

# 成功的道路 辉煌的成就

## ——CERN 成立 60 周年有感

童国梁

(中国科学院高能物理研究所 100049)

权威科技杂志每年评出的十大科技进展往往是人们最为关注的重大科技新闻。美国《科学》杂志网站 2012 年 12 月 20 日公布了该刊评选的 2012 年十大科学进展，其中发现被称为“上帝粒子”的希格斯 (Higgs) 玻色子列为首条并被尊为该年度最大科学突破。网站是这样介绍的：希格斯玻色子是英国教授希格斯 (P. Higgs) 在 20 世纪 60 年代的理论研究中预言存在的粒子，是物质的质量之源，其他粒子在希格斯玻色子构成的“海洋”中“游弋”，受其作用而产生惯性，最终才有了质量。在物理学“标准模型”所预言的基本粒子中，希格斯玻色子是最后一种被证明存在的基本粒子，由于它极为重要又难以寻觅，曾有人开玩笑说它是“上帝诅咒的粒子”，后来常被称作“上帝粒子”。欧洲核子研究中心 (CERN) 2012 年 7 月 4 日宣布，该中心 LHC (Large Hadron Collider, 即大型强子对撞机) 上的两个强子对撞实验项目——ATLAS 和 CMS 均发现一种质量约为 125~126GeV (1GeV=10<sup>9</sup> 电子伏特) 的新粒子，具有和科学家们多年以来一直寻找的希格斯玻色子相一致的特性。数据的确定性为 5 倍标准偏差，即已达到了物理上可以确认“发现”的水平。《科学》杂志认为，这项发现使得“标准模型”预言的所有粒子全部到位，虽然尚不清楚该发现未来将把粒子物理领域引向何处，但其对物理学界的重大影响不可否认。

在 LHC 上发现的希格斯粒子某事例的衰变显示图见图 1 所示。

要不是 2012 年评为世界十大科技新闻的话，除了有关专业人士以及部分科技界的朋友外，估计知道 CERN 的人并不很多。此后关于上帝粒子和 CERN

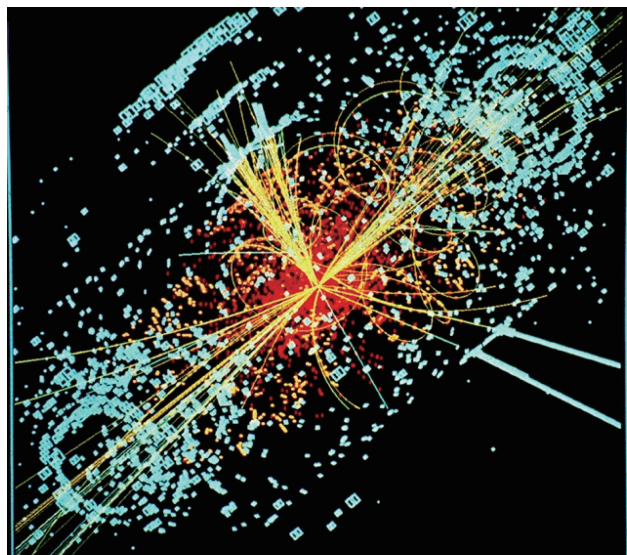


图 1 LHC 上实验发现的希格斯粒子事例显示图

的介绍频频见于媒体。CERN，源自法文 Conseil European pour la Recherche Nucleaire 的缩写，我国科学界把她翻译成欧洲核子研究中心。而在 CERN 主页介绍自己名称时，强调了“今日，我们对物质的了解远甚于‘核’，CERN 的主要研究领域是物质的基本结构和它们之间的相互作用力。因此，CERN 管理的实验室通常被称为欧洲粒子物理实验室 (European laboratory for particle physics—本文明作者注)。”当然，这样的称谓更反映实际，同时也更好地撇清了与核武器或核污染的关系。今日 CERN 是世界上最大、最重要的高能物理实验基地。本人在 CERN 的 LEP (Large Electron-Positron collider, 即大型正负电子对撞机) 和 LHC 时期有多年工作经历，与许多具有类似经历的中国科学工作者一样，对 CERN 怀有深厚的感情，对其成功的历史以及辉煌的成就感触颇深，在 CERN 成立

