

諸城角龍
體長約三公尺



諸城角龍屬



註：此演化樹已經過簡化，中國角龍與諸城角龍復原圖未依實際相對比例放置。

中國角龍出土記

從山東諸城出土的「中國角龍」和「諸城角龍」，分別具有超大的體型和獨特的咀嚼系統，更證明白堊紀晚期，角龍在亞洲沒有缺席。

撰文／徐星



中國角龍
頭骨化石全長約180公分

中國角龍屬

角龍也許是世界上最著名的恐龍之一，牠和霸王龍慘烈決鬥的場景，成為許多恐龍紀錄片和藝術復原圖的選擇。對於古生物學者而言，這種身體笨重、長著犄角的動物更是絕佳的研究對象。大型角龍類群（包括三角龍在內）是化石保存數量最多也最完整的恐龍類群之一，牠們展現的奇特形態，為研究者提供了豐富素材，大型角龍也因此成為研究程度最高的恐龍類群之一。

然而，大型角龍的演化依然存在著許多不解之謎，像是體重數公噸、頭長超過兩公尺的三角龍，為什麼會有這樣巨大的頸盾？大型角龍如何成為白堊紀晚期最成功的恐龍類群之一？對於專業學者來說，最有趣的問題也許是：牠們是從哪裡來的？

大型角龍化石最早發現於北美洲西部白堊紀晚期的沉積地層中。由於牠們體型巨大，需要廣闊的空間來獲取充足的食物，所以人們最初預測這類恐龍不會有太多種類，但隨後的發現顯示，牠們在北美洲西部呈現出異常的高歧異度，在這裡發現的大型角龍種類明顯多於理論預測值。這種有趣的現象引起了一些古生物學家的關注，包括〈華麗角龍公園〉的作者桑普森（Scott D. Sampson）。但對於更多的古生物學家來說，一個更有趣的現象是，除了北美洲西部，在世界其他任何地方，都沒有發現確切的大型角龍化石。尤其是在亞洲未曾發現大型角龍化石，更是讓人難以理解，因為北美洲和亞洲白堊紀晚期的恐龍動物群非常相似，在北美洲發現的恐龍類群，像是暴龍、似鳥龍、單爪龍、傷齒龍、馳龍、鴨嘴龍、腫頭龍和甲龍，在亞洲幾乎都有發現，但角龍是一個例外。

1989年，人們以為的這一例外不復存在了。這一年，

重點提要

- 亞洲白堊紀晚期的恐龍動物群和北美洲非常相似，但是在北美洲西部早已發現的大型角龍化石，在亞洲卻一直沒有出現。
- 2009年，第一件確切的大型角龍化石在中國山東諸城出土，名為「中國角龍」，是早期大型角龍在亞洲的代表，也可能是角龍家族中體型最大的。
- 2010年，諸城又出土了另一種體型較小的「諸城角龍」，是纖角龍的一種，牠們演化出不同於大型角龍的咀嚼系統，共享白堊紀晚期的新植被環境。



關於作者

徐星是中國科學院古脊椎動物與古人類研究所研究員，從事中生代爬行動物化石與地質學研究10多年，至今已經發現並命名的新種恐龍達40多種，獲獎無數，近年來也致力於科普寫作與傳播工作。

古生物學家涅索夫（L. Nessov）和同事發表了在烏茲別克發現的一些破碎角龍化石。這些化石出現於大約9000萬年前的沉積岩中，他們把這些化石命名為土倫角龍。這一物種具有角龍科的一個特徵：牙齒具有兩個齒根。

相對於體型較小、更加原始的角龍類，大型角龍有著更加特化的咀嚼系統，尤其是牠們的牙齒呈現了許多變化，其中最明顯的變化是齒根的數量。小型角龍的牙齒和其他恐龍一樣，只有一個齒根，但大型角龍的牙齒有兩個齒根。土倫角龍的牙齒似乎有兩個齒根，這使得人們相信，土倫角龍屬於大型角龍類，即屬於角龍科。如果這項鑑定結果是正確的，那麼大型角龍的化石記錄將擴展到亞洲，大型角龍在亞洲也就不缺席了。

但這一看法受到質疑，大多數學者認為已有的化石還不足以證明這一觀點，因此亞洲當時並沒有確切的大型角龍類。有鑑於北美洲和亞洲白堊紀晚期恐龍動物群的驚人相似性，人們希望找到大型角龍類在亞洲缺失的原因。有人推測，角龍科化石的缺乏可能是由於亞洲沒有適合大型角龍類生存的環境，但也可能是因為化石採集尚不充份。

中國角龍破天荒

2009年，情況終於出現了變化。第一件確切的大型角龍標本現身山東諸城。

山東諸城是中國的一個重要恐龍化石產地。這裡的第一件恐龍化石標本是1964年在一個叫龍骨澗的地方發現的。這件標本是一個巨大的脛骨化石。化石發現後，中國地質部以及中國地質博物館的研究人員，展開了為期四年的發掘，採集到大量恐龍化石，其中大多數屬於鴨嘴龍類。中國地質博物館的古生物學家胡承志把這些化石命名

