

机场鸟击防范系列丛书

民航局安全能力建设资助项目

Application of Basic Ornithology in Airport

机场鸟类学基础



施泽荣 白文娟
编著 ◆ 邹玉明 刘振江
王 正



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

机场鸟击防范系列丛书
民航局安全能力建设资助项目

机场鸟类学基础

施泽荣 白文娟 邹玉明 刘振江 王 正 编著



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机场鸟类学基础/施泽荣等编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2017.8
ISBN 978-7-5650-3525-8

I. ①机… II. ①施… III. ①鸟类—普及读物②机场—鸟害—防治 IV. ①Q959.7-49
②V328

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 212593 号

机场鸟类学基础

施泽荣 白文娟 邹玉明 编著
刘振江 王 正

责任编辑 权 怡
责任校对 马栓磊 汪 铎

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2017 年 8 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2017 年 8 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	编 校 中 心:0551-62903210 市场营销部:0551-62903198	印 张	21.25
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	504 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽昶颜包装印务有限责任公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-3525-8

定价: 60.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。



序

自古以来，人类对鸟类的飞行都有着极大的兴趣。“列子御风”“嫦娥奔月”，翱翔蓝天之梦，自古有之。随着社会的发展，人们对“腰缠十万贯，骑鹤下扬州”的憧憬之心，日渐浓厚，充分反映出古代人们对快捷、安全、舒适、美观的飞行器的向往与追求。一百多年前，飞机的发明给人类插上了“金翅膀”，使飞行成为一种抵挡不住的诱惑。

人类的飞行，比鸟类晚了 1.5 亿多年。随着科学技术的不断发展，人类终于可以与鸟类共游一片蓝天。然而，蔚蓝的天空并不平静，当飞机与鸟类同时使用同一空域时，鸟击灾害就发生了。据不完全统计：全世界民航业，每年有大约 2 万起不同程度的鸟击灾害发生，造成直接和间接经济损失约 150 亿美元。以美国为例，该国民航业每年因鸟击灾害导致直接经济损失约 6.3 亿美元、间接经济损失约 25.2 亿美元、飞机停场超过 50 万小时。鸟击灾害给人类造成了巨大的生命和财产损失，也带来了巨大的社会影响和心理压力。自 20 世纪 50 年代以来，全世界因鸟击造成的灾害共计：民航业有 103 架飞机损毁，706 架飞机被击伤，3980 人伤亡；军方有 312 架军机损毁，981 架飞机损伤，396 名飞行员伤亡（其中 272 人死亡、124 人受伤）。更为严重的是，2005 年美国“发现”号航天飞机升空时，燃料箱前端遭遇鸟击。因此，国际航空联合会（FAI）把鸟击灾害定为“A”级航空灾难。鸟击造成的灾害，也使人们在乘坐飞机时平添了几分心悸。

在人们的想象中，柔弱的小鸟与飞机相撞是以卵击石，而事实绝非如此。飞机真的害怕小鸟，鸟击飞机的威力非同一般。据测定，一只 800g 的鸟类，在飞机相对速度为 300~500km/h 时撞击飞机，就相当于一枚小型炮弹击中飞机。一只小鸟如果被吸进发动机，就会使进气道阻塞或打断涡轮叶片，导致空中停车、失火或操纵失控，造成灾难事故。

鸟击灾害并非是个新问题，早在 1912 年，美国人卡尔·罗杰斯（Kari



Rogers) 驾机飞越美洲大陆时, 就因鸟击导致坠机身亡。随后, 为防止鸟击灾害的发生, 飞机设计专家做了大量改进。但是, 随着喷气发动机时代的到来, 进一步加剧了鸟击灾害的发生。因为, 早期飞机的活塞式发动机噪音大、速度慢, 鸟类在空中还来得及避让飞机, 即使发生鸟击灾害其损失也比较小, 然而, 现代喷气式飞机的速度快、噪音小、体型大, 发动机的涡轮叶片与螺旋桨极易受到鸟击而遭损坏。因此, 如何减控鸟击灾害的发生, 确保飞行安全, 已成为各国政府共同关心的一个大问题。

