

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 129—2016
代替 GBZ 129—2002

职业性内照射个人监测规范

Specifications for individual monitoring of occupational internal exposure

2016-06-28 发布

2016-11-01 实施



中 华 人 民 共 和 国
国家卫生和计划生育委员会 发 布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 常规监测	3
6 特殊监测和任务相关监测	4
7 监测方法	4
8 评价方法	6
9 记录、报告和档案要求	7
10 质量保证和不确定度要求	8
附录 A (规范性附录) 不同放射性核素的实用监测方法	9
附录 B (规范性附录) 摄入量及导出空气浓度估算方法	11
附录 C (资料性附录) 特殊监测中常用放射性核素的 $m(t)$	16
附录 D (资料性附录) 常规监测中常用放射性核素的 $m(T/2)$	37
附录 E (资料性附录) 内照射监测中常用放射性核素的剂量系数 $e(\tau)$	47
附录 F (资料性附录) 内照射监测和评价方法示例	50
附录 G (规范性附录) 内照射个人监测记录和报告格式	55
附录 H (规范性附录) 内照射个人监测的不确定度分析方法	56
参考文献	59

前 言

本标准第4章~第6章为强制性的,其余为推荐性的。

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GBZ 129—2002,与 GBZ 129—2002 相比,主要技术变化如下:

- 增加了第9章,对记录、报告和档案提出了规范性要求;
- 将原标准附录A的吸入情况下常用放射性核素的 $m(t)$ 和 $m(T/2)$ 在本标准中分别以附录C和附录D列出,删除了原标准附录A中的图,按图增加 $m(t)$ 和 $m(T/2)$ 的一些数据资料;
- 增加了附录A(规范性附录)不同放射性核素的常用监测方法;
- 增加了附录B(规范性附录)摄入量及导出空气浓度估算方法;
- 增加了附录E(资料性附录)内照射监测中常用放射性核素的剂量系数 $e(\tau)$;
- 增加了附录F(资料性附录)内照射监测和评价方法举例,给出了生物样品检测、体外全身测量、内污染路径分析、污染时间的判断、监测周期的确定的示例;
- 增加了附录G(规范性附录)内照射个人监测记录和报告格式,规定了个人监测的记录和报告的一般格式。

本标准起草单位:中国医学科学院放射医学研究所、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、四川省疾病预防控制中心。

本标准主要起草人:张良安、张文艺、姜晓燕、焦玲、丁艳秋、何玲。

职业性内照射个人监测规范

1 范围

本标准规定了内照射个人监测的原则和方法。

本标准适用于职业性内照射个人监测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 128 职业性外照射个人监测规范

GBZ/T 154 两种粒度放射性气溶胶年摄入量限值

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

内照射个人监测 individual monitoring of internal exposure

对体内或排泄物中放射性核素的种类和活度,以及利用个人空气采样器对吸入放射性核素的种类和活度进行的测量及其对结果的解释(除特别注明外,以下简称个人监测)。

3.2

摄入量 intake

通过吸入或食入、或经由完好皮肤或伤口进入体内的放射性核素的量。

3.3

胃肠道吸收系数 fractional absorption in the gastrointestinal tract

f_1

元素直接从消化道吸收到体液的分数值。

3.4

F类物质 type F material

能被呼吸道以快速吸收速率吸收进入体液的沉积物质,它100%以生物半吸收期为10 min被吸收。

3.5

M类物质 type M material

能被呼吸道以中等吸收速率吸收进入体液的沉积物质,它的90%以生物半吸收期为140 d被吸收,10%以生物半吸收期为10 min被吸收。

3.6

S类物质 type S material

能被呼吸道以慢吸收速率吸收进入体液的沉积物质,它的99.9%以生物半吸收期为7 000 d被吸

收,0.01%以生物半吸收期为 10 min 被吸收。

3.7

个人空气采样器 personal air sampler; PAS

一种专门设计用来测量职业人员呼吸带空气中的放射性气溶胶或气体时间积分活度浓度以估算该职业人员摄入量的便携装置。

3.8

固定空气采样器 static air sampler; SAS

用来监测工作场所条件的装置,并能就放射性核素的构成及粒子大小提供有用的资料。

3.9

调查水平 investigation level; IL

监管部门所规定的有效剂量、摄入量或放射性污染等量的数值。达到或超过这一数值时应进行调查。

3.10

导出空气浓度 derived air concentration; DAC

导出空气浓度是年摄入量限值除以参考人在一年工作或生活时间中吸入的空气体积所得的商。

3.11

记录水平 recording level; RL

监管部门所规定的剂量或摄入量的一个数值。当工作人员接受的剂量或摄入量达到或超过这一数值时,则应记入他们的个人受照记录。

3.12

有意义的最小活度 minimum significant activity; MSA

一个判断水平,对特定的测量方法,测量值大于本底响应的最小的有意义的信息。

3.13

最低可探测活度 minimum detectable activity; MDA

探测限的描述,在一定的置信水平(通常取 95%)下,可探测出的最小活度的净信号。

3.14

常规监测 routine monitoring

按国家相关的法规和标准对未豁免的放射工作单位应开展的日常性规范化监测,其监测结果是判断放射工作是否符合国家法规和标准的依据。

3.15

任务相关监测 task-related monitoring

为特定操作提供有关操作和管理方面的即时决策而进行的个人监测。例如,在进入核电厂、大型辐照场等的控制区时除佩戴常规个人剂量计外,还应佩戴报警式个人剂量计所进行的监测。

3.16

特殊监测 special monitoring

为了说明某一特定问题,而在一个有限期内进行的个人监测。例如,在进行辐射源事故处理时,对事故应急处理人员所进行的个人监测。伤口监测和医学应急监测属于特殊监测。

4 总则

4.1 监测原则

对于在辐射控制区内工作并可能有放射性核素摄入的职业人员,应进行常规个人监测;如有可能,对所有受到职业照射的人员均应进行个人监测,如果放射性核素年摄入量产生的待积有效剂量不可能

超过 1 mSv 时,可适当减少个人监测频度,但应进行工作场所监测。

4.2 主要监测方法类型

4.2.1 个人监测方法有:

- a) 全身或器官中放射性核素的体外直接测量,简称体外直接测量;
- b) 排泄物或其他生物样品中放射性核素的分析,简称排泄物分析;
- c) 空气样品中放射性核素的分析,简称空气采样分析。

4.2.2 每一种测量方法应能对放射性核素定性、定量表述,依据测量结果可进行摄入量或待积有效剂量评价。

4.3 监测种类

根据监测目的,个人监测可分为常规监测、特殊监测和任务相关监测。伤口监测和医学应急监测均属特殊监测。

5 常规监测

5.1 应用常规监测的情况

一般应对下述情况进行常规内照射个人监测,监测方法见 4.2:

- a) 操作大量气态和挥发性物质,如在大规模生产过程中产生的氟及其化合物;
- b) 钚和其他超铀元素的处理;
- c) 钍矿的开采、选冶和处理以及钍及其化合物的应用;
- d) 高品位铀矿石的采矿、选冶和处理;
- e) 天然铀和低浓缩铀的处理及反应堆燃料的生产;
- f) 放射性同位素生产和集中分装;
- g) 在氡浓度超过行动水平的铀矿和其他工作场所工作;
- h) 使用¹³¹I 进行甲状腺肿瘤治疗;
- i) 可引起裂变和活化产物照射的反应堆维修。

5.2 常规监测的要求

5.2.1 内照射个人监测中通常用监测频率来表示监测周期,它们的关系见式(1):

$$T = \frac{12}{f} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

T —— 监测周期,单位为月;

f —— 监测频率,单位为次每年(次/a)。

5.2.2 对接受内照射个人监测的人员,应根据具体情况确定常规监测的周期。空气中存在¹³¹I 的工作场所,至少每个月用体外测量方法监测甲状腺一次;其他有职业内照射的情况可 3~6 个月监测一次。

5.2.3 确定内照射常规监测周期应主要考虑探测方法的灵敏度、限定的年剂量(2 mSv/a,为年剂量限值 20 mSv/a 的 1/10)、摄入量的不确定度等因素。用确定的监测周期进行监测时,不应漏掉大于 5% 年剂量限值相应的摄入量的监测。

5.2.4 常规监测通常假定摄入发生在每个监测周期中间,由此假定所造成的摄入量低估不应大于 3 倍。

5.2.5 对接受内照射个人监测的人员,至少用一种适合的监测方法,原则上应尽量采用灵敏的测量方法,测量方法的最低可探测活度不应低于附录 A 中的建议值。

5.2.6 从事 5.1 作业的新上岗工作人员,在参加工作前应进行相关个人监测,并在档案中记录,作为基线值。

6 特殊监测和任务相关监测

6.1 特殊监测和任务相关监测与实际发生或怀疑发生的特殊事件有关,监测时应有明确摄入时刻和污染物物理化学状态的资料。

6.2 在已知或怀疑有摄入时、发生事故或异常事件后,应进行特殊监测。当常规排泄物监测测量结果超过导出调查水平,以及临时采集的鼻腔分泌物、鼻拭等样品和其他监测结果发现异常时也应进行特殊监测。

6.3 对因工作需要短时期进入放射性污染地区或空气中放射性活度浓度水平高的场所的人员,以及参加事故干预行动可能受到内污染的人员应进行任务相关监测。

6.4 进行伤口特殊监测时,应确定伤口部位放射性物质的活度。如已作切除手术,则应测量切除组织和留在伤口部位的放射性物质。然后根据需要再作直接测量、尿和粪监测。

6.5 如果已采用阻吸收或促排药物,则不能直接采用第 8 章推荐的一般方法推算摄入量。此时应制定特殊监测计划,对该污染物在事故摄入者体内的分布、滞留和排泄进行追踪监测,并依个例情况估计该摄入者的待积有效剂量。

6.6 当放射性核素摄入量产生的待积有效剂量接近或超过年剂量限值时,一般需要受照个体和污染物的有关数据,包括放射性核素的理化状态、粒子大小、核素在受照个体内的滞留特性、鼻腔分泌物及皮肤污染水平、空气活度浓度和表面污染水平等。然后综合分析利用这些数据,给出合理的摄入量估计值。

7 监测方法

7.1 全身或器官中放射性核素的体外直接测量

7.1.1 全身或器官中放射性物质含量的体外直接测量技术,可用于发射特征 X 射线、 γ 射线、正电子和高能 β 粒子的放射性核素,也可用于一些发射特征 X 射线的 α 辐射体。

7.1.2 用于全身或器官放射性核素含量的体外直接测量设备由一个或多个安装在低本底环境下的高效率探测器组成。探测器的几何位置应符合测量目的。对于发射 γ 射线的裂变产物和活化产物,如 ^{131}I 、 ^{137}Cs 和 ^{60}Co ,可用能在工作场所使用的较简单的探测器进行监测。对少数放射性核素如钷的同位素,则需要高灵敏度探测技术。

7.1.3 如果放射性核素污染的伤口中有发射高能量 γ 射线的放射性物质,通常可用 β - γ 探测器。当污染物为某些能发射特征 X 射线的 α 辐射体时,可用 X 射线探测器。当伤口受到多种放射性核素污染时,应采用具有能量甄别本领的探测器。伤口探测器应配有良好的准直器,以便对放射性污染物进行定位。

7.1.4 在进行体外直接测量前应进行人体表面去污。

7.2 排泄物及其他生物样品中放射性核素分析

7.2.1 对于不发射 γ 射线或只发射低能光子的放射性核素,应采用排泄物监测技术。对于发射高能 β 、 γ 射线的辐射体,也可采用排泄物监测技术。一般采用尿样分析进行排泄物监测,对主要通过粪排泄或需要评价吸入 S 类物质自肺部的廓清时要求分析粪样。

7.2.2 在一些特殊调查中也可分析其他生物样品,例如,可分析鼻腔分泌物或鼻拭样;怀疑有高水平污染时,可分析血样;在有 ^{14}C 、 ^{226}Ra 和 ^{228}Th 的内污染情况下,可采用呼出气活度监测技术;在极毒放射性核素(如超铀元素)污染伤口的情况下,应对已切除的组织样品进行制样和(或)原样测量。

7.2.3 尿样收集、储存、处理和分析时应注意：

- a) 尿样的收集、储存、处理及分析应避免外来污染、交叉污染和待测核素的损失；
- b) 对于大多数常规分析，应收集 24 h 尿。在常规监测情况下，如收集不到 24 h 尿，应把尿量用肌酐量或其他量修正到 24 h 尿；氟是一个例外，一般只取少量尿即能由所测尿氟浓度推算体液浓度及摄入量；
- c) 要求分析的样本体积应根据分析技术的灵敏度确定。对于某些放射性核素，需要分析累积几天的尿样才能达到所要求的灵敏度；
- d) 应规范样品处理和分析方法；
- e) 在某些情况下（如特殊监测），为减少核素经尿排出的日排量涨落对监测结果的影响，应分别分析连续 3 d 的尿样，或分析连续 3 d 的混合样，其平均值作为中间一天的日排量。

7.2.4 粪样监测常用于特殊调查，尤其是已知吸入或怀疑吸入 M 或 S 类物质后的调查，由于核素日粪排量涨落较大，因此，应连续收集几天的粪样。7.2.3 中的注意事项同样适用于粪样。

7.2.5 生物样品中 γ 辐射体可用闪烁探测器或半导体探测器直接测定。对 α 和 β 辐射体应先化学分离，然后采用合适的测量技术。可将样品中总 α 或总 β 活度的测量，作为一项简单的筛选技术，但它不能用来定量估算摄入量或待积有效剂量，除非已知放射性核素的组成。

7.3 空气采样分析

7.3.1 根据空气样品的测量结果估算摄入量带有很大不确定度。

7.3.2 PAS 的采样头应处于呼吸带内，采样速率最好能代表职业人员的典型吸气速率（约 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ ）。可在取样周期终了时用非破坏性技术测量滤膜上放射性，以及时发现不正常的高水平照射。然后将滤膜保留并合并较长时间积累的滤膜，用放射化学分离提取方法和高灵敏度的测量技术进行测量。

7.3.3 对 PAS 的要求如下：

- a) 应收集足够多的放射性物质，收集量的多少主要取决于要求 PAS 能监测到的最低待积有效剂量的大小。对于常规监测，一般要求能监测到年摄入量限值的 $1/10$ ；
- b) 采样器应抽取足够体积的空气，以便对职业人员呼吸带空气活度浓度给出能满足统计学要求的数值；
- c) 采样器的粒子采集特性应是已知的。

7.3.4 要用 PAS 监测数据进行内照射剂量估算时，应测定吸入粒子大小的分布，在没有关于粒子大小的专门资料的情况下，可假定活度中值空气动力学直径 (AMAD) 为 $5 \mu\text{m}$ 。

7.3.5 对于在空气中易于扩散的化合物，如放射性气体和蒸气（如二氧化碳和氟水），可用 SAS 数据对这些化合物的摄入量给出较合理的估计；但对于其他物质，如再悬浮颗粒，一般不要用 SAS 测量结果进行个人剂量估算。

7.3.6 在缺乏个人监测资料时，可利用 PAS 和 SAS 测量结果的比值来解释 SAS 的测量结果。当利用 SAS 的测量结果估算个人剂量时，应仔细评价照射条件及工作实践。

7.4 监测方法的选择原则

7.4.1 选择监测方法时，应考虑以下几个因素：

- a) 放射性核素的辐射特性；
- b) 污染物的生物动力学行为，特别是生物学廓清及放射性衰变后污染物在体内的滞留特性；
- c) 监测周期；
- d) 测量设备的灵敏度、适用性以及是否现有这种设备。

7.4.2 对于常规监测，如果灵敏度可以满足，一般只用一种测量技术。例如，对于氟，只需要尿氟分析。对一些核素，如钷的同位素，由于测量和数据解释都有一定困难，应结合使用不同的测量方法。特殊监

测常采用两种或两种以上监测方法。

7.4.3 从数据解释的准确度考虑,本章三种监测方法的选择顺序是:体外直接测量、排泄物分析、空气采样分析。附录 A 列出了不同放射性核素常用的监测方法和应有的最低可探测活度。

8 评价方法

8.1 摄入量估算

8.1.1 体外直接测量和排泄物个人监测时,应采用 $m(t)$ 值估算摄入量。 $m(t)$ 是摄入单位活度后 t 天时体内或器官内放射性核素的活度,或日排泄量($\text{Bq} \cdot \text{d}^{-1}$)的预期值。这个值主要用于内照射摄入量估算,也可以用于次级限值(ALI)和导出水平的估算。

8.1.2 摄入量的估算方法见附录 B,估算中使用的参数见附录 C 和附录 D。

8.2 剂量估算及防护评价

8.2.1 在辐射防护评价中,内照射剂量用式(2)计算:

$$E(\tau) = I_{jp} e_{jp}(\tau) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$E(\tau)$ ——待积有效剂量,单位为希沃特(Sv);

I_{jp} —— j 类核素通过 p 类途径摄入的摄入量,单位为贝可(Bq);

$e_{jp}(\tau)$ —— j 类核素通过 p 类途径的剂量系数(单位摄入量的待积有效剂量),单位为希沃特每贝可(Sv/Bq),其值参见附录 E。应注意,在吸入途径中不同的吸收类型或形态以及在食入和注射途径中的不同 f_1 都会引起剂量系数的变化。

8.2.2 在有吸入途径,没有个人监测数据的情况下,可用固定空气采样器测量的空气浓度,用式(3)计算待积有效剂量 $E(\tau)$:

$$E(\tau) \approx \frac{0.02 C_s}{\text{DAC}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

0.02 ——个人年剂量限值,单位为希沃特每年(Sv/a);

C_s ——固定空气采样器测量的空气浓度,单位为贝可每立方米(Bq/m^3);

DAC ——导出空气浓度,单位为贝可每立方米(Bq/m^3),其导出方法见附录 B。

8.2.3 待积有效剂量可以直接与 GB 18871 的年剂量限值、GBZ/T 154 年摄入量限值(ALI)和调查水平(IL)进行比较,评价防护情况。

8.2.4 在摄入多种放射性核素混合物的情况下,一般只有少数核素对待积有效剂量有显著贡献,这时原则上应先确认哪些核素是有重要放射生物学意义的核素,然后针对这些核素制定监测计划和进行评价。

8.3 调查水平和记录水平

8.3.1 调查水平(IL)和记录水平(RL)决定于内照射监测周期,在附录 F 的 F.5 中举例说明了内照射监测周期的确定方法,在确定内照射监测周期时还应当考虑摄入量不确定度可以接受的水平。当测量结果超过 DIL 时,应按附录 B 中 B.1.5 的要求进一步调查。

8.3.2 在常规监测中,一般是基于年剂量限值的十分之一(0.002 Sv/a)为基础推导每一监测周期的调查水平,称为导出调查水平(DIL),DIL 通常用式(4)计算:

$$\text{DIL} = \frac{0.002}{N e(\tau)_j} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

DIL ——导出(每个监测周期的)调查水平,单位为贝可(Bq);

N ——一年的监测次数;

$e(\tau)_j$ —— j 类核素的有效剂量系数,单位为希沃特每贝可(Sv/Bq)。

8.3.3 等于和超过导出记录水平(DRL)的测量结果都应记入个人剂量档案中。DRL的计算方法与公式(4)计算DIL方法类似,只需将公式中的0.002改为0.0004~0.001之间的一个值,计算的结果就是DRL。

8.3.4 在内照射个人监测中DRL取为有意义的最小活度(MSA),在95%置信限水平,在本底计数时间与样品计数时间相等时,MSA用式(5)计算:

$$MSA = t_{1-\alpha, \nu} S_b \xrightarrow{\nu=4} 2.132 S_b \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

S_b ——本底测量值的标准偏差;

ν ——测量系列的自由度;

$t_{1-\alpha}$ ——检测量的 t 分布的单边临界值,当 $\nu=4$ 时,其值为2.132。

8.3.5 本底样品的标准差(S_b)数值用式(6)计算:

$$S_b = \frac{1}{F \sqrt{n_b}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

F ——校准因子,单位为计数每贝可秒 $[1/(Bq \cdot s)]$;

n_b ——本底计数率,单位为计数每秒(1/s);

t_b ——本底计数时间,单位为秒(s)。

8.3.6 内照射监测方法应有足够的最低可探测活度(MDA),在检测量不服从正态分布的情况下,MDA用式(7)计算:

$$MDA \approx 2 t_{1-\alpha, \nu} S_b \xrightarrow{\nu=4} 4.264 S_b = 2MSA \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

S_b ——本底测量值的标准偏差;

ν ——测量系列的自由度;

$t_{1-\alpha}$ ——检测量的 t 分布的单边临界值,当 $\nu=4$ 时,其值为2.132。

从式(7)可以看出,只要本底计数时间足够长,可以认为MDA是MSA的2倍,因此记录水平也可直接取为MDA的1/2。

8.4 评价中的其他问题

8.4.1 内、外照射同时兼有时的评价按GB 18871中关于有效剂量限值的有关要求进行。

8.4.2 当职业人员同时受到内、外照射,或混合放射性核素的照射时,在事先制定调查水平和记录水平时应对此予以考虑。

8.4.3 在附录F中给出了内照射监测和评价方法的示例。

9 记录、报告和档案要求

9.1 记录

9.1.1 记录的一般要求是:

a) 记录应包括监测计划、样品收集和处理、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;

- b) 应清楚、扼要、准确地记录开始监测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;
- c) 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;
- d) 应准许工作人员本人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 内照射个人监测结果应按如下的方法记录在规范的表格上:

- a) 常规监测结果应按附录 G 中表 G.1 的格式记录;
- b) 特殊和任务相关监测结果应按附录 G 中表 G.2 的格式进行记录。

9.1.3 当工作人员个人监测结果超过调查水平时,应对其受照情况进行调查,并将调查结果附在其相应的个人监测档案中。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 当工作人员的个人监测结果小于 MDA 时,可用 $1/2$ MDA 作为其名义剂量记录进档案。

9.2 报告

9.2.1 负责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。凡待积有效剂量超过 5 mSv 的,还应将此结果递送给被监测人员本人。

9.2.2 负责职业内照射个人监测的单位,应按 GBZ 128 的类似要求按规定逐级报告审管部门。

9.3 档案

所有从事或涉及职业内照射工作的单位应按 GBZ 128 的要求建立和管理个人监测档案。

10 质量保证和不确定度要求

10.1 质量保证

制定内照射个人监测计划时,应同时制定质量保证计划。质量保证至少应达到以下要求:

- a) 选用符合要求、工作正常的设备和仪器;
- b) 定期检定/校准和维护使用的设备和仪器;
- c) 定期比对选用的测量方法;
- d) 按 7.2.3 和 7.2.4 的要求收集样品;
- e) 按附录 B 的程序和要求分析样品的活度,并按 B.1 估算摄入量;
- f) 按 GBZ 128 的要求记录和保存监测数据;
- g) 对相关人员进行技术培训,由合格的人员进行监测工作。

10.2 不确定度要求

应按附录 H 的要求进行不确定度分析。

附 录 A
(规范性附录)

