



2017年全国气象卫星遥感应用技术交流报告

一种基于语义规则算法的变化 信息提取技术

报告人： 李 著

单 位： 贵州省铜仁市气象局

报告内容

前言

方法

数据处理与分析

结论



报告内容

前言

方法

数据处理与分析

结论



1. 研究意义



Pixel-based	Advantages and Disadvantages	Object-based	Advantages and Disadvantages
代数学方法	相对比较 简单、直接 ，易于 实施和理解 ；但 无法提供完整的变化信息矩阵 ，需要选取判定 阈值 。	图像对象变化检测	直接比较对象， 易于执行 ；但处理 不同尺寸和形状 的对象时困难，并且需要选择判断 阈值 。
变换法	降低数据冗余，增强差异信息 ；但 不能提供完整的变化信息 ，需要计算判定 阈值 。	类别对象变化检测	提供 变化信息矩阵 ；检测结果受 分类与分割过程 的影响。
分类法	可 提供变化信息的矩阵 ， 减少 因大气及环境差异而引起的 额外影响 ；但需要提取 训练样本 ，对于历史数据尤其困难。	多时相变化检测	可创建大小、形状和位置坐标 一致 的 图像对象 ；但目前尚不清楚将前、后时相的图像 一起分割 所带来的 影响 。
高等模型	转换后的参数比光谱信号 更能直观地被解释 ，能更好的 提取植被信息 ；但 耗时 ，并且选择合适的 模型 较为困难	混合变化检测	减少 变化信息的 噪声 ，降低由于对象的 不一致性定义 引起的噪声。

伴随卫星陆续升空，如何从海量遥感影像数据中挖掘、发现有价值的信息，是一个从未间断的技术探索之路。变化检测方法的研究与探索，是其重要的分支。

报告内容

前言

方法

数据处理与分析

结论



2.1 基于语义光谱规则的非监督概要分类方法-SRC

SRC- spectral rule-based classifier (proposed by Baraldi in 2006)

