

新闻出版总署第四次“向全国青少年推荐百种优秀图书”

青鸟文库
Qingniao Series

Why Elephants Have Big Ears

大象之耳

自然法则与生命的秩序

Chris Lavers

克里斯·莱弗斯 原著

钱 坤 翻译

刘定震 审校

凤凰出版传媒集团

江苏科学技术出版社



大象之耳

——自然法则与生命的秩序

新闻出版总署第四次“向全国青少年推荐百种优秀图书”



图书在版编目(CIP)数据

大象之耳:自然法则与生命的秩序/(英)莱弗斯著;钱坤译.—2版.—南京:江苏科学技术出版社,2008.7

(青鸟文丛)

ISBN 978-7-5345-6071-2

I.大… II.①莱…②钱… III.哺乳动物纲—普及读物
IV.Q959.8-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第091422号

WHY ELEPHANTS HAVE BIG EARS: NATURE'S ENGINES AND THE ORDER
OF LIFE by CHRIS LAVERS

Copyright © 2000 by CHRIS LAVERS

This edition arranged with CONVILLE & WALSH LIMITED

through BIG APPLE TUTTLE-MORI AGENCY, LABUAN, MALAYSIA.

Simplified Chinese edition copyright © 2008 JIANGSU SCIENCE AND
TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

All rights reserved.

合同登记号 图字:10-2003-102 号

总 顾 问 周光召

总 策 划 黎 雪

版 权 策 划 孙连民 邓海云

青鸟文丛

大象之耳——自然法则与生命的秩序

原 著 克里斯·莱弗斯

翻 译 钱 坤

审 校 刘定霞

责任编辑 邓海云

责任校对 郝慧华

责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路47号,邮编:210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路165号,邮编:210009)

集团网址 凤凰出版传媒网<http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏省高淳印刷股份有限公司

开 本 880 mm × 1 230 mm 1/24

印 张 7.5

字 数 160 000

版 次 2008年7月第2版

印 次 2008年7月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-6071-2

定 价 19.00元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。



给科普工作插上翅膀

——《青鸟文丛》序

周光召

科学普及工作越来越受到政府和全社会的重视，这一点是不容置疑的。《中华人民共和国科学技术普及法》的颁布和实施，使得科普工作有法可依，《全民科学素质行动计划纲要》的颁布，使得科普工作的目标和实施步骤更加明确了。随着时代的不断进步，我国科普工作的内涵得到了进一步拓展，同时对科普工作也有了更高的要求，我国的科普工作已经进入一个新的发展时期。

科普工作很重要的方面是要提高全民的科学素养，这就要求科普工作在向广大群众普及科学和技术知识的同时，大力弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法。在科学技术日益发达的今天，公众的科学素养已经是世界上许多国家都非常重视的问题。对个人来说，它关系到每个人在现代社会中的发展和生存质量；对国家而言，提高公民科学素养对于提高国家自主创新能力、建设创新型国家、实现经济社会全面协调可持续发展、构建社会主义和谐社会，都具有十分重要的意义。

科普工作不是某些个人和团体的自发和业余行为，而是国家政府的事业和全社会的工程，需要政府积极引导、社会广泛参与、市场有效推动，同时还需要一支专业化的科学普及队伍。

科学普及和科学研究两者是互补的，缺一不可。科学研究工作是在科学技术的前沿不断探索突破，科学普及是让全社会尽快地理解和运用科学研究的成果。没有科学研究，将无所普及；没有广泛的普及，科学研究将失去其根本意义，科学研究也将得不到社会的最广泛支持和认同。科学家的主要工作当然是进行科学研究，但是科学家也有义务进行科普工作，促进公众对科学的理解，要充分认识到与公众交流的重要性。科学家应该愿意并且善于和媒体及公众进行沟通和交流，主动积极地把自己的科学见解和科学发明，以及科学上存在的问题告诉广大的群众。同时，公众有权利了解科学的真相，并以各种形式参与到科普行动之中，分享科学研究的成果，掌握科学的方法，理解科学所能给人类带来的各种后果。

