

CERN 实验观测到疑似 Higgs 玻色子的粒子

2012 年 7 月 4 日,欧洲核子研究中心(CERN)发布新闻说,当日在 CERN 举行的学术讨论会上,在大型强子对撞机 LHC 上进行的两个实验(ATLAS 实验和 CMS 实验)的负责人报告了他们寻找 Higgs (希格斯) 粒子的最新的初步结果. 这两个实验都观测到一种新的粒子,其质量在 125—126GeV 范围内. 该讨论会作为在墨尔本举行的国际高能物理会议(ICHEP)的序幕,通过视频与 ICHEP 相连接,同时通过互联网向世界各地研究机构的同行转播.

ATLAS 实验的负责人 Fabiola Gianotti 说:“在我们的数据中的 126GeV 质量区附近观察到一种新粒子的清楚迹象. 统计显著度为 5 个标准差(5 个 Sigma). 但是需要更多一点时间来准备发表这些结果,并需要更多的数据和研究工作来确定这个新粒子的性质.”

CMS 实验的负责人 Joe Incandela 说:“研究结果是初步的,但是以 5 个标准差的显著度在质量为 125GeV 附近发现的信号是激动人心的事. 这确实是一种新粒子. 它必定是玻色子,一种从未发现过的最重的玻色子. 这一发现的意义深远,正因为如此,我们必须在所有的研究工作中竭尽全力,反复核对.”

在粒子物理研究中,5 个标准差的统计显著度意味着这个新粒子的发现有 99.9999% 的把握是正确的. 这一新闻立即引起物理学界的轰动.

在描述相互作用力及基本粒子方面取得极大成功的标准模型预言了 62 种基本粒子的存在. 而 Higgs 粒子则是长期以来一直在寻找的最后一种粒子. Higgs 玻色子的理论最早是 1964 年由英国爱丁堡的皮特·希格斯(Peter Higgs)教授等及比利时的物理学家分别提出来的. 他们当时提出这一理论的目的是为了解释为何电弱统一理论中传递电弱相互作用的 W^\pm 和 Z^0 玻色子拥有质量. 根据这一理论,在宇宙大爆炸之后,产生了 Higgs 场和作为 Higgs 场的量子激发的粒子——Higgs 玻色子. 其他粒子在 Higgs 玻色子作用下获得质量,为宇宙的形成奠定基础. 如果实验上证实了 Higgs 玻色子的存在,将使标准模型得到进一步完善. 但如果能证实

Higgs 玻色子不存在,则意味着有超出标准模型的新物理存在,标准模型将受到极大的冲击,人们对宇宙的理解也将发生重大变化. 由于 Higgs 玻色子在粒子物理理论中的重要地位,而长期以来实验上又捕捉不到它,1998 年诺贝尔物理学奖获得者 Lederman 称它为“上帝粒子”.

根据标准模型的预言,Higgs 玻色子是一种不稳定的粒子,一旦产生后便很快衰变成其他粒子. 因此,实验上只能通过测量其衰变产物来观测它. 预期 Higgs 粒子有几条不同的衰变道,即衰变成几种不同的粒子组合. 在各衰变道上的分布情况与 Higgs 粒子的质量有关.

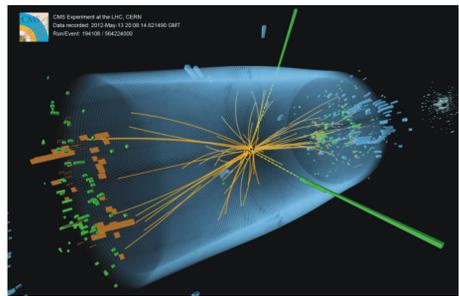


图 1 2012 年 CMS 探测器在质心系能量为 8 TeV 的质子-质子对撞中记录下的事件. 事件的特征与预期的 Higgs 玻色子衰变成一对光子(黄色虚线和绿色锥形线,见《物理》网刊彩图,下同)的特征相符. 这些事件也有可能来自标准模型本底过程(引自 CMS public website)

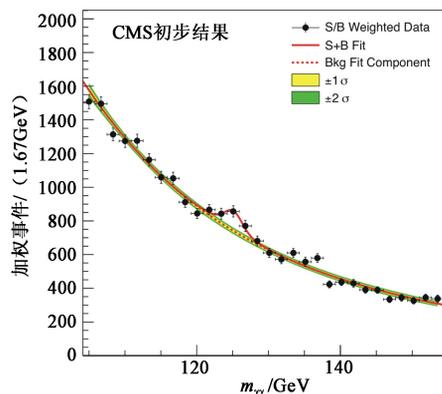


图 2 2011 和 2012 年 CMS 记录的双光子($\gamma\gamma$)不变质量分布(带有误差棒的黑色圆点). 红色实线是包括信号和本底的拟合曲线,红色虚线是仅包括本底的拟合曲线. 红色实线突出本底拟合曲线部分即是可能的新粒子事件(引自 CMS public website)

