

职业性外照射个人监测规范

2008-12-02 10:28 【大 中 小】【我要纠错】

1 范围

本标准规定了职业照射中外照射（以下简称“职业外照射”）个人监测的原则、方法、剂量评价以及质量保证等方面的基本要求。

本标准适用于放射工作人员职业外照射个人监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GBZ/T151 放射事故个人外照射剂量估算原则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 职业照射 occupational exposure

除了国家法规、标准所排除的照射和已规定予以豁免的实践或源产生的照射以外，工作人员在工作过程中所受的所有照射。

3.2 个人监测 individual monitoring

利用工作人员佩戴剂量计进行的测量，或对其体内或排泄物中放射性核素的种类和活度进行的测量，以及对测量结果的解释。

3.3 最低探测水平（MDL minimum detectable level）

在辐射监测中，用于评价探测能力的一种统计量的值，指在给定的置信度下，一种测量方法能够探测出（检出）的区别于零值的最小样品贡献。

3.4 异常照射 abnormal exposure

当辐射源失去控制时，工作人员或公众中的成员所接受的可能超过为他们规定的正常情况下的剂量限值的照射。异常照射可以分为事故照射和应急照射。

3.5 参考水平 reference level

为决定采取某种行动而规定的水平。对于辐射防护实践中可测定的任一种量都可以建立参考水平。达到或超过该水平时，则应采取某种相应的行动。这种行动可以是把测量值记录存档，或进一步调查，乃至进行干预，相应的参考水平分别称为记录水平、调查水平和干预水平。

3.6 名义剂量 notional dose

个人监测中,当工作人员佩带的剂量计丢失或因故得不到读数时,用其它方法赋予该剂量计应有的剂量估算值。

4 总则

4.1 监测原则

4.1.1 任何放射工作单位都应根据其从事的实践和源的具体情况,负责安排职业照射监测和评价,职业照射的评价主要应以外照射个人监测为基础。

a) 对于任何在控制区工作,或有时进入控制区工作且可能受到显著职业外照射的工作人员,或其职业外照射年有效剂量可能超过 5mSv/a 的工作人员,均应进行外照射个人监测。

b) 对于在监督区工作或偶尔进入控制区工作、预计其职业外照射年有效剂量在 $1\text{mSv/a}\sim 5\text{mSv/a}$ 范围内的工作人员,应尽可能进行外照射个人监测。

c) 对于职业外照射年剂量水平可能始终低于法规或标准相应规定值的工作人员,可不进行外照射个人监测。

4.1.2 所有从事或涉及放射工作的个人,都应接受职业外照射个人监测。

4.2 监测的量

职业外照射个人监测所要测量的量是个人剂量当量 $H_p(d)$, d 指人体表面指定点下面的深度。根据 d 取值的不同, $H_p(d)$ 可分成:

a. $H_p(0.07)$, 适用于体表下 0.07mm 深处的器官或组织,多用于皮肤。

b. $H_p(3)$, 适用于体表下 3mm 深处的器官或组织,多用于眼晶体。

c. $H_p(10)$, 适用于体表下 10mm 深处的器官或组织,在特定条件下也适用于有效剂量评价。

4.3 监测类型

4.3.1 常规监测

常规监测是为确定工作条件是否适合于继续进行操作、在预定场所按预定监测周期所进行的一类监测。常规监测与连续操作有关,这类监测是要指明包括个人剂量水平和场所逗留满意度在内的工作条件,同时也是为了满足审管要求。

确定常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月,也可视具体情况延长或缩短,但最长不得超过 3 个月。

4.3.2 任务相关监测

任务相关监测是为用于特定操作提供有关操作和管理方面即时决策支持数据的一类监测。它也能证明操作是否处于最佳状态。

4.3.3 特殊监测

特殊监测是为阐明某一特殊问题而在一个有限期间所进行的一类监测。特殊监测本质上是一种调查，常适用于有关工作场所安全是否得以有效控制资料缺乏的场合。这类监测旨在提供为阐明任何问题以及界定未来程序的详细资料。

4.4 监测程序

- a) 监测计划制定，特别要规定监测的类型和范围；
- b) 监测方法选定；
- c) 监测仪器准备，包括仪器选择、调试、校准和维修；
- d) 监测实施，包括监测数据判读和初步处理；
- e) 剂量结果计算和评价；
- f) 监测记录及其保存；
- g) 对上述程序实施全面质量保证。

