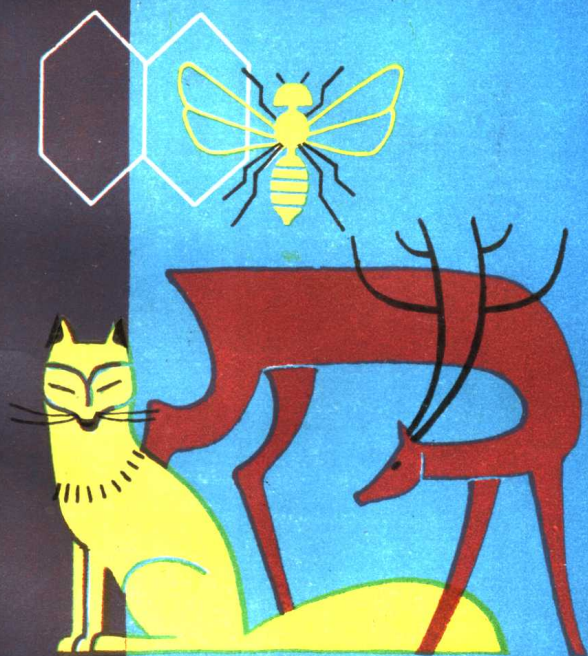


中学生文库

HENG WENKU

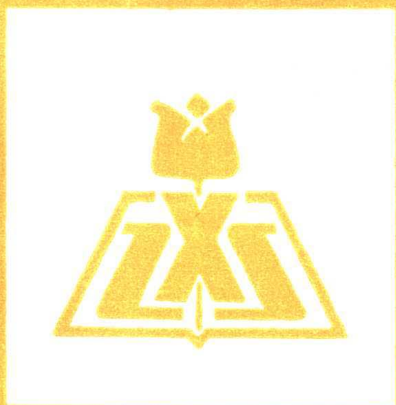
ZHONG

动物的化学语言



上海教育出版社

中学生文库



ZHONGXUESHENG WENKU

动物的化学语言

范志勤

上海教育出版社

责任编辑：李方淑

封面设计：范一丰

中学生文库 动物的化学语言
范志勤

上海教育出版社出版发行

(上海永福路123号)

各地新华书店经销 上海崇明印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张5.25 插页2 字数95,000

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数1—7,000本

ISBN7-5320-0710-3/G·607 定价：1.55元

前 言

动物的通讯形式是多种多样的。不仅有用声音和姿态等传递信息的物理形式,而且包括用化学信号“交谈”的化学通讯。研究成果表明,动物的化学通讯在动物的信息传递中占有重要地位,并对动物的生殖、生长等种种生命活动具有极大的制约作用。研究动物的化学通讯,旨在揭示动物化学语言的结构、内容、传递方式及其同生命活动的关系。

进入70年代,国际上对动物化学通讯的研究迅速展开,并不断拓广和加深。其原因固然是拟通过探究动物的化学语言,以便揭开它的“会话”之谜,使人类对自然界的认识向前迈进一步,同时还源于动物的化学通讯是行为生物学、化学生态学、生物信息学的核心问题,是几个分支学科相互汇聚的生长点,对它进行研究具有重要的理论意义。

另一方面,化学通讯又与生产实践有着密切关系。例如,我国在研究几种危害森林和果树害虫的基础上,利用它们的语言信号引诱并灭杀害虫,减少了树木和水果的损失,

取得了一定的成效。作者通过研究绵羊以化学语言进行通讯的特性而试制出的促进绵羊发情试剂，经中间试验及推广应用，不但缩短了配种时间，还提高了受配率、产羔率，增加了毛、肉、奶的产量，获得显著的经济效益。这些研究成果，初步显示了动物化学通讯研究的应用价值。对该领域新成就的运用已经或正在引起农、林、牧、渔、医等行业发生巨大的变革。我们相信，进一步开展对动物化学通讯的研究，一定能为科学技术的发展作出贡献，为全人类造福。

我国对化学通讯的研究始于70年代中，这恰恰是本学科在世界上蓬勃兴起的初期。十几年来，经过我国科技工作者的艰苦努力，研究工作取得了一系列引人瞩目的进展，许多方面正在步入世界前列。作者通过十几年从事化学通讯研究的实践，深刻体会到这一学科的重要性及发展的广阔前景，迫切感到有必要向我国的广大青少年介绍这方面的工作，普及这一领域的知识，以便为本学科的继续发展奠定基础。

尽管本书重点在于阐述动物的化学通讯，但为了便于读者理解化学通讯作为动物传递信息的一种方式，在动物通讯中所占的地位，作者有意在体裁安排上首先介绍了多种多样多姿的动物通讯方式，然后分门别类叙述了动物化学信号收受者的反应，化学语言的丰富含意，动物发出化学信号的方式，化学语言的特性等内容。

