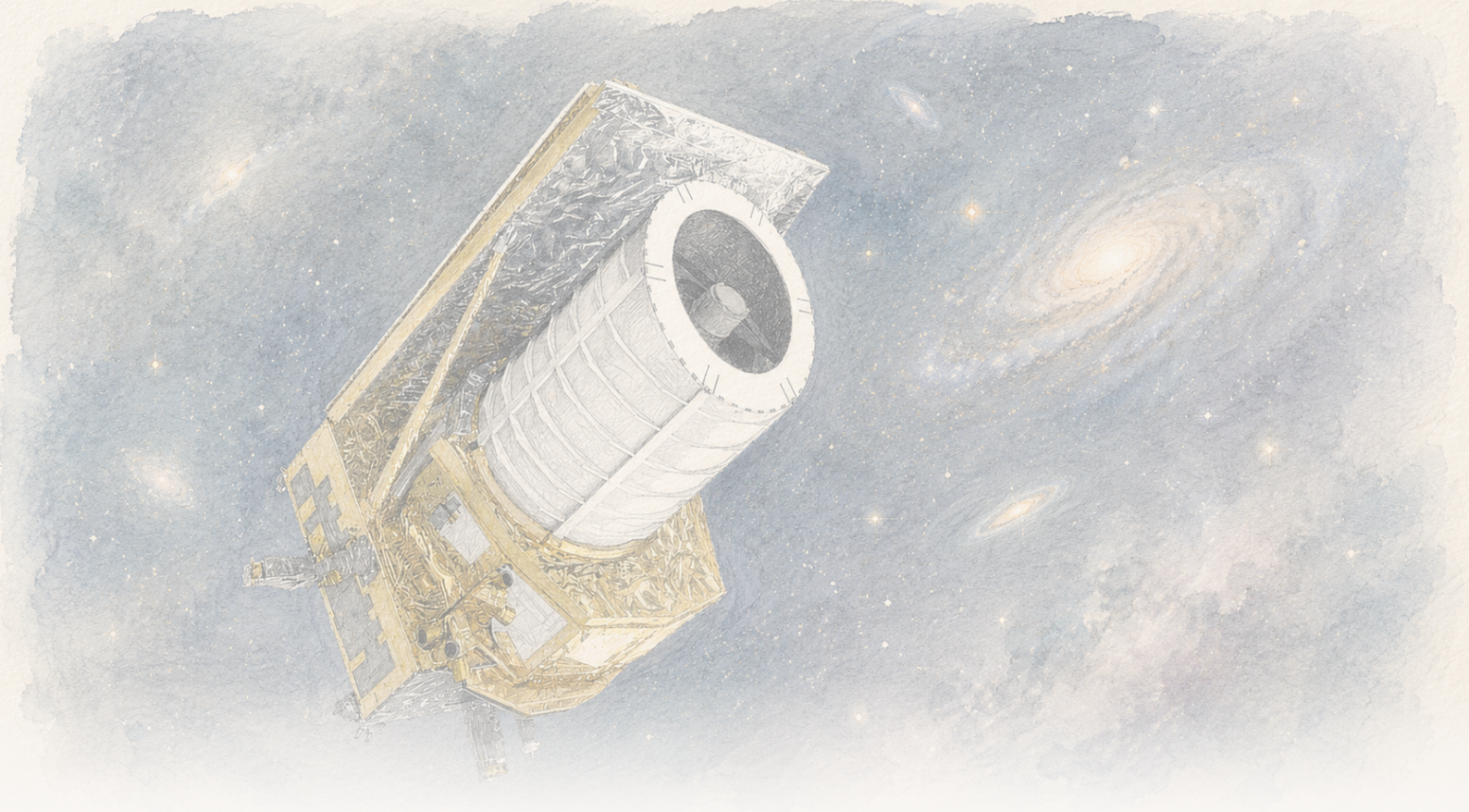


The Clean Paper

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

Euclid làm tăng hơn gấp đôi mẫu quasar nhỏ ở dịch đỏ trên 7

Trong một năm rưỡi đầu của Euclid Wide Survey, tìm kiếm trên khoảng 3.000 độ vuông phát hiện 31 quasar mới ở dịch đỏ 6,6–7,8. Mười hai quasar nằm ở dịch đỏ 7 trở lên, hơn gấp đôi số ít được biết trước Euclid, và một quasar ở dịch đỏ 7,77 hiện là quasar xa nhất từng ghi nhận. Bước tiến thật không nằm ở kỷ lục đơn lẻ ấy, vốn chỉ nhích biên từng ở quanh 7,5 suốt nhiều năm: đó là khả năng của khảo sát tìm hàng loạt các vật thể hiếm, phần lớn mờ này, điều khiến chúng hữu ích để thăm dò Vũ trụ trẻ. Đây là kết quả ban đầu; phân tích thống kê đầy đủ và phần lớn xác nhận quang phổ vẫn còn ở phía trước.

