

TURING

图灵新知

英国皇家地理学会资深成员扛鼎力作
海量精美大图尽显物种多样性
身临其境感受造物丰荣

Animals : A Visual Guide to the Animal Kingdom

自由的发现 图解动物

[英] Keith Laidler 著 李盼 罗词亮 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

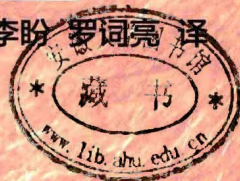
TURING

图灵新知

Animals : A Visual Guide to the Animal Kingdom

自由的发现 图解动物

[英] Keith Laidler 著 李盼 罗词亮 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

自由的发现 : 图解动物 / (英) 莱德勒
(Laidler, K.) 著 ; 李盼, 罗词亮译. -- 北京 : 人民邮
电出版社, 2013. 9

(图灵新知)

书名原文: Animals: a visual guide to the animal
kingdom

ISBN 978-7-115-32160-2

I. ①自… II. ①莱… ②李… ③罗… III. ①动物—
普及读物 IV. ①Q95-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第129037号

内 容 提 要

基于权威的科学分类法, 本书通过简明的进化分支树, 从最简单的单细胞生物开始, 逐步介绍了各动物种群, 重点介绍了一些门及纲的各类动物的进化情况、行为及习性等, 并附有精美的高清彩图, 淋漓尽致地展现了各物种的鲜明特征, 具有极高的科学及美学价值。

本书不仅适合作为青少年科普读物, 而且也是一本不可多得的动物图谱, 适合爱好者作为收藏。

◆ 著 [英] Keith Laidler

译 李 盼 罗词亮

责任编辑 丁晓昀

执行编辑 陈婷婷

责任印制 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京顺诚彩色印刷有限公司印刷

◆ 开本: 889 × 1194 1/16

印张: 13

字数: 314千字 2013年9月第1版

印数: 1-4 500册 2013年9月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2011-3966号

定价: 79.00元

读者服务热线: (010)51095186转604 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

TURING

图灵新知

A close-up, high-contrast photograph of a lion's eye, looking directly at the viewer. The eye is a vibrant yellow-orange color with a dark, vertical pupil. The surrounding fur is a rich, golden-brown, with fine details of the fur texture visible. The lighting is warm and dramatic, highlighting the contours of the eye and the texture of the fur.

Animals : A Visual Guide to the Animal Kingdom

自由的发现

图解动物

[英] Keith Laidler 著 李盼 罗词亮 译

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

自由的发现 : 图解动物 / (英) 莱德勒
(Laidler, K.) 著 ; 李盼, 罗词亮译. -- 北京 : 人民邮
电出版社, 2013. 9

(图灵新知)

书名原文: Animals: a visual guide to the animal
kingdom

ISBN 978-7-115-32160-2

I. ①自… II. ①莱… ②李… ③罗… III. ①动物—
普及读物 IV. ①Q95-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第129037号

内 容 提 要

基于权威的科学分类法, 本书通过简明的进化分支树, 从最简单的单细胞生物开始, 逐步介绍了各动物种群, 重点介绍了一些门及纲的各类动物的进化情况、行为及习性等, 并附有精美的高清彩图, 淋漓尽致地展现了各物种的鲜明特征, 具有极高的科学及美学价值。

本书不仅适合作为青少年科普读物, 而且也是一本不可多得的动物图谱, 适合爱好者作为收藏。

-
- ◆ 著 [英] Keith Laidler
 - 译 李 盼 罗词亮
 - 责任编辑 丁晓昀
 - 执行编辑 陈婷婷
 - 责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
 - 邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京顺诚彩色印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 889 × 1194 1/16
 - 印张: 13
 - 字数: 314千字 2013年9月第1版
 - 印数: 1-4 500册 2013年9月北京第1次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2011-3966号
-

定价: 79.00元

读者服务热线: (010)51095186转604 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

版 权 声 明

Original English edition, entitled *Animals: A Visual Guide to the Animal Kingdom* by Keith Laidler, published by Quercus, 21 Bloombury Square, London, WC1A 2NS, England, UK. Copyright © 2009 Quercus Publishing Plc. This edition arranged with Quercus through Big Apple Agency Inc., Labuan, Malaysia.

Simplified Chinese-language edition copyright © 2013 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由 Quercus 通过 Big Apple Agency 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。



目 录

引言	6	昆虫纲	50
原核生物与真核生物	8	蝴蝶	52
原生生物	10	君王斑蝶	55
多孔动物门	12	甲壳虫	56
海绵动物	14	刺花螳螂	58
刺胞动物门	16	蚂蚁	60
珊瑚	18	白蚁	63
水母	20	肾索动物门	64
环节动物门	22	鱼	66
花形动物	24	大白鲨	68
软体动物门	26	蝠鲼	71
海蛞蝓	28	硬骨鱼	72
鹦鹉螺	30	叶海龙	74
棘皮动物门	32	弹涂鱼	76
海星	34	两栖纲	78
节肢动物门	36	蛙	80
甲壳类动物	38	箭毒蛙	83
蟹	40	爬行纲	84
小丑虾	42	海龟与陆龟	86
蛛形纲动物	44	海龟	89
蜘蛛	46	加拉帕戈斯象龟	90
蜍	49	蜥蜴亚目	92
		蜥蜴	94
		变色龙	96
		蛇亚目	98



蛇	100	大熊猫	152
蟒	102	小熊猫	155
喙头蜥	105	非洲野犬	156
鳄目	106	北极熊	159
鳄鱼和短吻鳄	108	大水獭	160
恒河鳄	110	鲸	162
		海豚	164
鸟纲	112	侏儒河马	166
不会飞的鸟	114	野骆驼	169
白头海雕	117	阿拉伯大羚羊	170
猫头鹰	118	角马	173
极乐鸟	120	长颈鹿	174
蜂鸟	122	犀牛	176
筑巢大师	124	普氏野马	178
鹦鹉	126	非洲象	181
火烈鸟	129	蝙蝠	182
鷓鴣	130	海象	185
		啮齿动物	186
哺乳纲	132	大食蚁兽	189
鸭嘴兽	134	穿山甲	190
短鼻针鼹	137	狐猴	192
树袋熊	138	狐猿	195
袋獾	141	猴	196
袋鼠	142	金狮面狒	198
树袋鼠	145	红毛猩猩	201
老虎	146	大猩猩	202
雪豹	149	黑猩猩和倭黑猩猩	205
小型猫科动物	150	致谢	206

