



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

一座深海「鯨魚墓園」，其實是一份五百萬年的檔案

一篇《Nature》論文報告，在東南印度洋 *Diamantina Zone* 發現大量鯨落與鯨類化石：五個現代鯨落群落、數百件鯨類化石遺骸，以及最早可追溯約 530 萬年的鋤同位素年代。真正驚人的不是鯨魚選了一個地方去死，也不是某場災難一次造成「墓園」。證據更支持一個長期累積的深海檔案：普通死亡、沉降的屍體、喙鯨艱難的深潛覓食、海床地形，以及異常良好的保存條件共同作用。它為深海鯨落生態系打開了一扇罕見的窗；它不代表深海已經被繪清或理解。

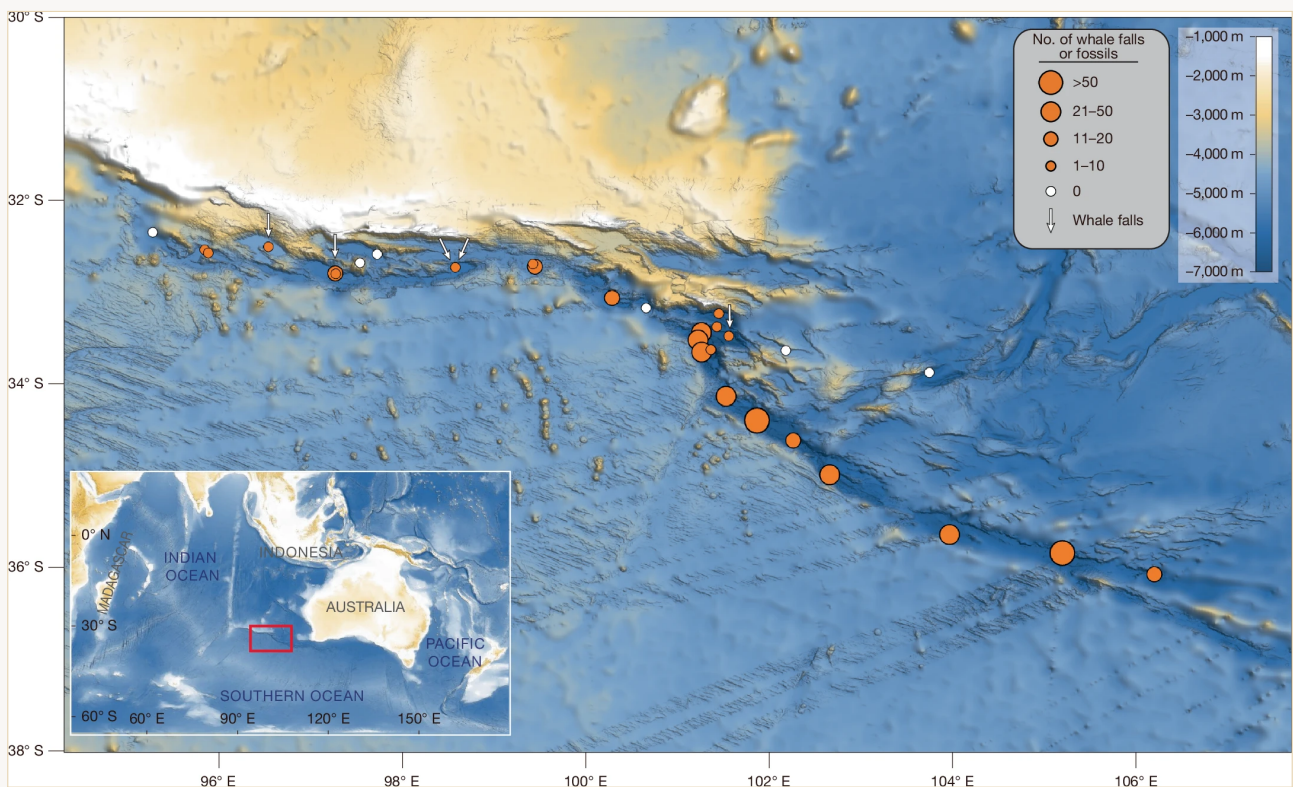
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, Xiaotong Peng, Peng Zhou, Xikun Song, Giovanni Bianucci, Mengran Du and colleagues, *Nature* 654, 978-983 (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10546-z

海床把骨頭留下來了

大多數鯨落最後都消失在一筆黑暗的自然帳目裡。鯨魚死亡、沉到海底，短暫養活一波深海生命；之後留下的紀錄會被打散、掩埋，或逐漸被吃掉。科學家知道鯨落是深海生態綠洲，但留下的檔案很薄：大多數已知地點彼此孤立、相對最深海溝仍算淺，或者年代太年輕，無法告訴我們深時間尺度上的故事。