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

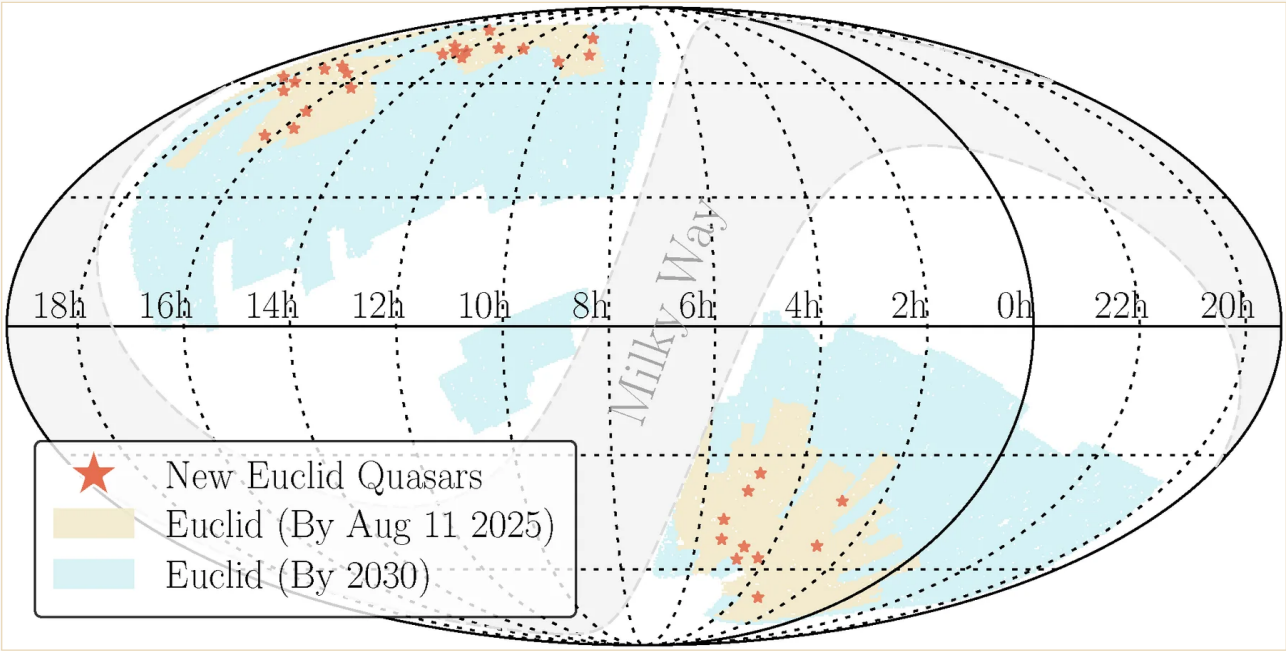
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at 6.6 < z < 7.8*, D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Một khảo sát được xây để tìm những thứ hiếm vừa tìm thấy cả một nhóm

Một quasar là một lỗ đen siêu khối lượng bị bắt gặp đúng lúc đang nuốt vật chất, sáng rực đến mức có thể át cả thiên hà chủ khi khí rơi vào nó. Vì là một trong những nguồn sáng ổn định mạnh nhất trong Vũ trụ, quasar hoạt động như những ngọn hải đăng: tìm được một quasar đủ xa, ánh sáng của nó trở thành chiếc đèn đặt phía sau hàng tỷ năm không gian nằm giữa nó và chúng ta.

