



The CLEAN PAPER

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

一個深海鯨魚墓地其實是一份五百萬年的檔案

一篇 *Nature* 論文報告了東南印度洋迪亞曼蒂納區中一個巨大的鯨魚墜落和化石聚集：五個現代鯨魚墜落群落、數百件化石鯨類遺骸，以及回溯至約 530 萬年的鋤同位素年齡。引人注目的不是鯨魚選擇了一個赴死之地，也不是一場災難造就了一個墓地。證據指向的是一個由普通鯨魚死亡、沉沒的屍體、喙鯨艱難的覓食、海床地形和異常良好的保存條件構建的深水長命檔案。它打開了一扇罕見的深海鯨魚墜落生態系統之窗；這並不意味著深海現在已被測繪或理解。

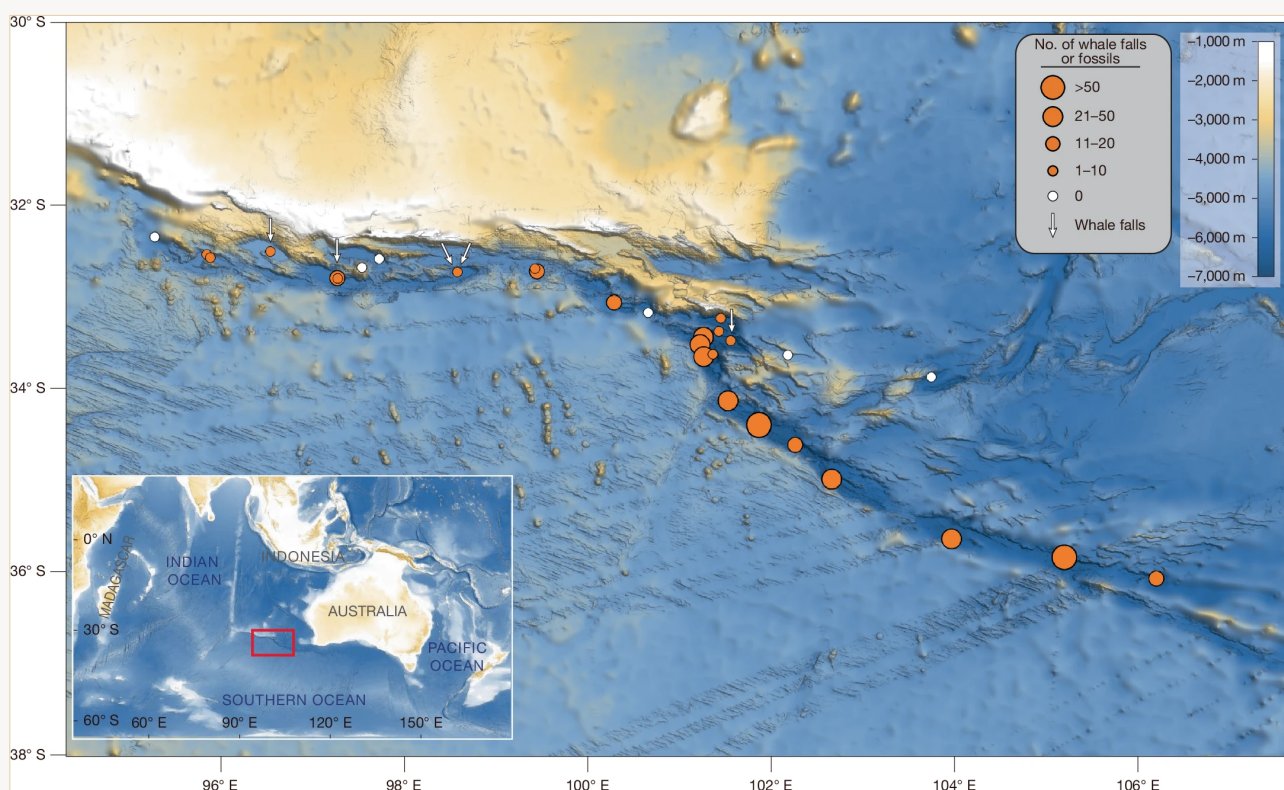
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Figures by Laura Nesso · AI-assisted, human-reviewed

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

海床保存了骨骸

大多數鯨魚墜落消失在一片黑暗的會計問題中。一頭鯨魚死去、沉沒、餵養一陣深海生命的爆發，然後記錄被分散、掩埋或吃光。科學家知道鯨魚墜落是生態綠洲，但檔案很薄：大多數已知地點是孤立的，相比於最深的海溝是淺的，或者太年輕，無法談論深時。

