



文献 DOI:

10.11922/csdata.2018.0070.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.675

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2018-11-07

开放同评: 2018-11-28

录用日期: 2019-03-08

发表日期: 2019-05-15

基于 Landsat 数据的三亚市陆表温度反演数据集

谷艳春¹, 胡蝶^{2,3,4*}, 张颖^{2,3,4}, 张琳琳^{2,3,4}

1. 福州大学福建省空间信息工程研究中心, 福州 350000

2. 海南省地球观测重点实验室, 海南三亚 572029

3. 中国科学院遥感与数字地球研究所, 北京 100101

4. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

摘要: 陆表温度是影响城市环境质量的重要因素之一。近年来, 陆表温度在各大城市中的研究越来越多。本文基于 Landsat 系列影像数据, 利用 RSTAR 辐射传输模型对三亚市陆表温度反演研究, 实验得到了 2000 年、2004 年、2008 年、2012 年、2016 年和 2018 年三亚市陆表温度产品。结果表明: 这套研究方法可操作性强、简单易行, 反演精度较高。可广泛应用于其他城市陆表温度反演, 从而发挥更高的应用价值。

关键词: 陆表温度; 辐射传输; Landsat; 三亚市

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	基于 Landsat 数据的三亚市陆表温度反演数据集
数据作者	谷艳春、胡蝶、张颖、张琳琳
数据通信作者	胡蝶 (519324656@qq.com)
数据时间范围	2000–2018年
地理区域	三亚市 (18°09'34"–18°37'27"N、108°56'30"–109°48'28"E)
空间分辨率	Landsat 5: 30/120 m Landsat 8: 30/100 m
数据量	427 KB
数据格式	*.vsd, *.png, *.pro
数据服务系统网址	http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/675
基金项目	海南省重大科技计划项目 (ZDKJ2016021); 海南省重大科技计划项目 (ZDKJ2017009); 四川省科技计划项目 (2018JZ0054)。
数据库(集)组成	本数据集主要包括4个文件夹, 分别为: 1. 封面图文件夹, png格式; 2. 三亚市温度反演结果图文件夹, 内含2000–2018年png格式的数据; 3. 数据集构建及处理流程, 内含命名为基于辐射传输方程模型的陆表温度反演数据集vsd格式的数据; 4. 温度反演代码文件夹, 内含pro格式 Landsat 5 (LST5)和Landsat 8 (LST8)温度反演代码数据。

* 论文通信作者

胡蝶: 519324656@qq.com

引言

陆表温度即陆地表面温度 (Land Surface Temperature, LST) 是环境监测、气候、水文、农业等陆表研究分析和应用模型创建中的重要输入参数, 也是其他很多研究和应用的基础, 如土壤水分监测、地热位置判别等均离不开陆表温度的测定^[1]。反演陆表温度一直是遥感定量化应用的重要内容, 在具体研究中选择最佳的陆表温度反演算法, 是提高反演精度的首要因素。

目前, 针对陆表温度反演已提出了诸多不同算法, 如基于影像的反演算法^[2]、单通道算法^[3-4]、单窗算法^[5-7]、劈窗算法^[8-13]和多通道算法^[14-16]。其中最常用的是由 Becker 等在 1990 年提出的劈窗算法, 此算法经诸多改进, 已广泛应用于 NOAA 系列卫星热红外遥感数据。但由于陆地表面组成物质的不均一性、复杂性以及大气影响, 遥感影像反演陆表温度始终是一个重要而复杂的研究课题^[17]。RSTAR 辐射传输模型充分考虑到这些问题, 弥补了长序列陆表温度反演有较多不足之处, 如大气参数未考虑; 大气传输物理意义不明确; 只有在晴空无云且精确估算地表发射率的情况下精度高; 对 NOAA 系列卫星热红外遥感数据效果最佳; 一般的辐射传输方程方法参数难确定、温度反演过程繁杂。随着遥感卫星数量的逐年增加, 遥感影像也随之愈加丰富, 因此充分发挥遥感能够长时间序列的温度反演, 可实现区域温度监测的优势。

