

鸟类学 (第2版)

ORNITHOLOGY

郑光美◎主 编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

鸟类学 (第2版)

ORNITHOLOGY

郑光美◎主 编



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP) 数据

鸟类学(第2版)/郑光美主编.—北京:北京师范大学出版社,2012.4

ISBN 978-7-303-13947-7

I. ①鸟… II. ①郑… III. ①鸟类 IV. ①Q959.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第264250号

营 销 中 心 电 话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电 子 信 箱 beishida168@126.com

出版发行:北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn
北京新街口外大街19号
邮政编码:100875

印 刷:北京联兴盛业印刷股份有限公司
经 销:全国新华书店
开 本:184 mm × 260 mm
印 张:39
字 数:878千字
版 次:2012年4月第2版
印 次:2012年4月第1次印刷
定 价:75.00元

策划编辑:姚斯研	责任编辑:姚斯研
美术编辑:毛 佳	装帧设计:天成一锦
责任校对:李 茵	责任印制:李 啸

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:010-58800697

北京读者服务部电话:010-58808104

外埠邮购电话:010-58808083

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:010-58800825

编写人员

北京师范大学 郑光美 张正旺 张雁云 宋 杰

浙江大学 丁 平

武汉大学 卢 欣

中国科学院动物研究所 雷富民 孙悦华

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 侯连海

辽宁师范大学 李庆伟

美国阿拉巴马农工大学(Alabama A & M University) 王 勇

海南师范大学 梁 伟

北京林业大学 丁长青

浙江自然科学博物馆 陈水华

第2版前言

《鸟类学》(第1版)自1995年问世以来,转眼已是16个春秋,也经历了世纪交替。放眼这一瞬间,国内外的鸟类科学发展之快,令人瞠目。特别是分子生物学的理论和技术在鸟类分类学和生态学等方面的广泛应用,新的科学技术在鸟类学研究领域的普及,正从多方面深化人们对客观世界的认识。面对这种形势,参考了国际上近年出版的有关著述以及读者对《鸟类学》(第1版)的反馈意见,我们对本书的修订和编写框架以及编写人员进行了较大的调整。新增的编写人员都是在科研和教学方面非常活跃的鸟类学家,由他们来修订和编写所从事研究领域的有关章节,在取材和阐述问题方面更能有的放矢和深入。我们希望这本书能继续作为年轻的鸟类学家和鸟类爱好者深入认识鸟类的一个向导。

本书第2版的修订和编写分工是:郑光美〔第1、2、4、6、7、9章(第9.2.2小节中的“鸟类的分子进化”除外)以及第四编I〕,宋杰(第3、5章),侯连海、郑光美(第8章),李庆伟〔第9章(第9.2.2小节中的“鸟类的分子进化”)以及第四编VII〕,郑光美、丁长青(第10章),卢欣〔第11章(第11.4.3小节除外)、第15章〕,梁伟〔第11章(第11.4.3小节)、第14章〕,张正旺(第12、13、16章),丁平(第17、18章以及第四编III、IV),王勇(第19章),雷富民(第20、22章),张雁云(第21章以及第四编VI),陈水华(第四编II),孙悦华(第四编V)。全书由郑光美统稿和编排。

在本书即将付梓之际,我们深切怀念第1版的编者、已故的楚国忠研究员。楚国忠先生是我的第一个研究生,长期担任全国鸟类环志中心主任,为我国鸟类环志事业的发展做出重要贡献。他是在安徽培训环志人员时突发疾病逝世的,将一生献给鸟类保护事业。

封面照片为赭红尾鹑(*Phoenicurus ochruros*)饲喂寄生于其巢中的大杜鹃(*Cuculus canorus*),由陈水华拍摄,封底藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)的照片由卢欣提供,张瑜为本书绘制了部分插图,一并致谢!

