

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R RS.1859 建议书
(01/2010)

**使用遥感系统收集在自然灾害
或类似紧急事件中所用数据**

RS系列
遥感系统



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书	
(也可在线查询 http://www.itu.int/publ/R-REC/en)	
系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明：该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2010年，日内瓦

ITU-R RS.1859建议书

使用遥感系统收集在自然灾害
或类似紧急事件中所用数据

(2010 年)

范围

本建议书提供了关于在自然灾害或类似紧急事件中使用卫星提供的遥感数据的指南，但未提供关于数据分发的信息。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 无线电通信领域中的灾难管理包括以下同等重要的几个方面：
 - 1 通过以下手段提供早期预警和预防：
 - 灾害预测，包括获取和处理有关未来灾害发生概率、地点和持续时间的数据；
 - 灾害探测，包括对灾害事件典型可能性和严重程度的详细分析；
 - 2 减灾，包括向救灾机构迅速发布即将来临的灾害信息和相应的预警；
 - 3 灾后救援无线电通信，包括提供现场的陆地和卫星通信系统，为保证灾区人民生命和财产安全以及社会稳定提供帮助；
- b) 自然灾害发生位置固有的不可预测性，意味着只能依靠星载遥感器来满足迅速、全球、地球观测能力的需求；
- c) 此类星载遥感器现工作于分配给卫星地球探测业务（EESS）的频带上；
- d) 有许多这样的机构，其任务是促进从卫星运营商—提供商到救灾机构用户的、灾害相关数据的处理和提交；

认识到

- a) 第 647 号决议（WRC-07）— 有关紧急事件和救灾无线电通信的频谱管理指导原则，间接地承认了遥感的作用；
- b) ITU-R 第 55 号决议— 国际电联有关灾害预测、探测、减灾和赈灾的研究报告，第 647 号决议（WRC-07）— 用于早期预警、减灾和赈灾行动的无线电通信资源，第 673 号决议（WRC-07）— 用于地球观测的无线电通信应用，均承认无线电通信/信息通信技术各方面的重要性，它们与灾害预防、预测、探测、预警、减灾和赈灾行动密切相关，并意识到了无线电通信第 7 研究组以及遥感在灾害管理中的重要作用；

c) ITU-R 第 53 号决议 — 无线电通信在灾害响应和赈灾中的使用，还另外决定“有关的 ITU-R 研究组将就无线电通信在灾害预测、探测、减灾和赈灾中的管理问题，开展研究并制订有关指导原则”，

注意到

a) ITU-D 报告第 22/2 号研究课题 — 当信息通信技术用于灾害和紧急事件救援时，其在灾害管理、资源以及有源和无源的、天基遥感系统中的使用，是一个指导文档，旨在推动公共告警协议（CAP）标准的实施，以便在灾害和紧急情况下发布公共告警和危害通告；

建议

1 应鼓励国际电联各成员国支持在如附件 1 中所述的自然灾害和类似紧急事件中，应用星载遥感设备，以提供有用的数据。

注 1 — 本建议书应当用一份有关如何使用已收集数据的建议书来补充。

附件1

在自然灾害和类似紧急事件的赈灾行动中 使用来自星载传感器的遥感数据

1 引言

气象辅助工具、气象卫星以及地球探测卫星业务，在以下诸多活动中起着重要作用：

- 识别危险区域；
- 天气预报和预测气候变化；
- 探测和跟踪地震、海啸、飓风、森林火灾、石油泄漏等；
- 提供此类灾害的警告/预警信息；
- 评估此类灾害带来的损害；
- 提供用于规划赈灾行动的信息；以及
- 监控灾害的恢复状况。

这些服务为保持和改进天气预报准确性、监控和预测气候变化提供了尽管并非不可或缺的、但却有用的数据，并提供了有关自然资源的信息。这些服务及其相关应用所用的频率如表 1 所述。

表1

用于灾害预测和探测的遥感中使用的频带

频段 (GHz)	危害 Alloc.\	海岸灾害 与海啸	干旱	地震	极端天气	洪水	泥石流	污染 (海洋)	海冰 和湖冰	火山	荒原火灾
0.43	A	X	X	X		X	X			X	X
1.25	A	X	X	X		X	X	X	X	X	
1.42	P		X			X	X				X
1.67	P										
2.65	p		X			X	X				X
3.20	a										
4.30	p										
4.90	p		X								
5.30	A	X	X	X		X	X	X	X	X	X
6.70	p		X								
7.15	p		X						X		
8.60	A		X	X	X	X	X		X		X
9.60	A		X	X	X	X	X		X		X
10.65	P	X	X		X	X	X		X		
13.50	A		X		X	X	X		X		X
15.30	p										
15.40	P	X			X	X	X				
17.25	A		X		X						X
18.70	P	X	X		X	X	X				
21.30	P	X	X		X	X	X		X		
22.30	P	X	X		X	X	X				
23.80	P	X	X		X	X	X				
24.10	A		X		X	X	X				
31.50	P	X	X		X	X	X		X		
35.55	A		X		X	X	X				
36.50	P	X	X		X	X	X		X		
50.30	P	X	X		X	X	X				
55.00	P	X	X		X	X	X				
64.50	P										
78.50	A				X						
89.00	P					X	X		X		
94.00	A				X						
101.0	P		X		X						
110.0	P										
118.0	P	X	X		X	X	X				
150.5	P	X	X		X	X	X				
157.0	P										
166.0	P	X	X		X	X	X				
175.5	P	X	X		X	X	X				
183.0	P	X	X		X	X	X				
201.0	P	X	X		X	X	X				
224.0	P										
236.0	P										
251.0	P										

注 1 — A 和 P 指的是在这三个频带上的有源和无源遥感。

地面的、现场的、及时的测量或观测，通常比从空中进行的类似观测更加精确和准确。这些类型的观测称为“地面实况”，用于校准星载仪器。然而，当现场仪器或使用此类仪器所需的支持性基础设施未就绪或者因灾害而失效或者地面的测量不够准确时，卫星观测可以提供有助于减轻灾难影响的有益信息。在那些受灾面积广、人口密度低、技术基础设施薄弱或未得到很好发展的地区，卫星观测尤其有用。

在减轻自然灾害和人为灾难的影响方面，描述清楚数据从卫星产生的过程，是有益之举。这些描述看起来是可信的；有些已得到验证，而另一些如今也是可以使用的。表 1 并非详尽得无一遗漏。

2 海岸灾害/海啸

通过使用合成孔径雷达（SAR）产生的数字高程模型（DEM）来定位遭受洪灾的低洼地带，或者通过使用 SAR 产生的水深测量结果来判断可能使即将发生的海啸或风暴大潮变得更加严重的海底结构，星载传感器将为危险区域的判定提供帮助。

严重的天气事件，如产生风暴大潮的热带气旋和台风，可以利用气象卫星来跟踪。此类跟踪结果可用于潜在危险的易受灾地区的告警。

使用来自星载仪器的中分辨率或高分辨率的可视/红外图像，可以确定灾害的程度和范围。不受云层覆盖影响的较低分辨率的 SAR 图像，也可用于显示受灾地区。SAR 穿透云层及其在各种气候条件下都可提供图像的能力，对如中部非洲、亚马逊流域以及印度尼西亚等岛屿地区而言，尤其有用。

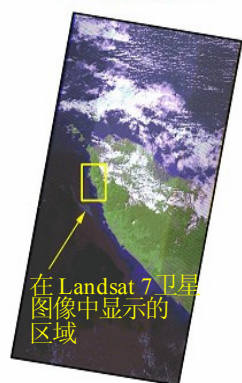
2004 年 12 月 26 日，在苏门答腊海岸发生 9.0 级地震后，一场巨大的海啸和震动袭击了印度尼西亚和泰国南部，致使印度尼西亚 104000 多人丧生，泰国 5000 多人丧生。图 1 所示是 2004 年 12 月 26 日海啸之前和之后、由低地球轨道卫星拍摄到的、印度尼西亚亚齐省的中分辨率和高分辨率光学图像。类似这样的图像，为灾害评估提供了权威信息。

图1

印度尼西亚亚齐省的海啸破坏情况

评估亚齐省海啸造成的破坏：

Landsat 卫星和 QuickBird卫星的视图



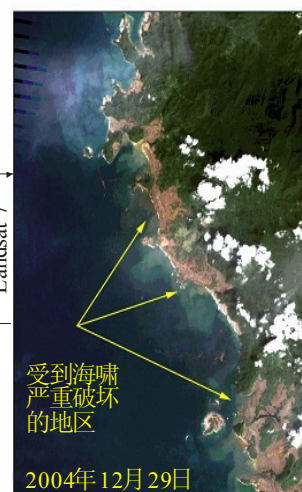
上图：一张有关亚齐省苏门答腊岛北端的、由两幅 Landsat-7 卫星图片组成的拼图。

2005年1月3日：大卫斯科勒和密歇根州立大学的热带雨林信息中心使用 Landsat 7 卫星数据，来援助印度尼西亚政府在苏门答腊岛亚齐省的救灾行动。使用灾害发生三天后 Landsat 7 卫星收集的数据，密歇根州立大学的研究小组绘制了一些区域影响图，印度尼西亚政府使用这些图来指导救灾行动。ETM+ 传感器所具备的大区域覆盖率和高的空间分辨率，使此项工作成为可能。



Landsat 7 - 卫星：
在30米的宽度内跨越183千米，空间分辨率为15米全波段分辨率

QuickBird 卫星：
在2.44米的宽度内跨越16.5千米，分辨率为61厘米全波段分辨率



1859-01

来源：通过美国地质勘探所的 Landsat 卫星和 QuickBird 卫星：

<http://www.usgs.gov/>

这两组图像表明了拥有两种不同仪器的价值。Landsat 卫星图像覆盖的区域范围更大，有助于辨别受灾地区，QuickBird 卫星图像则更加详尽地显示了小得多的区域的情况。