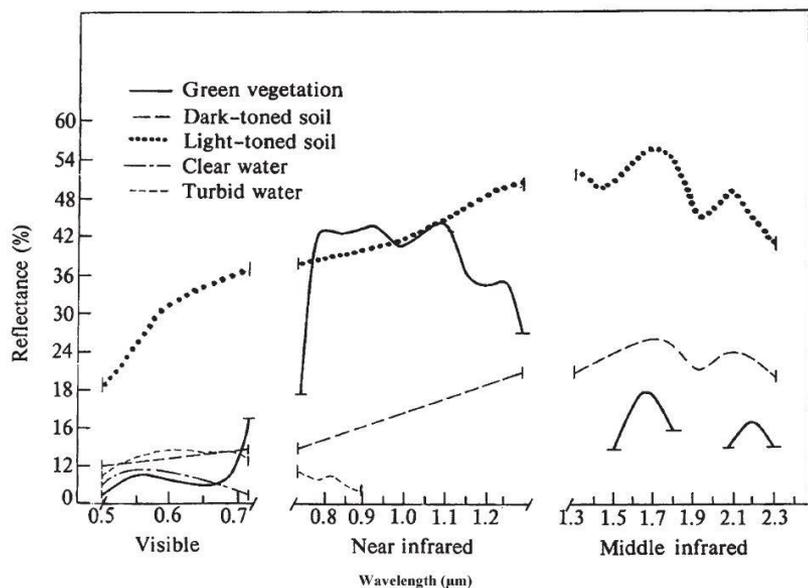


图2.1 几类典型地物的光谱反射率曲线

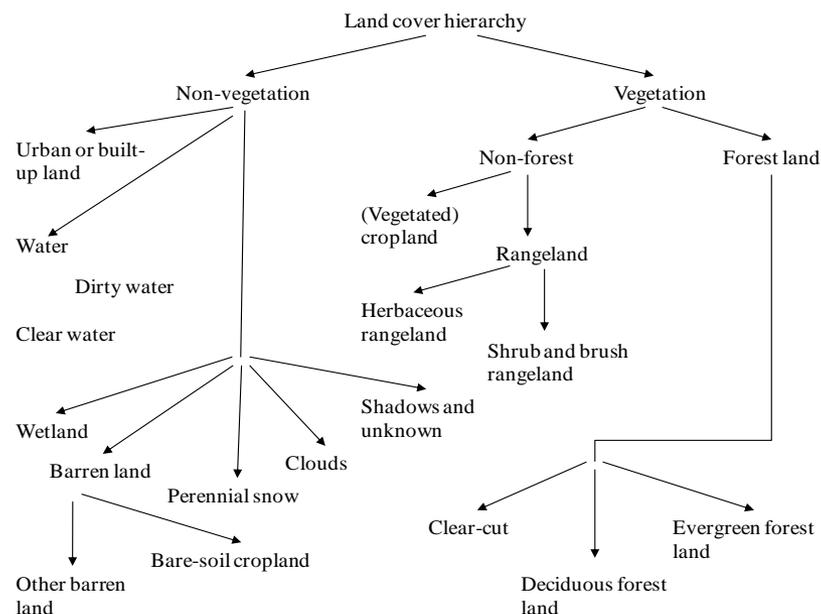


图2.2 SRC算法对土地覆盖类型分类的层级结构示意图

2.1 基于语义光谱规则的非监督概要分类方法-SRC

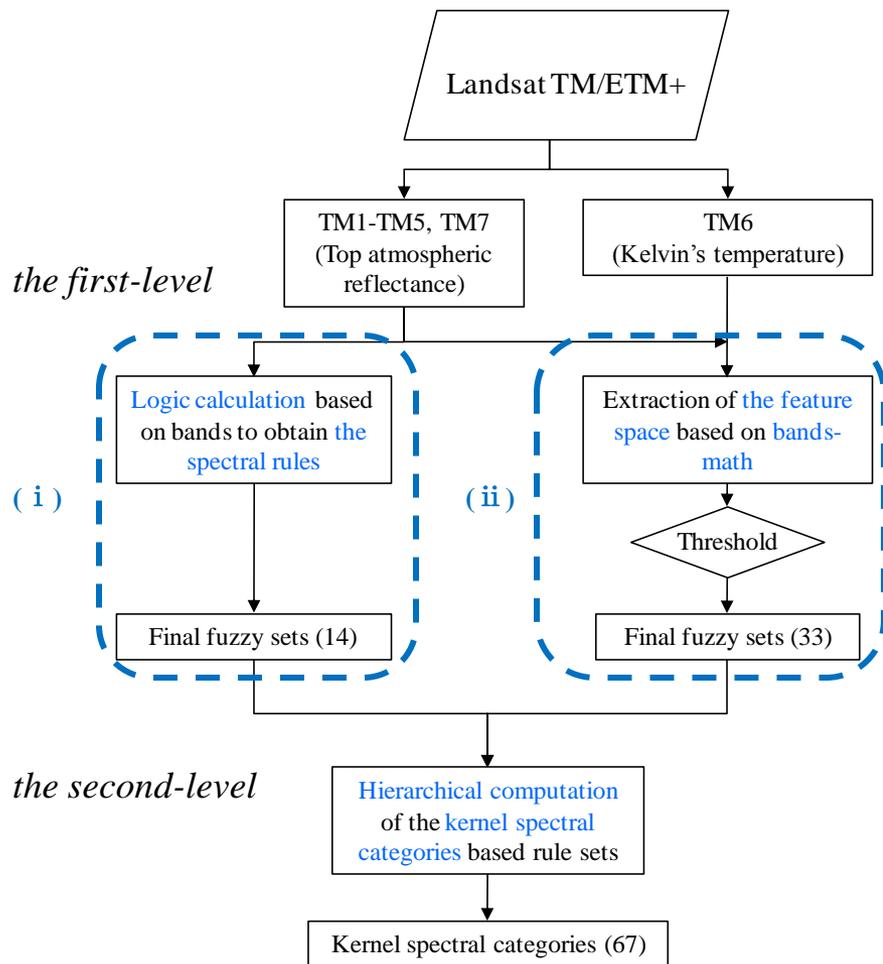


图2.3 SRC算法结构原理示意图

➤(i): 光谱规则集

Vegetation Spectral Rule: V_SR

$$\begin{aligned}
 V_SR = & (TM2 \geq (0.5 \times TM1)) \ \&\& \\
 & (TM2 \geq (0.7 \times TM3)) \ \&\& \\
 & (TM3 < (0.7 \times TM4)) \ \&\& \\
 & (TM4 > \max \{ TM1, TM2, TM3 \}) \ \&\& \\
 & (TM5 < (0.7 \times TM4)) \ \&\& \\
 & (TM5 \geq (0.7 \times TM3)) \ \&\& \\
 & (TM7 < (0.7 \times TM5))
 \end{aligned}$$

Water or shadow Spectral Rule ($WASH_SR$),
Barren-land or Built-up or Clouds Spectral Rule
(BBC_SR)

➤(ii): 特征空间类模糊集

•反射率类特征空间：Bright, Vis等；

$$\begin{aligned}
 \text{Bright} = & \\
 & (TM1 + TM2 + 2 * TM3 + 2 * TM4 + TM5 + TM7) / 8
 \end{aligned}$$

•指数类型特征空间：NDVI, NDBSI等；
 $NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3 + 0.001)$

