

Landsat-7 ETM+与ASTER建筑指数的定量比较

徐涵秋, 张铁军, 黄绍霖

(福州大学环境与资源学院, 福州大学遥感信息工程研究所, 福建省水土流失遥感监测评估与
灾害防治重点实验室, 福州 350108)

摘要: 城市化进程导致的城市建筑用地急剧扩张已对全球的环境资源产生了负面影响, 因此亟需对其进行监测。在中尺度卫星对地观测系统中, Landsat 和 ASTER 数据最适合于监测城市建筑用地变化。但是迄今为止, 这两种传感器数据的建筑指数之间的关系并不清楚。因此, 利用三对同日过空的 ETM+ 和 ASTER 影像来查明二者建筑指数 (*IBI*、*NDBI*) 之间的定量关系, 通过回归统计分析来求出两种传感器建筑指数之间的转换方程。结果表明, ETM+ 和 ASTER 的建筑指数既有相似性, 也存在着明显的差异, ASTER 反演的建筑指数均值可大于 ETM+ 达 48.6%, 因此二者在实际应用中不宜直接进行对比, 而应通过转换方程进行转换后才能对比。分析表明, 两种传感器建筑指数之间的差异是二者在 *NIR* 和 *SWIR* 波段之间的光谱差异造成的。

关键词: Landsat ETM+; ASTER; *NDBI*; *IBI*; 交互比较; 光谱响应函数

1 引言

当前, 世界范围内的城市化进程已使得大量的自然景观被城市建筑用地所取代, 并对全球的环境与资源产生了明显负面影响。因此, 亟需对城市建筑用地的无节制扩张进行及时和准确的监测。在中尺度卫星对地观测系统中, Landsat 和 ASTER 数据最适合于监测城市建筑用地的动态变化。但是迄今为止, 这两种遥感数据的建筑指数之间的定量关系并不清楚, 它们反演的建筑用地结果能否直接对比也不可知。所以, 进行二者建筑指数之间的定量交互比较具有十分重要的意义。

不同传感器影像之间的交互对比可以是基于对应波段之间的对比^[1-6], 也可以是基于指数之间的比较。后者可以通过复杂的运算来进一步查明不同传感器数据之间的关系。如 Steven 等^[7]利用光谱仪实测数据生成的植被指数对多种传感器的 *NDVI* 指数进行了定量关系对比。Goward 等^[8]、Soudani 等^[9]在对比 ETM+ 和 IKONOS 的多光谱影像时都发现 IKONOS 的植被指数信号要弱于 EMT+; Thenkabail^[10]同样对 IKONOS 与 ETM+ 影像进行了比较, 并建立了两者 *NDVI* 指数之间的关系方程; Venturini 等^[11]、van Leeuwen 等^[12]、陈拉和黄敬峰^[13]都对 AVHRR 和 MODIS 影像的 *NDVI* 指数进行了比较, 其研究结论都认为 MODIS 的 *NDVI* 指数均值要比 AVHRR 高; Miura 等^[14]对 MODIS 与 ASTER 数据的比较表明, 两者植被指数间存在很好的一致性; 徐涵秋和张铁军^[15]对 ETM+ 和 ASTER 影像的 *NDVI*、*SAVI* 植被指数进行了对比研究, 发现 ASTER 影像的这两个植被指数信号总体上弱于对应的

收稿日期: 2012-05-10; 修订日期: 2013-05-07

基金项目: 国家科技支撑项目 (2013BAC08B01); 福建省自然科学基金项目 (2011J01269)。

作者简介: 徐涵秋 (1955-), 男, 江苏射阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事环境与资源遥感应用研究。

E-mail: hxu@fzu.edu.cn

EMT+植被指数信号;张铁军和徐涵秋^[16]则对 ETM+和 ASTER 的水体指数 *MNDWI* 进行了比较,结果发现 ETM+的水体指数比 ASTER 含有更丰富的信息。