限于编写者水平,错误、不当之处在所难免,尚希读者指正。

郑光美
于北京师范大学
生命科学学院
2011年10月

第 1 版前言

鸟类是人类的朋友，自古以来就深受人们的喜爱。“鹰击长空，鹏程万里”，它们展翅翱翔于太空之中，吸引着多少人的关注和向往，是争取自由、勇往直前的象征。鸟类还以其秀丽的身姿、绚丽多彩的羽饰和婉转动听的歌喉，为大自然增添了诗情画意。大多数鸟类在消灭农林害虫和害鼠方面有特殊贡献，是维持自然界生态平衡的积极因素。因而研究鸟类和保护鸟类早已成为世界上最为广泛、深入的专业性和群众性活动。这就从多方面促进着鸟类科学的发展，使之成为生物学中的前沿学科之一，其研究成果不断推动着生物学理论的发展。例如在分类学方面，鸟类是动物界中唯一被深入研究的一群，迄今几乎全部种已被确认，种及亚种分布图已精确绘出，这就有可能从亚种进化水平以及细胞遗传、生物化学水平去探索系统分类和种的进化的理论问题。在有关种的概念，性选择与进化，进化形态学，生态学中的栖息地选择、觅食策略和资源竞争，行为进化，迁徙与定向等许多领域，均是首先在鸟类学研究中获得新的发现并继而其他动物类群中得到验证，从而形成理论。至今鸟类学家在很多领域仍起着先导作用。著名鸟类学家和生物学家 Ernst Mayr 在庆祝美国鸟类学家联合会成立 100 周年大会上的讲演《鸟类学对生物学的贡献》(见《动物学杂志》1985 年第 26 卷 6 期，郑光美译)一文中，对此有详尽的阐述，有兴趣的读者可以参阅。

我国是世界上鸟类种类最多的国家之一，在鸟类研究方面有着得天独厚的条件。但由于历史原因，起步较晚，人才缺乏。因而创造条件、迎头赶上，是刻不容缓的。编写一部全面反映鸟类学内容与进展的教科书更为迫切，也是国内鸟类学界几代人的心愿。我的业师，已故著名鸟类学家傅桐生教授以及我国近代鸟类学主要奠基人郑作新院士，早在 20 世纪 50~60 年代即曾多次筹划、组织人力进行编写，终因工程浩大而未能如愿。我校自 1960 年起在生物学系本科开设“鸟类学”，至今仍每年给研究生授课，断断续续积累了一些资料，也曾多次计划编写一本适合国内使用的教材，但苦于教学、科研和社会工作繁重，举足艰难。承蒙北京师范大学出版社的支持，使我最终下定决心并苦战了两年，总算走出了第一步。

本书的编写着重基本理论和基础知识的介绍，力求反映国内外鸟类科学的新进展以及与保护、利用有关的实践经验。全书分为 4 编，即：鸟类的形态与功能，鸟类的起源、进化与分类，鸟类的生态生物学以及

鸟类学工作方法。这个体系体现了理论与实践并重,注意对独立工作能力的培养,也能从工作方法方面反映当前的进展和热点,这在已有的国外《鸟类学》教科书中尚未见到,是一个新的尝试。要达到上述目标有很大难度,不能仅靠参阅已有的教材,还必须大量查阅最新文献,而且最好是从事过有关领域研究,才能做到精选内容。此外,一本好的教科书应力求反映出我国鸟类学家的研究成果,让年轻读者知道我国鸟类学研究领域的现状,以便筹划未来,同时也让国外同行更好地了解中国。本书邀请的一些编写者侯连海、李福来、张晓爱、陆健健、毕宁等先生,都是长期从事有关领域研究的少数专家之一,由他们参加撰写,显然会提高教材的质量。其余的中、青年编写者大多曾是我的学生,他们长期从事教学或科研工作,有些还到国外深造,青出于蓝。在写作中我们共同拟定编写大纲,稿成之后复经逐字逐句修改补充,最后统定。斗转星移,多年之后作为同行一起工作、切磋学艺,倍感亲切。我想这也是加速人才成长的一种途径。

