

依据恐龙化石恢复印度板块的运行轨迹

方晓思¹, 常燕生²

FANG Xiao-si¹, CHANG Yan-sheng²

1. 中国地质博物馆, 北京 100034;

2. 北京大学出版社, 北京 100871

1. *Geological Museum of China, Beijing 100034, China;*

2. *Peking University Press, Beijing 100871, China*

摘要:越来越多的事实表明,印度板块曾经连续两次撞击了欧亚板块。第一次发生在近 200Ma 前,通过印度板块将冈瓦纳大陆上的恐龙动物群带到了亚洲,使中国首次出现了早侏罗世恐龙。确切地说,中国恐龙起源于印度板块的第一次撞击。侏罗纪之后,印度板块又被引发顺时针转动,在其东部出现了与泰国之间的断裂,并最终孕育着孟加拉湾的形成,为第二次撞击拉开了序幕。55Ma 前印度板块再次撞向欧亚板块的西藏地区,造就了喜马拉雅山。

关键词: 印度板块;中国恐龙;起源

中图分类号:Q915.863; P542^{+.4}

文献标志码:A

文章编号:1671-2552(2011)11-1689-08

Fang X S, Chang Y S. The recovery of the trajectory of Indian plate based on dinosaurs. *Geological Bulletin of China*, 2011,30(11):1689-1696

Abstract: There exists more and more evidence that the Indian plate has collided with the Eurasian plate twice. The first collision happened two hundred million years ago, by which the Gondwana dinosaur fauna was brought into Asia through the Indian plate. It was then that the Early Jurassic dinosaurs appeared in China for the first time. It can be accurately said that the dinosaurs in China originated from the first collision of the Indian plate. After Jurassic the Indian plate was caused to make clockwise rotation and there occurred a rift in the eastern part of Thailand. The movement eventually led to the formation of Bay of Bengal, which acted as the prologue of the second collision. 55 million years ago the Indian plate moved and collided for the second time with the Eurasian plate in Tibetan area, giving birth to the Himalayas.

Key words: Indian plate; dinosaurs in China; origin

有关中国恐龙的起源,20 世纪 30 年代末期在对云南禄丰龙的研究中曾涉及过这一问题。当时卞美年、杨钟健等把云南“禄丰系”这套红层作为三叠系瑞替克阶,与四川侏罗纪红层相区别,以表示中国的恐龙起源于云南^[1-3]。时至今日,越来越多的证据表明,云南禄丰地区的红层与四川盆地的红层是同时代的地质沉积,属于侏罗系^[4],中国晚三叠世不具备产出恐龙的条件。笔者等^[5]通过对滇中侏罗系的研究,提出了“印度板块二次撞击欧亚板块”的新观

点,从宏观地质学的角度认为中国恐龙源于侏罗纪初期印度板块的撞击,两次撞击引起了中国西南地区,或更宏观地讲,引起亚洲南部构造格局的变化。

德国地球物理学家魏格纳(A. Wegener, 1880~1930)1912 年提出了大陆漂移说,即地球早期由完整的大陆组成;二叠纪以后联合古陆(Pangea)开始解体为南北两个大陆,即冈瓦纳大陆(Gondwana)和劳亚大陆(Laurasia);三叠纪后期劳亚大陆分裂出北美板块和欧亚板块,冈瓦纳大陆分裂出非洲板块、南美

收稿日期:2011-08-29;修订日期:2011-09-13

作者简介:方晓思(1949-),男,研究员,从事古生物和地层学研究。E-mail: fangxiaosi@sina.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

洲板块、南极洲板块、澳洲板块和印度板块。几大板块按照各自的轨迹漂流,最终形成当今的七大洲和四大洋^[6]。

对印度板块的运动轨迹,传统观点解释为,自三叠纪晚期脱离冈瓦纳大陆后一直在漂移,经侏罗纪、白垩纪,至新生代早期才与欧亚板块相撞,而且仅仅有过唯一的一次相撞(图 1)^[7]。

近年来中国滇中地区生物地层学研究证实,印度板块的漂移并非如此,它曾有过将恐龙带到欧亚大陆的经历^[1,5]。新观点表明,印度板块自脱离冈瓦纳大陆后迅速地向北漂移,曾先后在中生代侏罗纪和新生代古近纪 2 次撞击了欧亚板块。现在常提到喜马拉雅山隆起的那次应该是第二次。印度板块与欧亚板块发生了 2 次撞击,第一次的时间是在 195Ma 前,撞击地点在云南西部地区;第二次发生在 55Ma 前。依据恐龙化石的证据,220Ma 前^[8]印度板块脱离冈瓦纳大陆开始向北运动,逐渐与欧亚板块靠近,侏罗纪早期(即 195Ma 前)在云南西部一带发生了第一次撞击;侏罗纪晚期至白垩纪期间,在外力作用下,印度板块出现了顺时针转动,并开始向北北西方向移动,55Ma 前印度板块在西藏地区又与欧亚板块发生第二次相撞,最终古特提斯海消失,亚洲南部抬升为高原,喜马拉雅山由此诞生了(图 2)。

