

从“侏罗纪公园”到“侏罗纪世界”二十多年间，霸王龙和迅猛龙的画风完全变了——

# 科学复原昔日“陆地霸主”最真实样貌

■胡玺丹 蓝莎

## 恐龙到底长什么样

在影视作品中让恐龙“复活”并不是件太难的事，因为科幻可以有极大的想象空间。但要想在现实生活中复原一只恐龙，究竟应该从哪里开始呢？唯一的线索是化石。

早期发掘出来的恐龙化石并不完整，有些形态尚难以辨认。每当新的化石出现，原有对恐龙的认知就会经历反复争论、辩驳和更新。

就拿霸王龙（暴龙的一个种类，又称雷克斯暴龙）来说，最早对于它姿态的推测是身体直立、头部扬起、尾巴垂地的模样。后来随着新的化石证据出现，暴龙被推测为腿部较细，不足以在直立状态下支撑起庞大的身躯，而且它的头部很大，奔跑时必须依靠尾巴才能保持平衡，因此尾巴和躯干基本处于水平位置，而不是尾巴垂地的样子。

再比如，梁龙和马门溪龙都有长长的脖子，但当年出土的马门溪龙化石没有头骨，因此科学家们暂且给它安上了梁龙的头。后来，在四川、新疆都发现了马门溪龙的头骨，表明它的头更接近盘足龙——我国发现的第一种蜥脚类恐龙（化石完整度较高），于是梁龙的脑袋又被还了回去。

中国是世界上发掘恐龙化石数量和种类最多的国家，随着越来越多的化石证据被发现，我们对恐龙的了解也越来越清晰。

## 如何复原恐龙的颜色

恐龙颜色的复原，一直是困扰科学家的一大难题。不过近年来，化石中保存的色素粒形状，为断定恐龙的颜色打开了一扇科学之门。



以往对恐龙颜色进行复原，通常是根据环境色彩、相近现生动物毛色、食性等进行推测，但都缺乏直接有力的证据支持。2006 年开始，科学家对一只近鸟龙体色的复原，则提供了一种更令人信服的科学复原方法。

研究人员通过显微镜观察到，两亿年前的乌贼化石样本中的色素粒与现生乌贼样本中的色素粒一模一样。那么，其他化石中的色素粒是不是也可以保留下来？

经研究发现，羽毛化石保留了黑色素体的形态，这些含黑色素的细胞器，是决定颜色的关键因素。一只 1.6 亿年前的赫氏近鸟龙的化石标本被放大一万倍后，研究人员发现了很多不同形状的黑色素体，有球状、香肠状，以及介于两者之间的扁球状。

研究人员将这些独一无二的黑色素体与现生鸟类羽毛色彩资料库比对，通过对黑色素体大小、形状、密度和分布等因素的分析，证实了上述三种形状的黑色素体分别对应红褐色、黑色和灰色。然后，再将色彩和所属部位对应起来，从而复原了近鸟龙身上的色彩图样（见上图），包括脸上的斑纹、臀羽的条纹、腿上的斑点。最令人惊喜的是，近鸟龙的头部羽毛是红褐色的，研究人员推测，这种鲜艳的颜色可能起到主权展示、求偶的作用。

2017 年 10 月底，科学家通过对比包含在中华龙鸟羽毛化石和现生鸟类羽毛中的色素体，重建了中华龙鸟的羽毛颜色和细节信息，构建了三维模型，显示出中华龙鸟有着一条约像浣熊一样带斑纹的尾巴（见上图），同时腹部的毛色呈浅色。



25 年前，美国著名导演斯皮尔伯格执导了一部科幻冒险片《侏罗纪公园》，里面出现的霸王龙是一头直立的巨型猛兽。但到 2015 年，上映的《侏罗纪世界 1》（即《侏罗纪公园》系列的第四部影片）中，霸王龙几乎变成了“直不起腰”的爬行动物；《侏罗纪公园》里出现过的迅猛龙（即伶盗龙），原来的外形也已被彻底推翻，变成了如今毛绒绒的样子……

