

会议纪要

STCF 对撞环物理系统与真空系统讨论会 2026 年 6 月 18 日

时间：2026 年 6 月 18 日 10:00-11:30

会议形式：腾讯会议

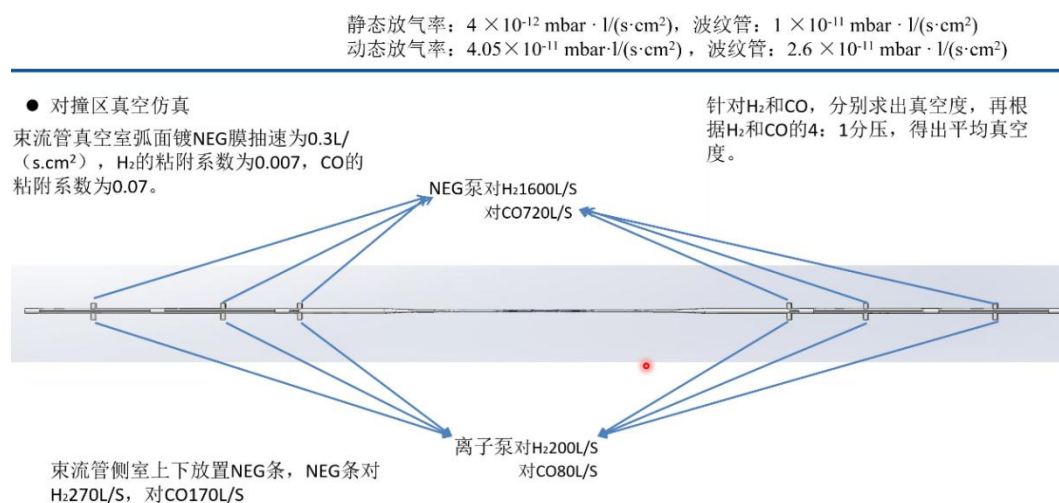
参会人员：



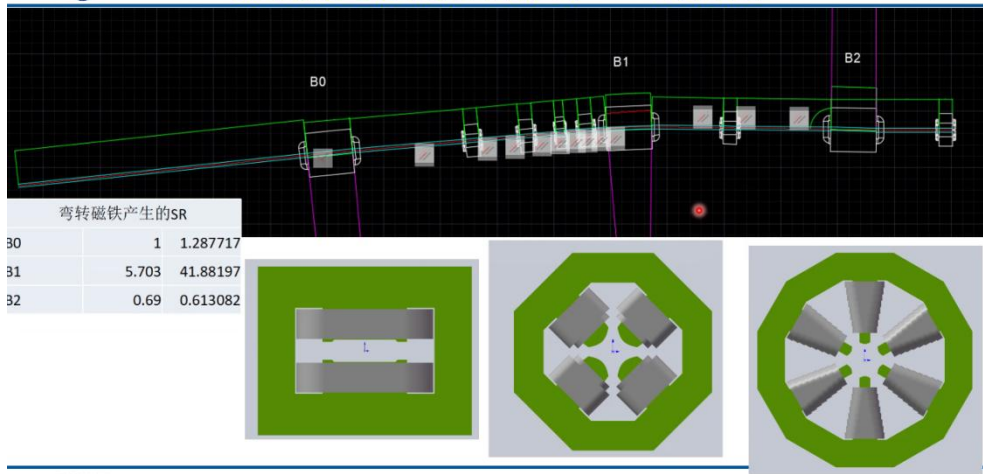
讨论主题和内容：

一、孙坤汇报真空盒设计情况进展

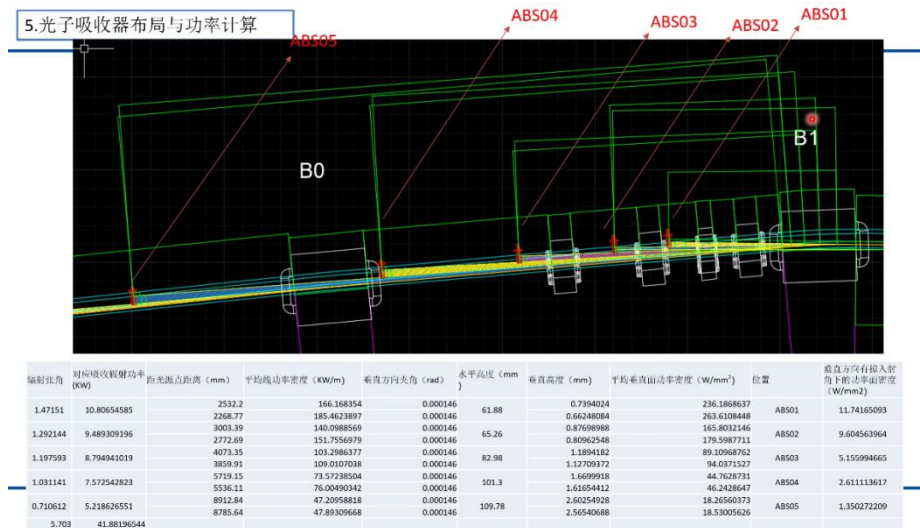
孙坤：首先展示了对撞区 MDI 段设计情况，采用铬锆铜材料分析了相关应力和形变分布情况，下图展示了对撞区真空的仿真情况：