对于大多数人来说，动物就是指四只脚的生物，像狗、狮子、马、犀牛，或是鳄鱼。生物学可不这么认为。它把所有生物分成两类：一类是细胞内没有核的生物（原核生物）；另一类是真核生物，比如我们人类，是带有染色体的细胞核的拥有者。

真核生物包括了地球上迄今为止数量最多的生物形态，分为真菌、植物和动物三类。这个分类并没有想象中那样清晰，很多物种似乎跨越了真菌 / 植物，或者动物 / 植物的界限。但大体上已经很清楚了，我们可以说动物是指所有的多细胞生物，与植物相比，它们不能生产自用的食物，但是可以移动，并且拥有特殊的感觉器官和神经系统。

这一定义涉及数量庞大、各种各样的生物形态，想了解如此丰富的动物物种如何进化，首先会面临两个令人困惑的问题：如何把数量如此庞大的生物分类成一个合理、有序的系统；如此繁杂的生物多样性又是从何而来。

分类学涉及生物分类，这个学科至少可以追溯到公元前 4 世纪，希腊哲学家亚里士多德提出把所有生物分成两类，即动物和植物。这个分类在接下来的 2000 年中没有受到过任何挑战，直到德国自然学家恩斯特·海克尔提出了第三界——真菌。从那时起，很多分类学家都根据自己的想法对生物界的分类加加减减，尽管如此，海克尔的三界系统最为实用，也最令人信服。

虽然不错，但是这样笼统的分类让我们在世界所呈现的无数种形态面前心有不甘。水蚤、小袋鼠、鲸和大象差别极大，却都是动物，这个分类真是说明不了什么，特别是在 18 世纪中叶之前，每个新发现的动物或者植物都被冠以一个冗长的描述性头衔，这不仅违背了分类学，也挑战着人类的记忆力（比如，普通的犬蔷薇被不同的植物学家分别称作 *Rosa sylvestris inodora seu canina*、*Rosa sylvestris alba cum rubore* 和 *folio glabro*）。更糟糕的是，欧洲商业贸易和科学考察不断从世界各地送回越来越多新发现的动物和植物。所以当时人们急需一种简洁的自底向上的分类方法，可以把所有动物都放进一系列有逻辑的、相互独立的、嵌套式的分类中。在 1735 年，瑞典的植物学家最终提出了一套可行的解决方案。

卡尔·林奈（Carl Linne，在论文中常署名 Carolus Linnaeus）于 1707 年 5 月 23 日出生在瑞典南部斯莫兰省的斯坦布罗胡勒特。他在乌普萨拉大学接受医学训练的时候对植物的分类产生了兴趣（在 18 世纪，植物学是医学中一门很重要的学科，因为大多数药材是草药）。林奈在荷兰的莱顿大学完成了他的医学学习，并出版了一本很薄的小册子叫做《自然系统》（*Systema Naturae*），从此改变了人类看待自然世界的方式。

林奈通过两个名字给每种动植物命名：一个为拉丁语名，用来指出生物的属；另一个是用来“速记”该物种的名字。这种方法极大程度上简化了给物种取名的难度。在这个系统中，普通犬蔷薇就是物种 *Rosa canina*。其他玫瑰属的成员有着同样的属名 *Rosa*，和不同的物种名（比如 *Rosa persica*）。这个关于属和种的双名法迅速成为为物种命名的标准系统。尽管之前也有其他人用过双名法，但他们是偶然为之——林奈是第一个持续使用这一方法的人。正因为如此，最早的，同时也是至今仍在使用的科学动植物名都出自卡尔·林奈之手。

林奈的另一项创新是根据解剖学相似性把几个不同的属归到一个更高的范畴中。属被归成目，目被归成纲，纲被归成界。人类也属于动物界，是脊椎动物纲中的灵长目，在这个目中人类属于人属、智人种。所以人在生命层级表中的完整表述应该是这样的：

界	纲	目	属	种
动物界	脊椎动物纲	灵长目	人属	智人种

自问世以来林奈的双名系统就不不断地被修改，主要是增加新类别和亚类，比如说你会发现“纲”这一类别在本书中经常提及。它是居于“门”和“目”之间非常有用的类别。

举例来说，它使数量繁多的脊椎动物门以一种有意义的方式进行细分。但是这些新增范畴并没有颠覆林奈最初的设想，在大多数情况下，他的设想经得起时间的考验，为他赢得了“分类学之父”的美名。

林奈的新系统同时也彻底改变了人类看待自然世界的方式。用系统的方法看待整个自然界的能力，极大地推动了人们对生命起源的研究。林奈在开始这项研究的时候是想揭示上帝造物的神圣秩序，他所命名的物种都是被神创造的，因此是固定不变的。但是随着获得的数据越来越多，他发现了更多的物种，同时也越来越擅长合乎逻辑地为物种进行分类，这使得他的想法有所改变。有很多生物，在形态和颜色上似乎介于两个物种之间，他不得不得出这样的结论：在上帝创造世界之后，可能在一个属中的两种生物通过杂交产生了另一种生物。但是，对于林奈来说，这些新出现的生物必然出自上帝一开始创造的物种，所以仍然是那个神圣计划的一部分。

他的这种观点得到了很多人的支持。确实，在当时这种观点并不稀奇，而且在剑桥大学基督学院的研究员威廉·巴莱的文字中得到了详细的阐释。在他 1802 年出版的《自然神学：从自然界探究神性的存在证据及表现》一书中，他详细地论述了“自然神学”（一种理论，主张上帝可以通过他的创造物被最好地理解）。他引入了在生物学上最为经久不衰的关于钟表匠的隐喻：