对于现代人类而言，化石是已经灭绝了 6500 万年的恐龙存活过的唯一证据，也是人类认识恐龙的起点。随着越来越多化石被发掘出来，以及科学技术手段的不断发展完善，人们对于恐龙的认识也越来越接近真实的样子。

6 月 15 日，《侏罗纪世界 2》即将上映。它将呈现出怎样的昔日“陆上霸主”，让我们拭目以待。



1993 年上映的《侏罗纪公园》剧照



2015 年上映的《侏罗纪世界》海报

## 长着羽毛的恐龙

过去十多年中，中国出土了大量长羽毛的恐龙化石，颠覆了古生物学界长期以来对恐龙的认知。不管你能否想象，霸王龙长羽毛的消息早已传遍了古生物学界，登上著名学术期刊《自然》的封面。

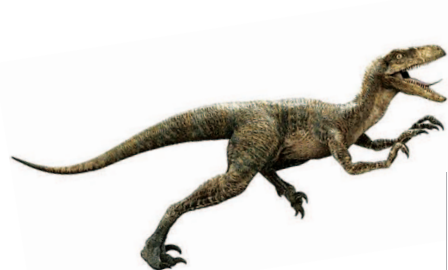
中国科学院古脊椎动物与古人类研究所著名古生物学家徐星和他的学生、中国地质大学古生物学者邢立达等人，在辽西热河生物群的考古发掘中，发现了具有完好羽毛痕迹的恐龙化石，并将这种新恐龙命名为华丽羽暴龙。

关于霸王龙是否长羽毛，目前最多认同的一个推测是：成年霸王龙身上的羽毛基本已经退化，有着经典的蜥蜴式皮肤；而幼年霸王龙身上则还保留着类似小鸡那样的绒毛。

羽暴龙是一种早期暴龙类，是迄今发现的体型最大的带羽毛恐龙。从化石标本可以看到，它的羽毛不仅在尾部出现，在它的前肢、颈部、腰带部位和后肢上，都发现有丝状羽毛的印痕。这些羽毛平均长度为 15 厘米，最长之处有 20 厘米。羽暴龙身上的羽毛只是非常简单的丝状物，类似于小鸡身上的绒毛。

华丽羽暴龙的发现，首次证实在大型恐龙，特别是暴龙类恐龙身上也存在羽毛。古生物学家推测，羽暴龙之所以会长羽毛，可能与白垩纪早期的气候有关。通过对恐龙牙齿中氧同位素的分析推测，羽暴龙生活的我国辽西地区，在早白垩纪时期以温带气候为主，冬天十分寒冷，而羽毛能够帮助它们御寒。这与生活在冰河时代的猛犸象身上长满长毛的原因类似。

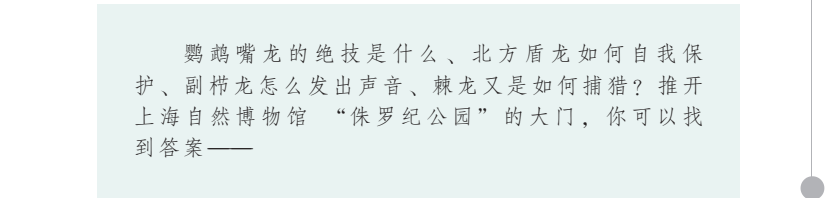
与此同时，世界各地的化石证据也倾向于证明，长羽毛的情况在恐龙家族中普遍存在。最典型的莫过于伶盗龙（即电影《侏罗纪公园》中的迅猛龙），原来的外形已经完全被推翻（见右图）。



