

## 中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ/T 271—2016

---

### 核或辐射应急准备与响应通用准则

Criteria for use in preparedness and response for a nuclear  
or radiological emergency

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 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 应急响应准则体系 .....	2
5 通用准则 .....	3
6 限制应急工作人员受照剂量的指导值 .....	5
7 操作准则 .....	6
附录 A (资料性附录) 应急照射情况下使用的剂量学量 .....	8
附录 B (资料性附录) 制定操作准则的依据 .....	10
附录 C (规范性附录) 现场测量的操作干预水平预置值 .....	12
附录 D (规范性附录) 实验室样品分析和甲状腺监测的操作干预水平预置值 .....	18
附录 E (资料性附录) 操作干预水平(OILs)的通俗解释 .....	27
参考文献 .....	30

## 前 言

根据《中华人民共和国突发事件应对法》和《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。

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

本标准起草人：叶常青、张良安、刘长安、鲁华玉、谢向东、张文艺、高玲。

# 引 言

应急(Emergency)是指需要立即采取某些超出正常工作程序的行动以避免事故发生或减轻事故后果的状态或事件,又称为紧急情况;就本标准而言,旨在依据国际原子能机构(IAEA)一系列文件,尤其是2011年发表的《国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》(IBSS)暂行版(IAEA-No.GSR Part 3)和安全丛书 No.GSG-2《用于核或辐射应急准备和响应的准则》(通用安全导则),以及其延伸文件《核或辐射应急时与公众的沟通》(2012)、《轻水堆严重工况引起的应急情况时公众防护行动》(2013)。这些文件为核或辐射应急的准备与响应提出了供决策用的一系列通用准则和操作准则。2014年7月 IAEA-No.GSR Part 3 正式版本《辐射防护和辐射源安全:国际基本安全标准》的发表进一步确定了本标准的基本内容。

IAEA 2012年发布的《用于核或辐射应急准备和响应的准则》(通用安全导则)涉及制定操作准则所需的通用准则建议值、制定操作准则所采用的方法,以及操作准则的预置值及其示例;这些准则可用于在核或辐射应急时启动防护行动和其他响应行动,作为对决定的技术支持。

2007年发布了《中华人民共和国突发事件应对法》;国务院及其有关主管部门依据核或辐射事故后果也发布过有关核事故应急状态分级、核事故医学应急状态分级和辐射事故等级等文件,如2003年国防科工委和卫生部联合发布《核应急管理导则——放射源和辐射技术应用应急准备与响应》(科工二司〔2003〕147号),2005年国务院发布了《国家核应急预案》(2013年修订)和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第449号令,2005年9月14日),2009年卫生部发布了《卫生部核事故和辐射事故卫生应急预案》(卫应急发〔2009〕101号)等。但尚未发布过用于指导核或辐射应急的准备和响应的通用安全导则。

本标准参照 IAEA 于 2011~2013 年间发布的上述几个文件,其部分理念和数值与基于 IAEA 1996 年《国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》(IBSS)的 GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》有些不同,但它体现了本领域国际上发展的新趋势。

# 核或辐射应急准备与响应通用准则

## 1 范围

本标准规定了核或辐射应急准备与响应防护行动和其他响应行动的通用准则,并由此导出了以监测结果和情景条件指标表示的操作准则预置值。

本标准适用于核或辐射应急的准备与响应。

## 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。

WS/T 366 核或辐射紧急情况威胁类型

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**核或辐射应急 nuclear or radiological emergency**

由于核链式反应或链式反应产物的衰变能量或射线照射,造成或预计将造成危害的紧急情况。

### 3.2

**严重确定性效应 severe deterministic effect**

能引起死亡或生命威胁的确定性效应,或是能导致生活质量降低的永久性损害。

### 3.3

**预置值 preset value**

为防止和减少严重确定性效应而预先设置的急性照射剂量界定值。预期或已经达到或超过该值应采取相应的防护行动或其他响应行动。

### 3.4

**通用准则 generic criteria**

为在核或辐射应急情况下采取紧急防护行动及其他响应行动,基于最优化原则而制定的普遍适用的剂量水平,此水平接近能引起严重确定性效应的阈剂量。

### 3.5

**操作准则 operational criteria**

在核或辐射应急情况下决策应用的可测量或可观测的值,包括操作干预水平(OILs)、应急行动水平(EALs)、特殊观测值以及其他情景条件指标。

### 3.6

**辐射防护量 radiation protection quantity**

用于评估核或辐射应急情况下由辐射引起的后果的剂量学量,包括相对生物效能加权吸收剂量、当量剂量和有效剂量等。

## 3.7

**实用量 operational quantity**

建立在剂量当量值基础上,用于辐射监测的量,包括周围剂量当量和个人剂量当量等。

## 3.8

**预期剂量 projected dose**

发生核或辐射应急时,若不采取防护行动或补救行动,预期会接受到的辐射剂量。

## 3.9

**已受剂量 dose received**

发生核或辐射应急时,在采取或未采取防护行动情况下,实际接受到的辐射剂量。

## 3.10

**操作干预水平 operational intervention levels; OILs**

由仪器测量或通过实验室分析确定的并与干预水平或行动水平相一致的导出水平。各种操作干预水平通常可表示为剂量率或所释放的放射性物质的活度,空气的时间积分浓度,地面或表面浓度,或环境、食物或水样中放射性核素的浓度。

## 3.11

**应急行动水平 emergency action levels; EALs**

用于发现、识别和确定威胁类型 I、II 和 III 类设施中发生某个事件应急等级的具体的、预定的、可观测的操作准则。

## 4 应急响应准则体系

## 4.1 针对可能引起辐射健康后果的应急行动

针对可能引起辐射健康后果的应急照射情况,需要采取应急行动,包括紧急防护行动和其他响应行动,其决策取决于预期剂量和已受剂量。具体行动列于表 1。

表 1 辐射致不同健康后果及其防护行动和其他响应行动

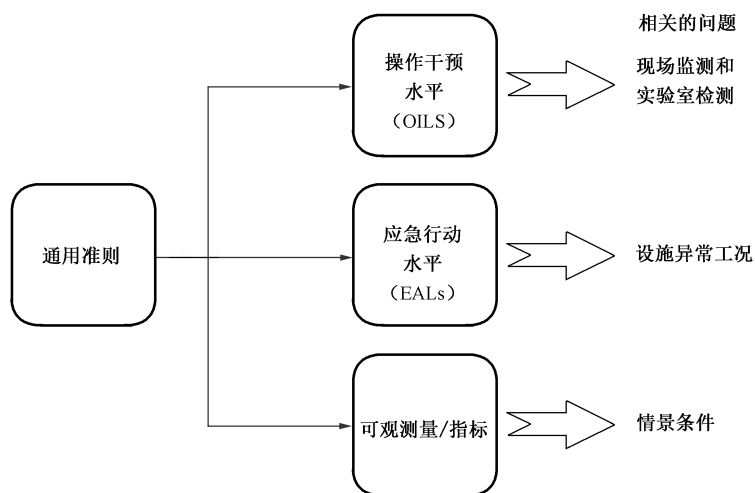
健康后果类型	照射剂量类型	防护行动和其他响应行动
严重确定性效应 <sup>a</sup>	预期剂量	为防止严重确定性效应,即使在不利条件下也要实施预防性紧急防护行动
	已受剂量	治疗和处理严重确定性效应的其他响应行动,包括立即进行医学检查、会诊和有指征的治疗、污染控制、适当的促排、长期健康监测登记以及全面的心理咨询等
随机性效应增加	预期剂量	为尽可能合理可行地降低随机性效应的风险,实施紧急防护行动并启动早期防护行动,包括避迁和长期限制消费受污染的食物
	已受剂量	为早期察觉和有效处理随机性效应的其他响应行动,包括对基于个人特定器官所受的剂量进行筛选,考虑进行医疗随访登记的必要性以及专家咨询,以便就个体情况做出明确的决定

注: 本表来源于文献[4]。

<sup>a</sup> 设定为接近严重确定性效应阈值的辐射剂量水平。

## 4.2 通用准则和操作准则体系

根据预期剂量或已受剂量的通用准则,以及可立即和直接使用的操作准则,作出需要采取适当的防护行动和其他响应行动决定。通用准则和操作准则体系如图 1 所示。



注：本图来源于文献[4]。

图 1 通用准则和操作准则体系

## 5 通用准则

### 5.1 防止和减少严重确定性效应

在任何情况下,为防止和减少严重确定性效应,均应采取相应的防护行动或其他响应行动。其对应的照射类型(急性外照射和急性摄入放射性物质)及急性受照剂量预置值列于表 2。表 2 中,AD 为相对生物效能(RBE)权重吸收剂量,用于评价组织或器官  $T$  受照后确定性效应。对外照射,发生确定性效应的阈值取决于辐射的能量、剂量率和相对生物效能(RBE);对内照射,此阈值取决于许多因素,例如摄入的放射性核素、半衰期、摄入活度、摄入途径及其代谢特性。应急照射情况下使用的剂量学量见附录 A。

表2 在任何情况下为防止和减少严重确定性效应的急性照射剂量预置值及应采取的防护行动或其他响应行动

照射类型	不同受照部位的AD值	急性照射剂量预置值 <sup>a</sup>	防护行动和其他响应行动	
			若是预期剂量	若是已受剂量
急性外照射 ( $<10$ h)	$AD_{\text{红骨髓}}^b$	1 Gy	—立即采取预防性紧急防护行动(即使在困难的条件下),使剂量保持在通用准则以下; —对公众提供信息,并发出警告; —进行紧急去污	—立即进行医学检查、会诊和有指征的治疗; —进行污染控制; —立即进行促排 <sup>i</sup> (如果合适的话立即进行促排); —登记以便进行长期健康监测(医学随访); —提供全面心理咨询
	$AD_{\text{胎儿}}$	0.1 Gy		
	$AD_{\text{组织}}^c$	0.5 cm 深处 25 Gy		
	$AD_{\text{皮肤}}^d$	100 cm <sup>2</sup> 面积 10 Gy		
急性摄入 放射性物 质内照射 ( $\Delta=30$ d) <sup>e</sup>	$AD(\Delta)_{\text{红骨髓}}$	对 $Z \geq 90^f$ 的放射性核素为 0.2 Gy 对 $Z \leq 89^f$ 的放射性核素为 2 Gy		
	$AD(\Delta)_{\text{甲状腺}}$	2 Gy		
	$AD(\Delta)_{\text{肺}}^g$	30 Gy		
	$AD(\Delta)_{\text{结肠}}$	20 Gy		
	$AD(\Delta')_{\text{胎儿}}^h$	0.1 Gy		

注：本表来源于文献[4]。

<sup>a</sup> 为启动应急响应计划的预置值,由其导出的操作准则应以参数或可观察条件(如现场条件、操作干预水平、应急行动水平等)来表示;在不同应急照射情况下的主导条件变化时,应酌情修改此预置值。

<sup>b</sup>  $AD_{\text{红骨髓}}$  代表体内组织或器官(如红骨髓、肺、小肠、性腺、甲状腺)和眼晶状体在各向同性强贯穿辐射场中照射所受的相对生物效能加权的平均吸收剂量。

<sup>c</sup> 由于与放射源密切接触(例如,手持放射源或将放射源放入口袋中)造成的组织体表下 0.5 cm 处 100 cm<sup>2</sup> 组织所受的剂量。

<sup>d</sup> 100 cm<sup>2</sup> 真皮[体表以下 40 mg/cm<sup>2</sup>(或 0.4 mm)深度的皮肤组织]所受的剂量。

<sup>e</sup>  $AD(\Delta)$ 是指将导致 5%的受照个体产生严重确定性效应的由摄入量( $I_{05}$ )在  $\Delta$  时段内产生的相对生物效能加权吸收剂量。采用 30 d 待积 RBE 加权剂量而不用摄入量来确定阈值,可使阈值域从 6 个数量级(对摄入量而言)降低至 3 个数量级(对剂量而言)。因此,就放射性物质的吸入或食入来说,用 30 d 待积 RBE 加权吸收剂量值来确定所关注器官可能开始发生严重确定性效应的阈值。

