

# CEPC探测器超导磁体预研进展情况

朱自安

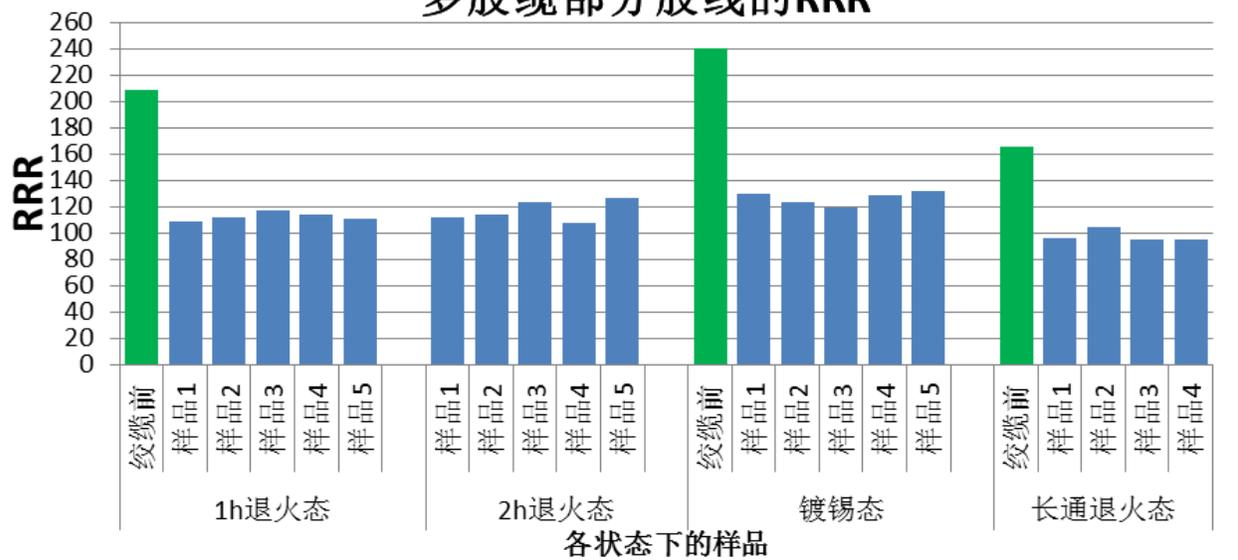
2016.11.4

# 要点

- 从股线到卢瑟福电缆的工作完成，从卢瑟福电缆到覆铝的研究正在进行
- 覆铝工艺考察及改进讨论、合同签订
- 大电流实验的超导接头工艺摸索
- 在液氮温区热虹吸实验基础上，开始摸索液氦温区的冷却
- 对Opera和ANSYS两种软件计算结果比较
- 下一步工作

