



世界卫生组织

联合国
环境规划署



全球消除含铅涂料

各国应采取行动的原因和方式



技术简介



世界卫生组织



联合国
环境规划署

全球消除含铅涂料

各国应采取行动的原因和方式

技术简介

全球消除含铅涂料: 各国应采取行动的原因和方式。技术简介 [Global elimination of lead paint: why and how countries should take action. Technical brief]

ISBN 978-92-4-001121-2 (网络版)

ISBN 978-92-4-001122-9 (印刷版)

© 世界卫生组织 2020年

保留部分版权。本作品可在知识共享署名——非商业性使用——相同方式共享 3.0 政府间组织 (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.zh>) 许可协议下使用。

根据该许可协议条款,可为非商业目的复制、重新分发和改写本作品,但须按以下说明妥善引用。在对本作品进行任何使用时,均不得暗示世卫组织认可任何特定组织、产品或服务。不允许使用世卫组织的标识。如果改写本作品,则必须根据相同或同等的知识共享许可协议对改写后的作品发放许可。如果对本作品进行翻译,则应与建议的引用格式一道添加下述免责声明:“本译文不由世界卫生组织(世卫组织)翻译,世卫组织不对此译文的内容或准确性负责。原始英文版本为应遵守的正本。”

与许可协议下出现的争端有关的任何调解应根据世界知识产权组织调解规则进行 (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules/>)。

建议的引用格式。全球消除含铅涂料: 各国应采取行动的原因和方式。技术简介 [Global elimination of lead paint: why and how countries should take action. Technical brief]。日内瓦:世界卫生组织;2020年。许可协议:CC BY-NC-SA 3.0 IGO。

在版编目 (CIP) 数据。在版编目数据可查阅 <http://apps.who.int/iris>。

销售、版权和许可。购买世卫组织出版物,参见<http://apps.who.int/bookorders>。提交商业使用请求和查询版权及许可情况,参见<http://www.who.int/about/licensing>。

第三方材料。如果希望重新使用本作品中属于第三方的材料,如表格、图形或图像等,应自行决定这种重新使用是否需要获得许可,并相应从版权所有方获取这一许可。因侵犯本作品中任何属于第三方所有的内容而导致的索赔风险完全由使用者承担。

免责声明。本出版物采用的名称和陈述的材料并不代表世卫组织对任何国家、领地、城市或地区或其当局的合法地位,或关于边界或分界线的规定有任何意见。地图上的虚线表示可能尚未完全达成一致的大致边界线。

凡提及某些公司或某些制造商的产品时,并不意味着它们已为世卫组织所认可或推荐,或比其它未提及的同类公司或产品更好。除差错和疏忽外,凡专利产品名称均冠以大写字母,以示区别。

世卫组织已采取一切合理的预防措施来核实本出版物中包含的信息。但是,已出版材料的分发无任何明确或含蓄的保证。解释和使用材料的责任取决于读者。世卫组织对于因使用这些材料造成的损失不承担责任。

中文翻译由联 Tradas S.A. 若英文版与中文版有任何出入,应以英文原版为准。

封面照片:Unsplash/Yasmin Dangor

由 Inis Communication 设计

目录

致谢.....	iv
缩略语.....	v
执行概要.....	vi
1. 背景.....	1
2. 本文件的目的.....	2
3. 国际上消除含铅涂料的努力.....	3
4. 法律是消除含铅涂料接触的最有效方式.....	4
5. 铅接触造成广泛的健康影响和环境影响.....	6
6. 一些常见的铅接触源.....	8
7. 从涂料中的铅接触的机制.....	9
8. 铅接触会造成重大的社会经济影响.....	11
9. 消除含铅涂料会带来经济效益.....	12
10. 生产不添加铅的涂料在技术和经济上是可行的.....	13
11. 为什么设置涂料含铅总量百万分之 90 的限制?.....	15
12. 推进制订含铅涂料法的措施.....	19
13. 全球联盟提供相关工具和建议.....	21
14. 结论.....	22
参考文献.....	23
附录支持制订含铅涂料法律的工具和材料.....	30

致谢

本文件在 Joanna Tempowski 的领导下联合 Elena Jordan (顾问) 和世界卫生组织 (WHO) 环境、气候变化和卫生部 (瑞士日内瓦) 共同编制。

以下人员审阅了文件草案, 并提供了宝贵意见, 在此对他们做出的贡献深表感谢:

Charles Akong, 世界卫生组织非洲区域办事处气候变化、卫生和环境部技术官 (刚果布拉柴维尔)。

Angela Bandemehr, 环保局国际和部落事务处全球事务和政策办公室高级国际环境保护专家 (美国华盛顿特区)。

Ana Boischio, 泛美卫生组织/世界卫生组织气候变化和健康问题环境决定因素部化学品安全顾问 (美国华盛顿特区)。

Sara Brosché, 国际污染物消除网络 (IPEN) 全球消除含铅涂料运动管理者 (瑞典哥德堡)。

Nicoline Lavanchy, 联合国环境规划署 (UNEP) 化学品与健康子主题顾问 (瑞士日内瓦)。

Eleanor McCann, 美国环保局预防污染和有毒物质办公室高级政策顾问 (美国华盛顿特区)。

Mazen Malkawi, 世界卫生组织地中海东部区域环境卫生行动中心区域顾问 (约旦安曼)。

Desiree Montecillo-Narvaez, 联合国环境规划署化学品及健康子主题规划官 (瑞士日内瓦)。

Amanda Rawls, 法治计划美国律师协会含铅涂料项目主管 (约旦安曼)。

Stephen Sides, 世界涂料行业协会秘书 (美国华盛顿特区)。

Irina Zastenskaya, 世界卫生组织欧洲区域办事处, 世界卫生组织欧洲环境与卫生中心技术官 (德国波恩)。

本文件由 Teresa Lander 编辑。

支持单位:



世界卫生组织编写本文件的依据为全球环境基金 (GEF) 的全面项目 9771:《国际化学品管理战略方针》(SAICM) 关注的新兴化学品政策问题方面的全球最佳实践。该项目由全球环境基金会资助、由联合国环境署实施并由国际化学品管理战略方针秘书处执行。世界卫生组织衷心感谢全球环境基金为本文件的制定、编辑和设计提供的财政支持。

缩略语

DALY	残疾调整生命年
GEF	全球环境基金会
ICCM	国际化学品管理会议
IHME	健康指标和评估研究所
ILO	国际劳工组织
IQ	智商
ppm	百万分率
SAICM	国际化学品管理战略方针
SDG	可持续发展目标
SME	中小型企业
UNEP	联合国环境规划署
WHO	世界卫生组织

执行概要

本文件的编制用于担任含铅涂料监管职责的政府官员,为他们提供有关逐步淘汰含铅涂料所需的理论依据和措施的准确信息。“铅涂料”或“含铅涂料”指制造商故意添加一种或多种含铅化合物以获得特定特性的涂料。本文件介绍了通过制定具有法律约束力的控制措施阻止在涂料中添加铅来预防铅接触的卫生和经济重要性。还介绍了各国采取此行动时能获得的支持措施。本文件还附带了一份政策简报,供政策制定者参考。¹

国际上消除含铅涂料的努力

各国政府正在共同努力,推进相关政策行动,以保护人类健康免受铅接触的危害。在第二届国际化学品管理会议 (ICCM2, 日内瓦, 2009 年 5 月 11-15 日) 之后,在联合国环境规划署 (UNEP) 和世界卫生组织 (WHO) 的联合领导下成立了消除含铅涂料全球联盟 (下称全球联盟)。该联盟的主要目标是通过在各个国家制定具有法律约束力的控制措施,限制涂料、清漆和涂层产品中的铅含量,促进全球逐步淘汰含铅涂料。消除含铅涂料有助于实现可持续发展目标 (SDG), 尤其是 3.9 号和 12.4 号 SDG 目标的实现。

法律是消除含铅涂料接触的最有效方式

具有法律约束力的控制措施可以包括制定法令、法规和/或强制性技术标准,对涂料中的铅含量设定具有约束力的强制性限制,并对不遵守规定的人进行处罚。为简便起见,本文件将其称为“含铅涂料法”。对一系列铅接触源的监管控制已证明可

保护公共健康,这一点在许多国家的人口血铅浓度下降中得到了反映。

铅接触造成广泛的健康影响和环境影响

铅的毒性在几个世纪以来就已为人所知;然而,直到近几十年,人们才了解到慢性低水平铅接触对人体多个系统的影响。迄今为止的研究尚无法确定有哪个水平的铅接触不会对儿童或成年人产生有害影响。年幼儿童尤其容易受到铅中毒的伤害,即使接触铅的程度很低,也会造成智商 (IQ) 下降,注意力不集中、反社会行为增加和受教育程度降低。成年人铅接触会增加心血管疾病风险,包括高血压和冠心病。

由于这些健康影响,由铅接触造成的疾病负担比较高:健康指标和评估研究所 (IHME) 预计,2017 年,铅接触在全球范围内造成了 106 万死亡人数和 2440 万年 (残疾调整生命年 (DALYs)) 的健康生命损失。此外,铅还是一种有充分证据证明的生态毒物,对水域和陆地生态系统都会构成威胁。

从涂料中的铅接触的机制

含铅化合物可能会作为颜料和干燥剂被添加到涂料中以提供防腐作用,导致铅含量极高,有可能达到百万分之 (ppm) 几千 (ppm)。涂料保持完好时,铅含量不会造成危害;然而,随着涂料老化,漆面开始碎裂和剥落,从而将铅释放到家庭灰尘中。

由于受到污染的灰尘和剥落的涂料,年幼的儿童很容易接触到铅。儿童会在地面度过大量时间,

¹ 全球消除含铅涂料:各国应采取行动的原因和方式。政策简报。日内瓦:世界卫生组织;2020 年。

并通过正常的手口行为吸入受到铅污染的灰尘。这些接触可能会导致血铅浓度升高和铅中毒。工人在制造、涂装和清除过程中可能会接触到铅。如果工作场所没有更换衣服和清洗的设施,工人可能会将衣服上的含铅颗粒物和灰尘带回家,造成其家人的接触。

铅接触会造成重大的社会经济影响

智商下降会对个人的经济生产力产生不利影响。据估计,儿童时期铅接触对社会造成的潜在年度经济损失为 9770 亿国际元²,即:按 2011 年的价值计算,相当于全球国内生产总值的 1.2%。其他成本包括可能与接触铅有关的犯罪行为费用,以及用于治疗铅接触引起的铅中毒及治疗心血管和肾脏疾病的医疗护理费用。

消除含铅涂料会带来经济效益

继续允许制造、销售和使用含铅涂料的国家会造成持续的铅接触和长期负面健康影响的遗留问题。现在,消除含铅涂料可防止由生产力下降造成的损失,节省由于铅对健康的影响而产生的成本,以及处理遗留的含铅涂料以保障家庭和其他场所安全的成本,因此可以在未来带来经济效益。在法国,处理遗留涂料的成本预计在 1.938 亿到 4.987 亿美元之间,在美国则为 12 亿到 110 亿美元之间。

生产不添加铅的涂料在技术和经济上是可行的

我们也可选择使用其他非铅基成分来配制涂料。尽管制造商重新配制涂料配方时会有一些初始投资成本,但是经验表明,即使需要提高零售价格,从长期来看也不一定会减少涂料的销量。改用不含铅成分使涂料公司得以进入那些含铅涂料已经在未来必定受到限制的国家。

为什么设置涂料含铅总量百万分之 90 的限制?

