

什么是仿生学

人类的生存虽然离不开生物界，但人类却不是被动地依赖于生物，听任大自然的摆布。作为大自然的主人，人类总是在不断地积极主动地认识、改造和利用着生物。人类在长期艰苦卓绝的劳动中，把许多野生动物驯养成了家畜（牛、羊、马、猪等）和家禽（鸡、鸭、鹅等），把大片大片的荒地开垦成良田，又精心培育和种植了农作物，进行辛勤耕耘、防病治虫。人类用勤劳的双手不断地改善着自己的生活环境和生活条件。

人类是大自然的主人，这并不是说人在所有的方面都高于一切生物。

从身体条件来看，人比许多动物都差。在力气上，人比不上和他身体同样大小的大多数动物。和动物相比，人的走路显得格外笨拙，人跑不过鹿、狗和兔子，跑不过其他许多动物。在看东西、听声音、嗅气味等感觉能力上，人也只能甘败下风，比许多动物确实差得很远。

当想到许多生物的身体在进化过程中所获得的完美结构和具有的特殊本领时，人们更不能不为之赞叹。鱼儿和许多水生生物游得那么棒；鸟儿和有翅昆虫飞得那样美；冬眠的刺猬可以睡上 200 多天，不吃也不喝；蝙蝠不用眼睛，什么都能“看”得见；秋去春来的小燕子，长途飞行几千里，可它从来不误路……

到了近代，特别是 20 世纪中期，随着科学技术的蓬勃发展，使人们对生物界的认识深入了一大步。生物界所具有的精确可靠的定向、导航、探测、控制调节、能量转换、信息处理、生物合成、结构力学和流体力学等生物系统的新型机能原理，使工程技术人员的耳目为之一新。许多部门的工程师们开始积极主动地带着技术设计中的难题，到生物界中寻找答案。生物学家们也开始有意识地为技术部门提供有价值的研究成果。这样，就在生物科学与工程两门学科的相互渗透、紧密结合的基础上，产生了一门新的边缘科学——仿生学。

兽类与人工发汗材料

兽类在散热方面有一系列的适应机制。例如有的动物是依靠减少体毛，增大皮肤表面积来实现的。如大象无毛，体表皮肤多皱纹，耳朵特别大，从而大大增加散热面。更多的动物是靠出汗来散热的。马皮肤中的汗腺特别丰富，奔跑中通过出汗可散发大量的热量。狗虽无汗腺，但它会伸出湿润的舌头靠喘气来散热；河马是耳朵内流汗散热；牛则通过口、鼻和脚趾间流汗散热。多数兽类全身皮肤都有一些汗腺。兽类出汗可散发大量热量的机理已启发科学家设计出了一种“人工发汗材料”，它能作为高效的耐高温材料。现已研制出一种含有金属的陶瓷材料，当温度升到一定范围时，金属就会熔化，进一步汽化蒸发，就如出汗一样带走大量热量，从而保护材料在高温下不致被烧毁，保持外形尺寸不变。这种材料在航天等领域内有特殊用途，现已投入了应用。

响尾蛇与导弹

在美洲、澳洲、非洲的某些地区里，常会听到一种“嘎啦嘎啦”的声音，没有经验的人以为这是溪水发出来的流水声，可是在这声音的四周，却没有小河溪。原来这不是什么流水声，而是由一种毒性极强的蛇，用它尾巴剧烈地摇动而发出的响声。这就是大名鼎鼎的“响尾蛇”。

为什么它的尾巴会发出响声呢？

大家在观看篮球比赛时，注意到裁判吹的哨子了吧！它是一个铜壳子，里面装上一层隔膜，形成两个空泡，当人用力吹时，空泡受到空气的振动，就发出响声。响尾蛇尾巴也有类似的构造，不过它的外壳不是金属，而是坚硬的皮肤形成的角质轮。由这种角质膜围成了一空腔，空腔内又用角质膜隔成两个环状空泡，也就是两个空振器。当响尾蛇剧烈摇动自己尾巴时，在空泡内形成了一股气流，随着气流一进一出地返回振动，空泡就发出一阵阵声音来了。

角质轮的生长不是很有规律的，但据动物学家认为，大致上是一年长两轮。因此，根据轮的多少，就可以比较正确地判断出它的年龄来。

响尾蛇的角质轮所发出的声音，很像溪流的水声，用这种响声来引诱口渴的小动物，所以这也是一种捕食的方法。但是也有人认为，响尾蛇不会对敌人发出怒吼的噪声，于是只好用角质轮发出的响声来代替。另外，还有人认为这是蛇招呼蛇的信号。

响尾蛇经常捕捉耗子等小动物作为食物。奇怪的是，它的眼睛已经退化得快要成为瞎子了，怎么还能捉住行动那样敏捷的耗子呢？

科学家经过观察研究发现，响尾蛇的两只眼睛的前下方，都有一个凹下去的小窝，这是一种特殊的器官——探热器，能够接受动物身上发出来的热线——红外线。这种探热器反应非常灵敏，温度差别只有 1% 摄氏度，它就能感觉到。所以，只要有小动物在旁边经过，响尾蛇就能立刻发觉，悄悄地爬过去，并且准确地判断出那个猎物的方向和距离，窜过去把它咬住。

美国有一种“响尾蛇空对空导弹”，上面有一套“红外导引”装置。在导弹上装上这种装置，就是从响尾蛇的“探热器”得到了启发。飞机的发动机温度很高，发出很强的红外线。“响尾蛇空对空导引”是在飞机上发射的，靠“红外线导弹”装置，能自动跟踪发出红外线的敌机，直到把它击中。

目前，人们制造的“红外导引”装置，只能感应 5% 摄氏度的差别，而且构造要比响尾蛇的复杂得多。

蜂窝与太空飞行器

航天飞机、宇宙飞船、人造卫星等太空飞行器，要进入太空持续飞行，就必须摆脱地心引力，这就要求运载它们的火箭必须提供足够大的能量。

要把地球上的太空飞行器送到地球大气层外，至少要使该飞行器获得 7.9 公里/秒的速度，此即第一宇宙速度；而要使飞行脱离地球，飞往行星或其他星球，则需达 11.2 公里/秒的速度，此谓第二速度。

为了使太空飞行器达到上述速度，运载火箭就必须提供相当大的推力。因为运载火箭上带有推进剂、发动机等沉重的“包袱”。按目前航天技术水平，平均发射 1 公斤重的人造卫星就需要 50~100 公斤的运载器，反之，太空飞行器自身重量越轻，也就可大大减轻运载火箭身上的“包袱”，也就能使太空飞行器飞得更高、更远。

为减轻太空飞行器的重量，科学家们绞尽脑汁，与太空飞行器“斤斤计较”。可要减轻飞行器重量，还要考虑不能减轻其容量与强度。科学家们尝试了许多办法都无济于事，最后，还是蜂窝的结构帮助科学家解决了这个难题。

大家都知道，蜜蜂的窝都是由一些一个挨一个，排列得整整齐齐的六角小蜂房组成的。18 世纪初，法国学者马拉尔琪测量到蜂窝的几个角都有一定的规律：钝角等于 $109^{\circ}28'$ 。锐角等于 $70^{\circ}32'$ ，后来经过法国物理学家列奥缪拉、瑞士数学家克尼格、苏格兰数学家马克洛林先后多次的精确计算，得出如下结论：消耗最少的材料，制成最大的菱形容容器，它的角度应该是 $109^{\circ}28'$ 和 $70^{\circ}32'$ ，和蜂房结构完全一致。但如果从正面观察蜂窝，蜂房是由一些正六边形组成的，既然如此，那每一个角都应是 120° ，怎么会有 $109^{\circ}28'$ 和 $70^{\circ}32'$ 呢？这是因为，蜂房不是六棱柱，而是底部由三个菱形拼成的“尖顶六棱柱形”。我国数学家华罗庚经精确计算指出：在蜜蜂身长、腰周确定情况下，尖顶六棱柱形蜂房用料最省。

蜂窝的这种结构特点不正是太空飞行器结构所要求的吗？于是，在太空飞行器中采用了蜂窝结构，先用金属制造成蜂窝，然后再用两块金属板把它夹起来就成了蜂窝结构。这种结构的飞行器容量大，强度高，且大大减轻了自重，也不易传导声音和热量。因此，今天的航天飞机、宇宙飞船、人造卫星都采用了这种蜂窝结构。

科学发展就是如此，有时看起来高不可攀的难题，只要开动脑筋，善于从日常生活中觅取线索，可能就会迎刃而解。小小的蜂窝，似乎与伟大的航空航天事业风马牛不相及，但仿生学却将它们紧密地联系在了一起，推动了人类社会的发展与科技的进步。

鲫鱼与吸锚

在我国南海和非洲沿海，生活着一种奇怪的鱼。它身体较长，一般为 80 厘米，头部宽而扁，“后脑壳”上长着一个椭圆形的吸盘，盘边有齿状褶皱，就像一枚图章，因此人们管它叫鲫鱼。

鲫鱼常利用头上的特殊吸盘，把自己吸附在鲨鱼、鲸、海豚、海龟甚至轮船船底，然后毫不费力地到处旅游。尤其对鲨鱼，鲫鱼更经常“乘坐”，因为，附在鲨鱼身上，可以狐假虎威，免遭大鱼的袭击，还可以分享鲨鱼狼吞虎咽之后的残羹。当然，对鲨鱼来说，鲫鱼吸附在它身上没有什么好处，也没有什么太大的坏处，因此，也就懒得理它，听其自然了。

鲫鱼吸附在附着物上很牢固，以致渔民们可以用鲫鱼“钓鱼”。15 世纪，哥伦布发现新大陆时，在古巴就看到当地人用这样的方法捕鱼：将鲫鱼的尾巴系上一根长绳子，然后饲养在小海湾围成的鱼塘里；当海面上出现鲨鱼或金枪鱼时，就将鲫鱼放入海中；鲫鱼吸附在鲨鱼或金枪鱼身上时，将绳子拖回，就逮住了鱼。这种捕鱼方法，现在在我国南海沿海、加勒比海等处仍为渔民所采用。

鲫鱼的吸盘为什么会牢牢地吸附在附着物上呢？

原来，鲫鱼的吸盘中间有一纵条，将吸盘分隔成两块，每块都有规则地排列着 22—24 对软质骨板，这些软质骨板可以自由竖起或倒下，周围是一圈富有弹性的皮膜。当贴在附着物上时，软质骨板就立即竖直，挤出吸盘中的海水，使整个吸盘形成许多真空小室。这样，借助外部大气和水的巨大压力，鲫鱼就牢牢地吸附在附着物上。

科学家从鲫鱼吸盘的原理中得到启发，发明了“吸锚”这种“吸锚”。对船只停泊、打捞沉船等都很有用。

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米外混水中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，蒸发产生的水蒸气冷凝后得到淡水。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。在鼻腔附近有去盐腺，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，并通过鼻腔把盐溶液排出。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机体内，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，无意间碰到了什么东西，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，10000 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。电鳐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，这个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！

萤火虫与照明光源

晋朝车胤年轻时家境贫困，经常没有钱买灯油，但他又是个勤奋好读书的人，为了夜间也能看书，在夏天他捕捉了数十只萤火虫，放入一个囊内，借萤火虫发出的荧光读书，通宵达旦。于是，车胤囊萤夜读也就被后人用作勤奋读书的典故。

萤火虫会发光，很多人都知道。在夏季的夜晚，走到庭园或田野去，当你看到一闪一闪的流萤飞舞在灌木丛的上空，就像一盏盏小灯笼，可能会脱口喊出“萤火虫”三个字来。萤火虫发光是为了照明吗？不是，它的发光是作为一种招引异性的信号。停在叶片上的雌萤火虫见到飞过的雄萤火虫发出的荧光后，立即放出断续的闪光，雄萤火虫见了就会朝它飞去。

在自然界除了萤火虫外，会发光的生物很多。动物界大约有 1/3 含有发光生物；海洋中会发光的细菌已知有 70 余种。热带和温带海面上出现的“海火”奇观，就是无数发光细菌聚集在一起放出的光所致。当然夜光虫更是“海火”的生成者。在某些深海水域，几乎 95% 的深海鱼类都会发光，一种斧头鱼，身体只有 5 厘米长，浑身透明，具有一系列的发光器，它在光线难以透进的深海中发光扩散而照亮了一定的范围，使得斧头鱼能在黑暗中识别同类，群聚或寻找对象。其实人本身也能发光，当然放出的光绝不会像神话小说中所描述的那样头上有光环，而是放出肉眼所不能见到的超微光。

人们对发光生物发出的生物光产生了浓厚的兴趣，这是因为：（1）生物光的效能实在太高。古书《古今秘苑》记载有：古时我国渔民用百多只萤火虫装入一个吹胀的羊膀胱内，将它结扎在渔网底下，就能招来鱼群，从而提高捕鱼量。数十只萤火虫装入囊中放出的光量就能解决车胤的夜读照明问题。据测定，一个发光细菌所发出的光相当于 1.9×10^{-14} 烛光。如此高效能的光源是不会不被人们注意的；（2）爱迪生发明了电灯，取代了用火照明。电灯无烟，光亮而且安全。但是，当你靠近开亮的电灯泡，就会感觉到热，愈是接近愈觉得热，这说明电只有使灯泡的钨丝烧热才能发光，而且大部分能量都以红外线形式转变成热散发了。此外，这种热线对人眼是无益的，而生物光是目前已知唯一不产生热的光源，因此也叫“冷光源”，其发光效率可达 100%，全部能量都用在发光上，没有把能量消耗在热或其他无用的辐射上，这是其他光源办不到的。

人们研究生物光，虽然对生物发光的机制还了解得不多，但就现有的研究和了解，已取得一定的效益。通过对萤火虫的研究，已知萤火虫约有 1500 多种，各自发出不同的光，作为自己特有的求偶信号，不同种之间不会产生误会。萤火虫的发光部位是在腹部，那里的表皮透明，好像一扇玻璃小窗，有一个虹膜状的结构可控制光量，小窗下面是含有数千个发光细胞的发光层，其后是一层反光细胞，再后是一层色素层，可防止光线进入体内。发光细胞是一种腺细胞，能分泌一种液体，内含两种含磷的化合物；一种是耐高温，易被氧化的物质叫荧光素；另一种不耐高热的结晶蛋白叫荧光酶，在发光过程中起着催化作用。在荧光酶的参与下，荧光素与氧化合就发出荧光，氧是从营养发光层的血管进入发光细胞的。由于血管随着它周围肌肉收缩而收缩，当血液中断供应时，氧就不能到达发光细胞，荧光也随之熄灭。生物发光需要氧，是英国学者波义耳在试验基础上发现的。波义耳将装有发光细菌瓶的中空气抽出，细菌立即停止发光。将空气重新注入，细菌又马上发光。

后来才知道是空气中含氧所致。发光反应所需的能量是来自一种存在于一切生物体内的高能化合物，叫三磷酸腺苷，简称 ATP。美国约翰·霍普金斯大学的研究人员将萤火虫的发光细胞层取下，制成粉末，将它弄湿就会发出淡黄色的荧光，当荧光熄灭时，若加入 ATP 溶液，荧光又会立即重现。说明粉末中的荧光素可被 ATP 激活。因此，萤火虫每次发光，荧光素与 ATP 相互作用而不断重新激活。

生物发光和光合作用都是“电子传递”现象。有人认为生物发光好像是光合作用的逆反应。光合作用是绿色植物吸取环境中的二氧化碳和水分，在叶绿体中，利用太阳光能合成碳水化合物，同时放出氧气。光能从水分子上释放电子，并把电子加到二氧化碳上，产生碳水化合物，这是一个还原过程。光合作用把光能转变成化学能，而生物发光是电子从荧光素分子上脱下来和氧化合，形成水，产生光。生物发光是将化学能转变成光能。