《侏罗纪公园》中的伶盗龙



伶盗龙的真面目



鸚鵡嘴龍的絕技是什麼、北方盾龍如何自我保護、副栳龍怎麼發出聲音、棘龍又是如何捕獵？推開上海自然博物館“侏羅紀公園”的大門，你可以找到答案——

上海自然博物館首次精心策劃推出“恐龍季”特展

## 探究“龙”的奥秘

■胡玺丹

上海自然博物馆日前首次以“季”的概念推出特展，持续到 7 月底的“恐龙季”，将让公众了解更多关于恐龙的知识——

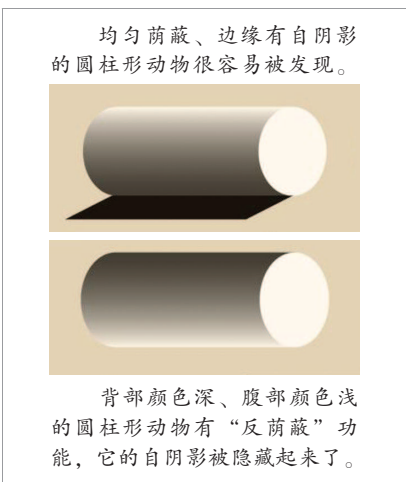
### 恐龙也有伪装“神器”

恐龙在我们的印象中，往往是凶猛无比的形象，但再强大的个体也有天敌，特别是一些体型较小的恐龙，常常被大型恐龙或巨型古兽攻击，所以有些恐龙就演化出了“保护色”。

2016 年 9 月，英国布里斯托大学的研究人员重建了白垩纪时期的鸚鵡嘴龍身上的着色图案，不仅揭示了鸚鵡嘴龍的颜色和不同的底纹图案，还找到了它们生存环境的线索。

研究人员通过激光诱导荧光成像技术，根据“黑素体”复原了鸚鵡嘴龍的颜色，研究显示鸚鵡嘴龍的主体颜色为褐色，腹部侧面的颜色非常明亮，背部颜色相对较深较暗，这种体色能够起到“反荫蔽”的作用，有利于处于食物链底层的鸚鵡嘴龍融入周围环境，不被掠食者发现。

当光线落在某个颜色均匀的动物身体上时，它会让顶部变得比底部更加明亮，这种特征容易被捕食者发现。而如果某只动物的顶部颜色较暗、侧面较亮的话，光线从上而下照射时，它身上的



光线会被抵消，从而不易被看到。现生动物中，包括鹿和鲨鱼在内的动物也都会采用这种策略。比如，从上往下看，鲨鱼深色的背部与海水融为一体，从海底往上看，鲨鱼的浅色腹部与天空融为一体，不易被发现。

2017 年 8 月初，曾经于 2011 年 3 月被人们发现的恐龙化石终于被确定为新种——北方盾龙。它的体型大约为 5.5 米长、重约 1.5 吨，前半身保存得非常完整。通过对它身上的鳞片研究发现：它呈棕红色，但腹部颜色则显得较浅一些。科学家由此推测，北方盾龙也具有“反荫蔽”伪装，虽然它有尖刺和铠甲作为防御武器，但依然需要通过保护色来躲避猎食者的攻击。

### 恐龙吃素还是吃肉

判断恐龙是吃素还是吃肉，主要依据它的下颌骨和牙齿的形状、排列，以及恐龙的外形特征。通过胃部内容物可以直接了解恐龙生前吃了什么。比如，大型蜥脚类恐龙的胃部发现了胃石，就像我们熟悉的养鸡，喜欢啄食小石子帮助消化食物一样，恐龙也可能吞食石块用于机械研磨植物，从而推测这类恐龙进食植物。

在一只三角龙的骨骼化石中中发现了一颗深深嵌入其中的暴龙的牙齿，由此可以想象一只暴龙撕咬三角龙的场景。在暴龙胃里还曾经发现过鸭嘴龙幼体的骨骼，进一步证实暴龙食肉的习惯。尽管中华龙鸟的体型不大，只有一米左右，但是在中华龙鸟的腹部和胃部分别发现了爬行类和哺乳类的骨骼，提供了中华龙鸟是很凶猛的肉食恐龙的直接证据。当然，和现生动物一样，有一些恐龙荤素通吃，属于杂食性，比如窃蛋龙、似鸟龙等。

### 恐龙真的会叫吗

声带是容易腐烂的软组织，因此目前没有直接化石证据表明恐龙是否通过声带这样的发声器官吼叫。不过，科学家可以通过恐龙化石的头骨、喉骨，推测声带的位置和大小，以及腹腔、口腔的共鸣效果，从而模拟出恐龙的叫声。

