

环境卫生基准(1)

汞

联合国环境规划署 世界卫生组织 合编



中国环境科学出版社

环 境 卫 生 基 准

(1)

汞

联合国环境规划署
世界卫生组织 合编

霍 本 兴 译
孙重武 刘远嵘 岳麟 校

中国环境科学出版社

1 9 9 0

United Nations Environment Programme
World Health Organization
Environmental Health Criteria 1
MERCURY

World Health Organization Geneva, 1976

环境卫生基准

(1)

汞

联合国环境规划署 合编
世界卫生组织

霍本兴 译

孙重武 刘远嵘 岳麟 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

北京市通县永栗印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*
1990年2月第 一 版 开本 787×1092 1/32

1990年2月第一次印刷 印张 4 5/8

印数 1—2000 字数 103千字

ISBN 7-80010-548-2/X·298

定价: 2.40元

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每一化学物质编写并分册出版的。每册详细论述了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及其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，并提出在不同环境要素中的容许标准值。

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、卫生医疗、劳动保护等部门不可缺少的重要技术资料，也是农、林、牧、渔和海洋等部门以及有关的科研、大专院校、工业设计和厂矿企业等单位有价值的参考书。我们大力支持该书的中译本出版，并愿把它推荐给读者。

本书由郑乃彤同志负责组织译出并作最后修改校定，中译本如有错误，欢迎批评指正。

国家环境保护局科技处

1986年8月

APR 98/87 06 i

原 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、国际劳工组织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、城市或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，并不意味着它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《基准》文献的读者

虽然已经作了很大努力，使《基准》文献中的资料尽量准确，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告诉瑞士日内瓦世界卫生组织环境卫生处，以便将它载入以后出版物的勘误表中。

此外，衷心要求与《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《基准》文献的结论时考虑采纳这些资料。

内 容 简 介

本书对汞元素及其某些化合物在环境中的来源、浓度、迁移、分布、转化、对生物和人体健康的影响及研究方法做了比较详细的介绍，同时对未来的研究方法和方面提出了建议，并将当前研究情况和成果作了一些介绍。

本书对使用汞、接触汞的工作人员，从事汞的研究人员，医学工作者，是一个有益的参考书。

目 录

世界卫生组织环境卫生基准的背景和目的	(1)
汞的环境卫生基准	(13)
1. 摘要和未来研究的建议	(14)
1.1 一些定义	(14)
1.2 摘要	(15)
1.2.1 分析方法	(15)
1.2.2 环境污染源	(15)
1.2.3 环境分布和迁移	(16)
1.2.4 环境接触水平	(18)
1.2.5 汞的代谢	(17)
1.2.6 汞作用的实验研究	(19)
1.2.7 流行病学和临床研究	(19)
1.2.8 人体健康危险性的评价和卫生防护指南	(20)
1.3 未来研究的几点建议	(21)
1.3.1 环境来源和汞的摄入途径	(21)
1.3.2 人体代谢模型	(21)
1.3.3 流行病学研究	(22)
1.3.4 汞与其它环境因素的相互作用	(22)
1.3.5 毒性的生化和生理学机制	(23)
2. 性质和分析方法	(23)
2.1 化学和物理性质	(23)
2.2 化合物的纯度	(27)
2.3 采样和分析	(27)
2.3.1 样品采集	(28)
2.3.2 分析方法	(31)

2.3.3 无机汞存在的情况下对烷基汞的分析	(38)
3. 环境污染来源	(40)
3.1 天然存在	(41)
3.2 工业产量	(42)
3.3 汞的用途	(42)
3.4 由矿物燃料、废弃物处理和各种工业所造成的污染	(43)
4. 在环境中迁移、分布和转化	(45)
4.1 在介质间的分布——全球性汞循环	(45)
4.2 环境转化——局部汞循环	(48)
4.3 物理或化学因素的相互作用	(53)
4.4 生物浓缩	(54)
5. 环境水平和接触	(57)
5.1 空气、水、食品中的水平	(58)
5.2 职业接触性	(65)
5.3 人体有效接触的估计	(66)
6. 汞的代谢	(69)
6.1 吸收	(69)
6.1.1 通过吸入吸收	(69)
6.1.2 通过胃肠吸收	(70)
6.1.3 通过皮肤吸收	(71)
6.2 在机体中的分布	(72)
6.3 尿和粪便的排除	(75)
6.4 经胎盘转移与乳汁分泌	(76)
6.5 代谢转化和排出率	(78)
6.6 汞的蓄积和生物半衰期	(80)
6.7 个体差异——种族和种类比较	(86)

