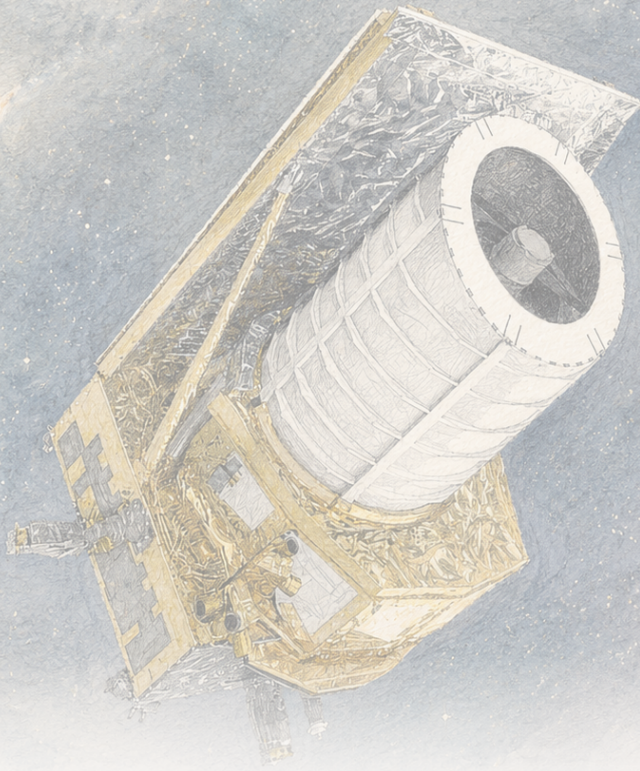




The CLEAN PAPER

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

歐幾里得將紅移 7 以上的少量類星體樣本翻了一番多

在歐幾里得廣域巡天的頭一年半中，對約 3,000 平方度的搜索發現了 31 顆紅移 6.6 至 7.8 之間的新類星體。其中 12 顆位於紅移 7 或更高，將歐幾里得之前那裡已知的寥寥幾顆翻了一番多，還有一顆紅移 7.77 的類星體現在是有記錄以來最遙遠的類星體。真正的進步不在於那個單一記錄——它只是將已在紅移 7.5 附近停滯多年的前沿推進了一小步——而在於該巡天大範圍發現這些稀少、大多微暗的天體的能力，這才是使它們成為年輕宇宙有用探針的關鍵。這是一個初步結果，完整的統計分析和大量光譜學確認仍有待完成。

