

# 早期鸟类化石的发现 和鸟类飞行的起源

周忠和

(古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044)

**摘要** 中国中生代鸟类化石的发现反映了早期鸟类演化史上最早的辐射\*过程。对这些鸟类生活习性和飞行能力的研究还支持了鸟类飞行的树栖起源假说。

**关键词** 早期鸟类, 化石, 辐射, 飞行起源

1861 年, 在德国晚侏罗世距今约 1.5 亿年的地层中发现了世界上最古老的始祖鸟化石。这一划时代的发现对刚刚诞生的进化论学说起了推波助澜的作用, 同时也标志着早期鸟类研究的开始。1880 年, 在美国晚白垩世的地层中又发现了比始祖鸟进步得多的鱼鸟和黄昏鸟。遗憾的是, 从 19 世纪末到 20 世纪 70 年代的漫长时间里, 与鸟类起源和早期进化关系最密切的中生代鸟类化石几乎没有重要的发现。直到 20 世纪七八十年代, 才在蒙古、阿根廷和西班牙等地的地层中陆续发现了一些不完整的鸟类化石。

1982 年, 在甘肃省早白垩世地层中发现了我国第一件中生代鸟类化石——甘肃鸟<sup>[1]</sup>。1987 年, 辽宁朝阳农民阎志友发现的中国鸟代表了辽西地区发现的第一件中生代鸟类化石。

1990 年, 周忠和在辽宁朝阳波罗赤发现了几件世界上最完整的早白垩世鸟类化石, 如华夏鸟<sup>[2]</sup>(见封底)等。在这一地点后来又发现了数十

件鸟类化石标本, 使我国一跃成为拥有早期鸟类化石最多的国家。随后几年在辽宁陆续发现了朝阳鸟、波罗赤鸟、孔子鸟、辽宁鸟<sup>[3]</sup>、辽西鸟、始反鸟、原羽鸟<sup>[4]</sup>和长翼鸟<sup>[5]</sup>等, 使我国迅速成为世界上当之无愧的研究早期鸟类起源和演化的中心。其中, 辽宁鸟是现代鸟类最早的祖先类型。原羽鸟<sup>[4]</sup>是世界上已知最原始的反鸟, 它的发现和研究为探讨反鸟亚纲这一中生代最重要的鸟类类群的起源和演化辐射提供了重要的证据。孔子鸟是世界上已知最早有喙的鸟类, 它的许多特征的原始性都仅次于始祖鸟。此外, 孔子鸟还成为世界上保存最好、数量最多的化石鸟类。从 1995 年首次报道至今, 短短几年时间内, 孔子鸟已经成为除始祖鸟以外最著名的化石鸟类<sup>[6]</sup>。

近十年来, 在我国辽西地区先后发现了数百件具有重要学术价值的早期鸟类化石标本, 从根本上填补了 100 多年来始祖鸟和晚白垩世鸟类(距今 1.5 亿年至 0.8 亿年)之间早期鸟类演化研

\* 生物学意义上的辐射是一种普遍的进化现象。它通常指一类或者多种生物在某一特定阶段, 由于环境及内在的原因, 经过快速的发展和演化, 在种类、数量以及地理分布等方面显著增加或扩大的现象

收稿日期: 2000 年 12 月 6 日

究的空白。通过对中国早期鸟类的综合研究,我们首次提出了中国中生代鸟类化石主要归于反鸟亚纲,反鸟亚纲起源于欧亚大陆的假说,不仅将反鸟亚纲的地质分布向前追溯到早白垩世,而且确立了反鸟亚纲在中生代的统治地位。我们发现代表现代鸟类进化主干的鸟类化石如辽宁鸟和朝阳鸟等,在数量和种类上都不占优势,这和哺乳动物早期的演化模式非常相似。