人们研究生物光是为了利用它，这种冷光源效能高、效率大、不发热、不产生其他辐射、不会燃烧、不产生磁场等特点，对于手术室、实验室、易燃物品库房、矿井以及水下作业等都是一安全可靠理想照明光源。人们还可以设法模仿发光生物把一种形式的能量转换成另一种形式的能量，制造冷光板，使其不需要复杂的电路和电力，就能白天吸收太阳光，到晚上再将光能放出来。

人们先是从发光生物中分离出纯荧光素，后来又分离出荧光酶。现在已能人工合成荧光素，这就使人类模仿生物发光创造出一种新的高效光源——冷光源成为可能。但是，人们对生物发光的认识还很肤浅，就拿研究得较多的萤火虫来说，萤火虫发光是为了交配，然而萤火虫的卵刚产下时，内部也发着光，萤火虫幼虫也会发光，这些又是为什么？它们是怎样发光的？人们都还不了解。因此，人类对生物发光研究得越清楚，对于创造这种新光源必然会越有利。

蝴蝶与温控系统

如果你有机会参观美国航天器博物馆，那里的讲解者将向你介绍，在解决人造地球卫星的温度控制方面，蝴蝶立下了“汗马功劳”。原来有一种蝴蝶的身体表面覆盖有一层细小的鳞片。当阳光直射，气温升高时，这些鳞片就会自动张开，以减小太阳光照射的角度，对太阳光能量的吸收随之减少；当外界气温下降的时候，这些鳞片又会自动地闭合，紧贴住蝴蝶的体表，让太阳光直射在鳞片上，从而使蝴蝶能吸收更多的太阳光能量。这样，蝴蝶就可以在外界空气有较大变化的条件下，仍然使自己的体温控制在一个正常的范围之内。

人造地球卫星在太空中遨游，它和太阳、地球的相对位置每时每刻都在发生着变化。就拿一颗离地球 300 公里左右的轨道上运行的人造卫星来说，大约在 65% ~ 70% 的时间内，它所处的轨道位置可以受到太阳光的强烈照射，以致使卫星的温度有可能上升到摄氏一二百度；在其余的时间内，卫星将在地球的阴影区内运动，由于没有太阳光能量的辐射，卫星的温度有可能下降到摄氏零下一二百度。

为了不让卫星内部的各种仪器冻坏或烧毁，必须对卫星采取各种控温措施。其中有一种控温系统就与蝴蝶调节体温结构有着异曲同工之妙。这种控温系统外形很像百叶窗，每扇叶片的两个表面的辐射散热能力不同，一个很大，而另一个非常小。百叶窗的转动部位装有一种对温度很敏感、热胀冷缩性能特别明显的金属丝。当卫星温度急剧升高的时候，金属丝迅速膨胀，立即使叶片张开，辐射散热能力大的那个表面朝向太空，帮助卫星散热降低温度；当卫星温度突然下降的时候，金属丝会马上冷缩，并使每扇叶片闭合，让辐射散热能力小的那个表面暴露在太空，抑制卫星的散热，起到控温的作用。

蛙眼与电子模型

蛙眼是十分敏锐的，对运动物体简直是“明察秋毫”。然而，对静止不动的东西它却“视而不见”，似乎变得“眼大无神”了。但这并不是它的缺陷，而正是蛙眼视觉机能的独到之处，是它适应其特定生活环境所形成的一套特殊本领。正是靠了这双眼睛，青蛙才能准确地捕食和逃避敌害，得以在地球上生存了 200 万年。

科学工作者们经过深入地研究，发现蛙眼具有四类感觉细胞，即四种“检测器”，它们分别负责辨认、抽取视网膜图像的不同特征。这样，就把一个复杂的图像分解成了几种易于辨认的特征，同是传送到大脑的视中枢——视顶盖。在视顶盖，视神经细胞按自上而下的顺序也分成四层：上层的“反差变化检测器”神经元，抽取图像的暗前缘和后缘；其次是“运动凸边检测器”，检测朝视野中心运动的暗凸边；再下是抽取静止和运动图像边缘的“边缘检测器”；最下层的“变暗检测器”抽取运动图像暗前缘。每一层都产生图像的一种特征，这四层里的特征叠加在一起，经过综合，青蛙便看到了原来的完整图像。

根据蛙眼的视觉原理，借助于电子技术，人们制成了多种“蛙眼电子模型”。其中，最简单的是“昆虫检测器”模型。

蛙眼电子模型还可以像真蛙眼那样，准确无误地识别出特定形状的物体。这种图像识别能力是雷达系统所需要的。雷达工作时，往往受到各种干扰，使显示屏上的影象看不清楚。依据蛙眼分别抽取图像特征的工作原理而改进的雷达系统，能够在显示屏上清晰地从强背景噪声中区分出目标来，因而提高了雷达的抗干扰能力。这种雷达系统也能快速而准确地识别出具有特定形状的飞机、舰船、导弹等，特别是能够根据导弹的飞行特性，将真假导弹区分开来，从而不被作为诱饵的假导弹所迷惑。它还可以有效地把预定要搜索的目标与其他物体分开，特别是把目标与背景分开。

模仿蛙眼的工作原理，人们还制成了另一种“电子蛙眼图像识别机”，它可以成为机场飞行调度员的出色助手。这种装置可以监视飞机的起飞与降落、班机是否按时到达。若发现飞机将要发生碰撞，能及时发出警报，防止相撞。现在，国外已投入使用的一种人造卫星“自反差跟踪系统”，就是模仿蛙眼的工作原理制造出来的。

蝙蝠与“探路仪”和“超声眼镜”

船只、舰艇上装置现代声纳（声雷达），可以搜索隐蔽在水中的目标，如潜艇、水雷、鱼群、冰山、暗礁以及浅滩，也可侦察到在水面上航行的舰船。在一定距离之内，两艘装有声纳的舰艇还可相互通信。声纳探测目标的作用距离为几公里，用来通信则可以达到更远的距离。

声纳是人们经过长期苦心研究，在第一次世界大战期间发明的。可是，在自然界，有些动物也生有类似的声雷达，而且结构较人造的更简单、性能更好。其中，研究最多的是蝙蝠的声雷达系统。

蝙蝠是昼伏夜出的动物。不论是在茫茫暮色之中，还是在伸手不见五指、漆黑一团的岩洞和古庙里，它都能穿梭般飞来飞去，从不会相碰或撞到什么东西上。而且捕食时有惊人的灵活性和准确性，一分钟内竟能捕到十几只蚊子，简直可以做到“无一漏网”。这是因为蝙蝠有一双特别敏锐的夜视眼吗？不是。即使将它的双眼完全封住或弄瞎，蝙蝠仍能自由自在地飞翔。经过长时间的研究，人们终于弄清楚，蝙蝠的视力是很差的，它之所以有接近于“明察秋毫”的本领，正是靠了它生有一套天然声纳系统。

蝙蝠的喉咙可以发出很强的超声波，通过嘴和鼻孔向外发射出去，共同构成蝙蝠声纳的“发射机”。它的接收机就是耳朵。根据耳朵接收到的反射回声，蝙蝠能够判明物体的距离和大小，是食物还是敌人或者是障碍物。人们把这种根据回声来探测物体的方式，称为“回声定位”。

蝙蝠的耳朵很大，内耳也特别发达，能够接收频率很高、但密度很低的超声波回声。令人吃惊的是，蝙蝠竟能在几秒钟内发出 250 组超声脉冲，同时也能准确地接收和分辨同一数目的回声。蝙蝠声纳的分辨本领很高，它能分辨用 0.1 毫米粗的线织成的网，并能根据网洞大小而收缩两翼敏捷飞过。它能将从昆虫身上反射的超声信号与地表、树木等反射的信号区分开。

蝙蝠的声纳可以同时探测几个目标，抗干扰能力也特别强。即使人为地去干扰它，哪怕干扰噪声比它发出的超声波强一、二百倍，蝙蝠声纳仍能有效地工作。成千上万只蝙蝠同住一个岩洞，它们都使用声纳，但却互不干扰。人造声纳却很难排除声波折射和水下反响现象的干扰，甚至当信（号）噪（声）比仅为 1 : 1 时，就已经不起作用了。

蝙蝠声纳还具有结构紧凑、体积小巧的特点。它最多不过几克重，体积几分之一立方厘米。而现代声纳和无线电波定位器却有几百、甚至几千公斤重，体积也往往大至几百立方分米。

人们模仿蝙蝠的定位系统，制成了盲人用的“探路仪”和“超声眼镜”。这两种仪器可以发射超声波、接收回声信号并将其转变为人耳能听到的声音。经过一定训练，盲人凭“听”声音就能知道路面情况，避开障碍物了。

蜗牛壳与复合陶瓷材料

在潮湿的地上，或者在树枝上，蔬菜的叶子上，常会见到蜗牛的活动。它们背着自己重重的壳，慢慢地向前蠕动，有一点儿风吹草动，软软的身子马上缩回壳里。

蜗牛的壳很坚固，它给科学家们以极大启示。

蜗牛等软体动物的壳实质上是一种由碳酸钙层和薄的蛋白质层交替地组成的层状结构。碳酸钙硬而脆，但蛋白质层交替地夹在其中，能防止碳酸钙层的裂纹蔓延，从而使蜗牛壳变得又硬又韧。

最近，英国剑桥大学的科研小组研制出了一种类似蜗牛壳的层状组织，即用 150 微米厚的碳化硅陶瓷层和 5 微米厚的石墨层交替地叠加热压成复合陶瓷材料。碳化硅是一种非常硬而脆的陶瓷，但由于夹在中间的石墨层可以分散应力，又可以阻止一层碳化硅中的裂纹蔓延到另一层碳化硅中，因而不易碎裂，这就是仿生复合陶瓷材料。

仿生复合陶瓷材料可用来制造喷气发动机和燃气涡轮机的零件，如涡轮片等，它们不仅可以提高发动机的工作温度，还可以减少喷气发动机和燃气轮机对空气的污染。

蚂蚁与人造肌肉发动机

蚂蚁是动物界的小动物，可是它有很大的力气。如果你称一下蚂蚁的体重和它所搬运物体的重量，你就会感到十分惊讶！它所举起的重量，竟超过它的体重差不多有 100 倍。世界上从来没有一个人能够举起超过他本身体重 3 倍的重量，从这个意义上说，蚂蚁的力气比人的力气大得多了。

这个“大力士”的力量是从哪里来的呢？

看来，这似乎是一个趣的“谜”。科学家进行了大量实验研究后，终于揭穿了这个“谜”。

原来，它脚爪里的肌肉是一个效率非常高的“原动机”，比航空发动机的效率还要高好几倍，因此能产生这么大的力量。我们知道，任何一台发动机都需要有一定的燃料，如汽油、柴油、煤油或其他重油。但是，供给“肌肉发动机”的是一种特殊的燃料。这种“燃料”并不燃烧，却同样能够把潜藏的能量释放出来转变为机械能。不燃烧也就没有热损失，效率自然就大大提高。化学家们已经知道了这种“特殊燃料”的成分，它是一种十分复杂的磷的化合物。

这就是说，在蚂蚁的脚爪里，藏有几十亿台微妙的小电动机作为动力。

这个发现，激起了科学家们一个强烈愿望——制造类似的“人造肌肉发动机”。

从发展前途来看，如果把蚂蚁脚爪那样有力而灵巧的自动设备用到技术上，那将会引起技术上的根本变革，那时电梯、起重机和其他机器的面貌将焕然一新。

现在我们用的起重机一般也是靠电动机工作的，但是作功的效率比起蚂蚁来可差远了。为什么呢？因为火力发电要靠烧煤，使水变成蒸汽，蒸汽推动叶轮，带动发电机发电。这中间经过了将化学能变为热能，热能变成机械能，机械能变成电能这么几个过程。在这些过程中，燃烧所产生的热能，有一部分白白地跑掉了，有一部分因为要克服机械转动所产生的摩擦力而消耗掉了，所以这种发动机效率很低，不过只有 30~40%。而蚂蚁发动机利用肌肉里的特殊燃料直接变成电能，损耗很少，所以效率很高。

人们从蚂蚁发动机中得到启发，制造出了一种将化学能直接变成电能的燃料电池。这种电池利用燃料进行氧化——还原反应来直接发电。它没有燃料过程，所以效率很高，达到 70~90%。

企鹅与极地越野车

茫茫雪原上，到处是积雪。雪地上的摩擦力太小，车轮只能不断地空转，很难前进。但是，在冰雪终年不化的南极，平时是蹒跚而行的企鹅在紧急情况下却能以 30 公里/小时的速度在雪地上飞跑。这是什么原因呢？原来企鹅在南极生活了近 2000 万年，早已适应了那里的生活环境，成为“滑雪健将”了。只要它扑倒在地，把肚子贴在雪的表面上，蹬动起作为“滑雪杖”的双脚，企鹅便快速滑行了起来。人们由此得到启示，设计并制造了一种“极地越野车”。它用宽阔的底部贴在雪地上，用转动的“轮勺”扒雪前进，行驶速度可达 50 公里/小时。这种汽车还可在泥泞地带快速行驶。

袋鼠与跳跃机

带轮的汽车在沙漠上行进很困难。但生活在广阔草原和沙漠地区的一种哺乳动物——袋鼠，却有一套快速运动的本领。袋鼠是靠强有力的后肢在沙漠上跳跃前进的，每小时可以跑上四、五十公里。模仿袋鼠这种运动方式的无轮汽车——“跳跃机”已经试制成功，它在坎坷不平的田野或沙漠地区均可通行无阻。

尺蠖与坦克

有种动物叫尺蠖，它前进的时候是身体一屈一伸地行动，人们模仿它的行走方式，制造出了一种带有行走部分的轻型坦克。这种坦克能够越过较大的障碍物，当它隐蔽在掩体里时，能升起炮塔射击，射击后再隐蔽起来。这种坦克的通行能力比以前的坦克提高了许多。

设计人员还模仿双壳贝壳的构造，设计了具有较好流线型的炮塔，并大大降低了坦克高度。这种坦克车内的武器装备排列得十分紧密，是模仿软体动物的消化器官排列的。像软体动物吃食物那样，炮弹从弹药盒进入炮塔，而后沿类似于食道的送弹槽被送到类似于胃的炮的后部，周围的类似于消化腺的药室则可收集和排出射击时产生的火药气体。在像贝壳的顶盖下面，有两个供坦克乘员半躺的座椅。这一方案，是为解决现代坦克的重要设计问题的一种卓有成效的尝试。

狗与“电子警犬”

狗的嗅觉比人灵敏 100 倍，根据气味，狗几乎可以找到任何要找的东西。经过训练的警犬更加给人以启示。模拟警犬的嗅觉，人们制成了一种电子仪器——“电子警犬”，已经在化工厂用作检测过氯乙烯毒气，测定浓度达到千万分之一。

该仪器的工作原理，是基于不同物质对紫外线的选择性吸收：当气味物质从紫外灯与检测器之间通过时，一部分紫外线被吸收，这样便可确定物质的性质和浓度。这种“电子警犬”可以检测染料、漆、树酯、酸、氨、苯、瓦斯以及新鲜的苹果和香蕉的气味，其灵敏度已经达到狗鼻子的水平。另一种在某些方面比狗鼻子灵敏 1000 倍的“电子警犬”，也已用于侦缉工作。

苍蝇与气体分析仪

苍蝇也有惊人的嗅觉，它的非常灵敏的嗅觉感受器分布在触角上。这种感受器能把气味物质的刺激立即转变成神经电脉冲。模仿苍蝇嗅觉器官制成的灵敏度很高的小型气体分析仪，已用于分析宇宙飞船座舱里的气体。

蚕与人造丝

走进商店里，大家常会被那绚丽的丝绸所吸引。舒适的感觉，明艳的色泽，给人以极大的诱惑。在夏季拥有丝绸做成的衣裙是许多女孩子的美好心愿。

丝绸是一种比较名贵的织物，我国是丝绸的故乡。直到现在，人们还常常把丝绸同中国的古老文明连在一起。河西走廊穿过茫茫大漠，将美丽的丝绸和文明一起带到欧洲，人们叫它“丝绸之路”。

