



# 地下水洪水

## ——隐秘的地下“刺客”

文图 / 聂云鹏 Hamid M.Behzad (中国科学院亚热带农业生态研究所)

有一种洪水，不是暴雨后汹涌的地表洪流，而是如脱缰野马般从平静的大地下涌出，带来意想不到的灾害。这种特殊的洪水背后，隐藏着许多不为人知的秘密，这些秘密正等待我们去揭开。

### 脚下潜在的威胁

地下水洪水，指由地下而非地表水文过程主导的洪水，常常与地表洪水发生混淆，因此很容易被忽视。其实，它与地表洪水在形成机制、运动路径、发生速度、持续时间、影响范围等几个关键方面均有所不同。

因强降水、融雪、河流、海啸等情况，地表水体迅速增加，超过了地表的排水能力，便会引发地表洪水。这些水体通常会沿着河流、溪流、沟渠等自然或人工的水道迅速聚集、移动。相对来说，地表洪水来得快，去得也快，形成时间在几天甚至几小时内，降水停止后会在短期内消退。其影响范围会比较

直观，主要包括河流两岸、排水不畅的城市地区、农田和低洼地带。

地下水洪水则是由长期的自然补给（如降水）或人工补给（如灌溉过剩的水，回流到地下含水层）引发的。地下水会通过岩石和土壤的孔隙向上流动、蔓延、渗出，这些补给过程持续而缓慢，逐渐将含水层中的地下水位提升至地表或接



**近地表，最终形成洪水。**地下水流动较为隐蔽、缓慢，泛滥的发生和消退时间可以达到数月甚至数年，易影响整个集水区甚至更大范围，充满了不确定性和复杂性。

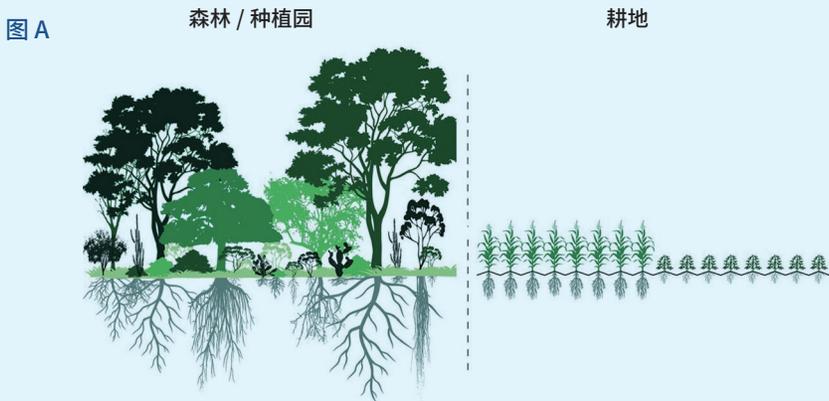
## 多样的地下水洪水成因

### 特殊地质背景的影响

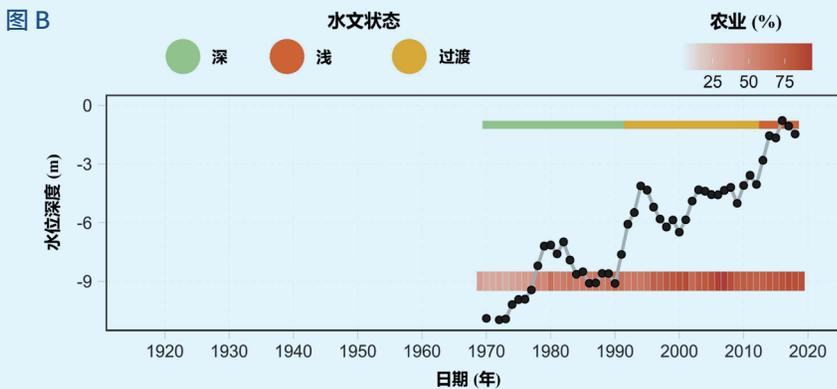
水是喀斯特地区形成的关键、最重要的天然资源，却也能够悄无声息地泛滥。喀斯特地区分布着大量由石灰岩构成的地下洞穴和通道，

