

PWFA TF项目进展汇报

报告人：李大章

报告时间：2025.3.21



报告主要内容

- 高能所等离子体加速TF/先导B新加速原理项目总体情况介绍
- 十号厅整修及水电改造进展
- 加速器束线建设及关键设备研发进展
- 等离子体尾场加速研究进展及拟开展研究的预期成果
- 2023-2024经费执行情况及2025年工作计划



先导B专项：束流驱动新加速原理与应用研究

中国科学院

科发函字〔2024〕99号

中国科学院关于基础与交叉前沿科研先导专项 “束流驱动新加速原理与应用研究” 立项的通知

中国科学院高能物理研究所：
经2023年第8次院长办公会议审议通过，院基础与交叉前沿科研先导专项“束流驱动新加速原理与应用研究”正式立项。现将有关事项通知如下。

一、专项名称和依托单位

专项名称为“束流驱动新加速原理与应用研究”，依托单位为中国科学院高能物理研究所。

二、首席科学家

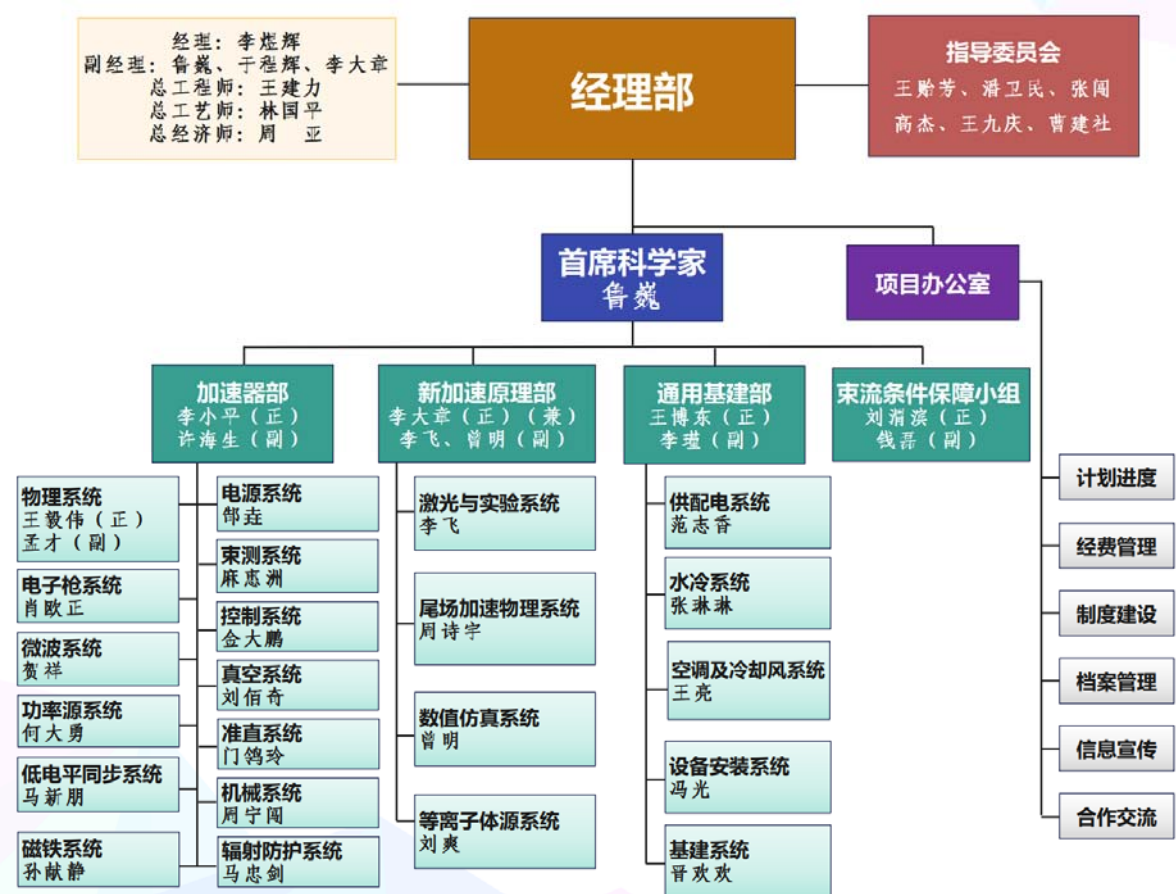
专项首席科学家为中国科学院高能物理研究所鲁巍研究员。

三、专项实施周期和经费概算

专项实施周期为2023年10月至2028年9月。经费概算共9000万元，全部由院财政支持。

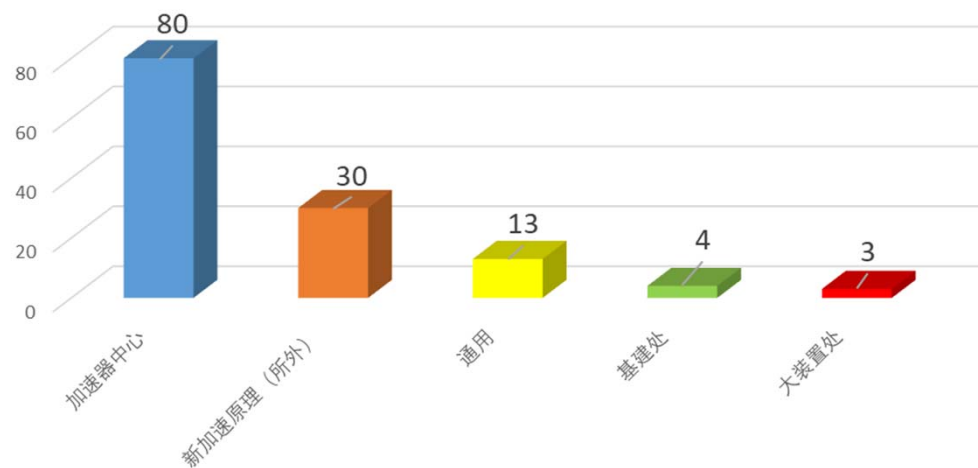
- 项目依托单位：高能所，上海高研院，清华，北师大，郑大，上海交大
- 首席科学家：鲁巍
- 总预算：8831.9万（6923.1万）；设备+材料+测试加工费：5693.3万（4694.4万）
- 项目一：束流驱动等离子体尾场加速器关键物理研究（2457.5万）
 - 课题1.1 高品质电子加速物理机制研究（1385.1万）
 - 课题1.2 高品质正电子加速的物理机制探索（591.5万）
 - 课题1.3 等离子体尾场加速高可信度模拟工具研发及智能参数空间优化（480.9万）
- 项目二：束流驱动等离子体尾场加速器关键技术研究（3859.8万）
 - 课题2.1 高重频、高稳定性等离子体源的关键技术（986.6万）
 - 课题2.2 大电荷量、纵向密度可调制电子驱动束的关键技术（2143.6万）
 - 课题2.3 高时空分辨尾场结构及束流诊断和操控（729.6万）
- 项目三：束流驱动等离子体尾场加速器应用研究（2514.6万）
 - 课题3.1 高平均功率EUV光源及自由电子激光应用研究（1179.2万）
 - 课题3.2 高效级联加速高能正负电子对撞机应用前期研究（1191.1万）
 - 课题3.3 基于等离子体的新型束流垃圾桶研究（144.3万）
- 高能所PWFA实验室（十号厅）整修及通用设施改造费用由先导B奖励费支出