在古时候，丝绸只有富人才穿得起，它有时候也就成了身份和地位的象征。从一首唐诗就可知当时的情景：“昨日入城市，归来泪满巾，遍身罗绮者，不是养蚕人。”

以前的丝绸，是用蚕吐出的丝做成的。人们经过研究发现，蚕丝是一种蛋白纤维。人们用桑树的叶子喂蚕，经过一段时间，蚕吐出丝，结成茧，人们把茧经过处理，抽出丝然后才能织出衣料。

随着时间的推移，天然的蚕丝越来越不能满足人们的生产需求。于是，人们便想，能不能模仿蚕吐丝用人工的方法生产“丝”呢？

1855年，瑞士人奥蒂玛斯用硝化纤维溶液成功地制取出纤维。1884年，法国人夏尔多内将硝酸纤维素溶解在乙醇或乙醚中制成粘稠液，再通过细管吹到空气中凝固而成细丝。1891年在法国贝桑松建厂进行工业生产，但由于这种纤维易燃，生产中使用的溶剂易爆，纤维质量差，不能大量发展。

1933年，蛋白质纤维开始生产。

人造丝的生产，为纺织业提供了大量原料。1922年，世界人造丝产量超过了真丝的产量。

现在，我们见到的那些五光十色的丝绸，大部分都是人造丝。如今的丝绸，已经进入百姓家。

蜘蛛仿生车

有些辛勤的昆虫，昼夜寻花采蜜，它们凭着什么样的夜视眼才能摸黑飞行呢？有人这样假想，它们可能装备了紫外线“雷达”。那些晚间靠昆虫授粉的花儿受了昆虫发出的紫外线照射，便会放出明亮的光芒，昆虫接受到这种回波便追踪而至。同时，人们发现，蜘蛛和它们的网在紫外线照射下却丝毫不发光，这样那些夜行的昆虫就不免误投罗网了。蛛网一经触动，哪怕是极轻微的震动，蜘蛛腿上特别灵敏的振动传感器立即就感受到了，稳坐蛛网中央的蜘蛛，便会飞奔过去，把昆虫逮住，美餐一顿。

科学家现已探明，蜘蛛的飞毛腿根本没有肌肉，甚至连肌肉纤维也没有。最令人感兴趣的是它的跳跃不是由肌肉，而是依靠压向大腿的体液来提供动力的。蜘蛛的脚竟是一种独特的液压传动机构，在这个装置中的液体就是血液。进一步研究证明，它们依靠这种装置，能够把血压迅速升高，使软的脚步爪变硬。也正是依靠这种液压传动，蜘蛛才能成为优秀的跳高运动员，它能跳到10倍于身高的高度。据计算，要取得这样的成绩，它们必须在刹那间把自己的血压提高半个大气压。测量蜘蛛脚伸展时脚爪内的张力，刚好等于这样的压力。

受蜘蛛脚液压传动机构的启发，加拿大多伦多舞蹈学校教师高登·道顿发明了一种奇特的仿生车。这种座车采用铝和玻璃纤维做材料，重14磅（1磅=0.453592千克），它由液压装置驱动，用一个模铸的座子和在臀部以及脚后跟下的一些小轮子装配而成。使用时，只要对后端和膝盖处的两个活塞中的任何一个施加压力，就可以驱动电动机使液体压入另一个活塞。如果朝后倾斜，液体就涌入较低的活塞，从而使膝盖伸展开；如向前倾则会使膝盖弯曲。虽然仅仅依靠上肢，但使用者看起来就像是在用下肢的小腿移动。

这种蜘蛛仿生车相对于轮椅来说，能给残疾者更大的活动范围。使用者坐姿很低，可以用手来推行。一位每周使用一小时的患者说：“它有点像滑冰板，不同的是你坐在上面。”有关专家认为，这种座车有助于截瘫者生长肌肉，促进血液循环。

蜘蛛机器人

擦拭清洗玻璃，可谓司空见惯的生活小事。然而，伴随着“现代化”的进展，大批高耸入云的建筑拔地而起，封闭式摩天大楼的玻璃清洗问题便日益突出起来。且不说颇费工时，单是其危险程度便不免使人望而却步了。

前不久，美国一家公司推出一种“蜘蛛人”装置，其外形与蜘蛛相仿，身躯下有6只吸脚，能在大楼外自由行走，从容跨越，更令人惊叹的是，这种“面目可憎”的“蜘蛛人”，竟能按指令完成2万个动作，刮、铲、冲、洗，无所不能。回想起来，世界上第一个现代机器人“降临”人间迄今还不到30年，但已迅猛地壮大起来，并不断更新换代，向“智能化”过渡。

机器人不光在上述民用领域里大显身手，而且还跻身于广泛应用尖端科技的军事领域，成为战场上冲锋陷阵、刀枪不入的“钢铁士兵”。美国奥地狄克斯公司对“蜘蛛”式六腿机器人进行了多年的研究。这种机器人的上部是一个圆球玻璃罩，里面装有摄像机和各种传感器；下部为六条细长的有关节的腿，整个机器人的形状酷似一只六腿蜘蛛。腿部可自由地伸直和弯曲，可在平地行走，也可在普通履带车和轮式车无法行驶的地方行走，还可以攀登楼梯或斜坡。“透明脑袋”中的传感器可接收各种信息，操作人员通过无线电控制它的行动。

苍蝇到处乱飞，污染环境，传染疾病，使人生厌。其实，深入探讨，苍蝇具有很强的抗病本领。如果我们在显微镜下面去观察的话，整个苍蝇，是完全处于细菌的包围之中，在它身上生活的细菌是上亿，甚至上百亿。而苍蝇自己却能“安然无恙”。在二战中以及二战结束之后，苍蝇问题引起了许多军事科学家、生物学家、病理学家的极大兴趣。他们带着各自的目的在进行研究。结果发现苍蝇的进食方法与众不同，它是一边吃，一边吐，一边又拉，真是“吃、吐、拉一条龙”。它的消化道工作效率之高，是其他任何一种动物也无法与之比拟的。当食物进入消化道后，它可以立即进行快速处理。在7~11秒钟之内，可将营养物质全部吸收，与此同时，又能将废物及病菌迅速排出体外。当病菌进入苍蝇体内，刚好准备要“繁育后代”时，却已被苍蝇迅雷不及掩耳地将它们排出体外。这样高速度、高效率，真叫人“叹为观止”，因为这在动物界可说是绝无仅有的。

但事物往往不是绝对的，也有个别的强硬对手具有快速繁育后代的能力，它们可在三、五秒钟之后产卵育后。碰上这样的细菌，苍蝇体内有可能“大闹天宫”，甚至令其“命归黄泉”。在这种情况下，苍蝇只好用最后一张“王牌”。在80年代中期，意大利病理学家莱维蒙尔尼卡博士研究发现：当病菌侵入苍蝇机体，使它的生命受到威胁时，它的免疫系统就会立即发射BF₆₄和BD₂的球蛋白。这两种球蛋白，说得确切一点，可以叫做“跟踪导弹”。它们会自动射向病菌，引起爆炸，与敌人“同归于尽”。更为神奇的是：BF₆₄和BD₂这两种球蛋白从免疫系统发射出来时，它们是双双对对，一前一后，自找目标，从不错乱。更叫你无法理解的是：这两种球蛋白在消灭对手时，一定以“彻底消灭干净”为最终目的。

我们人类常用的抗菌素药物，例如青霉素、庆大霉素之类，如果与BF₆₄、BD₂比较起来，那才是“老式步枪”与“现代冲锋枪”的较量，不知相差多少倍。

正因为如此，目前有许多病理学家们正在潜心研究，想把它们应用到人类的抗菌治病方面来。如果能提取 BF_{64} 和 BD_2 用于人类抗菌，无疑将是一大福音。

最近，日本东京大学药理学教授名取俊二先生，在他几年的实验和研究中，竟然在家庭常见的大麻蝇体液中，成功地提取了外源性凝集素，并从这种蛋白质中分离出了核糖核酸。他用这种凝集素应用于试验，奇迹般地发现：这种外源性凝集素能有效地干扰哺乳类动物体内的肿瘤细胞，首先是使肿瘤萎缩，随着时间的推移，竟慢慢地消失了。无疑，这对于人类的抗癌治癌开辟了一条新的途径。

蜘蛛丝与防弹衣

蜘蛛营造网的技能很高，而且结构合理、形状多样。三角形的、八卦状的、漏斗形的、华盖状的、圆币形的、不规则形的等等。蜘蛛按一种高级几何曲线“对数螺线”的无穷曲线形式织网，人工难以画得像它那样匀称、美观。斑点金蛛织出比自行车轮还大的巨大圆网。危地马拉有一种蜘蛛，总是几十只汇聚在一起集体吐丝，织出硕大的网。这网有美丽的图案，红红绿绿十分好看，而且还能抗风抵雨，不易损坏。当地居民竞相采用这种蛛网来做窗帘。

美国马萨诸塞州研究中心的军事科学家和分子生物学家们经过深入研究，发现了蛛丝的不少奥秘。首先，蛛丝的延伸力很好。眼下，世界上流行的防弹衣使用的凯夫拉纤维，其延伸力超过 4% 时就会断裂，而蛛丝延伸到 14% 还安然无恙，超过 15% 才会断裂。蛛丝这种极强的弹力，对于来自子弹的外力冲击能起到很好的缓冲作用，因此，它是一种最理想的防弹服装的材料。蛛丝的另一大特点是它的“玻璃化转变温度”极低。试验证明，蛛丝在零下 50~60 摄氏度的低温下才出现“玻璃化”状态，开始变脆。而现行的大多数聚合物“玻璃化”温度只到零下十几度。蛛丝的这一特性，使其制作的降落伞、防弹衣和其他装备，即使在冰点以下的环境里仍具有良好的弹性；在骤然而至的重物袭击下，依然有极佳的承受能力。

麦秆与自行车

当你每天早晨骑上自行车去上学或上班的时候，你是否想过自行车是什么时候出现的？设计师又是聘请了大自然中的哪位“参谋”，把车架设计成空心管子的？

那还是在公元 1642 年，西欧某个城镇的玻璃橱窗上，第一次张贴出一幅自行车的图形，吸引了许许多多的人。

过了大约 160 多年，世界上第一辆自行车才问世。

1817 年，德国人威廉·福克骑了一架很奇怪的二轮车在小镇的郊外滑跑。车架和轮子都是木头的，没有轮胎，没有座垫弹簧，也没有链条和飞轮，它靠两条腿在地上蹬着车子滑行。这就是自行车的老祖宗——快步机。

又过了好多年，人们逐渐地加以改进，使前轮可以活动，并在轴心上安了脚踏。但前轮与后轮的大小很不相称，前轮直径有一米多，后轮才一尺多，叫人看了感到很别扭。

到了 1869 年，才出现了类似现在使用的比较理想的自行车。它有铁制的轱轮，橡胶轮胎，转动的部分有了滚珠轴承以及飞轮等。

近年来，许多国家先后制成了许多样式别致的自行车。例如，有的用轻金属制成折叠式的轻便自行车，车重只有几公斤，不用时，折叠起来放进旅行袋里。有的还能变速，多的有十个变速档，适合在各种道路上骑行。还有的用塑料制成，既轻便，又不生锈，还消除了金属摩擦而产生的噪音，很受人们的欢迎。

但不管哪种自行车，车架都是用很薄的空心管子做成的。

车架是自行车的骨骼，因此要求有足够的强度。人们从大自然中的麦秆那里受到了启发。

你看，一根细长的小麦秆，能够支持住比它重几倍的麦穗，奥妙就在于它是空心管子。

原来，任何一块材料遇到外力发生变形的时候，总是一边受到挤压力，另一边受到拉伸力，而材料中心线附近长度基本不变。这就是说，离开中心线越远，材料受力越大。空心管子的材料几乎都集中在离中心线很远的边壁上，因此，它比一根同样重的实心棍子的刚度要大得多。

麦秆和自行车之间的关系说明了这样一个事实：人们只要虚心向生物界求教，肯定会大有收益。

蛋壳与石拱桥

鸡蛋的蛋壳，我们几乎天天都能见到，似乎没有什么大的用处。然而，以建筑师为职业的人，可把它视为至宝。因为它给建筑师以很大启示，为现代化建筑做出过不小的贡献。

让我们先做一个小小的实验：取两只蛋壳，一只凸面向上，一只凹面向上，用两支削得不太尖的铅笔，从 10 厘米高处向蛋壳落去。可以看到，铅笔与凸面向上的蛋壳撞击了一下，蛋壳并未被击碎，而凹面向上的蛋壳却被击破了。这说明蛋壳凸面向上的可以承受的力比凹面向上的可以承受的力大得多。

我们的祖先很早就发现了蛋壳的奥秘，并据此设计了凸面向上的石拱桥。

可别小看一座石拱桥，那里面还有相当大的学问呢！

你看，一座石拱桥，当它受到向下的压力时，也同时受到两侧相邻石块的侧压力作用。由于石块的抗压强度很大，所以这个力能达到很大值。若石桥凹面向上，那么，当它受到向下的压力时，邻近的石块则产生拉力，由于石块的抗拉强度很低，所以凹面向上的石桥只能承受很小的力。这与蛋壳凸面向上不易击破，凹面向上不堪一击是同一个道理。

近几年来，建筑师又在蛋壳的启示下，设计了现代化的大型薄壳结构的建筑物。这种建筑物既坚固，又节省材料。我国北京火车站大厅房顶就是采用这种薄壳结构。屋顶那么薄，跨度那么大，整个大厅显得格外宽敞明亮，舒适美观。

人脑与智慧机器人

素称人体司令部的大脑，是世界上最复杂、最奥妙、最完善的“自动控制机”。

机器、设备可以代替人的体力劳动；拖拉机可以代替农民耕地，起重机可以代替工人进行装卸……人们当然也会提出：是否可以用一种“智慧”的机器来代替人脑工作呢？

今天，由于近代数理逻辑、控制论、无线电电子学、生物学的飞跃发展，利用机器来代替人的脑力劳动这一远大理想，已逐渐变成现实。

要模拟人脑创造出具有一定思考能力的电子计算机，首先就得模仿神经元创造出电子计算机的“基本元件”。目前，有些国家的科学工作者都在致力于这个课题的研究，并且也取得了一定的进展。他们已经制成了一些神经细胞的模型，其中最简单的一种是用半导体三极管装配起来的。也有由复杂集成电路组成的元件，它们具有活细胞的某些能力，能显示出活细胞的某些特性，例如对有关外界刺激的适应性等。

有了人造“神经元”之后，第二步就得深入研究神经细胞之间的微妙联系，探索网状结构的综合本领，以及认识、记忆、推理、判断等种种意识活动的细节。不难想象研究活的大脑内部发出的种种物理、化学、生物学过程，直到能用科学来精确地表达它们是多么困难！但是，这项研究工作也取得了一定的进展。

现在，用于生产控制的电子计算机，能够接收、研究和判断外界生产条件，作出适宜的选择后发出信号，控制生产在最好的条件下进行。

电子计算机是现代科学技术的奇迹之一。

电子计算机和以前所有的机器都不同：一般的机器，不论威力多么大，不论多么精巧，从本质上来说，仅能代替体力劳动，而电子计算机却能在一定程度上代替人脑进行非创造性的脑力劳动。

目前，不仅有精通快速运算的会解答各种数学问题的电子计算机，而且也出现了具有初步判断、比较、记忆和“思考”能力的各种电子计算机。所以，有时人们又管它们叫做“电脑”。

