

揭开翼龙性别及生殖之谜

吕君昌

中国地质科学院地质研究所, 北京 100037

摘 要: 翼龙是已知最早演化为强有力飞行能力的脊椎动物。最近发现的一成年雌性翼龙与她的蛋保存在一起的化石, 提供了翼龙性别的直接证据, 并加深了对这些已绝灭的飞行动物生殖生物学的理解。这一雌性达尔文翼龙的发现使我们对这一物种有了更多的了解。新的发现证实了雄性具有相对小的骨盆和大的头骨脊, 而雌性则具有大的骨盆和头骨无脊。对蛋化石的详细研究显示翼龙的生殖策略, 如多数研究者以前怀疑的那样, 与鸟类的是不一样的, 而与鳄类或者其它的爬行动物一样。与以前发现的具有胚胎的翼龙蛋的壳一样, 这一研究也证实与其母体相比, 蛋相对小而软且具有羊皮纸一样的壳。很明显, 蛋产下来后, 会从周围环境中吸收水分, 从而在这一时期增加其大小和重量。这意味着母体不必在蛋里投入过多的水分, 而这一点可能对于飞行来说是相当有利的: 在母体中小而轻利于携带。这也暗示了雌性达尔文翼龙像爬行动物那样很少关注她们的蛋, 这些蛋被埋着而从周围吸收营养。

关键词: 翼龙蛋; 翼龙性别; 辽西

中图分类号: Q915.2; Q915.86 **文献标志码:** A **doi:** 10.3975/cagsb.2013.02.12

Unravel the Mystery of the Pterosaur Sex and Reproduction

LÜ Jun-chang

Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037

Abstract: Pterosaurs are a group of flying reptiles which are the earliest vertebrates known to have evolved powerful flight capability. A recently discovered adult female pterosaur fossil preserved together with her egg provides the direct evidence of sex in pterosaurs and affords insights into the reproductive biology of these extinct fliers. The discovery helps us learn more about male *Darwinopterus* by comparing previously discovered fossils with the new female fossil. The new findings confirm that the males had relatively small pelvises and large cranial crests whereas the females had much larger pelvises but no cranial crests. Detailed studies of the fossilized egg imply that, as most researchers had previously suspected, the pterosaur's reproductive strategies were not like those of birds but more like those of crocodiles or other reptiles. It is shown that the egg is relatively small in comparison with the pterosaur's body and that it was likely soft and covered in a parchment-like shell, similar to the pterosaur embryo found before. The eggs could significantly conduct uptake of water after oviposition from their environment, and they probably increased in size and mass during this period. This means that the adult did not have to invest too much water in the egg, which could have been quite advantageous: Less material investment

本文由国家自然科学基金项目(编号: 41010304027; 90914003)和中国地质科学院地质研究所所长基金项目(编号: 2011-SYS-02)联合资助。
收稿日期: 2012-10-07; 改回日期: 2013-02-25。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介: 吕君昌, 男, 1965 年生。研究员。主要从事中生代爬行动物(尤其是恐龙类和翼龙类)及其地层的研究。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街 26 号。电话: 010-68999707。E-mail: Lujc2008@126.com。

in the egg and less mass to carry around during the production of the egg in the female's body. This also suggests that *Darwinopterus* females buried their eggs like reptiles, paying little attention to them as they absorbed nutrients from the ground.

Key words: pterosaur egg; pterosaur sex; western Liaoning

众所周知,在地球历史上的中生代时期,由于爬行动物非常繁盛,被称之为爬行动物时代。在这段时期,爬行动物的辐射演化异常剧烈,不但产生了霸占陆地的各种大小不一的恐龙类、淡水湖泊中的离龙类、鳄类、龟鳖类,海洋中的鱼龙、蛇颈龙及沧龙等,而且也分异出种类繁多的空中主宰者——翼龙类。翼龙是一类飞行爬行动物,由于它们所具有的独特的骨骼构造特征,比如前肢第四指(飞行指)极度加长(大多数为4个指节,也有3个指节的,但是各个指节均加长),后肢退化,骨壁薄及骨骼高度中空等适应飞翔特征,从骨骼形态上看,非常容易与其他的脊椎动物化石相区别。由于其具有独特的构造,引起古生物学家们的极大兴趣,同时也带来了许多研究课题:翼龙类的起源和早期演化、形态功能学、系统分类、生殖生物学、生理学及其生活习性等(吕君昌等, 2006)。