5 监测方法

5.1 光子辐射

5.1.1 对于单一成份已知能量的 γ 或 X 射线，可用无能量鉴别功能的普通个人剂量计测定

个人剂量当量。

5.1.2 当遇到以下情况时，应使用能量鉴别式个人剂量计测定个人剂量当量：

- a) 单一成份未知能量的 γ 或 X 射线；
- b) 多种成份已知能量的 γ 或 X 射线；
- c) 多种成份未知能量的 γ 或 X 射线。

5.2 强贯穿辐射和弱贯穿辐射混合辐射场

5.2.1 对于弱贯穿辐射（如 β 射线和低能 X 射线）不明显的强、弱贯穿辐射混合辐射场，一般可只监测 $H_p(10)$ 。

5.2.2 对于弱贯穿辐射很明显的强、弱贯穿辐射混合辐射场，应使用能识别两者的鉴别式个人剂量计，或用躯体剂量计和四肢剂量计分别测量 $H_p(10)$ 、 $H_p(3)$ 和 $H_p(0.07)$ 。

5.3 中子和 γ 射线混合辐射场

5.3.1 中子剂量与 γ 剂量的比值不论为多大，且此比值是否已知，原则上都应使用能分别测量中子剂量和光子剂量的鉴别式个人剂量计，测定中子和光子的个人剂量当量，然后计算总剂量。

5.3.2 中子剂量与 γ 剂量的比值不超过 10% 且该比值已知时，也可只用光子剂量计测定光子剂量，然后根据光子剂量监测结果和两者比值计算总剂量。

5.4 不均匀照射

从事可能受到复杂和非均匀照射的操作时，工作人员除应佩带常规个人剂量计外，还应在身体可能受到较大照射的部位，或与主要器官相对应的体表部位佩带局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计或足踝剂量计等），例如在进行密封源操作时，需要在手指上另外佩带指环剂量计。

5.5 异常照射

5.5.1 在预期外照射剂量大大超过剂量限值的情况下（例如从事有可能发生临界事故的操作或应急操作时），工作人员除应佩带常规个人剂量计外，还应佩带报警式个人剂量计或事故剂量计。

5.5.2 当工作人员受到事故照射或应急照射时，除了根据其佩带的剂量计所提供的结果外，估算事故剂量还应参考其它方法测得的剂量资料，例如受到中子照射后工作人员体内感生的 ^{24}Na 和 ^{38}Cl ，头发和羊毛衫中的 ^{32}P ，或其它感生放射性核素的测量资料。此外，基于外周血淋巴细胞染色体畸变分析的生物剂量计也是有价值的。

事故剂量估算的原则参见国家职业卫生标准 GBZ/T151。

6 个人剂量计

6.1 基本性能要求

a) 应只对欲测的一种或几种辐射响应，且其响应不受诸如温度、湿度、灰尘、风、光和磁场等环境因素，以及诸如电源电压波动和频率涨落等作业因素的重大影响。

b) 应具有能覆盖监测范围的宽量程。对于常规监测，量程上限一般应达 1Sv；对于特殊监测，量程上限应达 10Gy。

c) 监测 $\text{Hp}(10)$ 时，对于常见的 X 或 γ 射线，测量的能量范围通常应宽至 20keV~1.5MeV；对于那些可能产生高能 γ 或 X 射线的场合，能量上限应达 9MeV。监测 $\text{Hp}(0.07)$ 时，测量的能量范围应宽至 10keV~1.5MeV。

d) 应具有足够高的灵敏度，或足够低的探测下限。

e) 因能量响应和角响应共同引入的误差应不大于 30%（95%置信度，下同）。

f) 在一个监测周期内累积剂量的损失应不大于 10%。

g) 应具有容易识别的标识和编码。

h) 剂量计应具有足够好的机械强度，且其大小、形状、结构和重量应不得影响个人的工作。

6.2 佩带要求

6.2.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩带在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩带在背部中间。

6.2.2 对于工作中穿戴铅围裙的场合（如医院放射科），通常应藉佩带在围裙里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量。当受照剂量可能相当大时（如介入放射学操作），则还需在围裙外面衣领上另外佩带一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。

