

哈勃望远镜瞥见了阴云中的火星

陈礼忻 译

(台湾新庄市富国路 77 巷 25 号 3 楼)

本文谈的是有关火星的气候变化。自从维京号太空船于 1970 年在火星登陆,基地的无线电望远镜,就一直在监视火星上的气象,并作记录;它是一个气候非常恶劣,气温会骤然下降摄氏 20 度的寒冷地带。但最近一个月,地球接近它的附近时,哈勃望远镜所传回来的照片上,有寒冷增加的迹象。在靠近火星最高卷云笼罩下的稀薄空气外面,形成一层水气的霜雾。从由西飘过的特别浓厚的云层中露出那个二万五千公尺的火山顶峰,星星也显露在火星寒冷

的夜空。

这个骤然寒冷又多云的天气图像,同维京号太空船通常在白天里所拍到的尘灰相比较是很少有的。柯罗拉多大学的史蒂芬·李是参与处理哈勃望远镜所摄照片的会员之一,他提到,环绕火星的尘灰会扰乱测微器的尺度,红桔色的沙粒会直冲大气层并在那里吸收太阳能。维京号太空船到达火星前 19 年之内,火星上曾发生两次全球性风暴,使大气层温度升高。但最

(下转第 15 页)

是,定域超对称理论必然包含引力场,它自动地变成了超引力理论。这一妙处特别吸引人。

利用超对称性来构造现实模型的时候,其显著的特点是模型中增生了普通粒子之外的全新的超对称粒子。所有已知的费米子和玻色子都必然伴有各自的超对称伙伴(或称孪生粒子)。例如,普通夸克和轻子的孪生粒子为超夸克和超轻子。弱中间玻色子 W 和 Z 的,以及光子和胶子的孪生粒子,分别叫作超 W 粒子、超 Z 粒子、超光子和超胶子。此外,还有与希格斯粒子对应的超希格斯粒子。即使不计作超对称扩充时额外引进的物质场和希格斯场,粒子总数也翻了一番。

如果超对称性是自然界的一个严格的对称性,那么,就应该观察到带有相同质量的费米子和玻色子,即一对对的孪生粒子。而到目前为止,人们从未测到过普通粒子的孪生兄弟。因此,超对称性必须是一个破缺的对称性,才可能使得孪生粒子的质量与相应的普通粒子的质量不一样,从而避免与现有的实验相冲突。超对称粒子的质量有多大?这取决于超对称性破缺的质量标度,而这个标度却因模型而异很不确定。有的现象学模型预言这个标度为 10^{10}GeV 。假如破缺标度没有这么高,就能较早地得到实

验检验。不论怎样,只能等到实验上发现超对称粒子后,才能断言超对称性的真确性。

将超对称性用于统一描述强力、弱力和电磁力的理论叫超对称大统一理论。超对称性的引进,能解决这类理论中的部分问题。例如,超对称 SU(5) 模型能将大统一能量标度推移到 10^{16}GeV , 预言质子的寿命为 10^{35} 年,从而与目前的实验结果(大于 10^{33} 年)不矛盾。1990 年,欧洲核子研究中心正负电子对撞机上关于力的强度的测量结果,与超对称 SU(5) 模型的估算相符,而与普通 SU(5) 模型不符,这使得超对称理论更为人们所注意。

将超对称性用于弦理论,就是所谓超弦理论。在普通的粒子场论中,粒子是当作一个点来描述。而在超弦理论中,认为粒子是条长约 10^{-33} 厘米的弦,弦本身是六维的,它在一个十维空间内振动,一种振动方式对应一种粒子。迄今为止,超弦理论只是停留在纯理论研究阶段,离现实世界还很遥远。

从对称性看世界,看到的可能性实在太多了。美国物理学家费曼说得好:“可能性实在太多了。它们之中任何一个都可能是对的,也可能没有一个是错的。因此我们必须去探索,向尽可能广的方向去探索。”

介子等。对一个典型的 t 夸克事例，大约总共有上百个终态粒子进入探测器。这就给分析数据，特别是估计本底带来很大的困难。然而，大部分重要的本底都能从 CDF 探测器所采集的数据中估算出来。

