



中国科学院高能物理研究所  
*Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences*



# 01

## 所长致辞

### MESSAGE FROM THE DIRECTOR



中国科学院高能物理研究所自 1973 年成立以来，走过了五十多年不平凡的历程，逐步形成了粒子物理、先进加速器和射线技术研究及应用三个重点学科领域，具有依托大科学装置展开多学科交叉前沿研究的综合优势，已成为具有重要国际影响的大型综合性研究基地，在国家创新体系中占有重要地位。

党的十八大以来，高能所凝练创新目标，优化科技布局，深化体制机制改革，核心竞争力得到稳步提高，在大科学装置建造与运行、基础研究、应用基础研究以及高技术产业化方面取得重要进展。当前，高能所获得了前所未有的发展机遇，也面临着巨大的挑战。从 1988 到今天，我国高能物理实验领域以北京正负电子对撞机的建成为基础和起点，取得了令世界瞩目的进展：高能所能独立设计建造加速器、探测器并开展物理研究；在 2-5GeV 能区的  $\tau$  物理、粲物理、粲偶素、量子色动力学检验等方面走到了世界前列；开拓了中微子研究领域，利用大亚湾反应堆中微子实验发现了中微子新的振荡模式，精确测量了其振荡幅度，并开始了江门中微子实验的建设。高能所在高海拔和空间宇宙线实验、暗物质探测、X 射线天体物理研究等方面也取得了长足的进步，“慧眼”卫星正遨游太空，打开了研究黑洞、中子星硬 X 射线快速光变和能谱特性的新窗口，高海拔宇宙线探测设施 LHAASO 建设完成并已经取得重大成果，未来的空间探测卫星和空间站实验正在准备中。同时，我国同步辐射光源、散裂中子源等大型多学科交叉研究平台的建设和应用也从无到有，迅速发展，成为国家科技创新体系的重要单元，也逐步成为国际领先的实验基地。此外，在成果转化、人才培养方面，高能所也取得了一系列骄人成绩。

展望未来，高能所将围绕“率先行动”计划的组织实施，坚持面向世界科技前沿，面向国家战略需求，再接再厉，朝着“国际领先的高能物理研究中心和大型综合性多学科研究基地”的目标不断迈进，为我国的创新体系做出重大贡献，为人类文明做出重大贡献。

高能所辉煌过去和美好的未来离不开政府部门、兄弟单位和社会各界朋友的关心支持，让我们携起手来，为推动我国的科技进步而共同努力！

王贻芳

# 02

## MISSION

### 使命



- ▶ 开展粒子物理和粒子天体物理研究，了解物质世界和宇宙；
- ▶ 建设和发展对社会高度开放的多学科交叉大型实验平台，为我国科技和经济、社会的发展提供有力支撑；
- ▶ 依托高能所的重大科技基础设施和技术优势，开展具有特色的多学科交叉前沿研究；
- ▶ 促进科技成果的转移转化，推动我国相关高技术产业的发展；
- ▶ 培养高素质的科技人才，向社会传播科学知识和科学精神。



# 03

## 历史悠久的研究机构

### HISTORY

高能物理研究所的前身是创建于 1950 年的中国科学院近代物理研究所，后改称物理所、原子能研究所。1973 年根据周恩来总理的指示，在原子能研究所一部的基础上组建了高能物理研究所。



1. 皇城根所址
2. 中关村所址
3. 玉泉路所址

## 历任所长

### IHEP DIRECTORS



张文裕  
(1973 年-1984 年任)



叶铭汉  
(1984 年-1988 年任)



方守贤  
(1988 年-1992 年任)



郑志鹏  
(1992 年-1998 年任)



陈和生  
(1998 年-2011 年任)



王贻芳  
(2011 年-现在任)





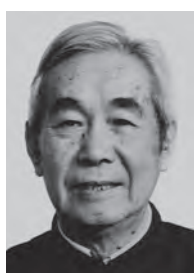
# 04

## 院士风采

### CAS AND CAE ACADEMICIANS



1. 李惕碚 2. 张宗桦 3. 柴之芳  
4. 陈和生 5. 王贻芳 6. 叶铭汉  
7. 陈森玉 (1-5 中国科学院院士  
6-7 中国工程院院士)



张文裕  
(1910年-1992年)



赵忠尧  
(1902年-1998年)



何泽慧  
(1914年-2011年)



谢家麟  
(1920年-2016年)



朱洪元  
(1917年-1992年)



萧健  
(1920年-1984年)



方守贤  
(1932年-2020年)



冼鼎昌  
(1935年-2014年)

## 在高能所工作过的 的两院院士

(按姓氏笔画排列)

王贻芳 方守贤 叶铭汉 李惕碚  
朱洪元 张文裕 张宗桦 何泽慧  
萧健 陈森玉 陈和生 冼鼎昌  
赵忠尧 赵宇亮 柴之芳 唐孝威  
谢家麟 彭桓武







① 邓小平同志讲道：“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。”

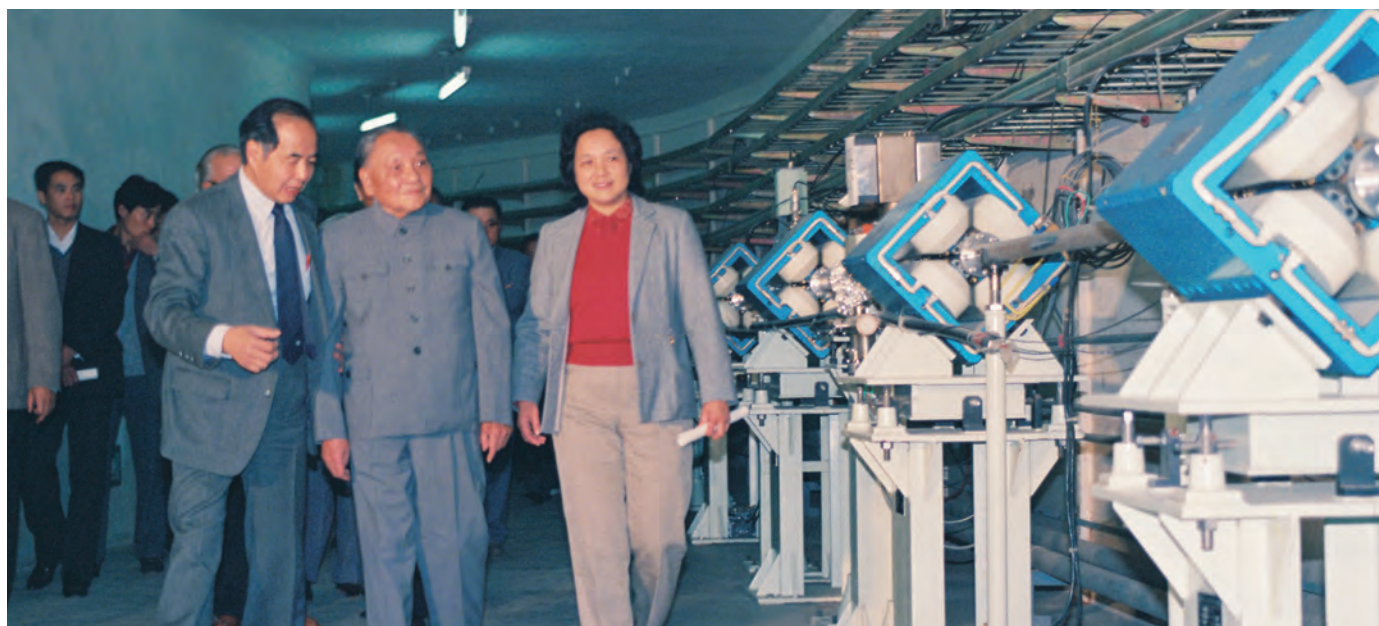
- 1999年2月 BEPC/BES/BSRF 改进项目通过鉴定。
- 2000年7月 国务院科教领导小组第七次会议审议并原则通过《关于我国高能物理和先进加速器发展目标的汇报》，同意对北京正负电子对撞机进行重大改造。
- 2001年4月 中科院批准高能所进入知识创新工程二期试点。
- 2004年1月 北京正负电子对撞机重大改造工程（BEPCII）正式动工。
- 2006年6月 中意合作ARGO-YBJ实验在羊八井宇宙线观测站建成并投入科学运行。
- 2006年10月 AS $\gamma$  实验发现宇宙线与银河系的旋臂共同运动，并发表在《科学》杂志。
- 2007年10月 大亚湾反应堆中微子实验工程破土动工。
- 2008年7月 BEPCII 加速器与北京谱仪联合调试对撞成功，圆满完成建设任务。
- 2008年12月 中科院纳米生物效应与安全性重点实验室、中科院核探测技术与核电子学重点实验室（后成为核探测与核电子学国家重点实验室）正式成立。
- 2009年7月 BEPCII 通过国家验收，正式投入运行。
- 2011年10月 中国散裂中子源在广东省东莞市大朗镇奠基。
- 2012年3月 大亚湾中微子实验国际合作组宣布发现新的中微子振荡模式。
- 2013年3月 北京谱仪 III 实验国际合作组宣布发现新的共振结构  $Z_c(3900)$ 。
- 2013年7月 习近平总书记视察高能所。
- 2014年1月 中科院粒子物理前沿卓越创新中心成立，依托高能所建设。
- 2015年1月 江门中微子实验启动建设。
- 2015年12月 “高海拔宇宙线观测站”建议书获国家发改委批准。
- 2016年4月 BEPCII 对撞亮度达到设计指标  $1 \times 10^{33}/\text{cm}^2/\text{s}$ 。
- 2016年7月 ADS 强流质子加速器注入器 I 通过达标测试。
- 2017年3月 阿里原初引力波探测实验站开工建设。
- 2017年6月 硬 X 射线调制望远镜卫星“慧眼”在酒泉卫星发射中心发射升空，顺利进入预定轨道。
- 2017年11月 高海拔宇宙线观测站正式开工建设。
- 2017年12月 “高能同步辐射光源（HEPS）”项目建议书获国家发改委批准。
- 2018年8月 中国散裂中子源通过国家验收。
- 2018年11月 环形正负电子对撞机《概念设计报告》正式发布。
- 2019年6月 高能同步辐射光源开工建设。
- 2020年2月 CSNS 打靶束流功率达到设计指标。
- 2020年12月 引力波暴高能电磁对应体全天监测器“怀柔一号”成功发射。
- 2020年12月 大亚湾反应堆中微子实验装置正式退役。
- 2021年2月 慧眼天文卫星证认快速射电暴来自于磁星。
- 2021年4月 西藏 AS $\gamma$  实验首次发现 PeV 能量宇宙线源存在于银河系的证据。
- 2021年5月 高海拔宇宙线观测站发现首批“拍电子伏加速器”和最高能量光子。
- 2021年10月 高海拔宇宙线观测站全阵列建成并通过工艺验收。



# 06

## 党和国家领导关怀高能物理事业 HIGH-LEVEL VISITS

- ⑤ 1988年10月16日，北京正负电子对撞机首次实现正负电子对撞，10月24日，邓小平等党和国家领导人再次来到高能所，和参加工程建设的代表一起庆祝这一重大成就
- ⑥ 1988年10月24日，邓小平在李政道等的陪同下参观北京正负电子对撞机







- ① 2013年7月17日，习近平视察北京正负电子对撞机
- ② 1989年10月6日，江泽民视察北京正负电子对撞机
- ③ 1994年9月16日，胡锦涛视察北京正负电子对撞机
- ④ 1991年9月10日，朱镕基视察北京正负电子对撞机
- ⑤ 2008年11月4日，温家宝视察北京正负电子对撞机





# 07

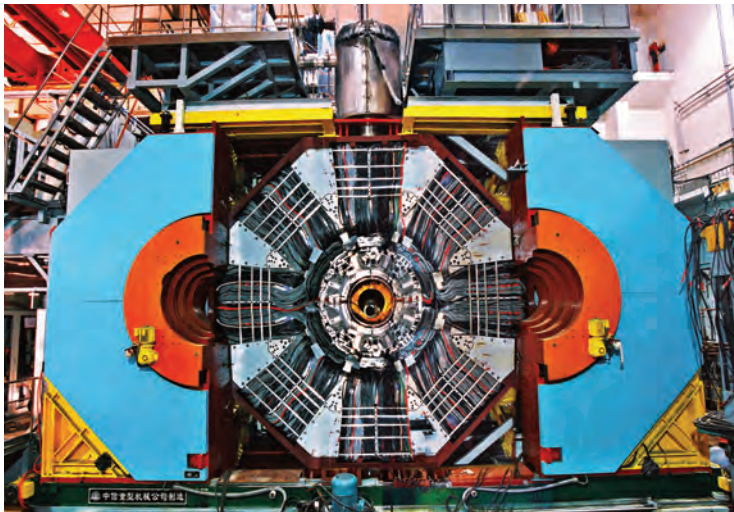
## 大型科学装置 MAJOR-SCIENCE FACILITIES



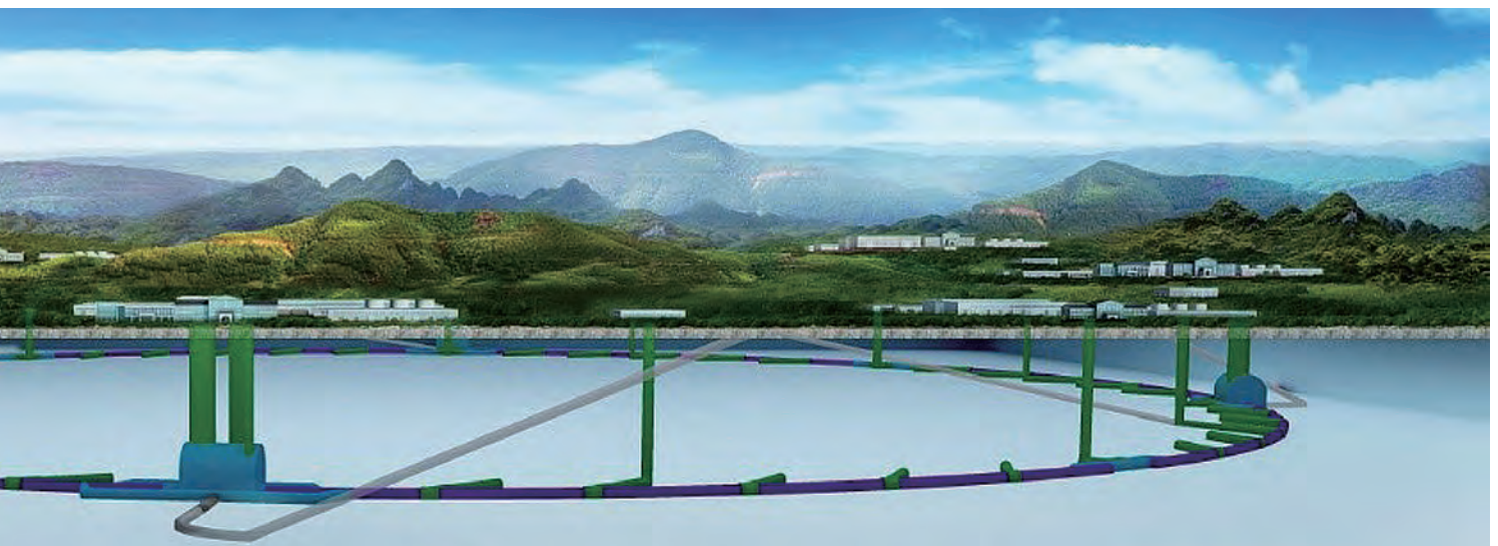
- ① 北京正负电子对撞机
- ② 中国散裂中子源
- ③ 加速器驱动的次临界系统注入器I



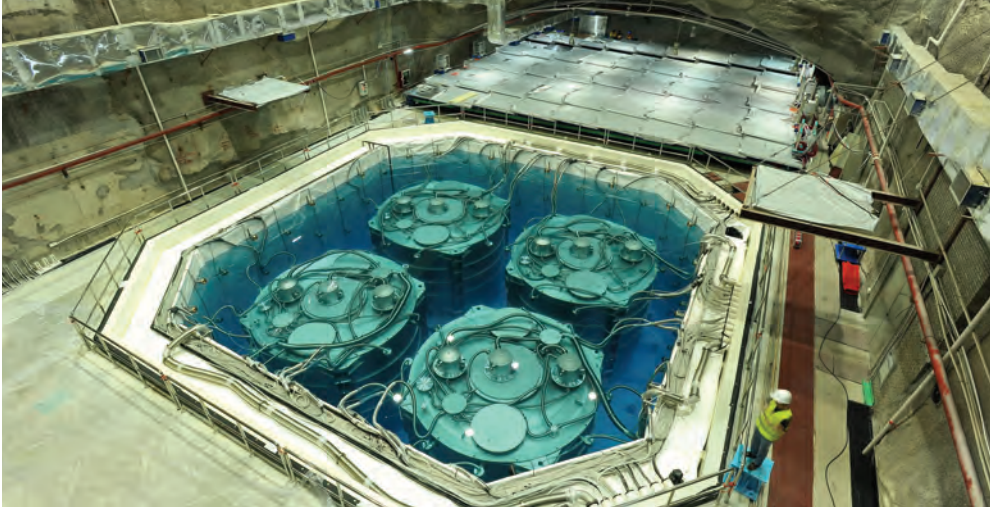




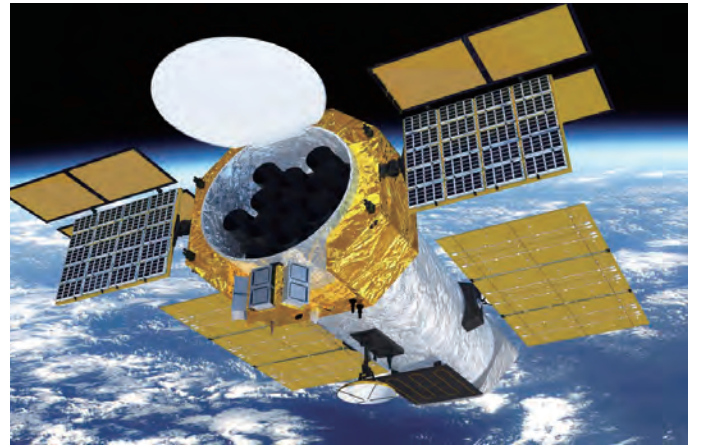
- ④ 北京谱仪
- ⑤ 北京同步辐射装置
- ⑥ 高能同步辐射光源 (建设中)
- ⑦ 环形正负电子对撞机 (规划中)



