

# 同步辐射的特性和应用

吴 苍 生

(中国科学院高能物理研究所)

## 一、引 言

同步辐射是由电子同步加速器或储存环提供的强电磁辐射源,是相对论性电子在磁场中运动时发射的电磁波。近十年来,同步辐射已经发展成为多学科的研究工具,取得了许多重要研究成果并展现出广阔的发展前景,日益受到人们的重视。

带电粒子受加速时的辐射现象在上世纪末就开始研究,到本世纪四十年代,人们注意到高能电子的这种辐射损失将限制电子加速器能量的提高,并对这种辐射的性质作了系统的理论研究。1947年,在同步加速器上首次观察到同步辐射现象,从此开始了同步辐射的实验研究。不过在当时,人们往往只注意到它的消极的方面,因为它是加速器中电子丢失能量的主要因素,并且是高能物理实验的有害本底。到五十年代后期,开始有人用它做光谱学研究。1968年以后人们从电子储存环获得性能更优越的同步辐射,并利用它的真空紫外辐射做了更多的研究工作。七十年代初,科学家们开始认识到同步辐射作为多学科研究工具的巨大潜力,并相继在几个高能物理实验用的 GeV 级的电子储存环上开展同步辐射的应用研究,工作波长扩展到 X 光区。这些研究取得丰富的成果,进一步推动了同步辐射研究的蓬勃发展。由于用户迅速增加,应用面不断扩大,仅由高能物理实验用的电子加速器以共生方式或半专用方式提供同步辐射已不能满足需要,于是一些国家开始建造专用的同步辐射装置。据统计,到目前为止,世界上已经有 30 台左右的电子同步加速

器或储存环以专用、半专用、共生等不同方式用于同步辐射研究,并有十多台正在筹建之中。由于用户增加更快,预计仍难满足需要。

鉴于同步辐射研究的重要性,我国已计划在安徽合肥筹建同步辐射装置,储存环能量为 0.8GeV。同时计划在北京筹建一台正、负电子对撞机,简称 BEPC,设计能量为  $2 \times 2.2\text{GeV}$ ,裕量可达  $2 \times 2.8\text{GeV}$ ,并建立相应的同步辐射实验区。本文将介绍同步辐射的特性,同时举例说明同步辐射的可能应用。

## 二、同步辐射的性质

同步辐射光源具有以下优异特性:

### 1. 方向性强、辐射功率大

大家知道,当电子运动速度不大时,在垂直于电子加速度方向的子午面上,电磁辐射是各向同性的。当电子以接近于光速运动时,由洛伦兹变换很容易知道,辐射将主要集中在电子轨道切线前方的小锥角内,张角约  $2\gamma^{-1}$ ,  $\gamma = E/mc^2$ , 是电子能量和它的静止能量之比。当  $E = 2.8\text{GeV}$  时,  $\gamma^{-1} = 0.18\text{mrad}$ , 这说明同步辐射具有很强的方向性。如果储存环能量为  $E(\text{GeV})$ , 电流为  $I(\text{A})$ , 电子弯转半径为  $\rho(\text{m})$ , 环的总辐射功率为

$$P(\text{kW}) = 88.4E^4I/\rho.$$

在对撞模式时,  $I = 65\text{mA}$ ,  $\rho = 10.35\text{m}$ , 总辐射功率为 34kW。工作在同步辐射专用模式时,  $I = 150\text{mA}$ , 辐射功率约 79kW。由于光源尺寸小,方向性强,光源亮度比常规 X 射线管高  $10^2-10^5$  倍。

