

Mind3D 地灾应急行业方案

Mind3D 团队基于 CesiumJS 的三维系统，在 2026 年的地灾领域，已经完成从“展示结果”向“表达过程”的关键跃迁。过去系统更多依赖后台模型输出结果，在三维中进行叠加展示，而现在，Web 端本身已经具备了承载灾害动态演化的能力。

这种变化的核心在于：浏览器端 GPU 计算能力的提升，以及三维场景与时序数据的深度融合。地灾系统不再只是一个“看结果的工具”，而是可以实时调整参数、推演过程、对比方案的交互平台。在统一的三维空间中，地形、建筑、基础设施与灾害过程被整合在一起，使得分析更加直观、决策更加高效。

同时，2026 年的主流方案普遍采用“双模式架构”：一方面通过前端进行快速模拟，实现实时推演与交互；另一方面接入后台高精度模型数据，实现工程级分析成果的可视化。这种模式既保证了效率，又兼顾了精度，使 Web 端真正成为地灾系统的核心承载平台。

1. 地震海啸

地震与海啸属于典型的波动与水动力耦合灾害，其核心特征是能量以波的形式传播，并在空间中产生持续影响。在 Web 端系统中，这一过程可以被完整表达，从震源释放到最终影响范围形成，均可在三维场景中动态呈现。

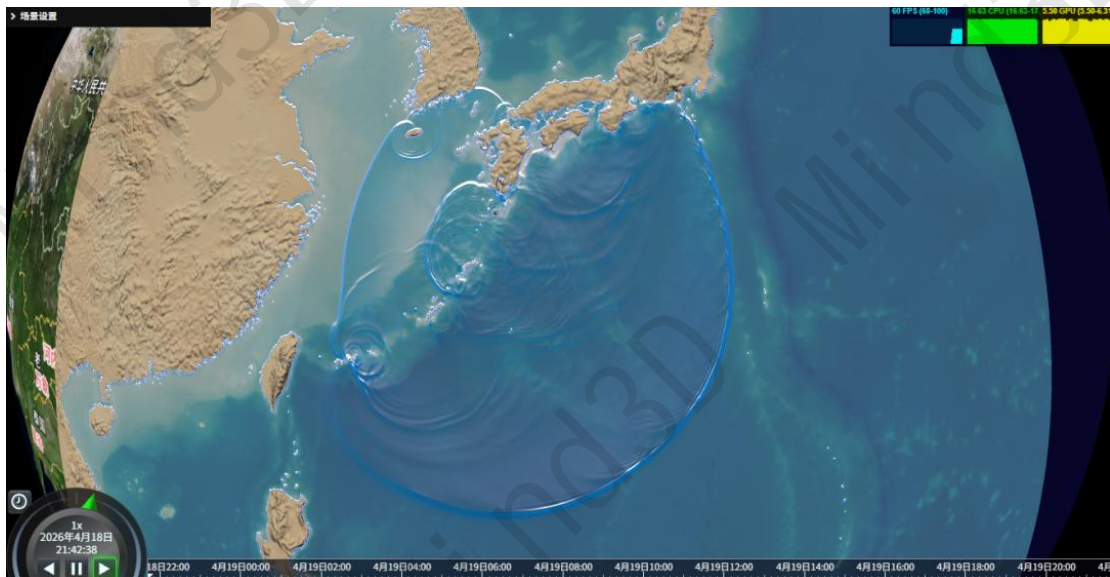
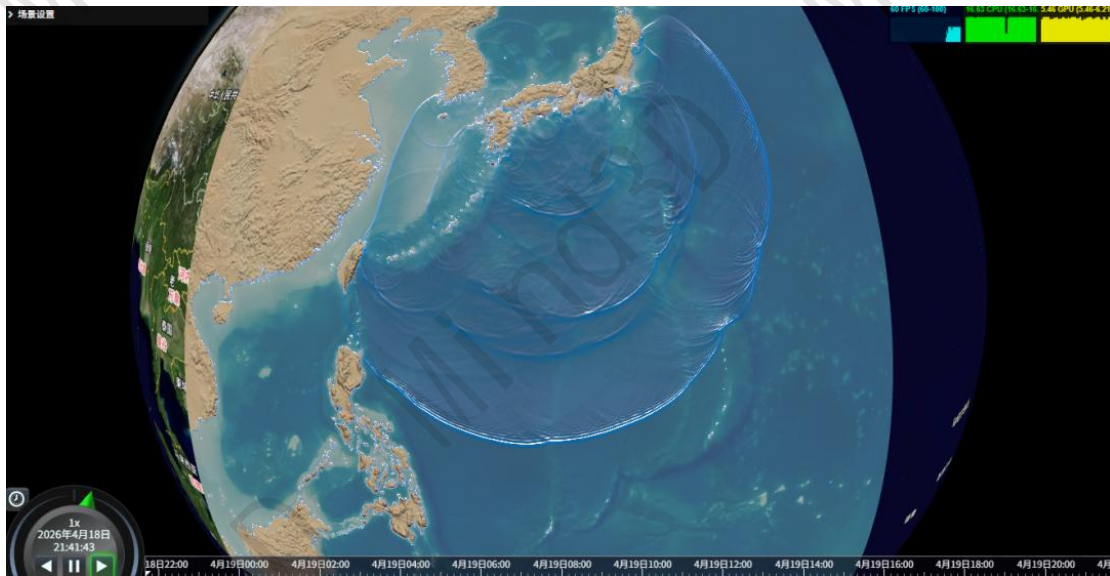
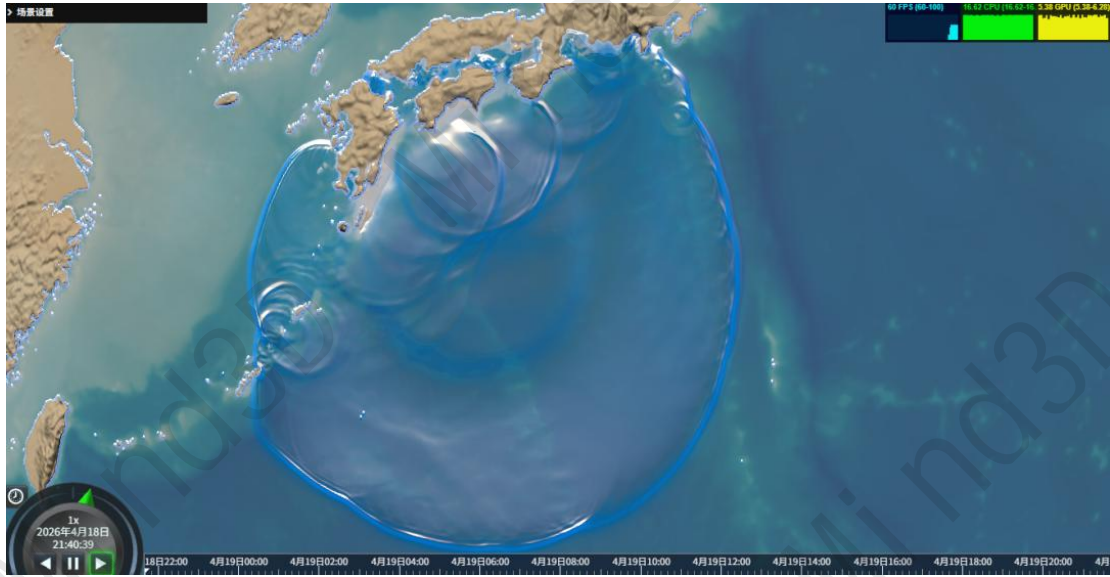
在地震模拟方面，系统强调震波传播过程的可视化表达，通过不同区域的传播速度与衰减差异，体现地质条件对震动影响的变化。而在海啸模拟中，则重点关注海水的推进与淹没过程。

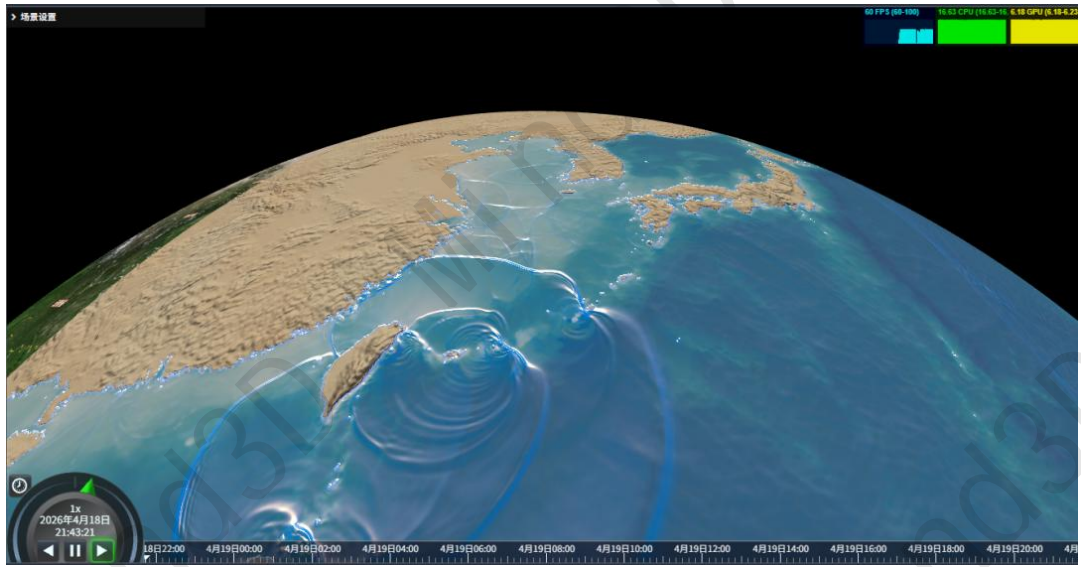
● 海啸仿真（关键增强能力）：

基于海底测深数据（Bathymetry）构建真实海床地形，通过水动力过程驱动海面高度变化，实现海啸从深海传播到近岸放大，再到陆地淹没的完整过程表达。该过程能够真实体现浅海区域的波高放大效应以及地形对传播路径的约束作用。