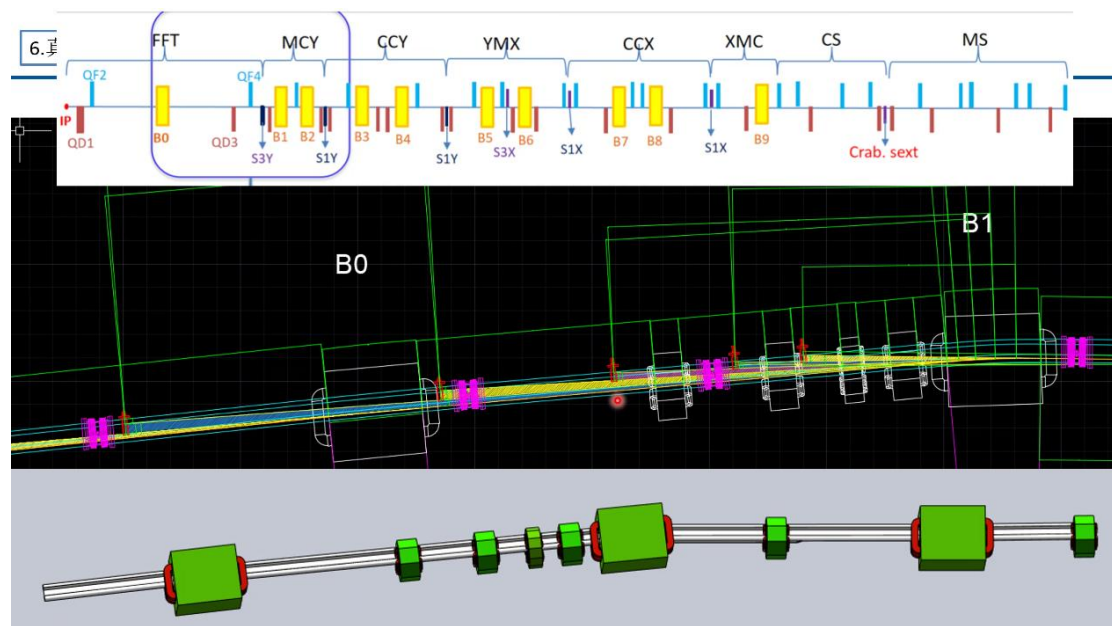
对对撞区相关弯铁产生的同步辐射功率和磁铁结构做了展示



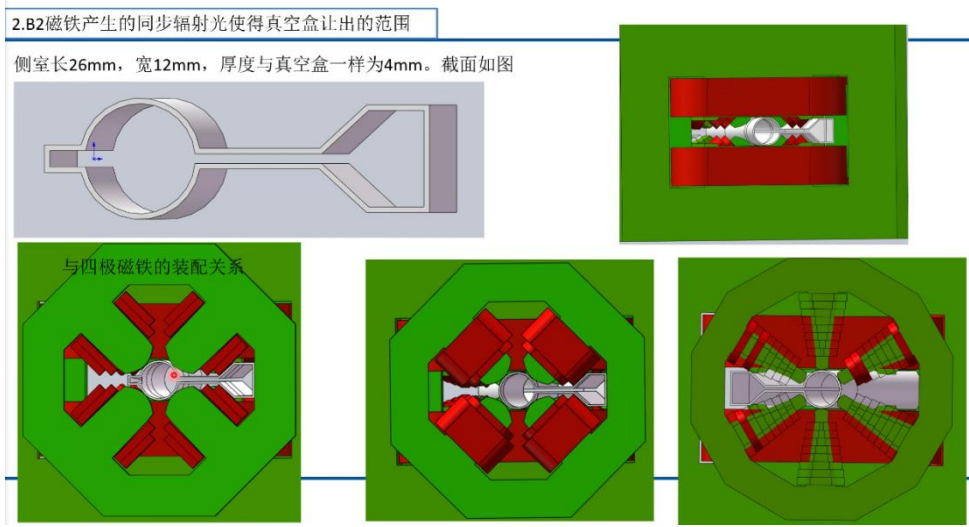
B2产生的同步辐射光会打在束流侧壁上,并针对其打在B1上的辐射光做了光子吸收器设计:



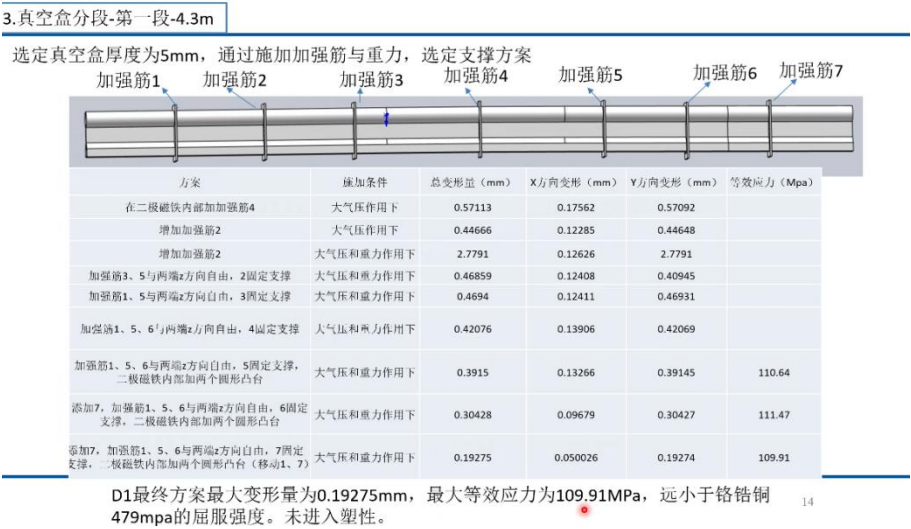
在对撞区采用了与弧区类似的前室结构设计:



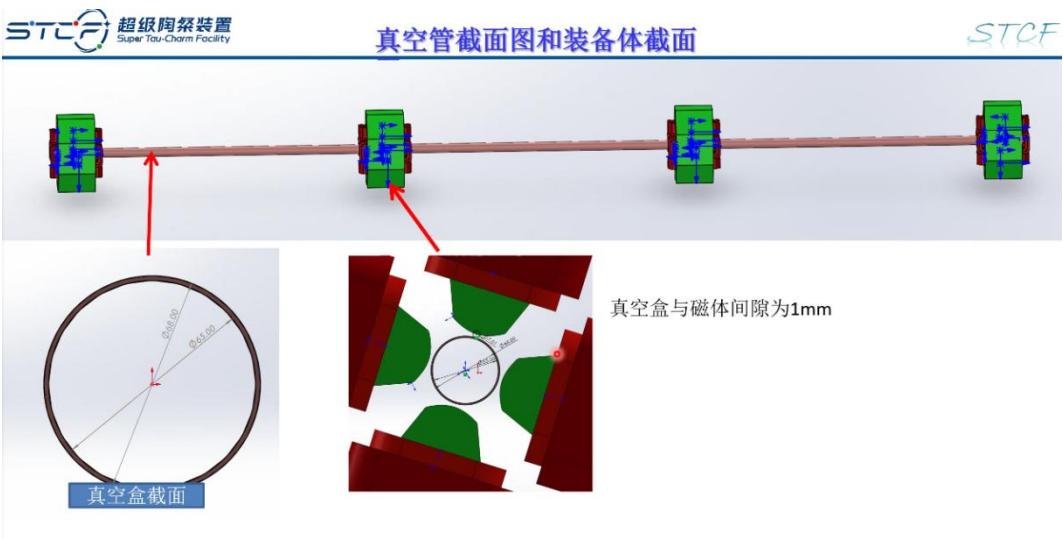
具体侧室设计方式如下：



考虑形变真空盒壁厚最少需要 5mm：



非对撞区方面直线段真空设计方案如下



直线段真空盒分段长度为 2.5m、内径 65mm、壁厚 1.5mm 的铬锆铜真空盒，结构上其变形

量及等效应力均符合要求。

上次会议后物理对真空提供的指标要求及变动如下：

STCF 对撞环真空系统指标要求 V3.0

2026.4.21

作汇报-设计指标的变动

STCF

参数	数值	单位
束流能量	1-3.5	GeV
束流流强	2	A
束流总体寿命	大于 200	s
束气散射寿命	大于 100	min
弧区弯转磁铁偏转角	3	deg
弧区弯转磁铁场强度	1.358	T
静态真空度	距对撞点 0-3.5m <5e-8 全环其他区域 <5e-9	Pa
动态真空度	距对撞点 0-3.5m <1e-7 全环其他区域 <4e-8	Pa
束流管径	IP 真空管: $\Phi 30 \rightarrow (0.22m)$ IP 过渡段 $\Phi 30 \rightarrow \Phi 60$: $(1.04m)$ 分叉管 $\Phi 30 \rightarrow (0.54m)$ 第一步超导铁 QD1: $\Phi 30 \rightarrow (0.4*2=0.8m)$ QD1 到 QF2 过渡段 $\Phi 30 \rightarrow \Phi 50$: $(0.5*2=1.0m)$ 第二步超导铁 QF2: $\Phi 50 \rightarrow (0.3*2=0.6m)$ 过渡段 $\Phi 50 \rightarrow \Phi 80$: $(0.5*2=1.0m)$ 对撞区其他: $\Phi 80 \rightarrow (204.8m)$ 阻尼扭摆器: $\Phi 32 \rightarrow (61m)$ 阻尼扭摆器过渡段: 垂直从 $\Phi 67.65 \rightarrow \Phi 32$ (24m) 其他非对撞区: $\Phi 67.65 \rightarrow (510m)$	mm
束流管材料	IP 真空管: 铍管镀金膜, 镀膜厚度 5 um Y 型分叉管公共部分: 铍铜或钽镀铜膜, 光滑过渡 全环其他区域: 耐热特殊铜材 (钽镀铜或弥散铜)	
束流管结构	建议采用双侧置结构	
真空管阻抗	屏蔽波纹管、光滑过渡 (除 Y 型分叉管处的其他位置: Taper 好于 1:20)	

目前, 按照椭圆形轮廓来设计, 考虑冷却等空间问题

考虑到真空盒与磁铁的位置关系, 5 毫米壁厚真空盒

根据真空设计的需要, 对真空室的结构进行了更改, 目前是单侧室+狭缝+束流室

STCF 超级陶察装置 Super Tau-Charm Facility

真空系统工作汇报-各典型样段的设计讨论

STCF

二、对撞环直线区真空系统设计 (张本富来负责)

