X593
C/02

环境工程学会一九八一年年会

论文选編

固体废弃物　　噪声

1982 2.
图书馆科章

9
2

1981年

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

国外有害工业废渣的环境管理及排放标准
……中国医学科学院卫生研究所　潘顺昌　刘远[illegible]　[illegible]友荣（1）
渣场环境地质条件的初步探讨
……辽宁省地下水观测总站锦州分站　王集群（6）
冶金矿山废石及尾矿环境污染的地质调查及控制
……北京钢铁学院　李显模　韦冠俊　陈希廉（10）
生产砌筑水泥是利用工业废渣的广阔途径
……建材部建材研究院水泥研究所　成希弼（13）
利用赤泥生产硅酸盐水泥……山东铝厂（18）
国外粉煤灰渣利用概况及发展趋势……上海市建筑科学研究所（21）
电厂粉煤灰综合利用新途径的探讨……湖南省株洲电厂　罗硕夫执笔（26）
热电厂粉煤灰改土增产效果及其对土壤污染的研究
……山西省农科院土肥所　吴家华　刘宝山　董云中（30）
利用粉煤灰废渣作路面承重层
……上海市市政工程研究所、上海市公路管理处、上海宝钢城建分指挥部（32）
转炉钢渣热泼及其在高炉中的应用……太原钢铁厂（37）
钢渣烧结矿……湘潭钢厂　韩光烈（43）
钢渣与废酸制取五氧化二钒等的试验研究
……山东化工学院化工系钢渣综合利用科研组　谢永福执笔（44）
对我国开展放射性废物深地层处置工作的几点看法
……二机部第二研究设计院李正德　孙明生（50）
高温沼气发酵处理粪便的研究
……青岛市城市粪便无害化研究小组　张梦融　黄爱光整理（52）
天津市拉圾粪便无害化处理情况……天津市环境卫生局（57）
粪便无害化处理方法……中国医学科学院卫生研究所　潘顺昌（59）
浅谈固体废物的处理和利用
……原中国环境科学学会固体废物污染控制专业组　石青执笔（62）

※　　※　　※　　※　　※

国内外噪声控制工程学科发展概述
……北京市劳动保护研究所　方丹群（67）

China

简论电站动力设备噪声控制技术的发展
……一机部上海发电设备成套设计研究所空燃室　王佟滨（73）
金属切削机床的噪声控制……第一机械工业部机床研究所　闪瑞昌（77）
降压与小孔复合消声器的研究与应用
……北京市劳动保护研究所　王文奇　何友静　影玉敏（82）
气流对通风消声器声学性能的影响
……同济大学声学研究室　赵松令　龚农试
上海隧道研究所　尤垂涵（89）
交通管理对降低城市交通噪声的效果
……同济大学声学研究室　郑长聚　洪宗辉　王谌贤
上海市政研究所　刘启龙（93）

※　※　※　※　※

《环境工程》征稿简约……（95）

前　言

1981年3月在济南市召开了中国环境科学学会环境工程学会成立大会。参加会议的有来自全国各地113个单位的173名从事环境工程的专家、教授和工程技术人员。会上交流的论文、报告近200篇。为了促进环保工作的开展，我们将论文分成四册选编出版，内容包括烟气治理、废水处理技术、固体废弃物（粉煤灰、冶金渣、放射性废弃物处置、粪便处理等等）处理及利用、噪声、监测、环境评价、绿化、能源与环境、综合治理、系统工程等等。本册为固体废弃物与噪声部分，共收集论文23篇。

在论文的编辑和整理过程中，承蒙各单位领导和有关同志以及论文作者的热情指导和大力支持，在此特致谢意。由于我们的水平所限，编辑工作一定还有许多不到之处或者错误，请同志们批评指正。

环境工程学会论文选编编辑部
（地址：北京学院路冶金部建筑研究总院）

国外有害工业废渣的环境管理及排放标准

中国医学科学院卫生研究所　潘炯昌　刘远墀　陈发荣

一、有害废渣的定义和分类

工业废渣中所含的毒物或危险物种类不一，情况复杂。例如下面所列举的都是有害废渣或称有害废弃物—固体焦油物质，浸透油的废物，废油，含芳烃类废弃物，有毒的有机溶剂，石油工业的废油，高含量酸的有机残留物，焦油蒸溜后的污泥，废硫醇、废乙醇、废涂料，废石油溶剂，含氰化物的废弃物，含铜、锌、镉、镍等化合物的污泥，含铬酸的废弃物，各种废酸，农药配制后的残留物，含氯酚类废弃物，含生物碱的废弃物，含碳化物的弃废物，含硫化物的废弃物等。尽管以上列举了二十多种，但是仍然不能包括所有的有害废渣。有害废渣的定义应该如何确定?关于这个问题，美国环境保护局曾提出过初步定义：凡是具有毒性、易燃性、腐蚀性、传染性，反应性和放射性的任何废弃物都可称之为有害废渣（有害废弃物）。

为了对各种各样的有害废渣便于进行分类管理及制定统一管理法规，而不是对每一种有害废渣逐一制订管理办法和管理法规。因此，要求对有害废渣进行分类。下面摘要介绍美国的有害废渣分类标准草案。

使用分析方法或生物监测方法，以确定废渣中的有害物质是否有毒性，对遗传物质是否有害，对动植物或水生物是否有潜在性毒性。有毒性的废弃物应是：（1）对任何一类特定的遗传活性测定具有阳性反应，包括鼠伤寒沙门氏菌、酿酒酵母以及细菌的恢复抑制作用；（2）对生物蓄积的潜在性试验出现阳性结果；（3）超过“特定化学制剂表列”中所列化合物所规定的含量；（4）不管是根据选用的分析方法或生物监测方法，

