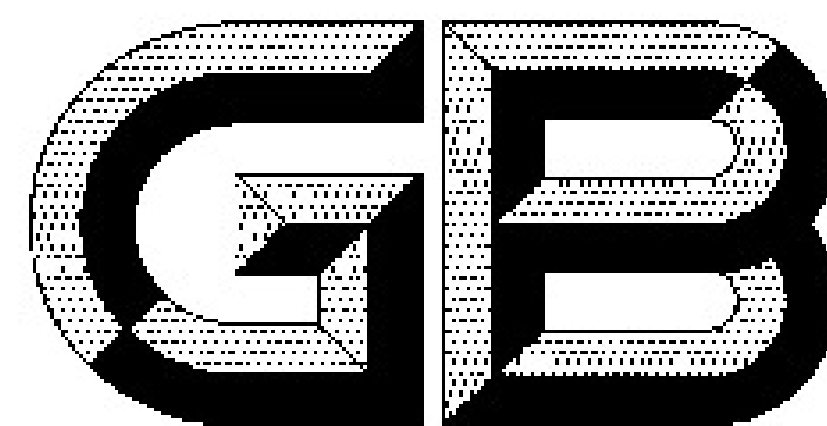




# 中华人民共和国国家标准

GB/T 41580—2022

## 核与辐射应急响应人员的照射控制

Exposure control for nuclear and radiological emergency response worker

2022-07-11 发布

2023-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 辐射照射控制要求 ..... 1

    4.1 基本要求 ..... 1

    4.2 管理要求 ..... 2

5 应急响应人员的防护 ..... 3

    5.1 应急组织和营运单位的安排 ..... 3

    5.2 防护管理 ..... 3

    5.3 防护措施 ..... 4

    5.4 医疗救护 ..... 5

    5.5 后续管理 ..... 6

6 应急照射评价 ..... 6

    6.1 应急照射评价要求 ..... 6

    6.2 外照射评价 ..... 6

    6.3 内照射评价 ..... 6

    6.4 皮肤污染的监测与评价 ..... 7

7 受过量照射人员的管理 ..... 7

参考文献..... 9



# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)提出并归口。

本文件起草单位：中国辐射防护研究院、大亚湾核电运营管理有限责任公司、核工业标准化研究所。

本文件主要起草人：张建岗、王任泽、杨亚鹏、杨俊武、李国强、徐潇潇、冯宗洋、贾林胜、李锐、张铮铮、董芳芳、潘建均、刘立坡。



# 核与辐射应急响应人员的照射控制

## 1 范围

本文件规定了应急响应人员辐射照射控制的基本要求。  
本文件适用于核与辐射应急响应期间应急响应人员的辐射照射控制。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**应急照射情况 emergency exposure situation**

由事故、恶意行为或其他意外事件所致的照射。

注：这种照射情况需要立即采取行动，以避免或减缓不利后果。减小应急照射只能通过防护行动和其他响应行动实现。

### 3.2

**预期剂量 projected dose**

若不采取防护行动，预计会受到的辐射剂量。

### 3.3

**应急响应人员 emergency response worker**

在应急响应中承担应急具体责任的工作人员。

注：应急响应人员也称为应急人员，包括注册者和许可证持有者直接或间接聘用的工作人员，以及外部应急组织的工作人员，如警察、消防队员、医疗人员以及撤离车辆的司机和乘务员等，通常主要是在紧急情况前事先指定的应急工作人员，以便于接受针对性培训，但也可以不是事先指定的。

### 3.4

**应急援助人员 helper in emergency**

愿意且自愿协助开展核与辐射应急响应的公众成员。

## 4 辐射照射控制要求

### 4.1 基本要求

#### 4.1.1 正当性

4.1.1.1 在应急情况下，为减少或避免辐射照射所采取的应急响应行动应是正当的。



4.1.1.2 在应急准备阶段,在考虑应急响应人员可能受到剂量照射时,明确在核与辐射应急情况下采取防护行动和其他响应行动的正当理由。

4.1.2 最优化

防护行动和其他响应行动的形式、规模和持续时间均应是最优化的,使得在通常的社会和经济情况下,从总体上考虑能获得最大的净利益。要求如下:

- a) 在准备阶段,最优化过程应适用于应急响应人员的防护;
- b) 核与辐射应急响应初始阶段管理应急工作人员的防护时,尽可能减少所有途径的照射,同时考虑到应急不断变化的困难条件;
- c) 在核与辐射应急后期以及从应急照射情况向现存照射情况过渡期间采取防护行动时,应急响应人员防护的最优化过程应按实践的要求实施。

4.1.3 应急响应人员的照射控制要求

4.1.3.1 在执行一般应急行动时,应急响应人员所受的照射不超过 50 mSv。在一些特殊情况下如超过 50 mSv,尽一切合理的努力将应急响应人员受照剂量保持在表 1 的数值以下。

表 1 应急响应人员剂量控制水平

| 应急行动类别                   | 剂量控制水平  | 要求                                                                        |
|--------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| 一般应急行动                   | 50 mSv  | 不超过控制水平                                                                   |
| 为避免大的集体剂量或防止演变<br>成灾难性情况 | 100 mSv | 尽一切可能限制在控制水平以下,应急响应人员应是自愿的                                                |
| 抢救生命                     | 500 mSv | 应做出各种努力限制在控制水平以下,以防止严重的确定性效应。只有行动给他人带来的利益明显大于本人所受的危险时才应采取行动,并且应急响应人员应是自愿的 |

4.1.3.2 应对应急响应人员的受照剂量进行评价和记录,并告知其所受剂量信息和健康危害情况。

4.1.3.3 在估算应急响应人员的剂量时,应评价来自所有途径的照射,包括外照射和内照射,并将其纳入总剂量。

4.1.3.4 只有预期对他人的利益明显大于应急响应人员自身的健康风险、应急响应人员自愿采取行动并理解和接受这种健康风险的情况下,同时充分考虑避免或最大限度减小严重确定性效应,及合理减小随机性效应的风险,应急响应人员受到的剂量才可超过 500 mSv。

4.1.3.5 无论出现任何极端的紧急情况,均应按照 GB 18871—2002 表 E1.1 中急性照射的剂量行动水平确定应急响应人员受照控制的指导值。

4.1.3.6 应急援助人员应受到保护,应知晓在协助开展核与辐射应急响应时可能受到辐射照射的危险。应急援助人员不应参与有效剂量可能超过 50 mSv 的行动。应急期间,应急援助人员的辐射照射控制要求与应急响应人员一致。

4.2 管理要求

4.2.1 制定应对各种可能事件的应急预案或程序,应急响应人员应参加必要的应急训练、演练和演习。

4.2.2 针对应急响应人员的防护要求,外部应急组织和营运单位应制定并实施管理、控制、实施和记录



应急响应人员应急受照剂量的计划。

4.2.3 应记录应急响应人员所受剂量和摄入量,应附有关的调查报告,并应与正常运行期间所受到的剂量和摄入量进行区分。

## 5 应急响应人员的防护

### 5.1 应急组织和营运单位的安排

5.1.1 应事先确定胜任响应任务的应急响应人员。预先安排包括对应急响应人员进行健康监测,以评定他们是否能胜任其初始及后续承担的应急任务。

5.1.2 应急组织和营运单位应做出安排,以便对在应急前未确定为应急响应人员的人员及应急援助人员进行登记,并将其纳入应急响应工作之中。

5.1.3 应急组织和营运单位应确定场内和场外预期危险情况,使应急响应人员在应急情况下按照危害评价和防护策略履行响应职能。

5.1.4 针对应急响应人员履行响应职能时遇到的预期危险状况,确保做好相应的防护安排。这种安排至少包括:

- a) 对事先确定的应急响应人员进行培训;
- b) 对事先未确定的应急响应人员和应急援助人员,在实施响应前向其提供应急即时培训;
- c) 对受照剂量进行管理、控制和记录;
- d) 提供适当的专业防护设备和监测设备;
- e) 在可能出现放射性碘照射的情况下,酌情提供碘甲状腺阻断的方法;
- f) 在履行规定的特殊职责时,应急响应人员有获得相应危险的知情权,并是自愿的;
- g) 酌情开展医学检查、较长期医疗行动和心理咨询。