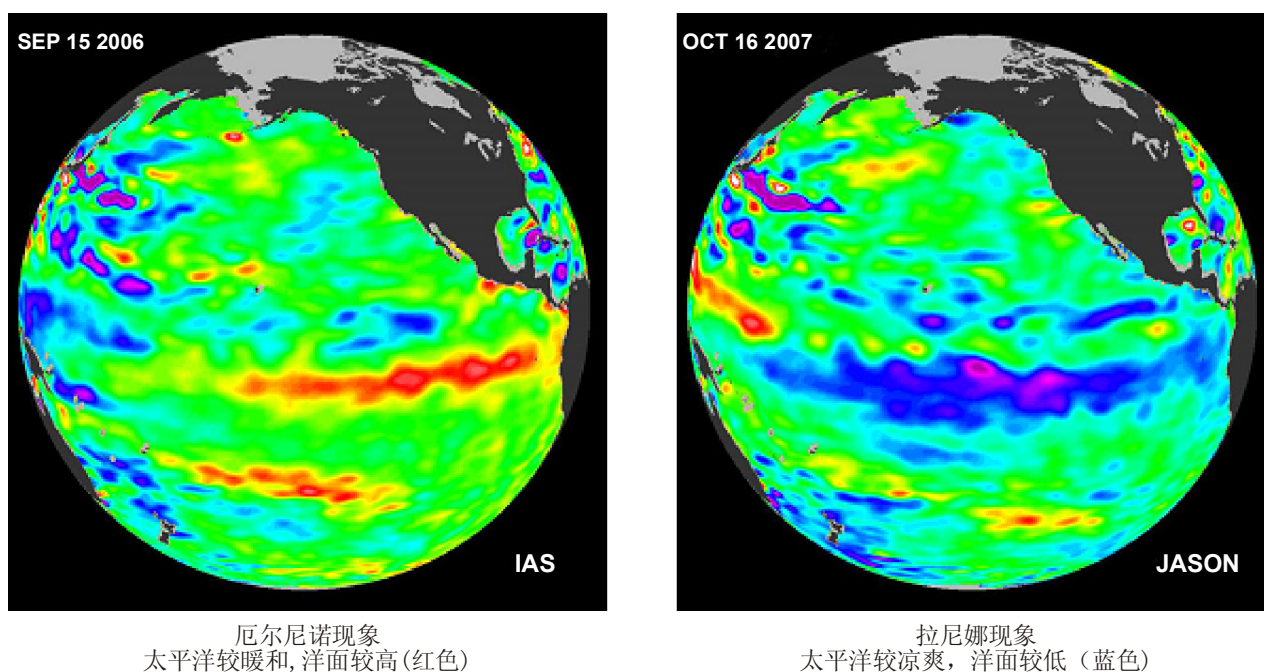
3 干旱

干旱的形成和发展可以通过记录受灾地区的土壤水分、降雨量以及植被的枯萎程度，从空中进行观测。对区域性干旱条件的长期预测，可以通过跟踪太平洋的温度来进行。太平洋的温度变化是形成厄尔尼诺现象或者与之完全相反的拉尼娜现象的一个信号。

在出现厄尔尼诺现象期间，赤道以东的太平洋较暖和，由于热膨胀，洋面抬高。在这些条件作用下，常常会在澳大利亚和印度尼西亚出现干旱，信风较弱。相反地，在出现拉尼娜现象期间，赤道以东的太平洋较凉爽，由于热收缩，洋面降低。此时，美洲西海岸会经历干旱，而信风较强。从卫星上跟踪太平洋的这些条件变化，可以提前数月对将要出现的气候现象发出预警（见图 2）。

图2

太平洋上的厄尔尼诺现象和拉尼娜现象



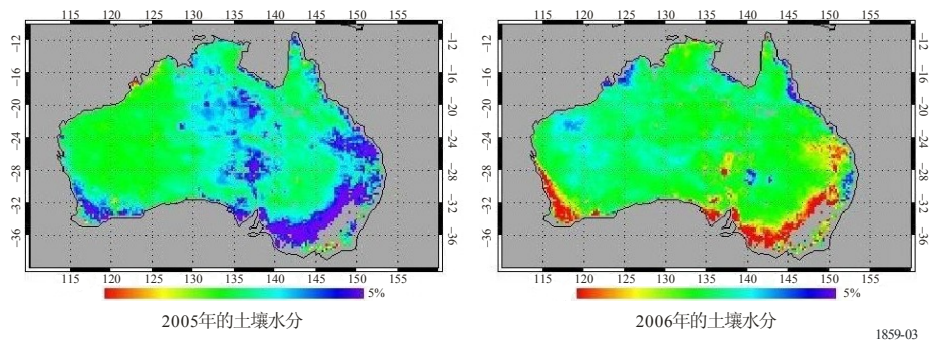
来源：通过 NASA/JPL 的 JASON-1 卫星：

http://topex-www.jpl.nasa.gov/el_nino/index.html

图 3 显示了 2005 年 10 月与 2006 年 10 月期间，一年来澳大利亚土壤水分分布的变化情况。这一数据通过安装在 Aqua 上的 AMSR-E 频带获得。红色表示土壤水分低，而蓝色表示土壤水分较高。显示的百分比（土壤水分的单位）意味着两年（2005-2006 年）中平均土壤水分的差异。2006 年，澳大利亚东南部地区（粮食主产区）出现了干旱。这一气候现象与图 2 中所示的、有关厄尔尼诺现象的观测结果是一致的。

图3

2005年10月和2006年10月AMSR-E探测到的澳大利亚干旱状况



来源：AQUA 卫星上的 AMSR-E。

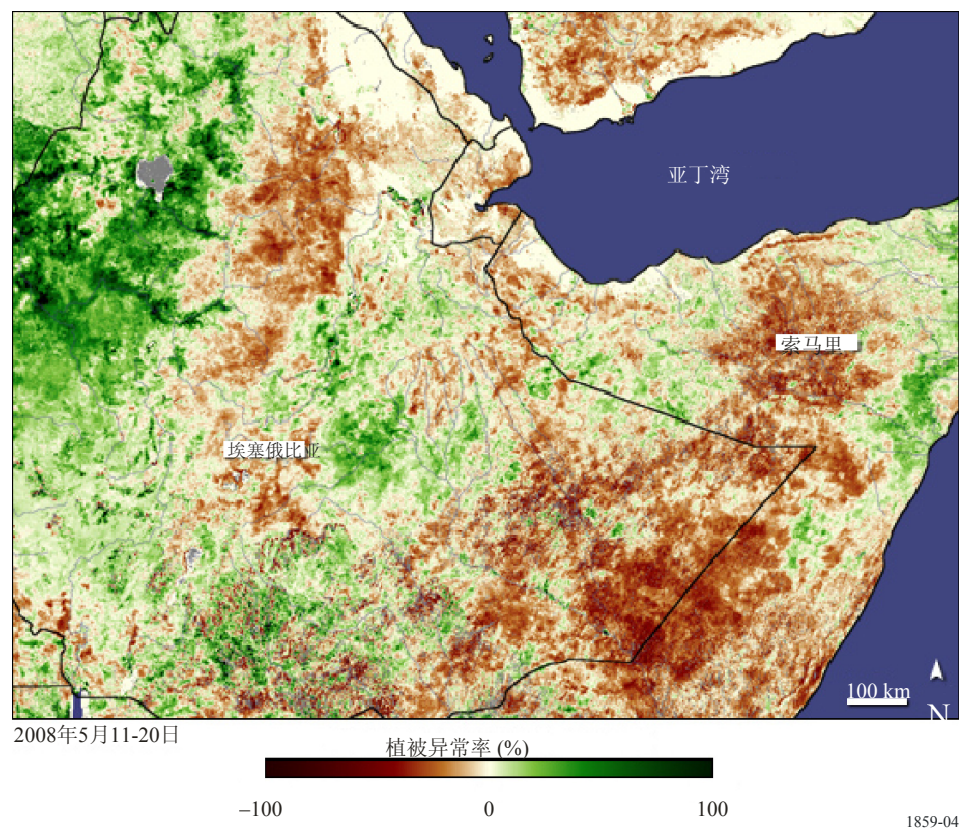
联合国儿童基金会（UNICEF）称，到 2008 年 5 月底，埃塞俄比亚东部地区的数百万民众面临饥饿，因为这一地区的农作物欠收、食品价格飞涨。连续两个季节少雨，使得埃塞俄比亚东部地区出现干旱，其对植被的影响如图 4 所示。植被异常的图像是利用 2008 年 5 月 11-20 日由 SPOT 植被卫星收集到的数据制作而成的，它与平均气候条件下相对健康的植被形成对比。在该图中，植被范围较小、稀疏或者生长相比平均条件下较慢的区域用棕色来表示，而优于平均条件下的植被，则用绿色来表示。

埃塞俄比亚展示了一张对比鲜明的图。尽管该国东部地区遭受严重的干旱，但西部地区的农作物却获得了充沛的降雨，因而生长繁茂。饥荒预警系统网络称，干旱限制了粮食和咖啡等经济作物的产量。UNICEF 估计，随着农作物继续欠收，6、7、8 三个月，340 万民众将需要食品援助。

图4

2008年埃塞俄比亚干旱期间的植被状况

棕色表示遭受干旱地区的植被；绿色表示健康的植被。



来源：通过 NASA 的 SPOT 卫星：

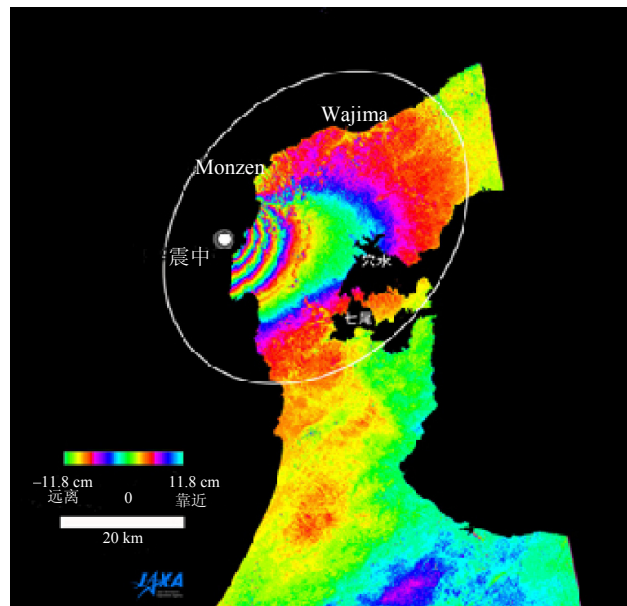
<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=19764&oldid=14871>

4 地震

大的地震灾害发生后，如果能够以最快的速度提供准确的灾害评估，那么也就能够更为迅速地调动适当的资源展开救援。现正根据受灾地区的人口密度、建筑物的结构类型、地震的位置和震级等在开发地震灾害评估决策支持系统。测震仪、干涉式 SAR 测量（InSAR）以及使用全球导航卫星系统（GNSS）的现场测量，提供了一种用于确定地震位置和开裂程度的方法，可用于地震灾害的评估。

