

仿生学纵横谈

邵海忠 编著

江西人民出版社出版

(南昌百花洲3号)

江西省新华书店发行 江西新华印刷厂印刷

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 7 字数 157,000

1981年7月第1版 1981年7月江西第1次印刷

印数: 1—5,000

统一书号: 13110·8 定价: 0.58元

目 录

- 一、生命的科学 他山之石可以攻玉(1) 物种的来源(3)
仿生学的诞生(6) 模拟与创造(11)
- 二、千里眼的奇能 人眼的研制(14) 猫眼的夜视术(15) 鸽
眼和蛙眼(17) 多才的鱼眼(19) 复眼的本领(21) 色觉
之谜(23)
- 三、耳朵和触角的启示 顺风耳(25) 形形色色的耳朵(27)
手指听声音(29)
- 四、鼻子的奥妙 奇妙的感觉(31) 神通广大的电子鼻(35)
- 五、语言的秘密 兽叫与鸟语(37) 鱼声、虾声与偷袭军港(39)
昆虫的语言(42) 奇妙的化学语言(45) 声音打字机(48)
- 六、思维、记忆与传递 机器生物化(49) 脑的探索(51) 神
经的模拟与自动机(54) 机器人的主人(57)
- 七、动物的田径赛 蚤、袋鼠与跳跃机(60) 猎豹、企鹅与无轮
汽车(63)
- 八、定位与导航 从声纳、雷达谈起(66) 蝙蝠与海豚(68) 响
尾蛇与红外技术(70) 星象与罗盘(72)
- 九、高超的飞行术 历史的回顾(75) 飞行的健将和元老(78)
六足动物的飞行(81) 楫翅和翅痣的启示(84)
- 十、出色的航海家 多姿的体形(85) 海豚皮的功能(87) 侧
线、鳍与喷水船(89) 鲸鱼的潜水术(91)
- 十一、生物钟 奇妙的节奏(93) 迷人的研究(99)
- 十二、生物电 从人造假手谈起(101) 发电与通讯(103)
- 十三、生物与电磁场 高压线下的奇迹(107) 磁场与生命(110)
治病与污染(113)

- 十四、生物的重力效应** 从潮汐谈起(116) 达尔文的试验(119)
- 十五、生物发光** 萤火虫与冷光(121) 五彩缤纷的“提灯手”(123)
生命之光(126)
- 十六、生物与光** 下蛋与灯光围网(129) 光与生命(131) 开花之谜与色膜育秧(134) 激光的妙用(136)
- 十七、神秘的光合作用** 十七世纪的试验(137) 机械牛与微地球(141) 丰功与伟绩(143)
- 十八、奇妙的反应** 非凡的本领(145) 特种维生素(148) 化学仿生的任务(151) 固氮与遗传工程(153)
- 十九、变色之谜** 乔装隐身术(156) 变色龙与核保护(159)
- 廿、医学上的仿生** 人造器官(162) 翅膀和护甲(164) 分子病与高血压(167)
- 廿一、断臂再生** 奇怪的断臂术(169) 再生的秘密(173)
- 廿二、休眠与长寿** 冰雪冻不死,春风吹又生(175) 不平凡的研究(177) 古象与宇宙航行(180) 幻想与事实(183)
- 廿三、生物与气候** 甲鱼下蛋与水母飘游(186) 蜣螂夜出与蚂蚁搬家(188) 顺序性和相关性(189) 火烧赤壁的教训(192)
- 廿四、相剋与相生** 螳螂捕蝉,黄雀在后(193) 保护色与拟态(195) 乌贼的烟幕术(196) 以虫除虫(197) 檀香树和常春花(198)
- 廿五、工程技术的大师** 骨骼、树木与设计(199) 鸡蛋与薄壳结构(201) 织网的艺术(203) 蜂巢与鸟窝的启示(204) 钻地术(207) 牙齿和联动刃钻头(209) 神枪手(210) 高超的运输术(211) 蜘蛛与液压传动(212) 信天翁与海水淡化(213) 根、茎和钢芯铝绞线(214)