科普工作需要科学界和传媒界之间增强交流合作。大众传媒如广播、电视、新闻报刊、出版、网络媒体等，是今天面向社会公众的主要科普渠道。在以网络为代表的现代传媒飞速发展的今天，传统的科普图书仍然有其无可替代的独特魅力。阅读一本好的科普图书所带来的启迪和乐趣，有时让人终生难忘。同时，科普图书在表达作者观点和思想方面，也有着无法替代的功能。我们要重视科普图书的创作，更要重视推广科普图书。好的科普作品通常都具备以下几条：首先是实事求是，科学公正地反映科学上的发明发现；然后就是要有很强的思想性，能够大力宣扬实事求是的科学精神，弘扬不畏艰险、勇于创新、积极向上的科学态度；还有就是能够引人入胜，生动有趣。国内外许多大科学家都积极从事科普图书的创作，比如我们大家所熟知的霍金、卡尔·萨根、高士



其、华罗庚等。他们的科普工作,同样得到社会的广泛承认和尊重。

科普工作是一项创造性劳动,需要坚实的科学功底,更需要一定的写作技巧,还要投入极大的热情和花费很多时间。所以,从事科普工作的人员都要有奉献精神。如果我们的科学家们都能认识到他们肩负着向公众普及科学的重任,在自己力所能及的条件下,努力写出一些优秀生动的科普作品,我国的科普事业必定能更上一层楼。

江苏科学技术出版社长期以来一直重视科普图书的出版工作,他们一方面从国外引进优秀的科普图书,同时也注重出版原创的科普图书,鼓励国内的科学家积极投身科普创作。《青鸟文丛》从众多国外优秀的科普图书当中精选出来一些作品,同时也有我们国内科学家的原创作品,都很精彩。这套书突出了生态意识,关注生命的本质,很有时代特色和现实意义,也很有代表性。希望能够不断出版更加优秀的作品,使这套书更加丰富多彩。

在中国古代神话中,青鸟是一个信使,用这个名字来命名一套科普图书,出版者的用意也是显而易见的。但愿科普工作能插上翅膀,为全社会多传递一些科普的信息。



目 录

前言	1
第一章 大象为什么有一对大耳朵	4
第二章 生命之路	17
第三章 生命变暖	30
第四章 热血和冷血的奔跑的恐龙	48
第五章 边缘地带的生命	71
第六章 龙在何方	90
第七章 陆地的血脉	111
第八章 乘翅而飞	127
第九章 历史的两个警告	149



前言

本书诞生于内心的困惑。当我在孩提时代对讲述野生动植物的记录片苦苦思索时,就开始了构思过程。大多数记录片由英国广播公司的博物学小组制作,这一小组由国际知名的研究学者和摄影师组成,他们的领头人是充满灵感、轻声慢语讲述故事的大卫·阿腾伯勒(David Attenborough)。像英国数百万的小孩一样,我沉醉于阿腾伯勒的记录片所揭示的自然世界的美丽并对此充满敬畏,但这也是我感到困惑的起因。例如,他的摄影工作组会在非洲的塞伦盖蒂平原上连续追踪大猎物 and 食肉动物,忠实地记录下每一次搏杀、性征服、角逐和彼此间的梳理毛发,但这只是拍摄当时的状况而已。虽然大卫在他的记录片里解释了奇异的科学理论,但他似乎从没有抓住真正显而易见的问题。

比如说,为什么在非洲热带稀树草原上被摄影机捕捉到镜头的大型动物都是哺乳动物?大象、犀牛、长颈鹿、斑马、猫科动物、鬣狗、猎犬和各种类型的让人感到困惑的羚羊,都被阿腾伯勒和他的同事用镜头捕捉到并制成彩色影片,供我们坐在椅子上观看并受到启迪,但却看不到大型爬行动物或两栖动物。我发现这尤其让人迷惑,因为我知道恐龙是爬行动物,一些恐龙还大得惊人。为什么大型陆地爬行动物生存于白垩纪而不是现在的非洲?而且我清楚地记得动物百科全书里说,大型陆地爬行动物几乎到处都很少。整个星球上剩下的大型陆地爬行动物仿佛只包括五种蛇、一些巨型龟和来自马来西亚群岛的一种吃水牛的蜥蜴。为什么会这么少?相反,阿腾伯勒的

记录片清楚地说明生活在河流或湖泊中的最有代表性的大型动物是鳄鱼和各种海龟。大型哺乳动物占据了陆地,而水中则全是大型爬行动物。为什么?

