



中国科学院近代物理研究所
Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Sciences

NvDE_x高压气腔研究进展

常彦龙, 胡强, 仇浩

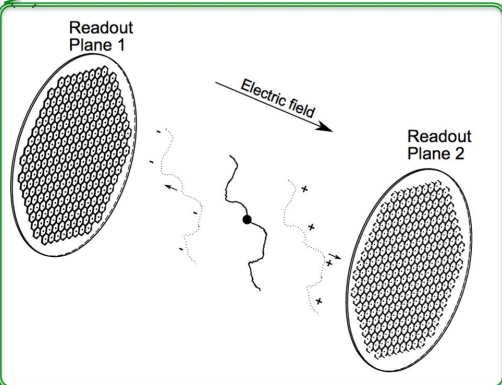
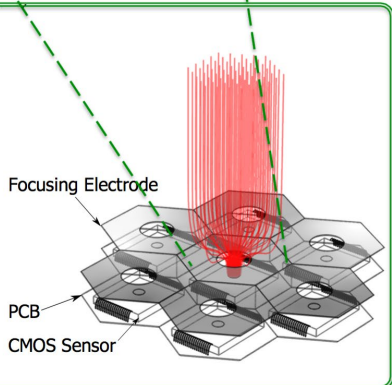
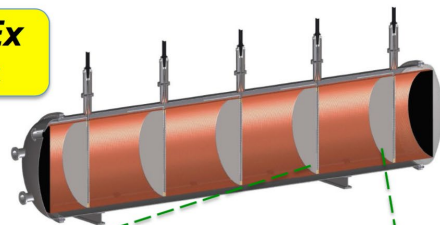
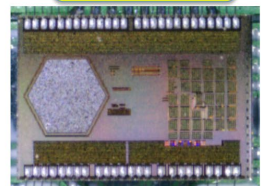
中国科学院近代物理研究所
2023 NvDE_x-CUPID-China年会

2023年12月15~18日 • 惠州

NvDEX实验概念

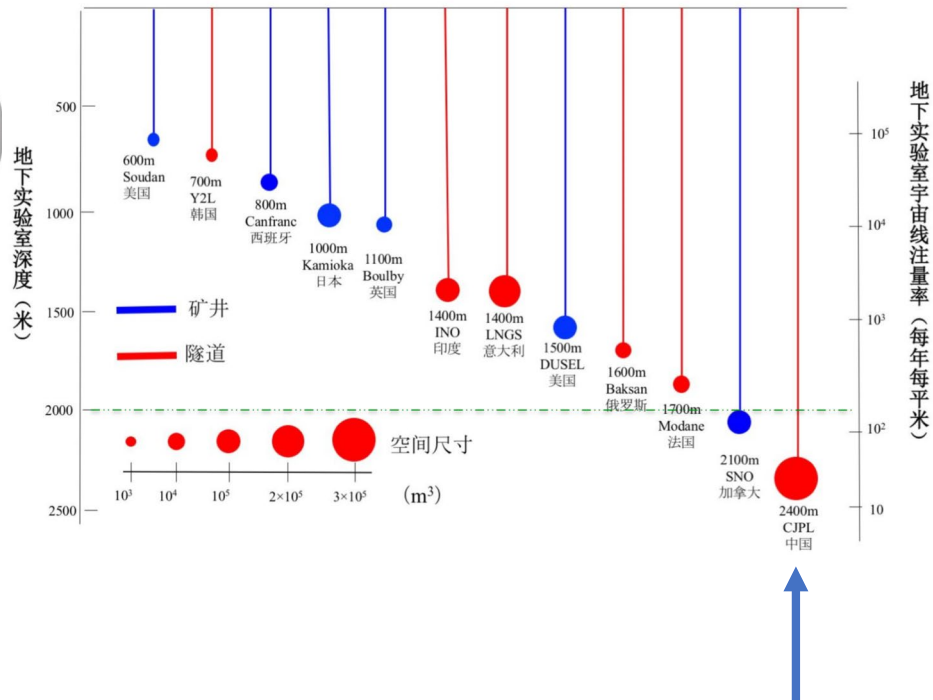
Topmetal

NvDEX
TPC



Topmetal CMOS Array

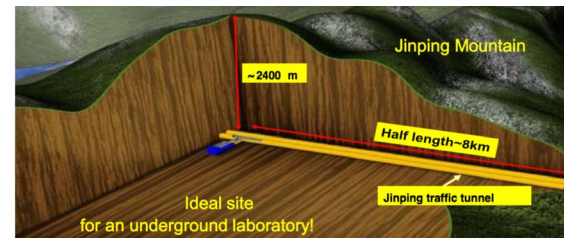
Topmetal Read-out Plane



- ✓ 高压 $^{82}\text{SeF}_6$ 气体TPC, ^{82}Se 衰变Q值为2.996 MeV, 高于绝大多数自然本底
- ✓ TPC具有良好的信号、本底鉴别能力
- ✓ 顶层金属CMOS芯片读出, 良好的能量分辨(~1% FWHM)
- ✓ CJPL是当前世界上最深的地下实验室