图5

2007年3月25日日本能登半岛地震之前和之后
陆地表面变化情况的PALSAR测量结果



1859-05

来源：通过 JAXA 的 PALSAR 卫星：

http://www.jaxa.jp/press/2007/04/20070412_daichi_e.html

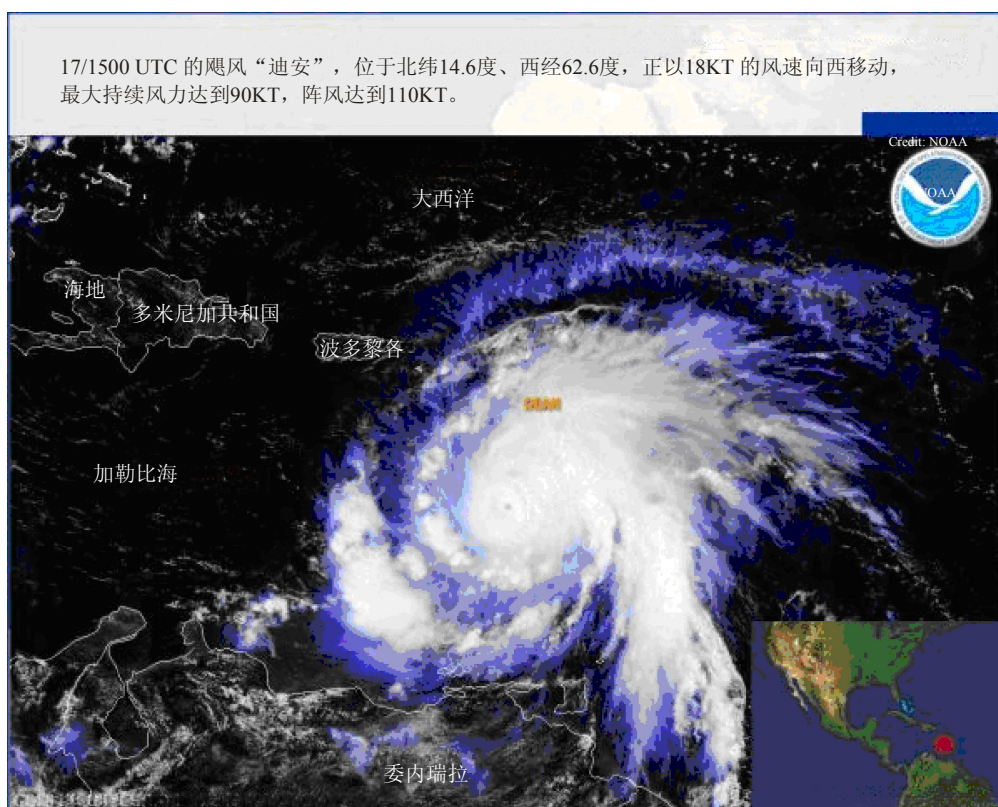
通常情况下，与地震相关的大地移动十分微妙，在卫星的可视图像或红外图像中无法显示出来。不过，在评估地震导致的损害和指导灾后救援方面，可视图像极为有用。

5 极端天气

如今，在用的气象卫星或气候侦测卫星有各种不同的名称，可称为对地同步卫星、极地轨道环境卫星、气象卫星等，它们几乎覆盖整个地球。对地同步卫星在与地球同步的轨道上运行，看起来像是距地球约 35 800 千米高度上的一个静止点。此类卫星提供优质的瞬时分辨率，其图像每隔 15-30 分钟刷新一次（见图 6），并支持对云层结构、范围和风暴整体运动状况的观测。人们可以发现哪些地区可能已经发生灾害，并预测风暴将移向何处。极地轨道卫星通常一天之内两次飞越某一区域上空，提供更为细致但却不太及时的观测结果。许多重要数据可以通过国际互联网获得。如果需要即时的当地天气信息，可以采购和安装相对廉价的地面站，用于收集来自过顶卫星的实时数据。

图6

从地球同步高度上的GOES卫星观测到的飓风“迪安”



1859-06

来源：通过 NOAA GOES 卫星上的成像仪：

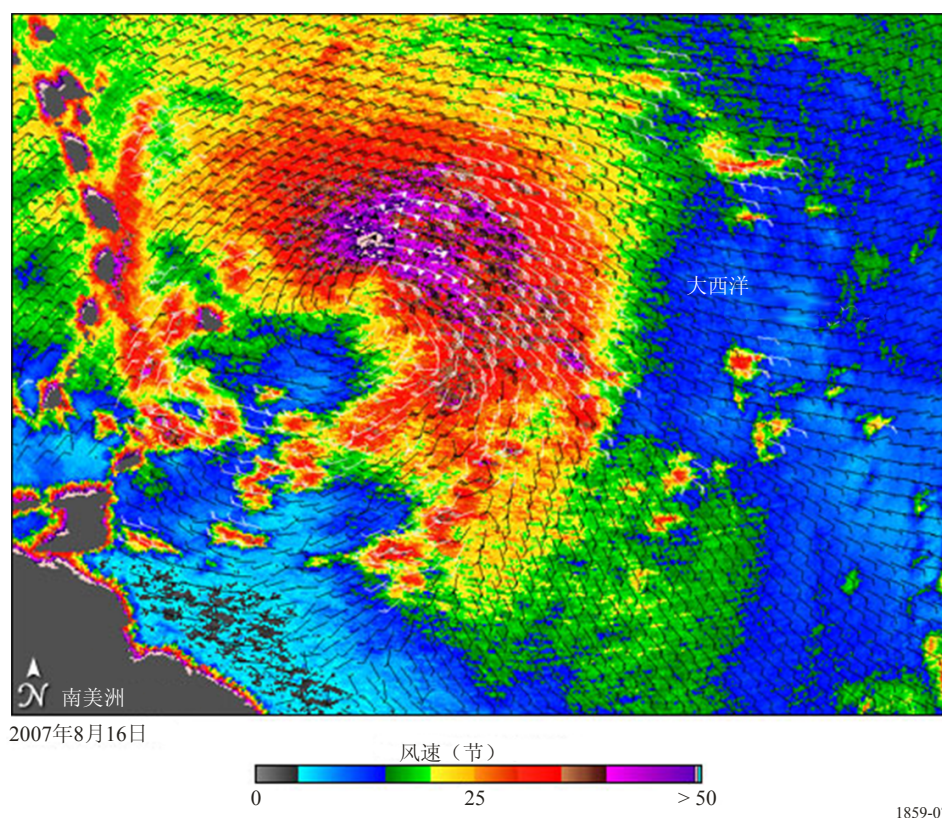
<http://www.nvhl.noaa.gov/cgi-bin/index.cgi?page=products&category=Year%202007%20Storm%20Events&event=Hurricane%20Dean>

使用雷达散射仪技术，可以更为详尽地观测天气条件。图 7 显示了 QuikScat 卫星对飓风“迪安”的观测结果，揭示了海平面的风速与方向。QuikScat 卫星是一个低地球轨道的空间飞行器，无法提供 GOES 观测所能提供的连续覆盖。

把来自这些卫星以及其它卫星的数据结合起来，将有助于更好地理解每种飓风的特性，并帮助预测即将来临的飓风将出现在哪里、何时出现、其强度如何等。

图7

QuikScat卫星对飓风“迪安”的观测结果



来源：QuikScat 卫星上的散射仪：

<http://www.nasaimages.org/luna/servlet/detail/nasaNAS~10~10~74747~180271:Hurricane-Dean>

现代化的天气预报中心提供了比过去的预报质量更高的预报，并成为了另一个用处极大的数据的来源。此类天气预报中心的部分清单包括：

- 1 欧洲中程天气预报中心：<http://www.ecmwf.int/>
- 2 意大利气象服务中心：<http://www.meteoam.it/>
- 3 国家环境预报中心：<http://www.ncep.noaa.gov/>

世界气象组织（WMO，网址为：<http://www.wmo.int/>）在全球范围内协调此类气象数据的分发、编排和组织。

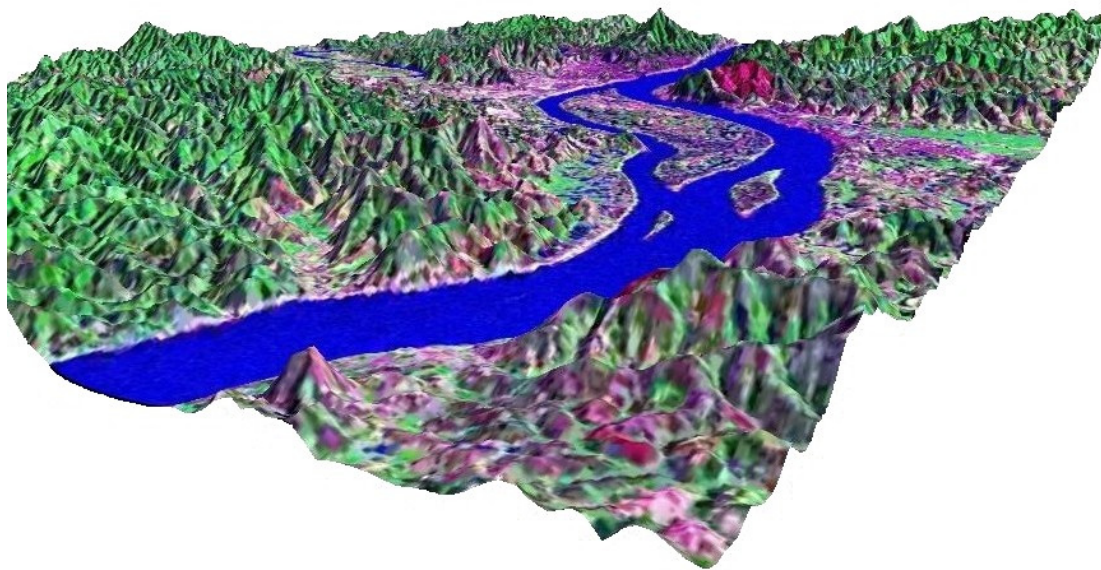
<http://www.ncep.noaa.gov/>

6 洪水

早在洪水出现之前，就可以在源自卫星的 DEM 的帮助下辨别易受灾地区（危险地区）。这些 DEM 能够勾勒出偏远、低洼地带的拓扑结构，以便绘制地图。通过辨别人口密集地区，有关土地使用情况的地图将有助于量化风险。这样，就可以将精力集中于辨别洪水出现时需要帮助的基础设施（道路、桥梁、通信等）（见图 8），并规划出适当的疏散策略。

图8

一张关于2000年前后中国广西梧州市的Landsat卫星图像，覆盖在SRTM DEM之上
(人口稠密地区显示为淡红色—紫色)



1859-08

来源：通过 <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> 获得的 Landsat-7 卫星数据，
通过 <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> 获得的 SRTM 数据。

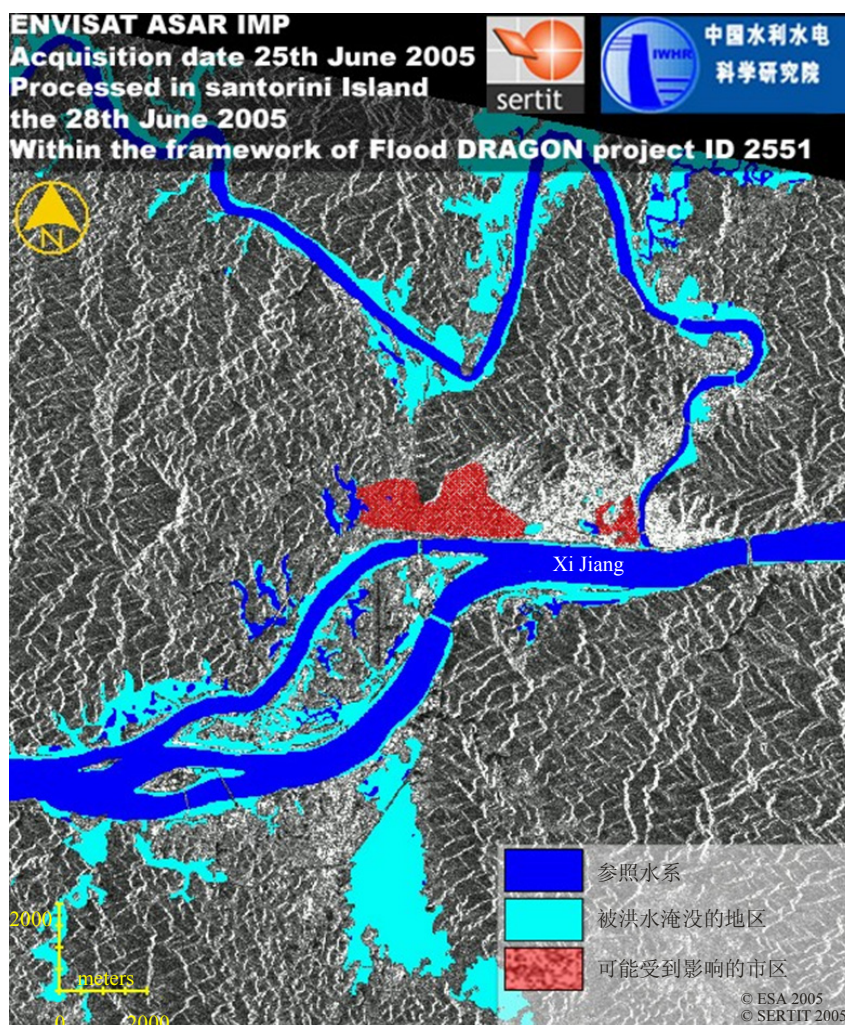
天气监测和天气预报可以对可能发生的或即将来临的洪水提供预警。支持的数据产品包括地区降雨量、与降雪、土壤水分相当的水分等，把所有这些结合起来，将指明大地究竟是能够吸收更多雨水，还是已经处于饱和状态。