我想,或许这与哺乳动物是热血动物,而爬行动物是冷血动物有关。也许因为水消耗生命的热能,所以热血动物很难在水中维持生命。这就是非洲的河流中全是鳄鱼而没有羚羊的原因吗?开始会觉得这个想法不错,可我的百科全书中清楚地讲明,世界的海洋里到处生活着热血的海豹和鲸。“淡水亲近大型冷血动物,而干燥的陆地和海水亲近大型热血动物”,这根本讲不通。

使事情变得更为错综复杂的是,这些规律只适用于特定体积大小之上的动物。当大卫和他的同事们将大镜头伸到岩石下面、洞穴或树洞里时,各种各样的四脚动物就会进入眼帘了。热带森林的隐匿处蜷居着大量小体形的冷血的青蛙、蜥蜴和蛇,以及热血的鸣禽、老鼠和地鼠;冷而湿的地方是小型两栖动物泛滥成灾的地方;沙漠里生活着各种小爬行动物;当动物体形变小时,冷血的特性使它们在生存竞争中更容易胜出。为什么呢?

我来到地方公共图书馆,寄希望于能找到简单易懂的解释,如:为什么哺乳动物会是陆地上最大的动物?为什么爬行动物是淡水中最大的动物?为什么这些优势的规律随着动物体形的变化而变化等等。可结果不尽如人意。有关博物学的非常有限的几本书都是泛泛而谈,充斥着图片和叙述,再也没有更多的东西了。当时要想接受更高等的教育还不太可能,但我自己暗下决心,只要能考上大学,我就会好好浏览大学图书馆书架上的书,寻求答案。我终于做到了。可我的大学图书馆里的书没有多大参考价值。大多数书都专注于某些特别科目中的细枝末节——动物生理学,生物物理学,遗传学,种群生态学,古生态学……而跳过了大自然进程中非常明显的一些问题。有的书中会有一些有趣的线索,但没有一本书是直面这一问题的。随着这些线索的渐渐累积,关于孩提时代恼人问题的可能解决办法慢慢浮现出来。科学研究就是这样,一个人钻研得越深,就越困惑。于是我不得不研读各种书籍并拜访有识之士,为许多成年人才研究的问题寻找答案。你现在阅读的这本薄薄的书,便是我这 25 年来在学术上探索的成果。

研究这些论题最让人高兴的是自己内心不断得到确认,我们这个星球上许多广泛的生命模式可以用一些简单的生物学原理来解释。其中重要的一点是,动物所需养料的层次对其生活方式有着决定性的影响——这是“自然界的引擎”。



动物种类不同,对养料的消耗也大不相同,相同种类不同体形大小的动物对养料消耗的差别也很大,虽然生物储存及分配能量的方式令人眼花缭乱,但达尔文理论却是永恒不变的:优胜劣汰。可随着地点和环境的不同,需求养料的最佳方式也随之改变。某些种类的动物,因其进化历史的迂回曲折,从而获得了适应某一特定环境的身体机能。因此存在着一种生命的自然规律和法则,它表现为处理能量的不同方式,某种生物在这个地方是采用一种需求消耗养料的方式,而另一种生物在另一地方就完全不同。达尔文的物竞天择的理论告诉了我们这个星球上的生命为何如此绚丽多姿,并衍生出一个美丽的生命秩序。让我们随着本书游弋于这千姿百态的生命和那美丽的生命法则之中。