1 诠释印度板块第一次撞击

正是始于侏罗纪初期的第一次撞击,印度板块将冈瓦纳大陆的恐龙动物带到了亚洲,带到了中国。在这次撞击中,印度板块与欧亚板块相互连接起来,在滇西—昌都一带形成陆桥。通过陆桥,由非洲、南美洲起源的恐龙动物群首次进入了亚洲大陆。当恐龙登上亚洲大陆后,又从西藏昌都—云南一带分别向北、向东、向南辐射扩展,使得冈瓦纳大陆的恐龙动物在亚洲不断地生息、繁衍,在中国侏罗纪、白垩纪得以传播、进化、发展。

像一只“诺亚方舟”,印度板块将冈瓦纳大陆上的恐龙“转运”到欧亚大陆,并得到繁衍与进化。20 世纪 Jain 等在印度半岛中部早侏罗世珂他组(Kota Fm.)中采得一批恐龙化石,其中 *Barapasaurus* 是最著名的一种大型蜥脚类^[9]。以前曾经认为珂他组比云南的“下禄丰组”(即禄丰组)层位要高,时代要晚,前者的时代属侏罗纪,后者为三叠纪。现在可以肯

定,两地地层均为下侏罗统。同时生物地层学还证实,在印度不仅具有侏罗纪恐龙动物,而且还保存着晚三叠世的恐龙记录。因此,印度次大陆与中国西藏昌都、云南、四川、贵州侏罗纪生物区系成为亚洲大陆中生代的典型区系,是世界生物与地质发展史中的重要组成部分。

中国西南部昌都、云南、四川、贵州一带最早出现了恐龙动物。这一时期的脊椎动物包含了早侏罗世的古脚类(原蜥脚类)、虚骨龙类、肉食类、鸟臀类、兽孔类和早侏罗世后期真正的蜥脚类、鳄类、两栖类等,都被统称为“禄丰龙动物群”。其中禄丰龙属晚三叠世至早侏罗世的一种板龙类,在后来演化中陆续被中侏罗世蜥脚类的蜀龙、峨眉龙、川街龙,晚侏罗世的马门溪龙和白垩纪更进化的恐龙动物替代。值得深思的是,中国早侏罗世的恐龙一开始就以成熟的种群面貌出现在西南部,不能不说与板块漂移有直接的关联。

(1) 中国缺失早期恐龙的演化阶段

到目前为止,在中国西南地区还没有发现过比禄丰龙动物群更古老的恐龙类型。与印度次大陆早期恐龙相比,禄丰龙动物群出现的时代要晚,整体演化程度要高。恐龙自早侏罗世开始就成为一种成熟的生物群体,不仅古脚类恐龙数量可观,之后还相继出现了更加进化的蜥脚类恐龙。上述情况只能说明中国的恐龙起源于中国以外的地区,可以很容易地推测出,最可能的发源地应该是印度次大陆。

达尔文进化论认为,生命的发展进化应该是连续的,物种应该经历从简单到复杂、从低等到高等的发展过程,恐龙进化也是如此。在全球范围内,恐龙最早出现在晚三叠世(也有人认为中三叠世),是由假鳄类进化而来的^[10]。然而中国缺少这一时期有关恐龙的记录,在地质史上是个空白。三叠纪中国地层区的沉积环境大体为“南海北陆”的格局,脊椎动物主要分布在塔里木盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地。其中下三叠统韭菜园组、烧房沟组、和尚沟组产出以水龙兽—加斯马吐龙—陕北肯氏兽—府谷鳄为主要特征的脊椎动物群(*Lystrosaurus-Chasmatosaurus-Shanbeikennemeyeria-Fugusuchus* Fauna); 中三叠统克拉玛依组、二马营组产出中国肯氏兽—山西鳄—初龙类动物群(*Sinokennemeyeria-Shanxisuchus-Archosauriform* Fauna); 上三叠统出现的脊椎动物以黄山街组的中华半椎鱼 *Sinosemionatus* 和须家河组的