不同放射性核素的实用监测方法

不同放射性核素分析的实用监测方法及其最低探测限的基本要求见表 A.1。

表 A.1 内照射个人监测方法选择和基本要求

核素	实用监测方法		最低探测限	说 明
	设备	监测类型		
^3H	液闪	尿样	$100 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	—
^{59}Fe	γ 射线谱	全身测量	50 Bq	—
		尿样	$1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	—
^{57}Co	γ 射线谱	全身测量	100 Bq	—
		肺测量	200 Bq	—
		尿样	$1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	—
		粪样	1 Bq/样品	—
^{58}Co 及 ^{60}Co	γ 射线谱	全身测量	50 Bq	—
		肺测量	100 Bq	—
		尿样	$1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	—
		粪样	1 Bq/样品	—
^{85}Sr	γ 射线谱	全身测量	100 Bq	—
		尿样	$1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	—
^{89}Sr 及 ^{90}Sr	β 计数	尿样	$1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离
^{106}Ru	γ 射线谱	全身测量	200 Bq	S 类常规监测要求有更低的最低探测限
		尿样	$5 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	
^{125}I 、 ^{129}I 及 ^{131}I	γ 射线谱	甲状腺测量	100 Bq	如果甲状腺已被阻止吸收碘,应采用尿样测量
		尿样	$5 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	
^{134}Cs 及 ^{137}Cs	γ 射线谱	全身测量	50 Bq	—
		尿样	$5 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	
^{226}Ra	γ 射线谱	全身测量	200 Bq	—
		尿样	$10 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	
^{228}Ra	γ 射线谱	全身测量	200 Bq	测量衰变产物,适用于特殊监测和接近年剂量限值的常规监测
		尿样	$1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离,适用于常规监测,仅适用于摄入时间不超过 5 d 特殊监测
^{228}Th 及 ^{232}Th	γ 射线谱	尿样	$10 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离,尿样仅适用于 M 类吸入的特殊监测,粪样的常规监测,要求有更低的最低探测限
		粪样	10 mBq	

表 A.1 (续)

核素	实用监测方法		最低探测限	说 明
	设备	监测类型		
^{234}U , ^{235}U 及 ^{238}U	γ 射线谱	肺测量	200 Bq	仅适用于 ^{235}U 特殊监测和接近年剂量限值的常规监测
		尿样	$10 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离
		粪样	10 mBq	
^{237}Np	γ 射线谱	肺测量	500 Bq	活体测量不适用于低于年剂量限值的监测,尿样有较好的灵敏度
	α 谱	尿样	$1 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	
		粪样	4 mBq	
^{238}Pu	γ 射线谱	肺测量	1 k Bq	灵敏度与胸壁厚薄有关,不适用于低于年剂量限值的监测
	α 谱	尿样	$1 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离,尿样和粪样虽有较好的灵敏度,但只能在摄入发生的几天之内测量才有效;裂变径迹和质谱分析的灵敏度会更高些
		粪样	1 mBq	
^{239}Pu 或 ^{240}Pu	γ 射线谱	肺测量	2.0 mBq	灵敏度与胸壁厚薄有关
	α 谱	尿样	$1 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离,尿和粪样可用于M类的日常和特殊监测;仅粪样可用于S类的常规监测,但仅在摄入几天内有效。裂变径迹和质谱分析的灵敏度会更高些
		粪样	1 mBq	
^{241}Am	γ 射线谱	肺测量	20 Bq	不适用于低于年剂量限值的监测
		骨测量	20 Bq	
	α 谱	尿样	$1 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离
^{242}Cm 及 ^{244}Cm	γ 射线谱	肺测量	2 kBq	灵敏度低,不能满足监测要求
		尿样	$1 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离。适于特殊和常规监测
	α 谱	粪样	1 mBq	
^{252}Cf	γ 射线谱	肺测量	2 kBq	灵敏度低,一般不能满足监测要求
	α 谱	尿样	$1 \text{ mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	应先进行化学分离。适于特殊和常规监测
		粪样	1 mBq	

附录 B

(规范性附录)

摄入量及导出空气浓度估算方法

B.1 摄入量估算方法

B.1.1 在特殊或任务相关监测而言,只要知道摄入的时间就可通过个人监测的测量值(M)和附录 C 特殊监测时的 $m(t)$ 值估算出摄入量 I ;仅有一次测量值时,可用式(B.1)计算 I :

$$I = M/m(t) \quad \text{.....(B.1)}$$

式中:

I ——放射性核素摄入量,单位为贝可(Bq);

M ——摄入后 t 天时测得的体内或器官内放射性核素的活度,单位为贝可(Bq);或日排泄量,单位为贝可每天($\text{Bq} \cdot \text{d}^{-1}$);

$m(t)$ ——摄入单位活度后 t 天时体内或器官内放射性核素的活度,或日排泄量的预期值。

特殊或任务相关监测的 $m(t)$ 值参见附录 C。当不知道摄入时间时,应先确定摄入时间再进行评估。当有多次测量结果时,可用最小乘法估算摄入量。

B.1.2 对于内照射常规个人监测,这时假定摄入发生在监测周期(T)的中间时刻($T/2$),这时可用式(B.2)计算 I :

$$I = M/m(T/2) \quad \text{.....(B.2)}$$

式中:

I ——放射性核素摄入量,单位为贝可(Bq);

M ——监测周期(T)末所测得的体内或器官内放射性核素的活度,单位为贝可(Bq),或日排泄量,单位为贝可每天($\text{Bq} \cdot \text{d}^{-1}$);

$m(T/2)$ ——摄入单位活度后 $T/2$ 天时体内或器官内放射性核素的活度,或日排泄量的预期值常用放射性核素 $m(T/2)$ 值参见附录 D。

当摄入发生在周期内任何一天的摄入量计算结果超过按 $T/2$ 计算结果的 10%,则应进行适当修正。

B.1.3 当空气样品个人监测的测量结果是监测周期内的累积放射性活度时,则可直接视为此时的摄入量。若监测结果是核素空气浓度 $c_{j\text{空}}$ (Bq/m^3),核素 j 的摄入量 I_j 可用式(B.3)计算:

$$I_j = c_{j\text{空}} BT \quad \text{.....(B.3)}$$

式中:

$c_{j\text{空}}$ ——PAS 监测的 j 类放射性核素的活度浓度,单位为贝可每立方米($\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$);

B ——人的呼吸率,单位为立方米每小时(m^3/h);没有实际值时,可取 $B=0.83 \text{ m}^3/\text{h}$;

T ——一个监测周期内在工作场所停留的总有效时间,单位为小时(h)。

B.1.4 如果当前测量值的约 10%以上来自以前监测周期中的摄入,并已估算了其摄入量时则应校正当前监测周期的测量结果。对常规监测计划中的一系列测量,可遵从下列步骤:

- 确定第一个监测周期摄入量;
- 预计该摄入量对以后各监测周期测量结果的贡献;
- 从以后各监测周期的数据中扣除这次的贡献;
- 对于下一个监测周期,重复做 a)~c)。

B.1.5 在常规监测计划中,如果监测结果超过了事先确定的调查水平,则应进行进一步调查。调查的

性质将取决于具体情况和监测结果超过调查水平的程度。在调查中,应考虑以下几点:

- a) 重复测量,以证实或改进初始评价;
- b) 采用另外的监测技术;
- c) 评价工作条件和照射情况;
- d) 在初始评价中若采用了缺省参数值,如果需要,则应对实际污染物的粒子大小及其化学形态进行调查,并选择更合适的数值;
- e) 在大量摄入的情况下,将受污染者调离放射性工作场所,并对污染物在摄入者体内滞留和排泄特点进行监测,以改进剂量评价。

B.1.6 若用 PAS 进行个人监测的时期与实际摄入期间不同,则由 PAS 获得的单位体积的时间积分空气活度浓度与职业人员摄入期间吸入的空气体积相乘,可求得放射性核素的摄入量。

B.2 导出空气浓度及其估算方法

当职业人员呼吸率为 1.2 m³/h 时,导出空气浓度(DAC)可用式(B.4)计算:

$$DAC = \frac{I_{j,inhL}}{2\,000 \times 1.2} = \frac{0.02}{e_{j,inh} \times 2\,000 \times 1.2} \approx \frac{8.33 \times 10^{-6}}{e_{j,inh}} \text{ Bq/m}^3 \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

- DAC —— 导出空气浓度,单位为贝可每立方米(Bq/m³);
 - 0.02 —— 职业人员年剂量限值,单位为希沃特每年(Sv/a);
 - 2 000 —— 一年的工作时间,单位为小时每年(h/a);
 - I_{j,inhL}* —— 吸入 *j* 类核素的年摄入量限值,单位为贝可(Bq);
 - e_{j,inh}* —— 吸入 *j* 类核素的有效剂量系数,单位为希沃特每贝可(Sv/Bq)。
- 常用放射性核素持续照射的 DAC 值见表 B.1。

表 B.1 常用放射性核素持续照射的 DAC

核素	类型/形态 ^b	DAC ^a Bq/m ³		
		AMAD=1 μm	AMAD=5 μm	V
³ H	HTO	—	—	5×10 ⁵
	OBT	—	—	2×10 ⁵
	V	—	—	5×10 ⁹
¹¹ C	F	—	8×10 ⁵	—
	M	—	5×10 ⁵	—
	S	—	5×10 ⁵	—
¹⁸ F	F	—	3×10 ⁵	—
	M	—	1×10 ⁵	—
	S	—	1×10 ⁵	—
³² P	F	1×10 ⁴	8×10 ³	—
	M	3×10 ³	3×10 ³	—
⁵⁵ Fe	F	1×10 ⁴	9×10 ³	—
	M	2×10 ⁴	3×10 ⁴	—

表 B.1 (续)

核素	类型/形态 ^b	DAC ^a Bq/m ³		
		AMAD=1 μm	AMAD=5 μm	V
⁵⁹ Fe	F	4×10 ³	3×10 ³	—
	M	2×10 ³	3×10 ³	—
⁶⁰ Co	M	9×10 ²	1×10 ³	—
	S	3×10 ²	5×10 ²	—
⁶⁷ Ga	F	1×10 ⁵	8×10 ⁴	—
	M	4×10 ⁴	3×10 ⁴	—
⁸⁵ Sr	F	2×10 ⁴	1×10 ⁴	—
	S	1×10 ⁴	1×10 ⁴	—
⁸⁹ Sr	F	8×10 ³	6×10 ³	—
	S	1×10 ³	1×10 ³	—
⁹⁰ Sr	F	3×10 ²	3×10 ²	—
	S	6×10 ¹	1×10 ²	—
⁹⁵ Zr	F	3×10 ³	3×10 ³	—
	M	2×10 ³	2×10 ³	—
	S	2×10 ³	2×10 ³	—
⁹⁵ Nb	M	6×10 ³	6×10 ³	—
	S	5×10 ³	6×10 ³	—
⁹⁹ Tc	F	3×10 ⁴	2×10 ⁴	—
	M	2×10 ³	3×10 ³	—
^{99m} Tc	F	7×10 ⁵	4×10 ⁵	—
	M	4×10 ⁵	3×10 ⁵	—
¹⁰⁶ Ru	F	1×10 ³	9×10 ²	—
	M	3×10 ²	5×10 ²	—
	S	1×10 ²	2×10 ²	—
¹²⁵ Sb	F	6×10 ³	5×10 ³	—
	M	2×10 ³	3×10 ³	—
¹²³ I	F	1×10 ⁵	8×10 ⁴	—
	V	—	—	4×10 ⁴
¹²⁴ I	F	2×10 ³	1×10 ³	—
	V	—	—	7×10 ²
¹²⁵ I	F	2×10 ³	1×10 ³	—
¹³¹ I	F	1×10 ³	8×10 ²	—
	V	—	—	4×10 ²

表 B.1 (续)

核素	类型/形态 ^b	DAC ^a Bq/m ³		
		AMAD=1 μm	AMAD=5 μm	V
¹³⁴ Cs	F	1×10^3	9×10^2	—
¹³⁷ Cs	F	2×10^3	1×10^3	—
¹⁴⁴ Ce	M	2×10^2	4×10^2	—
	S	2×10^2	3×10^2	—
¹⁵³ Gd	F	4×10^3	3×10^3	—
	M	4×10^3	6×10^3	—
²⁰¹ Tl	F	2×10^5	1×10^5	—
²¹⁰ Pb	F	9×10^0	8×10^0	—
²¹⁰ Po	F	1×10^1	1×10^1	—
	M	3×10^0	4×10^0	—
²²⁶ Ra	M	3×10^0	4×10^0	—
²²⁸ Ra	M	3×10^0	5×10^0	—
²²⁸ Th	M	3×10^{-1}	4×10^{-1}	—
	S	2×10^{-1}	3×10^{-1}	—
²³² Th	M	2×10^{-1}	3×10^{-1}	—
	S	4×10^{-1}	7×10^{-1}	—
²³⁴ U	F	2×10^1	1×10^1	—
	M	3×10^0	4×10^0	—
	S	1×10^0	1×10^0	—
²³⁵ U	F	2×10^1	1×10^1	—
	M	3×10^0	5×10^0	—
	S	1×10^0	1×10^0	—
²³⁸ U	F	2×10^1	1×10^1	—
	M	3×10^0	5×10^0	—
	S	1×10^0	1×10^0	—
²³⁷ Np	M	4×10^{-1}	6×10^{-1}	—
²³⁹ Np	M	9×10^3	8×10^3	—
²³⁸ Pu	M	2×10^{-1}	3×10^{-1}	—
	S	6×10^{-1}	8×10^{-1}	—
²³⁹ Pu	M	2×10^{-1}	3×10^{-1}	—
	S	6×10^{-1}	1×10^0	—

表 B.1 (续)

核素	类型/形态 ^b	DAC ^a Bq/m ³		
		AMAD=1 μm	AMAD=5 μm	V
²⁴⁰ Pu	M	2×10^{-1}	3×10^{-1}	—
	S	6×10^{-1}	1×10^0	—
²⁴¹ Pu	M	1×10^1	1×10^1	—
	S	5×10^1	1×10^2	—
²⁴¹ Am	M	2×10^{-1}	3×10^{-1}	—
²⁴² Cm	M	2×10^0	1×10^0	—
²⁴⁴ Cm	M	3×10^{-1}	5×10^{-1}	—
注：数据引自 IAEA Safety Reports Series.37(2004)，计算中假定平均呼吸率为 1.2 m ³ /h，每年工作 2 000 h。				
^a DAC 不适用于皮肤吸收的情况。				
^b HTO 为氚水，OBT 为有机结合氚，V 为蒸汽或气体，F、M、S 指肺吸收类型。				

附录 C

(资料性附录)

特殊监测中常用放射性核素的 $m(t)$ C.1 特殊监测时氚的 $m(t)$ 值见表 C.1。表 C.1 ^3H 特殊监测(尿样):吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

摄入后时间 d	食入、注射和吸入 HTO 的 $m(t)$ $\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1} / \text{Bq}$	食入 OBT 的 $m(t)$ Bq / Bq
1	2.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}
2	2.1×10^{-2}	2.3×10^{-2}
3	2.0×10^{-2}	2.2×10^{-2}
4	1.9×10^{-2}	2.0×10^{-2}
5	1.7×10^{-2}	1.9×10^{-2}
6	1.6×10^{-2}	1.8×10^{-2}
7	1.5×10^{-2}	1.8×10^{-2}
8	1.4×10^{-2}	1.7×10^{-2}
9	1.3×10^{-2}	1.7×10^{-2}
10	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}
70	1.0×10^{-3}	5.0×10^{-3}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.2 特殊监测时铁-59 的 $m(t)$ 值见表 C.2。表 C.2 ^{59}Fe 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后 的时间 d	吸入				食入和注射			
	F 类		M 类		食入		注射	
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
1	4.5×10^{-1}	6.0×10^{-4}	5.0×10^{-1}	1.3×10^{-4}	7.3×10^{-1}	1.9×10^{-4}	9.8×10^{-1}	2.0×10^{-3}
2	3.8×10^{-1}	5.2×10^{-5}	2.8×10^{-1}	1.4×10^{-5}	3.8×10^{-1}	2.0×10^{-5}	9.7×10^{-1}	1.7×10^{-4}
3	3.3×10^{-1}	3.3×10^{-5}	1.8×10^{-1}	8.6×10^{-6}	2.1×10^{-1}	1.2×10^{-5}	9.5×10^{-1}	1.1×10^{-4}
4	3.0×10^{-1}	2.3×10^{-5}	1.4×10^{-1}	6.1×10^{-6}	1.4×10^{-1}	8.0×10^{-6}	9.4×10^{-1}	7.5×10^{-5}
5	2.8×10^{-1}	1.7×10^{-5}	1.2×10^{-1}	4.6×10^{-6}	1.1×10^{-1}	5.8×10^{-6}	9.2×10^{-1}	5.4×10^{-5}
6	2.8×10^{-1}	1.3×10^{-5}	1.2×10^{-1}	3.6×10^{-6}	9.6×10^{-2}	4.4×10^{-6}	9.1×10^{-1}	4.2×10^{-5}
7	2.7×10^{-1}	1.0×10^{-5}	1.1×10^{-1}	3.0×10^{-6}	9.1×10^{-2}	3.5×10^{-6}	8.9×10^{-1}	3.3×10^{-5}
8	2.7×10^{-1}	8.3×10^{-6}	1.1×10^{-1}	2.6×10^{-6}	8.9×10^{-2}	2.8×10^{-6}	8.8×10^{-1}	2.8×10^{-5}
9	2.6×10^{-1}	7.2×10^{-6}	1.1×10^{-1}	2.3×10^{-6}	8.7×10^{-2}	2.4×10^{-6}	8.7×10^{-1}	2.4×10^{-5}
10	2.6×10^{-1}	6.3×10^{-6}	1.0×10^{-1}	2.1×10^{-6}	8.5×10^{-2}	2.1×10^{-6}	8.5×10^{-1}	2.1×10^{-5}
80	1.0×10^{-1}	2.6×10^{-6}	7.5×10^{-2}	9.0×10^{-7}	7.5×10^{-2}	8.5×10^{-7}	7.5×10^{-1}	9.0×10^{-6}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.3 特殊监测时钴同位素的 $m(t)$ 值见表 C.3~表 C.8。表 C.3 ^{57}Co 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后 的时间 d	M 类				S 类			
	全身	肺	尿样	粪样	全身	肺	尿样	粪样
1	4.8×10^{-1}	5.7×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}	4.9×10^{-1}	6.4×10^{-2}	5.7×10^{-3}	1.1×10^{-1}
2	2.6×10^{-1}	5.6×10^{-2}	9.1×10^{-3}	1.4×10^{-1}	2.5×10^{-1}	6.2×10^{-2}	3.1×10^{-3}	1.5×10^{-1}
3	1.5×10^{-1}	5.5×10^{-2}	3.7×10^{-3}	7.2×10^{-2}	1.4×10^{-1}	6.1×10^{-2}	1.2×10^{-3}	7.9×10^{-2}
4	1.1×10^{-1}	5.4×10^{-2}	2.2×10^{-3}	3.0×10^{-2}	9.7×10^{-2}	6.1×10^{-2}	6.7×10^{-4}	3.3×10^{-2}
5	9.0×10^{-2}	5.3×10^{-2}	1.7×10^{-3}	1.2×10^{-2}	7.9×10^{-2}	6.0×10^{-2}	5.0×10^{-4}	1.3×10^{-2}
6	8.2×10^{-2}	5.2×10^{-2}	1.4×10^{-3}	5.0×10^{-3}	7.2×10^{-2}	5.9×10^{-2}	4.2×10^{-4}	5.4×10^{-3}
7	7.7×10^{-2}	5.1×10^{-2}	1.3×10^{-3}	2.3×10^{-3}	6.8×10^{-2}	5.8×10^{-2}	3.7×10^{-4}	2.4×10^{-3}
8	7.4×10^{-2}	5.0×10^{-2}	1.2×10^{-3}	1.3×10^{-3}	6.6×10^{-2}	5.8×10^{-2}	3.3×10^{-4}	1.3×10^{-3}
9	7.2×10^{-2}	4.9×10^{-2}	1.1×10^{-3}	8.6×10^{-4}	6.5×10^{-2}	5.7×10^{-2}	3.0×10^{-4}	8.2×10^{-4}
10	7.0×10^{-2}	4.8×10^{-2}	9.7×10^{-4}	6.9×10^{-4}	6.4×10^{-2}	5.6×10^{-2}	2.7×10^{-4}	6.5×10^{-4}
100	4.5×10^{-2}	2.5×10^{-2}	1.0×10^{-4}	8.5×10^{-5}	6.0×10^{-2}	6.0×10^{-2}	1.0×10^{-5}	9.0×10^{-5}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。								

表 C.4 ^{57}Co 特殊监测:食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后 的时间 d	食入						注射		
	$f_1=0.1$			$f_1=0.05$					
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
1	7.1×10^{-1}	2.8×10^{-2}	2.6×10^{-1}	7.1×10^{-1}	1.4×10^{-2}	2.7×10^{-1}	6.7×10^{-1}	3.2×10^{-1}	1.1×10^{-2}
2	3.4×10^{-1}	1.4×10^{-2}	3.5×10^{-1}	3.4×10^{-1}	7.2×10^{-3}	3.7×10^{-1}	5.3×10^{-1}	1.1×10^{-1}	2.5×10^{-2}
3	1.6×10^{-1}	5.5×10^{-3}	1.8×10^{-1}	1.5×10^{-1}	2.7×10^{-3}	1.9×10^{-1}	4.6×10^{-1}	4.7×10^{-2}	2.1×10^{-2}
4	8.6×10^{-2}	3.0×10^{-3}	7.3×10^{-2}	6.8×10^{-2}	1.5×10^{-3}	7.7×10^{-2}	4.1×10^{-1}	2.8×10^{-2}	1.3×10^{-2}
5	5.5×10^{-2}	2.2×10^{-3}	2.8×10^{-2}	3.7×10^{-2}	1.1×10^{-3}	3.0×10^{-2}	3.8×10^{-1}	2.2×10^{-2}	8.0×10^{-3}
6	4.2×10^{-2}	1.9×10^{-3}	1.1×10^{-2}	2.5×10^{-2}	9.5×10^{-4}	1.1×10^{-2}	3.6×10^{-1}	1.8×10^{-2}	5.2×10^{-3}
7	3.6×10^{-2}	1.7×10^{-3}	4.2×10^{-3}	1.9×10^{-2}	8.3×10^{-4}	4.3×10^{-3}	3.4×10^{-1}	1.6×10^{-2}	3.9×10^{-3}
8	3.3×10^{-2}	1.5×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.7×10^{-2}	7.4×10^{-4}	1.7×10^{-3}	3.2×10^{-1}	1.4×10^{-2}	3.1×10^{-3}
9	3.1×10^{-2}	1.3×10^{-3}	7.9×10^{-4}	1.6×10^{-2}	6.6×10^{-4}	6.8×10^{-4}	3.0×10^{-1}	1.3×10^{-2}	2.7×10^{-3}
10	2.9×10^{-2}	1.2×10^{-3}	4.3×10^{-4}	1.5×10^{-2}	5.9×10^{-4}	3.2×10^{-4}	2.9×10^{-1}	1.2×10^{-2}	2.3×10^{-3}
100	1.0×10^{-2}	5.0×10^{-5}	8.0×10^{-6}	7.5×10^{-3}	1.5×10^{-5}	4.5×10^{-6}	1.0×10^{-1}	7.0×10^{-4}	8.5×10^{-5}
注：数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。									

