

# 对撞机的成功与李政道的付出

## ——祝贺李政道先生九十五寿辰

郑志鹏

(中国科学院高能物理研究所 100049)

2018年10月在高能所举行大会,隆重纪念北京正负电子对撞机(BEPC)建成三十周年,大家共同回顾了BEPC走过的不平凡的历程,总结了三十年来在高能物理、加速器、探测技术、同步辐射应用等方面取得的举世瞩目的成就。在会上宣读了李政道的贺信。他热情祝贺北京正负电子对撞机建成30周年,说这是中国在国际高能物理领域占一席之地并取得一系列重大成果的30年。他衷心期待对撞机做出更多世界一流的成果,继续保持国际领先地位,为人类探索物质结构的奥秘做出更大贡献。李先生的贺词客观评价了BEPC建成三十年来取得的成就。大家都知道成果来之不易,不会忘记这些成就的取得离不开李政道先生辛勤的付出,不由得回忆起BEPC是如何从三十多年前的艰难时刻走到今天的。

我结合亲身经历写此回忆文章,彰显李先生的贡献,以此种方式来祝贺李政道先生九十五寿辰。

### 一、危机关头提出新方案

从20世纪50年代,中国科学家就有一个梦想,希望在中国有一个自己的高能物理实验基地,(主要包括高能加速器和探测器),可以自主地开展高能物理实验工作。梦想实现的道路漫长而曲折。直到1975年国家才同意建造一台40 GeV(400亿电子伏)质子同步加速器,(后能量扩大至50 GeV(500亿电子伏))。正当该项目预制研究进行不久,1980年该工程项目因国民经济调整而下马。这不异于

给中国高能人当头泼了一盆冷水。

就在这关键时刻,李政道先生提出了一个挽救高能物理的方案,即建造一台 $2\times 2.2$  GeV(质心系能量44亿电子伏)正负电子对撞机(实际上他在1977年就曾提出过这一方案,只是当时国家已定质子加速器方案而未被采纳)。他首先说服中国物理学家,请高能所的朱洪元、谢家麟两位专家到美国几个高能物理实验室进行调研。调研后他们两人以及多数中国高能物理学者经过认真研讨后认为这个方案既有丰富的物理窗口,建造价格又相对便宜,只有50 GeV质子同步加速器的三分之一。虽然对撞机技术复杂,但中国人完全有能力掌握这些技术。于是李政道先生利用各种机会向邓小平同志和有关领导阐述中国高能物理基地建设的必要性以及选择正负电子对撞机的理由。邓小平听取了各方面意见,李政道先生的意见起了关键作用,于是在1981年12月22日对中科院提交的关于建造 $2\times 2.2$  GeV正负电子对撞机报告上批示“我赞成加以批准,不再犹豫”。1983年国家正式下达批准文件。1984年10月7日北京正负电子对撞机工程破土动工。邓小平等国家领导为工程奠基。李政道及参加第五次中美高能物理联合会议美方代表也参加了奠基仪式。

### 二、建造对撞机亲力亲为

在BEPC建造过程,李政道先生全身心地投入。他经常回国,关心对撞机和谱仪的进展情况,

和周光召院长、叶铭汉所长、谢家麟先生(对撞机工程经理)、谷羽同志(对撞机四人领导小组组长)商议对撞机工程建设大计,经常提出好的建议。他深知 BEPC/BES 是由中国人自主设计,大部分部件是中国建造的,但为了抢时间,确保工程质量,一些关键的先进技术和经验如能得到美国有关国家实验室的帮助,将会大大提高 BEPC/BES 的先进性并能少走弯路,节省建造时间。李先生认为此事完全可以利用每年一次的中美高能物理联合会议来解决。他是中美高能物理联合会议的倡议者,美方核心成员,在代表团中享有很高的威信。一旦我们在中美高能物理联合会议向美方提出我们急需的一些有关加速器、探测器、自动控制、电子学、计算机的关键技术、设备部件或软件名单时,李先生就在会上给予支持,会下进行协调,帮助落实。在他的积极斡旋下,最终我们得到美方相关实验室的承诺,并写上会议纪要予以执行。自 1988 年起,我成为中美高能物理联合会议中方成员,亲历了李政道如何在会上会下,说服美方,热心帮助我们解决困难的场景,拳拳之心溢于言表,令人感动。