在发生洪灾期间，来自多光谱与/或全色谱图像器以及合成孔径雷达的图像，将有助于指导救援人员抵达特定的受灾地区，并帮助评估总的受灾情况。SAR 能够穿透云层并可在各种气候条件下提供图像的能力，在导致洪水的暴风雨期间尤其有用。图 9 提供了 SAR 能够确定洪灾受灾区域的例子。

图9

影响到广西梧州市的西江洪水

来自 Landsat 卫星的参考数据；来自 Envisat 卫星上 ASAR 的洪水数据



1859-09

来源：Envisat 卫星上的 ASAR：

http://www.esa.int/esaEO/SEM8MD808BE_index_1.html#subhead1

7 泥石流/地面沉陷/雪崩

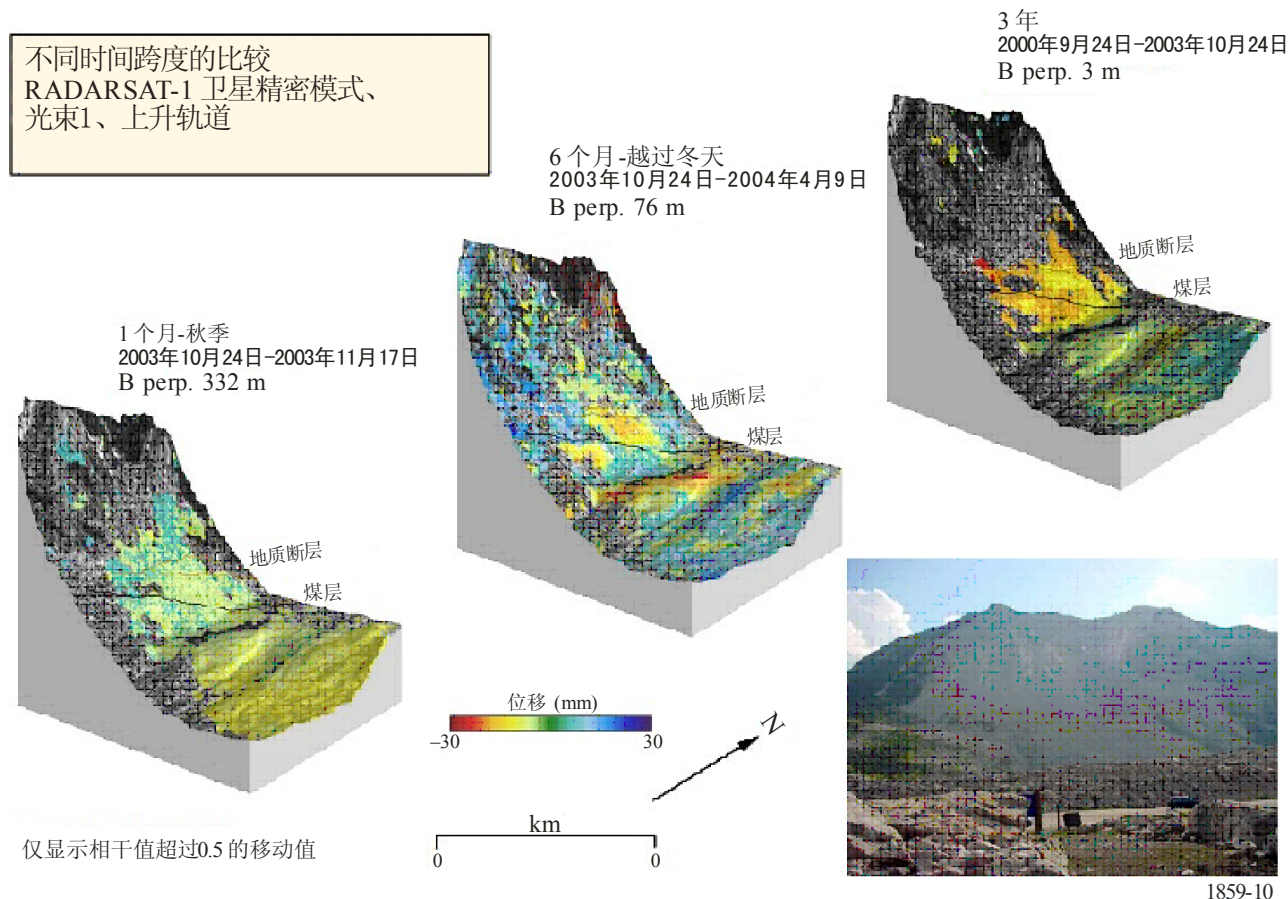
易受泥石流影响的地区，可以通过使用来自 SAR 测量结果的 DEM 来辨别。在这种情况下，使用斜视图而不是正视图。当怀疑存在不易察觉的地面运动时，InSAR 和现场的 GNSS 设备，可以提供准确的测量结果。

经历了北美洲历史上最大的泥石流之后，加拿大的 Turtle 山依然存在危险。其地面移动如图 10 所示，加拿大的 RADARSAT-1 卫星正使用 InSAR 技术对其进行监测。

图10

2000-2004年间RADARSAT InSAR跟踪到的地面位移

平面移动， Alberta-Trans 加拿大高速公路
从SAR 干涉测量法监测斜度的稳定性



来源：通过 CSA 的 RADARSAT 卫星：

<http://www.isprs.org/publications/related/ISRSE/html/papers/759.pdf>

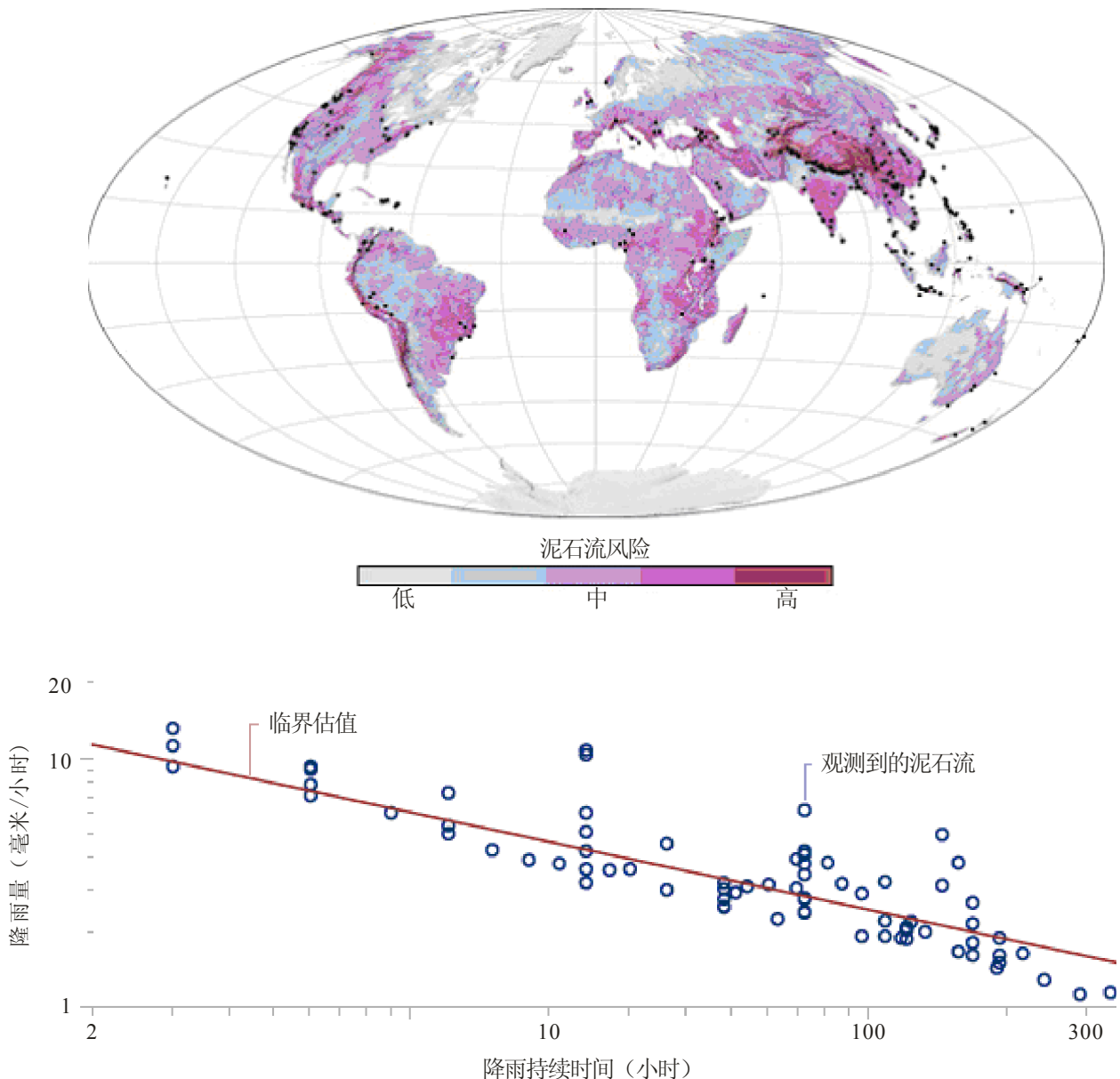
土地覆盖状况或者土地使用情况的改变，可能增大泥石流的风险。例如，滥砍滥伐的地区，就比那些拥有良好的、能够保持水土稳定的生态系统的地区，更易遭受泥石流灾害。通过辨别易受灾害的人口稠密地区，土地使用情况地图将有助于量化风险。对土地覆盖状况/土地使用情况，可以从空中进行监测，探测到的变化情况将有助于监控其风险。