高能所PWFA项目组织架构图

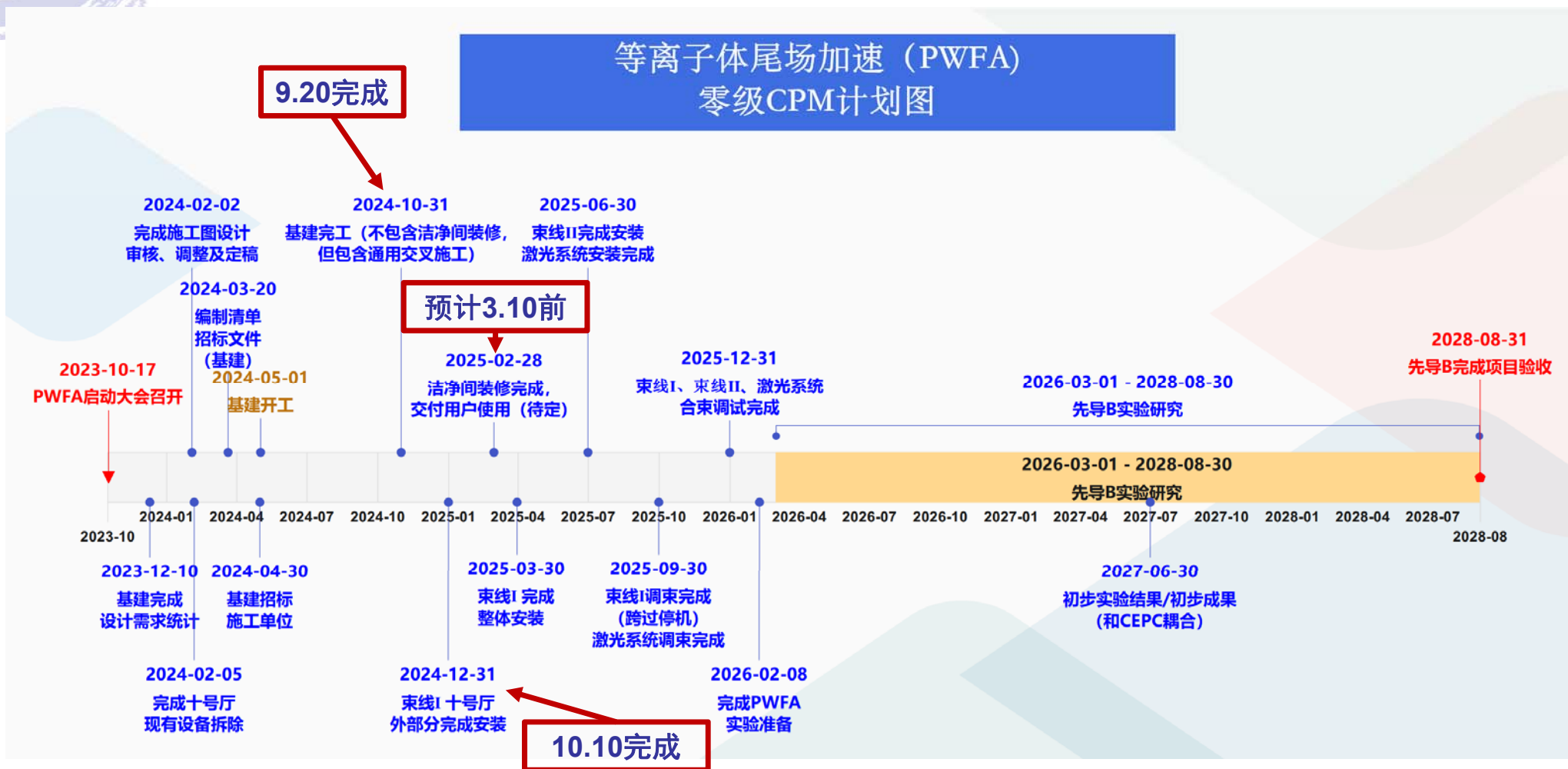


- ◆ 项目组成员总数：约130人（100+）；
- ◆ 2023年10月9日，召开第一次经理部例会，截至2025年1月13日，共计召开例会59次

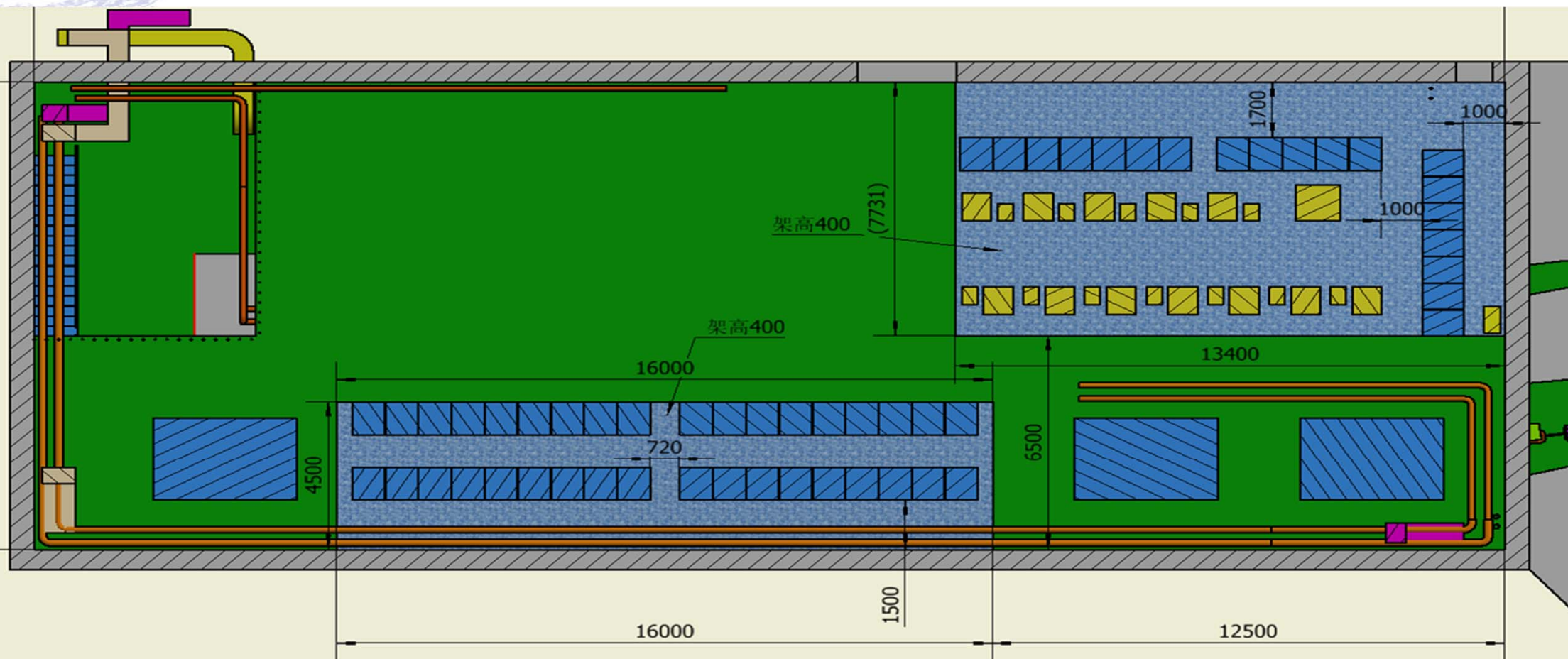
项目主要参与人员



等离子体尾场加速 (PWFA) 项目CPM计划



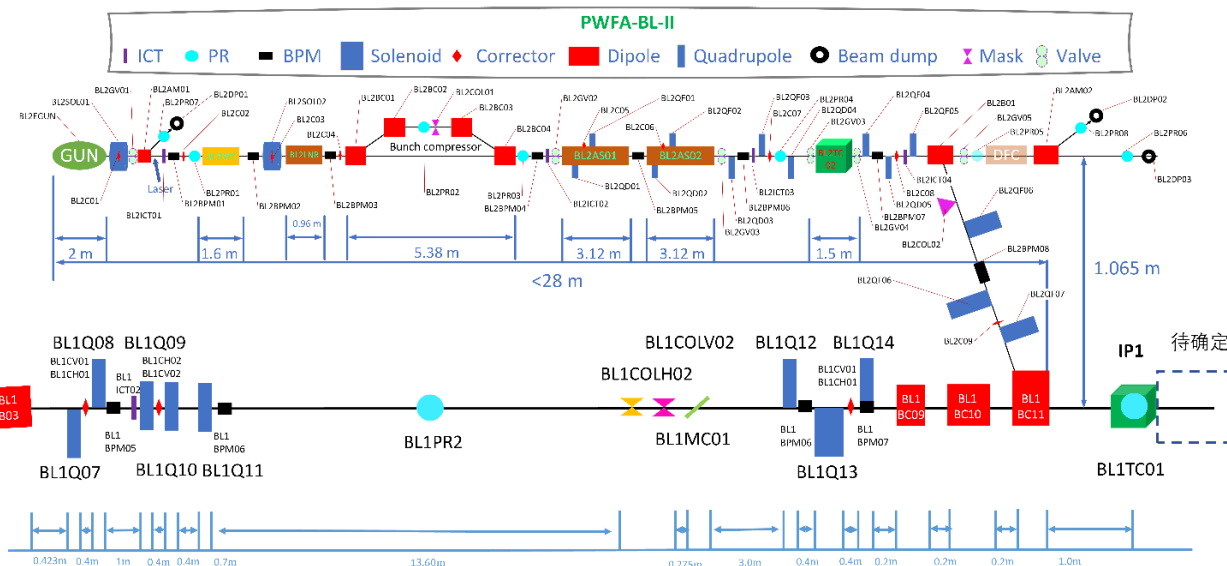
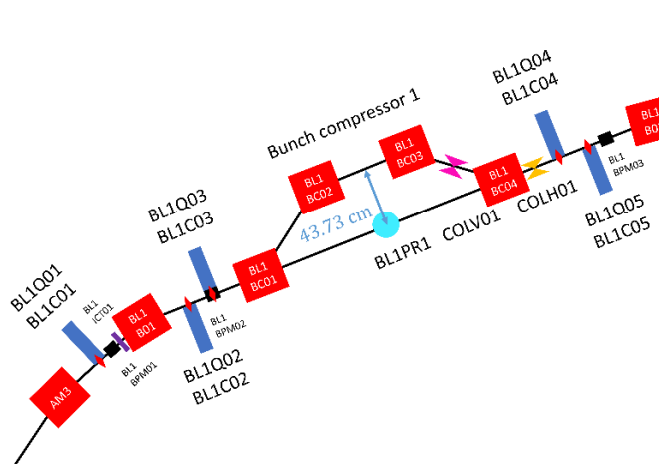
高能所PWFA实验室总体规划





基于BEPCII直线及新增150 MeV加速器的束线物理设计方案

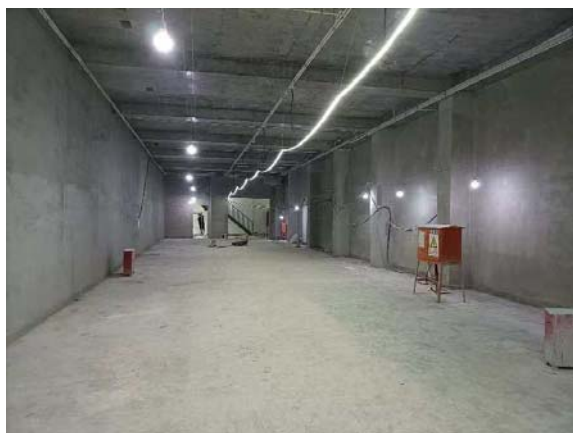
- 改造、建设时间：2023.09 — 2026.06
- 目标：打造独特的兼顾PWFA正电子加速、级联加速、LWFA外注入等等离子体尾场加速研究的多功能等离子体加速验证装置



反射镜腔预留位置为IP上游9.225 m至8.775 m
反射镜腔法兰预留0.15 m
挡块2预留位置为IP上游10.5 m至9.5 m

ICT PR BPM Corrector Dipole Quadrupole BAM COLV COLH LEN

项目总体进展情况



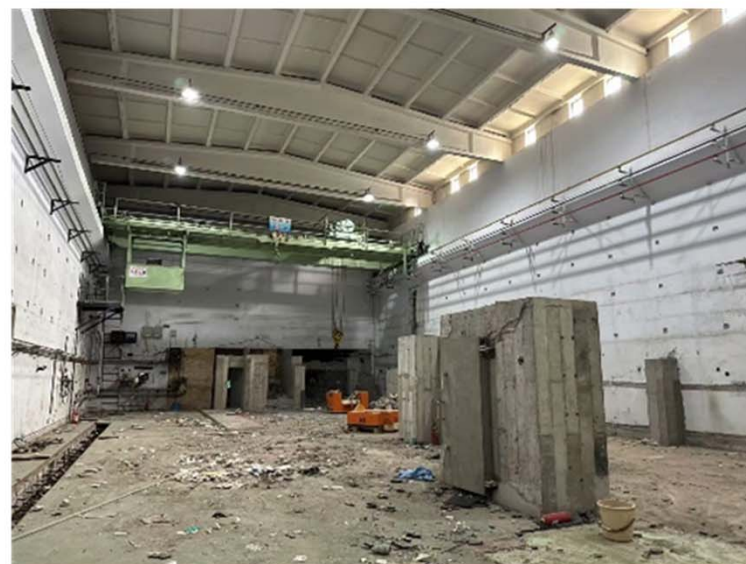


报告主要内容

- 高能所等离子体加速TF/先导B新加速原理项目总体情况介绍
- 十号厅整修及水电改造进展
- 加速器束线建设及关键设备研发进展
- 等离子体尾场加速研究进展及拟开展研究的预期成果
- 2023-2024经费执行情况及2025年工作展望

整修项目总体概况

- 根据PWFA项目工艺需求和十号厅现场实际情况，基建改造的基本需求：
 - 大厅**加建一层**约476平米，局部加固；
 - 隧道辐射防护要求顶板、侧墙钢筋混凝土厚度均为**50cm**；
 - 隧道顶承重 $\geq 1.5\text{T/m}^2$ ，洁净间上方 $\geq 0.6\text{T/m}^2$ ；
 - 洁净间内净高 $\geq 3\text{m}$ ，建筑净高4.05米。
- 改造面积**1524.97**平方米；
- 包括洁净间、隧道、控制室、机房、水冷泵房、空调机房、配电间、办公室、运输通道、卫生间等功能区；
- 包括加固、结构、建筑、给排水、暖通、电气、消防等专业；
- 批准工程费**328万元**；



移交基建时现场情况

功能区较多，改造细节多，经费控制严格，麻雀虽小、五脏俱全

组织管理架构：全员上阵保障项目顺利进行

成立基建项目管理的组织架构

人员	专业及职责
周 敏	总协调
李 瑾	负责人，电气工程师
晋欢欢	给排水工程师
段 瑞	土建工程师
苏柳文	暖通工程师
史晓霞	造价及档案工程师

项目管理规划

- 经费性质、来源和总投资？
- 建设手续？
- 招标采购方案？
- 工期要求？
- 结构方案？
- 平面布局？
-

建立架构
制定计划

技术准备
征集需求

沟通讨论
确定方案

创造条件
组织实施

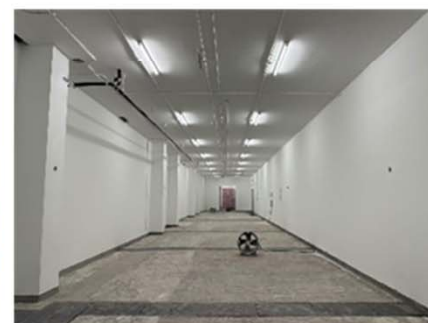
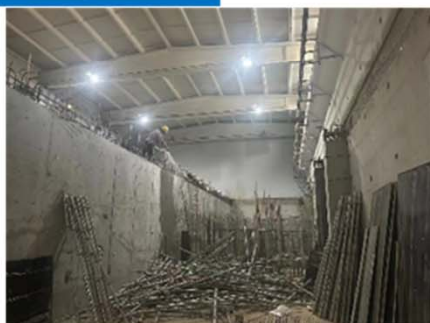


