

北京正负电子对撞机方案的 初步提出与确立

王晓义

(科学普及出版社,北京 100081)

白欣

(首都师范大学 物理系,北京 100048)

摘要 从1957年到1977年,中国高能物理加速器的设计方案历经了“六上六下”的波折。1977年11月第7次上马的高能质子加速器工程——“八七工程”在1980年底遭遇下马。在以张文裕为首的高能物理学家们的努力争取之下,经邓小平批准,保留和利用“八七工程”预制研究的余款,经过一番分外曲折的探寻,借助中美高能物理合作的有利条件,正确采纳李政道、潘诺夫斯基等人关于建造正负电子对撞机的建议方案,几经论证最终选定了中国高能加速器的建设方案——正负电子对撞机,奠定了中国高能物理在世界高能物理研究领域占据一席之地的基础。

关键词 北京正负电子对撞机 八七工程 中美高能物理合作 潘诺夫斯基 李政道

中图分类号 N092:O572-092

文献标识码 A **文章编号** 1673-1441(2011)04-0472-16

1988年10月16日,北京正负电子对撞机首次对撞成功。10月20日的《人民日报》第1版载文称:北京正负电子对撞机工程是我国继原子弹、氢弹爆炸成功、人造卫星上天之后,在高科技领域又一重大突破性成就。^[1]10月24日,邓小平等党和国家领导人视察北京正负电子对撞机工程,并发表了“中国必须在高科技领域占有一席之地”^[2]的重要讲话。

2004年,北京正负电子对撞机工程被《科技日报》评为新中国成立55周年以来的“科技中国55个新第一”之一。^[3]评论认为北京正负电子对撞机对撞成功标志着中国粒子物理研究又迈上了一个新台阶。

北京正负电子对撞机的方案最早是何时提出来,并经过了怎么样的过程之后初步定案的?另外,作为我国第一台大科学装置的北京正负电子对撞机工程的启动背景,与当时科技政策的关系及中美高能物理合作在其中所起的作用等历史情况也有必要弄清。前人对北京正负电子对撞机工程已有一些回忆^[4]或简要的描述^[5],但在诸多历史细节的探讨上尚显不

收稿日期:2011-01-14; 修回日期:2011-10-27

作者简介:王晓义,1974年生,河南许昌人,硕士,科学普及出版社编辑,主要研究物理学史;白欣,1975年生,内蒙古呼和浩特人,博士,首都师范大学物理系副教授。

足。笔者在文献研究的基础上对这段历史进行了梳理,力图弄清上述情况的原委。

1 20 世纪 70 年代世界高能物理加速器发展状况

高能物理肇始于 20 世纪 30 年代。“高能”是指使粒子产生反应所需粒子的高能量,通常为固定靶加速器初级束流能量大于 5GeV,对撞机质心能量大于 3GeV。根据爱因斯坦(A. Einstein)的质能转换方程,要在反应中产生新粒子,相互作用的粒子应具有相应的能量。要得到的新粒子的质量越大,相应的能量就越高,就需要越大的粒子动能。在 20 世纪初,人们利用宇宙线中的高能量粒子来做实验,但是宇宙线中的高能粒子比较稀少,随着人工加速粒子的能量不断提高,高能加速器就成了基本粒子物理研究的必需工具。

20 世纪 70 年代,世界高能加速器的建造情况^[6]如下:

固定靶质子加速器:英国剑桥大学卢瑟福实验室(RAL)能量为 7GeV 和美国阿贡国家实验室(ANL)能量为 12GeV 的弱聚焦加速器分别于 1978 年和 1979 年关闭;日本筑波国家高能物理研究所(KEK)能量为 12GeV、美国布鲁克海文国家实验室(BNL)能量为 33GeV、前苏联谢尔普霍夫高能物理研究所能量为 76GeV 的强聚焦加速器当时尚在工作;美国费米国家实验室(FNAL)于 1972 年、欧洲核子中心(CERN)于 1976 年分别建成能量为 400GeV 的强聚焦加速器,而费米实验室能量为 1000GeV 的超导强聚焦加速器正在建造中。

正负电子对撞机:美国斯坦福直线加速器中心(SLAC,以下简称“斯坦福中心”)于 1972 年建成质心能量为 8GeV 的对撞机,质心能量为 36GeV 的对撞机在建设中;德国电子同步加速器研究所(DESY)分别于 1973 年和 1978 年建成质心能量为 10GeV 和 46GeV 的对撞机;前苏联新西伯利亚(Новосибирск)核物理研究所(INP)于 1979 年建成质心能量为 14GeV 的对撞机;美国康奈尔大学基本粒子物理实验室(LEPP)于 1979 年建成质心能量为 16GeV 的对撞机。

质子对撞机:欧洲核子中心于 1971 年建成能量为 62GeV 的质子对撞机,能量为 540GeV 的质子与反质子对撞机于 1982 年建成。

由此可见,在 20 世纪 70 年代,固定靶质子加速器的能量已经高达 1000GeV,建造和运行的成本过高已经使大多数国家的高能加速器建设方案转向了对撞机。而在对撞机建造上绝大多数选择了造价更低,质心能量高、高低能区不能覆盖的正负电子对撞机。这表明正负电子对撞机已成为 20 世纪 70 年代高能加速器建设的主流。

2 北京正负电子对撞机上马的背景

在“八上”——北京正负电子对撞机工程(BEPC)上马——之前,中国的高能物理加速器建设已经走过了一段颇为坎坷的历程。

从 1957 年到 1977 年的 20 年间,中国高能加速器建设已经经历了“六上六下”的波折。1957 年,中国科学院物理研究所派人到苏联设计了能量为 1—2GeV 的电子同步加速器方案。在 1958 年的“大跃进”中该方案被改为 15GeV 的质子同步加速器,后因规模太

大被取消。1959年,由力一^①负责在苏联设计的420MeV强流回旋加速器方案在1961年被搁置。1963年,提出建造2.0GeV电子同步加速器和 2×6 MeV串列静电加速器也无果而终。1965年张文裕^②等提出的3.2GeV(后又改为6GeV)质子同步加速器计划于1966年被“文革”扼杀。1969年提出的1GeV能量的质子加速器方案因设计难以达成共识而夭折。1975年初,经周恩来总理批准,能量为40GeV的质子环形加速器方案被国务院列为“七五三工程”,但也是被无故地拖延直到“文革”结束而未能开建。虽然这6次高能加速器设计方案都紧随世界高能加速器发展的潮流,但基本上处于纸面上论证状态,没有实质性工作得以开展。

第七次高能加速器上马遇上了国家由乱到治的好时机。1977年10月12日,张文裕所长代表中国科学院高能物理研究所(以下简称“高能所”)提出建设高能加速器的新方案:1982年建成一台30GeV的慢脉冲强流质子环形加速器,1983年初开始做试验;1987年建成400GeV的质子环形加速器。两周之后,新方案以《关于加快建设高能物理实验中心的请示报告》的形式上报国务院,并加上了“到本世纪末,建成世界上第一流的高能加速器,出第一流的实验和理论人才成果”的第三步。不过,第三步属于远景规划,在上报的请示报告中要求建设的仅是前两步计划。11月15日,这个第一步投资3亿元,第二步投资7亿元,计划于1987年建成的中国高能加速器工程——“八七工程”——被中央批准。^③11月25日,“八七工程”指挥部成立,由国家科委副主任赵东宛^④任总指挥。次年1月6日,中科院党组任命谢家麟^⑤为“八七工程”加速器总设计师,徐建铭^⑥为加速器副总