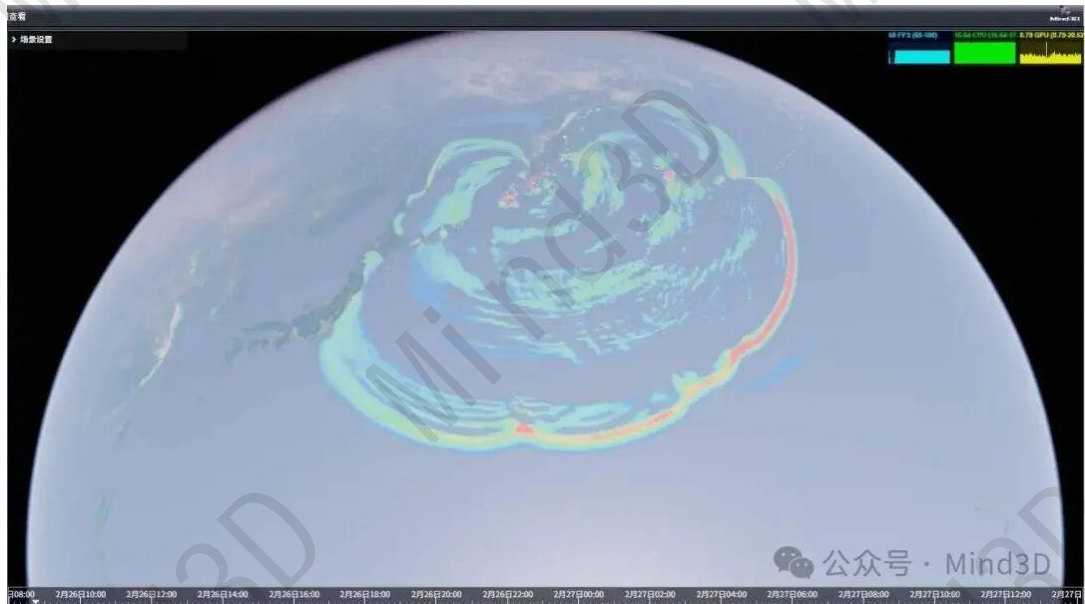
在 Web 端，这类模拟具备明显的“时间维度表达”优势。用户可以清晰观察灾害何时到达、传播速度如何以及淹没范围如何逐步扩大。在沿海城市防灾、应急演练以及重大基础设施评估中，该能力具有重要价值。

基于测深数据的海洋地震海啸 GPU 模拟





基于海啸模型的有限元数据仿真



公众号 · Mind3D



公众号 · Mind3D

2. 山火扩散

火灾蔓延属于典型的扩散型灾害，其传播过程受风场、坡度以及可燃物分布等多因素影响。在 Web 端系统中，火灾不再是简单的区域扩张，而是具有方向性与非均匀性的动态演化过程。

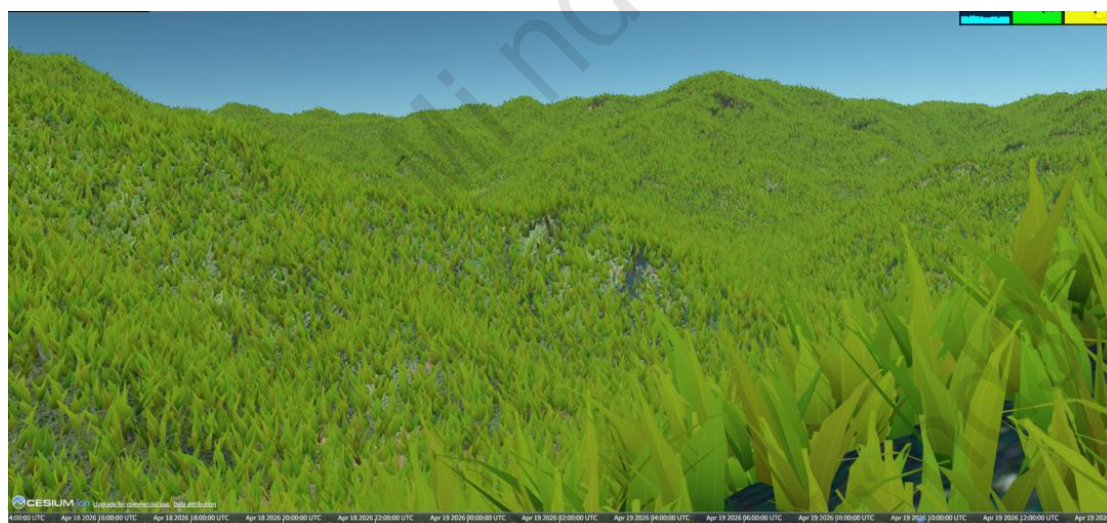
- **山火扩散（关键增强能力）：**

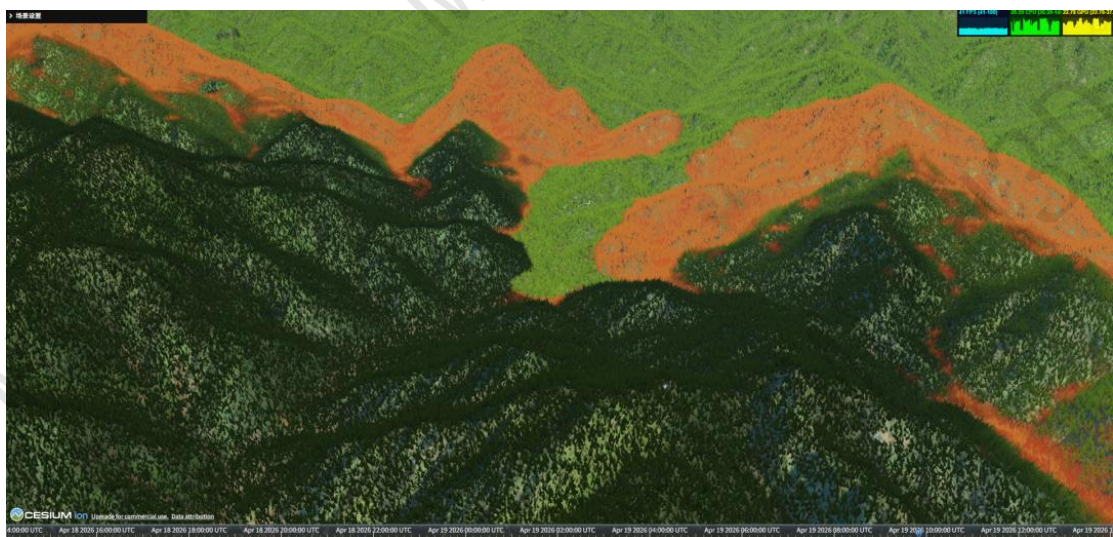
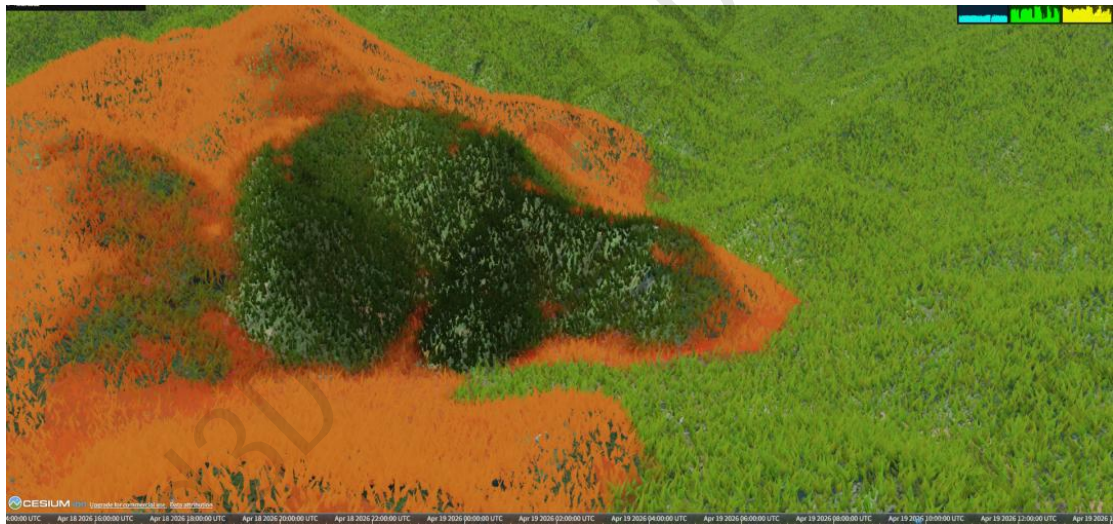
基于 Rothermel 模型构建的 GPU 各向异性栅格林火模型，可以在 Web 端实现实时火势传播模拟。该模型能够综合考虑风速、风向、坡度以及燃料类型，使火势在不同方向上的传播速度呈现明显差异，从而更接近真实情况。