项目组织实施过程

新加速器原理验证装置实验大厅



新加速器原理验证装置束线隧道





项目总体经费及施工进度把控

项目	参建单位	合同金额（元）	备注
设计	北京天项子垣建筑工程设计有限公司	170000	包括消防等设计
监理	北京鸿祥工程建设监理有限责任公司	77220	全过程监理
造价咨询	北京太和华典工程咨询有限公司	14349	清单控制价编制
施工	北京通盈建筑有限责任公司	2639348.55	施工总承包
检测费	北京陆建鸿兴工程质量检测有限公司	62292	材料检测
审计	北京金马威工程咨询有限公司	14438.52	结算审计
合计		2977648.07	

将经费控制在批准范围内

项目	金额（元）	备注
施工	2650537.98	合同额263.9万
二类费	338299.5	设计监理等
合计	2988837.5	

序号	内容	计划完成时间	实际完成时间	原因分析
1	提供设计需求	2023.12.10	2024.1.17	工艺需求细化，讨论调整的时间较长
2	施工图设计、审核、调整、定稿	2024.2.2	2024.4.8	3.5更新提资条件
3	编制清单、招标文件	2024.3.20	2024.4.9	设计与造价交叉工作，图纸与清单编制交叉开展，及时更新，确保按计划开工
4	招标采购施工单位	2024.4.30	2024.4.23	
5	开工	2024.5.1	2024.5.16	振动测试及进场准备
6	基建完工	2024.10.30	2024.9.20	因采用静力拆除等施工措施，在BII7月1日停机前开工，确保在BII调试前完成交叉区域的施工，为后续进展争取了宝贵时间



通用设施改造——群策群力克服经费紧张困难

➤ PWFA 通用设施节省预算措施：

该项目通用设施预算经费不足，在设计实施中充分利旧、用废、优化方案缩减预算约30% (**397万**)

系统名称	预算	节省	节省预算措施
水冷系统	235	115	优化为3套子系统，1套共用直线水冷系统，其余2套尽量利用BIII旧设备，水控系统合并为一个PLC控制柜，并取消上位机系统。
供配电系统	321	94	对原有3#站馈电回路改造，使用低温厅退库箱变、原10厅低压柜。
空调系统	110	50	隧道排风共用18#风机房排风系统，优化合并空调控制系统，取消上位机。
设备安装系统	45	128	延长安装期，由本部门工人师傅进行安装。
其他任务	36	10	多方比价，谈判压价。
	747	397	



利旧3台ABB低压抽屉式配电柜，
1台800kVA低温厅箱式变电站

改造进程——拆除原有屏蔽块及束线设备

先拆除吊装原厅内试验束屏蔽体和设备，施工头绪多，吊装作业风险大

➤ **10号厅试验束屏蔽体和设备的拆除**

- 水泥屏蔽块（约1800块）、加速器设备（E1-E3 束线磁铁、真空、束测设备等）
- 工期紧张，采取安装组+劳务外包结合方式实施
- **汽车吊臂跨越低温管线作业，风险管控难度大**

➤ **BII 电子直线公用段岔口末端设备拆除及铅屏蔽墙安装**

- 配合辐射剂量检测，进行分时拆装
- 岔口隧道末端B铁及四极铁移至10号厅，经南吊装口吊出
- **铅屏蔽墙的封堵满足土建及时开工、直线正常开机运行**

10号厅拆除吊装前



10号厅拆除吊装后

改造进程——天车拆改

➤ PWFA 老旧双梁起重机拆除、新起重机选型设计、安装更换

- 设计老旧起重机拆除工装，指导工人进行安全拆除。
- 根据大厅层高进行新双梁起重机定制设计、制造以满足后期工艺设备安装需求。
- 新装起重机主梁侧设置吊点，增加吊装高度，为后期速调管组装提供便利。



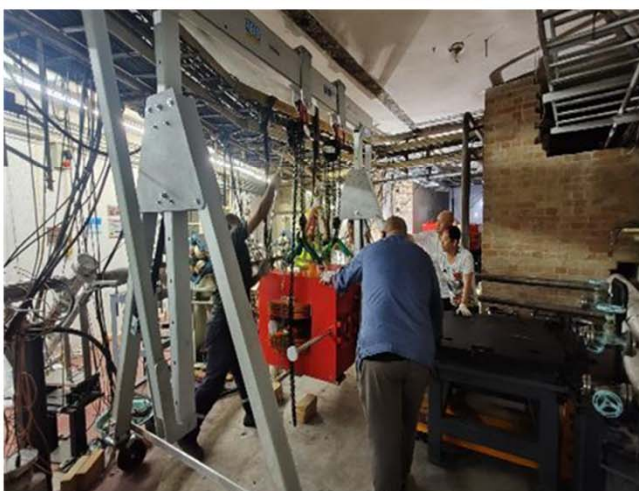
旧天车拆除



新天车安装



改造进程——直线隧道内设备安装（已完成）



改造进程——通用设施设计安装（进行中）



供配电系统安装完成情况



空调系统安装完成情况



报告主要内容

- 高能所等离子体加速TF/先导B新加速原理项目总体情况介绍
- 十号厅整修及水电改造进展
- 加速器束线建设及关键设备研发进展
- 等离子体尾场加速研究进展及拟开展研究的预期成果
- 2023-2024经费执行情况及2025年工作展望



加速器部：主任-李小平；副主任-许海生

系统名称	系统负责人	参与人员（职工/博后）
物理系统	王毅伟、孟才	王逗、魏彦茹、杜磊
电子枪系统	肖欧正	辛天牧、张澍
功率源系统	何大勇	李飞、辛天牧
微波系统	贺祥	张敬如、施华
低电平与同步系统	马新朋	甘楠、彭永宜、牟雅洁
磁铁系统	孙献静	李青、陈福三、周建新、梁冉
电源系统	郜垚	郝祖岳、龙锋利、郭晓玲、韩超、魏鹏飞、刘雨婷、都云泽
束测系统	麻惠洲	赵颖、汪林、刘啸宇、杜垚垚、于令达
控制系统	金大鹏	高文春、徐广磊、雷革、赵述涛、李俊刚、王金灿、麻中惠、刘佳
真空系统	刘佰奇	黄涛
机械系统	周宁闯	吴蕾、李敏贤、陈思雨、徐元迪
准直系统	门铃鸽	王小龙 董岚 戴旭文 卢尚 韩圆颖 闫路平 张露彦 刘晓阳 闫皓月
辐射防护系统	马忠剑	刘琼瑶、唐光毅、张清江



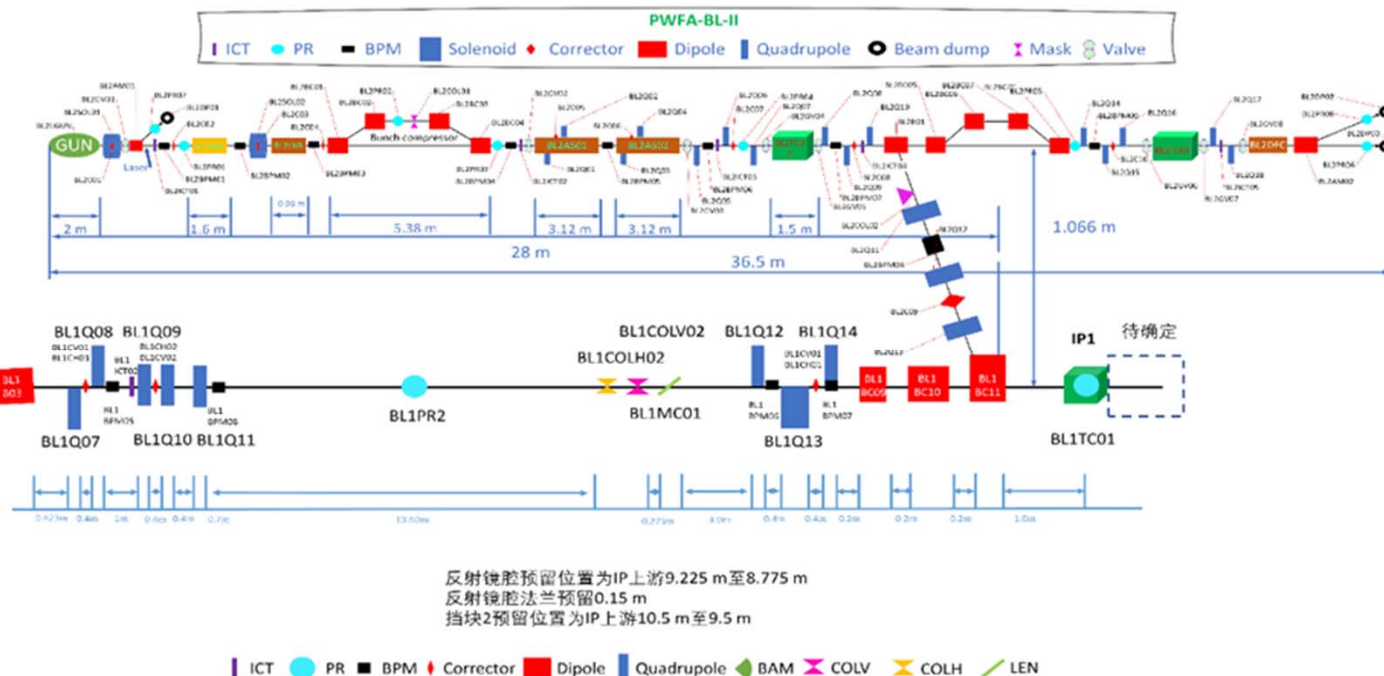
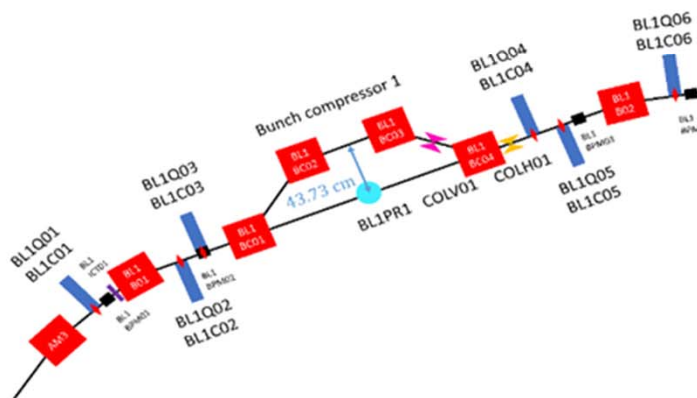
加速器部总体介绍

