

环境热释光剂量计的经济互助委员会各成员国比对

Čarný P et al

提 要: 本文给出了经济互助委员会国家实验室的环境热释光剂量计比对结果。叙述了比对的方法和在切尔诺贝利事故之后放射性污染的条件下现场剂量测定的结果。象通常那样, 如果只考虑参加比对者所给的平均剂量来对结果进行统计估算, 其总的可接受性要比同时考虑参加比对者提供的剂量值及其整个置信区间(这样考虑似乎更正确)时更高。

环境辐射监测普遍应用的一种元件是无源积分固态热释光剂量计(TLD)。为了评价低剂量测量所用的TLD方法, 对各实验室所获得的结果进行比对是一个重要的方法。尤其是这些结果从一个国家报道到另一国家对这种比对更为重要。这次比对是捷克斯洛伐克组织的以评价经济互助委员会(简称经互会, 下同)各成员国的环境热释光剂量测量方法的发展水平, 研究的目的是评价影响测量精度的一些因素。同时, 参加比对的成员除了可将其结果与所给剂量比对外, 还可直接与来自其他实验室的测量结果进行比较。

研究的说明

此项研究是在1986年夏季进行的。11个实验室的16组剂量计参加了比对, 所有送来比对的剂量计均得出了结果。场所剂量计的照射点设在 Trnava 附近的气象台。在监测周期内, 切尔诺贝利事故对室外测量位置上的剂量影响已很容易地测量到了。因此, 精确地测出现场剂量具有非常重要的意义。除对空气剂量率用高压电离室进行了连续监测外, 还测量了 γ 辐射的能谱。其 γ 能谱是用HPGe半导体和NaI(Tl)闪烁探测器测量的。从 γ 谱测量中可以看到, 对空气剂量的贡献除一些主要的天然核素外, 还有一些人工放射性核素(^{103}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{140}La), 这些人工放射性核素对现场测得的总空气剂量率的贡献是用HASL的方法进行评价的, 并且发现比对研究期间其贡献是8~12%。在空气剂量非通常的这些贡献者中, 考虑到众所周知的小型高压电离室的能量依赖性, 该标准仪器的响应用空气Kerma的能量分布进行了修正。在本研究开始时和结束时做了实验室照射(实验室1组, 实验室

2组), 这种照射是把剂量计置于距一非准直的 ^{60}Co 源一米处进行照射的。给出的空气剂量是经标准照射刻度过的精密电离室(带有600 cm^3 电离室的2575 Farmer剂量仪)测定获得的。进行这些照射是为了调查这些TLD衰退性能的影响和每一参加比对者测量的精度。要求所有参加比对者报告的结果置信度为95%。

结 果

参加比对的人员在现场和实验室条件下获得的结果应与给出的剂量值 $\bar{D} \pm U_D$ 分别在30%和10%以内相一致, 并以此标准作为衡量其性能的指标。使用每一比对者估算剂量的平均值 \bar{X} 和这些标准, 81%的场所剂量计已证明其性能是在给出的现场剂量的30%以内。类似的比较表明, 实验室1组的63%和实验室2组的68%的剂量计性能是可以接受的, 但参加比对人员所估算的置信区间($\bar{X} - U_X$, $\bar{X} + U_X$)比所估算的平均值 \bar{X} 能给出更多关于所估算未知的给定剂量的信息, 因为区间宽度和95%的可信限说明了我们的值接近真值的程度。如果既考虑到估计值, 又考虑到整个置信区间, 即 $\bar{X} \pm U_X$, 而不仅仅是平均值, 那么可接受的标准可用下面关系表示:

$$\bar{X} - U_X \geq \bar{D} - \sigma_i \quad (1)$$

$$\bar{X} + U_X \leq \bar{D} + \sigma_i \quad (2)$$

$$\text{式中 } \sigma_i = \left[\left(i \cdot \frac{\bar{D}}{100} \right)^2 + U_D^2 \right]^{1/2}$$

$$i = 10, 20, \dots, 100$$

在现场剂量计的情况下($i = 30$, $\bar{D} \pm U_D = 154 \pm 10 \mu\text{Gy}$), 这就意味着如果参加比对人员估计的

