

双(提升)源位辐照新工艺研究

杜国平 陈建生 郑 正

(江苏省农业科学院原子能利用研究所, 南京 210014)

摘要 探讨 ^{60}Co 辐照的一种新工艺,其主要方法是将辐照源分别提升到两个高度进行辐照,当被照物辐照到半剂量时,整垛整体转向 180° 继续在前两个源位辐照另一半剂量。该工艺可改善辐照剂量的不均匀度,提高辐照源利用率,节省操作时间和人力。

关键词 辐照, 辐射剂量, 均匀性, 辐射装置

我国目前装源能力据统计在 $3.7 \times 10^{15}\text{Bq}$ 以上的 ^{60}Co 辐照源已有几十座,大多未采用机械自动式,而采用人力搬运堆积式辐照,故不均匀度较大,常常达到2.0或更大,需化费大量的人力和时间,使成本上升和效率低下。针对这种情况,在实践中摸索探讨了一种新的辐照工艺——板源双源位辐照,并取得了比较满意的结果。

1 材料与方 法

1.1 单源位辐照方式

南京辐照中心采用的是单板源($1139 \times 1260\text{mm}^2$),辐照源强是 $7.4 \times 10^{15}\text{Bq}$,设计运行方式是悬挂链带动辐照箱($1150 \times 1050 \times 600\text{mm}^3$)成6列连续对称地受到单板源的有效和均匀的辐射。鉴于被照物品的复杂多样,工艺分散性很大,实际采用固定堆放式辐照。即将辐照源板固定在被照物品的中央(即单源位),辐照物品分若干层堆放在源板的四周(最大堆放高度3 m),待辐照物品的辐照剂量达到总剂量1/2时,将所有辐照箱逐个地进行上下两头向中间高剂量区翻倒,中间辐照箱向两头低剂量区翻倒并转向 180° ,以期达到均匀辐照的目的^[1]。

1.2 试验材料

一次性医疗用品消毒的输液器,为聚氯乙烯高分子材料制成,来源于江苏、安徽的几十个生产厂的产品。包装箱体积一般 $300 \times 350 \times 350\text{mm}^3$,平均比重约 120kg/m^3 。

1.3 仪器和方法

用Farmer-2570电离室、玻璃剂量计和Fricke化学剂量计,测量辐照物品的吸收剂量、剂量场空间分布和剂量率分布的不均匀性。

1.4 双源位辐照法

双源位辐照法是将源板分别提升到两个高度的位置进行辐照。在一较低位置辐照1/4时间后,再将源提升到一较高位置又辐照1/4时间,这样辐照达半剂量时,将被辐照物整垛整体转向 180° ,继续在前两个源位辐照达另一半剂量。利用原有的自动控制装置,在行程开关上加上高低两个限位器就可在运行时准确地使源板落在预定的位置上。如果在每垛底部配上万向轮支架,整垛转向

收稿日期: 初稿 1995-05-09, 修改稿 1995-09-25

180° 的翻倒时间则更短^[2,3]。

2 结 果 与 讨 论

2.1 剂量场的平面分布

对辐照室内的空间剂量场分布进行标定，XY 平面的等剂量分布曲线直接绘制在辐照室地面上(见图 1)。按这一等剂量线放置辐照物品即可满足平面上的剂量要求^[4]。

2.2 Z 轴上的剂量场分布

试验时以源板中心点的地平面为座标原点。一般来讲堆放物品愈靠近源板其辐照的不均匀度愈不易掌握，一般离源板 1.5m 处开始堆放物品，所以选此点为研究对象。源板垂直于 XY 平面，座标点 X = 1.5 m, Y = 0 的 Z 轴上。试验物品采用庙头医用器材厂的一次性输液器，体积 51 × 36 × 32 cm³，比重 122 kg/m³，箱体堆放高度为 9 层，高度从地面的 0~2.88 m。对单源位和双源位辐照作对比。

2.3 辐照结果

表 1 中的整体辐照是在 Z 轴上堆至 9 层的一整垛被照物作为一个整体，在每一个箱体上用 Farmer-2570 电离室测定其剂量率，使用相同的辐照时间单源位辐照的最大剂量是 1478 Gy，最小剂量 750 Gy，不均匀度为 1.97。双源位辐照的最大剂量是 1450 Gy，最小剂量是 912 Gy，不均匀度为 1.59。双源位辐照的不均匀度降低了约 20%，而最小剂量则提高了约 20%。

表 2、3 的个体辐照都是用 Farmer-2570 电离室测定辐照剂量率，对相同位置摆放的两垛辐照物在两种辐照方法条件下辐照相同时间的每一个箱体两头的辐照所受剂量比较。表 2 中的单源位辐照各箱两头的剂量从小到大各不相等，不均匀度最大的为 1.5。表 3 显示双源位辐照的各箱体两头的总剂量都相等，不均匀度为 1。

用体积较小的 Fricker 化学剂量计测量箱体内部的剂量分布，在箱体内均匀地布置 13 个测量点如图 2。结果双源位辐照的不均匀度为 1.19，单源位辐照的不均匀度为 1.43，前者比后者的不均匀度降低了 17%。

