

五彩缤纷的物质形态

夏春华 舒恒杞

(怀化师范高等专科学校物理系 湖南 418008)

“一尺之棰，月取其半，万世不竭。”

这是 2000 多年前春秋时期公孙龙的著名立论。现代科学的发展，正在检验这个立论。这个物质无限可分思想，也给近代物理学的发展提供了参考。

要了解物质的微观运动，就要了解物质的微观结构层次及各层次的粒子运动。众所周知，实体物质是由分子组成，分子是由原子组成。到目前为止，化学上已发现 109 种元素，数千种同位素。而原子呢，在化学反应里是不能再分的颗粒，但在物理学里，却是可分的。原子是由带正电的原子核和绕核运转的带负电的若干电子所组成。电子做两种运动：绕核公转和自旋运动，电子很小，其线度小于 10^{-18} 米，带一个负电荷，尚未发现有任何结构，是基本粒子。而原子核呢，是由质子和中子组成的。质子和中子被统称为核子。核子有结构，高能物理实验证实它是由“夸克”(国内也叫“层子”)组成的。夸克已发现有 6 种，且各有自己的反夸克。

近代物理告诉我们，处于各个层次物质微粒，都在一定的范围内运动变化着，对应着一定的能量和相互作用。研究这些层次的科学分别叫固体物理学、分子物理学、原子物理学、核物理学、粒子物理学等。使用的探测仪器如各种计数器、正比室、云雾室、气泡室、谱仪等，还有现代物理实验必备的加速器和碰撞机。

了解了物质的基本结构层次，有助于认识物质存在的形态。除了常见的固态、液态、气态外，还有几种形态：

等离子态，就是在一定的条件下，将原子核外的电子全部剥离，成为赤裸裸的核与游离态电子的共存体。例如，在研究受控热核聚变时，氦在 $10^8 K$ 时，就成了等离子态，这种形态称为物质第四态。

超固态。最早发现的是天狼星的伴星。这是恒星演化到后期，中子简并压与引力压平衡，影响到核外电子的活动范围从 10^{-8} 米缩到 10^{-15} 米，原子塌缩到原子核的线度，形成了致密天体，天文学上叫

“白矮星”。这种物质的密度远远超过了固态物质的密度，故叫超固态。

超密态。1967 年天文观察发现一种“奇特”的新天体，它以极其精确的时间间隔发出极规则而又短促的无线电脉冲信号，最初人们以为是天上有文明的生物向地球发来的电报。所以曾一度把这种信号源叫做“小绿人”，后来经过科学研究才知道，发射这种信号的并不是什么“小绿人”，而是一种星体，天文学上叫它为脉冲星。现在已发现 354 颗，其物理特征是质量和太阳相当，体积却很小，直径为 20 千米左右。因此，密度极高，每立方厘米有 2 亿多吨；它的辐射能极大，为太阳的 100 万倍。现代科学认为，脉冲星是一种高速自转的中子星，脉冲周期即自旋周期。中子星有固定的亮斑，旋转一周，亮斑发出的光束就传出一个脉冲信号，这就是它呈现脉冲现象的原因。中子星是由质量大于太阳质量的恒星演化到后期，热核反应已经停止，能源接近枯竭，发生猛烈爆发形成的。因为恒星猛烈爆发后的急剧收缩，使恒星内部产生了极大的挤压力，把原子外层的电子“挤到”原子核里去了。整个星体则变成中子星了。这种中子态脉冲星，具有很强的磁场。30 年代最先由苏联的朗道以猜测形式提出，美国的奥本海默学作理论预言，但皆遭到人们的嘲讽，到 70 年代，英国的休伊斯发现脉冲星后，一时轰动世界。不管物质呈现哪种形态，它们都在不停地振动、平动或转动或兼而有之。有的有秩有规则；有的无秩，做热运动；有的低速，每秒零点几个厘米；有的高速，每秒 30 万千米；有的作用力程极短，只有费米量级 (10^{-15} 米)；有的力程很长，为无限远。所以，从微观结构看，物质皆处于永恒的运动变化之中，千姿万态，五彩缤纷。真正没有不运动的微粒，没有微粒不运动。

场，是另一种物质形态。例如引力场，我们抛出一个物体总会落到地面，因为它受到引力场的作用，引力场具有能量，可以做功，说明引力场具有物质的

基本特性。既具有物质的特性,又能为我们所感知。同样,电磁场、原子核场等都是物质的一种形态。这就是所谓“场物质”。场物质和实体物质比较,有能量,动量,但没有质量大量集中的表现。所以,有人说它是“特殊物质”,实际上没有必要加“特殊”二字。

对这些物质的认识,是通过光和电信号探测到并认识的。这些物质可以称为“明物质”。

根据天文学的观察和研究计算,明物质在银河系和宇宙中仅占 10%、那么还有占 90% 的物质状态又呈什么样呢?