只有当受照剂量很小且个人监测仅是为了获得剂量上限估计值时，剂量计才可佩带在围裙外面胸前位置。

6.2.3 对于短期工作和临时进入放射工作场所的人员（包括参观人员和检修人员等），应佩带直读式个人剂量计，并按规定记录和保存他们的剂量资料。

6.2.4 当上级主管部门开展质量保证活动发放质量控制个人剂量计时，放射工作人员有义务按要求将其与常规监测的个人剂量计同时佩带在同一位置。

6.3 校准

6.3.1 应使用合适的人体模型对个人剂量计进行校准。

6.3.2 应定期对个人剂量计进行校准。

6.3.3 校准用的标准源或参考辐射，其标定的发射率量值应能追溯到国家基准或国际标准。

7 剂量评价

7.1 实用量至防护量的转换

7.1.1 辐射安全分析或剂量评价应依据吸收剂量 D 、当量剂量 H_T 或有效剂量 E 等防护量。

7.1.2 在职业外照射个人监测中，由一系列测量直接得到的仪器响应进而经校准和计算获得的个人剂量当量 $H_p(d)$ 是实用量，为用于辐射安全评价，应将 $H_p(d)$ 转换为防护量。

7.1.3 转换方法

a) 在 γ 或 X 辐射的监测实践中，当人员的年受照剂量低于限值 20mSv 时，职业外照射个人监测得到的个人剂量当量 $H_p(10)$ ，可以认为是既不低估也不过分高估的有效剂量值 E 。

b) 在年剂量监测结果超过当量剂量或有效剂量相应限值时，应进一步估算主要受照器官或组织的当量剂量 H_T 和有效剂量值 E 。这时，可利用多个局部剂量计分区测得主要受照器官或组织的当量剂量 H_T ，再按下式估算有效剂量 E ：

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

式中：

E：有效剂量，单位为毫希沃特（mSv）；

WT：组织权重因子；

HT：主要受照器官或组织的当量剂量，单位为毫希沃特（mSv）。

7.2 剂量评价一般原则

7.2.1 当放射工作人员的年受照剂量小于 5mSv 时，只需记录个人监测的剂量结果。

7.2.2 当放射工作人员的年受照剂量达到并超过 5mSv 时，除应记录个人监测结果外，还应进一步进行调查。

7.2.3 当放射工作人员的年受照剂量大于年限值 20mSv 时，除应记录个人监测结果外，还应估算人员主要受照器官或组织的当量剂量；必要时，尚需估算人员的有效剂量，以进行安全评价，并查明原因，改进防护措施。

7.3 内、外照射并存条件下的剂量评价原则

7.3.1 任何放射工作人员，在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值：

- a) 连续 5 年内年均有效剂量，20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和脚）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

7.3.2 职业照射的总剂量，包括在规定期间内职业外照射引起的剂量，以及在同一期间内因摄入放射性核素所致内照射的待积剂量之和。计算待积剂量的期限，对成年人的摄入一般应为 50 年，对儿童的摄入应算至 70 岁。

7.3.3 应采用下列方法之一来确定是否符合有效剂量的限值要求：

a) 按下式计算所得的年总有效剂量 E 不大于 20mSv 时，被认为不超过剂量限值：

$$E = H_p(d) + \sum_{j, \text{ing}} e_{j, \text{ing}} \times I_{j, \text{ing}} + \sum_{j, \text{inh}} e_{j, \text{inh}} \times I_{j, \text{inh}}$$

式中：

$H_p(d)$ ——该年内贯穿辐射所致外照射个人剂量当量，单位为毫希沃特（mSv）；

$e_{j, \text{ing}}$ ——工作人员单位食入量放射性核素 j 所致的待积有效剂量，单位为毫希沃特每贝克（mSv/Bq）；

$I_{j,ing}$ —该年内工作人员的放射性核素 j 食入量，单位为贝可 (Bq)；

$e_{j,inh}$ —工作人员单位吸入量放射性核素 j 所致的待积有效剂量，单位为毫希沃特每贝克 (mSv/Bq)；

j, inh —该年内工作人员的放射性核素 j 吸入量，单位为贝可 (Bq)；

b) 满足下式时被认为不超过剂量限值：

$$\frac{Hp(d)}{DL} + \sum_j \frac{I_{j,ing}}{ALI_{j,ing}} + \sum_j \frac{I_{j,inh}}{ALI_{j,inh}} \leq 1$$