① 力一(1913—1996年),原名力伯皖,加速器工程专家。祖籍福建永泰,生于北京,1935年毕业于北平大学,1942年起先后在延安任陕甘宁边区自然科学研究会驻会干事、电信厂厂长,筹建了华东广播电台。新中国成立后,历任上海电信局、北京电信局副局长,中国科学院原子能研究所副所长兼中国第一台回旋加速器总工程师,高能物理研究所副所长,中国核学会粒子加速器学会、核电子学与核探测器学会第一届理事长。

② 张文裕(1910—1992年),福建惠安人,我国宇宙线物理与高能物理的开创者之一。1931年毕业于燕京大学,1938年获得英国剑桥大学博士学位。其最大贡献是于1946年在普林斯顿发现 μ 原子。1956年,他回国任近代物理研究所研究员,次年被增选为中科院学部委员(院士)。1972年,以他为首的18位科学家写信给周总理,促成了中科院高能物理研究所的建立,并任第一任所长。从此,他一直为中国的高能实验装置——高能物理加速器建设而不懈努力,曾作为1979年和1980年第一、二届中美高能物理联合委员会的中方主席,为高能物理加速器方案选择做出了贡献。1981年7月,当选为中国高能物理学会第一届理事长。

③ 《中国科学院高能物理研究所大事记》,内部资料,北京:中国科学院高能物理研究所,2003年,第24—25页。

④ 赵东宛(1926—),河南南阳人,1940年后入延安自然科学学院、八路军医科大学学习,1958年毕业于苏联重型机械研究院。新中国成立后,曾任东北企业管理局人事处处长、抚顺重型机器厂厂长,富拉尔基第一重型机器厂厂长兼总工程师,第一机械工业部部长、副部长,国家科委副主任兼国家计委副主任,中央财经领导小组副秘书长,劳动人事部部长,人事部部长。曾领导设计、制造1.25万吨自由锻造水压机、3万吨模锻水压机以及1150初轧机等大型设备。

⑤ 谢家麟(1920—),黑龙江哈尔滨人,加速器物理学家。1943年毕业于燕京大学,1951年获得美国斯坦福大学物理学博士学位。1955年夏,在美国芝加哥领导研制成功世界上第一台使用高能电子束治疗癌症的加速器。1955年回国。1964年,在原子能研究所主持研制了中国第一台30MeV可向更高能量发展的电子直线加速器。1973年高能物理研究所成立后,他先后任加速器部副主任、副所长。1980年当选中国科学院学部委员。1984年被任命为北京正负电子对撞机工程项目经理。1990年因对北京正负电子对撞机工程的贡献以排名第一获得国家科技进步特等奖。

⑥ 徐建铭(1925—),河北保定人,加速器物理学家。1951年毕业于清华大学电机系,后任中国科学院高能物理研究所研究员,参加了我国第一、二台静电加速器的研制与运行工作,参加了40GeV和50GeV质子同步加速器设计和研究的组织指导工作,主要负责了北京正负电子对撞机电子储存环的研制。

设计师,方守贤^①等9人为主任设计师。^②

后经邓昌黎^③和丁肇中建议,1978年3月由邓小平批准,第一步加速器建设能量升级到50GeV。^④这个方案实际上是把50GeV质子加速器作为400GeV质子加速器的注入器来用,因建设规模较大而分为两步走。

这次高能加速器建设还争取到了外援。1975年,中国与欧洲核子中心建立了科技合作关系,并于1978年3月底向该中心派出了何龙、方守贤、曹瓚和韩谦共4名加速器方面的专家就50GeV质子加速器的设计寻求帮助。^⑤自此开始,中国和欧洲核子中心开始频繁有序的科学技术交流,为中国高能质子加速器建设的进行提供了部分技术和设备支持。

1979年1月31日,方毅副总理陪同邓小平访美期间同美国能源部部长施莱辛格(J. R. Schlesinger)签订了关于中美两国在高能物理领域进行合作的协定。随后,根据这一协定成立了中美高能物理联合委员会。^[7]在李政道^⑥的大力撮合下,1979年6月10日,中美高能物理联合委员会第一次会议在北京召开。同年6月12日签订了《中华人民共和国国家科学技术委员会和美利坚合众国能源部在高能物理领域技术合作的执行协议的附件》和《一九七九年六月至一九八零年六月中美高能物理技术合作项目》两个协议。中美高能物理联合委员会决定委员会每年轮流在中国和美国召开;同年8月,中方在美国费米国家实验室设立办事处。^[8]至此,中美高能物理领域合作正式开始并步入正常化轨道。

但好景不长,1980年底,在国民经济调整的方针下紧缩基本建设,再加上当时国内外对建设投资巨大的高能加速器的反对意见,这一与当时国情不符且远景并不十分看好的固定靶高能加速器方案被迫下马了。“八七工程”的下马不仅使国内高能物理学家们心里再次蒙上了阴影,更对刚刚建立起来的中国与欧洲核子中心及中美高能物理合作带来了不小的负面影响。

① 方守贤(1932—),安徽太平县(今黄山市)人,加速器物理学家。1955年毕业于复旦大学,1957—1960年在苏联列别捷夫研究所及联合核子研究所实习和工作,1982—1983年在欧洲联合核子研究中心工作,1984年被任命为北京正负电子对撞机工程项目副经理,1986年接替谢家麟任项目经理,完成了北京正负电子对撞机工程的建设、运行和改进,1990年获得国家科技进步特等奖,1991年当选中国科学院院士。

② 《中国科学院高能物理研究所大事记》,内部资料,北京:中国科学院高能物理研究所,2003年,第27页。

③ 邓昌黎(1926—),祖籍福建福州,生于北京,美籍华裔加速器物理学家。1946年毕业于辅仁大学,1951年获得美国芝加哥大学物理学博士学位,历任美国阿贡国家实验室加速器理论组组长、加速器部主任,美国费米国家加速器实验室加速器理论组组长、加速器部副主任、加速器部高级计划系主任、物理系主任、特别计划室主任,2007年因加速器物理的突出成就获得美国物理学会颁发的罗伯特·威尔逊奖。他应邓小平之请于1978年安排10名中国高能物理学者到费米国家加速器实验室进行为期两个月的加速器设计学习。

④ 《中国科学院高能物理研究所大事记》,内部资料,北京:中国科学院高能物理研究所,2003年,第28页。

⑤ 洛克(W. O. Lock)著,侯儒成译《欧洲核子中心50周年所庆之际,回顾它与中国在高能物理领域合作的由来》(Origins of the CERN-CHINA Collaboration), <http://www.ihep.cas.cn/kxcb/kjqy/200910/t20091029-2641377.html>。

