

关于放射防护监测中天然本底的商榷

郭玮珍, 贾育新

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)04-0426-02

【摘要】目的 对现行放射诊疗防护监测扣除天然本底提出质疑, 从辐射防护要求试对监测中扣除天然本底进行探讨。方法 从天然本底概念、辐射防护的目的和监测结果的实际防护意义、现行国家卫生防护标准与防护偏安全设定为依据提出问题。结果 放射诊疗防护监测中扣除天然本底没有依据, 完全没有必要。结论 放射诊疗防护检测应与国家卫生防护标准要求一致, 扣除天然本底值得商榷。

【关键词】放射防护; 监测; 天然本底

辐射防护的目的在于保护放射工作人员和公众的健康与安全。对放射诊疗来说, 要防止有害的确定性效应的发生, 将随机效应的发生率与医疗照射的利益比限制到被认为可合理达到的尽量低的水平。

在放射诊疗防护实践中, 要确定防护实际效果, 首先是对医疗照射实践的现场进行辐射防护检测, 用监测的数据再直接与国家防护标准比较进而做出评价, 还可以用于做出剂量的估算。可以看出, 现场防护监测结果的准确与否, 不仅直接反映到防护实践是否符合国家防护标准, 还可显示出工作人员和公众可能接受医疗实践带来的照射剂量的多少。

在笔者放射诊疗的辐射防护实践中, 提出一个防护上值得商榷的问题: 在对监测结果的最后表示与国家标准评价时, 是否需扣除天然本底? 而天然本底往往是用与医疗照射实践机房外的同一建筑物内的某一处的空气比释动能率实测值来代表的。这就给我们提出一个值得思考的问题: 什么是天然本底? 用上述方法测量的结果是天然本底吗? 在医疗照射实践的现场防护监测中, 需要扣除这样的天然本底吗?

(1) 辐射防护监测的主要目的, 是检验放射诊疗照射对实践环境造成的照射剂量是否符合国家卫生防护标准; 评价对放射诊疗实践屏蔽防护效果, 包括由于在屏蔽防护中使用因含天然放射性核素的介质的重新分布而产生的辐射引起的照射剂量。也就是要测量、计算出由于该放射诊疗实践使用条件下对工作人员与公众所受照射的剂量大小。

放射诊疗实践无论是射线装置或放射性同位素应用, 对工作人员和公众的辐射防护, 屏蔽是最主要的措施, 即把放射诊疗项目用各种屏蔽材料把工作人员和公众隔离开来。而屏蔽材料基本上都采用地球上存在的天然介质, 包括岩石、土壤、矿渣、煤灰等经简单机械加工或经煅烧、加工后的金属、水泥、砖等等。它们都含有一定量的钾与属于不同放射系, 且通常与衰变链子体放射性核素处于平衡状态天然放射性物质, 据自身的衰变特性放射出 α 射线、 β 射线或 γ 射线。如果某地区的岩石、土壤或矿物与环境中的水、空气等都没有经过人为实践改变的原生状态, 该地区的 γ 辐射可忽略随空间和时间改变的变化, 区内各监测点的 γ 辐射按相同规律比例变化或为同一数值; 或用数学模式描述实践前并确定土壤等介质天然放射性物质的含量与实测 γ 照射量率和气象条件, 那么监测出的 γ 辐射水平应该是代表该地区环境介质的辐射水平, 加上宇宙射线的贡献, 就是该地区的天然本底辐射。由于放射诊疗项目使用的屏蔽材料几乎都是使用异地的, 因此会造成放射诊疗项目环境天然放射性物质的转移和重新分布, 可以肯定的是会使项目所在地的 γ 辐射水平发生变化, 而此时对项目周围的 γ 辐射监测结果已不能再称为天然本底了, 与实践前的原生状态相比已发生了变化, 只表示现在条件下的 γ 辐射水平, 更何况在实际的

监测中由于监测点的位置、靠墙与否或与墙的距离和空间立体角等客观条件而得出差异的结果, 即使在完全相同的条件下, 亦会因监测时置信区间的不同有差异。

(2) 在笔者遇到的放射诊疗实践防护监测中, 几乎都是把实践地附近或同一建筑物内某一点的 γ 辐射监测结果作为天然本底值, 将在放射诊疗实践机房外某一距离 (按国家标准定为 0.3m 处) 的辐射水平当作经屏蔽后的监测值, 并将后者减去前者作为评价该放射诊疗项目防护效果的依据。如此将有几种可能的结果: 其一, 后者减去前者大于零, 实际上是将工作人员或公众所受放射诊疗项目辐射照射从数值上减去前者, 表现为剂量的减小; 其二, 后者减去前者小于零, 从数值上表示工作人员与公众所受放射诊疗项目辐射照射为负; 其三, 后者减去前者等于零, 从数值上表示工作人员与公众从放射诊疗项目没有接受辐射照射, 这显然与“对 X 或 γ 射线的屏蔽防护, 从理论角度讲, X 或 γ 射线不管穿过多厚的屏蔽层其剂量当量指数永远也不会变为零”^[1] 相违背。因此, 以后者减去前者评价放射诊疗项目防护效果是不恰当、不科学的。

