

# 会议纪要

STCF 对撞环物理系统与高频系统讨论会 2026 年 6 月 12 日

---

时间：2026 年 6 月 12 日 10:00-11:00

会议形式：腾讯会议

参会人员：



周昊



唐靖宇



张林浩



邹野



韦业龙



天龙



熊子威



廖文豪

讨论主题和内容：

## 一、 廖文豪汇报高频段调研和设计情况

廖文豪：首先展示了调研的相关结果，下图分别是 DAFNE, SuperKEKB, CEPC, Fcc-ee 高频段的 lattice 设计结果：

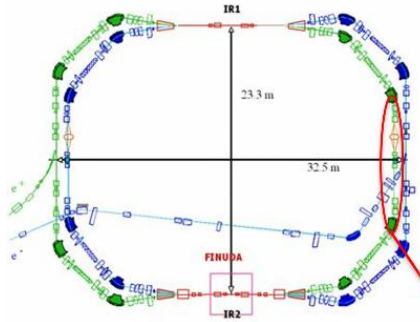
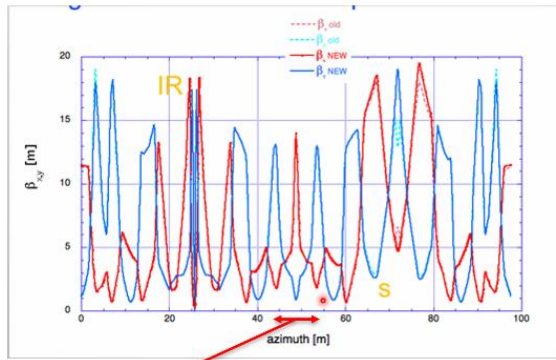


Figure 1: Main Rings layout.



RF放置在较短的直线节中

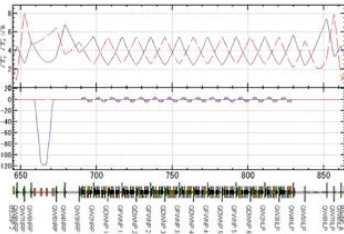
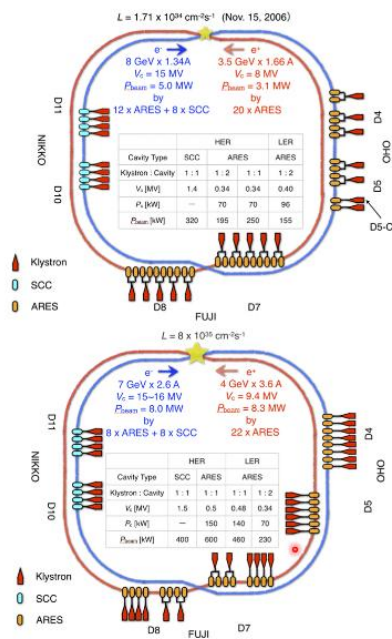


Figure 4.10: Wiggler section in LER (NIKKO).

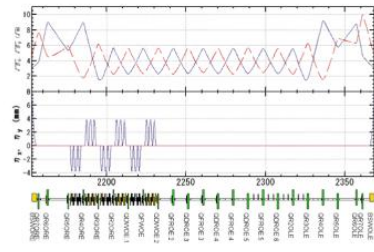


Figure 4.11: Wiggler section in HER (OHO).

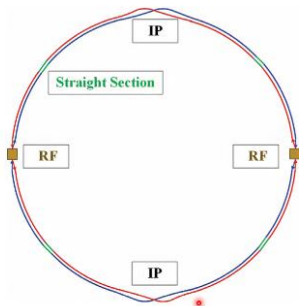


Figure 1: Layout of CEPC double ring scheme.

两个环共用RF腔

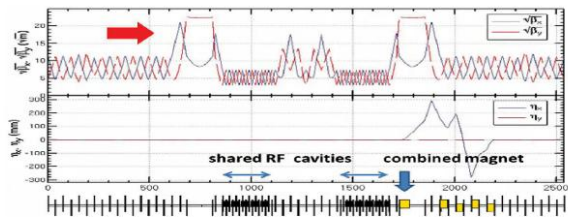


Figure 6: Lattice design for RF region of H mode.

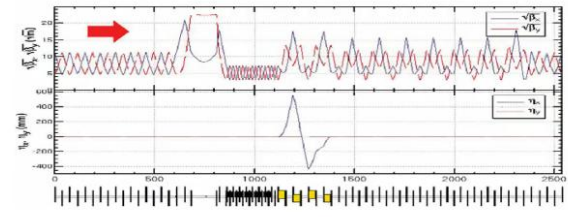


Figure 9: Lattice design for RF region of Z mode.