“当我们观察钟表的时候，会发现很多零件因为某些目的而被雕琢并放到一起，比方说它们的构造是如此巧妙而且通过调节可以恰到好处地发出动作，而这些动作又是严格控制的，可以准确地指出时间；如果其中某些零件的形状是另一番样子，或者它们的排列方式和次序有所不同的话，要么它们就会一动不动，要么就不能实现它们现在执行的功能……得出这样的推论是一种必然，这只表肯定有一个创造者——在某一个时间或者某一个地点，由一个或几个理解其构造并设计其用途的能工巧匠因为某种目的而创造了这只表。”

巴莱同时指出，居住在地球上的无数种生命中的任何一种，都要比钟表更加复杂，“在某种程度上说比任何程度的计算都要复杂”。一只表只能被一位聪明的钟表匠制造，同样，我们周围所见的各个物种也只能被另一种更有智慧的设计师所创造。

另外一些人在林奈系统的启发下却得出了更加激进的结论。年轻的英国人查尔斯·达尔文在学生时代曾经读过巴莱的作品，并且一开始“被大篇幅的辩论所吸引并信服”。但是他之后的事业，特别是 5 年间随“小猎犬号”一起航行到南美洲和太平洋诸岛的经历，却使他对林奈系统分类法中所展示的证据有了完全不同的解读。

达尔文在他的探险中所发现的众多物种（比如说在里约热内卢郊外的森林中，仅一天里就发现了甲虫的 68 个新物种）以及它们和相似物种间的联系（比如加拉帕戈斯群岛上的陆龟龟壳的差异），使得他开始考虑一件事情：是否有可能一种生物是由另一种缓慢改变而来，而非由某种神圣的指令创造。这种观点其实有着很深的溯源，早在公元前 5 世纪，古希腊哲学家恩培多克勒就发现了物种之间存在很自然的差异，而且只有有能力生存下来的物种才能继续繁殖。同样，阿拉伯学者贾希兹也在公元 9 世纪提到过“生

存竞争”这个概念。很多世纪以来，这些概念都被人淡忘了，直到18世纪，它们被包括达尔文的爷爷伊拉斯谟斯·达尔文在内的很多学者重新引入。但是这种观点也没有得到人们的支持，因为没有人能解释这些新物种的“进化”是如何实现的。法国哲学家让-巴蒂斯特·拉马克在1801年曾指出，个体在其一生中的改变也许可以直接传递给后代。所以，长颈鹿遥远的祖先就是一直在努力伸长脖子吃树叶，因此获得了长脖子并遗传给了下一代，下一代会争取把脖子伸到更高处的树枝里，如此以来逐渐形成了它们细长的脖子。但是拉马克的想法从来都没有被广泛接受，而且进化论一直以来都缺少一个坚实的理论基础。

正是天才的达尔文提出了一个似乎可行的机制——基于自然选择的进化论。达尔文用农民的选育实践作类比来解释新物种的产生。全世界的农学家都知道，无论是猪、马、牛、羊，还是禽类，牲畜生出的后代都会有一些细微的变化。甚至一窝幼仔中，也会有明显的不同，而农民的本领在于选出最适合其生存条件的变种。让牲畜肌肉越来越多可能是农民的目标，而只让最健壮的动物生育，就会渐渐创造出一群健壮的后代。如果农民需要的是其他能力，比如说较长的四肢或者抗旱性，对于适当特性的选择就会最终产出目标形态。

达尔文指出自然界环境充当了农民的角色，在积极地选择某些特性。在加拉帕戈斯群岛他收集了一系列鸟的物种，它们是“画眉、松雀和雀科鸣鸟”。但是回到英格兰后，这些鸟被鸟类学家约翰·古尔德定义为“一些地面雀……一共有12个物种”。这是因为这些不同的物种都与加拉帕戈斯群岛的各个岛屿有着独一无二的对应关系，每一种都是根据该岛的特殊环境进化而来。鸛形树雀进化到可以在树上凿洞的程度，而吸血雀要喝别的鸟的血为生。对于达尔文来说，事情似乎变得很清晰，这些鸟就是从一个很多年前来到加拉帕戈斯的共同祖先进化而来的，而物种间的差异是由于鸟在接触了各自的新环境之后被不同的条件塑造而成的。那些提前适应了新环境——哪怕只有一点点——的鸟，会比它的同类更成功地占用岛上的资源，所以它们也会在繁殖上更加成功，从而留下更多的后代。

最近的研究表明，这样的进化过程在加拉帕戈斯群岛仍然存在。直到1982年，加拉帕戈斯的一个叫达芙尼的小岛上只有一种雀类物种——中型地雀。就在那年，另外一个类似的物种大型地雀来到了达芙尼岛。这两种鸟马上开始竞争这座岛上有价值的资源——大种子。大的喙更适合吃大种子，所以大型地雀开始主宰这种特有的食物资源。与此对应的是，20年后，中型地雀的喙已经明显变小了，它们改变了进食策略，开始吃它们的竞争对手不屑食用的小种子。2003年的一场旱灾加速了这个进程，大种子变得十分稀缺，而大型地雀垄断了这种食物供给。有较大喙的中型地雀找不到足够的食物，使得它们的死亡速度比有小喙的同伴更快。有趣的是，早些时候，1977年的一场旱灾（在第二种地雀进驻这里之前）曾让中型地雀的喙有变大的趋势，在那时，这些鸟的选择压力在于是否能更有效地把握大坚果这种稀缺的资源。

1859年末，达尔文出版了他的书《物种起源》，在书中他详细地解释了他的理论，并提供了大量的证据来证明自己的观点：所有生物都是由同一祖先进化而来。这本书使很多人接受了进化论的现实。但是仍然有很多反对的声音，这是因为遗传学上没有相应的理论支持，而且达尔文终其一生也没能提出可行的原理来解释两个问题：一是遗传特性的来源，另一个是一旦被自然选择“选中”，特性是如何传给下一代的。

为达尔文和他同时代的人所不知的是，在《物种起源》出版6年之后，一个名不见经传的奥地利修道士发现了这些问题的答案。格雷戈尔·孟德尔在修道院的花园里用豌豆做了28 000次育种实验，对“真实遗传”¹的各种植株进行杂交，并记录了杂交豆荚诸如颜色和大小之类的特性。他发现这些特性的遗传都是有固定模式的，并由此形成了两条对生物学影响深远的遗传法则，但是由于当时的科学家对这样的研究成果视而不见，导致了这些法则在距离最初发表24年之后才被“重新发现”。

