

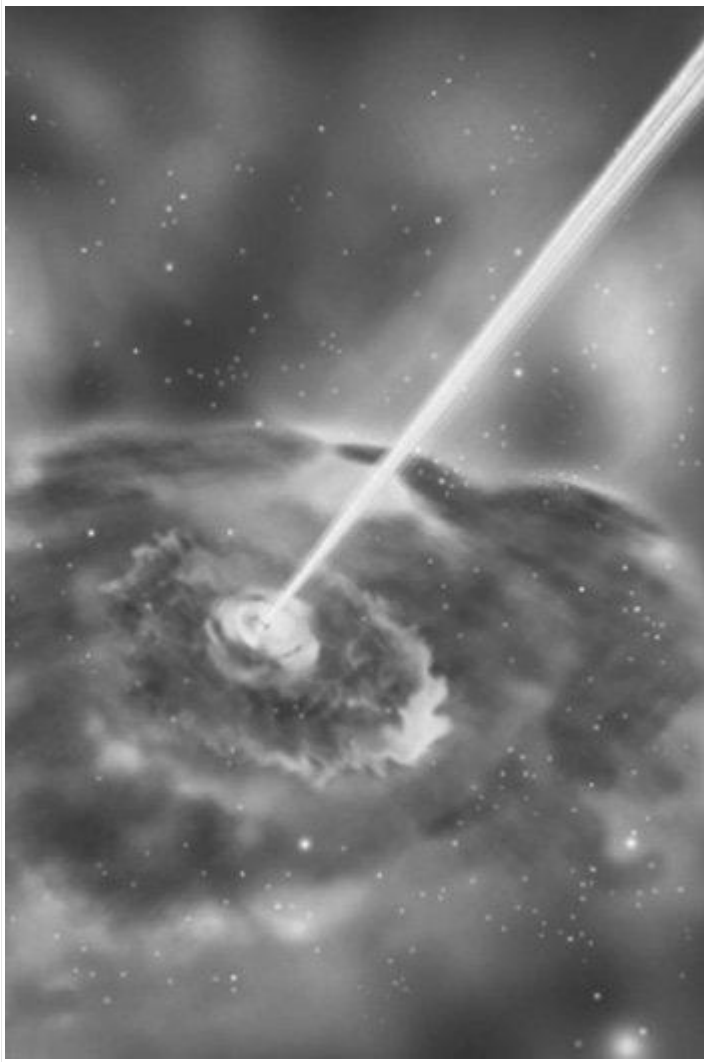
大爆炸理论的问题

本章我们将探讨现代宇宙学和大爆炸理论面临的一些困难。

在第二章中，我们看到通常给出的宇宙大爆炸证据有三个：宇宙微波背景辐射（CBR）、宇宙膨胀和轻元素丰度。该章论证了第一个证据是对宇宙大爆炸的直接预测，但后两个证据并非如此，更恰当地说，它们本质上是解释性的。在本章中，我们将探讨现代宇宙学和宇宙大爆炸理论所面临的一些难题。

霍尔顿阿尔卑斯山

自 20 世纪 60 年代末以来，哈尔顿·“奇普”·阿普一直是标准宇宙学最直言不讳的批评者之一。在两本科普著作中，阿普阐述了他的诸多反对意见。他的大部分研究都与类星体有关。第一批类星体是 1961 年发现的点射电源。它们看起来像是带有少量未识别发射线的暗淡蓝色恒星。1963 年，马丁·施密特证明，其中一颗“射电星”的谱线是通常出现在紫外光谱区域的氢发射线。为了在可见光谱区域观测到这些谱线，它们必须发生 17% 的红移。这是一个巨大的红移，这意味着如果这个红移是宇宙学意义上的，那么这个天体距离我们一定超过 10 亿光年。根据观测到的亮度，这颗射电星的亮度必须远远超过一个典型的明亮星系。