在实际表现中，火势通常呈现出“顺风加速、逆风减缓、上坡更快”的特征，这些规律都可以在三维场景中直观体现。用户可以实时调整风场参数，观察火势变化趋势，从而实现多方案对比分析。

该能力可应用于森林防火、电力线路安全以及城市边缘区域风险评估，属于典型的“趋势判断型”地灾模拟。

正南风上坡蔓延模拟





自定义植被渲染



3. 山体雪崩

雪崩属于典型的重力驱动型灾害，其核心在于积雪在坡面条件下的失稳与快速流动。在 Web 端系统中，雪崩不再是简单的动画演示，而是基于地形、积雪厚度以及触发条件进行动态推演的过程表达。

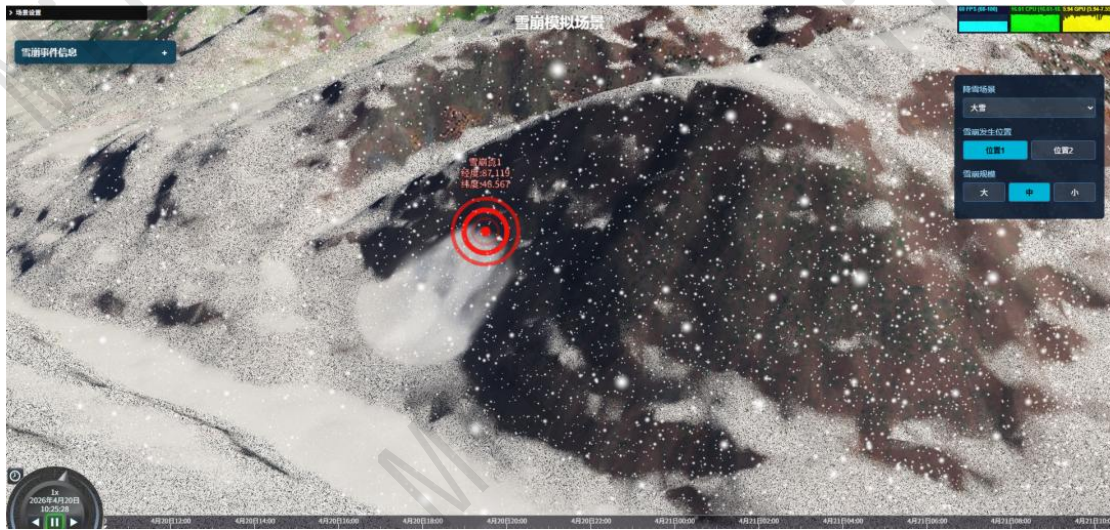
在 2026 年的实现中，雪崩模拟通常结合高精度 DEM 与坡度分析，对潜在滑动区域进行自动识别，并通过连续流动的方式模拟雪体沿坡面运动与堆积过程。系统能够体现出雪体在不同坡度、不同粗糙度地形上的加速与减速特性，同时在低洼区域形成明显堆积效应。

进一步的增强能力还包括：多源触发机制、多路径分叉分析以及影响范围快速评估。在 Web 端，用户可以通过调整参数实时观察雪崩路径变化，从而快速判断风险区域。

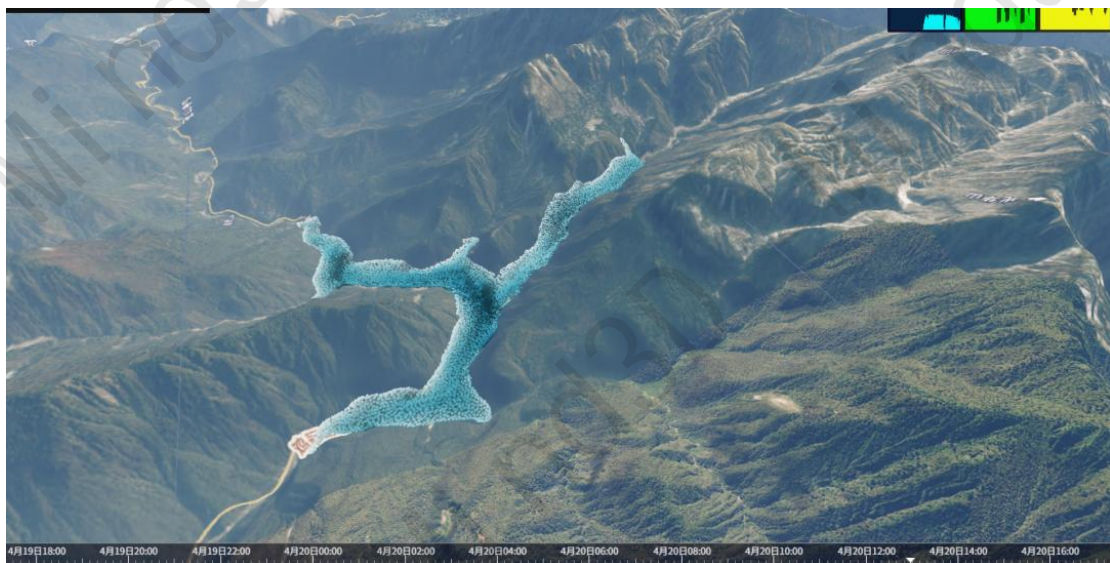
该能力广泛应用于高山区域风险评估、滑雪场安全管理以及山区交通线路规划，是典型的“路径预测型”地灾应用。

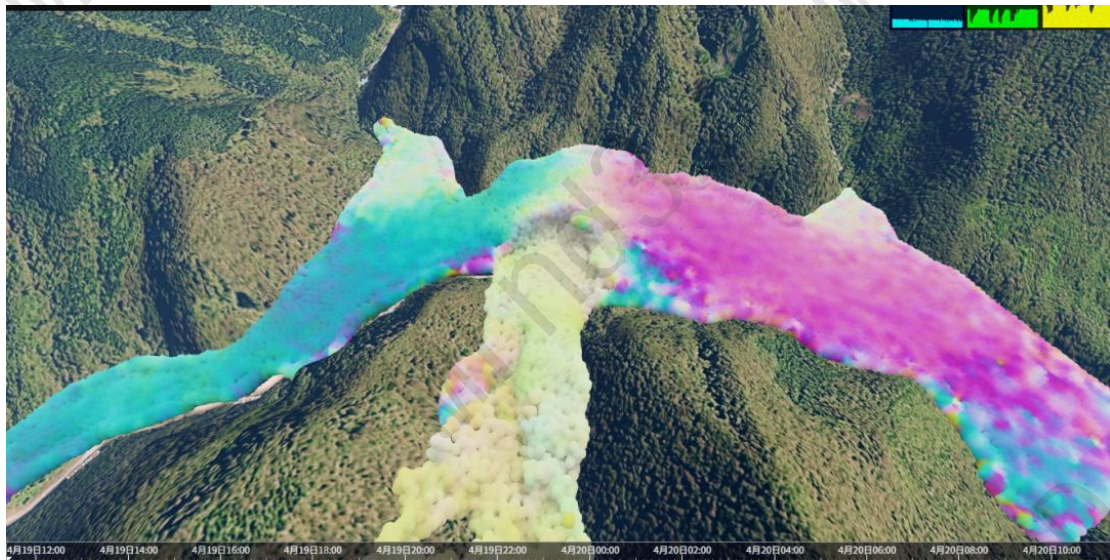
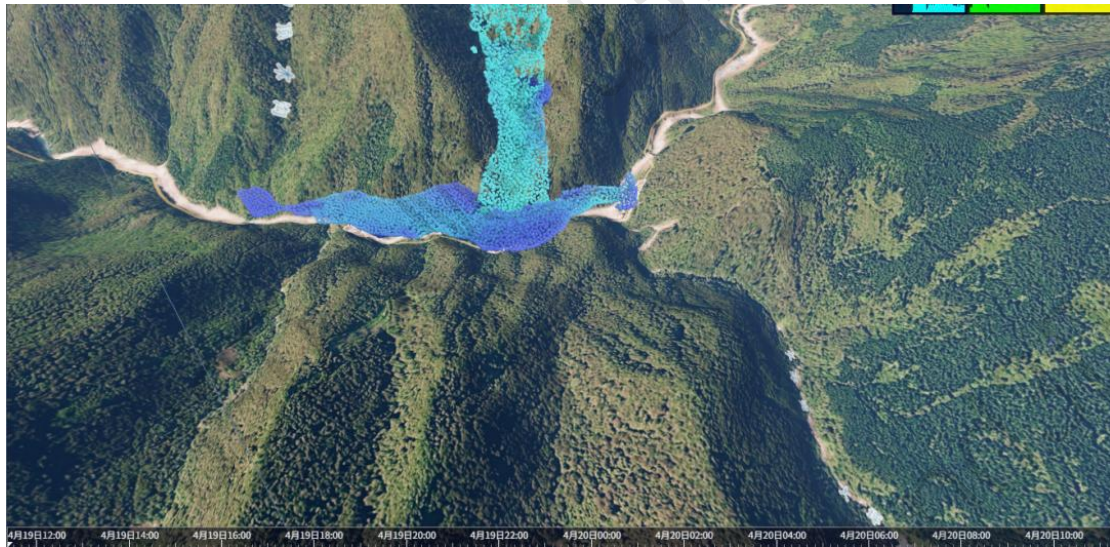
山体雪崩模拟