在特大暴雨期间，当陡峭山坡的土壤变得水分饱和之时，就很有可能产生泥石流。因此，在预测特大暴雨的同时，了解暴雨来临之前的土壤水分，可以对可能发生的泥石流发出预警。

卫星数据可用来提供指明泥石流风险的地图（见图 11）。图 11 上显示的数据源自 SRTM 的拓扑结构、MODIS 的土地覆盖状况/土地使用情况以及 TRMM 的降雨量。

图11

来自卫星的泥石流风险图。黑点表示2003-2006年间报告的发生泥石流的地区



来源：通过 NASA 的 SRTM、MODIS 和 TRMM 卫星：

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/LandslideWarning/>

泥石流发生后，通过比较泥石流发生之前和之后的裸地 SAR 图像，InSAR 图像可准确绘制出有关地面移动（下沉）情况的地图。其它图像可以显示出受到泥石流影响之地区的植被状况及其它地表特征。

2005 年 10 月 8 日，巴基斯坦遭受 7.6 级地震，导致穆扎法拉巴德市周边地区遭到最严重的破坏，该市位于震中西南约 10 千米处。地震夷平了当地的建筑物，并在整个克什米尔地区引发了泥石流。Ikonos 卫星捕捉到了 2005 年 10 月 9 日发生在穆扎法拉巴德北部郊区 Makhri 村庄的泥石流图像（图 12 右侧）。山体西侧面的崩塌使白灰色的岩石瀑布般地涌入 Neelum 河中。

图12

2005年10月8日巴基斯坦遭受地震后Neelum河泥石流灾害状况的卫星图像



2002年9月15日

2005年10月9日

1859-12

来源：通过 NASA 的 IKONOS 卫星：

<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=5952>

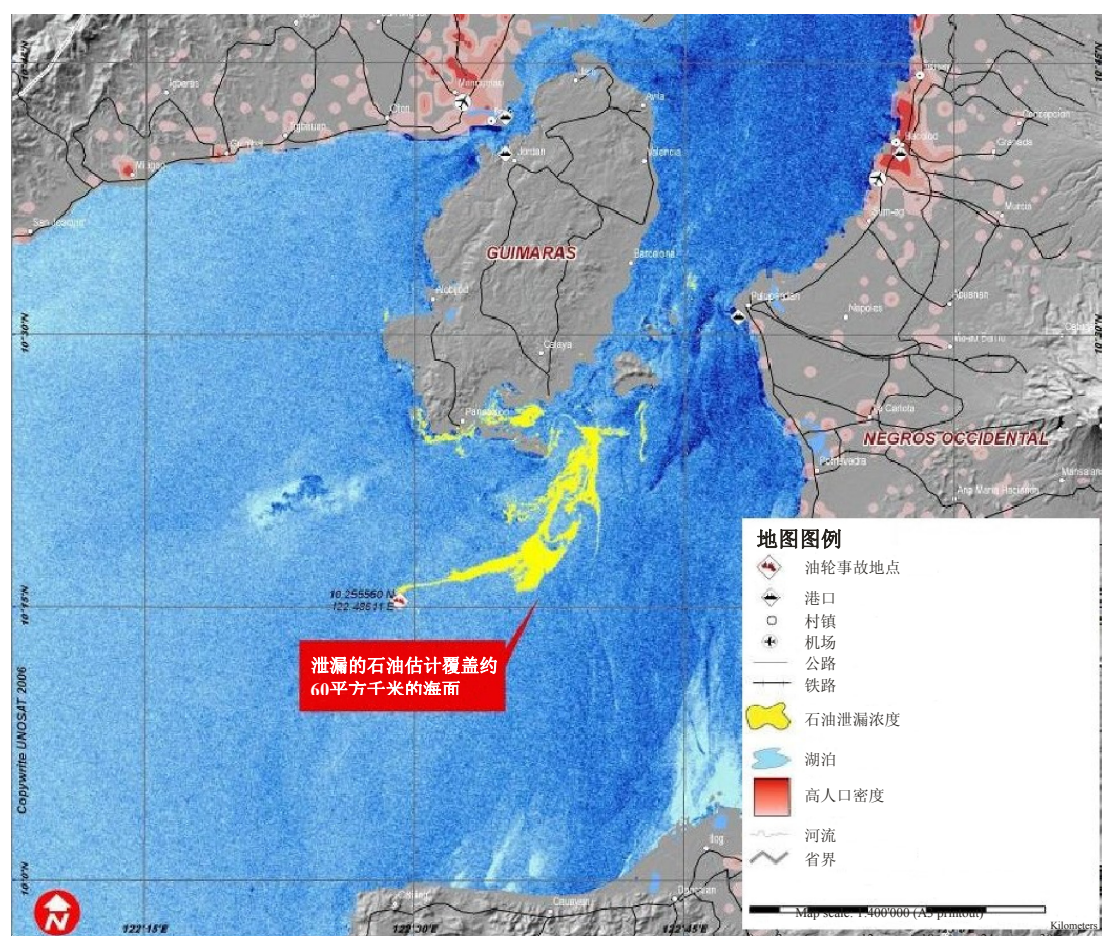
8 海洋污染

对海洋石油泄漏，可以利用 SAR 图像来探测。在实际操作中，对海洋石油泄漏的探测可看作是初步观测，而且要立即通过海上的现场测量手段加以确认。这种方法能够以较低的成本实现对大面积海域的监测。对石油泄漏进行现场确认后，对受灾地区就可以通过卫星来监测和跟踪。

2006 年 8 月 11 日，菲律宾吉马拉斯岛海岸线附近，一艘名为“太阳号”的油轮沉没。到 2006 年 8 月 24 日止，约有 5 万加仑的石油泄漏到海中，污染了超过 300 千米的海岸线，威胁到菲律宾的渔业生产及其它岛屿。利用 ENVISAT 卫星上的 SAR 产生了如图 13 所示的图像。它显示了 2006 年 8 月 24 日石油泄漏的准确地点和范围。

图13

菲律宾吉马拉斯岛附近的石油泄漏：合成孔径雷达图像



1859-13

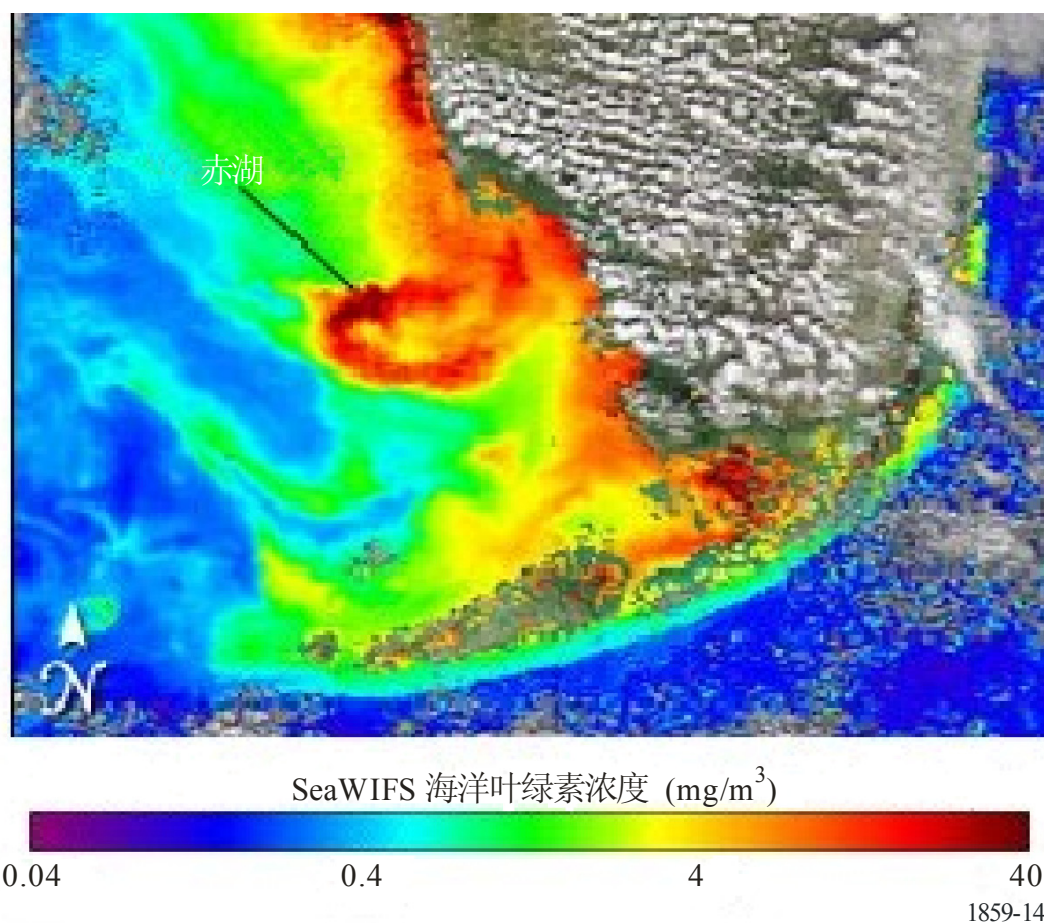
来源：通过 UNOSAT，在 ENVISAT 卫星上的 ASAR：

http://www.unosat.org/freeproducts/philippines/UNOSAT_philippines_oilspill_24aug06_v1.1_highres.jpeg

对“赤潮”形式的自然海洋污染，可以通过观察海洋的颜色来探测和监测（“赤潮”是一种藻花的名称，它与自然毒素、溶解氧消耗量以及其它有害条件有关）。辨别和隔离受赤潮影响的区域，可保护人类健康。其它的污染形式（如水污染物、海岸沉积物等），可以通过可视与/或红外光谱的卫星图像来探测（见图 14）。

图14

2004年11月21日，用SeaWiFS仪器监测到的、
在美国东南角佛罗里达州的赤潮



来源：SeaStar 卫星上的 SeaWiFS:

