

参加全国外照射个人剂量计比对的结果与分析

麦维基, 曾锡慎, 贾育新, 刘小莲, 谭光享

中图分类号: R144 1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)02-0179-02

【摘要】 目的 检验广东省职业病防治院个人剂量监测实验室的测量误差和存在问题。方法 经过退火处理的剂量计邮寄到中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所照射若干组剂量值, 照射后的剂量计再邮寄回我实验室测量、数据处理, 然后将测量结果上报该所。结果 共参加 8次比对, 6次检测结果与照射剂量基本上在 ±5%以内符合, 1次在 ±10%以内符合, 1次超过 ±15%。结论 广东省职业病防治院个人剂量监测实验室基本符合国家有关标准的要求。

【关键词】 个人剂量计; 照射; 全国比对

广东省职业病防治院放射卫生防护所于 1979年成立热释光剂量测量实验室, 1984年起参加过中国医学科学院放射医学研究所组织的一些全国个人剂量计比对。从 1995年起中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所接手全国卫生系统个人剂量监测工作的管理和质量控制工作后, 比较有计划地开展了一系列的全国个人剂量计比对工作, 我们参加了该所组织的全部个人剂量计比对, 现把比对结果进行总结和分析。

1 检测仪器和方法

1.1 设备 测量仪器为 FJ-377和 FJ-427A型热释光剂量仪, 剂量元件为塑料管封的 LiF (Mg、Cu、P)粉末。

1.2 方法

1.2.1 剂量计准备 将粉末元件在退火炉上经 235℃退火 10min取出冷却, 然后封装在塑料管内备用。剂量计一般准备 2组: A组剂量计为比对照组, 包括比对照剂量计、本底剂量计和备用剂量计, 剂量计数量按比对通知要求准备, 并按要求贴上标识, 然后邮寄中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所照射; B组剂量计为刻度组, 留在我所个人剂量测量实验室并存放在铅室内。

1.2.2 照射刻度剂量计 在将比对剂量计寄出照射期间, 将 B组剂量计在本所的参考辐射场在 0.5~10.0mSv范围内准确照射若干组剂量值。

1.2.3 剂量计测量及数据处理 将 A组比对剂量计和 B组刻度剂量计同时测量, 进行数据处理, 如果组织比对单位提供了刻度剂量计, 即应用比对单位提供的刻度因子, f如果没有, 即

应用 B组刻度剂量计的测量结果计算出平均的刻度因子, f比对样品的剂量由下式计算:

$$D = (X_{\text{样}} - X_{\text{本}}) \cdot f$$

式中: D为比对样品的剂量值, 单位为 mSv;  $X_{\text{样}}$  为比对样品读数值, 单位为计数;  $X_{\text{本}}$  为随行本底剂量计读数值, 单位为计数; f为刻度因子, 单位为 mSv/计数。

2 结果与讨论

2.1 结果 从 1995年至 2000年, 基本上每年进行一次全国个人剂量计比对, 2000年以后每两年进行一次全国个人剂量计比对。除 1998年的比对是应用多种能量的 X射线和 γ射线照射剂量计外, 其余比对都是应用相对单一能量的 γ射线照射剂量计。1999年以前我们基本上没有在本机构照射刻度剂量计, 2000年开始每期比对都让本机构提供了刻度剂量计。从表 1看到, 从 1995年进行的 7次比对是应用  $^{60}\text{Co}$ 或  $^{137}\text{Cs}$  γ射线照射剂量计的, 7次比对结果中, 除 1999年的比对结果外, 6次比对结果的相对偏差平均值都在 ±5%以内, 比对结果为优秀, 但是 1999年的比对结果照射值和测量值差别较大, 相对偏差平均值达成 22%, 比对结果不太理想。从表 2看到, 1998年进行的是用多种射线能量的 X射线和 (射线照射剂量计, 要求应用鉴别式剂量计, 并用 HPA(07)和 HP(10)报结果。从比对结果看到, 对 X射线的测量结果相对偏差在 -10%~-12%, 但是对 γ射线的测量结果比较理想, 测量值很接近照射值, 平均偏差为 8.6%。因为是用多种能量的 X射线照射剂量计, 这次比对结果也属优秀。

