

## 短时间间隔的土地利用变化监测

陈晓越, 叶嘉安, 齐志新

(香港大学 城市规划与设计系, 香港)

**摘要:**传统的土地利用变化监测方法已无法完全满足当前经济的快速发展和城市急剧扩张的要求,利用光学遥感数据对地观测也受到天气和云层覆盖等诸多因素的限制。而 Radarsat-1 等雷达遥感数据可以在“全天候”的条件下对地表进行观测。论文以 Radarsat-1 图像获取的 24 d 时间周期为最短时间间隔,分析了 24 d、48 d 和 72 d 时间间隔下的土地利用变化监测,对短时间间隔内的土地利用变化监测的结果进行了总结。监测的结果需要在精度与时间间隔之间做出取舍。对于大部分的情况,24 d 的时间间隔已可以得到 60% 以上精度的结果,部分月份的监测需要 48 d 的监测时间间隔。若需要更高的精度,则需要 72 d 甚至更长。

**关键词:** 遥感; 雷达; 土地利用变化; 短时间间隔

**中图分类号:** TP79:P237      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3037(2011)01-0156-10

随着中国经济的急速发展,土地需求的矛盾显得日益尖锐,大量的用地需求常常无法得到完全满足。土地资源的紧缺已经成为部分快速发展地区瓶颈,在推高了这些地区土地价格的同时,也使个别城市扩展的边缘地区出现了违法用地的情况。因此,及时地监控城市,特别是城乡结合部的土地利用情况显得日益重要<sup>[1-3]</sup>。

绝大部分的土地利用变化研究针对的是较长一段时期内一个地区的某种用地类型的演变过程。例如 Hame 和同事监测过从 1984 年至 1985 年间芬兰的森林变化<sup>[4]</sup>; Kwarteng 和 Chavez 比较了科威特首都 1986 年和 1993 年之间的差异<sup>[5]</sup>。但是经济快速发展的地区,城市化的进程有加快的趋势,长时间段的土地利用变化监测已无法满足城市管理部门的要求<sup>[6]</sup>。

目前利用遥感技术对土地利用变化进行监测,大多采用光学遥感数据,利用不同年份相同季节拍摄的遥感图像判断用地类型的变化,通常都能得到较好的结果<sup>[4,7-9]</sup>。但是,对于较短时间段内的土地利用变化监测,上述方法受到较大限制,最主要的制约因素来自于云层的覆盖,使得对地观测局限在良好天气条件下进行。华南地区,特别是珠江三角洲地区,每年雨季较长,无法利用光学遥感图像对短时期内的土地利用变化进行观测。

早在 20 世纪初,雷达就已被发现其能穿越云层进行探测的特性。随着雷达被引入遥感领域,新方法和技术也不断出现,被用来解译雷达数据和探测地面目标<sup>[10]</sup>。和光学遥感相比,雷达的最大优势就是能够“全天候”地对地探测<sup>[11-13]</sup>,为土地利用快速监测提供了主要数据源。然而,光学遥感数据与雷达数据比仍具有分辨率、信息量以及噪声等方面的优势。因此,雷达数据极少被用于土地利用,特别是土地利用变化方面的研究。

另一方面,天气的干扰,植被的季节性变化往往使得土地利用变化监测的结果与真实

收稿日期: 2010-08-30; 修订日期: 2010-10-24。

基金项目: 香港科研基金会(RGC)资助项目(HKU7301/04H, HKU7466/06H)。

第一作者简介: 陈晓越(1977-),男,博士,主要从事遥感技术和地理信息系统在土地利用方面的应用研究。

E-mail: chenxy@graduate.hku.hk

情形存在较大的差异,从图像判读得到的土地覆被结果与真实的土地利用结构不完全吻合。

因此,本文以广州市番禺区为例,利用 Radarsat-1 对研究区域内土地利用变化进行监测。由于本文采用的 Radarsat-1 图像的最短成像时间间隔为 24 d,因此分别在 24 d、48 d 和 72 d 时间间隔内对发生的地表变化进行分析,对不同时间间隔下的土地利用结构变化监测结果进行初步的总结。

