

动 物 的 通 讯

〔美〕H. 弗林斯 M. 弗林斯 著

陈德茂 周 欣 译

科 学 出 版 社

1 9 8 1

内 容 简 介

本书介绍了动物通讯的概念及其所包括的范围。对种类的辨认、社会的合作、性的引诱和辨认、求爱和交配、抚育亲仔等方面作了详细的介绍。为了引导读者对动物通讯作进一步的探讨,书中还介绍了动物通讯的机制和研究方法,以及动物通讯在实际方面的应用等,可供中等以上文化程度的生物学、农牧业工作者,及有关专业师生参考。

Hubert and Mable Frings

ANIMAL COMMUNICATION

University of Oklahoma Press Norman

动 物 的 通 讯

〔美〕 H. 弗林斯 M. 弗林斯 著

陈德茂 周 欣 译

责任编辑 高 庄

科 学 出 版 社 出 版

北京朝内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981年10月第一版 开本: 787×1092 1/32

1981年10月第一次印刷 印张: 6 3/4

印数: 0001—5,200 字数: 129,000

统一书号: 13031·1728

本社书号: 2355·13—7

定价: 0.85 元

序

勤劳勇敢的祖国各族人民，正怀着热切的心情和必胜的信念，团结在中国共产党的周围，为加速实现四个现代化而进行新的长征。在这个极不平凡的历史新时期，大力提高整个中华民族的科学文化水平具有重大的现实意义和深远的历史意义，是当前全党和全国人民的紧迫任务。为此，科学出版社组织编辑了各种自然科学基础学科的普及丛书，《生物学基础知识丛书》就是其中之一。

生物学是研究生命的科学。这一门规模宏伟、内容丰富的自然科学，近二三十年来得到了蓬勃的发展，使得它的地位越来越突出。生物学的许多新成就已经或正在引起农业、医疗卫生、工业和国防建设发生巨大的变革。由于生物学与其它一些科学互相结合、互相渗透和互相促进，衍生出许多新的分支学科，并已深入到分子和量子水平，探讨生命现象的内在规律，证明生命活动的物质性。因而，不难预料，生物学将成为认识自然、改造世界、推动国民经济和人类健康事业的强大武器，将为整个人类社会的进步作出更大的贡献。

我相信，《生物学基础知识丛书》的出版将有利于生物科学知识的进一步普及和提高，将使更多同志掌握和利用生物科学，从而在自己工作中作出更大的贡献，也将有利于培育富

译 者 的 话

本书介绍了有关动物通讯的概念和其所包含的范围。虽然对动物通讯的定义和范围目前尚没有定论，但最近十几年来，动物通讯的研究已经发展成生物学的一门真正的学科分支。本书从动物通讯的角度，生动有趣地介绍了动物种的辨认、社会合作、性的引诱和辨认、求爱和配偶，以及抚育亲仔等，让我们随着作者去浏览从原生动物到高级灵长类的整个动物界，在长期进化过程中所产生的精巧、完善的通讯系统，看到动物为了获取食物、繁殖后代和争夺空间领域而进行着因动物种类而异的各类通讯联系，把读者引入一座奇异的动物园。在叙述有关动物的行为故事的同时，引导读者用严格的科学分析方法了解动物通讯的机制和研究方法。另外，还专门介绍了动物通讯在实际方面的应用，向人类提供了一些有利于管理有益动物和控制有害动物种类的方法。作者也为那些有志于进一步探索动物通讯的人介绍了近年来该领域的发展趋向和前途。本书适合于我国广大生物学、农牧业工作者及中等以上文化程度的读者阅读，对有关专业的大专院校学生也是一本有价值的参考书。

承蒙孙以安、张广学同志协助校订，特此致谢！

• • •

第二版序言

十二年前,当本书第一版出版时,我们所查阅过的书籍及文献中,几乎没有一篇题目中含有“通讯”一词。我们肩负着从涉及行为、生态及生理学等更为一般性的研究论文中辑录出有关动物通讯的资料。今天,即使动物通讯的定义和范围仍然存在着争论,不过这个方面的研究已被承认是整个生物学统一体中的一部分。关于动物通讯的定义和范围虽然仍未明确,但动物彼此间存在通讯的事实,已完全被承认了。