60周年的时候，仅以此文向 CERN 创业的科学家致敬，并与读者分享。

### 一、CERN 的诞生和成长

CERN 没有天然的优势，她建立于第二次世界大战后欧洲的一片废墟之上。她的成功和辉煌来之不易。1954 年 9 月 29 日被定为 CERN 的正式成立日，实际上此前她还经历了一段很长的孕育过程。CERN 是怎么产生的？她怎么会在瑞士落户？她又是怎么发展成长的？这些正是本文要向读者介绍的。现今，每每谈及伟大的科技成就，特别有关大科学的研究时，人们首先会想到美国。但这次极其重要的科学发现却是由在 CERN 的 ATLAS 和 CMS 两个实验组发现的，这件事也许多少有点出人意外。但如果了解了欧洲核子研究中心的创立与发展过程，就会觉得 CERN 取得这项殊荣也在情理之中。

20 世纪中叶第二次世界大战结束时的欧洲已不再处于科学研究的中心。战争的蹂躏以及疯狂迫害活动等原因促使欧洲物理学家向美国大批流失。一些有远见的欧洲科学家开始思考他们如何能让欧洲科学再度振兴起来，他们看到国际组织雨后春笋般出现，渐渐产生建立一个欧洲联合的原子物理实验室的想法。早在 1949 年 12 月的洛桑 (Lausanne) 欧洲文化大会上，就有人提出建立欧洲实验室的正式建议。而那时，美国物理学界的领袖人物几乎全是欧洲人。出于意识形态的理由，也为了建立健康的竞争，美国科学家热情鼓励欧洲科学家之间加强合作。其中，战前曾在欧洲玻尔 (N. Bohr) 实验室工作过的美国原子弹之父奥本海默 (J. Oppenheimer) 建议建立一个欧洲联合实验室，并与法国驻联合国代表团一起提出这一想法。在 1950 年 6 月佛罗伦萨 (Florence) 的联合国教科文组织 (UNESCO) 大会上，另一位美国物理学家、诺贝尔物理奖得主拉比 (I. Rabi) 提出帮助和鼓励建立地区性研究中心和实验室的法案，授权教科文组织加强科学家更有效的国际合作。此时，大西洋另一边发生的事情也在时时催促着欧洲科学家，美国正在发展新型的加速器用以增加对原子的新知识，世界上第一个质子同步加速器已经在美国纽约长岛的布鲁克海

文 (Brookhaven) 开始建造。欧洲的物理学家清楚意识到对于那类大型项目所涉及的财政投资会超出任何一个欧洲国家的财力，利用简易设备完成实验的时代已经结束了。而且第二次世界大战也教会欧洲人懂得合作带来的好处。1951 年 12 月由法国外交官德罗斯 (F. de Rose) 主持的巴黎教科文政府间会议上关于建立核研究欧洲理事会的第一个方案被通过了。两个月后，11 个国家签署了建立临时理事会的协议。创立于 1953 年 7 月的 CERN 协定也先后被 12 个创始国批准：比利时，丹麦，法国，联邦德国，希腊，意大利，荷兰，挪威，瑞典，瑞士，英国和南斯拉夫。1954 年 9 月 29 日，随着法国和德国的批准，欧洲核子研究组织正式成立。临时 CERN 解散，但缩写仍然保留。CERN 的资金和运行费由各成员国的净国民收入按一定的比例分摊。

为 CERN 选址也是新生理事会需要做的最困难决定之一。在 1952 年 10 月的临时理事会第三次会议上开始讨论这个问题，有四个城市有获胜希望：哥本哈根，巴黎，荷兰的阿纳姆 (Arnhem) 和日内瓦。从技术观点上看，四个城市各具特点。最后，日内瓦对于联合实验室呈现出更多优点。首先，它处于欧洲的心脏位置，方便的航空和铁路线连接又是它明显的优势。再则，它已经是几个国际组织的驻地。但最终影响天平倾斜的则是从政治观点上考虑，选择一个像瑞士这样小的中立国可以消除把核研究用于非和平目的的恐惧。在第二次世界大战后这可是一个特别敏感的问题。尽管如此，此方案也曾在地方上遇到过阻力。1952 年 12 月，皮科 (A. Picot, 日内瓦州的一名议员同时也是瑞士驻 CERN 两个代表之一) 向市议会提交在日内瓦建立新实验室的建议时，遭遇来自极左派的反对，这些人担心未来这个机构将会承诺拥护北大西洋公约。虽然皮科如实作了回答，说科学家完全有自由不受美国的影响，他们可以自行组合他们的力量。尽管如此，反对者还是开展了一系列诋毁活动，引证诸如危险物排放、可能导致另一场战争的轰炸风险以及可能隐含让瑞士去中立化等的环境和政治灾害。由于这些抨击非常激烈，使得公民自决这件事一直拖到 1953 年 6 月 28 和 29 日才得以执行。幸运的是，CERN 在日内瓦建造的提议

