

生命之科学

SHENGMING ZHI KEXUE

不能遗忘的科学巨著

谁在支配动物的行为

动物神秘行为深度破解



郭沫若献给中国青少年的科普经典

[英]H.G.韦尔斯 P.G.韦尔斯 鸠良·赫胥黎 著

郭沫若 译



生命之科学

SHENGMING ZHI KEXUE

不能遗忘的科学巨著

谁在支配动物的行为

动物神秘行为深度破解

郭沫若献给中国青少年的科普经典

[英]H.G.韦尔斯 P.G.韦尔斯 鸠良·赫胥黎 著
郭沫若 译

湖北长江出版集团 湖北少年儿童出版社

鄂新登字 04 号

图书在版编目 (C I P) 数据

谁在支配动物的行为 / (英)韦尔斯(Wells, H.G.), (英)韦尔斯(Wells, P.G.), (英)赫胥黎(Huxley, J.)著; 郭沫若译. —武汉: 湖北少年儿童出版社, 2010.8

(生命之科学)

ISBN 978-7-5353-5225-5

I. ①谁… II. ①韦…②韦…③赫…④郭… III. ①动物 一行为科学—青少年读物 IV. ①Q958.12-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 140556 号

书 名	谁在支配动物的行为		
©	韦尔斯 赫胥黎 著		
出版发行	湖北少年儿童出版社	业务电话	(027)87679199 (027)87679179
网 址	http://www.hbcp.com.cn	电子邮件	hbcp@vip.sina.com
承 印 厂	湖北少年儿童出版社印刷厂		
经 销	新华书店湖北发行所		
印 数	1-10 000	印张	15
印 次	2010 年 8 月第 1 版, 2010 年 8 月第 1 次印刷		
规 格	680 毫米 × 980 毫米	开本	16 开
书 号	ISBN 978-7-5353-5225-5	定价	21.80 元

本书如有印装质量问题 可向承印厂调换



这部书是1931年的3月着手译的,中间经过了“九·一八”之变,又经过了翌年的“一二·八”之变,荏苒到现在,足足经过了五年有半的光阴才勉强完成了。在“一二·八”之变时,本书已经译就了有一半的光景,以400字一张的原稿纸计算时已有1700页,以字数计算时已有60万字,但不幸除掉开首的一二百页之外,在商务印书局编译所里,随着闸北的几万同胞、无数的建筑、无数的名著珍籍,一同成了“一二·八”的炮灰。在那时因为1932年是德国诗人歌德死后的百年祭,我和本书的译述并进着在从事歌德的自传《文与质》(*Dichtung und Wahrheit*)的译述,作为纪念出版。译到了有300页的光景,也一样的成为了炮灰。这些稿件通是没有副本的,这在我是白白地耗损了一年的精力。

商务印书馆复兴之后,在1933年的年底我也“卷土重来”,又把本书的译述继续下去。尔来世变日急,寄身在外邦时时有朝不保夕之慨。生活的压迫几乎屡屡使人室气。记得一家七口有专靠本书的预支版税月六七十元而过活着,因译述之进行时有阻碍,即此月六七十元之数亦不能按月必保。在这样的形势之下,我自己实在是没有想到终究能够把这部巨制译出。算好,赖着商务印书馆的后援与忍耐,赖着学友郑心南、周颂久两先生的援引与鞭挞,虽是费了很长久的时间,终于把这部百五十万言的巨制移植到中国的读书界来了,这在我个人也可以勉强算得一个小小的事业。

译完全书之后,重把全书的有系统的智识来咀嚼一下,觉得这在外观上虽是一部通俗的科学介绍书,但其实是一部极有益于人生和社会的经典。著者的智识的渊博和笔力的雄厚,实在是足以惊人。新近的关于生命的科学智识,大抵是网罗尽致了,而浩瀚的零碎的智识,经著者的系统化与体制化,完全成了一座有生命的大众殿堂。而这殿堂中所奉仕的精神是生命之合理的解释、宇宙进化观之推阐、人类向大一统之综合。这些都是救济人类的福音,而在我们中国,大多数人的生命观是还没有脱掉巫覡式的迷信畛域的,关于这些福音的传播尤其是根本切要的事情。一切



