

物质是什么

1

2015年12月17日，中国酒泉卫星发射中心利用长征二号D型运载火箭成功地将“悟空”送上云霄，进入太空。“悟空”没有打上南天门，更没有去蟠桃盛宴赴会，只是在用它的“火眼金睛”——空间望远镜等各种精密仪器，以前所未有的灵敏度和能量范围搜索一些神秘的信号。“悟空”是一颗暗物质粒子探测卫星（Dark Matter Particle Explorer, DAMPE），也是中国科学院空间科学战略性先导科技专项中的第一颗空间天文卫星，如果能够如愿，那么“悟空”就能找到暗物质存在的更多证据，甚至有可能让我们一睹暗物质的“真容”。目前，它已在暗物质间接探测和宇宙线起源等方面作出了重要贡献，这标志着我国在空间高能粒子探测领域已跻身世界最前列。

在整个宇宙之中，我们可以看到的物质，大约只占所有物质的5%，剩下的那部分，大约27%是由暗

物质构成，还有 68% 则是更让人摸不着头脑的暗能量。

早在 1933 年的时候，一位名叫兹威基·弗里茨（Zwicky Fritz，1898 年—1974 年）的天文学家在研究星系团内星系运动的过程中取得一系列的研究成果，预测了暗物质存在的可能性。当时，他用望远镜观察遥远的星系，却发现他所看到的星系，比通过计算得出的星系质量小得多。于是他就推断，在宇宙中一定还有很多我们看不见的物质，但我们可以感受到它们。就好像夏夜躲在地下鸣叫的蟋蟀那样，只有打开手电筒，挖出土坑，我们才有可能找到它们的踪迹。既然是躲在宇宙中暗处又不发光的物质，那就叫它们暗物质好了。

几十年过去了，人们一直在寻找这些躲在暗处的“蟋蟀”。

在技术水平不断提升的背景下，这似乎不是什么难题。如果要在黑夜中寻找什么，如今的我们并不总是需要等到白天来临，也不必开灯，用红外线夜视仪一样可以奏效。这是因为，能被人眼看到的光，只是被称为“可见光”的那部分，只有当物品发射或反射出可见光时，人眼才能看到它们。当黑夜来临之时，由于这些物体只能发出很微弱的可见光，我们自然也就很难再看到它们。可是，即便是在暗处的物品，仍然可以发射出红外光，人的肉眼虽然看不见，可是戴上一双可以看到红外光的“眼睛”，就能看清黑暗中的世界了。我们探索未知世界需要动用很多技术，红外线只不过是一个缩影。我们想要找到的目标，哪怕就是像蟋蟀那样躲在地下，我们现在也有很多办法找到它们的踪迹。实际上，在自然科学中，常常把紫外线、可见光和红外线，统称为光辐射，它们都属于光波。



伽利略

正因为如此，人们一开始并没有把弗里茨预言的暗物质当回事，只是猜测，这些看不见的物质，大概就是一些光线暗淡的星球罢了，我们的肉眼看不到，是因为它们实在太遥远，说不定换个合适的仪器就能看到了。更何况，这样的故事早就已经发生过——人类在地球上原本看不到木星的那些卫星，可是伽利略用一台非常朴素的望远镜，就发现了其中的四颗，除了木卫二，其他三颗甚至比月球还要大。所以，关于暗物质的一个合理假设，是宇宙中必然有很多没有被我们发现的天体和星系等，它们发出的可见光太弱，而地球距离它们又实在太远，只有靠一些间接的办法才能找到它们。

后来，在仪器的帮助下，科学家们借助红外线及其他各种技术，果然找到了一些黑暗中的星球，验证了这个想法。事实上，只要是人类可以想到的办法，全都用上了，这才有了一些新的发现。但是，就算加上这些星球，还是有很多物质，我们依然把它们视为“暗物质”——可以感受到它们的存在，却没有任何办法观测。

会不会还有其他一些可能呢？随着研究的深入，科学家们否定了一个又一个假说，至于暗物质究竟是什么，到现在还是不知道。唯一达成共识的是，科学家认为，这些暗物质虽然包括不发光的天体，星系晕物质等重子暗物质，但我们一般意义上更关注的是那些仅参与引力作用、弱相互作用而不参与电磁作用的非重子中性粒子等。无论如何，我们相信，终有一天我们可以认识它，并由此拓展我们的视野。

如今，当我们问起“物质是什么”的时候，也只能就已知这 5% 的宇宙做出回答，就是那些具有客观实在性的物质。对于那些未知的暗物质，还有更神秘的暗能量，我们不敢妄言。