Diamantina Zone 把這個問題的尺度完全改變。Xiaotong Peng、Peng Zhou、Xikun Song、Giovanni Bianucci、Mengran Du 等人在一篇新的《Nature》論文中，報告東南印度洋一大片長期累積的鯨落與鯨類化石。這個區域沿海床延伸約 1,200 公里，深度大約在 4,600–7,000 公尺。團隊使用載人潛水器 *Fendouzhe* 完成 32 次潛航，記錄到 485 個鯨類化石地點與活躍鯨落；論文摘要則把發現概括為五個現代天然鯨落群落，加上 476 件鯨類化石。這些是論文中不同層級的計數，不能直接相加：485 是地點層級的紀錄，476 則是摘要採用的化石鯨類數量。



《Nature》圖 1 標出 Diamantina Zone 的觀測：橘色圓點代表潛航時看見鯨類化石或鯨落的位置，圓點大小反映每次潛航記錄到多少鯨類遺骸；白色箭頭標示仍處於硫化營養階段的活躍鯨落，白色圓點則代表沒有看見鯨類遺骸的潛航。圖在這裡完整、原樣重現：沒有裁切、疊圖、改標籤、改色或重繪。

Peng et al. / Nature 654, 978-983 (2026), DOI 10.1038/s41586-026-10546-z ·CC BY-NC-ND 4.0; base map: GMRT —Ryan et al., Geochem. Geophys. Geosyst. 10, Q03014 (2009) ·CC BY 4.0 CC BY-NC-ND 4.0



True's beaked whale 是論文討論的深潛喙鯨近親。這張照片只是背景示意，不是 Diamantina 化石：重點在於喙鯨本來就是難以觀察、會深潛覓食的動物，因此海床上的骨骼檔案可以保存海面觀測經常看不到的證據。

Roland Edler / PeerJ / Wikimedia Commons CC BY 4.0

最老的定年材料可追溯到 526 萬年前，因此論文把這裡稱為一座有 530 萬年歷史的「鯨魚 necropolis」。這個詞很有畫面，但也正是最需要小心的地方。

這不是鯨魚故意選擇來這裡死亡的證據。它不是一次大規模死亡事件，也不是人類意義上的墓園。它是一個屍體與骨骼長期累積、保持暴露、礦化並最終變得可讀的地方。

作者做了什麼

- 從研究船 R/V *Tansuoyihao* 出發，以 *Fendouzhe* 潛水器在 Diamantina Zone 完成 32 次潛航。
- 沿大約 1,200 公里的海床帶記錄鯨類化石與活躍鯨落群落。
- 使用原位影像與採集標本，辨認現代鯨落上的生物群落。
- 分析 43 件回收化石，辨認出五種喙鯨與一種鬚鯨。
- 對 33 件化石骨骼使用鋁同位素比值定年；這種方法把化石保存下來、類似當時海水的化學訊號，與已知的海水鋁同位素歷史相比。
- 把觀測連結到公開來源資料：原始原位影像與微生物基因組組裝已存入 Science Data Bank，研究過的鯨落生物影像則存於 MorphoBank。

他們發現了什麼

- **一個巨大而深的集中區。**作者在 Diamantina Zone 報告 485 個鯨類化石地點與活躍鯨落，補充表格中的觀測深度約為 4,600–7,000 公尺。
- **五個活躍鯨落。**這五個地點都處於硫化營養階段：骨骼被微生物墊與鑽骨蠕蟲覆蓋，分解產生的化學能支撐一個高度專門化的群落。
- **高密度活體群落。**伴隨生物包含 35 個已辨認的大型底棲動物分類群，以環節動物、甲殼類與軟體動物為主。食骨蠕蟲、腹足類、Vesicomyidae 雙殼類與蛇尾是大型動物中的優勢群；局部密度最高報告到每平方公尺 2,840 隻。
- **一份以喙鯨為主的化石檔案。**43 件回收化石包含該區仍存在的現生喙鯨、已滅絕的 *Pterocetus* 與 *Izikozihius* 等類群，以及一些鬚鯨遺骸。其中一件標本被描述為新種 *Pterocetus diamantinae*。
- **很長的時間跨度。**33 件接受鋁同位素測試的化石骨骼中，有 25 件得到介於 12 萬至 526 萬年的年代。最早的日期表示，至少從上新世早期開始，這個區域就不斷發生鯨落事件。

為什麼這裡有這麼多鯨魚？

論文的答案不是單一原因，而是多個合理篩選機制疊在一起。

部分屍體可能來自經過廣泛遷徙通道的鬚鯨。小鬚鯨與塞鯨主要在接近海面的地方覓食，不會跑到 6、7 公里深，因此牠們的骨頭若出現在那種深度，最合理的解釋就是死亡後屍體沉下去。

