



中华学生科普文库

35

XUESHENG KEPU WENKU



仿生探秘



中国物资出版社

中华学生科普文库（35）

仿 生 探 秘

主编 刘以林

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

仿生探秘/刘以林主编. —北京:中国物资出版社,
2005.5

(中华学生科普文库)

ISBN 7-5047-2356-8

I. 仿... II. 刘... III. 仿生—青少年读物
IV. Q811-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第040336号

责任编辑 黄 华

责任印制 方鹏远

责任校对 王云龙

中国物资出版社出版发行

网址:<http://www.clph.cn>

社址:北京市西城区月坛北街25号

电话:(010)68589540 邮政编码:100834

全国新华书店经销

保定市恒艺印务公司

开本:787×1092mm 1/32 印张:425 字数:3950千字

2005年5月第1版 2005年5月第1次印刷

书号:ISBN 7-5047-2356-8/Z·0148

定价:945.00元(全90册)

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《中华学生科普文库》编委会

- | | | |
|----|-----|-----------------|
| 主编 | 刘以林 | 北京组稿中心总编辑 |
| 编委 | 张 平 | 中国人民解放军总医院医学博士 |
| | 袁曙宏 | 北京大学法学博士 |
| | 冯晓林 | 北京师范大学教育史学博士 |
| | 毕 诚 | 中央教育科学研究所生物化学博士 |
| | 陶东风 | 北京师范大学文学博士 |
| | 胡世凯 | 哈佛大学法学院博士后 |
| | 杨 易 | 北京大学数学博士 |
| | 祁述裕 | 北京大学文学博士 |
| | 张同道 | 北京师范大学艺术美学博士 |
| | 周泽汪 | 中国人民大学经济学博士 |
| | 章启群 | 北京大学哲学博士 |

总 序

世界从蒙昧到明丽，科学的光辉几乎没终止过任何瞬间，一切模糊而不可能的场景，都极可能在科学的轻轻一点之下变得顺从、有序、飘逸而稳定。风送来精确和愉悦的气息，一个与智慧和灵感际遇的成果很可能转眼之间就以质感的方式来到人间。它在现实中矗立着，标明今天对于昨天的胜利；或者它宣布，一个科学的伟人已徐徐到来或已骤然显现了。

在人类的黎明，或我们的知识所能知道的过去的那些日子，我们确实可以看到科学在广博而漫长的区域所经历的艰难与失败，但科学更以改变一切的举足轻重的力量推动了历史，卓然无匹地建立了一座座一望无际的光辉丰碑。信心、激情、热望与无限的快乐是这些丰碑中任何一座丰碑都可以暗示给我们的生活指向，使人们笃信勤奋、刻苦、热爱生活、深思高举是我们每个人所应该做的；与此同时，我们更加深刻地看到了科学本身的深深

的魅力，人文的或自然的，科学家的或某个具体事物的，如一面垂天可鉴的镜子，我们因为要前进和向上，就无可回避地要站在它的面前梳理自己的理性和情感，并在它映照的深邃蕴含里汲取智慧与力量，从而使我们的创造性更加有所依凭，更加因为积累的丰厚而显得强劲可靠。伟大的、人所共知的科学家牛顿曾经说过一句人所共知的话，他的一切成就都有是因为“站在巨人的肩膀上”的缘故，这是一个伟大心灵的谦逊，但更是一道人生智慧的风景，是牛顿在告诉我们，科学领域所既有的东西，我们应该知道的一切，那就是“巨人的肩膀”，我们要“知道应该站上去”。为此，我们编委会和全体作者几十人，就自己的视野所能达到的、本世纪前有关科学的所有的一切，竭尽全能编撰了这套《中华学生科普文库》，期望学生的阅读世界能因此更多地渗入科学智慧的内容，也期望老师们能够关注这些科学本身所具有的普遍而非常的事物。

科学的魅力来源于它对人类发展根本上的推动，它的光荣是永远的。

刘以林

目 录

令人深思的仿生学..... (1)

神秘的感觉器官——感觉仿生学 (15)

蝙蝠的定位和夜蛾的反定位 (15)

逐臭之夫——苍蝇及其他 (22)

明察秋毫的海洋动物 (28)

神奇的蛙眼与“昆虫检测器” (35)

掀开面纱找真谛——生物界物理、

化学现象 (41)

扑火的飞蛾利用“天文”导航 (41)

毋需能源的生物电 (46)

生物发电与生物电池 (51)

生物放光的几种方式 (56)

酶的模拟及应用 (63)

动物世界的化学武器 (68)

大自然完美的设计——生物机械、

建筑仿生 (75)

海上霸王航速之谜	(75)
空中佼佼者的壮举	(80)
生物建筑师的启示	(86)
大自然完美无瑕的设计	(93)
神奇的建筑能工巧匠	(100)
百花争春仿生学	(105)
电子仿生学的应用	(105)
体育仿生、数学仿生及应用	(111)
仿生学：人类面临的新课题	(116)
奇闻览胜	(121)
造化神功的眼睛	(121)
入地三分的嗅觉	(125)



