



## 第 2 章

### CHAPTER 2

# 使宇宙更加稳定

宇宙生来就是躁动不安的，诞生以后就再也没有静止过。

——亨利·卢梭 (Henri Rousseau)

智能是适应变化的能力。

——斯蒂芬·霍金 (Stephen Hawking)

## 2.1 宇宙从无到有：物质、能量和空间

宇宙是广袤空间和其中存在的各种天体及弥漫物质的总称。人们一直在探寻宇宙是什么时候、如何形成的。宇宙起源是一个极其复杂的问题。直到20世纪，出现了两种比较有影响力的关于宇宙起源的模型：一是宇宙恒稳态理论，二是宇宙大爆炸理论 (The Big Bang Theory)。宇宙恒稳态理论认为：宇宙的去、现在和将来基本上处于同一种状



态，从结构上说是恒定的，从时间上说是无始无终的。而宇宙大爆炸理论则认为宇宙和时间的开始都源起于宇宙中一次巨大的爆炸，这一爆炸造成了各大星系的产生，而各大星系及整个宇宙总是处于不断变化、发展的过程中。1927年，比利时宇宙学家和天文学家乔治·勒梅特（Georges Lemaître）首次提出了宇宙大爆炸假说<sup>[1]</sup>。

20世纪20年代后期，埃德明·哈勃（Edwin Hubble）发现了红移现象，证明宇宙正在膨胀。20世纪60年代中期，阿尔诺·彭齐亚斯（Arno Penzias）和罗伯特·威尔逊（Robert Wilson）发现了宇宙微波背景辐射。这两个发现给大爆炸理论有力的支持<sup>[2]</sup>。

在大爆炸理论中，大约138亿年前，整个宇宙以令人难以置信的浩瀚和复杂，从之前的虚空中膨胀而出。大爆炸开始时，宇宙是一个体积无限小、密度无限大、温度无限高、时空曲率无限大的点，称为奇点。大爆炸之初，物质只能以电子、光子和中微子等基本粒子形态存在。大爆炸之后宇宙不断膨胀，导致其温度和密度很快下降。随着温度降低，物质逐步冷却，形成原子、原子核和分子，并复合成为气体。气体逐渐凝聚成星云，星云进一步形成各种各样的恒星和星系，最终形成如今人们所看到的宇宙。

尽管宇宙浩瀚而复杂，但事实证明，要建造一个宇宙，只需要三种要素：物质、能量和空间<sup>[3]</sup>。

建造宇宙所需的第一种要素是物质。物质是有质量的东西。物质无处不在，在房间里，在人们脚下，在太空中。从地球上的水、岩石、食物和空气，到巨大的恒星，都是物质。

建造宇宙所需的第二种要素是能量。人们每天都离不开能量，做饭、给手机充电和开车都是在使用能量。在阳光明媚的日子里，人们可以感受到约一亿五千万千米外的太阳所产生的能量。能量渗透到宇宙中，推动着宇宙不断变化。

建造宇宙所需的第三种要素是空间。无论从哪里观察宇宙，都会看到向各个方向伸展的空间。

根据爱因斯坦的相对论，质量和能量是同一个物理实体，可以在他的著名方程  $E=mc^2$  中相互转化，其中  $E$  是能量， $m$  是质量， $c$  是光



速。这个公式将宇宙要素的数量从三个减少到两个。

尽管建造宇宙只需要能量和空间这两种要素，但最大的问题是这两种要素从何而来。大爆炸理论解释了能量和空间分别是正的和负的，这样，正负加起来为零，这意味着能量和空间可以从无到有<sup>[3]</sup>。

可以用一个简单的类比解释这个关键概念。想象一下，要在平坦的土地上建造一座小山，但我们不想从其他地方携带土壤或岩石。可以在这片土地上挖一个洞，用洞里的泥土建造小山。在这个例子中，我们不仅建造了小山，还建造了洞，洞是小山的对立面。小山曾经在洞里面，在建造过程中小山和洞完美地平衡了。换句话说，小山和洞可以在平坦的土地上出现。

