

土壤污染重点监管单位隐患排查技术指南
（第 2 部分：肥料制造业）
编制说明

目录

一、项目背景.....	1
(一) 任务来源	1
(二) 工作过程	1
二、标准编制必要性分析	4
(一) 落实国家隐患排查要求	4
(二) 提升肥料制造业隐患排查工作成效	4
(三) 满足当前环境管理需求	5
(四) 完善我省生态环境标准体系	6
三、山东省重点监管单位土壤污染隐患排查工作概况	8
(一) 全省工作进展	8
(二) 肥料制造行业情况	9
(三) 隐患排查工作开展情况	39
四、国（省）内外相关工作情况	41
(一) 国外相关工作进展	41
(二) 国家相关工作进展	43
(三) 其他省份相关政策标准	46
五、标准编制总体思路、原则和技术路线	49
(一) 总体思路	49
(二) 编制原则	49
(三) 技术路线	51

六、标准主要技术内容	53
(一) 关于适用范围	53
(二) 关于总体要求和工作程序	54
(三) 关于排查范围	55
(四) 关于现场排查	65
(五) 关于隐患整改及自行监测方案	67
(六) 关于档案建立与应用	68
七、标准实施的效益和经济技术可行性分析	69
(一) 效益分析	69
(二) 经济技术可行性	69

一、项目背景

(一) 任务来源

为落实《中华人民共和国土壤污染防治法》《工矿用地土壤环境管理办法(试行)》要求,2021年山东省依据国家《重点监管单位土壤污染隐患排查指南(试行)》(生态环境部公告2021年第1号)对所有重点监管单位开展了一轮隐患排查,但由于各行业生产工艺、构筑物 and 布局、特征污染物等存在明显的差异,开展隐患排查的社会第三方对于这些差异的理解有限,采用统一的隐患排查指南导致了排查工作针对性不强,不够深入,效果不够理想,很多的隐患问题被忽略。

为提高工作质量和效率,为隐患排查等环境管理和环保义务落实提供更有针对性的指导,省生态环境厅设立《土壤污染重点监管单位隐患排查技术指南 第2部分:肥料制造业》项目,并通过省市场监管局立项,由省生态环境规划研究院组织开展标准编制工作。

(二) 工作过程

接到任务后，我单位立即组建标准编制组，根据时间节点要求，制定具体的工作计划。

1.资料收集阶段。主要是收集整理相关法律法规、政策标准等，汇总分析大量文献资料，了解发达国家政府相关部门、科研机构等在污染地块隐患排查方面的工作进展和取得的先进经验；掌握国家层面及其它省份土壤污染重点监管单位隐患排查工作的现状、存在的问题、解决方案等，为我省编制技术指南提供基础资料。

2.现场调研阶段。主要是针对我省肥料制造行业企业发展现状进行全面了解，掌握企业的原辅料、产品、工艺、产污环节以及治污措施等相关情况，了解企业自行开展隐患排查的情况。在此基础上，确定标准编制思路和技术路线，并拟定调研方案，确定下一步工作计划。

3.草案和开题报告编制阶段。在前期资料收集和调研基础上，按照《国家生态环境标准制修订工作规则》《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》

(GB/T1.1-2020) 《山东省生态环境厅生态环境标准制修订

工作规则》等相关文件要求，编制《土壤污染重点监管单位隐患排查技术指南 第2部分：肥料制造业》草案和开题报告，并提出标准编制过程中需要讨论的重大问题。

4.文本和编制说明编制阶段。根据专家意见进一步加强调研，补充相关数据资料，与当地生态环境主管部门开展座谈，编制标准文本和编制说明征求意见稿。召开专家座谈会，评审通过后提交验收。

