

把 科 技 馆 带 回 家

有趣的透视立体书

透视奇妙的霸王龙

[英] 丹尼斯·沙茨 著
苏 靓 译

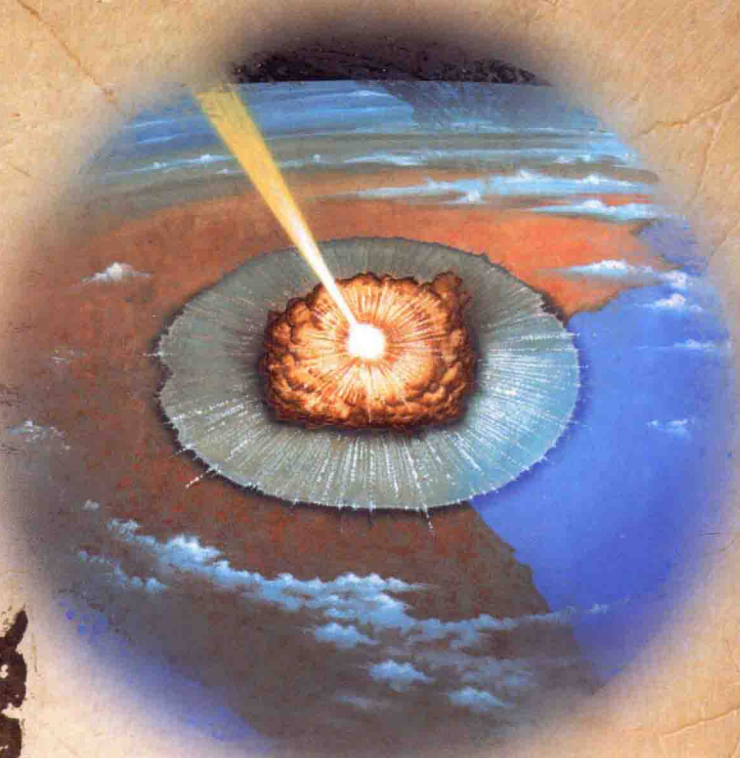
探索世界
上最著名的
的恐龙



科学普及出版社
POPULAR SCIENCE PRESS

透视霸王龙

体重达5.5吨，身长达12.2米，这是曾经在地球上生活过的最庞大的肉食性动物之一——霸王龙的身体数据。几千万年前，霸王龙称霸地球。然而据科学家推测，有一颗巨大的陨石撞击了我们今天称为墨西哥湾的地方。陨石掀起了遮天蔽日的沙尘，挡住了阳光，导致了气温的骤然降低。这一系列事件使地球上几乎所有生物灭绝，其中也包括了整个恐龙家族。



我们只能猜测霸王龙的行为和内在结构究竟是什么样子。

譬如，霸王龙是猎食者还是食腐的清道夫？霸王龙妈妈是亲自照管孩子还是让它们自生自灭？我们可以通过观察霸王龙的骨骼化石，也可以通过类比鸟类和爬行动物等现代动物来寻找线索。我们无法得知霸王龙内部结构的真正模样。

正因如此，现今仍有很多疑问还无法得到解答：

- 霸王龙有多个胃还是一个胃？
- 它们的心脏有两个心室还是四个心室？
- 它们的肺是和人类相似，还是像鸟类一样有着气囊？



骨骼系统 1

霸王龙能跑多快？

那些能够跑得很快以抓住猎物的动物，通常都有比大腿骨更长的小腿骨。而那些为行走或慢跑而生的动物的大腿骨和小腿骨的长度相似。霸王龙的两种腿骨长度几乎相等，因此，许多科学家认为霸王龙并不能快速奔跑以追逐猎物。通过电脑模拟霸王龙的腿部肌肉，我们知道霸王龙的腿骨并不能承受足够快速奔跑的肌肉力量。它所能达到的冲刺速度可达18千米/时。

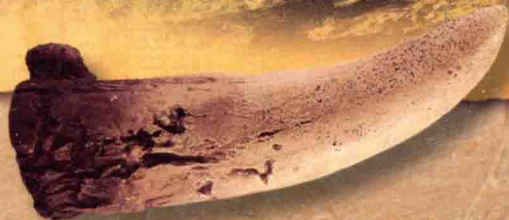
如果霸王龙找不到食物，它该如何生存下去呢？

一些科学家认为霸王龙是食腐动物，以受伤或死去的动物为食；一些科学家认为霸王龙在捕猎诸如三角龙等大型猎物时，不需要跑得很快；一些科学家认为霸王龙像狼一样成群猎食。通过群体协同合作进行捕猎，速度就显得不那么重要了。