<sup>f</sup> 使用不同准则是考虑放射性核素特定摄入阈值方面的显著差异。

<sup>g</sup> 为达到应用这些通用准则的目的,“肺”是指呼吸道的肺泡间质区。

<sup>h</sup> 对于这种特殊情况, $\Delta'$ 是指宫内发育的整个时期。

<sup>i</sup> 促排的通用准则是基于没有促排的预期剂量。促排是在化学或生物试剂帮助下进行的生物过程,通过促排使体内结合的放射性核素排出人体。

## 5.2 降低随机性效应风险

在应急情况下,为降低随机性效应风险,其阈剂量及采取相应的防护行动或其他响应行动列于表 3。



表3 为降低随机性效应风险的随机性效应阈剂量及其防护行动或其他响应行动

增加随机性效应风险的阈剂量 <sup>a</sup>		防护行动和其他响应行动
预期剂量	$H_{\text{甲状腺}}$ 在最初7 d内 $>50$ mSv	服用稳定性碘预防
	$E$ 在最初7 d内 $>100$ mSv	隐蔽;撤离;去污;限制食物、奶和水的消费;污染控制;公众安抚
	$H_{\text{胎儿}}$ 在最初7 d内 $>100$ mSv	
	$E$ 一年内 $>100$ mSv	临时避迁;去污;食物、奶和水的替代;公众安抚
$H_{\text{胎儿}}$ 在宫内整个发育期 $>100$ mSv		
已受剂量	$E$ 一月内 $>100$ mSv	基于特定的辐射敏感器官的当量剂量进行筛选(作为医学随访的基础);咨询服务
	$H_{\text{胎儿}}$ 在宫内整个发育期 $>100$ mSv	提供咨询,以便针对个体情况做出符合实际的决定
注:本表来源于文献[4]。		
<sup>a</sup> $H$ 表示器官或组织(甲状腺、胎儿)内的当量剂量; $E$ 表示有效剂量。		

## 6 限制应急工作人员受照剂量的指导值

### 6.1 受照剂量指导值

在应急情况下,应急响应工作人员执行任务时限制受照剂量的指导值列于表4。

表4 应急工作人员在不同行动时限制受照剂量指导值

应急行动	指导值 <sup>a</sup> [ $H_p(10)$ ]
抢救生命的行动 <sup>b</sup>	$<500$ mSv <sup>c</sup>
防止严重确定性效应的行动 <sup>d</sup>	$<500$ mSv
防止可能对人类和环境产生重大影响的灾难情况发生的行动 <sup>e</sup>	$<500$ mSv
避免大的集体剂量的行动 <sup>f</sup>	$<100$ mSv

注:本表来源于文献[3]。

<sup>a</sup> 此数值为外照射剂量。对摄入性内照射或皮肤污染的受照剂量,需采取一切手段加以防止。如此目的达不到,应限制器官所受的有效剂量和当量剂量,最大程度地减少与本表给出的指导值相关联的个人健康风险。

<sup>b</sup> 诸如:营救生命受到威胁的人员,为有生命威胁的伤员提供急救,以及防止或缓解可能造成威胁生命的情况或状态。

<sup>c</sup> 在给他人带来的预期利益将明显大于应急工作人员自身健康危险,而且应急工作人员自愿采取行动,并了解和接受这种健康风险的情况下,可超出这一数值。

<sup>d</sup> 诸如:1)撤离或保护公众;2)在人口密集区域进行环境监测,为确定撤离、隐蔽、限制食品消费的区域提供依据;3)营救处于潜在威胁中的严重受伤人员;4)严重受伤人员的紧急处置;5)人员的紧急去污。

<sup>e</sup> 诸如:防止或缓解火灾,逮捕犯罪嫌疑人等。

<sup>f</sup> 诸如:为在人口密集的区域开展环境监测而进行的环境样品采集与分析,为保护公众需要而进行的区域放射性污染去除。

## 6.2 应用指导值的注意事项

6.2.1 受照剂量可能大于 50 mSv 的应急工作人员,应采取相应的防护措施。其参与应急响应工作应是自愿的,并明确告知其预期的健康风险。这些人员应尽可能事先接受各种防护措施的培训,并将此列入应急响应计划内。

6.2.2 应急工作人员应接受与其所受剂量对应的医学处理(如表 2 和表 3 所列),应告知其受到的辐射剂量以及可能承受的健康风险。对于怀孕的女性工作者,有关单位不得安排其执行此类紧急任务。

6.2.3 在所有的应急响应过程中,只有来自外照射的剂量能被连续测量。因此,为应急工作人员提供的操作指南应根据外照射测量结果(如自动或自读剂量计所显示的);应通过各种方式加以控制摄入或皮肤污染的剂量,这些方式包括使用防护设备、使用稳定性碘预防,提供有关潜在危险辐射条件下作业的操作说明等。关于现场辐射条件等信息,应列入应急工作人员防护决策中。

## 7 操作准则

### 7.1 建立操作准则的时机

预期剂量和已受剂量不能测量,故不能作为制定应急措施的依据,应预先建立操作准则(可测量的预置值和观察值),供采取不同防护措施和其他响应措施时应用。在此操作准则基础上,大部分预防性紧急防护措施和早期防护措施可依据此操作准则来实施。若应急情况与该操作准则不一致,则应重新计算该操作准则,并应在应急计划阶段根据实际情况重新给出计算方法。

### 7.2 操作准则的分类

操作准则包括操作干预水平(OILs)、应急行动水平(EALs)以及现场情况的可观测信息。

### 7.3 操作准则的依据

制定操作准则的依据列于附录 B。

### 7.4 操作干预水平

7.4.1 如超过了 OILs,应迅速启动相应的防护行动。

7.4.2 应及时对环境和人员受污染的监测结果进行评价,以确定或适应保护工作人员和公众的紧急防护行动要求。在应急情况下,应根据当时的应急条件,对操作干预水平进行修订。预置的 OILs 值,应与用于环境监测(如由于沉积所导致的剂量率)和食物活度浓度 OILs 修订、现场地面污染监测、食物和水中取样分析,以及实施农业防护对策等方法一起确定。

7.4.3 所使用的 OILs 的数目应尽量少,以简化系统。原则上,每个实用量(如皮肤污染导致的剂量率)的 OILs 预置值应设为最小值;考虑到不确定性,实用量应涵盖防护措施(如紧急去污)、适用的通用准则和相关的假设(如应急类型、辐射危害特征)等内容。

7.4.4 在计划准备阶段,应建立 OILs 的剂量学模型。该模型应包括为制定决策而用的重要的剂量评价全套参数。为确保剂量模型和数据可靠性,应包括公众中所有人员(如孕妇等对照射敏感的群体)。

在制定预置的 OILs 时,应包括所有公众成员(如在户外活动的儿童等)。附录 C 中,C.1 和 C.2 分别给出了大范围 and 中等范围污染的核或辐射应急情况现场测量的预置 OILs 评价过程;不同的 OILs 预置值列于 C.3。来自实验室分析的食物、奶和水中放射性核素 OILs 的预置值列于附录 D。

注:在核或辐射应急情况下,奶(指新鲜奶)对儿童食入所致的内照射剂量有重要贡献,故在本标准中,将奶与其他食物分列;食物是指可食部分,不包括干制或浓缩食物;水是指饮用水。

7.4.5 在应急响应过程中,可能会发生个人受照剂量足以提高辐射所致的癌症风险。即使不一定有此风险,但可能在受到照射人群中预期癌症发病率将会提高。但由于辐射流行病学的局限性,预期由辐射诱发的癌症病例较少,难以觉察到辐射导致的癌症发病率的增加。因此,需采用预置的操作准则,以确定某人是否作为长期健康监护和治疗的对象。同时,也需要制定辐射损伤诊断和治疗的准则。

7.4.6 依据应急情况、受影响人群及主导情况等假设而设定的预置 OILs,可能无法准确反映当前的应急状态,因此,需要建立修订预置 OILs 的方法。只有充分了解情况并有充分理由时,才能修改这些预置的 OILs。

7.4.7 附录 E 示例说明如何用通俗的语言与公众沟通。在应急过程中,需修改 OILs 预置值时应告知公众。

## 7.5 利用现场可观测到的信息

7.5.1 在核或辐射应急事件中,初始响应人员应利用可观测到的现场信息来识别危险源和危险区域。要根据事件发生的情景和地域,迅速设立警戒区。警戒区的大小最初可根据直接观测到的信息(例如,地形、地物等标志物)来确定。安全和安保边界的确定,可借助公路等固定地物,或设立标志物,方便辨认。不同应急事件最初警戒区范围建议值列于表 5。

表 5 不同核或辐射应急事件中最初决定的警戒区范围建议值

核或辐射应急事件		警戒区范围
室外	未屏蔽或未损坏的潜在危险源	源周围半径 30 m
	从潜在危险源中发生大量放射性物质洒落	源周围半径 100 m
	涉及危险源的火灾、爆炸或烟雾	半径 300 m(以肇事点为圆心)
	疑似炸弹(可能是放射性散布装置)爆炸或未爆炸	半径 400 m 或更远(以肇事点为圆心)
	涉及核武器(但无核反应)的非核爆炸或火灾	半径 1 000 m(以肇事点为圆心)
建筑物内	涉及潜在危险源的损坏、屏蔽丧失或溢出	受影响的房间和邻近区域(包括上下楼层)
	火灾、可疑放射性散布装置或其他涉及可能散布危险物质的潜在危险源事件(例如,内部通过通风系统散布)	整个建筑物及上述室外适当的距离
注:本表来源于文献[4]。		

7.5.2 当有剂量率数据和环境辐射监测数据时,应根据附录 C 的表 C.1 来确定警戒区的范围。

## 附录 A

(资料性附录)

## 应急照射情况下使用的剂量学量

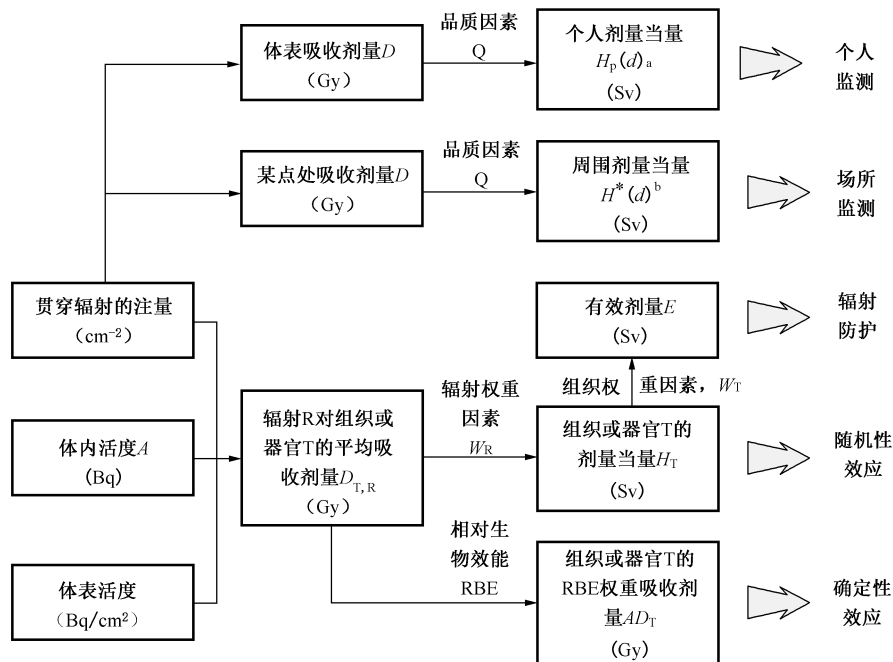
## A.1 剂量学量类型及其应用

应急照射情况下使用的剂量学量分为两类:辐射防护量与实用量。有关剂量学量的类型、名称、符号和用途列于表 A.1。有关剂量学量及其应用如图 A.1 所示。

表 A.1 在应急照射情况下使用的剂量学量

类型	名称	符号	用途
辐射防护量	RBE 权重吸收剂量	$AD_T$	用于评价组织或器官受照射后的确定性效应
	当量剂量	$H_T$	用于评价组织或器官受照射后的随机性效应
	有效剂量	$E$	用于评价受照人群中随机性效应发生引起的损害
实用量	个人剂量当量	$H_p(d)$	用于监测个人的外照射剂量
	周围剂量当量	$H^*(d)$	用于监测在应急事件发生现场的辐射场

