

高能所十五五规划制定及中心相关内容



何苗 2026年5月13日
实验中心学术小组半年会



参考资料

- 高能所“十五五”规划报告ppt, 曹俊, 2026年5月8日
- 实验物理中心“十五五”规划交流报告ppt, 温良剑, 2026年5月8日
- 高能物理研究所“十五五”发展规划doc, 2026年4月版本
- 实验物理中心“十五五”发展规划doc, 2025年4月版本

高能所及实验中心“十五五”规划工作组组织

□ 目前，规划文本已通过科创局形式审核。待内容审核意见反馈后，还需组织征求意见、学术委员会咨询、所务会审议





从“十四五”到“十五五”规划

“十四五”时期“一七五”规划

一个目标	国际领先的高能物理中心之一 具有世界先进水平的大型、综合性、多学科研究基地
七大主攻方向	粲能区物理研究
	中微子物理研究
	粒子天体物理研究
	高能同步辐射光源
	散裂中子源二期及南方光源
	大科学装置关键技术研究
	射线类科学仪器研发与应用
五大新兴前沿方向和未来技术	高能量对撞物理和对撞机
	极端宇宙、高能宇宙线
	量子计算和机器学习在高能物理中的应用
	等离子体尾场加速物理和技术
	宽带无线通讯在高能物理实验中的应用

“十五五”时期“一九六”规划

一个目标	国际领先的高能物理中心 世界先进水平的大型、综合性、多学科研究基地
九大主攻方向 要有预期重大成果	粲能区物理研究
	中微子物理研究
	宇宙线和超高能 γ 天文研究
	致密天体与宇宙膨胀研究
	光子科学技术与应用
	中子科学技术与应用
	加速器关键技术研究
	射线技术应用
	人工智能在大装置上的应用
六大新兴前沿方向与未来技术	希格斯物理实验研究
	CEPC加速器与探测器
	未来先进光源方案技术研究
	量子技术赋能高能物理和天体物理
	天体MeV光子和高能中微子的精确测量
	BEPC未来升级

之一

→ 粲能区物理研究

→ 中微子物理研究

→ 希格斯物理实验研究

→ CEPC加速器与探测器

→ 量子技术赋能高能物理和天体物理

→ 天体MeV光子和高能中微子的精确测量

→ BEPC未来升级

→ 人工智能在大装置上的应用

主攻方向与重大任务

每一项重大任务对应一个或多个**重大成果、项目、牵头科学家**

主攻方向(一) 粲能区物理研究

2025年12月23日组织**专题研讨会**，凝练粲能区物理“十五五”重大科学问题，积极开展强子物理前沿科学研究，申请国家重点研发计划，基金委和科学院等重大项目。

国际最亮粲能区正负电子对撞机

质心能量最高可达5.6 GeV

B2U**已达**设计指标：亮度 $1.112 \times 10^{33} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ @4.68 GeV
(是升级前3.2倍，2026年4月28日)

预期重大成果：

- 揭示类粲偶素和轻奇特强子态内部结构，突破QCD非微扰性质和夸克禁闭机制理解
- 高精度测量粲强子衰变
- 完善重子谱，精确测量重子电偶极矩

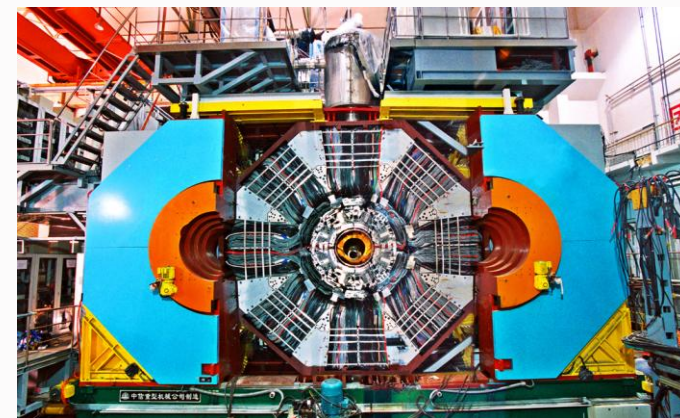
三项重大任务：

1. 奇特强子态的产生与衰变机制研究
2. 粲强子和标准模型的精确检验
3. 重子谱及重子CP不对称性精确研究

领军科学家：

李海波，沈肖雁，苑长征

2026/04/28 18:04:17		
Luminosity	11.12	E32/cm ² /s
	e ⁺	e ⁻
Energy [GeV]	2.3565	2.3565
Current [mA]	876.59	746.51
Lifetime [hr]	2.26	2.26
Inj.Rate [mA/min]	0.00	0.00