本文利用 Landsat 5 和 Landsat 8 影像数据, 基于 RSTAR 辐射传输模型计算大气廓线, 采用覃志豪^[18]等提出的简单易行且精度高的地表发射率估算方法, 计算出三亚市 2000 年、2004 年、2008 年、2012 年、2016 年和 2018 年夏季 (6–8 月) 共 6 景 (无云或少云) 陆表温度, 以便从整体监测三亚市陆表温度变化趋势。

本文的研究区三亚市 (18°09'34"–18°37'27"N, 108°56'30"–109°48'28"E) 位于海南岛的最南端, 东邻陵水县, 西接乐东县, 北毗保亭县, 南临南海。气候属于热带海洋季风气候, 年均气温 25.7°C。

1 数据采集和处理方法

本数据集构建过程包括数据下载、计算大气上下行辐射和大气透过率参数、温度反演代码实现、裁剪和输出几个步骤, 如图 1。

其中, 数据处理过程中使用到的 IDL 是一种数据分析和图像化应用程序及编程语言, 有灵活的数据输入输出、快速实现可视化、支持外部语言接口等优势, 是遥感常用编程方式处理影像的最佳选择, 本数据集用到的是 IDL 8.5 版本。

1.1 数据来源与数据概括

Landsat 系列影像数据以相对较高的空间分辨率优势 (如 Landsat 8 热红外波段的空间分辨率为 100 m), 有助于提高陆表温度反演结果的精度。1984 年 3 月 1 日, USGS 成功发射的 Landsat 5 卫星有一个热红外波段 Band 6 (10.40–12.5 μm); 2013 年 2 月 11 日, NASA 成功发射的 Landsat 8 卫星有两个热红外波段 Band 10 (10.6–11.2 μm) 和 Band 11 (11.2–12.5 μm), 因 Band 11 运行出现问题, 故本文利用 Band 10 单波段反演地表温度。本文所用 Landsat 系列影像数据均可在地理空间数据云网站 (<http://www.gscloud.cn/search>) 获取。

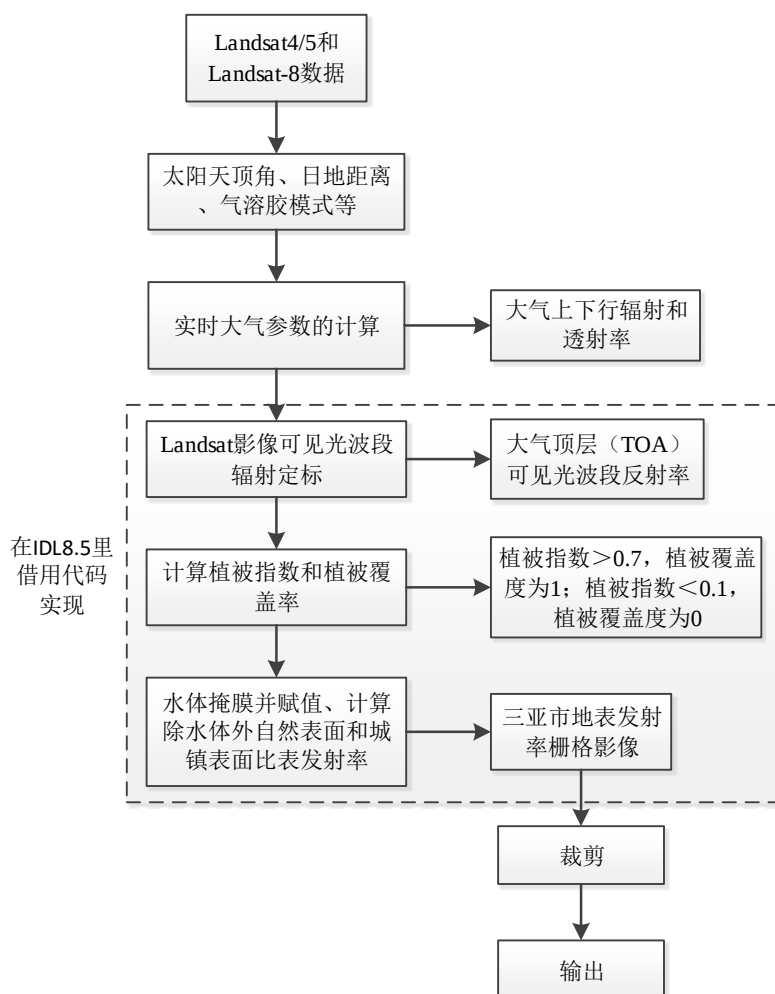


图 1 数据集构建及处理流程

1.2 数据处理

1.2.1 大气剖面参数计算

大气剖面参数计算主要是依据大气辐射传输模式计算大气上行辐射、下行辐射和大气透过率参数，大气传输模式为RSTAR辐射传输模式。本文根据具体影像的过境时间、中心经纬度、所属季度（夏季或冬季）和传感器类型，直接在大气校正参数计算器网站（<https://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>）计算得到每幅影像的大气上行辐射、下行辐射和大气透过率参数。

