

执着于 动物行为学研究的 黑人领袖

——查尔斯·亨利·特纳

撰文 马延

刚出生的小鹅会把它们看到的第一个会移动的物体当成它们的妈妈，从而跟着它们的妈妈蹒跚行走，不论它们看到的妈妈是鹅、是人、是狗，还是童车；蜜蜂虽然不会说话，但它们会在阳光下舞动着它们的身躯，跳一支独特的“舞蹈”，从而让同伴明白哪个方向、多远的距离有诱人的花蜜；蚂蚁去很远的地方觅食，然后依照太阳的光线、爬行过地面的材质和曾经留下的气味辨识方向和方位，最终顺利地食物带回蚁穴。

如此妙趣横生的动物习性、应激反应，其实属于动物行为学的研究范畴。

在上万年的进化历程中，为了更有效地在捕捉猎物的同时避免被捕食，人类会很自然地会对动物的行为进行观察，这可以说是动物行为学的前身。然而对动物行为的科学研究即动物行为学，则是在20世纪初才建立起来的。

动物行为学又是哪位科学家

创立的呢？他就是美籍非裔生物学家、教育家、动物学家和比较心理学家查尔斯·亨利·特纳。作为一名研究昆虫行为的科学家，查尔斯·亨利·特纳献身于科研事业，克服了缺乏工具和种族歧视等重重困难，在动物行为学领域做出了开创性的研究。他考察了众多昆虫，诸如蚂蚁、蜜蜂、蟑螂、飞蛾和蜘蛛等，发现昆虫能听见声音、看到色彩并且具有在行为过程和所犯错误中进行学习的能力。

美籍非裔的杰出代表——查尔斯·亨利·特纳的一生

1867年2月3日，也就是美国南北战争结束的前两年，查尔斯·亨利·特纳出生于美国俄亥俄州的辛辛那提。他的父亲托马斯·特纳是一名来自加拿大教堂的看门人，母亲艾德琳·坎贝尔·特纳是一名护士，出生于奴隶制度下的肯塔基州。

在作为毕业生代表在高中毕

业式上致辞后，查尔斯·亨利·特纳被辛辛那提大学录取。入学后，特纳寻找着自己感兴趣的科目，最终投在生物心理学研究的先驱——生物学教授克拉伦斯·路德·赫里克的门下。赫里克对特纳非常满意、赞赏有加。在赫里克的指导下，特纳的本科毕业论文《鸟类大脑的形态学》发表在1891年《比较神经学杂志》上。

1898—1899年，特纳攻读博士。他于1898年前往芝加哥进修，然后又回到克拉克大学继续曾中断的大学本科教学。1907年，特纳作为首批获得博士学位的美籍黑人之一，获得芝加哥大学授予的动物学博士学位。他的博士学位论文《蚂蚁的归巢：一项对蚂蚁行为的实验研究》发表于《比较神经学和心理学杂志》上。特纳在波士顿举行的国际动物学大会上对该研究做了报告，这是他第一项有显著影响的研究成果，标志着他从传统的功能研



究向动物行为研究的转变。

1907—1908年，他在奥古斯特的海因斯师范和工业学院教授生物学与化学课程。在其职业生涯的余下时间里，特纳在休姆耐高中和教师学院教授生物学和心理学课程。他坚信相比较于投身科研事业而言，教授美洲黑人更多有用的知识会更有价值。他采取积极的教学方法，将活的昆虫带到课堂上供学生观察，并鼓励他们使用显微镜等设备。学生们兴致很高，甚至在课余和晚间也不间断对昆虫的研究，因此他的学生此后在众多的领域获得了卓尔不群的成就。

辛勤的采花匠——蜜蜂的行为学研究

特纳对蜜蜂行为的一系列实验是他最为著名的研究。他的一

位学生曾经记录了特纳的这样一项实验：特纳将盛有果酱的碟子1日3次置于餐桌上，蜜蜂也就光临3次。一段时间后，特纳将中午和晚上的果酱碟取消，刚开始的一段日子蜜蜂还是会按时来，但随后就不在中午和晚上出现了，而仅在早餐的时候光临了。这一现象说明蜜蜂有学习的能力，并对时间有某种知觉。

有一种蜜蜂将它们的巢穴筑造在地下。特纳在去学校的路上观察到一只这样的蜜蜂：它先进了地面上的巢穴孔洞，然后又爬出来飞走，大概是去采集更多的花粉。特纳就用树枝在那个洞口旁边又挖了一个小孔，并把原来洞口旁的一个瓶盖放到新洞口旁边。蜜蜂回来的时候爬进了新洞，又马上“困惑”地爬了出来，

