

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

论鸟类飞行的起源

季强¹⁾ 袁崇喜²⁾ 季鑫鑫³⁾ 邱军⁴⁾

1) 中国地质科学院地质研究所,北京,100037;2) 中国地质大学,北京,100083

3) 南京大学,210008;4) 辽宁省化石管理处,沈阳,110032

内容提要 笔者简要介绍了有关鸟类飞行起源的两种假说,即“飞行的树栖起源”假说和“飞行的奔跑起源”假说。并根据近几年中国辽西发现的化石材料,对两种假说的立论依据和机理进行了分析和评述,初步认为两种可能性均存在,但因奔跑而飞行的机制更为普遍合理。“上树”是一种可能的条件,但既非必要条件也非充分条件。

关键词 鸟类飞行的起源 飞行的树栖起源说 飞行的奔跑起源说

鸟类起源问题是生命演化研究领域最具挑战性的科学问题之一,困扰国际科学界长达140余年。近几年来,由于中国辽宁西部相继发现了中华龙鸟,原始祖鸟,尾羽鸟、神州鸟等珍稀化石(季强等,1996,1997; Ji Qiang et al., 1998; 季强等,2002),鸟类起源问题应该说已基本得以解决,国际科学界普遍承认鸟类是由小型兽脚类恐龙演变而来的。换句话说,鸟类是恐龙的后代,是现生的长羽毛的“恐龙”。

鸟类飞行的起源与鸟类起源是两种性质完全不同的,但有一定关系的问题。长期来,关于鸟类飞行起源存在两种观点对立、解释相背的理论,即“飞行的树栖起源”假说和“飞行的奔跑起源”假说。

持“树栖起源”假说观点的学者认为,鸟类的祖先开始时是通过攀援爬到树上的,而后从树枝上向下“滑行”,羽毛在“滑行”中逐渐丰满,最后获得了飞行能力。在他们看来,鸟类的祖先要想获得飞行能力,首先必须上树,因为树木的高度为“滑翔”和“飞行”提供了很好的条件。表面看来,“树栖起源”假说似乎比较合乎情理的,但细究之下有许多方面是令人难以理解的。首先,鸟类的祖先为什么要上树?是为了捕食,躲避敌害,还是仅仅为了获得飞行能力?为了捕食或躲避敌害偶尔“上树”是可能的,但绝不是普遍而常见的现象。另一方面,鸟类的祖先不可能在爬树之初就想到了几百万年后可以长出羽毛,会飞向天空。它们是动物而不是人,我们不能用人的思

维来代替生物的思维。其次,鸟类的祖先究竟是在上树前就长有羽毛的,还是在上树后才长出羽毛的?我国辽西发现的大量长羽毛的恐龙,特别是长羽毛的奔龙,已具有了十分发育的羽毛(包括前肢上发育的原始的飞行羽毛)。现在还没有任何证据表明,它们羽毛的逐渐发育与“上树”有关。相反,可能的解释是,正是由于它们的羽毛发育到一定程度,它们才有可能从一定的高度向下滑落,而不至于被摔伤或摔死。再者,即使鸟类的祖先发展到一定阶段,可能具有一定的“爬树”能力,但并不意味着“爬树”是鸟类获得飞行能力的“必由之路”。“爬树”可以是众多可能条件中的一种条件,但绝不是必要条件,也不是充分条件。即使是德国的始祖鸟,人们也普遍认为它不具有主动积极的飞行能力,也许只能在低矮的灌木间拍翅运动或滑行(但不具有爬树能力),因为始祖鸟用于固着飞行运动肌肉的构造不很发育。

“飞行的奔跑起源”假说是目前国际科学界的主流思想。特别是中华龙鸟,原始祖鸟,尾羽鸟等发现以后,这种假说受到了国际科学界的格外青睐。持“奔跑起源”假说观点的学者认为,鸟类的祖先是陆地生活的小型食肉性恐龙。由于它们是两足行走的动物,它们可以自由地利用前肢来进行扇拍运动。也许为了捕猎食物,躲避敌害或其他原因,它们本能地不断加快它们的奔跑速度,利用地形地物的高差跳跃或滑翔,最后终于获得了能振翅起飞的能力(图

注:本文为国家自然科学基金项目(编号49625202)、国土资源部“十五”专项计划“辽西中生代热河生物群及相关地层综合研究”项目资助成果。

收稿日期:2002-08-21;改回日期:2002-09-16;责任编辑:王思恩。

作者简介:季强,男,1951年生,博士。现为地质科学院地质研究所研究员,博士生导师。长期从事理论地层学和古生物学研究。通讯地址:100037,中国地质科学院地质研究所。

