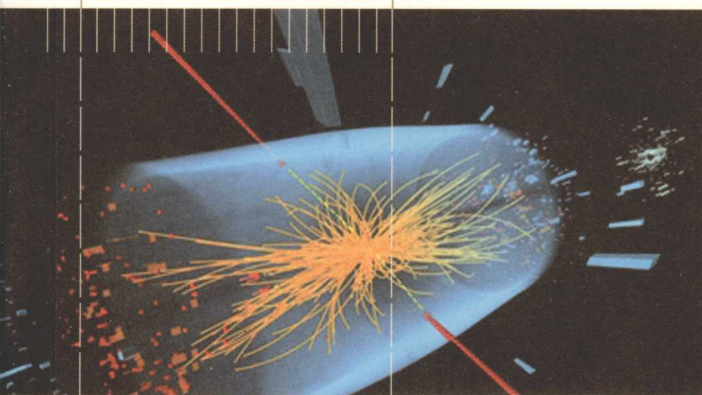




物理系列

The Particle at the End of the Universe:

How the Hunt for the
Higgs Boson Leads Us
to the Edge of a New World

寻找希格斯粒子

[美]肖恩·卡罗尔 / 著 向真 / 译

2013诺贝尔物理学奖获奖粒子的发现历程



第一推动

CMS

湖南科学技术出版社

014021237

0572. 2-49
08



物理系列

The Particle at the End of the Universe:

How the Hunt for the
Higgs Boson Leads Us
to the Edge of a New World

寻找希格斯粒子

[美]肖恩·卡罗尔 / 著 向真 / 译

2013诺贝尔物理学奖获奖粒子的发现历程

0572-2-49
08



第一推动



北航

C1705829

湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

寻找希格斯粒子 / [美]肖恩·卡罗尔著 ; 向真译. — 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2014. 1

(第一推动丛书. 物理系列)

ISBN 978-7-5357-7927-4

I. ①寻… II. ①肖… ②向… III. ①粒子物理学—普及读物 IV. ①O572.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 254845 号

The Particle at the End of the Universe

Copyright © 2012 by Sean Carroll

湖南科学技术出版社通过 Brockman Inc. 获得本书中文简体版中国大陆出版发行权。

著作权合同登记号: 18-2013-420

第一推动丛书 物理系列

寻找希格斯粒子

著 者: [美]肖恩·卡罗尔

译 者: 向 真

责任编辑: 吴 炜 戴 涛

文字编辑: 唐北灿

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙超峰印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 宁乡县金洲新区泉洲北路 100 号

邮 编: 410600

出版日期: 2014 年 1 月第 1 版第 1 次

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 12.125

字 数: 260000

书 号: ISBN 978-7-5357-7927-4

定 价: 38.00 元

(版权所有·翻印必究)

献给我的母亲
——一位领我走进图书馆的人

总 序

科学,特别是自然科学,最重要的目标之一,就是追寻科学本身的原动力,或曰追寻其第一推动。同时,科学的这种追求精神本身,又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象,研究和掌握新规律,总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的,同时,科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问,科学的最基本精神之一就是批判。

的确,科学活动,特别是自然科学活动,比较起其他的人类活动来,其最基本特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候,科学却总是进步着,即使是缓慢而艰难地进步,这表明,自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上,科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育,特别是自然科学的教育,是提高人们素质的重要因素,是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能,更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养,使人获得非生物本能的智慧,



获得非与生俱来的灵魂。可以这样说,没有科学的“教育”,只是培养信仰,而不是教育。没有受过科学教育的人,只能称为受过训练,而非受过教育。

正是在这个意义上,科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来,无数仁人智士意识到,强国富民再造中国离不开科学技术,他们为摆脱愚昧与无知做了艰苦卓绝的奋斗。中国的科学先贤们代代相传,不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动,以图完成国人的强国梦。然而应该说,这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙,需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质,以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点,社会才能更好地向前发展和进步。因此,中国的进步离不开科学,是毋庸置疑的。