# 完成从超导股线到卢瑟福电缆的研制

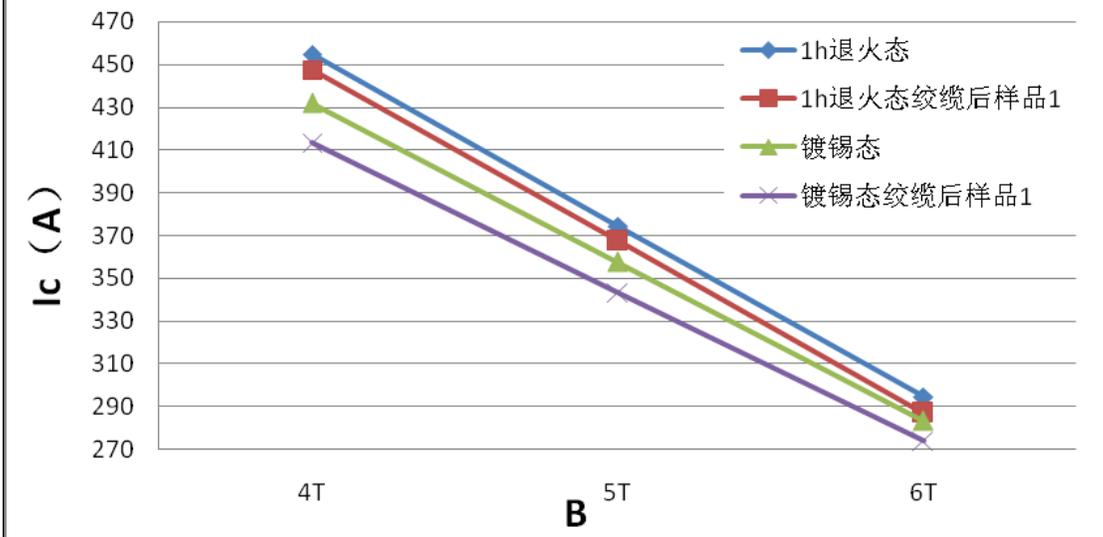
## 多股缆部分股线的RRR



## WTS测试结果

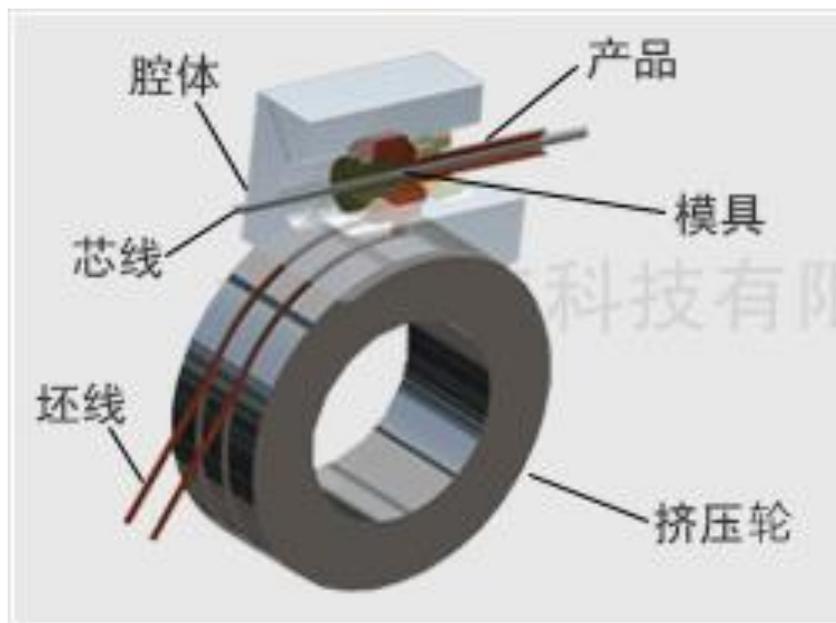
- 结论: 1. 绞缆前后 RRR值下降幅度约1/3.  
2. 所选用的节距越大, 绞缆过程对材料的 RRR值的影响越小。