以上分析表明,不同传感器指数之间的对比主要是植被指数间的对比,基于建筑指数之间的对比还未曾报道,且 Landsat-7 ETM+与 ASTER 之间的交互比较研究也很少。鉴于此,本研究选择 Landsat-7 ETM+与 ASTER 这两种传感器就 *NDBI* (Normalized Difference Built-up Index)和 *IBI* (Index-based Built-up Index)两种建筑指数进行对比研究,重点研究它们的建筑指数之间的定量关系,并求出它们之间的互为转换方程。

2 方法

2.1 影像数据源

保证两种传感器数据交互比较研究成功的最关键条件就是必须采用二者的同步影像对,并要尽量选择传感器视角小、太阳高度角和方位角都接近的影像对,以保证不同传感器影像对应地物光谱特征的一致性^[6]。此外,交互比较不能仅靠一组影像对或一个实验区,以避免结果的偶然性。因此,本次实验选用了满足以上条件的 3 对同日过空,但地点分别为福州和厦门的 ASTER 与 ETM+影像对(表 1)。其中 2 对作为实验影像,1 对作为验证影像,不参与实验,以客观评判比较结果。

2.2 实验区

实验区的选择条件为^[4]:① 范围相同,面积不大,地形差异小;② 要选择具有高、中、低反射率的地物,使观测地物具有一定的波长覆盖范围。据此,本文在用于实验的 2 对影像上选了 9 块实验区,分别包含了建筑用地、植被、沙地、裸土等地类(图 1)。

2.3 影像配准

影像之间以 ASTER 为基准影像,采用二次多项式和最邻近象元法将 ETM+影像与其

表 1 实验对比和验证影像对
Tab 1 Test image pairs

地点	传感器	日期	时间	太阳高度角	太阳方位角	传感器视角	用途
福州	ETM+	2001-05-23	10:22	66.70	98.27	0	验证
	ASTER		10:48	75.21	108.57	2.863	
福州	ETM+	2001-10-14	10:20	49.51	144.43	0	实验
	ASTER		10:51	53.30	157.43	2.863	
厦门	ETM+	2003-03-10	10:21	49.90	132.20	0	实验
	ASTER		10:49	53.86	140.53	-5.699	

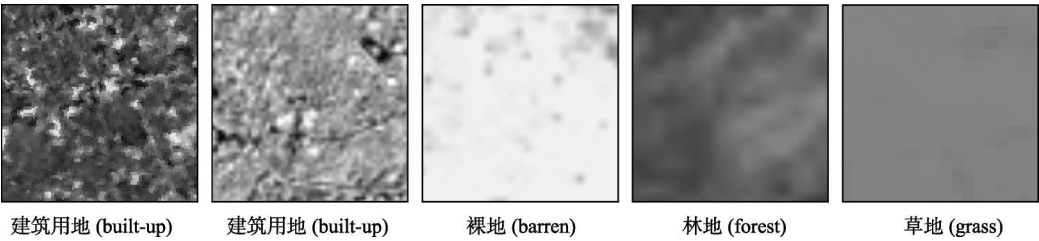


图 1 部分实验区

Fig. 1 Some of the test sites

配准, 控制点的均方根误差不大于0.25个象元。

2.4 影像辐射校正

在进行不同传感器影像的交互比较时, 必须对它们进行辐射校正, 以纠正它们由于传感器本身的光电系统特征、太阳高度、地形及大气等因素的不同而导致的光谱失真或误差, 使得不同传感器影像之间的辐射信号相互一致。

辐射校正选用的是 Landsat 与 ASTER 官方手册提供的算法^[17,18]。这也是当前不同传感器影像之间对比研究中普遍采用的辐射校正模型。

首先将原始影像的DN值转换成传感器处辐射值, 其中对于ETM+影像的转换公式为:

$$L_{\lambda} = Q_{\lambda} \cdot gain_{\lambda} + bias_{\lambda}$$
 (1)

式中: L_{λ} 是波段 λ 在传感器处的光谱辐射值, $gain_{\lambda}$ 和 $bias_{\lambda}$ 是增益值和偏置值, 单位皆为 $w/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$, Q_{λ} 是波段 λ 的象元DN值。 $gain_{\lambda}$ 和 $bias_{\lambda}$ 可以从影像的头文件或参考文献[17]中查得。