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

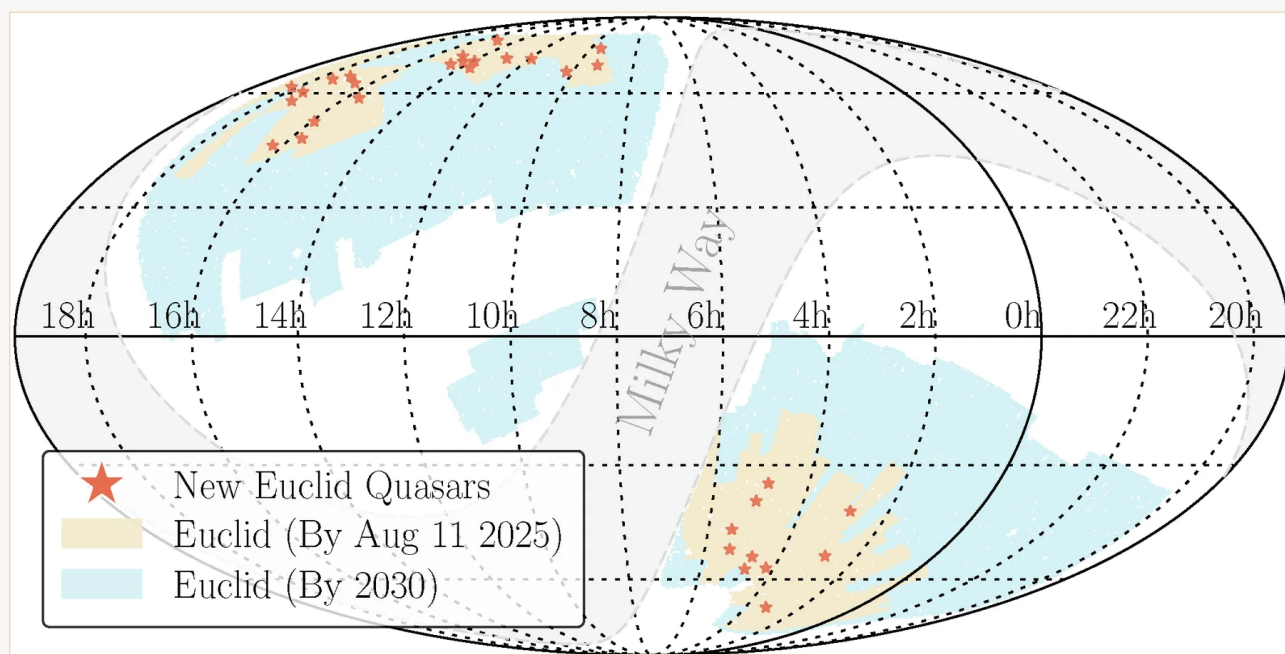
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at $6.6 < z < 7.8$* , D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarnieri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

一項為發現稀有事物而生的巡天，剛剛找到了一批

類星體是一個正在進食的超大質量黑洞，它在吞噬氣體時燃燒得如此明亮，以至於能蓋過其整個宿主星系。由於它們是宇宙中最明亮且穩定的光源之一，類星體可以充當信標：找到一個足夠遙遠的類星體，它的光就變成了一盞燈，舉在數十億年空間幕布之後。

最遙遠的類星體——那些在宇宙年齡不到十億歲時便已出發的光——也是最稀有的。在歐幾里得太空望遠鏡啟動其主巡天之前，紅移 7 以上的確認類星體僅有約九顆——這是自 2011 年首次發現以來緩慢積累的成果。

在天文學與天體物理學期刊的一篇新論文中，歐幾里得合作組報告了在巡天的頭一年半裡發現的 31 顆新類星體，紅移範圍在 6.6 至 7.8 之間。其中 12 顆位於紅移 7 或更高。僅這一次巡天就將這些紅移處的已知數量翻了一番多。這是一個巡天能力的故事，值得精確地說明其含義——和不含義。



迄今為止歐幾里得廣域巡天已覆蓋的區域（米色）與計劃於 2030 年完成的全部區域（青色）對比，新發現的 31 顆高紅移類星體以紅色標記。它們僅來自該巡天的第一片區域——該巡天計劃最終繪製約 14,000 平方度——巡天能力的故事濃縮於一幅圖。

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

Euclid made the small $z \geq 7$ sample visibly larger

The point is not 'the first quasars'; it is a sparse high-redshift census getting less sparse.



Boundary: a bigger census of rare high-redshift quasars, not a claim about the first objects in the Universe.

在歐幾里得之前，紅移 7 以上的已知類星體約有九顆（2011–2024）。僅這一早期巡天就增加了十二顆——「翻番」變得具體，儘管樣本仍然很小。

Original diagram —The Clean Paper CC BY 4.0

如此遙遠的類星體為何值得付出努力

紅移衡量的是宇宙膨脹將光源的光拉長多少後才到達我們；紅移越高意味著光越古老，宇宙越早期。紅移 7 意味著我們回望到大爆炸後不到十億年，進入再電離紀元的尾聲，當時最初的發光天體正在燒掉填滿早期空間的中性氫霧。