本书的编写分工是:郑光美(第一、二、四、六、七、九、十章和第四编I),宋杰(第三、五章和第四编VII),侯连海(第八章),张正旺(第十一、十二、十三、十四、十七章和第四编IX),张晓爱(第十五章),陆健健(第十六章),丁平(第十八章和第四编IV),楚国忠(第十九、二十二章和第四编III),孙悦华(第二十章和第四编VI),毕宁(第二十一章和第四编V),赵欣如(第四编II),李福来(第四编VIII)。全书由郑光美统稿和编排。插图除编者提供的以外,由中科院古脊椎与古人类研究所侯晋封、北京农业大学张巍巍和北京工艺美术厂霍铁军绘就。

在编写过程中,丁长青、刘彦、卢欣、赵中应、张子慧、石建斌、高钦、温战强、倪喜军、梁伟、贾陈喜、张雁云、张福成等研究生在搜集资料、编排参考文献和索引、誊抄和校对文稿等方面做了大量工作,谨致深切的谢意!

限于编写者水平,错误、不当之处在所难免,尚希读者指正。

郑光美
于北京师范大学
生物学系
1995年2月

目 录

第一编 鸟类的躯体结构与功能

第 1 章 体 被 /3

- 1.1 皮 肤 3
- 1.2 羽 毛 10

第 2 章 骨骼及肌肉系统 /25

- 2.1 骨骼系统 25
- 2.2 肌肉系统 36
- 2.3 鸟类的飞行 44

第 3 章 消化系统 /49

第 4 章 呼吸系统与发声器官 /61

- 4.1 呼吸系统 61
- 4.2 发声器官 68

第 5 章 循环系统 /72

第 6 章 泌尿生殖系统 /82

- 6.1 泌尿系统 82
- 6.2 生殖系统 86

第 7 章 神经系统、感官和内分泌 /100

- 7.1 神经系统 100
- 7.2 感 官 104
- 7.3 内 分 泌 112

第二编 鸟类的起源、进化与分类

第 8 章 鸟类的起源与进化 /119

- 8.1 鸟类的起源 119

8.2 鸟类的辐射与进化	125
8.3 鸟类飞行的起源假说	127

第9章 分类学基本原理与方法 /130

9.1 分类阶元	130
9.2 分类学特征	134
9.3 种的形成与系统发育	142

第10章 现存鸟类类群 /146

10.1 常用分类鉴定术语	146
10.2 现存鸟类分类	149

第三编 鸟类的生态生物学

第11章 鸟类的繁殖系统 /179

11.1 鸟类的婚配系统	179
11.2 性选择	187
11.3 婚外父权	194
11.4 巢寄生	202
11.5 合作繁殖	212

第12章 领域与领域行为 /222

12.1 领域及其功能与类型	222
12.2 鸟类领域的形状与大小	227
12.3 领域的建立与维持	232
12.4 鸟类领域行为的利弊分析	237

第13章 鸟巢与筑巢行为 /241

13.1 鸟巢的功能与结构	241
13.2 鸟巢的类型	247
13.3 筑巢活动	251
13.4 集群营巢与联合营巢	256

第14章 鸟卵及孵卵行为 /260

14.1 鸟卵的形状、颜色和大小	260
14.2 卵 期	262
14.3 窝卵数	267
14.4 鸟类的孵卵行为	276

第 15 章 雏鸟的生长和发育 /285

15.1 鸟类发育的一般模式	285
15.2 雏鸟的生长模式	286
15.3 影响生长率变异的因素	288
15.4 身体各组成部分的变化	293
15.5 体温调节的发育	295

第 16 章 鸟类种群数量及调节 /297

16.1 概 述	297
16.2 鸟类种群的结构与空间分布	302
16.3 鸟类种群数量及其变动	308
16.4 鸟类种群数量的调节	315

第 17 章 鸟类群落 /323

17.1 鸟类群落的构成与动态	323
17.2 种的多样性	327
17.3 竞 争	334
17.4 生态位与集团结构	340

第 18 章 鸟类的分布 /350

18.1 陆地鸟类的地理分布	350
18.2 主要栖息地类型的鸟类	361
18.3 鸟类的扩散	365

第 19 章 鸟类的迁徙与定向 /372

19.1 概 述	372
19.2 鸟类迁徙的起因	379
19.3 迁徙前的生理准备	381
19.4 鸟类迁徙的机制	384
19.5 鸟类迁徙的路径	388
19.6 气候对鸟类迁徙的影响	393
19.7 迁徙停歇期生态学	396
19.8 鸟类迁徙的定向和导航机制	397