China

均超过所规定的阈浓度。

使用分析检验方法，如属下列情况者的废弃物应认为是有毒性的：（1）等于或大于饮用水标准中存在物质浓度的10倍；（2）在“国家职业安全和卫生协会”进行毒性作用登记的物质之浓度等于或大于鼠口服半致死剂量（LD_{50}。以毫克/公斤表示）最低值0.35倍；（3）大于毒害植物所列物质的规定浓度。

使用生物监测方法，其毒性作用如属下列情况之废弃物应认为是有害的；（1）达到绦鱼所规定的毒性剂量；（2）达到大型水溞所规定的毒性剂量；（3）等于或小于鼠口服所规定的半致死剂量（LD_{50}）；（4）对所规定的植物品种中任选一种都是有害的。“规定剂量”应是最近提出的。

若代表性样品具有如下性质之废弃物是属于易燃性的：（1）燃点小于140°F（60℃）的任何液体废弃物；（2）任何废弃物，包括液体废弃物及含有气体的废气物，由于许多物理作用，易于引起失火；（3）是一种氧化剂的任何废弃物。

若代表性样品具有如下性质之一的废弃物均具有腐蚀性：（1）任何不含水的废弃物，当与等量水混合时，所产生的PH值为8或小于8，或为12或大于12；任何含水之废弃物其PH值为3或小于3，或为12或大于12；（2）在最低温度为130°F下，对钢制品的腐蚀率大于0.25英寸/年。

如果从下列来源排放的废弃物，应认为是有传染性：（1）由标准工业分类法规对医院和兽医院所规定卫生管理设施内所产生的，而又没有用高压加热器消毒的废弃物；（2）由标准工业分类法规定的含有病原体的实验室所产生的废弃物；（3）没有经过稳定到大为减少臭气挥发性有机物和致病性生物的污水处理厂污泥。

具有下列性质的废弃物则为具有反应性的废弃物：（1）通常是不稳定，而易遭受激烈的化学反应，但不会爆炸，或者这种废弃物会和水起激烈反应，与水作用可能形成爆炸性混合物，或与水混合时释放有毒烟雾；（2）这类废弃物可能具有爆炸性或爆炸性反应，但需要强烈的起始源或者在起爆之前必须在其边缘境界内加热，或者与水作用形成爆炸性反应；（3）这种废弃物正常温度和压力下可能容易爆炸，爆炸性分解或反应；（4）属于A或B级的炸药，这样的废弃物包括引火物质、炸药、自动聚合物质和各种氧化剂。

按环境保护局提出的放射性废弃物的分类：包括有来源副产品和1964年原子能法规中所规定的特殊的核物质，如果一个代表性样品中含有镭226之浓度等于或大于10微微居里/克时，则认为废弃物是具有放射性的。

二、有害废渣的管理法规及排放标准

工业废渣按其对人健康的危害性和对环境污染的程度可分为基本无害的，对环境污染程度轻的和有害废渣三大类。近些年来，为加强有害废渣的环境管理，许多国家都先后制定了关于废弃物管理的法规或条例（见表1）。

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

国外关于废弃物管理和处理的法规　　表 1

国　家	废弃物法规名称	制定年月
日　本	关于废弃物处理及清扫的法律	1970年
英　国	有害废弃物存放法	1972年
丹　麦	废油及化学废弃物处理法	1972年5月24日
西　德	废弃物处理法	1972年制定 1976年6月10日修订
法　国	关于废弃物去除及有用物质回收的法律	1975年7月15日
荷　兰	关于化学废弃物及废油的规则	1976年2月11日
瑞　典	关于对环境上具有危险性的废物规则	1976年1月1日
美　国	资源保护再生法	1976年

一般地说，有害废弃物管理包括鉴别、标记、分类、贮存、收集运输和处理。对人类健康或环境有危险的有害废弃物的管理要点是：

1.建立有害废弃物的鉴别，标记和登记制度；

2.制定合理的有害废弃物的收集、贮存和运输制度；

3.有害废弃物处理方法、处理场所的选择；

4.制定有害废弃物处理的评价标准；

5.防止对大气、水和土壤的环境污染，保护居民和工作人员的健康与安全；

6.建立技术咨询委员会以帮助有害废弃物管理。

日本的废弃物处理法把废弃物分为一般废弃物（垃圾粪便）和工业废弃物（法律规定或政令指定的共19类，特别指定的有害物质为十种即烷基汞、总汞、镉、砷、六价铬、铅、有机磷、氰化物、有机氯和PCB）。1973年日本颁布了有害废弃物处理的评价标准，1975年又做了补充修改（见表2）

日本有害工业废渣处理的评价标准　　单位：PPm　　表 2

项目 \ 处理方法	掩　埋①	投　海	
		集中型②	扩散型③
烷基汞	不检出④	不检出	不检出
总　汞	0.005	0.005	2
镉	0.3	0.1	5
砷	1.5	0.5	25
六价铬	1.5	0.5	25
铅	3.0	1.0	50
有机磷	1.0	1.0	5
氰化物	1.0	1.0	5
PCB	0.003	0.003	0.15
有机氯⑤		40	40

注：表中①②——以水溶性含量计量；③——以总含量计算；④——烷基汞不检出系指0.0005PPm以下；

⑤——集中型、扩散型都是以总含量计算的。

China

三、有害废渣的处理方法

由于工业发展，出现各种各样的有害废渣，而且数量大；世界各国随着有害物质排放法规的颁布，纷纷要求对有害废渣做适当处理。因此，研究和选择有害废渣的处理方法就成为一个重要的课题。下面扼要介绍几种常见的和新近研究的有害废渣处理方法：

