



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，走过了四十多年不平凡的历程，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的多学科交叉前沿研究的综合优势，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。

进入中国科学院知识创新工程以来，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。北京正负电子对撞机重大改造工程的成功完成标志着高能所在加速器与探测器技术方面走上了世界前列，也使我们在粒子物理研究方面世界一流。大亚湾反应堆中微子实验、江门中微子实验使我国的中微子物理研究成为国际瞩目的焦点。中国散裂中子源、加速器驱动的次临界反应堆系统（ADS）使高能所创新和管理能力更上一层楼。大型高海拔空气簇射观测站（LHAASO）、高能同步辐射光源等的建设将为高能所的未来发展奠定基础。

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。

高能所辉煌的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

IHEP

- ▶ 开展粒子物理和粒子天体物理研究，了解物质世界和宇宙；
- ▶ 建设和进一步发展对社会高度开放的多学科交叉大型实验平台，为科技和我国经济、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核技术优势，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)

在 高能所 工作过的 两院院士

(按姓氏笔画排列)

丁大钊	于 敏	王方定	王承书
王淦昌	邓稼先	吕 敏	朱光亚
李德平	杨澄中	吴有训	何祚庥
汪德昭	张肇西	陈芳允	金建中
胡 宁	钱三强	唐孝威	黄胜年
黄祖洽	彭桓武	戴传曾	

04

院士风采

CAS AND CAE ACADEMICIANS



1



2



3



4



5



6



7



8

1. 方守贤 2. 李惕碚 3. 张宗桦
4. 柴之芳 5. 陈和生 6. 王贻芳
7. 叶铭汉 8. 陈森玉



张文裕
(1910年-1992年)



赵忠尧
(1902年-1998年)



朱洪元
(1917年-1992年)



肖健
(1920年-1984年)



何泽慧
(1914年-2011年)



谢家麟
(1920年-2016年)



冼鼎昌
(1935年-2014年)

05

大事记 EVENTS



- 1972 年 9 月 周恩来总理对张文裕、朱光亚等十八位同志关于在中国开展高能物理研究和高能加速器的预制研究工作的建议信做了批示：“这件事不能再延迟了”。
- 1973 年 2 月 在原子能研究所一部的基础上成立“中国科学院高能物理研究所”，所长张文裕。
- 1983 年 4 月 国务院正式批准了国家计委关于北京正负电子对撞机建设计划的请示报告。
- 1983 年 12 月 中央书记处会议决定将正负电子对撞机工程列入国家重点工程建设项目，并成立对撞机工程领导小组。
- 1984 年 10 月 北京正负电子对撞机（BEPC）工程破土动工。邓小平同志亲自为工程奠基。
- 1985 年 8 月 35MeV 质子直线加速器首次调试出束。
- 1988 年 8 月 高能所的计算机 VAX785 成为中国在国际互联网的第四个节点（BEPC2.IHEP.CERN.CH）
- 1988 年 10 月 北京正负电子对撞机首次实现对撞，邓小平等党和国家领导人来所视察，邓小平同志做了“中国必须在世界高科技领域占有一席之地”的著名讲话。
- 1989 年 7 月 北京谱仪（BES）开始采集物理事例。
- 1990 年 1 月 位于西藏羊八井的超高能 γ 天文观测的空气簇射阵列投入运行。
- 1990 年 7 月 北京正负电子对撞机工程通过国家验收。
- 1990 年 12 月 北京正负电子对撞机国家实验室成立。
- 1991 年 9 月 北京同步辐射装置（BSRF）正式向国内用户开放。
- 1993 年 12 月 北京自由电子激光装置在亚洲率先实现饱和振荡。
- 1994 年 5 月 设立了中国第一个 WWW 服务器，推出中国第一套网页。
- 1994 年 11 月 完成中日合作羊八井实验站扩建，扩建后的广延大气簇射阵列成为国际四大高能伽马天文和宇宙线研究阵列之一。

北京正负电子对撞机工程破土动工。邓小平同志亲自为工程奠基。
 1984年10月10日



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。”

- 1996 年 1 月 成立高能所宇宙线与高能天体物理开放实验室（后成为中科院粒子天体物理重点实验室）。
- 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 γ 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 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 $1 \times 10^{33}/\text{cm}^2/\text{s}$ 。
- 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。
- 2019 年 6 月 高能同步辐射光源开工建设。

06

党和国家领导关怀高能物理事业 HIGH-LEVEL VISITS

- ④ 1988年10月16日，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。
- ④ 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。
- ⑦ 1989年10月6日，江泽民视察北京正负电子对撞机。
- ⑤ 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。
- ② 2008年11月4日，温家宝视察北京正负电子对撞机。