人的对于宇宙人生国家社会的根本观念,是当经受一番彻底的科学洗礼,而加以根本的改造的。这部书在说到人类社会的范围处时,为资料及现行的社会制度所限,著者似乎尚未能畅所欲言。但他的大体的针路是不错的。人类当废弃向来的狭隘的传统主义,废止国家本位的战争,改良教育,改良人种,集全人类的精神意志于同一集体之下而施以统制——这的确确是人类社会之发展史所昭示于我们的使命,也是宇宙生命之发展史所昭示于我们的使命。我们人类应该及早完成这项使命,而这项使命在世界上的一局部,由实践的先觉者们,已经在以最合理的方法而完成着了。我们中国人也应该赶快觉醒起来,急起直追地成为完成这项使命的选士。

著者的三位,尤其大韦尔斯,的确是百科全书式的全才。他的努力对于人类社会的寄予的确是很丰富的。但是他自己说过,一个作者不能不有他自己的偏见,韦尔斯先生尽管博大,偏见的这一层似乎真是有未能免。往年他访问过苏俄,但他的访问的收获却没有他所不甚满意的那位刻薄老先生萧伯纳来得丰年。最近国际保卫文化著作家协会在伦敦开第二次大会,所讨论的中心问题是新的《科学艺术百科大全书》的编制。据报称,本书著者韦尔斯及赫胥黎均不甚赞成,假使传闻属实,这也是使人出乎意外的事。韦尔斯先生在本书中高调着“自制”(selfcontrol)与“克己”(self-subordination)之必要与困难,在这些地方是尤其令人想起的。

本书的译述,因为图求食粮之接济,是取的随译随寄的办法,译得一部分便寄出一部分以预支一部分的印税来维持生活。因此,本书的译笔译语便大有不能划一的缺点,尤其学名与固有名词,前后是大有参差的。不过,大凡的学名与固有名词,都不嫌重复地在译名下屡屡把原文注出了,虽未能做到尽善的地步,想来当未至于坏到不可读的程度吧。将来如有机会,这些缺点是想通盘加以补正的。

末了,我对于出版处及督率着我完成了此项工作的友人们敬致谢意。

1936年9月26日

译者

目录

第一章 行动之基蒂 / 1

1. 行动之三要素 / 1
2. 感受性 / 3
3. 反应性 / 14
4. 联关性: 神经系统之起源 / 20
5. 植物之行动 / 31
6. 本能的与学能的行动 / 35
7. 草履虫之行动 / 40
8. 动物所生活着的世界之悬异 / 47

第二章 昆虫类及其他无脊椎动物之行动 / 52

1. 认为本能之极致的节足动物之心神 / 52
2. 本能之解剖 / 57
3. 孤独性的胡蜂 / 64
4. 昆虫社会 / 69
5. 蚁类生活之诸方式 / 76
6. 蚁类群体之寄生虫 / 83
7. 白蚁 / 87
8. 蜜蜂 / 91

第三章 脊椎动物中的行为之进化 / 111

1. 脊椎动物的神经系统 / 111
2. 鱼类之心神 / 122
3. 两栖动物之心神 / 126
4. 爬虫类、鸟类、哺乳类之脑 / 130

目录

- 5. 动物之求爱行为 / 140
- 6. 哺乳类智能之进展 / 155
- 7. 动物之教育 / 163
- 8. 游戏 / 168
- 9. 猿猴类之行为 / 176

第四章 意识 / 186

- 1. 客观与主观 / 186
- 2. 意识是受动的还是主动的 / 188
- 3. 意识的范围如何 / 189
- 4. 身心一如 / 193

第五章 登峰造极的脑 / 196

- 大脑皮质之扩充 / 196

第六章 活动着的大脑皮质 / 206

- 1. 鲍乐甫 / 206
- 2. 何谓条件反射 / 207
- 3. 作为人之模型的狗 / 211
- 4. 抑制与统制 / 216
- 5. 狗之世界 / 223
- 6. 倦怠、警惕、睡眠 / 225
- 7. 狗被催眠 / 229
- 8. 狗之气质 / 233