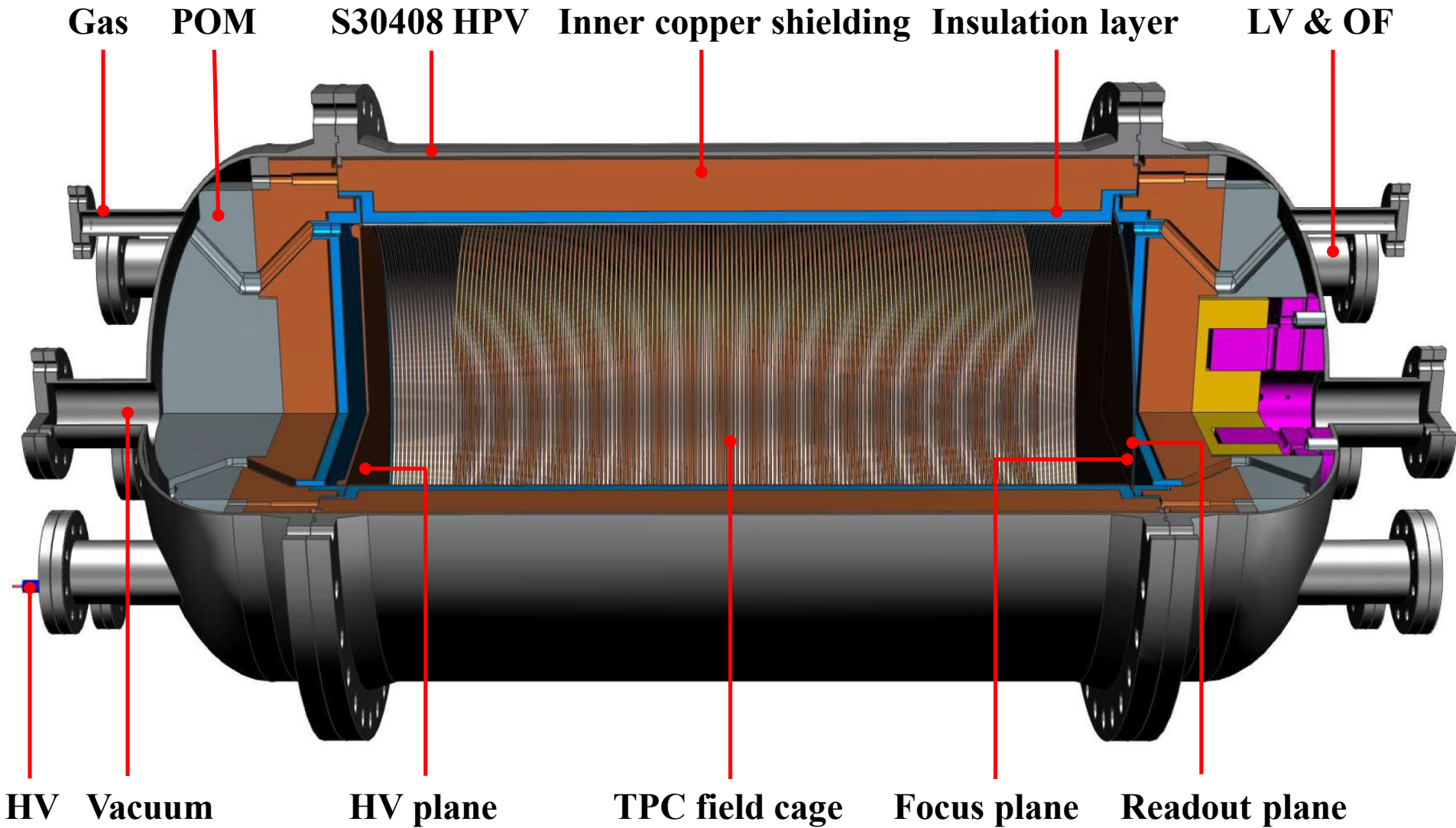


四川凉山锦屏山



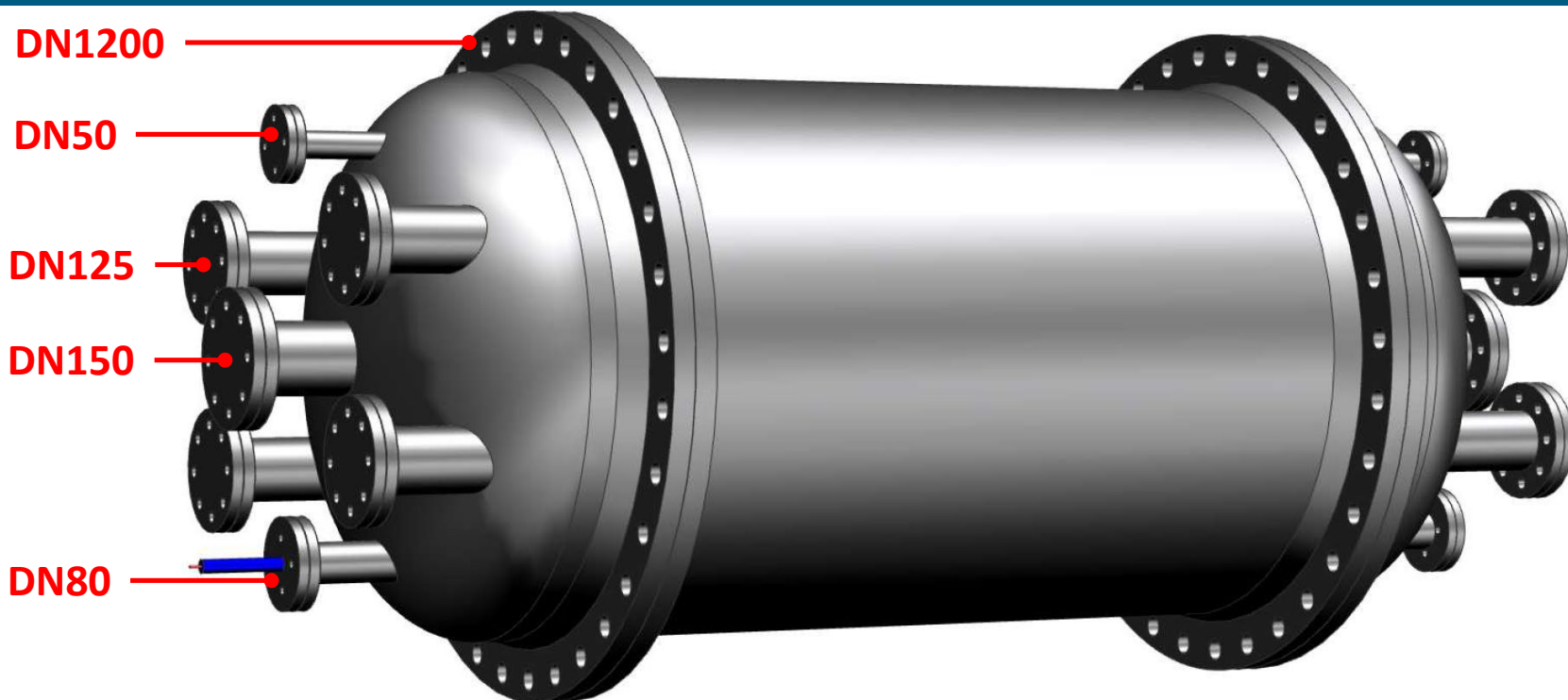
Four 14m*14m*130m halls
Total volume: ~300k m³

NvDEx实验概念设计



工作气压: ≤ 1.5 MPa

高压气腔设计



总长: ~ 3.22 m (2×0.73 m (2封头) + 1.76 m (桶部))

不锈钢腔体: 2×528.4 kg + 959.87 kg ~ 2 T

气腔筒体容积: ~ 1.085 m³ (工作区域)

