

The background of the book cover is a detailed image of a fossilized bird skeleton, likely from a prehistoric species. The bones are preserved in a light brown, textured matrix, showing the structure of the skull, spine, and wing bones. The title '鸟类起源' is superimposed on the upper part of the fossil.

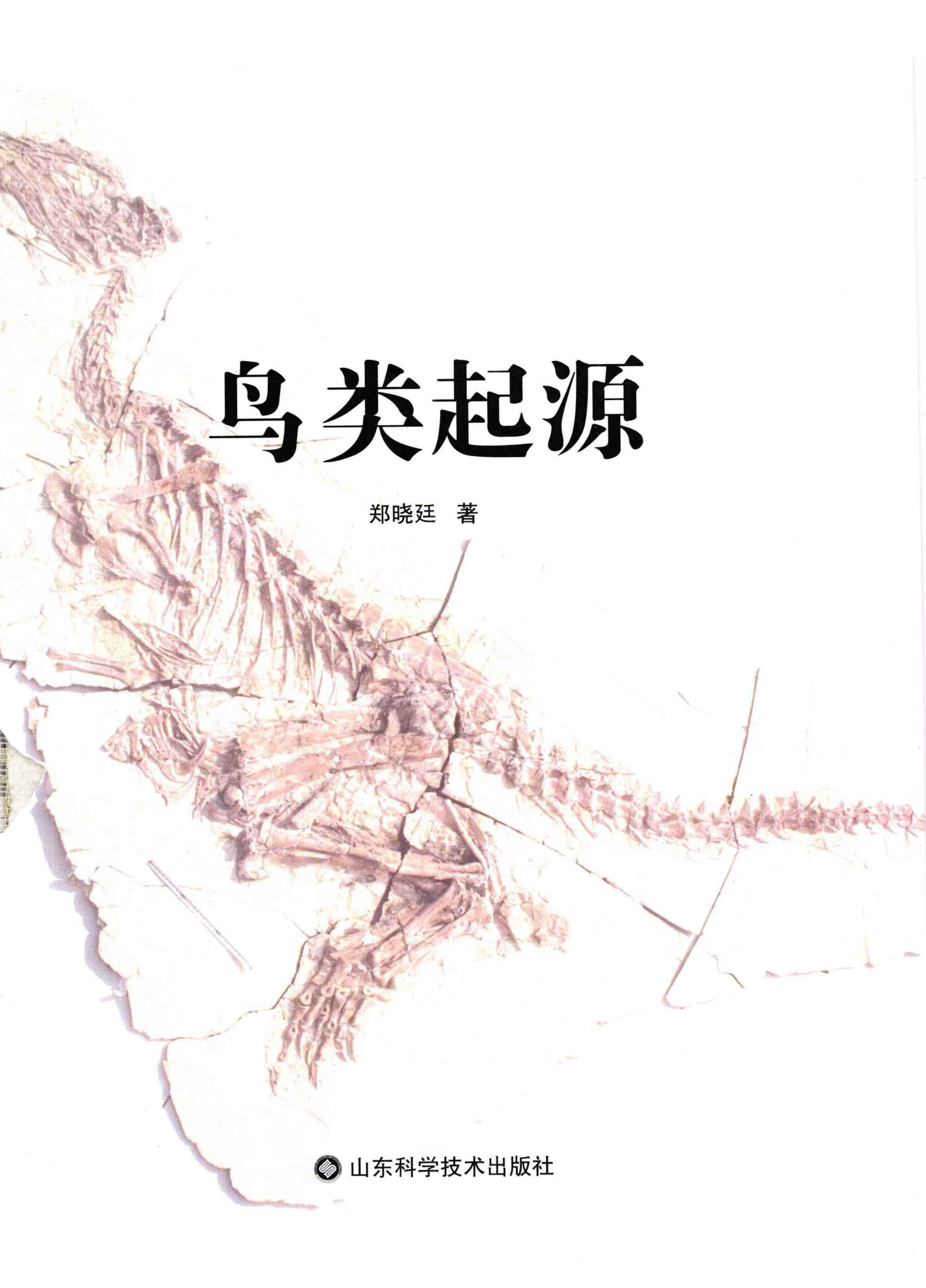
鸟类起源

NIAOLEI QIYUAN

郑晓廷 著



山东科学技术出版社



鸟类起源

郑晓廷 著

 山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

鸟类起源 / 郑晓廷著. — 济南: 山东科学技术出版社,
2009

ISBN 978-7-5331-5262-8

I. 鸟… II. 郑… 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 034241 号

鸟类起源

郑晓廷 著

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 山东新华印刷厂临沂厂

地址: 临沂高新产业开发区

邮编: 276017 电话: (0539) 2925608

开本: 889mm×1194mm 1/16

印张: 18

版次: 2009 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-5262-8

定价: 140.00 元

鸟类是如何起源的？鸟类特有的各种器官结构是如何变化形成的？对此人们至今还没有一个统一的认识。20 世纪 90 年代，在中国辽西的早白垩世地层中，发现了大量与鸟类起源有关的化石。山东省天宇自然博物馆收藏的 2800 多件从保存有绒羽状或细丝状皮肤衍生物的较大型兽脚类恐龙化石，到保存有鸟类不对称羽毛和对称羽毛的不同品种兽脚类恐龙化石，以及大量同期生存的不同品种鸟类的化石中，记录了大量鸟类变化形成初期有关鸟类起源以及鸟类特有的各种器官结构变化形成规律的信息，通过对此进行认真的梳理和对比探讨，从中找出了一些鸟类起源以及鸟类起源过程中各种器官结构的变化形成规律。