随着航空事业的快速发展, 鸟击灾害问题被列入航空业的议事日程, 因地制宜地制定综合防治与控制措施, 坚持“以防为主, 防治并举, 土洋结合, 经济有效”的原则, “治早、治小、治了”, 及时清除鸟击带来的飞行安全隐患, 已成为全人类的基本共识。目前, 摆在我们面前的现实是, 机场上空和地面上的鸟类及其他有害生物, 已成为飞行安全的大敌。因此要防止鸟击灾害, 确保飞行安全, 就不能等到事故发生了才仓促应对, 而要“以防为主”, 打主动仗, 在鸟类迁徙、集群、繁殖、扩散及活动峰值期, 做好防控工作。也就是说, 不但要认识防治对象, 熟悉防控措施, 还要掌握相应的鸟类及其他有害生物的活动规律, 通过系统的调查研究和周密的计算分析, 综合各种信息来预测(判断)鸟击灾害发生的高峰期、发生数量, 以及可能受到危害的航线、机种、飞行高度等等, 只有做到“知己知彼”, 才能取得最佳的防治效果。鸟击灾害基础理论的研究工作, 是我国鸟击灾害防治工作的基础, 是减控鸟击灾害的重要环节, 是保证飞机安全起降的重要工作。

在机场鸟击灾害防治工作中, 我们要建立一支以机场专业人员为主的鸟击防灾专业队伍, 广泛开展鸟击防范基础理论的研究工作, 形成特有的鸟击防范理论体系和防灾综合治理模式, 从而及时、有效地防治鸟击灾害的发生, 为飞行安全做出贡献。

机场鸟击防范是一项崭新的、前所未有的工作, 与气象、地质、害虫等自然灾害相比, 鸟击防范没有完整的理论体系, 缺乏先进的仪器设备, 缺乏专业技术人才, 更没有深厚的理论基础积淀。可以说, 机场鸟击防范工作, 在国内外起步都很晚, 在理论体系的建设、应用技术的研究开发以及人才培养等方面都是白手起家。为开拓这一新的领域, 广州民航职业技术学院的教师们抓住机遇, 率先协同相关专家学者进行深入探讨与研究。首先, 从基础理论体系建设



入手,针对机场鸟击灾害的特点,编写出一套综合性的“机场鸟击防范系列丛书”,初步形成了较为完整的理论体系;其次,以全国不同生态、不同区域的民用和军用机场为研究基地,为培养鸟击防范专业技术人才,建立了一套鸟击防范综合治理模式;此外,利用现代雷达扫描技术,研究航空鸟击灾害预测预报与控制技术。

“机场鸟击防范系列丛书”让我耳目一新,特别是《鸟击防灾预测与预报技术》。据我了解,目前国内外尚无他人开展这一领域的系统研究,这是一种创新和探索。该系列丛书的出版,为我国在鸟击防范工作理论体系建设方面抢占世界理论研究和实践的制高点创造了条件,并且首开先河,开拓思路,为后续研究夯实了基础。该系列丛书既有比较深厚的理论基础,又有丰富的实践案例,图文并茂,通俗易懂,集科学性、实用性、可读性于一体。由于时间等诸多原因,该系列丛书不够完善,甚至有不少疏漏之处,尽管如此,仍希望其能得到相关专家学者和同行的批评、指正;同时,也期盼更多的同仁及有兴趣的人士能够了解、支持并加入这一研究领域,为提升我国机场鸟击防范技术水平,实现有效治理做出贡献。毋庸置疑,该丛书必将对我国鸟击防范工作起到积极的指导和促进作用。可以说,它是一套具有科研参考价值和教学实用价值的好书,这是我在阅读该丛书后的观感,也是欣然为序的原因。相信广大读者读后也会有同感。

希望本套丛书的出版能进一步推动我国民航、军用机场鸟击防范工作的进步,使鸟击防范理论研究、新技术应用及鸟击防范人才培养工作,走在世界的前列。

广州民航职业技术学院院长 **吴万敏**

二〇一五年五月十八日



目 录

序	(1)
第一章 鸟类的起源与进化	(1)
第一节 起源与进化	(1)
第二节 我国的动物地理	(6)
第三节 温度的阻限作用	(14)
第四节 局部间断和偶然分布	(18)
第二章 鸟类的属系及分布特征	(19)
第一节 科的分布特征	(19)
第二节 种的分布特征	(21)
第三节 丰富多样的北南鸟类	(23)
第三章 鸟类的生理结构与功能	(36)
第一节 鸟类的外部形态及名称	(36)
第二节 鸟类的外部形态特征与体被羽毛	(42)
第三节 轻巧充气的骨骼系统	(49)
第四节 发达的胸肌与肌肉系统	(53)
第五节 鸟类的觅食与消化系统	(54)
第六节 鸟类的呼吸与发生系统	(57)
第七节 鸟类的双循环系统	(61)
第八节 鸟类的泌尿系统	(63)
第九节 鸟类的生殖系统	(64)
第十节 鸟类的纹状体脑	(66)
第十一节 鸟类的感觉器官	(67)
第四章 鸟类的生长发育	(70)
第一节 鸟类的繁殖行为	(70)