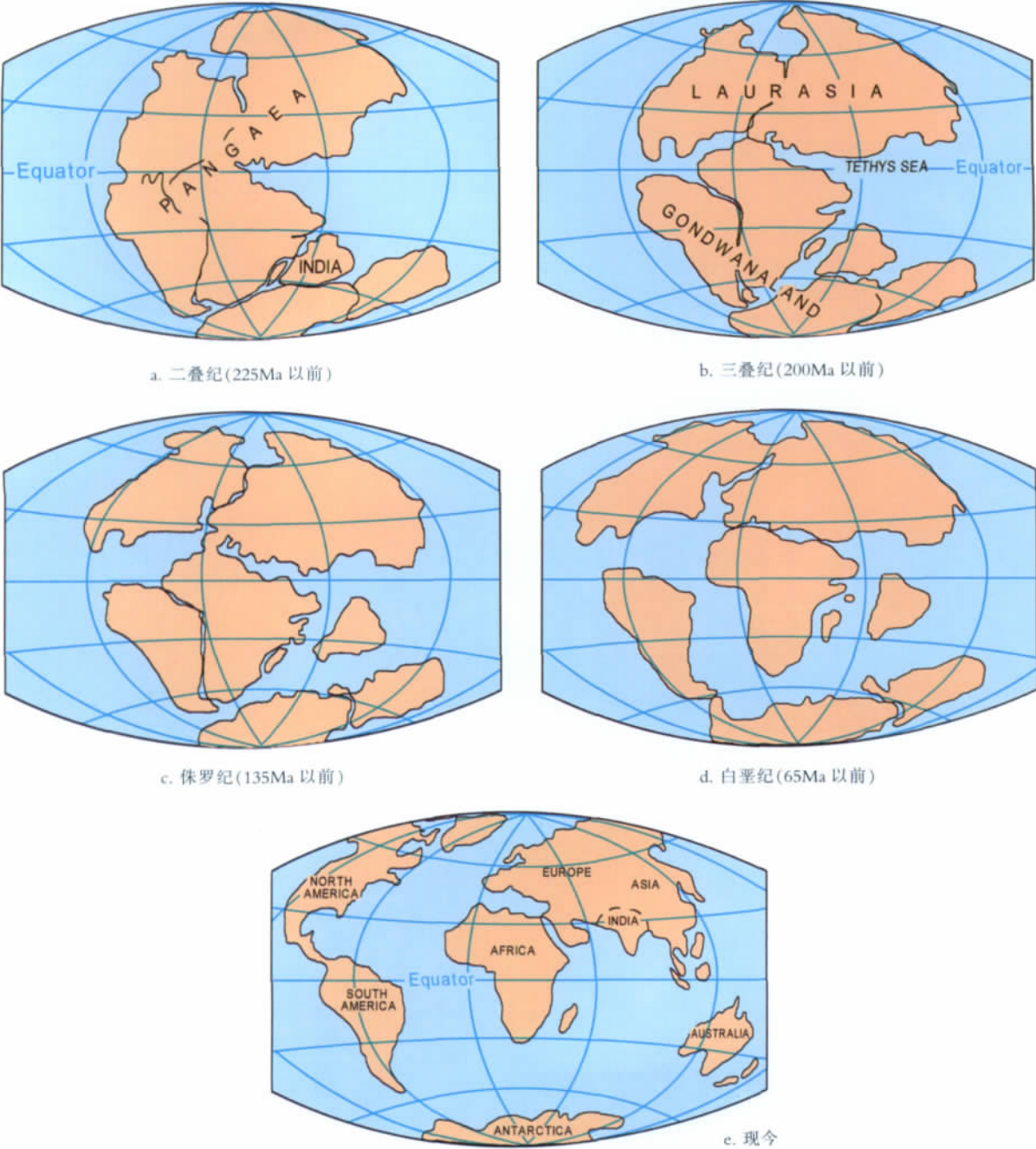


图 1 在大陆漂移中印度板块“一次撞击”欧亚板块示意图(据美国地质调查局资料)

Fig. 1 Schematic diagram of the Indian plate's "a hit" Eurasian plate in continental drift

蜀鳕 *Shuniscus* 为代表。因此,早—中三叠世在中国山西、陕西、新疆等地区也仅仅发现了肯氏兽、水龙兽、初龙类等爬行动物。在恐龙的演化中,肯氏兽、水龙兽属于单弓亚纲似哺乳爬行动物,是兽孔类向哺乳动物进化的一个侧枝。而另一些双弓亚纲的初龙

动物,虽然被作为中生代双弓类的祖先,但在实际演化中没有发现与恐龙有直接连带的类型。仅就初龙而言,它涵盖的种类很多,不仅有恐龙类,还包括翼龙类、鳄类等,因此并不是所有的初龙都能进化出恐龙一类的动物。