对于ASTER影像, 其传感器处辐射值的计算公式如下:

$$L_{\lambda} = (Q_{\lambda} - 1)UCC_{\lambda}$$
 (2)

式中: UCC_{λ} 为单位转换系数, 单位为 $w/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)/DN$, 其余同公式(1), 它们也都可以从影像的头文件或参考文献[18]中查得。

但是, 对于基于影像的传感器交互比较而言, 单将DN值转换为光谱辐射值 L_{λ} 是不够的。Goward等指出, 当两种传感器对应波段所设置的光谱范围不一致时, 其光谱辐射值并不可比, 必须进一步将其转换成传感器处的反射率^[8]。由于本次研究的ETM+和ASTER传感器的对应波段的波长设置及其光谱响应函数并不一致(表2、图2), 所以公式(1~2)所求的光谱辐射值 L 需进一步利用下式转换为传感器处的反射率:

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s}$$
 (3)

式中: ρ_{λ} 为象元在传感器处的反射率; $ESUN_{\lambda}$ 为大气顶部平均太阳辐照度, 单位为 $w/(m^2 \cdot \mu m)$; d 为日-地天文单位距离; θ_s 为太阳天顶角, 单位为度。它们都可以从参考文献[17、18]中获得。

表 2 建筑指数相关波段特征^[17,18]

Tab 2 Characteristics of the built-up index-related bands^[17,18]

	Landsat ETM+		ASTER	
	波段波长范围(μm)	分辨率(m)	波段波长范围(μm)	分辨率(m)
Green	Band 2	30	Band 1	15
	(0.52~0.60)		(0.52~0.6)	
Red	Band 3		Band 2	
	(0.63~0.69)		(0.63~0.69)	
NIR	Band 4		Band 3N	
	(0.76~0.90)		(0.78~0.86)	
SWIR	Band 5	30	Band 4	30
	(1.55~1.75)		(1.60~1.70)	

表3是利用上述公式获得的两种传感器与构建IBI、NDBI建筑指数有关的各波段的统计值。

2.5 建筑指数计算

2.5.1 NDBI指数 归一化建筑指数NDBI由Zha等提出^[19], 其构成公式为:

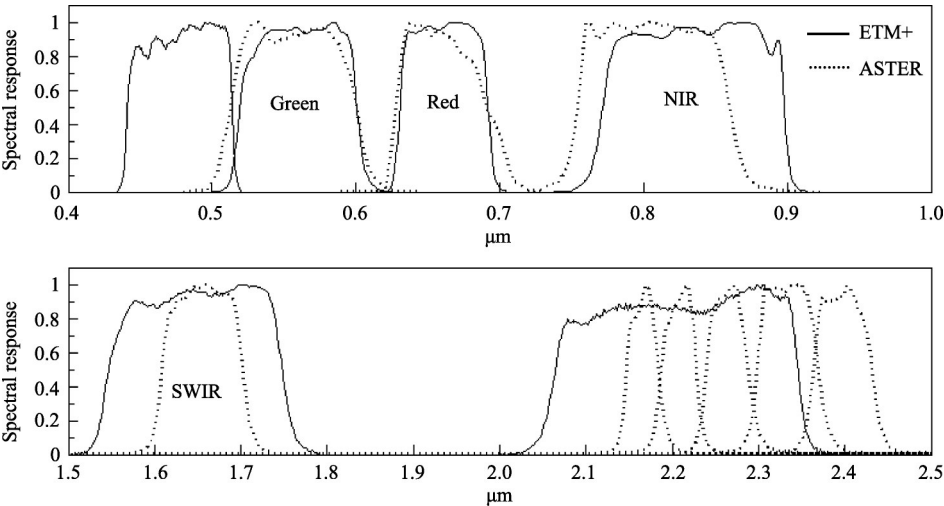


图2 ETM+与 ASTER 建筑指数相关波段的光谱响应函数 (根据 CEOS 官方网站数据绘制, <http://calvalportal.ceos.org>)

Fig. 2 Relative spectral response functions between ETM+ and ASTER sensors in built-up index-related bands (Plotted using the data from CEOS WEB, <http://calvalportal.ceos.org>)