## 1 研究区域和图像数据

### 1.1 研究区域

本文的研究区域是广州市番禺区,位于珠江三角洲的中部,广州市的南部,在东经  $113^{\circ}14'E$  和  $113^{\circ}42'E$  之间,北纬  $22^{\circ}26'N$  和  $23^{\circ}05'N$  之间。番禺区内面积有  $1\,313.8\text{ km}^2$ ,包括  $852.3\text{ km}^2$  的陆地和  $461.5\text{ km}^2$  的水域(图 1)。

本文的研究区域位于珠江三角洲地区,属于亚热带季风气候,温度和湿度较高,适合植物的生长,区域内的农作物种类繁多。该地区的主要粮食作物为水稻,每年分两季种植。

番禺区是广州市发展较快的区域,近年来,大量基建项目纷纷落户番禺,例如新广州客站、高速公路网,以及企业和厂房。随着 2010 年亚运会的召开,大量的基建项目在该区域内展开。

### 1.2 数据预处理

本文采用的是总共 15 幅连续月份的 Radarsat-1 图像数据,成像时间为从 2005-09 至 2006-08。图像采用 Fine Beam 4 Far(F4)模式,图像的像元平均分辨率为  $6.25\text{ m}$ ,相邻每两幅图像之间的成像时间间隔为 24 d。

所有 Radarsat-1 图像由数据光盘的原始文档导入,并经过标定,滤波和几何矫正。图像处理在 PCI Geomatics 6.3 软件平台中完成。导入的 Radarsat-1 图像原始数据保存为像元数值,并根据 CEOS 头文件中的参数计算入射角,然后利用像元数值和入射角计算 Radarsat-1 图像的后向散射系数,以分贝值(DB)格式保存。

由于成像机制的原因,雷达图像往往带有很多噪声,在图像上通常显示为许多信号杂点。必须通过滤波消除各种与后期图像处理和分析无关的噪声信号。经验证,Frost 自适应滤波模型能有效过滤掉噪声,同时保留所有的边界特征<sup>[14]</sup>,因此本文采用 Frost 滤波算法,选择  $5 \times 5$  的过滤参数,去除雷达图像噪声。

图像滤波后,需要对 Radarsat-1 图像进行几何校正,以便 Radarsat-1 图像与其它类型的数据(例如用作参考和数据验证的 SPOT 遥感图像)配准,满足后面进一步分析的要求。

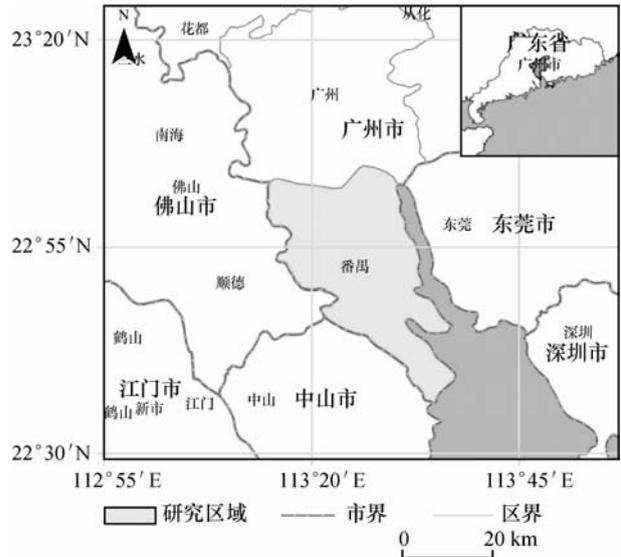


图 1 研究区域

Fig. 1 Study area

本项目中,所有的 Radarsat-1 图像均设定国标系统 C80 的投影坐标,并经过精确几何校正。几何校正中,在每幅 Radarsat-1 图像选取 50 个控制点,控制点在图像中随机均匀选取,并采用多项式变换进行图像校正。

## 2 Radarsat-1 图像分类与变化监测

在研究区域内选取 530 个样本点,作为图像分类训练和检验用。其中 200 个作为训练用样本点,其余的 330 个作为验证用。

### 2.1 Radarsat-1 图像分类

本文对 Radarsat-1 图像采用面向对象的分类方法(Object-oriented Classification Method),在 Definiens eCognition Professional 4 软件系统中进行图像分类操作。面向对象的分类方法包括两步:首先是多分辨率图像分割,将 Radarsat-1 图像的像元进行归类,生成图斑对象;其次对图斑分类,得到最终的分类结果。