一是鸟类的起源以及它们各种器官结构在起源过程中具有快速变化形成的规律。书中对比探讨了 1.25 亿年前在部分兽脚类恐龙化石和同期生存的鸟类化石中保存的与现生善于飞翔的鸟类基本相同的不对称羽毛结构，以及与不对称羽毛相对应的各种器官结构的变化形成规律。这些器官结构都是在 1.25 亿年前鸟类变化形成初期，在发育有不对称羽毛的各种兽脚类恐龙群体中，以及同期生存的不同品种的鸟类群体中，以群体为单位一步或几步到位快速变化形成的。这些器官结构一步或几位到位快速变化形成的规律，与达尔文进化论中的观点明显不同。达尔文认为：“由于自然选择仅通过对微小连续且有益变异的逐步积累而产生作用，因而它不会导致巨大的突变，而只能按照缓慢而短小的步骤进行。”《物种起源》（521 页）

二是现生善于飞翔的鸟类与没有飞翔能力的鸟类具有同步平行变化形成的规律。书中探讨了在 1.25 亿年前部分兽脚类恐龙化石中保存的与现生没有飞翔能力的鸵鸟等鸟类基本相同的对称羽毛的结构形态，以及化石中保存的部分与对称羽毛相对应的器官的变化形成规律，发现现生没有飞翔能力的鸵鸟等鸟类之所以不能飞翔，不是因为“脚使用得多，翅膀则用得少，终于变得不能飞翔了。”《物种起源》（145 页）而是在 1.25 亿年前鸟类变化形成之初，与发育有不对称羽毛的善于飞翔的鸟类同步平行变化形成的。

三是在鸟类起源的过程中，大量同属同种的鸟类群体以群体为单位同步平行变化形成的规律。1.25 亿年前鸟类变化形成过程中，保存有鸟类对称羽毛的兽脚类恐龙化石和保存有鸟类不对称羽毛的兽脚类恐龙化石，以及大量同属、同种的鸟类化石在同一地层、

同一地质年代发现,充分说明它们是在同一时期同步平行变化形成的,从而也证明达尔文在《物种起源》一书中的一个观点:“假如同属或同种的众多物种果真在同一时刻产生的话,那么这将对以自然选择为依据的进化学说,确实是一个致命的打击。”《物种起源》(355页)

四是鸟类起源过程中具有放射状、爆发式的变化形成规律。书中通过对山东省天宇自然博物馆收藏的2800多件记录了鸟类起源与变化形成规律的化石的探讨,认为在1.25亿年前鸟类快速变化形成过程中,存在着一种由部分发育有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的兽脚类恐龙,呈放射状、爆发式、快速地变化形成了具有鸟类不对称羽毛和对称羽毛的兽脚类恐龙,以及放射状、爆发式变化形成了大量不同品种的鸟类群体。

这种1.25亿年前鸟类放射状、爆发式的变化形成规律,可能与寒武纪的生命大爆发有着一些相同之处。“保存澄江生物群的地层接近于寒武系底界,将‘寒武纪大爆发’的时间确定为数百万年内,使科学家对‘寒武纪大爆发’事件的快速性有了更明确的认识,同时对‘寒武纪大爆发’的机制产生了更大的困惑,这种进化过程与达尔文的进化论产生了直接的根本性冲突。”《生命》(208页)从寒武纪的生命大爆发,到早白垩世鸟类放射状、爆发式的变化形成规律,都与达尔文的进化论产生了根本性冲突。这些冲突对与否则,我想各位读者在通读本书以后,可能会形成自己明确的观点。

山东省天宇自然博物馆收藏的2800多件有关鸟类起源的化石的主要产地在中国辽西及相邻的内蒙古南部地区、冀北地区。

关于热河生物群分布的时代范围,在季强等著的《中国辽西中生代热河生物群》中做出的初步结论是:

1. 义县组火山岩同位素年龄范围在 $132 \pm 1\text{Ma} \sim 112 \pm 3\text{Ma}$ 。
2. 义县组火山岩从时代上可以识别出四期,从老到新,其同位素年代分别为: ① $132 \pm 1\text{Ma}$; ② $126 \pm 0.5\text{Ma}$; ③ $120 \pm 2\text{Ma}$; ④ $112 \pm 3\text{Ma}$ 。
3. 辽西北票四合屯含中华龙鸟、孔子鸟等珍稀化石的沉积地层时代为 125.2Ma 或稍晚(不会晚于 122.1Ma)。
4. 从分布范围来看,第二期火山活动($126 \pm 0.5\text{Ma}$)是义县组火山活动的主幕。
5. 义县金刚山—砖城子火山岩之主体是第三期火山作用的产物,其时代为 $120 \pm 2\text{Ma}$ 。
6. 凌源大王杖子带羽毛的奔龙化石时代范围限定为 $123.2 \sim 126.4\text{Ma}$ 。在层位上可以和四合屯脊椎动物化石层相比较。

本书所采用的化石,全部来自山东省天宇自然博物馆。在对部分化石的鉴定过程中,中国科学院南京地质古生物研究所的陈丕基老师,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的侯连海、董枝明老师给予了很大的支持和帮助,本书在写作过程中得到了各级领导和同志们的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

郑晓廷

第一章 鸟类羽毛的变化形成规律 /1

- 第一节 发育有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物以及发育有鸟类不对称羽毛或对称羽毛的兽脚类恐龙的探讨 /2
- 第二节 1.25 亿年前不同品种鸟类羽毛的探讨 /27
- 第三节 驰龙类恐龙和同期生存的鸟类后肢较长羽毛的探讨 /38
- 第四节 早期鸟类尾羽的探讨 /41
- 第五节 鸟类各种不同功能羽毛的起源与变化形成规律 /53

