

成果与应用

BEPC 建成是我国高能物理发展的 一个里程碑

章 炎 梁 岫 如

(高能物理研究所)

北京正负电子对撞机 (Beijing Electron Positron Collider 简称 BEPC) 从 1981 年开始筹建, 在完成了物理设计和主要部件的预制研究之后, 于 1983 年 12 月经国务院批准, 列为国家重点科研建设工程。1984 年 10 月正式开工, 用 3 年时间基本完成了上百种近万台件设备的加工制造, 测试验收, 安装准直, 分系统调试以及约 5 万平方米的土建工程。1987 年底, 整机联调成功, 又经过 10 个月的改进、完善和调试实验, 于 1988 年 10 月 16 日实现了正负电子的对撞。10 月 22 日, 大型通用探测器也调试成功, 首次得到了宇宙线径迹, 宣告北京正负电子对撞机建成, 提前完成了第一阶段预定的目标。

对于参加这一大型科学工程建设的近万名科技人员、工人、干部的献身精神和取得的重大成就, 党和国家领导人表示了庆贺。完成这项工程建设的速度、质量和水平得到了国内外同行的赞扬。

BEPC 是用来进行高能物理实验研究的大型装置, 同时又可以用来开展同步辐射光的应用研究和开发高科技领域中的多种技术。

BEPC 的物理目标

近代物理学的发展经历了从原子物理、原子核物理到粒子物理(即高能物理)的阶段。从 50 年代高能加速器投入运行以来, 粒子物理的研究十分活跃。人们已经认识到的微观粒子有 300 多种, 若按粒子相互作用的性质来分, 微观粒子可分为强子、轻子和媒介子三大类。参与强相互作用的粒子叫强子, 有质子、中子、超子、 J/ψ , Υ 等。强子由夸克(也叫层子)或夸克与反夸克组成; 轻子不参与强相互作用而参与弱相互作用和电磁相互作用, 有电子、 μ 子、 τ 轻子和相应的中微子以及它们的反粒子等; 媒介子是传递相互作用的粒子, 如光子传递电磁相互作用, W^\pm , Z^0 传递弱相互作用。近年来已基本确认, 传递夸克之间强相互作用的媒介子是胶子。近 20 多年来, 在高能加速器和对撞机上不断取得的成就, 使物理学家们在各实验室里得以施展才能。在粒子物理理论和实验方面因成就突出而得诺贝尔物理奖者, 不乏外籍华人学者, 而我国大陆上的物理学家也是有贡献的。1930 年, 赵忠尧在美国 CIT 实验室里发现的硬 γ 射线穿过重物质时产生的反常吸收和特殊辐射, 是人类第一次观察到正、负电子对的产生和

湮灭现象。1948年,张文裕发表文章,确证 μ 子不参与强相互作用而属于轻子,并在实验上第一次发现了第一种奇特原子—— μ 子原子,开辟了一个新的研究领域。1960年,王淦昌领导的研究小组在苏联联合原子核研究所发现了反西格玛负超子($\bar{\Sigma}^-$)。这些都是中国学者在国外取得的实验方面的成就,为世界所公认。在国内,云南落雪山宇宙线实验站和西藏甘巴拉山乳胶室做了大量的研究工作。在理论方面,50年代,周光召在苏联联合原子核研究所完成了关于散射振幅的螺旋体系研究和轴矢量部分守恒理论研究。1964年,在朱洪元、胡宁及已故的张宗燧领导下的一批中青年理论物理工作者,经过艰苦的工作,完成了层子(即夸克)模型研究。实行开放政策以来,随着国际交往不断扩大,我国粒子物理理论队伍成长很快,在国际学术交流中具有一定水平。物理学家期望,有一天能在我国自己的实验室里进行具有世界水平的实验,做出无愧于中华民族的贡献。

