

环境卫生基准(25)

某些放射性核素

联合国环境规划署

国际劳工组织 合编

世界卫生组织



中国环境科学出版社

环 境 卫 生 基 准

(25)

某些放射性核素

联合国环境规划署
国际劳工组织 合编
世界卫生组织

徐根林 莫长耕 吴维鵬 译
朱长寿 郑乃彤 校

中国环境科学出版社

1 9 9 0

United Nations Environment Programme
International Labour Organization
World Health Organization
Environmental Health Criteria 25
SELECTED RADIONUCLIDES
World Health Organization Geneva, 1983

环境卫生基准

(25)

某些放射性核素

联合国环境规划署
国际劳工组织 合编
世界卫生组织
徐根林 莫长耕 吴继皓 译
朱长寿 郑乃彤 校
责任编辑 李文湘

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

北京市农业局印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经营

*

1990年4月 第一版 开本 787×1092 1/32
1990年4月 第一次印刷 印张 7 3/4
印数 1—1 850 字数 179千字

ISBN 7-80010-448-6/X·250

定价: 3.50元

内 容 简 介

《环境卫生基准》由联合国环境规划署和世界卫生组织联合主持，由世界一些国家的专家组成专门小组，按物质的不同化学性质分册编写出版的。

本册较详细地介绍了氚、碳-14、氚-85、铯-90、碘、铯-137、钍、钍等放射性核素的来源、转移、剂量等在环境中的状态及对生物的影响。同时还指出了对人体健康的影响、中毒症状及防护措施和环境容许剂量。

本书是环境保护、核工业、医疗卫生、劳动保护等部门不可缺少的重要技术资料，也是环境保护工作者及科研、教学、工业建设和厂矿企业等单位必需的技术参考书。

2694/07

中译本说明

联合国环境规划署和世界卫生组织联合主持出版的《环境卫生基准》(Environmental Health Criteria)是由世界一些国家的有关专家组成专门小组,按物质的不同化学性质编写并分册出版的。该书每册详细论述一种化学物质的理化性质、分析方法和用途,阐述该物质的不同浓度对人体和其他生物(禽畜、鱼类、农作物和其他果树、植物等)的作用,介绍该物质在大气、水、土壤等环境中和一些生物体内的浓度与代谢转化过程,以及中毒的临床症状、解毒方法、安全预防措施等,并提出在不同环境中的容许标准值。

该书汇集了评价化学物质与人体健康和各种生物体关系的大量资料,因此,它不仅是环境保护、医疗卫生、劳动保护等部门不可缺少的重要技术资料,也是从事农、林、牧、渔和海洋方面工作的环保工作者以及有关的科研、大专院校、工业设计和厂矿企业等单位必需的技术参考书。因此,我们大力支持该书中译本的出版,并将它推荐给读者。

本书由郑乃彤同志负责组织翻译并作最后校定,文中不妥之处,欢迎批评指正。

国家环境保护局科技处

出版说明

本报告汇集了国际专家小组的集体见解，但并不代表联合国环境规划署或世界卫生组织的决定或有关政策。

本书采用的名称和陈述材料并不代表世界卫生组织秘书处对任何国家、领土、城市、地区或其权限的合法地位，或关于边界、分界线划定的任何意见。

凡提及某公司或某些制造商的产品，并不意味着他们已为世界卫生组织所认可或推荐、而优于其他未被提及的同类公司或产品的名称。除差错与疏忽外，凡专利产品名称均冠以大写字母，以示区别。

致《环境卫生基准》文献的读者：

为使《环境卫生基准》文献中的资料尽量准确，虽已作了很大努力，按时出版，但是错误是难免的，而且今后还可能再出现。为了《环境卫生基准》文献读者的利益，诚恳地希望将发现的任何错误通知瑞士日内瓦世界卫生组织环境卫生处，以便将它载入以后的出版物中。