1.焚化法

焚化是一种可控制的氧化过程，各种废弃的气体、液体和固体经过焚化可以转化为$CO_2 \cdot H_2O$和灰分以及少量的含硫、氮、磷和卤素的化合物。因此，这是许多有害物质可以得到解毒的一种切实可行的方法。如果有害物质的毒性或有害性是由于分子结构引起的，而不是由于所含元素的性质引起的，则在多数情况下就可采用焚化法来分解有机分子结构而达到解毒的目的。

焚化所用的焚化炉种类很多，包括有露天焚化炉、并联式燃烧焚化炉、并联式炉膛焚化炉、旋转式窑烧焚化炉、沸腾式焚化炉、液体焚化炉、催化焚炉、气体焚化炉、闪烁和溶融盐焚化炉等。在上述焚化炉中，有的还加上二级废料处理设备。例如补燃器设备，这是为一级焚化炉所产生的各种气体进一步得到充分燃烧的焚化炉。

焚化法可以有效地破坏各种有害的有机废弃物，而且占地面积小，对环境影响也小。但是，焚化法要比生物处理法和填池法费用大，操作复杂，最后的灰分也许含有各种有害金属化合物。因此对最后所产生的灰分还必须进行适当的处理。

2.填池法

埋藏各种废弃物（主要是固体废弃物）于填池中，在美国是最广泛使用的，填池一般分为两类：

（1）卫生填池：主要用于城市固体废弃物处理，它对环境的危害可以减少至最低限度，其做法是以薄层的固体废弃物压实到最小的实际体积，在每天操作结束时用泥土复盖。卫生填池要求仔细地选择场地，设计和经营中应防止废弃物中的有害物沥滤至地下水中（采用化学方法将有害废渣转变为无害，或者废渣的数量少，且毒性低，才用卫生填池处理）。

（2）安全填池：要求地质学上和水文学上均具有良好特点的场地。而且对要处理的极其有害废弃物要经过批准，对场地必须考虑到不会由于沥滤，渗漏或任何其他方式将液体或固体废弃物或其副产物排出至地下水或地面水中。对空气质量也必须不能遭致损害。对被处理的化学药物的数量、种类和存放位置要坚持记录，以避免化学药物之间的相互反应，要为淋出液的监测和收集做好准备，如果需要的话，还得对安全填池做出规定。

在选择安全填池场地时一定要注意收集有关气象、地质和水文学资料，对处理场地周围的人口分布与主导风向要进行比较研究，如果要求有不透水的底层，则必须设计好人造的或天然的衬里。并审查衬里的使用期限，对高度有害的潜在性的水溶性物质，要求有沥青复盖以及塑料衬里。要求控制处理场地的排水，或者是将安全填池的位置限制

China

在干旱或半干旱地区，或者是对渗透溶液的回收和处理要求有一个精细设置的系统。

在安全填池中，存放废弃物的种类要比卫生填池多。但不应该作为各种类型的有害废弃物处理场地。如美国有些地方为了防止安全填池工作区产生氰化物气体的危险性，禁止在一级填池中埋藏浓缩的氰化物废弃物。这里强调指出：安全填池若失去行政的控制管理（如更换管理机构和遗失有关各种记录），就有可能对将来的后代造成威胁。

3.化学处理

可以在现场或者在有废弃物处理设施的地方来进行。作为一个好的最终处理方法，其处理效果应能将排放的有害物质转化为无害物。化学处理中最普通的方法是酸和碱中和，为了避免过量的问题，可采用弱酸或弱碱试剂就地进行酸和碱中和。例如使用石灰石粉或碳酸氢钠来处理排放的废弃物，则不管其施用量超过多少，都可维持被处理的排放废弃物之PH值在9以上。

在工业废弃物处理上，为了对一些物质进行解毒，经常使用氧化和还原化学处理方法。例如处理氰化物和铬酸盐，为了进行这种处理，而应用的强氧化剂和还原剂通常需要一个有控制条件的，可避免所使用的反应剂加入过量的运转反应池。

沉淀化学处理方法有利于使某些有害物质经过处理变成为毒性较小的物质。由于沉淀作用会形成溶解低的水化氧化物和硫化物，从而降低重金属离子的溶解度。

化学固定也常常能够使有害物质形成溶解性较低的化合物。为此，国外有许多专利的固定剂可以购买。固定剂包括有：普通水泥、沥青、硅酸盐、离子交换树脂、土壤粘合剂、尿醛、火山灰水泥、聚丁二烯以及硫磺泡沫材料等。

4.生物学处理

生物降解各种有机化合物是最普通的方法。土壤和水体都可接受适量的有害的有机化合物来进行生物降解。在美国所指定的650种有害物质中至少有一半可进行生物降解，虽然有许多物质需要进行稀释或作某些预处理（例如中和），才能让其发生生物降解过程。

有几种生物处理方法可供使用（活性污泥、滴沥池、气化池、氧化塘以及土地处理方法等）。活性污泥法所需费用较大，使用气化池或在土地价值低的地区使用土地处理，则其所需要的费用可大为减少（用土地来处理含油废物特别具有吸引力）。

