

青藏高原东北部MODIS LST时间序列重建 及与台站地温比较

柯灵红^{1,2}, 王正兴¹, 宋春桥^{1,2}, 卢振权³

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

摘 要:通过遥感获取地表温度(地温, LST)可以弥补气象站地温数据局地性的不足。但受某些因素影响, 遥感MODIS LST标准产品中的影像存在“云污染”等噪音像元以及空缺值, 影响了LST数据应用。本文在利用LST产品的质量标记信息(QA)和直方图极值去除法过滤低质量、不可靠LST像元的基础上, 提出了一种基于DEM-LST回归关系的滑动窗口空间重建算法, 对2008年青藏高原东北部TERRA/AQUA上共4个温度通道的MODIS LST进行了重建, 得到空间完整的LST时间序列。将重建后的LST与研究区11个气象站地表温度数据(T)的比较表明, 在8 day合成序列上LST-T一致性很好, 平均相关系数达0.96, 平均绝对误差为2.02℃; LST与T在月、年的尺度上更没有显著差异(平均绝对误差分别为1.55℃和0.60℃)。LST与T存在的差异与两者的时空定义的不一致性有必然的联系, 但是仍然存在的低水平噪音表明若需要更高精度的LST数据需要更细致的去云处理。

关 键 词:MODIS; 影像重建; 地表温度; 青藏高原东北部

1 引言

地表温度(Land Surface Temperature, LST)是描述地表与大气之间物质交换和能量平衡的重要参数, 在气候变化、水文循环、生态环境等研究中具有重要意义^[1]。传统的温度数据来源于气象站点观测, 并利用地统计插值获得空间连续数据。但在地形复杂的山区以及一些偏远地区如青藏高原, 气象站点和地面观测非常稀疏且很不均匀, 地统计插值方法很难达到最优效果。遥感数据因其空间连续的成像特点成为一种非常重要的可替代数据源^[2]。其中MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer)传感器因为其优化的时空分辨率成为比较理想的数据源, 在农业、生态环境以及全球变化等领域得到了广泛应用^[3-5]。

遥感温度反演产品在实际应用前需要考察其精度和质量。不少研究已经开展遥感温度反演算法以及反演产品与地面实际观测值的对比分析^[6-9]。对NASA提供的MODIS LST标准产品的精度验证已经在水域、平原、草地等匀质区域开展^[9-13], 结果表明匀质区域在已知发射率、天气晴朗条件下精度可

达1K^[10]。虽然NASA发布的MODIS LST标准产品的反演算法中已经采用了MODIS全球云掩膜产品Cloud Mask进行云像元的剔除, 但是这种云掩膜产品对于“云像元”识别的可靠性有不同的级别, 为保证全球影像中具有一定量的有效像元, 采用了统一的云掩膜产品^[10]。在青藏高原这种高原地形复杂、异质性高的特殊环境下, 所采用掩膜的去云算法可靠性仅为66%(平原地区为95%以上), 因此高原地区受云污染的像元比率更高^[10]。

目前对“白天、陆地、复杂土地覆盖”的地表温度验证仍然比较少, 特别是在高原地区, LST数据的质量和精度问题比平原等匀质区域更为复杂。LST影像的“云污染”和空缺值现象, 给研究与应用带来各种问题。目前已经发展了一系列成熟多样的MODIS植被指数重建算法^[14-16], 主要基于植被指数时间变化的连续性, 而遥感温度时间序列重建在国内外研究上较为少见^[17]。温度的时间变化跨度大, 而空间连续性更为显著, 所以各种气象数据插值方法均是基于温度的空间分布特点^[18-19]。本文从高原地区温度空间分布的特点出发, 利用LST标准产品的质量标记中考虑了像元受云影响的概率信

收稿日期: 2010-10; 修订日期: 2011-04.

基金项目: 中央公益性科研院所基本科研业务费专项基金项目(K1003)。

作者简介: 柯灵红(1985-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为遥感与GIS应用。E-mail: kelh.08s@igsnnr.ac.cn

通讯作者: 王正兴(1963-), 男, 博士, 副研究员。E-mail: wangzx@igsnnr.ac.cn

息,首先对MODIS LST产品的不可靠像元和异常值像元进行过滤,然后利用一种基于“海拔-温度”关系的空间插值算法对MODIS LST进行重建,最后将重建后的MODIS LST与地面标准气象站观测的平均0 cm地表温度(T)进行对比分析。由于空间异质性导致在地面测量地表温度的困难和复杂性,本文利用遥感反演地表温度可能成为主要参考。