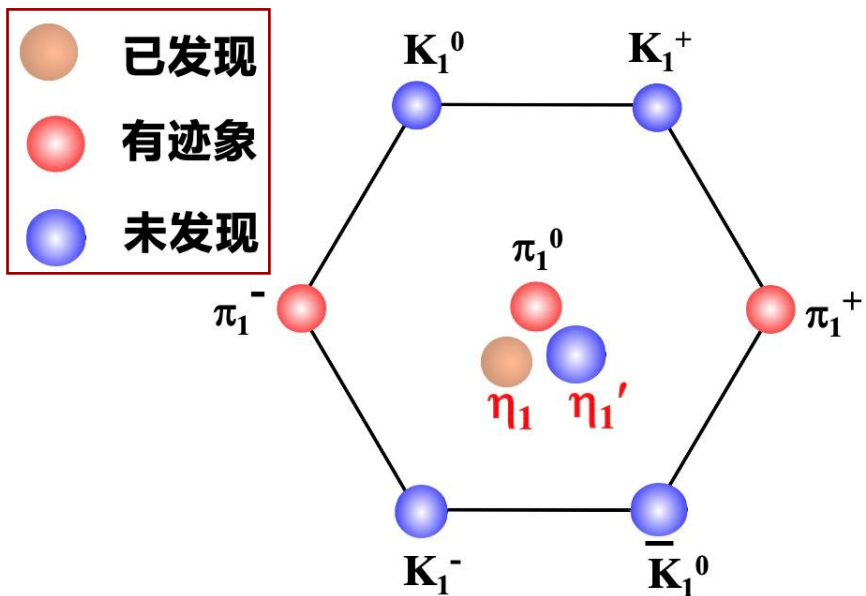
北京谱仪BESIII

主攻方向(一) 粲能区物理研究-

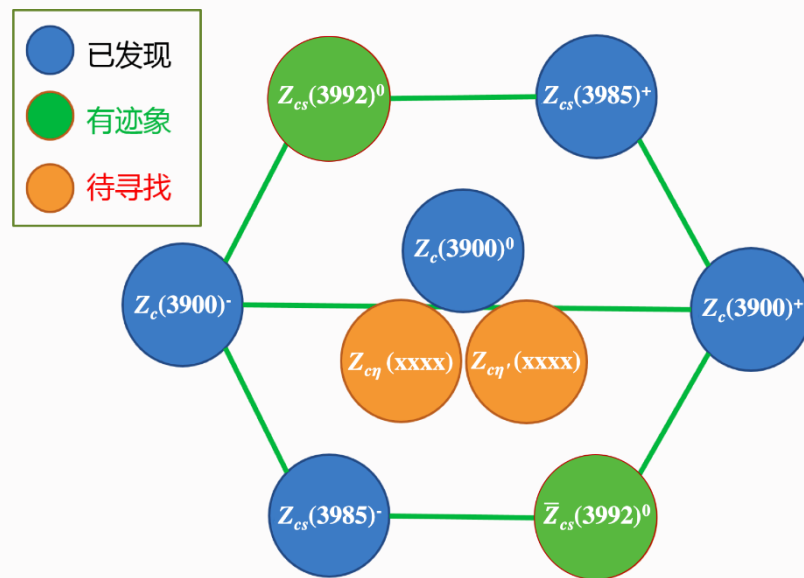
重大任务1: 奇特强子态的产生与衰变机制研究

- 拓展并建立轻奇特强子态的谱系
- 揭示多夸克物质和非微扰QCD的有效自由度
- 力争发现胶球和混杂态候选者并测量其性质

牵头科学家: 沈肖雁, 苑长征, 刘北江



1⁻⁺ 奇特强子九重态



Zc 四夸克物质九重态

- 重点研发计划: 粲能区新型强子态的实验研究 **在研**
(2025-2030, 2087万, 高能所52%)
- 基金委创新群体: 粲能区强子物理研究 **申请**
(2027-2031, ~1000万)



主攻方向(一) 粲能区物理研究

重大任务2: 粲强子和标准模型的精确检验

- 精确测量正负电子湮灭到强子的产生截面
- 精确测量粲强子跃迁形状因子
- 开展强相互作用耦合常数 a_s 测量

牵头科学家: 马海龙, 董燎原

重大任务3: 重子谱及重子CP不对称性精确研究

- 寻找“失踪的重子激发态”, 完善重子谱
- 精确测量重子电磁形状因子
- 利用量子纠缠重子对测量重子CP不对称性(灵敏度 10^{-3})

牵头科学家: 李海波, 房双世

重点研发: 粲强子衰变和标准模型的精确检验 **在研**
(2023-2028, 1800万)
基金重大: 粲能区新物质形态研究 **进入指南**
(2027-2031, 1500万)
GFKGJ: 重子谱及重子CP不对称性精确研究 **已申请**
(2026-2031, 1225万)
科技部中俄项目: 夸克碎裂函数的实验研究 **进入指南**
(2026-2031, 约700万)

主攻方向(二) 中微子物理研究

江门中微子实验

国际上最大、能量精度最高的液体闪烁体中微子探测器

有望**率先测得**中微子质量顺序

测量中微子振荡参数达**国际最好水平**

可升级为**国际最灵敏**无中微子双 β 衰变实验平台

预期重大成果:

- JUNO与台山中微子实验稳定运行, 持续产出高质量数据
- θ_{12} 、 Δm^2_{21} 和 $|\Delta m^2_{31}|$ **中微子振荡参数**测量精度提高5-10倍
- 以90%置信水平确定**中微子质量顺序**
- 国际领先的地球中微子、超新星遗迹中微子的流强测量

重大任务:

1. 中微子振荡研究
2. 天体中微子研究

领军科学家:

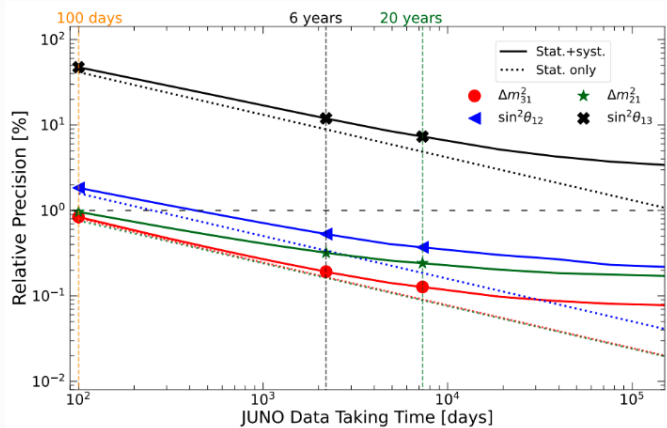
王贻芳, 曹俊, 温良剑



主攻方向(二) 中微子物理研究

重大任务1: 中微子振荡研究

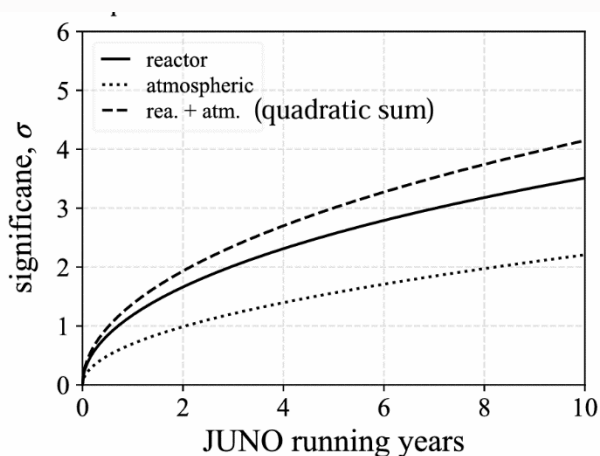
- 测量振荡参数至国际最好水平, 精度提高5-10倍 (混合角 θ_{12} 、质量平方差 Δm^2_{21} 和 $|\Delta m^2_{31}|$)



当前精度: 2%-4%

预期精度: < 1%

- 有望率先判定中微子质量顺序 (90%置信水平)