#### 2.1.1 多分辨率图像分割

多分辨率图像分割是一种逆序区域增长技术,主要目的在于将单独的像元归并到大小不同的像元组合——图斑中去。图像分割的结果取决于几个预定参数——尺度参数、图像各波段权重,以及像元异质性。其中像元异质性由对象的色调和形状确定。

异质性指标  $f$  包括色调指标  $h_{color}$  和形状指标  $h_{shape}$  两个部分,基于光谱异质性和形状异质性计算,其定义为:

$$f = w \cdot h_{color} + (1 - w) \cdot h_{shape} \quad (1)$$

其中  $w$  是权重值,范围从 0 到 1。形状指标是描述根据两个不同的描述理想模型进行改进后的形状的数值。形状指标由下列定义计算:

$$h_{shape} = \frac{l}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

其中  $l$  表示图像中对象的边界长度, $n$  表示构成此对象的像元数目。色调指标可根据下式计算:

$$h_{color} = \frac{l}{b} \quad (3)$$

其中  $l$  表示实际边界长度, $b$  表示理论最短边界长度。

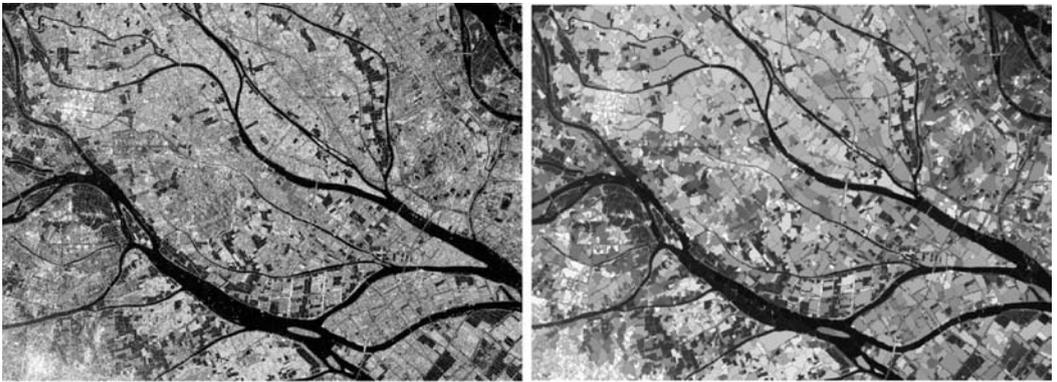
计算得到的异质性指标  $f$  与尺度参数进行比较,可以对图斑的大小甚至形状进行调整。通常使用尺度参数的平方根作为判断异质性最大变化的阈值,若异质性指标  $f$  比尺度参数的平方根大,则将图斑重新分割成两个子图斑,分别计算其异质性指标  $f$  后再与尺度参数进行比较。因此,尺度参数可用作控制图斑大小的参数。

经多次试验,本文采用表 1 中的参数组合对 Radarsat-1 图像进行多分辨率分割计算。通过多分辨率图像分割,每幅 Radarsat-1 图像均被划分为大小不一的图斑对象(图 2)。

表 1 多分辨率图像分割参数设置

Table 1 Arrangement of multi-resolution image segmentation parameters

尺度参数	色调	形状	紧密度	平滑度
10	0.9	0.1	0.8	0.2



(a) Radarsat-1 图像

(b) 多分辨率分割结果

图 2 Radarsat-1 图像的多分辨率图像分割

Fig. 2 Multi-resolution segmentation of Radarsat-1 images

由于成像时间不同,本文使用的 15 幅 Radarsat-1 图像存在一定的差异,若直接进行图像分割操作,生成的图斑结果随机性较大,且图像之间差异较大,容易增加变化监测的误判率。因此,本文采用图像迭代的方法对多幅雷达图像进行分割,每幅 Radarsat-1 图像均指定上一幅图像的分割结果为参考图层进行图像分割<sup>[15]</sup>。图像迭代的优点是能够使 15 幅 Radarsat-1 图像的多分辨率分割结果既能根据实际情况划分图斑,也能约束图像分割的结果,使不同图像生成的图斑保持一定的相关性。

### 2.1.2 图斑分类

多分辨率图像分割生成图斑,即目标“对象”,对图斑进行进一步的分类,得到最终的 Radarsat-1 图像分类的结果。选出具代表性的部分图斑作为训练的样本,对其它的图斑进行训练,根据训练的结果对其余的图斑进行分类,具体分类过程采用最短相邻法进行。

