

彩色图解

青少年必读经典

鸟百科

朱立春 主编

华文出版社

彩色图解



鸟百科

朱立春 主编

华文出版社

图书在版编目(CIP)数据

鸟百科 / 朱立春主编. —北京: 华文出版社, 2009.9

ISBN 978-7-5075-2808-4

I. 鸟… II. 朱… III. 鸟类—普及读物 IV. Q959.7-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 154444 号

书 名: 鸟百科

标准书号: ISBN 978-7-5075-2808-4

作 者: 朱立春 主编

责任编辑: 杜海泓

封面设计: 王明贵

文字编辑: 万永勇

美术编辑: 王静波

出版发行: 华文出版社

地 址: 北京市宣武区广外大街 305 号 8 区 2 号楼

邮政编码: 100055

网 址: <http://www.hwcbs.com.cn>

电子信箱: hwcbs@263.net

电 话: 总编室 010-58336255 发行部 010-58815874

经 销: 新华书店

开本印刷: 三河市华新科达彩色印刷有限公司

720mm × 1010mm 1/16 开本 12 印张 150 千字

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 16.80 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

版权所有, 侵权必究

本书若有质量问题, 请与发行部联系调换

出版说明

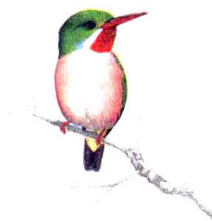
鸟是一群特殊的地球生灵，既有天上飞的、地上走的，也有树上栖的、水里游的，而且几乎无处不在。也许是因为鸟儿带给了人类最初的飞翔梦想，在成千上万的动物中，人们对鸟类总有一种最强烈的好奇心和亲近愿望。就连伟大的达尔文进化论也是由他偶然发现的“达尔文雀”催生的。然而对于普通人来说，因为缺乏相关的专业知识，对鸟的世界其实是备感神秘的。

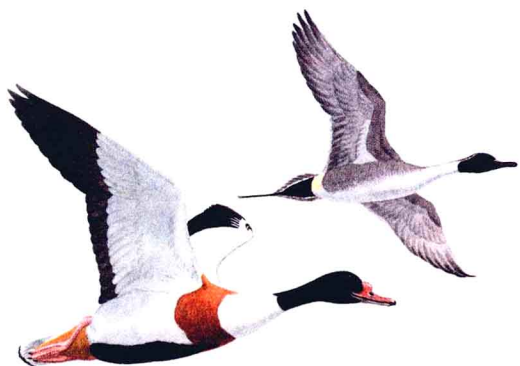
这本《鸟百科》就是应此需求而编写的一部鸟类科普读物，它综合鸟类学的基本知识和最新的研究成果，通过科学性与实用性并重的编排，向读者揭示鸟类究竟是如何生活的，以及其应对环境的惊人的适应性，力求让每一位普通读者都能全方位、多角度地了解鸟类世界。

全书基本上每节阐述一个鸟科，详细介绍本科鸟类的相关生理特征、分布情况、进化历史、分类、繁殖、食性、群居动态学、保护状况以及与人类的关系等，条理清晰，层次分明。全书语言却生动流畅、风趣幽默，读来令人兴趣盎然并深受启发。为使普通读者也能够轻松理解和掌握本书内容，编者有针对性地总结归纳了大量相关知识点，以“知识档案”、“框内专题”、“照片故事”等形式对主体内容进行信息提炼或拓展延伸。另外，全书选配了300余幅极具视觉冲击力的照片和手绘插图，全景、立体地再现了鸟类的生存百态和精彩瞬间，让读者有身临其境之感，并能获得美的享受。

目 录

鸟的概述	1
鸵鸟	16
几维	20
企鹅	22
信天翁	30
海燕	34
天鹅、雁和鸭	36
鹰、雕和兀鹫	48
雉和鹑	60
鹤	66
燕鸥	70
鸽子	76
鹦鹉、吸蜜鹦鹉和凤头鹦鹉	82
杜鹃	94