表 C.5 ^{58}Co 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	M 类				S 类			
	全身	肺	尿样	粪样	全身	肺	尿样	粪样
1	4.8×10^{-1}	5.7×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}	4.9×10^{-1}	6.4×10^{-2}	5.6×10^{-3}	1.1×10^{-1}
2	2.5×10^{-1}	5.5×10^{-2}	9.0×10^{-3}	1.4×10^{-1}	2.5×10^{-1}	6.1×10^{-2}	3.1×10^{-3}	1.5×10^{-1}
3	1.5×10^{-1}	5.3×10^{-2}	3.6×10^{-3}	7.0×10^{-2}	1.4×10^{-1}	6.0×10^{-2}	1.2×10^{-3}	7.7×10^{-2}
4	1.0×10^{-1}	5.2×10^{-2}	2.1×10^{-3}	2.9×10^{-2}	9.4×10^{-2}	5.9×10^{-2}	6.5×10^{-4}	3.2×10^{-2}
5	8.7×10^{-2}	5.1×10^{-2}	1.6×10^{-3}	1.2×10^{-2}	7.6×10^{-2}	5.8×10^{-2}	4.8×10^{-4}	1.3×10^{-2}
6	7.8×10^{-2}	5.0×10^{-2}	1.4×10^{-3}	4.8×10^{-3}	6.9×10^{-2}	5.7×10^{-2}	4.0×10^{-4}	5.2×10^{-3}
7	7.3×10^{-2}	4.8×10^{-2}	1.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	6.5×10^{-2}	5.6×10^{-2}	3.5×10^{-4}	2.3×10^{-3}
8	7.0×10^{-2}	4.7×10^{-2}	1.1×10^{-3}	1.2×10^{-3}	6.3×10^{-2}	5.5×10^{-2}	3.1×10^{-4}	1.2×10^{-3}
9	6.8×10^{-2}	4.6×10^{-2}	1.0×10^{-3}	8.0×10^{-4}	6.1×10^{-2}	5.4×10^{-2}	2.8×10^{-4}	7.7×10^{-4}
10	6.5×10^{-2}	4.5×10^{-2}	9.1×10^{-4}	6.4×10^{-4}	5.9×10^{-2}	5.2×10^{-2}	2.5×10^{-4}	6.1×10^{-4}
100	1.0×10^{-2}	9.0×10^{-3}	7.5×10^{-4}	4.5×10^{-5}	2.5×10^{-2}	2.5×10^{-2}	8.0×10^{-6}	6.5×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.6 ^{58}Co 特殊监测:食入途径和注射的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入						注射		
	$f_1=0.1$			$f_1=0.05$					
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
1	7.0×10^{-1}	2.7×10^{-2}	2.6×10^{-1}	7.1×10^{-1}	1.4×10^{-2}	2.7×10^{-1}	6.6×10^{-1}	3.2×10^{-1}	1.1×10^{-2}
2	3.4×10^{-1}	1.4×10^{-2}	3.4×10^{-1}	3.3×10^{-1}	7.1×10^{-3}	3.6×10^{-1}	5.2×10^{-1}	1.1×10^{-1}	2.5×10^{-2}
3	1.6×10^{-1}	5.3×10^{-3}	1.7×10^{-1}	1.4×10^{-1}	2.7×10^{-3}	1.8×10^{-1}	4.5×10^{-1}	4.6×10^{-2}	2.0×10^{-2}
4	8.4×10^{-2}	2.9×10^{-3}	7.1×10^{-2}	6.6×10^{-2}	1.5×10^{-3}	7.4×10^{-2}	4.0×10^{-1}	1.7×10^{-2}	1.3×10^{-2}
5	5.3×10^{-2}	2.2×10^{-3}	1.7×10^{-2}	3.6×10^{-2}	1.1×10^{-3}	2.9×10^{-2}	3.7×10^{-1}	2.1×10^{-2}	7.7×10^{-3}
6	4.1×10^{-2}	1.8×10^{-3}	1.0×10^{-2}	2.4×10^{-2}	9.1×10^{-4}	1.1×10^{-2}	3.4×10^{-1}	1.8×10^{-2}	5.0×10^{-3}
7	3.5×10^{-2}	1.6×10^{-3}	4.0×10^{-3}	1.9×10^{-2}	7.9×10^{-4}	4.0×10^{-3}	3.2×10^{-1}	1.5×10^{-2}	3.7×10^{-3}
8	3.1×10^{-2}	1.4×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.6×10^{-2}	7.0×10^{-4}	1.6×10^{-3}	3.0×10^{-1}	1.4×10^{-2}	2.9×10^{-3}
9	2.9×10^{-2}	1.2×10^{-3}	7.4×10^{-4}	1.5×10^{-2}	6.2×10^{-4}	6.4×10^{-4}	2.8×10^{-1}	1.2×10^{-2}	2.5×10^{-3}
10	2.7×10^{-2}	1.1×10^{-3}	4.0×10^{-4}	1.4×10^{-2}	5.5×10^{-4}	3.0×10^{-4}	2.7×10^{-1}	1.1×10^{-2}	2.2×10^{-3}
100	8.0×10^{-3}	2.0×10^{-5}	5.0×10^{-6}	4.5×10^{-3}	9.0×10^{-6}	1.5×10^{-6}	8.0×10^{-2}	2.0×10^{-4}	4.0×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.7 ^{60}Co 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	M 类				S 类			
	全身	肺	尿样	粪样	全身	肺	尿样	粪样
1	4.9×10^{-1}	5.8×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}	4.9×10^{-1}	6.4×10^{-2}	5.7×10^{-3}	1.1×10^{-1}
2	2.6×10^{-1}	5.6×10^{-2}	9.2×10^{-3}	1.4×10^{-1}	2.5×10^{-1}	6.3×10^{-2}	3.1×10^{-3}	1.6×10^{-1}
3	1.5×10^{-1}	5.5×10^{-2}	3.7×10^{-3}	7.2×10^{-2}	1.4×10^{-1}	6.2×10^{-2}	1.2×10^{-3}	8.0×10^{-2}
4	1.1×10^{-1}	5.4×10^{-2}	2.2×10^{-3}	3.1×10^{-2}	9.8×10^{-2}	6.1×10^{-2}	6.7×10^{-4}	3.4×10^{-2}
5	9.1×10^{-2}	5.3×10^{-2}	1.7×10^{-3}	1.2×10^{-2}	8.0×10^{-2}	6.1×10^{-2}	5.0×10^{-4}	1.3×10^{-2}
6	8.3×10^{-2}	5.2×10^{-2}	1.5×10^{-3}	5.1×10^{-3}	7.3×10^{-2}	6.0×10^{-2}	4.3×10^{-4}	5.5×10^{-3}
7	7.8×10^{-2}	5.2×10^{-2}	1.3×10^{-3}	2.3×10^{-3}	6.9×10^{-2}	5.9×10^{-2}	3.8×10^{-4}	2.4×10^{-3}
8	7.6×10^{-2}	5.1×10^{-2}	1.2×10^{-3}	1.3×10^{-3}	6.8×10^{-2}	5.9×10^{-2}	3.4×10^{-4}	1.3×10^{-3}
9	7.4×10^{-2}	5.0×10^{-2}	1.1×10^{-3}	8.7×10^{-4}	6.6×10^{-2}	5.8×10^{-2}	3.1×10^{-4}	8.4×10^{-4}
10	7.2×10^{-2}	4.9×10^{-2}	1.0×10^{-3}	7.0×10^{-4}	6.5×10^{-2}	5.8×10^{-2}	2.8×10^{-4}	6.7×10^{-4}
100	5.0×10^{-2}	3.0×10^{-2}	1.0×10^{-4}	9.0×10^{-5}	3.9×10^{-2}	5.5×10^{-2}	1.5×10^{-5}	1.2×10^{-5}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.8 ^{60}Co 特殊监测:食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入						注射		
	$f_1=0.1$			$f_1=0.05$					
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
1	7.1×10^{-1}	2.8×10^{-2}	2.6×10^{-1}	7.1×10^{-1}	1.4×10^{-2}	2.7×10^{-1}	6.7×10^{-1}	3.2×10^{-1}	1.1×10^{-2}
2	3.5×10^{-1}	1.4×10^{-2}	3.5×10^{-1}	3.4×10^{-1}	7.3×10^{-3}	3.7×10^{-1}	5.3×10^{-1}	1.1×10^{-1}	2.6×10^{-2}
3	1.6×10^{-1}	5.5×10^{-3}	1.8×10^{-1}	1.5×10^{-1}	2.8×10^{-3}	1.9×10^{-1}	4.6×10^{-1}	4.7×10^{-2}	2.1×10^{-2}
4	8.7×10^{-2}	3.1×10^{-3}	7.3×10^{-2}	6.8×10^{-2}	1.5×10^{-3}	7.7×10^{-2}	4.2×10^{-1}	2.8×10^{-2}	1.3×10^{-2}
5	5.6×10^{-2}	2.3×10^{-3}	2.9×10^{-2}	3.7×10^{-2}	1.1×10^{-3}	3.0×10^{-2}	3.9×10^{-1}	2.2×10^{-2}	8.0×10^{-3}
6	4.3×10^{-2}	1.9×10^{-3}	1.1×10^{-2}	2.5×10^{-2}	9.6×10^{-4}	1.1×10^{-2}	3.6×10^{-1}	1.9×10^{-2}	5.3×10^{-3}
7	3.7×10^{-2}	1.7×10^{-3}	4.3×10^{-3}	2.0×10^{-2}	8.4×10^{-4}	4.3×10^{-3}	3.4×10^{-1}	1.6×10^{-2}	3.9×10^{-3}
8	3.4×10^{-2}	1.5×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.7×10^{-2}	7.5×10^{-4}	1.7×10^{-3}	3.3×10^{-1}	1.5×10^{-2}	3.2×10^{-3}
9	3.2×10^{-2}	1.3×10^{-3}	8.0×10^{-4}	1.6×10^{-2}	6.7×10^{-4}	7.0×10^{-4}	3.1×10^{-1}	1.3×10^{-2}	2.7×10^{-3}
10	3.0×10^{-2}	1.2×10^{-3}	4.4×10^{-4}	1.5×10^{-2}	6.1×10^{-4}	3.3×10^{-4}	3.0×10^{-1}	1.2×10^{-2}	2.4×10^{-3}
100	1.0×10^{-2}	6.8×10^{-5}	9.2×10^{-6}	9.0×10^{-3}	2.5×10^{-5}	5.0×10^{-6}	1.0×10^{-1}	7.0×10^{-4}	9.1×10^{-5}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.4 特殊监测时铯同位素的 $m(t)$ 值见表 C.9~表 C.12。表 C.9 ^{85}Sr 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	F 类		S 类	
	全身	尿样	全身	尿样
1	4.8×10^{-1}	6.8×10^{-2}	4.9×10^{-1}	8.0×10^{-4}
2	3.2×10^{-1}	2.3×10^{-2}	2.5×10^{-1}	3.4×10^{-4}
3	2.4×10^{-1}	1.5×10^{-2}	1.3×10^{-1}	2.1×10^{-4}
4	2.0×10^{-1}	1.1×10^{-2}	8.9×10^{-2}	1.6×10^{-4}
5	1.7×10^{-1}	8.7×10^{-3}	7.1×10^{-2}	1.2×10^{-4}
6	1.6×10^{-1}	7.1×10^{-3}	6.3×10^{-2}	1.0×10^{-4}
7	1.5×10^{-1}	5.9×10^{-3}	6.0×10^{-2}	8.3×10^{-5}
8	1.4×10^{-1}	5.0×10^{-3}	5.8×10^{-2}	7.1×10^{-5}
9	1.3×10^{-1}	4.3×10^{-3}	5.6×10^{-2}	6.2×10^{-5}
10	1.3×10^{-1}	3.7×10^{-3}	5.5×10^{-2}	5.4×10^{-5}
100	2.5×10^{-2}	5.0×10^{-5}	1.2×10^{-2}	2.0×10^{-6}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.10 ^{85}Sr 特殊监测:食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入, $f_1=0.3$		食入, $f_1=0.01$		注射	
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
1	7.2×10^{-1}	5.6×10^{-2}	7.1×10^{-1}	1.8×10^{-3}	7.7×10^{-1}	2.0×10^{-1}
2	4.2×10^{-1}	2.2×10^{-2}	3.2×10^{-1}	7.4×10^{-4}	6.7×10^{-1}	6.6×10^{-2}
3	2.7×10^{-1}	1.4×10^{-2}	1.3×10^{-1}	4.7×10^{-4}	6.0×10^{-1}	4.4×10^{-2}
4	2.0×10^{-1}	1.0×10^{-2}	5.3×10^{-2}	3.4×10^{-4}	5.4×10^{-1}	3.2×10^{-2}
5	1.6×10^{-1}	7.9×10^{-3}	2.3×10^{-2}	2.7×10^{-4}	5.0×10^{-1}	2.5×10^{-2}
6	1.4×10^{-1}	6.4×10^{-3}	1.1×10^{-2}	2.1×10^{-4}	4.6×10^{-1}	2.1×10^{-2}
7	1.3×10^{-1}	5.3×10^{-3}	6.7×10^{-3}	1.8×10^{-4}	4.3×10^{-1}	1.7×10^{-2}
8	1.2×10^{-1}	4.4×10^{-3}	5.0×10^{-3}	1.5×10^{-4}	4.1×10^{-1}	1.4×10^{-2}
9	1.2×10^{-1}	3.8×10^{-3}	4.2×10^{-3}	1.3×10^{-4}	3.9×10^{-1}	1.2×10^{-2}
10	1.1×10^{-1}	3.3×10^{-3}	3.8×10^{-3}	1.1×10^{-4}	3.7×10^{-1}	1.1×10^{-2}
100	3.0×10^{-2}	5.0×10^{-5}	9.0×10^{-4}	1.0×10^{-6}	9.2×10^{-2}	1.0×10^{-4}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.11 ^{89}Sr 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入		食入		注射
	F 类	S 类	$f_1=0.3$	$f_1=0.01$	
	尿样	尿样	尿样	粪样	全身
1	6.7×10^{-2}	8.0×10^{-4}	5.6×10^{-2}	1.8×10^{-3}	2.0×10^{-1}
2	2.3×10^{-2}	3.3×10^{-4}	2.1×10^{-2}	7.4×10^{-4}	6.5×10^{-2}
3	1.5×10^{-2}	2.1×10^{-4}	1.4×10^{-2}	4.7×10^{-4}	4.3×10^{-2}
4	1.1×10^{-2}	1.6×10^{-4}	1.0×10^{-2}	3.4×10^{-4}	3.2×10^{-2}
5	8.6×10^{-3}	1.2×10^{-4}	7.8×10^{-3}	2.6×10^{-4}	2.5×10^{-2}
6	6.9×10^{-3}	9.8×10^{-5}	6.3×10^{-3}	2.1×10^{-4}	2.0×10^{-2}
7	5.7×10^{-3}	8.2×10^{-5}	5.1×10^{-3}	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-2}
8	4.8×10^{-3}	6.9×10^{-5}	4.3×10^{-3}	1.5×10^{-4}	1.4×10^{-2}
9	4.2×10^{-3}	6.0×10^{-5}	3.7×10^{-3}	1.2×10^{-4}	1.2×10^{-2}
10	3.6×10^{-3}	5.3×10^{-5}	3.2×10^{-3}	1.1×10^{-4}	1.1×10^{-2}
100	4.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}	2.5×10^{-5}	9.5×10^{-7}	9.5×10^{-5}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。					

表 C.12 ^{90}Sr 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入		食入		注射
	F 类	S 类	$f_1=0.3$	$f_1=0.01$	
	尿样	尿样	尿样	粪样	全身
1	6.8×10^{-2}	8.1×10^{-4}	5.6×10^{-2}	1.8×10^{-3}	2.0×10^{-1}
2	2.3×10^{-2}	3.4×10^{-4}	2.2×10^{-2}	7.6×10^{-4}	6.7×10^{-2}
3	1.6×10^{-2}	2.2×10^{-4}	1.4×10^{-2}	4.9×10^{-4}	4.5×10^{-2}
4	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-4}	1.1×10^{-2}	3.6×10^{-4}	3.4×10^{-2}
5	9.2×10^{-3}	1.3×10^{-4}	8.3×10^{-3}	2.8×10^{-4}	2.7×10^{-2}
6	7.5×10^{-3}	1.1×10^{-4}	6.8×10^{-3}	2.3×10^{-4}	2.2×10^{-2}
7	6.3×10^{-3}	9.0×10^{-5}	5.7×10^{-3}	1.9×10^{-4}	1.8×10^{-2}
8	5.4×10^{-3}	7.7×10^{-5}	4.8×10^{-3}	1.6×10^{-4}	1.6×10^{-2}
9	4.7×10^{-3}	6.8×10^{-5}	4.2×10^{-3}	1.4×10^{-4}	1.4×10^{-2}
10	4.1×10^{-3}	6.1×10^{-5}	3.7×10^{-3}	1.2×10^{-4}	1.2×10^{-2}
100	1.0×10^{-4}	8.0×10^{-6}	1.0×10^{-4}	5.0×10^{-6}	5.0×10^{-4}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。					

C.5 特殊监测时钌-106 的 $m(t)$ 值见表 C.13~表 C.14。表 C.13 ^{106}Ru 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	F 类		M 类		S 类	
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
1	5.1×10^{-1}	3.5×10^{-2}	4.9×10^{-1}	5.4×10^{-3}	4.9×10^{-1}	2.2×10^{-3}
2	3.5×10^{-1}	1.1×10^{-2}	2.7×10^{-1}	2.1×10^{-3}	2.6×10^{-1}	1.0×10^{-3}
3	2.7×10^{-1}	7.6×10^{-3}	1.6×10^{-1}	1.3×10^{-3}	1.5×10^{-1}	5.9×10^{-4}
4	2.3×10^{-1}	6.8×10^{-3}	1.2×10^{-1}	1.2×10^{-3}	1.0×10^{-1}	5.1×10^{-4}
5	2.1×10^{-1}	6.3×10^{-3}	9.9×10^{-2}	1.1×10^{-3}	8.6×10^{-2}	4.7×10^{-4}
6	2.0×10^{-1}	5.8×10^{-3}	9.1×10^{-2}	1.0×10^{-3}	7.9×10^{-2}	4.4×10^{-4}
7	1.9×10^{-1}	5.4×10^{-3}	8.7×10^{-2}	9.7×10^{-4}	7.6×10^{-2}	4.1×10^{-4}
8	1.9×10^{-1}	5.0×10^{-3}	8.4×10^{-2}	9.1×10^{-4}	7.4×10^{-2}	3.8×10^{-4}
9	1.8×10^{-1}	4.7×10^{-3}	8.2×10^{-2}	8.6×10^{-4}	7.2×10^{-2}	3.5×10^{-4}
10	1.7×10^{-1}	4.4×10^{-3}	8.0×10^{-2}	8.1×10^{-4}	7.1×10^{-2}	3.3×10^{-4}
100	8.5×10^{-2}	2.5×10^{-4}	5.0×10^{-2}	1.0×10^{-4}	6.0×10^{-2}	2.5×10^{-5}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.14 ^{106}Ru 特殊监测:食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入		注射	
	全身	尿样	全身	尿样
1	7.2×10^{-1}	5.3×10^{-3}	8.7×10^{-1}	1.2×10^{-1}
2	3.5×10^{-1}	2.4×10^{-3}	8.2×10^{-1}	3.9×10^{-2}
3	1.6×10^{-1}	1.4×10^{-3}	7.8×10^{-1}	2.6×10^{-2}
4	8.4×10^{-2}	1.2×10^{-3}	7.4×10^{-1}	2.3×10^{-2}
5	5.3×10^{-2}	1.1×10^{-3}	7.1×10^{-1}	2.2×10^{-2}
6	4.1×10^{-2}	1.0×10^{-3}	6.9×10^{-1}	2.0×10^{-2}
7	3.6×10^{-2}	9.4×10^{-4}	6.6×10^{-1}	1.9×10^{-2}
8	3.3×10^{-2}	8.7×10^{-4}	6.4×10^{-1}	1.7×10^{-2}
9	3.1×10^{-2}	8.1×10^{-4}	6.2×10^{-1}	1.6×10^{-2}
10	3.0×10^{-2}	7.6×10^{-4}	6.0×10^{-1}	1.5×10^{-2}
100	1.0×10^{-2}	5.0×10^{-5}	2.0×10^{-2}	8.5×10^{-4}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.6 特殊监测时碘同位素的 $m(t)$ 值见表 C.15~表 C.17。

表 C.15 ^{125}I 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入				食入		注射	
	F 类		气态		甲状腺	尿样	甲状腺	尿样
	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样				
1	1.3×10^{-1}	3.0×10^{-1}	2.5×10^{-1}	5.7×10^{-1}	2.7×10^{-1}	6.2×10^{-1}	2.8×10^{-1}	6.4×10^{-1}
2	1.4×10^{-1}	2.7×10^{-2}	2.6×10^{-1}	4.9×10^{-2}	2.8×10^{-1}	5.9×10^{-2}	2.9×10^{-1}	5.2×10^{-2}
3	1.4×10^{-1}	1.7×10^{-3}	2.5×10^{-1}	3.2×10^{-3}	2.8×10^{-1}	3.7×10^{-3}	2.8×10^{-1}	3.3×10^{-3}
4	1.3×10^{-1}	2.0×10^{-4}	2.5×10^{-1}	3.5×10^{-4}	2.8×10^{-1}	4.2×10^{-4}	2.8×10^{-1}	4.0×10^{-4}
5	1.3×10^{-1}	1.3×10^{-4}	2.4×10^{-1}	2.4×10^{-4}	2.7×10^{-1}	2.7×10^{-4}	2.7×10^{-1}	2.7×10^{-4}
6	1.3×10^{-1}	1.5×10^{-4}	2.4×10^{-1}	2.8×10^{-4}	2.6×10^{-1}	3.1×10^{-4}	2.7×10^{-1}	3.2×10^{-4}
7	1.3×10^{-1}	1.7×10^{-4}	2.4×10^{-1}	3.3×10^{-4}	2.6×10^{-1}	3.6×10^{-4}	2.6×10^{-1}	3.7×10^{-4}
8	1.2×10^{-1}	2.0×10^{-4}	2.3×10^{-1}	3.7×10^{-4}	2.5×10^{-1}	4.1×10^{-4}	2.6×10^{-1}	4.1×10^{-4}
9	1.2×10^{-1}	2.2×10^{-4}	2.3×10^{-1}	4.1×10^{-4}	2.5×10^{-1}	4.5×10^{-4}	2.5×10^{-1}	4.5×10^{-4}
10	1.2×10^{-1}	2.4×10^{-4}	2.2×10^{-1}	4.4×10^{-4}	2.4×10^{-1}	4.9×10^{-4}	2.5×10^{-1}	4.9×10^{-4}
50	1.0×10^{-1}	5.5×10^{-5}	1.2×10^{-1}	9.5×10^{-5}	1.2×10^{-1}	9.5×10^{-5}	1.2×10^{-1}	9.5×10^{-5}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.16 ^{125}I 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入				食入		注射	
	F 类		气态		甲状腺	尿样	甲状腺	尿样
	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样				
1	1.3×10^{-1}	3.1×10^{-1}	2.5×10^{-1}	5.7×10^{-1}	2.7×10^{-1}	6.3×10^{-1}	2.8×10^{-1}	6.4×10^{-1}
2	1.4×10^{-1}	2.7×10^{-2}	2.6×10^{-1}	5.2×10^{-2}	2.9×10^{-1}	6.0×10^{-2}	2.9×10^{-1}	5.3×10^{-2}
3	1.4×10^{-1}	1.8×10^{-3}	2.6×10^{-1}	3.3×10^{-3}	2.9×10^{-1}	3.9×10^{-3}	2.9×10^{-1}	3.5×10^{-3}
4	1.4×10^{-1}	2.1×10^{-4}	2.6×10^{-1}	3.8×10^{-4}	2.9×10^{-1}	4.4×10^{-4}	2.9×10^{-1}	4.1×10^{-4}
5	1.4×10^{-1}	1.4×10^{-4}	2.6×10^{-1}	2.6×10^{-4}	2.9×10^{-1}	2.8×10^{-4}	2.9×10^{-1}	2.9×10^{-4}
6	1.4×10^{-1}	1.6×10^{-4}	2.6×10^{-1}	3.0×10^{-4}	2.8×10^{-1}	3.3×10^{-4}	2.9×10^{-1}	3.4×10^{-4}
7	1.4×10^{-1}	1.9×10^{-4}	2.5×10^{-1}	3.6×10^{-4}	2.8×10^{-1}	3.9×10^{-4}	2.8×10^{-1}	4.0×10^{-4}
8	1.3×10^{-1}	2.2×10^{-4}	2.5×10^{-1}	4.1×10^{-4}	2.8×10^{-1}	4.5×10^{-4}	2.8×10^{-1}	4.5×10^{-4}
9	1.3×10^{-1}	2.4×10^{-4}	2.5×10^{-1}	4.5×10^{-4}	2.8×10^{-1}	5.0×10^{-4}	2.8×10^{-1}	5.0×10^{-4}
10	1.3×10^{-1}	2.6×10^{-4}	2.5×10^{-1}	4.9×10^{-4}	2.7×10^{-1}	5.4×10^{-4}	2.8×10^{-1}	5.5×10^{-4}
50	1.1×10^{-1}	8.5×10^{-5}	2.4×10^{-1}	9.7×10^{-5}	2.6×10^{-1}	9.9×10^{-5}	2.7×10^{-1}	1.0×10^{-5}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.17 ^{131}I 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入				食入		注射	
	F 类		气态					
	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样
1	1.2×10^{-1}	2.8×10^{-1}	2.3×10^{-1}	5.3×10^{-1}	2.5×10^{-1}	5.8×10^{-1}	2.6×10^{-1}	5.9×10^{-1}
2	1.2×10^{-1}	2.3×10^{-2}	2.2×10^{-1}	4.3×10^{-2}	2.5×10^{-1}	5.1×10^{-2}	2.5×10^{-1}	4.5×10^{-2}
3	1.1×10^{-1}	1.4×10^{-3}	2.0×10^{-1}	2.5×10^{-3}	2.2×10^{-1}	3.0×10^{-3}	2.3×10^{-1}	2.7×10^{-3}
4	9.9×10^{-2}	1.5×10^{-4}	1.9×10^{-1}	2.7×10^{-4}	2.0×10^{-1}	3.1×10^{-4}	2.1×10^{-1}	2.9×10^{-4}
5	9.0×10^{-2}	8.9×10^{-5}	1.7×10^{-1}	1.7×10^{-4}	1.9×10^{-1}	1.8×10^{-4}	1.9×10^{-1}	1.9×10^{-4}
6	8.2×10^{-2}	9.6×10^{-5}	1.5×10^{-1}	1.8×10^{-4}	1.7×10^{-1}	2.0×10^{-4}	1.7×10^{-1}	2.0×10^{-4}
7	7.4×10^{-2}	1.0×10^{-4}	1.4×10^{-1}	1.9×10^{-4}	1.5×10^{-1}	2.1×10^{-4}	1.6×10^{-1}	2.2×10^{-4}
8	6.8×10^{-2}	1.1×10^{-4}	1.3×10^{-1}	2.0×10^{-4}	1.4×10^{-1}	2.2×10^{-4}	1.4×10^{-1}	2.3×10^{-4}
9	6.2×10^{-2}	1.1×10^{-4}	1.2×10^{-1}	2.1×10^{-4}	1.3×10^{-1}	2.3×10^{-4}	1.3×10^{-1}	2.3×10^{-4}
10	5.6×10^{-2}	1.1×10^{-4}	1.1×10^{-1}	2.1×10^{-4}	1.2×10^{-1}	2.3×10^{-4}	1.2×10^{-1}	2.3×10^{-4}
50	6.0×10^{-3}	5.8×10^{-5}	1.3×10^{-2}	5.9×10^{-5}	1.1×10^{-2}	1.0×10^{-4}	1.2×10^{-2}	9.5×10^{-5}
70	9.9×10^{-4}	1.0×10^{-5}	1.1×10^{-3}	1.0×10^{-5}	1.1×10^{-3}	1.0×10^{-5}	1.1×10^{-3}	1.0×10^{-5}
100	1.5×10^{-5}	1.1×10^{-7}	3.3×10^{-5}	1.5×10^{-7}	4.5×10^{-5}	1.0×10^{-7}	4.2×10^{-5}	1.5×10^{-7}

