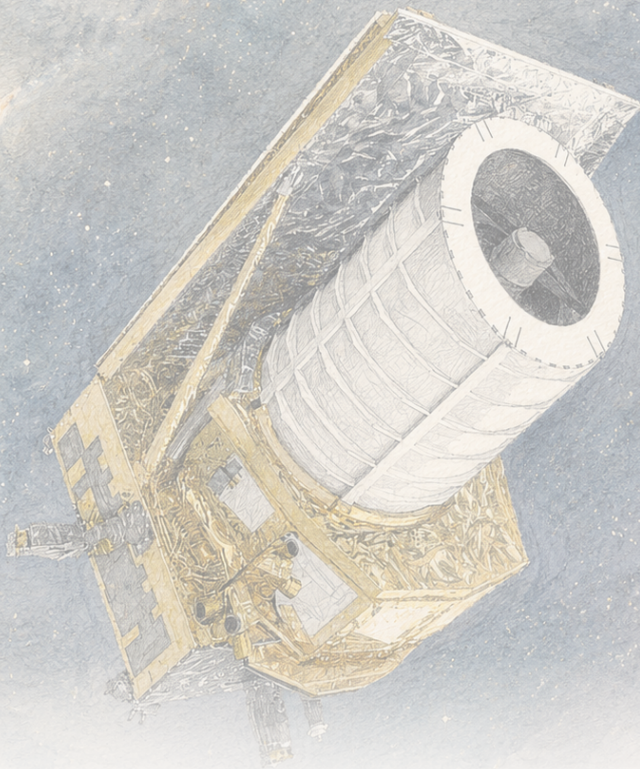




The CLEAN PAPER

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

Euclid 让红移 7 以上类星体的小样本一次增加超过一倍

Euclid Wide Survey 的前一年半，在约 3000 平方度天空中找到 31 个新的高红移类星体，红移介于 6.6 到 7.8。其中 12 个位于红移 7 以上，使 *Euclid* 之前只有个位数的已知样本一次增加超过一倍；其中一个红移 7.77 的天体，现在是已知最遥远的类星体。真正的进展不是这一笔单一记录——它只把多年停在约 7.5 的边界往前推了一点——而是这项巡天已证明能大量找出这些罕见、而且大多偏暗的天体，这才让它们成为研究年轻宇宙的统计探针。这仍是初步结果；完整统计分析以及相当一部分光谱确认，都还在后面。

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

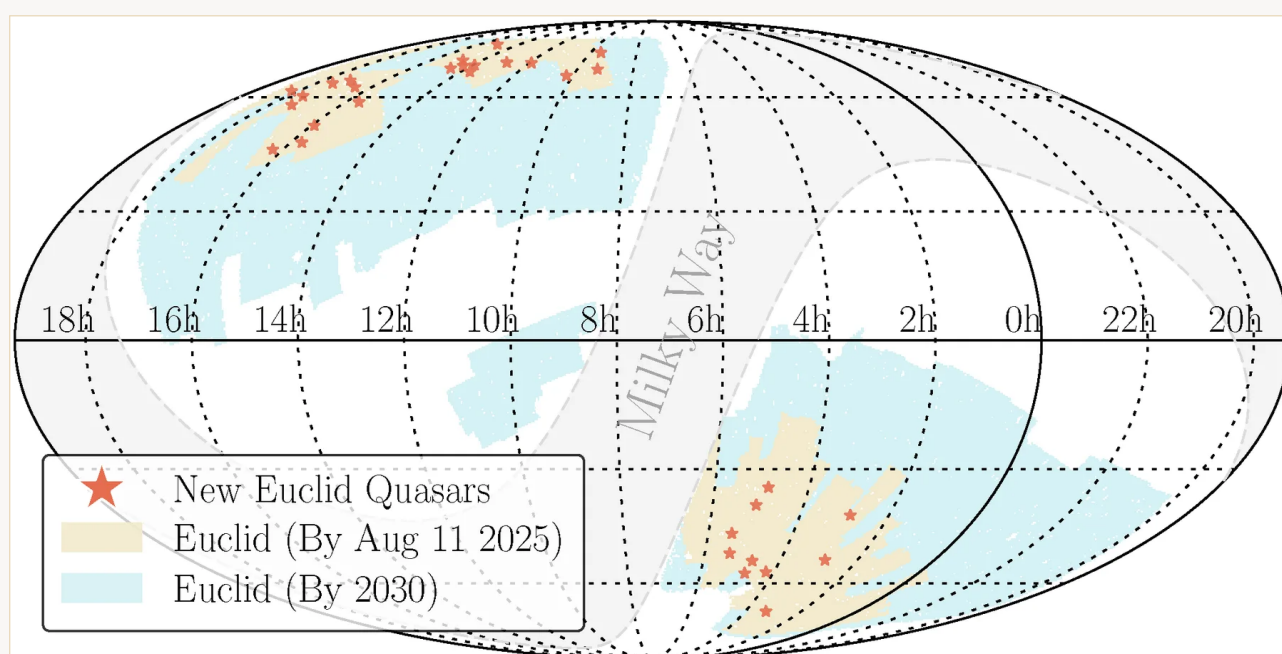
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at $6.6 < z < 7.8$* , D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