注:本表来源于文献[4]。



注:本图来源于文献[4]。

<sup>a</sup> ICRU 平板模体中深度  $d$  mm 处。

<sup>b</sup> ICRU 球中深度 10 mm 处。

图 A.1 剂量学量及其应用

A.2  $AD_T$  的概念和计算

相对生物效能(RBE)权重吸收剂量  $AD_T$  是不同类型辐射(R)所致的器官或组织 T 内的平均吸收剂量(D)与辐射相对生物效能(RBE)的乘积和,即:

$$AD_T = \sum_R D_{T,R} \times RBE_{T,R} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$AD_T$  ——RBE 权重吸收剂量,单位为焦耳每千克( $J \cdot kg^{-1}$ )[专用名为戈瑞(Gy)];

$D_{T,R}$  ——辐射 R 在器官或组织 T 内产生的平均吸收剂量,单位为戈瑞(Gy);

$RBE_{T,R}$  ——辐射 R 对器官或组织 T 的相对生物效能,用于确定严重确定性效应的特定器官和特定辐射的  $RBE_{T,R}$  值见表 A.2。

表 A.2 用于确定严重确定性效应的特定组织和特定辐射的相对生物效能( $RBE_{T,R}$ )值

健康效应	关键器官和组织	不同照射类型 <sup>a</sup> 的 $RBE_{T,R}$							
		$\gamma$ 外、 内照射	n 外、 内照射	$\beta, \gamma$ 外照射	n 外照射	$\beta$ 内照射	$\alpha$ 内照射	碘 <sup>f</sup>	其他 <sup>g</sup>
造血综合征	红骨髓	1	3	—	—	1	2	—	—
肺炎	肺 <sup>b</sup>	1	3	—	—	1	7	—	—
胃肠综合征	结肠	1	3	—	—	1	0 <sup>c</sup>	—	—
坏死	软组织 <sup>d</sup>	—	—	1	3	—	—	—	—
湿性脱皮	皮肤 <sup>e</sup>	—	—	1	3	—	—	—	—
甲状腺功能低下	甲状腺	—	—	—	—	—	—	0.2	1

注:此表来源于文献[4]。

<sup>a</sup>  $\beta, \gamma$  外照射,包括源材料内产生的韧致辐射照射。

<sup>b</sup> 呼吸道肺泡间质区组织。

<sup>c</sup> 对于均匀分布在结肠内容物中的  $\alpha$  发射体,假定肠道壁受到的照射可以忽略不计。

<sup>d</sup> 皮肤表面以下 5 mm 深度,面积大于 100 cm<sup>2</sup> 的组织。

<sup>e</sup> 皮肤表面以下 0.5 mm 深度,面积大于 100 cm<sup>2</sup> 的组织。

<sup>f</sup> 碘同位素摄入。由甲状腺组织受均匀照射产生确定性效应的效能是低能  $\beta$  发射体的碘同位素如<sup>131</sup>I、<sup>129</sup>I、<sup>125</sup>I、<sup>124</sup>I 和<sup>123</sup>I 内照射的 5 倍。亲甲状腺放射性核素在甲状腺中呈不均匀分布。同位素<sup>131</sup>I 发射低能  $\beta$  粒子,由于粒子的能量在其他组织内损耗,从而降低了对关键的甲状腺组织的照射效能。

<sup>g</sup> 其他亲甲状腺同位素摄入。

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 制定操作准则的依据

##### B.1 以重大风险作为操作准则的依据

重大风险是决策者采取行动的依据。将受照剂量保持在低于表 2 所列的预置值,以防严重确定性效应发生。此时,采取预防性紧急防护行动在任何情况下都是正当的。威胁类型 I 中的设施出现核应急,例如核电厂发生严重堆芯破损、临界事故,或威胁类型 IV 出现的辐射应急,例如放射源丢失或被盗,或放射性物质恶意使用。对此类应急,泄漏或辐射照射可能导致严重确定性效应的重大风险,因此,采取预防性紧急防护行动是合理的。

##### B.2 以预期剂量作为操作准则的依据

预期剂量是决策者采取行动所参考的基础。采取行动并控制预期剂量可防止严重确定性效应发生,合理地降低随机性效应风险,确保应急人员在执行任务过程中的安全。

对预期剂量进行评价时,应考虑到剂量在有关人群中分布的不确定性。在评价公众成员受照情况时,应考虑存在儿童和孕妇的可能性。表 3 给出的受照剂量以及由此得到的 OILs 是在总体基准上针对一般人群的优化值,未考虑人群中任何特殊成员(例如,儿童或孕妇)。

对选定的严重确定性效应,其器官特定和辐射特定的相对生物效能(RBE)值见附录 A 的表 A.2。

对于既有内照射又有外照射的情况,摄入放射性物质和外照射的 RBE 加权吸收剂量的总和可以作为计算 OILs 的基准,以供决策应用。

##### B.3 以已受剂量作为操作准则的依据

已受剂量是支持采取以下 4 种不同防护行动和其他响应行动的基础:

- a) 对已受剂量超过表 2 中所列水平的人员,根据需要,提供医疗服务;
- b) 若已受剂量超过表 3 中所列水平的人员,应考虑医学随访,以便及早察觉和有效治疗由辐射诱发的癌症;
- c) 若已受剂量超过表 2 和表 3 中所列水平的人员,应为其(包括孕妇)提供专家会诊,并为进一步治疗作出合理决定;
- d) 对已受剂量未超过表 2 和表 3 中所规定水平的人员,可进行安抚,一般不需要医学处理。

紧急行动包括应急事件情景下的医学分类和应急情况发生后在医院的专业治疗。这些行动的启动和执行以临床症状和观察结果为基础;

- a) 在现场进行医学分类时,如果有提示指标(例如,辐射标志和公告)和辐射调查数据可用,可作为分类条件之一;

b) 在医院内执行医疗行动时(例如,对局部辐射损伤进行外科处理等),剂量信息可提供重要参考。在响应早期,应启动对受照个体长期健康监护,并延续更长时间。

应急过程中的医疗档案,应重点记录临床症状和其他观察到的事实,并应根据专家的分析确定症状发生的原因;而不能包含与辐射照射具有因果关系的猜测。

## 附录 C

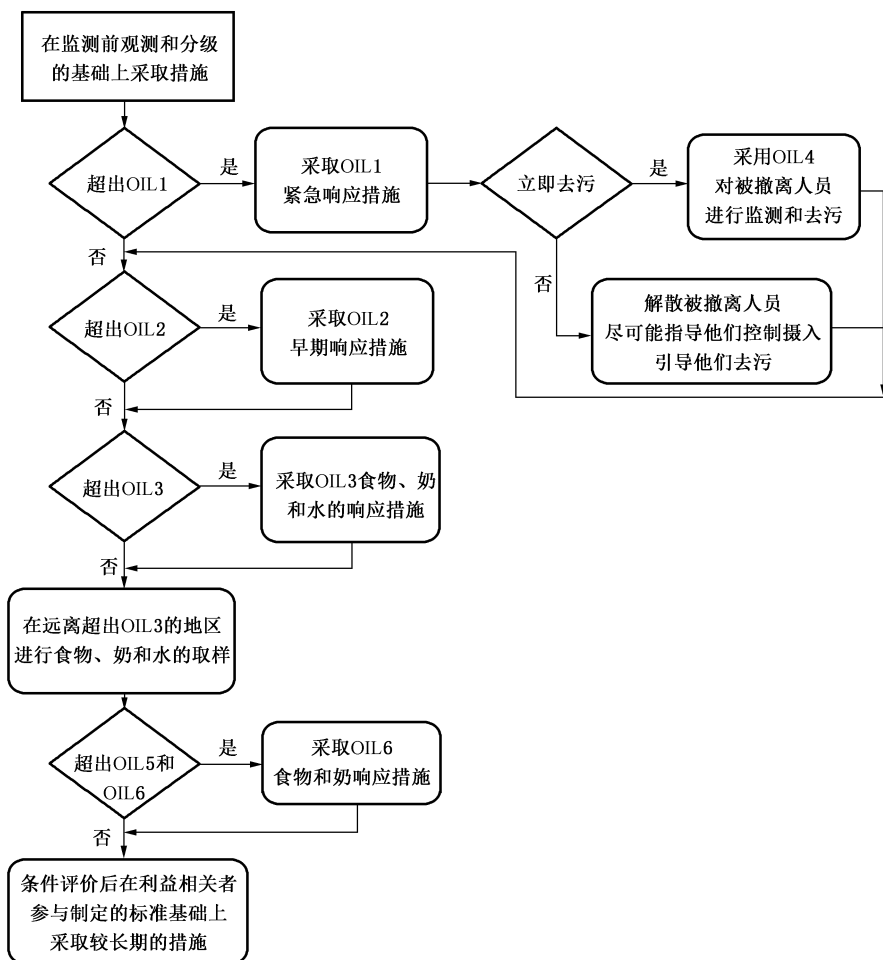
(规范性附录)

## 现场测量的操作干预水平预置值

## C.1 大范围污染的核或辐射应急情况不同阶段评价要求

C.1.1 大范围(数百平方千米)污染以及可能涉及大量人群的核或辐射应急情况。为确保有效性,应急防护可分成紧急防护和早期防护两个阶段进行,即先采取紧急防护措施(如撤离),后采取早期防护措施(如避迁)。此类应急情况可能会在核设施(例如核电厂)遭受 I 或 II 类型威胁时发生。不同类型的威胁特征见 WS/T 366。

C.1.2 对大范围污染应急情况的评价过程如图 C.1 所示。在获得辐射监测数据前,应根据现场观测到的情况或应急事件类型,确定首先需要采取的防护措施。图 C.1 所示的由现场测量获得的 OIL1~OIL3, 预置值见表 C.1。由实验室分析样品获得的 OIL5 和 OIL6, 预置值见表 D.1 和表 D.2。



注：本图来源于文献[4]。

图 C.1 大范围污染的核或辐射应急评价过程



- C.1.3 在数小时内,应确定地面沉积水平超过或有可能超过 OIL1(即 OIL1 预置值)的地区,以采取适当的紧急防护措施(例如撤离、停止对当地食物产品消费),以及对撤离人员的健康评估。
- C.1.4 在数小时内,应采取措施减少污染对超过 OIL1 地区人员的影响。如果没有超过 OIL4,在可行情况下,应对撤离人员进行监测和去污。如果监测和去污不能立即进行,应指导其采取措施减少不慎食入放射性污染物,告诫其及时洗浴和更换衣物。在应急情况下,确定是否超过 OIL4 水平十分困难。因此,任何可能受污染的人员(包括那些被监测的污染水平低于 OIL4 的人员),应采取措施减少不慎食入,并告诫其及时洗浴和更换衣物。对撤离的人员应进行剂量评估,并依据表 2 和表 3 要求采取相应的医疗措施。
- C.1.5 在 1 d 内,应确定地面沉积水平超过 OIL2 预置值的地区,并应采取早期防护措施(例如停止消费当地产的蔬菜、奶),并开始实施临时避迁。避迁应在一周内完成。
- C.1.6 在数天内,应确定地面沉积水平超过 OIL3 预置值的地区,并在筛查分析前应采取措施停止对当地产的蔬菜、奶的消费和水的饮用。筛查和分析应在一周内完成,筛查和分析的样品采集范围可能超过 100 km;并应采取措施限制对放射性核素活度浓度超过 OIL5 和 OIL6 的食物、奶和水的消费。
- C.1.7 在数天内,应确定受影响地区的核素混合物,若得到授权,还应修订用于决策的 OILs 值。
- C.1.8 对轻水堆严重工况引起的应急情况,可取<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs 作为标记放射性核素(指示剂)来确定食物、奶或水是否能安全食用。样品分析时较容易识别的<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs,它们可代表所有其他放射性核素,不需做广泛的同位素分析就可决定是否需要采取防护行动和其他的响应行动。表 D.4 给出了<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs 用活度浓度(Bq/kg)表示的 OIL7 预置值,它可取代它们各自的 OIL5 和 OIL6 预置值。
- C.1.9 在应急事件发生之后,应在对情况详细评估并与有关机构协商后的基础上,采取进一步的防护措施。