近年来化学通讯科学的研究已初具规模，粗成体系。为了在这样一个有限的篇幅内向大家介绍这一新兴学科的

全貌、发展状况及发展前景,并兼顾系统性、趣味性,殊属不易。作者不揣浅陋,力图用浅显的语言,充满情趣的实验,抛砖引玉,希图激发读者的兴趣,使更多的青年立志从事这一科学前沿领域的研究,为我国科学事业赶超世界先进水平而努力。

另外,我们在叙述化学通讯的基本概念、基本内容的同时,把我们自己所进行的有关研究工作,选出其中一部份内容,介绍给大家,以利读者了解我国的研究状况。

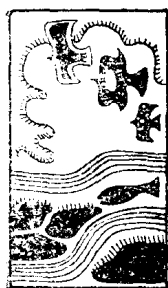
我们十分感谢“上海教育出版社”提供这样一个机会,能将这一崭新的领域介绍给大家。但限于作者的水平,错误与疏漏之处在所难免,欢迎同行和广大读者提出宝贵意见。

作 者

1987 年于北京

目 录

一、为什么研究动物通讯·····	1
(一)什么叫通讯·····	2
(二)动物怎样利用通讯·····	4
(三)研究动物通讯的意义·····	6
二、五花八门的通讯方式·····	12
(一)视觉通讯·····	13
(二)声音语言的奥秘·····	21
(三)奇妙的触觉通讯·····	28
(四)水下发电站·····	33
(五)动物其他形式的语言·····	36
(六)新奇的化学语言·····	40
三、动物的化学通讯·····	41
(一)奇妙的化学语言·····	42
(二)“交谈”的对象·····	46
四、化学语言词典·····	52
(一)空间的气味标记·····	53



(二) 辨认伙伴.....	65
(三) 寻找配偶.....	69
(四) “计划生育”.....	76
(五) 警戒和防卫.....	84
(六) 群体行为.....	90
(七) 动植物的对话.....	101
五、化学语言的发放和传播.....	107
(一) 语言的发源地.....	107
(二) 散布信号的技巧.....	115
(三) 交谈的有效距离.....	119
六、灵敏的嗅觉和味觉.....	122
(一) 嗅觉之谜.....	122
(二) 味觉的妙用.....	127
(三) 内因、外因的控制.....	131
七、化学语言的特点.....	137
(一) 本国语和世界语.....	137

(二)矛盾的統一..... 141

(三)多组分构成..... 142

(四)严格的配比..... 144

八 化学语言的启示..... 146

(一)以假乱真..... 147

(二)增殖新法..... 149

(三)仿生种种..... 154

(四)气味疗法..... 156

(五)信息流..... 157

一、为什么研究动物通讯

自然界中生存的动物种类繁多，生物学家估计现在生存的约有 150 余万种。在这多姿多彩的动物界中，动物彼此间总要互相联系，进行通讯，才能生存，才能繁殖后代。动物通讯的方法越多，彼此协调的越巧妙，动物适应环境的本领就愈强，获取食物机遇愈多，抵御天敌或捕食者的能力愈大，生殖的效率也就愈高。

一些动物以独居方式度日。虽然它们营独栖生活，但一生中总要与其他动物发生接触，至少在繁殖时期，雌雄需要聚到一处繁殖，母亲与幼仔之间也要互相辨认、召唤、哺喂。

另一些动物相聚成群，分工合作，组成了复杂的社会结构。像蚂蚁和蜜蜂的社会，每个个体各有自己相应的地位和职责：它们彼此间必须保持密切联系，才能维持严密的社会组织。可见，无论是独居动物，还是营群居生活者，通过通讯的途径进行相互的联系是必不可少的。

(一) 什么叫通讯

一般来说,通讯是指一个动物在内外因素影响下,发出一种或几种信号,它们有的是化学的,有的是物理的,另一动物接收这些信号以后,引起受信号者内部情况的变化,并导致外部行为的改变。我们用图 1-1 示意动物的通讯过程。有时动物接收信号后,我们并未见到影响它们的行为,这时动物把信号贮存起来,影响以后动物接收其他信号的过程。譬如,动物再接收其他信号时,信号的刺激强度、刺激量和作用时间,在都低于正常水平的情况下,仍能引起收信号者的反应。也就是说,由于前一个信号的作用改变了随后所接收信号刺激的反应阈值。

