



遥感科学国家重点实验室、北京市陆表遥感数据产品 工程技术研究中心学生开放课题（2022）

一种基于Sentinel-2第12波段的森林火点快速监测时空异常指标

唐明秀，郭锐，刘婷婷

研究简介

火灾显著改变森林组成，并深刻影响空气质量、气候和人类健康。近几十年来，全球火灾天气的频率和严重性显著增加，随着气候变暖，这一趋势预计将加剧。有效的火灾监测对于理解火灾行为、评估火灾的生态影响以及评估气候变化对火灾模式的影响至关重要。

本研究基于Sentinel-2数据，并结合阈值法，提出了一种自动化程度高、普遍适用的火点提取指数——TMAI，它突出了在时间维度上的火点和非着火期间的像素之间的差异，以及在空间维度上有火点期间该像素和周围的非着火点像素之间的差异。在全球得到的19个研究区的火点识别精确率在71%以上，召回率在85.6%以上。

研究区

为了验证火点提取方法在全球的适应性，在六个大洲共选择19个研究区，涵盖多种不同的植被类型。

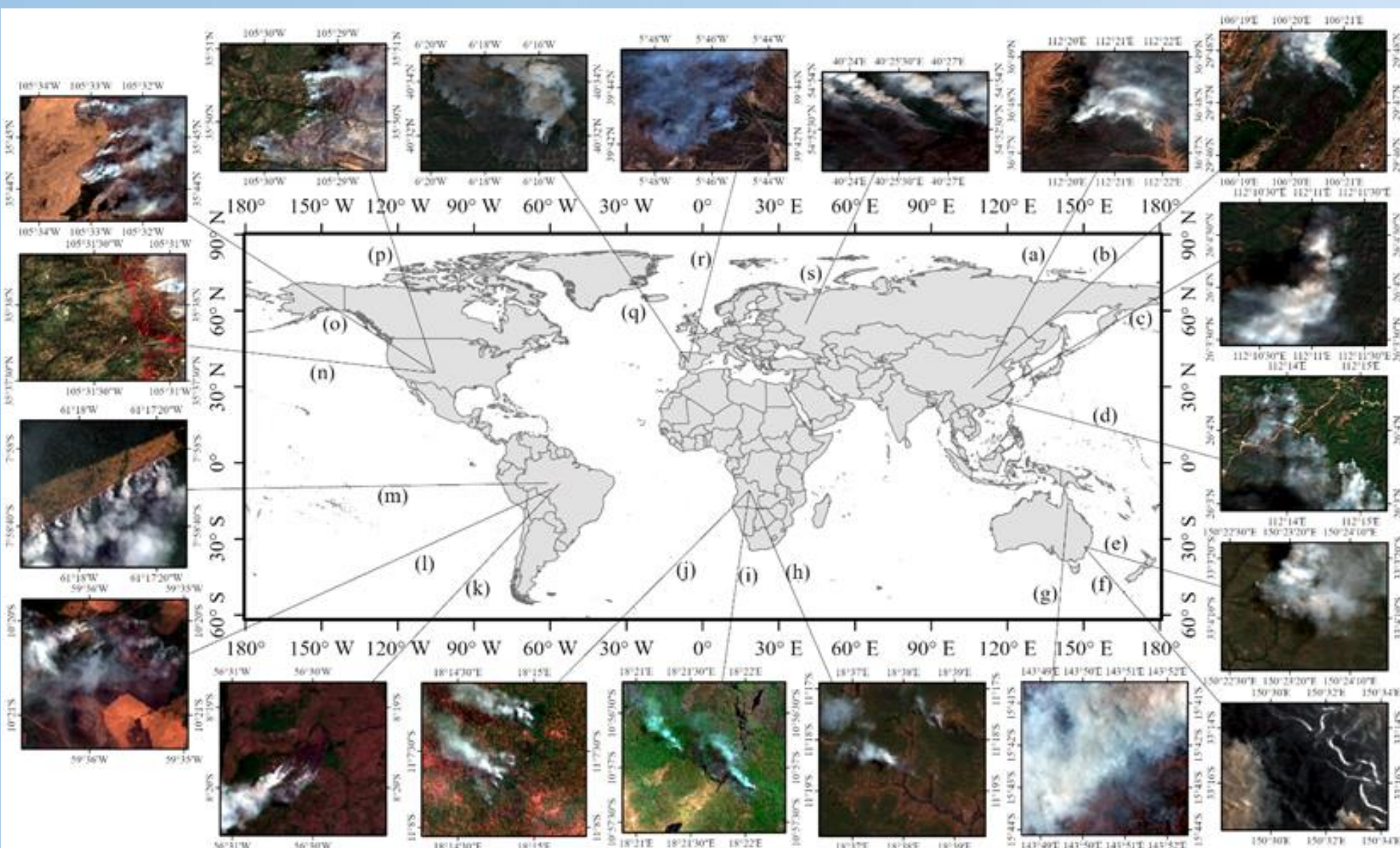


图1 研究区在全球的分布图

表1 研究区植被自然带及火灾发生时间

大洲	研究区	火灾发生时间	植被自然带
亚洲	山西沁源(a)	2019-04-01	暖温带落叶阔叶林带
	重庆北碚(b)	2022-8-24	亚热带常绿阔叶林带
	湖南新田(c)	2022-10-19	亚热带常绿阔叶林带
	湖南新田(d)	2022-10-19	亚热带常绿阔叶林带
