



西安交通大学

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

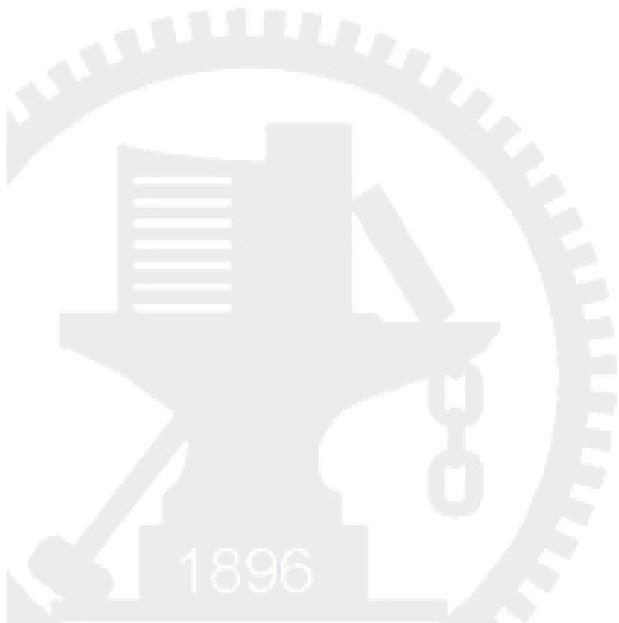
MCNP模拟I-129嬗变靶件内放射性分布不均匀性对探测效率的影响

熊彦 贺朝会

2012.8.16

核科学与技术学院

School of Nuclear Science and Technology



I-129是一种长寿命裂变产物，半衰期 $1.5 \times 10^7 \text{a}$ ，毒性大，活动性强，需要进行嬗变处理

嬗变效率是衡量嬗变经济性的指标。在**I-129**嬗变实验中，需要比较准确地测量嬗变效率

