

# 环境的其它污染 及其防治

——固体废物、噪声、地面沉  
降、放射性污染——

(国外公害概况之十一)

中国科学技术情报研究所

一九七三年六月

# 目 录

一、固体廢物及其治理.....	( 1 )
固体廢物的来源.....	( 1 )
固体廢物的处理.....	( 3 )
固体廢物的回收利用.....	(11)
二、噪声公害及其防治.....	(20)
噪声的危害.....	(21)
环境噪声的来源.....	(24)
噪声的控制.....	(28)
三、地面沉降現狀及其控制.....	(31)
概況.....	(31)
地面沉降的成因.....	(36)
防治措施.....	(38)
四、环境的放射性污染.....	(44)
輻射的危害性.....	(44)
輻射源.....	(46)
放射性沉降污染.....	(50)
海洋的放射性污染.....	(54)
輻射剂量标准和放射性廢物的处理.....	(58)

# 环境的其它污染及其防治

(送审稿)

## 一、固体废物及其治理

固体废物，特别是城市垃圾，主要的危害是破坏环境卫生。同时也污染水和空气，从而损害人的健康。此外，固体废物还占用土地，影响环境美观。

最近十几年来，固体废物的数量增加很快，个别国家的城市垃圾量竟翻了一番。东京、纽约、巴黎等大工商业城市平均每人每天产生的垃圾废物达1~2公斤之多。资本主义国家的城市居民，不但深受空气和水污染之害，而且为日益增加的固体废物所包围。有人惊呼，这样下去城市将被垃圾“埋没”，固体废物的治理已是一个严重的问题。

对固体废物的治理可分为处理和回收利用两大类。目前，主要采用处理的方法。但是，回收利用正在受到重视，而且是治理固体废物的方向。

### 固体废物的来源

固体废物按其来源不同，主要分为工业废物、矿业废物、农业废物和城市生活废物（城市垃圾）等，此外还有建筑工程、污水处理等

排出的固体廢物。工业廢物包括工业生产过程排出的各种固体廢物，矿业廢物主要有矿山廢物、尾矿、选洗廢物以及加工过程排出的廢物和矿渣、粉尘等。农业廢物包括作物稻稈、家畜粪便等。城市垃圾是由居民生活廢棄的各种消費品，如廢紙、廢塑料、厨房垃圾、廢棄的家俱、汽車等。

美国是世界上固体廢物最多的国家。据統計，每年固体廢物总量达三十六亿吨。其中农业廢物約占50%，矿业廢物占39%，工业廢物占6%，城市垃圾占5%。西欧和日本，因資源貧乏，农业生产比重低，一般說来，矿业和农业的廢物所占比重不高。

农业、矿业廢物数量巨大，但分散于面积辽阔、人口稀疏的农村和山区，因而对人們健康的威胁不象工业廢物和城市垃圾那样严重。后两者尽管在固体廢物中所占比重不大，但因集中在人口密集的城市及其附近，对环境的污染和对人們健康的威胁却极为严重。固体廢物的环境问题主要指这两种廢物的污染，相应的許多措施也多针对这两种廢物，特别是城市垃圾。

近年来，在一些資本主义国家的城市中，城市垃圾的数量每年增加很快。据統計，如以二十年代美国每人每日城市垃圾数量为一百的話，則一九七〇年达一百八十。日本更为严重，如以一九六〇年为一百的話，一九七〇年已达二百。由于生活习惯、消費水平、气候、季节等不同，各国各城市的垃圾数量也有差异。几个重要西方城市的每

人每日垃圾量如下（一九六九年統計）：

东 京	0.986	公斤
紐 約	2.122	公斤
巴 黎	1.022	公斤
蒙特利尔	1.729	公斤
洛 杉 磯	1.196	公斤

垃圾数量迅速增加的同时，垃圾的内容也有很大变化。其一是廢紙、廢塑料等有机廢物所占比重越来越大。例如美国城市垃圾中紙类占40—50%。其二是大型耐久消費品的廢棄物（如汽車、电视机、家俱等）日益增多。例如，日本每年廢棄的汽車达一百五十万辆，西德也有一百万辆，美国在一九七一年廢棄的汽車超过一千万辆。垃圾内容的上述变化，使得处理也更为困难和复杂。

