016 蝙蝠的“回声定位”——声音的导航与探测

项目	内容
任务名称	蝙蝠的“回声定位”——声音的导航与探测
对应分册	《蝙蝠》(有翼动物系列 8 册之一)
核心探究	声波的反射与接收、回声定位原理、仿生学应用
对应主题	地球奥秘、生命健康、新兴产业
呼应课标	科学课程“物质的运动与相互作用”——声音的产生、传播与反射；“技术、工程与社会”——技术对人类生活的影响；小学学段：能运用实验、调查等方式获取信息；能运用分析、比较、概括等科学思维方法得出初步结论
关注能力	声学实验设计、数据记录与因果推理、科学与技术的联系
价值观引领	向自然学习，是创新的源泉——一个蝙蝠的回声定位，点亮了人类声呐、雷达和医学超声的科技树。
适合年级	4-6 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

黄昏降临，天色渐暗。一只蝙蝠从屋檐下飞出，在夜空中快速盘旋、急转、俯冲，精准地捕捉到一只飞行的蚊子——整个过程发生在不到一秒钟之内，而周围几乎一片漆黑。如果你在同样的环境中，可能连前方的墙壁都看不见，但蝙蝠却能在全黑的环境中“看见”周围的一切。

蝙蝠是怎么做到的？它既不靠眼睛 (许多蝙蝠的视力很差)，也不靠气味 (蚊子太小了)。蝙蝠的秘密武器是——**声音**。它发出人耳听不见的超声波，然后“倾听”回声，通过回声来判断物体的位置、大小、形状，甚至表面质地。这种“回声定位”系统是如此精确，以至于蝙蝠能在完全黑暗的环境中捕捉到直径只有几毫米的飞虫。蝙蝠的回声定位启发了人类发明了声呐、雷达和医学超声。

今天我们就从蝙蝠的飞行出发，一起探究：蝙蝠的“回声定位”系统是如何工作的？

二、探究目标

1. 认识回声定位的基本原理，理解声波反射在导航中的作用
2. 学习设计简单的声学实验，提升数据记录与因果推理的科学探究能力
3. 感受蝙蝠为人类科技提供的启示，理解向自然学习是创新的源泉

三、探究准备

1. **材料用具**：不同材质的反射面（木板、海绵、金属板、厚纸板）、音叉（或

手机中的声音发生器)、分贝计（可用手机 App 替代)、长卷尺、记录本、笔

2. **场地**：安静的教室或走廊（有回声效果的空间更好，但也能在普通房间进行)、户外开阔场地

3. **安全提醒**：使用手机 App 时注意音量控制，避免长时间高分贝暴露；在不同距离测试时注意安全；测试前检查场地无障碍物

四、探究过程

（一）提出问题

蝙蝠在黑暗中如何避开障碍物并捕捉猎物？回声的强弱与物体的什么特征有关?

（二）作出假设

蝙蝠通过发出超声波并接收回波来判断物体的距离、方向和性质。物体越近，回声返回越快；物体表面越硬、越光滑，回声越强，反射越集中。蝙蝠的听觉系统能够精确分析回声的细微差异，形成“听觉图像”。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：声音的反射——回声初体验

在教室或走廊里，先拍一下手，听听有没有回声。再在不同的位置尝试，比较回声的强弱差异:

测试位置	回声强度（主观感受）	回声的延迟感	声音的清晰度
空旷走廊中央	□强 □中 □弱	□明显延迟 □轻微延迟 □无延迟	□清晰 □模糊
靠近墙壁	□强 □中 □弱	□明显延迟 □轻微延迟 □无延迟	□清晰 □模糊
教室角落	□强 □中 □弱	□明显延迟 □轻微延迟 □无延迟	□清晰 □模糊
室外开阔地	□强 □中 □弱	□明显延迟 □轻微延迟 □无延迟	□清晰 □模糊

我们体验到：声音在碰到坚硬的表面后会反射回来，形成回声。空旷的室外几乎听不到回声（声波扩散到远处，反射不集中)，而走廊或教室里回声明显。蝙蝠在飞行时发出的声波遇到障碍物也会反射回来——这就是回声定位的基础。

活动 2：不同材料对声波反射的影响

变量控制：声源与反射面的距离保持一致，使用相同的音源（如手机 App 或音叉）

1. 将音叉（或手机声音源）放在距离不同反射面 10cm 处，从同一方向用分贝计接收回波信号

2. 分别测试四种不同材料的反射面（在相同位置，每次只换反射面材料）

反射面材料	反射声强度（分贝，dB）	声音的清晰度	主观感受
木板（硬质平整）	_____dB	□清晰 □模糊	_____
金属板（硬质光滑）	_____dB	□清晰 □模糊	_____
海绵（软质吸音）	_____dB	□清晰 □模糊	_____
厚纸板（中等硬度）	_____dB	□清晰 □模糊	_____

我们发现：硬质平整的表面（木板、金属板）反射回声较强，声音清晰；软质的表面（海绵）几乎不反射回声——声波被吸收了。这就是为什么蝙蝠在飞行时能分辨出前面是“坚硬的墙”还是“软质的树叶”：软质物体吸收声波，回声弱；硬质物体反射声波，回声强。

活动 3：距离与回声时间的关系模拟

变量控制：同一反射面（如一块木板），不同的距离测试

1. 在距离反射面不同位置（1m、3m、5m）发出声音（如拍手或音叉），记录听到回声的时间差

2. 虽然人耳很难精确测量回声延迟（声速 340m/s，1m 距离的回声延迟只有约 0.006 秒），但可以用“最远能听到回声的距离”作为间接指标

声源距离反射面的距离	是否能听到清晰回声	回声强度	听到回声所需的大致时间感觉
1m	□能 □不能	□强 □中 □弱	□几乎同时 □稍有延迟
3m	□能 □不能	□强 □中 □弱	□几乎同时 □稍有延迟
5m	□能 □不能	□强 □中 □弱	□几乎同时 □稍有延迟