一项为罕见天体设计的巡天，一次找到了整批目标

类星体是正在猛烈进食的超大质量黑洞。它吞噬气体时可以亮到压过整个宿主星系。因为类星体是宇宙中最明亮、而且能长期稳定发光的天体之一，所以它们很好用：只要找到一个足够遥远的类星体，它的光就像在数十亿年宇宙空间背后放了一盏灯，让我们读出沿途发生过什么。

最遥远的类星体——那些光在宇宙年龄还不到十亿年时就已出发的天体——也最罕见。在 Euclid 空间望远镜开始主巡天之前，红移 7 以上只有大约九个经确认的类星体；这份列表是从 2011 年第一个此类天体发现后，一个一个慢慢累积起来的。

如今 Euclid Collaboration 在 *Astronomy & Astrophysics* 发表的新论文中报告：只用巡天前一年半的数据，就找到 31 个红移介于 6.6 与 7.8 的新类星体，其中 12 个位于红移 7 以上。单是这一轮，就让那个红移区间的已知样本增加超过一倍。这真正是一个“巡天能力”的故事，而重要的是把它做到了什么、又还没做到什么说清楚。



目前 Euclid Wide Survey 已覆盖的区域（米色），与预计在 2030 年前完成的完整巡天范围（青色）并列；31 个新发现的高红移类星体以红色标出。这些天体只来自一个最终计划绘制约 14,000 平方度天空的巡天最初一小部分——一张图就能看出这项工作的真正重点：规模。

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.

Euclid 之前，在红移 7 以上大约只有九个已知类星体（2011–2024）。这次早期巡天一次加入十二个——所谓“翻倍”其实就是这么直接，而原本的样本仍然非常小。

Original diagram —The Clean Paper CC BY 4.0

为什么如此遥远的类星体值得这么麻烦

红移衡量的是：宇宙膨胀在光抵达我们之前，把它的波长拉长了多少。红移越高，代表我们看到的是越久以前、也就是越早期的宇宙。在红移 7，我们看到的是大爆炸后不到十亿年的时代，接近再游离时期的尾声；当时最早期的明亮天体正逐渐把充满宇宙的中性氢“雾”电离掉。

什么是红移，以及为什么它同时像距离尺和时钟

如果这个词很陌生：红移指的是一个天体发出的光，在抵达我们之前被拉长到更长、更红的波长多少。这一个数字之所以特别有用，有两个原因。

第一，光速固定，因此任何遥远天体也必然是“很久以前”的天体——看得越深，就等于看得越久远。第二，光在一路飞行期间宇宙一直膨胀；旅程越长，波长被拉得越多。所以较大的红移表示光更早出发、来自更远的地方，也是在宇宙更年轻时发出的。这里的红移 7，代表光出发时距离大爆炸还不到十亿年，远低于宇宙今天年龄的十分之一。