(3) 来自天然源的照射是公众照射中的最大项之一, 但公众照射关注的只是人类实践活动造成公众成员受到天然照射的增加。“对于未被排除的天然源照射或未豁免的天然源, 除了氡所致的照射低于审管部门所制定的持续照射行动水平的情况外, 注册者和许可证持有者应按审管部门的规定实施本标准的有关要求”^[2], 也就是说任何一项实践, 都应应对所负责的源 (包括天然源) 引起的公众照射实施控制, 按国家防护标准保证工作人员和公众所受照射的总剂量不超过国家规定的限值, 而对剂量的控制是通过任一单项源的控制来实现的。对放射诊疗实践所用屏蔽材料既是天然放射性物质的转移和重新分布, 由于它们具有良好的屏蔽效果, 确实改变了项目周围的辐射水平, 但由于人为地把防护监测结果扣除天然本底而使工作人员与公众所受辐射照射剂量从计算上变小, 实质上它们并不会因此降低照射剂量。因为他们仍然必须接受屏蔽材料等介质带来的辐射。既然辐射防护的目的是“对于来自一项实践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”^[2], 就要求对防护结果的监测的准确和使结果保持在可合理达到的尽量低水平, 就有必要按国家标准^[3] 对所用屏蔽材料等介质在使用前进行天然放射性比活度检测, 确认能使用于医院的 I 类民用建筑^[3], 并保证在相同的屏蔽效果条件下该屏蔽材料所含天然放射性物质含量最少, 使在屏蔽防护效果最好的前提下对放射诊疗项目环境提供的辐射剂量最小, 这样才有可能达到防护与安全的最优化的目的。据笔者了解, 现有放射诊疗实践项目的环境介质和防护屏蔽材料, 事先都没有对其天然放射性物质含量进行检测, 而又要扣除由其贡献的辐射水平 (天然本底), 从辐射防护的目的来讲是件值得引起我们关注的事情。

(4) “用工作场所辐射监测的结果来评价设备状况或辐射源的屏蔽是否完好是比较容易的, 但用来估算工作人员实际接

关于职业照射个人剂量监测认证、数据管理系统与管理模式的讨论

郭子军¹, 丘丹圭², 姚小丽²

中图分类号: TL75 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)04-0427-04

【摘要】 目的 分析讨论个人剂量管理中存在的监测认证问题、数据管理系统编制中应注意的事项、管理的责任与管理模式等问题。方法 从个人剂量监测、认证、数据管理及管理模式中存在的问题入手, 详细分析问题来源。结果 分析了这些问题的核心并探讨了解决这类问题的途径。结论 实验室技术能力建设是保证个人剂量监测质量的基础, 完善三级数据管理体制, 完善职业分类等是数据管理的重要保证, 监管不力是个人剂量管理工作中存在的一个重要问题。

【关键词】 个人剂量; 数据管理; 管理模式; 认证

国际放射防护委员会 (ICRP) 以在人体组织和器官中的辐射沉积能量为基础推荐了用于评价人体照射剂量的剂量学量如当量剂量和有效剂量等。但定义在人体组织中的这些量是不能被直接测量的量^[1]。为此, 国际辐射单位与测量委员会 (ICRU) 推荐了 4 个可以实际测量的外照射监测实用量, 用于对人体接受的外照射当量剂量或有效剂量进行评估^[2]。对放射防护目的而言, 在常规监测中, 外照射监测实用量提供了对有效剂量和皮肤剂量足够精确的评价, 特别是当个人剂量计佩戴在对其照射具有代表性的部位、在低于防护限值照射的情况下。ICRP 目前仍然没有定义用于内照射剂量当量或有效剂量评价的实用量。内照射剂量的评估仍比较复杂, 需要采用不同方法如直接测量、间接测量或环境测量的方法测定人体内滞留的放射性核素, 同时采用有关生物动力学模型估计人体放射性核素的摄入量。可以认为, 在基于放射性核素摄入的内照射剂量评价体系中, 放射性核素摄入量是内照射剂量评价的一种实用量^[1]。

