

其能发射周期性的脉冲信号，称为“脉冲星”。这个发现后来被称为 20 世纪 60 年代天文学的四大发现之一。自那以后，人类对脉冲星的研究成为一个热点，到目前为止人类已经发现了 2000 多颗脉冲星。

脉冲星到底是由什么物质构成呢？一种观念认为脉冲星就是中子星。恒星是由其内部的核合成过程提供能源的，并且核燃烧产生的热压抵抗引力收缩而使恒星保持一定的平衡位形。随着恒星晚期核能源的耗尽，热压力越来越抵消不了引力，恒星的塌缩不可避免。收缩的恒星内部密度逐渐升高，同时电子费米能也相应增加。当电子费米能超过一定阈值时，电子就会与原子核中的质子反应生成大量中子，这就是所谓的“中子化过程”。中子化的后果是使得恒星的塌缩核最终会成为一个以中子为主构成的残骸——中子星。除了这种主流的观念之外，还有人认为脉冲星是奇异星等。

脉冲星有着不可思议的特征，它主要是表现在哪些方面呢？一方面脉冲星被称为宇宙中最准确的天然时钟：我们知道，地球每 24 小时自转一次，而大多数脉冲星每秒钟就能自转一次或多次，有些脉冲星的旋转速度甚至高达每秒 100 转！它们的自转速度比太阳系中转速最快的木星还快 10 万倍。而且奇妙的是这种自转变化非常微小，如毫秒脉冲星每年减慢不到 $1/108$ 秒。因此它被认为是宇宙中最好的计时工具，例如一颗编号为 PSRJ1909-3704 的脉冲星，它像高速陀螺一样地旋转，每秒钟转动 339 周，非常有规律和准时，几乎没有什么误差，所以它成为迄今为止所发现的最为准确的“天体物理学时钟”。另一方面，它有着难以想象的体积、密度、温度、压强、引力和磁场强度等，这为研究高能物理和极端物理提供了一个天然的平台，它主要表现在：①**体积小、密度极大**。脉冲星是由中子密集在一起的超高密度星体，所以体积一般很小，绝大多数的脉冲星半径往往仅有 10 公里左右，这个半径仅仅是地球半径的千分之一多一点。形象地说：一个地球可以容纳下 2.6 亿颗脉冲星，而太阳可以容纳下 130 万个地球。因此从数据可以看出脉冲星体积的大小。但是脉冲星的质量通常是太阳质量的 1.5~2.5 倍，所以它的密度极高，1 立方厘米就能有 10 亿吨！②**温度极高、压强极大**。在太阳系中，温度最高的星球是太阳，它的表面温度是 6000 度，中

心温度是 1500 万度，而脉冲星的表面温度可达摄氏 1000 万度，是太阳表面温度的 2000 倍，而其中心温度竟高达 60 亿度！其灼热程度，是我们无论如何都无法想象的。脉冲星由于本身的重力非常大，连电子在原子核外面也撑不住内缩的压力，被压缩到原子核中，与质子结合成中子。因为脉冲星的密度非常大，所以它们的压力也大得无法想象，在这个高压世界中，中心压力可以达到 1 万亿亿大气压，比太阳高 3 亿亿倍。③**强引力作用**。同白矮星一样，脉冲星是处于演化后期的恒星，它也是在老年恒星的中心形成的，只不过能够形成脉冲星的恒星，其质量更大罢了。根据科学家的计算，当老年恒星的质量大于十个太阳的质量时，它就有可能最后变为一颗脉冲星，而质量小于十个太阳的恒星往往只能变化为一颗白矮星。尽管脉冲星只相当于地球体积的一小部分，但它的引力场却强过地球的 10 亿倍。④**强磁场**。地球有磁场，大约为 0.6 高斯。太阳有磁场，其普遍磁场大约为几高斯，黑子区域的磁场比较强，可达几千高斯。有些磁场比较强的恒星，可达几千到几万高斯。在地球上的实验室里能制造出磁场的最高纪录是 1 千万高斯。星际介质的磁场最弱，只有百万分之一高斯（1 高斯= 10^{-4} 特斯拉）。那么中子星的磁场情况怎么样呢？大多数脉冲星具有约 10^{12} 高斯的磁场，它是地球的 1000 亿倍，是太阳磁场强度的 1 亿倍到 100 亿倍。也是地球所能制造出的磁场的 10000 倍左右。

脉冲星是 20 世纪 60 年代天文学的四大发现之一。在不到 20 年的时间发现者接连两次获得诺贝尔物理学奖，引起了全世界的轰动。休伊什因发现脉冲星而获得 1974 年度诺贝尔物理学奖；后来因为哈尔斯和泰勒对新发现的双脉冲星系统观测为爱因斯坦的广义相对论和引力波理论提供迄今最严格的检验。为此，获得 1993 年的诺贝尔物理学奖。因此脉冲星对天体物理学的研究具有很大的意义，由于脉冲星的这些不可思议的特征为现在物理学特别是高能物理和宇宙学提供了一个天然的平台，它更为我们研究宇宙的起源、演化和变迁提供了一把天然的钥匙。随着科学技术的快速发展，相信在不久的将来，人类对脉冲星的认识将更进一步，从中了解更多的秘密，从而为揭开宇宙神秘的面纱提供更多的有用信息。

（广西师范大学物理与电子工程学院 541004）