二、标准编制必要性分析

（一）落实国家隐患排查要求

《中华人民共和国土壤污染防治法》明确规定土壤污染重点监管单位应当履行“建立土壤污染隐患排查制度,保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散”的义务。《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》要求土壤污染重点监管单位建立土壤污染隐患排查制度，定期对重点区域、重点设施开展隐患排查。2021 年生态环境部印发了《重点监管单位土壤污染隐患排查指南（试行）》（生态环境部公告 2021 年第 1 号）（以下简称《指南》），为重点监管单位依法建立土壤污染隐患排查制度，规范开展隐患排查和整改，提供了参考依据。通过土壤污染隐患排查，及时发现土壤安全隐患，及早采取措施消除隐患，管控风险，防止污染扩散和加重，降低后期风险管控和修复成本。针对山东省重点行业，编制符合山东省省情的隐患排查指南，能够进一步督促企业落实隐患排查法定义务。

（二）提升肥料制造业隐患排查工作成效

2021 年山东省共有土壤污染重点监管单位 1415 家，其中肥料制造业 6 家；2022 年全省共有土壤污染重点监管单位 1924 家，其中肥料制造业 22 家。2021 年，我省已根据国家《指南》对所有重点监管单位开展了一轮隐患排查，但由于各生产工艺、原辅材料、构筑物 and 布局、特征污染物等存在明显的差异，《指南》对于隐患排查工作的相关要求不够深入和细致，开展隐患排查的社会第三方对《指南》理解有限，对于不同类型的企业关注点不够准确和全面、且缺少针对性，容易忽略行业内部特征。因此，结合肥料行业特色，制定专门的隐患排查指南，进一步指导系统完善、有针对性的隐患排查工作，及时发现土壤污染隐患并采取措施消除或者降低隐患，提升重点监管单位用地风险预警和防控水平，保障我省重点行业企业的用地安全。

（三）满足当前环境管理需求

党的二十大报告提出要加强土壤污染源头防控；生态环境部《“十四五”土壤、地下水和农村生态环境保护规划》提出有序推进建设用地土壤污染风险管控与修复；《山东省“十

四五”生态环境保护规划》要求防范工矿企业新增土壤污染，落实土壤污染隐患排查制度；《山东省深入打好净土保卫战行动计划（2021-2025 年）》要求加强土壤污染重点监管单位环境监管，严格建设用地风险管控与修复。土壤污染重点监管单位土壤隐患排查工作是做好污染物源头防控的基础，是有效发现并切断污染物迁移的重要保障。制定分行业土壤污染隐患排查技术指南，能够指导企业掌握土壤隐患排查要点和细则，帮助土壤污染重点监管单位准确发现重点场所或者重点设施设备污染隐患，推动我省土壤生态环境保护，满足环境管理需求。

（四）完善我省生态环境标准体系

生态环境标准是环境管理的重要依据，我省目前现行有效的生态环境标准共 70 余项，土壤污染防治类标准较少。在编标准涉及土壤污染防治的有《土壤污染修复工程二次污染防治技术规范》《受污染耕地修复技术评价规范》以及《建设用地土壤污染状况现场抽测技术指南》，均不涉及隐患排查相关内容。为科学指导我省肥料制造在产企业土壤污染隐

患排查工作，填补我省生态环境标准在该领域的空白，加强土壤污染防治标准体系建设，有必要针对我省肥料制造行业制定隐患排查技术指南，完善我省生态环境标准体系。

三、山东省重点监管单位土壤污染隐患排查工作概况

(一) 全省工作进展

山东省高度重视土壤隐患排查工作，自《重点监管单位土壤污染隐患排查指南（试行）》发布以来，迅速部署、扎实推进，试点工作取得积极成效。一是录制培训视频，对全省市、县（市、区）两级土壤环境管理人员、部分执法人员、1415家重点监管单位有关人员共计11000余人进行了土壤污染隐患排查视频培训。二是试点先行、以点带面，组织青岛、威海、临沂、德州等市率先开展试点，在总结经验基础上，有序推进，全面铺开。三是加强帮扶指导，联合省自然资源厅开展了以土壤污染重点监管单位管理为重点内容的土壤环境管理工作帮扶。