## 绞缆前后Ic的变化

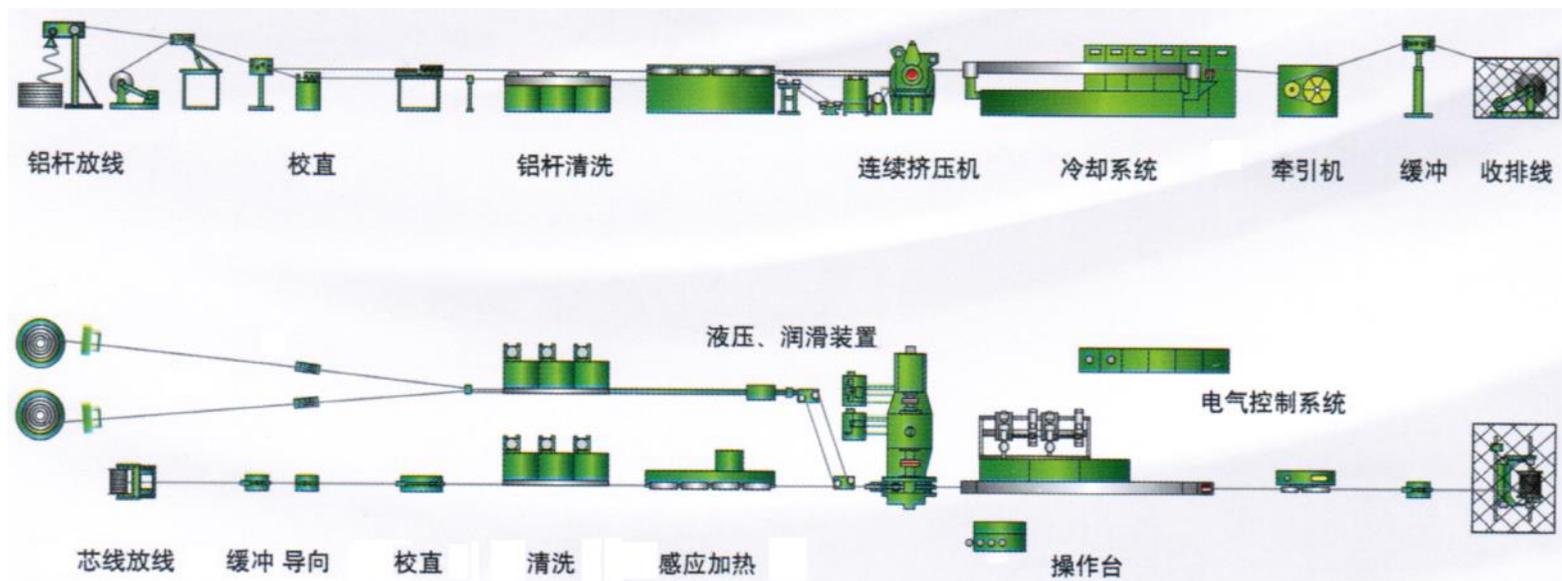


- 结论: 绞缆后Ic有所下降, 但下降幅度不大, 下降值为7~19A, 绞缆后股线的Ic退降<7%

# 卢瑟福电缆覆铝

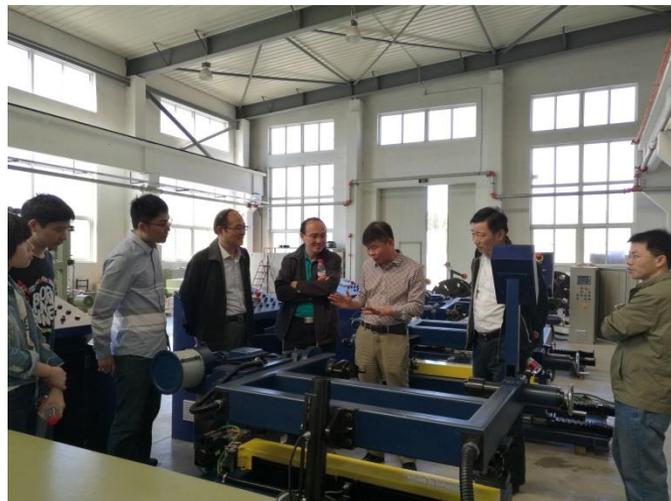


工艺原理图



生产线排布图

# 覆铝工艺考察及改进讨论：朱自安、牟智慧、侯治龙、袁野



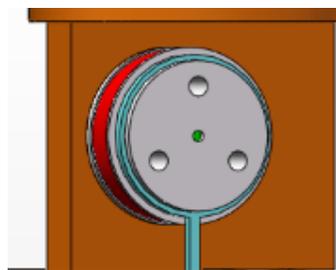
大连康丰科技有限公司（大连交通大学）  