此外，衷心要求与《环境卫生基准》文献有关的专业领域的专家，将有关的已出版而被遗漏的重要文献通知世界卫生组织秘书处，这些文献可能会有助于改变接触所研究的环境因子对健康危害的评价，以便在修改或重新评价《环境卫生基准》文献的结论时考虑采纳这些资料。

致基准文献的读者

虽然已尽了最大努力，使基准文献中的资料尽量准确，按期出版。但是错误是难免的，而且今后还可能出现。为了所有阅读环境卫生基准文献的读者利益，诚恳地希望读者将发现的任何错误，告诉在瑞士日内瓦的世界卫生组织环境卫生处，以便将发现的错误载入以后出版的勘误表中。

此外，恳切地希望与基准有关的任何专业领域内的专家，将任何被遗漏的，而且已经出版的有关重要文献资料，通知世界卫生组织秘书处。因为这些资料可能会有助于改变对接触受照环境因子对健康危害的评价，以便在修改或重新评价基准文献的结论时，考虑采纳这些资料。

某些放射性核素的环境卫生基准

根据联合国环境规划署 (UNEP) 的请求, 联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 在 27—29 届委员会会议期间, 准备了一份关于放射性核素在环境中的状态及辐射剂量学的报告。这份报告在 1981 年召开的第 30 届会议时, 已完成并已通过。这份报告已在 WHO/UNEP 联合出版的环境卫生基准丛书中发表。这份取名为“某些放射性核素”的环境卫生基准 (EHC) 文献, 包括由 UNSCEAR 编写和出版的一份主要报告及附录。附录内容有摘自“1982 年出版的辐射防护基本安全标准”的摘录, 第 9 号安全丛书, 国际原子能机构 (IAEA), 国际劳工组织 (ILO), 核能机构 (NEA) [原为国际合作与发展组织 (OECD)], 世界卫生组织 (WHO) 联合编写, 并由 IAEA 出版的文件。这份基准文献是为了给一些国家的权威性机构, 在制订放射性核素的限值时, 提供参考指导。在环境卫生基准文献中讨论的某些选定的放射性核素, 无论对于普通居民, 还是对于从事辐射工作的人员, 都是很重要的。

世界卫生组织环境卫生处的 E. Komarov 博士, 是这本环境卫生基准最后定稿的负责人。

衷心感谢 B. G. Bennett 博士 (监测和评价研究中心, MARC) 在环境卫生基准的科学编辑中给予的帮助。

在编写放射性核素在环境中的状态及辐射剂量学的材料时, 采纳了 1982 年 UNSCEAR 给联合国总部的一份报告内容。但是, 这份报告在编写的材料中没有被引用。因为该报告当时尚未出版。

放射性核素在环境中的状态及辐射剂量学

前 言

1. 释放到环境中的放射性物质，使居民有可能受到潜在的电离辐射照射。并增加了损害居民健康的危险性。由于进入到环境中的放射性核素的量与其效应有着密切关系，因此有必要制订一个放射性核素的卫生基准。即确立一个定量的关系，以制订释放允许极限，对人类使用放射性物质加以管理。
2. 这份基准报告，是由 UNSCEAR 为 UNEP 在制订卫生基准时提供的基本材料。在这份报告中，对某些选定的放射性核素在环境中的状态以及一些概括性的意见进行了讨论。其中包括放射性核素的来源，转移到人体及辐射剂量学等。这些被选定的放射性核素，都是一些从天然及人工放射源中，经常向环境释放的一些放射性核素。而且在正常情况下，这些放射性核素是对居民受到辐射照射的最大来源。
3. 这份基准报告中收集的有关材料，大部分取自 UNSCEAR 给联合国总部的报告中有关电离辐射源的详细陈述及评价部分的资料。关于一般性概念和一些放射源（如天然放射性物质），大气层核试验的落下灰，核动力工厂的排放物，职业性和医疗照射等对人体照射所致的剂量负担的评价，请读者直接阅读上述报告。
4. 在制订放射性核素的卫生基准时，必须进一步了解有