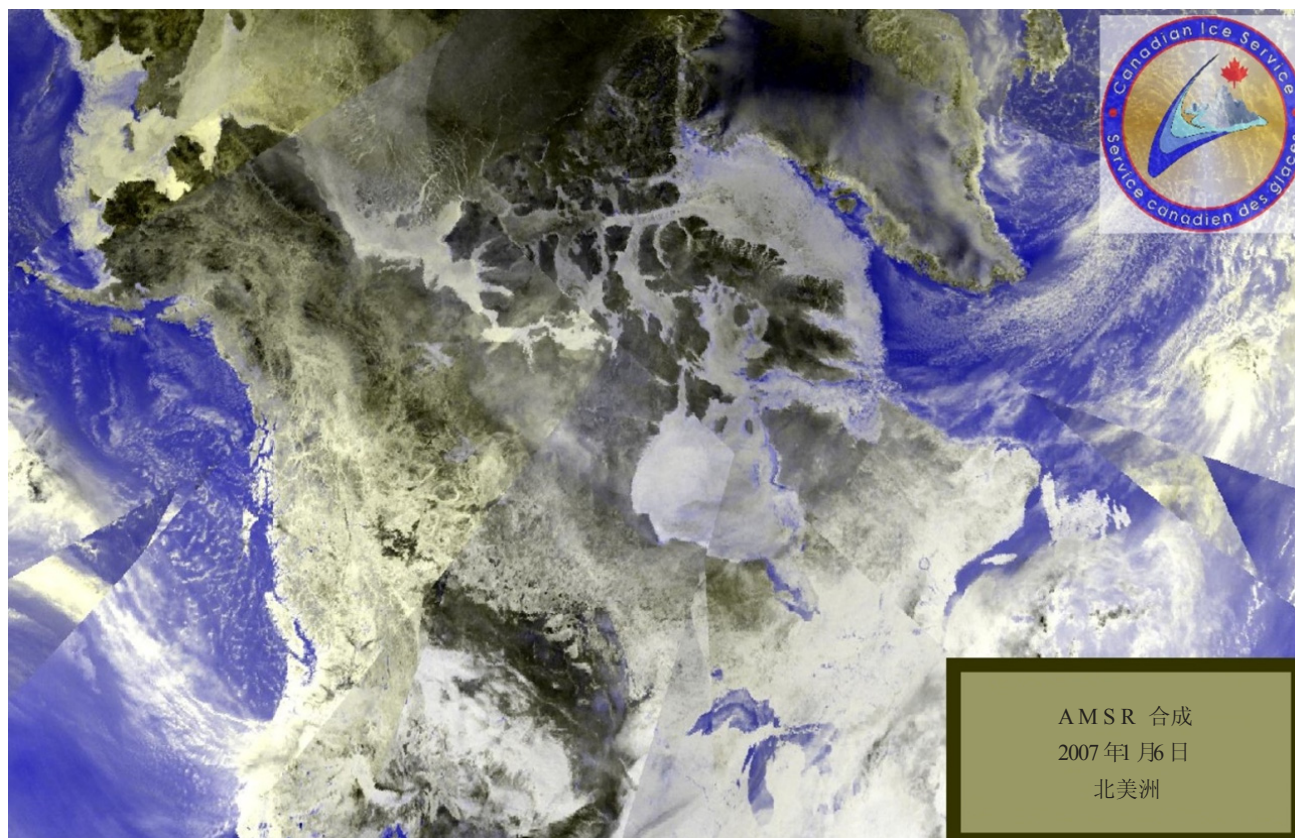
http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=19719

9 海冰与湖冰

数十年来，星载的无源微波传感器（图 15）绘制了海冰的范围，实践中用 SAR（图 16）来指导北极和高纬度的湖面航运，并用于延长高纬度的航运季节。

图15

2007年1月冰雪覆盖下的北美洲（哈得逊湾被阻塞）



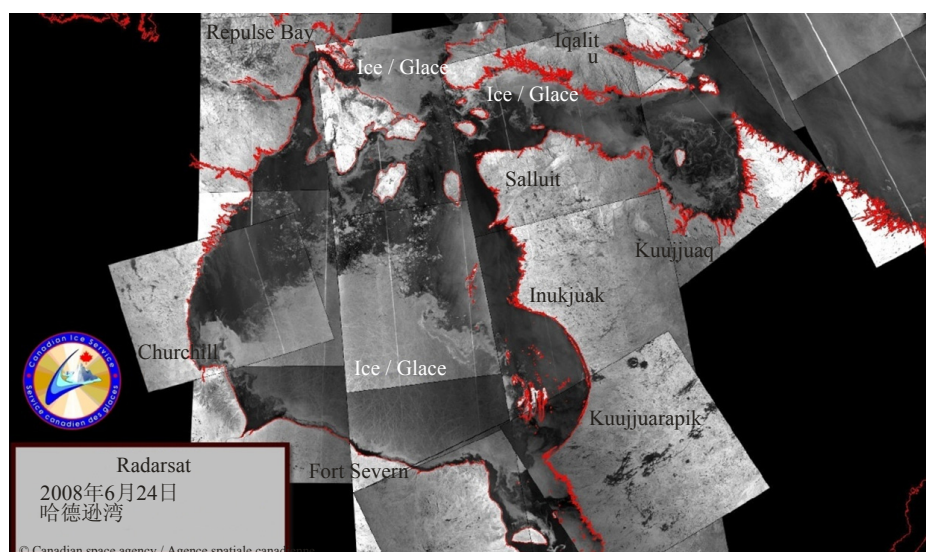
1859-15

来源：通过加拿大极冰局的 AMSR：

http://ice-glaces.ec.gc.ca/content_contenu/images/AMSR_image_Jan_06_2007.jpg

图16

2008年6月加拿大哈得逊湾的海冰（沿着东海岸的开放水域）



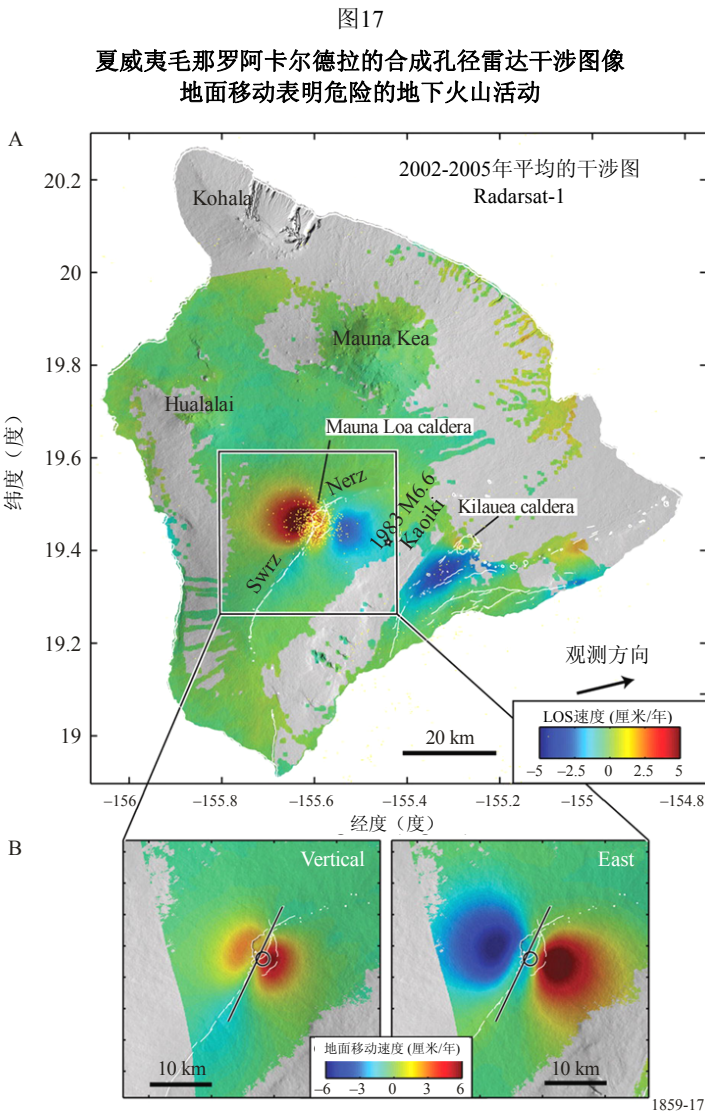
1859-16

来源：通过加拿大极冰局的 RADARSAT 卫星：

http://ice-glaces.ec.gc.ca/content_contenu/images/Radarsat_June_24_2008.JPG

10 火山

由于火山活动出现之前，总是伴有邻近地区地面的膨胀/升高，因此，通过绘制此类地面运动的地图，在某种程度上就可以监测可能的火山活动。现场的 GNSS 设备可提供本地监测，同时 InSAR 观测可提供有关偏远地区的、不太及时的测量结果。一幅有关夏威夷毛那罗阿火山的 InSAR 图像（图 17）显示了地表的长期变化，指明山体在膨胀，这正是地下火山活动的标志。此类不易察觉的地面运动可用于辨别世界上任何地区可能出现的火山灾害。