表 3 9 个样区的 ETM+与 ASTER 建筑指数相关波段的统计特征

Tab 3 Statistics of the built-up index-related bands of ETM+ and ASTER image pairs of the nine test sites

波段名	ETM+				ASTER				RMSE
	波段 序号	动态 范围	均值	标准差	波段 序号	动态 范围	均值	标准差	
Green	2	0.1998	0.1237	0.0296	1	0.2308	0.1431	0.0337	0.0207
Red	3	0.2783	0.1088	0.0418	2	0.2526	0.1140	0.0410	0.0137
NIR	4	0.3471	0.1830	0.0705	3N	0.2912	0.1797	0.0578	0.0216
SWIR	5	0.4642	0.1414	0.0807	4	0.3885	0.1583	0.0686	0.0284

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

(4)

式中：*NIR*、*SWIR* 分别代表近红外、短波红外波段，分别对应 ETM+ 影像的 4、5 波段和 ASTER 影像的 3N、4 波段。

2.5.2 IBI 指数 IBI 建筑指数是由 Xu^[20]提出的一种基于指数构建的建筑指数。它采用 3 个指数来创建遥感指数，而不是通常所用的原始影像的多光谱波段来构建指数。所采用的 3 个指数分别为代表水体的 *MNDWI* 指数^[21]，代表建筑用地的 *NDBI* 指数和代表植被的 *SAVI* 或 *NDVI* 指数。当研究区为植被覆盖率较低的城市时，应选 *SAVI*，如果研究区包括大量的植被则选 *NDVI*^[22]。由于本次研究有较多的植被实验区，所以选 *NDVI* 代表植被。*NDVI*、*MNDWI* 的公式分别为：

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

(5)

$$MNDWI = \frac{GREEN - SWIR}{GREEN + SWIR}$$

(6)

由这 3 个指数构建的 IBI 指数公式为：

$$IBI = \frac{NDBI - \frac{MNDWI + NDVI}{2}}{NDBI + \frac{MNDWI + NDVI}{2}} \tag{7}$$

将公式(4)~(6)代入公式(7)，可将 IBI 进一步整理为：

$$IBI = \frac{2SWIR/(SWIR + NIR) - [NIR/(NIR + Red) + Green/(Green + SWIR)]}{2SWIR/(SWIR + NIR) + [NIR/(NIR + Red) + Green/(Green + SWIR)]} \tag{8}$$

2.5.3 指数转换方程建立 根据公式(4)、(8)，分别反演出ETM+与ASTER的 $NDBI$ 和 IBI 建筑指数影像，计算ASTER和ETM+两种建筑指数影像，并对它们的数据特征进行统计(表4)，然后将它们对应的建筑指数影像投影到二维光谱特征空间上，通过对二者的关系作回归分析，获得二者建筑指数之间的定量转换方程(图3a~b，表5)。进一步求出二者指数影像的差值影像，并将其与ETM+对应的指数影像投影到二维特征空间上(图3c~d)。

2.5.4 指数转换方程验证 本文利用未参与实验的2001-5-23福州幅ETM+与ASTER影像对来检验二者建筑指数之间的转换方程(表5)。首先利用表5中的关系方程，将ASTER

表 4 9个样区的ETM+和ASTER建筑指数统计特征
Tab 4 Statistics of the built-up indices between ETM+ and ASTER of the nine test sites

指数	ETM+			ASTER			RMSE
	动态范围	均值	标准差	动态范围	均值	标准差	
$NDBI$	0.7175	-0.1785	0.1573	0.5460	-0.0917	0.1217	0.1141
IBI	0.6072	-0.1578	0.1358	0.4382	-0.0987	0.1004	0.0856