⑥ 李政道(1926—),上海人,美籍华裔理论物理学家。1949年底获得芝加哥大学物理学博士学位,因与杨振宁合作发现宇称不守恒定律获得1957年度诺贝尔物理学奖。1979年起任中美高能物理联合委员会美方委员兼中美高能物理合作联络人,为中国高能物理的发展和高能物理加速器建设,尤其是北京正负电子对撞机工程的建设做出了重要贡献。

3 机遇与挑战并存: 北京正负电子对撞机的“八上”

北京正负电子对撞机的“八上”是机遇和挑战并存, 相较而言, 挑战更大。

“七下”虽然遗憾, 也是必然的结果。正如谢家麟院士所说, 因为“八七工程”是在相信有“十个大庆油田”, 经费不成问题的基础上提出的, 在科学上并未经过慎重的论证。^[6]经费无着落和科学论证不够是“八七工程”下马的主要原因。但是与前 6 次仅停留于纸面论证不同的是“八七工程”上马后展开了一系列预制研究工作, 为后来的正负电子对撞机建设打下了一定的基础:

(1) 基础设施建设方面, 建成了玉泉路预制研究基地的 6 个实验大厅和一个装备先进的实验工厂。

(2) 工程人力资源准备方面, 从全国调入了近 200 名工程技术和管理骨干。

(3) 加速器重要部件研究方面: 开展了加速器主要部件的预制研究, 如: 50GeV 质子环形加速器偏转磁铁模型组装完毕, 250KV 预注入器模拟装置全集联合调试成功; 开展了 50GeV 质子环形加速器主环磁铁、直线加速腔体、运输磁铁和增强磁铁、电源及注入引出等的预制研究工作。^①

(4) 直线加速器建造经验方面, 成功建造一台 10GeV 质子直线加速器。

(5) 国际合作方面, 建立了中美高能物理合作的机制。

(6) 高能加速器和探测器人才的培养方面: 1978 年 1 月 6 日向西德同步加速器(DESY) 丁肇中实验组派出第一批学者。1978 年 7 月, 在李政道的联系下, 高能所等研究所向美国各大学和高能物理实验室及欧洲核子中心(CERN) 派出了近 40 名学者^②。这些学者被称为“李政道学者”([8], 34 页)。

另外, 与之前的“七上”相比, “八上”拥有诸多有利因素。首先, 国家在经历了十年动荡之后迎来了改革开放的春天。其次, 《1978—1985 年全国科学技术发展规划纲要(草案) 》明确提出把高能物理作为八个影响全局的综合性科学技术领域、重大新兴技术领域和带头学科。再次, 方毅主持科学院工作以来不仅很快地拨乱反正恢复科学院的科研秩序、落实政策、稳定队伍, 而且制订了《1978—1985 年中国科学院科学发展规划纲要(草案) 》, 把高能加速器列为三项重大科学实验工程之首。^[10]

尽管有诸多的有利因素, 但“八上”所面临的挑战也不容小视。

早在“七下”——北京质子同步加速器(BPS) 下马之前的 5 月 22 日, 已有预感的张文裕、赵忠尧^③等 39 位科学家连夜就“建设加速器问题”给华国锋主席、邓小平副主席、胡耀

① 《中国科学院高能物理研究所大事记》, 内部资料, 北京: 中国科学院高能物理研究所, 2003 年, 第 37—41 页。

② 先后派往美国五大高能物理实验室的有谢家麟、钟辉、徐建铭、潘慧宝、肖意轩、王书鸿、沈宝华、隋经义(四机部)、毛振龙(一机部)、朱孚泉、刘德康、汤成、陈森玉、周继康等, 派往 CERN 的有何龙、方守贤、曹瓚、韩谦等。

③ 赵忠尧(1902—1998 年), 浙江诸暨人, 核物理学家。1925 年毕业于东南大学。1931 年获得美国加州理工学院理学博士学位。1948 年当选为中央研究院院士, 1955 年当选中科院学部委员。其最大贡献是 1930 年发现正负电子湮灭现象。1951—1974 年, 利用从美国带回来的静电加速器关键部件, 他主持了我国第一、二台静电加速器的研制, 开创了中国的加速器事业, 培养了一批加速器物理人才。

邦总书记、赵紫阳总理写了一封长信 [10], 597 页), 恳切希望高能物理加速器建设不要下马。虽然方毅副总理(兼任中央书记处书记)坚决支持, 邓小平也批示了“此事影响太大, 不能下马”([10], 597 页), 但是赵紫阳总理的不同看法使得这一问题被久拖不决。之所以如此, 一方面, 赵紫阳不同意中科院“侧重基础、侧重提高”的办院方针, 认为科技界应该把更多的人力、物力、财力集中到技术开发和产品研究上来, 不应该在基础研究方面花很多力量。([10], 597—598 页) 另一方面, 赵紫阳曾想仿照美国科学院没有实体单位的模式改变中科院的建制^①。因此, 对属于基础科学研究且投资巨大, 由中科院承担的高能物理加速器工程, 他的反对态度是自然的。

国内外对高能加速器还有持续不断的异议之声。国内不少学者也担心花巨资建设高能加速器会影响到其他学科获得国家的资助^②, 不利于国家科学技术发展全局的平衡。1981 年 1 月 10 日, 聂华桐^③等 14 位美籍华人科学家关于中国建造高能加速器一事致信邓小平, 对中国决定建造高能加速器持保留意见, 希望中国领导人在科技政策的轻重上有所调整, 并建议国内科技界对建造高能加速器问题进行深入论证 [2], 704 页)。

但是, 出于中美高能物理合作、中国与欧州核子中心的合作和高能加速器建设带来的高科技带动及外交的大局考虑, 邓小平坚持高能物理不能完全下马的看法。经过努力, 1981 年 1 月 29 日中央书记处第 80 次会议研究, 并经赵紫阳确定“为确保高能物理研究不能断线, 玉泉路加速器建设, 原则上同意不下马”^④。玉泉路的加速器建设原本是为“八七工程”的预制研究而设立的高能物理加速器预制研究基地。这样, 出于对科学发展全局和中外科学技术合作不断线的考虑, 中央为中国高能物理的“不断线”留下了火种——“八七工程”预制研究经费中余下的 9000 万元得以保留, 中央不再收回。正是这 9000 万元成了下一个高能加速器建设方案选择的基础和经费限度, 也成了中国高能物理加速器建设“不断线”的保障。

4 维持高能物理“不断线”的探讨

高能所在高能加速器方案的选择上经历了一个“好事多磨”、虽惊而无险的历程。

4.1 高能所内的调整方案

1980 年底, 高能所首先发动所内群众就高能物理加速器方案调整进行了讨论, 但是分歧很大。提出的方案归结起来有: 电子还是质子? 慢加速还是快加速? 强流还是弱流? 能量高些还是低些? 这 4 个方案中, 后三项都是质子加速器方案, 反映了当时的科学思想

① 《采访原 BEPC 工程领导小组办公室主任柳怀祖先生关于谷羽及 BEPC 工程领导小组的工作的访谈录音》, 2010 年 11 月 23 日, 北京中国科学院院部柳怀祖办公室。