2021年8月，印发《山东省深入打好净土保卫战行动计划（2021-2025年）》，要求全省1415家土壤污染重点监管单位在2021年年底前应完成一轮隐患排查，制定整改方案并落实。新增纳入土壤污染重点监管单位名录的单位，在一年内应开展隐患排查，2025年年底前，至少完成一轮隐患排

查。截至目前，我省已完成全部土壤污染重点监管单位的隐患排查工作并开展了隐患排查“回头看”工作。2022 年，我省共有土壤污染重点监管单位 1900 余家，将于年底前完成排查。

(二) 肥料制造行业情况

山东省是华东地区重要的肥料生产基地。根据全国排污许可证管理信息平台数据，全省共有肥料制造企业 536 家，其中氮肥企业 24 家，磷肥企业 1 家，钾肥企业 3 家，复混肥企业 115 家，有机肥及微生物肥料企业 350 家，其他肥料企业 43 家。企业主要分布在潍坊、济宁、临沂等地市。

1.产品及主要原辅材料

肥料制造行业产品类型多样，主要包括氮肥、磷肥、钾肥、复混肥料、有机肥料及微生物肥料。主要原辅材料见表 3-1。

表 3-1 主要原辅材料表

产品	主要原辅料类别
氮肥	煤、天然气、焦炉气、油、焦炭等

磷肥	磷矿、硫酸、磷酸、硫酸铵、氯化钾等
钾肥	卤水、钾盐矿、镁盐、氯化钾、氯化钾、硫酸等
复混肥	磷酸一铵、氯化铵、硫酸铵、氯化钾、硫酸钾、尿素等
有机肥	粪便、动植物残体、秸秆、农林废弃物、微生物等
微生物肥	粪便、动植物残体、秸秆、农林废弃物、微生物等

2.氮肥生产工艺和产排污情况

氮肥指生产合成氨或以合成氨为原料生产尿素、硝酸铵、碳酸氢铵、氯化铵以及醇氨联产的工业。

(1) 生产工艺

氮肥生产线单元包括备煤、原料气制备、原料气净化、氨合成、尿素和硝酸铵等工艺单元以及公用工程。典型的尿素生产工艺流程见图 3-1，各生产单元、主要工序、生产设施见表 3-2。

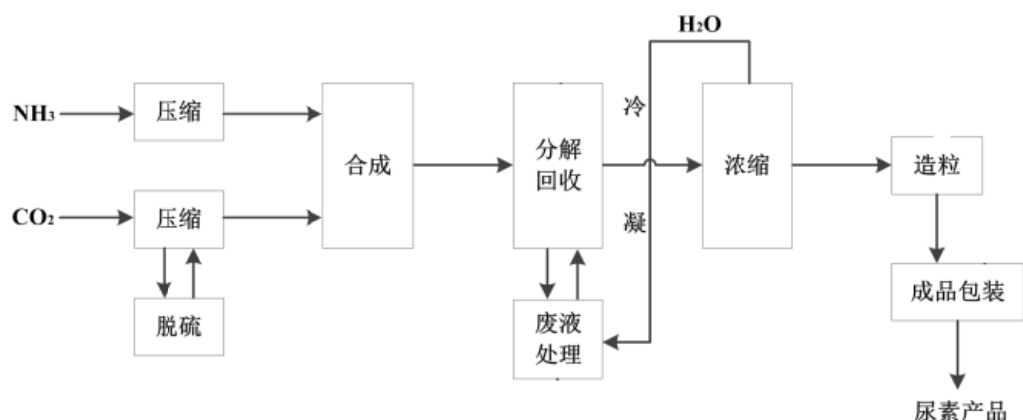


图 3-1 尿素典型生产工艺流程图

表 3-2 主要工序和生产设施 (以煤为原料)