式中：

DL——有效剂量年限值，单位为毫希沃特 (mSv)；

$ALI_{j,ing}$ 食入放射性核素 j 的年摄入量限值，单位为贝可 (Bq)；

$ALI_{j,inh}$ ——吸入放射性核素 j 的年摄入量限值，单位为贝可 (Bq)；

8 质量保证

8.1 概述

8.1.1 质量保证是职业外照射个人监测的重要组成部分，应将质量保证始终贯穿于从监测计划制定到结果评价的全过程。

8.1.2 在制定职业外照射个人监测计划时，必须同时制定质量保证计划。制定质量保证计划一般应考虑：

- a) 健全的个人监测和质量保证组织机构；
- b) 标准方法、标准器具、标准物质和参考辐射的应用与保持；
- c) 仪器、装置的性能与质量，及其定期校准和经常维护；
- d) 监测过程中每一环节的质量控制措施；
- e) 监测结果的量值必须能溯源到国家基准并符合不确定度要求；
- f) 技术人员的选择和培训。

8.1.3 主管职业外照射个人监测的上级部门应：

a) 对负责职业外照射个人监测单位的技术人员有计划、较系统地进行有关外照射个人监测基础知识、基本技能的培训，并对其考核合格后方允许上岗。

b) 制定和执行核查制度，检查监测单位有无质量保证计划，以及质量保证计划的实施情况。

8.1.4 实施职业外照射个人监测的单位应：

a) 设(配)置相应的质量保证管理机构或人员,并由其负责质量保证工作。

b) 对接受外照射个人监测的职业受照人员经常进行有关职业外照射个人监测,以及正确使用个人剂量计等知识的宣传教育。

8.1.5 除了质量保证管理人员外,监测过程中每一环节的所有人员都应重视和做好职业外照射个人监测的质量保证工作。

8.2 个人剂量计的质量控制

8.2.1 个人剂量计除应满足本标准第 6.1 条的基本性能要求外,还应满足国家标准规定的其它相应要求。

8.2.2 监测时应使用能提供本底资料的对照剂量计。

8.2.3 监测时应使用质量控制剂量计,以确保监测结果的准确可靠。

8.2.4 作为个人剂量计组成部分的探测器应:

a) 具有良好的组织等效性,否则应配置合适的材料使之组织等效。

b) 具有良好的稳定性和重复性。

c) 在每次监测实施前进行筛选,筛选合格后方可使用。

8.3 实验室和剂量测量系统的质量控制

8.3.1 应制定和严格遵守实验室剂量测量的标准操作规程。

8.3.2 应特别注意对剂量测量系统的质量控制:

a) 剂量测量系统应稳定可靠。

b) 应对剂量测量系统的每一设备编写性能说明书和标准操作规程,并对其性能经常进行校验和维护;设备使用时应严格遵守标准操作规程。

c) 在每次剂量测量前后,应对剂量测量系统的校准值进行验证,以保证测量系统的稳定和测量结果的可靠。

d) 对剂量测量系统的最低探测水平至少每年应核准一次。

8.3.3 应尽量使用质量控制图对测量进行质量控制。质量控制图的上下警戒限和控制限,一般可取测量值的平均值加上与减去 2 倍和 3 倍标准偏差。

8.4 监测实施的质量保证

8.4.1 应制定和严格遵守剂量计发放、佩带、运输、回收和保存等每一环节的标准操作规程。

8.4.2 个人剂量计在非工作期间应避免受到任何人工辐射的照射。

8.4.3 对从事开放型放射源的操作进行监测时，剂量计应加密封套，以防止放射性污染。

剂量计回收后应作放射性表面污染检查，若发现污染应及时去污，并在剂量读数记录上加注说明其对测读值的影响。

8.5 不确定度基本要求

8.5.1 在好的实验室条件下，剂量测量的不确定度应优于 10%。

8.5.2 对于现场测量：

a) 当监测的剂量水平接近剂量限值时，对光子辐射其不确定度应不超过 1.5 倍因子，亦即监测值与真值应在-33%~+50%范围内相符；对电子和能量未知的中子其不确定度的要求可允许更宽些。

