

WAS
IS
WAS

德国少年儿童百科知识全书

动物感官

[德]魏图斯·彼·德略舍尔 / 文

[德]曼弗雷德·托佛文 等 / 图



湖北长江出版集团
湖北教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

动物感官 / [德]魏图斯·彼·德略舍尔文; [德]曼弗雷德·托博文、莱纳·茨格图; 徐小清译. —武汉: 湖北教育出版社, 2009.3
(是什么是什么)

ISBN 978-7-5351-5447-7

I. 动… II. ①魏…②曼…③莱…④徐… III. 动物—感觉器官—青少年读物 IV. Q954.53-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第031267号

著作权合同登记号: 图字17-2008-120

动物感官

[德]魏图斯·彼·德略舍尔 / 文 [德]曼弗雷德·托博文 莱纳·茨格 / 图
徐小清 / 译 责任编辑 / 赵 晖 郭 湛
装帧设计 / 王 中 美术编辑 / 雷 霆
出版发行 / 湖北教育出版社 经销 / 全国新华书店
印刷 / 上海中华商务联合印刷有限公司 (100133)
开本 / 889×1194 1/16 3印张
版次 / 2010年3月第2版第3次印刷
书号 / ISBN 978-7-5351-5447-7
定价 / 15.00元

Tiere wie sie sehen, hören und fühlen

By Vitus B. Dröscher

Illustrated by Manfred Tophoven und Reiner Zieger

© 2006 Tessloff Verlag, Nuremberg, Germany, www.tessloff.com

® WAS IST WAS by Tessloff Verlag, Nuremberg, Germany.

© 2009 Dolphin Media Ltd.

for this edition in the simplified Chinese language

本书中文简体字版权经德国Tessloff出版社授予海豚传媒股份有限公司, 由湖北教育出版社独家出版发行。

版权所有, 侵权必究。

策划 / 海豚传媒股份有限公司 网址 / www.dolphinmedia.cn 邮箱 / dolphinmedia@vip.163.com

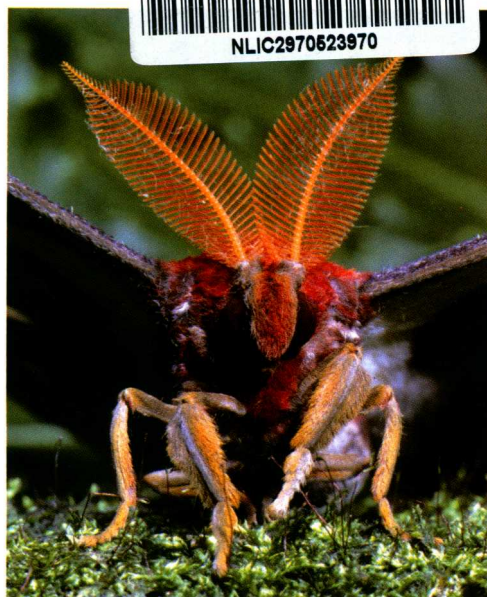
咨询热线 / 027-87398305 销售热线 / 027-87396822

海豚传媒常年法律顾问 / 湖北立丰律师事务所 王清博士 邮箱 / wangq007_65@sina.com



动物感官

[德]魏图斯·彼·德略舍尔/文
[德]曼弗雷德·托佛文 莱纳·茨格/图
徐小清/译



湖北长江出版集团
湖北教育出版社

前言

动物具有很多人类难以想象的感知能力。例如，有的动物能够听到图像，看到热辐射；有的动物能够闻到几千米以外的气味，能够感觉到地球磁场或者预知地震；一只鹰能够在30米远的地方读报纸，尼罗河梭子鱼则喜欢互相“发电报”。不过，动物的这些特殊能力都不是神秘的超自然现象，它们的奇特本能都可以用科学原理来解释。我们绝不能从迷信的角度去解释这些现象。

动物的眼睛也是不尽相同的。青蛙眼中的世界和人类看到的世界完全不同，而蜜蜂眼里看到的世界完全又是另外一番景象了，夜蛾看到的星座图

像也跟我们人类看到的不一样。蝙蝠用我们人类根本听不到的超声波来观察世界，而雄林鸡能用人类听不到的低沉声音唱歌。

本书将对这些神奇的现象进行科学的解释。除此之外，目前有很多动物种类都濒临灭绝的危险，我们要拯救它们，首先必须要认识它们，了解它们的生存基础和行为方式，特别是它们在这个世界上赖以生存的能力，这也是本书的另一个意义所在。

此外，通过对动物神奇本能的研究，人类可以更好地了解这个世界。动物和人类眼中的各种事物，都是大自然的杰作。



图片来源明细

TESSLOFF出版社档案室(纽伦堡): S.12左下, 13下(2), 16上, 23右下, 25右下, 26右下, 28左下, 29上(圆形), 31右下, 40右下, 44左上, 44中;

考比斯图片社(杜赛尔多夫): S.6左下, 34/35下;

Okapia(法兰克福): 8/9下, 10上(2), 10左下, 10/11下, 13上, 15左下, 16下(2), 17左下, 21左中(2), 25左中, 27右上, 29上, 30右上, 30左下, 34(3), 35右下, 36左下, 37右下, 39下, 41左上, 43左中, 44/45上, 44右下, 47左上;

Mauritius(米藤瓦尔德): S.6右上, 18/19下, 42右;

NABU(波恩): S.28右中;

Picture-Alliance(法兰克福): S.4右下, 5右上, 5左中, 5右下, 6上中, 7右下, 9左上, 21左上, 21右下, 22右上, 24下, 30右中, 33右上, 42左下;

赫尔默特·施密特(波恩大学): S.23上;

Wildlife(汉堡): S.4左上, 4中, 4/5上, 6右下, 8左下, 10左下(圆形),

11左中, 12右上, 15右上, 15右下, 19左上, 25右中, 28/29上, 29下,

32左下, 35左上, 36右上, 38左上, 39上, 40上, 40右中, 41右下, 45右下, 46(3), 47右中, 47下

封面照片: TESSLOFF出版社档案室(纽伦堡); Picture-Alliance(法兰克福)