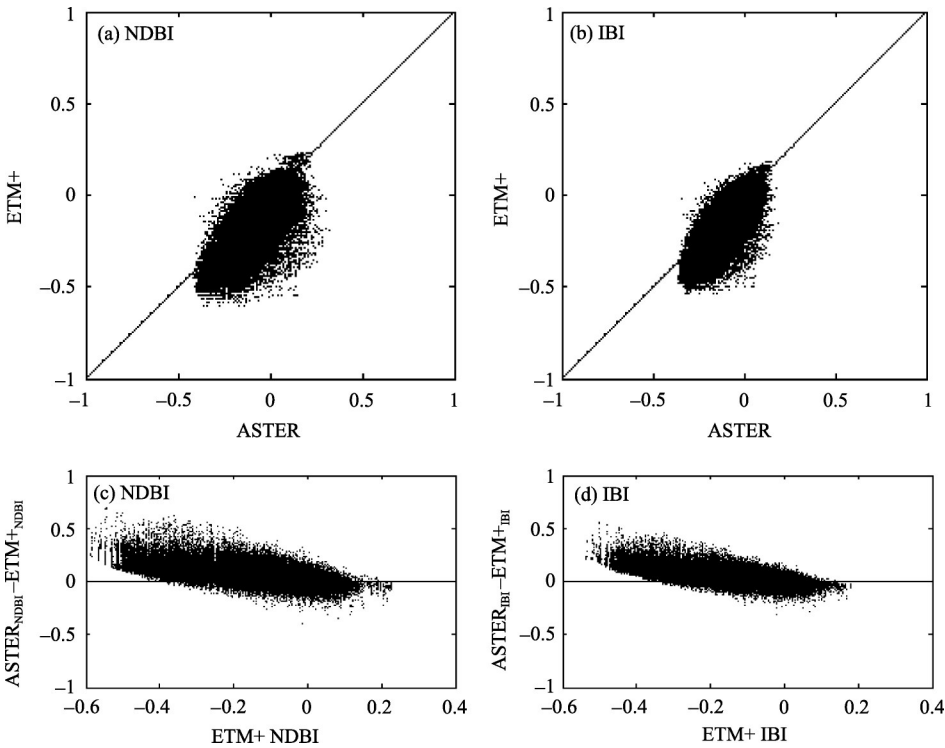


图 3 9个样区的ASTER与ETM+建筑指数的散点图和差值影像图

Fig. 3 Scatter plots of $NDBI$ and IBI of ASTER vs. ETM+ and the difference image of (ASTER-ETM+) vs. the corresponding ETM+ index image of the nine test sites

表5 ASTER与ETM+建筑指数的转换方程

Tab 5 Equations for the build-up index conversion between ASTER and ETM+

指数	方程		R^2
<i>NDBI</i>	$E = 1.1458A - 0.0735$	$A = 0.6975E + 0.0329$	0.799
<i>IBI</i>	$E = 1.2230A - 0.0370$	$A = 0.6754E + 0.0078$	0.826

注: E代表ETM+, A代表ASTER; 所有方程均通过 $p = 0.001$ 的F检验

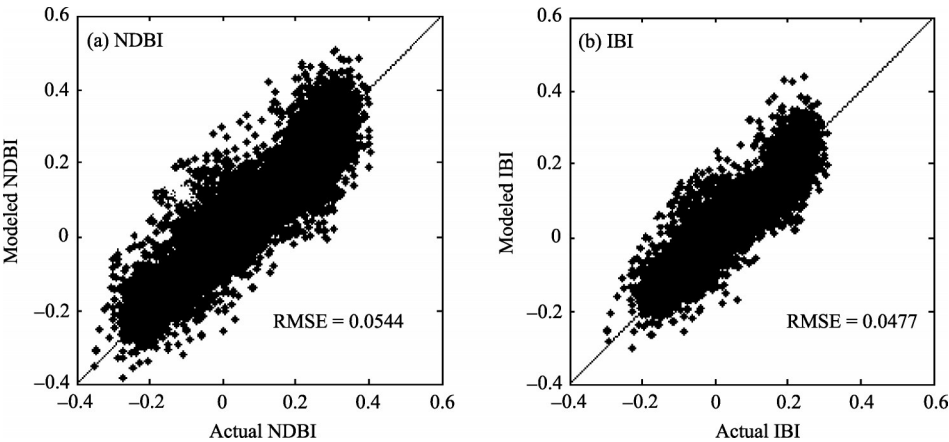


图4 ASTER模拟ETM+建筑指数与实际ETM+建筑指数的对比

Fig. 4 Scatter plots of modeled built-up index vs. actual built-up index

影像的建筑指数模拟成与ETM+影像对应的建筑指数影像(下称模拟影像);然后将模拟影像与对应的ETM+实际指数影像(下称实际影像)进行比较,通过计算它们之间的RMSE来评价转换方程的模拟精度。图4显示,两种建筑指数的实际值与模拟值的散点实体基本都沿1:1线呈大致对称分布,二者的RMSE也都较小,分别为0.0544(*NDBI*)和0.0477(*IBI*)。这说明通过表5的关系方程可以实现两种传感器影像建筑指数的相互转换。

