



化工厂废弃物 回收利用工艺实例

—— 张天胜 厉明蓉 张浩 王丽 编 ——



化学工业出版社

化工厂废弃物 回收利用工艺实例

—— 张天胜 厉明蓉 张浩 王丽 编 ——



化学工业出版社
· 北京 ·

化工厂是环境污染的“大户”，除产生大量的废水、废气外，还排出大量的废弃物。本书就化工厂废弃物的综合利用进行了细致的探讨。全书收集了化工厂废弃物处理的若干工艺实例，包括产品（名称、化学式、用途、性质与规格），工艺（原料、流程与工艺过程），评述等。可供基层技术、管理、科研、开发人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

化工厂废弃物回收利用工艺实例/张天胜等编. —北京：
化学工业出版社，2010.10
ISBN 978-7-122-09399-8

I. 化… II. 张… III. ①化学工业废物-废物回收
②化学工业废物-废物综合利用 IV. X78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 168492 号

责任编辑：徐 蔓
责任校对：宋 玮

文字编辑：汲永臻
装帧设计：杨 北

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街17号 邮政编码 100011）
印 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司
720mm×1000mm 1/16 印张 12 字数 235 千字 2010 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

环境、资源和人口是人类面临的共同问题。它将影响 21 世纪经济和社会的发展。近年来世界资源正以惊人的速度被开发，致使某些资源濒临枯竭。资源的不合理利用和浪费造成了环境污染。受到技术条件的限制，资源只有一部分得到利用，另一部分则作为废弃物被抛弃，进入环境造成环境的污染。要控制环境的污染首先要实现资源的合理利用，使各种成分都能得到利用。资源综合利用主要是对废弃物尤其是固体废弃物的资源化利用。废弃物的利用既可以消除污染、改善环境质量还可以缓和资源和能源的危机。因此从 20 世纪 90 年代以来，废弃物的利用已成许多国家保护环境，发展经济的一项重要重要的方针政策，为此投入了大量的人力和财力，经过努力取得了很好的效果。

我国资源的利用与世界先进水平还有很大的差距，资源没有很好地利用，其代价就是造成环境污染和生态环境的破坏。只有同时重视能源的节约和资源的合理利用，才能有效控制环境污染。和世界各国一样，我国目前排放的废弃物多数是可以利用的。首先要进一步提高对废弃物资源化利用重要性的认识。制定正确的政策，加大科研投入，才能使废弃物为经济发展服务。

化学工业是国民经济发展重要的产业部门，既是基础原料工业，又是加工工业。然而由其生产特点所决定，也是环境污染的“大户”。除了产生大量废水、废气外，固体废弃物具有排放量大，复杂有机物浓度高，危险废物种类多，有毒物含量高等特点，然而，人们在多年实践中发现，固体废弃物既是废物又是宝贵的二次资源，对这些废弃物的利用不仅可以消除环境污染，还可以带来可观的经济效益。这方面的研究和探索具有十分广阔的前景。

进行固体废弃物的资源化利用，需要高科技的技术和手段，并需要相应的设备。我们总结了多年科研的成果，向广大读者推出这本《化工厂废弃物回收利用工艺实例》，书中介绍了硫酸、无机盐、磷肥、氯碱、纯碱、有机化工原料、农药、染料、石油炼制、石油化工等工业固体废弃物资源化利用的工艺流程。

本书第 1 章、第 2 章由张天胜编写，第 3 章由张天胜、王丽编写，第 4 章、第 5 章由侯滨滨编写，第 6 章、第 8 章由厉明蓉编写，第 7 章由张浩编写，第 9 章、第 10 章由郑永丽编写。

杜晓雪同志在整理资料方面给予帮助，在此致以谢意。

由于编者水平有限，书中有不足之处在所难免，请读者提出批评意见。

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 化工固体废物的来源、分类和特征	1
1.2 化工固体废物的污染和危害	5
1.3 化工固体废物控制对策	12
1.4 化工固体废物的资源化	16
第 2 章 硫酸工业废弃物资源化综合利用	20
2.1 硫酸工业废弃物	20
2.1.1 硫铁矿	20
2.1.2 硫铁矿烧渣	20
2.2 硫铁矿烧渣资源化综合利用工艺	22
2.2.1 硫铁矿烧渣生产海绵铁工艺	22
2.2.2 硫铁矿烧渣生产硫酸亚铁工艺	23
2.2.3 硫铁矿烧渣生产三氯化铁工艺	24
2.2.4 硫铁矿烧渣生产铁红工艺	26
2.2.5 硫铁矿烧渣生产铁黑工艺	27
2.2.6 硫铁矿烧渣生产铵铁蓝工艺	28
2.2.7 硫铁矿烧渣生产铁黄工艺	30
2.2.8 硫铁矿烧渣生产聚合硫酸铁 (PFS) 工艺	31
2.2.9 硫铁矿烧渣生产聚合氯化铁铝 (PAFC) 工艺	33
2.2.10 硫铁矿烧渣生产聚合氯化硫酸铁铝 (PAFCS) 工艺	34
2.2.11 硫铁矿烧渣生产软磁铁氧体用氧化铁工艺	35
第 3 章 无机盐工业废弃物的资源化综合利用	37
3.1 硫酸法钛白粉生产废弃物的资源化综合利用	37
3.1.1 钛白粉生产及废弃物产生	37
3.1.2 钛白废酸生产聚合硫酸铁工艺	41
3.1.3 钛白废酸生产硫酸锰工艺	42
3.1.4 钛白废酸生产硫酸锌工艺	43
3.1.5 钛白废酸生产高纯氧化钽工艺	45
3.1.6 钛白废酸生产氯化聚合硫酸铁工艺	47
3.2 其他无机盐工业废弃物的资源化综合利用	48
3.2.1 矾泥生产铵明矾工艺	48
3.2.2 钡渣生产硫酸钡工艺	49

