

2-49

奥秘揭开之后

内 容 简 介

本书作者以生动、形象的艺术手法，向读者介绍仿生学方面的知识。它告诉人们在历史上许多重大的科学技术发明创造，如飞机、潜艇、响尾蛇导弹、雷达、电子计算机及机器人等都有生物启示的一份功劳。对于生物的研究，可以向其它学科，特别是应用技术方面提供新的设计思想和原理，从而推动科学技术的不断发展。该书可供自然科学爱好者，特别是青少年，在校师生及广大群众阅读。

奥秘揭开之后

王敬东 编著

于才民 插图

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂临沂厂印刷

*

787×1092毫米32开本 9印张 156千字
1981年6月第1版 1981年6月第1次印刷

印数：1—5,000

书号 13195·50 定价 0.73元

前 言

当银色的飞机翱翔在蓝天时，你可曾想到这里有鸟儿的一份功劳；当喷水拖船在浅水地区飞速前进时，你可曾想到其中包含着鸟儿的启示；当圆锥形的电视塔在狂风中巍然屹立时，你可曾想到这是人们向云杉学习的结果；当光色悦目的日光灯在夜间大放异彩的时候，你可曾想到夏夜里闪烁着碧莹光芒的萤火虫就是它的样板……

翻开自然科学技术史册，可以看到，历史上许多重大的科学技术发明和创造，都有生物“启示”的一份功劳。

据传，距今两千多年以前，我国春秋战国时代著名的工匠和发明家鲁班，有一次上山伐木，无意中被野草划破了手指。他对于草叶为什么如此锋利，进行了仔细地观察，发现这是由于叶片的边缘具有尖齿形突起。鲁班由此受到启示，发明了用铁片制成的锯子。这种锯子一直延用到今天。

四百多年前，意大利的画家，同时又是科学家和工程师达·芬奇，研究了鸟类和蝙蝠的体型结构和功能，设计了扑翼机——在人身上装上一对翅膀，利用脚的蹬力而扑动的飞行器。后来，人们在丰富的实践基础上，研究了鸟类的飞行动力学，在1903年发明了飞机。

从鲁班和达·芬奇的故事，使我们知道一个道理：自然

界的生物经过了亿万年发展演化，它们在适应环境、防御天敌，并求得自身的生存和种族的繁衍过程中，受过自然条件的严峻选择，其结构和功能均达到了高度完善的程度。人们从生物的结构特征、功能效率、能量转换和信息调节等方面，都可以学到不少东西，并以此为发展的基础，进而为人类服务。

随着科学技术的不断发展，一门研究生物机能系统的原理来建造人造技术系统，或者使人造技术系统具有或类似于生物机能系统特征的一门科学——《仿生学》，于1960年便应运而生。

亲爱的读者，《奥秘揭开之后》就是要向你说明，对于生物的研究，可以向其他学科，特别是应用技术方面提供新的设计思想和原理，从而推动科学技术的不断发展。科学技术的道路充满着艰难险阻，时常会出现“山穷水尽疑无路”的绝境，如果科学家们善于在生物界寻觅和捕捉“启示”，乐于接受生物的启发，往往就会“绝处逢生”，迎来“柳暗花明又一村”的美景。

亲爱的读者，今天的仿生科学，犹如一座百花斗艳的大花园，光彩夺目，绿树千重，蕴藏着无穷的奥秘，等待着我们去探索。

目 录

一、奇妙的“语言”	(1)
弗烈希教授的决心	(1)
“侦察兵”的欢乐舞	(2)
方言土语	(5)
寻芳采蜜	(6)
生物钟	(7)
偏振光天文罗盘	(9)
二、紧盯运动目标	(12)
舌无虚发	(12)
实验者的发现	(14)
应用在军事上	(16)
三、侧抑制作用	(19)
从神话到现实	(19)
哈特兰的研究	(21)
电视得到改进	(23)
四、千里报平安	(25)
义务“通讯兵”	(25)
远程返航	(26)
“监视”飞进来的	(28)