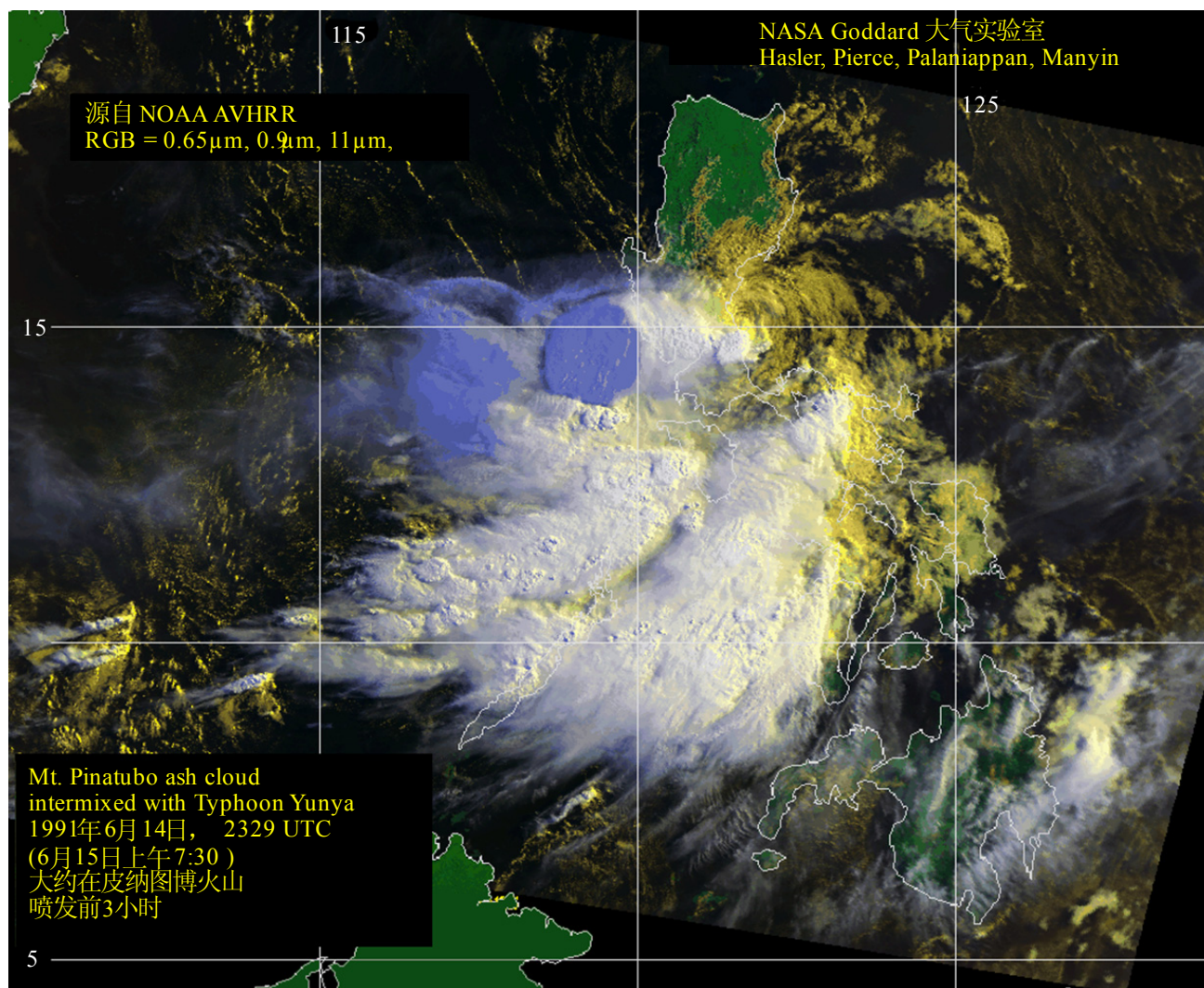
来源：通过阿拉斯加卫星机构的 RADARSAT 卫星（加拿大航天局）：

<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/316/5827/1026>

在火山喷发期间和之后，熔岩、火山灰以及热气等的热特征，可利用空中的红外和可视观测手段进行定期跟踪。特别地，大气中的火山灰会对飞行中的飞机造成严重的安全威胁。

图18

1991年6月15日，在皮纳图博火山喷发前3小时，
火山灰与台风“云娜”相互混合



1859-18

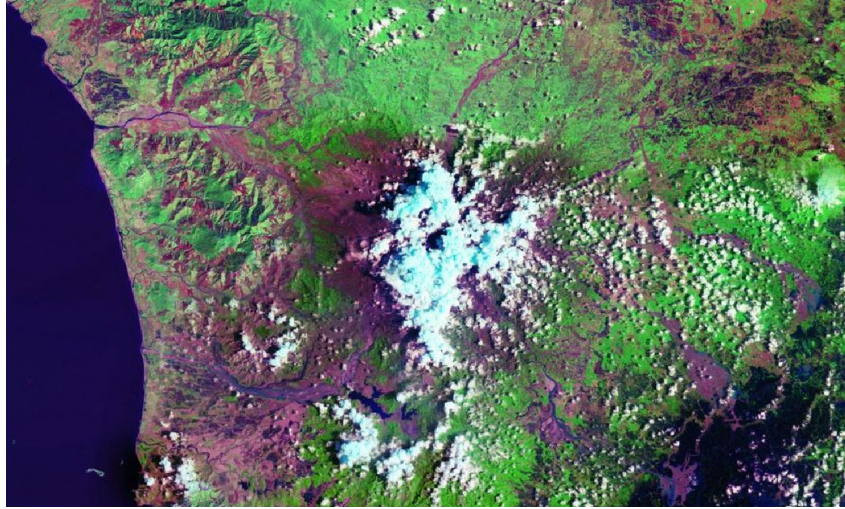
来源：通过 NASA 的 NOAA AVHRR：

<http://rsd.gsfc.nasa.gov/rsd/images/Pinatubo.html>

来自卫星的图像，为辨别受影响地区以及监测恢复状况提供支持。来自可视和红外波长的图像，为监测植被恢复状况提供支持（见图 19 和图 20）。对云层覆盖可能影响监测的地区，SAR 图像提供了另一种信息源（见图 20）。下面这组图像跟踪了 1991 年 6 月 15 日菲律宾皮纳图博火山喷发之后的情形。

图19

1991年9月9日，Landsat-5卫星的图像。被破坏的植被显示为红棕色。

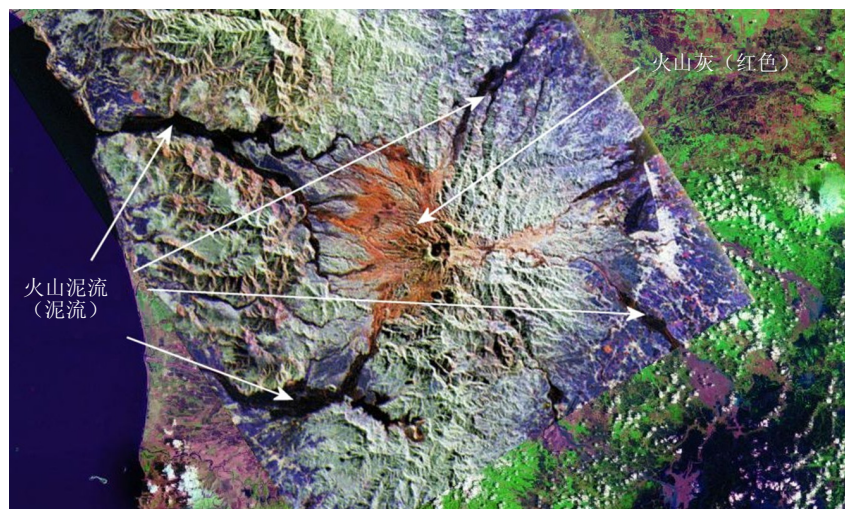


1859-19

来源：通过 <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> 获得的 Landsat-5 卫星图像。

图20

1994年10月，Landsat-5卫星图像与SIR-C卫星图像的重叠。
不存在云层的问题，地形清晰可见，且火山泥流截然不同，易于辨别。

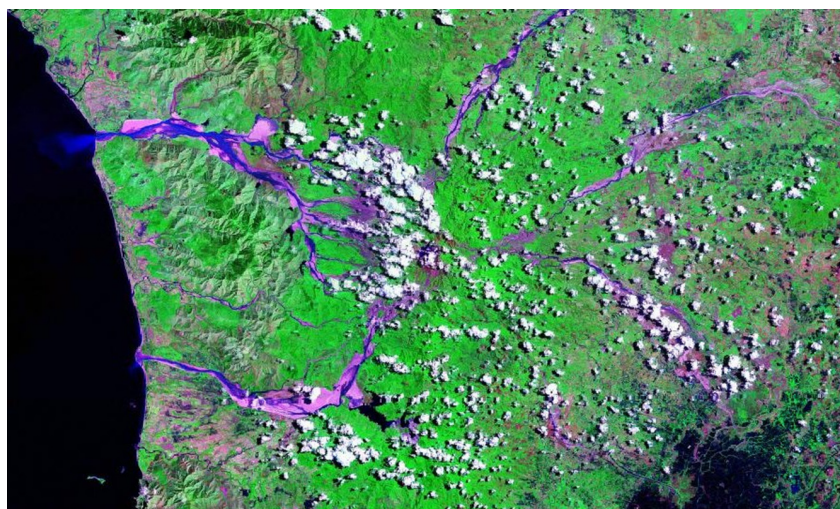


1859-20

来源：通过 <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> 获得的 Landsat-5 卫星数据，以及通过 <http://geoinfo.amu.edu.pl/wpk/jpl/pinatubo2.html> 获得的 sir-c/x-sar 数据。

图21

2001年5月18日的Landsat-7卫星图像，恢复的植被



来源：通过 <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> 获得的 Landsat-7 卫星数据。

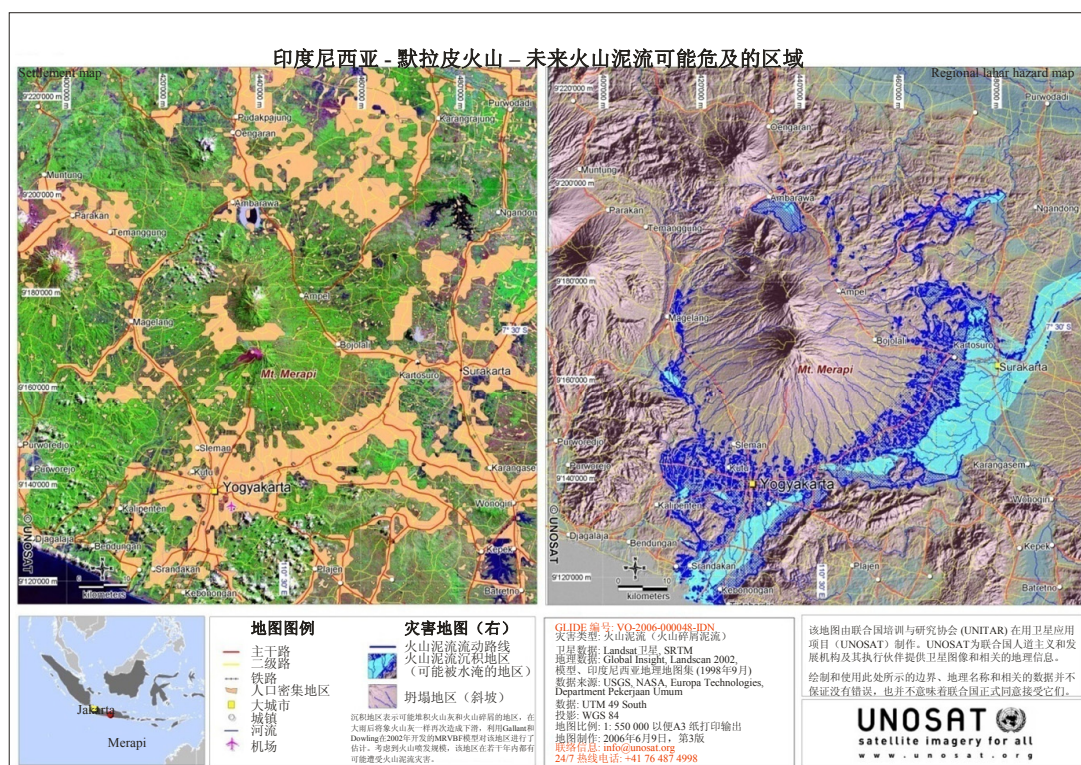
SAR 图像也有助于辨别危险地区。皮纳图博火山喷发产生了若干“火山泥流”。这些火山泥流在 SAR 图像上可轻易辨别出来（图 20），并可能因暴雨而再度恶化。1994 年就出现了类似情况，它被航天飞机的成像雷达监测到了。附近有人居住的地区处于危险之中。

数字高程模型（DEM）非常有利于预测此类火山泥流可能出现的地带。火山泥流沿下水路线流入低洼地区。

这种 DEM 可以与土地使用情况/土地覆盖状况地图结合起来，如源自 Landsat 卫星或 MODIS 的地图，以便绘制出危险区域的地图。此类危险区域地图的一个例子如图 22 所示。

图22

Landsat卫星和SRTM结合，以辨别易受灾地区和人口



1859-22

来源：通过 UNOSAT 的 Landsat 卫星和 SRTM：

http://unosat.web.cern.ch/unosat/freeproducts/indonesia/UNOSAT_Merapi_areas_at_risk_lahars_v3_lowres.jpg

左侧的图像是由 NASA 构建、USGS 运营的 Landsat 卫星的图像：用于辨别与农村地区相对的城市地区。右侧的图像是来自 NASA 航天飞机雷达地形测绘任务的地形数据，用于辨别可能被泥土掩埋的地区。将来一旦默拉皮火山喷发，这两种地图相结合，将为地方政府提供一种用于规划灾难应对措施的工具。