低能 γ 谱方法是测量**I-129**嬗变效率的一种方法。采用此方法时，准确确定探测效率是关键



体源内放射性分布的均匀性对探测效率有一定影响，
通过模拟的方法，计算**I-129**嬗变靶件内放射性分布
不均匀性对探测效率的影响程度



- 修正探头**MCNP**模型的参数
- 计算几种极限分布情况下的探测效率
- 计算几种假设分布情况下的探测效率
- 结论



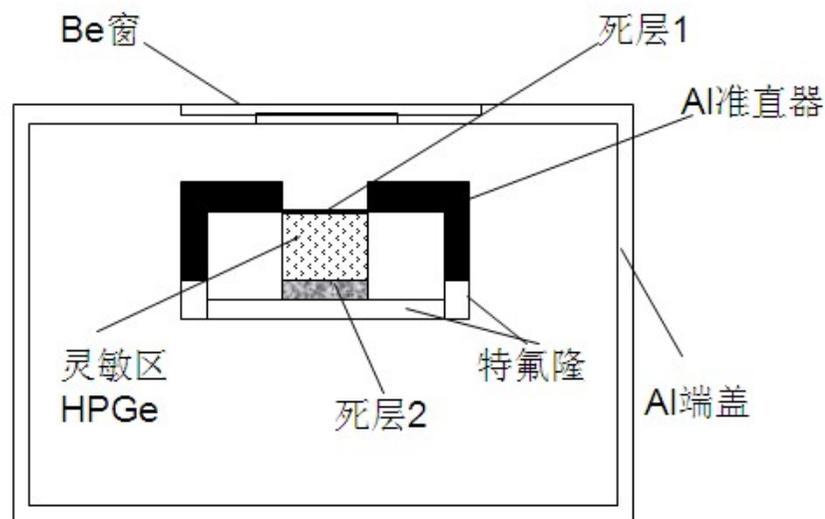
探测器MCNP模型的参数修正

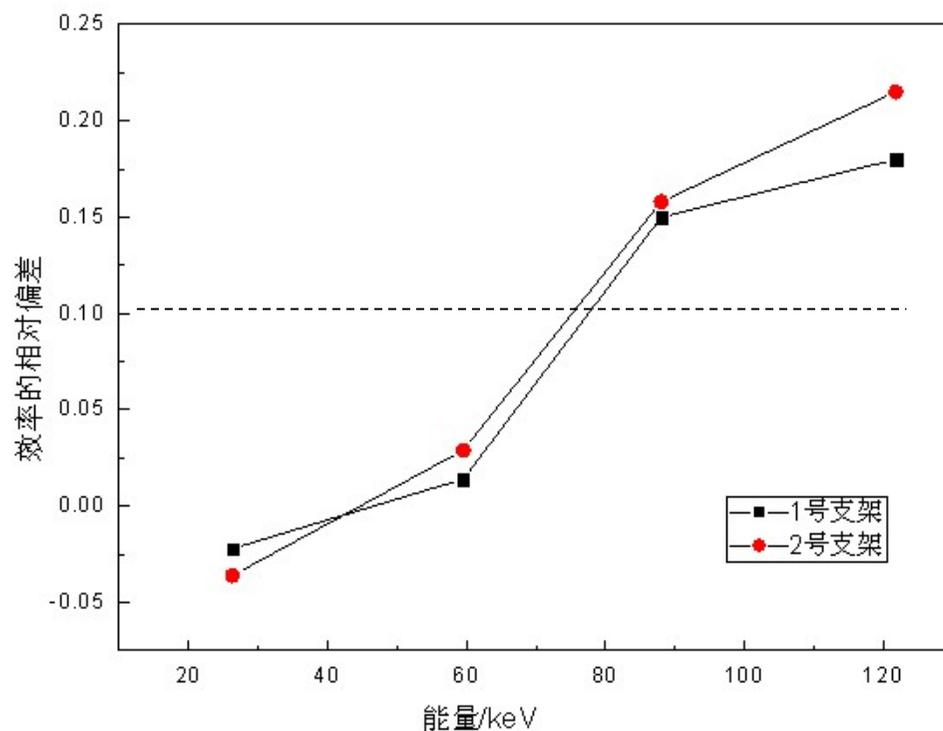
目的：修正模型参数，使MCNP计算结果与实验结果在一定误差范围内符合

上表面死层厚度

晶体深度

晶体到AI端盖的距离



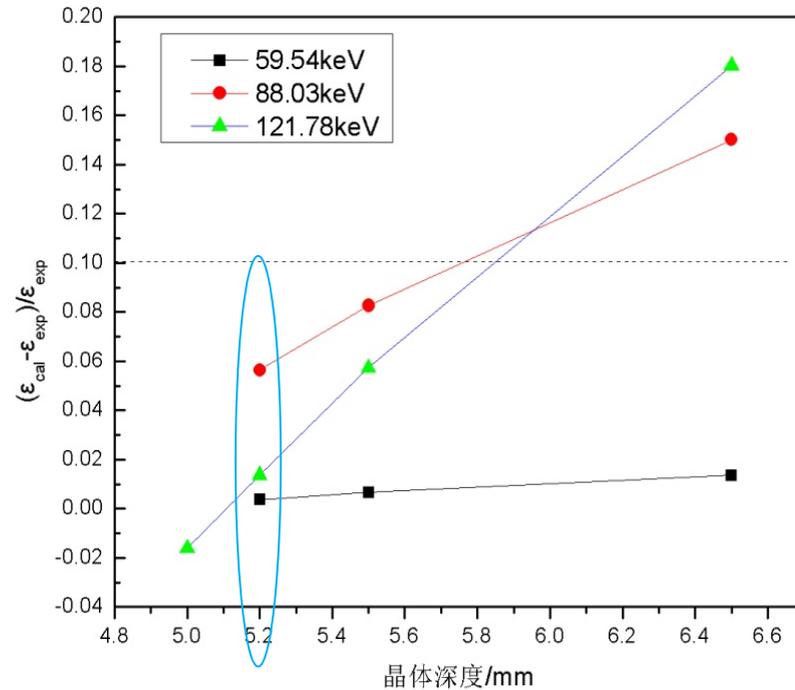