关于恐龙发声的问题，相关研究最

多也最成熟的是副栳龙。它被认为可能是当时叫声最大的恐龙。由于目前发现的化石标本中，颅骨以外的部分发现较少，因此对副栳龙的研究主要集中在它最有特点的颅骨和冠饰部分。它的冠饰由前上颌骨与鼻骨构成，从头部后方延伸出去。冠饰中空，内有从鼻孔到冠饰尾端再绕回头后方直通头颅内部的管道。

副栳龙较长的颅骨和特别的冠饰所具有的空腔结构，很可能具有显著放大和调节音量的能力。它们可以通过头冠发出像喇叭一样的声音，并通过冠内的空腔调节音色，从而发出不同的声音。

### 恐龙会游泳吗

恐龙通常是生活在陆地上的。跟恐龙同时代在天上飞的翼龙类，却不是恐龙家族成员，而属于飞行爬行类。跟恐龙同时代在水里生活的鱼龙、蛇颈龙、沧龙等，也不是恐龙，而属于水生爬行类。那么，生活在陆地上的恐龙会不会游泳呢？

越来越多的科学家认为，棘龙可能是恐龙界的游泳健将，具有半水生的习性。科学家是如何推断出来的呢？

依据一方面来自形态结构对比的大量证据——

**头部前上部的鼻孔** 当棘龙大部分身体没入水中时，可以像鳄鱼一样只露出头部顶端，用于头部前上方的鼻孔进行呼吸。

**吻部前端的小孔** 棘龙吻部前端有许多小孔，可能用于在水中侦测动静。

**光滑的圆锥状牙齿** 棘龙的鼻子前长着相互交错、倾斜的牙齿，它们光滑、呈圆锥状，没有隆起和突出物，这都是适合捕食鱼类的特征。由此，科学家推测棘龙可能也会捕食鱼类。

**狭长的颅骨** 鳄类动物由于经常在水中捕食，颅骨特化成细长的形状，可以有效减小水的阻力。棘龙的头骨十分狭长，可能也是在水中捕食的一种适应。

**弯曲的前肢和片状爪子** 棘龙的前肢弯曲，并具有叶片状的爪子。这些特征适合在水中抓取切割表面光滑的猎物。

**长而平的足** 棘龙的脚底狭长而平坦，很可能还具有脚蹼。相对扁平的足部可以帮助棘龙像红鹤等水鸟那样在柔软的泥泞表面上站立或移动。

**短小的骨盆和后肢** 相对于陆地掠食性恐龙，棘龙的骨盆短小，后腿也较短，大腿肌肉发达，与早期的鲸类相似。这些特征可能易于棘龙在水中划动。



棘龙展开薄而窄的背帆帮助捕食

**高密度骨骼** 食肉恐龙往往具有骨髓腔，而棘龙没有这一典型特征，反而具有较高密度的骨骼，这是一种适应于潜水的特征，有利于进行浮力控制。现代水生动物中的企鹅就具有这种特征。

另一方面，来自氧同位素检测的证据也显示，棘龙的氧同位素与同时期的陆生食肉恐龙存在差异，而与同时期水生动物（鳄类或乌龟）相似。由此得出推论：棘龙与乌龟、鳄鱼相似，具有半水生生活的习性。

如果棘龙是半水生动物，关于它薄而窄的背帆到底是什么功能，有各种各样的猜测。其中有一种猜想是可能用于捕食，线索来自于一种聪明的现生鸟类——黑鹭。黑鹭捕食的时候，将自己的翅膀围拢呈伞状，持续几秒之后再收回翅膀。这样一来，光线的忽明忽暗就会使水里的鱼受到惊吓。当黑鹭再次将翅膀张成伞形，形成的阴影区域会吸引鱼类来避难，此时它们就能成功捕食了。古生物学家由此推测，棘龙也可能利用背帆在水中形成的阴影吸引鱼类，伺机捕食。

（作者为上海科技馆展教服务处公众传播部主任）