
CEPC环形对撞机中TPC子探测器 关键技术预研申请

Huirong

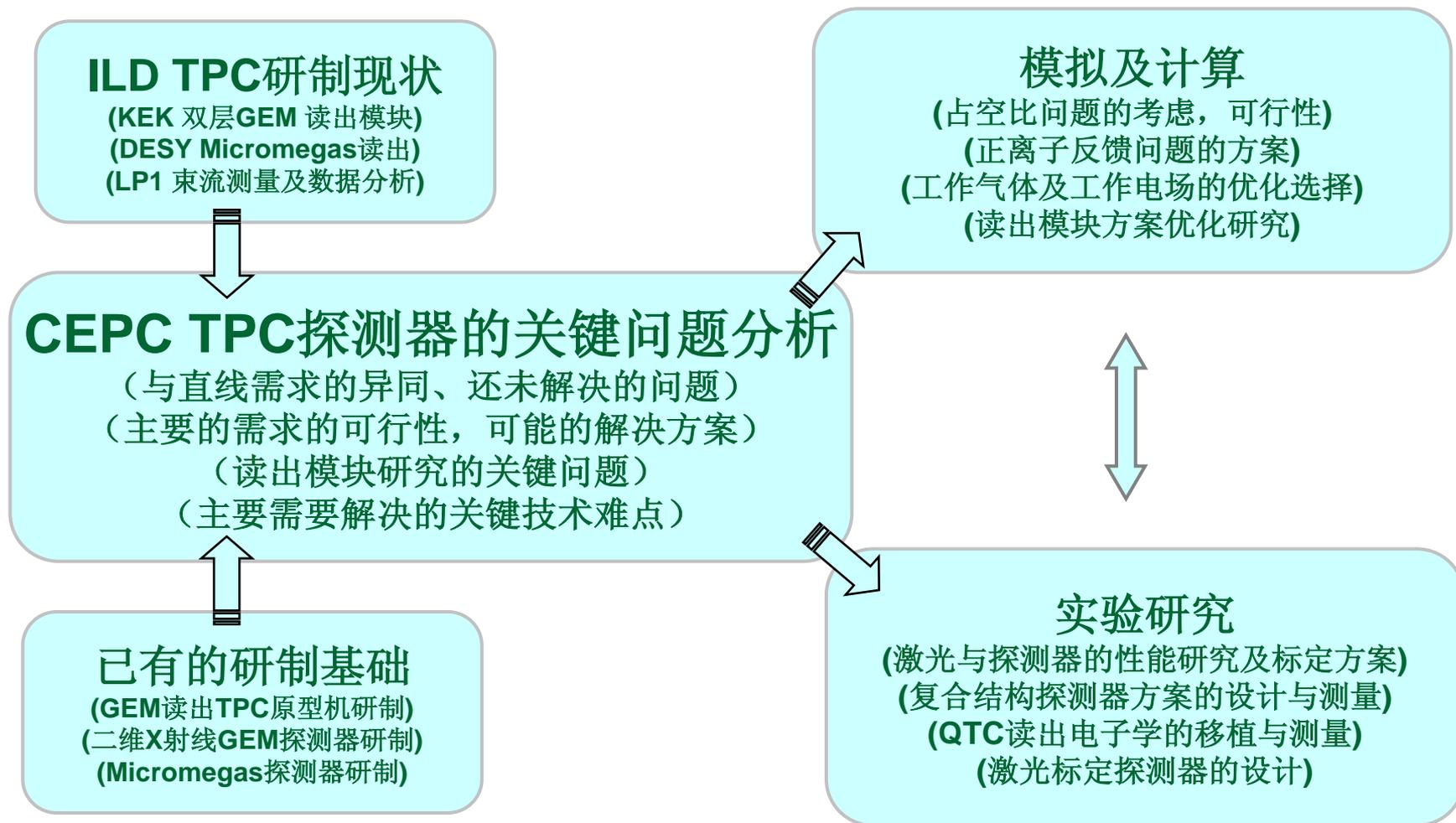
(仅代表与各位老师电话沟通结果及个人观点)