1. 行动之三要素

我们现在要研究活物之自发的活动。它们自行活动着，而且活动得有甄别，不是单依靠支配着为生物之运动的那些法则。我们会于不识不知之阶段间渐次承认到生物不仅自发地在动，而且在感。我们沿着阶段上升时，会找到一些运动是更加更加带着暗示性，不仅是感，而且是知觉、观察、思维，就如在我们自己的心中所见到的那样。于是走到一点上来，在我们研究动物之行动时，我们要放弃外在的观察，而把我们的心思转向内部去以求解答。

一切活的东西都反应着它们的环境。就是顶小的显微镜性的动物都会追逐它们的猎物而回避不利的影响；就是一株植物也要把根窜去就湿，把叶张去就日。通乎生命之全景，我们都看到有对于环境的营行之整饬，而我们的感情、思考、行为，这个三角形只是那种整饬之最高峰。我们现在要把我们的注意给予这显明地自发的整饬。

在关于这个问题的我们的叙述中，可有些很容易陷入的危险。例如说亚美巴实在地感觉得外来的影响，如它所回避的有害的化学物质或过度的温热之类，又譬如说植物感觉着湿润与光，对于它们反应着，就有点和我们自己有意地去赏鉴的感情和反应一样，那样的判断是不免早计或是全然错误的。关于其存在，一个人能够确切知道的有意识的心是只

有一个(这一点常见于抽象的议论中,在这儿是无须乎更详细的讨论的),便是他自己所有的心。他相信着在他的朋友和亲戚中有别种同样的心之存在,是仅仅靠着推理。他们的行为和言语,和他自己的之一般的相似,使他得到了那个结论。在他去考量别种的生物时,同样的推理跟着同样的观察而来;他的狗在高兴的或失望的事物上的行为,在许多地方使他联想起在同一情形下的他的孩子,便以为狗也有忧乐的感情。或者他把同样的精神生活,虽然比较低级,更是推想进了蛙类和鱼类,乃至非脊椎动物类。那是习见的倾向。但我们有留心的必要。只因为亚美巴对于有害的刺激收缩,便要把我们人所有的意识推想进那样原始的一种生物中,那是一种智识的危险;要把我们人所有的心意推想进结构完全不同的生物,如昆虫或软体动物,那也是危险的。它们可以有心意,但必定和我们的心意不同,就和它们的肉体 and 我们的肉体不同一样。在往年,关于下等动物的研究是常常为这种阴性的诱惑所复杂化,并阻止了的。

现在我们将要稍加详细地来研究名叫草履虫的一种自动的生物。那是原生动物的一种。这样的生物可以真正地说是感觉吗?我们不知道;那个问题是要看它有没有意识。但是外界的影响,如水之温度或水中所溶解的化学物质,可以在这生物上作用着而改变它的行动。草履虫有思索力吗?显然是没有的,因我们回头便要看到,它是完全生活在现在的,没有丝毫的记忆或预料之痕迹。但这儿它的行动确有对于其环境之一种整饬。它爬去突然碰着了坚硬的障碍物时是有一种回避运动,但如是碰着了它依以为食饵的一团细胞时,那动物便停止着开始吃起来。

要观察行动着的生命之全般,我们觉得最好是把问题分作三方面来考察。第一是感受性(receptivity);生物能够为外界的环境所影响。这在我们自己是每每(不是常常)有感觉随伴着的。第二是行动(activity);生物能泳,能驰,能成长,能泛红,能发汗,以及多数明白地自发的行为。第三是关联(cor-

relation), 生物的行动多多少少是精确地和环境适合着的, 这行动与环境之间的适合机制之全般, 由最简单的自动以至于乌有先生所有的意识的精巧的思想过程, 是我们在这第三项目中所要叙述的。

