

Analysis of the pollution status and remediation strategies of key industries such as cadmium

Yingjie Sun

Suzhou Institute of Environmental Science, Suzhou, Jiangsu, 215007, China

Abstract

In the production process of key heavy metal industries such as cadmium, they often produce more heavy metal pollution, causing great harm to the soil, water, air and other environments. This paper systematically analyzes the pollution status of key industries related to cadmium in China, studies from three aspects of pollution source, pollution distribution area and pollution severity, and deeply analyzes the potential harm of key industries in China to the environment and human body. Research is carried out from four aspects: source control, production process emission reduction, strengthening terminal control and strengthening environmental supervision. It is expected to realize the governance of key industries of heavy metals such as cadmium, and promote the healthy development and ecological restoration of key industries of heavy metals such as cadmium in China.

Keywords

key industries related to heavy metals such as cadmium; pollution status and remediation strategies

涉镉等重金属重点行业污染现状及整治策略分析

孙英杰

苏州市环境科学研究所，中国·江苏苏州 215007

摘要

涉镉等重金属重点行业在其生产过程中，常常会产生较多的重金属污染，对土壤、水源、空气等环境造成很大的危害。本文对我国涉镉等重金属重点行业的污染现状进行了较为系统的分析，从污染来源、污染分布区域和污染严重程度三个方面展开研究，并深入分析了我国涉镉等重金属重点行业对环境和人体的潜在危害。从源头治理管控、生产过程减排、强化末端治理和加强环保监督等四个层面开展研究，期望实现对涉镉等重金属重点行业的治理，促进我国涉镉等重金属重点行业的健康发展和生态修复。

关键词

涉镉等重金属重点行业；污染现状；整治策略

1 引言

在工业快速发展的背景下，涉镉等重金属重点行业，诸如采矿业、冶金业、电镀工艺和化学工业等，虽然对经济增长有着显著贡献，但也引发了严重的环境污染挑战。这些重金属具备高毒性、不易分解和易于在生物体内累积的特性，一旦释放到自然环境中，它们便会在土壤、水体和空气中持久存在，并顺着食物链在生物体内逐渐累积，对自然环境和人类健康形成隐形的威胁。鉴于此，探究涉镉等重金属重点行业的污染状况，并制订有效的治理措施，已经成为环境保护领域刻不容缓的关键课题。

2 涉镉等重金属重点行业污染现状

2.1 污染来源

在矿山开采和选矿行业中，镉常与锌、铅等金属共存。在有色金属矿山的开发过程中，向大气中排放较多的镉。例如，在铅锌矿的生产过程中，产生大量的副产物，例如废料、尾砂等，其中镉的含量很高。如果不对其进行妥善处置，则会在降雨等自然环境中发生渗漏，从而对周边土壤和水体造成严重的危害。



图 1 水体镉污染

【作者简介】孙英杰（1988—），女，中国山东淄博人，硕士，工程师，从事环境工程研究。

在冶金行业中，镉是主要的重金属污染物。例如，在高温冶炼过程中，会产生大量的镉，废水和垃圾^[1]。比如，在精炼锌时，主要是吸附在烟炱上的悬浮颗粒，另一些则随尾气排放到空气中；经干湿沉淀，沉淀于地面及水中。此外，冶炼产生的污水、废水中还存在着较多的镉，如不妥善处置，将会对水、土等生态系统造成极大的危害。

在电镀行业的实际生产过程中，经常要使用含有大量镉等有毒元素的溶液来保证镀层的质量^[2]。由于连续的使用和替换，每年都会有大量的重金属镉排放。如果污水未经适当的处置就直接排放，会给周边水域造成很大的污染负荷，导致水体中的镉超标，从而影响水环境质量。

在化学工业中，某些特殊的产品制造过程也在一定程度上使用镉，从而导致镉的排放。例如颜料、塑胶稳定剂、电池制造等产业，从原材料、制品生产到废弃物处置，每一个过程中，都会产生含镉的废气、废水和废渣。由于制造工艺及原材料的不同，其镉水平也各不相同，但若未进行相应的治理，均会对自然环境产生一定程度的危害^[3]。

2.2 污染分布区域

我国特定区域的有色金属资源较为富集，特别是在湖南、江西、云南以及广西等省份，它们是有色金属如铅锌等的重要产出地。这些地方的金属开采及加工历史悠久，造成了环境中镉等重金属的污染问题。在湖南个别矿区周边，土壤中镉元素的超标情况较为常见，这已经对当地的农业生产及农产品的安全品质产生了极大的影响^[4]。

