

# 实验研究部辐射安全许可证核素增项申请方案

(乙级非密封放射性物质工作场所)

## 一、现有核素 Bq→Ci 单位转换表

换算公式:  $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^1 \text{ Bq}$ 

序号	核素	用途	日最大操作量 Bq → Ci	日等效最大操作量 Bq → Ci	年最大用量 Bq → Ci
1	F-18	科研	$1.48 \times 10^9 \rightarrow 40 \text{ mCi}$	$1.48 \times 10^6 \rightarrow 0.04 \text{ mCi}$	$1.78 \times 10^{11} \rightarrow 4.8 \text{ Ci}$
2	I-124	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10^7 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$8.88 \times 10^9 \rightarrow 0.24 \text{ Ci}$
3	Lu-177	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10^7 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$8.88 \times 10^9 \rightarrow 0.24 \text{ Ci}$
4	Re-188	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10^7 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$8.88 \times 10^9 \rightarrow 0.24 \text{ Ci}$
5	Y-90	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10^7 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$3.55 \times 10^{10} \rightarrow 0.96 \text{ Ci}$
6	Zr-89	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10^7 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$8.88 \times 10^9 \rightarrow 0.24 \text{ Ci}$
7	Ga-67	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10^7 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$8.88 \times 10^9 \rightarrow 0.24 \text{ Ci}$
8	Ho-166	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10^7 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$8.88 \times 10^9 \rightarrow 0.24 \text{ Ci}$
9	Cu-64	科研	$7.4 \times 10 \rightarrow 20 \text{ mCi}$	$7.4 \times 10 \rightarrow 2 \text{ mCi}$	$8.88 \times 10^9 \rightarrow 0.24 \text{ Ci}$
10	Ga-68	科研	$1.48 \times 10^9 \rightarrow 40 \text{ mCi}$	$1.48 \times 10^7 \rightarrow 0.4 \text{ mCi}$	$1.78 \times 10^{10} \rightarrow 0.48 \text{ Ci}$
合计		科研		14.64 mCi	

预计新增和修改: 需新增镥镓发生器,  $\alpha$  治疗核素 At-211, Ac-225, Ra-224, Pb-212, Bi-212。已有核素当中 F-18 最常使用, 且每年用量接近年最大用量, 不作调整。Ga-68, Cu-64, Zr-89, Lu-177 均有使用记录, 使用次数不多, 可适量减少; 除上述提及核素外, 其余核素使用次数更少, 可减少。

## 二、新增核素单次用量参考

### (一) 科研核素[镥镓发生器]

核素	用途	单次用量	毒性分组	等效系数
$^{68}\text{Ge}$ ( $^{68}\text{Ga}$ )	制备 $^{68}\text{Ga}$	740 MBq (20 mCi)/次	低毒	0.01
$^{68}\text{Ga}$ (调整)	科研	592 MBq (16 mCi)/次	低毒	0.01

### (二) 科研核素 [ $\alpha$ 核素]

核素	用途	单次用量	毒性分组	等效系数
At-211	科研 ( $\alpha$ 核素治疗)	74 MBq (2 mCi)/次	高毒	1
Ac-225	科研 ( $\alpha$ 核素治疗)	7.4 MBq (0.2 mCi)/次	极毒	10
Ra-224	科研 ( $\alpha$ 核素治疗)	7.4 MBq (0.2 mCi)/次	极毒	10
Pb-212	科研 ( $\alpha$ 核素治疗)	740 MBq (20 mCi)/次	中毒	0.1
Bi-212	科研 ( $\alpha$ 核素治疗)	74 MBq (2 mCi)/次	高毒	1