第二章 鸟类肩带的变化形成规律 /66

- 第一节 部分兽脚类恐龙的肩带结构 /67
- 第二节 早期鸟类的肩带结构 /76
- 第三节 鸟类肩带的变化形成规律 /85

第三章 鸟类前肢部分骨骼结构的变化形成规律 /96

- 第一节 部分兽脚类恐龙前肢手部的骨骼结构 /96
- 第二节 1.25 亿年前鸟类前肢手部的骨骼结构 /104
- 第三节 部分兽脚类恐龙与同期生存的鸟类前肢骨骼结构的变化形成规律 /114

第四章 鸟类胸骨的变化形成规律 /123

- 第一节 发育有鸟类羽毛的兽脚类恐龙与同期生存的鸟类的胸骨结构 /123
- 第二节 鸟类胸骨的变化形成规律 /141

第五章 鸟类椎肋钩突的变化形成规律 /151

第一节 1.25 亿年前部分发育有鸟类羽毛的兽脚类恐龙以及同期生存的鸟类的钩突结构 /151

第二节 现生鸟类钩突的变化形成规律 /157

第六章 鸟类腰带中耻骨的变化形成规律 /160

第一节 1.25 亿年前部分兽脚类恐龙与同期生存鸟类发育的耻骨结构 /161

第二节 现生鸟类耻骨结构的变化形成规律 /172

第三节 热河鸟以及同期生存的鸟类化石中保存的卵与耻骨的变化 /179

第七章 鸟类尾综骨的变化形成规律 /183

第一节 发育有鸟类不对称羽毛或对称羽毛的兽脚类恐龙发育的恐龙尾巴以及尾综骨的结构 /183

第二节 1.25 亿年前鸟类尾综骨结构的变化形成规律 /187

第三节 现生鸟类尾综骨的变化形成规律 /194

第八章 鸟类足部骨骼结构的变化形成规律 /200

第一节 部分兽脚类恐龙足部的骨骼结构 /200

第二节 1.25 亿年前不同品种鸟类足部的骨骼结构 /206

第三节 现生鸟类足部骨骼结构的变化形成规律 /213

第九章 鸟类角质喙的变化形成规律 /216

第一节 部分兽脚类恐龙头骨中上下颌骨的结构形态 /216

第二节 1.25 亿年前生存的鸟类上下颌骨的结构形态 /225

第三节 现生鸟类角质喙的变化形成规律 /233

第十章 鸟类起源与变化形成规律 /241

第一节 发育有不对称羽毛的善于飞翔的鸟类与发育有对称羽毛的没有飞翔能力的鸟类的变化形成规律 /242

第二节 鸟类部分器官结构的变化形成规律 /272

第三节 小结 /276

第一章

鸟类羽毛的变化形成规律

羽毛是使鸟类飞向天空的基础。“羽毛(feather)是表皮的角质化衍生物,与爬行类的鳞片同源,是鸟类所特有的结构。”《鸟类学》(9页)。因为鸟类与地球上生存的其他动物有着明显不同的皮肤衍生物——羽毛,从而使得人们把羽毛作为区别现生鸟类与其他动物的基本特征。从现今鸟类的分类也可以说明这一点。现今鸟类共分为3个总目,约9000余种。一是平胸总目。平胸总目的鸟类基本上都是适应地面生存的不善于飞翔的和没有飞翔能力的鸟类。如非洲鸵鸟、鸸鹋、几维鸟等这些鸟类,虽然也发育有羽毛,但它们的羽毛结构与善于飞翔的鸟类的羽毛有着一些明显的不同,如鸵鸟的“羽毛均匀分布于体表(无羽区、裸区之分),不具羽小枝(因而不构成羽片)”。《鸟类学》(159页)鸵鸟的羽毛结构说明鸵鸟发育的是一种不能用于飞翔的、不具羽小枝的对称羽毛,部分鸵鸟“胸骨不具龙骨突起;不具尾综骨及尾脂腺;”《鸟类学》(159页)这些都与善于飞翔的鸟类有着很大的区别。但是人们还是把鸵鸟划分为鸟类,因为鸵鸟都发育有一种不能用于飞翔的、不具羽小枝的对称羽毛结构。二是企鹅目。企鹅目全部都是不能飞翔而善于海洋生存的鸟类。它们的前肢为鳍状,尾短,骨骼沉重不充气,这与善于飞翔的鸟类的骨骼正好相反。因为企鹅具有羽毛,所以人们把企鹅单列为鸟类的一个总目。三是突胸总目。突胸总目是现生鸟类中最大的群体,“全为善飞鸟类,胸骨具发达的龙骨突起,骨骼充气,具尾综骨;翅发达,体表有羽区、裸区之分,正羽发育良好,构成羽片。”《鸟类学》(162页)善于飞翔的突胸总目鸟类发育的飞羽,都是羽片沿羽干不对称排列的不对称羽毛结构。从以上现生3个总目鸟类的分类,说明现今地球上生存的动物只要长有羽毛,不论这些羽毛是用于飞翔的不对称羽毛,还是不能用于飞翔的、不具羽小枝的对称羽毛,它们都是鸟类,这是现代人们区分鸟类与其他动物的基本依据。因此在探讨鸟类起源与变化形成的过程中,首先要探讨的就是鸟类羽毛的起源与变化形成规律。