主要工作内容

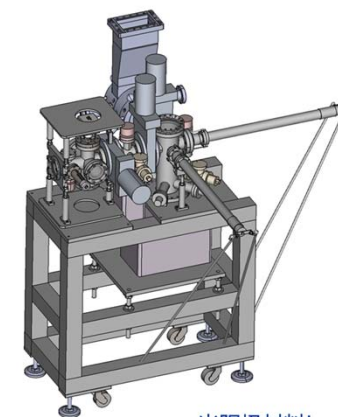
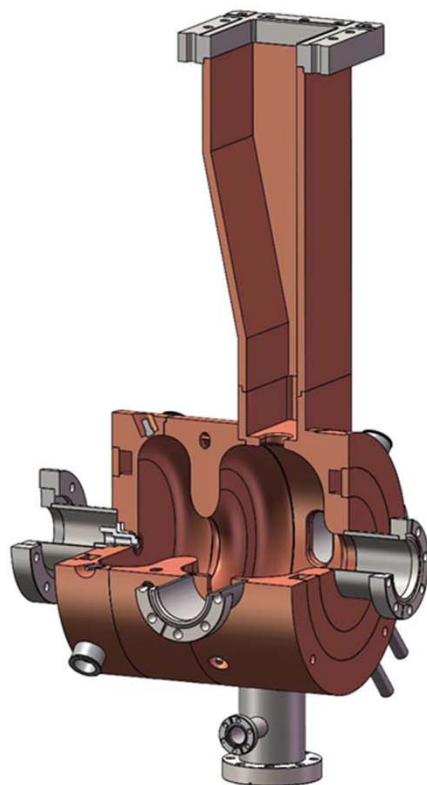
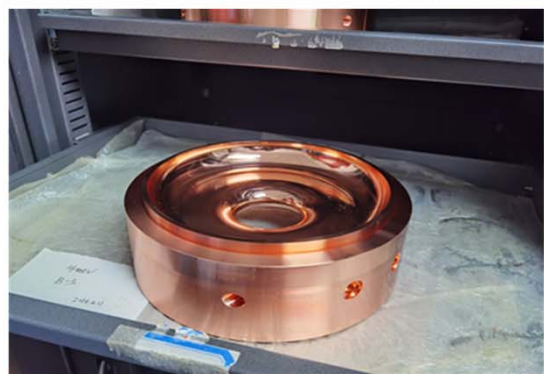
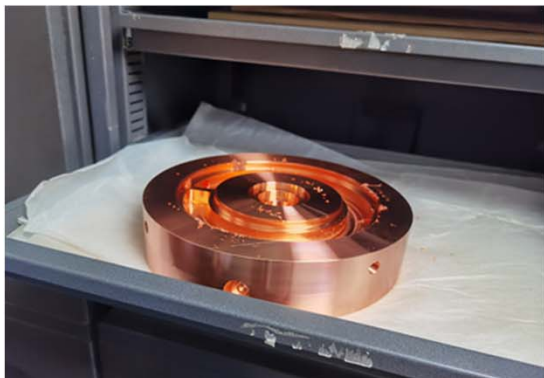
- 基于BEPCII的直线加速器在十号厅建设PWFA-TF装置 (**传统加速器+新加速技术结合**)
 - 主要建设内容：从BEPCII直线加速器末端至十号厅的**束线1**+十号厅内新建**束线2**；
 - 科学目标：验证基于PWFA**正电子加速**实验、**级联**实验（先导专项两个从**0→1**目标）；
 - 其他关键技术研究：**大电荷量光阴极注入器、单枪双束、多束团操控、束团纵向分布操控**等；
-
- ✓ **新技术和老机器相结合，难度大，物理方案进行多次迭代更新并最终定稿**
 - ✓ **硬件设备的研制稳步推进，进展顺利**
 - ✓ **参加PWFA项目的队伍逐步壮大**

加速器部主要进展——物理系统

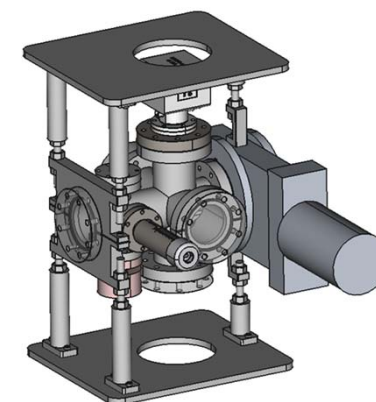
几易其稿，束线1，束线2分别在2023.11.24和2024.6.6完成方案评审，配合硬件系统在2024年暑期停机期间完成直线隧道内安装



加速器部主要进展——电子枪系统

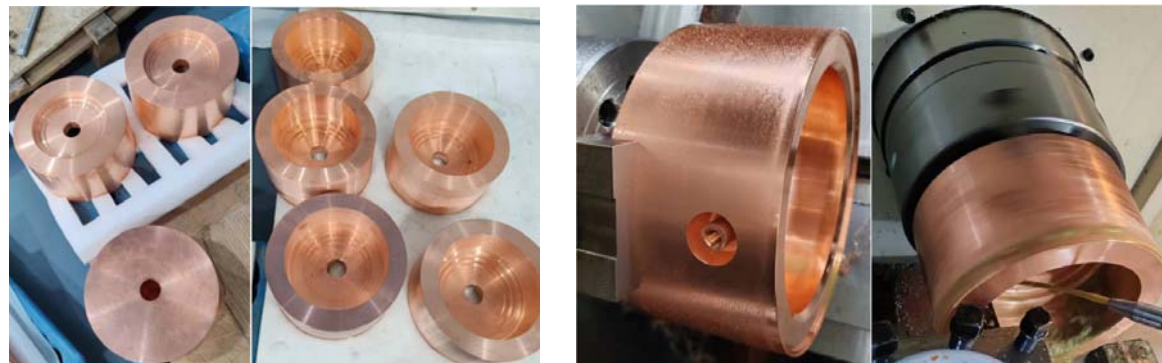


光阴极材料Load-Lock装置

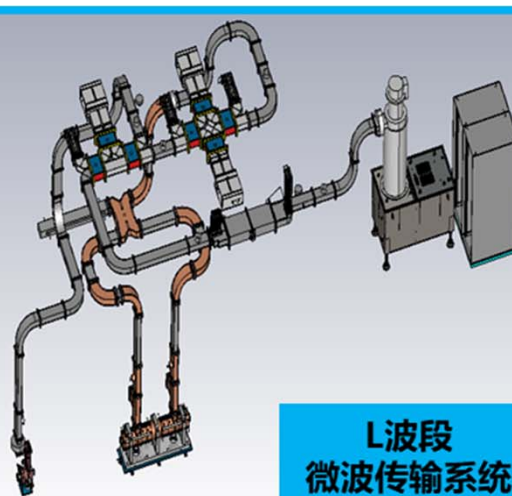


光阴极Suitcase

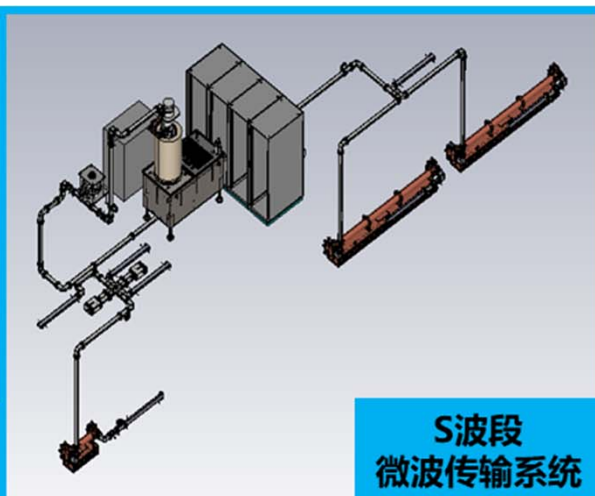
与清华大学合作，进展顺利，预计4月中旬进行出厂测试



充气法兰 气密性试验



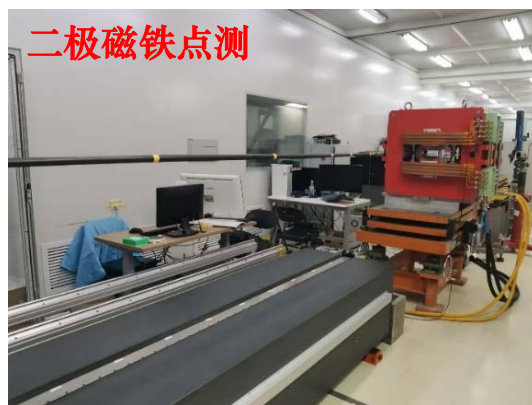
L波段 微波传输系统



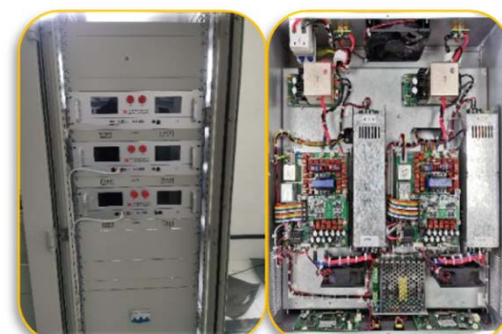
S波段 微波传输系统

加速器部主要进展——磁铁系统、电源系统

- 束线1: B铁10块, Q铁14块, 校正子3块;
- 束线2: B铁11块, Q铁18块, 校正子10块, 螺线管2块;
- 电源: 根据磁铁需求, 共计91台, 23种规格
- 时间紧、工作量大、经费紧张



主电源



校正电源

加速器部主要进展——低电平系统，束测系统

低电平与同步系统（马新朋）

- 确定低电平控制系统设计，有L、S、X三个波段
- 低电平控制系统完成核心自研信号处理板卡、机箱、主控CPU、放大器等设备研制
- 控制软件已经完成FPGA固件框架、EPICS软件编写，实现波形数据采集，正在进行稳定性测试和低电平控制算法移植

设备	完成
低电平管理和电源	是
低电平控制机箱	是
低电平CPU主控	是
低电平控制器	是
S波段固态放大器	是
L波段固态放大器	是
水冷机柜	是
低电平数据采集	是
低电平下变频	在研
主振-多路信号源	在研
同步信号收发单元	在研

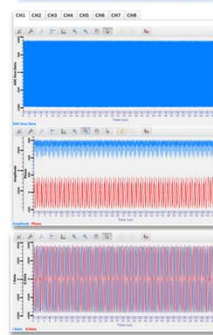
低电平设备（自研信号处理板卡、自研机箱、自研CPU）



低电平系统控制机箱集成

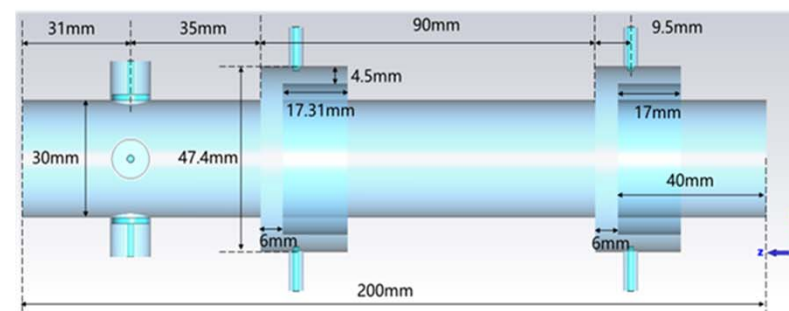


低电平系统软件

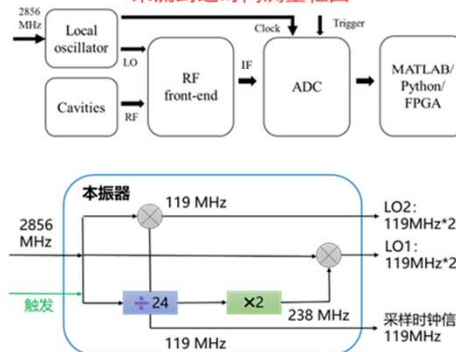


双腔BAM (3.015/3.05GHz) + button BPM方案

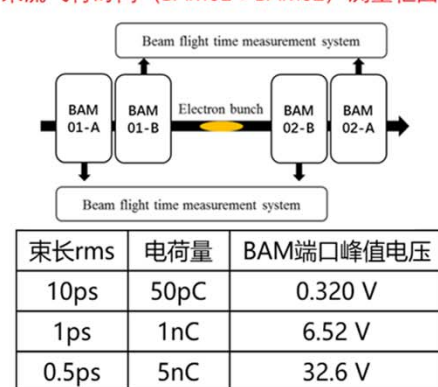
f [GHz]	R/Q	Q0	Qload	QL/Q0	Qext	BW[MHz]	τ [ns]
3.0152	37.75	3211.6	1776.8	0.553	3977.3	1.697	187.6
3.0510	37.85	3227.8	1779.9	0.551	3968.2	1.714	185.7