### 固 体 廢 物 的 处 理

固体廢物处理的目的是减少廢物的体积和重量；将其中的有机成分轉变为简单的无机物；除去有毒物质、病毒等。

目前，固体廢物的处理方法主要是填地和灰化。此外，还有少量投棄于海洋和堆肥等。因每个国家、地区的情况不同，主要采用的方法也不同。如美国，国土辽阔，所以填地处理約占总处理量的85%，灰化处理仅占10%。而日本因国土狭窄、城市密集，故处理量的51%

采用灰化法，35.3%采用填地。而且灰化法的比重仍在日益增加。

在采用各种处理方法之前，将分散的固体废物集中起来并输送到处理场所，是一个繁杂而且需要花费大量人力物力的问题。目前在固体废物处理中是一个薄弱环节，因此日益受到注意。

**收集与输送** 目前一般是通过用金属箱或牛皮纸袋和塑料袋收集垃圾，然后用卡车运至处理场所。由于收集和输送的机械化与自动化水平低下，所以成本很高。一般要占全部处理费用的80%左右。例如，一九七〇年东京每日排出垃圾一万一千吨，为处理这些垃圾，雇用职工九千人，收集、输送用汽车三千辆和船舶一百只。平均每吨垃圾灰化费用为六千五百日元，其中收集和输送的费用为五千日元，占77%。灰化费用一千五百日元，仅占23%。随着城市垃圾数量的日益增加，城市交通混杂拥挤，城市垃圾的收集和输送成为资本主义国家城市管理的一个严重问题。因此，提高收集和输送的效率，降低成本，是固体废物处理所面临的迫切问题。目前正在试验和发展的几个主要方法如下。

**破碎** 破碎是重要的预处理工序。特别是大型消费废弃物数量的增加，更显示出破碎的必要，以减少垃圾体积，增加均匀度，便于下一步处理。目前的一些破碎机械有链磨机、撕碎机、剪切机、水力磨浆机、球磨机等。其中剪切机特别适用于破碎汽车车身等大型废物。

**压缩** 压缩是减小固体废物体积的最直接的方法，可适用于各

种廢物。压缩过程对水质和空气不造成污染，投資和操作費用低，压缩后更便于运输、填地，甚至可直接用作建筑材料。

压缩是首先在日本发展的。他们将固体廢物压缩至原体积的五分之一，成为二分之一米<sup>3</sup>的块状。现在大阪的城市垃圾有12%是经过压缩处理的。此外，日本的甲府、横须贺、金沢等地都已建有压缩场。在美国，有五十多家公司从事这种工作或研究。法国还试验采用更高压力，并加入粘合剂，将廢物压缩到原体积的二十分之一。

**轉运站** 随着填地、灰化等处理场所日益远离市区，为了解决长途运输问题，正在发展建立轉运站的办法。即将垃圾用普通卡車运至轉运站，在轉运站經破碎和压实后，用较少的大型拖車运至最后处理场所。在美国，已建有60多座轉运站。例如，一九七〇年美国工业城市匹兹堡建成一座现代化的轉运站。該站寬五十呎，长一百五十呎，設六个装卸口。六至八辆二十碼<sup>3</sup>（約三点二吨）的普通清扫車，在装卸口用二十多分钟時間把垃圾卸至一辆容量为75碼<sup>3</sup>的大型拖車上，拖車上有压力設備，以一千三百至一千五百磅/吋<sup>2</sup>的压力压实垃圾，从而可用一辆拖車代替六至八辆普通清扫車将二十至二十五吨廢物运至处理场所。

**管道运输** 管道运输是理想的运输垃圾廢物的方法。可节约劳动力和車輛，避免了地面交通拥挤问题。但是建設投資比较高。

瑞典的斯德哥尔摩市有十处正在采用真空运输管道运输垃圾。垃

圾集中站的下面敷設真空管道，可自动地将垃圾运走。美、英、西德也准备建設真空运输管道。

美国正计划在許多城市的高层公寓、医院下面建設气动管道体系。用排气机产生的气流将垃圾通过20吋管道送至中心站。在西欧，正在进行試驗，将垃圾制成浆状，通过管道运输，以便更长距离輸送更重的廢物。