•模糊集提取：参考原算法中相应阈值提取特征空间类模糊集（HNDVI, MNDVI, LNDVI）。

2.1 基于语义光谱规则的非监督概要分类方法-SRC

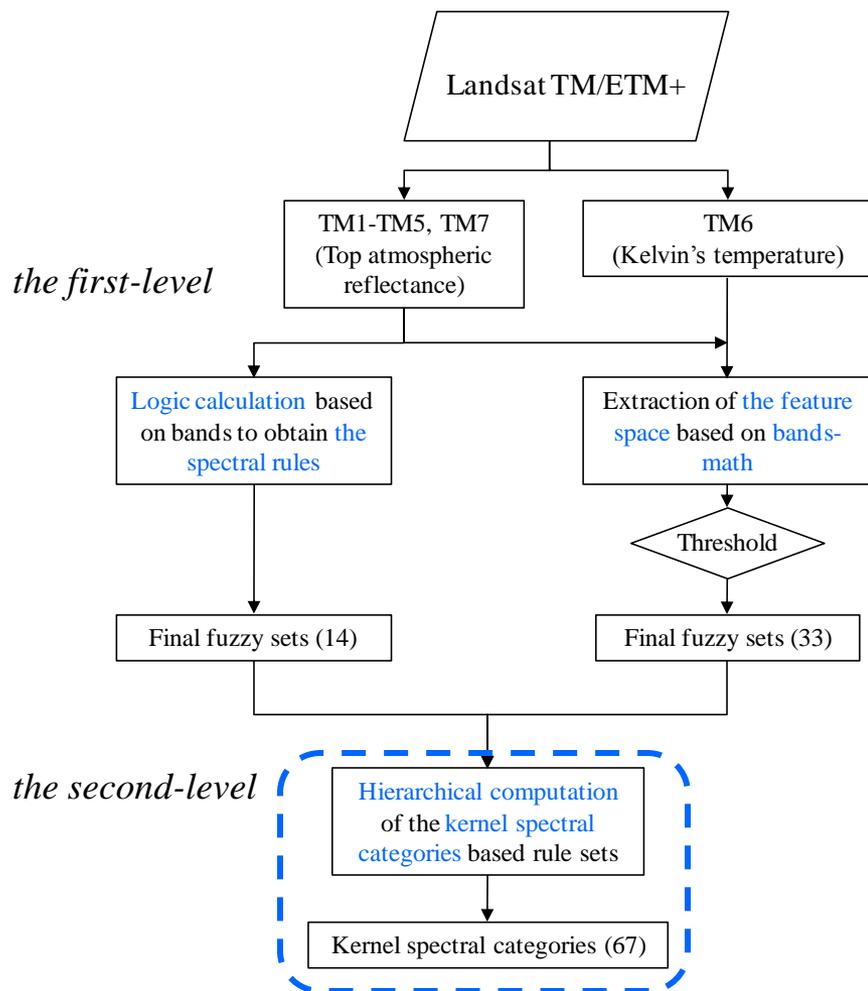


图2.3 SRC算法结构原理示意图

➤ 光谱类别计算

Water or Shadow Spectral Category: WASH_SC

WASH_SC = “ ‘WASH_SR’ is true ” &&
 “ ‘LBright’ is true ” && “ ‘LVis’ is true ”
 && “ ‘LNDVI’ is true ”
 && “ ‘LMIR1’ is true ”
 && “ ‘LMIR2’ is true ”
 && “ ‘LNIR’ is true ”
 && “ ‘LTIR’ is not true ”
 && “ ‘CumulativeOR_SC’ is not true ”

TKCL_LSC	CL_SC and LMIRTIR	2
TNCL_LSC	CL_SC and MMIRTIR	2
SNIC_SC	SNIC_SR and LNDBSI and not(LBright or LVis or LNDVI or LNIR or HMIR1 or HMIR2 or HTIR or CumulativeOR_SC ²)	1
SN_LSC	SNIC_SC and HNSDI	2
ICSN_LSC	SNIC_SC and MNSDI	2
WASH_SC	WASH_SR and LBright and LVis and LNDVI and LNIR and LMIR1 and LMIR2 and not (LTIR or CumulativeOR_SC)	1
DPWASH_LSC	WASH_SC and HNSDI	2
SLWASH_LSC	WASH_SC and not(HNSDI)	2

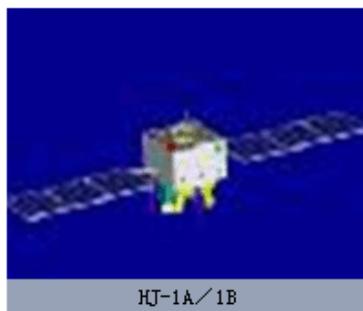
2.2 多源卫星数据的SRC应用-规则降维

表2.1 多源卫星传感器波段设置差异

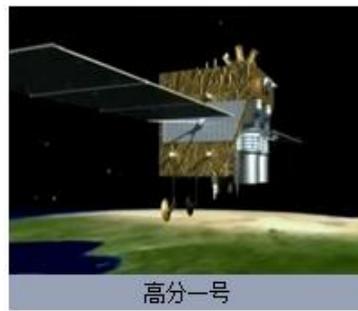
传感器波段范围（单位： μm ）						
Landsat-5 TM	Landsat-7 ETM+	Landsat-8 OLI	GF-1	HJ-1A	HJ-1B	SPOT-5
-	-	0.43~0.45	-	-	-	-
0.45~0.53	0.45~0.52	0.45~0.51	0.45~0.52	0.43~0.52	0.43~0.52	-
0.52~0.60	0.53~0.61	0.53~0.60	0.52~0.59	0.52~0.60	0.52~0.60	0.49~0.61
0.63~0.69	0.63~0.69	0.63~0.68	0.63~0.69	0.63~0.69	0.63~0.69	0.61~0.68
0.76~0.90	0.75~0.90	0.85~0.89	0.77~0.89	0.76~0.90	0.76~0.90	0.78~0.90
1.55~1.75	1.55~1.75	1.56~1.66	-	-	-	1.58~1.75
10.40~12.50	10.40~12.50	10.6~11.19	-	-	-	-
		11.5~12.51				
2.08~2.35	2.09~2.35	2.11~2.29				



Landsat-7



HJ-1A/1B



高分一号



Spot-5

.....