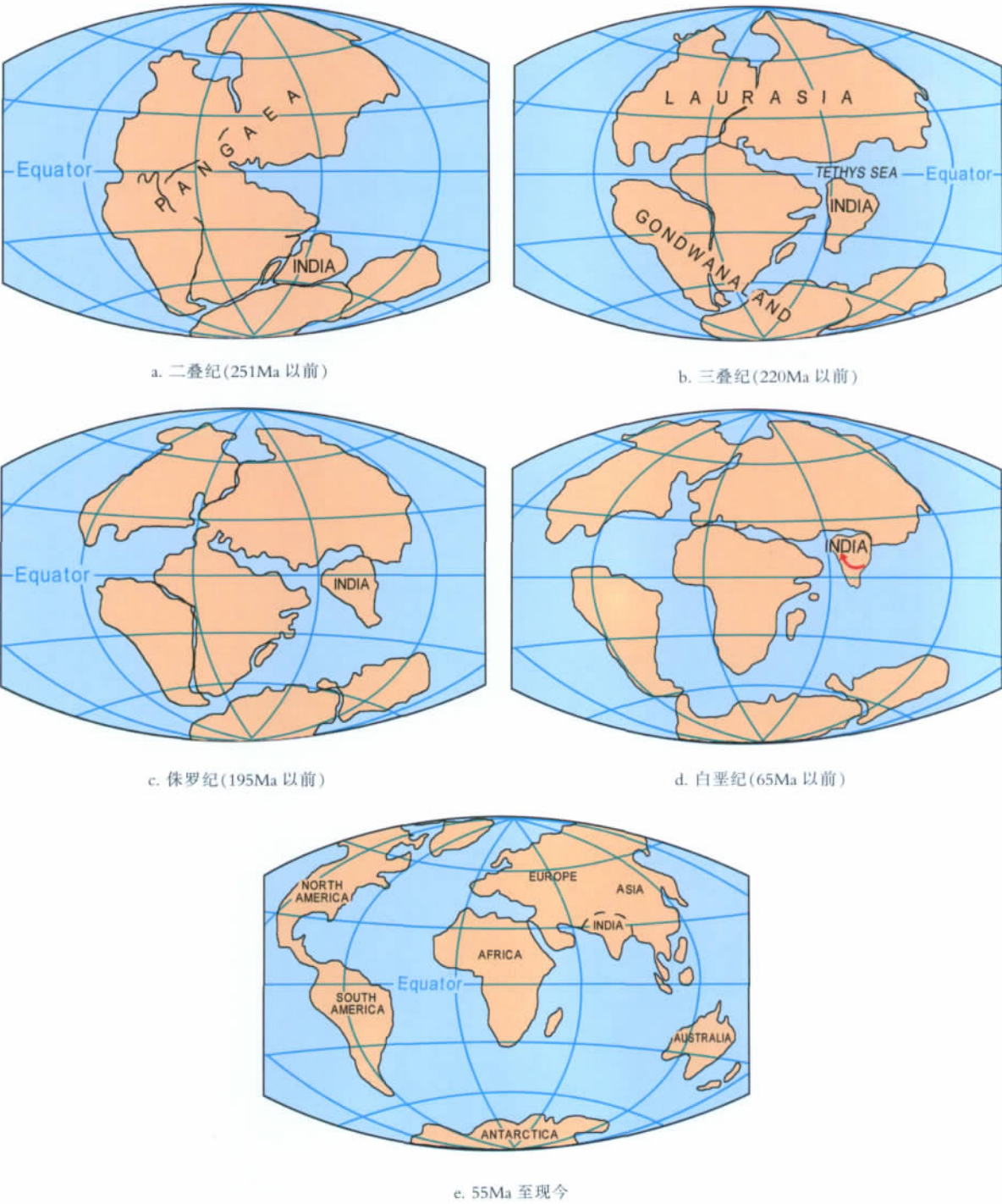


图 2 印度板块“二次撞击”欧亚板块示意图(根据图 1,有修改)
Fig. 2 Schematic diagram of the Indian plate hit Eurasian plate twice

在三叠纪初期的爬行动物中,槽齿类是一些小型的食肉动物,体长 1m 左右,身体轻巧,半直立,头尖嘴尖,前肢短,后肢长,代表性的种类是产自非洲南部三叠统的派克鳄(*Euparkeria*),被认为是与恐龙关系最亲近的一个支系,是恐龙的祖先。其中板龙类(*Plateosaurus*)的一些动物成为恐龙早期的主

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

要进化类型,相继出现在非洲、南美洲等地区。板龙生存于 2 亿多年前,属蜥脚形亚目的古脚类(Palaeopods)。板龙个体长约 7m,高约 3.5m;头颅小,口中有牙;具有较长的颈部与尾部;前肢短小,后肢粗长,常用后肢站立,2 足或 4 足行走;比较突出的特征是前肢有 5 指,拇指有大爪,爪能自由活动,可用利爪御敌、获取食物,以杂食为生,时代从三叠纪晚期一直延续到侏罗纪早期。在以后演化的过程中,恐龙清晰地分出蜥臀目(Saurichia)和鸟臀目(Ornithischia),主要集中分布在非洲、南美洲、北美洲、欧洲、澳洲、亚洲等大陆。寻根溯源,中国的三叠系缺少演化恐龙的祖先类型的记录,不管是原始类型,还是后续的进化类型,都与早侏罗世的禄丰龙种群之间没有任何亲缘上的直接联系。可以肯定,恐龙在中国本土没有经历过起源阶段。