5.海洋处理

海洋投弃对处理某些有害废渣是一个可选择的方法，但是缺乏可供利用的设施，而且受到法规的制止，这就使得应用本法作为有害废渣的最后处理而受到限制。

6.新近研究的处理方法

认为常规技术不适合应用来处理混杂有外来物质的有害物质，例如焚化炉就不能用来分解混杂有大量非燃烧物质（如土壤的有机物），有效的淋溶技术可能提供回收要处

China

理的残余物，其他可供选择的一些方法包括有：使用经过特殊适应后的微生物培养物来进行生物降解，使用溴来进行氧化作用，以及使用碱金属来进行还原作用。

水泥窑焚烧是最近提出的一个焚化方法，正常操作温度范围为1370～1450℃，停留时间约10秒钟，用来分解具有高度毒性的有机化合物，例如分解氯烃类是合适的，加入窑内原材料中的碱性物质对产生的HCl会起到一种有效净化剂的作用。

处理高度毒性的重金属，例如镉和砷等提出了一个特殊问题，因为这些物质不能像有机物质那样可以得到分解。因此，要将这些金属掺和在一种基体成分中（如玻璃），使其成为一种淋溶率非常低的物质。这是一个可供选用的方法，但是处理费用高。

分解各种有机废弃物和各种农药的微波分解方法，在美国已有报导。微波系统包括有一个废弃物通过的反应器，微波作用于反应器而诱发出等离子气体或离子化气体，从而引起电化学反应而将废弃物分解。在这个工作中，对回收副产品最为突出。例如醋酸苯汞经微波处理后可以分解成水、二氧化碳和一氧化碳，汞则以金属态的汞而得到回收。溴代甲烷和聚氯联苯也可以同样方法得到分解，这方法每小时将可处理100磅。

渣场环境地质条件的初步探讨

辽宁省地下水观测总站锦州分站　王集群

工业废渣是一种自然资源，不应该任意丢弃，尤其是废渣的堆放，不能任意行事。否则会对环境造成严重的污染。由于废渣堆放不够合理，污染环境的实例举不胜举。

一、不可忽视的地下水污染源——“废渣”山

南票煤矿的矸石山，由于煤矸石含硫量较高，遇空气后自燃，产生大量硫的氧化物，遇水则形成亚硫酸，继续氧化，形成硫酸，成为污染物质。在降低淋滤的作用下而形成重力水下渗直接污染地下水源。通过调查得知，从矸石山开始，沿其下游河谷地近10公里远的地下水遭到轻重程度不同的污染，严重地段SO_4^{2-}含量高达743.6毫克/升，是背景值36.28毫克/升的20余倍。

又如锦州铁合金厂，在金属铬的生产工艺过程中也产生大量废渣。从试产到现在已有25万余吨的含铬废渣堆积如山，人们称之为“铬渣山”，其渣山六价铬含量最高值1.84PPm，最低值0.31PPm，平均含量可达0.85PPm，同样，由于雨水渗入，废渣淋滤，将污染物质垂直补给地下水，使地下水遭到污染。

目前，铬污染已延长近15公里远。沿途有五个大队，3000余户，13000多人有水不能饮用，需另行投资28万元建立居民供水水源。更严重的是，铬污染前峰，已抵温屯，距市南山水源仅有2.5公里远，如果不及时采取措施，其后果是严重的。

二、渣场的环境地质条件的探讨

前节的两个例子充分说明，由于废渣堆放之前没有考虑环境地质条件，堆放以后又不能开展环境预评，因而造成地下水资源的严重污染。那么，废渣应该堆放在什么地方才不会产生污染？这是需要环境工作者解决和回答的课题。

首先，废渣应堆放在使污染物不被吹扬，不会流失，不能渗入，工程投资及经济价值最低的地方。只有在综合考虑上述条件，选择渣场，才能减少对大气、河流、水源和土壤等环境的污染。这就要求我们在选择渣场时，要充分考虑环境气象、环境水文、环境地质等不同的影响因素。笔者在此仅从环境地质学的角度出发、对渣场的环境地质条件做一初步探讨。

（一）、地形地貌条件

不让废渣吹走及流失，主要决定于气象及水文条件。但是地形及地貌又是控制吹走及流水的影响因素。

渣场要求的地形特征以簸箕形为好，即三面高起，一面低平，高起的三边长，低平的一面（即出口面）要短。地形地坡平缓且向出口边微倾，出口方向应与季候风的方向一致。

地貌条件考虑的内容较多。要从成因类型及堆积物所在地的微地貌等综合考虑。以锦州铁合金厂为例，该厂座落于河流阶地与丘前坡地的接触地带上，按地貌条件选择渣场，就应选在剥蚀成因的残丘或丘间低地的地貌单元上，其堆积物应以残积及残坡积而成的粘性土夹碎石为主，而不应选择河流阶地上，其堆积物不应是河流冲积成因的松散堆积物。

（二）、地层岩性条件

对坚硬和半坚硬岩石来说，所选择的岩层、应时代新、成因类型单一、结构致密、分布稳定、产状平缓、厚度稍大、不与其它岩层接触等条件为宜。还应选择有一定抗压抗剪强度的岩层，在巨大的几十万吨至几百万吨载荷作用下，不至引起较大的形变与破坏。而且岩石与废渣不易起有害的化学反应，不易透水，不易被水溶解。

对松散的岩石而言，在第四纪堆积物中要选择生成时代老一些。残坡积成因，结构致密分布稳定，厚度较大的岩层，还要选择那些岩石的抗剪强度大、压缩系数小、内摩擦系数大、渗透系数小、最大分子吸水量小，崩解、膨胀收缩等性能很小，孔隙率与孔隙比甚小，天然含水量低，颗粒以粘性土夹碎石为主，矿物成分以粘土类矿物及石英为主，少含有机质及可溶盐。这些性质对不同的松软和松散岩石来说，各影响因素的作用也是不同的，其中渗透性小是主要的。