1.2.2 可见光波段处理

根据 Chander 等研究^[19]，比较来自不同传感器图像时，应使用大气表观反射率(Top of Atmosphere Reflectance, TOA reflectance)，具体做法如下：首先，消除不同太阳天顶角余弦值产生的误差；其次，利用 TOA reflectance 补偿光谱带差引起的太阳辐照度的不同值；最后，用 TOA reflectance 校正由不同数据采集时间导致的日地距离的变化。该过程的关键代码(图 2)是在 IDL 8.5 中通过代码完成的。

```
/Landsat 5
f3 = DIALOG_PICKFILE() ;
f4 = DIALOG_PICKFILE() ;
f6 = DIALOG_PICKFILE() ;
b3=READ_TIFF(f3,geotiff = infoable) ;
b6=READ_TIFF(f6,geotiff = infoable) ;
rad3=b3*1.044-2.21398 ; /辐射定标
rad4=b4*0.876-2.38602 ; /辐射定标
rad6=b6*0.055+1.18243 ; /辐射定标

/Landsat 8
F4 = DIALOG_PICKFILE() ;
F5 = DIALOG_PICKFILE() ;
F10 = DIALOG_PICKFILE() ;
B4=READ_TIFF(F4,GEOTIFF = INFOABLE) ;
B5=READ_TIFF(F5,GEOTIFF = INFOABLE) ;
B10=READ_TIFF(F10,GEOTIFF = INFOABLE) ;
RAD4=B4*1.0109E-02-50.54666 ; /辐射定标
RAD5=B5*6.1864E-03-30.93204 ; /辐射定标
RAD10=B10*3.3420E-04+0.10000 ; /辐射定标
```

图2 可见光波段处理关键代码

1.2.3 地表发射率计算

基于覃志豪^[18]等提出的地表发射率反演算法,对水体掩膜后,将地表分为自然(植被+裸土)和城镇(植被+建筑表面)两类。算法主要有三步:首先,计算植被覆盖度;其次,城市表面可以看作是由不同比例的植被和建筑物组成,自然表面可以看作是由不同比例的植被和裸露土壤组成;最后,生成整个研究区影像的地表发射率图。该过程的关键代码如图3所示。

```
suf=0.9625+0.0614*fv-0.0461*fv2 ; 自然表面地表发射率
bul=0.9589+0.086*fv-0.0671*fv2 ; 城镇表面地表发射率
ra=FLTARR(col, row) ;
widx=WHERE(ndvi LE 0.05) ;
ra[widx]=bul[widx] ;
ssidx=WHERE(ndvi GE 0.7) ;
ra[ssidx]=0.995 ;
bidx=WHERE((ndvi GT 0.05) AND (ndvi LT 0.7)) ;
ra[bidx]=suf[bidx] ;
```

图3 计算地表发射率关键代码

1.2.4 陆表温度反演

本小节主要分为三步:首先,将大气剖面参数计算得到的大气上行辐射、下行辐射和大气透过

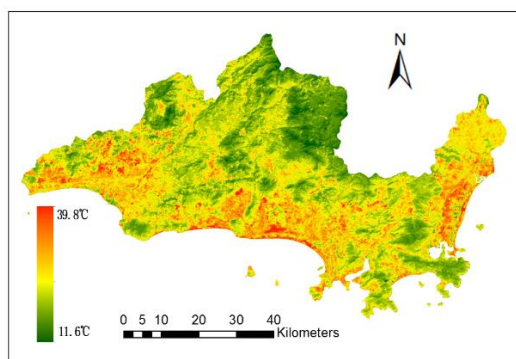
率参数输入图 4 所示的代码里；其次，根据可见光波段处理、地表发射率计算的数据计算得到反演的温度图；最后选择温度反演结果的存储位置。该过程的关键代码如图 4 所示。

```
up= (上行辐射)
down= (下行辐射)
t= (大气透过率)
bv=(rad6-up-t*(1-ra)*down)/(t*ra) ;
k1=607.76 ; /landsat 5
k2=1260.56 ; /landsat 5
lst=(k2)/ALOG(k1/bv+1)-273 ; / (陆表温度lst)
WRITE_TIFF, 'path\file.tif', lst, /float, geotiff = infoable ;
```