2015.12.28

主要内容

- 研究内容
- 研究目标
- 国际合作
- 研究队伍
- 经费需求

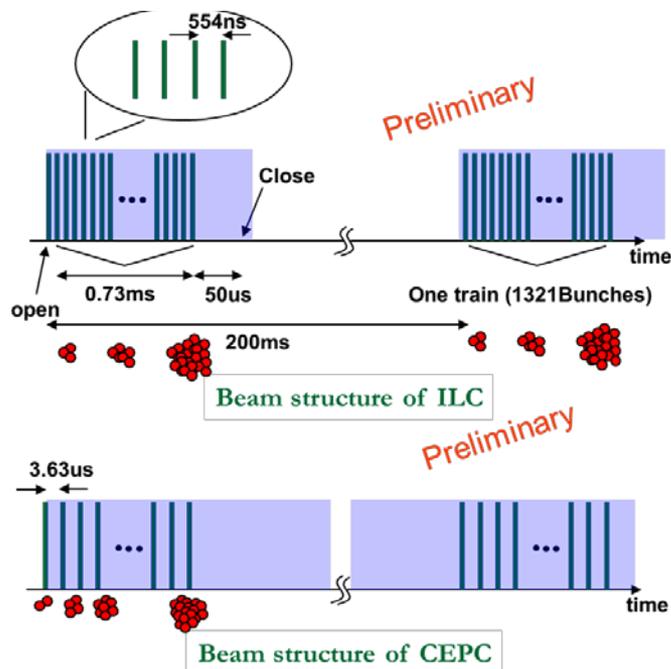
主要研究内容的提出



关键问题与需求分析-不同点

束流和对撞区需求@直线对撞:

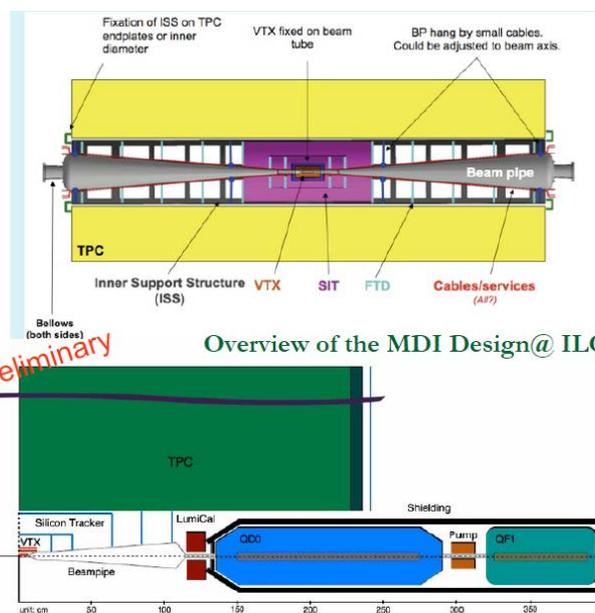
- 直线对撞机采用**Power Pulse**模式
- 可以安装开关门模式的正离子门控
- 较小的工作时长
- 长的L*设计 (2.5m及以上)
- **QD0**在探测区域外部
- 较小的**E/B**效应和畸变影响
- 较低电子学功耗



束流结构对比

束流和对撞区需求@环形对撞:

- 不采用**Power Pulse**模式
- 无法采用开关门模式的正离子门控
- 较长的工作时长
- 短的L*设计 (1.5m及更小)
- **QD0**在探测区域内部
- **E/B**效应和畸变影响必须考虑
- 较高电子学功耗



