

ZOUJIN SHENGMING



KEXUE CONGSHU



*life sciences*

走进生命科学丛书

本书编写组 编

SHENGZHI YU YICHUAN

# 神奇的仿生学

本书广泛介绍了生命科学领域中各方面的基础知识。通过趣味性、知识性、实用性良好结合的具体实例，帮助学生提高综合素质，领悟生命科学的奥秘，了解 21 世纪生命科学和相关技术可能对人类未来的影响。



中国出版集团  
世界图书出版公司

走进生命科学丛书

# 神奇的仿生学

本书编写组 编

世界图书出版公司  
广州·上海·西安·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

神奇的仿生学 / 《神奇的仿生学》编写组编. — 广州: 广东世界图书出版公司, 2010. 4

ISBN 978 - 7 - 5100 - 2184 - 8

I. ①神… II. ①神… III. ①仿生学 - 青少年读物  
IV. ①Q811 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 070755 号

---

## 神奇的仿生学

责任编辑: 韩海霞

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E-mail: pub@ gdst. com. cn, edksy@ sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京楠萍印刷有限公司

(通州区潞城镇七级工业大院 邮编: 101117)

版 次: 2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 2184 - 8/Q · 0044

定 价: 25.80 元

---

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



# 前 言

如果我们人类重新回到蛮荒，我们也许真的比现在“更快、更高、更强”。文明进化一方面发展了我们的大脑，另一方面却消融了我们的本能。我们原来作为生物的嗅觉、听觉、触觉、知觉、预感及种种生存本能，无可挽回地被智能工具替代了。

我们曾妄自尊大地称自己为“万物灵长”。如今躬身自省，万物也许在许多方面比我们更有“灵”。据统计，地球上现有动物 150 万种以上，在亿万年的进化过程中，一些动物通过自然选择和淘汰，形成了千姿百态的奇特功能和本领，而地球的“主宰”——人类对此只能望尘莫及。为了弥补人类自身的不足，我们向其他生物学习——利用人的智慧仿造它们的优势。于是，一门新学科诞生了，这就是仿生学。

仿生学一词大约从 1960 年才开始使用。生物具有的功能迄今比任何人工制造的机械都优越得多，仿生学就是要在工程上实现并有效地应用生物功能的一门学科。例如关于信息接受（感觉功能）、信息传递（神经功能）、自动控制系统等，生物体的结构与功能在机械设计方面都给了很大启发。仿生学也被认为是与控制论有密切关系的一门学科，而控制论主要是将生命现象和机械原理加以比较，进行研究和解释的一门学科。

仿生学的研究范围很广，主要包括：力学仿生、能量仿生、信息与控制仿生等。在各个领域，人类都有惊人的杰作。例如：力学仿生中模仿海豚皮肤的沟槽结构，把人工海豚皮包敷在船舰外壳上，可减少航行湍流，



提高航速；信息与控制仿生中根据象鼻虫视动反应制成的“自相关测速仪”可测定飞机着陆速度；根据鲞复眼视网膜侧抑制网络的工作原理，研制成功可增强图像轮廓、提高反差，从而有助于模糊目标检测的一些装置；已建立的神经元模型达 100 种以上，并在此基础上构造出新型计算机等等。

1994 年人类提出系统生物工程与系统遗传学的概念与原理，探讨细胞仿生工程，并于 2002 年提出细胞通讯的生物计算机模型。仿生学与遗传学的整合是系统生物工程的理念，也就是发展遗传工程的仿生学。进入新时代的人类，其仿生学也进入了一个新的世界，例如人工基因重组、转基因技术是自然重组、基因转移的模仿，天然药物分子、生物高分子的人工合成是分子水平的仿生，人工神经元、神经网络、细胞自动机是细胞系统水平的仿生以及纳米生物技术、生物计算机技术的系统生物工程发展。可以说今天的仿生学已经全面发展到一个从分子、细胞到器官的人工生物系统开发的时代。

本书从生物的奇功、多姿多彩的各个领域的仿生和未来的仿生之路 3 个部分为大家介绍了神奇的仿生学，书中含有很多人类成功的仿生科技发明以及大量生动的插图，是大家了解仿生学不可或缺的一本书籍。