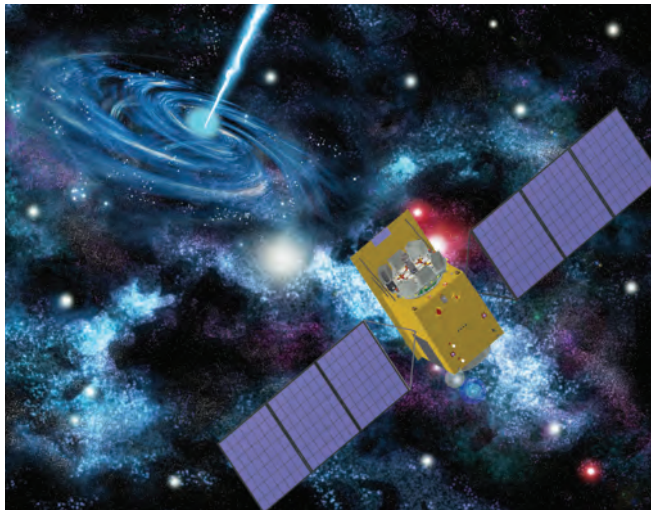
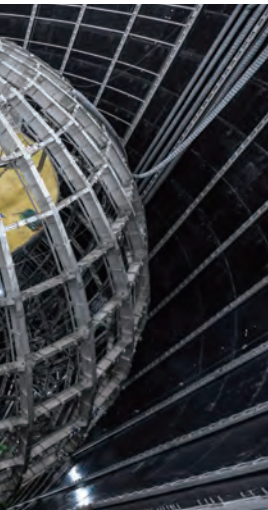




- ① 大亚湾中微子实验装置（退役）
- ② 增强型 X 射线时变与偏振空间天文台（规划中）
- ③ 阿里原初引力波观测站（建设中）





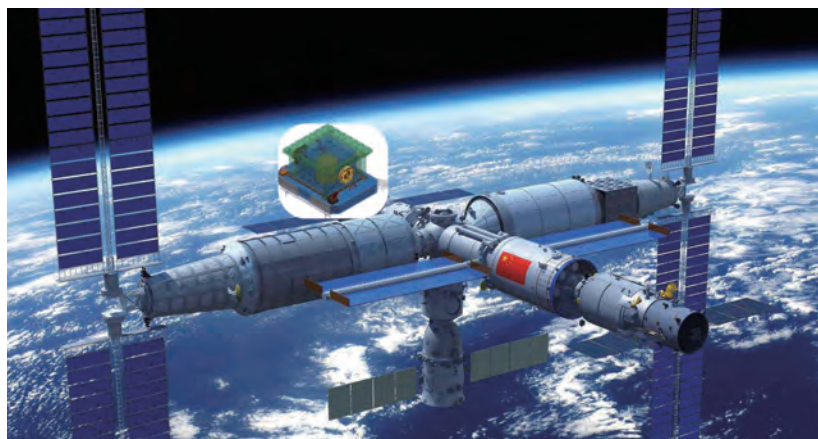


# 07

## 大型科学装置 MAJOR-SCIENCE FACILITIES



- ⑥ 江门中微子实验（建设中）
- ⑦ 硬X射线调制望远镜卫星（“慧眼”卫星）
- ⑧ 引力波暴高能电磁对应体全天监测器（“怀柔一号”卫星）
- ⑨ 高海拔宇宙线观测站
- ⑩ 中国空间站高能宇宙辐射探测设施（规划中）



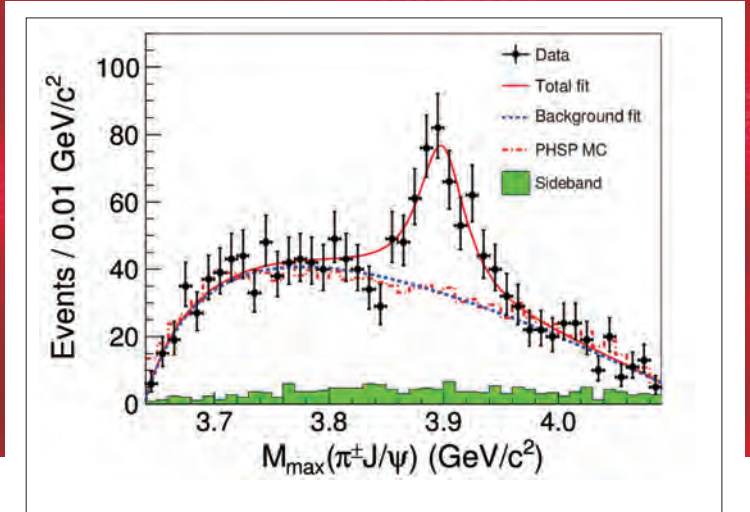
# 08

## 粒子物理实验研究 PARTICLE PHYSICS

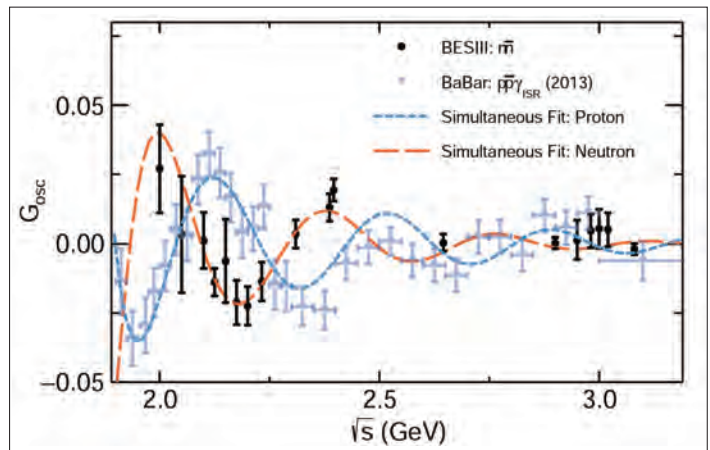
北京正负电子对撞机 / 北京谱仪实验是首个由中国主导发起的大型高能物理国际合作实验。

1988年10月北京正负电子对撞机 (BEPC) 建成, 并实现了正负电子对撞成功, 为我国粒子物理研究开辟了广阔的前景, 使高能所成为世界八大高能物理实验研究中心之一。2004年至2008年, BEPC进行了重大改造。改造后的BEPCII成为 $\tau$ -粲物理能区国际领先的双环对撞机。2016年4月, BEPCII对撞亮度达到理论设计值  $1 \times 10^{33} / \text{cm}^2 / \text{s}$ 。

工作在北京正负电子对撞机上的北京谱仪探测器 (BES) 是精密的通用型磁谱仪, 用于采集正负电子对撞后的数据。从1989年采集到第一个对撞事例至今, 北京谱仪实验经历了北京谱仪实验 I (BESI)、北京谱仪实验 II (BESII) 和北京谱仪实验 III (BESIII) 三个阶段。北京谱仪实验国际合作组由最初来自中国的60余名和美国的20余名物理学家, 发展到 BESIII 国际合作组由来自中国、美国、德国、意大利、英国、俄罗斯、瑞典、荷兰、波兰、土耳其、韩国、巴基斯坦、印度、泰国、蒙古国、智利等16个国家83个研究单位、500多名合作者组成。

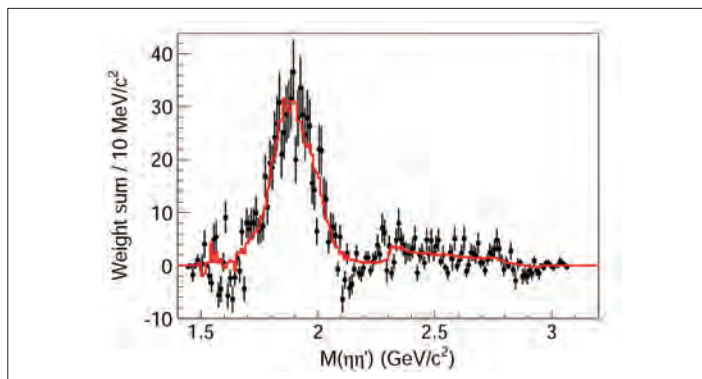
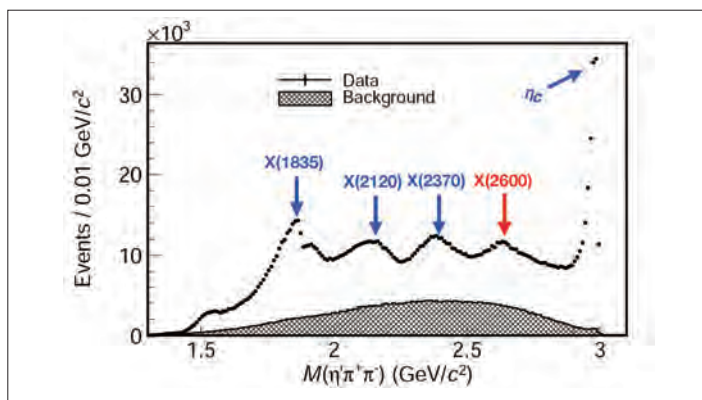
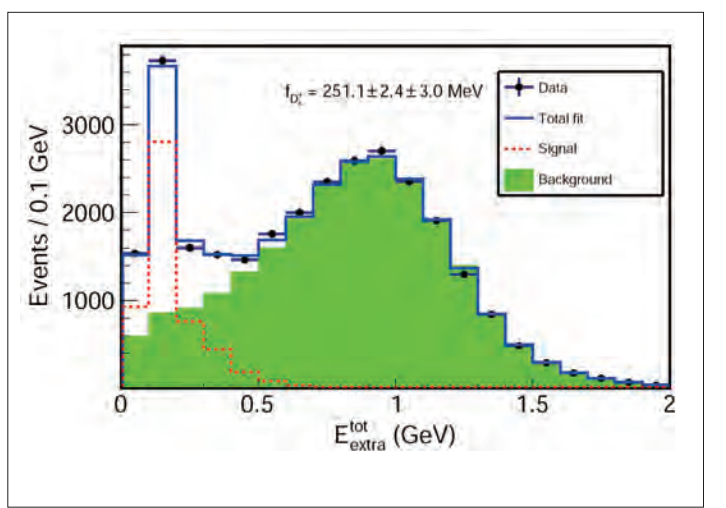


- ⊕ BESIII 实验发现一个新的共振结构— $Z_c(3900)$ , 可能是科学家们长期寻找的四夸克态, 被美国《物理》评为2013年物理学领域十一项“亮点”成果之首。



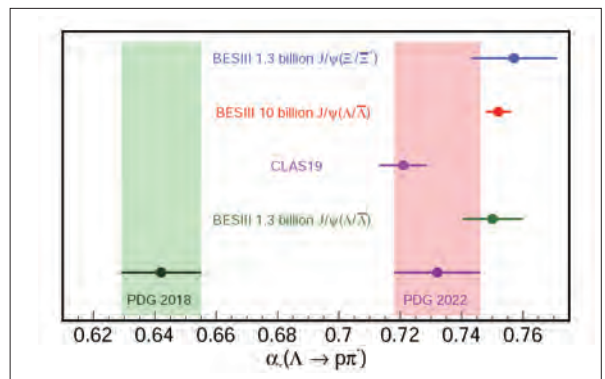
- ⊕ BESIII 实验首次发现中子形状因子振荡现象, 这一反常振荡为理解核子-核子强相互作用的非微扰性质提供了重要的实验信息。





三十多年来，北京谱仪实验取得了世界瞩目的科学成果。北京谱仪  $\tau$  轻子质量的精确测量（1995 年）、 $\Psi(2s)$  衰变及次生粲夸克偶素物理的实验研究（2001 年）、2-5 GeV 能区正负电子湮没产生强子反应截面（R 值）的精确测量（2004 年）、BESII DD-bar 阈上粒子  $\Psi(3770)$  非 DD-bar 衰变的发现和 D 物理研究（2010 年）和 BESII 实验发现新粒子 X(1835)（2013 年）等重要成果先后获得国家自然科学二等奖。2009 年以来，BESIII 实验又在奇特态寻找、粲偶素、超子和粲强子的产生与衰变机制等方面取了一系列国际领先的重要成果。

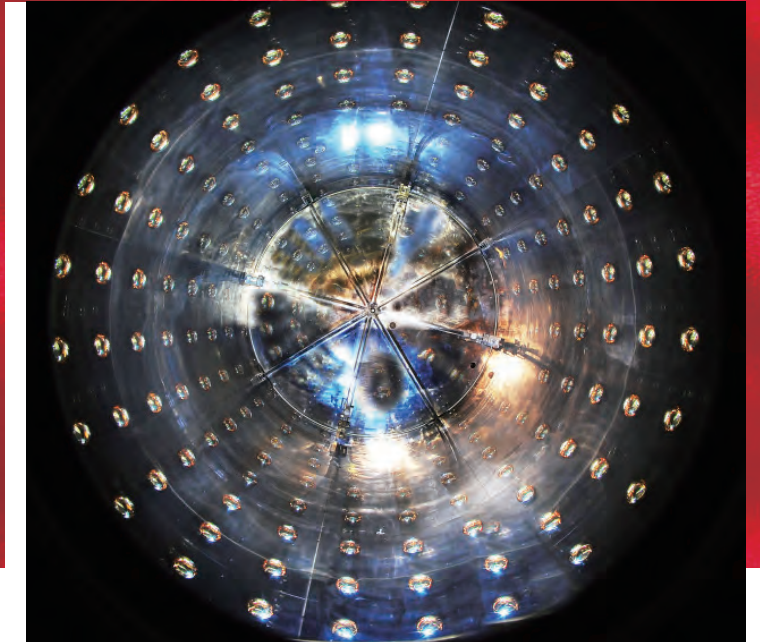
- ⊗ BESIII 实验精密测定  $D_s$  介子衰变常数和夸克混合矩阵元  $|V_{cs}|$ ，精度好于 1.5%，为检验强子物质是由三代夸克组成提供了最高精度实验数据。
- ⊗ BESIII 实验发现系列新粒子，可能有超出夸克模型预言的新型强子态。
- ⊗ BESIII 实验发现具有奇特量子数  $J^{PC}=1-+$  的态  $\eta(1855)$ ，这是首次发现的超出夸克模型的同位旋标量奇特量子态。
- ⊗ BESIII 实验以最高精度测量了超子的不对称参数，纠正了此前 30 年来的实验测量偏差，以最高精度检验了标准模型对正反重子不对称性的预言。



# 08

## 粒子物理实验研究 PARTICLE PHYSICS

⑧ 大亚湾中微子实验 192 个 8 英寸光电倍增管安装在紧贴钢罐内壁的支架上，用于探测中微子俘获时发出的光信号

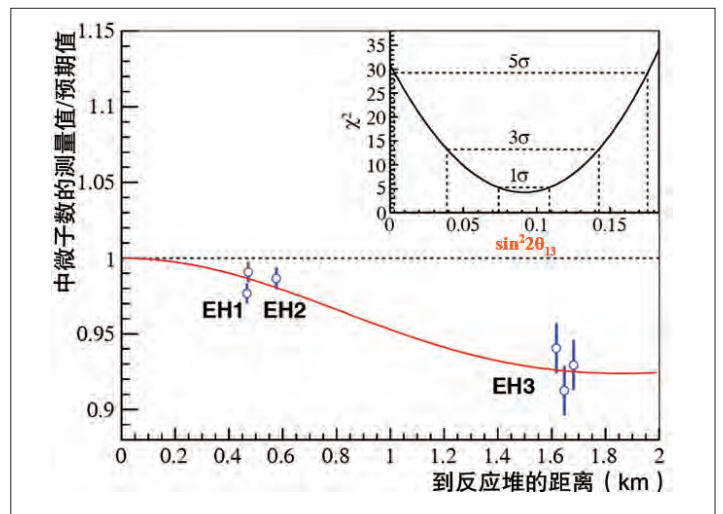


### ► 大亚湾反应堆中微子实验

大亚湾反应堆中微子实验是我国开展中微子实验研究的切入点，使我国在反应堆中微子研究领域从零一步跨越到国际领先水平。实验站位于中国广东省大亚湾核电站，共 3 个实验大厅。2011 年开始运行取数。2012 年大亚湾反应堆中微子实验宣布发现了第三种中微子振荡模式，精确测量了  $\theta_{13}$ ，打开了未来中微子振荡研究的大门，也确立了我国在反应堆中微子研究领域的领先地位。

2016 年，大亚湾实验精确测量了反应堆中微子能谱，发现与理论预期存在较大差异。

2022 年 6 月，大亚湾实验将  $\sin^2 2\theta_{13}$  的测量精度提高到 2.8%，是三个中微子混合角中最精确的测量结果，在可预期的未来难以被其他实验超越。



⑨ 2012 年 3 月，大亚湾反应堆中微子实验以 5.26 的置信度首次发现新的中微子振荡，论文发表在美国《物理评论快报》。被美国《科学》杂志评为当年十大科学突破之一