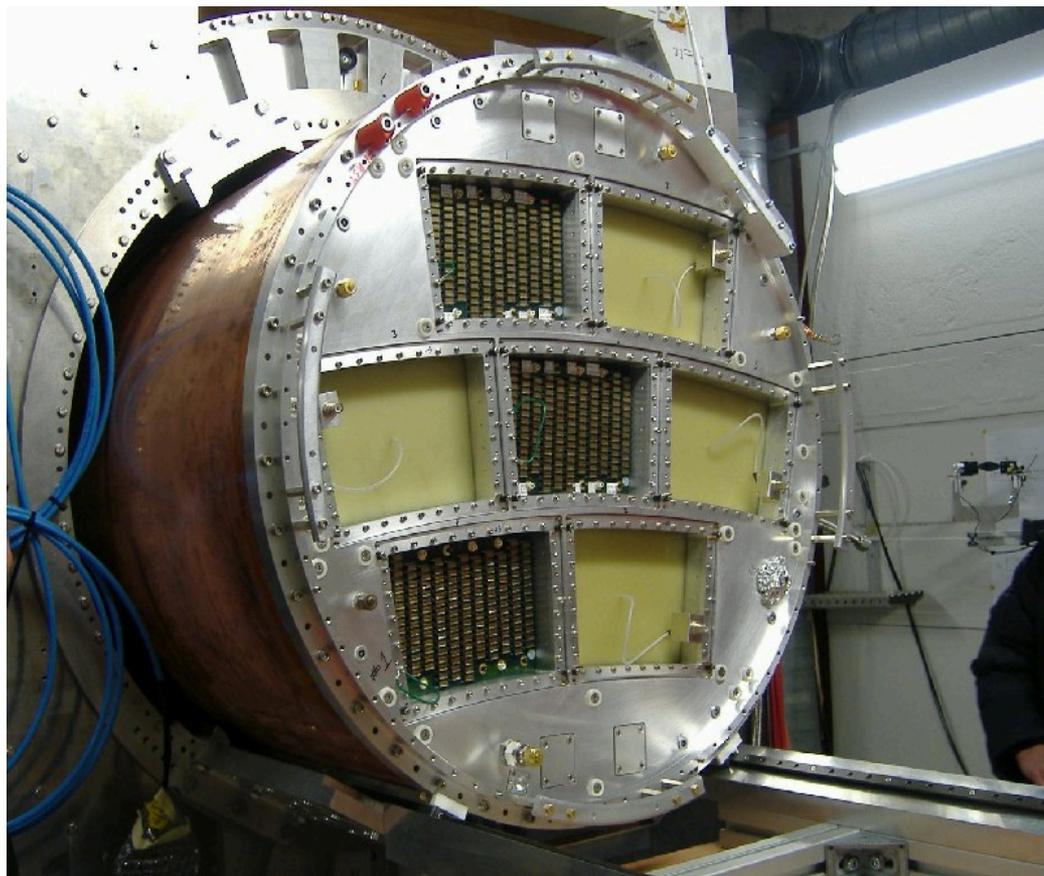
对撞区设计

探测器关键问题与需求的提出

- **工作气体及电场的优化:**
 - 在较低电场下的快速工作气体配比模拟
 - 保持小的电子吸附
 - 横向扩散和纵向扩散保持较小值
- **连续正离子抑制探测器模块:**
 - 时间结构上, 连续型正离子抑制反馈
 - 保持长时间连续工作的稳定
- **激光标定及修正:**
 - 读出感应单元、读出模块、安装变形等因素的标定与修正
 - 漂移速度, E/B 效应及畸变带来的影响的监测与标定
 - UV light光电效应正离子反馈测量
- **高计数率下探测器性能评估:**
 - 高计数率下的占空比、正离子反馈等问题 (比如Z pole时)
 - 高计数率是多径迹的分辨与区别

