

工业污染治理技术丛书

● 固体废弃物卷

有色金属工业 固体废物治理

国家环境保护局

中国环境科学出版社



工业污染治理技术丛书

固体废弃物卷

有色金属工业固体废物治理

国家环境保护局

中国环境科学出版社

1992

(京)新登字 089 号

工业污染治理技术丛书
固体废弃物卷
有色金属工业固体废物治理

国家环境保护局
责任编辑 李玲英

中国环境科学出版社出版
北京崇文区北岗子街 8 号
三河县宏达印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1992年12月 第 一 版 开本 850×1168 1/32
1992年12月 第一次印刷 印张 14 1/8插页 1
印数 1—5,000 平 字数 378千字
500 精

ISBN 7-80093-153-6/X·600

平定价 9.80元

ISBN 7-80093-154-4/X·601

精定价 15.00元

《工业污染治理技术丛书》编辑委员会

顾问 曲格平

主任委员 陶葆楷

副主任委员 臧玉祥 (责任) 鲍强 岩流
叶奕森 张崇华

委员 (按姓氏笔画为序)

王文兴	王育文	井文涌
石青	朱荣胄	刘均一
刘成琴	刘兴华	来禄
严兴忠	李国鼎	李思宇
李学群	李献文	杨传芳
桂璧君	林尤文	苗润生
孟承嘉	张淑群	张如彦
殷德洪	郭秀兰	龚铭祖
舒惠芬	阎鸿炳	雍永智
潘文嫔	魏宗华	

《工业固体废物污染治理技术卷》 编辑委员会

主编 石青

副主编 郭培章

编委 (按姓氏笔画为序)

刘汉杰	李启钧	孟宪彬
徐耀兴	阎鸿炳	魏宗华

有色金属分册编辑委员会

主任委员 刘春泉

付主任委员 朱竹年 汪贻水

孟宪彬 殷德洪

编委 (按姓氏笔画为序)

丁淑云 刘广山 乔树潭

李少时 李其武 杨晋亚

吴义千 唐锦涛

《有色金属工业固体废物治理》编委会

主 编 孟宪彬

副主 编 吴义千

编委 (按姓氏笔画为序)

丁淑云 陈咏楨 吴义千

孟繁杓 施之猷

序

我国的工业污染在环境污染中占70%。随着工业生产的迅速发展,工业污染的治理工作越来越引起人们的广泛注意。

我国对工业污染的治理十分重视,从1973年建立环境保护机构起,各级环境保护部门就积极开展工业“三废”的治理和综合利用。十几年来,国家在工业污染治理方面进行了大量投资,建设了大批治理污染的设施,也取得了比较明显的环境效益。然而,我国工业污染治理的发展远远落后于工业生产的发展。到目前为止,我国工业污染的治理率还很低,工业废水治理率仅20%,工业废气治理率为56%,工业废渣治理率为50%。因此,解决我国工业污染的任务还相当艰巨。

进行工业污染的治理,需要有一系列行之有效的治理技术。我国很多工业企业就是因为找不到比较适合的治理技术,影响到治理设施迟迟不能上马;已经上了治理设施的,也有不少企业因治理技术不过关,结果消耗了物力而见不到环境效益。因此,加强对工业污染治理技术的开发和研究,特别是加强工业污染治理技术的信息交流,让那些行之有效的治理技术尽快传播,以便发挥更大的作用,这在当前是十分重要的。

《工业污染治理技术丛书》从我国经济建设的需要出发,对我国工业生产中大量治理污染的实例进行了系统的技术性的总结,把经过实践检验证明是行之有效的各种典型的治理技术汇编于书中,其目的就在于给我国从事工业污染治理和关心工业污染治理的广大环境科技工作者提供大量的可靠的技术信息。

《工业污染治理技术丛书》对我国老工业企业进行技术改造,解决环境污染问题;对新建工业企业实行“三同时”以及蓬勃兴起的大量乡镇企业开展污染治理是一套难得的技术资料。有

了它，工业企业可以很方便地从其中所提供的大量技术信息中找到比较适合的治理技术，可以避免到处调研，浪费大量的人力和物力。

《工业污染治理技术丛书》对各级环境保护部门从事环境管理和工业污染源监督，制定环境保护技术政策、工业污染源的排放标准以及区域环境污染综合防治规划等，也有重要的参考价值。不难想象，这套丛书对我国从事环境教学和环保科研工作的科技工作者也将是十分重要的参考书。