►諸城庫溝化石點是世界上已知最大的恐龍墳場，密集的恐龍化石分佈在一個長近400公尺、寬近30公尺的斜坡上。如果沿著斜坡向下挖掘，還能發現更多的化石。



山東諸城龍骨澗（如圖）是中國重要恐龍化石產地之一，第一件恐龍化石在1964年出土，是一隻體長15公尺的山東龍。

為山東龍，是恐龍世界中的一個明星：15公尺的體長讓山東龍成為整個鳥臀類恐龍家族中的體長冠軍。1988年，中國科學院古脊椎動物與古人類研究所的古生物學家趙喜進，組織了另一次的發掘活動，採集到了更大的鴨嘴龍化石，並把這些化石命名為諸城龍。

20年後，趙喜進再次來到諸城，和諸城恐龍研究中心的王克柏，一起組織了第三次大規模發掘團隊。從2008年到2010年的三年當中，發掘隊不僅在龍骨澗採集到大量的恐龍骨骼化石，還在和龍骨澗一山之隔的庫溝，以及距離龍骨澗大約四公里的臧家莊（著名作家臧克家的出生地）開啟了兩個巨大的恐龍墳場。庫溝堪稱世界奇蹟，在近400公尺長、30公尺寬的斜坡上，凌亂而密集地散佈著形狀各異的恐龍骨骼；臧家莊化石點的面積雖然沒有庫溝大，但是化石層層疊疊，

顯示這裡發生了多次埋藏事件。

在臧家莊化石點除了有大量鴨嘴龍化石外，還發現了一些形態奇特的化石。2009年，當我第一次來到諸城恐龍研究中心的收藏室，看見這些化石的時候，我幾乎要窒息了：我看見了盼望已久的大型角龍化石。那裡保存的兩





中國角龍的頭骨化石，頭骨後方長著許多小而彎曲的角（左圖），從另一具頭骨側面看去（右圖）可知鼻子上長了一個大又粗的角。



件頭骨化石，頭骨後方長著許多小而彎曲的角。這些化石不僅是大型角龍化石在北美洲以外地區的首次發現，而且還代表一個新物種，我們把它命名為中國角龍（*Sinoceratops*）。

我們知道，大型角龍類可以劃分為兩個亞類群：身材相對較小的尖角龍和體型較大的開角龍。中國角龍屬於尖角龍，是已知最大的尖角龍之一，大小更接近開角龍。後來發現的一塊肩胛骨，甚至大於世界上已知最大的角龍肩胛骨，顯示中國角龍甚至有可能是角龍家族中，體型最大的物種。

在白堊紀晚期，各種恐龍類群在亞洲和北美洲之間進行遷徙和交流。我們的分析顯示，大型角龍可能起源於亞洲，中國角龍就是早期的大型角龍在亞洲的代表。大型角龍在亞洲出現後，遷徙到了北美洲。由於北美洲有著更加適宜的環境，大型角類在這裡繁衍生存，出現了各種不同的類型，達到了演化的高峰。

如果仔細分析角龍的演化史，你會發現一個有趣的現象：角龍在演化史中，多次從亞洲遷往北美洲。這種不停從亞洲遷徙到北美洲的模式，似乎也存在於其他一些恐龍類群，比如角龍類的冤家對頭：暴龍。亞洲似乎是許多恐龍類群的演化中心：這些恐龍類群在亞洲起源，然後一些種類隨後遷徙到其他大陸，其他種類接著在亞洲繁衍演

石顯示，這是一種巨大的角龍，保守估計，這種角龍的頭骨長度有180公分。在牠的鼻子上面，長有一個大而粗壯的角；牠的頭骨後緣，則長著許多小而彎曲的角。

化，然後又遷徙到其他大陸。這樣的現象貫徹了恐龍演化史的後半段，有一點像我們熟悉的人類演化史——一次又一次走出非洲，征服其他大陸。

在遷徙時遇難

說到遷徙，我們也許會想到東非馬賽馬拉大草原。在這裡，每年都上演壯觀的角馬大遷徙。數以萬計的角馬長途跋涉，不僅每天要面對凶殘的掠食者，還時常需要橫渡大河，或是與洪水搏鬥。這些群居的動物經常大量死於遷徙的途中。是否是同樣的原因，導致山東諸城數量眾多的恐龍死亡，並留下化石呢？

無論是臧家莊、龍骨澗，還是庫溝，這些諸城恐龍化石點，都有一個明顯的特點：95%以上的骨骼化石都屬於鴨嘴龍，而其他種類的恐龍骨骼化石，數量則很少。這種以單一類群為主的化石保存情況，常常表示這群動物死於災難。一個簡單的推測是，這些恐龍也像草食性哺乳動物一樣是群居動物，由於某種災難性的原因而死亡，並且埋葬在一起了。