连续挤压教育部工程研究中心  
连续挤压和连续包覆技术

# 超导接头载流能力测试

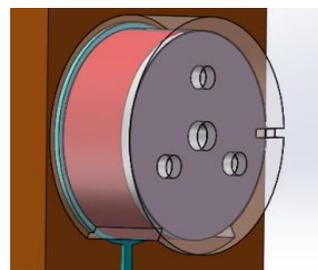
超导电缆Ic电流大，采用无液氦冷却闭环测量，需  
要将每根股线用超导接头形成闭环

基于以前MRI超导磁体冷压接头，一致性不好，需  
摸索新的接头工艺

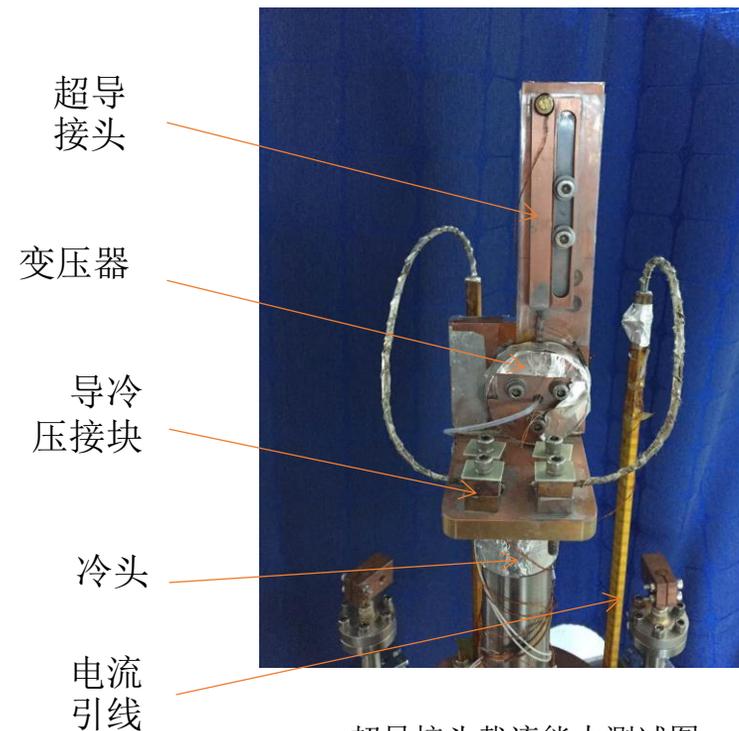
- 目前测得接头在零场下载流能力270A，目标是600A
- 比较了冷压焊、扩散焊，在改进中



