

关于依法改进当前个人剂量监测的建议

王其亮¹, 王超²

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)03-0192-02

【摘要】目的 改进当前个人剂量监测中的一些不符合项。方法 把近期国内相关杂志发表的个人剂量监测的文章和有关统计资料与国家现行法律、法规和标准的要求进行比较。结果 发现个人剂量监测率、监测的量、监测的辐射种类、剂量计的类型等都与现行的国家法律、法规和标准的要求存在着不一致性。结论 加强政府管理, 继承现有的技术成果, 依法改进当前的个人剂量监测是完全可能的。

【关键词】 个人剂量; 监测; 法; 改进

个人剂量监测是放射防护工作的重要组成部分, 它对保护工作人员的健康起着至关重要的作用, 一向倍受广泛关注。近年来, 全国外照射个人剂量监测得到了长足的发展。但由于新的国家法律和标准的发布实施, 致使此项工作明显地滞后国家相关法律、法规^[1,2]的要求, 滞后现行国家防护标准和国家职业卫生标准^[3,4]的规定。从国内相关专业杂志发表的 28 篇有关个人剂量监测的文章(2003 年 1 月~2004 年 6 月)和近年来全国放射卫生监督监测报告可以发现存在这种情况。笔者就此问题进行讨论并提出相关建议。

1 监测的依据

- 1.1 法律 《中华人民共和国职业病防治法》2002 年 5 月 1 日实施;
- 1.2 法规 《放射工作人员健康管理规定》卫生部令第 52 号, 1997;
- 1.3 标准 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871—2002、《职业性外照射个人监测规范》GBZ128—2002。

2 监测的现状

2.1 关于监测人数 国家法律、法规和新国标的发布实施, 势必对个人剂量监测产生新的促进。表 1 列出了 1993 年~2003 年全国个人剂量监测的省市区个数、监测人数和监测率的变化情况。三个指标均呈现先逐年升高, 再逐年下降的趋势, 最近的监测率全国平均只有 40% 左右, 这与到 2000 年监测率达到 90% 的卫生部文件要求相差甚远。这种反常现象应当引起有关方面的重视。

表 1 全国个人剂量监测情况的变化^[5]

年份 ¹⁾	监测的省市区数	监测人数(10 ⁴ 人)	监测率(%) ²⁾
1993	21	4.5	22
1994	28	5.0	25
1995	29	5.2	26
1996	29	6.7	34
1997	28	7.4	37
1998	31	8.7	44
1999	31	9.6	48
2000	31	9.4	47
2001	29	9.6	48
2002	28	8.8	44
2003	24	8.0	40

注: 1) 2000—2003 数据引自《个人剂量监测情况通报》和《全国放射卫生监督监测统计报告》。

2) 计算监测率时, 全国放射工作人员数取 20 万人。

2.2 关于监测的量 中华人民共和国国家标准 GB 18871—2002 中规定的年剂量限值量——有效剂量和当量剂量均为防护量, 而这些防护量不能用现有仪器直接测量。为了实施防护标准, 有关国际组织推荐了可“直接”测量的实用量, 即个人剂量当量 Hp(d)(d 指人体表面指定点下面的深度, 单位为 mm), 作为年剂量限值的保守估计值。Hp(10)为深部个人剂量当量, 常常代表有效剂量; Hp(3)代表眼晶体当量剂量; Hp(0.07)代表皮肤当量剂量。

中华人民共和国国家职业卫生标准 GBZ128—2002 采纳了这些量, 并作为必须执行的强制性条款, 要求个人剂量监测必须采用实用量。

值得注意的是, 国际上推荐 Hp(d) 这个量将近 20 年了, 国内推广使用 Hp(d) 也十年有余了, 国家职业卫生标准 GBZ128—2002 发布实施已经两年多了, 但在国内的个人剂量监测中却很少见到有使用 Hp(d) 这个量的。

事实上, 个人剂量监测机构应当使用 Hp(d) 开展个人剂量监测, 监管部门或认证/认可评审机构也应该要求他们使用该量。首先, 法律、法规要求“个人剂量监测的仪器、方法、评价和记录应符合国家有关标准的规定”; 其次, 国家已经发布实施了相应的新的职业卫生标准(GBZ128—2002); 第三, 国内基本具备了使用 Hp(d) 的条件。

为了推广使用新的实用量 Hp(d), 卫生部放射卫生防护监督监测所作为卫生部个人剂量监测技术指导机构作了一系列的技术准备工作。

(1) 早在 1995 年, 就在呼和浩特市召开的全国个人剂量监测工作会议上报告了“外照射辐射防护中的几个实用量的进展与应用”。

(2) 1995~1997 年间, 参加了 IAEA/RCA 组织的第二次个人剂量计两个阶段的国际比对, 在两个比对阶段中, 对光子能量的鉴别和 Hp(d) 的测定均取得了满意的结果^[6~8]。