后 记

一、生命的科学

他山之石可以攻玉

桃红柳绿，鸟语花香，蜂回蝶舞，鸿雁远飞，鹰击长空，鱼游千里，百草竞长，万木争荣，……大自然中绚丽多彩的千姿万态，构成了一幅幅多么迷人的画面！

松柏长青，而昙花一现，龟鹤以长寿著称，而蜉蝣却朝生而夕死，骏马能日行千里，而蜗牛却寸步难行，蜘蛛能围网狩猎，水母能御风飘游，蜥蜴沙遁，蠕虫穿地，绿叶有独特的网状结构，鸡蛋则是绝妙的薄壳建筑，……大自然中蕴藏着的无穷无尽的奥秘，又是多么令人深思？

也许你会问，羽毛的颜色，贝壳的结构以及鸟爪兽齿等等，这些微不足道的东西，有什么值得学习和研究的呢？其实不然，生物界在亿万年的自然淘汰和进化过程之中，为了适应生活环境的变化，经过了大自然“风霜雨雪”的精雕细刻，已经锤炼出了各式各样微型、紧凑、轻巧、高效、灵敏、可靠的机体结构，而这些，正是我们大有值得学习的地方。

黎明前的黑暗，公鸡能“看到”晨曦初露而进行报晓；伸手不见五指的黑夜，猫儿却能捉到狡猾的老鼠；号称“沙漠之舟”的骆驼，依靠它那特殊结构的鼻子，可以闻到几公里外的水源；候鸟万里迁涉，年年南来北往，不忘它故乡的旅程，能正确无误地返回旧居；平时蹒跚而行的企鹅，在危急时却能扑倒在雪地上，蹬动脚掌，双翅快速滑行，时速能高达30公里，……这许许多多生物的“绝技”，的确能使你赞叹不已！

向生物学习，为技术创新，随着近代科学技术——特别是

电子技术——的迅速发展，一门新兴的科学技术——仿生学，就是在这种情况下诞生的。但是学习生物的各种技能，模仿生物的各种本领，以便更好地去认识自然，改造自然，为人类谋取福利，这在几千年以前就已经出现了。相传我们的祖先，就是看见了被风吹动以后能够转动的风蓬草，发明了轮子；根据鱼儿在水中游动时尾巴的摆动情况，发明了帆船用的摇橹；根据鱼儿在水中游动时胸鳍的动作，在木船的两侧加设了一对叶桨。

著名的能工巧匠——鲁班，更是大家熟悉的。“卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢”。他在长期的生产实践中，积累了无数的聪明和才智。在建筑、木工、器械等各个方面，制作了许多“奇技奇器”。在建筑方面，鲁班发明了机关封墓，他还刻制了我国最早的立体石刻——九州图；在雕刻方面，鲁班刻制了石头凤凰，精巧细致，龙飞凤舞，形象栩栩如生；在木工方面，人们所熟悉的木工曲尺，刨子、锯子，打孔用的钻子，划线用的墨斗等等一整套器具，都是鲁班创造和发明的。锯子的发明，传说就是鲁班被带刺的叶子弄破了皮肤之后，而创造出来的；在机械方面，《墨子·鲁问篇》中就记述过鲁班根据自己多年观察鸟类的飞行之后，用竹木削成了木鹊，它能象喜鹊一般在空中飞翔。这个伟大的发明，要比四百年前意大利人设计的扑翼机早好多年。在王充的《论衡·儒僧篇》中，还记述过鲁班研究木人木马的故事呢！

自古至今，自然界从来就是各种技术思想取之不尽，用之不竭的源泉，它激励着人们为自然科学技术的发展去开拓新的疆域。虽然在这令人眼花缭乱的原子能、电子计算机、自动化、半导体、激光……等等新技术蓬勃发展的时代，从大的方面来说，人们研制的射电望远镜已突破了光学望远镜的界限，

可以观察到远离地球一百五十亿光年的天体，从小的方面来说，已深入到 10^{-3} 厘米为标志的基本粒子世界，从时间方面来讲，可以观察到 10^{-24} 秒瞬间变化的基本粒子反应，探索以亿年为计的天体演化过程。除此之外，^⑤人们还能够凭借智慧和力量，去参加太阳系的游戏和深入万米深的洋底去进行探险，但迄今为止，人类所取得的所有科学成就，还远远不能解决人们所遇到的许多技术问题。也就是说，有许多问题，至今还没有找到正确解决的途径。