关辐射对人体健康影响的资料。关于辐射剂量和对人体健康影响的危险度之间的相互关系，根据现有的资料，最近已作了重新评价。有关这部分资料，可在UNSCEAR1977年的报告中查到。在本基准中，仅简要地介绍了辐射效应及辐射防护设想的一般情况。

5. 在特殊情况下，当制订放射性核素的排放限值时，必须对地区和区域的环境以及转移到人体的特殊途径有较详细的研究。必须指出，在这份基准报告中介绍的材料，只能当作基本指南。

6. 下列的一些科学家，在编写这份基准报告中作出了积极的贡献。他们是：W. J. Bair博士，D. Beninson博士，B. G. Bennett博士，A. Bouville博士，P. Patek博士，G. Silini博士，J.O. Snihs博士等。

目 录

某些放射性核素的环境卫生基准.....	(vii)
前 言.....	(viii)
一、绪论.....	(1)
二、氚.....	(6)
(一) 引言.....	(6)
(二) 辐射源.....	(6)
1. 天然氚.....	(6)
2. 核爆炸.....	(7)
3. 核燃料循环.....	(8)
4. 氚生产工厂.....	(14)
5. 含氚的商品.....	(14)
6. 受控热核反应堆.....	(15)
(三) 在环境中的状态.....	(15)
1. 天然氚和落下灰中的氚.....	(15)
2. 工业释放的氚.....	(16)
(四) 转移至人体.....	(17)
(五) 剂量学.....	(18)
1. 每单位摄入量的剂量.....	(18)
2. 每单位释放所致的剂量.....	(19)
参考资料.....	(25)
三、碳-14.....	(29)
(一) 引言.....	(29)
(二) 辐射源.....	(29)
1. 天然碳-14.....	(29)
2. 核爆炸.....	(30)

3. 核燃料循环	(30)
(三) 在环境中的状态	(35)
(四) 转移至人体	(36)
(五) 剂量学	(37)
1. 每单位摄入量的剂量	(37)
2. 每单位释放所致的剂量	(37)
参考资料	(39)
四、氦-85	(41)
(一) 引言	(41)
(二) 辐射源	(43)
1. 天然的氦-85	(43)
2. 核爆炸	(43)
3. 核燃料循环	(44)
(三) 在环境中的状态	(45)
1. 在大气中的扩散	(45)
2. 从大气中的消除	(47)
(四) 转移至人体	(48)
(五) 剂量学	(49)
1. 每单位照射量的剂量	(51)
2. 每单位释放所致的剂量	(52)
参考资料	(54)
五、铯-90	(57)
(一) 引言	(57)
(二) 辐射源	(59)
1. 核爆炸	(59)
2. 核燃料循环	(59)
(三) 在环境中的状态	(62)
1. 在土壤中的运动	(62)
2. 转移至植物	(62)

3. 转移至牛奶	(63)
4. 转移至膳食	(63)
5. 在水中的状态	(66)
(四) 转移至人体	(67)
(五) 剂量学	(69)
1. 每单位摄入量的剂量	(69)
2. 每单位释放所致的剂量	(71)
参考资料	(76)
六、碘	(79)
(一) 引言	(79)
(二) 辐射源	(80)
1. 天然产物	(80)
2. 核爆炸	(80)
3. 核燃料循环	(81)
(三) 在环境中的状态	(85)
1. 核爆炸	(85)
2. 工业释放	(87)
(四) 转移至人体	(91)
(五) 剂量学	(93)
1. 每单位摄入量的剂量	(93)
2. 每单位释放所致的剂量	(94)
参考资料	(99)
七、铯-137	(104)
(一) 引言	(104)
(二) 辐射源	(106)
1. 核爆炸	(106)
2. 核燃料循环	(107)
(三) 在环境中的状态	(109)
1. 固定在土壤中	(109)