以 24000 选票的 2/3 多数得到批准。1954 年 5 月 17 日，推土机在日内瓦郊区梅林（Meyrin）田野破土动工，实验室建立了它的总部。1954 年 9 月 29 日欧洲实验室正式成立。1955 年 6 月 10 日，诺贝尔物理学奖得主、CERN 第一任所长布洛赫（F. Bloch）给实验室奠基。同时 CERN 的第一批职员开始正式工作。1965 年，CERN 与法国当局签订协议，获得向法国领土扩张的许可，CERN 争取到了重要的发展空间。今日 CERN 的成员国已发展到 22 个国家。图 2 展示了今天 CERN 成员国的地理位置。CERN 的成立反映了欧洲科学家和政治家对于复兴基础研究的坚定决心和执着，他们朝着成功的方向迈出了关键的一步。而此后科学目标的确定，科学经费和政策的落实，科学队伍的组织管理等无不都会影响 CERN 的未来，欧洲人教育。

水平和科学素质普遍较高，CERN 一成立，很快就成为国际高能物理研究的一支重要力量，逐渐成长为美国的一个竞争对手，并迅速走向成功和辉煌。20 世纪 70 年代后期，粒子物理的主要挑战来自对传递弱相互作用的中间玻色子 W 和 Z 粒子的寻找，这类粒子是粒子物理标准模型所预言的，确认它们的存在是检验标准模型的重要证据。但那时 CERN 和世界其他地方都还没有能产生这类粒子所需能量的加速器。不出几年，CERN 的科学家实现了把超级质子

同步加速器转变为质子-反质子对撞机，并在实验上发现了 W 和 Z 粒子，为此 CERN 科学家卢比亚（C. Rubbia）和范德米尔（Van de Meer）荣获 1984 年诺贝尔物理学奖。这是 CERN 科学家第一次赢得诺奖，具有标志性意义。

此后，CERN 科学家设计、建造了周长 27 千米、位于地下 50 至 150 米之间的大型正负电子对撞机 LEP，LEP 于 1989 年运行。直到今天来看，LEP 的规模仍是世界上最大、最先进的实验设备，可以说，此时的 CERN 已经成为世界上最重要的粒子物理研究的前沿阵地。LEP 在粒子物理标准模型的检验和发展上发挥了重要作用。

LEP 后建什么样的加速器，国际社会早有共识，即建造一台质心能量为几十 TeV（ $1\text{TeV}=10^{12}$  电子伏特）的质子对撞机。20 世纪 80 年代以来，两个类似的强子对撞机，即美国的名为超级超导对撞机 SSC（Super Superconductive Collider）和 CERN 的大型强子对撞机 LHC 同时进行预研。由于种种原因，1993 年 10 月美国参众两院联席会议表决停建 SSC。这时，欧洲科学家却以坚定的行动捍卫了对基础研究的决心，1994 年圣诞节前的 12 月 16 日 CERN 理事会通过建造 LHC 计划。这是一项令人神往的计划，寄托了高能物理界的多年梦想。LHC 将利用实验上退役的 LEP 隧道，设计质子-质子对撞的质心

