

腾飞之龙

——中国长羽毛恐龙与鸟类起源

主编 季 强

地质出版社

The background of the book cover is a detailed illustration of a prehistoric landscape. It features several large, feathered dinosaurs, likely theropods, in various poses. One is in the foreground on the left, another in the center, and a third on the right. They are surrounded by lush greenery, including ferns and trees. The sky is a pale, hazy blue. The overall style is that of a scientific illustration or a detailed painting.

腾飞之龙

——中国长羽毛恐龙与鸟类起源

主 编 季 强

副主编 王旭日 金克谟 季燕南

袁崇喜 黑须球子

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

腾飞之龙：中国长羽毛恐龙与鸟类起源 / 季强主编.
— 北京：地质出版社，2016.3
ISBN 978-7-116-08250-2

I. ①腾… II. ①季… III. ①鸟类—起源—研究
IV. ① Q959.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 056501 号

Tengfei Zhilong

责任编辑：祁向雷 田野

责任校对：关风云

出版发行：地质出版社

社址邮编：北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话：(010) 66554528 (邮购部)；(010) 66554692 (编辑室)

网 址：<http://www.gph.com.cn>

传 真：(010) 66554686

印 刷：北京地大天成印务有限公司

开 本：889mm × 1194mm 1/16

印 张：11.25

字 数：335千字

审 图 号：GS (2016) 299号

版 次：2016年3月北京第1版

印 次：2016年3月北京第1次印刷

定 价：158.00元

书 号：ISBN 978-7-116-08250-2

(如对本书有意见或建议，敬请致电本社；如本书有印装问题，本社负责调换)

鸞飛

——献给中国地质科
献给中华龙鸟发

龍

龍
王
書
畫
社

质科学院六十华诞
鸟发现二十周年



恐龙并没有完全灭绝，现代的鸟类就是恐龙的后世子孙，仍然与我们人类生活在同一蓝天下



序

Preface

中国地质科学院于 1956 年建院，是新中国成立初期我国最早建立的少数几个科学研究院之一，也是我国专业齐全、规模最大、技术力量雄厚的社会公益类地学科研机构，是国家创新体系的重要组成部分。自建院以来，先后完成万余项科研项目和任务，提交了大批科技水平高、社会效益明显的重要科技成果，获得了为数可观的国家级及省部级奖项，为新中国地质事业的发展发挥了重大作用。60 年来，我院充分发挥优势学科（如大地构造、地层学、古生物学、矿床学等）和科技人才的作用，瞄准国际地质科学前沿理论，加强基层地质调查研究，根据国家需求指导发现了一系列矿产资源，如大庆油田、粤北铀矿、白银厂铜矿、大厂锡矿、罗布泊钾盐、盐湖锂矿等大型矿床，为国民经济建设作出了重大贡献。

近年来，全院上下围绕中心、服务大局，开拓进取、奋发有为，各项工作都取得了显著成绩，创新能力逐步提升，科研成果不断涌现。地质调查、学科建设、前沿研究成果丰硕，技术创新、成果应用、支撑服务效果良好，在找矿突破、生态环境、减灾防灾等方面为经济社会发展作出了积极贡献，培养造就了一批高素质的优秀科技创新人才，基地建设、科研条件和平台建设取得重要进展，各项事业持续健康发展。这些成绩的取得，是国土资源部、中国地质调查局党组和各级领导、各有关部门关心支持的结果，是全院干部职工辛勤劳动、无私奉献的结晶。

值此中国地质科学院建院六十周年之际，适逢中华龙鸟发现 20 周年，我院季强研究员等人编著了大型彩色科学图册《腾飞之龙》，详细地阐述了国际鸟类起源的历史和现状，提出了一些新的理论和看法，并介绍了一些与恐龙相关的科普知识。《腾飞之龙》图册内容深入浅出，通俗易懂，图文并茂，代表了该院在鸟类起源研究领域的最新进展。

六十载风雨砥砺，一甲子春华秋实。中国地质科学院几代人顽强拼搏、勇攀高峰，铸就了服务国家发展、振兴地质事业的辉煌业绩。放眼未来，我们站在新的历史起点上，将充分把握国家科技创新发展的大好机遇，坚定信心、勇于担当、开拓创新、再创辉煌，全面提升地质科技创新能力和支撑服务水平，努力建设世界一流地学科研机构，为实现中华民族伟大复兴的中国梦作出新的更大贡献！