五、“响尾蛇”导弹	(31)
“响尾”之谜	(31)
红外线和“热眼”	(33)
跟踪追击	(35)
六、“逐臭之夫”新传	(37)
陀螺效应	(37)
“蝇眼”照相机	(39)
气体分析仪	(40)
七、靠鼻子生活	(42)
可靠的助手	(42)
非同一般	(44)
胜似真狗	(46)
八、雷达和反雷达战术	(48)
空中飞兽	(48)
斯潘兰察尼的实验	(49)
回声定位	(51)
超声感受器	(52)
盲人的“眼睛”	(54)
新型显微镜	(56)
值得借鉴	(57)
九、风暴来临之前	(60)
奇怪的“眼睛”	(60)
感知次声波	(62)
有益的贡献	(63)

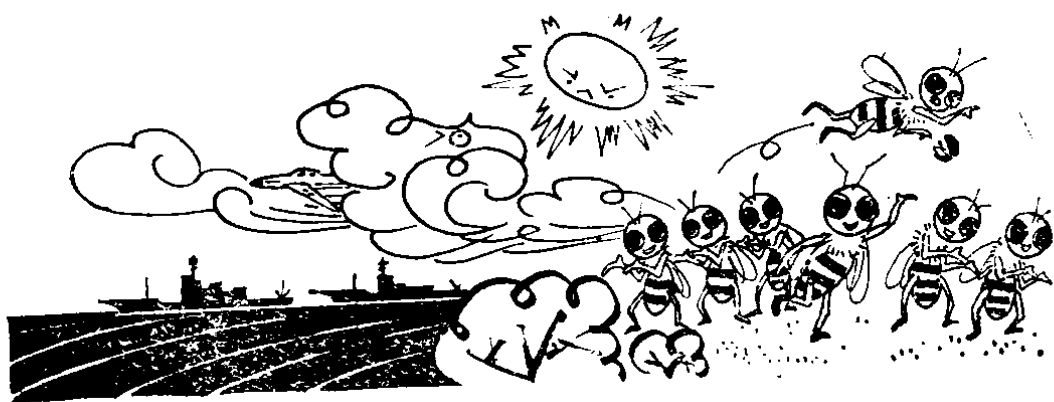
十、蜘蛛引出的课题.....	(65)
从模仿蜘蛛开始.....	(65)
在蚕儿身上打主意.....	(67)
请化学家帮忙.....	(68)
超过自然.....	(71)
新的突破.....	(73)
十一、向模拟酶进军.....	(75)
生命的基本元素.....	(75)
制造氮肥的“车间”.....	(76)
近亲和远邻.....	(78)
固氮的秘密.....	(79)
向固氮酶学习.....	(80)
十二、生产牛奶的“机器”.....	(82)
理想的食品.....	(82)
别具一格.....	(84)
巧夺天工.....	(86)
十三、生命在零度以下.....	(88)
动物的“法宝”.....	(88)
诱发与控制.....	(91)
人遭受严寒以后.....	(92)
如果把人冷冻起来.....	(94)
更大胆的设想.....	(97)
十四、“气味语言”的妙用.....	(100)
黄昏后赴约.....	(100)

闻味而动.....	(101)
自投罗网.....	(104)
诱人的未来.....	(106)
十五、神奇的“膜”	(108)
从细胞谈起.....	(108)
奇异的特性.....	(109)
工业的“轻骑兵”	(111)
救死扶伤.....	(112)
十六、造船家的“宠儿”	(114)
“巨人”与“侏儒”	(114)
“举儿”仪式.....	(115)
遨游和潜水.....	(116)
造船家的烦恼.....	(118)
鲸形核潜艇.....	(120)
十七、引人注目的海豚.....	(122)
优秀的“领航员”	(122)
智力仅次于人.....	(123)
鲸族中的成员.....	(125)
潜水能手.....	(127)
依靠声音“看”东西.....	(129)
海防声纳侦测器.....	(132)
克雷默的探索.....	(134)
造船家爱上海豚.....	(137)
给舰船穿上“外衣”	(138)