26.34keV以及**59.54keV**处，
计算结果与实验值相差在**5%**以内

88.03keV以及**121.78keV**处，
计算结果与实验值相差大于**10%**，
说明模型中使用的晶体深度偏大

图 使用厂家给出的探测器参数时计算效率与实验值的相对偏差

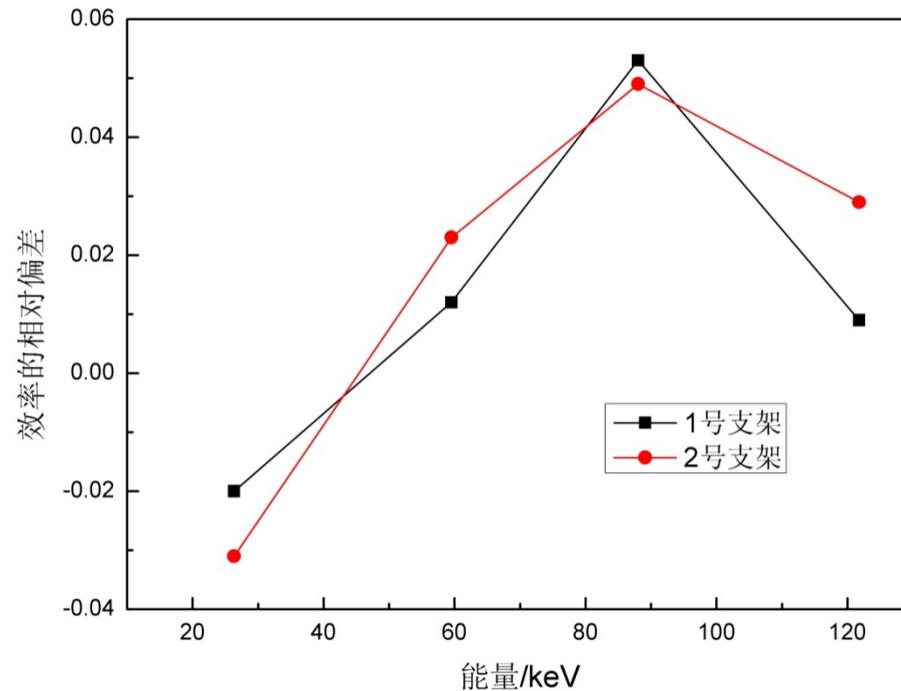




晶体深度调整至**5.2mm**

图 1号支架位置MCNP计算效率与实验值之间的偏差随晶体深度的变化





修正模型参数后在两个支架位置效率的计算值与实验值之间的偏差在**10%**以内

图 参数修正后计算效率与实验值的相对偏差



(1) 嬗变靶件介绍

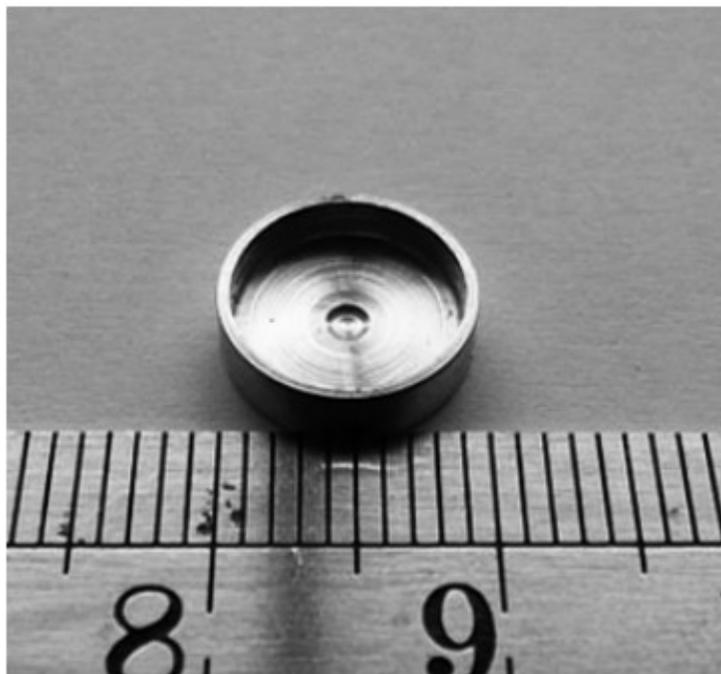