3.2.3	硼泥生产轻质氧化镁工艺	50
3.2.4	电石渣生产硬硅钙石工艺	52
3.2.5	铬渣生产钙镁磷肥工艺	53
第4章	磷肥工业固体废物资源化技术	56
4.1	磷肥工业废弃物	56
4.1.1	磷矿石	56
4.1.2	磷石膏	56
4.1.3	含氟酸性硅胶	57
4.1.4	磷泥	57
4.2	磷肥工业固体废物资源化综合利用工艺	57
4.2.1	磷石膏生产硫酸铵工艺	57
4.2.2	磷石膏生产硫酸钾工艺	59
4.2.3	磷石膏生产硫酸工艺	60
4.2.4	含氟酸性硅胶生产冰晶石工艺	62
4.2.5	含氟酸性硅胶生产氟硅酸镁工艺	64
4.2.6	含氟酸性硅胶生产氟化钠工艺	65
4.2.7	含氟酸性硅胶生产高纯二氧化硅工艺	67
4.2.8	含氟酸性硅胶生产氟硼酸工艺	68
4.2.9	磷泥生产次磷酸钠工艺	70
4.2.10	磷泥生产磷酸工艺	71
第5章	氯碱工业固体废物资源化技术	74
5.1	氯碱工业废物	74
5.1.1	电石	74
5.1.2	乙烯	75
5.1.3	原盐	75
5.1.4	电石渣(浆)	75
5.1.5	盐泥	75
5.2	氯碱工业固体废物资源化综合利用工艺	75
5.2.1	电石渣生产氯酸钾工艺	75
5.2.2	电石渣生产纳米碳酸钙工艺	77
5.2.3	电石渣生产过氧化钙工艺	78
5.2.4	电石渣生产二水硫酸钙工艺	79
5.2.5	电石渣生产高效漂白粉工艺	81
5.2.6	电石渣生产无水氯化钙工艺	82
5.2.7	电石渣生产氧化钙工艺	84
5.2.8	盐泥生产硫酸钡工艺	85
5.2.9	盐泥生产七水硫酸镁工艺	87
5.2.10	盐泥生产轻质氧化镁工艺	88

第 6 章 纯碱工业废弃物资源化综合利用	91
6.1 纯碱工业废弃物	91
6.2 纯碱生产资源化综合利用工艺	92
6.2.1 氨碱法废盐泥制轻质碳酸镁工艺	92
6.2.2 盐泥制取轻质氧化镁工艺	94
6.2.3 氨碱厂废渣生产建筑材料工艺	95
6.2.4 氨碱厂废渣生产钙镁肥工艺	97
6.2.5 蒸氨废液制备氯化钙和再生盐工艺	98
6.2.6 联碱废液与水玻璃制取白炭黑工艺	101
6.2.7 利用氨碱厂废清液兑卤晒盐工艺	103
6.2.8 氨碱废渣制建筑胶凝材料工艺	104
6.2.9 废渣制碳酸化砖工艺	105
6.2.10 利用蒸氨废液生产纳米级碳酸钙工艺	107
第 7 章 有机化学工业废弃物的资源化综合利用	109
7.1 概述	109
7.2 有机化学工业废弃物的资源化综合利用工艺	110
7.2.1 聚乙烯醇生产中的醇解废液制取醋酐工艺	110
7.2.2 邻苯二甲酸二丁酯生产中的废弃循环醇制取丁醚工艺	112
7.2.3 丁辛醇生产废液制取丁醇和丁醛工艺	113
7.2.4 苯酐生产中氧化尾气制反丁烯二酸工艺	115
7.2.5 环己烷氧化副产物制取己二酸二异辛酯工艺	116
7.2.6 从氧乐果合成废水中回收甲醇和一甲胺工艺	118
7.2.7 季戊四醇母液回收甲酸钠工艺	120
7.2.8 喹吖啶酮颜料废水生产磷酸氢钙工艺	121
7.2.9 氯乙酸母液生产尿囊素工艺	122
7.2.10 纯苯釜残液和酸焦油生产石油树脂工艺	124
7.2.11 碱式溴化镁废渣生产溴乙烷工艺	126
7.2.12 精对苯二甲酸装置乙酸甲酯回收与利用	127
第 8 章 农药与染料工业废弃物资源化综合利用	129
8.1 概述	129
8.2 农药与染料生产资源化综合利用工艺	130
8.2.1 氯乙酸母液氢解制氯乙酸	130
8.2.2 氯乙酸母液酯化制取氯乙酸甲酯	131
8.2.3 从间苯二胺生产精制工序废水中回收邻氨基苯磺酸	132
8.2.4 双乙烯酮残液深加工制取乙酸丁酯工艺	134
8.2.5 分散藏青偶合母液的综合利用	135
8.2.6 利用氯仿下脚料(白灰膏)生产甲酸钠	137
8.2.7 从水杨酸异丙酯废渣中回收水杨酸	139