什麼是紅移，為什麼它能兼作距離和時鐘

如果這個詞彙對你很陌生：紅移是光源的光在到達我們時被拉伸到更長、更紅波長的程度。有兩點讓這個單一數字如此有用。第一，光以固定速度傳播，所以任何遙遠的東西也是很久以前看到的——凝視太空深處就是回望時間。第二，因為宇宙在光傳播的整個旅程中一直在膨脹，旅程越長，光被拉伸得越多。因此，更大的紅移意味著光更早出發、來自更遠的地方、那時宇宙更年輕。這裡的紅移 7 是來自大爆炸後不到十億年的光——遠不足宇宙當前年齡的十分之一。

這個時代的類星體有兩個獨立用途。第一，每一顆都已擁有數億至數十億倍太陽質量的黑洞。在這麼早期培育如此重的東西是困難的：在黑洞吸積速度的通常限制下，只有相當大的「種子」才有足夠時間在可用的幾億年內達到那些質量。因此，這些天體的存在本身和普查就約束了第一批超大質量黑洞的形成和增長方式。第二，類星體的光穿過周圍的星系際介質時，攜帶著該氣體中性程度的印記，這使得每顆類星體既是其背後黑洞的探測器，也是其視線方向上星系際氣體的探測器。

他們發現了什麼

一個數量翻倍的樣本。該團隊發現了 31 顆新確認的類星體，紅移範圍在 6.6 至 7.8 之間。其中 12 顆位於紅移 7 或更高——這一數字使那裡的已知數量翻了一番多。這些天體是在歐幾里得廣域巡天（EWS）第一片約 3,000 平方度的區域內找到的，使用的是一套多步驟選擇管道：紅外顏色截斷以分離早期宇宙天體，然後進行光度紅移篩選，最後以地面光譜學確認。這些步驟中的每一步都是為了拒絕前景介入者——銀河系內的褐矮星、中間紅移的星系——並只保留那些在照片和光譜中都顯示為真實遙遠類星體的候選者。

一顆刷新紀錄但不喧賓奪主。這批樣本中最遠的一顆——J0410-0139——紅移約為 7.77。這將已知最遠類星體記錄從先前約 7.64 處的某顆天體推進了一步。記錄本身是真實的，但作者明智地通過將這些天體稱為一批並將注意力集中在人口統計上，以盡量減少其分量。紅移 7.77 的光芒——在宇宙不到七億年時便已出發——並不亞於任何先前記錄，只是它在越來越微小的增量模式中顯得很熟悉。更大的故事是整體的翻番。

