

## 卫星干涉测量与地貌分析相结合探测山区大型滑坡

要评估滑坡危害，就必须绘制高质量的滑坡清查图。然而，在世界上大多数地区，特别是在延伸率高、交通不便的山区，编制和更新滑坡目录仍然十分困难和耗时。此外，编入清单的滑坡通常是地貌上形态最明显的，而尺寸较大、边界较分散的其他类型滑坡往往被忽视。因此，卫星遥感或高级景观分析等新技术在耗时和成本效益方面日益突出，可优化区域范围内的滑坡绘图。在这项研究中，我们结合了两种成熟的技术，以改进山区的滑坡探测。这两项技术分别是差分干涉合成孔径雷达 (DInSAR) 和通过双归一化沟道陡度 (ksn) 地貌指数进行的地貌分析。我们选择内华达山脉（西班牙南部格拉纳达）西南部作为案例研究对象。

我们通过在欧洲航天局 (ESA) 地质灾害探测平台 (GEP)

(<https://geohazards-tep.eu/#!>) 上实施的P-SBAS自动和无监督处理链，从哨兵-1图像中得出了DInSAR平均位移或速度图。获得的上升和下降轨道数据的时间跨度分别为 2016 年 9 月至 2020 年 3 月和 2014 年 12 月至 2020 年 3 月，时间采样最长为 6 天。ksn 指数是通过开放式 Python 库 "landspy" (<https://github.com/geolovic/landspy>) 计算得出的。只需输入 10 米分辨率的数字高程模型，即可从河流中提取排水管网和 ksn 指数。

我们从 DInSAR 地面位移图中确定了不稳定区域，并从 ksn 图中确定了 ksn 异常值，从而将其与大型滑坡联系起来。为了尽可能准确地划定滑坡体的边界，必须对实地形态进行详尽检查，并检查从高分辨率数字高程模型中提取的产品（如山影、坡度、坡向、崎岖度）。通过这项工作，我们提供了 28 个滑坡的最新清单，占分析区域的 33.5%。大

部分已确认的滑坡都是大型深陷重力斜坡变形 (DGSDs), 在这项研究之前, 内华达山脉从未发现过此类滑坡。这一新的清单具有相关意义, 因为滑坡的规模和数量都超过了之前的设想。我们的工作还显示了整合 DInSAR 技术和地貌分析数据的潜力, 以探测大型滑坡并提供山区的最新清单。此外, 我们还证明了这两种技术的一些局限性可以得到很好的弥补。