这个年代的类星体有两个彼此独立的重要用途。第一，每一个类星体里都已经有一颗质量达数亿到数十亿个太阳的黑洞。在这么早的宇宙长出这么重的东西并不容易：如果黑洞吸积速度受一般理论限制，那么在可用的几亿年内，只有本来就相当大的“种子黑洞”才有足够时间长到这种质量。因此，这些天

体光是存在、以及它们究竟有多少，就能约束最早期超大质量黑洞如何形成与成长。

第二，类星体光在穿过周围星系际介质时，会留下当时气体仍有多少是中性的痕迹，因此每个类星体也能作为再游离过程本身的探针。

问题是，这些天体极端罕见，也极难找到。在这种红移下，类星体最明显的特征——Lyman-alpha break——已被拉出可见光、进入近红外，因此要找到它们，就必须在很大的天空面积上做很深的近红外成像；在相关亮度限制下，大约每一百平方度才有一个。从地面同时做到“近红外够深”和“范围够广”，一直非常困难。Euclid 正是为填补这个缺口而设计。

Euclid 实际做了什么

Euclid 是一台口径 1.2 米的空间望远镜，执行一项为期六年的巡天，目标是在可见光与近红外中绘制约 14,000 平方度的天空。位于大气层之外，让它在宽视野下达到地面近红外巡天很难兼得的深度。这篇论文使用的是巡天大约前一年半流入的数据：从 2024 年 2 月到 2025 年 8 月，约 3000 平方度。