由于它具有的适于飞行的特殊构造,比如骨骼高度中空,与其同时代的其它爬行动物相比,保存成为化石几率相对较少。因而,在某些方面,比如其生理生殖、性别鉴定等一直缺乏化石证据。翼龙的生活范围较大,它们的主要生活区域(比如在树林中、河湖及海洋上空觅食等)和产卵分别在不同的区域,蛋和母体几乎是不可能保存在一起的,因而这就加大了翼龙性别鉴定的难度。

2011年发表在美国《科学》杂志的一件雌性达尔文翼龙和她的蛋保存在一起的世上罕见的化石(图1; Lü et al., 2011),为翼龙的性别鉴定及其生殖生物学的研究提供了重要的素材,它的发现在翼龙的研究史甚至古脊椎动物的研究史上都具有重要意义。达尔文翼龙为中等大小的翼龙类,发现于辽宁省建昌县玲珑塔中侏罗世髫髻山组(Lü et al., 2010),是目前已知唯一由原始类群(非翼手龙类)向进步类群(翼手龙类)演化的过渡类型。它既具有原始类群的特征:比如尾长,多于20节尾椎椎体,且尾椎椎体由极度加长、纤细的前后关节突及脉弧所包裹,构成一僵硬的尾部,第五脚趾具有两个长的趾节;又具有进步类群的特征:如头骨加长,鼻孔和眶前孔愈合为一大鼻眶前孔,颈椎椎体长,没有或者颈肋退化;翼掌骨与肱骨的比率介于原始类群和进步

类群之间。达尔文翼龙的发现具有重要意义,它填补了由原始翼龙类向进步翼龙类演化的空白(吕君昌, 2010)。

实际上,早在1901年德国的古生物学家就试图对翼龙的性别进行区分,但苦于证据不足,始终无法获得满意的答案。许多翼龙都有头骨脊(Wellnhofer, 1991),在一些特殊的种类,其头骨脊甚至可达到其头骨高度的5倍。科学家长期以来猜想这些头骨脊是用来作为某种炫耀或者为同类发信号,并且只有雄性才有头骨脊,而雌性没有头骨脊(图2)。但是在缺少判别性别的任何直接证据的情况下,这一观点仍然是推测性的,具有头骨脊和不具有头骨脊的类型经常被划分为完全不同的种类。目前发现的和蛋保存在一起的一具翼龙骨架,可以很好地解释困惑科学家100多年的翼龙头骨脊的问题。同时也为我们利用判别翼龙性别方面的知识来研究整个新

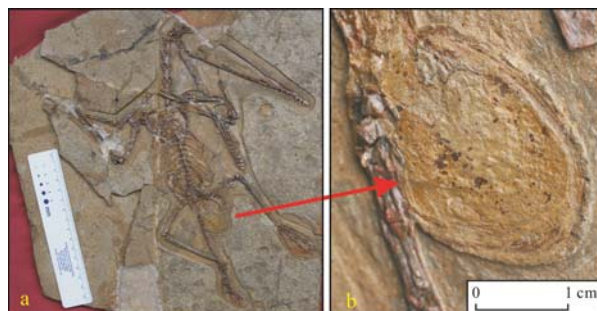


图1 与她的蛋保存在一起的雌性达尔文翼龙(a)以及蛋的放大(b)

Fig.1 Female *Darwinopterus* (a) and the enlarged photo of its egg (b)



图2 雌性(左)与雄性(右)达尔文翼龙复原图(由 Mark Witton 博士提供)

Fig. 2 Restorations of female (left) and male (right) *Darwinopterus* (offered by Dr. Mark Witton)