动物味觉的启示

如果你感冒，鼻子不通，吃起东西来就不会觉得有滋味。舌苔很厚，饮食也不会觉得有味。高明的厨师烹调一定讲究色香味齐全。通过视觉、嗅觉和味觉的综合作用促使胃口大开，远比单一感觉的效果要好。事实上味觉和嗅觉是如此的相似，以致一些低等动物对化学物质的感觉很难分清嗅与味的界线。嗅觉和味觉都是化学性感觉，都是化学分子与感觉器官相接触产生电信号，传给大脑形成感觉。所不同的是你可以离李子较远而闻到李子的香味，但是，你要知道李子的味道就非得亲口去尝一尝。

人和哺乳动物的味觉感受器主要是分布在舌背面的味蕾。舌背面有许多细小的突起，叫乳突。可分为三种：轮廓乳突，分布在舌根部，约有 8~12 个，排列成倒八字形；菌状乳头，分布在舌尖和舌的边缘部，这两种乳突里面，味蕾很多。丝状乳突没有味蕾。此外，还有一种叶状乳突，普通哺乳动物都有，但人类则已退化掉，这种乳突也含味蕾。乳突中散布有神经纤维。味蕾在口腔粘膜的其他部位也有分布。味蕾呈球状，由 2~12 个纺锤状的味细胞和支柱细胞构成，味细胞上有刚毛突出在味蕾上方的味孔处。味觉有探测溶解在水中的物质的能力。一种特定的食物味道取决于它对几种味蕾的联合效应。人有四种基本味觉，即酸、甜、苦、咸，加上辣合称五味。一般舌尖主要感觉甜味，舌的边缘感觉酸味，舌根主要感觉苦味，咸味则整条舌都能感觉。人舌非但能尝出何种味道，而且还能尝出这种味的浓淡，一直到现在，国际上名酒等饮食评比，都还是以人的品尝为主。人的味蕾约有 10000 多个。动物中兔子约有 17000 个，牛有 25000 个左右，鸟舌中味蕾较少，一般只有 20~60 个。但是鸽子能尝出一粒谷中富含蛋白质的部分和富含淀粉的部分。

并不是所有的动物都有舌，也不是所有的味感觉器都分布在口中。原生动物和海绵用整个身体去尝味。苍蝇的口器上有一片海绵状小板，叫唇瓣，苍蝇用它不断地到处伸探。科学家把唇瓣上一根细毛放入糖液中，并使它接上微电极，可立即在电流计中看到反应，说明苍蝇感到味道，正在作出反应。苍蝇的前足上也有感觉毛，它们也可用足来品尝食物，苍蝇前足对糖的敏感度比口器强 5 倍。蝴蝶的足上也有味感觉毛。有些鱼类的触须具有味觉。圆头鲈能觉察到头前较远处向己游来的猎物，如果破坏它的嗅神经，它仍然保持这种能力。但是，如果破坏它的味神经，这种能力立即消失。淡水鱼的味蕾多数分布在鳃腔内，当水流经鳃腔，同时也经过味蕾，产生味觉。有些鱼类数千个味蕾散布于全身，以此探测整个水域。鲇鱼几乎盲目，它靠味觉来获取食物，而靠嗅觉来维持其群体生活。

在蜥蜴和一些蛇类的鼻腔下面，具有一对由口腔背壁向腭部内凹的弯曲小管，叫锄鼻器或贾科勃森氏器。管内有許多与鼻腔中的细胞相似的感觉细胞，并且通过嗅神经的大量分支与脑联系，并有眼腺分泌物润滑，就像唾液腺分泌湿润口腔一样。由于毒蛇的唾液腺已演化成毒腺。因此，眼腺可能是替代唾液腺分泌，起湿润毒蛇口腔的作用。只要空气中所含的少量化学分子通过锄鼻器，就能分辨这些分子是什么物质，可见它有辅助嗅觉的作用。但是，锄鼻器的末端是一盲端，没有导向体外的开孔，只有开口于口腔的孔，蛇不断地用它那分叉的舌头伸出口外，探测空气中的气味，当舌摄取到空气中的化学分子后，便迅速将舌回缩入口，到锄鼻器中，产生味觉。刚出生的

小蛇虽然从未吃过任何东西，但是，对浸在水中小动物的皮肤，也会吐出舌头，作出进攻的反应。因此，很难分清锄鼻器究竟是嗅觉器官抑或是味觉器官，这也说明很多动物的嗅觉和味觉往往是混杂在一起的，因为，它们都靠化学分析的方法起作用。鲨鱼对血腥特别敏感，海水中只要有一些新鲜血液，就会引来鲨鱼，这究竟是由于血腥的气味，还是血腥的味道在起作用，确实不易说清，不过有一点是可以肯定的，就是嗅觉和味觉综合作用要比单独作用的效能要大得多。

人们研究动物的味觉器官和嗅觉器官对研制理想的气体分析仪器是有益的。人们研究和模拟苍蝇的这些感觉器官而制成小巧而灵敏的气体分析仪，已被应用于宇宙飞船的座舱中，用来监测气体；也应用于分析气体的电子计算机上，对气体进行精密的分析；还用来监测潜水艇和矿井等逸出的气体，以便及时发出警报。

动物“热感受器”的启示

夏天的夜晚，甲乙两人同睡在一间房内，灯刚关掉，讨厌的蚊虫就嗡嗡地人在人耳边侵扰，一只蚊虫刚停落在甲的脸颊上，甲觉得被叮了一下，立即用手打去，将蚊虫打死。甲高兴地喊道：“哈！我打死了一只雌蚊虫。”乙听罢，不能理解，认为房间内是黑暗的，伸手不见五指，又怎能看清蚊虫的雌雄，甲说打死一只雌蚊虫，纯粹是胡乱瞎猜，便嘲笑甲道：“老兄的眼睛真行，竟然能在黑暗中看清蚊虫的雌雄！”事实上，甲打死的确实是只雌蚊虫，不过甲不是用眼去看清，而是用他掌握的知识去作出的正确判断，因为只有雌蚊虫才吸血，而雄蚊虫只是吸吮植物的汁液。在黑暗中甲是看不见蚊虫的，他所以能发觉有蚊虫，首先是蚊虫发出的嗡嗡声，然后是脸上被蚊虫叮咬的感觉。蚊虫在黑暗中同样也看不见甲，然而蚊虫又是怎样会发觉甲的呢？不是甲发出的声音，也不是甲的气味，更不是蚊虫瞎碰乱撞，而是蚊虫对甲身上发出的热的感应。

人和所有温血动物一样，体温都是相对恒定的。也就是说机体所产生的热和散发的热基本相等，由于温血动物产热率相对稳定，因此有皮肤、汗腺和肺等散热调节与产热恒定相适应，从而使体温保持在相对恒定的、稍高于环境温度的水平，这是由于机体在冷环境温度下散热容易，在低于环境温度下生活，会引起“过热”而致死。人体散热主要是皮肤的辐射热和汗腺的蒸发热，其次是肺通过呼吸散发部分热。温血动物的辐射热其实是一种红外线，亦称红外光，在电磁波谱中，波长介于红光和微波间的电磁辐射，它是一种肉眼看不见的光，但是有显著的热效应，人们用特殊的灯照射物体，用滤镜挡住所有肉眼可见的光，只让红外线透出，通过红外线望远镜，如军用窥探望远镜和瞄准望远镜等才可看见。但是，在自然界，有不少动物具有能接收红外线信息的结构。雌蚊虫的红外线探测器是它的触角，呈环毛状。雌蚊虫觅食时，不断地转动一对触角，当两条触角接收到的辐射热相同时，就知道可被吮血的温血动物就在正前方，雌蚊虫就朝目标飞去。根据离热源愈近，所接收到辐射热愈多的原理，就能准确地测知辐射热源的方位。蛇类中有一些蛇，如产于美洲、尾端有角质环、摆动时能作响声的响尾蛇，广布于我国的蝮蛇，吻鼻部向上翘起的五步蛇，美丽的竹叶青蛇和头似烙铁的烙铁头等，在眼睛与鼻孔之间有一凹窝叫颊窝，就具有极灵敏的红外线感受作用。将一条蒙住双眼的响尾蛇放在两只灯泡的下面，灯泡不亮时，响尾蛇毫无反应，显得很安静，当开亮其中一只灯泡时，响尾蛇立即昂首张口朝着它，显得异常兴奋，而对那只不亮的灯泡不予理睬。将颊窝神经暴露出来，插上微电极，将颊窝神经细胞的电变化引导出来，显示在示波器上，然后给颊窝加以化学、声音和机械等多种刺激，在示波器上没有显示出脉冲变化。但是，当用手或热的物体去靠近它时，示波器上立即显示出强烈的脉冲变化，表明它处于兴奋状态。颊窝能感受到千分之一度的温度升高，并在 35 毫秒内作出反应，而且具有极高的抗干扰能力和分辨能力，并能在环境温度下起作用。颊窝被一层薄膜分隔成内外两个小腔。内腔以小孔开口于皮肤，使内腔与环境的温度一致，并可调节内外腔间的压力。颊窝上密布有三叉神经末梢质体，为红外感受单位，包含有许多线粒体。颊窝膜表面每平方毫米约有 1000 个红外感受单位。外腔方向指向前方，当热量到达颊窝时，窝内的空气膨胀，颊窝膜两侧温度就不同，神经末梢便兴奋，刺激神经细胞，产生脉冲传给脑中枢，信

息加工后，脑中枢便发出攻击猎物的命令。在电子显微镜下，可以见到神经末梢受刺激后，线粒体的形态发生改变，线粒体可能构成初级红外感受器。目前对颊窝的灵敏度已能测检，但对其机制还不完全了解，有颊窝的蛇靠它的颊窝感觉在黑夜中猎食，颊窝接受来自前方的辐射热，左右两个颊窝的感觉场是重叠的，并且有一定的感觉距离。通常蛇体盘起时比游动中感觉距离要远一些，只要感觉到有比环境温度稍差异的物体都会引起蛇的注意。蟒蛇的红外感受器在头的正面和唇边，叫唇窝。深海乌贼的红外感受器在尾部的下表面，叫热视眼。此外，鸡虱、臭虫、蚂蚁等动物都能感受红外辐射的能力。

人们已经制造出灵敏的量热、温度计和红外探测装置等。例如响尾蛇导弹，是一种空对空导弹，就是将红外探测器配备在歼击机的弹头上，它可以追踪敌机发动机散发热和喷出的废气时所发出的红外线而准确地击中敌机。以红外、电子等技术为依据的公共安全技术产品是目前世界上发展最快的高新技术产业之一。中国科学院上海技术物理研究所已研制出红外入侵探测器系列产品。可安装在室内、户外或屋顶、门窗、走廊等处，它们具有 24 个感应现场，相当于 24 只眼睛全方位探测，可起监视防盗作用。但是，人类目前制造成功的测温仪器，从普通的人体温度计到复杂的红外探测仪，同已知的一些动物对温度变化的感觉相比，无论从灵敏度或感热器官的结构轻巧上都是显得不足的。你不会不知道一支普通的医疗体温计有多大，也不会不知道一只叮人的蚊虫有多大，可以想象得出长在蚊虫头上的触角又是多么细小。两者一比较，就不难看出雌蚊虫的热感应器是多么精致，而仪器小型化正是宇宙航天科学研究所追求的。按现代的科学水平，人类还制造不出像雌蚊虫热感器那样大小的测温仪。

动物“生物钟”的启示

在印度班加罗尔城，有一只猴子和一条狗经常按时定点在一起相会。每天上午 9 时 30 分，猴子就先来到路旁的树荫下等着了；接着，一条狗也摇着尾巴跑来。于是，猴子就骑上狗背，一起上街游逛。这一对奇怪的伙伴，吸引着人们跟着围观。说来有趣，它们天天聚会，老时间，老地方，从不失约，也不迟到，好像它们都懂得看钟表似的。

这件有趣而古怪的事儿是怎么一回事呢？科学家认为，这一对伙伴的协调行为，是由于它们身上有一种“生物钟”在指导着各自的行动。

“生物钟”长在哪儿？科学家经过多次实验，在蟑螂的咽下找到一种神经节。它的侧面和腹面有一群神经分泌细胞，分泌激素，指示蟑螂的活动和休息。哺乳动物的生物钟结构就更复杂了。科学家认为，在延髓和下丘脑里的神经细胞是“钟”的主体，而身体其他部分的组织细胞中，也有独立运转的“子钟”，它们同时在摆动和变化中。

人们在探索生物钟的秘密中，发现各种生物的习性和生活功能，都受着自然节律的支配。大西洋的沙蚕，每年常常群集在百慕大附近海面，时间都是在满月后 3 天，日落后 54 分，不早也不迟。招潮蟹能根据阳光来改变颜色，又能按照月亮升落，随潮汐涨退来支配觅食或休息的时间。最近的研究还表明，“生物钟”对光线固然有重要关连，同黑夜却有着更紧密的联系。生物在长期的生活过程中，生理上不断调节，逐渐形成了昼夜和季节性的节律。猴子和狗的准时约会，就是它们身上的“生物钟”相适应的结果。

在实验中，人们还发现，用人造的昼夜来改变“生物钟”的摆，会产生意想不到的效果。人工缩短黑夜时间，能使母鸡多产蛋三四成，鹅鸭产蛋量多 2~3 倍；使牛羊发情期延长，交配的次数和繁殖的数量增多，牛奶的产量也提高了。而人工缩短白天时间，能使鸡长肥，猪长膘，使羊和狼狐等长毛快。

科学家正在试图利用“生物钟”的作用来控制有害昆虫的生存。如调拨蚊子的生物钟，使他们在缺乏食物和温度不适宜的季节里成熟，从而不能生存。用杀虫剂喷洒苍蝇，下午喷洒，死亡率最高，这正是它们一天最活跃的时间。

动物“化学通信”的启示

地球上的动物，如果在其个体之间不能交流寻找食物、逃避敌害和选择配偶等重要信息，它们就不能生存。因此，每种动物都有一套通信联系的独特办法。动物通信使用的“语言”是多种多样的。有些动物使用的是一种“气味语言”。它们发出的有味化学物质，可以用来标明地点、鉴别同类与敌人、引诱异性、寻找配偶、发出警报或者集合群体。我们称这种利用化学物质传递信息的方式为“化学通信”。

但是，负责这项工作的，却不都是鼻子。比如，昆虫是用头上的触角来分辨气味，而海洋哺乳动物鲸都是靠舌头来感知气味的。

前苏联科学家用臭虫做实验。臭虫稍一受压，即散发出臭哄哄的“芳香”质，剂量不大，但足以使周围的“同胞”不再爬向它所在的地方。如果压得重一点，发出的“芳香”质浓度便增大，表示：“我要死啦！”这时附近的臭虫“弟兄们”就屏息静伏，庆幸自己没有落难。

前苏联科学家分离出一种耗子芳香质，表明“老鼠先生到此一游”，涂在鼠夹鼠笼上，前来送死的老鼠大增。后来又分离出另一种芳香质，表明“鼠君游此，心旷神怡”，这下子连警惕性最高的老耗子也顿释疑窦，欢欢喜喜地落入圈套。

昆虫用来吸引异性的“性引诱素”是最有效的传信素，这是保证昆虫延续后代的重要手段之一。借助于性引诱素，雄舞毒蛾能被半公里外的雌蛾所吸引；雄蚕蛾则可找到两公里半以外的雌蛾。而天蚕蛾、枯叶蛾的雄蛾，则能被四公里以外的雌蛾引诱去进行交配。

性引诱素是一种极其微量的化学物质。一只雌舞毒蛾仅能分泌 0.1 微克性引诱素，但这已足够诱来 100 万只雄蛾。30 个性引诱素分子便能促使一只雄美洲蟑螂产生性兴奋。一只关在笼子里的雌松树锯蝇，其气味能招引约 1 亿只雄锯蝇。由此可见，雄虫的性引诱素接收器是极其灵敏的。雄虫的接收器就是触角上的嗅觉感受器。就作用距离、精确性和反应敏捷等方面来说，昆虫触角要比目前的机载雷达的性能好。可以设想，昆虫触角的结构特征和功能原理将为新型的航空雷达提供设计原理。