8.2.8	从活性艳蓝 K-NR 含铜废渣中回收硫酸铜	140
8.2.9	硫化氢碱液吸收制硫化钠	142
8.2.10	氯乙酸母液酯化制取羧甲基纤维素 (CMC) 钠	143
第 9 章	石油炼制工业废弃物资源化综合利用	146
9.1	石油炼制工业废弃物	146
9.2	石油炼制工业废弃物综合利用工艺	147
9.2.1	废碱液生产环烷酸工艺	147
9.2.2	废酸液生产硫酸工艺	149
9.2.3	废铂催化剂回收海绵铂工艺	150
9.2.4	废催化剂中制备铋工艺	152
9.2.5	废催化剂中制备钨酸铵工艺	154
9.2.6	废催化剂中制备五氧化二钒工艺	155
9.2.7	废酸液制备沥青工艺	157
9.2.8	石化液化气废碱液生产硫化钠工艺	158
9.2.9	润滑油废白土制备建筑密封剂工艺	159
9.2.10	废催化剂生产釉面砖工艺	161
第 10 章	石油化工和化纤废弃物资源化综合利用	164
10.1	石油化工工业废弃物	164
10.2	化纤工业废弃物	164
10.3	石油化工和化纤废弃物资源化综合利用	165
10.3.1	己二酸废酸液中回收戊二酸工艺	165
10.3.2	废催化剂中制备海绵钼工艺	166
10.3.3	废催化剂中制备银工艺	168
10.3.4	有机氯化物中回收二氯乙烷的工艺	169
10.3.5	涤纶废丝合成混合苯二甲酸二丁酯的工艺	171
10.3.6	废催化剂中回收铈的工艺	172
10.3.7	废催化剂中回收乙酸钴工艺	174
10.3.8	尼龙 66 盐废液回收尼龙 66 盐工艺	175
10.3.9	废催化剂中制备硫酸镍的工艺	176
10.3.10	蒸馏法回收杂醇油废液中的甲醇工艺	178
参考文献		180

第 1 章

概 论

1.1 化工固体废物的来源、分类和特征

化工固体废物系指在工业生产期间的各种化学反应过程中所产生的固体、半固体或浆状废弃物以及一些不合格的产品和中间产品、副产物、失效催化剂、废添加剂、未完全反应的原料、原料杂质等；还包括直接由反应装置中排出的，或在产品精加工、分离、洗涤时排出的工艺废物；除此之外，尚有在成品生产过程中，为防止污染环境而配置的废气净化设施所捕集的各种粉尘和尘泥；处理生产废水所产生的沉渣和污泥；各种反应设备的检修和事故泄漏所产生的固态废物以及报废的旧设备、反应器装置、化学品容器和本行业中的工业垃圾等。

表 1-1~表 1-4 列出化学及相关工业主要化工固体废物的状况。

表 1-1 化学工业主要固体废物

行业名称及产品		生产方法及过程	主要固体废物	产生量/(t/t 产品)
磷肥工业	黄磷	电炉法	电炉炉渣	8~12
	磷酸	湿法	磷石膏	3~4
纯碱工业		氨碱法	蒸馏废液	9~10m ³ /t
氯碱工业	烧碱	水银法	含汞盐泥	0.04~0.05
		隔膜法	废石棉、盐泥	0.004~0.005
	聚氯乙烯	电石乙炔法	电石渣	1~2
			含汞催化剂	0.0014
			卤代烃高沸物	0.002
铬盐		氧化焙烧法	铬渣	1.8~3
			含铬芒硝	0.5~0.8
			含铬硫酸氢钠	1.35
硫酸工业		硫铁矿制硫酸	硫铁矿烧渣	0.7~1.0