Những quasar xa nhất — ánh sáng của chúng khởi hành khi Vũ trụ chưa đầy một tỷ năm tuổi — cũng là những quasar hiếm nhất. Trước khi kính thiên văn không gian Euclid bắt đầu khảo sát chính, chỉ khoảng chín quasar đã được xác nhận ở dịch đỏ lớn hơn 7, một con số được tích lũy chậm chạp kể từ phát hiện đầu tiên thuộc loại này năm 2011.

Trong một bài báo mới trên *Astronomy & Astrophysics*, Euclid Collaboration báo cáo 31 quasar mới ở dịch đỏ 6,6 đến 7,8, được tìm thấy chỉ trong khoảng một năm rưỡi đầu của khảo sát. Mười hai quasar nằm ở dịch đỏ 7 trở lên. Chỉ một lượt đầu tiên này đã làm số quasar đã biết ở các dịch đỏ ấy tăng hơn gấp đôi. Câu chuyện thật sự là sức mạnh khảo sát, và cần nói chính xác điều đó có — và không có — nghĩa gì.



Phần diện tích Euclid Wide Survey đã bao phủ đến nay (màu be) so với vùng khảo sát đầy đủ dự kiến đến năm 2030 (viền xanh cyan), với 31 quasar dịch đỏ cao mới phát hiện được đánh dấu màu đỏ. Chúng chỉ đến từ lát đầu tiên của một khảo sát được thiết kế để cuối cùng lập bản đồ khoảng 14.000 độ vuông — sức mạnh khảo sát gói gọn trong một hình.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Trước Euclid, khoảng chín quasar đã được biết ở dịch đỏ 7 trở lên (2011–2024). Lượt khảo sát sớm này thêm mười hai quasar nữa — cụ thể hóa việc "tăng gấp đôi", dù mẫu vẫn còn nhỏ.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Vì sao những quasar xa như vậy đáng công tìm kiếm

Dịch đỏ đo mức độ sự giãn nở của Vũ trụ đã kéo dài ánh sáng của một nguồn trên đường đến chúng ta; dịch đỏ càng lớn nghĩa là ánh sáng càng cổ và ta đang nhìn vào Vũ trụ càng sớm. Ở dịch đỏ 7, ta nhìn ngược về thời điểm chưa đầy một tỷ năm sau Big Bang, vào phần cuối của kỷ nguyên tái ion hóa, khi các vật thể sáng đầu tiên đang xua đi "sương mù" hydro trung hòa lấp đầy không gian sơ khai.

Dịch đỏ là gì, và vì sao nó vừa là khoảng cách vừa là đồng hồ

Nếu thuật ngữ này còn mới: *dịch đỏ* là mức độ ánh sáng của một nguồn bị kéo giãn sang các bước sóng dài hơn, đỏ hơn trước khi đến được chúng ta. Hai điều khiến một con số này hữu ích đến vậy. Thứ nhất, ánh sáng đi với tốc độ cố định, nên vật ở càng xa cũng được nhìn thấy ở càng lâu trước đây — nhìn sâu vào không gian cũng là nhìn ngược thời gian. Thứ hai, vì Vũ trụ giãn nở trong suốt hành trình của ánh sáng, hành trình càng dài thì ánh sáng càng bị kéo giãn. Vì vậy dịch đỏ lớn hơn nghĩa là ánh sáng khởi hành sớm

> hơn, từ xa hơn, khi vũ trụ trẻ hơn. Dịch đỏ 7 ở đây là ánh sáng phát ra chưa đầy một tỷ năm sau Big Bang — thấp hơn nhiều một phần mười tuổi hiện nay của Vũ trụ.