有确凿证据表明,涂料中的铅含量与灰尘中的铅含量和儿童血铅浓度升高有直接相关性。鉴于哪怕是低水平接触铅也会对健康造成长期影响,而且缺乏预防其中一些影响的治疗干预措施,因此必须尽可能减少来自所有来源的铅接触。就涂料而言,则需要一个既可保护涂料制造商又在技术上可行的限制。全球联盟制订的《含铅涂料规范指南及示范法》建议此限制为百万分之 90。

停止在装饰涂料中添加铅是当务之急,因为这是儿童最容易接触到的涂料。同时应保护其他年龄段人群免受铅接触影响,因此对所有涂料类型中铅的使用实施监管非常重要。

推进制订含铅涂料法的措施

根据国家及其法律结构和监管框架和规程的不同,制订有效的含铅涂料法可能会是一个多部门过程,涉及卫生部、环境部、贸易经济部、标准监管机构、涂料制造业、民间社会组织和普通大众。所需的具体活动和法律程序因国而异,负责部门也不尽相同。确保相关政府部门、工业界和民间社会的利益攸关方的参与十分必要。该法律草案应提供准确的技术信息,涂料中铅的具体限制、有关政府机构的权限和职责以及有效的实施条款,并且应进行公开审查。应在相关政府部门、公共大众、健康专业人士和行业中开展有针对性的提高意识活动,主题包括铅对健康和经济的负面影响、含铅涂料是主要的接触源,涂料中含铅成分的替代品以及含铅涂料法对消除含铅涂料的积极影响。

通过区域经济共同体针对涂料和其他涂层产品的铅含量建立区域统一上限,有助于促进含铅涂料法在国家层面的有效实施,并减少贸易合作伙伴之间的贸易壁垒。

² 在引用国际元的国家,一国际元可购买相当于一美元可在美国购买到的商品数量的商品和服务(资料来源:<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/114944-what-is-an-international-dollar>,访问时间 2020 年 4 月 13 日)。

全球联盟提供相应支持

全球联盟已制定相关指导资料 and 工具, 来协助各国制订含铅涂料法。其中包括《含铅涂料规范指南和示范法》(3), 该文件就有效和可执行的法律要求的关键要素提供示范法律语言和指南; 概述了推进制订含铅涂料法的建议措施; 以及适用于本地的一系列提高认识的材料和其他信息材料。更多信息可通过全球联盟官网获取。³

结论

世界卫生组织已将铅确定为全球范围内引起重大公共卫生关注的十大化学品之一。尽管年幼儿童是最容易受到铅毒性作用影响的人群, 但实际上, 所有年龄段的人群均会受到铅接触的不良影响。铅接触的健康影响还会造成人口层面的重大负面经济和社会影响。

含铅涂料是一种重要的但是可避免的铅接触源。目前 72 个世界卫生组织成员国 (73 个联合国成员国) 已表示限制涂料中铅的使用是可行的, 并且许多涂料公司已经或正在重新配制其涂料配方。因此在全球范围内消除含铅涂料是完全有可能的, 并且会在未来几年内带来个人和社会效益。

对于各国政府来说, 对含铅涂料的监管是一项解决引起公共卫生关注的主要化学品问题的重要基础预防措施。此项行动会推进化学品健全管理中的主流基础预防工作。该行动还会为卫生和环境部门展开合作创造机会, 共同保护公共卫生和保护生态系统的完整性。此项联合行动为世界卫生组织化学品路线图和国际化学品管理战略方针的实施提供了支持。



³ 参见 <https://www.unenvironment.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/emerging-issues/global-alliance-eliminate-lead-paint>, 访问日期 2020 年 4 月 13 日。

1. 背景

铅是一种有毒金属，很长时间以来一直在涂料中使用。故意在其中添加铅的涂料称为“含铅涂料”或“铅涂料”。

铅会对人类健康造成危害，含铅涂料是一个重要的接触源，尤其是对于儿童和工人。含铅涂料的危害早在一个多世纪前就已为人们所知，澳大利亚和美国的物理学家 (Gibson, 1904 年; Rabin, 1989 年) 在上世纪初就发表了儿童铅中毒的第一批报告。

五十年前，几乎所有涂料都使用有机溶剂。此类涂料有时候被称为醇酸涂料或油基涂料，即使涂料中通常不含油成分(绘画颜料除外)。长久以来，含铅化合物会被添加到溶剂型涂料中，用以配制颜色、加快干燥时间、提高耐用性及防潮防腐性能。然而，今天完全有可能不使用含铅化合物配制出具有所需性能的涂料。可替代含铅化合物用作颜料、干燥剂和防腐剂的更安全材料已广泛应用于大多数溶剂型涂料中，并且许多制造商，包括中小型企业，已停止使用含铅成分。另一种替代品，无铅水基涂料正日益取代化学溶剂涂料，广泛用于各种涂料应用中。

从上世纪 70 年代和 80 年代开始，大多数工业化国家实施了严格限制装饰涂料中铅含量的法律或法规，即在住宅、学校和其他建筑内部和外部使用

的涂料。许多国家还对其他含铅涂料和涂层产品实施管制，尤其是那些在最有可能导致儿童接触铅的涂料中使用的涂料和涂层产品。

尽管长期以来含铅涂料对健康的危害早已为人们所知，但全球层面对该问题的认识及全球计划的制定才真正推动各国采取新的监管行动来防止涂料中的铅接触。关于各国监管控制措施情况的资料可从世卫组织全球卫生观察站(世卫组织, 2019a) 获得，并且含铅涂料全球联盟年度涂料中铅含量法律限制全球状态更新 (UNEP, 2019a) 中也概述了相关信息。然而，仍需更多国家采取监管行动。截至 2019 年 12 月，只有 38% 的国家采取了具有法律约束力的控制措施，禁止制造、分销、销售和进口含铅涂料，这意味着大多数国家仍可能在出售和使用含铅涂料。

如果不采取具有法律约束力的措施来禁止涂料中使用铅，含铅涂料则将仍然是主要的铅接触源，并对公共健康以及生态系统的完整性构成风险。从源头上预防铅的危害，即，停止含铅涂料的制造，而不是应对代价昂贵的老化遗留问题、墙面和其他表面上的涂料脱落、解决对涂料中铅接触人群的不利健康影响，这具有更高的经济效益。

2. 本文件的目的是

本文件主要用于为担任涂料安全监管职责的政府官员提供协助。本文件为尚未就含铅涂料制定具有法律约束力的控制措施的国家以及已经建立控制措施、但尚无法提供充分保护的国家提供参考资料。本文件提供了有关消除涂料中使用铅的健康和

经济理由,介绍如何制订含铅涂料法律,并列出了可以用来帮助各国实现消除含铅涂料目标的工具清单及相关建议。



3. 国际上消除含铅涂料的努力

国际上第一个防止涂料中铅接触的行动是《1921 国际劳工组织 (ILO) 白铅(涂料)公约》(第 13 号)。根据该《公约》规定,缔约方承诺禁止在建筑内部涂料中使用碱式碳酸铅(“白铅”)、硫酸铅及含此类颜料的产品,尽管有一些例外情况。该《公约》的目的是保护使用此类涂料的工人的健康。该《公约》已经过 63 个国家的批准(ILO, 2019 年)。然而,由于《国际劳工组织公约》中禁止的含铅化合物已不再广泛用于涂料中,所以该《公约》对铅接触仅可提供有限的保护。

2002 年,可持续发展世界首脑会议提出了两项决议,以保护全球公共卫生免受铅接触的危害(UN, 2002 年)。一项决议是支持逐步淘汰汽油中的铅(UN, 2002 年,第56(b)段),另一项决议是逐步淘汰含铅涂料及其他人类接触源中的铅(UN, 2002 年,第57段)。

随后,第二届国际化学品管理会议(ICCM2,日内瓦,2009年5月11-15日)将涂料中的铅认定为八大日益严重的政策问题之一,呼吁各国根据《国际化学品管理战略方针》(SAICM)政策框架自愿展开合作,采取相应行动来降低风险。此决议是根据研究做出,研究表明许多发展中国家和经济转型国家仍在生产和使用含铅涂料。各国政府看到了通过《清洁燃料和车辆伙伴关系》中的配方消除汽油中含铅成分的成功效果,并支持建立全球伙伴关系,促进逐步淘汰涂料中含铅成分的使用(SAICM,日期未载明)。各国政府邀请联合国环境规划署和世界卫生组织共同担任含铅涂料伙伴关系的联合秘书处,现在称为消除含铅涂料全球联盟(简称:全球联盟)。全球联盟的主要目标是通过在各个国家制定具有法律约束力的控制措施,限制涂料、清漆和涂层产品中的铅含量,促进全球逐步淘汰含铅涂料。

2017 年 5 月举行的第七十届世界卫生大会为消除涂料中的含铅成分提供了进一步支持,会上,各国政府批准了加强卫生部门参与实现和超越国际化学品管理战略方针 2020 目标(WHA70(23)号决议)路线图,或称世界卫生组织化学品路线图。路线图将逐步淘汰含铅涂料作为各国政府的首要行动之一(WHO, 2017 年)。

2017 年 12 月,第三届联合国环境大会(UNEA-3)提出了关于消除含铅涂料接触并促进铅酸电池环境无害化管理的 UNEP/EA.3/Res.9 号决议。此项决议为各国实施相关法律消除含铅涂料提供了推动力。

消除含铅涂料有助于实现一系列可持续发展目标,尤其是:

- 3.9 号目标:到 2030 年,大幅减少有害化学品和空气、水源和土壤污染造成的死亡和疾病数量;和
- 12.4 号目标:到 2020 年,根据约定的国际框架,实现化学品和所有废物在整个生命周期内的环境无害化管理,并大幅减少向空气、水源和土壤的排放量,以最大程度降低对人类健康和环境的不利影响。

4. 法律是消除含铅涂料接触的最有效方式

如第 3 节中所述,世界各国政府已同意逐步淘汰含铅涂料,以保护人类健康。实现此目标最有效的方法就是,各国建立具有法律约束力的控制措施,本文件中称为“含铅涂料法”。根据各国的法律框架,含铅涂料法可以包括法令、法规和/或强制性技术标准,对涂料中的铅含量设定具有约束力的强制性限制,并对不遵守规定的人进行处罚(UNEP, 2018 年)。自愿性控制措施的效果很有限,因为无法强制实施。

全球联盟在《含铅涂料规范指南和示范法》(下称《指南和示范法》)中将“含铅涂料”定义为在其中添加一种或多种含铅化合物的任何涂料或类似涂层材料(UNEP, 2018 年)。就设定具体的铅含量法律限制,《指南和示范法》建议采用如下语言:“涂料和类似涂层材料不得添加超过涂料非挥发性成分

总重量或干漆膜重量百万分之 90 的含铅成分(以铅金属计算)”。

含铅涂料法为变革创造了强有力的激励,鼓励:涂料制造商重新配制其涂料配方;原料供应商生产更多更好的无铅原料;以及涂料进口商和分销商销售符合法律的涂料。此外,强有力的法律为所有涂料制造商、进口商和出口商创造了公平的竞争市场。各国对相关法律进行协调,可以减少区域和全球的贸易壁垒。

全球联盟制定了《指南和示范法》,作为帮助各国建立新的法律或修改现有法律以限制涂料中铅含量的参考资料。本文件根据当前在世界各国含铅涂料法中找到的最佳方法,就有效和可执行的法律要求的关键要素提供示范法律语言和指南。



本指南文件提供阿拉伯语、汉语、英语、法语、俄语和西班牙语版本。建议的百万分之 90 的总铅含量上限的理论依据将会在第 11 节中具体介绍。另一个方法是根据作为涂料成分的个别含铅化合物的危害，制定一套特定化学品的监管限制(目前在欧盟 REACH 规范中使用¹)。两种方法都可有效地限制涂料中的铅含量。