王小烈

2016 年 2 月 18 日

前言

Foreword

中国的恐龙化石十分丰富,除少数省、区外,大部分地区均产出丰富的恐龙化石、恐龙蛋化石、恐龙足迹化石等。中国的恐龙研究历史较为悠久,最早可追溯到20世纪初,迄今已发现恐龙化石约170多个属,涵盖了恐龙中几乎所有主要类群,恐龙蛋化石约20个属40余个种,恐龙足迹化石约40多个属种,产出层位从下侏罗统到上白垩统。目前中国命名的恐龙属种已超过了美国,居世界第一位。中国正在由恐龙资源的大国变为恐龙研究的强国,具有很大的发展潜力和光明的前途。

新的恐龙化石的发现,新的研究方法的引进和科学思维的创新,促使中国的恐龙研究步入一片新的天地。特别值得提及的是,自季强和姬书安1996年发现世界上第一只长羽毛的恐龙——中华龙鸟以来,中国辽西相继发现了一系列长羽毛的恐龙和鸟类化石,引发了国际科学界研究“恐龙与鸟类”的亲缘关系和进化的热潮,基本解决了国际上150多年未能解决的鸟类起源问题。鸟类起源于小型兽脚类恐龙的观点已成为国际科学界的主流学术思想,恐龙并没有完全灭绝,现代的鸟类就是恐龙的后代,是现今长羽毛的会飞行的恐龙,仍然与我们人类生活在同一蓝天下。

目前国内有关恐龙的图书、画册比比皆是,但佳品不多,名称谬误、分类混乱、科学性不严谨等现象颇为常见,特别是对于鸟类起源和鸟类飞行起源理论的认识多有偏颇,在一定程度上影响或误导了科学知识的普及与传播。

值此中国地质科学院建院六十周年之际,我们编著了《腾飞之龙》图册,专题介绍我国近20年来鸟类起源研究的诸多新发现新成果,以及中国古生物学家对国际鸟类起源研究所作出的贡献。在图册编著中,我们强调了鸟类起源于小型兽脚类恐龙的理论,突出了“龙鸟一家”的思想,主张了新的鸟类飞行“地栖起源”的观点,提出了“性双形”(sexual dimorphism)新概念,未接受“四翼恐龙”和“四翼阶段”的说法。

本图册的编著得到中国地质科学院基本科研业务费和国家科学技术部“973”计划项目(2012CB822004)的大力支持,北京啄木鸟科学艺术小组协助绘制了部分图件,中国地质科学院地质研究所、中国地质博物馆、北京自然博物馆、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、大连自然博物馆、河南地质博物馆、本溪地质博物馆、锦州古生物化石博物馆、朝阳古生物化石博物馆、中国四合屯古生物化石馆、喀左县国土资源局、山东诸城恐龙博物馆、山东平邑天宇自然博物馆、渤海大学古生物研究中心等单位提供了标本并协助照相,在此一并致以衷心的感谢。吾友王本兴先生乃金陵书法、金石名家,特为本书题写书名,本人倍感荣幸,特致谢忱。

季 强

二零一五年,于北京

目录

Contents

序 (Preface)

前言 (Foreword)

恐龙家族 (The Family of Dinosaurs)

1. 恐龙的名称来源 (Etymology)	3
2. 什么是恐龙? (What are dinosaurs?)	4
3. 恐龙时代 (The age of dinosaurs)	5
4. 恐龙与鸟类的骨骼 (The skeletons of dinosaurs and birds)	6
(1) 恐龙的骨骼 (The skeleton of dinosaurs)	6
(2) 鸟类的骨骼 (The skeleton of birds)	7
5. 羽毛 (Feathers)	8
(1) 羽毛的结构 (The structures of feathers)	8
(2) 羽毛的发育过程 (The developmental process of feathers)	9
(3) 羽毛的类型 (The types of feathers)	10
(4) 羽毛的起源与早期演化 (The origin and early evolution of feathers)	13
(5) 羽毛还是鳞片? (Feathers or scales?)	16
6. 恐龙的分类 (The classification of dinosaurs)	23

鸟类起源与鸟类飞行起源 (The Origin of Birds and the Origin of Bird Flight)