迪亞曼蒂納區改變了這個問題的尺度。在一篇新的 *Nature* 論文中，Xiaotong Peng、Peng Zhou、Xikun Song、Giovanni Bianucci、Mengran Du 及其同事報告了東南印度洋中一個長而深的鯨魚墜落和鯨魚化石聚集區。該地點沿海床延伸約 1,200 公里，位於大約 4,600–7,000 米深度。通過 32 次奮鬥者號載人潛水器下潛，團隊記錄了 485 個鯨魚化石地點和活躍的鯨魚墜落；在摘要中他們將這一發現總結為五個現代自然鯨魚墜落群落加上 476 個化石鯨類。這些是不同的論文計數，不是簡單的相加：485 是地點級別的記錄，而 476 是摘要中使用的化石鯨類計數。



Nature 圖 1 繪製了迪亞曼蒂納區的觀測結果：橙色圓圈標記觀察到鯨魚化石或鯨魚墜落的下潛，圓圈大小反映每次下潛記錄的鯨魚遺骸數量，白色箭頭標記活躍的嗜硫鯨魚墜落，白色圓圈標記未觀察到鯨魚遺骸的下潛。該圖完整、未加改動地複製：無裁剪、疊加、重新標註、重新著色或重新繪製。

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



特魯氏喙鯨是論文中討論的深潛喙鯨的現存近親。這張照片是背景，不是迪亞曼蒂納的化石之一：重點是喙鯨是難以捉摸的深水覓食動物，因此其骨骸在海底的檔案可以保留海面觀察經常錯過的證據。

Roland Edler / PeerJ / Wikimedia Commons CC BY 4.0

最古老的有年代的標本達到了 526 萬年，這就是為什麼論文稱其為一個 530 萬年的鯨魚墓地。這個詞很生動。也是需要最小心對待的詞。

這不是證據表明鯨魚有意去那裡死去。不是一次單獨的大規模死亡事件。不是人類意義上的墓地。它是一個屍體和骨骸積累、保持暴露、礦化並變得可讀的地方。

作者做了什麼

- 使用奮鬥者號潛水器從 R/V 探索一號上進行了 32 次下潛，勘測了迪亞曼蒂納區。
- 沿大約 1,200 公里的海床記錄了鯨魚化石和活躍的鯨魚墜落群落。
- 使用原位視頻和採集的標本識別了生活在現代鯨魚墜落上的群落。
- 分析了 43 件回收的化石標本，識別出五種喙鯨物種和一種鬚鯨物種。
- 使用鋁同位素比值法對 33 件化石骨骼標本進行了定年，該方法將化石中保存的類似海水的化學簽名與已知的海水歷史進行比較。
- 將觀測結果與公開源數據聯繫起來：原始原位圖像和微生物基因組組裝存放在 Science Data Bank 中，被研究的鯨魚墜落物種的圖像存放在 MorphoBank 中。

他們發現了什麼

- **一個龐大而深的聚集區。**作者報告在迪亞曼蒂納區有 485 個鯨魚化石地點和活躍鯨魚墜落，補充表格中觀測深度跨度約 4,600–7,000 米。
- **五個活躍的鯨魚墜落。**這五個活躍地點處於嗜硫階段：骨骼被微生物席和鑽孔蠕蟲覆蓋，分解產生的化學能量支撐著一個特化的群落。
- **一個密集的活體群落。**相關動物群包括 35 個被識別的大型動物分類群，以環節動物、甲殼動物和軟體動物為主。食骨蠕蟲、腹足類、囊蠕類雙殼類和蛇尾類在較大型動物中佔主導地位，局部密度報告高達每平方米 2,840 個個體。
- **一個喙鯨的化石檔案。**43 件回收的化石包括該地區已知的現存喙鯨物種、已滅絕的類型如翼鯨屬和 *Izikoziphius*，以及一些鬚鯨遺骸。一個標本被描述為一個新物種，迪亞曼蒂納翼鯨。
- **一個長的時間範圍。**在 33 件經過鋁同位素測試的化石骨骼中，25 件產生了 12 萬至 526 萬年的年齡。最古老的年代意味著該地區的鯨魚墜落事件至少從上新世就已存在。

