

# 中国-东盟 5 km 分辨率下行短波辐射数据集 (2013)

张海龙, 辛晓洲\*, 余珊珊, 李 丽, 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:** 太阳辐射是地表生物、物理和化学过程的基本能源,也是水文模拟、陆面过程模型的基本输入参数。中国-东盟自由贸易区的建立为“一带一路”的实施打下了良好基础,推动了区域经济的快速发展,也加重了生态环境的承载压力。中国-东盟下行短波辐射数据集提供了区域生态环境主要参量,其空间分辨率为 5 km,时间分辨率为每天。每天的数据存储为一个文件,数据格式采用.tif 存储,缩放系数是 0.1,单位是  $\text{W/m}^2$ ,时间范围为 2013 年(因原始数据缺失,缺 8 天)。数据量为 1.15 GB(压缩为 386 MB)。该数据集的输入数据包括日本气象厅的静止卫星 MTSAT-2,全圆盘图像时间分辨率为 1 h,以及 MODIS 16 天合成的地表反照率产品。数据集的生产方法采用基于辐射传输模型的查找表法,首先创建云掩膜,根据晴阴天选用不同的查找表,在生成瞬时辐射的基础上,累积为日均辐射及年总辐射。产品验证采用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产品数据集直接对比的方法。整体验证结果表明,模型估算值与实测值的相关系数为 0.93,总体偏差为  $10.13 \text{ W/m}^2$  (5.86%),均方根误差为  $35.83 \text{ W/m}^2$  (20.72%)。青藏高原区的验证结果表明,青藏高原区下行短波辐射模拟值与实测值的总体相关系数为 0.91,总体偏差为  $3.20 \text{ W/m}^2$  (1.53%),均方根误差为  $36.56 \text{ W/m}^2$  (17.50%)。该数据集对不同下垫面和地形起伏情形的下行短波辐射都能较好模拟,且数据质量无明显退化。

**关键词:** 中国-东盟;下行短波辐射;5 km;每天;2013

**DOI:** 10.3974/geodp.2017.03.07

## 1 前言

中国-东盟 5 km 分辨率下行短波辐射数据集<sup>[1]</sup>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 MTSAT-2 和极轨卫星 MODIS 数据为基础,利用辐射传输模型构建查找表的方法,生成晴阴天状况下的下行短波辐射数据。

## 2 数据集元数据简介

中国-东盟 5 km 分辨率下行短波辐射数据集(2013)的名称、短名名称、作者、地理区域、数据年代、空间分辨率、数据集组成、基金项目、数据出版与共享服务平台和数据共

收稿日期: 2015-02-15; 修订日期: 2016-03-25; 出版日期: 2017-09-25

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, 余珊珊等. 中国-东盟 5 km 分辨率下行短波辐射数据集(2013)[J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(3): 299-302. DOI: 10.3974/geodp.2017.03.07.

数据集引用格式: 张海龙, 辛晓洲, 余珊珊等. 中国-东盟 5 km 分辨率下行短波辐射数据集(2013)[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2015. DOI: 10.3974/geodb.2015.02.07.V1.

享政策等信息一并列于表1。

表 1 中国-东盟 5 km 分辨率下行短波辐射数据集（2013）元数据简表

条目	描 述		
数据库（集）名称	中国-东盟5 km分辨率下行短波辐射数据集（2013）		
数据库（集）短名	MuSyQ-DSR-5km-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 余珊珊 S-4050-2016, 中国科学院遥感与数字地球研究所, yushan0427@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 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	10°55'12"S-53°32'24"N, 73°37'12"E-141°0'36"E。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	时间分辨率	天
数据格式	.tif,		
数据量	1.15 GB（压缩后为386 MB）		
数据集组成	数据集由355个.tif文件组成，每个文件包含一个波段，为日均下行短波辐射		
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>[2]</sup>		

3 数据研发方法

中国-东盟地区5 km空间分辨率下行短波辐射数据集研发的总体技术思路为：首先进行云天/晴空模式判别，对云天模式，需要反演云光学厚度（COT）；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下行短波辐射的查找表（LUT），云天条件下大气状况与下行短波辐射的查找表，利用查找表插值得到瞬时下行短波辐射（DSR），采用时间积分的方法获得每日DSR，同时从不同时间/空间尺度对模型反演结果进行验证。该产品的生产流程见图1。

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>[3]</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, 以便快速准确的检测云。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, 反演方法详见文献<sup>[4]</sup>。

晴空状况下, 采用分裂窗算法计算大气可降水量, 可以表示为<sup>[5]</sup>:

$$PW = \frac{1}{Va} \left\{ \frac{1}{\sec \theta} \ln \left[ \frac{T_1 - T_{air}}{T_2 - T_{air}} \right] - V_k \right\} \quad (1)$$

式中,  $\theta$ 是太阳天顶角;  $T_1$ 是红外通道11.0  $\mu\text{m}$ 亮温;  $T_2$ 是红外通道12.0  $\mu\text{m}$ 的亮温;  $T_{air}$ 是气温, 根据Tanahashi提出的参数化方案获取式中各系数的值<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下行短波辐射的估算。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下行短波辐射。

