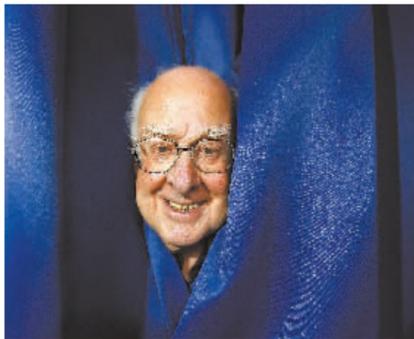


上帝粒子是如何现身的

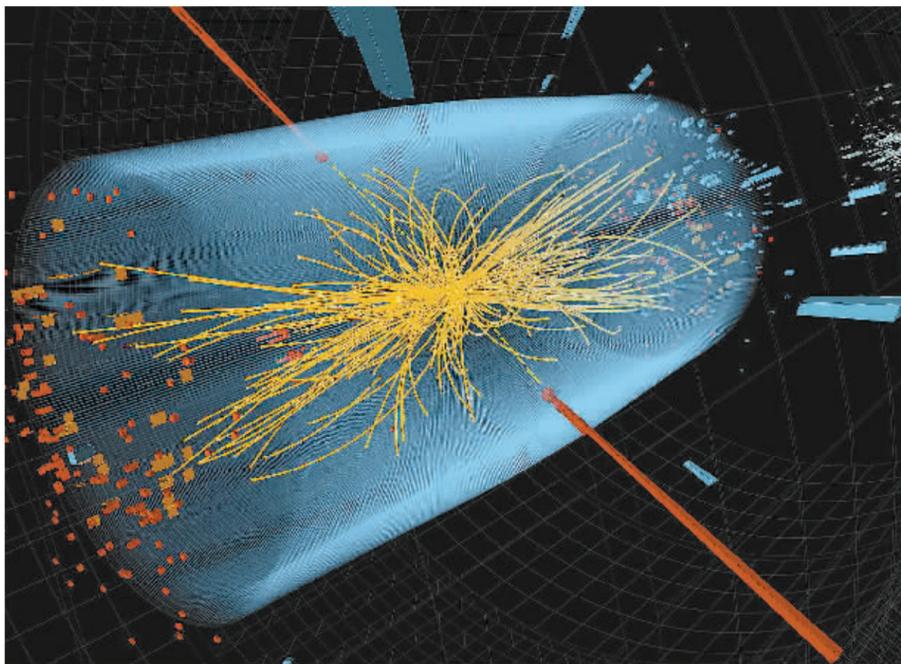
杨金民

新闻背景

欧洲核子研究中心(CERN)于7月4日举行了震惊世界的新闻发布会,宣布其大型质子对撞机LHC实验发现了一个质量大约为125 GeV的新粒子(置信度是99.9999%),这个粒子很像是被誉为上帝粒子的希格斯(Higgs)。



7月6日,爱丁堡大学教授彼得·希格斯在出席记者招待会后“露头”留影。



当地时间2011年12月13日,欧洲核子对撞机实验室进行的高能光子轨迹图。

寻找希格斯粒子历程艰难花费惊人

上帝粒子之所以取名为希格斯,是因为它是英国科学家彼得·希格斯(Peter Higgs)于1964年提出的(与他差不多同时提出希格斯这一机制的还有其他人,一旦希格斯粒子的存在最后被确认,他们将分享诺贝尔物理学奖)。

寻找希格斯的工作早在上世纪90年代的LEP对撞机上就开始了。LEP似乎看到了希格斯的小尾巴,可惜LEP对撞机由于要让位于LHC的修建而提前关闭了,从此便与希格斯擦肩而过(现在看来,LEP的能量再提升一点就有能力看到希格斯了)。

接下来前赴后继的是美国费米实验室的Tevatron对撞机,这一领域世界近20年的对撞机也对希格斯进行了大力追捕,也模模糊糊看到了希格斯的踪影,可惜这一对撞机正值壮年就被关闭了(被关闭的原因是在能量和亮度两方面都竞争不过欧洲人的LHC对撞机)。