例如人眼中的感光细胞，受光刺激后产生的一连串电脉冲，是通过大约一百万条神经纤维传输到大脑中去的，即每条神经纤维大约负责100多个感光细胞的信息传递任务。这种机制，即使个别神经纤维或感光细胞出现损伤，整个视觉出现问题的可能性极小，常常只有百万亿分之一，但近代各种自动装置，由于个别元件损坏而影响整个系统工作的可能性，常常在百分之几左右，这是一个鲜明的对比！

物种的来源

地球的形成，已有45亿多年的历史了。迄今为止，世界上的生物大约有一百几十万种，其中动物占大部分，约有一百多万种。这些动物中，最大的是海洋中的鲸鱼，最小的是寄生在其它动物体内或自由生活在水中的单细胞原生动物。昆虫是地球上种类最多的动物，约有90万种。其它种类较多的动物有鸟类（约2万8千多种）、鱼类（约2万多种）、哺乳类（约有1万3千多种）等等。植物的种类虽然较少，但它对动物的生存却具有特别重大的意义。30多万种植物中，高等显花植物的种类，约有15万5千多种，其中已被人们在工业方面进行利用的植物种类，约有3万多种（但人工栽培的仅有五千多种）。

谈到生物的来源问题，在历史上曾经多次发生过尖锐、复杂的斗争。一些唯心主义者常常利用生物的表面现象，把动、植物的行为与人类有目的的行动相提并论。它们认为世界上的一切都是由天地之间一种万能的“神”，按照一定的目的来安排的。生物的一切本领，也都是神所赋予的，是先天就有的，是不变的。

唯物辩证法告诉我们，物质世界是第一性的东西，思想精神的作用是后来才产生的。没有物质的存在就没有思维存在的可能。思想是大脑的产物，各种事物都有发生、长大、灭亡的过程，并且在这个过程中，各种事物之间又有相互的联系，起着相互促进或制约的作用。

“种豆得豆，种瓜得瓜”。这是我们常讲的一句古话，这句话就表明一切生物具有一种遗传的性能，不但高等动物是这样，连单细胞的生物也是这样。生物遗传的特性，除了保持前一代的基本特性之外，还具有一种随着客观环境变化而变化的变异性质。这就是说，生物在颜色、形状和生活习性等等方面的奇能，不是一时形成的，更不是天生的，而是生物在千万年与大自然的斗争中逐步形成、发展和进化而成的。

生物进化的例证是很多的，我们不仅可以从比较研究生物的形状来得到确切的证据（如人和大猩猩的身体构造，基本上是相仿的），也可以从比较研究生物胚胎各个阶段发育的形状（如人和大猩猩的胚胎就很相似），或者从研究古代生物的化石（如发掘的各个时期马的化石）等等几个方面来考证。另外，在研究动、植物的分类和遗传特性方面，也能提供生物在进化方面的许多证据。

但是，创立比较完整的生物进化论的科学家，是十九世纪英国的生物学家达尔文（1808—1882）。他在1831年刚从剑桥

大学毕业后，就由一位教授推荐以自然科学家的身份，不领薪金，乘坐“贝格尔号”巡洋舰到世界各地去旅行。在历时五年的环绕地球一圈的旅途中，他曾经深入到当时还没有开发的南美洲内地。他广泛地调查了世界上许多地方动、植物的生长状况。年轻的达尔文在传统的神学教育中，相信当时流行的特创论和物种不变论，但五年的考察工作，改变了他原来的观点，成为了一个著名的生物进化论者。经过六年多的时间，他将收集到的极为丰富的材料加以研究整理，然后将自己的意见和例证结合起来，一方面亲自参加培育新品种的试验工作，另一方面不断学习和总结广大劳动人民在社会实践中所积累起来的经验，又经过了十七年时间，直到1859年，达尔文才把“物种来源”一书公开出版，前后共经过了廿八年的时间。