类星体

与此同时，多年来对这颗射电星亮度变化的档案测量表明，其亮度变化周期仅为几个月。这被解释为该天体的大小至多只有几个光月（光在一个月内传播的距离）。这是必然的，因为任何亮度变化都必然由某种机制引起。必须存在某种“开关”，能够指示类星体中的物质变亮或变暗。这种信息必须通过信号传递。对于小型天体而言，这样的信号几乎可以瞬间穿过整个天体。然而，对于大型天体而言，信号的传播会存在一定的延迟。信号传播所需的时间，以及由此决定的亮度变化周期，都受到信号传播速度和天体大小的

限制。已知最快的传播速度是光速。如果一个天体的亮度变化周期为一个月，那么它的大小最多只能达到一个光月。这是一个上限——实际大小可能更小。

简而言之，这颗射电星必定极其明亮且体积很小。如此小的物体怎么可能拥有如此强大的能量呢？人们创造了“类星体”（QSO）这个新名称，后来又将其缩写为“类星体”。

在随后的几年里，人们发现了更多的类星体（目前已知的超过 20000 个），自然也收集到了更多的数据。例如，最早发现的类星体射电噪声很大，也就是说，它们在射电波段释放出大量的能量。然而，现在人们发现了许多射电辐射很弱甚至没有射电辐射的类星体，它们被称为射电宁静类星体。类星体的红移各不相同，但所有类星体的红移都非常高。假设哈勃关系成立，那么它们的高红移表明类星体距离我们非常遥远。许多类星体周围似乎有模糊的光晕，天文学家认为这是类星体所在星系的光芒。

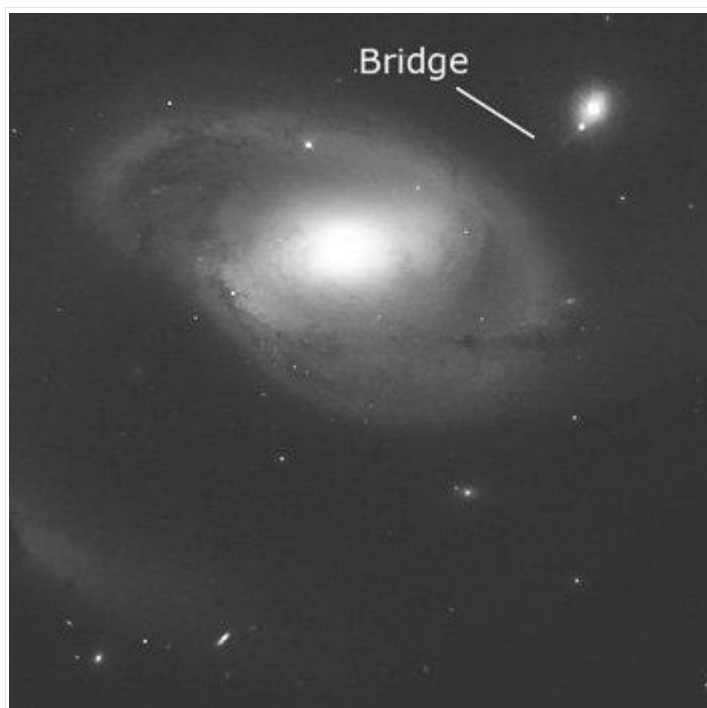
目前的研究结果表明，类星体是星系的核心。事实上，许多没有伴随类星体的星系核心也展现出类似类星体的特性。人们已经发展出一种理论来解释类星体为何体积如此之小却能量如此之大。我们认为，类星体是一个质量巨大的黑洞，其中包含数百万个太阳质量的物质，并不断从环绕其旋转的吸积盘中吸积物质。当

这些物质落入黑洞陡峭的引力势阱时，会释放出巨大的能量。类似的理论也被用来解释星系核中一些不那么奇特的现象。近年来，哈勃太空望远镜的观测结果为附近星系中存在质量巨大的黑洞提供了强有力的证据。

