

本刊记者/李娜

## “上帝粒子”魅影撩拨物理学家心弦

2011年12月13日,欧洲核子研究中心(CERN)科学家们宣布,LHC所包含的ATLAS和CMS两大著名的探测器已经探测到了一种轻量希格斯粒子的线索,如果结果获得证实,将填补标准模型上唯一缺失的一环。但目前证据不足,还不能认为是一项确定的科学发现。

南开大学物理学院副教授魏正涛指出,LHC上寻找希格斯可能发生的情况有三种:第一种,未发现希格斯粒子;第二:发现了希格斯粒子,并且是标准模型所预言的;第三,发现了新粒子,但与标准模型预言有偏差。

那么,如没有找到希格斯粒子,是否存在逃逸的可能呢?如果找到希格斯并验证了标准模型,是否意味着标准模型完美无缺呢?如果发现了新粒子,但与标准模型预言的有偏差,可能预示着什么新物理呢?《科技导报》就这些问题采访了几位物理学家。

清华大学近代物理研究所和高能物理研究中心教授何红建:

12月13日CERN召开的新闻会上两个合作组的发言人都相当谨慎,他们认为目前的实验发现证据不足,因此无法对希格斯粒子的存在与否给出明确结论。但是今年夏天LHC会积累更多数据,这个问题一定会有进一步答案,大家都在等待。从理论上讲,希格斯存在与不存在都是完全可能的。

如果希格斯找不到,仍有两种可能性。一是此粒子的衰变道和分支比与标准模型预言不同,导致信号被压低,因而需要积累更多的数据和探索所有可能的产生和衰变道之后才能找到;去年秋天清华组的一项新研究工作就对这种希格斯粒子作出了定量预言,其质量位于120-130GeV区域,正好涵盖目前LHC探索的范围,但是我们预言该希格斯在LHC上的信号比标准模型可以有显著压低,因此暂时找不到也在预料之中。二是此粒子根本不存在,我与合作者多年前就在国际上建立了一种无希格斯理论,清华组对此理论预言的LHC信号已做了系统分析,并

被LHC实验同行采纳进行检验,需要积累更多数据给出确定答案。

上个月我和学生在arXiv上发表了一篇新论文,基于时空维数因非微扰量子引力引起的自发缩减的普遍性质,提出了一个诱人的新理论,包括希格斯不存在和存在的两种方案。

在方案一中,虽然没有希格斯粒子,但一切基本粒子的质量均可以自洽地在量子场论中给予描述,由此导出的新预言将由LHC上WW→WW散射实验给出决定性检验;方案二允许存在一个质量位于125GeV附近的轻希格斯粒子,但包含量子引力导致的反常规范耦合,因而不同于标准模型希格斯粒子,而且对LHC上WW散射实验给出不同预言。

方案二作为一个典型例子,表明即使一个较轻的希格斯粒子被找到,它的规范相互作用中也完全可以包含超标准模型新物理,与标准模型希格斯不同,其差别的根源可以是来自量子引力,也可能是其他新物理,这些将在LHC上得到决定性检验和甄别。因此,仅仅发现一个希格斯还远远无法说明标准模型完美无缺,从标准模型的自洽性也已经可以推断,若此希格斯粒子质量位于133-180GeV范围之外就一定包含新物理;而且希格斯粒子在许多新模型中都可以不止一个,还可以带电荷,也可能还是某种费米子组成的束缚态。

我预言的有希望的新物理方向有好几个,并在引导LHC实验同行们进行积极探索。如果标准模型希格斯粒子今年夏天被LHC排除,这一定是科学界的重大革命性事件,因为这预示必定存在崭新的新物理;如果一个希格斯粒子被发现,那么实验家们将要花更长的时间和更大的努力在LHC上仔细甄别它与标准模型预言的差别,以及是否存在其他新粒子,才能最后确定真正的新物理方向。

总之,希格斯存在与否的问题只能由LHC实验给出最终答案,与任何理论上的臆测毫无关系。目前我也不认为有对此进行臆测的必要,几乎所有已知的传统新物理方案我都在研究中做过认真尝试。个人的研究工作和兴趣也涵盖了希格斯存在和不存在的多种可能的新理论,并在积

极引导LHC的实验家们进行探索。我一直对LHC发现新物理的前景保持乐观。

浙江大学物理系教授罗民兴:

如果没找到希格斯粒子的话,逃逸是一种可能的解释。标准模型以外的新物理可以改变希格斯粒子的产生与衰变。比如在超对称理论中,希格斯粒子最大的产生过程可以被压低。希格斯粒子也可能主要地衰变到了某些我们无法很好测量的末态,而几种典型衰变过程因为各种原因被压低。

希格斯粒子是标准模型预言的最后一个粒子,找到它,标准模型的粒子谱就完整了。但标准模型不是一个完美的理论,发现希格斯粒子不会使得它变得完美。目前我们还没有一个完美的理论。

如果找到希格斯粒子,但是与标准模型有偏差,就需要对这个偏差进行仔细分析,进而得出结论。有限的实验数据总可能有多种新物理解释,需要综合尽量多独立的实验证据,才有可能比较准确地判断方向。任何能写进教科书的物理理论都是经过了实验物理学家的长期努力与反复验证,不是一个或两个实验就能给出结论的。

我个人相信希格斯粒子存在。因为从理论的角度来看,希格斯粒子为基本粒子质量起源提供了一种简洁明了的方案,而且它与各种间接实验相兼容。

南开大学物理系副教授魏正涛:

即使找到希格斯粒子,也不能说标准模型是完美无缺的。因为标准模型中有很多问题,如自然性、质量等级、代的起源等等,这些问题很难,提出的方案都要引入更复杂的结构。另外,解决标准模型中未解的问题可能与宇宙的演化有关。

如果与标准模型有偏差的话,则预示着超出标准模型的新物理。目前理论上新物理的候选者很多,如超对称、额外维、人工色模型、第四代等。讨论得比较多的是超对称。这部分的发展需要实验指名方向,同时,LHC上发现新粒子对于暗物质的研究会有很大的帮助。

我认为希格斯粒子肯定存在。2012年夏季LHC将给出决定性的判定。■