2 研究区域

研究区为青藏高原东北部,介于30°55'~39°46' N和88°38'~103°11' E之间(图1)。全区海拔范围791~6521 m,平均约3900 m。全区属高原大陆性气候,年均温-5.7~8.5℃,最热月均温5.3~20℃,最冷月均温-17~5℃,降水量一般在400 mm以下。气候区划包括6个子区,即以柴达木盆地为中心的中温带极干旱区,柴达木以西的高原寒带干旱区,柴达木以南、可可西里以东的高原亚寒带亚干旱区,川西和藏东的高原亚寒带亚湿润区,青海湖附近的高原亚温带亚干旱区,祁连山周围的高原亚寒带亚干旱区,其总体特点是从东南向西北由暖湿向寒旱过渡。受此影响,植被分布具有明显的水平地带性和垂直地带性,自然植被分布由东南到西北呈现森林-草甸-草原-荒漠的景观带^[20]。

3 数据和方法

3.1 数据

(1) 遥感反演的地表温度(MODIS LST)。使用2008年全年NASA MOD11A2和MYD11A2的白天/黑夜温度数据(V005),1 km,8 day。MOD11A2来自TERRA,卫星过境时间为10:30、22:30;MYD11A2来自AQUA,卫星过境时间为1:30、13:30(均为当地时间),温度单位是K^[21]。MODIS LST标准产品中还包括与每个像元都对应的质量控制标记Quality Assessment(QA),作为一个独立图层与

影像数据存储在—起。QA信息中考虑了像元受污染的可能性,一般低质量像元受云污染的可能性较大。QA包括4个组成,‘mandatory QA flags’、‘Data quality flag’、‘Emis Error flag’、‘LST Error flag’,其中第一个标记是最为重要的,它从整体上定义了像元质量等级和应用级别,数值范围是[0,1,2,3],其中,‘0’代表数据质量高,较可靠,不需要检查其他质量信息;‘1’LST数据质量不可靠,需要其他辅助信息检查;‘2’和‘3’则表示LST值为空^[21]。

(2) 标准气象站日平均0cm地温(T)。在区内11个气象站2008年日平均0 cm地温数据集基础上,按照LST合成时间平均成8天、月温度数据。站点分布、代码和名称见图1。该数据来自中国气象科学数据共享网(<http://cdc.cma.gov.cn/>)。

(3) DEM数据。该数据来自NASA SRTM 1km 格网DEM数据(<http://srtm.csi.cgiar.org/index.asp>)。

(4) 植被覆盖类型。采用2008年MODIS 土地覆盖类型产品MCD12Q1数据,空间分辨率为500 m,采用IGBP分类系统,将全球地表覆盖分成17个类型,处理中将此数据重采样为1 km。

本文所用数据集简介汇总如表1。

3.2 MODIS LST序列重建方法

重建过程主要包括利用QA信息过滤质量不好的像元、利用影像直方图去除异常值和结合DEM

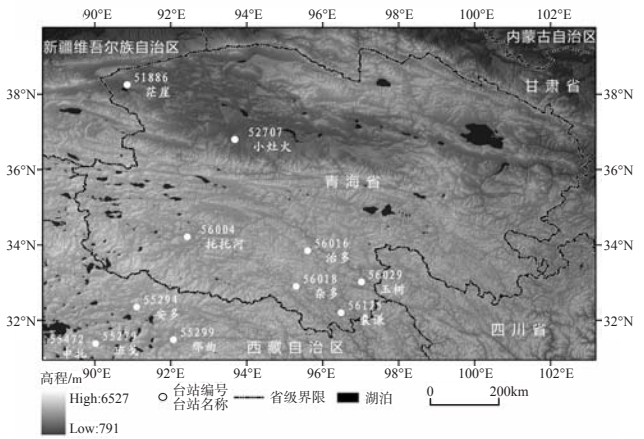


图1 研究区域及气象站点分布

Fig.1 Study area and locations of meteorological stations

表1 数据集介绍

Tab.1 Summary of data sets

数据名称	数据来源	类型	用途	主要特点
TERRA、AQUA/MODIS LST	NASA	遥感温度产品	MODIS温度产品	8 day 合成, 空间分辨率 1 km
气象站观测地表 0 cm 温度数据	中国气象数据共享网	文本数据	观测数据验证遥感温度产品	每日平均地温数据
SRTM 1km 格网 DEM	NASA	栅格数据	遥感温度数据重建的高程辅助数据	空间分辨率 1 km
地表覆盖类型 MCD12Q1	NASA	遥感地表覆盖类型产品	标记湖泊像元	空间分辨率 500m, IGBP 分类系统, 17 个覆被类型

信息的温度垂直梯度法影像空值重建3个过程,前两个过程是消除低质量像元和不可靠得极值像元,后一个是对所有的空值像元进行插值。具体步骤如下:

(1) 基于QA标记过滤像元。经过预处理,将标准温度产品文件转换为Geographic/WGS84投影下的TIF格式影像,并解码出对应QA的第一个信息‘mandatory QA flags’,得到研究区2008年MODIS LST4个时间通道的温度序列和QA信息序列(8 day,各46个合成期)。对应QA值,将每个像元QA

$$low_boundary_i = 1st_quartile - 1.5 \times (3rd_quartile - 1st_quartile) \quad (1)$$

$$low_threshold_i = \frac{1}{3}(low_boundary_{i-1} + low_boundary_i + low_boundary_{i+1}) \quad (2)$$

$$high_boundary_i = 3rd_quartile + 1.5 \times (3rd_quartile - 1st_quartile) \quad (3)$$

$$high_threshold_i = \frac{1}{3}(high_boundary_{i-1} + high_boundary_i + high_boundary_{i+1}) \quad (4)$$

计算公式(1)和(3)中, $low_boundary_i$ 和 $high_boundary_i$ 分别为第 i 幅影像的低值阈值和高值阈值, $1st_quartile$ 和 $3rd_quartile$ 分别为影像值的四分之一分位数和四分之三分位数。公式(2)和(4)中, $low_threshold_i$ 和 $high_threshold_i$ 为第 i 幅图像的过滤阈值,是其前后两幅图像和自身影像阈值的平均值。公式(1)和(3)去除奇异值法是很多统计软件中识别样本离群值所采用的计算方法,在这里用来识别影像的奇异值。对于每一幅LST图像,利用公式(1)和(3)计算出低值阈值后,利用公式(2)和(4)计算出过滤阈值,将低于过滤阈值 $low_threshold_i$ 和高于 $high_threshold_i$ 的点设为空值。

(3) 结合DEM信息的温度垂直梯度LST重建。首先,对经过上述阈值去除的影像由原始K单位数值转换为摄氏度单位(系数=0.02,偏差=-273.15),然后利用气温梯度法以滑动窗口的形式对影像空值进行填补。这种方法基于山地区域温度空间分布主要受地形高度影响的原理,利用空值像元周围一定窗口邻域内的非空像元温度分布所体现的气温垂直梯度,对空值点进行插值。算法过程为:采用49×49大小的滑动窗口对每个像元进行扫描,如果该像元值为填充值(空值),并且其邻域49×49-1个像元的非空像元个数超过窗口像元总数的10%(保证统计有意义),则将邻域内非空像元的温度值和其相应DEM海拔值进行回归,建立温度与海拔的线性回归关系式:

值为0的LST值保留,其它QA非0的像元赋为空值0。此过程剔除了LST影像中大量QA标记为质量不确定的像元,只保留了质量可靠的像元。

(2) 基于直方图的异常值去除。对于QA标记质量可靠的像元,由于标准产品处理算法中去云算法的局限性^[10],研究发现还存在云污染的可能^[17],所以需要过滤后的像元进行进一步的处理。本文中采用直方图极值去除法实现。该方法基于每幅影像的直方图分析,提取四分位数信息,过滤LST极值像元。计算公式为:

$$T = a \times h + b \quad (5)$$

式中: T 为温度(℃); h 为海拔(m); a 为回归系数; b 为常数。如果中心像元值非空,则不进行处理,保留原值;如果中心像元周围有效值点少于10%,则暂不处理。

上述过程迭代直到填充所有空值。

为保持每个温度序列的独立性,上述步骤是对每个时间通道的温度序列分别处理,即独立重建4个温度时间序列。插值窗口的大小由人为设定,但是存在合理的范围。窗口太小,则统计的梯度值易受噪声影响,有效值太少或统计出的温度梯度失真,插值精度不高;窗口过大,空间范围过广,仅基于DEM估值的可靠性降低(经纬度位置的影响),并且所得到的梯度值与周围像元梯度差值较大,“补块”效应明显。根据实验,49×49大小的窗口在研究区内插值效果较好。在移动窗口插值过程中还引入了其他限制因素,如插值出的温度不超过全区域最高温5℃,不低于全区域最低温5℃,并且对湖泊像元采用窗口平均值法而不是回归法估计。重建过程如图2所示。

4 结果和分析

4.1 MODIS QA 信息统计

通过QA信息对每幅LST图像(4个通道序列,共184幅)中高质量像元比率进行统计(图3)。由图3可见,研究区内不同时间不同通道高质量像元的

比率波动较大。

总体来说,晚上高质量像元的比率要高于白天, TERRA(MOD_night)和 AQUA (MYD_night) 全年在 50%和 85%之间波动,而白天则分别在 30%~65% (MOD_day)、25%~60% (MYD_day) 之间波动。白天和晚上通道的高质量像元比例的全年平均值分别为 51%和 71.5%。在极端情况下,高质量像元比例竟不到 20%,如白天通道的温度数据在第 4、5 期仅有 14%,即这两期的影像中高达 86%的像元质量不可靠或为空值。从空间上看,高质量像元没有表现出明显的空间聚簇特征,不同时间高质量像元在区域内曾块状随机分布。