续表

行业名称及产品		生产方法及过程		主要固体废物	产生量/(t/t 产品)
有机原料及合成材料工业	醋酸	乙醛氧化制乙酸		精馏塔残液及侧线副产丁烯醛	
		乙醛氧化制 HAc		回收烃残液	
	丁二烯	DMF 抽提法		精制残液、焦油	
		丁烯氧化脱氢法		焦油、醛、烃	
	乙醛	乙烯直接氧化法		精馏残液及侧线高沸物	
		乙醛水合法		含汞废催化剂	
		乙醇氧化法		精馏残液	
	环氧乙烷及乙二醇	乙烯直接氧化法		多乙二醇、含银废催化剂	
	环氧乙烷	乙烯氯化(钙法)		皂化废渣	3
	丙烯腈	氨氧化法		浓缩残液、反应系统废硫酸液	
	环氧丙烷	氯醇法		皂化废渣、二氯丙烷残液	
	环氧氯丙烷	丙烯高温氯化法		皂化废渣、精馏塔和回收塔残液	
	苯酚丙酮	异丙苯法	烃化	异丙苯、焦油	
			回收	酚、酚钠	
	季戊四醇	低温缩合法		高浓废母液	2~3
无机盐工业	聚甲醛	聚合法		稀醛液	3~4
	聚四氟乙烯	高温裂解法		蒸馏高沸残液	0.1~0.15
	氯丁橡胶	电石乙炔法		电石渣	3.2
	黄磷	电炉法			
				磷泥	0.1~0.15
	氰化钠	氨钠法		氰渣	0.05
	钡盐	还原法生产碳酸钡		钡渣、钡泥	1.1
	锌盐	直接法生产硫酸锌		浸取渣、碘、镉、铁渣	
	钛白粉	硫酸法		废酸、废硫酸亚铁	
	氮肥工业				
染料工业	合成氨	煤造气		炉渣	0.7~0.9
	还原艳绿 FFB	苯绕蒽酮缩合法		废硫酸	14.5
	双倍硫化青	二硝基氯苯法		氧化滤液	3.5~4.5

表 1-2 石油行业主要固体废物的名称及来源

序号	产生废物工种(污染源)		产生的主要固体废物名称
1	石油炼制		酸性废液、碱性废液、废催化剂、页岩渣
2	石油化工		有机废液、废催化剂、氧化锌废渣、污泥
3	石油化纤		有机废液、酸性废液、碱性废液、聚酯废料
4	供暖、新鲜、循环水系统		水处理絮凝沉淀泥渣、沉淀物
5	废水及泥渣处理车间		油泥、浮渣、剩余活性污泥、焚烧灰渣
6	机械、电器、仪表修理车间		报废设备、报废器具、检修废弃物等

表 1-3 石油化工行业所排出主要固体废物的源头、化学组分及含量

产品	固废类别	废物主要组分与含量(质量)/%
乙烯	废碱液	Na_2S 10~12; NaCO_3 4~5; NaOH 1~3
	废黄油	烃类聚合物
	废催化剂	Pd 、 Ni 、 Al_2O_3 等
	干燥剂	分子筛活性氧化铝
汽油加氢	废催化剂	Fe 0.004 Co 3.33
苯、甲苯	废白土	含微量烯烃及芳烃
	环丁矾	环丁矾及烯烃聚合物
乙醛	压滤机滤饼	固态乙醛衍生物
醋酸	醋酸锰残渣	醋酸 66; 醋酸酯类 24.5; 醋酸锰 9.5
环氧乙烷	多乙二醇	多乙二醇聚合物
乙二醇	EO 反应催化剂	Ag 15
丙二醇	废石灰渣	CaCO_3 97; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ <2; 有机物 <1
甘油	废活性炭	活性炭有机物
	食盐	甘油
苯酚丙酮	酚丝油	多异丙苯酚、苯乙酮
间甲酚	焦油	苯乙烯 10~15; 高聚物 20~25; 苯酚
	磷酸催化剂	磷酸及烃
	废吸附剂	分子筛、芳烃
	$\text{Al}(\text{OH})_3$ 渣	$\text{Al}(\text{OH})_3$ 、有机物
	焦油	有机物
烷基苯	氟化铝	AlF_3
	氟化钙	CaF_2
	泥脚	烯烃、氧化铝及苯合物 20~26

表 1-4 化纤行业所排出固体废物的类别及主要组分

固废类别	主 要 组 分
化学废液	废硅藻土、乙醛、酯酸渣、二元酸、醇酮、硫胺、硫酸钠、碱渣、无规聚丙烯、精对苯二甲酸、DMT、EG 残渣、B 酯
废催化剂	钴、锰、镍、银、铂、铂铑网
聚合单体废块、废丝	涤纶、锦纶、腈纶、维纶、丙纶的单体废块、废条及废丝
石灰石渣	酸性废水中和沉淀渣
污泥	油泥、浮选渣、预沉池底泥、剩余活性污泥