3 结果与讨论

实验结果表明:ETM+与ASTER影像对应建筑指数之间既有一定的相似性,也存在着差异(图3~4、表4~5),表现在:

- (1) ETM+与ASTER影像对应建筑指数之间的决定系数 R^2 都在0.8左右(表5),具有较好的线性相关关系和相似性。但是0.8左右的 R^2 值并不是很高,说明二者互为变化的确定程度只有80%左右,另有20%左右存在不确定性。二者的RMSE值可达0.11(表4),也说明对应的指数存在一定的差距。
- (2) ASTER建筑指数的均值无论是*NDBI*或者是*IBI*都明显大于ETM+对应的指数(表4),这也表现在二者差值影像的散点图上(图3c~d)。ASTER减去ETM+建筑指数的差值影像的散点大部分都分布在0横线的上方,表示其差值大部分大于0。但图3c~d中的散点分布位置有随着ETM+指数值的增大而降低的趋势,反映出在高建筑指数值的地区(通常为高反射率的新建城区),ETM+影像的建筑指数值会高于ASTER影像。

由于ASTER与ETM+的建筑指数之间存在一定的差异,因此在实际应用中不宜将二者反演的建筑指数结果直接对比,必须进行一定的转换才能对比。利用本次研究获得的二

者的转换公式(表5)进行转换可以发现,经转换后二者建筑指数之间的RMSE误差可大幅减小。*NDBI*由原来的0.1141下降为0.0544,降幅达52.2%;*IBI*由原来的0.0856下降为0.0477,降幅达44.3%(表4、图4)。

ASTER与ETM+的建筑指数之间存在差异的原因在于*NDBI*和*IBI*指数的构建都使用了短波红外(*SWIR*)和近红外(*NIR*)波段。从表3可以看出,ASTER和ETM+在这两个波段的差异比较大,它们的RMSE值都大于可见光的红、绿波段的RMSE值。这种差异主要是由于它们在这两个波段的波长范围设置及其光谱响应函数具有较明显的差别引起的(表2、图2)。显然,这种波段方面的差异必然会传递到由其构建的建筑指数的计算中,造成了ETM+与ASTER影像建筑指数间的差异。

ASTER建筑指数的均值高于ETM+的原因则在于ASTER在*SWIR*波段的光谱反射率均值高于ETM+对应*SWIR*波段的均值,而其*NIR*波段的均值又小于ETM+对应*NIR*波段的均值(表3)。从两个建筑指数构成的公式(4)、(8)来看,这一增一减(分子增加,分母减少)必然使得在由这两个波段构成的建筑指数的计算中,ASTER的建筑指数获得了更高的值。这在*NDBI*中表现得最为明显,因为*NDBI*指数全由这两个波段构建,所以ASTER的均值可超过ETM+ 48.6%。而*IBI*指数由于加入了红、绿波段,且这两个波段的均值互有大小(表3),因此ASTER的*IBI*指数大于ETM+的*IBI*指数的幅度有所下降,但也达到37.5%。两种传感器在建筑指数均值的差异同样是由它们在*NIR*和*SWIR*波段的波长范围设置及其光谱响应函数的差别引起的。徐涵秋和张铁军^[15]指出,由于ASTER的*NIR*波段的波长设置覆盖了部分植被的“红边区”,导致其光谱反射率低于ETM+的*NIR*波段。而在*SWIR*波段,由于ASTER该波段的波长宽度要明显窄于对应的ETM+波段(图2),所以二者的反射率也不相同。显然,两种传感器对应波段波长设置的不同导致了它们在建筑指数上的差异。