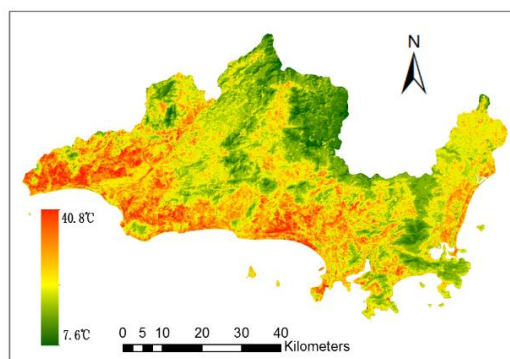
图 4 陆表温度反演关键代码

2 数据样本描述

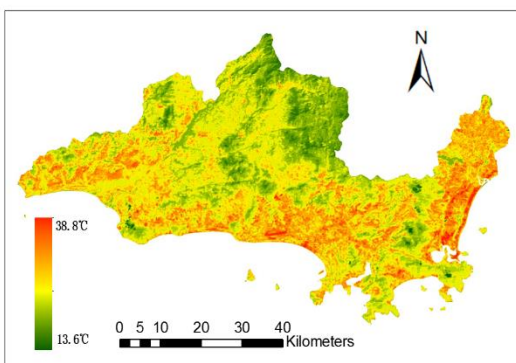
在多种陆表温度反演算法中选择辐射传输方程计算方法，基于 RSTAR 辐射传输模型计算大气廓线，采用覃志豪^[18]提出的地表发射率估算方法，计算出 2000 年、2004 年、2008 年、2012 年、2016 年和 2018 年共 6 景（无云或少云）三亚市陆表温度，部分结果如图 5 所示。



