

一个英国科技编辑笔下的 中国高能物理研究所

陈仁怀 译

英国科技杂志《物理世界》(Physics World)编辑马丁(Matin Durrani)先生于2011年访问了高能物理研究所，回国后在该刊2011年9月号发表题为*Pushing the boundaries*(研究领域不断扩展)的报道，以下为该文译文，文中所谈均为2011年年中情况，一年过去，有些项目已有重要进展，如大亚湾中微子实验。

《物理世界》编者按 中国高能物理研究所是世界最重要的高能物理实验室之一。它刚刚完成了其位于中国南部大亚湾的中微子实验装置的首期工程。马丁在访问中了解到这个所还将其研究领域扩展到粒子天体物理、中子散射和影像科学等领域。

高能物理研究所(IHEP)位于北京市，坐在所长办公室里品着绿茶，陈和生所长(他自1998年以来任该所所长)向我详细介绍了研究所现有的和计划建造的各种研究设施，其中包括了已开始取数的庞大的中微子实验，正在中国东南部广东省建设的散裂中子源，位于西藏用来研究超高能宇宙线的观测站，将于2016年开工的一台5GeV先进光源等。中国最近开始建造新的“硬”X线望远镜，该项目也由这个研究所来完成(见《物理世界》

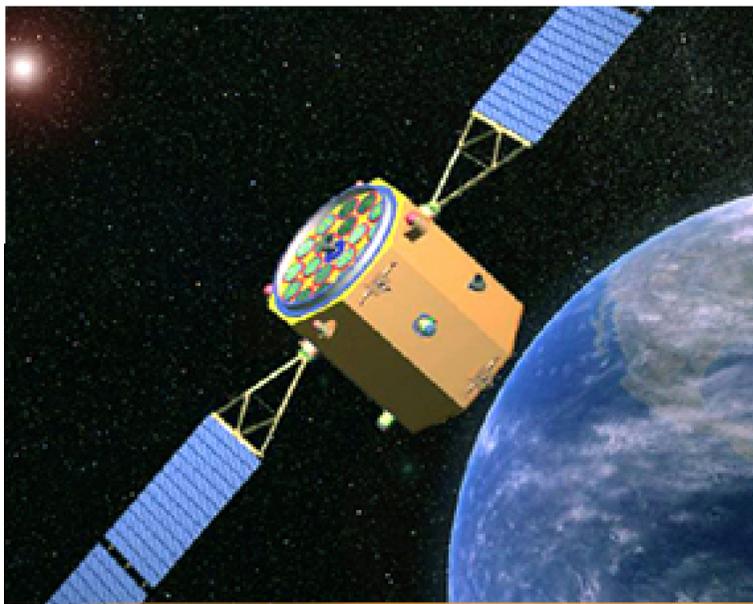
英文版2011年6月号第8页)，这一切都无不令人印象深刻。

这充分证明了中国近年在基础物理方面的巨大投入和中国科研人员的水平和才能。高能物理所为世人所知的第一个，也是最有名的装置是其正负电子对撞机(BEPC)。该项目于1983年批准建造，当时中国刚刚从长期与世隔绝的文化革命中走出来，因此它对这个国家科学复兴的重大意义不言自明。1984年邓小平亲自参加了对撞机破土仪式，1988年对撞机建成，首次实现正负电子对撞时他也回来视察。