（三）、地质构造条件：

China

从渣场修建后的稳定要求与渗流要求来看，起码希望有构造简单、构造断裂不发育、裂隙稀少的地方，尤其是不应有新断裂存在及老断裂复活的迹象。

（四）、工程地质条件

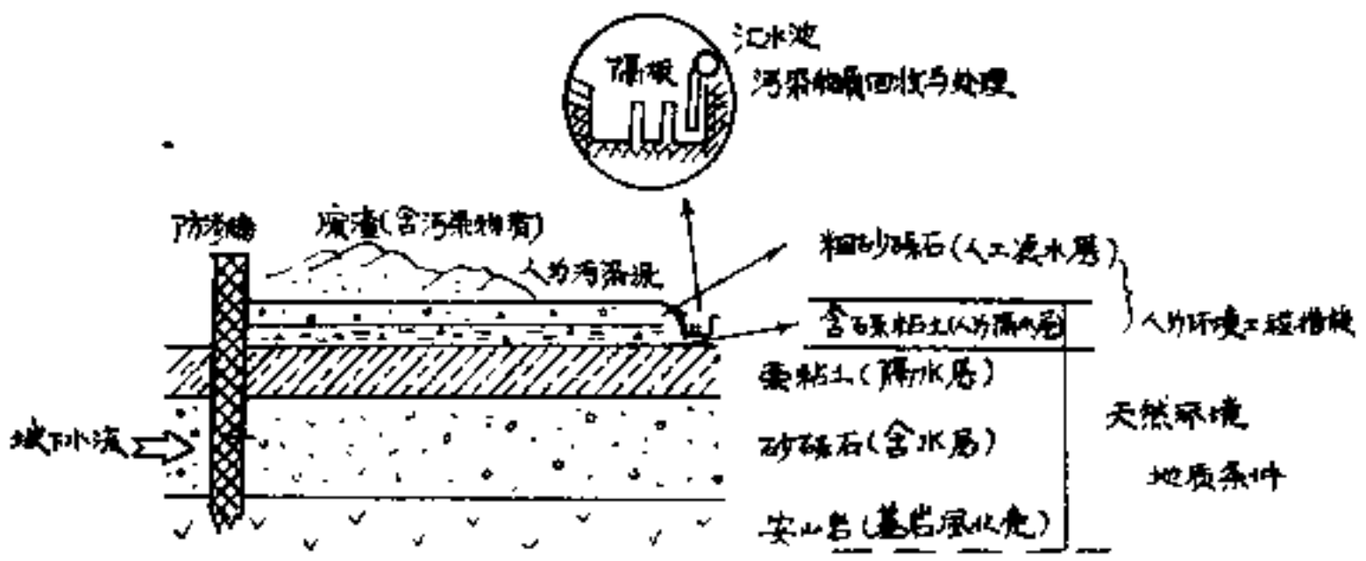
渣场的载荷大，且不均匀，所以渣场座落的下伏岩层必须有足够的抗压强度。以确保渣场建成后的稳定与安全。渣场所在地层要求是弱风化，剥蚀作用不强，不会崩塌，不产生滑坡，没有喀斯特存在的条件。

（五）、水文地质条件

渣场的污染物能否对地下水产生污染，在很大程度上，取决于渣场的水文地质条件。在天然的条件下，往往不具备渣场最优的环境地质条件，因此可以通过人工施工的办法，在不具备或不完全具备渣场环境地质条件的情况下，修建符合堆放废渣条件的渣场。

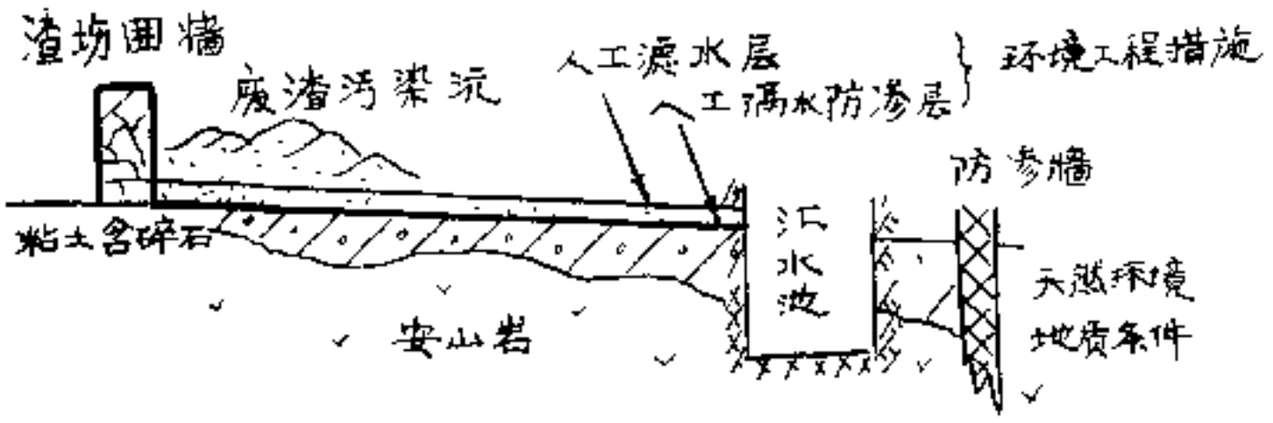
三、人工渣场环境地质条件的模拟

由前述可以看出，影响渣场环境地质条件的因素是多方面的，其中，起决定作用的乃是水文地质条件，就是说一是废渣堆中的污染物能沿渣场底面渗出；二是污染物不向下渗透；三是没有地下水，断其运移介质。这三个条件，在自然界中寻找完全达到的环境地质条件的要求是困难的。即是说，污染物质渗出不能达到百分之百，向下渗透量及岩石含水量不能等于零，只是趋近于无限小面已。譬如说在河谷区，那么渣场下伏含水层上部的隔水层最好是不渗透或渗透性很差，应该是以粘性土为主，其上部设置滤水层。如下面示意剖面图所示：