总而言之，天文学家普遍认为类星体是极其遥远、明亮且体积很小的天体。目前唯一能够解释类星体特性的理论是，它们是由超大质量黑洞驱动的。然而，阿尔普对类星体的这一整体图景提出了质疑。他认为类星体的红移并非宇宙学现象，因此类星体距离我们并不遥远，其本身亮度也并非那么高。如果这一观点成立，那么类星体的能量来源就不再是什么谜团了。阿尔普的论点无非是质疑红移是宇宙学现象这一基本原理。他是如何做到这一点的呢？他提出了几条证据，我们接下来将逐一讨论。

阿普拍摄了一些星系的照片，这些星系似乎正在与其他星系或类星体相互作用。其中一个最佳例子是 NGC 4319，它与附近一个星系之间似乎存在一条发光的桥梁。阿普认为，这条发光的桥梁是从一个星系流向另一个星系的物质流。要做到这一点，这两个星系必须与我们的距离大致相同。然而，当测量这两个星系的红移时，发现它们的红移值差异很大，这表明（根据哈勃关系）这两个星系距离我们非常遥远。如果这是

真的，那么这两个星系就不可能像照片所显示的那样相互作用。阿普的批评者对此作何反应？他们反驳说，这条发光的桥梁只是人为造成的假象。问题的关键在于，你相信红移告诉我们的信息，还是相信图像所呈现的信息。