插图: 曼弗雷德·托佛文(施特拉伦): S.7(圆形), 8, 9, 11, 12, 14, 17, 19, 20下, 29, 31(图表), 32, 37, 38, 40, 43, 45, 46;

莱纳·茨格(维摩斯多夫): S.7(图标), 18, 200, 22, 24, 26, 31(图标), 33

创意与设计: 约翰·布勒丁格(纽伦堡)

目 录

感觉创造出来的种种奇迹

眼 睛

动物的视力比人类的好吗?	4
瞎眼的动物是否濒临死亡的边缘呢?	6
眼睛是如何工作的?	6
如何提高视觉的敏锐性?	7
神经系统是如何加工视觉图像的?	8
眼睛有些什么辅助器官呢?	8
柄眼有什么好处呢?	9
没有眼睛动物也能看见东西吗?	10
晶状体是怎么形成的?	11
动物有“第三只眼睛”吗?	11
什么是复眼?	12
蜜蜂是怎么观察世界的?	13
其他昆虫能辨认什么?	14

色 感

动物能辨认颜色吗?	16
动物眼中的色彩究竟有多么奇特?	16
眼睛怎样辨认颜色?	17

对紫外线和红外线的感觉

有人眼看不见的光吗?	18
动物可以看见热辐射吗?	18
热感应图是什么样子的?	19
蛇的大脑有特异功能吗?	20

温度感知能力

动物对温度的感知能力具有什么作用呢?	21
温度感知能力是绝对的吗?	21
为什么动物对温度那么敏感呢?	22
人如何调节体温?	23
为什么发高烧很危险?	23

触觉和震动感觉

动物有气压波雷达吗?	24
动物可以触摸到什么?	25
触觉是如何产生的呢?	26
震动感能告诉动物什么信息?	27

听 觉

动物用听觉干什么?	28
体侧线指的是什么?	29
耳石指的是什么?	29
鱼是哑巴吗?	30
为什么我们听不到鱼的声音呢?	30

鱼耳的进化过程是怎样的呢?	31
我们的外耳和中耳是怎么工作的呢?	31
我们的内耳是怎么工作的呢?	32
耳朵是怎么确定方向的呢?	32

对超声波的感觉

动物能听到哪些人耳听不到的声音?	33
能听见超声波的耳朵是如何工作的呢?	34
蝙蝠的秘密是什么呢?	34
其他动物也能用耳朵“看”东西吗?	35

嗅 觉

狗能嗅到什么?	36
还有嗅觉更灵敏的动物吗?	36
动物的嗅觉为什么这么好?	37
人和动物能闻到二氧化碳的味道吗?	38
气味能传递信息吗?	39

味 觉

是什么将味觉从嗅觉中区分开来的?	40
人能尝到什么味道?	40

疼痛感

动物对疼痛的承受极限是多大?	41
疼痛感是如何产生的?	41

平衡感

动物能感知月亮吗?	42
猫在坠落时是四肢着地吗?	42
人如何保持平衡?	43

饥渴感

动物中有绝食大王吗?	44
为什么会感到饥饿?	44
为什么会感到口渴?	44

对电的感觉

电鳗如何捕食呢?	45
电感觉器官是如何起作用的呢?	45

电磁感应

动物能感觉到磁场吗?	46
电磁感应从何而来?	46

其他的感知能力

还存在其他的感知能力吗?	47
感知的作用范围有多远?	47

名词索引

	48
--	----

感觉创造出来的种种奇迹



一只猫正在享受日光浴，有了感觉细胞，它才能感觉到太阳的温暖。

人们通常所说的五种感觉指的是：视觉、听觉、

难以解释的感觉

触觉、嗅觉和味觉，第六感觉指的则是人的意念力或精神感应，又称超感觉力。事实上，感觉的种类远不止这些，而具体有多少种感觉则取决于人们如何划分感觉的界限并对它们进行归类。例如，

人们通常把感觉划分为远距离感觉（如：听觉和视觉）和近距离感觉（如：触觉、嗅觉、味觉以及痛感和重力感）。不过试想一下，一只夜蝴蝶能在10千米以外的地方嗅到雌性蝴蝶的味道，那么嗅觉还是近距离感觉吗？蚁类动物能感觉到太阳和月亮的引力，那么重力感还属于近距离感觉吗？此外，人们根据刺激方式把感觉划分为化学感觉和机械感觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

机械感觉是通过刺激感觉细胞产生的感觉，

比如触觉就属于这类感觉。而化学感觉则是通过化学物质产生化学反应来刺激感觉细胞，从而产生感觉，如嗅觉。

东西我们根本就感觉不到，而动物中的天才却能神奇地感觉到这些东西，其中最令人惊讶的就是对地球磁场的感觉。研究者们最初都不相信有地磁场存在。然而，人们后来逐渐发现了这种现象的科学解释，它与魔术无关，当然也不是“超能力”。

感觉不仅仅针对外部刺激而言，同时还针对

外部和内部感觉

内部刺激。人们通常说的视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉这“五感”就属于外部感觉。然而对生存来说，内部感觉同样重要，因为内在感觉会对饥渴、喉咙痛痒、血液中的二氧化碳含量和温度，以及身体发出的诸多早期危险信号作出反应。内部感觉能及时地反映身体内部环境的变化和内部器官的工作状态。当人体的内部器官处于不正常的工作状态时，就会产生一系列不适的感觉。此外，

人体对运动、速度

和平衡的感觉也属于内部感觉。

蝙蝠的回声定位系统，使它们在黑暗的洞穴里也能找准方向。

因为人的嗅觉不是特别敏锐，所以要借助猪来寻找块菌。



除了我们的大脑具有动物所无法比拟的

超人的感觉

超强能力之外，动物“专家”在各个

方面的能力都远远超过了我们人类。很多

候鸟的定期迁徙仍存在许多未解之谜。



一只狗正依靠它超常的嗅觉协助寻找雪崩遇难者。

如果有谁能够发明一种可以找到珍稀块菌的仪器，那他一定会变得很富有，然而到目前为止也就只有猪和狗能够成功地找到块菌。

许多动物的超级感觉并不能被人类利用，因为

未来的可能性

它们往往性情多变，难以驯服。其中，“气象学家雨蛙”