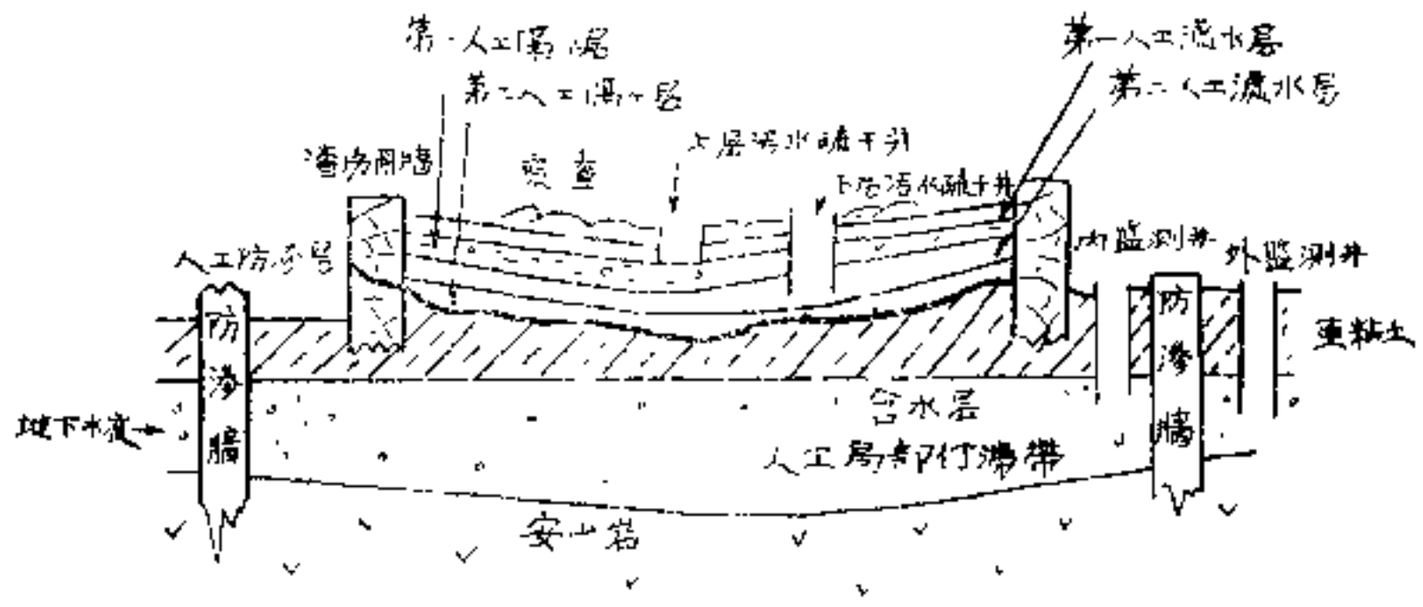


在低山丘陵区，应在地下水天然流向的下游，建造一个含水部位，可称为渗透集水截流墙，将污染物质引出，可以截止或延缓污染区的扩大，见下图：

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com



在平原区几乎到处都有地下水，只是富水性大小之差而已。主要从三方面着手：一是在予建渣场的地方，降低其下部含水层的透水性，可向含水层注入凝固物质，造成局部的“水泄不通”，二是增加隔水层的厚度，在其上部伏盖人工隔水层，三是在隔水层上部铺设滤水层，如果污染能量很大，可相间施工数层人工滤水层。若在多雨连绵的时节，滤水层污水饱全，当局部污染过大的话，则可在该层进行抽水处理。参看下面示意剖面图：



对于人工施工的隔水层及透水层所用的材料要求如下：

人工隔水层材料，采用粘土含碎石，要求：

①、有机质含量不超过15%，而且不要团粒结构；

②、水溶盐含量不超过总重量的35%；

③、不均匀系数30—100；

④、粘土含量占30—40%，塑性指数15—20；

⑤、渗透系数应小于上部透水层渗透系数的 1 /50倍。

⑥、所含碎石粒径，应小于层厚的 3 / 4 。

施工时隔水层材料应进行辗压。

透水层的材料所用砂、砾、卵石：

①、砂的粒径>0.1毫米，一般约0.25毫米，无片状及针状颗粒。粗粒不应小于废渣粗粒的粒径。

②、不应含粘性土及淤泥质粘土。

China

③、不均匀系数小于8。

以上讨论的是渣场堆放废渣的主体工程部分环境地质条件，而渣场也必须有污水处理及洪水处理的工程部分，这两部分对地质条件的要求，应满足建筑设计即可。

冶金矿山废石及尾矿环境污染的地质调查及控制

北京钢铁学院　李显模　韦冠俊　陈希廉

一、废石及尾矿环境污染的地质调查研究

为控制废石及尾矿污染而应该进行的调查研究包括下列内容：

（一）原始环境地质调查

原始环境地质调查的主要内容是：

1.对岩石、矿石进行光谱分析，普查有害元素；矿床周围的地下水亦应普查有害元素。

2.在普查基础上，对于含有害元素的岩、矿石或地下水，还必须取样进行有害组分（指可能造成污染的组分，下同此）的定量分析，对于含硫量或含碳量高的围岩，还必须对硫或碳进行定量，以确定其所形成废石自然倾向性，以便对废石堆采取防火措施。

3.查明岩、矿石中有害组分的赋存状态（在何种矿物中，呈何状态），以便对其形成废石或尾矿后可能的风化，淋滤和流失情况作出预计。对于赋存于易风化溶解矿物中的有害组分更应进行深入的研究。