(3) 1996 年研制和批量加工了可测量新实用量 Hp(d) 的“过滤型鉴别式热释光个人剂量计”^[9,10] (后来陆续有 51 个监测机构购买了这种剂量计)。

(4) 1996、1998 和 1999 年分别在重庆、昆明和大连, 连续举办了三期“全国个人剂量监测方法培训班”, 全面培训了“用 IC-RU 的新实用量实施光子个人剂量监测的方法”^[10,11]。

(5) 1997 和 1998 年分别组织了两次用 Hp(d) 提供比对测量数据的全国个人剂量测量比对^[12~14], 两次比对均获得了好的结果。

下面的表 2、表 3 和表 4 列出了 1998 年的比对资料。表 5 所列是此次国内比对与上述国际比对结果的比较。

作者单位: 1 卫生部放射卫生防护监督监测所, 北京 100088
2 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所
作者简介: 王其亮(1938—), 男, 山东聊城人, 从事个人剂量监测研究工作。

表 2 全国个人剂量计第三次比对照射方案(1998)

剂量计 编 号	辐射品质	个人剂量当量约定真值(mSv)	
		Hp(0.07)	Hp(10)
E-1	X 射线, ISO 窄谱系列, 80 kV(64 keV)	4.51	4.92
E-2	X 射线, ISO 窄谱系列, 150 kV(125 keV)	2.81	2.96
E-3	X 射线, ISO 窄谱系列, 250 kV(230 keV)	1.22	1.26
E-4	γ 射线, 137Cs 参考源, (662 keV)	2.18	2.18

表 3 全国个人剂量计第三次比对光子能量的测定
比 对 结 果 (1998)

光子能量在各比值范围内, 光子能量“评定值/约定真值”的百分数(%)					
(keV)	0.95~1.05	0.90~1.10	0.80~1.20	0.70~1.30	0.50~1.50
64	51	72	87	95	97
125	64	79	92	95	97
230	49	67	79	82	87
662	54	74	82	90	97
均 值	54	73	85	90	95

表 4 全国个人剂量计第三次比对结果(1998)

剂量计 编 号	在各比值范围内, 个人剂量当量“评定值/约定真值”的百分数(%)									
	0.95~1.05		0.90~1.10		0.80~1.20		0.70~1.30		0.50~1.50	
	Hp(0.07)	Hp(10)	Hp(0.07)	Hp(10)	Hp(0.07)	Hp(10)	Hp(0.07)	Hp(10)	Hp(0.07)	Hp(10)
E-1	31	30	51	52	85	82	87	90	92	90
E-2	21	22	46	45	79	80	87	88	97	95
E-3	13	20	51	55	87	90	97	95	97	98
E-4	49	50	79	78	92	95	92	95	97	98
均值	28	30	57	58	86	86	91	92	96	95

注: 参加比 对单位共 43 个 其中省级 28 个 地市级 15 个。有 40 个单位报出比 对结果[1 个单位只报出 Hp(10)的测量数据]。

表 5 国内比 对与国际比 对结果的比较

组织者与比 对年份	在给定偏差范围内, 评定值与约定真值符合的百分数(%)					平均偏差≤10%的 实验室百分数(%)
	≤5%	≤10%	≤20%	≤30%	≤50%	
IAEA/RCA 1995—1996	20	34	51	63	74	16
IAEA/RCA 1996—1997	22	36	56	70	81	15
中国卫生部 1998	30	57	86	91	96	68

以上情况可以说明, 国内广大监测机构用新的实用量 Hp(d)开展个人剂量监测的基本条件已经具备。

2.3 关于剂量计类型和测量的辐射种类 中华人民共和国国家标准 GB 18871—2002 规定的年剂量限值中, 涉及到年有效剂量限值、眼晶体年当量剂量限值、以及手、足和皮肤的年当量剂量限值。也就是说, 监测机构所拥有的剂量计, 应能提供有效剂量——Hp(10)、眼晶体剂量——Hp(3)、皮肤剂量——Hp(0.07)和手足剂量 Hp(0.07), 以满足防护标准的要求。

中华人民共和国国家职业卫生标准 GBZ 128——2002 在其“监测方法”一章中, 分别规定了采用非鉴别式个人剂量计或鉴别式个人剂量计的情况, 以及强-弱(β 或低能 X 射线存在)贯穿辐射场共存、中子-γ 混合辐射场、不均匀辐射场等情况如何监测。总之, 对不同情况的监测, 要求采用不同的个人剂量计, 包括适合监测不同的辐射种类和身体不同部位的个人剂量监测。

