

# 世界最大粒子加速器探秘

徐 娜

要认识肉眼看不到的粒子,我们首先想到的办法是什么?是显微镜,电子显微镜或是原子力显微镜。没错,要看清肉眼看不到的粒子,就得靠显微镜。但是,要认识它们的性质,就得修建庞大的仪器,粒子加速器就是这样一种大型仪器。世界上最大的粒子加速器名叫大型强子对撞机(LHC),重5万吨、长27千米、造价高达25亿美元,将于2008年春天投入使用。

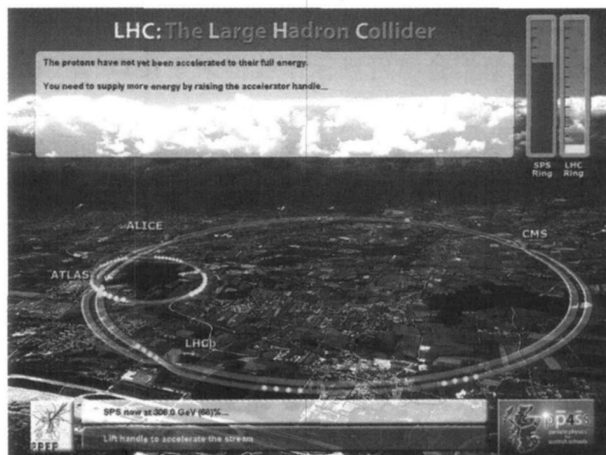


图1 欧洲核子研究中心示意图  
为何要建粒子加速器

在瑞士和法国交界处有一个举世瞩目的研究机构,它就是欧洲核子研究中心,其主要研究目标是搞清楚究竟是什么东西构成了世界上的物质。而大型强子对撞机就位于这个研究中心地下80米的地方,全世界1万多名科学家参加了这一科研项目。

欧洲核子研究中心的物理学家希望利用大型强子对撞机让“时光倒转”,重现宇宙大爆炸时刻。对撞机建在地下,用长达27千米的环形隧道加速粒子。对撞机工作的机理是:同时加速两束粒子,使其速度接近光速,然后相撞。计算显示:每个质子在撞向另一个质子时,携带着一辆时速200千米、重400吨的火车前进时所具有的能量。科学家预测,这样的碰撞每秒可发生约8亿次,而每次碰撞都能产生一些亚原子碎片,供科学家筛选、研究。

加速器部门主任勒布伦介绍:“我们希望能够用大型强子加速器了解物理学有关基本粒子组成的标准模型是否正确,还是有必要进行修正。比如说,这

个模型就不能解释为什么粒子具有质量。与此相关的另外一个问题也是我们希望能够借助大型强子对撞机予以证明的,那就是所谓的希格斯玻色子,也被简称为希格斯粒子是否存在。但这只是我们想搞清楚诸多问题中的一个。”很多年以来,物理学界一直没有解决一个看似简单的问题,即物质为什么拥有质量?1964年,英国爱丁堡大学物理学教授彼得·希格斯提出了一个玻色子理论来回答这个问题。希格斯粒子很有可能为其发现者带来下一个诺贝尔奖的殊荣,因为它是标准模型中迄今唯一没有得到实验验证却至关重要的粒子。一旦得到证实,所有粒子物理学领域的现象便都可得到圆满解释。简单来说,就是因为有了所谓的希格斯场,粒子才拥有一定的质量。

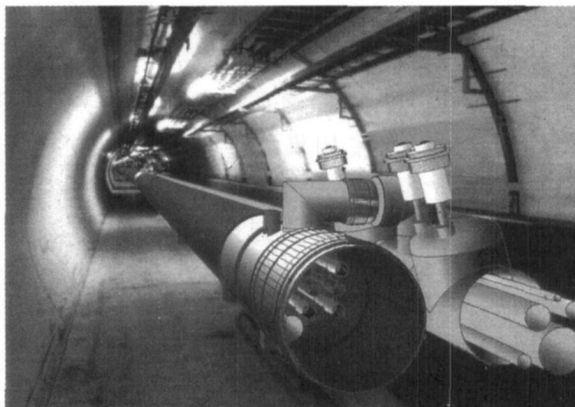


图2 LHC示意图

加速后的粒子相互对撞,就会创造出类似宇宙大爆炸后万亿分之一秒时状态的条件。科学家可利用这一瞬间,探讨物理学的最基本问题。大型强子对撞机可以轰开人类所不知道的其他宇宙维度,可能释放出巨大能量,从而吸入周围物质,形成人造微型黑洞。

## 大型强子对撞机

欧洲核子研究中心占地面积巨大。虽然该中心的地面建筑坐落于瑞士境内,但是要想参观其目前最引人注目的设备——大型强子对撞机,却要穿越边境进入法国。7月13日,记者、物理学家以及参与建设的公司代表一行15人视察了这一庞大科研项目的进展情况,首次深入其内部。目前世界上已