② 《采访原 BEPC 工程领导小组办公室主任柳怀祖先生关于谷羽及 BEPC 工程领导小组的工作的访谈录音》, 2010 年 11 月 23 日, 北京中国科学院院部柳怀祖办公室。

③ 聂华桐(1935—), 湖北广水人, 美籍华裔理论物理学家。1957 年毕业于台湾大学, 1966 年获美国哈佛大学哲学博士。长期与著名物理学家杨振宁合作, 1983 年被国务院聘为国外智力引进办公室顾问, 历任中美人才交流基金会理事、美国(华裔)科技教育协会会长、世界华人物理协会常务理事, 清华大学高等研究中心主任等职, 1992 年获得中国国家友谊奖。

④ 《中国科学院高能物理研究所大事记》, 内部资料, 北京: 中国科学院高能物理研究所, 2003 年, 第 43 页。

认识状况。^[9]这是高能所内拥有质子高能加速器相对优势的必然反应。前7次的高能加速器设计方案中有6次是质子加速器方案,这说明高能所在质子高能加速器的研究上有一定的技术和人才基础。特别是“八七工程”的预研也使得质子高能加速器的科技力量得到进一步的壮大和发展。

闻知国内加速器方案的变动,作为中美高能物理合作联合委员会联系人的李政道于1981年1月14、19和23日打电话征求中方对第三次中美高能物理联合委员会会议的相关意见。吴健雄^①、袁家骝^②教授于1月26日先后多次来电询问中国高能物理的调整情况及今后中美合作的问题。为了弄清方案变动情况,他们建议中国派人去美国商谈^③。

为此,1981年3月16日,根据方毅副总理和“八七工程”指挥部赵东宛副主任的指示,中科院派朱洪元^④、谢家麟会同在美国访问的学者叶铭汉^⑤一起到美国费米国家实验室与参加合作的美国五大高能物理实验室的负责人及专家们举行了非正式、通报中国高能加速器建设调整方案的论证会。^[9]3月11日,高能所内已经形成了两种质子高能加速器方案:弱流慢引出的5GeV质子同步加速器和2GeV的快循环增强器。^[9]

4.2 潘诺夫斯基提出正负电子对撞机方案

1981年3月16日,在费米国家实验室举行的中美非正式商谈中,美方参加人有布鲁克海文实验室的袁家骝和朱永毅,费米实验室的威尔逊(R. R. Wilson)、赫森(R. Hyson)、莱德曼(L. M. Lederman)和邓昌黎,斯坦福中心的潘诺夫斯基^⑥(W. K. H. Panof-

① 吴健雄(1912—1997年),江苏太仓人,著名美籍华裔核物理学家。1934年毕业于中央大学,1940年获得美国加州理工学院理学博士学位。1944年参加“曼哈顿计划”,解决了链式核反应不能延续的关键问题,1958年当选美国科学院院士,1975年任美国物理学会会长,获得美国国家科学奖章等大奖。其最重要的贡献是实验证明了李政道、杨振宁提出的“在弱相互作用中宇称不守恒”。

② 袁家骝(1912—2003年),祖籍河南项城,著名美籍华裔高能物理学家。1932年毕业于燕京大学,1940年获得美国加州理工学院理学博士学位。历任普林斯顿大学物理研究员,布鲁克海文国家实验室研究员、高级研究员,1961年获得驻美中国工程师协会科学成就奖。他是新中国成立后代表西方与中国物理学家接触的第一人,1974年直接促成了欧洲核子中心向中科院高能所提供核物理研究设备的合作,1979年作为美方正式成员参加了在北京举行的中美高能物理合作第1次会议,此后多次回国访问,继续关心中国高能物理的发展,以及北京正负电子对撞机工程的建设。

③ 《朱洪元、谢家麟二同志赴美任务要点》,《方案论证第2卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-4-2,第12—21页。

④ 朱洪元(1917—1992年),江苏宜兴人,粒子物理和核物理学家,1939年毕业于同济大学,1948年获得曼彻斯特大学物理学博士学位,1950年10月回国。先后在近代物理研究所、原子能研究所、苏联杜布纳联合核子研究所工作,1966年合作提出“层子模型”。1972年,与张文裕等一起致信周恩来总理的18人之一。1973年起任中科院高能物理研究所研究员、理论研究室主任、副所长,1980年当选为中科院学部委员。在北京正负电子对撞机方案的确立中起了重要作用。

⑤ 叶铭汉(1925—),上海人,核物理实验学家和核探测技术专家。1949年毕业于清华大学,参与了我国第一、二台静电加速器的研制、运行和维护,历任中科院高能物理所所长,中国高能物理学会理事长中国核电子学和核探测器技术学会理事长,中国高等科学技术中心学术主任。1984年作为北京正负电子对撞机工程的主要负责人之一,主持了北京谱仪的建造。1990年获得国家科学技术进步特等奖,1995年当选中国工程院院士。

⑥ 潘诺夫斯基(1919—2007年),生于德国柏林,美国著名粒子物理学家,1938年毕业于美国普林斯顿大学,1942年获得加州理工大学物理学博士学位。他曾领导建成世界能量最高的电子直线加速器、SPEAR正负电子对撞机、PEP正负电子对撞机和斯坦福线型对撞机(SLC),1961—1984年任斯坦福直线加速器中心主任,对北京正负电子对撞机的研制给予了大量具体帮助,2000年被授予中国国际科学技术合作奖,2002年当选为中科院外籍院士。

sky), 哥伦比亚大学的李政道, 劳伦斯实验室的哈德绍(W. Hartsough), 阿贡实验室的菲尔兹(T. Fields)。中方参加人员有朱洪元、谢家麟、叶铭汉等。^① 会谈中, 潘诺夫斯基提出了建造质心能量为 $2 \times 2.2 \text{ GeV}$ 正负电子对撞机的方案, 强调该对撞机能做聚物理领域有意义的前沿工作, 并按美国标准做出了电子对撞机设备建造和工资费用大约为 3000 万美元(当时折合人民币约 9000 万元), 同时指出可以加装同步辐射装置(并指明电子对撞机产生的同步辐射能量远高于合肥的同步辐射, 二者并不重复且可相互补充), 实现一机两用。这个详细而明确的建议得到了中美双方多数科学家的同意, 因为它有明确物理目标, 造价也正合中国当时的预算限度。^[11] 会上, 在李政道的支持下, 潘诺夫斯基还转交了莫兹利^②(R. F. Mozley) 教授委托他交给中方代表的“关于质心能量为 4.4 GeV 能量所能进行的实验研究课题的报告和关于第四代探测器的设想”的正负电子对撞机建造方案报告。

为什么在高能物理加速器建设方案中抛弃打固定靶的高能质子加速器而选择正负电子对撞机呢?