2.2 多源卫星数据的SRC应用-规则降维

Landsat 7: 7-bands



4-bands



Spot-5

TM/ETM+ (30m SR)		SPOT5 (10m SR)	
Input data	Fuzzy sets	Input data	Fuzzy sets
1(B)	47个		38个
2(G)		1(G)	
3(R)		2(R)	
4(NIR)		3(NIR)	
5(MIR1)		4(MIR1)	
7(MIR2)			
6(TIR)			
Spectral categories:67		Spectral categories:41	

➤ SPOT-downscaled SRC



2.3 基于语义光谱规则预分类结果的变化信息提取

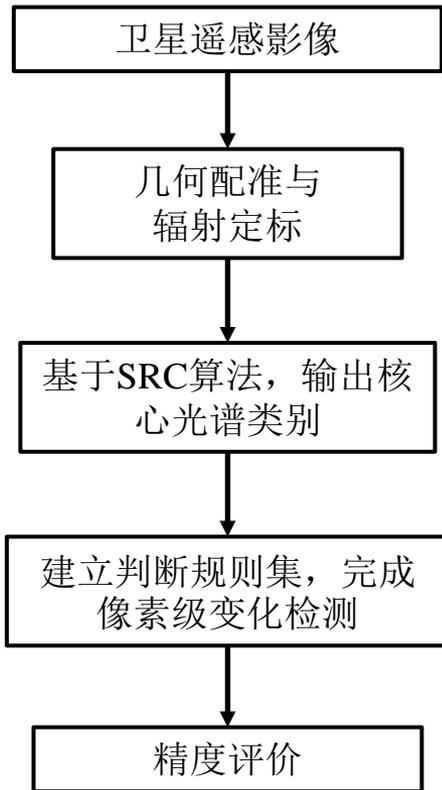


表2.2 部分光谱类别间的判断规则*.

Initial category	Final category								
	“7” or “8”	“17”	“18”	“22”	“23”	“24”	“28”	“40”	“41”
“7” or “8”	1	3	3	3	3	3	3	1	3
“17”	3	1	2	3	2	3	2	3	3
“18”	3	1	1	3	2	3	2	3	3
“22”	3	3	3	1	1	1	3	3	1
“23”	3	2	2	1	1	1	3	3	1
“24”	3	3	3	1	1	1	3	3	1
“28”	3	3	3	3	3	3	1	3	3
“40”	1	3	3	3	3	3	3	1	3
“41”	3	3	3	1	1	1	3	3	1

*: 表中“1”为“无变化”; “3”为“变化”; “2”为可能变化.

图2.4 基于SRC算法的变化信息提取技术路线

报告内容

前言

方法

数据处理与分析

结论





3.1 数据处理与分析

➤ 数据预处理——辐射定标

$$TOARD = DN / Gain + Bias$$

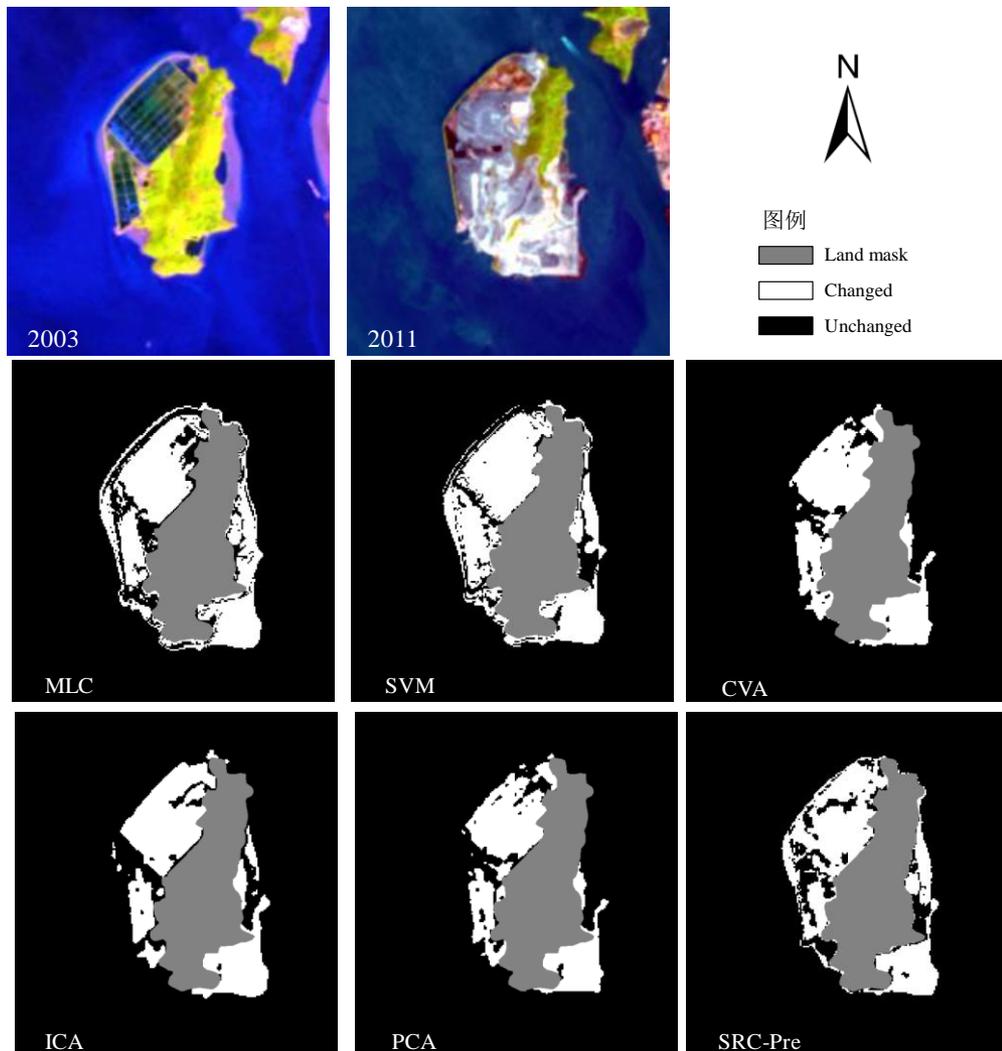
$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot TOARD \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s}$$