对撞环中的直线段, 除了通用直线节, 根据功能不同还包括注入引出段、阻尼扭摆磁铁段、高频段、束流准直器等。其中注入引出段和阻尼扭摆磁铁段的光学函数根据各自需求进行特殊设计和优化, 在各自部分会做详细描述。该部分只给出通用直线节的设计。

通用直线节也是采用标准的 FODO 结构, 每个 FODO 单元长 5 m, 相移 30°, 包含两个漂移节, 每个 2.2 m。图 1.3.3.10 给出了 8 个 FODO 单元的通用直线节的光学函数图。

(1) 注入引出段 (只能给出注入点位置 (输运线的末端, 切割磁铁出口, 通过真空管道进入到环), 注入段的 lattice 函数)

总体布局、真空室基本结构、配泵、压强

(2) 阻尼扭摆磁铁段 (张本富来负责)

(3) 高频段

(4) 直线节

有专门负责高频腔的老师, 高频段的真空系统设计是不是可以去掉?

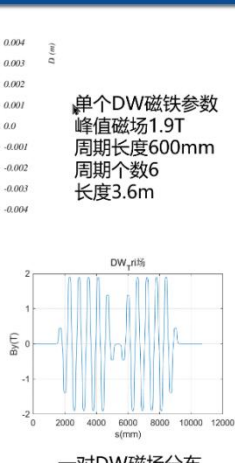
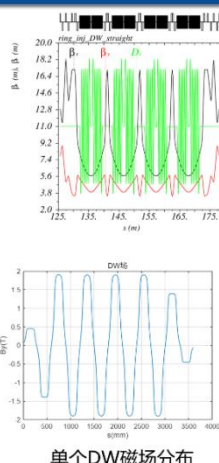
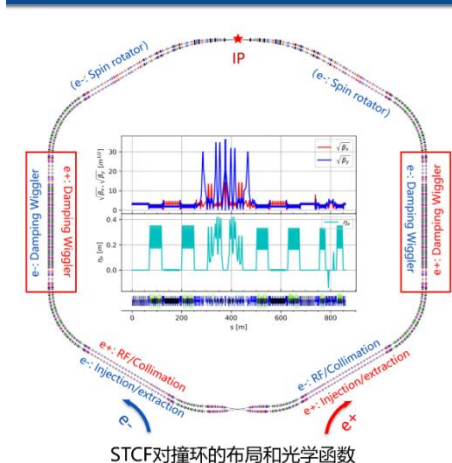
邹野: Q1 水平半径不能小于 13mm, 会显著增加束流损失。RF 段已经设计完成, 后续也需要纳入 TDR 写作当中。交叉区双环存在角度交叉, 真空设计需要考虑单环和双环之间的差异; 由于环间距的优化, 对撞区 B 铁的角度和排布进行了微调, 后续也会反馈相关数据; 注入段也会提供交接位置和输运线注入角度和磁铁布局。

孙坤: 动态真空要求调整为 5E-8Pa。

二、李航洲汇报 DW 段同步辐射功率分布情况

首先展示了 DW 段的参数和布局情况:

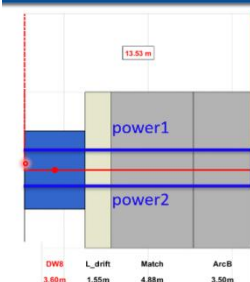
DW基本参数与布局



单个DW磁铁参数
峰值磁场1.9T
周期长度600mm
周期个数6
长度3.6m

单个 DW 功率线密度如下所示:

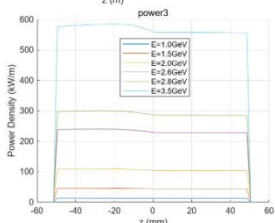
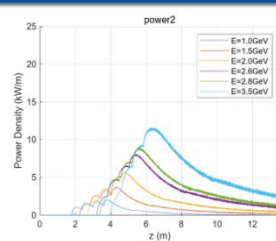
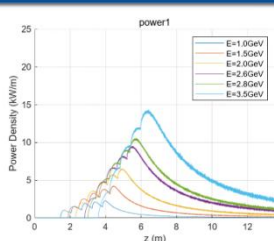
单个DW功率线密度