## 三、乙级场所核素用量调整方案

## (一) 核素调整及新增

核素	日最大操作量	日等效操作量	年最大用量调整	说明
F-18	$1.48 \times 10^9$ Bq (40 mCi)	$1.48 \times 10^6$ (0.04 mCi)	4.8 Ci 不变	保持原有用量
I-124	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.24 Ci → 0.12 Ci	减少用量, 释放年用量空间
Lu-177	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.24 Ci 不变	保持原有用量
Re-188	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.24 Ci → 0.12 Ci	减少用量, 释放年用量空间
Y-90	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.96 Ci → 0.12 Ci	减少用量, 释放年用量空间
Zr-89	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.24 Ci 不变	保持原有用量
Ga-67	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.24 Ci → 0.12 Ci	减少用量, 释放年用量空间
Ho-166	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.24 Ci → 0.12 Ci	减少用量, 释放年用量空间
Cu-64	$7.4 \times 10^8$ Bq (20 mCi)	$7.4 \times 10^6$ (0.2 mCi)	不变	保持原有用量
Ga-68	$1.48 \times 10^9$ Bq (40 mCi) 调整为 $5.92 \times 10^8$ (16 mCi)	$1.48 \times 10^7$ (0.4 mCi) 调整为 $5.92 \times 10^6$ (0.16 mCi)	0.48 Ci → 3.84 Ci	日用量小于原许可量、年用量增加
At-211	74 MBq (2 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.12 Ci	拟新增核素
Ac-225	7.4 MBq (0.2 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.12 Ci	拟新增核素
Ra-224	7.4 MBq (0.2 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.12 Ci	拟新增核素
Pb-212	740 MBq (20 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.12 Ci	拟新增核素
Bi-212	74 MBq (2 mCi)	$7.4 \times 10^7$ (2 mCi)	0.12 Ci	拟新增核素

①增项前, 分子影像中心同一天仅使用 1 种核素, 日等效最大操作量选取其中核素日等效操作量的最大值。

②增项后, 分子影像中心同一天最多使用 2 种核素, 日等效最大操作量为 2 种核素日等效操作量之和的最大值, 并叠加 Ge-68 (Ga-68) 贮存的日等效最大操作量。日等效最大操作量为  $1.49 \times 10^8$  (4 mCi)

## 四、汇报要点

### (一) 为什么要增加这些核素?

#### 1. $^{68}\text{Ge}$ ( $^{68}\text{Ga}$ ), $^{68}\text{Ga}$ (最优先

- 原实验使用核素镓-68 均为外购, 耗时长成本高, 影响实验室效益和工作便利, 因此计划购置锗镓发生器, 自行制备实验所需镓-68, 替代原有外购方式
- 现有辐安证所涉及相关核素内容不足以满足购置锗镓发生器并使用的需求,  $^{68}\text{Ge}$  ( $^{68}\text{Ga}$ ) 需增项,  $^{68}\text{Ga}$  用量需进行调整
- 调整过后  $^{68}\text{Ga}$  年用量增大, 日等效最大操作量增加, 并新增源项  $^{68}\text{Ge}$  ( $^{68}\text{Ga}$ ), 这一源项几乎不占用日等效最大操作量空间

#### 2. At-211, Ac-225, Ra224, Pb-212, Bi-212 (扩展科研方向

- 这些 α 治疗核素均为核医学治疗的前沿方向, 新增有利于推动科研高质量发展
- 填补当前科研内容中 α 核素治疗空白

### (二) 如何在乙级限制下实现?

策略	具体措施	效果
----	------	----

策略	具体措施	效果
限制单日使用核素种类和数量	增项前，分子影像中心同一天仅使用 1 种核素，日等效最大操作量选取其中核素日等效操作量的最大值。增项后，分子影像中心同一天最多使用 2 种核素，日等效最大操作量为 2 种核素日等效操作量之和的最大值，并叠加 Ge-68 (Ga-68) 贮存的日等效最大操作量。	日等效最大操作量最初为 $7.4 \times 10^8$ (2 mCi)，增项后应为 $1.49 \times 10^8$ (4 mCi)。对于乙级场所的日等效操作量的上限 $4 \times 10^9$ (108 mCi) 的占用比例不大

编制部门：实验研究部  
编制日期：\_\_\_\_\_