### 2. 频谱范围广

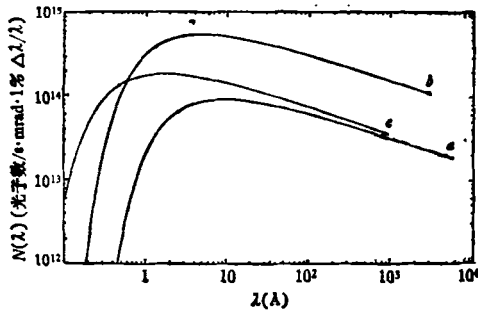


图1 BEPC 同步辐射的光谱特性

$E = 2.8\text{GeV}$ ,  $I = 150\text{mA}$

a.  $B = 0.9\text{T}$ ; b.  $B = 1.8\text{T}$ ; c.  $B = 5\text{T}$

同步辐射具有连续谱,其特征波长可表示为

$$\lambda_c(\text{Å}) = 5.59\rho/E^3.$$

从 BEPC 常规弯转磁铁引出的辐射,特征波长  $\lambda_c = 2.63\text{Å}$ . 光通量随波长的分布如图 1 所示. 从图 1 可看出,通量峰值达  $9 \times 10^{13}$  光子/ $s \cdot \text{mrad} \cdot 1\% \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ . 通常定义通量值不低于峰值功率 1/10 的波段为可用波长范围,据此 BEPC 的可用波长范围为  $0.5\text{Å} - 2.5 \times 10^4\text{Å}$ . 图中还分别给出从常规扭摆磁铁和超导扭摆磁铁引出的同步辐射的谱分布.从图中可看到,从扭摆磁铁引出的同步辐射,其谱分布向短波方向延伸;由于常规扭摆磁铁采用多周期结构,光通量增强数倍,因此扩大了 X 光波段的可能应用范围.

### 3. 偏振

同步辐射的偏振特性如图 2 所示. 图中  $\phi$

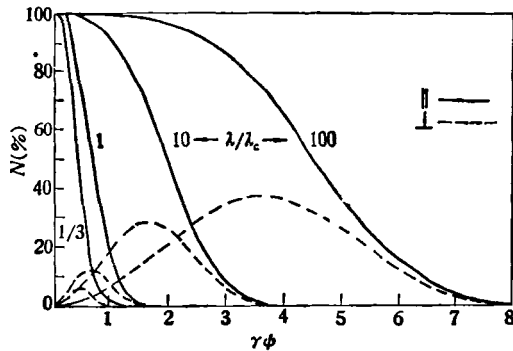


图2 同步辐射水平和垂直偏振分量同垂直偏角的关系

是光束同电子轨道切线的垂直偏角. 在  $\phi = 0$  的轨道平面内,辐射是 100% 水平线偏振的;在  $\phi \neq 0$  的轨道平面之外,辐射是椭圆偏振的,即出现了垂直的偏振分量. 图中还表示了辐射的角分布和偏振度随波长的变化(假设电子束的角发散度为零).

### 4. 脉冲时间结构

储存环中的电子是靠高频电场加速的,只有落在一定高频相位内的电子才能得到稳定加速. 因此,电子在轨道中聚集成团状,辐射也相应地具有脉冲性的时间结构. 例如, BEPC 在单束团注入时,辐射脉冲重复周期为 800ns; 160 束团注入时,重复周期为 5ns. 辐射的脉冲性时间结构对研究某些过程,如能级寿命等,有重要的意义.

### 5. 洁净的背景

电子储存环的真空度为  $10^{-9}\text{Torr}$ , 同步辐射是无极发射,这种光源不会污染光学器件或实验样品,也不会混入其它光谱线而干扰实验结果,因此是十分“洁净”的光源.

### 6. 光源性能稳定并可精确计算

电子储存环工作在超高真空条件下,束流寿命长. BEPC 束流寿命约 7h, 各项运行条件受到精确控制,因此辐射光源具有很高的稳定度. 辐射光源的频谱、角分布、偏振度等均可根据理论公式精确计算,所以利用同步辐射光源有利于提高实验精度,并有可能作为辐射计量标准.

同步辐射的上述这些特性,目前只有激光光源在某些方面可以同它相比,并且互有短长. 但激光光源目前只做到几百埃,从几百埃以下到 X 光波段,还没有其它光源可以同同步辐射光源相比. 就一个光源覆盖波长之广来说,同步辐射是目前唯一具有这种性质的光源.

