

个人剂量监测中几个影响因素引入的误差估算

黄丽华, 吴德龙, 郑森兴, 林美榕, 陈新倮

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0425-01

【摘要】 目的 估算外照射个人剂量监测中退火、测量、刻度过程中几种影响因素对最终测量结果、剂量评估结果的影响。方法 采用不同测量人员、不同颜色塑料包装材料、不同退火批次、不同刻度方法对测量结果进行比较。结果 不同测量人员测量结果之间差异可达 6.4%, 不同颜色塑料包装材料之间差异小于 1.5%, 不同退火批次元件刻度系数差别小于 1%, 不同刻度方法之间有一定差异。结论 规范测量人员手法, 固定专人进行退火操作、采用固定刻度方法并和计量检定部门进行量值溯源可较大的减少实验室测量不确定度。采用不同颜色包装粉末探测器是一个区分不同周期元件, 减少结果评估误差的有效方法。

【关键词】 个人剂量; 不确定度; 误差

热释光剂量法是目前最常用的放射工作人员外照射个人剂量监测方法。在监测元件的制作、退火、测量、刻度、使用过程中, 存在诸多因素对最终的监测和剂量评估结果产生影响。为了初步估算这些影响因素对剂量评估结果带来的误差, 笔者利用实验估算了不同测量人员、不同退火批次、不同包装材料、不同元件刻度方法对测量结果的影响, 为进一步评估个人剂量监测实验室不确定度提供依据。

1 材料和方法

1.1 测量、校正系统 RGD-3A型热释光剂量仪, FJ-411型退火炉, LF(Mg,Cu,P)粉末探测器(北京防化院所)粉末封装在塑料管中制成探测元件, 圆形徽章式剂量盒,¹³⁷Cs辐射场, 2.5mm厚有机玻璃支架。粉末探测元件垫上海绵, 装入剂量盒, 制成 TLD。

1.2 不同测量人员 选择 6 位放射卫生防护检测人员, 经过测量方法培训, 测量已辐照同一剂量值的元件, 比较差异。

1.3 不同颜色包装材料 为了便于区分不同周期元件, 本中心采用不同颜色的塑料管封装粉末探测器, 制成探测元件。选用四种不同颜色、不同厚薄的塑料管, 使用同一批退火粉末封装制成元件, 辐照同一剂量值, 同时跟随相同颜色本底元件, 专人测量, 进行比较。

1.4 不同退火批次 由同一人员, 按相同条件分两次退火同一批次粉末, 采用同种塑料管封装成元件, 辐照同一剂量, 专人测量, 比较退火后残余剂量、测量结果的差异。

以上 3 个实验元件辐照时, 元件前后均放置 2.5mm厚有机玻璃板, 元件中心距源 60 cm。

1.5 不同刻度方法 选择 2 种不同的刻度方法。①按常规刻度方法将元件放置在 2.5mm厚有机玻璃架中间。②将元件置于剂量盒内, 悬挂在空中与源等高线处。元件中心均距源 60 cm。

所有元件辐照后均放置 24h 再进行测量。所有实验均使用 2~4 个元件, 每个元件测量 3~4 个读数, 取均值, 所测结果除不同测量人员、不同退火批次比较实验外, 其余均已扣除本底读数。

2 结果

2.1 不同测量人员差异 6 位工作人员测量辐照同一剂量元件的结果比较见表 1 和图 1 两位较熟练的操作人员 E、F 之间

差别小于 1%, 其他工作人员与操作较为熟练的 F 比较, 测量结果最大差别为 6.4%。同时, 部分人员的测量值标准偏差较大, 最大测量值与最小测量值之间偏差达 16.8%。

图 1 不同人员测量结果

人员代码	测量值 (mGy)	与 F 测量值偏差 (%)	个人测量值最大与最小值相差 (%)
A	2.236±0.054	-6.4	5.9
B	2.238±0.020	-6.3	2.3
C	2.235±0.050	-5.2	5.6
D	2.401±0.147	-3.4	16.8
E	2.467±0.079	-0.7	9.1
F	2.485±0.079	—	9.0

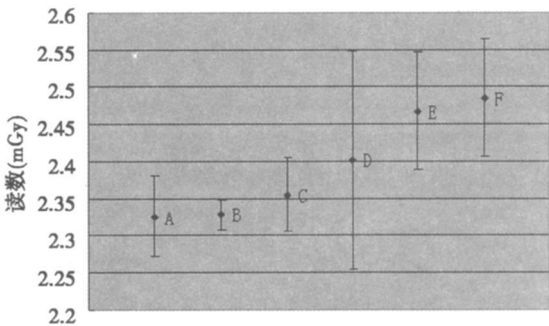


图 1 不同人员测量结果

2.2 不同包装元件差异 四种不同颜色材料包装元件的测量结果见表 2 测量结果相差小于 1.5%。

表 2 不同包装测量结果

包装颜色	测量值 (mGy)	与白色的测量值偏差 (%)
白色	2.162±0.074	—
红色	2.131±0.071	-1.43
透明条纹黄色	2.137±0.062	-1.16
黄色	2.131±0.064	-1.43

2.3 两批退火粉末差异 两个批次退火粉末制成的元件测量结果见表 3 两者残余剂量相差 0.3%, 刻度系数相差 1%。

表 3 不同退火批次元件残余剂量、辐射剂量测量值

批次	残余剂量 (mGy)	辐射剂量 (mGy)	本底 (mGy)	系数 (mGy/读数)
1	38.4±0.9	2.801±0.060	0.085±0.003	0.93
2	38.3±0.6	2.811±0.053	0.081±0.002	0.92