十八、大海任鱼跃	(140)
“发动机”在哪里.....	(140)
谁主沉浮.....	(142)
“鱼尾”推进器.....	(143)
给船壳涂“润滑”液.....	(145)
有“鳍”的轮船.....	(146)
鱼和潜水艇.....	(147)
十九、喷水前进	(150)
海中“火箭”.....	(150)
作用和反作用.....	(152)
喷墨迷敌.....	(152)
在浅水中航行.....	(153)
二十、设计师的“参谋”	(155)
麦秆和自行车.....	(155)
新型无轮汽车.....	(157)
天才的“建筑师”.....	(159)
从蛋壳想到的.....	(162)
植物提供的设计蓝图.....	(163)
二十一、人羡慕飞鸟	(167)
天高任鸟飞.....	(167)
扑翼飞行和滑翔.....	(170)
理想是古老的.....	(172)
如果给人插上一对翅膀.....	(174)
十七世纪的结论.....	(176)

飞机出现了.....	(178)
快、高、远的纪录.....	(179)
鸟还值得羡慕吗.....	(181)
单人飞行器.....	(183)
把自行车骑到天上.....	(184)
扑翼飞行引诱着人们.....	(187)
二十二、珍贵的冷光.....	(190)
七月萤火.....	(190)
并非仅此一家.....	(193)
五彩缤纷的海洋.....	(195)
揭开荧光的谜底.....	(197)
各有千秋.....	(200)
荧光闪闪为谁亮.....	(203)
世界上最经济的灯.....	(204)
二十三、绿叶之谜.....	(208)
春华秋实哪里来.....	(208)
植物是靠喝水长大的.....	(210)
薄荷枝的启示.....	(211)
靠二氧化碳生活.....	(213)
沙克斯的贡献.....	(214)
太阳能的仓库.....	(215)
叶绿体的功绩.....	(217)
师生之间的分歧.....	(222)
卡尔文循环.....	(224)

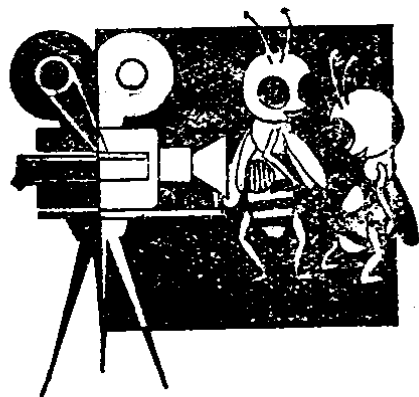
人工合成粮食·····	(226)
开辟新的能源·····	(228)
二十四、活的发电机·····	(231)
会发电的鱼·····	(231)
放电威力有多大·····	(233)
为什么能放电·····	(235)
放电干什么·····	(236)
重要的科研题目·····	(238)
二十五、大脑·计算机·机器人·····	(240)
最高指挥部·····	(240)
各负其责·····	(242)
有趣的神经传导·····	(244)
自动化时代的开路先锋·····	(246)
电脑的内幕·····	(250)
还要向大脑学习·····	(251)
奇妙的机器人·····	(255)
明天的机器人·····	(259)
二十六、生物电流和电子假手·····	(262)
报纸上的新闻·····	(262)
伽伐尼的发现·····	(263)
伏特的反驳·····	(265)
究竟谁对·····	(267)
“发电机”在哪里·····	(269)
认识在发展·····	(271)
为人类造福·····	(271)
并非异想天开·····	(273)



一、奇妙的“语言”