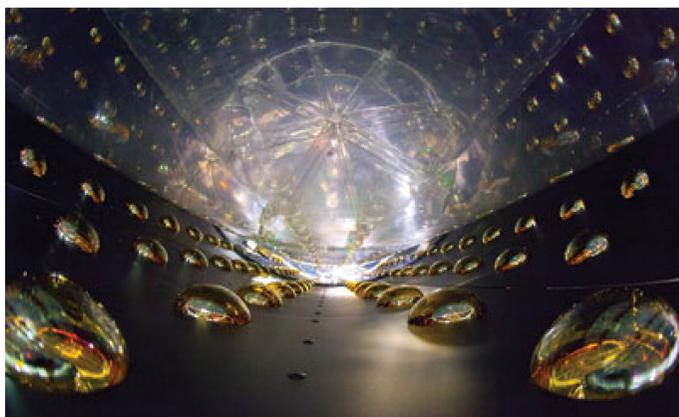
高能物理研究所坐落在北京城西，离市中心天安门广场约15

千米。这台对撞机原来是一个周长240米的单环，环上布满各种各样的磁铁，它能使一个束团的电子沿一个方向(顺时针方向)运动；而另一束团的正电子则沿相反方向(逆时针方向)运动并同时得到加速，最后实现对撞，对撞亮度达到每秒每平方厘米 10^{31} ，对撞所产生的粒子中含有1个粲夸克和1个反粲夸克，这些粒子随即很快衰变为其他介子。一台重达500吨的北京谱仪(BES)则用来测量这些衰变物的能量和动量，高能所的科学家们就可以由此推知衰变物的父辈粲粒子的各种性质，包括 J/ψ 粒子。

他们并没满足于这些成就，



硬X线调制望远镜，2011年立项，计划2015年完成



大亚湾核电站对外开放，建在这里的大亚湾反应堆中微子实验是目前中国最大的国际合作科学装置。图中为中微子探测器模块

而在2008年对机器进行了重大升级改造，建成 BEPC II，即我们目前所见的机器。新机器为双环结构，这样电子和正电子分别在独立的两个环内被加速，每个环中循环的粒子束团数达到93团，这意味着对撞亮度要比原来提高65倍。陈和生解释说“现在我们一天获得的数据量差不多是过去80天才能得到的。”与此同时，探测器也重新设计，采用了更强的超导磁铁，以更高的精度测量对撞产生的碎片。该探测器名为 III 型北京谱仪 (BES III)。陈和生还强调整个升级改建都按原定日期完成，预算6.4亿人民币（约1亿美元）也没有超过。

展翅高飞

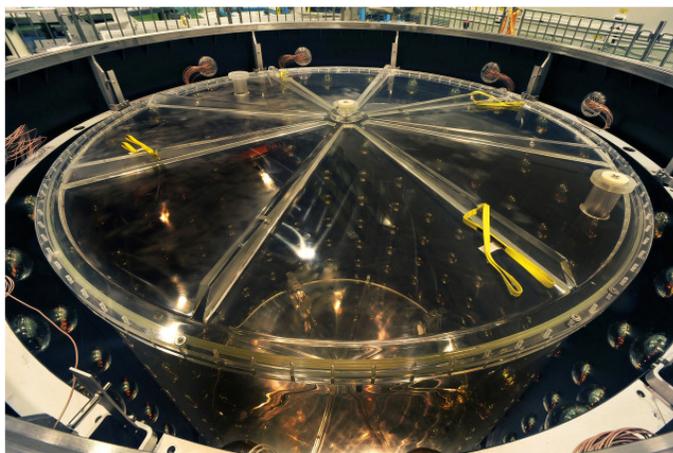
对 BEPC II 感兴趣的不仅是高能物理学家。每年有3个月，对撞机专用于同步辐射应用，从对撞机引出14条光束线用于各种各样的研究——从凝聚态物理，纳米技术到生物医药和生命科学。陈和生解释说这个北京同步辐射装置提供频谱从紫外到短波长的“硬”X线的高亮度光束，全中国近100个单位每年来这里，利用这些光束完

成500个以上的实验。例如上海第二医科大学的科学家，就曾经利用它在分子水平上对中国传统医药进行过研究，包括搞清楚为什么有毒的含砷化合物砒霜可以治疗白血病 (*Science* 328 240)。

陈和生相信随着 BEPC 成功升级，高能物理所的研究人员翅膀更硬了，3.5 GeV 上海同步辐射光源的建造就有他们的贡献。他说“我们有一个很好、很有能力又年轻的团队，我相信我们能走得更远。”陈和生的团队现在正忙于一个新项目，这就是大亚湾核反应堆中微子实验。该实验建在华南岭澳

