

# 我与高能所和对撞机的不解之缘

张厚英

(中国科学院国家空间科学中心 100190)

2023年是中科院高能所成立50周年,我有幸亲历从高能所的成立到北京正负电子对撞机研制成功的全过程,见证了我国高能物理事业的发展、各级领导的大力支持和国际同行的鼎力协助。耄耋之年,我回顾这些往事,一幅幅场景仍历历在目。

## 一、国家重视

我早期在中国科学院院部工作,当时数理学部的主任是钱三强先生,我担任学术秘书,主要分管物理和核物理科技管理工作,并担任科学院二局副局长兼物理处和核科学处处长,从此与高能物理所的发展和対撞机的建设结下了不解之缘。记得1974年李政道先生回国期间,毛主席接见李先生的日程安排在了5月30日早晨。5月29日,科学院决定将他得诺贝尔奖的论文梗概和他刚发表的《相对论重粒子对撞》论文,连夜特别铅印成大字本赶送达毛主席。主席善于从哲学方面思考科学问题,特别是同李先生谈到基础科学和人才培养问题,谈得特别高兴。

1979年,中美关系正常化,邓小平第一次访美,与卡特总统会面,双方签订了中美两国科学合作协议,同时国家科委和美国能源部还签订了一项高能物理合作协议,并成立了中美高能物理联合委员会。美方有费米实验室、布鲁克海文实验室、阿贡实验室、劳伦斯实验室、斯坦福直线加速器实验

室共五大著名实验室参加。中方参加单位是中国科学院高能物理研究所。这是中美建交后的第一项科技领域的合作协议,用高能外交打开了中美科技合作的大门。

## 二、历经坎坷

早在20世纪50年代起,我国的高能物理学家,为了发展高能物理,就梦寐以求在我们国家能自己建造一台高能加速器。他们先后提出过七八个方案,但都因各种原因而束之高阁。1972年8月18日,张文裕等18位科学家,写信给周总理,恳切地提出了开展高能物理研究和高能加速器预制研究的建议,9月11日总理在回信中指示:“这件事不能再延迟了”。根据周总理的指示,1973年2月高能所在原子能所一部的基础上成立,归属中国科学院领导。在周总理的关怀下,国家计委于1975年3月向国务院提出了关于“高能加速器预制研究和建造问题的报告”,当时刚刚复出主持中央工作的小平同志立即同意并转送周总理。身患重病的周总理在病床上批准了这个报告。但由于“四人帮”的干扰,总理和小平同志的批示未能付诸实施。

“四人帮”被粉碎后,1977年11月小平同志又亲自批准了国家科委、国家计委“关于加快建设高能物理实验中心的请示报告”,第一步在北京昌平建造一台能量为300亿电子伏(后来改为500亿电

子伏)质子加速器,称为“八七工程”。

1980年底,我国国家基本建设计划紧缩,在国民计划经济调整方针下,这一方案再次下马。

1980年5月,在“八七工程”下马前,张文裕、赵忠尧等39位科学家就建造高能加速器问题写信给华国锋、邓小平等中央领导,对高能物理实验中心的设计任务书先后三次上报国家计委均未批准,加上国内外对我国当时建造高能加速器不断有反对意见而深表忧虑,并陈述四条理由,恳切希望高能物理不要下马,国家继续给予必要的支持,尽快批准高能物理实验中心的设计任务书。三天后,邓小平等中央领导同志即对该信做了批示:“此事影响太大,不能下马,应坚决按原计划进行”。6月4日,国务院对高能物理实验中心第一期工程建设问题进行批复,同意在北京建设高能物理实验中心。

### 三、柳暗花明

高能物理实验基地的发展,建设方案很重要。在这一关键时刻,邓小平指示,请国务院副总理兼国家科委主任方毅召集一个专家会就建造高能加速器问题广泛征求国内外科学家的意见,充分论证、提出方案。从1980年底到1981年春,高能物理所展开了深入的方案论证,同时广泛征求国内外同行专家的意见。1981年3月,中科院派朱洪元和谢家麟会同已在美国的叶铭汉,向美方说明中国高能物理发展计划调整的情况,征询对中国发展高能物理研究的意见和建议。李政道和潘诺夫斯基,以及高能所在美国的一批访问学者,都提出了建造 $2\times 22$ 亿电子伏正负电子对撞机的建议(方案后扩展为 $2\times 2.2\text{ GeV}\sim 2.8\text{ GeV}$ ),认为此方案符合国情,且能进行不少前沿性的物理工作,得到了多数专家学者的赞同。

