



浪花之下 海洋地质危机知多少？

撰文 / 赵春娟 黄赞慧（中国地质调查局海口海洋地质调查中心）

当我们谈论海洋时，脑海中浮现的往往是浪花、礁石与游鱼，然而拨开厚厚的海水层，展现在我们面前的并非一马平川的沉寂荒原，而是一个比陆地更加复杂危险的立体世界。

瑰丽的海底画卷

从海岸向深海，依次分布着不同地形，共同构筑起纷繁复杂的海底巨型地貌体系。

认识海洋地质灾害

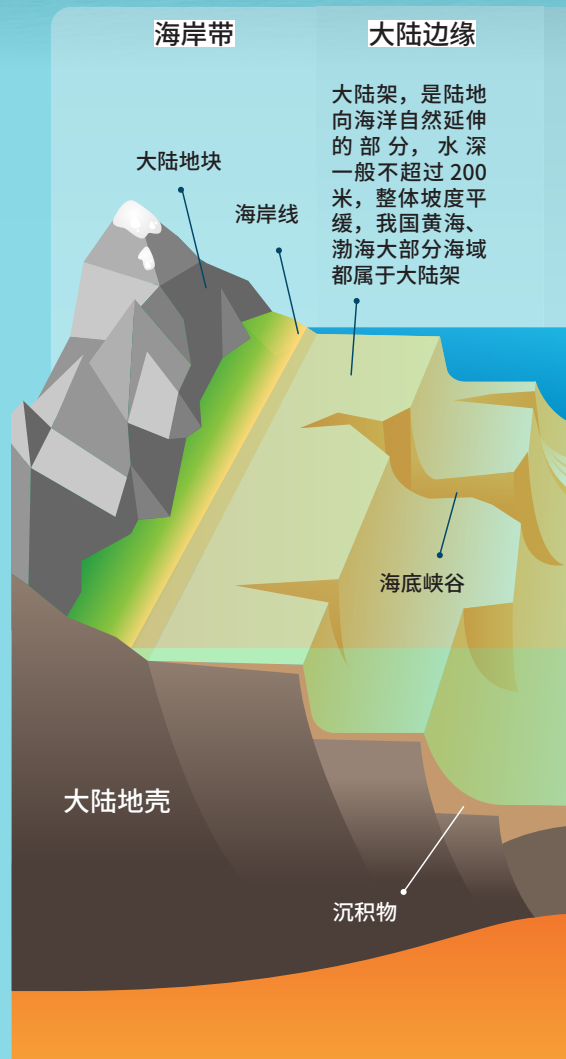
波澜壮阔的海洋不仅承载着海洋生态的根基，也暗藏着不容忽视的地质风险。海洋地质灾害是指在海洋环境中，由自然或者人类活动引发的，威胁人类生命财产安全、破坏海洋生态环境的现象。海洋地质灾害类型繁多，下面介绍几种典型的海洋地质灾害。

海底地震与海啸

全球约 85% 的地震集中发生在板块交界地带，板块边界的摩擦力如同胶水将两个板块牢牢锁住，使应变能在数十至数百年间持续积累，直到超过岩石强度极限后断裂错动，便引发海底地震。依据地层运动形式，海底地震主要分为逆冲型、正断型、走滑型 3 类。