达尔文在这本书中，阐述了这样的观点：一切生物都是在大量繁殖自己的种族，但由于自然环境的改变和生物之间的竞争，促使了生物的变异，以便它们争取在自然界中取得生存的权力。这种结果，导致了最适合于生存的生物就存在下来了，其余的生物就逐步淘汰。至于存在下来的生物，它们为了适应自然环境的变化，又在生长、发育、繁殖等各个方面，进行着不断的改变。这种改变又能通过遗传的方式，一代一代的积累和加强，形成了许多新的品种。达尔文在实践中也曾验证过，经过人工的培育，可以使动、植物在品种、形状、大小、羽毛、产量等等各方面，发生很大变化，并且还验证了不同特征的生物，可能有着共同的祖先。例如，鸡的品种非常多，大约有250多种，达尔文认为它们都是起源于一种野生的原鸡。这种原鸡的后代，据说现在还生长在我国海南岛、云南及印度、缅甸一带的森林里。

达尔文的“物种来源”一书，解决了现有物种的来源问

题。但是必须指出，生物在进化，物种在改变，这种生物发展史上的客观规律，并不是达尔文首先发现的，有关生物进化的学说，也并不是达尔文一人创造的。知识是社会的产物，不是个人的产物。在他以前漫长的年月里，广大劳动人民在这方面就已经积累了不少的知识。在我国历史上就有人提出“程（即豹）生马，马生人”《庄子》，“天地合气，万物自主”《论衡·自然篇》等说法。在《齐民要术》一书中，古代农学家贾思勰在总结劳动人民栽培植物，饲养动物的基础上，也提出过有关生物进化的思想。古希腊哲学家阿那克西曼德，也曾试图从物质变化和发展情况来阐明生物的产生过程。这都是包涵着生物进化的萌芽思想，只是由于当时社会历史和科学条件的限制，没有得到进一步的发展。达尔文能在前人的基础上，将自己经过辛勤劳动所得来的资料，加以有成效的总结和发展，提高生物在进化方面的系统性和科学性，发挥了生物学在进化方面的战斗作用，有力地击毁了科学思想中的宗教统治，建立了生物学的真正科学，这就是达尔文的真正功绩。

恩格斯对此也曾经给予很高评价，把《物种来源》一书的发表，列为十九世纪自然科学的三大发现之一。

仿 生 学 的 诞 生

一切科学技术的发展，与社会生产力的发展以及整个科学技术的发展，都有密切的关系。仿生学的产生和发展也不例外。虽然人类模仿生物的机能来研制工具，并不是最近几年才开始的事情，但它形成一门系统性的科学技术，即仿生学的诞生，只有在人类社会实践不断的扩大和科学技术高度发展的今天才能形成。

1940年出现的调节理论，开始了在一般的意义上将生物与

机器的类比，1944年明确了机器与生物在通讯、自动控制和统计能力等方面的问题，40年代末期，电子技术出现了，所有这些，都为60年代初期形成这门引人入胜的科学技术——仿生学，奠定了良好的基础。

仿生学（Bionics）这个名词来源于希腊文“Bion”，其原文的含义是生命的单位，而不是象有些人所想象的那样，认为仿生学就是把生物学（Biology）和电子学（Electronics）两门科学合并起来。事实上，仿生学的研究涉及到其它的许多科学部门。如：生物学、生理学、神经学、神经病学、神经生理学、心理学、流行病学、电子学、物理学、生物物理学、医学、化学、数学、空气动力学、计算技术、通讯、自动学、控制论、航空和航海工程等等。生物学和电子学结合起来的生物电子学，它所研究的范围，仅仅将先进的电子仪器应用于生物学本身的研究，其目的仅是认识生物的某些过程和影响这些过程的各种因素，而不是把发现的生物学规律，应用于工程技术中去。

生命的运动规律，是自然界中最高运动形式，探讨和学习其中的奥妙，这就是仿生学面临着的艰巨任务。

具体的来讲，仿生学主要是观察、研究和模拟生物各种各样优异的本领（包括生物本身的结构，各种器官的功能，体内物理和化学的过程，能量的供给，信息的加工，记忆与传递等等），以便将这些先进的性能移植到科学技术中去，来改善老的、创制新的各种自动装置和调节系统，为国民经济各部门的发展提供效率高、可靠性好、动作灵活、结构简单、体积小、重量轻、价格低、最经济的接近于生命系统的技术装置。

