

李政道与中国的同步辐射

陈和生 陈森玉

(中国科学院高能物理研究所 100049)

李政道先生在阔别 26 年后的 1972 年 9 月，携夫人重返祖国大陆，受到周总理的亲切接见。1974 年 5 月李先生第二次回国，受到毛主席的亲切接见。

1972 年 9 月，周恩来总理对张文裕和朱光亚等 18 位科学家关于《在中国开展高能物理研究和加速器的预制研究工作》的建议信，做出“这件事不能再延迟了”的重要批示，预示中国高能物理研究的春天来临。1973 年 2 月高能物理研究所成立。周总理的批示也是当时对四人帮破坏中国的科学和教育进行针锋相对斗争的重要战略部署之一。

从重返祖国大陆时起，李政道先生就以一颗赤子之心开始了他对“对中国的现代化，我不能袖手旁观”的努力，精心策划和启动了一系列培养人才的项目、讲座和对外交流等。

李先生同时致力于推动中国高能加速器工程建设，以迅速培养和锻炼高科技人才队伍和提升中国的科技实力为目标。

同步辐射装置是基于电子加速器的大型多学科交叉研究平台，为诸多领域的研究和应用提供了先进研究工具，并成为大型综合研究中心的核心和国家创新体系的重要单元。李先生高瞻远瞩，在谋划北京正负电子对撞机（BEPC）建设规划之初，就积极推动中国同步辐射的发展。

在李政道图书馆落成之际，我们想借此机会回顾李先生倡导、支持和帮助中国同步辐射事业发展的历

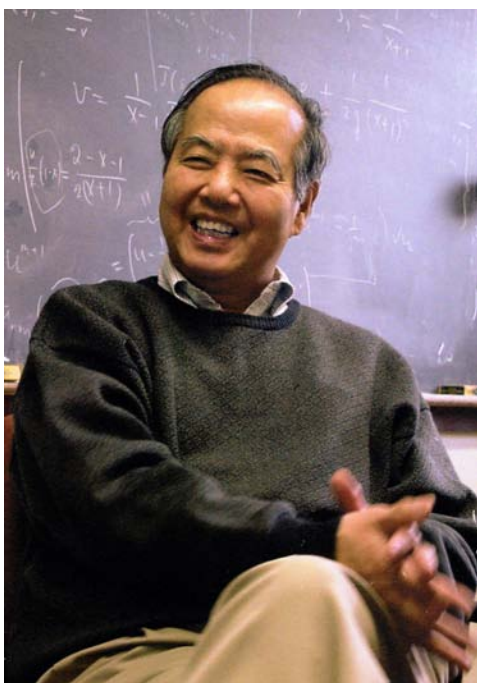


图1 李政道

史足迹。

李先生倡导和推动我国同步辐射事业

这要先从推动建造北京正负电子对撞机说起，因为建造电子环形加速器，就必然伴随同步辐射。

哪一种加速器更适合中国起步

高能物理研究所在 1973 年成立后就开始了建造高能粒子加速器的研究和设计构想，基本方案选择了高能量质子同步加速器。在设计阶段，1976 年 10 月，高能所邀请美国加速器专家潘诺夫斯基（W. H. Panofsky）访问

中国。

潘诺夫斯基找李政道先生讨论：哪一种加速器更适合中国起步？他们的一致意见是：几十亿电子伏的正负电子对撞机。李先生准备了电子对撞机和同步辐射的资料，请潘诺夫斯基带给高能所。

李先生回忆：1977 年 2～3 月，第三次回国访问。回国期间，继续与中国科学院高能物理研究所讨论建造加速器的问题，提出建造正负电子对撞机的建议。

“文革”结束后，基于对国家经济状况的乐观估计，也期望建造一台具有世界水平的高能加速器，把质子环形加速器的能量定在 50 GeV。1977 年，中央批准了这个项目，预计 1987 年建成，称之为《八七工程》。

1978 年 2 月 11 日，袁家骝、李政道、吴健雄一起，写信给张文裕所长，建议中国建造正负电子对撞机。

* 本文是陈和生院士于 2014 年 12 月 28 日在复旦大学“李政道图书馆”落成典礼上的演讲。

尽管如此,对国内计划建设的50 GeV质子环形加速器,李政道先生仍然积极支持。

促成中美高能物理领域的正式合作

1979年1月,在邓小平同志访美期间,两国政府签订了《中美两国高能物理合作协议》,成立了中美高能物理联合委员会,开始了中国科学院高能物理研究所和美国能源部五大国家实验室的正式合作。李政道先生对协议的达成做出重要贡献,并大力推动协议的实施。