➤ 精度评价

表3 各方法下4个测试区域的变化信息提取精度评价。

测试区域	Area-Ratio						
	SRC-Pre	CVA	PCA	ICA	MLC	SVM	
Test-1	72.50%	76.65%	71.84%	78.57%	74.00%	82.31%	
Test-2	sub-1	93.73%	95.16%	93.54%	99.06%	84.35%	91.23%
	sub-2	87.60%	65.34%	53.20%	85.56%	72.84%	83.99%
Test-3	96.65%	96.56%	94.03%	99.62%	94.71%	95.30%	
Test-4	sub-1	88.99%	94.83%	93.22%	98.36%	84.04%	89.48%
	sub-2	91.69%	82.31%	74.01%	95.78%	83.65%	90.08%
	sub-3	8.66%	20.63%	6.70%	48.97%	39.47%	52.19%

3.2 变化信息提取与结果分析



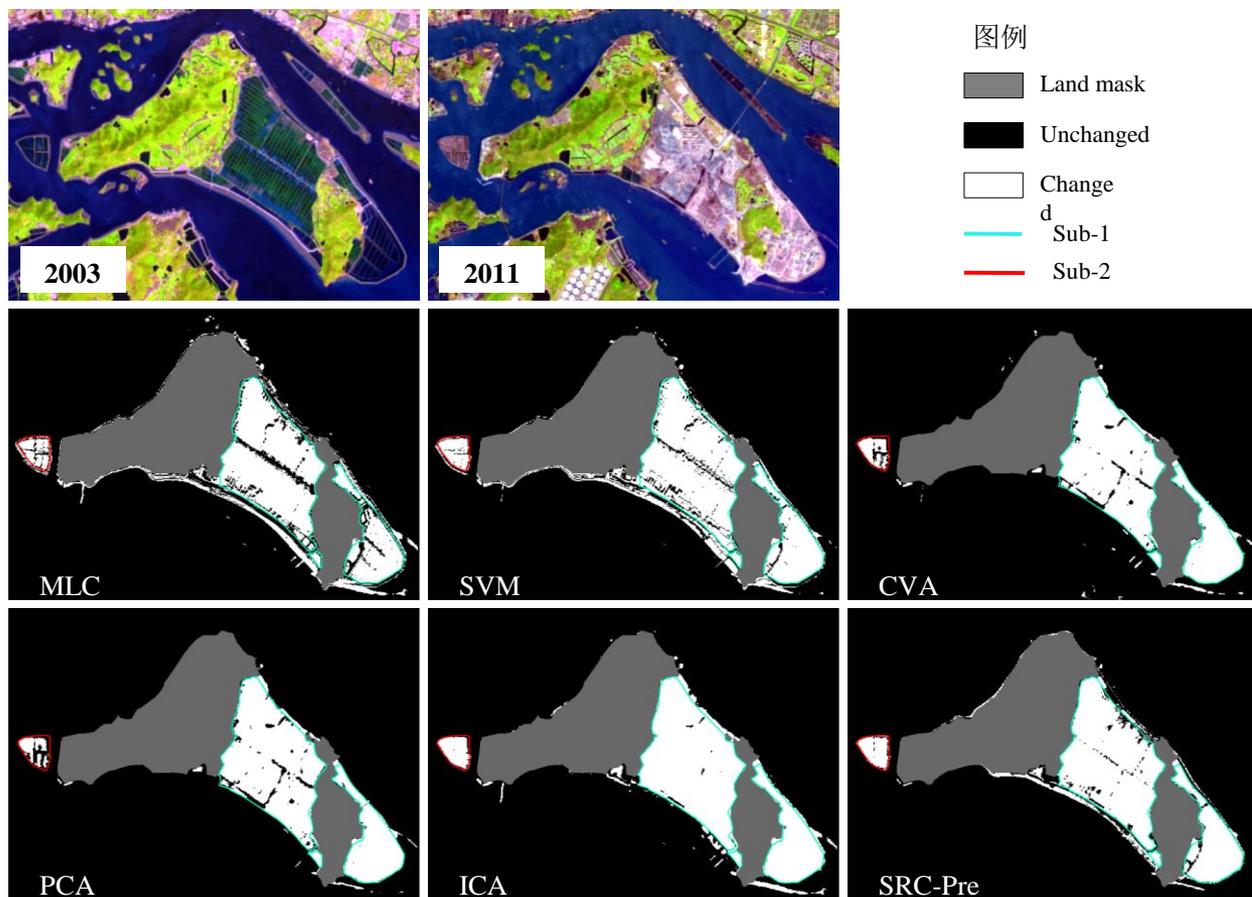
- ✓ “盐田-围海造地”
- ✓ “海水-围海造地”
- ✓ “滩涂”的消失以及极小面积的“滩涂-围海造地”变化。

