

国家污染物 环境健康风险名录

物理分册

环境保护部 主编

GUOJIA WURANWU
HUANJING JIANKANG FENGXIAN MINGLU

国家污染物环境健康风险名录

——物理分册

环境保护部 主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

国家污染物环境健康风险名录. 物理分册/环境保护部主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.9

ISBN 978-7-5111-1078-7

I. ①国… II. ①环… III. ①污染物—环境污染—中国—名录②物理—污染物—环境污染—中国—名录 IV.

①X5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 171603 号

责任编辑 孔 锦

责任校对 扣志红

封面设计 金 喆

出版发行 中国环境科学出版社

(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.com.cn>

电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn

联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)

010-67187041 (学术著作图书出版中心)

发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京中科印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2012 年 9 月第 1 版

印 次 2012 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 25

字 数 570 千字

定 价 98.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

编 委 会

领导小组

组 长：吴晓青

副 组 长：赵英民

成 员：胥树凡 裴晓菲 宛 悦

编写小组

主 编：刘占旗 谢满廷

副 主 编：武晓燕 林海鹏 路文芳

编写人员：（按姓氏笔画排序）

马跃峰 王 超 王秀琴 王进军 古晓娜

田 宇 张文字 杨 雪 郑建国 赵怀璞

战景明 姜 霞 姜如意 唐国华 崔向平

游国强 蘧艳锋

技术顾问：（按姓氏笔画排序）

马如维 王志明 王恒德 刘立业 闫玉奎

谷存礼 杨华庭 高增林

序

“关注民生、执政为民”是以胡锦涛总书记为核心的第四代领导集体确定的党和政府工作的宗旨。具体到环境保护工作，关注环境污染对人体健康的损害、着力解决危害人民群众健康和生命安全的突出环境问题，就是关注民生、执政为民的具体体现。

改革开放以来，随着我国社会经济的快速发展和工业化进程的不断加快，人民群众物质生活水平得到了极大的提高。与此同时，由于粗放型经济增长方式没有得到根本扭转，环境污染和生态破坏问题日益严重，环境污染引发的健康损害问题在局部地区已经相当突出，直接危害人民群众的生产、生活。近年来，由环境污染导致的健康损害问题在一些地区甚至引发了群体事件，造成了社会的不稳定。到2020年，我国人口将继续增加，经济总量将再翻两番，资源、能源消耗持续增长，环境保护面临的压力越来越大。当前和今后一个时期，我国环境形势相当严峻，决定人群的污染暴露水平还将长期偏高，环境污染对人体健康的威胁将长期存在，对环境污染导致健康损害这一问题我们绝不能掉以轻心。

我国政府一贯重视环境与健康问题，在环境污染防治方面采取了许多积极的防治措施，同时不断加强环境与健康科学研究，但如何利用环境与健康既有研究成果影响国家重大环境决策在我国尚处于一个新的起点。将“以人体健康为本”的思想纳入环境管理制度建设中，不断充实和完善相关环境保护政策、法律、法规和标准，构筑科学化、法制化、标准化和信息化环境与健康管理体系，以适应经济社会发展形势的需要，成为摆在环保工作者面前的一项紧迫任务。

为积极应对环境污染对人群健康的威胁，我国政府于2007年11月发布了指

导我国环境与健康工作科学开展的第一个纲领性文件——《国家环境与健康行动计划（2007—2015）》。为努力实现从源头控制环境污染，切实提高风险防控水平，行动计划确立了“预防优先”的基本原则。环境保护部组织有关科研单位编写的《国家污染物环境健康风险名录》（以下简称《名录》）不仅是对“预防优先”原则的具体落实，还是一项非常重要的基础性工作。《名录》在充分利用国内外环境与健康研究成果的基础上，系统地介绍了我国环境中存在的污染物种类、毒性、对人群健康的影响及其防治措施等，对于政府决策、环境监测、环境应急预案的制订、环境污染事故的应急处理具有很强的指导意义和参考价值。相信该书的出版可对提高我国环境管理水平发挥积极的作用！

最后，感谢《名录》全体编写人员所付出的辛勤劳动！祝我国环境保护工作更上新台阶！

A handwritten signature in black ink, appearing to read '李兴' (Li Xing), written in a cursive style.

