

热释光剂量测量的质量控制

杨 琳 周睿东

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)02-0173-02

【摘要】 目的 探讨热释光剂量测量的质量控制。方法 以大亚湾核电站周围环境热释光剂量测量分析结果为例来说明热释光测量系统的稳定性、热释光探测器的分散性、热释光探测器的稳定性、测量系统刻度因子等对测量结果的影响。结果 热释光测量系统的稳定性、热释光探测器的分散性、热释光探测器的稳定性、测量系统刻度因子等直接影响到测量结果的准确性。结论 在开展热释光剂量测量时要严格控制这些因素对测量结果的影响。

【关键词】 热释光剂量; 测量; 质量控制

热释光剂量计 (TLD)在辐射剂量学中具有重要的地位, 已广泛应用于环境监测、个人剂量、辐射治疗、考古和地质测年学等领域。在环境监测中, 热释光剂量计被应用于对核电站周围环境的累积剂量测量。

热释光剂量测量的质量控制主要考虑以下影响因素: 测量系统的稳定性、热释光探测器的分散性、热释光探测器的稳定性、测量系统刻度因子等。下面以大亚湾核电站周围环境热释光剂量测量分析结果为例来说明这些因素对测量结果的影响。

1 测量仪器的稳定性

热释光测量仪器的稳定性是保证测量结果准确可靠的关键。热释光测量仪器通常是采用校正光源的读数来保证测量结果的一致性。参考光源读数的稳定与否将直接影响到刻度系数和测量结果的稳定性。以 RGD-3B热释光测量仪为例来观察预热与测量过程中光源读数变化。见表 1

表 1 测量仪器预热过程中光源读数变化	
开机时间 (min)	光源读数 ( $\mu\text{Gy}/10\text{ s}$ )
0	184
15	187
30	191
45	192
60	193
75	193
90	193

由表 1可知, 该测量仪预热至少需要 60min, 其校正光源的读数趋于稳定。

一般情况下测量系统在测量过程中光源读数变化不大, 但偶尔也会发生明显的波动 (见表 2)。

表 2 测量仪器测量过程中光源读数变化			
测量时间 (min)	光源读数 ( $\mu\text{Gy}/10\text{ s}$ )		变化率
	均值	范围	
0	193.5~194.5	193.9±0.3	
10	187.2~192.9	188.5±2.2	2.76%
20	187.9~188.9	188.3±0.3	0.12%
25	188.8~193.0	191.3±1.2	1.61%
35	157.9~187.6	181.7±9.5	5.02%

作者单位: 广东省环境辐射监测中心, 广东 广州 510300  
作者简介: 杨琳 (1975~), 女, 工程师, 从事环境辐射监测工作。

植入放射性粒子的患者死亡后尸体处理过程。都存在着潜在照射的危险性。对放射工作人员责任要求更高, 工作人员上岗前应取得《放射工作人员证》。加强各环节的管理是放射性粒子植入治疗系统辐射防护与安全的主要问题。

由表 2可知, 测量系统在测量过程中光源读数变化较大, 因此在进行热释光剂量测量过程中须密切跟踪光源读数的变化, 如果光源读数起伏较大, 则应适时进行调整。

2 热释光探测器的分散性

1999年至今大亚湾核电站周围环境累积剂量监测共使用两批热释光探测器, 为便于描述, 新的一批 LiF(Mg,Cu,P)热释光剂量计简称为 TLD-N, 旧的一批 LiF(Mg,Cu,P)热释光剂量计简称为 TLD-Q。下面以大坑水库测量结果分别统计两批热释光探测器的分散性。见表 3 表 4

表 3 1999年~2008年 TLD-Q在大坑水库 测量结果的分散性					
测量 日期	样品数	分散性>5%		分散性>10%	
		样品数	占总样品 数的%	样品数	占总样品 数的%
1999年	30	7	23	2	7
2000年	40	11	28	1	3
2001年	40	9	23	3	8
2002年	40	9	23	2	5
2003年	40	9	23	2	5
2004年	40	12	30	3	8
2005年	40	11	28	4	10
2006年	30	10	33	3	10
2007年	30	5	17	9	30
2008年	30	10	33	2	7
均值			26		9

表 4 2006年~2008年 TLD-N在大坑水库					
测量 日期	样品数	分散性>5%		分散性>10%	
		样品数	占总样品 数的%	样品数	占总样品 数的%
2006年	30	4	13	0	0
2007年	40	8	20	0	0
2008年	40	8	20	1	3
均值			18		1

由表 3、表 4可见, TLD-Q测量分散性超过 5%的样品数占总样品数的 26%, 分散性超过 10%的样品数占总样品数的 9%; TLD-N测量分散性超过 5%的样品数占总样品数的

参考文献:  
[ 1 ] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[ S].  
[ 2 ] GBZ178-2006 低能  $\gamma$ 射线粒子源植入治疗的放射防护与质量控制检测规范[ S].