从1974年发现 J/ψ 粒子以后,科学家认识到存在着一个粲粒子族。在4—6 GeV能区中,存在许多有待深入研究的问题。在这个能区的对撞机有美国的SPEAR、法国的DCI和联邦德国的DORIS,在粲粒子物理和 τ 轻子物理方面做了一些工作。特别是在SPEAR机器上的探测器MARK III上,得到了很多有意义的结果。同时也揭示出在这个能区有很多令人感兴趣的问题有待深入探讨。但是一方面由于现有这些机器的亮度限制,对一些重要的细致的工作不能做。另一方面,西欧原子核联合研究中心发现了中间玻色子 W^\pm 和 Z^0 以后,科学家们的兴趣被吸引到更高能区的实验上,希望找到新的夸克。从上述情况出发,为有可能对当前世界高能物理界感兴趣的一些问题做出重要结论,1981年,我国物理学家和关心中国高能物理实验基地建设的海外学者,选定了的BEPC能量和亮度指标:将BEPC的工作能区选在3—5.6 GeV,机器的亮度指标在 J/ψ 粒子能量处(3.1 GeV)比SPEAR高10倍,在 ψ' 粒子能量处(3.77 GeV)比SPEAR高近5倍,再配上高性能探测器和大容量计算机系统,就能够得到比SPEAR机器的MARK III更多的事例数。

所谓亮度,定义为每秒钟每平方厘米反应截面内发生对撞的粒子数目,与束流强度和对撞点上束团尺寸有关。两电子束团相遇时,正负电子碰撞的几率很小,因此,要求束流在贮存环内连续循环几个小时,一次又一次地对撞,直到束流强度减弱,再重新注入正负电子,故而又有峰值亮度和平均亮度的概念、对撞机的亮度特点是只优化在一个很窄的能区上。

BEPC已经建成实现了对撞,但亮度指标还没有达到设计值,需要继续提高,才能做物理工作。从1985年以来的国际高能物理会议上,许多物理学家表示,等着北京谱仪的结果。使物理学家感兴趣的工作有不少。例如, $\psi \rightarrow e^+e^-$ 粒子之谜。 $\tau(1440)$ 粒子是1980年在 J/ψ 粒子的辐射衰变中看到的,而 $E(1420)$ 是在1967年从强子碰撞中产生的,它们都是 $K\bar{K}\pi$ 的共振态。它们是否为同一个粒子?它们的自旋——宇称是什么? ψ 粒子是否为胶子球?等等,仍未得到结论。又如,1983年在MARK III上发现了 $\xi(2230)$ 粒子,而DORIS的DMI探测器上观察了同样的过程却没有发现它。 ξ 是否存在?是什么性质?也等待在BEPC上确认。还有D介子,目前收集到的事例数还不够多,另外,F介子、 τ 轻子,粲重子……等的深入研究均是BEPC面临的重要的物理问题。

BEPC对撞成功,是我国高能物理发展的一个里程碑,使我国高能物理实验研究进入了国际领域。

BEPC同时又是一台同步辐射光源,可用来做多学科基础研究和应用研究。

BEPC 的简单原理和结构

对撞机是高能加速器的一种。用高能加速器产生的束流轰击重物质靶而产生高能反应现象,理论分析表明,发生反应的有效作用能仅是高能粒子能量的一部分,即 $E_{\text{有效}} = \sqrt{2Em_0}$, 式中 m_0 是靶粒子静止质量, E 是束流粒子能量,有效作用能量与打靶粒子能量平方根成正比。若两束相对运动的高能粒子相碰撞,有效作用能是粒子能量之和,亦即粒子能量得到了充分利用。这就是为什么近十几年来对撞机发展很快的原因。

BEPC 是一台能加速正负电子束团使其发生对撞并用大型探测器进行实验研究的装置。它由几大部分组成: (1)电子直线加速器——用做第一级加速,叫做对撞机的注入器; (2)电子贮存环——用做第二级加速,同时累积正负电子束流和产生对撞。实际上,也是一台环形加速器; (3)大型通用探测器——又叫做北京谱仪,是多种探测器的组合体,用来测量对撞过程中产生次级粒子的动量、质量、电荷极性等; (4)同步辐射光束线和实验站——在储存环外侧,将电子在回旋运动中沿切线方向辐射出的 γ 光引向实验站,进行多学科研究和应用。此外,还有诸如计算中心、气体站、剂量监测站等许多附属设备和技术支持系统。全部投资 2.4 亿人民币。