2.3 污染严重程度

土壤遭受重金属污染，尤其是镉等有害物质，使得某些区域的土壤含镉量远远超出安全标准。研究指出，个别矿区邻近的农田土壤含镉量是国家标准的数倍乃至几十倍。此类土壤污染严重阻碍了农作物的正常生长，不仅造成产量降低、品质下滑，还使得农作物吸收并累积重金属镉，进而借助食物链对人体健康构成威胁。针对涉镉等重金属重点行业，一旦发生生产安全事故或者环境污染的突发环境事件，人们有可能置身于高浓度的镉污染区域，进而引发急性中毒反应。此类急性镉中毒多伴随呼吸道、消化道及神经系统等部位的临床表现。比如，长期摄入在镉超标土壤中种植的作物，可能诱发人体镉中毒，进而损害肾脏、骨骼等功能，甚至诱发“痛痛病”等严重病症。

3 涉镉等重金属重点行业整治策略

3.1 源头治理管控

调整产业结构，优化产业布局，强化对涉镉等重金属重点行业设计与监督力度，严苛把握行业准入标准，淘汰落后生产力，推动低污染、低耗能的高新科技领域及循环经济体系的发展。科学规划工业企业的地理位置，防止在生态环境敏感地区和人口稠密地带设立涉镉等重金属排放企业，以减轻污染物对自然环境和人体健康的可能风险^[5]。例如，在规划新的有色金属冶炼项目时，应优先选择资源密集、环

境承载能力较强的区域，同时应用前沿的制造技术和污染防治手段，从根本上减少镉等重金属污染物的排放。提倡采用清洁生产工艺，鼓励涉镉等重金属重点行业企业采用清洁生产工艺，采取工艺改进、原料精选、资源利用效率提高等措施，减少镉等重金属在生产过程中的产生和排放。在采矿工程中，大力实施绿色采矿方式，有效减少矿山及尾砂的产生量。采用先进的熔融净化工艺，提高金属的综合利用效率，并降低炉渣、废气中的镉含量。在电镀生产过程中，积极推行无镉化工艺，以减少电镀污水带来的环境污染。另外，要加强研发和宣传“绿色制造”的工作，建立“绿色制造”的技术支撑系统，为企业进行“科技指导”和“人才培养”；促进各行各业推广绿色制造技术^[6]。

3.2 生产过程减排

加强对生产过程中的减排，健全涉镉等重金属重点行业企业的环保制度，加强在生产过程中的环保监管和实施。一定要保证企业遵守相关的生产工艺规程，加强对设备的维护和管理，避免跑、冒、滴、漏等问题，保证在生产过程中，污染物的排放达标。例如在化学工业方面，加强对生产设备的密封检查和保养，定期对管道和阀门进行检修，防止含镉原材料和产品泄漏。在电镀工艺中，配置自动化监测装置，对镀液组分的含量以及污水的排出情况进行实时的追踪，并对工艺进行优化，确保污水达标排放。强化污染防治设施建设及运行管理，涉镉等重金属重点行业企业必须遵守有关环保法规，建立完善的污染防控体系。这其中包含尾气净化装置、污水净化装置和废水处置装置等，保证上述装置能正常运转，并能不断地满足各项排放指标^[7]。在尾气治理上，采用袋式或静电除尘、脱硫、脱氮等方法对涉镉等有毒重金属进行净化。对于废水的治理，可以采用化学沉淀法，离子交换法，膜法等多种技术进行去除。

3.3 强化末端治理

为了修复镉等重金属污染的土壤，需要采取有效的治理措施来修复镉等重金属污染，保障生态功能和提高环境质量。其中，物理、化学和生物处理是最常用的治理措施。在土壤修复中，采用非原位覆盖、土壤置换和热分析等技术，从土壤中去除或富集镉等重金属，达到修复土壤的目的。化学淋洗、固化等化学方法，使其转化成毒性较弱或难溶态，降低其在土壤中的迁移及生物活性。

在对镉等重金属污染水体进行修复时，应采取合理的修复措施，使其恢复原有的生态环境和质量基准^[8]。针对这一问题，可以采用物理、化学、生物修复等方法进行治理。物理化学处理包括化学沉淀，吸附，离子交换等。生物修复是指通过水体中的植物或微生物进行吸收、固定和转化，降低水体中的重金属含量，达到改善水体环境质量的目的。另外，在水体处理和生态修复方面，要注重流域的综合管理，从源头控制、水流状态优化、水生态修复等方面进行综合考虑，以保证水体的长远稳定性和整体生态恢复。