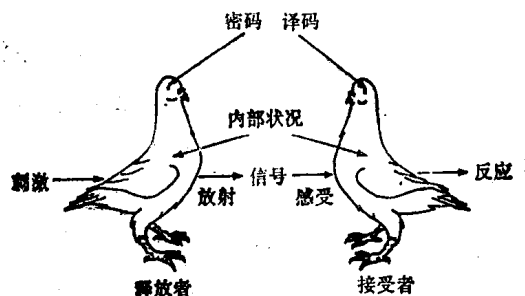


图 1-1 动物通讯示意图

各种动物用以通讯的形式很多。通常,按与通讯相连的感觉器官区分通讯的类别。接收信息的感受器就是我们所说的感觉器官。最主要的有视觉、听觉、味觉、嗅觉、平衡

器官和皮肤的感觉器官等六种。

还有多得难以计数的“次要”的感觉器官。皮肤里有许多感受器：有负责“触觉”的感受器，它们能感觉轻微的接触；有的能感觉到强烈的碰撞，它们让动物产生疼痛的感觉；有的负责感觉寒冷；还有的会感觉温暖。皮肤里的感受器还有许许多多，有些尚未被认识，故难以统计它们确切的数目。

内部器官也有很多感受器，有的专门鉴定吃进胃里的食物的质量；有的分管测量血压的高低；有的司检验溶解于血液中的二氧化碳含量。这些感受器的分工明确，虽然动物并不知晓，但它们一直不停地工作着，因为它们的信息并不进入动物的意识，而是由内脏直接传入大脑，形成不间断的信息流。

数百万年以来，我们地球上的动物王国经历了漫长的进化过程，原始的单细胞生物几乎没有感受外界刺激的能力，现代的人类却有了众多的发育完善而又灵敏的感觉器官。感觉器官的性质决定了可采用的通讯渠道。动物视觉、听觉高度发达，是主要的通讯渠道之一。近来研究表明，几乎所有动物都有发达的味觉和嗅觉，它们在通讯中是应用得最广泛的渠道，这种通讯方式叫做化学通讯。动物间的通讯，俨然像人类进行交谈一样，我们不妨把这些交流方式叫做“语言”。当然，动物间有的是用“化学语言”谈话，有的用鸣声交流情报，有的用“舞蹈语言”表达感情等等。本书的编写目的，就在于重点介绍动物间最常用的这种化学

语言系统。

(二) 动物怎样利用通讯

俗话说：人有人言，兽有兽语。人类创造了生动的语言，优美的文字，丰富的词汇，用以交流思想，表达感情。动物的通讯系统虽然比不上人类完善、发达的通讯系统，却也是五花八门的。它们能有效地传递信息，在动物生活中起着十分重要的作用。

对动物来说，通讯范围之广阔是人类难以想象的。以蚊虫为例，一只蚊虫寻找配偶要搜寻直径为 4.83 千米的范围；而一种加拿大蚊，雌、雄互相找寻，需侦察直径为 24.5 千米的范围。人体比蚊虫大许多倍，如果将此倍数乘以上述侦察范围，那么像人这样大小，侦察的面积相当于地球表面积的 $1/2$ 。试想，需在如此巨大的空间里寻找配偶，相遇机会是多么稀少。为此目的，雌雄蚊虫之间必须具有通讯的信号。

平日，动物大都分开生活，相隔开的距离有远有近。动物依据信号，辨认同种成员，一方面根据这种识别，互相聚拢靠近。另一方面依据信号分清本族和异族个体，使得彼此维持一定距离，保证每个动物都有一定的空间，占有一定的资源，以便能获得食物。

在群居动物中，通讯的功能很多，如发出报警信号，召集同伴结群战斗，攻击入侵者；或者报告危险，令同族成员

隐匿、躲藏；利用信号指示食物的所在等，都是动物应用得很广泛的一类通讯。蚂蚁用示踪外激素指示食物的方向和位置，这些信号往往进化成复杂的导向信号，蚂蚁用它引导同伴奔向食源地去。

繁殖时期动物的通讯最为重要，两性必须聚到一起，使精子与卵细胞结合，才有可能繁衍后代。第一步，首先需要两性彼此准确地辨认。性引诱信号是最初的辨识信号，但是，在交配之前，还需要确切的识别。接着，在协调两性个体，完成严格的交配过程中，仍需要精确的通讯过程。这种准确无误的信号对动物的繁殖起着十分重要的作用。以鸟类为例，一只鸟蛋大约是母体体重的 15~20%，很多鸟一窝蛋的重量会超过雌鸟的体重。随后雌鸟还要花费大量精力用于孵卵、育雏。在繁殖季节，雌鸟若择偶不慎，孵化不出幼鸟，或者养育不出合格或是优秀的后代，就会错过一个繁殖季节。对生命短暂的雀鸟来说，这该是多么大的浪费！于是，大自然通过选择，赋予它们以精确的通讯系统，多次严格地互相辨认，把失误的机会减至最低，保证繁殖的成功。

成年动物对幼仔的精心照料、哺育，使得幼年动物逐渐熟悉了成年动物所用的信号，并对它们产生反应，形成了幼年动物与成年动物的通讯系统。另一方面，幼年动物也发展了自己的信号，不但在幼体间传递信息，这些信号也影响着双亲的行为。

可见，通讯尤其是化学通讯，在动物的生命中有极为

重要的作用。它们影响动物的生长、生殖、分化,决定着群体结构的形成,个体、群体间的联系,调节着防御、进攻、迁徙、划分等级、聚集、标记等一系列的行为,从而影响动物的全部生活。试想,动物间若没有微妙的通讯系统,岂不导致物种的覆灭吗!