的领域，比如种群的结构和行为，以及可以用来推断其它的化石类群的性别问题。

被研究小组称之为 T 夫人(“Mrs T”)标本的发现，彻底解决了翼龙性别鉴定这一重要问题。T 夫人在以下两方面区别于雄性达尔文翼龙：她具有相对大的腰带(也就是人们常说的骨盆)，以容纳输卵管，而不具有头骨脊。而雄性个体具有相对小的腰带和非常发育的头骨脊。大概雄性翼龙是用这一头脊来恐吓对手或者吸引像 T 夫人那样的异性伴侣。因此，可以判断具有头骨脊的是雄性，而不具头骨脊的是雌性。

雌性翼龙和她的蛋保存在一起的这一世上罕见的化石的发现(图 1a)，具有以下几个方面的重要意义：为翼龙类，甚至其它的爬行动物的性别鉴定提供了直接证据，解决了长期以来困惑科学家 100 多年的翼龙头骨脊的问题；这一新发现也告诉我们许多关于翼龙生殖方面的信息。翼龙类的蛋相对小且具有软壳。这一形态完整的单个蛋，紧靠腰带的后部，为亚圆形，长轴长为 28 mm，短轴长为 20 mm(图 1b)。在放大镜下可以看到一些凹点，可能代表类似于硬壳蛋恐龙蛋中的气孔。蛋的周边缘印痕明显，且有折痕，说明它达到发育的后期阶段，可能到了待产的状态。蛋壳小且软壳是典型爬行动物的，但是不同于鸟类以及恐龙下的相对大的硬壳蛋。翼龙蛋为革质的软壳蛋，这与曾经发现的翼龙的胚胎蛋一样(Wang et al., 2004; Ji et al., 2004)。

从原料和能量角度上看，小的蛋需要较少的投入。对于积极活跃、精力充沛、有力量的飞行动物翼龙来说是一个独特的演化优势，并且可能在像翼展 10 m 多长的大型披羽蛇翼龙的演化来说是一个重要因素。除此之外，这一标本还提供了以下埋藏学的信息：从她的左前小臂折断来看，像是遭遇一次悲惨的事故。发育完好的蛋壳显示了 T 夫人将要准备下蛋时候，在遭遇事故中折断她的左前小臂而

遭灭顶之灾，而这一事故可能由 1 亿 6 千多万年前中国这一地区非常普遍的一次暴风雨或者一次火山喷发引起的，从而沉到湖底中，经过一亿多年漫长的石化作用而成为目前的状态。

总之，这一罕见的新发现解决了恐龙时代性别鉴定之谜的问题，同时也首次显示了如何用腰带结构和头骨脊来判别翼龙的性别。

参考文献:

- 吕君昌, 姬书安, 袁崇禧, 季强. 2006. 中国的翼龙类化石[M]. 北京: 地质出版社: 147.
- 吕君昌. 2010. 达尔文翼龙的发现及其意义[J]. 地球学报, 31(2): 129-136.
- References:
- Ji Qiang, Ji Shu-an, CHENG Yen-nien, YOU Hai-lu, LÜ Jun-chang, LIU Yong-qing, YUAN Chong-xi. 2004. Pterosaur egg with a leathery shell[J]. Nature, 432: 572.
- LÜ Jun-chang, Ji Shu-an, YUAN Chong-xi, Ji Qiang. 2006. *Pterosaurs from China*[M]. Beijing: Geological Publishing House: 147(in Chinese).
- LÜ Jun-chang, UNWIN D M, JIN Xing-sheng, LIU Yong-qing, Ji Qiang. 2010. Evidence for modular evolution in a long-tailed pterosaur with a pterodactyloid skull[J]. Proceedings of the Royal Society B, 227(1680): 383-389.
- LÜ Jun-chang, UNWIN D M, DEEMING D C, JIN Xing-sheng, LIU Yong-qing, Ji Qiang. 2011. An egg-adult association, gender, and reproduction in pterosaurs[J]. Science, 331: 321-324.
- LÜ Jun-chang. 2010. The Discovery of Darwinopterus and Its Significance[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(2): 129-136(in Chinese with English abstract).
- WANG Xiao-lin, ZHOU Zhong-he. 2004. Pterosaur embryo from the Early Cretaceous[J]. Nature, 429: 621.
- WELLNHOFFER P. 1991. The illustrated encyclopedia of pterosaurs[M]. London: Salamander: 192.