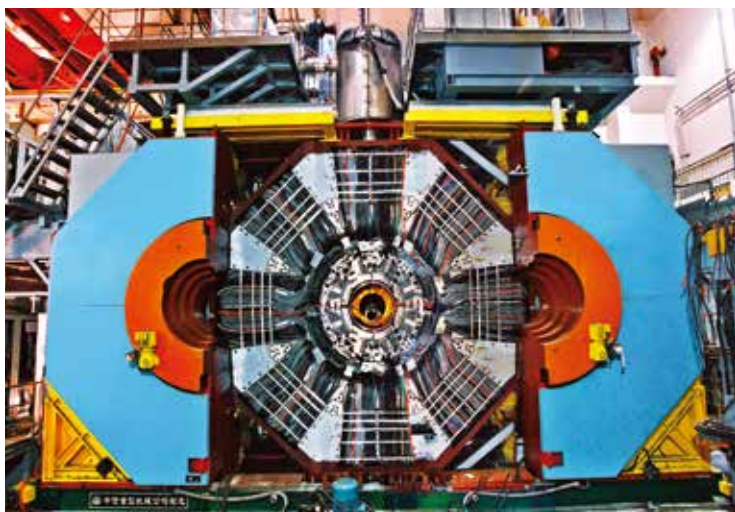
07

大型科学装置 MAJOR-SCIENCE FACILITIES

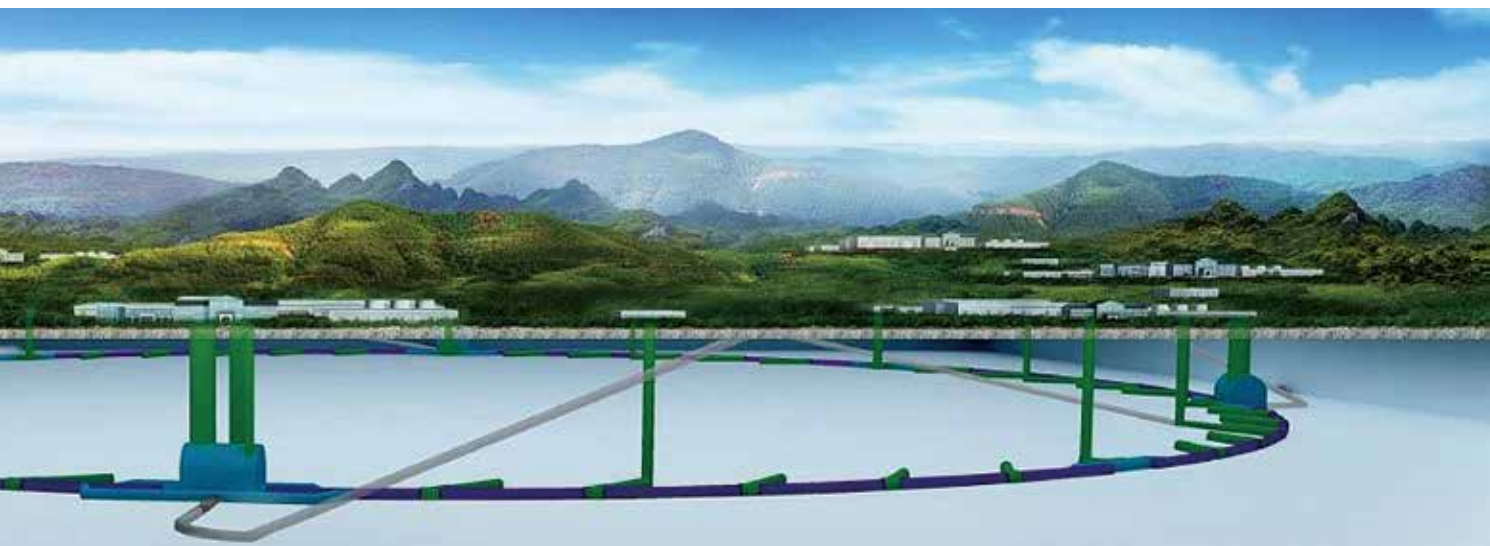


- ① 北京正负电子对撞机
- ② 中国散裂中子源
- ③ 加速器驱动的次临界系统注入器I





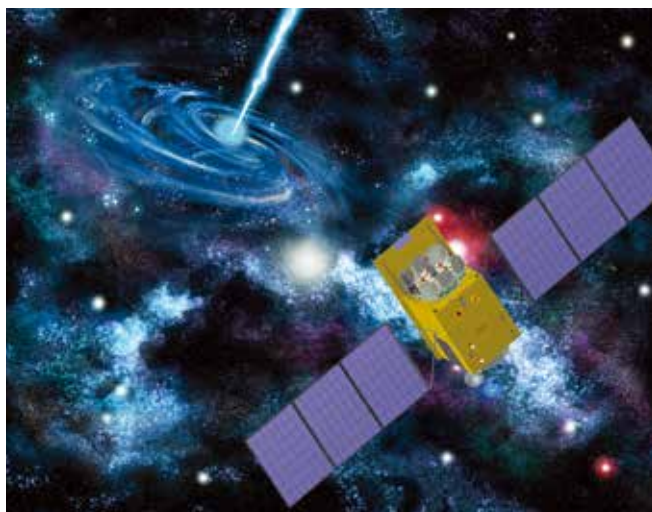
- ④ 北京谱仪
- ① 北京同步辐射装置
- ⑤ 高能同步辐射光源（建设中）
- ② 高能环形正负电子对撞机（规划中）





- ① 大亚湾中微子实验装置
- ② eXTP 空间天文台 (研制中)
- ③ 阿里原初引力波观测站 (建设中)
- ④ 羊八井宇宙线观测站



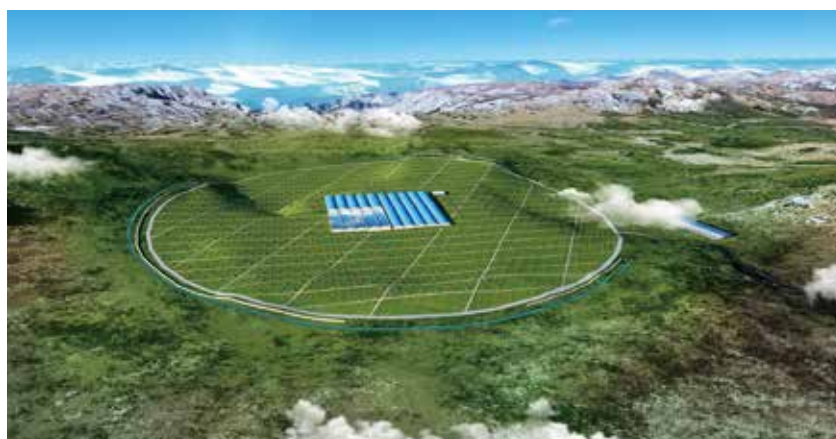


07

大型科学装置 MAJOR-SCIENCE FACILITIES



- ⑦ 江门中微子实验（建设中）
- ⑧ 硬 X 射线调制望远镜卫星
- ⑨ 引力波暴高能电磁对应体全天监测器（研制中）
- ⑩ 高海拔宇宙线观测站（建设中）

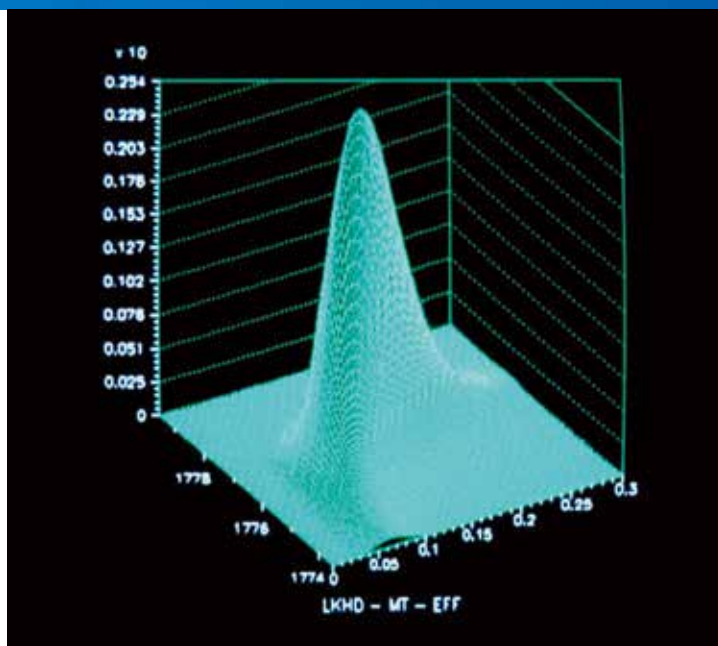


08

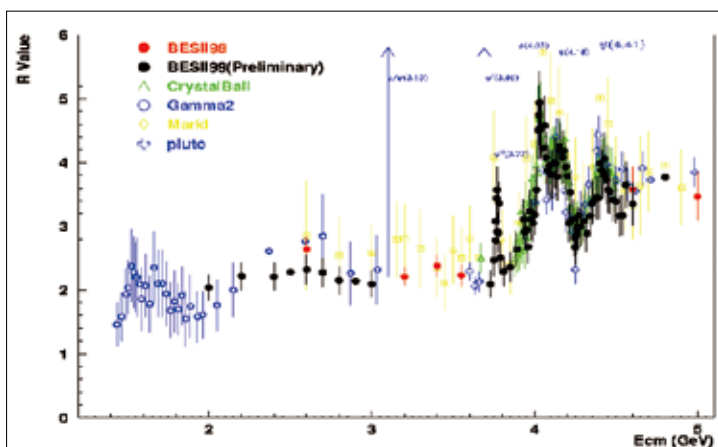
粒子物理实验研究 PARTICLE PHYSICS

► 在基于加速器的粒子物理研究领域，高能所主要进行北京正负电子对撞机的大型探测器北京谱仪上的实验研究，同时参加了若干重大国际高能物理前沿实验的合作。

► 1988年10月北京正负电子对撞机（BEPC）建成，实现了正负电子对撞，为我国粒子物理研究和同步辐射应用开辟了广阔的前景，使高能所成为世界八大高能物理实验研究中心之一。BEPC实现了长期稳定运行，在国际同类实验中采集的 J/ψ 、 $\psi(2S)$ 、 $\psi(3770)$ 数据量最大。2004年至2008年，BEPC进行了重大改造，改造后的BEPCII成为聚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 $1 \times 10^{33}/\text{cm}^2/\text{s}$ 。



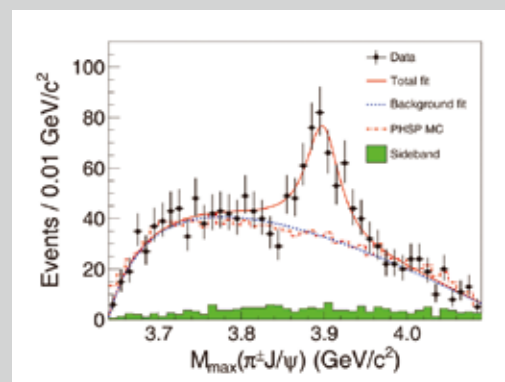
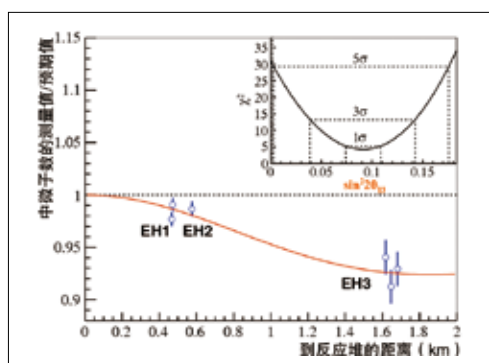
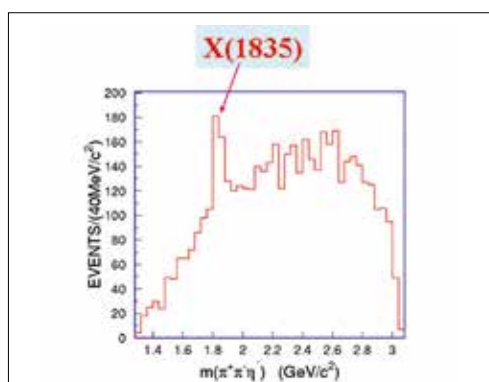
④ “ τ 轻子质量的精确测量”精确验证了标准模型理论中的轻子普适性假设。结果比原实验降低了3倍标准偏差，精度提高了10倍。



