

全国鉴别式个人剂量比对太原地区结果报告

贾晓筠

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2004)03-0162-01

【摘要】 目的 熟悉和掌握 ICRU 的新实用量 $H_p(d)$ 的概念、应用及测量方法。方法 把六个鉴别式个人剂量计分成照射、备用和对照三部分, 采用邮寄方式寄给组织者。比对照射在卫生部标准剂量学实验室(SSDL)进行照射完后再寄回。结果 通过测量计算比较评定值与约定真值间的偏差, 前 2 个剂量计偏差 $< 10\%$, 第三个 $H_p(0.07)$ 偏差也 $< 10\%$ 。而第四个和第三个剂量计的 $H_p(10)$ 偏差 $> 10\%$ 。结论 这次比对结果最高偏差为 16.6%, 可能是系统误差造成的。剂量计采用能量鉴别式方法应用于基层, 它的实用可靠性还需进一步研究实践。

【关键词】 辐射防护; 剂量计; 比对

国际放射防护委员会(ICRP)第 60 号建议书建议, 在放射防护中采用新的剂量限值量—有效剂量。因为有效剂量是人体器官或组织中的平均剂量加权值的总和, 所以, 它不能被直接测量。对放射防护实践, 国际放射单位和测量委员会(ICRU)在其第 39 号报告中, 推荐了几个新的实用量作为剂量限值的保守估计, 这些量是可以直接测量的^[1]。目前这些新的实用量已在世界范围内逐渐被采用, 欧共体国家已推荐使用个人剂量当量, 并为此制定了各种技术标准和法规。我国技术监督局已发布了关于“量和单位”的国家标准, 在这个国家标准中, 也采用了 ICRU 推荐的辐射防护中的新的实用量。为在全国个人剂量监测中尽快推行新实用量 $H_p(d)$, 以使我国个人剂量监测工作按国际和国家标准的要求顺利发展。卫生部工业卫生实验所组织了首次鉴别式个人剂量计全国比对, 现将太原市参加比对的有关情况作一介绍。

1 比对目的

- (1) 熟悉和掌握 ICRU 的新实用量 $H_p(d)$ 的概念与应用。
- (2) 熟悉和掌握 $H_p(d)$ 的测量方法。
- (3) 给参加者用标准体模并统一刻度自己的个人剂量测量系统提供条件。
- (4) 为在全国个人剂量监测中尽快推行新实用量 $H_p(d)$, 以使监测与国际标准接轨进行技术准备。

2 方案设计

- 2.1 比对方式 以邮寄方式进行, 组织者将于 1997 年 6 月 30 日前收到参加者寄来的比对剂量计并编号, 于 1997 年 7 月 10 日前把照射完毕的比对剂量计寄给各参加者。
- 2.2 剂量计分组 把 6 个鉴别式个人剂量计分成照射、备用和对照三部分, 4 个用于比对照射, 1 个用于对照, 1 个备用。
- 2.3 比对剂量计的照射 比对照射在卫生部标准剂量学实验室(SSDL)进行。使用的光子辐射场为 X 辐射和 γ 辐射, 其能量在 125~1 250 keV 范围之内, 所用 X 射线辐射场基本符合 ISO 标准要求。照射的个人剂量当量 $H_p(d)$ 的范围约为 0.5~5 mSv, 但各参加者之间的照射值不一定相同。照射将在 ISO-4037 推荐的标准平板注水体模上进行, 剂量计与照射源之间的距离为 1.5 m。

3 数据处理

- (1) 从比对剂量计读出值中扣除对照剂量计的读出值, 得到比对剂量计的净读数(平均值), 见表 1。

表 1 比对剂量计净读数

剂量计编号	轻过滤	重过滤	无过滤	浅表
E ₁	4.770	4.763	4.787	5.061
E ₂	9.304	9.191	9.574	9.434
E ₃	10.404	11.884	14.254	11.274
E ₄	25.864	26.994	26.824	29.574