图 3 给出一个同步辐射引出点电子和光子在  $Y-Y'$  相空间的  $1\sigma$  椭圆. 从图 3(a) 可以看出,在共生模式运行时,源点电子的垂直高度约为 1.2mm,发散角约为  $\pm 0.25\text{mrad}$ ,光源的垂直高度约为 1.2mm,光源的发射角比图 2 所预期的要大,约达  $\pm 0.3\text{mrad}$ . 比较图 3(a) 和

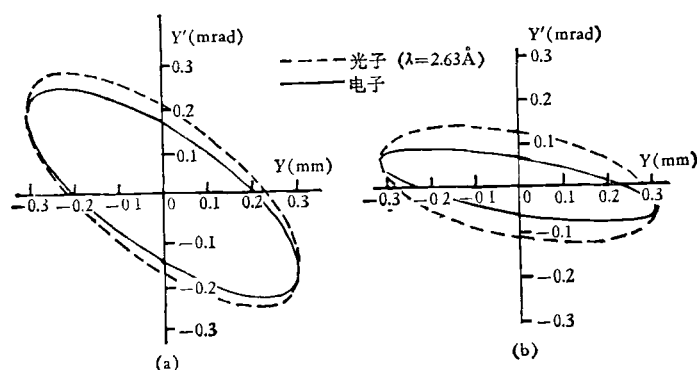


图3 BEPC光源点电子和光子在 $Y-Y'$ 相空间的 $1\sigma$ 椭圆  
(a)共生工作模式; (b)专用工作模式

图3(b)还可看出,在专用工作模式,源的发射特性有明显改善。

### 三、同步辐射的应用

同步辐射应用的面很广。这种应用是基于物质和电磁波的相互作用。我们通常接触的物质,包括原子、分子及其各种凝聚态,主要是靠电磁力结合的,因此研究物质系统对电磁波的散射、吸收以及原子和分子系统被光子激发后的各种弛豫过程(如荧光,离解及光电子发射等),是在原子和分子的水平上了解物质的结构和性质并开发其各种应用的最重要的方法之一。同步辐射的上述优良特性为这种研究提供了理想的工具。由于同步辐射的应用涉及许多学科和技术领域,这里只能列举其中的一部分应用加以说明。

#### 1. 广延X射线吸收精细结构(EXAFS)

EXAFS是指X射线吸收谱中吸收边以上约30eV到约1keV的一个区域,这种光谱早年就有人研究过,但直到七十年代初才正确阐明了它同吸收原子近邻结构的关系,并发展成为结构分析的一种手段。

EXAFS实质上是反映在吸收谱上的光电子波在近邻原子中的散射和干涉效应。当X射线照射样品时,原子吸收光子并激发产生光电子。对于内层电子的光激发,电子的初态是高度定域的,同吸收原子近邻的原子分布情况无

关;终态是激发产生的光电子,它的状态同吸收原子近邻的原子结构有密切的关系。如果吸收原子是孤立原子,终态就是以吸收原子为中心的球面波。如果吸收原子周围有其它原子,光电子要受到周围原子的散射,终态就是出射球面波与各散射波的合成波场。入射光的波长改变时,光电子的波长,出射波和散射波在各点的相位关系也跟着改变,因此波场各点的合成振幅将交替出现增强或减弱。在吸收原子中心附近,终态波振幅的这种变化,通过与初态的耦合将影响原子对光的吸收,使之随入射波的波长变化呈现微弱的起伏振荡,从而形成EXAFS。很明显,近邻原子的配位距离直接影响出射球面波和背散射波之间的相位差;配位数影响背散射波的合成振幅。因此,EXAFS中将包含着吸收原子近邻配位数和配位距离的有用信息。当然,由于光电子在出射和散射过程中还存在附加相移,光电子除了弹性散射之外还存在非弹性散射及多重散射(在能量较低的区域),以及,原子系统还存在热振动和零点振动等等,这些最终都将影响到吸收谱的形态,因此谱的分析是比较复杂的。但是经过理论分析和适当的数据处理,配位距离的测量精度可达 $0.01\text{ \AA}$ ,配位数的精度可达10—20%。

用EXAFS分析物质结构的主要特点是,它可以从含有多种原子的复杂结构中挑出单个元素,逐个测量其吸收谱,从而确定该原子的近邻结构,而且这种测量不受样品形态的局限,因

此应用范围非常广泛。它可以研究气态、液态和固态(包括晶态和非晶态),特别是在催化和生物学研究领域中的应用取得了很大成功。高能电子存储环为这种研究提供了波长连续可调的强光束,大大缩短数据获取的时间,提高了信噪比,并可测量含量稀少的元素的光谱以及与时间有关过程的光谱。EXAFS是当前同步辐射应用研究中非常活跃和有成效的一个方面。