b) 当监测的剂量水平更低时，对任何辐射，可进一步放宽对不确定度的要求，直到不超过 2 倍因子，即监测值与真值应在-50%~+100%范围内相符。

8.6 相互比对

8.6.1 主管职业外照射个人监测的上级部门，应定期或适时地组织监测实施单位实验室间的外照射个人监测的相互比对。

8.6.2 负责外照射个人监测的单位，应积极参加国内、外实验室间的相互比对，以发现本实验室自己难以发现的误差或问题，并应分析查明原因和采取校正措施。

8.7 数据处理

8.7.1 数据处理应使用适宜的统计学方法（如数据修约方法，均值及标准差计算和表示方法等），以尽量减少数据处理过程中可能产生和积累的计算误差。

8.7.2 应注意测量数据有效数字的正确表示，数据有效数字的位数应恰当反映该测量值的准确度。

8.7.3 对异常数据的剔除必须谨慎，应在现场用复查的方法，或使用适宜的统计学方法剔除异常数据。

在剔除异常数据的同时，还应检查和分析其产生原因，并记录在案。

9 记录、档案和报告

9.1 记录

9.1.1 一般要求

a) 记录应有利于操作管理，有利于放射卫生防护主管部门监管，有利于放射防护和医学监护使用，有利于工作人员查询。

b) 记录应包括监测计划、预处理、测量、校准、个人监测结果、质量保证和评价方法等内容，有时可能还要包括工作场所监测的结果。

c) 应清楚、扼要、准确地记录自剂量计发放起至监测结果评价止的整个监测全过程中的每一操作情况。

d) 应特别注意记录重要的原始测量数据,以便将来剂量估算方法有变动时,可根据它们重新估算剂量。

e) 应准许工作人员和医学监护主管人员查询职业照射记录及有关资料。

9.1.2 外照射个人监测结果应记录在统一的表格上。

a) 职业照射的分类应参考附录 A (规范性附录) 中表 A1 的分类方法。

b) 常规监测结果应按附录 A (规范性附录) 中表 A 的格式记录。

c) 工作人员因事故或应急受到的过量照射结果应按附录 A (规范性附录) 中表 A3 的格式进行记录。

9.1.3 当工作人员职业外照射个人监测结果可疑时,应对其受照情况进行复查,并将复查结果附在其相应的个人监测记录中。复查项目至少应包括:

a) 监测日期;

b) 异常情况概述;

c) 辐射场复查结果;

d) 复查结论;

e) 复查人员签名。

9.1.4 当剂量计丢失、损坏或因故得不到读数时,应尽量确定其名义剂量,并将名义剂量及其确定方法记入监测记录。应根据具体情况合理选择以下方法之一确定名义剂量:

a) 用同时佩带的即时剂量计记录的即时剂量估算剂量;

b) 用同时场所监测的结果推算剂量;

c) 用同一监测周期内从事相同工作的同事接受的平均剂量;

d) 用工作人员前十二个月中受到的平均剂量;

e) 用年管理限值的一个适当分数。

9.1.5 当工作人员的外照射个人监测结果小于 MDL 时,可记录为 1/2MDL。

9.2 档案

9.2.1 所有从事或涉及职业外照射工作的单位应:

a) 为本单位工作人员建立职业照射个人监测档案,该档案是职业卫生档案的重要组成部分,其格式参见附录 A (规范性附录) 中表 A4;

b) 指定专门人员负责管理本单位放射工作人员的照射个人监测档案;

c) 在工作人员调换工作单位时向新用人单位提供工作人员职业外照射个人监测档案的复制件;

d) 在工作人员停止放射工作时与放射卫生防护主管部门或他们指定的部门协商, 为保存工作人员的职业照射个人监测档案作出安排。

9.2.2 职业照射个人监测档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外, 还应包括其在异常情况(事故或应急)下受到的过量照射记录。

9.2.3 在工作人员年满 75 岁之前, 放射工作人员的职业照射个人监测档案应妥善保存; 在工作人员停止放射工作后, 其职业照射个人监测档案至少也应保存 30 年。

9.2.4 主管个人监测的上级部门有权检查和调阅基层放射工作单位的职业照射个人监测档案。

9.3 报告

9.3.1 负责职业外照射个人监测的单位在完成一个监测周期的监测任务后, 应将监测结果通知单及时送交被监测单位, 通知单的格式参见附录 A(规范性附录)中的表 A5

9.3.2 负责职业外照射个人监测的各级(包括中央、省、地区)单位, 应将负责范围内本年度放射工作人员职业外照射个人监测的数据及时整理、汇总、计算和分析, 以便掌握个人剂量和集体剂量的变化趋势及其分布情况。

9.3.3 负责职业外照射个人监测的各级单位, 应将本地区本年度的职业外照射个人监测最终结果按附录 A(规范性附录)中表 A6 格式填好后按规定逐级报告上级主管部门。监测中发现异常情况应及时报告。