总结我国工业污染治理的经验并使其推而广之，这是我国广大环保科技工作者多年来的愿望。《工业污染治理技术丛书》编辑委员会的同志们为这项工作做出了巨大的努力，他们的工作是卓有成效的。

我们的国家正处在一个飞跃发展的时代，科学技术是推动这个时代发展的原动力，新的科技成果层出不穷，工业污染治理技术的发展更是这样。因此，我们应该不断地总结，不断地充实，以便通过交流，让我国工业污染治理技术的发展跟上工业生产发展的要求。

曲 格 平

1988年6月30日

编者的话

《工业污染治理技术丛书》是由工业废水治理卷、工业废气治理卷、工业固体废物治理卷、工业噪声治理卷和工业放射性污染治理卷五部分组成。各卷按行业又分若干分册。

《工业污染治理技术丛书》是一部总结性的实用技术丛书。它的内容主要是介绍我国各种工业生产中治理污染的典型实例。在丛书的每一分册中，都收集了大量的用不同工艺流程治理各种污染物的实例。这些实例，多是从连续运转时间一般在两年以上的、性质相似、治理工艺类同的若干实例中，根据技术可靠、经济合理、环境效益比较显著的原则筛选出来的。对每一实例，从污染源的情况、治理工艺、设计运行参数、主要设备型号和构筑物的尺寸、运行情况、投资及效益情况等都比较详细的介绍。为了使读者对工业污染治理技术的状况有一个全面的了解，丛书还对工业废水、废气、固体废物、噪声和放射性污染治理概况分卷加以介绍，作为总论放在各卷每一分册的前面；并在每一分册的第一章和每一产品类型的实例前，就全行业和每一产品类型的污染治理的技术现状进行了概述和评价。

《工业污染治理技术丛书》是为适应我国当前所面临的大量工业污染治理工作的需要而编写的，也可为我国各级环保管理部门实行有效的环境管理和监督提供科学依据。

《工业污染治理技术丛书》是在国家环境保护局的组织下，动员全国各工业部门的广大环保科技工作者和环境保护专家共同编写的。在编写过程中，得到了各工业主管部门和清华大学等单位的大力支持。在此，谨向为这套丛书的出版作出过贡献的单位和所有科技工作者表示衷心的感谢！

由于这类丛书的编写和出版还是第一次，经验不足，错误之

处，敬请读者指正。

《工业污染治理技术丛书》编辑委员会

1988年6月22日

目 录

工业固体废物污染治理总论	(1)
第一章 有色金属工业固体废物治理概论	(18)
第一节 固体废物的来源、分类及特点	(18)
第二节 污染现状及危害	(21)
第三节 治理现状	(22)
第四节 治理技术政策	(27)
第五节 国外有色金属工业固体废物治理技术的发展趋势	(29)
第二章 矿山固体废物的治理	(34)
第一节 概述	(34)
第二节 工程实例	(50)
实例2-1 德兴铜矿筑坝堆存法处理尾矿	(50)
实例2-2 中条山胡家峪铜矿利用堆存法处理尾矿	(58)
实例2-3 铜录山矿利用尾矿作井下胶结充填的原料	(65)
实例2-4 凡口铅锌矿利用尾矿作井下胶结充填的原料	(70)
实例2-5 凡口铅锌矿劳动服务公司磨砂厂利用废石作井下胶结充填骨料	(75)
实例2-6 凡口铅锌矿水泥厂利用尾矿作水泥熟料矿化剂	(80)
实例2-7 凡口铅锌矿利用煤渣, 煤矸石作水泥混合材料	(84)
实例2-8 云南锡业公司利用废石作井下充填骨料	(88)
实例2-9 西华山钨矿利用尾矿砂制作灰砂砖	(91)
实例2-10 武山铜矿从尾矿中回收硫精矿	(97)
实例2-11 平桂矿务局从尾矿中回收锡精矿	(103)
实例2-12 云南锡业公司从个旧湖尾矿中回收铜和锡	(110)
实例2-13 红透山铜矿尾矿的综合利用	(118)
实例2-14 中条山有色金属公司从选矿厂废渣中回收金	(123)
实例2-15 石炭铜矿从尾矿中回收铁精矿	(128)