全体参建人员经过四年的艰苦拼搏,1988 年 10 月初对撞机、谱仪接近完成。此时李政道先生向叶铭汉所长建议,最好对撞机能赶上 10 月下旬召开的第九次中美高能物理联合会以前对撞成功,让美方专家来认可、分享这一时刻。于是在全体人员加班加点努力下,终于在 10 月 16 日凌晨,在 BES 的亮度监测上显示出了电子小角度散射信号,证实了正负电子在谱仪中心发生对撞,说明对撞机正负电子对撞成功。

我们将此消息第一时间通知了有关领导。经确认后也通知了李政道先生,他知道后非常高兴,向我们表示祝贺。10 月 24 日邓小平等党和国家领导人视察了 BEPC 和 BES。邓小平由李政道全程陪同,兴致勃勃地参观了对撞机和谱仪,并当面向李先生表示感谢,感谢他对对撞机建设所做贡献。

邓小平还接见了对撞机建设人员和参加第九次中美高能物理联合会的美方成员,之后他发表了

“中国必须在世界高科技领域占有一席之地”的重要讲话。

### 三、倡议成立 BES 合作组,支持 $\tau$ 轻子质量测量实验

1990 年初的一天,李先生见到我问起 BES 的进展,我说谱仪已进入最佳运行状态,现正在  $J/\psi$  峰上取数。他很高兴并勉励我们要早出成果,出好的成果。他又说,因为对撞机亮度高,谱仪性能好,美国的一些物理学家对这个能区物理很感兴趣,他们有意参加 BES 的数据分析,问我有什么意见?我说事前我们已听周光召院长说过此事,我们一致欢迎美国同事参加。他们丰富的经验,特别是数据分析方面的经验对我们是十分需要的。在李先生和潘诺夫斯基(Panofsky)教授的促进下,BES 合作组开始积极筹建。不久美国科罗拉多大学 W.Toki 博士访问高能所,与中国 BES 同事进行了很好的交流,并表示希望共同分析数据的愿望。年底 SLAC 所长 B.Richter 访问高能物理所与高能物理所签署了成立 BES 合作组的 MoU。1991 年初中国学者应邀访问了美国 SLAC 等单位。5 月合作组正式成立。中方有 90 人,最早只有高能所一个单位,后中国科大、山东大学等高校陆续参加进来。美方 20 余人来自美国的十个大学、研究所。

合作组成立后的第一项工作就是  $\tau$  轻子质量测量。这是中国同事首先提出的方案,得到美国同事的支持。在我们酝酿该方案时我曾征求过李先生意见,向他说明我们为什么要做和如何做  $\tau$  轻子质量测量实验。他仔细询问过实验安排的细节和预期的精度后说:这是检验  $\tau$  轻子普适性是否成立的重要实验,你们要抓紧时间做。他从更高的角度来看这个实验,对我们是一个很大的支持和促进。按惯例,实验开题需要国家实验室学术委员会的批准。最初一些委员认为  $\tau$  轻子质量测量实验风险较大,希望做一些比较保险的如  $J/\psi$  物理有关的实验。在两天的审批会上我们详细地讲了该实验的

意义和迫切性以及实验的细节所做的安排,可达精度的估计等。最终得到了大多数委员的支持,实验得到批准。

从1991年8月至1992年3月在中美两国物理学家的共同努力下,顺利完成了 $\tau$ 轻子质量测量实验,实验精度比以往实验提高了十倍,所测 $\tau$ 轻子质量值纠正了7 MeV的偏差后,确认轻子普适性规律是正确的。结果一出来,我第一时间告诉了李先生,他兴奋之极,并邀请我到不久后在华盛顿举行的华人物理大会上报告这一结果。会议由李先生主持,我报告后他给予很高评价,认为是近年来高能物理最重要的实验。会后反响很大。以后BES合作组同事分别在不同会议报告此结果,引起高能物理界极大的关注。这是BES上第一个成果,开了个好局,提高了BES的信誉,增强了合作组的信心,为以后源源不断的物理成果取得打下了良好基础。