这就是宇宙开始时能量和空间发生的事情背后的原理。当大爆炸产生大量能量时，它同时产生了相同数量的负能量，这就是空间。正能量和负能量相加为零。

## 2.2 不安分的宇宙

宇宙诞生之后，并不像看上去那么平静，处于静止状态。宇宙中的一切都在不断变化，以使宇宙更加稳定。图 2-1 显示了大爆炸后宇宙的演化。

科学家普遍认为，在大爆炸发生的一刹那，宇宙的温度和密度都极高，能量之大无以言表。作为构成物质的基础组成单位，夸克和电子在这股强大的能量中自由穿行。然而，作为等离子体存在的夸克和电子的状态并未持续太久，因为它们在被创造出来的同时，也快速地被湮灭。

随着宇宙逐渐冷却下来，在大爆炸之后大约一万分之一秒的时间里，夸克开始集结，形成了质子和中子。几分钟内，这些粒子黏合在一起，形成了原子核，电子附着在原子核上，从而创造出最早的原子，主要是氢和氦。如今，人们所观测到的宇宙中，大约 73% 的氢和

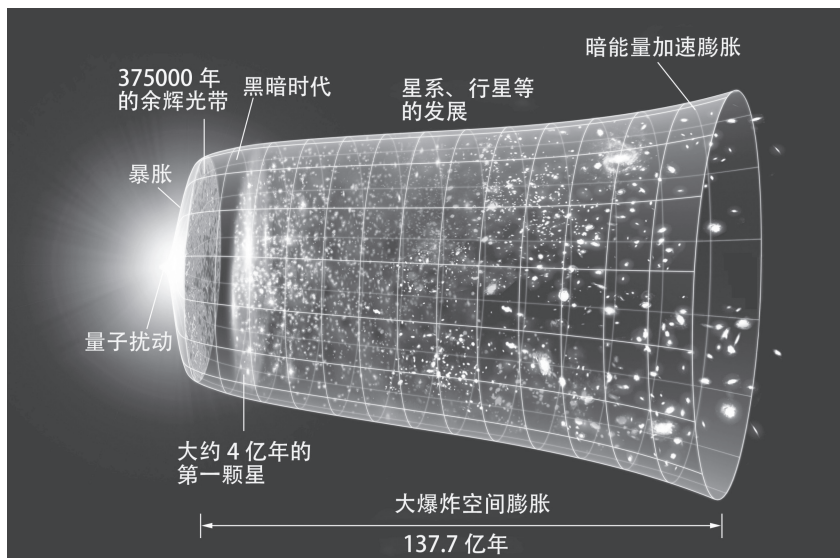


图 2-1 大爆炸后宇宙的演化 ( 维基百科提供 )

25% 的氦的丰度，都可以追溯到大爆炸之后的那几分钟内形成的这些原子。

在今天的宇宙中，那些比氦大 2% 的原子核是在大爆炸之后数十万年才形成的。在引力的作用下，这些原子聚集成巨大的星云，星云又在自身引力的作用下坍塌成恒星。恒星在引力作用下聚集在一起形成星系。引力是一种可以将任何有质量的物体拉向彼此的力量，例如，它能够使苹果从树上掉下来。

大型物体（如地球和太阳）由于受引力和电磁力的作用，都在进行运动。然而，除了这些运动之外，宇宙还在持续地膨胀——不断地增加太空中嵌入的星系之间的距离。可以通过烤面包中的葡萄干的变化解释宇宙的膨胀：随着面包的膨胀，尽管面包内的葡萄干之间的距离正在增加，但它们仍然固定在面包内。

1912—1922 年，美国天文学家维斯托·斯里弗（Vesto Slipher）观测了 41 个星系的光谱，发现其中的 36 个星系的光谱发生红移，他认为这种现象意味着这些星系正在远离地球<sup>[4]</sup>。1929 年，美国天文



学家哈勃（Hubble）的观测表明，星系正以与其距离成正比的速度远离地球，这在传统上被称为“哈勃定律”。1990年，美国国家航空航天局（NASA）发明了空间望远镜，为纪念哈勃的贡献，将其命名为“哈勃空间望远镜”。此外，小行星 2069（2069 Hubble）、月球上的哈勃环形山均以哈勃的名字命名。2018年，国际天文学联合会（IAU）投票建议将“哈勃定律”修改为“哈勃-勒梅特定律”，以表彰哈勃和比利时天文学家乔治·勒梅特对现代宇宙学的发展做出的贡献。