④ “2-5GeV 强子反应截面的精确测量”平均测量精度提高了2-3倍，使精细结构常数 $\alpha(M_Z^2)$ 的误差减少了2倍，大大提高了标准模型对Higgs粒子质量的预测精度。

► 北京谱仪（BES）国际合作组取得了大批重要的物理成果，包括 τ 轻子质量的精确测量、 $\psi(2S)$ 及次生粲偶素的系统研究、2-5GeV 强子反应截面的精确测量、发现 $\psi(3770)$ 非粲介子衰变、发现 $X(1835)$ 新粒子、发现新的共振结构 $Z_c(3900)$ 等，在 τ - 粲物理能区的研究处于国际领先水平。

► BEPCII 工程新建的 BESIII 大型粒子探测器于 2008 年 5 月投入运行，目前 BESIII 实验拥有世界最大的 J/ψ 、 $\psi(2S)$ 、 $\psi(3770)$ 和 $\psi(4160)$ 等数据样本，进一步巩固了我国在 τ - 粲能区物理研究的国际领先地位，截至 2018 年 8 月已在美国《物理评论快报》等国际一流学术刊物上发表文章 200 多篇，在国际会议上报告 500 余次，其中约一半为特邀大会报告。



- ⑦ BESIII 实验在 2013 年采集的数据中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一种奇特态强子。2013 年 6 月，论文发表在美国《物理评论快报》。
- ⑧ 2006 年 1 月，BESII 实验观测到一个可能的新粒子 $X(1835)$ 。BESIII 实验确认了该结构的存在。
- ⑨ 2012 年 3 月，大亚湾反应堆中微子实验以 5.2 σ 的置信度首次发现新的中微子振荡，并测量到其震荡几率约为 9.2%，论文发表在美国《物理评论快报》。

09

粒子天体物理研究

ASTROPARTICLE PHYSICS

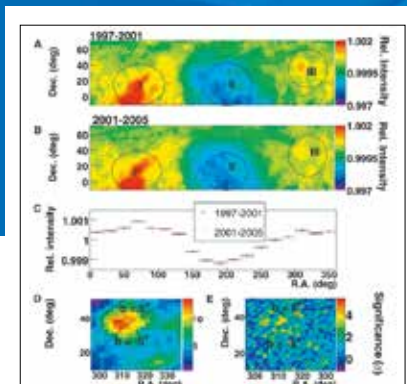
► 粒子物理在天体物理和宇宙起源与进化的研究中起着极为重要的作用。天体物理和宇宙学的发展又对粒子物理提出巨大的挑战。它们的交叉融合形成了新的交叉前沿——粒子天体物理。高能所是我国粒子天体物理实验领域的主要研究基地，主要研究方向包括宇宙线起源、中微子物理、高能天体物理、宇宙演化等，建有从地下到高山到太空的各种实验和观测手段。

► 西藏羊八井国际宇宙线观测站的中日合作广延大气簇射阵列和中意合作全覆盖探测阵列，是国际四大超高能伽马射线天文和超高能宇宙线研究阵列之一。中日合作 AS 伽马实验发现宇宙线各向异性以及围绕银河系中心旋转的证据，2006 年发表于美国《科学》杂志，被誉为“里程碑”式的成果。

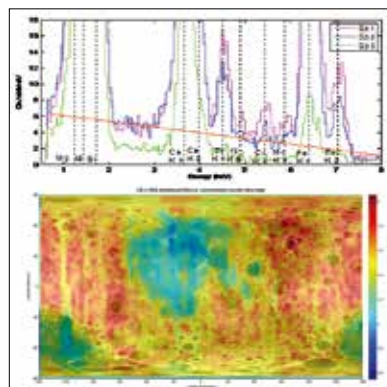
► 研制的伽马射线暴探测器 2001 年成功搭载神舟二号留轨舱飞行，实现我国空间天文观测零的突破，取得重要物理成果。

► 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谱。

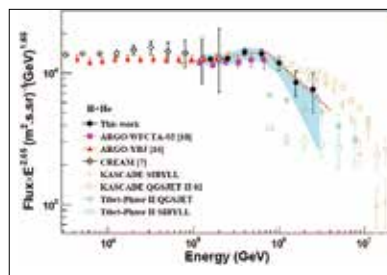
► 提出了超 Eddington 吸积黑洞作为宇宙动力学新探针。进一步观测研究表明黑洞烛光性质优异、通常比 Ia 型超新星亮 10–100 倍，有望探测宇宙加速膨胀历史中的关键时期，为观测宇宙学打开了一扇新窗口。提出宽线区起源于尘埃环模型，自然地建立超大质量黑洞、吸积盘、宽线区和尘埃环之间的物理联系，诠释了宽线区谱线轮廓的物理意义，同时大幅度提高了黑洞质量测量精度。



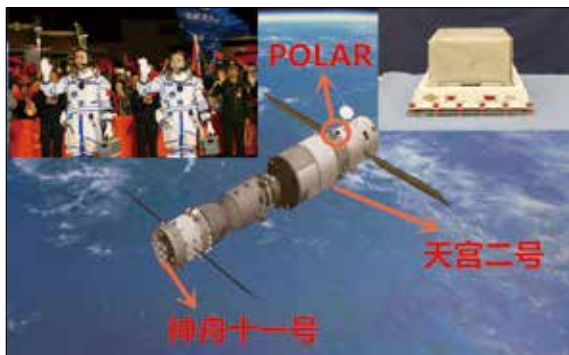
④ 依据“西藏大气簇射探测器阵列”所获得的近四百亿观测事例，中日物理学家合作发表的结果。



④ 嫦娥二号卫星 X 射线谱仪获得的国际上首例月表 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

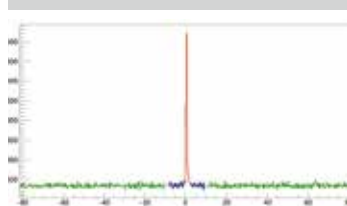


④ 2015 年 2 月 LHAASO-WFCTA 与 ARGO-YBJ 联合测量了宇宙线的轻成分（质子+氦核）的能谱，测量结果显示能谱在 1PeV 前出现拐折。

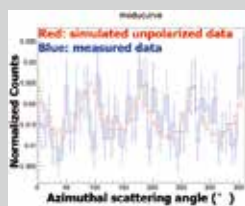


► 中欧国际合作实验项目“伽马暴偏振探测仪-POLAR”是一台专门用于测量伽马暴偏振的空间探测仪器，已搭载于我国的空间实验室“天宫二号”于2016年9月15日成功发射，是“天宫二号”上搭载的唯一的国际合作项目。POLAR取得了国际上最高精度的伽马暴偏振结果，实现了我国第一次空间X射线脉冲星导航。