李政道先生非常看重这项BES的新研究成果,在1992年庆贺赵忠尧先生90大寿时,李先生赠送给他老师的礼物是一幅装裱 $\tau$ 轻子质量测量的二维拟合彩图。他在讲话中说:赵老师是正电子湮灭现象的发现者,是中国物理界的先驱,培养了一大批优秀人才。这次将中国物理学家最新成果献给他,说明中国物理在几代人的努力下不断地发展,大家不会忘记开拓者的功劳。当然,我们也不会忘记李

先生对BEPC/BES的贡献以及从一开始就对 $\tau$ 轻子质量测量实验给予的大力支持和鼓励。

#### 四、对BEPC未来的考虑

李政道先生没有止步于BEPC建造的成功,他在思考BEPC/BES的下一步。1994年初我和BEPC的几位同事提出 $\tau$ -c工厂(即工作在与BEPC相同的 $\tau$ -粲能区,但亮度比BEPC提高100倍的正负电子对撞机,又称 $\tau$ -粲工厂)可以作为BEPC未来发展的首选。我们向他提出这一看法以后,他没有立即表态。他慎重的原因是 $\tau$ -c工厂虽好,但面临着世界上不久将建造的两个B工厂(一个在美国,一个在日本)的巨大挑战。因为它们在生产大量B粒子的同时也可产生大量的 $\tau$ -粲粒子。那么在两个工厂建好后, $\tau$ -c工厂还有存在的必要吗?

为了解答这一问题,在李先生和潘诺夫斯基教授倡议下,当年在SLAC召开了来自世界各地的三十多位高能物理学家参加的大会,探讨在B工厂时代, $\tau$ -c工厂还有优势吗?我和高能所的王书鸿、黄涛、吴英志等人参加了会议,并应邀做了报告。李先生和潘诺夫斯基教授出席了会议,认真听取每一个报告和发言。会议两种不同意见针锋相对。一派认为B工厂能产生与 $\tau$ -c工厂差不多的事例,因而B工厂可以取代 $\tau$ -c工厂。这一派的代表人物是



图1 (a)李政道拿着 $\tau$ 质量测量二维拟合图;(b)作为礼物赠与赵忠尧先生

SLAC的所长B.Richter,另一派是中国代表和在 $\tau$ -粲能区工作过的物理学家。他们认为,虽然两者产生的粒子数差不多,但 $\tau$ -c工厂有较低的本底,可使用特有的双标记方法,提高信噪比,大大减小系统误差。此外,在 $\tau$ -粲能区特有的 $J/\Psi$ 及其激发态峰位和 $\tau$ 产生阈是B工厂所没有的。我在报告中还引用了 $\tau$ 轻子质量测量的例子,说明有些特点B工厂是无法取代的。吴英志报告了 $\tau$ -c工厂的初步设计。SLAC的蔡永赐教授在报告中提出用 $\tau$ -c工厂的极化束测量 $\tau$ 的CP破坏的物理建议非常吸引人,显示了 $\tau$ -c工厂的优势。大会十多个邀请报告后,专设一个圆桌讨论会,有针对性地讨论焦点问题。讨论进行得十分热烈,大家各抒己见,但每个发言都是以数据为依据,尊重事实,以理服人。会议最后由B.Richter作总结发言。他说听了大家的报告和讨论后,他的观点有所改变,他现在支持 $\tau$ -c工厂有它的特色,不可由B工厂取代。在B工厂之后建造 $\tau$ -c工厂的建议是合理的。他的观点有代表性,有说服力。大会开完后,已是深夜,李政道先生把我留下说:“我现在正式表态,支持你们将 $\tau$ -c工厂作为未来发展目标的设想。但其建造有很大的技术难度,要团结中国高能物理界的同事共同努力才能克服”。李先生是世界著名的理论物理学家,为了得出正确判断,他耐心参加了三天会议,认真听了每一个报告,虚心听取不同的观点,然后才做出判断。这种谨慎的态度,虚怀若谷,尊重事实的精神令人钦佩。

回来以后,我们立即开展 $\tau$ -c工厂可行性研究工作,内容包括物理目标研讨,高亮度对撞机关键技术和概念设计,高性能探测器的关键技术和设计等。高能物理界的理论人员,加速器、探测器的学者、工程人员都踊跃加入进来。可是马上遇到一个问题,可行性研究的经费从何而来?我们只好向李先生求援,他答应想办法。一天李先生在高等科技中心宴请朱镕基总理,让我也参加。在席间,他对朱总理说:高能所一些人提出建造 $\tau$ -c工厂作为未来发展方案,现在让郑志鹏向您汇报一下。于是我花了约五分钟时间介绍什么是 $\tau$ -c工厂,可以做哪些物