《指南和示范法》建议，所有类型的涂料都要限制铅含量，尤其是儿童可接触到的涂料。尽管可能有一种看法认为，工业涂料可能不会是儿童接触铅的一个来源，但事实并非如此。工业涂料用于儿童的游乐场设施，研究表明其铅浓度很高(Turner 和 Solman, 2016 年; da Rocha Silva 等, 2018 年)。此外，证据表明，此类涂料很容易在网上买到，并在家中使用。虽然保护儿童免受涂料中铅接触的危害一项是优先事项，但是我们也不应忘记，工业涂料的制造、使用和清除也是职业性铅接触的重要来源，详见第 7 节中的具体介绍。

有充分证据表明，对铅的使用实施监管是保护公共健康的有效途径。对各种铅接触源、尤其是含铅汽油实施控制，已使人口层面的铅接触大大减少。这体现在许多国家的平均人口血铅浓度呈下降趋势(Cañas 等, 2014 年)。例如，在加拿大，男性第 95 百分位血铅浓度从 2009 年到 2011 年的 3.4 微克/分升下降到 2016 年到 2017 年的 2.8 微克/分升，女性从 2.8 微克/分升下降到 2.2 微克/分升(加拿大卫生部, 2019 年)。在美国，1-5 岁儿童第 95 百分位值从 1999 年到 2000 年的 7.00 微克/分升下降到 2015 年到 2016 年的 2.76 微克/分升(美国疾病预防控制中心, 2019 年)。在法国，2008 年到 2009 年的儿童几何平均血铅浓度为 1.5 微克/分升，并且大约仅 2% 儿童的血铅浓度高于 5 微克/分升(法国公共卫生最高理事会, 2014 年)。尽管这些数值均呈下降趋势，但是仍有部分人口存在较高的接触率，例如接触到含铅涂料的儿童(Etchevers 等, 2014 年)。

¹ 参见欧洲化学品管理局网站<https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>。

5. 铅接触造成广泛的健康影响和环境影响

铅在人体中不发挥任何生理作用，但是，铅对蛋白质中的巯基和其它有机配体有亲和力，可以模拟一些发挥重要生物功能的金属，如锌、铁，尤其是钙 (USEPA, 2013 年)。由于上述属性，铅会造成多种类型的毒性作用，并对几乎所有人体系统造成影响 (USEPA, 2013 年)。目前尚无法确定有哪个水平的铅接触不会对儿童或成年人造成有害影响 (Lanphear 等, 2005 年; NTP, 2012 年; USEPA, 2013 年)。

由单一接触造成的急性铅中毒很罕见，然而，慢性的亚临床中毒更为常见。这尤其符合含铅涂料的情况，使用含铅涂料后，通常会因长期从含铅灰尘或脱落的涂料中摄入少量铅元素而引起中毒。

长期低水平接触对健康的影响包括神经认知和心血管疾病，如下文所述。即使是明显由急性或慢性接触造成的铅中毒，临床特点也可能会很不明确，并且刚开始可能不会被视为是由铅接触引起的。症状包括头痛、失眠、腹部疼痛或不适，以及厌食并伴有体重减轻和便秘。铅绞痛 (剧烈间歇性腹部痛性痉挛) 可能会被误诊为其他病症，如阑尾炎 (Janin 等, 1985 年)。也可能会发生贫血 (USEPA, 2013 年)。随着中毒程度加深，可能会引发对生命构成威胁的铅毒性脑病，出现昏迷和抽搐 (Greig 等, 2014 年, Kosnett, 2007 年)。经历过重度铅中毒的儿童可能会出现智力迟钝和社会行为障碍 (Byers, 1959 年; Tenenbein, 1990 年)。

年幼儿童尤其容易受到铅毒性的危害，因为儿童的大脑和神经系统还处于发育中，而铅中毒会影响此发育过程 (WHO, 2010 年)。即使血铅浓度低于 5 微克/分升的低水平铅接触，也会造成智商 (IQ) 下降、注意力不集中、反社会行为增加和受教育程度降低 (NTP, 2012 年; USEPA, 2013 年)。实际上，迄今为止的研究表明血铅浓度对儿童的神经毒性影响并没有阈值，并且较低的血铅浓度 (< 7.5 微克/分升) 可能会比略微高的浓度造成更大的影响 (Lanphear 等, 2005 年)。

铅对神经系统和行为的影响可能是不可逆的。纵向队列研究发现儿童铅接触与儿童较低的认知功能有关 (Mazumdar 等, 2011 年; Reuben 等, 2017 年)。在新西兰开展的一份研究中，11 岁时血铅浓度高于 10 微克/分升的成年人的智商比血铅浓度较低的同龄人低 2.73 点 (协变量调整之后)。同时，该人群的社会经济地位平均降低了 3.42 个单位 (调整值) (Reuben 等, 2017 年)。

大量证据表明，即使低水平的铅接触 (血铅浓度低于 10 微克/分升) 也会增加成年人心血管疾病风险，包括高血压和冠心病 (USEPA, 2013 年; Chowdhury 等, 2018 年; Lanphear 等, 2018 年)。根据由 Lanphear 等人 (2008 年) 在美国开展的第三次国家健康与营养检查调查 (NHANES-III) 的分析数据，预计每年 256 000 由心血管疾病造成的死亡人数和 185 000 由缺血性心脏病造成的死亡人数与铅接触有关。

铅接触会增加成年人肾功能损害和慢性肾病的风险 (NTP, 2012 年; USEPA, 2013 年)。高水平的接触会造成肾衰竭 (Loghman-Adham, 1997 年)。

据报道，铅接触还会对生殖系统造成影响，造成精子质量下降并增加不孕的风险 (加拿大卫生部, 2013 年; NTP, 2012 年; USEPA, 2013 年)。

长期以来，铅对妇女生殖功能的不利影响已为人们所知。由过去接触史带来的储存于母体骨骼中的铅毒素，会在孕期和哺乳期移动到其他部位，造成目标器官的二次接触以及胎儿的接触。母体的铅接触，即使是低水平的接触，也会造成胎儿发育缓慢、出身体重减轻、早产和自发性流产 (NTP, 2012 年; US CDC, 2010 年; USEPA, 2013 年)。据报道还会造成男性和女性青春期延迟 (USEPA, 2013 年)。

上述铅的健康危害造成了严重的疾病负担。健康指标和评估研究所 (IHME) 预计在 2017 年，铅接触因其长期的健康危害在全球范围内造成了 106 万死亡人数和 2440 万年 (残疾调整生命年 - DALY) 的健康生命损失 (GBD 2017 年风险因素合作者, 2018 年)。IHME 还预计，在 2017 年，铅接触造成了全球范围内 63.2% 特发性智力障碍负担、10.3% 高血压心脏病负担、5.6% 缺血性心脏病负担、6.2% 中风负担和 3.6% 慢性肾病负担 (IHME, 2018 年)。

除了对人类健康的危害之外，铅还是一种有充分证据证明的生态毒物，对水域和陆地生态系统都会构成威胁 (UNEP, 2010 年)。研究表明，森林充当着大气颗粒物的“清洗槽”。大气中的铅会沉积到植物叶子上，然后随着雨水或随着树叶凋落以后转移到土壤中。随后，森林生态系统中的有机体就会接触到特别高浓度的铅成分 (Zhou 等, 2019 年)。我们还知道铅污染也会影响鸟类的多样性，并对生物多样性构成威胁 (Haig 等, 2014 年)。包括水生植物、无脊椎动物和鱼类的水域生态系统，也会因进入受污染的水源中而接触到铅成分。例如，铅会对鱼类造成血液和神经毒性影响，并且会影响酶的功能，从而降低长期存活率和繁殖能力 (Demayo 等, 1982 年)。

6. 一些常见的铅接触源

铅在许多产品中都会用到，并且会以很高的含量存在于天然矿石中，因此，有很多种潜在接触源。包括由铅酸电池的回收和铅矿开采和冶炼操作不当而造成的环境污染和人类接触；传统含铅配方的使用；食品掺假或污染；食品容器中使用的含铅陶瓷釉；输水系统中的铅管及其他含铅元件；化妆品和染料中使用的铅成分；含铅渔坠和弹药以及含铅涂料（WHO, 2019b）。目前，几乎所有国家都已禁止使用含铅汽油，因此含铅汽油已不再是主要的接触源（UNEP, 2019b）。

含铅涂料的广泛使用以及大多数国家仍允许含铅涂料的使用这一事实，意味着含铅涂料在目前以及未来都会是儿童的家庭铅接触的一个重要来源。即使是在已禁止含铅装饰涂料使用的国家，这种涂料也可以在禁止使用之前建造的旧建筑中找到。涂料保存完好时是安全的，但是随着涂料的老化，涂料不可避免地开始腐烂、分解成碎片和灰尘，从而污染家庭和周围环境。有关铅接触的研究表明，居住在质量较差和维护条件较差住宅中的经济弱势群体存在更高的接触风险（美国政府，2000年）。



7. 从涂料中的铅接触的机制

个人可能会通过职业和环境接触到铅。最重要的接触途径是食入——主要的儿童接触途径——和吸入——主要的职业性接触途径。

年幼儿童可能会发生高水平的铅接触。他们会在单一环境(如家中)中度过很长时间,并且他们经常在地面上活动,可能接触到受到铅污染的灰尘或土壤。儿童可能会通过正常的手口行为摄入铅成分(WHO, 2010 年)。此外,也可能会吞食、吮吸和咀嚼含铅或带铅涂层的物品,如玩具和家具,从而摄入铅成分。异食癖患儿也可能持续性摄入含铅涂料的碎片或被铅污染的土壤(WHO, 2010 年)。儿童摄入的铅很大一部分都会被身体所吸收(约 40-50%,而成年人仅为约 10%)(Alexander, 1974 年;Ziegler 等, 1978 年)。也可能会吸入空气中的浮尘。

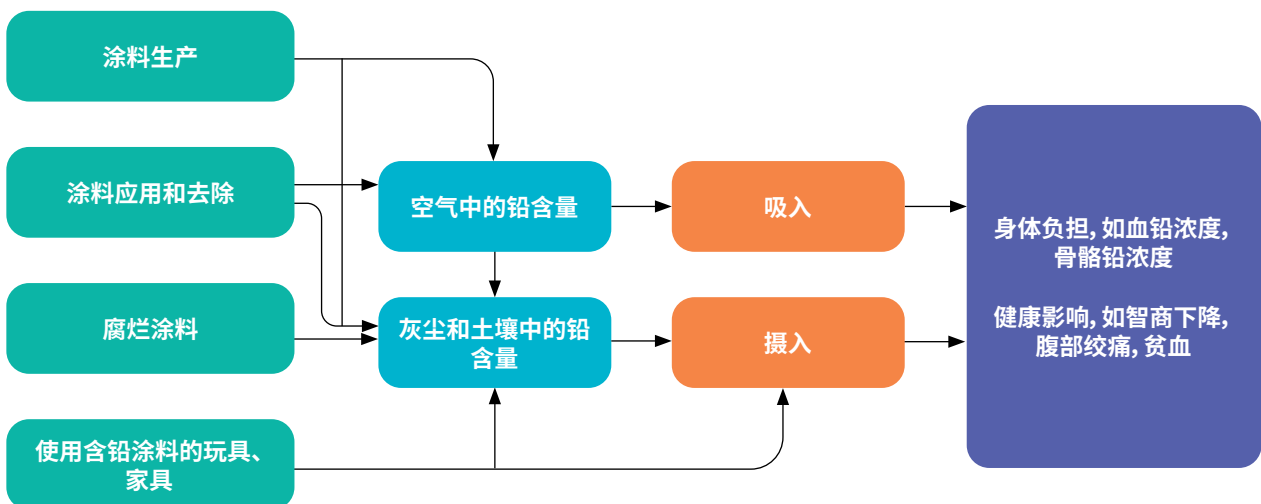
铅接触可发生在含铅涂料生命周期中的任何阶段,如下图所示。

如果未采取适当的工程控制措施和职业卫生措施,且工人没有充足的个人防护装备,职业性铅接触

可在涂料的制造、涂装和清除过程中发生。(Were 等, 2014 年;Rodrigues 等, 2010 年)。制造过程中,工人可能会接触到含铅成分,这些成分通常以粉末形式存在。例如,在一项由 Were 等开展的小型研究中(2014 年)发现,从事涂料生产的工人会在空气中接触到很高程度的铅成分,并且 75.6% 工人的血铅浓度高于 30 微克/分升。当喷涂涂料或通过刮擦、磨砂、干砂打磨或焚烧去除涂料时,所释放的含铅颗粒物和烟雾是主要的吸入性接触源(Rodrigues 等, 2010 年)。如果工作场所没有更换衣服和清洗的设施,颗粒物也会落到工人皮肤和衣服上,成为摄入性接触源,并且带回家造成工人家属的接触。