第 20 章 鸟类的谱系地理学 /403

20.1 谱系地理学简介	403
--------------------	-----

20.2	谱系地理学的研究内容与方法	406
20.3	谱系地理学的理论基础	412
20.4	谱系地理分布格局	414

第21章 鸟类的鸣声 /422

21.1	鸣声的功能	422
21.2	鸟类的鸣唱学习	429
21.3	鸣唱多样性	432
21.4	鸟类鸣声的变异性	436

第22章 鸟与人类 /442

22.1	鸟与人类生活	442
22.2	鸟类在自然界的作用	445
22.3	威胁鸟类生存的主要因素	453
22.4	鸟类资源的保护、管理及合理利用	458
22.5	鸟害与鸟害的综合治理	468
22.6	鸟类疾病与人体健康	470

第四编 鸟类学工作方法

I. 一般工作方法 /479

II. 鸟类的野外辨识 /485

III. 鸟类栖息地的调查方法 /492

IV. 陆地鸟类数量调查方法 /508

V. 鸟类行为监测方法 /535

VI. 鸣声的记录和分析方法 /548

VII. 分子生物学技术在鸟类学研究中的应用 /556

参考文献 /564

索引 /603

第一编 鸟类的躯体结构与功能

鸟类(Aves)是体表被覆羽毛、有翼、恒温 and 卵生的高等脊椎动物。从生物学观点来看,旺盛的新陈代谢和飞行运动是其与众不同的进步性特征。旺盛的新陈代谢是保证飞翔所需的高能量消耗的基础,飞行运动能使鸟类迅速而安全地寻觅适宜栖息地或躲避天敌及恶劣自然条件的威胁。因而鸟类是陆生脊椎动物中分布最广、种类最多的一个类群。

在学习和理解鸟类的躯体结构与功能时,应该以上述的生物学特性为线索进行思考。

1. 飞行运动

这一独特的运动方式使鸟类的躯体结构发生重大改变。比较显著的有:①体表覆羽。羽毛的首要功能是保温,这也是动物体恒温必需的条件之一。体羽使鸟类体廓呈流线形,飞羽和尾羽是飞翔的利器。②骨骼轻而有气腔,有广泛的愈合现象。前肢变形为翅,后肢支持体重及步行、跳跃,也有较大变形。③骨骼肌的肌腹趋于分布在躯体中心,以长的肌腱操纵肢骨的运动,这对于保持飞行的重心和稳定是重要的。④以喙取食,是对前肢变为翅的补偿;牙齿退化,食物的机械消化和化学消化均在胃与小肠中进行,直肠退化。⑤有复杂的气囊系统与肺脏通连,不仅构成鸟类特有的高效呼吸系统,也是重要的冷却装置。发声器官(鸣管)位于气管基部,节制发声的鸣肌也分布在近于躯体中部。⑥心脏容积大,心搏速度快,血流迅速,能保证在剧烈的飞行运动中必需的养分和代谢产物的运输。⑦生殖腺仅在繁殖期充分发育,雌鸟大多右侧生殖系统退化,有利于减轻体重和产出大型硬壳卵。⑧感官及神经系统高度发达,这对于支配和协调复杂的飞行运动以及飞行中的定向和定位,都是十分重要的。

2. 旺盛的新陈代谢和高而恒定的体温

这是脊椎动物进化中的一个飞跃,它标志着具有高水平的产热、散热能力,使体温相对恒定地保持在稍高于环境温度的水平。恒温的出现是有机体各个器官系统全面进化的产物,彼此之间是互为促进、相辅相成的。鸟类与哺乳类都是恒温动物,但鸟类的体温以及新陈代谢水平均高于哺乳类,其体温可达 $42^{\circ}\text{C} \sim 44.6^{\circ}\text{C}$ 。已

知一般酶催化反应速度每增加温度 10°C 时可提高 1 倍, 显然鸟类的高体温促进着高水平的代谢活动。恒温动物减少了环境温度对其生存和分布的阻力, 使其在生存竞争中占有优势。