实例2-16	白银有色金属公司从含硫尾矿中再选硫精矿	(133)
实例2-17	中条山有色金属公司篦子沟铜矿尾矿库复垦工程	(139)
实例2-18	永平铜矿露天终矿边坡和排土场植被工程	(144)
实例2-19	盘古山钨矿尾矿坝植被工程	(150)
第三章	重有色金属冶炼固体废物的治理	(156)
第一节	概述	(156)
第二节	工程实例	(175)
实例3-1	葫芦岛锌厂利用旋涡炉处理竖罐蒸馏炼锌残渣	(175)
实例3-2	锡矿山矿务局锑砷碱渣的综合利用	(184)
实例3-3	上海冶炼厂精铋生产废渣的利用	(192)
实例3-4	平桂矿务局冶炼厂高铜渣回收锡和铜	(198)
实例3-5	云南锡业公司第二冶炼厂砷锑铝锡渣的处理	(208)
实例3-6	水口山矿务局第三冶炼厂从铅渣中回收铅铋	(215)
实例3-7	沈阳冶炼厂从锌回转窑渣中回收金、银	(221)
实例3-8	中条山有色金属公司水泥厂利用铜渣作水泥原料	(228)
实例3-9	沈阳冶炼厂利用冶炼铜水淬渣作除锈磨料	(241)
实例3-10	沈阳冶炼厂利用铜渣作普通硅酸盐水泥的矿化剂	(247)
实例3-11	沈阳冶炼厂砷钙渣代白砒在生产白瓶罐玻璃中的应用	(251)
实例3-12	金城江矿山机械厂废型砂湿法再生	(259)
实例3-13	大冶有色金属公司冶炼厂铜转炉烟尘的综合利用	(266)
实例3-14	云南锡业公司第一冶炼厂利用砷灰生产白砷	(275)
实例3-15	用苏打-铅精矿熔炼法处理铅浮渣回收铅和锌	(284)
实例3-16	贵溪冶炼厂从转炉渣中回收铜	(290)
第四章	铝工业固体废物的治理	(301)
第一节	概述	(301)
第二节	工程实例	(314)
实例4-1	郑州铝厂赤泥处理工程	(314)
实例4-2	山西铝厂赤泥处理工程	(323)

实例4-3	贵州铝厂赤泥处理工程	(330)
实例4-4	山东铝厂利用赤泥生产硅酸盐水泥	(340)
实例4-5	山东铝厂利用烧结法赤泥制造炼钢用保护渣	(345)
实例4-6	山东铝厂利用赤泥制造硅钙肥料和塑料填充剂	(348)
实例4-7	山东铝厂铝电解槽废碳块的回收利用	(351)
第五章	稀有金属冶炼固体废物的治理	(356)
第一节	概述	(356)
第二节	工程实例	(371)
实例5-1	株洲硬质合金厂钨渣的综合利用	(371)
实例5-2	株洲硬质合金厂钼渣的综合利用	(377)
实例5-3	水口山矿务局从矾渣中回收铍及精制铍明矾	(387)
实例5-4	株洲硬质合金厂磷砷渣的综合利用	(393)
实例5-5	赣州钴冶炼厂从含钨炉渣中提取氧化钨	(400)
实例5-6	九江有色金属冶炼厂钽铌冶炼渣的处理	(408)
实例5-7	上海跃龙有色金属有限公司低放射性渣的处理	(413)
附表1		(424)
附表2		(427)
编后记		(438)