(a) 改进前变压器设计方案



(b) 改进后变压器设计方案



超导接头载流能力测试图

# 虹吸冷却研究工作进展

## 虹吸回路与制冷机的连接

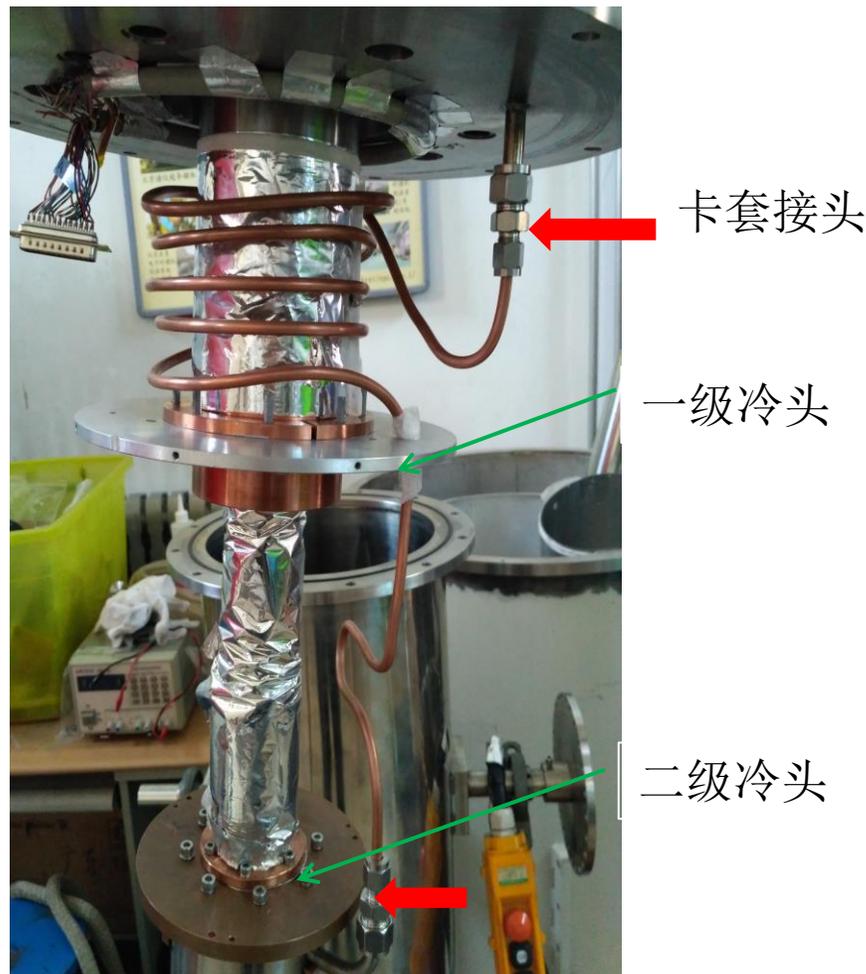
输气管路

材料：紫铜管

外径6mm，长1m

密封：采用卡套变径接头与10mm不锈钢管连接

热阻：在一级冷头处布置两个温度节点，降低导热漏热



张宝堂、王美芬

# 热虹吸冷却实验装置

由虹吸管路、  
真空机组、绝热  
系统、数据采集  
系统组成。



# 热虹吸实验出现的问题

充入的常温氦气难以液化，无法获得足够的液氦进行实验；  
目前实验只有少量液氦生成，回路最低温度4.0K（回路最低点存有液氦），回路上部温度在6~8K，实验杜瓦的压力 $10^{-5}\text{Pa}$ ；

