

# 2017—2019年参加全国外照射个人剂量比对结果分析

潘秋秋, 冯丫娟, 郑森兴, 黄丽华

(福建省职业病与化学中毒预防控制中心, 福建 福州 350025)

关键词: 个人剂量; 质量控制; 盲样考核

中图分类号: R144 文献标识码: C

文章编号: 1002-221X(2021)04-0379-02

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2021.04.033

为提高个人剂量监测技术水平, 我中心通过每年参加中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所组织的全国外照射个人剂量盲样考核, 以检验和确保外照射个人剂量检测质量。现将 2017—2019 年全国外照射个人剂量考核情况进行分析。

## 1 仪器与方法

**1.1 仪器** RGD-3D 型热释光个人剂量测读仪(北京海洋博创), V 型精密退火炉、CTLD-4000J 能量鉴别式剂量计(北京光润意通), 探测器采用 GR-200 型 LiF: Mg、Cu、P 圆片( $\Phi 4.5 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$ )。

**1.2 照射方法** 根据全国年度外照射个人剂量考核方案, 准备 7 组剂量计, 每组 3 个, 并在剂量计上清楚标识机构名称及样品组号, 1~5 组为盲样组, 第 6 组为跟随本底, 第 7 组为备用剂量计。将 1~5 组分别置于  $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  ISO 充水组织等效板模上, 利用不同能量、剂量、角度的  $\gamma$  或 X 线进行照射, 不提供任何关于能量、剂量和角度的相关信息。约定真值与评估值均为个人剂量当量  $H_p(10)$ 。

### 1.3 结果判定

#### 1.3.1 指标判定

(1) 单组性能  $P_i = [H_{R(10)_i} - H_{p(10)_i}] / H_{p(10)_i}$

式中:  $H_{R(10)_i}$  为检验参与者报告的第  $i$  照射组剂量计的个人剂量当量值;  $H_{p(10)_i}$  为检验组织给出的第  $i$  照射组剂量计的个人剂量当量参考值。

(2) 综合判定指标  $B = \bar{P} = (1/5) \sum_{i=1}^5 P_i$

(3) 综合标准偏差  $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (P_i - \bar{P})^2}{4}}$

**1.3.2 性能判定** 允许水平  $L$  取值 0.3。(1) 单组性能判定,  $|P_i| \leq L$ , 判定  $i$  照射组的单组性能合格; 如同一类型单组性能检验不合格组数  $\geq 2$  时, 则判定个人剂量系统对该类型单组性能检验不合格。(2) 综合性能判定,  $B^2 + S^2 \leq L^2$ , 判定个人剂量系统对该类型的综合性能检验合格。

**1.3.3 评定等级** (1) 合格, 单组性能和综合性能判定中, 同时合格的个人剂量系统性能判定为合格。(2) 优秀, 同时满足  $B^2 + S^2 \leq L^2$ 、 $|P_i| \leq L$ ,  $L$  取 0.1 得 70 分, 再对检测报告评分(分值 10 分), 共得 80 分方可参与优秀评比; 进行  $Q$  值评定( $Q$  为质量控制分值, 评定分值为 20 分), 总分  $\geq 95$  分。

## 2 结果

2017—2019 年我中心采用鉴别式热释光剂量计参与全国盲样考核工作。由表 1 可知, 三年盲样考核中, 2017 年单组性能  $|P_i|$  最大值为 0.09, 综合性能  $\sqrt{B^2 + S^2}$  为 0.06, 2018 年和 2019 年不论是单组性能还是综合性能, 指标均减小, 尤其 2019 年单组性能和综合性能基本控制在 0.01 左右, 说明实验室检测系统性能良好, 数据稳定可靠, 符合国家标准相关要求。分析 2017 年偏差较大可能是由于新采购的热释光测读系统立即投入比对使用, 人员设备操作不够熟练, 环境温、湿度等条件控制不到位, 新设备还未进行日常质量控制等因素导致仪器准确性不够理想。2018 年和 2019 年单组性能和综合性能指标明显减小。可能是由于利用中心自备放射源 Cs-137 进行多次实验核查、送计量院检定、参加全国比对及加强对仪器的日常维护保养等<sup>[1]</sup>, 使得误差进一步减小。