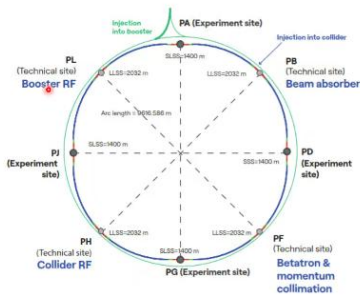


Fig. 1.2: The layout of the FCC-ee illustrating the 4 collision points in the SLSS and the four technical insertions at the LLSS.

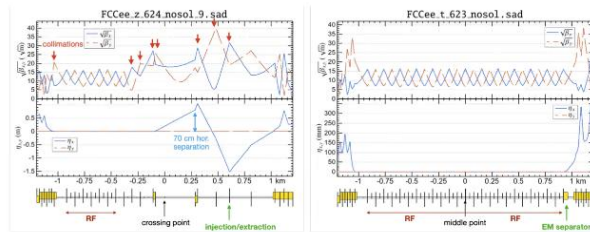
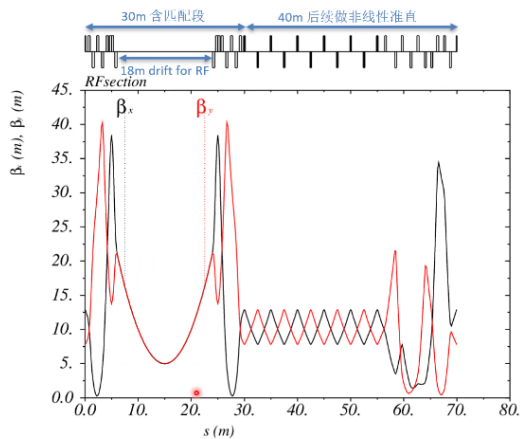
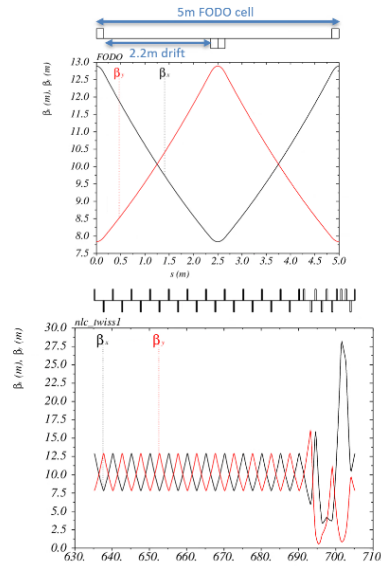


Fig. 1.8: Layout and optics for LLSS: Z/W operation modes for RF, injection/extraction, collimation (left) and ZH/tf operation modes for RF (right). The left optics is identical for all four LLSSs at Z/W. The left RF section is replaced by the right optics at ZH/tf for the common-RF scheme with an electromagnetic separator. The space for the RF components is 1890 m except the quadrupoles.

随后展示了 STCF 当前的设计结果：



18m drift: 空间充裕; 漂移节中beta函数变化; 30m 仅18m被利用;  
FODO : 2.2m 处放置两个腔, 空间紧张; 每个RF腔光学参数一致; 30m FODO 含26.4m漂移节;



邹野：后面 40m 部分包含非线性准直和工作点调节段两部分，前面 18m 为预留给高频腔的净空间。

韦业龙：2.2m 空间放两个腔刚刚好，但将腔放置在 18m 净空间更便于后续运行维护，如果对物理影响不大，高频方面更倾向于放在一起。

唐靖宇：目前 40m 最大 beta 函数有些大，可以减小一点最大和最小 beta 函数间的差距缩短相移，可以考虑做成两个长直线节；关于高频腔的具体离线方式需要详细考虑。

