

# 小指数洞见大文章 “珠海一号”解译森林火灾

文、图 / 杨禄 李先怡

森林火灾是世界性的林业重要灾害之一，随着我国林业现代化的发展，森林火灾应急监测应结合现代先进监测技术，真正做到早发现，早解决。卫星影像在森林火灾应急监测方面具有巨大优势，“珠海一号”卫星遥感影像在四川攀枝花“3.5”森林火灾及云南南涧“3.29”森林火灾遥感监测中发挥了巨大作用。应用遥感技术对灾区受灾面积、受灾程度及位置信息等进行迅速判断响应，可将分析结果及时提供给应急管理部、应急指挥中心及应急指挥一线等相关部门，并为灾后植被恢复监测提供数据基础。

## 卫星遥感与森林火灾

我国森林资源主要分布在东北、西南和南方地区，其中西南林区包括四川、云南、贵州和西藏等省（自治区），每年的11月至次年4月为西南林区森林防火期，西南林区的森林火灾多为地表火，针叶林区火灾发生率高于亚热带阔叶林。西南林区地势起伏大，一旦发生林火，扑火队员很难及时赶到火场，灭火条件差，容易发生伤亡事故。

近年来虽然森林火灾次数和造成的森林受害面积总体呈下降趋势，但目前森林防火形势依然严峻。今年3月，四川省发生森林火灾42起，同比增加26起，增幅163%。特别是凉山州西昌市经久乡森林火灾，造成19名地方扑火人员牺牲、3名地方扑火队员重伤和部分民房烧毁，给民众生命财产安全造成重大损失。

森林火灾应急监测工作若只靠飞机或地面工作人员进行监测，不但会增加成本，且无法有效及时获取第一手准确数据，从而延误救灾工作的科学开展。卫星遥感影像因其宏观性、综合性、可重复性和成本低等特点，成为灾害应急处理和损失评估工作不可缺少的手段。基于卫星遥感影像应用遥感技术可及时掌握火灾的发展态势，将火灾情况及时传递给指挥中心，指挥中心的工作人员结合信息下发正确指令，将火源及时扑灭，减小经济损失。利用卫星遥感技术准实时定量监测森林火灾燃烧状态，对于及时准确了解火场燃烧现状，对于科学制定预防扑救决策等均具有重要的实用价值。

## “珠海一号”卫星应急响应

应急测绘具有应急性、突发性、灵活性的特点，面对森林火灾应急监测需求，珠海欧比特可根据“珠海一号”卫星的双行根数信息，紧急模拟出卫星的入境时间，调用卫星执行应急拍摄，在卫星过地面站前20分钟确定需求的目标信息，待卫星拍摄任务完成后第一时间将数据传送到地面站或用户，整个应急任务可在60分钟内完成。

“珠海一号”卫星星座中目前在轨运行的卫星中有8颗高光谱卫星，一个轨道面上平均分布4颗，其中每颗高光谱卫星配置1台分辨率优于10m、幅宽优于150km的高光谱相机，光谱分辨率优于2.5nm，成像范围在150km×2500km。“珠海一号”高光谱卫星数据波段范围在400nm—1000nm内具有32个优选波段，其对地面目标光谱的高度敏感性，有利于识别地面目标的细微差别。

## 森林火烧迹地制图

对火烧迹地的准确识别是开展林火灾情监测的基础工作，对于发生在偏远地区的森林火灾，实地调查具有很大的难度，卫星遥感技术能够高频率地覆盖大范围的区域，并提供可见光和非可见光谱的信息，卫星影像时间上周期的重复使得其能够获取同一地区不同时间的信息，这种对比以及连续的观测大大提高了火烧迹地识别的精度。

植被指数多用来反映植被健康状况，火烧迹地制图的植被指数法主要通过过火植被在光谱上与正常植被、其他地物的差异来进行识别，NDVI（normalized different vegetation index，归一化植被指数）是一种

最常用的植被指数，在植被监测方面应用非常广泛。通常过火后树叶的组织成分遭到破坏，光谱上表现出与健康植被明显的差异，NDVI显著降低等。EVI（enhanced vegetation index，增强型植被指数）通过加入蓝色波段以增强植被信号，校正土壤背景和气溶胶散射的影响，常用于植被茂密的区域。SAVI（soil adjusted vegetation index，土壤调节植被指数）、GESAVI（generalized soil adjusted vegetation index，通用土壤调节植被指数）都属于土壤校正植被指数，被用来校正土壤背景的影响，比较适用于植被贫乏地区的火烧迹地。

## 森林燃烧受害程度监测

森林火灾受害程度评估是开展森林火灾灾后恢复重建工作极为重要的工作内容分支。森林受害程度可以反映火灾发生后森林生态系统变化程度，即它与植被死亡率成正比，与植被修复能力成反比。利用卫星遥感技术评价森林火灾受害程度不仅可以了解受灾区森林受害程度，也有助于指导森林火灾灾后植被的恢复工作。