这些发现简洁地解释了达尔文理论中的重大问题，孟德尔式遗传和达尔文自然选择理论的结合又因为对DNA的识别而有所加强，DNA就是产生所有变种的遗传代码的基础。相应产生的“新达尔文”进化论认为随机的基因突变是变异性的根本，也是自然选择的作用对象。

但是仍然有一个问题亟待解决：调整基因的进化论可以被接受，随之而来的就是我们都有一个共同的祖先，但是如果是这样的话，谁又和谁有联系呢？林奈的系统给了我们一种答案，以解剖相似性为基础，同时也在遗传学、

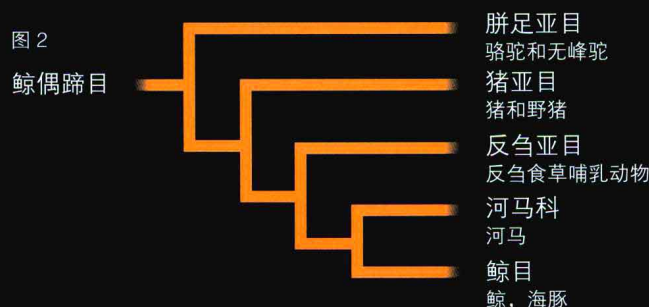
分子生物学、生理学、生物化学（它们对于进化生物学一时间变得十分重要）的作用下，种系遗传学领域发生了翻天覆地的变化。

科学家们开始在自然界中寻找新的秩序，运用传统的解剖学还有新兴学科发现有机体之间的进化关系。其结果就是遗传分类学，一门关于进化支的学科，进化支中包括一系列的有机体：祖先及其所有后代。用于总结发现的分支图叫做进化分支图（见图1和图2），我们在本书中将普遍使用这种图。

这个精彩的故事远远没有结束。新的研究毫无疑问会抛出更多的惊喜，并在看似毫不相关的群体间建立联系。但是可以肯定的是，至少在宏观细节层面，我们已经有了一个关于地球上动物生命的相当完整的图景，以及无数形态之间的相互关联。这些知识对于一些现实目标来说是无价之宝，比如说：流行病学、疾病控制、环境保护等。但是这些进化支和世系的科学术语只是地球上生命的一个方面。随着内容的不断呈现，你会发现干瘪的数据并不能概括动物世界令人惊叹的美丽和无与伦比的多样性。



进化分支图从根本上来说是一种根部代表共同系，从左至右逐渐演化的分支图。末端代表后代的物种。树上的节点表示了共同的祖先。在这个例子中，物种A、B、C有一个共同的祖先节点x，节点y指出了物种A和B的共同祖先，但并不包括物种C。A和B以节点y为中心形成了一个进化支，而另一个以节点x为中心的进化支包括了所有三个物种。在更复杂的进化分支图中，可以看到嵌套的进化支组。



对于进化支系统的介绍已经引出了一些有趣的进化细节。虽然林奈的系统可能会把鸟（鸟纲）和恐龙（恐龙总目）放在两个不同的种群中，但是最近的研究表明，鸟是从恐龙繁衍而来的，所以应该属于恐龙总目的一个进化支。同样，在遗传分类学之前，生物学家相信鲸是从一种灭绝已久的叫做钝肉齿兽的食肉动物进化来的。但是新的DNA分析表明，鲸和一种无论如何也让人联想不到的动物形成了一个进化支（即，与它亲缘关系最近的动物），那个动物竟然就是河马，而且河马和鲸都和长颈鹿等反刍动物的关系很近。基于这些信息，科学家们推断，鲸的祖先会有很多与它相关的动物类似的解剖学特征，包括一种叫做“双滑轮”的特殊种类的踝关节。最近的化石发现证实了这个推断和这种进化支——化石中可以看出鲸的祖先还保留着它们的后肢，而且这些古老的骨头清楚地显示出反刍动物进化支的双滑轮踝骨。

这本书就是要带领读者穿越这些复杂的分类迷宫。我们会从最简单的单细胞生物开始，慢慢穿过各种各样的生物族群，它们通常在形态和行为上的表现越来越复杂。同时还有进化分支图让我们迅速了解各种主要动物形态的进化联系和它们之间的关系。

不同的动物种类根据门来分类，这在大多数情况下和非专业的分类一致，比如：蠕虫、海星、昆虫等。但是，当我们接近脊索动物门更为复杂的多细胞动物时，所涉及的众多物种就需要我们更加专注，所以需要把分类单位降为纲。哺乳动物非常具有代表性，它的物种被分成更低层的分类学种群：产卵动物、有袋动物和胎盘哺乳动物。胎盘哺乳动物（真兽亚纲）的种类尤为众多，我们在此还需要在分类学的范围上继续缩小到“目”的层级。

¹ 即子代性状永远与亲代性状相同的遗传方式。——译者注

原核生物与真核生物

所有的生物都是由细胞组成的，它是生命活动的最小单位。本质上，它们是装有一种有机材料袋子（细胞壁）里的一组分子。细胞内的结构提供了呼吸、同化、繁殖和其他生命进程的功能。病毒并没有细胞，但是它们通过宿主细胞来达到繁殖的目的，所以它们并不属于这个特定的分类。不是所有的细胞都是相同的。一些主要结构的有或无把所有的细胞分成了两类生命物质存在——原核细胞和真核细胞。

原核生物出现在地球历史的早期，大约 35 亿年以前。在六个界的生物中，它们占据了两个——真细菌和古细菌。原核细胞的结构最为简单，它是由细胞膜和细胞壁包围着的一组分子。真细菌的形状各不相同，这些形状用来给真细菌界中不同的种群命名——比如，杆菌是杆状的，球菌是球状的，而螺旋菌是螺旋状的。

古细菌可能是地球上最奇怪的生命。比如说产甲烷古细菌，它生活在海面以下 3 千米的地方，在 85 摄氏度高温的火山口也能成活。这种奇怪生物的基因组有 1738 组基因，其中 56% 科学界仍然很陌生，而且和其他任何生命形态也并无关联。