小结:

- 这6种方法对测试区域邻近海域的变化信息提取精度都不高（低于85%）；
- ICA和基于监督分类后比较的方法对该区域周围的变化信息提取效果较好；
- SRC-Pre对西南角一处“滩涂-围海造地”变化信息存在漏检。

图3.1 各方法下测试区域的变化信息提取结果，Test-1.

3.2 变化信息提取与结果分析



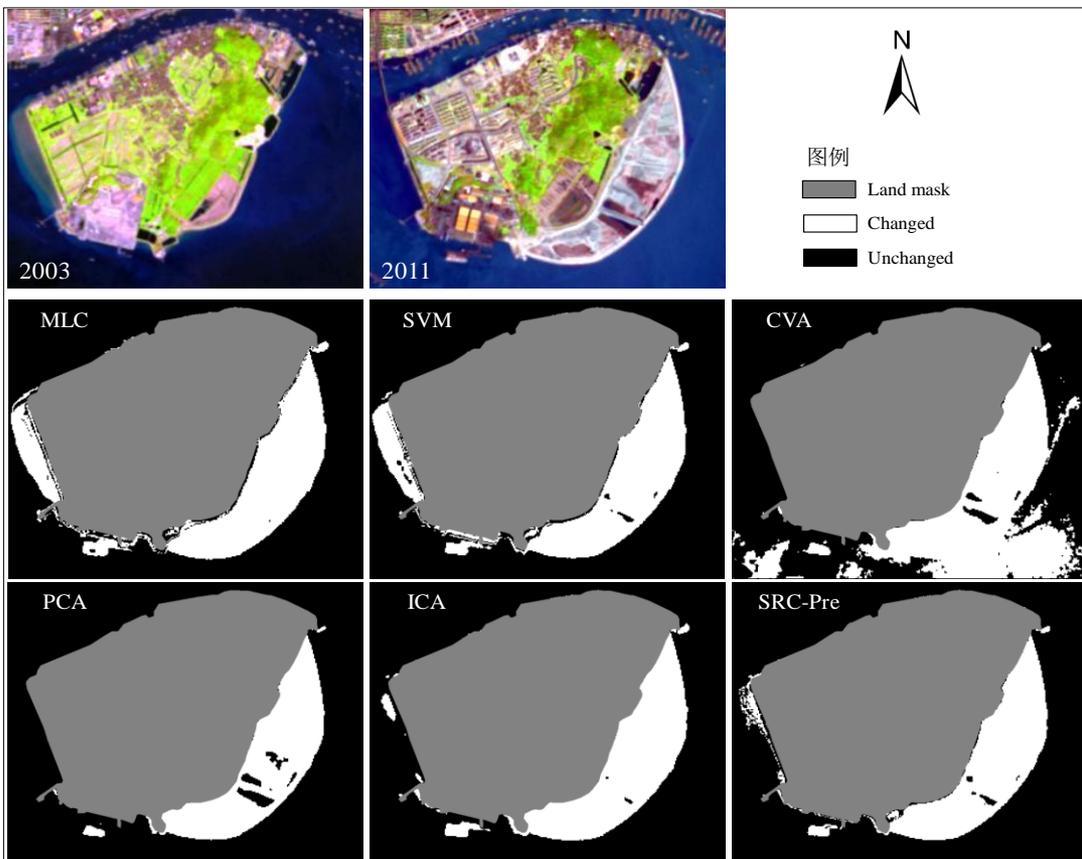
- ✓ “盐田-围海造地”
- ✓ “养殖水面-围海造地”

小结:

- SRC-Pre (93.7%、87.6%) 和 ICA (99.1%、85.6%) 精度较好。
- ICA和SRC-Pre对两个测试区域的检测都比较完整
- 其他方法对养殖水面和盐田的围栏存在不同程度的漏检。

图3.2 各方法下测试区域的变化信息提取结果, Test-2.

