



人与生物系列 67



向生物学习

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社

世界科技全景百卷书 ⑥⑦

· 人与生物系列 ·

向生物学习

编写 余新

中国建材工业出版社

目 录

水族世界

海豚与水下回声探测器	(1)
动物“淡化器”与海水淡化	(2)
龙虾与天文望远镜	(5)
“发电”鱼与电池	(6)
海蜇与风暴预测仪	(7)
箭鱼与飞机“长针”	(8)
乌贼与喷水船	(9)
乌贼与烟幕弹	(10)
乌贼与未来神秘衣	(10)
海虾的启示	(10)
鲍鱼的启示	(11)
海鞘的启示	(11)
章鱼的启示	(12)
乌贼的启示	(13)
飞鱼导弹	(15)
鲨鱼与电视摄影机	(16)

飞禽走兽的启示

鸽子与生物磁罗盘	(18)
地震前动物异常反应与生物地震预报仪	(19)
狗的启示	(21)
北极熊的启示	(22)

冬眠激素	(23)
狗与“电子警犬”	(24)
动物远程导航的启示	(24)
鸟与飞机	(26)
鸟与电子眼	(27)
鸟与天文罗盘	(28)
鸟与戈	(28)
兽类骨骼的启示	(29)
动物前爪的启示	(30)
企鹅与极地越野车	(30)
袋鼠与跳跃机	(31)
兽类与人工发汗材料	(31)
响尾蛇与导弹	(32)
蝙蝠与声音雷达	(33)
猪拱土与防毒面罩	(35)
鸟眼的启示	(36)
鸟类飞行的启示	(38)
啄木鸟的启示	(40)

昆虫的启示

蝇眼的启示	(42)
萤火虫与照明光源	(44)
蝴蝶与温控系统	(47)
蜗牛与复合陶瓷材料	(48)
蚂蚁与人造肌肉发动机	(49)
尺蠖与坦克	(50)
苍蝇与气体分析仪	(51)

蚕与人造丝	(51)
蜘蛛的启示	(52)
蜘蛛丝与防弹衣	(56)
蜂窝与太空飞行器	(57)
夜蛾与反雷达装置	(58)
气步的启示	(60)
跳蚤的启示	(62)
白蚁的启示	(63)
昆虫隐身术的启示	(65)
昆虫楫翅的启示	(66)

生物界的其他启示

蛙眼与电子模型	(68)
麦杆与自行车	(69)
蛋壳与石拱桥	(71)
人脑与智慧机器人	(72)
动物味觉的启示	(73)
动物“热感受器”的启示	(76)
动物“生物钟”的启示	(79)
动物“化学通信”的启示	(80)
人体肌肉的启示	(82)
虾壳蟹壳的启示	(84)
动物助人破案	(87)
动物自疗之谜	(90)

仿生学

什么是仿生学	(92)
人工合成植物激素	(93)

仿生农药	(94)
人脑和电脑	(96)
自然界的设计师	(99)
21 世纪仿生学将大有用武之地	(101)

水族世界

海豚与水下回声探测器

海豚不仅以快速游泳著称，而且不管白天黑夜，水质清澈混浊，都能准确地捕到鱼。这是因为海豚具有超声波探测和导航的本领。无线电波在水中会被吸收，故无线电探测装置在水下无用武之地。相反超声波却在水下能远距离传播，且传播速度是空气中传播速度的4倍半，因此水下超声波探测装置的效能极高。海豚没有声带，其声音源来自它头部内的瓣膜和气囊系统，海豚把空气吸入气囊系统，连接它们的瓣膜，空气流过瓣膜的边缘发生振动，便会发出声波。海豚头的前部还有“脂肪瘤”，它紧靠瓣膜和气囊的前面，起着“声透镜”的作用，能把回声定位脉冲束聚焦后再定向发射出去，因此海豚的定位探测能力极强。它能分辨3公里以外鱼的性质；能侦察到15米外浑水中2.5厘米长的小鱼。现在模拟的海豚回声探测器已用于海洋舰船的航行，帮助轮船绕过浅滩和暗礁，探测海底深度，搜索潜艇，寻找打捞沉船，导航和探测鱼群等。潜水员随身携带的轻便回声探测器也已经诞生，利用耳朵就能探测水下的目标，就好像长了“第六种感觉器官”一样。