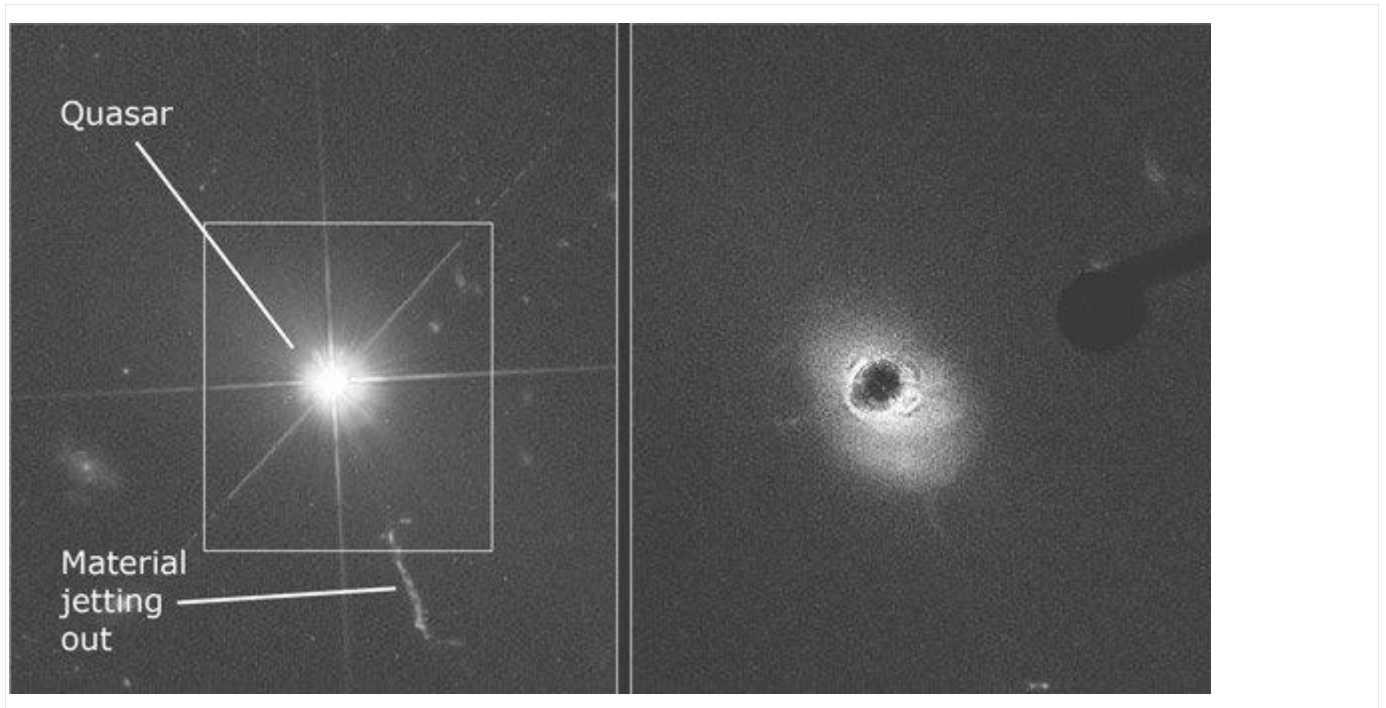
图片由美国国家航空航天局提供

星系相互作用的最佳例子之一是 NGC 4319，它似乎在自身和 Markarian 205 之间有一座发光的桥梁。

阿普还发现了其他星系和/或类星体，它们似乎呈现出从一个天体延伸到另一个天体的物质臂。在某些情况下，这些物质臂以奇特的角度弯曲，暗示着天体之间存在引力相互作用。在所有情况下，这些天体的红移都截然不同，如果这些红移是宇宙学意义上的，那么它们之间的距离就相差甚远。阿普的批评者回应说，

虽然这些弯曲的物质臂是真实存在的，但这些天体只是偶然排列。也就是说，这两个天体看起来像是在相互作用，因为它们位于完全相同的方向，其中一个天体有一条奇特的物质臂似乎终止于另一个天体。阿普反驳说，这种偶然排列的概率是多少？这些概率将在下文中简要讨论。

阿普研究的另一条证据线是类星体围绕近邻星系的排列。他发现了一些近邻星系周围聚集着大量类星体的例子。如果类星体距离地球极其遥远，那么它们在天空中的分布应该是随机的，并具有一定的平均密度。然而，在类星体围绕星系聚集的情况下，星系附近的类星体密度比平均密度高出几个数量级。阿普由此得出结论：这种恰好与前景星系排列一致的密度增强现象极其罕见。他认为，更合理的结论是，这些类星体与它们聚集的星系存在物理联系，因此它们并非位于遥远的距离。



图片由美国国家航空航天局提供

左侧的哈勃图像由第二代广域行星相机拍摄，画面中清晰地显示了明亮的类星体，但除此之外几乎看不到其他天体。衍射尖峰表明，由于黑洞的“中心引擎”非常紧凑，类星体确实是一个点光源（如同恒星）。当类星体耀眼的“光束”被 ACS（右侧）遮挡后，宿主星系便清晰可见。

批判主流理论是一回事，用自己的理解取代主流理论则是另一回事。在阿尔普看来，类星体与宿主星系之间究竟存在怎样的物理关系？他认为类星体是从星系中被抛射出来的。为了佐证这一观点，阿尔普发现了一些类星体的例子，它们不仅聚集在星系周围，而且沿着一条线排列。在某些情况下，这条线与一条明显从星系喷射出的物质流重合。阿尔普认为，类星体是

以极高的速度从星系中被抛射出来的，但由于某种原因，我们只能观测到那些远离我们的类星体。或许那些朝向我们运动的类星体（估计占一半）被某种方式遮蔽了。

阿尔普的批评者回应说，无论这些巧合看起来多么不可能，它们确实发生了，因此概率为 1。他们指责阿尔普提出的问题表述不当。他们认为，他应该在找到数据之前就提出概率问题，而不是先找到数据再问概率。这或许看似吹毛求疵，但这种批评并非毫无道理。回想一下第二章，我们看到本书的作者本身就非常罕见，但他确实存在。没有人会对他以现在的方式存在感到惊讶，因为他确实存在。对于这样一个概率问题，要想使其有意义，问题应该在他出生之前就提出。

另一个例子或许能更好地说明这一点。抛掷一枚均匀的硬币，连续十次正面朝上的概率是多少？是 $1/2$ 的十次方。已知前九次抛掷都是正面朝上，那么第十次抛掷也是正面朝上的概率是多少？任何学过概率论的人都会很快意识到，这个概率是 $1/2$ 。单次抛掷的概率与之前的任何一次抛掷无关。在计算概率时，如何以及何时提出问题至关重要。无论阿普的排列看起来多么不可能，他的批评者都坚持认为这些排列确实发生了，因此它们的概率是 1。