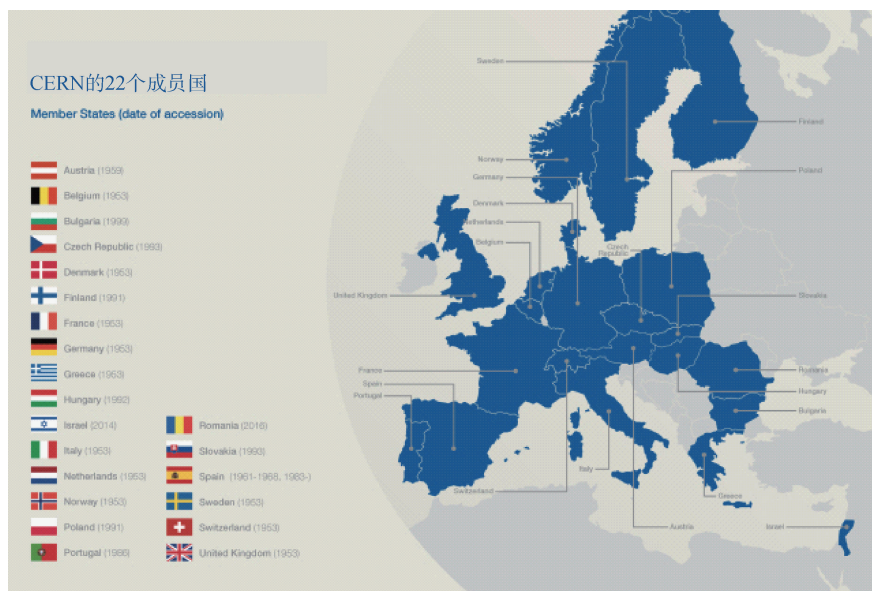


图 2 目前 CERN 的二十二个成员国

能量为  $14\text{TeV}$ ，设计亮度为  $10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，总经费约 40 亿欧元，这些都是具有挑战性的指标。经过多年的努力，2008 年 9 月 10 日，LHC 实现了第一次出束。2012 年 7 月 4 日 CERN 宣布，该中心的两个强子对撞实验组 ATLAS 和 CMS 均发现科学家长期苦苦寻觅的希格斯粒子。CERN 的 LHC 上取得了重要突破。图 3 展示了 CERN 的 LHC 鸟瞰图。回想起 20 世纪 40、50 年代第二次世界大战刚结束时，美国科学家奥本海默和拉比都曾大力推动欧洲科学家的联合，帮助欧洲科学复兴，如果他们看到今日成批的美国科学家奔向 CERN 开展最前沿的物理研究，也一定会唏嘘不已。CERN 所长霍耶尔 (R. Heuer) 对 CERN 走过的 60 年做了精辟总结：“1949 年，欧洲依然是一片废墟。但就在这一年，一群具有远见卓识的科学家和政治家们共同产生了一个想法，这一想法将改变以往国际科学研究的合作方式，也在改变欧洲大陆的进程上发挥了重要作用。这个想法就是建立欧洲核子研究中心 (CERN) —— 这个以基础物理学研究为主的欧洲实验室成立于 1954 年 9 月 29 日。今天，我们只能感叹于描绘出这一愿景的人们，他们以坚忍不拔的决心，在高瞻远瞩的视野下创造

了一个经得起时间考验并能够以此为蓝图付诸实施的典范，超越了之前所做过的国际科学合作。”这段话准确地道出了 CERN 取得成功的要诀。CERN 成立以来，非常重视扩大国际合作的范围与规模，吸收了欧盟委员会、印度、日本、俄国、美国以及联合国教科文组织等国家和国际组织作为观察员。还与包括中国、加拿大、巴西、伊朗、墨西哥、韩国、南非、埃及等许多 CERN 非成员国签订了合作协议。今天，CERN 约有 2,500 名雇员，其中的科学家和技术人员从事加速器的设计，保证加速器的正常运行。有的也参与实验的准备、运行以及数据分析。此外，还有数量上要大得多的 12,000 位来自 70 多个国家、120 个不同民族的访问学者——这差不多占了世界粒子物理学家的一半——来到 CERN 进行他们的研究。

当前，CERN 正在开展一批国际上最前沿的物理实验，涵盖了从宇宙线到超对称性物理极其广泛的研究领域。例如，LHC 上正在开展的实验 ATLAS、CMS、LHCb 和 ALICE 全都是超大型国际合作实验，以 ATLAS 为例，它就是一个由 38 个国家（或地区）174 个研究所 3,000 多名科学工作者参加的实验。CERN 继续作为国际合作研究中心领跑世界粒子物理