大洋洲	澳大利亚(e)	2019-10-27	亚热带常绿阔叶林带
	澳大利亚(f)	2019-11-21	亚热带常绿阔叶林带
	澳大利亚(g)	2019-11-08	热带草原带
非洲	安哥拉马兰热省(h)	2019-08-23	热带草原带
	安哥拉马兰热省(i)	2019-08-23	热带草原带
	安哥拉马兰热省(j)	2019-08-23	热带草原带
南美洲	巴西(k)	2019-08-28	热带雨林带
	巴西(l)	2019-08-16	热带雨林带
	巴西(m)	2019-08-29	热带雨林带
北美洲	美国新墨西哥州(n)	2022-05-13	温带草原带
	美国新墨西哥州(o)	2022-05-13	温带草原带
	美国新墨西哥州(p)	2022-05-13	温带草原带
欧洲	西班牙(q)	2022-07-15	亚热带常绿硬叶林带
	西班牙(r)	2022-07-15	亚热带常绿硬叶林带
	俄罗斯梁赞州(s)	2022-08-21	温带草原带

研究结果-特征提取结果

位于亚洲的两个研究区山西沁源县和重庆北碚区的波段特征和指数特征在火点和非火点之间的分离度及密度分布分别如下图所示。从图2得知，B12波段的SI和JM距离分别为1.6492和1.8075，是19个特征中分离度最好的波段，密度曲线重合度较低。从下图3得知，B12波段的SI和JM距离分别为7.8311和2，也是19个特征中分离度最大的波段，密度曲线重合区域很小。因此，使用B12波段作为特征波段代入火点识别指数提取火点。