▶ 2016年，中国西南部某峰丛洼地同时出现地下水洪水（近处）与地表洪水（远处），二者的浑浊度有较为明显的差别





这种特殊的地质结构看似容量大，却无法快速吸收大量水分。在短时间强降水后，水迅速填满了这些通道和空腔，其余的水被推向地表，通过漏斗和泉水溢出，这种反应快速、自然，常被误解为地表洪水。目前，已被报道出现在我国西南部和爱尔兰的喀斯特地区。

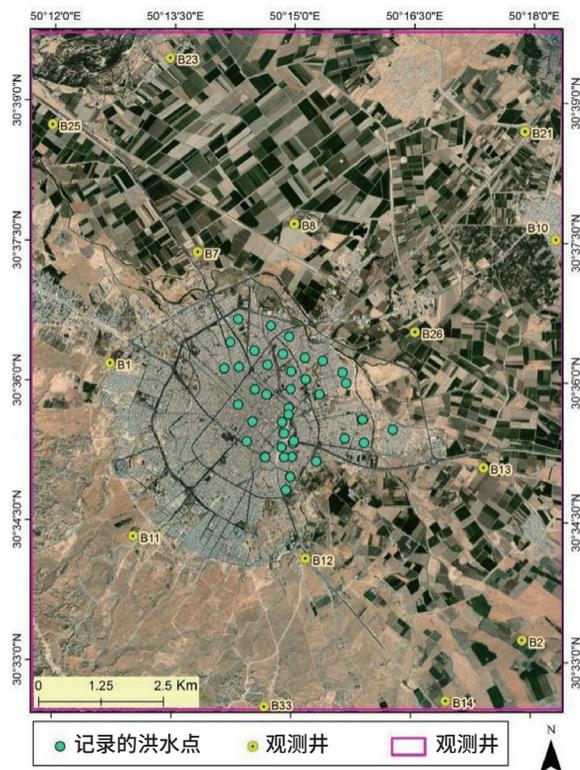


### 土地利用方式的改变

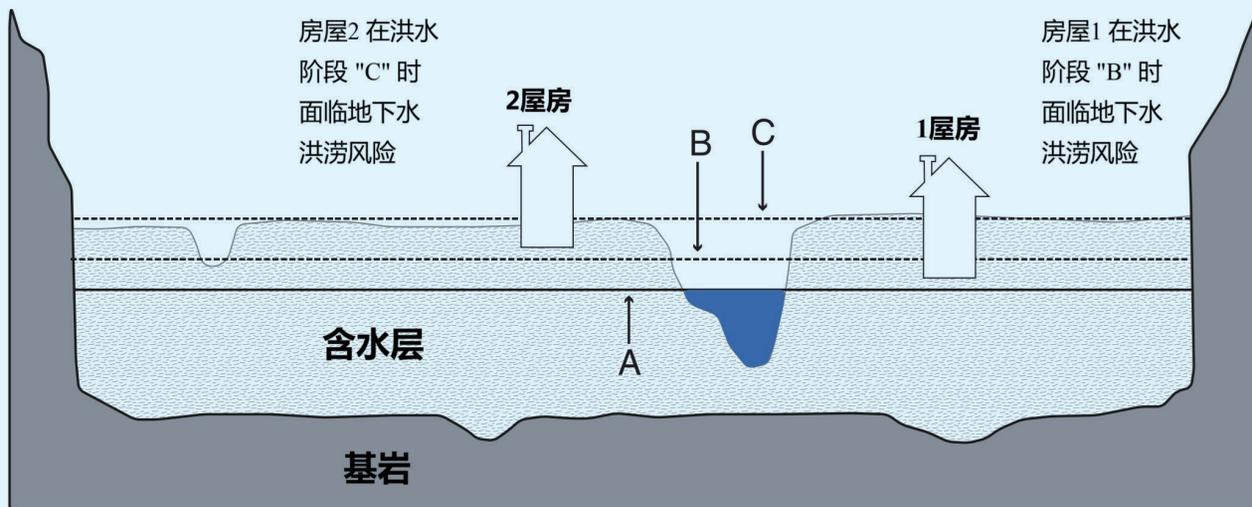
原本的地上植物与地下水之间的关系出现变化，会让地下水和地表洪水出现的风险增加。

例如，在南美洲的平原地区，人们砍伐原有的森林改种农作物，土地利用方式发生巨大变化。科研人员通过卫星图像、遥感技术和长期地下水监测数据，追踪了该地 40 年间（1970 年~ 2019 年）的地下水及地表洪水的模式。结果表明，

▶ 南美洲平原地区，由于森林砍伐及用农作物替代本土植被（图 A），导致地下水位上升并逐渐接近地表（图 B）



▶ 在伊朗贝赫班市区内记录的地下水洪水位置及被影响的建筑内部情况。所有记录点均位于市区东半部，该区域地势较低



▶ 由于艾尔博河直接向含水层补给水，河流附近的房屋会面临地表洪水和地下水洪涝的双重风险。这些房屋的地下室位于河流水位线以下，因此地下水泛滥往往先于地表洪水发生。“A”为正常条件下的地下水位，“B”“C”则为两个洪水阶段。位于“B”阶段的1号房屋地下室，会比位于“C”阶段的2号房屋地下室，面临更大的地下水洪涝风险

该地地下水的水位显著升高，从深层（12~6米）转变为浅层（4~0米）。因为相较于根系深的树木，根系浅的作物吸收地下水更少。所以整个次大陆范围内，地下水和地表洪水的风险都增加了。