2. 转移至植物	(109)
3. 转移至牛奶	(110)
4. 转移至肉类	(111)
5. 转移至膳食	(111)
6. 地衣-驯鹿-人的食物链	(114)
7. 在水中的状态	(114)

(四) 转移至人体 (115)

1. 组织中的吸收与分布	(115)
2. 半滞留期	(116)
3. 转移因子	(118)

(五) 剂量学 (118)

1. 每单位摄入量的剂量	(118)
2. 每单位释放所致的剂量	(119)

参考资料 (125)

八、氦 (132)

(一) 引言 (132)

(二) 辐射源 (133)

1. 室外	(133)
2. 室内	(135)

(三) 在环境中的状态 (137)

1. 从土壤中释放	(137)
2. 在空气中的分散	(139)
3. 室内状态	(141)
4. 氦子体浓度	(143)

(四) 转移至人体 (146)

(五) 剂量学 (147)

1. 每单位照射量的剂量	(147)
2. 每单位释放所致的剂量	(150)

参考资料 (152)

九、钚 (158)

(一) 引言.....	(158)
(二) 辐射源.....	(160)
1. 核爆炸.....	(160)
2. 核燃料循环.....	(161)
3. 其它辐射源.....	(161)
(三) 在环境中的状态.....	(163)
1. 在土壤中的运动.....	(163)
2. 转移至植物.....	(164)
3. 转移至动物体.....	(165)
4. 转移至膳食.....	(165)
5. 在水中的状态.....	(167)
(四) 转移至人体.....	(169)
(五) 剂量学.....	(172)
1. 每单位摄入量的剂量.....	(172)
2. 每单位释放所致的剂量.....	(174)
参考资料.....	(178)
十、辐射效应.....	(187)
(一) 躯体效应.....	(187)
1. 早期躯体效应.....	(187)
2. 远期躯体效应.....	(188)
(二) 遗传效应.....	(189)
(三) 剂量-反应关系.....	(189)
(四) 危险度的估计.....	(190)
十一、结论.....	(193)
(一) 放射性核素与环境.....	(193)
(二) 剂量评价.....	(194)
(三) 辐射效应的估计.....	(196)
附 录.....	(197)

摘自“辐射防护基本安全标准, 1982年版”

一、绪 论

7. 放射性核素是一种特殊的环境物质。这种物质是一些构形不稳定的化学元素,不断地进行放射性衰变,并发射出 α 、 β 粒子及 x 或 γ 射线。当射线与生物体相互作用时,生物体便获得能量,结果产生各种损害效应。因此,放射性核素虽然有许多有益的用途,如医疗诊断和治疗,工业品与消费商品探伤及检测、核反应堆发电等。但对人类仍然是一个潜在的有害物质。

8. 由于电离辐射的潜在损伤作用,有一些需要经过许多年后才能显示出来。所以这也就是引起人们特别关心的一个原因。1945年在日本广岛和长崎的原子弹爆炸,更促使人们对辐射损伤效应更加重视。由于在这方面的研究成果,目前对放射性核素在环境和人体内的状态以及辐射对躯体和遗传产生的后果等许多问题,已有了解。关于这方面的资料,已远远超过对其它等级的环境污染物的报道。

9. 在环境辐射的测量中,尤其在追踪由于大气层核武器试验所产生的落下灰放射性核素方面,已取得了丰富的经验。这方面的许多资料,增加了人类对元素在大气和海洋之间的转移过程中以及在生物地球化学循环中的总认识。目前,关于对动物的辐射效应已作了大量的研究。对受照射的人群也进行了广泛的流行病学调查。虽然这些资料极大地增加了我们对辐射给人体和环境产生的生物效应的了解,但仍然还有一些问题,如辐射作用的基本机理、低剂量及低剂量率危险度的评价等,有待进一步搞清楚⁽¹¹⁻¹⁷⁾。

10. 在详细评价放射性核素之前,必须对一些定义和一般概