而在这些可以被观测的宇宙中，我们将一切都视为物质——除了我们对物质的理解本身，这种理解被称为“意识”。物质和意识之间的关系，是一个古老的哲学命题，它就像一个绕不过去的海角，当我们对这个世界有所思考的时候，总不免要在这处海角——被称为唯物主义哲学基石的物质概念——逗留，有时候还要写个“在此一游”，广而告之。围绕着物质与意识，人们分为若干门派争论不休，怎样看待它，也就决定了“物质是什么”的答案。

意识就好比是已知物质世界的边缘。如果我们把意识看成一个气球，那么这个气球就将物质世界分为两个部分，气球以外的那部分，我们不知道是什么，潜意识里感觉存在的那部分就称它们是暗物质，而在气球内的这部分，显意识感受到的是这 5% 已知的宇宙世界。只不过，每个人的意识各不相同，气球的大小也不尽相同，看待物质的角度也就有了巨大的差异。意识对物质的关心问题也是哲学的基本问题。

不经意间，对于物质的观点甚至会左右我们对宇宙的探索。

当美国科学家本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin，1706年—1790年）在那个雷雨天放出风筝时，他把难以捉摸的闪电当成了物质。

当德国物理学家威廉·康拉德·伦琴（Wilhelm Conrad Rontgen，1845年—1923年）给太太拍摄手掌骨骼的照片时，他把神秘未知的X射线（伦琴射线，俗称X光）当成了物质。

当英国物理学家彼得·希格斯（Peter Higgs，1929年—）建立起希格斯场的假说时，他把未被观察到的希格斯玻色子当成了物质。

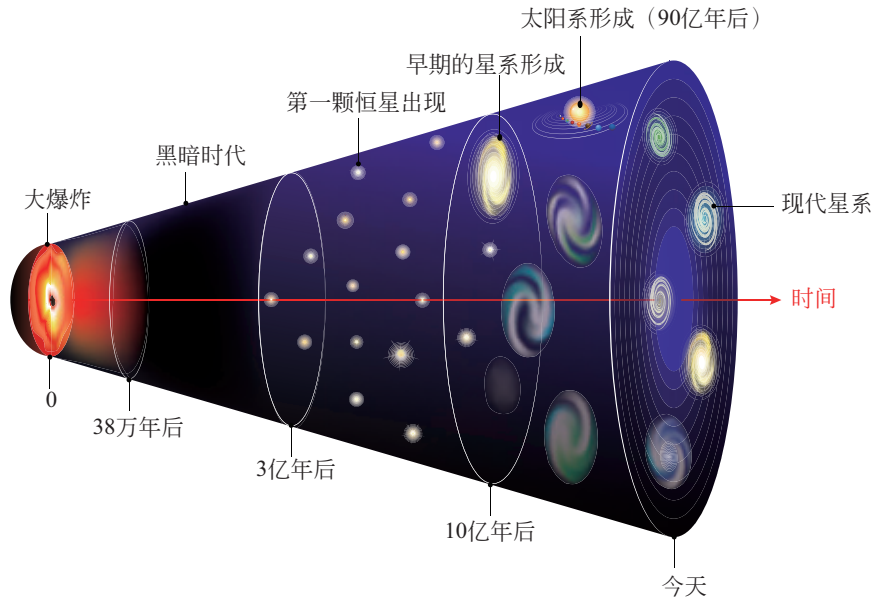
……

类似这样的故事或许永远都不会结束。只要我们合理而勇敢地去放大意识，似乎总有机会去找到一点新的物质。就像当我们把气球越吹越大时，那就意味着，气球外的空间又小了一点点。无论这点变化多么微不足道，它都意味着我们还在继续前行。

所以，物质就是不依赖我们的意识又能够被我们所理解的一切真实存在的事物，除了我们的“理解”本身。物质的集合一直在变化，哪怕我们不能就“物质是什么”的问题达成共识，也不必为此感到烦恼，这就是物质世界本来的模样。

至于我们熟悉的这个物质世界，要从138亿年前说起。那时，所有的物质，也包括所有的能量，全都集中在一个“点”上，这个点被称为奇点。

突然，奇点发生了爆炸，也就是著名的“宇宙大爆炸”。很快，物质以粒子的形式溅射出来，宇宙开始膨胀。此时，宇宙的温度高得出奇，



宇宙演化示意图

电子、夸克还有胶子都是宇宙中稳定存在的粒子。它们都小得出奇，然而希格斯玻色子为它们赋予了质量。

膨胀的宇宙快速降温，夸克和胶子也开始相互碰撞，胶子在夸克之间传递着强相互作用，就像胶水一样把夸克粘接在一起，形成了更大的粒子。我们现在知道，夸克是组成强子的更基本的粒子，有6种夸克及对应的反夸克，其中有两种分别被称为上夸克（u）和下夸克（d）。它们都带有电荷：上夸克带有 $\frac{2}{3}$ 个正电荷，下夸克则带有 $\frac{1}{3}$ 个负电荷。于是，两个上夸克和一个下夸克结合成带有一个正电荷的粒子，它被称为质子；两个下夸克和一个上夸克则结合成电荷为零的粒子，它被称为中子。通过加速器实验，科学家已全部观测到这些夸克粒子的存在，但实验上还没能分离出单独存在的具有像这样分数电荷的夸克。