有了现在人们区分现生鸟类与其他动物的基本依据——羽毛,我们在探讨鸟类的起源过程中就有了一个基本的标准,就是说,只要发现化石中的动物发育有羽毛,那么这种动物就必然与鸟类有着密切的关系。因此,把山东省天宇自然博物馆收藏的1.25亿年前热河生物群中的2800多件保存有类似鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的较大型兽脚类

恐龙和保存有鸟类羽毛的较小型的兽脚类恐龙,以及大量同期生存的不同品种鸟类的化石进行对比研究,对于探讨鸟类羽毛的起源以及鸟类的起源具有重大的意义。本章要探讨的重点:一是羽毛是在一些什么样的动物中起源的;二是羽毛的起源与变化形成规律,是由无数次微小的偶然性变异,通过长期的自然选择逐渐进化形成的,还是在鸟类变化形成之初同步变化形成的;三是现生没有飞翔能力的鸵鸟等鸟类发育的不具羽小枝的对称羽毛,是因为部分善于飞翔的鸟类在“脚使用得多,翅膀则用得少,终于变得不能飞翔了。”《物种起源》(145页)而由部分善于飞翔的鸟类的不对称羽毛退化形成的,还是在1.25亿年前鸟类变化形成之初,与善于飞翔的鸟类的不对称羽毛同时变化形成的。

关于鸟类羽毛及鸟类飞翔的起源,自古以来人们就有着很多不同的观点,其中主要有两种观点:一种是鸟类飞翔树栖起源说,“由 O. Marsh (1880, 1881) 提出。从类似松鼠、飞蜥以及两栖类的树蛙等的滑翔可以得到启示,早期鸟类在树枝间跳跃时,其前肢具有发育不全的、甚至可能只是羽毛的雏型,经过长期选择而增强了在树间滑翔的准确性,滑翔时因有空气支持而抬高,结果生长在前肢上的羽毛不断进化而终成飞行羽毛。”《鸟类学》(134页)一种是鸟类飞翔地栖起源说,“由 S. W. Williston 于 1879 年首次提出。他认为两足行走的恐龙,在快速奔跑过程中,前肢由辅助及平衡的功能变成具羽的翅膀,而产生滑翔直至飞行的功能。他进一步假设,鸟类的祖先在三叠纪时可能具有加长的外侧趾骨,从而增强动物奔跑的能力,并逐渐伴随鳞片的扩大乃至羽毛的产生。”《鸟类学》(135页)这两种鸟类羽毛及飞翔起源的理论,都是在凭空想像的基础上来假设鸟类的羽毛及飞行是如何起源的,缺少大量的化石证据来支持。本书中不论是对鸟类羽毛及飞翔起源,还是对鸟类其他器官结构的变化形成规律,都是在山东省天宇自然博物馆收藏的大量化石证据的基础上,以化石中的信息为依据进行探讨的。

第一节 发育有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物以及发育有鸟类不对称羽毛或对称羽毛的兽脚类恐龙的探讨

1.25 亿年前热河生物群中,同时生存着发育有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的较大体型的兽脚类恐龙,以及发育有与现生鸟类基本相同的不对称羽毛或对称羽毛的较小体型的兽脚类恐龙。下面对它们发育的鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物以及不对称羽毛和对称羽毛的结构形态分别进行探讨。

一、发育有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的较大体型的兽脚类恐龙

在辽西热河生物群地层中,具有较大体型的兽脚类恐龙的化石发现得很少,而在较大体型的兽脚类恐龙化石中,同时保存有类似鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的兽脚类恐龙化石发现得就更少了。以下探讨的几件具有较大体型的兽脚类恐龙化石,都是在1.25亿年前的早白垩世地层中,与热河生物群的动物一同生存的兽脚类恐龙。在这些兽脚类恐龙化石中,不但清晰地保存了它们的骨骼结构,还清晰地保存了类似鸟类绒羽状和细丝状的皮肤衍生物。下面主要探讨一下这几件兽脚类恐龙化石中保存的皮肤衍生物的特征。

(一)发育有绒羽状皮肤衍生物的华夏颌龙

图1-1-1是由正副板保存的华夏颌龙化石。这只华夏颌龙的骨骼结构保存得较完整,它的长度约为3.2m,是目前热河生物群化石中发现的最大体型的华夏颌龙之一。华



图 1-1-1 华夏颌龙(STM1-1)正板

夏颌龙的颈椎和尾部两处都保存有比较清晰的绒羽状皮肤衍生物（见图 1-1-2、图 1-1-3）。这些绒羽状的皮肤衍生物，与现生鸟类的绒羽状皮肤衍生物非常相似。



图 1-1-2 华夏颌龙(STM1-1)正板尾部绒羽状皮肤衍生物



图 1-1-3 华夏颌龙(STM1-1)正板颈椎处绒羽状皮肤衍生物

（二）发育有绒羽状和细丝状皮肤衍生物的大型恐龙头骨及尾巴

图 1-2-1 是一件仅保存有头骨、尾巴和部分颈椎及部分类似鸟类绒羽状和细丝状皮肤衍生物的恐龙化石。其头骨的长度约 60cm，头骨上下颌处发育有大而弯曲的非常锋利的圆锥形牙齿，牙齿中有排列整齐的锯齿结构，这种牙齿与同期生存的发育有鸟类不对称羽毛的驰龙类恐龙的牙齿基本相同。从这个恐龙头骨化石中保存的牙齿来看，它应该是一种大型的食肉型兽脚类恐龙，是目前热河生物群中发现的最大的食肉型兽脚类恐龙的头骨化石。在化石中，它的颈椎处较好地保存了部分类似鸟类绒羽状的皮肤衍生物（见图 1-2-2）。化石中还保存了这只兽脚类恐龙长约 1.8m、发育有细丝状皮肤衍生物的恐龙尾巴（见图 1-2-3）。其尾巴处保存的细丝状皮肤衍生物非常完整（见图 1-2-4）。从这只兽脚类恐龙的大型头骨和约 1.8m 长的尾巴来推测，这只兽脚类恐龙生前的体长至少在 5m 以上。这只大型兽脚类恐龙的化石虽然保存得不完整，但它非常清晰地保存了部分绒羽状和细丝状的皮肤衍生物，为我们研究探讨鸟类羽毛的起源，提供了非常宝贵的来自 1.25 亿年前的化石证据。