一般来说，生物体内各种器官的联系方式，不外乎这几个方面：即感觉部分、控制部分、运动部分以及三者之间相互联

系的部分。冬天来临，气温不断下降，由于人的皮肤是一种冷热感觉器官，它能够及时地把外界气温的客观变化情况传递给大脑，大脑通过信息的处理和加工，发出增加衣服的指令，人的双手根据大脑的指令，就会去拿衣服穿在身上。这整个的过程，就是从感觉、控制到运动的过程。

根据这些情况，目前仿生学的主要研究范围有以下的几个方面：即感觉器官、自组织系统、神经元以及力学、医学、化学、能量转化等等方面。

感觉器官的仿生是根据生物的感觉部分，来研制能够接受、记录和测定信号的装置。特别是各种有关视觉、听觉、嗅觉、触觉以及包括冷热、酸痛、振动和平衡等等感觉方面的新颖传感器。生物的各种感觉器官，经过千万年的锤炼，无论在选择性、适应性、灵活性、灵敏度、抗干扰性、微型化等等方面，和我们目前各种自动装置中的传感器相比较，存在着无与伦比的优越性。

自组织系统和神经元的仿生，主要是为了研制新颖的自动控制系统。生物控制器官的研究，重点是大脑系统，科学工作者对大脑系统的研究非常重视，这并不说明大脑系统的结构比较简单，恰恰相反，大脑是各种高等和低等动物中最复杂的部门，但是，揭开它的秘密，对于创造人工的信息发射、接收、传递、加工和贮藏等装置，是非常有益的。

生物运动器官的研究，重点在于肌肉运动时能不断地把化学能转变为机械能的过程。

我们知道，人的全身骨骼肌肉有600余块，约占体重的40%。它是人体运动的动力器官。按照其部位，它们常常分躯干肌、头颈肌肉和四肢肌。按照其形状，它们又可分长肌、短肌和阔肌。肌肉的主要功能是在人的意识支配下，通过神经系

统的调节来进行收缩和舒张。人体的一切活动，都是依靠两组或多组作用相反的肌肉群，同时协调的活动来完成的。肌肉是一个高效率的发动机，它把食物中的化学能直接变换为机械能，其效率常常高达80%左右。而近代汽轮发电机系统的效率一般只有40%左右。所以探索肌肉的作用原理，研制人工肌肉的模拟，就成为化学仿生的重大课题。据报道，一些化学仿生学家经过了大量的试验，已经制造出一种用聚丙烯酸制成的很薄的带状“人造肌肉”。当把这种“人造肌肉”放置在酸性溶液中时，则它会蜷缩起来，当把它放置在碱性溶液中时，则它又会伸展开来。蜷缩和伸展的动力，都是直接依靠化学能转变为机械能（效率高达90%以上）的。据说一种用聚丙烯酸制成的直径1厘米的特制绳子，能在短时间内负起100公斤的重物。利用此法将化学能转变为连续转动的机械能，效率也能高达65%左右。

这项研究工作具有重大的现实意义。在一些高重力的宇宙飞船舱里，人的手臂常常不能够自主地举起来去执行必要的动作，在这种情况下，宇宙航行者就可以依靠人工肌肉的电伺服机构（即通过放大人体肌肉中的电位，去推动有关的执行装置）来控制宇宙飞船。从发展的远景来看，通过这种人造肌肉，也可以利用河水与海水之间存在着的天然的化学能差，来获得大量的廉价的机械能。

在生物力学的仿生方面，科学工作者在研究鸟类、昆虫、鱼类等结构的基础上，已经创造了模拟各种生物在陆上、空中、水里的运动器官。如可供实用的扑翼机——“肌飞器”；模仿膝关节的液压系统；能提高鱼雷航速的人工海豚皮；以及模仿袋鼠在沙漠中运动形式的无轮汽车——“跳跃机”等等。