我们是通过化石来了解霸王龙的。通过观察霸王龙的骨骼和牙齿化石，可以得到以下几个明显的特征：

- 霸王龙有用以咬合猎物的牙齿。
- 霸王龙靠两条强壮的后腿直立行走。
- 霸王龙有两只前臂，但极其短小，甚至不能够到自己的嘴巴。
- 霸王龙有一条长长的尾巴，用以保持身体的平衡。



那些短小的前臂到底有什么作用呢？

请看霸王龙的前臂。你会发现，它们短小得甚至无法够到霸王龙的嘴巴。既然这些前臂无法把食物递到嘴里，那它们究竟还有什么作用呢？如果是用来在捕猎时控制住猎物，它们又显得太短。与此同时，这些前臂也非常细瘦。想象一下，一只霸王龙正在捕猎，一不小心绊了一下并向前扑倒，它急忙张开前臂避免跌倒。科学家认为，这些前臂估计会在那近6吨躯体的重压下折成碎片。

一些科学家认为，霸王龙使用这些前臂协助自己交配。当今没有任何动物拥有类似的前臂，所以，我们无法通过对现存动物的研究来得出结论。

前臂很短小，无法抓住猎物

迄今为止，仅发现过大约30具霸王龙的骨骼化石，而且没有一具是完整的。

这是一个未解之谜。

反观诸如异特龙之类生活在霸王龙之前的大型肉食性恐龙，你会发现它们的前臂要长得多，也因此可以帮助它们进食。有些科学家相信，随着时间的推移，霸王龙这样的大型肉食性恐龙逐渐改变了体型和体征，这些前臂便慢慢地成为了无用的肢体。当然，这也可能是一个永远无法回答的问题。

和异特龙不同，霸王龙的前臂过于短小，无法帮助它们捕猎和进食

骨骼系统 2

物和霸王

恐龙头骨的孔穴分布与鸟类的头骨结构非常类似。霸王龙头骨的眼、鼻、耳等器官的开孔位置和鸟类的相同。

恐龙和鸟类有亲戚关系吗？

1861年，科学家在德国发现了保存在石中的始祖鸟遗体化石。这种生物生活在1.5亿年前。它有着和恐龙相同的骨骼结构，羽毛。近几年，通过对其他几种同样有羽毛的恐龙进行发掘和研究，大多数科学家现都认同恐龙并没有完全灭绝。它们的后代可能以鸟类的身份继续存活在地球上。



霸王龙的头骨



鸟类的头骨



在美国西部发现过一些霸王龙的化石，包括蒙大拿州、得克萨斯州、犹他州、怀俄明州、南达科他州以及新墨西哥州。在加拿大也发现过一些霸王龙的化石。

始祖鸟的遗体化石

始祖鸟是霸王龙的亲戚吗？

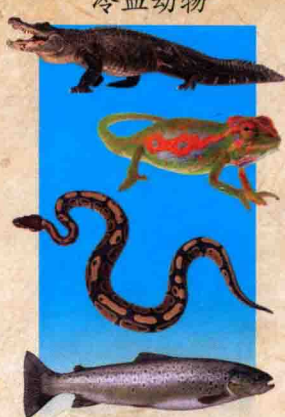
霸王龙是温血动物还是冷血动物？

温血动物能够保持恒定的体温。它们身上覆盖着的羽毛或毛皮、脂肪层以及骨头内部丰富的血流量帮助它们做到这一点。人类、狮子和狗等哺乳动物都是温血动物，鸟类也是。

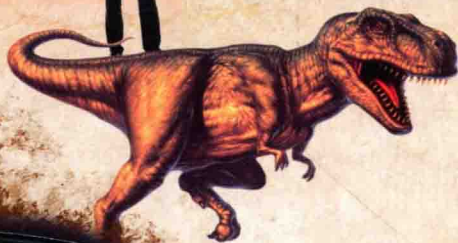
温血动物



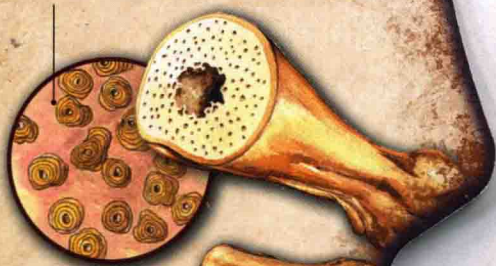
冷血动物



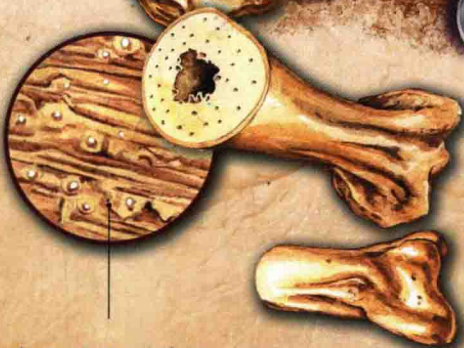
冷血动物无法保持恒定的体温。它们缺少羽毛或毛皮，脂肪含量较低，骨头内的血流量也很少。因此，冷血动物借助阳光来加热它们的身体，或通过躲避在阴影中来降低体温。蛇类、蜥蜴和鳄鱼等爬行动物都是冷血动物，鱼类也是。许多科学家认为霸王龙属于温血动物。