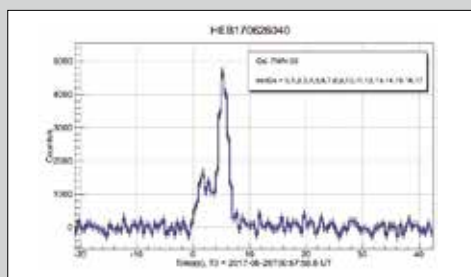
④ POLAR 在天宫 2 号示意图



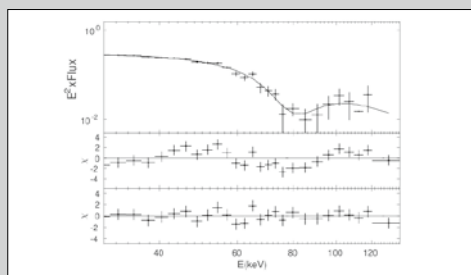
④ POLAR 探测到的一个伽马射线暴光变曲线



④ POLAR 探测到高精度伽马射线偏振信号



④ “慧眼”卫星探测到的第一个伽马射线暴

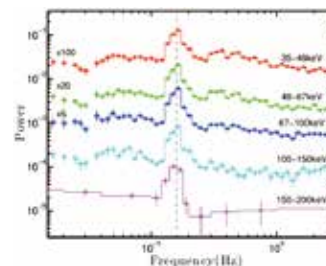


④ “慧眼”卫星发现最高能量中子星回旋吸收线



④ 在酒泉卫星发射中心完成测试待安装到火箭的“慧眼”卫星

④ “慧眼”卫星发现最高能量黑洞吸积盘准周期振荡信号



10

加速器科学与技术

ACCELERATOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

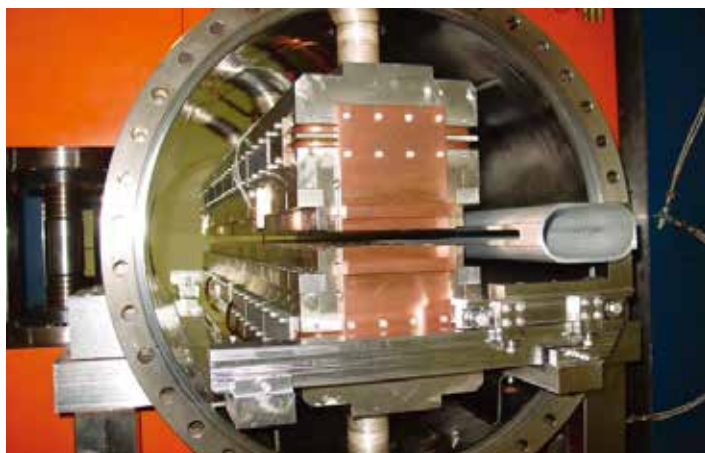


④ 北京正负电子对撞机的对撞区

④ 真空内扭摆磁铁

▶ 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。



④ BEPCII 电子直线加速器



④ 高束流功率射频四极加速器 (RFQ)

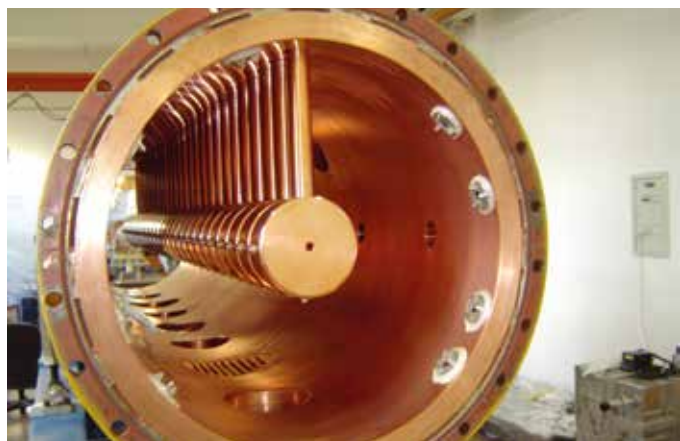


► 承担中国散裂中子源（CSNS）强流质子加速器的研制，突破其中的关键技术，自主设计建成我国第一台高束流功率射频四极加速器（RFQ）。积极开展加速器驱动的次临界系统（ADS）的强流质子加速器的 R&D 和研制。

► 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。自主研制的高频腔已正式在 BEPC II 上运行。



- ① 为德国 DESY 自由电子激光项目 EXFEL 研制的波荡器
- ② 世界上最低 Beta 用于 ADS 质子直线加速器的 spoke012 超导管。
- ③ 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。



11

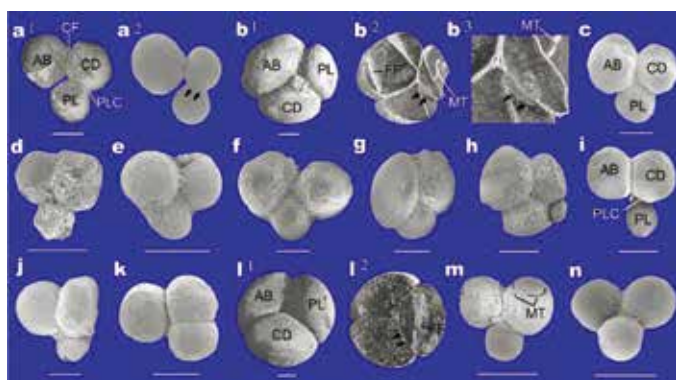
多学科交叉前沿研究

MULTI-DISCIPLINARY RESEARCH

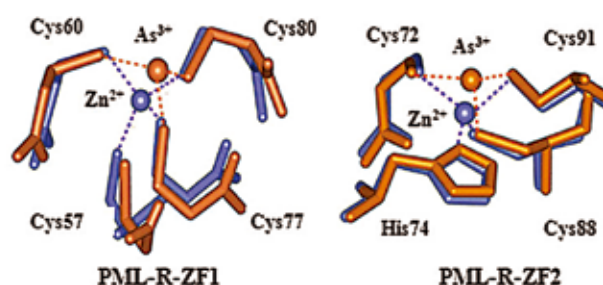
► 依托高能所的大科学装置和核分析技术的优势，开展纳米、化学、生物、材料、资源环境等领域的研究，重点研究方向有纳米生物效应、核技术环境科学、核成像技术、蛋白质结构和功能研究。

► 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。

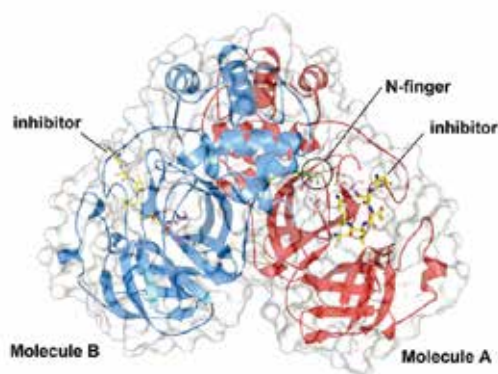
► BSRF 开展具有特色的研究工作，如蛋白质晶体学、纳米材料的生物效应、X 射线相位衬度成像、同步辐射实验方法等研究。



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。



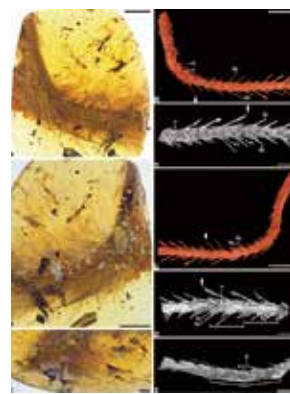
① 上海血液学研究所、医学基因组学国家重点实验室在 1WIB-XAFS 实验站利用 BioXAS 方法，成功揭示了砷剂治疗急性早幼粒细胞性白血病的分子机理。



① SARS 冠状病毒主蛋白酶



① 菠菜捕光膜蛋白

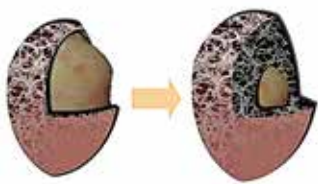


① 发现第一块埋藏在琥珀中的恐龙化石

► 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。

► 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 LHCII（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反应、肿瘤转移等重大缺陷。



① 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。

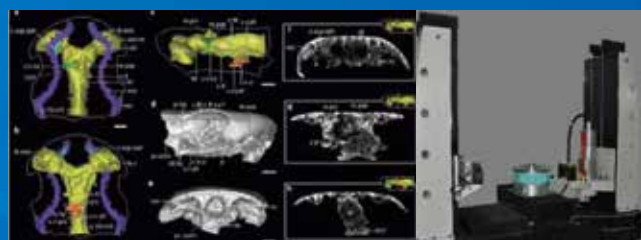


④ 汞矿开采造成周边环境汞含量升高，污染农田，影响人体健康水平。研究表明，补硒可以降低农作物中汞含量，促进长期汞暴露人群体内汞排出，从而提高机体健康水平。

12

科技成果转化

TECHNOLOGY TRANSFER



▶ 高能所在大科学装置的建设和广泛的国际合作中发展和引进了大量高技术，有力地促进了国内相关领域高技术的发展。

▶ 高能所充分发挥学科门类齐全、智力和技术高度密集的优势，面向国家和社会需求，积极创建高技术产业的发展平台，将先进加速器技术、核探测器技术转化为高科技产品。成功研发了系列先进民用非动力核技术应用设备，如人体全身 PET、乳腺专用正电子发射断层扫描仪（PEMi）、乳腺专用单光子发射断层扫描仪（SPEMi）、动物 SPECT-CT、动物 PET-CT 等高端核医疗设备系列，工业辐照加速器、医用加速器、加速器射线源等应用加速器系列，以及高能工业 CT、伽马辐射成像仪、显微 CT 精密检测和核安全检查系列设备。