其实在LHC建造之前,美国人已经开始建造超级超导对撞机SSC,按照设计它将是真正的巨无霸对撞机,其能量比LHC还要高3倍,目标也是寻找希格斯。可惜,SSC由于花费惊人(被称为“吞噬金钱的无底洞”)而被美国国会终止了,已经挖好的地洞也被填平(很多第三世界国家的人为此叹息,这些花巨资挖的地道可以作防空洞或地道战用啊)。

但是,欧洲人并没有因此而停顿建造LHC的步伐,欧共体成员国共同出钱如期完成了LHC工程(世界上其他大国包括中国在内,不同程度地出了钱)。LHC对撞机是人类历史上投资最大的科学研究机器,造价高达100亿美元,这一人类历史上最高能量对撞机的主要目标就是寻找上帝粒子——希格斯。由于LHC涉及到几十个国家和几百所大学,它的发言人在7月4日的发布会做最后总结时说,LHC是全球的力量、全球的成功!

这样看来,为了寻找希格斯粒子所花费的金钱、时间和精力在科学史上是没有前例的。这个粒子究竟是何方神圣?它有那么重要吗?为什么非要找到它呢?

解释世界构成需要希格斯这一环

希格斯确实很重要,它被誉为上帝粒子是当之无愧的:组成大千世界所有物质(包括我们人类)的基本砖块的质量都是由希格斯给的,若没有希格斯,整个宇宙都将是没有质量的缥缈之物,大千世界将处于原始的混沌之中。可以想象一个无质量的无形无色的鬼影世界是多么的单调和可怕!

谈到组成物质世界的“基本砖块”,我们都知道从远古时代人类就开始琢磨这个问题,比如曾经认为世界是由“水、火、土、气”组成。到了近代才知道“水、火、土、气”并不基本,它们是由原子组成的,后来发现原子也不基本,是由更小的砖块组成的,这更小的砖块就是带正电的原子核和围绕它舞动的带负电的电子。今天人们发现原子核也不基本,是由带正电的质子和不带电的中子组成,而质子和中子是由更小的粒子“夸克”组成(两种夸克,分别叫做上夸克和下夸克,英文名字分别为u和d)。到目前为止,还没有发现夸克和电子有内部结构,因此被认为是组成物质世界的基本砖块。

开始人们认为,组成我们物质世界只需要两种夸克(u夸克和d夸克)和电子(e),但是后来发现这两种夸克还有堂兄弟(“二门”堂兄弟是c夸克和s夸克;“三门”堂兄弟是t夸克和b夸克),电子也有堂兄弟(分别为μ轻子和τ轻子),人们不理解为什么上帝如此创造世界,为何要重复创造三个家庭的基本粒子呢?另外,除了基本砖块的物质粒子,还有传递力的基本粒子(大家最熟悉的是光子,它传递电磁作用)。

描述这些粒子之间相互作用的理论叫作标准模型,标准模型是上世纪60年代由格拉肖、温伯格和萨拉姆建立起来的,其基础是具有规范不变性的杨-米尔斯规范场论(其中的杨就是杨振宁教授)。标准模型的另一基本特点是宇称破缺,宇称破缺是上世纪50年代由李政道和杨振宁教授提出的。但是,规范不变性要求所有的粒子都没有质量,要使粒子有质量,规范不变性必须自发破缺,于是彼得·希格斯等人提出了用希格斯机制去实现自发破缺并由此预言存在一个希格斯粒子。这近似神话般的机制简单而优美,检验这一破缺机制是基本粒子物理的首要任务,从而也是LHC对撞机的首要目标。

要想看到希格斯粒子必须让它重新出生

上帝粒子希格斯,它是如此伟大和光荣,那么它现在在哪儿?存在于我们的身边吗?其实别跟我们身边,就是整个宇宙中也早就没有了它的踪影。希格斯粒子只是在宇宙创生之初昙花一现,它在完成使命(给其它粒子赋予质量)之后就香消玉殒了。

我们的宇宙起源于137亿年前的一次大爆炸,当初那个爆炸的耀眼的火球中充斥着大量的希格斯粒子,后来当太阳和地球形成的时候希格斯早就衰变掉了,太阳和地球没有看到过希格斯,只有宇宙老人在他还还是婴儿的时候见到过希格斯。