经过多年的研究，人们终于搞清了家蚕蛾、舞毒蛾、棉铃虫等昆虫性引诱素的结构，并人工合成了多种“人造性引诱素”。这就给人类提供了一种新型捕杀害虫的有效方法。只要把一种昆虫的人造性引诱素置于涂有虫胶的捕虫器中，这种昆虫的雄虫便会兴冲冲地飞来自投罗网。还可采用一种“扰乱法”来消灭害虫，就是使性引诱素充满有害虫危害地域的空气中，雄虫便无法辨别单个雌虫放出的性引诱素了。雄虫找不到雌虫交配，害虫也就断子绝孙。用这些办法防治害虫，可以避免长期使用化学杀虫剂（农药）所引起的许多不良后果。因此，它同绝育素、拒食素等人工合成的昆虫激素一道，被人们称为先进的“第三代农药”。

海洋动物的启示

事实上，海洋动物已经告诉了我们许许多多有用的知识。以海洋生物为模型，我们已经知道了人体的许多生物过程，知道许多疾病的发病机理及治疗方法。海洋动物和人有着许多相同之处，例如也有 DNA、神经系统、血液、激素等，但也存在着某些差异，例如，它们比人体更为简单。正是基于这种相同及差异，科学家们从中获得了许多宝贵的知识。

海虾

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—羟色胺，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—羟色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

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

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处理。研究发现，海鞘肾囊中有某种化学物质，有很强的抑制草酸钙结晶形成的能力，因此，海鞘肾囊流质中的草酸钙几乎不会形成结石。科学家还发现，在海鞘囊中寄居着两种微生物，其中一种似乎能够帮助海鞘的肾囊代谢凝聚成草酸钙晶体，这真是一种奇特的共生现象，如果能分离出这种可能是由微生物制造的化学物质，就有望找到治疗肾结石的特效药。

海洋动物还能告诉我们些什么？这的确令人倍感兴趣。科学家正在进行各种研究，他们都同意这种观点：了解海洋动物，我们就能更好地了解我们自己！

章鱼

生活在水中的章鱼，长有 8 只长脚，活像 8 条带子，人们也叫它“人带鱼”。别看章鱼叫鱼，它其实不是鱼，而是一种贝类。

在章鱼的脚上，长有强有力的吸盘，靠吸盘来摄取食物。它们平时嗜好器皿，喜藏匿其中，吸附不出。人们利用它这个怪癖，得益不浅。

希腊的克里特岛，由于煤船的频繁往来装卸，海底堆积了厚厚一层煤。渔民们常常捉来章鱼，拴在长绳子上丢进海里，让章鱼到海底去抓煤块，然后再把绳子拉上来，煤块也就捞上来了。

章鱼抓煤块靠的是脚上的吸盘，吸盘的构造和人们治病用的拔火罐相似。拔火罐里的燃烧物消耗了罐中的氧气，使罐内外产生了压力差，这就是拔火罐有吸力的原因。章鱼则是利用肌肉收缩排出吸盘内的水，造成吸盘的压力差而产生吸劲的。章鱼吸盘的吸附能力很强，有时甚至能吸住比自己体重大 20 倍的煤块。

据说，上世纪日本皇室一艘满载朝鲜贵重瓷器的货轮在日本海沉没，尽管知道沉船准确地点，但因潜水员下潜不了那么深，于是求助于章鱼。人们把章鱼系上细绳投入大海，沉至海底，章鱼便觅罐而卧。随后，人们拉起绳子，顽固的章鱼死死吸住器皿不放，于是一个个贵重瓷器被吸拉上来。

章鱼吸盘产生巨大吸力的道理，使研究人员极受启发，他们根据这个原理，制成了真空起重机。这种起重机用吸盘代替了普通起重机的吊钩，工作时像章鱼一样，把装有吸盘的吊臂对准起吊物的光滑部位，就能牢牢地抓住起吊物。用这种起重机，可吊起重 30 吨的水泥预制板。

在日常生活中，人们也利用了章鱼吸盘的原理。比如我们常见的“真空吸盘式”塑料挂衣钩，这种塑料吸盘只要往玻璃或平整的木板上一按，挤出盘内空气，就能牢牢地吸在上面，一个小小的衣钩可擎住一件大衣的重量呢！

鸟类的启示

自古与人类生活于同一天地的鸟类，是自然的产物。在亿万年的演化进程中，为适应自然界各种复杂的环境条件，鸟类形成特殊的生理构造和生活习性，这对人类的创造发明和科技发展有着启示作用。

鸟与飞机

约在公元 1800 年，气体动力学创始人之一的英国科学家凯利，曾深入地研究过飞行动物的形态，寻找最具流线型的结构。他模仿鸟翼设计了一种机翼曲线，与现代飞机机翼截面曲线几乎完全相同。法国生理学家马雷曾写过一本研究鸟类飞行的《动物的机器》的书，介绍了鸟的体重与翅膀负荷（即单位翅膀面积所负的重量）的知识。后来，俄国科学家茹可夫斯基在研究鸟类飞行的基础上，提出了航空动力学的理论，正是通过对鸟类的一系列的研究，终于找到了人类上天的关键所在。在人们模仿鸟类翅膀，采用大功率轻便发动机带动螺旋桨之后，美国莱特兄弟终于在 1903 年发明了飞机，实现了人类梦寐以求的飞上天空的愿望。

现代航空技术飞速发展，先进的飞机时速可达 3700 公里，但飞机的飞行本领有许多方面不及飞鸟。有一种“军舰鸟”，它的翅膀骨骼仅有 100 克重，而两翅展开却有两米多长，因此，它飞行时消耗的能量和动力非常少。比“军舰鸟”更节省“燃料”的是一种叫作金色鹬的小鸟，它从加拿大越海连续飞到南美洲，行程 3900 公里，而体重只减轻 60 克。现代航空技术若能赶上这种效率，那么一架轻型飞机飞行 30 公里，只需耗用 0.5 升汽油，仅相当于目前用量的 1/9。

在西印度洋群岛上的蜂鸟，身长不过 5 厘米左右。就是这种小鸟，竟会做现有的任何飞机都做不到的各种机动灵活的飞行：向上高飞升至 2000 米的高空接着垂直下降，陡然起飞，掉头飞行，向后退着飞以及悬停空中等。如果一旦把它的飞行奥秘破译出来，对改善飞机性能将有宝贵的借鉴作用。

鸟类的飞行，还有其他许多优异特性是现代化飞机所不具备的。可以乐观地预测，继续深入地研究鸟的飞行并从中得到有益的启示，一定可以进一步改进现有飞机的性能，给未来新型飞机的设计增添异彩。

鸟与电子眼

科学家在研究中发现，许多鸟类都有高度敏锐的视觉，对运动物体简直是“明察秋毫”。如鸽子，它能在人眼视力所不及的距离上发现飞翔的老鹰。科学家根据鸽眼机能原理制成的“鸽眼电子模型”，将可改进图像识别系统的性能。利用鸽眼发现定向运动物体的性质而改进的雷达系统，可设置在机场边缘和国境线上，它只能发现飞进来的敌方飞机和导弹，对飞出去的则不起反应。这样，便提高了发现目标的选择性和准确度。电子鸽眼还可用在计算机系统中，可自动消去与解题无关的那些数据。

鹰眼的敏锐度在鸟类中名列前茅，它比人眼敏锐 1~2 倍，而且视野非常开阔。展翅翱翔于两三千米高空的雄鹰，一下子便能发现地面上的小兔子和老鼠；而在高空飞行的飞行员用肉眼是很难发现和识别地面目标的。科学家正根据鹰眼的构造原理，研制类似鹰眼的搜索观测系统，即电子鹰眼。这项技术不仅能使飞行员的视野和视敏度得以扩大，还将会提高地质勘探、海洋

救生、遥感探测等方面的工作效率，同时也可用来控制远程激光制导武器的发射。如果能制出具有“鹰眼系统”的导弹，它就能像鹰一样自动寻找和识别目标，并自动跟踪目标直至攻击成功。

鸟与天文罗盘

许多鸟类以及一些昆虫，具有利用天空偏振光来导航的本领，即使飞行几千公里，仍能准确无误地到达目的地或回巢。原来，这些鸟类感觉细胞的感光部分，使它们能够感觉天空偏振光的偏振面，因而也就可以定方向了。人们由此得到启示，制成了用于航空和航海的“偏振光天文罗盘”。这种偏振光罗盘的优越之处在于，即使乌云遮日，或者在太阳处于地平线以下时，仍然可以利用天空偏振定向。在不能使用磁罗盘的高纬度的地区，就更显出这种偏振光罗盘的好处。

科学技术的发展是没有止境的。鸟类的特殊本领正在为科学家所不断认识、模仿、借鉴，从而造福于人类。

鸟与戈

大家对电视或电影中的古战争场面比较熟悉吧！万马奔腾，狼烟滚滚，士兵们高举戈矛，奋声呐喊，跟随主将冲突。

戈是古代战争中一种非常重要的武器，也是最早的进攻性武器。可是，你大概不会想到，戈是我们聪明的祖先受到鸟嘴和兽角的启发制造出来的。

啄木鸟尖尖的长嘴巴是那样的锋利，可以啄穿树木，秃鹰铁钩子一样的嘴巴可以致敌人于死地，犀牛的独角让兽中之王感到害怕，斗鸡在战斗中将对手啄得鲜血淋漓，鸟嘴和兽角保护了它们自身，是它们生存的必不可少的工具。

在石器时代，我们的祖先过着群居生活，靠打猎为生。刚开始的时候，他们围住野兽，用石块和木棒攻击野兽。但是，如果遇到巨大和凶猛的野兽，石块和木棒往往不能制服它们。祖先们发现，禽兽们常用嘴、角进行攻击和防御，因而受到启发，开始将兽角绑在木棒上，制成兵器，这就是戈的雏形。后来，他们又用石头做成禽兽嘴或角的样子来制造戈。原始的戈虽然很粗糙，使用也不方便，但却体现了兵器制造较为先进的仿生工艺，是中国古代人的一大贡献。

兽类骨骼的启示

兽类在长期进化中，形成了适合生存环境的种种形态，而保持这种形态的骨骼系统在强度、硬度和稳定性等方面是很完美的。中国的古建筑人字形屋盖与兽类的脊柱有点相像；房屋的大梁好像牛、马的背椎骨；椽子（桁桷）好像牛、马的肋骨。

现代建筑普遍采用的“钢筋混凝土”结构，其中钢筋在建筑物中的作用，跟骨骼在动物身体中的作用一样。

艾菲尔铁塔是一座耸立在巴黎市中心的高达 300 多米的金属塔，它是法国著名工程师艾菲尔在 1889 年为巴黎博览会设计的，这座宏伟的铁塔是当时世界上最高的建筑，也是巴黎的象征。但其结构是艾菲尔不自觉地模拟和重复了灵长类小腿骨（胫骨）的结构，两者的表面角度完全相符。

古往今来，人类建造了无数桥梁，但细细分析，四足着地的兽类，前后肢好像一座桥的桥墩，脊椎骨又恰似桥身。有些生活习性特殊的动物，如跳鼠，后肢特别长，它靠后肢跳跃和站立，整个身体的结构就跟单桥墩的悬臂桥相像。而吊桥跟终年在树上悬挂生活的树懒样子一样。

动物前爪的启示

二趾树懒的两只弯长利爪能牢牢地钩住树枝倒挂身体，不仅睡觉时不会坠落，就是它死后也还牢牢地挂在树上，主要原因就是它能依靠自身的重力使弯爪越钩越紧。这种结构为设计起重机挂钩提供了很好的模型，具有科学的力学原理。

食蚁兽的前爪可以轻易地刨开坚硬的地面，模仿食蚁兽的前爪制造出一种轻便的耕作机，肯定会大受农民的欢迎。犛狽、穿山甲、鼯鼠都是打洞的好手，根据它们的打洞方式去设计制造新型打洞机械，人们开掘隧道、采矿、挖煤将变得轻而易举。河狸是兽中的筑坝能手、“水利专家”，其效率和精巧程度令人叹为观止，值得人们借鉴。

昆虫隐身术的启示

昆虫的隐身术是相当高明的。一只蝴蝶落到花朵上，看上去好像是为花朵增加了一个花瓣；酸苹果树上的蜘蛛从不结网，只是静静地躲在花上，变成跟花一样的颜色，轻而易举地捕捉前来栖息的幼虫。

在军事技术当中，也有类似的隐身技术。像侦察中的化装术和通讯中的干扰术，飞机和导弹的隐身术等，都是隐身技术。不过，这里的“隐”字，不是对眼睛说的，而是对雷达、红外电磁波和声波等探测系统说的。目前，军用飞行器的主要威胁是雷达和红外探测器。

用什么办法对付这种威胁呢？科学家们经过刻苦地研究，隐形材料应运而生。隐形材料是指那些既不反射雷达波，又能够起到隐形效果的电磁波吸收材料。它是用铁氧体和绝缘体烧成的一种复合材料。这种材料是由很小的颗粒状物体构成的。电磁波碰到它以后，就在小颗粒之间形成多次不规则的反射，转化成热能被吸收了。这样，雷达就收不到反射波，也就发现不了飞行器。

到本世纪 80 年代初，神秘的飞行器隐身技术有了新的突破。它跟高能激光武器和巡航导弹列为军事科学技术上的三大革新。美国计划投入使用的 B—LB 战略轰炸机，就用上了一些重要的隐身技术。其雷达反射截面不到 1 平方米，是 B - 52 型轰炸机的 1%。这种飞机将取代目前的 B—52 战略轰炸机。1983 年底，日本防卫厅宣布，它跟美国国防部合作研制出了一种雷达发现不了的新导弹。这种新导弹上面涂有含有特殊合金的铁酸盐涂料，它可把雷达的电磁波迅速转化成热能。

目前，除了先进技术轰炸机正在试飞行外，实用的隐身巡航导弹、隐身飞机等都将问世。

昆虫楫翅的启示

苍蝇等双翅目昆虫后翅的痕迹器官——楫翅，不但能使昆虫不用跑道而直接起飞，而且是使昆虫保持航向的天然导航器官，因此又称为平衡棒。昆虫飞行时，楫翅以 330 次/秒的频率不停地振动着。当虫体倾斜、俯仰或偏离航向时，楫翅振动平面的变化便被其基部的感受器所感觉。昆虫脑分析了这一偏离的信号后，便向一定部位的肌肉组织发出指令去纠正偏离的航向。

人们根据昆虫楫翅的导航原理，研制成功了一种“振动陀螺仪”。它的主要组成部件形似一个双臂音叉，通过中柱固定在基座上。音叉两臂的四周装有电磁铁，使其产生固定振幅和频率的振动，以模拟昆虫楫翅的陀螺效应。当航向偏离时，音叉基座随之旋转，致使中柱产生扭转振动，中柱上的弹性杆亦随之振动，并将这一振动转变成一定的电信号传送给转向舵。于是，航向便被纠正了。由于这种“振动陀螺仪”没有普通惯性导航仪的那种高速旋转的转子，因而体积大大缩小。受到这类生物导航原理的启示，人们逐渐地发展了陀螺的新概念，还制成了高精度的小型“振弦角速率陀螺”和“振动梁角速度陀螺”。这些新型导航仪现已用于高速飞行的火箭和飞机，能自动停止危险的“翻滚飞行”，自动平衡各种程度的倾斜，可靠地保障了飞行的稳定性。

蝇眼的启示

人的眼睛是球形的，苍蝇的眼睛却是半球形的。蝇眼不能像人眼那样转动，苍蝇看东西，要靠脖子和身子灵活转动，才能把眼睛朝向物体。苍蝇的眼睛没有眼窝，没有眼皮也没有眼球，眼睛外层的角膜是直接和头部的表面连在一起的。