**填地** 填地处理垃圾是最广泛采用的一种办法。可利用廢矿坑、粘土廢坑、洼地、狹谷等，所以投資和处理成本均較低。

但是，目前广泛采取的填地方法是无計劃而且不卫生的。填地場所恶臭冲天、鼠、蝇孳生繁殖，傳染疾病，严重危害周圍环境，受到附近居民的強烈反对。遍布美国各地一万二千处的填地場所，其中94%是不卫生的。日本填地場所也多是这种情况。在西欧比較注意采用有計劃的卫生填地方法。

卫生填地是正在发展的处理固体廢物的方法。其基本操作是在鋪上一层固体廢物并經压实后，再鋪上一层土，然后逐次再鋪固体廢物和土，如此形成夹层結構。这样就可以克服露天填地造成的恶臭和鼠蝇孳生問題，大大改善周圍环境。同时，可有計劃地将廢矿坑、粘土坑等經過卫生填地，改造成公园、綠地、牧場、农田或用作建筑用地。

卫生填地存在两个問題，一是瀝滤作用，一是填地层中的廢物經



生物分解会产生大量气体。

由于滲滤作用，表面水经过废物层而使附近的地下水和河流受到污染。控制滲滤的方法有：填地位置要远离河流、湖泊、井等水源；填地位置避免选在地下层理上；在填地上面加一层不透水的复盖层；加大坡度使水迅速流去；开沟以使表面水排走等等。

大量分解气体中含甲烷、二氧化碳、氮、硫化氢等。其中以甲烷、二氧化碳为主。甲烷积集会爆炸和引起火灾，而二氧化碳溶于水可成碳酸。防止大量分解气体聚集的方法是设置排气口使分解气体及时逸入大气。

卫生填地涉及地质、水文、卫生、工程等许多方面，需要慎重对待，才能收到既处理了固体废物，又不会污染水和空气的效果。

**灰化** 灰化是将固体废物在高温下燃烧，使可燃废物转变为二氧化碳和水。灰化后残灰仅为废物原体积的5%以下，从而大大减少了固体废物量。

一些含硫、氮的化合物在灰化过程中产生相应的氧化物，会污染空气。含氯烃的灰化产物不仅污染空气，而且会腐蚀灰化炉。

在大城市附近缺乏填地场所，所以多采用灰化法处理大城市垃圾废物。美国全国共有大型的城市垃圾灰化炉300座，工业废物灰化炉几千座。但是，因为对灰化炉排放的废气控制较差，存在较严重的空气污染。例如，美国300座大型的城市垃圾灰化炉中，有70%缺乏充

分的防止污染空气的设备。

灰化炉主要有两种类型。一为露天型，一为密闭型。露天型灰化炉又有多种型式。其主要优点是投资和操作费用都比较低，同时克服了灰化过程产生的大量热量释放问题。缺点是地面粉尘浓度大。一般灰化炉地面粉尘浓度为 $0.45$ 克/米<sup>3</sup>，而露天型灰化炉达 $0.56$ 克/米<sup>3</sup>。

密封型灰化炉也有多种型式。如适用于处理工业废物的多室灰化炉，可处理各种废物（固体、液体、污泥等）的旋转密封灰化炉，主要用于处理高热值废物和污泥的多炉床灰化炉等等。

灰化法可使废物体积减少，残灰处理比较简便，但其缺点也不少，如投资费用高，要附设防止污染空气的设备，常需更换由于高温、腐蚀气体和不完全燃烧而损坏的衬里和零件。

近年来，灰化处理的改进主要集中在如何处理固体废物中日益增加的大型消费品废物，满足更加严格的空气污染标准，降低灰化处理费用等等。

大型消费品废物的灰化处理，要先经过破碎过程，然后用普通灰化炉灰化，或在一特制的灰化炉中成批灰化。

流化床灰化炉已在欧洲大量采用。这种炉子采用悬浮的砂子（吹入空气而形成）作传热介质。由于燃烧物与氧接触良好，可显著减少为达到完全燃烧所需的过量空气（仅需过量5%）。这就使排出的废气量减少，从而也就大大削减了排气的处理和净化所需的设备和费

用。

高温灰化炉操作于 2700—3100°F，其主要优点是适于处理各种城市垃圾，可使固体废物原体积减少97%，使可燃物完全燃烧，排放的污染物减少。其缺点是需要辅助燃烧和熔剂，耐火炉衬的使用寿命短，氧化氮排放量大。

