



# 兰州彭宁离子阱 无磁铁shoot through调试结果

王均英，黄文学，田玉林，王永生  
孙宇梁，赵建民，徐珊珊，肖国青

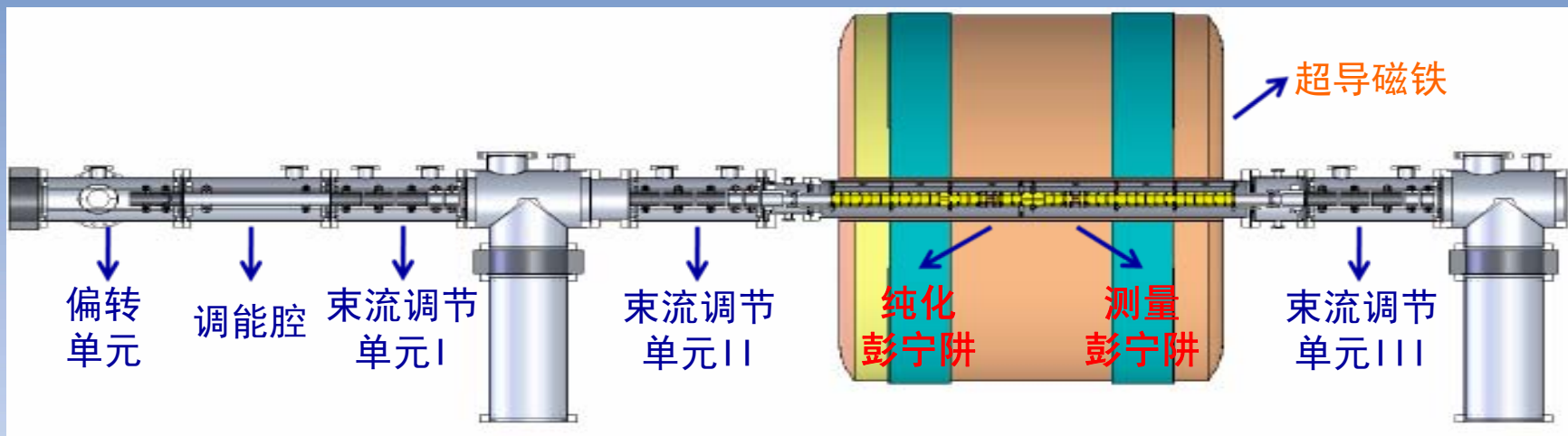


# 内容提要

- **LPT概述**
- **LPT研制过程回顾**
- **无磁铁shoot through调试**
  - 条件
  - 过程
  - 结果
- **总结**



# 兰州彭宁离子阱LPT概述



## LPT (Lanzhou Penning Trap)

In order to start high precision mass measurement by Penning Trap in China

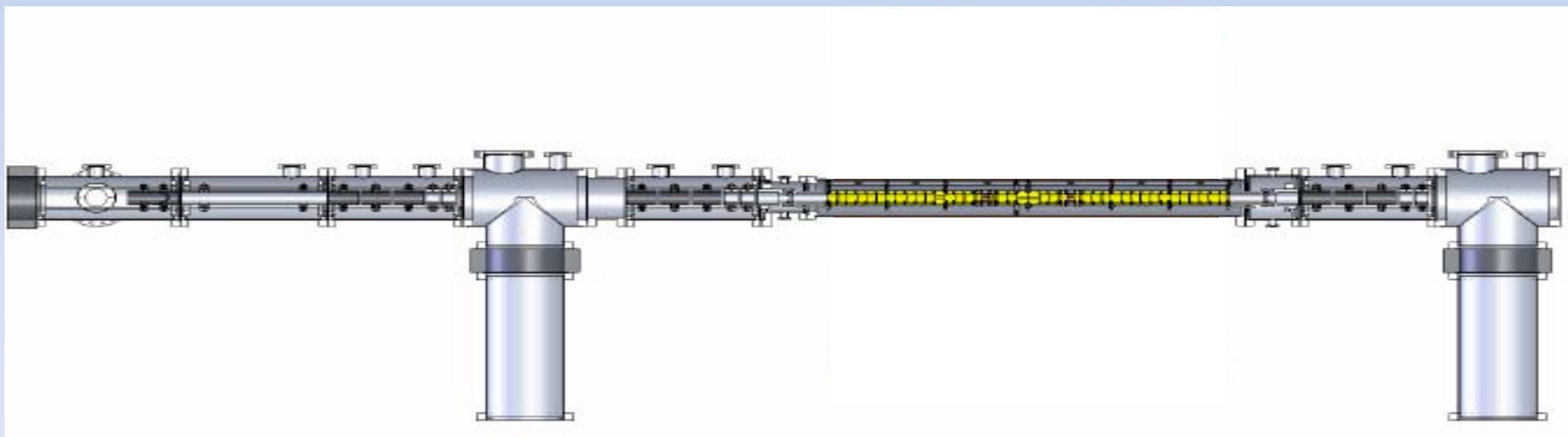
Main goal:

to perform direct mass measurements on fusion-evaporation residues possibly including heavy isotopes.