迄今,这个领域中的有关资料的组织,尚未有规范化的方式,我们在第一版中所采用的按机能分类来叙述有关资料的组织方式并不逊于其它任何组织方式。有些人曾围绕着通讯的通道(化学的、声学的等等)来组织,试图得出对各种通讯方式都适用的通则。另一些人则按分类学的系统(如原生动物的通讯、昆虫的通讯等等)来组织这些资料,试图找出进化的趋势。在现阶段,凡是能使我们从中得出更进一步的理解或见解的任何一种组织系统都是值得采用的。我们觉得按机能分类的组织系统是最富有启发意义的,因此这一版我们仍沿用了下来。

鉴于从1964年以来,又有大量的出版物问世,因此选择全新的一系列例子来说明动物通讯信号的用途是一件极容易

做的事。但我们感到这样做也许不会带来丝毫的好处。因为 1964 年时期的观察资料到了今天七十年代，仍然是正确的，这次新版我们用最后一章对 1964 年以来的工作作了综述。未来的十年，对有关动物通讯的研究肯定会迅速发展，我们一定会得到许多更深入的了解和许多更可靠的一般原则。若本书仍能引起人们对自然状态下处于相互联系中的动物进行进一步研究的兴趣，作者们将感到莫大的欣慰。

H. 弗林斯 M. 弗林斯

目 录

译者的话.....	v
第二版序言.....	vii
第一章 绪言.....	1
第二章 动物通讯的机制.....	10
第三章 研究方法.....	23
第四章 种类的辨认.....	40
第五章 社会合作.....	57
第六章 性的引诱和性的辨认.....	79
第七章 求爱和交配.....	100
第八章 双亲对正在发育中的卵及幼小动物的抚育.....	124
第九章 效率和进化的重要性.....	144
第十章 实际应用.....	164
第十一章 近年来的新进展和展望.....	187

第一章 绪 言

看到围绕在户外灯光周围的一群纤小的昆虫，你可曾想过，在这广阔无际的世界上，这些小得可怜的生物是如何寻找伴侣的呢？

我们难以想像，对大多数比人体小得多的动物来说，世界是多么的巨大呀！例如，许多小蛾子，它们来回巡飞于直径几英里的范围内。假定，我们根据蛾子大小与人体长短的比例，把蛾子的行程换算成人的相应行程的等效值，那么，一只身长约四分之三英寸的苹果蠹蛾飞行一英里，就相当于一个躯干长约3英尺的人要行走50英里。因此，雄苹果蠹蛾如果在直径为2英里的区域内寻找配偶，则相当于人的寻找范围的直径为100英里。雌昆虫有办法向异性发出信号，使得后者能发现它们，这岂不是有些令人惊奇吗？

蜜蜂从蜂巢出来，为了找寻食源，它们要飞行2—3英里的路程，因此，觅食的范围包括直径为4—6英里的区域。当一只寻找食物的蜜蜂发现了丰富的食源时，它会飞回蜂巢招呼同伴一起去采食。如果再按蜜蜂和人的大小比例，把这段距离换算成人的等效值，我们会发现，蜜蜂为觅食而飞行的范围，相对于人的寻找范围来说，应该是70,000平方英里，这等于整个乌拉圭或华盛顿州的面积，也相当于法国的面积的三

分之一。如果在这样大的范围内找寻一个目标，即使赋予飞行的力量，也是一个艰巨的任务。如果一只侦察蜂只告诉蜂巢内的同伴，它发现了食物，而不指明食物在哪儿，这肯定是毫无意义的；因此，蜜蜂一定要有某些方法来传递这类信息。

雄蚊和雌蚊都要飞离它们曾度过水栖幼虫阶段的孳生地去猎食。为了进行交配，它们又一定要彼此能找到对方。在欧洲，有一种五斑按蚊，可以离开它的繁殖地而有规律地飞行2—3英里路程，这相当于人的等效距离大约为400—500英里。加拿大有一种骚扰伊蚊，可以离开它们的抚育地远飞15英里路，相应于人的等效距离为3,000英里。假如按照这种情况，那么一个男人就必须在30,000,000平方英里的范围内去寻求异性，这个数值等于地球总陆地的一半。如果没有一些方法使得相隔一定距离的两性相互之间发送信号，那么，动物的种族前途确实也就很渺茫了。