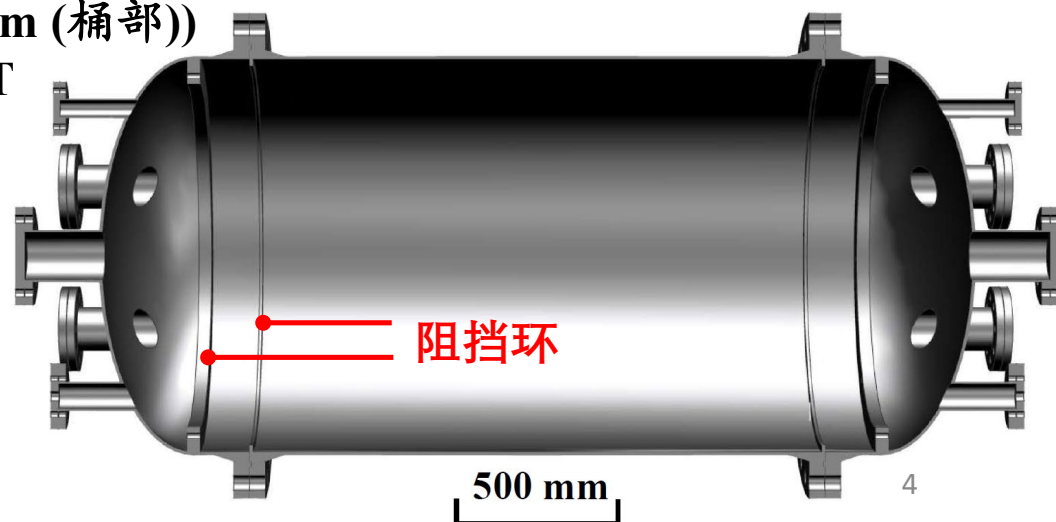
DN1200: 外径1485 mm, 内径1200 mm

DN50: 气路, 3.2 kg

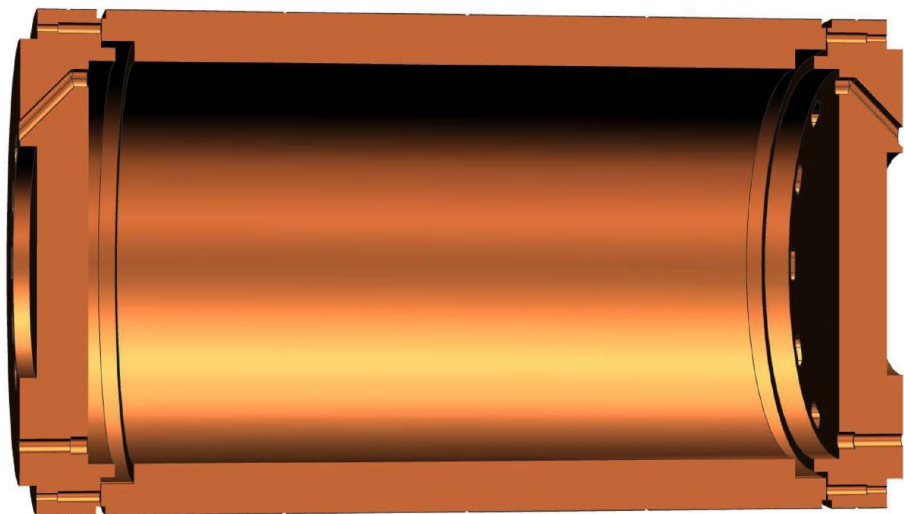
DN80: 高电压, 5.6 kg

DN125: 低电压(光纤), 10.8 kg

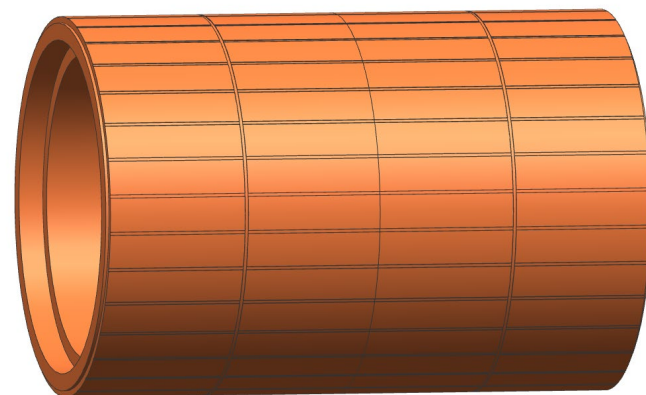
DN150: 真空, 14.6 kg



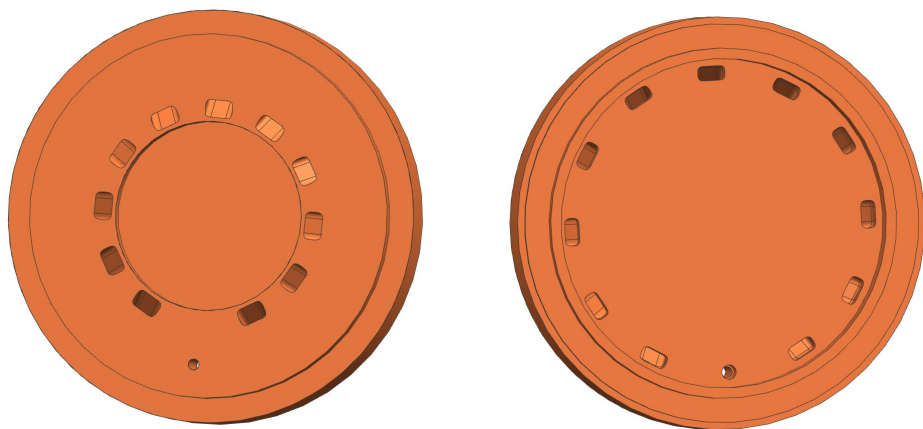
铜屏蔽体设计



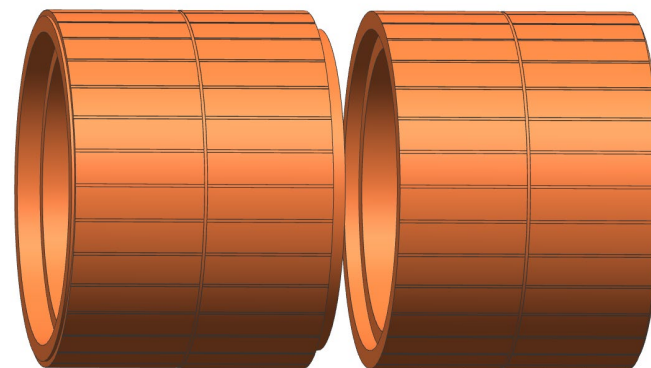
500 mm



长：1760 mm
壁厚：120 mm
质量：6104.8 kg
外径：1190 mm
内径：950 mm



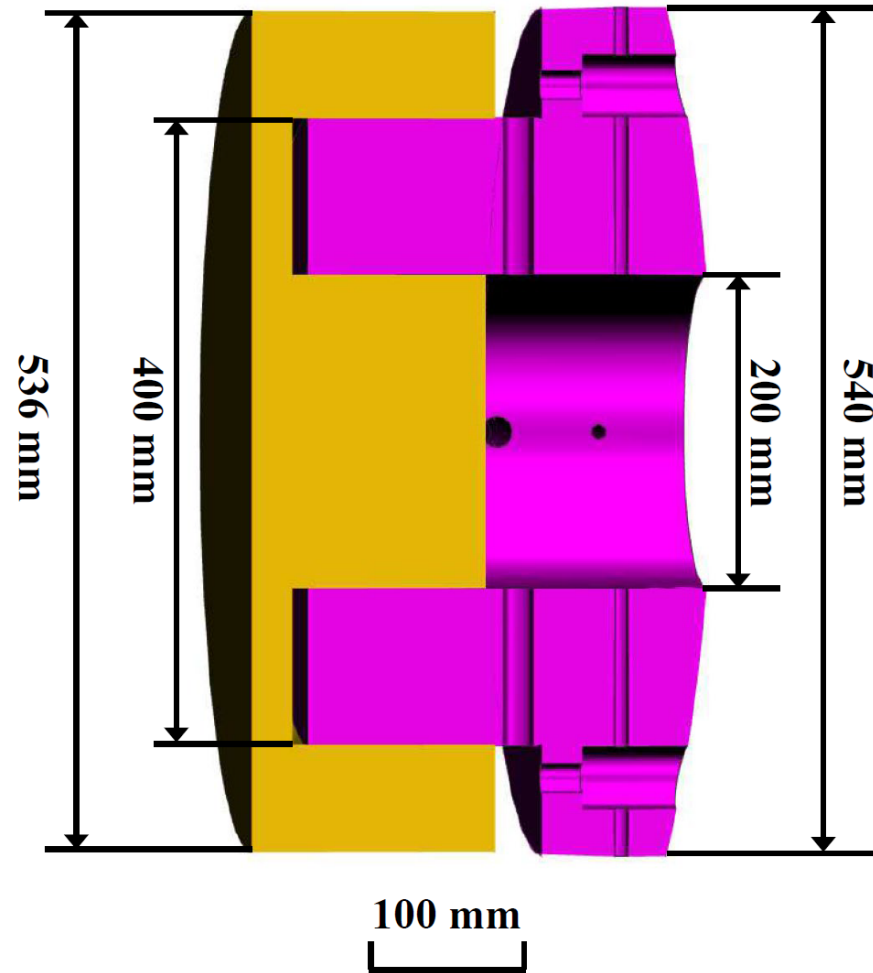
质量：1482.2 kg/pc
外径：1190 mm



3137.3 kg

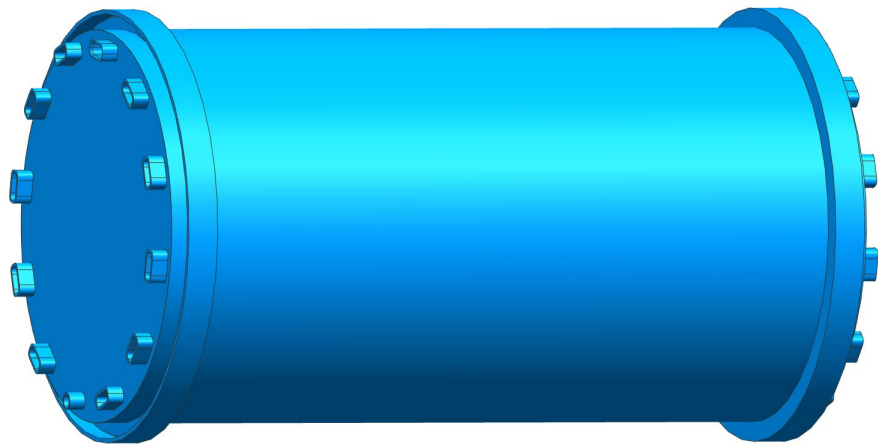
