

海南的沙滩会唱歌

海南日报记者 孙慧



海南
清水湾 神州半岛 木兰湾海岸
鸣沙的主要矿物成分为石英

这三地的海岸鸣沙颗粒不仅有良好的磨圆度而且具有良好的“V”形撞击坑和化学溶蚀坑这种发育良好的表面多孔状物理结构正是控制鸣沙发声机理的重要因素

景色优美的陵水清水湾。海南日报记者 李天平摄

生机勃勃的自然界里，存在很多美妙的声音，流水、拂叶、雨滴、鸟鸣……这些声音是大自然的交响乐，为我们带来无尽的愉悦和灵感。在海南岛上，有一种神奇的自然界声音让人过耳不忘，那就是海岸鸣沙。近年来，国内有专家团队在清水湾、神州半岛、木兰湾三个港湾的海岸线发现了鸣沙现象，这项研究成果被认为是我国地理学界一个重大发现，填补了中国没有海岸鸣沙的空白。

世界之大，无奇不有，鸣沙被认为是自然界中一种神奇的自然现象。荒漠、沙滩，不同地方的鸣沙声音听起来也不同，有的“低吟”，有的“浅唱”，有的犹如犬吠，还有的“隆隆隆”响像打雷，让人不禁拍手称奇，会发声的沙，到底有什么奥妙呢？

中国四大鸣沙山

↓ 敦煌鸣沙山

↓ 巴里坤鸣沙山

↓ 响沙湾鸣沙山

↓ 沙坡头鸣沙山

测试沙鸣声。
屈建军在沙滩上



海南万宁神州半岛的海边美景。杨师忠摄



文昌木兰湾沙滩绵延，海水清澈，风光无限好。
通讯员 云伟晨 摄

游客在甘肃省敦煌市鸣沙山月牙泉景区游览。新华社发

鸣沙又称为响沙、哨沙或音乐沙，常分布于沙漠和海滩中，被认为是一种神奇的自然现象。我国是记载鸣沙最早的国家。早在东汉时期，就有地方志书《三秦记》记述：“人欲登峰，必步入下穴，即有鼓角声，震动人足。”根据后人研究，这里所指的“下穴”就是敦煌鸣沙山下的月牙泉。

据不完全统计，从20世纪初以来，全球已有十几个国家发现鸣沙现象，大约有100多处鸣沙群，主要分布在沙滩或沙漠。比如美国的长岛、马萨诸塞湾，英国的诺森伯兰海岸，丹麦的波恩贺尔姆岛，波兰的科尔堡，蒙古国的戈壁滩，智利的阿塔卡玛沙漠，沙特阿拉伯的一些沙滩和沙漠等，都存在鸣沙现象。

在海南岛的海岸鸣沙群被发现前，我国的鸣沙现象主要分布在沙漠地区，甘肃敦煌的鸣沙山、宁夏中卫的沙坡头、内蒙古的银肯响沙湾，以及新疆的五峰鸣沙山群等，并无海岸鸣沙的文献记载和新闻报道。

“海岸鸣沙被认为是优质沙滩的体现，这说明了这些沙滩和近海区域生态环境好。而且海南岛发现的三处海岸鸣沙群，填补了我国没有海岸鸣沙的空白，这是地理学界的重大发现。”南方海洋科学与工程广东省实验室研究员屈建军说，由于自然和人为因素影响，近年来，国内外很多鸣沙资源已经逐步消失，鸣沙资源已经是一种濒危资源，此次在海南岛竟然发现了三处海岸鸣沙群，对于地理学界无疑是巨大的收获和惊喜。

为进一步研究和保护海南岛的海岸鸣沙群资源，2023年5月，中国科学院院士秦大河、中国工程院院士张偲等专家以南方海洋科学与工程广东省实验室的名义向海南省政府发函，建议开展“海南岛海岸鸣沙群科学利用与保护”，并获得了海南省政府的大力支持。

同年6月，在海南省自然资源和规划厅的协助下，南方海洋科学与工程广东省实验室、海南师范大学的专家组赴清水湾、神州半岛和木兰湾进行了海岸鸣沙野外考察，考察内容包括采样、野外实地声学测试、室外分析等，对海南岛的海岸鸣沙群有了更深入的研究。