第二节	鸟类的占区行为	(71)
第三节	鸟类的营巢行为	(71)
第四节	鸟类的求偶与婚配	(72)
第五节	鸟类的孵卵	(74)
第六节	鸟类的育雏	(75)
第五章	鸟类的运动和迁徙	(77)
第一节	鸟类的运动方式	(77)
第二节	鸟类的迁徙	(82)
第三节	鸟类迁徙的内容	(84)
第四节	鸟类迁徙行为形成的原因	(94)
第五节	鸟类迁徙的定向	(98)
第六节	鸟类迁徙的研究方法	(101)
第六章	鸟类的鸣叫	(108)
第一节	鸟类鸣声的分类与功能	(108)
第二节	鸟类鸣叫与性别	(113)
第三节	鸟类鸣叫的周期性	(114)
第四节	歌声的个体变异与方言	(115)
第五节	鸟类鸣唱的个体发生	(116)
第六节	鸟类对声音的模仿	(117)
第七节	鸟类的其他“语言”发生方式	(118)
第八节	鸟类鸣声的研究方法	(120)
第九节	鸟鸣研究的实践意义	(122)
第七章	鸟类的食物与食性	(125)
第一节	食物类型	(125)
第二节	取食器官	(126)
第三节	取食过程与方法	(128)
第四节	食物的需求量与食物的限制使用	(129)
第五节	鸟类食性的变化	(131)
第六节	鸟类的社会性捕食习性	(133)
第七节	鸟类对水和盐的需要	(133)
第八节	鸟类食性研究方法	(134)
第八章	鸟类的行为	(137)
第一节	鸟类行为的本质和决定因素	(137)



第二节 鸟类行为的分类	(141)
第三节 鸟类行为的研究方法	(146)
第九章 动物分类的原则和方法	(148)
第一节 种和种下阶元	(149)
第二节 分类系统与高级阶元	(153)
第三节 命名法规	(155)
第四节 检索表 (keys)	(161)
第五节 标本采集、鉴定和收藏	(166)
第十章 鸟纲分类概况	(172)
第一节 古鸟亚纲 (Archaeornithes)	(172)
第二节 今鸟亚纲 (新鸟亚纲) (Neornithes)	(172)
第三节 基于 DNA 杂交的分类系统	(183)
第四节 鸟类的生态类群	(185)
第十一章 中国鸟类分类各论	(187)
第一节 潜鸟目 (Gaviiformes)	(187)
第二节 鸕鹚目 (Podicipediformes)	(187)
第三节 鹱形目 (Procellariiformes)	(188)
第四节 鹈形目 (Pelecaniformes)	(192)
第五节 鸛形目 (Ciconiiformes)	(196)
第六节 雁形目 (Anseriformes)	(199)
第七节 隼形目 (Falconiformes)	(203)
第八节 鸡形目 (Galliformes)	(208)
第九节 鹤形目 (Gruiformes)	(212)
第十节 鸻形目 (Charadriiformes)	(217)
第十一节 鸥形目 (Lariformes)	(221)
第十二节 鸽形目 (Columbiformes)	(225)
第十三节 鹦形目 (Psittaciformes)	(226)
第十四节 鹃形目 (Cuculiformes)	(227)
第十五节 鸱形目 (Strigiformes)	(229)
第十六节 夜鹰目 (Caprimulgiformes)	(231)
第十七节 雨燕目 (Apodiformes)	(233)
第十八节 咬鹃目 (Trogoniformes)	(237)
第十九节 佛法僧目 (Coraciiformes)	(238)



第二十节 鸢形目 (Piciformes)	(242)
第二十一节 雀形目 (Passeriformes)	(244)
第十二章 鸟类野外识别的基本方法	(269)
第一节 根据形态特征识别鸟类	(269)
第二节 根据行为特征识别鸟类	(274)
第十三章 鸟类学工作的基本方法	(284)
第一节 一般工作方法	(284)
第二节 预察工作法	(286)
第三节 野外工作法	(287)
第四节 其他工作法	(290)
附录一 《中华人民共和国野生动物保护法》	(291)
附录二 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》	(296)
附录三 《民用机场鸟情调查技术规程 (试行)》	(303)
附录四 世界现存鸟类目、科系统	(316)
附录五 鸟类学生僻字注音	(323)
附录六 计量换算表	(325)
附录七 摄氏、华氏温度对照表	(327)
编写说明	(329)