2967.5 kg

铜导热体设计



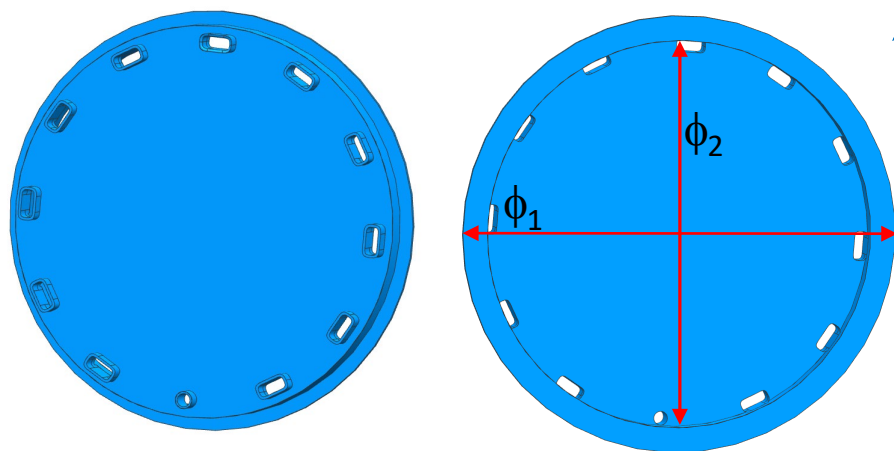
质量：~488.9 kg

HDP绝缘层与填充体设计



总长: 1810 mm
壁厚: 25 mm
质量: 205.3 kg

绝缘层



$\phi_1=1042$ mm; $\phi_2=946$ mm; 质量: 25.16 kg/pc



~254 kg

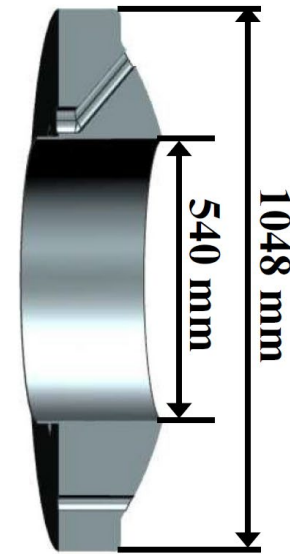


~157 kg

填充体



100 mm



1048 mm

540 mm

材料本底研究



ICP-MS检测方法

前处理步骤

1. 样品清洗
2. 样品刻蚀
3. 样品溶解
4. 共沉淀前处理
5. 标准加入法定量

材料	^{232}Th ($\mu\text{Bq/kg}$)	^{238}U ($\mu\text{Bq/kg}$)	检测单位	检测时间
Cu (桶部)	<1.07602	<2.04938	高能所	2022.4.13
Cu (桶部)	10.92	18.89	应物所	2023.4.11
Cu (端部)	0.34	<1.6949	应物所	2023.2.15
Cu (导热体)	4.43	6.63	应物所	2023.1.16
Pb (山东博创)	239.77	243.41	应物所	2022.9.30
Pb (武汉晟圆2-1)	251.81	274.38	应物所	2022.9.30
Pb (武汉晟圆2-2)	265.43	282.15	应物所	2022.9.30

复测中

Cu (NEXT100) ^{232}Th <4 $\mu\text{Bq/kg}$, ^{238}U <12 $\mu\text{Bq/kg}$, arXiv:1202.0721; doi:10.1088/1748-0221/7/06/T06001

德国铜: ^{232}Th = 1.344 ± 0.3259 $\mu\text{Bq/kg}$, ^{238}U = 8.337 ± 2.8619 $\mu\text{Bq/kg}$ (清华, 杨丽桃老师)

Aurubis NOSV: ^{232}Th <64 $\mu\text{Bq/kg}$, ^{238}U <200 $\mu\text{Bq/kg}$ (复旦, 马龙老师)