是最典型的例子。生活在大自然中的雨蛙拥有预测天气的非凡能力。在冷空气或暴风雨即将来临的时候，雨蛙的某些行为方式会发生改变，预示着天气将要发生变化。但是人们却无法利用雨蛙来预报天气。因为，当人们把雨蛙喂养起来时，我们就无法判断雨蛙的行为哪些是正常的，哪些是不正常的。当雨蛙脱离了自然环境，它们预测天气的能力就消失了。

不断发展的生物工程学，为人们利用动物的这些奇特感觉提供了越来越多的途径。最近，人们根据黑色松树甲虫的温度感觉器官，研发出了一种价格低廉的实用型火警报警器，它能探测到 80 千米以外的森林火灾。

饥饿刺激身体发出需要食物的信号。



这只经过训练的狗，能通过嗅探人的呼吸发现人身上的癌症肿瘤。

许多动物的感觉甚至比最先进的测量仪器都要灵敏和准确。这个世界上没有哪一种工具能够制造出与自然感官细胞一样微小的结构。依靠普通的光学显微镜通常根本无法看清楚这样微小的结构。因此，人们有时会通过动物来获取一些有用的信息。例如在医学中，人们训练狗通过病人的呼吸来检查他是否患有肺癌。在百分之九十的案例中，狗的判断是正确的，这样就能在发病初期断定病人是否患有恶性肿瘤，而任何实验都无法靠分析病人的呼吸来完成这样的检查。在搜寻毒品或者寻找雪崩和地震遇难者的工作中，狗同样创造了神话般的奇迹。

比任何一种高科技更精准



眼睛

动物的视力比人类的好吗？

当船只在大西洋上

失事后，
登上
救生
艇逃生的
遇险乘客



除了一望无际的海水什么都看不到。等到他们好不容易听到了救援直升机嗡嗡的引擎声，但直升机上的救援者除了白茫茫的浪花之外也看不到他们。于是，救援者把3只鸽子放在机舱内的观察箱里，并让它们朝3个不同的方向看。其中一只鸽子在一个按钮上啄了一下，触动了警报，使救援者找到了失事方向。飞行员立即朝着这个方向飞去，立刻就找到了遇险者。

美国海岸警卫队训练鸽子，帮助他们寻找海上所有橘红色的小点——救生艇。这种训练利用了鸽子的特殊本领。鸽子能够在90度的视野范围内，集中注意力观察事物，而人通常只能在3度的视野范围内集中注意力观察某种东西。如果想达到鸽子的搜索效果，人们需要在直升机上安排30个观察员同

时进行观察。而且在观察过程中，人比鸽子更容易疲劳。

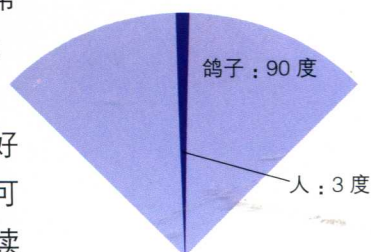
其他一些动物的眼睛也具有强大的功能。鹰的视力非常好，可以看到800米远处的一只蜻蜓。如果人要是有这么好的视力，那我们就可以在30米远的地方读报纸了。

狮子的视力跟人的一样敏锐，它可以看到1500米以外的一只羚羊。大象和犀牛

是草食动物，而且它们长大后不需要搜寻猎物，也没有什么天敌，所以它们的视力很差。它们甚至无法把30米远处灌木丛和一只斑马区分开来。它们只能模糊地感知周围的环境，就像人患了近视眼一样。



鸽子的视力比人的视力要敏锐许多，并且能更细致地分辨颜色。



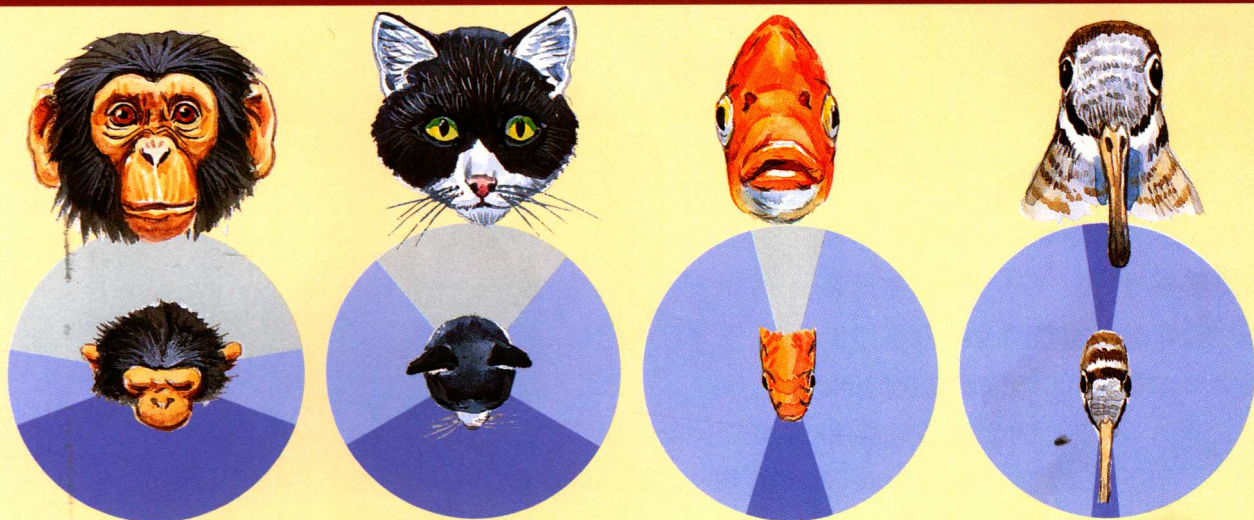
在集中注意力搜寻时，鸽子和人的视野范围。



一只猞猁正在追捕一只老鼠。

最大的眼睛

眼睛最大的动物是大王乌贼，它的眼睛有盆子那么大，直径达40厘米。这个大家伙长7.5米，生活在深海里，能发现黑暗中极其微小的光点。



动物的视野范围区别非常大。图中暗蓝色的区域表示双眼视野重叠区域,在这个范围内可以产生立体视觉。浅蓝色区域表示单眼视野范围。灰色的区域表示“盲区”。

从动物眼睛的生长位置可以看出它的生存方式。例如猫这种善于捕猎的动物,它的双眼长在前方。这样,虽然它在后方和两侧方向的视野范围不是很大,但是当它直视前方时,双眼视野高度重叠,有利于它追捕猎物。这是因为,在双眼视野重叠区域内,大脑能够计算出猎物的距离,