和大亚湾核反应堆附近的山里，香港东北55千米处。一个由19所中国大学和16所美国大学组成的国际合作组联合在此进行研究。实验的目的是要测量一个叫做 θ_{13} 的物理量——3个“混合角”之一，混合角表征中微子如何从一种形式转变或“振荡”为另一种形式。2012全部完工后，这个中微子实验装置将包括3个实验大厅，每个厅内装有若干完全相同的中微子探测器，探测器由20吨含有钆的液体闪烁计数器组成。当反应堆飞出来的1个反电子中微子打到液体，若与物质发生反应时就会产生闪光，布满液体四周的光电倍增管探测到闪光并将其放大。离大亚湾反应堆约300米的第1号实验大厅已于2011年8月开始工作，离岭澳反应堆500米的2号试验厅将于2011年底完成（译者注：目前已完成）。

两个大厅都建在地下100米深处，这样大厅顶上的石头将屏蔽掉绝大部分宇宙线干扰，每个厅内都装有所谓的中微子探测器模块，构成近点探测器（指离反应堆近）以确定反电子中微子束的特性。第



大亚湾反应堆中微子实验中心探测器



中国散裂中子源正在广东东莞建设中，计划 2018 年建成

三个实验大厅离两个反应堆各 2 千米，建在地下约 400 米处，计划于 2012 年春完成，其中装有 4 个中微子探测器模块，构成远点探测器，它们测量那些已通过近点探测器的反电子中微子束的强度，一旦强度有所变化就提示发生中微子振荡了^①。项目联合发言人美国劳伦斯伯克利国家实验室的鲁克 (Kam-Biu Luke) 介绍说“目前全世界用于测量 θ_{13} 的反应堆中微子振荡实验中，大亚湾的灵敏度是最高的。”说到大亚湾实验在中国物理学界颇为突出的原因，主要因为这是中国通过国际合作建造的最大科学装置。虽然中国自从 2007 年就与法国在“高能物理，加速器及其相关技术”有正式合作，这一次却是美国——通过美国能源部实实在在砸下真金白银在中国土地上建造新东西。美国付了 3400 万美金——差不多是探测器价值的一半，中国付了同样的钱建造探测器和全部土建工程的费用。鲁克期望该项目将是中美两国更多新合作的一块良好试验田，他接着说“大亚湾提供了一个独特的机会得以联合各方力量来攻克中微子物理中极其重要的

一个问题，更重要的是大家将学会如何在一起工作。”

寻觅英才

目前高能所已有 50 名工作人员入驻大亚湾，参加为期 3~6 个月的值班——高能所是在同时还有许多其他项目在进行中这样做的——陈和生坦承要找到足够数量高素质的人才以满足研究所宏伟的计划并非易事。“世界上没有其他高能物理实验室有这么多的项目在同一时间进行，所以我们的压力是很大的。我们已为在海外工作的优秀中国物理学家提供某些特殊条

件，吸引他（她）们回国工作，许多人回来了，但还不够。”陈和生说。

这还不是全部，高能所的科学家还参加其他的联合项目，其中之一是法中合作的用于探测 γ 射线爆发的 SVOM (空基多波段天文变动目标监视器, Space-based multi-band astronomical Variable Objects Monitor) 任务，该监视器计划将于 2016 年发射升空。另一项目则涉及“核炼金术”，即利用加速器来减少放射性核废料的半衰期。还可举出他们正在进行的第三个项目：一台 X 线谱仪，这是中国飞往月球的嫦娥 3 号任务的一部分，计划于 2012 年发射。

高能所的科学家也参加位于日内瓦附近的欧洲核子研究中心 (CERN) 大型强子对撞机的研究工作，有 20 位本所科学家和博士生分别在 ATLAS 和 CMS 通用探测器上工作。陈和生介绍说“我们为这两台探测器建造了许多部件，包括端盖 μ 子室，其三分之一的设



北京正负电子对撞机的同步辐射装置，1988 年开始运行，2008 年进行升级

计和建造是在北京完成的。”北京还设有一个远程运行控制中心，那里物理学家们正忙着分析来自欧洲核子中心 CMS 的最新数据。

事实上高能所在中国信息技术方面很早就扮演了先锋角色，早在 1986 年在中国首次实现了互联网连接。陈和生回忆道，一直到 20 世纪 90 年代中期，许多外国公司和使馆还在利用高能所的互联网服务连接到网上。

