

# 对镭粉表面污染处理方法的探讨

匡云谷

吴寿明

赵正祺

(浙江省卫生防疫站)

(浙江医科大学)

宁波某医院原有R GY-n 医用镭源库一套(共七支),后因保管不善被窃,其中一支已被偷窃者在其家中厨房内砸破灼烧而造成严重表面污染,现将对镭粉造成的表面污染的处理情况报告如下:

## 一、污染场所的处理:

污染场所是一所靠街砖砌平房,内有南、北两间互通的卧室,厨房与南卧室相邻,并各有一门通向天井,天井东侧大门面临街道。为了妥善处理污染场所,令该户居民暂时迁出。先对房内家俱、衣服、被褥、杂物等进行监测,根据污染程度分类处理。待房内物品撤清后,再对每个房内地坪、墙面及天井等处的放射性污染进行监测处理,测定结果分别列于表1至表3。按最优化原则对受污染的场地及衣物进行处理,因事故

现场位于人口密集的居民点,不具备进行大规模洗消活动,以免对环境造成二次污染,而集中堆放处理的放射性废物又过多,会给最终处置带来困难。为此,参照我国《放射卫生防护标准》<sup>[1]</sup>确定 $\alpha$ 表面污染水平超过 $4 \times 10^{-2} \text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 的内衣和床上用品、超过 $20 \times 10^{-2} \text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 的外衣等污染杂物均暂时集中堆放医院内具有一定防护设施的库房里,以便今后最终处置。而对于轻微污染衣、物采用水洗或EDTA等擦拭除去污染物。此后,将厨房内污染灶台拆除、墙面产除重新粉刷,地坪产除后铺盖8cm厚钡水泥,卧室清漆地面用2%EDTA水溶液擦洗后再覆5cm厚水泥,经上述处理后再测 $\gamma$ 剂量,去污效果以去污率表示列于表1。

表1 污染场所 $\gamma$ 空气吸收剂量率( $10^{-8} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ )

监测位置	监测点数	空 气 吸 收 剂 量 率		
		处理前	处理后	减弱倍数
北卧室	9	$98.45 \pm 13.13$ (28.9~113.5)	$35.67 \pm 2.50$ (34.0~41.9)	$2.73 \pm 0.34$ (2.4~3.3)
南卧室	6	$116.44 \pm 33.44$ (87.33~165.86)	$36.63 \pm 3.66$ (34.0~43.9)	$3.13 \pm 0.55$ (2.5~3.9)
天 井	7	$170.31 \pm 37.20$ (108.9~227.1)	$72.81 \pm 12.49$ (45.4~83.8)	$2.37 \pm 0.17$ (2.1~2.7)
厨 房	7	$1590.95 \pm 806.83$ (480.6~2619.9)	$66.87 \pm 14.46$ (55.8~90.7)	$24.98 \pm 13.72$ (8.6~46.9)
大门前	6	$640.11 \pm 361.55$ (131.0~873.3)	$146.11 \pm 107.1$ (41.9~305.6)	$4.85 \pm 1.99$ (2.9~8.3)

## 二、讨论

1. 镭管封装的粉状镭盐因外壳破损泄漏,经高温灼烧使含镭粉末加速漂移扩散,然后沉降地坪、物品表面造成放射性污染。这种表面污染结构松散,可因多种因素再次悬浮、扩散、转移形成不均匀沉降,由表1可见各监测点污染水平有很大差异,按北、南卧室、天井、门前区、厨房依次递升。因

镭管在厨房灶台旁砸破焚烧故此处最为严重,南卧室紧靠厨房,又是偷窃者居住活动场所,堆放的污染物较多,致使污染水平高于北卧室,天井及门前区地面凹凸不平沾染污水容易沉积于此,因而污染水平亦较高。

从表2可以看出帐帷与帐顶、木桌沿边与台面相比前者均较后者低一个量级,这是因为放射性固体颗粒在垂直表面的污染水平

表2 部份物品 $\alpha$ 表面污染水平( $10^{-2}\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ )

物品名称	$\alpha$ 表面污染水平
木桌(桌面)	660.4
(边沿)	51.7
纱纹帐(帐顶)	65.9
(帐帷)	4.9
床铺(草席上方)	59.2
(去掉草席)	12.8
五斗橱台面(台布上方)	217.9
(去掉台布)	4.7
衣柜顶(油纸上方)	154.2
(去掉油纸)	1.5
手提包(表面)	8515.9
(里层)	670.6
木橙面	$3.1\times 10^4$
人造革椅座面	670.6