## 2. 光电子能谱术

光电子能谱术是研究原子、分子的电子态的重要方法。在远紫外和X光区,由于没有合适的光源,曾经使光电子谱研究遇到严重障碍。同步辐射具有从红外到X光的连续谱,大大开阔了光电子能谱术的应用范围,并为固体和固体表面的研究开辟了新的途径。

例如光电离截面的测量,这是决定光电子发射强度的基本物理量,它对其它研究领域也有重要意义。但普通光源往往只能提供若干相隔很远的分立谱线,难以完整地测定光电离截面和能量的关系。利用同步辐射不仅可以在大能量范围内进行这种测量,而且利用波长可连续调谐这一特点还发展了一些新的测量技术,如恒定始态谱、恒定终态谱等。在这种谱测量中,始态或终态其中有一个保持不变,因此它可以提供非占据态或占据态密度的补充信息。恒定终态谱还可以根据不同的实验要求适当选择终态电子的能量来改变逸出深度,借此加强或抑制表面态的贡献。光源波长可调对能量分布曲线法的测量和分析也很有帮助。它可以在较大的能量范围内观察谱峰的位置及谱峰相对幅值随入射光波长的变化,以便同理论模型的计算结果进行更细致的比较。根据谱峰随波长的变化,还可以区别光电子峰和俄歇电子峰等等。

波长在大范围内连续可调还可以优化谱测量的表面灵敏度,使光电子截面和光电子逸出深度这两者在实验中得到兼顾。这种技术在表面研究中有许多巧妙的运用并特别富有成果。例如,研究CO分子在金属Pt表面的化学吸附时,为了增加表面吸附分子发射的份额,入射光

子能量就选在Pt 5d态电离截面的Cooper极小处(在阈值以上约150eV处),用来抑制衬底Pt的发射。而当需要研究金属表面吸附引起衬底能级的化学位移时,就把入射光子的能量选在阈值以上130eV处,因为这时逸出深度最小,衬底光电子具有最高的表面灵敏度。

同步辐射的偏振性和波长可连续调谐,故在确定轨道对称性和研究表面吸附原子的取向以及键合原子的种类等方面也起着关键性的作用。

## 3. 反常散射在单晶衍射实验中的应用

在晶体的X光衍射实验中,通常只能测量衍射光强而不能测量其相位,因此不足以由傅里叶变换定出晶胞中的电子密度。为了测定一个复杂的结构,需要收集大量的不同晶面的衍射数据。可是对于密勒指数大的晶面,布喇格反射角大时,反射光的光强往往太弱;反射角小时,又得不到所需的分辨率。一种解决的办法是采用多重同形晶置换技术,即制备几个相似的晶体,它们之间的区别只是在结构中的特定位置上用不同的重原子来替换。因为不同的原子对X射线的散射因子不同,因此可以获得一组新的数据,从而有助于确定相位。但制备同形晶很困难,有时甚至不可能,所以至今只测定了少数几种蛋白质的结构。X射线反常散射提供了另一种解决办法。

在X射线衍射实验中,衍射光强由原子的散射因子及各散射光之间的相位决定。散射因子可表示为

$$f_i = f_i^0 + \Delta f_i' + \Delta f_i''$$

其中 $\Delta f_i'$ 和 $\Delta f_i''$ 分别对应于光的反常色散项和吸收项。在通常的衍射实验中,入射光子远离吸收边, $\Delta f_i'$ 和 $\Delta f_i''$ 项可以忽略,散射因子决定于随波长缓慢变化的正常项 $f_i^0$ 。当入射光子能量在吸收边附近时,后两项随波长变化较快,因此通过改变波长可以使原子的散射因子有较大幅度的变化,因而也能起到同形晶置换相类似的作用。同步辐射波长连续可调,正适合于进行这类研究。

## 4. 用于生物样品的软X射线显微术(SXM)

用普通显微镜观察生物样品,通常要染色或进行脱水处理;用电子显微镜观察,样品要求在 $0.1-1\mu\text{m}$ 的厚度范围,因此需要切片.这些都不利于在自然状态下观察生物样品. SXM在这方面打开了一条新路.