7. 汞作用的实验研究	(87)
7.1 实验动物研究	(87)
7.1.1 急性毒性研究	(87)
7.1.2 亚急性和慢性毒性研究	(88)
7.1.3 毒性的生化和生理学机制	(93)
8. 汞对人的作用——流行病学和临床研究	(95)
8.1 流行病学研究	(95)
8.1.1 职业性接触汞蒸气、烷基汞蒸气和其它汞化合物	(95)
8.1.2 一般居民	(98)
8.1.3 在子宫内曾有接触史的婴儿和儿童	(113)
8.2 汞化合物作用的临床研究	(114)
8.3 病理研究结果和疾病进展	(116)
8.3.1 精神病学和神经病学障碍	(117)
8.3.2 对眼睛和视觉的作用	(118)
8.3.3 肾损伤	(118)
8.3.4 皮肤和粘膜改变	(119)
9. 接触汞及其化合物对人体健康危害的评价	(119)
9.1 一般原理	(119)
9.1.1 元素汞蒸气	(121)
9.1.2 甲基汞化合物	(123)
9.1.3 乙基汞化合物及其它短链烷基汞	(126)
9.1.4 无机汞、芳基汞和烷氧基乙基汞剂	(127)
9.2 摘要和准则	(128)
参考文献	(130)

世界卫生组织环境卫生基准

规划的背景和目的^a

规划的由来和目的

在最近20年里，化学品和其它环境因子对健康危害的评价，在世界卫生组织的几个规划里给予了极大的关注。优先考虑的是饮用水水质(1)、食品添加剂(2)、农药残留量(3)、职业接触(4)、城市地区空气质量(5)、化学品对人体致癌的危险性(6)。

在大多数情况下，没有考虑某一特定因子从不同介质或条件下(空气、水、食品、工作、家庭)，对人的总接触情况。其实污染物可以通过多种途径进入人体，如铅、镉和某些其它金属和一定的有机化合物就是这样。响应世界卫生大会一些决议(WHA 23.60, WHA 24.27, WHA 25.58, WHA 26.68)和考虑1972年在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议(7)和联合国环境规划署理事会(8)的有关建议，以及1973年着手环境条件对健康作用评价的合并和扩充的规划

a. 由世界卫生组织秘书处制订，参考文献列后。

(在世界卫生组织环境卫生基准规划的标题下),有以下目的:

(1) 评价接触环境污染物(或其它物理和化学因素)与人体健康关系的现有资料,提供保护人体健康免受危害的接触限定值指标原则,如编制环境卫生基准文件;

(2) 通过编写在工业、农业、家庭和其他地方可能日益广泛使用的对健康有影响的因子的初步报告,鉴定新的或潜在的污染物;

(3) 发现有关公认或潜在污染物或其他环境因素对健康作用的知识的差距,激励和促进资料不足方面的研究;

(4) 促进毒理学和流行病学方法上的一致,以便获得国际上有可比性的研究结果。

在1972年11月召开的世界卫生组织会议上⁽⁹⁾,正式提出了环境卫生基准规划的基本结构,并于1973年4月召开的WHO科技小组会议上⁽¹⁰⁾又进一步作了详细描述。

定义术语和单位

术语 在世界卫生组织环境卫生基准规划结构中术语“基准”不言而喻的是指环境和靶对象变异所确定的特殊情况下,接触污染物或其它因素与危险或不良作用的数量间的关系⁽⁹⁾。它符合联合国人类环境会议筹备委员会提出的定义⁽¹¹⁾。筹备委员会对基准规划直接有关的其它定义是:

——“接触(exposure):特殊物理或化学因子对靶起作用的量”;

——“靶(target)(或受体 receptor):保护生物、人群或资源免遭特殊危险”;

——“危险(risk):接触某种污染物而引起不良作用预期

的频率。”

世界卫生组织环境卫生基准科技小组为了便于讨论接受了这些定义，但对它不是完全满意的，因而建议世界卫生组织与其它国际组织协作，在适当的国际会议上，与其它必要的定义一起重新考虑。根据这个建议，世界卫生组织秘书处正在制定一份用环境卫生基准规划的基本术语，提给一些国际机构和组织供讨论。

科技小组(10)认为“接触”的定义很不妥当，除因子的数量外，还应该扩展到包括接触的浓度和时间的概念。

世界卫生组织秘书处认为象国际职业卫生协会金属毒理学常设委员会在东京的会议上所做的那样，在术语“效应”、“反应”和“剂量”上加上特定的含义是有益的(12)。除非在特定基准文件中不同的说明以外，一般属以下意义的都可用这些术语：

- “效应 (effect)：由接触（或与接触有关）^a引起的生物学变化”；
- “反应 (response)：表明一种特殊效应的人群比例”；
- “剂量 (dose)：特定化学品在作用部位的量或浓度”。

一般接受上述“反应”的概念，但用来描述这个概念的术语则有很大差异。许多毒理学家通用地使用术语“效应”和“反应”表示一种与接触有关的特殊生物学变化，而用不同的术语来表示受影响的人群比例（即发病率，累积反应频率，反应率等）。

a. 世界卫生组织秘书加的。

对化学因子使用术语“剂量”并不一致。剂量的普通用法是表示给予物质的量，例如，对实验动物（即用经口剂量，注射剂量等）。大多数情况下，不能在因子特定作用的部位直接测定其作用的量或浓度，只得通过实验的、职业的或一般环境接触或测量生物指示介质如血、尿、粪便、汗、头发来估计⁽¹²⁾。因此，为了避免误解，在各种情况下必须尽可能搞清楚测量或估计“剂量”的方法，包括所使用的单位。

由于采用的术语存在着差异，所以在现阶段对所有的基准文件不拟强调术语统一。在国际上尚无统一术语可用之前，特定基准文件各任务小组可自由的选择他们的术语，但要求解释所提供的术语，而且文件要始终如一地考虑所使用的术语。

单位 试图用统一的方式来表示所有的数值，例如，浓度总是按可接受的国际单位制，单位以总体浓度表示（如mg/L或mg/kg）⁽¹³⁾。有些违背上述的表达式，在引入新单位时会出现混乱，例如血铅以 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 表示，不是以 $\mu\text{g}/\text{L}$ 表示。

重点 考虑到大量环境因子和因素可能对人体健康产生不良影响，基准文件编制的实际规划必须根据明确规定的重点来进行。世界卫生组织科技小组确定了重点一览表⁽¹⁰⁾，它是根据以下考虑提出的：

——“观察到的或可疑的对人体健康产生有害作用的严重性和频率。其中重要的是不可逆的或慢性作用，如遗传性的、神经毒性的、致癌性的和包括致畸性的胚胎毒性作用。一般来说连续和重复接触比孤立或事故性接触更为重要。

- 在人类环境中作用物质的普遍性和丰度。其中要特别注意由于疏忽而产生作用的物质，可以预计它的含量水平会迅速增加，而且还会增加自然危害。
- 在环境中的持久性。在环境中不易降解的和在人体、环境或食物链中积蓄的污染物值得注意。
- 环境迁移或代谢转化。由于这些变化可能导致产生具有更大潜在毒性的化学品，查清衍生物的分布比查清原污染物的分布也许更为重要。
- 接触人群。应注意接触者包括大部分的一般居民或职业人群，并选择孕妇、新生儿、儿童、体弱或年老代表接触后易受害人群”。