牵头科学家:

于泽源, 占亮, 罗武鸣, 李依宸, 李高高

重点研发: 反应堆监测新技术及相关物理研究 **在研**

(2022-2027, 1800万)

重点研发: 江门中微子实验的中微子振荡物理研究 **在研**

(2024-2028, 2150万)

GFKGJ: 反应堆中微子能谱的精确测量 **已申请**

(2026-2031, 1200万)

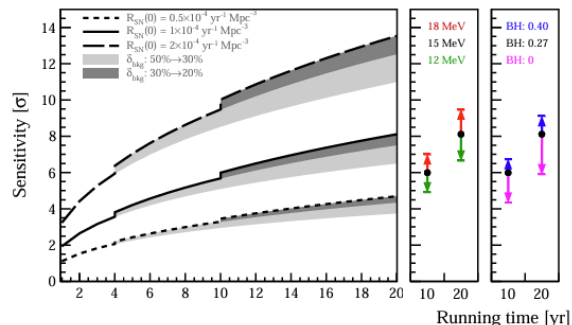
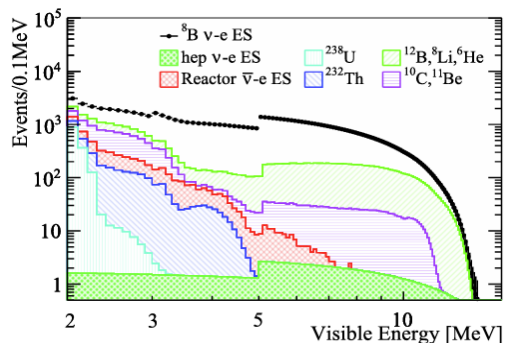
院青年团队: 中微子质量顺序和马约拉纳属性 **在研**

(2023-2028, 2000万)

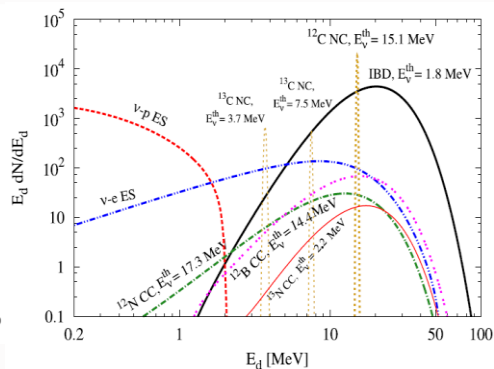
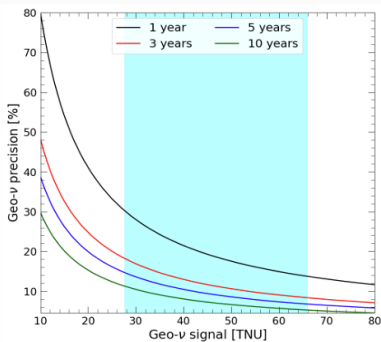
主攻方向(二) 中微子物理研究

● 天体中微子研究

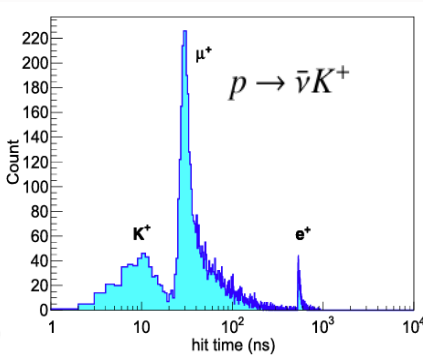
- 中微子物质效应和太阳金属丰度
- 寻找超新星遗迹中微子



- 测量地球中微子, 分辨地球物理模型



- 寻找质子衰变, 检验大统一理论



- 观测超新星爆发的中微子, 理解中微子驱动的超新星爆发机制

牵头科学家:

温良剑, 李玉峰, 贾怡, 丁雪峰

基金委原创探索项目: **项目名称待定?**

计划申请

(2026-2030, 1800万)

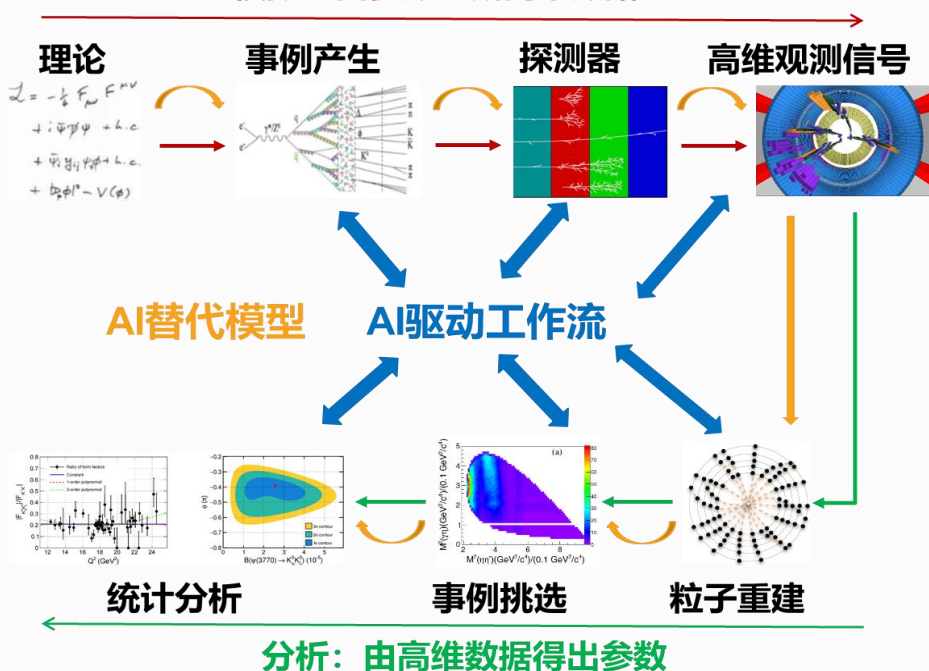
主攻方向(九) 人工智能在大装置上的应用

● 研究战略目标

- 利用先进AI技术**全面提升高能实验发现能力**
- AI加持探测器优化，**提升CEPC实验性能**
- 构建支持**多实验协同分析**的AI基础能力

领军科学家：**齐法制**，**刘北江**

模拟：由参数生成高维数据



重大任务1：AI加速粒子物理学发现/粒子物理领域模型

- 应用AI for Science显著提升科研效率 (AI+HEP)
 - 研发BESIII分析助手 (Dr.Sai)，实现部分科研自动化
- 利用机器学习研发新型算法
 - 提高BESIII粒子鉴别效率，**K介子误判率改善30%**
 - 提升JUNO能量分辨率，**压缩测量时间 (6/7年→5/6年)**
- AI工具加持探测器优化，确保CEPC国际先进性