动物“淡化器”与海水淡化

电影《上甘岭》中有一组令人动容的镜头：坑道中的中国人民志愿军战士已两天没有水喝了，一个个都渴得口干唇裂，连吞咽都感到困难。为了夺取反攻的胜利，指导员命令战士们以惊人的毅力去吃饼干。战士们每咽下一口饼干都要费好大的劲，忍受着喉咙撕裂般的疼痛，小小的一块饼干，也不知要吃多久才能把它吃完。如果这时送来一口水，实在要比那饼干好得多。由此可见口渴比饿更难熬。1920年麦克斯威奈在为爱尔兰独立的斗争中被逮捕，他在狱中绝食以示抗议。最终他饿了74天而牺牲。当然，在这74天内他必须喝水，如果没有水喝，他几天也活不成。因为生物体内含量最多的是水，一切正常的生命活动都是在水中进行的，没有水，养料不能吸收，废物不能排出。口渴就是表明生物体已经失去一部分水，并刺激生物去补充水。

地球上的水并不少，海洋面积就占地球总面积的71%，陆地面积仅占29%，而且其中还包括了许多江、河、湖、泊、溪、涧等。地球上的水97.2%是海水，海水中溶解有复杂的化学成分，每升海水所含的各种离子、分子和化合物的总量（矿化度）在3克以上的是咸水。航海者都知道海水是不能喝的。海水非但苦涩，难以下咽，而且越喝越渴。所以远航必须带足淡水，途中补充给养时，第一件事就是补足淡水。由于海水含有大量的盐类，就连用来灌溉农作物也不能。因此，生物体能直接利用的是矿化度每升小于1克的淡水。主要分布在江、河、湖、泊、地下水、高山积雪和冰川等。仅占全

球总量的 2.8%。随着现代工业、农业的飞快发展和人民生活需要用水量的日益增加，如果不注意节约用水，再肆意破坏水的资源，那么地球上淡水的危机就会到来。为了避免这种灾难的发生，人们一方面要节流，另一方面要开源。首先想到的当然是海水淡化。设法将海水脱除盐分变为淡水。世界上许多国家都建立了海水淡化工厂。通常用的传统方法是蒸馏法，使海水急速蒸发，蒸发产生的水蒸汽冷凝后得到淡水。目前采用的一些新方法是从一些动物中得到启示而研制成功的。

有一种海鸟叫信天翁，分布于太平洋，冬季也可见于我国东北及沿海各地。成熟的信天翁全身纯白，仅翼端及尾端呈黑色，翅膀很长，伸展开来，两翅可达 3.6 米。它们能一连数月，甚至成年在海上生活，累了在水面上歇息，饿了捕食海中的鱼，喝的当然是海水，因为它们只有在繁殖的时候才返回荒岛和陆地。信天翁能喝海水当然会引起人们的注意，人们急于了解它们是怎样解决海水中的盐分问题。经过研究，发现信天翁的鼻部构造与其他鸟类不同，它的鼻孔像管道，所以称为管鼻类。在鼻管附近有去盐腺，这是一种奇妙的海水淡化器，去盐腺内有许多细管与血管交织在一起，能把喝下去的海水中过多的盐分离，并通过鼻管把盐溶液排出。以后人们相继发现许多海洋动物都有把海水淡化的本领，如海燕、海鸥、海龟和海水鱼等。

海水鱼终生生活在海水里，喝的当然是海水，而且全身都浸没在海水中，它们又是如何解决海水中的盐分的问题呢？人们当然也不会放过对这一问题的研究。水生动物的体表通常是可渗透的，鱼体内的渗透压和水环境的渗透压差别很大，

