



# 超光速粒子

## ——爱因斯坦又犯错了？

□北京大学科维理天文和天体物理研究所

Thijs Kouwenhoven (柯文采) 翻译 任致远

2011年9月23日,欧洲核子物理研究中心(CERN)的科学家宣布了一个惊人的消息:他们发现了速度可能比光速更快的中微子。根据爱因斯坦的狭义相对论,光速为宇宙中一切物体的最快运动速度。而超光速中微子的发现一旦被证实,将对先前的理论提出严重挑战,甚至是引起物理学的下一场革命。然而,CERN的科学家对于这项发现目前仍报以谨慎态度。他们邀请全世界的科学家一起检查有关测量的种种细节,并在条件允许的情况下,重复此项实验。

本次的中微子实验是在CERN的大型强子对撞机(LHC)上完成的。LHC是目前世界上最大的高能粒子加速器,坐落于日内瓦附近的法国和瑞士边界上。整个设备耗资70亿欧元(约合700亿人民币),安置在周长为27千米的巨大地下隧道内。LHC的科学目标是研究极端能量条件下的基本粒子物理现象,可用来模拟大爆炸之后,宇宙形成初期高温高热环境下的粒子运动以及合成、分解反应。在加速器的隧道中,强磁铁会把两束相对运动的粒子加速到几乎等于光速。而各种灵敏的探测设

备被放置在碰撞点附近,用来观测碰撞后各种基本粒子的产生、湮灭,甚至是反物质的诞生。

由于LHC是一个非常复杂的设备。当它于2008年建成后,经过相当长时间的调试才使得它能够顺利运行。2010年3月,LHC的实验创造了有史以来最高能量的粒子对撞,超过了其他加速器所保持的能量纪录。随后,LHC便吸引了大量公众和媒体的瞩目。有些人担忧在对撞实验过程中,是否会产生所谓的“微型黑洞”。这样的微黑洞一开始并没有什么危害,然而,它会不断吸附周围的物质越长越大,最终吞没整个地球!一些欧洲和美国的人生甚至诉诸法律,希望“阻止”这样可怕的事情毁灭地球。然而,来自全世界的物理学家经过仔细的计算后,向公众表示,LHC的对撞能量远远低于产生微黑洞所需的能量,所以在实验当中并不会出现此类的安全隐患。

在被外界广泛议论的同时,LHC从来没有停止大量有趣的物理实验。目前,它已经能够将粒子加速到光速的99.9999991%。当亚原子粒子进行这种高速碰撞时,能够产生许多新奇的粒子,包括所谓的中微子。因为碰撞发生地点到中微子被探测器捕获所经历的时间和距离都是可以精确测量的,所以我们能够计算粒子飞行的速度。

科学家惊奇地发现,中微子到达探测器的时间比预计的提前了0.002%。他们重复进行了几次实验,并测到了相同的结果。这意味着中微子的运动可能超过了光速。此后,他们仍然没有急于公布实验结果,而是继续深入检验仪器测量和计算过



图1:从日内瓦郊外航拍欧洲核子中心的外景。背后是Jura山脉。大圆圈标出了LHC加速器周长为27千米的质子-电子对撞通道(Tunnel of Large Electron Positron Collider, LEP)。小圆圈显示了周长为7千米的同步质子加速通道(Super Proton Synchrotron (SPS) tunnel)。穿过整个区域的长线是法国和瑞士的边界。