① 乳腺专用 PET 已获国家三类医疗器械注册证



① 人体全身 PET

① 古生物化石用 CT 检测系统：古脊椎动物研究以此平台为研究手段，发表多篇有影响力文章。



① 核安全检查系列产品：伽马辐射成像仪、环境辐射剂量检查仪和个人剂量检测报警仪



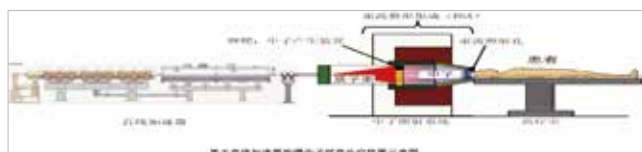
① 动物 PET/CT



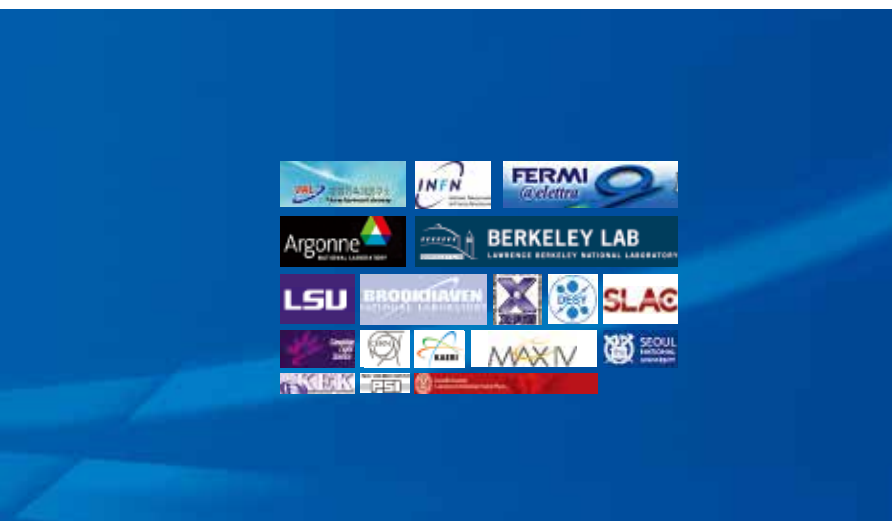
① 荧光-PET



① 动物 SPECT/CT



① 基于加速器的硼中子俘获治疗（BNCT）是利用中子与肿瘤内的硼元素发生核反应来摧毁癌细胞的一种二元靶向性放射性疗法，可以实现细胞尺度的精准治疗。杀伤范围只有一个细胞的长度，可以只杀死癌细胞而不损伤周围组织。特别适用于浸润、扩散、转移等 x-射线、质子、重离子以及手术无法治疗的癌症。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、乳腺癌等其他脏器肿瘤。



④ 韩国浦项理工学院 PLS 直线整机项目



④ S 波段 10MeV 辐照加速器

▶ 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。

▶ 依托大科学工程衍生出来的技术，已研制出辐照加速器、工业 CT、低温超导磁选机等系列产品，用科技成果为企业和社会创造效益。



④ 美国阿贡国家实验室 KIPT 整机项目



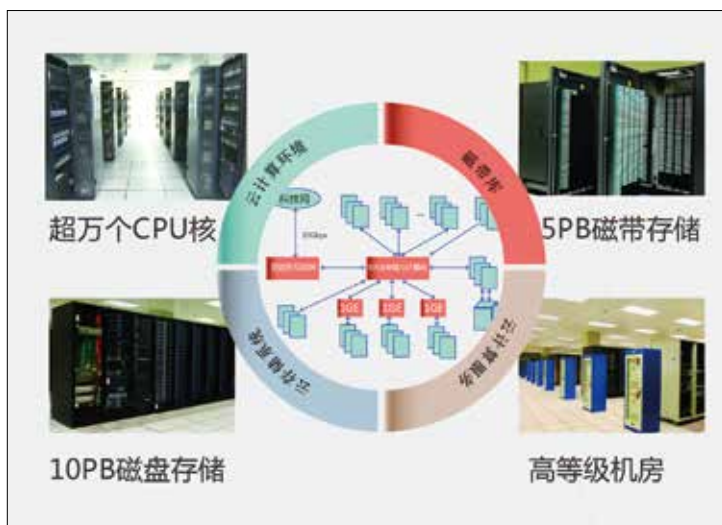
④ 6MeV 加速器射线源工业 CT



④ 低温超导磁选机

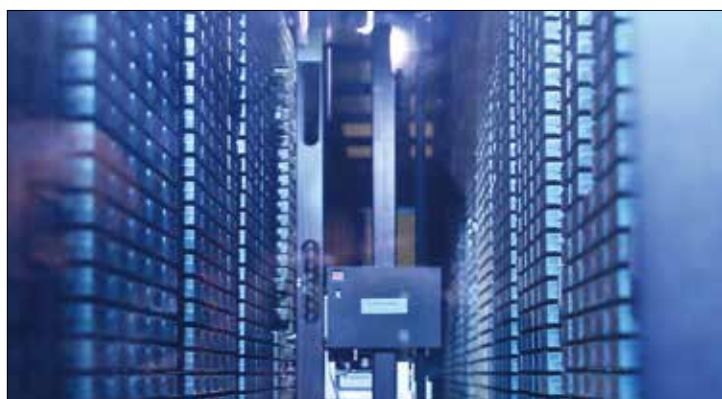
13

科学计算 COMPUTING



► 大规模高性能计算集群

建成了包含万核级别的高吞吐率计算集群和混合异构高性能计算集群，并通过虚拟化技术实现了计算资源的弹性扩展，资源整体利用率高达 85%，为数千名实验用户提供了稳定高效的计算服务，有力保障了科学实验数据处理和分析的顺利进行和物理成果的产出。



► 海量存储

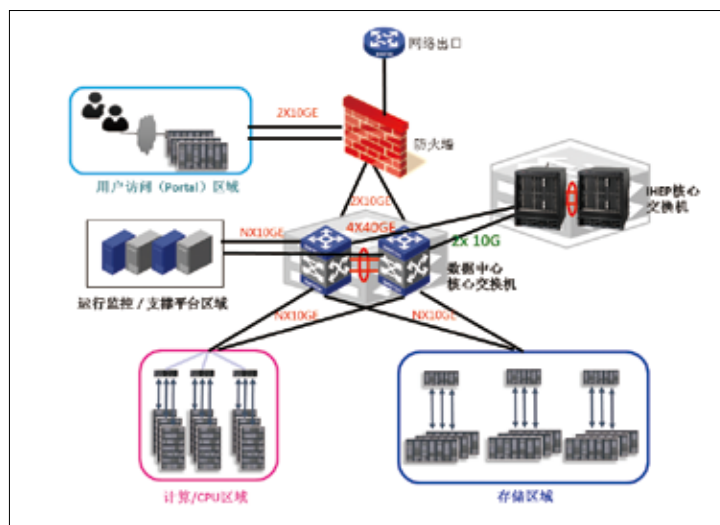
采用 Lustre、EOS、CASTOR 等分布式文件系统为各大型科学实验建设了高等级的海量数据存储，磁盘存储接近 10PB，聚合带宽超过 40GB/sec，磁带存储超过 5PB。存储系统规模和性能在国际高能物理领域名列前茅，为海量的高能物理数据提供了安全可靠的存储空间和高性能的访问接口。

⊖ 高能所计算平台

系统拥有超万核的计算能力，15PB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，为高能物理大科学工程实验提供先进的计算环境。