(2) 用净读数平均值求出“轻过滤/无过滤”, “重过滤/无过滤”, 和“重过滤/轻过滤”, 三组比值见表 2。

表 2 不同过滤读数比值

剂量计编号	轻过滤/无过滤	重过滤/无过滤	重过滤/轻过滤
E ₁	0.996	0.995	0.998
E ₂	0.972	0.960	0.988
E ₃	0.730	1.060	1.140
E ₄	0.964	1.006	1.004

(3) 根据此值, 用光子能量刻度曲线(此值随光子能量的变化曲线)确定光子的平均能量(由工卫所提供), 根据确定的光子能量在个人剂量当量刻度曲线上(个人剂量当量刻度因子 [mSv/读数] 随光子能量的变化曲线), 查出该能量所对应的个人剂量当量刻度因子(由工卫所提供), 个人剂量当量刻度因子(mSv/读数)乘以相应的净读数即得到个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 和 $H_p(10)$ 。如表 3。

表 3 个人剂量当量评定值

剂量计编号	鉴别的光子能量 keV	评定的个人剂量当量(mSv)	
		$H_p(0.07)$	$H_p(10)$
E ₁	662	1.13	1.13
E ₂	1250	2.11	2.11
E ₃	64	3.99	4.42
E ₄	1250	5.90	5.90

(4) 评定值与约定真值的比较见表 4

由表 4 可以看出, 前 2 个剂量计偏差 $< 10\%$, 第三个 $H_p(0.07)$ 偏差也 $< 10\%$ 。而第四个和第三个剂量计的 $H_p(10)$ 偏差 $> 10\%$ ^[2]。

4 结果分析

(1) 这次比对完全由卫生部工卫所提供个人剂量计和刻度曲线, 为比对的顺利进行创造了有利条件, 比对参加者在测量和数据处理上大大简化了程序, 这种方法如果实用可靠, 值得推广。

(2) 这次比对出现的偏差主要是对光子能量的鉴别上, 这可能是由于比对所使用的 LiF(Mg, Cu, P) 玻璃管探测器生产厂家不同, 其热释光性能有一定的差别, 故它的光子能量刻度曲线有一定的差别, 造成了鉴别能量的偏差, 进而使光子个人剂量当量刻度曲线也带来相应的差别。

(3) 各单位使用的辐射参考刻度源与北京工卫所可能有一

一次工业辐照装置倒源剂量分布及分析

王建昌, 朱南康

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2004)03-0105-02

【摘要】 目的 实际测量一次工业辐照源装置的源操作过程, 分析具体的空间、时段剂量分布, 为今后指导制定工作计划, 将操作人员的剂量负担控制在一个合理的低水平。方法 做参考点剂量概算, 根据每个辐照装置和源的具体情况和今后连续 365 d 的总操作源计划, 按照国家标准制定一个总剂量限值, 用于一次操作源的实践活动中。结果 操作过程中, 剂量率最大值为 6.27 μ Sv/h; 剂量率最小值为 0.13 μ Sv/h。源罐从天窗进入辐射室, 再沉降至井底过程中, 辐照室内剂量率最大值为 22.1 μ Sv/h; 剂量率最小值为 0.20 μ Sv/h。本次操作源实践整个过程实测个人最大可能当量剂量为 24 μ Sv, 完全控制在预期的当量剂量限值 83 μ Sv 内。结论 人员个体负担当量剂量中有 74% 来自于操作单源上架; 15.2% 来自于源罐操作, 说明操作技能的培训和操作效率的提高对剂量控制起着主要作用。

【关键词】 操作源实践; 剂量预期; 控制

一座设计源容 37 PBq 的工业钴-60 辐照装置, 需要将原有的 14 PBq 的钴源从单板源架上卸载并将源棒重新排布上架, 然后加新源使总活度达到 18.5 PBq。单源最大活度为 0.481 PBq 源棒, 尺寸为直径 9 mm, 长 450 mm, 总活度为 (4.83PBq) 13.05 万 Ci。此次操作源实践作为一次具有广泛代表性的工业辐照装置操作源活动, 按照 ICRP 第 62 号出版物的精神, 应有规范的实践计划, 其应包括: 工作计划和程序; 过程质量控制; 剂量预期与事故应急; 安全分析。其中剂量为工作计划和程序提供制定参照, 并与其后的现场跟踪监督、监测构成安全分析的量化信息。