4.对预计可以通过综合利用以防止其污染环境的岩、矿石，还必须查清它们与综合利用有关的物理性质和化学成份。

5.编制预计采掘地段有害组分分布图或等值线图，以作为生产和对有害废石采取分别堆放措施的参考。

6.对生产中可能产生的有害废石及尾矿的数量作出估算。

根据上述各项调查结果，最后应对所可能采取的不同污染控制方法进行分析。

（二）废石及尾矿堆放場的地质调查

此项调查的主要目的是为了给堆放场地基础的选择和控制污染方法的选择及设计提供地质资料。此项调查应在扩建前进行，其调查的内容主要有：

1.初步选址调查。根据对矿区地形、地质等条件已有的认识进行野外踏勘，再与矿山设计人员共同选择可作为堆放场地的基址，然后再进行下列调查。

2.调查堆放场地的地貌。

China

3.调查堆放场地地表复盖层的性质及厚度。

4.调查堆放场地基岩及其构造。对于不存在复盖层或复盖层较薄或复盖层易于透水的堆放场地，基岩及其构造的调查尤为重要。

5.调查堆放场地的水文地质条件。

6.调查堆放场地有否产生动力工程地质现象的条件。

7.调查当地的降雨量、暴雨量、主要风向及其风速等条件。

8.对于企图采用土地复原和再植法以保护环境的场地，还须调查场地附近可供挖取的好土的土质及储量。

在以上调查基础上还必须编制堆放场地的地形地质图及水文地质图，最后应将所有调查成果编成报告，报告中应对所调查场地适于采取何种控制污染方法作出评价。

（三）废石及尾矿污染现状的地质调查

对于已进行开采的矿山必须进行此项调查。目的是为了掌握其是否已造成污染，如确已造成污染。便可为及时采取防护性措施提供必要的资料。此调查包括如下内容：

1.调查已有废石及尾矿堆积物的物质组成，掌握其矿物组成和化学成份。还必须定期调查以了解它们的风化及流失情况。

2.调查与废石堆或尾矿池有关的流水动态，包括进入和流出废石堆或尾矿池的水量对比及水质对比。水质对比中对水中有害元素的含量应倍加注意。此种调查应定期并在不同季节（旱季与雨季，夏季与冬季等）进行，以便掌握有害元素流失与堆放时间、季节性等因素的关系。

3.堆放物的堆放形态与数量增减情况也应及时进行调查和统计。

4.调查污染扩散情况。

（四）污染控制效果的地质调查

对于已采取控制污染措施的废石堆或尾矿池还必须对控制效果进行调查，以便确定是否需要采取补充措施。此项调查的内容包括：

1.定点定期测定堆放场地附近及下游水体及土壤中有害组分的含量。

2.在采用稳定法控制污染情况下，应该经常观测废石及尾矿表面有否新产生的冲刷、吹扬等地质作用的迹象。

3.在采用土地复原和再植方法控制污染情况下，应定期测定复原地段潜水面的水位变化以及不同深度岩、土中（特别是复盖的好土中）有害组分的含量，以检查有害组分是否有随潜水面的升高或地下水的毛细管作用而返至地面的现象。为了进行这方面的调查可适当施工若干深坑、浅钻或浅井。

4.在采用废石堆及尾矿池污水处理法条件下，应定期测定经处理后刚流出的清水的化学成份。

China

二、废石及尾矿污染控制方法简述

（一）废石、尾矿综合利用法

例如，过量的钼对人体是有害的，但土壤中如极度缺钼则对庄稼生长和对人体也很不利，据有关单位对河南某些食道癌高发病区环境地质调查表明，这些地区土壤中极度缺钼就是引起食道癌因素之一；如能将某些钼矿的尾矿作为微量化学肥料施用于缺钼土壤，则不仅可防止矿区及其附近受到钼的污染，而且也有助于农业增产，或许还有助于降低食道癌的发病率。因此，我们认为综合利用法在废石及尾矿污染的控制中应成为优先考虑的方法，只有当此法实在行不通时再考虑选择其它方法。

除了应用综合利用法以控制废石及尾矿的污染外，还应尽可能综合回收可能造成污染的组分，以便化害为利。例如，从废石堆中回收锡、铅和锌等；英国、墨西哥等国某些铅锌矿的废石堆及尾矿堆积物目前已成为萤石和重晶石的重要来源；在铜矿尾矿中尚可回收铜和钼；铀矿尾矿中还可提取铀和钒，如美国对含有0.45% U_3O_8 和0.33% V_2O_5 的尾矿进行硫酸浸取试验已获得成功。

（二）废石堆和尾矿堆积物稳定法

采取此法的主要目的是为了防止废石或尾矿受冲刷、飞扬等作用而分散。

1.物理法：常用方法是向细粒尾矿喷水，复盖石头和泥土。

2.植物法：本法的目的是发展永久性植物，使本植物种子能自然在废物堆上生长，为此必须研究植物的生态学，使其适应周围的环境。选矿排出尾矿通常存在下列不利因素。

1）缺乏植物滋养物；2）含有过量盐分和重金属等植物毒素；3）由不稳定砂组成，遇大风时，小苗被风沙毁坏或被掩埋；4）缺少正常的微生物群。目前已试验成功的有牛毛草，适用于铅锌矿钙质尾矿场；苇草适用于铅锌矿污染的酸性尾矿场等。