### 5.2 防护管理

5.2.1 应急组织和营运单位应采用一切实际的手段,尽量减少应急响应人员在核与辐射应急响应中所受的照射,并优化防护措施。

5.2.2 在核与辐射应急中,分级方法适用于应急响应人员的防护管理。应急响应人员的预期剂量如果超过 50 mSv,则其防护、准备、剂量监督等应实施分级管理。

注:分级方法是针对控制体系(例如监管体系或安全体系)实施的一个过程或一种方法,其控制措施和条件的严格程度尽实际可能与失控的可能性、可能后果和风险水平相匹配。

5.2.3 应急组织和营运单位应确保:

- a) 采取应急响应行动时,所受剂量可能超过 50 mSv 有效剂量的应急响应人员应是自愿参加行动;
- b) 事先向其清楚而全面地告知涉及的健康危险,以及现有的防护措施;
- c) 尽可能对他们进行应急行动的相关培训。

5.2.4 事先未指定的应急响应人员不应成为参加表 1 中抢救生命行动的最初应急响应人员。

5.2.5 应预先做出安排,以尽快评价应急响应人员在应急响应中所受的个人剂量,并尽可能限制其接受进一步的应急照射。

5.2.6 怀孕和哺乳期的女性工作人员,既要考虑女性自身,也要考虑胚胎、胎儿或哺乳期婴儿。针对可能执行应急任务的女性工作人员,应告知她们在怀孕期间和哺乳期间胚胎、胎儿或婴儿面临的风险。虽然女性工作人员可不告知单位其怀孕或哺乳的信息,但营运单位有责任告知女性工作人员及时通知单



位的重要性,以便能及时采取措施实施更严格的限制,保护胚胎、胎儿或哺乳期婴儿。

### 5.3 防护措施

#### 5.3.1 屏蔽

在必要并可行的情况下,可根据辐射类型增加屏蔽,以降低辐射场水平,并监测屏蔽的有效性。

#### 5.3.2 放射性污染控制

5.3.2.1 在污染区域开展工作时,尽量减少污染的扩散。

5.3.2.2 根据现场情况,可增加临时的放射性污染隔离装置,如建立临时实体屏障、更换工作服和鞋套、建立污染警戒区、搭建临时气帐或临时通风系统等。

5.3.2.3 如果限制表面污染的实体措施不可行或不充分时,应实施管理控制,包括限制进入污染区域,或使用减少污染扩散的措施。

5.3.2.4 应控制污染区域的出入,确保进入该区域的应急响应人员了解辐射状况和潜在危害,并向他们提供适当的个人防护设备。应对应急响应人员离开受污染区域进行控制,确保放射性物质不会因人员或设备而无意从污染区带出。

#### 5.3.3 呼吸防护

5.3.3.1 在应急中为了抢修和维修,在特殊情况下短期采用呼吸防护设备可能是必要的。呼吸防护设备只能在规定的有限时间内使用。

5.3.3.2 如果气载污染物的水平超过营运单位规定的安全工作水平(如导出空气浓度),应急响应人员应佩戴相应的呼吸防护设备。呼吸防护设备及其使用应符合下列规定:

- a) 应监督呼吸防护设备的使用,以确保提供预期的防护;
- b) 确保呼吸防护设备正确配备和正确使用;
- c) 呼吸防护设备的使用时间不应太长,以免使用功能下降;
- d) 过滤式呼吸防护器应具有较低的呼吸阻力,并对相应的气溶胶粒径是有效的;
- e) 当设备需要供气时,所供气体的质量和速率适当;
- f) 有源的空气呼吸防护器或面罩优先于其他类型的呼吸防护设备,可提高工作人员使用的舒适性,同时确保人员得到有效的呼吸防护;
- g) 在为特定操作情况下选择设备时,既要考虑影响应急响应人员舒适度的因素(例如设备的重量、视力限制、温度和可移动性),也要考虑防护因子;
- h) 呼吸防护设备应定期清洗和保养,并应由受过训练的人员定期进行检查;
- i) 在呼吸防护设备投入使用前和使用期间,应由专业人员进行检查、安装和测试,并应记录这些检查和测试的结果以及修理情况;
- j) 呼吸防护设备的测试频率应根据设备类型、使用环境和使用方法确定;
- k) 呼吸防护设备使用前应由使用者检查,清洁后应由安全维护人员检查,并根据情况进行压力测试。

#### 5.3.4 个人防护用品

5.3.4.1 根据应急情况下的工作条件,可为应急响应人员提供必要的工作服、帽子、手套、连体服、防渗鞋和围裙(包括铅屏蔽围裙)等个人防护衣具。如果工作过程中个人衣物可能受到污染,应为应急响应人员提供工作服(包括手套和鞋)。