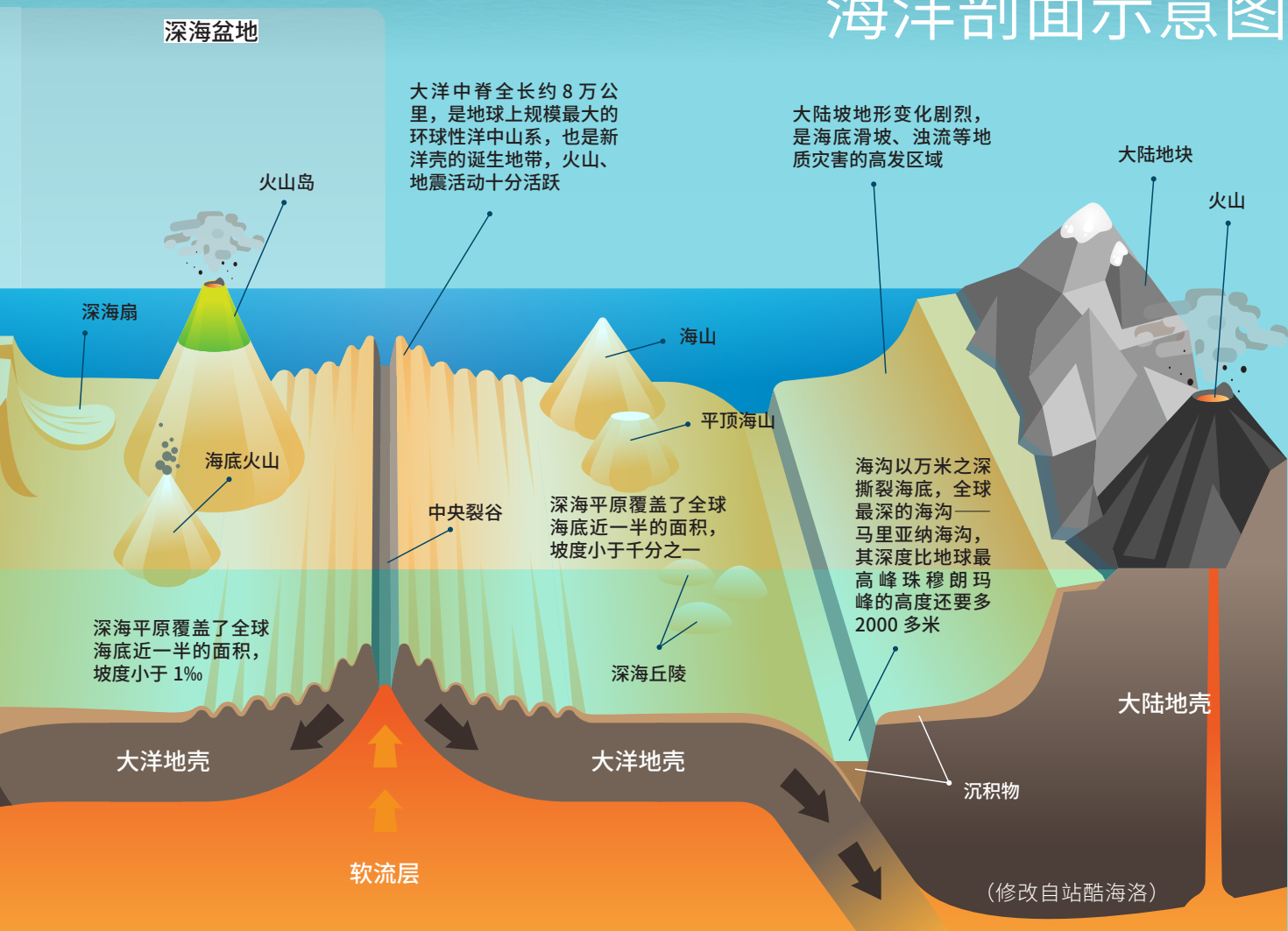
海底地震的危害覆盖海底至海岸全域，破坏力层层递进。

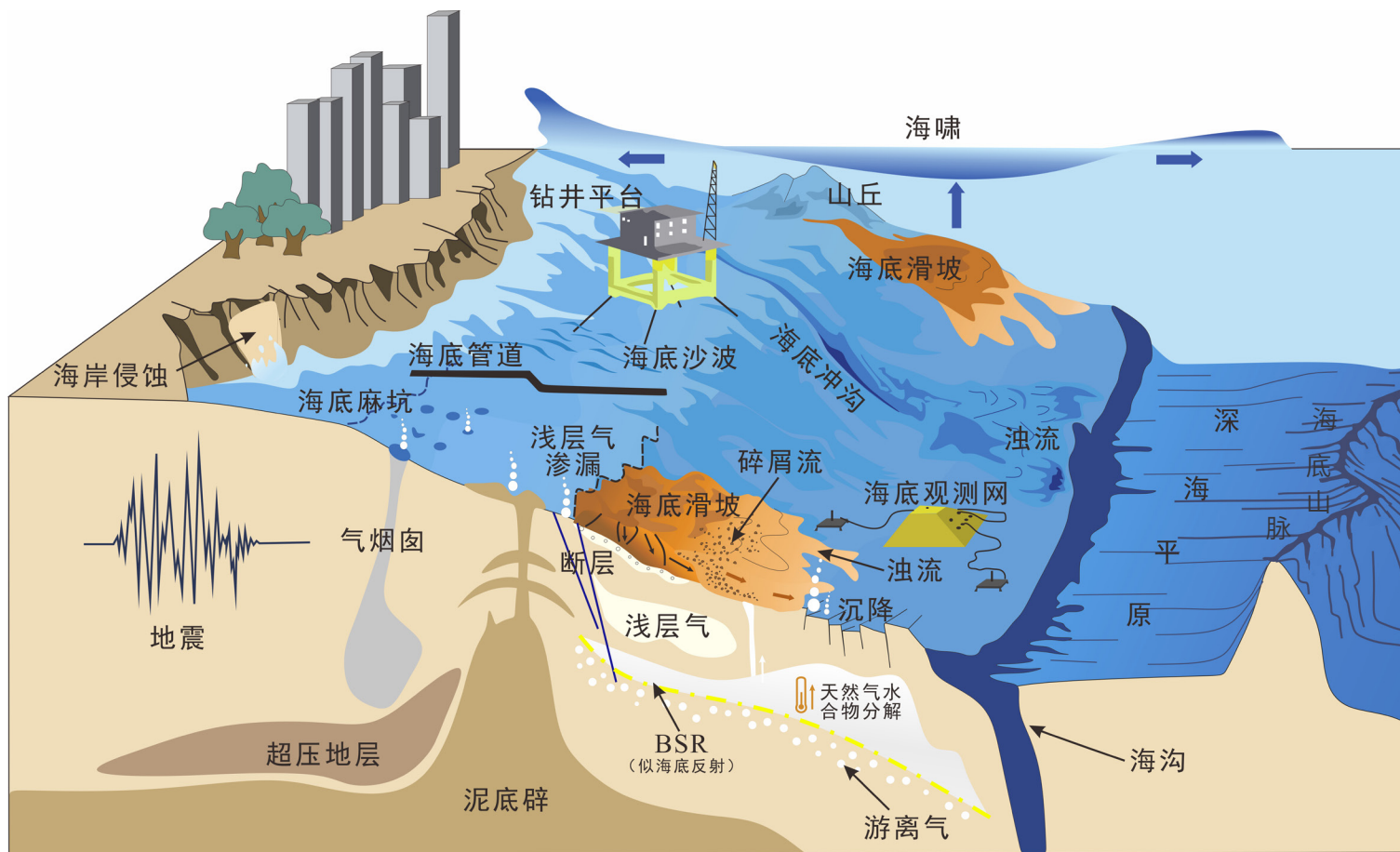
直接震动破坏：强震会瞬间扯断途经震区的海底光缆，还会造成海上钻井平台桩基失稳、承载力骤降。





海洋剖面示意图





► 典型海底地质灾害 (供图 / 赵春娟 黄赞慧, 修改自 Jia Yonggang, 2016; 申艳军, 2023)

诱发巨型海啸：受浅水变形效应作用，海啸长波在深海中的传播时速可达 700 ~ 800 公里，接近喷气式客机的巡航速度，波高却往往不足 1 米，附近航行的船只毫无感觉；一旦涌入大陆架浅水区后，波速骤降至每小时数十公里，能量在缩小的水深中集中，浪高急剧增大，肆意侵袭沿岸城镇，其中逆冲型海底地震最易催生大规模海啸。

触发各类次生地质灾害：如海底滑坡、沉积物液化及天然气水合物分解等。

天然气水合物分解

天然气水合物，俗称“可燃冰”，是天然气分子被水分子形成的冰晶结构包裹而成的固态结晶物质。其

稳定存在的必要条件是高压、低温，因此全球绝大多数可燃冰蕴藏于深海沉积地层，少数分布在陆地永久冻土层之中。

一旦海底地层温度、压力环境发生改变，原本稳定的可燃冰便会快速分解，释放出大量甲烷气体和水，诱发海底地层失稳坍塌。可燃冰分解过程中产生的高压流体还会沿薄弱面向上突破，在沉积层中开辟裂隙网络，将地质失稳隐患扩散至浅层海域，扩大灾害影响范围。