然而，昆虫与其它许多动物相比还是比较大的。在某些种类蛾子的耳朵里面，寄生着许多蜘蛛的极其微小的亲属——螨。蛾子的耳朵显然已经很小了，但螨更加渺小，蛾子一只耳朵内可以栖息着许多螨。我们可以想像，对于身长只有五十分之一英寸而又不能象昆虫那样飞行的螨来说，世界又是何等的广阔！但无论怎么样，如果要进行交配的话，雄螨总得有办法可以找到雌螨。由于两性都被引到同一只蛾子耳朵内，这也就部分地解决问题了。因为，一旦雌螨和雄螨都找到了同一只蛾子，它们双方之间的寻找范围就变得相当于人们在一个足球场大小的范围内找寻伙伴。然而，又产生了另一

个问题，那就是这些螭在吃食物的过程中会损坏蛾子的耳朵。而蛾子正是用耳朵来监听它们的主要敌人——蝙蝠的猎食声和设法躲开它。因此，根本的问题是使螭不侵袭蛾子的双耳，不使后者完全致聋。而它们也确实不是这样做的。螭所在的世界是无限广阔的，它们靠找到蛾子而生活，并且在蛾子耳朵内找到自己的同伴进行交配，它们也具有使得它们和蛾子都得以生存下去的通讯系统。

通 讯 的 定 义

动物之间的通讯包含着某个动物发出化学或物理的信号，当该信号一旦为另一动物所接收，就会影响该动物的行为。

这一定义看起来是很直接了当的，但也有一些费解的地方。例如，当人把蚊子引到他温热的身体上时，这也是通讯吗？当然，我们不会这样来考虑的，因为蚊子只是对人没有能加以控制的一些特征产生反应。也许人们会说，人发出热量并不是为了引诱蚊子，倒是一只雌蛾却往往为了引诱雄蛾而发出一种气味。这里就存在着目的这样一个问题，我们不可能知道雌蛾发出气味是否有任何目的。但只要把通讯看做是当发信号者能利用某些特殊的结构和方法去产生信号时，我们就可以避开这个难题。

某些人往往会将所谓“通讯”认为是一个个体向某一距离内的另一个个体发出信号。然而，这种看法太局限了。难道

我们不能把一个人握着另外一个人的手表示同情也认为是发生了通讯吗？为什么我们要摒弃动物触觉的通讯呢？

当花朵发出香气引诱蜜蜂时，花与蜂发生通讯了吗？的确，蜂的行为受了香气的影响，因此，可以认为香气是一个化学的信号。我们可能以为，植物是不会产生信号的，因为香气是花朵所固有的。对这种看法不幸的是，有些植物仅仅是当昆虫在白天或黑夜来传播花粉那个时候才发出气味。如丝兰属植物，只在夜晚开花，其时也正是丝兰蛾活动的时候。无疑，这不是一个典型的例子，它更类似于人体热量对蚊子的引诱。

从我们的目的来看，将采用下述这样一种概念，即在动物的通讯过程中，发信号者和受信号者都是同一种类的动物。某一种的个别动物对另一不同种动物的信号有反应，这可能是通过学习得到的，而通常该种的其它动物却并不显示这样一种反应。试以非洲指蜜鸟为例，该鸟以蜂蜡为食，但它们又无力撕破里面呆有蜂群的空心树。然而，如果有一只鸟发现了这样一棵有蜜的树，它就会向类似獾的一种哺乳动物、鼬鼠或人发出信号，在它们的头顶上飞舞，发出叫声，那时，受信号者会懂得它的意思并跟着它来到这棵树旁，捣毁蜂巢，杀死蜂只并窃走蜂蜜，而留下来的蜂蜡就稳稳当当地为指蜜鸟所食了。

我们采用的通讯定义可用图 1 来说明。图示说明一个发信号者在内、外因素影响下，发出一种称为信号的化学或物理的实体，并为受信号者的感觉器官所接受，引起受信号者内在情况的变化，并导致其外部行为的改变。我们可以科学地来