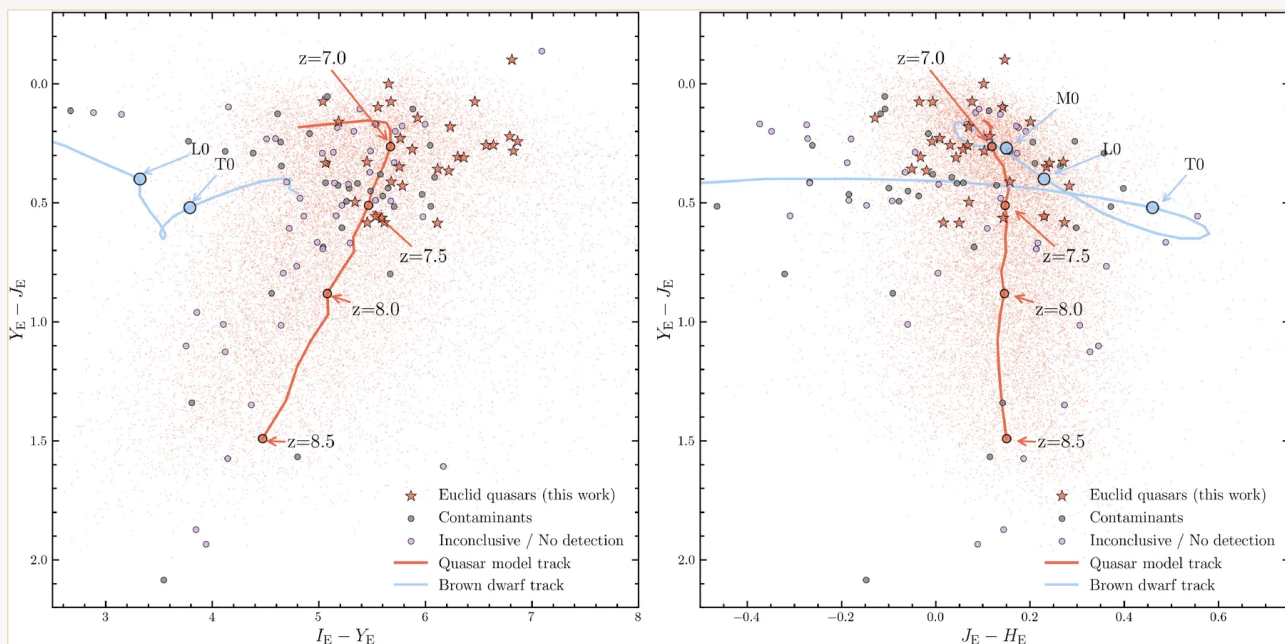
微弱的一批——而這正是關鍵所在。新發現中的許多類星體比之前該紅移處的已知類星體要暗得多。在紅移 7.3 以上，所有 12 顆新類星體的 J 星等都暗於 19.5 等（地面光譜學當前的實際極限），其中三顆暗於 20.3 等。這很重要，因為它表明歐幾里得正在探測的不僅僅是明亮、罕見的怪物。它正在向下觸及更龐大的普通類星體群體，從而提供一個更完整、統計上更有用的普查。

一個不符合「純功率」故事的光度函數。作者擬合了一個初步的紫外光度函數——計數在給定光度處存在多少類星體——在紅移 6.6 處顯示了約 2.2 個數量級的下降，並提出了一個陡峭斜率使計數降至大約 $2 \times 10^{-10} \text{ Mpc}^{-3} \text{ mag}^{-1}$ 。但將歐幾里得新發現的微弱樣本與先前較亮的普查拼接時，光度函數在暗端似乎並未如期變平。這可能意味著標準推斷——將較亮天體的形狀外推到暗端——低估了真正的數量。或者，它可能暗示著暗端混入了某些非類星體天體——這一點下文將詳細討論。