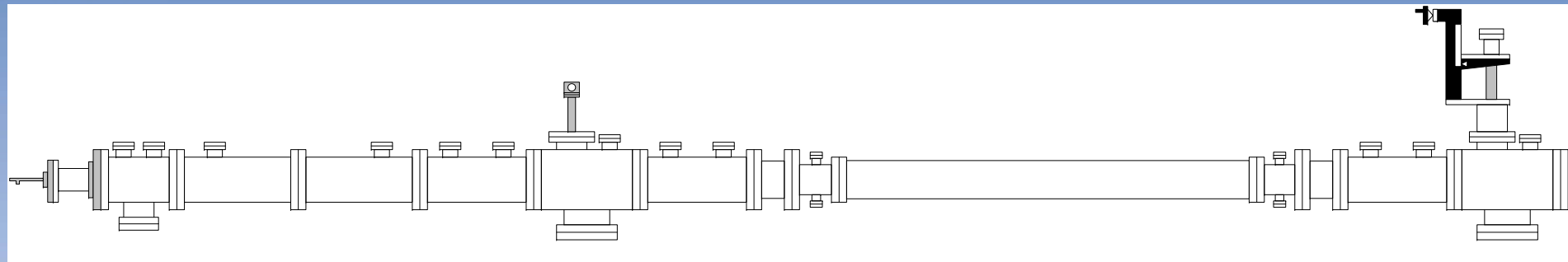
# LPT研制过程回顾

- ❖ 完成计算机模拟、机械设计（2009）
- ❖ 完成各零部件加工与安装（2011）
- ❖ 完成束线总体安装（2012）
- ❖ 完成束线的准直与微调（2013）
- ❖ 完成探测器及其配件的制作与测试（2013）
- ❖ 实现束线的无磁铁shoot through（2014）





# LPT shoot through 调试条件



❖ 真空系统

❖ 离子源系统

离子源束  
流传输

❖ 探测系统

偏转器

调能腔

束流调节单元  
I

FC

四通泵室I

束流调节单  
II

分子泵1

❖ 控制系统

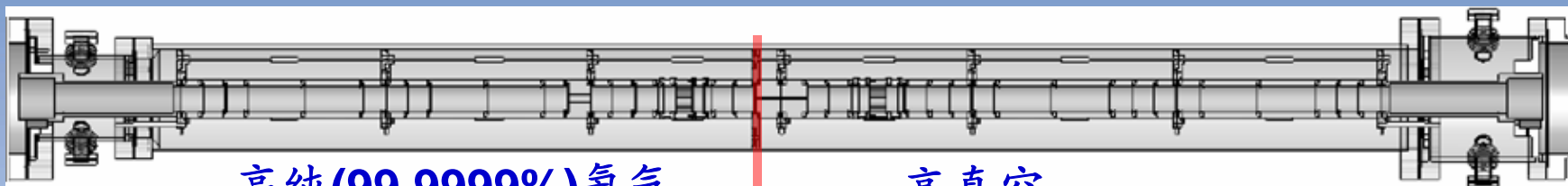
分子泵2

❖ 激发系统

❖ 超导磁铁

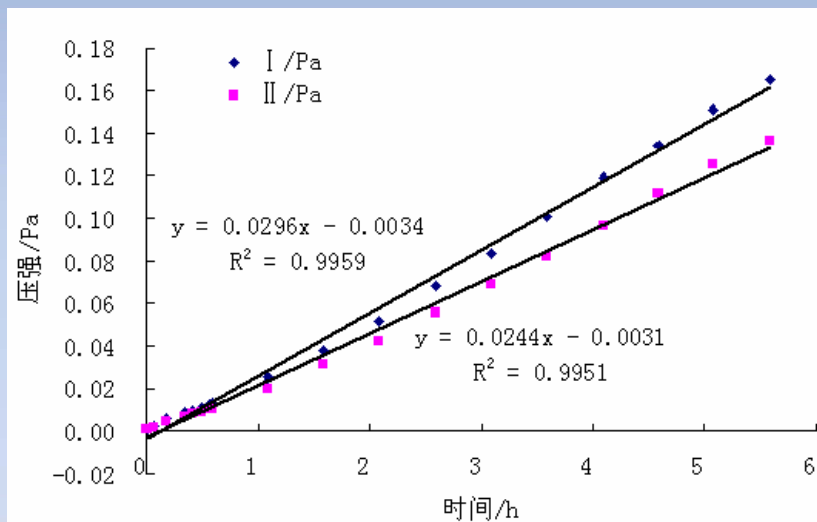
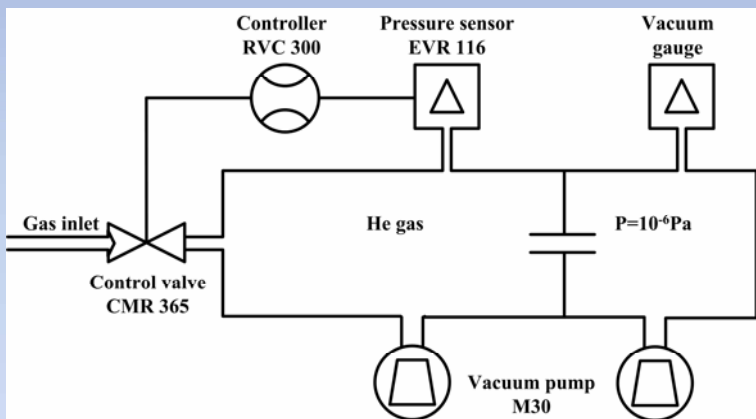