SPH 粒子运动模拟



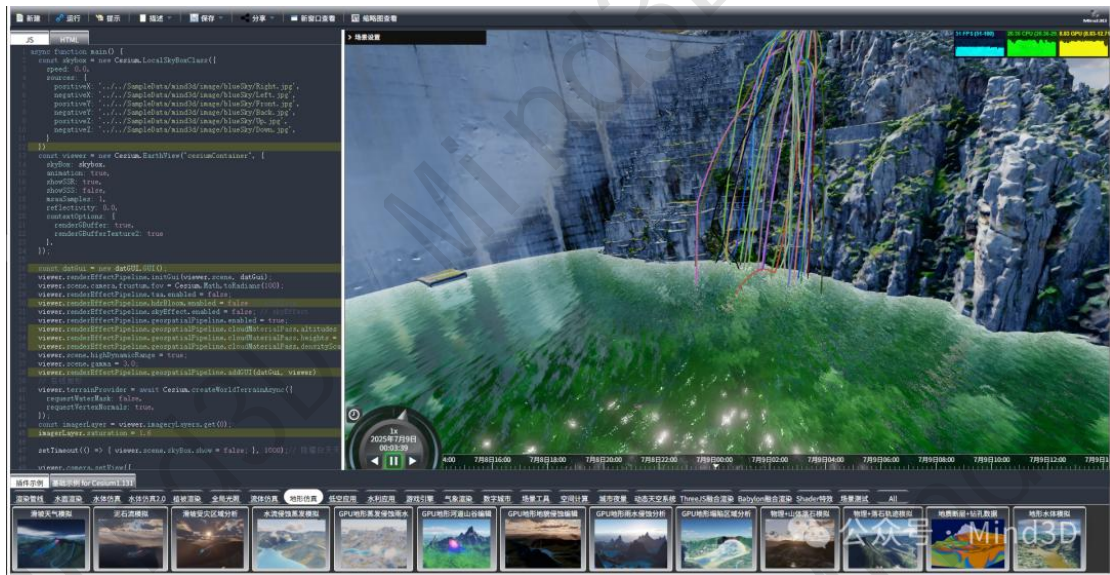


4. 危岩崩塌

危岩崩塌主要表现为岩体在重力作用下脱落，并沿坡面发生滚动与反弹。在 Web 端系统中，这类灾害重点在于“轨迹与影响范围”的表达。

2026 年的实现通常结合多路径推演机制，通过不同初始条件生成多条可能轨迹，从而形成概率分布。这种方式能够更真实地反映落石的不确定性。在三维场景中，落石的运动过程，包括碰撞、反弹以及最终堆积位置，都可以被完整展示。

该能力在山区道路、铁路以及景区安全管理中具有重要应用价值。通过提前分析潜在路径，可以有效指导防护设施布设，提高整体安全性。

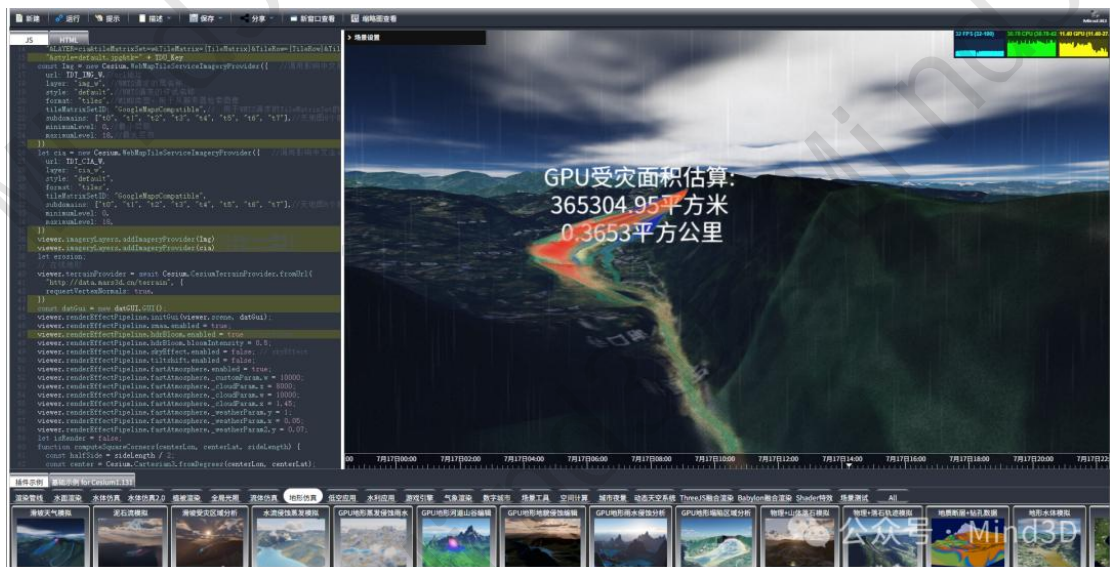


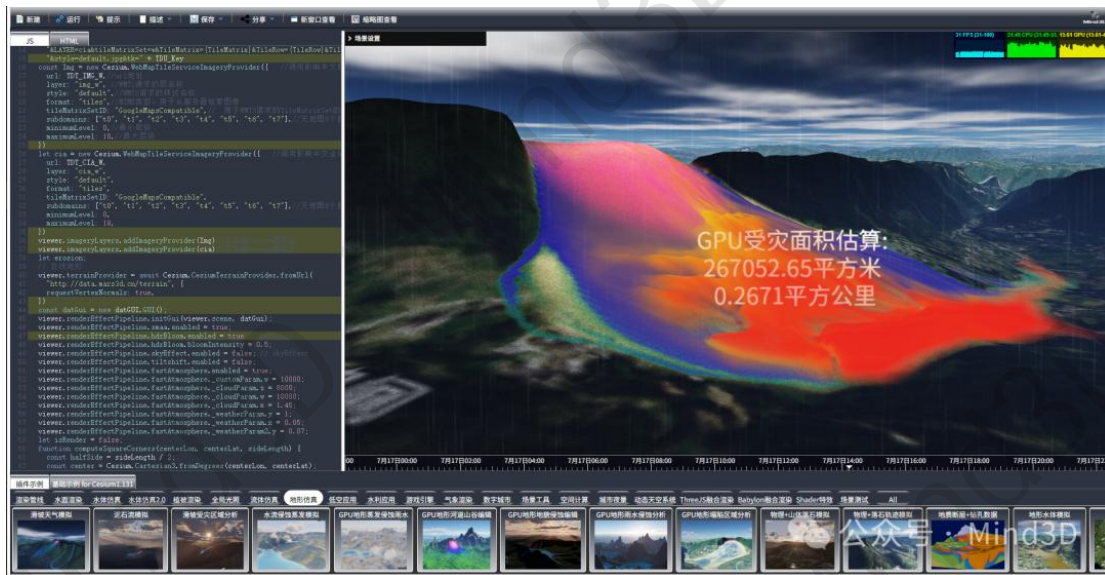
5. 地形滑坡

地形滑坡是一种典型的地质灾害，其核心在于土体在外界条件作用下发生整体失稳并沿滑动面移动。在 Web 端系统中，滑坡不仅表现为位移结果，更强调“变形过程”的连续表达。

2026 年的滑坡模拟通常结合降雨、地质结构等因素，对滑坡触发条件进行动态分析。系统能够展示从初始变形、局部失稳到整体滑移的全过程，并在三维场景中实时更新地表形态。