图 Al包壳

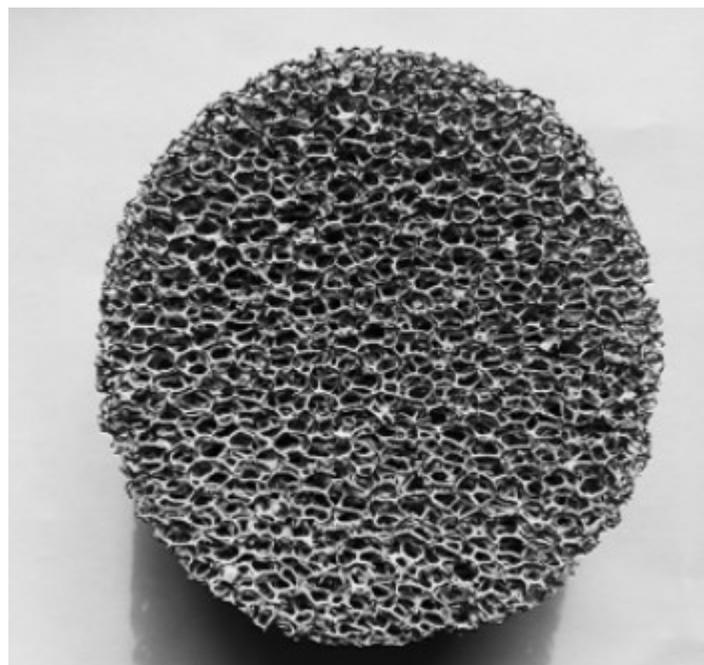


图 通孔泡沫铝





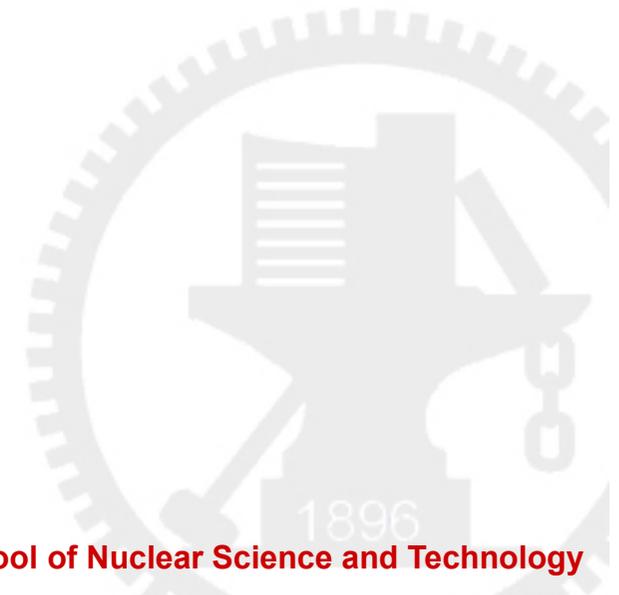
图 制作好的嬗变靶件



由于不能确定靶件中**I-129**分布的不均匀性，所以计算了几种极限情况下的效率，并与均匀分布情形的效率作比较

6种极限情况

- a. **I-129**在整个靶件内均匀分布
- b. **I-129**全部分布在上表面
- c. **I-129**全部分布在下表面
- d. **I-129**全部分布在圆柱中间平面
- e. **I-129**全部分布在圆柱侧面
- f. **I-129**分布在圆柱对称轴上（线源）