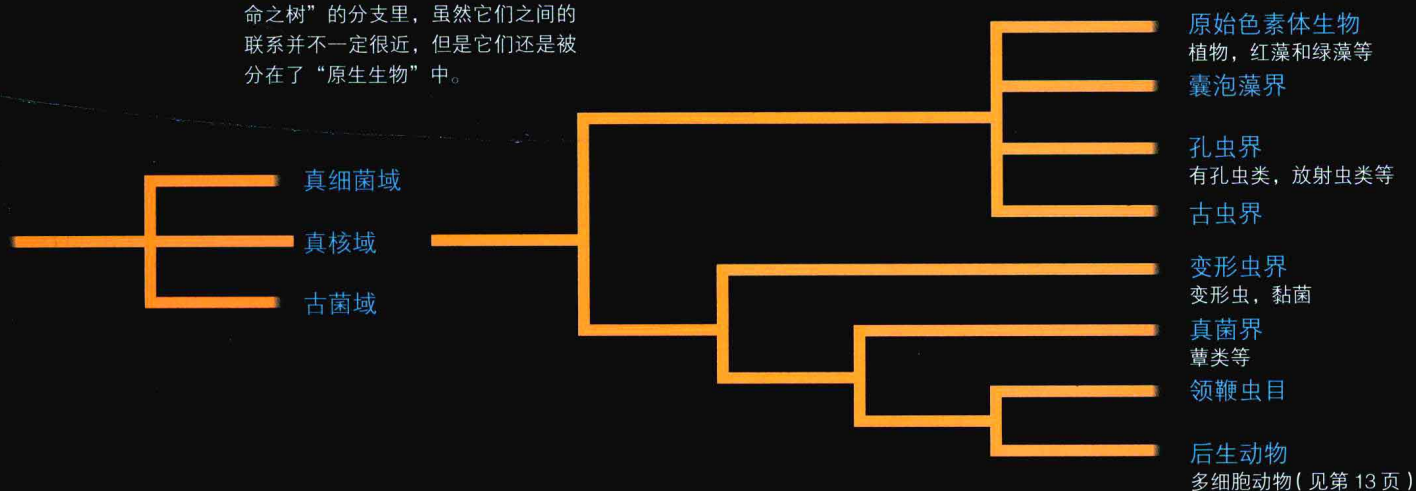
虽然所有的原核生物结构都很简单，但是它们中有一些有光和色素（叶绿体），而另一些有鞭子一样的用来移动的“鞭”毛，或者粘附基质用的菌毛（纤毛）。但是它们没有像真核生物那样复杂的细胞器。

剩下的四种真核界包括原生生物界、植物界、真菌界以及本书的重点——动物界。不像由“一袋分子”组成的原核生物，真核生物体的细胞有明确的“细胞骨架”，由微小的细管和纤丝构成的支架使细胞有了形状，并可以运动。同时这个结构也作为基础，支持着真核细胞的第二大发明——细胞器。

顾名思义，这些结构是细胞里的微型“器官”，它们负责不同的功能。细胞核被细胞膜所包围，几乎包含了细胞所有的基因材料；内质网是一个小型蛋白加工厂；而高尔基体则将酶和其他细胞生成物从细胞内运送到细胞之外。

像原核生物一样，一些真核细胞也有叶绿体，另外还有一个新结构——线粒体，它是细胞的发电所，为细胞过程提供可用的能量。奇怪的是，这两种细胞器显示出在地球的早期历史中存在着真核世界和原核世界的某种联盟；这种不同生命形态之间团结协作、互惠互利的关系，被称为共生的“社会契约”，我们会在今后的讲述中经常看到。

生命之树 在基础层面上，根据细胞的复杂程度和它们的生物化学特性，生命被划分成三类有机体——真细菌、古细菌（它们并称为原核生物），以及拥有细胞核的真核生物。真核生物本身分成几个种群，包括海克尔传统“三界”生命理论所涵盖的植物、真菌和多细胞动物。无数其他种群的微生物也被归纳在“生命之树”的分支里，虽然它们之间的联系并不一定很近，但是它们还是被分在了“原生生物”中。



通常认为，线粒体是由不小心闯入真核细胞，却意外发现里面环境很适宜的好氧细菌进化而来。而这个被包裹着的细胞也受益于这种细菌。同样，真核叶绿体也被认为是由进入细胞的蓝藻细菌演化而来。

这些演化的证据确凿。不像其他细胞器，如高尔基体，可以被细胞重新制造，一旦没有了叶绿体或者线粒体，细胞就不能重新制造它们。这是因为叶绿体和线粒体通过完全独立的基因组完成繁殖，而且这些基因组从各个角度上看都和细菌的基因组合完全相同。另外，这两个细胞器的蛋白质合成方式也是细菌式的。更进一步说，有些作用在线粒体和叶绿体上的抗菌药物丝毫不会影响真核细胞的其他功能。

因此，我们似乎可以想象，在 15 亿年前即将出现真核生物的时候，有一种原始的细胞“吞噬”了——并非消化吸收——这些原核细胞，而且得到了相当大的好处，以至于这种复合生物，这种新进化的真核细胞从此走上了兴旺繁荣的道路。真核细胞的崛起产生了植物和真菌，以及所有我们称为动物的生物。

自德国博物学家恩斯特·海克尔在 1866 年第一次创造了“原生生物”这个词起，它就被用在了很多地方。今天，它所指的是可以独立生存的单细胞真核生物，以及集群中所有细胞都完全相同，没有不同组织类型分工的群落型真核生物。

10 原核生物与真核生物

原生生物

从进化支的角度来说，原生生物的定义令人非常不满意，因为它从结构出发，囊括了太多没有关联的形态。目前的分类学十分不固定，毫无疑问，当更多生物的基因关联被逐渐阐明时，它将变得极其复杂。但是目前，除了最为专业的研究，保留这个分类仍是很合理的。

