

旋、磁矩以及讨论高速运动电子的许多性质都与实验结果符合得很好。狄拉克的灵感来自他对数学美的直觉欣赏，数学美的最高境界是结构美和简洁的逻辑美。狄拉克认为：“让方程式优美比让方程式符合实验更重要……因为差异可能是由于未能适当地考虑一些小问题造成的，而这些小问题将会随着理论的发展得到澄清。在我看来，假如一个人在进行研究工作时着眼于让他的方程式优美，假如他真有正常的洞察力，那么他就肯定会获得进步”。因此，狄拉克方程自动地给出了电子的“自旋”这个量子数，而且使“自旋角动量”是 $1/2$ 而不是整数这一点得到了自然的解释。初步了解此中奥妙的人都无法不惊叹其为“神来之笔”，这是别人无法想到的。就连当时最负盛名的海森伯和德布罗意看了狄拉克的文章之后，都无法了解狄拉克是怎样想出此神来之笔的。

二、反粒子理论——对称美

相对论量子力学的狄拉克方程有双重解：正能解和负能解，并且正能态和负能态的分布是完全对称的。但是，由于负能态比通常的正能态能量更低，根据量子跃迁理论，一切正能态的粒子和物质都将无休止地向负能态“跃迁”，这样将导致宏观物质全部解体的结论。为了摆脱这种与事实不符的困境，狄拉克根据泡利不相容原理，于1930年提出了著名的空穴理论。

他假定，自然界的所谓“真空”并非空无一物，所有的负能态都被电子填满了，形成了负能态的电子海，正能态的电子不可能再往下跃迁，这样就保证了原子的稳定性。当处于负能态的电子受到激发由负能级“海洋”中逸出时，那里就留下一个空穴，这个空穴就相当于一个带正电荷的粒子。从对称性考虑，这种带正电荷的粒子应当与电子具有相同的质量。可是，由于当时所知道的带一个正电荷的粒子只有质子，于是，狄拉克假设：“在电子的分布中，具有负能量的空穴就是质子。当具有正能量的电子落入空穴并填满它时，我们应当观察到电子和质子将同时消失，并伴随着辐射的释放”。狄拉克关于质子是电子的反粒子的假设提出后，立即遭到了奥本海默的批评。他指出，如果质子是电子的反粒子，氢原子就不可能是稳定的。1931年5月，狄拉克又根据对称性，提出空穴是一种“实验物理学还不知道的新粒子，它们与电子的质量相同，电荷相反”，即预言了“正电子”的存在。到了1932年，安德森在宇宙射线的实验中发现了正电子，从而证实了狄拉克的预言，安德森因此获得了1936年的诺贝尔物理学奖。可见，作为物理学另一个里程碑的反粒子理论，充分体现了狄拉克有关对称美的美学思想，正如他所说：“在一个物理系统的所有可能表象之间，必有着一定的优美的对称性”。

科苑快讯

超新星孕育了黑洞

黑洞一直被看成是神秘而奇异的天体。虽然有越来越多的观测证据证明它们的存在，但有关这些天体形成的原因，仍存有诸多问题。一种可能的方案是，一个大质量恒星（比太阳质量大25倍）燃尽了核燃料并在它的很大的引力质量下塌缩，形成了黑洞。另一种可能的方案是一个更为复杂的模型，假设一个大质量恒星

首先爆炸，留下了一个直径小于20千米、密度极高的中子星。这一超新星爆发所抛出的一些物质又落回到新生的中子星上，最后发生塌缩而形成黑洞。以色列科学家最近发表的研究报告认为，可能是超新星孕育了黑洞。

（卜吉 秦宝 编）