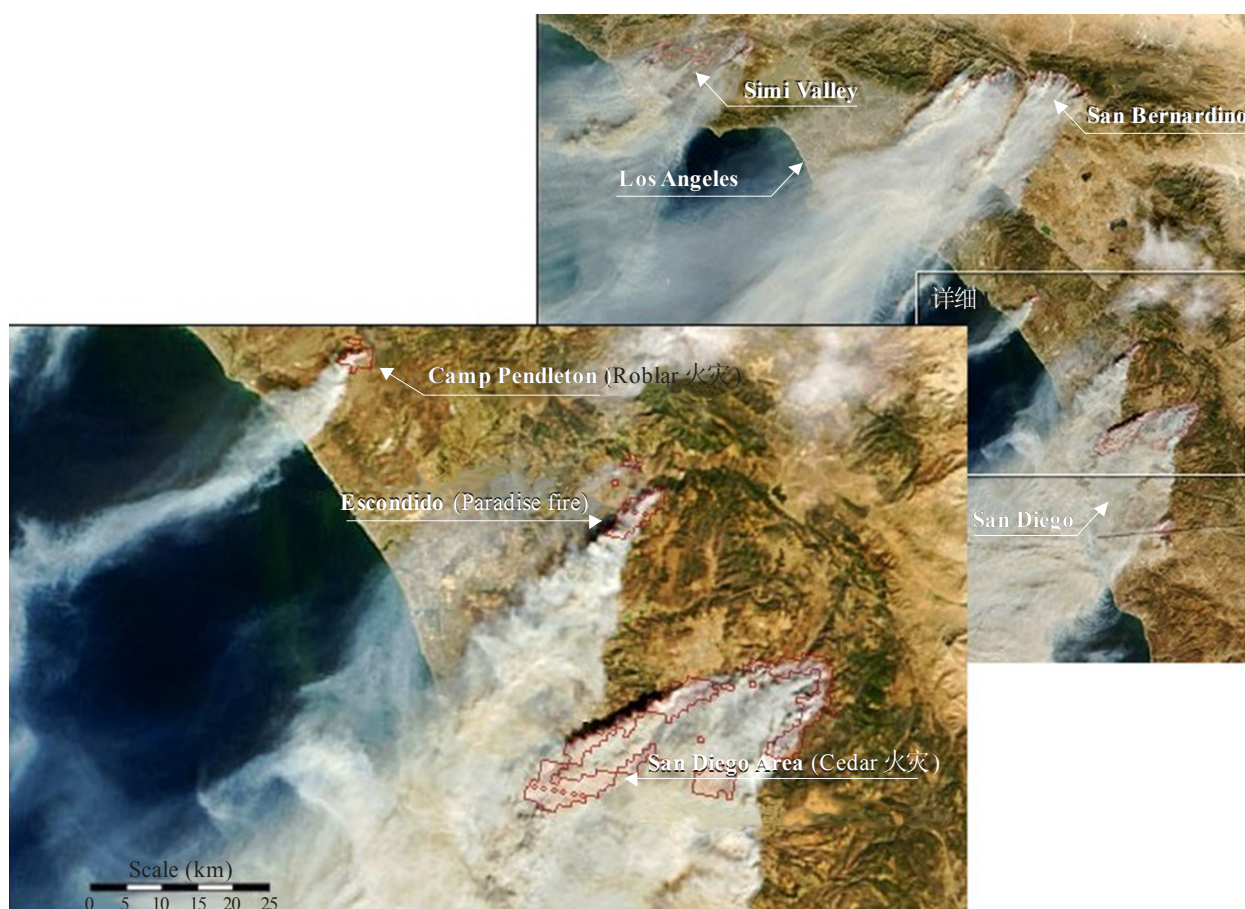
11 荒原火灾

偏远、人烟稀少地区发生荒原火灾的风险可以通过从空中对土壤水分和植被状况（即植被的健康程度或者枯萎/焦干程度）进行测量来评估。荒原火灾可以利用某些红外频带来探测，它们工作于星载仪器上。这些频带可以有效穿透有碍可视波长观测的烟雾和阴霾。为了减少卫星观测与产生所需数据产品之间的时间间隔，世界范围内的一些机构、政府部门和非政府组织安装了地面站，以便在有关卫星每次飞过头顶时接收实时的数据。

这些图像有利于应对荒原火灾。美国南加利福尼亚州在干旱季节容易发生荒原火灾（见图 23）。当地的桑塔阿那风将增强这些火灾的火势，增加人们灭火的难度。卫星图像有助于指导消防人员，这对偏远和人烟稀少地区尤其有用。

图23

2003年10月26日，南加利福尼亚州的火灾



1859-23

来源：通过 NASA，TERRA 上的 MODIS 仪器：

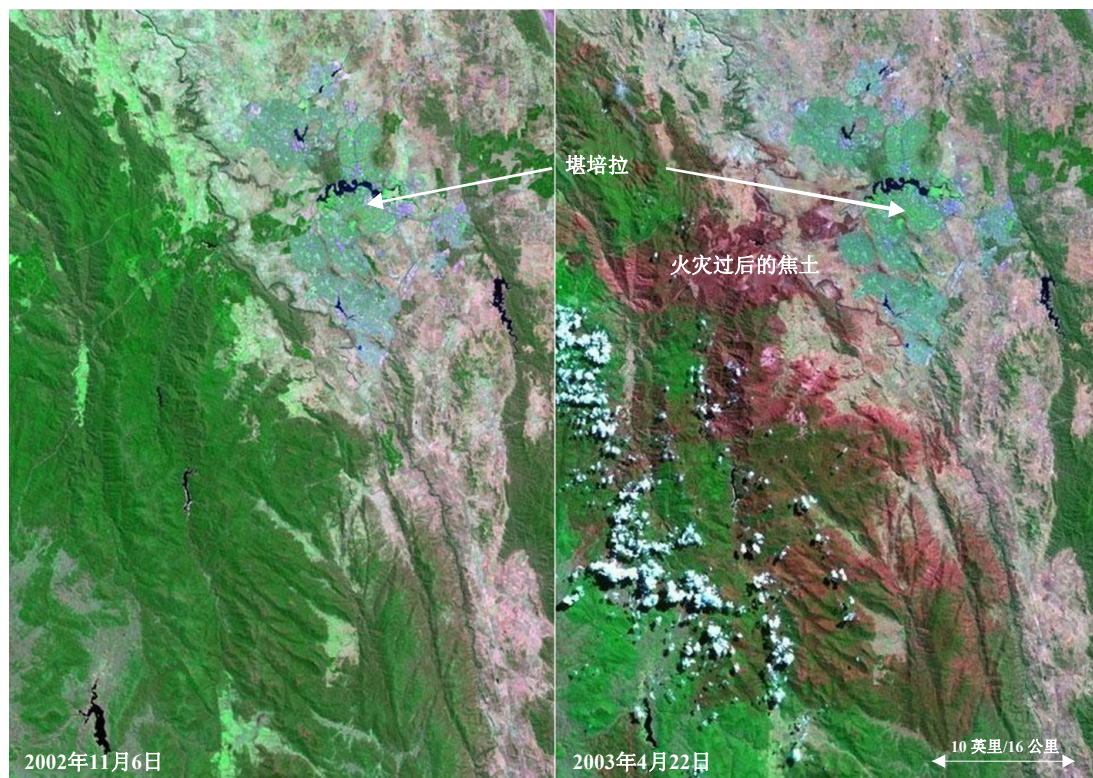
<http://www.geotimes.org/oct03/WebExtra103103.html>

在火灾被扑灭后，卫星的可视和红外图像以及 SAR 图像，可用于确定受灾范围并监测植被的恢复情况。

2002-2003 年的夏天，澳大利亚的荒原火灾肆虐，该国东南部地区出现了 50 多次不同的火灾。首都堪培拉市一度受到丛林火灾的威胁，火灾最初是 1 月 18 日在纳玛吉国家公园引起的。几天之内，火势蔓延到该市的郊区，迫使数千民众逃离城市，也促使数千民众成为义务灭火员，以保护堪培拉市不被烈火吞没。到火势得到控制之时，4 人在火灾中遇难，419 间房屋被毁。在下面所示的 Landsat-7 卫星图像（图 24）上，健康的植被呈现为绿色，而被大火烧焦的地区，呈现为深浅不同的红色。

图24

2002-2003年澳大利亚堪培拉火灾之前和之后的Landsat卫星图像



1859-24

来源：Landsat-7 卫星：

http://landsat.usgs.gov/gallery_view.php?category=orangeflag&thesort=mainTitle

12 遥感器数据库

作为 ITU-D 汇编的一项研究成果，我们编撰了《灾害支持摘要》，以提供对灾害援助中地面和空中有源与无源传感器应用情况的调查结果。这一摘要数据库以通过国际互联网可访问的电子表格形式存在，网址是：<https://www.sfcgonline.org/rs-benefits>。

13 小结

为了使用由遥感系统和其它来源收集到的数据，1999 年 7 月，在奥地利维也纳举行的 UNISPACE III 大会后，为召集使用空间资源的国际灾害援助行动，建立了一个单一的联系点。如今，获得授权的用户可以呼叫一个单独的、24 小时提供支持的号码，以请求调动成员机构的空间资源和相关的地面资源（RADARSAT、ERS、ENVISAT、SPOT、IRS、SAC-C、NOAA 系列、LANDSAT、ALOS、DMC 卫星及其它），以获取有关灾害发生情况的数据与信息。提供的数据例子可以在以下网址中找到：

http://www.disasterscharter.org/new_e.html

有关授权成员的任何问题或评论，或者关于网站的任何问题或评论，应导入以下网址：

webmaster@disasterscharter.org。

遥感数据的另一个来源是 UNOSAT，这是一个联合国创建的项目，旨在促进国际社会和发展中国家对卫星图像和地理信息系统服务的使用。这些工具主要用于人道主义援助、灾害预防以及灾后重建。提供的服务包括卫星图像的选择和获取支持、图像处理、地图制作、方法指导、技术支持和培训。其国际互联网网址为：<http://unosat.web.cern.ch/unosat>。

遥感支持的第三个来源是 SERVIR，这是一个区域性可视化和监测系统，可在以下网址找到：<http://www.servir.net>。

SERVIR 倡议整合了卫星观测结果、基于地面的数据和预测模型，以便监测和预报环境变化情况，并改进对自然灾害的响应。SERVIR 倡议使科学家、培训人员、项目主管和政策执行人员能够更好地对问题做出响应，包括灾害管理、农业发展、生物多样性保护以及气候变化等方面的问题。该倡议得到了中美洲和非洲各国政府的认可，主要由 NASA 和美国国际开发署（USAID）提供支持，着重强调合作关系，以增强可搜寻和可视的地球观测、测量、动画片和分析结果的可用性。在亚拉巴马州亨茨维尔的 NASA 马歇尔航天飞行中心，设立了 SERVIR 协调办公室和快速原型设计设施。区域性 SERVIR 节点位于巴拿马的拉丁美洲与加勒比海湿热带水中心（CATHALAC），并在肯尼亚设立了资源测绘促进发展区域中心（RCMRD）。SERVIR 的联络方式是：

SERVIR 主管：	Daniel.Irwin@nasa.gov
SERVIR 中美洲：	Emilio.Sempris@cathalac.org
SERVIR 非洲：	Kate.Lance@nasa.gov

注 1 — 对任何可能需要寻求任何上述机构帮助的团体而言，在任何灾害出现之前联系它们，并建立一套一旦灾难发生之时能够获得帮助的程序（例如，指定联络人员，包括其姓名、电子邮件地址、电话号码等），将是明智之举。这种事先的安排将在需要帮助之时大大缩短获得帮助所需的时间。
