



国家自然科学基金项目

中国古生物研究丛书

Selected Studies of Palaeontology in China

甘肃早白垩世恐龙

DINOSAURS FROM THE EARLY CRETACEOUS OF GANSU

李大庆 尤海鲁 周伶琦 著



上海科学技术出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

甘肃早白垩世恐龙

Dinosaurs from the Early Cretaceous of Gansu



李大庆 尤海鲁 周伶琦 著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

近十几年是甘肃恐龙大发现的黄金期，本书对甘肃早白垩世恐龙（包括鸟类、恐龙足迹）进行了全面系统的介绍和总结：将甘肃早白垩世恐龙归入马鬃山恐龙动物群、昌马鸟化石群和河口恐龙动物群三个动物群；对各动物群中已发表的所有恐龙属种，从产地、层位、分类位置和特征等方面进行详细分析和梳理；介绍和论证各恐龙动物群的年代和古环境。全书以大量原始图照来展现恐龙化石从发现、发掘、修理、研究到展示的完整过程。

本书是古生物学、地质学、生物学等相关专业人员，以及广大古生物爱好者探究远古恐龙世界奥秘的一扇视窗。

Brief Introduction

The past over ten years witnessed the Golden Age of Gansu's great dinosaur discoveries, and this book thoroughly reviews these dinosaurs, including bird fossils and dinosaur footprints. Gansu's Early Cretaceous dinosaurs can be grouped into three faunas: the Mazongshan Dinosaur Fauna, the Changma Avian Fauna and the Hekou Dinosaur Fauna, and every dinosaur species in these faunas was summarized including its locality, horizon, taxonomy and anatomical features. Meanwhile, the age and paleoenvironment of the dinosaur-bearing strata of each of these three dinosaur faunas was discussed. The complete cycle of dinosaur discovery, excavation, repairation, study and exhibition was introduced with the aid of numerous original photographs.

No matter to be a fossil amateur or a professional paleontologist, geologist or biologist, this book opened a rare window into the past and provided a vivid glimpse into the mystery dinosaur world.

《中国古生物研究丛书》由上海科学技术出版社编辑出版, 今明两年内将陆续与读者见面。这套丛书有选择地登载中国古生物学家近20年来, 根据中国得天独厚的化石材料做出的研究成果, 不仅记录了一些震惊世界的发现, 还涵盖了对一些古生物学和演化生物学关键问题的探讨和思考。出版社盛邀在某些领域里取得突出成绩的多位中青年学者, 以多年工作积累和研究方向为主线, 进行一次阶段性的学术总结。尽管部分内容在国际高端学术刊物上发表过, 但在整理和综合的基础上, 首次全面、系统地编撰成中文学术丛书, 旨在积累专门知识、方便学习研讨。这对中国学者和能阅读中文的外国读者而言, 不失为一套难得的、专业性较强的古生物学研究丛书。

化石是镌刻在石头上的史前生命。形态各异、栩栩如生的化石告诉我们许多隐含无数地质和生命演化的奥秘。中国不愧为世界上研究古生物的最佳地域之一, 因为这片广袤土地拥有重要而丰富的化石材料。它们揭示史前中国曾由很多板块、地体和岛屿组成; 这些大大小小的块体原先分散在不同气候带的各个海域, 经历很长时期的分隔, 才逐渐拼合成现在的地理位置; 这些块体表面, 无论是海洋还是陆地, 都滋养了各时代不同的生物群。结合其生成的地质年代和环境背景, 可以揭示一幕幕悲(生物大灭绝)喜(生物大辐射)交加、波澜壮阔的生命过程。自元古代以来, 大批化石群在中国被发现和采集, 尤其是距今5.2亿年的澄江动物群和1.2亿年的热河生物群最为醒目。中国的古生物学家之所以能做出令世人赞叹的成果, 首先就是得益于这些弥足珍贵的化石材料。

