

· 科技事件 ·

Higgs 之后,基础物理何处去?

2014年2月23日晚,一场名为“希格斯粒子发现之后:基础物理学向何处发展”的论坛在清华大学举办,诺贝尔物理学奖得主 David Gross、Gerard 't Hooft,菲尔兹奖和基础物理学奖获得者 Edward Witten,基础物理学奖获得者 Nima Arkani-Hamed,基础物理学奖获得者 Joseph Incandela,狄拉克奖和樱井奖获得者 Luciano Maiani,日本东京大学卡弗里数物连携宇宙研究机构主任 Hitoshi Murayama,潘诺夫斯基实验粒子物理学奖获得者、中国科学院高能物理研究所所长王贻芳等8位世界一流物理学家作为嘉宾参加论坛。他们共同探讨了希格斯粒子发现对基础物理学的影响、基础物理学发展方向以及中国可能发挥的作用。希格斯粒子发现之后,基础物理向何处去,这个话题不仅吸引了当天600多位论坛参与者,而且也是物理学界同行以及难以计数的关心科学进展人士热切关注的话题。

“上帝粒子”提出近50年终获确认

2013年的诺贝尔物理学奖颁给了呼声甚高的希格斯粒子机制的发现者 Francois Englert 和 Peter W. Higgs。获奖理由是“理论性发现了一种机制,有助于我们理解亚原子粒子质量的起源,最近欧洲核子研究中心(CERN)大型强子对撞机(LHC)的ATLAS和CMS实验所发现的预测中的基本粒子对其进行了确认”。

希格斯玻色子机制1964年由Higgs提出,他认为这种粒子是物质的质量之源,其他粒子在这种粒子形成的场中游弋并产生惯性,进而形成质量,再构成大千世界。希格斯玻色子是宇宙标准模型中唯一没有被确认的粒子,确认这个粒子将对物理学产生重大意义。不过,直到2012年,希格斯玻色子才获得科学界确认。其中,LHC立下汗马功劳。

2010年,外媒称,参与LHC项目的科学家表示,他们可能已经“接近”希格斯玻色子。2011年12月13日,CERN召开新闻发布会称,LHC的两大探测器AT-

LAS和CMS已经探测到一种轻量希格斯玻色子的线索。不过当时科学家本人用语谨慎,认为还需要下一步实验才能对希格斯玻色子是否存在给出明确结论。

直到2012年7月4日,LHC的两大探测器都宣布发现了一个质量在125~126 GeV范围内的类似希格斯玻色子。2个实验组对于在对撞能量为7 TeV和8 TeV(1 TeV=1000 GeV)实验中收集的全部数据已基本完成了分析工作,进一步肯定了该粒子的存在,发现了它与W、Z玻色子以及第3代夸克、轻子有相互作用,并且测得其自旋为0。这意味着已经确实发现了一个希格斯玻色子。CERN大型强子对撞机CMS实验组的发言人,美国加州大学圣巴巴拉分校教授 Joseph Incandela 在清华大学举办的论坛上说,“作为实验物理学家,我最大程度地享受了这一过程。实验极其困难,历时20余年、60个国家参与,具有极大的挑战性。各国的年轻人积极参与该实验,并作出了很多贡献。”

随着希格斯玻色子的确认,物理学家认为,高能物理将随之迎来新的重要发展时期。

探索希格斯粒子的新物理意义 提出建造下一代对撞机新方案

虽然希格斯粒子获得诺贝尔奖的认可,但需要强调的是,这并不意味着LHC新发现的希格斯玻色子就是多年来实验中一直在寻找的标准模型中的希格斯玻色子。中国科学院院士、清华大学高能物理研究中心教授 邝宇平,清华大学高能物理研究中心教授何红建2013年12月曾在《科技导报》发表“探索质量起源与2013年诺贝尔物理学奖”一文称,要想确认LHC发现的希格斯玻色子是不是标准模型中的希格斯玻色子,还需要在更高精度下测量出该粒子与各个“基本”粒子的相互作用强度,检验其是否与标准模型的预言相符。他们认为,做这样的探索意义重大:如果与标准模型符合,则

检验了标准模型,但因为标准模型仍存在根本性缺陷,寻找超标准模型的新物理将是未来的重要任务;如果与标准模型不符合,则意味着实验确认了标准模型以外的新希格斯玻色子,这也意味着自然界并不能用标准模型来正确描述,需要从新物理线索出发进一步探索更为完整的新物理理论来描述自然界,由此揭开探索微观世界的崭新篇章。要完成这样的探索,LHC力所不怠。国际高能物理学界一致认为,需要新建一个高能正负电子对撞机(常称为希格斯工厂)来对希格斯性质和新物理进行高精度测量。

而目前的物理学界,也确实正以昂扬的热情,积极筹划新建希格斯工厂,来进一步探索希格斯玻色子。2015年LHC将把对撞能量升高到设计最高能量14 TeV。欧洲核子中心计划在LHC运行完之后(大约2030年)重新建造一个更大的环形高能正负电子对撞机,其隧道周长为80~100 km,称为TLEP项目。日本正在积极推动承建国际直线对撞机ILC。王贻芳等中国科学家,于2012年提出了未来高能物理发展的一个全新方案——建造下一代环形正负电子对撞机(CEPC),并且在完成第一阶段实验研究后,适时转为超级质子-质子对撞机(SP-PC)。该计划设计的环形对撞机,其建设半径将远大于LHC,并且能够提供10倍于LHC的能量。

Hoofit在此次中国之行期间表示,近几十年,新的物理思想和理论纷纷涌现,但最终都需要大型实验予以验证和支持,“这是发现希格斯粒子给我们的重大提示”。王贻芳则认为,“希格斯粒子发现后,中国也有了一个机会,我们利用成熟的环形加速器技术建造一个希格斯工厂,研究世界上最先进的课题。只有搞清楚希格斯粒子的性质,才有可能了解粒子物理未来的方向。”

本刊记者/李娜
(责任编辑 汤锡芳)