李政道和潘诺夫斯基一起,组织了第一次中美高能物理合作会谈。从此,中美高能物理联合委员会每年召开一次会议,检查和落实合作项目。直至2011年退休,李政道先生是唯一一位参加了每次中美高能物理联合委员会年会的物理学家。

李先生提出建造电子对撞机的具体意见

1980年底,我国调整国民经济,中央决定“八七工程”下马,但高能不能断线,可利用剩余经费进行小规模建设。

选择哪种加速器,能在有限的经费条件下建成,能做出有意义的高能物理结果,又能锻炼和培养高能人才队伍?我国高能物理的发展路线面临重大抉择!

1981年3月19日,李先生给高能所张文裕所长写信:“……在一个月前我就委托了各专家,尤其是潘诺夫斯基和SLAC实验室的多位物理学家做了很详细的分析……请立刻下决心做 e^+e^- Collide (~ 4.4 GeV Center of mass)的加速器和探测器。

在现在调整的经济范围内,以物理的角度来看, e^+e^- Collider是唯一的可能……”。

1981年7月18日,李政道先生给张文裕、朱洪元和谢家麟的信里,更具体建议:因为正负电子对撞机对中国是一个新方向,不妨尽量采纳SLAC的SPEAR和MARKII的蓝本。这样可以减少很多不必要走的歧路。

李先生在《我和祖国的高能物理事业》(2005年)一文中写到:用于高能物理研究的电子对撞机,在进行基础科学研究的同时,可以进行重要的同步辐射研究。所以,我和很多物理学家都认为电子对撞机是“一箭双雕”的好方案。

又说:“主要是出于三方面的考虑。其一,从基础科学研究上看,这个方案在20世纪80年代有重要的物理工作可以立刻去做,因而可以在较短的时间里为祖国培养一支有世界水平的高科技人才队伍;其二,从应用科学上看,具有同步辐射功能的对撞机方案有很重要和广泛的应用科学研究用途;其三,符合当时中国的经济能力和高科技人员的实力。”

1981年12月,邓小平接见李政道,明确表态要建造正负电子对撞机。

北京正负电子对撞机建设方针:一机两用

北京同步辐射装置(BSRF)建设在高能所从零开始,因刚开始组建科学技术队伍,所以完成初步设计稍晚于BEPC。

1982年版的BEPC工程初步设计方案给出了北京同步辐射装置规划图,在其后的补充版给出了BSRF初步设计方案,包括两条光束线和三个实验站。1983年11月,BSRF合作项目纳入了中美高能物理联合委员会的第四次会议,以后连续几届会议都协调BSRF人员的请进和派出,及设备采购等。

李先生推动了同步辐射在中国的应用

BSRF尚在建设中,李先生就积极部署在中国培育同步辐射用户。

1988年5月,李先生邀请了十位国际著名专家到高能所,参加由“中国高等科学中心”组织的“同步辐射应用国际讨论会”,BSRF建设者和用户单位共九十多位代表参加了这次会议。

李先生说:“这个会为了提高中国科学家在尖端科学领域的水平和学术地位,为年轻科学家提供良好的学习机会而举办的。”“为期两周的交流涉及同步辐射研究的各个领域……有助于对中国在同步辐射领域的研究开发,对促进中国科学技术和工业水平的提高有很大意义。”

在会议筹备中,李先生邀请国画大师李可染先生作了一幅画——晓阳辐射科学光(图2)。在这里,李先生引用了宋代关于超新星爆发的记载:公元1054年8月,天空中出现了一个赤白色芒角状“客星”,《宋会要》中记载了此星在天空二十一个月停留期间的位置、亮度、颜色和形状。是世界史上第一次对超新星