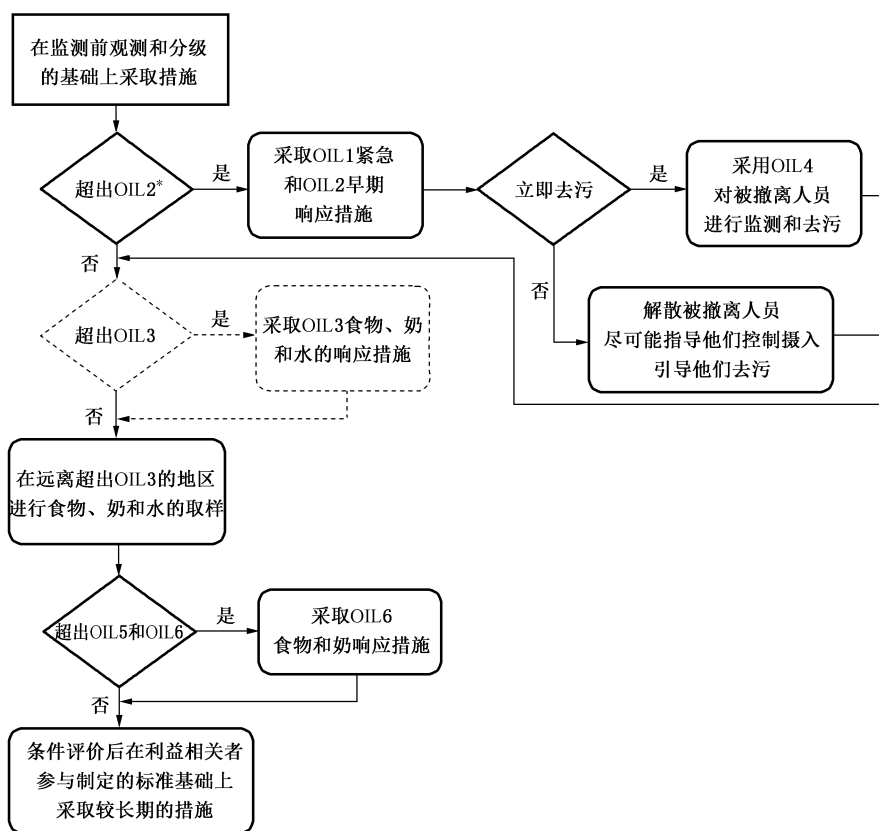
## C.2 中等范围污染的核或辐射应急情况不同阶段评价要求

- C.2.1 中等范围(数十平方千米)污染以及可能涉及大量人员的核或辐射应急情况,采取的紧急防护措施和早期防护措施,无需分两阶段进行。此类应急情况一般由放射性散布装置爆炸或危险辐射源损坏所致。
- C.2.2 中等范围污染的核或辐射应急情况的评价过程如图 C.2 所示。在获得辐射监测数据前,应根据现场观测到的情况或应急事件类型,确定首先需要采取的防护措施。图 C.1 和图 C.2 所示现场测量获得的 OIL1~OIL3,其预置值见表 C.1。由实验室分析样品获得的 OIL5 和 OIL6,其预置值见表 D.1 和表 D.2。
- C.2.3 在数小时内,应确定地面沉积超过 OIL2 预置值的地区,并在该地区采取适当的紧急防护措施和早期防护措施。对撤离人员应进行剂量评估,并依据表 2 和表 3 要求采取相应的医疗措施。
- C.2.4 若超过 OIL4,条件允许时,应对撤离人员进行剂量监测和去污。若监测或去污无法及时实施,可指导其采取措施减少不慎食入,告诫其及时洗浴和更换衣物。在应急情况下,监测 OIL4 水平可能十分困难,因此,任何可能受污染的人员(包括污染水平低于 OIL4 的人员)应采取措施减少不慎食入,并告诫其及时洗浴和更换衣物。
- C.2.5 在数天内,应确定地面沉积水平超过 OIL3 预置值的地区,并在筛查分析前需采取措施停止对雨

水和当地产的蔬菜和奶的消费。如果只有少量食物(如产于当地的水果和蔬菜)以及非必需的食物受到影响,本步骤可以省略;而代之以限制消费所有可能被污染的食物。在数千米范围内的食物、奶和雨水应进行筛查和分析,并采取措施限制对放射性核素活度浓度超过 OIL5 和 OIL6 水平的食物、奶和雨水的消费。

C.2.6 在数天内,应确定受影响地区的核素混合物。若有必要,应修订用于决策的 OILs 值。如因轻水堆严重工况引起的应急情况,可参照 C.1.8 办法实施。

C.2.7 在应急事件发生后,应在对情况详细评估并与有关机构协商后的基础上,采取进一步的防护措施。



注:本图来源于文献[4]。

.....:可能不需要;

\*:对于这类应急,在超出 OIL2 地区需同时采取 OIL1 紧急和 OIL2 早期防护措施。

图 C.2 中等范围污染的核或辐射应急事件评价过程

### C.3 不同 OILs 的预置值

C.3.1 表 C.1 给出了环境和皮肤现场监测结果的 OILs 预置值。现场监测得到的 OILs 值包括  $\gamma$  辐射剂量率[OIL( $\gamma$ )]、 $\beta$  辐射计数每秒[OIL( $\beta$ )]和  $\alpha$  辐射计数每秒[OIL( $\alpha$ )] 三种表达形式。若超出了三者中的任何一种,则超出了 OILs。这些 OILs 值适用于各种放射性核素的应急情况(如反应堆燃料熔化释放的裂变产物等)。

表 C.1 现场监测获得的 OILs 预置值及其响应行动

监测项目	OILs 预置值 <sup>a</sup>	超出 OILs 时的响应行动(酌情)
环境	OIL1 距表面或源 1 m 的 $\gamma$ 剂量率 1 000 $\mu\text{Sv/h}$ 表面 $\beta$ 污染直接测量值 <sup>f</sup> 2 000 计数/s 表面 $\alpha$ 污染直接测量值 <sup>g</sup> 50 计数/s	——立即撤离或提供坚固的避难所 <sup>b</sup> ——对撤离人员进行去污 <sup>c</sup> ——减少不慎食入 <sup>d</sup> ——停止食用当地农产品 <sup>e</sup> 、雨水和当地放牧动物的奶 ——撤离人员登记并体检 ——若个人接触过在 1 m 处剂量率等于或超过 1 000 $\mu\text{Sv/h}$ 的辐射源 <sup>f</sup> , 需立即进行体检
	OIL2 距表面或源 1 m 的 $\gamma$ 剂量率 100 $\mu\text{Sv/h}$ 表面 $\beta$ 污染直接测量值 <sup>g</sup> 200 计数/s 表面 $\alpha$ 污染直接测量值 <sup>g</sup> 10 计数/s	——在筛查前停止食用当地农产品 <sup>e</sup> 、雨水和当地放牧动物的奶, 并对其污染水平使用 OIL5 和 OIL6 进行评价 ——在该地区居住的人员暂时避迁, 避迁前减少不慎食入 <sup>d</sup> , 登记和评价该地区居住人员所受的剂量以确定是否需要医学筛查, 应在数日内开始对可能受到最大剂量照射地区的人员实施避迁 ——若个人接触过在 1 m 处剂量率等于或超过 100 $\mu\text{Sv/h}$ 的辐射源 <sup>f</sup> , 应体检和进行剂量评估。如孕妇接触了这种源, 应立刻体检和进行剂量评估
	OIL3 距表面或源 1 m 的 $\gamma$ 剂量率 1 $\mu\text{Sv/h}$ 表面 $\beta$ 污染直接测量值 <sup>g,j</sup> 20 计数/s 表面 $\alpha$ 污染直接测量值 <sup>g,j,i</sup> 2 计数/s	——停止食用非必需的 <sup>b</sup> 当地农产品 <sup>e</sup> 、雨水和当地放牧动物的奶 <sup>i</sup> , 直到使用 OIL5 和 OIL6 对其进行筛查及污染水平的评价 ——筛查距离 OIL3 值超标地区至少 10 倍距离的地区农产品、雨水和在该地区放牧动物的奶 <sup>i</sup> , 使用 OIL5 和 OIL6 进行评价 ——若不能立即得到必需的当地农产品 <sup>b</sup> 或奶的替代物, 应考虑提供稳定性碘对甲状腺阻断措施 <sup>k</sup> , 以防止新鲜变产物 <sup>l</sup> 和放射性碘的污染 ——对可能食用来自受限制地区的食物、奶或雨水的人员, 应对其进行剂量评价, 以确定是否有需要进行医学筛查
皮肤	OIL4 距表面 10 cm 的 $\gamma$ 剂量率 1 $\mu\text{Sv/h}$ 皮肤 $\beta$ 污染直接测量值 <sup>g</sup> 1 000 计数/s 皮肤 $\alpha$ 污染直接测量值 <sup>g</sup> 50 计数/s	——皮肤表面去污 <sup>c</sup> 和减少不慎食入 <sup>d</sup> ——登记和体检

注: 本表来源于文献[4]。

表 C.1 (续)

监测项目	OILs 预置值 <sup>a</sup>	超出 OILs 时的响应行动(酌情)
		<p><sup>a</sup> 一旦知道实际涉及哪些放射性核素,应立即对 OILs 进行修订。作为准备过程的一部分,必要时还应修订 OILs,使其更符合应急响应期间使用的仪器。但本表中的预置值无需修订即可使用,以便立即得出一个保守的评价。</p> <p><sup>b</sup> 在多层建筑物或砖石建筑物内部封闭大厅,且远离墙壁和窗户。</p> <p><sup>c</sup> 若立即去污不可实现,建议撤离的人员立即洗浴并更换衣物。</p> <p><sup>d</sup> 建议撤离的人员不应饮水、进食或吸烟;在清洗前,双手不要接触口部。</p> <p><sup>e</sup> 在户外生长、可直接受到受污染的、并在数星期内供消费的当地农产品(如蔬菜)。</p> <p><sup>f</sup> 外照射剂量率预置值,只适用于密封危险源,在应急情况下无需修改。</p> <p><sup>g</sup> 基于良好的污染监测实践所定的预置值,一般指 100 cm<sup>2</sup> 的平均值。</p> <p><sup>h</sup> 限制必需食品会导致严重的健康效应(如严重营养不良),因此,只有在能获得替代食品时,才能限制消费必需食品。</p> <p><sup>i</sup> 对于在该地区放牧的个体较小的动物(如山羊)产的奶,使用 OIL3 的 1/10 值。</p> <p><sup>j</sup> 短寿命自然产生的氡子体通过雨水沉积,会导致计数率 4 倍或更多倍于本底计数率。不应将这些计数率与应急导致的计数率相混淆。停雨后,由于氡子体导致的计数率将迅速下降,能在数小时内回到本底水平。</p> <p><sup>k</sup> 只适用于几天内并且没有获得替代食物时。</p> <p><sup>l</sup> 在最近一个月产生的裂变产物含有大量的碘。</p>

C.3.2 表 C.1 中的 OILs 预置值与表 2 和表 3 的剂量值是一致的。在制定 OILs 值时,应考虑所有人员(包括儿童和孕妇)及所有日常活动情况(如儿童户外玩耍)。经计算获得的 OILs 值,要确保所采取的防护措施能防止毒性最大的放射性核素的健康影响。因此,OILs 值对于很多放射性核素来说是过于保守的,一旦知道涉及哪些核素应尽快修订 OILs 值。

C.3.3 作为最低准则,如果由污染监测仪器提供的响应条件与制定 OILs 值所假设的条件相同或更为保守时,则认为它是适用的 OILs 值。

以下程序可用于验证某个仪器是否满足最低准则,并能用于表 C.1 中 OIL1、OIL2 和 OIL4 的预置值:

- 确保仪器能显示表 C.1 中 OILs 值所有范围(计数每秒或计数每分钟)。
- 对于  $\beta$  探测器,确保其既能探测到高能  $\beta$  发射体(如<sup>32</sup>P),又能探测到低能  $\beta$  发射体(如<sup>14</sup>C);但不要求能探测到非常弱的发射体(如<sup>63</sup>Ni)。
- 对发射高、低能  $\beta$  的放射性核素和发射  $\alpha$  的放射性核素(当可行时),利用测量的(如从刻度因子导出的)或已知的  $4\pi$  效率(如由制造商提供的)按式(C.1)来计算仪器响应(IC):

$$IC = W \times \theta \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

IC —— 仪器响应,单位为 cm<sup>2</sup> · s<sup>-1</sup> · Bq<sup>-1</sup>;