发射前，Euclid 航天器位于无尘室中。1.2 米望远镜从白色圆柱顶部望向天空；在大气层上方，它的宽视野近红外相机能在大范围内达到地面搜索难以匹敌的深度。

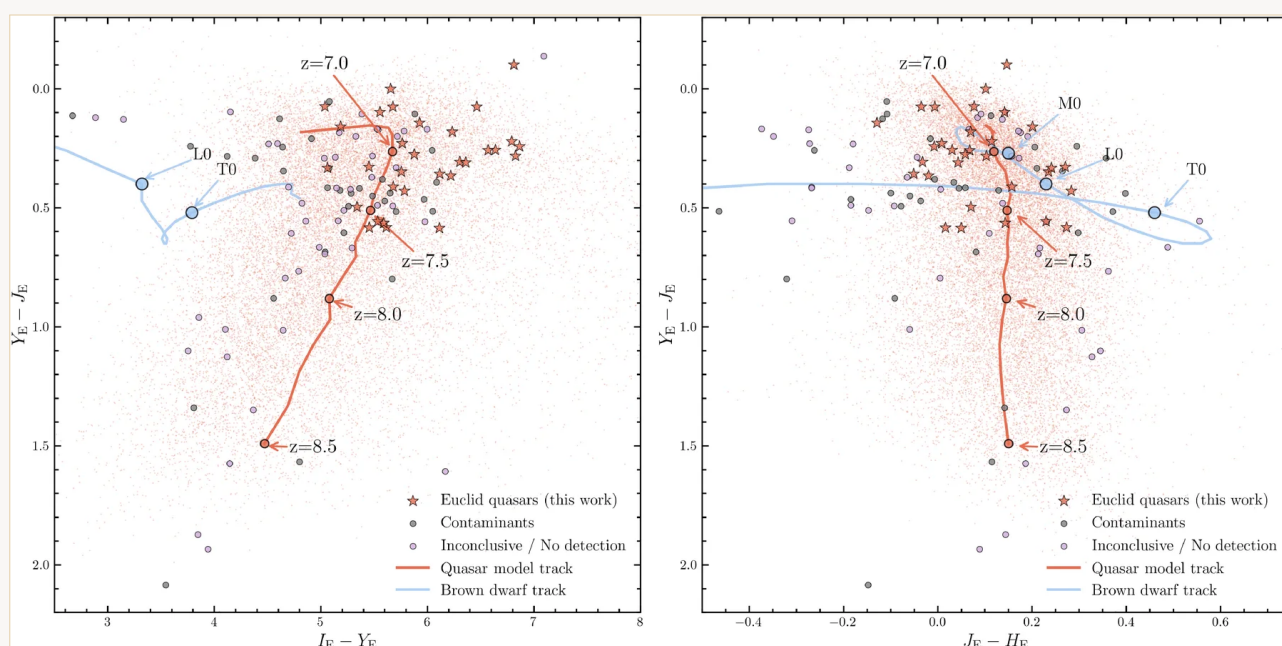
ESA / NASA Science fair-use

要从这堆数据里找出 31 根针，并不是“看一看”就完成。团队先建立定制光度测量，再用数种机器学习与概率分类方法分析——包括 extreme-deconvolution density model、gradient-boosted classifier,

以及模板拟合——对每一个微弱、点状光源估计它是高红移类星体的概率，而不是数量远多得多的污染源。最主要的冒牌货，是低温棕矮星，因为它们的颜色会模仿遥远类星体。

候选者会在不同方法间交叉检查，也会由研究者人工复核，再依优先顺序安排后续观测。Euclid 自己的图像负责挑选候选者；真正的确认则靠大型地面望远镜获得的光谱——包括 Magellan 与 Large Binocular Telescope——把光细分到足以看见特征性的谱线中断与发射线。

这个确认步骤目前仍然是进行中的工作。后续光谱观测尚未完成；论文自己明白表示完整性还不够，尤其南天更是如此。那些被追踪、但最后没有成为 31 个确认类星体的候选者，论文也坦白交代：许多是污染源（很大一部分可能是棕矮星），有些结果不确定，有些则完全没有可探测信号。“找到一批确认类星体”是这篇论文的主标题，但选择流程到底抓到了什么、漏掉了什么，完整统计还要留到后续论文。



颜色—颜色图：Euclid 如何把遥远类星体和附近棕矮星分开。每一条轴都表示对象在两个 Euclid 滤镜中的亮度差，因此捕捉的是光的颜色，而不是总亮度。红色曲线表示理论上高红移类星体应该落在哪里（标签从红移 7.0 到 8.5）；淡蓝色曲线则是主要冒牌货——低温棕矮星——从 M0 到 T0 的颜色路径。31 个新类星体（红星）大致沿着类星体轨迹排列；确认的污染源（灰色）以及不确定或未探测候选者（紫色）多半偏离。两条轨迹靠近时，只靠颜色无法决定——所以每个类星体最后仍需要光谱确认。