该能力在山区工程建设、水库岸坡稳定性分析以及地灾隐患监测中具有重要作用。通过可视化表达，可以更直观地理解滑坡对周边设施的影响，从而辅助决策。





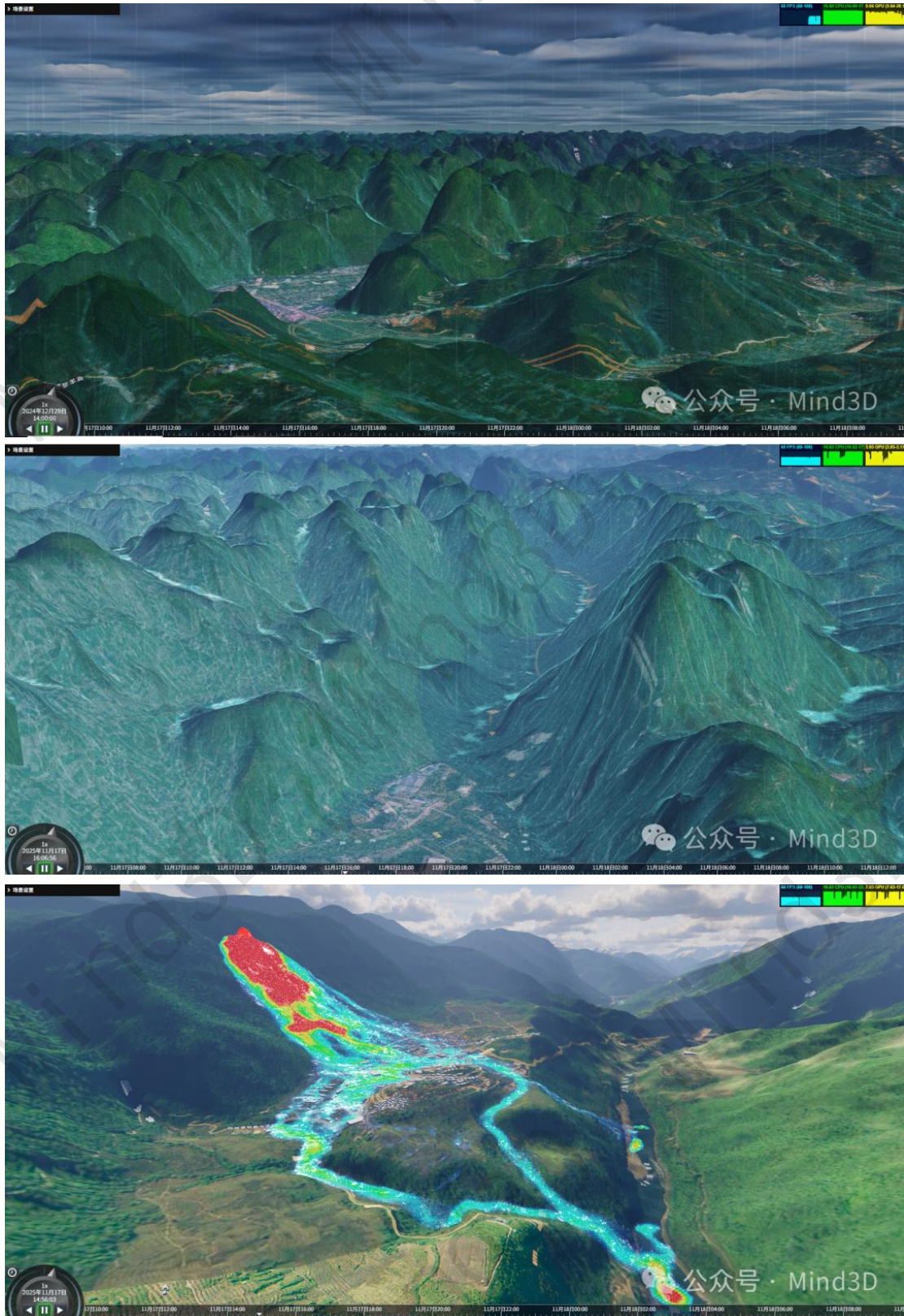
6. 雨水汇流

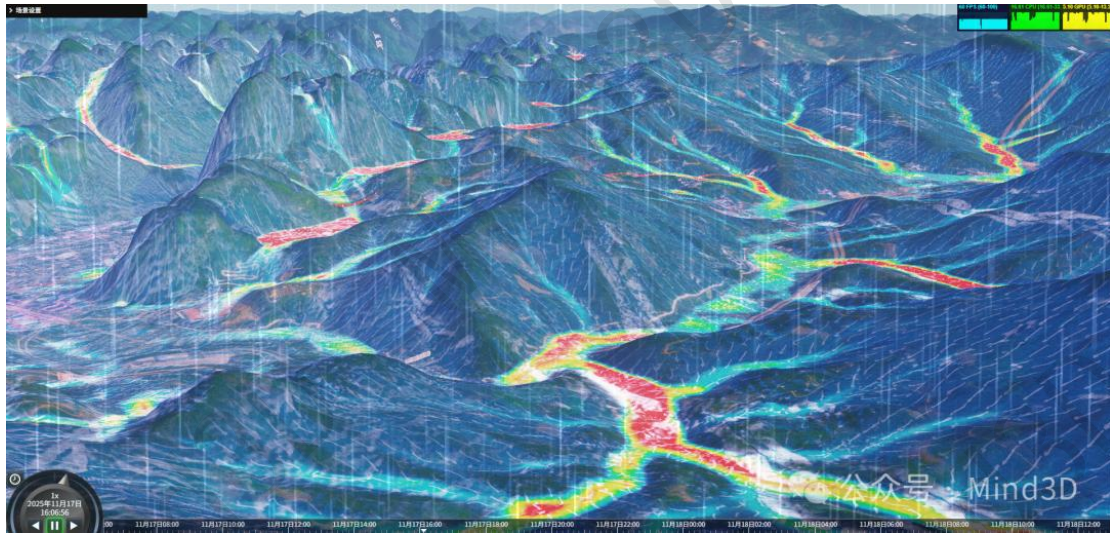
雨水汇流是洪水与泥石流等灾害的重要前置过程，其核心在于降雨后水体如何在地表沿地形汇集、分流并形成径流网络。在 Web 端系统中，该过程可以通过地形驱动进行快速表达，是连接降雨与灾害演化的重要环节。

在 2026 年的实现中，雨水汇流模拟通常基于地形高程数据构建物理模型流向关系，自动计算水体从高处向低处的汇集路径，并逐步形成沟谷与主流结构。系统可以直观展示汇水范围、径流路径以及关键汇流节点。

进一步的增强能力还包括：降雨强度控制、地表渗透能力分析以及城市排水影响模拟。

该模块广泛应用于流域分析、内涝预判，是洪水淹没与泥石流模拟的重要基础模块。通过 Web 端实时推演，可以快速识别易积水区域与关键汇流通道，为防灾决策提供支持。





7. 河道侵蚀

河道侵蚀是水流对河床及岸坡长期作用的结果，其本质是冲刷与沉积的动态平衡过程。在 Web 端系统中，该过程可以通过时间序列进行表达，展示河道形态如何逐步演化。

在 2026 年的应用中，系统不仅关注当前河道形态，还强调未来变化趋势。例如在弯道区域，外侧岸坡冲刷增强，河道逐渐外移，这种变化可以在三维中动态呈现。

该能力广泛应用于水利工程规划、河道治理以及生态修复，通过趋势分析可以提前制定防护措施，降低风险。





8. 洪水模拟

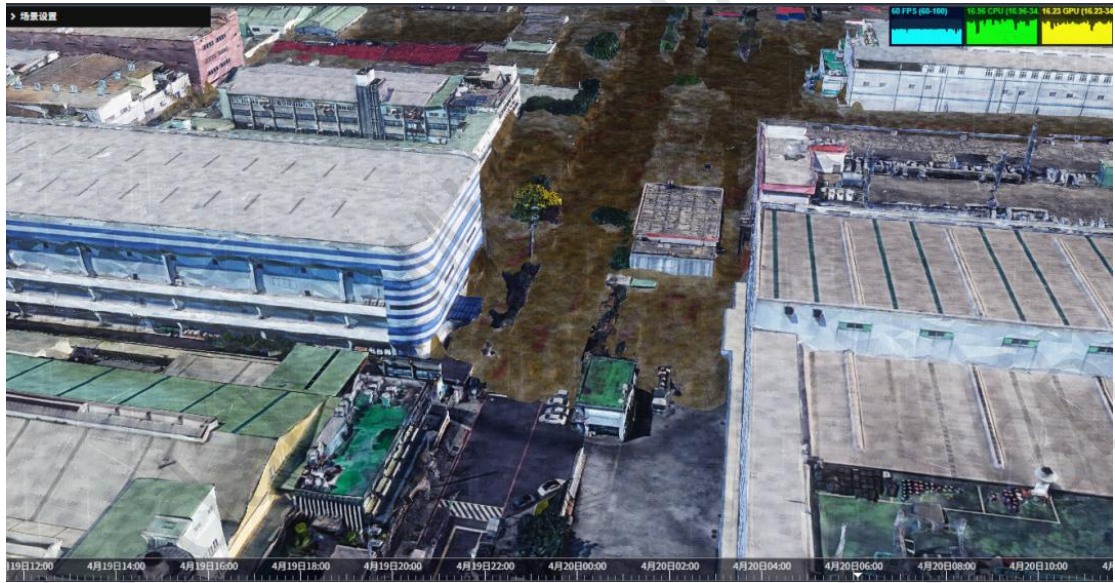
洪水淹没是地灾系统中最常见、也是应用最广泛的一类场景，其核心在于水体在降雨或上游来水作用下不断积聚，并沿地形向低洼区域扩散的过程。在 Web 端系统中，洪水不再只是最终淹没范围的静态结果，而是一个可以被完整表达的动态过程。

在 2026 年的实现中，洪水淹没更加注重“过程化表达”。系统可以基于地形高程数据，实时计算水位上涨与扩散路径，使水体优先填充低洼区域，并逐步向外蔓延。同时，在城市环境中，建筑物、道路及排水系统都会对洪水传播产生影响，这些因素也可以在三维场景中进行体现，使淹没过程更加贴近真实情况。