3. 完善的繁殖方式和较高的后代成活率

鸟类继承了爬行类的卵生繁殖方式, 并发展了一系列有利于后代存活的繁殖行为, 如筑巢、孵卵和育雏等。“存活”和“繁衍”是生物种在生存竞争中所面临的两大问题, 不论采取哪一种策略, 都有取得成功的可能。鸟类就是一个比较成功的例子。

鸟类是从爬行类进化而来的, 在躯体结构上尚保留着一些与爬行类相似的特征。其中比较普遍见于这两类动物的有: ①皮肤缺乏腺体。体表所覆盖的鳞片, 都是表皮角质化的产物。鸟类羽毛在发生上与爬行类的角质鳞同源。②头骨的脑匣为脊底型, 有发达的眶间隔, 枕骨具有由基枕骨构成的单一枕髁。③肾脏的排泄产物为半固态的尿酸。④产大型具壳的羊膜卵, 体内受精、体外发育。端黄卵, 盘状卵裂。

鸟类与哺乳类均起源于古爬行类, 但鸟类的出现比哺乳类晚得多, 因而鸟类距离爬行类的主干比后者更近, 躯体结构特征也与现代爬行类更为相似。

“飞翔运动”这一独特的运动方式, 使鸟类在生物进化的生存竞争中占有优势, 从而迅速扩展和占据了地球的各个角落, 再通过辐射适应而形成许许多多的新种, 这是它成功的一面。专化(或特化)的运动方式, 使鸟类躯体结构的一致性(趋同性)大于其他动物类群。鸟类各“目”间的形态差异比许多脊椎动物类群的“科”间差异还小。有人认为, 整个鸟纲种类之间的形态结构差异, 还比不上哺乳纲的食肉目(约 290 种)内的差异显著。常常是喙、腿、脚、羽毛以及一些内部器官的微细差别, 构成鸟类种间区分的根据。近年来, 随着功能形态学与生态行为学以及分子生物学的发展, 形态学家对生物形态的多样性和功能多样性的发生和发展动因及其限制因素在种的形成、生存和进化中的意义等问题, 产生了日益广泛的兴趣, 而鸟类则是比较理想的研究材料。

第1章 体 被

包括皮肤(skin)和皮肤的衍生物,是动物体表的致密的覆盖物。其主要功能是保护体内环境的稳定,构成有效的隔绝层,防止机械的、化学的损伤以及细菌等微生物的侵袭。皮肤还具重要的感觉功能,其内分布有不同的感觉小体,能感知冷、热、痛、压等外界刺激,从而产生反应。从某种意义上说,这是保护功能的一种强化。体色通常起着保护色的作用,很多种类的体色在两性识别和性选择方面有重要意义。

除了保护作用之外,体被的另一个主要功能就是保温,通过皮肤的致密结构、羽衣(plumage)以及皮下脂肪组织来构成隔热层,以减少体热的散失。恒温动物的皮肤还参与体温调节。

鸟类的皮肤薄而纤细,松动地覆于肌肉、皮下组织或皮下气囊之外,这有利于骨骼肌和羽毛的运动。在某些结构例如喙、跗跖部及脚、翅骨等,皮肤几乎是紧贴在骨骼表面。前肢一些关节处的皮肤形成翼膜(patagium),使翅膀仅能在一个平面屈伸,在扇翅时成为一个整体搏击,以产生足够的冲力和升力。飞羽和尾羽是构成鸟类特有的飞翔器官的重要组成部分。羽毛是鸟类特有的皮肤衍生物,甚至仅仅根据是否具有羽就可将鸟类与其他脊椎动物区分开来。此外,鸟类缺乏皮肤腺,是与爬行类近似的特征。

1.1 皮 肤

1.1.1 基本结构

鸟类的皮肤由来源于外胚层的表皮(epidermis)与来源于中胚层的真皮(dermis)构成。在真皮之下为疏松结缔组织与脂肪细胞组成的皮下层(subdermis)。除少数种类(例如鸵鸟)外,鸟类的表皮与真皮均十分薄而脆弱。