鱼类与体外水环境的水分动态平衡是通过渗透压调节和体液中盐分含量的渗透作用调节来维持的。海水盐量高，海水硬骨鱼血液和体液的浓度比海水要低，因此体内水分就会不断地从鳃和身体其他表面渗出，为的是保持体内水分代谢的动态平衡。一方面海水鱼必须大量吞饮海水，这样体内盐分就会增加。那么，又如何解决这个矛盾呢？海水硬骨鱼的鳃部有一种特殊的能分泌盐类的细胞，把过多的盐分排出体外；另一方面，海水硬骨鱼肾脏的肾小球的数量很少，肾小管重新吸收水的能力强，从而使排尿量减少到最低限度。

就现有的研究材料来看，这些海洋动物虽然各有自己的海水淡化器官，把喝进去的海水盐分排出体外，但是这些“淡化器”基本上都是用细胞的半渗透膜来脱盐淡化海水的，如口腔膜、内腔膜、表皮膜和鳃微血管膜等都是细胞膜，通常称为生物膜。它们喝进海水后，首先在口腔内通过吸气对腔内不断加压，压力差使一部分水渗过粘膜进入机体内，而大部分盐则被阻隔在口腔内，随水流经鳃裂或排泄道排出体外。人们根据这个道理，研制出反渗透膜海水脱盐淡化装置。对海水施加大于渗透压的压力，使海水中水分通过渗透膜，而盐分则被隔在外面，从而得到淡水。

其次，海水中的盐分总有一些进入体内，通过泌盐细胞的特殊功能，以自身微弱的生物电形成电磁场，把海水中的盐类，如氯化钠的两种电离子分离，在电场的作用下，渗出膜外，而将水分留在机体内。人们根据这个道理，研制出电渗析膜海水淡化器，在直流电场作用下，使海水中的盐类分解成正、负离子，使它们分别通过阳、阴渗透膜向正极和负极运动。然后收集留在两渗透膜中间的淡水。

龙虾与天文望远镜

龙虾不仅是我们的食物，它还给了人类一个非常有益的启示。

生物学家们在研究龙虾时发现，它的眼睛与众不同。

龙虾的眼睛由许多极细的能反射光的细管组成，这些细管整齐地排列，形成一个球面，当外来光接触到这个球面时，相应的细管就会感知这些光，并会产生反射，就这样，在很远的地方，龙虾就可发现它们的敌人，从而使自己能够及早逃避，保全自己的性命。

根据龙虾眼睛的这种结构特点，美国的科技人员研制出了一种新型的天文望远镜，它可使观测范围大大增加。

以往使用的 X 射线望远镜采用的是类似人类眼球构造的结构，它的测量范围比较小，不适合大范围的天空探测，容易遗漏宇宙中突发的 X 射线变化，使人们会失掉对宇宙探测的许多宝贵信息，给天文研究工作造成难以预料的损失。

目前新研制出来的 X 射线天文望远镜是由大量内壁光滑的细管组成的。这些细管整齐地排列成一个球形表面，当 X 射线到达这一球形表面时，就会射入相应的细管中，并在细管中产生反射现象，根据反射状况就可探测出 X 射线的方向、波长、强度。这种望远镜可以探测到天空 20% 的范围，大大提高了 X 射线探测的效率。

“发电”鱼与电池

渤海湾的远洋作业船队，开到东海渔区赶鱼汛，在排除水下故障时，检修员遇到了这样一种奇怪的情况：刚刚潜到水下，无意间触到了什么东西，突然四肢麻木，浑身战栗。当地渔民告诉他们，这是栖居在海洋底部的一种软骨鱼——电鳐在作怪。

过了不久，他们用拖网捕到了一条电鳐。它有 60 厘米长，扁平的身子，头和胸部连在一起，拖着一条棒槌状肉滚的尾巴。看上去，很像一柄大蒲扇。因为吃过它的亏，小伙子们眼巴巴地瞅着这怪物，想不出用什么法子来对付它。随船的当地渔民却毫不在意，伸手把它从网上弄下来，丢在甲板上。原来，由于落网时连续放电，这时，这个“活的发电机”已经精疲力尽了。

