

(沪)新登字第 305 号

责任编辑 陈英黔 王惠基

千姿百态呈异彩

——形态的故事

董海

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 上海新四印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3.75 插页 2 字数 89000

1996 年 5 月第 1 版 1998 年 3 月第 4 次印刷

印数 41401—48400

ISBN 7-5427-1068-0/Q·8 定价:4.00 元

内 容 提 要

本书系生物故事丛书中的一册,共载有 21 篇有关动物形态的实例。主要说明动物从适应环境和演化中获得了奇特的形态。希望能通过此书提高青少年对生物这门学科的兴趣。本书可充实课堂知识,所以也可作为教师的教学参考书。

序

生物世界——这是一个对青少年永远充满着诱惑力的活生生的世界。随着年岁和学识的增长,青少年一定希望对生物学的过去、现在和今后的发展获得更多的了解。为此而编写的“生物故事丛书”的确是为广大青少年准备的了解生物世界的一套读物。

生物学是古老的学科。人类从摆脱愚昧开始,就在认识、了解、研究自己周围的生物世界了。

生物学又是一门新兴的学科。植物、动物、生态、形态、遗传、发生、仿生等学科本身在不断发展,新的学科如分子生物、细胞生物、群体生物,边缘学科如生物化学、生物物理又在不断涌现,全息生物学也就是这方面的一个例子。

希望本书能成为青少年和广大读者了解、认识、激发学习生物知识的起点,进而用自己的智慧和努力,为人类认识、利用、改造生物世界作出更多努力和贡献。

谈家桢

1995年3月

前 言

地球上的生物经历了七亿年适应环境变化的漫长历程，通过自然选择、适者生存的规律，在生物界，尤其是动物界出现了千姿百态的形态。本书阐释的就是动物世界中在这方面的最基本的，又是最能引起读者兴趣的事例。

对动物形态的了解，不仅是增加一些基本的生物学知识，更重要的是如何了解这些特征在国民经济中所起的作用。有的可开发利用这些物资，使之有利于人民的健康或国家的建设。本书仅起到抛砖引玉的作用。

为了使年轻的读者对生物这门学科引起兴趣，并能从生物学的角度出发，对祖国的建设和人民的利益做出更多的贡献，所以编成这部书，共有六分册。除本书外，另有《物竞天演天地新——生态的故事》、《模仿生物显奇妙——仿生的故事》、《扑朔迷离究缘由——遗传的故事》、《大地服装的款式——植物的故事》、《肢体根叶存信息——全息的故事》等五分册。

本书编写的时间短促，再加作者的水平有限，所以错误是难免的，敬请读者批评指正。

目

录

- 1 动物的外被 (1)
- 2 动物色彩探秘 (4)
- 3 漫话皮肤与毛皮 (9)
- 4 “肉包骨”还是“骨包肉”? (15)
- 5 鸡蛋里怎么会长出骨头来? (20)

- 6 从相貌复原谈骨性特征 (24)
- 7 形形色色的骨头 (29)
- 8 健与美的象征——肌肉 (33)
- 9 奇妙的关节 (39)
- 10 与生命同在的“永动机”——心脏与循环 (44)

- 11 抑扬顿挫话发音 (50)
- 12 聋子的耳朵有用吗? (55)
- 13 听觉的奥秘 (59)
- 14 漫谈动物的眼睛与视觉 (64)
- 15 味道好坏的由来 (69)

- 16 吐故纳新话呼吸 (74)

17	摄食的不同方式	(79)
18	适应环境的排泄	(85)
19	从神经网络谈脑的形成	(91)
20	激素——身体中的特种部队...	(97)
21	动物的生殖方式	(103)
附录	鸡胚发育中三个胚层的发 展和演变	(109)

1.

动物的外被

走进食品公司，货架上的商品琳琅满目，其色彩之绚丽、图案之精美，使人垂涎欲滴，流连忘返。跨入工艺品商店，各式巧夺天工的珠宝首饰配以华丽的或古朴的锦缎丝绸扎裹的礼品盒，让人赏心悦目，爱不释手。时装展览会上，亭亭玉立的模特儿们穿着款式新颖别致的服装，令人大饱眼福。在舞台灯光下，歌舞明星们闪闪发光的装束耀眼夺目，大放异彩。这一切，都被冠之以“包装”两字。是的，包装不仅仅是将物体与外界隔离的屏障，物体更通过它而体现其价值。