化工固体废物具有以下特征。

(1) 排放量大 化学及相关石油等工业固体废物产生量巨大。据统计, 2004 年全国工业固体废物产生总量为 12 亿吨, 石油和化工的固体废物产生量居第五位。石油化工的原料是石油, 在加工过程中每处理 8000 万吨的原油, 就要损失 20 万

吨，为总量的 0.25%。损失的油除通过水、气流失外，大部分流失在固体废物中，如油品精制工艺排出的废碱液中，油含量高达 5%~10%。化学工业的固体废物的产生量和组成随着产品品种、生产工艺、装置规模和原料质量不同而有较大的差异。由表 1-5 可见，化工生产固体废物产生量较大，据化工部门统计，我国用于化工生产的原料，有 2/3 变成废物，最终有 1/3 成为化工固体废物。2005 年我国涉及石油和化工的固体废弃物统计数据见表 1-5。

表 1-5 2005 年我国涉及化工固体废物产业统计数据

项 目	工业固废产生量 /万吨	工业固废贮存量 /万吨	工业固废排放量 /万吨
石油、天然气开采业	149	5	1
石油加工、炼焦、核燃料加工	1841	92	53
化学原料、制品制造	9233	1467	70
化学纤维工业	342	8	1

(2) 组成复杂，有机物浓度高 化工固体废物组成复杂，有机物浓度高，如石油炼制工业排出的废碱液中，环烷酸达 10%~15%，酚高达 10%~20%，油高达 5%~10%。在石油化工、化纤行业产生的废物大多数为有机物，包括有机酸、醛醇、酮、酯、醚等，如在环氧乙烷生产中排出的有机氯废液，有机氯含量高达 60%。对苯二甲酸二甲酯残液中，对苯二甲酸二甲酯含量也在 11%以上。

(3) 危险废物种类多、有毒物含量高 化工固体废物中，有相当一部分具有急性毒性、反应性、腐蚀性，对人体健康和环境有严重危害或潜在危害。据《国家工业危险废物名录》中所列 47 种工业危险废物，与石油和化工有关的近 40 种，如石油炼制时产生的酸碱废液，不仅含有油、环烷酸、酚、沥青等有机物，还含有毒性和腐蚀性很大的游离酸、碱和硫化物。其 pH 低时可达 1~2，高时可达 12。COD 为 30000~70000mg/L，甚至更高。化学工业中产生的固体废物大多数属于危险性废物，有毒物含量很高，如铬渣、磷渣、氰渣、无机盐废渣（锌、铅、镉、砷、钡等）、蒸馏残液（苯、苯酚、腈类、硝基苯、芳香胺类、有机磷农药等）及含汞废催化剂等，如得不到有效的处理，会对人体和环境构成很大的威胁。

(4) 废物资源化可能性大 化工固体废物中含有很多有用的物质，因此又是可贵的二次资源，进行资源化综合利用可能性很大。在废催化剂中含有贵金属和稀有金属铈、银、钴、铼等，只要采取适当的加工方式，就可从废催化剂中回收价值昂贵的金属，获得很高的经济效益。石油炼制的废碱液，已成为生产环烷酸、粗酚的原料。磷肥工业废弃物磷石膏用于制取硫酸联产水泥已实现工业化，磷石膏还可以用于制取水泥缓凝剂、土壤改良剂、早强水泥等。聚酰胺纤维生产企业已实现从乙二酸废液中回收二元酸、乙二胺废液中回收环乙亚胺、乙二胺焦油中制取系列化工产品的工业化生产。这些废弃物的利用，不仅消除了对环境的污染，还有很高的

经济效益。

现阶段化工固体废物没有得到很好的利用，有的是缺乏资源化技术，有的虽有技术，但经济上没有过关。随着国民经济的迅速发展，科学技术的不断进步，化工固体废物逐渐实现资源化综合利用，实现变废为宝是今后努力的方向。

1.2 化工固体废物的污染和危害

在自然条件影响下，化工固体废物的露天堆存和处置不当，会使固体废物中有害成分进入大气、水体和土壤，参与生态系统的循环，产生了潜在的、长期的危害性。化工固体废物尤其是有害废物进入环境，通过各种途径危害人体健康。化工固体废物中所含化学物质致病的途径见图 1-1。

