制作;仲波和柳钦火负责产品格式及产品生产。

## 参考文献

- [1] Alados, I., Foyo-Moreno, I., Olmo, F. J., *et al.* Improved estimation of diffuse photosynthetically active radiation using two spectral models [J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2002, 111(1): 1–12. DOI: 10.1016/S0168-1923(02)00046-1.
- [2] 张海龙, 辛晓洲, 李丽等. 中国-东盟 5 km 分辨率光合有效辐射数据集(2013)[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2015. DOI: 10.3974/geodb.2015.02.05.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] Li, L., Xin, X. Z., Zhang, H. L., *et al.* A method for estimating hourly photosynthetically active radiation (PAR) in China by combining geostationary and polar-orbiting satellite data [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2015, 165: 14–26. DOI: 10.1016/j.rse.2015.03.034.
- [5] Moon, P. Proposed standard solar radiation curves or engineering use [J]. *Journal of the Franklin Institute*, 1940, 230(5): 583–618. DOI: 10.1016/S0016-0032(40)90364-7.
- [6] McCree, K. J. A solarimeter for measuring photosynthetically active radiation [J]. *Agricultural Meteorology*, 1966, 3(5/6): 353–366. DOI: 10.1016/0002-1571(66)90017-3.