这种推理方式混淆了历史概率和科学概率。

这种推理混淆了历史概率和科学概率。历史概率要么是 1，要么是 0——要么某事发生，要么没发生。在第二章中，我以我的存在为例。我的存在不是一个科学问题，而是一个历史问题。我存在，所以我存在的概率是 1。我们可以用科学的方法来探讨我随机出现的概率，而这种可能性极小。科学计算事件发生的概率，而与计算的时间无关。报纸、历史记录或其他目击者的证词告诉我们，历史概率是 1 还是 0。

我们经常运用阿普的方法，以此排除许多对现象的解释。在一些刑事案件中，会使用 DNA 证据。DNA 检测无法像指纹那样唯一地识别一个人。它只能告诉我们 DNA 与嫌疑人的匹配程度，以及与另一个随机选择的人匹配的概率。假设在某个特定案件中，DNA 与嫌疑人匹配，并且我们被告知这种匹配程度在百万分之一-的情况下才会出现。在大多数人看来，这足以构成有罪的有力证据。然而，如果犯罪发生的城市有三百万人口，辩方可能会辩称，可能还有另外两个人也可能犯下此罪。当然，控方会诉诸概率论证，质疑嫌疑人和真凶的 DNA 如此匹配的可能性有多大。假设他们的委托人无罪，辩方律师可能会声称，尽管科学概率很低，但历史概率是 1，因为这种情况确实发生过。

再举一个例子，想象一桶沙子倒在桌子上。每次倒沙子，沙粒最终落到的位置都不同。我们可以把沙子倒

在桌子上一亿次，沙子也不会两次以相同的方式落下。换句话说，每次倒沙子的概率都一样低。既然每次倒出的沙子最终都会以某种方式排列，那么当沙子以某种特定方式落下时，我们并不会感到惊讶。虽然任何一次倒沙子的具体结果发生的概率都极低，但从历史的角度来看，每一次倒沙子都是真实发生的，因此它发生的历史概率是 1。然而，假设你走进一个房间，我告诉你我刚刚把沙子倒在桌子上。仔细观察后，你发现一些沙粒组成了几个字母的轮廓。当你读出这些字母时，你发现它们拼出了美国宪法的序言。你当然不会相信这是随意倒沙子的结果，你会指责我故意把沙子摆成这样的。然而，尽管这听起来不太可能，但我可以反驳你；这件事确实发生了，所以概率是 1。

面对我如此坚定的论断，你又怎能继续纠缠于概率论证呢？你会去计算沙子偶然排列成这些字的科学概率。你会发现这个概率低到几乎为零。这样你就会明白，在这个历史事件中，沙子是人为排列而非随意倾倒的概率是 1。那些反对阿尔普概率论证的批评者混淆了科学概率和历史概率。

阿普利用世界上一些最大的望远镜进行研究，直到 1986 年，一群反对他的有影响力的天文学家密谋剥夺他继续使用望远镜的时间。他们明确表示，他以后可以从事更传统的研究，但他的毕生事业已经结束。阿

普对这种无耻的行为感到愤怒，提前从加州理工学院退休，并接受了德国的一份工作。在少数天文学家看来，阿普的研究从未被成功驳倒，只是遭到了猛烈的抨击。

阿普质疑了红移是否具有宇宙学意义这一假设——也就是说，距离是否通过哈勃关系与红移相关。如果阿普的观点正确，那么宇宙是否正在膨胀就变得不那么明确了。如果宇宙没有膨胀，那么大爆炸理论就站不住脚了，因为该模型正是为了解释宇宙膨胀而建立的。阿普确实否定了大爆炸理论，但他显然并没有完全否定宇宙膨胀。相反，阿普认为，虽然红移通常反映距离，但并非总是如此。他认为，在哈勃流之上还叠加了一些大的多普勒运动。