Quasar từ thời kỳ này hữu ích vì hai lý do riêng. Thứ nhất, mỗi quasar đã chứa một lỗ đen có khối lượng từ hàng trăm triệu đến hàng tỷ lần Mặt Trời. Làm một vật nặng như vậy lớn lên sớm đến thế rất khó: với giới hạn thông thường về tốc độ bồi tụ của lỗ đen, chỉ những "hạt giống" ban đầu khá lớn mới có đủ thời gian để đạt khối lượng ấy trong vài trăm triệu năm. Vì vậy chính sự tồn tại và số lượng của các quasar này ràng buộc cách những lỗ đen siêu khối lượng đầu tiên hình thành và lớn lên. Thứ hai, ánh sáng quasar đi qua môi trường liên thiên hà xung quanh mang dấu vết về mức độ khí ở đó còn trung hòa đến đâu, biến mỗi quasar thành một đầu dò của quá trình tái ion hóa.

Vấn đề là chúng cực kỳ hiếm và khó bắt gặp. Ở các dịch đỏ này, đặc trưng mạnh nhất của quasar, điểm gãy Lyman-alpha, bị kéo khỏi vùng quang học sang cận hồng ngoại, nên cần chụp cận hồng ngoại sâu trên diện tích rất lớn để tìm — khoảng một quasar trên mỗi trăm độ vuông ở độ sáng cần thiết. Vừa sâu vừa rộng trong cận hồng ngoại, từ mặt đất, chính là tổ hợp lâu nay gần như quá khó. Đó là khoảng trống Euclid được xây để lấp.

Euclid thực sự đã làm gì

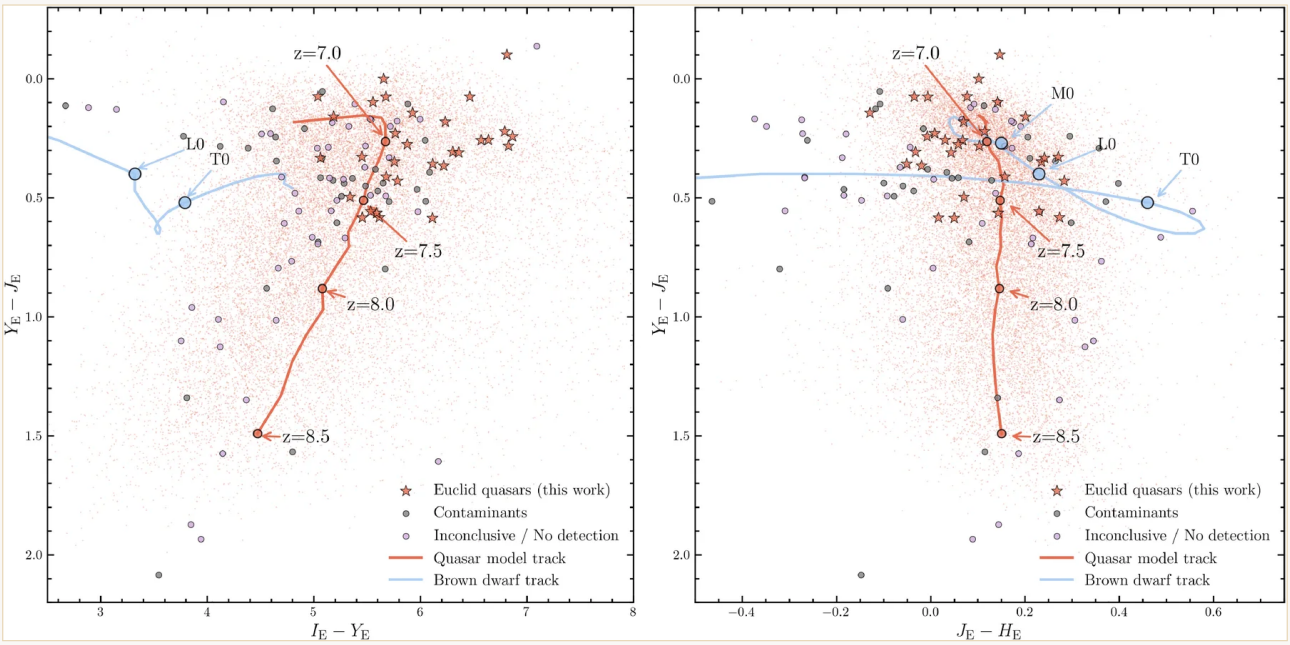
Euclid là kính thiên văn không gian 1,2 mét đang thực hiện khảo sát sáu năm, được thiết kế để lập bản đồ khoảng 14.000 độ vuông bầu trời ở cả ánh sáng quang học và cận hồng ngoại. Ở trên khí quyển cho phép nó đạt độ sâu trên trường rộng mà các khảo sát cận hồng ngoại từ mặt đất không sánh được. Bài báo dùng dữ liệu thu trong khoảng một năm rưỡi đầu của khảo sát — khoảng 3.000 độ vuông quan sát từ tháng 2/2024 đến tháng 8/2025.