并由此调整双眼视角。相反,那些总是遭到追捕的动物,例如兔子和金鱼,它们的眼睛则长在头部两侧。这样,它们不用转动头部就可以看到身体两侧的情况了,便于发现危险并及时逃走。有些动物甚至能够同时看到四周的情况,例如丘鹑。

最小的眼睛

哺乳动物中田鼠和鼯鼠的眼睛最小。虽然它们必须依靠其他感官在黑暗中确定方向,但它们并不是瞎子,它们的眼睛能分辨出明暗的差别。



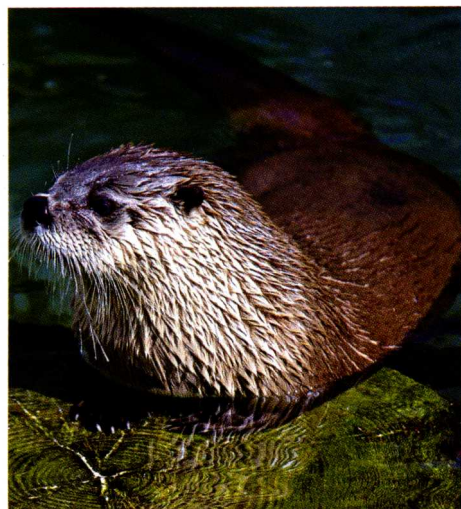
鼯鼠的眼睛只有大头针的针头那么大,只能辨别明暗。

瞎眼的动物是否濒临死亡的边缘呢?

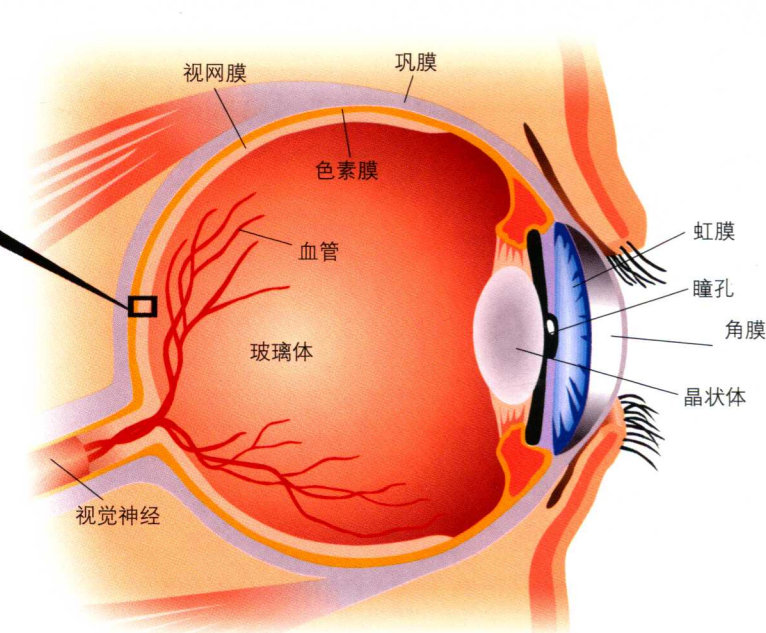
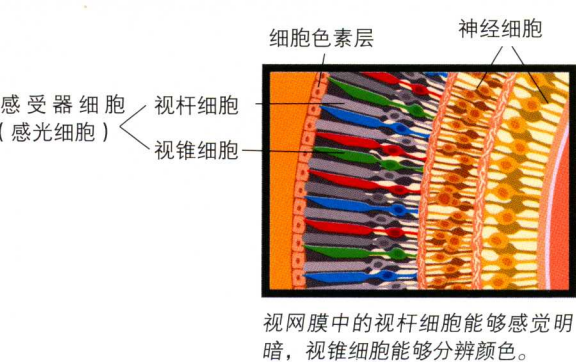
通常情况下,哪怕只是失去一只眼睛,都会给动物带来非常大的困难。这不仅是因为它的视野范围变小了,更严重的是,一只眼睛没法形成立体视觉,因为立体视觉的形成需要两只眼睛同时观察和反馈信息。不过,就算动物的两只眼睛都瞎了,也并不意味着它会死亡。例如狐狸和水獭都能在丧失视力后存活很长一段时间。

对于很多动物来说,眼睛并不是它们最重要的感觉器官,对于大多数哺乳动物来说,它们的鼻子更为重要,因为它们通常都是在夜

间出来活动,利用鼻子寻找食物。而在群居动物中,假如某只动物的视力受损,它会受到其他成员的照顾,甚至会成为群体的头领。



水獭



类似于照相机原理的人眼结构。

眼睛是如何工作的？

所有脊椎动物的眼睛都是按照

相同的原理工作的，但是效果却不一样。眼睛的工作原理就像照相机的工作原理

一样，光线穿过瞳孔，也就相当于光线通过光圈，经过晶状体，到达视网膜上的一点，形成图像。视网膜中的感光细胞就相当于照相机中的胶卷。感光细胞由能分辨明暗的视杆细胞和能分辨颜色的视锥细胞组成，它们把接收到的光线变成电信号，然后通过神经系统把这种视觉形象传到大脑皮层。