当印度板块首次靠向亚洲大陆时,由海洋设下的“路障”消失了,恐龙很容易通过板块之间诸多的“登陆点”先后跨上欧亚板块,从此成为这片土地的真正“主人”。恐龙登上亚洲大陆,昌都达马拉山剖面记录了这一地质事件。昌都地区位于西藏的东部,其范围东至金沙江,西至怒江,北与青海、南与云南接壤。20 世纪 70 年代中国科学院科学考察队在昌都地区开展综合地质研究时测制了达马拉山西坡剖面^[1,5]。地层由下而上为下侏罗统大野组滨海相—海陆交互相沉积,向上渐变为湖相沉积,含有恐龙等脊椎动物化石;中侏罗统达布卡组属河流相,渐变为湖泊相红色碎屑岩沉积,含恐龙化石;上侏罗统肯做杂组是河湖相沉积,含恐龙化石。达马拉的这个剖面显示出自滨海相至海陆相的过渡变化,并逐渐形成陆相沉积的过程。如果去考察西藏昌都达马拉山西坡侏罗系,在海拔 4500m 的高处不仅能够见到大量恐龙骨骼,还会见到海洋性的蛇颈龙、鱼龙等生物化石,它们共同埋藏在一起。此地的恐龙属于禄丰龙动物群,在其下部地层中还出露有海相脊椎动物化石,在这里似乎从恐龙身上正散发出一股海水的气味。

现将达马拉山西坡剖面^[1,5]描述如下。

下侏罗统大野组(厚 1574m)

4. ……

3. ……

2. 泥岩夹砂岩及砂岩透镜体;粉砂质泥岩紫红色,含钙质结核;石英砂岩暗紫红色,铁质胶结,层理发育。泥岩中含恐

龙化石,板龙科昌都禄丰龙 *Lufengosaurus changduensis* Zhao, 妖龙科宽肋达马拉龙 *Damalasaurus laticostalis* Zhao, 巨齿龙科西藏巨齿龙 *Megalosaurus tibetensis* Zhao, 斯色里斗龙科 *Scelidosaurus* sp. 405.9m

1. 泥岩夹砂岩及砾岩;粉砂质泥岩暗紫红色,含灰绿色杏仁状结核;石英质砂岩暗紫红色,含白云母片,铁质胶结;黄褐色、紫褐色砾岩,铁砂质胶结;砾石由泥岩等组成,磨圆度较好。含脊椎动物化石,弓鲛科昌都弓鲛 *Hybodus changduensis* Liu, 硬齿鱼科似髻齿西藏硬齿鱼 *Tibetodus gyrodoidea*, 长嘴鳄科小钝齿石鳄 *Steneosuchus microobtusidens* Zhao, 鱼龙科直牙鱼龙 *Ichthyosaurus rectusidens* Zhao, 蛇颈龙科昌都蛇颈龙 *Plesiosaurus changduensis* Zhao 256.6m

—— 整合 ——

下伏地层:上三叠统巴贡组砂岩夹泥岩、页岩、粉砂岩及泥灰岩。砂岩灰绿色,致密坚硬;泥岩、页岩皆是灰黑色,薄层状。含植物化石

恐龙是陆生动物,为什么这里的恐龙如此靠近海洋?而且几乎与海生动物埋藏在一起?唯一的答案,恐龙是“海外来客”,它们通过海上陆桥进入了亚洲。当恐龙登上亚洲大陆时,昌都就成为印度次大陆与云贵川地区之间的中转站,昌都极有可能是中国出现恐龙最早的地点(之一?)。

受印度板块横向撞击,云南侏罗系南北向地质构造带尤为显著。不难看出,云南侏罗系的构造体系受控于来自东西方向的作用力。受其影响,由怒江一线向东至昆明滇池—抚仙湖—杞麓湖—异龙湖一线,沉积格架呈纵向分布。侏罗纪沉积也是由条带状海相地层平行过渡到东部的陆相地层。此外,整个云南的三叠系自西向东破损严重,特别是滇中昆明小区,三叠系与侏罗系不连续,侏罗纪的底部地层普遍缺失,所见到的地层基本都是侏罗纪早期禄丰组,而禄丰组的下伏地层往往是 10 多亿年前的昆阳群变质岩。在正常环境下,三叠系之上应该是侏罗纪鱼坝村组,然后才是禄丰组。由于受构造运动的影响,昆明小区地层层序错乱或底部地层广泛缺失。很明显,构造运动破坏了由三叠系至侏罗系的正常沉积层序。难得的是,昆明小区禄丰县以南的杨家庄还“残留”了鱼坝村组一小块沉积“死角”。在这种环境下,竟然将三叠纪—侏罗纪过渡时期的沉积记录保存下来,成为板块撞击事件中宝贵的地层资料。尽管杨家庄出露的鱼坝村组厚度很薄,仅有 95m,但昆明小区的鱼坝村组代表了侏罗纪最底部的沉积,地层时代

