098 无声的飞行与黑暗中的耳朵

——捕食者的“隐形”策略

项目	内容
任务名称	无声的飞行与黑暗中的耳朵——捕食者的“隐形”策略
对应分册	《猫头鹰》《蝙蝠》《蜘蛛》
核心探究	感官适应、捕食策略、声学定位
对应主题	生态环境 / 人工智能
呼应课标	科学课程“生物与环境的相互关系”——动物通过感官适应提高生存机会；初中学段：运用分析综合等思维方法处理信息，具有探索世界的好奇心
关注能力	感官分析、结构-功能推理、对比思维
价值观引领	在完全黑暗中，捕食者用不同的方式“看见”猎物——有的用声音，有的用震动，有的把声音和静音结合到极致。每一种“看见”的方式，都是亿万年演化的杰作。
适用年级	5-7 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

深夜，森林里一片漆黑。你什么都看不见，但一只猫头鹰正悄无声息地滑过树梢，精准地扑向一只在草丛中移动的老鼠。几百米外，蝙蝠在夜空中高速盘旋，却能避开每一根树枝、捕捉到每一只飞虫。蛛网中心，蜘蛛安静地等待，它看不见猎物，但蛛丝的每一丝震动都在告诉它：猎物来了，在哪边，有多大。

猫头鹰、蝙蝠和蜘蛛，三种动物，三种捕食方式，但它们都有一个共同点：**它们用“声音”或“震动”在黑暗中“看见”猎物**。猫头鹰用面盘收集声音，用不对称的耳朵精准定位；蝙蝠用喉部发出超声波，通过回声绘制出夜空的“声学地图”；蜘蛛把蛛网变成了一张“震动传感器”，通过网络传来的震动判断猎物的一举一动。

今天我们就从这三种暗夜猎手出发，一起探究：在完全黑暗中，它们各自用什么方式“看见”了人类看不见的世界？

二、探究目标

1. 认识猫头鹰、蝙蝠和蜘蛛在黑暗中的捕食适应策略，理解不同感官系统如何解决同一个问题

2. 学习对比分析与结构-功能推理的方法，发展从现象追问原理的科学探究能力

3. 理解每一种“看见黑暗”的方式都是亿万年演化的杰作，培养对自然智慧

的敬畏之心

三、探究准备

1. **材料用具**：计算机或平板（查阅资料和观看视频）、记录本、绘图工具、A3 白纸、彩色标记笔、不同形状的抛物面（用于模拟猫头鹰面盘集音）、不同材质的布料（模拟静音飞行实验）、橡皮筋和细线（模拟蛛网震动传导）

2. **场地**：教室或计算机室

3. **安全提醒**：使用网络查阅资料时需在教师指导下进行；注意信息源的可靠性；观看视频时注意音量；正确使用绘图工具；模拟实验中使用剪刀时注意安全

四、探究过程

（一）提出问题

学生围绕三种暗夜猎手的捕食方式展开讨论：

- 猫头鹰在完全黑暗中怎么知道老鼠在哪里？它的“脸”为什么是圆的？
- 蝙蝠在夜空中高速飞行，为什么不会撞上树枝？它是怎么捕捉到飞虫的？
- 蜘蛛趴在蛛网中间一动不动，它是怎么知道猎物撞网了？它怎么判断猎物在哪个方向？

（二）作出假设

三种动物各自演化出了不同的“暗夜感知”策略。猫头鹰通过面盘集音和不对称耳朵实现精准的声学定位，蝙蝠通过回声定位系统在脑中绘制声学地图，蜘蛛则通过蛛网的机械振动传导感知猎物的位置和运动状态。三种策略对应三种不同的感官通道和信号处理方式，都解决了同一个问题。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：猫头鹰——黑夜中的“幽灵猎手”

猫头鹰是夜行性猛禽，白天在树洞、岩缝中休息，黄昏后活跃觅食。它的“夜行工具箱”由四件精密的“仪器”组成：

猫头鹰的“仪器”	工作原理
面盘（雷达脸）	头部正面的羽毛排列成面盘，像抛物面一样收集声音并聚焦到耳朵。面盘上的羽毛可以竖起或放平，将不同距离的声音精确地聚焦到猫头鹰不对称的耳道上
不对称耳朵	猫头鹰的耳孔位置左右不对称——一只高一只低。这种不对称使声音到达左右耳的时间差和强度差更加明显，从而实现立体听觉定位
管状眼球	猫头鹰的眼球呈管状结构，视网膜中富含对弱光敏感的视杆细胞，在极微弱的光线下仍能看清东西
静音飞羽	翅膀初级飞羽前缘呈锯齿状，后缘呈流苏状——“锯齿前缘+流苏后缘”的组合使猫头鹰的飞行几乎无声