2017 年由于检测报告出具 15 个剂量计检测值, 不符合考核组报送 5 组检测值的要求, 检测报告未能满分, 被取消评优资格。2018 年和 2019 年比对检测报告纠正该问题后均满分。三年的  $Q$  值评分分别为 19、18、19.3, 说明本实验室原始记录书写、数据处理和不确定度计算基本符合要求, 个人剂量监测质量符合国家标准要求, 检测数据准确可靠。

表1 2017—2019年参加全国外照射个人剂量比对结果

年份	组号	参考辐射 (能量, 角度)	评估值 ( $k=2$ ) [ $H_R(10)_i$ , mSv]	参考值 [ $H_P(10)_i$ , mSv]	单组性能 ( $P_i$ )	综合性能 ( $\sqrt{B^2+S^2}$ )	等级
2017年	1	N100	0.62	0.68	-0.09	0.06	合格
	2	N100	2.31	2.52	-0.08		
	3	Cs-137	1.94	1.98	-0.02		
	4	Cs137, 40°	0.49	0.51	-0.04		
	5	Cs-137	3.67	3.82	-0.04		
2018年	1	Cs-137, 60°	2.23	2.25	-0.01	0.05	优秀
	2	N100	0.75	0.70	0.07		
	3	Cs-137	0.93	0.98	-0.05		
	4	N100	0.99	0.95	0.04		
	5	Cs-137	4.21	4.40	-0.04		
2019年	1	Cs-137	0.98	1.00	-0.02	0.01	优秀
	2	Cs-137, 60°	2.30	2.30	0.00		
	3	N100	0.79	0.8	-0.01		
	4	Cs-137	3.41	3.40	0.00		
	5	N100	1.24	1.25	-0.01		

### 3 讨论

参加全国个人剂量比对不仅是对检测单位仪器设备、人员的考核,也是对实验室质量控制的检验。采用热释光技术参加全国个人剂量比对,除了要作好日常的实验室质量控制,还应注意以下要点:(1) 检定,保证仪器设备在有效的检定时间内,有条件检定时能量响应和非线性响应都要做;检定时不要用裸片送检,因为裸片和装盒后照射分别得到的刻度因子存在偏差;滤光片擦拭后会影响到仪器灵敏度,需重新检定,建议滤光片的擦拭可安排在每年仪器检定前<sup>[2]</sup>。(2) 仪器,比对时的高压、模式等需与检定时一致;保证仪器状态的稳定,可以通过10 s光源读数、暗电流、空盘读数等检验仪器的稳定性和噪声的大小。(3) 探测器,比对探测器需和检定时为一个批次。检定和比对建议使用筛选过一致性较好的探测器进行,减小分散性引入的偏差<sup>[3]</sup>。(4) 剂量盒,为减小能量响应偏差引入的不确定度,建议使用能量鉴别式剂量计<sup>[1]</sup>。(5) 人员,技术人员要熟悉仪器的操作使用,检测时探测器要放置在测读盘的同一位置。如果是多通道测读系统,为减小通道之间差别,可考虑使用其中一个通道进行检测<sup>[2]</sup>。(6) 环境,南方雨季时仪器受潮后稳定性和灵敏度会受到影响,可以使用空调或除湿机控制实验室的温、湿度等在适宜的

条件。同时注意保持实验室的清洁,避免大量灰尘附着在滤光片而影响灵敏度,以减少实验误差<sup>[3]</sup>。(7) 检测报告、原始记录书写和不确定度评定,根据比对方案的Q值评分表要求,核对检测报告和原始记录,查看信息是否完善,数据处理过程是否正确,名词术语、符号是否规范。熟练不确定度评定方法,注意对非线性响应偏差、能量响应偏差、角度响应偏差、探测器一致性、校准因子等因素引入的不确定度分析。注意公式、符号的正确书写,以及结果的正确表述、有效数字的取舍等。

综上,参加全国外照射个人剂量比对有助于检验实验室检测质量水平,应在注重日常质量控制的同时,积极参加并总结全国比对经验,进一步提升检测技术和质量。

### 参考文献

- [1] 秦永春,王进,余宁乐,等.热释光个人剂量计参加全国比对结果比较[J].江苏预防医学,2019,30(6):699-700.
- [2] 贾育新,麦维基,刘小莲,等.热释光个人剂量测量的质量控制[J].中国辐射卫生,2007,16(4):426.
- [3] 翟贺争,杜仲庆,吴香君,等.2016—2018年参加全国个人剂量监测能力考核结果分析[J].中国辐射卫生,2020,29(1):45-48.

(收稿日期:2020-10-01;修回日期:2020-11-24)