歐幾里得太空飛船發射前在潔淨室中的照片，一側有黑色太陽能電池板，白色望遠鏡筒位於儀器模組上方。

ESA / NASA Science fair-use



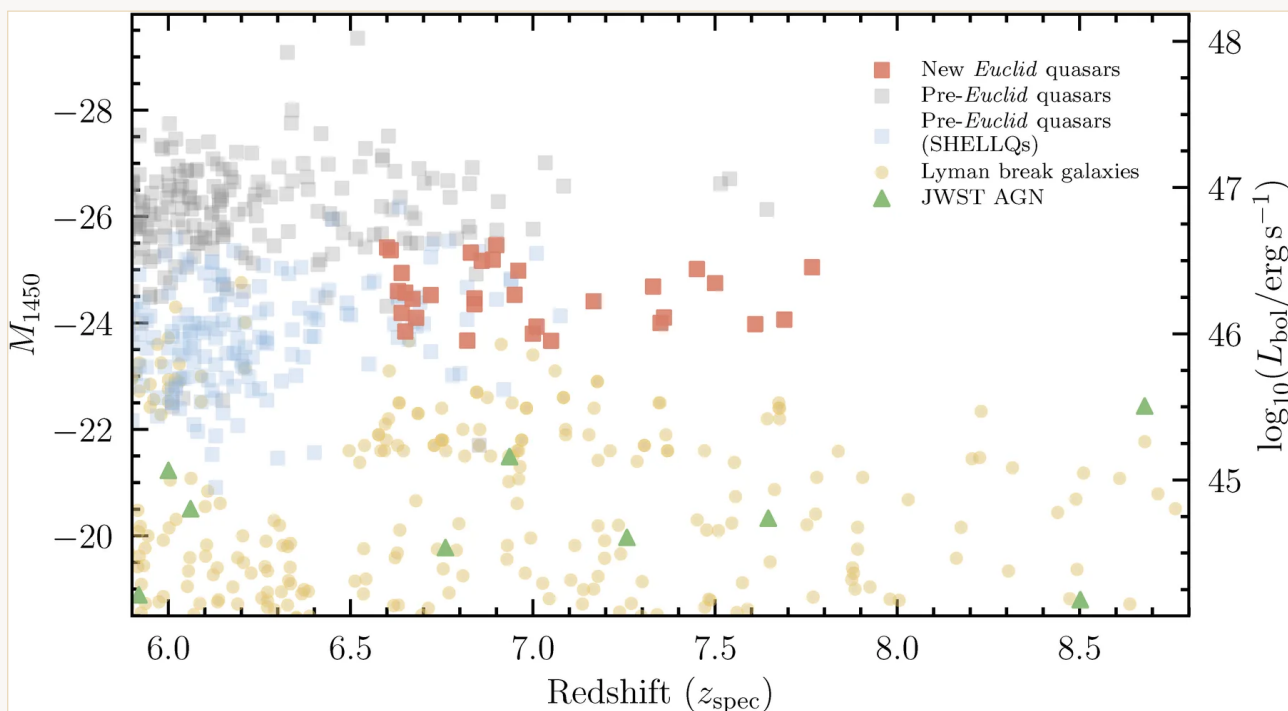
論文中的兩幅顏色-顏色圖，比較了已確認的歐幾里得類星體與已拒絕或不確定的候選體。紅星標記新類星體，灰色圓圈標記污染物，紫色圓圈標記不確定或無探測的天體，紅色曲線追蹤預期的高紅移類星體顏色，淺藍色曲線追蹤褐矮星顏色。

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

零自誤認。一個具有如此多步驟的選擇管道在設計上會產生物認——理論上有風險，即假信號可能作為類星體混入。作者明確檢查了這一點，並在當前的深度分析中對任何誤認給出了零的證據。這一點很重要：它不是管道步驟的寬鬆聲明；它是報告結果的必要部分。但這不是「完成」；這是「尚未見到」。隨著樣本增長，少量天文誤認幾乎是不可避免的。

一次推送三篇論文

本文是一組同時發表的三篇論文之一。第二篇論文按類型——無線電噪和無線電靜——拆分結果，並重新驗證選擇管道。第三篇論文涉及亞毫米波段對應天體，並將這些類星體與透過 JWST 研究的高紅移活動星系核（AGN）聯繫起來，解決了歐幾里得微弱樣本與 JWST 在該時期發現的增生黑洞之間的交集問題。這三篇論文是相互聯繫的，但本文是入口：純普查。



一幅紅移對 M_{1450} 絕對紫外星等的散點圖。歐幾里得新發現的類星體以紅色標記，並與歐幾里得之前的類星體、SHELLQs 類星體、萊曼破裂星系以及 JWST 發現的微弱活動星系核候選體進行比較。

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

應該保持什麼界限

三件事防止這一結果被過度消費。

第一，這是一個初步結果，而非最終測量。作者明確將選擇函數和類星體種群的全面統計分析保留給後續出版物。此處光度函數約束是初步結論，而非最終結論。

第二，並非每顆微弱的「類星體」都保證是類星體。在暗端，一些被識別為類星體的天體可能實際上是緻密的早期星系，特別是如果它們缺乏強烈展寬的萊曼-阿爾法譜線。團隊給出了一個初步檢查，表明這些天體與點源而非延展星系一致，但稱之為初步的：來自 JWST 及類似設施的深近紅外光譜學將定論最暗天體的真實性質。