## 2.2 基于分类结果的土地利用变化监测

本文在 Radarsat-1 图像分类结果的基础上对研究区域内的土地利用变化进行分析和研究。土地利用的变化通过每两幅 Radarsat-1 图像之间比对进行监测。

本文所采用的 Radarsat-1 均采用相同的成像参数,理论上对单幅图像的分类得到的精度应基本相同或接近,可以排除因图像之间的成像差异造成的误差影响。然而,不同区域在不同时间的变化监测中,往往得到不同的结果和精度。

### 2.2.1 变化监测的时间间隔和精度

利用遥感技术进行土地利用变化监测一般会选取相同季节甚至相同月份的遥感图像分析,因此,变化监测受植被季节性变化的影响较小。但是,本文关注的是一年以内的较短时间,例如几周几个月。最主要的地表变化来自于各种植物,特别是大量农作物的季节性周期变化,容易与真正的土地利用性质上的变化相混淆,对监测造成不同程度的干扰。

根据本文使用的 Radarsat-1 图像的成像参数设定,两幅不同时相图像的最短成像时间间隔为 24 d,因此本文的变化监测时间间隔以 24 d 为一个基本单位。为了考察不同时间跨度对变化监测结果的影响,本文对不同时间间隔的变化分别进行了记录和分析,分别考察了相隔 2 幅、3 幅和 4 幅图像的变化监测结果,相对应的时间间隔为 24 d、48 d 和 72 d,监测从 2005-09 至 2006-08 这段时间内研究区域内的土地利用变化情况。由于最长 72 d 的时间间隔已经能够覆盖研究区域内主要农作物(水稻)的生长周期,因此,分析这 3 个时间间隔

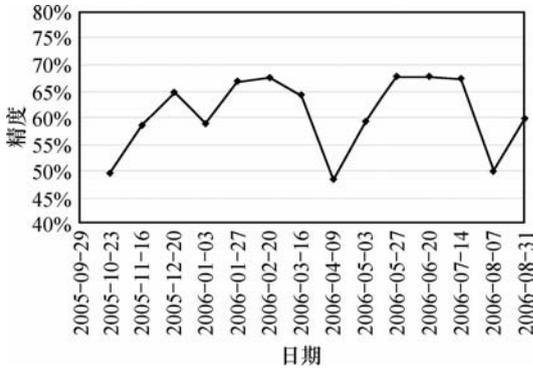


图3 时间间隔 24 d 的变化监测结果统计

Fig. 3 Statistics of change detection with a time interval of 24 days

已经能够对较短时间间隔内的土地利用变化情形进行描述和判断。

2.2.2 时间间隔 24 d

时间间隔为 24 d 的两幅 Radarsat - 1 图像进行变化监测,可以得到 14 个监测结果。观察精度排列可以发现,其结果对地物变化较敏感。14 个变化监测如图 3 所列。其中,某些月份的精度相比其它月份明显降低。

把精度较低的几个月份单独列出来(表 2),其开始日期分别是 2005 - 09 - 29、2006 - 03 - 16 和 2006 - 07 - 14,考察各用地类型的精度。

表 2 精度较低月份各用地类型变化结果统计 (%)

Table 2 Statistics of land use changes with low accuracies

	2005 - 09 - 29 至 10 - 23	2006 - 03 - 16 至 04 - 09	2006 - 07 - 14 至 08 - 07
水体	100	100	100
建成区	100	100	100
菜地	31.34	35.83	31.45
甘蔗/蕉林	58.84	53.34	53.73
水稻	26.67	27.53	33.33
裸土	56.32	57.35	-
总计	49.62	48.50	50.00

从表 2 可看出,菜地、甘蔗/蕉林和水稻的精度明显低于其它用地类型。

按变化的过程,研究区域中的土地利用变化可分为两种:一种是从植被类型转变为另一种植被类型;而另一种则是从植被类型转变为非植被类型。第一种转变过程通常发生在农田休耕期间。而第二种变化过程通常标志着建筑工地的开始和用地类型的不可恢复性改变。不过,通常很难在图像上直接将这两种过程有效地区别开来,特别是在用地类型发生转变的开始阶段,因为这段时期内其地貌变化特征是大致相同的。例如,研究区域内的早季水稻收割后,晚季水稻开始播种前,往往会対田地进行适当的整理和灌溉,由于水稻的特性,通常会往水稻田内灌满水,这个过程有可能会被误认为发生了土地利用的变化。又如,当农田从某种作物转向耕种另外一种作物时,田地的平整过程也可能被误认为被推平并开始建设。