1 工作计划中的剂量总控

由于本装置已实现了自动传输辐照系统, 日常工作并不接触射线(源在工作位时, 辐照室外空气比释动能率和源在水井储位时辐照室内空气比释动能率均保持在本底水平), 辐照源的 γ 射线对工作人员的剂量贡献则集中在操作源过程中。

作者单位: 苏州大学辐照技术研究所, 江苏 苏州 215007
作者简介: 王建昌(1961~), 男, 副教授, 从事辐照技术研究。

按照 GB10252—1996《钴-60 辐照装置的辐照防护和安全标准》规定, 工作人员的年剂量限值在 5 mSv/a, 公众限值在 0.25 mSv/a。经我们实践提出: 应将其“每年”理解为每个连续的 365 d, 这更能表述剂量在客观时间上的联系分担, 而不是一个日历意义的“年”。这样, 在做一次操作源实践的工作计划时, 应从预期实践的第一天算起, 往后连续的 365 d 内共有多少次实践活动, 其中重点要参考每次的操作量(源活度)和操作方式(增源、退源和调整源排布)。本次操作源包括已有源的排布调整和增源两项实践活动。根据该装置今后连续 365 d 的源实践工作计划, 制定本次操作实践最大个体接触剂量当量上限为 83 μ Sv, 即公众限值的 1/3。

2 空间布点和安全概算

由于源在架上的活度分布在其宽度方向是均匀的, 而源并在这个方向上的几何形状也是对称的, 我们只取其半边几个操作人员滞留点作为参考点 P1—8, 见图 1 利用一个实用程序(北京三强公司开发)带入该板源参数, 可概算出此次增至源后, 静态板源的安全保障水深。

表 4 评定值与约定真值比较

剂量计编号	约定真值			评定值			偏差(%)	
	Hp(0.07) (mSv)	Hp(10) (mSv)	能量(keV)	Hp(0.07) (mSv)	Hp(10) (mSv)	能量(keV)	Hp(0.07) (mSv)	Hp(10) (mSv)
E ₁	1.03	1.03	662	1.13	1.13	662	+9.71	+9.71
E ₂	2.02	2.02	662	2.11	2.11	662	+4.46	+4.46
E ₃	3.91	3.91	662	3.99	4.42	662	+2.05	+16.04
E ₄	5.06	5.06	662	5.90	5.90	662	+16.60	+16.60

注: 1) 偏差=[(评定值-约定真值)/约定真值]×100%。
定的系统误差, 这也是给剂量计算带来一定的系统偏差。

(4) 剂量计采用能量鉴别式方法的实用可靠性还需要进一步研究和实践。每个单位的个人剂量监测所遇到的并不是单一能量的辐射场, 有时会出现 X、 γ 射线的混合场, 即使是单一的 X 射线, 在一个监测周期里可能出现几种不同能量的 X 射线, 这也是混合场, 比对中给出供使用的两种刻度曲线是否也满足混合场的要求, 有待于进一步研究。

(5) 如果要推广能量鉴别式 TLD, 我们认为只有用本单位所使用的这一批热释光探测器所得到的光子能量刻度曲线才有可靠的保证, 当然还有测量系统的可靠性及其测量人员的技术素质好为前提^[3]。参加 TLD 比对所使用的 TL 探测器有三种不同补偿条件, 这样探测器的数量要很多, 比如这次比对我们在

一个剂量盒中放 9 支探测器, 这就大大增加了测量的工作量。若每个剂量盒中每个窗口只放一个探测器, 那么测量误差必然很大, 这一问题怎样解决有待于探讨。

参考文献:

[1] 张兵. 放射工作人员个人剂量监测的实用量及热释光方法实施[J]. 预防医学情报杂志, 1998, 14(1): 29.
[2] 王建超, 王其亮. 第 3 次全国个人剂量计比对介绍[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 20(4): 231.
[3] 沈峰, 马玉兰, 桑军阳, 等. 热释光剂量测量中的误差因素分析及其控制措施[J]. 中国辐射卫生, 1998, 7(1): 57.

(收稿日期: 2004-04-0)