还需更多投入

尽管对过去 15 年来中国政府对科研事业的支持“显著”增加好评如潮，陈和生指出这可是在极低的水平起步的——事实上我们需要更多的经费。实际上中国投入 R&D (research and development, 研究与开发) 的钱只占国民生产总值 (GDP) 的 1.9%，少于日本和法国。虽然这数字与国家原计划 2010 年要达到 2.0% 比较起来似乎还不算太坏，但投到科研上的钱的绝对数量相对于中国这样大的国家还是太少了，即以人均 GDP 来算，

科研投入的比例在世界上也排到第 100 位附近了。陈和生表示“我们还需要政府增加基础研究的投入。”

可是中国科研产量的快速增长也还有另一个小侧面，陈和生表示，目前过分强调研究人员发表论文的数量，而有些论文的质量却是成问题的。陈和生坦承“我对中国许多论文的质量是不够满意的。过分强调论文数量的原因很复杂，如要求每个博士生在论文答辩前必须有一篇论文——学理论高能物理的还要求两篇——发表，这其实于事无补。我不认为这是考核人才的好办法。譬如对加速器学科，建造一个好的设备应该和写一篇论文同样有价值。”虽然高能所并没有用发表论文数量来评估它的研究人员，但这种情况在中国却是并不普遍的。

展望未来，陈和生明确表示计划中的国际直线对撞机 (ILC)——继欧洲核子研究中心的强子对撞机之后高能物理领域的下一台大加速器，也是欧洲核子研究中心所提出

的 CLIC 对撞机的竞争对手——将不会建在中国。陈和生笑着说“不在中国建 ILC，我们已经够干的了，主建 ILC 是非常复杂的工作，眼下还不是我们优先要考虑的事，我不认为中国在近期会做这么巨大的投入。”

高能物理研究所的科研装置

中国科学院高能物理研究所所有员工 1300 人，其中约三分之二为物理学家和工程师，另有 500 名以上的博士生和博士后。涵盖广阔领域的各种科研装置有的已运行，有的正在建设中，文中图片展示了在高能物理、影像科学、天文及空间科学领域的几种科研装置。

(中国科学院高能物理研究所 100049)

① 一年过去，该研究已取得重要成绩。2011 年底大亚湾反应堆中微子实验全面投入运行。2012 年 3 月 8 日，大亚湾中微子国际合作组在高能所召开新闻发布会，宣布发现中微子一种新的振荡模式 (译者注)



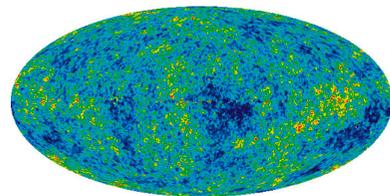
科苑快讯

星系团之间的交流

虽然大爆炸发生在很久以前，但是宇宙诞生之初产生的热光子仍然弥漫宇宙，形成宇宙微波背景 (如图)。这些古老的光子揭示了大爆炸许久之后诞生的星系团的运动特点。这些光子穿梭于星系团的热气体中，热气体增加了光子能量，缩短了其波长，导致所谓的苏尼亚耶夫-泽尔多

维奇效应 (Sunyaev-Zel'dovich effect)，亦称 SZ 效应，因两位俄罗斯科学家在天文学家发现之前预言了该效应而得名。不过他们也同时预言星系团的运动也会影响光子，却至今都未观测到。有天文学家在 7 月 20 日出版的《物理评论快报》(Physical Review Letters) 报道，他们已从数以千计的星系中归纳出微弱信号，探测到所谓的运动学苏尼亚耶夫-泽尔多维奇效应。正如

人们所料，该结果发现星系团之间在引力的影响下，倾向于做着相向运动。进一步的观测可能更具启示：这将有助于确定令宇宙膨胀加速的神秘力量的性质。



(高凌云编译自 2012 年 6 月 29 日 www.sciencemag.org)