# 目 录

## Contents

生物的奇功		化学仿生	
神眼揽胜 .....	1	动物“化学通信”的启示 .....	65
顺风耳 .....	6	鳄鱼式海水净化设想 .....	67
敏锐的鼻子 .....	8	动物“淡化器”与海水淡化 .....	67
超级导航功夫 .....	12	乌贼与烟幕弹 .....	69
奇特的化学才能 .....	17	萤火虫与照明光源 .....	70
怪异的发电技巧 .....	22	蚕与人造丝 .....	72
造型妙术 .....	26	昆虫的“性导弹”与杀虫技术 .....	74
能工巧匠 .....	29	生物的善趋气与引诱剂 .....	76
不可思议的发光 .....	36	蜘蛛丝与防弹衣 .....	77
仿生学的概述		高效率的催化剂 .....	78
仿生学发展简史 .....	40	化学武器的诞生 .....	80
人类仿生由来已久 .....	42	生物膜的模拟 .....	81
发人深省的对比如 .....	43	光合作用 .....	83
连接生物与技术的桥梁 .....	46	生物体内的魔术师——酶 .....	88
仿生学的诞生 .....	48	奇妙的化学反应 .....	89
仿生学的研究方法 with 内容 .....	49	化学仿生研究前景展望 .....	91
力学仿生		定向导航仿生	
由飞鸟到飞机 .....	52	动物远程导航的启示 .....	92
鸟类的 V 形编队远飞 .....	53	昆虫隐身术的启示 .....	93
昆虫飞行的启示 .....	54	昆虫导航的启示 .....	94
鲸类潜水的启示 .....	56	昆虫楫翅的启示 .....	95
昆虫翅膀引出的螺旋桨 .....	57	由鱼类推出的声呐系统 .....	96
海豚创造的流线型 .....	58	夜蛾的启示 .....	96
细胞组织的静体力学 .....	59	导弹红外跟踪术 .....	97
鲫鱼与吸锚 .....	60	蜂眼与天文罗盘 .....	99
乌贼与喷水船 .....	62	蝙蝠与“探路仪” .....	99
啄木鸟啄木与脑振荡 .....	62	海豚与水下回声探测器 .....	101



竖起的耳朵及天线 .....	102	生物电电池 .....	138
<b>信息与控制仿生</b>		企鹅与滑雪杖 .....	138
动物味觉的启示 .....	103	蚂蚁与人造肌肉发动机 .....	139
动物“热感受器”的启示 .....	105	长了眼睛的步枪 .....	140
动物“生物钟”的启示 .....	108	布满“神经”的电脑 .....	141
蝇眼的启示 .....	109	从生物界找灵感的现代电子	
跟踪技术顾问——蛙眼 .....	111	科学 .....	143
鸽子的监视技术 .....	112	蛙眼与电子模型 .....	143
来源于大海的检测蜂鸣器 .....	112	<b>机械仿生</b>	
广角鱼眼 .....	114	从人造假手谈起 .....	145
海蜇与风暴预测仪 .....	114	仿生机械学及研究动向 .....	146
狗与“电子警犬” .....	115	生物形态与工程结构 .....	148
苍蝇与气体分析仪 .....	115	生物形态与运动 .....	149
视觉程序与人造眼 .....	115	动物前爪的启示 .....	151
看得见热线的眼睛 .....	116	人体肌肉的启示 .....	152
睡眠机 .....	116	动物关节和步行机 .....	153
电控假手 .....	117	袋鼠与跳跃机 .....	154
夜视仪与动物的夜视 .....	118	龙虾与天文望远镜 .....	154
<b>建筑仿生</b>		尺蠖与坦克 .....	155
兽类与人工发汗材料 .....	125	机器人技术 .....	156
蛋壳耐压的启示 .....	125	鸟与戈 .....	158
奇妙的植物的建筑结构 .....	127	蜘蛛仿生车 .....	160
蜂窝状泡沫建材的诞生 .....	127	蜘蛛机器人 .....	161
都灵展览馆的灵感来源 .....	128	麦秆与自行车 .....	161
悬索结构的由来 .....	128	<b>体育仿生</b>	
出气孔和充气结构 .....	129	<b>未来的仿生之路</b>	
兽类骨骼的启示 .....	130	仿生学向生物工程进发 .....	166
混凝土的发明 .....	130	新时代的疾病克星——生物	
拱形结构的灵感 .....	131	医学工程 .....	168
蜂窝与太空飞行器 .....	132	跨世纪的研究热点——大脑	
蜗牛壳与复合陶瓷材料 .....	134	与人工智能 .....	186
<b>能量、动力与电子仿生</b>		人工创造新生物——遗传工	
转换能量的高手 .....	135	程简介 .....	198
叶绿素发电 .....	136	尚待开发的新能源——人体	
“发电”鱼与电池 .....	137	能 .....	202



