



巴基斯坦重大洪涝灾害应急调查与评估

简 报

中国-巴基斯坦地球
科学研究中心

第 4 期

2022 年 9 月 8 日

巴南部印度河下游冲洪积平原洪泛区 严重致灾地形因素

巴基斯坦位于欧亚板块与印度板块交接地带，喜马拉雅西构造结和喜马拉雅、兴都库什与喀喇昆仑世界三大山系交汇处，板块碰撞挤压和青藏高原隆升造成巴基斯坦地形整体呈现北高南低的趋势，北部为极高山区、西部为高山地区、中部多为平原和丘陵地区、南部多为沙漠地带。特殊的地形地貌叠加印度季风气候控制与影响，导致巴基斯坦境内极端降雨多发频发，山区超标准大规模洪水从北部山区冲入下游冲洪积平原洪泛区是本次大洪水灾害的决定性因素。

（一）异常季风气候背景下，极端降雨事件与特殊地形地貌耦合引发超标准洪水

每年夏季受印度洋海陆热力差异、西风带和南部气流共同作用，来自印度洋的暖湿气流逐渐向巴基斯坦北部移动。同时，由于受巴基斯坦特殊地形地貌控制与影响，暖湿气流北移辐射冷却，密度增大、产生下沉，在信德省和俾路支省交界地区形成副热带高压地区，进而在巴基斯坦南部地区随着大量暖湿气流冷却下沉，密度增大，降雨量较多。在近地面，下沉气流在水平气压梯度作用下逐渐向北流动，随着地形由南向北快速抬升，局部地区地形雨较为显著。巴基斯坦本次大洪水就是全球同纬度地区普遍处于持续高温干旱环境条件下，异常频繁的印度洋夏季风携带大量水汽向北移动过程中在巴南部平原地区形成极端暴雨，同时在中部和北部山区局地也形成暴雨中心。这种异常季风气候和“喇叭口”地形耦合作用下，造成了2022年7-8月巴基斯坦南部地区长时间、大规模降水，雨量高达500mm以上，为平常年均降水量的5倍以上。

（二）下游冲洪积平原“东高西低”地势，曲流河道摆动加剧洪涝泛滥致灾

印度河下游为地形平缓的冲洪积平原，高含沙水流极易堆积，泥沙淤积严重，河流游荡不定，行洪能力差。极端降雨在北部山区形成大范围山洪，进而在印度河汇流形成超大规模洪水，导致印度河流量激增，下游宽浅式游荡型河道极易漫堤决

堤泛滥成灾。以 LARKANA 冲积平原为例，8 月 25 日至 31 日卫星影像揭示 LARKANA 冲洪积平原西部洪水淹没区域（黑色区域）相较东部面积占比更大，而东部地势略高的区域（绿色背景）淹没区域占比较小（图 1），东西向坡度约为 1-1.5%，南北向比降为 0.2%，三个不同断面均反映出该区域“东高西低”的洼地地形特征。同时西部低洼地带已经明显低于印度河河道，具有类似“地上悬河”地貌特征，极易造成洪水时期漫流决堤。以苏库尔（Sukkur）至拉尔卡纳（Larkana）曲流河段为例，本次洪水发生前，印度河两侧废弃河道广泛分布，洪水水位上涨后，废弃河道受淹蓄水；洪峰时河道达到最宽状态，并在曲流河段形成大量点坝沉积，进一步加剧宽浅式河谷和河道摆动，加大了大洪水时期致灾风险隐患（图 2）。由此可知，印度河下游冲洪积平原地上悬河与曲流河道摆动变化加剧了巴基斯坦南部信德省洪涝发生。

总体而言，巴基斯坦大洪水灾害由印度季风引发的极端降雨、北部特殊的地形地貌和印度河下游宽浅式游荡型河道共同作用形成。

印度河下游冲积平原洪泛区地形特征

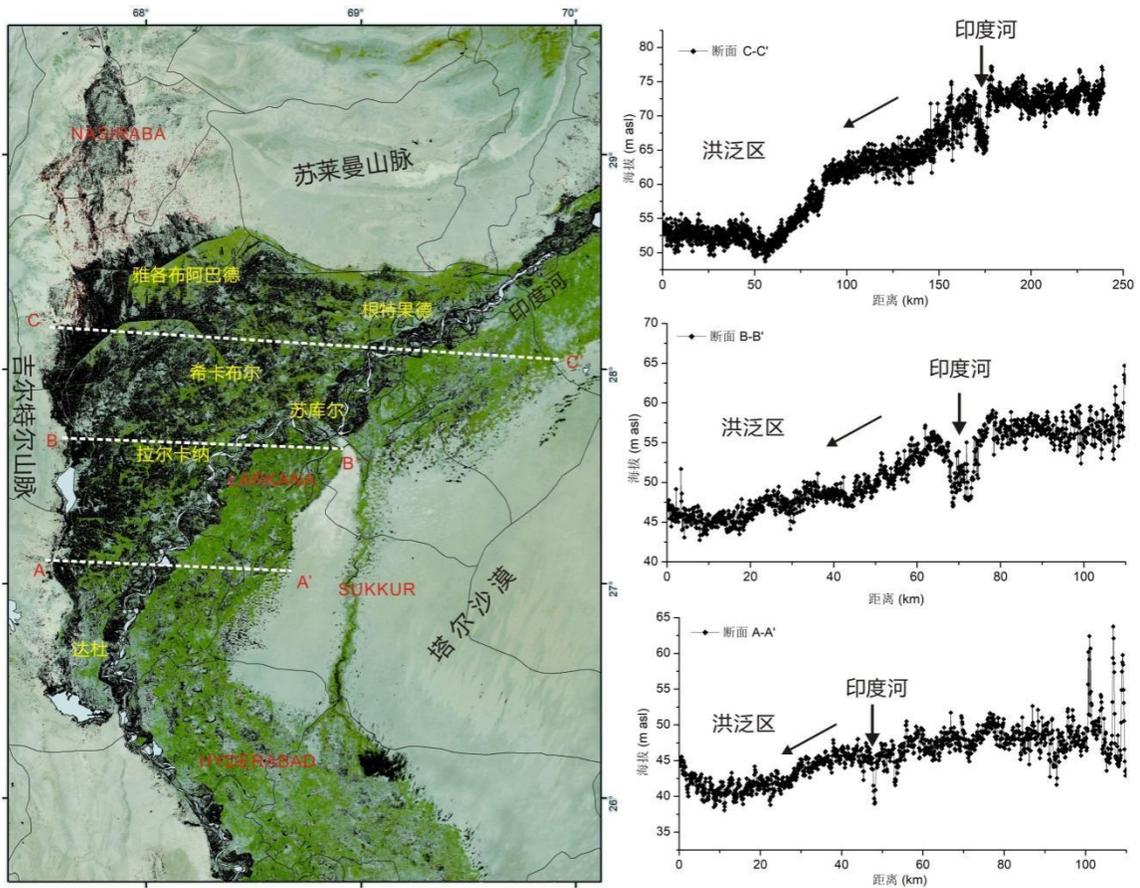


图 1 巴基斯坦南部印度河下游冲积平原洪泛区“东高西低”地形变化和“地上河”特征



图 2 印度河下游苏库尔至拉尔卡纳曲流河段河道游荡排洪不畅（洪水前、8月4日和28日影像来自 USGS）

编写：郭永强，陈华勇，熊江 审核：葛永刚、王姣 签发：苏立君

联系人：洪天华 +92-318 5001269;

签发时间：2022 年 9 月 8 日

+86-13717995928 hongth@aircas.ac.cn