这还得回到历史上的“质量短缺”:1933 年,瑞士天文学家兹威基测量后发星系团的质量时,采用了两个方法进行测量,先用光度方法,然后用动力学的方法,他惊奇地发现二者的结果差异十分大, $m_{动} \approx 400 m_{光}$ 。这个“质量短缺”现象,说明有些物质用光度方法是测不到的。

据天体物理学家对引力束缚系统的研究推算,宇宙中存在着大量的不发光的或发极微弱的光的物质。科学家们称其为“暗物质”。

1978 年,射电天文学家证实在星系团周围存在着大量不发光的物质。

1983 年,英国天文学家霍金斯发现银河系及其周围可能存在着大量的暗物质。

但暗物质是什么?则众说纷纭。

根据大爆炸理论可以推算发生大爆炸所对应的物质能量以及宇宙间应有的物质总量。如果宇宙每 10 亿年膨胀 5%—10% 的话,我们将银河系和所有能看到其他星系的恒星质量加起来,甚至按对膨胀率的最低估值计算,其质量总量比用以阻止膨胀的临界值的 1% 还少。实际上,由于宇宙间物质的引力,宇宙的膨胀速率是减小的。按照宇宙学的理论,宇宙的总质量应是我们迄今所观测到的总质量的 10 倍左右。如果这一理论是正确的话,在我们的宇宙中还应有 90% 以上的物质尚未被发现。即宇宙中还存在着大量的暗物质。

根据爱因斯坦广义相对论,允许有“黑洞”的存在,如克尔黑洞,席瓦兹黑洞等,就是引力塌缩到一定程度时,连光也发不出去,就形成了所谓“黑洞”。

在天体演化过程中,许多核反应都会产生中微子,且数量极大,估计宇宙中的中微子的数量是其他基本粒子的 10 万亿(10^{13}) 倍,而中微子是质量几近为零的中性微粒。它们只有极弱的弱作用;穿透力极强,连地球也一穿而过。利用现有光学仪器是探测不到的。假如中微子静止质量不为零,则几乎占宇宙质量的 90% 以上。

暗物质的探测是目前物理学中的一大热点。到底暗物质情况如何?尚有待实验检验。

•封底说明•

雕塑“物之道”

2001 年 6 月上旬,在中国美术馆举办的《艺术与科学国际作品展暨学术研讨会》上,展出了一座高约 4.8 米名为“物之道”的金属雕塑。该雕塑的创作者、清华大学美术学院副研究员卢新华介绍,这个雕塑是由著名物理学家李政道创意,在中科院院长路甬祥及许多科学家的指导下完成的。雕塑在创作中运用点、线、面运动变化所具有的丰富内涵和表现力,以线的单纯、简洁的视觉效果来表达正负电子对撞的科学技术特征,用一根不断延伸的线在同一圆心做涡旋运动,并使线的两端为两个极点的形态,向外延伸表现出“至大无极”,向内回归意味着“至小无内”。雕塑运用在中国数理上以九为大的概念,用九根螺旋线并列组合成旋转运动,并在向外延伸的九个端点上,采用象征大千世界的赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫、黑、白九种色彩。在材料上,采用亮与暗的处理工艺,来代表阳与阴和正与反。雕塑的基座呈金字塔形状,意味着坐落在金字塔顶端的雕塑所代表的科学最高境界。同时,为了体现物质的运动变化,雕塑设定每 36 分 50 秒旋转一圈,象征物质运动的时空观。在雕塑的基座上还有李政道先生为该雕塑写的一首诗“物之道”:

“道生物,物生道,道为物之行,物为道之成,天地之艺物之道。”

据悉,“物之道”雕塑将做为中国科学院高能物理研究所的标志性雕塑。

(李之)

现代物理知识