理工作,在今后国际竞争中所处地位。朱总理问了几个问题,有的我回答,有的李先生回答,他的回答更简单明了。最后朱总理表态支持开展 $\tau$ -c工厂可行性研究工作,并问我需要多少经费。我想了一下后作了回答。他问我这笔经费怎么使用,我也认真做了回答。听后他点头说:这笔经费我想办法筹措。不久后,这笔经费直接由政府拨了下来,使我们得以顺利地展开可行性研究。经过一年的努力, $\tau$ -c工厂可行性研究任务完成了,成果汇集成书。

与此同时李先生开始筹划如何由中国牵头开展国际共建的事宜。他先联系了美国的SLAC, ARGONNE等国家实验室,都得到积极响应。ARGONNE的主任Price表示如建造他们可以承担总经费的四分之一。以后又得到了日本KEK的响应,愿出总经费的五分之一。李先生于1994年10月13日写信给江泽民主席和朱镕基总理,建议在BEPC的基础上,建造更高亮度的 $\tau$ -c工厂(李政道文录60~64页)。在信中他首先提到在BEPC上获得的 $\tau$ 轻子质量测量的成果,然后解释什么是 $\tau$ -c工厂,为什么要建造 $\tau$ -c工厂,以及1994年8月份SLAC国际讨论会上高能物理专家的共识。李先生在信中提出要采用以中国牵头,美国、日本参与的国际合作模式。他还提到美、日愿意承担部分经费的意向,这样中国只需投资一部分就可以了。

由于各种原因,建造 $\tau$ -c工厂的设想并没能实现,但 $\tau$ -c工厂的预制研究在以后BEPCII/BESIII的升级改造中起了很好的样板作用。BEPCII/BESIII工程实施过程从 $\tau$ -c工厂可行性研究中吸取了许多有益的借鉴,如 $\tau$ -c工厂提高对撞机亮度的措施:双环、多束团、强流、超导等技术都可用在BEPCII上,探测器设计的经验如采用高分辨率的碘化铯晶体做电磁量能器,采用超导磁铁提高磁场强度等也对BESIII有很大参考意义。同时可行性研究中论述的 $\tau$ -粲能区的不可替代性,说明在B工厂时代仍有建造未来高亮度BEPC的必要性都对说服领导和科技界支持BEPC的重大改进有重要作用。在BEPCII/BESIII升级改造计划自始至终都得到李先生的

大力支持和推动。

## 五、题词尽显关怀

BES物理成果前后汇集成两本书出版,都得到李政道先生大力支持,他应邀为两本书题写了书名。事情虽小,却反映了李先生对BES物理一贯的关心。

这里还要提及的是李政道先生对中国学术期刊的关怀,并亲自为期刊撰写论文的事。现以CPC (*Chinese Physics C*)杂志为例,这是中国高能物理与核物理的英文期刊,长期以来都为高质量的稿源发愁。2006年的一天,我在参加高等科技中心的学术活动中见到李先生,说起国内学术期刊的苦衷:好文章都发往国外了,国内杂志很难吸引到高水平的文章。趁此机会我向他介绍了CPC学术期刊,并以主编的名义向他约稿。他问了我几个有关期刊的问题后,要我把近期出版的期刊先寄给他看看。于是我马上照办了。没过多久,他将一篇与同事合作完成的重要论文: *A Possible Relation between the Neutrino Mass Matrix and the Neutrino Mapping Matrix* 寄来,向CPC投稿。我们喜出望外,经过正常的审校程序后,用最快的时间发表了。发表后引用率非常高,影响很大。以后李先生又陆续写了两篇论文投来,发表后都有很高的引用率。2012年,恰逢CPC创刊35周年,我们请李先生题词纪念。他欣然同意,不久就将题词寄来,并还写信祝贺。李先生题词在期刊上发表后影响极大。在李先生带动下,期刊不断收到一些高水平的文章。以后我们又获得了AME(原子质量评估)和PDG(粒子数据表)的刊载权,使杂志上了一个新台阶。2015年CPC的影响因子达到3.76,比前几年的0.3提高了十倍还多。这标志着CPC已进入国际物理优秀期刊行列。现在CPC已成为国际高能物理界公认的一流杂志。大家不会忘记李先生在我们期刊困难时所给予的支持和投稿。