从观察到的 t 夸克产生的事例信息，可以计算出 t 夸克的质量值为 $176 \pm 8 \pm 10 \text{ GeV}/c^2$ ，第一项误差指统计误差，第二项为系统误差。产生顶夸克对的截面为 $(6.8^{+1.9}_{-1.4}) \text{ Pb}$ 。

D0 组总共分析了大约积分亮度为 50 Pb^{-1} 的数据，分析了双光子和单光子的衰变道，有的标记 b 夸克的喷注，有的不标记 b 夸克的喷注，共分析了七种不同的衰变道。观察到了 17 个事例，预期的本底事例是 3.8 个，t 夸克质量的测量值为 $199^{+19}_{-22} \text{ GeV}/c^2$ ，tt 的产生截面为 $(6.4 \pm 2.2) \text{ Pb}$ 。

去年四月，CDF 组曾经向世界新闻媒体发布了重要消息，宣称第一次在实验上给出了 t 夸克存在的证据。在那时，他们没有简单地宣布为发现，而只称给出了 t 夸克存在的直接实验证据。CDF 实验组的物理学家们如此谨慎是有原因的，这是他们严肃的科学态度。在去年的物理分析结果中，他们发现了 12 个 t 夸克产生的候选事例，比预期的本底事例超出很多。但他们仍然不放心，这样大的超出是不是有可能来自本底事例的统计涨落？经过详细的估算，这种可能性只有 1/400。显然，这种概率出现的可能是很小的。然而，CDF 组的科学家们还是十分谨慎，希望有更多的数据来证实 t 夸克的存在。经过十个月的努力，CDF 组分析了比去年多 3 倍的数据。找出了 43 个 t 夸

克产生的候选事例，证实了去年的结果，并大大提高了统计性，从而他们确信发现了 t 夸克。

D0 实验组完全独立地发现了 t 夸克，他们用自己的 D0 探测器，采集质子-反质子对撞数据，并进行数据的分析。去年，由于他们没有得到足够数目的 t 夸克候选事例。所以去年 CDF 组宣布给出了 t 夸克存在的实验证据时，D0 组的物理学家们没有宣布他们的结果。直到今年，他们分析了更多的实验数据，确认了 t 夸克的存在，在今年 3 月 2 日费米实验室举行的报告会上，D0 组和 CDF 组同时宣布他们发现了 t 夸克。

b 夸克发现至今已有 18 年了，经过成百上千物理学家的努力，终于在实验上发现了 t 夸克，再一次证明了粒子物理学中标准模型的正确性。18 年来，各国高能实验物理学家和理论物理学家密切配合，共同推动，耗费巨资建造高能加速器和探测器，对物质结构进行大规模的深入的探索。t 夸克的发现再一次证明了国际合作的重要性，特别是像高能实验物理这样的“大科学”尤其重要。TEVATRON 正在运行，CDF 和 D0 实验组还在继续积累更多的数据，期望将 t 夸克的质量测量得更精确。今后，物理学家还将对 t 夸克的特性作进一步的研究。因为 t 夸克有极大的质量（几乎和金原子一样重），将允许物理学家更进一步地了解那些需要获得很大质量的物理过程。对于今后的 10 年，这些工作只能在费米实验室的 TEVATRON 上进行，因为在今后 10 年内，它仍然是世界上能量最高的加速器。

（上接第 6 页）

近火星的尘暴不再像过去那样频繁，也不再像 1970 年那么猛烈。

为什么这些风暴会减弱呢？是否天气变冷了，没有人能说明白。要找出它的线索，要等待太空船再上火星去观察了，只可惜一些太空船，已在 1993 年准备进入绕火星的轨道时却突然

失踪了。到现在还没有其他太空船去代替，火星科学家也只好依靠哈勃望远镜，作远距离的观察，这样做，还要依靠气候周期性的转变，才能用肉眼看到火星。

（译自《科学》267 卷 31 页，1995 年 3 月号）