## ▶ 江门中微子实验

江门中微子实验是继大亚湾中微子实验之后我国的第二个大型中微子实验装置，由中国科学院和广东省共同支持建设，首要科学目标是确定中微子质量顺序，同时进行其它多项国际领先的重大前沿研究。

实验装置位于广东省江门开平市，主体为一个2万吨液体闪烁体探测器，位于地下700米，浸泡在3.5万吨纯净水中，探测器能量分辨率达到前所未有的3%。

江门中微子实验建成了国内跨度最大的深埋地下洞室，自主研发了探测效率国际最高的新型20英寸光电倍增管，研制了透明度国际最高的液体闪烁体。容纳2万吨液体闪烁体的有机玻璃球形容器直径35.4米，厚12厘米，为国际最大。

确定中微子质量顺序	有望率先确定质量顺序，6年达到3-4 $\sigma$
精确测量振荡参数	江门中微子实验的主要研究方向和物理潜力，测量 $\text{Sin}^2\theta_{12}$ ， $\Delta m^2_{21}$ 和 $\Delta m^2_{31}$ ，精度分别好于0.5%，0.3%，0.2%（6年）
超新星中微子	~8000个(10 kpc)，唯一能探测全部味道中微子的实验
超新星背景中微子	有望率先发现超新星背景中微子，3年达到3 $\sigma$
太阳中微子	国际最精确的铍-7、pep、碳氮氧太阳中微子测量
质子衰变	通过K道测量质子寿命到 $1 \times 10^{34}$ 年（10年）
地球中微子	每年探测400个地球中微子，10年达到5%精度

# 08

## 粒子物理实验研究 PARTICLE PHYSICS



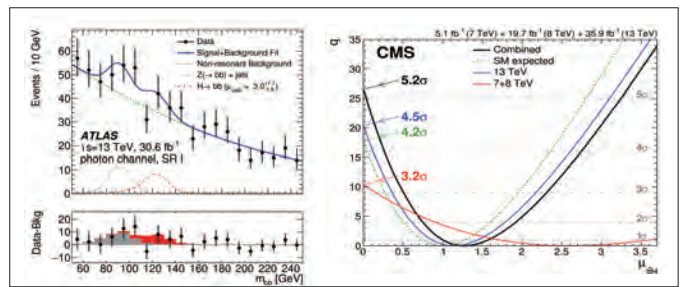
### ▶ 大型强子对撞机上的 ATLAS、CMS 实验

欧洲核子研究中心 (CERN) 的大型强子对撞机 (LHC) 及其上的超环面仪器实验 (ATLAS) 和紧凑缪子线圈实验 (CMS) 是当前唯一的高能量前沿物理实验研究平台, 主要物理目标是寻找和测量希格斯粒子、探索 TeV 能标下的新物理等。

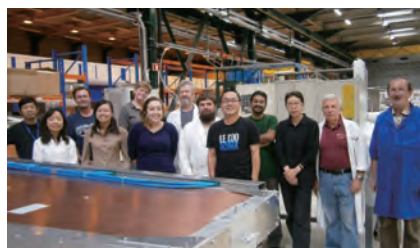
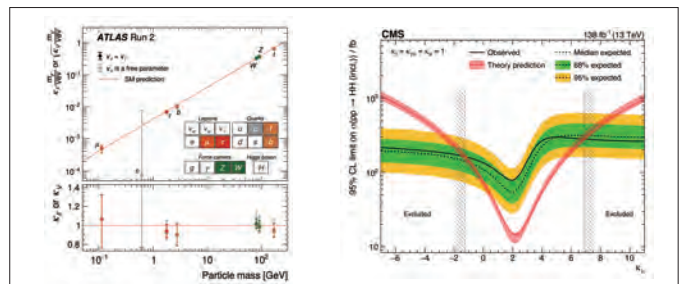
高能所自 1998 年起加入 ATLAS 和 CMS 实验, 全面参与了两个探测器的硬件、软件和物理分析工作, 并做出重要贡献。

针对升级后的高亮度 LHC 的运行规划, 围绕发现全新的希格斯自相互作用及新粒子、新现象等重大科学目标, 高能所加强布局、深度参与探测器升级, 特别是主导了 ATLAS 实验高颗粒度时间探测器的研制。

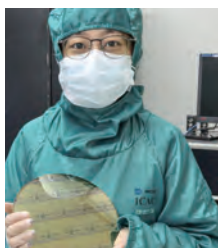
⊕ 2022 年 7 月两个实验组分别在《自然》发表希格斯与其它基本粒子相互作用强度的精确测量以及希格斯自相互作用的探索结果, 高能所做出了主要贡献。



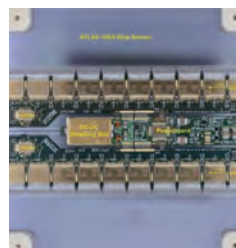
⊕ 高能所在 ATLAS 和 CMS 实验发现 Hbb 和 ttH 过程中做出了关键贡献, 确立了希格斯与第三代夸克的相互作用, 入选美国物理学会 2018 年物理学十大进展。



⊕ 2013 年高能所参与完成了 CMS 缪子探测器第四站阴极条室的升级建造



⊕ 成功研制国产高时间分辨率硅传感器

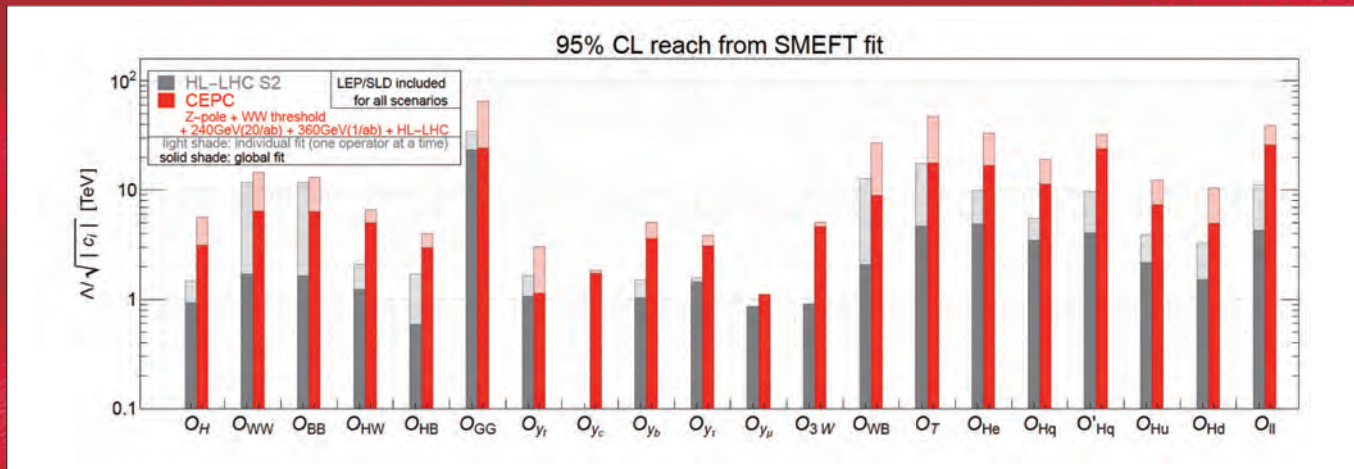


⊕ ATLAS 硅微条探测器模块组装



⊕ 研制 CMS 升级项目 5D 硅量能器模块





④ CEPC 探测新物理能力相比高亮度 LHC 高 1-2 个数量级

► 环形正负电子对撞机（CEPC）（规划中）

2012 年希格斯粒子发现后，同年中国科学家提出了 CEPC 方案，目标是发现超出标准模型的新物理。作为下一代希格斯工厂，将使得希格斯粒子测量精度达到 1% 水平，比高亮度 LHC 提高一个量级，对应的探测新物理能标也提高一个量级，达到 ~10TeV。

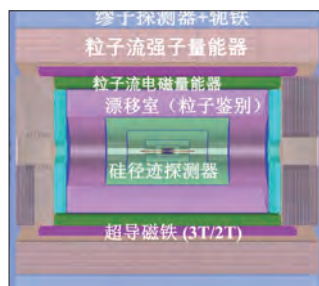
正负电子对撞机被欧洲粒子物理战略规划判断为未来对撞机发展的最高优先级。相比日本拟建的国际直线对撞机（ILC）、欧洲提出的未来环形对撞机（FCC-ee）和紧凑型直线对撞机（CLIC）等，CEPC 在执行时间、可升级潜力以及经济性等方面优势明显。

CEPC 的预研达到了全球领先水平，设计了束流驱动等离子体加速作为直线注入器的备选方案，引领了基于铁基超导的高场超导磁体技术快速发展，研制了国际领先的高效速调管和高 Q 值超导加速腔，提出了全新的探测器方案。

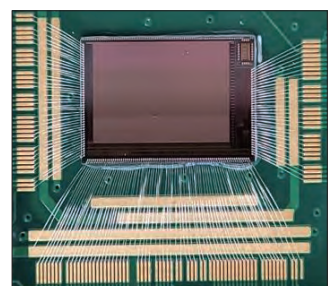
CEPC 建成后将是领域中的旗舰装置，将成为国际高能物理研究中心，带动全球科学研究，大幅提升中国乃至世界的相关技术水平。同时将聚集数千名国际顶尖人才，培养大批具有国际水准的人才。



④ 2018 年发布 CEPC《概念设计报告》，是首个环形正负电子希格斯工厂的概念设计报告



④ 新概念的 CEPC 第四探测器概念设计图



④ 高空间分辨 (3-5 微米位置分辨率) 的硅像素探测器芯片

# 09

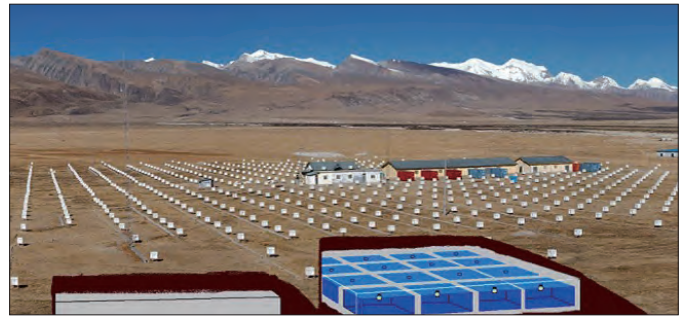
## 粒子天体物理研究

### ASTROPARTICLE PHYSICS

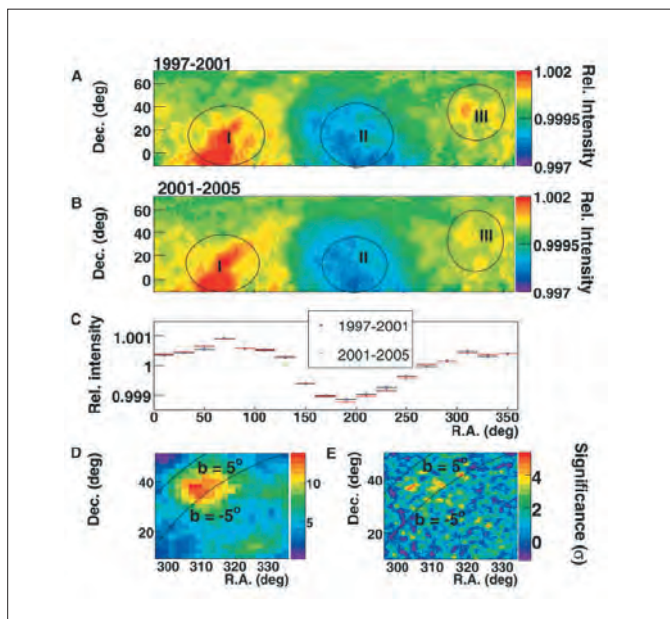
粒子物理在天体物理和宇宙起源与进化的研究中起着极为重要的作用。天体物理和宇宙学的发展又对粒子物理提出巨大的挑战。它们的交叉融合形成了新的交叉前沿——粒子天体物理。高能所是我国粒子天体物理实验领域的主要研究基地，主要研究方向包括宇宙线起源、高能天体物理、宇宙演化等，建有从地下到高山到太空的各种实验和观测手段。

#### ► 西藏羊八井 AS $\gamma$ 实验简介

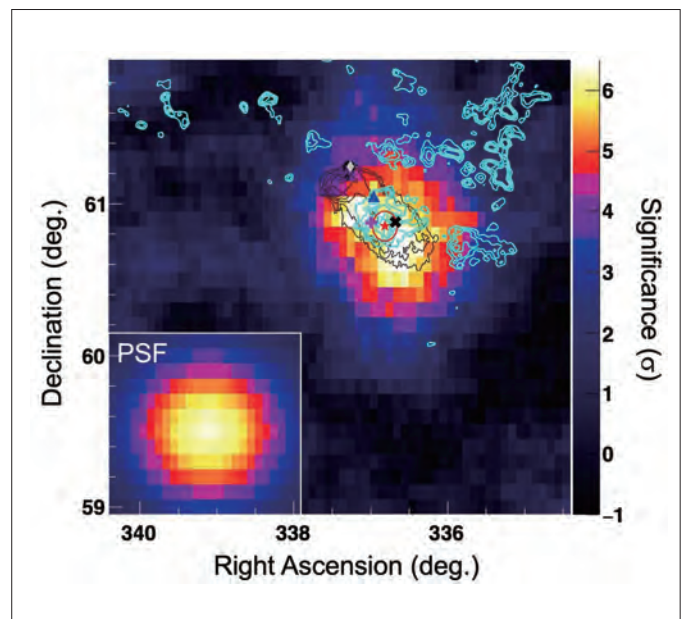
西藏羊八井 AS $\gamma$  实验（海拔 4300 米）是中日国际合作大型宇宙线实验，始建于 1989 年。2014 年 AS $\gamma$  实验在 65000 平方米表面阵列地下，增设 3400 平方米地下缪子水切伦科夫探测阵列（MD）。近年来 AS $\gamma$  围绕探索银河系宇宙线起源这个“世纪之谜”，取得了多项重要成果。如曾发现最高能量宇宙伽玛辐射和发现超高能宇宙线加速候选天体等，为解开超高能宇宙射线的起源之谜打开了重要窗口。



① 西藏 AS $\gamma$  实验复合式阵列（表面阵列 + 地下水切伦科夫阵列）



① 依据“西藏 AS $\gamma$ ”所获得的近四百亿观测事例，中日物理学家合作发表的结果



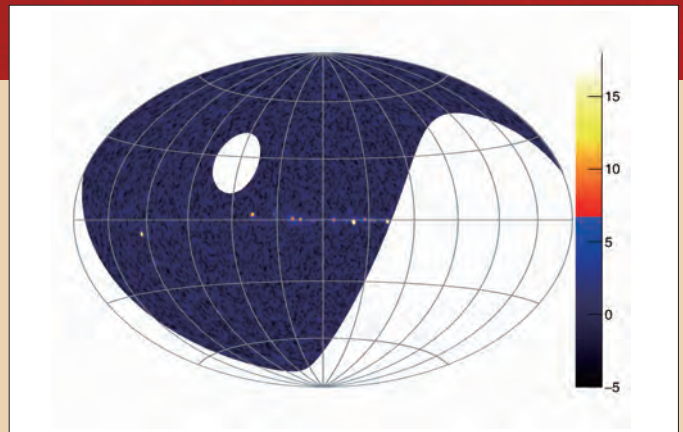
① 西藏 AS $\gamma$  实验观测到超新星遗迹（SNR）G106.3+2.7 附近 10 TeV 以上的伽马辐射图像，伽马辐射能量延续到 100 TeV 以上，该结果发表在《Nature Astronomy》（自然天文）



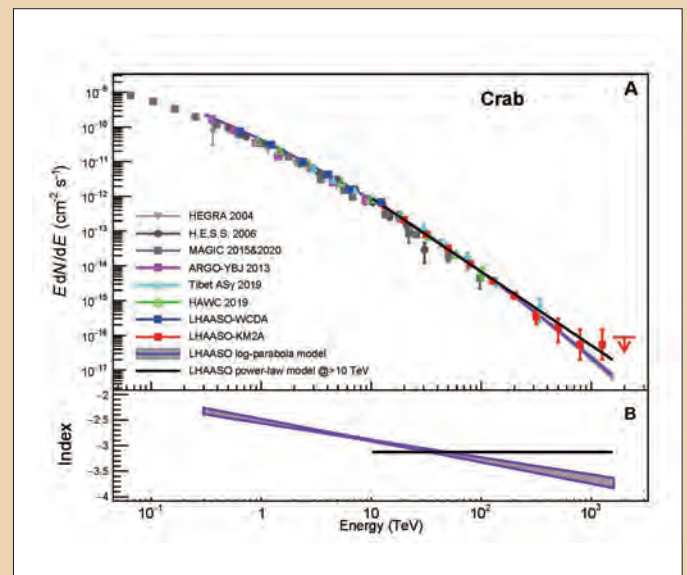
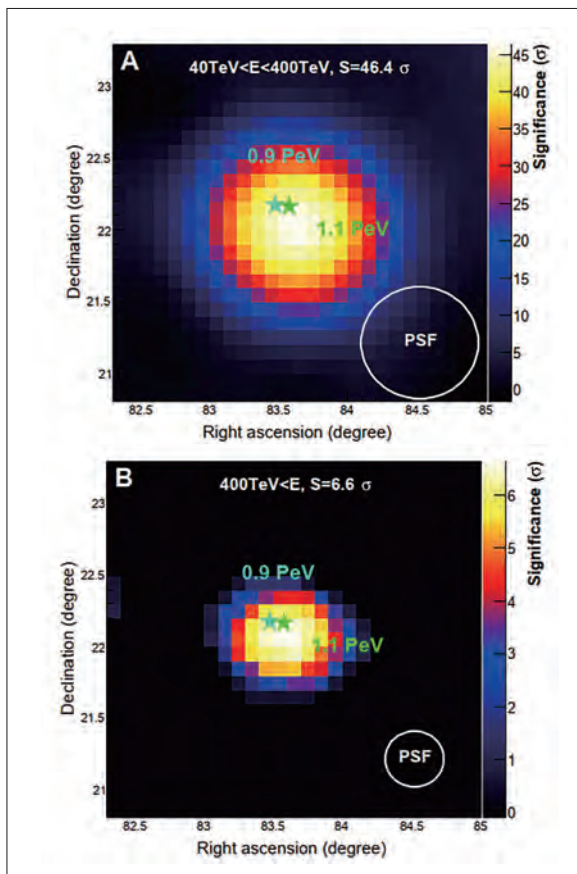
## ► 高海拔宇宙线观测站（LHAASO）简介