工业固体废物污染治理总论

一、定义、分类和特点

(一) 定义

工业固体废物系工业生产、加工，燃料燃烧，矿物采、选，交通运输等行业，以及环境治理过程中所丢弃的固体、半固体物质的总称。

为了便于环境管理，国际上也将容器盛装的易燃、易爆、有毒、腐蚀等具有危险性的废液、废气，从法律角度上定为固体废物。执行固体废物管理法规，划入固体废物管理范畴。

“废物”是一个相对概念。在某一条件下为废物，在另一条件下却可能成为宝贵的原料。所以工业固体废物在某种意义上可被视为“二次资源”。

(二) 分类

工业固体废物的分类通常按形态、化学性质、危害性、来源等来区分。

按形态分类：可分为固体（块状、粒状、粉状等）与半固体（泥状、浆状等）废物。

按化学性质分类：可分为有机废物和无机废物。

按危害程度分类：可分为危险性废物和非危险性废物。

按来源分类：最常用的分类方法是按行业划分，如把冶金、电力、煤炭、化工、石油化工等行业产生的固体废物分别称为：钢铁渣、粉煤灰、煤矸石、硫铁矿烧渣、油母页岩渣等。

(三) 特点

工业固体废物主要有以下特点：

1. 呆滞性大、扩散性小

固体废物除直接占用土地和空间外，其对环境的影响需通过

水、气或土壤进行，没有这些媒介，就不会对环境造成很大的污染。因此，固体废物既是污染水、大气、土壤的污染“源头”，又是废水、废气处理的“终态物”。

固体废物这一水、大气环境的污染源和废水、废气处理后的“终态物”特性，提示人们应尽量避免和减少固体废物的产生和向水体、大气及土壤环境中排放，这是防止和控制环境污染的关键。如任其向水体、大气及土壤环境中排放，或让废水废气治理后的泥、尘等“终态物”再污染环境，这样，即使再花大力气去治理水、气环境的污染，其结果也只能造成环境污染的恶性循环。

2. 品种繁多、数量巨大

固体废物大都具有某些工业原材料所具有的一些化学、物理特性。比废水、废气更易于收集、运输、加工，大多可以进行再利用，具有巨大的资源潜力。因此，许多国家主张将固体废物做为“二次资源”。我国提倡的“三废”资源化方针，其中固体废物是资源化的主要内容。

我国的矿物资源主要靠自给，原煤为主要能源，因此，国家的采矿量大，但由于品位低、加工粗，加上工业生产技术落后，设备陈旧，管理水平低，所以单位产品的废物产生量非常大。据1988年不完全统计，仅煤炭、冶金、电力、化工等工业行业一年即产生5.6亿吨固体废物，约为美国工业固体废物产生量的50%，与日本大体相当，而我国的工业生产总值却比美、日低很多。

由于原煤是我国的主要能源，因此，固体废物中煤炭废物所占的比例就相当大。1988年产生的5.6亿吨固体废物中，煤矸石约为1.2亿吨，粉煤灰6000多万吨，锅炉渣约8000万吨，共计2.7亿多吨，占我国工业固体废物量的48%以上。

煤炭废物量多的原因，除了对煤炭的利用不合理外，还存在着洗选设施跟不上，燃烧技术落后等原因，如废物中包含的未燃碳分多。我国的工业固体废物之所以产生量大，除了煤炭废物多之外，还由于我国在开发矿物资源方面存在着“单打一”、“取主弃辅”的问题，如将许多伴生矿作为废物弃置。废物量大、矿物伴

生成成分多和未燃碳分含量高等特点，构成了我国许多种工业固体废物具有再资源化和能源化的巨大潜力。

3. 具有“固体”外形的危险性液体、气体废物

在现代化的环境管理中，不少国家将具有危险性的废液、废气从法律上的角度将它们定义为“固体废物”，这是因为，一方面强调这些废物需用容器盛装，使其外形具有“固体”形状；另一方面，也是最重要的，是为了能更好地控制这类危险性的液体、气体废物，不允许象非危险性的废物那样向环境排放，以免造成严重的污染事故和破坏水体，大气和土地资源。规定这类废物不适用于有关水质和大气的法律，而是将其划入有关固体废物法律的范畴，对其从产生→收集→运输→贮存→处理→利用或最终无害化处置后排入环境的全过程进行全面严格的管理。

二、污染及治理现状

工业固体废物产生量大，处理和处置水平低，综合利用少、占地多、危害严重，是我国的主要环境问题之一。

（一）污染危害严重

截止1988年，全国积存的固体废物已达66亿吨，累计占地面积80万亩，其中农田5.3万亩。许多工厂堆存固体废物已无地可征，影响生产的发展并污染环境。我国是一个人多地少的国家，可耕地面积只有15亿亩，堆渣占去大量的耕地，这对以农业为基础的基本国策是一个很大的冲击。根据国家环保局组织的《中国2000年固体废物环境影响预测及对策研究》课题预测，到2000年工业固体废物的年产生量将达到9.8亿多吨，其中危险性废物约为9451万吨。即使按照最大可能的投资量，累积投资397578亿元进行治理，到那时，固体废物的堆存总量仍将达到111.5亿吨，将比目前增加近一倍，占地面积也将达到128.6万亩，其中农田10万亩，这不能不引起足够重视。