為什麼那裡有這麼多鯨魚？

論文的答案不是一個簡單的原因。它是一堆合理的過濾器。

一些屍體可能來自穿過寬闊遷徙走廊的鬚鯨。小鬚鯨和塞鯨在海面附近覓食，不在六七公里的深處，所以它們在那裡的骨骼最好理解為死後沉沒的屍體。

喙鯨則不同。它們是深潛專家，在陡峭、深邃的海底環境中以魷魚和魚類為食。迪亞曼蒂納區正是這樣的景觀：極端的深度、複雜的 V 形地形，以及在下潛中觀察到的獵物。作者認為，正常的死亡率、深水覓食的生理風險，以及可能的致命性疲勞或減壓壓力都可能將遺骸添加到海床上。

然後海床保留它們。該區域的地形可以匯集下沉的屍體。低沉積速率意味著骨骼可以長時間保持暴露。緻密的喙鯨吻突異常抗破壞。鐵錳氧化物和碳酸鹽沉澱可以幫助保存骨骼物質。把這些放在一起，「墓地」就沒有那麼神秘了：不是鯨魚選擇的地方，而是死亡更有可能被記錄的地方。

這篇論文沒有證明什麼

- 它**沒有**顯示一個刻意的鯨魚墓地。「墓地」是對積聚的隱喻，不是行為的證據。
- 它**沒有**顯示一次災難性的死亡事件。年代跨越數百萬年，作者描述的是一個由重複事件構建的長壽檔案。
- 它**沒有**意味著深海現在已經很好測繪了。這個地點是通過在一個地質走廊中進行的罕見、昂貴的潛水器工作發現的；論文本身之所以重要正是因為這樣的記錄通常是稀疏的。
- 它**沒有**把群落中的每個物種都變成新發現的物種。作者說許多回收的分類群可能是新的，但大多數只被鑑定到屬或科；只有一種囊蠕類雙殼通過條形碼比對被有信心地分配到物種級別。
- 它**沒有**確定每頭鯨魚死亡的完整原因。作者提出了一個匯聚性的解釋：遷徙、深水覓食、地形、保存和沉積。這與證明每隻動物的死亡機制不是一碼事。

證據有多強？

對地點本身的證據是強的：直接潛水器觀測，數百個地圖記錄，實物標本，對某些動物的基因鑑定，以及對化石骨骼的同位素定年。最強的聲稱是觀測性的：地點存在；它很深；它廣闊；活躍的鯨魚墜落群落存在；一些化石物質有幾百萬年的歷史。

解釋性的聲稱必然較軟。論文可以顯示遺骸在哪裡、其中一些是什麼、一些有多古老，以及什麼生活在活躍的墜落上。它不能重演死亡。提出的成因是從生態學、生理學、海床形狀和保存條件重建的。這是正常的古生態學：強有力，但由匯聚的痕跡構建，而非對原始事件的直接觀測。

為什麼重要

鯨魚墜落是短暫的盛宴，可以成為長壽命的棲息地。它們將一種表層的動物與深海床連接起來，將碳、骨骼和化學能量帶入食物稀缺的環境。它們也充當特化動物的島嶼：鑽入骨骼的蠕蟲、帶有硫氧化共生體的雙殼類、可以聚集在遺骸周圍的蛇尾類和腹足類。

迪亞曼蒂納區為這幅圖景添加了時間維度。它表明一些深海床可以將鯨魚墜落生態系統不僅作為散落的事件保存，而且作為鯨魚生態和演化的檔案。喙鯨以生存在遠離視線的地方而聞名，很難研究；它們骨骼的海床積聚可以揭示海面觀察所錯過的物種、分佈和演化歷史。

乾淨的故事不是「科學家找到了海洋的鯨魚墓地」。它更奇特也更有用：一個深地質走廊保存了足夠多的鯨魚死亡，將一個通常轉瞬即逝的生態系統變成了一份記錄。

簡潔摘要

研究人員勘測了東南印度洋的迪亞曼蒂納區，報告了一個巨大的深海鯨魚墜落和鯨魚化石積聚：約 1,200 公里範圍內記錄的 485 個地點和活躍墜落，深度約至 7,000 米，化石年代回溯至 526 萬年。該地點容納著特化的鯨魚墜落群落，並保存了現代和已滅絕的鯨魚譜系，尤其是喙鯨。結果是罕見的深海檔案，不是一個字面意義上的墓地，不是一次單獨的大規模死亡事件，也不是證明深海現在被理解了證據。重要的那個更窄也更強的主張是：在合適的海床條件下，鯨魚死亡可以留下一份持續數百萬年的記錄。

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>