从外面看上去，蝇眼表面（角膜）是光滑平整的，如果把它放在显微镜下，人们就会发现蝇眼是由许多个小六角形的结构拼成的。每个小六角形都是一只小眼睛，科学家把它们叫做小眼。在一只蝇眼里，有3000多只小眼，一双蝇眼就有6000多只小眼。这样由许多小眼构成的眼睛，叫做复眼。

蝇眼中的每只小眼都自成体系，都有由角膜和晶维组成的成象系统，有由对光敏感的视觉细胞构成的视网膜，还有通向脑的视神经。因此，每只小眼都单独看东西。科学家曾做过实验：把蝇眼的角膜剥离下来作照相镜头，放在显微镜下照相，一下子就可以照出几百个相同的象。

世界上，长有复眼的动物可多了，差不多有1/4的动物是用复眼看东西的。像常见的蜻蜓、蜜蜂、萤火虫、金龟子、蚊子、蛾子等昆虫，以及虾、蟹等甲壳动物都长着复眼。

科学家对蝇眼发生兴趣，还由于蝇眼有许多令人惊异的功能。

如果人的头部不动，眼睛能看到的范围不会超过180度，身体背后有东西看不到。可是，苍蝇的眼睛能看到350度，差不多可以看一圈，只差脑后勺边很窄的一小条看不见。

人眼只能看到可见光，而蝇眼却能看到人眼看不见的紫外光。要看快速运动的物体，人眼就更比不上蝇眼了。一般说来，人眼要用0.05秒才能看清楚物体的轮廓，而蝇眼只要0.01秒就行了。

蝇眼还是一个天然测速仪，能随时测出自己的飞行速度，因此能够在快速飞行中追踪目标。

根据这种原理，目前人们研制出了一种测量飞机相对于地面的速度的电子仪器，叫做“飞机地速指示器”，已在飞机上试用。这种仪器的构造，简单说来就是：在机身上安装两个互成一定角度的光电接收器（或在机头、机尾各装一个光电接收器），依次接收地面上同一点的光信号。根据两个接收器收到信号的时间差，并测量当时的飞行高度，经过电子计算机的计算，即可在仪表上指示出飞机相对于地面的飞行速度了。

眼睛所看到的，是通过光传导的信息。不过眼睛并没有把它所看到的全部信息都上报给大脑，而是经过挑选把少量最重要的信息传给大脑。蝇眼这种接收及处理信息的能力，比人们制造出来的任何自动控制机都要高明。

现在研究人员还模仿苍蝇的联立型复眼光学系统的结构与功能特点，用许多块具有特定性质的小透镜，将它们有规则地紧密排列粘合起来，制成了“复眼透镜”，也叫“蝇眼透镜”。

用它作镜头可以制成“复眼照相机”，一次就能照出千百张相同的象来，用这种照相机可以进行邮票印刷的制版工作。如果一块版上印25张邮票，一次拍照就可以制成一块版，而不必像用普通照相机那样，要一张张地拍照25次。如果用在邮票套色印刷中，那就更方便，可以减少近百次的拍照。复眼照相机还可用来大量复制集成电路的模板，工效与质量将大大提高。

动物远程导航的启示

候鸟南来北往，沿着一定的路线飞行。科学家用雷达观察，发现在夜里飞行的候鸟比在白天飞行的多得多。这真奇怪，难道夜里比白天更容易识别方向吗？人们因而想到，也许有的候鸟是靠星星来认路的。

为了证明这种猜想，科学家对北极的白喉莺进行了实验。这种鸟每年秋天从巴尔干半岛向东南飞，越过地中海，到达非洲，再沿着尼罗河向南飞，到这条河的上游去过冬。它主要在夜间飞行。

科学家把白喉莺装在笼子里，带进了天象馆里，那里有人造的星空。当天象馆的圆顶上映现出北极秋季夜空的时候，站在笼子里的白喉莺便把头转向东南，就是在秋季飞行的那个方向。然后，人造星空根据白喉莺飞行的方向逐渐改变位置，白喉莺随着星象的变化，使自己始终朝着它所要飞行的方向，仿佛正在作一番长途的秋季旅行。

这个实验证明，白喉莺能根据它看到的天空里的星星，来辨别自己的航向。

人们还发现，在大海中回游的生物也有这种本领。

鱼类和海龟迁徙的准确性也不逊色。一种鳗鱼从内河游入波罗的海、横过北海和大西洋，而后便准确地到达百慕大和巴哈马群岛附近产卵。生活在巴西沿海的绿色海龟，每年3月便成群结队地游向2200公里之外的产卵地——大西洋中长达仅几公里的阿森岛，在岛上产卵后，6月间又游回巴西沿海。

动物远程导航的奇异本领，以及它们精巧的天然导航仪，长时间以来一直吸引着许多研究工作者。人们逐渐弄清楚，许多鸟类和其他动物体内都有精确计算时间的“生物时钟”，可以根据时间确定太阳或星星的方位，因而能够利用太阳或星星作为定向标；而另外一些种类的动物则可利用海流、海水化学成分、地磁场、重力场等进行导航。

人类早就知道在航行中利用星星来辨别方向了。然而利用眼睛识别星星的本领，比起那些动物来差多了。

现在人们设计了一种由光敏元件，电子计算机和操纵机构组成的导航仪。光敏元件就像“眼睛”，它能够一直瞄准星星，当星光偏离预定航线时，“眼睛”就会向“电子计算机”这个大脑报告，“大脑”马上就能计算出应当校正的误差，命令操纵机构自动调整航向。

鲸类潜水的启示

鲸类是兽类中的潜水冠军。抹香鲸可潜到 1000 多米的海洋深处，最长可在水下滞留两个多小时。海洋中，水深每增加 10 米，就增大一个大气压，所以 1000 多米的海洋处，压力高达 100~200 个大气压。目前人类就是穿上带有水下呼吸设备的最先进的潜水服，下潜极限也只有上百米，时间限制在数十分钟，再深了，人体就受不了那过高的压力。

但鲸类体内却有一系列与深潜相适应的结构与功能。鲸的气管由肌肉膜隔成一个个腔室，并有软骨锁住的阀门系统，可使胸腹腔、肺气管及其他内脏的内部压力与海水压力维持平衡。另外，鲸的血红素含量特别高，抹香鲸的肌肉因此而红得发黑。血红素含量高能结合更多的氧，保持体内供氧充分。鲸在深水中还能大大减慢心跳，降低血液流速，节约氧消耗。它的大脑呼吸中枢能忍受高浓度 CO_2 的积累，从而减少呼吸次数，而一般陆上动物却无法做到这一点。鲸类的潜水能力给人类提供了启示，指明了提高潜水能力的目标和方向。例如寻找一种药物，增加人类肌肉中血红蛋白的含量以储藏更多的氧，再寻找一种降低呼吸中枢对 CO_2 积累敏感性的方法，以减少呼吸次数。同时为了承受深海高压，可模拟一套阀门装置，防止肺中空气被压出，或者穿上保护外衣。这样人类的深潜能力就能大大增强，人类就有可能深入实地去探明海下的秘密。

人体肌肉的启示

科学家们一直对人的肌肉运动进行研究。他们发现，人的肌肉是最简单的生物机械装置。

人的肌肉占了人体重量的 40%。活的肌肉，是一台没有齿轮、活塞和杠杆的神奇“发动机”。它具有惊人的动力，能提起比它自身重许多倍的重物。任何现代机器都要由“动力设备”（内燃机、电动机等）和“工作机械”两部分所组成。然而在活肌肉里，这两者却是合为一体的。人造机器结构复杂，高速运转，磨损和维修是个大问题，因此是“短命”的机器。而活肌肉则是“自我维修”的机器，因而是“长命”的。

科学家们最感兴趣的是肌肉在把化学能转变成机械能时只需一步：在神经信号的刺激下，肌肉收缩变短变粗，直接把食物的能量转变为机械动力，牵引肌腱而使人运动。这里，肌肉是把食物的化学能直接变成了机械能，效率高达 80%。而人造机器则必须先把燃料的能量变成热或电，然后再转换为机械能，产生运动。显然，能量的转换每增加一个步骤，就必定要损失掉一部分，从而降低了机械的效率。涡轮机是一种高效率的热机，但它的效率只有 40%。

人们模仿活肌肉的这种优异特性，用聚丙烯酸等聚合物，制成了“人工肌肉”。把它放在不同的介质（碱、酸等）之中，便会有效地收缩或者松弛。这种可以直接把化学能转变成机械能的机器，我们把它叫做“机械—化学机”。如再配合以一定的机械装置，它就能提起重物，或者实现机件的往返运动。

活肌肉是一种新型的机器。人们模仿肌肉的工作原理，用包在纤维编织成的套筒里的橡胶管，或用含有纵向排列的纤维（钢丝、尼龙丝等）的橡胶管，制成了“类肌肉装置”。它可以带动残废者的假肢，也能开动其他机器。此外，目前人们还制成了一种“肌飞行器”——扑翼机；并且模仿人的膝关节和肌肉系统制成了“液压运动模型”，它使“机器人”像真人那样行走。

人体的大多数肌肉都是以“颌颌 [音 xiéháng] 肌”的形式成对地排列的。就是说，一束肌肉生长在牵引肢体向上运动的位置，而另一束肌肉则生长在牵引肢体向下运动的位置。例如，在身体前侧向下拉的那些肌肉阻止身体后仰，而后面向下拉的那些肌肉则阻止身体前倾，这种成对排列的肌肉组成了保持人体直立的颌颌肌。

研究表明，生物界的这种用两个产生拉力的“单向力装置”组成的双向运动机械系统，远比工程技术上惯用的用一个推拉“双向力装置”组成的系统优越得多。只要在成对的颌颌肌上施加不同的张力，就能使人和动物体的骨架（机械杠杆）在任何位置保持稳定。颌颌肌的杠杆，能够承受从最轻到最重的各种压力。对颌颌肌的模拟，可以圆满解决各种“机器人”、“步行机”等的行走机构的设计。人们研制了一种“步行机”，它有强有力的手臂和两条长腿，能越野行走、搬运重物。这种“步行机”腿长 3.6 米，能走斜坡、转弯、横向跨步，能跨越障碍，步行速度可达 56 公里/小时。操作人员做一定的动作，“步行机”就跟着做近似的动作。

根据肌肉和关节活动原理，科学家们最近研制出了一种用于森林和农田除草的“机器昆虫”。它有 6 条腿，每条都有压缩空气驱动，可以跨越 1.80 米高的障碍物。它还可以分辨出树木和杂草。

随着科技的发展和科学家们的精心研究，必定会有更多的意想不到的奇异的机器出现，它们将使我们的世界更加丰富多彩。

夜蛾的启示

炎夏之夜，万籁俱寂，一场无声的“空战”正进行得十分激烈：号称“活雷达”的蝙蝠跟踪着夜蛾，步步进逼！啊，蝙蝠张开了嘴巴，夜蛾的性命危在旦夕……就在这千钧一发之时，夜蛾连翻几个筋斗，收起了翅膀，落到地上，它竟然溜之大吉了！

众所周知，蝙蝠有着精巧的超声波定位系统，因此捕食昆虫十分准确。有时，它在一分钟之内能捕食到 19 只蚊子，真令人拍案叫绝。但是，夜蛾为什么能够在蝙蝠的追踪下死里逃生呢？

原来，夜蛾具有一套精妙的反声纳系统，这使它足以对抗蝙蝠的侵袭。在夜蛾的胸腹之间，有一个特殊的听觉器官，叫做鼓膜器，可以接收蝙蝠发出的超声波。当它截听到蝙蝠发出的超声波时，就可以及时逃避。要是鼓膜神经脉冲达到饱和频率，则说明蝙蝠已经逼近，情况万分危急。这时，它就翻跟斗、转圈子、曲折飞行……以逃避敌人的追袭。

夜蛾对抗蝙蝠“法宝”还不止这一个。它的足关节上有个振动器，能发出一连串的超声波，干扰蝙蝠，使它摸不清夜蛾在南北还是在东西。

有些自己身上长着一层厚厚的绒毛，能吸收超声波，使蝙蝠收不到足够的回声，从而大大缩小了蝙蝠“声雷达”的作用。

还有一种夜蛾，它能模仿味道很坏的蛾子发出的超声波，使蝙蝠提不起食欲来。

夜蛾的反探测系统如此精致奥妙，为武器设计者打开了新思路。

生物界有不少奇妙的构造，正等待着我们去发现和学习呢！

虾壳蟹壳的启示

虾、蟹类肉质细腻，味道鲜美无比，是一种低脂肪、高蛋白、营养价值极高的著名水产。我国阳澄湖出产的金毛青壳大闸蟹和青岛出产的大明虾更是誉满全球的佳肴。在日常生活中，一般人只知道吃它们的肉，而对它们的体壳往往是弃之不要的。其实它们的壳，如果加以利用，其价值并不在它们的肉之下。

虾、蟹类身披坚硬的甲壳，所以在分类上属于甲壳纲，甲壳对它们来说，显然是起着保护作用。甲壳类在发育过程中有蜕皮现象，经过蜕皮它们的身体才能长。有经验的家庭主妇，买蟹时总要捏一下蟹脚，如果是软的，就说明这只蟹蜕皮不久，肉尚未长实。甲壳类在成熟以后，一般还能继续蜕皮，这一点同昆虫一到成熟后就不再蜕皮的情形不一样。它们的甲壳中含有一种重要成分，叫做“甲壳质”，亦称“甲壳素”或“壳糖”，是一种含氮多糖类物质，即多聚乙酰氨基葡萄糖。科学家将虾、蟹的甲壳磨成粉末为原料，用稀酸和稀碱等处理，就可得到甲壳素，是一种白色、半透明、无固定形状的固体，它不溶于水，也不溶于稀酸和稀碱以及有机溶剂，但是可以溶于浓盐酸，用酸完全水解，生成甲壳胺，即2—氨基葡萄糖。

甲壳质用途非常广泛，早在第二次世界大战期间，英国飞机制造工程师就用甲壳质为基本原料，加配其他化合物研制成一种粘合力极强的胶液，用来粘合飞机机壳，并获得成功。用这种工艺粘合的机翼，即使部分受损，也不影响飞行。人们在拼合材料时，所采用的方法有多种，如衣服要用针线缝合，钢材等用焊接，或用铆钉、螺丝钉等接合。但是，在各种方法中，胶合方法最为简易和方便，而且，相对说来，技术性要求也没有其他方法高，方法容易掌握。比如一件衣服，高明的裁缝缝制出来的针眼细，线脚不露，平整贴身，美观大方，因此有“天衣无缝”的比喻。而胶合只须涂上胶水，将设计好的贴料粘到被粘物上，粘牢就解决了。一艘远航轮航行在海上，突然船舱什么地方出现了小裂缝或漏洞，如果用高性能的粘合剂，只要将钢板粘合在裂缝或漏洞处就行了，既省时又省力，较其他方法简单得多。

甲壳素在医疗外科手术上的应用，已取得可喜的成就，外科手术，一般需要手术缝合线缝合伤口，这又是个技术问题，技术好的医生缝得平整，技术差的缝线不是拉得过紧就是过松。伤口愈合后，通常还要拆线，科学家用“壳糖”研制成一种“人造皮肤”，这是一种透气性能良好，又能吸水的薄膜。外科医生可以按烧伤或烫伤病者的创口大小，剪下一块薄膜贴在伤口上，它不同于“打补丁”，不用缝合，而是利用创口中的溶菌酶逐渐地把薄膜分解，最后使伤口愈合，不留斑痕。美国和日本的一些制药厂用甲壳素制成甲壳质绷带和胶布。眼科医生还用甲壳制成无形眼镜片，这种镜片不用机械磨制，而是将甲壳质溶解，倒在各种规格模型内形成。