► 高性能网络

为高能所园区、数据中心以及广域网连接提供高带宽、低延迟、稳定、安全的网络环境。数据中心骨干带宽达到 160Gbps，保障了大规模并行作业对海量存储的高速访问。建成了 4*10Gbps 的 IPv4/IPv6 双栈互联网出口，并加入了国际 LHCONE 联盟，拥有到欧洲及北美的 10Gbps 级的专用网络带宽，为国际高能物理数据传输和科研合作提供了良好的基础支持。



► 网格计算与分布式计算

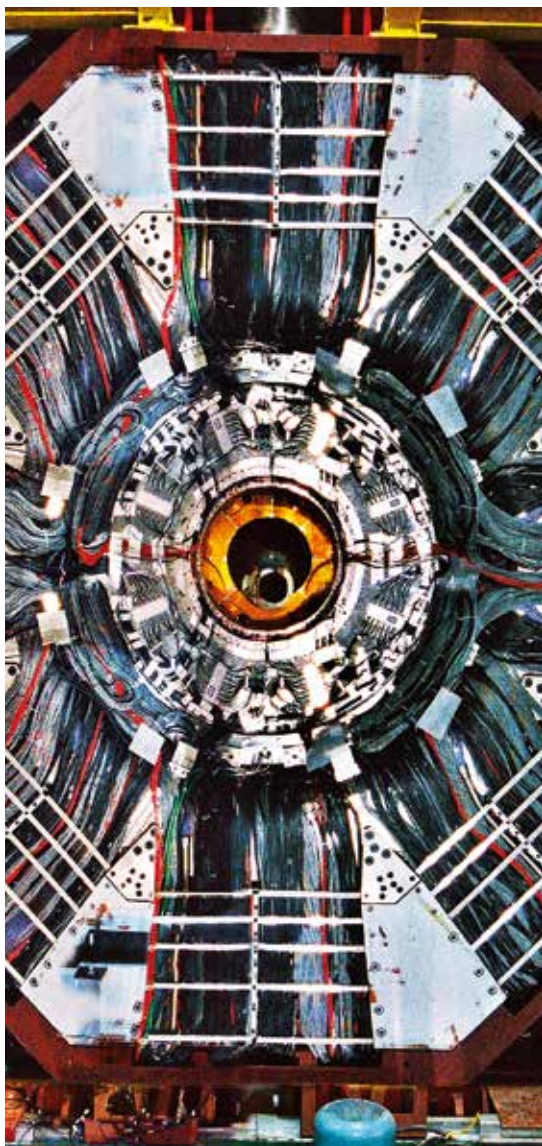
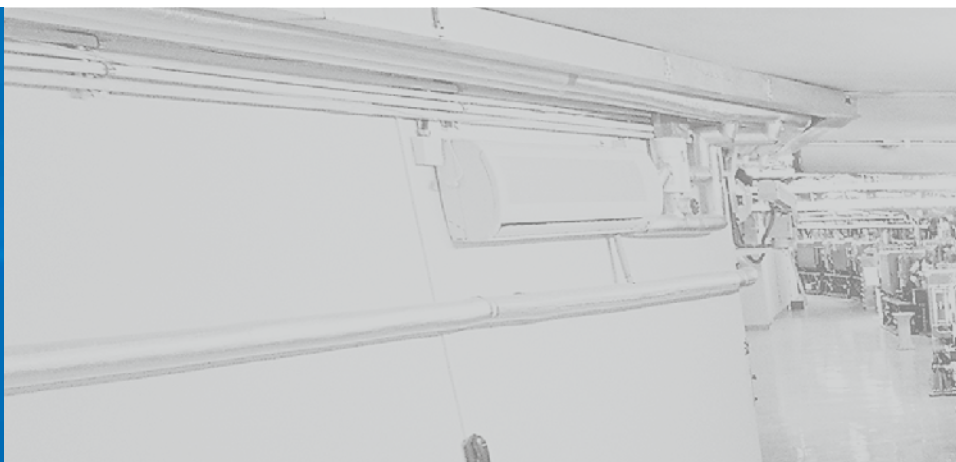
建成了中国唯一的全球高能物理网格二级站点，站点的稳定性在国际上一直名列前茅，每年为 ATLAS 和 CMS 实验提供超过 800 万 CPU 小时的计算服务，数据交换量超过 2.5PB，为希格斯粒子发现等物理结果做出重要贡献。另外，建成了基于 DIRAC 的分布式计算系统，为 BESIII、JUNO、CEPC 等实验使用全球分布和异构的计算和存储资源进行数据处理和分析提供了统一的平台。



14

研究机构介绍

RESEARCH DIVISIONS



► 东莞分部

东莞分部为高能所的分支机构，2013年2月建立，位处广东省东莞市大朗镇。

东莞分部面向国家科技、经济和国防发展需要，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、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。它与中国先进研究堆（CARR）将形成互补的局面，共同为我国中子散射用户提供全方位的创新研究服务。

► 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、大型超导磁铁等相关技术的研发基地。中心主要承担北京谱仪（BESIII）、大亚湾中微子实验（Daya Bay）、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、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。

北京谱仪国际合作组包括来自国内外50余所大学和研究机构的400余名科学家，利用北京正负电子对撞机上运行的北京谱仪，在2-4.6GeV能区的正负电子对撞物理实验研究取得了重要科研成果。

大亚湾中微子实验研究反应堆中微子振荡，2012年发现了新的中微子振荡模式。正在建设中的江门中微子实验具有丰富的科学目标和更广泛的国际合作。



环形对撞机（CEPC）是面向未来的大型设施，其核心是周长为 100km 的环形对撞机。中心在 CEPC 的探测器预研和模拟分析上发挥核心作用。

► 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、微波、电源、超高真空、精密机械、自动控制、束流诊断、低温超导、辐射防护等。中心出色地完成了北京正负电子对撞机及其重大改造工程、北京质子直线加速器等建造和运行，承担了国家大科学工程－中国散裂中子源和中科院战略先导专项－加速器驱动的次临界系统的强流质子加速器的建设任务，积极开展高能同步辐射光源加速器的关键技术研发和下一代超级对撞机的前期设计和研究，以及在国民经济生活中得到广泛应用的中小型粒子加速器研发工作等。加速器中心担负着大量国际合作的任务，与国内外许多一流加速器实验室保持着密切的科研合作和人员交流。

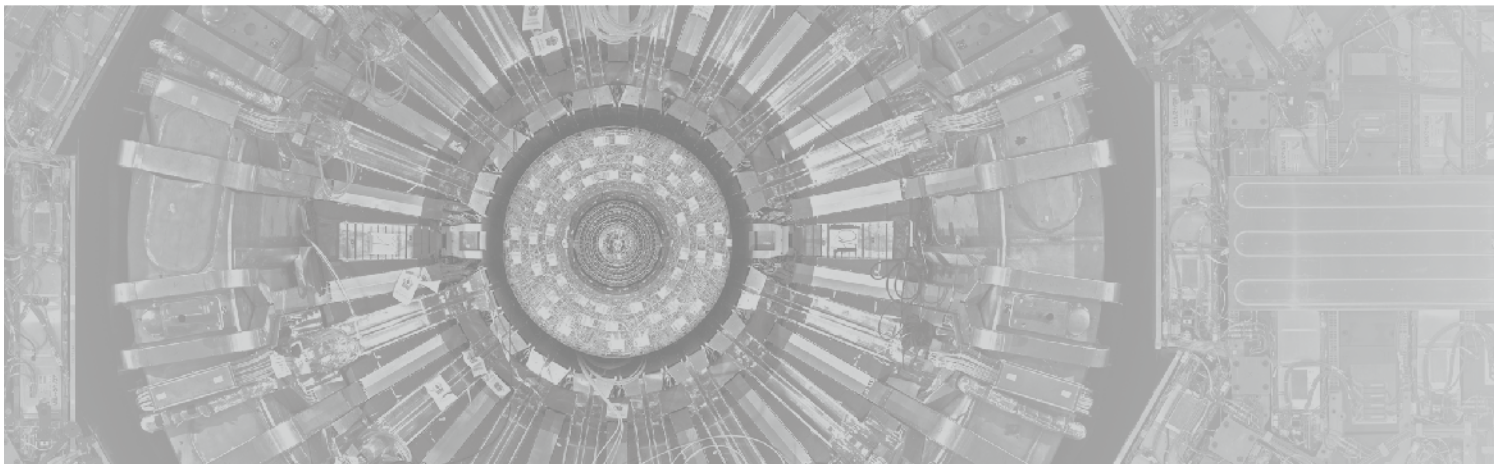
加速器中心（包括东莞分部加速器技术部）是中国加速器界学科建设最全面、队伍规模最大的研究中心，也正努力成为国际一流的加速器研究中心。