# 生物的奇功

## 神眼揽胜

一般认为，人眼是生物界最完善的眼睛，它能确定深度、距离、物体的相对形状和大小，以及一系列其他参量。其实，与形形色色的生物眼相比，人眼平平无奇。

有的动物的眼睛看起来很小，实际上它们神通广大！蜜蜂有5只眼睛，3只长在头甲里（称为额眼），2只长在头的两侧（称为复眼）。鲨鱼有4只眼睛，2只小眼在头部前方，2只复眼长在头部两侧。苍蝇有5只眼睛，3只单眼长在头脊部，2只复眼长在头部两侧。一般来说昆虫类的眼睛大多是复眼，结构也大同小异。复眼由许多小眼构成，蟑螂有1800个，蜜蜂中工蜂有6300个，蜂王有4920个，雄蜂有13090个，蚊子有50个，蟹有1000个，雄萤火虫有2500个，苍蝇有6000~8000个，部分蝶蛾有12000~17000个，蜻蜓有28000个。复眼越大，小眼越多，视力越强，清晰度也越高。

### 捕捉瞬间变幻的蛙眼

与人一样，青蛙主要通过眼睛获得关于周围世界的信息。它能迅速地发现运动目标，确定目标在某一时刻的位置、运动方向和速度，并且立刻选择最佳的攻击时间。

青蛙为什么有这般功能呢？研究者们发现，蛙眼有4类神经纤维，即4





蛙 眼

种检测器，它们分别主管辨认、抽取、输入、视网膜图像这4种特征中的1种。

在蛙的实际生活中，这4种检测器是同时工作的。每种检测器都把自己抽取的图像特征传送到蛙脑中的视觉中枢——视顶盖。在视顶盖，视神经细胞由上而下顺序分成4层：反差变化检测

器神经元终止于上层，它抽取图像的暗前缘和后缘；其次是运动凸边检测器，它检测向视野中心运动的暗凸边；再次是抽取前缘的变暗检测器神经元的终止处。每层里都产生图像的1种特征，4层里的特征叠加一起，结果得到青蛙所看见的综合图像。这好比画人脸一样：先草绘头的轮廓，再画眼睛、鼻、耳、嘴和头发，然后涂颜色，再衬光线，使图像具有立体感。如果将这些步骤分开来作，每一步画在一张透明纸上，再把4张纸重叠在一起，即得到最后的人脸像。

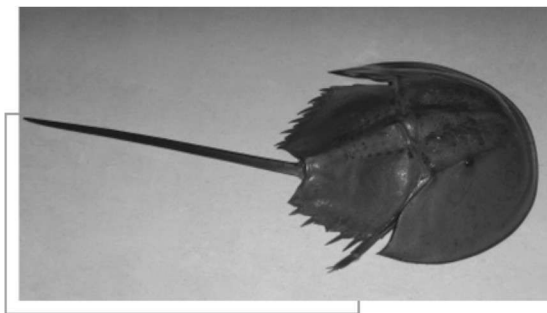
### 鲨的紫外眼睛

不久前，科学工作者在研究鲨——一种海洋节肢动物时，发现它的眼睛有一种宝贵的性质。这种动物生活在亚洲东海岸、中美洲和北美洲及大西洋沿岸。在我国的东南沿海，北自浙江省的宁波，南至广东省的汕头，都有这种动物，叫做中国鲨。它们在浅海里游泳，在海底爬行，或埋在泥沙里。它的形态像蟹类，但却同蜘蛛和蝎子类似，在海洋中的首批鱼类还没出现之前，它就已经存在了。但尽管漫长的岁月流逝，鲨在进化上的变化却不大，故有“活化石”之称。