1. 鸟类起源 (The origin of birds)	30
2. “四翼恐龙”还是“性双形现象”? (“Four-winged dinosaurs” or “sexual dimorphism”?)	38
3. 鸟类飞行起源 (The origin of bird flight)	51

中国辽西晚中生代生物群 (The Late Mesozoic Biota in Western Liaoning, China)

1. 道虎沟生物群 (The Daohugou biota)	62
2. 热河生物群 (The Jehol biota)	64
3. 辽西晚中生代地层 (Late Mesozoic stratigraphic sequences in the western Liaoning)	66

非鸟型恐龙 (Non-avian Dinosaurs)

1. 暴龙类 (Tyranosaurids)	70
(1) 喀左中国暴龙 (<i>Sinotyrannus kazuoensis</i>)	70
(2) 华丽羽王龙 (<i>Yutyrannus huali</i>)	74
(3) 奇异帝龙 (<i>Dilong paradoxus</i>)	76
2. 美颌龙类 (Compsognathids)	78
(1) 原始中华龙鸟 (<i>Sinosauropteryx prima</i>)	78
(2) 东方华夏颌龙 (<i>Huaxiagnathus orientalis</i>)	84
(3) 巨大中华丽羽龙 (<i>Sinocalliopteryx gigas</i>)	88

3. 镰刀龙类 (Therizinosauroids).....	92
(1) 意外北票龙 (<i>Beipiaosaurus inexpectus</i>).....	92
4. 窃蛋龙类 (Oviraptorosaurians).....	96
(1) 邹氏尾羽龙 (<i>Caudipteryx zoui</i>).....	96
(2) 高氏切齿龙 (<i>Incisivosaurus gauthieri</i>).....	100
(3) 粗壮原始祖鸟 (<i>Protarchaeopteryx robusta</i>).....	102
5. 伤齿龙类 (Troodontids).....	104
(1) 龙寐龙 (<i>Mei long</i>).....	104
(2) 华美金凤鸟 (<i>Jinfengopteryx elegans</i>).....	108
(3) 赫氏近鸟龙 (<i>Anchiornis hurleyi</i>).....	110
(4) 郑氏晓廷龙 (<i>Xiaotingia zhengi</i>).....	112
(5) 张氏中国猎龙 (<i>Sinovenator changii</i>).....	114
6. 驰龙类 (Dromaeosaurids).....	116
(1) 赵氏小盗龙 (<i>Microraptor zhaoianus</i>).....	116
(2) 千禧中国鸟龙 (<i>Sinornithosaurus millenii</i>).....	119
(3) 陆家屯纤细盗龙 (<i>Graciliraptor lujiatunensis</i>).....	121
(4) 杨氏长羽盗龙 (<i>Changyuraptor yangi</i>).....	124

鸟型恐龙 (Avian Dinosaurs)

1. 初鸟类 (Avialae).....	128
(1) 中华神州鸟 (<i>Shenzhouraptor sinensis</i>).....	128
(2) 东方吉祥鸟 (<i>Jixiangornis orientalis</i>).....	132
2. 尾综骨鸟类 (Pygostylia).....	134
(1) 朝阳会鸟 (<i>Sapeornis chaoyangensis</i>).....	134
(2) 圣贤孔子鸟 (<i>Confuciusornis sanctus</i>).....	137
(3) 横道子长城鸟 (<i>Changchengornis hengdaoziensis</i>).....	138
(4) 林氏星海鸟 (<i>Xinghaiornis lini</i>).....	140
3. 真鸟类 (Euornithes).....	142
(1) 北山朝阳鸟 (<i>Chaoyangia beishanensis</i>).....	142
(2) 长冠红山鸟 (<i>Hongshanornis longicresta</i>).....	144
(3) 葛氏义县鸟 (<i>Yixianornis grabaui</i>).....	146
(4) 马氏燕鸟 (<i>Yanornis martini</i>).....	148
(5) 甄氏甘肃鸟 (<i>Gansus zheni</i>).....	150