(三) 研究动物通讯的意义

1964年弗林斯夫妇的《动物通讯》一书问世,这是第一本以通讯命名的书籍。70年代以来,随着科学技术的进步,有关动物通讯的研究获得蓬勃的发展。开始,人们按化学的、物理的等不同感觉渠道研究动物的通讯系统;后来又有人研究不同分类系统的动物的通讯过程,试图寻找进化的线索;还有的学者对动物通讯所承担的功能系统进行了研究,这些研究促使人们对动物通讯有了较多的了解,认识到它们在动物生活中的作用。80年代,加强了动物通讯的生态学及生理学的研究,弥补了以前在这方面的不足。近来,对昆虫、海洋哺乳动物及灵长类通讯的研究工作和著作如雨后天晴般的出现,特别是对动物化学通讯的研究迅速兴起,受到各国科学工作者的普遍重视。所以化学通讯的研究突飞猛进,促进了这一新兴的研究领域的建立和发展。

那么,人们为什么对动物通讯抱着如此强烈的兴趣呢?首先,动物学家认识到,要想深入了解动物,必须研究动物的通讯,研究动物的行为,因为它们才是动物内在的物理和

化学过程的最终表现形式。对动物通讯的研究，采用化学和物理学提供的方法，研究发出信号者的生理、信号的物理和化学性质、接受信号者的感觉器官、信号转换成神经冲动的方法、动物的行为表现等。最近特别加强了对动物行为的研究。这些研究对阐明动物的内在机制很有帮助，能够破除所谓神秘力量控制着动物的观点。

人们从动物的通讯中，会得到许多启示。无疑，研究动物通讯对于揭示人类通讯的生物学起源定会有所帮助，并将为此提供确切资料。假如，动物通讯与人类之间的通讯有相似之点，那么，对动物的感觉系统进行研究，以改善人类感觉系统，帮助丧失视、听的盲、聋残疾人和精神病人，突破通讯障碍，也将是人们感兴趣的问题。

科学家研究动物的通讯，特别是化学通讯对于人类自身来说，还有一个目的，就是期望从这些研究中，探寻一种崭新的通讯方法，去适应全新的环境，弥补现有通讯方法的不足。

如前所述，地球对于大多数动物是一个极其宽广的世界。身长只有1厘米的苹果蠹蛾，需要在直径数千米的范围内找寻同伴，试想，若没有准确、有效的通讯系统，怎么能完成这样艰巨的任务？随着航天技术的发展，人类将迈向更广阔的宇宙空间。在宇宙中，人们面临的是广阔无边的世界。人类在太空中所处地位，从大小的角度衡量，恰似那些纤细的小动物在地球上的地位一样，特别需要各种各样有效的、远距离通讯方法，以保持人们彼此之间的联系。不仅

如此,还要保证这些联系不出现失误。

我们知道,月球上没有大气,声音信号不能像在地球上一样被传播开来;地球上空笼罩着的浓雾,也影响视觉通讯的效果,为此需要发掘新的通讯方法。

动物释放极微量的化学信息,在相当远的距离外,供接收者辨认、识别。它们的活性强,极少出现误差,人们逐渐了解到化学语言是一种丰富、细腻、准确和有效力的通讯方法。对这种通讯能力进行模拟复制,可否用于宇宙通讯中,是人们努力探索解决的问题之一。从动物通讯中提炼的方法或知识,将会帮助人类提高在宇宙中生存和发展的能力(图 1-2)。

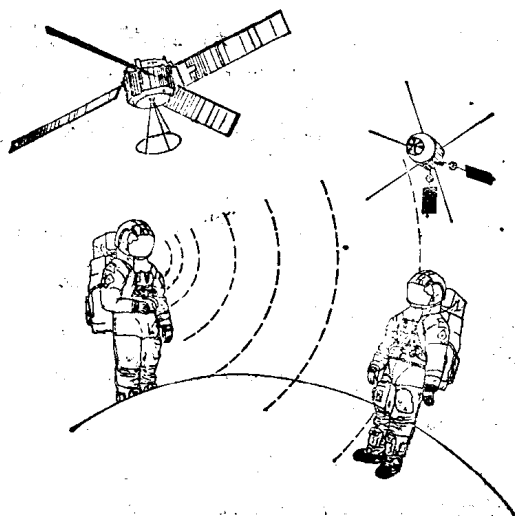


图 1-2 宇宙中的通讯设想