1. 表皮

表皮构成皮肤的浅表层,为一种复层扁平上皮,分为下层的活细胞和上层的角质化细胞两部分。细胞从深层不断分化而进入上层并逐渐角质化。鸟类的表皮自深层到浅层可分为以下几层(图 1-1)。

(1)基膜

基膜是表皮的最下层与真皮分界的膜,与皮下结缔组织相联结。

(2)生发层

生发层为具有分生能力的活细胞层,自下而上分为3层。

①基底层 位于基膜上方,为一单层的立方形细胞。所分裂出的细胞,不断挤入其上层。

②中间层 由单层至数层细胞构成,为膨大的多角细胞,具有桥粒(desmosome)。这层细胞与哺乳类表皮的棘状层(spinous layer)同源。

③过渡层 是向其上层的角质化细胞过渡的一层。角质化现象已很明显,细胞逐渐

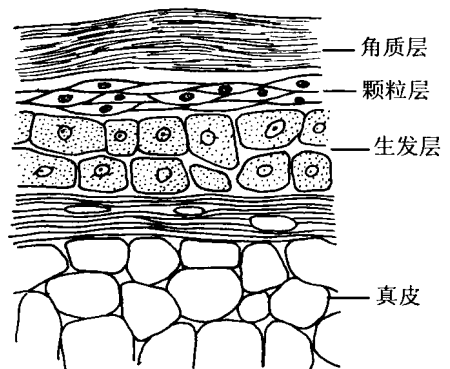


图 1-1 鸟类皮肤切片模式图

(自 Welty, 1982)

示皮肤的典型结构

变为扁平并具空泡。

(3) 颗粒层

颗粒层为很薄的一层，细胞极其扁平。有些作者认为鸟类不具这层细胞，而将之归入过渡层。

(4) 角质层

角质层为充分角质化的失去活性的细胞。角质层的厚度在生羽的皮肤处可占表皮厚度之半，在足底部则更厚。位于喙、爪、毛状羽等处的角质层为“硬”角蛋白(keratin)所充填，因而不自表面脱落；其余皮肤表层的角质层为“软”角蛋白所充填，不断随磨损而呈碎片脱落，形成皮屑，由其下层陆续形成的角质层所更替。

2. 真皮

真皮主要由弹性纤维和胶原纤维构成，并有丰富的血管、感觉小体和神经末梢以及平滑肌纤维。与哺乳类相比，真皮的结缔组织纤维分布得较均匀，除了在足部和羽毛滤泡底部之外，不具有真皮乳头，因而也就没有乳头层与网状层的区分。根据 Lucas & Stettenheim(1972)的意见，可将鸟类的真皮分为以下几层(图 1-2)。