邹野：后续可以考虑用 Triplet 或 FODO 结构做成三个长直线节。

## 二、王成哲汇报了 CPI 阈值分析进展情况

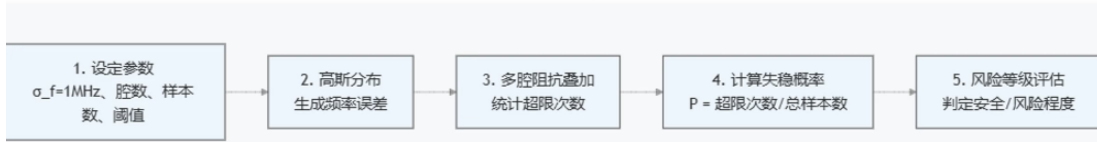
王成哲：介绍了用蒙特卡洛方法做阈值分析的具体思路

借助蒙特卡洛法，研究随机频率误差下的失稳概率：

- 每个腔的**HOM频率都会随机变化**（加工误差 热漂移 tuner误差 安装误差）
- 所有腔叠加的**总阻抗也会变成随机量**（在不同频率处会有不同的阻抗值叠加）
- 关心随机情况下有多大概率失稳，因此采用**Monte Carlo法**

计算思路：

- 1、采用高斯随机数**随机生成一组频率误差**（结合实际经验，给予误差范围，例如 $\sigma_f = 1\text{MHz}$ ）
- 2、给予参与计算的**腔数**，例如 $N_c = 6$ ，即6个腔叠加阻抗
- 3、单次计算没有意义，因此要给予**样本数**  $N_{mc} = 500$ ，计算500次随机有多少次超过阈值
- 4、得到 $P = \text{num\_exceed} / N_{mc}$ ，即**超过阈值的概率**
- 5、针对失稳概率 $P$ ，评估**危险程度**：例如 $P < 0.01$ 非常安全， $0.2 < P < 0.5$ 高风险



初始化参数如下：

参数	值	含义
$N_c$	6	腔数
$N_{mc}$	500	Monte Carlo样本数
$\sigma_f$	1MHz	频率误差标准差
$Z_{th}$		3.5 GeV稳定性阈值