森林火灾受害程度可用发生火灾前后的植被群落退

化程度表示（反映过火前和过火后的植被变为火烧迹地的严重程度），可通过火烧前后时间段内植被指数值的不同获得植被变化的差值来评价森林的燃烧受害程度，并制成火灾受害程度评价图，从空间上更加直观地展现森林火灾对森林植被的破坏程度，并为灾后的森林植被恢复工作奠定了数据基础。

## “珠海一号”四川攀枝花“3.5”森林火灾遥感监测

2020年3月5日下午，四川攀枝花市东区阿署达至机场路段突发森林火灾，经过近12小时的奋力扑救，至3月6日凌晨终于将森林火灾成功扑灭。

针对四川攀枝花“3.5”森林火灾，采用火灾发生前3月1日、火灾发生后3月7日两个时相的“珠海一号”OHS高光谱遥感影像，基于遥感监测技术对攀枝花市东区阿署达至机场路段进行过火区识别及火烧迹地制图，监测结果表明此次森林火灾过火面积约为100余公顷，监测结果可为相关部门提供数据支持。

遥感监测内容包括数据预处理、多时相植被指数反演、灾后燃烧面积指数反演。图1为火灾发生路段灾前灾后“珠海一号”高光谱卫星影像。

植被覆盖度是地表植被覆盖情况的直接反映，地表植被覆盖度在极短时间内发生异常骤变，是判断研究区是否有灾害发生的重要依据之一。

攀枝花东区阿署达至机场路段过火区地表NDVI由3月1日的0.32骤降至3月7日的-0.16，符合过火区植被指数变化特征。

燃烧指数对火灾比较敏感，通过燃烧指数反演可增强图像上的过火区域。分析燃烧指数图像，可获取过火区域、火灾燃烧程度等信息。针对攀枝花“3.5”森林火灾采用燃烧面积指数（BAI）进行过火区信息提取，燃烧面积指数可增强过火后图像上的木炭信号，突出烧焦的区域；反映在BAI指数的数值上，未焚烧区域的BAI指数一般在10左右或者更小，焚烧程度一般的区域值在20左右，焚烧程度较重的区域值迅速增长到100左右或者更高。图3为灾后3月7日燃烧指数反演结果，其中未焚烧区域地表BAI值为13，焚烧区域BAI值为86，焚烧程度较重。