Tàu Euclid trong phòng sạch trước khi phóng. Kính thiên văn 1,2 mét nhìn bầu trời qua phần trên của hình trụ trắng; từ trên khí quyển, camera cận hồng ngoại trường rộng của nó đạt độ sâu trên diện tích lớn mà các khảo sát từ mặt đất khó sánh được.

ESA / NASA Science fair-use

Tìm 31 chiếc kim trong đống cỏ này không đơn giản là nhìn ảnh. Nhóm xây phép đo quang tùy chỉnh rồi chạy nhiều bộ phân loại học máy và xác suất trên dữ liệu — mô hình mật độ extreme-deconvolution, bộ phân loại gradient-boosted và khớp theo template — để ước tính, với mỗi nguồn mờ dạng điểm, xác suất nó là quasar dịch đỏ cao chứ không phải một trong số rất nhiều vật gây nhầm, chủ yếu là sao lùn nâu lạnh có màu giống quasar xa. Các ứng viên được kiểm tra chéo giữa các phương pháp, xem bằng mắt và xếp ưu tiên theo dõi. Ảnh của Euclid chọn ứng viên; xác nhận đến từ quang phổ trên các kính lớn dưới mặt đất — trong đó có Magellan và Large Binocular Telescope — tách ánh sáng đủ chi tiết để thấy điểm gãy và các vạch phát xạ đặc trưng.

Bước xác nhận ấy vẫn là công việc đang diễn ra, và bài báo nói thẳng. Theo dõi quang phổ vẫn tiếp tục và, theo chính lời bài báo, chưa đạt độ hoàn chỉnh đầy đủ, đặc biệt ở bầu trời phía nam. Với các ứng viên đã được theo dõi nhưng không trở thành một trong 31 quasar xác nhận, bài báo ghi rõ: nhiều là vật gây nhầm (phần lớn có thể là sao lùn nâu), một số chưa kết luận được, một số không có tín hiệu phát hiện. Một nhóm quasar đã xác nhận là tiêu đề; bảng kê đầy đủ về phép chọn bắt được gì và bỏ sót gì được dành cho các bài sau.