DW入口到ARC第一块B铁前 (power3 面) 13.53m

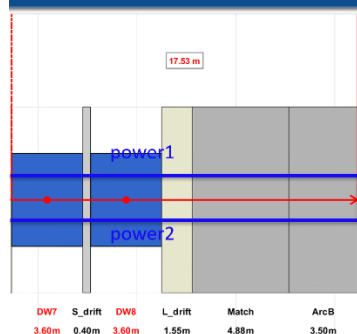
power1、2面距离光轴 50mm

	1GeV	1.5GeV	2GeV	2.6GeV	2.8GeV	3.5GeV
power1(kW)	7.00	15.03	25.42	40.32	45.74	65.91
power2(kW)	6.22	13.23	22.16	34.69	39.17	55.43
power3(kW)	1.32	4.47	10.61	23.32	29.12	56.84
power_all(kW)	14.55	32.73	58.18	98.33	114.03	178.18
power_3/power_all	9.08%	13.66%	18.23%	23.72%	25.54%	31.90%



DW 全开的最大束流能量为 2.8GeV，并针对一对 DW 功率线密度分布情况做了评估:

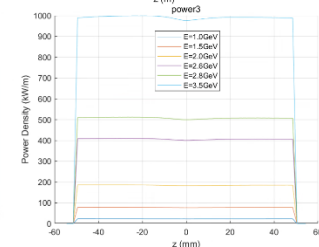
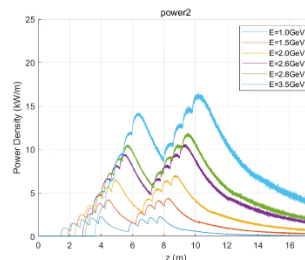
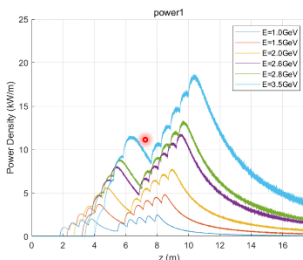
一对DW功率线密度