# 调试条件-真空系统



高纯(99.9999%)氦气

高真空

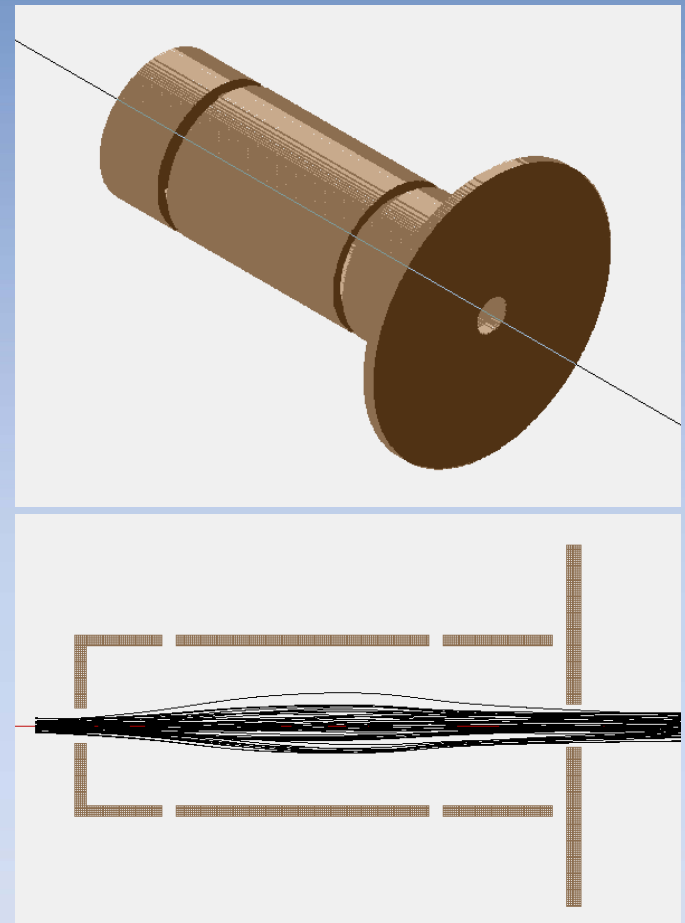
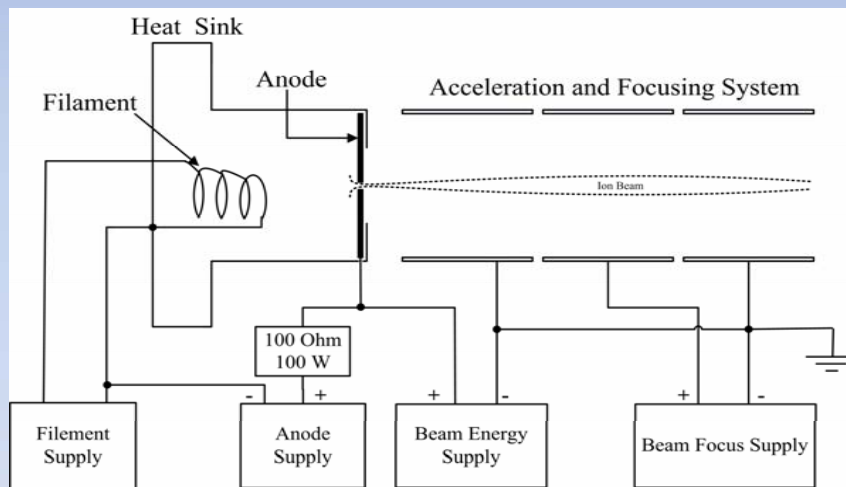
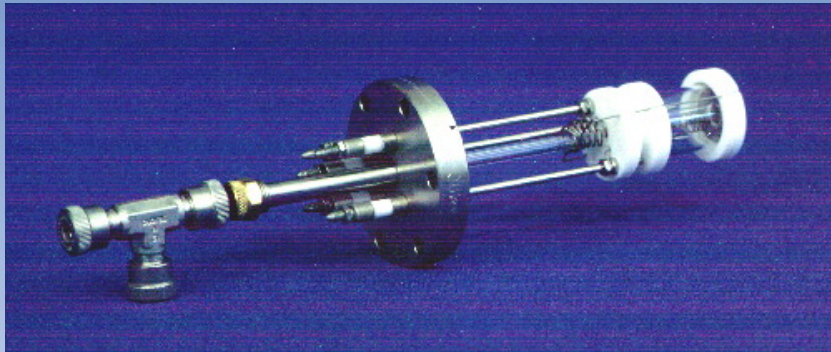