图2 晓阳辐射科学光

爆发最详细的记载。

李先生为画配诗：牧童遥望求知切，晓阳辐射科学光。他以这幅画，寓意当代年轻科学家们，对中国发展同步辐射的向往。也是李先生对祖国科学事业发展的期许。

李先生领导的中国高等技术中心（CCAST）把同步辐射研讨会和讲习班作为主要活动领域之一，2001～2012年间组织的活动：

2001.8.25～9.1 同步辐射应用

2004.6.15～22 同步辐射及其应用

2006.6.5～9 同步辐射纳米生物和医学成像国际研讨会

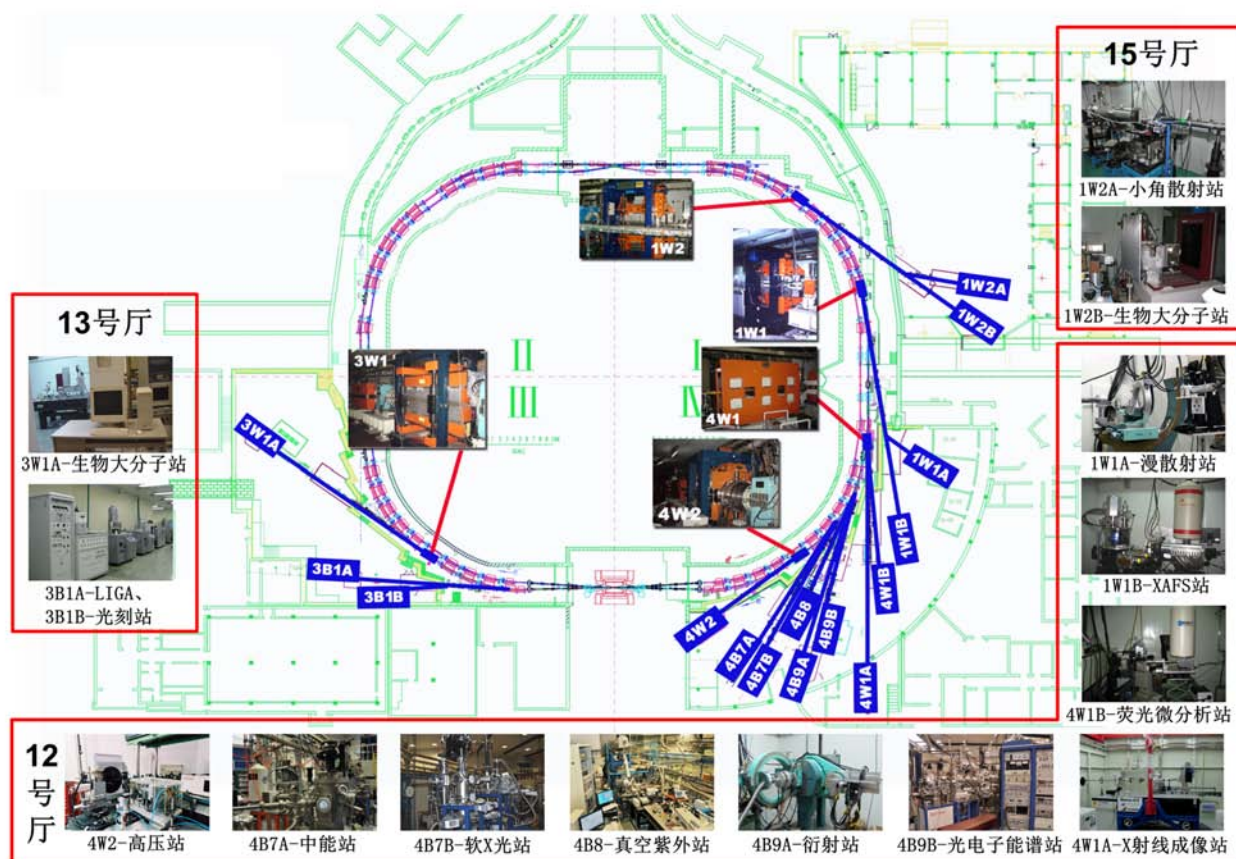
2008.3.22～27 第2届同步辐射纳米生物和医学成像研讨会

2009.4.7～9 第二届同步辐射圆二色谱国际研讨会

2011.12.6～8 北京同步辐射装置 EXAFS 谱分析高级讲习班

2012.10.30～31 同步辐射小角 X 射线散射暑期讲习班

1988年10月24日，邓小平参观已建成的 BEPC，感谢李政道为中国高能物理发展做出的巨大



北京同步辐射装置建有3个实验大厅（12号厅、13号厅、15号厅），共有5个插件、14条光束线和实验站。

图3 BSRF 光束线和实验站分布示意图

努力!