在视网膜上形成的图像非常奇怪：图像边缘严重失真，直线被显示成了曲线，物体的轮廓像彩虹边

缘的颜色一样模糊不清。但是人眼的视觉神经系统能够完美修正这些视觉错误，使周围环境完美无瑕地呈现在我们眼前。

如何提高视觉的敏锐性？

视网膜上的视觉神经越密集，

捕捉到的像点就越多，相应地，影像就更加清晰，这种说法听起来似

乎很合乎逻辑。

如果动物想拥有和人类相媲美的视力，每平方毫米的视网膜上必须集中有16万个视觉细胞，但是如果在如邮票般大小的整个视网膜上都分布这么密集的视觉细胞，那简直就是一种浪费。研究发现，视觉细胞只需要密集分布在视力敏锐的范围内，也就是我们所说的视网膜中心凹处就可以了。

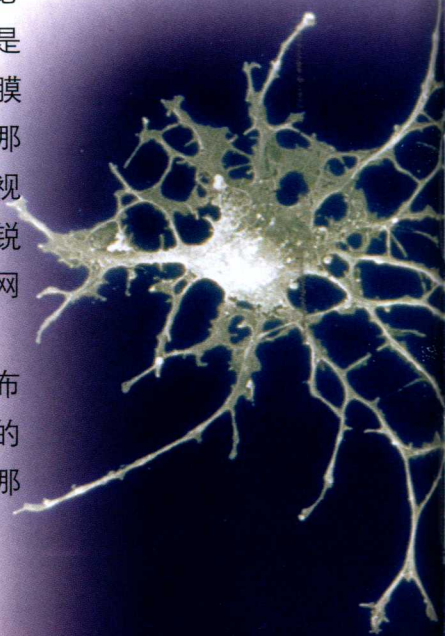
游隼视网膜中心凹处密集分布着1300万个视觉细胞，那么它的视力是不是也是人的很多倍呢？那

眼睛大等于视力好？

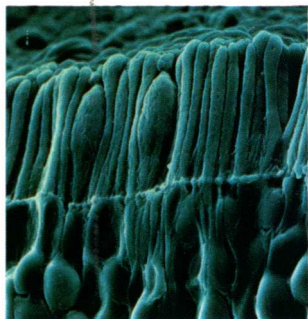
马眼的眼球有五厘米那么宽，比人眼眼球大一倍以上。那么马的视力是不是也比人的视力好一倍呢？并不是这样！马的视力甚至还没有人的好，因为在马的视网膜中心凹处分布的感光细胞数量不到人眼的十分之一。眼睛大只能接收更多的光线，但是视力不一定更敏锐。



游隼



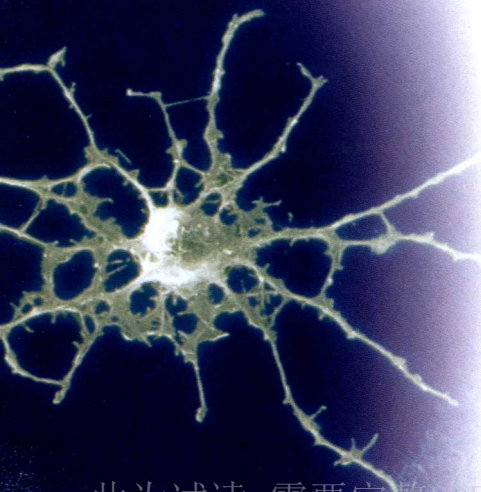
在这幅电子光栅显微镜图中，可以看到人眼视网膜上的视杆细胞和视锥细胞。



神经网络

计算机科学也能从大自然中获得启发。虽然计算机的计算速度比神经组织要快得多，但是很多方面神经要比计算机完成得好，奥秘就在于神经系统相互之间错综复杂的联系。计算机科学研究者把这种高度复杂的联系应用到了计算机科学中，这样的计算机连接被称为“神经网络”。

两个连接在一起的神经细胞。



也不一定，视力的好坏与视觉细胞的数量和结构、神经系统的再加工方式和辅助功能有关。同类型的因素同样也能影响其他感官的效果。

视觉细胞把光线转变为一个一个千分之一伏特的电压脉冲。光线越明亮，细胞的反应就越快（不是越强烈），它把这个脉冲通过神经纤维（神经元）传到大脑。这种图像传送顺序完全不同于电视机的图像传送顺序。

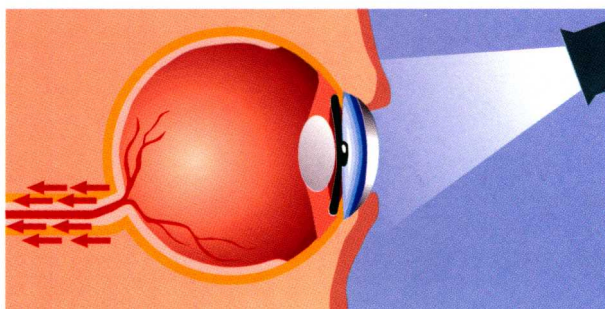
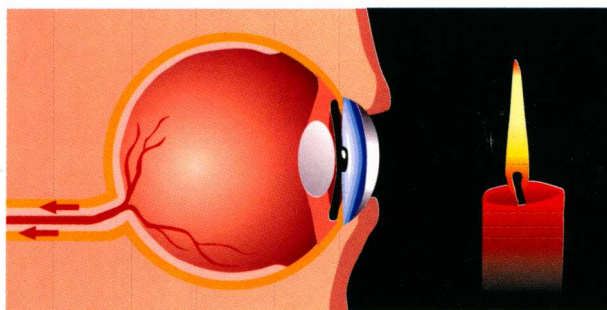
人眼视网膜中有1.23亿个视杆细胞和7万多个视锥细胞，但并不是每一个这种细胞都通过神经连接大脑，否则神经束就太粗了。大自然自有它的简便方法——把130条“线路”汇集成一条“总线”，然后接通大脑。