需要提出的是由于源棒的大小和根数的限制，使得源的排列只能满足辐照场空间剂量率分布的要求，而不能取得某种类似于本文双源位的效果^[6]。

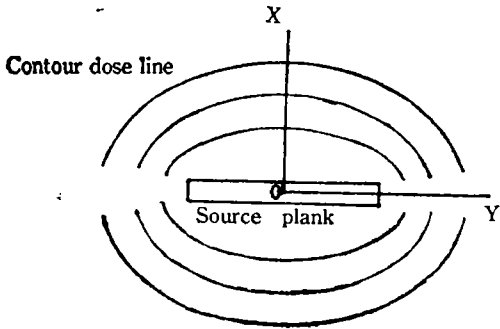


Fig 1. Contour dose distribution line

Tab 1. Comparison of dose uniformity between one source position and two source position in whole radiation

Box No.	Height /cm	Dose/Gy	
		One source position irradiation	Two source positions irradiation
9	288	750	912
8	256	1080	1085
7	224	1280	1310
6	192	1420	1404
5	160	1478	1450
4	128	1476	1435
3	96	1400	1365
2	64	1310	1200
1	32	1150	965
Uniformity ratio		1.97	1.59

Tab 2. Dose distribution of one source position irradiation

Box No.	Dose/kGy				Uniformity ratio
	Before changing position		After changing position		
	Front of boxes	Back of boxes	Front of boxes	Back of boxes	
9	5.5	3.2	16.7	11.1	1.5
8	8.2	3.6	15.6	12.8	1.2
7	9.2	4.0	13.3	13.2	1.0
6	11.9	4.6	12.8	15.5	1.2
5	13.5	5.6	11.1	16.7	1.5
4	14.0	5.3	14.6	17.7	1.2
3	12.4	4.8	15.2	16.7	1.1
2	10.0	4.3	16.7	15.2	1.1
1	9.3	3.7	17.7	14.6	1.2

Tab 3. Dose distribution of two source positions irradiation

Box No.	Dose/kGy				Uniformity ratio
	Before changing position		After changing position		
	Front of boxes	Back of boxes	Front of boxes	Back of boxes	
9	8.1	3.3	11.4	11.4	1.0
8	9.7	4.0	13.7	13.7	1.0
7	9.7	4.3	14.0	14.0	1.0
6	10.0	4.8	15.4	15.4	1.0
5	12.9	5.6	18.2	18.2	1.0
4	12.6	5.6	18.2	18.2	1.0
3	10.2	5.7	15.9	15.9	1.0
2	10.4	5.0	15.4	15.4	1.0
1	8.6	4.5	13.1	13.1	1.0

Tab 4. Dose distribution inside a box

No.	Dose/Gy	
	One source position	Two source position
1	98.89	82.92
2	84.67	77.58
3	73.86	82.53
4	95.30	82.72
5	89.26	80.93
6	79.57	83.82
7	106.25	88.11
8	93.67	80.42
9	86.60	92.43
10	103.02	80.93
11	97.58	82.72
12	83.37	92.55
13	89.74	81.12
Uniformity ratio	1.43	1.19

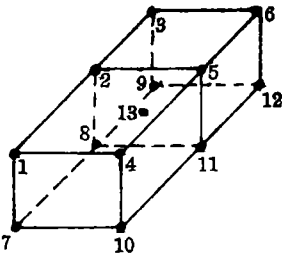


Fig 2. Dose distribution inside a box

3 结 论

从上述结果不难看出，双源位(1.2 m和2.2 m)与单源位(1.5 m)相比，其辐照质量提高，辐照不均匀度降低，源利用率亦可提高，同时省时省力。

(1) 将被动的每一箱翻身倒个，变为主动的源板运动，既不增加任何设备，也不耗费更多的能源，同时可以节省操作的人力和时间。

- (2) 在整体辐照中, 辐照均匀度有明显提高。
- (3) 在个体辐照中, 每箱两头的不均匀度都为 1。
- (4) 箱体内部的辐照不均匀度, 双源位辐照比单源位辐照的均匀度提高 17%。
- (5) 在劳动强度减少 80% 的同时, 还大大地减少翻身过程中的出错率以及箱体的破损率。
- (6) 双源位比单源位辐照的最低剂量提高了 21.6%, 因此源的利用率可以提高。

数据测量得到戴鸿贵研究员和周云生副研究员的大力支持, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 McLaughlin W. L. Radiat. Phys. Chem., 1966, 9: 147
- 2 McLaughlin W. L. Radiat. Phys. Chem., 1980, 15: 9
- 3 IAEA, Multipass Irradators, 1977: 46
- 4 Generalova V V, Gurskii N N. Dosimetry in Radiation Processing, Izd-vo Standartov, Moscow, 1981
- 5 郑正. 辐射研究与辐射工艺学报, 1988, 6(3): 57

STUDY ON TWO SOURCE POSITIONS IRRADIATION METHOD

Du Guoping Chen Jiansheng Zheng Zheng

(Institute of Atomic Energy, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014)

ABSTRACT A new tow source positions irradiation method is reported. It is distinguished of that two source positions (one is lower and another is higher) are used to irradiate materials instead of one source position irradiation, Direction of the pile is 180° changed when it has been irradiated for half dose. This method can improve the radiation uniformity. It is helpful to use manpower and time sparely.

KEYWORDS Radiation, Radiation doses, Uniformity, Irradiation devices