4.2 MODIS LST 标准产品重建效果

用本文所提出的重建方法分别对研究区 2008 年 4 个通道各 46 幅 LST 图像进行了处理,一次重建平均能够填充影像 80%以上的空值,空值区经过连续 2~4 次循环填充后无空值。图 4 和图 5 是重建图像的两个例子。图 4 是研究区 2008 年 TERRA 第 1 期影像(合成期起始日 DAY 2008001,即 2008 年 1 月 1 日)的白天温度通道数据,依次为低值过滤后影像、异常值去除后影像、重建影像以及差值影像(原始影像-重建影像)。图 5 是 2008 年 AQUA 第 17 期影像(合成期起始日 DAY 2008129,即 2008 年 5 月 9 日)的夜晚温度通道影像处理系列。通过差值影像可以发现,影像中绝大部分重建像元的值相比原始值有很大的提高,说明通过重建改正了原始影像中许多低值(很有可能为“云污染”像元)。

重建结果表明,本方法即使在影像空值比率高达 70%的情况下,仍然能够获得比较好的效果。采用滑动窗口的基于气温梯度的温度估计方法,反映了地形起伏较大的区域温度空间分异的主要特征,并且滑动小窗口的形式避免了经纬度等位置影响的温度分异(小范围内其所导致的差异不明显),合理考虑了不同空间位置温度梯度的不同模式,能使插值后数据在空间上更平滑,连续性更强。

4.3 MODIS LST 与气象站点观测数据 T 的比较

为研究 LST 序列与 T 序列的差异,采用相关系数、配对 T 检验以及平均绝对误差 MAE(Mean Absolute Error)及其离散程度 ESD(Error to Standard Deviation)等指标评估两者间的差异。MAE 和 ESD 的计算公式分

别见式(6)和(7):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ABS(LST_i - T_i) \tag{6}$$

$$ESD = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (e_i - MAE)^2} \tag{7}$$

式中: n 为比较的样本个数; LST_i 为第 i 个样本的影像温度值; T_i 为相应的站点温度观测值; e_i 为两者的绝对误差。

(1) 8 天合成序列

研究区内 11 个气象站点的 8 day 合成 LST 序列与 T 序列的比较结果显示二者吻合度非常好:各站点序列的相关系数在 0.89 以上,平均为 0.96;两个温度序列进行配对 T 检验结果显示,除站点芒崖、小灶火、杂多(sig<0.05)以外,其它 8 个站点的 LST 与 T 两者并不存在显著差异($df=45, 0.13 \leq sig \leq 0.89$)。图 6 为各个站点 LST 序列和 T 序列的平均绝对误差图,8 day 合成序列中除小部分站点的平均绝对误差达到 3℃以外,大部分站点在 2℃以内,总

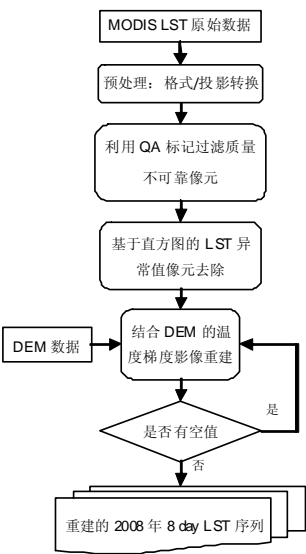


图 2 MODIS LST 重建处理步骤
Fig.2 MODIS LST reconstruction procedures

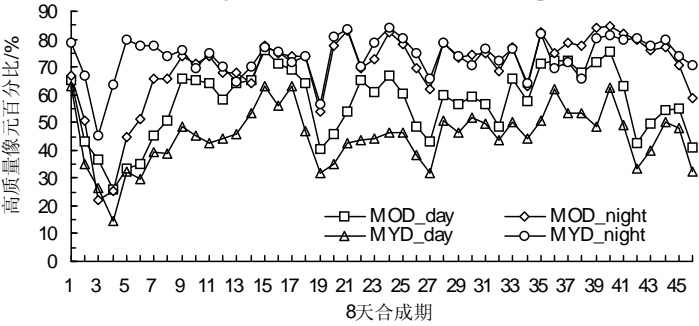


图 3 2008 年 MODIS LST 高质量像元比率
Fig.3 Percentage of high quality pixels of MODIS LST data