分析及改进：

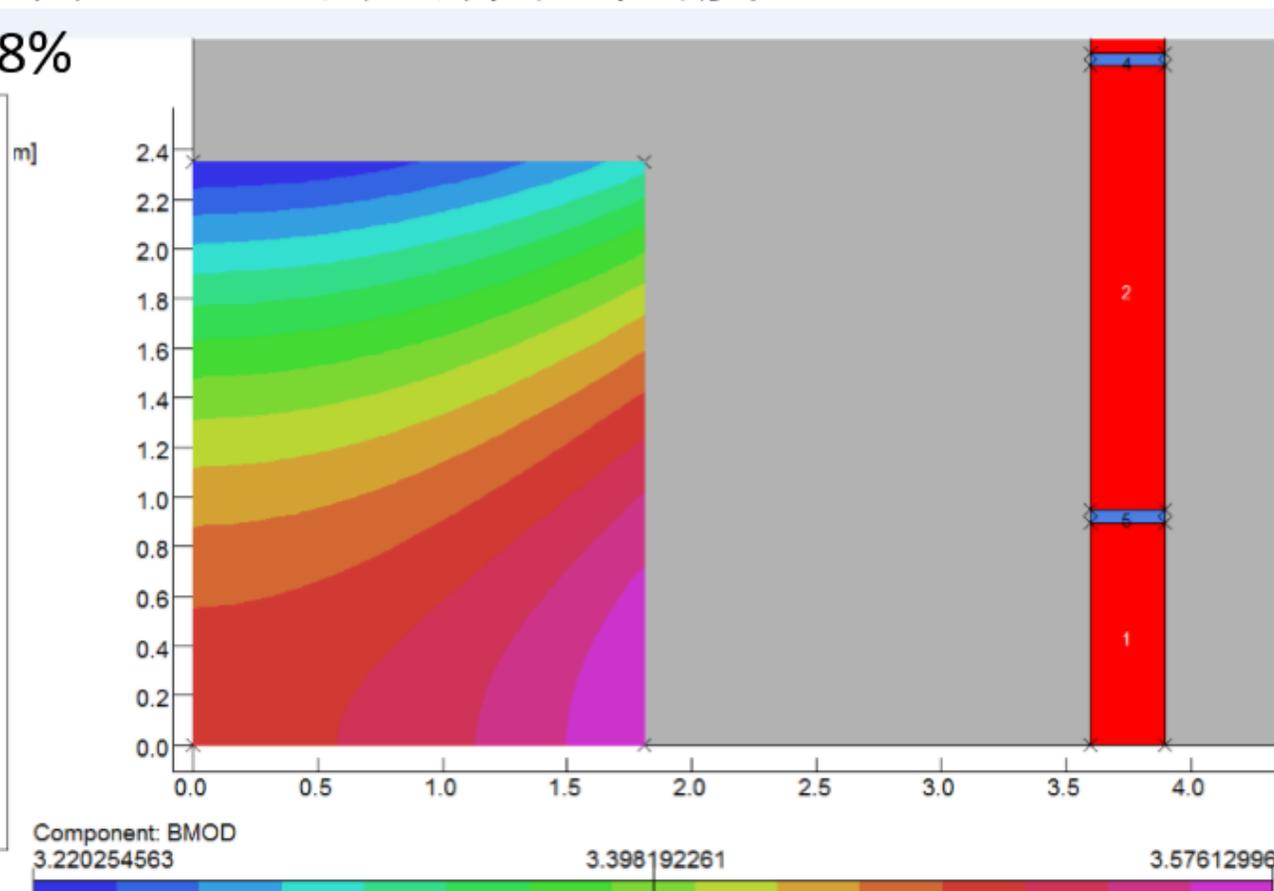
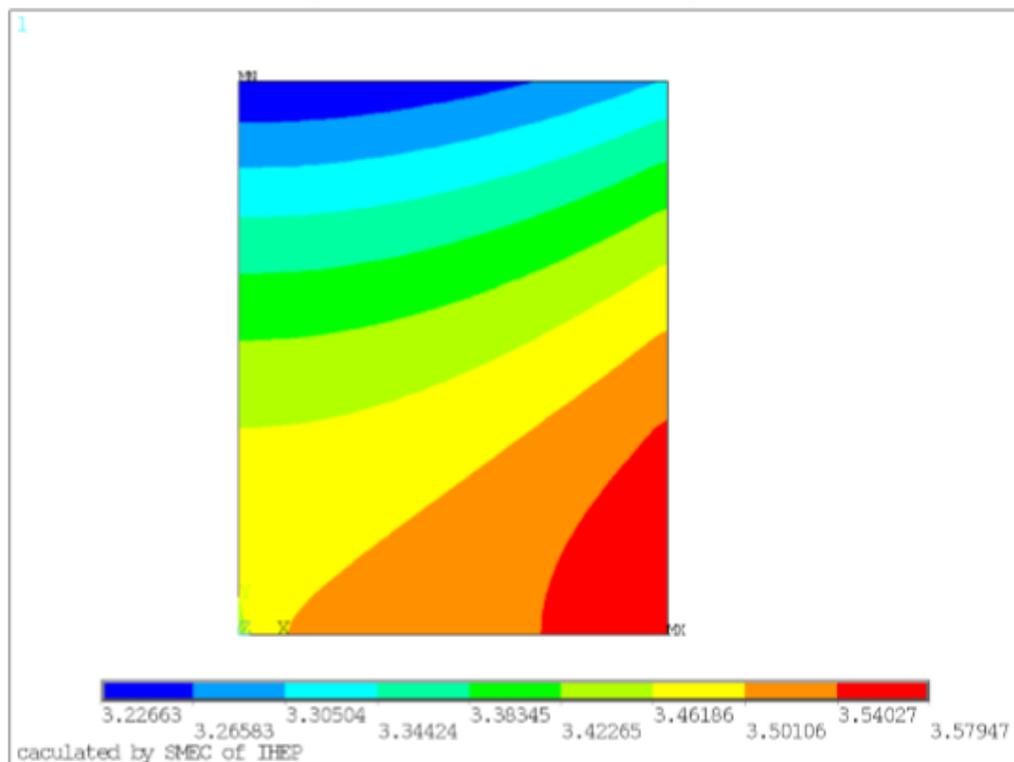
没有充分利用一、二级气缸回热冷量和一级冷头的冷量，使得常温氦气在到达冷凝器时未充分预冷，携带热量大，而二级冷头制冷量较小（1.0~1.5W），从而难以液化，一级冷头50K@40W，故可充分利用一级冷头的冷量。