3.化学法：利用反应剂与尾矿表面发生化学反应，使其在尾矿表面形成一层能抵抗水与空气的外壳。因采用此法处理较为复杂而成本高。

4.化学与植物综合处理法：是将少量化学药品如克雷克斯（Cohenex）应用到新种植的尾矿上，以求达到下列效果：粘结尾矿表面，防止散砂飞扬，有利于植物生长，减少水的蒸发量，保持尾矿中水分，可以吸热，促进种子发芽，增加尾矿中物质，防止日光反射等。

（三）土地复原和再植法

矿山土地复原是指经过采矿破坏的土地，如废石场、露天坑，废弃尾矿池等场地采用人工方法，将场地加以平整，复盖一层2—4米厚的未经盐浸化的岩石，复盖后同样地把地推平，待其沉降稳定后，（约两年时间），再加以平整，最后复盖一层厚度为0.5～

China

1.1米的好上种植物或建房屋，使土地复原。以便达到美化环境减少污染，变害为利，增加耕地的效果。

我国河南省郑州铝厂小关铝土矿废石场复田经验表明，经过三年可恢复到原来同类耕地水平，每亩复田费用约为1000～1500元之间。

（四）废石堆、尾矿池所排出污水处理法

1.化学处理法：即利用化学方法以去除污水中有害组分。如其中含有硫酸，则可用石灰中和硫酸以沉淀出硫酸钙，又如，用还原剂（如氯化亚铁、硫酸亚铁等）使污水中的铜析出，也属此法。

2.生物处理法：利用生物以处理污水是很有发展前途的方法。例如，有的研究表明水风信子不仅可以消除水中有机物，还能非常有效地消除污水中铁、锌、铜等金属；又如，利用蚯蚓可以清除六价铬、镉、砷等有害金属；而利用水蚯蚓来分解水中的氧化物也很有效。

3.物理处理法：在一定条件下也是一种有效方法。例如，有的矿山用天然沸石作为吸附剂，不仅可用以去除污水中的氨态氮、磷酸盐等，还可用以清除重金属离子。例如当铜离子或镉离子的初始浓度为50PPm时，采用沸石的去除率可达90%以上。此外，用粘土或某些氢氧化物亦可促使污水中的某些重金属沉淀，瑞典曾用尾矿倾入污水，使污水中的汞吸附在其表面，随同尾矿一起沉入水底而逐渐被泥沙所掩盖，也属此法。

类似的污水处理法如离子交换法、蒸发法、逆渗透法等亦可进一步试用于废石堆或尾矿池污水的处理。

生产砌筑水泥是利用工业废渣的广阔途径

建材部建材研究院水泥研究所　成希弼

一、利用工业废渣制造砌筑水泥的生产工艺和水泥性能

应用工业废渣制造砌筑水泥，原料来源是十分广泛和充足的。它包括：高炉矿渣、钢渣、赤泥、粉煤灰、煤矸石及窑灰等。凡是具有一定水硬活性的工业废渣，都可以制造砌筑水泥。

利用工业废渣制造砌筑水泥的生产工艺是较简单的，因为它不需要煅烧工艺，而只需粉磨工艺。因此，从节能方面考虑，其意义是重大的。

若工业废渣是块状物料，则其生产工艺流程如图1所示：

China

煤矸石等 —→破碎——↘

熟料或石灰 —→破碎 ——→球磨机 —→水泥库 —→成品

石　　膏 —→破碎——↗

图 1　块状工业废渣制造砌筑水泥的工艺流程

若工业废渣是粉状物料，其生产工艺流程见图2和图3。

粉煤灰、窑灰等 ——————————————↘

熟料 —→破碎 —→球磨机① —→球磨机② —→水泥库 —→成品

石膏 —→破碎——↗

图 2　粉状物料制造砌筑水泥的部分分别粉磨工艺流程

粉煤灰或窑灰等↘

球磨机 —→水泥库 —→成品

325#或425#五大类水泥↗

图 3　粉状物料利用五大类水泥生产砌筑水泥的粉磨工艺流程

从以上砌筑水泥的生产工艺流程可以看出其生产工艺十分简单，主要设备仅为一台或二台球磨机。因此建厂设资小，速度快。又因原料主要取自工业废渣，因此，水泥成本必然很低。以利用325#或425#五大类水泥与粉煤灰生产的砌筑水泥为例，若其配比为60%粉煤灰和40%五大类水泥计算，砌筑水泥的成本，最多仅为五大类水泥的一半，亦即每吨成本不应超过23元。

采用粉煤灰，煤矸石和窑灰等工业废渣制成的砌筑水泥标号，若为少熟料水泥，一般可达150#（软练）以上，若为无熟料水泥，一般可达75#以上，用它们配制25#、50#或100#砂浆是适合的。表1为采用粉煤灰、煤矸石和窑灰制成的砌筑水泥的强度。

砌筑水泥的强度　　表 1

主要原料	配比（%） 熟料	石灰	石膏	1:2.5软练胶砂强度(Kg/Cm²) 抗压 7天	抗压 28天	抗折 7天	抗折 28天
石景山粉煤灰67	30	—	3	97	183	32.6	52.7
保定粉煤灰67	30	—	3	90	169	26.0	47.8
铜陵粉煤灰67	30	—	3	91	203	213	44.5
徐州煤矸石67	30	—	3	134	261	41.8	57.0
徐州煤矸石67	—	20	3	41	146	10.6	28.9
徐州沸腾炉渣67	30	—	3	109	212	35.2	55.2
徐州沸腾炉渣67	—	20	3	50	187	15.7	53.6
广州窑灰66	30	—	4	150	260	30.4	49.0
湘乡窑灰66	30	—	4	118	254	25.5	51.1
松江窑灰66	30	—	4	91	154	20.9	35.1
本溪窑灰66	30	—	4	102	158	19.0	29.9

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com