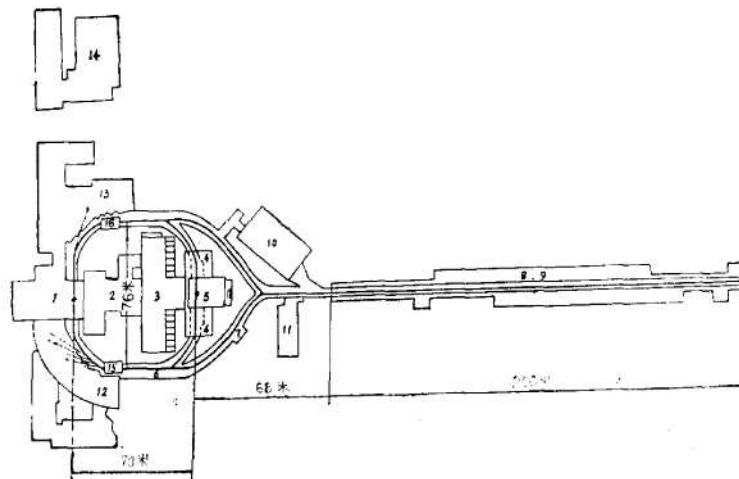


图 1 BEPC 总体布置图

1. 第 1 对撞点实验厅 2. 第 1 对撞点实验厅 3. 贮存环电源厅, 中央控制室 4. 高频站 5. 第 2 对撞点实验厅 6. 贮存环隧道 7. 输运线隧道 8. 直线加速器隧道 9. 速调管走廊 10. 核物理实验厅 11. 输运线、直线加速器电源厅 12. 同步辐射实验东厅 13. 同步辐射实验西厅 14. 计算中心 15、16. 同步辐射光测量站 17. 排风站

注入器是一台 200 米长的直线加速器,可以加速正电子和负电子。由注入器头部的强流电子枪发射出毫微秒脉冲电流,进入 30 米长的预加速段,经调频率制,成为速度均匀、相位分布很小的高频窄脉冲。这时电子能量已达到了 30 MeV,运动速度接近光速。再经过一段加速到 150 MeV,便到了正电子靶区。高能电子轰击重物质时,由于级联簇射效应,产生正负电子对,用磁压缩系统收集捕获正电子,消除掉伴随的负电子,使正电子进入主加速段,一直到注入器的末端,得到能量为 1.1~1.4 GeV 的正电子束流。当加速负电子时,把正电子靶从束流轴线上拉开,让负电子直接通过,就得到了高能负电子流。在加速正电子或负电子时,加速管内高频电场要改变相位。

盘荷波导加速管是注入器的主体,每根长 3.05 米,由 80 多个加速间隙。共 56 根加速管,与一些聚焦节连接成 200 米长的高频微波通道,电子束流从通道中穿过,受加速间隙中高频电场力作用,获得能量。由 16 套高频微波功率源向加速管中馈送功率。微波功率发生器是大功率速调管和调制器组成。

由速调管输出的脉冲功率先经过“能量倍增器”,它的功能是压缩脉冲宽度,提高峰值,使加速场峰值相应提高,达到提高功率利用效率的目的。沿加速器设置了 45 套三合一磁透镜组,可对电子产生径向聚焦的作用。

在注入器上还有束流性能测试探头,束流轴向导向元件及剂量监测系统。

加速管内的真空度达 10^{-8} 托,在恒温条件下工作,因此,注入器还包括真空系统、恒温水系统和磁铁电源系统。

注入器后面是束流运输线,它将注入器输出的正负电子流分别由二条通道以尽可能少的损失传送到贮存环里,开始是约 30 米的公用干线,然后分成两路支线,各长约 90 米。由于贮存环的水平面高于注入器平面约 4 米,因此,输运线在水平面和垂直面上都要转弯。干线上有 16 块四极磁铁,支线上共 20 块偏转磁铁和 40 块四极聚焦磁铁以及导向元件、束流测量元件等,要求真空度为 10^{-8} 托,辅助系统有磁铁电源系统和水冷系统。