表 1 7年全国个人剂量计比对结果 (相对偏差%)

年份	辐射源	组 别										绝对值 平均值
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1995	$^{60}\text{Co}$	1.5	1.1	3.3	—	—	—	—	—	—	—	2.0
1996	$^{137}\text{Cs}$	3.6	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0
1997	$^{137}\text{Cs}$	-5.1	5.0	-1.6	2.7	—	—	—	—	—	—	3.6
1999	$^{137}\text{Cs}$	17.3	18.4	16.0	25.0	22.0	25.0	24.0	22.2	23.5	24.1	22.0
2000	$^{137}\text{Cs}$	7.9	1.4	1.1	0	-3.5	5.0	-0.5	3.1	-2.3	4.8	2.5
2002	$^{60}\text{Co}$	-10.0	2.0	0	4.0	3.0	1.0	0.5	1.2	—	—	2.7
2004	$^{60}\text{Co}$	0	-2.0	1.1	0.9	4.6	0	5.5	5.5	—	—	2.5

2.2 讨论

2.2.1 误差原因分析 我所个人剂量测量实验室参加的 7次 γ射线照射剂量计比对, 其中 6次的比对结果都令人满意, 而

1999年的比对结果却误差较大。为此我们探讨了可能造成这次比对结果误差较大的原因:

2.2.1.1 测读仪器出问题 根据我们的经验及对测量数据的分析不太可能, 因为仪器不稳定只会引起个别测量数据的波动, 实际上同一剂量组的测量数据的分散性一般不会超过 10%, 而且我实验室每个季度都进行刻度检定, 检查每台测读

作者单位: 广东省放射卫生防护所, 广东 广州 510300  
作者简介: 麦维基 (1965~), 男, 广东南海人, 主管技师, 从事个人剂量工作。

仪器是否在正常状况下工作。

表 2 1998年全国个人剂量计比对结果

组别	射线品质	约定真值		评定值		相对偏差 (%)	
		HP(0.07)	HP(10)	HP(0.07)	HP(10)	HR(0.07)	HP(10)
E-1	X射线 64 keV	4.51	4.92	3.97	4.33	-12.0	-12.0
E-2	X射线 125 keV	2.81	2.96	2.48	2.63	-11.7	-11.1
E-3	X射线 230 keV	1.22	1.26	1.10	1.13	-9.8	-10.3
E-4	<sup>137</sup> Csγ662 keV	2.18	2.18	2.16	2.16	-1.0	-1.0
平均值 (%) <sup>1)</sup>						8.6	8.6

注: 1)绝对值平均值。

2.2.1.2 参考辐射场照射量率不准确 我们的参考辐射源是 <sup>226</sup>Ra, 虽然经过北京计量科学研究院标定, 但当年为了找出原因, 我们又委托北京计量科学研究院和中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所各照射若干组剂量值, 然后和我们在参考辐射场照射的若干组剂量计一起测量, 结果国家计量院和北京工卫所照射的剂量值, 和我们参考辐射场照射的剂量值在 ±6%以内符合。

2.2.1.3 我们在照射刻度剂量计时出差错 这方面有两种可能, 一是照射时间不准确, 二是照射时放射源没有到达预定位置。由于误差达 20%左右, 因此第一种情况不太可能, 第二种情况则有可能造成这样大的误差。

2.2.2 应进一步提高监测质量 1998年的比对结果, 对 γ射线的测量结果比较理想, 测量值很接近照射值, 但是对 X射线的测量结果误差比较大, 相对偏差达 -10% ~ 12%, 说明我们实验室对应用鉴别式剂量计, 进一步提高监测质量还有许多工作要做。熟练掌握鉴别式剂量计的应用, 用实用量 HP(d)报告结果是国家标准要求的<sup>[1]</sup>, 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所为此作了一系列技术准备工作<sup>[2]</sup>, 他们还将准备组织 1次要求用实用量 HP(d)提供比对结果的全国外照射个人剂量计比对<sup>[3]</sup>。

2000年后我们都要求全国外照射个人剂量计比对组织者提供刻度剂量计, 但在比对过程中比对组织者为参加单位提供刻度剂量计的做法只能考察参加单位测量系统的线性, 无法考查参加单位在日常个人剂量监测工作中存在的实际测量误差。