此外,依据对辽西地区早期鸟类化石的研究,我们确立了以孔子鸟和华夏鸟为代表的两大古鸟类群,分别代表鸟类演化史上最早的两次大的辐射(图)。前者包括孔子鸟、辽宁鸟、辽西鸟、始反鸟和原羽鸟等;后者包括华夏鸟、朝阳鸟、松岭鸟、波罗赤鸟和长翼鸟等。无论在成员的种类还是数量上,它们都超过了世界上其它国家所有中生代鸟类的总和。早期鸟类的辐射不仅表现在种类和数量的急剧增加,而且表现在生活习性的分化。尽管多数反鸟以树上生活为主,长翼鸟显然已是生活在水边的特化的种类,而今鸟亚纲的种类则随着飞行能力的进一步完善,能够适应树上、地上和水边等不同的生态环境。和鸟类的起源问题一样,鸟类飞行的起源也一直是学术界争议很大的问题<sup>[7,8]</sup>。对此主要有两种假说:地栖起源假说和树栖起源假说。我国辽西丰富的早期鸟类材料为探讨这一重要问题提供了许多珍贵的资料。

始祖鸟等早期鸟类的的生活习性如何,直接关系到对鸟类飞行起源问题的研究。奥斯特罗姆(J. Ostrom)等人认为始祖鸟是地面奔跑的动物,由此推测鸟类的飞行是从地面起飞的;而另外一些学者则认为它是完全生活在树上的动物,因此得出了截然不同的结论。辽西中生代鸟类化石的发现,为鸟类飞行的树栖起源假说提供了新的证据。由于孔子鸟、辽宁鸟及始反鸟等在时代上仅晚于始祖鸟,对它们生活习性的研究,无疑能为探讨鸟类飞行的起源提供帮助。

在目前已发现的鸟类化石中,孔子鸟的原始性仅次于始祖鸟。我们的研究表明,它

和始祖鸟一样是一类以树栖生活为主的鸟类。

有关的证据包括以下几个方面:首先,它具有大而弯曲的脚爪,脚爪较扁,和树栖鸟类相似,而不同于地栖鸟类;第二,脚趾趾节的比例也更接近树栖鸟类,而明显不同于地栖鸟类。对数百个现生和已绝灭鸟类脚趾长度的统计分析结果,也支持孔子鸟树栖生活的结论;第三,孔子鸟和始祖鸟一样,前肢上尚保留3个指爪,并且大而弯曲。较进步的鸟类,如始反鸟的第3指已经十分退化,只包含一个很小的指爪,而到了华夏鸟第3指爪已经完全消失,剩余两爪分布在第1、2指上。有趣的是,一些现生鸟类,比如何爱青鸟,也有两个指爪,并且也分布在第1、2指上。我们认为早期鸟类保留的指爪,可能和幼年的何爱青鸟等一样,是为了适应攀援树木的需要。

探讨最早的鸟类是否具有从地面直接起飞的能力也有助于解决鸟类飞行起源的问题。始祖鸟的胸骨较小,尚未发育龙骨突,孔子鸟的龙骨突只是初步发育,这两种鸟类的鸟喙骨还都不是很长,由于与鸟类起飞关系最为密切的飞行肌肉上鸟喙肌主要附着在龙骨突和鸟喙骨上,因此,可以推测这一肌肉在最原始的鸟类中尚不很发育。在现代鸟类中,上鸟喙肌穿过一个由肩胛