国家重大科技基础设施 LHAASO 是全球灵敏度最高的超高能伽马望远镜，位于四川省稻城县海子山，平均海拔 4410 米，占地面积 1.36 平方千米。观测站项目主体工程于 2017 年 6 月启动建设，2019 年 4 月首批探测器投入科学观测，边建设边运行，发现最高能伽马光子，达 1.4 拍（拍 = 千万亿）电子伏；发现一批亚拍电子伏以上银河系伽马源，其加速能力突破传统认知，开启了“超高能伽马天文学”时代，为系统开展高能宇宙线物理、极端条件下高能天体辐射及新物理研究揭开新篇章。

► LHAASO 精确测量了“标准烛光”蟹状星云的亮度，还记录到能量达 1.1 拍电子伏的伽马光子，于 2021 年 7 月发表在《科学》（Science）上。



- ⊕ LHAASO 视野下光子能量高于 100TeV 的宇宙
- ⊖ LHAASO 测量三个超高能伽马射线源光谱，揭示拍电子伏宇宙加速器
- ⊙ 蟹状星云伽马射线能谱图



# 09

## 粒子天体物理研究

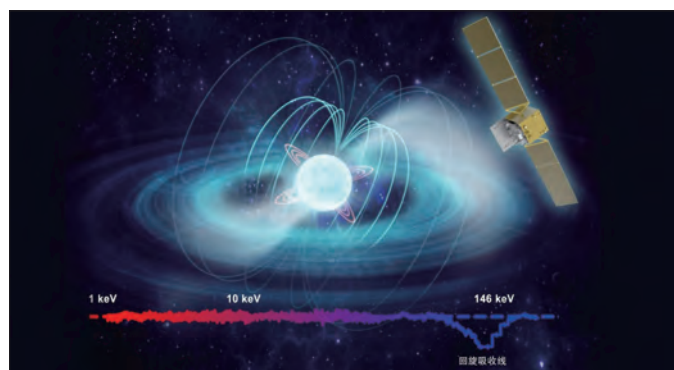
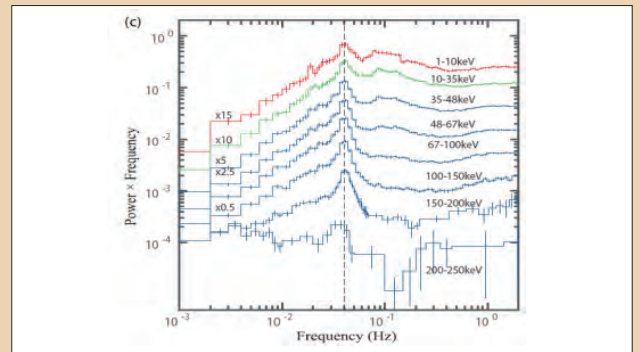
### ASTROPARTICLE PHYSICS

#### ► 硬 X 射线调制望远镜 (HXMT)

“慧眼” (英文名 Insight) 硬 X 射线调制望远镜 (简称 HXMT) 卫星是我国自主研制的第一颗空间 X 射线天文卫星, 于 2017 年 6 月 15 日发射升空, 可以开展大天区宽波段 X 射线扫描成像, 具备独特的黑洞、中子星多波段 X 射线快速光变研究能力, 也是国际上伽马射线暴探测效率最高的全天监视器之一。

► 慧眼卫星开启了黑洞、中子星硬 X 射线快速光变和能谱研究的新窗口, 取得了多项重大科学成果, 包括以国际最好数据质量和最丰富信息发现快速射电暴的 X 射线对应体, 为 2020 年国际十大科学突破之一“快速射电暴来自于磁星”做出重大贡献等。慧眼卫星带动 X 射线天文学成为我国空间科学发展的优势领域。

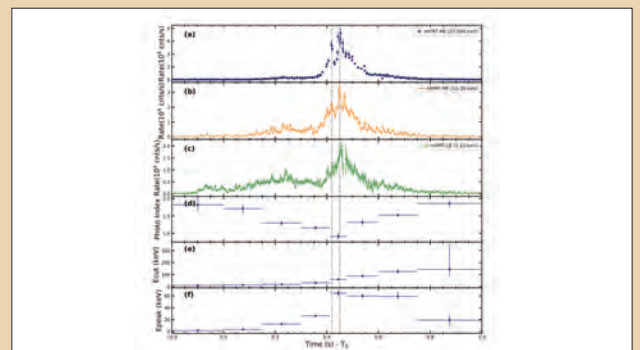
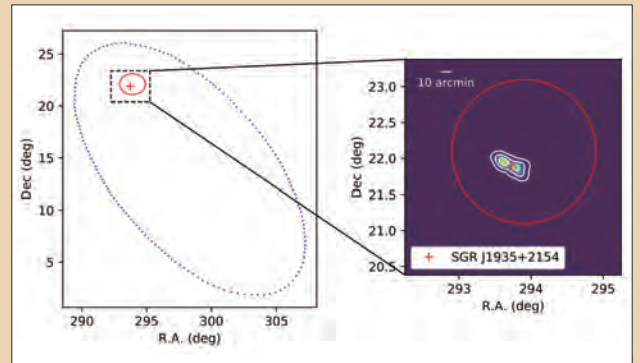
⑤ 慧眼卫星发现黑洞双星 MAXI J1820+070 的准周期振荡最高能量  $>200$  keV, 成果发表于《自然·天文》



⑥ 慧眼卫星在中子星 GRO J1008-57 中测量到迄今宇宙最强磁场 10 亿特斯拉, 成果发表于《天体物理杂志》

⑦ 慧眼卫星发现与快速射电暴 FRB200428 成协的 X 射线暴来自于银河系内的磁星 SGR J1935+2154

⑧ 慧眼卫星探测到与快速射电暴 FRB200428 成协的 X 射线暴, 并发现 X 射线暴的两个 X 射线脉冲是快速射电暴的高能对应体



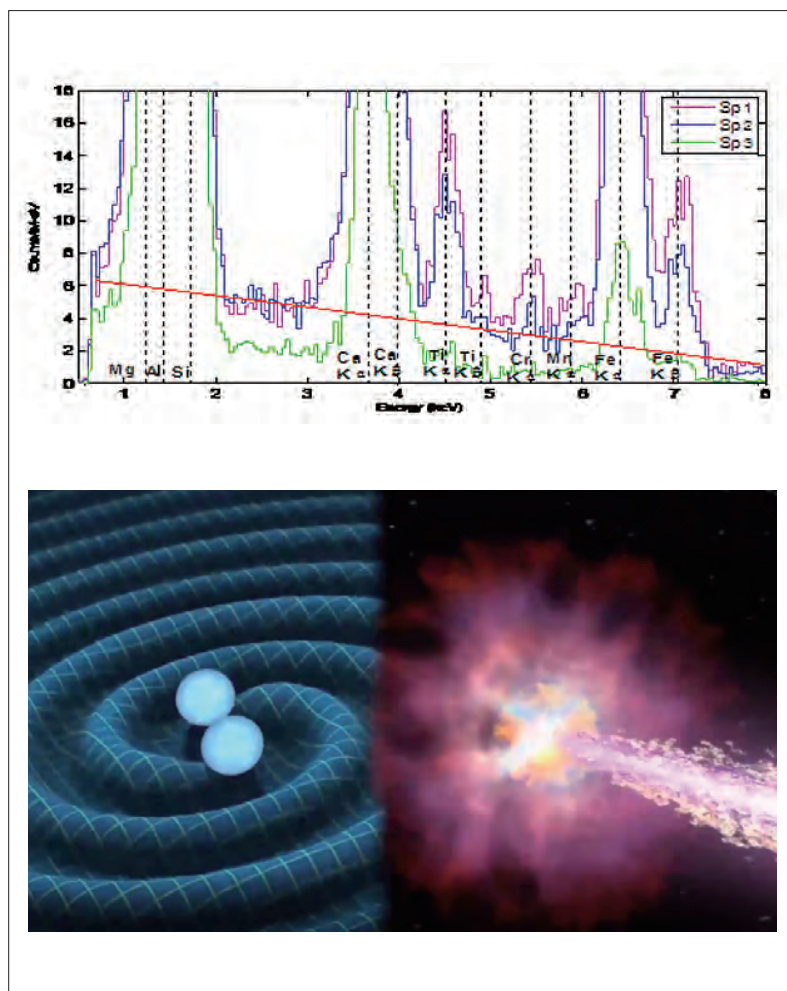


▶ 研制的伽马射线暴探测器 2001 年成功搭载神舟二号留轨舱飞行，实现我国空间天文观测零的突破，取得重要物理成果。

▶ 承担中国探月工程重大专项的 X 射线谱仪。嫦娥一号卫星有效载荷 X 射线谱仪首次实现 10–60keV 能区对月球元素的 X 射线荧光探测，填补了国际上环月轨道探测在该能区的空白。嫦娥二号卫星有效载荷 X 射线谱仪获得世界上第一幅镁和铝 X 射线全月谱图和在 100 公里轨道虹湾地区发现 Cr 元素谱线。嫦娥三号卫星粒子激发 X 射线谱仪是玉兔车机械臂上唯一的有效载荷，实现世界首次对月壤的元素成分和含量的原位测量，其获得的 X 射线元素谱成为虹湾区的标准。

▶ 中欧国际合作实验项目“伽马暴偏振探测仪-POLAR”是一台专门用于测量伽马暴偏振的空间探测器，已搭载于我国的空间实验室“天宫二号”于 2016 年 9 月 15 日成功发射，是“天宫二号”上搭载的唯一的国际合作项目。POLAR 取得了国际上最高精度的伽马暴偏振结果，实现了我国第一次空间 X 射线脉冲星导航。

▶ “怀柔一号”引力波暴高能电磁对应体全天监测器卫星（简称 GECAM 极目）是针对引力波天文学重大研究机遇而研制的空间天文望远镜，采用了一系列创新的载荷和卫星技术，并开创性地应用北斗导航系统实现星地准实时通讯。GECAM 于 2020 年 12 月 10 日成功发射运行，在轨运行期间已探测到伽马暴、磁星爆发、X 射线双星爆发、太阳耀斑以及地球伽马闪等现象。

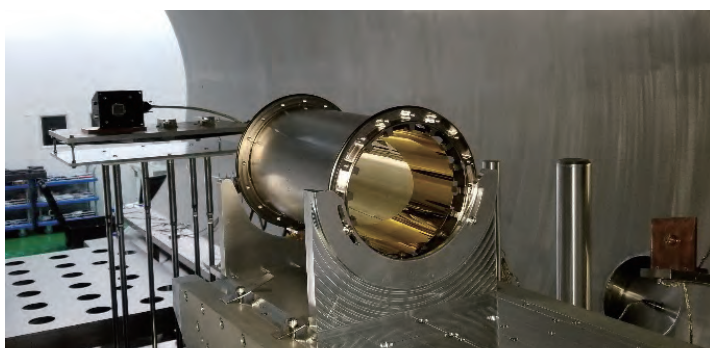
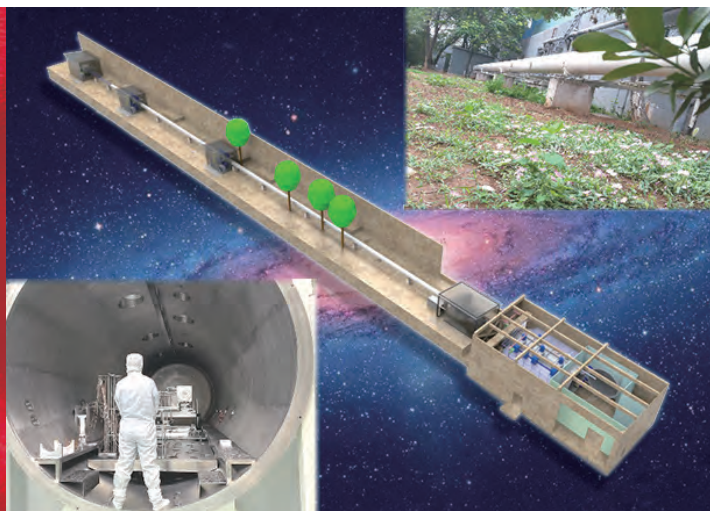


① 嫦娥二号卫星 X 射线谱仪获得的国际上首份月表 Cr 元素 X 射线特征谱，下图为嫦娥二号卫星 X 射线谱仪获得的国际上首幅基于 X 射线谱段全月铝元素分布图

# 09

## 粒子天体物理研究

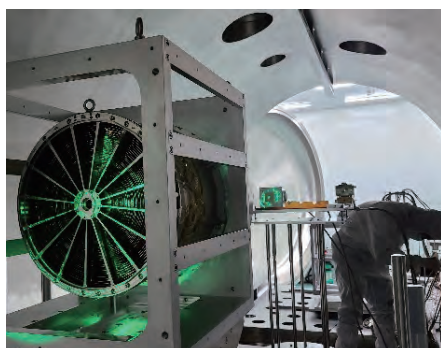
### ASTROPARTICLE PHYSICS



- ① 百米 X 射线标定装置全貌
- ② 标准 Wolter I 聚焦镜片



① 国产 Wolter I 聚焦镜



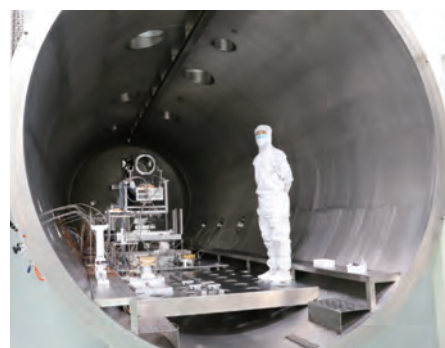
① EP 卫星 FXT 聚焦镜组件



① 多靶多滤片 X 射线专用源



- ② eXTP 国产聚焦镜片组
- ③ EP 卫星 FXT 望远镜整体标定





► 中子散射在我国的基础科学研究、应用基础科学研究和工程技术等诸多领域有着广泛的应用前景，对解决国家可持续发展和国家安全的战略需求的许多瓶颈问题具有重要意义，例如在材料工程技术（如大型工程材料无损检测、应力测量等）、清洁能源材料（如锂离子电池材料、氢能材料和燃料电池材料等）和生物医学的研发方面具有不可替代的作用。

▷ 经过十余年的筹备和六年半的建设，2018年，位于广东东莞松山湖科学城的中国散裂中子源顺利通过国家验收，按指标、按工期、高质量地完成了工程建设任务，顺利建成了我国首台、世界第四台脉冲式散裂中子源，填补了国内脉冲中子应用源及其领域的空白。其各项指标均达到或优于国家批复的验收指标，技术和综合性能进入国际同类装置先进行列。装置整体设计先进，研制设备质量精良，设备国产化率超过90%，靶站最高中子效率和谱仪综合性能达到国际先进水平。此外，中国散裂中子源通过自主创新和集成创新，在加速器、靶站、谱仪方面取得了一系列重大技术成果，显著提升了我国在高功率散裂靶、磁铁、电源、探测器及电子学等领域相关产业的技术水平和自主创新能力，使我国在强流质子加速器和中子散射领域实现了重大跨越。

▷ 目前，中国散裂中子源运行高效稳定，束流功率提前一年半达到100千瓦设计指标并实现140千瓦稳定供束；现已完成8轮用户实验共800多项课题，通过聚焦“四个面向”，为航空航天、高铁轮毂、深海潜水器等国家重大需求，以及量子材料、磁性材料、新能源材料、高分子材料及新型药物等国际前沿领域和国民经济主战场的工作提供了重要支撑。