当前绝大多数监测机构的实际情况是剂量计类型单一, 一般只能监测 X、γ 辐射。当然, 不能要求所有监测机构都必须具备齐全的个人剂量监测方法, 但必须要求对放射工作人员进行符合法律、法规和标准规定的个人剂量监测。作为国家应拥有不同用途的个人剂量计, 以满足国家相关法律、法规和标准对个人剂量监测的要求。

2.4 关于剂量分布 个人剂量监测的剂量分布及其特征是监测结果的重要分析、评价指标。剂量分布与工作本身的性质有关, 也与管理、工作人员自身以及立法所施加的许多约束有关。剂量分布有 4 个特征: ①年平均有效剂量 E——该量与个人危险的平均水平有关; ②年集体有效剂量 S——该量与实践的影响有关; ③集体剂量分布比值 SR_E——这一比值表明受到高水平个人危险照射的工作人员所接受的集体剂量的份额。SR_E=S(>E)/S, 式中, S(>E)为年个人剂量超过 E 的年集体剂

量(过去取 E=15 mSv, 现在应取较低的值, 例如 5 mSv); ④人数分布比值 NR_E——它为接受年个人剂量超过 E 的工作人员数与被监测的人员总数的比值。NR_E=N(>E)/N, 式中, N(>E)为接受年剂量超过 E 的工作人员数。

根据以往的、已被废止的国家防护标准规定, 工作人员的年有效剂量当量限值为 50 mSv, 使用年剂量限值的 1/10(5 mSv)和 3/10(15 mSv)进行工作场所分区和工作人员所处的工作条件分类, 从而把剂量分布的剂量区间(mSv)定为: <5.5~、15~和>50。随着情况的不断变化, 这样划分剂量区间很难满足监测结果的分析和评价要求, 也不符合现行的国家职业卫生标准的规定^[4]。

根据现行的年剂量限值和防护最优化原则, 以及个人剂量监测实际得到的年有效剂量水平, 可把工作人员的职业受照剂量划分为以下 6 个水平: ①测不出的水平(<MDL——测量系统可探测的最小剂量水平); ②可忽略的水平(<记录水平); ③最优化的水平(约为年剂量限值的 1/10); ④可接受的水平(≤5 mSv/a); ⑤可忍受的水平(≤20 mSv/a——职业人员的年有效剂量限值); ⑥不可接受的水平(>20 mSv/a)。

由此, 通常可以这样划分剂量区间(mSv): <MDL, MDL~, 1.0~, 2.0~, 5.0~, (10.0~, 15.0~), >20.0 (>50.0)。

3 依法改进个人剂量监测的建议

3.1 依法增加个人剂量监测的人数, 最大限度的提高监测率

①这主要应当解决管理方面的问题, 应是政府主管部门的法律意识、法制观念和执法力度起主要作用的问题; ②加重单位法人遵守国家法律、法规和执行防护标准的责任; ③提高放射工作人员的自我保护意识; ④充分利用现有资源, 发挥各有关方面和各个监测机构的协调作用; ⑤解决这个问题是个比较艰巨的任务。但是要解决, 否则将损害国家法律、法规、文件和标

医用电子直线加速器机房屏蔽设计及防护效果的探讨

李 舟, 柴天方

中图分类号: R815.6 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)03-0194-02

【摘要】 目的 科学、规范地对医用电子直线加速器机房进行放射防护设计和评价。方法 根据相关法规标准和放射防护基本原则进行计算和审查。结果 论证和归纳设计项目的各项放射防护及屏蔽设计的可靠性。结论 对医用电子直线加速器机房的屏蔽设计和放射防护效果作出预期的、合理的评价。

【关键词】 医用直线加速器; 屏蔽设计; 防护效果

通过对医用电子直线加速器建设项目的立项、相关工作场所和周围环境进行审查, 确认该项目立项的正当性和场所选择的适宜性。对工程屏蔽设计的计算和核实, 论证项目主体工程辐射防护的合理性。对工作场所采取安全措施的分析, 论证该装置的辐射安全措施及预防发生意外事故的可行性。对辐射监测和建立相应的规章制度等防护措施的分析, 论证项目建成后投入运行的可靠性。从辐射防护最优化与确保安全运行的角度, 提出放射防护建议, 供建设和设计单位参考。

1 材料与方法

1.1 材料和设备 拟建医用电子直线加速器机房平面图及周

作者单位: 贵州省疾病预防控制中心, 贵州 贵阳 550004
作者简介: 李舟, 男, 副主任技师, 研究方向: 辐射防护

准的尊严。

3.2 监测的量必须符合国家标准 ①这主要是技术方面的问题, 当然也有增加资金投入的问题; ②早在上世纪 80 年代, 国际上就提出新的实用量, 紧接着国内便讨论和推广这一概念及其应用; ③为推广新的实用量做了大量的实际工作(如上述)。为在个人剂量监测中使用新的实用量创造了基本条件; ④监管部门依据国标明确要求; ⑤计量认证/认可和资质认证评审部门严格把关; ⑥个人剂量监测机构积极努力; ⑦放射工作单位对不符合国家标准要求的监测结果不予认可; ⑧依法宣布不符合国家标准要求的监测属无效监测, 监测报告无法律效力。这样, 用符合国家标准要求的新的实用量 $H_p(d)$ 开展个人剂量监测的目标就可能实现。