我们如把这些项目挨次地叙述下去, 看在各一项中那最初的有机的开端是怎样提升到了我们自身中所有的情况, 会使问题愈见明了。

2. 感受性

蛙的脑和脊髓可以用一个针来立地破坏, 用不着要绞杀一个人或电杀一个人那样的时间。因为这样的原故, 又加以普通而易得, 是在实验室中最常被使用的动物之一。

想象着我们有一个蛙, 是这样针刺了的——头脑和心意是破坏了, 心脏、腹部器官以及其他是仍然活着——我们把它的腓肠筋带着神经剔取了出来。筋肉和神经平静地放在实验室上。筋肉是桃红色, 纺锤形, 约一英寸长。在它未被剔出之前, 它是紧紧地把它上端附着在膝部的骨上, 而下端是结束成一条有光泽的腱——一条坚牢的扁平的组织带, 绕过跟踵向脚底跑去。腱之大部分和膝部的骨之断片是和着筋肉一道剔取了的。神经是白色的纤细的活络, 并留其一英寸左右长的部分附在筋肉上。

这些器官假如留心将护着, 可以把它们的活性保持得几个钟头。它们要放在适当的冷处, 要时时用一点适当地配合着的食盐水来涂敷。

假如把筋肉钳一下或压一下, 它会立地战颤而收缩; 同样的效果, 由给以一下微弱的电击或加以一滴适当的化学溶液也可以生出。用生物学的术语表示时, 筋肉是说有“可刺激性”(irritable)或“兴奋性”(excitable), 用以使它活动的一钳、

电击或化学的药剂，是称为“刺激”(stimulus)。在刺激之后不上一秒钟光景，收缩过去了，筋肉又平静如前，就那样我们能够反复地实验。

神经也是有可刺激性的，但其动作却表现得不同。它在个体中的职务不是收缩而是传导。故而当我们钳它或用别的方法来刺激它的时候，它在外观上没有表示变动，但它所附丽着的筋肉立刻短缩起来，就如筋肉直接受了刺激一样。我们的实验只是从我们所刺激着的地点沿着神经把歆动(impulse)送了去，那些歆动一到了筋肉使又刺激起它，使它活动起来。

神经中的歆动是不可见的，但可以电气式地来探识。假如我们把一个可以记录极轻微的电流的精巧的器具联结在神经之某部，接着又来刺激神经之另一部时，在刺激后不及一秒钟我们会见到录写器有一番的振动，歆动是在神经中冲过了。

这儿所述的算是活的物质之极基本的性质之一的、可刺激性之极简单的示教；假如那样叙述了出来未免带着有初步的讲堂气味。这三位一体的作者要仰仗这个现象之重要以为自己的解嘲。可刺激性是原形质所有的普遍的性质，没有它便没有感觉，没有意识，没有神经的活动。身体之整个的谐调，本书所关说着的这整个的问题，都是依靠在它上面的。

我们的身体具备着丰富的感觉器官。我们见到有极其分歧的构造和作用，街头的人普通爱说五官；在生物学家看来却未免太客气，因为在实际上(皮肤的感觉有几种，还有内脏感觉等等)他是可以表列出约略20种的器官的。我们看着那剔出了的筋肉，在桌上在我们的面前照着我们的意思收缩；蛙筋之收缩与我们的看，这两种过程之亲谊，骤看是不明了的。然而它们是有亲谊。视官之作用不外是剔出了的筋肉或神经之可刺激性之优秀化与专适化而已。

请把我们已经学过的东西来考察一下，蛙筋可由一钳或一轻拂而受刺激。在我们的身体中有种种的细胞(或细胞们

之一部分)对于这种力学的刺激是特别锐敏的。围绕着毛根的那些细胞,表示着最微妙的触感之一。三半规管通向内耳正室的开口处所群集着的细胞,告诉我们我们的头是在怎样转动。沿着螺牛的螺旋室成排地整列着的细胞,使我们能够听,能够辨别出种种不同的调子。反应之本来的性质在一切的例子中都是一样的;但它对于个体的意义是要看那触觉器官所在的位置如何,要看它们所在的部分之特殊的构造是怎样。在进化之途中这力学的可刺激性之初基的本质被扼着而转化到了种种的用途。