方案基本确定后,1981年12月,由科学院副院

长李昌、卢嘉锡、钱三强上报邓小平批准,小平同志在信上批示:“这项工程已进行到这个程度,不宜中断,他们所提方案比较切实可行,我赞成加以批准,不再犹豫”。1983年4月,国务院批准国家计委《关于审批 $2\times 22$ 亿电子伏特正负电子对撞机建设计划的请示报告》,北京正负电子对撞机(BEPC)工程正式立项。中国高能物理实验基地的建设呈现“柳暗花明又一村”的新气象。

### 四、加强领导

在院领导的报告中也反映了李政道先生的意见,他对当时高能所的办事效率和工程管理表示担忧、言辞急切,认为所里的情况不能适应对撞机工程建设的要求。为了加强高能所的管理,由钱三强副院长推荐并经院党组多次研究,决定调我去高能所任常务副所长并担任研究所的法人代表。当时李昌、钱三强亲赴高能物理所宣布,足以说明科学院领导对此事的重视。院领导交给我的任务是协助张文裕(1984年2月班子换届后为叶铭汉)所长负责全面工作,并协助工程经理谢家麟(1986年起为方守贤),负责高能加速器工程的条件及进度的保证工作等。当时的所领导班子一共5人,是一个团结的班子、和谐的班子、合作的班子。班子的分工明确、互不推诿,为了共同的目标砥砺前行。

为了适应正负电子对撞机及其实验设施研制工作的需要,所务会议决定对加速器及实验物理各研究室的设置进行调整。设立了电子直线加速器研究室、电子储存环研究室、质子直线加速器及应用研究室、自动控制及束流测量研究室、第一实验物理研究室、第二实验物理研究室,与工程的体制实现无缝对接。

之后,为加强工程管理的权威性,经中央批准,又成立了正负电子对撞机工程四人领导小组,他们

是中科院副秘书长谷羽、国家计委副主任张寿、国家经委副主任兼重大办主任林宗棠、北京市副市长张百发。这在当时的国家尚处于计划经济管理体制下,是一个极特殊的、级别很高的管理层次,现在回想起来这一办法,用四个字来形容,“好用”、“管用”。因为那时不仅投资紧张,外汇指标少,水泥、钢材、有色金属材料、木材、电力等都是要国家统一分配指标的,连调配几个大学毕业生都要向国家计委申请指标。当我们向美国朋友炫耀,我们的这一项工程被国家定为“重中之重”时,外国朋友都摇头表示很难理解。

## 五、精心设计

为抓紧做好北京正负电子对撞机的设计,考虑到国内条件不足,如缺乏计算机和相应的程序系统,加之经验缺乏,需要国外专家适时地帮助和讨论。李政道先生提议并联系美国斯坦福直线加速器中心所长潘诺夫斯基教授,获得了他的大力支持,建议高能所派少数精干的科技人员集中到SLAC进行初步设计。这是一个非常实际的好建议,我们立即采纳,于1982年派出由谢家麟和我带领的21位科技骨干赴美进行为期3个月的设计,潘诺夫斯基给了全力支持,不仅提供了刚建成的大厅,当时正值他们加速器检修,加速器大厅全天开放供我们随意参观测绘,更重要的是他派一专家组,常驻我们设计大厅,并配备专家与我们对口讨论,随时咨询、指导。我们可以利用SLAC的主机进行设计,对撞机的初步设计在谢家麟教授的统筹下顺利进行。此期间李政道先生正在欧洲CERN访问,他总是心系我们的设计工作,专程飞回美国来看望我们,下了飞机直奔SLAC,问我们有何困难需要他协调帮助。在同谢家麟和全体设计人员座谈详细了解情况之后,李先生给钱三强去信,详谈北