比水平表面要少得多的缘故<sup>[2]</sup>。污染水平还与物体表面光洁度有关,如光滑的人造革座椅面仅为表面粗糙的方橙面的2%。表面加置覆复物可以明显降低污染水平,如草席上、下相差4.6倍,五斗橱上、下相差46.7倍,而柜顶的油纸上、下相差达100多倍。可见覆盖物结构越致密效果越好。

表3列出各种被服 $\alpha$ 表面污染水平。可以看出其有明显差异,污染水平由低到高依次为:全棉薄型针织品、布质单衣、羊毛针织品、棉衣被、全棉厚型针织品、灯芯绒服、合成纤维织品。由此可见 $\alpha$ 表面污染与织物材质、厚薄、致密性、编织花纹走向以及表

表3 被服 $\alpha$ 表面污染水平( $10^{-2}\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ )

种 类	测定 件数	$\alpha$ 表面污染水平	
		算术 均值	与布质单 衣比值
全棉薄型针织品	8	13.5	0.4
布质单衣	29	30.9	1.0
羊毛针织品	13	86.1	2.8
棉衣(被)	9	112.5	3.6
全棉厚型针织品	16	170.3	5.5
灯芯绒服装	3	245.2	8.2
合成纤维织物	15	554.0	17.9

面光洁度等诸多因素有关。合成纤维织品的污染水平最为严重,这是因为某些合成纤维对 $\alpha$ 粒子有较强的静电吸附能力所致。

2.粉末状镭盐对物体的 $\alpha$ 表面污染多 以附着性非固定污染和表面的弱固定污染为主,容易再悬浮到空气中被吸入体内,或者

由于接触到手上附着食物进入胃肠道,也可经伤口进入体内引起内照射。 $^{226}\text{Ra}$ 是一种极具毒理学意义的亲骨性核素,可诱发骨肉瘤和鼻咽癌,高浓度的氡及其子体会诱发肺癌, $^{226}\text{Ra}$ 对人体又有 $\beta$ 、 $\gamma$ 外照射影响,因此消除 $^{226}\text{Ra}$ 的表面污染极其重要<sup>[2,3]</sup>。污染物按上述方法处理,取得了一定的去污效果。如人在经处理后的室内居住生活按UNSCEAR 1982年报告<sup>[4]</sup>提供的模式,取剂量当量率与空气吸收剂量率之比为 $0.7\text{Sv/Gy}$ ,室内、外居留因子分别取0.8、0.2,估算外照射致年有效剂量当量为 $1903\mu\text{Sv}$ ,与宁波市天然辐射外照射人均年有效剂量当量 $1106\mu\text{Sv}$ 相比,虽高出 $797\mu\text{Sv}$ ,但与广东阳江高本底地区居民人均年有效剂量当量( $2131\mu\text{Sv}$ )相比尚低 $228\mu\text{Sv}$ 。因此可以认为在这样环境中生活居住是安全的。

3. $^{226}\text{Ra}$ 对人体危害主要来自 $\alpha$ 内照射,因此当物体受其污染时应主要依据 $\alpha$ 表面污染的监测结果给出评价。由于 $\alpha$ 粒子在空气中射程很短,为了保证探测效果,探头距污染表面距离不得大于 $0.5\text{cm}$ 。对于几何形状复杂,表面凹凸不平的物体,可用干滤纸擦拭法间接监测,擦拭转移因子取 $0.2^{[5]}$ ,换算求得表面污染水平。由此得到的结果会有一定误差,不过用作严重表面污染的事故处理时,应该是可以接受的。为了评价居室的污染程度及去污效果, $\gamma$ 外照射剂量是个重要指标。污染现场整个空间可视作一个较强辐射场,为了降低干扰,正确监测 $\gamma$ 剂量,监测时将探头周围包裹 $2\text{mm}$ 厚的铅板只露出探测窗,否则会使监测结果偏高。

(1993年9月10日收稿)

## 参 考 文 献

1. 中华人民共和国国家标准《放射卫生防护基本标准》GB4792-84. 北京,1984.
2. 李德平,潘自强主编.辐射防护手册.第三分册.第一版.北京:原子能出版社,1990:540-558.
3. 李德平,潘自强主编.辐射防护手册.第五分册.北京:原子能出版社,1991:88-95.
4. United Nations. Exposures from natural Sources of radiation. UNSCEAR 1982 Report.
5. 黄治俭译.放射性表面污染的监测.第一版.北京:原子能出版社,1976:2~21.