其次, 这些成果的取得也得益于中国古生物研究的悠

久历史和浓厚学术氛围。著名地质学家李四光、黄汲清先生等, 早年都是古生物学家出身, 后来成为地质学界领衔人物。正是中国的化石材料, 造就了以他们为代表的一大批优秀古生物学家群体。这个群体中许多前辈的野外工作能力强、室内研究水平高, 在严密、严格、严谨的学风中沁润成优良的学术氛围, 并代代相传, 在科学界赢得了良好声誉。现今中青年古生物学家继承老一辈的好学风, 视野更宽, 有些已成长为国际权威学者; 他们为寻找掩埋在地下的化石, 奉献了青春。我们知道, 在社会大转型的过程中, 有来自方方面面的诱惑。但凭借着对古生物学的热爱和兴趣, 他们不在乎生活有多奢华、条件有多优越, 而在乎能否找到更好、更多的化石, 能否更深入、精准地研究化石。他们在工作中充满激情, 愿意为此奉献一生。我们深为中国能拥有这一群体感到骄傲和自豪。

同时, 中国古生物学还得益于改革开放带来的大好时光。我们很幸运地得到了国家(如科技部、中国科学院、自然科学基金委、教育部等)的大力支持和资助, 这不仅使科研条件和仪器设备有了全新的提高, 也使中国学者凭借智慧和勤奋, 在更便利和频繁的国际合作交流中创造出优秀的成果。

将要与读者见面的这套丛书, 全彩印刷、装帧精美、图文并茂, 其中不乏化石及其复原的精美图片。这套丛书以从事古生物学及相关研究和学习的本科生、研究生为主要对象。读者可以从作者团队多年工作积累中, 阅读到由系列成果作为铺垫的多种学术思路, 了解到国内外相关专业的研究近况, 寻找到与生命演化相关的概念、理论和假说。凡此种种, 不仅对有志于古生物研究的年轻学子, 对于已经入门的古生物学者也不无裨益。

戎嘉余 周忠和

《中国古生物研究丛书》主编

2015年11月

纵观现今地球上的生物,包括人类在内的脊椎动物显然占据统治地位。在约6万种现生脊椎动物中,鱼类约占一半,鸟类约占六分之一,其次是约9 000种爬行动物,还有约6 000种两栖类,而哺乳动物约5 500种。最新的发现和研究表明,追寻这些动物的起源和早期演化,一个很重要的时期就是距今1亿多年前的白垩纪中期。在那个时期,所有现生鸟类、现生哺乳动物的绝大多数(真兽类)和蛇类出现并开始了最初的演化;也就是在那个时期,被子植物和访花昆虫等出现,可以说奠定了我们现在陆地生态系统的雏形。但很重要的一点就是,当时恐龙还存在,且非常繁盛。若不是6 600万年前的那次大灭绝,哺乳动物恐怕依旧会生活在恐龙的阴影下,也就不会有我们人类的出现。

本书展现的就是1亿多年前那个恐龙主宰的世界。在过去的20多年,甘肃恐龙研究取得了重要进展,在马鬃山地区和兰州盆地发现近20种恐龙化石,在昌马盆地发现大量鸟类化石(鸟由恐龙的一支演化而来),甘肃成为研究早白垩世恐龙演化的重要地区。本书就是对这些成果的系统总结,分别对迄今为止在马鬃山恐龙动物群、河口恐龙动物群和昌马鸟化石群中发现的所有属种进行系统古生物学的记述。

恐龙化石的研究通常是一个团队合作进行,尤其是在野外的的工作。本书作者参与了几乎所有甘肃恐龙从发现、发掘、修复到研究,乃至展示的全过程。通过本书,我们有机会将这些过程呈现给对恐龙有兴趣但又尚未有这方面经历的读者,因为恐龙已不仅是科学研究的对象,它已成为当今人类文化生活的一部分,越来越多的人对它感兴趣。在本书的开始我们对恐龙基础知识略做介绍。

关注中国古生物学发展的人们都了解,过去20年我国辽西一带热河生物群的研究取得了举世瞩目的成果,极大地推进了鸟类起源等方面的研究,现今大多数科学

家都认为鸟类起源于兽脚类恐龙的一支。严格来说,鸟属于恐龙,就像人属于哺乳动物一样。因此从某种意义上说,恐龙也并没有灭绝,鸟类就是活着的恐龙。甘肃昌马发现的以甘肃鸟(*Gansus*)为主的鸟化石群比辽西热河生物群中的鸟化石群进步,对研究现生鸟类起源具有重要意义。同时,甘肃马鬃山地区和兰州盆地的恐龙与辽西的恐龙也不尽相同,这为我们全面深入研究早白垩世的恐龙演化提供了可能。