2.4 不同刻度方法差异 使用两种不同的刻度方法, 即辐照

浦东新区工业 X射线探伤的卫生防护现状调查

黄云彪, 毛 军, 严 军, 李陈波, 王 宇

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0426-02

【摘要】 目的 了解我区工业 X射线探伤的防护现状及探伤从业人员接受照射情况。方法 对浦东新区使用的 X射线探伤企业的基本情况、放射防护现状以及探伤从业人员 2005年和 2006年两年的外照射个人剂量等进行调查。结果 浦东新区从事 X射线探伤 72家单位的委托检测率 91.7%, 87个探伤室环境检测的合格率 93.1%; 90%以上的探伤从业人员年剂量当量小于 1mSv。结论 我区工业 X射线探伤作业场所的检测率、外照射个人剂量监测率及从业人员体检率有待提高, 应加强工业 X射线探伤的职业卫生安全监督, 提高探伤从业人员的防护意识。

【关键词】 X射线; 探伤; 防护; 剂量

随着 X射线探伤技术的发展, 其在工业应用也越来越广泛, 在我区的电子、机械制造、造船、压力容器制造等行业的应用极为普遍。为掌握 X射线探伤企业的基本情况、放射防护现状及作业人员外照射个人剂量情况, 保障探伤人员和公众的健康和安全, 我们对本区工业 X射线探伤从业单位做了全面的调查。

1 内容和方法

- 1.1 基本情况调查 设计统一调查表, 内容包括: 单位概况、射线装置及防护情况, 放射工作人员外照射个人剂量及体检结果、射线装置、放射工作场所、环境监测情况等。
- 1.2 监测仪器 作业场所检测仪器 FJ-347AX γ 辐射仪 (西安 262厂) 和 451PX γ 巡测仪 (美国); 个人剂量监测仪器 FJ-

作者单位: 上海市浦东新区疾病预防控制中心 上海 200136
作者简介: 黄云彪 (1970-), 男, 副主任医师, 从事放射性、职业卫生中毒控制工作。

方法后元件的刻度系数差异见表 4

表 4 不同刻度方法与刻度系数

刻度方法	刻度系数 (mGy/读数)	
	300 μ Gy	500 μ Gy
1	1.14	1.11
2	1.18	1.14
两者偏差	3.5%	2.7%

3 讨论

(1) 对于粉末探测器, 即使使用分样器, 每次分样时的手法不同, 包括抖动方式、铺样的位置、样品平铺的程度不同均会影响分样量的多少、热释光的穿透率, 从而影响测量结果。片状探测器也同样存在样品放置位置不同等影响。从本实验可知, 不同人员测量结果之间相差可达 6.4%。同时, 同一人员每次测量的重复性也有差异, 部分人员测量结果的标准偏差明显较大, 显示每次布样手法不一致。即使是测量较为熟练的人员, 最大测量值与最小测量值之间相差也可达 9%, 这些值也包括了元件分散性、高压稳定性、辐照元件时的一致性影响。因此, 在实际测量中, 应强调人员测量手法的一致性和重复性, 以减少不同人员、不同次测量之间的偏差, 对于刻度、检定、比对等要求较高的精确测量, 需固定同一人员, 并进行多次重复测量。

(2) 鉴于在个人剂量计实际使用中经常出现回收元件所

427A微机热释光剂量仪 (北京核仪器厂); 热释光剂量元件为玻管式 LiF(Mg,Cu,P) 粉末 (北京康科洛公司)。所用仪器每年均定期经国家法定计量部门检定。

- 1.3 检测方法 & 评价标准 ① GBZ17-2002《工业 X射线探伤卫生防护标准》; ② GBZ/T50-2002《工业 X射线探伤卫生防护监测规范》; ③ GBZ28-2002《职业性外照射个人剂量监测规范》。

2 结果

- 2.1 基本情况 全区共有 X射线探伤从业单位 72家, 探伤从业人员 713名 (其中男 485人), 见表 1。其中探伤室探伤单位 45家, 探伤从业人员 461名; 现场探伤单位 12家, 从业人员 118名; 混合探伤 (探伤室探伤 + 现场探伤) 单位 5家, 从业人员 134人。72家从事 X射线探伤单位中均按规定采取了相应的防护装置和防护用品, 但个别门机联锁装置存在故障。

属周期混乱, 无法区分的问题, 导致结果评估时本底选择错误, 引入较大的误差甚至错误, 本中心使用不同颜色塑料封装粉末, 可轻松辨别不同周期元件。实验结果表明, 不同封装材料的测量结果相差小于 1.5%, 说明这是一个简便实用的办法。

(3) 从不同批次退火元件检测结果可知, 由同一人负责退火时其操作条件、手法重复性较好, 元件的灵敏度、残余剂量非常相近, 建议在实际操作中由专人负责刻度元件、使用元件的退火, 以提高重复性。

(4) 国家计量检定机构使用标准模体对个人剂量计进行刻度, 为了便于在常规监测周期中校正元件的灵敏度, 本中心使用自备的辐射场对每周期的元件进行刻度。由于条件限制, 没有标准模体, 仅使用普通有机玻璃支架, 中间直接放置已经封装的粉末探测器, 和计量检定时的刻度方法有所差别。实验显示, 使用不同的刻度方法, 换算系数间有所差别。但是, 如果在使用中每个周期的刻度方法相同, 只要使用计量检定机构的基准值对自备辐射场的刻度方法进行量值传递, 这种常规刻度方法还是可行的。

4 结论

综上所述, 在个人剂量监测过程中, 注意退火、测量、刻度各环节的重复性, 规范测量人员手法, 固定专人进行退火操作、采用固定的刻度方法并和计量检定部门进行量值溯源可较大地减少实验室测量不确定度。同时, 采用不同颜色包装粉末探测器是一个区分不同周期元件, 减少结果评估误差的有效方法。

(收稿日期: 2008-04-07)