为了减少灰化炉污染物的排放，还在灰化炉上安装各种净化系统，如高效洗涤器、袋式过滤器、静电沉积器等以收集一氧化碳、飘尘等污染物质。

回收灰化过程的热能用于产生蒸汽或用此蒸汽发电，是降低灰化费用的一项措施，正在受到注意。

**海洋投弃** 将废物投弃于海洋，是处理方法之一。投弃于海洋中的废物有疏浚工程泥土、污水处理场的污泥、粪便、工业废物、爆炸物、废核燃料等等。用船舶将废物运至离海岸一定距离的海面上，以散装或装入容器的形式投入海洋。投弃的方式有三种，一为表面散弃，二为底沉，即通过预先将投弃的废物压实，使之达到适当的密度（大于海水），沉于1000呎深。三为湿式填地，即在浅海或沼泽地填地。据说，现在纽约城的17%面积的土地是这样形成的。

海洋是一巨大贮库，似乎可以容纳大量废物，但在实际上，要考虑到废物投弃于海洋中对生物造成的危害。目前，这些废物对生物影响还是很不清楚的，有待进一步研究。一般说来，某些有毒物质肯定

表1. 美国1968年海洋投弃及其费用(美元)

废物类型	太平洋		大西洋		墨西哥湾		总计		百分比	
	吨数	费用	吨数	费用	吨数	费用	吨数	费用	吨	费用
疏浚泥土	7,320,000	3,175,000	15,808,000	8,608,000	15,300,000	3,800,000	38,428,000	15,583,000	80%	53%
工业废物	981,000	991,000	3,011,000	5,406,000	690,000	1,592,000	4,682,000	7,989,000	10%	27%
包装容器的	300	16,000	2,200	17,000	6,000	171,000	8,500	204,000	<1%	1%
垃圾	26,000	392,000	—	—	—	—	26,000	392,000	<10%	<1%
污泥	—	—	4,477,000	4,433,000	—	—	4,477,000	4,433,000	9%	15%
其他	200	3,000	—	—	—	—	200	3,000	<1%	<1%
建筑工程和 拆除碎屑	—	—	574,000	430,000	—	—	574,000	430,000	1%	2%
爆炸物	—	—	15,200	235,000	—	—	15,200	235,000	<1%	<1%
<b>总废物</b>	<b>8,327,500</b>	<b>4,577,000</b>	<b>23,887,400</b>	<b>19,129,000</b>	<b>15,986,000</b>	<b>5,563,000</b>	<b>48,210,090</b>	<b>29,269,000</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

会影响水生生物。虽然海洋水量巨大，因而固体物质溶解后浓度极小，但如果进入食物链，将引起浓缩作用，从而给人们带来危害，所以对海洋投弃的废物种类和数量正在受到限制。

由于废物的种类、性质不同，地理条件不同，投弃场所离海岸距离不同，都会影响海洋投弃的成本。表1为美国在一九六八年投弃于海洋的废物及其成本。

### 固体废物的回收利用

固体废物的处理，使大量有利用价值的物质被消极浪费掉，而同时，一些资本主义国家的资源却日趋枯竭。因此，固体废物的回收利用日益受到重视。一九七〇年美国修订了原来的“固体废物处理法”，公布“资源回收法”，通过法律鼓励和支持回收利用技术的研究。日本、西欧等资源比较贫乏的国家也在开始注意回收利用。但是，由于社会制度以及技术上存在问题（如回收利用制品的销路困难，混杂固体废物如何分离选别等），严重妨碍着资本主义国家回收利用的发展。

**固体废物的分选** 将混在一起的固体废物（特别是城市垃圾）分离成其组成成分，是回收利用所必须的预处理工序。目前主要采用手工分选的方法，效率低、成本高，严重影响回收利用的开展，因此，自动化、机械化的分选技术成为能否大规模地经济地发展回收利用的

关键问题。正在研究和发展的机械化和自动化分选方法，主要依据废物的物理性质（形状、大小、比重、颜色、磁性、导电性、电磁辐射吸收和放射性等）的差别。分选操作一般要使用几种方法结合进行。

一九七一年由美国环境保护局投资三分之二，在俄亥俄州一个人口一万人的小城市富兰克林建成一座城市垃圾分选试验厂。这是第一座新型的自动化的垃圾分选厂，建筑面积一万一千呎<sup>2</sup>，操作工人四名，每昼夜可处理垃圾一百五十吨。目前可回收占其中10%的金属和玻璃、35%的纤维材料，其余40%灰化，10%填地处理。回收的黑色金属卖给附近的钢厂，回收的纤维卖给纸厂。据估计，将来规模为一千吨/天的分选厂，成本将下降一半，回收利用的价值会超过分选操作费用。