尽管它们体积很小，但是原生生物可以呈现出一些美轮美奂的形态。放射虫是一种海洋浮游原生生物，它有一副透明的乳白色骨架，并呈现出惊人的对称感。它的骨架可以呈现很多形状，不过多数是球形、圆锥形或是火箭形的。它们的尺寸通常在 20 ~ 400 微米之间（1 微米等于百万分之一米）。这个生物群从 5 亿 4 千万年前的寒武纪开始到现在就几乎没什么变化。

多数放射虫作为独立的个体生存，但是有些物种可以形成由完全相同的细胞组成的群落，长度可达一米。它们的种类在赤道周围尤其丰富多样，特别是在上升流区域。

相比之下不那么漂亮，但是对于人类来说更为重要的是眼虫门，它根据眼虫藻命名，是一种没有细胞壁，可以在它生活的池塘中用单个鞭子状的“鞭毛”自由移动的单细胞原生生物。因为有一些眼虫藻拥有叶绿体，所以它们起初被划分成植物，但是最新的 DNA 分析表明眼虫藻既不是

植物，也不是动物，而是介于两者之间的某种生物——最早期的真核生物现存的直系后代。

这个种群里面的布氏锥虫，正是骇人的非洲昏睡病的起因。还有其他几种人类疾病也是由原生生物造成的，包括由疟蚊传播的疟原虫导致的疟疾，而疟疾差不多是造成最高死亡人数的传染性疾

病，即使在今天，它仍然使撒哈拉以南非洲每年大约一百万人丧生。

原生生物还可以造成严重的经济影响，特别是在渔业和农业方面。海洋中的鞭毛藻类有时会以指数型速度繁殖，从而引发赤潮杀死大批鱼群并污染海洋食品。1845 年的爱尔兰马铃薯饥荒，饿死了将近四分之一的人口，而这一切的始作俑者就是原生生物致病疫霉，它能产生马铃薯晚疫病并彻底摧毁了爱尔兰农民赖以生存的农作物。

但是，在进化的过程中，这些简单的单细胞生物是如何变成主宰地球的后生动物这种大型复杂的多细胞动物（包括我们人类）的呢？它们肯定是以某种方式聚到一起，集成简单的种群，从而向更复杂的形态进化。

我们可以把这视为当今物种进化的铺垫。团藻是镶嵌在粘液鞘里的球状细胞群（从 500 到上千规模不一）。每个细胞有两个从粘液中突出的鞭子状的“鞭毛”，所以它们推动着整个细胞群。

大一点的细胞群中，有子细胞在母细胞里打转，像嵌套在大世界中的小世界一样。团藻在球体前端的“眼状斑点”展示出细胞功能分类的迹象，“眼状斑点”的作用是指引生物（或细胞群）到更光亮的地方去。与此相对，球体后端的作用是生成子细胞。

团藻似乎在不改变其形状的情况下，达到了一群细胞组成的球体的最高水平。虽然它已经以这种形式存在了数千年，但这种生物进化到此也就到头了。

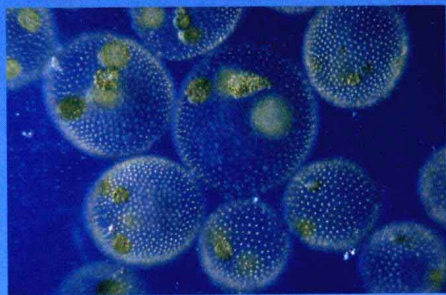
真正通向多细胞动物之路的似乎是另一群简单的原生生物。领鞭虫目包含有 150 个相似的物种，在海洋和淡水环境中都有它们的身影。它们是单细胞原生生物，得名于一圈围绕着一根鞭毛的微绒毛，就像领子一样。这根鞭毛有移动和获取给养的双重作用，它产生的水流可以促使食物微粒吸附在微绒毛上。

我们可以看到，单个的领鞭虫和最原始的后生动物的细胞有着惊人的相似点，那就是海绵状物。事实上，这个群落里的一些成员，比如原绵虫，在一部分生命周期中是群居的。这些半群居的领鞭虫类可能在外表上和所有后生动物的祖先非常相似。对于地球上的许多生命来说，领鞭虫类是它们的起点。