当我们在观察窗户上的十字框架时，按理说，首先应该在大脑视觉皮层中寻找十字方式排列的神经细胞，然后把“十字框架”的信号通过这些细胞传递到大脑。

而实际情况并非如此。事实上，我们看到的图像被分解成为上百万个抽象的个体部分。它们杂乱无章

地分散在大脑视觉皮层的神经中，这些独立的抽象个体与具体的图像根本没有任何关系。

但是最终呈现在我们面前的世界却如同用照相机拍摄下来的一样清晰，这是怎样形成的呢？大脑深层领域通过复杂方式把那些看似杂乱无章的单个部分重新组合，从而形成一幅经过加工的图像。这个图像比在视网膜上形成的图像要清晰得多，我们能通过这幅清晰的图像观察到很多细节，例如动物的眼睛和人的表情等。此外，在视网膜上形成的影像是倒置的，而我们看到的却是正立的事物，这也是图像经过大脑处理之后的结果。



在弱光（如烛光）的刺激下，视觉神经向大脑发送信号的速度较慢；而在强光的刺激下，发送速度则较快。红色箭头表示发送的信号。

因此，人们把视觉生理机制分为两个过程：物体在视网膜上成像的过程；以及视网膜感光细胞如何将物像转变为神经冲动的过程。

眼睛有些什么辅助器官呢？

许多动物的眼睑都能起到清洁眼睛和保持眼睛湿润的作用，有的动物则把眼睑作为睡觉时遮挡光线的“窗帘”。比较特别的是鸟类，除了普通的眼睑外，它们还有第三层保护膜——瞬膜。瞬膜是一种透明的晶状体，也能保持眼睛的湿润。当鸟类在高空中快速飞行时，就能不时地耷拉几下瞬膜，以免风把它们的眼睛吹得发干。

瞬膜的作用远不止如此，鸬鹚和秋沙鸭等会潜水的鸟类不仅可以看清空中的东西，还能看清楚水下的东西。当它们待在水下时，只要闭上瞬膜就可以看清东西了。如果没有戴潜水镜，人在水下实际上看



四眼鱼能够同时观察天上飞的敌人和水里游的猎物。



四眼鱼

四眼鱼生活在南美洲水域的浅水区。当然，它不可能有四只眼睛，因为所有的脊椎动物都只有两只眼睛。

四眼鱼眼球内的虹膜上生出两个凸起，从中间将眼睛分为上下两个部分，上半部分能看到空中的情况，下半部分能看到水中的情况，看上去就像是四只独立的眼睛。所以，四眼鱼的两只眼睛却起到了四只眼睛的作用。

不到什么东西，因为水下光线的折射与地面上的不同。瞬膜作用就类似于潜水镜的工作原理。鸟类敏锐的视觉能力完全取决于它们惊人的视野范围以及这样的辅助手段。它们调整自己眼睛的能力要比人类强七倍。

鸬鹚借助瞬膜能看清楚水下的东西。在陆地上它就不需要这个辅助工具了。



虾和蟹的柄眼能在黑暗的水下看清物体。



虾和蟹通常都躲在淤泥下，

柄眼有什么好处呢？

用不易被发现的柄眼观察四周。不过，这种柔软的柄眼很容易被压破

或者被敌人咬掉。但对鳌虾来说这也不是什么大事，因为，鳌虾在下次蜕壳时又会长出新的眼睛。

单细胞生物，如变形虫和鞭毛

虫的细胞内就含有一种带颜色的斑点——感光色素。

没有眼睛动物也能看见东西吗？

大多数原

始生物的身体表面的绝大部分都能感受到光，这有助于它们找到光源。有种螨虫的每一只前足上都有一个感光点，它们利用这些感光点“触摸”自己的影子，并相应地调整自己的运动方向。

在更高级的进化阶段里，越来越多的感光细胞聚集到一起形成了视网膜，并且向内陷成凹状，例如帽贝的眼睛。这种眼睛看不清具体的图像，但是能辨认白天与黑夜，

还能够觉察到敌人的运动，这对它们的生存来说至关重要。

猫的眼睛

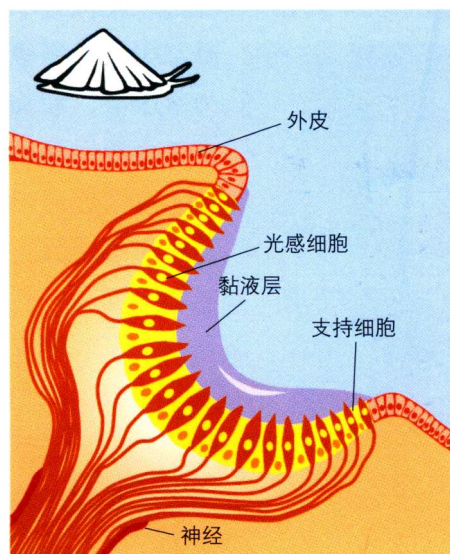
猫眼有一个很诡异的特点。它的眼球中有一个“反光镜”——一层薄膜在视网膜的后面反射光线，这就是它的眼睛看起来闪闪发亮的原因。