- ❖ 要求高真空，当前最高为  $6.08 \times 10^{-6} \text{Pa}$
- ❖ 要求漏气、材料出气极小，不能影响高纯氦气的纯度

- ❖ 压升率  $< 0.03 \text{Pa/h}$
- ❖ 差分效果：明显， $P_I/P_{II} \sim 30$



# 调试条件-离子源系统



❖ 离线调试

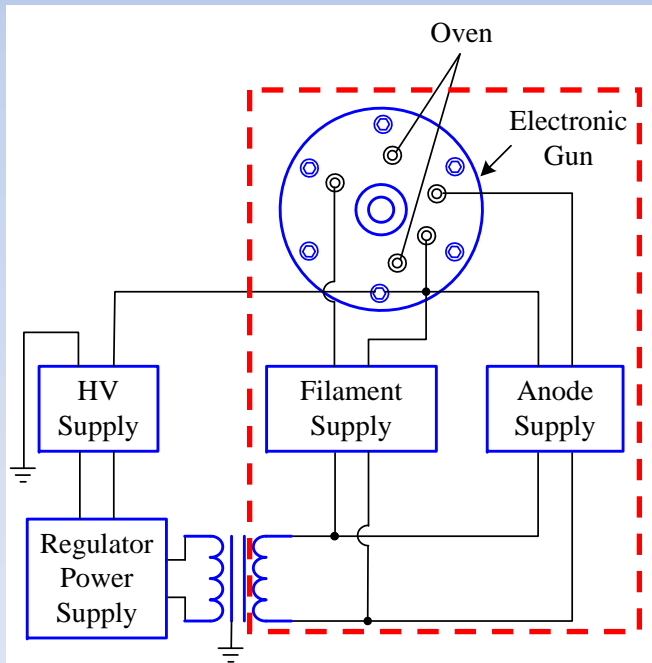
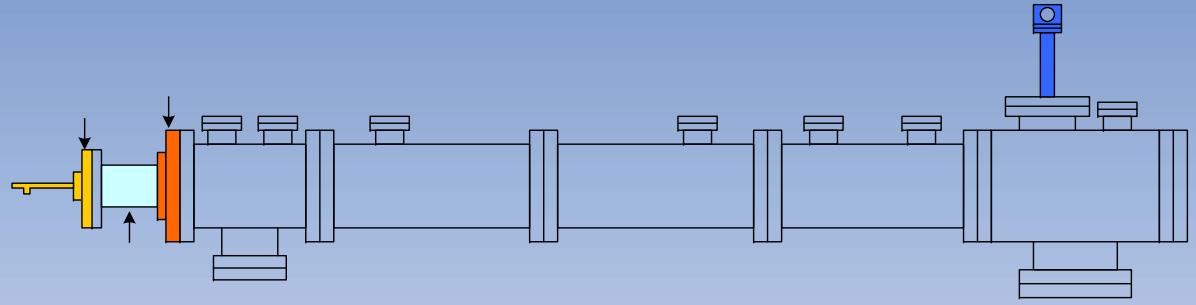
❖ 参考离子

❖ 碱金属离子

❖ 惰性气体离子



# 调试条件-离子源系统



转接法

Heat Sink

- ❖ 离子种类与能量:  $^{40}\text{Ar}^{1+}$ , 100 eV
- ❖ 起弧电流 (灯丝电流):  $>10\text{ A}$
- ❖ 阳极电压: 110 V
- ❖ 引出电压: 100 V