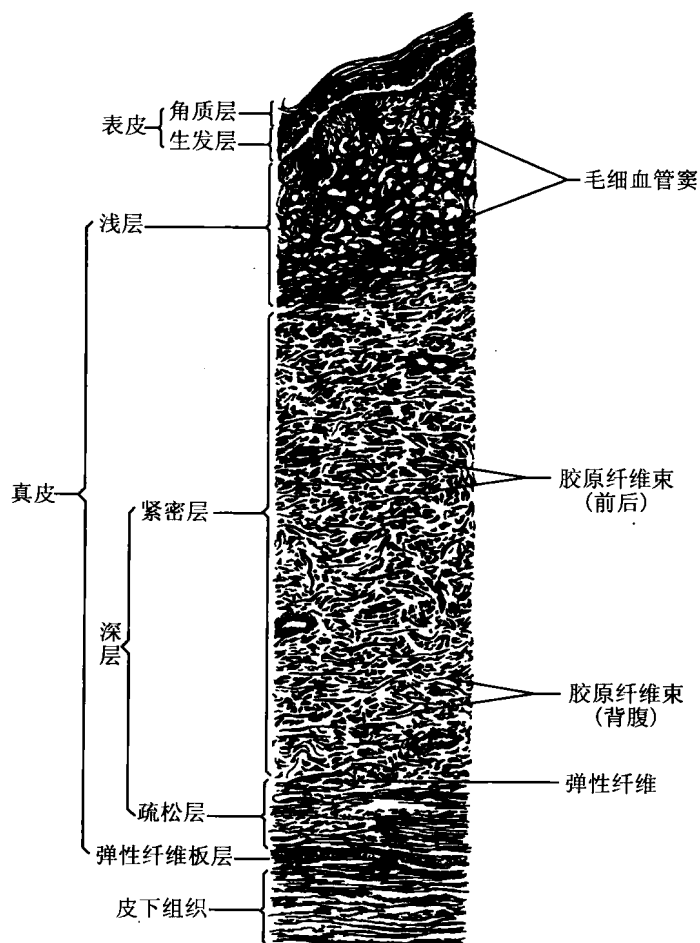


图 1-2 家鸡耳后裸区皮肤横切

(自 Lucas & Stettenheim, 1972)

示真皮结构

(1)浅层

浅层含有大量的毛细血管窦。

(2)深层

①紧密层 为致密的结缔组织层。

②疏松层 为疏松的结缔组织层，含有脂肪、大的血管、平滑肌以及羽毛的滤泡。

③肌—弹性纤维层含有弹性纤维以及节制羽毛及皮肤运动的肌纤维和肌腱。

(3)弹性纤维板层

弹性纤维板层为一由弹性纤维构成的网状的板状薄层，与皮下层之间形成显著的分界。本层为鸟类所特有，不见于哺乳类皮肤。

鸟类的皮肤内一般无色素细胞，只是在某些裸皮处(例如蓝色的脸或肉垂、黑色的肉冠)以及个别具有白羽及黑皮肤的种类(例如我国的乌鸡)有黑色素细胞。它们分布在邻近表皮的真皮内，在发生上来源于胚胎的神经嵴。至于红色的脸、肉冠和肉垂的颜色，在绝大多数鸟类中系由皮肤内丰富的血管网所致。

3. 皮下层

皮下层由疏松的结缔组织构成，在纤维之间的网孔空隙处充满脂肪。脂肪有的连成条块状，有的为分散的脂肪小体，借筋膜附着于下层的肌肉上。许多种类(例如鸡形目和雀形目)的脂肪在特定位点集聚，一般多分布在羽区、颈、喙、尾基和腹部，而且在迁徙之前有大量积累，以供剧烈飞行中的能量消耗。一些海鸟(例如企鹅)的皮下积存有厚层脂肪，全年均积脂。有些种类(例如鸬鹚)有气囊的分支伸入到皮下层，这不仅有利于在水面上漂浮，而且能起到很好的缓冲作用。当鸟类自高空俯冲直下，撞击水面，将鱼类震昏捕食的过程中，可保护其内脏不受伤害。

1.1.2 皮肤衍生物

鸟类的皮肤衍生物包括皮肤腺、羽毛、鳞片、角质喙、爪、距、额板、蜡膜、肉冠和肉垂以及孵卵斑等。其中羽毛是鸟类特有的结构，因其结构和功能的复杂以及重要性，另设专节介绍。

1. 皮肤腺(cutaneous gland)

鸟类的皮肤缺乏腺体，除了外耳道的皮下具有蜡腺(wax gland)之外，尾脂腺(preen gland 或 oil gland)为唯一可见的大型皮肤腺。然而至少已在家鸡、火鸡、鸽等一些鸟类的皮肤切片中，包括鳞片与肉冠的角质层下的表皮细胞层内，均发现有着染的脂肪球(Lucas & Stettenheim, 1972)，这提示表皮也可能具有分泌油脂的作用。

(1)尾脂腺

尾脂腺为一种分支的大型泡状腺，位于尾基背部的皮下，一般分为左、右两叶，其间有纵隔，分泌物贮于腺腔内，各腺乳头上的裂口开口于体外(图 1-3, 图 1-4)。在尾脂腺开口的四周，有小簇绒羽围绕。