生产单元	生产工序	生产设施
备煤	进料	汽车受料槽、火车受料槽
	储存	煤堆场、煤仓
	备料	碎煤机、筛分机
	输煤	皮带输送机、转运站
原料气制备	气化(固定床常压煤气化工艺)	造气炉
		吹风气余热回收系统或三废混燃系统
		洗气塔
		造气废水沉淀池
		造气循环水冷却塔
		放空管
原料气净化	半水煤气脱硫	脱硫塔
	变换	变换炉、开工加热炉
	碳化	碳化塔
	变换气脱硫	脱硫塔
	硫回收	熔硫釜
	脱碳	脱碳气提塔
	原料气精制	醇化塔
氨合成	氨合成	氨合成塔、开工加热炉
尿素	尿素生产	尿素合成塔、放空气洗涤塔、造粒塔 (机) 、包装机、工艺冷凝液处理系统
硝酸铵	硝酸铵生产	中和反应器、工艺冷凝液处理系统、造粒塔、包装机
公用工程	储运系统	甲醇罐、甲醛罐、液氨罐
	给排水系统	净水场、循环冷却水场、除盐水处理厂
	火炬系统	主火炬、酸性气火炬、火炬气回收系统
	动力系统	动力锅炉、开工锅炉

①原料气制备

主要是利用煤气发生炉将煤炭转化成可燃性气体—煤气 (主要成分为 CO 、 H_2 、 CH_4 等) ，具体工作原理为：将符合气化工艺指标的煤炭筛选后，由加煤机加入到煤气炉内，从炉底鼓入自产蒸汽与空气混合气体做为气化剂。煤炭在炉内经物理、化学反应，生成可燃性气体。

②原料气净化

旋风除尘：煤气发生炉制成的半水煤气首先进入旋风除尘器 (每台煤气发生炉配备 1 台旋风除尘器，除尘效率为 99%) ，以除去煤气中夹带的粉煤灰。

洗涤除尘：除尘后的半水煤气与软水间接接触降温后，进入洗气塔除尘段，与喷淋下来的水逆流接触，除去半水煤气中的粉尘 (除尘效率为 90%) ；然后进入洗气塔降温段，降温后的半水煤气进入气柜缓存。厂区内目前设置有 1 个气柜，容积为 3000m^3 。吸收粉尘后的废水进入造气循环水沉淀池，经三级沉淀净化后，回用于洗气塔。造气循环水沉淀池底收集的污泥。

静电捕焦：整个生产过程中共设置两级静电捕焦。一级

静电捕焦：经洗气塔净化后的半水煤气送入静电捕焦塔，进行一级静电捕焦处理，去除半水煤气中的粉尘，焦油等杂质。该工序中产生的固体废物，主要成分为焦油等，属于危险废物。二级静电捕焦：脱硫处理后的半水煤气再次送入静电捕焦塔，进行二级静电捕焦处理，去除半水煤气中的粉尘，焦油等杂质。该工序中产生的固体废物，主要成分为焦油、粉尘等，属于危险废物。

③氨合成工段

在高温、高压及催化剂的作用下，促使净化处理后的氮氢混合气体发生聚合反应，生成氨。来自压缩六段的物料与氨冷器出口气体混合进入氨分离器，对物料中夹带的液氨进行分离，分离液氨后物料进入冷交换器，与合成水冷器出口的循环气换热提高温度至 25℃后进入循环机加压。经过循环机加压后，物料通入油水分离器，将物料中夹带的油水去除。经油水分离器处理后的气态物料进入热交换器与合成余热锅炉出口气体进行换热，温度提高至 150℃后，物料进入合成塔下部换热器进一步提温，然后进入催化剂床层在合成催