正是这个意义上,似乎可以说,科学已被公认是中国进步所必不可少的推动。

然而,这并不意味着,科学的精神也同样地被公认和接受。虽然,科学已渗透到社会的各个领域和层面,科学的价值和地位也更高了,但是毋庸讳言,在一定的范围内,或某些特定时候,人们只是承认“科学是有用的”,只停留在对科学所带来的后果的接受和承认,而不是对科学的原动力、科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一,是它自身就是自身的“第一推动”。也就是说,科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的,不隶属于服务于儒学的,科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的,超越民族差别的,超越党派差别的,超越文化的地域的差别的,科学是普适的、独立的,它自身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著,请有关学者译成中文出版,其目的就是为了传播科学的精神,科学的思想,特别是自然科学的精神和思想,从而起到倡导科学精神,推动科技发展,对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用,为中国的进步做一点推动。丛书定名为《第一推动丛书》,当然并非说其中每一册都是第一推动,但是可以肯定,蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神,都会使你或多或少地更接近第一推动,或多或少地发现,自身如何成为自身的主宰。

《第一推动丛书》编委会

序 幕

1

乔安妮·休伊特感到有点眩晕。她在对着摄像机镜头兴高采烈地说话时，脸上总是洋溢着灿烂的笑容。此刻，出席旧金山瑞士领事馆聚会的人们正沉浸在一派喧闹声中。这个聚会是为庆祝大型强子对撞机（LHC）第一次在地下的机器隧道内成功实现质子循环而举办的。位于日内瓦郊外法国-瑞士边境的这台强子对撞机是一台巨大的粒子加速器，其目标是要揭开宇宙的秘密。香槟四溢，没人惊奇。乔安妮提高了嗓门强调到：“为了这一天我已经等了25年了。”

这是一个重要时刻。在2008年的这一时刻，粒子物理学家们终于实现了他们长期坚守的梦想——为了迈出下一大步，他们需要建造一台能够让质子以巨大能量相互对撞而粉碎的巨型粒子加速器。那会儿他们曾认为美国会建一个这样的装置。但事情并没有如预期的那样发生。1983年，休伊特刚开始读研究生，当时美国国会首次同意在得克萨斯州建造超导超级对撞机（SSC）。原计划这台机器将在2000年以前开始运行，它将是当时世界上建造的最大的对撞机。她，像她那个时代的大多数充满朝气雄心勃勃的物理学家一样，相信在这台装置上的发现能够奠定他们的研



究生涯的基础。

2

但是，SSC 被取消了，物理学家们指望改变未来几十年研究领域面貌的平台被人拆了。政治、官僚主义和内斗处处挡道。现在的 LHC，在很多方面都与 SSC 非常相似，经过长时间的等待后终于要进行第一次运行了。休伊特和她的同事们早已经准备就绪。“在过去的 25 年里，我所做的事情就是对提出的每一种新的疯狂的理论进行分析，计算它们在 SSC 或 LHC 上的印迹（即我们如何认定新的粒子）。”她说。

让休伊特感到眩晕的还有另一个更为私密的原因。在视频中，她的一头红发剪得很短，几乎是平头。这不是时尚的选择。在那年的早些时候，她被诊断出罹患恶性乳腺癌，治愈的机会大约只有五分之一。她选择了一种非常积极的治疗方案：痛苦的化疗加简直是无穷无尽的手术。她那标志性的、以前一直垂到腰际的红色秀发很快消失了。很多时候，她对困境付之一笑，安之若素，始终保持着高昂的精神状态积极思考在 LHC 上能发现什么新粒子。

作为朋友和同事，我和乔安妮彼此已相识多年。我自己的专长主要在宇宙学，对宇宙做整体研究，这一领域近年来可谓处于新数据和惊人发现勃发的黄金年代。粒子物理学，这个已经变得与宇宙学密不可分的知识领域，正渴望着新的实验结果，以便能颠覆现有的理论范式，引领我们进入到一种新的设想。这种压力已经持续了很长时间。聚会上的另一位物理学家，华盛顿大学的戈登·沃茨，被问到长时间期盼着 LHC 是不是一直很紧张。“那是肯定的。你看我这里的头发都灰白了。我妻子说那是因为我们孩子的缘故，但实际上确实是因为 LHC。”

粒子物理学家站在了一个新的时代的边缘，在这个新时代

里，有些理论将被淘汰，而另一些理论则变得值得投钱。聚会中的每一位物理学家都有他们自己钟爱的模型——希格斯玻色子、超对称、彩色、额外维、暗物质，以及一大堆奇思怪想的概念和梦幻般的推想。