铜屏蔽体、铜导热体



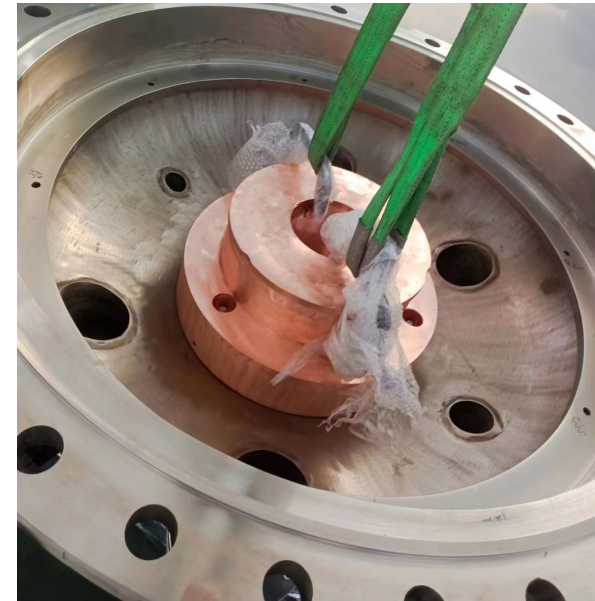
桶部铜屏蔽体



端盖铜屏蔽体



导热体研磨



导热体组装



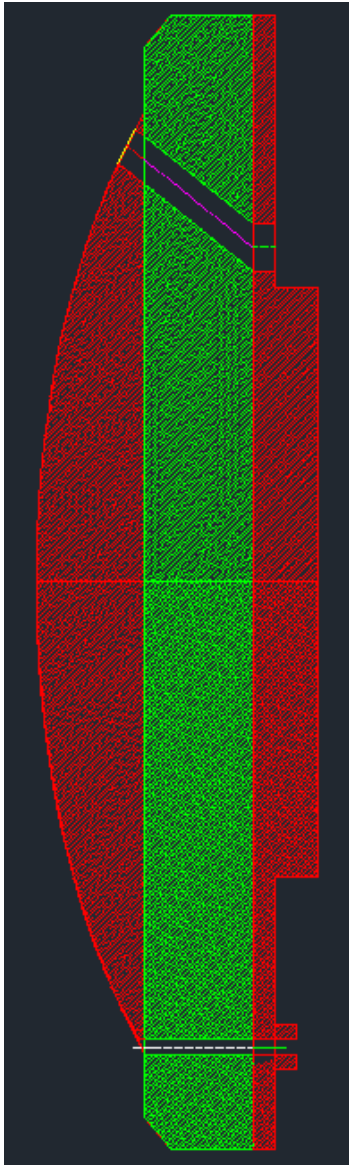
铜屏蔽体及铜导热体完成加工

冷却夹套



冷却夹套已完成焊接

POM填充体



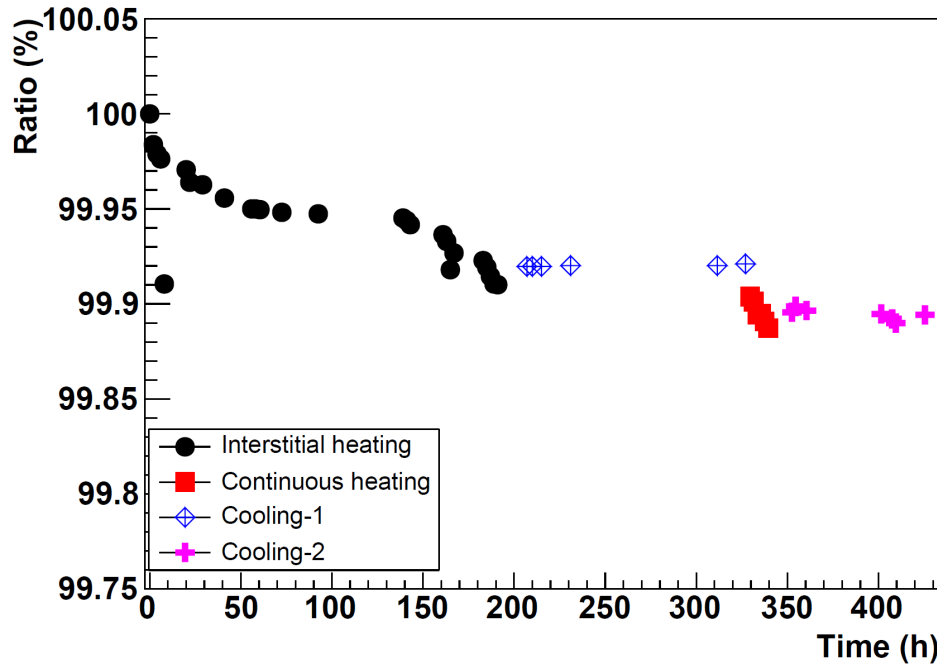
Material	Diameter (cm)	Thickness (cm)	Quantity
POM (Polyoxymethylene)	110	6	2
	110	10	2
	100	10	2