要早于禄丰组。上述沉积地层与构造地质,可以印证印度板块第一次撞击欧亚板块的时间大体发生在侏罗纪初期,即鱼坝村组沉积期间。

(2)不同的声音

新的观点认为,南方大陆的恐龙进入亚洲、进入中国,印度板块成为这一传播的重要环节。相反,如果传统观念能够成立,2亿多年前印度板块到白垩纪末期都要一直处于南半球高纬度地区,印度次大陆上的恐龙与亚洲大陆上的恐龙就不会存在任何联系的机会。如此而论,中国恐龙的起源问题和泰国存在晚三叠世恐龙的问题,包括 Ali 等^[11]提出的认识,都不能从中得到合理的解释。

此外还有人设想,中国恐龙是否起源于“西藏羌塘地块^[12]与欧亚板块碰撞”时进入亚洲的?这一设想基于“原属于冈瓦纳古陆的羌塘地块,在二叠纪—三叠纪期间与冈瓦纳古陆裂解,快速北移,与当时的古欧亚大陆南缘相碰撞”,由此给欧亚大陆带来了“龙种”。有没有这种可能性呢?没有,或者说可能性不大。通过对区域地层划分可以判断出,这种设想似乎不能成立。因为青藏地层区与昌都区在区域构造上有明显的不同,分属于不同的沉积区。根据《中国地层典》(侏罗系)地层区划,青藏地层区“属于冈瓦纳大陆的北部,中生代裂解为羌塘、念青唐古拉和喜马拉雅3个部分,中间被雅鲁藏布江和班公湖—怒江2个洋盆隔开,属于特提斯海域。侏罗系主要由海相沉积组成,包括深海、半深海、陆棚区及滨海相沉积,含有菊石、箭石、双壳类、腕足类等各类海相化石,局部地区夹有陆相沉积,含非海相双壳类、介形类等化石。”可见侏罗纪青藏区主要为海相地层,局部的陆相地层也是极其有限的,陆相的恐龙无法生存,因此西藏羌塘地块不会给欧亚大陆带来“龙种”;而昌都与云南、四川同属西南地层区,“侏罗系几乎全部由红层组成,含有丰富的 *Lufengosaurus*, *Shunosaurus*, *Mamenchisaurus* 爬行类动物群和双壳类、叶肢介、介形类等无脊椎动物群,植物化石稀少,仅发现少量孢粉化石。本区西部的昌都—思茅分区,中侏罗统夹有少量海相层,含海生双壳类等化石,表明与特提斯有联系”^[13]。很明显,青藏地层区侏罗纪不产恐龙,与产出恐龙的西南地层区在生物地层方面没有任何关联。相比之下,只有印度次大陆与亚洲大陆才保持着密切的关系,存在着恐龙起源、迁徙的可能性。“纵观全球恐龙化石分布,北美缺失

侏罗纪早期地层和恐龙化石;南美缺少晚侏罗世恐龙化石;欧洲中生代晚期是海相地层,地层不连续,化石分布零星”^[14]。上述结论很清楚,恐龙由欧洲向亚洲传播的路线是中断的,中生代欧洲与亚洲之间曾经存在着路障,阻止了恐龙从欧洲向亚洲的迁徙。古生物学也证实,东欧一带至今未见有关恐龙的报道。在中国新疆地区发现的恐龙也仅是晚侏罗世(或中侏罗世晚期?)的类型,它们属于西南地区的种群,宏观上显示出恐龙由亚洲南部向北迁徙、发展的趋势。

印度板块是从冈瓦纳大陆“漂流”来的一块陆地,它保存着冈瓦纳大陆晚三叠世 Theropoda, Saurischia, Prosauropoda (*Massospondylus hislopi*, *Plateosaurus* sp.), Ornithischia 等恐龙生物群。印度板块与欧亚板块接触,促使冈瓦纳大陆的生物群向新的陆地上扩散。试想,如果印度板块仅仅在新生代才撞击了欧亚大陆,那么今天的亚洲大陆绝对不会存在任何恐龙的踪迹。更多的证据使我们确信,印度板块在侏罗纪第一次撞击时将恐龙带到了亚洲。

2 诠释印度板块第二次撞击

与传统观点不同,新观点主张印度板块发生过2次撞击事件,而且第二次撞击是随着第一次撞击后孕育而生的,是连续的。虽然第二次撞击欧亚大陆发生在“后恐龙时代”,但据恐龙化石,依然能够见证出印度板块从第一次撞击到第二次撞击的转换过程。