涉镉等重金属废弃物在处置过程中，对其进行合理的处置和控制是一个亟待解决的问题。对于新产生的废弃物，一定要按照有害废弃物的管理条例进行分类收集、包装、运输和储存，并将其安全处置交给有资质的单位进行。加强铜、锌湿法冶炼行业浸出渣、堆浸渣等废物渣场的规范化管理，采取防渗漏、防雨淋、防流失措施；开展矿山、冶炼厂周边以低品质矿石或废渣为原料进行选冶等加工后废渣无序排放问题的治理；强化涉镉等重金属尾矿库环境风险管理，完善雨污分流设施，切断尾矿库废水灌溉农田的途径，对周边有耕地等环境敏感受体的干排尾矿库要设置防尘网或采取其他扬尘治理措施，采取截洪、截污、防渗等措施严防威胁周边及下游饮用水安全。

3.4 加强环保监督

完善相关的法律和标准体系，加强对涉镉等重金属重点行业的监管和标准的建立，建立企业的环境责任和义务，加大对违法者的惩罚力度。提高环境违法成本。在此基础上，提出更加严格的重金属排放限值、环境质量标准以及治理技术指南，为我国环境保护与治理工作的开展奠定基础^[9]。例如，适时修订中国土壤环境质量基准与标准，针对不同用地设置更加严格的镉等重金属污染限值，强化土壤生态保护。完善电镀行业排污标准，提高含镉等重金属在电镀污水中的排放限值，推动电镀企业提高治理技术。提高环境监督效率和执法力度，健全涉镉等重金属重点行业的环境监测系统，加强企业污染源、周边生态环境和空气质量的追踪监测，及时掌握镉等重金属的排放情况及环境质量变化趋势。加大环保执法力度，加大对非法排污企业的处罚力度，并定期开展有针对性的执法检查和环保监管，依法对违反环保法规的企业进行停业整顿、经济处罚和刑事处罚，以此来体现环保执法的严厉和威慑作用。

4 结语

综上所述，镉等重金属严重威胁着人体健康和自然生

态环境，迫切需要解决这一问题。研究涉镉等重金属重点行业污染状况，评价其生态环境与人类健康风险，强化源头治理管控、生产过程减排、强化末端治理以及加强保监督等环节，是治理镉等重金属污染，修复受损环境，维持生态系统稳定的重要途径。今后需要继续推动科学技术和治理创新，完善相关法律规范，提高环境监督和执行效率，以达到可持续发展的目的。通过强化公共参与、加强社会监管，不断深入开展涉镉等重金属重点行业污染治理工作，为建设“美丽中国”奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 彭流月,卞馨怡. 利用内梅罗指数法及反距离加权插值法(IDW)分析上海市某重点行业企业地块地下水重金属污染特征[J]. 广东化工,2022,49(11):157-160.
- [2] 严欢,张笑,施占领,等. 西南某区重点企业周边农田土壤重金属污染调查与评价[J]. 环境影响评价,2024,46(4):82-88.
- [3] 陈进. 泉州市重点行业企业用地土壤污染调查及修复方案讨论[J]. 能源与环境,2021(2):7-9.
- [4] 徐源,师华定,王超,等. 湖南省郴州市苏仙区重点污染企业影响区的土壤重金属污染源解析[J]. 环境科学研究,2021,34(5):1213-1222.
- [5] 于靖靖,师华定,王明浩,等. 湘江子流域重点污染企业影响区土壤重金属镉污染源识别[J]. 环境科学研究,2020,33(4):1013-1020.
- [6] 祝婕,邓文叶,何静,等. “乌一昌一石”区域典型行业大气颗粒物重金属健康风险评价研究[J]. 新疆环境保护,2024,46(1):21-27.
- [7] 于遵. 河北省重点行业重金属减排调查评估[J]. 皮革制作与环保科技,2021,2(19):109-110.
- [8] 谢可军,王建伟,方建林,等. 工矿企业周边沟渠底泥重金属污染特征与风险评价[J]. 农业现代化研究,2024,45(4):711-722.
- [9] 王亚婷,廖明旭,康馨文,等. 某电镀企业土壤重金属污染特征及健康风险评价[J]. 安全与环境学报,2024,24(11):4464-4474.