尽管甘肃恐龙研究取得了许多成果,但这只是开始,肯定还会有新的发现,对已有的材料还会进行更深入的研究。更重要的是,恐龙只是当时众多生物中的一部分,还有必要将对恐龙的研究与对当时整个生态系统和环境的研究结合起来,这样才能更多地了解1亿年前的地球到底是什么样的。因此本书抛砖引玉,希望吸引更多的人关注1亿年前的甘肃。

我们只有一个地球,她的历史一环套一环,不会重复,过去发生的任何一件事,不管我们承认不承认、了解不了解,或多或少都与现在有着千丝万缕的关联,历史的长河不可能切断。了解过去是理解现在和展望未来的钥匙。过去20年我们在甘肃黑戈壁寻找1亿年前的恐龙时,时常处在没有手机信号也很少看得见绿树的野外,而回到闹市又常常期盼着野外的单纯和宁静。希望甘肃早白垩世恐龙能为我们打开一扇了解1亿年前的窗口,透过它可以在繁忙的现实中沉淀少许浮华,在对未来的思考中有更长久的展望。

本书是大家共同努力的成果,在撰写过程中得到了邢立达、雒晓刚、王娅明、杨精涛、张茜楠、彭措和张晓琴等合作者的大力帮助和支持,在此一并致谢。甘肃恐龙研究得到了国家自然科学基金(40672007, 41072019, 41688103)、甘肃省国土资源厅及甘肃农业大学等的资助。

