

回声定位

回声定位是一些动物在难以使用视觉（夜间、黑暗的地方：洞穴或海底等）的情况下远程定位物体的能力，尤其被齿鲸类的动物（海豚、剑吻鲸和抹香鲸）所使用。

其原理与声纳相同：动物向周围环境发出短暂而强烈的声波，其中部分声波被障碍物反射后被动物接收。信号发射和接收的时间表示发射器和目标物体间的距离。反馈信号的波形和强度进一步显示出目标物体的形状和大小。最后，方位由两个互补的系统决定：

- 首先，发射的声波会聚焦为小角度的波束，这使得动物可以“扫描”它面向的空间。
- 其次，接收反馈波的声学传感器通常是高度不对称的，例如，人们认为海豚的骨骼（下颌骨、头骨）在回声定位中起重要作用。

<https://www.youtube.com/embed/Gx3ufOZPEfI>

视频 1. 宽吻海豚（*Tursiops truncatus*）的回声定位原理。

[来源：弗兰克·马里奇（Franck Malige）和朱莉·帕特莉丝（Julie Patris）]

与声学发射器相关的器官被称为“melon（瓜状体）”，它使得海豚的前额变得宽阔而隆起。

齿鲸类的特征：对于大多数齿鲸类的动物来说，声波脉冲是由头前部的猴唇发出的。对于抹香鲸来说，其呼吸孔位于前部，猴唇发出的声波通过名为鲸蜡的脂肪器官向颅骨内部传递，然后被前额气囊反射，最后通过吻部的脂肪组织聚焦。由于这种声波放大过程极为复杂，每个传递阶段都会造成声波信号的损失，所以抹香鲸有着本物种独特的多重结构的声信号。

<https://www.youtube.com/embed/PmeEk7UzeN0>

视频 2. 另一种齿鲸类动物抹香鲸（*Physeter macrocephalus*）的回声定位原理。

[来源：弗兰克·马里奇（Franck Malige）和朱莉·帕特莉丝（Julie Patris）]

被发射的声信号通常时间短、频率高。发射和接收之间的时间其实很短：声波在 $15 / 1500 = 1/100$ 秒内往返 15 米。发射信号的时间必须比预估的往返时间要短，通常需要在几毫秒以内。齿鲸类动物发出的信号被称为“咔哒声”，因为它

们的声学特性（时间短、频率高）。

<https://www.youtube.com/embed/jLXY57E7jOU>

视频 3. 抹香鲸 (*Physeter macrocephalus*) 发出的咔哒声。由 CNRS DYNi 团队在地中海的土伦附近录制。[来源：弗兰克·马里奇 (Franck Malige) 和朱莉·帕特莉丝 (Julie Patris)]

这些咔哒声的频率范围因物种而异。抹香鲸是一种生活在广阔空间中的巨大动物，人类可以听到它发出的 5 千赫兹的中频咔哒声（视频 3）。而生活在淡水中的豚类另一个极端例子，它们生活在复杂、异质性显著的小型生境中（有树根等频繁出现的障碍物），它们可以发出频率极高的咔哒声（超过 50 千赫兹，大多数动物都无法听到），这可能使它们获得了高精度的定位能力（视频 4）。

<https://www.youtube.com/embed/QTZpD1vcNfY>

视频 4. 亚马逊河豚 (*Inia geoffrensis*) 发出的咔哒声。为了使人们能听到，视频将其声波频率缩小至原来的五分之一。由 CNRS DYNi 团队在秘鲁的伊基托斯附近录制。

[来源：弗兰克·马里奇 (Franck Malige) 和朱莉·帕特莉丝 (Julie Patris)]