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

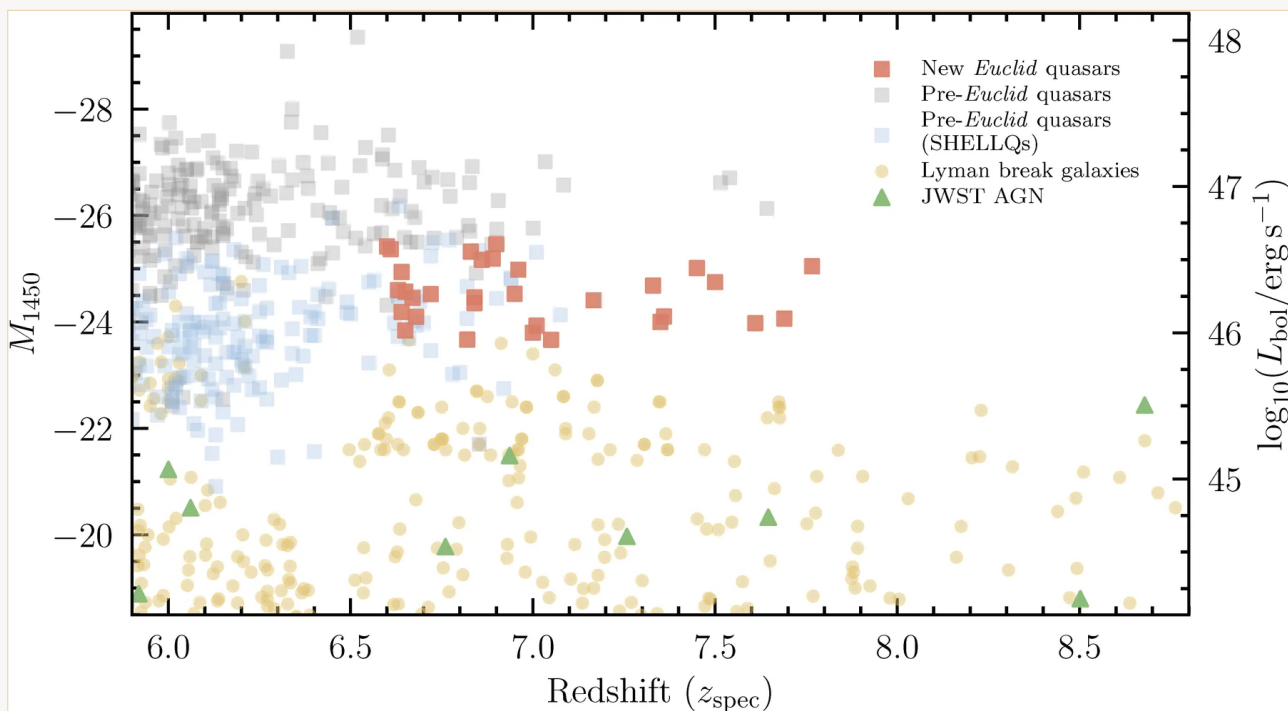
那个最远纪录，应该放回正确比例

31 个新类星体里，有一个编号 EUCL J1729+6410，红移约 7.77，目前是已知最遥远的类星体。这确实是新纪录，但最好也把这一步究竟有多大说清楚。经过二十年的专门搜索，原本的前沿已经推到红移约 7.5，此前的纪录保持者约为 7.64。从 7.64 前进到 7.77 当然是真正进展，但属于渐进式进展——论文估算红移只增加约 0.13，相当于宇宙时间大约一千五百万年。这是一小步，不是一大步。

更重要的其实是另一个数字：在一次早期巡天里，红移 7 以上的样本直接翻倍。纪录保持者毕竟只是

一个天体，而一个天体只是一个数据点。当样本翻倍，而且还持续增加，你才能真正开始做统计——测量这些黑洞有多常见、多亮、是否聚集——而研究早期宇宙真正需要的就是统计。

大多数新类星体也相对偏暗，比 *Euclid* 以前发现的明亮类星体暗约一到两个星等。这个微弱端更难碰到，但对再游离研究反而更有价值：较暗类星体在周围挖出的电离气泡较小，因此它们的光会穿过更多仍保持中性的气体。



新类星体落在哪里：亮度对宇宙距离。横轴是红移——越往右，代表宇宙史越早。纵轴是每个类星体的内在紫外亮度，以 M_{1450} 绝对星等表示；天文学传统的星等刻度方向是反的，因此图上越高反而越亮（右侧刻度把同一件事改用总光度，也就是 *bolometric luminosity*，表示）。这样读，整张图其实就是一张人口普查。*Euclid* 之前已知的亮类星体（灰色）集中在较低红移；较深的 SHELLQs 巡天（淡蓝）碰到了较暗天体，但没有往宇宙早期延伸太多。31 个新 *Euclid* 类星体（红色）把这群高亮度类星体推到目前最高红移——最右边就是 7.77 的纪录保持者——同时又比传统亮类星体暗约一到两个星等。它们下方则是只有深而窄的巡天才能碰到的区域：大量 Lyman-break 星系（黄色），以及 JWST 找到的少数非常微弱吸积黑洞（绿色三角形）。*Euclid* 的贡献在图上形成一个独立群体——相对明亮、非常早期、而且来自大面积天空——把旧有明亮样本往目前只有深度定点观测仪器才能触及的微弱族群连接起来。