5.3.4.2 应急响应人员在工作之前应穿戴规定的防护服。工作之后可进行淋浴,以控制污染的扩散。

5.3.4.3 应采取措施防止置换下的防护服对其他人员或工作场所造成污染。

5.3.4.4 如有必要,应提供防护眼镜,但要考虑眼镜屏蔽性能的有限性及所覆盖的区域。

### 5.3.5 个人卫生和急救

5.3.5.1 为防止应急响应人员无意沾染放射性物质,应为所有应急响应人员在工作地点提供方便的清洗设施,并应在休息时间、用餐时间之前以及轮班结束时,让每个应急响应人员有足够的时间进行清洗。应指导人员如何防止污染扩散。

5.3.5.2 任何人不应在可摄入放射性物质的工作场所进食、饮水、咀嚼口香糖或烟草、吸烟、吸鼻烟或涂抹化妆品。

5.3.5.3 在清理放射性污染区造成的伤口或污染设备引起的伤口时,应采取防范措施。在这种情况下,应征求医疗主管的意见。

5.3.5.4 在应急响应人员进入可能有污染的工作区之前,任何伤口和创伤,特别是手部伤口,都应使用适用的防水纱布进行包扎。

5.3.5.5 伤员治疗优先于辐射的考虑。涉及放射性核素的伤口应立即进行医疗处置。同时,还应立即进行去污,以防止可溶性放射性核素被血液吸收。

5.3.5.6 应向应急响应人员提供与其工作相关的急救培训。

### 5.3.6 人体去污

人体污染包括工作服、皮肤、头发、眼睛、黏膜和伤口等的污染,应采取相应措施去污。有些人体表面污染通过清洗去污可能是无效的,如碘污染皮肤的情况。如发现严重污染,应立即就医。

### 5.3.7 设备、地面和墙壁的去污

如有必要,应对应急工作中使用的污染设备和工具进行去污,也要对污染地面和墙壁进行去污。一般来说,水是首选的去污剂。其他清洗剂的选择要考虑清洗效果、危害特性、产生的二次废物数量、与受污染表面或物品的相容性、易处置性。表面放射性污染的控制应遵循 GB 18871—2002 附录 B 中 B2 所规定的限制要求。

### 5.3.8 非放射性危害的考虑

应急响应人员的防护除考虑辐射因素外,还要考虑热、火焰、危险化学品、实体障碍、触电、能见度等因素。

## 5.4 医疗救护

5.4.1 意外受照的应急响应人员应接受与其所受剂量相适应的医疗救护。如果应急响应人员在一个月内在接受的有效剂量超过 100 mSv,或如果该人员提出要求,则应根据特定辐射敏感器官的当量剂量进行筛查,作为医学随访和咨询的基础。

5.4.2 如果应急响应人员接受的剂量超过严重确定性效应阈值,则应采取相应的防护措施和其他响应措施。这些行动可包括:

- a) 立即进行健康检查、会诊和明确的治疗;
- b) 进行污染控制;
- c) 立即进行促排(如需要);
- d) 进行长期医疗随访登记;
- e) 提供全面的心理辅导。



## 5.5 后续管理

5.5.1 应急响应人员应根据在核与辐射应急响应中所受的剂量或应其请求得到适当的就医服务。

5.5.2 在应急照射情况下的受照工作人员通常可继续从事放射性工作。但是,如果该工作人员受照剂量超过 200 mSv,或者应其要求,在继续接受职业照射之前听取专业医生的医学意见。

5.5.3 应急响应中所受剂量和健康风险的信息应在实际可能的情况下尽快告知应急响应人员。

## 6 应急照射评价

### 6.1 应急照射评价要求

6.1.1 应急组织和营运单位应采取一切合理步骤,评价和记录应急响应人员在应急情况下受到的照射。如有可能,应将应急响应人员在应急响应中受到的照射和工作人员意外受到照射的剂量与日常工作中受到的剂量分开记录,但应在工作人员的照射记录中注明。

6.1.2 任何照射评价所需的精确度应随工作人员可能已接受的照射水平而提高。可预先制定指南性文件,使应急响应人员用受照剂量、剂量率或空气浓度等可直接测量的量表示。应急响应人员的照射应通过使用适用的方法进行个人监测,如直读式剂量计或个人剂量报警仪。