找到了原来的洞口。其后特纳又在周围挖了几个类似的洞口，蜜蜂回来的时候无法分辨，只有盲目地爬进爬出以寻找原来的洞口。为了进一步考察蜜蜂识别蜂巢的机制，特纳在一张白纸上穿了一个孔，把纸放在地上，孔正好对准蜂巢的洞口。当蜜蜂回来的时候，在洞口前“犹豫”地盘旋了好几分钟，然后才爬进洞里。而当它又要离开的时候，蜜蜂又在洞口盘旋了一会儿，似乎要将洞口的景象绘入记忆。当它再次归来的时候，就不再犹豫而直接钻入洞中，好像已经熟识周围的环境一样。随后特纳又用一块打了孔的西瓜皮和撑起来的白纸置于洞口上方，每次改变洞口周围的环境后，蜜蜂似乎都要重新记忆一遍以识别。当改变原来的结构



这种将巢穴筑在地下的蜜蜂依靠对洞口环境的记忆来判断是否为自己的窝 绘图 / 张雨薇





后，蜜蜂总是会很“疑惑”。

动物学家都知道，蜜蜂总是被特定气味的鲜花所吸引。而在此之前动物学家所做的为了探明蜜蜂能否识别花朵颜色的实验研究，其结论并不完美且有相互矛盾之处。特纳为了探明蜜蜂是否可以识别颜色，他把红色的圆盘贴在树枝上以便模仿花朵，并滴了一些蜜糖在这些圆盘上。几小时后就有蜜蜂光临这些“人造花”并开始采集蜂蜜。特纳又用蓝色圆盘贴在树枝上，只不过这次未滴蜜糖，结果这些盘子被蜜蜂冷落。在他将蜜糖滴到蓝色盘子上之后，蜜蜂们过一会儿才光临其上。特纳推测：蜜蜂们通过学习得知红色盘子有蜂蜜而蓝色盘子没有蜂蜜，彩色视觉在远距离的时候对蜜蜂有吸引作用，而在近距离时气味的作用可能更为显著。在证明蜜蜂具有颜色知觉后，特纳又尝试采用不同的几何形状的盘子进行实验，并证明蜜蜂同样能够识别图形。于是他得出最后的结论：蜜蜂是被花的颜色、形状及气味所吸引。

大力士、建筑师——蚂蚁的行为学研究

有着“大力士”、“建筑师”等美称的蚂蚁即使在离洞穴很远的地方觅食也可以辨识回家的路。特纳希望了解其中的奥秘，究竟是出于蚂蚁的本能，还是依靠气味、路标识别和阳光等因素来实现的呢？特纳摘取了蔓藤上的一片叶子，把叶子上的蚂蚁放



蜜蜂能分辨花的颜色、形状及气味，从而来确定自己的目标

在距离原来位置较远的地方，观察叶片上的蚂蚁如何归巢。结果他发现蚂蚁几乎是以随机的方式向周围爬行。经过几次重复的观察，特纳没有发现蚂蚁依靠本能直觉来识别归巢之路的证据。

为了研究气味在这一归巢机制中的作用，他用卡纸制作了一个带有通往蚁巢的倾斜板卡，并将成年蚂蚁和蚁卵置于其上。为了尽快将蚁卵运回巢，蚂蚁不一会儿就找到了回巢的路线。然后，特纳在通往蚁巢的另一方向又架了一座桥，形成了新的回巢路线。为了检查蚂蚁是否留下了某种具有引导功能的气味，两块斜坡板做了调换。结果发现，蚂蚁们仍然采用走过的路径，而不是可能留有气味的路径。这说明气味在蚂蚁归巢的过程中并非主要的因素。

为了研究光线在这一归巢机

制中的作用，特纳又设计了一个实验，在蚂蚁洞口附近安置两盏灯；同时为了防止温度对研究结果造成干扰，还对灯泡进行了隔热处理。特纳将蚁卵和成年蚂蚁置于两盏灯之间的平台上，他交替地开启两盏灯，然后观察蚂蚁将卵搬回巢的路线和灯光亮灭之间的关系。结果发现，蚂蚁们总是沿着有亮光的地方爬行。尽管在开始阶段它们对灯光的亮灭有些疑惑，而且在100多次实验中一直持续这一现象。这表明光线是蚂蚁寻找回家之路的主要因素之一。

此外特纳还尝试了不同纹理和气味的板卡，综合所有实验的结果，得出最后的结论：光线、触觉和气味在蚂蚁归巢的过程中都有一定的作用。

今天我们知道，蚂蚁是社会性很强的昆虫，彼此通过身体发



出的“信息素”来进行交流沟通，当蚂蚁找到食物时，会在食物上撒布“信息素”，别的蚂蚁就会本能地把有“信息素”的东西拖回洞里去。蚂蚁在行进的过程中，也会分泌一种“信息素”，这种“信息素”会引导后面的蚂蚁走相同的路线。如果我们用手划过蚂蚁的行进队伍，干扰了蚂蚁的“信息素”，蚂蚁就会失去方向感，到处乱爬。但是鉴于特纳在前无古人的情况下，却能通过逻辑辩证的实验方法对蚂蚁的归巢行为进行较深入的研究，我们不得不佩服他严谨的科学思维。