CMS 实验研究了 Higgs 玻色子 5 条主要的衰变道. 其中 3 条衰变道的产物是玻色子对($\gamma\gamma, ZZ$ 或

WW),另外 2 条衰变道的产物是费米子对(bb 或 $\tau\tau$),其中 γ 代表光子,Z 和 W 代表弱相互作用力的传播子,b 代表底夸克, τ 即 τ 轻子.对于在 125GeV 附近寻找 Higgs 玻色子来说,前 3 条衰变道比后 2 条衰变道更为灵敏.ZZ 衰变道的两个 Z 粒子衰变成两对电子,或两对 μ 子,或一对电子和一对 μ 子(即四轻子道).W 粒子则衰变成一个电子和一个中微子,或一个 μ 子和一个中微子.bb 衰变道有很强的本底, $\tau\tau$ 衰变道要通过观察 τ 衰变成的电子、 μ 子和强子来测量.结果在 $\gamma\gamma$ 道的质量分布图中的 125GeV 处有高于本底 4.1 个标准差的事例(见图 1 和图 2),在 ZZ 衰变道测得的四轻子质量分布中的 125GeV 附近出现高于本底 3.2 个标准差的事例.在 WW 道观察到高于本底 1.5 个标准差的事例.而在 bb 和 $\tau\tau$ 衰变道没有观察到超出本底的事例.对两条最灵敏和分辨最高的 $\gamma\gamma$ 及 ZZ 衰变道的数据联合拟合得到这种新粒子事例具有 5 个标准差的统计显著度.而且测得的这种新粒子的产生率与标准模型的预言相符.

ATLAS 实验研究了两条互补的衰变道:Higgs 衰变成 2 个光子或 4 个轻子.两光子道的信号大小

适中但本底较强.四轻子道信号小但本底很低.两条反应道都在 126GeV 质量处出现明显超出本底的事例.这些事例总的统计显著度为 5 个标准差.

ATLAS 实验和 CMS 实验都是通过对 2011 年 7TeV 质子-质子对撞和 2012 年 8TeV 质子-质子对撞实验中累积的数据进行分析观察到这种疑似 Higgs 玻色子的新粒子的.在 2012 年底之前,还将获取比此前多 3 倍的数据.进一步的实验将考察这种新粒子的性质,看它与理论预言的 Higgs 玻色子的各种性质是否相符.

LHC 上有 4 个主要实验,均有中国科研单位和高等学校参与,分别为:中国科学院高能物理研究所、中国科学技术大学、山东大学、南京大学参与 ATLAS 实验;中国科学院高能物理研究所、北京大学参与 CMS 实验;中国原子能科学研究院与华中师范大学参与 ALICE 实验;清华大学参与 LHCb 实验.此外参与 LHC 上实验的还有来自台湾的 40 多位物理学家.

(中国原子能科学研究院 周书华 编译)



北京欧普特科技有限公司

光学元件库—欧普特科技

欢迎访问:

www.goldway.com.cn

北京欧普特科技有限公司严格参照国际通常规格及技术指标,备有完整系列的精密光学零部件(备有产品样本供参考)供国内各大专院校,科研机构,试验室随时选用,我公司同时可为您的应用提供技术咨询.我公司可以提供美国及欧洲产的优质红外光学材料,如硒化锌,硫化锌,多光谱硫化锌等.



- 光学透镜:平凸、双凸、平凹、双凹、消色差胶合透镜等.
- 光学棱镜:各种规格直角棱镜,及其他常用棱镜.
- 光学反射镜:各种尺寸规格的镀铝,镀银,镀金,及介质反射镜.直径 5mm—200mm.
- 光学窗口:各种尺寸规格,材料的光学平面窗口,平晶.直径 5mm—200mm.
- 紫外石英光纤:进口紫外石英光纤,SMA 接口光纤探头,紫外石英聚焦探头.
- 滤光片:规格为直径 5mm—200mm.(紫外,可见,红外)及窄带干涉滤片.
- 进口光学滤光片:长波通滤光片/短波通滤光片:波长:400—1000nm;窄带干涉滤光片

地址:北京市朝阳区酒仙桥东路 1 号 M7 栋 5 层东段 电话:010-88096218/88096099 传真:010-88096216

网址:www.goldway.com.cn E-mail:kevinchen@goldway.com.cn,shinan@goldway.com.cn,zengan@goldway.com.cn

联系人:陈镔先生,施楠小姐,曾安小姐,孙睿小姐