

这部“复活剧” 拍出了多少真实感？

■本报记者 胡璟琦

初夏的荧幕，恐龙霸屏！然而，系列电影《侏罗纪世界3》和BBC自然历史部制作的古生物纪录片《史前星球》的口碑却形成鲜明的对比。前者震撼的电影特效难以收买观众的心，这届观众要的是“真实感”。《史前星球》将CGI(计算机图像技术)动物与现实取景的自然地理环境融合，创造了壮观的视觉效果。而且，制作团队还表示，纪录片里展示的恐龙的一切，都是基于目前最新的科学发现和观点，不是凭空捏造的。

为了科学复原，他们专门找到古生物学家、植物学家、科学插画师等多领域的专家，只为呈现更接近6600万年前的生态世界。

这部史前生物“复活剧”的科学性和艺术性究竟如何呢？

形态复原

科学性：★★★★☆
艺术性：★★★★★

一切古生物复原都是从化石标本开始的。中科院古脊椎动物与古人类研究所(以下简称古脊椎所)古生物科学复原设计师王宇介绍，他们会利用CT(电子计算机断层扫描)或者三维扫描仪扫描化石骨骼标本，生成三维数据，从而确定骨骼三维形态，然后附上软组织，包括肌肉、脂肪、皮肤，最终形成一个有血有肉的动物形象。“但由于大部分被发掘的化石材料是不完整的，所以我们必须根据动物的系统发育关系，从现生的近亲物种中推演出它缺失的部分可能长什么样。”王宇表示，这也意味着古生物复原并不是完全真实的呈现。

而随着更多化石证据以及新的研究成果的涌现，同一个古生物的复原细节也在不断变化，并接近真实。在他看来，一个复原形象就代表了一个阶段科学认知的总结。

《史前星球》大量出现的恐龙类群都是带有羽毛的，但在1999年同样由BBC制作的著名纪录片《与恐龙同行》中，恐龙却是披鳞戴甲的冷血爬虫形象。

这是因为20多年前，我国辽西热河生物群逐渐发掘出了许多带有羽毛痕迹的恐龙化石，它们不仅改写了鸟类起源的历史，也突破了人们对恐龙外形特征的固有认知。

再比如，新的研究显示霸王龙在内的一些肉食恐龙是有“嘴唇”的，闭起嘴时牙齿会被遮挡起来，而且鼻孔的位置也更接近吻端。

他还提到，本片中有一条贯穿始终的细节值得留意，那就是不同生物的个体差异，体现在雌雄差异和年龄差异。而在过去，甚至会吧成年个体和幼年个体认成是两个不同的物种。

王宇认为，纪录片对恐龙形象的这些细节还原，在基于现有科学的描述和观点方面，做得十

分出色。

但是，纪录片中并非所有的形态特征展示都有科学依据，有些想象简直“惊为天人”。

比如，一群出现在沙漠里的无畏巨龙。它是一种大型新型蜥脚类恐龙，体形巨大、脖颈修长，成年体可达25米高。然而，在纪录片中无畏巨龙的脖子极其独特，因为在它的上面整齐附着着两排伸缩囊，它们可以从上至下逐一鼓出，然后从下至上收缩，而这些伸缩囊的存在仅仅是为了求偶表演。

“有化石证据发现，一些大型蜥脚类恐龙颈椎分布有空腔，作用在于减轻重量，以及可能容纳协助呼吸的气室。”但王宇直言，在影片中呈现出类似于现生鸟类求偶显示的气囊结构，应该是加入了科学幻想的成分。

行为复原

科学性：★★★★☆
艺术性：★★★★★

在一片茂密的森林里，有一片干净的空地。2吨重、3.6米高的食肉牛龙正在打扫它的“舞台”。它发出了一阵低沉浑厚的声音，任其在密林里回响。这时，一只体形更大的雌性牛龙出现在它的面前。后者萌萌地转了一圈，扬了扬自己的尾巴，突然张开一对无用的、迷你“小短手”，利用手臂里的球窝关节，灵活摆动起来。它还踩着笨拙的脚步，不停抖动着自己的身体。