含铅涂料的制造、涂装和清除还会成为环境污染源,因为颗粒物会沉积到灰尘和土壤中。尤其是住宅翻修活动会造成严重的铅污染(US HUD, 2012 年)。旧家具翻新也会产生铅尘。金属结构的翻修和补漆以及旧建筑的拆迁会向大气和周围区域的土壤中释放大量含铅颗粒物——此类铅成分

涂料中人类铅接触途径和线路图



随后被风吹进或带入住宅中 (Caravanos 等, 2006 年; Lucas 等, 2014 年)。

环境污染的另一个来源, 是对含铅涂料或含铅原料的不当处理。焚烧处理带含铅涂料的木材或将其用于供暖, 会产生含铅颗粒物和烟雾。



8. 铅接触会造成重大的社会经济影响

铅接触的健康危害在个人层面造成的影响,包括成年人的社会经济地位下降(Reuben 等,2017年),同时还会在社会层面产生重大影响,尤其是对智商和行为的影响(Bellinger,2004年;Wright等,2008年)。

智商下降会对个人的经济生产力产生不利影响。据估计,儿童时期铅接触对社会造成的潜在年度经济损失为9770亿国际元²,即:按2011年的价值计算,相当于全球国内生产总值的1.2%(Attina和Trasande,2013年)。在区域层面,预计损失为(以国际元为单位):非洲1347亿国际元;拉丁美洲和加勒比地区1423亿国际元;亚洲6999亿国际元(Attina和Trasande,2013年)。相比之下,在美国和欧洲,因为采取了一系列限制铅的措施,与

铅相关的经济成本就低得多(分别为509亿美元和555亿美元),这说明目前铅接触造成的最大负担是由中低收入国家来承担的(Bartlett和Trasande,2013年;Trasande和Liu,2011年)。Trasande及其同事还为对中低收入国家造成的经济影响进行了建模(纽约大学朗格尼医学中心,2020年)

在法国,由与铅接触有潜在关联的犯罪行为造成的成本预计为每年6180万欧元(相当于6860万美元,基于2008年的货币值)(Pichery等,2011年)。与铅接触其他相关的成本包括,治疗铅中毒以及由铅接触引起的心血管和肾脏疾病的医疗护理费用,以及为减轻由铅引发的智力缺陷而开展的特殊教育活动的成本。

² 在引用国际元的国家,一国际元可购买相当于一美元可在美国购买到的商品数量的商品和服务(资料来源:<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/114944-what-is-an-international-dollar>)。

9. 消除含铅涂料会带来经济效益

继续允许制造、销售和使用含铅涂料的国家会造成持续的铅接触和长期健康影响的遗留问题。现在，消除含铅涂料可以防止由生产力下降造成的损失，节省由于铅对健康的影响而产生的成本，以及处理遗留的含铅涂料以保障家庭和其他场所安全的成本，因此可带来未来的经济效益。

法国和美国可提供相应的成本估算，因为法国和美国现有住房中仍很大一部分使用了含铅涂料。在法国，根据 2008 年的货币值，翻修全部使用含铅涂料的住房的成分预计为 1.331 亿欧元到 3.425 亿欧元（根据 2008 年的汇率相当于 1.938 亿美元

到 4.987 亿美元）（Pichery 等，2011 年）。在美国，2009 年翻修儿童居住的使用含铅涂料入的住房的成本预计为 12 亿美元到 110 亿美元（Gould，2009 年）。

证据显示，此项翻修投资会带来重大经济效益（Pichery 等，2011 年；Gould，2009 年）；然而，其高成本也突出了采取早期行动从源头上防止使用含铅涂料的重要性。这对于目前涂料市场正快速扩张并且仍有机会预先阻止未来含铅涂料问题的国家来说尤其重要（Kigotho，2016 年；Kougoulis 等，2012 年；O'Connor 等，2018 年）。



10. 生产不添加铅的涂料在技术和经济上是可行的

涂料由四种成分组成：树脂或聚合物粘合剂、颜料/填料、溶剂/稀释剂和用于改良涂料性能的添加剂，如加快干燥速度、提高防霉和防腐蚀性能（Kougoulis 等，2012 年；Kopeliovich，2014 年）。溶剂可为水或有机溶剂，如矿物油、酒精或甲苯等芳香族化合物。“溶剂型”涂料通常指含有有机溶剂的涂料。

其中一些成分，尤其是颜料和添加剂中用于加快干燥速度并确保防腐蚀性能的一些成分可能为含铅成分。例如，铬酸铅是一种颜料、环烷酸铅是一种干燥剂，四氧化三铅（也称为红色氧化铅或丹铅）是一种腐蚀抑制剂（UNEP，2013 年）。但是也有替代品，我们也可使用不含铅成分配制所有类型的颜料。事实上，在许多国家，尤其是已制订具有法律约束力控制措施的国家，不添加铅的涂料已经在市场上销售了几十年了（UNEP，2013）。研究表明，使用不含铅颜料和添加剂不一定会增加涂料成本，因为所需的成分可能会更少（Brosché 等，2014 年）。此外，经验表明即使需要提高零售价格，长期来看也不一定会减少涂料的销量（IPEN，2018 年）。

涂料技术的进步意味着现代水基涂料（通常称为丙烯酸乳液）会逐步替代有机溶剂型涂料，在各种涂料应用中和各类表面上使用。一定程度上，对挥

发性有机化合物的大范围监管推动了此趋势，挥发性有机化合物是有害的空气污染物（Gilbert，2016 年；Kougoulis 等，2012 年）。水基涂料通常不含铅化合物，并且许多公司目前都生产不含铅的水基涂料，用作室内外的建筑涂料。

改为使用相应替代品来替代含铅成分需要涂料生产商进行一定的投资，这对于一些中小型（SME）涂料生产商来说是一项严峻的挑战。通常需要配制具有所需属性的新配方，并且可能也需要对一些工艺进行更改。不含铅替代成分的供应商可使用其产品协助中小型生产商进行涂料配制。在全球环境基金会资助项目中制定了³一套技术指南⁴，鼓励中小型涂料生产商重新配制涂料，并且在选定国家开展了许多用于核查中小型生产商技术指南实施情况的示范项目（塞尔维亚国家洁净生产中心，2019 年）。该项目还会确定在涂料生产中使用不含铅成分的供应商。

尽管需要一定的初始投资成本，但许多生产商，包括中小型企业，已成功重新配制其产品配方，以避免使用含铅成分，将其视作其保护工人、消费者和环境的企业社会责任的一部分（Curl，2013 年；Hunter，2018 年；Ongking，2018 年；SCS 全球服务，2019 年）。改为使用不含铅成分有一定的商业优势，因为这为涂料公司进入已经对涂料中铅含

³ GEF: SAICM 全面项目的一个部分关注“促进政府通过监管和自愿性措施逐步淘汰涂料中的铅成分”。

⁴ 参见 <http://www.saicm.org/Implementation/GEFProject/LeadInPaintComponent/Output11/tabid/7974/language/en-US/Default.aspx>（访问日期：2020 年 4 月 13 日）。

量实施限制的国家提供了机会。此外，随着更多国家出台含铅涂料法律，含铅涂料的市场可能会萎缩。这在已经实施或正努力实施严格限制铅含

量的区域性涂料标准的区域经济共同体中尤为关系重大，如欧盟、东非共同体和欧亚经济联盟。



11. 为什么设置涂料含铅总量百万分之90的限制？

全球联盟《含铅涂料规范指南和示范法》建议涂料中的总体铅含量不得超过涂料非挥发性成分总重量或干漆膜重量的百万分之90 (UNEP, 2018年)。设置百万分之90限制的理论依据是尽可能将铅接触减少至最低程度所需的含量 (Dixon等, 2009年; Oulhote等, 2013年), 同时确保该限制对于涂料生产商来说在技术上是可实现的。

证据表明涂料中的铅成分是人类接触源

有充分证据表明接触途径使涂料中的铅成分与血铅浓度的增高存在一定关联性。一系列证据确认含铅涂料, 尤其是在住宅中使用时, 会污染灰尘和土壤, 并且受污染的家庭灰尘和土壤会造成儿童血铅浓度增高和不利的健康影响 (Charney等, 1980年; da Rocha Silva等, 2018年; Dixon等, 2007年; Dixon等, 2009年; Etchevers等, 2015年; Lanphear等, 1996年; Lanphear等, 1998年; USEPA, 2013年)。此外, 证据显示如果未采取适当预防措施, 去除含铅涂料时产生的灰尘和烟雾还会造成工人和居民的铅接触 (Dixon等, 2009年; Jacobs等, 2003年; Pelclová等, 2016年; Rodrigues等, 2010年; Spanier等, 2013年)。本文中概述了一些表明含铅涂料和铅接触之间相关性的证据。

相关铅同位素研究确定含铅涂料是家庭灰尘中的铅接触源 (Beauchemin等, 2011年; Glorennec等, 2010年; Rasmussen等, 2011年)。其他研究表明涂料中较高的铅含量与家庭灰尘中的铅含

量之间有一定关联性 (Dixon等, 2007年; Jacobs等, 2003年)。例如, Dixon等 (2007年) 发现50%的门窗涂料铅含量增高会造成5%的地板灰尘铅含量增高。另一项研究发现, 在外部栏杆上使用的涂料的铅负荷为2.6毫克/平方厘米或以上会造成家庭灰尘中的铅负荷增高约50%, 这说明外部涂料是重要的住宅内部铅污染源 (Lucas等, 2014年)。

居住在有受铅污染灰尘的住宅中会造成血铅浓度增高。一项对12份研究的汇总分析显示, 受到铅污染的家庭灰尘是血铅浓度为10-25微克/分升的儿童的主要摄入途径 (Lanphear等, 1998年)。地板灰尘中低于40微克/平方英尺 (430.6微克/平方米) 的铅负荷会造成血铅浓度的增高 (Etchevers等, 2015年; Dixon等, 2009年; Lanphear等, 1996年; Lanphear等, 1998年)。直至最近, 此数字一直是美国的住宅地板含铅灰尘健康危害标准⁵。2019年, 该标准在地板灰尘方面从40微克/平方英尺下降到10微克/平方英尺 (107.6微克/平方米), 窗台灰尘从250微克/平方英尺下降到100微克/平方英尺 (1076.4微克/平方米), 从而为儿童提供更好的保护 (美国政府, 2019年)