编制说明

一、必要性

(一) 目的和意义

党中央、国务院高度重视环境与健康工作。在《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(国发〔2005〕39号)中指出“要努力让人民群众喝上干净的水、呼吸清洁的空气,吃上放心的食物,在良好的环境中生产生活”,并强调“要推动环境科技进步,开展环境与健康研究”、“抓住制约环境保护的难点问题和影响群众健康的重点问题,一抓到底,抓出成效”;在第六次全国环保大会上,温家宝总理指出“环保工作要着力解决危害人民群众健康的突出环境问题”。2007年11月国务院18个部委局联合发布了我国环境与健康领域的第一个纲领性文件——《国家环境与健康行动计划(2007—2015)》,其目标是控制有害环境因素及其健康影响,减少环境相关性疾病发生,维护公众健康。这要求我们要更加重视环境与健康工作,提高对环境与健康问题的认识和管理水平,采取切实有效措施,逐步解决影响人民群众身体健康的重大环境问题。

随着社会经济的发展,环境污染物的种类越来越多,各种污染物的相对危害情况也随之发生变化,虽然我国用于环境污染治理的资金每年都在增加,但是相对于日益严重的环境污染问题其投入还显得十分不足,要对所有的污染物进行全面治理还远不可能。因此,合理配置有限的人力、物力和财力,重点关注环境与健康优先污染物,是环境与健康管理工作之当务之急。

编制《国家污染物环境健康风险名录》(简称《名录》)的目的就是将危害相对严重的污染物的综合信息汇编出来,为政府决策部门制定政策提供依据、为环境监测提供目标、为环境应急预案的制订提供指导、为环境污染事故的应急处理提供方法、为工厂和公众的安全防护提供基础、为环境与健康教育提供培训教材等。《名录》编制分为化学分册、物理分册和生物分册。本编委会负责《名录》(物理分册)的编制工作。

(二) 与已有资料的比较

随着核科学技术的不断进步,核能、核技术在工业、农业、科研、医学、环保和国防等领域中广泛应用,为适应广大读者及科研工作者的需要,国外及我国相继出版了放射源、放射性核素、噪声等物理因素的汇编资料,如《放射性同位素手册》、《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册 第二分册 辐射防护监测技术》、《辐射防护手册 第三分册 辐射安全》、《辐射防护手册 第五分册 辐射危害与医学监督》、《实用辐射安全手册》、《辐射安全手册》、《核素数据手册》、《辐射防护实用手册》、《简明放射性同位素应用手册》等;非放射性物理因素近年来汇编的资料也较多,如《物理因素职业卫生》、《物理因素危害与控制》、《环境物理性污染控制》及《工作场所有害因素危害特性实用手册》等。这些资料为专业人员查阅有关数据资料提供了很好的信息,但偏重于叙