打固定靶高能质子加速器有很大优点, 次级束流多, 工作面广。但是能量较低的高能质子加速器能产生的束流, 能量更高的高能质子加速器都能产生, 相反却不能。这也是国际上能量更高的高能质子加速器建成后, 能量相对较低的高能质子加速器就被迫关闭或改作他用的原因。当时, 国际上质子加速器的能量每七、八年就增加 10 倍。而且在 20 世纪 70 年代, 高能质子加速器的建造能量已经达到了 TeV 领域, 建造成本已经变得极高, 相比之下, 中国当时 9000 万元人民币的投资可谓是杯水车薪。

更重要的是, 当时世界各国高能加速器建设几乎都转向了正负电子对撞机。(1) 在能量利用方面, 正负电子对撞时, 两者的全部动能可以转化为用来产生次级粒子的质心能量。正负电子对撞机比打固定靶的加速器能获得更高的质心能量。(2) 正负电子对撞机的能量段很狭窄, 建成后所产生的能量范围大体固定, 能研究的物理领域相对固定。这样, 更高能量的电子对撞机产生不了较低能量电子对撞机产生的电子束流, 各能量段的正负电子对撞机不能相互替代。(3) 按产生相同能量的粒子束相比, 正负电子对撞机的造价比高能质子加速器低得多。

中方科学家之所以赞成潘诺夫斯基提出的正负电子对撞机方案: 主要是因为包括电子对撞机、探测器和基础建设总体造价在 9000 万元左右, 现有投资可以满足建造需要。其次, 国内形成的高能质子加速器方案的能量相比之下太低, 属于国外早已关闭淘汰了的, 即使建成也做不出有意义的物理研究工作。最后, 在 4.4 GeV 质心能量范围内, 世界上还没有对应能量的正负电子对撞机建造, 尚有聚物理领域的深入研究可做, 能够跨入世

① 《在费米与中方会议》, 《方案论证第 2 卷》, 中国科学院高能物理研究所, 档案编号: 02·13·1-1-2, 第 26—30 页。

② 莫兹利(1917—1999 年), 生于波士顿, 美国高能物理实验学家和军备控制专家。1938 年毕业于哈佛大学, 1950 年获得加州大学伯克利分校物理学博士学位。曾参与建造世界上第一台质子直线加速器, 1967 年组织建造了 2 米长的流光室, 1979 年领导建造了 SLAC 第三大探测器 MARK III。时任斯坦福加速器中心研究部 D 组领导人, 曾经给严武光等测算过建造正负电子对撞机和探测器所需的费用。北京谱仪是参照 MARK III 建造的, 被潘诺夫斯基等称为莫兹利工作的继承。

界高能物理研究的前沿。

美方代表以潘诺夫斯基为首之所以提议中国建造质心能量为 4.4GeV 的正负电子对撞机,除了该机能做有意义的高能物理工作之外,考虑当时中国投在高能物理加速器建设的资金限度,4.4GeV 的正负电子对撞机是为数不多的选择方案之一。另外,当时世界上电子对撞机建设也在朝着更高能量领域赛跑,4.4GeV 是相对较低的能区,尚无暇深入。譬如,当时美国、德国、日本相继在 1980 及以前分别建成质心能量为 36GeV、46GeV 和 70GeV 的正负电子对撞机,而且美国和欧洲都在进行着 100GeV 以上质心能量的正负电子对撞机的建设。

其实,潘诺夫斯基之前曾两度向中国提出正负电子对撞机方案建议:第一次是在 1973 年张文裕率中国高能物理考察组赴美考察时;第二次是在 1976 年 10 月,当年 9 月潘诺夫斯基接到到中国的访问邀请,行前,特地与李政道商讨,并一致认为几亿电子伏的正负电子对撞机是合适之选[8],31 页)。10 月 5—22 日,潘诺夫斯基在高能所进行学术交流期间,提出了中国高能加速器建设三种方案:(1) 建造高亮度的质心能量为 3GeV 的电子对撞机;(2) 建造质心能量为 40GeV 的电子对撞机;(3) 建造 100—300GeV 质子同步加速器。并认为第一种方案最好。^①同时潘诺夫斯基还带来了大量关于正负电子对撞机和同步辐射的资料。不巧的是,那时中国正致力于“七五三工程”——计划建造 40GeV 的质子环形加速器,方案已定,对潘诺夫斯基的建议并未太在意。

4.3 留美学者与美国学者不尽相同的意见

3 月 16 日上午,朱洪元和谢家麟仔细研究后认为质心能量为 4.4GeV 正负电子对撞机方案是最适合中国国情的。随即,朱洪元与当时在美国做访问学者的粒子物理学家周光召^②通电话交换关于质心能量为 4.4GeV 正负电子对撞机方案选择的意见,得到了他的支持。^[9]

3 月 16 日下午,朱洪元和谢家麟还与在费米实验室工作的高能所访问学者吴应荣、毛慧顺、张颖祥、周月华、马金沅、韩树容、金炳年、李云山、张乃健,以及所外学者张超冀、何瑁进行座谈,其中 9 人赞同正负电子对撞机方案,仅有张乃建和何瑁支持能量为 5GeV 的高能质子加速器方案。3 月 23 日,他们又与在布鲁克海文实验室的高能所访问学者席德明、冼鼎昌、徐英庭、陈师平、吴坚武、郭嘉诚,以及姚致远(中国科技大学)、陈玉华(原子能所)、叶纯(南京大学)一起讨论,却得到不尽相同的看法。冼鼎昌主张在现有条件下,只做一个同步辐射装置是最好的。冼鼎昌、徐英庭和吴坚武对发展高能物理研究的决策有不同看法,并要求向中央反映群众意见。^③

① 《中国科学院高能物理研究所大事记》,内部资料,北京:中国科学院高能物理研究所,2003 年,第 21—22 页。

② 周光召(1929—),湖南长沙人,著名理论物理、粒子物理学家。1951 年毕业于清华大学,1957 年赴苏联莫斯科杜布纳联合原子核研究所工作,1961 年回国。1976 年转向粒子物理学研究,1979 年 8 月任中科院理论研究所研究员。1980 年 8 月应邀赴美国任弗吉尼亚大学和加州大学客座教授,同年当选中科院院士。被国外视为中国理论物理界的代表人物。1984 年任中科院副院长,1986 年兼任北京正负电子对撞机工程领导小组组长。

③ 《在纽约长岛到布鲁克海文实验室与中国学者讨论高能物理调整记录》,《方案论证第 2 卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-2,第 79—80 页。

在此之前的3月10日,在斯坦福中心的中国访问学者严武光(严济慈之子,后任高能所研究员)、黄涛、郎鹏飞、黄德强、崔化传、赵国哲、顾维新、过雅南、高树琦、王淑琴、王运永、陈朝清、毛振麟、王泰杰、黄因智共15位学者提交了一份“建议建造一台质心能量为6GeV的正负电子对撞机”的书面报告,强调要重视高能物理实验和理论研究工作,为此必须建设加速器、试验设备和相应数据处理系统三大部分。^①

由上可知在美国的中国访问学者们中绝大多数赞同电子对撞机方案,但也存在不同意见。有部分美国物理学家和美籍华人学者私下对此方案表示了担忧。^[10]比如,邓昌黎等人认为电子对撞机的建造难度很大,另外他和威尔逊、袁家骝对现有经费是否够用以及五年内能否建成表示了担心,虽然他们也认为质心能量4.4GeV正负电子对撞机是个好的方案^②。