温血动物的骨头



冷血动物的骨头有生长轮，就像树木的年轮一样



冷血动物的骨头

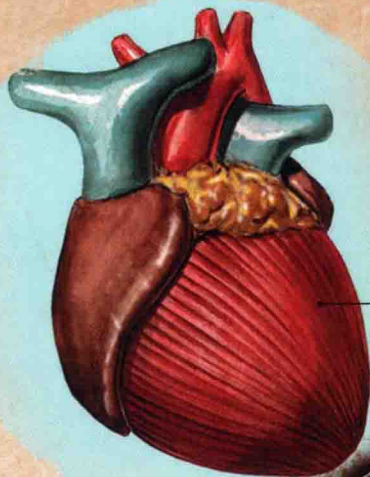
答案很可能就在骨头里！

要想知道霸王龙究竟是温血动物还是冷血动物，我们可以在显微镜下观察它的骨头。

冷血动物的骨头在寒冷的日子里生长较慢，而在温暖的日子里则生长较快，这就导致了骨头中生长轮的产生。无论温度如何变化，温血动物的骨头都会以同样的速率生长。在大多数的恐龙骨头中没有发现生长轮的迹象，这表明它们是温血动物。

循环系统

我们并没有找到过任何霸王龙的心脏和血液遗存。它们的肺部也是一样（动物的肺、心脏和血管组成了它的整个循环系统）。这些软组织在形成化石之前就已经腐烂掉了。科学家只能通过类比现今的鸟类等动物来猜测它们的真正样貌。



霸王龙的心脏可能和鸟类的很相似

- 静脉将血液带入心脏，而动脉将血液带离心脏。
- 静脉的血液流入右心房和右心室，通过它们将血液泵入肺部来获得氧气。
- 获得氧气的血液流回左心室和左心房，血液在这里被泵入动脉。



来自北卡罗来纳州的古生物学家声明，他们找到了一个恐龙的心脏化石。他们使用CT扫描仪检查化石的内部，发现恐龙拥有一颗和鸟类一样有4个房室的心脏。但是并不是每个人都认可他们的发现。

当霸王龙抬头时，它的心脏需要调整血流的速度。当头部的位
置比心脏高很多时，将心脏内的血液泵向头部将是一件很困难的事情。如果没有足量和稳定的供血提供给头部，霸王龙很可能会晕厥过去。通过研究生活在现在的类似动物，例如拥有强健心脏、厚实动脉以及长有瓣膜的颈部静脉的长颈鹿，我们可以猜测霸王龙是如何自我调整身体以解决这个问题的。