2.2.3 时间间隔 48 d

时间间隔为 48 d 的变化监测能够得到 13 个监测精度结果,按时间排列如图 4 所示。

选取精度较低的两个时间段,开始日期

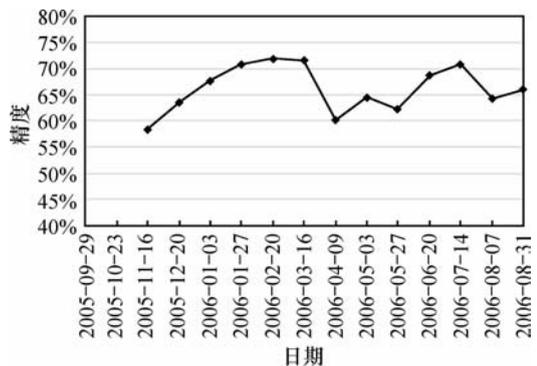


图 4 时间间隔 48 d 的变化监测结果统计

Fig. 4 Statistics of change detection with a time interval of 48 days

分别是 2005-09-29 和 2006-02-20 的结果进行分析,如表 3 所列。由于变化监测的周期是 48 d,恰好覆盖了 10 月和 4 月,而 10 月是部分作物收割的月份,4 月是播种的月份。通过与卫星过境同时的野外调查发现,没有其它能够造成土地覆盖变化的因素,因此推断农业活动是影响监测精度的主要原因。在表 3 中,水稻和菜地仍然是监测结果较差的两种用地类型,误差多数出现在监测这两种类型的用地,并因此拉低了整体的精度。

表 3 精度较低月份各用地类型变化结果统计 (%)

Table 3 Statistics of land use changes with low accuracies

	2005-09-29 至 11-16	2006-02-20 至 04-09
水体	100	100
建成区	100	100
菜地	45.43	47.37
甘蔗/蕉林	75.83	74.79
水稻	36.70	35.48
裸土	54.34	58.52
总计	58.38	60.10

#### 2.2.4 时间间隔 72 d

时间间隔为 72 d 的变化监测可以得到 12 个监测精度结果,使用相隔 4 幅 Radarsat-1 图像。同时,一些农作物例如水稻的生长周期在 4 个月左右。由于生长后期的农作物的外观不会发生太大的变化,因此较长的变化监测周期可以得到较好的精度和可信的结果。但是,从图 5 可以看到,变化监测的精度仍然存在一定程度的波动。

如图 5 所示,9 月、1 月下旬、4 月和 6 月的监测精度均比相邻的月份低。这些月份均接近播种或者收割的季节,大量的农业活动使得变化监测的精度有所降低。和前面较短的监测周期类似,精度的变化往往和农业活动较频繁的月份的地面植被变化有密切的关系。

考察 9 月和 4 月开始的土地利用变化(表 4),精度较低的用地类型主要是水稻和菜地,从时间上看都处于农忙的时节。收割或者播种造成的地表覆盖变化是精度降低的部分原因。

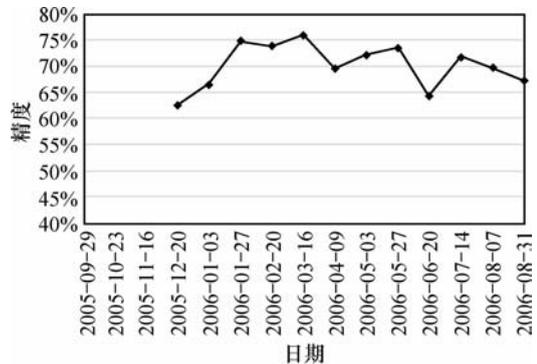


图 5 时间间隔 72 d 的变化监测结果统计

Fig. 5 Statistics of change detection with a time interval of 72 days

表 4 精度较低月份各用地类型变化结果统计 (%)