► 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、反应堆中微子物理实验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。中心现有天体物理组、宇宙线组、AMS/CMS 组、中微子组和理论组。

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 γ 实验、中意合作 ARGO-YBJ 实验、正在建设的高海拔宇宙线观测项目；大亚湾反应堆、正在建设的江门中微子实验；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以及“悟空”暗物质粒子探测卫星的硅微条探测器阵列，以及未来的引力波电磁对应体全天监测器（GECAM，2020 发射）、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，2025 发射）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。

为在我国建设全球最高亮度的高能同步辐射光源（HEPS），多学科中心针对建设和运行所需关键技术进行预制研究和工程验证为正式建设 HEPS 奠定坚实的基础，同时推动我国加速器、同步辐射光束线和实验站技术进入国际先进行列。

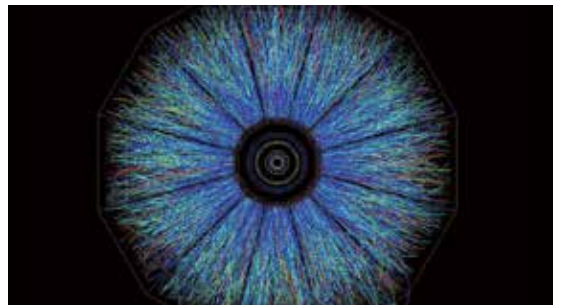
基于自身的传统和方法学优势，多学科研究中心形成并发展了纳米生物效应及安全性、环境安全健康、蛋白质结构和功能三个重点研究方向。在纳米材料生物效应、纳米肿瘤药物研发、重金属污染物毒理、蛋白质结构与功能研究等方面取得了一系列具有重要国际影响的创新成果。此外，在核能化学、核能材料及核技术考古方面的工作也独具特色。



► 理论物理研究室

理论物理研究室是我国粒子物理与核物理理论最重要的研究基地之一。其研究领域涵盖粒子物理、中高能核物理以及粒子天体宇宙学，主要研究目标为探索物质的基本结构、基本相互作用、宇宙的起源和演化。长期以来，理论物理室与国内外大型加速器上的实验紧密结合，并承担着北京正负电子对撞机相关物理的理论研究工作，形成了以唯象研究为主的研究特色。其研究人员具有扎实的研究基础，严谨的研究学风，在国际上具有很强的竞争力。

2007 年 9 月，中国科学院大科学装置理论物理研究中心成立，为我国大科学装置的物理理论和实验物理分析方法的研究做出了贡献。2013 年 12 月，高能物理前沿研究中心成立。该中心的主要任务是推动国内 TeV 高能粒子物理研究，做出有国际影响的工作。





► 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、精密检测与安全检查、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。

15

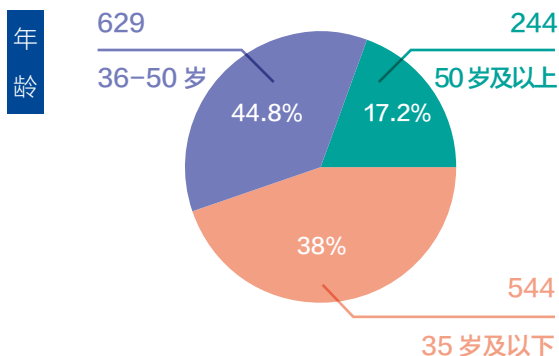
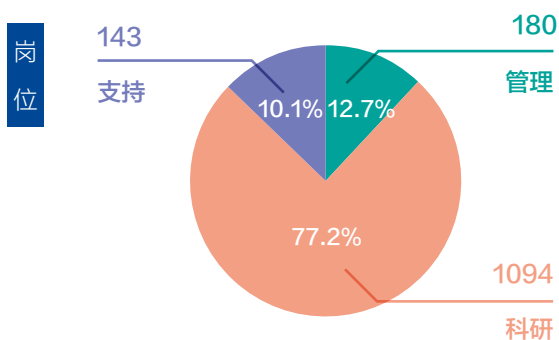
人力资源

HUMAN RESOURCES

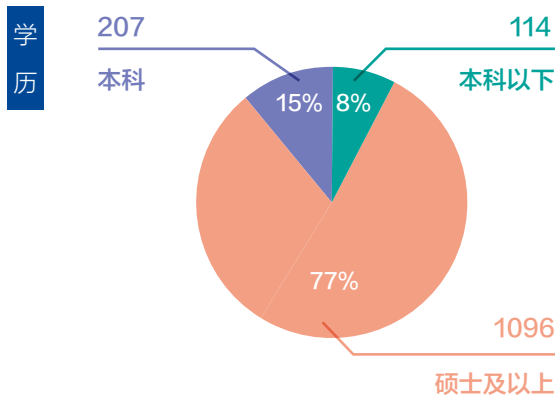
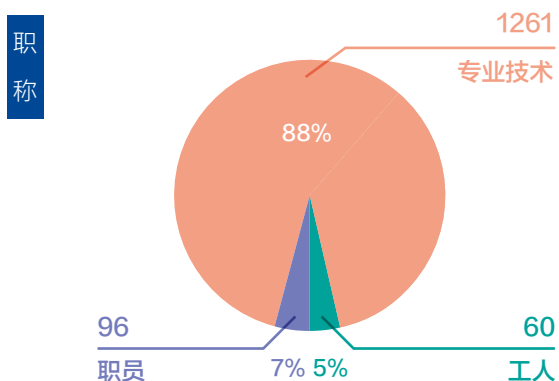
▶ 高能所设置科技、支撑和管理三类岗位，包括自然科学研究、工程技术、实验技术、职员、工勤技能等系列岗位。截至 2019 年 12 月，高能所在编职工达到 1417 人，其中科技、技术支撑和管理人员的所占比例分别为 77.2%、10.1% 和 12.7%。职工中硕士及以上学历占比 77%。35 岁及以下的青年人员占比超过 38%。一系列重大科技基础设施的建设、运行利用和发展，培养和造就了一支素质优良、规模适度、结构合理、具有活力的科技创新队伍。

▶ 高能所始终在粒子物理研究、先进加速器技术与开发以及先进射线技术研究及应用三个领域保持着人才优势。

高能所人员概况



高能所人员概况





16

研究生教育

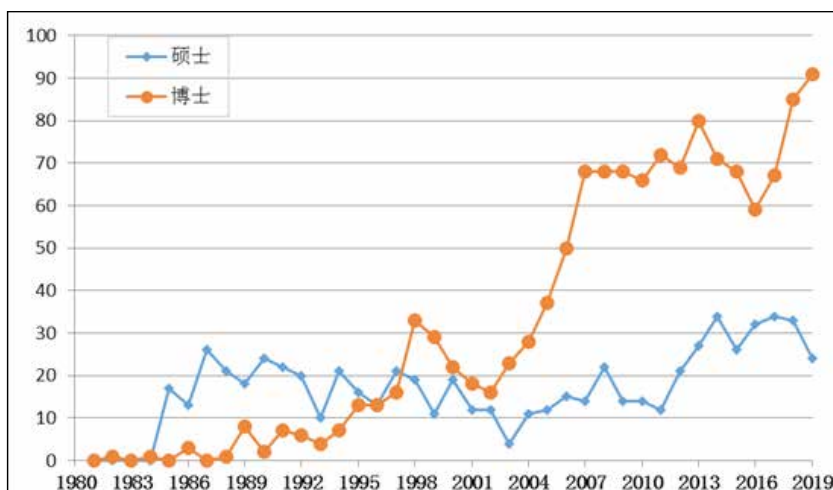
GRADUATE EDUCATION

► 高能所是 1981 年国务院学位委员会批准的首批具有博士、硕士学位授予权的单位之一，培养了我国第一位理学博士，1996 年物理学被批准按一级学科授予学位，2000 年 12 月中国科学院研究生院正式成立后，学位改由研究生院统一授予。至 2019 年 7 月，高能所共培养研究生 1934 名，其中博士 1270 名（外籍 7 名），硕士 664 名。