猫头鹰的面盘能帮它听到约五百米外细微的声音。它能够将绝大部分飞行噪声控制在 1600 赫兹以下的低频范围，确保猎物在声音到达前已被锁定。猫头鹰捕食猎物的听觉最敏感范围在 2-20kHz——正好覆盖了老鼠活动时发出的声音频率。

一个小问题：猫头鹰的“雷达脸”和卫星天线的“抛物面”有什么相似之处？都是通过曲面形状把分散的信号集中到一个焦点上，猫头鹰的面盘就是它自带的“天线”。而它左右耳位置不对称的设计，已经被人类借鉴到声呐定位系统中。

活动 2：蝙蝠——黑夜中的“活雷达”

蝙蝠利用喉部发出人类听不到的超声波。人类最多能听到频率为 20 千赫的声音，而有的蝙蝠能发出和听到 100 千赫的声音。

蝙蝠的“雷达系统”	工作原理
发声	喉部肌肉快速收缩产生超声波，经由嘴或鼻子发射出去
回声接收	声波遇到物体后反射回来，蝙蝠用突出的耳朵不断收集回声
信息处理	蝙蝠的大脑根据回声的强度、时间差和频率变化，判断物体的距离、大小、形状和移动速度

蝙蝠的回声定位系统灵敏度极高，即使在大量背景噪声中也能识别自己的回声。蝙蝠的听觉频率范围可达 10,000-120,000Hz，远超人类。蝙蝠不仅是夜行性昆虫最主要的天敌，还演化出了“隐形战机”级别的能力——欧洲宽耳蝠在捕食飞蛾时会大幅降低超声波的振幅，其“安静”程度可比其他蝙蝠提高约百倍，让飞蛾难以察觉。

另一个小问题：蝙蝠一边飞一边发超声波，不会把自己的耳朵震聋吗？蝙蝠在发出超声波的瞬间，中耳的肌肉会收缩，暂时降低听力——这是一种自我保护机制，就像人类在巨响前捂耳朵一样。

活动 3：蜘蛛——天才的“振动分析专家”

蜘蛛的捕食策略与猫头鹰和蝙蝠完全不同——它不用“听”，而是用“触”。蛛网不仅是陷阱，更是一套精密的“震动传感器网络”。

蜘蛛的“传感器网络”	工作原理
信号丝	蛛网四周连着长长的“信号丝”，当猎物从网附近经过触碰信号丝时，震动立即传递到蜘蛛所在的位置
震动解码	蜘蛛根据震动信号迅速判断方向、频率和强度，精准定位猎物的位置
识别猎物	不同大小的猎物产生不同频率和强度的震动——蜘蛛能分辨出是飞虫撞网、还是风吹树叶

蜘蛛趴在蛛网中心，八条腿搭在蛛丝上，整个蛛网就是它的“耳朵”。当猎物撞网时，震动沿着蛛丝传到蜘蛛的腿上——蜘蛛不需要看见，它用“触摸”就“看”到了猎物的全部信息。科学家甚至用铝材料和绳索制作了一个宽度达 2 米的巨大“蜘蛛网”，用来研究蜘蛛如何感知猎物的振动并精准定位。

想一想：蜘蛛是怎么区分“猎物撞网”和“风吹树叶”的？不同的震动频率和模式——风吹树叶的震动是持续、均匀的；猎物挣扎的震动是急促、不规则的。蜘蛛的神经系统能快速比对这两种模式，几毫秒内做出判断。

（四）设计制作

各小组合作完成以下成果：

（1）“暗夜猎手工具箱”对比图

绘制三栏对比图，分别展示猫头鹰（面盘集音+静音飞羽）、蝙蝠（超声波发射+回声接收）、蜘蛛（蛛网震动传导）的暗夜捕食策略。

（2）感官策略分析表

动物	主要感官	核心工具	捕食方式	“看见”黑暗的方式
猫头鹰	听觉+视觉	面盘+不对称耳+静音飞羽	无声俯冲	用耳朵“听”出猎物的位置
蝙蝠	听觉	喉部超声波发射器+耳朵	空中追击	用回声“画”出夜空的地图
蜘蛛	触觉	蛛网震动传感器	守网待猎物	用蛛丝“摸”出猎物的动静