阿普的宇宙学是稳态宇宙学的一种变体。在稳态模型中，类星体不可能距离遥远。如果所有类星体都距离遥远，那么它们巨大的距离就意味着存在一个“回溯时间”。这意味着我们看到的类星体并非它们今天的样子，而是它们很久以前的样子。我们看不到附近的类星体，这必然意味着它们如今已不复存在。因此，宇宙在不同时期看起来会不一样，这将违背完美宇宙学原理——稳态理论的基本假设。这一点将在[下一章](#)讨论。

我们应该重申阿尔普著作中的一个重要观点。如果红移在许多情况下都与宇宙学无关，那么我们就必须怀疑红移是否真的与宇宙学有关。如果红移与宇宙学无关，那么宇宙就不会膨胀，大爆炸理论也就不可能成立。

量化红移

从 20 世纪 70 年代开始，一位名叫威廉·蒂夫特的天文学家发现，星系红移并非均匀连续分布，而是量子化的。在物理学中，如果对某个事物属性的测量只能取某些离散值，而不能取其间的任何值，则称该事物是量子化的。量子力学（研究原子等微小系统的物理学）的基础之一就是能量的量子化。也就是说，能量以微小的单位存在，不存在介于这些单位之间的能量。蒂夫特发现，红移往往以 72 公里/秒的倍数出现。后来的研究又发现了其他倍数。

关于这一点存在一些误解。许多人错误地认为观测到的红移中就包含了量子化现象。事实并非如此。观测到的红移必须经过局部运动校正。我们早就知道，太阳以大约 250 公里/秒的速度绕银河系运行，银河系和本星系群也在运动。当应用这些校正并绘制星系红移的直方图时，红移以 72 公里/秒的倍数聚集在一起的现象就显而易见了。量子化红移与量子力学系统中发生的量子化现象的一个区别在于，量子力学系统的量

子化是绝对的（没有例外），而星系红移则存在例外。也就是说，虽然量子力学粒子（例如电子）从未被观测到落在两个相邻量子之间，但星系红移却经常落在72公里/秒的区间内。

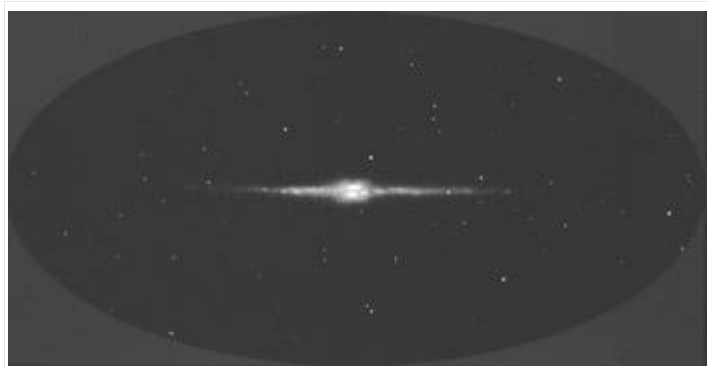
红移量子化对宇宙学意味着什么？目前尚不清楚。虽然大多数宇宙学家怀疑红移量子化的真实性，但至今无人能够彻底否定它。与阿尔普的研究不同，这项研究并不依赖于科学概率论证。为什么宇宙学家如此反对红移量子化？主要是因为他们找不到任何合理的解释，而且大爆炸模型也无法容纳它。整个课题相当新颖，值得进一步探索。它有可能成为大爆炸理论面临的一个重大挑战。

另一方面，一种基于创造论的宇宙学模型可以很好地解释量子化红移。该模型将在[下一章](#)中进行描述。正如量子化能级是量子力学建立的基础一样，量子化红移或许也将是探索全新宇宙学的关键。