仓鸛和草鸛 100

雨燕 102

蜂鸟 108

翠鸟 118

犀鸟 124

巨嘴鸟 130

啄木鸟 136

园丁鸟 142

鸦 146

黄鹂 154

山雀 156

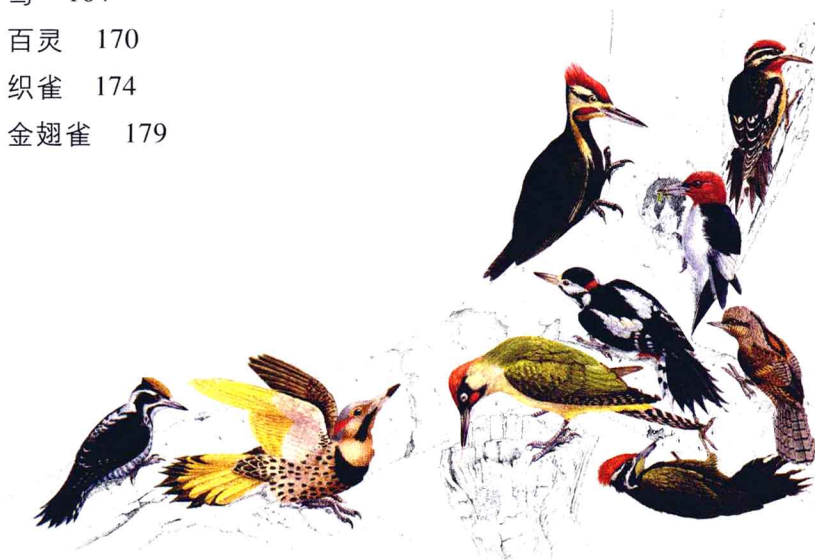
燕 160

莺 164

百灵 170

织雀 174

金翅雀 179



鸟的概述



1861年，巴伐利亚一座石矿的矿工们在采石时发现了一枚羽毛化石，他们随后将它交给了当地的博物馆。在历经勘察后，一具生物化石展现在人们眼前：它看上去像爬行类，有长长的尾巴；然而在它周围保存完好的石板纹理中清晰地勾勒出确凿无误的羽毛印记！于是，这具小小的生物化石迅速成为了历史上最著名，也是最重要的化石标本之一——“印板石始翼鸟”（字面意思为“印在石板里的古老翅膀”，通常称始祖鸟）。之后又陆续发现了7件样本。

发现始祖鸟的石板生成于约1.5亿年前的侏罗纪。尽管近来又发现了类似鸟的爬行类动物，但始祖鸟仍然是介于爬行类和鸟类之间最重要的“过渡环节”。它被认为是从兽角类恐龙直接演变而来的。兽角类恐龙这种大型的爬行类谱系早期的分支，包括凶猛的食肉恐龙霸王龙，乍一看不太可能与鸟类有亲缘关系，然而，进化史充分表明，我们有理由宣称：恐龙并没有真正灭绝，鸟类便是它们的活代表。

始祖鸟的体积与大的鸽子一般大小。除了形状和蜥蜴尾巴相似，但

展翅翱翔的白玄鸥

这种身姿优美的鸟非常善于在无边无际的大海上进行长途飞行。其巢通常筑在遥远的海岛上，它们经常飞越整个热带和亚热带海洋。

长有羽毛的长尾之外，始祖鸟与现代鸟类最明显的区别在于它的颌上长有牙齿，前肢初步进化为翼但仍留有爪子，并且胸骨相对较小。不过，羽毛——这一鸟类最显著的特征似乎已与现代鸟类的羽毛相当接近。由于始祖鸟仍带有“与鸟不相符”的尾巴，故尾羽的位置非常奇特，但翼羽无论在数量上还是排列上都与现代鸟类相差无几。

虽然温血动物需要更多的食物来维持生存，但比起冷血爬行动物，它们还是拥有一个巨大的优势，即不论是在寒冷条件下，如夜间、凌晨和黄昏，还是在温和的气候下，它们都比冷血动物更加活跃。有一种可能的情况是，当年一些恐龙种群至少部分地发展了它们保持体温的能力，而且现在看来其中有些种群是通过生出羽毛来保持体温的。始祖鸟，以及同时期的早期哺乳动物，同属于温血动物，也就需要羽毛所提供的良好保温性

能。因此，羽毛被认为最有可能是从爬行动物的鳞片经过复杂的演变进化而来，用以保温的。

近年来，关于早期的类鸟爬行动物，取得了一批振奋人心的发现成果，尤其是在中国。尽管这些爬行动物很显然不能飞行，但它们中的一部分（包括中华龙鸟、粗壮原始祖鸟、邹氏尾羽龙和孔子鸟）具有羽状或类羽状结构，从而佐证了羽毛出现于飞行之前并用于保温的推测。不过，迄今为止所发现的长有羽毛的爬行类均生活在始祖鸟之后，所以始祖鸟仍为人们所已知最早长有羽毛的动物。当然，类似的发现也进一步印证了一种观点，即羽毛不能再用来作为界定鸟类的决定性特征。



● 雀形目鸟或“栖树鸟”以约5 900种的数量占据了全球鸟类种数的半壁江山，其分布遍及除极地外的世界各大洲。图中为猩红比蓝雀，一个美洲的留鸟种类。

始祖鸟的祖先利用四肢上的爪子在树上攀爬，然后开始在树枝间跳跃。于是，前肢后侧及尾部的鳞片逐渐延长，从而使表面积扩大，帮助它们将跳跃行为演变为滑翔。出于这一目的，在自然选择的作用下，它们的鳞片逐渐进化得更长更轻。始祖鸟的翼羽长度足以令它滑翔相当长一段距离，而翼羽的形状则表明该鸟已有能力实现动力飞行。然而，始祖鸟的胸骨非常狭小，有人认为这样的胸骨无法附着长时间飞行所需的大块肌肉组织。此外，长长的尾巴使它较之于结构更为紧凑的现代鸟类，在飞行的灵活机动性方面显得有些先天不足。但毋庸置疑，始祖鸟确实已会飞翔，哪怕并不能飞很长距离。

对于鸟类的早期进化，我们绝大部分知识都是从始祖鸟这一物种身上得来的。因为大多数鸟类的尸体通常变成了一堆腐肉，或在有可能变成化石之前就已经分解了，再加上体积相对较小、骨骼较细，故鸟类很难变成化石。始祖鸟以及绝大部分自白垩纪晚期遗留下来的水禽类或其他鸟类的化石，都是鸟死后落入优质土壤中形成的化石，这绝非巧合，因为优质的土壤为完整保存鸟类的尸体提供了最佳条件。