参考文献 (References).....	152
------------------------	-----

恐龙家族, 你知多少? (How Do You Know about Dinosaur Family?).....	158
---	-----

恐龙家族

THE FAMILY OF DINOSAURS



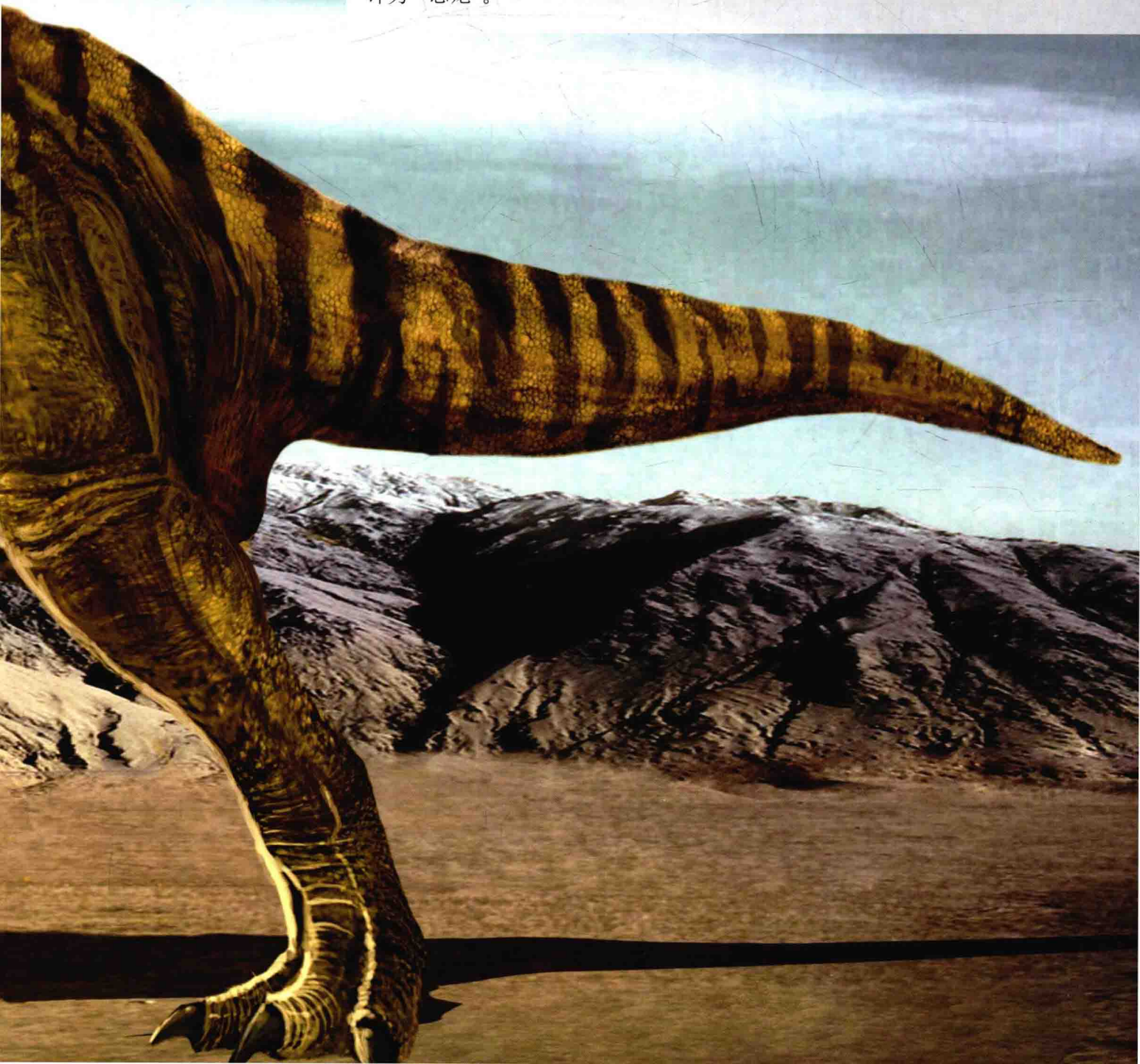


图 1 霸王龙生态复原图

Fig.1 The reconstruction of *Tyrannosaurus rex*

1. 恐龙的名称来源 (Etymology)

“Dinosaur”一词由英国著名解剖学家理查德·欧文 (R. Owen) 1841 年创建。“Din-”源于希腊文“deinos”，意为“恐怖”；“-saur”也源于希腊文“sauros”，意为“蜥蜴”，二者合成一词意为“恐怖的蜥蜴”。亚洲人，特别是中国人，习惯将远古大型生物称为“龙”，故而将“dinosaur”一词译为“恐龙”。



2. 什么是恐龙? (What are dinosaurs?)