输运线的末端与贮存环相连接。

贮存环是一个跑道状环形加速器,中心轨道周长 240.4 米,由 4 个长直线节连接 4 个圆弧(图 2)。

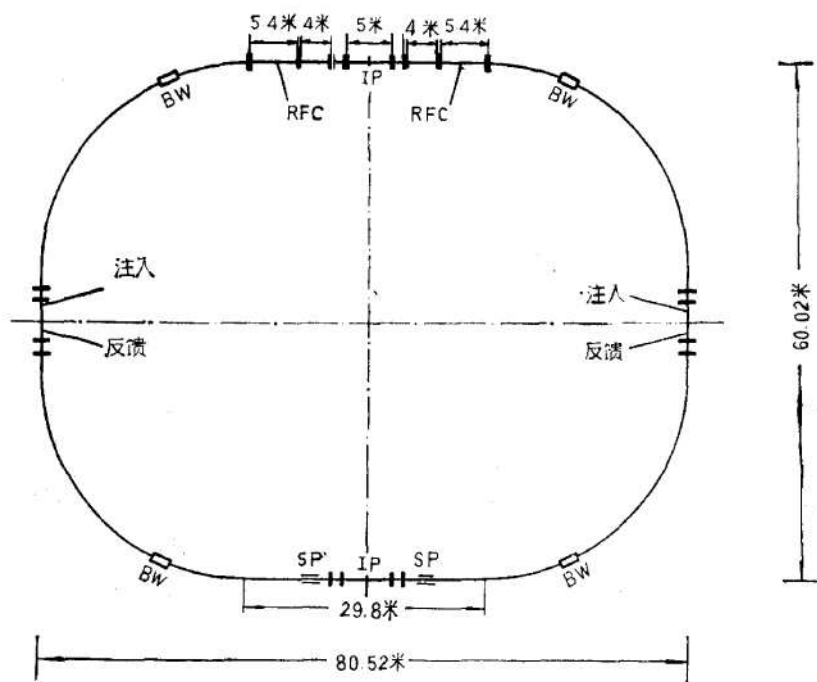


图2 贮存环布局

I. P. 对撞点 RFC 高频腔 BW 扭摆磁铁 SP 静电分离器 SF 校正元件

两个长直线节的中点是正负电子发生对撞的地方,左右 2.5 米的区域叫做对撞区,大型通用探测器就安在对撞区,由于经费限制,在 BEPC 上只有一个探测器,另一个对撞点空着。

贮存环两侧的直线节叫做注入区,使直线轨道上运动的电子束流进入环形轨道,需要一套复杂的凸轨系统,叫做注入系统。

贮存环为对称结构,图 3 是 1/4 环上主要部件布局。

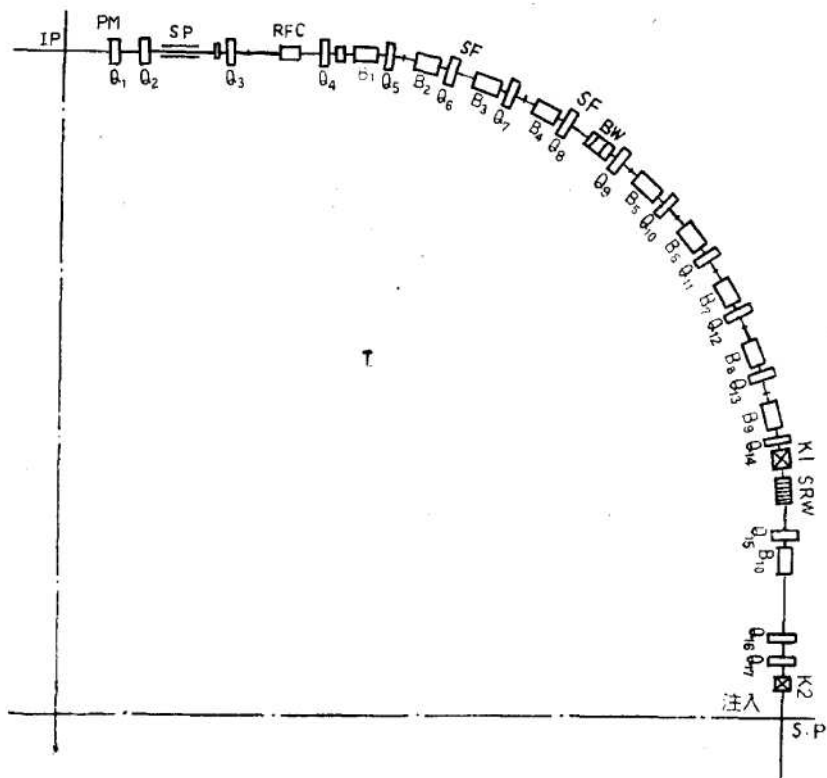


图3 贮存环磁聚焦结构布局示意图(1/4环)