第一章 大象为什么有一对大耳朵

想一想大象的奇妙之处：它们体重达 4~7 吨，足足是地球上其他任何陆地动物的 2 倍。它们有 3 米长的鼻子。非洲大象的耳朵最大，超过了历史上所有曾经存在过的动物的耳朵。几乎所有陆地哺乳动物的身上都长有毛发，而大象却属例外。它们的前牙能够长到 3 米长，200 千克重。试想有那么一种动物，不用弯腰，就可以用它的牙齿给膝盖挠痒痒。通过游览动物园，阅读书籍和收看电视节目，我们已很熟悉它，以至于对它熟视无睹，认为它确是动物进化的一大成就，作一全面的考虑也仅此而已。

这里的目的是要剖析大象，解释它为什么会进化成这副模样，而不是说因为它名叫大象所以就是奇特而吸引人的动物。大象是探究动物王国中动物大小及对能量利用的最佳起点，因为它们是目前在地球上行走的最大的动物，也因为它们的新陈代谢机制运作起来对能量的消耗量也是动物中数一数二的。一旦了解了这些“耗油极大的庞大机车”的工作方式之后，我们很快就会懂得为什么老鼠是有毛发的，为什么老鼠没有长成形状像鸟或蛇一样的哺乳动物，为什么最小的脊椎动物是蜥蜴和青蛙，为什么“金刚”永远爬不上纽约的高楼……。最后，对大象身体运作机制的认识，将引领我们了解地球生物在过去 6 500 万年里所发生的最深刻的动荡，这是一次人为的危机，使生物圈徘徊于全球灭绝的边缘。但我们还将向前跳跃。我们对大自然的引擎和生命规则的探索将从地球上最大的陆地动物开始。要了解这些健壮的生物，我们首先必须探究成为“大块头”会具有的生物学层面的重要意义。

和大多数动物一样，大象体形奇特，难以测量，因此，为了便于说明，让我们将其想像成一只香瓜。一只香瓜直径约 16 厘米，或者说宽度是一只橙子的 2 倍。线性度量只是说明两个物体相对大小的一种方式，但不是我们仅有的比较方法。例如，一只香瓜的表面积是一只橙子的 4 倍。将香瓜切开，其横截面面积也是橙子的 4 倍。球形物体的面积——表面积或横截面面积——总是遵循这样的度量标准：宽度是 2 倍，面积就是 4 倍。然而香瓜的体积就是橙子的 8 倍，因为香瓜



和橙子里面主要都是水分,而水分不论来自哪里,其测量方法都是一样的,所以体积和重量自然都是同样的测量方法。这样香瓜的宽度虽然只是橙子的 2 倍,可重量却是它的 8 倍,果汁含量自然也是其 8 倍了(图 1.1)。

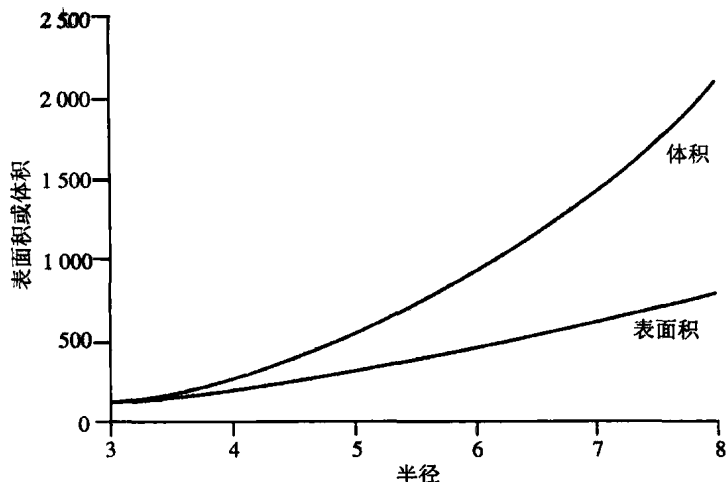


图 1.1 当水果、球或其他球形物体的半径加倍时,其表面积增为 4 倍,体积和重量则变为原来的 8 倍。对于形状不规则的固体,增长的因素不那么简洁明了,但总体规则不变