1)。从解剖学(骨骼学)角度来看,鸟类的祖先,小型兽脚类恐龙,具有诸多适宜快速奔跑起飞的特点,如体型小,灵巧敏捷,具叉骨,骨骼中空,两足行走,腿长,奔跑速度快等等。从中国辽西发现的化石来看,中华龙鸟、原始祖鸟、尾羽鸟、北票龙(可能是阿拉善龙的同物异名),中国鸟龙等均为陆地生活的快速奔跑者(季强等,1996,1997; Ji et al., 1998, 2001, 2002; Xu et al., 1999a, 1999b)分别代表了兽脚类恐龙中的几种不同类群,如中华龙鸟属于与美颌龙比较相近的虚骨龙类,尾羽鸟被认为是窃蛋龙类的代表,北票龙属于镰刀龙类(传统概念的懒龙类),中国鸟龙属奔龙类。从羽毛的类型和演化阶段来看,中华龙鸟和北票龙身上发育了纤维状的原始羽毛(绒羽),是羽毛演化早期阶段的产物。原始祖鸟身上覆盖了与中华龙鸟相同的原始羽毛,但其尾部发育了具有羽轴和羽片的“现代羽毛”。尾羽鸟和中国鸟龙身上同样发育了与中华龙鸟相同的原始羽毛,但其尾部和前肢均发育了与现代概念相符具有羽轴和羽片的“现代羽毛”。根据现有的研究材料,至少可以得出如下三点认识:① 在晚侏罗世羽毛已广泛存在于食肉性恐龙的许多类群,因此羽毛不能再被作为区分恐龙与鸟类的标志;② 羽毛肯定出现在鸟类飞行之前,而且羽毛的出现最初与飞行功能无关;③ 在鸟类获得飞行能力之前,羽毛已经历了一个缓慢的复杂发展过程,与“爬树”没有必然的联系。目前的研究表明,羽毛的出现最初仅是为了保持体温,是变温动物向恒温动物演变的必然产物。随着羽毛的自身发展和变化,它们后来才具有了保护身体、运动平

衡、性别展示、滑翔和飞行等功能。

在辽西发现的众多的长羽毛的兽脚类恐龙中,无论是季强等(1996,1998)命名的中华龙鸟和尾羽鸟,还是徐星等(1999a,b)命名的北票龙和中国鸟龙,大家一致认为它们是两足运动的快速的陆地奔跑者。然而,唯一“例外”的是“小盗龙”(Xu Xing et al., 2000),有些学者相信“小盗龙”不仅仅是一只世界上最小的兽脚类恐龙(一只“可在手掌上跳舞”的小恐龙),而且是一只具有“爬树”能力的兽脚类恐龙,认为,“小盗龙”的发现有力地支持了鸟类的“飞行的树栖起源”假说。但是2002年9月,国际著名的加拿大恐龙专家 Philip J. Currie 博士和美国古鸟类专家 Luis M. Chiappe 博士根据分支系统分析和解剖学研究认为,所谓的“小盗龙”实际上与中国鸟龙同物异名,从正型和副型标本看,“小盗龙”均是非成年期或幼年期的中国鸟龙。所以关于“小盗龙”是否具有“爬树”能力的结论还有待进一步研究。

最近,我国辽西早白垩世地层中发现的会飞的“恐龙”——中华神州鸟(*Shenzhouraptor sinensis* Ji et al., 2002),其前肢明显长于后肢,显示出明显向“翅膀”演化的过渡特征,其飞行羽毛明显长于躯体,其叉骨呈“U”字形等等。种种特征表明,中华神州鸟已具有了一定的飞行能力。但是,中华神州鸟后肢的第一脚趾没有反转向前,表明其不具有“对握”或“抓握”的能力,也不具有“爬树”的能力。中华神州鸟的发现有力支持了鸟类的“陆地奔跑飞行起源”假说,因为中华神州鸟具有了一定的飞行能力,但不具有“对握”和“爬树”能力的事实正好说明,鸟类飞行能