W —— 探测器窗口有效面积,单位为平方厘米(cm<sup>2</sup>);

$\theta$  —— 在接近表面和在理想条件下  $4\pi$  几何条件下能量依赖效率,单位为计数 · s<sup>-1</sup> · Bq<sup>-1</sup>。

d) 若计算的  $IC$  值大于或等于如下值,则仪器可适合:

- 对中能或高能  $\beta$  发射体(如 $^{36}\text{Cl}$ )取 1;
- 对低能  $\beta$  发射体(如 $^{14}\text{C}$ )取 0.2;
- 对  $\alpha$  发射体取 0.5。

$\beta$  探测器应同时满足高能和低能  $\beta$  辐射的测量。

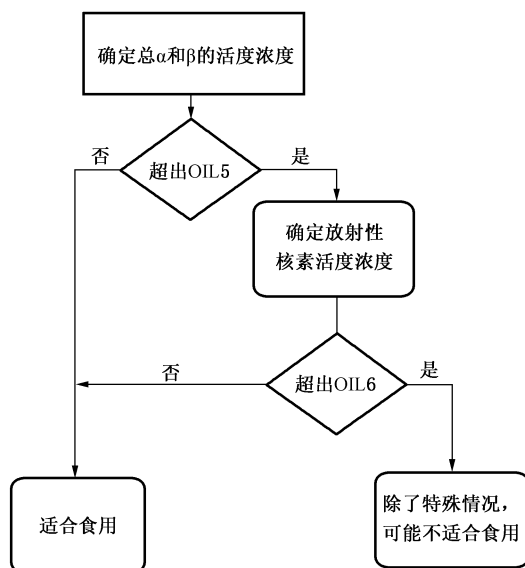
**C.3.4** 这些准则的建立使大多数常用的污染监测仪器给出的响应等于或高于(即更为保守)在制定 OILs 预置值时设定的响应。由于探测器有效面积不同,满足这些最低准则的仪器响应可能会有高达 20 倍的变化。因此,若有必要,应修订表 C.1 中的 OILs 值,使其更符合应急响应中使用的仪表特性。这些工作应在应急准备过程中完成。

## 附录 D

(规范性附录)

## 实验室样品分析和甲状腺监测的操作干预水平预置值

D.1 食物、奶和水中放射性核素活度浓度的评价程序见图 D.1。



注：本图来源于文献[4]。

图 D.1 食物、奶和水中放射性核素活度浓度的评价程序

D.2 首先在大范围内筛查可能受到污染的食物并进行分析,如果评估总 $\alpha$ 和 $\beta$ 活度浓度比评估单个放射性核素活度浓度更迅速,应当确定总 $\alpha$ 和 $\beta$ 活度浓度。由实验室分析获得的食物、奶和水放射性活度浓度的 OILs 预置值列于表 D.1。根据 OIL5 水平采用不同的响应措施。若超过了表 D.2 中 OIL6 水平,应停止食用非必需食物、奶或水,并替换必需的食物,或者在无替代品情况下实施居民避迁。最后,依据国家有关规定来确定在应急事件之后这些食物、奶或水是否适合长期消费,依据国际有关规定来确定这些食物、奶或水是否适合国际贸易。

表 D.1 实验室分析食物、奶和水给出的放射性活度浓度 OILs 预置值及其响应措施

OIL5 Bq/kg	响应措施
总 $\beta$ :100 或总 $\alpha$ :5	高于 OIL5:使用 OIL6 进行评估; 低于 OIL5:在应急阶段的消费是安全的
注:本表来源于文献[4]。	

**D.3** 表 D.1 和表 D.2 给出了食物、奶和水的 OIL6 值(参考表 D.3)。这些 OILs 值适用于供人食用的食物、奶和水中的放射性核素,但不适用于干制食物或浓缩食物。表 D.1 和表 D.2 中食物、奶和水的 OILs 值是根据以下保守假设计算出来的:

- 所有食物、奶和水在事件初就受到污染,并被食用一整年;
- 使用最严格的年龄相关的剂量转换因子和摄入速率(如婴儿所用的数据)。

此处使用了 10 mSv/a 的通用准则(而不是如表 3 中必须采取早期防护行动的 100 mSv/a),以确保从该地区避迁居民每年受到的总剂量(包括食入的剂量)不会大于 100 mSv/a。

**D.4** 放射性核素<sup>40</sup>K 普遍存在于食物和水中,它不会在人体内累积,而是维持在一个与摄入量无关的恒定水平。因此,在单独确定总钾含量后应减掉<sup>40</sup>K 的贡献。在天然钾中包含的<sup>40</sup>K 的 β 活度是 27.6 Bq/g,此因子用于计算由<sup>40</sup>K 导致的 β 活度。

**D.5** 若式(D.1)的条件得到满足,则食物、奶和水中的放射性核素活度浓度就超出 OIL6:

$$\sum_i \frac{c_{f,i}}{\text{OIL6}_i} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- $c_{f,i}$  ——食物、奶和水中放射性核素  $i$  的活度浓度,单位为贝可每千克(Bq/kg);
- $\text{OIL6}_i$  ——表 D.2 中放射性核素  $i$  的活度浓度,单位为贝可每千克(Bq/kg)。

**D.6** 若食物、奶和水中的放射性核素活度浓度超过 OIL6,应采取如下行动:

- 停止食用非必需的该类食物、奶或水,并根据实际食用率进行评价。立即更换必需的食物、奶和水;若无可替代的食物、奶和水时,应避迁居民;
- 对于裂变产物(如含碘)和碘的污染,若无法立即提供必需的食物、奶或水的替代品,考虑提供稳定性碘对甲状腺阻断的措施;
- 对那些可能已食用来自限制地区的食物、奶或水的人员,应进行剂量评估,以确定是否需要进行医学筛查。

OIL5 和 OIL6 用于与来自堆芯和乏燃料池释放无关的其他应急事件。

**D.7** 在由轻水堆严重工况引起的应急时,可取<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs 作为标记放射性核素(指示剂)来确定食物、奶或水是否能安全食用。样品分析时较容易识别的<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs,它们可代表所有其他放射性核素(如<sup>90</sup>Sr、<sup>134</sup>Cs),不需做广泛的同位素分析就可决定是否采取防护行动和其他的响应行动。表 D.4 给出了用活度浓度(Bq/kg)表示的<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs 两种放射性核素的 OIL7 预置值,它可取代 OIL5 和 OIL6 的预置值。由于能代表所有其他放射性核素(如<sup>90</sup>Sr、<sup>134</sup>Cs),故表 D.4 的数值小于表 D.2 相应的数值。

利用 OIL7 评估活度浓度水平前,应停止食用和分发非必需的当地生产的食物、野生食物(如蘑菇和野味),放牧动物的奶、雨水和动物饲料。

采样和分析计划在应急事件后一周内实施。核实食物、水和奶的控制情况,保证其活度浓度要低于表 D.4 的 OIL7 值。如果生活必需的食物和水污染水平已超过 OIL7 值,而且不能提供替代食物和水的地区,则要求将人员迁出该地区。

**D.8** 登记来自于预防性行动区(PAZ)和紧急防护行动计划区(UPZ)的人员,受照 1 d 后需监测甲状腺和皮肤受照剂量,超过 6 d 则应尽快实施监测,确认其皮肤和甲状腺的监测结果是否超过 OIL4 和 OIL8 预置值。对可能已食用了污染水平超过 OIL7(见表 D.4)的食物、奶或水的人员和甲状腺剂量率超过 OIL8(见表 D.5)的人员,应考虑是否需要医学检查和其他响应行动。

表 D.2 实验室分析食物、奶和水给出的放射性核素 OIL6 预置值 单位为贝可每千克

放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值
$^3\text{H}$	$2 \times 10^5$	$^{54}\text{Mn}$	$9 \times 10^3$	$^{76}\text{Br}$	$3 \times 10^6$	$^{95\text{m}}\text{Tc}^{\text{a}}$	$3 \times 10^4$
$^7\text{Be}$	$7 \times 10^5$	$^{56}\text{Mn}$	$3 \times 10^7$	$^{77}\text{Br}$	$5 \times 10^6$	$^{96}\text{Tc}$	$2 \times 10^5$
$^{10}\text{Be}$	$3 \times 10^3$	$^{52}\text{Fe}^{\text{a}}$	$2 \times 10^6$	$^{82}\text{Br}$	$1 \times 10^6$	$^{96\text{m}}\text{Tc}$	$2 \times 10^9$
$^{11}\text{C}$	$2 \times 10^9$	$^{55}\text{Fe}$	$1 \times 10^4$	$^{81}\text{Rb}$	$8 \times 10^7$	$^{97}\text{Tc}$	$4 \times 10^4$
$^{14}\text{C}$	$1 \times 10^4$	$^{59}\text{Fe}$	$9 \times 10^3$	$^{83}\text{Rb}$	$7 \times 10^3$	$^{97\text{m}}\text{Tc}$	$2 \times 10^4$
$^{18}\text{F}$	$2 \times 10^8$	$^{60}\text{Fe}$	$7 \times 10^1$	$^{84}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$^{98}\text{Tc}$	$2 \times 10^3$
$^{22}\text{Na}$	$2 \times 10^3$	$^{55}\text{Co}$	$1 \times 10^6$	$^{86}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$^{99}\text{Tc}$	$4 \times 10^3$
$^{24}\text{Na}$	$4 \times 10^6$	$^{56}\text{Co}$	$4 \times 10^3$	$^{87}\text{Rb}$	$2 \times 10^3$	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$2 \times 10^8$
$^{28}\text{Mg}^{\text{a}}$	$4 \times 10^5$	$^{57}\text{Co}$	$2 \times 10^4$	$^{82}\text{Sr}^{\text{a}}$	$5 \times 10^3$	$^{97}\text{Ru}$	$2 \times 10^6$
$^{26}\text{Al}$	$1 \times 10^3$	$^{58}\text{Co}$	$2 \times 10^4$	$^{85}\text{Sr}$	$3 \times 10^4$	$^{103}\text{Ru}^{\text{a}}$	$3 \times 10^4$
$^{31}\text{Si}$	$5 \times 10^7$	$^{58\text{m}}\text{Co}$	$9 \times 10^7$	$^{85\text{m}}\text{Sr}$	$3 \times 10^9$	$^{105}\text{Ru}$	$2 \times 10^7$
$^{32}\text{Si}^{\text{a}}$	$9 \times 10^2$	$^{60}\text{Co}$	$8 \times 10^2$	$^{87\text{m}}\text{Sr}$	$3 \times 10^8$	$^{106}\text{Ru}^{\text{a}}$	$6 \times 10^2$
$^{32}\text{P}$	$2 \times 10^4$	$^{59}\text{Ni}$	$6 \times 10^4$	$^{89}\text{Sr}$	$6 \times 10^3$	$^{99}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$
$^{33}\text{P}$	$1 \times 10^5$	$^{63}\text{Ni}$	$2 \times 10^4$	$^{90}\text{Sr}^{\text{a}}$	$2 \times 10^2$	$^{101}\text{Rh}$	$8 \times 10^3$
$^{35}\text{S}$	$1 \times 10^4$	$^{65}\text{Ni}$	$4 \times 10^7$	$^{91}\text{Sr}$	$3 \times 10^6$	$^{102}\text{Rh}$	$2 \times 10^3$
$^{36}\text{Cl}$	$3 \times 10^3$	$^{64}\text{Cu}$	$1 \times 10^7$	$^{92}\text{Sr}$	$2 \times 10^7$	$^{102\text{m}}\text{Rh}$	$5 \times 10^3$
$^{38}\text{Cl}$	$3 \times 10^8$	$^{67}\text{Cu}$	$8 \times 10^5$	$^{87}\text{Y}^{\text{a}}$	$4 \times 10^5$	$^{103\text{m}}\text{Rh}$	$5 \times 10^9$
$^{40}\text{K}$	NA <sup>b,c</sup>	$^{65}\text{Zn}$	$2 \times 10^3$	$^{88}\text{Y}$	$9 \times 10^3$	$^{105}\text{Rh}$	$1 \times 10^6$
$^{42}\text{K}$	$3 \times 10^6$	$^{69}\text{Zn}$	$6 \times 10^8$	$^{90}\text{Y}$	$9 \times 10^4$	$^{103}\text{Pd}^{\text{a}}$	$2 \times 10^5$
$^{43}\text{K}$	$4 \times 10^6$	$^{69\text{m}}\text{Zn}^{\text{a}}$	$3 \times 10^6$	$^{91}\text{Y}$	$5 \times 10^3$	$^{107}\text{Pd}$	$7 \times 10^4$
$^{41}\text{Ca}$	$4 \times 10^4$	$^{67}\text{Ga}$	$1 \times 10^6$	$^{91\text{m}}\text{Y}$	$2 \times 10^9$	$^{109}\text{Pd}^{\text{a}}$	$2 \times 10^6$
$^{45}\text{Ca}$	$8 \times 10^3$	$^{68}\text{Ga}$	$2 \times 10^8$	$^{92}\text{Y}$	$1 \times 10^7$	$^{105}\text{Ag}$	$5 \times 10^4$
$^{47}\text{Ca}^{\text{a}}$	$5 \times 10^4$	$^{72}\text{Ga}$	$1 \times 10^6$	$^{93}\text{Y}$	$1 \times 10^6$	$^{108\text{m}}\text{Ag}^{\text{a}}$	$2 \times 10^3$
$^{44}\text{Sc}$	$1 \times 10^7$	$^{68}\text{Ge}^{\text{a}}$	$3 \times 10^3$	$^{88}\text{Zr}$	$3 \times 10^4$	$^{110\text{m}}\text{Ag}^{\text{a}}$	$2 \times 10^3$
$^{46}\text{Sc}$	$8 \times 10^3$	$^{71}\text{Ge}$	$5 \times 10^6$	$^{93}\text{Zr}$	$2 \times 10^4$	$^{111}\text{Ag}$	$7 \times 10^4$
$^{47}\text{Sc}$	$4 \times 10^5$	$^{77}\text{Ge}$	$6 \times 10^6$	$^{95}\text{Zr}^{\text{a}}$	$6 \times 10^3$	$^{109}\text{Cd}^{\text{a}}$	$3 \times 10^3$
$^{48}\text{Sc}$	$3 \times 10^5$	$^{72}\text{As}$	$4 \times 10^5$	$^{97}\text{Zr}^{\text{a}}$	$5 \times 10^5$	$^{113\text{m}}\text{Cd}$	$4 \times 10^2$
$^{44}\text{Ti}^{\text{a}}$	$6 \times 10^2$	$^{73}\text{As}$	$3 \times 10^4$	$^{93\text{m}}\text{Nb}$	$2 \times 10^4$	$^{115}\text{Cd}^{\text{a}}$	$2 \times 10^5$
$^{48}\text{V}$	$3 \times 10^4$	$^{74}\text{As}$	$3 \times 10^4$	$^{94}\text{Nb}$	$2 \times 10^3$	$^{115\text{m}}\text{Cd}$	$6 \times 10^3$
$^{49}\text{V}$	$2 \times 10^5$	$^{76}\text{As}$	$4 \times 10^5$	$^{95}\text{Nb}$	$5 \times 10^4$	$^{111}\text{In}$	$1 \times 10^6$
$^{51}\text{Cr}$	$8 \times 10^5$	$^{77}\text{As}$	$1 \times 10^6$	$^{97}\text{Nb}$	$2 \times 10^8$	$^{113\text{m}}\text{In}$	$4 \times 10^8$
$^{52}\text{Mn}$	$1 \times 10^5$	$^{75}\text{Se}$	$4 \times 10^3$	$^{93}\text{Mo}$	$3 \times 10^3$	$^{114\text{m}}\text{In}^{\text{a}}$	$3 \times 10^3$
$^{53}\text{Mn}$	$9 \times 10^4$	$^{79}\text{Se}$	$7 \times 10^2$	$^{99}\text{Mo}^{\text{a}}$	$5 \times 10^5$	$^{115\text{m}}\text{In}$	$5 \times 10^7$