注：数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.7 特殊监测时铯同位素的 $m(t)$ 值见表 C.18~表 C.19。表 C.18 ^{134}Cs 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的 时间 d	吸入		食入		注射	
	F 类					
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
1	6.0×10^{-1}	7.9×10^{-3}	9.8×10^{-1}	1.6×10^{-2}	9.8×10^{-1}	1.7×10^{-2}
2	5.0×10^{-1}	1.1×10^{-2}	9.5×10^{-1}	2.3×10^{-2}	9.5×10^{-1}	2.3×10^{-2}
3	4.6×10^{-1}	8.8×10^{-3}	9.2×10^{-1}	1.8×10^{-2}	9.3×10^{-1}	1.8×10^{-2}
4	4.4×10^{-1}	6.8×10^{-3}	9.0×10^{-1}	1.4×10^{-2}	9.1×10^{-1}	1.4×10^{-2}
5	4.3×10^{-1}	5.4×10^{-3}	8.9×10^{-1}	1.1×10^{-2}	9.0×10^{-1}	1.1×10^{-2}
6	4.2×10^{-1}	4.4×10^{-3}	8.7×10^{-1}	9.2×10^{-3}	8.8×10^{-1}	9.2×10^{-3}
7	4.2×10^{-1}	3.7×10^{-3}	8.6×10^{-1}	7.7×10^{-3}	8.7×10^{-1}	7.8×10^{-3}
8	4.1×10^{-1}	3.2×10^{-3}	8.5×10^{-1}	6.7×10^{-3}	8.6×10^{-1}	6.7×10^{-3}
9	4.1×10^{-1}	2.9×10^{-3}	8.5×10^{-1}	6.0×10^{-3}	8.5×10^{-1}	6.0×10^{-3}
10	4.1×10^{-1}	2.6×10^{-3}	8.4×10^{-1}	5.4×10^{-3}	8.5×10^{-1}	5.5×10^{-3}
100	3.0×10^{-1}	1.0×10^{-3}	7.8×10^{-1}	2.8×10^{-3}	7.5×10^{-1}	3.5×10^{-3}

注：数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.19 ^{137}Cs 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$

单位为贝可每贝可

摄入后的 时间 d	吸入		食入		注射	
	F 类					
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
1	6.0×10^{-1}	7.9×10^{-3}	9.8×10^{-1}	1.6×10^{-2}	9.8×10^{-1}	1.7×10^{-2}
2	5.0×10^{-1}	1.1×10^{-2}	9.5×10^{-1}	2.3×10^{-2}	9.6×10^{-1}	2.3×10^{-2}
3	4.6×10^{-1}	8.8×10^{-3}	9.3×10^{-1}	1.8×10^{-2}	9.3×10^{-1}	1.8×10^{-2}
4	4.4×10^{-1}	6.8×10^{-3}	9.1×10^{-1}	1.4×10^{-2}	9.2×10^{-1}	1.4×10^{-2}
5	4.3×10^{-1}	5.4×10^{-3}	8.9×10^{-1}	1.1×10^{-2}	9.0×10^{-1}	1.1×10^{-2}
6	4.3×10^{-1}	4.5×10^{-3}	8.8×10^{-1}	9.2×10^{-3}	8.9×10^{-1}	9.3×10^{-3}
7	4.2×10^{-1}	3.8×10^{-3}	8.7×10^{-1}	7.8×10^{-3}	8.8×10^{-1}	7.8×10^{-3}
8	4.2×10^{-1}	3.3×10^{-3}	8.6×10^{-1}	6.7×10^{-3}	8.7×10^{-1}	6.8×10^{-3}
9	4.1×10^{-1}	2.9×10^{-3}	8.5×10^{-1}	6.0×10^{-3}	8.6×10^{-1}	6.0×10^{-3}
10	4.1×10^{-1}	2.6×10^{-3}	8.4×10^{-1}	5.5×10^{-3}	8.5×10^{-1}	5.5×10^{-3}
100	3.1×10^{-1}	1.2×10^{-3}	7.4×10^{-1}	4.0×10^{-3}	7.4×10^{-1}	4.6×10^{-3}
注：数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。						

C.8 特殊监测时镭同位素的 $m(t)$ 值见表 C.20~表 C.23。表 C.20 ^{226}Ra 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的 时间 d	吸入		食入		注射	
	M 类					
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
1	5.0×10^{-1}	1.6×10^{-3}	7.3×10^{-1}	2.9×10^{-3}	8.1×10^{-1}	1.5×10^{-2}
2	2.7×10^{-1}	3.1×10^{-4}	3.8×10^{-1}	5.7×10^{-4}	5.9×10^{-1}	2.6×10^{-3}
3	1.6×10^{-1}	2.1×10^{-4}	1.9×10^{-1}	3.7×10^{-4}	4.3×10^{-1}	1.8×10^{-3}
4	1.1×10^{-1}	1.5×10^{-4}	1.1×10^{-1}	2.6×10^{-4}	3.3×10^{-1}	1.2×10^{-3}
5	9.3×10^{-2}	1.1×10^{-4}	6.9×10^{-2}	1.8×10^{-4}	2.6×10^{-1}	8.6×10^{-4}
6	8.2×10^{-2}	7.7×10^{-5}	5.1×10^{-2}	1.3×10^{-4}	2.2×10^{-1}	6.0×10^{-4}
7	7.6×10^{-2}	5.7×10^{-5}	4.1×10^{-2}	9.1×10^{-5}	1.9×10^{-1}	4.3×10^{-4}
8	7.2×10^{-2}	4.3×10^{-5}	3.5×10^{-2}	6.6×10^{-5}	1.7×10^{-1}	3.1×10^{-4}
9	7.0×10^{-2}	3.4×10^{-5}	3.2×10^{-2}	4.8×10^{-5}	1.6×10^{-1}	2.3×10^{-4}
10	6.8×10^{-2}	2.7×10^{-5}	2.9×10^{-2}	3.6×10^{-5}	1.5×10^{-1}	1.7×10^{-4}
100	4.7×10^{-2}	7.8×10^{-6}	1.0×10^{-2}	2.6×10^{-6}	8.0×10^{-2}	1.0×10^{-5}
注：数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。						

表 C.21 ^{226}Ra 衰变产物特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后的 时间 d	吸入		食入		注射	
	M 类					
	^{214}Pb	^{214}Bi	^{214}Pb	^{214}Bi	^{214}Pb	^{214}Bi
1	3.4×10^{-2}	3.4×10^{-2}	8.4×10^{-2}	8.2×10^{-2}	5.3×10^{-2}	5.2×10^{-2}
2	3.5×10^{-2}	3.4×10^{-2}	8.2×10^{-2}	8.1×10^{-2}	5.9×10^{-2}	5.8×10^{-2}
3	2.2×10^{-2}	2.2×10^{-2}	5.0×10^{-2}	5.0×10^{-2}	4.8×10^{-2}	4.7×10^{-2}
4	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.7×10^{-2}	2.7×10^{-2}	3.6×10^{-2}	3.6×10^{-2}
5	6.8×10^{-3}	6.7×10^{-3}	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	2.8×10^{-2}	2.8×10^{-2}
6	4.2×10^{-3}	4.2×10^{-3}	8.1×10^{-3}	8.1×10^{-3}	2.3×10^{-2}	2.2×10^{-2}
7	3.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}	5.3×10^{-3}	5.3×10^{-3}	1.9×10^{-2}	1.9×10^{-2}
8	2.4×10^{-3}	2.4×10^{-3}	4.0×10^{-3}	4.0×10^{-3}	1.7×10^{-2}	1.7×10^{-2}
9	2.1×10^{-3}	2.1×10^{-3}	3.3×10^{-3}	3.3×10^{-3}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}
10	1.9×10^{-3}	1.9×10^{-3}	3.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}
100	1.9×10^{-3}	1.8×10^{-3}	2.7×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.2×10^{-2}	1.4×10^{-2}
注：数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。						

表 C.22 ^{228}Ra 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后的 时间 d	吸入		食入		注射	
	M类					
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
1	5.9×10^{-1}	1.6×10^{-3}	7.3×10^{-1}	2.9×10^{-3}	8.1×10^{-1}	1.5×10^{-2}
2	2.7×10^{-1}	3.1×10^{-4}	3.8×10^{-1}	5.7×10^{-4}	5.8×10^{-1}	2.6×10^{-3}
3	1.6×10^{-1}	2.1×10^{-4}	1.9×10^{-1}	3.7×10^{-4}	4.3×10^{-1}	1.7×10^{-3}
4	1.1×10^{-1}	1.5×10^{-4}	1.1×10^{-1}	2.6×10^{-4}	3.3×10^{-1}	1.2×10^{-3}
5	9.3×10^{-2}	1.0×10^{-4}	6.9×10^{-2}	1.8×10^{-4}	2.6×10^{-1}	8.6×10^{-4}
6	8.2×10^{-2}	7.6×10^{-5}	5.1×10^{-2}	1.3×10^{-4}	2.2×10^{-1}	6.0×10^{-4}
7	7.6×10^{-2}	5.7×10^{-5}	4.1×10^{-2}	9.1×10^{-5}	1.9×10^{-1}	4.3×10^{-4}
8	7.2×10^{-2}	4.3×10^{-5}	3.5×10^{-2}	6.6×10^{-5}	1.7×10^{-1}	3.1×10^{-4}
9	6.9×10^{-2}	3.4×10^{-5}	3.2×10^{-2}	4.8×10^{-5}	1.6×10^{-1}	2.3×10^{-4}
10	6.7×10^{-2}	2.7×10^{-5}	2.9×10^{-2}	3.5×10^{-5}	1.4×10^{-1}	1.7×10^{-4}
100	4.8×10^{-2}	7.0×10^{-6}	1.0×10^{-2}	3.5×10^{-6}	8.0×10^{-2}	1.0×10^{-5}
注：数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。						

表 C.23 ^{228}Ra 衰变产物 ^{228}Ac 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值^a

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	M 类	食入	注射
1	4.7×10^{-1}	6.9×10^{-1}	7.6×10^{-1}
2	2.7×10^{-1}	3.8×10^{-1}	5.9×10^{-1}
3	1.6×10^{-1}	1.9×10^{-1}	4.3×10^{-1}
4	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-1}	3.3×10^{-1}
5	9.3×10^{-2}	7.0×10^{-2}	2.7×10^{-1}
6	8.2×10^{-2}	5.1×10^{-2}	2.2×10^{-1}
7	7.6×10^{-2}	4.1×10^{-2}	1.9×10^{-1}
8	7.2×10^{-2}	3.5×10^{-2}	1.7×10^{-1}
9	6.9×10^{-2}	3.2×10^{-2}	1.6×10^{-1}
10	6.7×10^{-2}	2.9×10^{-2}	1.4×10^{-1}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。			
^a 衰变产物的 $m(t)$ 值是单位活度内沉积母体的预计子体的测量活度值(以下的衰变产物与此相同)。			

C.9 特殊监测时钍同位素的 $m(t)$ 值见表 C.24~表 C.31。表 C.24 ^{228}Th 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	M 类			S 类		
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
1	5.0×10^{-1}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-1}	4.9×10^{-1}	1.3×10^{-5}	1.1×10^{-1}
2	2.6×10^{-1}	2.3×10^{-4}	1.5×10^{-1}	2.5×10^{-1}	3.3×10^{-6}	1.6×10^{-1}
3	1.5×10^{-1}	1.4×10^{-4}	7.9×10^{-2}	1.4×10^{-1}	1.9×10^{-6}	8.4×10^{-2}
4	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-4}	3.3×10^{-2}	9.0×10^{-2}	1.6×10^{-6}	3.5×10^{-2}
5	9.2×10^{-2}	9.6×10^{-5}	1.3×10^{-2}	7.2×10^{-2}	1.4×10^{-6}	1.4×10^{-2}
6	8.5×10^{-2}	8.4×10^{-5}	5.3×10^{-3}	6.5×10^{-2}	1.2×10^{-6}	5.6×10^{-3}
7	8.2×10^{-2}	7.5×10^{-5}	2.3×10^{-3}	6.2×10^{-2}	1.1×10^{-6}	1.5×10^{-3}
8	8.0×10^{-2}	6.7×10^{-5}	1.2×10^{-3}	6.1×10^{-2}	1.0×10^{-6}	1.3×10^{-3}
9	8.0×10^{-2}	6.2×10^{-5}	7.3×10^{-4}	6.0×10^{-2}	9.7×10^{-7}	8.2×10^{-4}
10	7.9×10^{-2}	5.7×10^{-5}	5.7×10^{-4}	5.9×10^{-2}	9.1×10^{-7}	6.4×10^{-4}
100	7.6×10^{-2}	1.0×10^{-5}	6.7×10^{-5}	5.8×10^{-2}	6.5×10^{-7}	9.4×10^{-5}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。						

表 C.25 ^{228}Th 特殊监测: 食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入						注射		
	$f_1 = 5.1 \times 10^{-4}$			$f_1 = 2.0 \times 10^{-4}$					
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
1	7.2×10^{-1}	1.7×10^{-5}	2.8×10^{-1}	7.2×10^{-1}	6.7×10^{-6}	2.8×10^{-1}	9.6×10^{-1}	3.8×10^{-2}	8.2×10^{-3}
2	3.3×10^{-1}	5.2×10^{-6}	3.9×10^{-1}	3.3×10^{-1}	2.1×10^{-6}	3.9×10^{-1}	9.5×10^{-1}	7.5×10^{-3}	1.5×10^{-3}
3	1.3×10^{-1}	2.4×10^{-6}	2.0×10^{-1}	1.3×10^{-1}	9.4×10^{-7}	2.0×10^{-1}	9.4×10^{-1}	4.4×10^{-3}	1.0×10^{-3}
4	5.0×10^{-2}	1.8×10^{-6}	8.1×10^{-2}	5.0×10^{-2}	7.2×10^{-7}	8.1×10^{-2}	9.4×10^{-1}	3.5×10^{-3}	6.0×10^{-4}
5	1.9×10^{-2}	1.5×10^{-6}	3.1×10^{-2}	1.9×10^{-2}	6.0×10^{-7}	3.1×10^{-2}	9.4×10^{-1}	2.9×10^{-3}	3.7×10^{-4}
6	7.4×10^{-3}	1.3×10^{-6}	1.2×10^{-2}	7.1×10^{-3}	5.0×10^{-7}	1.2×10^{-2}	9.3×10^{-1}	2.4×10^{-3}	2.4×10^{-4}
7	3.0×10^{-3}	1.1×10^{-6}	4.3×10^{-3}	2.7×10^{-3}	4.3×10^{-7}	4.4×10^{-3}	9.3×10^{-1}	2.1×10^{-3}	1.7×10^{-4}
8	1.4×10^{-3}	9.3×10^{-7}	1.6×10^{-3}	1.1×10^{-3}	3.7×10^{-7}	1.6×10^{-3}	9.3×10^{-1}	1.8×10^{-3}	1.3×10^{-4}
9	8.1×10^{-4}	8.2×10^{-7}	5.9×10^{-4}	5.3×10^{-4}	3.3×10^{-7}	5.9×10^{-4}	9.2×10^{-1}	1.6×10^{-3}	9.8×10^{-5}
10	5.9×10^{-4}	7.3×10^{-7}	2.2×10^{-4}	3.1×10^{-4}	2.9×10^{-7}	2.2×10^{-4}	9.2×10^{-1}	1.4×10^{-3}	7.8×10^{-5}
100	6.5×10^{-4}	—	—	2.5×10^{-4}	—	—	9.2×10^{-1}	5.5×10^{-5}	3.8×10^{-5}
注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。									

表 C.26 ^{228}Th 衰变产物特殊监测: 吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸 入							
	M 类				S 类			
	^{212}Pb		^{208}Tl		^{212}Pb		^{208}Tl	
	全身	肺	全身	肺	全身	肺	全身	肺
1	4.2×10^{-2}	4.6×10^{-3}	1.3×10^{-2}	1.5×10^{-3}	4.1×10^{-2}	5.1×10^{-3}	1.3×10^{-2}	1.7×10^{-3}
2	5.7×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.0×10^{-2}	4.0×10^{-3}	5.5×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.9×10^{-2}	4.5×10^{-3}
3	5.1×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.8×10^{-2}	6.3×10^{-3}	4.7×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.7×10^{-2}	7.1×10^{-3}
4	4.6×10^{-2}	2.3×10^{-2}	1.6×10^{-2}	8.2×10^{-3}	4.0×10^{-2}	2.6×10^{-2}	1.4×10^{-2}	9.3×10^{-3}
5	4.5×10^{-2}	2.7×10^{-2}	1.6×10^{-2}	9.7×10^{-3}	3.8×10^{-2}	3.1×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.1×10^{-2}
6	4.6×10^{-2}	3.0×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}	3.8×10^{-2}	3.5×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.2×10^{-2}
7	4.8×10^{-2}	3.3×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.2×10^{-2}	4.0×10^{-2}	3.8×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}
8	5.0×10^{-2}	3.5×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.2×10^{-2}	4.2×10^{-2}	4.0×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.4×10^{-2}
9	5.2×10^{-2}	3.6×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.3×10^{-2}	4.4×10^{-2}	4.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.5×10^{-2}
10	5.3×10^{-2}	3.7×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.3×10^{-2}	4.5×10^{-2}	4.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}
100	5.2×10^{-2}	2.7×10^{-2}	1.9×10^{-2}	8.8×10^{-3}	4.0×10^{-2}	4.3×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}
注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。								

表 C.27 ^{228}Th 衰变产物特殊监测:食入和注射途径的 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后 的时间 d	食入				注射	
	$f_1=5.0\times 10^{-4}$		$f_1=2.0\times 10^{-4}$		$f_1=5.0\times 10^{-4}$	
	^{212}Pb	^{208}Tl	^{212}Pb	^{208}Tl	^{212}Pb	^{208}Tl
1	6.2×10^{-2}	2.0×10^{-2}	6.2×10^{-2}	2.0×10^{-2}	7.5×10^{-2}	2.4×10^{-2}
2	7.6×10^{-2}	2.6×10^{-2}	7.6×10^{-2}	2.6×10^{-2}	1.8×10^{-1}	6.2×10^{-2}
3	4.8×10^{-2}	1.7×10^{-2}	4.8×10^{-2}	1.7×10^{-2}	2.6×10^{-1}	9.2×10^{-2}
4	2.5×10^{-2}	8.8×10^{-3}	2.5×10^{-2}	8.8×10^{-3}	3.3×10^{-1}	1.1×10^{-1}
5	1.2×10^{-2}	4.1×10^{-3}	1.1×10^{-2}	4.1×10^{-3}	3.7×10^{-1}	1.3×10^{-1}
6	5.3×10^{-3}	1.9×10^{-3}	5.1×10^{-3}	1.8×10^{-3}	4.0×10^{-1}	1.4×10^{-1}
7	2.5×10^{-3}	8.9×10^{-4}	2.3×10^{-3}	8.4×10^{-4}	4.3×10^{-1}	1.5×10^{-1}
8	1.3×10^{-3}	4.6×10^{-4}	1.1×10^{-3}	4.1×10^{-4}	4.5×10^{-1}	1.6×10^{-1}
9	7.7×10^{-4}	2.8×10^{-4}	6.3×10^{-4}	2.3×10^{-4}	4.7×10^{-1}	1.7×10^{-1}
10	5.5×10^{-4}	2.0×10^{-4}	4.1×10^{-4}	1.5×10^{-4}	4.8×10^{-1}	1.7×10^{-1}
100	4.5×10^{-4}	1.0×10^{-4}	4.1×10^{-4}	5.8×10^{-5}	4.8×10^{-1}	—
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。						