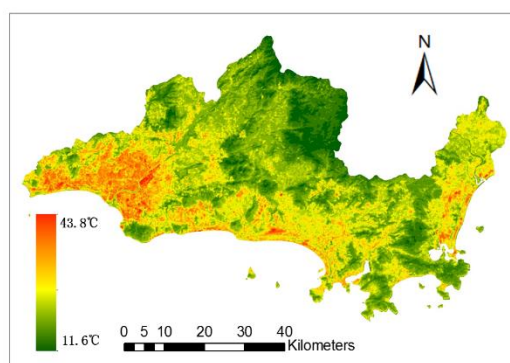
(a) 2000 年



(b) 2004 年



(c) 2008 年



(d) 2012 年

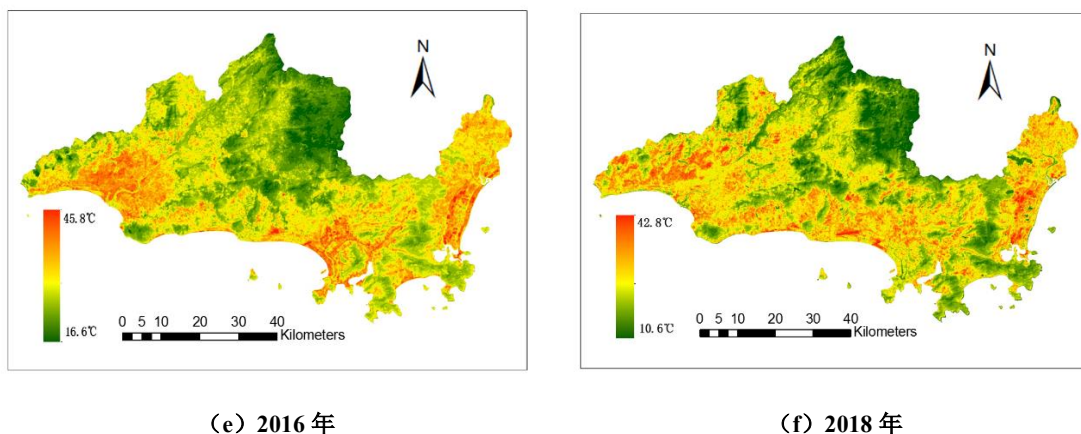


图 5 2018 年三亚市陆表温度反演结果

3 数据质量控制

本数据集通过以下几方面进行质量控制：

(1) 数据源质量控制。在选取 Landsat 卫星数据时，以有数据、无云或者少云、无条带为选取标准。因为高质量的数据源是得到高精度结果的必要条件。

(2) 温度反演结果质量控制。本文为验证陆表温度产品精度，依据以往三亚市温度数据统计分析反演得到的温度与公布的同地同时地表温度的相关性，其相关系数 R^2 为 0.91，并以此作为验证陆表温度产品数据的可靠依据。

4 数据价值

本研究提出了适合于城市热环境特征的地表温度反演技术，为遥感服务于城市建设提供技术支持。数据成果具有很强的实用性、普适性，如反演产品可为城市生态环境研究提供数据产品服务，无论区域大小均可适用。同时数据成果可为环保部门和城建部门开展城市热环境变化监测提供检测方式，具有很强的应用价值和实用性。

通过遥感手段反演城市热空间信息参量，充分发挥了遥感监测的周期性和时效性，便于在短时间快速分析判断城市生态环境时空演化特征。

数据作者分工职责

谷艳春（1993—），女，河南周口人，硕士生，主要研究方向为城市热环境。主要承担工作：数据处理和分析。

胡蝶（1994—），女，天津人，博士生，主要研究方向为城市热环境。主要承担工作：数据下载与分析。

张颖（1994—），男，湖北武汉人，博士生，主要研究方向为城市热环境。主要承担工作：数据集设计及技术指导。

张琳琳（1994—），女，河北衡水人，博士生，主要研究方向为城市热环境。主要承担工作：数据集设计及技术指导。

致 谢

感谢地理空间数据云提供的 Landsat-TM 和 Landsat-OLI 数据。

参考文献

- [1] 陈媛媛. 高分五号热红外数据地表温度反演算法研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2017.
- [2] WAN Z, DOZIER J. A generalized split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from space[J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, 1996, 34(4): 892-905.
- [3] SOBRINO J A, JIMENEZ-MUNOZ J C, SORIA G, et al. Land Surface Emissivity Retrieval From Different VNIR and TIR Sensors[J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, 2008, 46(2): 316-327.
- [4] NICHOL J E. High-resolution surface temperature patterns related to urban morphology in a tropical city: A satellite-based study[J]. Journal of Applied Meteorology, 1996, 35(1): 135-46.
- [5] 周纪, 李京, 赵祥, 等. 用 HJ-1B 卫星数据反演地表温度的修正单通道算法[J]. 红外与毫米波学报, 2011, 30(1): 61-67.
- [6] HAO Q Z, HUA Z M, KARNIELI A, et al. Mono-window Algorithm for Retrieving Land Surface Temperature from Landsat TM6 data[J]. Acta Geographica Sinica, 2001, 56(4):456-466.
- [7] JIMÉNEZ-MUNOZ, JUAN C. A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data[J]. Journal of Geophysical Research, 2003, 108(D22): 4688.
- [8] BECKER F, LI Z L. Towards a local split window method over land surfaces. International Journal of Remote Sensing[J]. International Journal of Remote Sensing, 1990, 11(3): 369-393.
- [9] WAN Z. New refinements and validation of the MODIS Land-Surface Temperature/Emissivity products[J]. Remote Sensing of Environment, 2014, 140(1): 36-45.
- [10] JIMENEZ-MUNOZ J C, SOBRINO J A. Split-Window Coefficients for Land Surface Temperature Retrieval From Low-Resolution Thermal Infrared Sensors[J]. IEEE Geoscience & Remote Sensing Letters, 2008, 5(4): 806-809.
- [11] WIGNERON J P, SCHMUGGE T, CHANZY A, et al. Use of passive microwave remote sensing to monitor soil moisture[J]. Agronomie, 1998, 18(1): 27-43.
- [12] ROZENSTEIN O, QIN Z, DERIMIAN Y, et al. Derivation of land surface temperature for Landsat-8 TIRS using a split window algorithm[J]. Sensors, 2014, 14(4): 5768-5780.
- [13] WANG J, HUANG B, FU D, et al. Spatiotemporal Variation in Surface Urban Heat Island Intensity and Associated Determinants across Major Chinese Cities[J]. Remote Sensing, 2015, 7(4): 3670-3689.
- [14] PENG S, PIAO S, CIAIS P, et al. Surface urban heat island across 419 global big cities.[J]. Environmental Science & Technology, 2012, 46(2): 696-703.
- [15] HENRY J A, DICKS S E, WETTERQVIST O F, et al. Comparison of satellite, ground-based, and modeling techniques for analyzing the urban heat island[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1989, 55(1): 69-76.