始祖鸟具有既像鸟又像爬行类的特征。在化石记载史上，经历了白垩纪初期约3 000万年的间隔后，才出现了更多的鸟类化石。这些鸟类都已明显接近于现代鸟类，其中包括类似潜鸟的黄昏鸟，其翅膀结构表明该鸟的原种乃是会飞的鸟类，尽管它自己已重归不会飞的行列。所以可以推断，在那3 000万年间，鸟类必定发生了重大的演化，但对此我们几乎一无所知。

白垩纪末期即6 500万年前，一些

鸟类开始表现出现代鸟类的特征。但在第三纪前半期即大约6 500万~3 800万年前,发生了鸟类的大规模辐射。我们所知道的从始新世(5 400万~3 800万年前)遗留下来的鸟类化石至少有30个现代的鸟科。故始新世结束后,鸟类真正“降临”了。

大小适中

体型约束

比起其他某些纲的动物,鸟类无论在结构上抑或体型上都算是一个非常均匀统一的群体。拿哺乳动物来说,包括马、狐猴、鲸、蝙蝠、虎等,可谓千差万别。并且,从小小的蝙蝠到巨型的鲸,不同哺乳动物之间的体重比可达1:100 000 000;而飞鸟的体重范围仅在约2.5克到15千克之间,比率只有1:6 000。

鸟类的这种体积和形状范围受限制的原因很可能是基于飞行的需要(相比之下,那些同源但不会飞的鸟类,则在一定程度上不受这样的约束,然而它们却面临其他的威胁,并常常有灭绝之险)。就能量消耗而言,飞行是一种代价极为昂贵的运动方式,所以尽可能经济节能地进行飞行对鸟类来说其重要性不言而喻。事实上,鸟类生理构造上的几乎每一个显著特征都是为了适应飞行才进化而来的。

鸟类体型受限制,在体型范围的两端却是基于不同的原因。为了保证身体机能良好运行,鸟类需要维持恒常的体温,根据具体种类不同,一般在41~43.5℃之间。然而,体型一旦缩小,身体体积(或体重)下降的比例较之表面积减小的比例更大。这一点非常重要,因为身体散失热量的速率与表面积和体积之比有关。当表面积和体积之比升高(换言之,即物体

变得更小),散热的速率就上升,也就是说小型鸟类比大型鸟类散热更快。而失去的热量必须通过摄入更多的食物来补充,故相对于体型而言,小型鸟类需要比大型鸟类吃得更多。因此,如果低于一定的体型标准,能量的补充在时间和精力上都将变得不堪重负,生存也就难以为继。

所以,世界上最小的鸟,如牙买加的小吸蜜蜂鸟,仅重2.4克,这与它生活在暖和地带并非巧合。即使在热带,许多蜂鸟为了节省能量而在夜间蛰伏,然后在天亮开始活动之前重新热身,期间它们需要摄入相当于体重一半的食物。

飞鸟的体型上限同样与体积和比例方面的问题有关。如果一只鸟的线性尺寸为另一只鸟的2倍,那么其表面积就为另一只鸟的4倍,而体积(和体重)则为8倍。因此,大型鸟类的体重与翼面积之比要比小型鸟类高,即翼负载与体积成正比。较之小型鸟类,大型鸟类必须拥有更大的翅膀和(或)飞行肌,而这反过来又进一步增加了体重。

大型鸟类比小型鸟类更受到体重的约束,在生理构造上也有据可依。在较小的鸟身上,唯有最大的骨骼才可能是中空的(即充气的)。而在较大的鸟身上,有更多的骨骼是中空的。例如秃鹫不仅腿骨是中空的,连大部分趾骨也是中空的。

实际的起飞行为是飞行过程中最耗能的时刻,鸟类必须迅速加速。起飞对于小型鸟类而言不成问题,它们能够一下子跃到空中便飞起来。然而,一只大兀鹫,特别是当它嗉囊饱满时,必须通过沿地面助跑达到足够快的速度后才能飞起来;天鹅则须在水上助跑后方能起飞;而信天翁一般情况下很难飞起来,除非遇到强大的逆风。

现代飞鸟的体重上限似乎为 15 千克。许多种群的最大鸟类都接近这一体重，这也许并非巧合。比如，大鸨一般体重就为 15 千克，偶尔超过些许，最大的天鹅重约 15 千克，最大的兀鹫重约 14 千克，最大的鹈鹕重约 15 千克，漂泊信天翁则体重 12 千克。不过对于这些鸟种来说，这样的体重是不常见的，绝大多数个体成鸟比这都要小。

但是，这种论点有一个不足之处，即有些已成为化石的飞鸟，它们的体重远远超出了上述限度。直至最近，人们发现的最大化石主要都是巨翼鸟类的，它们通常被视为巨型的兀鹫，尽管有相当一部分人对它们究竟是如何存在的表示怀疑。其中一种名为泰通鹏的鸟，翼展达 5 米，体重很可能超过 20 千克。而另外一种相对鲜为人知的名叫“*Osteodontornis orri*”的海鸟，也具有不相上下的翼展长度。但两者在另一种发现于阿根廷的鸟类“阿根廷巨鸟”的遗骸面前则显得黯然失色，该鸟很可能也属于巨翼科，翼展竟达 7~7.6 米！