Table 4 Statistics of land use changes with low accuracies

	2005-09-29 至 12-10	2006-04-09 至 07-14
水体	100	100
建成区	100	100
菜地	67.87	64.79
甘蔗/蕉林	100	100
水稻	33.83	36.47
裸土	57.80	55.93
总计	62.62	64.29

### 2.3 变化监测结果的主要影响因素

总结上面不同时间间隔的土地利用变化监测结果,出现较低精度的月份集中在4月、8月、10月和12月等月份。这些月份均可以观察到大量的农业活动。由于同时期没有其它造成地表变化的因素,由此推测精度的降低与农忙时节里的地表植被变化有关。

把所有用地类型的后向散射系数放在同一时间坐标下(图6),可以发现,不同类型的植被后向散射系数均介于建成区和裸土之间,并形成各自的曲线特征。由于不同植被类型的后向散射系数值相差并不大,因此在区分不同植被类型及相应地块时,将导致不同程度的误差。同时,在某些季节和月份,一些植被类型因生长或者耕作的需要,其所在地块外观发生较大的变化,容易与非植被类型(例如裸土)混淆,这也是某些季节里误差产生的重要原因。

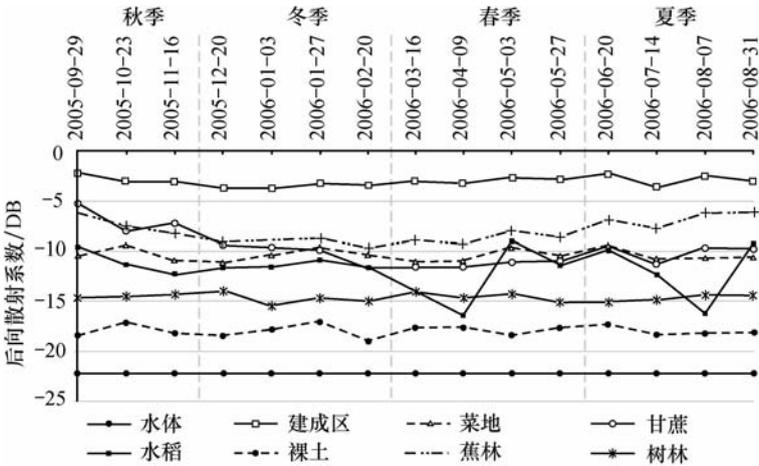


图6 主要用地类型一年期后向散射系数

Fig. 6 Backscatter coefficients of main land uses throughout a year

植物生长所带来的地表季节性变化尽管很有规律性,然而在判断用地类型的永久变化时,地表植被变化却是主要干扰之一,特别在监测时间间隔较短的情况下。消除植被季节性变化的干扰需要结合各植被生长周期和规律的特点进行。

### 2.4 时间间隔的选择

把不同时间间隔的变化监测结果放在同一时间坐标下,如图7所示,可以发现时间间隔较长的变化监测结果比较短时间间隔的要好一些,但是其代价是更长的监测时间。对于特定的土地利用监测来说,通常会设定一个可接受的监测精度作为标准,监测结果通常会在可接受的监测精度与监测时间做出适当的妥协与平衡。

以60%的监测精度衡量,24 d的时间间隔已经可以满足大部分的监测需要。对于一些特定的月份如1月、5月和8月,48 d的时间间隔则是必须的。当以上的时间间隔均无法满足60%的监测精度要求时,只能采用更长的时间间隔,例如72 d。在60%的监测精度标准下,不同季节和月份下的土地利用变化监测时间间隔所需的 Radarsat - 1 图像数目如表5所列。