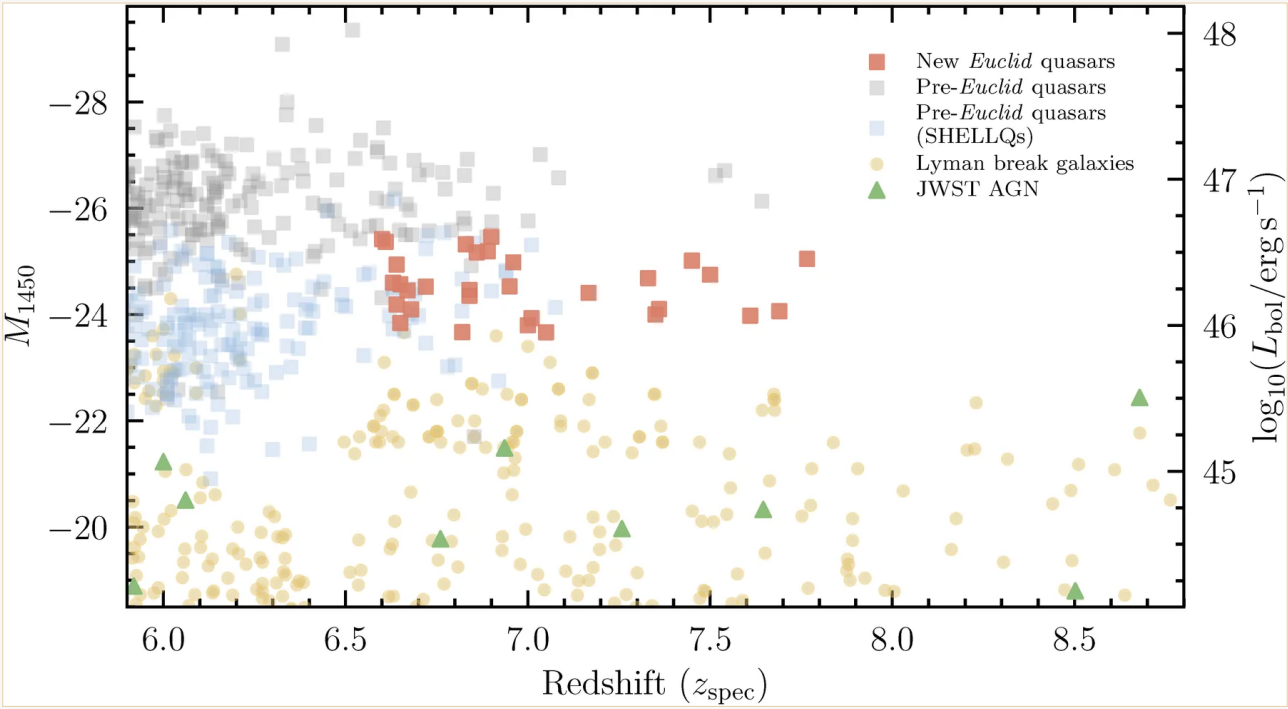
Biểu đồ màu–màu: cách Euclid phân biệt quasar xa với sao lùn nâu gần. Mỗi trục là chênh lệch độ sáng của vật thể trong hai bộ lọc Euclid, tức đo màu ánh sáng hơn là độ sáng tuyệt đối. Đường đỏ cho vị trí dự đoán của quasar dịch đỏ cao (nhãn ghi dịch đỏ 7,0 đến 8,5); đường xanh nhạt cho sao lùn nâu lạnh — nhóm giả mạo chính — được ghi loại từ M0 đến T0. Ba mươi mốt quasar mới (sao đỏ) nằm dọc theo đường quasar; vật gây nhầm đã xác nhận (xám) và ứng viên không kết luận hoặc không phát hiện (tím) rơi ra ngoài. Nơi hai đường tiến gần nhau, chỉ màu sắc không thể quyết định — vì vậy mỗi quasar vẫn cần xác nhận quang phổ.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Kỷ lục, nhưng đặt đúng tỷ lệ

Một trong 31 quasar, EUCL J1729+6410, nằm ở dịch đỏ khoảng 7,77 và hiện là quasar xa nhất đã biết. Đó là một kỷ lục thật, nhưng nên nói rõ bước tiến lớn đến đâu. Qua hai thập kỷ tìm kiếm chuyên biệt, biên đã được đẩy đến khoảng dịch đỏ 7,5, với kỷ lục ngay trước đó khoảng 7,64. Từ 7,64 lên 7,77 là tiến bộ thật nhưng gia tăng — bài báo ước phần tăng khoảng 0,13 dịch đỏ, tương đương xấp xỉ 15 triệu năm thời gian vũ trụ. Một cú nhích, không phải cú nhảy.

Con số quan trọng hơn là con số còn lại: làm mẫu quasar trên dịch đỏ 7 tăng gấp đôi chỉ trong một lượt đầu. Một kỷ lục gia là một vật thể, và một vật thể là một điểm dữ liệu. Một quần thể tăng gấp đôi và còn tiếp tục lớn mới cho phép làm thống kê — đo các lỗ đen này phổ biến đến đâu, sáng ra sao, tụ cụm thế nào — và thống kê mới là nơi khoa học về Vũ trụ sơ khai thực sự sống. Phần lớn quasar mới cũng tương đối mờ, kém sáng một đến hai cấp sao so với quasar sáng được tìm thấy trước Euclid. Đầu mờ khó chạm tới hơn và, với nghiên cứu tái ion hóa, giá trị hơn: quasar mờ tạo các bong bóng ion hóa nhỏ hơn quanh chúng, nên ánh sáng của chúng lấy mẫu nhiều hơn phần khí vẫn trung hòa.