图 3 CERN 鸟瞰图。大型强子对撞机 LHC 的隧道位于圆圈下约 100 米，图中虚线为瑞士 - 法国边界，下方为瑞士，还可以见到日内瓦机场及航空跑道；边界线上方为法国

的实验研究。

## 二、精心耕耘 60 年，成就辉煌

CERN 成立 60 年来，重要的发明很多，杰出代表之一即是 20 世纪 80 年代在这里诞生了带来革命性改变的全球通讯互联网。本文在这里的讨论则集中于 CERN 在粒子物理领域的成就。

大家知道，1911 年 3 月 7 日，卢瑟福(E.Rutherford)在英国曼彻斯特文学和哲学学会的一次会议上宣布实验上发现了原子核，开启了粒子物理时代。粒子物理就是研究物质的基本结构以及它们之间的相互作用力的学科，出现于 20 世纪 50~60 年代的标准模型理论主导了此后粒子物理学的发展。

诚然，标准模型整合了许多科学家的贡献，但如果顺着时间坐标我们会看到很有意思的现象，即粒子物理研究的重心在转移。直到 20 世纪 40 年代（欧洲第二次世界大战前），粒子物理研究的重心还在欧洲，紧接卢瑟福提出原子核式结构，出现了玻尔量子模型，薛定谔的量子力学，泡利原理，狄拉克建立相对论性量子力学，查德威克发现中子，鲍威尔发现  $\pi$  介子…；第二次世界大战让欧洲遭受严重破坏。进入 20 世纪 50 年代，美国已经建造了多台粒子加速器，实验中发现了更多类似于质子、中子、介子及其反粒子的强子，于是出现了不同的粒子分类模型，其中最成功的要数 1964 年由美国科学家盖尔曼(M. Gell-man)和茨威格(G. Zweig)提出的夸克模型；格林柏格(Q. Greenberg)为强相互作用引入“色”的新自由度，物理学家为强相互作用也寻求到了一种理论。这个理论就是量子色动力学(QCD)。1974 年发现了重夸克  $c\bar{c}$ ，1977 年发现了  $b\bar{b}$ ，而  $t\bar{t}$  则是在 1995 年发现的。在弱相互作用研究方面，费米首先开启了弱相互作用  $\beta$  衰变理论研究，李政道和杨振宁提出弱相互作用中宇称不守恒，1956 年，美国科学家发现了中微子，证实了泡利已假设了多年的中微子。 $\mu$  子和  $\tau$  子也都是在美国发现的。这时，粒子物理研究重心已经转移到了美国。

弱电统一理论和强相互作用理论是标准模型关于相互作用的两大支柱。1961 年格拉肖(S. Glashow)

提出电磁作用和弱作用的统一模型，按照这一模型，光子是传递电磁作用的粒子，传递弱作用的粒子是  $W^\pm$  和  $Z^0$  粒子。1964 年英国物理学家希格斯提出了希格斯机制：希格斯场引起自发对称性破缺，并将质量赋予规范传播子和费米子。这样就扫清了弱电统一理论发展的绊脚石。1967~1968 年在对称性自发破缺的基础上，温伯格(S. Weinberg)、萨拉姆(A. Salam)发展了格拉肖的电弱统一模型，建立了弱电统一的完善理论，阐明了规范场粒子  $W^\pm$ 、 $Z^0$  是可以有静质量的，理论预言它们的质量在 80~100GeV，此外还预言存在弱中性流。

弱电统一理论是标准模型的重要组成部分，希格斯机制将质量赋予规范传播子和费米子，揭示了质量之源。欧洲核子研究中心在弱电统一理论发展过程中的实验验证方面起了决定性作用。正如 CERN 所长霍耶尔指出的那样，“CERN 的发展与弱电相互作用物理的发展齐头并进，…从 20 世纪 60 年代罕见介子衰变的早期测量，到 70 年代对弱中性流的检测，接下来到 80 年代的对弱相互作用相关的 W 和 Z 玻色子的发现，欧洲核子研究中心所做的多项实验成为支撑粒子物理学标准模型的关键部分的数个基石。20 世纪 90 年代，LEP 实验更是为标准模型奠定了坚实的实验依据，使其成为只缺失一个部分的拼图。然而无需我再特意提醒你，所缺失的部分正是希格斯玻色子——希格斯机制的预示者，它正是于 2012 年 7 月 4 日在 LHC 设备上由 ATLAS 和 CMS 两个合作组发现的。”这个时期，粒子物理研究重心又回到了欧洲，而地处欧洲中心的 CERN 成了粒子物理研究的中心。这段历史也让我们清楚地看到战乱、人才政策以及发展战略的选择对科学事业的影响有多么重要。