B1—10 弯转磁铁 Q1—17 四极聚焦磁铁 SF 校正元件 SRW 同步辐射扭摆磁铁
SP 对撞点 K_{1-2} 冲击磁铁 S. P. 对称点

弯转磁铁 B 的作用是使电子在穿过二极磁场时运动轨道弯曲。四极聚焦磁铁 Q 的作用是使电子在经向偏离中心轨道时受到聚焦力。靠近对撞区的 RF 高频腔是电子束的加速站,使电子穿过时受到电场力的作用。贮存环上还有两种扭摆磁铁, BW 用来提高对撞机亮度, SRW 用来产生短波长同步辐射光。SP 是静电分离器,当正负电子束团在贮存环里以相反方向运动时,在束流的累积和加速过程中不希望发生对撞,就启动静电分离器,使正负两个束团在对撞点相遇时上下分开,各走其道。当静电分离器关闭时,对撞就会产生。

注入系统是由一组冲击磁铁和一块切割磁铁组成的,它们的形状和结构都很特殊,其作用是在注入点附近造成一个特殊的磁场空间,让电子束团可以从输运线上的运动方式过渡到环形轨道上。此外,沿环还布置有二极、六极、斜四极校正元件、各种束流测量探头、真空接口等。

贮存环上共有 44 块 B 铁, 68 块 Q 铁, 36 块六极磁铁, 30 多块其它校正磁铁以及相应的稳流电源。

围成环形的真空盒从所有这些部件中间穿过，电子在环内做回旋运动。要求真空度为 $10^{-9} \sim 10^{-10}$ 托，对撞区为 10^{-11} 托。

注入器、输运线和贮存环上的主要部件在安装时要求在 0.2 毫米误差范围之内,为的是保证电子能在设计的轨道上运动,尽量减少丢失。

显然, BEPC 是个庞大而复杂的系统,近万台件仪器设备分布在长 300 米,宽约 100 米的上下两层隧道及实验大厅里,电子束流的运动路程“漫长而又曲折”,沿途设有束流性能监测系统,设备性能参数可随时自动调节。

BEPC 的束流测量系统由 14 种共 230 多台测量探头和相应的数据处理系统组成,分布在注入器、输运线和贮存环上,采集束流的强度、位置、截面参数,还有发射度、能散度,束流包络,束流闭轨误差,束流损失等数据。在各大系统的本地站进行数据采集分析,经计算机处理和显示。

BEPC 还有一个大型实时控制系统,由中央主机(电子计算机)、彩色图象监视器、触摸屏、程控旋钮组成中央控制台,设备参数通过各转换器、接口机箱与主机连接,有丰富的软件系统,可以将实时采集到的几千个信号以每秒 2—3 次的速率送往数据库。操作人员在中央控制室可以随时了解到各部件运行参数的变化,及时地进行控制。

北京谱仪安装在贮存环上的对撞区,电子束流从谱仪中心穿过。当正负电子发生碰撞的瞬间,会产生次级粒子。探测器接收到的新粒子信息经电子学系统和计算机处理,物理学家可以得到新产生粒子的种类、个数、动量、能量、飞行方向等参数。

高能正负电子对撞的瞬间,实质上是质-能转换的过程,原来的一对高能正负电子湮灭,高度集中的能量以新粒子的形式出现并迅速衰变,从对撞点向四面八方散去,所以探测器以几乎 4π 立体角记录了大部分的反应事例。多种探测器呈层次结构(如图 4)。