在生物力能学的仿生方面，人们通过对生物某些过程的研

究，已经在化学能变成电能、化学能变为机械能以及化学能和光能的互变方面，取得了初步的成果。

在医学仿生方面，为了延长人类的寿命和战胜衰老、疾病而重点研究的人工器官、人工调节器以及用仿生学治疗疾病等方面，也已经受到了人们的重视。

在“人——机器”关系的仿生学方面，如何使机器“生物化”，已引起了人们的极大兴趣。

在化学仿生方面，生物的活细胞是天然的化学实验室。它在进化过程中，得到了合成生命活动所必需的一切有机物质的惊人的奇能。天然有机物质的复杂性、特殊性，以及它们在活细胞里合成时的经济性和有效性，对于近代研究有机合成将会产生很大的影响。

由于仿生学肩负着这些重任，所以它的研究范围相当广泛，其内容也涉及到各种类型的科学领域。无论是宏观的还是微观的，是整体的还是局部的，是结构的还是功能的，只要生物有优异的地方，都值得我们学习。

仿生学是一门方兴未艾的科学技术，其前景是十分光耀夺目的。随着仿生学研究的逐步深入，可以预言，未来的许多自动装置在很多特征方面，将会按照生物系统的特征建立起来。也就是说，生物的模拟即将成为现代发展新技术的重要途径之一。仿生学的研究，需要许多科学领域的工作者们进行跨专业的通力合作。反过来说，仿生学对于各种学科的本身，也会产生巨大的推动作用，促使很多科学部门引起革命性变革。目前，数得上的科学约有1150种以上，而仿生学又是许多种学科的高度结合，所以它在国民经济的各个部门中，是大有用武之地的。

模拟与创造

一般来说，仿生学研究的方法是根据生物器官的优异本领，有目的地去研究它们的结构和机能，然后利用数学的或物理的语言进行生物原型的描绘，再利用近代机械、物理、化学、电子等方面的技术成就，和有关的科学技术有机地结合起来，进行技术上的模拟，最后利用人工装置与生物器官的技能进行比较，找出差距，提出改进的措施，使人工装置在技术上不断完善。这样，经过实践、认识、再实践、再认识的反复过程，不断总结经验，精益求精，就能将生命过程中的某些先进的性能，逐步移植到各种各样的自动装置中去了。

当然，模拟生物的各种机能和生命运动的某些过程，并不是一件容易的事情。它是一件非常复杂和细致的工作。

目前，一般常采用下列的几种研究方法。

功能的数学模拟法。它主要是利用正确的数学方法，来研究外界各种不同情况下，生命活动的结构形式、生物体的功能和效用，以及外界条件变化与时间的关系等等。但这种方法，只能在模拟系统和对象，能供给十分完整的数学描述时才能应用。它的优点在于可以用数学的方法来研究、解决生物体中某些过程和特性，而不需要采用比较复杂的模拟方法。

物理化学的模拟方法。为了探索生物体内各种物质的转化过程，这就得研究生物体内的生物化学和生物物理学的过程，探索其中的奥妙，对于人类揭开技术上性质完全不同的聚合物合成之谜，生物体内各种能量的转换，以及复杂物质分解为简单物质时能量消耗很小的机制，将会产生划时代的意义。在很多情况下，由于缺少生物内部物理化学过程的数学描述，所以生物系统的模拟，就无法采用功能数学的模拟方法，这就不得

不采用物理化学的模拟形式。在一些模拟系统要求不严格的场合下，时常采用这种方法。

反馈模拟法。它是研究在技术设备中直接运用生物机制的方法，所谓反馈，就是指通过一定的方式，把各种装置输出量中的一部分反过来送回到装置的输入端，借以改善装置本身的各种性能。这种用来提高自动装置性能的方法，在工程技术上统称为反馈法。

近代自动控制的基本方法就是反馈法，应用它，可以直接利用昆虫的嗅觉器官制成一种能记录低波度物质的仪器，以便在制取超纯材料时正确地测定杂质的含量，或在某些场合中测定有毒气体的含量等等。在日常生活中，人们采用反馈方法的例子也是很多的。比如我们烧菜，放了盐之后还得尝一尝菜的咸淡，若发现菜淡时，就得加一些盐，发现菜咸，加一些水或糖，这个过程就是反馈。