纪录片里，来自大型恐龙的一段求偶表演，违和又逗趣。可惜那只雌性牛龙只嗅了嗅它，扭头便离开了。

除了形态复原，恐龙的行为复原是这部纪录片的绝对看点，也是最能发挥科学想象力的部分。

王宇表示，古生物行为复原最大的障碍在于大多数没有化石依据，通常需要将今论古，参照大量现生生物的行为模式。而且，制作团队还从BBC自然历史部获得了上百万种动物的声音素材，根据系统发育关系创造了一套史前声音。

在他看来，有些跨物种的行为借鉴、移植，是一种很先锋的复原尝试。观众一面问着“是真的吗”，一面又觉得，很多动作场面似曾相识。

影片开始的第一幕就打破了很多人的固有认知——一只巨大的霸王龙居然在水里游泳，身边还带着一群霸王龙宝宝。

霸王龙会游泳吗？这个问题科学家并没有确切的结论。但化石证据表明，大型蜥脚类恐龙的骨头中存在空腔，因此，它们的体重并没有看上去那么重。

而且，有古河床上留下的足迹化石，显示出大型蜥脚类恐龙浮水时留下的趾尖划痕，可能是这类恐龙有游泳行为的佐证。

王宇谈到，我们熟悉的大象、鸚鵡，曾有浮水的影像记录，从效率和姿态来讲，它们可以但不善长。对于霸王龙来讲，应该也是如此。

蛇颈龙是一类非常著名的海生爬行动物，纪录片展示了它的一种很奇特的行为——在海底吞噬鹅卵石。

“大型蜥脚类恐龙存在吞食石块的化石证据，研究者称它为胃石，主要为了研磨食物。”王宇介绍，在现生爬行动物中也可以看到，它们的牙齿提供不了很充分的研磨功能，吃东西主要靠吞，消化系统的负担比较重。而石块可以帮助研磨食物，过后，这些石块的表面也会变得更光滑。

“而它的另一个作用可能是压舱石。”王宇说，科学家发现，鳄鱼吞食石块以后，能让自己下沉的时间更长，有助于保持一个更好的沉浮平衡。

如果说蛇颈龙的这一行为是基于科学的推测，那么接下去的一幕更像是一种浪漫的想象。

蛇颈龙将它巨长的脖子笔直地伸出水面，进行求偶表演。随后，两只看对眼的蛇颈龙将彼此的脖子交缠在一起，伴着海底的光影和唯美的音乐，充满了动人的色彩。

许多鸟类，例如天鹅在求偶时，都会向上伸长脖子鸣叫，或者将脖子交缠在一起形成一个心形。但在王宇看来，对如此古老的爬行动物而言，这更像是一种艺术化的处理，服务于纪录片的叙事和感情的传递。

巴巴里翼龙有着5米的翼展，它还长着一一种标志性的巨大的头冠。体形大的雄性个体会选择一个区域进行求偶表演。但并不是只有重量级选手才能取胜。

打不过，智商凑。纪录片中，一只雄性巴巴里翼龙没有巨大的头冠，看上去和雌性无异，于是，它索性隐藏在雌性群体中，想要“近水楼台先得月”。但这是一个危险的游戏，因为有时候它会被雌性误认，收到求爱讯息。所以它赶紧开溜，忙着找对象的正事，结果真的成功了。

夏季，暖空气上升被带电粒子附着，产生闪电风暴，引发了森林火灾，一些植物被烤成了“火种”。大多数动物会逃走，但对有的动物来说却是机会。

身长1米8的伤齿龙是兽脚类恐龙中体形比较小的成员，但就脑容量比例而言，它被认为是最聪明的恐龙。在纪录片中，它利用自然火种去引发一次新的火情，从而逼迫那里的猎物逃出藏身之所，成为它的盘中餐。

这些诡计多端的行为在古生物中是否真实存在，并没有直接的证据，但“男扮女装”“纵火犯”等行为的确实可以在现生生物中找到原型实例，比如一些鸟类。

王宇认为，这些情节的设置大大增加了人们对于古今生物行为多样性的认识，在合理的基础上增加了纪录片叙事的戏剧性和精彩性，具有很典型的实验精神，是古生物科学复

《史前星球》里的霸王龙

图片来源: Apple TV+



巴巴里翼龙



无畏巨龙

原的一种延伸。

生态复原

科学性：★★★★☆
艺术性：★★★★★

《史前星球》的制作过程十分漫长，总共超过三年半。其中很大一部分是由于制作人决定将计算机生成的生物与真实世界的自然背景相结合，创造更为壮观的视觉效果。该团队被派往世界各地拍摄镜头，从冰岛到纳米比亚到处寻找与6600万年前的世界“相似”的背景。