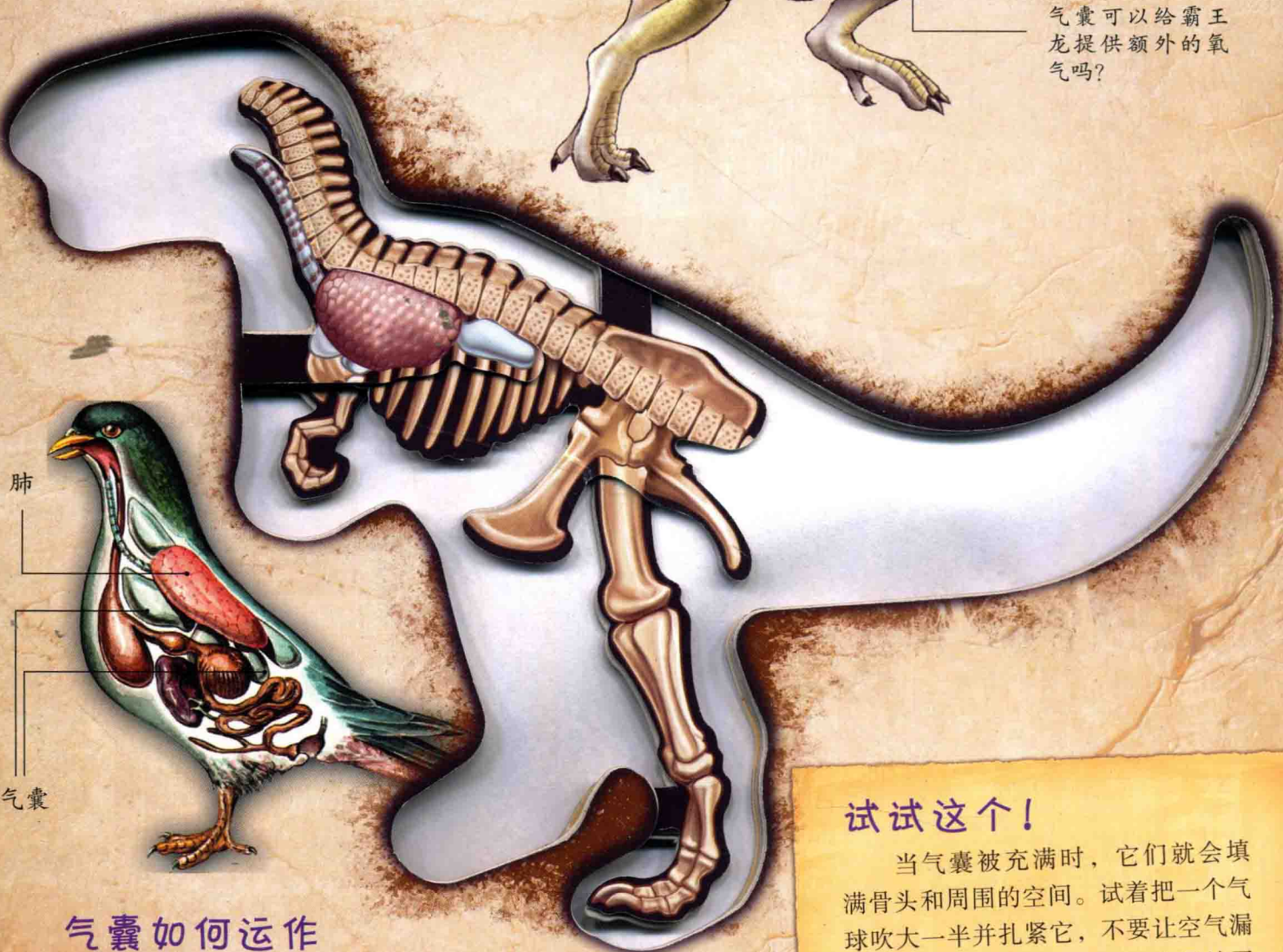
霸王龙同时拥有肺和气囊吗？

通过观察霸王龙胸腔的形状，科学家发现了它和鸟类的另一个相似之处：接近胸腔底部的肋骨更长一些。这种结构使得霸王龙可以拥有附着在肺部、在现今的鸟类身上可以见到的大气囊。



肺

气囊可以给霸王龙提供额外的氧气吗？



肺

气囊

气囊如何运作

如果霸王龙也有气囊，那么，它们的呼吸方式或许和鸟类相同。当霸王龙吸气时，空气会充满其中的一些气囊。然后，空气并不离开身体，而是被转移到肺部。之后，肺中的气体再转移到其他气囊中，最后再离开身体。这种呼吸系统可以保证有更多的气体更长时间地在霸王龙的身体中流通。加量的空气为霸王龙高能耗的生活方式提供了足够的氧气。

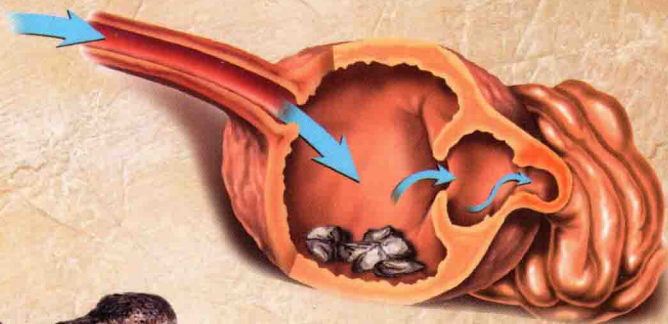
试试这个！

当气囊被充满时，它们就会填满骨头和周围的空间。试着把一个气球吹大一半并扎紧它，不要让空气漏出来。然后，将气球塞进一个只放了一只鞋子的鞋盒里。看到气球如何填满剩余的空间吗？这和气囊在身体内部的运作方式是一样的。

消化系统

霸王龙的牙齿和颞骨化石可以告诉我们它们究竟吃些什么。我们也可以通过研究恐龙的粪便化石或食物残渣弄清楚食物的消化过程。但我们能找到的最好证据，还是通过研究当今的动物例如鳄鱼吃什么，来弄清楚霸王龙的饮食习惯。

霸王龙的消化过程可能和鳄鱼类似



鳄鱼的胃



霸王龙的牙齿是如何工作的？

霸王龙有尖尖的、2.5厘米长的锯齿形牙齿。这些锯齿和牛排刀上的锯齿很相似。通过实验，科学家发现，霸王龙的这些牙齿在使用时并不会像锯子一样前后移动，而是上下移动，刺穿并撕裂猎物的肉。然后，霸王龙会用有力的巨颞撕下大块的肉，有时甚至连着整块的骨头。