就两个建筑指数而言,ETM+与ASTER影像在*IBI*指数上的吻合程度要好于它们在*NDBI*指数上的吻合程度。这表现在两种传感器*IBI*转换方程的 R^2 值为0.826,大于其在*NDBI*的0.799(表5);而两种传感器*IBI*指数之间的RMSE为0.0856,小于其在*NDBI*的0.1141(表4)。两种指数拟合程度不同的原因则在于两种指数构成波段的不同。*NDBI*仅由*NIR*与*SWIR*波段构成(公式4),前面讨论已经指出,ASTER和ETM+在这两个波段的光谱响应函数差距较大,因此二者由这两个波段构成的指数差异就会比较大。反观*IBI*指数,其构成除了这两个波段外,还有可见光的红、绿波段(公式8)。由于ASTER和ETM+在这两个波段的光谱响应函数相对比较接近(图2),相似度较高,RMSE值也较小(表3),所以当它们一起融入构建*IBI*指数时,就会降低*NIR*和*SWIR*波段的差异度,使得两种传感器在*IBI*的吻合程度高于仅用*NIR*和*SWIR*波段构建的*NDBI*指数。

4 结 论

ASTER与ETM+影像反演的建筑指数既有一定的相似性,但也存在明显的差异。ASTER两种建筑指数(*NDBI*、*IBI*)的均值都明显大于ETM+对应指数的均值,幅度分别达到48.6%(*NDBI*)和37.5%(*IBI*)。两种传感器在建筑指数间的这种差异主要是由它们在*SWIR*和*NIR*波段的波长设置和光谱响应函数的差异引起的。

由于ASTER与ETM+影像的建筑指数之间存在着明显的差异,因此二者的建筑指数

结果不宜直接对比。利用本次研究获得的转换方程进行转换后可以使两种传感器对应建筑指数的差异降低 44.3% (*IBI*)和 52.2% (*NDBI*)。

两种传感器在 *IBI* 指数之间的吻合度要好于它们在 *NDBI* 之间的吻合度,其原因在于两指数构成波段的不同。*NDBI* 全由光谱差异较明显的 *SWIR* 和 *NIR* 波段构成,而 *IBI* 有光谱差异较小的红、绿波段参与构建指数,因此获得了较 *NDBI* 高的吻合度。

ASTER 和 ETM+影像的空间分辨率在可见光和近红外波段是不同的,这一不同也可能会引起二者建筑指数之间的差异,有待今后在这方面开展进一步的研究。

参考文献(References)