第一章 鸟类的起源与进化

我国地处亚洲的东部，幅员辽阔，地形复杂；多种气候条件交替，从寒温带到热带，甚至包括高原的冻原带。植物和土壤等也相应地变化，鸟类生活的外界环境多种多样。因此，我国的鸟类组成丰富，野生鸟类特产种类多，区系及生态地理变化十分明显。

我国陆地面积约为 960 万平方千米，大致相当于整个亚洲总面积的四分之一。世界最高的山峰——海拔 8848 米的珠穆朗玛峰，位于我国西藏自治区境内。从西部连绵不断的山地高原，到东部一望无垠的平原，从北部的荒漠、草原和寒温带针叶林，到南部的热带遮云蔽日的雨林，处处呈现出特有的自然景观，加之，丰富的生物多样性，为鸟类栖息、繁衍提供了良好的生态环境。

自古以来，鸟类是人们最喜爱的动物之一。它们婀娜柔美的舞姿，婉转多变的歌声，斑斓多彩的羽毛，用奇特的表现形式，给人类增添了无穷的乐趣。然而，在欣赏之余，你知道鸟类是怎样起源的吗？最早的鸟类是什么样子？

第一节 起源与进化

鸟类和其他生物的发展和进化有很多相类似之处。它们也是循着由低级到高级、由简单到复杂、由原始到现代的进化过程，在漫长的进化长河中，慢慢演变成现在的形态。

一、鸟类的起源

在鸟类的起源学术研究中，目前，国内外主要有槽齿类起源说、鳄类的姊妹群说和恐龙起源说三种假说。其中，槽齿类起源说和恐龙起源说在最近学术研究中，争论比较多。从三种学说的研究结果看，每一种起源说都有一定的道理，但是也有一些无法说清的问题。鸟类学家们的学说归纳起来为：

（一）槽齿类起源说

这一学说是 Mudge 于 1879 年首次提出来的，即槽齿类是地球上最早的两大支系爬行动物之一，它们出现的时间为距今二亿三千万年前。它们在地球漫长的历史长河中，生存的时间虽然不长，但是，它们在爬行动物进化上有着重大的意义。据研究，槽齿类动物为食肉性，用两足行走，身体结构轻巧，骨骼构造纤弱，部分骨骼是中空的，头骨结构也十分轻巧，着生较高，且很窄，眼眶较大，具有两个大的颞孔，两个眶前孔减轻了骨头的重量，为其活动创造了条件，减轻负担。

1991 年 6 月 29 日，印度动物学家首次公布了他们发现的一种小脊椎动物，依据其头



骨解剖和颈椎的马鞍形椎体等实物资料，认为这是迄今发现的最早的鸟类之一，科学家将其命名为原鸟。该动物体型大小似鸡，眼睛比较大，大脑的半球十分发达，较始祖鸟进步，但是，这种动物的头后骨骼的其他形态与鸟类相差比较远（图 1-1）。

（二）鳄类的姊妹群说

国内外有许多学者认为，鳄类是现存羊膜动物中，最接近鸟类的爬行动物，鸟类和鳄类的关系最为密切，从而提出了鸟类是鳄类姊妹群的说法。他们认为，鸟类与鳄类有许多相似的形态结构：方骨两关节式，方骨充气；具有下额孔；内耳腔的位置相似；大脑颈动脉干周围有两个气窝；槽生牙；头骨里面有气孔、气窦等。黄昏鸟就是此类学说的代表。目前，国内外比较统一的看法是，始祖鸟是从类似于鸟龙类的假鳄类进化而来的，但是，不同的看法仍然存在。例如，有的学者认为始祖鸟是从蜥龙类中的兽脚类进化而来的（图 1-2）。



图 1-1 原鸟骨骼复原图



图 1-2 始祖鸟化石

（三）恐龙起源说

近几十年来，由于世界恐龙化石的不断发现，从外部形态和内部结构特征，人们可以举出许多鸟类与恐龙的相似之处：骨骼中空；构造轻巧；颈椎细长，颈椎超过 3 个；肩胛骨长而窄；腰带各骨伸长；胫骨近端外侧有一山脊与腓骨相连；腓骨比胫骨细长，而且远端细小等。这些特征在恐龙的祖先类型中，已有部分出现。

