

物理学史中的九月



2008年9月10日 大型强子对撞机正式启动

萧如珀¹ 杨信男² 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

2008年9月11日,国际主流媒体都争相报导一则物理新闻——座落于瑞士日内瓦近郊的欧洲核物理研究中心(European Organization for Nuclear Research, CERN)于前一天成功地启动了大型强子对撞机(Large Hadron Collider, LHC)。《纽约时报》的报导如此开头:“科学顺着亚原子射束和香槟之河,于星期三(9月10日)驶向未来。”

LHC是史上最大、最复杂、也最昂贵的科学实验设施,造价80亿美金。加速器位于法国与瑞士边界周长27千米的圆形地下隧道中,隧道最深离地面达175米。

利用超导磁铁,LHC可以将质子束加速到几近光速,最高可具有7 TeV的能量,是一个空前的纪录。当两个带有这么高能量的质子迎面对撞时,物理学家预期可以观测到许多新的粒子和现象,并可以进一步了解自然界的各种作用力,以及宇宙的形成和演化。

人类亘古以来即希望能了解万物组成的基本成分,以及它们如何相互作用。古希腊哲学家恩培多克勒(Empedocles,公元前490~公元前430)主张万物皆由火、气、水、土四个元素所组成,并说宇宙内存在有“爱”与“恨”两种力,“爱”使元素结合在一起,“恨”则让它们分开。柏拉图后来加进了新的元素叫“以太”。中国古代有阴阳五行说,认为大自然现象是“金、木、水、火、土”五种气的变化总结。

直到20世纪20年代,当时已知的基本粒子只有电子、质子和光子,已知的两种基本作用力是万有引力和电磁作用。第二次世界大战前对原子核的研究以及中子的发现,显示自然界还存在有其他两种力,即让中子与质子聚在原子核内部的强作

用,与促使中子和原子核发生 β 衰变的弱作用。

第二次世界大战之后迎来基本粒子物理的黄金年代。在理论方面,先是20世纪60年代出现了可以将电磁与弱相互作用加以统一描述的电弱理论,紧接的是20世纪70年代基于夸克带有“色荷”的量子色动力学的出现,用以描述强作用现象。电弱作用和量子色动力学都是规范场论,合称标准模型,验证标准模型遂成为实验高能物理的显学。

在实验方面,1980年以前美国各个国家实验室中的大型加速器接二连三地发现了许多包括夸克在内的新粒子,一直独领风骚。但是CERN先在1973年发现中性流的存在,继而在1983年发现W和Z玻色子,确立了电弱作用论之后,大西洋两岸在高能物理实验方面的竞争逐渐形成平分秋色的局面。

LHC的想法在大型电子-正电子对撞机(LEP)的构想提出之后就已出现。LEP的隧道便为现在的LHC所用。LHC早期的讨论多集中在如何与拟议中的40 TeV之超导超级对撞机(the Superconducting Supercollider, SSC)竞争及比较,例如制造更便宜的1 TeV能量但更高亮度的对撞机,说不定也很具竞争力。

1988年,CERN在其由总主任卢比亚(C. Rubbia, 1984年诺贝尔物理奖)召集之长期计划小组的建议下,开始对LHC所需高性能的磁铁进行研发工作。卢比亚当时主张LHC应设计成也可以加速重离子,以及LEP的电子束,后者可惜并未成真。在卢比亚的大力推动下,CERN理事会终于在1991年12月作成决议,认为LHC是符合CERN未来发展的正确机器,并要求卢比亚于1993年底提交一份完整

的计划书。

当时发生了两件大事,一是东德崩溃,东西德决定合并;另一则是美国国会于1993年决议终止超导超级对撞机(SSC)。

SSC计划的终止让LHC减少了一个潜在的强力对手,但费米国家实验室的正负质子对撞机(Tevatron)仍不可小觑。

由于东西德统一的经费庞大,因此德国要求减轻其对CERN经费的负担。LHC的建造成本昂贵,加上部分会员国对高能物理转趋消极,所以在卢比亚继任者的折衷之下,CERN理事会终于在1994年12月正式批准LHC的第二阶段兴建计划。

1995年6月日本同意负担可观的经费,是非会员国中最先表态支持的国家,之后俄国、印度、加拿大与美国相继跟进,后来德国同意CERN可以短期采用赤字财政,美国与CERN的协议又于1997年12月及时签署,终使CERN理事会于1997年12月20日正式批准LHC单一阶段兴建计划,完成目标为2005年。

LHC的兴建过程由于超导磁铁新的设计及测试费时,造成进度延宕,但它能于2008年9月正式启动即已让全球高能物理界雀跃不已。只是好景迅速消失,启动后10天,一个电路短路导致爆炸,毁损了53个超导磁铁。幸好经过1年的整修,LHC终于在2009年11月20日重新启动。

2012年7月4日,CERN宣布LHC的两个主要

探测器同时发现了标准模型最后的一个拼图——“上帝粒子”希格斯玻色子,确切存在,全球为之欢腾!

LHC的兴建激发了普罗大众与文艺界的丰富想象,出现了许多相关的小说、电视影集、影片、饶舌歌曲和电玩。另外,有少数的科学家忧心LHC可能带来世界的毁灭,他们认为LHC的实验中可能会产生微黑洞或奇异粒子,所以向大西洋两岸的法院发起控诉,要求停止LHC的运转。不过,法官并未接受,因为CERN的科学家解释,相同的高能碰撞事件早已并时刻在宇宙线中发生。

现今有近万名的物理学家仍日以继夜地在CERN做实验,希望发现更多崭新的物理现象。



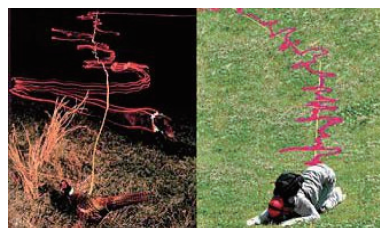
LHC隧道中的一段

(本文转载自台湾大学科学教育发展中心“CASE读报科学”,网址<http://case.ntu.edu.tw/blog/?cat=3145>)

科苑快讯

人类的嗅觉其实更灵敏

根据美国罗格斯大学(Rutgers University)神经生物学家麦甘(J. McGann)的研究结果,人类嗅觉较差是20世纪的一个谣言。麦甘认为这一说法不是出自人类嗅觉的实证研究,而只是根据解剖学家提出的观点,即人类为了自由意志会减小大脑嗅球。事实上,我们的嗅球很大,而且神经元数量与其他动物相当。我们其实能够追寻气味的踪迹,甚至对于一些气味,比啮齿类和狗更为敏感。



加州大学伯克利分校的人类嗅觉追踪实验

(高凌云编译自2017年7月10日《欧洲核子中心快报》)