要使这观念更加明了,我们可以再举一例;让我们看着自然之作业;看她怎样从一般的可刺激性一步一步地造出了一个神妙的有机的机构——我们人的眼睛。

光线在未分化的原形质上有直接的刺激的作用是可以证明的。一簇强烈的光线集中在亚美巴之一

端时,起初要唤起受刺激部位的局部的收缩,其次是别部位之移动,使动物爬出了我们在实验上用的光线。很强的光突然灌注到动物之全身时,要使它收缩而成为一个圆块,可以使动物麻痹而歼灭它。我们的话头就从这样简单的对于光的感受性发轫。

第二步是在别种的原生动物中,在那儿身体之某一部分是特别地有可刺激性的。例如纤毛虫类之喇叭虫(stentor)之前端,比其余的部位对于光是显著地更加敏感的;只要这敏感的前端忽然有强烈的光线照射了时,动物要表示着珍奇的反应,它要突然掉换它的方向,向

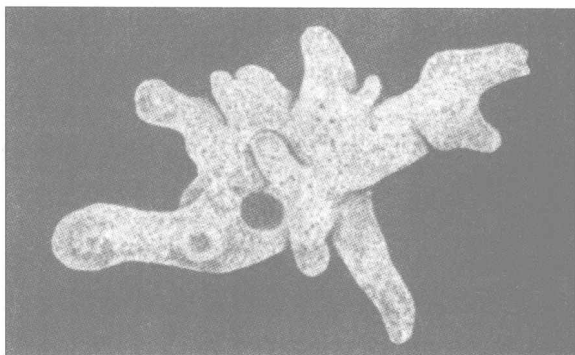


图1 亚美巴之显微镜性的无形的液状体,虽然没有特殊的视官,但表示着有对于光的初步的感觉。

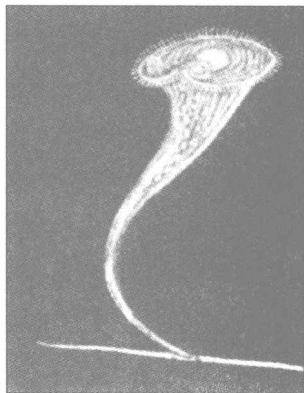


图2 喇叭虫,另一种对于光敏感的原生动物。它能够硬泊在水草之一断片上,如图所示。或是在水中游泳。

后短短地泳一程，接着又稍微转折一下，使那前端取着新的方向，于是又往前进。这种行为是有一定的价值的。假如我们放些喇叭虫在一个玻璃盘里，颇辉耀地照明着，但在那盘子里面留着一片阴影，动物在俄顷之间会都是聚集在那阴影处去。当它们在阴影中游泳时，假如我们用显微镜来看着它们，我们会看见时而有一个是达到了那阴影之边界，但只要它们的敏感的前端一感着了日光之直射，动物便生出“回避的反应”，突然后退而改变位置，就那样保存着在阴影里面。再者，假如是放在外面有明亮的光照着的时候，动物只有它的前端是在自己的阴影里时，便是背着光的时候，它便向前直泳；假如是另指着一个方向，它会扭过来（显然是随便地）把光背着。这个反应明白地会领导它自动地避去明光而就暗隅。

在体内有简单的植物以为共栖者的那些原生动物，对于光的反应却与此相反。例如普通的草履虫，在含有腐叶之类的污滞中多见的生物，除非光过于强烈可以受伤时，对于光并没有寻求，也没有规避的倾向。但它的近亲种 *Paramecium bursaria*，体中包含有藻类的，便有向光性，聚集在和水面相近的地方，在那儿它的绿色的同栖者能够极有效果地制造淀粉和砂糖。

在许多原生动物中，有些特殊的结构叫着眼点——普通是红色——在动物对于光之反应上它们显然是有某种方法在发生作用。但那方法究竟是怎样，还没有阐明。

在这些简单的生物中，我们得到了一些东西可以称为光觉，但没有一种是可以称为视觉的，那儿并没有包含何种的影像构造之过程。这些动物在我们人的标准上说来是盲目的。它们不能够看见别的物质。它们只是在被照明到某种程序时有某种方式的行动而已。假如这些单细胞的身体公然能够说是感觉到，那它们之感觉着光会有点像我们模糊地感觉着火之暖意，而不是如像我们的看——或则如像我们在行日光浴时，闭着的眼脸上所受着的阳光的感觉。它们并不