生物模拟的方法虽然很多，但不管模拟装置和生物体的原型是多么相似，它们之间存在着本质上的差别。人创造的机器，是物质低级运动的一种存在方式，而生物体内的一切生命活动，则是自然界中最高级的运动形式。所以说，科学技术上的模拟，是无法反映生命运动的全部特征的。

在研究生物各种器官的结构和机能时，还必须注意，许多生物的本领仅仅是生物为了适应外界环境的变化，而逐步演变而来的一种本能。如小蜘蛛从卵里孵化出来之后，不必经过学习就会进行围网猎食。在织网过程中，如果你破坏其中的一部分，蜘蛛还是继续进行着尚未完成的那部分织网工作，并不会意识到要重建或修补被破坏的那一部分。因此继续织成的网，也只能是一个完全丧失捕虫能力的废品。所以说动物的本能，是一种无意识的行为，是没有预见性的。

人类已经脱离了动物界的范畴，人类的发展已经形成了人类社会发展的规律。一切动物和植物只能改变自己来适应外界环境的变化，而人类却能从劳动过程中认识自然界客观变化的规律，制造出各种各样的工具来改造自然界，使自然界的发展适合于人类社会发展的需要。所以说，我们在模仿生物各种本领的同时，必须用一分为二的观点来观察和分析生物的一切本领，吸收它们有用的方面，为改进或创造各种自动装置服务，而绝对不能盲目的、全盘接受的进行模拟和仿制。

人们盲目模仿鸟类飞行的失败经验，对我们学习和研究仿生学这门现代科学技术来说，就是一个值得深思的教训。

在飞机发明之前，不少人在双臂绑上羽翼，渴望着能象鸟类一样遨游太空，但一个个都落得翼损人亡的悲惨下场。这是什么原因呢？经过计算，原来人类如果想要用双手振臂高飞，则胸骨要突起1米左右，才能承托住由于双臂扑动时所需要的强健的胸肌。

虽然鸟类已有千万年的飞行历史了，在某些飞行技术方面也超过了我们目前制造的飞行工具，但不能认为鸟类是最完善的飞行器。空气动力学中的有关研究就曾表明，无论是那一种鸟类，飞得最快的或飞得最慢的，它们的飞行效率都并不是最高的。

人类科学技术发展的历史，一再雄辩的表明：任何一门新兴的科学技术，从来就是不依葫芦画瓢的“仿”出来的，而是根据社会的需要，在生产实践中“创”出来的！

二、千里眼的奇能

人眼的研制

目前的仿生学技术，约有百分之八十是研究神经系统和感觉器官。感觉器官的模拟，其目的是用以改善机器的输入装置、自动调节系统中的传感器、生理学与医学器具，以及新颖的跟踪和发现系统。

生物感觉器官中，视觉是最复杂的器官。它在脑的支配下，具有良好的识别图象和跟踪目标的能力。哺乳动物的种类虽然繁多，但在眼睛的构造方面却大体上相同，基本都是由三层组织所构成：最里边的为视神经所形成的视网膜层和晶状体，它具有接受刺激和将信息传递给大脑的能力；最外的一层叫做纤维层，包括巩膜和角膜两部分，具有保护眼球内部组织的功用；中间的一层，具有丰富的色素细胞和供给营养的血管，一般叫做脉络膜。为了防止眼球干燥和空气中的灰尘落入眼内，人类和一些高等动物的视觉器官，还具有眼睑、睫毛、泪腺等一系列的附属结构。

人的眼睛，是一个小型、精密、可靠的传感器。虽然它的直径只有25毫米左右，但进入人体大脑的百分之九十以上的信息，都是依靠眼睛来传输的。人们不仅可以用眼睛来观察周围物体的位置和自身的运动，而且还可以用来确定深度距离和物体相对的位移、尺寸等等。

人眼里的感光细胞大约有一亿三千万个，感光细胞的功用和光电池相仿。人们在制造人工眼睛时，常常用半导体光电两极管或光敏电阻来代替水晶体毛样肌和锥状细胞。虽然这样的