其实，放电的本能并不只是电鳐才有。目前已发现有 500 多种鱼，其体内都装有“发电机”，能够发出电流，一只最大的电鳐，每秒钟能放电 150 次，有时放出的电压高达 220 伏。非洲电鳐每条能产生 350 伏的电压，可以击死小鱼，还能将渔民击昏。南美洲的电鳐更是电鱼中发电功率最高的一种，每一条能发出高达 800 多伏的电。有人计算过，1 万只电鳐同时放的电，可供电车走几分钟。

电鱼为什么能放电呢？

原来，它们身体内部有一种奇特的放电器官，可以在身体外面产生很高的电压。这种器官，有的起源于鳃肌或尾肌，有的起源于眼肌和腺体。各种鱼放电器官的位置、形状都不

一样。电鳗的电器官分布在尾部脊椎两侧的肌肉中，呈长棱形，电鳐的电器官则排列在头胸部和腹部两侧，样子像两个扁平的肾脏，由许多蜂窝状的细胞组成。这些细胞排列成六角柱形，叫做“电板”。

电鳐的两个发电机中，总共有 2000 个电板柱，约 200 万块“电板”（电鳐的板数更可观，约有 500 万块）。这些“电板”浸润在细胞外胶质中，胶质可以起到绝缘作用。“电板”的一面分布有末梢神经，这一面为负电极，另一面则为正电极。电流的方向是正极流到负极的，即由电鳐的背面流向腹面。在神经脉冲的作用下，这两个放电器就能变神经能为电能，放出电来。单个“电板”产生的电压很微弱，但由于“电板”很多，所以产生的电压就很可观了。

一次放电中，电鳐的电压为 60~70 伏。在连续放电的首次可达 100 伏，最大的个体放电约在 200 伏左右，功率达 3000 瓦，所以它们能够击毙水中的游鱼和虾类作为自己的食料。同时，放电也正是电鱼逃避敌害，保存自己的一种方式。

世界上最早最简单的电池——伏打电池，就是 19 世纪意大利物理学家伏打根据电鱼的天然器官原理设计的。随着现代科学技术的不断发展，在研究电鱼中，今后还会得到不少新的启示。

海蜇与风暴预测仪

海蜇是一种古老的海洋腔肠动物。它有一种高超的本领，这就是它那非常灵敏的“听觉”。

原来在海蜇的 8 个触手上，生有许多小球，小球腔内生

有砂粒般的“听石”。这小小的“听石”刺激球壁的神经感受器，就构成了海蜇的听觉。这种奇特的听觉，能听到人耳听不到的8~13赫兹的次声波。就是靠着这种本领，海蜇居然可以提前十几个小时预知海上风暴的到来！

海蜇这种神奇的听觉在科学上很有价值。自从仿生学作为一门独立的学科诞生以来，科学家们对海蜇的听觉进行了深入的研究。现在已经有人设计了模拟海蜇听觉器官的仪器，用来预测风暴，可以提前15小时作出风暴的预测。

箭鱼与飞机“长针”

箭鱼，这名字就是形容它的游泳速度之快犹如离弦之箭。其实，它们游泳速度要比离弦的箭快得多，就连全速前进的轮船也很难追上它。据科学家计算，箭鱼每小时的游泳速度可达120公里，是鱼类的游泳冠军。

那么，箭鱼为何能游得这样快呢？主要是由于它有个非常漂亮的流线型身体，游泳时很容易克服水的阻力；再者，箭鱼的周身还覆盖有一层光滑的粘液，更能够减小水的摩擦力；此外，它的尾部较细，摆动有力，头部的上颌又尖、又硬、又长，当它飞速游泳时，起着劈水斩浪的作用。

十分有趣的是，箭鱼长针似的上颌曾给予超音速飞机设计师们有益的启示。原先，飞机设计师们绞尽脑汁想设计出超音速飞机，但一直未能成功。后来，他们观察箭鱼游泳时产生了设计灵感，便模仿箭鱼的长颌，给飞机头部前方安装了一根“长针”，这根“长针”可刺破高速飞行时所产生的“音障”，从而解决了长期存在的难题，结果超音速飞机就诞