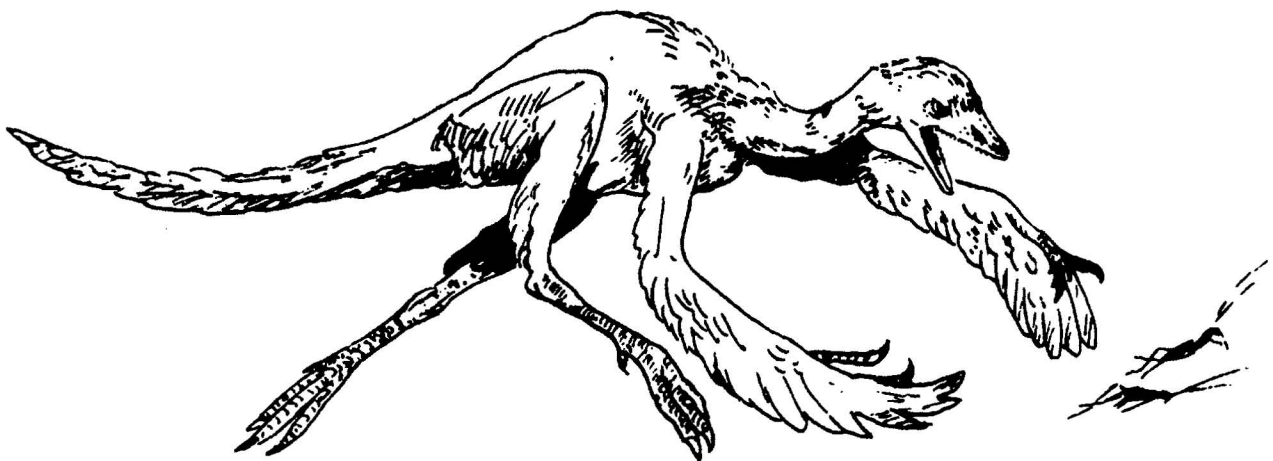


图1 鸟类飞行的“奔跑起源”假说模式示意图(据 Philip J. Currie, 1991)

Fig.1 Showing the cursorial model of the origin of birds' flight (after Philip J. Currie, 1991)

力获得的确与“爬树”没有必然的联系。

客观地说,有关鸟类飞行起源的研究和讨论远没有结束,目前发现的材料还不足以让我们对此问题过早下结论。今后随着新材料的发现以及人们认识水平的提高,也许有一天我们会发现“树栖起源”假说和“奔跑起源”假说两者均有一定的道理,分歧的焦点在于哪一种假说更具有普遍性和代表性。鸟类的祖先(小型兽脚类恐龙)在一定条件下,完全可以本能地借助于自然界中各种有利的地形和地物来帮助滑翔和起飞(如倒卧的树木,有高差的土坡、山头 and 悬崖,低矮的灌木,较大的岩石块体等)。最终,鸟类的祖先突然发现自己展开双翅后,能自由地翱翔于蓝天与大地之间。虽然这是我们的一些想法,但绝不是无枉之想,也不是无稽之谈。

参 考 文 献

- 季强,姬书安. 1996. 中国最早鸟类化石的发现及鸟类的起源. 中国地质, (10): 30~32.
- 季强,姬书安. 1997. 原始祖鸟(*Protarchaeopteryx* gen. nov.)——中国的始祖鸟类化石. 中国地质, (3): 38~41.
- 季强,姬书安,尤海鲁,张建平,袁崇喜,季鑫鑫,李景路,李印先. 2002. 中国首次发现真正会飞的“恐龙”——中华神州鸟(新属新种). 地质通报, 21(7): 363~369.

References

- Ji Q, Ji S A. 1996. On discovery of the earliest bird fossil in China and the origin of birds. *Chinese Geology*, (10): 30~32 (in Chinese with English abstract).
- Ji Q, Ji S A. 1997. Protarchaeopterygid bird (*Protarchaeopteryx* gen. nov.)——fossil remains of Archaeopterygids from China. *Chinese Geology*, (3): 38~41 (in Chinese with English abstract).
- Ji Q, Ji S A, You H L, Zhang J P, Yuan C X, Ji X X, Li J L, Li Y X. 2002. Discovery of an avialae bird——*Shenzhouraptor sinensis* gen. nov.——from China. *Geological Bulletin of China*, 21(7): 363~369 (in Chinese with English abstract).
- Ji Q, Currie P J, Norell M A, et al. 1998. Two feathered dinosaurs from northeastern China. *Nature*, 393: 753~761.
- Ji Q, Norell M A, Gao K Q, et al. 2001. The distribution of integumentary structures in a feathered dinosaur. *Nature*, 410: 1084~1088.
- Norell M A, Ji Q, Gao K Q, et al. 2002. “Modern” feathers on a non-avian dinosaur. *Nature*, 416: 36~37.
- Xu X, Tang Z L, Wang X L. 1999a. A therizinosaurid dinosaur with integumentary structures from China. *Nature*, 399: 350~354.
- Xu X, Wang X L, Wu X C. 1999b. A dromaeosaurid dinosaur with a filamentous integument from the Yixian Formation of China. *Nature*, 401: 262~266.
- Xu X, Zhou Z H, Wang X L. 2000. The smallest known non-avian theropod dinosaur. *Nature*, 408: 705~708.

On the Origin of Birds' Flight

Ji Qiang¹⁾, YUAN Chongxi²⁾, Ji Xinxin³⁾, QIU Jun⁴⁾

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

2) China University of Geosciences, Beijing, 100083

3) Nanjing University, Nanjing, 210008

4) Management Office of Fossils, Shenyang, 110032

Abstract

In this paper, two traditional hypotheses for the origin of birds' flight, namely the “arboreal” hypothesis and the “cursorial” hypothesis are introduced. According to the findings of feathered dinosaurs and primitive avialian birds in western Liaoning, it is more likely that the ancestors of birds used a combination of taking off from the ground and taking advantage of accessible heights (such as hills, cliffs, large boulders, or fallen trees). It seems not necessary that the ancestors of birds must climb trees to assist flight.

Key words: origin of birds' flight; “arboreal” hypothesis; “cursorial” hypothesis