Cyanobacteria
叠层石

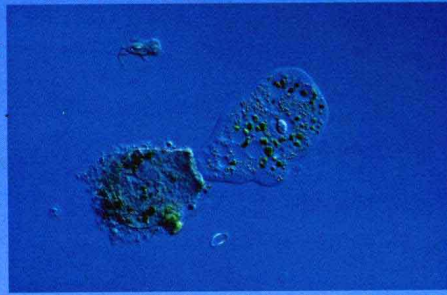
这些西澳大利亚州鲨鱼湾的一层层“岩石”，是上千年来蓝藻细菌捕捉到的沉积物微粒。





Volvox globator
团藻属

这个物种形成带有“子细胞”的球形群体。母细胞分解后，释放了它的“后代”。



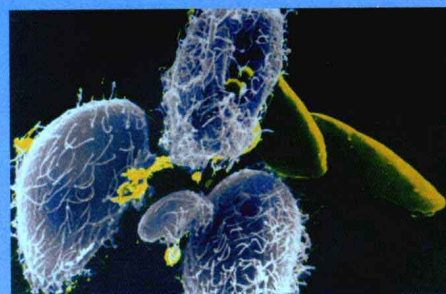
Amoeba proteus
变形虫

它们生活在池塘泥沼中，这些单细胞生物在休眠时很容易被误认成有机体残骸。



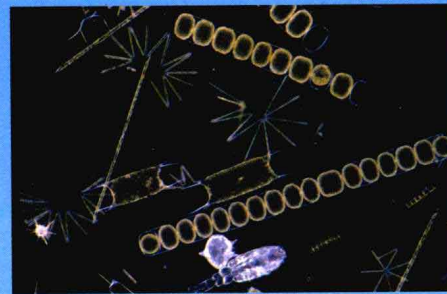
Amoeba proteus
活动中的变形虫

当活动时，变形虫可以利用伪足（细胞质的“手臂”）较快地移动，伪足也可以用来诱捕猎物。



Euglena gracilis
鞭驱动原生生物

在电子显微照片中的两个绿色菱状物就是眼虫藻。鞭状纤毛在前面的纤毛虫中更为明显。



Protista
各种原生生物

每一滴水或海水中都有一系列令人惊异的矽藻、鞭毛藻和放射虫。



Phytophthora infestans
马铃薯晚疫病

这个原生生物感染马铃薯的叶、茎和块茎，并使这种毁灭性的作用飞速传播。



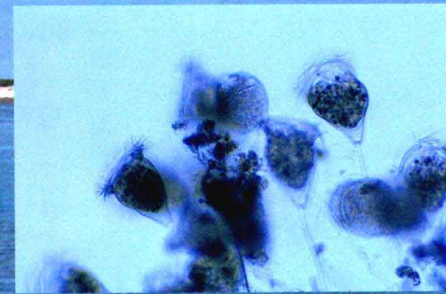
Euplotes patella
膝盖骨原生虫

这种淡水纤毛虫经常被用在检测水质量的化学毒性试验中。



Stentor polymorphus
喇叭原生虫

这个漏斗状的原生生物在前端有一圈纤毛，用来把食物扫进食道。



Campanella umbellaria
静态捕食者

这些原生生物通过肉茎可以吸附在其他物体的表面。它们碟状前端周围的纤毛产生漩涡以吸入食物。

多孔动物门

海绵动物（多孔动物门）是一个非常古老的种群，它似乎在很早的时期就已经从后动物的主流进化中分离出来。化石海绵在前寒武纪晚期（大约 5 亿 5 千万年前）就已经出现了，成为已知最老的动物化石，并有 900 多个种类。从那时开始，海绵动物就开始兴旺地繁衍，已有 5000 个物种分布在 3 个不同的种群中：六放海绵纲（硅质海绵），寻常海绵纲以及钙质海绵纲（石灰海绵）。

这样成功的生物，基本的海绵身体构造却是惊人地简单，都是由一群表面布满了小孔的细胞组成。水从开口吸入，细菌和其他有机物质通过过滤，成为食物，而废水则从大一些的孔排出。它没有嘴，这在动物中可算是十分独特的。每天穿过海绵身体的水量大得惊人，最多可达它自身体积的 20 000 倍，而整个过滤的过程也是非常高效的：有些海绵可以捕捉水中大约百分之九十的细菌。海绵身体的简单本质也使得氧气和废弃物可以轻易扩散。

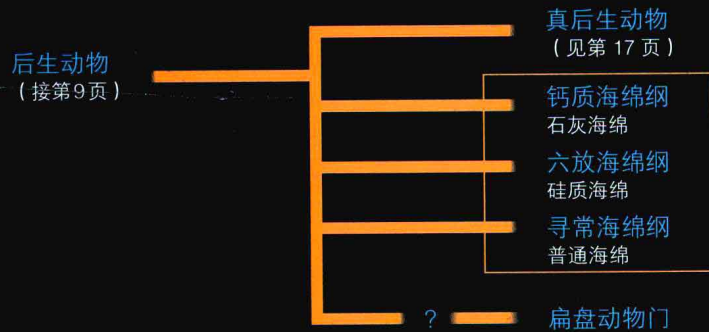
海绵动物身体的细胞组成揭示了它的本源：它们几乎和我们认识的领鞭虫如出一辙。不同的是，单个领鞭虫是利用自己的鞭毛在水里面移动，而海绵动物的细胞形成了一个群体，它利用上百个独立鞭毛的协调搏动来把富含营养的水拉进身体，以此来喂饱整个有机体。和它们的原生动物祖先一样，很多海绵生物都有共生体，比如绿藻或蓝藻细菌，它们从中吸取额外的养分。

虽然它们有明显的协调特征，但是单个海绵细胞却有独立生存的能力。事实上，如果海绵强行通过足够细小的滤网而分成一个个的细胞，它们不仅可以存活下来，而且一段时间后，它们还会重新组合成一个完整的海绵，有整套的进食小孔和排水孔。

它们不能移动（或者说移动得很慢——有记录的最快的海绵每天可以蠕动 4 毫米），通常通过无性繁殖。它们产生的芽体——由保护层中的若干个包的细胞组成——漂浮着并在合适的条件下发展为成年海绵。当进行有性繁殖时，海绵会放出大量的精子，看起来烟雾缭绕的。多数海绵是雌雄同体的，在不同的时期分别释放卵子和精子。它们在水流中漂流，精子被同种雌性海绵捕捉到，受精卵发育成有推动作用的毛发状纤毛的幼体，一旦被释放，就可以随着洋流旅行，把这个种群广泛传播开来。找到合适的栖息地后，幼体就会附着于基质继续成长，周而复始，生生不息。

我们大概都是从浴室中认识海绵的。它们柔软、易于吸收的材质实际上是一种骨骼，它由海绵动物分泌，并起着支撑的作用。海绵动物被沸水杀死，细胞被冲走，留下轻而多孔的骨骼，非常适于产生泡沫。其他物种分泌二氧化硅组成的硅质碎片，被称为骨针，它们彼此相互支撑形成脚手架，从而使细胞可以挂在上面。长期以来，这种错综复杂的晶格是如何由如此松散的半独立细胞聚合而成始终是一个谜。最近，有研究表明，每个细胞膜上都有感受器与骨针表面相互作用。更让人惊讶的是，人们还发现了神经元接受器和刺激神经组织的分子，这证明了海绵动物有迄今为止仍然未知的原始神经网络来调整它们的活动。总之，这些元素证明了海绵动物并不只是无组织的细胞集合体，而且还是具有明确构造的复杂动物。

最简单的动物 在后生动物或多细胞动物中最简单的物种就位于 3 种不同的海绵和其他动物——真后生动物或有特定组织的动物之间。虽然这三类海绵可能是“并系类”的（也就是说，它们并没有一个对自身来说是唯一的共同祖先），但通常被归成后生动物的一门（如方框处所示）。这张进化分支图中的其他类别是扁盘动物门。这就更成问题了，因为它们可能比海绵还要原始，或者可能（如图中指出的）对于三类海绵和真后生动物形成“姐妹进化枝”——所以进化分支图中有问号存在。



