

电子直线加速器和电子同步加速器

现在来介绍加速另一种带电粒子——电子的机器。质子是从离子源中产生的，而电子从电子枪的阴极发射出来。电子枪与电视机的显象管有点相似，然而较之复杂。与质子的情况相类似，电子发射出来后经过一番切割、聚束和预加速过程，达到了几千万电子伏的能量，并整好了队形，注入直线加速器。

电子的质量是质子的一千八百分之一，当它具有几千万电子伏能量时，已接近光速，因此电子直线加速器比质子直线加速器结构简单，它是许多节加速管连接而成，加速管的腔体直径仅十多厘米，经一些微波功率管（通常用速调管）在腔内激发而形成一相速度等于光速的加前传播的电磁波，电子束“骑”在电磁波的某一相位上，随着电磁波一起前进，并不断增加能量，最后可达几十亿至一百多亿电子伏。

电子要获得更高的能量，就注入同步加速器中。它的原理与质子同步加速器相同，磁场性能、高频性能等也相似，但有一个重要差别，即电子在磁场中沿曲线运动时，要发生同步辐

电子同步加速器的同步
辐射光，强度高，亮度
高，准直性好，有
多种用途。

电子同步加速器的原理
与质子同步加速器相同。

带电粒子漫游加速器

谢融文 (3) 韵献画

在直线加速器中，
电子束“骑”在电磁波
的某一相位上，随
电磁波前进并加速。

电子经直线
加速器能量
可达几十亿
至一百多亿
电子伏特。

电子通过
切割、聚
束、预加
速后进入
直线加速
器。

电子从电子枪的
阴极发射出来。

射，这种辐射光沿切线方向发出，带走了电子的一部分能量，而它的强度与电子能量四次方成正比，这就要求非常大的高频功率来补偿这种损失，所以电子能量越高，要继续增高就越困难。然而，另一方面，同步辐射的光具有高强度、高亮度、准直性、偏振性和连续能谱等一系列优良特性，在核能技术、生物学、固体物理、化学、医学等多方面有广泛的用途。为此，人们已建造了一些专门产生同步辐射的装置，也可从主要进行高能物理实验的机器中同时地或间歇地引出几股同步辐射光，为应用服务。

正电子和电子在环形轨道上相向地循环



对撞机

加速后的高能粒子束，一般被用来轰击固定的物质靶产生高能反应的。靶内有大量的质子和其它粒子，束中相当多的粒子都可打中靶粒子与之发生反应，而且反应的种类也有多种，适应不同的实验要求。不足之处是虽然射来粒子以很高能量撞向那毫无准备的靶粒子，却有大部分能量化在了把

后者“推”向前去，其余的才用于反应。如果这个粒子向另一个以同样能量迎面“扑”来的粒子撞去，二者的能量就能全部用于反应。例如，一束电子与另一束被加速到同样能量的正电子对撞，就会发生强烈的湮没反应，这种反应可以向人们提供微观世界的一些重要信息。

然而，当两束粒子相碰时，一个粒子正好撞中对方一个粒子的机会太少了，为了让更多的粒子有机会与对手直接交锋而发生反应，两股粒子在一个环形轨道上相向地循环。一开始，它们互不接触，而直线加速器或同步加速器分别把两种粒子一批批送入轨道，储存在那里。两支队伍壮大到一定程度，磁场强度当即上升，两束粒子都被加速。一旦达到某一能量，它们就在轨道上的某几点遭遇。多圈循环后，双方的粒子都“撞死”了许多，就再注入新的束团，然后加速、对撞。

已建成的有电子—正电子和质子—质子的对撞机，质子—反质子对撞机正在建造中，西德的 DESY 还准备建造电子—质子对撞机。

在电子进入轨道后，正电子从另一方向被送入轨道储存起来。

电子直线加速器，既是电子的注入器，又是正电子的注入器，只是电子与正电子处于不同的相位。