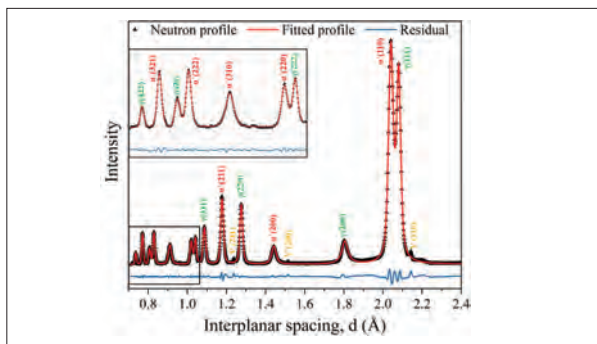


① 中国散裂中子源直线加速器



① 中国散裂中子源航拍图

② 在通用粉末衍射谱仪上获得的超强钢中子衍射图谱。论文发表于 *Science* 368, 1347 (2020)。







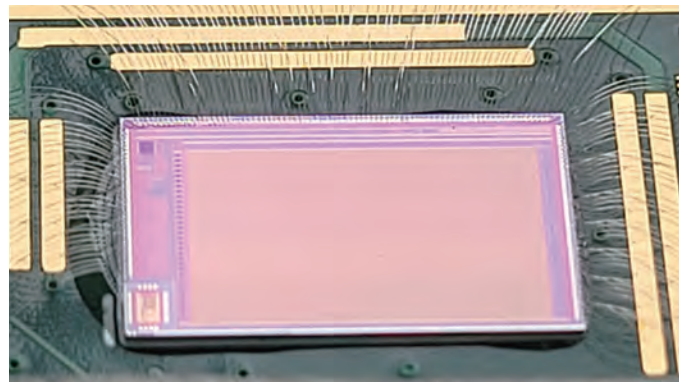
## 核探测器与核电子学研究

### RESEARCH ON NUCLEAR DETECTORS AND NUCLEOLOGY

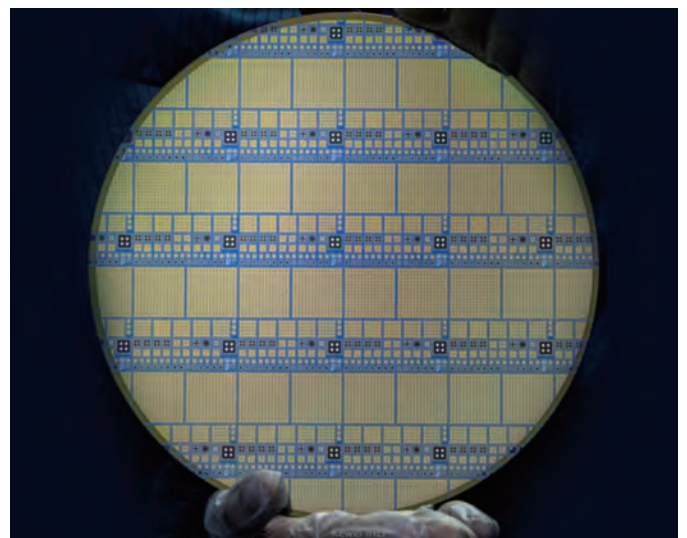
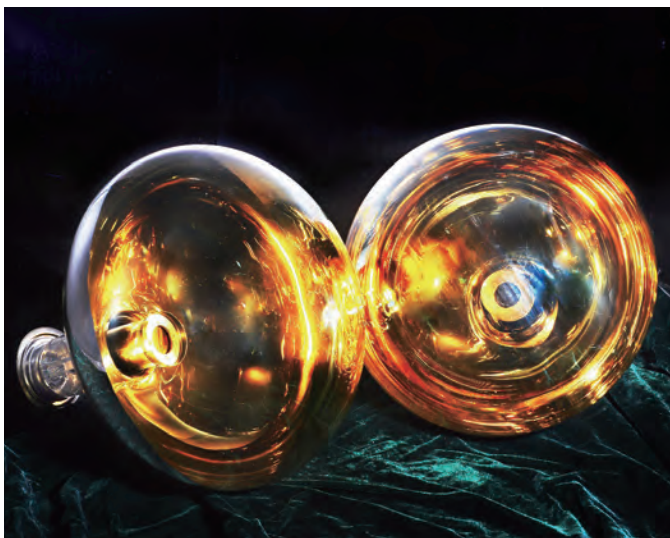
▷ 为满足未来高能物理实验的需求，高能所开展先进粒子探测技术研究，在高位置分辨率、高时间分辨率、高能量分辨率等方面开展研究。自主研发的硅像素探测器芯片 JadePix3，其空间分辨率达到  $3\mu\text{m}$ ；研制的抗辐照低增益雪崩放大二极管（LGAD）传感器，时间分辨率达到 30ps。

▷ 自 2009 年起开始新型高量子效率微通道板型光电倍增管（MCP-PMT）研制工作，与国内多家单位建立合作，依托江门中微子实验，成功研制出新型 20 英寸光电倍增管并实现产业化。2020 年通过由核学会组织的科技成果鉴定，并获得光学工程学会科技进步一等奖，中国产学研合作创新成果一等奖。

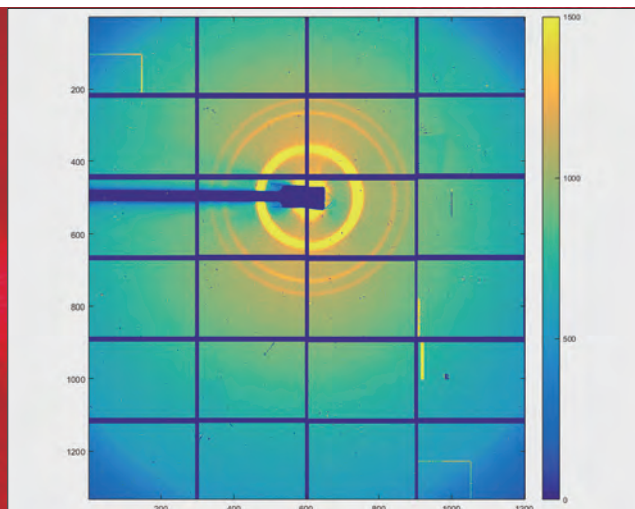
▷ 面向大科学工程，开展先进电子学技术研究。江门中微子实验采用了高可靠性水下电子学系统设计，使用了国产高性能模数转换芯片、高速波形采样等前沿技术。



- ① 高分辨率硅像素探测器芯片 JadePix3
- ② 抗辐照超快 LGAD 传感器
- ③ 自主研发的 20 英寸光电倍增管



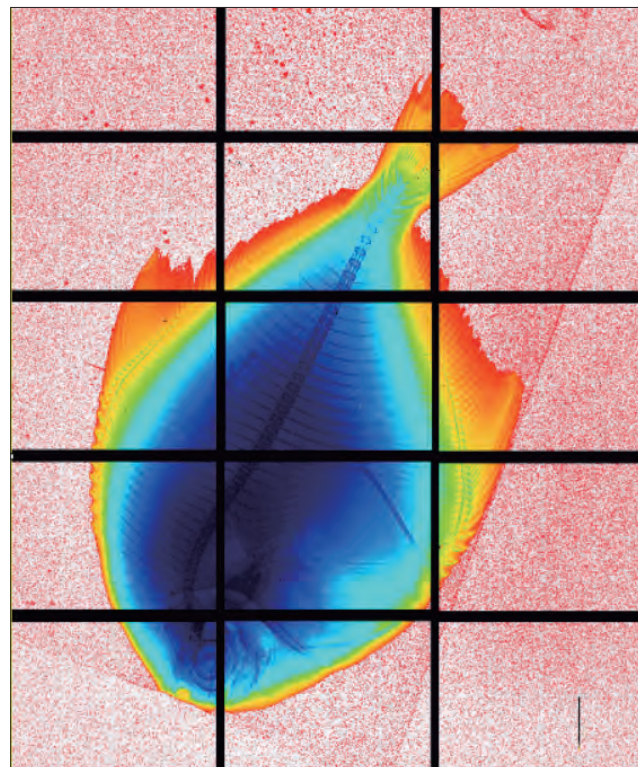




▷ 经过多年的研究，粒子物理专用集成电路研究从起步走向成熟。自主研发的一系列前端读出芯片已用于 CSNS、LHAASO 等大科学工程，保障了重要科学成果的产出。

▷ 自主研制的二维 X 射线像素阵列探测器实现了我国高端 X 射线探测器研制的重要突破，性能达到同类设备国际先进水平，突破了包括像素芯片、传感器、先进封装、高速电子学等在内的一系列关键技术并实现了国产化。

- ① X 射线硅像素探测器工程样机粉末晶体衍射图样
- ② X 射线硅像素探测器工程样机实物图
- ③ X 射线硅像素探测器工程样机 X 光成像图

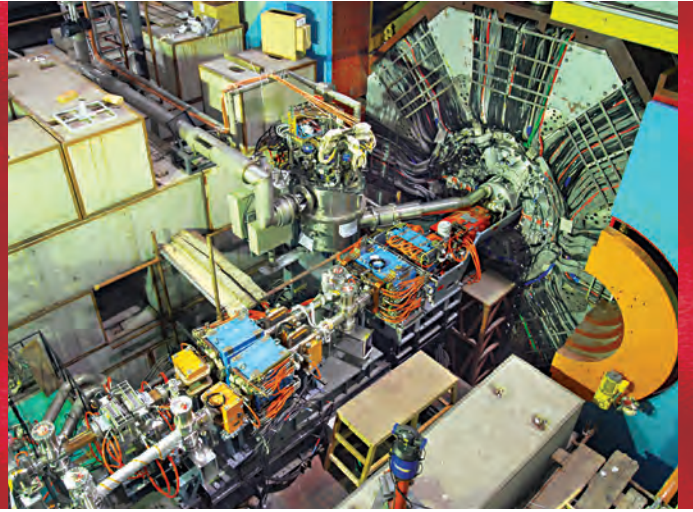




# 12

## 加速器科学与技术

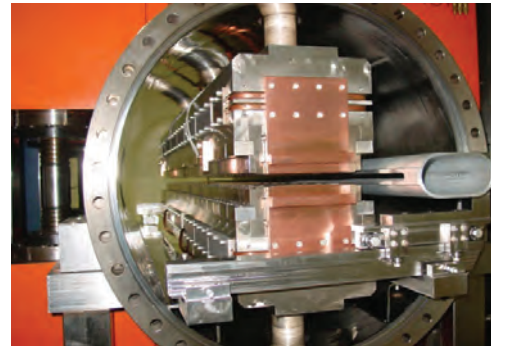
### ACCELERATOR SCIENCE AND TECHNOLOGY



▷ 粒子加速器是高能物理实验研究和多学科交叉研究平台的主要实验装置，同时作为一项具有重要战略意义的高技术，在国民经济和普惠健康的诸多领域应用广泛。

▷ 在 BEPC 和 BEPCII 的建设过程中，高能所在高亮度电子加速器关键技术领域，如加速器物理、微波、真空、磁铁、电源、超导、束测、控制等学科，形成并发展了优势。

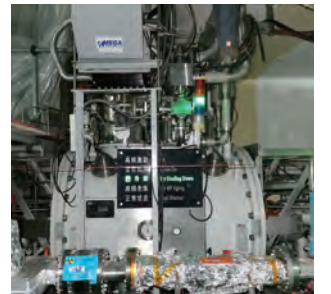
- ① 北京正负电子对撞机的对撞区
- ② 真空内扭摆磁铁



① 高束流功率射频四极加速器 (RFQ)



① 1.3GHz 9 cell 超导高频腔



① 500MHz 国产超导高频腔



① BEPCII 电子直线加速器



① 出口欧洲自由电子激光用大型低温恒温器



① 超导 3W1



④ 为德国 DESY 自由电子激光项目 EXFEL 研制的波荡器



▷ 中国散裂中子源 (CSNS) 强流质子加速器, 突破其中的关键技术, 自主设计建成我国第一台高束流功率射频四极加速器 (RFQ)。积极开展加速器驱动的次临界系统 (ADS) 的强流质子加速器的 R&D 和研制。

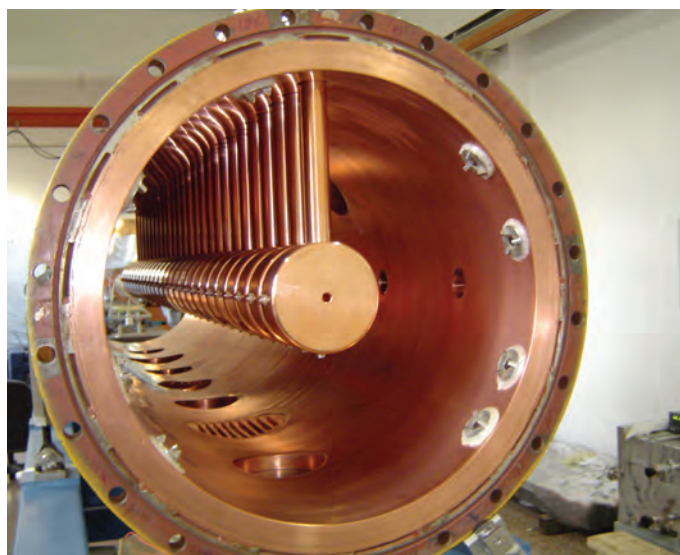
▷ 承担加速器驱动的次临界系统 (ADS) 的强流质子加速器的 R&D 和研发。

▷ 成功研发了具有国际创新性的首个由 14 个极低  $\beta$  轮辐型射频超导腔系统集成的强流质子加速器 ( $\beta=0.12$ )，此重大突破也是我国质子超导加速器的一个重要里程碑。创新研发并成功运行了国际上第一台 325MHz 连续波 RFQ 加速器, 平均功率 32kW, 国际最高。

▷ 积极部署加速器前沿领域关键技术的跟踪和研究, 开展了超导、高品质注入器及波荡器等关键技术研究。建立了国内最大的超导高频腔实验室, 与 BEPCII 低温系统共同构成了超导技术研究的综合平台。自主研发的高频腔已正式在 BEPC II 上运行。

⑦ 用于 ADS 质子加速器的世界最低 beta 超导腔 spoke012

⑧ 漂移管直线加速器腔体。漂移管直线加速器是 CSNS 加速器关键设备之一, 也是国内首台高占空比漂移管强流加速器



# 13

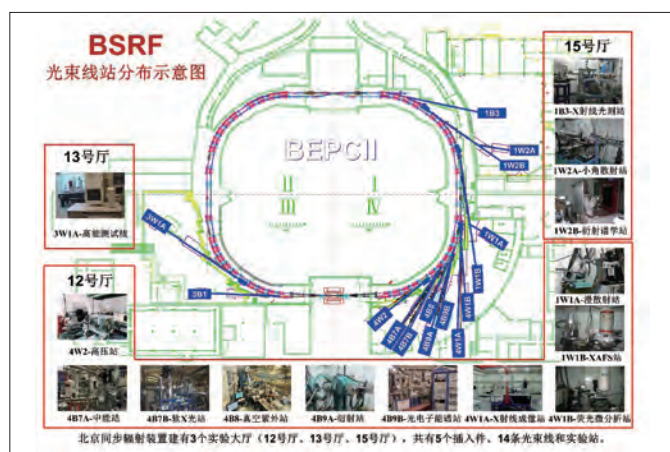
## 光束线站设计与研究

### DESIGN AND RESEARCH OF BEAM LINE STATION

▶ 北京同步辐射装置 (BSRF) 共有 5 个插入件, 14 条光束线和 15 个实验站, 提供同步辐射专用光和兼用光运行, 是我国北方主要的同步辐射研究基地。用户研究领域涵盖了物理、化学化工、生命科学、环境资源、医学等, 每年为国内外研究单位提供同步辐射实验机时。

▶ BSRF2003 年建设成功了我国第一条基于多波长反常散射方法的生物大分子晶体学光束线及实验站, 2006 年, 另一个新的生物大分子晶体学实验站也建成并开始运行。这两条光束线及实验站为我国结构生物学研究提供了可靠的实验基地。

北京同步辐射装置 (BSRF) 是我国第一个建成并投入使用的、横跨紫外到硬 X 射线波段的大型同步辐射装置。BSRF 自 1991 年开放运行以来, 通过 X 射线衍射、散射、成像、谱学等多种实验手段为凝聚态物理学、化学、化工、材料科学、生命科学、地球科学、环境科学、光学及探测技术等广泛学科的基础研究和应用基础研究提供强有力的实验平台, 还为国家重大需求提供重要的技术支持, 已成为我国重要的同步辐射研究基地, 使我国在世界同步辐射应用研究领域占据一席之地。