### 不合理的农业活动

即便在降水量极少的干旱和半干旱地区，农业用地灌溉不当仍会导致地下水位显著上升，增加地下水泛滥的风险。例如，研究人员在伊朗的贝赫班市区，进行了长达22年的地下水位波动监测、灌溉网络水量监控和GIS制图（利用地理信息系统创建包含土地、水等资源数据的地图，帮助做出决策），发现该地区高度依赖邻近地区进口的地表水作为农业灌溉水，地下水使用显著减少，而这导致当地大量灌溉水回流至含水层。

### 与地表水系相连

某些地区的地下水并非完全独

立，能够连通地表的河流或海洋，容易引发地下水泛滥。例如，加拿大卡尔加里艾尔博河沿岸经常出现巨大洪水灾害，不仅是河水溢出，也与地下水位上升有关。通过对沿岸房屋实地调查、地下水位长期监测、GIS制图和水文地质建模，科研人员发现，在河流溢出之前，该地区的地下水含水层完全饱和，已经影响到了该地区住宅的地下室。

### 更好地应对

地下水从地底深处渗出，一旦积累到一定量级，便会突然涌入地下室、道路和建筑物，给人们的平静生活带来威胁。这种泛滥过程十分隐蔽，往往人们在意识到问题时，已经错过了最佳的应对时机。它不仅破坏基础设施，还可能引入污染物，造成环境污染，影响农业用地与自然遗产地，甚至危害人类健康。

人们对地下水洪水的重视还十分不足。它的形成原因复杂多样，

具有地区特异性，规模也十分庞大，想要对其开展必要的调查或采取有效的应对措施依然比较困难。大多数受地下水洪水影响的国家和地区，应对和减少损失的努力主要集中在洪水发生之后，而对于预防此类威胁的研究依然存在很大程度的忽视。

与常规针对地表洪水的应对措施不同，地下水洪水需要特定的、针对性的解决方案。通过建设长期且智能的地下水监测系统，例如配备和扩展实时传感器网络、数据分析，以便明确形成洪水的机制和影响因素，利用建模工具来模拟地下水并预测未来的洪水场景，以便作出更好的决策，应对可能到来的灾害。

**虽是自然灾害，其成因却也和日常生活息息相关。多采用可持续的用水方式，保护身边的土地和地球的环境，从我们手掌中的一捧水开始。**

（责任编辑 / 牛一名 美术编辑 / 周游）