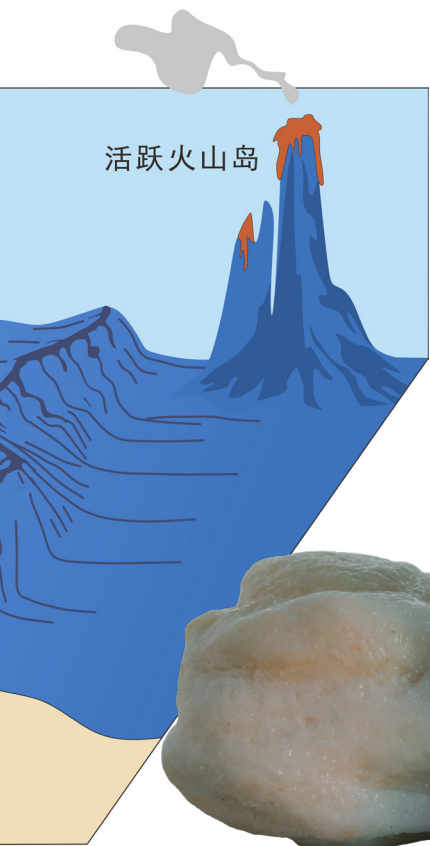
海底滑坡

海底滑坡是海底沉积物在重力驱动下沿着软弱层面发生整体滑移坍塌的地质现象。大型海底滑坡搬运体量可达数百至数千立方千

米，滑动距离绵延数百公里，整体规模远超陆地滑坡。

近年来的研究证实，绝大多数大型海底滑坡并非单一触发因素的结果，而是长期隐性诱因与瞬时触发因素的耦合——大量沉积物快速堆积、沉积物中的孔隙水无法及时排出、可





▶ 可燃冰样品

燃冰的持续分解破坏地层结构，均是诱发滑坡的长期隐性诱因。瞬时触发因素则成为将临界状态转化为灾难性失稳的“最后一根稻草”，其中海底地震、海上风暴海浪反复冲击、潮汐引发海底孔隙水压波动，再加上深海油气开采、海底工程施工等人类活



▶ 科研人员实地测量海岸线
(供图 / 赵春娟 黄赞慧)



▶ 海岸侵蚀是影响范围最广、对人类生活影响最深远的海洋地质灾害（供图 / 赵春娟 黄赞慧）

动，都可能诱发海底滑坡。

海底滑坡的直接破坏力为滑塌体对途经区域海底设施的冲击和掩埋。滑塌体入水激发的海啸同样致命，与地震海啸相比，滑坡海啸的近场浪高可能更大而衰减更快，这意味着靠近滑坡源的沿海地区面临更为尖锐的风险，预警时间却更短。此外，海底滑坡对深海生态系统的影响不可忽视，滑塌体可能掩埋冷泉、热液喷口等独特的深海生境，而这些生境往往需要数百年甚至更长时间才能重建。

海岸侵蚀

相较于地震、海啸等突发性海洋地质灾害，海岸侵蚀显得更为温和。然而，恰恰是这种持续性，使其成为影响范围最广、对人类生活影响最深远的海洋地质灾害。

沉积物收支失衡是当前全球海岸侵蚀的最主要控制因素。目前，引起海岸侵蚀的“元凶”并非海洋动力条件的变化，而是入海泥沙补给严重匮乏——河流筑坝拦截了入海的陆源泥沙，海岸工程阻断了自然的沿岸输沙通道，河道、海滩的无序采砂破坏了维护海岸线的物质

基础。海平面上升则是推动海岸侵蚀最根本的长期驱动力，它并非直接淹没海滩，而是通过改变近岸水动力条件间接加剧侵蚀。而风暴潮、台风和飓风等极端天气带来的短时高强度侵蚀冲击，仅单日可能就会蚀退数十米的海岸线，自然恢复往往需要数年之久。

海岸侵蚀带来了连锁危害：沿海滩涂面积不断缩减，使得海岸防风防浪防护能力持续下降；沿岸沙丘的消退，使得近海陆地极易遭遇海水倒灌与土地盐渍化。

板块运动从未停歇，海底地层始终处于动态平衡之中，潜藏在深海之下的各类地质灾害，距离我们并不遥远。面对这些潜藏于深海的地质灾害，人类并非只能被动防范。

多波束测深系统、侧扫声呐探测、海洋地震勘探、水下机器人、海底观测网络……这些海洋地质调查技术联合起来，赋予我们一双“透视”深海的眼睛。我们用声波代替目光，用数据代替直觉，一寸一寸地读懂海底语言。只有理解深海，才能真正守护这片蓝色领土——而这，才是“护蓝”最深层、最完整的含义。刊

(责任编辑 / 王佳璇 美术编辑 / 周游)