POM材料含水量约0.2%， SeF_6 遇水具有腐蚀性

POM填充体



120 °, 连续烘烤61.5小时, 密封包装



黑(红): 烘烤后测得的质量与初始质量之比
蓝(洋红): 未烘烤时测得的质量与初始质量之比

POM材料已完成烘烤与加工

高、低电压法兰



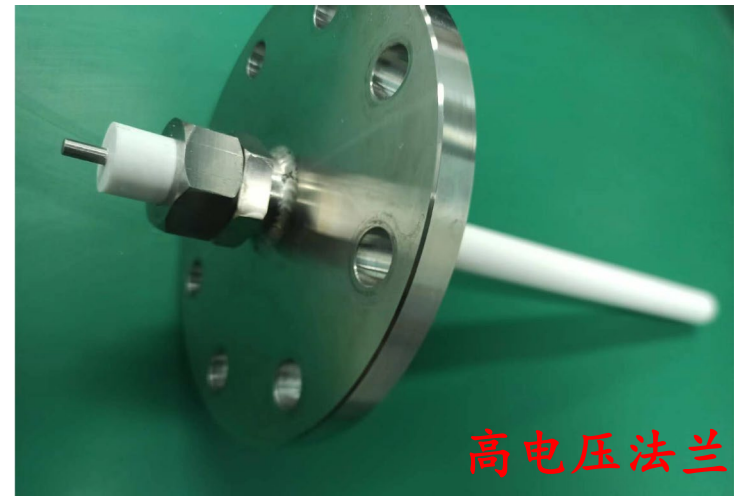
低电压双通



光纤双通



低电压：25路
光 纤：16路



高电压法兰

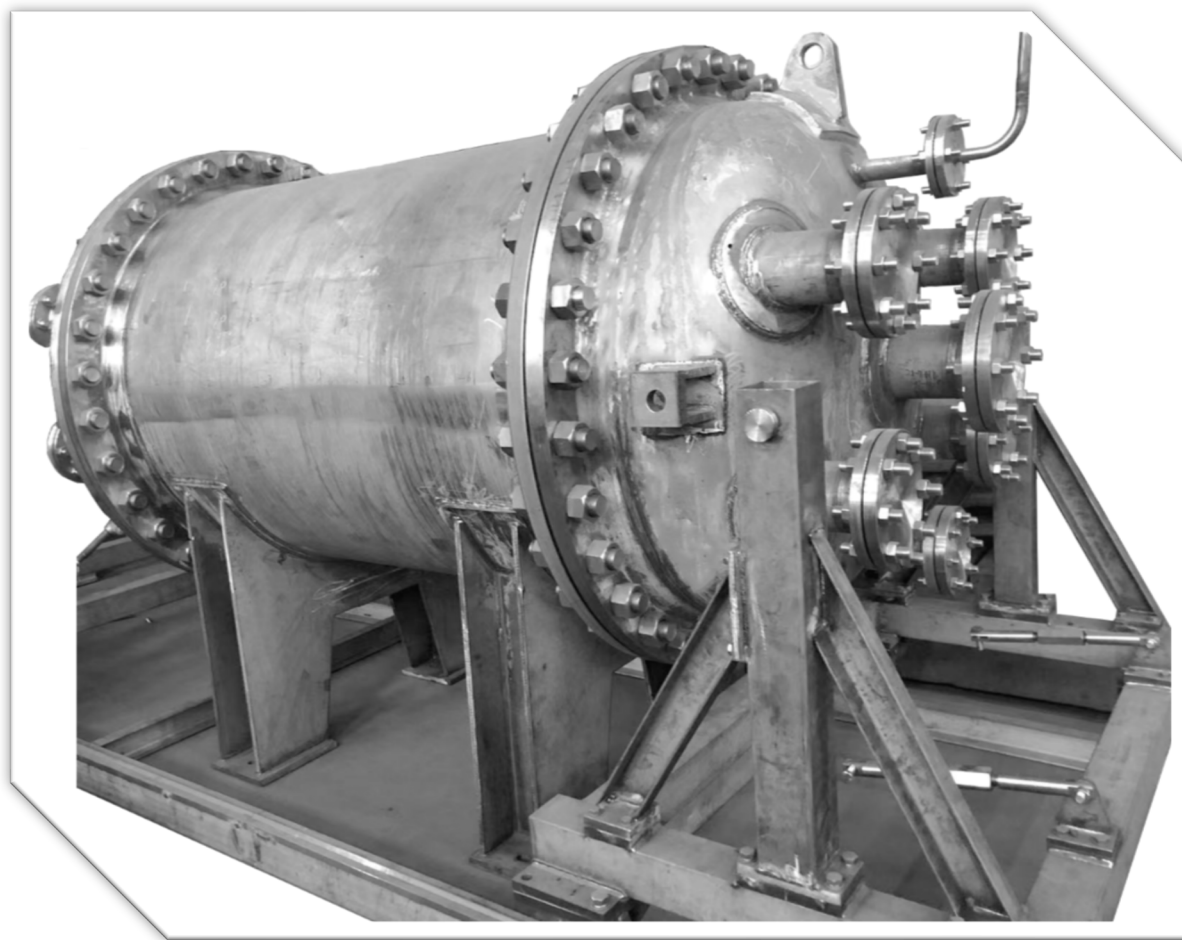
高、低电压法兰已完成加工

清洁与组装



部件清洁与组装工作正在进行中

高压气腔



腔体已完成加工及初步气密性测试(未组装内部工件)

密封性优化：减小法兰形变影响(高精度加工修复)，减小螺栓受力不均(扭矩扳手)

地面实验室



地面实验室已就绪，即将进行整体组装

总结

- 完成了高压气腔、铜屏蔽体和填充体等设计
- 完成了铜屏蔽体、导热体加工以及辐射本底检测
- 完成了填充体材料的采购、烘烤及加工
- 完成了高、低电压法兰的制作
- 各部件的清洁工作正在进行中
- 完成了地面样机所需实验室的建设

进一步的工作

- 高压气腔整体组装
- 开展高压气腔气密性检测
- 高压气腔与气路系统联调

谢谢!