图 1-2-1
未定名恐龙(STM1-4)
头部及颈椎处



图 1-2-2 未定名恐龙(STM1-4)颈椎处绒羽状皮肤衍生物



图 1-2-3
未定名恐龙
(STM1-4)
尾巴

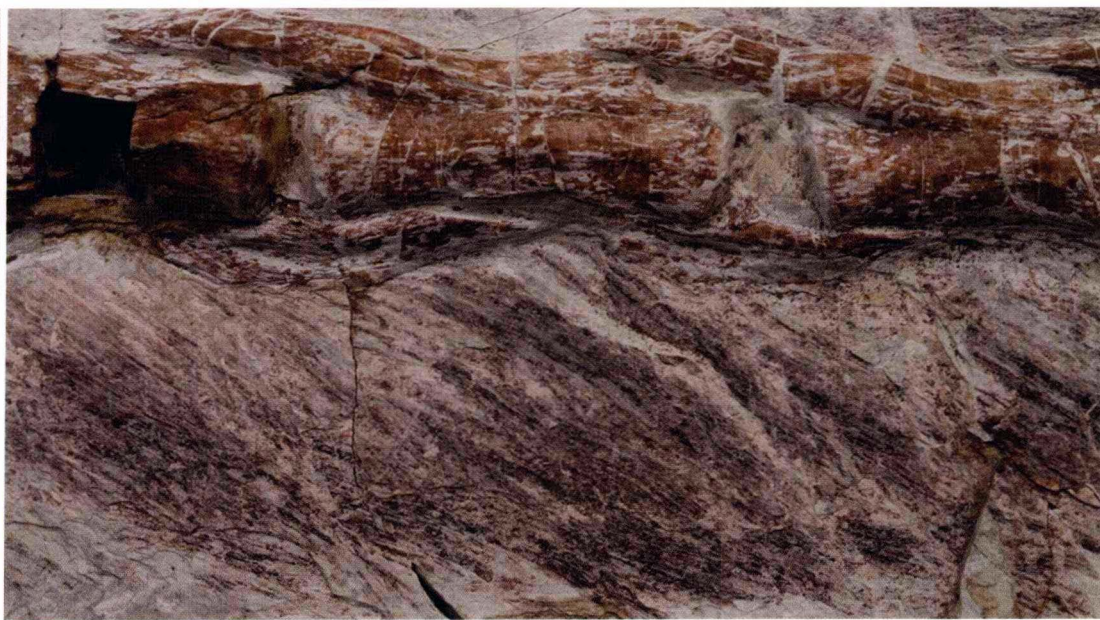


图 1-2-4 未定名恐龙(STM1-4)尾巴处细丝状皮肤衍生物

(三)中华龙鸟

图 1-3 是目前为止辽西热河生物群中发现的最大体型的中华龙鸟化石,化石中虽然完整地保存了这只中华龙鸟的骨骼部分,却没有保存中华龙鸟的皮肤衍生物。以前发现的多只小型中华龙鸟的化石大部分都保存有细丝状皮肤衍生物,由此说明这只大型中华龙鸟也应该发育有这种细丝状皮肤衍生物结构。