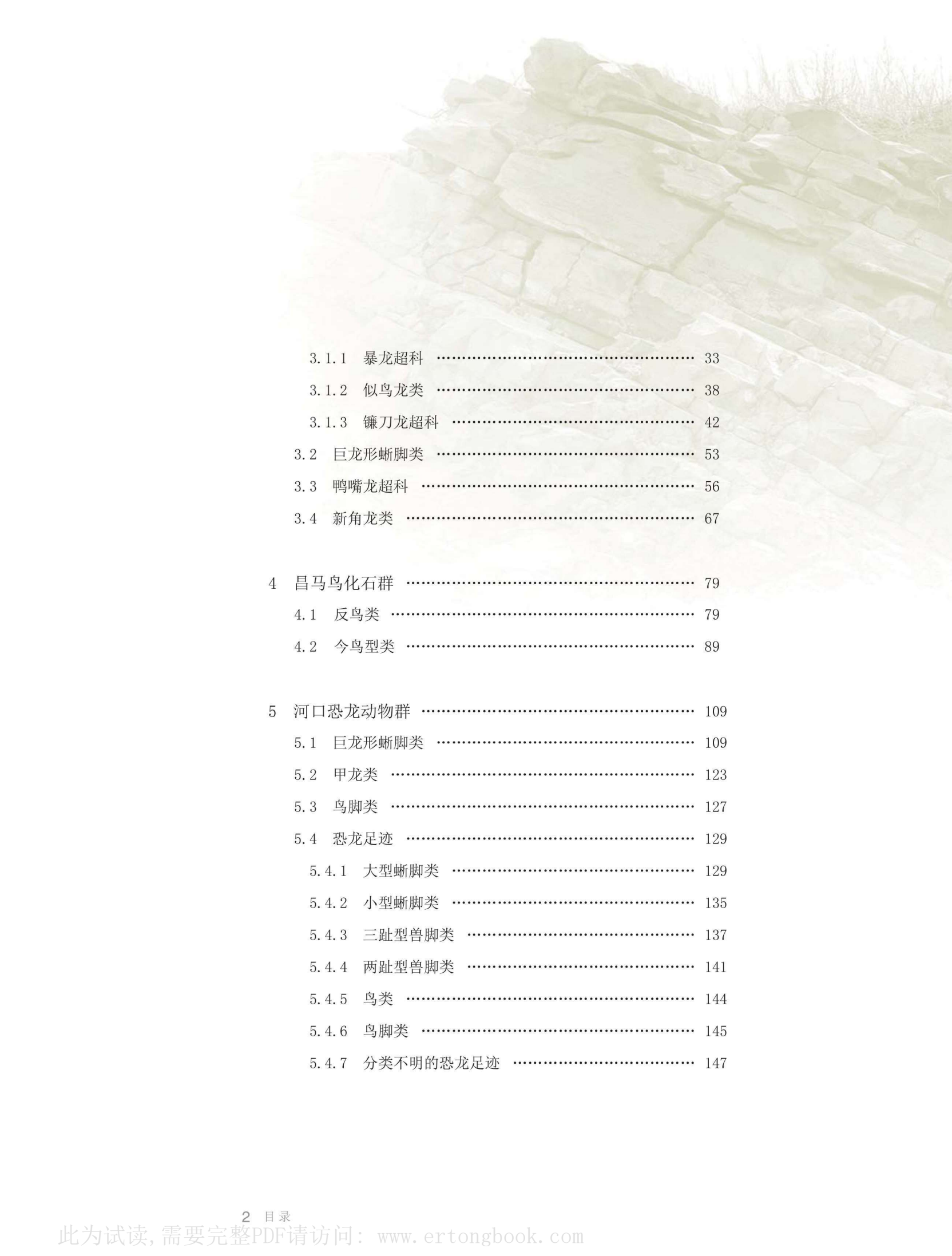
期待读者朋友对本书提出批评指正。



序

前言

1 恐龙	1
1.1 恐龙的定义	1
1.2 恐龙简介	2
2 甘肃恐龙	5
2.1 甘肃恐龙的发现与研究简史	5
2.1.1 酒泉地区恐龙的发现与研究简史	6
2.1.2 昌马鸟化石群的发现和研究简史	12
2.1.3 兰州盆地恐龙的发现和研究简史	16
2.2 恐龙：从发现到展示	21
2.2.1 恐龙化石的发现	21
2.2.2 恐龙化石的发掘	25
2.2.3 恐龙化石的修理	27
2.2.4 恐龙化石的研究	27
2.2.5 恐龙化石的复原	27
2.2.6 恐龙化石的装架	27
2.2.7 甘肃恐龙化石的展示	28
3 马鬃山恐龙动物群	33
3.1 兽脚类	33



3.1.1	暴龙超科	33
3.1.2	似鸟龙类	38
3.1.3	镰刀龙超科	42
3.2	巨龙形蜥脚类	53
3.3	鸭嘴龙超科	56
3.4	新角龙类	67
4	昌马鸟化石群	79
4.1	反鸟类	79
4.2	今鸟型类	89
5	河口恐龙动物群	109
5.1	巨龙形蜥脚类	109
5.2	甲龙类	123
5.3	鸟脚类	127
5.4	恐龙足迹	129
5.4.1	大型蜥脚类	129
5.4.2	小型蜥脚类	135
5.4.3	三趾型兽脚类	137
5.4.4	两趾型兽脚类	141
5.4.5	鸟类	144
5.4.6	鸟脚类	145
5.4.7	分类不明的恐龙足迹	147



5.4.8 翼龙类	148
5.4.9 小结	151
6 甘肃恐龙动物群的时代和古环境	155
6.1 马鬃山恐龙动物群的时代和古环境	155
6.1.1 地层及岩性组合	155
6.1.2 沉积特征及沉积相	156
6.1.3 沉积环境	157
6.1.4 时代讨论	157
6.2 昌马鸟化石群的时代和古环境	157
6.2.1 地层及岩性组合	157
6.2.2 沉积特征及沉积相	157
6.2.3 沉积环境	159
6.2.4 时代讨论	160
6.3 河口恐龙动物群的时代和古环境	160
6.3.1 地层及岩性组合	160
6.3.2 沉积特征及沉积相	160
6.3.3 沉积环境	160
6.3.4 时代讨论	163
参考文献	164
索引	174