全部一览表包括有70种化学品和物理性危险物，均要定期进行评论。在制定这份一览表过程中，认识到它不可能包括各个国家的情况，各个国家必须根据本国的国情对环境卫生问题做出评论和确定自己的重点。

环境卫生基准文件的范围和内容

范围 正如前面所说的，基准文件的目的是编辑、回顾、评价关于污染物的生物作用和其它可能影响人体健康的环境因素的现有资料，为保护人类免于接触这些环境因素（职业的和一般的环境因素）产生不良后果而提供科学依据。虽然要达到这个目标须考虑广泛的资料数据，但在基准文件中不拟包括与环境健康问题有关因子的所有已出版资料的全面评论。在收集所需资料的过程中，对现有文献的准确性，人体接触量的评价，生物作用机制的理解以及剂量-效应和剂量-反应关系的建立，均需仔细地作出评价和选择。环境因素的考虑仅局限在有助于了解天然的和人为的污染源到达人体

途径的有关资料上。一般不考虑非人类对象（如植物、动物），除非污染物的影响直接与人体健康有关。由于类似的原因，化学品对实验动物作用的大多数出版资料也作了省略。

内容 基准文件由三部分组成：

（1）摘要，强调主要问题，接着介绍填补现有知识差距的研究工作。

（2）报告的大部分，包括与健康危害评价有关的研究结果。这部分与所有化学因子基准文件有类似的结构，应有以下章节：化学和物理特性；分析方法；环境污染源；环境迁移分布和转化；代谢；实验研究；流行病学和临床研究。这些章节的分段根据文件的不同而不同。

（3）要对人体接触特定污染因子的健康危险性作出评价。基准文件的这一部分应阐明任务小组所考虑的意见，要审查包括在第二部分〔见以上（2）中〕所列的研究结果，典型格式应包括下列几节：有关空气、食品、水或其它接触源对污染总剂量所产生的贡献；剂量-效应关系，剂量-反应关系，还应尽可能列出接触或剂量限制值的指标。

化学和物理数据 基准文件中所包括的化学和物理数据应限于与暴露评价和了解作用有关的特征性资料。凡是在应用商品的地方，应对可能出现于商品中的杂质进行检查。只有在环境和生物样品的判断和评价数据需要时才对分析技术进行讨论。不应把介绍的方法看成是推荐的程序。凡有可能，资料应包括所介绍方法对分析不同类型样品的适用范围、检测限量、精密度和准确度。检测限量代表该方法所能测定的最低总量。在大多数情况中，限制样品使用量可有利于表示实际用此方法所能够测定的最低浓度，根据对样品进行一定

获得的标准差或变异系数来确定方法的精密度。准确度是指测定值与真值之间的系统偏差。确定绝对可靠的准确度是可能不的；方法准确度的根据往往是以实际情况，或者是以实验室之间数据质量控制研究，或者是以不同的方法所获得的结果具有一致性为基础的。对已知的一组样品，一种“准确度”测量方法所得结果应该与另一种“准确度”测量方法所得结果一致。

生产、用途及环境含量水平 关于生产、用途和环境中污染物水平数据的报告，只是说明问题的大小和程度，并不意味着阐明全面的和批评性的评论。期望在将来能获得更有价值的有效数据，并与可供给这种数据的有关政府和非政府组织建立更为密切的协作关系。

生物学资料 虽然应尽各种努力来回顾所有的文献，但是使某些出版物受到忽略这是可能的。有一些研究是有意地加以省略，因为其中有些资料被认为是不正确的，或者与基准文件范围无关的，或者是被确认为已介绍过的。一般来说，应按作者提供的资料做摘要；然而，也应指出报告或实验设计中的某些缺点。应与国际肿瘤研究所协调评价和审查有关致癌性的数据。

只要可能，基准文件中所报道的剂量-效应和剂量-反应关系就应以流行病学和其它人体研究为基础，当有确实证据时，动物资料也应使用。

基准文件的编写安排

为了获得可供比较和公正的资料，应与国家级的科学和卫生研究机构密切协作，以进行资料的收集和评价。已指定20个世界卫生组织成员国为世界卫生组织环境卫生基准规划