鲨有4只眼睛。前面的2只小眼，直径是0.5毫米左右，但都有自己的晶状体和视网膜，视网膜中有5080个感光细胞。它们对近紫外辐射最敏感，但在刺激停止后反应很快降为0。



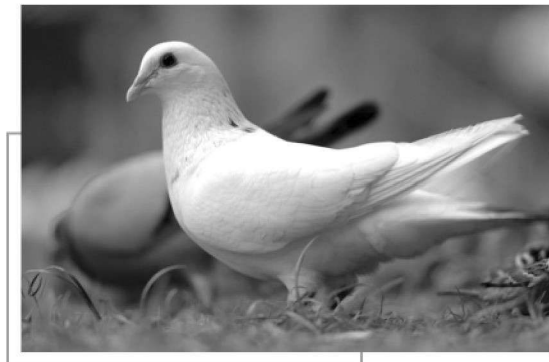
因此，人们认为这种小眼是监视紫外线突然增多的感受器。对鲎的行为影响最大的是它两侧的复眼。鲎的复眼很像昆虫的复眼，但其中包括 1000 个小眼。鲎眼的每个感光细胞都有自己的透镜，将投射其上的光聚焦，沿神经末梢通到这些感光细胞上，在这里，光能转变为产生脉冲的电化学能。脉冲沿轴传递到脑做最后的加工。



鲎

人们模仿鲎眼视神经之间的相互抑制作用，研制成功一种电模型，它是一台专门的模拟机，能解 10 个元素构成的网络方程。如果把某个本来很模糊的图像（X 光照片、航空照片、月亮的照片等）展示给这台模型，图像就好像被聚焦了，边缘轮廓显得格外鲜明。应用这个原理制成的电视摄影机，能在微弱的光线下提供清晰度很高的电视影像。同样，也可以用这样的方法来提高雷达的显示灵敏度。

这种只对运动物体有反应的机器非常重要。前面我们谈过，探测飞机的雷达往往被建筑、树等反射的信号干扰。但飞机与它们不同的是，它在运动中。正是运动，才使雷达手把飞机分辨出来，并引导它到着陆地带，如果用简单方法让不动目标从雷达屏上消失，那工作起来该多么方便。



鸽子

### 鸽子的眼定向

鸽子的眼睛可称之为神目，能在人眼不及的距离发现飞翔的老鹰。重复类似研究青蛙视觉系统的实验，发现鸽子视网膜有 6 种神经节细胞（检测器），分别对刺激图形的某些特征产生特殊



的反应。

这6种检测器和相应抽取的图像特征是：①亮度，②凸边，③垂直边，④边缘，⑤方向运动，⑥水平边。其中方向运动检测器只对自上而下，而不对自下而上运动的任何刺激物体发生反应；水平边检测器对光点刺激不发生反应，却只对横过感受域的水平边向上或向下运动发生反应。

鸽眼还有个奇特的功能，它具有定向活动的特征，当它注视从东向西的飞行目标时，从西向东飞的目标就不会引起它的反应。



变色龙

### 能前瞻后视的变色龙

非洲有一种叫避役的爬行动物。它有变色的本领，所以人们又叫它变色龙。它的两只眼睛能够单独活动而互不牵制，当一只眼睛向上或向前看时，另一只眼睛却可以向下或向后看。这样它既可以用一只眼睛注视猎物的动静，又可以用另一只眼睛去搜寻新的猎物。

### 螳螂的目光如电

夏天，螳螂穿着“伪装服”，前足举在胸前，悄悄地隐蔽在树荫草丛之中。一有小虫出现，它就前足猛然一击，将昆虫一举捕获。它动作非常迅速，整个过程只有0.05秒。在这一瞬间，小昆虫还没来得及了解眼前的情景，就蓦地葬入了螳螂之腹。螳螂这样的发现和瞄准