随机频移：

$$Z_i(f) = Z_0(f - \Delta f_i)$$

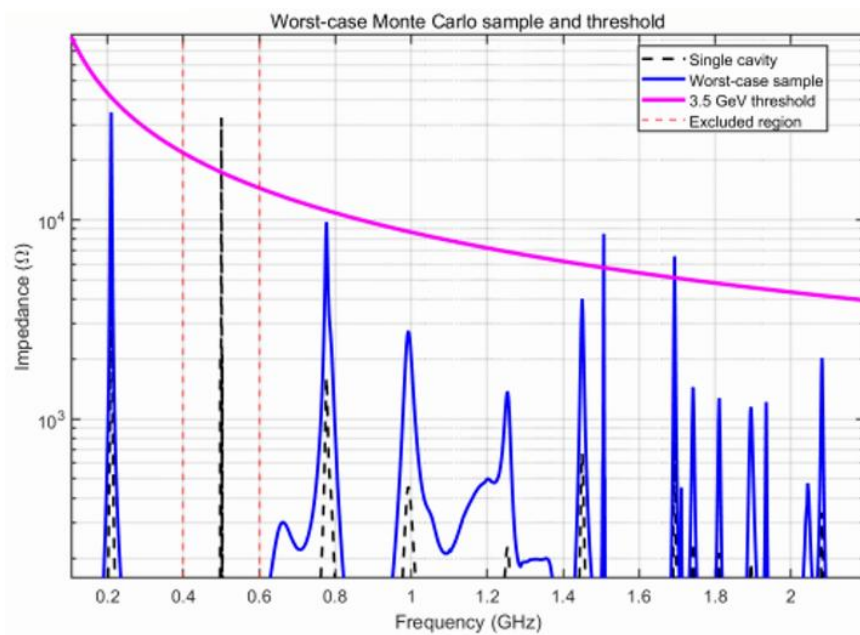
总阻抗：

$$Z_{tot} = \sum_i Z_i$$

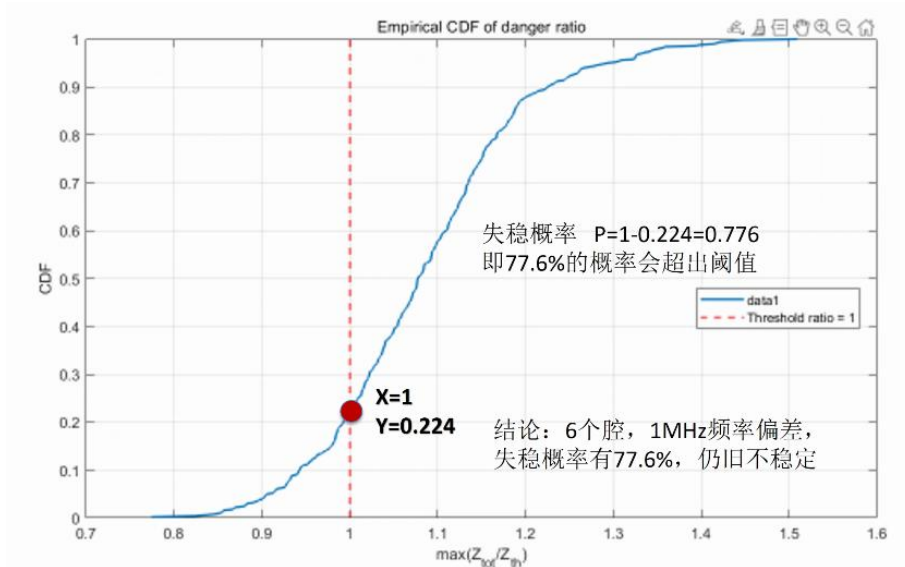
稳定性判断：

$$Z_{tot} > Z_{th}$$

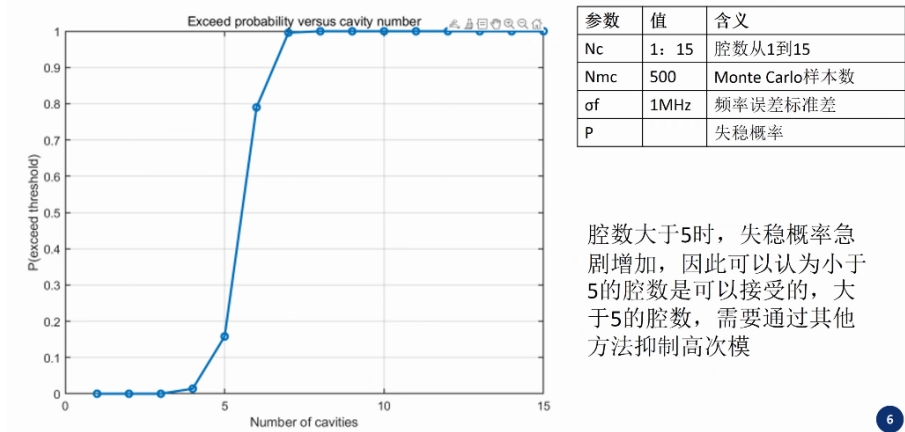
给出了典型的叠加样本：



并给出了系统失稳概率：



进一步分析了失稳概率随腔数的变化:



总结和建议如下:

1. 多腔HOM系统稳定性具有明显统计特征, 以后可以用蒙特卡洛做分析
2. 随着腔数增加, 系统失稳概率呈非线性增长, 目前**临界腔数是5**
3. 大于临界腔数5时, 随机频差已不足以有效抑制模式重合
4. 频率分散对降低HOM重合有一定作用, 但能力有限

建议:

- 1、腔物理设计上对纵向模式的抑制已经逼近极限
- 2、feedback可能要做
- 3、实际方案可以考虑4~5个腔一组

王成哲: 根据蒙卡模拟结果来看, 系统失稳临界腔数量是5个, 超过5个腔, 需要考虑用纵向反馈系统来抑制高次模。5个腔一组大致需要5m的空间, 可以考虑分为三组。

邹野: 2 GeV 时应该需要6个腔, 是否有更细致的考虑, 确定五个腔需要的具体长度。

韦业龙: 一个长直线节有5米容纳空间就够放5个腔, 共需要3个长直线节。

何天龙: 后续会通过追踪模拟进一步验算结果。

孙立：腔的尺寸纵向在 0.7m，单馈水平横向全尺寸在 1.2m，双馈在 1.8m 附近。

邹野：需要考虑双环之间是否存在腔的横向空间干涉。

唐靖宇：建议将物理对高频的所有要求都列出来写成正式接口文件进行确认。

王成哲：希望腔摆放位置的  $\beta$  函数尽可能的小，以提高阈值，二者间近似成线性关系。

邹野：考虑用两个 Triplet 结构压低平均  $\beta$  函数。

何天龙：可以考虑用本征模和尾势两种方法做相互验证。

唐靖宇：双馈方案可以考虑倾斜放置；物理方面根据不同能量点提供相应的运行模式。

王成哲：相比较于降低腔的平均功率，减少腔的数量对于阻抗影响更有效希望运行时腔数少一点。

唐靖宇：需要研究腔失谐带来的影响，做相关调研以便于确定离线策略。

韦业龙：对 500MHz 腔来说，调谐器一般极限能做到  $\pm 300\text{KHz}$ 。

下次讨论会时间预计在七月下旬。