有人认为这些巨鸟像如今东非的兀鹫一样，当时纷纷乘上升气流飞离炎热但又不封闭的地区。当然，这只是一种推测。对于试图解释它们是如何飞行的生物学家来说，早期的巨型鸟类和庞大的爬行翼手龙给他们提出了相似的难题。

史前鸟类的重现

1.始祖鸟，已知的最古老的鸟，源于侏罗纪晚期（约 1.47 亿年前）。2.尾羽龙，距今约 1.25 亿年，为前肢短、长有原始羽毛但不能飞行的兽脚类恐龙。3.黄昏鸟，白垩纪早期的长牙水禽，距今约 7 000 万~9 000 万年，是从飞鸟演变而来的不会飞的鸟种。4 和 5.鱼鸟和虚椎鸟，为同一时期的鸟种，外形酷似现代燕鸥。6.齿鸟，始新世时期（约 5 500 万~3 400 万年前）的长翼海鸟，喙部有齿状的锯齿。7.巨翼鸟，更新世时期（约 180 万~1 万年前）兀鹫状的巨型鸟类，发现于洛杉矶的拉布里沥青坑，据传该鸟的翼展可达 7 米。8a 和 8b.庞大的阿根廷巨鸟的飞行身影与现代白头海雕的对比。9.古新世和始新世时期的营穴鸟，直立达 2.2 米，胸骨无龙骨，不会飞。灭绝较晚的是巨型平胸类鸟——恐鸟和象鸟。10.伟恐鸟，为 6 个恐鸟种类中最大的种，栖息于新西兰；恐鸟最终在 19 世纪灭绝。11.生活于马达加斯加的象鸟。



1



5

7

4

6

3

2



为飞行而生

形态适应

除羽毛外，鸟类的骨骼和肌肉组织充分体现了它们对飞行的适应。这种适应性满足了两大要求：第一，由于飞行极为耗能，故体重需尽可能减轻；第二，飞行中的灵活机动性要求鸟类的躯体变得紧凑，重量尽可能往重心位置集中。

鸟类的头骨已大大变轻，其眼睛大，眼眶占据了头骨前部的很大空间，两个眼眶几乎在头骨中央汇合。比起其他脊椎动物，鸟类的一个显著特征是颌骨变轻，牙齿完全消失。鸟类的喙在形状和大小方面各不相同，从而使不同类型的鸟能够获取并“处理”各种各样的食物。

在骨骼系统的另一端，鸟类尾部的骨骼成分已大大缩减。随着尾骨的退化，所有尾羽得以集中长在同一部位。这种适应性令现代鸟类比带有“拖沓”长尾巴的始祖鸟在结构上能更方便、更

寻找传说中的大鹏

阿拉伯故事《一千零一夜》中描述了辛巴达在行程中数次遭遇一种巨鸟，那便是大鹏。

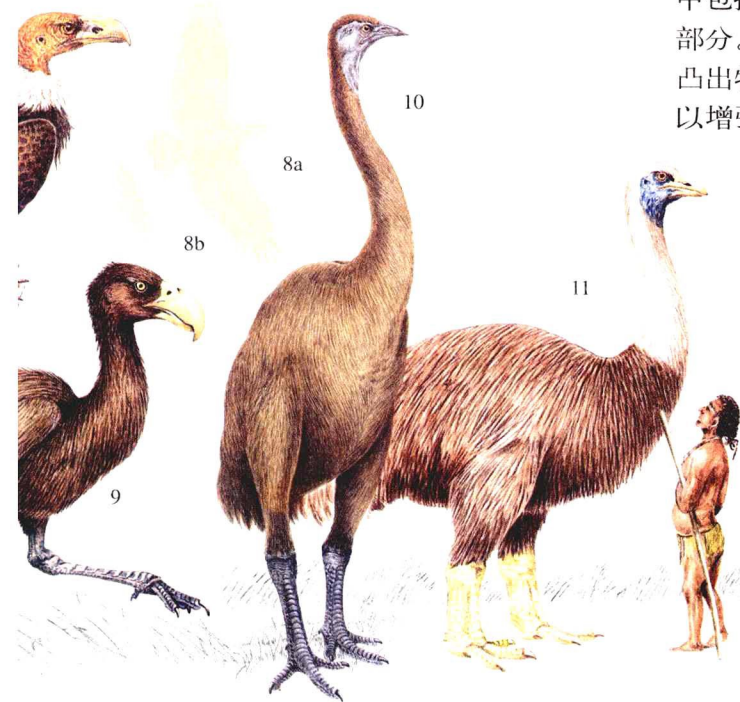
虽然传说中的大鹏会飞，但人们认为它的原型是生长在马达加斯加、灭绝于17世纪中叶的一种不会飞行的巨鸟。它被13世纪的意大利探险家马可·波罗命名为“象鸟”。这种庞大、威猛的平胸类鸟直立时有3米高，重约450千克，是有史以来最大的鸟类。这种鸟的碎蛋壳经常可以在马达加斯加岛南部的海滩上发现，同样很庞大，长约40厘米，容积可达7.5升，是鸵鸟蛋的15倍。