牵头科学家：**刘北江**，**李科**，**张正德**，**王虹**

预期重大成果：建立全球首个面向粒子物理分析的智能体系统

先导A类中的课题：**新粒子发现系统**

在研

(2025-2027, 991万)

两重项目“北京正负电子对撞机数字化智能化改造项目工程”**科学数据处理分总体**

在研

(2025-2027, 1634.5万)

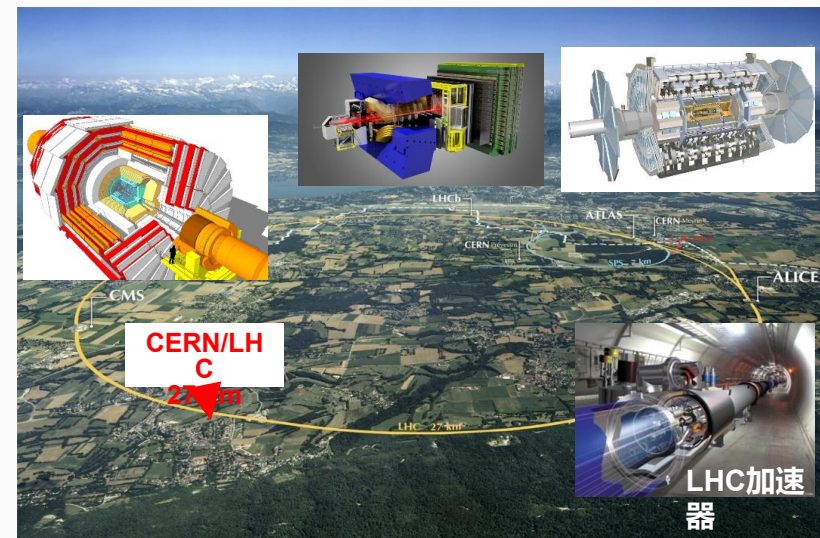


前沿方向与未来技术



前沿方向(一) 希格斯物理实验研究

- 基于ATLAS、CMS**研究希格斯性质**；基于LHCb研究强子谱学、CP破坏；
- **探测器研发**：ATLAS内径迹探测器和高粒度时间探测器、CMS高粒度量能器和缪子探测器后端触发电子学升级；LHCb基于单片式硅像素探测器的上游径迹探测器。
- **学术带头人**：**陈明水**， Joao Guimaraes da Costa



预期产出

- 发现**双希格斯产生**过程的证据，以及希格斯粒子的**稀有衰变**过程，并在其研究中做出主要贡献



前沿方向(一) 希格斯物理实验研究

面向LHC等大科学装置 国际合作探测器升级

完成相关探测器的研制、生产、组装、运行任务



ATLAS内径迹探测器 (ITK)

ATLAS高粒度时间探测器 (HGTD)

CMS高粒度量能器

LHCb上游径迹探测器

积极争取留学基金委、北京、中科院等公派机会，加大支持青年人
才赴CERN参与LHC第三次长停机期间探测器升级改造、调试任务

依托基金委卓越研究群体高能量前沿粒子物理联合研究项目（原基础科学中心项目），已完成LHC Run2
ATLAS+CMS双希格斯过程的联合测量，双希格斯信号观测（预期）显著性~1.1（1.3）标准偏差

LHC相关项目在研、规划情况

- 牵头在研基金委卓越研究群体，重点研发项目2、课题3，NSFC-CERN重大科学基础设施国际合作研究计划集成项目3、重点项目1
- 争取卓越研究群体延续支持、部署重点研发2，组织申请基金委项目等
- 涵盖探测器升级、R&D、计算、物理研究等

