

蜘蛛的视觉

甘文瑾^① 李枢强^②

① 华中农业大学植科院昆虫资源研究所 武汉 430070; ② 中国科学院动物研究所 北京 100101

很多蜘蛛有 8 只眼睛,在头部前端排成 2 列或者 3 列。根据排列位置,蜘蛛的眼睛可分为前中眼、前侧眼、后中眼和后侧眼。所有蜘蛛的眼睛都是单眼,表面是角膜,在角膜下皮层的内面是由特化的视觉细胞构成的视网膜。每一个视觉细胞有一个有核的细胞体,一端有视杆。根据核和视杆位置的不同,蜘蛛的单眼可以分为后视杆眼(前中眼)和前视杆眼(前、后侧眼和后中眼)。角膜后面是反光组织和色素细胞。

根据捕食策略蜘蛛常被分为游猎型和结网型。结网型蜘蛛的视力较差,很多结网型蜘蛛在夜间活动,它们更多地依靠触觉和化学信号。它们能够在完全黑暗的光线条件下结出完整的网并捕获猎物。但也有研究发现,有一种圆网蜘蛛(*Araneus sexpunctatus*)能够觉察出非常微弱的光线变化,在夜幕降临之前结束一天的活动离开圆网。还有一些圆网蜘蛛,一旦有人接近,它就会迅速从网中心区跌落,这种行为也很可能是蜘蛛对光刺激所作的反应。与结网型蜘蛛相比,视觉信号对游猎型蜘蛛非常重要。跳蛛、狼蛛、巨蟹蛛、蟹蛛和猫蛛等很多类群都有发达的视觉。视觉系统不仅能够帮助它们捕获猎物,还能够用来求偶。如跳蛛在黑暗或者红光条件下无法捕到猎物,也无法辨别物种的种类,哪怕是一只苍蝇在黑暗中撞到跳蛛(*Phidippus*)身上,它也不会尝试去捉住它。当然并不是所有跳蛛都是这样,有一种跳蛛(*Trite planiceps*)就可以在红光和黑暗条件下捉住猎物,它依靠震动信号成功定位猎物(Forster, 1982, 1985)。

很多蜘蛛能看到人类看不到的一些东西,如偏振光。有些狼蛛和漏斗蛛就是利用偏振光定位猎物的。一种生活在水边并能在水上自由行走的熊蛛(*Arctosa perita*),当它被抛向水中的时候,会直接返回到岸边(Papi, 1955);但是如果把它迁移到对岸,然后再抛向水中,那么蜘蛛会从水面上走回去,回到它常驻的岸边,且这种现象只有在天气晴朗的时候才会发生。在阴天的情况下蜘蛛会直接返回到最近的岸边,不会跨过水面。原来在晴天时,熊蛛是利用太阳和偏振光的方向来定位;而在阴天时,它利用的是可见标记来对方向进行定位。另一项研究发现,在迷宫漏斗蛛(*Agelena labyrinthica*)的上方放置一个偏振滤光镜,然后改变偏振滤光镜的方向,这时迷宫漏斗蛛就会迷失方向,找不到回家的路了(Gorner, 1958)。进一步研究发现,迷宫漏斗蛛只有前中眼能够感知偏振光。已有研究发现,前中眼腹面的视觉细胞具有感杆,感杆上有均衡分布的微绒毛,其作用可能是负责感知偏振光。

跳蛛因视觉系统发达常被当作实验对象。将一个雄性跳蛛放在一面镜子前,它会对镜子里的镜像发起攻击,把自己当成同性竞争者。最新的研究发现,在捕捉猎物时,跳蛛的侧眼首先感知到运动中目标的眼睛,然后依靠前中眼对目标物瞄准。跳蛛的 8 只眼睛中,前中眼的视网膜很特别,具有 4 个感光细胞层。不同波长的光线经过前中眼的晶状体后会在 4 个不同的感光细胞层上形成可测量的色差。在跳蛛视网膜的最里层和倒数第二层感光细胞层中的光感受器,含有感受绿光的视色素,但是绿光只是聚焦在最里层。这就意味着视网膜的倒数第二层总是会接收到散焦(模糊)的图像。后续的行为学实验证明,跳蛛正是通过对比这两层的图像,并根据模糊图像的散焦程度推算出与猎物之间的真实距离。

封面照片 六库妖面蛛 *Deinopis liukuensis*,雷波 2009 年 5 月 28 日摄于广东省封开县黑石顶省级自然保护区。