陶瓷管道





# 调试条件-探测系统

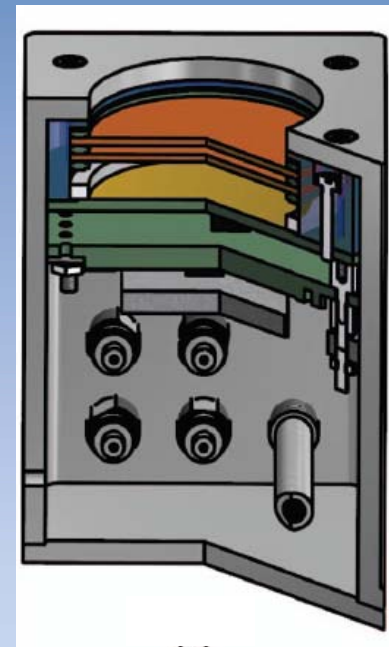
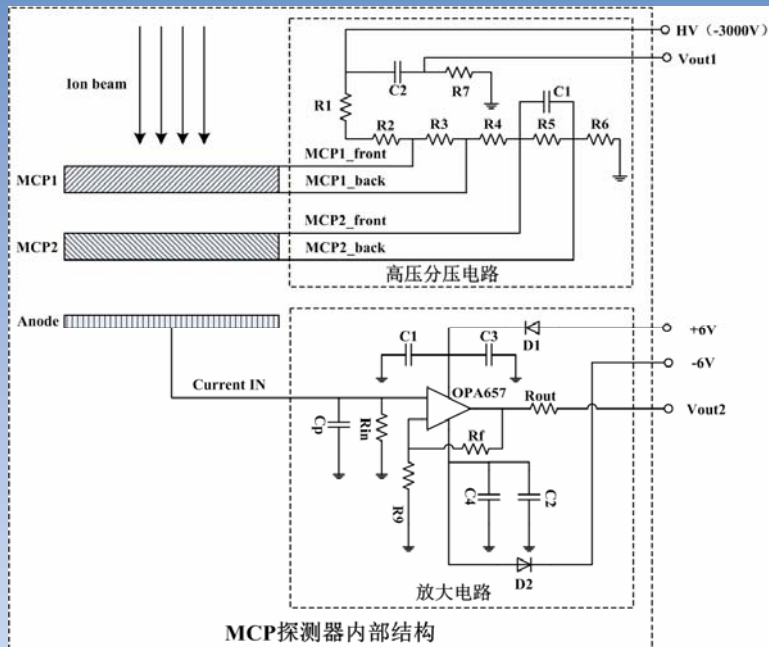
## ❖ MCP

❖ 上升时间5ns

❖ 材料:

烧结陶瓷

KAPTON线



## ❖ FC

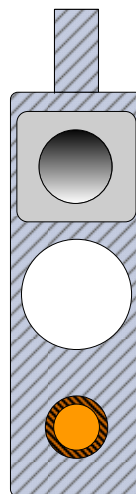


Φ 31m

m

Φ 48mm

Φ 20mm





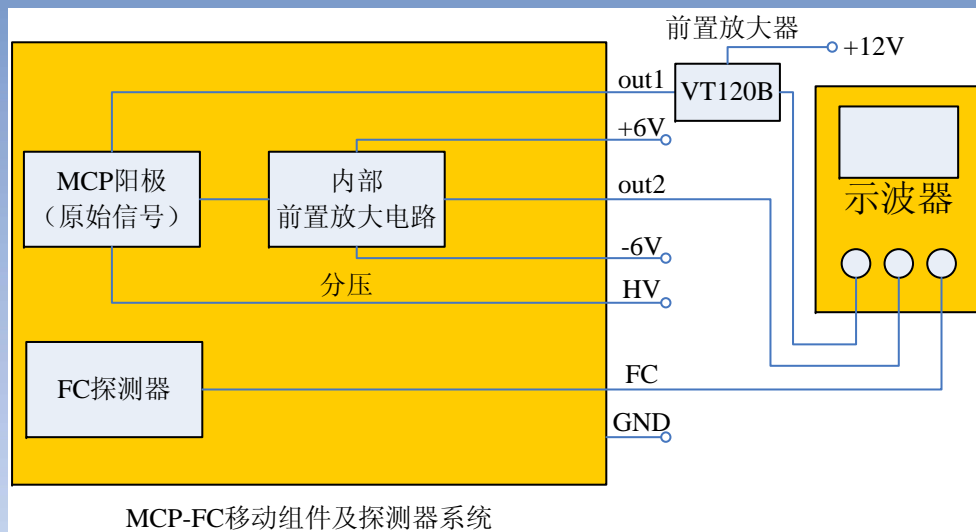
# 调试条件-探测系统

## ❖ MCP测试信号源:

近端真空规管产生的等  
离子体

## ❖ Out2信号上升时间6 ns

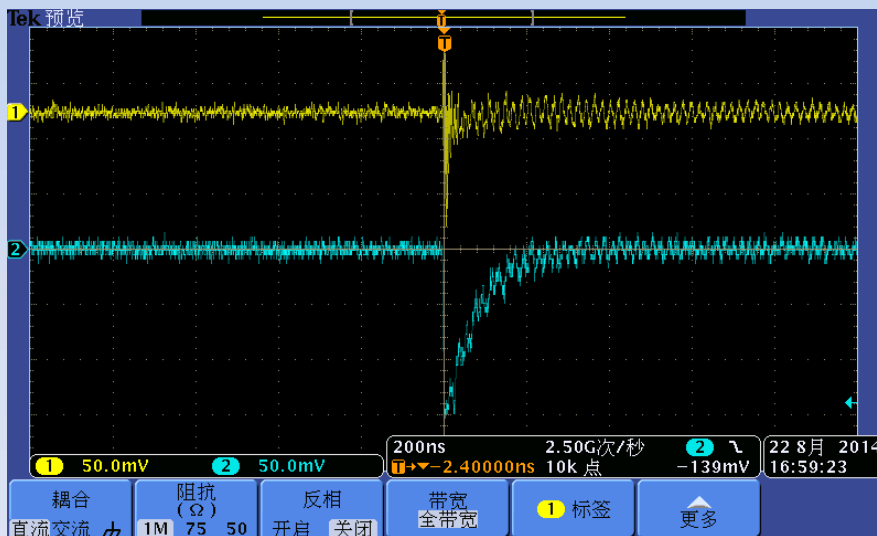
脉冲宽度200 ns



out1

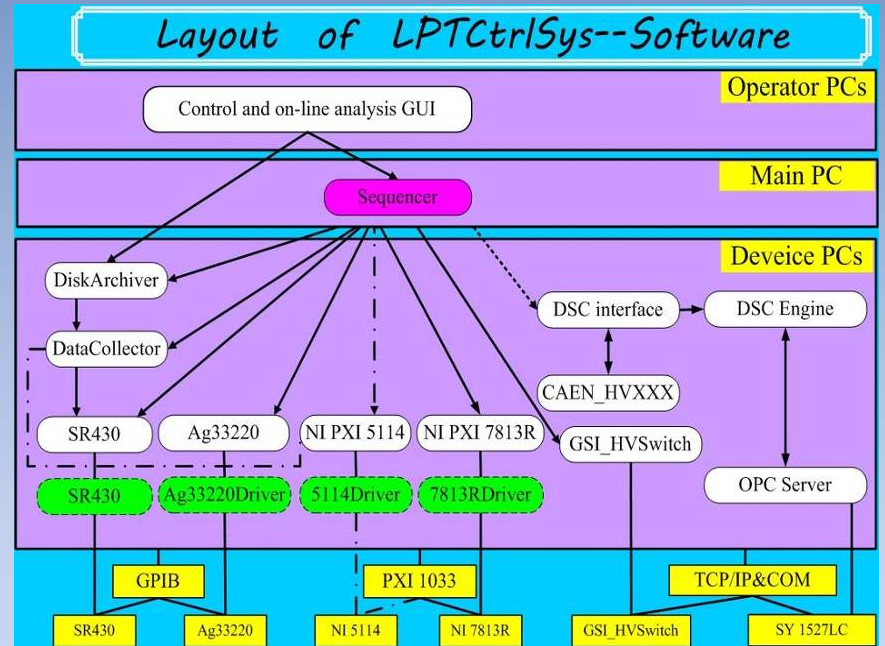
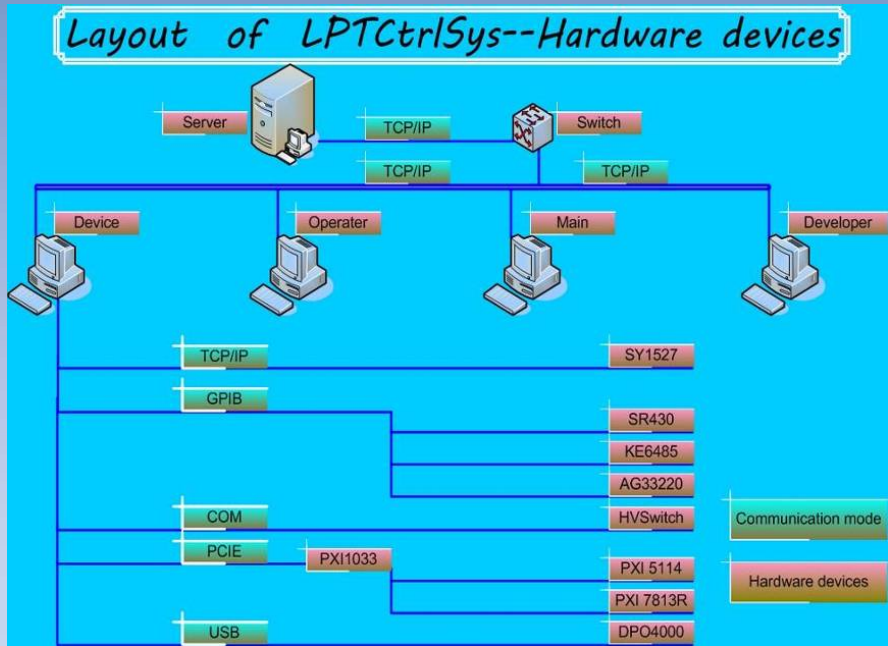
out2