束流到达时间测量框图



束流飞行时间 (BAM01→BAM02) 测量框图



➤ 高精度低电平同步系统

➤ BAM束流到达时间探测系统

➤ 自研+新挑战——达到FEL水平

加速器部主要进展——真空系统，机械系统

真空系统（刘佰奇） ● 评估束线2的IP充气对真空的影响，完成真空设计

带时间项的TPMC真空模拟

充气阶段：

0~0.001s, 进气率4452mbar.L/s

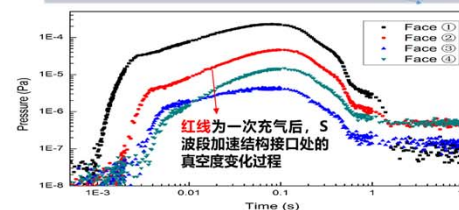
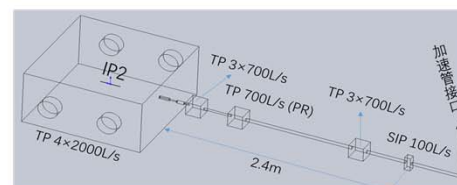
$$P(t) = \frac{Q_{in}}{S} (1 - e^{-(S/V_0)t})$$

抽气阶段：

$$P(t) = P_0 e^{-(S/V_0)t}$$

模拟IP2最大量充气工况：

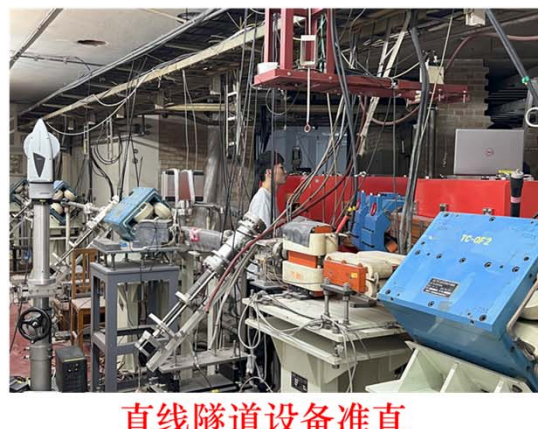
- 通过出口节流、三级分子泵差分降压的方式，保证加速管真空度不差于 2×10^{-5} Pa
- 1次充气后，需要2~3s进行真空恢复



反射镜腔室上游使用离子泵，保证加速器束管真空小于 1×10^{-6} Pa

反射镜腔室下游使用分子泵，保证充气过程中真空系统稳定运行

加速器部主要进展——准直系统，防护系统



- 利用高能光源、B2U工作间隙完成

人员有限
积极协调

• 完成了基于三版束损的辐射屏蔽设计

构建详细模型

- 综合多方数据，构建近可能真实模型。
- 提高了辐射剂量的参考价值。

V1.1版束损-初步评估

- 在限定频率下，确定了顶墙50cm可满足屏蔽要求。
- 给基建设计提供了参考。

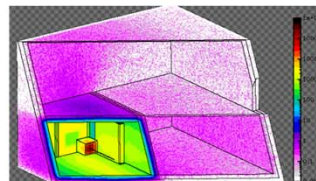
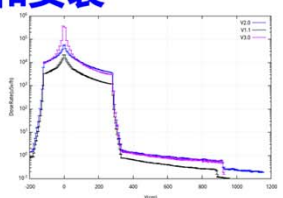
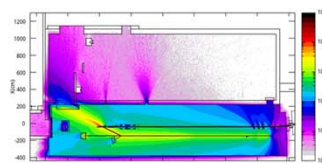
V2.0版束损-包含大部分束损部件，位置不定

- 完成了6个Dump的初步设计。
- 完成了3扇防护门的初步设计。

V3.0版束损-接近加速器运行状态

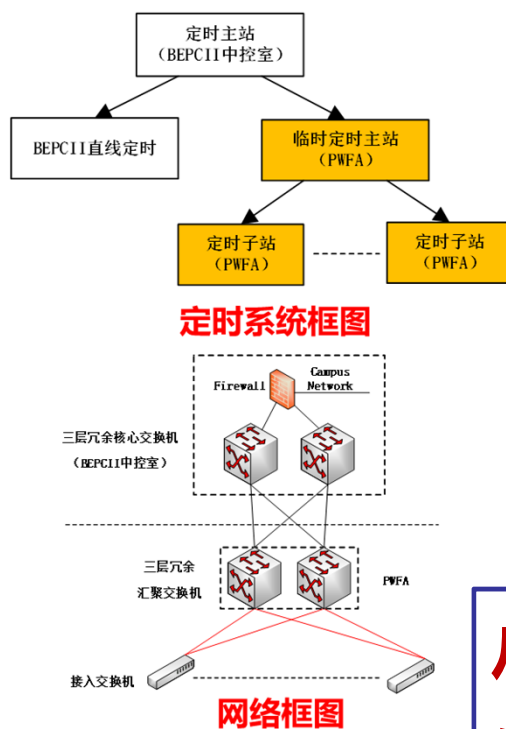
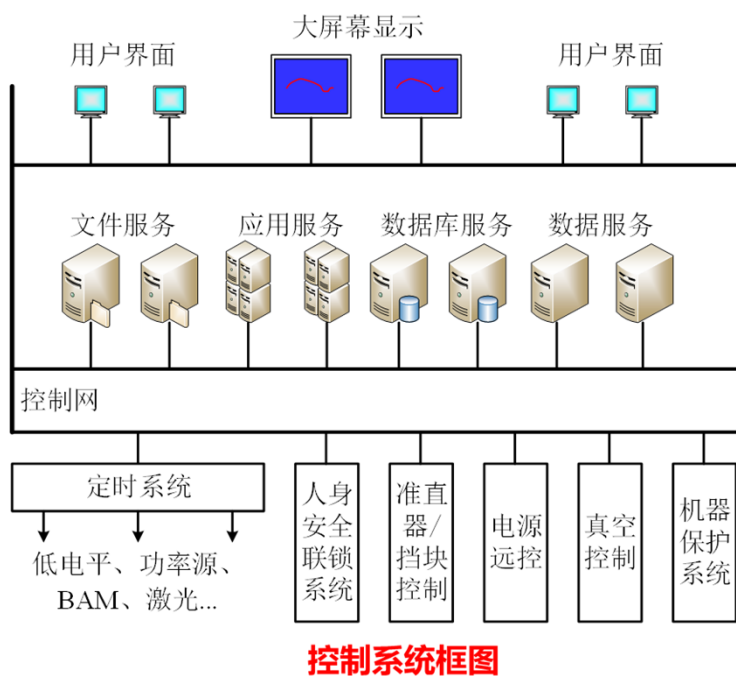
- 完成了Dump的优化。
- 完成了V3.0版的辐射防护设计报告。

• 工程建设：完成3扇防护门的制造和安装



- 工况复杂：束线1、束线2、激光
- 束损部位多：2条束流管、6个Dump、5个collimator、10个PR靶
- 辐射干扰：运行受BEPCII工况的影响
- 兼顾新型束流垃圾桶研究

加速器部主要进展——控制系统



控制室效果图

从源头布局，尝试将激光、等离子体加速实验设备的控制并入传统加速器EPICS系统



报告主要内容

- 高能所等离子体加速TF/先导B新加速原理项目总体情况介绍
- 十号厅整修及水电改造进展
- 加速器束线建设及关键设备研发进展
- 等离子体尾场加速研究进展及拟开展研究的预期成果
- **2023-2024经费执行情况及2025年工作展望**