北京同步辐射装置的今天

BSRF 经过了两次改扩建, 现有 3 个实验大厅、5 个插入件、14 条光束线和实验站。研究领域涉及物理、纳米科学、材料科学、化学化工、生命科学、资源环境、医学等。每年为国内外用户提供同步辐射专用光运行约 3 个月; 有 9 条光束线可在 BEPC 运行在对撞模式时, 实现兼容模式向用户同步辐射光。每年有来自国内外 100 多个研究机构和大学的一千多名用户在 BSRF 进行三百多个实验。

BSRF 积极推动同步辐射实验技术、实验方法和应用的发展和研究, 也开展了具有特色的研究工作, 如蛋白质晶体学、纳米材料、X 射线相位衬度成像等研究工作。

BSRF 为基础科学研究提供重要的实验平台: 近 10 年来, 接待用户课题 4295 项; 发表科学论文 2048 篇。近十年来取得的重要结果举例:

1. 揭秘 SARS 病毒结构, 寻找 SARS 病毒克星

2002 年底, 建成国内第一条蛋白质晶体结构研究光束线与实验站, 投入使用。2003 年春 SARS 病毒蔓延。抗 SARS 病毒的药物研究迫在眉睫! 2003 年 6 月, 清华大学饶子和教授领导的课题组, 首次在该实验站破解出 SARS 冠状病毒主蛋白酶的晶体结构; 随后利用同步辐射实验得到了有效的药物靶分子, 为研制治疗 SARS 病毒的药物提供了重要信息。

2. 2.72 Å 菠菜主要捕光复合物 LHC-II 晶体结构

2004 年中科院生物所与植物所合作完成了“菠菜主要捕光复合物 (LHC-II) 2.72 Å 分辨率晶体结构”的测定工作, 在世界上率先完成了这一国际前沿课题, 推动了我国光合作用机理与膜蛋白三维结构研究进入国际领先水平。

论文发表于《自然》杂志上 (*Nature*, 428, 287 ~ 292, 2004), 封面采用该晶体的结构彩

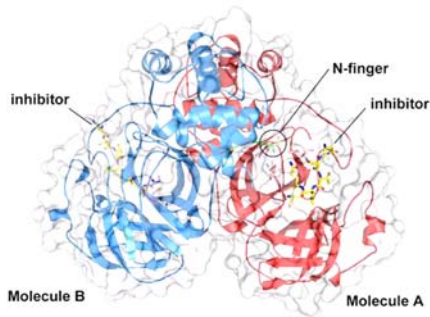


图 4 SARS 冠状病毒主蛋白酶晶体结构

图。该成果获 2004 年“中国十大科技进展新闻”和 2005 年度中国科学院杰出成就奖。

3. 分子水平揭示砒霜治疗白血病机理, 对中华传统医学“以毒攻毒”的科学阐释

2010 年, 上海血液学研究所、医学基因组学国家重点实验室利用 BSRF-XAFS 实验站 X 射线吸收谱学方法, 成功揭示了三氧化二砷 (俗称砒霜) 治疗急性早幼粒细胞性白血病的分子机制, 对解释“砷的结合如何决定癌蛋白命运”起到了重要作用。

这一研究成果发表在《科学》上 (*Science*, 17,

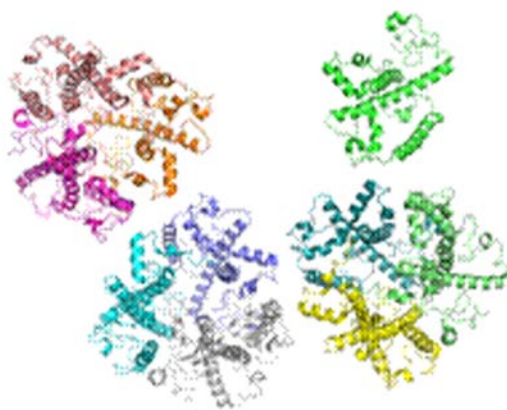


图 5 2.72 Å 菠菜主要捕光复合物 LHC-II 晶体结构图

584 ~ 589, 2010); 被评选为 2010 年度“中国科学十大进展”之一和“2010 年中国百篇最具影响国际学术论文”。

“砒霜”是有 2000 多年历史记载的古老中药, 用现代科学手段揭示中药的分子作用机制, 将促进中国科学家对祖国传统医学宝库进行深入探索和挖掘。这项研究成果在医药学领域具有深远意义, 为肿瘤治疗的新策略提供了理论和实践依据。