表 D.2 (续)

单位为贝可每千克

放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值
$^{113}\text{Sn}^a$	$1 \times 10^4$	$^{132}\text{Cs}$	$4 \times 10^5$	$^{150b}\text{Eu}$	$3 \times 10^6$	$^{182}\text{Hf}^a$	$1 \times 10^3$
$^{117m}\text{Sn}$	$7 \times 10^4$	$^{134}\text{Cs}$	$1 \times 10^3$	$^{150a}\text{Eu}$	$4 \times 10^3$	$^{178a}\text{Ta}$	$1 \times 10^8$
$^{119m}\text{Sn}$	$1 \times 10^4$	$^{134m}\text{Cs}$	$3 \times 10^8$	$^{152}\text{Eu}$	$3 \times 10^3$	$^{179}\text{Ta}$	$6 \times 10^4$
$^{121m}\text{Sn}^a$	$5 \times 10^3$	$^{135}\text{Cs}$	$9 \times 10^3$	$^{152m}\text{Eu}$	$4 \times 10^6$	$^{182}\text{Ta}$	$5 \times 10^3$
$^{123}\text{Sn}$	$3 \times 10^3$	$^{136}\text{Cs}$	$4 \times 10^4$	$^{154}\text{Eu}$	$2 \times 10^3$	$^{178}\text{W}^a$	$2 \times 10^5$
$^{125}\text{Sn}$	$2 \times 10^4$	$^{137}\text{Cs}^a$	$2 \times 10^3$	$^{155}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$^{181}\text{W}$	$1 \times 10^5$
$^{126}\text{Sn}^a$	$5 \times 10^2$	$^{131}\text{Ba}^a$	$1 \times 10^5$	$^{156}\text{Eu}$	$2 \times 10^4$	$^{185}\text{W}$	$2 \times 10^4$
$^{122}\text{Sb}$	$2 \times 10^5$	$^{133}\text{Ba}$	$3 \times 10^3$	$^{146}\text{Gd}^a$	$8 \times 10^3$	$^{187}\text{W}$	$1 \times 10^6$
$^{124}\text{Sb}$	$5 \times 10^3$	$^{133m}\text{Ba}$	$9 \times 10^5$	$^{148}\text{Gd}$	$1 \times 10^2$	$^{188}\text{W}^a$	$3 \times 10^3$
$^{125}\text{Sb}^a$	$3 \times 10^3$	$^{140}\text{Ba}^a$	$1 \times 10^4$	$^{153}\text{Gd}$	$2 \times 10^4$	$^{184}\text{Re}$	$2 \times 10^4$
$^{126}\text{Sb}$	$3 \times 10^4$	$^{137}\text{La}$	$4 \times 10^4$	$^{159}\text{Gd}$	$2 \times 10^6$	$^{184m}\text{Re}^a$	$3 \times 10^3$
$^{121}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$^{140}\text{La}$	$2 \times 10^5$	$^{157}\text{Tb}$	$9 \times 10^4$	$^{186}\text{Re}$	$1 \times 10^5$
$^{121m}\text{Te}^a$	$3 \times 10^3$	$^{139}\text{Ce}$	$3 \times 10^4$	$^{158}\text{Tb}$	$3 \times 10^3$	$^{187}\text{Re}$	$5 \times 10^5$
$^{123m}\text{Te}$	$5 \times 10^3$	$^{141}\text{Ce}$	$3 \times 10^4$	$^{160}\text{Tb}$	$7 \times 10^3$	$^{188}\text{Re}$	$7 \times 10^5$
$^{125m}\text{Te}$	$1 \times 10^4$	$^{143}\text{Ce}$	$5 \times 10^5$	$^{159}\text{Dy}$	$7 \times 10^4$	$^{189}\text{Re}$	$8 \times 10^5$
$^{127}\text{Te}$	$1 \times 10^7$	$^{144}\text{Ce}^a$	$8 \times 10^2$	$^{165}\text{Dy}$	$7 \times 10^7$	$^{185}\text{Os}$	$2 \times 10^4$
$^{127m}\text{Te}^a$	$3 \times 10^3$	$^{142}\text{Pr}$	$6 \times 10^5$	$^{166}\text{Dy}^a$	$6 \times 10^4$	$^{191}\text{Os}$	$8 \times 10^4$
$^{129}\text{Te}$	$2 \times 10^8$	$^{143}\text{Pr}$	$4 \times 10^4$	$^{166}\text{Ho}$	$5 \times 10^5$	$^{191m}\text{Os}$	$1 \times 10^7$
$^{129m}\text{Te}^a$	$6 \times 10^3$	$^{147}\text{Nd}$	$6 \times 10^4$	$^{166m}\text{Ho}$	$2 \times 10^3$	$^{193}\text{Os}$	$7 \times 10^5$
$^{131}\text{Te}$	$4 \times 10^8$	$^{149}\text{Nd}$	$8 \times 10^7$	$^{169}\text{Er}$	$2 \times 10^5$	$^{194}\text{Os}^a$	$8 \times 10^2$
$^{131m}\text{Te}$	$3 \times 10^5$	$^{143}\text{Pm}$	$3 \times 10^4$	$^{171}\text{Er}$	$6 \times 10^6$	$^{189}\text{Ir}$	$2 \times 10^5$
$^{132}\text{Te}^a$	$5 \times 10^4$	$^{144}\text{Pm}$	$6 \times 10^3$	$^{167}\text{Tm}$	$1 \times 10^5$	$^{190}\text{Ir}$	$6 \times 10^4$
$^{123}\text{I}$	$5 \times 10^6$	$^{145}\text{Pm}$	$3 \times 10^4$	$^{170}\text{Tm}$	$5 \times 10^3$	$^{192}\text{Ir}$	$8 \times 10^3$
$^{124}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$^{147}\text{Pm}$	$1 \times 10^4$	$^{171}\text{Tm}$	$3 \times 10^4$	$^{194}\text{Ir}$	$6 \times 10^5$
$^{125}\text{I}$	$1 \times 10^3$	$^{148m}\text{Pm}^a$	$1 \times 10^4$	$^{169}\text{Yb}$	$3 \times 10^4$	$^{188}\text{Pt}^a$	$6 \times 10^4$
$^{126}\text{I}$	$2 \times 10^3$	$^{149}\text{Pm}$	$3 \times 10^5$	$^{175}\text{Yb}$	$4 \times 10^5$	$^{191}\text{Pt}$	$9 \times 10^5$
$^{129}\text{I}$	NA <sup>d</sup>	$^{151}\text{Pm}$	$8 \times 10^5$	$^{172}\text{Lu}$	$1 \times 10^5$	$^{193}\text{Pt}$	$8 \times 10^4$
$^{131}\text{I}$	$3 \times 10^3$	$^{145}\text{Sm}$	$2 \times 10^4$	$^{173}\text{Lu}$	$2 \times 10^4$	$^{193m}\text{Pt}$	$3 \times 10^5$
$^{132}\text{I}$	$2 \times 10^7$	$^{147}\text{Sm}$	$1 \times 10^2$	$^{174}\text{Lu}$	$1 \times 10^4$	$^{195m}\text{Pt}$	$3 \times 10^5$
$^{133}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$^{151}\text{Sm}$	$3 \times 10^4$	$^{174m}\text{Lu}$	$1 \times 10^4$	$^{197}\text{Pt}$	$2 \times 10^6$
$^{134}\text{I}$	$2 \times 10^8$	$^{153}\text{Sm}$	$5 \times 10^5$	$^{177}\text{Lu}$	$2 \times 10^5$	$^{197m}\text{Pt}$	$1 \times 10^8$
$^{135}\text{I}$	$2 \times 10^6$	$^{147}\text{Eu}$	$8 \times 10^4$	$^{172}\text{Hf}^a$	$2 \times 10^3$	$^{193}\text{Au}$	$8 \times 10^6$
$^{129}\text{Cs}$	$1 \times 10^7$	$^{148}\text{Eu}$	$2 \times 10^4$	$^{175}\text{Hf}$	$3 \times 10^4$	$^{194}\text{Au}$	$1 \times 10^6$
$^{131}\text{Cs}$	$2 \times 10^6$	$^{149}\text{Eu}$	$9 \times 10^4$	$^{181}\text{Hf}$	$2 \times 10^4$	$^{195}\text{Au}$	$2 \times 10^4$