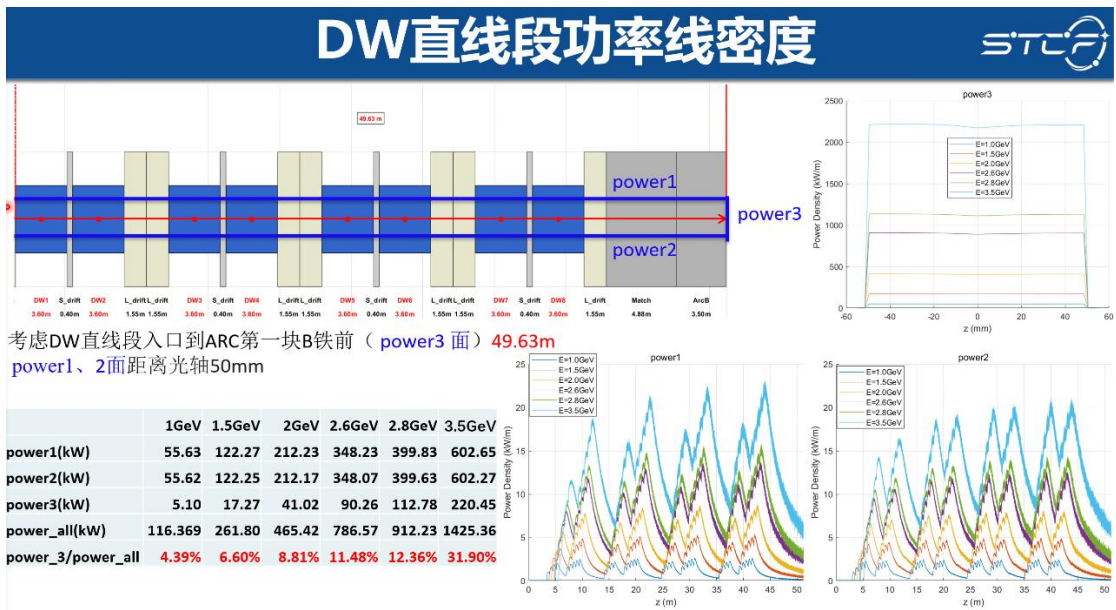
DW入口到ARC第一块B铁前 (power3 面) 17.53m

power1、2面距离光轴 50mm

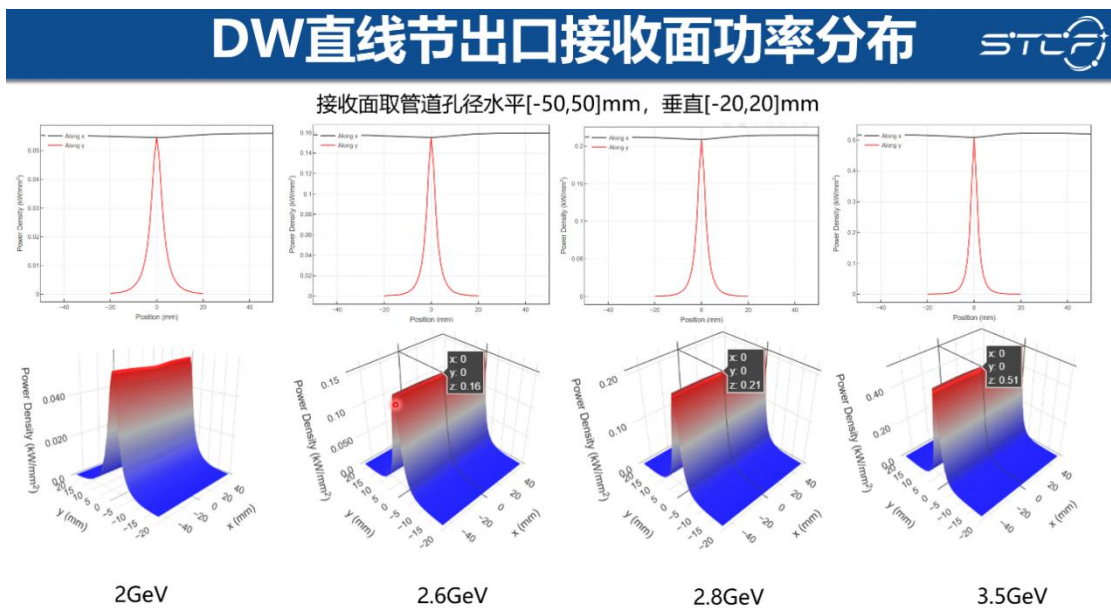
	1GeV	1.5GeV	2GeV	2.6GeV	2.8GeV	3.5GeV
power1(kW)	13.38	28.81	48.90	77.95	88.59	128.53
power2(kW)	13.41	28.86	48.98	78.05	88.70	128.68
power3(kW)	2.30	7.79	18.48	40.65	50.77	99.14
power_all(kW)	29.09	65.45	116.36	196.65	228.07	356.35
power_3/power_all	7.91%	11.89%	15.89%	20.67%	22.26%	31.90%



汇总展示了整个 DW 直线段功率线密度分布情况：



整个 DW 直线节出口接收面功率分布如下：



给出了总结和沿管道的功率线密度峰值如下表

- 基于STCFV5版lattice，在 1、2、2.6、2.8、3.5GeV能量下，
- 考虑1.9T，3.6mDW，管道孔径水平[-50,50]mm，垂直[-20,20]mm
- 计算了的单个DW、一对DW、DW直线节，沿管道的线功率密度、端面二维功率分布
- 对于DW直线节，不同能量下，沿管道的功率线密度峰值如下表

	1GeV	1.5GeV	2GeV	2.6GeV	2.8GeV	3.5GeV
power1(kW/m)	2.66	5.35	8.79	13.73	15.78	23.02
power2(kW/m)	2.45	4.91	8.10	12.57	14.47	20.93