不论是何种物体,只要它们大致形状相同,这一长度、面积和体积之间的关系图表就适用。这也适用于逐渐变大的物体。4 厘米长的鱼,体重要增为原来的 2 倍,该怎么办?只需增长约 1 厘米。一只鸵鸟蛋的宽度仅是一只鸡蛋的 2.5 倍,可它的含量却足够煎 25 个鸡蛋饼。长度上小小的增加就可导致面积的大大增加,以及体积和重量上成几何级数的增加。

这些几何学上的规则如何影响动物呢?图 1.2 给出了一头非洲大象头盖骨骼的特定镜头,图 1.3 展示了体形相当的一头大象和一只瞪羚。两种生物之间的许多解剖差异一般都明显地不顾及其比例大小,可对它们在高度和长度上加以规定后,就容易对不同身体部分的形状

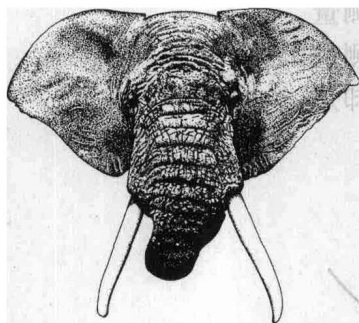


图 1.2 一头非洲大象的头盖骨骼

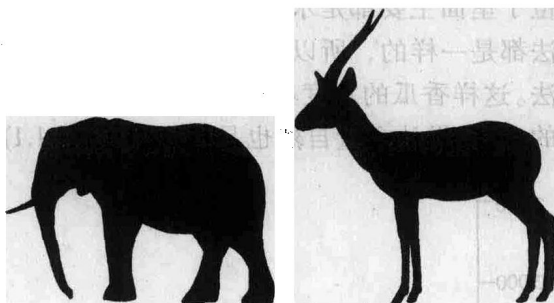


图 1.3 体形相当的一头大象和一只瞪羚

和相关大小进行直接的比较了。和瞪羚相比,大象有着更为粗壮、挺直的大腿,短而更加有力的脖子,一个巨大而拉长的鼻子,但很明显没有毛发,当然还有一对相当夸张的大耳朵。奇妙的是,所有大象的典型特征都是面积和体积之间比例关系的体现。在地上行走,腿骨力量主要取决于它的横截面积,腿支撑着动物的全部身体重量。想像一下,若是有一只瞪羚身体各部分的比例不变,却长到大象那么大,会有什么后果发生?身高增长 1 倍,骨骼的横截面积就会增为原来的 4 倍,而整个动物的重量就会增为原来的 8 倍。瞪羚的个头还没来得及增高 1 倍,恐怕它的骨骼就会在地心引力的作用下不知断过多少次了(腿里的肌肉和肌腱或许会先承受不住)。在数万年的时光里,大象确实是从像瞪羚那样大小的动物进化而来,因此必须解决骨骼力量的问题。当它们在漫长的进化过程中逐渐变大时,其腿骨不成比例地迅速变粗,以承受变大的身体负荷,这就是为什么大象的腿比瞪羚的腿要粗壮结实的原因。但骨骼变粗并非全部的解决办法。大象的腿和其他身体部分都按照极其不寻常的方式去发展,这解释了它们为何无法像许多体形较小的生物一样适于运动。

瞪羚有着几乎所有移动迅速的哺乳动物都具有的腿骨大小比例标准。它们的前腿就像我们人类的一样:笔直,在中间有一关节。然而这中间的关节不是膝盖,其作用相当于我们的腕关节。关节下面的腿骨如同我们手掌的掌骨,而我们的肘就相当于动物和胸腔相连接的腿骨。撇开其他骨骼不论,直腿是相当有用的,因为它不需多少肌肉就可支撑身体。但瞪羚的后腿就不一样了。后腿往下一半的地方有一个往后弯曲的关节,其作用相当于我们的踝关节。膝盖则又非常接近躯干,通常被皮毛掩盖着。这种骨骼的长法使瞪羚和其他善于奔跑的哺乳动物有着奇怪的外观,



即前腿向前弯曲,而后腿则向后弯曲。瞪羚后腿上的关节没有一个是笔直的,关节的连接也不像我们人类的,这意味着必须要耗费体力防止身体倒下^①。如果笔直的关节更为经济俭省的话,那为什么瞪羚会有弯曲的后腿呢?