得到四川攀枝花“3.5”森林火灾过火区分布位置及范围结果如图4。

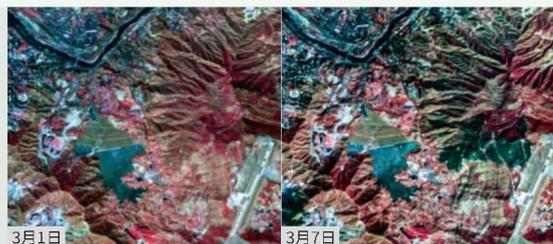


图1:灾前灾后“珠海一号”高光谱卫星数据

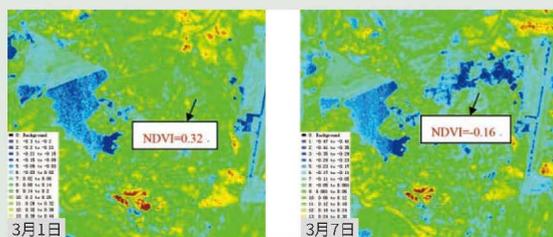


图2:研究区灾前灾后过火区NDVI变化

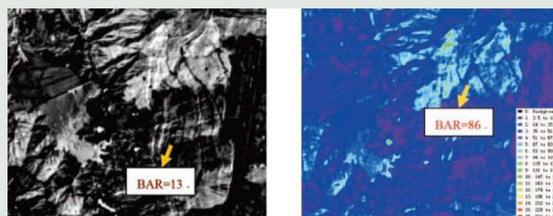


图3:研究区灾后3月7日燃烧面积指数反演结果

### 四川攀枝花“3.5”森林火灾监测结果



图4:四川攀枝花“3.5”森林火灾过火区局部示意图

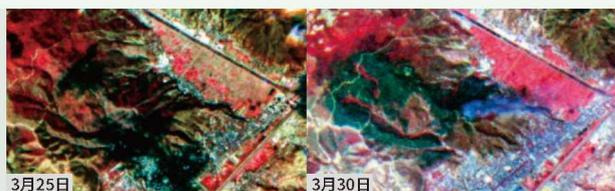


图5:灾前灾后“珠海一号”高光谱卫星数据

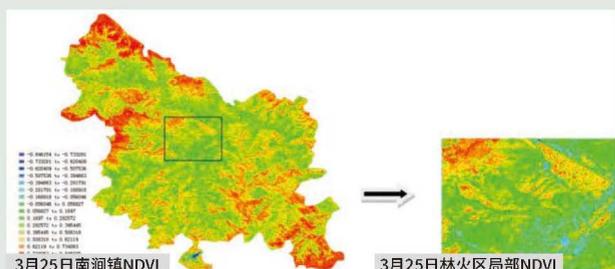


图6:南涧3月25日NDVI

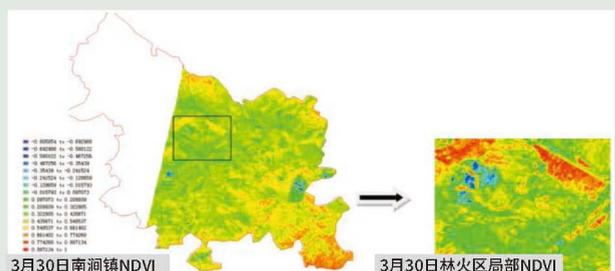


图7:南涧3月30日NDVI

### 云南南涧“3.29”森林火灾监测结果

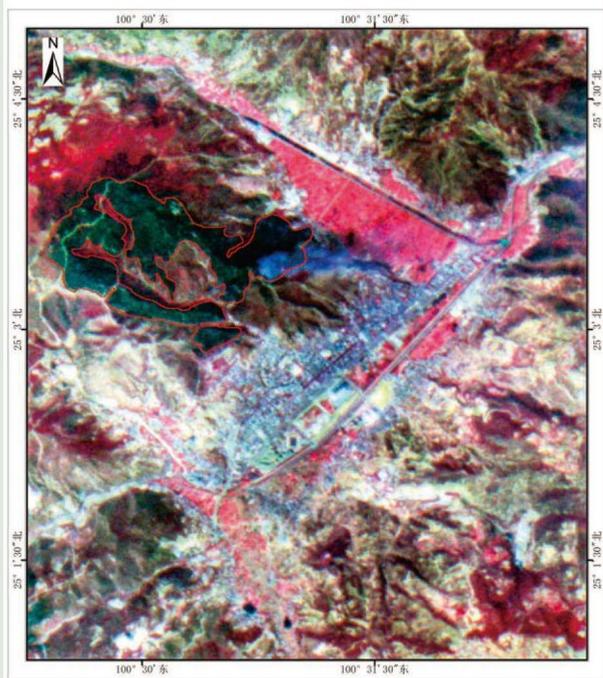


图8:云南南涧“3.29”森林火灾过火区局部示意图

### “珠海一号”云南南涧“3.29”森林火灾遥感监测

云南省3月干旱少雨，森林防火形势严峻。3月29日南涧县南涧镇小军庄社区民族中学后山林区发生森林火灾，至3月30日深夜，明火已全部扑灭。

针对云南南涧“3.29”森林火灾，采用火灾发生前3月25日、火灾发生后3月30日两个时相的“珠海一号”OHS高光谱遥感影像，基于遥感监测技术对南涧镇民族中学附近林区进行过火区识别及火烧迹地制图，监测结果表明此次森林火灾过火面积约为200余公顷，监测结果可为相关部门提供数据支持。

遥感监测内容包括数据预处理、多时相植被指数反演、灾后燃烧面积指数反演。图5为火灾发生区域灾前灾后“珠海一号”高光谱卫星影像，3月30日影像中林火烟区下方及周围存在明显的焦黑色过火区域。图6、7为南涧镇民族中学后山林区灾前灾后NDVI变化情况。

分析得出，南涧民族中学后山林区过火区地表同一位置NDVI由3月25日的0.49骤降至3月30日的-0.17，地表植被覆盖在极短时间内出现骤降，符合灾后植被特征。

得到云南南涧“3.29”森林火灾过火区分布位置及范围结果如图8。

### 结束语

森林火灾发生后，有关部门工作人员需对火灾发生原因、人员伤亡、受灾面积以及扑救状况等展开充分调查，便于更有目的地开展森林防火工作，利用卫星遥感影像可快速掌握灾区的具体受灾情况，可及时将分析结果提供给应急管理部应急指挥中心及应急指挥一线等相关部门。

卫星监测具有覆盖面积大、时效性高、连续性强等优点，不仅可以对森林资源变化情况及应急火情等进行日常宏观监测，还可以对森林火险因子、森林火灾的燃烧状况、火灾损失及灾后森林植被恢复等进行长期连续跟踪监测，从而为森林火灾的预防扑救和灾后恢复重建等决策工作提供科技支撑。

(作者单位系珠海欧比特宇航科技股份有限公司)

基金项目:2017珠海市引进创新创业团队(ZH01110405170027PWC)