

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 113—2006

代替 GBZ 113—2002, GBZ/T 153—2002

核与放射事故干预及医学 处理原则

Guidelines on intervention and medical management in the
nuclear and radiological accident

2006-11-03 发布

2007-04-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

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 总则	3
5 事故干预的决策与干预水平	3
6 从事干预的工作人员的防护	4
7 事故的评价和监测	4
8 事故照射人员的医学处理原则	5
9 放射性污染的控制	6
附录 A (资料性附录) 电离辐射对人体的健康效应	7
附录 B (资料性附录) 应急对策的利益、风险和代价	9
附录 C (规范性附录) 应急照射情况下的通用优化干预水平与行动水平	11
附录 D (规范性附录) 任何情况下预期均应进行干预的剂量水平	12
附录 E (资料性附录) 外照射事故受照人员病情估计的依据	13
附录 F (资料性附录) 放射性碘污染事故时碘化钾的使用导则	14
附录 G (规范性附录) 放射性表面污染控制水平	16
附录 H (资料性附录) 放射性核素体表污染的洗消剂及内污染的阻吸收和促排药物	17

前 言

本标准第 5、6 章为强制性,其余为推荐性。

本标准代替 GBZ 113—2002《电离辐射事故干预水平及医学处理原则》和 GBZ/T 153—2002《放射性碘污染事故时碘化钾的使用导则》。本标准自实施之日起,GBZ 113—2002 和 GBZ/T 153—2002 同时废止。

本标准与 GBZ 113—2002 和 GBZ/T 153—2002 相比,主要修改如下:

- 标准名称改为“核与放射事故干预及医学处理原则”;
- 在范围中增加了“本标准不适用于非电离辐射(如微波、紫外线、可见光及红外线等)对人员可能造成的危害防护。”
- 将 GBZ 113—2002“5 工作人员应急照射的剂量控制”和“6 对公众采取应急防护对策的干预水平”改为“5 事故干预的决策与干预水平”、“6 从事干预的工作人员防护”和“7 事故的评价和监测”;
- 增加了“对受照剂量大于 2Gy 者送专科医院救治”等内容,增加了内污染的干预水平表;
- 根据 GB 18871—2002《电离辐射防护与放射源安全基本标准》,并参照 ICRP、IAEA 等组织的有关建议,增加了附录 E、F、G、H,增强了标准的可操作性。

本标准的附录 A、附录 B、附录 E、附录 F 和附录 H 是资料性附录,附录 C、附录 D、和附录 G 是规范性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位:中国医学科学院中国协和医科大学放射医学研究所、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、军事医学科学院附属 307 医院。

本标准主要起草人:姜恩海、张良安、谭绍智、王桂林、刘长安。

本标准所代替的标准的历次版本发布情况为:

- GB 9662—1988,GBZ 113—2002;
- GB/T 16138—1995,GBZ/T 153—2002。

核与放射事故干预及医学处理原则

1 范围

本标准规定了核和放射事故时,对工作人员应急照射的剂量控制、公众采取应急防护对策的干预及干预水平、受照人员的医学处理以及重建正常工作秩序的防护原则要求。

本标准适用于核与放射事故时受照人员的医学处理,以及从事干预的工作人员和公众的防护。

本标准不适用于非电离辐射(如微波、紫外线、可见光及红外线等)对人员可能造成的危害防护。

2 规范性引用文件

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

GB/T 18197 放射性核素内污染人员的医学处理规范

GB/T 18199 外照射事故受照人员的医学处理和治疗方案

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 96 内照射放射病诊断标准

GBZ 102 放冲复合伤诊断标准

GBZ 103 放烧复合伤诊断标准

GBZ 104 外照射急性放射病诊断标准

GBZ 106 放射性皮肤疾病诊断标准

WS/T 186 人体体表放射性污染去污规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 事故 accident

从防护和安全的观点,其后果或潜在后果不容忽视的任何意外事件,包括管理、操作错误、设备失效或损坏。

3.2 核事故 nuclear accident

因链式反应失控或放射性物质外泄失控而造成的突发性意外事件或事件序列。这类事件很有可能对外界环境造成不良后果(主要指放射性物质失去控制地向环境释放),并可能危及公众的健康。