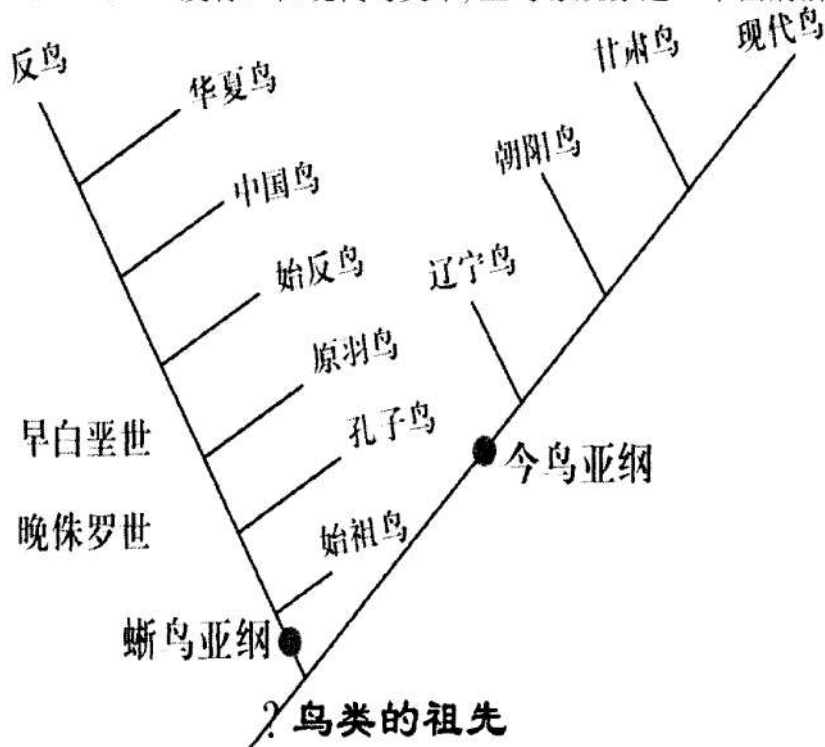


图 早期鸟类系统演化图

骨、乌喙骨和叉骨组成的三骨孔, 在飞行中负责提升翅膀, 其活动机理如同一个滑轮。很显然, 始祖鸟和孔子鸟都不具备三骨孔, 因此, 这些鸟类可能并不具有从地面直接起飞的本领。这一分析结果直接否定了鸟类飞行的地栖起源假说。

早期鸟类个体大小的演变也能反映飞行起源的特点。中国鸟和华夏鸟等时代稍晚、但形态比较进步的鸟类与始祖鸟和孔子鸟等相比个体较小, 并发育了进步的小翼羽。小翼羽在鸟类起飞和着地时的作用最大, 但显然还没有在始祖鸟和孔子鸟中出现, 这进一步证明, 从地面直接起飞的能力在最早的鸟类中并不存在, 而很可能是在较进步而且个体较小的鸟类, 如原羽鸟、始反鸟、辽宁鸟和华夏鸟等身上才率先出现的<sup>[9]</sup>。

此外, 我们还发现, 在由始祖鸟向更进步的鸟类演化的过程中, 鸟类逐渐完善了用脚栖息树木的能力, 与此同时, 前肢辅助攀援树木的作用逐步减小。因此, 尽管大多数恐龙在地面生活, 但在由鸟类的恐龙祖先向鸟类过渡的过程中, 经历了一个由地面向树上转变的特殊阶段。以上的分析表明, 鸟类最早的飞行很可能是借助于一定的高度开始的。辽西中生代鸟类化石的研究支持鸟类飞行的树栖起源假说。

## 参考文献

- 1 侯连海, 刘智成. 甘肃早白垩世鸟类化石兼论早期鸟类的进化. 中国科学 B 辑, 1984, 3: 250– 256.
- 2 周忠和, 金帆, 张江永. 辽宁中生代一早期鸟类化石的初步研究. 科学通报, 1992, 37( 5): 435– 437.
- 3 Hou L H, Zhou Z H, Martin L D *et al.* Early adaptive radiation of birds: evidence from fossils from northeastern China. Science, 1996, 274: 1 164– 1 167.
- 4 Zhang F, Zhou Z. A primitive enantiornithine bird and the origin of feathers. Science, 2000, 290: 1 955– 1 959.
- 5 张福成, 周忠和, 侯连海等. 反鸟的新发现与早期鸟类的辐射. 科学通报, 2000, 45: ( in press)
- 6 Feduccia A. The Origin and Evolution of Birds, second edition. Yale University Press. New Haven and London. 1999, 1– 166.
- 7 Chatterjee S. The rise of birds: 225 million years of avian evolution. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1997. 312.
- 8 Padian K, Chiappe L M. The origin and early evolution of birds. Biol. Rev., 1998, 73: 1– 42.
- 9 周忠和, 侯连海. 孔子鸟与鸟类的早期演化. 古脊椎动物学报, 1998, 36( 2): 136– 146.

## Discovery of Early Birds and the Origin of Avian Flight

Zhou Zhonghe

( Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, CAS, 100044 Beijing)

The Chinese Mesozoic birds document the earliest radiations of birds. Studies of the habits and the flight capability of these early birds also provide further evidence for the arboreal hypothesis of the origin of avian flight.

周忠和 男, 古脊椎动物与古人类研究所研究员。1999 年获美国堪萨斯大学博士学位。1999 年入选中国科学院“百人计划”。2000 年当选国际古鸟类与进化学会亚洲地区惟一的理事, 同年获国家杰出青年基金。曾获中国科学院青年科学家奖二等奖, 中国科学院自然科学奖一等奖。