为了进一步论证正负电子对撞机方案,朱洪元和谢家麟在3月底回到斯坦福中心,分别与该中心的20来名物理学家和加速器专家深入探讨了对撞机的物理目标和技术问题。这时,1976诺贝尔物理奖得主里克特(B. Richter)教授提出了质心能量5.7GeV的电子对撞机方案^[6]。

实际上,严武光等人的提议是在李政道的介绍下,在潘诺夫斯基委托加速器专家格哈德(Fischer Gerhard)负责对中国建造正负电子对撞机的可行性进行研究的基础上提出的。首先,他们请加速器专家佩特森(Ewan Paterson)参考斯坦福中心能量为8GeV正负电子对撞机——SPEAR运行经验进行计算,结果表明建造4.4GeV的正负电子对撞机亮度可提高一倍。其次,严武光和MARK III(斯坦福谱仪三号)负责人莫兹利教授根据斯坦福中心的经费开支,估算出直线加速器、储存环和谱仪各需约1000万美元(当时折合人民币约3000万元),与中国当时给予的资金量相当。^[12]

严武光等人的方案也得到了原本反对中国花巨资建造大加速器的杨振宁教授的支持。杨振宁在给严武光等人的复信中说“BPS下马是件好事。你们对国内情况了解,又到国外来看看,你们的意见一定是中肯的,切实可行的。”^[12]

此外,早在1977年12月,袁家骝、吴健雄和李政道曾致信张文裕提出了建造质心能量为4GeV正负电子对撞机的建议([8],31—32页)。

3月30日,朱洪元和正在弗吉尼亚做访问学者的周光召再次通电话,征求他的意见。周光召支持能够一机两用的正负电子对撞机方案,反对建造能量为几个GeV而流强又不很高的高能质子加速器。^③

4.4 国内对电子对撞机方案的论证

1981年4月15日,邓小平把李政道教授同其他一些外国专家就中国建造高能物理加速器的非正式讨论意见的信件,批转方毅考虑。4月23日,方毅回信给李政道,表示国

① 《关于建造一台正负电子对撞机的建议》,《方案论证第2卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-2,第81—91页。

② 《关于初步论证调整我国高能物理发展方案的情况简介》,《方案论证第2卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-2,第86—93页。

③ 朱洪元《1981年高能物理发展计划调整方案的论证和批准经过》,《方案论证第1卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-1,第9—19页。

内准备在 5 月上旬召开一个讨论会,请有关方面专家参加,进一步论证北京高能物理研究基地的建设方案[2],733 页)。

于是,1981 年 5 月 4—7 日,国家科委“八七”工程指挥部和中科院数理学部在北京香山别墅联合召开“高能物理玉泉路研究基地调整方案论证会”,后称为“香山会议”,包括国家计委、一机部、二机部、四机部、中科院、401 所、理论物理研究所、高能所、北京大学、清华大学、中国科学技术大学、南京大学、郑州大学、云南大学共 14 个单位的 67 名代表到会,其中有王淦昌、胡宁、张文裕、赵忠尧、何泽慧、朱洪元、谢家麟、肖建、胡济民、何祚庥、唐孝威等学部委员 11 人,以及虞富春、高崇寿、施士元、于祖荣、杨桂宫、梅振岳等知名学者。^①

会议上,高能所根据与美方的非正式商谈的结果、以及与中国在美国的访问学者们讨论的情况和所内讨论的结果提出了两个方案:(1) $2 \times 2.2\text{GeV}$ 正负电子对撞机方案(包括探测器和数据处理系统),初步估计需要 9000 万元人民币,批准后用 5 到 6 年建成;(2) 5GeV 质子同步加速器,约用 5 年建成,包括最初 3 个实验费用,总投资约需 8000 万元。高能所倾向于第一个方案。^②

4 日下午,在听取了高能所的方案调整报告后,时任二机部副部长兼原子能研究所所长的王淦昌发表了讲话。他赞成电子对撞机方案,并要求尽可能多搞些应用研究;另建议把在建的 35MeV (7 月 14 日批准能量由 10MeV 升级为 35MeV 的)直线加速器提高到 70MeV 做更多的核物理研究和应用工作。^③ 王淦昌多年从事基本粒子物理和核物理研究,并以发现反西格玛负超子而世界闻名,曾主持了我国第一个高能加速器方案设计,所以他一直支持中国建立自己的基本粒子物理实验研究装置。

在接下来 5 日和 6 日的分组讨论中,与会代表中绝大多数认为 5GeV 质子加速器只能做重复的工作,很难提高我国高能物理学术水平,而且它应用于研究的面也有限,故不足取。对于 $2 \times 2.2\text{GeV}$ 正负电子对撞机方案,绝大多数代表认为这是一个较好的方案,不仅能在较低能区所留的“物理窗口”^④上可能做出有意义的高能物理研究工作,进入世界高能物理的前沿,而且还可以开展多学科的应用研究工作,一机两用。^⑤

最终,香山会议原则通过了高能所玉泉路研究基地调整方案,同意建造一台 $2 \times 2.2\text{GeV}$ 正负电子对撞机的方案。但是,香山会议把 35MeV 质子直线加速器继续下去的决定就使原有的 9000 万元经费中有 2300 多万元要用掉,再除去其他开支后留给正负电子对撞机的经费也就只有 6500 万元左右了。

由于当时中科院实行学部主管业务,所以朱洪元、谢家麟于 6 月 24—26 日向院数理

① 《会议代表名册》,《方案论证第 1 卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-1,第 21—23 页。

② 《高能物理玉泉路研究基地调整方案论证会纪要》,《方案论证第 1 卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-1,第 126—130 页。

③ 《情况简报(第一期)》,《方案论证第 1 卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-1,第 144—146 页。

④ 物理窗口:这里是指在高能物理研究中的聚物理领域所留下的需要深入细致研究的空白区域。

⑤ 《高能物理玉泉路研究基地调整方案论证会纪要》,《方案论证第 1 卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-1,第 126—130 页。

学部第二次常务委员会做了“关于 $2 \times 2.2\text{GeV}$ 正负电子对撞机的方案”汇报。会议基本同意用 350 万元人民币、两年时间进行预制研究,但要求先提交预制研究报告并被正式批准后方可进行。对正负电子对撞机建设方案则要在专家论证后再上报审批。^①

7 月,在河北承德召开的中国高能物理学会第一届会议上重点讨论了正负电子对撞机的方案。经过诸多的汇报、讨论和论证,再加上对撞机有明显的优越性,国内舆论才逐渐向有利于对撞机的方向发展。同月,高能所成立了“正负电子对撞机筹备组”,希望把全所的工作重心转到正负电子对撞机的方案上来。([11],109 页)

5 曲折的初步定案之路

虽然经过上述的努力使大家对高能加速器新方案——正负电子对撞机——有了一定的认识,但是困难和阻力仍然很大。各方面对新方案表示了不同的担心:现在正负电子对撞机有“物理窗口”,几年之后还会有吗?连国外专家都说困难的正负电子对撞机,我们有把握造得出来吗?美国专家 3000 万美金的估价适合我们吗?缺少对大工程的组织管理经验,能保证顺利实施吗?由于过去在大工程上面犯过错误,不少学部委员主张要慎重,还提出了不能只按领导批示办,要实行技术负责人签字责任追究制等等。([11],109 页)