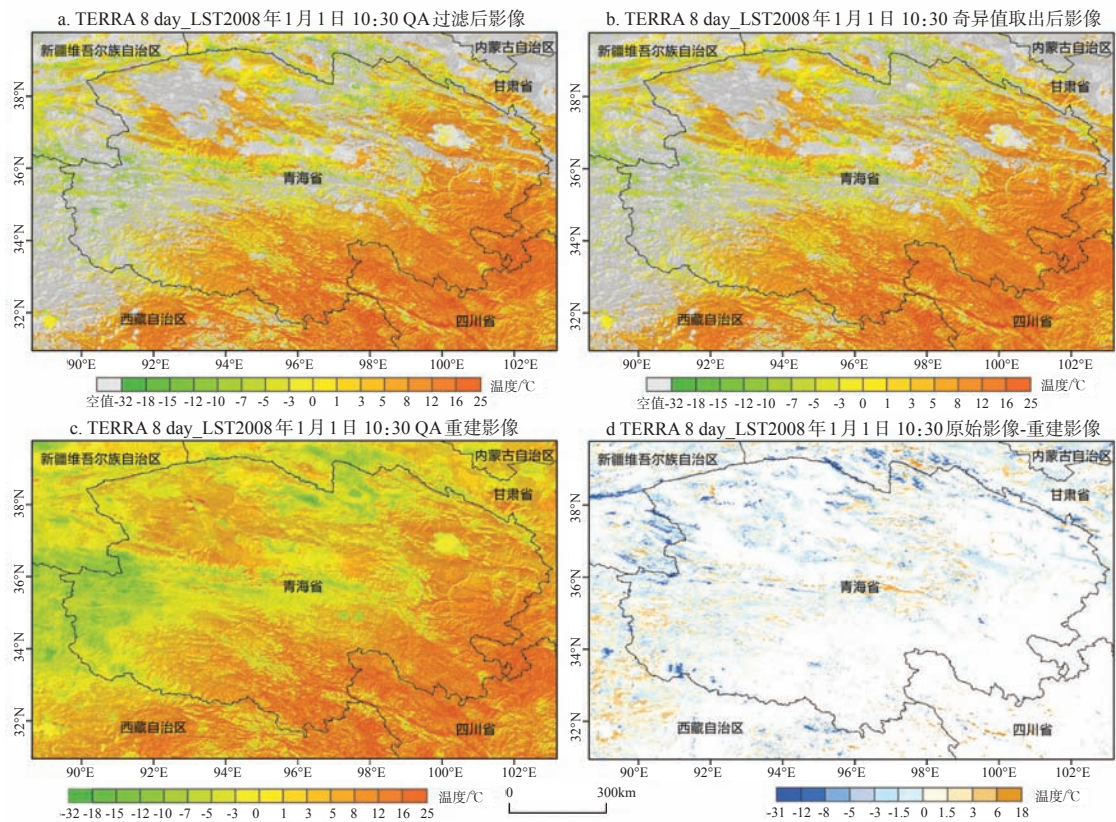


图4 TERRA/MODIS 白天温度影像重建处理

Fig.4 TERRA/MODIS LST day map reprocessing

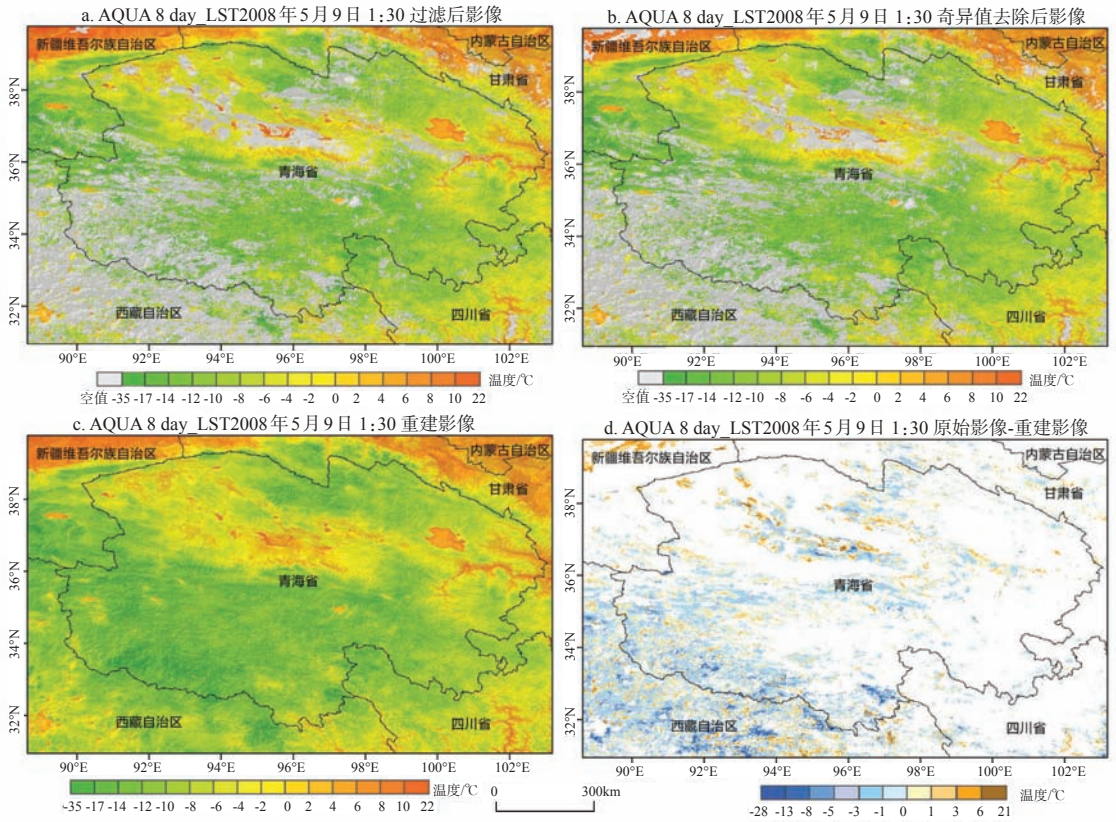


图5 AQUA/MODIS 夜晚温度影像重建处理

Fig.5 AQUA/MODIS LST night map temperature reprocessing

体平均绝对误差为2.02℃。图7表示西藏安多站点(MAE 1.28℃)和青海玉树站点(MAE 2.34℃)的8 day合成LST序列与T序列,由此可见,平均绝对误差较大的站点,其LST序列的残留噪音更多。

(2) 月平均温度序列

如果将8 day温度序列聚合成月平均温度序列,LST与T的差异进一步减小,两者相关系数均在0.95以上,配对T检验结果显示所有站点的两个序列均不存在显著差异($df=11, sig \geq 0.21$)。图6中各站点LST与T的月平均值误差比相应的8 day平均误差减小,LST与T的总体平均绝对误差减小为1.55℃。2008年年平均温度:11个站点LST与T年平均值不存在显著差异($df=10, sig=0.69$),两者的差值(T-LST)在-2.0~1.6℃范围内,平均绝对误差为0.60℃。图8表示各站点2008年年平均地表温度LST和T。