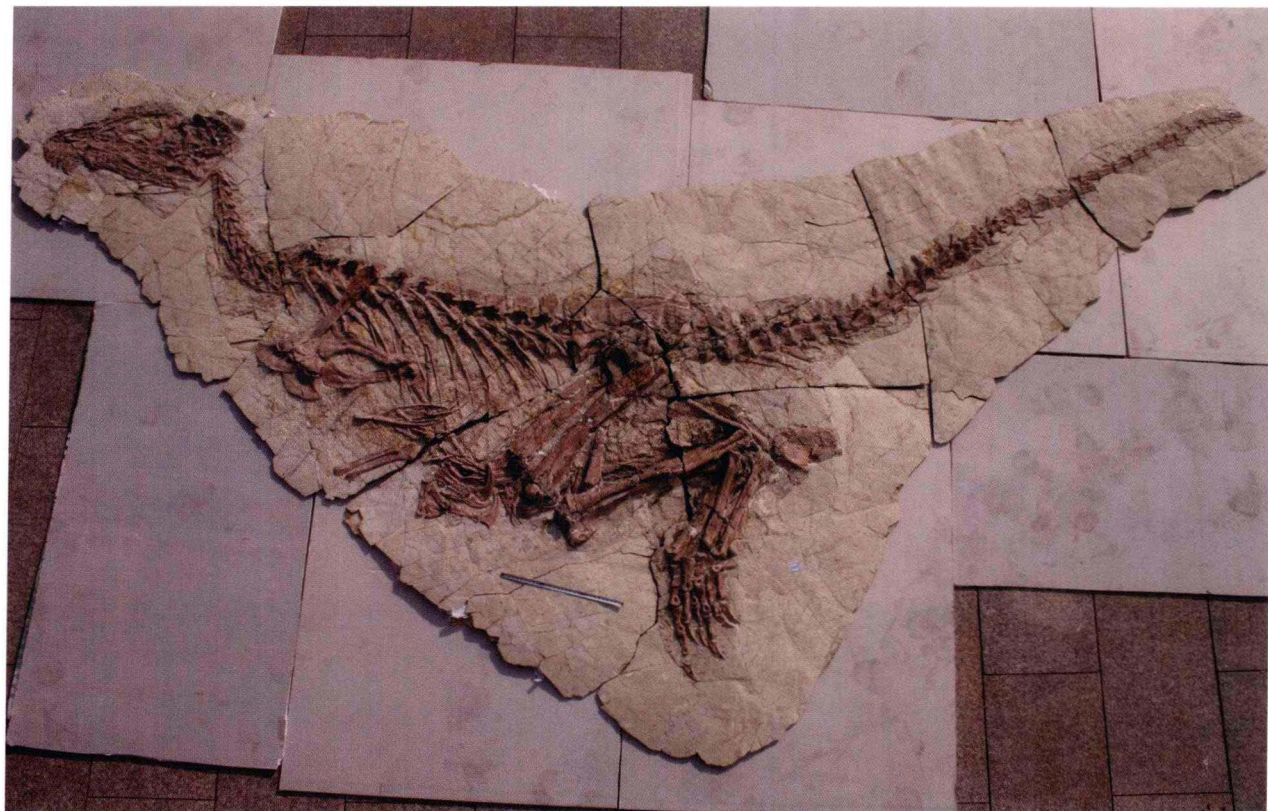


图 1-3 中华龙鸟(STM1-6)

(四)发育有细丝状皮肤衍生物的北票龙

图 1-4-1 是一件仅保存有头骨、颈椎和部分肩带等骨骼结构以及部分细丝状皮肤衍生物的较大体型的北票龙化石。从图 1-4-2 中可以看到,在这只北票龙头骨后方保存有非常细长的细丝状皮肤衍生物。从其结构形态来看,这些皮肤衍生物很有可能与鸟类的羽毛有着一种同源的变化关系,因此它可能是部分兽脚类恐龙向鸟类变化的初期阶段的一种羽毛雏型。

以上 4 件化石都出自 1.25 亿年前热河生物群生存的早白垩世地层中。在这些发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生物的兽脚类恐龙化石被发现以前,人们发现的兽脚类恐龙的皮肤衍生物基本上都是鳞片状或鳞甲状的,还没有发现兽脚类恐龙发育有类似鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的化石。为什么在 1.25 亿年前热河生物群生存的地层中发现了保存有类似鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的较大型兽脚类恐龙的化石呢?我认为有以下几种可能。一是这些兽脚类恐龙死亡时所处的地质条件非常有利于绒羽状或细丝状皮肤衍生物的保存,因此使这些兽脚类恐龙发育的绒羽状或细丝状皮肤衍生物得以保存下来。而世界上其他地区的兽脚类恐龙在死亡时,没有这种有利于绒羽状或细丝状皮肤衍生物保存的条件,因此它们发育的绒羽状或细丝状的皮肤衍生物没有形成化石。二是在其他地区也有保存有这种绒羽状或细丝状皮肤衍生物的兽脚类恐龙化石,只是人们还没有发现。三是这种发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生物的兽脚类恐龙,其祖先的皮肤衍生

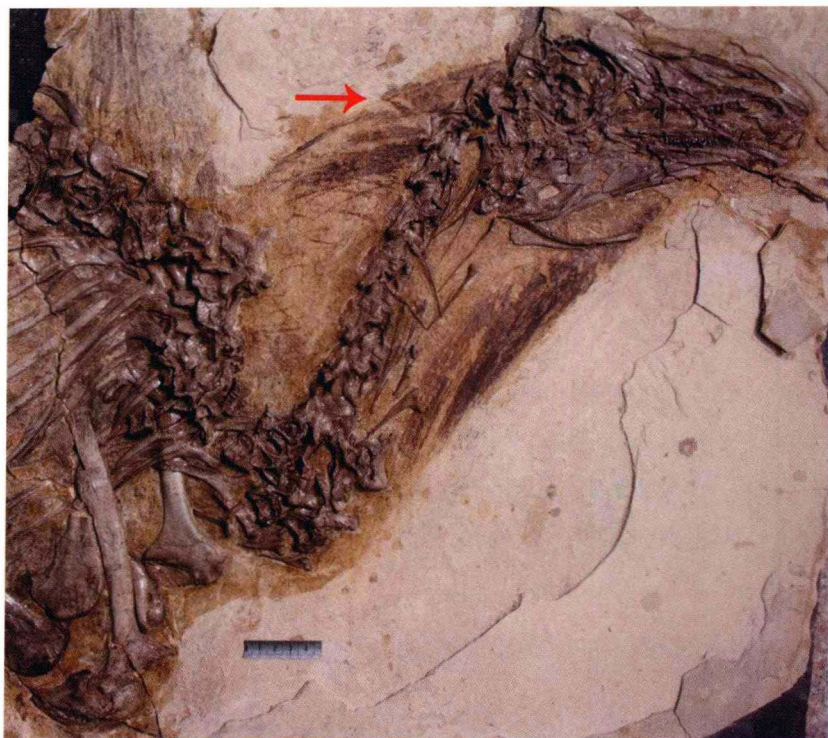


图 1-4-1 北票龙(STM31-1)