3.3 临界事故 criticality accident

意外发生的自持或发散的中子链式反应所造成的能量和放射性释放事件。

3.4 放射事故(辐射事故) radiation accident

核装置或其它辐射源失去控制时,导致或可能导致异常照射条件的事件的统称。有时也用来指操作失误所致的异常照射事件。

3.5 应急 emergency

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;同时,也泛指立即采取某些超出正常工作程序的行动。

3.6 持续照射 prolonged exposure

长期持续存在的非正常公众照射,这种照射的剂量率基本上是恒定的或者下降缓慢。

3.7 事故照射 accidental exposure

异常照射的一种,指在事故情况下受到的非自愿的、意外的照射。

3.8 应急照射 emergency exposure

异常照射的一种,指在发生事故之时或之后,为了抢救遇险人员、防止事态扩大、或其他应急情况而有计划地接受的过量照射。

3.9 行动水平 action level

在应急照射或持续照射情况下,应考虑采取相应的防护行动或补救行动的剂量率水平或活度浓度水平。

3.10 放射性核素体外污染 external contamination of radionuclides

放射性核素粘附于体表。

3.11 放射性核素体内污染 internal contamination of radionuclides

指经消化道、呼吸道、皮肤创面进入体内,放射性核素在体内的含量超过其自然存在量。

3.12 急性照射 acute exposure

短时期内受到的大剂量的照射。

3.13 干预水平 intervention levels

针对应急照射情况或持续照射情况所制定的可防止的剂量水平,当达到这种水平时应考虑采取相应的防护行动或补救行动。

3.14 随机性效应 stochastic effect

发生几率与剂量成正比而严重程度与剂量无关的辐射效应。一般认为,在辐射防护感兴趣的低剂量范围内,这种效应的发生不存在剂量阈值。

3.15 确定性效应 deterministic effect

通常情况下存在剂量阈值的一种效应,超过阈值,剂量越高则效应的严重程度越大。

3.16 宫内照射 irradiation in uterus

由受精卵着床到新生儿出生之前,在子宫内所接受的照射。

3.17 关键人群组 critical group

在某一给定的放射源和照射途径,受照相当均匀,并能代表因该给定放射源和该给定照射途径所受有效剂量和当量剂量最高的个人的一组公众成员。

3.18 防护对策 countermeasure

旨在缓解事故后果的一种行动。

3.19 防护行动 protective action

为避免或减少公众成员在持续照射或应急照射情况下的受照剂量而进行的一种干预。

3.20 预期剂量 projected dose

若不采取防护行动或补救行动,预期会受到的照射剂量。

3.21 可防止的剂量 avertable dose

采取防护行动所减少的剂量,即在采取防护行动的情况下预期会受到的剂量与不采取防护行动的情况下预期会受到的剂量差。

3.22 稳定性碘 stable iodine

含有非放射性碘的化合物,当事故已经导致或可能导致释放碘的放射性同位素的情况下,将其作为一种防护药物分发给居民服用,以降低甲状腺的受照剂量。

3.23 隐蔽 sheltering

应急防护措施之一。指人员停留于(或进入)室内,关闭门窗及通风系统。其目的是减少飘过的烟羽中外照射剂量和放射性物质吸入,也为了减少来自放射性沉积物的外照射剂量。

3.24 撤离 evacuation

应急防护措施之一。指将人们从受影响区域紧急转移,以避免或减少来自烟羽或高水平放射性沉积物产生的高照射剂量。该措施为短期措施,预期人们在预计的某一有限时间内可返回原地区。

3.25 避迁 relocation

应急防护措施之一。指人们从受污染地区迁出,以避免或减少地面沉积外照射的长期累积剂量。其返回原地区的时间或为几个月到1~2年,或难以预计而不予考虑。

3.26 重新进入 re-entry

在控制条件下,允许部分或全部撤离人员返回受影响的原先居住的区域。

3.27 分级医疗体制 hierarchical medical system

为管理上的需要,将三级职能水平的应急医疗任务相应地落实到各医疗机构中而形成的二级或三级职责分工明确、又有机衔接的负责辐射应急医学处理的阶段性医疗体系。

4 总则

4.1 对核与放射事故进行干预应遵循 GB 18871—2002 第五章中对干预的主要要求。

4.1.1 为避免发生确定性效应,应采取防护措施、限制个人的受照剂量,使之低于可引起确定性效应的剂量阈值,参见附录 A。

4.1.2 应限制随机性效应的总发生率,使其达到可合理做到的尽可能低值。

4.1.3 采取任何一种防护对策时,应根据其利益、风险和代价进行最优化的判断和权衡,参见附录 B。避免采取得不偿失的应急措施,给社会带来不必要的损失。

4.2 许可证持有者和有关干预组织及审管部门,应按国家有关法规和标准的要求承担对应急照射情况下干预的准备、实施和管理方面的责任。

4.3 事先应按 GB18871 的要求,根据源的类型、规模和场址特征制定应急照射计划,并履行相应的批准程序。

4.4 核与放射事故时对人体产生照射的剂量范围可能很大,可发生随机性效应,也可产生确定性效应。评价确定性效应,最适宜的量是器官或组织的吸收剂量,单位是 Gy。评价随机性效应,表示个人危险度的量是全身的有效剂量,单位是 Sv。但在有可能发生急性损伤的大剂量照射时,不宜采用有效剂量。

4.5 核与放射事故时,不仅要评价受照个人的剂量水平,也要评价在人群中导致有害健康的总效应。集体有效剂量可用来粗估人群随机性效应的发生率。

4.6 在核与放射事故中放射防护和医疗所面临的主要问题是外照射(局部照射、全身照射)、内照射、放射性皮肤损伤以及各种复合伤。

5 事故干预的决策与干预水平

5.1 紧急防护行动的决策(事故应急计划)应以事故时的主导情况为基础。实际可行时,则应根据放射性物质向环境释放的预计情况来做出决策,但不能为了要验证释放而将决策推迟到根据释放开始后的测量结果。

5.2 应根据干预水平和行动水平来实施核与放射事故的干预。干预水平用实施干预行动时预计可以防止的剂量来表示;行动水平则用放射性核素在食品、水和农作物等中的放射性活度浓度来表示,有时也可用预期剂量率或预期剂量来表示。

5.3 如果任何个人所受的预期剂量或剂量率接近或预计接近任何情况下预期均应进行干预的剂量水平,见附录 C,则采取防护行动几乎总是正当的,此时若不采取紧急防护行动的决策,必须对其正当性进行判断。

5.4 如果任何个人所受的预期剂量或剂量率低于或预计低于任何情况下预期均应进行干预的剂量水平,而且可防止的剂量大于相应的通用优化干预水平时,见附录 D,通常情况下表明需要采取干预防护行动,但此时事故应急计划中的干预水平和行动水平应是最优化的。在确定可防止的剂量时,应当考

考虑采取防护行动时可能发生的延误和可能影响行动执行效能的其他因素。

5.5 通用优化干预水平下的可防止的剂量值是指对适当选定的人群样本的平均值,而不是指对最大受照(关键居民组中)个人所受到的剂量,但无论如何,应使关键人群组的预期剂量保持在通用优化干预水平以下。