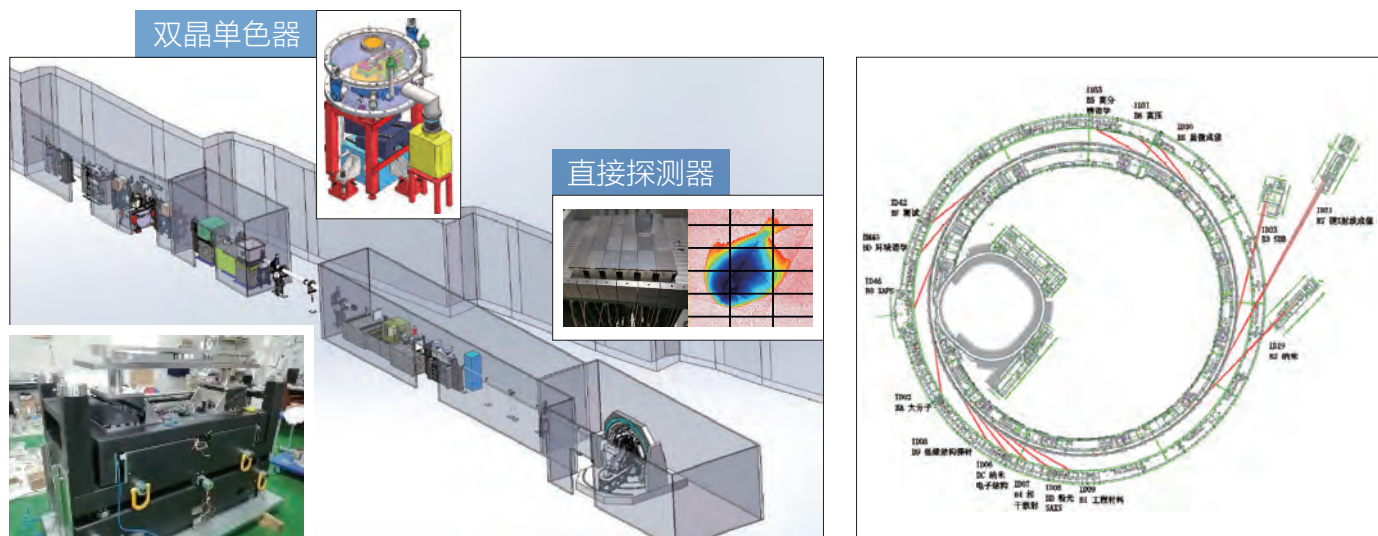
⊙ BSRF 光束线站分布示意图

光束线站	研究内容	实验技术
1W1A- 漫散射线站	晶体材料, 薄膜, 多层膜, 纳米材料	X 射线高角衍射 / 散射, X 射线掠入射衍射 / 散射, X 射线反射率 / 非镜面散射, X 射线掠入射小角散射
1W1B-XAFS 线站	材料科学, 纳米科学, 生物医学, 环境科学, 化学化工, 能源催化, 人文考古	透射 XAFS, 荧光 XAFS, 表面 XAFS, QXAFS, XAFS/XRD 联用及其原位 (温度, 压力和气氛) 样品环境室
1W2A- 小角散射线站	纳米材料, 介孔材料, 生物大分子, 高聚物等	常规小角 X 射线散射 (SAXS), 广角 X 射线散射 (WAXS), 掠入射小角 X 射线散射 (GISAXS), 时间分辨小角 X 射线散射 (T-SAXS)
1W2B- 衍射谱学综合线站	生物大分子, 材料科学, 纳米科学, 生物医学, 环境科学, 化学化工, 设备、元件、实验方法测试等	散射, 衍射, 谱学
3W1A- 高能测试线	同步辐射仪器设备测试, 工程材料研究等	高能 X 射线成像, 高能 X 射线衍射, 白光成像, 白光衍射, 3DXRD, PDF
1B3-X 射线光刻线站	用于 X 射线聚焦成像的微纳光学元件研制	X 射线光刻, MEMS
4W1A-X 射线成像线站	能源材料, 复合材料, 生物医学材料, 高分子材料, 金属合金, 晶体材料	纳米分辨全场成像, 微米分辨成像, 相位衬度成像, 镜体形貌
4W1B-X 射线荧光微分析线站	地质矿产, 生物医学, 环境科学, 材料科学, 人文考古, 法学鉴定	X 射线荧光分析 (XRF), 微区 X 射线荧光分析 ( $\mu$ -XRF), X 射线发射谱 (XES)
4W2- 高压线站	晶体结构相变, 物质状态方程	高压衍射
4B8- 真空紫外线站	发光材料	荧光光谱和吸收谱等真空紫外光谱
4B7A- 中能线站	探测器标定, 环境科学, 农业, 材料科学	光学计量标准测定、XAFS
4B7B- 软 X 光线站	探测器标定, 光学元件测试, 计量标准, 光谱学	光学计量标准测定、XAFS
4B9A- 衍射线站	材料科学, 纳米科学, 催化能源, 生物科学	X 射线衍射 (XRD)、X 射线反射率 (XRR)、XAFS
4B9B- 光电子能谱线站	凝聚态物理, 新型材料	同步辐射角积分光电子能谱 (SRPES)、同步辐射角分辨光电子能谱 (ARPES)、低能电子衍射 (LEED)、常规 X 射线光电子能谱 (XPS) 等



► 高能同步辐射光源 (HEPS) 作为第四代高能光源，其特点是高亮度、高相干和高能量。一期建设 14 条光束线站及 1 条测试线站。光束线站设计建设在高稳定性、高相干保持性、高热负载处理上面临极高的挑战。

2024 年线站陆续开始带光调试，2025 年试运行。代表性线站如右：



高能	工程材料线站	50-170keV, 高能衍射、小角、全散射 (PDF)
	硬 X 射线成像线站	10-300keV, 相衬 / 衍射衬度成像, 350m 束线, 200mm 大光斑
亮度	纳米探针线站	小光斑, <10nm; 原位纳米探针, <50nm; 180m 长束线
	结构动力学线站	15-60keV, 单发衍射 / 成像; < 50nm 投影成像; 200m 长束线
	高压线站	150nm 光斑, 衍射 / 成像
相干	硬 X 射线相干散射线站	相干衍射成像 (<5nm 分辨率), 亚微秒 X 光子关联谱 XPCS
	低维探针线站	表面 / 界面散射, 表面 XPCS

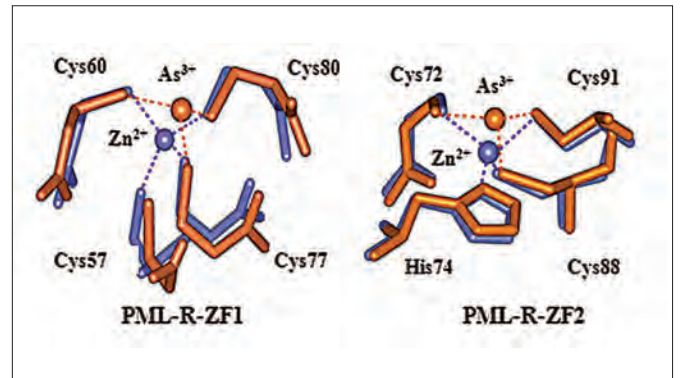
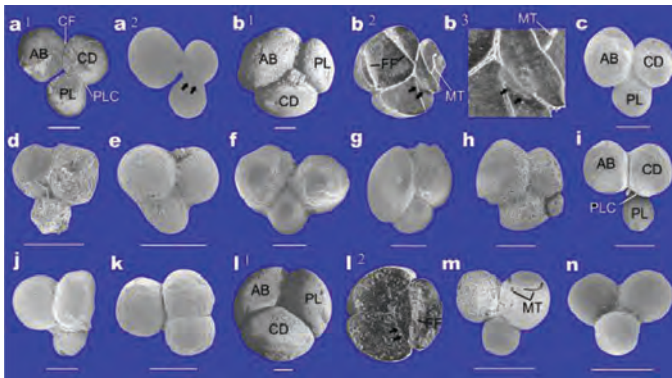
# 14

## 多学科交叉前沿研究

### MULTI-DISCIPLINARY RESEARCH

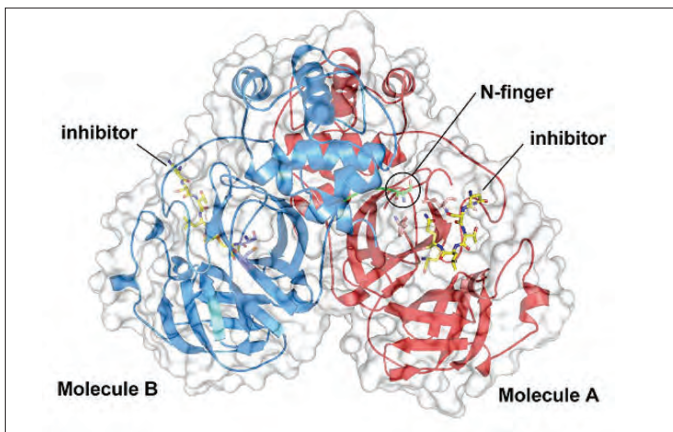
▶ 依托高能所的大科学装置和核分析技术的优势，开展纳米、化学、生物、材料、资源环境等领域的研究，重点研究方向有纳米生物效应、核技术环境科学、核成像技术、蛋白质结构和功能研究。

▶ BSRF 开展具有特色的研究工作，如蛋白质晶体学、纳米材料的生物效应、X 射线相位衬度成像、同步辐射实验方法等研究。



① 用同步辐射方法研究瓮安大爆发化石，提出了古化石研究的创新性方法。为两侧对称动物在瓮安动物群的存在提供新的依据，表明两侧对称动物螺旋卵裂超门在 5 亿 8 千万年前可能已经出现。论文于 2006 年 6 月在《科学》杂志发表

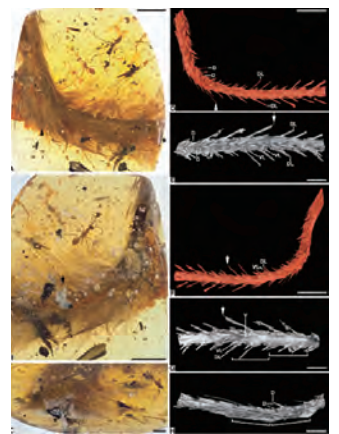
① 上海血液学研究所、医学基因组学国家重点实验室在 1WIB-XAFS 实验站利用 BioXAS 方法，成功揭示了砷剂治疗急性早幼粒细胞性白血病的分子机理



① SARS 冠状病毒主蛋白酶



① 菠菜捕光膜蛋白

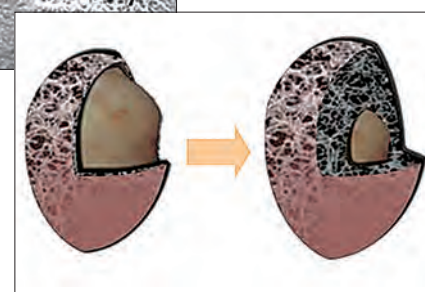


① 发现第一块埋藏在琥珀中的恐龙化石



► 解出的代表性蛋白结构有 SARS 病毒主蛋白酶及抑制剂复合物结构（2003 年 PNAS）、高等植物捕光天线复合物 LHCI（2004 年 Nature）、菠菜捕光膜蛋白 3D 结构（2006 年 Nature）、细菌效应蛋白 AvrPto 和植物中对应的抗性蛋白 Pto 的复合物结构（2007 年 Nature）、AMP 激活蛋白激酶在不同功能状态的结构（2009 年 Nature）、古菌 C/D RNA/ 蛋白质复合物（RNP）结构（2009 年 PNAS）、H/ACA RNA 引导的假尿嘧啶合成酶的结构（2009 年 Molecular Cell）、黑色素抗原（MAGE）蛋白复合物结构（2010 年 Molecular Cell）、HIV 抑制因子 SAMHD1 同源四聚体晶体结构（2013 年 Nature Communications）、ZMYND11 Bromo-ZnF-PWWP 晶体结构（2014 年 Nature）。

► 高能所是我国率先开辟纳米材料生物学效应研究领域的机构之一，2001 年组建了我国第一个纳米生物效应实验室，2006 年与国家纳米科学中心联合成立纳米生物效应与安全性联合实验室，重点开展纳米生物效应和具有健康相关应用前景的纳米材料研究，如无毒纳米抗癌药物等。



④ 研究发现，肿瘤治疗中用没有毒性的物质去“监禁细胞”，不仅能获得更好的疗效，还能克服已沿用 60 余年的肿瘤化疗的毒副作用、肿瘤转移等重大缺陷



④ 汞矿开采造成周边环境汞含量升高，污染农田，影响人体健康水平。研究表明，补硒可以降低农作物中汞含量，促进长期汞暴露人群体内汞排出，从而提高机体健康水平



④ 为解决我国核燃料循环过程中的关键放射化学问题，2010 年成立核能放射化学课题组，主要研究方向是锕系元素化学、核燃料化学和乏燃料后处理化学



# 14

## 多学科交叉前沿研究

### MULTI-DISCIPLINARY RESEARCH

► 收集了我国古代典型窑址考古发掘出土的产地和地层明确的14000多件古陶瓷碎片标本，建立了中国古陶瓷标本库。采用中子活化和能量色散X射线荧光等核分析方法测定了胎釉彩的元素组成，建立了具有统计性和代表性的古陶瓷胎、釉、彩中主量和微量元素数据库，是按照科学分析要求建立的古陶瓷样品量和数据最多的数据库之一。

► 基于古陶瓷标本库和数据库开展了不同窑口和年代古陶瓷化学组成的产地和年代特征的研究，揭示和阐明了若干窑口古瓷胎釉元素组成的产地属性和时代特征，为解决陶瓷考古若干疑难问题和真伪鉴别提供了科学依据。

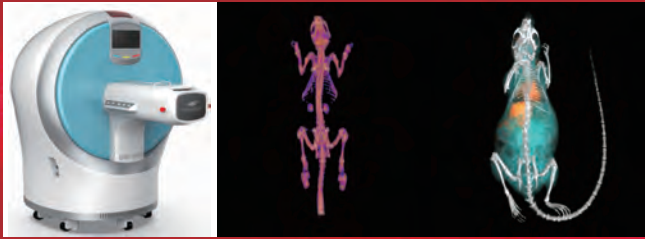


① 中国古陶瓷标本库及部分藏品



# 15

## 科技成果转化 TECHNOLOGY TRANSFER



① 临床前动物 PET/SPECT/CT、动物能谱 CT 系列，满足多模态动物成像需求

▷ 依托高能所在先进射线探测技术、核电子学技术、粒子加速器技术等领域的研究基础，发挥学科门类齐全、技术高度密集的优势，以国家安全、生命健康、工业发展等应用需求为导向，开展核探测及核成像前沿技术研究、关键部件研制及系统开发应用。

▷ 面向国家安全，开展辐射安全检查技术、辐射监测技术、核素痕量分析技术研究，完成多类型（编码、康普顿）、多粒子（X、 $\gamma$ 、n）的辐射安全成像系统、辐射剂量监测系统的研制。



① 乳腺专用 PET、乳腺专用能谱 CT 系列，实现高分辨率、高灵敏度临床诊断

▷ 面向工业发展，开展无损精密检测技术研究，完成核燃料富集度无源检测系统、板状物 CT 检测系统、显微 CT 检测系统、中高能 CT 检测系统等研制。开展应用加速器技术研究，完成医用加速管、工业辐照用大功率电子加速器、加速器 X 射线源等的研制。

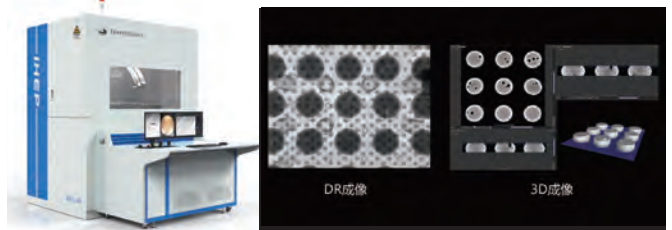


① 编码、康普顿成像系统系列，实现辐射热点实时成像  
② 车载辐射应急监测系统，快速重构大范围区域辐射分布图像



③ 核燃料富集度无源检测系统，正式上线投入使用  
④ 国内首台板状物 CT 检测系统，解决 3D 芯片封装和 IGBT 模块检测难题

▷ 面向生命健康，开展医学成像技术研究，完成一系列用于临床前研究、临床医学诊断的 PET、SPECT、CT 及多模融合成像系统，并积极开展分子探针、分子影像数据处理等研究。



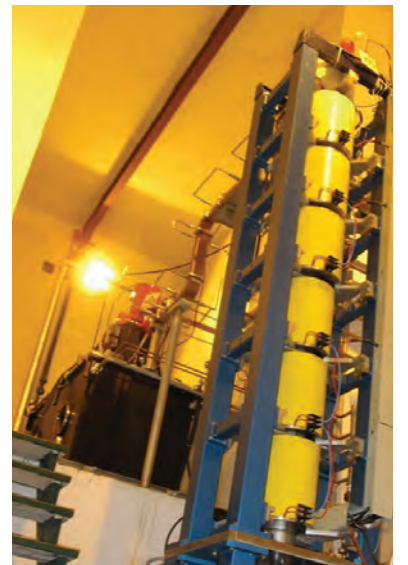
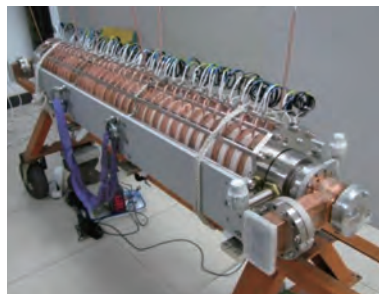
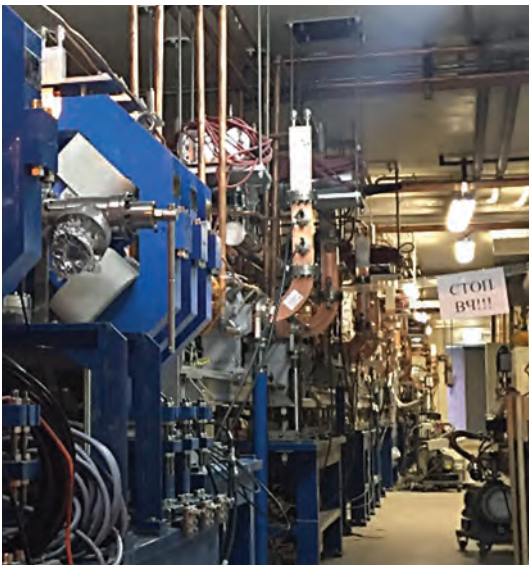
# 15

## 科技成果转化

## TECHNOLOGY TRANSFER



④ 韩国浦项理工学院 PLS 直线整机项目



④ 9MeV 加速器射线源工业 CT (上左)、工业辐照用 10MeV 电子加速器 (上中)、医用加速器加速管 (上右)

④ 美国阿贡国家实验室 KIPT 整机项目

④ 低温超导磁选机



▷ 与国外多家科研机构合作，生产并出口加速器部件。所实验工厂拥有 800 余台机床和设备，产品包括各种类型的磁铁、微波器件、加速管及能量倍增器，合作伙伴包括欧洲多国、美国、加拿大、日本、韩国、巴西等国家和地区，已逐步成为国际加速器建造重要的整机和部件供应商。