述放射源、放射性同位素及非放射性物理因素的特性及其职业危害、工作场所监测、危害因素防护等，难以满足环境与健康管理工作的需要（表 1）。

表 1 国内已有的汇编资料及其特点

汇编资料	特点
《放射性同位素手册》	提供了放射性衰变的主要公式、衰变系列、衰变表，放射源的主要特性及有关数据及放射源的安全检验，放射性同位素的应用、辐射防护、衰变图纲等
《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》	介绍了放射性核素、反应堆、低能加速器和 X 射线等辐射源的辐射特性、各类源的特点及 γ 源、中子源等的辐射屏蔽
《辐射防护手册 第二分册 辐射防护监测技术》	介绍了辐射防护监测技术，详细阐述了放射性样品测量中经常遇到的数据统计和计数统计学问题，介绍了辐射防护监测仪表性能及刻度技术等
《辐射防护手册 第三分册 辐射安全》	提供了辐射防护原则、密封源安全、X 射线防护、粒子加速器的防护、开放源安全、核燃料循环过程的辐射防护、放射性物质运输、核临界安全等方面的研究内容
《辐射防护手册 第五分册 辐射危害与医学监督》	评述了辐射对人类的可能危害作用，列举了辐射损伤的人类证据，重点阐述了辐射的致癌效应和遗传效应
《实用辐射安全手册》	简单介绍了辐射安全基础知识、辐射生物效应、职业照射、公众照射和医疗照射、辐射防护监测、干预情况的辐射防护、核临界安全、放射性物质的安全管理等内容
《辐射安全手册》	主要内容包括辐射安全基础知识、辐射安全技术及要求
《核素数据手册》	主要介绍了重要公式、国际单位制与法定计量单位、放射性核素生产和应用中重要的数据等，提供了同位素及 2 500 多个核素的常用参数
《辐射防护实用手册》	主要内容包括放射防护的基础知识、放射防护基本方法、辐射防护监督管理、医用辐射防护、工业辐射防护、核事件应急等
《简明放射性同位素应用手册》	收录了截至 2004 年已知的所有稳定和放射性核素的基础核数据，包括这些核素的最基础特性
《物理因素职业卫生》	系统介绍物理因素对人体的健康影响、职业危害、治疗、防治措施及其监测技术方法等
《物理因素危害与控制》	论述物理因素对人体健康的影响、职业危害、临床表现、治疗、防护措施及其监测技术、方法、规范、卫生标准、仪器设备等
《环境物理性污染控制》	叙述了噪声、振动、放射性、电磁、光、热等要素的污染、对人类的影响及防范措施，简要介绍了污染物在大气、水、土壤中的迁移转化规律及人们对物理污染利用的最新科研动态
《工作场所有害因素危害特性实用手册》	介绍了 339 种有毒物质，47 种粉尘、2 种生物因素及 9 种物理因素的物理特性、生物特性、发病因素、作用机理、病理改变等

《名录》（物理分册）在综合分析我国核行业放射性物质释放种类、释放量及其毒性及社会发展过程中日益增加的非放射性物理因素等资料的基础上，筛选出密封放射源 11 种、放射性核素 41 种，非放射性物理因素 13 种，在系统整理归纳我国核与物理因素领域已有科研成果基础上，汇编了非放射性物理因素、密封放射源、放射性核素的特性、来源、监测方法、人体照射途径、健康危害、诊断治疗等综合信息，为环境与健康管理服务工作服务。

（三）《名录》（物理分册）特点

《名录》（物理分册）按照非放射性物理因素、密封放射源、环境放射性核素的不同特点分篇章进行编撰。非放射性物理因素篇描述了污染物的特性、来源、监测方法、人体暴露途径、人体健康风险、诊断及治疗、防护措施、相关标准等内容；密封放射源篇从放射源的辐射特性、源的制备及应用、照射途径、人体健康风险、防护措施等方面进行阐述，对各种放射源的共性内容如辐射监测、健康风险防控措施以附录形式给出；环境放射性核素篇按照核素的辐射特性、来源、环境中的迁移、辐射生物效应、核事故应急、医学救治等进行汇总。《名录》（物理分册）汇集了物理性环境污染因素及其健康影响的综合信息，内容全面，信息量大，具有系统性、完整性和实用性等特点。

二、任务来源

《名录》（物理分册）编制工作历时两年，列入环境保护部 2010 年和 2011 年环境与健康工作年度任务。

三、编写过程及资料的收集整理

（一）编写过程

《名录》（物理分册）由国家环境保护环境与健康重点实验室（太原）组织编写，在开始编写时就成立了《名录》（物理分册）编写领导组和编委会，从编写格式、内容、需求和适用性等方面广泛听取了多位专家学者的意见和建议，特别在放射源和放射性核素的选择、放射性核素环境健康影响等方面进行了多次讨论。