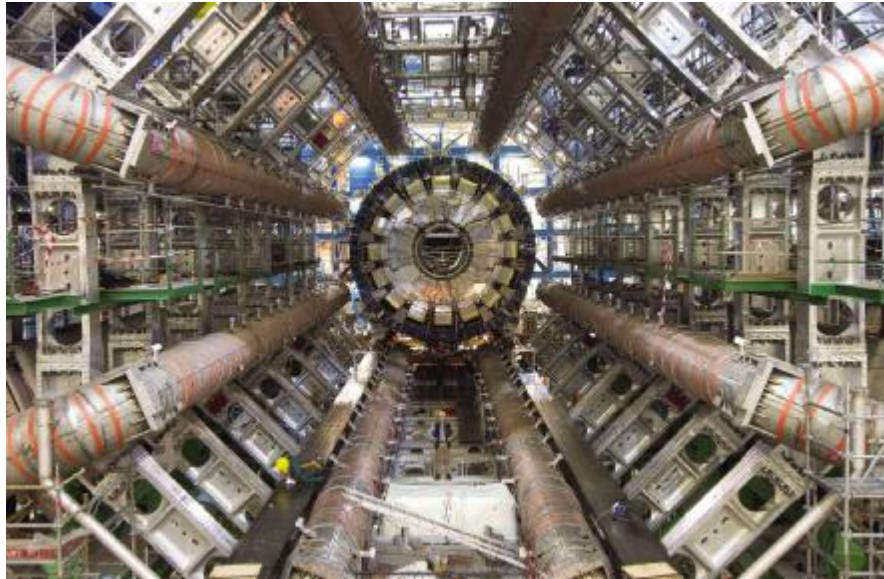


图 2: LHC 环形探测器(ATLAS)内部。该探测器是整个 LHC 的核心。



图 3: 欧洲核子中心的 LHC 控制室。照片摄于 2008 年开始运行的庆典时。<http://cdsweb.cern.ch/collection/Press%20Office%20Photo%20Selection?ln=en>。

程可能出现的误差。经过两年时间的仔细排查,没有发现任何错误的迹象。他们于是公开向全世界的物理学家寻求帮助,希望能对实验结果做出合理的解释:到底是中微子真的超过了光速,还是某些实验误差依然存在?

对于外行来说,一个比光速快了 0.002% 的粒子并不是那么吸引眼球。然而在科学家眼里,确是相当震惊的事情。在现今的物理学体系中,光速被认为是自然界最基本的参数,是恒常不变的。根据爱因斯坦的狭义相对论,当观察者试图追上一束光时,他的钟表会出现所谓时间膨胀效应,使得最终测量到的光速仍然没有变

化。另外,任何有静止质量的物体,其运动速度都不可能达到或超过光速。因此光速可以被认为是宇宙中的极限速度。然而本次的中微子实验,可能会对这个“极限速度”提出严重的挑战。

在发现“超光速中微子”的整个过程中,欧洲核子中心的科学家严格遵循着物理学研究的基本准则。他们在得到结果后,不断重复测量,并且邀请全世界的同行参与实验和数据处理的过程。而对于社交媒体,他们只是谨慎地宣布实验结果,而没有采用任何耸人听闻的宣传方式,比如鼓吹“物理学的危机”等等。科学研究者只有具备这样良好风范,才是值得人们信



M.B.N.(Thijs)Kouwenhoven(柯文采)

### 关于作者

M.B.N. (Thijs)Kouwenhoven (柯文采),自 2009 年中以来在北京大学科维理天文研究所担任 Bairen 研究教授。他出生在荷兰,并顺利的在莱顿大学(2002 年)取得了天体物理学本科学位,以及在阿姆斯特丹大学(2006 年)取得了天体物理学博士学位。2006 年到 2009 年间,他曾在谢菲尔德大学(英国)担任助理研究员,此后他接受了北大提供的工作机会。在 2009 年他被授予了由国际天文学联合会提供的著名的彼得和帕特里夏格鲁伯奖学金。柯文采的研究主要集中于星团、双星和多星系统以及行星系统的形成和演化。

任的。

欧洲核子物理研究中心的科学家正在着手准备更精确更可靠的实验来检验中微子超光速实验的结果。其他一些研究机构,比如美国费米实验室也会进行独立的实验来重新测量中微子的速度。全世界的科学家对于下一步的研究结果都保持着高度的关注。他们是否会发现某些隐藏很深的实验误差,从而终结人们对超光速的遐想?然而如果结果正确,我们需要多少年才能找到正确的解释?这是否会成为物理学发展的下一个契机,乃至成为“本世纪最重大的科学发现”而载入诺贝尔奖的史册?我们拭目以待。