（3）“三种策略，同一个问题”对比讨论

讨论并填写：猫头鹰、蝙蝠和蜘蛛都解决了同一个问题——如何在黑暗中定位猎物。但它们的解决方案完全不同。哪一种策略最“高效”？哪一种最“节能”？哪一种最“被动”？

（五）交流分享

各小组展示探究成果：

- ☐ 展示“暗夜猎手工具箱”对比图，分享三种动物各自的暗夜捕食策略
- ☐ 讨论：猫头鹰的“静音飞行”和蝙蝠的“隐形声波”有什么相似之处？蜘蛛的“震动感知”和前两种“声音感知”有什么本质区别？
- ☐ 讨论：人类从这三种动物身上学到了什么？（雷达、声呐、地震仪、仿生降噪技术等）
- ☐ 讨论：如果把三种策略组合在一起——会飞、会静音、会回声定位、会震动感知——那会是什么样的捕食者？

五、成果制作

各小组合作完成以下成果（至少选择一项）：

1. **“暗夜猎手工具箱”对比海报**：图文并茂展示猫头鹰、蝙蝠、蜘蛛的暗夜捕食策略

2. **暗夜捕食策略手册**：收录三种动物的感官适应、捕食方式和仿生应用

3. **“如果我是一只暗夜猎手”创意故事**：选择一种动物，以第一人称写一篇它在暗夜中捕食的“独白”

4. **仿生设计图**：受三种动物启发，设计一种“无声+回声+震动感知”的探测装置

六、交流反思

1. 猫头鹰的“静音飞行”和蝙蝠的“隐形声波”都是为了同一个目的——不被猎物发现。如果猫头鹰飞行时有声音，老鼠会怎样？如果蝙蝠的超声波被飞蛾听到，蝙蝠会怎样？

2. 蜘蛛用蛛网感知震动，但它自己走路时为什么不会触发自己的“警报系统”？蜘蛛是如何区分“猎物撞网”和“自己走路”的？

3. 庄子在两千多年前观察到“鸱鸮夜撮蚤，察毫末，昼出瞋目而不见丘山”——猫头鹰夜里能看清毫毛，白天却看不见山丘。这说明猫头鹰的眼睛是为了黑暗而设计的。如果把你放在完全黑暗的森林里，你希望拥有猫头鹰的耳朵、蝙蝠的声呐还是蜘蛛的震动感知？为什么？

七、科学与文化融合

庄子在《庄子·秋水》中写道：“鸱鸮夜撮蚤，察毫末，昼出瞋目而不见丘山。”他观察到猫头鹰在夜里能看清毫毛末梢，白天却连山丘都看不见。两千多年前的哲人已经注意到了夜行动物感官的奇特之处。而“蛛丝马迹”这个成语中，“蛛丝”

正是古人发现蜘蛛通过丝线感知猎物的线索——他们注意到蛛丝不只是陷阱，更是“信号线”。古人虽不知道猫头鹰的“雷达脸”能聚焦声音，不知道蝙蝠的“声呐”如何工作，不知道蜘蛛的“震动传感”如何解码，但他们注意到了现象本身——夜里能看到毫毛、蛛丝能传递信息。今天我们用科学填补了“如何”的空白，但庄子提出问题的那份敏锐，至今仍有回响。

八、探究感悟

深夜的森林里，三种捕食者同时开工。猫头鹰从树上无声滑落，双爪精准扣住老鼠的头骨——全程不超过 0.2 秒。蝙蝠在夜空中以每小时几十公里的速度穿行，避开每一根树枝，捕捉每一只飞虫。蜘蛛趴在网心，八条腿搭在蛛丝上，等待一场震动的到来。

三种动物，三种方式，解决的却是同一个问题：在完全看不见的情况下，怎么定位猎物？猫头鹰用声音被“挡住”的时间差来判断位置，蝙蝠用声音被“弹回来”的间隔来绘制地图，蜘蛛用声波被“拉长”的震动来描摹轮廓。它们各自读到了“声音的不同侧面”——而人类发明雷达、声呐和地震仪时，借用的正是它们演化了几千万年的解决方案。

庄子在两千多年前写下“鸱鸮夜撮蚤，察毫末”，他看见了那个现象；今天我们用科学解释了那个现象。两千年，从“察毫末”到“听毫末”，追问没有停止过。而当我们抬起头，看见一只猫头鹰无声地消失在夜色深处时，我们也在延续庄子的那份好奇。

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。