根据国家有关法规和标准的规定^[3,4], 我国各核与辐射相关事业单位均开展了职业照射的个人剂量监测工作, 同时产生了大量的监测数据。笔者探讨我国个人剂量管理工作中存在的监测、评价和数据管理问题, 给出具体讨论和建议。

作者单位: 1 台山核电联营有限公司, 广东 台山 529200 2 中国辐射防护研究院
作者简介: 郭子军 (1966~), 男, 山西长治人, 从事剂量管理与辐射监测工作

受的有效剂量是相当困难的”^[4]。这是由于辐射场不均匀或随实践而变, 因此工作场所的监测结果不可能给出每个人在不同位置上的不同姿势和取向时各个器官的当量剂量。为安全与方便, 假定工作人员整个工作时间都处于受照射剂量率最高的那一点, 而无需考虑工作人员在工作场所中的活动情况, 按照用这种方法估计的照射剂量如不超过按国家防护标准中按防护与安全的最优化设定的项目剂量约束值, 工作人员实际上受到的照射剂量必然低于确定的项目剂量约束值, 这无疑是一种偏安全的设定。

正因如此, 时至今日, 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和各项放射诊疗卫生防护标准中, 对实践项目机房辐射屏蔽防护要求, 如: 医用 X-CT 按离机房外表面 0.3m 处空气比释动能率 $< 7.5 \mu\text{Gy}/\text{h}$ ^[5]; 放射诊疗机房是在距治疗机房屏蔽墙外、防护门外 0.3m 处的周围剂量当量率 $\leq 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ^[6]; 对医用 X 射线诊断机的是“具体评价结合每位工作人员实际工作负荷进行”^[7]作为屏蔽效果的评价依据。可理解为, 国家标准对屏蔽防护效果的评价时, 按这种偏安全的设定, 对监测结果均没有特别注明要扣除天然本底。为此笔者认为, 在对放射诊疗项目 (无论是放射性同位素或是射线装置使用) 防护监测时, 将监测结果扣除天然本底的确值得商榷, 乃至完全没有必

1 个人剂量认证问题

个人剂量监测单位普遍对个人剂量监测的质量保证工作有着足够的重视和认识, 这可以从近几年参加全国比对的数量得到反映^[5]。这几年, 个人剂量监测的质量保证工作在强化管理、改善监测条件、提高人员素质和开展质量认证方面有一定的进步。但工作中需要引起我们注意的是, 对个人剂量监测的质量认证工作应该有一个恰当的认识, 切忌树立“认证万能”的思想。一方面, 质量认证并不能完全代替实验室的质量控制工作, 认证工作也很难对实验室的专业监测能力有全面的改善或提升, 而这些恰恰是监测技术与质量保证的核心。另一方面, 应该充分认识到认证工作的商业属性, 认证工作应该建立在实验室拥有完善的监测技术与质量控制技术的基础之上, 是实验室在此技术基础之上希望获得的一种能力和信用认证, 更偏重于管理层面。反过来, 企图通过获得认证来改进实验室监测能力的思路是不恰当的, 可能改变不了实验室的某些技术缺失, 也是对认证工作本意的误解, 是一种本末倒置的认识。这里丝毫没有贬低认证工作的意思, 而是希望提醒个人剂量监测工作者和剂量管理人员, 实验室监测工作质量保证的重点更多的应该放在监测技术研究、实验室监测能力建设和监测质量控制方面。

在我国, 个人剂量监测实验室可以考虑开展的认证工作主要有计量认证、剂量认证和实验室认可三类。计量认证是按照

要。只需按国家有关卫生防护标准规定, 按工作人员实际工作负荷, 或距离机房外 0.3m 处检测的剂量率作为屏蔽防护效果的依据, 最多把现在当地辐射水平列出作为参考水平, 不仅是偏安全的设定, 也是符合辐射防护与安全最优化的原则。

参考文献:

- [1] 张丹枫, 赵兰才. 辐射防护技术与管理 [M]. 南宁: 广西民族出版社, 2003: 97
- [2] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准 [S].
- [3] GB6566-2001 建筑材料放射性核素含量 [S].
- [4] 李德平, 潘自强. 辐射防护手册 [M]. 第二分册, 辐射防护监测技术, 北京: 原子能出版社, 1988: 178
- [5] GBZ/T180-2006 医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范 [S].
- [6] GBZ/T201.1-2006 放射治疗机房的辐射屏蔽规范. 第一部分: 一般原则 [S].
- [7] GBZ138-2002 医用 X 射线诊断卫生防护监测规范 [S].

(收稿日期: 2010-05-12)