

赵忠尧博士后奖学金申请

报告人：石浩琦

中国科学院高能物理研究所

2018.3.28



主要内容

- 个人简历
- 博士期间工作概述
- 博士后研究初步计划



主要内容

- 个人简历
- 博士期间工作概述
- 博士后研究初步计划



个人简历

■ 2009.9 – 2013.6

- 复旦大学，核科学与技术系
- 核技术专业，工学学士学位

■ 2013.9 起

- 中国科学院大学·高能物理研究所，直博
- 工学博士在读，导师王庆斌研究员
- 核技术与应用专业，辐射防护方向

■ 2018 年起

- 博士后，合作导师朱宏博副研究员



主要内容

- 个人简历
- 博士期间工作概述
- 博士后研究初步计划



博士期间工作概述

- 课题《极高能电子加速器（CEPC）辐射防护关键问题研究》
 - 屏蔽计算理论与方法梳理
 - CEPC 同步辐射评估与屏蔽设计
 - CEPC 束流垃圾桶整体设计
 - 遗传算法优化屏蔽设计
- 参与 BEPCII On-Call 值班，BEPCII 和 ADS 注入器 I 的辐射屏蔽相关研究计算



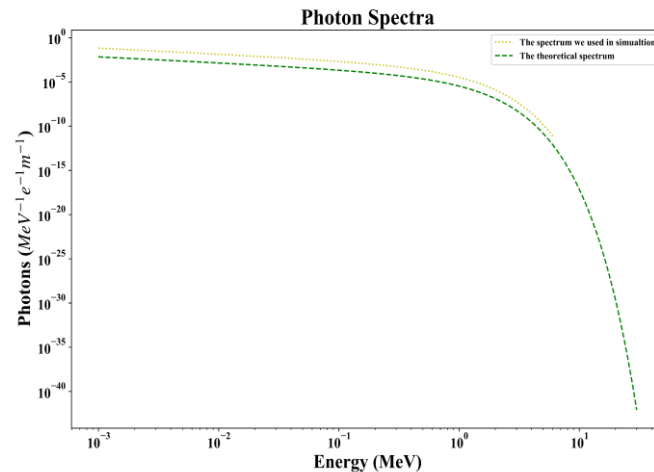
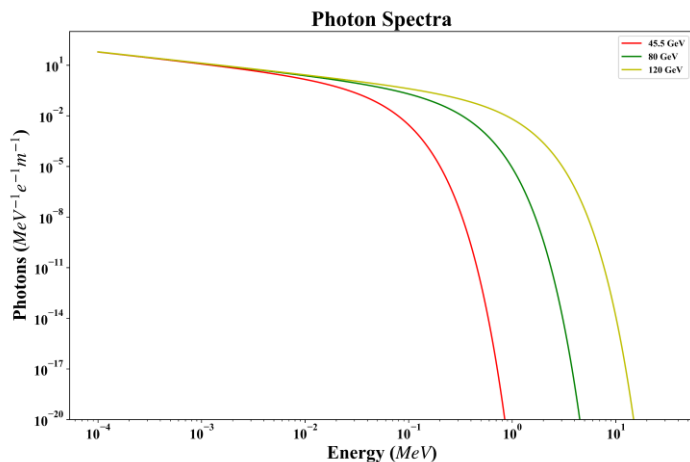
CEPC 同步辐射评估与屏蔽设计

- 同步辐射是极高能电子加速器和质子加速器面对的全新辐射源项
 - 中低能是重要的能量损失来源，但其辐射损伤无需专门考量
 - 对材料等造成直接的辐照损伤
 - 以热量等方式造成间接损伤
- CEPC 同步辐射具有高能量、高功率的特点，对加速器磁铁线圈等部件损伤很大，需要针对性评估和屏蔽



CEPC 同步辐射评估与屏蔽设计

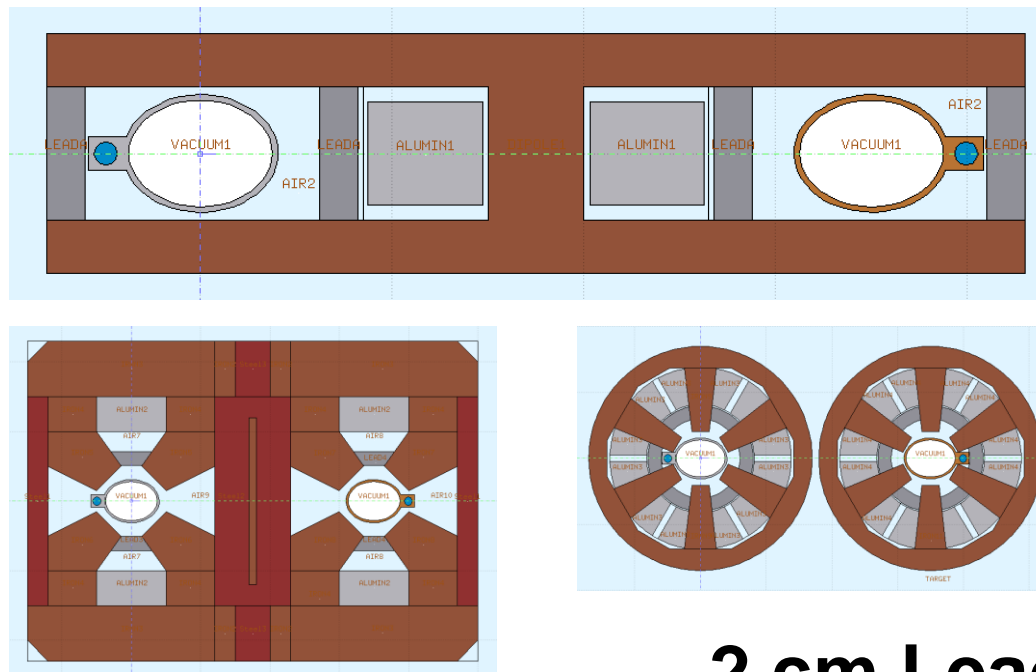
- 针对光子模拟，通过理论公式构建模型
- 自行提出了光子源项的能谱、位置、分布模拟方式
- 结合参数进行真实结构模拟
- 独立完整提出了采用 FLUKA 模拟同步辐射的模型与方法并应用在了 CEPC 项目当中