在第一次撞击下,印度板块开始一面挤压着欧亚大陆,一面又受到欧亚大陆的抗衡。此时,来自大洋“传送带”——印度半岛东南侧“90度东”海岭^[15]的推动力的影响,不仅使印度板块的横向挤压不断减弱,同时它原先的运动方向也受到干扰。受海洋底部张力的驱动,印度板块的东部边缘出现了张裂,并逐渐向东、西2个方向扩展,此时的背向运动就此拉开了第二次撞击的“序幕”。裂隙呈剪刀状扩张,将印度板块东部边缘断裂为相互脱离的2个部分,其中泰国—缅甸地块被遗留下来,而另一部分面积被减少的印度板块继续向北偏西方向移动。如果做一复原,一个完整的印度板块应该包括泰国—缅甸地块在内的更多的部分。随着印度板块东部边缘裂隙的增大,“瘦身”后的印度板块与泰国—缅甸地块之间的距离渐行渐远,逐渐被大



图 3 孟加拉湾见证了印度板块第二次撞击的运行轨迹
(黄色曲线表示印度板块的运行轨迹,引自风云 2 号气象卫星图)

Fig. 3 Bay of Bengal that witnessed the movement of the Indian plate's second collision

海相隔,形成孟加拉海湾。孟加拉湾的出现成为印度板块第二次撞击的重要证据,时至古近纪早期,古特提斯海^[16-17]被压缩变小,直至消失。回顾这次运行轨迹,它的起点是从印度板块自身裂解开始的,止于喜马拉雅山的抬升。

在滇中侏罗纪红层研究中,古地磁测试数据计算也得出类似上述移动的结论。侏罗纪时禄丰地区的古纬度处于 $40^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 之间,与现代纬度 (25°N) 比较,曾有过明显的移动。其间,滇中古地磁极与扬子地块侏罗纪古地磁极参考极之间差异明显,说明侏罗系沉积之后,禄丰地区很可能发生了明显的向南移动和顺时针旋转,这可能是中生代以来印度板块不断向北移动造成的结果^[18]。

2004 年 Weishampel 等^[9]根据恐龙研究认为,亚洲的上三叠统恐龙化石仅限于印度和泰国。该结论表明,印度、泰国等地存在着比云南禄丰组的时代更古老的恐龙种类,无疑这些化石从地质时代和生物起源方面都为大陆漂移提供了有力的证据。说明在晚三叠世期间,印度板块上的恐龙动物还没有向外扩散,生物的发展也仅限于本陆地内部,直到侏罗纪初期才进入亚洲大陆,产生出具有亚洲地域特色的恐龙动物群。

在当今的亚洲,上三叠统的恐龙遗迹仅在印度中央邦、安德拉邦和泰国的 Changwat Khonkaen (4 处) 发现^[19]。印度早期产出的恐龙:兽脚类 Theropoda

和原蜥脚类 Prosauropod 是由 R. Lydekker 和 F. von Huene 发掘的,后期工作由 S. Chatterjee, T. Roy-Chowdhury, S. L. Jain, T. S. Kutty 和 P. Robinson 完成的。新近在泰国发现产自晚三叠世奈丰组 (Nam Phong Fm.) 中的 Prosauropoda, Sauropoda (*Isanosaurus attavipachi*) 等恐龙动物,是由 E. Buffetaut 和 V. Suteethorn 描述的。上述的恐龙在印度和泰国区域内各有分布,时代属于晚三叠世。由此可以判断,泰国(或泰国大部分地区)晚三叠世曾经与印度是相连的,同属印度板块,二者之间不存在孟加拉湾这座屏障,只是后来印度半岛与缅甸、泰国一带被孟加拉湾分隔开,隔海相望。可以想象,孟加拉湾的形成,说明当时确实存在一股强大的力量作用于印度板块(图 3)。如今这一地貌上的巨大变化也寓意着,在外力作用下曾经发生过陆块之间的位置移动。因此,“以澜沧江断裂为界,向南穿过马来半岛和苏门答腊”,被李春昱等^[15]称之为“中间板块”,即代表了印度板块第一次撞击欧亚板块的结果,也遗留下第二次撞击的间接证据。

3 小 结

印度、泰国发现晚三叠世恐龙的意义在于:①可以证实晚三叠世前,泰国-缅甸地块和印度次大陆曾经是相连的,而且恐龙出现的时代要早于欧亚大陆;②临近三叠纪末,印度板块已逐渐靠向欧亚板

块;③侏罗纪欧亚板块出现的恐龙起源于印度板块,成为印度板块第一次碰撞欧亚板块的重要证据;④泰国-缅甸地块与印度次大陆从相连到分开,位置上的相对变化,说明印度板块在第一次撞击后仍然在运动;⑤孟加拉湾的形成,代表了第二次碰撞的过程,海湾的东西长度则大体代表了它的运行距离。