SXM 是利用生物样品所含元素对软 X 射线的选择性吸收及由此伴发的过程,如光电子发射、荧光和俄歇电子发射等来获得衬度和成象的.生物样品中含量最多的一些元素是碳、氮、氧.这些元素的 K 吸收边分别为  $43.5\text{ \AA}$ ,  $31.1\text{ \AA}$  和  $23.5\text{ \AA}$ .当波长大于氧的吸收边并落在  $24\text{ \AA}$  至  $44\text{ \AA}$  范围内时,水的吸收系数显著下降 ( $0.1-0.45\mu\text{m}^{-1}$ ),对射线显得相当透明.蛋白质、核酸、脂类化合物等有机物的吸收系数则明显增大 ( $1-5\mu\text{m}^{-1}$ ).因此,可以利用它们透射率的不同来获得衬度.这些有机物的吸收系数为  $\mu\text{m}^{-1}$  量级,因此样品适宜的观察厚度为  $\mu\text{m}$  级,正适合于观察整个细胞或生物组织.这里说的是用透射法观察,当然也可以利用入射软 X 射线激发的光电子、荧光、俄歇电子以及电子或光子簇射进行观察.

成象的方法也有多种.一种是利用透射光强的不同在贴近试样的抗蚀剂(例如 PMMA)上形成深浅不同的结构损伤层,经过显影处理后留下凹凸不平的影象,再用高分辨率的扫描电镜读出图象.还有一种是采用高 Z 材料薄层代替抗蚀剂,高 Z 层将透射的光子转为次级电子,然后用电子光学系统成象.这样做的好处是对样品进行实时观察,并且有可能获得更高的分辨率.但系统比较复杂,因为电子光学系统必须在真空中工作,高 Z 层要承受压力.也可以用入射光打出的光电子直接成象,但这种方法只对样品的表层敏感.

另一种方法是用掠入射的反射镜或非涅耳波带片做物镜,形成软 X 射线的光学放大镜.还可以采用全息显微术.根据 Gabor 提出的原理,用软 X 射线记录下全息图,而用可见光重现图象.这种图象的放大倍数将等于可见光和软 X 射线的波长比.这种成象技术目前还有一些困难尚待克服.

还有一种扫描成象的方法,先把光束聚成极小的光斑再用微孔准直,移动样品进行扫描,利用记录下来的透射光或特征荧光在屏幕上重现图象.

## 5. 软 X 射线光刻

用普通紫外光进行光刻,由于衍射效应,线宽和景深受到根本的限制.采用波长更短的软 X 射线 ( $4-80\text{ \AA}$ ) 是可行的解决办法.采用同步辐射做软 X 射线源,光通量密度高,光源的尺寸和发散角都比较小,可以在十几米甚至几十米外进行曝光,基本排除了半影模糊和几何畸变问题.普遍认为这是解决亚微米光刻并用于超大规模集成电路生产的很有希望的光源.许多国家都投入大量人力和资金对这种光刻术涉及的一些基本问题,包括掩模和窗口、抗蚀剂、对准技术、射线引起的热畸变和器件损坏等,进行研究和探索.虽然目前和生产应用还有距离,但已经取得的进展是令人鼓舞的. BEPC 引出的同步辐射在  $4-80\text{ \AA}$  波段有较高的光通量,是进行光刻实验的良好光源.

## 6. 化学分析用的 X 光荧光微探针

用 X 光激发荧光有很多的优点.它的荧光截面比用电子束或质子束激发大  $10-1000$  倍.当最低检测限相同时, X 光激发所需的人射束流强度比带电粒子流小  $10^2-10^5$  倍,样品沉积能量小  $10^3-10^7$  倍.但是常规 X 射线源太弱,用它做 X 光微探针所能达到的最低检测限和空间分辨率均不如带电粒子微探针.同步辐射 X 光源的出现改变了这种情况.

采用同步辐射,光强比普通 X 射线光源高几个量级,元素的最低检测限优于电子和质子微探针,经过光学聚焦并用微孔限制光斑,其空间分辨率可以达到电子微探针同等水平.在样品上的能量沉积则远小于带电粒子微探针,这在分析生物或其他有机物样品时十分重要.利用同步辐射的偏振性,在偏振面上并垂直于入射束方向探测荧光,还可以减低瑞利散射本底.如果采用单色光在吸收边附近扫描,荧光激发效率更高,样品上沉积能量也更小.