堆放废物不仅占用了大量土地，而且废物经过雨雪淋湿浸出毒物，使土地毒化、酸化、碱化，其污染面积往往超过所占土地

的数倍，并导致水体受污染。此外，废物如堆置不当还会造成很大的灾害，如尾矿或粉煤灰库冲决泛滥，淹没村庄、农田；泥石流中断公路、铁路，堵塞河道等灾害。

固体废物污染水体的情况也相当严重。一些厂矿企业因无场地堆渣直接排往江河湖海，虽经多期限治理，1989年排往江河湖海的固体废物仍达1250万吨。

固体废物对大气的污染也是极为严重的。如有些地方的粉煤灰、尾矿库的库池干涸，遇四级以上风力，就会使粉煤灰或尾矿飞扬40—50米，造成周围环境灰砂弥漫。有些地区的煤矸石因含硫量高而自燃，象火焰山一样散发出大量的二氧化硫。化工和石油化工等工业的许多固体废物散发毒气、臭气，成为污染大气的主要污染源之一。还有全国普遍存在的消烟除尘设备效率低，一年仅从烟囱逸入大气的灰尘就达1500万吨以上，这也是构成大气污染的另一个主要污染源。

在固体废物的危害中，最为严重的是危险废物的污染。易燃、易爆和腐蚀性、剧毒性废物，易造成即时的严重灾害，而具有毒性或潜在毒性的废物则会造成持续性的危害。我国锦州铁合金厂50年代堆存的铬渣，数年后周围七十多平方华里范围内的水质均遭到六价铬的污染，使七个自然屯的1800眼井水不能饮用，耕牛不能下田，企业和国家花费了近1000万元进行治疗。目前全国已积存250多万吨铬渣，急待治理。某矿铈冶炼过程中排出的含砷烟尘，污染了水井，致使308人中毒和6人死亡，只好将该矿井封闭。全国有色金属冶炼过程中，一年约有5000吨砷、500吨镉、50吨汞从废物中流失，其危害是无法估计的。目前，只有一些大、中型企业产生的量大的危险性废物有治理设施，而产生量较少的以及中小型企业 and 乡镇工业产生的危险性废物均无控制地任意排放，混入垃圾或排入下水道，造成的污染事故不胜枚举。

（二）治理现状

工业固体废物的治理包括开展综合利用和~~处理~~处置两个方面。

1. 建国以来,我国即提倡工业废渣的综合利用,已创出了符合国情的技术路子,即以大宗利用为主,兼顾多功能高效能的利用。在取得环境效益和社会效益的同时,注意尽可能收到良好的经济效益。多年来,大力研究和开发了工业废渣耗用量大的水泥、墙体材料、筑路、填方、农用等方面的技术。化工、石油化工等行业,还在固体废物回收利用、循环利用方面开发了多种无废、低废的清洁工艺技术。从固体废物中回收能源也做出了不少成绩。据1988年的不完全统计,占年产生量26.3%的固体废物得到了综合利用,其中冶炼渣4162万吨,粉煤灰1550万吨、煤矸石2122万吨。这些废物主要用作工程建设材料等方面。例如,90%以上的高炉渣作为水泥混合材料,全国年产2亿多吨水泥中,约有50%掺用了不同数量的高炉渣,一年掺用量约2000多万吨。许多工厂使用煤矸石做原料和燃料,生产建筑材料和发电。有160多个粉煤灰建材厂利用500多万吨粉煤灰生产墙体材料,节省了大量的制砖粘土。建筑材料工业一年总计利用1亿多吨工业废渣,创造价值30多亿元,少占土地约1千亩,节省弃渣费用20多亿元和煤炭近1000万吨。制成的建材重量轻,性能好,耐用。收到了良好的环境、经济和社会效益。

2. 近年来,许多地方和部门以及厂矿企业,都在致力于固体废物的处理和处置。1988年全国已有60.1%的工业固体废物得到了简单的处理和处置。吉林化工公司、北京燕山石化公司等建设了填埋场。山西省汾西矿务局利用石灰浆灌注高硫煤矸石堆,取得了熄燃效果。

3. 许多单位致力于固体废物污染治理的科学研究和开发,并已获得了不少可喜的成果,对推动固体废物的污染治理起到了积极的作用。仅1984年至1987年经鉴定的重大成果就达45项,其中获部级成果奖的有11项,有些还填补了国家的空白。列举下面三例说明:①煤矿塌陷区造地复田综合治理的科研成果对采煤引起的地表塌陷,弥补土地破坏、经济损失等问题提供了解决的办法。目前,我国每采万吨煤,约平均塌陷土地3亩,全年总计约