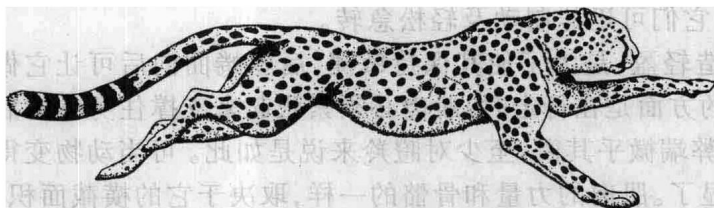


图 1.4 猎豹奔跑的跨度相当大,因为它有相对较长的腿和灵活的背。身体完全伸展时可以 and 地面保持平行

瞪羚是最棒的奔跑动物,它们必须如此,要知道像猎豹这样超级快速的食肉动物将其看成移动的贮肉仓库(图 1.4)。它们在生命的危急时刻都要迅速奔跑,因此就不难理解瞪羚后腿的构造了。最高速度是重要的,可对于相对较短的追逐来说,加速和回转能力或许更加关键。人类赛跑选手知道,要想获得最高的加速度,当枪声响时,他们应该保持蹲伏的姿势,然后拿出爆发力蹬腿。对短跑选手来说,0.1 秒甚至 0.01 秒就是胜负的分水岭,可对于长跑选手就不是这么一回事了。这就是为什么短跑选手必须双手着地起跑,而马拉松选手则不必如此的原因。如果要想成功逃避食肉动物的利齿的话,加速度自然就是关键中的关键。瞪羚后腿的构造使它永远处于蹲伏状态,随时随地一触即发。后腿的弯曲使其比前腿稍稍长一点,让其一跃而出的距离最大化(其他靠爆发力起跳的动物,如青蛙和蝗虫,也是利用同样的原理)。另外,瞪羚受惊后更多的是爆发出一连串的跳跃而不是奔跑。每一次跳跃后,后腿自动蜷缩成原先的姿势为下一次跳跃做好准备,而不必花费肌肉的力量将腿拉成弯曲的状态。这种弹性回缩生理机制

^① 一些物种有复杂的腿、腓状肌肉和韧带的构造,这使它们在站立时后腿处于一种锁定状态。必须将这一机制解开后动物才能行走。

节约了能量,缩减了腿的重量并缩短了每一次为挽救生命而跳跃的时间间隔。

瞪羚的腿还特别瘦,因为腿部肌肉都集中于躯干。试想脚踝绑上 5 千克重的东西做 100 米的疾跑或飞快的急转会是什么情形? 相比之下,瞪羚肌肉安排头重脚轻的便利之处就显而易见了。在脚跟处,腿的重量是尽可能轻,移动时可划出最大长度的弧线,使得它们可迅速制动及轻松急转。

因此瞪羚的腿部构造轻盈,是为了使其保持敏捷,后腿蜷曲向后可让它做突然爆发的动作。不利的方面是在行走时,肌肉必须紧张起来支撑住身体的后部。但和益处相比,这一弊端微乎其微,至少对瞪羚来说是如此。可当动物变得更大时情形就不那么明显了。肌肉的力量和骨骼的一样,取决于它的横截面积,但它的任务是支撑、抬升、降低或移动身体。如果动物身高增加 1 倍而体形不变,那体重会变为原来的 8 倍,而肌肉的横截面积仅会增为原来的 4 倍。换句话说,若瞪羚按其身体比例发展到大象那么大,它的身体后部或许就支撑不住了。

当然会有许多调整来阻止这种情形发生。肌肉会以极大的比例膨胀,以保持弯曲的身体后部的运动便利。有一些恐龙,如三角恐龙(图 1.5)和大象一样重,但却有着弯曲的后腿,一些古生物学家认为它们能够像今天的犀牛一样飞奔。或许三角恐龙和庞大的食肉动物如霸王龙(图 1.6)共存的事实,能说明为什么强有力的弯曲后