1996 年在我国辽西发现的中华龙鸟，被认为是恐龙起源说的证据。身披“羽毛”的中华龙鸟，明显具有小型兽脚类恐龙的特点，被当作是最原始的鸟类（图 1-3）。但是，多数学者认为，中华龙鸟只是长有“羽毛”的兽脚类恐龙，与美颌龙形似，其“羽毛”与真正鸟类的羽毛也并不同，而且中华龙鸟出现得比较晚，并不是鸟类的祖先。

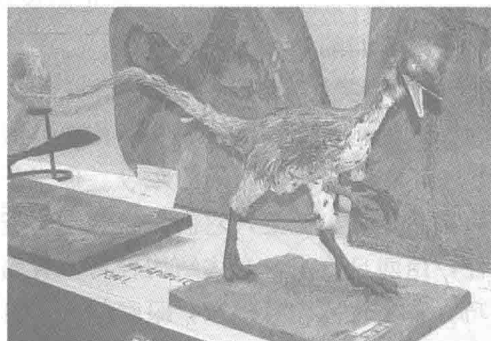


图 1-3 中华龙鸟



二、鸟类的进化

据研究,鸟类起源于距今大约 1.5 亿年前,它是由原始爬行类动物演化而来的。科学研究表明,脊椎动物进化的主干是从鱼类、两栖类、爬行类到哺乳类,最后,地球上才出现人类。鸟类在地球上出现的时间,比哺乳类还稍晚一点,它是由中生代爬行类分化出来,并向空中发展的一个特殊分支。在长期的演化过程中,产生了一系列适应于飞翔生活的形态结构和生理机能(图 1-4)。

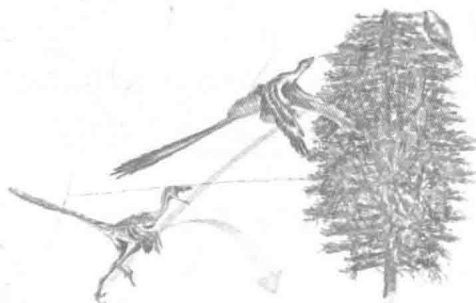


图 1-4 鸟类进化模拟图

有关早期分类的进化,目前,国内外专家学者大多都以现有的鸟类化石记录,来进行分析探讨它们的进化过程。客观上说,这是一个非常困难的研究课题。因为连原鸟计算在内,全球发现的中生代原始鸟类的化石产地,只有少数的几处,由于研究材料的不足,大大制约了鸟类进化理论的研究进展。

(一) 黄昏鸟

该鸟是一种不会飞翔的潜水鸟,这种鸟的化石产于英格兰的早白垩纪地层中,最初发现这方面的化石不少,它像所有的黄昏鸟一样,是一种脚如桨样的潜水鸟类,脚大而翼小,胸骨扁平,无龙骨突,长颌骨具向后弯曲的牙齿(图 1-5)。

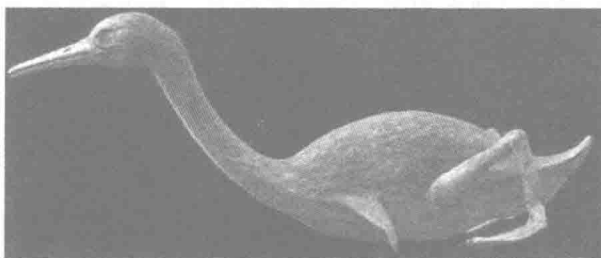


图 1-5 黄昏鸟骨骼复原图

(二) 鱼鸟

鸟类学家从鱼鸟化石的研究来看,该鸟在地球上出现在一亿年前,比黄昏鸟晚了约五千万年。这种鸟的颌骨具向后倾的牙,具有很强飞行能力,它们的翅膀有点像现在海鸥或其他小型海鸟。该鸟主要生活在白垩纪,其栖息范围为沿北美内海的海岸一带(图 1-6)。