剂量是 $165 \pm 25 \mu\text{Gy}$, 则关系式(1)和(2)是满足的, 并且这个结果是可接受的。如果估计的现场剂量是 $154 \pm 100 \mu\text{Gy}$, 则关系式是不满足的, 此结果就不能接受。因为考虑到更严格的这些可接受性标准, 仅仅38%的场所剂量计结果($i=30$)是在给出剂量的30%以内, 25%的实验室1组和31%的实验室2组的剂量计结果($i=10$)是在10%以内, 并且是可以接受的。这些结果作为TL材料的函数在下表中给出。

附表。作为所用TL材料的函数结果

I 探测器	II 组数	参加比对者的平均 D值(μGy)		
		III 现场	IV 实验室1	V 实验室2
LiF	4	166 ± 15	852 ± 197	830 ± 177
$\text{CaSO}_4 : \text{Dy}$	5	143 ± 40	917 ± 250	903 ± 280
$\text{CaSO}_4 : \text{Tm}$	1	129 ± 33	910 ± 173	533 ± 74
$\text{CaF}_2 : \text{Dy}$	1	187 ± 25	966 ± 25	857 ± 105
$\text{Mg}_2\text{SiO}_4 : \text{Tb}$	1	161 ± 17	955 ± 125	965 ± 79
$\text{CaF}_2 : \text{Mn}$	2	193 ± 20	1007 ± 20	903 ± 19
ALP玻璃	2	174 ± 40	911 ± 90	930 ± 80
总计	16	162 ± 33	916 ± 191	866 ± 206
给出剂量		154 ± 10	904 ± 41	890 ± 30

表中 III, IV, V 给出了参加比对的平均值和一倍标准差。平均值和95%的置信区间仅仅是每一组剂量计来考虑的。

结 论

上述结果可以使参加比对的人员比较他们的环境TL剂量计的性能并对来自经互会成员国参加比对的实验室的TL剂量测量技术的发展状况做出总评价。从这些结果可明显地看出, 各方面的性能是相当好的。这些性能与在更广泛的国际比对中获得的结果类似。但是, 如果考虑一个更精确的可接受的标准, 可从比对结果明显地看到, 必须用更小的总不确定度(95%置信限)来估计剂量和提高总的精确度。测量精度是从实验室照射的剂量计(实验室1, 实验室2)的结果确定的, 并且再一次证明是相当好的。有两个参加比对的成员系统地低估了给出剂量。这可能是由于刻度过程造成的, 尤其是如果他们的精确度很好时。有必要在TLD相互比较这一领域内继续进行研究, 以改进现在的方法并使以控制人群剂量为目的的比对结果具有更高的可靠性。

[Radiat Protect Dosi 1989; 27(2):115~8
(英文)戴光复节译 孙福印校]



001 低收入家庭中的 ^{222}Rn 水平 [英] /Cohen BL ...//Health Phys.—1989, 56(3).—349~53

作者报道了对美国全国及匹兹堡地区低收入(年收入低于15 000美元)家庭中 ^{222}Rn 浓度的调查结果。

在1986年3月至1987年4月期间总共调查了32 740个家庭, 其中低收入家庭有808个。 ^{222}Rn 浓度用扩散栅活性炭吸附探测器(DBCA)测量。匹兹堡地区的调查对象有三个来源: ①那些自新闻媒介得知匹兹堡大学愿免费为送来食品印花认可购买卡(Food stamp authorization-to-purchase card)副本的家庭测量 ^{222}Rn 浓度消息后, 主动送来这一证件副本的低收入家庭有101户; ②通过随机选择

的当地300个电话号码拨号接通后, 对方同意参加所谓随机选择免费 ^{222}Rn 调查(RS-NC)的家庭108户, 其中8户为低收入家庭; ③花12美元购买的 ^{222}Rn 测量有1 571户, 其中77户为低收入者。

全国的资料有一部分是在因肺癌发病率异常高或异常低而被选择研究的地区进行的RS-NC ^{222}Rn 测量, 共1 201家, 其中低收入家庭117户, 另一部分是12美元购买的测量, 共有29 759家, 其中低收入家庭594户。

^{222}Rn 数据测量分别按信访项目: 受检房间层数、类型、建造日期、风雨侵蚀情况、通风、位置(城市、郊区或农村)空气污染程度、住户拥有或租用、房间内每天吸烟支数、房子的价值及住户年收入等进行, 结果是: ①低收入家庭中的 ^{222}Rn 水平大约为其它家庭中 ^{222}Rn 水平的82%; ②在12美元购买测量的数据中, ^{222}Rn 水平随房子年限增加而降低, 但无论是在低收入家庭还是在所有随机选择的家庭的数据中, 都未发现这一现象; ③