3.3 健全个人剂量计的种类 关于剂量计的种类, 包括能佩戴在身体的不同部位、能监测不同辐射种类的辐射场、能监测新的实用量等符合国标要求的各种剂量计。①这是对全局而言的; ②不能要求所有个人剂量监测机构都样样俱全。实际上, 都样样俱全是很难做到的, 也是没有必要的; ③需要的是各监测机构之间通力合作, 互通有无, 取长补短。

3.4 改进现行的剂量分布区间的划分 ①这主要是技术方面的问题; ②也涉及管理上的问题(如修改现行放射卫生统计报表的要求); ③这方面的改进是容易作到的; ④这样作符合现行标准的要求, 有利于监测结果的分析、评价。

4 结束语

当前的个人剂量监测严重地滞后于国家的法律、法规、标准的要求。出现这种情况, 并不能说明法律、法规、标准本身超前, 而可能主要是由于主管部门的疏忽引起的。当发布实施新的法律、法规或标准时, 不仅应注意对其“条文”本身的宣贯和理论解释, 而更应结合全国个人剂量监测的实际情况进行具体地分析, 即分析现有个人剂量监测有哪些方面不符合新的要求, 如何改进这些方面。这也是理论联系实际的问题。

围环境相关资料, 某建筑设计院施工设计草图。设备名称为 BJ-6B 医用驻波电子直线加速器, 射线种类为 X 射线, 标称能量为 6 MeV, X 射线辐射剂量率 $\geq 2 \text{ Gy/min}$; 辐射源与等中心距离(SSD)为 1 000 mm; 最大照射野: 400 mm \times 400 mm; 治疗角度: $0^\circ \sim 60^\circ$; 等中心高度(标称值): 1 330 mm; 生产厂家为北京医疗器械研究所与航天航空部风华机器厂联合生产。

1.2 方法 根据《中华人民共和国职业病防治法》、国务院第 44 号令《放射性同位素与射线装置放射防护条例》、卫生部卫发(1995)第 40 号《建设项目放射防护评价报告书格式和内容》、国家标准 GB18871-2002^[1]、GB126-2002^[2] 等法规标准的规定, 参考辐射防护手册第一分册^[3]、辐射防护导论^[4]、辐射防护基础^[5] 和 NCRP51 号报告书^[6] 对拟建医用电子直线加速器机房平面图及周围环境相关资料进行审查, 对项目的射线屏蔽防护进

参考文献:

- [1] 中华人民共和国主席令第六十号, 中华人民共和国职业病防治法[S].
- [2] 中华人民共和国卫生部令第 52 号, 放射工作人员健康管理规定[S].
- [3] GB 18871-2002, 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
- [4] GB128-2002, 职业性外照射个人监测规范[S].
- [5] 王其亮. 职业性外照射个人剂量监测概况[J]. 中国预防医学杂志, 2001, 2(3): 232-235.
- [6] 王其亮, 胡爱英, 郑善校, 等. 参加 IAEA/RCA 光子个人剂量监测第二次国际比对结果(第一阶段)[J]. 中国辐射卫生, 1996, 5(4): 207-209.
- [7] 王其亮, 胡爱英, 王建超, 等. 参加 IAEA/RCA 光子个人剂量监测第二次国际比对概况(第二阶段)[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1999, 19(2): 133-135.
- [8] 王其亮. IAEA/RCA 组织的光子个人剂量计第二次国际比对情况介绍[J]. 中国辐射卫生, 1997, 5(2): 123-125.
- [9] 王其亮. 全国个人剂量监测现状及存在的主要问题[J]. 中国辐射卫生, 1998, 7(4): 250-252.
- [10] 王其亮, 钟志堃, 郑善校, 等. 鉴别式热释光个人剂量计的性能及参加国际比对的概况[J]. 核电子学与探测技术, 1999, 19(2): 84-89.
- [11] 王其亮. 职业外照射监测个人剂量计[J]. 中国辐射卫生, 2001, 10(1): 63-64.
- [12] 魏贤. 江西省参加全国卫生系统热释光个人剂量比对结果与分析[J]. 中国辐射卫生, 2003, 12(2): 127.
- [13] 王其亮. 外照射个人监测中的有关问题[J]. 中国辐射卫生, 1999, 8(4): 249.
- [14] 贾晓筠. 全国鉴别式个人剂量比对太原地区结果报告[J]. 中国辐射卫生, 2004, 13(3): 194.

(收稿日期: 2004-10-29)