研制目标

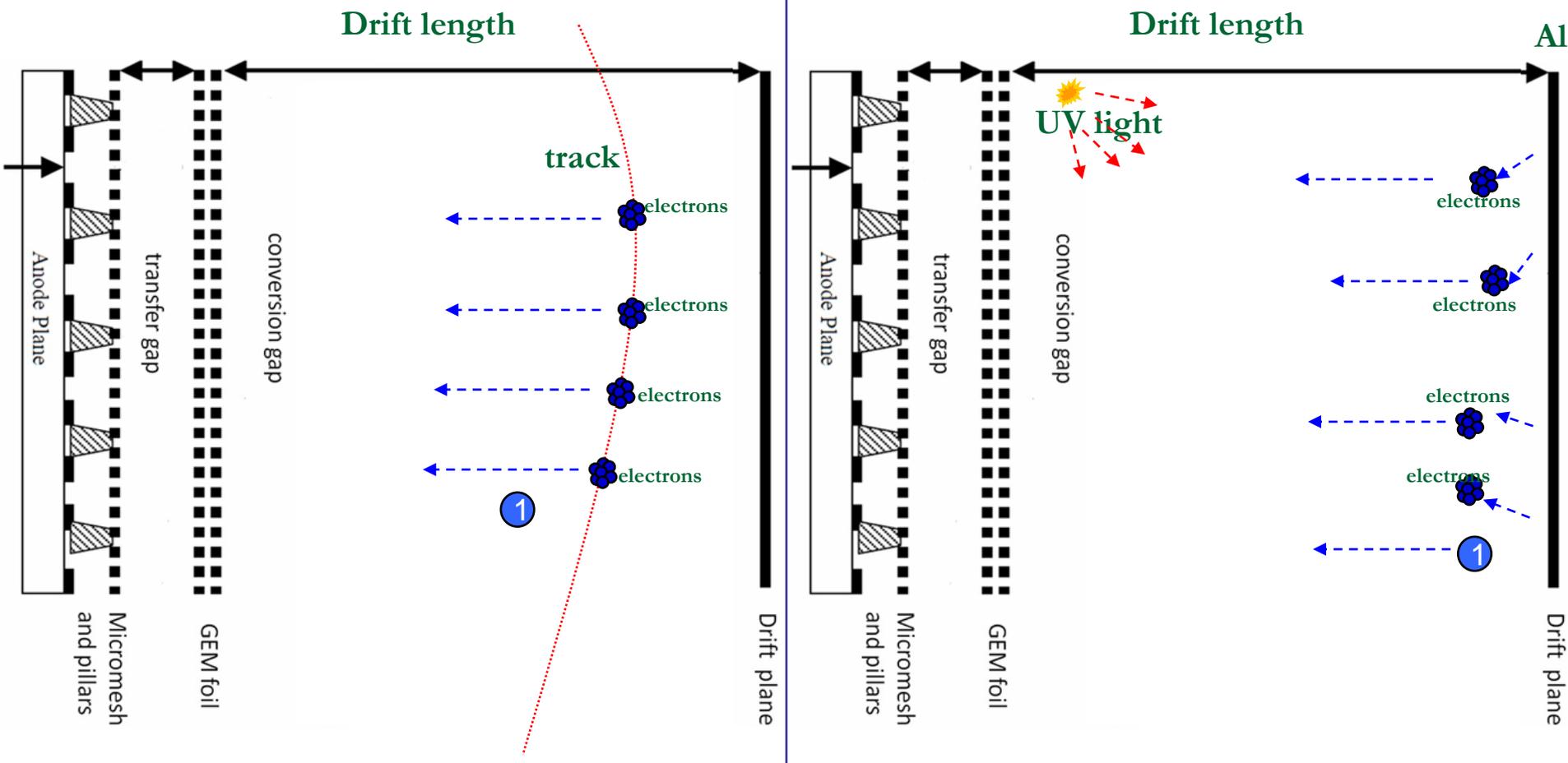
- 三个连续正离子抑制型探测器模块
 - 完成长径迹重建的最小单元数量
 - 评估 r 与 Φ 方向指标设计
- 正离子反馈定量测量
 - 探测器模块评估
 - 反馈率测量/UV light
- 低功耗电子学研制
 - 满足长时工作
- 电磁、磁场测试
 - 电磁场畸变
 - 正离子反馈影响
- 数据分析与径迹重建
- 建立研究队伍



ILD Large Prototype 1

研制方案

- 三个连续正离子抑制型探测器模块测量
 - 建立小型探测器原型机 (50cm/L, 30cm/R)
 - 与ILD LP1进行联调



测试方案

研究目标-2年

■ 第一年

- 主要面向CEPC的CDR
- 参与ILD TPC同用读出模块的设计、现有模块束流测量中，参与国际合作，学习理解TPC发展的现状，在正离子反馈引起的电磁场畸变方面能够有研究人员独立进行修正和评估
- 国内合作单位开始结合CEPC的特点模拟、设计连续正离子抑制反馈的复合微结构气体探测器模块

■ 第二年

- 模拟和分析主要物理目标的正离子影响
- 研制出连续正离子抑制反馈的复合微结构气体探测器模块
- 国内进行X光机和UV light的光电效应初步测量
- 低功耗ASIC读出电子学调试
- 国际合作，人员交流，优化连续性正离子反馈模块方案

研究目标-5年

- 五年内主要解决**CPEC**对撞区高位置分辨率 ($\sim 100\mu\text{m}$) **TPC**子探测器，面对的环形对撞区特殊设计和对撞束流时间间隔特点，由此带来高计数率、正离子反馈引起的电磁场畸变，而引起的位置和动量分辨变化等问题，通过模拟和实验研究实现连续正离子反馈的探测器读出模块，以期评估和解决环形对撞中**TPC**子探测器的关键技术问题和方案优化
- 五年内逐步建立稳定的研究人员合作队伍，并通过与**ILD-TPC**合作组的国际合作，理解和掌握直线对撞**ILC**和环形对撞**CEPC**共性的探测器技术问题，在**DESY PCMAG**、**KEK 1.0Tesla**的磁场中，结合通用型模块的研制基础，完成**3**个自行研制探测器读出模块的束流测量、数据分析和方案评估

预研需要解决的关键问题

- 环形对撞机相对直线对撞机，没有**Power pulsing**模式，不能采用门控（**Gating**）消除正离子反馈带来的主要问题；且需要探测器模块相对于**ILC**更长的稳定工作时间
- 相对于**ILC**对撞区，**CEPC**更小的**L***长度使得对撞区**MDI**的设计更为复杂，这种复杂的设计使得电场、磁场畸变更严重，由此需要评估**TPC**探测器沿**r**、 **Φ** 方向的性能指标及畸变影响修正
- 高计数率下会带来更为明显的正离子反馈和电磁场畸变，因此需要评估和解决在高技术率下**TPC**探测器运行状态以及重建修正等问题。
- 研制适合于**CEPC**连续正离子反馈抑制的长时间稳定工作的探测器模块，长径迹向最多可安装**ILD TPC**模块**3**个。
- 长时稳定工作及低功耗电子学的研制