弗烈希教授的决心

你留心过蜜蜂采蜜吗？一只蜜蜂发现了蜜源，不消片刻，其它的蜜蜂就会纷纷前来。



从现象看，一窝蜜蜂好象乱哄哄，其实，它们从来不自盲目行动。不论什么时候，大群蜜蜂出动之前，总要先派几个“侦察兵”去探路。

如果一个“侦察兵”在果园里采到了许多花蜜和花粉，接着许多只蜜蜂也都会往那里飞去。

难道蜜蜂还有一种奇妙的“语言”吗？要不，“侦察兵”怎样把发现蜜源的消息，告诉同伴呢？

这的确是一个有趣的问题。

1923年，德国慕尼黑大学动物系主任卡尔·洪·弗烈希教授决心研究这个问题，想揭开蜜蜂世界中的这个奥秘。

他首先选择了一种黑色的奥地利蜜蜂作为研究对象。

为了便于观察蜜蜂在巢内活动，他在蜂箱的内壁上安上了玻璃，并用油漆给被观察的蜜蜂点上記号，同时，把蜜蜂的一切活动，用快速摄影机拍摄下来。

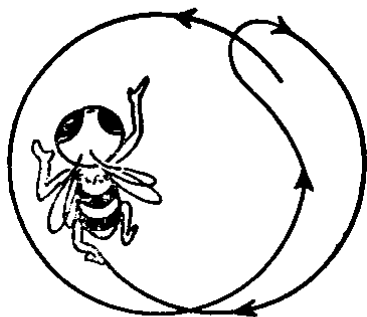
冬去春来，酷暑严霜。多少个日日夜夜，弗烈希教授绞尽脑汁，耗尽心血，以顽强的毅力战胜疲劳，赢得了胜利。蜜蜂的奇妙“语言”终于被他探索出来了。原来，蜜蜂是靠“跳舞”来传递消息的。

“侦察兵”的欢乐舞



仔细地研究起来，蜜蜂跳的舞蹈还是多种多样哩！

弗烈希教授曾做过这样一个实验，他在离蜂箱15米和1500米的地方摆上蜜糖罐子，给从1500米地方回来的“侦察兵”涂上红色，给从15米地方回来的“侦察兵”涂上蓝色。他看到这两个“侦察兵”所跳的舞不同，涂上蓝色的蜜蜂跳



圆形舞

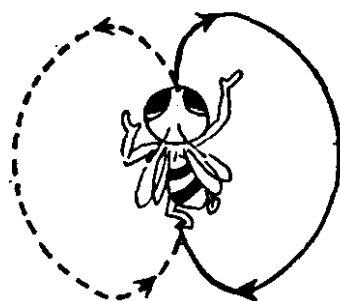
出一个又一个的小圆圈舞，涂上红色的蜜蜂则跳出“∞”字形舞。这样的实验反复了多次，结果都是一样。

如果“侦察兵”先跳的是几个圆圈，然后转一个方向再跳几个圆圈，这叫做“圆形舞”。“侦察兵”跳这种圆形舞，就是告诉同伴：“离家就近

的地方有食物。”

如果“侦察兵”先跳了半个小圈，换一个方向又跳半个小圈，再跑回来，好象一个“∞”字形，在直跑的时候，它腹部末端还不停地摆动着，这就叫做

“∞字摆尾舞”。“侦察兵”如果这种∞字摆尾舞跳得很慢，每分钟约跳8个“∞”字，尾部摇摆的次数很多，这就是告诉同伴：“花蜜离家很远。”如果舞跳得很快，每分钟约30多个“∞”字，而尾部摇摆的次数很少，这就告诉同伴：“食物离蜂房较近。”