螳螂



系统，使人类创造的上吨重的跟踪系统也为之相形见绌。

### 能精确分辨时间的复眼

昆虫的复眼一般含有 5000 ~ 10000 个视觉单位，即小眼，这些“睜睜众目”具有蜂窝状构造，它们的中心轴互成  $13^\circ$  的角，一起构成了近似半球状的视野，昆虫的复眼虽然在空间上的分辨率比脊椎动物差，可是它们却具有极高的时间分辨率，它们都是特别的速度计。

有些昆虫的眼睛不仅能感受可见光，而且能感受我们人眼看不见的光线。现已查明，蜜蜂、蝇类、蚂蚁和蝴蝶等都可以清楚地看见紫外线。许多夜间活动的昆虫还能发射“紫外雷达”来探索周围环境。因为人看不见紫外线，热敏元件又探查不到它，因而具有很好的隐蔽性，研究和模仿昆虫的“紫外眼”也就具有一定的军事意义。

有一种象鼻虫，根据目标从它复眼的一点移动到另一点所需要的时间，便能计算出自己相对于地面的飞行速度。正因为这样，它的着陆动作十分完美，既不会飞得太慢而失速，也不会飞得太快而过头。猫眼的瞳孔会随着光线的强弱而自动改变，白天瞳孔缩成一条线，夜晚变得又大又圆，因此，白天夜晚都能看清东西。

### 功能奇特的各种眼睛

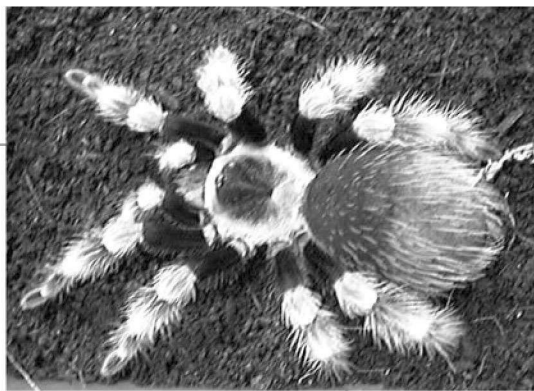
新西兰有一种形似鳄鱼的爬行动物叫鳄蜥，除了在头部的两侧有一对眼睛外，在头部中央还生有一只“颅顶眼”。鳄蜥少壮时，这只眼睛能准确地观察外界事物，一旦年老，便逐渐退化，失去作用。鳄鱼的眼睛可水陆两用，它的眼睛除了有上下眼皮外，还有一个透明的“第三眼皮”。

在岸上，它把这层眼睛皮收进去，到水里就放下，防止水入眼中。树须鱼由于长期生活在深水中，眼睛已经退化，视力消失，变成了睁眼瞎。它靠嘴巴上长出的“小树枝”——触须，来探测环境，搜捕食物。深海中的巨尾鱼，眼睛长得特别大，特别凸，活像一具望远镜。如果没有这副“望远镜”，它什么也看不见。

深海中的发光鱼，在眼睛的上方长着一根“钓杆”，钓杆顶上带着的



“诱饵”，一闪一闪地发着光，馋嘴的小鱼一上钩，就成了它的美餐。比目鱼生活在海底的沙滩上，身子的一侧总贴着海底，所以它两只鼓鼓的眼睛全长在向上的侧头顶上。四眼鱼生活在接近水面的地方。它眼睛分成上下两半，中间有一层隔膜隔开，上面两只眼睛看天空，下面两只眼睛看水中。沙蟹的眼睛长在长柄顶端，有如潜望镜，能俯视平坦沙地的敌人和猎物，若有危险，它就把眼睛柄横折入壳前端的凹槽中，迅速逃入洞穴。



虎蜘蛛

鼓虫生活在水上，从外表看只有两只眼睛，但每只眼睛的角膜分成上下两部分，实际上有4只眼睛，上面的2只观察水面上的东西，下面的2只看水下。一般的蜘蛛生6只眼睛，虎蜘蛛却有8只，它不会结网，这就需要广阔的视野，8只眼睛一齐看，可以做到“眼观八方”了。鹰眼的敏锐程度在