定向运动是生物体对外界环境的刺激，如光线和触觉刺激的反应。特纳证明某些非脊椎动物在刺激下呈现环形的运动。他描

述了蚂蚁在回巢途中漩涡状的运动模式，因为特纳是第一位描述此现象的研究者，法国动物学家将这一现象命名为特纳运动。

蟑螂和飞蛾的行为学研究

对害虫进行行为学研究，可以帮助我们科学的方法去对付害虫，造福人类。为了研究蟑螂是否具有学习的能力，特纳设计了一个有4条死胡同的金属迷宫。迷宫的平台下面是水池，如果蟑螂从迷宫上掉下来，就会落在水里。把蟑螂放在任意一条路的尽头，它会随机选择路径爬行，直至找到蜜罐并安居下来。特纳计算了它们落水的次数亦即它们走进死胡同的次数，并且在实验前用酒精擦洗了金属迷宫以清除所

有的气味。开始的时候，蟑螂们纷纷落水，平均15~60分钟才能走出迷宫。但是，在若干次练习后，蟑螂们只需1~4分钟即可完成任务，这说明蟑螂有学习能力。同时特纳还发现：如果将蟑螂远离迷宫12小时，这些蟑螂们又会把先前的路径忘得一干二净。蟑螂是夜行动物，这意味着它们主要在夜里活动并本能地躲避光亮。特纳试图训练它们，使它们躲避黑暗。他设计了一个装置，只要蟑螂进入暗区就给予电击，久而久之，蟑螂就变成了

蚂蚁是社会性很强的昆虫，彼此通过身体发出的“信息素”来进行交流沟通



趋光昆虫。

特纳还成功地教会了蛾子把风琴管的低音和食物奖赏联系起来：他使用风琴管发出低音，同时给蛾子以食物奖赏；而当他改用口哨发出高音后，蛾子却不为所动。证明蛾子不仅可以通过经验学习，还可以分辨音调。

杰出的研究者和热心的领袖

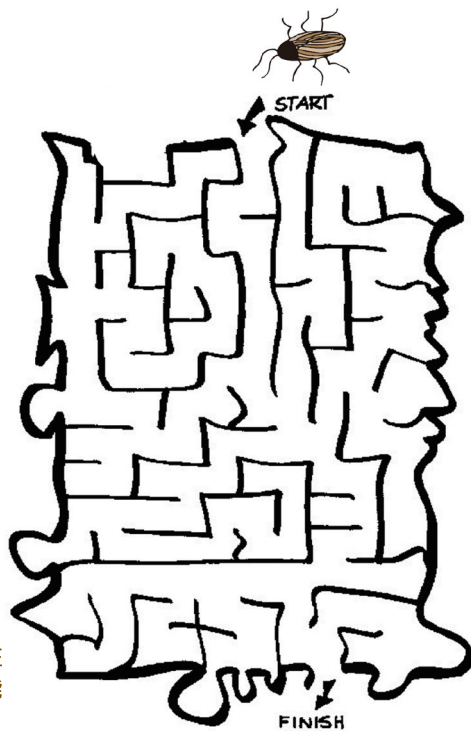
查尔斯·亨利·特纳于1923年2月14日在伊利诺伊州芝加哥去世。在缺乏财力支持，没有助手、没有先进设备的条件下，特纳在职业生涯中进行了众多高水平的独立研究，但遗憾的是，他从没有在顶级的学术研究机构获得终身教职。特纳在昆虫行为学和非脊椎动物行为学领域发表了50多篇研究论文和若干综述，他是第一位入选圣路易斯科学院的美国黑人，还是伊利诺伊科学院和美国昆虫学会的荣誉会员。特纳对于昆虫行为学突破性的研究