粪便化石



霸王龙的牙齿

我们由三角龙化石中霸王龙的齿印得知，霸王龙的咬噬深可见骨。曾经在一些粪便化石中发现过骨头碎片。但科学家还不确定他们发现的长约44厘米的粪便化石是来自霸王龙还是其他大型肉食性恐龙。这些骨头碎片或许表明霸王龙在进食时并不十分挑剔，它们会咬碎并吞下能找到的一切食物。

霸王龙有两个胃吗？

基于和现今动物的对比，我们认为霸王龙或许拥有两个胃。霸王龙有时会吞下几厘米长的石块，这些石块被称为胃石，有着和鸟类砂囊或第一个胃中的石块同样的作用。这些石块帮助磨碎骨头等食物中难以消化的部分。虽然从未真正发现过霸王龙的胃石，但是在其他恐龙化石中找到的石块被认为是来自于它们的胃部。紧挨着第一个胃的部分可能是一个更小一些的胃，这个器官负责最后的食物分解工作，以帮助食物更容易被肠道所吸收。



1. 食物进入第一个胃，胃石在这里协助磨碎大块的食物。

2. 磨碎的食物进入第二个胃，被进一步捣碎。

3. 食物移动到肠道，营养在这里被吸收。

鸟的胃

霸王龙的牙齿

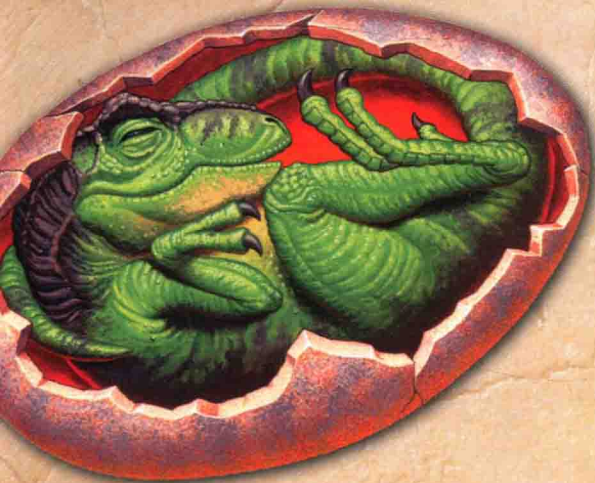
鳄鱼的牙齿

在食物进入第二个胃之前，鸟类和鳄鱼通过吞食石块来磨碎它们

胃石 (石块)

由于鸟类是现存最接近于恐龙的生物，因此，我们可以通过观察鹰隼和其他肉食猛禽来了解恐龙的消化系统。鳄鱼也有类似于霸王龙的食性。鳄鱼有巨大的颞和尖锐的牙齿用以撕裂猎物，然后它们会整块地吞下撕下的肉块。

生殖系统



霸王龙产蛋吗？迄今已发现了至少80种恐龙的蛋化石，但其中并不包括霸王龙。植食性恐龙巨龙的蛋是迄今发现的最大的恐龙蛋之一。巨龙高约15米，重达数千磅*，但是产下的蛋却和一个柚子差不多大小。霸王龙的蛋很可能会更小一些。这对于霸王龙般巨大的生物来说，蛋似乎显得小了一些，但是大个的蛋会导致很多问题。蛋壳必须要厚，才能保护蛋不会轻易破碎；但同时又必须足够薄，才能保证氧气和水分可以出入蛋壳，保证恐龙宝宝的生长。足够薄的蛋壳也可以确保恐龙宝宝出生时能够自己从蛋壳中钻出。

*1磅≈0.45千克

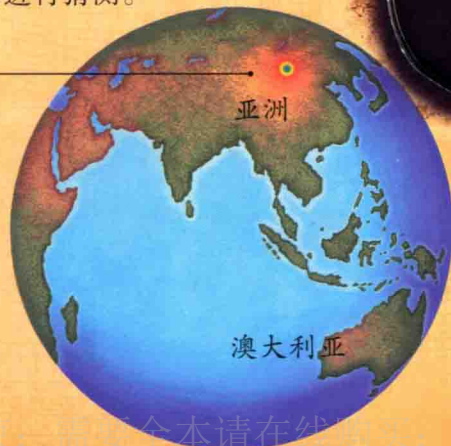
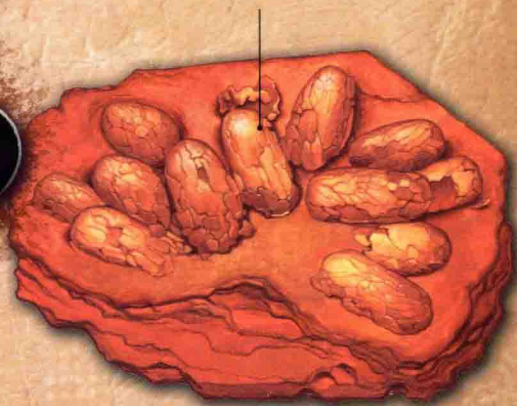
直到1923年，仍然无人知道恐龙是如何繁殖的。

