

基本作用力

江向东 / 译 黄涛 / 校

一个理论愈是深刻，它的前提就愈简明，它描述的事物就愈繁多，它适用的范围就愈广泛。

——阿尔伯特·爱因斯坦

粒子物理的本质是探索基本粒子的性质并描述基本粒子间的作用力。这自然引出些更深刻的问题。粒子为何受制于这些力而不是那些力？这些不同的作用力之间有无联系？如今粒子物理的主题是统一。物理学家们把焦点放在弱、强、电磁和引力这四种力的类似点和模式上，且期望将它们纳入单一框架。

麦克斯韦朝这个目标迈进了第一步。他从传播带电体之间或磁体之间作用力的孤立的电场和磁场开始，建立了单一电磁场的理论。从而他的理论统一了从前以为是不同的两种力。进而，他预言了这种场的以光速传播的波动——电磁波的

存在。无线电波，可见光，以及 X 射线，全被表明是电磁辐射的几种类型，其中唯有波长的区别。

在现代物理中，认为粒子的电磁相互作用起因于电磁波在粒子之间的迁移，处于微观能级的这些波，行为酷似粒子本身，物理学家称它们为光子。用现代物理的语言来说，电磁力是由光子传递的。

原子是靠带负电的电子对带正电的原子核的吸引力而被约束在一起的。但在核自身里的正的质子之间，电磁力是斥力。阻止核子四分五裂的力是强作用力，它是一种力度强大但力程很短的吸引力。这种力，也能将质子和中子里面的夸克束缚在一起，是由名叫胶子的粒子来传递。

第三种基本作用力被恰如其分地命名为弱力。它是负责辐射 β 衰变的，在此过程中原子核里的一个质子变成一个中子，或者反过来。弱力是由叫作 W 玻色子和 Z 玻色子的粒子来传递的，这两种媒介粒子于 1983 年首次被西欧中心 (CERN) 的实验观察到。它们的发现是通向力的统一道路上的一块重要的里程碑，因为它们的存在曾被弱电理论所预言，按该理论而论，电磁力和弱

力只是一种统一相互作用的不同表现形式。

最熟悉的相互作用是引力，它将宇宙万物约束在一起。近乎荒谬的是，它是影响基本粒子的最弱的力，而其大尺度效应却是巨大的，因为越大的东西，引力总是越强。传递引力的假设粒子叫引力子，不过很可能在很长时间仍不能发现它们，因为它们自个的引力作用太微弱。

物理学家们将他们了解的强和弱电相互作用称为高能物理的标准模型。该模型的细节是复杂的，但其实质成分能概括得很简短。强力是由胶子携带，它将质子、中子和许多其它复合粒子的内部的夸克束缚在一起。不是由夸克组成的粒子叫作轻子，它们不感受强作用。电磁力和弱力分别由光子和 W 以及 Z 玻色子来传递。这就是标准模型，它解释我们所知的一切事物的有关基本粒子的行为。然而，它完美吗？它能回答我们所有的问题吗？远非如此！

我很久以来一直有个看法，简直成了信念。我相信，这是很多自然知识爱好者所共有的，即在多种形式之下的物质的作用力，能被表明出自同一根源。——迈克尔·法拉第 (译自《To the Heart of MatterSSC》1991)