印度板块的漂移构成全球地质发展史上突出的地质事件,宏观上印度板块漂移的总体方位是向北的,相对欧亚板块,第一次撞击方向大体为北北东,而第二次的方向转为北北西。第一次撞击后,恐龙在亚洲大陆得到迅速传播与繁衍,形成恐龙环古特提斯海分布的趋势。根据恐龙的记录,可以勾画出印度板块在运行中“二次撞击”所经历的“年代”与“轨迹”,识别出与欧亚板块两次撞击中,它们在“时空”与“地域”之间曾引发的变化,以及在区域间出现过“融合”——“断裂”——“再融合”的这样一个地质过程。以往我们缺少足够的证据去揭示印度板块的第一次撞击事件,把第二次撞击默认为是它唯一的运行过程。目前我们重塑的不仅仅是一段实实在在的地质历史,而且破解了“中国恐龙起源”之谜;洞察到横断山脉与怒江、澜沧江、金沙江(“三江并流”)纵向分布的特色地貌,以及滇中一带经向排列的滇池-抚仙湖-杞麓湖-异龙湖断陷湖泊群、云南路南石林的风貌,呈条带状分布的云南侏罗系和三叠纪以后形成的四川盆地等地质景观,与冈瓦纳大陆生物有关联的“关岭动物群”^[20-21]。上述种种地质遗迹无疑应归结为印度板块第一次撞击后的巨大造化,同时揭去了遮掩在孟加拉湾“脸上的面纱”,识别出它与喜马拉雅山之间产生的缘由。所有这些进展将使我们大陆漂移的地球观和印度板块的运行轨迹产生深刻的认识,对全球地质历史、古生物演化、构造运动、影响地貌变化的多项因素会产生更深层次的理解。

总结近 10 年的基础研究成果,我们出版了《滇中侏罗纪红层》一书^[1],本文是对该书的进一步追述。另外,我们怀以敬重之情将这篇文献给中国地质博物馆,纪念它“在风雨中穿行了”95 个春秋。

参考文献

- [1]方晓思,李佩贤,张志军,等.滇中侏罗纪红层[M].北京:地质出版社,2008.
- [2]《杨钟健文集》编辑委员会.杨钟健文集[M].北京:科学出版社,1982.
- [3]董枝明,周世武,张奕宏.四川盆地侏罗纪恐龙化石[J].中国古生物志(新丙种),1983,第23号:1-145.
- [4]李奎,张玉光,杨开基.四川盆地侏罗纪恐龙骨骼及红层的微量元素组合特征[M].北京:地质出版社,1999.
- [5]方晓思,张志军,卢立伍,等.印度板块-古亚洲板块碰撞及亚洲恐龙的出现[J].地质通报,2006,25(7):862-873.
- [6]金性春.漂移的大陆[M].上海:上海科学技术出版社,2000.
- [7]赵文津.大陆漂移,板块构造,地质力学[J].地球学报,2009,30(6):717-731.
- [8]Gradstein F M, Ogg J G, Smith A G, et al. A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene from the Dabie Mountains, central China[J]. Episodes, 2004, 27(2):83-100.
- [9]Weishampel D B, Dodson P, Osmolska H. The Dinosauria[M]. University of California Press, 2004.
- [10]科尔伯特 E H 著.周明镇,刘后一,周本雄译.脊椎动物的进化——各时代脊椎动物的历史[M].北京:地质出版社,1976.
- [11]Ali J R, Aitchison J C. Gondwana to Asia: Plate tectonics, paleogeography and the biological connectivity of the Indian sub-continent from the Middle Jurassic through latest Eocene (166-35Ma)[J]. Earth-Science Reviews, 2008, 88:145-166.
- [12]李才,翟庆国,程立人,等.青藏高原羌塘地区几个关键地质问题的思考[J].地质通报,2005,24(4):295-301.
- [13]《中国地层典》编委会.中国地层典·侏罗系[M].北京:地质出版社,2000.
- [14]汪筱林.中国恐龙研究历史与现状[J].世界地质,1998,17(1):9-21.
- [15]李春昱,汤耀庆.亚洲古板块划分以及有关问题[J].地质学报,1983,57(1):1-10.
- [16]黄汲清,陈炳蔚.中国及邻区特提斯海的演化[M].北京:地质出版社,1987.
- [17]任纪舜.印支运动及其在中国大地构造演化中的意义[J].中国地质科学院院报,1984,9:31-44.
- [18]黄宝春,李永安,方晓思,等.滇中禄丰地区侏罗系磁性地层学研究[J].地质通报,2005,24(4):322-328.
- [19]Buffetaut E, Suteethorn V, Le Loeuff J, et al. The first giant dinosaurs: A large sauropod from the Late Triassic of Thailand[J]. C. R. Palevol., 2002, 1:103-109.
- [20]喻菱芝,罗永明,尹恭正.贵州关岭动物群中的海百合[J].贵州地质,2000,17(1):40-45.
- [21]汪啸风,陈孝红,陈立德,等.贵州关岭生物群研究的进展和存在问题(代序)[J].地质通报,2003,22(4):221-227.