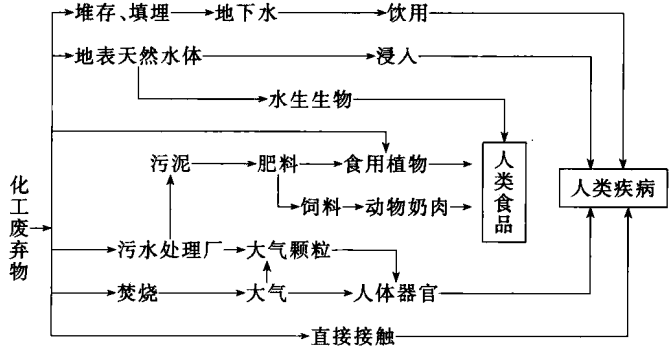


图 1-1 化工固体废物中化学物质致病途径

化工固体废物污染有其特点。首先，这类废弃物的污染具有长期性、呆滞性。这些废弃物不流动、难扩散、挥发性差，因而难为外界所自净或同化。长期堆积对周围环境带来持续污染和破坏，并在外部条件作用下，带来重复性污染和二次污染。因此，这些废弃物对周围环境的污染和破坏是长期的。

其次，化工固体废物对环境的污染具有间接性。主要是这类废弃物很少直接对环境进行污染，大多数情况下是通过物理、化学、生物等途径，转化为其他形式对环境进行污染和破坏的。二次污染及重复污染就是典型代表。

另外，化工固体废物的污染具有隐蔽性。这是由间接性的特点导致的。因为固体废物对环境的污染和破坏总是在一个不定条件下产生的，并且通常以其他形式表现的，因此它对环境造成的影响通常人们难以察觉。

正是这些特点，给化工固体废物的污染防治工作带来诸多不利。其一，人们忽视这些废物污染的危害，从而导致人们对固体废物污染意识普遍滞后。其二，很难对污染进行定量分析，缺乏像大气污染、水污染防治那样完整的污染标准体系，给防治工作带来很大困难。其三，增大了防治工作量、技术难度和投资额。正是基于

此，固体废物量年年递增，而防治工作却裹足不前。

相比于城市生活垃圾，造成污染危害的工业固体废物成分相对较简单。处理处置通常是分类进行的，所以对环境的危害通常在特定地区表现出来的是特定类别的污染危害。这与城市生活垃圾通常是混合收集混合处理处置有所不同。

化工固体废物区别于城市生活垃圾及农业固体废物，更具有一些特点，如化工固体废物通常污染危害更加严重。由于其来源于工业生产，成分中有毒有害的组分相比于城市生活垃圾浓度通常更高，污染物更集中。因此，一旦造成污染危害，其程度更加严重。

综上所述，化工固体废物对环境一旦造成污染危害，其危害程度通常较严重，因此需要加以严格控制解决治理问题。

化工固体废物来源于工业生产过程，其成分复杂，然而又是一种被废弃的宝贵资源。化工、石油等行业废弃物中多数含有重金属以及有机有毒污染物，若处置不当则会造成严重的环境污染。这些废弃物不像废水、废气那样到处迁移、扩散，大量排放和堆积占用了大量的土地，造成废弃物与工农业生产以及人们居住争地的矛盾，浪费了大量土地资源。另一方面它还通过各种途径污染大气、水体、土壤和生物环境，危害人体健康，现已成为世界公认的突出的环境问题之一。它们对于环境影响表现在以下几方面。

(1) 侵占土地 化工固体废物产生以后，须占地堆放，堆积量越大，占地越多。据估算，每堆积 1 万吨渣约须占地 1 亩。到 1994 年，我国工矿业废渣、煤矸石、尾矿堆累积量就达 66 亿多吨，占地 90 多万亩。我国许多城市利用市郊设置垃圾堆场，也侵占了大量农田。

(2) 对水环境的污染 有不少国家的主管部门容许将固体废物直接倾倒入河流、湖泊或海洋里，甚至将海洋当成处理固体废物的天然场所。这是一种不负责任的做法，与国际公约相违背，理应受到指责。将固体废物随意地弃掷于水体，必然会使水体受到污染，直接危害水生生物的生存条件，并对水资源的利用产生恶劣的影响，使人体健康受到威胁。除此以外，堆积的固体废物在雨水的浸渍下，其中的有机物质会发生一系列的腐化和分解，通过复杂的作用所产生的渗析液连同有害成分（包括重金属元素等）在土壤中的迁移转化，将对周围地区，特别是地下水系统产生严重的污染。

地表或地下水源的水体受到污染，不仅使净化工作增大难度，影响人们对水源的使用，而且还会使下游水域的土壤受到污染。更要引起重视的是，向水体倾倒固体废物还将缩减江、河、湖等流域水面或岸面的有效面积，从而使其本应发挥的排洪和灌溉能力有所降低，这就是此种不法行为负面效应的具体表现。据我国有关单位估计，由于我国的江湖中有大量固体废物倾入，20 世纪 80 年代的水面较之前的 30 年减少了 133hm^3 （合 2000 多万亩）。目前我国许多地区每年仍有成千上万吨的固体废物被扔进江湖之中，这种违法现象，从各方面来说都是应该绝对加以禁