CBR

我们之前看到，宇宙微波背景辐射（CBR）很好地预测了大爆炸模型。但同时，CBR的某些特性也可能对大爆炸模型构成挑战。早期宇宙必定非常均匀。否则，任何微小的密度增强都会像引力种子一样聚集物质，导致宇宙中大部分物质早已被黑洞吞噬。另一方面，

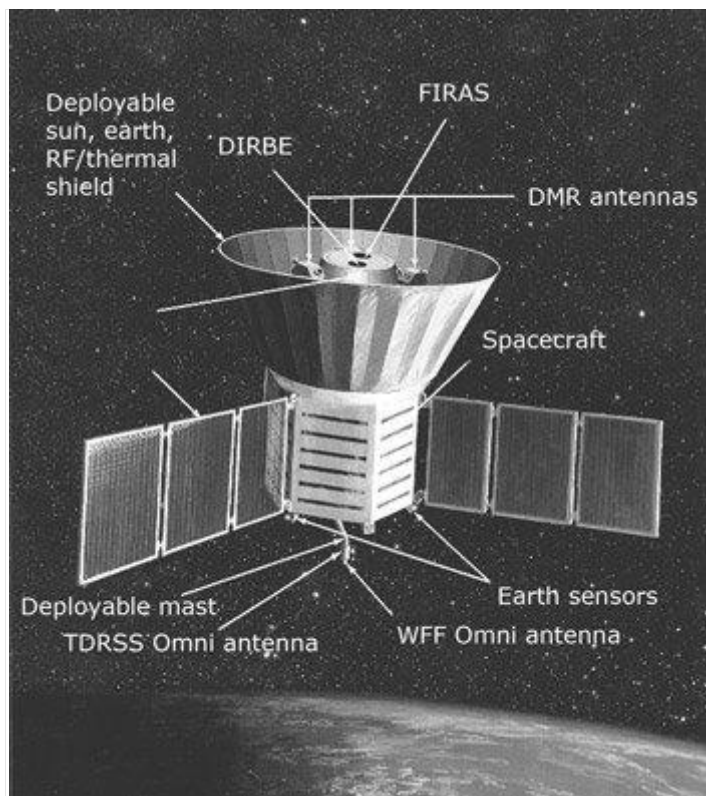
如果宇宙完全均匀，就不会有任何引力种子形成我们今天所观测到的结构。宇宙似乎在这两种极端之间保持着微妙的平衡。顺便一提，这也是支持人择原理的另一个论据。



图片由美国国家航空航天局提供

CBR 拍摄的银河系图片

早期宇宙中那些微小的密度增强，据称使得引力能够将物质聚集到我们今天所见的星系和其他结构中，这些被称为不均匀性。宇宙学家根据大爆炸理论计算出，早期宇宙应该具有多大的不均匀性才能形成我们今天所见的宇宙。这种不均匀性应该会在宇宙微波背景辐射（CBR）上留下痕迹。20 世纪 80 年代，一个名为 COBE 的太空探测器被建造出来，用于测量计算出的不均匀性。20 世纪 90 年代初，COBE 的第一批数据被收集起来，我们发现宇宙微波背景辐射非常均匀。直到两年后，研究人员才利用一种非常强大的统计方法分析了数据，并声称发现了他们苦苦寻找的不均匀性。这被誉为大爆炸理论的佐证，但事实果真如此吗？



图片由美国国家航空航天局提供

COBE 卫星

COBE 实验的设计初衷正是为了寻找预期的宇宙不均匀性，但实验并未如预期般找到它。这是因为最终发现的宇宙不均匀性比预测值低了一个数量级。如果预测值与实际值相差一个数量级，又如何能证实预测结果呢？在这一发现之后，大爆炸模型被不断修正，以解释这种低于预期的宇宙不均匀性。然而，大多数报道都忽略了一个事实：数据并非如人们常说的那样与预测完全吻合。这种逻辑在大爆炸模型中屡见不鲜。只有在利用数据修正模型以“预测”测量结果之后，人们才会宣称理论与测量结果相符。