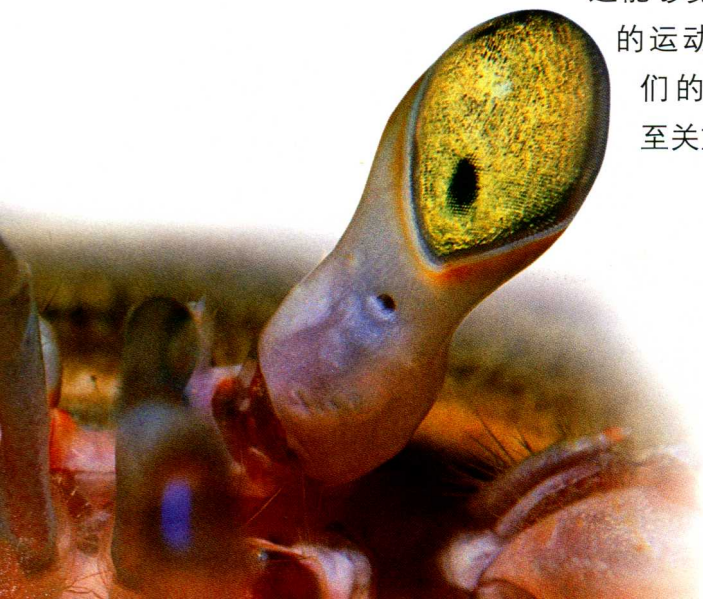
图片中能清楚地看见豹子“闪闪发亮”的眼睛。

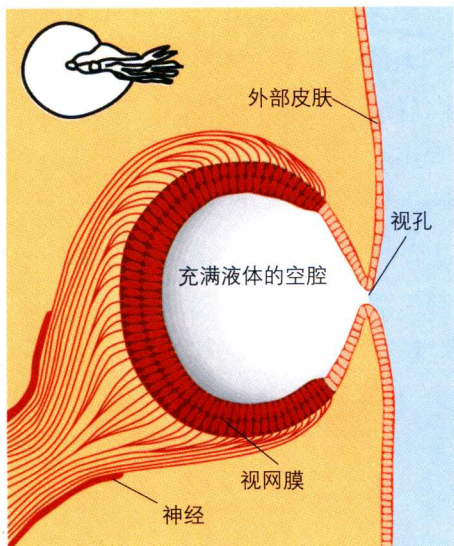


涡虫的色素杯是比窝眼更古老的一种“眼睛”：单个光感细胞被只朝一侧方向开口的色素杯包围着，这样它就能辨认光源，从而认准方向。

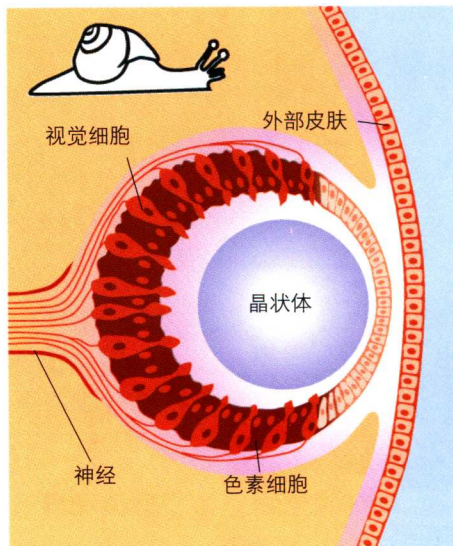


帽贝的窝眼：在眼窝中的细胞上面有一层保护性的黏液层。因为它含有的视觉细胞比色素杯中的多，所以它可以分辨明暗以及物体运动方向。





鹦鹉螺具有照像功能的孔状眼睛（暗箱眼）：只需要一点点光线能通过视孔，就能在视网膜上形成图像。如果进入的光线太多，形成的图像就会变得模糊。



葡萄蜗牛的晶状体眼睛（泡眼）：晶状体很可能是从孔状眼睛中的液体进化而成的。尽管孔口很大，但是能够看得更加清晰明亮，因为晶状体能够聚集光线。



海黄蜂是世界上毒性最强的水母之一。

晶状体是怎么形成的？

为了能够避免在阴天时看不到光线而遭到敌人的攻击，动物们必须要提高它们的视觉能力。于是窝眼逐渐进化成了一个球形空腔，上面有一个针眼大小的孔，就像我们看到的生活在海里的鹦鹉螺的眼睛一样。但是从这个小小的孔

中只能通过很少的光线。为了能够聚集更多的光线，球形空腔内充满了透明的物质，这样就形成了能够聚集光线的晶状体。但是仅仅只有晶状体，还不能在视网膜上形成焦点，也看不到清晰的图像。要想形成图像，晶状体首先必须凸出于视网膜，然后通过肌肉运动改变晶状体的形状，从而使远近的物体能够在视网膜上形成焦点，人类的眼睛就是这样工作的。

海黄蜂是一种含有剧毒的水母。它长有8只晶状体眼睛（泡眼）。这样一种不具备复杂神经系统的原始动物居然长有泡眼，那只能说明泡眼的形成机理必定十分简单。

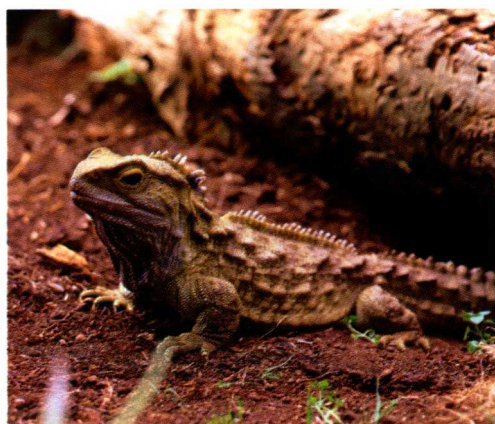


当视力减弱时，看小字体的文字就很困难了。

脊椎动物的眼睛若想看到远处的东西都必须调节焦距。因此，当一个人很随意地看向远方时，是看不到什么东西的，只有通过肌肉的力量使晶状体弯曲，人们才能清楚地看到远处的东西。

随着年龄的增长，人们在近距离观察事物时会模糊不清，所以老年人看东西时要戴老花镜（凸透镜）。





大蜥蜴是恐龙祖先的亲戚，它的“第三只眼睛”就是额头上面的一个洞。

眼睛的惰性

人类的眼睛每秒钟最多只能分辨50张图像，因此，由单个图片组合成的电影在我们看来就像是自然发生的过程一样。鸽子能够轻松地辨认图片，因为鸽子的眼睛每秒钟能分辨出150张图像。

动物有“第三只眼睛”吗？

许多脊椎动物在两只眼睛之间

都长有“第三只眼睛”——松果体，但只有新西兰喙头蜥的松果体露出体外。

松果体一般位于头盖骨上两个眼眶之间，松果体内有可以感光的脑细胞，这也证明了：眼睛的视觉细胞是由能够感光的脑细胞进化来的。对于大部分动物来说，头盖骨的这个位置非常薄，允许光线通过，所以松果体就没有必要露出来。

长在头顶的眼睛到底有什么用处呢，当研究者在麻雀和鸭子的头顶上盖上帽子时，答案就很清楚了：这些戴了帽子的动物不知道什么时候该孵卵，什么时候该换羽毛，也不知道什么时候该为冬天储备脂肪了。