5 讨论

本研究中造成遥感反演温度与地面实测温度的差异的因素包括以下几个方面:

(1) 残留噪音。由2008年11个站点的全部数据分析表明,LST-T相关系数平均达0.96,但是个别站点相关系数相比较低,如杂多站点相关系数为0.89,玉树为0.92。相关系数偏低、绝对误差偏大的站点LST序列曲线出现更多的锯齿状波动而不像T序列那样平缓,表示这些站点的噪音更频繁。这说明,虽然本文8 day LST是在8天合成期基础上过滤了低质数据,对其中的异常数据值又做了重建,但是仍然存在少数残留噪音。今后可以对LST产品的高质量像元做更细致的质量评估,进一步发展过滤“云污染”像元的方法。

(2) MODIS-LST与T空间尺度上的区别。MO-

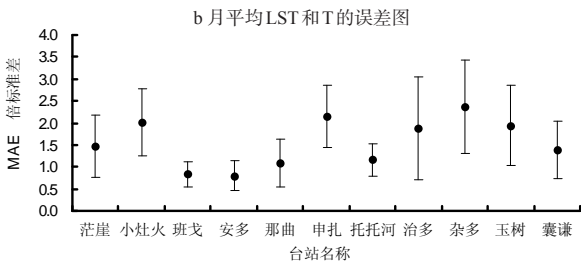
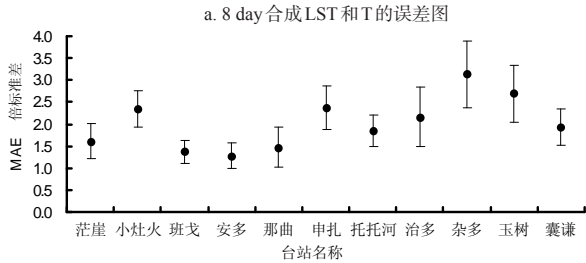


图6 各站点平均温度LST与T误差图
Fig.6 MAE error bar of each meteorological station

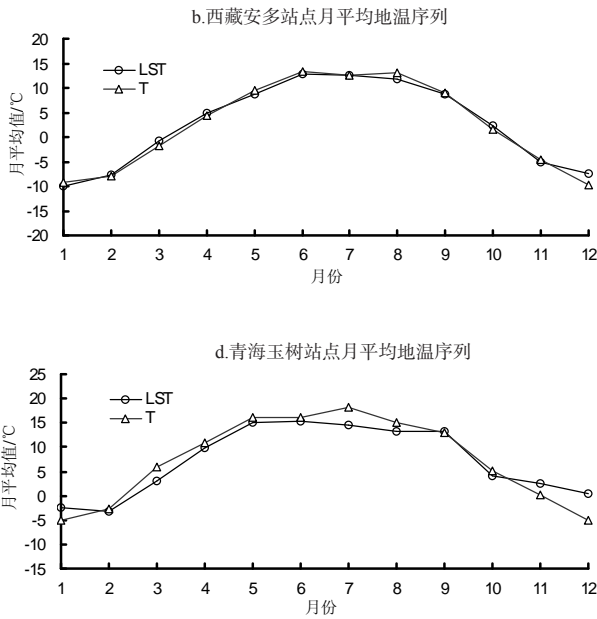
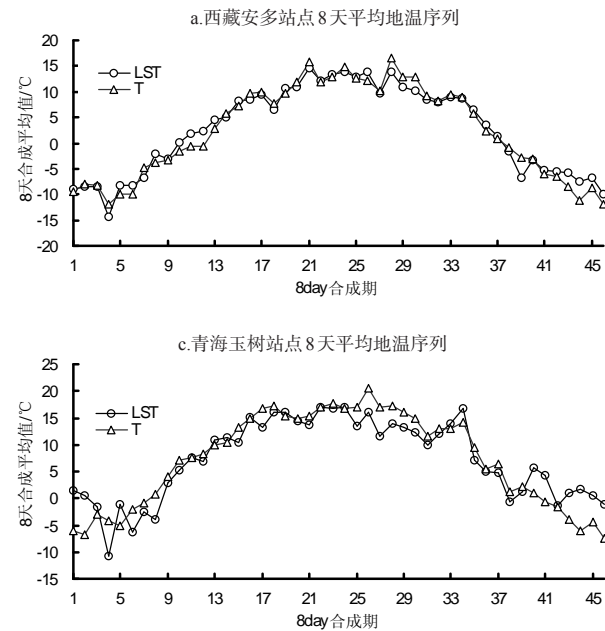