1981 年 8 月 4 日,国家科委“八七工程”指挥部把玉泉路预制研究工程移交给了中科院。这意味着“维持高能物理不断线”的选择权也交到了中科院的手上。9 月 22—25 日,中科院数学学部在北京丰台召开了“ 2.2GeV 正负电子对撞机预制研究方案论证会”(又称为“丰台会议”)。这次会议取得了积极的成果。首先,会议认为正负电子对撞机如能尽快建成,不仅可以开展有意义的物理研究工作,而且可以利用电子存储环产生的同步辐射开展生物、医药、材料科学等方面的应用研究工作。其次,会议对高能所提出的注入器、储存环和探测器三部分 18 个预制研究项目进行了讨论。^②

但同时数学学部也提出了两个问题:(1)技术问题:电子对撞机的亮度建造达不到设计指标时怎么办?(2)进度问题:如果工程被拖了下来,建成时预留的“物理窗口”已经关闭了怎么办?^③

10 月 9 日,在数学学部论证会的基础上,科学院主席团会议得出了如下的倾向性意见:(1)质子直线加速器和能量为 5GeV 的质子同步加速器,经费无问题,可以建造。(2)正负电子对撞机方案的经费超出了 7000 万元人民币,超出部分经费无着落,目前看来不可能建造。但可以进行预制研究,等国民经济好转后再谈。^④

为了利用斯坦福加速器中心的条件进一步深化正负电子对撞机总体设计,也为了取

① 《中国科学院高能物理研究所大事记》,内部资料,北京:中国科学院高能物理研究所,2003 年,第 45 页。

② 《中国科学院高能物理研究所大事记》,内部资料,北京:中国科学院高能物理研究所,2003 年,第 46 页。

③ 朱洪元《1981 年高能物理发展计划调整方案的论证和批准经过》,《方案论证第 1 卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-1,第 9—19 页。

④ 朱洪元《1981 年高能物理发展计划调整方案的论证和批准经过》,《方案论证第 1 卷》,中国科学院高能物理研究所,档案编号:02·13·1-1-1,第 9—19 页。

得正负电子对撞机预制研究项目的相关资料,落实紧缺和尖端器材的购买渠道,科学院按先前的计划派邓照明(时任中科院二局副局长)、朱洪元和谢家麟于10月10日赴美国商谈。1981年国家投资项目大幅削减,3000万元以上的项目属大中型项目,投资接近1亿元的项目的批准难度便可想而知了。根据当时的经济情况和技术难度,为了确保“维持高能物理不断线”的目标实现,科学院主席团做了保守的决定。所以,临行前,科学院院长卢嘉锡向三人传达了科学院主席团的决议:高能物理加速器建设方案还是高能质子加速器。(1)有了质子加速器建造的基础;(2)可用“八七工程”预研的35MeV质子直线加速器作为注入器注入到2—5GeV的质子同步加速器,继续原来的科学研究。而且,由于正负电子对撞机在技术上和物理窗口上有较大的难度和争议,所以需要等到预制研究完成了,再经审批才有落实的可能。^[9]三人就带着这样一个突然改变的方案于10月10日赴美国商谈。

到美国的第二天,三人在斯坦福大学会见了李政道,向他说明了情况。李政道当即表示确定的正负电子对撞机正确方案不能够随便改动,这不仅关系到这次商谈结果,更重要的是关系到中美高能物理合作是否能够顺利进行下去。另外,方毅副总理在1979年应邀访问SLAC时已经表态支持建造正负电子对撞机建设。^[12]由于1981年1月起,美国共和党赢得大选,以里根(Ronald Reagan)为首的在政治上保守和对中国敌视分子颇多的新一届政府开始执政。美国政局的变动对刚刚建立起来的中美关系产生了很大的负面影响。作为中美高能物理合作联系人的李政道深知其中的利害。在李政道等的极力劝说下,邓照明与卢嘉锡院长通了电话,转达了李政道坚持正负电子对撞机方案,电子对撞机方案与能否继续执行与美方签署的高能物理合作协议的决定性关系,以及中美高能物理合作继续下去对中美外交的积极意义和高技术引进的重要作用的意见,还通报了方毅副总理对电子对撞机建设的支持态度。经过近一个小时的协商,最终,卢嘉锡院长同意暂时不提质子方案的事情,先就正负电子对撞机方案的具体细节进行学术性讨论。^[12]这样就基本上保住了原定的正负电子对撞机方案,不仅为中美第三次高能物理合作会议确定了合作内容,而且使10月10日前制定的出访目标得以顺利实现。

10月25日,在费米国家实验室举行的中美高能物理联合委员会非正式会议上,中方不仅通报了中国建造正负电子对撞机的决心,确定了预制研究的项目,而且提出了与各实验室进一步合作的目标,为第三次中美高能物理会议做好了相应准备。([11],112页)

11月2日起,高能所在全所范围内开展为期一周的关于发展高能的方针、办所方向和调整加速器方案的大讨论。在讨论中,谢家麟以自己建造电子直线加速器的成功经验和对正负电子对撞机方案的精确论证做了大量的说服工作。这次讨论统一了对高能物理发展方向的认识,凝聚了人心,并于16日向科学院报送了《中国科学院高能物理研究所五年计划大纲》。

12月22日,邓小平阅李昌(时任中科院党组书记)、钱三强(时任中科院副院长)于12月5日呈递的请求批准在北京建造正负电子对撞机的报告,并作批示“这项工程已经进行到这个程度,不宜中断,他们所提方针,比较切实可行。我赞成加以批准,不再犹豫。”([2],792—793页) 12月25日,在接见李政道时,邓小平对陪同会见的万里和姚依林强调,正负电子对撞机工程进度按5年为期限,经费要放宽一些。([2],793页) 由于

正负电子对撞机方案得到了邓小平的大力支持,建造电子对撞机的费用不足问题自然不再成为项目立项的主要障碍。

至此,中国高能加速器的发展方向——建造北京正负电子对撞机——的讨论终于有了初步结果。当然,这时的报告中关于北京正负电子对撞机和谱仪——能量为 $2 \times 2.2 \text{ GeV}$ 的正负电子对撞机和大型探测器——方案尚处于概念设计阶段。

6 小 结

北京正负电子对撞机方案方向的初步提出与确定过程也有许多值得回味的地方。

首先,在北京正负电子对撞机方案确立之前,中国的高能物理加速器建设经历了非常曲折的历程。这与当时的政治经济环境的影响是分不开的。从《1956—1976 年科学技术发展远景规划》开始,到《1963—1976 年科学技术发展远景规划》和《1978—1985 年科学技术发展远景规划》中,高能物理加速器建设一直都被列为重点发展项目,却也遭到一次次的流产。究其原因,政策目标的实现还要取决于国家经济力量和政治环境的安定。经济力量和政治安定也成为制约中国高能物理加速器建设的根本因素。因为大科学装置完全依赖于国家的财政支持,世界各国都是如此,所以发展高能物理加速器的政策的效力还受经济基础的制约。而财政的支持又与政治环境密不可分,可以说是受制于政治倾向性。这就要求在制定科技发展政策时要采取尽可能避开政治因素干扰的措施,确保科技发展政策连续性和政策效力的实现。要保证科技政策的连续执行,建立相对独立的审议、监管机制以防范政府执行政策的随意性也是极为必要的。