∞字摆尾舞

有趣的是，蜜蜂通过舞蹈，不仅能指出花蜜离蜂房的远近，而且还能指出花蜜所在地的方向。

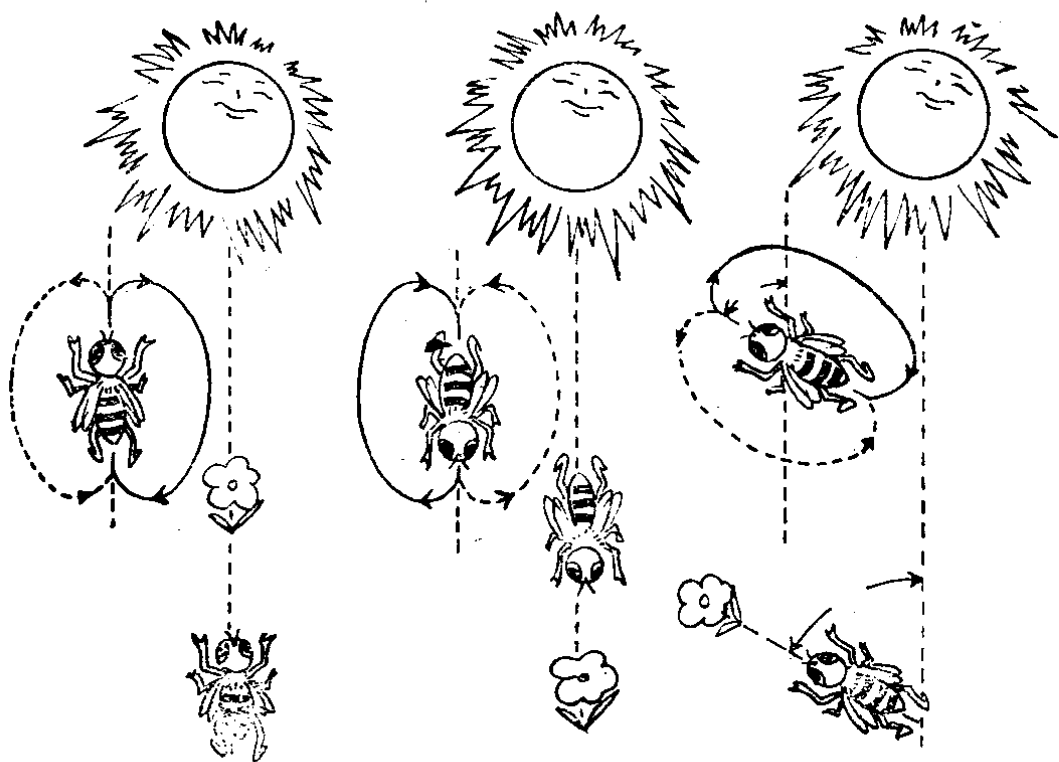
弗烈希教授又做过这样一个实验：在离蜂箱一公里的地方摆上一罐蜜糖，有几个“侦察兵”飞来了，又飞回去了。这时候，把蜜糖罐移到另一个地方，蜜糖罐和蜂箱的距离还是一公里。但这里竟没有一只蜜蜂飞来。而原来放蜜糖罐的地方，却飞去许多蜜蜂。它们绕着圈子，嗡嗡地叫着，好象说：“怎么啦？‘侦察兵’说这里有蜜，怎么没有呢？”

弗烈希教授还做了这样一个实验：他摆了二个蜜糖罐，蜜糖罐和蜂箱的距离一样。不过一个罐在蜂箱的北面，一个罐在蜂箱的南面。给飞往北面那罐的“侦察兵”涂上红色，飞向南面的涂上蓝色。这两个“侦察兵”回到蜂箱跳的舞都是“∞字摆尾舞”。实验结果好象没有什么不同，可是经过

多次观察发现：这两个“侦察兵”所跳的舞还是有所不同。涂上蓝色的“侦察兵”在跳两个半圈当中的直线时，是从下到上，涂上红色的“侦察兵”在跳两个半圈当中的直线时，则从上到下。不管实验多少次，都是如此。

随着实验的进展，蜜蜂的“语言”之谜被进一步揭示出来。

“侦察兵”如果跳“ ∞ 字摆尾舞”时，跑直线的方向是从下往上，这就告诉同伴：“朝太阳的方向飞能找到花蜜。”