2015 年 CERN 为纪念成立 60 周年，编辑、出版了“CERN 60 年的实验和发现”一书，全面介绍 CERN 在成立 60 年来在实验方面的发现和重要结果。该书编辑由 CERN 前所长、著名粒子物理学家朔佩尔(H. Schopper)和意大利物理学家莱拉(L. Lella)担任。正如朔佩尔教授他们在该书的序言中所述“这本书致力于总结欧洲核子研究中心最重要的实验成果，也同时涵盖了新设备的技术研发成果，以及实验物理学家、

理论物理学家和加速器领域学者之间的合作。我们的目标并不是或多或少的重现当时出版物中所提及的成果，而是想请实验主要参与者回首当年的工作动力及成败之道。”CERN所长霍耶尔对该书给予了高度评价，他指出“虽然要将欧洲核子研究中心60年所取得的科研成果编纂成史并不是一件容易的事情，但是这本书实现了，同时也恰如其分地证明了那些欧洲核子研究中心先驱者们的远见卓识。”该书分为十七个专题：

在LHC上希格斯玻色子的发现

重味强子的精密物理

走近物质的极限

LEP轻中微子味数的确定

在大型正负电子对撞机上的精确实验

W与Z粒子的发现

弱中性流的发现

CERN进行的高能中微子实验的重要成果

直接CP破坏的发现

CLEAR上中性K介子离散对称性测量

ISR的一个发现：质子-质子截面升高

SPS上 $\mu$ 子深度非弹性散射

在强子中揭示部分子-从ISR到SPS

反质子反氢原子的性质和奇异原子研究

$\mu$ 子反常磁矩和相对论检验

CERN同步回旋加速器上 $\pi$ 稀有衰变的发现

在线同位素分离器上的重要成果。

这些文章分头介绍了CERN开展的各个研究领域的科学意义、技术路线、取得的成就以及历史经验。可以说，这是一本了解CERN的成功之道和辉煌成就的历史资料。物理学家、学生、老师以及科学史方面的学者被选定为该书的读者群。此书已由科学出版社组织专家翻译，将于近期出版。对于其中的某些专题，《现代物理知识》期刊也会聘请有关专家以通俗易懂的方式在该刊陆续介绍，敬请读者留意。

### 三、探索无限，祝愿CERN明天更美好

不少人把2012年CERN宣布在LHC的实验上发现了希格斯粒子这件事喻为给标准模型画上了圆满的句号，认为标准模型终究修成正果。这里让我们把标准模型简单回顾一下：粒子物理学标准模型以夸克模型为结构载体，在弱电统一理论以及量子色动力学的基础上逐步建立和发展起来。在这框架下，基本粒子中的费米子包括夸克和轻子：夸克有6味，考虑它们的“色”以及正反粒子，自然界一共有36种夸克，而轻子（如电子、 $\mu$ 子、 $\tau$ 子及其相应的中微子，加上每种粒子还都有反粒子）则有12种，规范粒子（如光子、三个传递、控制夸克和轻子衰变的弱相互作用的中间玻色子 $W^\pm$ 和 $Z^0$ 、8个传递强（色）相互作用的胶子 $g$ ，如果再加上发现不久的希格斯粒子（ $H^0$ ），那么标准模型的基本粒子就是61种。基本粒子的一些性质如图4所示。