在这个分选厂中，首先将垃圾用运输带送到一水力碎浆机中，利用装在底部的旋转刀具，将垃圾粉碎，制成浆状。先将金属、玻璃、土砂和混凝土等分出，然后再通过磁性分选机和光学分选机等，使铁、铝、各种颜色的玻璃等分离。从水力碎浆机取出的浆中还含较小的无机物，通过一液体旋风分离器借离心力将其中的较重材料（玻璃、金属、砂石）分出，然后再通过分粒器和选择筛，除去较粗的有机物。回收的纤维经两步脱水，送去造纸。

**回收** 回收利用废物主要有三种途径，即回收、二次利用和转化。

回收是指从廢物中分离出来的有用物质，經過物理加工成为再利  
用的制品。例如廢紙、廢玻璃、廢金屬的回收利用。

金屬的消費量日益增长，廢棄的金屬也越来越多。近年来一些資  
本主义国家开始加強金屬的回收利用，收到一定的效果。在美国，一  
些重要金屬的回收情况如下：

表2. 美国某些金屬的回收利用  
(包括工业廢物和城市垃圾)

金 属	可回收数量 (吨)	现回收数量 (吨)	%
铝	2,215,000	1,056,000	48
铜	2,456,000	1,489,000	61
铅	1,406,000	586,000	42
锌	1,271,000	182,000	14
镍	106,000	42,000	40
钢	141,000,000	36,700,000	26

一些稀缺金屬回收率比較高。美国貴金屬的回收率在75%左右，  
不銹鋼达88%。

紙及紙制品廢物在城市垃圾中占有相当高的比重，可回收用于制  
造紙漿，生产质量較低的紙和紙制品。在日本，廢紙的回收率接近  
40%，是几个主要資本主义国家中較高的。这是因为日本国内造紙用  
原木供应緊張，同时，回收工作需要化費較多人力，而日本工資水平  
較低，比較有利于回收工作的开展。

表3. 某些国家废纸回收率(%)

	1965	1970	1971
美 国	20.7	18.9	19.2
英 国	25.2	27.1	27.2
西 德	30.4	31.8	32.4
芬 兰	23.6	18.0	16.7
瑞 典	15.9	15.6	18.2
荷 兰	17.5	31.5	34.0
日 本	39.4	39.4	36.5
法 国	28.6	29.7	30.5

**二次利用** 固体废物的二次利用正在发展成一种新的产业部门。大量的工业、矿业废物正在取得新的用途。

高炉矿渣是各种工业废物中应用最好的一种。美国在战后，不仅利用了每年排出的高炉矿渣，而且开始利用过去堆积的高炉矿渣。日本也基本上利用了每年排出的高炉矿渣。苏联利用率也达70%，但西欧较差。

高炉矿渣的主要用途是生产碎石，用于修建公路和机场，作为水泥混凝土和沥青混凝土的集料等。下面是美国在1968年出售的高炉矿渣的用途(表4)。



表4. 美国1968年出售高炉矿渣的用途

用 途	用 量 (万吨)
作集料	
波特兰水泥混凝土	306.5
沥青混凝土路面	354.5
混凝土砌块	166.2
铁道道渣	382.5
水泥混凝土及沥青混凝土路基	1015.0
生产水泥	102.4
屋面材料 (面层和粒料)	47.1
矿 棉	37.7
农 用	5.5
玻 璃	16.4
处理废水用的滤料	2.2
防滑和防冰冻	9.7
人行道、车行道和停车场	3.6
填 地	132.3
其 他	23.4
<b>总 计</b>	<b>2606.0</b>

发电厂回收的煤灰渣 (包括粉煤灰、炉渣、熔渣) 数量巨大。苏联每年达一亿吨, 美国近三千四百吨。目前西欧、日本都达到相当高的利用率, 如日本达90%以上, 西德和法国都超过50%, 美国接近16%。主要用途是加入混凝土代替部分水泥, 作为填料、轻集料等。

由于煤灰渣中含大量二氧化硅、氧化铝、碳和少量的氧化铁、氧