5.6 事故应急计划中的干预水平和行动水平值仅作为实施防护行动的初始准则,在应急响应过程中应根据实际情况对其值进行修改。

5.7 在应急计划中应明确事故防护行动的主要措施,见附录 C。

5.8 干预组织应使临时避迁人员了解他们返回家园的大体时间和他们的财产的保护状况。

5.9 应参考附录 B 所给出的准则,结合事发现场的特点制定受照人员避迁、撤离、返回、永久再定居等的干预行动的优化干预水平。

5.10 在开始实施永久再定居计划之前,应与可能受影响的人员进行充分的协商。

6 从事干预的工作人员的防护

6.1 事先应按 GB 18871 的要求对可能参与实施应急计划的人员进行专门的技术培训和演练,对未通过技术培训和演练的人员均不能参与实施应急计划的干预行动。

6.2 除下列情况外,从事干预的工作人员所受到的照射应按职业照射剂量限值进行控制;

a) 为抢救生命或避免严重损伤;

b) 为避免大的集体剂量;

c) 为防止演变成灾难性情况。

6.3 在 6.2 中所列举情况下从事干预时,除了抢救生命的行动外,必须尽一切合理的努力,将工作人员所受到的剂量保持在 100mSv 以下;对于抢救生命的行动,应做出各种努力,将工作人员的受照剂量保持在 500mSv 以下,以防止确定性效应的发生。此外,当采取行动的工作人员的受照剂量可能达到或超过 500mSv 时,只有在行动给他人带来的利益明显大于工作人员本人所承受的危险时,才应采取该行动。

6.4 采取行动使工作人员所受的剂量可能超过 50mSv 时,采取这些行动的工作人员应是自愿的;应事先将采取行动所要面临的健康危险清楚而全面地通知工作人员,并应在实际可行的范围内,就需要采取的行动对他们进行特殊培训。

6.5 应在应急计划中明确规定能确保 6.2、6.3 和 6.4 的要求得以满足的法人。

6.6 应急人员在参与抢救工作时,应采取安全可靠的防护措施。尽可能减少内、外照射和表面污染。

6.7 一旦应急干预阶段结束,从事恢复工作(如工厂和建筑物修理,废物处置,或厂区及周围地区去污等)的工作人员所受的照射应按职业照射剂量限值进行控制。

6.8 不得因工作人员在应急照射情况下接受了剂量而拒绝他们今后再从事伴有职业照射的工作。但是,如果经历过应急照射的工作人员所受到的剂量超过了 500mSv,或者工作人员自己提出要求,则在他们进一步接受任何照射之前,应认真听取具有资质的放射病专业合格医生的医学劝告。

7 事故的评价和监测

7.1 应采取一切合理的步骤,对事故使公众成员所受到的照射进行评价,并应通过适当的方式将评价结果向公众公布。

7.2 应采取一切合理的步骤为应急干预提供适当的防护,并对参与应急干预的工作人员的受照剂量进行记录和评价。干预结束后,应向有关工作人员通告他们所接受的剂量和可能带来的健康危险。

7.3 评价应以已获得的最有价值的资料为基础,应根据能得出更准确结果的任何新的资料及时地加以修改。

7.4 应将有关的调查、监测、评价结果及其修改的所有信息进行全面的记录,并予以妥善保存。

7.5 如果评价表明,继续实施防护行动已不再是正当的,则应停止所实施的防护行动。

8 事故照射人员的医学处理原则

8.1 一般原则

8.1.1 我国对核事故时受照人员的救治实行三级医疗救治体系,对放射事故时受照人员的分级救治实行两级医疗救治体系,各级医学急救组织在早期分类诊断和医学处理时,可依据 GB/T 18197、GB/T 18199、GBZ 96、GBZ 102、GBZ 103、GBZ 104、GBZ 106、WS/T 186 进行医学处理。首先应尽快消除有害因素的来源,同时将事故受照人员撤离现场,检查人员受危害的程度。并积极采取救护措施,及时向上级部门报告。

8.1.2 根据事故的性质、受照的不同剂量水平、不同病程,迅速采取相应对策和治疗措施。在抢救中应首先处理危及生命的外伤、出血和休克等,对估计受照剂量较大者应选用抗辐射药物。

8.1.3 对疑有体表污染的人员,应进行体表污染的监测,首先处理危及生命的外伤、出血和休克等,并迅速进行去污染处理,防止污染的扩散。

8.1.4 对事故受照人员逐个登记并建立档案,除进行及时诊断和治疗外,尚应根据其受照情况和损伤程度进行医学处理及相应的随访观察,以便及时发现可能出现的远期效应,达到早期诊断和治疗的目的。

8.2 外照射事故受照人员

8.2.1 可根据受照人员的初期症状、体征、外周血淋巴细胞绝对数和事故剂量重建计算机方法估算早期剂量,并参照其他物理剂量的估算结果,迅速作出病情的初步估计,参见附录 E(资料性附录)。有条件者可进行外周血淋巴细胞染色体畸变分析(适用剂量范围为 0.1Gy~5.0Gy)和淋巴细胞微核测定(适用剂量范围为 0.25Gy~5.0Gy)等作进一步的生物学剂量估算。

8.2.2 根据核与放射事故的分级救治要求,进行分级救治,全身受照剂量小于 0.1Gy 者可作一般医学检查,确定是否需要治疗;受照剂量大于 0.25Gy 者应予以对症治疗;对受照剂量大于 0.5Gy 者应住院观察,并给予及时治疗;受照剂量大于 1Gy 者,必须住院严密观察和治疗;对受照剂量大于 2Gy 患者应送专科医院救治。