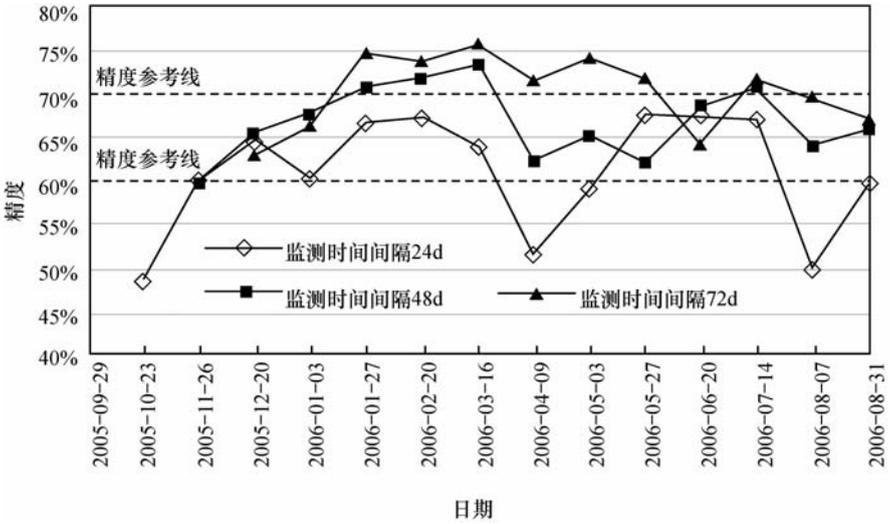


图7 不同时间间隔变化监测结果比较

Fig.7 Comparisons of change detection accuracies with different time intervals

表5 不同季节/月份变化监测时间间隔

Table 5 Time intervals of change detections in different seasons/months

季节	日期	日期间隔/d
秋季	2005-10-23	24
	2005-11-16	24
冬季	2005-12-20	24
	2006-01-03	48
	2006-01-27	24
春季	2006-02-20	24
	2006-03-16	24
	2006-04-09	72
夏季	2006-05-03	48
	2006-05-27	24
	2006-06-20	24
	2006-07-14	24
	2006-08-07	48
	2006-08-31	48

如果监测精度标准提高到70%,则需要更长的监测时间间隔。这时用24d的时间间隔已经不能得到满足变化监测的需要,即使用48d的时间间隔,一些月份开始的用地变化监测仍然无法达到70%的精度要求,其中12月、1月和6月开始的变化监测无论采用24d、48d还是72d的时间间隔,也无法得到70%以上精度的变化监测结果。

### 3 结语

Radarsat-1等SAR图像的“全天候”对地观测的优势是快速监测土地利用变化的有效途径。借助微波可以穿透云层的优势,Radarsat-1基本实现了实时观测地面的目的。然

而,要实现土地利用变化快速监测仍然受制于两个因素,一个是开始的月份,另一个是监测跨越的时间间隔。这两个限制因素与植被的季节性周期变化,包括农作物的耕种规律等有直接关系。由于植被的季节性变化和农业活动,不同的月份用地类型差异较大,发生误判的几率也相应发生变化,因此开始的月份不同,误差也不同;由于植被的生长周期和农业活动的影响,土地覆被可能发生较大的变化,但不意味着土地利用结构也发生相应变化,而本文的判断依据主要来自于遥感图像的判读,因此监测跨越的时间间隔不同,判读结果的误差也存在差异,因此 24 d、48 d 和 72 d 时间间隔的变化监测精度也发生变化。

农业活动例如播种和收割是影响土地利用变化监测的主要因素之一。在土地利用变化快速监测中,4月和8月开始的监测有更多的误差,因为这两个月份通常有播种和收割等大量农业活动。相应地,这些月份监测结果的精度低于其它月份。

在农忙时节的 Radarsat-1 图像上,一些植物所处区域的后向散射系数值与裸土或者水体的后向散射系数值非常接近。最明显的例子就是水稻。其生长初期田地里大量的水很容易被误判为其它的用地类型。另外,甘蔗和蕉林在收割后,其田地无论从外观还是后向散射系数值均与裸土地块基本一致,也容易造成误判。因此,在这些季节进行土地利用变化监测,容易产生这一类型的误差。

土地利用变化监测的时间间隔取决于具体的精度要求。在确定的精度标准下,较长的监测时间间隔能够得到比短的时间间隔更好的精度。

与光学遥感图像相比,Radarsat-1 图像的分辨率较低,加上其单一的波段,制约了土地利用分类和土地利用变化监测精度的提高。随着 Radarsat-1 以及更多其它类型的多极化高分辨率雷达卫星的成功发射和投入使用,将有助于减少部分用地类型之间的误判,精确判断和监测短期内土地利用变化的过程。