白堊紀晚期，各種恐龍在亞洲和北美之間遷徙，中國角龍是大型角龍在亞洲的代表，遷徙北美後才繁盛演化。

這樣的推測不僅源於恐龍化石的數量龐大，以及種類單一，還基於其他一些證據。如果仔細觀察保存恐龍化石的岩石，就可以發現在砂泥岩中有許多稜角分明的礫石，這表示恐龍屍體是被迅速埋葬的。從恐龍化石本身來看，大量來自恐龍身體各個部位的骨骼埋藏在一起，這也說明了，這是一個快速的埋葬過程。再仔細觀察每塊恐龍骨骼，會發現骨骼表面非常光滑，表示恐龍死亡後在空氣中暴露的時間不長。如果骨骼在空氣中長期暴露，骨骼表面通常會變得比較粗糙，或是出現裂紋。



諸城角龍粗壯的下頷（如圖），與大型角龍的下頷有明顯的區別，代表著不同的演化方向。

這些證據都指向諸城恐龍可能死於泥石流並被埋葬。讀者也許會問，如此快速的泥石流為什麼沒有保存完整的恐龍骨架。如果我們回想台灣在豪雨過後時常發生的土石流，就會理解這一現象。土石流發生後，搜救人員通常只能找到遇難者的部份遺骸，因為土石流的巨大力量往往能夠撕碎動物身體。

諸城角龍逆勢求生

2010年，在面積最大的庫溝化石點，我們又有了出乎意料的發現。諸城恐龍化石一般都是七零八落，保存下來的骨架沒有關聯性，不同恐龍個體身體的各個部位混雜在一起，很難釐清哪個前臂對應著哪個後足。但是，就在這些混雜保存的大型恐龍骨骼化石當中，我們找到了一件關聯保存的小型恐龍骨架化石，儘管僅有骨架的一部份，但這畢竟是第一次發現關聯保存的骨架化石。

這是一個奇特的現象：零散保存的大型恐龍骨骼當中，怎麼會有關聯保存的小型恐龍骨架呢？我們推測，在大型恐龍集體死亡後，屍體沒有被完全掩埋。這時，小型恐龍來到了大型恐龍的死亡地，不知什麼原因也葬身於此，隨後和大型恐龍一起被掩埋。

當然，探究恐龍的死因不是我們主要研究的問題，我們更感興趣的是，這具小型恐龍骨架代表什麼樣的恐龍？是

否是恐龍世界當中的一個新物種？透過分析，我們確定牠屬於角龍家族當中的纖角龍，而且是這類恐龍當中的一個新物種。我們給牠取了一個名字：諸城角龍（*Zhuchengceratops*）。

諸城角龍體長三公尺多，遠遠小於中國角龍。和大型角龍類不一樣，牠的頭短而高，沒有發育出像中國角龍那樣的頸盾，這些特徵很像發現於北美洲的纖角龍。諸城角龍和纖角龍都屬於纖角龍，這一類群非常奇特，是近年來才引起人們注意的一個恐龍類群。小型角龍在白堊紀晚期幾乎滅絕了，這一時期是大型角龍的天下。不過，有一個例外：

纖角龍科似乎和角龍科的成員一起分享著中生代的最後時期。牠們是怎樣做到這一點的呢？

我們知道，白堊紀晚期的植被出現了明顯變化，被子植物開始成為主流。在恐龍世界當中，大型角龍和鴨嘴龍演化出複雜的咀嚼系統來適應這一變化：上下頷變得更長，牙齒更加纖細，但數量更多，排列更緊密。纖角龍似乎採取了一種不同的策略來適應這一變化：牠們的上下頷變得更短粗，牙齒變得更粗大。這兩種不同的形態變化有著異曲同工之妙：雖然大型角龍和纖角龍類沿著幾乎相反的方向演化牠們的咀嚼系統，但牠們一起成功適應了白堊紀晚期植被系統發生的變化，成為了恐龍家族在白堊紀最末期的見證者。

在巨大的諸城恐龍墳場中，我們繼續探索著。就在我寫作這篇稿件期間，又有代表新物種的恐龍化石在諸城出土。相信不久的將來，讀者會再次看到有關諸城恐龍的報導，知道更加奇特的恐龍在諸城誕生。 SA

▶ 延伸閱讀

A New Leptoceratopsid (*Ornithischia: Ceratopsia*) from the Upper Cretaceous of Shandong, China and Its Implications for Neoceratopsian Evolution. Xing Xu, Kebai Wang, Xijin Zhao, Corwin Sullivan, Shuqing Chen. In *PLoS ONE*, Vol. 5, November 2010.

First ceratopsid dinosaur from China and its biogeographical implications. X. Xu, K. Wang, X. Zhao & D. Li, in *Chinese Science Bulletin*. 55 : 1631-1635, 2010