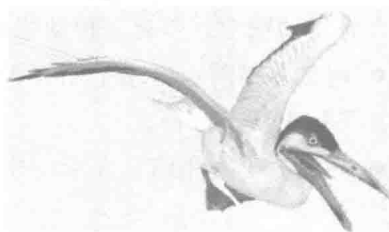


图 1-6 鱼鸟骨骼复原图

(三) 戈壁鸟

据初步研究,该鸟外部形态特征,有点接近



于现代鸟类中的鸛形目或鹭类，它与我国近年在辽宁西部发现的早期鸟类化石比较相似。

(四) 甘肃鸟

甘肃鸟一方面显示出与鸟类相似的进步性质，另一方面，它还残存着某些原始鸟类的构造，同时，更具有中生代鸟类的一般特征。它是早期鸟类进化阶段的一个代表类型。它与始祖鸟相比有了进步，而与黄昏鸟和鱼类相比又比较原始。从形态结构分析，在鸟类的进化过程中，如果说原始鸟可以代表现代陆栖飞行鸟类的祖先类型，那么，现生滨岸和水生类则很可能是甘肃鸟这一类群的后代。甘肃鸟的发现，为很不连续的鸟类进化谱系增加了一个重要的新环节。

(五) 三塔中国鸟和燕都华夏鸟

1988年人们在辽西发现一种鸟类化石，将其命名为三塔中国鸟，该鸟的形态结构有许多地方与原始鸟有相似之处。燕都华夏鸟为朝阳地区最早被发现的中生代鸟类之一。20世纪90年代初期，世界上从早白垩纪地层发现的鸟的化石，总数不过七八块，而且没有一块是完整的，而燕都华夏鸟是当时保存最完整的一块化石。三塔中国鸟和燕都华夏鸟虽然生活在同一个时代，大致为同层位的鸟类化石，但是，两者形态构造的分异性都很明显。

三塔中国鸟与甘肃鸟相比，其内部构造更原始，形态特征也有比较大的差异。甘肃鸟系原始滨岸水鸟，第四趾最长；而三塔中国鸟，其外部形态特征为明显的原始猛禽类型，脚趾第三趾最长。从研究的结果看，它们之间无直接的祖裔关系。从出土的鸟类化石看，比三塔中国鸟更进步的是朝阳鸟和辽宁鸟，这两种鸟被认为是现代鸟类的直接祖先。我国辽西发现的鸟类化石非常丰富，可以归入许多不同类群，分别代表鸟类的不同进化阶段。

近年来，科学家在世界多地发现了一批鸟类化石，有的地方鸟类化石还比较丰富。其中，比较著名的是美国洛杉矶的石坑（停车场下的化石库），仅仅一个坑，科学家就挖掘了3万多只鸟类化石，代表31种鸟。现在已有800多种不同种类的化石鸟被记载。虽然在这个坑中大多数是比较近代的分类化石，但是，有足够的中间类型，能够合理地描绘出生活在侏罗纪的始祖鸟演化成现代鸟类的连续发展过程。这一发现对于研究鸟类的进化具有重要的意义。

三、鸟类飞翔

在脊椎动物中，曾有三种动物具有真正的飞翔能力（图1-7）。

- 两亿多年前，出现了能在天空飞行的爬行动物——翼龙，但是，他的飞行能力很低，其飞行主要是滑行。

- 一亿五千万年前，在天空中出现飞行的鸟类——始祖鸟，这种鸟类的飞行能力比较强。

- 在一亿多年前，又出现了一种能在空中飞行的哺乳类——蝙蝠。该动物不仅飞行能力较强，且飞行比较奇特，在自然界，它们的栖息及许多习性与其他飞行动物更是不同。

人们会问，鸟类祖先是怎么从地栖生活转变为飞翔的，其研究有两种假说。



(a) 翼龙



(b) 鸟类



(c) 蝙蝠

图 1-7 三种不同脊椎动物飞行翼的比较

(一) 奔跑起源说

早在 1879 年,就有学者提出这一假说。这一学说的研究者认为,两足行走的恐龙,在快速奔跑的过程中,前肢有辅助及平衡的功能,演变成具羽的翅膀,而产生滑翔,直至获得飞行的功能。鸟类祖先在三叠纪时,可能具有更加长的外侧趾骨,从而增加动物的奔跑能力,并逐渐伴随鳞片的扩大,乃至羽毛的产生。

1907 年,匈牙利学者肯定了疾走飞行起源学说,并做了进一步的解释。他们认为,鸟类起源与两足疾走的长尾爬行动物有关。即一个两足地栖的原始鸟类的前肢或称初期的翅,是一个辅助推进器,以增加对强有力的后肢的驱动力。通过长期的“锻炼”和强化,原始鸟的翅逐渐完善,最后成为振翅飞翔的工具——翅膀(图 1-8)。