我们在这里要说的包装是指动物的外被。一般来说，覆盖在整个动物体表的那种物质统称为皮肤。它一方面包被着动物的全部内部结构，一方面与外界环境广泛地接触。这样，它起到了双重的作用：即保护动物的内部结构免受外界轻度化学的、物理的或生物的伤害，同时在维持动物体内环境稳定的前提下，与外界进行主动的代谢与交流。然而，动物界物种数以百万计，由于生态环境的不同，生活方式的不同，动物皮肤的构造也大不相同。甚至“皮肤”这两个字也只能适用于一定范畴内的动物。我们使用“外被”这个词，是因为它更广泛地代表了动物界各式各样的体表覆盖物，而皮肤只是在动物经历了漫长的演化历程后逐步形成，发展并完善起来的适应高等动物生活方式与生态环境的特殊结构。

简单的单细胞动物——原生动物，整个动物体仅为一个细胞所构成。它的外被只是一层细胞膜，但这层膜又不同于高等动物众多体细胞中的某一个细胞的膜。原生动物的细胞膜上有纤毛或鞭毛等结构可以帮助它运动，也可以通过细胞膜进行摄食、呼吸、排泄及生殖等各项生理活动，所以，原生动物的外被是多功能的。

水生多细胞动物的体表大多具有细胞结构的各种附着类型。如纤毛可以激起水流以获得食物或借它帮助运动。腔肠动物中的水母、水螅及海葵等外被中有刺细胞，可麻醉或杀死浮游生物，以便食用。很多低等的无脊椎动物表皮与肌肉共同形成特殊的“皮肤肌肉囊”以包裹其内部结构。许多寄生在动物体内的寄生虫体表有耐酸耐消化的角质层以保护其内部结构；软体动物中有许多种类，如螺、蚌把柔软的身体藏在表皮（外套膜）分泌的坚硬的石灰质壳内，这些硬壳不但造型奇特而且构成美丽的图案，而某些蚌的壳内又可形成晶莹逗人的珍珠来。软体动物中的乌贼、章鱼表皮中有许多色素细胞，可因环境的变化而改变其体表的颜色或图案，所以有“水中变色龙”之称。

节肢动物如虾、蟹、昆虫等外被为由几丁质形成的外骨骼，不仅可以防止水分蒸发，还可借此运动、进攻、摄食或生殖。

昆虫中的蝴蝶更以其翅翼表面上精美鲜艳的颜色与图案而称绝于世。

海星等棘皮动物被有含石灰质的表皮，不仅结构特殊而且有许多功能，如棘皮中的皮鳃就是呼吸、排泄的重要通道。

绝大多数无脊椎动物的体表仅为一层细胞结构，有些虽有几层但也是简单重复，所以它们的外被通常称为“表皮”，其实它们并没有真皮。真正具有双层结构外被的是脊椎动物，它

们的外被才是真正的皮肤。脊椎动物的皮肤及其演化结构——皮肤衍生物也是千姿百态，功能各异。

研究动物的外被，不仅使我们认识其结构与组成，更为我们开发、利用丰富的动物资源提供了广阔的应用前景。

2.

动物色彩探秘

游客们来到动物园参观，除了被各种动物的奇异姿态所吸引，飞禽走兽、花鸟虫鱼的绚丽色彩同样使他们着迷。每当来到金鱼馆或孔雀笼前，人们往往驻足不前，流连忘返。而大熊猫除了憨态可掬外，那黑白相间的特殊图案更是令人惊叹不已。大家也许会问，动物为什么会有如此美丽的颜色呢？是什么东西使金鱼、鸟、兽披上这样神奇的外衣呢？

我们知道，脊椎动物的皮肤是由真皮和表皮构成的。动物在漫长的进化历程中，通过遗传变异及自然选择，大致形成了相对稳定的各种色彩类型，尽管有些动物在环境因素的作用下，体表的色彩会有这样那样（有时甚至是幅度很大的）变化，但这些变化是有规律的。比如雷鸟，在夏天的羽毛是棕褐色的，而冬季则换成雪白色，但是它们绝对不会长出翠绿色或杏黄色的羽毛来。是动物遗传基因控制了它们的色彩变化。那么，构成这些色彩的究竟是些什么物质呢？

在动物真皮的外层存在着许多色素细胞，在这些细胞内有许多颗粒状的色素。色素细胞与动物体的一般细胞不同，呈特殊的星形或类似于变形虫的形状。这些细胞具有长的突起，就好像变形虫运动时伸出的伪足。有些细胞甚至可以做变形运动。色素细胞大致可以分为三类：即黑色素细胞、脂性色素细胞和虹细胞。黑色素细胞因其中含有的黑色素颗粒之多少