鸟类中是名列前茅的，它比人眼敏锐12倍，而且视野非常开阔，即便在23千米高空飞翔，也能一下子发现地面上的小兔、小鸡。

蜻蜓有一只宝石般明亮的、突出的复眼，构造精巧，功能奇异，由28000只表面呈六角形的“小眼”紧密排列组合而成，占头部1/2还多呢！每只小眼都自成体系，都有自己的趋光系统和感觉细胞，都能看东西。

## 顺风耳

### 人的听力有多强

自然界存在的声音比我们能听到的要多得多，事实上，自然界的一切声音，我们可以听到的还不到10%。超出我们听觉的其余声音是可以记录



下来的，人类的听觉范围大约是 1630000 周/秒这样的频率。对大多数青年人来说，23000 周/秒是极限，而成年人一般是 20000 周/秒。可能有少数成年人能听到频率高于 100000 周/秒或低于 50 周/秒的，而可能达到的最高音调大约是 480000 周/秒，所以我们自然就会想到 100000 周/秒的音调的确是非常高的。而蝙蝠却能听到 100000 周/秒，这么高频率的声音，它的听觉范围的顶峰几乎可达到 300000 周/秒。

有些科学家认为，人类的耳朵可以听见超声波，但他们是在室内用实验加以证明的，声源放在每个受试者的额头或耳朵后面的乳突上，这就意味着，振动是通过颅骨，而不是通过正常通道——空气和外耳传导的。这种情况在一般条件下是碰不到的。他们认为，如果声音频率具有足够大的强度在水中传播的话，那么正在游泳的人就能将这个高频率的声音通过水接触的颅骨传导到他的声音记录中枢。

人类的耳朵经受声音的强度和响度的范围极大，但较大强度的噪音会使精巧的耳朵机能产生永久性损伤。我们对动物所能忍受的噪音强度还不不清楚，但可推测出这个强度范围的变化肯定比人大。

对有些动物进行观察发现，使人们感觉到很不舒服的响度对这些动物似乎并不打扰，例如，海豹在水中发出的叫声可以使潜水员感到非常不适，然而对其他海豹却无多大影响。

### 地下窃听专家的耳朵

在夜间捕食的大多数动物，一般都有较大的耳朵和灵敏的听觉中枢。就以非洲发现的土猪为例，这种土猪体重有 150 磅（67.5 千克），却以食蚂蚁为生。它有一对耳朵和一个笨重的长鼻子，这种外貌使它活像驴子、兔和猪杂交后的产物，别看它长相奇丑，然而却是非常有本领的动物之一。它那善于四方转动的长耳朵可以听到物体内部白蚁的活动声，在静寂的夜晚，当土猪听到这些声音后，就毫不留情地把它们挖出来吃得精光。

还有一些习性行为相类似的其他动物，例如指猴，它能听到钻木甲虫幼体的活动声，继而用前肢上很细的中指将它们挖出来。更奇妙的是非洲的蝙蝠耳狐，它以吃白蚁和其他昆虫为生，偶尔也吃水果或小脊椎动物，



指猴

它的每只耳朵和头一样大。非洲北部的一种小狐也有同样大的耳朵，并且是一个出色的搜捕者，在黑暗中它能听到鼠类、鸟类、蜥蜴或昆虫发出的最轻微的活动声，甚至能听到它们的呼吸声。

经常生活在地洞中的动物（像鼯鼠）和一些在夜间离开巢穴的动物，几乎看不见它的耳朵，只有一个没有耳廓的小孔，有的还被软毛覆盖着，那些软毛

可以防止洞穴中的灰尘堵塞耳朵。

当然，这种结构对听觉有一定影响，但它可以得到从地面传来的、通过骨骼和颅骨直接达到内耳的低频振动，从而补偿结构上的不足。

## 敏锐的鼻子

### 狗和鳗鱼的精确鼻子

动物神奇的不仅是眼和耳，还有鼻子。最典型的是狗的鼻子，它能嗅出 200 万种并且浓渡不同的物质的气味。一立方厘米空气含有 268 亿亿个气体分子，只要其中有几个油酸分子，狗就能嗅出来。