新加速原理部管理框架

- 主任：李大章（兼）；副主任：李 飞，曾 明

激光与实验系统

李 飞（负责人），宁笑楠，方 煜，
郭 博，杨 涛，刘键一，万 阳，
彭 波，邱戴维，陈九成，陈志浩，
杨贤聪，王 焕

尾场加速物理系统

周诗宇（负责人），宋 智，肖恒圆，
丁思勤，焦睿祺，魏明渊，张广阔，
周 兵，魏晟泰

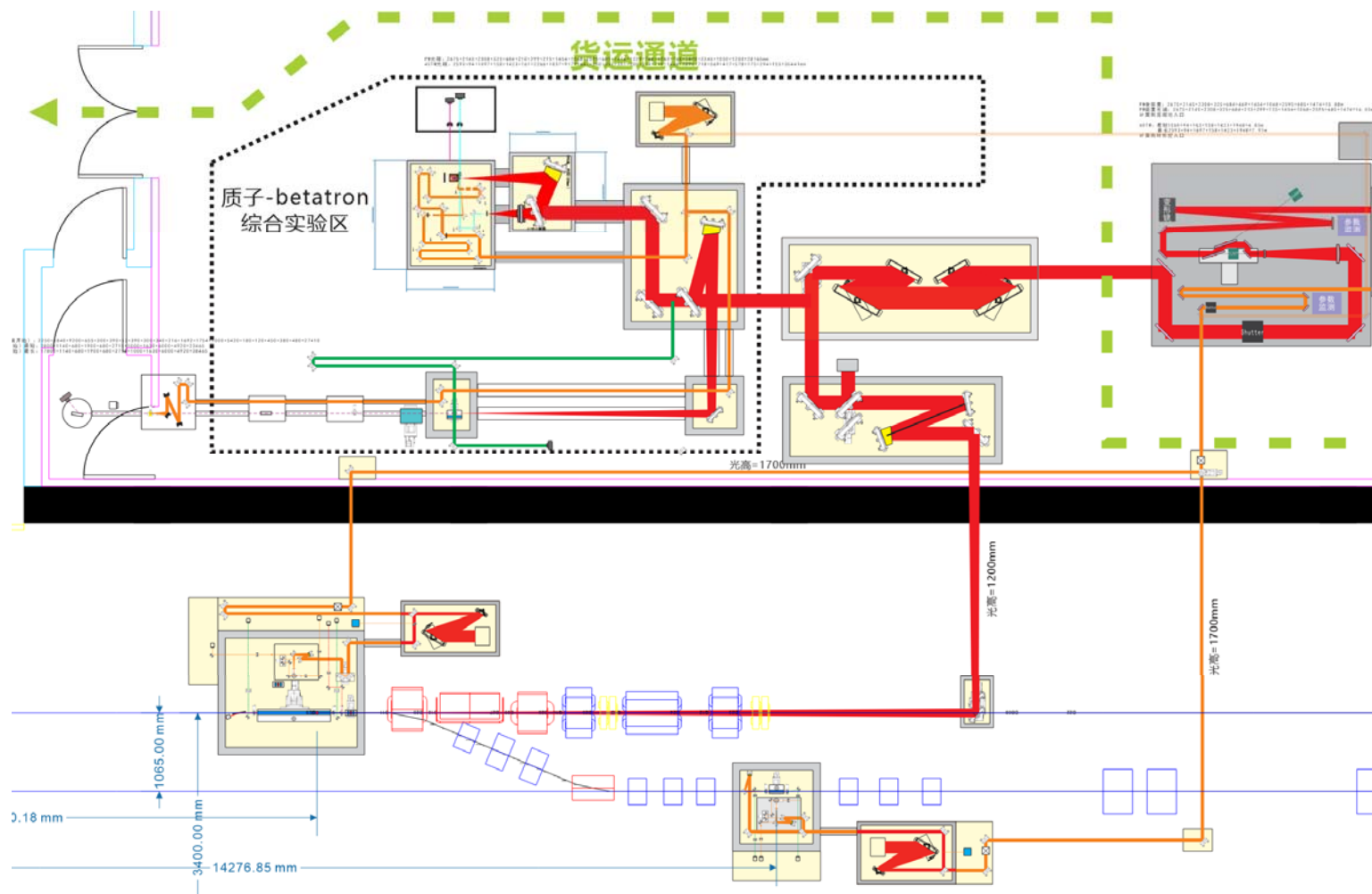
数值仿真系统

曾 明（负责人），安维明（负责人）
王晓宁，刘玉龙，常心源，田悦然
徐志豪，唐 榕，孟维宇，王海南

等离子体源系统

刘 爽（负责人），张天亮，王一峰

十号厅等离子体尾场加速总体布局



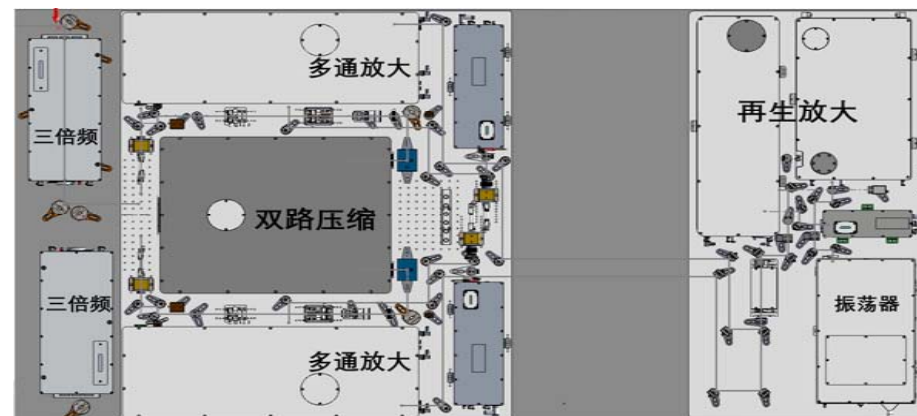
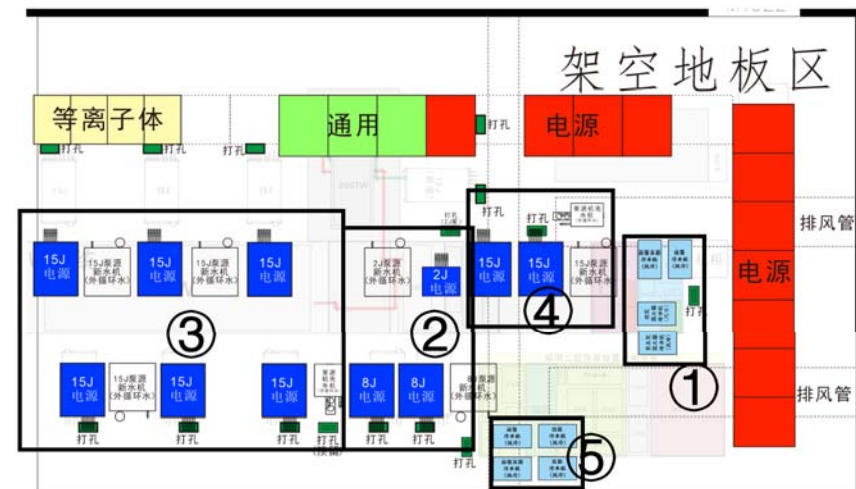
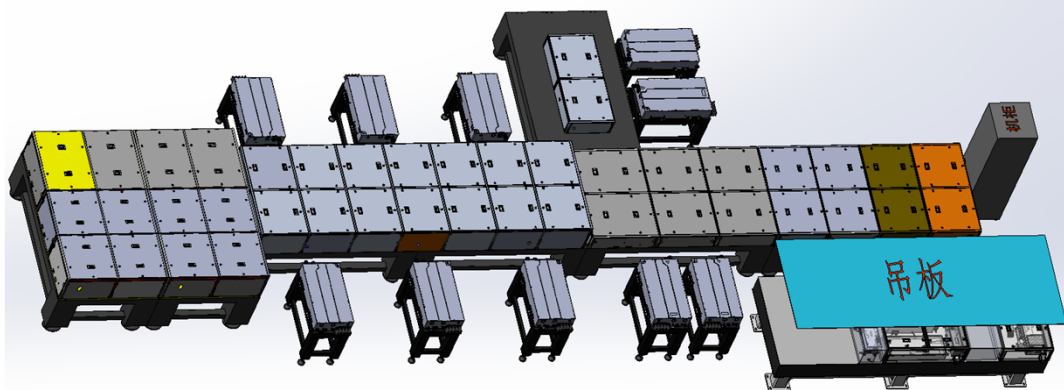
新加速原理部主要进展——光学系统

重频1Hz紧凑型PW激光系统 关键参数

- 重复频率: 1Hz
- 单脉冲能量: 压缩器约44J, 压缩后约30J, 配备能量调节器实现5~100%能量调节
- 能量稳定性: RMS值 $\leq 1\%$ (8小时)
- 脉宽: 最短路约30fs, 可通过压缩器实现一定范围内调节
- 峰值功率: 最高1PW
- 光斑: 全能量下直径约190mm, 形态为超高斯圆形分布, 调制度PTA ≤ 1.8



- ①高对比度前级
- ②两级预放大器
- ③主放大器 (PW)
- ④光束控制 (能量调节、扩束、时间同步、光开关等)
- ⑤预留300TW分束放大
- ⑥PWFA光阴极驱动激光
- ⑦光腔研究平台



光阴极驱动激光, 4米×1.5米



新加速原理部主要进展——模拟软件开发

任务	项目书要求时间	实际情况
在code.ihep.ac.cn上建立代码仓库	2024.03	2024.04完成
QuickPIC的GPU算法优化及代码仓库运行维护	2024.09	2024.08完成
基于QuickPIC的束流驱动尾场加速优化平台建设	2026.09	2024.11建立，取名PAOF，已在多个系统测试通过，部署在高能所计算集群。待优化
基于QPAD的束流驱动尾场加速优化平台建设	2027.09	待开始
基于AI的束流驱动等离子体尾场加速模拟与优化	2028.09	已启动

目前采用ASTRA、elegant、QuickPIC衔接方式运行电子枪、直线加速器、等离子体加速器全过程

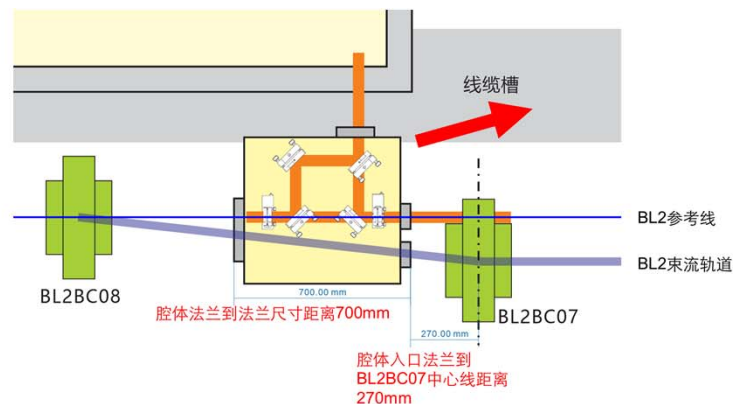
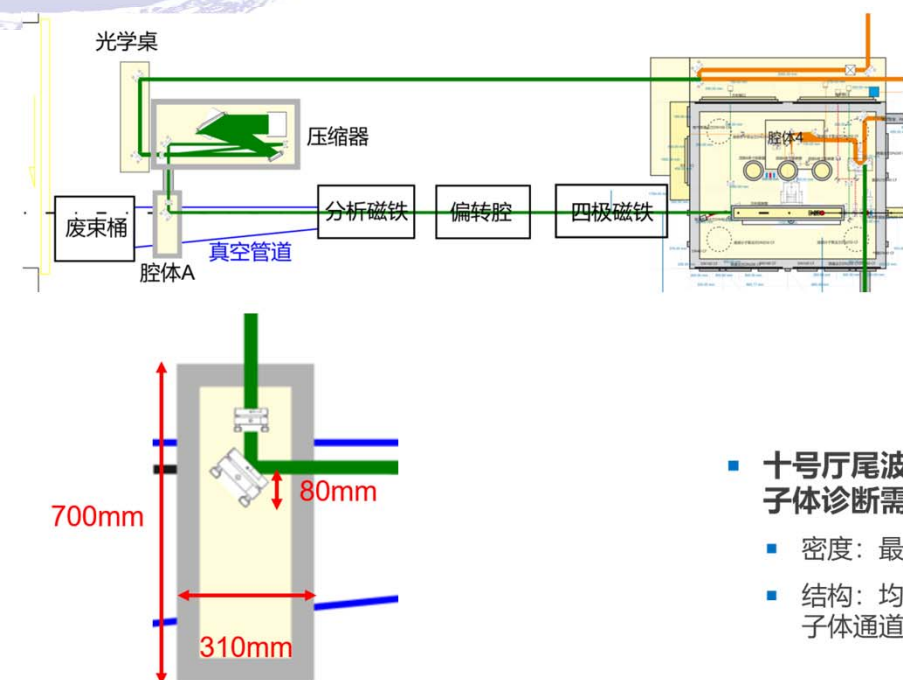
用Python负责流程控制