说起题词,还有最近发生的一事值得一提。

2018年迎来了广西大学100周年校庆。广西大学领导考虑到学校的杰出校友李崇道是李政道的哥哥这一层关系,试图求得李先生的一幅题词。他们没有把握来问我,我只好向中国高等中心的王垂林教授打听。他询问了李先生,得到了李先生的同意。于是广西大学校长写信给李先生,介绍了广西大学的历史和现状,提到了李崇道先生于1942年,在广西大学农学院畜牧兽医系学习,1946年以优异成绩毕业。毕业后工作在畜牧兽医学方面多有建树,在业界有极大声望,是广西大学的杰出校友。如果能在百年校庆时得到李政道先生的题词则对广西大学师生是一个很大鼓舞。李先生收到信后不久就寄去了“庆贺广西大学九十周年校庆 九十载桃李芬芳发达广西 新时代再创辉煌复兴中华”的题词。该题词成为广西大学百年校庆的珍贵礼物,影响很大。庆典时挂在显著位置,庆典后珍藏起来。

## 六、CUSPEA的深远影响

最后,我要提一下李政道先生对中国科教事业做出很大贡献的一项工作——CUSPEA。改革开放后,他开创中国年轻学者赴美第一流大学留学的新模式:CUSPEA,即China-U.S. Physics Examination and Application(中美联合培养物理类研究生计划)的英文简称。设立这一项目的初衷是基于40年前,李政道先生回国访问讲学之时,目睹当时祖国面临人才断档的严重危机状况,使他忧虑万分。他从自己成长的经历中深切感到,必须尽快为祖国的一批年轻人创造系统学习和发展的机会,特别是让他们能到美国世界第一流的研究院和大学去系统

祝贺

中国物理C(高能物理与核物理)杂志创刊35周年

李政道题  
2011年九月十日

图2 李政道给中国物理C杂志创刊35周年题词



图3 李政道与郑志鹏在中国高等科技中心

学习,这才是培养人才的一个长远之计,也是他义不容辞的责任。正是出于这样的考虑,李先生才在1979年设计了这一独特的CUSPEA项目。

为了实施这个项目,他来回穿梭于中美两国,费尽心血,克服重重困难,于1980年2月项目正式启动。后来项目逐步扩大,到1988年合作院校扩大到76所美国大学,21所加拿大大学,95所中国大学。该项目先后培养了915名物理学高级人才,个个是物理界有成就、有影响的学者,其中有院士、国际大奖获得者、成功的高科技发明家和企业家。他们中的30%回到祖国,为祖国做贡献。

回到高能所的有四位,都为BEPC/BES建设做出贡献。李卫国、许榕生、漆纳丁、王平都是在对撞机建设中最需要的时候回来了。他们在美国在高能物理,探测器硬件,软件都受到极全面的训练,回国后正是他们发挥作用的时候。李卫国参加了北京谱仪早期的工作,后负责的BESIII建造,做出很大成绩。许榕生为北京谱仪的分析软件做贡献同时主持了高能所计算中心的互联网工作,为中国第

一条互联网在高能所的建成立下了汗马功劳。漆纳丁是BES上第一项重要实验 $\tau$ 质量测量主要参与者,做出了贡献。王平在美国学理论,回国后参加北京谱仪的物理分析,在推动理论与实验的结合方面做了许多工作。

## 七、祝寿

在李政道先生九十五周岁生日即将到来之际,写下此文回忆他为祖国科学教育事业做出的巨大贡献,让人们永远记住他高尚的人格品质和伟大的爱国主义精神。

祝李先生九十五岁生日快乐,健康长寿,青春永驻。祝他为中国科学、世界科学做出更多贡献。

作者简介:郑志鹏,中科院高能物理所研究员,原所长。1982年参加北京谱仪建造,1986年负责北京谱仪工作。30年来见证了北京正负电子对撞机/北京谱仪的发展历程。