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

还有哪些不确定性

这个结果带着三个重要限制，而且每一个都是论文自己明确写出的。

第一，这是初步结果，不是最终测量。作者明确把选择函数与类星体族群的完整统计分析留给后续论文。这里对光度函数的限制只是第一次看，不是最后答案。

第二，不是每一个微弱“类星体”都保证真的是类星体。在微弱端，有些被认作类星体的天体，也可能

其实是紧致的早期星系，尤其当它们没有很明显展宽的 Lyman-alpha 谱线时。团队做了初步检查，发现这些对象与点光源相符，而不像延展星系，但作者也把这个检查明确称为初步：要真正确定最微弱天体的本质，仍需要 JWST 等设备做深度近红外光谱。

第三，这些天体本身很暗，接近地面光谱能详细刻画的极限。要测出它们的黑洞质量、周遭环境，以及它们在再游离故事中的位置，还需要 JWST、ALMA 与 NOEMA。Euclid 很擅长把这些东西找到；之后主要还是要把它们交给其他仪器深入研究。

为什么重要

这项工作的价值在于“族群统计”。过去十年，面对宇宙最初十亿年，天文学家只能靠屈指可数的类星体来推断。Euclid 在巡天最早期的一小块区域，就一次把那份“列表”扩成接近真正“样本”的规模；而且依照发射前预测，它还有能力继续累积。

这重要，因为这里的未解问题本来就是族群问题。黑洞怎么能在那么短时间内长得那么大？不同时代的星系际气体到底有多斑驳、多中性？这些问题不可能靠任何一个壮观天体回答，而要靠大量计数、比较、绘图。

Euclid 真正展示的，是它能建立这种普查样本——而且包括比较微弱的一端，这一端也与 JWST 在同一个宇宙时代找到的那些令人困惑的吸积黑洞族群相连。这篇论文没有解决第一批黑洞如何形成，也没有单独测出再游离历史。它提供的是这些问题所需要的大量原材料，并替已在进行中的后续观测设定了一条清楚的前沿。

简明总结

Euclid Collaboration 使用 Euclid Wide Survey 最初约 3000 平方度数据，发现 31 个红移 6.6 到 7.8 的新类星体，其中 12 个位于红移 7 以上——使那里的已知样本增加超过一倍——并包含目前红移最高、约 7.77 的类星体。真正重要的是巡天已证明能大量找到这些极罕见、而且大多偏暗的天体，而不是那笔只小幅推进的单个红移纪录。这仍是早期数据成果：完整统计分析、大量光谱确认，以及单个天体的深入刻画，都还在后面。

不绕弯检查

论文证明了什么：Euclid Wide Survey 在前约 1.5 年、约 3000 平方度的数据中，能以过去巡天做不到的数量找到高红移类星体——31 个确认天体位于红移 6.6 到 7.8，其中 12 个位于红移 7 以上，使那里的已知数量大约翻倍，最遥远的一个在红移约 7.77。

合理但不是重点的事情：那笔红移纪录本身。它是真的，但只把前沿往前推大约 0.13——从先前约 7.64 到 7.77，相当于宇宙时间约一千五百万年。真正会留下来的标题，应该是样本翻倍、仍在增长，而且碰到了异常微弱的族群，而不是单一纪录保持者。

论文没有证明什么：它没有回答第一批超大质量黑洞如何形成，也没有测出再游离历史。这些类星体是用来回答那些问题的工具，不是答案。它也不是最终族群普查——完整统计分析明确留到后续论文。

一般读者最需要注意的限制：后续光谱观测仍不完整，尤其南天；光度函数结果仍是初步；而最微弱的一些“类星体”在 JWST 级别的光谱确认前，最后可能其实是早期星系。

一般读者应有多大信心？对“Euclid 已经改变我们在这些红移能找到什么”这件事，可以有高度信心；对较亮、已经同行评审确认的天体也可以有高度信心。至于微弱端族群的精确数字，以及最暗候选者的真实本质，依作者自己的框架，信心应该低一些：这些是第一批结果，并非最终定论。

来源

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>