京正负电子对撞机设计考察组在美国的工作情况,并就该项工程的管理问题、争取时间问题以及今后与SLAC的联系等提出建议。信中有一段描述道:“关于北京正负电子加速器的设计,这次在SLAC是极有收获的,SLAC在百忙中,调动了很多人员,使BEPC的队伍,尤其是关于聚焦结构的设计和不稳定性,学习解决了以前没有考虑到的,但是很必要的一些基本问题。同时BEPC是中国自己设计,有其独立性和优越性,这一方面也是很为潘诺夫斯基和SLAC其他美国朋友所钦佩的。在这一个半月,通过共同工作后他们对于中国高能物理所的实力也有了新的估计、尊敬和信心。BEPC和SLAC的队伍之努力工作精神,尤其是张厚英的虚心学习和实干态度,均是使SLAC工作人员们一直佩服的。想来你们知道这些好消息,也是会很高兴的。”这段话给我们都是一个很大的鼓励。他在信中又说道:“管理方面必须以六年完成BEPC加速器和探测器的全部方案为大前提。对高能所内工厂和科技等工作人员必须应有‘建功需奖、犯过则罚’的措施。希望科学院能对张厚英和谢家麟,除给予全部支持外,并鼓励他们立即采取行动,以振队伍的士气,以坚内部的合作。”这是他的关切,也是对我们的要求。

设计组回国后,同分总体和研究室的工程技术人员继续努力,奋战几个月,完成了北京正负电子对撞机的直线加速器、束流输运线、储存环、北京谱仪、同步辐射线站和通用系统等部分的初步设计,开展了加速管、能量倍增器、正电子源、高频加速腔、各种磁铁与电源和各种探测器与电子学等关键技术的预制研究和样机研制。1983年12月,中央书记处第103次会议正式决定将BEPC工程列入国家重点工程建设项目,代号为8312工程,要求在5年左右建成。

### 六、精心建设

1984年10月7日一切准备就绪,小平同志亲自来高能所为工程奠基,并为奠基石亲笔题词“中国科学院高能物理研究所北京正负电子对撞机国家实验室 奠基”。这是对 BEPC 工程极大的关怀与支持。

一场为建造高能加速器建设的序幕就此拉开。成千上万名工程建设者汇聚到一起,为建设高能物理实验基地,为我国在世界高能物理研究中占据一席之地而努力拼搏。副所长兼工程副经理方守贤一心扑在 BEPC 工程上。他爱人的身体不好,长期需要照顾。有一次,他去医院看望住院动手术的爱人后,急于回所加班,在匆忙追赶一辆进站的公共汽车时,由于天黑,他的视力又不好,被一根拉电线杆的钢丝绊倒,顿时撞昏在人行道上,被两位解放军战士送到医院进行抢救,头部缝了好几针。大家同他开玩笑说:“对撞机还未对撞,你老方的头却先与地球对撞了!”所领导身先士卒,全所上下齐心协力,为了建设对撞机的共同目标而齐心协力,涌现了大量感人的事迹。工程领导小组以高能所为核心团队,组织国务院十几个部委所属的几百个工厂、研究所、高等院校、建工部门的上万名科技人员、工人、干部和解放军,大力协同,确保了 BEPC 工程保质保量、按期建成。

所工厂承担了 BEPC 大量设备的研制任务,包括电子直线加速器加速管及支架、能量倍增器、储存环聚焦磁铁和高频腔等,但在管理上是一个薄弱环节,所务会决定由我兼工厂厂长。在 BEPC 储存环上的近百块聚焦磁铁(统称 Q 铁)是工程的关键部件,加工质量和精度要求很高,它们是由矽钢片叠装而成,叠装后极面的精度达 50 微米,这种矽钢片冲模模具当时国内尚无法制造,需从美国进口,为确保工程进度起见,我们设计两个方案,进口两

套模具。之后我同有关科技专家讨论认为,目前用计算机模拟计算,设计符合率很高,为节省外汇,我决定设计一种方案即可,少订一套模具,可省几万美元外汇。继加速器之后,我们又追加了同步辐射装置。工厂管理方面,调整了厂部机构和车间设置,同时健全了各项规章制度,逐步完善岗位责任制,提高了工作成效,通过工程建设形成了一支从工艺研制、生产管理到一线操作经验丰富的开发和生产队伍。

同步辐射当时对我们来说是生疏的,更缺乏经验,因为人才培养的需要,李政道先生同我商议,他建议推荐当时从事理论物理的科学家冼鼎昌先生转到同步辐射领域,派他到国外考察学习。这样不仅学习了技术,同时与国外加强了沟通联系,这一安排极大增强了我们同步辐射方面的技术能力,在冼鼎昌先生的领导下同步辐射线站工程及应用工作得以顺利开展。