那怎样才能看到希格斯呢?既然我们的现实世界中已经没有了它,要想看到它,就必须使它重生,重新产生出希格斯的工厂就是高能对撞机。由于希格斯太肥胖(相当于金原子那么重),能量低的对撞机(比如我国的

正负电子对撞机BEP和欧洲的大型正负电子对撞机LEP)就没有能力把它产生出来。美国的Tevatron对撞机可以把它产生出来,但要看到它甚是困难,它躲在那灯火阑珊处,若隐若现,急煞美国人(美国人在Tevatron对撞机上寻找了它20年,最终没看到它的真面目)。

由于希格斯粒子本身比较重而且不带电不带色,它在对撞机上难以寻觅。和它差不多一样重的顶夸克(t-夸克),由于带色而参与激烈的色作用早已经被美国费米实验室的Tevatron对撞机给发现了。希格斯的特点之一是:它与别的粒子进行相互作用的强度正比于相应粒子的质量,越重的粒子就越容易感觉到它的存在,也就是它更喜欢跟肥重的粒子打交道。

最后的胜利还是归为了欧洲人,LHC已经基本发现了它,这将载入世界科学史册和人类文明史册。

发现希格斯粒子让物理学主流理论站稳脚跟



位于瑞士和法国边境地区的欧洲核子研究中心(CERN)。

希格斯的发现有什么科学意义?伴随希格斯而来的还有其它新粒子吗?

137亿年之前与希格斯共舞的应该还有很多伙伴,其中有个大家族就是超对称粒子(它们也早已衰变掉了,也只有在对撞机上才能再现身)。理论上的原因是:如果存在基本的希格斯粒子,那么作为标准模型进一步发展的超对称理论就应该存在(超对称是费米子和玻色子之间的对称性,预言每个粒子都有其超对称伙伴,叫作超粒子)。

只有在超对称理论的天堂内希格斯粒子才存在得自然、安逸、和谐,离开超对称,希格斯粒子的质量就稳定不了,它会像匹脱缰的野马随着能标的跑动而狂奔不止。而由于所有粒子的质量都是由希格斯给的,那么所有其它粒子也都会随着希格斯变重而变重,这样就不会有氢原子,也就不会有生命,丰富多彩的大千世界就会变成一片死寂的混沌。标准模型驯服不了希格斯这匹野马,只有超对称才能驾驭它,超对称以其优美的对称性稳定住了希格斯粒子的质量。

另外,超对称除了预言大量的超粒子之外,还预言希格斯粒子有好几个兄弟姐妹,它们一起组成一个快乐的希格斯小家庭。LHC下一步的目标就是寻找超对称预言的这些新粒子。

希格斯的发现为我们理解这个世界指明了方向,说明我们的主流理论(标准模型—超对称—大统一)可能是正确的,从而鼓舞着人们沿着这一主流方向继续探索;同时宣告了所有那些预言不存在希格斯粒子的理论模型的死亡。正像LHC的发言人在7月4日的发布会所说,希格斯粒子的发现是个里程碑,但仅仅是个开始!实验学家将继续测量希格斯的性质并探索发现新的粒子(尤其是超对称粒子),理论学家将深入研究希格斯有关的理论特别是超对称理论,并以超对称理论为桥梁最后建立一个成功的大统一—终极理论。

希格斯的发现震惊了世界,它再次彰显了人类的高超智慧,起源于宇宙尘土的人类凭着自己的血肉大脑竟然一步步摸透了上帝创造世界的玄机,这是多么奇妙的事情啊!