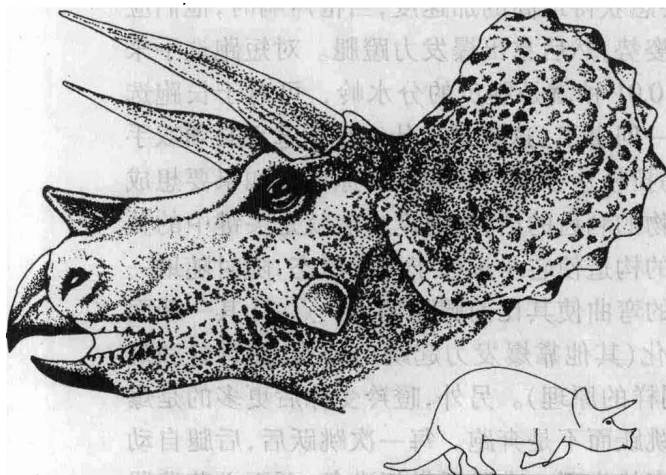


图 1.5 食草的、体形如大象一般大小的三角恐龙,其弯曲的后腿表明,这些动物或许能像犀牛一样疾驰,从而躲开侵犯它们的动物

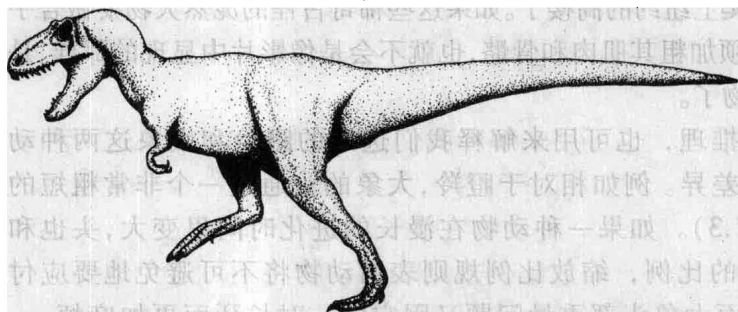


图 1.6 三角恐龙和其他白垩纪后期大型食草动物的主要天敌——可怕肉食动物霸王龙。身长 12 米

腿是独特的优势。然而大象采用的解决办法是完全取缔弯曲的后腿,代之以和它们的前腿一样笔直的后腿。这一构造节省了很多肌肉的力量,但同时牺牲了速度和加速度:由于有着笔直的腿和庞大的身体,大象成为惟一不能疾驰的陆地哺乳动物^①。当它们走动时,4 条腿像 4 根圆柱一样前后摆动,因此大象全速前进时的模样比瞪羚和猎豹要显得笨拙。但成年大象和瞪羚不一样,不会受到食肉动物的追捕(除了人类),也和猎豹不一样,它们是食草动物,因此不会有什么十万火急的情形让它们奔向或远离某些东西。它们腿骨独特的构造或许是一个很好的折衷。

面积和体积之间的比例关系,是解释与任何一种大型动物都有关系的许多身体结构及运动问题的基础。动物成长时会进行一些调整,来解决体重增长远远超过肌肉、肌腱和骨骼力量增长这一实际问题。就凭这一点,我们就有理由对涉及到动物变大这一方面的电影上演的情形产生怀疑。在这些科幻电影中,哥斯拉看起来像长满鳞的暴龙,金刚像大猩猩,但动物要达到如此庞大的程度必定还需要有些身体的变化。哥斯拉靠着细长的两腿支撑体重,一定不会像电影中那样跑得那么快;金刚凭借其动力不足的肌肉想要拖着身体攀爬

① 因为身体巨大的重量和惯性,大象在灾难降临时要比小生物更为无助。一位生物学家曾说,如果让大象像老鼠一样跳跃,它就会在起跳时折断腿,再被自身的惯性冲击压垮。强健的骨骼支架可以让大象笨重地行走,但在走动时它们非常谨慎。例如,伦敦动物园里老年大象的围栏有一道浅浅的壕沟,将大象和观众隔离开来。这道壕沟浅得可笑,但却足以阻止大象穿越。野生大象可以跨越陡峭的斜坡,但它们是极为小心的,通常是屁股着地,前腿分开作为支撑。