简单来说, 恐龙是爬行动物中四肢垂直位于体躯两侧下方, 前后运动(行走或奔跑)的一类特殊的双孔类(Diapsida)动物, 有3个以上的愈合荐椎, 腰带愈合, 髋臼洞开。现在恐龙的定义是指与三角龙类和鸟类关系最近、它们的共同祖先和所有后代的一类特殊的爬行动物。虽然多数人谈到恐龙时, 均指中生代“非鸟型恐龙”, 但随着中国长羽毛恐龙和原始鸟类的发现, 证明鸟类是恐龙的后代, 说明鸟类也是恐龙家族中成员。由“四肢匍匐爬行”到“四肢直立行走”是一次革命性进步, 恐龙从此有别于其他爬行动物, 逐渐成为中生代陆地的霸主。

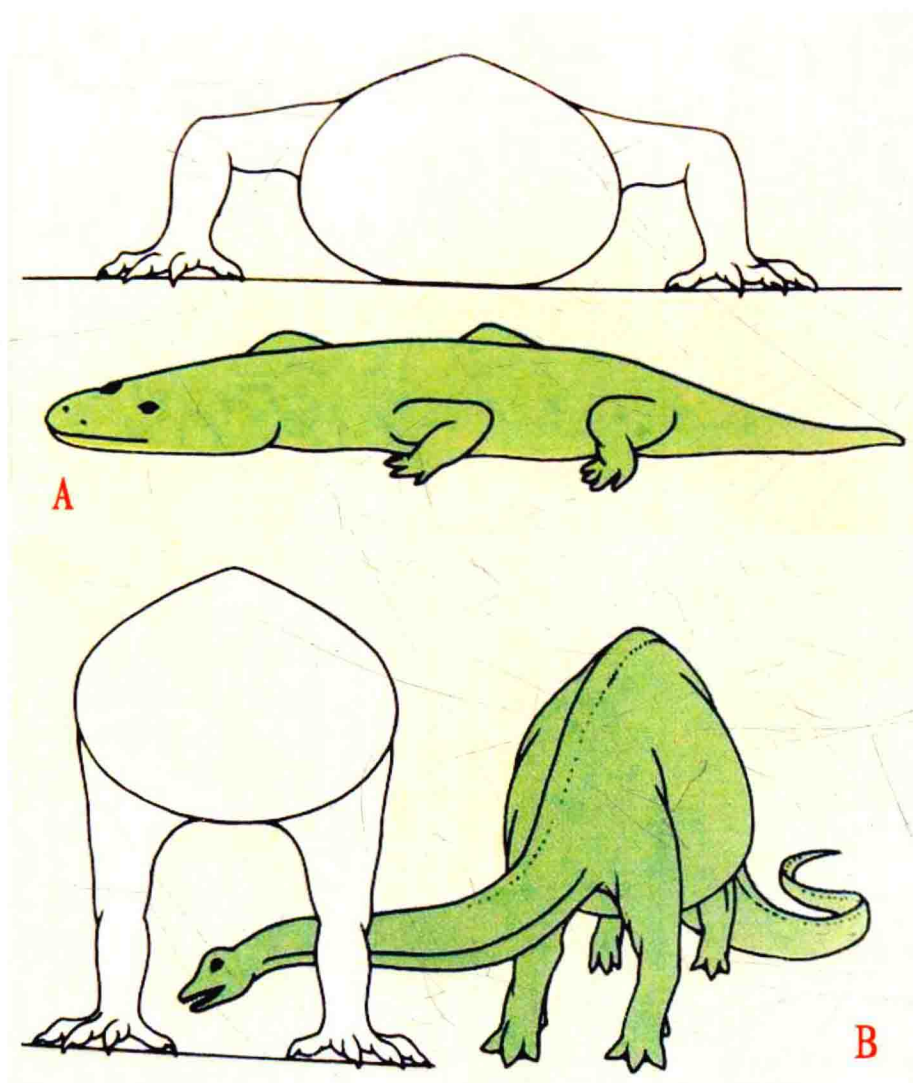


图2 爬行动物与恐龙的肢体结构示意图(A—爬行动物; B—恐龙)
Fig.2 Showing the difference of limbs and trunk between reptiles and dinosaurs (A—reptiles; B—dinosaurs)