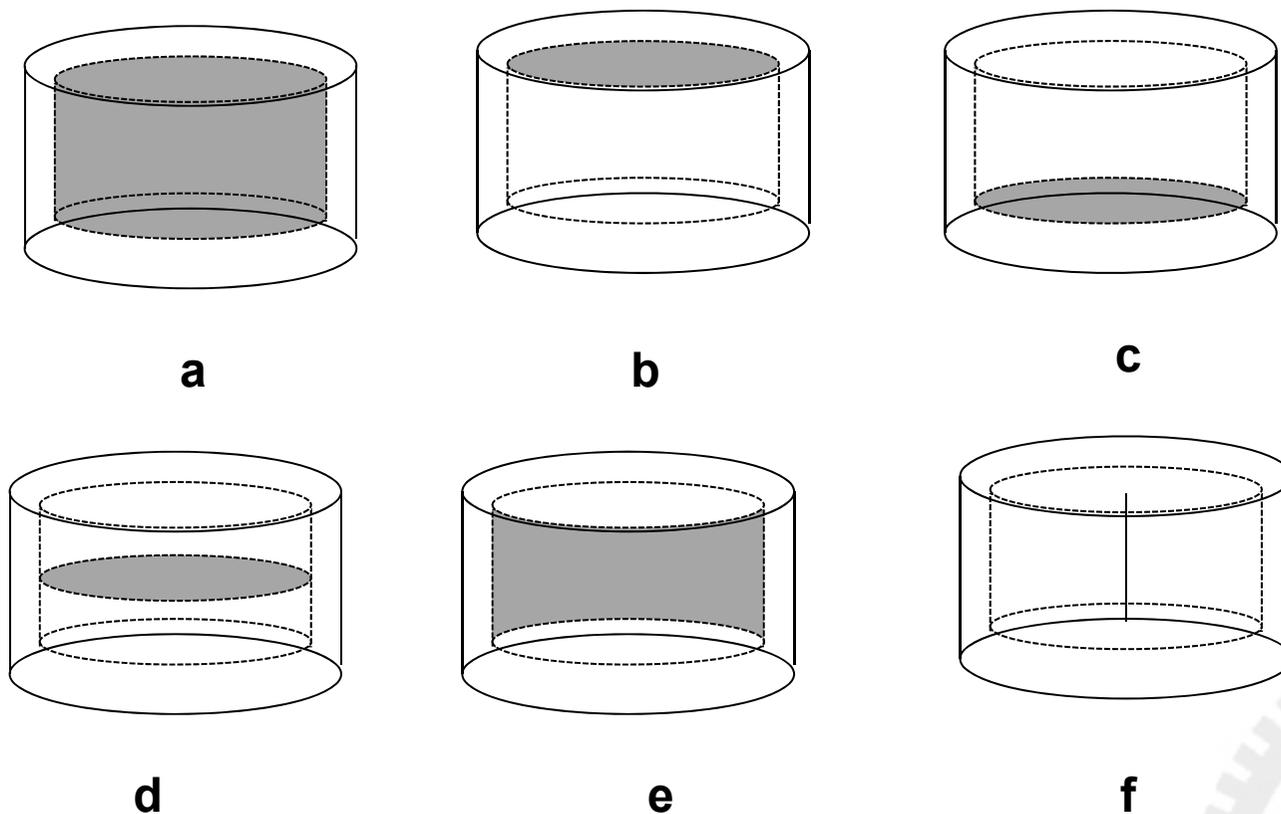


图 靶件中放射性分布的示意图



样品中放射性分布不均匀的影响

表 上表面的效率与均匀分布效率比值

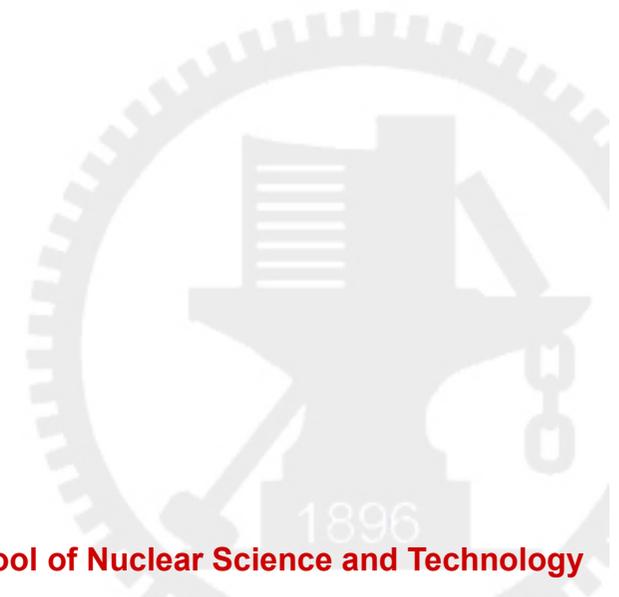
位置编号	密度 $4\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	密度 $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
1	0.202	0.133
2	0.204	0.128
3	0.195	0.125

3个位置的描述

位置编号	靶件底部距探测器端盖距离/cm
1	6.757
2	4.5
3	2.59

表 下表面的效率与均匀分布效率比值

位置编号	密度 $4\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	密度 $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
1	2.772	3.328
2	2.813	3.387
3	2.871	3.441



样品中放射性分布不均匀的影响

表 中间平面的效率与均匀分布效率比值

位置编号	密度 $4\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	密度 $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
1	0.762	0.668
2	0.761	0.665
3	0.752	0.657

表 圆柱侧面的效率与均匀分布效率比值

位置编号	密度 $4\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	密度 $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
1	0.974	0.967
2	0.990	0.988
3	0.980	0.980