8.2.3 外照射急性放射病人,应根据 GBZ 104 采取综合性对症治疗。

8.2.4 对伴有急性放射皮肤损伤的病人,应根据 GBZ 106 进行分度诊断和治疗。

8.2.5 对伴有放射复合伤或放射复合伤的病人,应根据 GBZ 102、GBZ 103 进行诊断和治疗。

8.3 内照射事故受照人员

8.3.1 放射性核素可经呼吸道、消化道、皮肤伤口甚至完好的皮肤进入体内造成内照射损伤。

8.3.2 内照射放射病人应根据 GBZ 96 诊断治疗。

8.3.3 内照射的判定可依据污染史(事故性质、事故现场放射性核素的种类、浓度、人体污染途径等),进行生物样品的放射性测定分析(如血、尿、粪及其他内容物等)和全身或靶器官的体外放射性测量,用事故剂量重建计算机方法估算剂量,并结合临床表现等综合判定。

8.3.4 放射性核素进入人体内的医学处理

a) 尽早清除初始进入部位的放射性核素。包括:彻底洗消体表污染,防止污染物的扩散。疑有吸入时,应清拭鼻腔、含嗽、祛痰,必要时使用局部血管收缩剂。有摄入时,可催吐、洗胃、使用缓泻剂和阻吸收药物。

b) 根据放射性核素的种类和摄入量,尽早选用相应药物进行促排治疗,见附录 H。有放射性碘进入体内时,应按附录 F 服用稳定性碘;有氡进入体内时应大量饮水或补液。

8.3.5 对超过 5 个年摄入量限值(ALI)的放射性核素内照射人员应进行医学观察及相应的治疗;超过 20 个 ALI 者属于严重内照射,应进行长期、严密的医学观察和积极治疗,并注意远期效应。

8.4 内外混合照射事故照射人员

内外混合照射时的医学处理可参照 8.2 及 8.3 进行。伴有体表创伤时,可用生理盐水络合剂反复冲洗。对用生理盐水和络合剂难以去除的污染,可考虑扩创手术切除。

9 放射性污染的控制

9.1 发生污染性事故时,应首先控制污染,保护好事故现场,阻断一切扩散污染的可能途径。如暂时关闭通风系统或控制含有放射性核素的液体外溢,或用物体吸附或遮盖密封,防止污染再扩散。

9.2 隔离控制区,禁止无关人员和车辆随意出入现场。或用路障、或用明显线条标记出污染的边界区域及其污染程度。由隔离区进入清洁区,要通过监督区,确保清洁区不受放射性污染。

9.3 进入污染区必须穿戴个人防护用具,通过缓冲区进入污染区。

9.3.1 从污染区出来的人员,要进行个人监测,手、脸、头发、鞋要给以特别注意,其次是臀部、膝、袖口等处。

9.3.2 由污染区携出的物品、设备,必须在缓冲区经过检查和去污处理,达到去污标准后,才能带入清洁区。

9.3.3 污染的监测结果必须记录,用一定面积的平均计数率值表示之,如监测地板、天花板、墙表面用 $1\ 000\text{cm}^2$ 上的平均计数率值;皮肤和工作服污染测量用 100cm^2 ;其他情况可根据实际情况确定。

9.4 任何表面受到放射性污染后,应及时采取综合去污措施,尽可能清洗到本底水平或按附录 G 列出值进行控制。

9.5 个人体表去污时用肥皂、温水认真冲洗,或软毛刷轻擦洗。去污时要按顺序进行,先轻度污染部位后重度污染部位,防止交叉污染。要特别注意手部,尤其是指甲沟、手指缝。必要时可用弹力粘膏敷贴 $2\text{h}\sim 3\text{h}$,揭去粘膏再用水清洗,对去除残留性污染有较好效果。或采用特种去污剂,参见附录 H。擦洗头发一般用大量肥皂和水,要特别注意防止肥皂泡沫流入眼睛、耳、鼻和嘴。

每次洗消前后要进行监测,对比去污效率。除污染的废水须收集,人员的服装、用具等污染物经监测后装入专用塑料袋内方可酌情处理。

9.6 受过严重放射性污染的车辆或设备,其表面虽然经除污达到了许可水平,但是,当检修、拆卸内部结构时,仍要谨慎,防止结构内部污染的扩散,要进行监测和控制。

附录 A
(资料性附录)
电离辐射对人体的健康效应

A.1 确定性效应

A.1.1 确定性效应可出现在受到足够大剂量照射的任何器官或组织,其严重程度随剂量而变化,可能存在剂量的阈值。在发生核与放射事故情况时,个人可能遭到急性照射而出现确定性效应,出现确定性效应常见的器官和组织有骨髓、肺、甲状腺、眼晶体、生殖腺和皮肤等。

A.1.2 正常人群受到 γ 射线照射时,若剂量低于下表 A.1 所列值,预期不会出现确定性效应。

表 A.1 主要组织、器官不发生确定性效应的剂量水平上限

组织或器官	确定性效应	剂量水平上限(Gy)
胎儿	致畸	0.1
全身	呕吐	0.5
骨髓	细胞凋亡	1.0
生殖腺	不育(永久性)	3.0
皮肤	红斑及脱毛	3.0
眼晶体	白内障	5.0
肺	肺炎(非致死性损伤)	5.0
肺	死亡	10.0
甲状腺	功能减退、粘液水肿	10.0