表 C.28 ^{232}Th 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	M 类			S 类		
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
1	5.0×10^{-1}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-1}	4.9×10^{-1}	1.3×10^{-5}	1.1×10^{-1}
2	2.6×10^{-1}	2.3×10^{-4}	1.5×10^{-1}	2.5×10^{-1}	3.3×10^{-6}	1.6×10^{-1}
3	1.5×10^{-1}	1.4×10^{-4}	8.0×10^{-2}	1.4×10^{-1}	1.9×10^{-6}	8.4×10^{-2}
4	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-4}	3.3×10^{-2}	9.1×10^{-2}	1.6×10^{-6}	3.5×10^{-2}
5	9.2×10^{-2}	9.7×10^{-5}	1.3×10^{-2}	7.3×10^{-2}	1.4×10^{-6}	1.4×10^{-2}
6	8.5×10^{-2}	8.5×10^{-5}	5.3×10^{-3}	6.6×10^{-2}	1.3×10^{-6}	5.7×10^{-3}
7	8.3×10^{-2}	7.5×10^{-5}	2.3×10^{-3}	6.3×10^{-2}	1.1×10^{-6}	2.5×10^{-3}
8	8.1×10^{-2}	6.8×10^{-5}	1.2×10^{-3}	6.1×10^{-2}	1.0×10^{-6}	1.3×10^{-3}
9	8.0×10^{-2}	6.2×10^{-5}	7.4×10^{-4}	6.0×10^{-2}	9.8×10^{-7}	8.2×10^{-4}
10	8.0×10^{-2}	5.8×10^{-5}	5.7×10^{-4}	6.0×10^{-2}	9.2×10^{-7}	6.5×10^{-4}
100	7.8×10^{-2}	1.0×10^{-5}	7.5×10^{-5}	5.6×10^{-2}	6.2×10^{-7}	1.2×10^{-4}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。						

表 C.29 ^{232}Th 特殊监测: 食入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	$f_1 = 5.0 \times 10^{-4}$			$f_1 = 2.0 \times 10^{-4}$		
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
1	7.2×10^{-1}	1.7×10^{-5}	2.8×10^{-1}	7.2×10^{-1}	6.7×10^{-6}	2.8×10^{-1}
2	3.3×10^{-1}	5.2×10^{-6}	3.9×10^{-1}	3.3×10^{-1}	2.1×10^{-6}	3.9×10^{-1}
3	1.3×10^{-1}	2.4×10^{-6}	2.0×10^{-1}	1.3×10^{-1}	9.4×10^{-7}	2.0×10^{-1}
4	5.1×10^{-2}	1.8×10^{-6}	8.1×10^{-2}	5.0×10^{-2}	7.3×10^{-7}	8.1×10^{-2}
5	1.9×10^{-2}	1.5×10^{-6}	3.1×10^{-2}	1.9×10^{-2}	6.0×10^{-7}	3.1×10^{-2}
6	7.1×10^{-3}	1.3×10^{-6}	1.2×10^{-2}	7.1×10^{-3}	5.0×10^{-7}	1.2×10^{-2}
7	3.0×10^{-3}	1.1×10^{-6}	4.4×10^{-3}	2.7×10^{-3}	4.3×10^{-7}	4.4×10^{-3}
8	1.4×10^{-3}	9.4×10^{-7}	1.6×10^{-3}	1.1×10^{-3}	3.8×10^{-7}	1.6×10^{-3}
9	8.1×10^{-4}	8.3×10^{-7}	6.0×10^{-4}	5.3×10^{-4}	3.3×10^{-7}	6.0×10^{-4}
10	5.9×10^{-4}	7.4×10^{-7}	2.2×10^{-4}	3.1×10^{-4}	3.0×10^{-7}	2.2×10^{-4}
100	5.5×10^{-4}	—	—	2.1×10^{-4}	—	—

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.30 ^{232}Th 特殊监测: 注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	$f_1 = 5.0 \times 10^{-4}$		
	全身	尿样	粪样
1	9.6×10^{-1}	3.8×10^{-2}	8.2×10^{-4}
2	9.5×10^{-1}	7.6×10^{-3}	1.5×10^{-3}
3	9.5×10^{-1}	4.4×10^{-3}	1.0×10^{-3}
4	9.4×10^{-1}	3.5×10^{-3}	6.0×10^{-4}
5	9.4×10^{-1}	2.9×10^{-3}	3.7×10^{-4}
6	9.4×10^{-1}	2.4×10^{-3}	2.4×10^{-4}
7	9.3×10^{-1}	2.1×10^{-3}	1.7×10^{-4}
8	9.3×10^{-1}	1.8×10^{-3}	1.3×10^{-4}
9	9.3×10^{-1}	1.6×10^{-3}	9.9×10^{-5}
10	9.3×10^{-1}	1.5×10^{-3}	7.9×10^{-5}
100	9.3×10^{-1}	7.5×10^{-5}	3.9×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.31 ^{232}Th 衰变产物 ^{228}Ac 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入				食入		注射
	M类		S类		$f_1=2.0\times 10^{-4}$	$f_1=5.0\times 10^{-4}$	$f_1=5.0\times 10^{-4}$
	肺	全身	肺	全身			
1	1.2×10^{-5}	1.1×10^{-4}	1.4×10^{-5}	1.1×10^{-4}	1.6×10^{-4}	1.6×10^{-4}	2.0×10^{-4}
2	3.0×10^{-5}	1.4×10^{-4}	3.4×10^{-5}	1.4×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}	4.5×10^{-4}
3	4.8×10^{-5}	1.3×10^{-4}	5.4×10^{-5}	1.2×10^{-4}	1.2×10^{-4}	1.2×10^{-4}	6.7×10^{-4}
4	6.5×10^{-5}	1.3×10^{-4}	7.4×10^{-5}	1.1×10^{-4}	6.4×10^{-5}	6.5×10^{-5}	8.5×10^{-4}
5	8.2×10^{-5}	1.3×10^{-4}	9.3×10^{-5}	1.1×10^{-4}	3.2×10^{-5}	3.3×10^{-5}	1.0×10^{-3}
6	9.8×10^{-5}	1.4×10^{-4}	1.1×10^{-4}	1.2×10^{-4}	1.6×10^{-5}	1.7×10^{-5}	1.2×10^{-3}
7	1.1×10^{-4}	1.6×10^{-4}	1.3×10^{-4}	1.4×10^{-4}	8.6×10^{-6}	8.9×10^{-6}	1.3×10^{-3}
8	1.3×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.5×10^{-4}	1.5×10^{-4}	5.1×10^{-6}	5.5×10^{-6}	1.4×10^{-3}
9	1.4×10^{-4}	1.9×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-4}	3.5×10^{-6}	3.9×10^{-6}	1.5×10^{-3}
10	1.6×10^{-4}	2.1×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.9×10^{-4}	2.8×10^{-6}	3.2×10^{-6}	1.6×10^{-3}
100	8.5×10^{-4}	9.6×10^{-4}	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-3}	2.5×10^{-5}	3.8×10^{-6}	8.6×10^{-3}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.10 特殊监测时铀同位素的 $m(t)$ 值见表 C.32~表 C.33。表 C.32 ^{234}U 、 ^{235}U 或 ^{238}U 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	F类		M类		S类		
	尿样 ^a	粪样 ^a	肺 ^b	尿样	肺	尿样	粪样
1	1.8×10^{-1}	5.6×10^{-2}	5.8×10^{-2}	2.3×10^{-2}	6.4×10^{-2}	7.0×10^{-4}	1.1×10^{-1}
2	6.4×10^{-3}	—	5.6×10^{-2}	1.1×10^{-3}	6.3×10^{-3}	4.4×10^{-5}	1.6×10^{-1}
3	5.1×10^{-3}	3.9×10^{-2}	5.5×10^{-2}	8.5×10^{-4}	6.2×10^{-2}	2.6×10^{-5}	8.4×10^{-2}
4	4.6×10^{-3}	—	5.4×10^{-2}	7.9×10^{-4}	6.1×10^{-2}	2.4×10^{-5}	3.5×10^{-2}
5	4.2×10^{-3}	6.24×10^{-2}	5.3×10^{-2}	7.3×10^{-4}	6.1×10^{-2}	2.2×10^{-5}	1.4×10^{-2}
6	3.8×10^{-3}	—	5.3×10^{-2}	6.9×10^{-4}	6.0×10^{-2}	2.0×10^{-5}	5.7×10^{-3}
7	3.5×10^{-3}	—	5.2×10^{-2}	6.5×10^{-4}	6.0×10^{-2}	1.9×10^{-5}	2.5×10^{-3}
8	3.2×10^{-3}	—	5.1×10^{-2}	6.1×10^{-4}	5.9×10^{-2}	1.8×10^{-5}	1.3×10^{-3}
9	2.9×10^{-3}	—	5.0×10^{-2}	5.7×10^{-4}	5.8×10^{-2}	1.7×10^{-5}	8.2×10^{-4}
10	2.7×10^{-3}	—	5.0×10^{-2}	5.4×10^{-4}	5.8×10^{-2}	1.6×10^{-5}	6.5×10^{-4}
100	1.1×10^{-4}	—	2.5×10^{-2}	1.4×10^{-4}	5.4×10^{-2}	6.6×10^{-6}	1.2×10^{-4}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

^a F类粪样数据来自 IAEA Safety Reports Series.37(2004)。^b 肺监测仅用于 ^{235}U 。

表 C.33 ^{234}U 、 ^{235}U 或 ^{238}U 特殊监测:食入和注射途径尿样的 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入, $f_1=0.02$	食入, $f_1=0.002$	注射
1	1.3×10^{-2}	1.3×10^{-3}	6.5×10^{-1}
2	6.9×10^{-4}	7.0×10^{-5}	2.2×10^{-2}
3	3.7×10^{-4}	3.7×10^{-5}	1.8×10^{-2}
4	3.3×10^{-4}	3.3×10^{-5}	1.6×10^{-2}
5	3.0×10^{-4}	3.0×10^{-5}	1.5×10^{-2}
6	2.7×10^{-4}	2.7×10^{-5}	1.3×10^{-2}
7	2.5×10^{-4}	2.5×10^{-5}	1.2×10^{-2}
8	2.3×10^{-4}	2.3×10^{-5}	1.1×10^{-2}
9	1.1×10^{-4}	2.1×10^{-5}	1.0×10^{-2}
10	1.9×10^{-4}	1.9×10^{-5}	9.4×10^{-3}
100	8.9×10^{-5}	9.2×10^{-7}	6.4×10^{-4}
注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。			

C.11 特殊监测时镭-227 的 $m(t)$ 值见表 C.34~表 C.35。

表 C.34 ^{237}Np 特殊监测:吸入途径的 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	M 类			
	肺	骨	尿样	粪样
1	5.8×10^{-2}	9.0×10^{-3}	6.2×10^{-3}	1.1×10^{-1}
2	5.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.3×10^{-3}	1.5×10^{-1}
3	5.5×10^{-2}	1.2×10^{-2}	7.0×10^{-4}	8.0×10^{-2}
4	5.4×10^{-2}	1.2×10^{-2}	4.8×10^{-4}	3.3×10^{-2}
5	5.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	3.4×10^{-4}	1.3×10^{-2}
6	5.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	2.6×10^{-4}	5.3×10^{-3}
7	5.2×10^{-2}	1.3×10^{-2}	2.0×10^{-4}	2.3×10^{-3}
8	5.1×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.7×10^{-4}	1.2×10^{-3}
9	5.0×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-4}	7.4×10^{-4}
10	5.0×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.3×10^{-4}	5.7×10^{-4}
100	3.5×10^{-2}	3.3×10^{-2}	7.3×10^{-5}	7.3×10^{-5}
注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。				

表 C.35 ^{237}Np 特殊监测: 食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入			注射		
	骨	尿样	粪样	骨	尿样	粪样
1	1.4×10^{-4}	9.8×10^{-5}	2.8×10^{-1}	3.2×10^{-1}	2.2×10^{-1}	1.2×10^{-3}
2	1.8×10^{-4}	3.1×10^{-5}	3.9×10^{-1}	3.7×10^{-1}	4.4×10^{-2}	2.1×10^{-3}
3	2.0×10^{-4}	1.2×10^{-5}	2.0×10^{-1}	4.0×10^{-1}	2.2×10^{-2}	1.5×10^{-3}
4	2.1×10^{-4}	7.6×10^{-6}	8.1×10^{-2}	4.2×10^{-1}	1.4×10^{-2}	9.0×10^{-4}
5	2.1×10^{-4}	5.0×10^{-6}	3.1×10^{-2}	4.3×10^{-1}	9.2×10^{-3}	5.3×10^{-4}
6	2.2×10^{-4}	3.3×10^{-6}	1.2×10^{-2}	4.4×10^{-1}	6.1×10^{-3}	3.2×10^{-4}
7	2.2×10^{-4}	2.3×10^{-6}	4.4×10^{-3}	4.4×10^{-1}	4.2×10^{-3}	2.0×10^{-4}
8	2.2×10^{-4}	1.6×10^{-6}	1.6×10^{-3}	4.5×10^{-1}	2.9×10^{-3}	1.3×10^{-4}
9	2.2×10^{-4}	1.1×10^{-6}	6.0×10^{-4}	4.5×10^{-1}	2.1×10^{-3}	9.0×10^{-5}
10	2.2×10^{-4}	8.4×10^{-7}	2.2×10^{-4}	4.5×10^{-1}	1.6×10^{-3}	6.3×10^{-5}
100	2.6×10^{-4}	8.4×10^{-8}	—	4.5×10^{-1}	1.8×10^{-4}	1.3×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.12 特殊监测时钚同位素的 $m(t)$ 值见表 C.36~表 C.37。表 C.36 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 或 ^{240}Pu 特殊监测: 吸入途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	M 类			S 类		
	肺	尿样	粪样	肺	尿样	粪样
1	5.8×10^{-2}	2.3×10^{-4}	1.1×10^{-1}	6.4×10^{-2}	2.3×10^{-6}	1.1×10^{-1}
2	5.6×10^{-2}	1.3×10^{-4}	1.5×10^{-1}	6.3×10^{-2}	1.4×10^{-6}	1.6×10^{-1}
3	5.5×10^{-2}	7.8×10^{-5}	8.0×10^{-2}	6.2×10^{-2}	8.3×10^{-7}	8.4×10^{-2}
4	5.4×10^{-2}	5.3×10^{-5}	3.4×10^{-2}	6.1×10^{-2}	5.9×10^{-7}	3.5×10^{-2}
5	5.3×10^{-2}	3.9×10^{-5}	1.3×10^{-2}	6.1×10^{-2}	4.5×10^{-7}	1.4×10^{-2}
6	5.3×10^{-2}	3.0×10^{-5}	5.4×10^{-3}	6.0×10^{-2}	3.7×10^{-7}	5.7×10^{-3}
7	5.1×10^{-2}	2.4×10^{-5}	1.3×10^{-3}	6.0×10^{-2}	3.1×10^{-7}	2.5×10^{-3}
8	5.1×10^{-2}	2.0×10^{-5}	1.1×10^{-3}	5.9×10^{-2}	2.7×10^{-7}	1.3×10^{-3}
9	5.0×10^{-2}	1.7×10^{-5}	7.6×10^{-4}	5.8×10^{-2}	2.4×10^{-7}	8.2×10^{-4}
10	5.0×10^{-2}	1.5×10^{-5}	5.8×10^{-4}	5.8×10^{-2}	2.2×10^{-7}	6.5×10^{-4}
100	3.1×10^{-2}	8.5×10^{-6}	7.8×10^{-5}	4.8×10^{-2}	1.8×10^{-7}	1.0×10^{-4}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.37 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 或 ^{240}Pu 特殊监测: 食入和注射途径 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后的 时间 d	食入				注射			
	$f_1=5.0\times 10^{-4}$		$f_1=1.0\times 10^{-4}$		$f_1=1.0\times 10^{-5}$		$f_1=5.0\times 10^{-4}$	
	尿样	粪样	尿样	粪样	尿样	粪样	尿样	粪样
1	3.4×10^{-6}	2.8×10^{-1}	6.7×10^{-7}	2.8×10^{-1}	6.7×10^{-8}	2.8×10^{-1}	8.2×10^{-3}	1.6×10^{-3}
2	2.6×10^{-6}	3.9×10^{-1}	5.2×10^{-7}	3.9×10^{-1}	5.2×10^{-8}	3.9×10^{-1}	4.5×10^{-3}	4.3×10^{-3}
3	1.4×10^{-6}	2.0×10^{-1}	2.9×10^{-7}	2.0×10^{-1}	2.9×10^{-8}	2.0×10^{-1}	2.6×10^{-3}	4.2×10^{-3}
4	9.3×10^{-7}	8.1×10^{-2}	1.9×10^{-7}	8.1×10^{-2}	1.9×10^{-8}	8.1×10^{-2}	1.7×10^{-3}	3.1×10^{-3}
5	6.5×10^{-7}	3.1×10^{-2}	1.3×10^{-7}	3.1×10^{-2}	1.3×10^{-8}	3.1×10^{-2}	1.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}
6	4.7×10^{-7}	1.2×10^{-2}	9.4×10^{-8}	1.2×10^{-2}	9.4×10^{-9}	1.2×10^{-2}	8.9×10^{-4}	1.5×10^{-3}
7	3.6×10^{-7}	4.4×10^{-3}	7.1×10^{-8}	4.4×10^{-3}	7.1×10^{-9}	4.4×10^{-3}	6.7×10^{-4}	1.0×10^{-3}
8	2.8×10^{-7}	1.6×10^{-3}	5.5×10^{-8}	1.6×10^{-3}	5.5×10^{-9}	1.6×10^{-3}	5.3×10^{-4}	7.1×10^{-4}
9	2.2×10^{-7}	6.0×10^{-4}	4.4×10^{-8}	6.0×10^{-4}	4.4×10^{-9}	6.0×10^{-4}	4.2×10^{-4}	5.0×10^{-4}
10	1.8×10^{-7}	2.2×10^{-4}	3.6×10^{-8}	2.2×10^{-4}	3.6×10^{-9}	2.2×10^{-4}	3.5×10^{-4}	3.6×10^{-4}
100	7.8×10^{-8}	3.2×10^{-5}	—	—	—	—	1.0×10^{-4}	6.6×10^{-5}
注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。								

C.13 特殊监测时镅-241 的 $m(t)$ 值见表 C.38~表 C.39。表 C.38 ^{241}Am 特殊监测: 吸入途径, M 类的 $m(t)$ 值 单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	肺	骨	尿样	粪样
1	5.8×10^{-2}	7.5×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.1×10^{-1}
2	5.6×10^{-2}	8.3×10^{-3}	2.3×10^{-4}	1.5×10^{-1}
3	5.5×10^{-2}	8.6×10^{-3}	1.3×10^{-4}	8.0×10^{-2}
4	5.4×10^{-2}	8.8×10^{-3}	9.0×10^{-5}	3.3×10^{-2}
5	5.3×10^{-2}	8.9×10^{-3}	7.2×10^{-5}	1.3×10^{-2}
6	5.3×10^{-2}	9.1×10^{-3}	6.3×10^{-5}	5.3×10^{-3}
7	5.2×10^{-2}	9.2×10^{-3}	5.8×10^{-5}	2.3×10^{-3}
8	5.1×10^{-2}	9.3×10^{-3}	5.4×10^{-5}	1.2×10^{-3}
9	5.0×10^{-2}	9.4×10^{-3}	5.1×10^{-5}	7.4×10^{-4}
10	5.0×10^{-2}	9.4×10^{-3}	4.9×10^{-5}	5.7×10^{-4}
100	2.2×10^{-2}	2.1×10^{-2}	2.9×10^{-5}	8.7×10^{-5}
注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。				

表 C.39 ^{241}Am 特殊监测: 食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	食入			注射		
	骨	尿样	粪样	骨	尿样	粪样
1	1.3×10^{-4}	3.0×10^{-5}	2.8×10^{-1}	2.6×10^{-1}	6.2×10^{-2}	3.7×10^{-3}
2	1.4×10^{-4}	4.6×10^{-6}	3.9×10^{-1}	2.9×10^{-1}	7.5×10^{-3}	4.4×10^{-3}
3	1.5×10^{-4}	2.2×10^{-6}	2.0×10^{-1}	3.0×10^{-1}	3.9×10^{-3}	2.6×10^{-3}
4	1.5×10^{-4}	1.3×10^{-6}	8.1×10^{-2}	3.0×10^{-1}	2.4×10^{-3}	1.3×10^{-3}
5	1.5×10^{-4}	9.5×10^{-7}	3.1×10^{-2}	3.0×10^{-1}	1.8×10^{-3}	6.4×10^{-4}
6	1.5×10^{-4}	7.6×10^{-7}	1.2×10^{-2}	3.0×10^{-1}	1.5×10^{-3}	3.1×10^{-4}
7	1.5×10^{-4}	6.6×10^{-7}	4.4×10^{-3}	3.0×10^{-1}	1.3×10^{-3}	1.6×10^{-4}
8	1.5×10^{-4}	5.9×10^{-7}	1.6×10^{-3}	3.0×10^{-1}	1.2×10^{-3}	9.7×10^{-5}
9	1.5×10^{-4}	5.4×10^{-7}	6.0×10^{-4}	3.0×10^{-1}	1.1×10^{-3}	6.9×10^{-5}
10	1.5×10^{-4}	4.9×10^{-7}	2.2×10^{-4}	3.1×10^{-1}	9.6×10^{-4}	5.7×10^{-5}
100	3.5×10^{-4}	7.9×10^{-8}	2.2×10^{-8}	6.1×10^{-1}	1.6×10^{-3}	2.7×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.14 特殊监测时锔同位素的 $m(t)$ 值见表 C.40~表 C.41。表 C.40 ^{242}Cm 特殊监测: 吸入、食入和注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入, M 类			食入		注射	
	肺	尿样	粪样	尿样	粪样	尿样	粪样
1	5.7×10^{-2}	1.8×10^{-3}	1.1×10^{-1}	3.0×10^{-5}	2.8×10^{-1}	6.2×10^{-2}	3.7×10^{-3}
2	5.5×10^{-2}	2.3×10^{-4}	1.5×10^{-1}	4.5×10^{-6}	3.9×10^{-1}	7.4×10^{-3}	4.4×10^{-3}
3	5.4×10^{-2}	1.3×10^{-4}	7.9×10^{-2}	2.2×10^{-6}	1.9×10^{-1}	3.8×10^{-3}	2.6×10^{-3}
4	5.3×10^{-2}	8.8×10^{-5}	3.3×10^{-2}	1.3×10^{-6}	8.0×10^{-2}	2.4×10^{-3}	1.3×10^{-3}
5	5.2×10^{-2}	7.0×10^{-5}	1.3×10^{-2}	9.3×10^{-7}	3.1×10^{-2}	1.8×10^{-3}	6.2×10^{-4}
6	5.1×10^{-2}	6.1×10^{-5}	5.2×10^{-3}	7.4×10^{-7}	1.1×10^{-2}	1.4×10^{-3}	3.0×10^{-4}
7	5.0×10^{-2}	5.6×10^{-5}	2.2×10^{-3}	6.4×10^{-7}	4.3×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.6×10^{-4}
8	4.9×10^{-2}	5.2×10^{-5}	1.1×10^{-3}	5.7×10^{-7}	1.6×10^{-3}	1.1×10^{-3}	9.4×10^{-5}
9	4.8×10^{-2}	4.9×10^{-5}	7.1×10^{-4}	5.2×10^{-7}	5.7×10^{-4}	1.0×10^{-3}	6.6×10^{-5}
10	4.8×10^{-2}	4.7×10^{-5}	5.5×10^{-4}	4.7×10^{-7}	2.1×10^{-4}	9.2×10^{-4}	5.5×10^{-5}
100	1.8×10^{-2}	1.0×10^{-5}	6.2×10^{-5}	6.7×10^{-8}	1.1×10^{-8}	9.0×10^{-5}	4.8×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 C.41 ^{244}Cm 特殊监测:吸入、食入和注射途径的 $m(t)$