相关案例报告和研究证实, 居住或长时间处在使用含铅涂料的住宅或其它建筑中会造成铅接触, 并且有时甚至会出现明显的铅中毒症状 (如 Talbot等, 2018年; Goldman和 Weissman, 2019年; Keller等, 2017年; da Rocha Silva等, 2018年; Mathee等, 2003年)。涂料中释放的铅含量, 灰尘中的铅含量以及铅接触量取决于各种个体因

⁵ 含铅涂料风险评估人员使用美国的含铅灰尘危害标准来确定应处理的危害。

素,如涂料使用寿命、铅成分的类型、家庭清洁工作以及儿童的行为。因此,尚不可能证实涂料中具体的铅浓度和所造成的家庭灰尘中的铅浓度及血铅浓度有直接相关性,因此尚无法直接将影响定量为百万分之 90 的限制。

仅有少量数据表明铅浓度与血铅浓度有直接相关性。一份铅同位素研究显示在涂料中铅负荷超过 1 毫克/平方厘米的住宅中,该涂料可能会成为儿童血铅的接触源(Oulhote, 2011 年)。在一个小型案例系列中,在以磨砂方式去除可溶性铅含量为百万分之 530 的涂料之后,一名成年人和两名儿童出现了铅中毒症状,血铅中毒为 24 到 80 微克/分升(Pelclová 等, 2016 年)。美国开展的一项研究发现,与居住在未使用含铅涂料住宅中的儿童相比,居住在涂料铅含量为 2 毫克/平方厘米或以上住宅中的儿童出现血铅浓度高于 30 微克/分升的可能性在冬季会增加约 6 倍,在夏季约 16 倍(Schwartz 和 Levin, 1991 年)。进一步的研究表明,对于居住在平均含铅涂料负荷为 4.9-5.3 毫克/平方厘米住宅中的儿童,其血铅浓度与涂料铅负荷和状况指标存在相关性(通过 X 射线荧光乘以 1 到 3 的因子测量,其中 3 表示涂料状况差)。研究发现,涂料铅负荷和状况指标每增高 10 毫克/平方厘米,血铅浓度会升高 7.5% (Spanier 等, 2013 年)。

单位说明

涂料中的铅含量可能以面积浓度(毫克/平方厘米)(也称为铅负荷)或质量浓度【如百分比率(ppm)、百分比或微克/克】表示。面积浓度不受涂料样本厚度的影响,而质量浓度会受到以下情况的影响:例如,一些涂料层不含铅成分和样本中含有某些基质,这两种情形都会造成一定的稀释作用。由于此原因,两种值之间很难进行快速换算(US HUD, 2012 年:附录 1.3)。

尽管尚无有关百万分之 90 涂料铅含量限制所带来的健康影响的具体数据,但是有证据表明,对涂料中的铅含量采取监管控制会降低灰尘中的铅含量,并减少铅接触。在美国和法国,研究显示与在对涂料中铅含量实施监管限制以后建造的新住宅相比,老旧住宅中的灰尘铅浓度更高。例如, Gaitens 等(2009 年)发现,在美国对住宅和商用住宅中使用的新型涂料的铅含量实施百万分之 600 的限制后,与在 1978 年之前建造的住宅相比(当时实施的是百万分之 10 000 的自愿性限制),1978 年之后建造的住宅中,灰尘铅污染明显减少。法国的一项研究针对家庭灰尘中的铅污染源展开了调查,发现仅老旧住宅的内部涂料会污染家庭灰尘。在较新住宅中,涂料不是污染源,因为涂料中的铅含量很低(浓度未说明)(Lucas 等, 2014 年)。于 2008-2009 年在法国开展的另一项研究发现,居住在 1949 年之前(当时碳酸铅仍在广泛使用)建造的住房中与较高的血铅浓度呈正相关关系,并且出现涂料脱落或进行房屋翻新时,影响会更大(Etchevers 等, 2014 年)。其它研究表明,与居住在使用含铅涂料的旧住宅的儿童相比,居住在采用不添加铅成分的涂料装修的新住宅中的儿童出现较高血铅浓度(>10 微克/分升)的可能性更小(Dixon 等, 2009 年; McClure 等, 2016 年)

摄入脱落或破裂的涂料碎片,尤其是反复摄入后,例如异食癖患儿,是直接的接触途径。研究和案例报告中提供了该信息:涂料中铅浓度为百万分之 1000 到百万分之 122 000 (Yaffe 等, 1984 年; Mathee 等, 2003 年; Tenenbein, 1990 年)或低于百万分之 5000 会造成中毒性血铅浓度(Lavoie 和 Bailey, 2004 年)。

美国儿科学会环境危害委员会提供了一些有关构成涂料中铅含量危害数量的估值,根据涂料中不同铅浓度计算了 1 平方厘米涂料碎片中的铅含量。对于铅含量为百万分之 10 000 的涂料,预计 1 平方厘米涂料碎片中含有 65 微克到 650 微克铅成分,这取决于涂料的层数(1-10 层)。对于铅含量为百万分之 500 的涂料,预计涂料碎片中的铅含

量是 3.2 微克到 32 微克(美国儿科学会, 1972 年)。用同样的方法进行计算, 对于铅含量为百万分之 90 的涂料, 如果是一层涂料, 则 1 平方米涂料碎片中将含有 0.6 微克的铅成分, 10 层则是 6 微克。

FAO⁶/WHO 食品添加剂专家联合委员会估值中可能会考虑这些数值。在对铅的毒性的审查中, JECFA 发现儿童每天平均 1.9 微克/千克体重的饮食接触将导致智商比平均人口降低 3 个点。(JECFA, 2011 年)。因为这些数值是根据人口层面的数据进行估算的, 所以尚无法精确估计其对单个儿童的健康影响。然而, 出于说明性目的, 如果涂料中的铅含量是百万分之 500, 则一位体重 10 千克的儿童(约 2 岁左右)如果每天摄入 6-7 片单层涂料碎片, 则每天将额外摄入 1.9 微克/千克体重的铅含量。如果涂料的铅含量是百万分之 90, 儿童则需要每天摄入约 31 片涂料碎片, 这种情况很少发生。这说明, 百万分之 90 的限制可提供更好的保护。

近期针对铅作为食品污染物开展的评估进一步强调了最大程度降低铅含量的必要性。2011 年, 在评审铅对儿童的神经发育毒性和对成年人的心血管毒性的剂量反应数据之后, JECFA 取消了其之前规定的每周容许铅摄入量, 因为无法确定可保护健康的数值(JECFA, 2011 年)。欧洲食品安全局也做出了相同的决定(EFSA, 2010 年)。同时, 缺乏可逆转铅对认知发育的影响和其他长期健康影响的治疗干预也是一个重要考量(Dietrich 等, 2004 年; USEPA, 2013 年; 美国儿科学会, 2016 年)这两个结论强调了铅接触初级预防, 即, 消除接触源的重要性。

将证据应用到含铅涂料政策决定中

如上文所述, 从上世纪 70 年代和 80 年代开始, 大多数工业化国家实施相关法律法规, 对装饰涂料中的铅含量以及可能造成儿童铅接触的应用中使用的含铅涂料和涂层产品实施严格限制。随着人们

对慢性低水平铅接触的危害以及含铅涂料与铅接触之间相关性的了解, 各国政府已采取相应措施来降低涂料及其他涂层产品中铅含量的最大限制。

已制订相关法律限制涂料和类似涂层产品中铅含量的国家通常使用以下两种监管方法中的一种: 如欧盟的做法一样, 限制涂料中具体含铅化合物的使用, 或如《含铅涂料规范指南和示范法》中的建议一样, 从全部渠道限制涂料中的总体铅含量(UNEP, 2018 年)。两种方法均可成功限制涂料中的铅含量, 但是在这两种情况下, 应在确保可提供健康保护的同时确保对于涂料生产商来在技术上是可实现的前提下, 尽可能降低法律限制。

《指南和示范法》中建议的百万分之 90 的总体铅含量限制是全球各国目前含铅涂料中铅含量限制的最低值。目前许多国家已针对部分或全部涂料类型规定该限制; 包括孟加拉国、喀麦隆、加拿大、中国、埃塞俄比亚、印度、伊拉克、以色列、约旦、肯尼亚、尼泊尔、菲律宾和美国(UNEP, 2019a)。

如上文第 10 节中的介绍, 涂料可在不添加含铅化合物的前提下进行配制, 并且百万分之 90 的限制在技术上是可行的。在许多国家开展的检测装饰涂料中铅含量的市场研究显示, 目前已推出不添加铅成分的装饰涂料, 并且其铅含量低于百万分之 90。防腐蚀涂料也可使用铅含量低于 90 的材料进行生产(SCS 全球服务, 2019 年)。需注意, 铅含量为“零”是不可能的, 因为一些成分, 包括来源于天然资源的原材料, 如黏土和天然颜料, 可能会受到少量的铅污染(塞尔维亚国家洁净生产中心, 2019 年)。如果制造商注重采购未受污染的原材料或仅含微量铅的原材料, 铅含量则可能会大大低于百万分之 90(UNEP, 2013)。相反, 使用含铅成分的涂料的铅含量可能会超过百万分之 100 000(O'Connor 等, 2018 年; UNEP, 2013 年)。

一些国家设置了百万分之 100、百万分之 600 或更高的铅含量限制(UNEP, 2019a)。一些国家针对装饰涂料、工业涂料或特殊专业涂料实施了不同的

⁶ FAO: 联合国粮食和农业组织。

限制。上述讨论说明涂料中铅浓度越低，则对人体健康的保护作用就越大。

停止在装饰涂料中添加铅是当务之急，因为这是儿童最容易接触到的涂料；然而，儿童也可能接触到用于游乐场设施或家庭使用的工业涂料。此外，应保护全部年龄段人群免受铅接触的影响，包括从事涂料生产、应用或去除的工人。

《指南和示范法》中建议的百万分之 90 的铅含量限制是适合全部涂料类型的合理目标。各国可决定

针对不同涂料类别实施不同的过渡期，使制造商有时间重新配制其产品配方。例如，在菲律宾，在百万分之 90 的限制生效之前，针对装饰涂料实施为期三年的过渡期，针对工业涂料实施为期六年的过渡期（环境管理局，无日期）。该期限已被菲律宾涂料业广泛接受，并已成功实施。如果在合理期限内达到百万分之 90 的上限对某一特定用途尚不可行，则应敦促各国政府与各利益攸关方展开合作，商讨如何才能达到低铅含量上限。



12. 推进制订含铅涂料法的措施

根据国家及其法律结构和监管框架和规程的不同，制订有效的含铅涂料法可能会是一个多部门过程，涉及卫生部、环境部、贸易经济部、标准监管机构、涂料制造业、民间社会组织和普通大众。所需的具体活动和法律程序因国而异，负责部门也不尽相同。

通过区域经济共同体，如西非国家经济共同体、东非共同体、欧亚经济联盟及其他组织，针对涂料和其他涂层产品的铅含量建立区域统一上限，有助于促进含铅涂料法在国家层面的有效实施，并减少贸易合作伙伴之间的贸易壁垒。

下文中基于一些已制订或正在制订含铅涂料法律的国家的经验提供了一些建议措施 (UNEP, 2019c)。

A. 寻求利益相关方参与以获得含铅涂料法律支持

1. 确定就采取行动制订含铅涂料法律必须获得其支持的相关政府部门，这些部门是制订和实施新的或修订原有含铅涂料法律的关键。在不同国家，这些部门包括卫生部、环境部和工业部，以及关键立法部门。
2. 与关键民间团体和行业利益相关方举行相关会议。在不同国家，此类利益相关方包括涂料生产商协会、研究人员、大学及环保团体。