人们还用甲壳素制成味道鲜美的调味品、酒石酸和人工种子的种皮等。甲壳质还可被拉成纤维。

在自然界，很多动物都能分泌粘性非常强的粘液。雌虾产卵后，即行受精，将受精卵粘附在雌虾的腹肢之间，抱卵的雌虾到处游荡，腹肢不断地扇动，以此保证卵能经常接触到新鲜水流，然而附着的卵从不掉落下来。甲壳纲中又一种叫藤壶的小动物，它们的背壳形成外套，常构成石灰质的硬壳，包住了全身。它们的幼体在水中过一段自由生活后，便分泌一种粘液，把自

身粘附在一些物体上，固着下来发育成成体。大量的藤壶常固着在船底，这给船业带来很大麻烦，因为这样会大大地减低船的航行速度。有人做过统计，一艘近 2000 吨的船在不到半年的时间内，由于大批的藤壶附着在船底，时速减低了 2 海里。据说在日俄战争中，沙俄从波罗的海调来增援的舰队在马海峡与日本海军激战，结果被日军击溃，其中一个原因是波罗的海舰队军舰的舰底长满了藤壶之类的固着物，使舰速比不上日舰。因此，世界造船业都在研究如何克服藤壶固着问题。另一方面，人们对藤壶粘液的化学成分进行分析，发现是由多种氨基酸和氨基糖组成的。科学家人工合成藤壶粘液，制成一种耐温性能极高的粘合剂，从 0~205 的范围内都可用来焊接。

甲壳纲动物已知有 25000 种，昆虫体外的几丁质硬壳也含甲壳质，据估计，在自然界每年生成的甲壳至少有 100 亿吨，在天然聚合物中占第二位，仅次于纤维素，这份天然宝藏是值得人们去研究和开发利用的。

北极熊的毛不是白色的

也许人人认为北极熊是白色的，但稍有动物知识的人都会解释：“那不过是一种天然的保护色罢了。”然而，实际上的情况如何呢？美国的马尔利姆·亨利说：“不是！”

亨利指出，用来拍摄野生动物的红外照相机不适用于北极熊。这种动物不能被摄在红外胶卷上，因为它们的体温好像周围极地的冰雪一样冷冰冰的。至于在紫外照相中，白色的北极熊却显得比背景的白雪的颜色要深得多。尽管白色的北极熊的毛皮反光能力很强，可是，却不知道是什么缘故，它的白色竟然吸收了照在身上绝大部分的太阳紫外线。

亨利着手研究北极熊这一奇妙的现象。他通过扫描电子显微镜，分析北极熊的白毛，竟惊奇地发现，北极熊的毛不是白色的，而是一根根中空而透明的小管。人类肉眼所看到的“白色”，是因为毛的内表面粗糙不平，以致把光线折射得非常凌乱而形成的。

亨利认为，北极熊的毛都是一根根的小光导管，只有紫外线才能通过，这就是熊捕集温度的“工具”。这就给人类提出了一个问题：人类是不是可以从北极熊的“白毛”悟出一些道理，造出同样的御寒衣物，或是更高极的太阳能收集器呢？

尽管许多问题还没弄清楚，比如说，一般认为紫外线不是热线，怎么能起到增温的作用呢？但是亨利认为北极熊毛的结构很值得继续研究，应根据这种结构试制一种既有保护色作用，又有导光吸热作用的极地人员服装。有人还试图把这种光导管安装在太阳能收集器内，提高集热的效率。

冬眠激素

在严寒的冬季，无数的动物在地下、树洞和岩洞里酣睡。动物为什么能冬眠？近年来，美国科学家道厄终于揭开了这个秘密。原来，在这些动物的血液里存在着一种能够诱发动物冬眠的物质——冬眠激素。

在盛夏，如果把冬眠激素针剂注入黄鼠和蝙蝠身上，这些动物就会有规律地长时间沉睡。后来又在不冬眠的猴子身上作试验，发现猴子竟然也出现了典型的冬眠状态，脉搏跳动减少 50%，体温也降低了。当冬眠激素的作用减弱后，猴子又逐渐恢复了正常。道厄的这项新发现，成了 80 年代初期引人注目的科学成就。

冬眠激素可以用来治疗人的某些疾病。动物在冬眠期间，消耗的只是体内蓄积的脂肪，而丝毫不消耗肌肉组织。如果肥胖症患者注射了这种激素，只要在被窝里睡一个时期，就可以达到治疗的目的了。冬眠激素可以用来降低手术病人的体温，既有利于治疗，又对肌体毫无影响，因为病人在冬眠状态中新陈代谢很慢。冬眠动物对病菌有免疫力，能抗得住强辐射，特别是患有癌症的动物在冬眠时，肿块长得极慢。这样，人们就可以利用冬眠激素来配合治疗癌症，这就是癌症病人的一大福音。

地球与一些星球距离遥远，如果乘宇宙飞船到那些星球上去，时间是漫长的，那么人的寿命就远远不能适应需要。由于冬眠激素的发现，就使人进行长距离的宇航成为可能。

人造海豚皮

海兽的流线型体型，一直是制造船体的模拟对象。但近年来研究发现，海豚、鲸的快速游泳能力不仅与流线型体型有关，还与它们皮肤的特殊构造有关。海豚的皮肤分两层，外层薄而富有弹性，其弹性类似于最好的汽车用橡胶。外层下面头层或刺状层，这一层生有无数个中空突起物，好像一根根圆型的管子插在表皮层内。乳头下面是稠密的胶原纤维和弹性纤维，其间充满脂肪。这种特殊的柔软而具弹性结构的皮肤，能使水流从它表面顺利流过，同时也吸收和消除了阻碍前进的水流旋涡，起着消振器的作用，使水流的振动减弱，防止湍流的发展和水流的破坏，从而大大减少了运动的阻力。

人工仿制的海豚皮由三层橡胶组成，总厚度 2.5 毫米，外层平滑，厚 0.5 毫米，模仿海豚的表皮层；中层有橡胶乳头，乳头之间的空间充满了粘滞性的硅树脂液体，它模仿海豚的真皮及胶原组织和脂肪；再下层是厚 0.5 毫米的支持板，与船体接触。试验结果证明，蒙上这种人造海豚皮的鱼雷和潜艇，在水中运动的阻力减少一半，从而使航速提高一倍，而且还有潜力可使阻力进一步降低。今后远洋客轮要是采用这种“海豚皮”，时速完全可以达到每小时 100 ~ 200 公里。不仅如此，类似结构的薄膜也可能推广应用于飞机和火箭，即使是日常生活和工业生产中也有它的用场，如自来水管、煤气管道，消防用高压水龙带，工业生产中的石油输送管道等等的管道内壁上衬上这种薄膜，同样也能大大减少摩擦阻力，从而节省输送流体的动力，提高输送效能。

人工合成植物激素

高等植物的生长发育是一个复杂的过程，一方面需要一定的外界条件的配合，另一方面还直接受体内激素的控制。尽管植物激素种类繁多，但是它们都有两个共同的性质：都是植物身体自己合成出来的；只要很微小的浓度，就能够对植物的生长发育产生很大的影响。

各种植物激素被陆续发现以后，科学家们就自然想到了人工合成植物激素，用来控制植物的生长。于是，有很多人工合成的植物激素应运而生。科学家们把这些人工合成的化学物质叫做植物生长调节物质。到现在，人工合成的植物生长调节已经有 100 多种。由于这些生长调节物质的应用，使农业有了新的发展，为现代农业生产提供了一些新的技术。

已经成为植物生长延缓剂一类化学药物中的佼佼者的矮壮素，就是其中之一。它能使植物矮化，基秆变粗，节间缩短，叶片变密，颜色变深和根系扎得深。同时还具有延缓种子萌发和改变植物开花期的本领。比如，用千分之一到百万分之一的矮壮素溶液喷洒蕃茄幼苗，可以使植株长成矮粗的茎和深绿色的叶，加快发育过程。因此，在隆冬季节里，人们也能吃上温室里的美味多汁的新鲜西红柿。矮壮素还能增强植物的抗倒伏性、抗旱性、抗病性、抗虫性、抗盐性、抗寒性和抗药性。

还有一种人工合成的生长调节物质叫做“2,4-D”，它的效果比天然生长素更好。更有意义的是，把它喷洒在某些杂草的叶片上，这些杂草的根、茎等部分的营养成分就会被吸引到喷过药的叶片里头。这样，根和茎缺少养分，整棵杂草很快就会死掉。

仿生农药

在生物学界，人们曾反复考虑这样一个问题：绿色植物的一生，春发芽，夏长叶，秋结果，看起来逍遥自在，与世无争，实际上却无时无刻不遭受着害虫的攻击，时刻面临灭顶之灾，何以仍能生息繁衍？生物学家作过详实的调查研究：一只雌性害虫，每胎可产卵几百粒，甚至上千粒，一生能生育十几代，甚至几十代，呈几何级数增殖，即使树木花草叶片再多，一年之内也可几度被害虫吃光，何以植物仍能代代相传，繁衍至今？

原来，草木并非束手就擒的无能辈，却拥有种种常人难以察现的生存本领。新生的嫩芽、幼叶、幼果是害虫不可多得的美餐，但有些害虫一经取食即自取灭亡，因为其中潜藏着种种“秘密武器”，如蕃茄碱、茄碱棉粉酚、生氰苷、强心苷……，这些杀虫物质数量虽少，但能给害虫以致命的一击，被人们叫做“防卫素”；在业已长大的枝叶中，虽无这类防卫物质，但有时却大量积存单宁、五羟黄酮、绿原酸等特殊分泌物，具有难以入口的苦涩味，使前来偷食的害虫一经品尝就倒了胃口，被人们叫做“拒食素”；和高等动物的免疫功能相似，许多绿色植物在遭受病虫攻击后可产生种种抗生素，破坏病菌和害虫的生理功能，使病虫丧失生育和生存能力。例如香枞树能分泌“保幼酮”，使红椿象的卵难以成熟，幼虫“老不大”，难以蜕变成蛹和成虫，绝了后代；菊科植物遭害时能分泌“早熟烯”，使大乳草蚜的蚜未熟先衰，难以羽化成具有生育能力的成虫；有些植物还能分泌“光敏素”，害虫吃下这种含有光敏素的枝叶会变得十分怕光，无法找到安身栖息的场所；玉米遭害时可分泌“拒产信息素”，使玉米螟不愿再上玉米枝叶产卵，橄榄树遭害时流出的树液中含有“占领信息素”，使果蝇闻风而逃，不敢再上橄榄树为害。

在多种草木群居的植物群体中，有些草木还能保护“邻居”不受侵害：当杨、柳树遭受天幕毛虫侵害时，能向周围树木发布受害信息，促进其他树木增加防卫物质的分泌量，加速分泌速度；在棉花和蓖麻混栽的农田里，蓖麻的气味可驱赶棉花叶跳虫；如将辣椒和丝瓜混栽，丝瓜叶片散布的气味因具有催产功能，使业已怀孕的雌性害虫“早产”，这些早产的虫卵可因先天不足而发育不良。

和目前常用的化学农药比较，植物分泌的杀虫物质不仅具有高效的杀虫功能，而且不危及人畜，不损伤害虫的天敌，不污染环境，不损害自然界的生态平衡。可见，模仿植物杀虫物质，开发仿生农药，是有无可估量的效益和前景的。

使用化学合成的方法，模拟植物杀虫物质的分子结构，制作生物农药，已在世界各地广泛应用。生物学还准备使用生物工程手段，将植物体内控制杀虫物质合成和分泌的基因切割出来，置入能高速增殖的单细胞生物体内，大量生产生物杀虫物质，提炼仿生农药，供应农业需求。

人工鳃

水生脊椎动物用鳃呼吸，陆生脊椎动物用肺呼吸。陆生脊椎动物是由水生脊椎动物演化而来，因为，很多用肺呼吸的动物，在它们的胚胎发育过程中，尚须经过鳃的阶段，虽然鳃和肺的呼吸原理基本相同，动物都是不断地吸收氧和呼出二氧化碳。氧和二氧化碳都是气体，都是通过湿润的膜交换气体。但是，鳃适应于在水中交换气体，而肺适应于在空气中交换气体。由于空气中的含氧量比水中的含氧量大 20 倍以上，而且氧气在水中的弥散率很低，所以在水中吸取氧要困难得多。

从水生到陆生，呼吸空气中的氧气是一个要解决的问题。同样，一些用肺呼吸的动物重新回到水中去过水中生活也要解决一个呼吸水中氧气的问题。即便是已完全在水中生活的鲸类，无论能屏气多长时间，只要在水中逗留一段时间后，总要浮至水面，呼吸空气中的氧，经换气后才能再潜入水中。尽管国内外有些人经过训练，能在水下屏气较长时间，但最多坚持不到 10 分钟，而且也仅是在水中屏屏气而已，已屏得脸红颈胀，不必说本人感到难受，就连旁观者也感到怪难受的，又怎能谈得上在水中作业呢。动物要维持生命必须要消耗氧气，于是血液中的二氧化碳就会逐渐增多，而一些陆生动物对血液中的二氧化碳非常敏感，当二氧化碳达到一定的浓度时，就会刺激神经中枢，引起强呼吸，这就是一些陆生动物不能长时间屏气的道理。人由于某些需要，到水中去进行较长时间的作业，就必须背上氧气瓶，即使是乘坐潜水器也需要有氧气供给装置，这些供氧器既笨重又麻烦，因为氧气耗尽时必须充氧才能再次下水。人为了能早日研制出较理想的新型供氧器材，就想了解水中动物呼吸的奥妙。鱼终生生活在水中，是动物中最适应水环境的一大类群。鱼鳃在水中呼吸器官中是发展得最好的。

所谓鱼鳃，通常是由鳃瓣组成。鳃瓣是在咽喉两侧一系列片状物上面长有许多鳃丝，鳃瓣与鳃瓣之间的裂口叫鳃裂，每个鳃瓣由前后两个半鳃组成。软骨鱼每侧有 9 个半鳃，硬骨鱼每侧有 8 个半鳃。软骨鱼的鳃裂直接开口于体外；而硬骨鱼鳃裂外面有一个鳃盖，这样鳃裂就被保护在鳃腔内，以一个鳃盖裂口与体外相通。软骨鱼两个半鳃间有鳃间隔支持，在鳃间隔内缘有半圆形的鳃弧，其向外的一边有许多红色细丝，这就是鳃丝。鳃丝上布满了微血管，气体交换就在这里进行。鳃弧向内的一边，附有许多突起，叫鳃耙，起防止泥沙等物进入鳃内和微小食物逸出的作用。硬骨鱼无鳃间隔，两个半鳃完全靠拢在一起。鳃丝微血管的膜非常薄，是一种具有选择性和通透性的生物膜，它能透过氧和二氧化碳，而水不能透过。

鱼进行呼吸时，先将咽部扩大，鳃盖和喉头闭紧，水从口流入后，将口闭合，喉部收缩，水流经鳃进行气体交换，鳃盖张开，让水流出。鳃丝微血管膜的基本结构通常认为是具有疏水性的膜蛋白和不连续的双层磷脂的镶嵌结构。在双层磷脂分子的排列中，膜的中间部分是由磷脂分子的脂肪酸碳氢链形成的非极性区，它对水溶性物质起阻隔作用，膜的选择性输送是由镶嵌在膜上“载体”蛋白的作用来完成的。载体蛋白在膜内外两面运动，与被运送的物质形成可逆性结合，通过膜的非极性区，再释放出来。气体从分压高的地方向低的地方扩散，氧扩散到微血管内与红细胞中的血红蛋白疏松地结合成氧合血红蛋白，随血液扩散到身体的各个组织细胞去。与之相反，二氧化碳由组织产生，扩散入血管，与血红蛋白结合，随血液到鳃排出。当鱼塘

中氧气不足时，鱼被迫浮至水面，吞食空气，叫做“泛塘”，是养鱼业大忌，若不及时处理，会造成大批鱼的死亡。有些鱼有副呼吸器官，如攀鲈鳃上的副鳃腔，腔内有薄片，膜薄而富含微血管，与喉相通，可以辅助呼吸空气；泥鳅可用肠呼吸；淡水鳗可用皮肤呼吸等。