中心漂移室,是多丝室,用来测量小角度内次级粒子的径迹和动量。

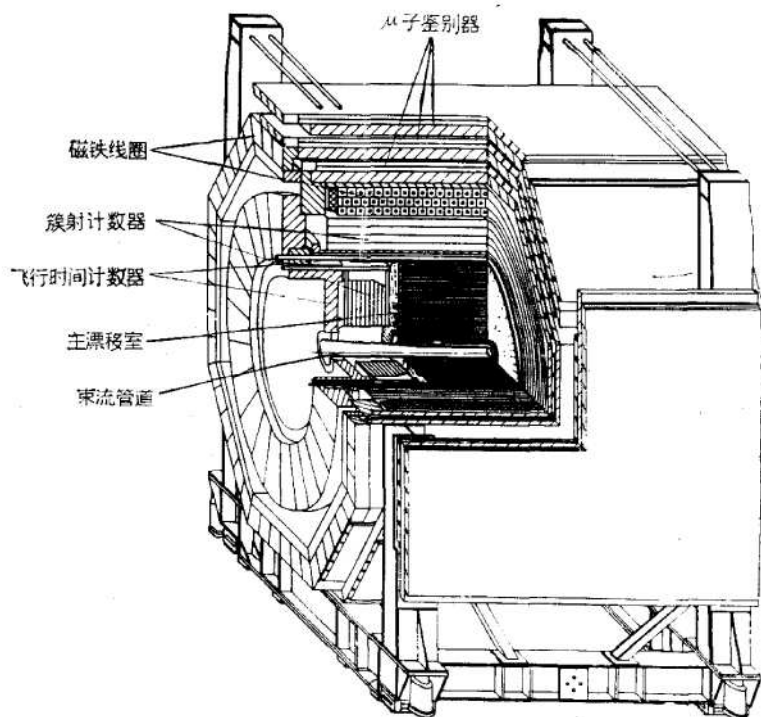


图 4 北京谱仪结构图

主漂移室,也是多丝室,室本体是长 2.3 米、直径 2.3 米的圆筒,体内布有 40 层共 2 万多根极细的金属丝,分成阳极丝、阴极丝和定位丝。按设计的位置在两端板上打有 2 万多个小孔,丝从孔中穿出与电子学读出系统连接,室内充有混合气体,当带电粒子穿过时,由于电离作用,粒子径迹周围的气体发生电离形成电子和正离子,在阳极丝与阴极丝之间的电场空间,分别向两极运动。电子在强电场中获得能量,又会使周围气体电离,如此雪崩过程,就会在阳极丝上接收到大量的电子,在电子学线路上记录一个脉冲,给出入射粒子的位置。可见,室内布丝密度,位置精度,丝的张力等直接关系到测量精度,因为即便是丝间距只有几厘米,但相对于 10^{-6} 厘米尺度的微观粒子来说仍是可观的。

在主漂移室外,是由大面积塑料闪烁体组成的飞行时间计数器,分桶部和端部。桶部闪烁体共 48 块,每块长 2.3 米,宽 15 厘米,两端由光导与光电倍增管连接。用来记录通过闪烁体的时间差,计算出粒子速度。两端部各有 24 块梯形闪烁体。

簇射计数器也分为桶部和端部。桶部是 24 层丝室与铅板相隔的夹层结构,共有 2 万多个丝室单元。高能电子进入重物质亦即铅板时,产生光子,又产生正负电子对,由这个簇射过程,可以得到带电粒子或中性粒子的能量。

μ 子鉴别器用来记录穿透力很强的 μ 子。用 1,500 多根 4 米长的方铅管丝室组成,装在谱仪的外层,用磁铁轭做吸收体。

磁铁线圈用以产生一个大空间高均匀度的磁场区,新产生带电粒子在磁场中轨迹弯曲,由此来确定粒子动量和电荷。

亮度监测器用以测量对撞机的亮度,装在谱仪两端靠近束流管道的地方。

整个谱仪是个庞然大物,长 6 米,高宽各 7 米,总重 480 吨,内部结构却是如此之精细。

由探测器获取的大量信号,需要用毫微秒脉冲电子学电路来处理,再通过计算机接口装置将电讯号变成计算机编码,记入磁盘,由计算机做在线或离线分析处理。在北京谱仪上有几万道读出系统,以及触发判选逻辑电路、条件参量监测系统等。核电子学插件引入国际 NIM 标准,计算器接口引入了国际 CAMAC 标准。高能实验中的数据获取和处理要求电子学系统具有很高的空间、时间和幅度的分辨能力及上千小时内连续稳定工作。

BEPC 可做同步辐射光源

电子在磁场中运动时,沿曲线轨道的切线方向以辐射光子的形式损失能量。为了使电子在贮存环里持续几个小时循环运动并维持一定的能量,就必须不断地向电子补充能量。在早期的电子回旋加速器上,把这种光看做仅仅是带走能量的坏事。以后逐渐认识到在电子贮存环上的同步光性能十分优异。如频谱宽,连续可调,通量大、强度高,光束发散度小,偏振性好,具有特定的时间结构等,可以用做特殊用途的光源。多年应用研究的结果,开发了同步辐射光在物理、化学、生物、医学研究、新材料、新工艺等许多领域里的应用。70 年代以来建造的专用小型同步辐射光源约有 40 多台。

在做 BEPC 贮存环磁聚焦结构设计时,为了充分发挥它的作用,研究了贮存环在兼用和专用同步辐射光源时的结构特点和工作模式。比如特意设置了直线节,供安放能产生特殊性能同步光的扭摆磁铁和波荡器。在 BEPC 能区内,可提供由真空紫外至硬 X 射线波段的同步