B. 制订含铅涂料法律

1. 评估有关制订含铅涂料法律方面的意见：
 - a. 审查现有规范框架，确定现有或所需的含铅涂料监管机构；
 - b. 确定由哪个部门或立法委员领导法律制订工作。
2. 任命拟定含铅涂料法律限制的领导机构。
3. 为法律起草提供支持：
 - a. 建立草案协作组，适当纳入相关政府机构和利益相关方；
 - b. 将《含铅涂料规范指南和示范法》等资料视为起草法律方面的建议；
 - c. 确定或建立适当机制，向政府部门之外（包括行业或民间团体）知识渊博的关键利益相关方收集相关意见。
4. 制定法律草案，包括准确的技术信息，涂料中铅含量的具体限制、政府机构的权限和职责以及有效的实施条款。
5. 需要时，根据各国的规范制定框架适当开展公众评审活动。
6. 颁布法律。

C.开展提高意识活动,推进含铅涂料法律的制订和实施

1. 确定适当的提高意识活动目标受众,可包括相关政府部门、公众、卫生领域专业人士和各行业。

2. 开展有针对性的提高意识活动。主题包括铅的负面健康和经济影响、含铅涂料是主要的接触源,涂料中含铅成分的替代品以及含铅涂料法律对消除含铅涂料的积极影响。



13. 全球联盟提供相关工具和建议

全球联盟提供相关指导资料 and 工具来协助各国制订含铅涂料法律,并汇总了不同组织内在适当和可行时与各国展开合作、为各国消除含铅涂料的行动提供支持的联盟合作伙伴的经验。本报告附录中列出了由全球联盟合作伙伴开发、用于为制定含铅涂料法律提供支持的工具。

为了获取全球联盟的建议,建议各国确定其各自在制订含铅涂料法律方面所需的措施和技术建议,并将其请求发送电子邮件至 leadpaintlaws@un.org。

全球联盟可在适当和可行时提供以下类型的建议或信息。

A.利益相关方参与以获得含铅涂料法律方面的支持、包括召开利益相关方会议、帮助在当地行业

和民间团体确定适当的利益相关方联系人方面的建议。

B.制订含铅涂料法律,包括对各国规范框架开展法律分析,确定现有或所需的含铅涂料监管机构以及有关含铅涂料法律草案的意见和反馈,可通过电子邮件或电话提供。

C.了解含铅涂料法律在各国的形势,包括提供有关重新配制配方或现有涂料铅含量测试数据的技术信息。

D.开展提高意识活动,推进含铅涂料法律的制订和实施,包括提供 WHO 有关铅接触的健康影响的现有信息,或全球联盟有关建议涂料中铅含量法规限制的信息、以及开展提高意识活动方面的合作或建议。

14. 结论

近几十年，人们对铅的毒性已有较深的了解，迄今为止的研究尚无法确定不会对人类健康造成危害的最低阈值。随后，世界卫生组织已将铅确定为全球范围内引起重大公共卫生关注的十大化学品之一（WHO, 2019b）。尽管年幼儿童和孕妇是最容易受到铅毒性作用影响的人群，但实际上，所有年龄段的人群均会受到铅接触的不良影响。铅接触的健康影响还会造成人口层面的重大负面经济和社会影响。

含铅涂料是主要的接触源，尤其是对于儿童，但同时也是职业性的。但通过停止此类涂料的生产和销售，这种危害是完全可预防的。尽管含铅涂料的危害在一个多世纪以前就为人们所知，然而直到近几十年，应对此危害的国际行动才真正付诸实施。这促成了消除含铅涂料全球联盟的成立，以促进和支持各国制订含铅涂料法律。

目前 72 个世界卫生组织成员国（73 个联合国成员国）已表示限制涂料中铅的使用是可行的（WHO, 2019a; UNEP, 2019a）。许多涂料公司已经或正在重新配制其涂料配方（Curl, 2013 年; Ongking, 2018 年）。因此在全球范围内消除含铅涂料是完全有可能的，并且会在未来几年内带来个人和社会效益。

对于各国政府来说，对含铅涂料的监管是一项解决引起公共卫生关注的主要化学品问题的重要基础预防措施。从战略角度来看，此项行动会推进化学品健全管理中的主流基础预防工作。该行动还会为卫生和环境部门展开合作创造机会，共同保护公共卫生和保护生态系统的完整性。此项联合行动为世界卫生组织化学品路线（WHO, 2017 年）和国际化学品管理战略方针（SAICM, 无日期）的实施提供了支持。

参考文献

- Alexander FW (1974). The uptake of lead by children in differing environments. *Environ Health Perspect.* 7:155–9. doi:10.1289/ehp.747155.
- American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Hazards (1972). Lead content of paint applied to surfaces accessible to young children. *Pediatrics.* 49(6):918–21.
- American Academy of Pediatrics Council on Environmental Health (2016). Prevention of childhood lead toxicity. *Pediatrics.* 138(1):e20161493. doi:10.1542/peds.2016-1493.
- Attina TM, Trasande L (2013). Economic costs of childhood lead exposure in low- and middle-income countries. *Environ Health Perspect.* 121(9):1097–102 (<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1206424>, accessed 13 April 2020).
- Bartlett ES, Trasande L (2013). Economic impacts of environmentally attributable childhood health outcomes in the European Union. *Eur J Public Health.* 24(1):21–6. doi:10.1093/eurpub/ckt063.
- Beauchemin S, MacLean LCW, Rasmussen PE (2011). Speciation of lead in indoor dust: case study of a Canadian urban house. *Environ Geochem Health.* 33(4):343–52. doi:10.1007/s10653-011-9380-8.
- Bellinger D (2004). Lead. *Pediatrics.* 113:1016–22 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15060194>, accessed 13 April 2020).
- Brosché S, Denney V, Weinberg J, Calonzo MC, Withanage H, Clark S (2014). Asian regional paint report. Stockholm: International POPs Elimination Network (<https://ipen.org/documents/asia-regional-paint-report>, accessed 13 April 2020).
- Byers RK (1959). Lead poisoning: review of the literature and report on 45 cases. *Pediatrics.* 23(3):585–603 (<http://pediatrics.aappublications.org/content/23/3/585>, accessed 13 April 2020).
- Cañas AI, Cervantes-Amat M, Esteban M, Ruiz-Moraga M, Pérez-Gómez B, Mayor J et al. (2014). Blood lead levels in a representative sample of the Spanish adult population: the BIOAMBIENT.ES project. *Int J Hyg Environ Health.* 452–9 (<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.09.001>, accessed 13 April 2020).
- Caravanos J, Weiss AL, Jaeger RJ (2006). An exterior and interior leaded dust deposition survey in New York City: results of a 2-year study. *Environ Res.* 100:159–64. doi:10.1016/j.envres.2005.08.005.
- Charney E, Sayre J, Coulter M (1980). Increased lead absorption in inner city children: where does the lead come from? *Pediatrics.* 65(2):226–31.
- Chowdhury R, Ramond A, O’Keeffe LM, Shahzad S, Kunutsor SK, Muka T et al. (2018). Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ Nutrition, Prevention & Health.* 362:k3310. doi:10.1136/bmj.k3310.
- Curl O (2013). Firms phase out lead from paints. In: Chemical Watch Global Business Briefing, March 2013 [website] (<https://chemicalwatch.com/14163/firms-phase-out-lead-from-paints#overlay-strip>, accessed 13 April 2020).
- da Rocha Silva JP, Salles FJ, Leroux IN, da Silva Ferreira APS, da Silva AS, Assunção NA et al. (2018). High blood lead levels are associated with lead concentrations in households and day care centers attended by Brazilian preschool children. *Environ Pollut.* 239:681–8. doi:10.1016/j.envpol.2018.04.080.
- Demayo A, Taylor MC, Taylor KM, Hodson PV (1982). Toxic effects of lead and lead compounds on human health, aquatic life, wildlife plants, and livestock. *CRC Crit Rev Environ Control.* 12:257–305.

- Dietrich KN, Ware JH, Salganik M, Radcliffe J, Rogan WJ, Rhoads GG et al. (2004). Treatment of lead-exposed children clinical trial group. Effect of chelation therapy on the neuropsychological and behavioral development of lead-exposed children after school entry. *Pediatrics*. 114(1):19–26. doi:10.1542/peds.114.1.19
- Dixon SL, Gaitens JM, Jacobs JE, Strauss W, Nagaraja J, Pivetz T et al. (2009). Exposure of U.S. children to residential dust lead, 1999–2004: II. the contribution of lead-contaminated dust to children's blood lead levels. *Environ Health Perspect*. 117(3):468–74. doi:10.1289/ehp.11918.
- Dixon S, Wilson J, Galke G (2007). Friction and impact surfaces: are they lead-based paint hazards? *J Occup Environ Hyg*. 4(11):855–63. doi:10.1080/15459620701655770.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2010). EFSA scientific opinion on lead in food. *ESFA Journal*. 8(4):1570 (<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>, accessed 13 April 2020).
- Environmental Management Bureau (no date). Lead in paint: case study – the Philippines (Module H.iv). Manila; Environmental Management Bureau. In: Toolkit for establishing laws to eliminate lead paint [website]. Geneva: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/toolkit-establishing-laws-eliminate-lead-paint>, accessed 13 April 2020).
- Etchevers A, Bretin P, Lecoffre C, Bidondo M, Strat YL, Glorennec P et al. (2014). Blood lead levels and risk factors in young children in France, 2008–2009. *Int J Hyg Environ Health*. 217(4–5):528–37 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.10.002>, accessed 13 April 2020).
- Etchevers A, Le Tertre A, Lucas JP, Bretin P, Oulhote Y, Le Bot B et al. (2015). Environmental determinants of different blood lead levels in children: a quantile analysis from a nationwide survey. *Environ Int*. 74:152–9 (<https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.10.007>, accessed 13 April 2020).
- Gaitens JM, Dixon SL, Jacobs DE, Nagaraja J, Strauss W, Wilson JW et al. (2009). Exposure of U.S. children to residential dust lead, 1999–2004: I. Housing and demographic factors. *Environ Health Perspect*. 117(3):461–7. doi:10.1289/ehp.11917.
- GBD 2017 Risk Factor Collaborators (2018). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 392:1923–94 ([https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32225-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32225-6), accessed 13 April 2020).
- Gibson JL (1904). A plea for painted railings and painted walls of rooms as the source of lead poisoning amongst Queensland children. *Australasian Medical Gazette*. 23:149–53.
- Gilbert JA (2016). Recent trends in architectural coatings. In: *Coatings World* [website], 13 September 2016 (https://www.coatingsworld.com/issues/2016-09-01/view_features/recent-trends-in-architectural-coatings/, accessed 13 April 2020).
- Glorennec P, Peyr C, Poupon J, Oulhote Y, Le Bot B (2010). Identifying sources of lead exposure for children, with lead concentrations and isotope ratios. *J Occup Environ Hyg*. 7(5):253–60. doi:10.1080/15459621003648281.
- Goldman RH, Weissman L (2019). A diagnosis to chew on. *N Engl J Med*. 381:466–73. doi:10.1056/NEJMcp1900774.
- Gould E (2009). Childhood lead poisoning: conservative estimates of the social and economic benefits of lead hazard control. *Environ Health Perspect*. 117:1162–7. doi:10.1289/ehp.0800408.
- Greig J, Thurtle N, Cooney L, Ariti C, Ahmed AO, Ashagre T et al. (2014). Association of blood lead level with neurological features in 972 children affected by an acute severe lead poisoning outbreak in Zamfara State, Northern Nigeria. *PLOS One*. 9(4):e93716 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093716>, accessed 13 April 2020).
- Haig SM, D'Elia J, Eagles-Smith C, Fair JM, Gervais J, Herring G et al. (2014). The persistent problem of lead poisoning in birds from ammunition and fishing tackle. *Condor*. 116(3):408–28. doi:10.1650/CONDOR-14-36.1.