有一种鳗鱼嗅觉也很发达，如果在颐和园的昆明湖水中，均匀地混入几微克的酒精，那么这种鳗鱼也能从中嗅出酒精的气味来，甚至稀释至十万分之一的苯甲酸就能把鱼吓跑。



鳗鱼



### 逐臭之夫苍蝇的逐臭术

苍蝇是声名狼藉的“逐臭之夫”，凡是腥臭污秽之处，它们无不追逐而至。其实苍蝇的嗅觉器官是非常发达的，它的嗅觉感受器分布在触角上，每个感受器是一个小腔，它与外界沟通，含有感觉神经元树突的嗅觉杆突入其中。

这种感受器非常灵敏，因为每个小腔内都有上万个神经元。用各种化学物质的蒸气作用于蝇的触角，从头部神经节引导生物电位时，可记录到不同气味的物质产生的电信号，并能测量神经脉冲的振幅和频率。

### 占大脑 2/3 的嗅觉中枢

鲨鱼一般都有非常敏锐的嗅觉，特别是对血；鲨鱼脑中有一个很大的区域是嗅觉中枢，许多种鲨鱼其嗅觉中枢占整个脑的 2/3。这就使鲨鱼不仅能嗅到距离很远的气味，而且能在汪洋大海中嗅到非常微弱的气味。它们依赖这个器官的程度是如此之大，当切除大脑半球（主要是嗅叶）时，就失去了高等动物所具有的天性的活动。

电脑图的记录还能告诉我们，鲨鱼对哪些气味有反应，从而丰富了我们的知识。有些实验结果对捕

鱼者来说是非常有用的，这些结果表明，不但是血，就连金枪鱼的肉对鲨鱼也有着极大的吸引力。



鲨 鱼

### 左右摇摆——天才的嗅觉寻找方式

像海豚头靠左右摇摆来判断声音和回声定位那样，鲨鱼也是左右摇摆





着头来辨别气味来源的精确方向。两个鼻孔分析不同浓度的气味，就像两只耳朵辨别不同的声音一样，它总是朝着浓度大的一边游去。堵住一个鼻孔就会使鲨鱼团团转。

动物的两个鼻孔分得很开，这是很合理的结构，便于它们在黑暗中发现食物。锤头鲨宽阔头颅的前沿有一对嗅沟，并且呈凹缝使鼻孔极为灵敏，再加上左右摇摆进行搜寻，这些特点就使鲨鱼具有一种惊人搜捕能力。

### 入地三分的嗅觉

新西兰有种不会飞的无翼鸟是以食蠕虫为主的夜间动物。它们在吃周围的虫子时显得特别活跃。虽然蠕虫躲在地底下能逃避许多鸟类、两栖类、爬虫类、和以蠕虫为美味的其他动物，但却逃不出无翼鸟的掌心。这种鸟的长嘴尖端有鼻孔，当地面没有昆虫时，它就把那探针似的长尖嘴扎进地面，像鼯鼠一样，根据蠕虫的气味来探索和发现，并熟练地将其逮出来。

此外，它长嘴的上端也像大多数其他的鸟类那样有鼻孔，这对无翼鸟来说是非常有益的。

### 为什么动物鼻子比人灵

为什么很多动物的嗅觉器官比人类发达呢？从解剖学的观点看，人脑属于“新脑”，大脑皮质高度发达，而嗅叶则萎缩，仅留下一个很小的嗅球，鼻腔内，嗅膜面积约为5平方厘米，嗅觉细胞约有5000000个。而动物脑属于“古脑”，很多哺乳动物的大脑有很大的嗅叶，鼻腔因嗅觉需要，充分发育，鼻内有较大的嗅区。就拿狗来说，鼻腔内嗅膜面积占150平方厘米，嗅觉细胞竟达220000000个之多！

嗅觉是怎样引起的？当空气中的气味分子接触嗅觉感受器后，就刺激嗅觉细胞，嗅觉细胞将刺激迅速转换为输入脉冲信号，由嗅觉神经传到大脑嗅区。

动物的嗅觉之所以特别灵敏，不但说明动物的嗅觉感受器有极其敏感在接受能力，也告诉我们：动物大脑的嗅区有高超的终端识别力。