Vị trí của các quasar mới: độ sáng so với khoảng cách vũ trụ. Trục ngang là dịch đỏ — càng sang phải nghĩa là càng sớm trong lịch sử vũ trụ. Trục dọc là độ sáng tử ngoại nội tại của mỗi quasar, ký hiệu M1450; theo quy ước cấp sao thiên văn cũ, thang này chạy ngược nên càng lên cao càng sáng (thang bên phải biểu diễn cùng điều đó dưới dạng độ sáng toàn phần, hay *bolometric*). Đọc theo cách ấy, biểu đồ là một cuộc kiểm kê. Các quasar sáng đã biết trước đây (xám) tập trung ở dịch đỏ thấp hơn; khảo sát sâu hơn SHELLQs (xanh nhạt) đã chạm tới vật thể mờ hơn nhưng không lùi xa hơn nhiều theo thời gian. 31 quasar Euclid mới (đỏ) kéo quần thể sáng ấy ra đến dịch đỏ cao nhất — điểm ngoài cùng bên phải là kỷ lục 7,77 — đồng thời mờ hơn khoảng một đến hai cấp sao so với các quasar sáng kinh điển. Bên dưới là vùng chỉ các khảo sát sâu, hẹp mới tới được: biển thiên hà Lyman-break (vàng) và số ít lỗ đen bồi tụ rất mờ mà JWST đã tìm thấy (tam giác xanh). Đóng góp của Euclid hiện ra như một nhóm riêng — quasar tương đối sáng, rất sớm, trên diện tích rộng — nối mẫu sáng cũ về phía quần thể mờ mà hiện nay chỉ các kính quan sát định hướng sâu mới chạm tới.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Những gì vẫn chưa chắc chắn

Có ba lưu ý đi cùng kết quả này, và chính bài báo nêu cả ba.

Thứ nhất, đây là kết quả ban đầu, không phải phép đo cuối cùng. Các tác giả chủ động để phân tích thống kê toàn diện về hàm chọn và quần thể quasar cho các công bố sau. Các ràng buộc về hàm độ sáng ở đây là cái nhìn đầu tiên, chưa phải lời cuối.

Thứ hai, không phải mọi “quasar” mờ đều chắc chắn là quasar. Ở đầu mờ, một số vật được nhận diện là quasar có thể hóa ra là thiên hà sơ khai compact, đặc biệt nếu chúng thiếu vạch Lyman-alpha nở rộng mạnh. Nhóm đưa ra kiểm tra sơ bộ rằng các vật phù hợp với nguồn điểm hơn là thiên hà mở rộng, nhưng gọi nó là sơ bộ: quang phổ cận hồng ngoại sâu từ JWST và thiết bị tương tự mới là thứ xác định bản chất thật của những vật mờ nhất.

Thứ ba, chính các vật thể này mờ và gần giới hạn mà quang phổ từ mặt đất có thể đặc trưng. Xác định khối lượng lỗ đen, môi trường xung quanh và vị trí của chúng trong câu chuyện tái ion hóa sẽ cần JWST, ALMA và NOEMA. Euclid rất giỏi tìm chúng; phần lớn việc nghiên cứu chi tiết được bàn giao cho các thiết bị khác.

Vì sao nó quan trọng

Giá trị của công trình này nằm ở nhân khẩu học vũ trụ. Suốt một thập kỷ, một tỷ năm đầu của Vũ trụ chỉ cho các nhà thiên văn vài quasar để suy luận. Chỉ trong một lát sớm của khảo sát, Euclid đã thêm đủ để biến một danh sách thành một mẫu — và theo đúng dự báo trước phóng, nó đang trên đà tiếp tục.