令人深思的仿生学

仿生学作为一门独立的学科，于 1960 年 9 月正式诞生。由美国空军航空局在俄亥俄州的空军基地戴通召开了第一次仿生学会议。

此次会议的中心议题是：“分析生物系统所得到的概念能够用到人工制造的信息加工系统的设计上去吗？”斯梯尔将新兴的学科命名为“Bionics”。

“Bionics”这个词来自希腊文“Bion”，意思代表着研究生命系统功能的科学，1963 年我国将“Bionics”译为“仿生学”。斯梯尔把仿生学定义为“模仿生物系统的原理来建造技术系统，或者使人造技术系统具有或类似于生物特征的科学”。

简言之，仿生学就是模仿生物的科学。确切地说，仿生学是研究生物系统的结构、特质、功





能、能量转换、信息控制等各种优异的特征，并把它们应用到技术系统，改善已有的技术工程设备，并创造出新的工艺过程、建筑构型、自动化装置等技术系统的综合性科学。

从生物学的角度来说，仿生学属于“应用生物学”的一个分支；从工程技术方面来看，仿生学根据生物系统的研究，为设计和建造新的技术设备提供了新原理、新方法和新途径。

仿生学的使命，就是为人类提供最可靠、最灵活、最高效、最经济的接近于生物系统的技术系统，为人类造福。

仿生学是生物学、数学和工程技术学相互渗透而结合成的一门新兴的边缘科学。它的内容极其丰富多彩，因为生物界本身就包含着成百万的种类，它们具有各种优异的结构和功能供各行各业来研究。

自从仿生学问世以来的 20 年内，仿生学的研究得到迅速的发展，而且取得了很大的成果。就其研究范围可包括电子仿生、机械仿生、建筑仿生、化学仿生等。

随着仿生学研究工作的深入开展，自然而然地出现了仿生学的各种分支。截至目前为止，仿



生物学大致已具有 5 个分支，即信息仿生、控制仿生、力学仿生、化学仿生和医学仿生。其中信息仿生又包括感觉器官仿生、智能仿生和信息存储及动物通讯；控制仿生包括运动控制、动物定向与导航和人—计算机系统。

随着现代工程技术的发展，学科分支越来越多，在仿生学中相应地开展对口的技术仿生研究。

例如：航海部门对水生动物运动的流体力学的研究；航天部门对鸟类、昆虫飞行的模拟，动物的定向与导航；工程建筑对生物力学的模拟；无线电技术对神经细胞、感觉器官和神经网络的模拟；计算机技术对于脑的模拟以及人工智能的研究等。

在第一届仿生学会议上发表的比较典型的课题有：“人造神经元有什么优点？”“设计生物计算机中的问题”，“用机器识别图像”，“学习的机器”等。

仿生学的研究课题多集中在以下 3 种生物原型的研究，即动物的感觉器官、神经元、神经系统的整合作用。以后在机械仿生和化学仿生方面的研究也随之开展起来，近年来又出现新的分





支，如人体仿生学、分子仿生学和宇宙仿生学等。

其实，我们从第一届仿生学会议的标志上也可以看出仿生学的研究途径。这是一个有趣而形象的标志：一个巨大的积分符号，把解剖刀和电烙铁“积分”在一起。这个符号的含义不仅显示出仿生的组成，而且也概括表达了仿生学的研究途径。

仿生学在近年来发展迅速，其实，人类仿生行为早有萌芽。

自古以来，自然界就是人类各种技术思想、工程原理及重大发明的源泉。种类繁多的生物界经过长期的进化过程，使它们能适应环境的变化，从而得到生存和发展。

劳动创造了人类。人类以自己直立的身躯、能劳动的双手、交流情感和思想的语言，在长期的生产实践中，促进了神经系统的完善，尤其是大脑获得了高度发展。因此，人类无与伦比的能力和智慧远远超过生物界的所有类群。

人类通过劳动运用聪明才智和灵巧的双手制造工具，从而在自然界里获得更大自由。人类的智慧不仅仅停留在观察和认识生物界上，而且还



运用人类所独有的思维和设计能力模仿生物，通过创造性的劳动增加自己的本领。

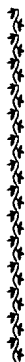
鱼儿在水中有来去自由的本领，人类就模仿鱼类的形体造船，以木桨仿鳍。相传早在大禹时期，我国古代劳动人民观察到鱼在水中用尾巴的摇动来转弯，他们就在船尾架置木桨，以调整方向。

通过反复的观察、模仿和实践，木桨逐渐改成橹和舵，增加了船的动力，掌握了使船转弯的手段。这样，即使在波涛滚滚的江河中，人们也能让船只航行自如。

鸟儿展翅可在空中自由飞翔，鲁班使用竹木做鸟“成而飞之，三日不下”。然而，人们多么希望模仿鸟儿的双翅使自己也飞翔在空中啊。早在15~16世纪，意大利奥那多·达·芬奇便潜心制作飞行器。他们按照鸟类所提供的飞翔情况，制造出第一架飞行器。