- [16] IMHOFF M L, ZHANG P, WOLFE R E, et al. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA[J]. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(3): 504-513.
- [17] 杨虎, 杨忠东. 中国陆地区域陆表温度业务化遥感反演算法及产品运行系统[J]. 遥感学报, 2006, 10(4): 600-607.
- [18] 覃志豪, ZHANG M H, ARNON K, 等. 用陆地卫星 TM6 数据演算地表温度的单窗算法[J]. 地理学报, 2001, 56(4): 456-466.
- [19] ANGALA, CHANDER G, CHOI T, et al. The use of the Sonoran Desert as a pseudo-invariant site for optical sensor cross-calibration and long-term stability monitoring[J]. 2010, 38(5): 1656-1659.

论文引用格式

谷艳春, 胡蝶, 张颖, 张琳琳. 基于 Landsat 数据的三亚市陆表温度反演数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2019, 4(2). (2019-04-19). DOI: 10.11922/csdata.2018.0070.zh.

数据引用格式

谷艳春, 胡蝶, 张颖, 张琳琳. 基于 Landsat 数据的三亚市陆表温度反演数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2018. (2019-02-22). DOI: 10.11922/sciencedb.675.

Inverted land surface temperature for Sanya city based on Landsat data

Gu Yanchun¹, Hu Die^{2,3,4*}, Zhang Ying^{2,3,4}, Zhang Linlin^{2,3,4}

1. Spatial Information Engineering Research Centre of Fujian Province, Fuzhou 350000, P. R. China
2. Hainan Province Key Laboratory of Earth Observation, Sanya 572029, P. R. China
3. Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, P. R. China
4. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P. R. China

*Email: 519324656@qq.com

Abstract: Land surface temperature is one of the most important factors affecting urban environmental quality. In recent years, land surface temperature has been studied more and more in major cities. In this paper, based on Landsat series image data, using RSTAR radiation transfer model to retrieve land surface temperature in Sanya, the land surface temperature products in 2000, 2004, 2008, 2012, 2016 and 2018 were obtained. The results show that the method is easy to operate and has high inversion accuracy. It can be widely used in land surface temperature inversion of other cities, thus playing a higher application value.

Keywords: land surface temperature; radiative transfer; Landsat; Sanya

Dataset Profile

Title	Inverted land surface temperature for Sanya city based on Landsat data
Data corresponding author	Hu Die (519324656@qq.com)
Data authors	Gu Yanchun, Hu Die, Zhang Ying, Zhang Linlin
Time range	2000–2018
Geographical scope	Sanya (18°09'34"–18°37'27"N, 108°56'30"–109°48'28"E)
Spatial resolution	Landsat 5: 30/120 m Landsat 8: 30/100 m
Data volume	427 KB
Data format	*.vsd, *.png, *.pro
Data service system	< http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/675 >
Sources of funding	Major Science and Technology Program of Hainan Province (ZDKJ2016021); Major Science and Technology Program of Hainan Province (ZDKJ2017009); Science and Technology Program of Sichuan Province (2018JZ0054).
Dataset composition	This dataset mainly includes the following four folders: 1. cover folder: which contains a map of administrative zoning in Sanya in PNG format; 2. Sanya temperature inversion map folder: which contains the temperature inversion images of Sanya during 2000–2018 in PNG format; 3. data set construction and processing process: which contains land surface temperature inversion data based on the radiative transfer model in VSD format; 4. Temperature inversion code folder: which contains Landsat 5(LST5) and Landsat 8 (LST8) temperature inversion code data in PRO format.