4 数据集组成

中国-东盟下行短波辐射数据集由355个.tif文件组成, 每个文件包含一个波段, 为日均下行短波辐射。空间分辨率为5 km, 时间分辨率为每日, 数据年份为2013年。数据集为经纬度投影, 原始数据量为1.15 GB, 压缩后为386 MB。2013年总下行短波辐射的空间分布如图2所示。青藏高原地区, 下行短波辐射最高; 其次是内蒙古高原、中南半岛和赤道附近的岛屿; 我国的东南、东北和西北地区, 下行短波辐射则较低。

5 数据可靠性检验

利用国家级气象观测站对中国区域日总下行短波辐射的模拟结果进行了验证分析, 数据时间段为2013年全年。模型估算的日总下行短波辐射与实测值的相关系数为0.93, 总体偏差为10.13  $\text{W/m}^2$  (5.86%), 均方根误差为35.83  $\text{W/m}^2$  (20.72%)。对青藏高原区的验证结果表明, 青藏高原区下行短波辐射模拟值与实测值的总体相关系数为0.91, 总体偏差为3.20  $\text{W/m}^2$  (1.53%), 均方根误差为36.56  $\text{W/m}^2$  (17.50%)。

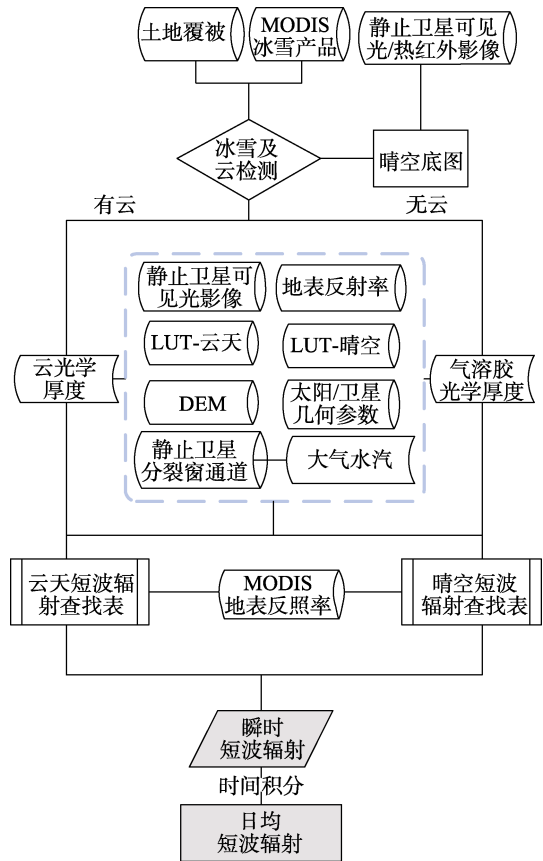


图1 5 km 下行短波辐射数据生成流程

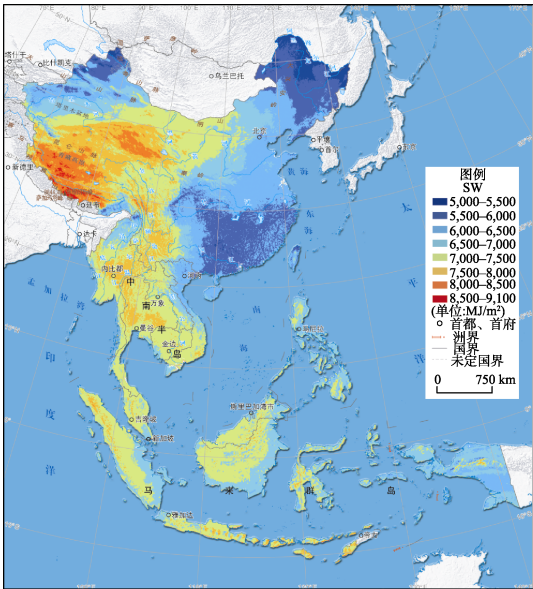


图 2 中国-东盟 2013 年下行短波辐射分布数据图（审图号：GS(2015)1527 号）

6 结论

该数据可靠性和空间分辨率比较高、具有多种时间分辨率。数据可作为区域生态环境变化评估、气候模型、水文模型以及植被生长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；余珊珊负责云检测算法；李丽负责产品精度验证；仲波和柳钦火负责产品格式及产品生产。

参考文献

[1] 张海龙, 辛晓洲, 余珊珊等. 中国-东盟 5km 分辨率下行短波辐射数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2015. DOI: 10.3974/geodb.2015.02.07.V1.

[2] 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).

[3] d’Entremont, R. P., Gustafson, G. B. Analysis of geostationary satellite imagery using a temporal-differencing technique [J]. *Earth Interactions*, 2003, 7(1): 1–25. DOI: 10.1175/1087-3562 (2003) 007 <0001:AOGSIU> 2.0.CO;2.

[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] Chesters, D., Robinson, W. D., Uccellini, L. W. Optimized retrievals of perceptible water from the VAS “Split Window” [J]. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 1987, 26(8): 1059–1066. DOI: 10.1175/1520-0450(1987)026<1059:OROPWF>2.0.CO;2.

[6] Tanahashi, S., Kawamura, H., Matsuura, T., et al. A system to distribute satellite incident solar radiation in real-time [J]. *Remote Sensing of Environment*. 2001, 75(3): 412–422. DOI: 10.1016/s0034-4257(00)00183-8.