1 恐 龙

1.1 恐龙的定义

1842年,英国古生物学家R. Owen认为之前研究发表的3件标本——巨齿龙(*Megalosaurus*) (Buckland, 1824)、禽龙(*Iguanodon*) (Mantell, 1825) 和丛林龙(*Hylaeosaurus*) (Mantell, 1833) 都属爬行动物,但又与已知的其他爬行动物不同,它们都是陆栖的大型动物,而且可以直立行走。因此,R. Owen将它们命名为“Dinosauria”,并解释为“fearfully great reptiles”,有人认为相当于当代英语的“awesome reptiles”,中文意思是“非常巨大的蜥蜴或爬行动物”,更多的是“惊叹其大”而非“恐怖”之意。中文“恐龙”一词最早于20世纪初依据日文翻译而来,究竟是谁翻译的却不得而知。

R. Owen不相信进化,他的所谓“恐龙”代表着一个具有某些特征组合的远古生物类群。R. Owen承袭了林奈(Linnaeus)对生物界的看法,将地球上的生物归属为界门纲目科属种,而这并不需要承认它们具有共同祖先且彼此都有亲缘关系。他们眼中的地球生命在本质上是不变的、静止的。而达尔文提出的进化论和越来越多恐龙化石的发现,使人们开始探讨恐龙在生命之树(tree of life)中的位置及其起源、演化和分类等问题。H. Seeley在1887年将恐龙分为鸟臀类和蜥臀类两大类,但他认为鸟臀类和蜥臀类以及翼龙类、鸟类和鳄类都是独立起源于原始的主龙类(Archosauria);而在这五个类群中,鸟臀类和蜥臀类的关系并非最近。这一观点主导了随后近一个世纪对恐龙起源的认识,因此,这一时期对什么是恐龙并没有一个严格的定义。

系统发育系统学(phylogenetic systematics)(也称分支系统学或支序系统学)在20世纪后半叶的兴起及迅猛发展不但对如何重建生命之树有了全新的理论和方法,而且为如何命名生命之树提供了崭新的观点和方法,促成了系统发育分类学(phylogenetic taxonomy)和《国际系统发育命名法规》(International Code of Phylogenetic Nomenclature, PhyloCode)的诞生。其核心是要求任何一个分类对象必须是单系的支系(monophyletic

clade),这些单系的支系是定义的基础。以恐龙为例,它可被定义为“包含蜥臀类(*Megalosaurus bucklandii*) (Mantell, 1827) 和鸟臀类[贝尼萨尔禽龙(*Iguanodon bernissartensis*) (Boulenger, 1881)]的最小包容支系”,或者是“包含蜥臀类(*Megalosaurus bucklandii*) (Mantell, 1827) 和鸟臀类(*Iguanodon bernissartensis*) (Boulenger, 1881)的最近共同祖先及其所有后裔的一个支系”。这种定义的最大好处是明确、稳定。

但是,系统发育分类学的定义与人们熟悉的“达尔文式分类学”对恐龙的定义有两处明显不同。首先,因为现在普遍认同鸟是由兽脚类恐龙中的一支演变而来,那么根据系统发育分类学的要求,鸟必然归属于恐龙这一单系。而传统观点认为鸟就是鸟,恐龙就是恐龙,两者有很大不同,都是“纲”或“目”一级的分类群。这也就涉及第二个不同,系统发育分类学希望彻底放弃分类系统中“界门纲目科属种”的约束,不采用这些代表分类级别的后缀,而只是称一个支系为“某某类”,比如恐龙不再是“恐龙亚纲”或“恐龙目”,而是“恐龙类”,发展到现在,虽然越来越少的文章再对恐龙冠以“亚纲”或“目”,但对恐龙一词的使用还是模棱两可的。系统发育分类学的拥护者经常要在相关文章中首先交代清楚文中“恐龙”的含义,诸如“此文中恐龙特指非鸟恐龙(non-avian dinosaurs)”,以表明对系统发育分类学的认同,但又同时兼顾传统的用法。

系统发育分类学与达尔文式分类学的一个重要区别在于,前者非常重视对地球生命之树的“纵向或树形的观察(tree thinking)”,他们更看重这棵树的一次次分叉。而后者在承认这棵树的同时,更欣赏不同分支间的相似性(similarity);若将这种相似性置于其所生活的特定时代和环境中,就有了演化的“等级(grade)”概念。然而,系统发育分类学一开始就强调它只是一个分类和命名系统,并不涉及其他,这种系统更贴近自然,并为其他研究提供了一个最好的框架。