A.1.3 正常人群受到小剂量 γ 射线一次全身外照射后,主要出现以植物神经系统功能紊乱为主的早期临床症状,在受照后 1d~2d 内可自行消失,见表 A.2。

表 A.2 人体受到小剂量 γ 射线照射后早期临床症状

受照剂量(Gy)	临床症状	血液学变化
<0.1	无明显变化	
0.10~0.25	无明显变化	淋巴细胞数略降后升高,逐渐恢复,白细胞数变化不明显
0.25~0.50	个别人(约 2%)出现轻微症状:头晕、乏力、食欲下降、睡眠障碍等	淋巴细胞和白细胞数略低于正常值,有的下降 25%左右,但较快恢复到正常水平
0.50~1.00	少数人(约 5%)出现轻度症状:头晕、乏力、不思食、失眠、口渴等	淋巴细胞、白细胞、血小板可降低到照前的 25%~50%,半年内可能恢复到正常水平
1.00~1.50	一部分人(约 5%~50%)出现恶心,少数人可能出现呕吐	淋巴细胞和血小板可降低 50%以上,白细胞可降低至 50%,可恢复到正常值

A.1.4 皮肤受照射的反应有各种不同效应,最早观察到的效应是暂时性红斑、暂时性脱毛。随着剂量增加,出现永久性脱毛、干性或湿性脱屑、皮肤变色、水肿、水泡形成等,严重者出现溃疡、坏死、萎缩和纤维化。效应的发生率、严重程度和出现持续时间,取决于照射条件。

A.2 随机性效应

A.2.1 随机性效应的严重程度与所受剂量的大小无关,但其发生率取决于剂量。可能不存在阈值。

最主要的随机性效应是诱发癌和各种严重的遗传疾患。

A. 2. 2 国际放射防护委员会和国际原子能机构推荐的放射防护用的致死性和非致死性癌的危险度见表 A. 3。

表 A. 3 致死性和非致死性癌的危险度(10^{-4}Sv^{-1})

组织或器官	致死性癌	非致死性癌
性腺(最初二代) ^a	40	
乳腺	25	15
红骨髓	20	
肺	20	
甲状腺	5	100
骨	5	
其余所有组织	50	
皮肤	1	100

a 性腺系指遗传效应的危险度,个人(最初二代)取 0.4,群体(全部后代)取 0.8。

A. 2. 3 电离辐射照射的危险度随受照个体性别和年龄的不同而变化。女性受照后诱发致死性癌症估计为 $1.5 \times 10^{-2}\text{Sv}^{-1}$; 而男性受照后诱发致死性癌症为 $1.0 \times 10^{-2}\text{Sv}^{-1}$ 。又如胎儿或幼年儿童辐射诱发致死性癌症的可能比全人口人群的均值($1.25 \times 10^{-2}\text{Sv}^{-1}$)高出两倍。妇女甲状腺癌比男人高出 2~3 倍。已证明摄入低碘人群的甲状腺癌的发生率较高。

A. 3 宫内照射

A. 3. 1 宫内照射所致效应中最引人关心的是畸形小头症和智力严重障碍。妊娠 8 周~15 周内受到照射而发生严重智力障碍的危险度为 0.4Sv^{-1} , 目前没有发现明显的阈值; 妊娠 15 周后受照危险度较小, 并可能有阈值; 妊娠 8 周之前受照, 尚未发现有这种危险。

A. 3. 2 胎儿受照后, 诱发儿童期致死性恶性肿瘤也是胎儿照射后要关注后果之一, 其危险度略高于成年人的危险度, 即 $2.3 \times 10^{-2}\text{Sv}^{-1}$ 。

A. 3. 3 没有证据证明妊娠早期(妊娠 8 周~15 周内), 在短期内受到小于 100mGy 的照射, 能产生致畸效应。

附录 B

(资料性附录)

应急对策的利益、风险和代价

B.1 隐蔽

人员隐蔽于室内,可使来自放射性烟云的外照射剂量减少到 $1/2\sim 1/10$ 。关闭门窗和通风系统就可减少因吸入放射性核素污染所致的剂量,隐蔽也可降低由沉降于地面时放射性核素所致的外照射剂量,一般预计可降低到 $1/5\sim 1/10$ 。上述减弱系数要视建筑物类型及人员所处位置而定。

此对策简单、有效,隐蔽时间较短时,其风险和代价很小;但时间较长(超过 $12\text{h}\sim 24\text{h}$),可能会引起社会和医学方面的问题。它的另一好处是,隐蔽过程中人群已受控制,有利于采取进一步的对策,如疏散人口等。

B.2 个人防护方法

空气中有放射性核素污染的情况下,可用简易法进行呼吸道防护,例如用手帕、毛巾、纸等捂住口鼻,可使吸入的放射性核素所致剂量减少到 $1/10$ 。防护效果与粒子大小、防护材料特点及防护物(如口罩)周围的泄漏情况等有关。体表防护可用日常服装,包括帽子、头巾、雨衣、手套和靴子等。

公众采取简易的个人防护措施,一般不会引起伤害,所花代价也小。但进行呼吸道防护时,对有呼吸系统疾病或心脏病的人,应注意不利影响。

B.3 服用稳定性碘

碘化钾或碘酸钾可以减少放射性碘同位素进入甲状腺。一次服用 100mg 碘(相当于 130mgKI 或 170mgKIO_3),一般在 $5\text{min}\sim 30\text{min}$ 内就可阻止甲状腺对放射性碘的吸收,大约在一周后对碘的吸收恢复正常。服碘时间对防护效果有明显影响,在摄入放射性碘前或摄入后立即给药效果最好;摄入后 6h 给药,可使甲状腺剂量减少约 50% ;摄入后 12h 给药,预期防护效果很小; 24h 后给药已基本无效。