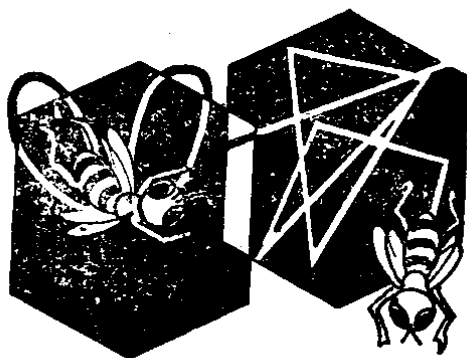
“侦察兵”如果跳“ ∞ 字摆尾舞”时，跑直线的方向是从上往下，这就告诉同伴：“朝太阳相反的方向飞能找到花蜜。”

“侦察兵”如果跳“ ∞ 字摆尾舞”时，跑直线的方向是在竖直线左 60° ，这就是告诉同伴：“飞向偏离太阳光左面 60° 角的方向可以找到食物。”

蜜蜂的飞行，始终是以太阳定向的。这叫做“天文导航”。当然，对蜜蜂来说，这完全是一种本能。

方 言 土 语

科学家是以黑色奥地利蜜蜂为实验对象，揭示了蜜蜂“语言”的奥秘，那么，在蜜蜂世界中，所有品种的蜜蜂的“语言”，都跟黑色奥地利蜂一样吗？



实验证明，各地不同品种的蜜蜂，还有着自己的“方言土语”哩！

科学家对欧洲的意大利蜂和亚洲的印度蜂、岩蜂、无刺蜂进行观察，把它们各自的“方言土语”都翻译了出来。

实验中发现，意大利蜂的语言和黑色奥地利蜂的语言有所不同。意大利蜂的“圆形舞”只表示大约9米以内有蜜源。要是超过9米，就改跳另一种舞——“镰形舞”，舞蹈路线的样式呈弯曲的镰刀形，“镰面”指向蜜源。当蜜源超过37米时，又改跳“ ∞ 字摆尾舞”。

印度蜂筑巢于树洞等黑暗、隐蔽的地方。岩蜂多筑巢在岩缝、树枝等光亮、空旷的地方。它们的语言基本上和黑色奥地利蜂相似，也使用“圆形舞”和“ ∞ 字摆尾舞”。但是，

各有自己的“方言”。当印度蜂距离蜜源为3.05米时，“圆形舞”变为“∞字摆尾舞”。而且印度蜂的“∞字摆尾舞”节拍比黑色奥地利蜂慢，而岩蜂又比印度蜂稍快。例如，距离蜜源为3.05米时，黑色奥地利蜂每15秒钟跳4.7圈，岩蜂跳6.7圈，而印度蜂只跳4.4圈。

产在斯里兰卡的无刺蜂，是蜜蜂世界中的“原始部落”。它们的语言最简单。当“侦察兵”发现蜜源后，不会跳“圆形舞”、“∞字摆尾舞”或“镰形舞”，只是在巢脾上乱跑乱蹦一阵，一股劲地冲撞同伴，引起蜂群骚动，让同伴们跟随它一起出去采蜜。领头的“侦察兵”飞行时遗留下上腭腺产生的一种特殊气味作为指示方向的标志。这种指示方向的办法是无刺蜂特有的，但效果不很好，对方向、距离指示得并不准确，因而跟随在后边的蜜蜂只得循迹搜索蜜源。

寻 芳 采 蜜

“侦察兵”从某一种植物上，采得花蜜后，通过舞蹈来报告这种植物的远近和方向，而其它的工蜂飞出去以后，又是怎样找到这种植物呢？



近几年来，科学家发现，在蜜蜂腹部第6、7两节之间有一个小小的腺体——纳氏腺。当“侦察兵”在某种植物的花上采得多量蜜汁时，就伸出纳氏腺，释放出一种化学信息素——纳氏腺素，回巢跳舞时，也释放这种纳氏腺素，同时用