► 经过三十多年的发展，高能所已经成为一个多学科交叉的研究生重点培养基地。现有物理学、化学、核科学与技术三个一级学科培养点；设有理论物理、粒子物理与原子核物理、凝聚态物理、光学、无机化学、生物无机化学六个理学博士（硕士）培养点；有核技术及应用、计算机应用技术两个工学博士（硕士）培养点。2009 年开始招收全日制工程硕士研究生，现设有机械工程、电子与通信工程计算机技术三个专业。目前在校研究生 665 人，其中博士生 396 人（外籍 9 人），硕士生 269 人（外籍 1 人）。

► 截至 2019 年 12 月，共招收博士后 643 人，其中外籍 57 人。目前在站 105 人。

历年博士、硕士学位授予人数



17

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。

► 中美高能物理合作是高能所最重要的国际合作。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

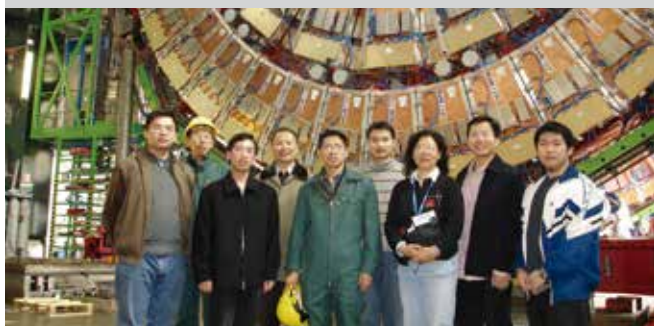
► 高能所国际合作对引进高新技术和发展相关产业做出了重要贡献。

► 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。

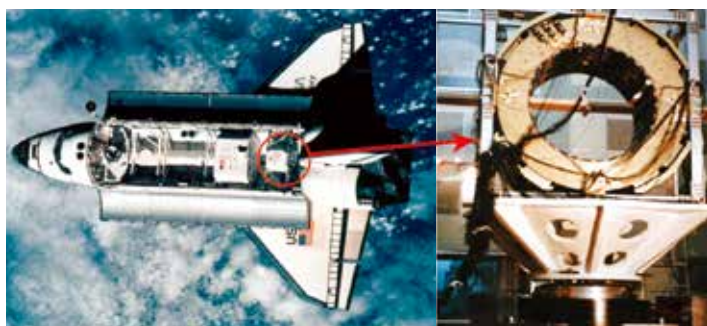
► 北京正负电子对撞机的建造中，引进当时世界上先进的计算机设备和电子学设备，直接推动了快电子学设备的国产化；引进的速调管技术使国产速调管在短时期内达到了高功率、高稳定性和长寿命的技术要求。

► 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。



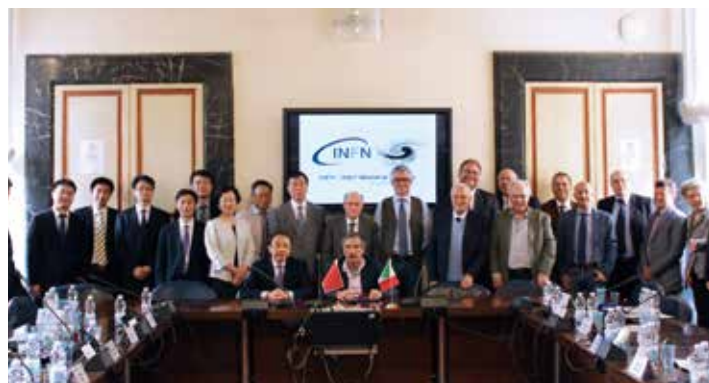
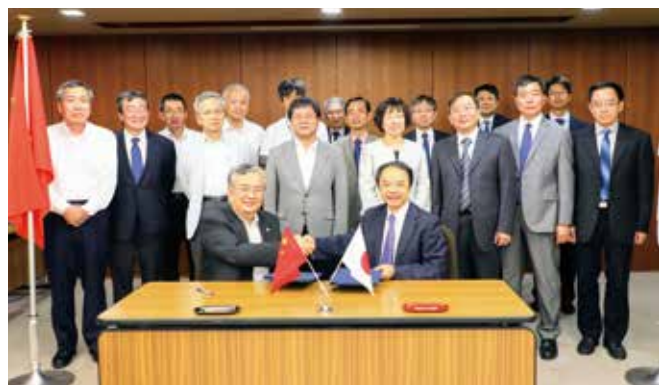
① 与电工所和中国运载火箭研究院联合研制的阿尔法磁谱仪永磁体系统于 1998 年、2011 年两次搭载航天飞机进入国际空间站。这是人类送入太空的第一个大型永磁体。

► 500 GeV 及 ILC 250 GeV 的总体参数设计、1.3 GHz 直线超导加速器、阻尼环的物理设计、ATF2 实验的物理设计与实验研究、极化正电子源及最终聚焦系统优化设计等。



⌚ 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。

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



18

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 21 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 7 项

层子模型（1982 年）

τ 轻子质量的精确测量（1995 年）

$\Psi(2S)$ 衰变及次生粲夸克偶数物理的实验研究（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-bar 阈上粒子 $\psi(3770)$ 非 DD-bar 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）

► 国家科技进步奖二等奖 5 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发（2000 年，合作）

阿尔法磁谱仪（AMS）永磁体系统含反符合计数器初样（2000 年，合作）

宽波段空间伽马射线观测研究及仪器研制（2004 年）

► 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）

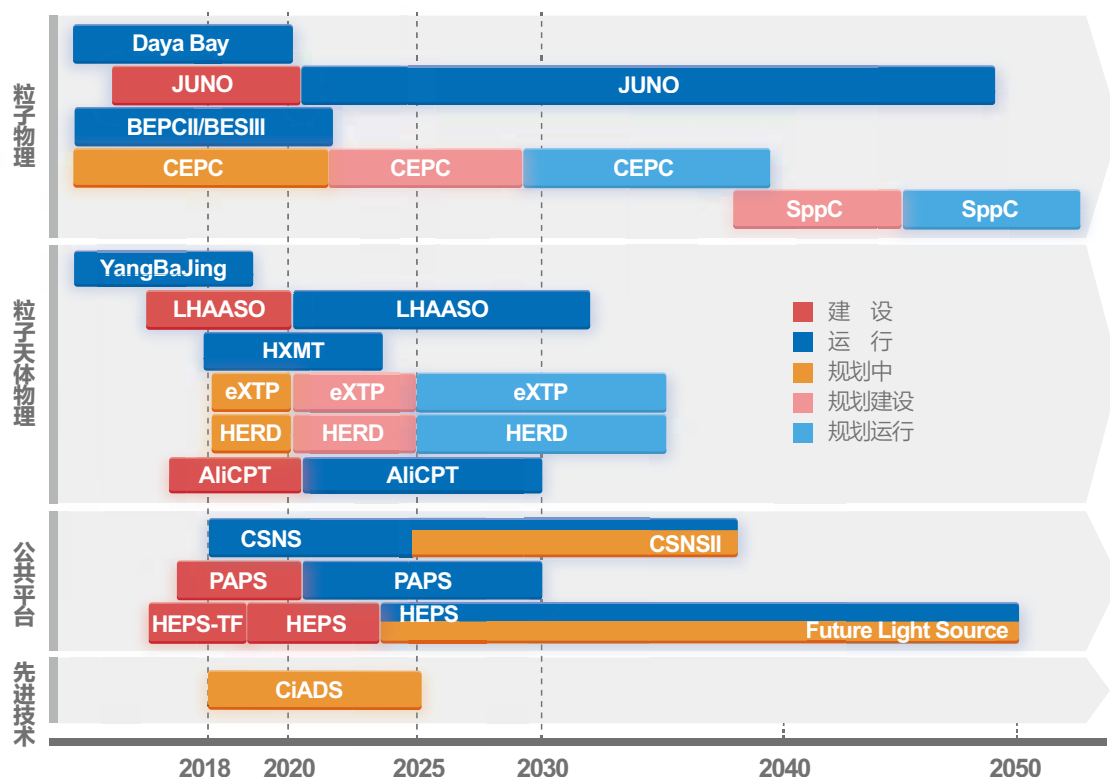
► 基础物理学突破奖

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分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 唯实 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