止的。

(3) 对大气环境的污染 在自然的气候、风力和水文等作用下，露天固体废物堆置场中的细小颗粒，特别是降尘和粉尘等粒子可随风飞扬，并带着固有的臭味在空中扩散，从而对大气环境造成污染。在发生 4 级以上风力时，粒径在 $1\sim 1.5\mu\text{m}$ 以上的粉尘将出现剥离，其飘扬高度可在 $20\sim 50\text{m}$ 以上，扩散的距离可在下风向的数公里以外。在风季期间，这种弥漫的颗粒物能使平均视程降低 $30\%\sim 70\%$ 。更有甚者，如若所堆置的废物中含有某些有机物质，通过降解等化学反应，还会产生毒害性气态物质和恶臭，致使大气环境的污染进一步加重。

上述的大气污染带有地区性，但若固体废物的堆置是无组织的，不难想像这种污染的影响将后患无穷。此外，它的另一种污染危害是废物填埋场中逸散的气体（沼气）所产生的。这种气体若无组织地任其排出，则会在场地及其附近地带的上层空间夺取并消耗游离的氧原子，从而使场地上所种植物衰败；若是再植或更新品种，还将产生相同的结果。此外，如遇适当的条件，逸出的沼气还会因自燃而影响消防安全。

(4) 对土壤的污染 化工固体废物中的污染物质通过大气、水体和生物向土壤环境输入有毒物质，使其受到污染。在土壤环境中，若是毒物的输入速度和积累量超过环境的自净能力，将导致其正常功能的失调和质量的下降，进而使土壤生态发生变异，引发污染物的迁移转化，通过食物链最终影响到人类健康。因此，当土壤所含污染物的量超过其自净能力，或当污染物在土壤中的积累量超过一定标准时，土壤环境就要受到污染。

根据输入土壤环境的污染物性质，大致可将其分为有机污染物和无机污染物两类。

① 有机污染物 污染土壤的有机污染物主要有：人工合成农药、酚类物质、氰化物、石油、稠环芳烃、洗涤剂、高浓耗氧有机物等。其中尤以有机氯农药、有机汞农药、稠环芳烃等性质稳定，在土壤中不易分解，易积累者，危害性大。

② 无机污染物 污染土壤的无机污染物主要有：重金属（汞、镉、铅、铬、铜、锌、镍）和类金属（砷、硒等）、放射性元素（ $^{137}\text{铯}$ 、 $^{90}\text{锶}$ 等）以及氟、酸、碱、盐等。其中尤以重金属和放射性元素的污染，因其具潜在性、长期性和易被吸收性而危害最为严重。

对土壤环境污染的污染物种类和来源极其广泛，在土地表面的随意堆放、处理或处置，不仅占用良田，而且通过大气的扩散或雨水的淋析，还会使周边地区的土壤受到污染。主要造成土壤环境受重金属、油类、病原菌或某些有毒害有机物的污染，其潜在危害是严重的。

从广义而言，固体废物无论是对大气或是对水体的污染，最终要使土壤环境受到影响。因此，固体废物的污染问题带有全方位性，并皆由于对其处理处置不当所引起。固体废物处理过程及有关管理工作中引发污染物（包括重金属、有毒化学

物、生物肢体等有机物)的迁移和转化,在水力、风力、气流等共同作用下,可使广大范围的环境直接受到污染。

(5) 对人体健康的危害 化工固体废物种类繁多,其潜在危害具有多样性特点。根据物质的化学特性,当某些具不相容性的物质相互混合时,就有可能立即产生不良的反应,其中包括:热反应(燃烧或爆炸)、产生有毒气体(如硫化氢、氰化氢、氯气等)、产生可燃性气体(如氢气、乙炔等)等。当人体皮肤与废酸或废碱接触,即将出现烧灼性腐蚀反应。若贮存未经适当处理的盛过化学物品的空容器,或是对它的管理不善,都能产生严重的扩散污染后果。特别是对化学废弃物不加区分地堆置或处理,将会产生何种恶劣局面是难以预料的。以上的一些情况都是人们身边极易出现的。说到底,化工固体废物对人体健康的危害影响应当给予足够重视。

化工固体废物中的污染物质一旦进入人体以后,其危害程度与进入量大小和肌体的代谢过程有关,污染物侵入人体的毒性浓度越高,对肌体的损害越大;肌体的代谢过程包括吸收、输运与分布、转化和排泄四部分。污染物通过肌体吸收传进血液,经过血液的转运分布于全身各组织,再通过这些组织的不同功能进行转化或排出体外。

以下是几种污染物对人体健康带来的危害。

① 汞 汞进入人体以后,先经肺泡膜的扩散,再通过血液输往各器官组织,并极易在中枢神经系统、肝及肾内积蓄。通常其早期轻症属功能性,可恢复,而晚期重症多为器质性,恢复较难。其主要症状为震颤、情绪失常、四肢麻痹等,尚有牙龈炎、口腔炎等。