6.1.3 所有应急组织和营运单位都应以简化的标准格式建立和保存职业照射记录,以避免混乱。关于所受剂量和相关健康风险的信息应告知有关应急响应人员。

6.1.4 在核电厂事故、临界事故、工业辐照设施事故、放射源丢失或被盗应急时,工作人员可能意外受到高水平照射。这种照射的评价可以使用个人和工作场所监测仪的数据,也可以使用其他更复杂和更专业的回顾性剂量测量技术,如染色体畸变分析、电子自旋共振(ESR)、事故模拟和计算机建模。

6.1.5 如果应急响应人员的个人剂量可能大幅超过正常工作条件下的预期剂量,并可能接近 GB 18871—2002 表 E1.1 中急性照射的剂量行动水平,应特别注意剂量计功能的适用性。

### 6.2 外照射评价

6.2.1 个人剂量计的选择取决于辐射类型和组织或器官,根据个人监测的实际情况,分别选择  $H_p(10)$ 、 $H_p(3)$  和  $H_p(0.07)$  个人剂量计进行个人监测。可使用以下类型剂量计。

- 光子剂量计和中子剂量计。提供个人剂量当量  $H_p(10)$  信息,用于评价红骨髓和肺等组织和器官的剂量。
- 眼晶体剂量计。提供  $\beta$  光子辐射的  $H_p(3)$  信息。由于眼晶体剂量计尚未广泛应用,可使用  $H_p(10)$  估算意外照射情况的眼晶体剂量。对于工业射线成像事故,可能会低估眼晶体的剂量。
- 肢端剂量计。用于评价手部和足部真皮的  $\beta$  光子辐射(以及在预计有临界情况下的中子)剂量。

6.2.2 佩戴个人报警剂量计(或剂量率仪)可有效防止受到严重照射,并在发生事故时可有助于减小所受剂量。个人报警剂量计不需要非常精确,但应非常可靠,特别是在高剂量率区域。

6.2.3 职业性外照射个人监测与评价见 GBZ 128。

### 6.3 内照射评价

6.3.1 内照射评价应有放射性核素的摄入时刻及其物理化学性质的信息。

6.3.2 职业性内照射个人监测与评价见 GBZ 129。

6.3.3 在内照射和外照射同时发生的情况下,应根据应急响应人员的照射史对发生严重确定性效应的风险进行评价。



6.3.4 通过在事故现场受照个人身上采集的生物样品、受照个人的效应或其他物品,可使用回顾性剂量评价技术,可获得事故发生后很长时间的内外照射信息。

6.3.5 回顾性剂量评价技术的选择取决于辐射类型和事故发生后经过的时间,这项技术依赖所测信号随时间的稳定性。早熟凝集染色体断片技术、 $\gamma$ -H<sub>2</sub>AX(H<sub>2</sub>AX 组蛋白异型的磷酸化形式)分析、血细胞计数或血清蛋白变化的评价只能在照射后几小时内适用。

6.3.6 聚合物、头发和指甲中的发光测量只在照射后几天有效,其信号衰减速率很快。对于玻璃、电子元件(如移动电话中的电子元件)、存储器芯片(如借记卡和信用卡的芯片)等材料,其信号衰减较慢,适用于剂量重建目的。这些物质可在照射后几周内使用。

6.3.7 双着丝粒染色体、微核、细胞易位或突变等的测量,以及牙釉质中的电子顺磁共振测量、活性钙的测量或从砖块或其他烧制建筑材料中提取的石英发光信号的测量,在照射后几周甚至几年都可以使用。生物剂量测定方法可能不适用于低剂量照射(即剂量范围为 50 mSv~100 mSv)。

6.3.8 个人剂量的回顾性估算可使用多种数值方法。其中大多数是基于蒙特卡洛辐射输运程序,可模拟辐射在组织中的输运和沉积,计算的输入是放射性核素及其空间分布信息。

## 6.4 皮肤污染的监测与评价

6.4.1 皮肤污染将导致外照射,有时甚至导致内照射,这取决于所涉及的放射性核素、化学形态和活度浓度。

6.4.2 皮肤照射和污染监测与评价的主要目标是:

- a) 确定剂量限制的遵守情况,特别是避免确定性效应;
- b) 在过量剂量照射的情况下,启动适当的体检和干预措施。

6.4.3 皮肤污染的监测与评价一般考虑。

- a) 对于强贯穿辐射,剂量限制的要求已为皮肤提供了足够的防护,避免发生随机效应。除涉及热粒子的情况外,无需进一步考虑皮肤监测。
- b) 对于弱贯穿辐射,皮肤的当量剂量限值为每年 500 mSv,它适用于最强受照部位 1 cm<sup>2</sup> 的平均剂量。标称测量深度为 0.07 mm。

6.4.4 皮肤污染一般不均匀,它易发生在身体的某些部位,特别是手部。具体要求如下。

- a) 对于皮肤污染的常规监测,将污染视为在约 100 cm<sup>2</sup> 区域上的平均污染,应根据 100 cm<sup>2</sup> 范围内的平均当量剂量来解释。
- b) 在大多数皮肤污染监测中,将读数与导出限值进行比较,并在可行的情况下减少污染。导出限值应是能够导致相当于剂量限值的照射水平(通常以 Bq/cm<sup>2</sup> 为单位表示),通常是考虑了所有潜在照射途径(而不仅仅是皮肤照射)而确定。如果没有超过导出限值,通常不必评价当量剂量。
- c) 如果污染持续存在或最初非常高,应对当量剂量进行估算。在这种情况下,剂量应在 1 cm<sup>2</sup> 污染面积上取平均值。

注:该估算往往很不准确,特别是污染物的辐射可能被皮肤表层以下吸收的情况。不确定度可能有两个数量级。因此,这些估算被视为定性的,并与外照射的常规监测分开考虑。但是,如果估算的当量剂量超过相当量剂量限值的十分之一,则将其列入个人记录。也要考虑一些污染物可能转移到体内导致内照射。

## 7 受过量照射人员的管理

7.1 应急组织和营运单位应制定计划,管理和解决人员在应急过程中可能受到过量照射的情况,包括受过量照射人员的医疗处置和可能的健康影响。

7.2 如果发生了严重的过量照射,应急组织和核设施营运单位应立即开展调查和分析,以便评价人员



接受的剂量。

7.3 在评估得出的剂量比剂量限值高出很多(100 mSv 或更高)的情况下,应进行专门剂量调查,包括生物剂量监测(例如体细胞,主要是淋巴细胞中的染色体畸变分析),及进一步诊断或医疗处置。对受到高剂量外照射人员的医疗处置,要考虑所有的有害健康效应,尤其是确定性效应。

7.4 在人员摄入大量放射性物质的情况下,应采取有效措施减小剂量。采取的医疗干预行动取决于摄入放射性核素的类型、器官待积当量剂量的大小、防护措施的效率和潜在危害。如果医疗干预行动是正当的,即减小剂量的效果超过副作用,就应实施。这类治疗的实例包括:使用三钠钙盐(Ca-DTPA)促排锕系元素,摄入氚后强制利尿,以及污染伤口的外科切除。

7.5 对事故的详细调查将涉及不同领域的专家,尤其是职业医生和辐射防护专家。这些专家之间应密切联系,以确保为提供医疗而采取的所有行动得到有效协调。当怀疑接受的剂量接近或高于确定性效应的阈值时,尽可能准确地评价吸收剂量及全身分布,并对受影响的人员进行适当的医疗检查。



## 参 考 文 献

- [1] GBZ 128 职业性外照射个人监测规范
  - [2] GBZ 129 职业性内照射个人监测规范
  - [3] EC,FAO,IAEA,ILO,OECD/NEA,PHAO,UNEP,WHO. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources;International Basic Safety Standards(IBSS)[M]. IAEA Safety Standards Series GSR Part 3,Vienna;IAEA,2014
  - [4] FAO, IAEA, ICAO, ILO, IMO, INTERPOL, OECD/NEA, PAHO, CTBTO, UNEP, OCHA, WHO, WMO, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, No. GSR Part 7, Vienna;IAEA,2015
  - [5] IAEA. Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor. EPR-NPP PUBLIC PROTECTIVE ACTIONS. Vienna;IAEA, 2013
  - [6] IAEA. Optimization of Radiation Protection in the Control of Occupational Exposure. Safety Reports Series No.21, Vienna;IAEA,2002
  - [7] IAEA. Occupational Radiation Protection. General Safety Guide, No. GSG-7. Vienna; IAEA,2018
-