- Haut Conseil de la santé publique (2014). Détermination de nouveaux objectifs de gestion des expositions au plomb. Synthèse et recommandations [Lead exposure: determination of new risk management objectives. Summary and recommendations]. Paris: Haut Conseil de la santé publique (<http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=444>, accessed 13 April 2020).
- Health Canada (2013). Final human health state of the science report on lead. Ottawa: Health Canada (<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/final-human-health-state-science-report-lead.html>, accessed 13 April 2020).
- Health Canada (2019). Fifth report on human biomonitoring of environmental chemicals in Canada. Ottawa: Health Canada (<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/fifth-report-human-biomonitoring.html>, accessed 13 April 2020).
- Hunter J (2018). Time for action on lead compounds in paint. In: AkzoNobel [website] (<https://www.akzonobel.com/en/for-media/media-releases-and-features/time-action-lead-compounds-paint>, accessed 13 April 2020).
- IHME (2018). GBD Compare. In: GBD Compare [website]. Seattle, WA: Institute for Health Metrics and Evaluation, University of Washington (<http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>, accessed 13 April 2020).
- ILO (2019). C013 – White Lead (Painting) Convention, 1921 (No. 13). In: Normlex [website]. Geneva: International Labour Organization (https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C013, accessed 13 April 2020).
- IPEN (2018). Cost implications of replacing lead oxide in anti-corrosive paint. In: Technical guidelines for replacing lead oxide in anti-corrosives paints in Tunisia. Stockholm: International POPs Elimination Network:10–11 (<https://ipen.org/documents/replacing-lead-oxide-anti-corrosives-paints>, accessed 13 April 2020).
- Jacobs DE, Mielke H, Pavur N (2003). The high cost of improper removal of lead-based paint from housing: a case report. *Environ Health Perspect.* 111(2):185–6. doi:10.1289/ehp.5761
- Janin Y, Couinaud C, Stone A (1985). The lead-induced colic syndrome in lead intoxication. *Surgery Annual.* 17:287–307.
- JECFA (2011). Evaluation of certain food additives and contaminants: seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization: 381–497 (WHO Technical Report Series, No. 960; <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44515>, accessed 13 April 2020).
- Keller B, Faciano A, Tsega A, Ehrlich J (2017). Epidemiologic characteristics of children with blood lead levels $\geq 45 \mu\text{g/dL}$. *J Pediatr.* 180:229–34 (<https://doi.org/10.1542/gr.37-1-8>, accessed 13 April 2020).
- Kigotho W (2016). Kenya paints industry thrives as sub-Saharan middle class grows. *Polymers Paint Colour Journal.* February 2016:44–5 (<https://polymerspaintyournal.com/>, accessed 13 April 2020).
- Kopeliovich D (2014). Composition of paints. In: Substances & Technologies [website] (http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=composition_of_paints, accessed 13 April 2020).
- Kosnett MJ, Wedeen RP, Rothenburg SJ, Hipkins KL, Materna BL, Schwartz BS et al. (2007). Recommendations for medical management of adult lead exposure. *Environ Health Perspect.* 115(3):463–71 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1849937/pdf/ehp0115-000463.pdf>, accessed 13 April 2020).
- Kougoulis JS, Kaps R, Walsh B, Bojczuk K, Crichton T (2012). Revision of EU European ecolabel and development of EU green public procurement criteria for indoor and outdoor paints and varnishes. Ecolabel background report. Ispra/EC Joint Research Centre (<https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/documents/Paints%20Background%20Report.pdf>, accessed 13 April 2020).
- Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Belinger BP et al. (2005). Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect.* 113(7):894–9. doi:10.1289/ehp.7688.

- Lanphear BP, Matte TD, Rogers J, Clickner RP, Dietz B, Bornschein RL et al. (1998). The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels. A pooled analysis of 12 epidemiologic studies. *Environ Res.* 79:51–68 (<https://doi.org/10.1006/enrs.1998.3859>, accessed 13 April 2020).
- Lanphear BP, Rauch S, Auinger P, Allen RW, Hornung RW (2018). Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. *Lancet Public Health.* 3(4):e177–e184 ([https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(18\)30025-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(18)30025-2/fulltext), accessed 13 April 2020).
- Lanphear BP, Weitzman M, Winter NL, Eberly S, Yakir B, Tanner M et al. (1996). Lead-contaminated house dust and urban children's blood lead levels. *Am J Public Health.* 86(10):1416–21 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1380653/>, accessed 13 April 2020).
- Lavoie P, Bailey B (2004). Lead poisoning from “lead-free” paint. *CMAJ.* 170(6):956 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC359428/>, accessed 13 April 2020).
- Loghman-Adham M (1997). Renal effects of environmental and occupational lead exposure. *Environ Health Perspect.* 105:928–39. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1470371/pdf/envhper00322-0042.pdf>, accessed 13 April 2020).
- Lucas JP, Bellanger L, Le Strat Y, Le Tertre A, Glorennec Ph, Le Bot B et al. (2014). Source contributions of lead in residential floor dust and within-home variability of dust lead loading. *Sci Total Environ.* 470(471):768–79. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.10.028.
- McClure LF, Niles JK, Kaufman HK (2016). Blood lead levels in young children: US, 2009–2015. *J Pediatr.* 175:173–81 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.05.005>, accessed 13 April 2020).
- Mathee A, Röllin HB, Ditlopo NN, Theodorou P (2003). Childhood lead exposure in South Africa [Letter]. *S Afr Med J.* 93(5):313 (<http://www.samj.org.za/index.php/samj/article/view/2216>, accessed 13 April 2020).
- Mazumdar M, Bellinger DC, Gregas M, Abanilla K, Bacic J, Needleman HL (2011). Low-level environmental lead exposure in childhood and adult intellectual function: a follow-up study. *Environ Health.* 10:24 (<http://www.ehjournal.net/content/10/1/24>, accessed 13 April 2020).
- NCPC Serbia (2019). Lead paint reformulation technical guidelines. In: Demonstration pilots with paint manufacturers in small and medium sized enterprises (SMEs) executed in eight countries [Project Output 1.1][website]. National Cleaner Production Centre of Serbia (<http://www.saicm.org/Implementation/GEFProject/LeadInPaintComponent/Output11/tabid/7974/language/en-US/Default.aspx>, accessed 13 April 2020).
- NTP (2012). Health effects of low-level lead (National Toxicology Program Monograph). Bethesda (MD): National Institutes of Health (https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/lead/final/monographhealtheffectslowlevellead_newissn_508.pdf, accessed 13 April 2020).
- NYU Lagone Health (2020). Economic costs of childhood lead exposure in low- & middle-income countries. In: NYU Lagone Health [website]. New York: New York University Lagone Health (<https://med.nyu.edu/departments-institutes/pediatrics/divisions/environmental-pediatrics/research/policy-initiatives/economic-costs-childhood-lead-exposure-low-middle-income-countries>, accessed 13 April 2020).
- O'Connor D, Hou D, Ye J, Zhang Y, Ok YS, Song Y et al. (2018). Lead-based paint remains a major public health concern: a critical review of global production, trade, use, exposure, health risk, and implication. *Environ Int.* 121(1):85–101. doi:10.1016/j.envint.2018.08.052.
- Ongking J (2018). We can't be green until lead is out of the scene. *Polymers Paint Colour Journal: Going Green*, October 2018 (https://issuu.com/dmgeventscg/docs/ppcj_oct_18/24, accessed 13 April 2020).
- Oulhote Y, Le Bot B, Poupon J, Lucas JP, Mandin C, Etchevers A et al. (2011). Identification of sources of lead exposure in French children by lead isotope analysis: a cross-sectional study. *Environ Health.* 10:75 (<https://doi.org/10.1186/1476-069X-10-75>, accessed 13 April 2020).

- Oulhote Y, Le Tetre A, Etchevers A, Le Bot B, Lucas JP, Mandin C et al. (2013). Implications of different residential lead standards on children's blood lead levels in France: predictions based on a national cross-sectional survey. *Int J Hyg Environ Health*. 216:743–50 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.02.007>, accessed 13 April 2020).
- Pelclová D, Št'astná J, Vlčková S, Vlček K, Urban M, Laštovková A et al. (2005). Is central Europe safe from environmental lead intoxications? A case series. *Cent Eur J Public Health*. 24(2):120–2 (<https://cejph.szu.cz/pdfs/cjp/2016/02/06.pdf>, accessed 13 April 2020).
- Pichery C, Bellanger M, Zmirou-Navier D, Glorennec P, Hartemann P, Grandjean P (2011). Childhood lead exposure in France: benefit estimation and partial cost-benefit analysis of lead hazard control. *Environ Health*. 10:44 (<https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-10-44>, accessed 13 April 2020).
- Rabin R (1989). Warnings unheeded: a history of child lead poisoning. *AJPH Then and Now*. 79(12):1668–74 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1349776/>, accessed 13 April 2020).
- Rasmussen PE, Beauchemin S, Chénier M, Levesque C, MacLean LWC, Marro L et al. (2011). Canadian house dust study: lead bioaccessibility and speciation. *Environ Sci Technol*. 45(11):4959–65 (<https://doi.org/10.1021/es104056m>, accessed 13 April 2020).
- Reuben A, Caspi A, Belsky DW, Broadbent J, Harrington H, Sugden K et al. (2017). Association of childhood blood lead levels with cognitive function and socioeconomic status at age 38 years and with IQ change and socioeconomic mobility between childhood and adulthood. *JAMA*. 317(12):1244–51 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5490376/>, accessed 13 April 2020).
- Rodrigues EG, Virji MA, McClean MD, Weinberg J, Woskie S, Pepper LD (2010). Personal exposure, behavior, and work site conditions as determinants of blood lead among bridge painters. *J Occup Environ Hyg*. 7(2):80–7 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2791321/>, accessed 13 April 2020).
- SAICM (no date). Strategic Approach to International Chemicals Management: SAICM texts and resolutions of the International Conference on Chemicals Management, Resolution II/4B. Geneva: United Nations Environment Programme; 119–20 (http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/saicmtxts/New%20SAICM%20Text%20with%20ICCM%20resolutions_E.pdf, accessed 13 April 2020).
- Schwartz J, Levin R (1991). The risk of lead toxicity in homes with lead paint hazard. *Environ Res*. 54(1):1–7 ([https://doi.org/10.1016/S0013-9351\(05\)80189-6](https://doi.org/10.1016/S0013-9351(05)80189-6), accessed 13 April 2020).
- SCS Global Services (2019). Sycwin Coating & Wires receives Lead Safe Paint® certification for all paint brands. In: SCS Global Services [website]. Emeryville (CA): SCS Global Services (<https://www.scsglobalservices.com/news/sycwin-coating-wires-receives-lead-safe-paint-certification-for-all-paint-brands>, accessed 13 April 2020).
- Spanier AJ, Wilson S, Ho M, Hornung R, Lanphear BP (2013). The contribution of housing renovation to children's blood lead levels: a cohort study. *Environ Health*. 12:72 (<https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-12-72>, accessed 13 April 2020).
- Talbot A, Lippiatt C, Tantry A (2018). Lead in a case of encephalopathy. *BMJ Case Rep*. bcr2017222388. doi:10.1136/bcr-2017-222388.
- Tenenbein M (1990). Does lead poisoning occur in Canadian children? *CMAJ*. 142(1):40–1.
- Trasande L, Liu Y (2011). Reducing the staggering costs of environmental disease in children, estimated at \$76.6 billion in 2008. *Health Affairs (Millwood)*. 30(5):863–70 (<https://www.healthaffairs.org/doi/full/10.1377/hlthaff.2010.1239>, accessed 13 April 2020).
- Turner A, Solman KR (2016). Lead in exterior paints from the urban and suburban environs of Plymouth, south west England. *Sci Total Environ*. 547:132–6 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.125>, accessed 13 April 2020).
- UN (2002). Johannesburg plan of action: plan of implementation of the World Summit on Sustainable Development. New York: United Nations (https://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf, accessed 13 April 2020).