elegant和QuickPIC已编译成.so文件，可被Python调用

ASTRA没有源码，只能用系统级调用。后期将考虑替换为有源码的电子枪模拟程序

优化部分可以使用神经网络、贝叶斯优化等方法对加速过程进行分析及优化

新加速原理部主要进展——等离子体源研发



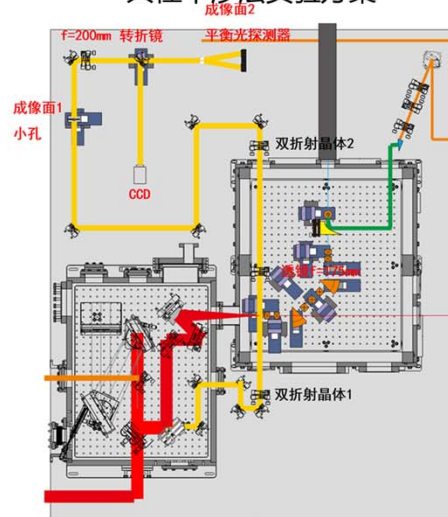
■ 十号厅尾波加速实验低密度等离子体诊断需求

- 密度: 最低 $\sim 10^{14} \text{ cm}^{-3}$
- 结构: 均匀等离子体、中空等离子体通道、抛物线通道等

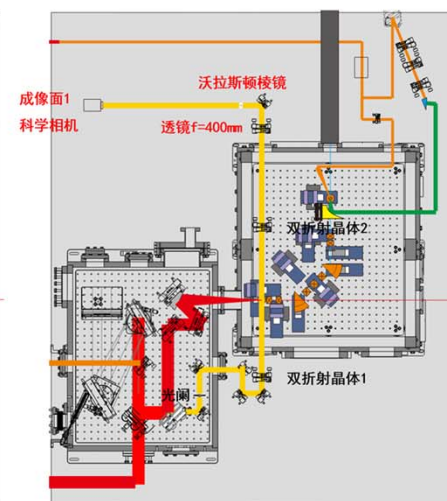
■ 计划采用的测量方法

- 交叉偏振共径干涉法: 无空间分辨, 无法测量等离子体演化
- Stark展宽: 需要ICCD实现1ns的时间分辨, 需要验证低密度的可行性

采用平衡探测器的交叉共径干涉法实验方案



采用高灵敏度相机的交叉共径干涉法实验方案



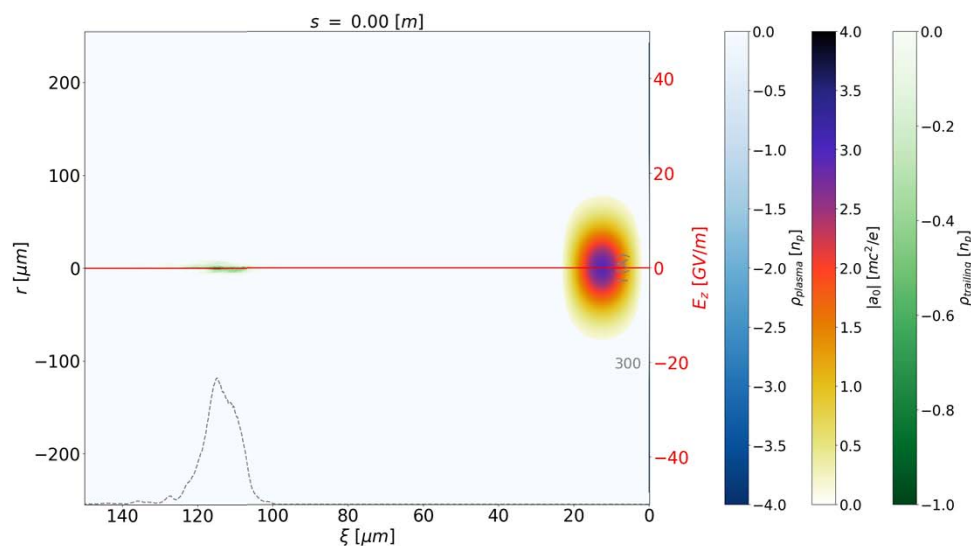
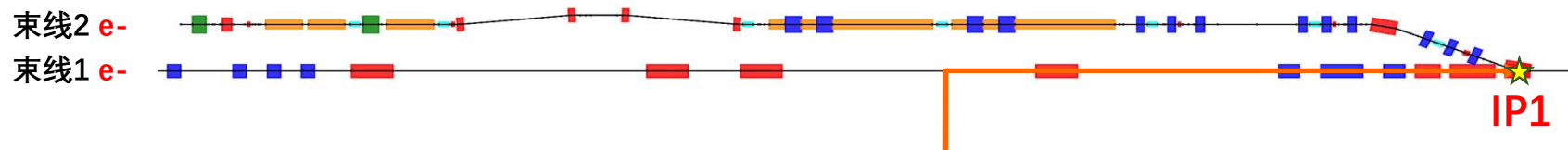


新加速原理部——拟开展实验及预期成果

- **LWFA外注入电子加速**
 - PW激光 + 束线1/2电子束实现超过20GeV的电子能量增益
- **级联PWFA加速**
 - 束线2双束PWFA 之后与束线1合束进行下一级PWFA加速，首个级联PWFA加速
- **LWFA正电子加速**
 - PW激光 + 束线1正电子束团，首个激光尾波正电子加速实验
- **PWFA正电子加速**
 - 束线2电子束 + 束线1正电子束团，首个电子束驱动的正电子加速实验

实验1：LWFA外注入高能电子加速

➤ PW激光驱动束线1/2电子束加速

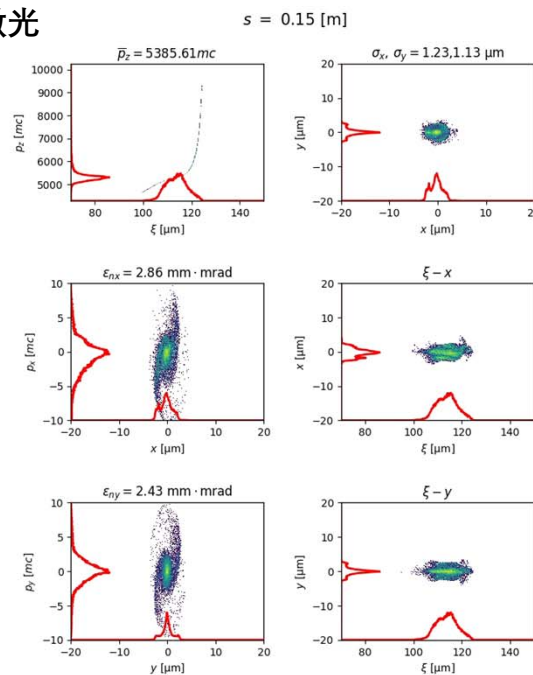


激光: $E=18\text{J}$, $w_0=45\mu\text{m}$, $\text{FWHM}=30\text{fs}$, $a_0=2.9$

电子束: $Q=10\text{pC}$, $E=150\text{MeV}$

等离子体: $\rho(\text{cm}^{-3})=5\text{e}16(1+z(m))+5.578\text{e}16\times(r(\mu\text{m})/45)^2$

PW激光

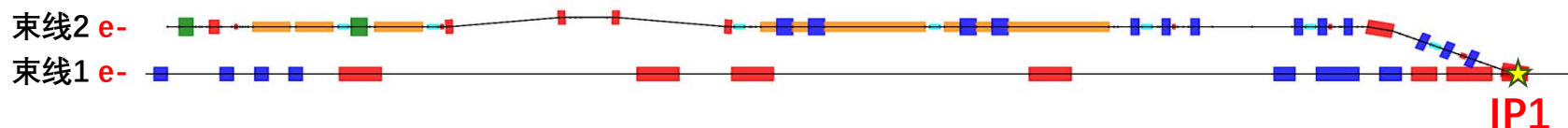


出口电荷量 9.45 pC
平均能量 16.6 GeV
能散 7.7%
最高能量 23.3 GeV

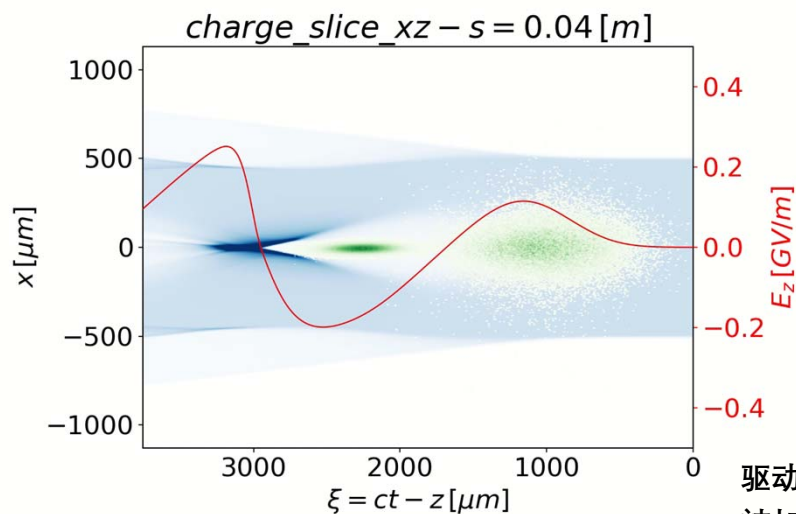


实验2-1：外注入PWFA电子加速

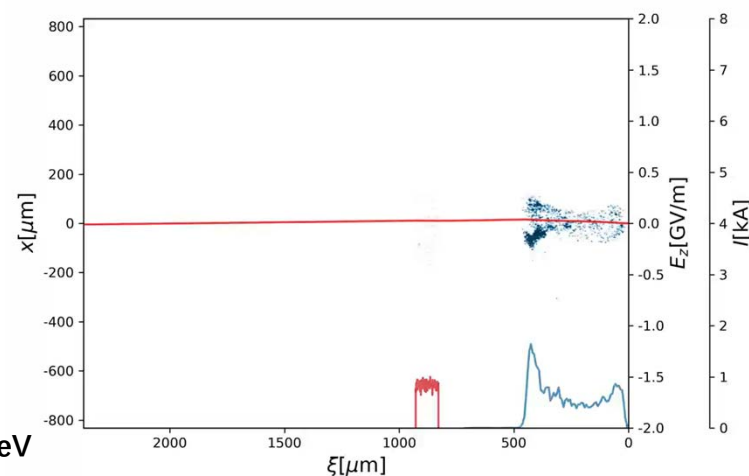
- 束线1与束线2电子束合束之后进行PWFA加速



束线1驱动束线2电子束加速



束线2驱动束线1电子束加速

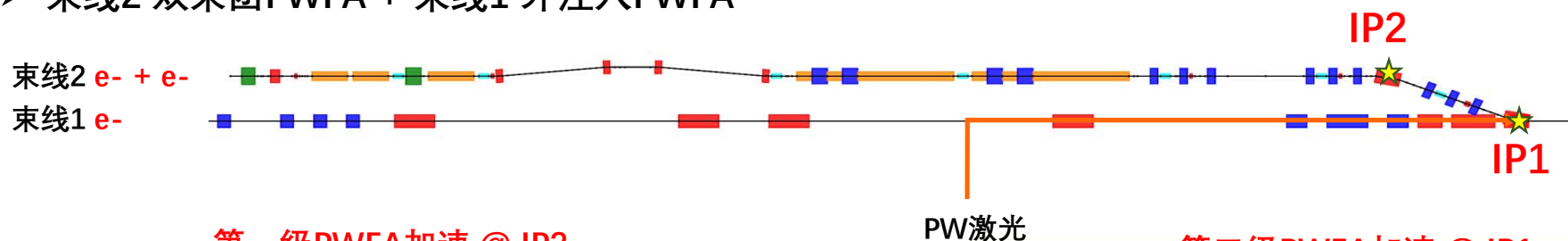


驱动束：1nC, 150MeV
被加速束：~200pC, 2GeV
等离子体：密度 $5e14cm^{-3}$ ，长度0.6m
出口处被加速束团能量 ~2.2GeV