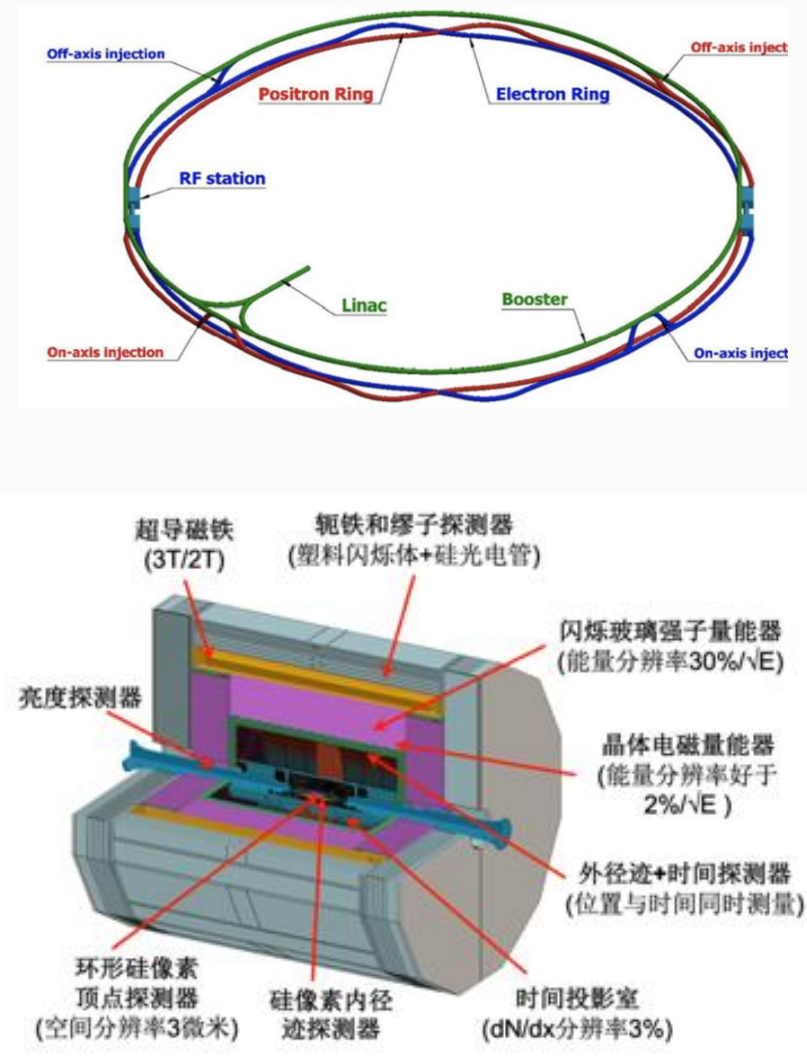
前沿方向(二) CEPC加速器与探测器

环形正负电子对撞机CEPC

中国主导 国际领先

下一代高能量高精度正负电子对撞实验，未来希格斯工厂
学术带头人：王贻芳，高杰，王建春

- **探测器研究任务：**深挖CEPC物理潜力，继续探测器系统设计。参加DRD等国际合作，开展基于半导体、闪烁体、气体的探测器关键技术研究，实现专用集成电路技术的突破，构建高性能触发和数据获取系统，开展相关的专用和通用软件研究，验证工程化能力。
- **探测器预期产出：**发布电弱物理白皮书，实现国际同类最高精度制程（55 nm）**半导体**像素探测器，完成基于**闪烁玻璃**的新型**量能器**方案设计。
- **项目整体目标：**推动CEPC在**2030年立项**，或将CEPC探测器方案作为**FCC-ee**四个探测器选项之一参与国际竞争。





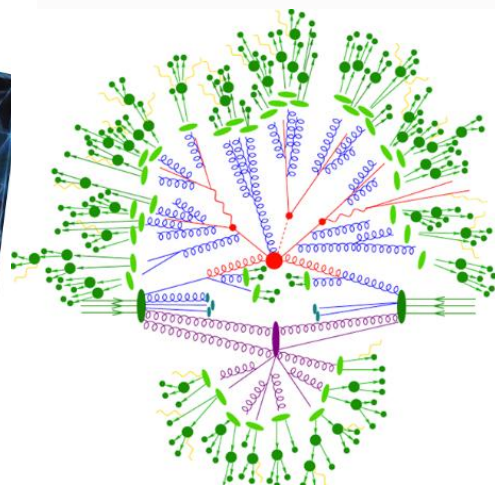
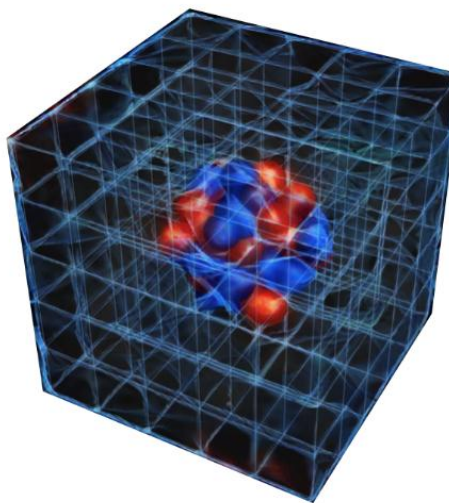
前沿方向(二) CEPC探测器项目规划

- 在研重点研发**2**，争取部署重点研发**3**，所创新**2**，组织申请基金委项目等。
- 涵盖探测器研发各个方向，优先部署预期重要产出的方向：半导体、芯片、闪烁玻璃等

五年计划	项目期限	所属专项	项目题目	项目经费 (万)
十四五	2023-2028	大科学装置前沿研究： 重点研发	高能加速器关键技术研究 (半导体、无线传输)	1800 (探测器1440)
	2024-2029	大科学装置前沿研究： 重点研发	高能粒子加速器相关粒子探测关键技术研发和验证 (气体探测、物理)	1848.5 (探测器1100)
十五五	2026-2028	所创新	CEPC探测器新方案研究与关键技术深化 (量能器、切伦科夫、超导、机械、冷却、软件)	600 (分两个项目申请)
	2026-2031	科技自主能力保障： 重点研发	下一代高能环形正负电子对撞机的关键技术研究 (硅微条径迹与时间探测、闪烁玻璃、芯片)	约4000万 (已提交实施方案，探测器1600)
	2028- 2029-	大科学装置前沿研究： 重点研发	硅像素顶点探测、硅像素径迹探测 气体探测器、切伦科夫探测器	争取立项 争取立项

前沿方向(四) 量子技术赋能高能物理和天体物理

- 研发**格点规范场论的量子算法**，并进行原理验证。
构建基于量子计算的**数据处理与分析流程**；
- 发展**量子精密测量技术**，研究新型量子传感技术的交叉应用；
- 研制高灵敏度大阵列**低温TES/KID探测器**模块，推动量子增强光干涉技术发展。



学术带头人：刘聪展，**大川英希**，陈莹，李英英，王建民

➤ 预期产出

- 完成至少一项**物理过程的量子平台实验验证**
- 突破**TES/KID、SQUID**等技术并实现模块化集成；在公里级的量子增强光干涉阵列上实现**类星体干涉观测**，哈勃常数测量精度好于1%

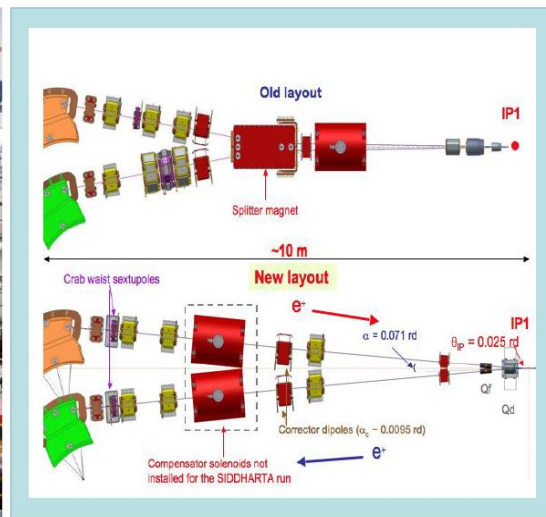


前沿方向(六) BEPC未来升级

- **BEPCII Crab Waist (CW) 对撞方案和亮度升级**研究，有望使亮度在1.89GeV束流能量下比BEPCII提高1个量级。
- 研究采用新的探测器技术，**升级BESIII内径迹探测器**，提高空间分辨率、探测效率，满足高计数率环境下的稳定运行。升级后将能够推动强子物理研究领域的突破性进展。
- **学术带头人**：娄辛丑，王九庆，**董明义**