鸣沙现象地域分布广，发出来的声音也多种多样。敦煌的鸣沙山，沙峰起伏，无边无际，每到晴天时，会听到鸣沙山响起的声音犹如丝竹弦声，为此也被人称为“沙岭晴鸣”。而美国夏威夷群岛中的高阿夷岛上的沙滩，脚踩上去会发出阵阵像狗叫一样的声音，人们也因此称之为“犬吠沙”。

鸣沙发声也不是随时可见。鸣沙现象一般发生在风和日丽或者是刮大风的天气下，或者是有人在沙子上踩踏滑动的时候，才会有声音响起。而在潮湿的天气、雨天和冬天，鸣沙一般都不会发出声响。

鸣沙现象是如何形成的？关于鸣沙的形成原理，国内外的科学家们进行过深入细致的研究，提出的观点不一。有的人认为，沙子和沙子之间形成的空隙是发声原因，这些空隙犹如一个个“音箱”，当沙丘崩塌或受到人为干扰时，引起这些沙子空隙间空气的振动，振动的频率与这个无形的“音箱”产生共鸣，由此发出声音。也有人认为，鸣沙的沙粒经过长年累月的摩擦，在其表面形成蜂窝样状的孔洞，鸣沙的声音可能就是这些具有独特表面结构的沙粒之间摩擦共振造成的。

海南岛的海岸鸣沙发声是如何形成的？2023年6月，通过对三处海岸鸣沙群的野外考察，专家团队进一步明确，海南岛的海岸鸣沙现象形成原理应当与沙子的矿物成分、粒度、波浪等因素有关系。

经专家分析，清水湾、神州半岛和木兰湾海岸鸣沙的主要矿物成分为石英，这三地的海岸鸣沙颗粒不仅有良好的磨圆度，而且具有良好的“V”形撞击坑和化学溶蚀坑，这种发育良好的表面多孔状物理结构正是控制鸣沙发声机理的重要因素。此外，清水湾、神州半岛和木兰湾均位于海南岛东岸，具有波浪作用激烈、潮流较弱的特点，波浪是塑造岸滩剖面的主要动力条件。由于波浪对海沙的分选作用，海岸鸣沙的沙粒更为均匀、洁净。专家在考察中也发现，海南的海岸鸣沙广泛分布在潮间带和潮上带。

除了沙子成分、粒度特征、海浪等因素外，专家还将海岸鸣沙与沙漠鸣沙的音频进行声学分析对比。相比较起来，海岸鸣沙频谱较之沙漠鸣沙窄，高频成分占比高，声音相对尖锐。“海岸鸣沙的声音锐度高，相当于女高音，沙漠鸣沙的锐度相对较低些，相当于男中音。”屈建军说。

摸清鸣沙范围，加强科学保护

被海洋环抱的海南岛，拥有1900多公里长的海岸线，海岸沙滩是海南岛最常见的，也是最有特色的旅游资源之一。发现海岸鸣沙群，这无疑又为海南岛的特色旅游锦上添花。

2022年6月，海岸鸣沙现象被发现后，陵水清水湾的景区、酒店等旅游企业很快就打出了“会唱歌的沙滩”的旅游招牌：“浪花轻拍银滩，脚踩上去，沙质细腻，发出银铃般的声音。”旅游广告中的浪漫表述，让游客们对清水湾产生了无限的遐想，想亲临体验。

而对于科学家们而言，更为关注的是如何保护好这难得的自然现象。“海南鸣沙环境受人为干扰较多，要吸取国外十几个国家因缺乏科学保护致使鸣沙丧失的教训，首先应该加强海岸鸣沙旅游资源的保护。”在考察团队递交给海南省政府的《海南岛海岸鸣沙科学考察报告》中，指出要加强鸣沙的科学保护与适度利用，可通过建立海南鸣沙旅游区，对该资源进行统一规划，通过分散人流和周期性封育等方式降低人为影响。