“我希望 LHC 发现的‘不是上面的任何一种’，”休伊特热情地说道。“我确实认为它会带来惊喜，因为我认为大自然要比我们聪明，她为我们准备了惊喜，我们得好好花时间来搞清楚这一切，那将是巨大的进步！”

那是在 2008 年。回到 2012 年，旧金山的那场为庆祝 LHC 落成的聚会已经结束，做出新发现的新纪元已正式开始。休伊特的头发长起来了。治疗虽然痛苦，但似乎很管用。她的整个职业生涯中一直期待着的实验正在创造历史。经过二十五年的理论打磨，她的想法终于等到了用真实数据——一些迄今为止我们从来不曾见过的粒子和相互作用——进行检验的时刻，那是大自然一直藏着不肯轻易示人的惊喜。

镜头拉回到 2012 年 7 月 4 日——国际高能物理会议开幕的当日。这是一个每两年一届的会议，在不同年份由世界上各个不同的城市轮流举办，这一年轮到了澳大利亚的墨尔本。包括休伊特在内的好几百位粒子物理学家正济济一堂，在主会场聆听一场特殊的研讨会。建造 LHC 的所有投资，机器运行期间的所有期待，就要在此时得到回报了。

研讨会在日内瓦欧洲核子研究中心（CERN）的 LHC 实验室和墨尔本同时举行。有两场报告会，作为大会议程的一部分通常应在墨尔本主会场举行。但在最后时刻，大会决定，宣布新发现的那一刻应当与为实现 LHC 成功的很多贡献者共同分享。这一决定得到称赞——CERN 的数百位物理学家在预定于日内瓦时间上



午9点开始的会议之前已经等候几个小时，他们露营排队，在睡袋里熬了一夜，就是为了能占个好座位。

4 CERN的总干事罗尔夫·霍伊尔（Rolf Heuer）介绍了会议议程。在两个主要实验中从事LHC数据收集和分析的两个实验组各做一个报告。第一个报告由美国物理学家乔·印坎德拉（Joe Incandela）代表CMS联合实验组来做，第二个报告由意大利物理学家法比奥拉·詹诺蒂（Fabiola Gianotti）代表ATLAS联合实验组给出。两个实验有超过3000名物理学家参与，其中大部分人的工作是在散布世界各地的实验室的电脑上进行的。整个实验过程通过网络直播，不仅传往墨尔本，而且传向全世界——任何一个关心这一实验的人都可以实时听到结果。这种传播方式正适合进行这次现代大科学的庆祝活动——高科技国际合作与大赌注结合产生出令人振奋的回报。

詹诺蒂和印坎德拉在做报告时明显显得神情紧张，但结果的展示已说明一切。两人对使实验成功的各位工程师和科学家表示衷心的感谢。然后，他们不约而同地将报告重点转向说明为什么我们应该相信他们目前的结果。他们解释了各自的机器是如何工作的，数据的分析为什么是准确和可靠的。在这一切精心的铺垫完成之后，他们告诉我们他们已经找到了要找的东西。

事实摆在那儿。几张图，在未经物理学训练的人看来似乎并没有太多区别，但它们都具有一致的特征：出现了比特定能量下所预期的事件数更多的事件（从一次碰撞中得到的粒子流的集合）。所有在场的物理学家立刻就知道这意味着什么：一个新粒子。LHC瞥见了大自然以前从未显露过的一部分。印坎德拉和詹诺蒂经过细致的统计分析，将真正的发现从纷繁的统计涨落中挑选出来，两种实验情形下的结果毫不含糊地表明：结果是真

实的。

掌声。在日内瓦、墨尔本和世界的其他地方。数据是如此精确和清晰，甚至连许多从事实验多年的行家们都对此感到吃惊。威尔士物理学家林恩·埃文斯（Lyn Evans），作为负责指导 LHC 走过崎岖不平道路直至完成的第一人，在看到两个实验如此一致的结果时就承认自己“大吃一惊”。

我自己那天就在欧洲核子研究中心，扮成一名记者待在主大厅隔壁的记者室。记者通常不对他们报道的新闻事件报以掌声，但此时此刻，济济一堂的记者们让情感压倒性地爆发了出来。这不只是 CERN 或物理学的成功，这是整个人类的成功。