标准模型描述了与电磁力、强作用力、弱作用力三种基本力（没有描述重力）及组成所有物质的基本粒子的所有物理现象，可以很好地解释和描述基本粒子的特性及相互间的作用。

尽管如此，标准模型不会也不应该是人类认识物质世界的终结。因为作为确立该模型的基础——即现有的海量的实验数据几乎都是在限于TeV量级的能量下得到的。自然，标准模型难免受此局限。我们也可以举些标准模型不完美的例子，或把它们称为标准模型的局限。首先，在标准模型中，中微子被假设是无质量的，但近年发现的中微子振荡实验却隐含中微子是有质量的；这个模型的不完美也体现在她包括了17个任意参数，人们不禁会问，它们又是从哪里来的？模型中很凑巧各有6种夸克和6种轻子，其中的根源是什么？背后的原因又是什么？这些也没有被理解。再说，引力作用是人类最早认识的一种物质相互作用，但标准模型并没有把它包括在内，尽管有人做了不少努力，但至今收效甚微。更严重的问题还出现在人类对宇宙的认识方面。尽管粒子物理擅长于用对称性来研究世界，为什么宇宙中出现了非常严重的物质-反物质不对称性？又如宇宙学观测数据表明宇宙中除了

**三代费米子**

	I	II	III		
质量→	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0	125 GeV/c <sup>2</sup>
电荷→	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
自旋→	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
名字→	<b>u</b> 上夸克	<b>c</b> 粲夸克	<b>t</b> 顶夸克	<b>γ</b> 光子	<b>H</b> 希格斯玻色子
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0	
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
夸克	<b>d</b> 下夸克	<b>s</b> 奇夸克	<b>b</b> 底夸克	<b>g</b> 胶子	
	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV	
	0	0	0	0	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
	<b>ν<sub>e</sub></b> 电子中微子	<b>ν<sub>μ</sub></b> μ子中微子	<b>ν<sub>τ</sub></b> τ子中微子	<b>Z<sup>0</sup></b> Z 波色子	
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV	
	-1	-1	-1	$\pm 1$	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
轻子	<b>e</b> 电子	<b>μ</b> μ子	<b>τ</b> τ子	<b>W<sup>±</sup></b> W 玻色子	玻色子

图 4 标准模型包含费米子及玻色子，费米子就是组成物质的粒子，而玻色子则负责传递各种相互作用力

我们理解的 4% 的可见物质外，还存在占 23% 的暗物质和占 73% 的暗能量，它们究竟是什么？这在标准模型中也都没有被认识和理解。显然，人类对物质的认识并没有完成。尽管确立了标准模型，在科学家面前仍有许多重大问题需要探索。标准模型需要扩充，

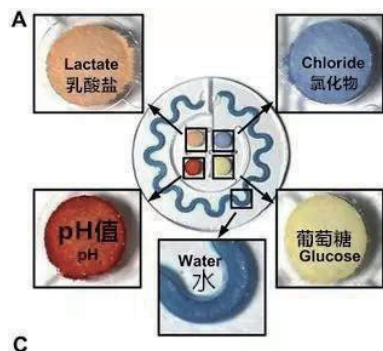
也许需要突破。探索无限，我们祝愿作为世界最大的粒子物理实验基地的 CERN 今后将取得更大成就，CERN 的明天会更美好；我们也期盼全世界的物理学家，包括我们自己——中国物理学家对粒子物理的未来做出更大的贡献。



## 科苑快讯

### 运动时监测健康状况的皮肤传感器

在艰苦的锻炼之后，人们常常说“洗了个汗澡”。这些汗水似乎没有什么用处，但是如果能够对那些汗水进行量化分析，这种新型科技一定很有吸引力吧。研究者已经发明一种能够测量汗水成分的柔软黏性贴片，并在《科学·转化医学》(Science Translational Medicine) 期刊上做了报告。



片，并在《科学·转化医学》(Science Translational Medicine) 期刊上做了报告。

用智能手机扫描贴片，APP 将提供电解质平衡、脱

水程度和总失水量的信息。它是这样工作的：当毛孔出汗时，会将环形通道充满，并转移到 4 个吸收水分的传感器中。每个传感器都有各自的颜色（蓝、黄、橘或红），并测量不同的成分：氯化物、葡萄糖、pH 值和乳酸盐。随着其测量成分浓度的增加，颜色会相应改变。测量电解质损失可以对抗疲劳，追踪氯离子可以显示囊性纤维化的易感性。论文作者说，只需稍作补充调整，贴片甚至能够用于体育赛事中的兴奋剂检测。

(高凌云编译自 2016 年 11 月 23 日 [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org))