预期产出

- **完成 Crab Waist (CW) 对撞方案设计**



其他：大科学装置关键技术研究

关键技术布局

探测器研发：新型探测器关键技术攻关

读出芯片：国际先进专用集成电路技术突破

触发与DAQ：构建高压缩率、低延迟、智能化平台

软件平台：专用+通用软件研发，加强国内领导地位

重大科研任务：

1. 中微子和暗物质探测器研究
2. 先进电子学研究
3. 触发和数据获取研究
4. 软件研发与升级

全面参与欧洲粒子物理战略规划探测器研发项目 (DRD)

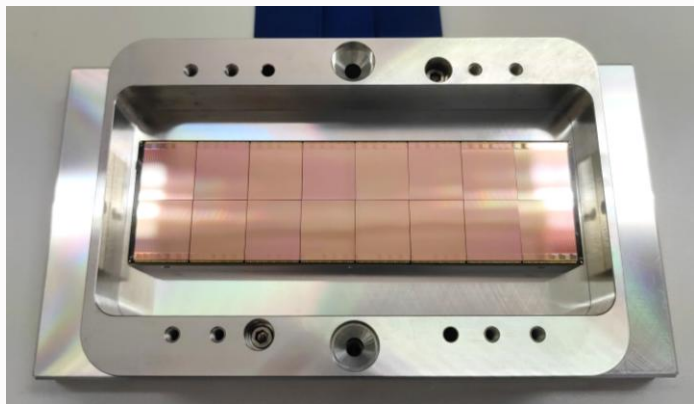
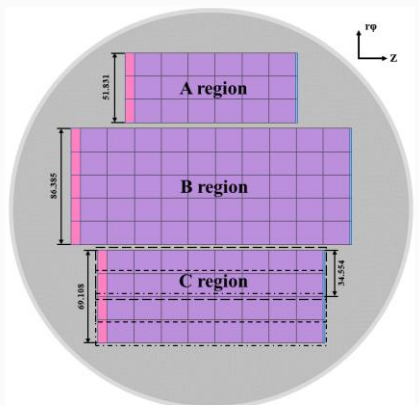
预期重大成果：

- 中微子/暗物质探测先进技术研发
- 电子学关键技术突破，完成相关探测器原型机系统
- 完成高性能智能化触发和DAQ系统搭建，实现跨实验知识共享
- 完成并行计算、新型粒子鉴别技术、新粒子流算法的研发验证

DRD合作组	技术方向	实验中心科研行政组
DRD1	Gaseous detectors	气体探测器组
DRD2	Liquid detectors	闪烁探测器组+中微子组
DRD3	Semiconductors	半导体探测器组
DRD4	PID and Photon Detectors	闪烁探测器组
DRD5	Quantum sensors	天体中心
DRD6	Calorimeters	闪烁探测器组
DRD7	Electronics	电子学组+触发和数据获取组
DRD8	Integration	机械组等

大科学装置关键技术：先进电子学

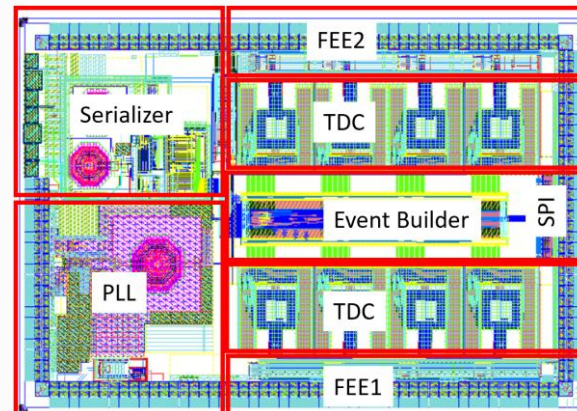
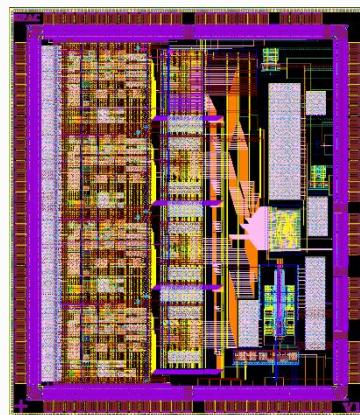
● 像素传感器 @ μm 级位置分辨



CEPC基于掩膜缝合的CMOS像素传感器

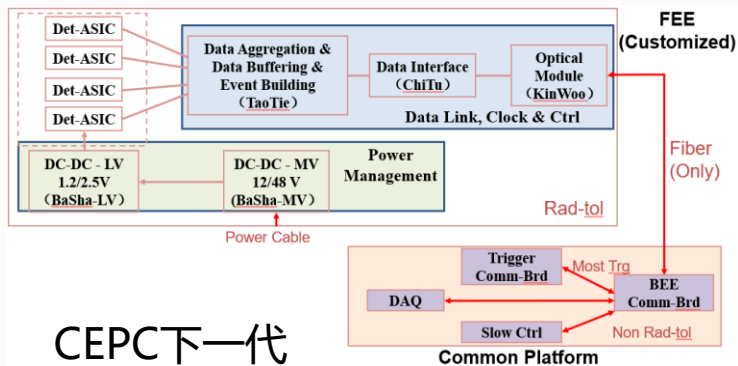
先进光源混合型像素探测器

● 4D/5D前端电子学 @ 10ps级时间分辨



下一代探测器前端读出系统 LGAD、FPMT、SiPM...