(二) 树栖起源说

这类学说的研究者认为,鸟类的祖先是地栖四足类爬行动物,经过长期的自然选择进化,而逐渐发展成为一个两足的、具有爬攀树干能力和韧性的地栖原始鸟类。这种鸟类开始在树枝间短距离跳跃,发展为在树之间长距离跳跃,也可视为早期的滑翔。随着时间的推移和进化,他们产生了更远距离的滑翔能力。最终从具有主动活动能力的扇动翅膀,渐渐进化到强有力的飞行(图 1-9)。

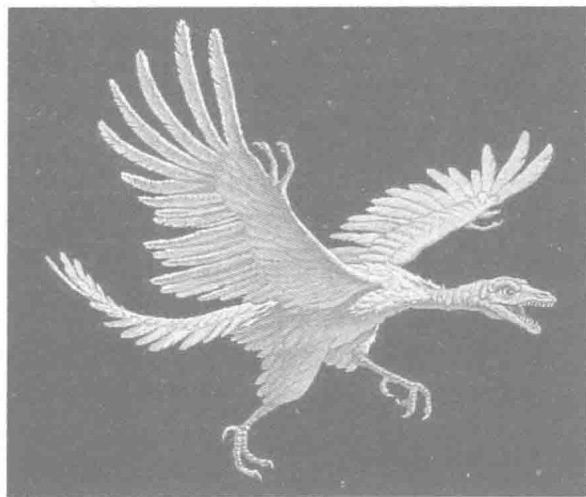


图 1-8 原始鸟类疾走图



图 1-9 原始鸟类在树上爬行



树栖理论的主要条件是：初始的鸟类，它们必须能在树干上爬行，因为在研究中，这一学说的支持者，特别强调了始祖鸟的拇趾与其他三趾相比更适于抓握攀缘的树栖韧性的有力证据。不管鸟类的祖先是哪种方式获得飞翔能力的，但是，有一点可以肯定，那就是鸟类的爬行动物祖先，一定是一种前肢退化，主要以后肢行走，在前肢和体侧之间可能生有和现代鸟类翼膜相似的皮膜，其上的鳞片逐渐演变成羽毛，而身体又比较轻巧的小型动物。只有这样才能比较容易地摆脱重力的作用，让身体“飞”起来。

四、与飞行有关的结构变化

动物身体的局部和整体运动，通常是在肌肉、骨骼和神经系统三者形成的协调一致的基础上共同进行的，在漫长的适应过程中，最后实现运动的一致性。

从现有的资料分析，始祖鸟的头骨构造相当原始，不但各骨块远没有变满和愈合，枕骨大孔仍处于头骨后方，而不像一般鸟类为后腹部位。由头骨脑颅构造复原出的始祖鸟，从其脑的形态可以了解到，其脑不发达，尤其与飞行有关的小脑很不发达。小脑是肌肉运动的调节中枢，它与脊髓和脑的其他部分均有密切的联络，特别是与肌肉、关节、韧带、内耳平衡器的联系尤为密切。从出土的始祖鸟化石资料分析，始祖鸟在身体外部形态和内部结构方面与鸟龙类爬行动物比较相似，与现代鸟类相比，其身体的外部形态和内部结构差异很大。因此，始祖鸟因为身体的结构问题，还不能完全适应飞行的需要。应该说，在鸟类进化史上，所有的鸟类都遇到了身体结构与飞行不相适应的问题，它们解决的办法是通过漫长的进化取得的。

第二节 我国的动物地理

我国古代就对各地所产生的鸟类、植物等进行了比较详细的记载，其历史可追溯到2500年前的《尚书·禹贡篇》，其后历代还有方志、异物志以及其他博物志，对全国各地鸟类及其他动植物均有所记述。这类记载缺乏鸟类分类的根据，难免存在谬误，但是，仍不失为重要的参考资料，特别是对探讨不同历史时期鸟类及其他动植物分布的变迁，具有重要的参考价值。由于动物分类学和动物区分工作在我国发展较晚，动物地理区划的研究很少受到注意。中华人民共和国成立前，只有极少数动物分类学家（陈世骧，1934；杨惟义，1937；张作干，1945；郑作新，1947；等等）探讨过我国动物地区分布问题。中华人民共和国成立后，特别是改革开放以来，农、林、牧、医和动物学工作者，对我国各地的动物种类、地理分布及其利用防治等问题，进行了广泛的调查研究，动物地理区划工作因此也得到相应的发展。郑作新就鸟类地理分布先后发表专著。自然区划工作进一步推动了动物地理区划的研究。郑作新、张荣祖于1956年和1959年，综合鸟类和兽类方面的研究资料，提出了我国动物地理区划草案，并进行了若干区划问题的研讨。在此基础上，许多动物学工作者开展了地区性的三级以下区划工作。改革开放以来，动物地理区划，特别是鸟类动物地理区划工作，越来越受到重视，有关人员对一些重要的鸟类进行了广泛深入的调查研究，并取得了重要的成果。