• 4 •

研究这整个动作过程的每个时期：发信号者产生信号的方法，内、外因素对所用方法的影响；信号的化学或物理本质；接收信号的方式；在内、外因素影响下受信号者的反应。

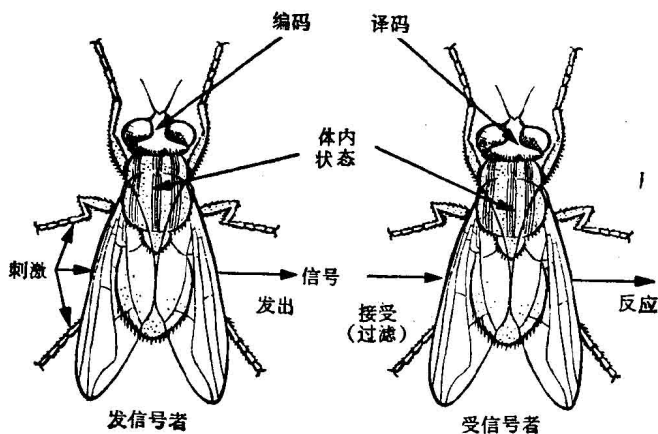


图1 动物通讯的图例

动物界的通讯

上述定义的通讯，发生于整个动物界。假如粘液霉菌也算是动物的话，它是最简单的动物了。粘液霉菌很小，像阿米巴一样，其生活史中的大部分时间是在树林地上来回蠕行觅食。粘液霉菌只在生殖时形成多细胞群体。粘液霉菌个体发出一种特殊的化学物质以引诱附近的同伴，后者徐徐向前者靠拢，并与之融合形成繁殖体。

在动物界的高等而又复杂的动物中，人和蜜蜂有着精巧

完善的通讯系统。蜜蜂能很精确地向蜂巢里的伙伴反映食物的距离、方向和性质的消息。大家知道，人的通讯系统是动物界所有通讯系统中最精巧和最灵敏的，甚至可以把信息传给下一代。

动物在日常生活中应用通讯系统的程度，直接与感觉神经系统的发展水平有关。例如，具有简单神经系统的水母，一般说来只有少数的通讯渠道和很少的通讯。另一方面，象昆虫和脊椎动物，具有发达的感觉器官和高度发展的神经系统，它们能发出用于各种目的的信号。

通讯的信号必须通过感觉器官才能被接受，感觉器官的性质决定了可以用的通讯渠道。触觉和化学感觉（如味觉和嗅觉），几乎在所有动物中都是高度发达的，在一切为通讯用的感觉器官中，它们是用得最广泛的。然而，在脊椎动物和昆虫中，视觉和听觉高度发达，它们是主要的通讯渠道。与其它感觉器官的信号相比，视觉和听觉的信号能更精确地传递更多的消息。

动物对通讯的利用

人主要靠说话和书写来传递消息，大多数都具有社会意义；其中一部分涉及到异性之间的关系。另有一小部分，是传递关于周围世界那些并不马上关系到人类生物学需要的信息，如本书对人类就是这样的一类信息。后一小部分信息在动物的通讯系统中可能是不存在的，因为它们的生活时刻存

在着危险，以致不能在这上面多浪费时间。但动物所传递的信息种类，实际上却与人类同样的多。

人能辨认他的同类这是不成问题的，虽然这也可能涉及到要区分不同的人群或种族。但动物却需要有能力来区分同一种类的其它成员，为此目的，它们就必须要有具有通讯的信号。在某些动物当中，种的辨认常常被用来形成群集，但并不都是这样。通常，除在交配过程中外，动物总是或多或少的彼此分开生活，它们可以利用信号来分清本族和异族的动物，这样，才能彼此维持一定距离，保证每个动物获得食物。

只要动物之间存在着一定的社会关系，通讯信号就常常被用于许多目的。即使动物不群集在一起，它们也可以发出警戒信号用以警告其它的同伴。这些信号可以用来召集同伴结群与敌战斗，以击退来犯的掠劫者。大多数动物是分开觅食的，而高等动物是共食的。在这种情况下，经常用信号来指出食物的所在。如某些鸟类那样，信号也可能只是引诱性的；或者象那些社会性昆虫中，信号进化成一种复杂的导向信号，用它来引导同伴离开巢居处奔向远处的食源地。

在交配过程中用的信号是最重要的动物通讯信号。两性一定要设法相聚才能产生为奠定下一代所必需的受精卵。不同种类的两性动物，在外表差不多的情况下，种的辨认就变得倍加重要了。若精子不能与卵子相接触，卵也就不能受精。通讯信号对相互辨认本种类的动物起着一种“口令”的作用。它们也为两性的相聚提供一种比仅仅是漫游的机遇更为可靠的方法。