现代物理知识

经建成的功率最大的粒子加速器是美国费米实验室的正反质子对撞机，而大型强子对撞机一旦建成，其功率是正反质子对撞机的7倍。

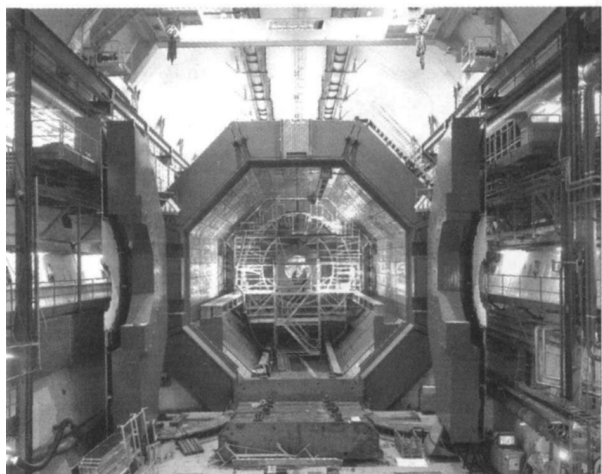


图3 LHC的环形隧道

行车大约15分钟后，参观者来到通向大型强子对撞机地下隧道的6号竖井入口，工程师克劳德早已等候在那里，他负责这段隧道的加速器安装工作。参观者乘坐快捷、平稳的电梯迅速到达井下，几乎感觉不到它在运行。克劳德要参观者牢记竖井编号PM65，以防万一走散后自己找回来，因为从这里开始，隧道就如迷宫一样管道纵横、四通八达，通向分布在不同层面上的好几个大厅。

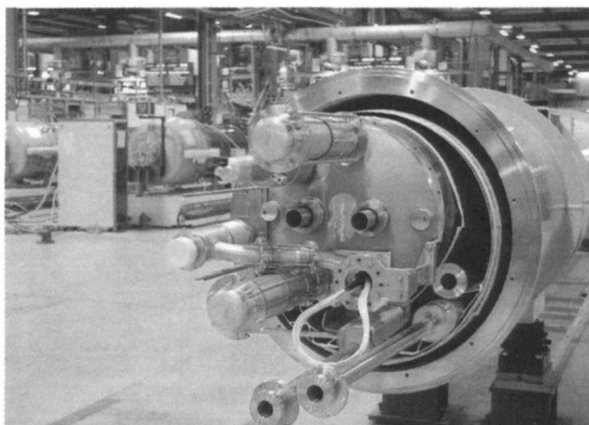


图4 LHC中的磁体和管道

加速器的环形管道建在主要隧道中，共有两条管道，管径粗如胳膊。加速器启用后，两束方向相反的质子束被加速到接近光速，它们受管道周围巨大磁场的控制将在环形管道中每秒飞行1.1万圈。加速管道上方，还有无数大小管道和电缆，用于供电和冷却。克劳德表示，把这么多的大小部件组合成一个整体，不是一件简单的事，这项工作要求的不是学术上的拔尖人才，而是细心可靠的技术工人。他说：

“最终落成的产品可以说是举世无双的，但是在此之前，必须把所有大大小小的单件、部件在现场组装到一起。而且，现场组装步骤必须相对简单、容易完成才行，否则的话，假如我们每一步都需要一个类似爱因斯坦那样的伟人出来出谋划策的话，那我们根本就取得不了多少进展，道理很简单，就是因为世界上没有足够多的爱因斯坦。”

### “亚特拉斯”粒子探测器

参观了一阵，克劳德就招呼大家离开隧道，大部分人都恋恋不舍，觉得还没有看够。大轿车载着参观者返回欧洲核子研究中心位于瑞士的部分，停在一个开阔的大厅前，它宽敞得足以装下一架大飞机。在这里，参观者看到了大型强子对撞机的核心部位，它就是“亚特拉斯”(ATLAS)粒子探测器。

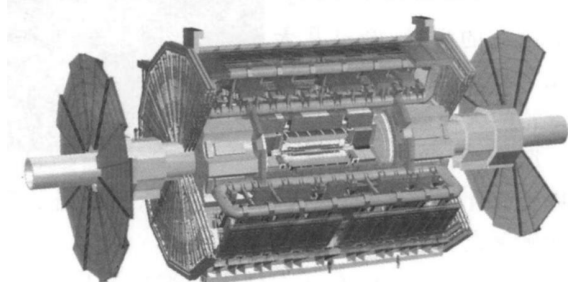


图5 “亚特拉斯”探测器示意图

正在建设的大型强子对撞机上共有4个对撞点，各装有一个粒子探测器，用来探测碰撞产生的微小粒子，记录粒子的能量、质量等信息，“亚特拉斯”探测器是其中最大的一个，也是目前世界上最大的粒子探测器。“亚特拉斯”是一个圆柱状探测器，长46米、直径25米、重7000吨、造价高达4.3亿美元。“亚特拉斯”是古希腊神话中一位大力士，可以肩负整个地球，而“亚特拉斯”探测器似乎肩负着解释地球的重任。该探测器与粒子加速器管道相连，时速接近光速的两束粒子就其中心部位相互对撞，