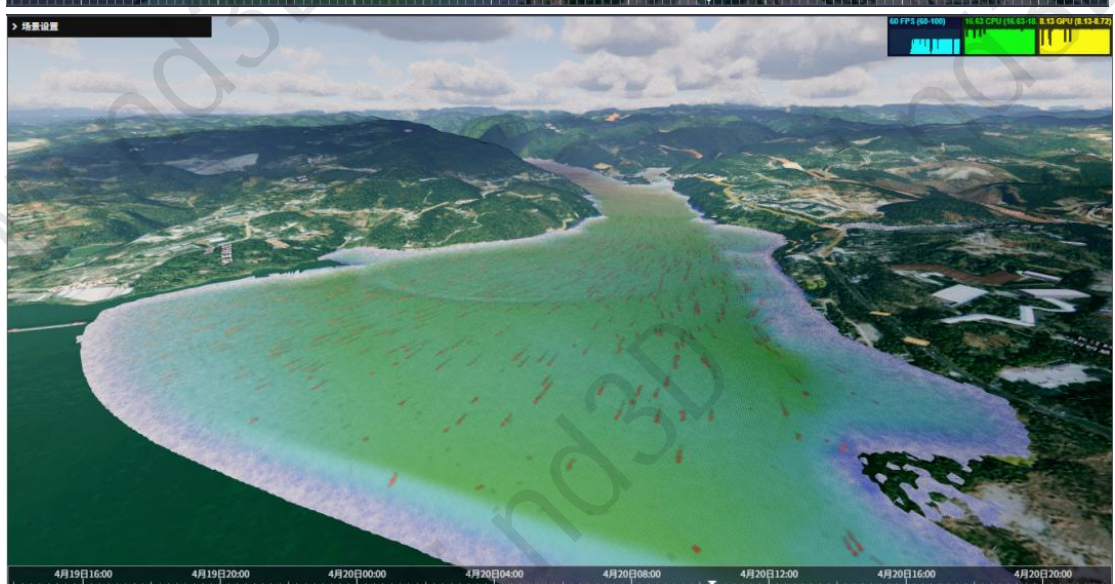
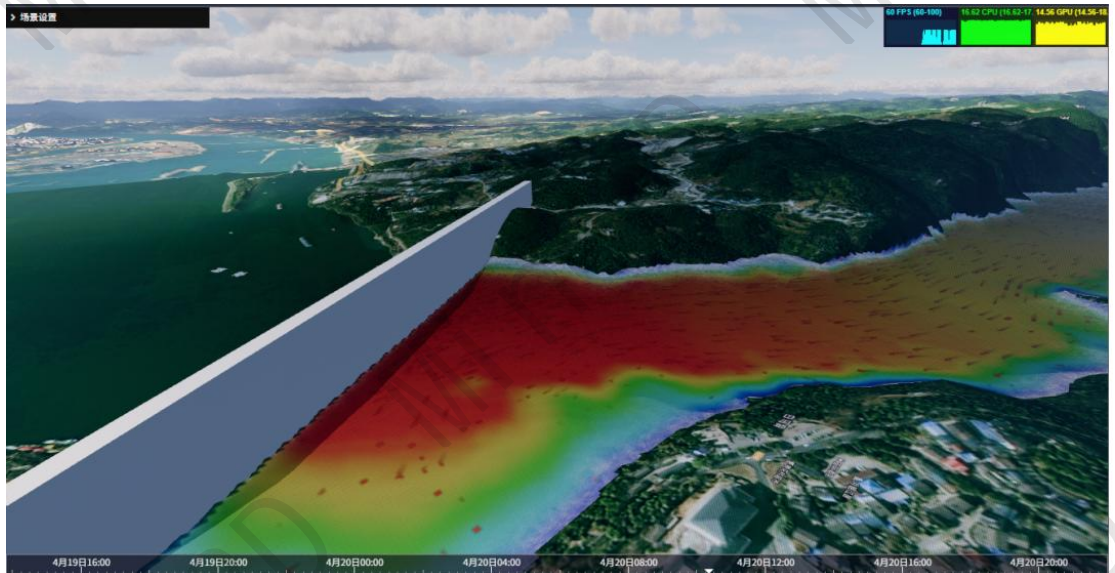
进一步的能力体现在时间维度与交互性上。用户可以通过时间轴观察不同时间节点的淹没范围变化，也可以调整降雨强度、排水能力或调度策略，实时对比不同方案下的影响结果。这种“可推演”的能力，使洪水分析从传统静态评估转向动态决策支持。

在实际应用中，该模块广泛服务于城市内涝预警、流域洪水调度以及防洪演练。通过三维直观表达，可以快速识别易淹区域、关键节点及风险等级，从而辅助制定排涝方案与应急响应策略。Web 端的优势在于无需复杂部署，即可实现多角色共享与协同分析，大幅提升整体决策效率。