3. 恐龙时代 (The age of dinosaurs)

恐龙最早出现于三叠纪晚期(距今 2.25 亿年), 繁盛于侏罗纪和白垩纪, 所以人们称中生代为恐龙时代。虽然在白垩纪末期(距今 6500 万年)发生了巨大生物灭绝事件, 绝大多数非鸟类恐龙(non-Avian dinosaurs)在该事件中消亡了, 但小型兽脚类恐龙发育了羽毛, 长出了翅膀, 演化为鸟类, 至今仍是动物界中最为繁荣昌盛的成员。

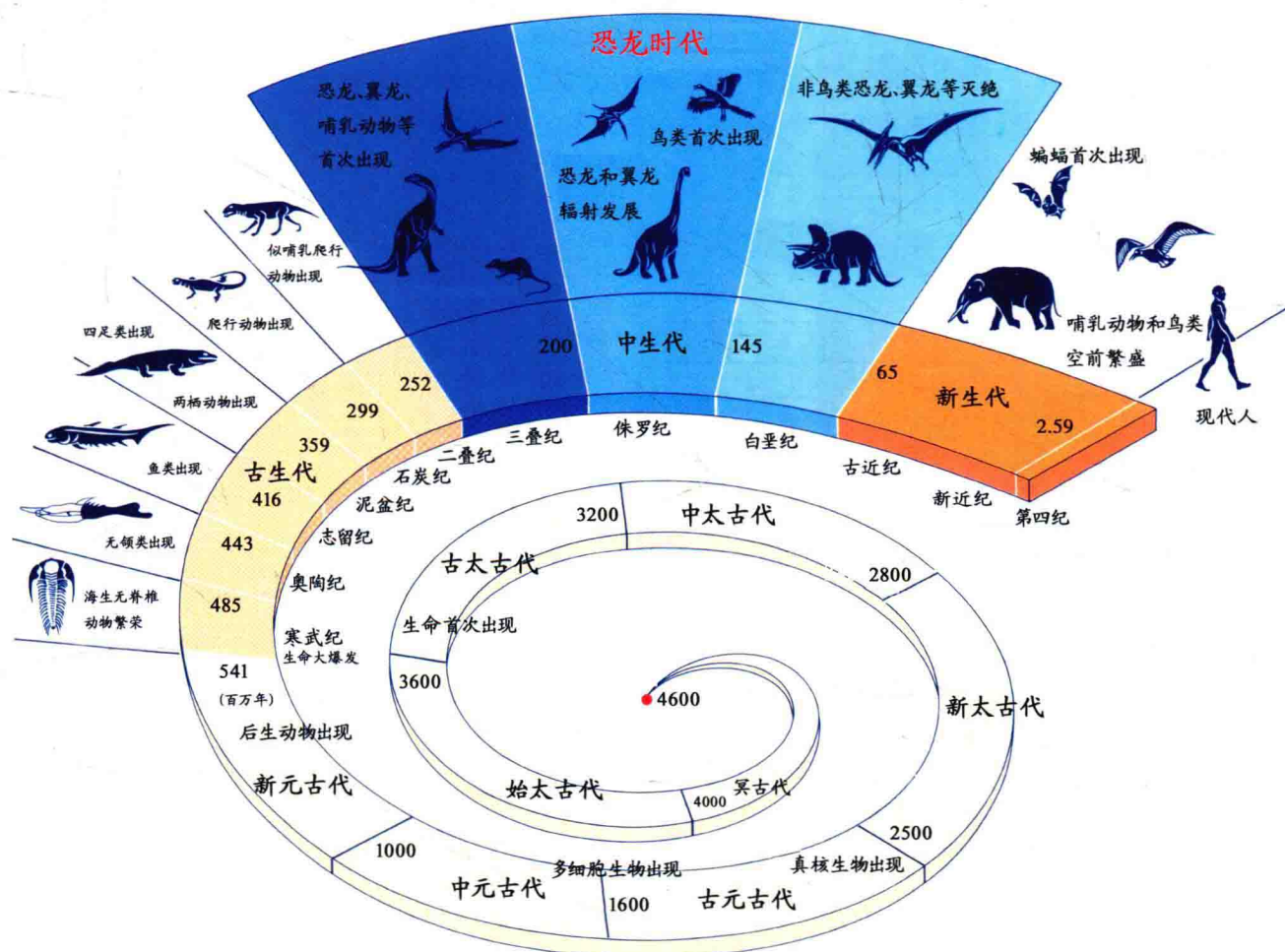


图 3 生命进化史与恐龙时代

Fig.3 The history of life evolution and the age of dinosaurs

4. 恐龙与鸟类的骨骼 (The skeletons of dinosaurs and birds)