唐靖宇：真空设计时垂直方向存在孔径限制，水平方向则不局限于 50mm，可以灵活调节。

针对 DW 使用情况考虑到 2.8GeV 即可。

李航洲：单环的单侧功率线密度峰值为 15KW。

孙坤：power3 上的光功率如何处理？

唐靖宇：power3 上的光会从弯铁出去，其分布会相对均匀，但也要做相关设计。

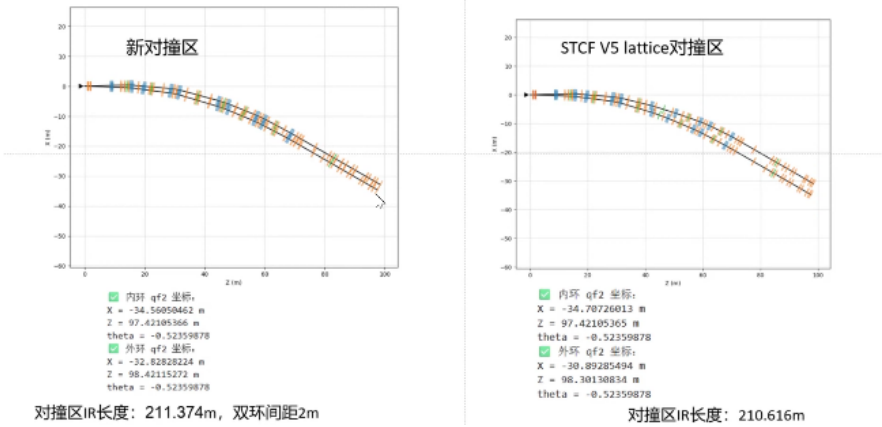
孙坤：计划基于 2.8GeV 先设计离出口最近的一对 DW 的光子吸收器分布，希望物理方面提供粒子在 DW 整个 50m 内轨迹的分布情况。

三、 张林浩汇报对撞区双环间距调整情况

张林浩：展示了优化后的整个对撞区布局情况

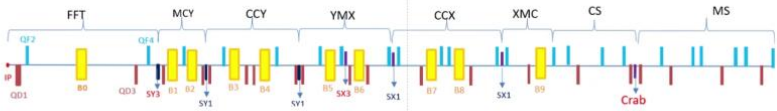
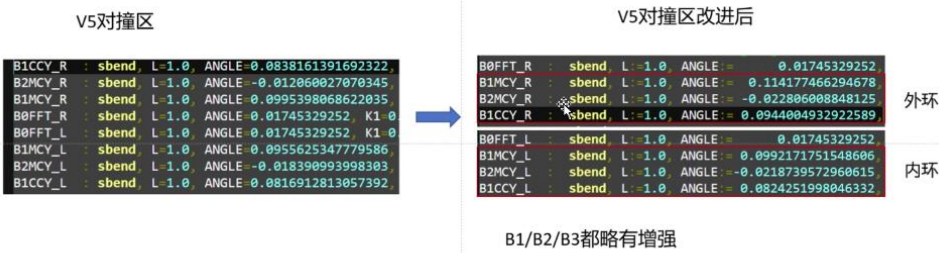
优化后整个对撞区布局(3)

增加CRAB六极铁后的匹配段长度，使新对撞区内外环出口完全平行且出口两点距离即为双环间距。



主要调整为 B1, B2, B3 磁铁强度的增强，后续可以考虑增强 B1 来减弱同步辐射光分布：

V5对撞区中B铁改进



张林浩：主要调整的是外环参数，内环调整相对较少。B1 产生的同步辐射功率会提升百分之二十，其相比弧区的弯铁辐射功率要弱。

唐靖宇：DW 段光的入射角和分布与弧区还是存在差异，需要细致研究该段双侧室的结构设计，建议参考三代光源长周期 DW 的相关设计。

后续工作：物理系统给真空系统提供相关样段的参数更新

下次物理与真空系统讨论会时间暂定七月下旬