也正是在这一年，在蒙古戈壁沙漠发现了第一具窃蛋龙化石。



我们对于霸王龙繁殖（生宝宝）的最有力猜测，来自于对窃蛋龙等其他恐龙化石的研究。我们也可以通过观察如今的鸟类和爬行动物进行猜测。

这具恐龙蛋化石中的蛋是以螺旋形排列产下的



第一颗保存完整的恐龙蛋发现于蒙古的戈壁沙漠

有些恐龙产蛋时以两条并列的直线排列，也有些恐龙以螺旋形或环形产蛋。在真正找到霸王龙的蛋化石之前，我们恐怕无法确定它们的巢穴究竟是什么样子。

霸王龙是怎样当父母的呢？

霸王龙是不是在产蛋之后就离开让它们自己孵化呢？毕竟，当今的许多爬行动物都是这么做的。又或者霸王龙会看护着它们的巢穴，并在幼仔孵化后抚养它们长大，就像鸟类所做的一样吗？1995年，科学家发现了一具坐在一枚恐龙蛋上的窃蛋龙化石。似乎是一场沙尘暴突然埋葬并杀死了恐龙妈妈和恐龙蛋。窃蛋龙和霸王龙同样是肉食性动物，这使得我们猜想霸王龙是否也拥有同样的行为。

一具坐在恐龙蛋上的窃蛋龙化石显示出它似乎会和鸟类一样保护幼仔，那么霸王龙呢？



在南达科他州发现了一具保存几乎完整的霸王龙幼仔化石。由于脊椎还未发育完全，因此，古生物学家认为这是一只未成年的霸王龙。身高约6.4米、重约635千克的恐龙幼仔可能无法独自捕猎大型猎物。或许霸王龙的双亲和鸟类一样，会为它们的幼仔觅食。

最近发现的一些化石证据表明，霸王龙和窃蛋龙一样亲自养育恐龙宝宝。

神经系统

霸王龙聪明吗？虽然我们无法直接研究它们的大脑，但是我们可以研究它们的颅腔。霸王龙的颅腔和人类不同，它细长狭小，比大象的还要小。但是，霸王龙的身体要比大象庞大，这是否意味着它们不聪明呢？从身体比例来看，霸王龙的大脑要比大部分的爬行动物和恐龙大得多。有些植食性恐龙的大脑还不如一个高尔夫球大。我们可能永远无法获知霸王龙的聪明程度。



大象的大脑比霸王龙的大



霸王龙的大脑是其神经系统的指挥中心。

与现今的所有大型动物一样，霸王龙的脊椎末端有一个神经核，霸王龙通过它在大脑和身体之间传递信息。

霸王龙的大脑长而窄，其长宽高大约和一个个子矮小的人的脚类似。



脊椎

脊髓

大脑

霸王龙的哪一个感官最为发达？

通过对霸王龙的骨骼的研究，我们找到了有关它最为发达感官的关键信息。在它的鼻腔上方有一块狭长的鼻骨，这块骨头上有很多用于容纳毛细血管的细小孔洞。宽大的鼻腔很可能为大量神经的存在提供了空间。这些神经或许为霸王龙提供了敏锐的嗅觉，使得它可以轻易识别来自于猎物的哪怕是极为轻微的味道，神经将“味道”信息传递给霸王龙的大脑。脑中负责分辨味道的部分很可能比其他的部分要大一些。



鼻骨遮盖住了很大一个空间，布满了大量嗅觉神经



霸王龙的视野



奶牛的视野

霸王龙和其他掠食动物的捕猎方式相同。大多数恐龙有面向两侧的眼睛，和牛或马的眼睛类似。然而，霸王龙的眼睛却面向前方，这一点也见于现代的大部分掠食动物。这说明霸王龙用两只眼睛来测算距离。霸王龙结合它敏锐的嗅觉和视觉结构来寻找猎物。

和人类一样，霸王龙有很好的距离感知能力，它可以轻易地判断出物体的远近。这种能力有助于它追逐猎物。

肌肉系统

我们如何才能通过观察霸王龙的骨骼来重构它的肌肉系统呢？

做到这一点的方法之一是找到肌肉在骨骼上的附着点。同时，我们也可以通过研究现存的类似动物来寻找线索。



肌肉
骨骼

我们通过观察霸王龙肌肉在骨骼上的附着点（以及附着方式）来研究它们肌肉的形态。

霸王龙的姿态是什么样子的呢？

科学家对霸王龙的骨盆（臀部）及椎骨进行观察和比对，以确定它们的位置关系。得到的结论是，霸王龙在移动时背部是水平的。它的尾部不仅肌肉强劲，而且有坚硬的筋腱，以保证它能够保持水平。当霸王龙奔跑时，它的头部向前伸展，尾部会被迫离开地面。霸王龙会快速移动尾巴以保证身体平衡，它的尾巴也可以前后甩动来攻击敌人。