人们仿生的行为虽早有雏型，但在20世纪40年代以前，人们并没有自觉地把生物作为设计思想和创造发明的源泉。

科学家对于生物学的研究也只停留在描述生物体精巧的结构和完美的功能上；而工程技术人





员更多的依赖于他的卓越智慧和辛辛苦苦的努力，进行着人工发明。他们很少有意识地向生物界学习。

但是，以下几个事实可以说明：人们在技术上遇到的某些难题，生物界早在千百万年前就曾出现，而且在进化过程中就已解决了，然而人类却没有从生物界得到应有的启示。走了许多弯路，浪费了大量的财力、物力、人力。

在第一次世界大战期间，由于军事上的需要，为了使舰艇能隐蔽地在水下作战而制造出潜水艇。

原始的潜水艇的工作原理是这样的，先用石块或铅块装在潜艇上使之下沉，如果需要升到水面，再将携带的石块或铅块等重物扔掉，使艇身回到水面上来。若需要第二次下潜，还需靠岸，重新装上铅块或石块。这种方法极为笨拙。

以后，人们不断研究，不断改进，以水代替石块或铅块，用浮箱交替充水或排水来改变潜艇的重量。

这种方法不断被加工、完善，后来改进成压载水舱。在水舱的上部设有放气阀，下面设注入阀，当水舱灌满海水时，潜艇重量增加潜入水



中；如果潜艇需要上浮，则由放气阀将压缩空气注入压载水舱排出海水，使潜艇重量减轻。

如此优势的机械装置实现了潜艇的自由沉浮。但是后来发现鱼类的沉浮系统比人们的发明要简单得多，鱼的沉浮系统仅仅是充气的鱼鳔。鳔内不受肌肉的控制，而是依靠分泌氧气进入鳔内或是重新吸收鳔内一部气氧气来调节鱼鳔中的气体含量，促使鱼类自由沉浮。

当人们清楚了鱼鳔的结构和功能时，对于潜水艇的研制和发明已经没有什么帮助了。

声音是人们生活中不可缺少的要素。人们通过语言交流思想和感情，通过声音获知一定的外界信息。

自从潜水艇问世以后，人们就开始研究如何确定潜艇在水下的位置，以及潜艇如何确定水面上航行船只的位置，以方便攻其不便，一举摧毁敌人的船只。

因此，在第一次世界大战期间，在海洋上，水面与水中敌对双方的斗争采用了各种手段。海军技术人员最早利用的是水听器，也称噪声测向仪，通过测知敌舰在航行中发出的噪声来发现敌舰。





但那时的水听器很不完善，一般只能收到本身舰只的噪声，要倾听敌舰，必须减慢舰只航行速度甚至完全停车才能分辨敌舰的噪音，这样，很不利于战斗。

不久，法国物理学家郎之万成功地利用超声波反射的性质来探测水下舰艇，即所谓的声纳系统。利用一个超声波发射器，向水中发现超声波后，如果遇到目标便反射回来，由接收器收到。根据接收回波的时间间隔和方向，便可测出目标的方位和距离。

人造声纳系统的发明及在侦察敌方潜水艇方面获得的突出成就，曾使人们赞叹不已。殊不知远在地球上出现人类之前，蝙蝠、海豚早已对“回声定位”声纳系统运用自如了。

生物在漫长的年代里就是生活在被声音包围的自然界中，利用声音寻食、逃避敌害和求偶繁殖是它们生存下来的一个重要手段。

早在1793年，意大利人斯帕兰赞尼发现蝙蝠能在完全黑暗中任意飞行，甚至瞎眼的蝙蝠其飞行本领也毫不逊色。面对这些事实，斯帕兰赞尼提出了一个当时使人们难以接受的结论：蝙蝠能用耳朵“看”东西。



1920年哈台认为蝙蝠发出声音信号的频率超过人耳的听觉范围，并提出郎之万的目标定位的方法。遗憾的是，哈台的揭示并未受到重视，而工程师们对于蝙蝠具有“回声定位”的技术难以相信。

一直到1936年，电子测量仪器测定人类可以听到的音频范围是16~20000周/秒，而蝙蝠发出的音频可达2万至20万周/秒。至此，完全证实蝙蝠就是以发出超声波来定位的。但是这对于早期雷达和声纳的发明已经不能有所帮助了。

另一个事例是人们对昆虫行为为时过晚的研究，在人们造出第一个飞行器400年之后，人们经过长期反复的实践，终于在1903年发明了飞机，使人类实现了飞上天空的梦想。

由于不断改进，30年后人们制造的飞机不论在速度、高度和距离上都超过了鸟类，显示了人类的智慧和才能。但在继续研制飞行更高更快的飞机时，设计师们又碰到了一个难题，就是气体动力中的颤振现象。

当飞机飞行时，机翼发生有害振动，飞行越快，机翼的颤振越剧烈，甚至使机翼折断，造成机毁人亡。