辐射光,在多种学科方面开展基础研究和应用研究。

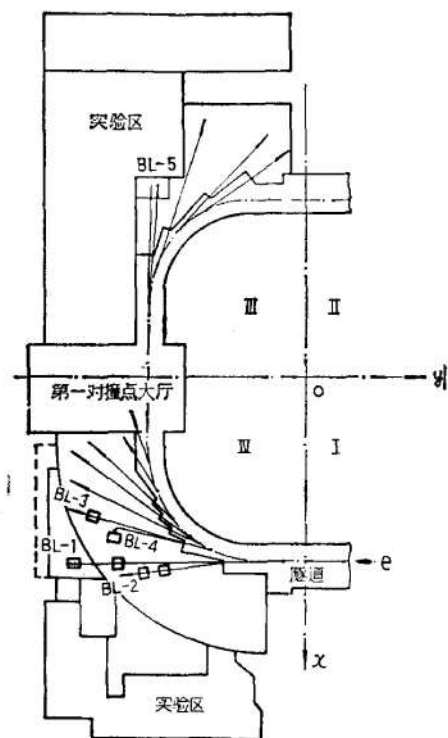


图5 光束线布局图
BL 光束线

BEPC 同步辐射实验室第一期工程计划建成 3 个前端区,分别从贮存环 III、IV 区的弯转磁铁和扭摆磁铁上引出同步光,再分成 5 条光束线,建立相应的实验站。在这 5 个实验站上将要进行的工作是:

(1) X 射线形貌术——用无损探测技术,研究晶体材料、器件表面及内部微细结构的缺陷与晶体生长过程,研究磁性材料畴壁运动的动态过程。分辨能力达微米量级。

(2) EXAFS——是利用 X 射线的吸收谱研究物质原子结构,如催化剂、玻璃态物质、固氮酶、金属蛋白、稀薄杂质等的局部结构。

(3) X 光衍射、小角度散射——研究结晶学,生物大分子结构,神经、肌肉的结构以及生理机能。

(4) 光电子谱——研究材料的氧化、吸附、腐蚀、磨损等表面科学问题,以及金属、半导体等的电子结构。

(5) 光刻技术——亚微米光刻是微电子技术的核心。同步辐射光刻将突破离子束光刻技术的限制,得到小于 $1\mu\text{m}$ 的光刻条纹,可使大规模集成电路的贮存量由 1 兆位向更高兆位发展。

表1 BEPC 同步辐射光性能

参 量		兼用模式	专用模式
电子能量	(GeV)	1.6—2.8	1.1—2.8
电子流强	(mA)	37—65	150
辐射光特征波长	(Å)	14.1—2.63	43.7—2.63
同步辐射功率	(kW)	2—34	1.9—78
中心亮度		10^{11} — 10^{12}	$(4.1-4.9) \times 10^{13}$
(光子数/ $\text{s} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{mrad}^2 \cdot 1\%$ 谱宽)			

BEPC 与工业技术的关系

BEPC 建造成功有赖于强有力的组织领导,开放政策下良好的国际合作,参加者顽强刻苦的献身精神,更与我国工业技术水平密切相关。

新中国成立后,在重点发展基础工业的同时,在新技术和国防科技领域中投入了很大力量。经过 30 多年的发展,形成了门类齐全、相当完整的工业体系。在机电工业、国防工业和原材料工业的不少领域都达到了较高的技术水平。同时,30 年来逐步培养、了一支素质好、掌握加速器设计研制和工程建造的有关理论和技术的骨干队伍。这正是 BEPC 得以立足国内,自行设计和建造的技术基础。

为了实现 BEPC 的物理目标,就必须做到快和好。快,就是以国际上的速度,4 年建成。好,就要具有 80 年代的性能指标。此项工程上马时面临的现实是:国内工业技术水平和能力既具备基本条件,但又有差距,很多关键技术需要突破,不少薄弱环节需要提高。

几年来,在 BEPC 工程建造的实践中,贯彻了一条正确的方针:一方面充分利用高能物理领域良好的国际合作条件,有针对性地积极吸收、消化国外先进技术,并尽可能扩散到工业部门;另一方面以工程任务来带动、促使工业部门,特别是国防工业部门,将其优势技术向对撞机工程项目上转移和发展。同时,组织联合攻关,提高水平,掌握技术,达到 BEPC 部件的高指标、高要求。