《名录》（物理分册）共涉及 65 种物理因素，分两个阶段编写，其中 2010 年完成环境噪声、不良气候条件、电磁辐射、激光、密封放射源及放射性核素等 39 种物理因素的编写。2011 年完成环境中 26 种主要放射性核素的编写。从 2010 年 1 月开始，共投入编写人员 18 人，其中研究员 2 人、副研究员 6 人、助理研究员 10 人。

编写过程中，除了按期召开《名录》（物理分册）的开题报告会和中期评估会外，编写成员就编写中遇到的问题及时讨论、修改、补充，确保编写内容的准确性和可靠性。初稿完成后由院内资深环境科学和辐射防护专家审阅和修改，重点在 ICRP 最新辐射剂量学参数的应用、辐射环境监测、辐射防护、核安全、核技术、辐射与健康等方面进行了技术把关，确保《名录》（物理分册）编写的质量和水平。按院内专家意见逐一认真修改后上报编委会组长审核，最后由 3 名副研究员负责统一整理汇总。

具体编制过程如下：

2010 年 5 月 4 日召开了 2010 年度《名录》（物理分册）实施方案专家论证会。根据专家意见修改完善了编写大纲，确定了该《名录》（物理分册）具体的编写内容。

2010 年 12 月 17 日，召开了《名录》（物理分册）中期评估会议，编委会分别将非放射性物理因素、放射源和放射性核素举例报告了编写情况，与会专家对前期完成的部分内容提出了中肯有益的建议，对《名录》（物理分册）后续编写工作和修订起到了指导和促进作用。编委会对已完成内容进行了修改和补充，更新和增加了相应的标准内容，并为第

二阶段的编写工作奠定了良好基础。

2011年10月15日,编委会完成了《名录》(物理分册)全部研究内容的汇总、编辑,形成《名录》初稿,并请多名院内资深环境科学、辐射防护及放射医学专家进行了《名录》初稿的审查。编委会依据专家组意见进行了认真修改,特别是修正了错误描述、更新了陈旧信息、对类似或雷同信息进行了整合修改,并对编辑内容的结构进行了调整,使《名录》的阅读性更强。

2011年12月,请国内环境科学、辐射防护、放射医学及预防医学专业的多名专家进一步对修改稿进行了审查,编委会依据专家组意见进行了认真修改。经编委会的数次校核,最终形成了《名录》(物理分册)评审稿。

2012年1月,环境保护部发以环办函[2012]55号文件形式征求了国内有关单位的意见。编委会根据反馈的修改意见和建议,对《名录》(物理分册)做了进一步修改和补充,于2012年4月定稿。

(二) 资料的收集整理

编写过程中,课题组参考了国内外公开发表出版物120余册,其中ICRP(国际放射防护委员会)出版物40册,UNSCEAR(联合国原子辐射效应科学委员会)出版物5册,IAEA(国际原子能机构)安全报告丛书5册及WHO(世界卫生组织)的有关出版物2册。另参考了现行标准如《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)、《水中镍-63的分析方法》(GB/T 14502—1993)及《水中钴-60的分析方法》(GB/T 15221—1994)等放射性核素测量标准及其他与核素相关标准70余项。在资料的录用中注重其权威性和时效性,确保资料的可信度。

四、编制原则

(一) 编写原则

1. 科学性:《名录》(物理分册)中各污染物的各项信息必须来自科学研究的结果、相关书籍和政府权威机构的公开资料,并科学地进行资料的质量评估和质量控制,对于放射性污染物的各项信息主要引用国际权威机构或组织新的出版物或报告的相关内容,例如IAEA、ICRP、UNSCEAR等,从而保证了《名录》(物理分册)的科学参考价值。