图7 2008年西藏安多和青海玉树站点LST和T序列
Fig.7 LST serial and T serial in Anduo station of Tibet and Yushu station of Qinghai in 2008

DIS-LST是空间1 km像元范围内地表的平均地表辐射温度,包括植被树冠、草地、土壤、沙地、岩石、水面等表层的混合。本文所使用的T是气象站地温计在地表某一点测量的地表温度值。不同的空间尺度也会造成LST与T的不一致性。

(3) MODIS-LST与T在时间上的区别。本文所用的MODIS LST是原始8 day合成的4个温度通道进一步聚合而成的8 day平均地表温度序列,但是原始的8day合成数据因为每日天气状况不一样,可能只包括8天中的几天,存在不确定性,而8 day平均T序列是完整的每日平均温度合成的,时间上不一致可能造成部分LST与T数据的不匹配。

(4) LST反演算法及数据处理过程中的不确定性。包括MODIS LST反演算法中地表发射率估计误差和不确定性^[10]、MODIS温度产品去云处理的误差和不确定性以及LST版本质量的不确定性^[13]。重建处理中包括重采样、投影转换以及所用DEM数据的精度和几何位置误差可能导致的误差。

6 结论

本文提出的基于“海拔-温度”关系的LST重建算法能够有效地在高山高原区重建出高质量LST数据集。重建后的LST与气象站实测数据T的比较结果表明,LST与T一致性非常高,在月、年的尺度上更没有显著差异(平均绝对误差分别为1.55℃和0.60℃)。对误差的详细分析发现,由于高质量数据中可能存在的“云污染”像元导致LST存在少数残留噪音,需要进一步发展过滤“云污染”像元的方法。同时,MODIS-LST与T在空间、时间尺度的不一致性及LST反演算法和数据处理过程中存在的误差对LST与T两者差异造成一定影响。

参考文献

- [1] Qin Z H, Karnieli A. A Mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-egypt Border region. *International Journal of Remote Sensing*, 2001, 22(18): 3719-3746.
- [2] 刘志武, 党安荣, 雷志栋, 等. 利用ASTER遥感数据反演陆面温度的算法及应用研究. *地理科学进展*, 2003, 22(5): 507-515.
- [3] Parida B R, Oinam B, Patel N R, et al. Land surface tem-

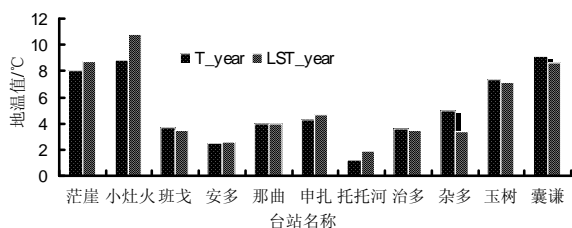


图8 各台站2008年年平均LST与T值

Fig.8 Annual mean LST and T of each metrological station in 2008

perature variation in relation to vegetation type using MODIS satellite data in Gujarat state of India. *International Journal of Remote Sensing*, 2008, 29(14): 4219-4235.