3.2 变化信息提取与结果分析



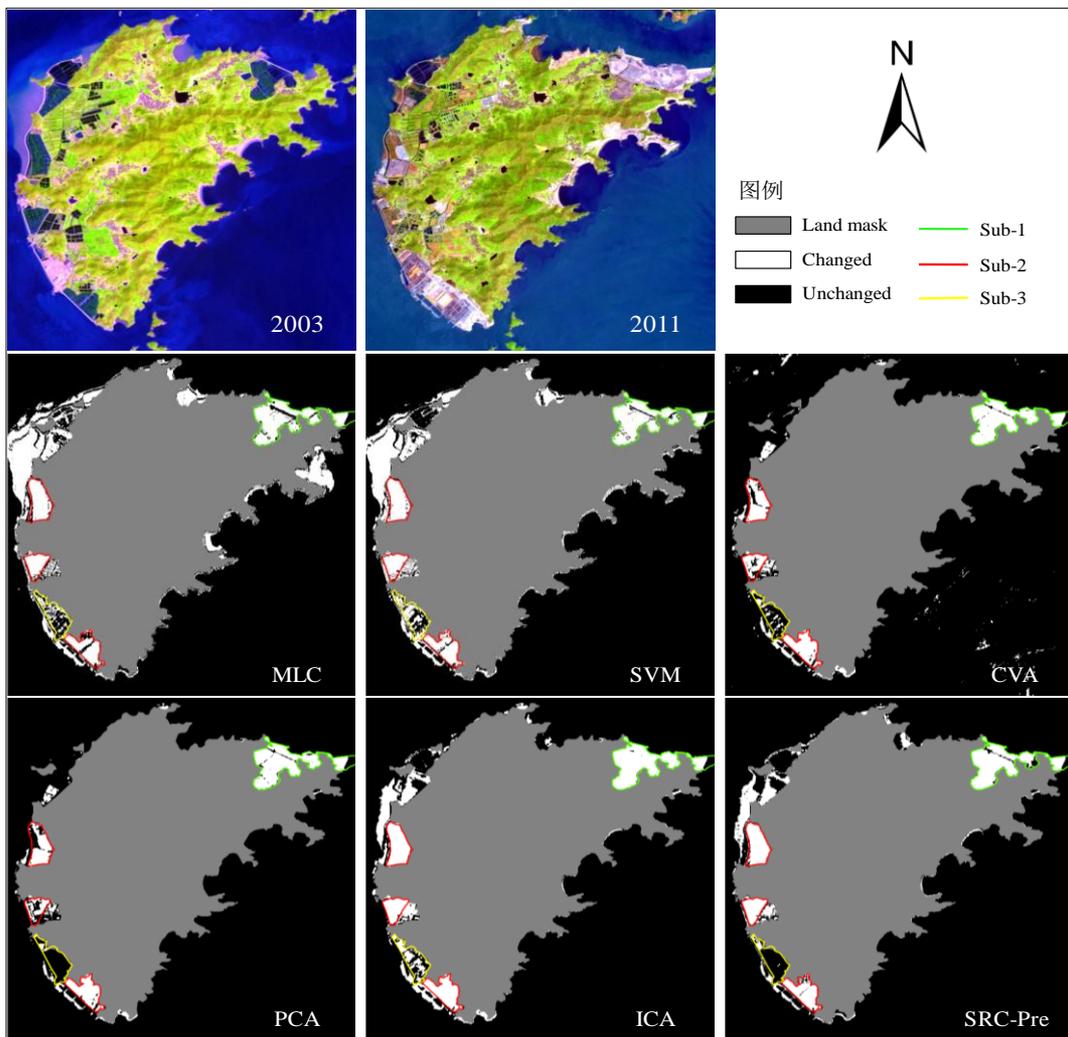
✓ “海水-围海造地”

小结:

- 6种方法对该测试区域的变化信息都能有效提取，ICA（99.6%）精度最高，SRC-Pre（96.7%）次之；
- CVA对海水存在明显的过检现象；
- 除CVA和PCA外，其他方法对“滩涂-海水”间的自然变化都表现出不同程度的过检测。

图3.3 各方法下测试区域的变化信息提取结果，Test-3.