有一些海绵（枝根海绵科）已经放弃过滤进食的方式，转而采取捕捉消化整个动物的方法。它们捕捉小型甲壳类动物，这些动物的外骨骼上附有尼龙搭扣状的骨针。海绵的细胞移向那些无助的猎物，吞下它们，并把它们消化掉。

1997 年，人们发现西澳大利亚州鲨鱼湾的宽吻海豚在使用海绵作为工具。海豚会在它们的喙部戴上海绵，用来在沙质的海底找食吃时保护自己。这种行为被称作“海绵擦法”，只有在这个海湾才能见到，也几乎只见于雌性海豚身上。这是已知的除了海獭之外唯一一个海洋动物使用工具的实例。2005 年一份详尽的研究报告表明，极有可能是母亲将这一习性传授给女儿的。

海绵动物的形状、颜色和大小多种多样，小到只有几毫米的斑点状海绵，大到 1 米多高的管状海绵或 2 米宽的桶状结构。它们完全是水生生物，终生依附在岩石等坚硬的表面上。

14 多孔动物门

海绵动物

根据它们的形状，海绵动物可以大致分为两大类。包壳类海绵喜欢像苔藓那样成片地扩展，它们缓慢地在岩石上形成一层覆盖物，偶尔它们的目标也包括其他物种，诸如脑珊瑚。独立的海绵的形状最为多样化，从直立的大块象耳海绵到瘦长的圆柱状加勒比管海绵，再到巨大的桶状海绵。

包壳类海绵喜欢生活在经常受汹涌的潮汐和激流影响的湍流区域。它们扁平的形状减少了水的阻力，从而避免被从石头上撕扯下来。与此相对的是，独立的海绵栖息于更为平静的海域，这样它们就可以自由地生长出更高更复杂的形状。

虽然大多数海绵是海洋生物，但也有一些物种侵入了北美、欧洲和亚洲的淡水水域。淡水海绵通常是白色或者绿色的，有着柔软而脆弱的质地。生活在东西伯利亚古老的贝加尔湖中的一种

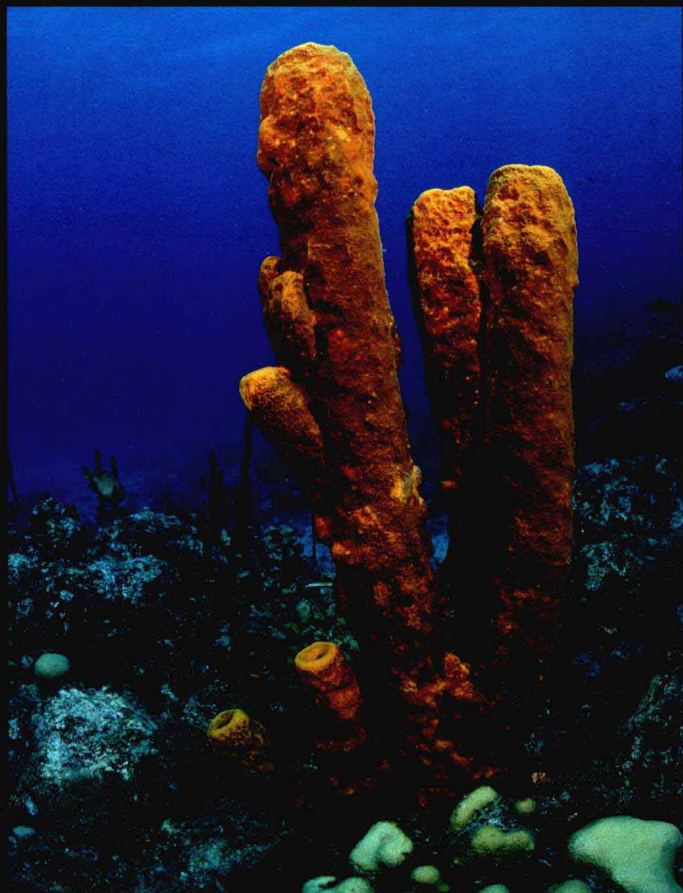
海绵，是淡水生物中的巨人。它可以达到 1 米，以粘合成长束的独立骨针所组成的骨架为支撑。

在海洋里，海绵无处不在。在所有纬度和所有深度的海域，从潮间带到深海都能见到它们的身影。在这些区域有很多捕食者：海龟、软体动物和各种鱼类都是海绵的食客。为了防止这样的攻击，海绵也各有手段，比如蓝花瓶海绵就学会分泌一种味道不佳的化合物，并把它们放在容易受到攻击的部位中。结果，其他一些海洋生物（包括某种蟹类）利用海绵做为自己的保护层，把成年海绵放在自己身上，海绵便依附在上面生长。

有些海绵的分泌物被认为是防止藻类在其上生长的手段，有些分泌物甚至还起到防晒霜的作用，保护海绵免受紫外线辐射的危害。其中一些物质也用于人类药材中。

形成海绵骨骼的锋利骨针也有威慑捕食者的作用，这在六放海绵纲或者硅质海绵的“玻璃骨骼”中被发挥到了极致。不像这个种群里的其他成员，融合的硅质骨骼使它们的身体无法收缩。但是，它们被认为是所有生物中最为长寿的，甚至可以活到 15 000 年，简直让人难以置信。

云海绵是造礁硅质海绵的一种，这种海绵曾被认为在 6 千万年以前已经和恐龙一起灭绝了。但是在 20 世纪 80 年代晚期，科学家们惊奇地发现 3 个造礁海绵的物种仍然存在于加拿大西部的赫卡特海峡 220 米深的水域。这种海绵礁最高有 18 米，可以绵延几公里。它们的年龄大概有 9000 岁。更加难以置信的是，整个海绵礁是靠着大洋底部“渗出的甲烷”为生。有一些细菌以这些气体为食，而海绵又以这些细菌为食——这些海绵礁为科学界揭示了一种前所未闻的新型生态系统。



Pseudoceratina crassa

加勒比管海绵

中空的圆柱状构造使这种海绵可以通过自身的过滤系统汲取大量的海水。



Lanthella basta

象耳海绵

这种海绵的扁平形状扩大了它的表面积，从而增加了从周围水域中过滤食物的数量。