随着宇宙温度进一步降低，质子和中子也可以紧紧地结合在一起，如果它们再碰到带有一个负电荷的电子，就能够组成原子。原子是构成万物的基石，我们这个有关物质的故事也将从这里正式开启。

2

世界万物的基石 ——原子的概念是怎样被提出来的

被分割的物质

当人们对宇宙中的物质的认识发展到原子层面的时候，似乎一切故事都将变得简单而清晰，毕竟原子的世界，是一个我们很容易触摸到的物质世界。尽管我们早已明白，原子并非是最小的物质单位，但还是会将它看作构成这个世界的基础，因为它是组成单质和化合物分子的最小微粒。

然而，想象出“原子”这种模型，对人类来说无异于一场巨大的思想变革。

地壳表面的一块岩石，无论它有多结实，在水、生物与风力等因素的长期联合作用下也会发生崩解——这就是地质学所说的风化作用。这样的风化作用，它可以是物理的、也可以是化学的或生物的作用。例如，大石头逐渐风化成小石头，而小石头还可能会

继续裂开，再被苔藓附着，伴随着生物的作用，变成砂砾，最后实在太微小，和黏土揉在一起，不分彼此。

这样一种司空见惯的现象，会给人带来自然而然的启发：大块头的物质是由小个子物质组合而成，而小个子物质又是由更小的物质组成。

毫无意外，顺着这个思路，我们会进一步展开联想，向自然界发问：如果把石头这样的物质一直切割下去，是否存在最小的石头单元？把这种最小的石头单元堆砌起来，是否又可以重新变成石头？

很难说这些问题的实际价值如何，它们看起来像是我们现代人吃饱喝足才会拥有的意趣。至于使用石器的史前人类，在面对满地形状各异的石头时，他们是否也有过这样的想法，如今早已不得而知。

但是，随着人类文明逐渐建立，这些问题在生活中其实是难以回避的。

比方说，河东和河西有两个部落做买卖。河西边的部落有黄金，不妨就叫黄金部落；河东边的部落有贝壳，那就叫贝壳部落。黄金和贝壳这两种物品，都曾经被作为货币使用，所以，这两个部落都有了采购物品的资本。

有一天，黄金部落有个人带了一锭黄金去河东做生意，而这锭金子可以买一头大牛或者两头小牛犊。转悠了半天以后，他在贝壳部落看中了一头小牛犊，就想买下它。这牛犊只要半锭金子，于是黄金部落的这位买家就和牛主人商量，把金锭切一半，刚好可以买下小牛犊。对牛主人来说，这个办法似乎没有理由拒绝，他就顺理成章答应了。

过了几天，贝壳部落的这位牛主人也去黄金部落赶集了，他带了一

一枚稀有的贝壳，想去买个木犁回来耕地。巧得很，上次买牛犊的那个人是位木匠，刚好打了一把很不错的木犁，被牛主人瞧上了。但是，一枚贝壳能买下两把这样的木犁，于是牛主人就琢磨，要不和上次一样，把贝壳也一分为二，问题不就解决了？显然，对于黄金部落的木匠来说，他不太可能会答应这个要求，因为常识告诉他，被分为两半的贝壳不值钱。

到底是什么决定了黄金和贝壳各自的价值？从这两笔买卖中很容易看得出来，虽然黄金和贝壳都是货币，但是黄金的价值在于这种物质本身，和它的外形无关；而贝壳的价值却体现在物品之上，和它的外形有关。换句话说，把一锭黄金一分为二，得到的是两锭小一些的黄金；把贝壳一分为二，得到的却是贝壳的碎片，而非两个小一点的“黄金”。



可以分割的黄金

生活中还有比这更复杂的情况。

按照国家的相关规定，在图书的版权页上，出版机构会注明书的开本信息，比如本书在版权页开本那个地方写的就是“165mm×235mm”。我们稍加留心就会发现，不同开本的书，大小差异很大。一般来说，出版机构会根据书的内容来确定选用什么样的开本。除了图书，生活中我