一、动物区分的起源及历史演变

我国现存陆栖脊椎动物区分的起源,至少可以追溯到第三纪后期,当时,我国哺乳动物的科和部分属,都已先后出现。南北方的动物群,基本上都同属一个区系,通常称为“三趾鸟(*Hipparion*)动物区分”或“地中海动物区分”,分布范围是指欧亚大陆及非洲的大部分地区。在这个广大的区域内,动物区系的地理分化不明显。我国北方,当时位于亚热带—温带,有较广的草原和森林草原,草原动物十分丰富,如各种羚羊(*Pantholops hodgsoni*)、马(*Equus*)、犀(*Rhinoceros*)、鸵鸟(*Struthio camelus*)等。南方属于热带,森林动物占优势,草原动物很少。

自第三纪后期,特别是第四纪初期,我国西部以青藏高原为中心的地区开始剧烈上升,即喜马拉雅造山运动,形成了大面积的高原,并促使亚洲大陆中心荒漠化,我国自然环境产生了明显的区域性差异,这种变化对动物区系的地区分化有重大的作用。同时,在整个更新世期间,气候发生了多次有节奏的波动,冰川曾多次扩张和退缩,气候带发生过南北的移动。动物群都在这个时期趋于灭绝,并同时产生了一些新的类型。

第四纪初期,即更新世早期,我国动物区系南北的差异已开始明显。根据古脊椎动物学研究,当时,在我国南方生活的动物,属于巨猿动物区系,该区系已显示有现代东洋界的特色。在我国北方生活的动物,属于泥河湾动物区系,该区系中已经出现与现代相近似的一些种类,但是,这一时期仍具有大量现在只分布于南方的种类。到了更新世中期,南北方动物区系的差别更趋明显,南方的巨猿动物区系发展为大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)—剑齿象(*Stegodon*)动物区系。这一动物区系的性质,在当时已经近似于现代我国东洋界的动物区系,到更新世晚期,则更趋接近。大熊猫—剑齿象动物区系分布范围较广,除我国南方尚包括华北一带。其中,有一些动物的种、属在我国境内现已灭绝,如猩猩属(*Pongo*)、鬣狗属(*Hyaena*)、獾属(*Tapirus*)、犀属(如独角犀 *Rhinoceros unicornis*)等;有一些种、属在我国境内的分布区域,已大为缩小,如象属(*Elephas*)、长臂猿属(*Hylobates*)、大熊猫属(*Ailuropoda*)等。在北方广大地区,更新世中期时,泥河湾动物区系发展为中国猿人(*Homo erectus pekinensis*)动物区系。到了更新世晚期,发展为萨拉乌苏动物区系,原来的产生了分化。在东北部分地区,包括现在的东北、内蒙古东北部和河北北部地区,分化为猛犸象(*Mammuthus primigenius*)—披毛犀(*Coelodonta antiquitatis*)动物区系。这群动物中的河狸属(*Castor*)、鹿属(*Cervus*)、驼鹿属(*Alces*)、狍属(*Capreolus*)、麝属(*Moschus*)和熊貂(狼獾, *Gulo gulo*)、野马(*Equus przewalskii*)、野驴(*Equus hemionus*)等动物,一直生存到今天,但是,它们的分布情况发生了很大的变化。在华北一带,萨拉乌苏动物区系分化为“山顶洞”动物群。当时,该区的气候比现在温暖湿润,森林覆盖面积比现在要大,草原也比较广阔。森林动物出现了很接近于现代的种类,如猕猴属(*Macaca*)、麝属(*Moschus*)、鹿属(*Cervus*)和牛属(*Bos*)等。草原动物中的旱獭属(*Marmota*)、鼬鼠属(*Mustela*)和野马、野驴等,曾广泛分布。这个动物群,向西一直延伸到新疆。从第三纪晚期起,一直在北方分布很广的鬣狗和鸵鸟等则趋于灭绝。至全新世初期,我国动物群的地区分化,基本上已和现代相似(图1-10)。