## 参考文献 (References):

- [1] 黎夏,叶嘉安. 利用遥感监测和分析珠江三角洲的城市扩张过程——以东莞市为例[J]. 地理研究, 1997, 16(4): 56-62. [LI Xia, YEH Anthony Gar-on. Application of remote sensing for monitoring and analysis of urban expansion—A case study of Dongguan. *Geographical Research*, 1997, 16(4): 56-62.]
- [2] 倪绍祥. 土地利用覆盖变化研究的几个问题[J]. 自然资源学报, 2005, 20(6): 932-937. [NI Shao-xiang. Some issues in the study on land use/cover change. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(6): 932-937.]
- [3] 程昌秀,严泰来,朱德海,等. 土地利用动态监测中 GIS 与 RS 一体化的变更地块判别方法[J]. 自然资源学报, 2001, 16(4): 386-389. [CHENG Chang-xiu, YAN Tai-lai, ZHU De-hai, et al. GIS & RS integration: Land parcel change recognition method in land use dynamic monitoring. *Journal of Natural Resources*, 2001, 16(4): 386-389.]
- [4] Hame T, Heiler I, Miguel-ayanz J S. An unsupervised change detection and recognition system for forestry [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1998, 19: 1079-1099.
- [5] Kwarteng A Y, Chavez P S JR. Change detection study of Kuwait City and environs using multitemporal Landsat thematic mapper data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1998, 19: 1651-1661.
- [6] 石城,蔺启中,邵芸. 城区 Radarsat 图像变化监测研究——以成都市区为例[J]. 国土资源遥感, 2008, 4: 18-21. [SHI Cheng, LIN Qi-zhong, SHAO Yun. The detection of Radarsat image variation in the urban area; Take Chengdu City as an example. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2008, 4: 18-21.]
- [7] 曹银璇,张继贤,燕琴,等. Radarsat 影像在土地利用动态监测中的应用[J]. 测绘科学, 2005, 30(4): 57-59. [CAO Yin-xuan, ZHANG Ji-xian, YAN Qin, et al. The application of Radarsat image in dynamic land use monitoring. *Science of Surveying and Mapping*, 2005, 30(4): 57-59.]
- [8] Ridd M K, Liu J J. A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment [J]. *Remote Sensing of Environment*, 1998, 63(2): 95-100.

- [9] Weng Q H. Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modeling [J]. *Journal of Environmental Management*, 2002, 64(3): 273-284.
- [10] Henderson F M. Land-use analysis of radar imagery [J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1979, 45(3): 295-307.
- [11] Kurosu T, Uratsuka S, Maeno H, *et al.* Texture statistics for classification of land use with multitemporal JERS-1 SAR single-look imagery [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1999, 37(1): 227-235.
- [12] Kuplich T M, Freitas C C, Soares J V. The study of ERS-1 SAR and Landsat TM synergism for land use classification [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2000, 21(10): 2101-2111.
- [13] Angelis C F, Freitas C C, Valeriano D M, *et al.* Multitemporal analysis of land use/land cover JERS-1 backscatter in the Brazilian tropical rainforest [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2002, 23(7): 1231-1240.
- [14] Frost V S, Stiles J A, Shanmugan K S, *et al.* A model for radar images and its application to adaptive digital filtering of multiplicative noise [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1982, 4(2): 157-166.
- [15] 钱峻屏, 黎夏, 艾彬, 等. 时间序列案例推理监测土地利用短期快速变化[J]. 自然资源学报, 2007, 22(5): 735-747. [QIAN Jun-ping, LI Xia, AI Bin, *et al.* Land-use short-term change detection based on Time-Series-Case-Based-Reasoning(TSCBR). *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(5): 735-747. ]

## Short-interval Land Use Change Detection

CHEN Xiao-yue, YEH Anthony Gar-on, QI Zhi-xin

(Department of Urban Planning and Design, The University of Hong Kong, Hong Kong, China)

**Abstract:** As the fast economic development and urban expansion, it is difficult for traditional methods to monitor land use changes in short time interval. Moreover, remotely sensed data acquired by optical sensors is often limited by bad weathers and cloud cover. SAR images, such as Radarsat-1, are an ideal tool for weather-proof observation on ground surface. This paper analyzed the results of land use change detections with time lags of 24 days, 48 days and 72 days according to the period of acquisition dates of Radarsat-1. The results need a compromise between accuracies and efficiencies related to the time lags. For most of the situation, it is sufficient of using a time lag of 24 days to obtain accuracy of 60% or above. In some cases of months, a time lag of 48 days is needed. For obtaining higher accuracies, longer time lags such as 72 days are needed.

**Key words:** remote sensing; radar; land use change; short-interval