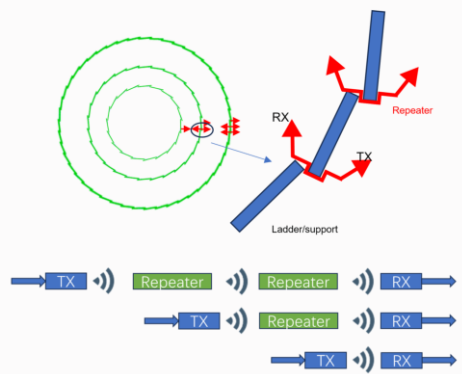
● 前端数据接口&电源 @ Tbps级数据传输



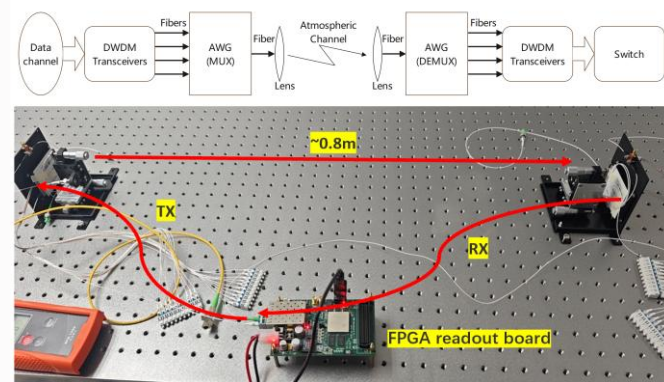
- 抗辐照通用数据接口芯片
- 抗辐照前端光电模块
- 抗辐照、抗磁场前端电源模块
- 通用后端电子学板
- 前端智能压缩算法

CEPC下一代探测器前端读出系统

● 无线数据传输新技术 @ 极低物质质量



毫米波技术@探测器



自由空间光通信@加速器

大科学装置关键技术：在线数据获取与离线数据处理

触发和数据获取

- 面向CEPC等大科学装置TB/s级大容量数据实时处理需求 **高效能**
 - 低延迟高级触发+高压缩率技术
 - 轻量化神经网络+强化学习优化
 - 多级协同架构
- 数据传输与处理平台 **通用化**
 - 高吞吐实时处理和全软件触发技术
 - GPU和FPGA加速算法, 异构集群计算框架研究
- 智能运控与共享生态 **智能化**
 - 机器学习实时监测运行参数
 - 资源弹性调度与自动化控制链

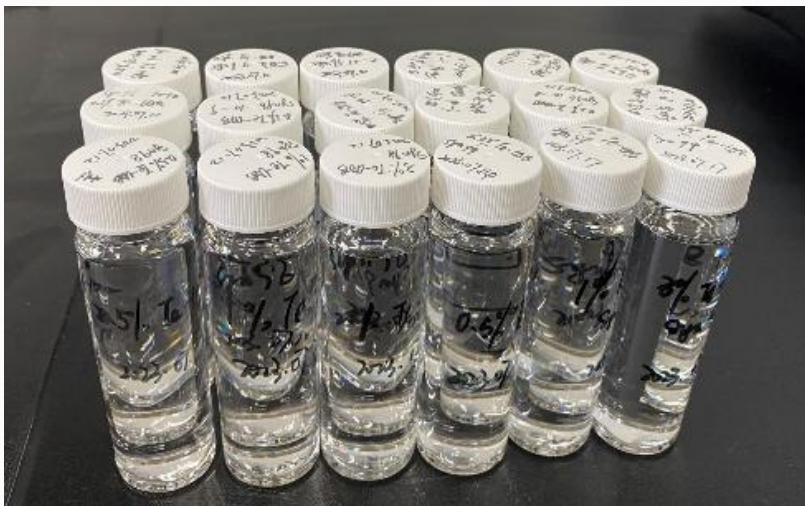
离线软件研发与升级

- CEPC软件平台自主研发
 - 基于Key4hep定制化解决方案
 - 新型气体探测器全模拟技术
 - CyberPFA粒子流算法创新技术
- JUNO软件升级
 - 分布式数据分析与人工智能技术
 - 优化模拟提高与实验一致性
 - 推动Opticks高能区模拟应用
- BESIII软件升级
 - CGEM软件攻关
 - 软件数据长期保存和开放数据
 - 先进软件和计算技术与高能物理实验融合

大科学装置关键技术：中微子和暗物质探测器

● 液闪新技术研发

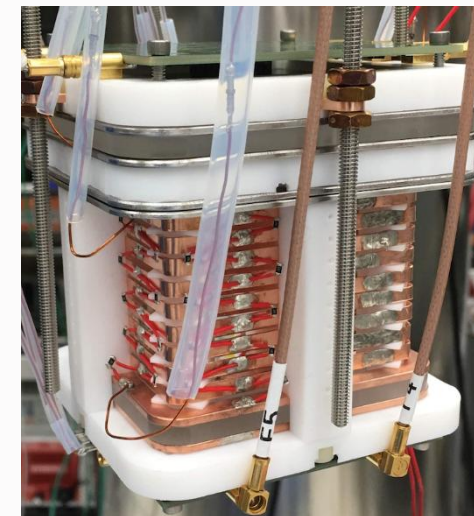
- 发展**纯化技术**，在线纯化JUNO液闪
放射性本底降低1-3个数量级
- **极低放射性测量技术**
- **高纯度、高性能掺碲液闪技术**和大规模生产工艺
面向江门无中微子双贝塔衰变升级需求
中微子有效质量灵敏度达到meV量级



掺碲液闪样品

● 超低阈值惰性元素探测器技术 DarkSide国际合作

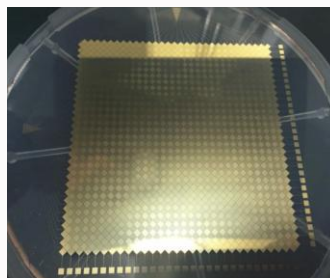
- 地下氦精提纯
- 双相时间投影室探测器
- 氙-氙混合探测器
- **核反冲能量阈值降至keV量级以下**



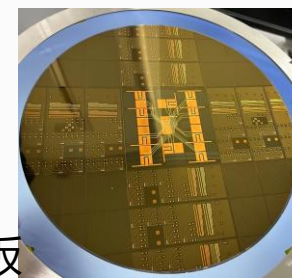
低阈值双相氙TPC原型机

nEXO国际合作

● 吨量级极低本底液氙探测器的关键技术



半导体三维
电荷读出探测器



大面积极低本底
SiPM硅基转接板

The background features a light blue and white globe on the left side, with a circular, textured pattern resembling a cross-section of a tree or a similar natural structure. The overall color palette is soft and professional.