表 D.2 (续)

单位为贝可每千克

放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值	放射性核素	OIL6 预置值
<sup>198</sup> Au	$3 \times 10^5$	<sup>212</sup> Bi <sup>a</sup>	$7 \times 10^7$	<sup>233</sup> U	$1 \times 10^2$	<sup>244</sup> Am	$4 \times 10^6$
<sup>199</sup> Au	$5 \times 10^5$	<sup>210</sup> Po	5.0	<sup>234</sup> U	$2 \times 10^2$	<sup>240</sup> Cm	$4 \times 10^3$
<sup>194</sup> Hg <sup>a</sup>	$2 \times 10^2$	<sup>211</sup> At <sup>a</sup>	$2 \times 10^5$	<sup>235</sup> U <sup>a</sup>	$2 \times 10^2$	<sup>241</sup> Cm	$3 \times 10^4$
<sup>195</sup> Hg	$2 \times 10^7$	<sup>223</sup> Ra <sup>a</sup>	$4 \times 10^2$	<sup>236</sup> U	$2 \times 10^2$	<sup>242</sup> Cm	$5 \times 10^2$
<sup>195 m</sup> Hg	$8 \times 10^5$	<sup>224</sup> Ra <sup>a</sup>	$2 \times 10^3$	<sup>238</sup> U <sup>a</sup>	$1 \times 10^2$	<sup>243</sup> Cm	$6 \times 10^1$
<sup>197</sup> Hg	$1 \times 10^6$	<sup>225</sup> Ra <sup>a</sup>	$2 \times 10^2$	<sup>235</sup> Np	$7 \times 10^4$	<sup>244</sup> Cm	$7 \times 10^1$
<sup>197 m</sup> Hg	$2 \times 10^6$	<sup>226</sup> Ra <sup>a</sup>	$2 \times 10^1$	<sup>236 l</sup> Np <sup>a</sup>	$8 \times 10^2$	<sup>245</sup> Cm	$5 \times 10^1$
<sup>203</sup> Hg	$1 \times 10^4$	<sup>228</sup> Ra	3.0	<sup>236 s</sup> Np	$4 \times 10^6$	<sup>246</sup> Cm	$5 \times 10^1$
<sup>200</sup> Tl	$5 \times 10^6$	<sup>225</sup> Ac	$3 \times 10^3$	<sup>237</sup> Np <sup>a</sup>	$9 \times 10^1$	<sup>247</sup> Cm	$6 \times 10^1$
<sup>201</sup> Tl	$3 \times 10^6$	<sup>227</sup> Ac <sup>a</sup>	5.0	<sup>239</sup> Np	$4 \times 10^5$	<sup>248</sup> Cm	$1 \times 10^1$
<sup>202</sup> Tl	$2 \times 10^5$	<sup>228</sup> Ac	$7 \times 10^6$	<sup>236</sup> Pu	$1 \times 10^2$	<sup>247</sup> Bk	$2 \times 10^1$
<sup>204</sup> Tl	$3 \times 10^3$	<sup>227</sup> Th <sup>a</sup>	$9 \times 10^1$	<sup>237</sup> Pu	$2 \times 10^5$	<sup>249</sup> Bk	$1 \times 10^4$
<sup>201</sup> Pb	$2 \times 10^7$	<sup>228</sup> Th <sup>a</sup>	$2 \times 10^1$	<sup>238</sup> Pu	$5 \times 10^1$	<sup>248</sup> Cf	$2 \times 10^2$
<sup>202</sup> Pb <sup>a</sup>	$1 \times 10^3$	<sup>229</sup> Th <sup>a</sup>	8.0	<sup>239</sup> Pu	$5 \times 10^1$	<sup>249</sup> Cf	$2 \times 10^1$
<sup>203</sup> Pb	$2 \times 10^6$	<sup>230</sup> Th	$5 \times 10^1$	<sup>239</sup> Pu/ <sup>9</sup> Be	$5 \times 10^1$	<sup>250</sup> Cf	$4 \times 10^1$
<sup>205</sup> Pb	$2 \times 10^4$	<sup>231</sup> Th	$2 \times 10^6$	<sup>240</sup> Pu	$5 \times 10^1$	<sup>251</sup> Cf	$2 \times 10^1$
<sup>210</sup> Pb <sup>a</sup>	2.0	<sup>232</sup> Th	4.0	<sup>241</sup> Pu	$4 \times 10^3$	<sup>252</sup> Cf	$4 \times 10^1$
<sup>212</sup> Pb <sup>a</sup>	$2 \times 10^5$	<sup>234</sup> Th <sup>a</sup>	$8 \times 10^3$	<sup>242</sup> Pu	$5 \times 10^1$	<sup>253</sup> Cf	$3 \times 10^4$
<sup>205</sup> Bi	$7 \times 10^4$	<sup>230</sup> Pa	$5 \times 10^4$	<sup>244</sup> Pu <sup>a</sup>	$5 \times 10^1$	<sup>254</sup> Cf	$3 \times 10^1$
<sup>206</sup> Bi	$8 \times 10^4$	<sup>231</sup> Pa	$2 \times 10^1$	<sup>241</sup> Am	$5 \times 10^1$	<sup>253</sup> Es	$5 \times 10^3$
<sup>207</sup> Bi	$3 \times 10^3$	<sup>233</sup> Pa	$3 \times 10^4$	<sup>241</sup> Am/ <sup>9</sup> Be	$5 \times 10^1$		
<sup>210</sup> Bi	$1 \times 10^5$	<sup>230</sup> U <sup>a</sup>	$8 \times 10^2$	<sup>242 m</sup> Am <sup>a</sup>	$5 \times 10^1$		
<sup>210 m</sup> Bi	$2 \times 10^2$	<sup>232</sup> U	$2 \times 10^1$	<sup>243</sup> Am <sup>a</sup>	$5 \times 10^1$		

注：本表来源于文献[4]。

<sup>a</sup> 表示表 D.3 中列出的有子核的放射性核素；假设其子体核素与母核放射性核素已达到平衡，因此，在评价其是否符合 OILs 时，不需要单独考虑。

<sup>b</sup> NA：不适用。

<sup>c</sup> 认为食入 <sup>40</sup>K 的剂量不太重要，因为 <sup>40</sup>K 不在人体内累积，而是保持在一个与摄入量无关的恒定水平。

<sup>d</sup> 由于活度低，因此不是辐射的重要来源。

表 D.3 平衡放射性核素链

母体放射性核素	在 OIL6 评价中考虑到与母核达到平衡的子体 <sup>a</sup>
$^{28}\text{Mg}$	$^{28}\text{Al}$
$^{32}\text{Si}$	$^{32}\text{P}$
$^{47}\text{Ca}$	$^{47}\text{Sc}(3.8)$
$^{44}\text{Ti}$	$^{44}\text{Sc}$
$^{52}\text{Fe}$	$^{52\text{m}}\text{Mn}$
$^{69\text{m}}\text{Zn}$	$^{69}\text{Zn}(1.1)$
$^{68}\text{Ge}$	$^{68}\text{Ga}$
$^{90}\text{Sr}$	$^{90}\text{Y}$
$^{87}\text{Y}$	$^{87\text{m}}\text{Sr}$
$^{95}\text{Zr}$	$^{95}\text{Nb}(2.2)$
$^{97}\text{Zr}$	$^{97\text{m}}\text{Nb}(0.95)$ , $^{97}\text{Nb}$
$^{95\text{m}}\text{Tc}$	$^{95}\text{Tc}(0.041)$
$^{99}\text{Mo}$	$^{99\text{m}}\text{Tc}(0.96)$
$^{103}\text{Ru}$	$^{103\text{m}}\text{Rh}$
$^{106}\text{Ru}$	$^{106}\text{Rh}$
$^{103}\text{Pd}$	$^{103\text{m}}\text{Rh}$
$^{109}\text{Pd}$	$^{109\text{m}}\text{Ag}$
$^{108\text{m}}\text{Ag}$	$^{108}\text{Ag}(0.09)$
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$^{110}\text{Ag}(0.013)$
$^{109}\text{Cd}$	$^{109\text{m}}\text{Ag}$
$^{115}\text{Cd}$	$^{115\text{m}}\text{In}(1.1)$
$^{114\text{m}}\text{In}$	$^{114}\text{In}(0.96)$
$^{113}\text{Sn}$	$^{113\text{m}}\text{In}$
$^{121\text{m}}\text{Sn}$	$^{121}\text{Sn}(0.78)$
$^{126}\text{Sn}$	$^{126\text{m}}\text{Sb}$ , $^{126}\text{Sb}(0.14)$
$^{125}\text{Sb}$	$^{125\text{m}}\text{Te}(0.24)$
$^{121\text{m}}\text{Te}$	$^{121}\text{Te}$
$^{127\text{m}}\text{Te}$	$^{127}\text{Te}$
$^{129\text{m}}\text{Te}$	$^{129}\text{Te}(0.65)$

表 D.3 (续)

母体放射性核素	在 OIL6 评价中考虑到与母核达到平衡的子体 <sup>a</sup>
<sup>132</sup> Te	<sup>132</sup> I
<sup>137</sup> Cs	<sup>137m</sup> Ba
<sup>131</sup> Ba	<sup>131</sup> Cs (5.6)
<sup>140</sup> Ba	<sup>140</sup> La (1.2)
<sup>144</sup> Ce	<sup>144m</sup> Pr (0.018), <sup>144</sup> Pr
<sup>148m</sup> Pm	<sup>148</sup> Pm (0.053)
<sup>146</sup> Gd	<sup>146</sup> Eu
<sup>166</sup> Dy	<sup>166</sup> Ho (1.5)
<sup>172</sup> Hf	<sup>172</sup> Lu
<sup>182</sup> Hf	<sup>182</sup> Ta
<sup>178</sup> W	<sup>178a</sup> Ta
<sup>188</sup> W	<sup>188</sup> Re
<sup>184m</sup> Re	<sup>184</sup> Re (0.97)
<sup>194</sup> Os	<sup>194</sup> Ir
<sup>188</sup> Pt	<sup>188</sup> Ir (1.2)
<sup>194</sup> Hg	<sup>194</sup> Au
<sup>202</sup> Pb	<sup>202</sup> Tl
<sup>210</sup> Pb	<sup>210</sup> Bi, <sup>210</sup> Po
<sup>212</sup> Pb	<sup>212</sup> Bi, <sup>208</sup> Tl (0.40), <sup>212</sup> Po (0.71)
<sup>210m</sup> Bi	<sup>206</sup> Ti
<sup>212</sup> Bi	<sup>208</sup> Tl (0.36), <sup>212</sup> Po (0.65)
<sup>211</sup> At	<sup>211</sup> Po (0.58)
<sup>222</sup> Rn	<sup>218</sup> Po, <sup>214</sup> Pb, <sup>214</sup> Bi, <sup>214</sup> Po
<sup>223</sup> Ra	<sup>219</sup> Rn, <sup>215</sup> Po, <sup>211</sup> Pb, <sup>211</sup> Bi, <sup>207</sup> Tl
<sup>224</sup> Ra	<sup>220</sup> Rn, <sup>216</sup> Po, <sup>212</sup> Pb, <sup>212</sup> Bi, <sup>208</sup> Tl (0.36), <sup>212</sup> Po (0.65)
<sup>225</sup> Ra	<sup>225</sup> Ac (3.0), <sup>221</sup> Fr (3.0), <sup>217</sup> At (3.0), <sup>213</sup> Bi (3.0), <sup>213</sup> Po (2.9), <sup>209</sup> Pb (2.9), <sup>209</sup> Tl (0.067), <sup>209</sup> Pb (0.067)
<sup>226</sup> Ra	<sup>222</sup> Rn, <sup>218</sup> Po, <sup>214</sup> Pb, <sup>214</sup> Bi, <sup>214</sup> Po
<sup>225</sup> Ac	<sup>221</sup> Fr, <sup>217</sup> At, <sup>213</sup> Bi, <sup>213</sup> Po (0.98), <sup>209</sup> Pb, <sup>209</sup> Tl (0.022)
<sup>227</sup> Ac	<sup>227</sup> Th(0.99), <sup>223</sup> Ra (0.99), <sup>219</sup> Rn (0.99), <sup>215</sup> Po (0.99), <sup>211</sup> Pb (0.99), <sup>211</sup> Bi (0.99), <sup>207</sup> Tl (0.99), <sup>223</sup> Fr (0.014), <sup>223</sup> Ra(0.014), <sup>219</sup> Rn (0.014), <sup>215</sup> Po (0.014), <sup>211</sup> Pb (0.014), <sup>211</sup> Bi (0.014), <sup>207</sup> Tl (0.014)

