

90年代美国的两大加速器装置

段麦英 编译

(山西师范大学 临汾 041004)

现代科学已经证实,原子核是由核子(质子和中子)组成的,而核子可能是由夸克和胶子组成的.为了研究核子、夸克和胶子的性质,美国于90年代起建造两台大型加速器装置,它们分别是连续电子束加速器装置和相对论性重离子对撞机.

一、连续电子束加速器装置

已于1995年开始运行的连续电子束加速器装置(CEBAF)为物理学家们提供了一种电子“显微镜”.借助这种崭新的实验手段,物理学家们可以在非常小的空间尺度内对原子核进行研究.探索传统的由相互作用核子(质子和中子)组成原子核的模型的适用范围,从而给出一种建立更基本的、由夸克和胶子组成核子的模型的途径.

CEBAF每秒钟把数以千亿亿计的电子聚焦成象头发丝粗的束流,并把束流加速到接近光速,每个电子的能量达40亿电子伏.电子束照射到由微小薄片材料做成的靶上.

当一个电子与一个靶原子核碰撞时,探测器将记录散射电子的出射方向和碰撞中产生的核碎片的散布面.根据实验结果,物理学家们希望确定核内重“奇异”夸克的数目和中子内电荷的分布.

CEBAF束流中的电子由于电磁波的“冲击”加速,这里,电磁波被限制在中空的金属腔内. CEBAF是超导腔的首次大规模应用,温度被降到绝对温度的2K以下.超导腔只需极少的电力损耗就可以连续运转.在实验上,要同时测量散射电子和核碰撞碎片,CEBAF的连续束流是必不可少的.许多有关核子和核结构的重要测量既要求高能量,又要求连续束,这一点只有在CEBAF上能做到.

二、相对论性重离子对撞机

在正常状态下,夸克和胶子被禁闭在质子和中子内,要发现自由的、独立的夸克或胶子是不可能的.然而,理论预言,在非常高的温度和压强下,夸克和胶子将是自由的,它们独立地运动到相对大的距离,形成“夸克-胶子等离子体”.

产生夸克-胶子等离子体是另一台新设备的目标.这台名为相对论性重离子对撞机(RHIC)的庞然大物,预计于1999年在美国长岛布鲁克海汶国家实验室(BNL)对外开放. RHIC将把众多的原子核加速成沿相反方向运动的两条同轴束流.两条束流将在六个对撞区对撞,每次对撞都将在一个很小的区域内产生巨大的能量密度,从而可能形成夸克-胶子等离子体.

这些实验要求用新的探测器记录和分析碰撞过程.美国洛仑兹伯克利实验室(LBL)正在发展一种基于提供低成本高产额技术的新的硅探测器.象CEBAF的金属腔一样,RHIC的探测器是为基础研究发展的新技术在工业上很快得到应用的例子.

夸克-胶子等离子体可能存在于中子星的内部以及宇宙大爆炸发生时的前百万分之一秒钟内.但在地球上,它代表一种新的物质状态. RHIC提供了在一个未知领域研究物质新形态的良机,在实验室产生夸克-胶子等离子体是现代物理学家面临的巨大挑战之一.

以上两种大型加速器装置为物理学家们提供了绝好的机会,同时,也对他们提出了挑战.这两台机器的运行能否得到预期结果,人们正拭目以待.

(编译自美国物理学会编辑的 Nuclear Physics——
Basic Research Serving Society)