生了。

乌贼与喷水船

乌贼的游泳方式很有特色，素有“海中火箭”之称。它在逃跑或追捕食物时，最快速度可达每秒 15 米，连奥林匹克运动会上的百米短跑冠军也望尘莫及。它靠什么动力获得如此惊人的速度呢？经过长期的观察和研究，人们终于发现了其中的奥妙。在乌贼的尾部长着一个环形孔，海水经过环形孔进入外套膜，并有软骨把孔封住。当它要进行快速运动时，外套膜猛烈收缩，软骨松开，水便从前腹部的喷水管急速向后喷射出去，顿时产生很大的推力，使乌贼像离弦之箭冲刺前进。人们根据乌贼这种巧妙的喷水推进方式，设计制造了一种喷水船。用水泵把水从船头吸进，然后高速从船尾喷出，推动船体飞速向前。另外，采用喷水推进装置具有速度快、结构简单、安全可靠等优点。

以往的船舶螺旋桨是在水里转动而产生推动力的，它只能在深水中运用，而喷水推进船在 1 米深的水中便能畅通无阻。就速度而言，采用喷水推进的喷水船可达 30 米/秒。这种原理用于气垫船，可使其航速达 40 米/秒。喷水推进器在水中的噪音很小，敌方水下探测系统不易侦听，同时对自身携带声纳的干扰也小。所以采用喷水推进的潜艇和鱼雷，对于搜索和接近敌方都极为有利。

乌贼与烟幕弹

乌贼有施放“烟幕弹”的杀手锏。原来，在乌贼体内长有一个墨囊，里面贮满了浓黑的墨汁。每当它突遇强敌，无法逃脱之时，就立刻喷出一股浓墨，把周围的海水染成一片漆黑。在对方惊慌失措的一刹那，它便趁机溜之大吉。乌贼的这一招启迪了人们的思想，在现代海战中，交战双方为了掩护己方舰船的进攻或撤退，就经常施放烟幕弹。

乌贼与未来神秘衣

乌贼的背皮上有黄、黑、橙黄等色素细胞。这些色素细胞的周围有放射状的纤维肌丝，可使色素细胞放大或缩小。在神经系统的支配下，乌贼能随心所欲地把身体的颜色变换得和周围环境一模一样。其变色速度之快，配景之巧，就连魔术师也会自叹不如。乌贼就是靠着这种变色隐身技能，在危急时刻摇身一变，使“敌人”即使近在咫尺也无法辨其所在。这比军服的颜色、火炮上的伪装网、坦克及军舰的保护色的隐蔽作用更佳，如能模仿乌贼的变色技巧，制造出随景变色的“神秘衣”或其他伪装装置，这在军事上将会有更重大的价值！

海虾的启示

新英格兰海虾的整个神经系统非常简单，也是十分理想

的实验标本。科学家发现，5—羟基胺，这种与人的极端暴力行为有关的化学物质也存在于海虾体内，研究者也已经从海虾体内分离出能把5—羟基胺输入其血液的神经细胞。有理由相信，一旦科学家知道整个系统和生物化学过程，就能控制海虾的行为，或许有一天还能有效地控制人的极端暴力行为。

鲍鱼的启示

细胞的渐进死亡——老化的细胞必须不断死亡把空间腾让给新生细胞，这是人类想知道的另一个重要的研究课题，其结果会使得人们能更有效地治疗与细胞渐死功能失调有关的某些疾病，如帕金森氏综合症、阿耳茨海默氏综合症及肌肉萎缩等。科学家选择鲍鱼进行研究，幼鲍可以在海水中流动，在发育成熟之后，鲍鱼落到海底，并生出新的肌肉系统把自己固着在礁石上。目前已培养出在这个过程中控制细胞死亡及生长的基因，并找到一种与细胞渐进死亡有关的酶。

海鞘的启示

即便是那种一簇簇附着船底令人生厌的海鞘，也被科学家派上用场。和人等哺乳动物一样，海鞘的肾脏也会蓄积尿酸和草酸钙结晶，从而形成肾结石。有趣的是，海鞘通体透明，无须解剖就可以观察到肾结石的形成。但与人不同的是，这种动物的肾——实际上是肾囊，并没有把草酸钙结晶当作废物蓄积下来，显然，它的肾囊可以对草酸钙结晶进行循环