服用稳定性碘的风险不大,仅少数人可能有过敏反应。但由于服药有明显的时间性,而核事故当时往往时间紧迫,因此,分发药物可能是个较困难的问题,尤其在涉及的人数和范围较大时。必要时可事先分给公众保存使用(详见附录 F)。

B.4 撤离

撤离是最有效的防护对策,可使人们避免或减少受到来自各种途径的照射。但它也是各种对策中难度最大的一种,特别是在事故早期,如果进行不当,可能付出较大的代价,所以对此应采取周密的计划。在事先制定应急计划时,必须考虑多方面的因素。如事故大小和特点,撤离人员的多少及其具体情况,可利用的道路、运输工具和所需时间,可利用的收容中心、地点、设施、气象条件等。

B.5 避迁

与撤离的区别主要是采取行动的时间长短不同,如果照射量率没有高到需及时撤离,但长时间照射的累积剂量又较大,此时就可能需要有控制地将人群从受污染地区避迁。这种对策可避免人们遭受已沉降的放射性核素的持续照射。

避迁不像撤离时那样紧急,居民的迁移可预先周密地计划和控制,故风险一般较撤离时小。但风险和代价也可能很高,因为那些离开家园和尚未搬迁的人们都会有心理负担。如果受污染的地区人口众多,代价和困难可能较大。所以,主管部门要了解污染程度及范围,并及时告知公众是否要避迁,认真做

好组织和思想工作。

B.6 控制食物和水,使用贮存的粮食和饲料

放射性核素释放到环境时,就会直接或间接地转移到食物和水中。牛奶中的¹³¹I峰值一般在一次孤立的放射性核素释放后48h出现,因此对牛奶的控制较其他食物尤为重要。事故发生后,越早将奶牛和其他肉食用的牲畜撤离受污染的牧场,并喂以未污染的饲料,牛奶及其他肉食品的污染水平就越低,人们可能接受的照射剂量就越小。对受污染的食物(牛奶、水果、蔬菜、谷物等)可采用加工、洗消、去皮等方法除污染,也可在低温下保存,使短寿命的放射性核素自行蜕变,以达到可食用的水平。这种对策的风险和代价很小。

B.7 控制出入

采取此对策可减少放射性核素由污染区向外扩散,并避免进入污染区而受照射。其主要困难在于长时间控制出入后,人们会急着要离开或返回自己家中,以便照料生产或由封锁区运出货物、产品等。

B.8 人员除污染

应对已受到或可疑受到污染的人员除污染。其方法简单,但不要因为人员除污染而延误撤离或避迁。这种对策的风险和代价很小。

B.9 地区除污染

即对受放射性物质污染的地区消除污染。道路和建筑物表面可用水冲或真空抽吸法。设备可用水和适当的清洗剂清洗;耕种的农田和牧场可去掉表层土移往贮存点埋藏,也可深耕而使受污染的表层移向深层。

这种对策的困难、风险和代价在于:(1)进行除污染作业的人员可通过外照射及吸入放射性核素而增加受照剂量,对他们要采取防护措施;(2)除污染面积大时,不仅所花代价大,贮存或处理大量放射性废物也是个困难问题;(3)部分物品因污染而难以使用,也是经济上考虑的主要因素,但实施上述对策对公众健康的危害预计是很小的。

B.10 医学处理

只有在发生严重事故、早期对策无效而对工作人员和公众造成危害时,才需进行医学处理。处理人数较多时,困难和代价较大。

附录 C

(规范性附录)

应急照射情况下的通用优化干预水平与行动水平

C.1 紧急防护行动:隐蔽、撤离、碘防护的通用优化干预水平

一般情况下,作为防护决策的出发点,可以采用下面所推荐的通用优化干预水平。

隐蔽的通用优化干预水平是2天内可防止的剂量为10mSv。在时间不长或便于执行下一步防护对策(如撤离),决策部门可根据具体情况适当降低。

临时撤离的通用优化干预水平是一周内可防止的剂量为50mSv。决策部门可根据撤离的难易程度适当增加或降低通用优化干预水平。

碘防护的通用优化干预水平是甲状腺可防止的待积剂量为100mGy。

C.2 食品通用行动水平

表 C.1 列出了食品通用行动水平。实际应用时,应考虑多种核素的总的贡献。

表 C.1 食品通用行动水平表

放射性核素	一般消费食品/(kBq/kg)	牛奶、婴儿食品和饮水/(kBq/kg)
^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{89}Sr	1	1
^{131}I	1	0.1
^{90}Sr	0.1	0.1
^{241}Am , ^{238}Pu , ^{239}Pu	0.01	0.001

C.2.1 需要时应急计划中应规定用于停止和替代特定食品与饮水供应的行动水平。如果不存在食品短缺和其他强制性的社会或经济因素,则停止和替代特定食品与饮水供应的行动水平应参考表 C.1 中的所给出的食品通用行动水平值。应将所确定的行动水平应用于可直接食用的食品和经稀释或恢复水分后再食用的干燥的或浓缩的食品。

C.2.2 某些情况下,如果食品短缺或有其他重要的社会或经济因素考虑,可以采用数值稍高一些的优化的食品与饮水行动水平。但是,当所使用的行动水平高于表 C.1 所给出的行动水平时,则采取行动的决策应经过干预的正当性判断和行动水平的最优化分析。

C.2.3 对于消费数量很少(如少于每人每年10kg)的食品,如香料,由于它们在人们的全部膳食中所占的份额很小,使个人照射的增加也很小,因此,可以采用比主要食品高10倍的行动水平。