- [4] Reynolds M K, Comiso J C, Walker D A, et al. Relationship between satellite-derived land surface temperatures, arctic vegetation types, and NDVI. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(4): 1884-1894.
- [5] 李玉环, 王静, 曹银贵. 土壤墒情遥感反演与旱情诊断. *地理科学进展*, 2006, 25(2): 123-129.
- [6] 廖顺宝, 马琳, 岳燕珍, 等. NOAA-AVHRR资料反演地温与地面实测值的对比分析. *国土资源遥感*, 2004, 15(1): 19-22.
- [7] 闵文彬, 李跃清. MODIS反演地表温度与地面同步气温、地温的相关分析//中国气象学会. 中国气象学会2008年年会卫星遥感应用技术与处理方法分会场论文集. 北京: 中国气象学会, 2008: 283-290.
- [8] 高懋芳, 覃志豪. 中国MODIS地表温度产品验证. *国土资源遥感*, 2006(3): 15-18.
- [9] Wan Z M, Zhang Y L, Zhang Q C, et al. Validation of the land-surface temperature products retrieved from Terra Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer data. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 83(1-2): 163-180.
- [10] Wan Z M. New refinements and validation of the MODIS Land-Surface Temperature/Emissivity products. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(1): 59-74.
- [11] Wang W H, Liang S L, Meyers T. Validating MODIS land surface temperature products using long-term nighttime ground measurements. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(3): 623-635.
- [12] Crosman E T, Horel J D. MODIS-derived surface temperature of the Great Salt Lake. *Remote Sensing of Environment*, 2009, 113(1): 73-81.
- [13] Hulley G C, Hook S J. Intercomparison of versions 4, 4.1 and 5 of the MODIS Land Surface Temperature and Emissivity products and validation with laboratory measurements of sand samples from the Namib desert. *Remote Sensing of Environment*, 2009, 113(6): 1313-1318.

- [14] Chen J, Jönsson P, Tamura M, et al. A Simple Method for Reconstructing a High-quality NDVI Time-series Data Set Based on the Savitzky-Golay Filter. *Remote Sensing of Environment*, 2004, 91(3-4): 332-344.
- [15] Gao J, Li X, Huang C L, et al. A simplified data assimilation method for reconstructing time-series MODIS NDVI data. *Advances in Space Research*, 2009, 44(4): 501-509.
- [16] 曹云锋, 王正兴, 邓芳萍. 3 种滤波算法对 NDVI 高质量数据保真性研究. *遥感技术与应用*, 2010, 25(1): 118-125.
- [17] Neteler M. Estimating Daily Land Surface Temperatures in Mountainous Environments by Reconstructed MODIS LST Data. *Remote Sensing*, 2010, 2(1): 333-351.
- [18] 蔡迪花, 郭锐, 李崇伟. 基于 DEM 的气温插值方法研究. *干旱气象*, 2009, 27(1): 10-17.
- [19] 李新, 程国栋, 卢玲. 青藏高原气温分布的空间插值方法比较. *高原气象*, 2003, 22(6): 565-572.
- [20] 杨英莲. 青海省天然草地 NDVI 的时空化与气温和降水的关系分析[D]. 南京信息工程大学, 2008: 1-54.
- [21] Wan Z M. Collection-5 MODIS Land Surface Temperature Products Users' Guide [EB/OL]. http://www.icess.ucsb.edu/modis/LstUsrGuide/MODIS_LST_products_Users_guide_C5.pdf, 2009: 10-20.

Reconstruction of MODIS LST Time Series and Comparison with Land Surface Temperature (T) among Observation Stations in the Northeast Qinghai-Tibet Plateau

KE Linghong^{1,2}, WANG Zhengxing¹, SONG Chunqiao^{1,2}, LU Zhenquan³

(1. State Key Lab of Resources and Environmental Information System,
Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: Land surface temperature (RS-LST) derived from remotely sensed data is a good alternative because traditional LST data from meteorological stations have limitations in terms of locality, accessibility and cost. Yet MODIS standard LST products from NASA may suffer from noises from various sources including ‘cloud contamination’, which greatly degrade the LST quality and hamper its efficient applications. The paper presents a novel algorithm which can reconstruct complete LST image based on regression analysis of LST with elevation in each sliding window of the original image, after filtering low-quality and unreliable pixels with Quality Assessment (QA) information and Histogram Outliers Removing method. Terra/Aqua MODIS-LST with overall four temperature channels in the northeast Qinghai-Tibet Plateau in 2008 are reconstructed using this method. Comparison of reconstructed 8-day composite LST data with corresponding landsurface temperature (T) observations from eleven meteorological stations in the study region indicates that LST is significantly correlated with T with an average correlation coefficient of 0.96 and a mean absolute difference (MAE) of 2.02°C. When aggregated to monthly serials and yearly serials, LSTs and Ts show no significant differences in Paired-T-Test (with MAE of 1.55°C and 0.60°C, respectively). The differences between LSTs and Ts have certain correlations with their different spatial and temporal definitions; however some residual noises existing in the reconstructed LSTs indicate more meticulous algorithm needed to work out more accurate RS-LST data.

Key words: MODIS; image reconstruction; LST; northeast Qinghai-Tibet Plateau

本文引用格式:

柯灵红, 王正兴, 宋春桥, 等. 青藏高原东北部 MODIS LST 时间序列重建及与台站地温比较. *地理科学进展*, 2011, 30(7): 819-826.