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入, M类			食入		注射	
	肺	尿样	粪样	尿样	粪样	尿样	粪样
1	5.8×10^{-2}	1.8×10^{-3}	1.1×10^{-1}	3.0×10^{-5}	2.8×10^{-1}	6.2×10^{-2}	3.7×10^{-3}
2	5.6×10^{-2}	2.3×10^{-4}	1.5×10^{-1}	4.6×10^{-6}	3.9×10^{-1}	7.5×10^{-3}	4.4×10^{-3}
3	5.5×10^{-2}	1.3×10^{-4}	8.0×10^{-2}	2.2×10^{-6}	2.0×10^{-1}	3.9×10^{-3}	2.6×10^{-3}
4	5.4×10^{-2}	9.0×10^{-5}	3.3×10^{-2}	1.3×10^{-6}	8.1×10^{-2}	2.4×10^{-3}	1.3×10^{-3}
5	5.3×10^{-2}	7.2×10^{-5}	1.3×10^{-2}	9.5×10^{-7}	3.1×10^{-2}	1.8×10^{-3}	6.4×10^{-4}
6	5.3×10^{-2}	6.3×10^{-5}	5.3×10^{-3}	7.6×10^{-7}	1.2×10^{-2}	1.5×10^{-3}	3.1×10^{-4}
7	5.2×10^{-2}	5.8×10^{-5}	2.3×10^{-3}	6.6×10^{-7}	4.4×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.6×10^{-4}
8	5.1×10^{-2}	5.4×10^{-5}	1.2×10^{-3}	5.9×10^{-7}	1.6×10^{-3}	1.2×10^{-3}	9.7×10^{-5}
9	5.0×10^{-2}	5.1×10^{-5}	7.4×10^{-4}	5.4×10^{-7}	6.0×10^{-4}	1.1×10^{-3}	6.9×10^{-5}
10	5.0×10^{-2}	4.9×10^{-5}	5.7×10^{-4}	4.9×10^{-7}	2.2×10^{-4}	9.6×10^{-4}	5.7×10^{-5}
100	3.0×10^{-2}	2.2×10^{-5}	7.7×10^{-5}	7.9×10^{-8}	3.2×10^{-8}	1.4×10^{-4}	5.1×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

C.15 特殊监测时铜-252 的 $m(t)$ 值见表 C.42。表 C.42 ^{252}Cf 特殊监测:吸入、食入及注射途径的 $m(t)$ 值

单位为贝可每贝可

摄入后的时间 d	吸入, M类			食入		注射	
	肺	尿样	粪样	尿样	粪样	尿样	粪样
1	5.8×10^{-2}	1.3×10^{-3}	1.1×10^{-1}	2.1×10^{-5}	2.8×10^{-1}	4.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}
2	5.6×10^{-2}	1.1×10^{-4}	1.5×10^{-1}	3.8×10^{-6}	3.9×10^{-1}	3.8×10^{-3}	1.9×10^{-2}
3	5.5×10^{-2}	2.2×10^{-5}	8.0×10^{-2}	2.6×10^{-7}	2.0×10^{-1}	2.6×10^{-4}	1.1×10^{-2}
4	5.4×10^{-2}	1.5×10^{-5}	3.3×10^{-2}	1.3×10^{-8}	8.1×10^{-2}	3.9×10^{-5}	4.9×10^{-3}
5	5.3×10^{-2}	1.4×10^{-5}	1.3×10^{-2}	1.2×10^{-8}	3.1×10^{-2}	2.5×10^{-5}	1.9×10^{-3}
6	5.2×10^{-2}	1.4×10^{-5}	5.3×10^{-3}	1.2×10^{-8}	1.2×10^{-2}	2.4×10^{-5}	7.5×10^{-4}
7	5.2×10^{-2}	1.4×10^{-5}	2.3×10^{-3}	1.2×10^{-8}	4.4×10^{-3}	2.4×10^{-5}	2.9×10^{-4}
8	5.1×10^{-2}	1.4×10^{-5}	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-8}	1.6×10^{-3}	2.4×10^{-5}	1.2×10^{-4}
9	5.0×10^{-2}	1.3×10^{-5}	7.5×10^{-4}	1.2×10^{-8}	5.9×10^{-4}	2.4×10^{-5}	6.1×10^{-5}
10	4.9×10^{-2}	1.3×10^{-5}	5.8×10^{-4}	1.2×10^{-8}	2.2×10^{-4}	2.4×10^{-5}	3.8×10^{-5}
100	2.9×10^{-2}	8.5×10^{-6}	8.8×10^{-5}	1.0×10^{-8}	1.0×10^{-8}	2.4×10^{-5}	2.4×10^{-5}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

附 录 D
(资料性附录)

常规监测中常用放射性核素的 $m(T/2)$

D.1 常规监测时氚的 $m(T/2)$ 值见表 D.1。

表 D.1 ^3H 常规监测(尿样):食入、注射和吸入氚水途径的 $m(T/2)$ 值

监测周期 T d	$m(T/2)(\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}/\text{Bq})$
30	8.9×10^{-3}
14	1.5×10^{-2}
7	1.9×10^{-2}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

D.2 常规监测时铁-59 的 $m(T/2)$ 值见表 D.2。

表 D.2 ^{59}Fe 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类		M 类	
	全身	尿样	全身	尿样
120	1.2×10^{-1}	2.0×10^{-6}	4.3×10^{-2}	6.8×10^{-7}
90	1.5×10^{-1}	2.5×10^{-6}	5.5×10^{-2}	8.9×10^{-7}
60	1.9×10^{-1}	3.3×10^{-6}	7.2×10^{-2}	1.2×10^{-6}
30	2.4×10^{-1}	4.5×10^{-6}	9.4×10^{-2}	1.6×10^{-6}
14	1.7×10^{-1}	1.0×10^{-5}	1.1×10^{-1}	3.0×10^{-6}
7	3.0×10^{-1}	2.3×10^{-5}	1.4×10^{-1}	6.1×10^{-6}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

D.3 常规监测时钴同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.3~表 D.5。

表 D.3 ^{57}Co 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类				S 类			
	肺	全身	尿样	粪样	肺	全身	尿样	粪样
360	—	—	—	—	2.0×10^{-2}	2.2×10^{-2}	5.3×10^{-6}	2.3×10^{-5}
180	1.7×10^{-2}	2.7×10^{-2}	9.8×10^{-5}	(6.1×10^{-5})	3.0×10^{-2}	3.3×10^{-2}	1.3×10^{-5}	(8.3×10^{-5})
120	2.4×10^{-2}	3.5×10^{-2}	1.4×10^{-4}	(1.2×10^{-4})	3.6×10^{-2}	3.9×10^{-2}	2.0×10^{-5}	1.6×10^{-4}
90	2.9×10^{-2}	4.1×10^{-2}	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}	4.0×10^{-2}	4.4×10^{-2}	2.8×10^{-5}	2.2×10^{-4}
60	3.6×10^{-2}	5.0×10^{-2}	2.7×10^{-4}	2.8×10^{-4}	4.6×10^{-2}	5.0×10^{-2}	5.3×10^{-5}	3.2×10^{-4}
30	4.5×10^{-2}	6.3×10^{-2}	6.4×10^{-4}	4.8×10^{-4}	5.3×10^{-2}	5.9×10^{-2}	1.7×10^{-4}	4.8×10^{-4}
14	5.1×10^{-2}	7.7×10^{-2}	1.3×10^{-3}	(2.3×10^{-3})	5.8×10^{-2}	6.8×10^{-2}	3.7×10^{-4}	(2.4×10^{-3})
7	5.4×10^{-2}	1.1×10^{-1}	2.2×10^{-3}	(3.0×10^{-2})	6.1×10^{-2}	9.7×10^{-2}	6.7×10^{-4}	(3.3×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

表 D.4 ^{58}Co 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类				S 类			
	肺	全身	尿样	粪样	肺	全身	尿样	粪样
180	—	—	—	—	1.6×10^{-2}	1.7×10^{-2}	(6.9×10^{-6})	(4.3×10^{-5})
120	1.6×10^{-2}	2.3×10^{-2}	9.0×10^{-5}	(7.8×10^{-5})	2.3×10^{-2}	2.5×10^{-2}	(1.3×10^{-5})	(1.0×10^{-4})
90	2.1×10^{-2}	3.0×10^{-2}	1.3×10^{-4}	(1.3×10^{-4})	2.9×10^{-2}	3.2×10^{-2}	2.0×10^{-5}	(1.6×10^{-4})
60	2.9×10^{-2}	4.0×10^{-2}	2.2×10^{-4}	2.2×10^{-4}	3.7×10^{-2}	4.0×10^{-2}	(4.2×10^{-5})	2.6×10^{-4}
30	4.0×10^{-2}	5.7×10^{-2}	5.8×10^{-4}	4.3×10^{-4}	4.8×10^{-2}	5.3×10^{-2}	(1.5×10^{-4})	4.3×10^{-4}
14	4.8×10^{-2}	7.3×10^{-2}	1.2×10^{-3}	(2.2×10^{-3})	5.6×10^{-2}	6.5×10^{-2}	3.5×10^{-4}	(2.3×10^{-3})
7	5.2×10^{-2}	1.0×10^{-1}	2.1×10^{-3}	(2.9×10^{-2})	5.9×10^{-2}	9.4×10^{-2}	6.5×10^{-4}	(3.2×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

表 D.5 ^{60}Co 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类				S 类			
	肺	全身	尿样	粪样	肺	全身	尿样	粪样
360	1.1×10^{-2}	2.1×10^{-2}	6.2×10^{-5}	(2.2×10^{-5})	3.0×10^{-2}	3.2×10^{-2}	7.8×10^{-6}	3.5×10^{-5}
180	2.1×10^{-2}	3.3×10^{-2}	1.2×10^{-4}	(7.4×10^{-5})	3.6×10^{-2}	4.0×10^{-2}	1.6×10^{-5}	1.0×10^{-4}
120	2.7×10^{-2}	4.0×10^{-2}	1.6×10^{-4}	1.4×10^{-4}	4.1×10^{-2}	4.5×10^{-2}	2.3×10^{-5}	1.8×10^{-4}
90	3.2×10^{-2}	4.6×10^{-2}	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}	4.4×10^{-2}	4.8×10^{-2}	3.1×10^{-5}	2.4×10^{-4}
60	3.8×10^{-2}	5.3×10^{-2}	2.9×10^{-4}	3.0×10^{-4}	4.9×10^{-2}	5.4×10^{-2}	5.6×10^{-5}	3.4×10^{-4}
30	4.6×10^{-2}	6.5×10^{-2}	6.6×10^{-4}	5.0×10^{-4}	5.5×10^{-2}	6.1×10^{-2}	1.7×10^{-4}	5.0×10^{-4}
14	5.2×10^{-2}	7.8×10^{-2}	1.3×10^{-3}	(2.3×10^{-3})	5.9×10^{-2}	6.9×10^{-2}	3.8×10^{-4}	(2.4×10^{-3})
7	5.4×10^{-2}	1.1×10^{-1}	2.2×10^{-3}	(3.1×10^{-3})	6.1×10^{-2}	9.8×10^{-2}	6.7×10^{-4}	(3.4×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

D.4 常规监测时铈同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.6~表 D.8。表 D.6 ^{85}Sr 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类		S 类	
	全身	尿样	全身	尿样
180	2.4×10^{-2}	(4.3×10^{-5})	1.5×10^{-2}	(1.8×10^{-6})
120	3.6×10^{-2}	(1.2×10^{-4})	2.3×10^{-2}	(3.6×10^{-6})
90	4.6×10^{-2}	(2.6×10^{-4})	2.9×10^{-2}	(6.2×10^{-6})
60	6.3×10^{-2}	(6.9×10^{-4})	3.7×10^{-2}	(1.3×10^{-5})
30	1.0×10^{-1}	(2.2×10^{-3})	4.9×10^{-2}	3.4×10^{-5}
14	1.5×10^{-1}	5.9×10^{-3}	6.0×10^{-2}	8.3×10^{-5}
7	2.0×10^{-1}	1.1×10^{-2}	8.9×10^{-2}	1.6×10^{-4}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

表 D.7 ^{89}Sr 常规监测:吸入途径尿样的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类	S 类
30	$(2.1 \times 10^{-3})^a$	3.2×10^{-5}
14	5.7×10^{-3}	8.2×10^{-5}
7	1.1×10^{-2}	1.6×10^{-4}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997), 括号内的值的不确定度比较大。

表 D.8 ^{90}Sr 常规监测:吸入途径尿样的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类	S 类
360	5.6×10^{-5}	3.1×10^{-6}
180	1.1×10^{-4}	4.7×10^{-6}
120	2.2×10^{-4}	6.9×10^{-6}
90	(4.1×10^{-4})	1.0×10^{-5}
60	(9.6×10^{-4})	1.8×10^{-5}
30	2.6×10^{-3}	4.0×10^{-5}
14	6.3×10^{-3}	9.0×10^{-5}
7	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-4}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997), 括号内的值的不确定度比较大。

D.5 常规监测时钌-106 的 $m(T/2)$ 值见表 D.9。表 D.9 ^{106}Ru 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类		M 类		S 类	
	全身	尿样	全身	尿样	全身	尿样
360	3.8×10^{-2}	(4.9×10^{-5})	1.9×10^{-2}	(4.3×10^{-5})	2.6×10^{-2}	6.4×10^{-6}
180	5.9×10^{-2}	(2.3×10^{-4})	3.3×10^{-2}	1.1×10^{-4}	3.7×10^{-2}	(2.3×10^{-5})
120	7.5×10^{-2}	(4.5×10^{-4})	4.2×10^{-2}	1.6×10^{-4}	4.4×10^{-2}	4.2×10^{-5}
90	8.7×10^{-2}	7.1×10^{-4}	4.9×10^{-2}	2.2×10^{-4}	4.9×10^{-2}	6.2×10^{-5}
60	1.1×10^{-1}	1.3×10^{-3}	5.9×10^{-2}	3.2×10^{-4}	5.6×10^{-2}	1.1×10^{-4}
30	1.5×10^{-1}	3.1×10^{-3}	7.3×10^{-2}	6.1×10^{-4}	6.6×10^{-2}	2.4×10^{-4}
14	1.9×10^{-1}	5.4×10^{-3}	8.7×10^{-2}	9.7×10^{-4}	7.6×10^{-2}	4.1×10^{-4}
7	2.3×10^{-1}	6.8×10^{-3}	1.2×10^{-1}	1.2×10^{-3}	1.0×10^{-1}	5.1×10^{-4}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997), 括号内的值的不确定度比较大。

D.6 常规监测时碘同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.10~表 D.12。

表 D.10 ^{125}I 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类		气态	
	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样
120	4.7×10^{-2}	2.5×10^{-4}	8.9×10^{-2}	4.6×10^{-4}
90	6.2×10^{-2}	3.1×10^{-4}	1.2×10^{-1}	5.7×10^{-4}
60	8.1×10^{-2}	3.5×10^{-4}	1.5×10^{-1}	6.5×10^{-4}
30	1.1×10^{-1}	3.0×10^{-4}	2.0×10^{-1}	5.6×10^{-4}
14	1.3×10^{-1}	1.7×10^{-4}	2.4×10^{-1}	3.3×10^{-4}
7	1.3×10^{-1}	2.0×10^{-4}	2.5×10^{-1}	3.6×10^{-4}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 D.11 ^{129}I 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类		气态	
	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样
360	4.4×10^{-2}	2.4×10^{-4}	8.3×10^{-2}	4.5×10^{-4}
180	7.8×10^{-2}	4.2×10^{-4}	1.5×10^{-1}	7.9×10^{-4}
120	9.4×10^{-2}	4.9×10^{-4}	1.8×10^{-2}	9.3×10^{-4}
90	1.0×10^{-1}	5.1×10^{-4}	1.9×10^{-1}	9.6×10^{-4}
60	1.1×10^{-1}	4.9×10^{-4}	2.2×10^{-1}	9.2×10^{-4}
30	1.3×10^{-1}	3.6×10^{-4}	2.4×10^{-1}	6.7×10^{-4}
14	1.4×10^{-1}	1.9×10^{-4}	2.5×10^{-1}	3.6×10^{-4}
7	1.4×10^{-1}	2.1×10^{-4}	2.6×10^{-1}	3.8×10^{-4}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 D.12 ^{131}I 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类		气态	
	甲状腺	尿样	甲状腺	尿样
30	(3.5×10^{-2})	9.8×10^{-5}	(6.6×10^{-2})	1.8×10^{-4}
14	7.4×10^{-2}	1.0×10^{-4}	1.4×10^{-1}	1.9×10^{-4}
7	9.9×10^{-2}	1.5×10^{-4}	1.9×10^{-1}	2.7×10^{-4}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

D.7 常规监测时铯同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.13~表 D.14。

表 D.13 ¹³⁴Cs 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值 单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类	
	全身	尿样
180	2.3×10^{-1}	1.1×10^{-3}
120	2.8×10^{-1}	1.4×10^{-3}
90	3.1×10^{-1}	1.6×10^{-3}
60	3.5×10^{-1}	1.8×10^{-3}
30	3.9×10^{-1}	2.1×10^{-3}
14	4.2×10^{-1}	3.7×10^{-3}
7	4.4×10^{-1}	6.8×10^{-3}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。		

表 D.14 ¹³⁷Cs 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值 单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类	
	全身	尿样
360	1.4×10^{-1}	7.0×10^{-4}
180	2.4×10^{-1}	1.2×10^{-3}
120	3.0×10^{-1}	1.5×10^{-3}
90	3.3×10^{-1}	1.6×10^{-3}
60	3.6×10^{-1}	1.8×10^{-3}
30	3.9×10^{-1}	2.1×10^{-3}
14	4.2×10^{-1}	3.8×10^{-3}
7	4.4×10^{-1}	6.8×10^{-3}
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。		

D.8 常规监测时镭同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.15~表 D.18。

表 D.15 ²²⁶Ra 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值 单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类	
	全身	尿样
360	1.8×10^{-2}	2.0×10^{-6}
180	3.0×10^{-2}	4.5×10^{-6}
120	3.8×10^{-2}	6.3×10^{-6}
90	4.4×10^{-2}	7.7×10^{-6}
60	5.1×10^{-2}	9.5×10^{-6}
30	6.2×10^{-2}	1.4×10^{-5}
14	7.6×10^{-2}	(5.7×10^{-5})
7	1.1×10^{-1}	(1.5×10^{-4})
注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。		

表 D.16 ^{226}Ra 衰变产物常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类	
	^{214}Pb	^{214}Bi
360	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}
180	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}
120	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}
90	1.5×10^{-3}	1.5×10^{-3}
60	1.5×10^{-3}	1.5×10^{-3}
30	1.6×10^{-3}	1.6×10^{-3}
14	3.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}
7	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 D.17 ^{228}Ra 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类	
	全身	尿样
360	1.7×10^{-6}	(1.9×10^{-6})
180	2.9×10^{-6}	4.4×10^{-6}
120	3.7×10^{-6}	6.2×10^{-6}
90	4.3×10^{-6}	7.5×10^{-6}
60	5.1×10^{-6}	9.4×10^{-6}
30	6.1×10^{-6}	1.4×10^{-5}
14	7.6×10^{-6}	(5.7×10^{-5})
7	1.1×10^{-1}	(1.5×10^{-1})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

表 D.18 ^{228}Ra 衰变产物 ^{228}Ac 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类
360	1.7×10^{-2}
180	2.9×10^{-2}
120	3.7×10^{-2}
90	4.3×10^{-2}
60	5.1×10^{-2}
30	6.1×10^{-2}
14	7.6×10^{-2}
7	1.1×10^{-1}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

D.9 常规监测时钍同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.19~表 D.23。

表 D.19 ^{228}Th 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类			S 类		
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
360	4.9×10^{-2}	5.8×10^{-6}	$(1.3 \times 10^{-5})^a$	2.8×10^{-2}	2.7×10^{-7}	3.1×10^{-5}
180	5.7×10^{-2}	1.1×10^{-5}	(5.9×10^{-5})	3.5×10^{-2}	3.5×10^{-7}	9.8×10^{-5}
120	6.1×10^{-2}	1.6×10^{-5}	(1.2×10^{-4})	4.0×10^{-2}	4.2×10^{-7}	1.8×10^{-4}
90	6.5×10^{-2}	2.1×10^{-5}	1.8×10^{-4}	4.4×10^{-2}	4.8×10^{-7}	2.4×10^{-4}
60	6.9×10^{-2}	2.9×10^{-5}	2.7×10^{-4}	4.9×10^{-2}	5.7×10^{-7}	3.4×10^{-4}
30	7.6×10^{-2}	4.4×10^{-5}	4.1×10^{-4}	5.6×10^{-2}	7.6×10^{-7}	4.9×10^{-4}
14	8.2×10^{-2}	7.5×10^{-5}	(2.3×10^{-3})	6.1×10^{-2}	1.1×10^{-6}	(2.5×10^{-3})
7	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-4}	(3.3×10^{-2})	9.0×10^{-2}	1.6×10^{-6}	(3.5×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

表 D.20 ^{228}Th 衰变产物(M类)常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	^{212}Pb		^{208}Tl	
	全身	肺	全身	肺
360	(9.2×10^{-3})	3.2×10^{-2}	(3.3×10^{-3})	1.2×10^{-2}
180	1.8×10^{-2}	4.0×10^{-2}	6.6×10^{-3}	1.4×10^{-2}
120	2.4×10^{-2}	4.5×10^{-2}	8.8×10^{-3}	1.6×10^{-2}
90	2.9×10^{-2}	4.9×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.7×10^{-2}
60	3.4×10^{-2}	5.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.9×10^{-2}
30	3.9×10^{-2}	5.7×10^{-2}	1.4×10^{-2}	2.0×10^{-2}
14	3.3×10^{-2}	4.8×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.7×10^{-2}
7	2.3×10^{-2}	4.6×10^{-2}	8.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

表 D.21 ^{228}Th 衰变产物(S类)常规监测:吸入途径 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	^{212}Pb		^{208}Tl	
	全身	肺	全身	肺
360	2.5×10^{-2}	2.5×10^{-2}	8.8×10^{-3}	9.1×10^{-3}
180	3.2×10^{-2}	3.2×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.2×10^{-2}
120	3.6×10^{-2}	3.7×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}
90	4.0×10^{-2}	4.1×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.5×10^{-2}
60	4.4×10^{-2}	4.5×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}
30	4.7×10^{-2}	4.8×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.7×10^{-2}
14	3.8×10^{-2}	4.0×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}
7	2.6×10^{-2}	4.0×10^{-2}	9.3×10^{-3}	1.4×10^{-2}

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

表 D.22 ^{232}Th 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值 单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类			S 类		
	全身	尿样	粪样	全身	尿样	粪样
360	5.8×10^{-2}	7.0×10^{-6}	(1.5×10^{-5})	3.3×10^{-2}	3.2×10^{-7}	3.7×10^{-3}
180	6.2×10^{-2}	1.2×10^{-5}	(6.4×10^{-5})	3.9×10^{-2}	3.8×10^{-7}	1.1×10^{-4}
120	6.5×10^{-2}	1.7×10^{-5}	(1.3×10^{-4})	4.3×10^{-2}	4.4×10^{-7}	1.9×10^{-4}
90	6.8×10^{-2}	2.2×10^{-5}	1.9×10^{-4}	4.6×10^{-2}	5.0×10^{-7}	2.5×10^{-4}
60	7.1×10^{-2}	3.0×10^{-5}	2.8×10^{-4}	5.1×10^{-2}	5.9×10^{-7}	3.5×10^{-4}
30	7.7×10^{-2}	4.5×10^{-5}	4.2×10^{-4}	5.7×10^{-2}	7.7×10^{-7}	4.9×10^{-4}
14	8.3×10^{-2}	7.5×10^{-5}	(2.3×10^{-3})	6.3×10^{-2}	1.1×10^{-6}	(2.5×10^{-3})
7	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-4}	(3.3×10^{-2})	9.1×10^{-2}	1.6×10^{-6}	(3.5×10^{-2})