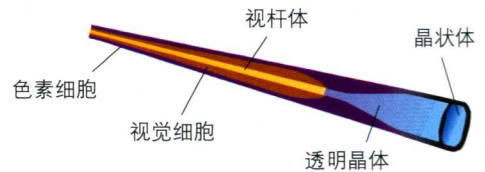
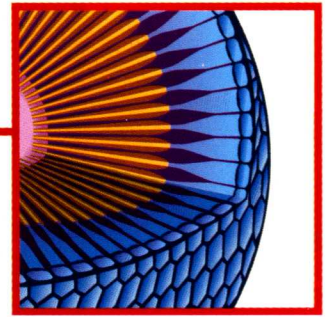
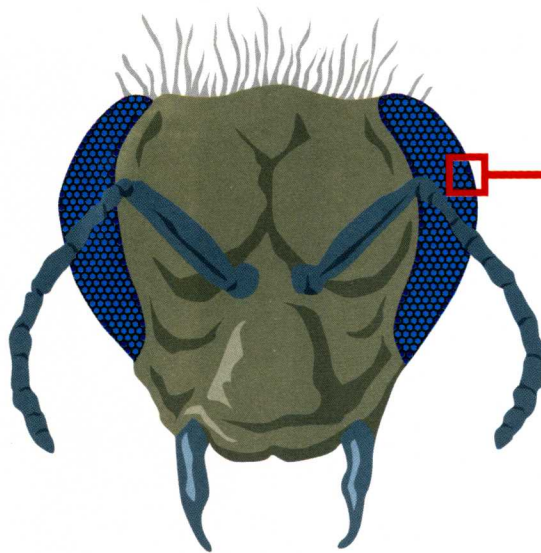
这是怎么回事呢？原来，脊椎动物体内都有一个“生物钟”，它们通过头顶的眼睛和脑垂体分泌的荷尔蒙来感觉昼夜交替和时间的流逝。如果它们的这种感觉消失了，那么身体功能的运转就会变得非常混乱。

生物钟调节着人或动物在24小时内的生活规律。这个规律影响着很多身体功能，如体温和新陈代谢等。人们发现，作息时间非常规律的人，比那些睡觉时早时晚的人所需要的睡眠时间要少一些，因为所有规律的作息时间能使身体更好地休息和更快地恢复。

如果人们用帽子把这只麻雀的“第三只眼睛”遮住的话，它就会失去时间感。



蜜蜂的复眼是由数千个单眼组成的。光线通过每只单眼的晶状体和透明晶体，投射到视杆细胞以及周围的视觉细胞上。色素细胞为每只单眼遮住来自相邻单眼的光线。



什么是复眼？

我们的眼睛充满着神秘和异样的感觉。因为昆虫的眼睛是由许多相同的楔形单眼组成的，所以我们称这种眼睛为复眼。

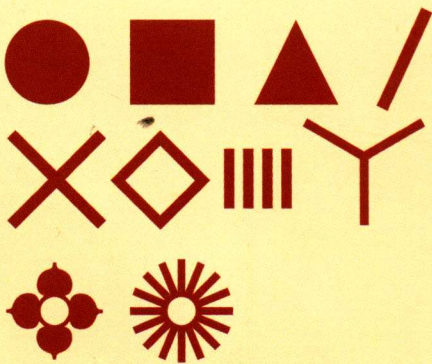
弹尾目昆虫的复眼包括12只单眼，蜜蜂的复眼包括5000只单眼，而蜻蜓的复眼则由30000只单眼组合而成。

蜜蜂是怎么观察世界的？

没有人知道蜜蜂是怎样观察这个世界的，但有一点是可以肯定的，蜜蜂的复眼看到的世界远不如人看到的那么清晰。那么它们是不是不用去辨认，哪些形状的花朵可以采到花蜜呢？诺贝尔奖获得者卡尔·冯·弗里希在这方面进行了深入的研究。他发现，蜜蜂连简单的

几何形状都无法辨认，但是当它被浓郁的花香吸引过来之后，却能在半米的距离内成功地辨认出形状复杂的花朵。这点表明了：昆虫的眼睛能够看到什么，不仅仅依赖于光线，而且还依赖于神经系统对图像的加工。

蜜蜂的眼睛由5000只单眼组合成，能够产生5000个像素，但这对于形成清晰的图像来说是远远不够的，即使是最老式的电视机画面都拥有50万的像素。



蜜蜂不能区分上面一行和中间一行的图形，不可思议的是，它们却能轻易地辨别出下面一行中两种花的形状。



人们通常认为复眼能看到的是类似于马赛克的拼接画面，因为光线在进入眼睛时被屏蔽了。但复眼究竟看到的是什么，现在还是一个未解之谜。

仅有数百只单眼的蚂蚁只有

其他昆虫能 辨认什么？

当它们马上就要相撞时才能看到对方；而拥有

选择性感觉

在数量众多的刺激中，过滤出最重要的刺激并作出反应，这叫做选择性感觉。例如，在人类的大脑中就有仅对脸孔敏感的神经细胞。

60000只单眼的大蜻蜓却能以每小时50千米的速度捕食苍蝇；蚂蚁能清楚地看到它们的像小黑点一般的洞穴入口；松针毒蛾的毛虫和马尾松毛虫只能感觉到垂直的粗线条，这些线条就是它们将要爬上去的树干。

所以说，每种昆虫的眼睛的任务就是让它们生存下去，至于能否形成清晰的图像，就显得无关紧要了。



蚂蚁们只有相互离得很近时才能感觉到对方。

完美的适应



家蝇的单眼视觉细胞是相互连在一起的。

蜜蜂的眼睛对光线的敏感度很差，它们在晚上看不到星星。当然，它们也不需要这种本领，因为它们晚上会睡觉。夜蛾在晚上根据星星调节自己的路线，所以它们的单眼结构能使尽可能多的光线进入眼睛里。家蝇的复眼则拥有两种能力，能把光线增强七倍。



这只天蚕蛾拥有适应生存环境的眼睛：对于它们来说，一点微弱的星光就足以让它感觉到周围的环境。