北京正负电子对撞机工程方案之所以成功确立,与其说是科学技术方案正确选择的推动,还不如说是科学技术发展在政治驱动下取得的成功。这不仅得益于邓小平等领导人对通过发展基础研究来引进高科技的考虑,而且也更得益于“科学技术是生产力”的战略国策。正如李政道所言:有什么样的认识,就有什么样的科技政策,就有相应的结果,会直接影响一个国家的科技发展 [8], 48 页)。

其次,中国高能加速器的发展是中美高能物理合作为中国播下北京正负电子对撞机这粒希望的种子。首先,如果没有中美科技合作关系,尤其是中美第一个科技合作项目——中美高能物理合作项目的建立,高能物理加速器建设可能真的就会断线了。其次,假如没有中美间的高能物理合作的建立,即使潘诺夫斯基提出的适合中国的正负电子对撞机方案被我们接受,根本不具有正负电子对撞机设计建造经验的我国也难以在较短的时间内跨越研制高科技大科学装置的难关。由此可见,科技交流合作对某一时期科学技术的持续发展能起到一定程度的保障和推动作用。

正是通过中美高能物理合作的特殊途径,我们不仅很快掌握了难度极大的电子对撞机和大型探测器的设计、研制和建造技术,而且拿到了美国原本对中国禁运的各种先进设备整机和部件(例如,先进的计算机系统、快电子学元件和特殊尖端的测试仪器等 [11], 112 页),并获得了美方从一般技术员到专家教授的各个层次的对口技术援助,为北京正负电子对撞机工程的顺利按时成功建造创造了条件。通过中美高能物理的顺利合作,中国很快实现了在世界高能物理研究前沿占有一席之地的梦想,同时也带动了中国很多高

科技领域的跨越发展。

中美高能物理合作开启了中国与外国科学技术合作的先例,不仅为中国引进了高科技设备,培养了高能物理各层次研究人才,更为中国输入了先进的管理方法和经验,推动了中国高科技的发展,实现了由基础物理研究项目合作渠道引进高科技的目标和“高科技带动战略”的实现。

再次,北京正负电子对撞机方案的提出、确立和建造等,与华裔科学家们背后的努力推动是分不开的。在中国高能物理人才培养上,李政道、丁肇中、邓昌黎等美籍华裔科学家先后利用个人职权和关系为中国学生联系导师,以民间途径解决中国与美国等未建交而不能公派留学的壁垒。特别是李政道花了很大心血和努力在 1979 年提出的中美联合招考研究生项目(China-United States Physics Examination and Application Program,简称 CUSPEA),从 1979 年开始到 1989 年实施了 10 年,送近千名中国学生到美国深造。在寻找适合中国的高能物理加速器方案上,李政道利用自身在美国物理学界的影响,并动用私人关系动员美国的高能物理学家为中国提供帮助。在具体的合作中,李政道亲自参与其中,积极协调,努力推动,使合作得以顺利进行。这表明,在国际间的科技合作中,在合作协议框架之外,充分尊重华裔科学家意见和建议,并积极借助他们的关系网络和影响也是值得借鉴的经验之一。

最后,正负电对撞机方案之所以屡次提出后并未受到应有的重视,与当时中国物理学家们对高能物理加速器发展方向的认识不全面有关,也与中国当时的高能物理人才中缺少从事电子对撞机这类新型加速器研究的人才有关。这一点从国内组织的关于北京正负电子对撞机方案论证的曲折历程中也可以明显看到。当时,中国国内的学者和专家们不能对电子对撞机方案提出针对性的意见,高能所的方案论证材料也基本是美方提供的,因为国内当时没有从事电子对撞机研究的专家,缺少相应的知识和人才。而人才是科学技术发展的最根本的决定力量,没有所需的人才作支撑,就很难正确把握科学技术发展的方向,也很难在科学技术发展中有所作为。因此,解决科学技术发展落后的关键途径就是要大力培养各方面的人才,尤其是基础科学技术研究人才,因为基础科学研究往往是科技创新的支撑和来源,基础科学研究的装备往往是高新技术的集中区。

致 谢 感谢原高能物理研究所所长叶铭汉院士的热心审改,首都师范大学物理系王士平教授的悉心指导,《中国科技史杂志》审稿人提出宝贵的修改意见,高能物理研究所档案室屈彬、黄丽等老师在查阅档案时的热情帮助。

参 考 文 献

- 1 施宝华,陈金武.北京正负电子对撞机对撞成功[N].人民日报,1988-10-20.
- 2 冷溶,汪作玲,等.邓小平年谱(一九七五—一九七九)[M].下册.北京:中央文献出版社,2004.1256.
- 3 科技中国 55 个新第一[N].科技日报,2004-09-28.
- 4 柳怀祖. *Ye Minghan in the Development of High Energy Physics in China* [C].北京:中国高等科学技术中心,2005.
- 5 丁兆君,胡化凯.“七下八上”的中国高能加速器建设[J].科学文化评论,2006,(3):85—104.
- 6 (美)基本粒子物理专门小组.基本粒子物理学[M].沈齐兴,王平,毛慧顺译.北京:科学出版社,1992.199—201.
- 7 冷溶,汪作玲,等.邓小平年谱(一九七五—一九七九)[M].上册.北京:中央文献出版社,2004.418.

- 8 中国高等科学技术中心. 李政道文选(科学与人文) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2008. 38.
- 9 谢家麟. 关于北京正负电子对撞机方案、设计、预研和建造的回忆片段 [J]. 现代物理知识, 1993, (增刊): 28—34.
- 10 方毅传编写组. 方毅传 [M]. 北京: 人民出版社, 2008. 539.
- 11 谢家麟. 没有终点的旅程 [M]. 北京: 科学出版社, 2008. 107.
- 12 严武光. 拳拳赤子心, 悠悠报国情 [J]. 现代物理知识, 1993, (增刊): 67—69.

The Proposal and Decision to Build the Beijing Electric Positron Collider

WANG Xiaoyi,

(Popular Science Press, Beijing 100081, China)

BAI Xin

(Department of Physics Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract Between 1975 and 1977, the construction of a Chinese high-energy accelerator was planned and then cancelled six times. The 7th high energy accelerator project, the so called 87 Project, was suspended at the end of 1980. Through the efforts of Zhang Wenyu and other high-energy physicists, Deng Xiaoping approved that the remaining money of the Eighty-seven Project should be used for the development of high-energy physics. After tortuous discussion, with the help of cooperation between China and the U. S. and on the basis of accepting the advice of T. D. Lee, P. W. H. Panofsky and others physicists, the BEPC plan was finally chosen as the way forward for the Chinese high-energy accelerator project. Thus, at last, BEPC became a major world center for the study of high-energy physics.

Key words BEPC, 87 Project, Cooperation between China and the U. S. in High-energy Physics, P. W. H. Panofsky, T. D. Lee