国际合作

- 7月与12月与**Saclay**进行了合作意向讨论，考虑以下合作
 - **CEPC-TPC**读出模块重新设计及模拟
 - 阻性**Micromegas**探测器的合作
 - **UV Light**正离子反馈标定及修正合作测量
 - 束流测试及硬件等合作
 - 电子学测试合作
- **DESY PCMAG 1.0T**
 - 磁场测试
- **KEK MAG 1.0T**
 - 磁场测试
- **ILD-TPC**国际合作组
 - 国际交流及会议
 - 人员交流

研究队伍

主要面向**CEPC CDR**及预研基金申请人员合作队伍

■ CEPC TPC分组部分的人员组织汇总情况如下：

- 1、清华大学： 高级职称1人， 学生3人
- 2、高能物理研究所： 高级职称2人， 学生3人
- 3、山东大学： 高级职称1人， 学生3人
- 4、兰州大学： 高级职称1人， 中级职称1人， 学生3人
- 5、原子能研究院： 高级职称2人， 学生3人
- 6、中国科学院大学： 中级职称1人， 学生3人

合计： 6个参与单位， 高级职称7人， 中级职称2人， 学生18人。

组织队伍情况及分工

- 高能物理研究所（祁辉荣，张余炼，王海云，温志文，李金，学生）
分工：连续正离子反馈型气体探测器的设计、研制，正离子反馈以及磁场测量
- 清华大学（李玉兰，邓智，李波，学生）
分工：气体探测器的模拟以及低功耗读出电子学研制
- 原子能研究院（李笑梅，胡守杨，周静，学生）
分工：复合结构探测器**GEM**和**Micromegas**探测器的硬件研制，优化刻蚀工艺制作不同孔径**GEM**探测器
- 山东大学（祝成光，学生）
分工：探测器电磁场测量的数据分析与径迹重建
- 中国科学院大学（刘倩，王滨龙，学生）
分工：气体探测器正离子反馈连续抑制模拟及测量优化
- 兰州大学（张毅，胡碧涛，学生）
分工：电磁场与正离子反馈模拟和参与探测器性能测量

经费需求

- 申请总经费**630.00万/5年**，预算分述如下：
 - 设备费：**15.00万**
 - 材料费：**240.00万**
 - 测试化验加工费：**30.00万**
 - 燃料动力费：**30.00万**
 - 差旅费：**50.00万**
 - 会议费：**20.00万**
 - 国际合作交流费：**100.00万**
 - 出版文献费：**20.00万**
 - 劳务费：**130.00万**
 - 专家咨询费：**10.00万**
 - 其他支出：**0.00万**

经费需求

- 差旅费，50万：
 - 主要用于本子探测器课题的会议、讨论以及合作交流，每年6.0万元，每个合作单位约1.0万元，可满足每个单位每年4人次（单次按照火车票600元+住宿费800元+食宿补助400元=2000元预算）国内交流。五年合计50.0万元。

经费需求

■ 国际合作交流费：100.00万

- 主要用于5年内国际专家来华4人次的费用支出，每次4.0万元（机票费以及本地的住宿费用等），共计16.0万元。
- 用于参加ILD TPC束流测试合作费用，每次约3人次，ILD TPC束流测试每年约两次，五年拟参加3次（每次约10天左右），预算约3.5万元/人次，合计约35.00万元。
- 参加国际会议每年约2人次，五年共计10人次，每次预算约1.5万元/人次，合计约30.00万元；
- 三个研制模块的磁场束流测量2次，每次参加人数4人，每次测量时间约15天，每次预算约10.00万元，合计预算20.00万元。
国际合作交流费总计约100.00万元。

经费需求

- **劳务费：130.00万**
 - 共**6**个国内合作单位，按照平均每个合作单位**5**年内**15**万的预算列支（每年**3**万元），**20**万元劳务费可支持**5**年每个单位约**3~4**研究生（研究生劳务费支出按照每月**2000**元预算）的劳务费支出，五年内合计**80**万元，这是保证合作队伍的最基本的劳务费支出。
 - 博士后两名~三名，**50**万/年

谢谢各位老师！