(阳极高压  
-2750V)





# 调试条件-控制系统

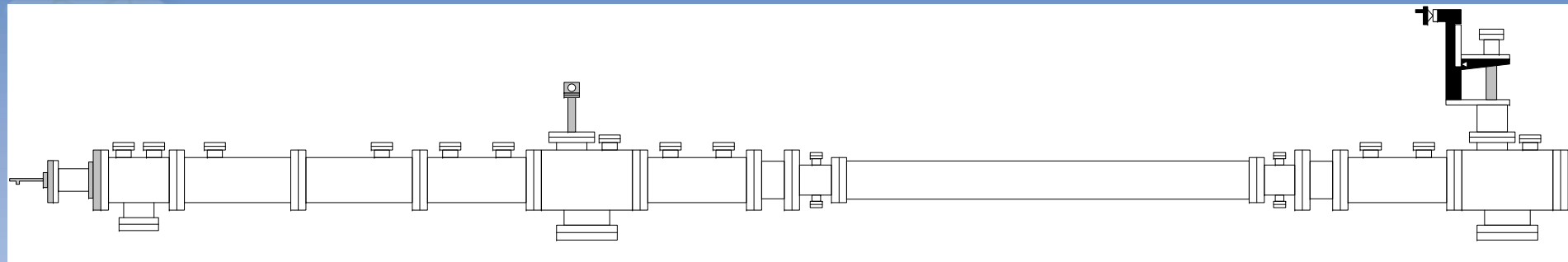


- ❖ 安全
- ❖ 稳定
- ❖ 精确
- ❖ 灵活

- ✓ 远程控制
- ✓ 测量时序
- 在线监测
- 数据获取



# 调试过程



❖ FC监测强度

❖ 分段调试，  
离子源束流传输  
逐级加电

❖ 核心部分：分子泵1

未加激发电  
压，作为透  
镜

LPT无磁场shoot through调试电压设置表

离子种类： $^{40}\text{Ar}^{1+}$       离子能量：100eV

单元名称	电极编号	调试电压 (V)	偏转电压
离子源束流传输	IS-T-1	0	
	IS-T-2	90	
	IS-T-3	0	
偏转器	IS-D-1, 2, 3, 4	0	20V
调能腔	调能腔	130	
束流调节单元 I	束调 I -E-1	-600	
	束调 I -E-2	0	
	束调 I -E-3	-600	
	束调 I -D <sub>1</sub> -1, 2, 3, 4	0	80V
	束调 I -D <sub>2</sub> -1, 2, 3, 4	0	
束流调节单元 II	束调 II -E-1	-600	
	束调 II -E-2	-450	
	束调 II -E-3	-600	
	束调 II -D <sub>1</sub> -1, 2, 3, 4	0	80V
	束调 II -D <sub>2</sub> -1, 2, 3, 4	0	

纯化离子阱	PB0	-170	
	PB1	-200	
	PB2	-320	
	PB3	-360	
	PB4	0	
	PB5	0	
	PEU1	-200	
	PCU1, 2, 3	0	
	PR1-8	0	
	PCD1, 2, 3	0	
测量离子阱	PED1	-200	
	MB1	0	
	MEU1	-200	
	MCU3, 2, 1	0	
	MR1-8	0	
	MCD1, 2, 3	0	
	MED1	-200	
束流调节单元 III	MB2-10	0	
	束调 III -E-1	-600	90V
	束调 III -E-2	-450	
	束调 III -E-3	-600	
	束调 III -D <sub>1</sub> -1, 2, 3, 4	0	
束调 III -D <sub>2</sub> -1, 2, 3, 4	0		