2. 客观性:对污染物的环境行为、暴露/照射途径、生物效应、综合评价等必须采取客观的分析方法,避免主观推测。

3. 特殊性:对于放射源和放射性核素要体现其辐射特性、人体代谢和剂量学参数以及辐射防护的特殊要求,为辐射与健康提供有价值的参考。

4. 时效性:《名录》(物理分册)的编制系统整理归纳了环境污染物及其人体暴露/照射水平、健康风险、诊断治疗、防护措施等综合信息。随着科研的进展,新的研究成果和信息都将发生变化,因此《名录(物理分册)》具有一定的时效性。当污染物种类、含量及其相关信息出现重大变化时,《名录》(物理分册)将需进行相应的修订。

5. 可扩充性:当《名录》(物理分册)需要修订时,不需要改变编排方式,只对污染物的排序或相关内容进行更正和补充即可,这样将降低修订的时间和资金成本,提高修订

效率和时效性。

6. 可操作性：《名录》（物理分册）的编写力求条目清晰、便于查阅；内容综合，具有广泛参考价值；重点突出，特别能为环境与健康领域的管理决策、事故应急、现场救治，日常防护提供可操作的指导读本。

（二）确定污染物纳入《名录》（物理分册）的原则

1. 优先选择源项明确、环境危害大的污染物和污染因素。
2. 优先选择健康效应明显的污染物和污染因素。
3. 优先选择具备监测、管理条件的污染物和污染因素。
4. 优先选择使用量大、可能对环境健康产生危害的密封放射源。
5. 优先选择环境释放量较多、危害较大的放射性核素。

（三）污染物筛选依据

按照物理性环境污染因素的种类和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）的要求，非放射性环境物理因素的选择，主要考虑人工物理环境中的污染物种类；放射源主要选择常用的密封放射源，包括 α 源、 β 源、 γ 源、中子源等；对于环境放射性核素，从天然放射性核素和人工放射性核素出发，重点选择核设施流出物中的主要放射性核素。

五、《名录》（物理分册）的框架结构

（一）非放射性物理因素篇

1. 主要来源
2. 物理特性
3. 监测方法
4. 人体暴露途径
5. 健康风险
6. 诊断及治疗
7. 健康风险防控措施
8. 相关标准

（二）密封放射源篇

1. 名称
2. 辐射特性
3. 辐射监测
4. 源的制备及应用
5. 环境污染及人体照射途径
6. 健康风险
7. 诊断及治疗

8. 人体健康风险控制措施
9. 相关标准

(三) 环境放射性核素篇

1. 名称及毒性分组
2. 辐射特性
3. 主要来源
4. 监测方法
5. 用途
6. 环境中的迁移
7. 环境水平及人体照射途径
8. 健康风险
9. 诊断及治疗
10. 人体健康风险控制措施
11. 相关标准

六、致谢

《名录》(物理分册)引用了大量国际权威机构的出版物、技术报告以及国内外的文献资料、教材、书籍等的相关内容,编制过程中得到多位专家的热情帮助,在此一并表示衷心的感谢。

《名录》(物理分册)的内容涉及的学科较多,加之编写者水平有限,时间仓促,书中难免有疏漏和错误之处,恳请读者批评指正。

缩略语

ALI	年摄入量限值
AMAD	活度中值空气动力学直径
AMP	磷钼酸铵
AMS	急性高原病
ATD	α 径迹蚀刻法
BAL	二巯基丙醇
BHSI	蓄热指数
Ca-BAETA	双（二氨基乙基）醚四乙酸钙
Ca-BASTA	双（二氨基乙基）硫四乙酸钙
CAC	国际食品法典委员会
CCFAC	食品添加剂和污染物法典委员会
CE	高原脑水肿
CMS	慢性高原病
CGI	眩光指数
CIE	国际照明委员会
DAC	导出空气浓度
DDTC	二乙基二硫代氨基甲酸二乙胺
DFOA	去铁敏
DMG	丁二酮肟
DMS	二巯基丁二酸钠
DTPA	二乙烯三胺五乙酸
EDTA	二乙烯二胺四乙酸
EGF	上皮生长因子
EMF	电磁场
ET	有效温度
FAO	联合国粮食与农业组织
GIL	通用优化干预水平
HAHD	高原心脏病
HAPC	高原红细胞增多症
HAPE	高原肺水肿
HDEHP	二（2-乙基己基）磷酸
HLA	人类白细胞抗原
HTO	氚化水
IAEA	国际原子能机构
IARC	国际癌症研究机构
IBSS	国际基本安全标准