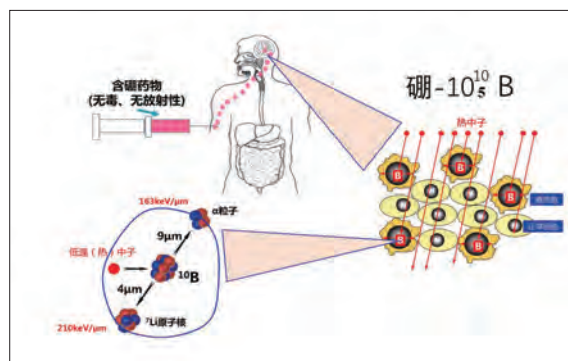


▶ 高能所依托中国散裂中子源（CSNS）技术，利用其自主研发掌握的强流质子加速器技术和中子产生与调控技术，开展硼中子俘获治疗（BNCT）核心技术研究和市场化推广。

▷ BNCT 技术利用加速器产生的中子与注入患者癌细胞内的硼-10 药物发生核反应，生成高传能线密度的  $\alpha$  粒子和  ${}^7\text{Li}$  核，它们对于肿瘤细胞杀伤力强，是一种二元靶向性放射疗法，可实现细胞尺度的精准治疗，理想情况下，只杀伤癌细胞而不损害周围正常组织。BNCT 二元靶向性疗法特别适用于浸润、扩散、转移等 x- 射线、质子、重离子以及手术难以治疗的癌症，被认为是脑胶质瘤、黑色素瘤治疗的最好手段，并试治肝癌、肺癌、胰腺癌、前列腺癌、乳腺癌等其它脏器肿瘤。

▷ 2020 年 8 月，高能所在东莞研究部研制成功我国首台自主研发加速器硼中子俘获治疗实验装置，该装置的成功研制，是我国在癌症治疗高端医疗设备整机技术开发方面取得的又一重大成果；BNCT 实验装置也是利用 CSNS 技术催生的首个产业化项目，对于示范带动大科学装置关联产业发展意义重大。

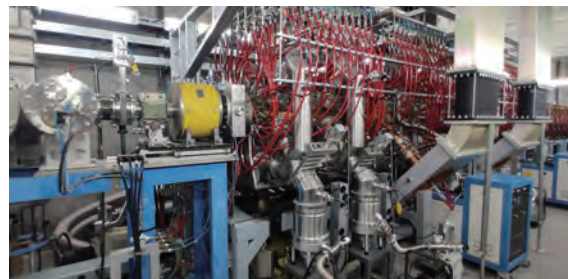
▷ 自 2020 年始，BNCT 团队启动首轮细胞实验和小动物实验，为开展人体临床试验进行前期技术准备。同时着手研制 BNCT 临床医疗装置，2022 年在东莞市人民医院启动临床装置的安装，继而开展人体临床试验工作。在东莞市人民医院新建 BNCT 治疗中心大楼，计划安装两台 BNCT 装备。



① BNCT 治疗原理图  
② 研制成功我国首台自主研发 BNCT 实验装置发布会



① 东莞市人民医院 BNCT 治疗中心大楼



① BNCT 实验装置

# 16

## 科学计算

### COMPUTING

#### ▶ 高能所计算平台

系统拥有超十万核的计算能力，上百 PB 的存储空间，数百万兆内部数据交换网络，万兆级的国际互联网接入带宽，形成了一个具有海量数据存储、处理和高速传输能力的国际化数据处理平台，为高能物理实验和科研活动提供先进的数据和计算环境。

#### ▶ 计算技术及应用

建成包含数十万核级别的高吞吐量分布式计算平台，以及国际高能物理网格站点中国区域中心，为国内外数十个大型实验提供计算服务。目前，形成了北京、东莞两个大型数据中心与多个分布式站点的“一平台多中心”格局。

#### ▶ 数据存储技术

通过分布式存储、分级存储、高性能 I/O、网格数据管理以及计算型存储等先进技术，自主集成和建设了百 PB 级的海量存储系统，满足了高能物理科学大数据大容量、高性能、高可靠以及长期保存的需求。

#### ▶ 网络技术与信息安全

建成 800Gbps 骨干的科学计算网络环境，实现到欧洲、北美以及国内合作单位 10Gbps 网络带宽能力，加入 LHCONE 国际网络联盟，并自主研制成大装置和科学数据中心态势感知系统，保障高能所以及重大科技基础设施的网络和信息安全。

#### ▶ 科学软件框架

为高能物理同步辐射光源（HEPS）等实验建设通用的科学数据处理基础软件框架，支持多领域方法学和工具集成，满足科学实验数据规模不断增长以及新的方法学不断发展的需求，建立开放合作的用户社区和软件发展生态。

#### ▶ 国家科学数据中心

2019 年获批国家高能物理科学数据中心，以高能物理领域科研活动中产生的科学数据为核心，实现数据资源、软件工具、数据分析等资源能力的汇交与共享，面向全球的科研人员提供高能物理、中子科学、光子科学、天体物理等基础研究以及多学科交叉研究服务。

#### ▶ 计算中心介绍

高能所计算中心是高能物理科学计算及相关关键技术的研究机构，是国家高能物理科学数据中心的依托单位，负责规划、建设、运行和维护大规模的科学计算和网络环境，承担研究所科研信息化系统研制任务，开展高性能计算、海量数据存储、网格计算与云计算、大数据、新一代网络、网络安全、科学数据管理、大型科学软件等前沿技术研究。计算中心广泛参与高能物理计算国际合作，建立的数据密集型网格平台是国际高能物理网格（WLCG）的重要组成部分，为多个国内外大型高能物理实验提供高质量的科学计算和数据服务。

计算中心为我国互联网发展做出了重大贡献。1986 年 8 月，通过北京 710 所和奥地利广播电台建成了与欧洲核子研究中心（CERN）之间的我国第一条国际计算机通讯线路，并从高能所向 CERN 发出了中国第一封电子邮件。1988 年 8 月，通过卫星数据通讯线路建立高能所到 CERN 的 x.25 连接，高能所的 VAX785 计算机成为中国第一台连入国际互联网的计算机。1993 年 3 月 2 日，高能所租用的国际卫星信道建立的 64Kbps 专线正式开通，成为我国连入国际互联网的第一根专线。1994 年 5 月，建立了我国第一个 WWW 网站，中国第一台 WWW 服务器在高能所诞生。







### ▶ 东莞研究部

东莞研究部 2013 年 2 月建立，位处广东省东莞市大朗镇。

面向国家科技和经济需要，立足推动散裂中子源项目和国家散裂中子源科学中心的建设工作；为建成我国中子、质子多学科研究和应用中心，及国际一流的大型多学科研究平台，发展相关优势学科领域提供保障。束流功率为 100kW 的中国散裂中子源（CSNS）是发展中国家拥有的第一台散裂中子源，并进入世界四大散裂中子源行列，将为国内外科学家提供世界一流的中子科学综合实验装置，其科学寿命超过 30 年。它将为我国中子散射用户提供创新研究服务。

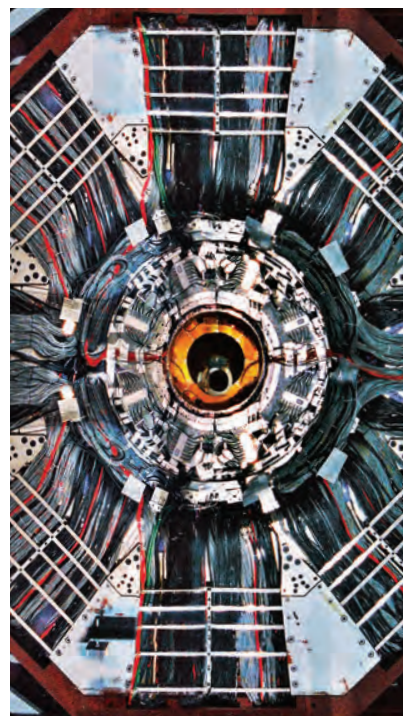
### ▶ 济南研究部

济南研究部为高能所内设异地科学研究单元，于 2020 年 3 月成立，位于济南新旧动能转换起步区中科新经济科创园内，与济南中科核技术研究院以“两个机构、一套班子”的方式运行管理。

研究部坚持以“四个面向”为科技创新方向，依托高能所人才、技术优势与起步区政策、资源支持，面向公共安全、医疗卫生、高端制造等行业对核技术的应用需求，致力于解决“辐射安全监测”、“医学影像”和“精密检测”等领域产业发展中面临的共性关键技术，打通科技成果从实验室到产业转化的最后一公里，努力打造一个集前沿技术研究、核心技术攻关和工程化开发于一体的、国际一流的核技术应用研发及产业化平台。

### ▶ 实验物理中心

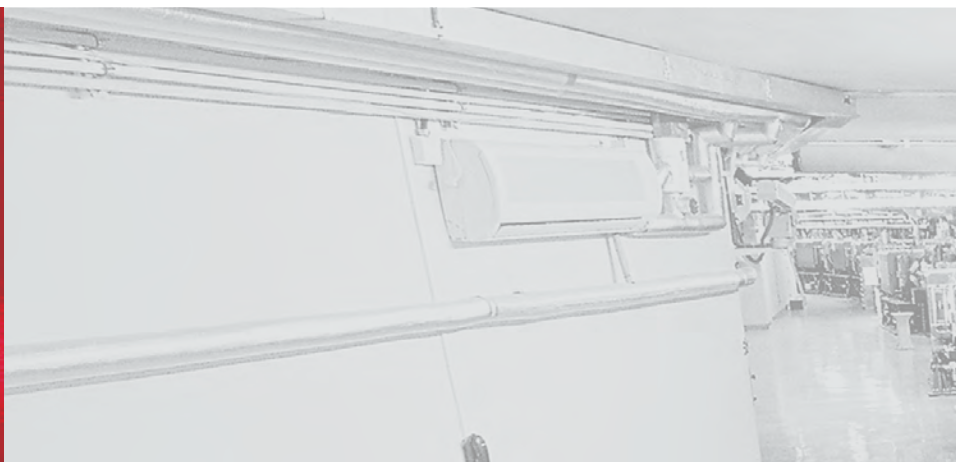
实验物理中心主要从事实验粒子物理学的研究，同时也是探测器、核电子学、高速数据读出与处理等相关技术的研发基地。中心主要承担北京谱仪（BES III）、大亚湾中微子实验、江门中微子实验（JUNO）的设计、建造、运行维护和物理分析，以及中国散裂中子源（CSNS）靶站和谱仪的前期研制，并参与国外大型高能物理实验的合作研究，如：LHC 上的 ATLAS/CMS/LHCb、KEK 的 Belle 和 BelleII 以及 FAIR 上的 PANDA 实验。同时，中心积极投入未来高能物理前沿的研究，在 CEPC 的探测器预研和模拟分析上发挥核心作用。



# 17

## 研究机构介绍

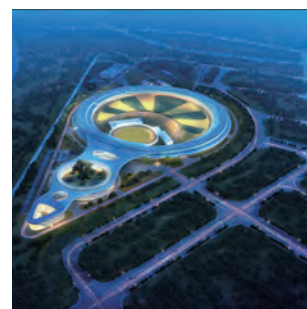
### RESEARCH DIVISIONS



#### ► 加速器中心

加速器中心主要从事加速器的设计、建造和运行工作，以及相关的束流物理和加速器技术研究。涵盖加速器物理和许多相关高技术领域，包括射频超导、低温、微波、功率源、电源、磁铁、超高真空、精密机械和准直、自动控制、束流诊断等。

近年来，加速器中心先后承担了北京正负电子对撞机及其重大改造工程、中国散裂中子源（前期）、加速器驱动的次临界系统的强流质子加速器、高能同步辐射光源和环形正负电子对撞机的预研等大科学装置的建设和运行任务。加速器中心与国内外一流加速器实验室保持着密切的科研合作和人员交流。加速器中心是中国加速器界学科建设最全面、队伍规模最大的研究中心，也正努力成为国际一流的加速器研究中心。

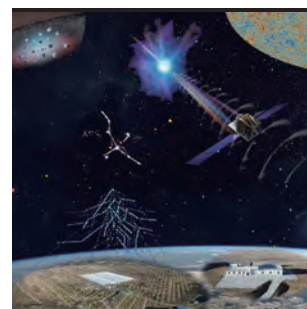


#### ► 粒子天体物理中心

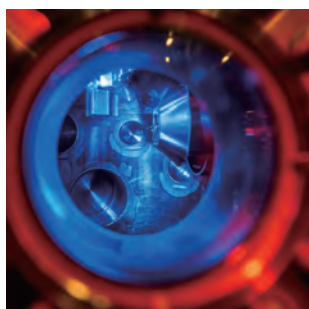
粒子天体物理是粒子物理和天体物理的交叉前沿，通过探测来自宇宙空间的各种高能粒子（带电粒子、光子和中微子等）和辐射，研究天体的物理性质以及高能粒子加速、辐射和传播的过程和规律。

粒子天体物理中心以空间高能天体物理实验和天体物理研究、宇宙线观测和相关物理研究等为主要研究方向，注重发展空间、地面、地下等多种实验手段，在实验设计、探测器研制、数据处理、物理解释等方面具有很强的综合实力。

中心承担的重大项目包括基于西藏羊八井宇宙观测站的中日合作 AS $\gamma$  实验、中意合作 ARGO-YBJ 实验、高海拔宇宙线观测项目；寻找反物质和暗物质的大型国际合作 AMS 实验；国家探月工程嫦娥一号卫星、嫦娥二号卫星上的 X 射线谱仪，嫦娥三号卫星上的粒子激发 X 射线谱仪；我国第一颗 X 射线天文卫星硬 X 射线调制望远镜、天宫二号空间实验室的伽玛射线暴偏振实验 POLAR、空间电磁环境卫星的低能和高能电子谱仪、“悟空”暗物质粒子探测卫星的硅微条探测器阵列、引力波电磁对应体全天监测器（GECAM），以及规划中的未来增强型 X 射线时变与偏振探测卫星（eXTP，2025 发射）、中国空间站高能宇宙辐射探测设施（HERD）等。





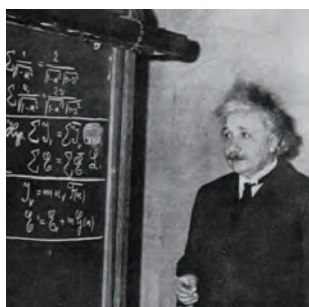


### ▶ 多学科研究中心

多学科中心负责北京同步辐射装置的建设、运行和开放，同时注重发展其相关的同步辐射及核分析技术与方法，并以此为基础推动物理、化学、材料、生物、医学等多个学科的发展，为国家的前沿科学研究和工业应用提供支撑。

为了将高能同步辐射光源（HEPS）建设成全球亮度最高的同步辐射装置，多学科中心针对其建设和运行所需的关键技术进行了预制研究和工程验证，为 HEPS 的建设奠定了坚实的基础，同时推动我国同步辐射光束线和实验站技术进入国际先进行列。

基于自身的传统和方法学优势，多学科研究中心形成并发展了纳米生物效应及安全性、环境安全健康、蛋白质结构和功能三个重点研究方向。在纳米材料生物效应、纳米肿瘤药物研发、重金属污染物毒理、蛋白质结构与功能研究等方面取得了一系列具有重要国际影响的创新成果。此外，在核能化学、核能材料及核技术考古方面的工作也独具特色。



### ▶ 理论物理研究室

理论物理室是我国粒子物理学、核物理学及相关学科最重要的理论研究基地之一，目前的主要研究领域包括粒子物理学、中高能核物理学、粒子宇宙学和天体物理学，旨在从理论层面探索物质的基本结构、自然界的基本相互作用、宇宙起源和演化的基本规律。长期以来，理论物理室秉持与“实”俱进的理念，积极开展与国内外各种大型科学实验相关的理论研究，尤其是承担了与北京正负电子对撞机和北京谱仪实验相关的理论研究，形成了以唯象学为主、同时鼓励自由理论探索的科研特色。理论物理室近年来在重夸克与强子物理唯象学、量子色动力学的高阶微扰计算与非微扰计算、电弱统一理论、TeV 能标的新物理唯象学、粒子宇宙学与引力理论、中微子物理唯象学、暗物质与引力波理论等方面取得了一系列具有国际显示度和影响力的重要成果。

理论物理室作为中国科学院大学物理科学学院粒子理论教研室的主体，秉持“科教融合”的理念，承担了大量本科生和研究生的教学工作，培养了众多具有国际竞争力的青年理论研究人才。理论物理室也是开展国内外学术活动与合作交流的活跃平台，为提升高能所的科研软实力做出了力所能及的重要贡献。



## ► 计算中心

计算中心是为高能所大科学工程提供计算服务和网络支撑的部门。负责建设、运行和维护大规模的高性能科学计算和网络环境，是国际高能物理网格计算平台的中国区域中心。同时开展高性能计算、海量存储、网格计算与云计算、志愿计算、高速网络、网络安全等高能物理相关的计算技术研究，是目前中国队伍最为齐全、技术力量最为雄厚的高能物理计算中心。除了提供高性能计算服务之外，计算中心还负责高能所的科研信息化建设，为科研管理等提供信息化系统和服务支撑。

高能所计算中心为我国互联网发展做出了重大贡献。1986年8月，通过北京710所和奥地利广播电台建成了与欧洲核子研究中心(CERN)之间的我国第一条国际计算机通讯线路，并从高能所向CERN发出了中国第一封电子邮件。1988年8月，通过卫星数据通讯线路建立高能所到CERN的X.25连接，高能所的VAX785计算机成为中国第一台连入国际互联网的计算机。1993年3月2日，高能所租用的国际卫星信道建立的64Kbps专线正式开通，成为我国连入国际互联网的第一根专线。

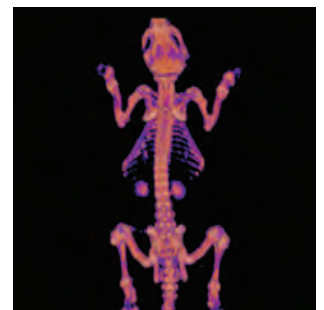


## ► 核技术应用研究中心

核技术应用研究中心是高能所的创新研究单元之一，是研究所先进加速器技术、先进射线技术和射线应用技术等优势学科方向科技成果转化的平台。中心以国家需求为导向，以成果转化为目标，开展前沿技术研究、关键部件研制和应用系统开发。