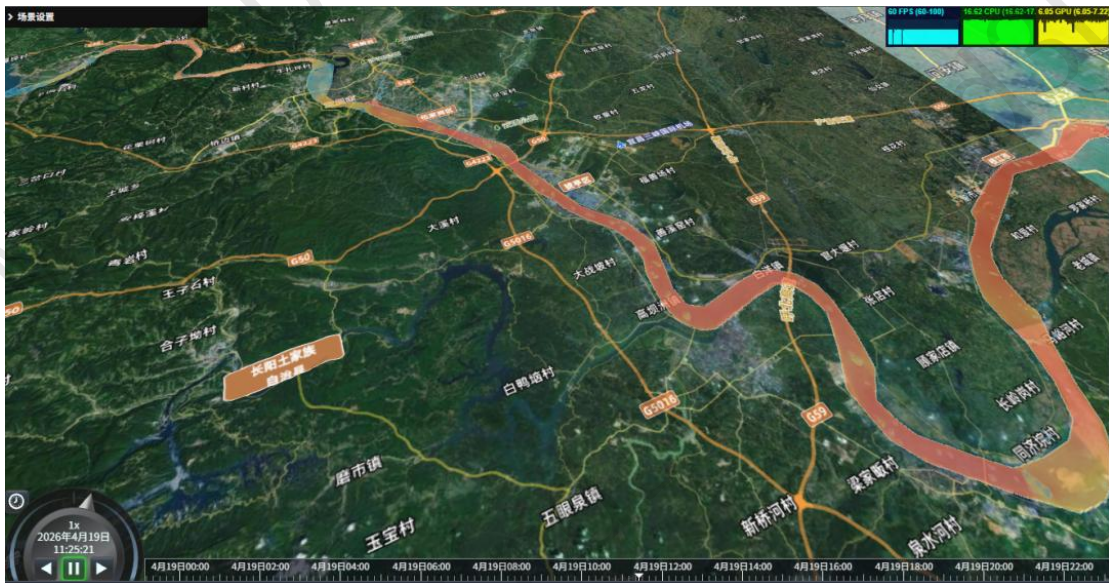




溃坝泄洪模拟



河道行洪模拟

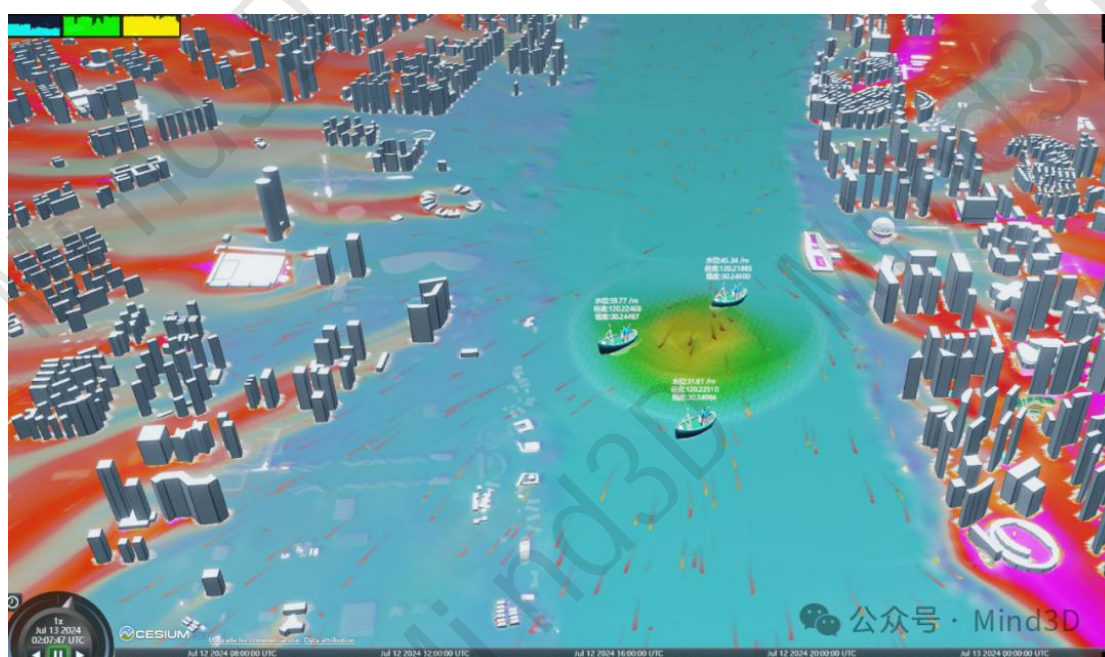


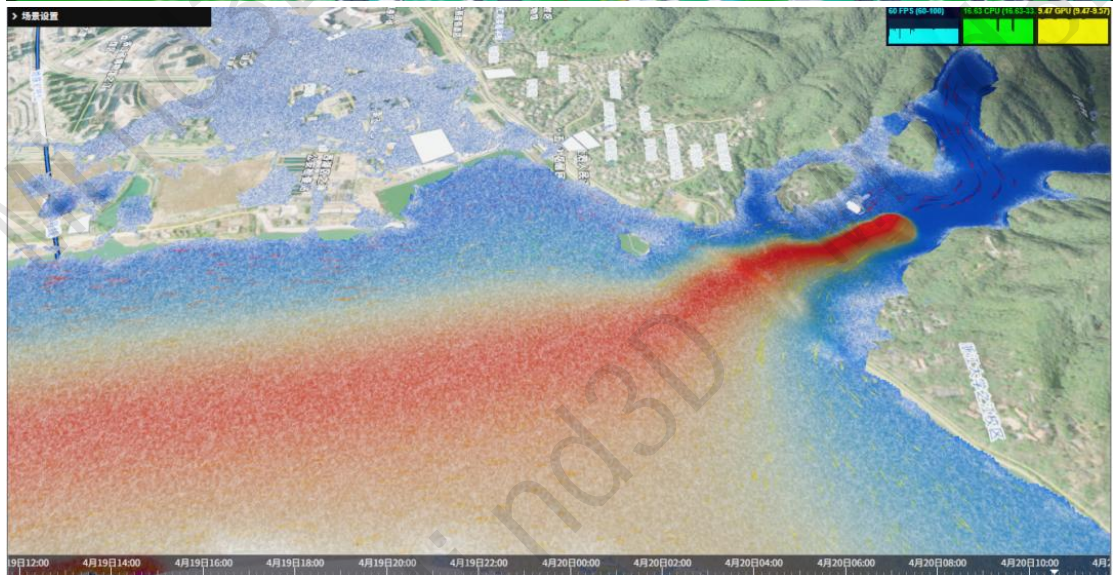
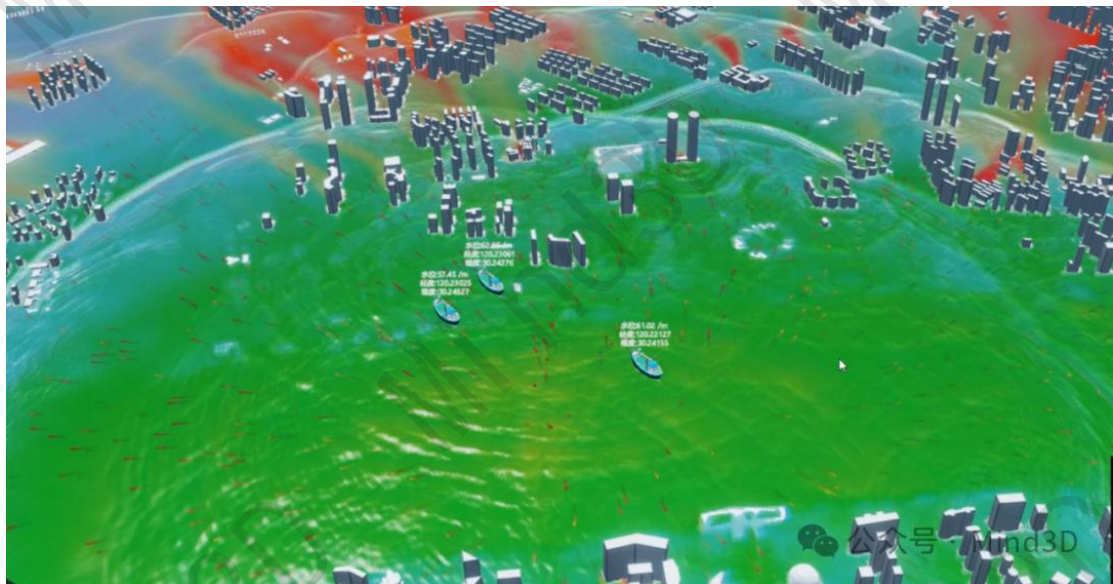
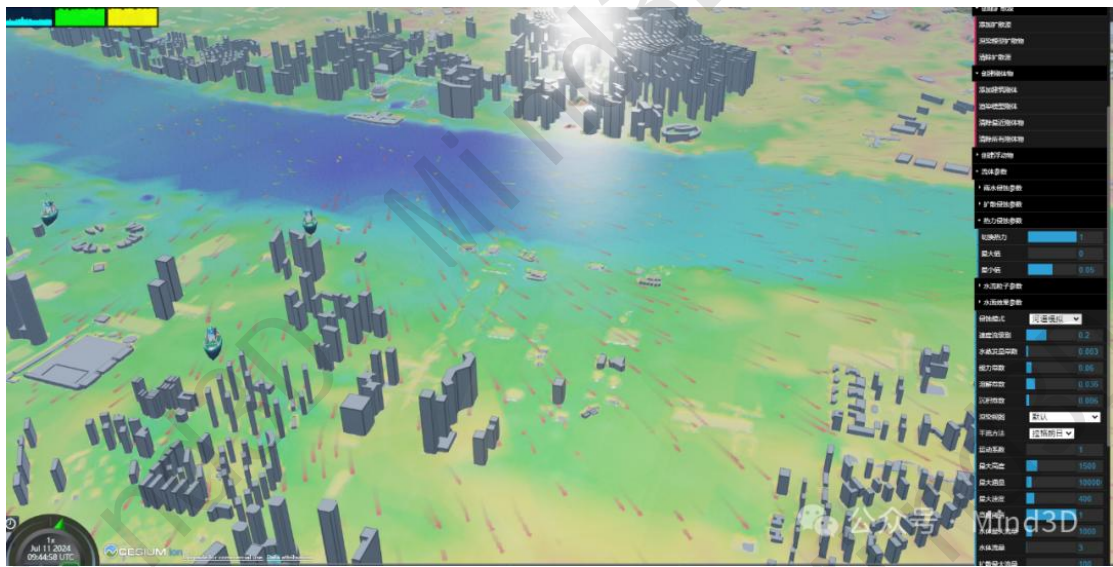
9. 水污染扩散

污染扩散属于典型的对流-扩散过程，其核心是污染物在风场或水流作用下不断传播并逐渐稀释。在 Web 端系统中，污染通常以浓度场形式表达，通过颜色或透明度变化直观展示污染程度。

2026 年的污染扩散模拟强调“范围与趋势”的实时表达。系统可以根据不同风向、水流条件，动态更新污染物扩散路径，并快速识别受影响区域。

该能力在水污染监测、大气污染分析以及突发化工事故应急处理中具有重要意义。通过三维表达，可以更加直观地理解污染扩散过程，提高应急响应效率。





10. 地形泥石流涌浪

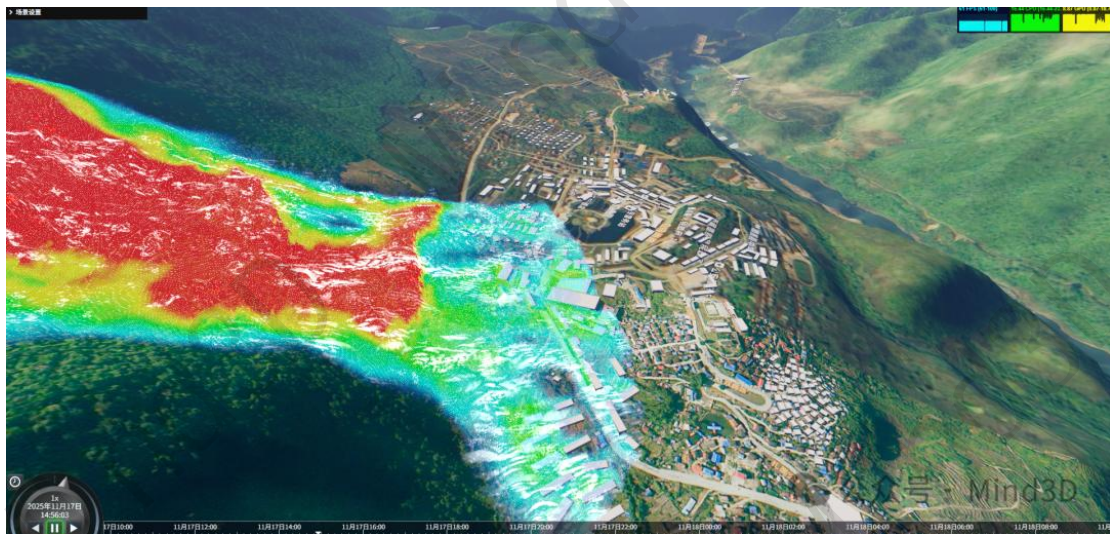
泥石流属于典型的高密度重力流灾害，其本质是水体与泥沙、碎石等固体物质混合后，在重力作用下沿沟谷快速下泄的过程。相比普通洪水，泥石流具有更强的冲击力、更高的破坏性以及更复杂的流动特征。