有效地控制方向。尾部的大小和形状则因鸟而异，主要是为了满足各自的飞行需要。有些种类（如啄木鸟、旋木雀），它们的尾部在攀树时甚至会变得僵硬，用以作为一种支撑。

鸟类很多部位的主要骨骼都已经大大减轻，尤其是进化为中空骨骼，其中包括重要的肢骨以及头骨和骨盆的一部分。肋骨很轻，同时长有向后生长的凸出物（钩突），压覆在相邻的肋骨上，以增强牢固性。一些潜鸟如海鸬，具有很长的两块相互压覆的肋骨，从而保证了在潜水时体腔不被压迫。另外，许多骨骼相互愈合，形成了一个坚固的骨架，因此也就无需大量的肌肉组织和韧带来将分散的骨骼结合起来。

鸟类的前肢发生了鸟类身上最重要的变化之一，后肢变化则相对不明显。前肢化为翼，同时躯体的相关部位为大量的飞行肌提供着生处。“手”上有两节指骨已消失，另有一节已大大退化。翅肌主要集中在翼的基部（靠近重心），翅膀



的向下拍动来自肌肉的直接作用，向上拍动（或折翅）则要求通过肌腱围绕肩关节做“滑轮”运动。翼关节的此种构造，使其除了水平方向的展开与闭合外便极少活动，故不需要肌肉和韧带，从而杜绝了“多余的”运动。鸟的“上臂”（肱骨）基部有一块很大的地方留给胸肌着生。这些发达的胸肌的另一端则附于龙骨状的庞大胸骨。当胸肌收缩、翅膀向下拍击时，产生的力量足以将鸟胸骨和翼之间的身体部位压迫变形，幸亏胸骨和翼之间两侧各有一根强有力的支柱状骨骼喙骨支撑，并有叉骨（结合起来的锁骨）和肩胛骨相助，三者的端部相连，为翅膀提供了连接点。

鸟类是动物中不同寻常的一个纲，它们有2种移动方式：飞行（使用前肢）以及步行或（和）游泳（使用后肢）。鸟在飞行中保持平衡问题不大，因为大的飞行肌集中位于翼下的身体重心附近。然而，正是由于这些肌肉的存在（部分原因），鸟的腿部便很难长在靠近重心的部位。事实上，腰部的杯形髌臼（连接股骨上端）离重心就已经有一段距离了。所以一只步行中的鸟若直接由髌臼来支撑身体，会很难保持平衡。

于是，鸟类以一种独特的方式解决了这一难题。股骨仍以脊椎动物常见的方式接入髌臼，但沿着鸟的躯体向前突，且基本不运动，由肌肉缚之于身体。在某种意义上，股骨的下端（膝）成了一个新的“髌”关节，它连接着腿的下部，并且重心位置相当好。所以鸟类的腿虽然上下两部分分明，但实际上与我们人的腿并不相似。它的上半部分相当于我们的小腿，而它的下半部分或假胫骨（术语称为跗跖骨）由部分胫骨和足部骨骼

组成，在人身上则没有对应的部位。这一事实解释了为何鸟类的腿弯曲的方式正好与人类的相反。我们看见的关节并不是真正意义上的膝关节，而更像是人类的踝关节。因为翅膀的存在，腿部关节变得非常固定，很少往不必要的方向活动。腿部运动由位于腿上端附近的肌肉通过肌腱来加以控制，使其向重心靠拢。

保暖、轻盈、流畅 羽毛

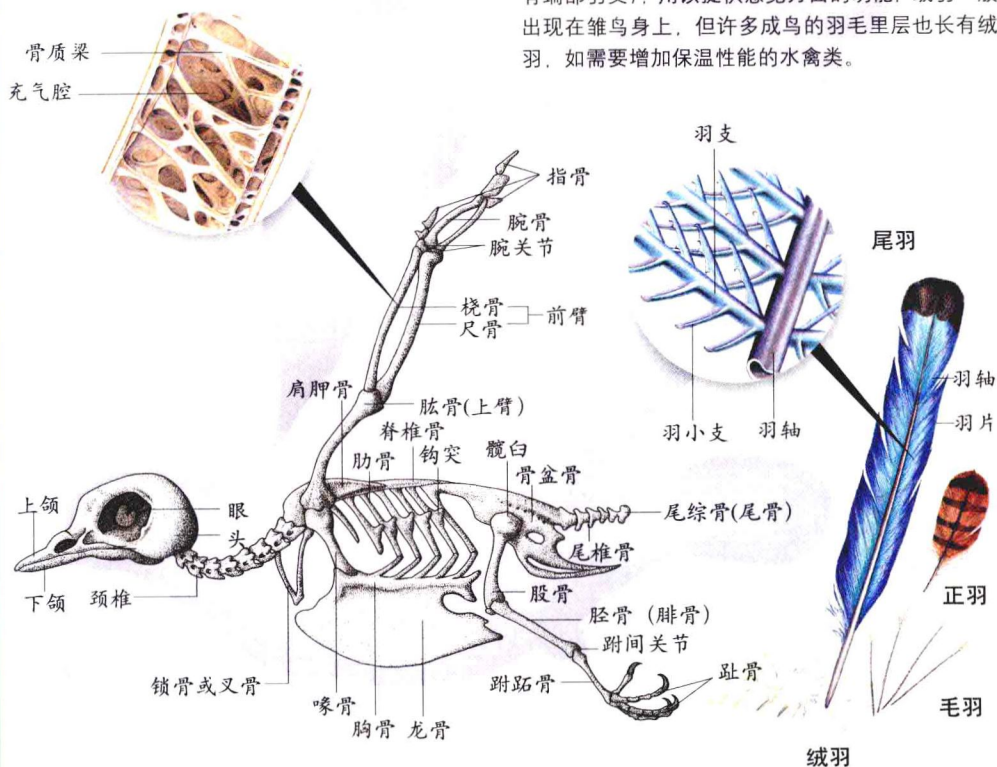
虽然在某些爬行类动物的化石中也能发现羽状结构，但羽毛仍是迄今为止鸟类最典型的特征，也是研究鸟类的习性、生活方式及分布的一个重要参数。羽毛的主要成分为角蛋白，是一种蛋白质物质，广泛存在于脊椎动物中，哺乳动物的头发和指甲，以及爬行动物的鳞片均由角蛋白构成。当年始祖鸟的原种为了保温，进化形成了最初的羽毛，这一目的在现代鸟类的羽毛进化过程中同样得到了很好的体现，它们的羽毛不仅轻巧、防水，而且能保存大量的空气，从而减缓了热量的散失。鸟类主要的体羽都含有羽干，羽干的两侧分布着主要的侧面凸出物羽支，羽支由羽小支勾结在一起。