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997), 括号内的值的不确定度比较大。

表 D.23 ^{232}Th 衰变产物 ^{228}Ac 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值 单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类		S 类	
	肺	全身	肺	全身
360	6.9×10^{-4}	1.2×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.9×10^{-3}
180	6.4×10^{-4}	9.3×10^{-4}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-3}
120	5.5×10^{-4}	7.6×10^{-4}	8.2×10^{-4}	8.3×10^{-4}
90	4.8×10^{-4}	6.4×10^{-4}	6.6×10^{-4}	6.7×10^{-4}
60	3.7×10^{-4}	5.0×10^{-4}	4.8×10^{-4}	4.9×10^{-4}
30	2.2×10^{-4}	3.0×10^{-4}	2.7×10^{-4}	2.7×10^{-4}
14	1.1×10^{-4}	1.6×10^{-4}	1.3×10^{-4}	1.4×10^{-4}
7	6.5×10^{-5}	1.3×10^{-4}	7.4×10^{-5}	1.1×10^{-4}

注: 数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997)。

D.10 常规监测时铀同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.24。

表 D.24 ^{234}U , ^{235}U 或 ^{238}U 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值 单位为贝可每贝可

监测周期 T d	F 类	M 类		S 类		
	尿样	肺 ^a	尿样	肺 ^a	尿样	粪样
360	(3.1×10^{-5})	1.2×10^{-2}	6.5×10^{-5}	3.2×10^{-2}	3.3×10^{-6}	3.7×10^{-5}
180	(1.2×10^{-4})	2.2×10^{-2}	1.2×10^{-4}	3.8×10^{-2}	4.3×10^{-6}	1.1×10^{-4}
120	2.3×10^{-4}	2.8×10^{-2}	1.7×10^{-4}	4.2×10^{-2}	5.2×10^{-6}	1.9×10^{-4}
90	3.5×10^{-4}	3.3×10^{-2}	2.0×10^{-4}	4.5×10^{-2}	6.0×10^{-6}	2.5×10^{-4}
60	6.8×10^{-4}	3.8×10^{-2}	2.7×10^{-4}	4.9×10^{-2}	7.7×10^{-6}	3.5×10^{-4}
30	1.8×10^{-3}	4.6×10^{-2}	4.3×10^{-4}	5.5×10^{-2}	1.2×10^{-5}	4.9×10^{-4}
14	3.5×10^{-3}	5.2×10^{-2}	6.5×10^{-4}	6.0×10^{-2}	1.9×10^{-5}	(2.5×10^{-3})
7	4.6×10^{-3}	5.4×10^{-2}	7.9×10^{-4}	6.1×10^{-2}	2.4×10^{-5}	(3.5×10^{-2})

^a 肺测量仅适用于 ^{235}U 。括号内的值的不确定度比较大。

D.11 常规监测时镭-237 的 $m(T/2)$ 值见表 D.25。

表 D.25 ^{237}Np (M 类)常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	肺	骨	尿样	粪样
360	1.2×10^{-2}	2.4×10^{-2}	2.7×10^{-5}	(1.5×10^{-5})
180	2.2×10^{-2}	2.0×10^{-2}	4.4×10^{-5}	(6.4×10^{-5})
120	2.8×10^{-2}	1.8×10^{-2}	5.6×10^{-5}	(1.3×10^{-4})
90	3.3×10^{-2}	1.7×10^{-2}	6.5×10^{-5}	1.9×10^{-4}
60	3.8×10^{-2}	1.6×10^{-2}	7.7×10^{-5}	2.8×10^{-4}
30	4.6×10^{-2}	1.4×10^{-2}	9.8×10^{-5}	4.2×10^{-4}
14	5.2×10^{-2}	1.3×10^{-2}	2.0×10^{-4}	(2.3×10^{-3})
7	5.4×10^{-2}	1.2×10^{-2}	4.8×10^{-4}	(3.3×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

D.12 常规监测时钚同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.26。

表 D.26 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 或 ^{240}Pu 常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	M 类			S 类		
	肺	尿样	粪样	肺	尿样	粪样
360	1.2×10^{-2}	5.4×10^{-6}	1.7×10^{-5}	3.2×10^{-2}	1.6×10^{-7}	3.7×10^{-5}
180	2.2×10^{-2}	7.1×10^{-6}	(6.6×10^{-5})	3.8×10^{-2}	1.6×10^{-7}	1.1×10^{-4}
120	2.8×10^{-2}	8.1×10^{-6}	(1.3×10^{-4})	4.2×10^{-2}	1.6×10^{-7}	1.9×10^{-4}
90	3.3×10^{-2}	8.7×10^{-6}	1.9×10^{-4}	4.5×10^{-2}	1.7×10^{-7}	2.5×10^{-4}
60	3.8×10^{-2}	9.5×10^{-6}	2.8×10^{-4}	4.9×10^{-2}	1.7×10^{-7}	3.5×10^{-4}
30	4.6×10^{-2}	1.1×10^{-5}	4.3×10^{-4}	5.5×10^{-2}	1.9×10^{-7}	4.9×10^{-4}
14	5.2×10^{-2}	2.4×10^{-5}	(1.3×10^{-3})	6.0×10^{-2}	3.1×10^{-7}	(2.5×10^{-3})
7	5.4×10^{-2}	5.3×10^{-5}	(3.4×10^{-2})	6.1×10^{-2}	5.9×10^{-7}	(3.5×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

D.13 常规监测时镅-241 的 $m(T/2)$ 值见表 D.27。

表 D.27 ^{241}Am (M 类)常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	肺	骨	尿样	粪样
360	1.2×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.1×10^{-5}	1.7×10^{-5}
180	2.2×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.6×10^{-5}	(6.6×10^{-5})
120	2.8×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.9×10^{-5}	(1.3×10^{-4})
90	3.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.1×10^{-5}	1.9×10^{-4}
60	3.8×10^{-2}	1.1×10^{-2}	2.6×10^{-5}	2.8×10^{-4}
30	4.6×10^{-2}	9.9×10^{-3}	3.9×10^{-5}	4.2×10^{-4}
14	5.2×10^{-2}	9.2×10^{-3}	5.8×10^{-5}	(2.3×10^{-3})
7	5.4×10^{-2}	8.8×10^{-3}	9.0×10^{-5}	(3.3×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

D.14 常规监测时镅同位素的 $m(T/2)$ 值见表 D.28~表 D.29。

表 D.28 ^{242}Cm (M 类)常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	肺	尿样	粪样
180	1.5×10^{-2}	1.1×10^{-5}	(4.5×10^{-5})
120	2.2×10^{-2}	1.5×10^{-5}	(1.0×10^{-4})
90	2.7×10^{-2}	1.8×10^{-5}	(1.6×10^{-4})
60	3.4×10^{-2}	2.3×10^{-5}	2.5×10^{-4}
30	4.3×10^{-2}	3.7×10^{-5}	4.0×10^{-4}
14	5.0×10^{-2}	5.6×10^{-5}	(2.1×10^{-3})
7	5.3×10^{-2}	8.8×10^{-5}	(3.3×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

表 D.29 ^{244}Cm (M 类)常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	肺	尿样	粪样
360	1.2×10^{-2}	1.1×10^{-5}	1.6×10^{-5}
180	2.2×10^{-2}	1.6×10^{-5}	(6.5×10^{-5})
120	2.8×10^{-2}	1.9×10^{-5}	(1.3×10^{-4})
90	3.2×10^{-2}	2.1×10^{-5}	1.9×10^{-4}
60	3.8×10^{-2}	2.6×10^{-5}	2.8×10^{-4}
30	4.6×10^{-2}	3.9×10^{-5}	4.2×10^{-4}
14	5.2×10^{-2}	5.8×10^{-5}	(2.3×10^{-3})
7	5.4×10^{-2}	9.0×10^{-5}	(3.3×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

D.15 常规监测时镅-252 的 $m(T/2)$ 值见表 D.30。

表 D.30 ^{252}Cf (M 类)常规监测:吸入途径的 $m(T/2)$ 值

单位为贝可每贝可

监测周期 T d	肺	尿样	粪样
360	(1.0×10^{-2})	3.7×10^{-6}	(1.6×10^{-5})
180	2.0×10^{-2}	6.1×10^{-6}	(6.5×10^{-5})
120	2.7×10^{-2}	7.7×10^{-6}	(1.3×10^{-4})
90	3.2×10^{-2}	8.8×10^{-6}	1.9×10^{-4}
60	3.8×10^{-2}	1.0×10^{-5}	2.8×10^{-4}
30	4.6×10^{-2}	1.2×10^{-5}	4.3×10^{-4}
14	5.2×10^{-2}	1.4×10^{-5}	(2.3×10^{-3})
7	5.4×10^{-2}	1.5×10^{-5}	(3.3×10^{-2})

注:数据来自 ICRP 第 78 号出版物(1997),括号内的值的不确定度比较大。

附录 E

(资料性附录)

内照射监测中常用放射性核素的剂量系数 $e(\tau)$ 内照射监测中常用放射性核素的 $e(\tau)$ 见表 E.1。表 E.1 内照射监测中常用放射性核素的 $e(\tau)$

核素	类型/形态 ^c	吸入		食入 ^a		注射 ^b	
		$e(g)_{inh}$ Sv/Bq		f_1	$e(g)_{ing}$ Sv/Bq	f_1	$e(g)_{inj}$ Sv/Bq
		AMAD=1 μm	AMAD=5 μm				
³ H	HTO ^{d,e}	1.8×10^{-11}	—	1	1.8×10^{-11}	—	1.8×10^{-11}
	OBT ^{d,e}	4.1×10^{-11}	—	1	4.2×10^{-11}	—	—
	V ^d	1.8×10^{-15}	—	—	—	—	—
¹¹ C	F	—	1.1×10^{-11}	1	2.4×10^{-11}	—	—
	M	—	1.8×10^{-11}	—	—	—	—
	S	—	1.8×10^{-11}	—	—	—	—
¹⁸ F	F	—	2.8×10^{-11}	1	4.9×10^{-11}	—	—
	M	—	5.6×10^{-11}	—	—	—	—
	S	—	5.9×10^{-11}	—	—	—	—
³² P	F	8.0×10^{-10}	1.1×10^{-9}	0.8	2.3×10^{-10}	—	2.2×10^{-9}
	M	3.2×10^{-9}	2.9×10^{-9}	—	—	—	—
⁵⁵ Fe	F	7.7×10^{-10}	9.2×10^{-10}	0.1	3.3×10^{-10}	0.1	3.0×10^{-9}
	M	3.7×10^{-10}	3.3×10^{-10}	—	—	—	—
⁵⁹ Fe	F	2.2×10^{-9}	3.0×10^{-9}	0.1	1.8×10^{-9}	0.1	8.4×10^{-9}
	M	3.5×10^{-9}	3.2×10^{-9}	—	—	—	—
⁶⁰ Co	M	9.6×10^{-9}	7.1×10^{-9}	0.1	3.4×10^{-9}	—	1.9×10^{-8}
	S	2.9×10^{-8}	1.7×10^{-8}	0.05	2.5×10^{-9}	—	—
⁶⁷ Ga	F	6.8×10^{-11}	1.1×10^{-10}	0.001	1.9×10^{-10}	—	1.2×10^{-10}
	M	2.3×10^{-10}	2.8×10^{-10}	—	—	—	—
⁸⁵ Sr	F	3.9×10^{-10}	5.6×10^{-10}	0.3	5.6×10^{-10}	—	1.1×10^{-9}
	S	7.7×10^{-10}	6.4×10^{-10}	0.01	3.3×10^{-10}	—	—
⁸⁹ Sr	F	1.0×10^{-9}	1.4×10^{-9}	0.3	2.6×10^{-9}	—	3.1×10^{-9}
	S	7.5×10^{-9}	5.6×10^{-9}	0.01	2.3×10^{-9}	—	—
⁹⁰ Sr	F	2.4×10^{-8}	3.0×10^{-8}	0.3	2.8×10^{-8}	—	8.8×10^{-8}
	S	1.5×10^{-7}	7.7×10^{-8}	0.01	2.7×10^{-9}	—	—

表 E.1 (续)

核素	吸入			食入 ^a		注射 ^b	
	类型/形态 ^c	$e(g)_{inh}$ Sv/Bq		f_i	$e(g)_{ing}$ Sv/Bq	f_i	$e(g)_{inj}$ Sv/Bq
		AMAD=1 μm	AMAD=5 μm				
⁹⁵ Zr	F	2.5×10^{-9}	3.0×10^{-9}	0.002	8.8×10^{-10}	—	1.0×10^{-8}
	M	4.5×10^{-9}	3.6×10^{-9}	—	—	—	—
	S	5.5×10^{-9}	4.2×10^{-9}	—	—	—	—
⁹⁵ Nb	M	1.4×10^{-9}	1.3×10^{-9}	0.01	5.8×10^{-10}	—	2.1×10^{-9}
	S	1.6×10^{-9}	1.3×10^{-9}	—	—	—	—
⁹⁹ Tc	F	2.9×10^{-10}	4.0×10^{-10}	0.8	7.8×10^{-10}	—	8.7×10^{-10}
	M	3.9×10^{-9}	3.2×10^{-9}	—	—	—	—
^{99m} Tc	F	1.2×10^{-11}	2.0×10^{-11}	0.8	2.2×10^{-11}	—	1.9×10^{-11}
	M	1.9×10^{-11}	2.9×10^{-11}	—	—	—	—
¹⁰⁶ Ru	F	8.0×10^{-9}	9.8×10^{-9}	0.05	7.0×10^{-9}	—	3.0×10^{-8}
	M	2.6×10^{-8}	1.7×10^{-8}	—	—	—	—
	S	6.2×10^{-8}	3.5×10^{-8}	—	—	—	—
¹²⁵ Sb	F	1.4×10^{-9}	1.7×10^{-9}	0.1	1.1×10^{-9}	—	5.4×10^{-9}
	M	4.5×10^{-9}	3.3×10^{-9}	—	—	—	—
¹²³ I	F	7.6×10^{-11}	1.1×10^{-10}	1.0	12.1×10^{-10}	—	2.2×10^{-10}
	V ^c	2.1×10^{-10}	—	—	—	—	—
¹²⁴ I	F	4.5×10^{-9}	6.3×10^{-9}	1.0	1.3×10^{-8}	—	1.3×10^{-8}
	V ^c	1.2×10^{-8}	—	—	—	—	—
¹²⁵ I	F	5.3×10^{-9}	7.3×10^{-9}	1.0	1.5×10^{-8}	—	1.5×10^{-8}
	V ^c	1.4×10^{-8}	—	—	—	—	—
¹³¹ I	F	7.6×10^{-9}	1.1×10^{-8}	1.0	2.2×10^{-8}	—	2.2×10^{-8}
	V ^c	2.0×10^{-8}	—	—	—	—	—
¹³⁴ Cs	F	6.8×10^{-9}	9.6×10^{-9}	1.0	1.9×10^{-8}	—	1.9×10^{-8}
¹³⁷ Cs	F	4.8×10^{-9}	6.7×10^{-9}	1.0	1.3×10^{-8}	—	1.4×10^{-8}
¹⁴⁴ Ce	M	3.4×10^{-8}	2.3×10^{-8}	5×10^{-4}	5.2×10^{-9}	—	1.7×10^{-7}
	S	4.9×10^{-8}	2.9×10^{-8}	—	—	—	—
¹⁵³ Gd	F	2.1×10^{-9}	2.5×10^{-9}	5×10^{-4}	12.7×10^{-10}	—	8.6×10^{-9}
	M	1.9×10^{-9}	1.4×10^{-9}	—	—	—	—
²⁰¹ Tl	F	4.7×10^{-11}	7.6×10^{-11}	1.0	19.5×10^{-11}	—	8.7×10^{-11}
²¹⁰ Pb	F	8.9×10^{-7}	1.1×10^{-6}	0.26	8×10^{-7}	0.23	5×10^{-6}
²¹⁰ Po	F	6.0×10^{-7}	7.1×10^{-7}	0.1	2.4×10^{-7}	—	2.4×10^{-6}
	M	3.0×10^{-6}	2.2×10^{-6}	—	—	—	—

表 E.1 (续)

核素	吸入			食入 ^a		注射 ^b	
	类型/形态 ^c	$e(g)_{inh}$ Sv/Bq		f_1	$e(g)_{ing}$ Sv/Bq	f_1	$e(g)_{inj}$ Sv/Bq
		AMAD=1 μm	AMAD=5 μm				
²²⁶ Ra	M	3.2×10^{-6}	2.2×10^{-6}	0.2	2.8×10^{-7}	—	1.4×10^{-6}
²²⁸ Ra	M	2.6×10^{-6}	1.7×10^{-6}	0.2	6.7×10^{-7}	—	3.4×10^{-6}
²²⁸ Th	M	3.1×10^{-5}	2.3×10^{-5}	5×10^{-4}	7.0×10^{-8}	5×10^{-4}	1.2×10^{-4}
	S	3.9×10^{-5}	3.2×10^{-5}	2×10^{-4}	3.5×10^{-8}	—	—
²³² Th	M	4.2×10^{-5}	2.9×10^{-5}	5×10^{-4}	2.2×10^{-7}	5×10^{-4}	4.5×10^{-4}
	S	2.3×10^{-5}	1.2×10^{-5}	2×10^{-4}	9.2×10^{-8}	—	—
²³⁴ U	F	5.5×10^{-7}	6.4×10^{-7}	0.02	4.9×10^{-8}	—	2.3×10^{-6}
	M	3.1×10^{-6}	2.1×10^{-6}	0.002	8.3×10^{-9}	—	—
	S	8.5×10^{-6}	6.8×10^{-6}	—	—	—	—
²³⁵ U	F	5.1×10^{-7}	6.0×10^{-7}	0.02	4.6×10^{-8}	—	2.1×10^{-6}
	M	2.8×10^{-6}	1.8×10^{-6}	0.002	8.3×10^{-9}	—	—
	S	7.7×10^{-6}	6.1×10^{-6}	—	—	—	—
²³⁸ U	F	4.9×10^{-7}	5.8×10^{-7}	0.02	4.4×10^{-8}	—	2.1×10^{-6}
	M	2.6×10^{-6}	1.6×10^{-6}	0.002	7.6×10^{-9}	—	—
	S	7.3×10^{-6}	5.7×10^{-6}	—	—	—	—
²³⁷ Np	M	2.1×10^{-5}	1.5×10^{-5}	5×10^{-4}	1.1×10^{-7}	5×10^{-4}	2.1×10^{-4}
²³⁹ Np	M	9.0×10^{-10}	1.1×10^{-9}	5×10^{-4}	8.0×10^{-10}	5×10^{-4}	3.8×10^{-10}
²³⁸ Pu	M	4.3×10^{-5}	3.0×10^{-5}	5×10^{-4}	2.3×10^{-7}	5×10^{-4}	4.5×10^{-4}
	S	1.5×10^{-5}	1.1×10^{-5}	1×10^{-5}	8.8×10^{-9}	—	—
		—	—	1×10^{-4}	4.9×10^{-8}	—	—
²³⁹ Pu	M	4.7×10^{-5}	3.2×10^{-5}	5×10^{-4}	2.5×10^{-7}	5×10^{-4}	4.9×10^{-4}
	S	1.5×10^{-5}	8.3×10^{-6}	1×10^{-5}	9.0×10^{-9}	—	—
		—	—	1×10^{-4}	5.3×10^{-8}	—	—
²⁴⁰ Pu	M	4.7×10^{-5}	3.2×10^{-5}	5×10^{-4}	2.5×10^{-7}	5×10^{-4}	4.9×10^{-4}
	S	1.5×10^{-5}	8.3×10^{-6}	1×10^{-5}	9.0×10^{-9}	—	—
		—	—	1×10^{-4}	5.3×10^{-8}	—	—
²⁴¹ Pu	M	8.5×10^{-7}	5.8×10^{-7}	5×10^{-4}	4.7×10^{-9}	5×10^{-4}	9.5×10^{-6}
	S	1.6×10^{-7}	8.4×10^{-8}	1×10^{-5}	1.1×10^{-10}	—	—
		—	—	1×10^{-4}	9.6×10^{-10}	—	—
²⁴¹ Am	M	3.9×10^{-5}	2.7×10^{-5}	5×10^{-4}	2.0×10^{-7}	5×10^{-4}	4.0×10^{-4}
²⁴² Cm	M	4.8×10^{-6}	3.7×10^{-6}	5×10^{-4}	1.2×10^{-8}	5×10^{-4}	1.4×10^{-5}
²⁴⁴ Cm	M	2.5×10^{-5}	1.7×10^{-5}	5×10^{-4}	1.2×10^{-7}	5×10^{-4}	2.4×10^{-4}
²⁵² Cf ^f	M	—	1.3×10^{-5}	5×10^{-4}	9.0×10^{-8}	—	—

^a f_1 值仅用于食入,不用于吸入剂量估算。

^b 直接摄入到血液。此时的大多数情况与 f_1 值无关。然而,在少数情况下,例如,在铀的代谢模型中,包括了通过小肠的再循环,在这种情况下需要使用 f_1 。

^c V 为蒸汽或气体;F、M、S 指肺吸收类型,详见 IAEA Safety Reports Series.37(2004)的 2.2.1 节。

^d AMAD 不用于吸入其他气体的情况。

^e HTO:氚水;OBT:有机结合氚。

^f 本表中²⁵²Cf的数据引自 ICRP78(1997),其余引自 IAEA Safety Reports Series.37(2004)。

附录 F

(资料性附录)

内照射监测和评价方法示例

F.1 生物样品检测的示例

一个工作人员在日常工作中暴露于 UF 和 UO_2F_2 , 它们属 F 类吸收物质, 在完成一项特殊任务后第 1 天, 他提供的 24 h 的尿样和粪样, 分别测得 ^{238}U 的值为: 360 Bq/24 h 和 140 Bq/24 h, 尿样和粪样的体积和质量与 24 h 的排泄量一致。在第一次采样后, 第 2 天和第 4 天 (在假定摄入后的第 3 天和第 5 天) 也采集尿样和粪样, 其测量结果见表 F.1。

表 F.1 摄入后 1 d~5 d 尿样和粪样的活度

摄入后天数 d	尿样 Bq/24 h	粪样 Bq/24 h
1	360	140
3	12	90
5	10	12

估算这次内污染的剂量的首要问题是确定摄入的路径。为此, 基于尿样和粪样测量的活度和 $m(t)$ 值 (见表 C.32), 用式 (B.1) 估算摄入量, 其估算值列在表 F.2 中。

表 F.2 摄入量估算及其估算结果

摄入后的天数 d	样品	活度 Bq/24 h	$m(t)$ Bq/Bq	摄入量估算值 Bq
1	尿样	360	1.8×10^{-1}	2 000
1	粪样	140	5.6×10^{-2}	2 500
3	尿样	12	5.1×10^{-3}	2 353
3	粪样	90	3.9×10^{-2}	2 308
5	尿样	10	4.2×10^{-3}	2 381
5	粪样	12	6.2×10^{-3}	1 935
平均	—	—	—	2 246 (尿样)

在摄入后第 1 天, 尿样的活度比粪样高, 在食入途径不应有此情况; 在摄入后的第 5 天, 尿样的活度与粪样差别不大, 在食入途径也不应有此情况。因此, 可以认为, 这个工作人员接受的是 ^{238}U 的 F 类吸入途径的内照射。

由于尿样的结果更为可靠, 利用表中三次尿样测量结果估算的摄入量的均值 2 246 Bq 作为摄入量得估算值。假定 $\text{AMAD}=5 \mu\text{m}$, 从表 E.1 中可得到 ^{238}U 的 F 类吸入时的 $e(\tau)=5.8 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}$, 用公式 (2) 可以计算 ^{238}U 引起的有效剂量:

$$E(50) = 2\,246 \times 5.8 \times 10^{-7} \approx 1.3 \text{ mSv}$$

天然铀的组成是： $0.489\ ^{234}\text{U}$ 、 $0.022\ ^{235}\text{U}$ 和 $0.489\ ^{238}\text{U}$ 。

从表 E.1 中可查出 ^{234}U 和 ^{235}U 类吸入时的 $e(\tau)$ 分别为 6.4×10^{-7} 和 $6.0\times 10^{-7}\ \text{Sv/Bq}$ 。