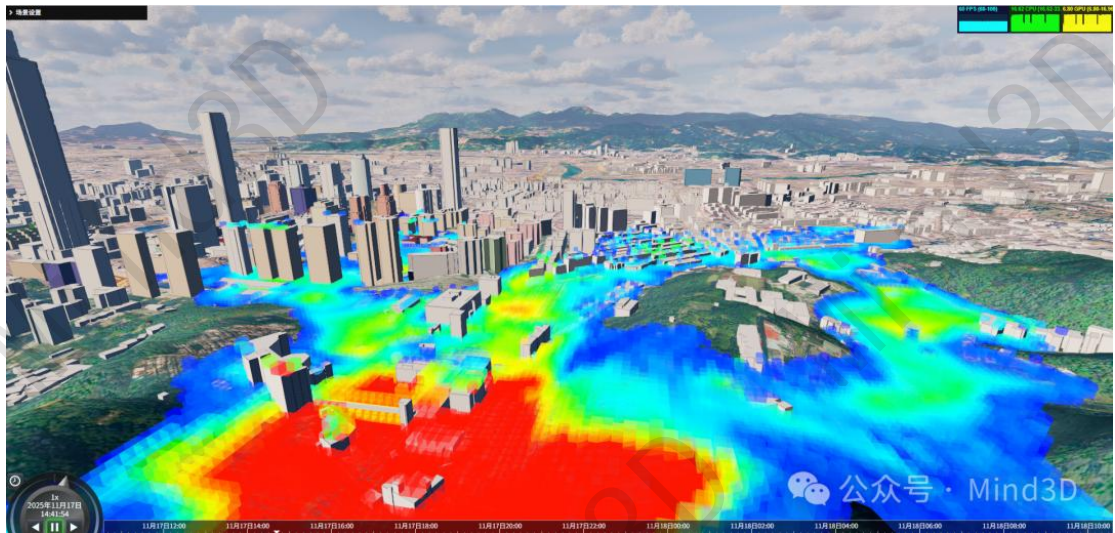
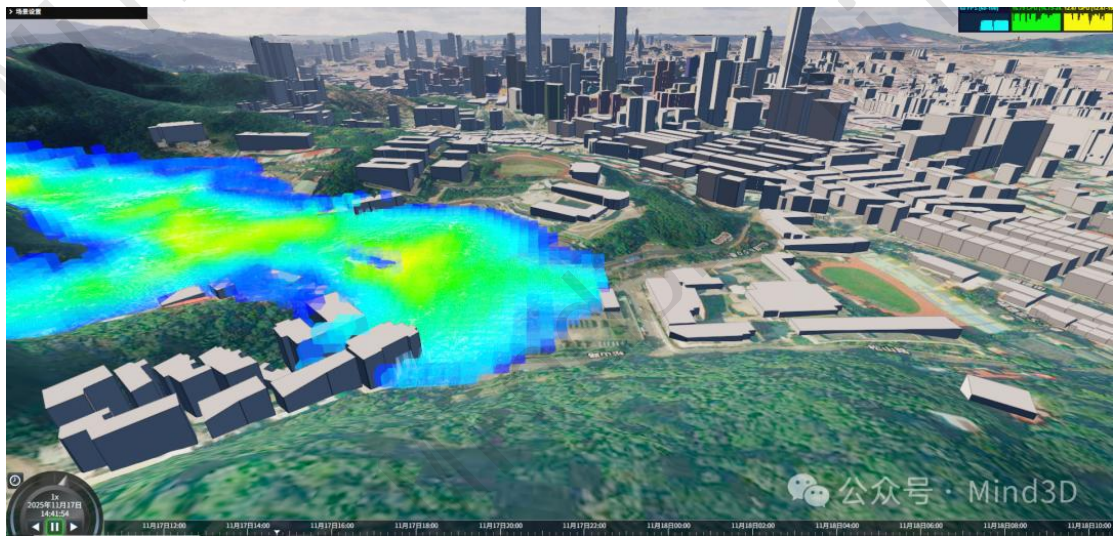
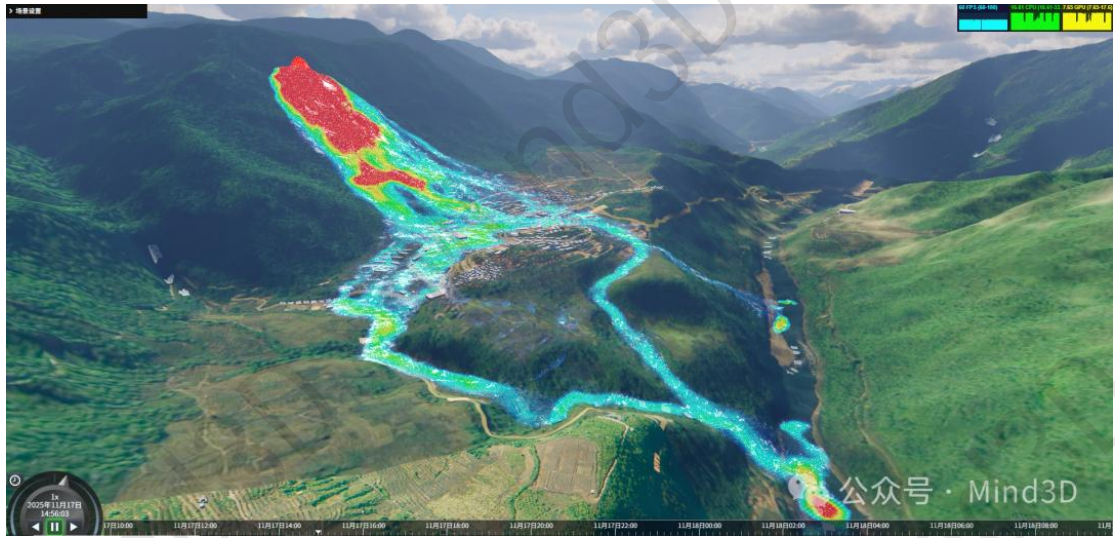
在 Web 端系统中，泥石流模拟强调“路径 + 冲击 + 堆积”的综合表达能力。系统可以基于地形自动识别沟谷结构与主流通道，使泥石流沿既有地貌快速传播，并在坡度减缓区域产生明显堆积效应。同时，不同物质组成（泥沙比例）也会影响流动速度与影响范围。

在 2026 年的应用中，泥石流模拟更加注重与降雨过程的联动分析。例如在强降雨条件下，系统可以快速推演泥石流触发位置、传播路径以及潜在淤积区域，从而辅助判断灾害影响范围。

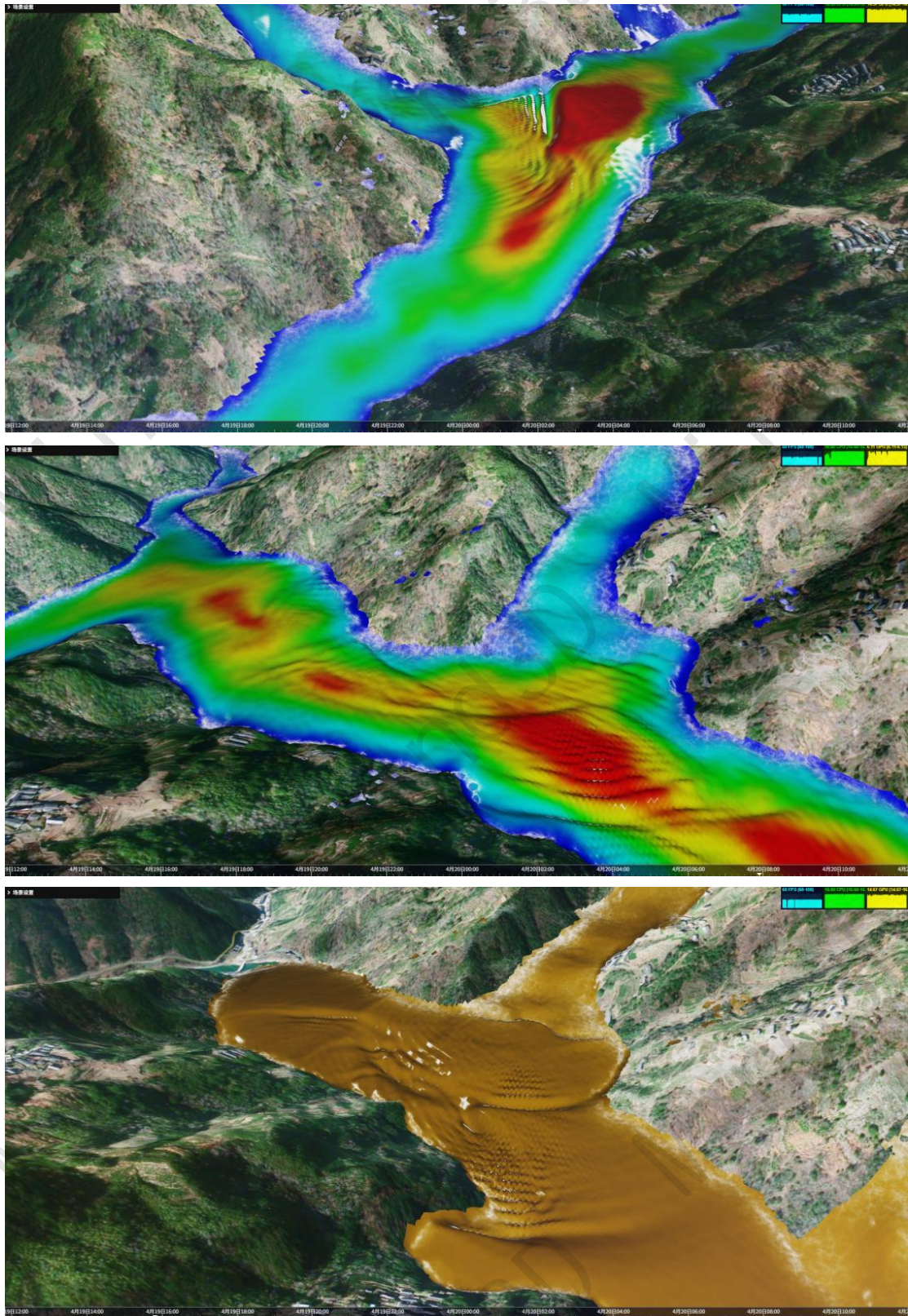
该模块广泛应用于山区防灾减灾、道路与水利工程安全评估以及应急推演场景。通过三维动态表达，可以更直观地理解泥石流对沟谷、村庄及基础设施的影响，提高风险识别与应对效率。

泥石流运动模拟





泥石流涌浪模拟



11. 开源 GPU 流体 (gitee:m3d)