通过理论计算得出总的辐射漏热量为4.3W，且主要集中在环境和一级冷屏上，二级热辐射较小。

因此，输气管路要紧密地盘绕在一、二级气缸和冷头上，增加一级气缸换热器和二级气缸换热器。

# Ansys与Opera磁场不均匀度对比:

- 探测器径迹区（轴向4.7m，径向3.62m）的磁场不均匀度
- Ansys为10.1%，Opera为10.178%



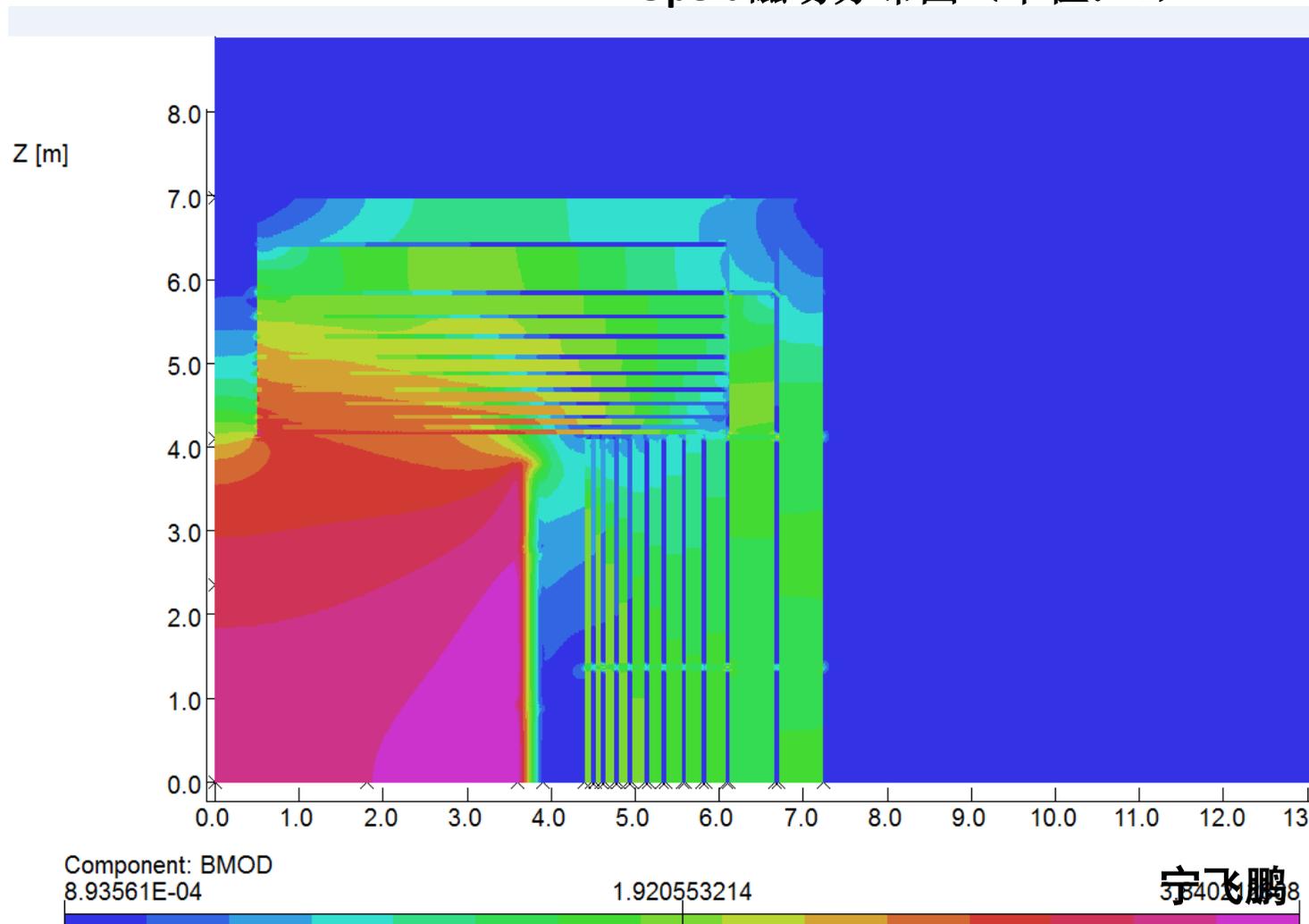
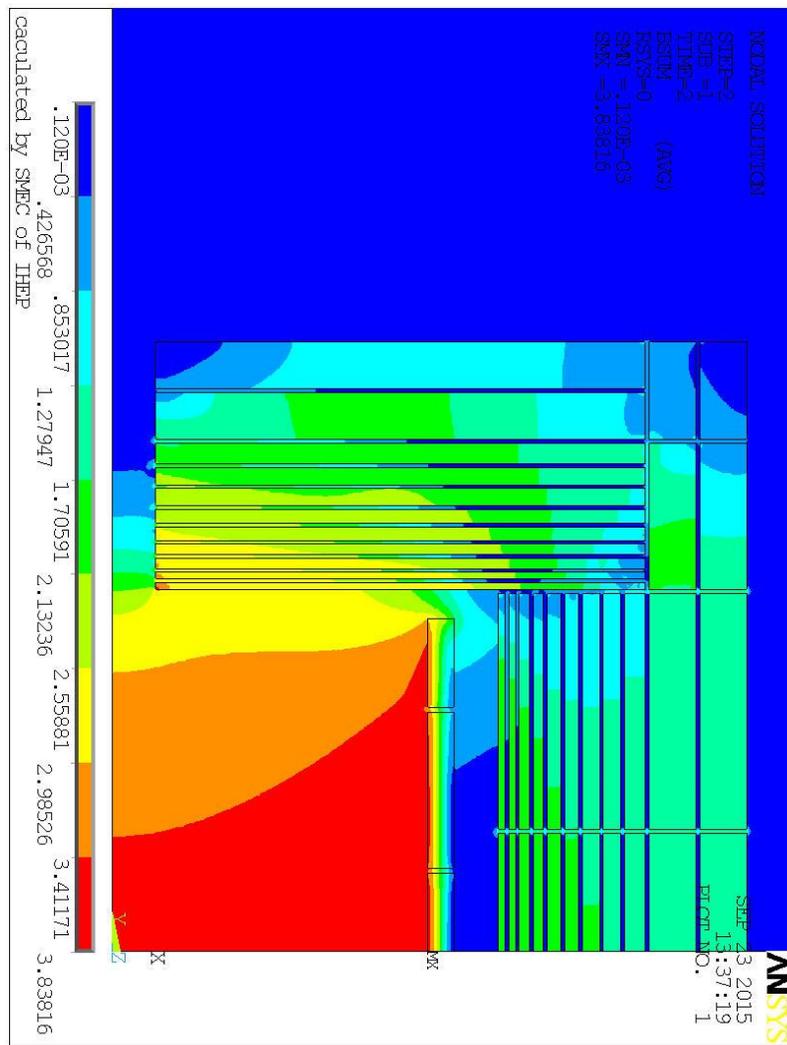
Opera和ANSYS两种软件的计算结果，一致性好于千分之一