18%, 分散性超过 10% 的样品数占总样品数的 1%。说明这两批热释光探测器的分散性较差, 在选片的过程中应把分散性控制在 5% 以内。

3 热释光探测器的稳定性

测量过程中, 热释光探测器对电离辐射能的响应稳定性直接影响到测量结果的准确性。以广东省辐射监测中心 702 房测量结果分别统计两批热释光探测器的稳定性。见表 5 表 6

表 5 TLD—O 在广东省辐射监测中心 702 房的稳定性统计				
测量日期	累积 (d)	测量计数	计数率 (计数 / d)	相对偏差 (%)
2006—04	99	121	1.22	0.0
2006—07	107	141	1.32	7.9
2006—09	87	107	1.23	0.4
2006—12	98	109	1.11	—9.1
2007—04	103	125	1.21	—0.8
2007—06	94	122	1.29	5.5
2007—10	106	125	1.18	—3.8
2007—12	94	115	1.22	0.0
平均值		120	1.22	

表 6 TLD—N 在广东省辐射监测中心 702 房的稳定性统计				
测量日期	累积 (d)	测量计数	计数率 (计数 / d)	相对偏差 (%)
2006—04	97	153	1.59	3.5
2006—07	107	158	1.47	—3.9
2006—09	88	139	1.58	3.1
2006—12	99	141	1.43	—7.1
2007—04	101	155	1.54	0.3
2007—06	94	157	1.67	9.1
2007—10	97	144	1.48	—3.6
2007—12	94	142	1.51	—1.3
平均值		149	1.43	

TLD—O 在 702 房的稳定性统计结果表明, TLD—O 计数率相对偏差在 —9.1% ~ 7.9%, TLD—N 计数率相对偏差在 —7.3% ~ 9.1%。根据国标《个人和环境监测用热释光剂量测量系统》(GB10264—88)的要求, 热释光探测器的稳定性在 90 天内变化应不大于 10%, TLD—N 与 TLD—O 所有数据均符合要求, 说明这两批热释光探测器稳定性是比较好的。

4 热释光测量系统的刻度

在 2006 年至 2007 年期间, 新旧两批 TLD 同时在大亚湾 11 个环境监测点进行布放和测量。统计两年 TLD 测量结果发现, 2007 年 TLD—O 测量结果比 2006 年高 17%, 2007 年 TLD—N 测量结果比 2006 年高 7%, 全部是正偏差, 详见表 7 表 8

表 7 2006、2007 年 TLD—O 测量结果比较			
地 点	吸收剂量率年均值 (rGy/h)		2007/2006
	2006 年	2007 年	
核电西	148	177	1.20
核电水库	151	170	1.12
大坑水库	154	176	1.14
鹏城	157	191	1.22
大鹏	161	194	1.21
南澳	190	219	1.15
澳头	143	177	1.24
溪涌	114	129	1.14
岭澳东	167	203	1.21
北龙南	171	192	1.12
中心 702 房	159	191	1.17
平均值	156	183	1.17

表 9 是 TLD—O 和 TLD—N 的 2006、2007 年刻度因子。从

表 9 可见, 2007 年 TLD—O 刻度因子比 06 年高了 11%, 2007 年 TLD—N 刻度因子比 2006 年高了 5%。图 1 是 1994 ~ 2007 气载流出物各项目占国家规定年限值的百分比, 由图中可看出大亚湾 2007 年的气载放射性流出物排放量比 2006 年低, 客观上不会导致 TLD 测量结果的升高。因此初步分析 TLD 测量结果正偏差是由于刻度因子的升高引起的, 而刻度因子升高的原因 (参考光源、刻度单位等) 有待进一步查找。

地 点	吸收剂量率年均值 (nGy/h)		2007/2006
	2006 年	2007 年	
核电西	155	164	1.06
核电水库	154	161	1.05
大坑水库	160	168	1.05
鹏城	158	173	1.09
大鹏	170	183	1.08
南澳	190	210	1.11
澳头	151	163	1.08
溪涌	119	124	1.04
岭澳东	182	194	1.07
北龙南	178	184	1.03
中心 702 房	164	178	1.09
平均值	162	173	1.07

热释光探测器	刻度因子		2007/2006
	2006	2007	
TLD—O	3.19	3.53	1.11
TLD—N	2.59	2.73	1.05

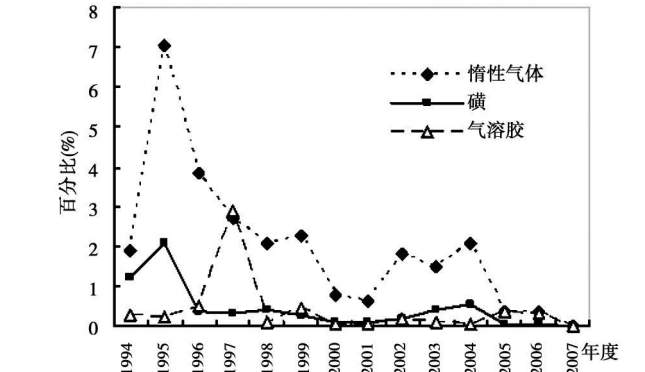


图 1 1994—2007 气载流出物各项目占国家规定年限值的百分比 (%)

5 改进措施

对于今后热释光剂量测量的质量控制工作, 应从以下方面加以改进:

(1) 针对测量仪器参考光源稳定性较差问题应积极查找原因, 尽量把稳定性 (与刻度时的参考光源读数比) 控制在 2% 以内。

(2) 针对已使用热释光探测器分散性较差的问题, 拟全部更换新一批热释光探测器。新购 TLD 将严格选取分散性 < 5% 内的 TLD 作为监测使用, 以保证测量结果的准确性。

(3) 对于刻度系数变化大的问题, 应查找原因。在两次刻度系数相差过大的情况下进行重新刻度作为验证。

参考文献:

[1] 周汝信. 热释光测量系统的质量控制及剂量刻度[J]. 核电子学与探测技术, 1999 19(2).