喙鯨則不同。牠們是專門深潛的覓食者，在陡峭、深水海床環境中捕食烏賊與魚。Diamantina Zone 正好就是這種地形：極深、複雜的 V 字形地貌，而且潛航時確實觀察到獵物。作者認為，普通死亡、深潛覓食本身的生理風險，以及可能的致命疲勞或減壓壓力，都可能讓更多遺骸進入海床。

然後海床把它們留下來。區域地形可能把下沉屍體匯聚到特定位置。低沉積速率讓骨骼能暴露很久。喙鯨緻密的吻部骨骼本來就特別耐破壞。鐵錳氧化物與碳酸鹽沉澱也能幫助骨骼保存。把這些條件加在一起，所謂「墓園」就沒有那麼神祕：不是鯨魚選擇的死亡地點，而是一個死亡更容易被留下紀錄的地方。

這並沒有證明什麼

- 它**沒有**證明這是鯨魚有意選擇的墓園。「Necropolis」只是描述累積現象的比喻，不是行為證據。
- 它**沒有**顯示發生過一次災難性大滅亡。定年跨越數百萬年，作者描述的是由重複事件長期累積的檔案。
- 它**不代表**深海現在已經被完整繪製。這個地點是靠罕見而昂貴的載人潛航，在一條特定地質走廊中發現；這篇論文之所以重要，正因為這類紀錄平常非常稀少。
- 它**沒有**把群落中的每一種生物都變成新物種。作者說許多採回的分類群可能是新種，但多數只辨認到屬或科；只有一種 Vesicomyidae 雙殼類透過 DNA barcode 比對被有把握地指定到種。
- 它**沒有**確定每一隻鯨魚的完整死因。作者提出的是一套匯合解釋：遷徙、深潛覓食、地形、保存與沉積。這和逐一證明每個個體如何死亡不是同一件事。

證據有多強？

對「這個地點真的存在」而言，證據很強：有直接潛水器觀察、數百筆地圖紀錄、實體標本、部分生物的遺傳鑑定，以及化石骨骼同位素定年。最強的主張都是觀察性的：這個區域存在；它很深；範圍很大；有活躍鯨落群落；而且部分化石已經有數百萬年歷史。

至於原因解釋，必然較軟。論文可以告訴我們遺骸在哪裡、部分遺骸是什麼、部分遺骸多老，以及活躍鯨落上住著什麼；它無法重新播放每一次死亡。所提出的成因是由生態、生理、海床形狀與保存條件重建而來。這正是古生態學正常的工作方式：很有力量，但依靠的是多條線索匯合，而不是對原始事件的直接觀察。

為什麼重要

鯨落是短暫的盛宴，也可能變成長期棲地。它把海面的巨大動物連到深海海床，把碳、骨骼與化學能送進本來極度缺乏食物的環境。它也像一座生態島嶼，養活高度專門化的生物：鑽進骨頭的蠕蟲、帶有硫酸化共生菌的雙殼類、蛇尾與腹足類，都可能密集聚集在遺骸周圍。

Diamantina Zone 替這幅圖加入了「時間」。它顯示某些深海海床不只能把鯨落保存成零散事件，還可能把它們變成鯨類生態與演化的檔案。喙鯨出了名難研究，因為牠們生活、覓食的位置遠離人類視野；若海床長期累積牠們的骨骼，就有機會揭露海面觀察錯過的物種、分布與演化歷史。

最準確的說法不是「科學家找到海洋裡的鯨魚墓園」。真正的故事更奇怪，也更有用：一條深海地質走廊保存了足夠多次鯨魚死亡，讓一個平常稍縱即逝的生態系變成可讀的長期紀錄。

重點摘要

研究人員在東南印度洋 Diamantina Zone 報告了一個巨大的深海鯨落與鯨類化石累積區：沿約 1,200 公里海床記錄到 485 個地點與活躍鯨落，深度最深約 7,000 公尺，化石年代可追溯到 526 萬年前。這裡有專門化的鯨落群落，也保存現生與已滅絕的鯨類支系，尤其是喙鯨。這是一份罕見的深海檔案，不是字面意義的墓園，不是單次集體死亡，也不是深海已被理解的證明。真正重要、而且更強的主張是：在適當的海床條件下，鯨魚死亡可以留下延續數百萬年的紀錄。

來源

Peng et al., A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, *Nature* 654, 978-983 (2026)

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10546-z>

Science Data Bank dataset for the original in situ images and microbial MAGs

<https://doi.org/10.57760/sciencedb.28830>

MorphoBank project P6064 —original images of investigated whale-fall species

<https://morphobank.org/permalink/?P6064>