我们得出结论（根据推理）：距离越近，回声返回越快；距离越远，回声返回越慢。蝙蝠正是通过“回声返回的时间”来判断物体距离的远近。

（四）搜集证据整理结果

1. 声音在遇到硬质表面时会反射回来形成回声，软质表面会吸收声波、回声微弱或没有回声。

2. 不同材料的反射效果差异很大：坚硬的木板、金属板反射回声强，海绵

几乎不反射。这也是为什么蝙蝠能够区分“树丛”（软）和“墙面”（硬）的原因。

3. 距离越远，回声返回越慢。蝙蝠通过计算发出声音与接收到回声之间的时间差来计算与物体的距离。科学家通过实验数据推算出，蝙蝠的超声波频率通常在 20-100kHz 之间 (人类听觉上限约 20kHz)，波长很短，因此能形成精确的“声学图像”。

4. 雷达、声呐和医学超声都是人类“向蝙蝠学习”的成果。声呐（SONAR）利用声波在水下探测物体，雷达（RADAR）利用无线电波在空气中探测目标，超声成像则利用高频声波穿透人体组织生成内部图像——它们的原理都与蝙蝠的回声定位相同。

（五）得出结论

蝙蝠的回声定位是一个高效的“声学成像”系统。它通过发出超声波、接收反射回波、计算时间差和声波强度，在大脑中形成周围环境的“听觉地图”。不同材质、不同距离的物体产生不同的回波特征，蝙蝠能够快速识别出障碍物、猎物和天敌。这套系统如此高效，以至于蝙蝠可以在完全黑暗的环境中高速飞行而不撞上任何东西。人类受蝙蝠启发，开发了声呐、雷达和医学超声等技术。

五、成果制作

制作《蝙蝠的回声定位》科普展板或模型：

1. 回声定位原理图（标注：超声波发出→遇到物体反射→回声接收→大脑分析）

2. 蝙蝠头部结构示意图（标注：外耳、发声器官、听觉中枢）

3. 不同材料的反射效果对比图表

4. “向蝙蝠学习”科技应用展示：声呐、雷达、超声诊断仪

六、交流反思

1. 人类听不到超声波，蝙蝠却能听到。如果有一种动物能听到比人类更高的频率，它感知的世界和人类有什么不同？

2. 夜行性的蝙蝠依赖于声音导航，夜行性的猫头鹰依赖于视力导航。你觉得这两种“导航方式”各有什么优缺点？如果让你设计一个能在夜间飞行的机器人，你会选择“回声定位”方案还是“夜视”方案？为什么？

3. 声呐、雷达和医学超声都是从蝙蝠的回声定位中获得的灵感。你认为还有什么人类技术是从大自然中“偷师”的?

七、科学与文化融合

在中国文化中，蝙蝠是“福”的象征——“蝠”与“福”谐音。明清时期的器物上常见蝙蝠纹饰：五只蝙蝠围绕一个“寿”字，寓意“五福捧寿”；红色蝙蝠纹样寓意“洪福齐天”。古人将蝙蝠的形象与吉祥、福气联系在一起，却不知道这种动物身上真正值得我们记住的，是它在黑暗中“看见”世界的方式。

现代科技中，声呐、雷达和医学超声都是从蝙蝠的回声定位中获得灵感的。声呐让潜艇在深海中“看见”前方的障碍物和鱼群——看不见光的深海，靠声波导航；雷达让飞机在云层中“看见”远方的山脉和风暴——雷达天线的旋转扫描，本质上就是蝙蝠在发出定向声波；超声诊断仪让医生不必切开身体就能“看见”胎儿——那个在母亲腹中跳动的小生命，第一次被“看见”，用的不是光，是声波。而这一切技术的起点，都是蝙蝠在大约五千万年前就演化出的那套回声定位系统。

古人看见蝙蝠，看见的是“福”。我们看见蝙蝠，看见的是声波、是导航、是仿生学——但有一点我们没有变：我们都为这只在夜空中飞翔的小动物而驻足。

八、探究感悟

蝙蝠的回声定位系统是自然界最精密的声学工具之一。它不依赖光线，不依赖视觉，只靠声音和耳朵就能“看见”世界。蝙蝠在飞行的每一秒中都在发出高频声波、接收回波、实时更新周围环境的“声音图像”——这种能力让人类科学家惊叹不已。受蝙蝠启发，人类发明了声呐（让潜艇在水中“看见”障碍物）、雷达（让飞机在云层中“看见”远方）、超声诊断仪（让医生不切开身体就能“看见”内脏）。每一个“看见”的背后，都有一个向自然学习的智慧。

中国文化中“蝠”与“福”谐音，蝙蝠的形象常被雕刻在器物上、绘制在图画中，寓意“福从天降”。而当我们以科学的眼光重新审视蝙蝠，发现它的真正“福气”不是它名字的谐音，而是它用了亿万年演化形成的回声定位系统，为人类的科技进步提供了原初灵感。

《真实的大自然·蝙蝠》分册用高清摄影图片与大拉页，完整呈现了蝙蝠的身体结构——从皮翼的展开到外耳的形态，从飞行中的姿态到回声定位的声波传播过程。透过真实的镜头，我们得以看见：无声的超声波在黑暗中的世界是怎样的。那是一个充满回声的世界，而蝙蝠，是那个世界里最精准的“声音画家”。

注：本探究任务对标《义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南》核心

精神。学生可以根据自己的兴趣与身边的资源参考本课题制定个性化的探究课题，用跨学科项目制的学习方式进行整合。