- [1] Dinguiard M, Slater P N. Calibration of space-multispectral imaging sensors: A review. *Remote Sensing of Environment*, 1999, 68(3): 194-205.
- [2] Chander G, Markham B. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2003, 41(11): 2674-2677.
- [3] Chander G, Meyer D J, Helder D L. Cross-Calibration of the Landsat-7 ETM+ and EO-1 ALI sensors. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2004, 42(12): 2821-2831.
- [4] Teillet P M, Barker, J L, Markham, B L. Radiometric cross-calibration of the Landsat-7 ETM+ and Landsat-5 TM sensors based on tandem data sets. *Remote Sensing of Environment*, 2001, 78: 39-54.
- [5] Thome K J, *Remote Sensing of Environment*, 2001, 78: 27-38.
- [6] Thome K J, Biggar, S F, Wisniewski, W. Cross-comparison of EO-1 sensors and other Earth Resources Sensors to Landsat-7 ETM+ Using Railroad Valley Playa. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2003, 41(6): 1180-1188.
- [7] Steven M D, Malthus T J, Xu H, et al. Intercalibration of vegetation indices from different sensor systems. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 88(4), 412-422.
- [8] Goward S N, Davis P E, Fleming D, et al. Empirical comparison of Landsat 7 and IKONOS multispectral measurements for selected Earth Observation System (EOS) validation sites. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 88 (1), 80-99.
- [9] Soudani K, Francois C, le Maire G, et al. Comparative analysis of Ikonos, SPOT and ETM+ data for Leaf Area Index estimation in temperate coniferous and deciduous forest stands. *Remote Sensing of Environment*, 2006, 102: 161-175.
- [10] Thenkabail P S. Inter-sensor relationships between IKONOS and Landsat-7 ETM+ NDVI data in three ecoregions of Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 2004, 25(2): 389-408.
- [11] Venturini V, Bisht G, Islam S, et al. Comparison of evaporative fractions estimated from AVHRR and MODIS Sensor over South Florida. *Remote Sensing of Environment* 2004, 93: 77-83.
- [12] Van Leeuwen W J D, Orr B J, Marsh S E, et al. Multi-sensor NDVI data continuity: Uncertainties and implications for vegetation monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 2006, 100: 67-81.
- [13] 陈拉. 黄敬峰. 王秀珍. 不同传感器的模拟植被指数对水稻叶面积指数的估测精度和敏感性分析. *遥感学报*, 2009, 12(1): 143-151.
- [14] Miura T, Yoshioka H, Fujiwara K, et al. Inter-Comparison of ASTER and MODIS Surface Reflectance and Vegetation Index Products for Synergistic Applications to Natural Resource Monitoring. *Sensors*, 2008, 8(4): 2480-2499.
- [15] 徐涵秋, 张铁军. ASTER 与 Landsat ETM+ 植被指数的交互比较. *光谱学与光谱分析*, 2011, 31(7): 1902-1907.
- [16] 张铁军, 徐涵秋. 基于 MNDWI 水体指数的 ASTER 与 ETM+ 影像交互比较研究. *宇航学报*, 2010, 31(4): 1244-1252.
- [17] Irish R. Landsat 7 Science Data Users handbook. http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/ias/handbook/handbook_toc.html, 2011.
- [18] Abrams M, Hook S, Ramachandram B. ASTER User Handbook, version 2. http://assterweb.jpl.nasa.gov/documents/asste_user_guide_v2.pdf, 2011.
- [19] Zha Y, Gao J, Ni S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 2003, 24(3): 583-594.
- [20] Xu H Q. A new index for delineating built-up land features in satellite imagery. *International Journal of Remote*

Sensing, 2008, 29(14): 4269-4276.

- [21] Xu H Q. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 2006, 27(14): 3025-3033.
- [22] 徐涵秋. 基于谱间特征和归一化指数分析的城市建筑用地信息提取. *地理研究*, 2005, 24(2): 311-320.

Quantitative comparison of Landsat 7 and ASTER multispectral measurements for the NDBI and IBI

XU Hanqiu, ZHANG Tiejun, HUANG Shaolin

(College of Environment and Resources, Fuzhou University; Institute of Remote Sensing Information Engineering; Fujian Provincial Key Laboratory of Remote Sensing of Soil Erosion and Disaster Protection, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Accompanying with accelerated urbanization processes, urban built-up lands have expanded dramatically and caused negative impacts on environments and natural resources of the world. Thus, there is an increasing need to monitor the dynamics of the urban built-up lands. Of the medium-scale earth observation systems, Landsat and ASTER systems are most suitable for this monitoring task. Nevertheless, the relationship between the built-up indices of the two sensors has not yet been revealed so far. To quantitatively investigate this relationship, this study crossly compares the *NDBI* and *IBI* built-up indices of Landsat-7 ETM+ and ASTER sensors based on three tandem image pairs. Regression analysis was used to examine the quantitative relationship through the scatter plots of the built-up index values of the two sensors. This yielded the models for the conversion between two sensors' built-up indices. Results indicate that there are differences in the compared built-up indices between two sensors in spite of a high degree of correlation between them. The values of the built-up indices of ASTER are greater than those of ETM+ by 48.6% in *NDBI* or 37.5% in *IBI*. Accordingly, the built-up index information derived from ASTER data cannot be compared directly with those derived from ETM+ data in the applications. A conversion between them using the conversion models obtained in this study is recommended. Detailed spectral analysis reveals that the differences in band wavelengths and spectral response functions of the near infrared and shortwave infrared bands between the ETM+ and ASTER sensors contribute to the built-up index difference between the two sensors. This is because the *NDBI* and *IBI* are composed merely or mostly by these two bands.

Key words: Landsat ETM+; ASTER; *NDBI*; *IBI*; cross-comparison; spectral response function