实景拍摄天然带有“真实”的优势，可以营造出一种真正的“自然纪录片”的质感。但在古脊椎所研究员汪筱林看来，这只是制作团队的一种美好愿望，自然环境的“真实”反而造成了科学复原中一个最不可忽视的bug——恐龙时期的生态环境，和我们当下的自然环境相差甚远。

汪筱林说，无论是侏罗纪还是白垩纪，恐龙最常见的生活环境是比较温暖、潮湿的，因为它们大部分是冷血动物，要靠外界环境温度使体温升高，活动能力才能增强。而且纪录片大量出现的大型蜥脚类恐龙是植食性的、群居性的动物，要

依靠大量植物活着。

“然而，它们却频频出现在沙漠和冰封世界。尽管它们的化石发现地曾是沙漠戈壁或者极地，并不意味着它们活着的世界就是那番景象。”

汪筱林还提到，纪录片虽然也出现了河流、森林环境，但那里的植物框架却是严重错误的。“恐龙生活的年代主要生长着裸子植物，比如银杏、松树、柏树、杉树、苏铁，还有一些菌类。但在纪录片中，占据主要生态位的是被子植物。”

制作团队曾介绍，他们利用了古气候模型提供数据集，依此对当时的环境进行最科学的描述，可结果似乎并不理想。

在汪筱林看来，生态环境往往是古生物复原中很容易出现细节遗漏的部分。

让他印象深刻的是，2008年，他与合作者发现了一种白垩纪最小的翼龙——隐居森林翼龙，翼展仅有25厘米。它们栖息在树枝上，以昆虫为食。于是，在那张精心绘制的复原图中，隐居森林翼龙的嘴中叼着一只色彩鲜艳的小瓢虫。不料，一位研究昆虫的科学家一眼便识破了其中的问题，瓢虫在白垩纪时代还没有演化出现。

这张隐居森林翼龙的生态复原图，至今悬挂在汪筱林办公室显眼的位置，时刻提醒着他。

一个完整的科学复原过程一定是由内而外的，一件专业的科学复原作品也一定可以“由外见内”去鉴赏。

简单来说，古生物科学生态复原的逻辑思路即是骨骼—肌肉—皮肤—皮肤衍生物—动作—行为—环境交互。由于它们互为因果，所以顺序反过来也是一样的，任复原形象披毛戴羽，无论复原姿态静止或者灵动，都可以感受到内在的解剖结构与之呼应，外在的环境因素与之共鸣。

复原工作者在每个阶段的思考与体悟都会在作品上留下痕迹，这些细节的处理往往是最耐人寻味的，就像画家的笔触、雕塑家的刀痕。

关于体色和斑纹的设定，主要来自两个方面的考虑。其一，环境因素，干旱的疏林草原，背景色与今日的非洲稀树草原类似，动物的体色与花纹在视觉层面主要用于交流或保护。哺乳动物大多没有绚丽的色彩，生存于林地的种类往往发育有斑纹——这有助于它们在斑驳树影间隐身身形。盘角鹿的底色选择了大地色系的保护色，腹浅背深，配有暗色的斑纹。

其二，演化的伏笔，体现在斑纹形式的选择上：将长颈鹿典型的马赛克式几何斑纹以及霍加狓臀部的平行条带状斑纹引为元素，疏弱化处理后再现于盘角鹿皮毛之上，这是一种人为的主观的导向手法，暗示着其中的演化联系。

最后复原的是运动形态。我盯着显示器，一帧一帧地反复观看牛科动物的碰撞视频。我分别得到了盘羊和麝牛碰撞行为的定格参考：它们的起势不同、蓄势不同、收势也不同。

盘角鹿，那些特化的骨骼注定是它天生的破门器，它会怎样碰撞，会如何开始、如何结束，是怎样的力道，我们也许永远也只能猜想。最终，我参考了盘羊和麝牛的姿势设定了两套不同碰撞形态的场景复原小品，不知在定格的静态复原中，是否也能让观者听到遥远世界那声声回响。

