

在马克思看来，科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。任何一门理论科学中的每一个新发现，即使它的实际应用甚至无法预见，都使马克思感到衷心喜悦，但是当有了立即会对工业、对一般历史发展产生革命影响的发现的时候，他的喜悦就完全不同了。

(恩格斯：《在马克思墓前的讲话》《选集》第三卷 575 页。)

(一)

近来，随着基本粒子研究的进展，越来越显出这一理论研究领域应用到实际问题的巨大潜力。下面介绍一个新发展的应用性研究领域——同步磁辐射。

所谓同步磁辐射是指高能电子束在强大磁场偏转力的影响下所放出的电磁辐射或光辐射。(有点象一个高速旋转的物体，会由于惯性作用因而在切线方向

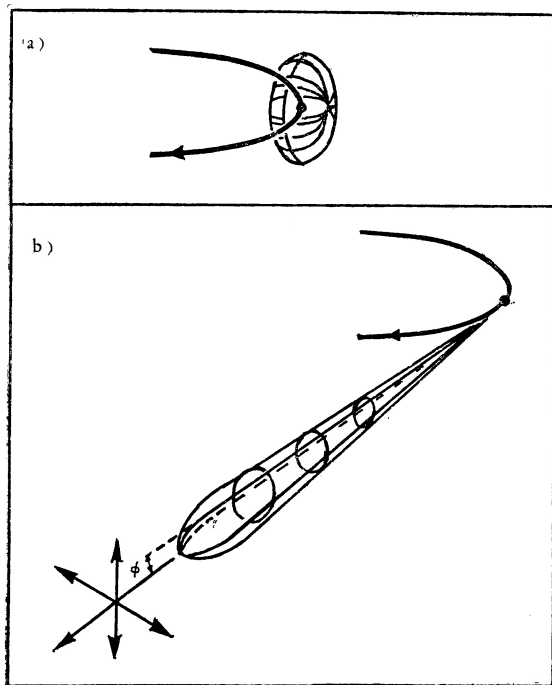


图 1 (a) 电子速度较慢时的辐射分布
(b) 快速相对论电子的辐射分布

一种新型的光源

——介绍同步磁辐射——

何祚庠

“溅出”一些“碎片”)。这一现象最初是在电子同步回旋加速器上发现的。但那时电子加速器的能量很低，释放出的能量及强度都很低，没有什么实际用处。近来，由于电子同步加速器越造越大，同步磁辐射释放出的光子的能量和强度也越来越大，从而电子在加速过程中损失能量也越来越大。这已成为进一步提高电子能量的主要障碍。但是，在一定条件下，“坏事也可以转变成好事”。由于同步磁辐射所释放出的光子的能量特高，强度特大，因而也就反过来成为一个特大的好事——即成为一种新型的甚而近于“理想”的光源。

初步研究表明，这一新型光源具有以下特点：

1) 它所释放的光子可以形成一个从可见光(甚至是红内射线)直到 X 射线的连续谱，这就几乎可以供应对任何频段的光源的要求。

2) 释放出的光子强度特大，如在几平方毫米的面积上可以有几百瓩的能流。这只有某些特定频率(如可见光)的激光可以产生这样大的亮度。但这里却可以一直扩展到 X 光频段(如果加速器能量更进一步提高，还能延伸到 γ 辐射的频段)，其强度可比通常 X 光管大十万倍以上。

3) 释放出的光子是几乎沿着切线方向进行的(集中在 MC^2/E 的弧度内)，这就可能减少实验的背景，便于由连续谱中引出“单色”的光，从而使同步磁辐射可以成为频率是连续可调的光源。

4) 释放出的光几乎是完全极化的，即使在波长较长的波段，其极化度至少要超过 80%。这就为那些需要极化光源的实验提供了方便的条件。

5) 这一光源可以是高度稳定的“点”光源，也可以

“弥散”成一个体光源。这一光源既可以是连续的，也可以是“脉冲”式的（约为 10^{-17} 秒）。

总之，这一光源将具有许多优越性能，它将广泛地促进气体动力学，非线性光学，固体结构，表面结构，光化学，生物化学，生物物理，甚而生物体结构的研究，并将为许多应用性领域的研究（如研究强辐射对材料的破坏，如模拟核武器的破坏效应，……）开阔了新的可能性。

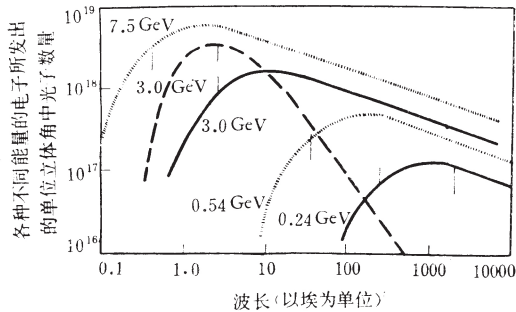


图2 波长(以埃为单位)

黑虚线是说频谱带宽是1埃的情形，其它均为10%的带宽。
各种不同能量的电子所发出的单位立体角中光子数量

(二)

同步磁辐射本来是做为电子对撞机（即一种特种的高能加速器，其电子流强特强）的“付产品”而加以利用的。但由于高能物理的发展十分迅速，许多对撞机已由于能量“过低”而显得“过时”，因而这些高能加速器就改为专门用来做同步磁辐射的研究。这已成为世界上极受注意的一个崭新的研究领域。可是，通常的对撞机并不是专门用来研究磁辐射的，其磁铁是均匀地排列成一个圆圈，因而磁辐射在圆圈上均匀地产生出来，这样，大部分的磁辐射都无法利用。看来比较合理的一种设计是将磁场强度不等的磁铁分布在电子运行轨道上，使磁辐射的能量集中在几个选定的点放出来，这就能将这种磁辐射加以有效地利用。如果采用超导磁铁，就有可能大大增加辐射强度，提高辐射频率，也就是说，电子的能量可以不需要那末高，从而可以缩小电子轨道半径，降低加速器造价。

以美国的 Spear 对撞机为例。这一加速器具有如下的工作参数：

名称	能量	磁场	磁半径	临界波长	电流
Spear	3Gev	8000高斯	13M	2.7 \AA	30mA

从上述参数可以看出，虽然电子能量已高达3Gev，但由于磁场才用了8000高斯，以致临界波长仍未达到理想的数值，即 1 \AA 。可是，如采用超导磁铁，如为67000高斯（用超导磁铁将不难做到50000—70000高斯，特别这里用的是静磁场），那末，在电子能量是1.7Gev的条件下，就可得临界波长是 1 \AA 的数值，但辐照强度却还要增加一些，而加速器的磁半径却可由

13M 缩小到 0.87M。如果进一步在设计中采用一种“波纹形”的结构（即让电子的轨道设计成为“波纹式”的），就还能大大增加辐射强度。当然，在设计这一专供磁辐射研究的储存环时，并没有必要采取如此紧凑的结构。总之，这是一个值得注意的应用方向。