看见什么，更不会寻觅什么；它们只是反应着照明之程度而已。喇叭虫是这样去就暗隅，而含藻草履虫是这样去就光线。

“看”照字的本义上说来——集中光线而形成隔离着的物质之影像——需要有更复杂的眼睛，不是原生动物的身体所能配称的。

在多细胞的生物中，有些的“光觉”并不比原生动物的。蚯蚓对于明亮的光是敏感的，要避开它，但你可以尽兴地把一条蚯蚓来分析，你可找不着有什么眼睛的痕迹。和眼睛相应的器官是些种类颇奇的单独的游离细胞，是在全身的皮肤上散布着的，杂在别的表面细胞里面。同样散在着的感光细胞在多数的生物上也是有的。例如蝌蚪便显明地在其全皮肤上都能感光；假如在把一个蝌蚪弄瞎了之后把它放在暗中，接着又突然照明起来，蝌蚪便动手活泼地游泳——那表明着光在其皮肤上一定有刺激的作用。蛞蝓鱼有感光的细胞在奇妙的地方——是埋在它的脊索之神经性的物质里面的；因为它的身体薄而透明，全身都被照透，内部的感光细胞其为用与皮肤上的约略无别。

自然在这些例子中，和在原生动物中的一样，我们也不好就说出视觉来。就是说到感觉的存在也还可疑。蚯蚓在黎明之前爬出穴来，吃着腐叶及其他；太阳升上来照耀着它时，它便退进穴去。那就是它的感光细胞所能为它效劳的一切。它看不见早起的鸟之飞来；但由理所当然的幸运（更加之以对于地面之