C.2.4 应根据事故后土壤或水体的污染情况考虑农业、水文和其他技术或工业方面的防护行动。

C.2.5 受放射性核素污染食品的国际贸易应遵循本附录中所规定的准则。

C.3 临时避迁和永久再定居

开始和终止临时避迁的通用优化干预水平分别是1个月内可防止的剂量为30mSv和10mSv。如果预计在1年或2年内月累积剂量不会降至10mSv,则也考虑实施不再返回原来家园的永久再定居。当预计终身剂量可能会超过1Sv时,也应考虑实施永久再定居。

与这些干预水平进行比较的剂量,应是来自采取防护对策可以避免的所有照射途径(但通常不包括食品和饮水途径)的总剂量。

附录 D
(规范性附录)

任何情况下预期均应进行干预的剂量水平

D.1 急性照射的剂量行动水平

器官或组织受到急性照射时,任何情况下预期进行干预的剂量行动水平如表 D.1 所列。

表 D.1 急性照射的剂量行动水平

器官或组织	2 天内器官或组织的吸收剂量(Gy)
全身(骨髓)	1
肺	6
皮肤	3
甲状腺	5
眼晶体	2
性腺	3

注:在考虑紧急防护的实际行动水平的正当性和最优化时,应考虑当胎儿在 2 天时间内受到大于约 0.1Gy 的剂量时产生确定性效应的可能性。

D.2 持续照射的剂量率行动水平

器官或组织受到急性照射时,任何情况下预期进行干预的剂量率行动水平如表 D.2 所列。

表 D.2 持续照射的剂量率行动水平

器官或组织	吸收剂量率 (Gy/a)
性腺	0.2
眼晶体	0.1
骨髓	0.4

附录 E

(资料性附录)

外照射事故受照人员病情估计的依据

E.1 根据早期症状、血象变化以及受照剂量来判断事故受照人员的病情。在小剂量($<1\text{Gy}$)照射情况下,症状的发生率与受照剂量的关系不如大剂量照射时明显,血象变化与受照剂量的大小有一定的关系,但就个体来说波动较大。在大剂量照射的情况下,上述变化与受照剂量之间的关系较为明显,但仍存在着特异性较差、个体差异较大的问题。因此,在病情判断时,必须结合受照病史、剂量,参考临床表现综合分析,才能做出正确判断。

E.2 小剂量外照射事故受照人员的早期病情判断可参照表 E.1 进行。

E.3 大剂量外照射事故受照人员的早期诊断可参照 GBZ 104 进行。

E.4 急性放射皮肤损伤的分度诊断,可参照 GBZ 106 进行。

E.5 放射复合伤的诊断和治疗,可参照 GBZ 102、GBZ 103 进行。

表 E.1 小剂量外照射事故受照人员的早期临床表现与受照剂量的关系

受照剂量下限(Gy)	早期症状和血象变化
<0.10	无症状,血象基本上在正常范围内波动
0.10	基本无症状,白细胞数变化不明显,淋巴细胞数可有暂时性下降
0.25	约有 2% 人员有症状,白细胞、淋巴细胞数略有减少
0.50	约有 5% 人员有症状,白细胞、淋巴细胞和血小板数轻度减少
1.00	多数人有症状,白细胞、淋巴细胞数下降明显,血小板数减少

附录 F

(资料性附录)

放射性碘污染事故时碘化钾的使用导则

F.1 使用碘化钾的一般原则

F.1.1 凡确定、估计或预计公众有体内放射性碘污染,而且甲状腺预期待积剂量为 100mGy 时,应采用碘的干预防护行动。

F.1.2 凡确定、估计或预计从事干预的工作人员体内放射性碘污染量超过 1 个年摄入量限值(ALI),或被疑体内放射性碘污染量较高的人员,必须尽早服用碘化钾。放射性碘同位素的年摄入量限值(ALI)列在表 F.1 中。

F.1.3 婴儿和胎儿对碘较敏感,因此,婴儿和孕妇必须慎用碘化钾,确需服用时,须严密观察,如有不良反应或副作用,应立即停药。

F.1.4 个别人长期服用碘化钾后出现毒性或毒副反应症状,如加重心脏疾病、肾脏疾病及肺结核病情,因此,患有这类疾病的人不宜服用碘化钾。

F.2 使用碘化钾的方法

F.2.1 时机

在摄入放射性碘前或摄入后即刻服用碘化钾的防护效果最佳。最迟应在放射性碘进入体内 6 小时之内服碘化钾,但在放射性碘持续或多次进入体内的情况下,服用碘化钾的时间可不受上述限制。摄入放射性碘后立即服用碘化钾,甲状腺内放射性活度可减少 87%~96%,摄入放射性碘后 4h 再服用碘化钾,防护效率则不到 50%。

F.2.2 剂量

成人一次服用量以 130mg(相当于稳定性碘 100mg)为宜,每日 1 次,连续服用不应超过 10 次;或每日 2 次,每次 130mg,总量不超过 1.3g。儿童和青少年用药量为成人用药量的 1/2。婴儿用药量为成人用药量的 1/4。新生儿用药量为成人用药量的 1/8~1/4(可碾碎后混在果汁或牛奶中)。

F.2.3 保存要求

碘化钾必须密封、防潮及避光保存。

F.2.4 代用品

在缺乏碘化钾供应的情况下,可改服用碘酸钾,其用量为 170mg 碘酸钾(相当于 100mg 稳定性碘),若无碘酸钾亦可用其它含碘药物或食物代替,如碘含片、卢氏液及海带等。