(作者为中国科学院理论物理研究所研究员)

延伸阅读

发现上帝粒子中国人也有贡献

寻找上帝粒子是一个大的系统工程,涉及的科研团队约有3000多名科学家,其中包括不少中国科学家。中国是CERN的参与国,常年工作在那里的中国人约有30余人。

为了寻找希格斯粒子,过去两年里,全世界有数十万台计算机在运行欧洲大型强子对撞机产生的数据。其中就包括位于北京的数据处理系统。

在CERN,有两个寻找希格斯的实验在同时分别进行。一个是ATLAS实验,一个是CMS实验。

据报道,中国科学家对ATLAS探测器建造的主要贡献是,实验中的液氦光子电子量能器、精密干涉仪探测器、谱仪触发系统电子学检测、网络计算系

统等包含了南京大学、中科院高能所、中国科学技术大学等单位的科学家完成的重要器件。在ATLAS实验的希格斯粒子的物理分析结果方面,也有中国科学家的重要贡献。特别是ATLAS端盖触发探测器,由山东大学建造了400台,全部合格,受到赞誉。

在CMS实验中,像端盖探测器有1/3为中国科学家所建,端盖电磁量能器中的晶体也是由中国科学家培养提供的。去年在进行寻找希格斯粒子的物理分析中采用了美国人的最新方法,而今年则采用了中国人的方法,因为这一方法比美国人的方法在灵敏度上又提高了3%。

(众合)

奇思妙想

真实比例诺亚方舟计划奥运会航行

悠悠



荷兰一位名叫约翰·惠波斯的男子将《圣经》中的古时计算单位进行换算,建造出一艘与诺亚方舟相同大小的复制品。目前,惠波斯计划在伦敦奥运会召开之际,在泰晤士河上航行这艘“诺亚方舟”。

《圣经》中关于诺亚方舟的故事是上帝命令诺亚准备制造一次巨大的洪流,来净化人间的“恶魔”,并指定建造一艘方舟,长300腕尺(古时的长度单位),宽50腕尺,高30腕尺。

约翰·惠波斯用了3年时间,花费103万英镑建造了这艘巨大木船。惠波斯基于前臂长度,将这一古时计算单位进行了换算,确定诺亚方舟的长度大约是150米。7月9日,他们把这艘方舟公诸于众,并命名为“约翰方舟”,长度为泰坦尼克号一半多。

这个最新建造的方舟可容纳1500人,里面放置着真实比例大小的塑料动物造型,其中包括:长颈鹿、大象、猴子以及一些家禽。约翰方舟重量接近3000吨,是由瑞典松树建造而成,采用钢结构进行加固,事实上这艘方舟能够很好地适合于航行。

创新发明

可调节体温衬衫告别出汗

孝文



“阿波罗”正装衬衫。

美国麻省理工学院的一组研究生发明了一款神奇的正装衬衫,能够吸收身体的热量并储存在布料中,进而让出汗成为过去。这种可以调节体温的衬衫名为“阿波罗”,造价130美元,采用与美国宇航局航天服类似的相变材料,有望于2012年夏季上市。

发明“阿波罗”衬衫的研究生创建了自己的创业公司,目前销售3款限量版正装衬衫。据称“阿波罗”衬衫拥有3项功能,分别是:在炎热天气外出等情况下导致体温升高时,相变材料能够吸收身体热量,在走进开着空调的房间等情况下体温下降时,这种材料又会释放热量;“阿波罗”衬衫采用的合成纤维能够吸收身体散发的湿气;这种衬衫采用的抗菌涂层和银丝可帮助遏制导致异味的细菌。

前沿大观

氢动力环保汽车采用硬纸板建造

叶倾城



在马来西亚吉隆坡举行的“壳牌环保马拉松大赛”中,亮相了许多新颖奇特的最新环保汽车设计,其中英国大学生设计的硬纸板汽车吸引了人们的眼球,它是由硬纸板和胶合板材料制成,采用氢动力。

“壳牌环保马拉松大赛”是奇特车辆设计的温床,今年的壳牌环保汽车马拉松大赛参赛汽车精彩纷呈。这款汽车是由英国阿斯顿大学工程和设计系学生设计建造的,该汽车设计小组指出,这款硬纸板汽车设计属于“城市概念汽车”范畴,是用耐克森-巴拉德氢气燃料电池作为驱动。作为环保汽车马拉松大赛参赛者,尽可能地使用硬纸板和胶合板制造,并使用生化树脂纤维作为汽车面板材料。它的轮胎是由生化树脂制成,灌入黄麻布纤维,整体设计可折叠,易于运送。