BEPC 从常规弯转磁铁和从  $1.8\text{T}$  扭摆磁铁

引出的同步辐射可分别激发  $Z \leq 45$  和  $Z \leq 62$  元素的K系荧光,可激发周期表上全部元素的L系和M系荧光,因此是X光荧光分析的良好光源。

### 7. 医学应用

同步辐射可用来做非侵入性血管造影。办法是注射适当浓度的钡或碘等元素,在稍高于和稍低于该注入元素的K(或L)吸收边的两个波长上各获得一张透射图,把两次透射光强对数相减后即可得含碘血管的影象。从图4可以明显看出,经过对数相减后,除了碘以外,其他的背景或遮蔽物如骨、水等的透射光由于两次所得的光强接近而相消了,含碘的组织由于在吸收边上下吸收系数有个阶跃,因而可以得到一定的差值,而留下影象。有人设想,如果某种病变的组织含有足够数量的某种特定元素,也可利用上述办法进行高灵敏度的诊断。如果选用稍短于该元素吸收边的波长进行照射,可以更有效地杀伤病变部位的细胞而减轻对正常细胞的损害。

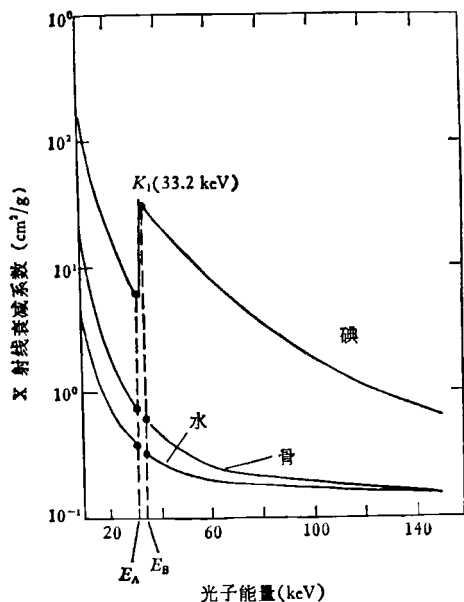


图4 X射线衰减系数同光子能量的关系

### 8. 相干核散射

通常说的X光晶体衍射是指原子核外的电子对X光的散射。如果构成晶格的原子核是穆

斯堡尔核,如  $^{57}\text{Fe}$ (14keV),当入射X光光子能量等于原子核的共振能量时,由于核的散射截面大,其散射振幅将远远大于全部核外电子的散射振幅,因而有可能获得由晶格的原子核产生的布喇格反射。穆斯堡尔共振散射的带宽

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \approx 10^{-11},$$

因此利用核布喇格反射可获得单色性极好的X光,其相干长度将大于1m。由于同步辐射光强大,在这样窄的带宽内仍能得到大于  $10^4$  光子/s的光强。这种相干光源将开辟许多新的可能性。实现相干核散射的主要困难是如何把核散射从总强度比它大  $10^8$  倍的电子散射背景中区分出来。为此,人们已经提出了许多巧妙的实验方案,并正在进行艰苦的实验探索。

### 9. 生命物质左右不对称性的起源

在有机化合物中存在一种互为镜象的同质异构体,它们的分子式、化学键的性质都一样,但旋光性不同,一种是左旋的,一种是右旋的。很早人们就发现,在有机体中,这两种同质异构体不是以相等的几率出现的,而往往只存在单一的旋光物质,例如自然形成的氨基酸都是左旋的。这个现象是如此普遍,以至有的科学家提出把旋光性作为检查是否存在生命的判据。可是直到现在仍不了解生命物质中这种左、右不对称的起源是什么。这个问题的答案密切关系到地球演化和生命起源等问题,一百年来一直引起科学家们很大的兴趣。

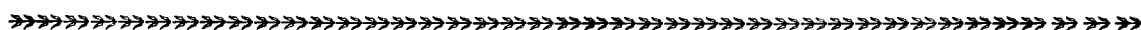
一种可能的答案是认为它起源于弱相互作用宇称不守恒。由于宇称不守恒, $\beta$ 衰变的电子是纵向极化的。当 $\beta$ 粒子能量较高时,几乎100%是左旋的(自旋和电子运动方向反平行)。如果实验能证实这种左旋电子或由它产生的韧致辐射对右旋氨基酸的分解作用大,就可以为上述假说提供一个相当有力的证据。