BEPC 坚持“以我为主”建设,部件基本实现国产化,有力地促进了我国相关高技术领域的发展,包括微波、高频、磁铁、自动控制、精密机械、计算机、核探测、快电子学等多种先进技术。BEPC 的建设、运行和改造为我国培养了专业齐全、力量雄厚的加速器、探测器、同步辐射及大科学工程管理等队伍,并具备了大科学装置的建设、运行和开放的经验。

在对撞机建造过程中,赞同并鼓励我们的人不少,持怀疑态度的人也很多。我在访美时,在芝加哥大学遇到了一些关心我们的华裔教授,他们认为我们建造这么复杂的加速器,从技术到管理困难很大,但不便直说我们建不成,只说肯定要落在台湾新竹正在建造的一台同步辐射加速器的后头。恰恰在这时小平同志在北戴河接见外宾时说,我们的北京正负电子对撞机要按时甚至提前完成,而且一定要走在台湾的前头。这对大家又是一次极大的

鼓舞。建设者们没有辜负小平同志的殷切期望,经过一千多个日日夜夜的努力,北京正负电子对撞机按计划、按预算、按指标圆满建成。BEPC在这个能区范围内,不仅水平是世界第一流的,其建设周期在同类加速器中也是最快的。

在高能所和对撞机的工作使我终身受益,使我后来成为人们称道的资深工程管理专家,先后担任中国载人航天工程应用系统总指挥和国家大科学装置LAMOST天文望远镜的顾问等,承担重大工程管理工作。具体收获可归纳为:①在工程任务中许多问题不断出现在你面前,你要在广泛听取各种意见的基础上,大胆地快速地做出决策,一个错误的决定比没有决定好!即使决定错了,发现后,会即时改正,会继续前进,如果你不及时做决定则将永远踏步不前,贻误工程进度。②人的大脑容量是有限的,作为一位工程领头人,会有不少助手,要做好明确的分工,放手让他们去做,实行明确的逐级责任制,要充分信任你的同事或助手。③工程要有一个可控的计划叫CPM计划(Critical Path Method),它是国际上通用的办法,是工程协调,调度工作的核心和依据。不仅工程领导者要知晓,工程各部门都要知晓并掌控它的变化。④为节省人力,充分发挥科技人员的智慧和作用,节省人力,机构的设置可采用“矩阵法”,提高工作效率。

## 七、圆满成功

1988年10月16日,BEPC首次实现正负电子对撞,10月23日北京谱仪主漂移室顺利取得宇宙线数据。1988年10月24日,小平同志再次来到高能

所,亲切接见了撞机的建设者们,视察了刚建成的北京正负电子对撞机,并发表了“中国必须在高科技领域占据一席之地”的重要讲话。他说:“过去也好,今天也好,将来也好,中国必须发展自己的高科技,在世界高科技领域占有一席之地。如果60年代以来中国没有原子弹、氢弹,没有发射卫星,中国就不能叫有重要影响的大国,就没有现在这样的国际地位。这些东西反映一个民族的能力,也是一个民族、一个国家兴旺发达的标志”;“现在世界的发展,特别是高科技领域的发展一日千里,中国不能安于落后,必须一开始就参与这个领域的发展,搞这个工程就是这个意思。还有其他一些重大项目,中国也不能不参与,尽管穷。因为你不参与,不加入发展的行列,差距越来越大现在我们有些方面落后,但不是一切都落后。这个工程本身也证明了这一点。当然,有李政道和其他国际朋友的帮助,使我们少走弯路。但是这个工程不完全是照搬过来的,中间也还有我们自己的东西,有自己的技术,有自己的创造”。小平同志的讲话极大地鼓舞着高能所的科技人员。

如今,高能所成立已有50年,高能所的科学家们,在北京正负电子对撞机和北京谱仪及同步辐射光源上,做了大量卓有成效的科学实验工作,在国际高能物理领域稳固地占据了一席之地,在陶-粲物理能区居于领先地位。在北京谱仪上取得了 $\tau$ 粒子质量和R值的精确测定、发现了四夸克态粒子等重要成果,对国际高能物理做出了重要贡献。

值此高能所成立50周年之际,我衷心祝愿祖国高能物理事业取得更加辉煌的成就!