图 1-4-2 北票龙(STM31-1)
细丝状皮肤衍生物

物原本是鳞片状或鳞甲状的,而由于我们现在还不知道的原因,使这些兽脚类恐龙从某一时期开始,由鳞片状或鳞甲状的皮肤衍生物快速变化为绒羽状或细丝状皮肤衍生物。因为这些具有鳞片状或鳞甲状皮肤衍生生物的兽脚类恐龙,在变化为长有绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的兽脚类恐龙时的速度非常快,而在它们变化为发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的兽脚类恐龙以后,这种发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的兽脚类恐龙也仅仅只是作为一种过渡性物种,在地球上生存的时间非常短,随后又快速变化成为发育有鸟类羽毛的不同品种的小型兽脚类恐龙,所以发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的较大体型的兽脚类恐龙,在地球其他地区就很少有成为化石被保存下来的机会,因此也就很少发现保存有绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的较大体型的兽脚类恐龙化石。

总之,以上 4 件保存有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的较大体型的兽脚类恐龙化石,使我们看到了 1.25 亿年前的几种发育有类似鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的兽脚类恐龙的存在,而这几种兽脚类恐龙,很可能就是部分兽脚类恐龙向鸟类变化过程中的几个中间过渡性物种,它们在地球上的出现可能是来去匆匆,快速出现又快速消失,起着一种承上启下的作用。因为在保存有这些发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的兽脚类恐龙的地层中,还发现了保存有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的驰龙类恐龙化石,以及大量保存有鸟类不对称羽毛的小型驰龙类恐龙化石。这些驰龙类恐龙的骨骼结构与以上 4 件较大体型的兽脚类恐龙的骨骼结构有着很多的相似之处。这就有必要把这些发育有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生生物的较大体型的兽脚类恐龙,和发育有绒羽状或细丝状

皮肤衍生物的驰龙类恐龙,以及发育有鸟类不对称羽毛的驰龙类恐龙联系起来,把它们作为一个整体进行研究探讨。下面探讨一下保存有鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的驰龙类恐龙化石,以及保存有鸟类不对称羽毛的小型驰龙类恐龙化石。

二、具有绒羽状或细丝状皮肤衍生物的驰龙类恐龙 以及具有鸟类不对称羽毛的小型驰龙类恐龙

从 20 世纪 90 年代以来,在热河生物群生存的早白垩世地层中,人们先后发现了大量的保存有类似鸟类绒羽状或细丝状皮肤衍生物的兽脚类恐龙化石,以及保存有鸟类不对称羽毛的小型兽脚类恐龙化石。部分兽脚类恐龙僵硬粗壮的尾巴中发育有一些细丝状结构,这是驰龙类恐龙的一个标志。因此书中把尾巴中发育有细丝状结构的兽脚类恐龙都作为驰龙类恐龙进行探讨。

(一) 具有绒羽状皮肤衍生物的驰龙类恐龙

图 1-5 是一件较大体型的驰龙类恐龙化石。化石中是一只没有保存皮肤衍生物但骨骼结构非常完整的天宇盗龙,其身长约 1.8m,是目前为止发现的骨骼保存最为完整、体型最大的一件驰龙类恐龙化石。在此之前发现的发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生物的驰龙类恐龙,以及一些发育有鸟类不对称羽毛的驰龙类恐龙,其身长一般都在 1m 左右,以 1m 以下的居多,最小的驰龙类恐龙身长只有 30cm。因此,这只约 1.8m 的驰龙类恐龙天宇盗龙的发现,对于我们研究驰龙类恐龙从大到小向鸟类的变化过程,特别是鸟类羽毛的起源,很可能有一些特别重要的作用。



图 1-5 天宇盗龙(STM1-3)

图 1-6、图 1-7 所示两件驰龙类恐龙化石都保存有绒羽状皮肤衍生物。这些皮肤衍生物主要在驰龙类恐龙的颈椎处、脊椎处和尾椎处。这些绒羽状皮肤衍生物,同以上探讨的 4 只较大体型的兽脚类恐龙的绒羽状皮肤衍生物有着很多的相同之处。因为这两只驰龙类恐龙前肢的皮肤衍生物保存得不清晰,而同时期同地层中发现的其他大小基本相同的驰龙类化石中,有很多都保存有与现生鸟类基本相同的不对称羽毛结构。因此这些驰龙类恐龙生前也可能发育有鸟类的不对称羽毛。由于当时化石形成条件的关系,它们的鸟类不对称羽毛没有被保存下来。但是不论这两只驰龙类恐龙生前发育的是鸟类绒羽状皮肤衍生物,还是鸟类的不对称羽毛,它们与前面探讨过的华夏颌龙等 4 只较大体型并发育有绒羽状或细丝状皮肤衍生物的兽脚类恐龙都有着一种密切的联系,因为它们都是生存在一个基本相同的地质年代和相同地点的兽脚类恐龙。