用碘酒涂抹皮肤,也可取得一定的防护效果。

表 F.1 7 种放射性碘同位素对放射工作人员的年摄入量限值,ALI

碘核素质量数	物理半衰期	放射工作人员的 ALI, Bq	
		食 入	吸 入
123 ^I	13.2h	9.5×10^7	1.8×10^8
125 ^I	60d	1.3×10^6	2.7×10^6
131 ^I	8.06d	9.1×10^5	1.8×10^6
132 ^I	2.28h	6.9×10^7	1.0×10^8
133 ^I	20.3h	4.6×10^6	9.5×10^6

续表

碘核素质量数	物理半衰期	放射工作人员的 ALI, Bq	
		食 入	吸 入
134	52.5min	1.8×10^8	2.5×10^8
135	6.8h	2.2×10^7	4.3×10^7

注：在同时摄入几种放射性碘同位素的情况下，通常要求满足下式：

$$\sum_i I(i)/ALI(i) < 1$$

式中：
I(*i*) 是一年内 *i* 种放射性碘同位素的年摄入量, Bq;
 ALI(*i*) 是 *i* 种放射性碘同位素的年摄入量限值, Bq。

附 录 G
(规范性附录)
放射性表面污染控制水平

表 G.1 中列出了工作场所的放射性表面污染控制水平。

表 G.1 工作场所的放射性表面污染控制水平

单位: Bq/cm²

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备 墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 ⁻¹	4	4
工作服、手套 工作鞋	控制区	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻²	4×10 ⁻²	4×10 ⁻¹
1) 该区内的 高污染子区除外。 2) 应用这些控制水平时应注意： a) 表内所列数值系指表面上固定污染和松散污染的总数。 b) 手、皮肤、内衣、工作袜污染时，应采用去污效率高、对皮肤无刺激、不会促进吸收的去污剂进行及时清洗，尽可能清洗到本底水平。其他表面污染超过表内的水平时，应采取去污措施。 c) 墙壁、地面、设备经采用适当的去污措施后，仍超过表内的水平时，可视为固定污染，经审管部门或审管部门授权的单位检查同意，可适当放宽控制水平，但不能超过表列数值的 5 倍。 d) β 粒子最大能量小于 0.3MeV 的 β 放射性物质表面污染的控制水平，可为表内列值的 5 倍。 e) ²²⁷ Ac、 ²¹⁰ Pb、 ²²⁸ Ra 等 β 放射性物质，按 α 放射性物表面污染的控制水平执行。 f) 氡和氡水的表面污染的控制水平，可为表内列值的 10 倍。				

附录 H (资料性附录)

放射性核素体表污染的洗消剂及内污染的阻吸收和促排药物

H.1 体表污染的去污剂

- 各种核素的干性污染,用特制的洗消皂洗消 1 次~2 次,污染基本可以去除;
- ^{239}Pu 和超铀核素(^{241}Am 、 ^{242}Cm)、稀土核素应选用 DTPA 复合剂(pH:3~5),5%DTPA 溶液(pH:3~5)和 1%~2%的稀盐酸溶液。
- 污染核素种类不明或难以去除的局部污染,可选用 5%次氯酸钠溶液或 6.5%高锰酸钾溶液浸泡后再用 10%~20%的盐酸羟胺刷洗脱色,一般均可去除。

H.2 去污过程中应注意的原则

宜用温水(约 40℃);勿将污物扩散;勿用硬毛刷和刺激性强的或促进放射性核素吸收的制剂;去污次数不要过多,一般以不超过三次为宜,以免损伤皮肤,从而促进放射性核素的吸收。可参照 WS/T 186 进行去污处理。

H.3 阻吸收剂

- 对 ^{137}Cs 用普鲁士兰(Prussian blue);
- 对 ^{90}Sr 、 ^{226}Ra 、 ^{133}Ba 、 ^{60}Co 等二价阳离子的阻吸收用褐藻酸钠(sodium alginate)等;
- 对 ^{131}I 的吸收可用稳定性碘(碘化钾或碘酸钾)阻断;
- 对 ^3H 的促排可用强制性大量饮水。

表 H.1 放射性核素内污染医学处理药物一览表

药物名称	用途	用法
吐根糖浆	催吐	30ml 服用,随后饮温水 500ml
阿朴吗啡	催吐	2mg~5mg,皮下注射
碘化钾	阻止 ^{131}I 甲状腺沉积	130mg,每日一次,连续服用不超过 10d。
褐藻酸钠	阻止 ^{90}Sr 吸收	首次服 3g~5g,每日三次,可连用 3d~5d。
硫酸钡	阻止 ^{90}Sr 吸收	50g~100g,服 1 次
普鲁士兰	阻止 ^{137}Cs 吸收	1g,每日三次,连用 5d 为一疗程。停 3d,可用 3~4 疗程
DTPA	^{239}Pu 、 ^{241}Am 、 ^{140}La 、 ^{144}Ce 、 ^{147}Pm 、 ^{241}Am 、 U 、 Th	1g,溶于 500ml 生理盐水,静脉滴入,每日一次,连用 3d,停 4d 为一疗程
喹胺酸	促排 ^{144}Ce 、 ^{147}Pm 、 ^{239}Pu 、 ^{234}Th 、 ^{95}Zr 、 U 等	0.5g 溶于生理盐水,肌肉注射,每日 2 次,连用 3d,停 4d 为一疗程
二巯基丁二酸钠	促排 ^{144}Ce 、 ^{147}Pm 、 ^{210}Po	1g 溶于 10ml 生理盐水,静脉注射,每日 2 次,连用 3d,停 4d 为一疗程
硫酸镁	腹泻	口服,成人 15g
双氢克脞嗪	促排	口服,25mg,每日 3 次,连用 2d,多饮茶水