第三，這些天體本身很暗，接近地面光譜學能夠表徵的極限。要確定其黑洞質量、周圍環境以及它們在再電離故事中的位置，將需要 JWST、ALMA 和 NOEMA。歐幾里得非常擅長找到這些天體；它在很大程度上將它們移交給其他儀器研究。

為什麼重要

這項工作的價值在於人口統計。十年來，宇宙的頭十億年只給天文學家提供了屈指可數的幾顆類星體來推理。歐幾里得在其早期巡天的一片區域內新增了足夠的類星體，將這一狀態從一份名單轉變為一個樣本——並且它正在按照發射前的預測繼續推進。

這之所以重要，是因為此處的開放問題是種群問題。黑洞如何變得如此之大、如此之快？星系際氣體在不同時期有多大程度的中性和不均勻性？這些問題無法由任何一顆驚豔的天體來回答；它們通過計數、比較和繪製許多天體的圖譜來回答。歐幾里得所展示的正是構建這一普查的能力——包括暗端，而這正與 JWST 在同一時期發現的令人困惑的增生黑洞種群相關聯。這篇論文沒有解決第一批黑洞如何形成的問題，也沒有自行測量再電離。它提供了這些測量所需的大量原始材料，並設定了一個清晰的前沿，供已在進行中的後續觀測活動推進。

清潔摘要

利用歐幾里得廣域巡天首批約 3,000 平方度的數據，歐幾里得合作組發現了 31 顆新類星體，紅移範圍在 6.6 至 7.8 之間，其中 12 顆位於紅移 7 或更高——將那裡的已知數量翻了一番多——包括一顆紅移 7.77 的類星體，現為有記錄以來最遙遠的類星體。重要的是該巡天所展示的大批量發現這些稀有、大多微弱的類星體的能力，而非增量紅移記錄。這些結果為首次數據發布：完整的統計分析、大量光譜學確認及各天體的詳細表徵仍有待完成。

No-BS 檢查

論文所展示的：歐幾里得廣域巡天在頭約 1.5 年、約 3,000 平方度內，能夠以前所未有的數量找到高紅移類星體——紅移 6.6 至 7.8 之間確認 31 顆，其中十二顆位於紅移 7 或以上，將那裡的已知數量大約翻番，最遠一顆紅移約 7.77。

合理但並非重點的：紅移記錄本身。它是真實的，但它只將前沿推進了約 0.13 的紅移——從先前約 7.64 處的記錄推進到 7.77，約一千五百萬年的宇宙時間。經得起時間考驗的標題是翻倍的、增長的、不尋常的微弱樣本，而非單一記錄保持者。

它沒有展示的：第一批黑洞如何形成；再電離的時間線或空間不均勻性；任何個體天體的完整物理表徵；對星系際介質的中性比例的直接測量或約束。

主要侷限：來自早期巡天切片的初步數據發布；選擇函數和確定性光譜學確認仍不完整；最暗候選者的分類——類星體還是早期緻密星系——仍有少數情況未解決；地面光譜學已接近其極限。

普通讀者應該抱有多大信心？ 高度信心——這些 31 顆天體的紅移在報告精度內是正確的，並且紅移 7 以上的樣本大約翻番是真實的。高度信心——歐幾里得的管道正在發現以前調查錯過的微弱類星體群體。中等信心——這是 JWST 所發現的累積黑洞數量的真實開端；工作正在進行中。低度信心——關於任何個體類星體的確定物理陳述，超越其亮度和紅移；J0410–0139 是最遠記錄的具體斷言——很可能為真，但所有此類記錄都脆弱，並且隨著更精細光譜學的出現會被修訂。恰當的立場：一項為未來十年早期宇宙研究設定基礎的巡天——而非一項聲稱解決了該時期的巡天。

來源

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>