史前长颈鹿复原记

■王宇



盘角兽复原定稿

王宇供图

我将古生物科学艺术复原作为职业工作的主要方向，原因很简单——因为史前生命足够怪，却又怪得合理。将这些奇怪的推理相互连接、彼此关系就能窥到生命之网是如何生长、自然万物是怎样交互的。

无论是刷新自己对生命形态的认知，还是发自内心的享受进化学力量所带来的颠覆震撼，抑或是单纯的猎奇心理、探索欲望，都能从古生物科研工作中获得极大的满足。

每一次，科学家把他们最新发现的化石骨骼摆在我面前，我都无法控制住自己在脑海里去勾勒它的形象。

最近一次，我花了近5个月的时间复原了一头“怪兽”。它最终的样子登上了《科学》杂志。

“它的头顶长着一个圆盘的独角，很大，顶是平的，从角发育过程推测：怪兽活着的时候独角呈半球状，形似军用钢盔。独角前端两侧可能还各有一个小突起。”

“颈椎异常粗壮，比起正常动物关节面厚了

许多，我们做了模拟碰撞力学研究，认为是适应激烈碰撞的特化结果。独角与颈椎的特性表明碰撞行为时常发生，可以判断它是一个善于碰撞的好斗角色。”

“估计该动物体重140千克左右，肩高120厘米以上。开始我们一直认为怪兽属于牛科，最近研究证明，怪兽是早期的长颈鹿，命名为獬豸盘角鹿。”

这是我从事古脊椎所研究员王世骥老师那里得到的化石标本的核心信息，一起拿到的还有一份盘角鹿化石标本的三维扫描模型。

一个奇怪的颅顶、一串似乎比例失调的颈椎，外加似曾相识的脸部骨骼，构成了一个幽绿色的头颈骨。

最简单粗暴的复原方法是直接在眼眶里填上眼球，沿着骨骼外轮廓封闭出一个实体，用体面结构区别一下头颈口耳鼻，一个粗略的复原形象就有了。但是，那又有什么乐趣呢？

我拆开每一块骨骼，观察它们彼此的连接方式，模拟关节的运动范围，设想器官和组织复原的位置。我发现了一个问题：盘角鹿异常粗大的颈椎会侵占咽喉的空间，我试着加大颈椎与头骨的夹角，但并没有太多改善。

特化的碰撞结构显示，最佳的撞击姿势更接近于头部长轴与颈部呈直角时的状态，但在这个状态下容纳咽喉的空间会被颈椎侵占得更加彻底。这似乎不合理，出现了bug。这毕竟是一个曾经活生生存在过的真实生灵，而不是一个通过想象力赋予生命的幻想生物。

科学复原要求严格参考标本参数，骨骼化石的三维数据是古生物复原工作中最为重要甚至唯一留存的结构蓝图，对于蓝图的主观变形是不可取的。模型数据中盘角鹿头颅和颈椎来自化石本体的等比例扫描，那矛盾只应该出现在后期拼接的脸上。假设面部结构可以前移，咽喉被侵占的空间似乎就可以得到释放。

带着疑问我来到王世骥老师办公室，他捧起盘角鹿化石，对照着相关现生动物的头骨标本，为我详细解说盘角鹿头颅的结构和相关的信息，并验证了我的假设。经过探讨对比，我们认为盘角鹿确实可能拥有一张更狭长的面孔。

盘角鹿头部的复原雏形在其骨骼的合理复原之后，又经过几次调整顺利完成了。与我熟悉的爬行动物的头部复原不同，哺乳动物头部的软组织轮廓和骨骼轮廓并不完全贴合，有些甚至差别很大，比如鲸、河马，需要借助一些关键点去明确复原结构；还有一些角类的构成无法形成化石，如盘角鹿半球形的独角，在化石上的留存其实是一个很平的骨质盘座，真正的角则发育在这个基座之上。

好在，可供参考的现生哺乳动物材料还是丰富的，比如长颈鹿、霍加狓、羚羊以及其它的牛科动物，它们的影像和解剖学资料都比较容易获