(1) 恐龙的骨骼 (The skeleton of dinosaurs)

恐龙的骨骼主要有：头骨 (skull)、颈椎 (cervical vertebrae)、背椎 (dorsal vertebrae)、荐椎 (sacral vertebrae)、尾椎 (caudal vertebrae)、前肢 (forelimbs)、肱骨 (humerus)、桡骨 (radius)、尺骨 (ulna)、腕骨 (carpus)、掌骨 (metacarpals)、指骨 (phalanges)、后肢 (hind limbs)、股骨 (femur)、胫骨 (tibia)、腓骨 (fibula)、踝骨 (tarsus)、跖骨 (metatarsals)、趾骨 (phalanges)、肩带 (pectoral girdle)、肩胛骨 (scapula)、乌喙骨 (coracoid)、锁骨 (clavicle)、胸骨 (sternum)、腰带 (pelvic girdle)、肠骨 (ilium)、耻骨 (pubis)、坐骨 (ischium)、胸肋 (thoracic ribs) 及腹肋 (abdominal ribs) 等。四肢的长短、椎体的多少等，因不同的属种而有所变化。

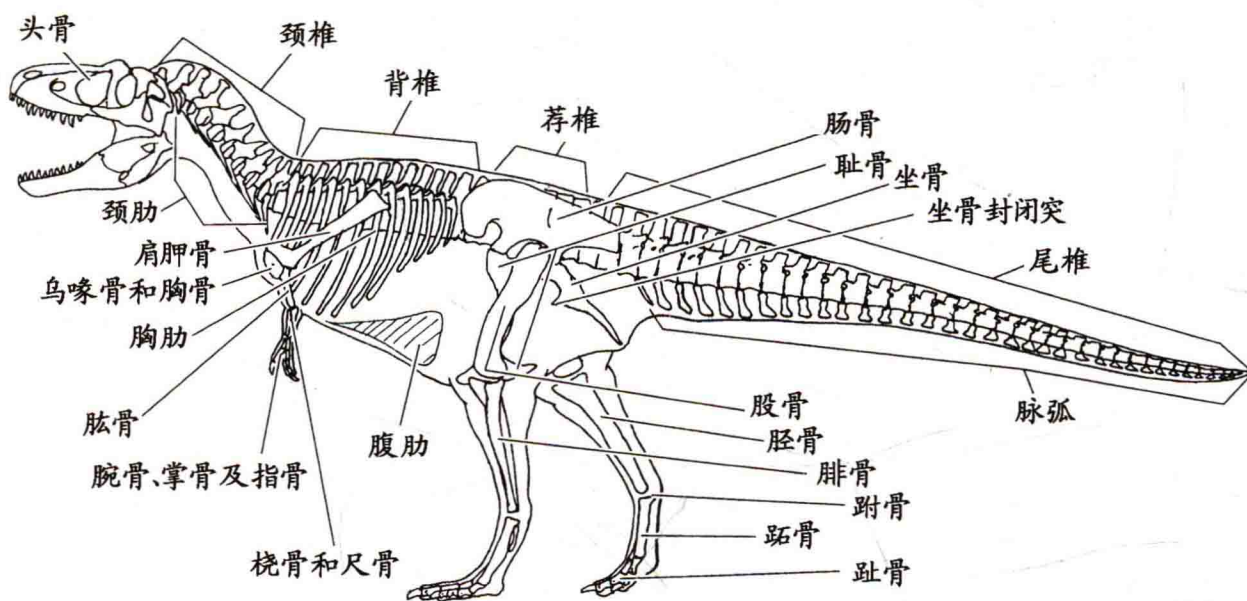


图4 恐龙骨骼示意图 (据 T. R. Holtz and M. K. Brett-Surman, 1997)

Fig.4 Showing the skeleton of dinosaurs (after T. R. Holtz and M. K. Brett-Surman, 1997)