而与黑色、青色或棕色有关；脂性色素细胞又可分为黄色素细胞与红色素细胞，它们分别控制着红色、黄色和橙色。脂性色素大多易溶于有机溶剂中。这也就是为什么在酒精、甲醛中浸泡的鱼类、蛇类标本过了一段时间后常常会失去其鲜艳色彩的缘故。虹细胞内没有色素颗粒但却含有一种称为“鸟粪素”的物质。这是一种含氮的有机物的结晶，它的折射能改变附近色素的效果，当其大量存在时，可使动物体表呈现如鱼肚白那样的银辉色泽。鱼类、两栖类、爬行类动物的各种皮色完全取决于这三种色素细胞的数量及其排列的方式。它们颜色的改变，一方面是因为其皮内几种色素细胞的相对位置变化所决定，即哪种色素细胞在真皮表面伸展和哪种被遮蔽。另一方面，体色的改变主要是由于每个细胞内色素颗粒分布变化的影响。当色素颗粒分散时，其显示的效果最大，而这些颗粒集中时效果就弱。鱼类（图1）的背部颜色较深而腹部的颜色一般都较浅，这种色彩分布对鱼类具有保护作用。因为从水面向下看，深色的背部常与其所处的环境一致而不易为水面上的敌害所发现；同样，从水底往上看，银白色金属光泽的腹面与闪光的水面更接近。但是动物在繁殖季节，常披上非常醒目的外装，尤其是雄性，更是非常美丽。这种色彩被称为婚装色，它是动物性选择的结果，受到内分泌的调控。两栖

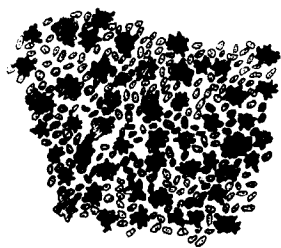


图1 色素细胞。比目鱼的皮肤一片放大

- 黑色素细胞
- ★ 脂色素细胞
- ⊙ 虹细胞

类中有一种雨蛙，能随环境而很快变色，可见视觉与神经也参与了色彩变化的调控。爬行动物虽有各种美丽的图案色彩，但其色素细胞只分布到真皮的色素层里，所以蛇类虽然色彩斑斓，但其蜕下的皮——蛇蜕却是没有颜色的、透明或半透明的角质物。

鸟类的色素细胞主要分布在羽毛里，而皮肤里一般不存在。它的色彩之所以艳丽，不仅有化学的因素还有物理方面的影响。鸟的羽毛上有许多褶皱，并且羽毛外常有来自尾脂腺分泌的脂肪所形成的膜，这些结构和膜在阳光下有不同的反射与折射。有时鸟的黑色羽毛表面呈现出铜绿色的金属光泽，就是这种化学与物理因素共同作用的结果。生活在北方的鸟类因其所处的环境色彩比较单调，其羽毛的色彩变化也不如南方种类的多。鸟类中雌雄色差别之大有时竟使你不敢相信它们是同一个种。哺乳动物的色素大多存在于毛发之中，其皮肤的色彩变化不大。哺乳动物皮毛的色彩图案大多为黄色、棕色或白色中夹杂黑色的斑点或条纹。这些图案使隐藏在密林或草丛中的动物与其背景融为一体而不易被发现。其中一个长期以来一直引起争议的问题是居住在非洲大草原上的斑马究竟是带有白色条纹的黑马还是披着黑色条纹的白马（图2）。几十年来不少人为此作了大量的论证，但至今似乎还没有一个令所有人都非常信服的结论。人类的色素细胞主要分布在表皮部生发层的基部，也散布于真皮之中。人类的肤色主要有黄种、白种和黑种三大类型。肤色的深浅涉及几个变动的因素，即皮肤的基色为黄色，皮下的微血管使其呈现红色，而色素细胞常使其带有不同程度的棕色或黑色。虽然人种不同，肤色各异，但色素细胞的变异量却并不太大。据统计，白种人与黑种人的色素绝对含量相差仅1克左右。实际上，虽为同一族，其肤色差异有时也很明显，并且每个人的肤色也随时随地

有所变动。长期在直射的烈日下从事野外工作的人，其肤色一定较普通人深。由于生发层中黑色素的连结加浓可以阻挡紫外线的灼伤，所以天然肤色较深的黑人比起白人更能耐受强光。居住在地中海沿岸的西班牙人肤色较深，德国人较浅而北欧的挪威人则更浅，同样，越靠近赤道的黑种人肤色就越深。这说明肤色与阳光照射确实有密切关系。此外，身体上经常受到摩擦刺激的褶皱处（除手心脚底外）皮肤中色素较多，其颜色也较深。

