

高能物理学中的能量单位

金炳年

高能加速器 高能物理,高能粒子……,高能!高能!高能!“高能”二字使人望而生畏。让我们仔细研究一下高能物理中所说的高能究竟有多大!

在处理宏观世界的物理问题时,常用的最小的能量单位是尔格。即从地面将 1/980 克的物质升高 1 厘米时所作的功为 1 尔格。这个能量用我们的观点看来是如此之小。但是,这个单位在处理微观世界的物理问题时却嫌太大了,需要选用另外的一个新的能量单位——电子伏特——eV,就是具有一个电子电量的粒子通过 1 伏电位差所获得的能量。在高能物理中,电子伏又嫌小了,常用的单位是:兆电子伏(MeV)、千兆电子伏(GeV)、百万兆电子伏(TeV)。

这些能量单位的关系是:

$$1 \text{ 焦耳} = 10^7 \text{ 尔格,}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-6} \text{ 尔格,}$$

$$1 \text{ MeV} = 1.602 \times 10^{-3} \text{ 尔格,}$$

$$1 \text{ TeV} = 1.602 \text{ 尔格.}$$

可见,微观世界物理中用的“高能”单位在宏观世界看来简直是小得可怜了。在我们日常生活中,十亿电子伏(1GeV)的能量实在太小了。一个 1 瓦的灯泡 1 秒钟消耗的能量是 6.3×10^9 GeV。也就是说,十亿电子伏的能量只能供给 1 瓦的灯泡点 1.602×10^{-10} 秒,真可以说是灯光一闪,几亿亿个电子伏的能量就消耗掉了。那么为什么我们把能将粒子加速到 GeV 能量以上的加速器称为高能加速器呢?这是因为,要把几个 GeV 或一个 TeV 的能量集中到一个电子或质子身上,要化出很大、很大的代价。

目前世界上正在建造一台能使电子加速到 50GeV 能量的正负电子对撞机——LEP。这个巨大的机器周长约 30 公里,它四次横穿瑞法边界。建造它本身就要需用几万吨钢吨几千多吨铜。加速器运行就需要几百

兆瓦的电能,而加速电子的能量只有 50 GeV,可见加速器的效率是很低很低的。

在宏观世界中,能量的高度集中往往伴随着爆炸现象,但即使在这类能量高度集中的爆炸现象中,每个粒子平均摊到的能量与 GeV 相比是非常小的。例如,核爆炸,核爆炸是依靠核的裂变和聚变,裂变和聚变放出的能量分摊给原子核中的每一个质子或中子,只有百万电子伏的量级。比 GeV 要小上千倍呢!由此不难理解为什么把加速到 GeV 以上的粒子称为高能粒子了。而把能把粒子加速到 GeV 以上的加速器称为高能加速器了。

那么,研究粒子相互作用又为什么要如此高的能量呢?在高能物理实验中,随着相互作用粒子能量的提高而不断出现新的物理现象和产生新的粒子,这些实验结果是对这个问题的最好回答。1983 年在欧洲核子研究中心发现传递弱相互作用的中间玻色子 W^\pm 和 Z^0 就是一例, W^\pm 的质量近似于 80~90GeV。这样重的粒子只能在高能粒子的相互作用中产生,而要产生这种粒子,则两个相互作用的粒子在质心

系的能量之和不能小于要产生粒子的质量。所以要研究粒子相互作用以求发现新粒子或新现象,必须要很高的能量。

目前,世界高能物理界正在全力以赴地建造一代新的能量更高的加速器。如:西欧核子研究中心的 LEP($2 \times 50\text{GeV}$ 正、负电子对撞机),美国斯坦福直线加速器中心的 SLC($2 \times 50\text{GeV}$ 正负电子对撞机),日本的 TRISTAN($2 \times 30\text{GeV}$ 正负电子对撞机),美国费米实验室的 TEVATRON(1TeV 质子加速器),西德 HERA (820GeV 质子和 30GeV 电子的对撞机),苏联的 UNK (600GeV 质子加速器)。这些加速器建成后,新的实验结果一定会给我们认识微观世界提供大量新的信息。