我们认为我们知道我们所发现的东西：一种称为“希格斯玻色子”的基本粒子（以最先提出存在这种性质的粒子的苏格兰物理学家彼得·希格斯的名字命名）。83 岁的希格斯本人正坐在研讨会房间里，脸上写满了感动：“我从来没有想过今生我会看到这种情况发生。”早在 1964 年就提出过同样想法的其他几位资深物理学家也出席了会议。一种理论被命名的约定并不总是公平的，但在此刻，每个人都可以参与到庆祝活动中来。

那么什么是希格斯玻色子呢？它是自然界的一种新粒子。它的数量不是很多，但却是非常特殊的一种。在现代粒子物理学里，已知的粒子有 3 种。有构成物质的粒子，像电子和夸克，它们构成原子，原子又构成我们所看到的一切；有传递力的粒子，它们传递引力、电磁力和核力，并使物质粒子结合在一起；再有就是希格斯子，它单独构成一类。

希格斯子很重要，不只是因为它是什么，而且是因为它做什么。希格斯子由弥漫于空间的场产生，这种场称为希格斯场。宇宙中已知的一切东西在穿越空间时就会在希格斯场中运动。希格



斯场是永远存在的，只不过是潜伏在本底中，我们看不见它。可以这么说：如果没有希格斯子，电子和夸克就没有质量，变得像光子（传播光的粒子）。它们本身将以光速运动，这样就不可能形成原子和分子，更谈不上形成我们知道的各种生命形态。在普通物质的形成机制中，希格斯场不是一种主动的角色，但它在本底中的存在至关重要。如果没有它，世界将完全是另一副样子。现在，我们找到它了。

6 这里用词需十分谨慎。我们实际上掌握的是非常类似于希格斯子的粒子的证据。它有正确的质量，它基本上按我们预期的方式产生和衰变。但要说我们发现的肯定就是原始模型所预言的希格斯子还为时过早。这里面可能还有更复杂的东西，或者发现的只是精妙的相关粒子谱中的一个部分。但我们的确已经发现了某种新粒子，它的表现就像我们认定的希格斯玻色子。因此在本书中，我将2012年7月4日当做宣布发现希格斯玻色子的日子。如果大自然更微妙，那对我们每一个人来说就更好——物理学家就喜欢活在惊喜中。

人们非常希望希格斯子的发现标志着粒子物理学的新时代的开始。我们知道，物理学的内容要比我们目前所了解的更丰富。对希格斯子的研究提供了一个观察未知世界的新的窗口。现在，像詹诺蒂和印坎德拉这样的实验物理学家有了新的标本可研究，而像休伊特这样的理论物理学家则有了新的线索，可以建立起更好的模型。我们对宇宙的理解则迈出了期待已久的一大步。

这是一个关于一群将毕生奉献给发现大自然最终本性的人的故事。希格斯本人就是一个完美的体现。这里有用笔和纸工作的理论家，他们喝着浓咖啡，和同事激烈地争论，由此推动着在头脑中形成抽象的概念；有工程师，他们想方设法让机器和电子器

件突破现有技术限制；最关键的当然是实验者，他们将机器和理论家的想法结合起来去发现大自然的一些新的东西。现代物理学的前沿研究涉及耗资数十亿美元的项目，需要几十年才能完成，因此需要研究者具有非凡的奉献精神，并愿意冒着高风险去寻找独特的回报。当这一切都得以实现之时，世界就变样了。

生活真美好。请再来一杯香槟。



2011 年，乔安妮·休伊特在美国俄勒冈州尤金市的物理学科普报告会上向听众讲述暗物质知识。



2012 年 7 月 4 日，法比奥拉·詹诺蒂、罗尔夫·霍伊尔和乔·印坎德拉准备宣布新发现。



站在费米实验室外的莱昂·莱德曼。



威斯康星大学的吴秀兰。
她一直在 LEP 和 LHC 上
搜寻希格斯子。



W 和 Z 玻色子的发现者和
大型强子对撞机的倡导者
卡罗·鲁比亚。



此为试读，需要完整版请下载www.ngbook.com