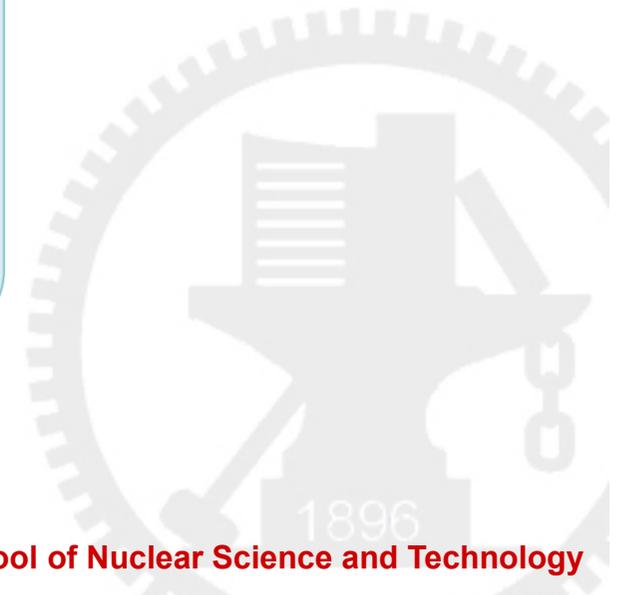


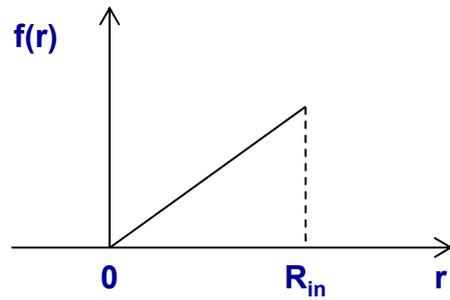
样品中放射性分布不均匀的影响

表 中间线源的效率与均匀分布效率比值

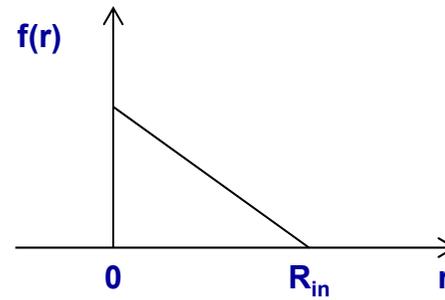
位置编号	密度 $4\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	密度 $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
1	1.002	1.002
2	1.004	1.007
3	1.021	1.024

上表面，下表面，中间平面都可以看作是轴向的不均匀性，圆柱侧面和中间线源可以看成是径向的不均匀性。轴向不均匀性的影响比径向不均匀性的影响更显著

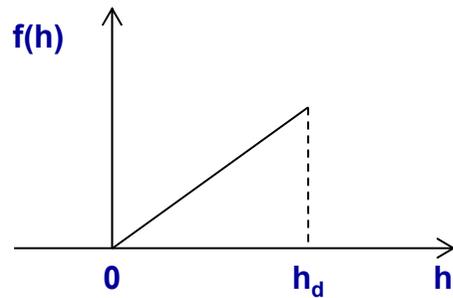




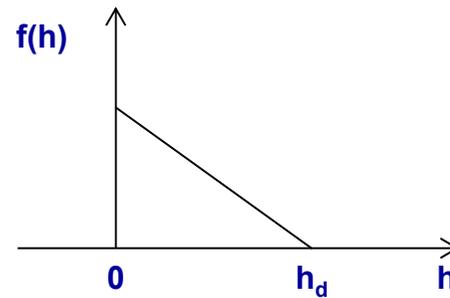
(1)



(2)



(3)



(4)

图 几种假设的放射性分布示意图



表 3号位置各种分布与均匀分布情况效率之比

径向分布编号	轴向分布编号	密度 $4\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	密度 $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
(1)	(3)	0.598	0.528
(1)	(4)	1.404	1.479
(2)	(3)	0.608	0.536
(2)	(4)	1.416	1.501
r=0	(3)	0.616	0.543
r=0	(4)	1.426	1.502
r=0.45	(3)	0.585	0.513
r=0.45	(4)	1.371	1.447

轴向分布相同时，不同径向分布的效率相差不大

密度为 $4\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 时，均匀性对效率的影响小



- 在嬗变靶件内，放射性分布均匀性的影响不能忽略
- 在现有探测条件下，增大探测距离并不能有效减小放射性分布不均匀的影响
- 放射性分布不均匀性对探测效率的影响随基质密度的增大而增加
- 轴向不均匀性对探测效率的影响大于径向分布不均匀性对探测效率的影响



Thanks !