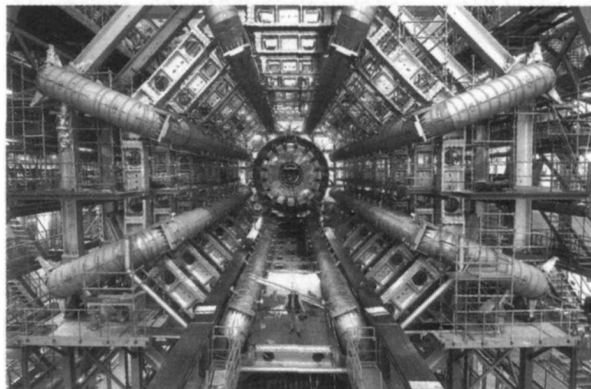


图6 深入“亚特拉斯”探测器内部

# 蟹状星云与超新星爆发

张 岚

浩瀚的宇宙空间中有一些云雾般的天体，它们形状不一、亮暗不等，因其梦幻般的美丽形态，成为夜空中的迷人景观，这就是星云。在诸多美丽的星云中，金牛座的蟹状星云始终吸引着探索者的目光。星空中引人瞩目的还有一种天象，就是在某一星区可能会突然出现一颗原来没有的亮星，经过几天到几个月，又慢慢不见了，这种奇特的天象就是超新星爆发。那么，蟹状星云与超新星爆发有什么联系呢，搞清楚这个问题，需要先了解超新星爆发。



蟹状星云 (©http://www.kepu.gov.cn)

遥望星空，我们看到的绝大多数星都是恒星。

这种对撞每秒大约发生 4000 万次。

现在参观者到达地下 50 米深处，出于安全考虑，外人禁止去更深处。参观者所在处可平视“亚特拉斯”探测器，那里是一个宽阔大厅，长 55 米，高、宽各 30 米。德国物理学家克劳斯·巴斯在那里负责接待参观者，他参加该探测器的建造工作已有 10 年。他说：“像大型强子对撞机这样的实验，或者像亚特拉斯这样的实验，需要几代人的努力。我很幸运，正好属于可以真正经历这样的探测器、这样的加速器投入运行的这一代，经历出成果的一代，有机会看到具体的成果，了解很有意思的东西。对一名搞理论物理的人来说，这当然是一件非常令人兴奋的事情。”

## 2008 年春天投入使用

大型强子对撞机的建造工作并非一帆风顺，进度因故一再拖延，启动运行时间也一再推后。最初目标是 2005 年建成、2007 年夏天完成第一次质子对撞试验，后来又改成 2007 年建成。2007 年 3 月 27 日还出了一次意外事故：研究人员在进行一项高压检测时，用于聚焦质子束的四极磁体系统突然爆裂，幸好工作人员在测试时撤离现场，没有发生人员

恒星的一生极其漫长，同样有诞生、青年到中年、晚年直至死亡的发展演化过程。当一颗恒星步入中年，中心向内收缩、外壳朝外膨胀，形成一颗红巨星。经过红巨星阶段，恒星便进入晚年，这个时期的恒星很不稳定，会猛烈爆发，抛射掉自己的大部分质量，同时释放巨大能量。短短几天内，亮度有可能增加几十万倍，这样的星叫“新星”。如果恒星质量大，爆发将更猛烈，

亮度增幅甚至超过 1000 万倍，这样的星就叫做“超新星”。超新星爆发是恒星演化的重要环节，爆发的激烈程度令人难以置信，是恒星世界中已知最激烈

伤亡，这起事故导致相关磁体不得不重新设计制造。

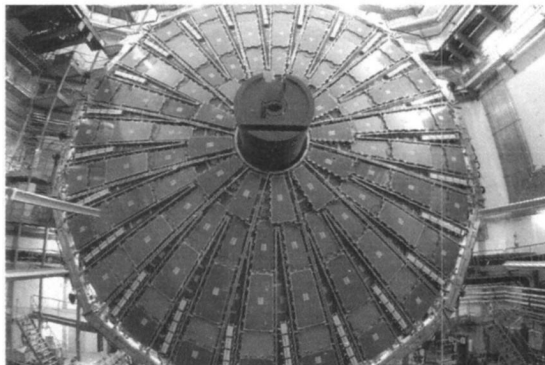


图 7 “亚特拉斯”探测器中屏蔽粒子的磁体

而现在，出资机构已经有些等不及，一再催促研究人员加紧进度，他们可不愿意让 25 亿美元的巨大投资毫无回报。按目前计划，大型强子对撞机将于 2008 年春季投入运行。据说，这次计划不会再变。届时，首批粒子将在加速器管道中飞行，无数人将翘首以待，希望“看”到期盼已久的希格斯粒子的痕迹。

(上海市闵行区虹梅南路 2288 弄 100 号 601 室 201108)