3.2 变化信息提取与结果分析



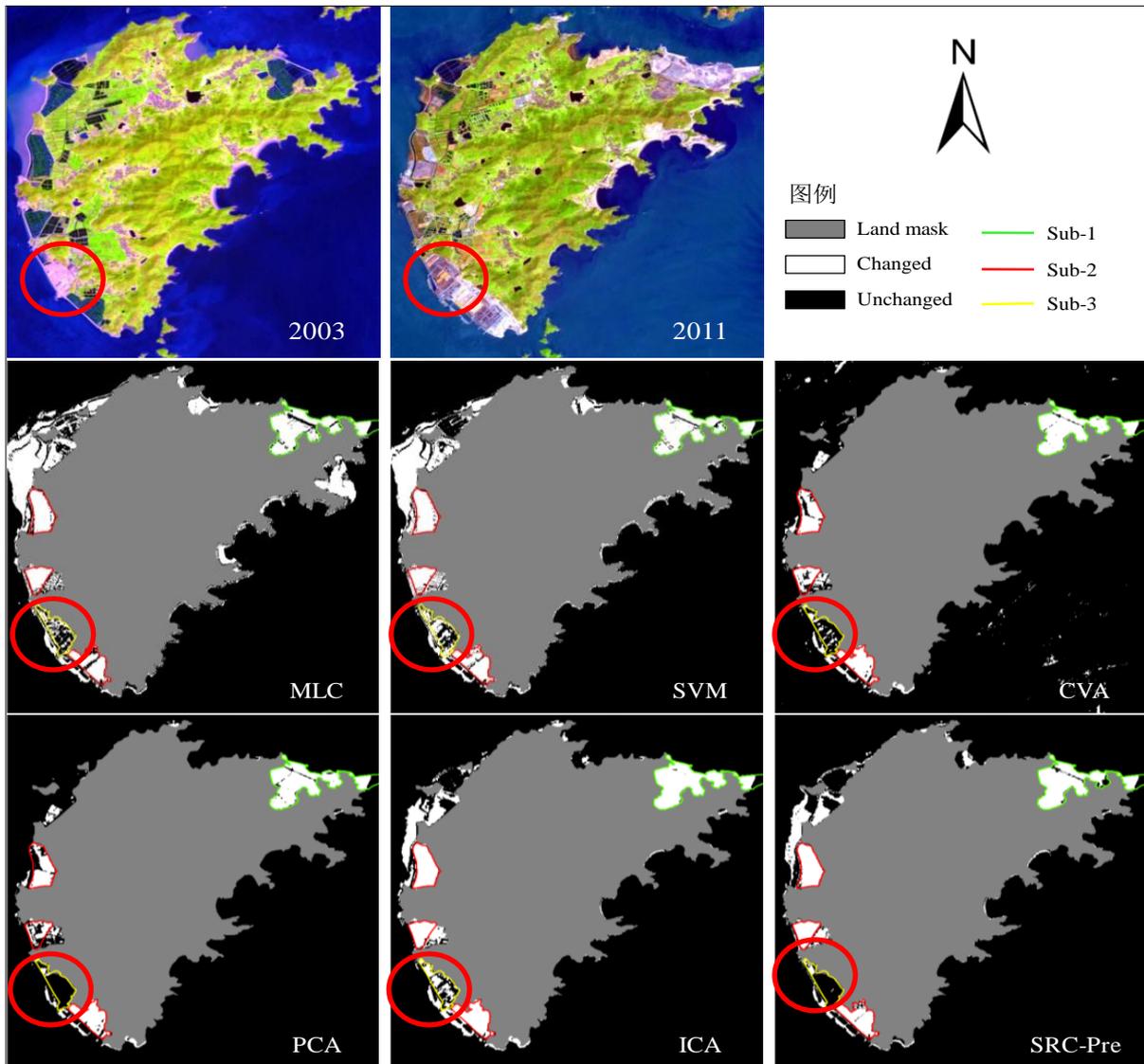
- ✓ sub-1: “盐田-围海造地”、“海水-围海造地”
- ✓ sub-2: “盐田-围海造地”
- ✓ sub-3: 围海造地的中间变化过程（即围海造地过渡期到码头建成期的变化）

小结:

- 在sub-1区域，ICA（98%）精度最高，基于MLC分类后比较（84%）精度最低；在sub-2区域，ICA（95%）精度仍然最高，SRC-Pre次之（91%）；
- 而对于sub-3区域而言，所有方法对这种变化都不能有效检测，精度都低于60%，其中SRC-Pre和PCA低于10%；
- SRC-Pre对“盐田-围海造地”的变化检测能力强且稳定，但对“滩涂-围海造地”的变化仍然会漏检。

图3.4 各方法下测试区域的变化信息提取结果，Test-4.

3.2 变化信息提取与结果分析



- ✓ sub-3: 围海造地的中间变化过程（即围海造地过渡期到码头建成期的变化）

观察原始数据的假彩色合成图像可知，对于sub-3区域而言，两个时期地物的亮度都特别高，光谱差异较小，目视解译判断时需要借助图形、纹理等特征。

- 这表明，6种方法对光谱差异不明显的变化信息的检测能力不高。

报告内容

前言

方法

数据处理与分析

结论





4. 结论

- ◆ 通过分析可知，除“滩涂-围海造地”变化类型，本文提出的SRC-Pre方法对测试区域的其他类型的变化信息具有较好且稳定的检测能力。
- ◆ ICA方法的检测能力最稳定，并且对大部分测试区域的检测精度都超过90%；
- ◆ 监督分类后比较的方法对滩涂的变化比较敏感，在滩涂和海水交界处出现漏检；对养殖水面和盐田区域围栏部分的变化不敏感，它从像元光谱的角度出发，没有考虑地物整体特性，因而对围栏-围海造地的变化漏检；
- ◆ CVA对真正发生变化的区域具有一定的检测能力，但在海水区域出现不合理的过检现象。



4. 结论

- ◆ 原始SRC算法体系没有针对特定海域使用类型的光谱特征进行分析和模拟，对“滩涂”存在误分类，使其对“滩涂-围海造地”变化的漏检。如果针对海域使用类型的光谱特征作进一步研究和分析，SRC将能更有效的用于测试区域地物类型变化信息的自动提取。
- ◆ 另外，原始SRC算法是针对Landsat TM/ETM+ 数据定义的规则集，本文在处理SPOT-5数据时，仅是根据波段设置差异对语义规则进行简单降维处理，降低了原语义规则的适用性，使光谱规则对地物的模拟能力降低，这也在一定程度上折损了该方法应用于变化检测的能力。



2017年全国气象卫星遥感应用技术交流报告

敬请各位老师批评、指正！