然而，羽毛的进化还服务于鸟类的其他多种重要功能。沿翅膀后缘的羽毛以及尾部的羽毛已变得更大、更有力、更坚固，从而形成一个表面，为飞行和空中机动提供提升力。剩下的可见羽毛（正羽）覆于体表，使躯体呈现流线型，并提供必不可少的绝热性能，从而大大提高了飞行效率。

在雏鸟身上发现的绒羽，也会长在许多成鸟身上作为绝热内层。绒羽没有互相勾结的羽小支，因此显得杂

鸟的外形及结构

鸟类在形状结构（即形态学）和器官功能（生理学）的许多方面都明显进化成适应于飞行鸟类的独特的移动模式。例如，它们中空的骨骼远轻于哺乳动物的骨骼；又如，鸟类的每一次呼吸都几乎清换肺内全部的气体。



羽毛的类型

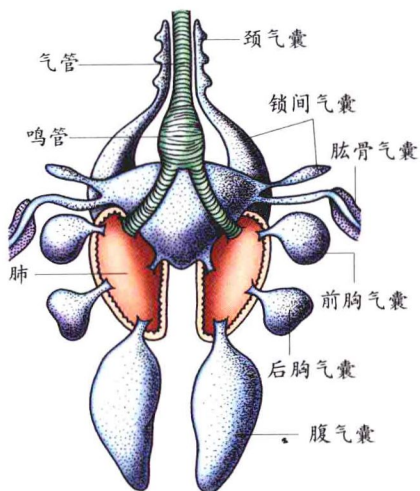
尾羽(下图详细显示了羽支是如何钩结在一起的。羽小支上有钩,从而能够相互钩结起来。一旦分开,鸟会用喙将它们梳理至原位)和正羽覆盖于体表,具有防水、绝热和提供羽色等功能;毛羽散布于全身羽毛中间,但主要集中在眼和喙周围(不过那里的毛羽没有端部羽支),用以提供感觉方面的功能;绒羽一般出现在雏鸟身上,但许多成鸟的羽毛里层也长有绒羽,如需要增加保温性能的水禽类。

鸟类的骨骼

为了高效率的飞行,鸟类需要轻盈而紧凑的骨骼。骨骼中空(见上图,注意交错的骨质梁,这是鸟类维持力量的必要成分)和重量集中于重心附近,使这一要求得到了实现。注意图中大块的胸骨,那是大量飞行肌着生的地方。

鸟类的呼吸系统

鸟类的肺相对较小,但有多个气囊相助,可以最大限度地使氧气融入血液里。大部分鸟类拥有9个气囊,1个锁间气囊,2个颈气囊,2个前胸气囊,2个后胸气囊,2个腹气囊。这些气囊为肺的薄壁延伸物,作用是使气流单向通过肺。这种高效的呼吸形式保证鸟类可以不断地吸入含氧量高的新鲜空气。而细胞中的高含氧量使鸟类能够从食物中最大限度地获取能量,这对于飞行需要大量耗能的鸟类而言无疑至关重要。





▲ 大多数鸟类首先通过垂直向上跃入空中来实现起飞。然后它们利用强有力的翅膀和胸肌使自己向前推进，同时产生提升力。在飞行过程中，鸟的腿部缩起，形成符合空气动力学的高效体型，将阻力降低到最低限度。当飞行放缓时，鸟便通过扇动尾部和下垂腿部来增加阻力。在即将着陆的那一刻，鸟的翅膀扑动，使整个躯体几乎垂直翘起，就此“刹车”。

乱无章，看上去像修面刷。而最简单的羽毛莫过于经常可以在鸟的眼部周围或喙基部发现的单羽轴须毛，一般认为这些须毛具有感觉功能。

同样，鸟类羽毛的缤纷色彩也扮演着多种角色。一方面，羽毛可以很好地将鸟伪装隐蔽起来（如夜鹰），使得天敌难以发现它。另一方面，孔雀、蜂鸟、大咬鹃等鸟类的羽毛则展现了自然界中最炫目的色彩之一，在它们的（求偶）炫耀行为中起着举足轻重的作用。