# 调试结果

## ❖ FC+PA表监测束流强度



当关闭离子源，或者加偏转电压时，无信号



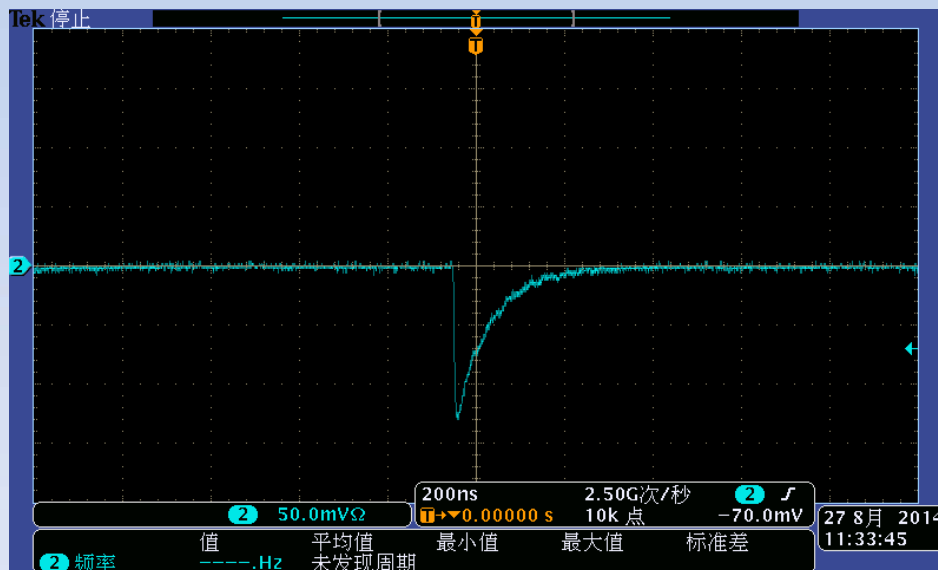
*Shoot through!*

## ❖ MCP+数字示波器监测信号

❖ 四通泵室I处法拉第筒

$$I_{FC} = 1.5 \text{ nA}$$

❖ 四通泵室II处Out2信号，  
上升时间约8.2ns，脉冲  
宽度约200ns





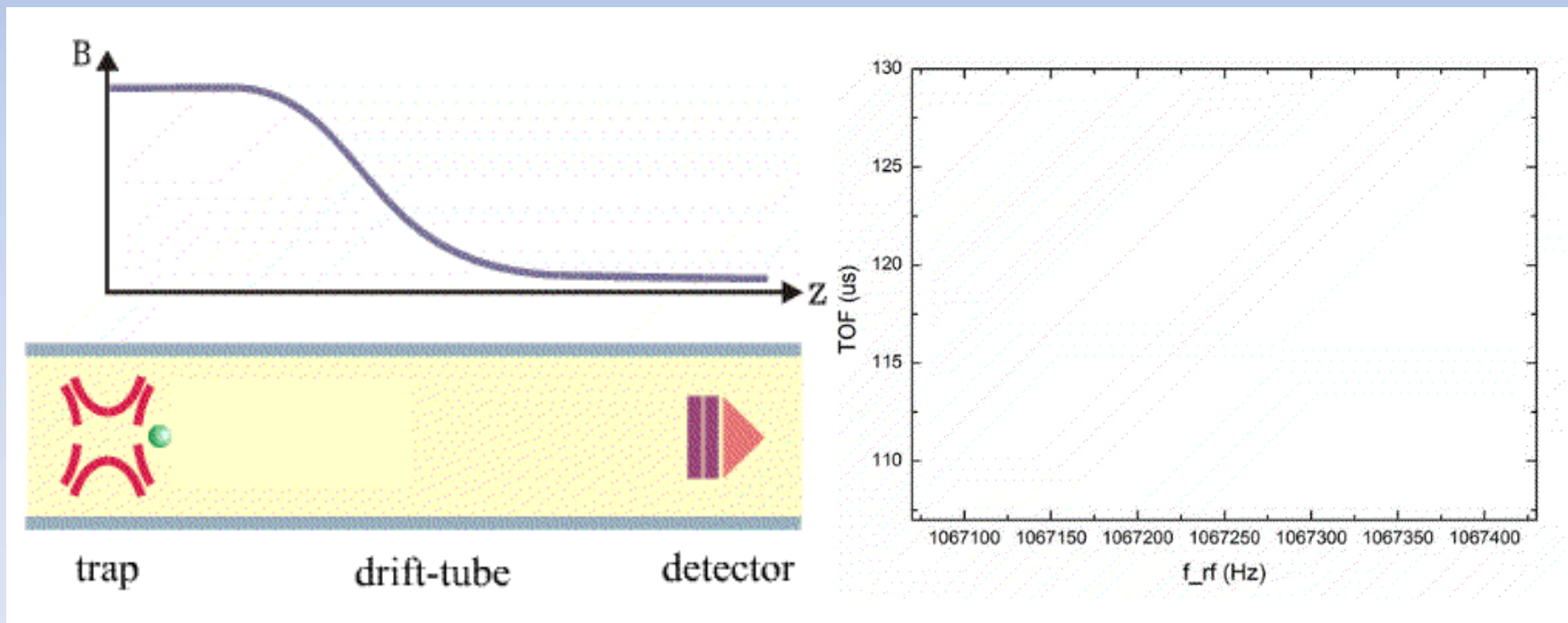
# 总结

完成建造 → 无磁铁调试 → 整体调试 → 在线运行 → .....



除激发系统外相关配套器件均正常工作!

为后续总体调试乃至在线运行奠定了基础!





谢谢大家！