机制体制改革 与实施保障措施

推动全国重点实验室重组与建设

物质基本结构与质量起源重点实验室

使命
定位

发展国际引领性的加速器和探测器等技术，拓展微观极限领域人类知识的边界，破解物质最基本结构与质量起源的科学难题，建成国际顶尖的粒子物理与技术研究机构

领域整体布局情况：

- 目前核物理领域已部署重离子科学与技术、可控核聚变物理前沿
- 上海交大：暗物质物理全重
- 北大：核物理与核技术全重

前沿方向

重大科技问题

物质基本结构与质量起源

中微子

- 有质量，超出标准模型
- 马约拉纳属性决定其质量起源

强子

- 如质子、中子，占宇宙可见物质99%以上。
- 由强相互作用束缚夸克构成，但未能定量理解其结构

希格斯

- 赋予夸克等基本粒子以质量
- 希格斯粒子自身质量起源未知

中微子质量、振荡和
马约拉纳属性

强子结构
及其质量起源

希格斯粒子性质
及质量起源

粒子加速新原理
粒子探测新技术

完善并突破标准模型

技术需求

关键支撑

等离子体加速
先进探测器

新粒子加速原理、高效粒子探测，提供更好的实验手段

大国必争的科技制高点

深化人才发展体制机制改革

维持一支高水平、稳定的科研队伍，支撑中心科研任务与科技战略目标

顶层设计

- “内生培育+全球引智”双轮驱动策略
- 稀缺人才“一事一议”柔性政策

国际合作

- 聘请全球杰出科学家组成顾问组
- 提供优异国际合作环境，提升**国际化管理**水平
- 深化国际研究单位合作交流

人才培育

- 领军人才、关键技术人才、创新团队扶持
- 引导**中青年科学家**瞄准前沿，**引领科技创新**

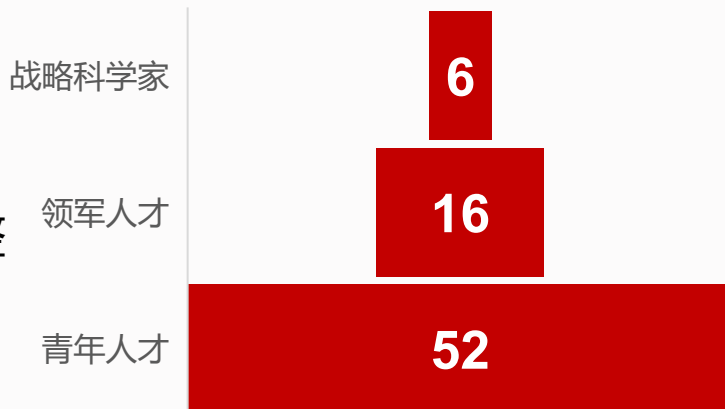
激励政策

- 统筹规划人才项目及多元经费渠道

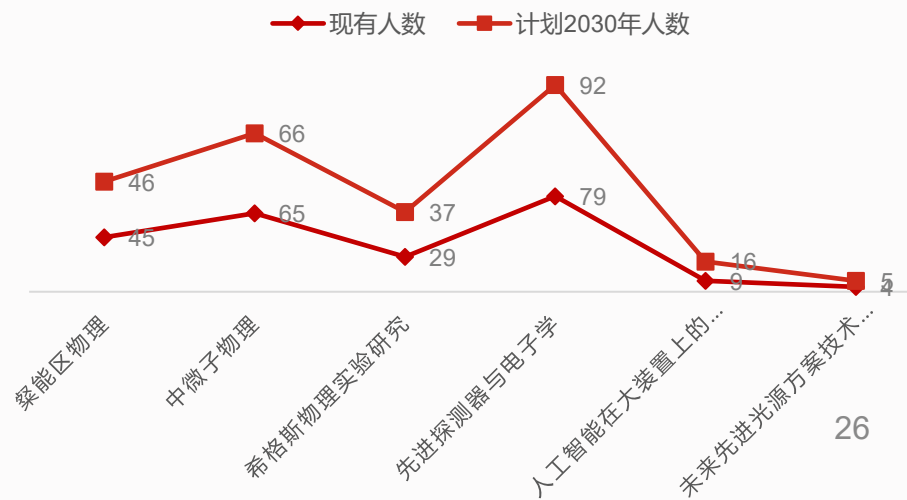
未来5年引才计划

- 保持总体规模平稳发展
- 根据中心承担项目任务情况动态调整

实验物理中心未来5年人才规模



实验物理中心未来5年人才队伍



推动落实国际合作规划

目标：构建具有国际竞争力的开放创新生态，全方位提升国际地位和影响力，提高国际合作能力、国际合作深度及广度

国际化科研平台建设与合作网络构建

- 国际合作网络构建
 - 重启中国-CERN年度会谈，深化与CERN合作
 - 深化与“一带一路”国家合作，吸引周边国家参与BES3、JUNO、CEPC等实验
 - 推动建立金砖国家高能物理合作研究中心
 - 推动建立中非粒子物理联合实验室
 - 推动建立中英大装置联合研究中心
 - 推动实体化中法粒子物理实验室（网络）等
- 技术输出与国际标准参与
 - 推动自主技术全球化应用（如光电倍增管、LGAD、赛博士等）
- 深度介入欧洲、美国粒子物理战略规划，注入中国方案

国际化人才培养与引进

- 国际教育与人才交流
 - 深入打造中微子国际学校
 - 鼓励支持科研人员担任课程主讲人
 - 扩大吸引国际学生
- 积极争取高水平国际组织任职
- 深度参与重要国际会议，鼓励支持担任国际会议各类委员会成员、召集人等
- 优化国际人才服务、提升国际化环境建设
- 持续引进外籍职工、博士后等

总结

- **面向“极微观”重大科学问题，开展高质量粒子物理研究**
 - 强子结构及其质量起源
 - 中微子质量、振荡和马约拉纳属性
 - 希格斯粒子性质及其质量起源
- **聚焦高能物理实验需求，攻克未来大科学装置关键技术难关**
 - 开展重要领域探测器先进技术研究
 - 配合所战略规划推动先进技术的成果转化
- **抢占国际学术制高点，提升国际影响力**
 - 在环形正负电子对撞机、反应堆中微子物理持续保持国际领先地位
 - 力争在强子物理领域进入国际领先行列
- **深化机制体制改革，凝聚国际一流战略科技人才**
 - 坚持“内生培育+全球引智”双轮驱动的人才发展战略
 - 提供优异国际合作和环境，促进人才发展和成果产出

谢谢!