CEPC 同步辐射评估与屏蔽设计

- 高功率同步辐射严重降低磁铁寿命，影响加速器正常运行
- 设计目标为保证线圈寿命，确保加速器如期稳定运行
- 基于磁铁单独附加屏蔽



2 cm Lead



CEPC 同步辐射评估与屏蔽设计

- 设计兼顾安全与成本，可以满足工程需求

Dose in Gy/Ah with/out Shield in Magnets

Magnets	Dipole	Quadrupole	Sextupole
Without Shield	5.11E5 Gy/Ah	4.69E5 Gy/Ah	3.25E6 Gy/Ah
With Shield	1.89E4 Gy/Ah	0.82E4 Gy/Ah	1.67E4 Gy/Ah

Coil Life-time with/out Shield in Magnets (4400h/yr)

Magnets	Coil Life-time Without Pb	Coil Life-time With Pb	
Dipole	0.5 yr	13.59 yr	> 10 yr
Quadrupole	0.54 yr	31.32 yr	> 10 yr
Sextupole	0.08 yr	15.38 yr	> 10 yr



遗传算法优化屏蔽设计

- 当前人工优化参数设计的流程存在弊端
 - 参数选择基于经验
 - 优化过程为不完全穷举
 - 精力被放置于参数配比调整，而不是方法改进提升
 - 多目标优化难以兼顾
- 引入遗传算法，实现自动优化
- 编写接口代码，调用蒙特卡洛工具完成计算
- 首次引入基于 FLUKA 的多目标遗传算法屏蔽设计优化，相关结果拟投稿至 NIMA



攻读博士期间的成果

■ 论文

- **Haoyu Shi**, Yadong Ding, Qingbin Wang, Zhongjian Ma, Preliminary Study of Radiation Damage caused by Synchrotron Radiation in CEPC Main Ring . RDTM 2018(2)
- **石浩琦**, 王庆斌, 马忠剑, 丁亚东, CEPC 直线束流垃圾桶的初步设计, 《核技术》投稿中
- 徐超, 马忠剑, **石浩琦**, 郭思明, 李冠稼, ERL-FEL损失源项的FLUKA整体建模及验证, 《核技术》第 39 卷第 7 期
- 王攀峰, 丁亚东, 王庆斌, 张清江, 马忠剑, 郭思明, 李冠稼, **石浩琦**, BEPCII周边土壤及关键部件的感生放射性测量, 《核电子学与探测技术》第35卷第3期
- 李冠稼, 王庆斌, 郭思明, 阎明洋, 马忠剑, **石浩琦**, 徐超, 基于扩展型多球中子谱仪的中子能谱测量, 《核电子学与探测技术》2016年第5期



攻读博士期间的成果

■ 会议

- CEPC 同步辐射评估及屏蔽设计，首届 CEPC 同步辐射光源应用研讨会，北京，2017
- CEPC 直线束流垃圾桶设计，第四届全国大型粒子加速器辐射防护研讨会，东莞，2016
- 基于长方体模型的 CEPC 束流垃圾桶初步设计，第十二届全国蒙特卡洛方法会议，曲阜，2015
- 18th FLUKA Beginners Course, Shanghai, 2016

■ 奖项

- 2016 – 2017 学年中国科学院大学三好学生
- 2017 年中国科学院高能物理研究所所长表彰奖学金



主要内容

- 个人简历
- 博士期间工作概述
- 博士后研究初步计划



博士后研究初步计划

- 拟围绕 “CEPC 对撞区设计优化” 开展研究
 - 准确估计束流辐射本底对提高 CEPC 探测性能至关重要
 - 根据评估结果优化 CEPC 对撞区设计，提升 CEPC 整体机器性能
- 博士期间的训练提供了充分的理论基础和工具基础



博士后研究初步计划

■ 主要内容和预期目标

- 基于现有基础及 CEPC 相关物理参数，结合理论，使用 FLUKA 等蒙特卡洛工具估计对撞区束流本底；依据结果，优化对撞区设计，提升整体机器性能。
- 拟赴日本 KEK 交流，利用 SuperKEKB 束流数据，验证现有模拟工具有效性，提升 CEPC 本底估计准确性。借鉴对方实验经验，优化 CEPC 对撞区的加速器和探测器的屏蔽设计。
- 拟赴美国 SLAC 交流，与美方对撞区设计专家 Mike Sullivan 合作，解决同步辐射屏蔽等若干关键问题，优化 CEPC 对撞区设计。



谢谢