无脊椎动物中，翩翩起舞的蝴蝶由于翅膀上绚丽的色彩和精美的图案（图3），赢得了古往今来多少文人雅士的诗歌咏赞。蝴蝶属昆虫纲中的鳞翅目，顾名思义，鳞翅指的是它们的翅上有许多的鳞片。凡亲手捉过蝴蝶的人都记得手上会沾上一些粉末样的东西，其实这就是蝴蝶翅上落下的鳞片。我们把一片蝴蝶翅膀放在显微镜下，就可以看到它的表面密密麻麻地盖满了覆瓦状排列的鳞片。拔下一个鳞片，可以看到它像一片树叶的形状。一端的边缘有齿状缺刻与突起，另一端有点像叶柄，这“叶柄”插在表皮下。真正是片片相连、鳞次栉比。与鸟类的羽毛一样，鳞翅的色彩也有物理与化学两方面的原因。在蝴蝶的表皮细胞中有被称为“喋呤”的色素颗粒，有白、黄、红等不同的喋呤，它们所构成的颜色称为结构色，即鳞片本身所具有的色彩。由于鳞片表面有一列列的棱状突起，对射来的光线有不同的反射作用，这种由物理因素引起



图2 斑马倒底是长黑色条纹的白马还是长白色条纹的黑马？

的鳞片。我们把一片蝴蝶翅膀放在显微镜下，就可以看到它的表面密密麻麻地盖满了覆瓦状排列的鳞片。拔下一个鳞片，可以看到它像一片树叶的形状。一端的边缘有齿状缺刻与突起，另一端有点像叶柄，这“叶柄”插在表皮下。真正是片片相连、鳞次栉比。与鸟类的羽毛一样，鳞翅的色彩也有物理与化学两方面的原因。在蝴蝶的表皮细胞中有被称为“喋呤”的色素颗粒，有白、黄、红等不同的喋呤，它们所构成的颜色称为结构色，即鳞片本身所具有的色彩。由于鳞片表面有一列列的棱状突起，对射来的光线有不同的反射作用，这种由物理因素引起

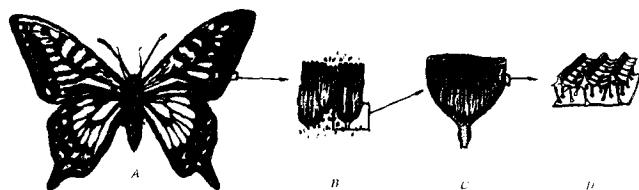


图3 蝴蝶的翅膀及其上的鳞片

- A. 蝶翅 B. 覆瓦状排列的鳞片（保留五片） C. 一片鳞片局部放大
D. 鳞片表面的立体观（木棱状突起）

的色彩称为反射色。有时结构色与反射色混合在一起就称为协同色或混合色。蝴蝶的色彩给人的感觉仅仅是好看或不好看，而对其本身却有着重要的作用。它作为种的标志，是蝴蝶间相互识别的依据。有些图案因酷似枯叶，而有保护自身的作用。有的蝴蝶翅上的图案形似一对大眼睛，小鸟来啄食时乍一见，还以为是什么猛禽藏在这里，就在它迟疑的瞬间，蝴蝶已溜之大吉。这种图案为它赢得了逃跑的时间。

3.

漫话皮肤与毛皮

古人区分动物经常是非常直观地根据其体表的特征来命名，所谓“毛、鳞、羽、介、人为裸虫”。其实，根据动物学的知识，我们知道不仅毛鳞羽介，甚至角、蹄、刺、爪等这些动物体表的附属物统统都是皮肤演变出来的，科学上把这些结构称为“皮肤衍生物”。动物之所以具有形态各异的皮肤衍生物，是它们遗传变异与生态适应双重作用的结果。为了搞清这些皮肤衍生物的来龙去脉，让我们先以哺乳动物的皮肤为例，看看皮肤的典型结构。

典型的皮肤由表皮与真皮两部分构成。表皮在外，真皮在内。这两层虽然长得非常贴近，但是在动物胚胎发育的早期，它们却不在一块儿。表皮是由胚胎的外胚层产生的，而真皮来源于中胚层。毛发、羽和鳞片、甲壳等都表现在表皮部，而真皮的结构比较稳定，除血管、神经和肌肉外没有什么变化。

科学家在研究了表皮后发现它又可以分为好几层，由内至外，愈来愈扁。最内侧的细胞靠近真皮部，可以从那儿源源不断地得到营养供应，这里的活细胞不断分裂、不断生长并逐渐一层层地向外推。表皮细胞在向外推的过程中陆续死亡，到最外侧时已是完全没有什么生命力的一层死细胞了。这些死细胞不断地脱离表皮脱落下来，冬天我们在脱袜子时常看到有皮屑落下，头上也常有令人烦恼的头皮屑，这些都是死亡的

