

世界高能实验中心介绍



科学航海的不冻港—— CERN简介

~~~~~ 狄 雾 ~~~~~

欧洲原子核研究中心座落在日内瓦的西郊。法文全名是“Conseil européen pour la recherche nucléaire”，简称 CERN（取全名字头拼成），国内通常简称为西欧中心。这是目前世界上最大的高能物理研究中心之一。从 1951 年筹建至今已有一百三十年的历史。CERN 是由西欧许多国家联合资助的。目前财政上支持 CERN 的成员国有 12 个：奥地利、比利时、丹麦、西德、法国、希腊、意大利、荷兰、挪威、瑞典、瑞士、英国。此外还有三个国家（波兰、土耳其、南斯拉夫）只作为观察员（不出经费）。西欧中心地处德国和瑞士交界处，共有两个大实验室。第一实验室拥有 600 兆电子伏质子同步回旋加速器（SC），28 京电子伏质子同步加速器（PS）和质子交叉储存环（ISR——28 京电子伏 + 28 京电子伏质子-质子对撞机）。第二实验室拥有目前世界第二的 400 京电子伏质子同步加速器 SPS。两实验室共占地 560 公顷，拥有科学家和技术人员约 4000 人，是一个庞大的高能物理研究机构。

### （一）西欧中心的高能加速器、大型探测器和主要的物理研究

1957 年西欧中心首先建成了一台能量为 600 兆电子伏质子同步回旋加速器（SC）。近年来经过改装，流强已达到 10 微安。SC 有质子束流、 $\pi$  介子束流、 $\mu$  子束流等。在 SC 上主要进行核物理研究， $\mu$  子的（ $g-2$ ）因子的精密测定，短寿命的同位素生产和应用研究（如生物物理，生物化学等）。

1959 年 28 京电子伏质子同步加速器（简称 PS）建成并投入使用。PS 是当时世界上第一个强聚焦质子加速器。其流强可达  $10^{13}$  个质子/脉冲。以前，PS 上主要从事粒子物理的研究，有质子、 $\pi$ 、 $K$ 、 $\nu$  等各种束流。在这个加速器上，最早发现了弱作用中性流。这个重要发现对弱作用物理学的发展起了重要的推动作用。PS 近年来的主要任务是作为交叉储存环 ISR 和 400 京电子伏质子同步加速器的注入器。此外也还在

继续进行粒子物理和中高能核物理的研究。

1971 年西欧中心质子对撞机（又称交叉储存环）ISR 投入使用。每米质子能量最高可达 28 京电子伏（用 PS 注入），ISR 上主要从事强相互作用的研究。例如， $P-P$  散射总截面的上升，就是 ISR 上的实验所证实的。此外，还做了测  $\mu^+\mu^-$  对，找新粒子，研究大横动量物理过程等很多有意思的实验。近年来他们又在计划加速重离子如  $He^4$ ， $d$ ， $c$  等核。这种离子对撞实验，可能又会给出一些新的有趣味的物理结果。

1976 年，400 京电子伏质子同步加速器 SPS 投入使用。SPS 的能量虽然目前是世界第二，略逊于美国费米实验室的 500 京电子伏的质子加速器，但它的性能却比美国费米实验室的同步加速器要好得多。SPS 向实验物理学家提供了  $\pi$ 、 $K$ 、 $\nu$ 、 $\gamma$ 、 $e$ 、 $\mu$ 、 $\Sigma$ 、 $\Xi$  和  $P$  多种性能良好的高能粒子束流。现代化的粒子物理实验研究正在 SPS 上进行并取得了一系列有意思的结果。例如：SPS 上的中微子实验证明了费米实验室发现的所谓“高  $\nu$  反常”是错误的，从而证明了现有的弱作用理论是适用的。还测量了  $V-N$  散射过程中“矩的直线关系”，为量子色动力学的正确性提供了有力的实验基础。

西欧中心的实验 70% 以上是用电子学探测器进行的。电子学探测器主要由闪烁计数器、契伦柯夫计数器、火花室、流光室、多丝正比室和漂移室等组合而成。其特点是测量的速度快，可以和计算机连接，直接处理数据。西欧中心有一台多用途的大型电子学探测器—— $Q$  谱仪。其中用的是超导磁体。

除电子学探测器外，还有气泡室。西欧中心拥有世界上最大的氢气泡室 BEBC，直径 3.7 米。此外，还有一个直径 2 米的氦气泡室和一个直径为 4 米的重液泡室 Gargamelle。大约有 30% 的实验用泡室完成。其优点是可以记录反应过程的全部带电粒子的径迹，从而可提供全面的知识。缺点是记录速度慢，分析过程也长。

目前西欧中心还正在安装杂交的探测器，即由小气泡室和电子学探测器联合组成的新型探测器。小气泡室用来精确观测反应点的产物，电子学探测器则可测末态粒子离开反应点后的行为。这种新型探测器综合了前面讲的两种探测器的优点，是一种很有前途的新型探测器。

### （二）西欧中心的数据处理和计算机系统

由于高能物理实验需要采集数以百万或千万计的数据或照片，分析这些数据就成了非常繁难的问题。西欧中心建立了以小型和大型快速计算机配合的数据分析处理系统。许多电子学探测器实验都配有小型计算机在线分析系统，有时小计算机还与计算中心的大型计算机连接，以加快分析速度。泡室的照片分析也采用自动扫描和计算机系统来处理。

西欧中心有两台世界最大的计算机。一台是 CDC-7600，一台是 IBM-3032。这两台计算机计算速度均在每秒 3 千万次以上，分属两家不同的美国公司维护运行，因而有竞争，使计算机的服务质量比过去只有 CDC 一家时大为改善。西欧中心计算中心的这两个大机器通过电缆与英国及西德的高能中心计算机相连接，组成欧洲的计算机网。这个大型计算中心共设有 300 多个终端遍布于各实验室和研究室。研究人员在自己的实验室就可使用计算机，无需到中心去上机。这大大提高了大型计算机的使用效率。

### （三）西欧中心的未来

1981 年底西欧中心的 400 京电子伏 + 400 京电子伏质子-反质子对撞机即将投入使用，这是目前世界上能量最高的对撞机。这个对撞机上将进行许多关键性的实验，如寻找中间玻色子  $W^{\pm}$ 、 $Z^0$ ，寻找  $t$  夸克和新的重轻子，Higgs 轻子等。这些实验无论是给出肯定还是否定的结果，都将对高能物理的发展产生重大影响。

此外，西欧中心正在讨论建造一台 150 京电子伏 + 150 京电子伏的  $e^+e^-$  对撞机。这个对撞机的能量已达到了电子对撞机的极限能量，可做的实验也将更为关键。

可见，西欧中心将在世界高能物理的发展中起越来越重要的作用。

### （四）科学航海的不冻港

科学探索如同在茫茫大海中寻找新大陆一样，是要历尽艰难困苦的。在这种艰辛的航行中，西欧中心对世界各国科学家来说尤如一座不冻港。一年四季各国科学家纷纷到西欧中心工作，交流经验，共同探索大自然的奥秘。由于西欧中心是欧洲 12 国资助，加上它的开放政策，使得它吸引了世界上各民族，各种肤色的科学家前来工作，国际的合作也比较容易协调。

近几年来，中国科学家也参加了西欧中心的研究工作。我们有理由相信，这种合作将会进一步巩固和发展。