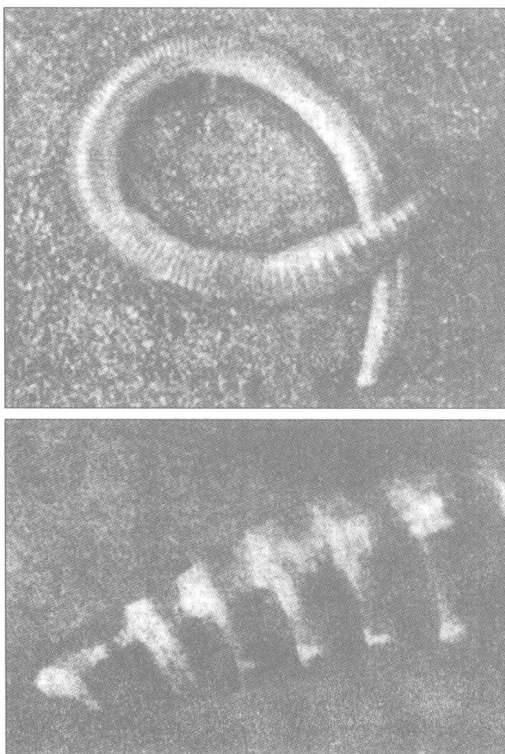


图3 蚯蚓对光回避，然而把它的头部迫近照相，却表示着并没有专门的眼睛。

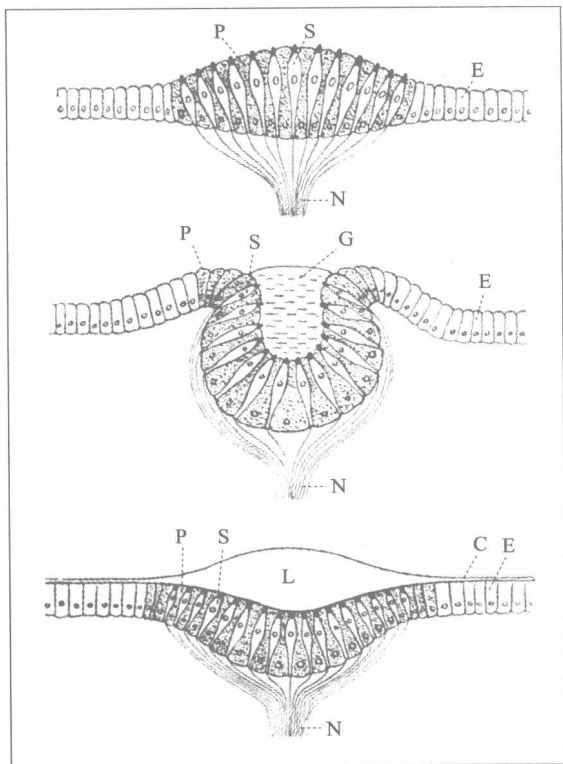


图4 本文中所论及的三种简单的眼睛。E.皮肤细胞。S.对于光敏感的细胞。P.充满着黑色色素的细胞。N.神经纤维。G.为细胞所分泌出的硝子质。C.角膜。L.灵视(眼珠)。

极轻微的扰乱之异常的敏感)，它的光感在敌人开始啰嘈之前，会把它导引到安全地带。

在视觉进化中更其次的一大步是把散布着的视细胞集汇起来成为初步的眼。图4表示着三种在无数的非脊椎动物中所见到的眼型。各个画面是动物皮肤之切断面放大了来的；显著的细胞之垣棚是把下面的体部与上面的外界隔离着的表皮。感觉细胞汇集成为一定的区域，在其内端送出神经纤维来以达于脑。上端的眼中，皮肤之敏感部(比余部较厚)稍稍膨胀了出去，有不少的黑色的色素(用细点表示者)沉淀在细胞之间。结果是这种色素在各个感觉细胞之周

围形成一个黑管，就那样，感觉细胞是专于由它所指着的方向送来的光线强烈地刺激着。于是在这种极简单的眼睛中便有一种粗率的影像形成。这种动物在一方面有明的、一方面有暗的物质的时候，它能够辨别，或许由显著地运动着的物质可以醒豁——不过这种的视觉顶多只能是模糊而没有一定的轮廓的。这样的眼睛我们在好些蠕虫类和其他低级的非脊椎动物中可以找到。它们自然是小，只是在其所有者的头上、角上或其他的部位现成小点。

图中的中段及下段的两种眼睛表示着一种不同的倾向；在这儿敏感的表面是陷入而非突出。但是细胞间的色素仍

然尽着同样的效劳。然而在这儿我们注意到了有一种附添的优美化之最初的露基——是用来把光线集中或者制造焦点的一种设计。在中段的眼中,初步的网膜陷没下去形成了一个杯形,在杯中有一种特殊的透明的物质是由细胞自身所分泌出来的。这样的情形在多数的水母、海星和蠕虫类中可以见到。凉篷贝的眼是这一种,但其近亲蜗牛之眼却更要复杂。图中下段的眼里,网膜之洼陷较不显著,在这儿硝子膜(在大多数的非脊椎动物中覆着身体的一层菲薄的透明的分泌物)之一部分肥厚化了形成了初基的灵视(眼珠)。最后的这种装置,加上些小的复杂化,在前揭的那些群族之别的成员中可以找到,软体动物和节足动物之钩虫也有。

在这三种的视官中,尽管它们是初步的不充分的,我们可以辨认出真的视官结构之两种基本的特征。第一是那对于光特别敏感的原形质之存在。[我们自己的网膜细胞并非直接地为光所刺激的,而乃由光落到网膜时所生出的化学的物质所刺激。这层究竟普及到怎样的程度还不明白,因为这发现还是新近的事,但在海鞘之散布着的感光细胞(和上述的蚯蚓之感光细胞相似)已经得到了证明,刺激也是有化学的基础的。这于原生动物与未分化的原形质之光感是否也确切,还未阐明。——原注]这种原形质之定位,在喇叭虫中开始出现,我们再由蚯蚓之感光细胞追踪到了这些原始的眼睛。第二是几多的这些细胞群聚起来成为一个工作单位,使真正的视觉成为了可能。每个细胞都整列在光线可以到来的特殊的方向上。各个对于环境之一部分是照应着的。就这样细胞总和起