Điều đó quan trọng vì các câu hỏi mở ở đây là câu hỏi về quần thể. Lỗ đen đã lớn nhanh đến vậy bằng cách nào? Khí liên thiên hà ở các thời điểm khác nhau chắp vá và trung hòa đến mức nào? Không vật thể ngoạn mục đơn lẻ nào trả lời được chúng; phải đếm, so sánh và lập bản đồ nhiều vật thể. Điều Euclid chứng minh là khả năng xây cuộc kiểm kê ấy — kể cả ở đầu mờ, nối với quần thể lỗ đen bồi tụ khó hiểu mà JWST đang tìm thấy trong cùng thời đại. Bài báo này không giải thích cách các lỗ đen đầu tiên hình thành và cũng không tự đo tái ion hóa. Nó cung cấp nguyên liệu thô với số lượng lớn mà các phép đo đó cần, đồng thời đặt một biên rõ cho các chiến dịch theo dõi đã bắt đầu.

Tóm tắt gọn

Dùng khoảng 3.000 độ vuông đầu tiên của Euclid Wide Survey, Euclid Collaboration phát hiện 31 quasar mới ở dịch đỏ 6,6–7,8, trong đó 12 quasar ở dịch đỏ 7 trở lên — hơn gấp đôi quần thể đã biết tại đó — gồm một quasar ở dịch đỏ 7,77 hiện giữ kỷ lục xa nhất. Điều quan trọng là Euclid đã chứng minh khả năng tìm hàng loạt những vật hiếm, phần lớn mờ này, chứ không phải cú nhích gia tăng của kỷ lục dịch đỏ. Đây là kết quả ban đầu: phân tích thống kê đầy đủ, phần lớn xác nhận quang phổ và đặc trưng chi tiết từng vật thể vẫn còn ở phía trước.

Đánh giá thẳng thắn

Bài báo cho thấy gì: Trong khoảng 1,5 năm đầu trên khoảng 3.000 độ vuông, Euclid Wide Survey có thể tìm quasar dịch đỏ cao với số lượng chưa khảo sát trước nào đạt được — 31 quasar xác nhận ở dịch đỏ 6,6–7,8, 12 quasar ở dịch đỏ 7 trở lên, gần như làm số đã biết ở đó tăng gấp đôi, với vật xa nhất ở khoảng 7,77.

Điều hợp lý nhưng không phải trọng tâm: Chính kỷ lục dịch đỏ. Nó là thật, nhưng chỉ đẩy biên khoảng 0,13 dịch đỏ — từ kỷ lục trước gần 7,64 lên 7,77, tương đương khoảng 15 triệu

năm thời gian vũ trụ. Tiêu đề có tuổi thọ dài hơn là mẫu tăng gấp đôi, còn tiếp tục lớn và bất thường ở chỗ khá mờ, chứ không phải một vật giữ kỷ lục.

Bài báo không cho thấy gì: Nó không giải thích cách các lỗ đen siêu khối lượng đầu tiên hình thành, cũng không đo quá trình tái ion hóa. Các quasar này là công cụ cho những câu hỏi đó, không phải câu trả lời. Đây cũng chưa phải điều tra quần thể cuối cùng — phân tích thống kê đầy đủ được dành rõ ràng cho các bài sau.

Hạn chế chính với độc giả phổ thông: Theo dõi quang phổ chưa hoàn chỉnh, đặc biệt ở phía nam; kết quả hàm độ sáng còn sơ bộ; và một số vật mờ nhất được gọi là quasar có thể hóa ra là thiên hà sơ khai cho đến khi quang phổ cấp JWST xác nhận.

Độc giả phổ thông nên tin tưởng đến mức nào? Cao rằng Euclid đã thay đổi những gì có thể tìm thấy ở các dịch đỏ này, và cao đối với xác nhận qua bình duyệt của các vật sáng hơn. Thấp hơn — theo chính cách tác giả đóng khung — đối với các con số chính xác của quần thể đầu mờ và bản chất của các ứng viên mờ nhất: đây là kết quả đầu tiên, chưa phải kết luận ổn định.

Nguồn

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883