中心依托高能所的创新性成果及技术积累，开展了核医学成像、精密检测与安全检测、应用加速器等领域的研究，开发了若干性能先进、具有市场竞争力的射线成像装备、应用加速器设备。研制成功动物实验研究用PET/CT、SPECT/CT，乳腺专用PET、SPECT、CT，以及人体全身PET等核医学影像设备；研制成功多型号核成像探测设备和多种类高分辨率三维显微CT系统及中高能CT系统；研制了多种应用型加速器和关键部件，能根据用户需求完成辐照加速器整机系统研制并提供系统解决方案。

中心建立了可持续发展的应用研究和对外开放服务平台，为国内相关企事业单位提供科学研究及无损检测服务，并采取多种方式与地方、部委及企业合作，促进科技成果的转移转化。





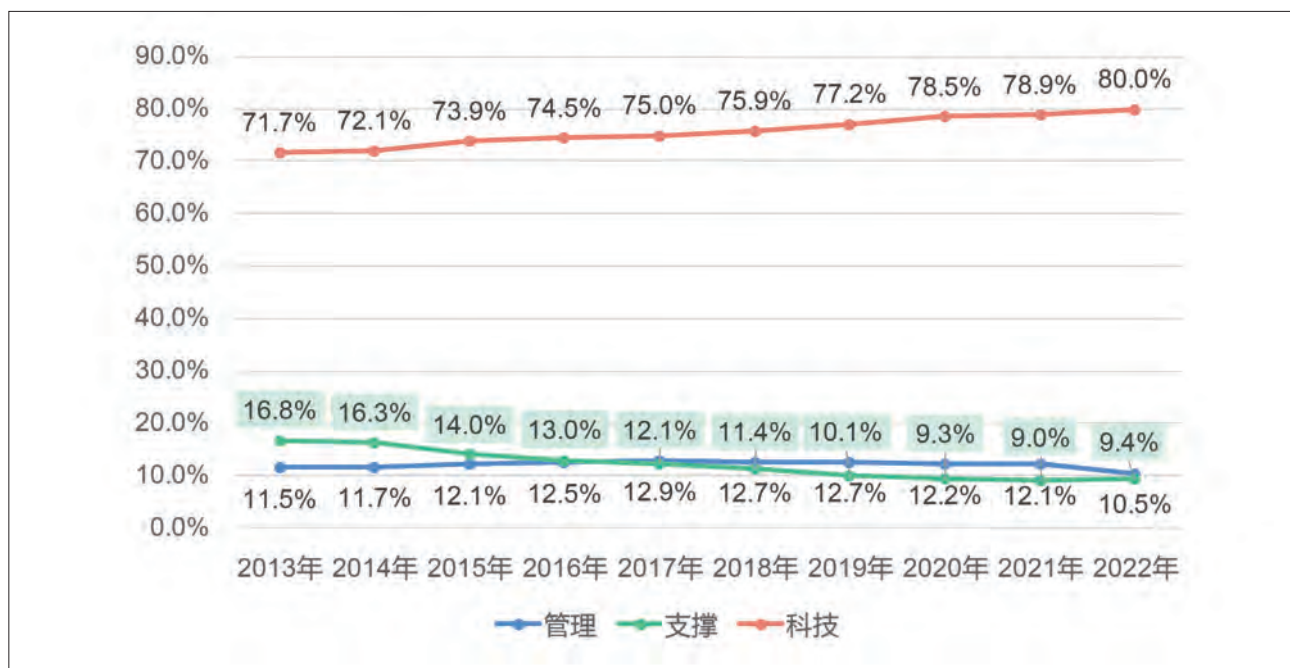
### ▷ 截至 2022 年底

在编人员 1517 人，科技人员 1214 人、科技支撑人员 143 人、管理人员 160 人，博士后 173 人(外籍 22 人)

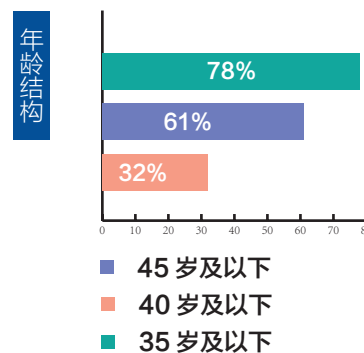
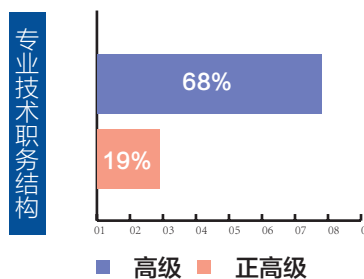
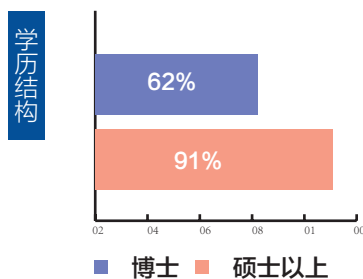
项目聘用 173 人，返聘 67 人

在学研究生 727 人，其中博士生 405 人(外籍 10 人)，硕士生 322 人(外籍 1 人)

在编人员中科技、支撑与管理岗位结构示意图



### ▷ 在编科技岗位占比 80%，平均年龄 40 岁



# 19

## 国际合作与学术交流

### INTERNATIONAL COLLABORATION

▶ 依托北京谱仪、大亚湾中微子实验等项目，高能所成功组织了大型国际合作，并与世界几十所大学和科研机构建立了长期稳定的合作关系，参与了多项重要的国际粒子物理实验，包括欧洲核子中心大型强子对撞机上的 ATLAS、CMS 实验，日本高能加速器机构的 Belle 与 Belle II 实验，德国的亥姆霍兹重离子研究中心的 PANDA 实验，日本 J-PARC 的 COMET 实验，美国 EXO 实验，国际空间站的 AMS 实验等。

▶ 中美高能物理合作在高能所的发展中起到了关键作用。1979 年初，邓小平亲自开创了这一合作，开启了两国在基础研究领域的大规模合作，并逐渐扩展到其他领域。北京正负电子对撞机的建设成功是中美高能物理合作的里程碑。



① 中美高能物理联合委员会第 23 次会议与会代表合影

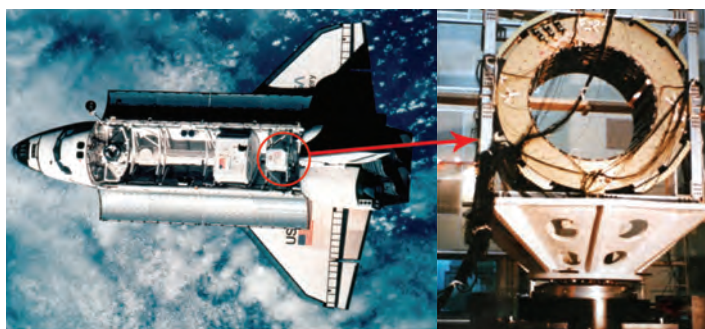
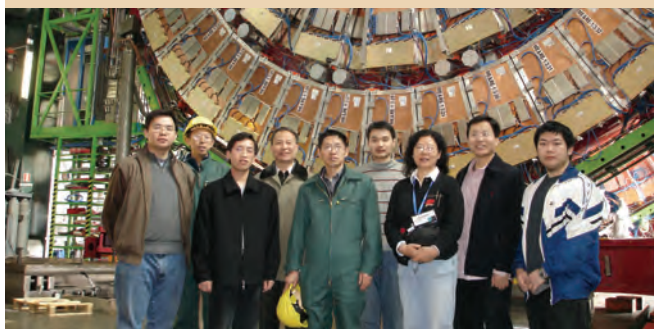
▶ 高能所国际合作对引进高新技术和发展相关产业做出了重要贡献。

▶ 推动开通了我国第一条国际互联网线路，率先引进 WWW 技术，为我国互联网发展做出重要贡献。

▶ 北京正负电子对撞机的建造中，引进当时世界上先进的计算机设备和电子学设备，直接推动了快电子学设备的国产化；引进的速调管技术使国产速调管在短时期内达到了高功率、高稳定性和长寿命的技术要求。

▶ 北京正负电子对撞机重大改造工程引进了超导高频、超导磁铁、低温等多种高技术，促进了我国相关高技术的发展。

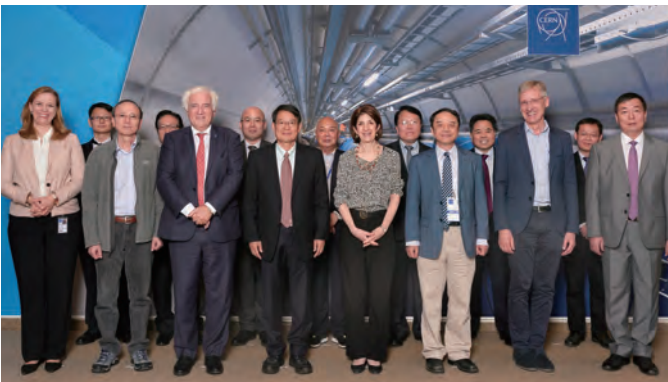
▶ 带动了高新技术产品的开发和出口。高能所出口加速器部件的合同总金额达数亿元。



① CERN/CMS 完成端部缪子探测器 468 个阴极条室的安装，高能所承担了其中 150 个端部缪子探测器阴极条室的安装工作。图为 2007 年 5 月，CMS 实验中国合作组在欧洲核子研究中心 CMS 安装现场

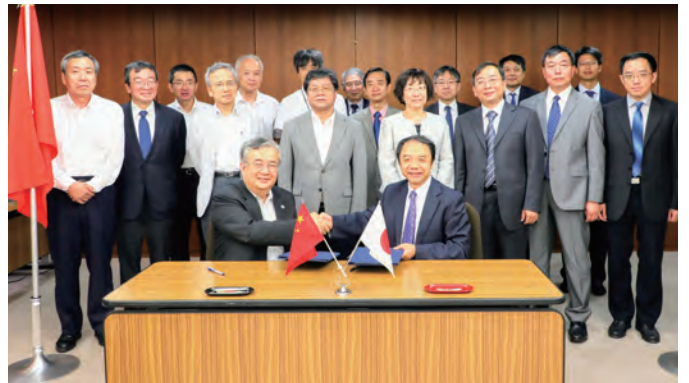
① 与电工所和中国运载火箭研究院联合研制的阿尔法磁谱仪永磁体系统于 1998 年、2011 年两次搭载航天飞机进入国际空间站。这是人类送入太空的第一个大型永磁体





- ① 2008年1月，中法粒子物理联合实验在法国马赛举行第一届研讨会
- ② 中国-CERN合作自上世纪70年代起，双方在LEP、LHC、HL-LHC以及未来加速器均有广泛合作。2019年10月建立中国-CERN联合年会机制

- ③ 2017年中日高能物理合作会谈
- ④ 与卢瑟福实验室合作，参与ATLAS硅微条径迹探测器升级项目
- ⑤ 2018年中意合作会谈



# 20

## 获奖

### AWARDS AND PAPERS



1978 年至今，高能所共获奖 200 余项，其中国家自然科学奖二等奖和科技进步奖二等奖以上共 22 项。

▶ **国家最高科学技术奖 1 项**

谢家麟获 2011 年度国家最高科学技术奖

▶ **国家科技进步奖特等奖 2 项**

北京正负电子对撞机（1990 年）

绕月探测工程（2009 年，主要完成单位之一）

▶ **国家自然科学奖一等奖 2 项**

反西格玛负超子的发现（1982 年）

大亚湾反应堆中微子实验发现的中微子振荡新模式（2016 年）

▶ **国家科技进步奖一等奖 3 项**

北京 35MeV 质子直线加速器（1991 年）

上海光源国家重大科学工程（2013 年，第二完成单位）

北京正负电子对撞机重大改造工程（2016 年）

▶ **国家自然科学奖二等奖 8 项**

层子模型（1982 年）

$\tau$  轻子质量的精确测量（1995 年）

$\Psi(2S)$  衰变及次生粲夸克偶素物理的实验研究（2001 年）

2-5Gev 能区正负电子湮没产生强子反应截面（R 值）的精确测量（2004 年）

BES-II  $DD\text{-}\bar{D}$  阈上粒子  $\psi(3770)$  非  $DD\text{-}\bar{D}$  衰变的发现和 D 物理研究（2010 年）

纳米材料的安全性研究（2012 年）

北京谱仪 II 实验发现新粒子（2013 年）

纳米材料蛋白冠的化学生物学特性及其机制（2018 年，第二完成单位）

▶ **国家科技进步奖二等奖 6 项**

中国科学院万立方米级高空科学气球技术系统（1985 年）

北京自由电子激光装置（1995 年）

若干计算机网络安全关键技术研究及产品开（2000 年，合作）

阿尔法磁谱仪（AMS）永磁体系统符合计数器初样（2000 年，合作）

宽波段空间伽马射线观测研究及仪器研制（2004 年）

加速器驱动洁净核能系统（ADS）的物理及技术基础研究（2008 年，第二完成单位）

▶ **国家技术发明奖二等奖 1 项**

同步辐射软 X 射线多层膜反射率计装置及其应用（2000 年）

▶ **基础物理学突破奖**

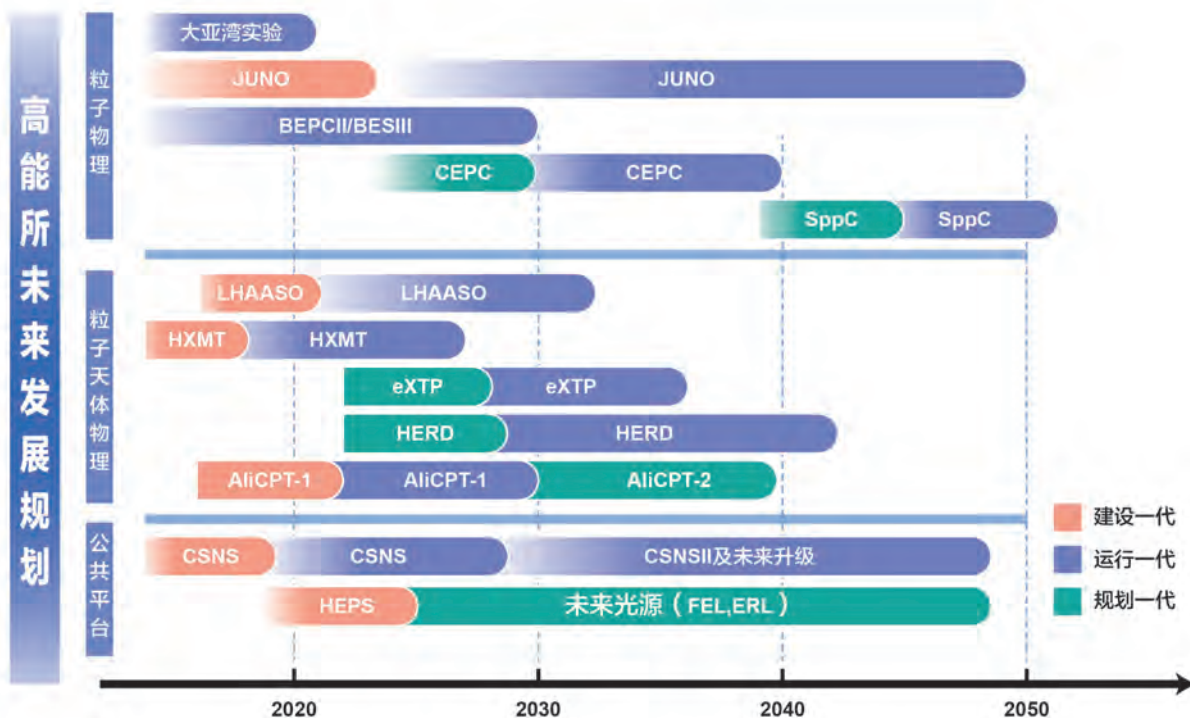
大亚湾中微子实验首席科学家及其团队获得基础物理学突破奖（2016 年）





## 国际领先的高能物理研究中心 大型综合性多学科研究基地

- ▶ BEPCII 的建成使高能所继续保持粲物理实验研究的世界领先地位。
- ▶ 加速器和探测器的众多技术领域形成优势。
- ▶ 非加速器粒子物理研究发展迅速，已形成特色和规模。
- ▶ 北京同步辐射装置的核心技术不断发展，研究支撑能力不断增强，用户成果的数量快速增长，水平显著提高。
- ▶ 已形成若干具有优势的学科交叉领域研究，并取得重要成果。
- ▶ 依托北京谱仪、大亚湾中微子实验、羊八井国际宇宙线观测站等项目，成功组织了以我为主的大型国际合作，国际合作层次显著提高。
- ▶ 中国散裂中子源的建设及东莞研究部的建立将优化我国大科学装置的布局，大大提高持续发展能力，大科学装置发展呈现前所未有的大好局面。
- ▶ 逐渐形成推动高技术研发的有效机制。高技术研发具有巨大潜力。
- ▶ 积累了丰富的大科学装置管理经验，形成了以中青年骨干为主体、结构合理的科研、工程和管理队伍，及“创新、唯实、团结、奉献”的创新文化。







团结 确实 创新 奉献

中国科学院高能物理研究所  
INSTITUTE OF HIGH ENERGY PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

地址：北京市石景山区玉泉路19号乙  
邮编：100049  
电话：010-88235008  
传真：010-88233105  
网址：www.ihep.cas.cn



高能所官方微博



高能所官方微信