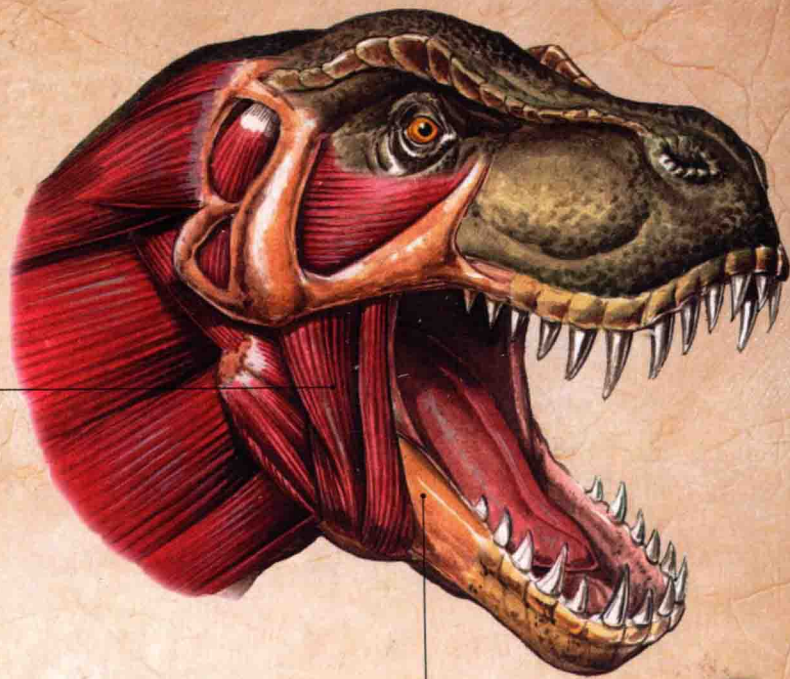
以前的观点：
霸王龙直立行走，尾巴拖行在地面上。

现在的观点：
霸王龙的骨盆形态表明，它的背部在奔跑时是平直的。



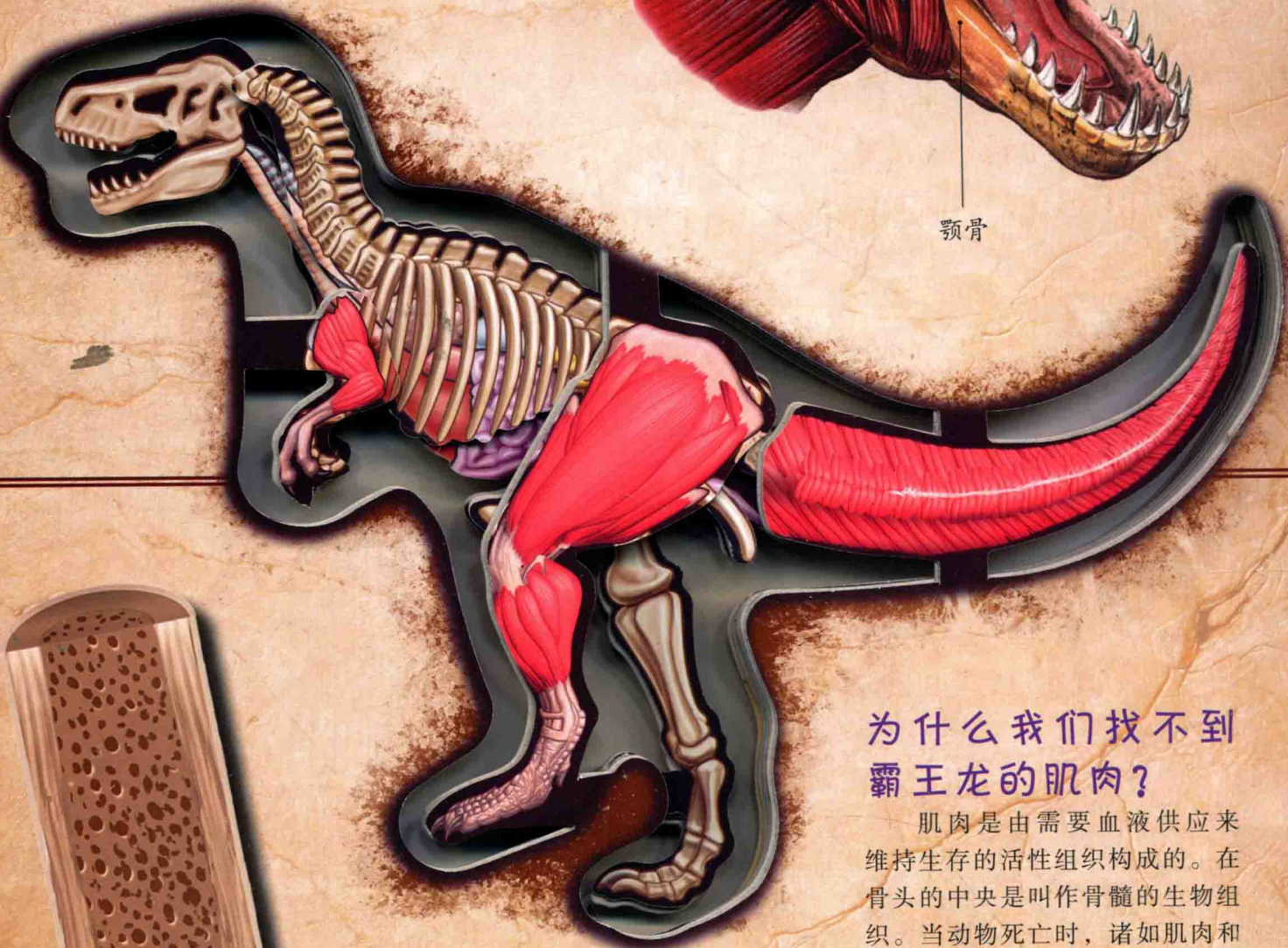
霸王龙的一咬有多强劲？

霸王龙拥有巨大的上下颚。颞骨上肌肉附着的位置有着深深的沟壑，科学家可以借此来还原霸王龙的肌肉结构。他们制作出霸王龙的牙齿模型，然后用牛骨来测试这些牙齿的咬合力究竟有多么厉害。



颞部肌肉

颞骨



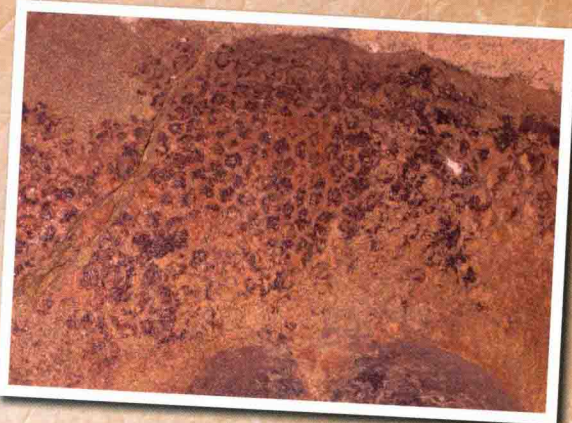
为什么我们找不到霸王龙的肌肉？

肌肉是由需要血液供应来维持生存的活性组织构成的。在骨头的中央是叫作骨髓的生物组织。当动物死亡时，诸如肌肉和骨髓的组织腐烂分解。之所以会如此，是因为微生物是以死亡的组织为食的（你需要借助显微镜才能看到这个过程）。而骨骼由钙质组成，所以并不会被分解，土壤中的矿物质逐渐替代骨中的钙质，最终形成了化石。