还有一个问题：是否真的发现了不均匀性？只有在对数据应用了非常强大的统计方法之后，才有人声称发现了预期的不均匀性。没有人能够指出太空中的某个特定方向，并断言那里的温度高于或低于平均水平。然而，大多数科学家确信，温度变化确实存在。试想一下，如果一位天文学家向你展示黑暗夜空中数百颗星星，然后告诉你，他几乎百分之百确信其中三颗“星星”并非恒星，而是行星。唯一的问题是，他无法指出任何一颗“星星”，并完全肯定地告诉你它确实是一颗行星。大多数人充其量只会觉得这种说法很奇怪。

大爆炸理论的其他一些难题

大爆炸模型已被广泛接受，以至于很少有人注意到其中存在的诸多棘手问题，或者意识到为了解决这些问题，该模型已被进行了多种修正。其中一些问题此前已有讨论，但在此也应提及。大爆炸依赖于宇宙学原理，但宇宙学原理是否正确呢？在局部尺度上，星系显然会聚集形成星系团，但大多数宇宙学家都认为，在大尺度上，这种聚集现象会消失。然而，对星系分布的大量观测表明，在已探测到的最大尺度上，星系团和长链状星系似乎是常态。宇宙的均匀性被假定为宇宙的均匀性，但所有证据都表明宇宙并非均匀的。换句话说，没有证据表明宇宙确实是均匀的。至于各向同性，前文提到的对遥远射电源的偏振研究表明，

宇宙中存在某种根本性的各向异性。因此，人们对大爆炸模型所依据的宇宙学原理是否正确存在相当大的怀疑。

COBE 实验旨在测量标准大爆炸模型预测的宇宙射线强度（CBR）的变化。COBE 未能探测到预测的变化，但对数据的研究声称发现了比模型预测值低一个数量级的变化。不知何故，这被誉为大爆炸理论的胜利。似乎很少有人意识到，大爆炸理论经过了重新构建以适应数据。虽然发现宇宙射线强度的变化可以被视为定性的胜利，但它无疑是定量上的失败。

前一章已经描述了视界和宇宙平坦性问题。通货膨胀理论的提出是为了解释这些问题以及其他一些问题。通货膨胀理论并未被普遍接受，它自身也存在一些难题，而且由于目前几乎没有任何证据可以验证，因此它本质上仍是一种推测。大多数支持大爆炸理论的人会坚持认为，通货膨胀理论以及为了拟合 COBE 数据而对大爆炸进行重新计算仅仅是对模型的改进。然而，也有人理所当然地认为，这些是对一个有缺陷的理论的修补。

检查你的理解

1. 大多数天文学家认为类星体是什么？
2. 霍尔顿·阿尔普的作品有何意义？

3. 什么是量子化红移？
4. 宇宙大爆炸的预测与 COBE 观测结果的吻合程度如何？
5. 我们观测到的宇宙是否如大爆炸理论所假设的那样是均匀的？

读完这篇文章，你心里是否有一些触动？有没有一些新的想法，或者值得你认真思考的问题？或许，你也开始重新思考自己的信仰和人生的方向。

如果你愿意，现在就可以向上帝祷告，打开心门，成为祂的儿女。祷告不需要华丽的言辞，只要一颗真诚的心。你可以这样祷告：

天父上帝，

今天我来到你面前，愿意立定心志，宣告我相信耶稣基督是我的救主，是我生命的主。我愿意离开过去那些不讨你喜悦的生活方式，求你赦免我的过犯。靠着你的恩典，帮助我学习顺服你、爱人如己，活出你所赐的新生命。求圣灵每天引导我、扶持我，使我一生荣耀你的名。奉主耶稣基督的名祷告，阿们。

如果你已经做了这个祷告，愿你知道，你并不孤单。信仰的道路需要陪伴和成长。鼓励你在自己居住的地方，寻找一间合适的教会，与弟兄姐妹一同聚会、学习和成长。

如果你有任何疑问，或在信仰上需要帮助，欢迎随时写信与我们联系。我们愿意倾听，也愿意与你一同前行。