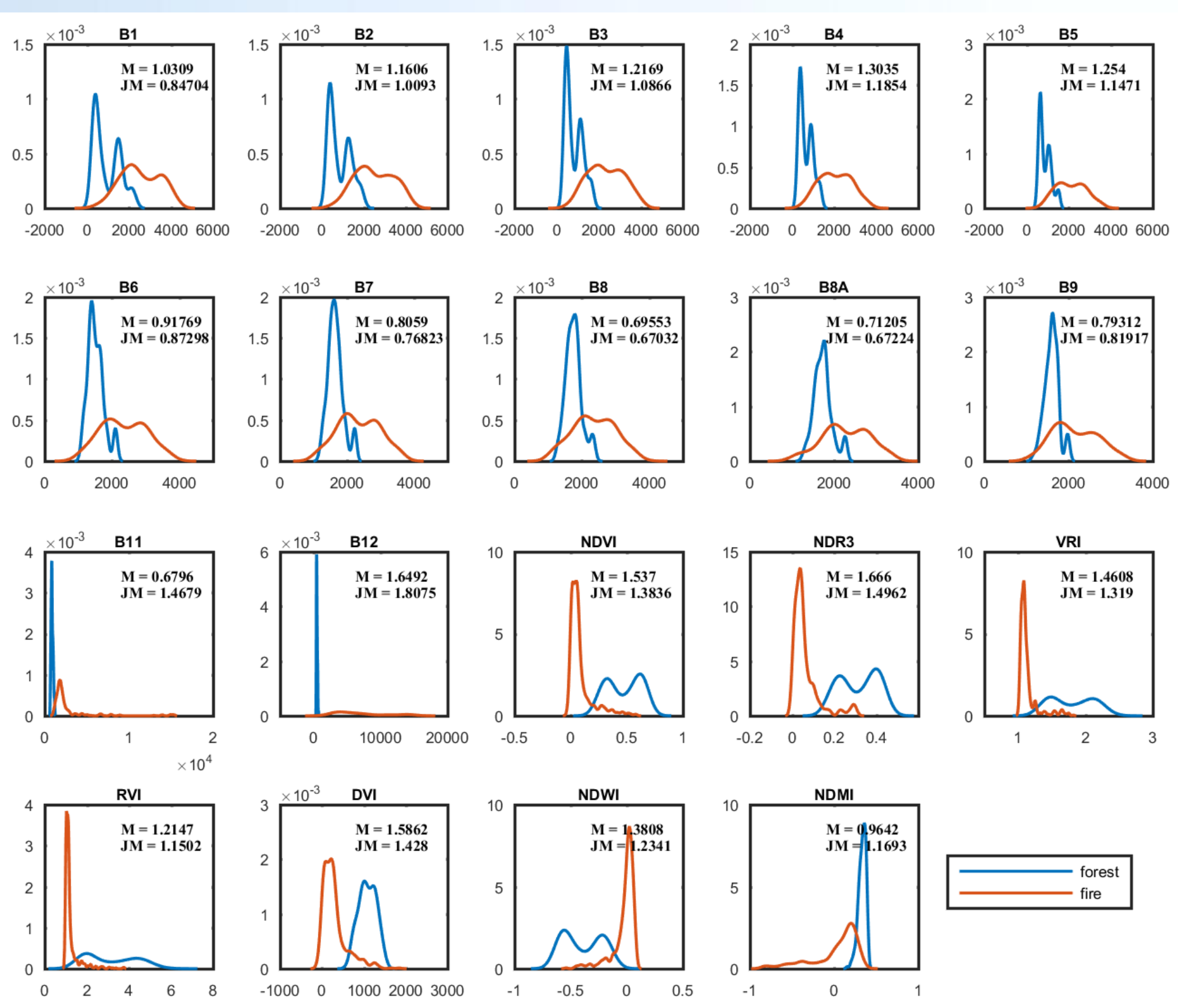


图2 山西沁源(a)的特征在火点和非火点的分离度

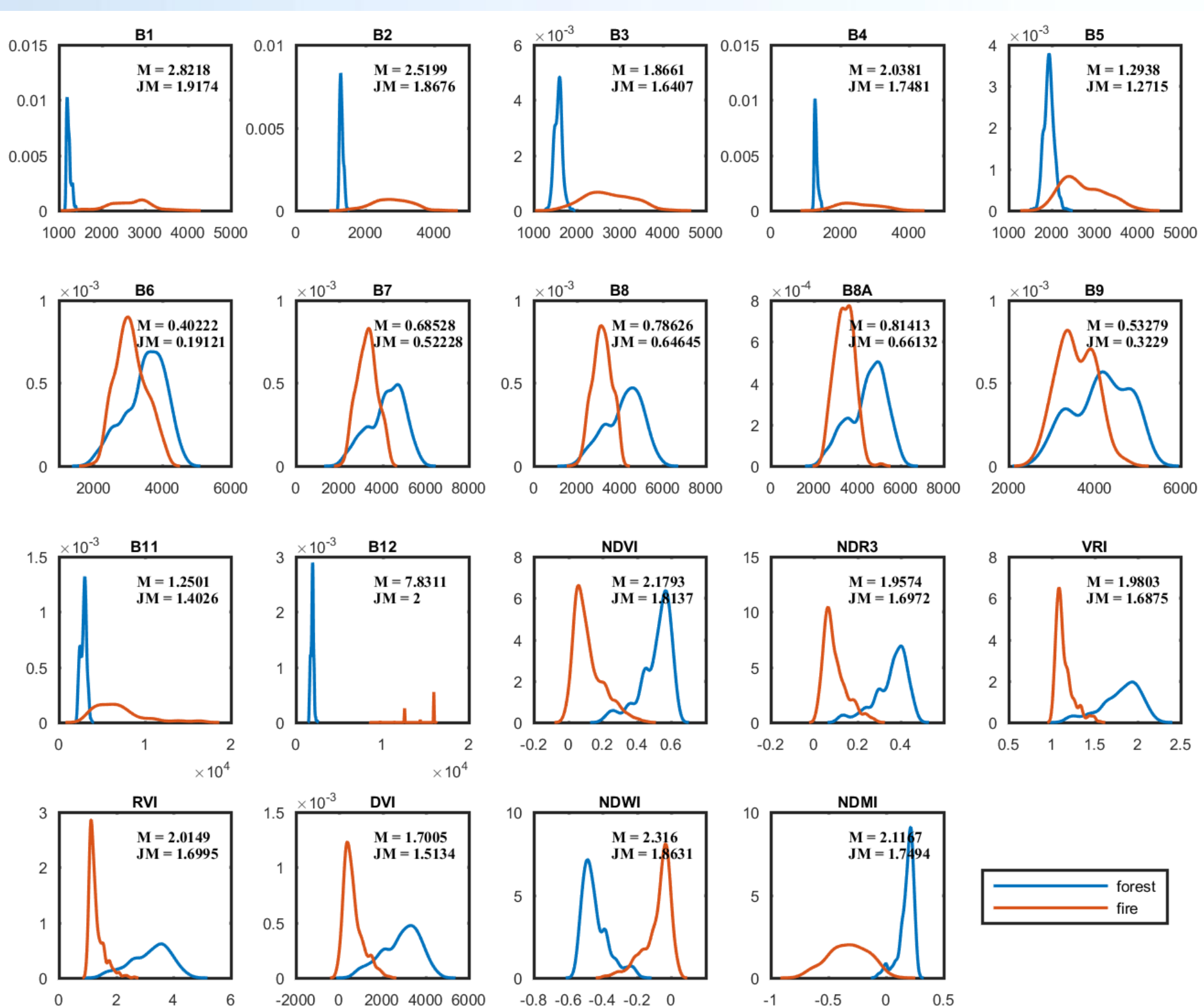


图3 重庆北碚(b)的特征在火点和非火点的分离度

研究结果-火点提取结果

图4是使用本文所提的火点识别方法提取的19个研究区的火点结果图。通过与真实火点矢量图对比可以发现，本文识别的火点与真实火点吻合度很高。Table 2是使用识别到的火点与真实火点矢量图计算得到的19个研究区的准确率、精确率和召回率。17个研究区的召回率均在90%以上，并有11个研究区的召回率超过了95%。9个研究区的精确率在90%以上，8个研究区的精确率在80%~90%之间。19个研究区的准确率均超过99%。