表皮细胞。我们的皮肤一直在进行着新陈代谢。有人计算过，一个活到70岁的人，全身脱下的皮屑可达15公斤重。表皮部一般总是保持在一定的厚度，可是如果经常受到摩擦的刺激，这里的表皮就会增厚，形成“老茧”。表皮上还有许许多多皱褶，其中最为人所熟知的就是变化无穷的指纹。科学家通过长期的大范围的调查后发现，世界上没有任何两个人具有完全相同的指纹，就连双胞胎也不例外。这样，一个崭新的科学领域——指纹学便建立起来。由于指纹就像身份证一样，是某个人的唯一的标记。通过建立指纹档案库和把现场采集到的指纹与库中的资料对照，大大地缩短了侦破时间，为刑事侦察提供了方便。近年来，科学家通过对嘴唇上的皱纹——吻痕的分析调查，发现吻痕也具有与指纹类似的特征。从事野生动物研究的科学家在对大象体表的褶皱进行了仔细的分析后发现，这些皱纹滞留了一定量的水和泥浆，是大象“防暑抗热”的重要保护装置。

哺乳动物的皮肤(图4)中具有极其丰富的各种腺体，如汗腺、油脂腺、臭腺和乳腺等。汗腺的形状像一根空心的管子，其下面的腺体部缠绕起来长真皮部，上端的分泌管开口于体表。正常

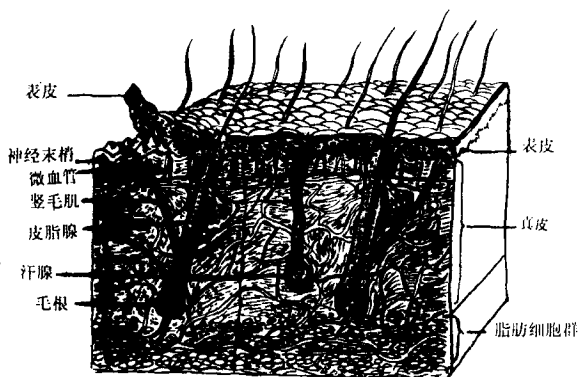


图4 哺乳类皮肤的切面

的人体大约有250万个汗腺。通过汗液的排放，既可以带走体

内部分代谢废物，又可以调节体温。汗液的排放往往受到自主神经系统的控制，也就是说，我们不能“有意识的”使自己出汗。人们常在遇到紧张的事情时，“手心捏着一把汗”就是这个道理。根据这个原理，在测谎仪中设计有与掌心连接的探头，当被询问者突然被问到某个意想不到的问题时，由于紧张会情不自禁地出汗，从而暴露出一些心理变化。汗液在分解时常有独特的气味。有些人腋下的汗腺特别发达，其分泌的汗液因受到细菌作用分解而发出难闻的气味。这种症状可以通过手术或其他方法抑制汗液的分泌而得到缓解。人类除掌心 and 脚底外，全身都长有油脂腺，有些人面部与头发下的油脂腺特别发达。毛皮兽的皮毛光亮润泽也是因为油脂包裹了毛的表面的缘故。皮脂腺的活动常受到内分泌的控制。青年人的皮脂腺分泌旺盛，往往会因腺管开口阻塞而遇到不少麻烦。老年人由于皮脂腺萎缩而使皮肤、毛发变得十分干燥并且失去光泽。很多动物在身体的特定部位长有臭腺，其分泌的液体或用于吸引异性（如麝的麝腺）或用于防御敌害（如黄鼠狼的肛腺），但其通常是起一种“标记牌”的作用以供同类或异类识别。哺乳动物中最大的皮肤腺要算是乳腺了。哺乳动物以其独有的乳汁养育后代，其名称也由此而来。虽然哺乳动物都有乳腺，但其形态与数目却有很大差异。人、猴、马、象一般为两个，老鼠有2~10个，猪有8~10个，而一种叫做树獭的动物竟有24个之多！一般来说，动物的乳头数与其产仔数大致相等，产仔愈多的其乳头数也愈多。但人类偶然也有多乳头的现象发生，这似乎是一种返祖现象。但令人费解的是，哺乳类中最原始的鸭嘴兽没有乳头，小鸭嘴兽是用其角质喙来吸食妈妈分泌于体表毛丛中的乳汁的。看来乳头的结构是在哺乳动物进化到一定程度才产生的。

哺乳动物体表最大的特征是全身都长满了毛。毛从表皮