必定困难重重,更不必说爬上纽约的高楼了。如果这些稀奇古怪的庞然大物要做合乎自然法则的运动,它们必须加粗其肌肉和骨骼,也就不会是像影片中显现的那样,是毛发光滑、令人恐慌的动物了。

这个和比例有关的推理,也可用来解释我们选定的瞪羚和大象这两种动物之间其他解剖学上的差异。例如相对于瞪羚,大象的头通过一个非常粗短的颈部和躯干相连(见图 1.3)。如果一种动物在漫长的进化时间里变大,头也和身体其他部分保持同样的比例,缩放比例规则表明动物将不可避免地要应付一个相当笨重的头部。而大象头部重量问题又因它的一对长牙而更加麻烦:一头成年大象下颏^①后部的 4 颗臼齿有 12 厘米宽,35 厘米长,相当沉重。它们能轻而易举地嚼碎全身都布满 10 厘米长刺的刺槐。大象牙齿的大小和咀嚼功效非常关键,因为它们必须要吞下大量的食物以保持庞大身体的运动。例如非洲公牛每天要消耗 300 千克的植物,咀嚼是消化过程中重要的第一步工序,把植物嚼得细碎就更容易被胃里的消化液分解。

大象口腔后面的牙齿或许非同一般,但前面的牙齿就更加异乎寻常了。上门牙进化成长牙,最长的会从上颌伸出去 3 米长。这一给人留下深刻印象的结构,是用来展示性爱、威胁对手、搏斗或是和象鼻配合起来作为收集和处理食物的工具。有记载的最长的一对象牙是来自一头 1987 年在乞力马扎罗山附近被射杀的非洲象,现在保存在伦敦的国家历史博物馆里,每一根有 3 米多长,共重 200 千克。

1 吨重的头必须要靠非常强健的肌肉来抗拒地心引力,这就是为什么大象有如此粗壮的脖子。要想知道它们的脖子为什么也这么短,请想像你坐下来肘关节紧靠桌面,拿着一个重物,如一枚炮弹。这时,炮弹的所有重量都由上臂前部的肌肉以及依附在靠近肘部的前臂肌肉来支撑(肱二头肌)。接着试想炮弹是紧固在一根长棒上,并以先前的姿势拿住长棒。长棒有效地延长了前臂,使炮弹的重量远离肘部的支点。像这种将重量前移的做法会破坏性地使肱二头肌加大拉力。概括地说,如果要操控重的物体,最好不要将其悬挂在长杠杆的顶部。因此有沉重头部的动物一般只能有粗短的脖子。无论我们何时游历动物王国都会发现情形确实如此:大象、犀牛、水牛和许多已灭绝的动物,如猛犸和恐龙,它们无不遵循这一规则,其笨重的头颅都附着在粗短的脖子上。同样,所有以长脖子而闻名的巨大恐龙,其相对袖珍的头部也一样引人注目。

^① 大象早期的祖先口腔四周都有 6 颗臼齿,这和大多数哺乳动物一样。现代大象也有这些牙齿,但它们一生都在长牙。大象年轻时用到第 1、2、3 颗牙。第 4 颗牙齿长在颌的后部,当前面的臼齿被磨损粉碎后,就会前移。在 12 岁时会长第 5 颗牙,最后一颗则是在 25 岁时长。最后一颗牙齿肩负着供大象余生之用的艰巨使命,这或许长达 50 年。大象的长寿解释了其牙齿奇特的连续生长方式。如果所有的牙齿在刚出生时就长齐的话,它们就无法持续到底了,老旧、磨损的牙齿不会再有新牙齿去取代。连续的生长方式确实是这一问题的灵巧解决方法。然而这也并非绝对安全:口腔的每一边最多只能长 6 颗牙齿,当最后一颗牙齿也被磨损掉后,大象只能被活活饿死。或许出于这一原因,大象在咀嚼草料之前,通常都会用长牙的根部摩擦草料,以去除草上遗留下来的有磨损性的泥土。