羽色的产生有两种途径，可以通过其中一种或同时借助两种方式来生成。一种借助色素生成。羽毛中最常见的色素为黑色素，用于产生各种棕（褐）色及黑色。有些色素则非常少见，如仅能在某些蕉鹃身上发现的绿色素（turacoverdin）。另一种着色方式由羽毛的物理结构引起，即部分反射光的可见波所致。这样的羽色如星椋鸟身上那种亮丽的青绿色，以及绝大部分富有光泽的鲜艳羽色。倘若羽毛反射所有波长的光，那么看上去就为白色。

羽毛并非是随意分布的，而是划

分为明确的羽迹区域。每枚羽毛都是从各个被称为羽乳头的特殊细胞环上生出的。这些细胞的繁殖，产生了一系列的细胞环，从而形成了羽管。羽管的一面较厚，为羽干，另一面则为后羽干。羽毛在生长过程中沿着后羽干突起，然后展开。单个的羽支也在后羽干处“分叉”。雷鸟的羽毛冬天白色、夏天棕色，使其与周围环境融为一体，天敌便难以发现它。许多雄性鸭类几乎全年都着亮丽的羽衣，但在夏天有大约4~6周却换成具有隐蔽性的褐色羽毛（所谓的“羽蚀”），原因是那段时间它们全面换羽，不能飞行，易受攻击。

鸟类换羽是要消耗能量的，同时在长新羽期间，鸟类的保温和飞行能力都会受到影响。并且，部分鸟种，如鸭类和大多数海雀，在换羽期会完全丧失飞行能力。然而另一方面，换羽能够使受损的飞羽得到更新，这对于蝙蝠而言，无疑是一种向往的优势，因为蝙蝠无法去修复受创的翅膀。

单向流动的好处

呼吸

为了能够飞行，鸟类必须做到可以迅速调动大量能量，所以它们需要一个非常高效的呼吸系统来供应所必需的大量氧气。鸟类的肺效率很高，虽然在平地上比不上哺乳动物的肺，但它的突出优势在于高空中的效率。假



如将老鼠和麻雀分别放在一个箱子里，把里面的气压降到珠穆朗玛峰峰顶的水平，那么老鼠很快就筋疲力尽、动弹不得，而麻雀却依然蹦蹦跳跳，它的呼吸基本上不会受什么影响。

事实上，许多鸟类是在稀薄的空气中迁徙飞行的。不少鹤类、鸭类和鹅类，如斑头雁，在从俄罗斯北部前往印度过冬的迁徙途中，常常飞越喜马拉雅山脉。尽管并不是很多鸟都必须飞到珠穆朗玛峰峰顶的高度（8 844.43 米），但人们在飞机上目睹过有大型的食肉鸟飞到这么高，甚至更高。

鸟类的呼吸系统在很多重要方面都与哺乳动物不同。首先，鸟的肺比同

等体型的哺乳动物的肺小。其次，鸟有数目众多的气囊，遍布全身，甚至中空的骨骼里也有。尽管薄膜状的气囊壁在鸟类防止过热方面发挥着重要作用，但它们本身不会渗透气体。

气囊在鸟类呼吸中的重要性体现在：吸入的气体先进入后气囊，然后进入相应的肺器官，最后借前气囊排出体外。这样，气体在肺部就是单向流动，而非哺乳动物的“潮涨潮落”式。故鸟的每次呼吸都能将肺里的气体几乎全部更新，而相比之下，人即使做深呼吸，也大概只能更换肺中 3/4 的气体。

鸟类的肺部血管能够有效地吸收

有些鸟类，特别是在地面筑巢的种类（图中为一只金斑鸻），羽毛的色彩和图案具有保护性，能使它们把自己伪装起来，从而将被天敌发现的风险降至最低。



氧同时排出二氧化碳。由于气流总是单向的，血管中血液的流动始终与气体流动的方向相反。当含氧量低的血液一抵达肺部，就会碰上已经流经肺部、含氧浓度有所降低的气体，但气体中的含氧量对于低浓度的血液而言还是绰绰有余，血液便进行吸氧。当血液流经肺部外壁，会遇到含氧量越来越高的气体，也就吸收更多的氧。这种呼吸系统帮助鸟类最大限度地吸收氧，而这对于哺乳动物“潮涨潮落”式的肺而言则是不可能实现的。二氧化碳的排出亦是同理，只是反过来进行。此外，比起哺乳动物的肺，鸟类的肺还有一个优势，即鸟类的微气管（类似于哺乳动物的肺泡）相对很小。这样，鸟类的肺虽然比型体相似的哺乳动物的肺小，但重量却不相上下，原因就是其密度大，从而为鸟类提供了更大的表面

积来进行气体交换。

其他适应飞行的方面

减轻体重策略

鸟类的消化系统同样适于飞行。爬行类谱系那种庞大而沉重的颌及颌上的肌肉和牙齿在鸟类身上已经找不到了（尽管某些鸟种仍具有相当强健的颌）。对于鸟类而言，研磨食物这一功能很大程度上已由胃的肌肉部分即肌胃取代。为了方便食物进入肌胃，一些鸟类会用喙将食物撕碎，然后张大嘴吞下。