参考文献:

[1] GBZ128-2002 职业性外照射个人监测规范[S].  
[2] 王其亮, 王建超. 关于依法改进当前个人剂量监测的建议[J]. 中国辐射卫生, 2005 14(3): 192-194  
[3] 胡爱英. 我国个人剂量监测工作现状和展望[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004 24(4): 377-379  
(收稿日期: 2007-03-28)

【工作报告】

安全与防护最优化原则是采取防护措施的前提

陈静媛

中图分类号: R142 文献标识码: D

放射实践中应遵循放射防护三原则, 即实践正当化, 防护与安全最优化和剂量限值。前者和后者一般比较好理解和应用, 而防护与安全最优化在实施时往往容易走极端, 即认为剂量降至越低越好, 且不管耗用多大的物力、财力和人力, 事实上此种做法有悖防护与安全最优化制订时的初衷。“对于来自一项实践中的任一特定源的照射, 应使防护与安全最优化, 使得在考虑了经济和社会因素之后, 个人受照剂量的大小、受照的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平; 这种最优化应以源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)”《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中对最优化的描述是如何遵循防护最优化原则最好的注释。其前提是考虑经济和社会因素; 依据是个人受照剂量的大小、受照射的人数、人员受照射的可能性; 原则是保持在可合理达到的尽量低水平。考虑经济和社会因素就是要对所进行的防护效果所带来的利益是否大于所需要的投入, 如果是正比即可行, 反之应与重新考虑。个人受照剂量的大小、受照射的人数、人员受照射的可能性实际上也是对经济和社会因素的考虑, 比如, 某一放射科, 每天只有几个受检者, 虽然存在辐射外泄现象, 是否要进行几万圆的防护改造, 而且一些医疗单位把防护重点放在了很少有人停留的环境防护上, 而忽视了对受检者的必要防护, 对受检者的防护可能只需区区千百圆的投入却可收到使受检者免于多余照射的利益而推三阻四, 借故弃置等现象的存在, 对最优化原则的应用和理解不是走了极端吗? 如果源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束, 这种情况本身就是实行最优化原则的前提条件, 如果存在超过剂量约束和潜在照射危险的情况下就应启动应急方案或进行必须的防护手段。防护与安全最优化要实现以下目标: ①相对于主

导情况确定出最优化的防护与安全措施, 确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性; ②根据最优化的结果制定相应的准则, 据以采取预防事故和减轻事故后果的措施, 从而限制照射的大小及受照的可能性。主导情况的确定是制定最优化的防护与安全措施的前提条件, 例如设备自身的防护问题解决了, 可能对环境方面的防护措施投入就可以适当的节省了, 如果反之, 就是没有弄清主导情况而南辕北辙了。在辐射防护措施中, 除了屏蔽措施外, 合理适用的规章制度也是必不可少的, 合理适用的规章制度的制订和执行是预防和减轻事故的有效保障。在实施防护与安全最优化, 粗略的定性分析和将使用的决策技术的定量分析是必须的, 在此过程中, 须将采用的某种方法对一切有关因素一并考虑在内, 这是对将要实施的方法的可行性的科学论证, 是保证防护与安全最优化真正实施的重要步骤。防护与安全最优化原则是实现保证工作人员安全的手段, 合理正确的运用和实施既可以达到安全目的又可以满足节约人、物和财力的要求。防护与安全最优化的原则在干预的实践中也同样有其重要地位, 如实施干预前, 对健康保护和社会、经济等因素综合考虑后, 预计干预的利大于弊时这种干预才是正当的, 因而在干预的计划中应规定最优化的干预水平和行动水平, 这种最优化应符合 GB18871标准中附录 E中的 E2和附录 H中给出的准则为基础并以实际情况予以考虑。

以防护与安全最优化为根本所制订的相关准则, 并以此为依据采取以预防和减轻事故后果的措施, 目的是限制照射剂的大小和受照射的可能性, 对防护与安全最优化的正确理解和使用, 一可以确保安全 二是节省财力和物力, 一个正确原则的制订和实施必将获得巨大社会效益和经济利益 因而放射防护三原则是合理利用原子能的根本和制订一切有效规章制度的基础。