北京同步辐射装置开创了我国同步辐射研究事业, 培养了大批人才, 发挥了历史性作用。在上海光源投入运行后, 北京同步辐射装置仍然作为我国北方

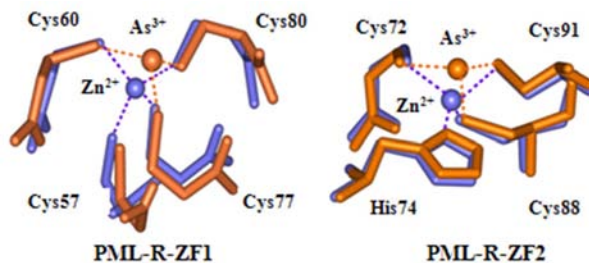


图 6 PML 蛋白在 As 替换 Zn 后局域空间结构的变化

主要的同步辐射平台，继续为用户服务。北京同步辐射装置还开创了我国的大型多学科交叉研究平台对社会开放的先河，为我国大科学装置的开放积累了宝贵的经验。

李政道先生对上海光源的关注和支持

李政道先生关注上海光源的立项、启动和推荐得力负责人。举办“中国加速器学校”，为上海光源培养年轻科技人才。将“上海光源”纳入中美高能合作委员会成员。

1994年，中国科学院和上海市决定合作建造第三代同步辐射光源（SSRF）项目。

1995年2月26日，李政道先生致信徐匡迪市长：“第三代同步辐射光源”是现在高科技中最有广泛应用前途的，我很赞成或能建于上海。

李先生考虑到第三代光源的技术难度和对高能所的了解，1995年5月16日向中科院路甬祥院长推荐高能所陈森玉教授负责新光源建设。1995年6月，SSRF可行性研究工作组成立。高能所陈森玉和洗鼎昌分任正、副组长，带领从高能所借用的26名技术骨干，完成了SSRF可行性方案和概念设计报告，获得国际评审委员会的高度评价和肯定。1996年11月，陈森玉代表“上海光源”在中美高能物理委员会第18次会议上做了《上海光源方案》的报告。

1997年11月7日，李先生致信徐匡迪市长：已将上海原子核所列入“中美高能物理联合委员会”正式成员，会上将讨论美方合作单位与上海光源的合作项目。

1997年12月7日，致信杨福家所长：美方专家建议上海光源提高能量；并提出关于为上海光源培养加速器和同步辐射人才的强化训练班的设想。

1998年10月，SSRF工程指挥部成立，陈森玉、赵振堂分别任正、副总经理；借调高能所32名骨干为中坚组成工程技术队伍，高质量、按时完成了工程预制研究任务和“上海同步辐射装置工程初步设计”，并培养了上海核所加速器和同步辐射队伍。

1998年，李先生领导的中国高等技术中心组织了为期两周的“中国加速器学校”。他在2005年的文章中说：“我的考虑是如何帮助这新计划培育人才”。

“在我主持的CCAST办了1998年中国加速器学校(CAPS98)，这是我与美国加速器学校(USPAS)特别联合开展的一项活动，从美国和欧洲聘请了30位

国际著名的加速器物理和技术专家，以及两位中国加速器物理专家作为教师。”“对参加上海同步辐射光源建设的142位年轻学者进行了强化训练。”

“1998年，中国计划在上海建设同步辐射光源，我是积极赞成的。较大规模的同步辐射光源计划，正是配合了祖国欣欣向上，各方面应用科技发展的需要。上海是我的故乡，我也很希望上海成为21世纪发展中国科技的基地之一。”

“我的考虑是如何帮助这个新计划培育人才。通过建造北京正负电子对撞机国内已经成长起了一批第一流的精通加速器和同步辐射技术的人才，为了建造新加速器，开展同步辐射的应用，则需要更多的年轻人才。”

李先生大力支持中国散裂中子源建设，该项目于2014年10月15日开始了加速器设备安装。

李先生对中国同步辐射发展做出了历史性贡献：

(1) 他高瞻远瞩，力主建设北京正负电子对撞机，科学目标包括了在中国发展同步辐射的战略考虑。

(2) 按照李先生的建议，BEPC一机两用，建立了北京同步辐射装置，开创了我国同步辐射研究和应用，取得大批科学和应用成果，培养了大批人才，获得了对用户开放的宝贵经验。

(3) 李先生大力推动上海光源的立项和建设，组织建设队伍，培养青年人才，并纳入了中美高能物理合作框架，为上海光源的成功建设奠定基础。上海光源成功建设，并获得丰硕成果，中国同步辐射进入一个新的历史阶段。

如同李先生对20世纪物理学的重大贡献已经载入物理学的史册一样，李先生对中国高能物理和同步辐射发展的重大贡献将永远载入中国物理学发展的史册。

李先生在回顾这30年中国在高能物理和同步辐射方面取得的进步和成就，深情地说：我期盼着，祖国在新的百年里，在新的时代有更好更大的发展，祖国的物理和其他基础及应用科学的未来更有极光辉的新成就！

我们一定不辜负李政道先生对我们的期望和重托，实现中国粒子物理和同步辐射事业发展的新的辉煌！

致谢：感谢梁岫如和胡天斗对本文的贡献。