1.2 恐龙简介

只有在对恐龙有了一个明确稳定的定义后,才可能进一步深入探讨其起源和早期演化等问题,这也是近年来恐龙研究的热点和难点。那么恐龙到底是什么?它与其他生物类群的主要区别在哪里?又是什么使它能够统治中生代陆地生态系统,并以鸟类的名义继续其在新生代的成功且延续至今?答案恐怕有些意外,在恐龙诞生这一节点,只有为数不多的几个特征支持其单系性,而人们所熟悉的使恐龙成为恐龙、区别于其他类群的那些重要特征(如两足直立行走及较高的生长和新陈代谢率等)却出现在恐龙这一节点之前,即出现于恐龙所在的鸟颈类(Ornithodira)这一支系。而真正恐龙时代(age of dinosaurs)的来临是在几千万年之后的早侏罗世。

主龙类爬行动物包括现生鸟类和鳄类的最近共同祖先及其所有后裔,它在二叠纪—三叠纪生物大灭绝事件后爆发,其中向鸟类方向发展的一支称为鸟颈类。不过在三叠纪,向鳄类方向发展的一支占据了主导地位,鸟颈类则相对较少。鸟颈类又包括翼龙类和向恐龙方向发展的恐龙型类(Dinosauromorpha)两大类。尽管非恐龙类的基干恐龙型类和早期的翼龙类化石材料很少,但它们都具有一些非常重要的特征,主要表现在两足直立行走方式的确立。这是地球生命演化史上的一个重大事件,其意义不亚于鱼类动物的登陆和羊膜卵的产生。因为已知早期恐龙都是两足直立行走的,而且在恐龙这一节点的几个特征也都与两足直立行走的进一步发展有关,因此与其探讨恐龙的起源,不如研究鸟颈类的起源和早期演化更能抓住要害。

只有早侏罗世才可以真正称得上是恐龙时代的开启(图1-1)。这时的恐龙开始大规模辐射发展,以较大型的基干蜥脚型类、腔骨龙超科(兽脚类)和基干有甲类(鸟臀类)为主,成为陆地生态系统的主宰。同时,兽脚类中的角鼻龙类、棘龙超科、跃龙超科、虚骨龙类甚至手盗龙类,蜥脚型类中的蜥脚类和鸟臀类中的新鸟臀类,也都在早侏罗世崭露头角。对三叠纪和侏罗纪之交陆地生物发生的这一次大变革的原因有不同解释。化石证据表明,包括恐龙在内的鸟颈类在三叠纪的几千万年内并非演化的主角,因此两足直立行走这一特征在此期间并未展现其优越性。

本书介绍的甘肃恐龙都出自白垩纪,这时的恐龙和侏罗纪恐龙相比已有很大不同。蜥脚类恐龙虽然还有,但已是进步的巨龙形类蜥脚类,鸟臀类中的鸭嘴龙类和角龙类都是新来者,兽脚类中也出现了霸王龙类等,还有鸟类。





图1-1 2012年董枝明和P. Dodson在禄丰世界恐龙谷



河口恐龙动物群生态复原图

2 甘肃恐龙

恐龙是人类出现之前在地球上生存过的爬行动物，没有人见到过活着的恐龙，所以对恐龙的了解只能通过不断发现的化石以及古生物学家的辛勤研究。中国是世界上少有的几个恐龙化石异常丰富的国家之一，据统计，自2007年起，中国发现的恐龙属种已经超过美国，成为世界恐龙第一大国（图2-1）。近20年来，辽宁、内蒙古、新疆、河南和甘肃等地发现的恐龙化石一次次令世人瞩目。2009年，英国《自然》（*Nature*）杂志编辑H. Gee在一篇介绍中国古生物学的文章中评价道：“21世纪初，中国既拥有最好的古生物学家，又拥有最好的化石……面对如此丰富的资源和频繁的发掘工作，要预测中国下一个轰动世界的化石发现几乎是不可能的。但是我的直觉告诉我仍然会有很多令人震惊的恐龙化石将在辽宁、甘肃和内蒙古地区被发掘出来。”