汞中毒以有机汞化合物中的甲基汞的毒性最为严重,这类化合物易溶于脂肪,并在器官内积蓄。其在体内的半衰期约为70~74天。所引起的脑动脉硬化症(俗称“水俣病”),病状为中枢神经系统严重损伤、四肢麻痹、小脑性共济失调、失明等,重患者会致残或死亡。需要特别注意的是它的遗传性损害,当人体中甲基汞浓度达到危害脑部组织的水平时,会损及染色体从而带来遗传性破坏作用。

② 镉 摄入的镉可经由呼吸道透过肺泡进入血液,再通过与血红蛋白及金属硫蛋白结合进入组织细胞,主要分布于肾脏、肝脏和肺组织中。

在所有微量元素中,镉对人体健康的威胁最大、影响最广,实际上它对所有器官和功能都是有毒的。不管体内已积蓄了多少,它还能被吸收。镉中毒的征象主要为动脉硬化性肾萎缩或慢性球体肾炎。食用过多时,镉能进入骨质取代钙,由于缺钙而引起骨骼软化和变形,严重者可致骨折。

其所引起的蓄积性慢性中毒症状是:早期表现为倦怠乏力、头痛头晕、神经质、鼻黏膜萎缩和溃疡、咳嗽、胃痛和体重减轻等,随后可出现肺气肿、呼吸机能降低、尿蛋白和肾功能减退等病情。此外,还可导致患者周身骨骼疼痛、骨质疏松或软化、肾结石、肝脏损害和贫血等症状。

有关铬中毒的急性症状：无论是由职业性或食用所引起，都可能在摄入 4~5 小时后出现恶心、呕吐、腹痛或腹泻等症状，更重者伴有头痛、眩晕、大汗、手和上肢感觉障碍，甚至抽搐，但一般恢复较快。据报道，摄入量达到 10mg 时所引起的症状近于死亡。

③ 铬 铬化合物能以多种形式造成人体危害，其六价化合物对消化道和皮肤具刺激性，能引起全身中毒、皮炎和湿疹、致过敏、致癌等。

环境中的铬可通过呼吸道、肠胃道、皮肤和黏膜进入肌体。当吸入铬化合物气溶胶时，可引起黏膜损害，其突出表现为鼻中隔充血、糜烂、溃疡乃至穿孔。接触性皮炎发生于手背、腕、前臂等外露部位，以红斑、丘疹为主，在过敏性增高时，也可见于接触以外的部位。若皮炎经久不愈或反复发生，可转变为湿疹，并可拖延达数年之久。

经口摄入的铬吸收的部分分布于肝、肾和骨骼内。六价者可透过红细胞膜与红蛋白结合进入血液。通过消化道进入的铬化合物，可引起恶心、呕吐、腹痛，有的还会出现中毒性肝炎、肾炎和继发性贫血等症状。

铬及其化合物为常见致敏物，可引发支气管性哮喘，还能发生面部或躯体上部水肿、呼吸困难、体温升高、咳嗽、肺中出现干啰音及红白细胞增多等。

长期接触铬化合物会出现慢性中毒，其症状为头痛、消瘦、胃肠道炎症性和溃疡性疾病、卡他性肺炎等，也可引起肾脏疾患。

近年来，铬化合物的致癌作用，特别是从事含铬化合物生产的工人中肺癌发病率的增高，已被引起广泛的重视。铬已成为公认的、尤以难溶于水的铬酸盐粉尘和氧化铬为最主要的致癌物质。

④ 砷 环境中的砷化合物可通过呼吸道、消化道或皮肤接触摄入体内，蓄积、分布于各组织中。以头发中的砷含量为最高。

砷化合物的致毒作用，主要是因其与人体细胞中的酶结合，使该系统的正常工作受到障碍而影响细胞的代谢，进而引起神经系统、毛细血管和其他系统的功能性及器质性病变。

砷的毒性与其化学性质有关，有机砷毒性较弱，五价砷离子的毒性不强，最毒者为三价砷离子。若吸入的是前者，在体内还原成三价方可发生毒性作用。因此，砒霜、三氯化砷、砷化氢、亚砷酸等均有剧毒性。

由于环境污染引起的砷危害具有积累性，中毒症状常可在数年后出现，长时间摄入少量砷能引发慢性中毒。其主要征象为皮肤出现病变，神经、消化和心血管系统发生障碍，并有腹痛和呕吐现象。严重时，患者呼吸困难，并可因循环衰竭和虚脱而致死。

砷急性中毒的症状：若系经口摄入，主要为剧烈腹痛、呕吐、腹泻，同时还可能出现血尿、尿闭，伴有血压下降、心肌损害、循环障碍，随之休克。若是从呼吸道吸入，则将刺激呼吸道黏膜、咳嗽、胸痛、呼吸困难。若系神经系统受损时，症