专家还建议，在海南岛开展全岛海岸线鸣沙科学考察，加强鸣沙的科学保护与适度利用。“应当继续扩大海南岛海岸鸣沙的科学考察范围，待全部摸清鸣沙区域后，统一列入保护范围。同时还要对海岸鸣沙形成的原理进一步深入研究，再出针对性的保护措施。”海南师范大学地理学院院长、教授赵志忠说。

屈建军则提出，由于国内外鸣沙资源相继衰退，鸣沙样品极具科学保存价值。为此，建议海南加强鸣沙科普宣传，在相关的景区设立海岸鸣沙科技馆，让游客在亲近大自然的同时，了解海岸鸣沙的相关科学知识，更好地保护这一宝贵的自然资源。

比如

- 美国的长岛、马萨诸塞湾
- 英国的诺森伯兰海岸
- 丹麦的波恩贺尔姆岛
- 波兰的科尔堡
- 蒙古国的戈壁滩
- 智利的阿塔卡玛沙漠
- 沙特阿拉伯的一些沙滩和沙漠

本版制图/张昕

自然界的奇妙声音

自然界中，声音无处不在。从物理学定义上看，声音指的是物体振动产生，通过气体、固体或液体等介质传播并能被人或动物听觉器官感知到的波动现象。声音的科学原理已被人类所破解，但自然中还是存在一些人类无法解释的声音现象，或者说有些奇妙的声音现象所承载的信息还没有被人类所彻底破解。

座头鲸之歌

和自然界中的很多动物一样，鲸鱼会通过歌声来传达信息。科学家们发现，相比于蓝鲸、抹香鲸等鲸鱼，座头鲸的歌声旋律最为婉转多变，频率范围宽广到20赫兹至1万赫兹之间，因此座头鲸也被称为“天才歌手”。

更为神奇的是，座头鲸的歌声有着基本的旋律和重复的单元，歌声随着时间会逐渐变化，出现新的曲调和单元，这种歌声会进行传播，从一个群体传到另一个群体，随后海洋里所有座头鲸的群体都会做出相同的改变，这种改变，类似于人类的“文化传播”现象。

格陵兰岛的冰川鼓浪鼓

格陵兰岛位于北极圈内，在这座岛屿的东南部，有一种自然奇观，被称为“冰川鼓浪鼓”，这是一种难以想象的声音现象，来自冰川和海浪的交汇。

冰川鼓浪鼓是指当海浪在冰川面前撞击，形成空气被压缩，随后再扩散时产生的声音。这种声音就像是在敲打巨大的鼓，可以传到好几公里远。冰川鼓浪鼓只在特定的天气条件下才会出现，通常是在寒冷的冬季，当天气晴朗、风平浪静时，这种声音会更加清晰。

蝙蝠听声辨位

蝙蝠口鼻部上长着被称作“鼻状叶”的结构，这是一种具有发射超声波功能的装置，能发出高频率超声波。蝙蝠能发出频率高于2万赫兹的超声波，人类听到的声波频率约在16赫兹至2万赫兹范围内，对这种频率的声音只能望尘莫及。在夜晚，人类能看到倒挂在洞内或是树枝上的蝙蝠，不停地转动着嘴和鼻子，实际上这是它在向外发出声波，这些声波可以穿透空气、水和固体，可以让蝙蝠感知到周围的障碍物、猎物 and 同伴。蝙蝠发出的声波有不同的频率、持续时间和间隔，这些声波参数会根据蝙蝠的飞行速度、环境复杂度和目标距离而变化。

海南长臂猿的天籁歌声

在海南岛霸王岭的热带雨林中，海南长臂猿的天籁歌声也是一种神奇的自然现象。每天清晨，霸王岭的雨林中会传来海南长臂猿高亢嘹亮的鸣叫声，先是雄性发出口哨般的清亮长音，随后引发其他成员集体共鸣，音量由低渐高，音色高亢婉转，能传到几公里外。据科学家研究，海南长臂猿的叫声是一种宣示领地，与家庭成员联络感情的信号。



格陵兰岛冰川掉落海中，激起浪花。资料图



游客在甘肃省敦煌市鸣沙山月牙泉景区游览。新华社发