在当时有着众多的效仿者，不过，他所进行的动物行为研究对于所处的时代过于超前，因此其后的科学家没有意识到特纳的动物学习、蜜蜂采蜜和蚂蚁归巢等研究的价值。

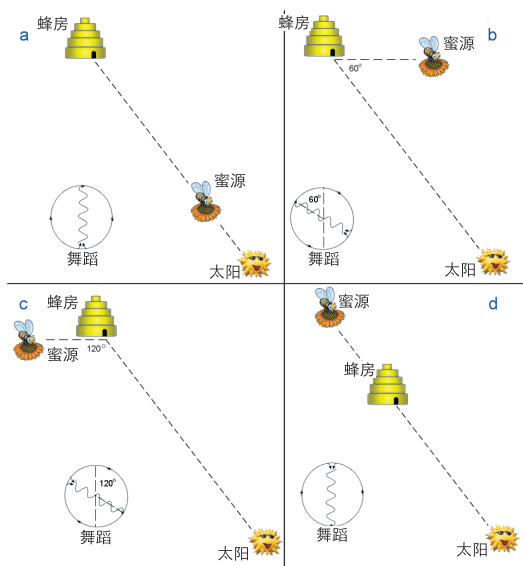
特纳不仅献身于科学研究，

同时也热心地参与到黑人组织活动中，并且担任了圣路易斯基督教青年协会有色人种分会的领袖。他坚信教育对于提升社区中黑人地位的重要性并为此撰文。尽管在科学研究领域没有获得应有的认可，作为一个受过高等教育的黑人，特纳为黑人民权的呼吁同样发人深省。于是，圣路易斯残疾儿童学校于1925年以特纳的名字命名：“查尔斯·亨利·特纳自由平等学校，为腿疾儿童设立。”1954年又改为“特纳腿疾儿童中学”。1999年，“查尔斯·亨利·特纳MEGA（多媒体电子图形艺术）玛格丽特中学”成立。■

（责编 桑新华）



蟑螂走迷宫的实验证明了蟑螂具有学习能力 绘图/张雨薇



蜜蜂的“摇摆舞”能传达蜜源、太阳、蜂房三者间的方位关系

其他动物行为学研究的先驱



尼古拉斯·廷伯格（左）
和康拉德·洛伦兹（右）

直到20世纪中叶，动物行为学才被认可为一个生物学的分支。当时，有3位动物学家开始使用系统化的观察和实验等科学方法来研究动物行为，他们是康拉德·洛伦兹、卡尔·冯·弗里希和尼古拉斯·廷伯格。凭借发现动物个体及群体的行为模式，他们分享了1973年的诺贝尔生理学或医学奖，这是动物行为学研究领域斩获的第一个诺贝尔奖。

奥地利自然学家康拉德·洛伦兹通过对鹅群的研究促进了动物习性学派的建立。洛伦兹在1937年发表《鸟类世界的伙伴》一书，首次报告他所发现的雏鸭印记现象。所谓印记，是指某些动物在初生婴幼儿期间对环境刺激所表现出的一种原始而快速的学习方式。洛伦兹发现，刚孵出的雏鸭对最早注意到的环境中会移动的客体，随即表现出跟随依附的行为。如在它面前出现的是母鸭，雏鸭会跟随；如出现的是母鸡或人甚至是移动的玩偶，它也会跟随。从表面看，动物此种原始性特殊反应与其生存本能有关，但就雏鸭也跟随其他客体的现象看，显然不是动物的种族遗传，而是后天学习。洛伦兹进一步发现，动物的印记现象有几个特征：印记只在出生后某段时间内发生，刚孵出的雏鸭雏鸡等禽类的印记现象，只能在一天之内发生，超过30小时印记将不会发生。同理，小狗出生后如在一个半月之内不与人接近，以后将无法与人建立亲密关系。洛伦兹称产生印记的有效期间可能为关键期；印记一旦形成，即长期不变；印记虽属学习，但此种学习并不需要像行为主义所说的强化作用。

德国动物学家、行为生态学创始人卡尔·冯·弗里希因其对蜜蜂的信息研究而著名。他发现了蜜蜂间存在的一种简单语言，用以传达花蜜的距离及定向。根据他的研究，蜜蜂能够利用舞蹈来传达蜂蜜的所在处：当侦察蜂发现一处蜜源时，它飞回巢就先放出气味，并且在垂直的蜂巢表面上跳舞——圆舞与摇摆舞。圆舞是表达蜂蜜就在附近。摇摆舞则是传递蜜源与蜂窝距离的讯息，蜜源距离愈远，蜜蜂摆尾的时间愈长，而且在摆尾时发出的嗡嗡声愈久。还没有外出采蜜的蜜蜂确定蜜源的方向和距离后，就能省去摸索的时间和精力，很快地找到蜜源，这是一种很有效率的沟通方式。

英国的尼古拉斯·廷伯格进行了著名的实地试验，解释了掘土蜂寻找巢穴的机制。因为母蜂每天要把食物带回巢穴给幼虫，他就在洞口用松榛摆成一个圆圈。到母蜂离开的时候，他就把松榛移至别处。母蜂归来时，立即飞向松榛环中心而非自己巢穴的洞口。在另一个实验中，当母蜂离开后，他把松榛由环形改为三角形排列，而在不远处再布置一个由石子组成环形排列，结果母蜂归来还是路过家门而不入，选择环形排列的中心。这项研究表明黄蜂是以洞口周围的地标特征来识别洞口的。