ICNIRP	国际非电离辐射防护委员会
ICRP	国际放射防护委员会
IgG	免疫球蛋白 G
IgM	免疫球蛋白 M
IRA	红外线 A 段
IRB	红外线 B 段
IRC	红外线 C 段
IS	生理紧张指数
ISO	国际标准化组织
LET	传能线密度
LSC	液体闪烁计数
MED	最小红斑剂量
OBT	有机束缚氘
OIL	操作干预水平
OT	操作温度
PA	青霉胺
PTE	甲状旁腺提取物
PWR	压水堆
rhG-CSF/rhGM-CSF	造血生长因子
rT ₃	反三碘甲状腺原氨酸
SAR	比吸收率
SED	标准红斑剂量
SOD	超氧化物歧化酶
SPL	声压级
TBP	磷酸二丁酯
Tiron	钛铁试剂
TOPO	三正辛基氧化磷
TRH	甲状腺激素释放激素
TRPO	三烷基氧磷
TSH	促甲状腺激素
TTHA	三亚乙基四胺六乙酸
TTA	噻吩甲酰三氟丙酮
T ₄ /T ₃	甲状腺素（三碘/四碘甲状腺原氨酸）
UNSCEAR	联合国原子辐射效应科学委员会
UVA	长波紫外线
UVB	中波紫外线
UVC	短波紫外线
WBGT	湿球黑球温度
WCI	风冷指数
WHO	世界卫生组织

目 录

一、非放射性物理因素篇	1
噪 声	2
高 温	14
低 温	24
微 波	30
高频电磁场	37
工频电磁场	41
激 光	45
紫外线	50
红外线	57
低气压	60
高气压	68
光污染	72
热污染	76
参考文献	79
二、密封放射源篇	83
镭-226	84
镅-241	87
钠-22	91
锶-90	93
钷-147	96
钴-60	99
硒-75	102
铯-137	105
铊-192	108
铯-252	111
镅-铍中子源	114
附录 A1 密封放射源应用的辐射监测	117
附录 A2 密封放射源对公众的健康风险	121
附录 A3 放射病的诊断标准及治疗原则	123
附录 A4 密封放射源人体健康风险控制措施	129
参考文献	135

三、环境放射性核素篇	137
氢-3	138
碳-14	147
磷-32	153
氩-41	156
钙-45	159
钪-46	161
铬-51	163
锰-54	166
铁-59	172
钴-60	176
镍-63	181
锌-65	184
镓-67	188
氦-85	191
锶-90	195
钇-91	204
锆-95	207
铌-95	211
钼-99	215
锝-99	219
钌-106	222
银-110 m	226
碲-132	230
碘-129	233
碘-131	239
氙-133	247
铯-134	250
铯-137	255
钡-140	264
镭-144	267
铊-201	272
铅-210	275
钋-210	280
氡-222、氡-220 及其子体	285
镭-226	294
钍-232	300
铀-234	306
镭-237	314

钚-239.....	318
镅-241.....	324
镉-242.....	328
附录 B1 环境放射性核素监测.....	332
附录 B2 放射性核素的环境行为.....	337
附录 B3 放射性核素的人体健康风险.....	343
附录 B4 放射性核素外污染、内污染及伤口污染的处理原则.....	347
附录 B5 放射性核素人体健康风险控制措施.....	350
附录 B6 核事故的危害后果与应急.....	354
参考文献.....	367
名词解释.....	372
辐射量单位之间的换算关系.....	380