天然铀的 $E(50)=2\ 246/0.489\times 0.489\times 6.4\times 10^{-7}+2\ 246/0.489\times 0.022\times 6.0\times 10^{-7}+1.3$
 $\approx 1.4+0.1+1.3$
 $\approx 2.8\ \text{mSv}$

F.2 体外全身测量的示例

一个工作人员在核电站负责存储罐的清洁保养，他往往不按规定操作，有一次在他离开控制区时，发现面部有污染，为验证他体内的 ^{60}Co 污染水平，用全身计数器对他进行了反复的测量。表 F.3 列出了全身计数器对 ^{60}Co 的测量结果，测量日期，摄入后的天数。吸入 S 类 $5\ \mu\text{m}$ 气溶胶的单位摄入后的全身沉积值 $m(t)$ (依据表 C.7) 列在表 F.3 的第 4 列中，第 5 列是用式 (B.1) 计算的摄入量。

表 F.3 ^{60}Co 的全身计数器测量结果

测量日期	摄入后天数	测量值	$m(t)$	摄入量估算值
	d	Bq		Bq
1998 年 9 月 4 日	1	136 910	0.490	2.8×10^5
1998 年 9 月 7 日	4	3 588	0.098	3.7×10^4
1998 年 9 月 8 日	5	3 793	0.080	4.7×10^4
1998 年 9 月 8 日	6	3 580	0.080	4.5×10^4
1998 年 9 月 9 日	6	3 040	0.073	4.2×10^4
1998 年 9 月 10 日	7	2 978	0.069	4.3×10^4
1998 年 9 月 11 日	8	3 266	0.068	4.7×10^4
1998 年 9 月 14 日	11	2 741	0.064	4.3×10^4
1998 年 9 月 15 日	12	2 808	0.064	4.4×10^4
1998 年 9 月 16 日	13	2 440	0.063	3.9×10^4
1998 年 9 月 18 日	15	2 434	0.061	4.0×10^4
1998 年 9 月 22 日	19	2 745	0.059	4.7×10^4
1998 年 9 月 23 日	20	2 778	0.058	4.8×10^4
1998 年 9 月 30 日	27	2 415	0.055	4.4×10^4
1998 年 10 月 2 日	29	2 753	0.054	5.1×10^4
1998 年 10 月 7 日	34	2 505	0.052	4.8×10^4
1998 年 10 月 9 日	36	2 569	0.052	4.9×10^4
1998 年 10 月 14 日	41	2 564	0.050	5.1×10^4
1998 年 10 月 16 日	43	2 861	0.049	5.8×10^4
1998 年 10 月 30 日	57	2 084	0.046	4.5×10^4
1998 年 11 月 4 日	62	2 346	0.045	5.2×10^4
1998 年 11 月 6 日	64	2 083	0.044	4.7×10^4
1998 年 11 月 11 日	69	2 292	0.043	5.3×10^4

表 F.3 (续)

测量日期	摄入后天数 d	测量值 Bq	$m(t)$	摄入量估算值 Bq
1998 年 11 月 13 日	71	2 021	0.043	4.7×10^4
1998 年 11 月 20 日	78	1 912	0.041	4.7×10^4
1998 年 11 月 27 日	85	1 993	0.040	5.0×10^4
1998 年 12 月 4 日	92	1 888	0.040	4.7×10^4
1998 年 12 月 11 日	99	1 916	0.039	4.9×10^4
1998 年 12 月 18 日	106	1 760	0.039	4.5×10^4
1999 年 1 月 8 日	127	1 767	0.037	4.8×10^4
1999 年 1 月 29 日	148	1 599	0.035	4.6×10^4
1999 年 2 月 26 日	176	1 603	0.033	4.9×10^4
1999 年 3 月 26 日	204	1 393	0.031	4.5×10^4
1999 年 4 月 27 日	236	1 084	0.030	3.6×10^4
1999 年 5 月 21 日	260	1 141	0.029	3.9×10^4
1999 年 6 月 23 日	293	935	0.027	3.5×10^4

从表 F.3 的测量结果可以看出,吸入 S 类 $5 \mu\text{m}$ (AMAD)气溶胶后,除摄入一天后的测量结果外,其他按式(B.1)估算的结果的一致性较好,其算术平均值为 46 kBq,用公式(2)可以计算其待积有效剂量, $E(50)$:

$$E(50) = 46\ 000 \times 1.7 \times 10^{-8} \approx 0.78 \text{ mSv}$$

在估算中,忽略摄入 1 d 后的测量值是应当的;因为这表明高摄入时,排除也快这个事实。这个事实可以通过粪样的测量来证实。因此,式(B.1)的计算模式对摄入后的第 1 天不太适用,这在具体监测中应特别注意。

F.3 内污染路径分析示例

一个工作人员受到²³²Th 的气载氧化物的内污染,属 S 类吸收,AMAD=1 μm ,常规监测是采集粪样,而且绝大多数结果在探测限(10 mBq)以下。然而,就在他刚要休假前,提供了一个 24 h 粪的样品,测量活度是 12 Bq,据他本人回忆,取样前一天加了班。在以后的 20 d 假期中,在家里又收集了一次 24 h 粪样,测量结果在探测限以下:

a) 路径分析:这个工作人员在工作环境中,有将手(污染)放在口里的习惯,由此可能通过食入路径摄入,为此可以通过以下分析来确认:

——吸入假设:如果主要路径是吸入,这时 S 类²³²Th 粪样的 $m(t=1) = 0.11 \text{ Bq/Bq}$, I (摄入量)= $12/0.11 = 109 \text{ Bq}$ 。依此,20 天假期后 $m(t=20) = 5.8 \times 10^{-4} \text{ Bq/Bq}$,粪样活度应是 $M = 5.8 \times 10^{-4} \times 109 = 0.06 \text{ Bq/24 h}$,它应在探测限以上;

——食入假设:如果是食入方式 $m(t=1) = 0.28 \text{ Bq/Bq}$,与之相应的摄入量, $I = 12/0.28 = 43 \text{ Bq}$ 。这样,在 20 d 假期后, $m(t=20) = 3.3 \times 10^{-5} \text{ Bq/Bq}$,粪样活度应是 $M = 43 \times 3.3 \times 10^{-5} = 1.4 \text{ mBq/24 h}$,它在探测限以下。

从以上分析可以看出,这个工作人员经食入进入体内受到了污染。

- b) 剂量估算:基于上述的推断可以计算其有效剂量。已计算得摄入量 $I=43\text{ Bq}$ 。从表 E.1 可以查出,S 类²³²Th,食入路径的剂量系数 $e(\tau)$ 为 9.2×10^{-8} ,待积有效剂量 $E(50)=43\times 9.2\times 10^{-8}=396\times 10^{-8}\approx 4\text{ }\mu\text{Sv}$;
- 若将摄入途径错判为吸入,这时若 $\text{AMAD}=1\text{ }\mu\text{m}$,则 $e(\tau)$ 为 $2.3\times 10^{-5}\text{ Sv/Bq}$,待积有效剂量 $E(50)=109\times 2.3\times 10^{-5}\approx 2.5\text{ mSv}$ 。
- 因此,错判给出的剂量可能高出三个数量级。

通过以上的举例,可以看出,在内照射剂量估算中,污染途径的判断是极其重要的;为此,应对生物样品进行动态的监测。

F.4 污染时间的判断示例

对一位从事临床核医学可能暴露在¹³¹I 气体中的技师,采用甲状腺体外测量和尿样测量两种方式,从某年 10 月 4 日起进行了间隔 1 d 的 3 次测量,其监测结果如下;此处,尿样的 MDA 为 1.4 Bq/24 h:

10 月 4 日,甲状腺 710 Bq,尿样 126 Bq/24 h;

10 月 6 日,甲状腺 680 Bq,尿样<MDA;

10 月 8 日,甲状腺 490 Bq,尿样<MDA。

为查找有效的 $m(t)$ 应知道摄入发生时间。但在很多情况下,事件的发生并不事先知道。由附录 C 的表 C.17 可以查出摄入¹³¹I 气体后,摄入后 1 d~6 d 不同测量时间甲状腺体外监测尿样监测的 $m(t)$,并计算出它们的比值,详见表 F.4。

表 F.4 摄入后不同测量时间甲状腺体外监测尿样监测的 $m(t)$ 及其比值

摄入后天数 d	$m(t)$		尿样/甲状腺
	甲状腺	尿样	
1	2.3×10^{-1}	5.3×10^{-1}	2.30
2	2.2×10^{-1}	4.3×10^{-2}	0.20
3	2.0×10^{-1}	2.5×10^{-3}	0.012 5
4	1.9×10^{-1}	2.7×10^{-4}	0.001 42
5	1.7×10^{-1}	1.7×10^{-4}	0.001 00
6	1.5×10^{-1}	1.8×10^{-4}	0.001 20

从表 F.4 可以看出,在上述测量结果中,仅 10 月 4 日可获得 2 种监测方法结果的比值,即尿样/甲状腺 = $126/710\approx 0.18$,它与上表中的摄入后 2 d 的比值近似,说明污染发生在 10 月 2 日。

F.5 监测周期的确定示例

当工作人员工作环境存在¹³¹I 气体,如何确定他们的内照射个人监测的周期:

为方便,确定监测周期通常表述为确定监测频率(每年监测的次数)。内照射监测频率主要决定于探测方法的灵敏度、限定的年剂量(2 mSv/a,为年剂量限值 20 mSv/a 的 1/10),摄入量的不确定度等。对工作环境存在¹³¹I 气体时,设甲状腺体外测量 15 min 的¹³¹I 最低可探测活度(MDA)为 100 Bq,¹³¹I 尿样测量的 MDA 为 5 Bq/L。

由表 E.1,¹³¹I 气体,吸入剂量系数为 $e_{\text{inh}}(\tau)=2\times 10^{-8}\text{ Sv/Bq}$,与 1/10 年剂量限值相应的年摄入量为:

$$I_{2\text{ mSv}} = [2 \times 10^{-3} / (2 \times 10^{-8})] = 1 \times 10^5 \text{ Bq}$$

对尿样检测:24 h 尿(假设日平均排尿量为 1.4 L/d), $\text{MDA}=5 \times 1.4=7 \text{ Bq}$

因为, $I=M/m(t)$

所以, $m(t)=M/I_{2\text{ mSv}}=7/(1 \times 10^5) \approx 7 \times 10^{-5}$

从表 C.17 中可以查出,摄入后 50 d 相应的 $m(t)$ 已达 7.0×10^{-5} ,超过这个时间 $m(t)$ 将更小,尿样活度将小于 MDA。

对甲状腺体外测量: $\text{MDA}=100 \text{ Bq}$, $m(t)=100/(1 \times 10^5)=1 \times 10^{-3}$

从表 C.17 中可以查出,甲状腺体外测量的最大时间间隔约为 70 d,超过这个时间就无法监测。

从表 C.17 可以查出,吸入 ^{131}I 气体时,尿样检测的第一天的 $m(t)=5.3 \times 10^{-1}$;第二天的 $m(t)=4.3 \times 10^{-2}$,由此可以看出摄入后第一天和第二天估算的摄入量差异达一个数量级,因此尿样检测不适合 ^{131}I 气体。

对于甲状腺测量,虽然最大时间间隔约为 70 d,但从附录 C 表 C.17 中 $m(t)$ 值分析表明,10 d 之内 $m(t)$ 变化较小,因此 ^{131}I 气体检测时间间隔没有必要小于 10 d。

例如,监测周期定为 30 d,由表 D.3 可以看出,这时的 $m(T/2)=6.6 \times 10^{-2}$,而从表 C.17 可得 $m(t=1)=2.3 \times 10^{-1}$,这两个值得比值为 $2.3 \times 10^{-1} / 6.6 \times 10^{-2} \approx 3.48 > 3$,这已不符合 5.2.4 的规定,因此监测周期不宜定为 30 d。



附录 G

(规范性附录)

内照射个人监测记录和报告格式

G.1 内照射常规个人监测记录

内照射常规个人监测记录格式见表 G.1。

表 G.1 内照射常规个人监测记录表

姓名:		监测编号:		单位名称:		地址:		联系电话:			
监测服务机构名称:						地址:		年监测频数:			
监测方法	摄入特征				测量日期	监测周期	测量值 M Bq	$m(T/2)$ Bq/Bq	摄入量 I Bq	待积有效剂量 μSv	监测人员 签名
	核素类型	摄入途径	类型/形态	AMAD 值							
注: 类型/形态: 吸入情况一般情况填 F、M、S, 气体和蒸汽填 SR-1、SR-2、SR-3; 在食入的情况下填 f_1 值。监测周期按附录 D 的方式选择填写。											

G.2 内照射特殊及任务相关个人监测记录

内照射特殊及任务相关个人监测记录格式见表 G.2。

表 G.2 内照射特殊及任务相关个人监测记录表

姓名:		监测编号:		单位名称:		地址:		联系电话:			
监测服务机构名称:						地址:		年监测频数:			
监测方法	摄入特征				测量日期	摄入时间	测量值 M Bq	$m(t)$ Bq/Bq	摄入量 I Bq	待积有效剂量 μSv	监测人员 签名
	核素类型	摄入途径	类型/形态	AMAD 值							
注: 类型/形态: 吸入情况一般情况填 F、M、S, 气体和蒸汽填 SR-1、SR-2、SR-3; 在食入的情况下填 f_1 值。											

附录 H

(规范性附录)

内照射个人监测的不确定度分析方法

H.1 剂量评估中应考虑的主要不确定度来源

在内照射个人监测评价中,不确定度主要有以下来源:

- a) 摄入特征(时间模式和理化状态)信息不全,例如,急性摄入时间,或摄入后的持续时间;
- b) 生物样品测量、计数测量中的统计涨落、泊松分布描述使用的合理性,例如,生物样品测量的变化就不是随机的,因此不服从泊松分布;
- c) 生物代谢和剂量学模型的个体差异;
- d) 不同的受照情况,不确定度大来源和程度也不相同,例如:
 - 1) 用 AMAD 描述的气溶胶颗粒大小分布及几何标准偏差;
 - 2) 由于吸收类型(F,M 或 S)或吸收参数值的不同;
 - 3) 胃肠道吸收系数;
 - 4) 混合放射性核素的组分。

H.2 可不考虑的不确定度来源

在进行不确定度评估时,生物代谢和剂量学模型中的以下类型的参数不用考虑:

- a) 生理参数(如物理尺寸,器官质量和呼吸率);
- b) 除了那些描述材料物理化学性质外的国际放射防护委员会(ICRP)的人体呼吸道模型的参数;
- c) ICRP 生物动力学模型的参数;
- d) 描述性别差异的参数;
- e) 剂量模型参数(如,吸收分数),放射性核素的衰变数据,辐射权重因子,计算有效剂量的组织加权因子和剂量系数。

H.3 不同剂量水平的不确定度评价

不同剂量水平,不确定度应用不同的评价方式,详见表 H.1。

表 H.1 不同剂量水平,不确定度的不同评价方式

类型编号	估算有效剂量, $E(50)$ mSv	应考虑的主要不确定度来源
1	$E(50) \leq 0.1$	不用考虑
2	$0.1 < E(50) < 1$	摄入时间或摄入的期间的不确定度(常规监测); 测量的目标量的 A 类不确定度; 测量的目标量的 B 类不确定度
3	$E(50) \geq 1$	除考虑 2 类的不确定度来源外,还应考虑以下的不确定度来源: ——气溶胶颗粒大小分布引入的不确定度; ——吸收类型((F,M or S)或吸收参数值引入的不确定度; ——胃肠道吸收系数引入的不确定度

H.4 总体不确定度的评价

H.4.1 摄入时间或摄入的期间的不确定度

在日常监测中,急性摄入的时间往往是未知的,通常是假设放射在检测周期的中间,这样的假设对慢性均匀摄入是可以的,但如果实际的急性摄入发生在检测周期开始,这样的假设会带来对剂量的高估,如果实际的摄入发生在监测周期末端,会带来对剂量的低估。

图 H.1 是这种估算的一个例子,这个例子是在个人监测周期内一次不同时间的实际吸入钴-60 气溶胶粒子(AMAD=5 μm ,吸收类型 S),在监测周期到了后进行的全身和尿样测量结果,其估算结果是按监测周期中点摄入的剂量归一化的。从图中可以看出,在一次性急性摄入的情况下,由于摄入发射在监测周期内的不同时间,其剂量估算结果有可能差二个数量级,特别是尿样测量时更严重。

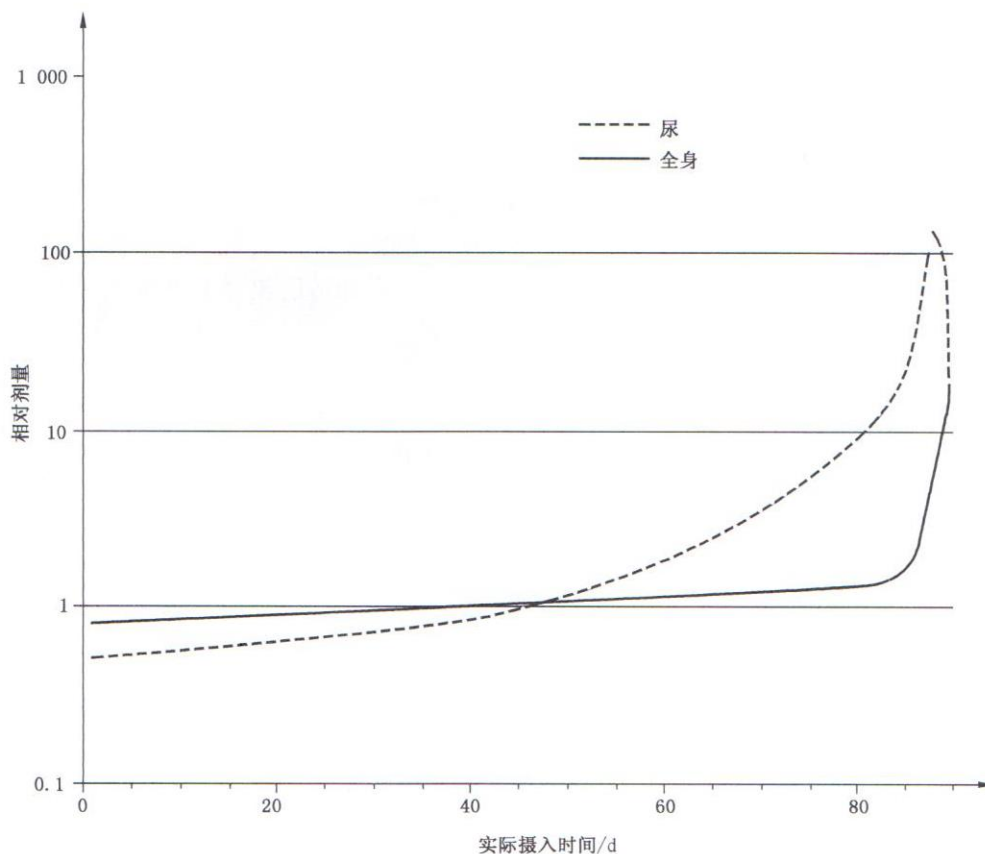


图 H.1 监测周期内不同急性摄入时间对测量结果的影响

H.4.2 尿样和粪样分析的不确定度

在尿样和粪样分析中,应考虑的不确定度主要来源有:样品体积和重量的量化;稀释和吸管的误差;储存阶段溶液的蒸发;用于校准的标准活度及其稳定性;放射性元素与示踪剂之间化学产额的相似性;电子学稳定性;谱的分辨率及峰的重叠;样本的污染及杂质;计数时源的位置;与校准源的密度和形状的差异;校准时的均匀性假设;以及计数的统计误差。

H.4.3 全身测量的不确定度

在体外全身直接测量中,应考虑的不确定度主要来源有:计数的几何误差;个人相对于探测器的位

置;测量期间个人姿势变化;胸壁厚度的确定;模体与个体或器官测量中的差异,包括几何特征、密度、放射性核素在体内和器官内的实际分布及线性减弱系数;在临近身体区域中沉积的放射性物质的干扰;电子学稳定性;本底放射性和其他放射性核素的干扰;本底稳定性;用于校准的标准核素的活度及其稳定性;人员的表面外污染;体内存在的天然放射性核素的干扰;校准和测量时的统计误差;以及校准源的不确定度。

对于局部直接体外测量,由于测量结果的不确定度很大,要使测量值有意义,应有辅助性的假设和测量。

H.4.4 活度中值空气动力学直径(AMAD)的不确定度

如果工作人员有可能被暴露的气溶胶 AMAD 是不确定的,如果有气溶胶 AMAD 分布的 95% 置信区间的信息,就可以用 AMAD 的最大和最小值进行剂量估算,在缺省分布信息时,可取 95% 置信区间为 $1.35\ \mu\text{m} \sim 14.25\ \mu\text{m}$,其中值为 $5\ \mu\text{m}$ 。如果有 AMAD 分布的几何标准差,应首先使用该值。按 ICRP 66 出版物的建议,在缺省情况下,可取 AMAD 分布的几何标准差为 2.5。

H.4.5 吸收类型和胃肠道吸收系数的不确定度

如果工作人员受照的吸收类型和胃肠道吸收系数是变化的,如果有变化的相关信息,可依此估算出最小和最大的剂量,可得到剂量的变化范围。在缺乏这类信息时,也应对剂量范围进行估价,例如,吸收类型可能是 M 类或 S 类,这时应用这两种类型的混合来估算剂量,混合的比例可根据具体情况定。胃肠道吸收系数一般是按吸收类型确定的,因此,上述的不确定度评估已包含了胃肠道吸收系数的变化因素,没有必要另行考虑。

H.4.6 多种放射性核素情况下对不确定度的相对贡献

当不同核素的相对剂量贡献已知的情况下,可用一个代表核素进行不确定度的评估。但当接受的剂量超过年剂量限值的 30% 时,应进行更细的不确定度评估。

H.5 其他需要注意的事项

H.5.1 摄入路径和时间模式、放射性核素理化状态,以及早先摄入的情况等摄入特征对监测结果的不确定度影响很大。应采用可行的方法,来判断出摄入特征,特别是摄入路径和时间模式,否则,测量值将没有应用的价值。附录 F 给出了如何判断这些特征的例子。

H.5.2 应按不同情况考虑统计涨落对不确定度的贡献,例如,在接近最低可探测活度时,统计涨落的影响就会很大,而放射性活度足够大时,就不必考虑统计涨落对不确定度评估的影响。

H.5.3 在辐射防护领域,ICRP 推荐的放射性核素的生物动力学模型和剂量学模型引入的不确定度是可以接受的。但在采用促排药物的情况下,不能用此推荐的方法估算摄入量和有效剂量。

H.5.4 对于常规监测,当摄入量在年摄入量限值以内时,用标准生物动力学模型的缺省参数可足够准确地估算摄入量和有效剂量;当达到或超过年摄入量限值的照射时,则应采用详细摄入特征信息及摄入者个体的生物动力学参数,以提高用模型估算的准确性。

H.5.5 估计摄入量估算值的总不确定度很困难,但可先根据标准模型估算摄入量,并将此估算结果视为摄入量标称值,然后再根据照射所产生的健康后果程度较详细地分析不确定度。

参 考 文 献

- [1] ISO 27048 Radiation protection—Dose assessment for the monitoring of workers for internal radiation exposure, 2011
 - [2] ICRP 78 publication Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers, Ann.ICRP 27(3-4), 1997
 - [3] ICRP 103 publication The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Ann.ICRP 37(2-4), 2007
 - [4] ICRP Publication 66 Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection, 1995
 - [5] IAEA Safety Reports Series.37(2004), Methods for Assessing Occupational Radiation Doses Due to Intakes of Radionuclides
 - [6] IAEA Safety Standards Series No.RS-G-1.2(1999), Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides
-