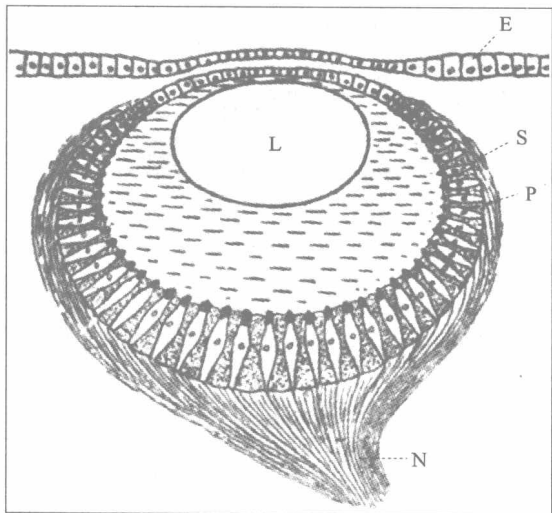


图5 喀美拉眼进化中之更进一步。
英文字所示与前图同。

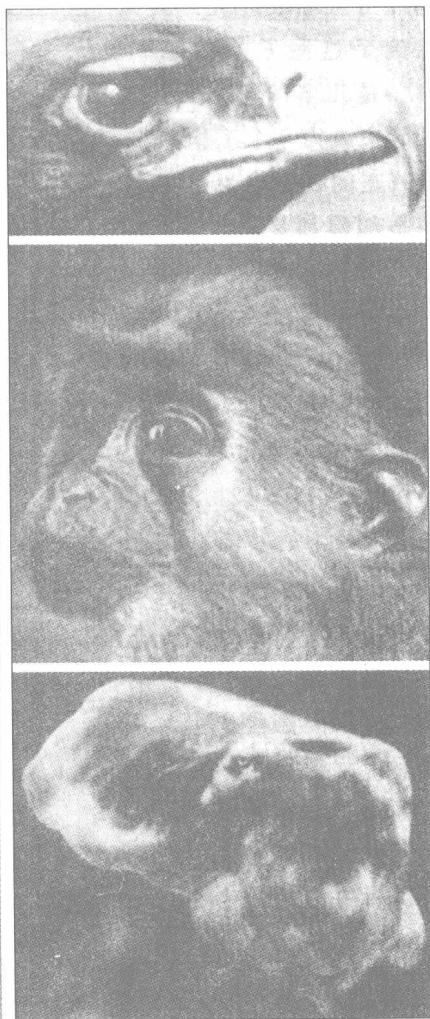


图6 喀美拉眼之三种极至。
鸞鸟之眼对于远距离之物甚为明视。猿猴和人类的眼，独特处是在网膜上有黄斑；左右各一更可生立体的视觉。章鱼和乌贼之眼，虽然是独立地发展了出来，表示着和脊椎动物之眼有显著的类似。

来便形成一个影像。不等到有这样的设备进化了出来，隔离的事物之形象与运动是不能够认识的，动物自己的行为也不能够定夺。

我们算得到了由单纯的光感到目睹的进化之要点。要得到鸟类或高等的哺乳类之明视只是细节上的完成问题。其重要的步骤我们可以叙述一些出来，不过关于这全过程的详细处，我们是无须乎细说的。情形是由这样的事实所复杂化了的，便是眼之发明与渐次的改善在种种的物种中是各不相侔的，有时是沿着平行的线路，有时路径又完全不同。由图4中段与下段的洼陷的眼，我们可以导引到我们自己的眼来。第一层是皮肤之敏感部位完全和其他的部位隔绝，取着中空的球形稍稍退藏到体表之下。其次是光学的器械改良而扩大了。在某种的软体动物与蠕虫类中是由眼球内的硝子质之特殊的部分变成了多少带球状的灵视；在这个场合只有眼球之深处的一半对于光是敏感的，其接着皮肤的一面及皮肤自身透明了起来，尽量地容许光线通过。图5所表示的便是这种眼睛。此外，如我们的爬虫时代的祖先在前头的中央部所具备着的第三只眼，是眼球之外壁自身形成为灵视的。

灵视又可以形成于眼球上所蒙蔽着的皮肤，这是在我们自身和种种高级的软体动物所见到的情形。

就这样，网膜与灵视出现了。同样我们可以踪迹出更往