美国纽约一家实验室的劳勃博士模拟鱼鳃，用两层硅酮橡胶薄膜制成人工鳃，每层膜仅一万分之一厘米厚。这种膜只允许水中的氧通过而将水阻隔在膜外，二氧化碳也能从膜中透过。但是，这种膜想实际应用，目前尚有困难。因为一个人在静止时，每分钟至少要吸取 250 毫升左右的氧气，要供应一个人一小时的氧，这种膜就得要有 2 平方米那么大。

美国达克大学玛丽实验室的研究人员研制成一种“人工鳃”叫血海绵，它是一种高聚化合物，能从海水中提取出氧气。他们将一种血珠蛋白固定在聚氨基甲酸乙酯上，并保持血珠蛋白的生理活性，利用血珠蛋白从海水中不断地吸取氧气。据说用这种血海绵制成一只宽 1.5 米、长 3 米的供氧器可以供 150 人用。

有一种水蜘蛛，它和鲸一样也是从陆生重返水中生活，因为它的呼吸器官是书肺和气管。书肺是蛛形纲动物的一大特点，是从腹部体表内陷而成的囊状构造，内有很薄的书页状的突片，是适应空气呼吸的结构。但是，水蜘蛛却生活于淡水中，在水下的水草间结钟形的网，呈囊状，水蜘蛛腹部密生茸毛，不易浸湿，在潜水前先将水面空气在茸毛间形成气泡，然后带入网内，以供呼吸。水蜘蛛的这种潜水本领引起人们极大的兴趣。经过研究人们发现，如果能在水下营造一个空囊，水中氧气就会逐渐充满这个空间。于是科学家用硅酮橡胶薄膜在水下建造了一个空间，使水中的氧慢慢充入。经试验，每平方米每分钟可透入 10 毫升的溶解氧。如果能提高溶解氧的透入量，就可望解决人的水下呼吸问题。

人工肾

兽类的肾脏是一种高效的过滤器，血流经过肾脏时，除了红血球、白血球和大分子的蛋白质外，都会通过细胞膜滤到其囊腔内形成原尿。模拟制造出人工肾在工业上可分离液体混合物，如咸水和海水淡化，污水处理，海水采矿，气体分离，以及净化、分离、浓缩某些物质等，都用得上特殊性质的人工肾超滤膜装置。

人造耳

人耳分为外、中、内三部分。外耳是指耳廓和外耳道；中耳由鼓膜和 3 块听小骨组成；内耳主要包括耳蜗和听觉神经。外耳和中耳这两部分出了故障所引起的耳聋叫传导性耳聋，现在基本上已经有了医疗措施，也可以用助听器来弥补听力的不足。而内耳的耳蜗内有许多听毛细胞和听觉神经相连，是一个声电换能器。声波经过外耳道引起鼓膜和听小骨的振动，传到内耳后，耳蜗把传来的声能转换成电能，即把声波转变成电信号，产生的电信号通过听觉神经纤维传到大脑皮层负责听觉的部分，产生听觉，这时人们才感知声音。所以，由内耳疾患引起的失聪，称为感觉性耳聋。对此，助听器也无能为力。

对于感觉性耳聋，许多国家进行了大量的研究和探索，试图用人工方法恢复这些患者的听觉。自 18 世纪 90 年代开始，经过 100 多年的研究，人们才开始对耳聋研究有了有意义的突破。1957 年，法国人丢尔诺和艾利首先用电极直接刺激全耳聋病人听觉神经，使之产生听觉。以后许多学者陆续对此进行研究，他们制造了一种特别的微电极植入耳蜗内，借助外部输入的电信号刺激听觉神经末梢，来代替丧失了转换功能的耳蜗，使聋人产生一定的听觉。这种用电子技术模拟耳蜗功能的装置，叫人工耳蜗。人工耳蜗主要有两部分组成，一部分埋藏于耳蜗内的微电极，可以把经过适当处理后的电信号送到听神经纤维上，产生音感，另一部分是把生活中的声音转换成符合人耳特性的电信号的声电换能刺激器。

近年来，随着电子计算机的发展，人工耳蜗应用微处理机对输入信号进行分频、处理、编码和综合后，可以使聋人获得更好的分辨声音的能力。

人造牛胃

偶蹄类中的牛、羊、鹿、骆驼等都是反刍动物。反刍动物有特殊的复胃，复胃分成四个胃室：瘤胃、蜂巢胃、重瓣胃和腺胃。其中前三部分是食道的变形，没有胃腺上皮，腺胃才是有腺体的真胃。瘤胃最大，占整个胃容量的80%，反刍动物如牛在吃草时在大量唾液作用下只简单咀嚼后就成团吞下，将粗草贮于瘤胃。牛瘤胃一次可容纳90千克草。瘤胃内有大量的纤毛虫和细菌及真菌共生，其作用就好比一只“发酵锅”。在微生物的作用下，纤维素和其他糖类发酵分解，并产生大量可燃烧的沼气。经分解后的细料进入蜂巢胃，粗料重回口中经再咀嚼后吞下，以后再继续发酵。蜂巢胃和瓣胃主要起转运站的作用，它们能吸收大量水分和酸。食物进入腺胃后，再进行最后的消化作用。

牛的复胃系统为人类提供了一种分解植物纤维素，开发生物能源的较好模型。“人造牛胃装置”通过微生物的作用，能直接把植物纤维素、木质素等分解并转化成人类可食用的蛋白质、脂肪或维生素，其产生的大量沼气，还可作为燃料。将来这种机器一旦投入应用，农村里的野草、树叶、秸秆或其他农产品的下脚废料，都有可能转化为营养物，甚至是牛肉，农村的燃料也将用之不竭。当然要达到这一步，目前还存在某些技术困难，但随着人类科学技术的进步，这一天终将会到来。

人造手

经过约 200 万年的过程，人为了求生，与环境相适应，逐渐学会了使自己的手适应于做各种各样的动作。从第一块石器开始到能缝制出精美的金缕玉衣，直至在一粒米雕刻唐诗 300 首的工艺。人手的结构同所有高等动物的前肢一样都是由肩、上臂、腕、掌和指组成。但是，人手的肩关节、肘关节、腕关节和指关节等部位至少有 27 个自由度。人手的优越性在于它功能的多样性，这是任何动物和机器都不能比拟的。你只要去查一下字典，有手字作部首的含有动词意思的字有多少，就足以说明人手能做的动作的多样性。人手的感觉非常灵敏，用手能感觉物体的轻重、软硬、粗细、干湿、大小、冷热等。蒙上你的眼睛，摊开手掌，在上面放上一块薄冰，问你这是什么东西？你肯定会不加思索地准确地说出这是冰块，并能说出它是冷的、硬的、薄的、轻的、湿的和光滑的等等性质来。盲人的手感就更灵敏了，用手摸盲文，代替了眼睛看书。

尽管人手是如此的多能，但毕竟不是万能，人还需要利用制作工具来弥补手功能的不足。自从瓦特发明蒸汽机后，机器逐步代替了人工劳动，推动了生产力。人们追求好的机器，以此完成人手所做不到的一些事，以及把人从危险的工作境地解脱出来，由机器去代劳。因此，对手的研究和仿生是不会被忽视的。一些残疾人不幸失去了手，高明的医生就给他装上假手，早期的假手是在外部用皮带和金属线来操纵假手的活动，利用使用者的肩部运动使它动作，基本上只有手指张开和合拢这样一个自由度。以后外科医生又用一种叫做“运动形成切断术”，把病人的肌肉固定在钢针上，再把钢针用电线连接起来去操纵假手活动，它的优点是使用者只要想把手捏拢来，假手指就会捏拢来，它是用肌肉本身来操纵假手的，但是，这种手术不适用于肌肉不发达的人。后来人们又进一步用肌电直接控制假手。什么是肌电呢？肌电是指大脑传给肌肉或器官的神经信号电脉冲，人手的活动是直接受大脑支配的，从大脑传给肌肉的神经电信号使肌肉和骨骼关节按指令动作。由于神经信号的电特性，所以神经电信号不但能操纵活的肌肉，同样也可用来操纵机械活动。50 年代前苏联的科学家成功地制造了能工作的肌电手，这种假手从使用者成对的颞颥肌上引出神经电信号，经电子仪器放大后去控制假手的活动，他们将微型电动机配上电池安装在假手上作为动力的能源，在断肢上套上一个电极固定圈，使它紧贴皮肤，引导出手指伸肌和手指屈肌的神经电信号；再通过放大器加大电流强度，使假手活动。安装在假肢中的电池耗尽后可以利用晚上睡觉时给予充电。这种假肢能举起 4.5 公斤左右的重物，而且能完成一些较精巧的动作。我国上海假肢厂和上海生理研究所共同研究也制成肌电手，握力已达 1 公斤，他们将两片涂有导电性能良好的电极膏的银片电极，贴在颞颥肌外面的皮肤上，引导出神经电信号，通过放大器，去控制假手。肌电假手尚需解决的一个难题是人体的“噪声”会造成大量的虚假电信号，致使打一个喷嚏也会导致假手举起来。

肌电控制技术的研究给人—机合作打下了良好的基础。所谓人—机合作就是人和机器紧密地结合。人的所有随意动作都是受大脑支配的，由大脑发出神经电信号支配有关肌肉和骨骼关节而完成指定动作。既然能用肌电信号来操纵机械，那么也就有可能直接用大脑的电信号来操纵机械。也就是说操纵者在荧屏上观察由自己脑电控制的机械设备，只要操纵者想什么，被控制

的设备就会按你所想的进行活动。人一机合作的好处是通过遥控，人不必身临危险地方工作，可以及时解决某些预测不到的问题，要比单独的人或单独的机器工作好。美国飞往火星工作的无人飞船“水手三号”在飞行途中突然发生故障，虽然飞船发出17个求救信号，但是由于金属保护罩不能打开，太阳能电池板得不到日光，致使“水手三号”因缺乏动力而殒失，本来这个问题很易解决，只要去掉这个保护罩就行了。但是飞船的电子设备没有这道程序。如果这只飞船是由人一机合作操作的，就可以及时解决这些意外困难。

人们给机器装上机械手，用来到危险作业地方去搬运重物，由于机械手受形状、大小、动力源方面的制约较少，因此设计的自由度也就大，许多国家已广泛使用机械手。1966年一架美国军用飞机在地中海上空失事，将一枚氢弹坠入海底，美国海军部用机械手式打捞器进行打捞，这个打捞器重达1吨，而它的机械手却能提起几吨重的物体。打捞器配备有摄象机、声波探测仪、定位仪和信号灯等各种精密仪器，以螺旋桨推动机器在海底移动，打捞器在海底的情况通过摄象机显示在指挥船的电视屏幕上，工程师们据此通过电子计算机对打捞器进行操纵。1969年前苏联戈尔夫级攻击型导弹潜艇在夏威夷西北海域沉没。美国海军派出“格拉玛”勘探号作业船进行打捞。这艘深海作业船用3部吊车将大型蟹爪式机械手放入海底，操作人员在船上通过电视屏幕控制机械手用5对夹钳把这艘长达百米的潜艇从5000米深的海底提起，由于艇身断裂，仅捞起艇首部分，而后半部分仍坠入海底。

仿真技术和人造现实感

人造现实感这个词是 20 世纪 70 年代中期就已经开始使用了，起先是使用仿真这个词的。说起仿真，大多数情况是指用计算机按照科学方法来阐述事物的场合，而且，更是适用于下列情况：

用实际装置进行试验或实验要花庞大经费的场合；伴有危险状况的场合；开发新设备所花费用特别大。

那么，在许多场合让人也参与在模拟的现实世界中，能使人进入由计算机等硬件构成的世界，并使人感觉到宛如身临其境的体验，这就是仿真技术中的人造现实感。

这里以仿真技术的代表——模拟飞行器为例。模拟飞行器是飞机研制和飞行员培训中心不可少的装置。

模拟飞行器大致有五部分组成：一是操纵席部；二是外部视野装置；三是运动装置；四是实时运动计算机部；五是飞行员。其中与人有关的部分有：由触觉控制的操纵席部和引起视觉的外部视野装置以及产生体感的运动装置。

与视觉有关的是从窗户所见到的外部状况与实际状况是完全相同的。现在使用专用的视野发生装置，特别是近年利用晶体组织技术，能逼真地显示出云层、海面、飞机高空滑行姿态和山坡表面等有质感的图像。

进而，如加上图像变换技术，就可以把地形、建筑物的摄影定格，而且能逼真地制出与实际状况几乎完全相同的外部视野。为了体验身临其境的感觉，可利用仿真技术显示无限远的境界，宽广的境界直至圆顶形天空的境界。最近正在研究头戴显示屏式的眼镜，飞行员只要戴上它，就可以观察外部视野。

与体感有关的是运动装置，它是用于驱动飞行员的操纵座位的，使飞行员可以从身体上直接感觉到飞行运动的加速度。

用上述视觉甚至触觉的仿真技术，除用于航空方面外，在原子能、医学、化学等方面都需要。

现在进行的人造现实感的研究，其研究课题是用最简便的器具模仿人类相应的视觉、触觉等感官，构成有较高逼真度的人造现实感系统。

仿生学在 21 世纪将大有用武之地

我们都知道，奶牛吃下去的饲料主要是草，但挤出来的却是雪白雪白的牛奶，而牛奶可以说是营养最全面、最丰富，也最受人们普遍欢迎的天然食品之一。

于是，有的科学家就大胆地进行设想，能不能搞一个“牛奶生产流水线”，模仿奶牛的整个吞食、消化、吸收系统，包括粉碎、搅拌、振荡、消化酶的催化、加温加压、残渣排除以至生物化学溶剂作用下的分子结构的转化等一系列过程，最后达到的效果将是：在这种流水线的一头送进去的是草，而另一头则喷射出白花花牛奶。这样的流水线该有多奇妙呀！不要认为这只是痴人说梦，从理论和技术角度来讲，这种前景是完全有可能达到的，而这就是所谓“仿生学”的研究目标和任务。

“仿生学”是在本世纪中叶开始进入实质性开发的。当时有的科学家发现蝙蝠实际上没有眼睛，可是它却能快速飞行捕食，而且不会撞击在树干或其他物体上。这是什么道理呢？通过研究，科学家们发现，蝙蝠身体内分别有一个小小的然而十分灵敏的超声波发射器和一个吸收器，它在飞行过程中不断地发射出声波，声波遇到任何障碍物都会立刻折射回来，并被吸收器获取，这个信息马上会反应到蝙蝠的神经中枢，从而指挥它的飞行系统迅即改变飞行方向。我们如果仔细观察一下蝙蝠在暮色苍茫中疾速地飞来转去捕食昆虫的行动轨迹，就能体会到它的声纳系统有多么奇妙了。后来，科学家们模仿蝙蝠体内的这种结构，制造出了多种用途的声纳仪器，可广泛运用于军事、航海、捕鱼、探测等各个方面。

还有一种小甲虫，叫象鼻虫。它的眼睛是复眼，呈半球形，许多小眼排列在曲面上。在飞行中，不同的小眼是在不同的时刻看到外界同一个物体的。象鼻虫根据各个小眼看到同一个物体的时间差以及自身在此期间飞过的距离，可以飞快地“计算”出它相对于地面的飞行速度，它的眼睛是天然速度计。模仿象鼻虫复眼的这种功能原理，人们研制成了一种测量飞机着陆时相对于地面的移动速度仪器——地速计，已经在飞机上普遍使用。这种地速计也可用来测量导弹攻击目标时的相对速度。

大自然中的许多生物各有其千奇百怪的特殊生理功能，如果能把它们广泛运用于人类的机械、仪器和工艺，将能使科学技术和工农业生产出现新的飞跃，因此，不少科学家断言，仿生学在下一个世纪将成为最有前途的新技术学科之一，它将为人类进步作出巨大的不可估量的贡献。