食物进入肌胃后，常常在砂粒的帮助下被磨碎，所以有些种类，如食谷物的家鸡和麻雀会特意摄入砂粒。而食鱼、食肉类的鸟，如翠鸟和鹰，以及食虫类的鸟，如燕子和捕蝇鸟，则不需要砂粒，它们的食物相对比较柔软，用威力强大的消化液就足以对付了。

适应游泳

从水中摄取食物的鸟类有许多种，基本上都通过游泳来获得食物。会游泳的鸟类包括企鹅、信天翁和鲣、潜鸟、鸕鹚、鸕鹚和鸕鹚、鸭、秧鸡科的许多种类、海鸥、燕鸥、海雀以及瓣蹼鹬。尽管河乌和海滨抖尾地雀的食物全部从水中获取，但没有一种雀形目鸟类是完全水栖的。

上述鸟类中绝大多数用蹼足（见图1）游泳。但有些种类如鸕鹚、骨顶、鳍趾和瓣蹼鹬则具有瓣趾（见图2）而非蹼趾，而其他的秧鸡科鸟类如黑水鸡

（见下图）仅仅是通过长趾底部变宽来形成划水面。少数水栖鸟类如企鹅和海雀，在水中时主要

依靠它们的翼来获得推力，企鹅（以及已灭绝的大海雀）的翼已丧失飞

行功能。有一两种飞

鸟如海番鸭，潜水

时会利用折翼来获得某种推力，

如果完全展开则会因太大而无法使用。

对于一只潜水的鸟来说，

能否潜入水下是一大难题，因为一般而言，鸟类比水轻得多。不过，相比之下，大部分潜水的鸟都具有较高的密度，并且在潜水时能够把羽毛中的大量气体“挤”出来，以减轻浮力。鸕鹚的羽毛特别容易浸湿，故能轻松排除空气，这也是为什么鸕鹚在捕鱼之后总是站在那里摊开翅膀等着晾干的原因。此外，据说还有通过吞咽石子的办法来增加身体比重的。



尽管也有不少鸟类以种子和果实为食,但至少与哺乳动物相比,像松鸡一样以树叶为食,以及像鹅和某些鸭类那样以草为食的还是寥寥无几。事实上,这些食物的分解相当困难。就许多哺乳动物而言,比如牛,对树叶的消化需要共生细菌在一个庞大且非常沉重的胃里进行。这样大型的消化器官对飞鸟而言是不堪重负的,因此那些食草类鸟必须分多次摄入食物来获得必要的营养成分。

许多鸟类尤其是食种类的鸟,在肌胃上方拥有一个伸缩性强的食管——侧薄壁嗉囊。一只鸟能在很短的时间里往嗉囊内填充大量食物,然后撤退到一个安全的地方进行消化。很多食种类鸟包括雀类和鸽类,同样以这样的方式带不少食物回巢,从而有效地缩短了夜间的断食期。还有许多鸟类利用嗉囊给它们的雏鸟带食。

鸟类会降低排泄物中水分的含量,这同样也体现了适应减轻体重的需要。有些鸟类所需的水分主要从食物中获得,水从后肠中的内容物里回收。泌尿系统的产物也是高度浓缩,主要形成尿酸,而尿酸排泄前在泄殖腔内(鸟类无膀胱)与粪便混合。一些食肉类鸟如猫头鹰,不消化的猎物的某些部分,便以颗粒状形式回吐出来。另有些鸟类必须长途携带食物给它们的雏鸟,便将食物半消化,以减轻负重。

鸟类的生殖系统同样将重量保持在最低限度。鸟类的性器官和相关管道在一年的大部分时间里都处于显著收缩状态,这在雌鸟身上尤为明显。当繁殖季节来临时,配子(生殖细胞)产生,生殖器官随即迅速发育。所有鸟类



❶ 鸟类的肺拥有惊人的效率,某些鸟类能够在供氧量仅为平地1/4的高空飞行。例如,迁徙中的蓑羽鹤以超过9 000米的高度飞越喜马拉雅山脉。

的雌鸟都产卵,但即使是那些窝卵数有数枚的鸟类(占大多数),每天也只产1枚卵,有些则隔天产卵或间隔时间更长。这样的产卵方式使大部分鸟类能够陆续地产下数枚相对较大的卵。

对于芬兰的灰山鹑来说,窝卵数平均从1枚到19枚不等,不过产卵的母鸟每次在输卵管内只携带1枚发育成熟的卵(尽管在卵巢里可能还有1枚或数枚较小、尚在发育中的卵)。倘若母鸟像哺乳动物生育幼崽一样同时产下所有发育一样的卵,那么单枚的卵势必会变得非常小,或者雏鸟的数量会大大减少。

鸟类卵的大小占成鸟体重的比例从大约1.3%(鸵鸟)至25%(几维和某些海燕)不等。如果卵相对较大,那么有一个优势便是可以缩短在巢中的喂养期,使雏鸟能够更早地学会飞行(许多小型的鸟类为12~14天)。这自然有利于缩短危险期,因为留在巢里的雏鸟在受到天敌的威胁时是没有行为能力的。绝大多数鸟类在凌晨产卵,这样就避免了在上午喂食期间还要怀着发育完全的卵,那时母鸟需要处于最活跃的状态中。