当两性相遇时，在求爱和交配过程中常常可以用通讯信号。性引诱信号通常只是一种初步的辨认。在发生真正的交配之前，必然要先进行确切的识别。蜘蛛的求爱舞蹈和鸟的求爱礼仪都是用来识别异性的，并为两性的最后交配行为做好准备。一般说来，交配是一种颇为严格的过程，要求两性之间很好的协调。它也常常包含着动物平时某些习惯的反常，例如，对经过面前的任何东西采取猛烈进攻的食肉类动物，它们并不向未来的配偶猛扑过去，也不杀死它们。

交配活动的结果，导致受精卵的产生，并最终孕育出幼年的动物。虽然某些动物并不照料产下来的卵，也不照料幼年动物；但多数的动物都能很好地照料产下来的卵，或既照顾卵又照顾幼年动物。如果雌、雄动物双方一起照料它们生下来的卵，那么，它们彼此之间必然有办法互通对食物和对危险发出的信号。象鸟和哺乳动物那样，成年动物仔细地照料幼年动物，发展了家庭生活。而且，由于幼年动物对成年动物所用的信号也要有反应，这就增加了成年动物所用的信号的重要性。当幼年动物成长起来时，也发展了自己的信号，这些信号也影响着它们双亲的行为。人作为一种高度进化并有社会组织的家庭的动物，已经发展成最精巧完善的通讯系统，这并不是偶然的事。

为什么要研究动物通讯

生物学家研究动物通讯至少有三方面的理由。第一，希

望通过对动物通讯系统的了解，有利于管理有益动物的种类和控制有害动物的种类。第二，生物学家们相信，对动物通讯的研究将揭示人类通讯的生物学起源和提供除了我们目前已有的方法之外的其它通讯方法。对人类来说，这些都是有用和有益的。第三，动物学家常常有一种过高的目标，那就是要更多地了解动物。在动物学家当中，长期以来一直有两种分歧的观点：一部分动物学家认为，动物是完全象一种可以预知的机器；另一部分人则认为动物是复杂神秘的有机体。对动物通讯的研究，可以帮助我们支持或者排除上述的观点。确实，我们有充分的理由采用化学和物理学所能提供的一切方法来研究信号发送者的生理学，信号的物理和化学的性质，以及研究受信号者的感觉器官把信号转换为一系列神经冲动的方法。然而，当信号到达受信号者的中枢神经系统时，我们也看到其中一些不确切的成分。上述这些过程都不需要动物有什么神秘的力量。即使是复杂程度难以想象的人类的头脑活动，也是有局限的。或许，困难的是当面临着如此复杂的情况时，我们自己的通讯系统也会出现故障。

一般来说，动物通讯的研究集中在对动物行为的了解。越来越多的生物学家认识到，仅仅知道动物内在的化学和物理过程，对动物还是不能有透彻的了解。并非这些过程不重要，而是因为这些过程最终的表现形式是动物个体的和社会的行为，但一般说来，目前它们还是决定不了的。这是一个迷人的研究领域，我们将在本书中加以论述。

第二章 动物通讯的机制

通讯信号在本质上是化学或物理性的。它们被发送到已经充满了其它化学或物理实体的环境中。气味被发散到充满了其它气味的空间，声音被传送到充满了其它声音的空间。如果动物用信号来辨认种类和传递特殊的消息，那末信号就应该具有一种重要的属性：即发现信号的时间和地点有很大的不可靠性。

在午夜或在海洋深处，有规律的闪光就有很大的不可靠性。因为有的动物可以产生一种用作视信号的闪光。对一种有一定时间结构的特殊声音，例如一系列有规律的重复的唧唧声，这就很难确定，它是否只是由于风吹树枝而引起的结果呢？这种不可靠的信号必然要输入到对受信号者有作用的那些感觉渠道。

动物所用的感觉渠道

几乎所有的感觉器官都被动物用来通讯。许多动物可用一种以上的感觉渠道，某些较高等的动物可以利用所有的感觉渠道，而常常是用一种以上的联合感觉渠道，以此保证自始至终能获得信号。我们将用实例讨论一切可能的信号渠道。