用一种产生螺旋形磁场的扭摆磁铁,高能电子通过它可以产生近于100%左旋或右旋圆偏振X射线同步辐射。利用这种圆偏振X射线可以验证它对氨基酸的光分解作用,从而可以部分地检验上述假说。

从以上列举的一些例子可以看出,同步辐射是一个强有力的多学科的研究工具,在技术领域也有重要的作用,许多新的应用领域还有待于开发。我们相信,合肥同步辐射装置及北京正负电子对撞机国家实验室的建立将会大大促进我国科技工作者的广泛合作和不同学科领域之间的互相交流和渗透,促进许多学科的共同繁荣和技术进步。

### 参 考 文 献

- [1] H. Winik, S. Doniach, *Synchrotron Radiation Research*, Plenum Press, New York, (1980).
- [2] H. Winick, A. Bienenstock, *Ann. Rev. Nucl. Part. Sci.*, **28**, (1978), 33—113.
- [3] A. Bienenstock, *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **26** (1979), 3780—3784.
- [4] K. O. Hodgson et al., (eds.), *SSRP Report 100* (1976).
- [5] 顾本源、范海福, *物理*, **8**(1979), 424.



## 磁性材料新应用会议

全国磁性材料新应用会议于1984年7月15—18日在辽宁兴城召开。这次会议是由中国电子学会应用磁学学会和电子工业部磁性材料科技情报网联合主办的,参加会议的有来自全国83个单位的120多名代表。会上发表了近100篇论文。

这次会议报告的磁性材料新应用包括五个方面:(1)微波铁氧体材料和器件;(2)永磁材料和器件;(3)软磁材料和器件;(4)磁记录和磁存贮;(5)生物磁学应用。其主要内容分别为:(1)微波铁氧体近年的重要进展评述;微波铁氧体多晶和单晶材料的研究和应用;微波吸收材料的进展和应用;微波铁氧体器件在雷达、导航、毫米波技术以及微波测厚仪、高压线电流遥测仪、微波加热设备和电子设备中的应用等。(2)稀土永磁材料的应用,包括钕-铁系和钕-钴-铜-铁系的应用实例及可能应用的探讨;Fe-Cr-Co永磁合金在过载电度表和磁翻转显示系统中的应用;永磁材料在磁力器件、节能装置、航空仪表、四极磁透镜、高能加速器、粮食工业和纺织工业上的应用;强磁场超导磁体及其应用等。

(3)软磁铁氧体在高频焊接、金属热处理、高温强磁场、电视天线等方面的应用;非线性铁氧体在传输线上的应用;感温铁氧体在家用电炊器上的应用;软磁铁氧体应用的展望;羰基铁粉心在高频大功率器件和无线电技术中的应用;非晶软磁合金特性和应用的评述;软磁合金在微型控制电机和电饭煲限温器上的应用;磁传感器及其在环境监测等方面的应用和展望。(4)磁记录技术的发展评述;磁盘、磁带和磁头的各种应用;磁泡存贮器及其在自动电话中的应用;新发展的磁光记录技术和磁光器件在光纤通信中的应用。(5)生物磁学及其应用的新进展;我国磁疗法应用和磁(场)生物效应研究的进展;磁水治疗结石病和预防细菌性痢疾;肺磁场的测量和医学上的应用;磁性液体在医疗中的应用;磁场在治疗周围面神经麻痹中的应用等。

会议初步评审出82篇文章,将编辑出版《磁性材料新应用》文集。

(李国栋)

## 中国科技史学会召开中国古代物理学史学术讨论会

首次中国古代物理学史学术讨论会于1984年9月9—13日在杭州举行。这次会议是由中国科技史学会委托杭州大学主办的,参加会议的正式和列席代表共30余人。

这次会议先后安排了国内外科学史研究动态介绍,涉及光、声、力、热、磁等诸方面的论文报告,以及

《墨经》专题讨论。其特色是传统研究有所深入和开拓,注意吸收考古学的新成果,提倡模拟实验研究。会场内外思想活跃,讨论热烈,学术空气浓厚。这次会议的召开,对于进一步开展物理学史研究和国际交流,努力提高学术水平,将起良好的推动作用。

(闻人军)