BEPC 建成,正说明了高能加速器必须有工业技术的强有力支持。同时,正如国际高能加速器事业几十年来不断发展的历史一再证明的那样, BEPC 建成对工业技术的提高、发展起了有效的促进作用。例如:

S 波段高功率速调管,国内原有水平为脉冲输出功率 15—20 兆瓦,工作寿命低于 1,000 小时,不能满足工程要求。由于消化、吸收了国外 80 年代初水平的全部生产工艺和质量保证措施,改造了原生产线,生产出功率为 34 兆瓦的速调管。在 BEPC 注入器上使用的 16 只速调管,由于总体指标的需要,目前工作在 20 兆瓦左右,已累计运行 5—6 千小时,现仍在正常工作,寿命指标已有明显提高。我国大功率电真空器件水平的提高对国民经济和国防建设都有重要意义。例如,宽带连续波 30 仟瓦彩电速调管,由于应用这项成果,质量明显提高,得到广泛好评。又如“自由电子激光技术”需要一种 10 微秒宽脉冲速调管,虽难度甚大,但目前我国已有可能研制、开发这类管子。国外当前的水平功率已达 50 兆瓦,寿命 2 万小时,这方面我们还存在着差距。

我国在 60 年代已能制造盘荷波导加速管,主要用于医用电子直线加速器,但生产能力低,质量和性能不稳定,技术停滞不前。在 BEPC 工程推动下,形成了批量生产能力,每月可生产 4 节 3 米长的加速管,质量稳定,成品率高,性能达到国际水平,从 1987 年开始向国外几家研究单位提供成套部件。

贮存环大容积超高真空铝真空盒系统,静态真空达 10^{-10} 托,比我国原有水平提高了 3 个数量级。相应配套的大抽速超高真空溅射离子泵和分布式离子泵现均达到国际水平,并具备批量生产能力,为我国高技术的发展提供了一项基础技术。

强磁场高精度磁铁的批量生产和直径为 4.2 米,重量为 31 吨的大型螺旋管线圈的研制成功,均达到国际水平,为我国电工工业和加速器工业开辟了新的技术领域,并初步具备参加国际性工程投标能力。

突破了大电流高稳定度稳流电源技术。再从过去的几百安培工作电流,稳定度万分之一的水平发展到现已能批量生产几百到 4000 安培电流,稳定度达十万分之一的系列产品,进入国际水平行列。目前的主要差距是元器件质量不稳定,影响故障率,主要通过严格筛选来解决。

双间隙充气脉冲闸流管是为大功率速调管脉冲调制器配套的关键部件,过去从国外进口。在吸收国外先进技术而试制成功的国产闸流管的主要性能指标已达 80 年代初国外同类型产品的水平,现已投入批量生产,并已开始在北京正负电子对撞机注入器上正式使用,但工作寿命仍需运行考验。

大型通用探测器整体达到国际水平,绝大部分部件的研制我国工业部门均为第一次涉足。

吸收国外技术和经验,通过模拟工艺试验和组织优势攻关,并不断总结经验,敢于创新,逐步掌握技术。由于研制成的部件,并不是各工业部门的专业产品,因而其效益是以一种间接的潜在的形式体现的。首先是扩展了知识视野和工艺技术领域,实际上将成为一种技术储备,对今后的产品更新、扩展、开发甚为有利。更重要的是,按国际惯例,凡承制并出色完成高能加速器重要部件研制的企业,无形中通过了一种公认的技术资格审查,在今后的国内外重大项目的投标中将会加分、得益。这种不成文的规则,在欧美各国以及日本都是实际生效的。

加速器的计算机控制系统(包括大量软件)和谱仪电子学读出系统,由于国内基础差,差距较大,研制投资高、周期长,故核心部分从国外引进。已经消化、吸收、掌握了这项技术,可开发应用的范围很广。

总之, BEPC 的建成不仅使有关工业部门在各项专业技术领域向国际水平前进了一大步,更重要的是整个国家的工业和技术水平都会得到国际社会的刮目相看。已有国外新建加速器工程拟向我国提出提供加速器成套设备要求的意向。

完成 BEPC 的建造,只是实现了第一个目标。下一个目标是: BEPC 投入运行,进行高能物理实验和同步辐射光应用研究。计划从 1989 年开始的两年内会得到重要的物理实验结果,1990 年以后部分同步辐射光实验站将投入工作。