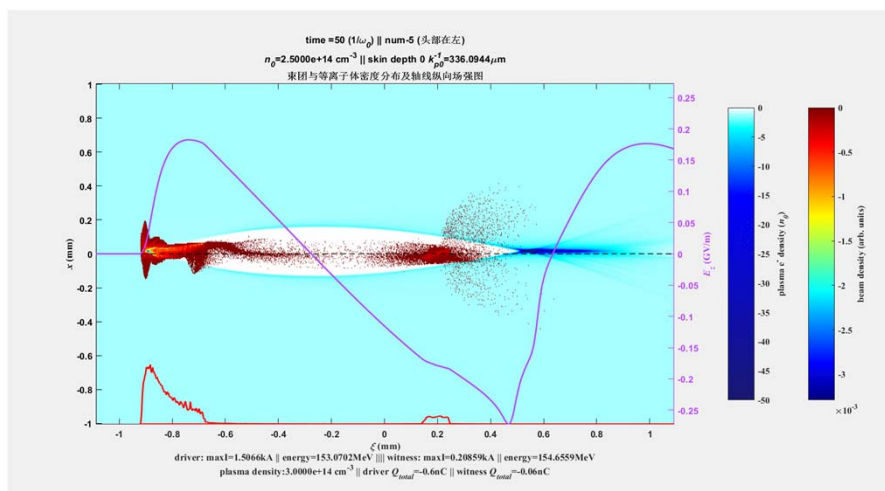
假设2GeV电子束经过横纵向卡束

实验2-2：级联PWFA电子加速

- 束线2 双束团PWFA + 束线1 外注入PWFA

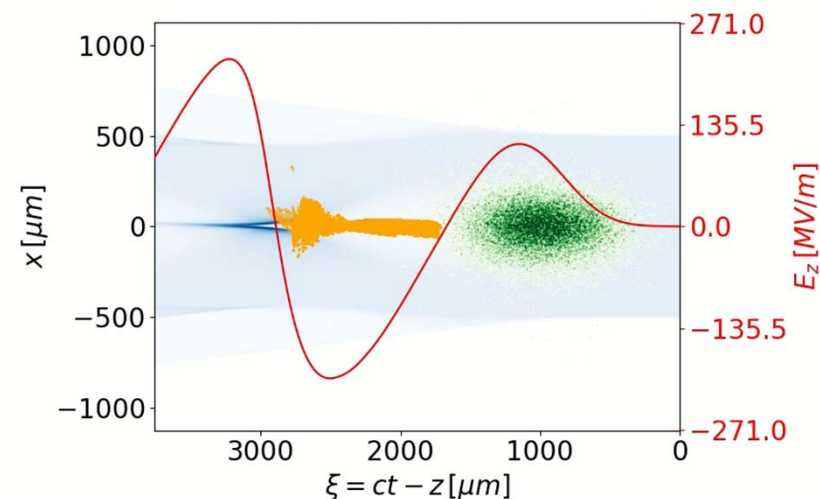


第一级PWFA加速 @ IP2



驱动束: 600pC, 156MeV
被加速束: 60pC, 153MeV
等离子体: 密度 $3e14\text{cm}^{-3}$, 长度0.2m
出口处被加速束团能量 ~170MeV

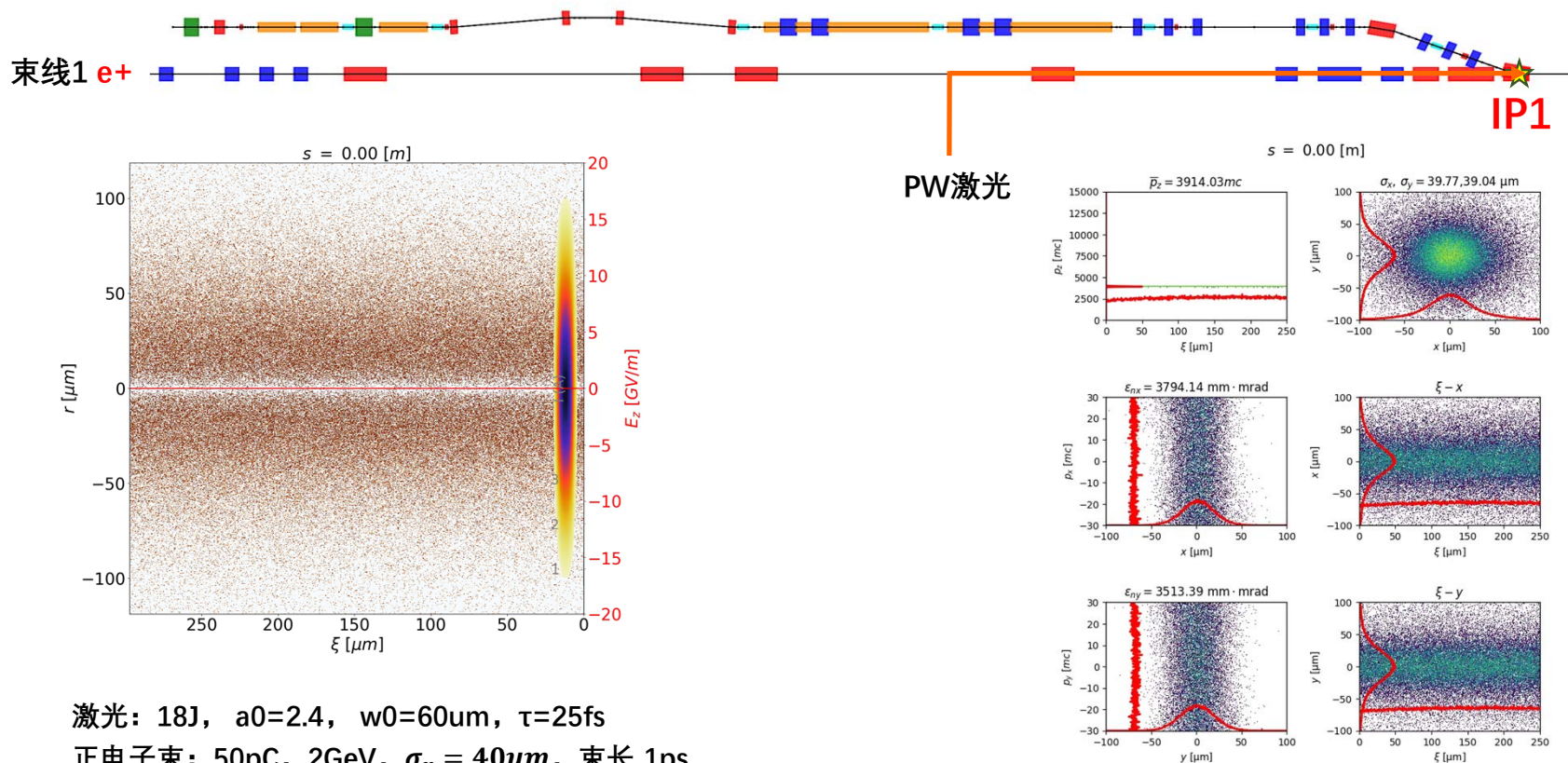
第二级PWFA加速 @ IP1



驱动束: 2nC, 2GeV
等离子体: 密度 $2e14\text{cm}^{-3}$, 长度1m
出口处被加速束团能量 ~310MeV

实验3：LWFA正电子加速

➤ PW激光驱动束线1正电子加速

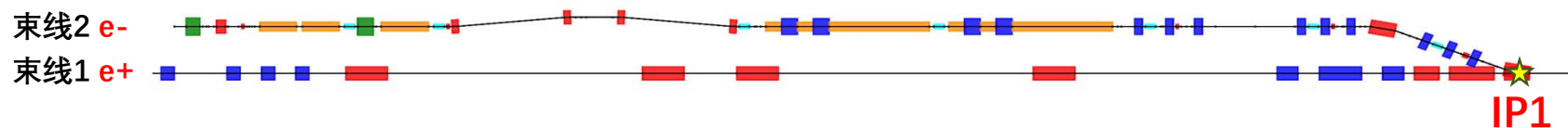


激光: 18J, $a_0=2.4$, $w_0=60\mu\text{m}$, $\tau=25\text{fs}$
正电子束: 50pC, 2GeV, $\sigma_r = 40\mu\text{m}$, 束长 1ps
等离子体: 密度 $\sim 1\text{e}17\text{cm}^{-3}$ 流体模拟计算
正电子束能量增益 $> 1\text{GeV}$

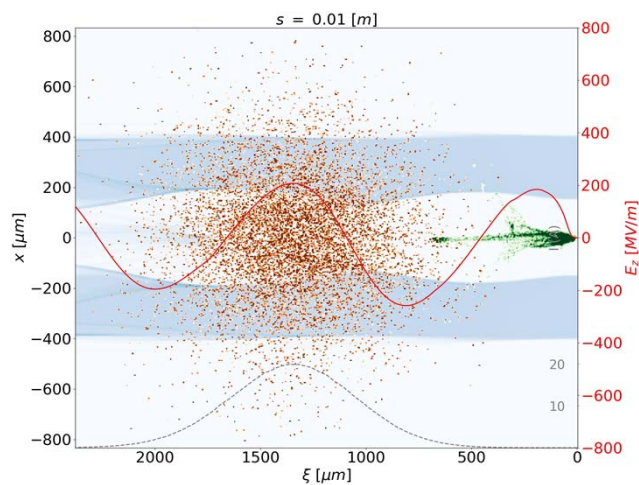
束团相空间演化

实验4: PWFA正电子加速

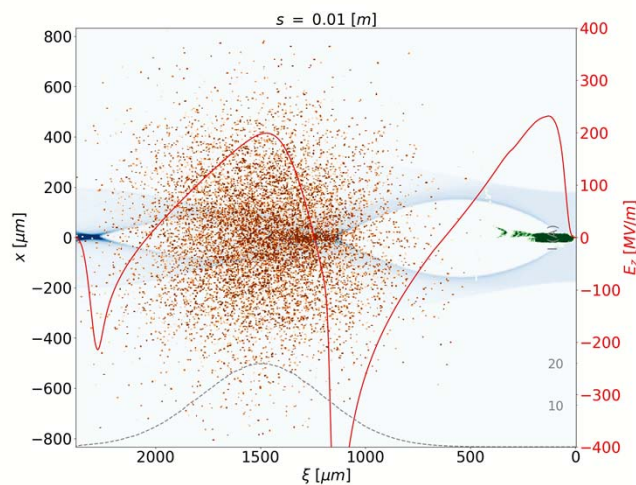
➤ 束线2电子束驱动束线1正电子加速



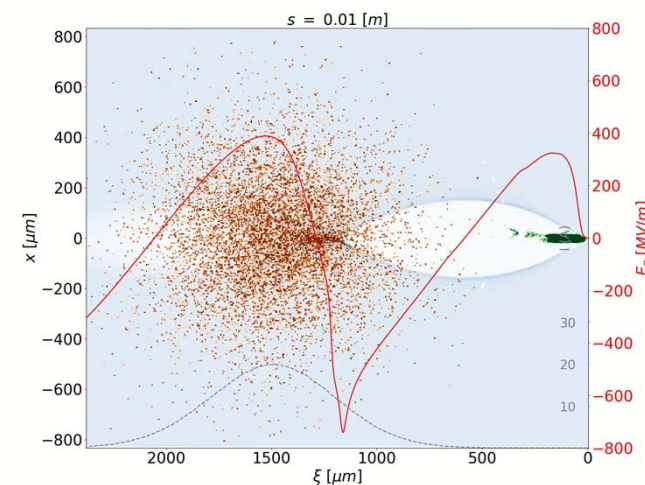
中空等离子体通道



有限宽度等离子体



均匀等离子体



驱动束: 1nC, 150MeV

被加速束: 50pC, 2GeV

正电子束团能量增益: 数十MeV



报告主要内容

- 高能所等离子体加速TF/先导B新加速原理项目总体情况介绍
- 十号厅整修及水电改造进展
- 加速器束线建设及关键设备研发进展
- 等离子体尾场加速研究进展及拟开展研究的预期成果
- **2023-2024经费执行情况及2025年工作展望**



2024年经费执行情况

- 先导B拨付高能所直接经费（项目1+项目2-课题2.3）：2933.88万元+472.85万元；
- 实际执行：3024.65万元；执行率：103.1%（88.8%）；
- 10号厅改造整修预算：364.77万元；最终结算费用：298.88万元；
- 通用设施改造预算：约750万元（不含设计、冷冻水管改造等费用），其中安装费187万
- 洁净间装修：约145万
- CHEP经费支持：
 - 束线2磁铁，十号厅内束测、电源、控制、机械等系统；
 - 等离子体尾场加速实验所需的大口径反射镜、OAP、光栅、光机械、电动平移台等



小结与展望

- 在全所范围内得到广泛支持；
- 全中心范围积极参与；
- 保证按时、按预算、保质保量完成PWFA实验室建设；
- 按任务书承诺时间节点和研究内容推进先导B研究
- 预祝2025年能在高能所自己的等离子体加速实验室产生标志性实验成果；
- 十号厅不仅仅是新加速原理的TF，也是加速器中心原理与技术创新的源头和媒介