表 D.3 (续)

母体放射性核素	在 OIL6 评价中考虑到与母核达到平衡的子体 <sup>a</sup>
<sup>227</sup> Th	<sup>223</sup> Ra (2.6), <sup>219</sup> Rn (2.6), <sup>215</sup> Po (2.6), <sup>211</sup> Pb (2.6), <sup>211</sup> Bi (2.6), <sup>207</sup> Tl (2.6)
<sup>228</sup> Th	<sup>224</sup> Ra, <sup>220</sup> Rn, <sup>216</sup> Po, <sup>212</sup> Pb, <sup>212</sup> Bi, <sup>208</sup> Tl (0.36), <sup>212</sup> Po (0.64)
<sup>229</sup> Th	<sup>225</sup> Ra, <sup>225</sup> Ac, <sup>221</sup> Fr, <sup>217</sup> At, <sup>213</sup> Bi, <sup>213</sup> Po (0.98), <sup>209</sup> Pb (0.98), <sup>209</sup> Tl (0.02), <sup>209</sup> Pb (0.02)
<sup>234</sup> Th	<sup>234m</sup> Pa
<sup>232</sup> U	<sup>226</sup> Th, <sup>222</sup> Ra, <sup>218</sup> Rn, <sup>214</sup> Po
<sup>235</sup> U	<sup>231</sup> Th
<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> Th, <sup>234m</sup> Pa
<sup>237</sup> Np	<sup>233</sup> Pa
<sup>244</sup> Pu	<sup>240</sup> U, <sup>240m</sup> Np
<sup>242m</sup> Am	<sup>242</sup> Am, <sup>242</sup> Cm (0.83)
<sup>243</sup> Am	<sup>239</sup> Np

注：本表来源于文献[4]。

<sup>a</sup> 括弧内值是假定存在的放射性核素值为相对活度；是与母体放射性核素平衡时，该放射性核素子体活度相对母体核素活度的比值。其他未列出比值的子体核素，比值均为 1。

表 D.4 轻水堆或乏燃料池意外释放时食物、奶和水中<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs 活度浓度 OIL7 预置值及其防护行动

核素	OIL7 预置值 <sup>a,b</sup>	任何 1 种核素超过 OIL7 时的防护行动
<sup>131</sup> I	1 000 Bq/kg	——停止食用非必需 <sup>c</sup> 的食物、奶或水； ——尽快提供必需 <sup>c</sup> 的食物、奶和水，对没有这些替代品可用的公众要避免； ——对可能已食用了活度浓度大于 OIL7 的食物、奶或饮水的人员，估计其受照剂量，按照医学响应程序来决定其是否要接受医学随访
<sup>137</sup> Cs	200 Bq/kg	

注：本表来源于文献[5]。

<sup>a</sup> 作为标记放射性核素(同位素)<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs 来分析，就不需要去确定自堆芯或乏燃料池释放到环境中所有的其他放射性核素活度浓度。作为标记放射性核素的 OIL7 值的计算，包括了由于燃料芯严重损坏而释放后预期会存在的其他放射性核素(裂变产物)的贡献。

<sup>b</sup> 牛奶中<sup>131</sup>I 和<sup>137</sup>Cs 的活度浓度在牛食用已污染草场 2 d 或更长时间才会达到最高水平。

<sup>c</sup> 限制食物、奶和水会引起营养不良或其他健康后果，因此，只有在替代品可利用时才需要限制食物、奶和水。

表 D.5 轻水堆严重工况引起的应急情况下人员甲状腺剂量率 OIL8 预置值及其防护行动

年龄	OIL8 <sup>a</sup> 预置值	超过 OIL8 时的防护行动	
		立即	几天内
≤7 岁	0.5 μSv/h <sup>c</sup>	——如果没有服用预防药,指导其服碘片; ——指导其减少有害的食入 <sup>b</sup> ; ——登记已作监测和记录甲状腺剂量率的人员; ——对超过 OIL8 者应进行医学筛查	估计甲状腺剂量率大于 OIL8 的人员,以确定是否要做医学检查或会诊及随访
>7 岁	2 μSv/h <sup>c</sup>		

注:此表来源于文献[5]。

<sup>a</sup> 按下列要求进行测量:1)人员已经去污和脱去污染的外衣;2)可能摄入放射性碘后 1 d~6 d;3)监测探头的有效面积≤15 cm<sup>2</sup>;4)将监测探头放置在甲状腺前紧贴皮肤;5)在本底剂量率小于 0.2 μSv/h 的场所进行测量。

<sup>b</sup> 建议不要饮水、吃食物或吸烟;在洗手前,手不要接触口唇。如果可能已受污染,不管是否超过 OIL8 值,需做到上述要求。

<sup>c</sup> 本底剂量率以上。

## 附录 E

### (资料性附录)

#### 操作干预水平(OILs)的通俗解释

##### E.1 概述

E.1.1 要使公众更好地执行防护行动,应使他们理解为什么要采取这些行动。因此,要用通俗易懂的语言解释这些 OILs 预置值,说明准则及其所要求采取的防护或响应行动是如何提供安全保障的。告知公众,使用过分保守的准则会导致采取弊大于利的行动;用符合实际的保守假设来制定的 OILs 预置值,能提供更合理的安全保证。

E.1.2 本解释基于这样的假定,即居住在正常条件下的所有公众,包括对辐射照射更敏感的人群(如儿童和孕妇),只要在应急阶段满足如下要求,将获得满足本准则的防护水平:

——任何器官不受到接近能导致严重确定性效应的辐射剂量。发生严重确定性效应的阈值参见表 2;

——在应急情况期间,受到的辐射剂量不会高到一定的水平(如表 3 所示,为 100 mSv/a)。高于该剂量时,健康效应(如癌症)风险足够高,因而有必要在应急响应中采取防护行动。在该剂量值以下,不一定需要采取防护行动。如果确实需要采取防护行动,应在认真考虑各种情况(包括任何防护行动的影响)后,与相关各方一起制定合理的准则,才能采取行动。

E.1.3 用通俗易懂的语言提供的释文见 E.2。可将其直接递交给适用每项准则的公众成员。

##### E.2 操作干预水平(OILs)的通俗解释

###### E.2.1 OIL1

人员驻留在超过 OIL1 的地区可能不安全。在该地区生活的人员应[……在此插入针对 OIL1 适当的建议行动……],以减少由辐射导致的健康效应风险。

###### E.2.2 OIL2

若采取了以下建议的行动,短暂停留在超过 OIL2 的地区是可以的,但较长时间停留可能不安全。应在 1 周内撤离该地区(避迁),并[……在此插入针对 OIL2 适当的建议行动……]的。

针对 OIL2 的建议行动考虑了那些最容易受辐射照射伤害的公众成员(如婴儿和孕妇)。这些建议行动也考虑了个人受沉积在地面的放射性物质的各种可能的照射方式,包括吸入受污染的灰尘和不慎食入污染物。虽然对某些类型放射性物质来说,该建议可能是过于谨慎,但在做进一步分析前以谨慎考虑为好。避迁可能是暂时的。

###### E.2.3 OIL3

若在超过 OIL3 的地区内可以获得其他安全食物,就应停止食用当地农产品(如蔬菜)、放牧动物的

奶和雨水,直到经过筛查并且宣布其是安全的。如果因不易获得替代的食物、奶或水,而限制食用可能会导致严重的营养不良或脱水,则可短时间内允许食用这些当地食物,直到可以获得替代品。

针对 OIL3 的建议行动考虑了最容易受影响的公众成员(如婴儿和孕妇)。这些建议行动假定:所有当地生产的食物和奶已受到放射性物质污染,并且食用前基本未采取措施(如清洗)来降低食物放射性污染水平。超过 OIL3 并不意味着该地区所生产的食物和奶不安全;但在做进一步分析前,以谨慎为好,不要食用当地产的非必需食物。

#### E.2.4 OIL4

皮肤或衣服上可能沾有放射性物质的人员,都应采取相应行动,以防止不慎食入这些可能看不见的物质。相应的行动包括在饮水、进食或吸烟之前洗手,洗手前保持双手不接触口唇。进一步的行动包括尽快淋浴和更换干净衣服。脱下来的衣物应放置在盛物袋内等待处理。这些建议也适用于已经接受监测的人员。针对 OIL4 建议的行动考虑到了最易受影响的公众成员(如婴儿和孕妇)。如果有人用受污染的手进食,则可能食入放射性物质,专业人员也许不能对其进行及时监测和即刻去污,况且在应急情况下也很难探测到污染水平,但有可能受到污染的人员可采取上述行动,进行自我防护。

#### E.2.5 OIL5

低于 OIL5:当地生产的食物、奶和水已经过筛查,包括婴儿、儿童和孕妇在内的所有公众成员可在应急期间安全使用这些食物。

高于 OIL5:应进一步确定在食物、奶或水中的放射性核素活度浓度,以便使用 OIL6 预置值对监测结果进行评价。

#### E.2.6 OIL6

低于 OIL6:当地生产的食物、奶和水已经过筛查,包括婴儿、儿童和孕妇在内的所有公众成员可在应急期间安全饮用这些食物。

高于 OIL6:当地生产的食物、奶和水虽然已经过筛查,而检测结果指出在不加限制的普遍消费这些食物之前,有必要做进一步调查。如果不能获得替代的食物、奶和水而限制对其食用可能会导致严重营养不良或脱水,则可短时间内食用这些食物,直到获得替代品。

对 OIL6 的分析考虑了最易受影响的公众成员(如婴儿和孕妇),并且假设所有的食物、奶和水都受污染。因此超过 OIL6 并不意味着当地食物、奶和水不适合食用,但有必要做进一步调查。

#### E.2.7 OIL7

超过 OIL7 并不意味着食物、奶和水不安全,但以谨慎为宜,在做进一步调查之前不食用这些食物。

这些 OILs 值是按最坏情况设定的,即所有食物、奶和水被最易受影响的公众成员(如婴儿和孕妇)食用,在食用前也未采取减少放射性物质活度浓度的措施(如冲洗)。如果超过 OIL7 而有替代的食物、奶和水可供使用,则在做进一步筛查并确认所检食物、奶和水的安全性之前,停止使用这些食品。如果限制使用这些食物、奶和水,但没有替代物可供使用,可能会引起严重营养不良或脱水时,则按照当地有关部门决定是否使用这些超标的食物、奶和水。



低于 OIL7 浓度的食物、奶和水被包括儿童和孕妇在内的所有公众成员食用是安全的。制定这些 OILs 是为了保护包括最易受影响的公众成员(如婴儿和孕妇)在内的所有公众成员的安全。

#### E.2.8 OIL8

甲状腺剂量率超过 OIL8,表明受检者已吸入或食入相当量的放射性碘,足以要求进行医学筛查。要对这些人员进行登记,安排医学检查,以确定是否需要采取进一步的行动。这些行动并不意味着这些人将会遭受任何有害的影响,只是为谨慎考虑而对其做进一步医学检查。对辐射照射致健康影响的评估,只有专家才胜任,其他人员(例如当地医生)通常没有做这方面的评估经验。

### 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国突发事件应对法.2007年8月30日
  - [2] 国务院.国家核应急预案(修订版).2013年6月30日
  - [3] IAEA. Safety Standards for protecting people and the environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources; International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3, IAEA, Vienna. 2014
  - [4] IAEA. Safety Standards for protecting people and the environment. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Guide No. GSG-2. IAEA., Vienna. 2011
  - [5] IAEA. Emergency Preparedness and Response. Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor. EPR-NPP Public Protective Actions 2013, Vienna. 2013
  - [6] 全国科学技术名词审定委员会.放射医学与防护名词.北京:科学出版社,2014
-