尾脂腺是一种全泌腺(holocrine)，其分泌物主要是油脂以及一种能被苏木精染色的颗粒，它的确切功能还不十分清楚。一般认为鸟类以喙啄取其所分泌的油脂，涂抹在羽片以及角质鳞片外面，对羽、角质喙及鳞片有保护作用。因而水禽以及以鱼为食的鸮(Pandion haliaetus)，尾脂腺最为发达。但是有些鸟类并没有尾脂腺，例如鸵鸟目、鹤鸵

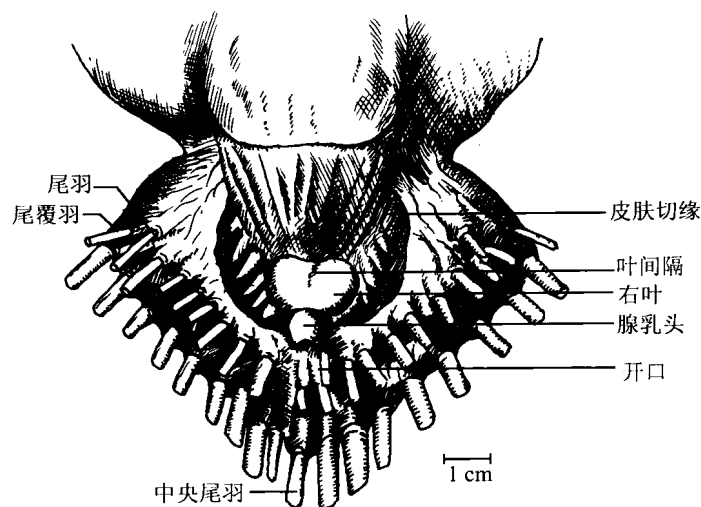


图 1-3 家鸡雏的尾脂腺外观
(自 Lucas & Stettenheim, 1972)

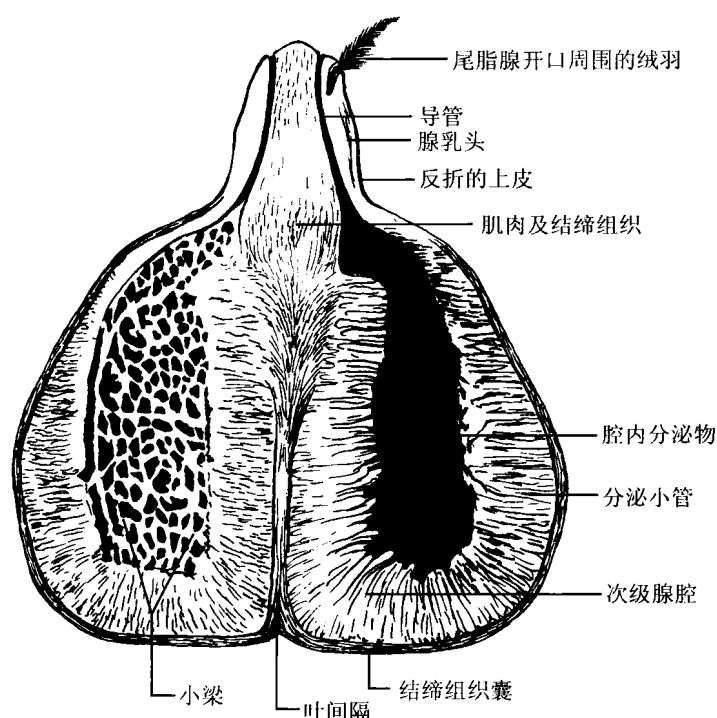


图 1-4 家鸡尾脂腺水平切面(右叶内的分泌物已除掉)
(自 Lucas & Stettenheim, 1972)

目、鸚科、蟆口鴉科的种类以及一些鴿、鸚鵡和啄木鳥；有些鴿类和夜鷹虽然具有尾脂腺，但几乎不分泌油脂，然而它们的羽毛也保持得甚为完好。某些鸟类例如鸛类、戴胜 (*Upupa epops*) 和麝鴨 (*Biziura lobata*) 的尾脂腺分泌物有很强烈的刺激性气味，尤以在孵卵期为甚，可能起着性引诱及保护的功能。尾脂腺分泌物在一些鸟类中含有维生素 D