在量子世界中，原子和亚原子级别的小粒子都是受到弱核力和强核力的影响而运动的。量子力学是描述微观世界的一种理论，它挑战了人们日常生活中的许多直觉。这种理论描述的现象在宏观世界中看起来可能非常奇怪，但是在微观世界中，这些现象是常态。

比如，在日常生活中人们习惯性地认为物体位于一个确定的地方，但在量子世界中，一个粒子的位置是不确定的，直到对它进行测量，这就是著名的海森堡不确定性原理。根据这个原理，人们无法同时精确知道一个粒子的位置和动量。

此外，粒子还能表现出波粒二象性。这意味着一个粒子可以位于一个特定位置，也可以像波那样在一个区域内分布。这就是粒子可以出现在好几个地方的原因。比如，一个电子可以同时穿过两个狭缝，这就是著名的双缝实验。

再者，量子纠缠是一种现象，其中一对或更多粒子以特殊的方式相互联系，使得一个粒子的态与另一个粒子的量子态相关联。这意味着一个粒子的态在测量后会立即影响另一个粒子的态，不管它们之间的距离有多远。这种现象被爱因斯坦称为“幽灵般的超距作用”，因为它似乎违背了信息传输速度无法超过光速的限制。

这些奇特的量子现象虽然在日常生活中难以观察，但却是现代科技的基础，包括激光、半导体、MRI（核磁共振成像）扫描及发展中的量子计算机等<sup>[5]</sup>。



## 2.3 改变以稳定宇宙

为什么宇宙中的一切都在不断变化？尽管这似乎是可证明的基本事实，但目前的科学还不能完全回答这个问题。

一个可能的原因是，宇宙中的两大主要构成要素——能量与空间——从一开始就带有一种内在的不稳定性。这促使宇宙中的一切持续地变化，使宇宙逐步趋于稳定。并且，由于空间的存在，能量在宇宙中的分布极为广泛，没有任何集中的控制机制。因此，每个组件都以分散的方式为宇宙的稳定做出贡献。

这个假说为宇宙中最初物质的形成提供了解答。物质的出现是为了缓解能量在宇宙中分布的不均衡，它通过有效地传播能量，推动宇宙朝着更稳定的状态发展。物质形成的过程，可以借鉴水蒸气在冷却过程中凝结成液滴的现象来理解。

在较高的温度下，水分子以分散的状态（即水蒸气形态）存在，此时，系统的能量分布比较均匀，整个系统处于相对稳定的状态。然而，随着环境温度的下降，水蒸气和环境之间的能量差距形成了梯度，这使得系统的稳定性被打破。此时，环境的能量状态低于水蒸气的能量状态。为了恢复系统的稳定，水分子开始变化，密度增大，以促进能量的传递。在这个过程中，水从气态转变为液态。类似地，当物质在宇宙中形成时，粒子的结构也会出现变化，以促进能量的传递，推动宇宙向稳定状态发展。

总体来说，这个假说揭示了一个基本的原理，即宇宙中的物质和能量都在追求平衡和稳定。物质的形成和变化，都是为了促进能量的传递，从而使得宇宙更加稳定。这个原理不仅适用于微观粒子的行为，也适用于宏观的宇宙演化。

在日常生活中也有许多例子，比如，石头会从高处滚下，冰会融化成水。更为复杂的例子包括生物的进化、群体智能的形成，以及热议话题在社交网络中的传播。

后续章节会对这些例子进行详细的探讨。特别是，考虑到本书的



重点是研究智能，后面将展示智能是如何在宇宙稳定过程中自然产生的，这些自然现象都在不同程度上体现了宇宙寻求平衡的本质。

## 参考文献

- [1] LEMAÎTRE G. Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques [J]. Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, 1927, 47: 49-50.
- [2] WRIGHT E L. Frequently asked questions in cosmology: What is the evidence for the Big Bang [EB/OL]. (2012-12-21) [2023-04-21]. [https://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmology\\_faq.html](https://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmology_faq.html).
- [3] HAWKING S, Redmayne E, Thorne K S, et al. Brief answers to the big questions [M]. London: John Murray, 2020.
- [4] SLIPHER V M. Spectrographic observations of nebulae [J]. Popular Astronomy, 1915, 23: 21-24.
- [5] BYRD G T, DING Y. Quantum computing: Progress and innovation [J]. Computer, 2023, 56: 20-29.