2.1 甘肃恐龙的发现与研究简史

甘肃，地处黄河上游，形如一柄如意，镶嵌在中国中北部的黄土高原、内蒙古高原与青藏高原交界处，是古丝绸之路的锁匙之地和黄金路段。省会兰州位于中国地理版图的中心，是新欧亚大陆桥的重要枢纽之一。

甘肃省地形狭长，斜跨北山、祁连山和秦岭山系，其间分布着一系列山间盆地和内陆盆地，其中比较大的有酒泉盆地、兰州盆地以及陕甘宁盆地等。中生代陆相沉积地层在这些盆地中广泛分布，为恐龙化石的赋存提供了丰厚的物质基础。甘肃现已发现的恐龙化石大多产于酒泉的北山地区、昌马盆地（Changma Basin）和兰州盆地的早白垩世地层中（图2-2），生物组合面貌与热河生物群相似，研究程度较高。天水盆地、陇东盆地也有所发现，但未做深入研究。

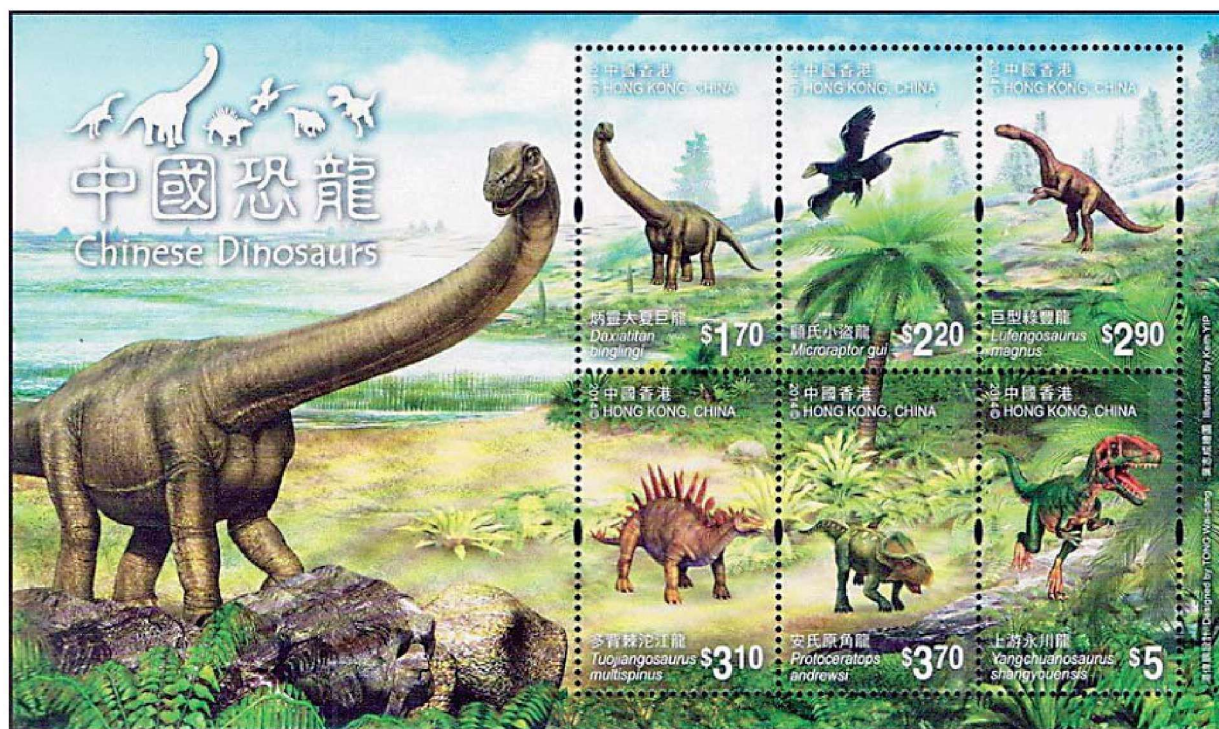


图2-1 2014年2月20日中国香港特别行政区邮政部门发行的《中国恐龙》小全张 邮票图案（从上至下）分别为炳灵大夏巨龙（*Daxiatitan binglingi*）、顾氏小盗龙、巨型禄丰龙、多棘沱江龙、安氏原角龙和上游永川龙（其中蜥脚类炳灵大夏巨龙发现于甘肃）。