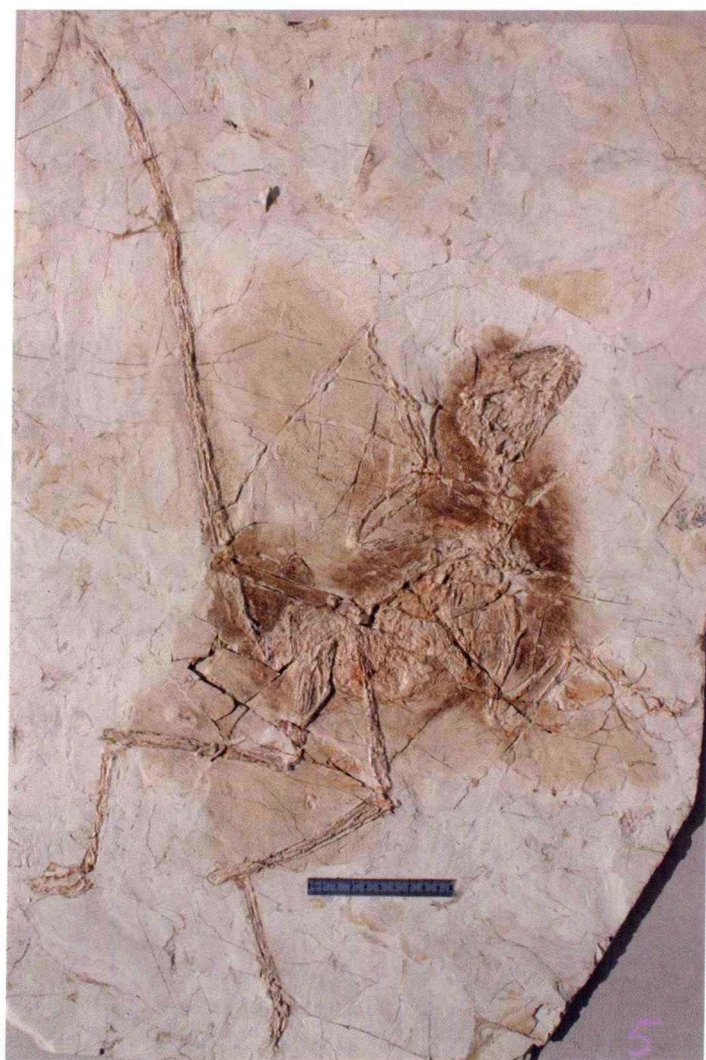
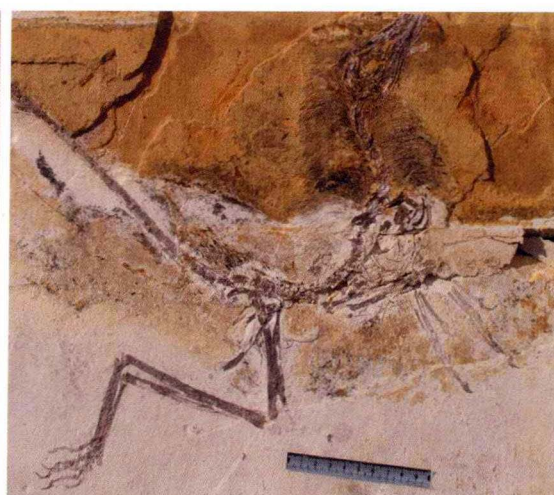


图 1-6 驰龙类(STM5-49)



正板



副板

图 1-7 驰龙类(STM5-19)

(二) 驰龙类恐龙发育的鸟类不对称羽毛

善于飞翔的鸟类前肢发育的初级飞羽、次级飞羽以及尾羽中,除中央尾羽以外的飞羽都是不对称羽毛。不对称羽毛的主要结构特征是羽片沿羽干成不对称排列。这些不对称羽毛的结构主要是“羽轴上截自上脐以上的部分称羽干(rachis),其两侧为羽片。较窄的为内羽片(内翎),在鸟体上是被相临羽片的宽阔的外羽片(外翎)所覆盖。羽片为一系列斜行排列(呈 45° 角)的羽枝(ramus 或 barb)所构成。这些互相平行的、彼此紧临的羽枝上,又斜生(呈 45° 角)许多彼此平行的羽小枝(radii 或 barbule)。近列的羽小枝具有凸缘,远列羽小枝上具有羽小钩(hamuli 或 barbicel),相邻的羽小枝即借这些羽小钩互相钩结,从而形成严密的羽片。羽片在受到强风等外力作用时,其中的一些羽小枝间的钩结可能被拉开,这时鸟类通过以喙梳理羽毛再将其重新钩合。羽片的这种结构有如拉锁一样方便,使之长期保持既坚固又有弹性。不像蝙蝠的翼膜那样,一旦破裂就难以恢复。”《鸟类学》(12页)。可以说鸟类发育的不对称羽毛是地球上最复杂的皮肤衍生物。

图 1-8-1、图 1-9-1、图 1-10 所示 3 只驰龙类恐龙的四肢都发育有鸟类的不对称羽毛。它们前肢中初级飞羽的羽毛保存得非常完整。从图 1-8-2、图 1-9-2 中可以清晰地看到,这些飞羽的羽片沿羽干成不对称排列,说明这些驰龙类恐龙已经发育形成了与现生鸟类完全相同的用于飞翔的不对称羽毛。



图 1-8-1
驰龙类
(STM5-9)

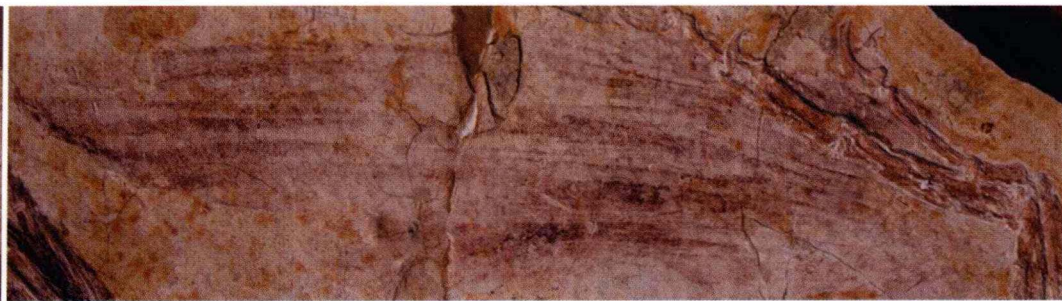


图 1-8-2 驰龙类(STM5-9)初级飞羽



图 1-9-1
驰龙类
(STM5-34)正板



图 1-9-2 驰龙类(STM5-34)正板初级飞羽