- UNEP (2010). Final review of scientific information on lead. Nairobi: United Nations Environment Programme (<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27635>, accessed 13 April 2020).
- UNEP (2013). Lead in enamel decorative paints, national paint testing results: a nine country study. Nairobi: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/resources/publication/lead-enamel-decorative-paints>, accessed 13 April 2020).
- UNEP (2018). Model law and guidance for regulating lead paint. In: United Nations Environment Programme [website]. Nairobi: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/resources/publication/model-law-and-guidance-regulating-lead-paint>, accessed 13 April 2020).
- UNEP (2019a). Update on the global status of legal limits on lead in paint, September 2019. In: United Nations Environment Programme [website]. Nairobi: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/resources/report/2019-update-global-status-legal-limits-lead-paint>, accessed 13 April 2020).
- UNEP (2019b). Leaded petrol phase-out globally. In: United Nations Environment Programme [website]. Nairobi: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/explore-topics/transport/what-we-do/partnership-clean-fuels-and-vehicles/lead-campaign>, accessed 13 April 2020).
- UNEP (2019c). Suggested steps for establishing a lead paint law. Geneva: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/resources/factsheet/suggested-steps-establishing-lead-paint-law>, accessed 13 April 2020).
- US CDC (2010). Guidelines for the identification and management of lead exposure in pregnant and lactating women. Atlanta (GA): United States Centers for Disease Control and Prevention (<https://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/leadandpregnancy2010.pdf>, accessed 13 April 2020).
- US CDC (2019). Fourth national report on human exposure to environmental chemicals: updated tables, January 2019, Vol. 1. Atlanta (GA): United States Centers for Disease Control and Prevention (https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume1_Jan2019-508.pdf, accessed 13 April 2020).
- USEPA (2013). Integrated science assessment for lead. Washington (DC): United States Environmental Protection Agency (EPA/600/R-10/075F; <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-lead>, accessed 13 April 2020).
- US Government (2000). Eliminating childhood lead poisoning: a federal strategy targeting lead paint hazards. Washington (DC): President's Task Force on Environmental Health Risks and Safety Risks to Children (<https://www.cdc.gov/nceh/lead/about/fedstrategy2000.pdf>, accessed 13 April 2020).
- US Government (2019). Review of the dust-lead hazard standards and the definition of lead-based paint. Federal Register Rules and Regulations. 84(131):32632–48 (<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2019-07-09/pdf/2019-14024.pdf>, accessed 13 April 2020).
- US HUD (2012). Lead-based paint and housing renovation. In: Guidelines for the evaluation and control of lead-based paint hazards in housing. Washington (DC): United States Department of Housing and Urban Development (https://www.hud.gov/program_offices/healthy_homes/lbp/hudguidelines, accessed 13 April 2020).
- Were FH, Moturi MC, Gottesfeld P, Wafula GA, Kamau GN, Shiundu PM (2014). Lead exposure and blood pressure among workers in diverse industrial plants in Kenya. *J Occup Environ Hyg*. 11(11):706–15. doi: 10.1080/15459624.2014.908258.
- WHO (2010). Childhood lead poisoning. Geneva: World Health Organization (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/136571>, accessed 13 April 2020).
- WHO (2017). Chemicals road map. Geneva: World Health Organization (WHO/FWC/PHE/EPE/17.03; <https://apps.who.int/iris/handle/10665/273137>, accessed 13 April 2020).

WHO (2019a). Regulations and controls on lead paint (map and database). In: Global Health Observatory (GHO) data [website]. Geneva: World Health Organization (http://www.who.int/gho/phe/chemical_safety/lead_paint_regulations/en/, accessed 13 April 2020).

WHO (2019b). Preventing disease through healthy environments: exposure to lead: a major public health concern. Geneva: World Health Organization (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/329953>, accessed 13 April 2020).

Wright JP, Dietrich KN, Ris MD, Hornung RW, Wessel SD, Lanphear BP et al. (2008). Association of prenatal and childhood blood lead concentrations with criminal arrests in early adulthood. *PLoS Med.* 5(5):e101. doi:10.1371/journal.pmed.0050101.

Yaffe Y, Jenkins D, Mahon-Haft H, Winkelstein W, Flessel CP, Wesolowski JJ (1984). Epidemiological monitoring of environmental lead exposures in California State hospitals. *Sci Total Environ.* 32(3):261–75. doi:10.1016/0048-9697(84)90152-9.

Zhou S, Williams AP, Berg AM, Cook BI, Zhang Y, Hagemann S et al. (2019). Land-atmosphere feedbacks exacerbate concurrent soil drought and atmospheric aridity. *Proc Natl Acad Sci.* 116(38):18848–53. doi:10.1073/pnas.1904955116.

Ziegler EE, Edwards BB, Jensen RL, Mahaffey KR, Fomon SJ (1978). Absorption and retention of lead by infants. *Pediatric Res.* 12(1):29–34. doi:10.1203/00006450-197801000-00008.

附录支持制订含铅涂料法律的工具和材料

全球联盟合作伙伴制订了一系列信息资源和工具来促进含铅涂料方面的提高意识活动，并为含铅涂料法律的制订提供支持，如下表所示。许多资料和工具提供多种语言的版本。

提高意识活动

预防铅中毒国际行动周资源包和活动资料

此网页提供英语资料的访问路径，以及前往阿拉伯语、汉语、法语、俄语和西班牙语活动网页的连接。

https://www.who.int/ipcs/lead_campaign/en/⁷

铅接触信息图

此类信息图可与社交媒体配合使用，强调了铅接触源及其健康影响。

阿拉伯语：<https://www.who.int/phe/infographics/lead/ar/>

汉语：<https://www.who.int/phe/infographics/lead/zh/>

英语：<https://www.who.int/phe/infographics/lead/en/>

法语：<https://www.who.int/phe/infographics/lead/fr/>

俄语：<https://www.who.int/phe/infographics/lead/ru/>

西班牙语：<https://www.who.int/phe/infographics/lead/es/>

短视频：您需了解的四个有关铅的事实

这个时长 2 分钟的视频动画介绍了为什么铅、尤其是含铅涂料对儿童有害，以及各国采取行动防止接触源的必要性。

英语：<https://youtu.be/GTcZEAyxhDo>

法语：<https://youtu.be/tXkDmu7AJec>

俄语：<https://youtu.be/8vBQ78K3H9A>

西班牙语：<https://youtu.be/v-HGfjJthH8>

WHO 情况说明书。铅中毒和健康

此情况说明书介绍了铅的健康影响以及采取行动预防铅接触的必要性。此网站链接用于英语版本，也同时提供前往阿拉伯语、汉语、法语、俄语和西班牙语情况说明书的链接。

<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

⁷ 全部链接的访问日期是 2020 年 4 月 13 日。

制订含铅涂料法律

《含铅涂料规范指南及示范法》(UNEP, 2018 年)

一份用于帮助各国制订新法律或修改现有法律来限制涂料中铅含量的资源本文件根据当前在世界各国含铅涂料法中找到的最佳方法,就有效和可执行的法律要求的关键要素提供示范法律语言和指南。提供阿拉伯语、汉语、英语、法语、俄语和西班牙语版本。

<https://www.unenvironment.org/resources/publication/model-law-and-guidance-regulating-lead-paint>.

世界卫生组织《全球卫生瞭望》:含铅涂料规范和控制(网站)

介绍全世界含铅涂料现状的国际分布图。

https://www.who.int/gho/phe/chemical_safety/lead_paint_regulations/en/

涂料中铅含量法律限制全球状态更新(UNEP, 2019a)

一份介绍截至 2018 年 10 月各国含铅涂料法律现状的报告

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30110/2019_Global_Update.pdf?sequence=1&isAllowed=y

制定消除含铅涂料法律的工具箱(网站)

消除含铅涂料倡议和技术支持资料集。

<https://www.unenvironment.org/toolkit-establishing-laws-eliminate-lead-paint>

推进制订法律的措施(UNEP, 2019b)

概述有助于已实施法律国家的措施的情况说明书这些措施并不一定有严格顺序,且并不是每个国家都需要这些措施。提供汉语、英语、法语、俄语和西班牙语版本。

<https://www.unenvironment.org/resources/factsheet/suggested-steps-establishing-lead-paint-law>

UNEP SAICM GEF 项目——涂料中的铅含量分部(网站)

各区域含铅涂料研讨会提供的资料或其它 GEF 项目涂料中铅含量分部项目活动,该分部与各国政府展开合作,为制订含铅涂料法律和中小型企业提供支持,以促进逐步淘汰含铅添加剂的使用。

<http://www.saicm.org/Implementation/GEFProject/LeadInPaintComponent/tabid/7801/language/en-US/Default.aspx>

技术信息

涂料中铅测定分析方法简要指南(WHO, 尚未正式出版)

概述可用于测定现有涂料和新涂料中铅含量的各种方法。提供汉语、英语、法语和西班牙语版本。

https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/

血液中铅测定分析方法简要指南(WHO, 尚未正式出版)

概述可用于测定血液中铅含量以评估铅接触的各种方法。本网页提供汉语、英语、法语和西班牙语版本:

https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/

全球各国涂料中的含铅水平(网站)

此分布图由国际污染消除网络出版,概述了自 2009 年以来开展的涂料研究的成果。

<https://ipen.org/projects/eliminating-lead-paint/lead-levels-paint-around-world>

中低收入国家儿童铅接触的经济成本(网站)

此网站根据美国纽约大学环境儿科部开展的研究和建模估算了中低收入国家儿童铅接触造成的经济成本。

<https://med.nyu.edu/departments-institutes/pediatrics/divisions/environmental-pediatrics/research/policy-initiatives/economic-costs-childhood-lead-exposure-low-middle-income-countries>

参考文献

UNEP (2018). Model law and guidance for regulating lead paint. In: United Nations Environment Programme [website]. Nairobi: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/resources/publication/model-law-and-guidance-regulating-lead-paint>, accessed 13 April 2020).

UNEP (2019a). Update on the global status of legal limits on lead in paint, September 2019. In: United Nations Environment Programme [website]. Nairobi: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/resources/report/2019-update-global-status-legal-limits-lead-paint>, accessed 13 April 2020).

UNEP (2019b). Suggested steps for establishing a lead paint law. Geneva: United Nations Environment Programme (<https://www.unenvironment.org/resources/factsheet/suggested-steps-establishing-lead-paint-law>, accessed 13 April 2020).



世界卫生组织

环境、气候变化和卫生 (ECH)

世界卫生组织

20 Avenue Appia

CH-1211 Geneva 27

Switzerland

ipcsmail@who.int

ISBN 978-92-4-001121-2

9789240011212



9 789240 011212