在死后，霸王龙的肌肉腐烂分解，仅留下骨头

皮肤系统

从来没有任何皮肤像骨骼一样形成过化石。但是我们确实曾经发掘过恐龙皮肤在泥巴上留下的印痕化石。印痕化石会是我们重构霸王龙皮肤的最好参照，但不幸的是，霸王龙的皮肤印痕还从未被发现过。但是我们确实发现过蛇发女怪龙——另一种庞大的肉食性恐龙的皮肤印痕。化石显示出一种有许多突起的鳞片结构，非常类似于鸟类的腿部皮肤。



恐龙在泥土中留下的皮肤印痕化石

鹰的皮肤



鳄鱼的皮肤



霸王龙是什么颜色的？

爬行动物的肤色大多和它们生存的环境相匹配，表皮为它们提供伪装。但是霸王龙的皮肤会是什么颜色呢？如果霸王龙想要融入周围环境，它的颜色很可能是棕色和绿色的混合。那些突起会不会和皮肤上其他部分的颜色不一致呢？如果霸王龙是鸟类的祖先之一的的话，那么，雄性霸王龙和雌性霸王龙的颜色可能也是不一样的，也许它们的头部有着鲜艳的颜色以吸引配偶。我们或许永远也无法回答这些问题。



霸王龙有羽毛吗？

最近在中国发现的长有羽毛的恐龙使得科学家猜想霸王龙或许也长有羽毛。即使成年霸王龙没有羽毛，但它们的幼仔或许会与鸟类一样长有绒毛。