# Ansysis与Opera磁场分布：

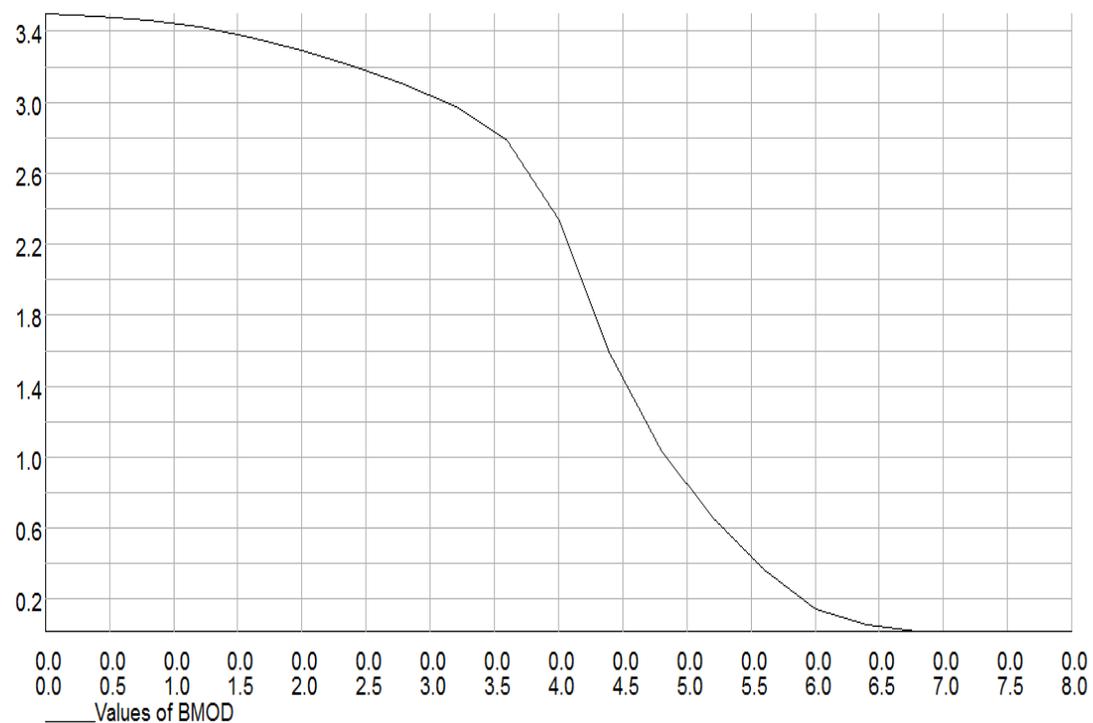
磁场分布：中心磁场Ansys: 3.500T, Opera: 3.4966T

Opera磁场分布图（单位：T）

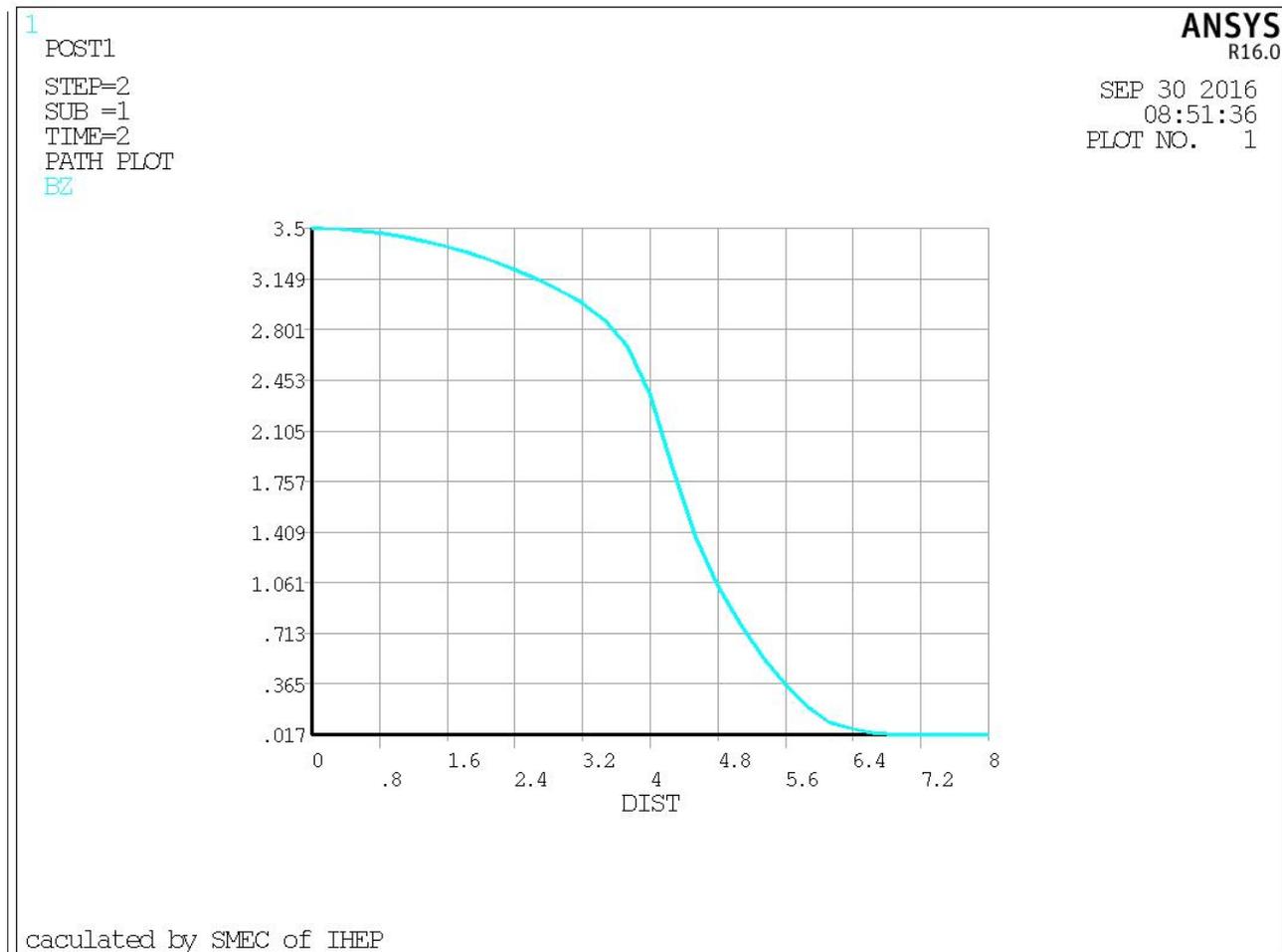
Ansysis磁场分布 (T)



# Ansys与Opera磁场分布：



Opera模拟结果



Ansys模拟结果

# 下一步工作

- 继续超导股线接头性能、液氦温区热虹吸实验
- 设计背景场超导磁体以及相应杜瓦，为最终性能测量做准备
- 基于铜线覆铝工艺基础，研究超导线覆铝工艺