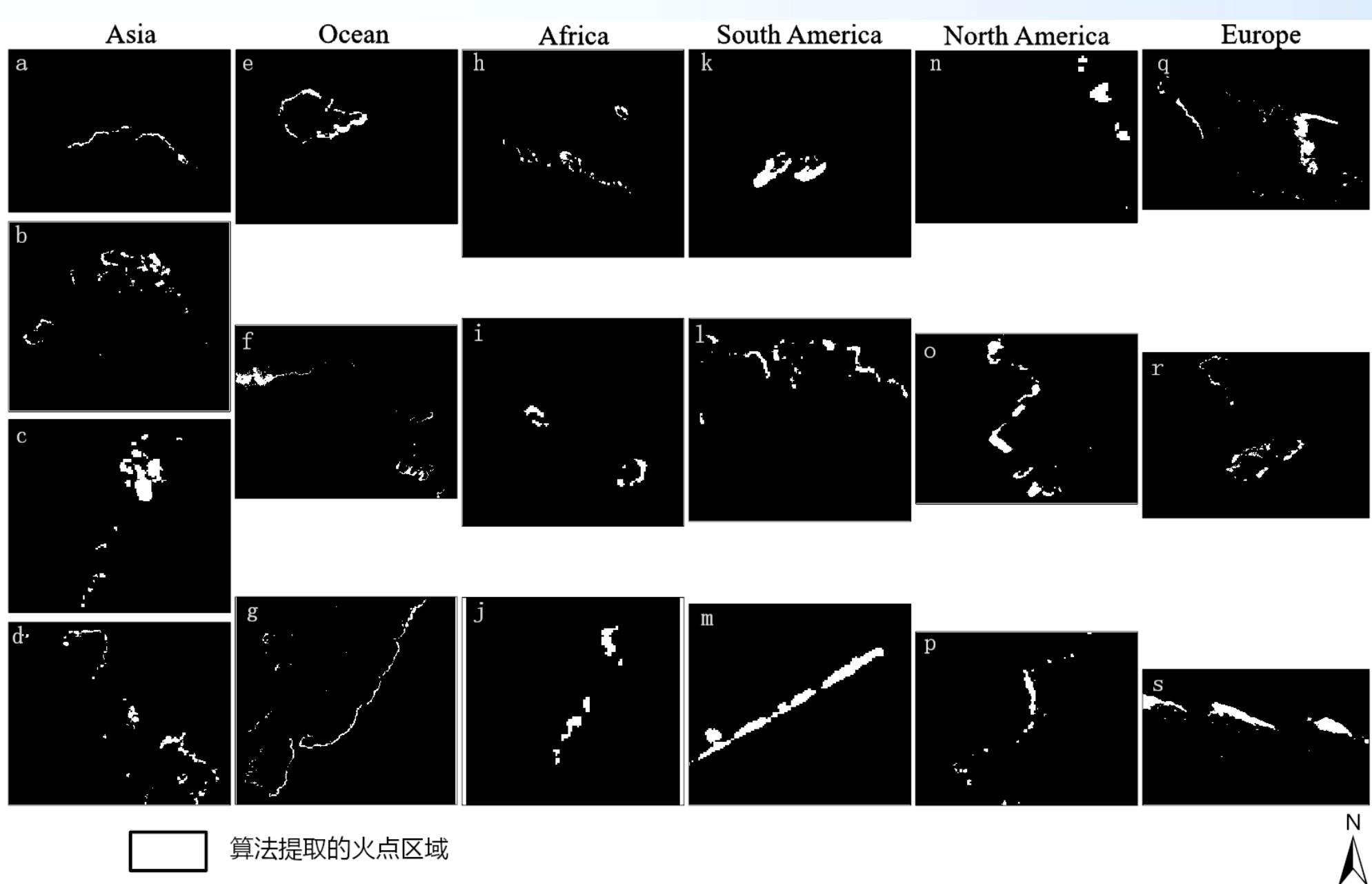


图4 火点提取结果图

表2 火点提取精度验证结果

研究区	大洲	准确率	精确率	召回率
a	亚洲	99.88%	95.26%	85.68%
b		99.72%	77.74%	98.86%
c		99.57%	90.74%	91.79%
d		99.64%	82.63%	94.17%
e	大洋洲	99.72%	84.94%	94.01%
f		99.70%	81.27%	96.31%
g		99.74%	87.83%	88.26%
h		99.93%	94.94%	93.11%
i	非洲	99.94%	93.64%	98.62%
j		99.74%	88.93%	92.09%
k		99.82%	92.12%	97.31%
l	南美洲	99.74%	87.05%	97.04%
m		99.75%	97.78%	95.59%
n		99.78%	82.34%	100.00%
o	北美洲	99.78%	94.07%	96.94%
p		99.84%	95.79%	90.39%
q		99.62%	85.00%	98.31%
r	欧洲	99.71%	71.03%	98.34%
s		99.64%	92.14%	98.17%

结论和展望

本文基于Sentinel-2数据的第十二波段发展了一个服务于火点监测的新型指数和火点快速提取方法TMAI，综合考虑了火点像元与非火点像元的时间和空间差异，结合动态阈值法实现自动化地实现火点提取，在不同气候区及不同植被自然带的19个研究区的火点检测中均具有较好的检测精度和效率，在全球具有可推广性。

- 火灾发生中期，即有火灾迹地时的火点识别精度有待提高。本研究中重庆北碚区(b)和西班牙(r)研究区的精确度低于80%，表明研究区中存在火烧迹地会对火点自动化阈值的取值产生影响；
- 与已有的使用深度学习的算法相比，只使用TMAI的动态阈值监测火点的精度有待提高，因此基于TMAI探索精度更高的火点识别算法可以作为未来的研究方向；
- 本研究的火点确定方法是基于标准差的动态阈值，有待于探索更适用于火点监测的阈值确定方法；
- 哨兵数据时间分辨率是5天，实时性较弱，将此算法搭载到重访周期更短的传感器，达到实时监测的效果；
- 本研究所提的TMAI指标可用于多种灾害监测，未来有待于在森林砍伐、滑坡泥石流、病虫害等灾害中测试提取效果。

技术路线