化剂的作用下完成氨合成反应。出合成塔气体首先经合成塔内下部热交换器，与原料气进行热交换，出塔温度为 330℃。气体出合成塔后进入氨合成余热回收锅炉，副产 1.2MPa 蒸汽，送至蒸汽管网，此时气体温度可降至 200℃左右。经余热回收后的合成气体进入软水加热器(热水被加热至 90℃左右送至铜洗再生系统)，气体温度降至 150℃左右。合成气继续进入水冷器，温度降低至 40℃后，进入冷交换器降温至 20℃，此时部分氨被液化，可以从设备下方分离出来。未冷凝的物料进入氨冷器，经液氨冷却后，温度降至-5℃，压力保持在 20MPa，冷凝下来的液氨与冷交换器分离出来的液氨一同进入液氨中间槽计量，最终送入液氨储罐暂存，液氨压缩进入储罐时，会产生弛放气，收集后送至燃烧炉燃烧。从氨冷器出来的混合气经氨分离器进行液氨分离，液氨送入液氨中间槽计量，分离液氨后的气体进循环机，完成一次循环过程。当循环气循环到一定程度后需定期进行放空气，该部分气体中主要含有氨、氢气、氮气等，首先经提氢装置回收氢气，氢气送至变换工段回收利用，尾气送燃烧炉燃烧。

④尿素生产工艺

采用水溶液全循环法尿素生产工艺：首先是 CO_2 的压缩和净化，来自合成氨装置的 CO_2 气体压缩后送往脱硫塔脱硫，经脱硫后净化气体压缩至 21.6MPa，约 125°C ，送往尿素合成塔。其次是氨的输送，来自合成氨装置的原料液氨用氨泵加压送往液氨预热器，加热至 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 进入尿素合成塔。然后是尿素的合成，原料 CO_2 气体、液氨同时送入尿素合成塔底部，在约 19.71MPa， 188°C 的合成条件下，经足够停留时间，约有 65% 的 CO_2 转化为尿素，反应熔融物自塔顶排出。

循环回收：合成塔出口物料有尿素、甲铵液、 NH_3 、 CO_2 等，减压后经预分离器分离，气相进一段吸收塔，液相进一段分解塔；分解后的液相经减压后进二段分解塔，经二段分解后的液相进入闪蒸槽。二段分解塔的气相进二循一冷却器、二循二冷却器冷凝；气相进尾吸塔，二循一冷的液相由二甲泵进一段吸收塔做吸收液，二循二冷的液相用氨水泵送惰洗器作吸收液收一段吸收塔外排气相中未凝气中的氨后进一段吸收塔做吸收液循环。尾吸塔外排的碳铵液进解析塔

进行解吸,回收 NH_3 和 CO_2 后解吸液外排至锅炉水膜除尘循环水系统,气相进二循一冷,冷凝后循环。

尿液加工:尿液在闪蒸槽闪蒸后,液相再经过两段蒸发过滤脱去水份,浓缩后的熔融尿液由熔融泵送往造粒塔顶的旋转喷头造粒,造粒塔底部得到成品尿素颗粒,由皮带机送至包装车间包装。闪蒸的气相与一段蒸发分离后的气相经一段表面冷凝器冷凝后送往碳铵液槽,二段蒸发分离后的气相经二段表面冷凝器冷凝后送往二表槽做为二循一冷、二冷吸收液循环使用。

(2) 产排污情况

主要产排污情况见表 3-3。

表 3-3 主要产污环节和污染物

类别	产污环节	主要污染物
废气	燃烧炉燃烧废气	SO_2 、 NO_x 、颗粒物、苯并芘、多环芳烃等
	碳化工段挥发氨	NH_3
	脱碳工段解吸气	CO 、 CH_4
	甲醇精馏不凝尾气	甲醇等
	氨合成弛放气	CO 、 CH_4 等
	氨合成放空气	
	尿素合成过程中放气	NH_3 等

废水	变换废水	硫化物、氨氮、氰化物、挥发酚、苯系物、多环芳烃、石油类、硝酸盐、铜、氟化物等
	净醇水	
固废	造气炉炉渣	炉渣
	旋风除尘粉煤灰	粉煤灰
	造气循环水沉淀池污泥	湿煤灰
	一级静电捕焦废焦油	废焦油
	一段压缩废油	废油
	二级静电捕焦废焦油	废焦油
	二段压缩废油	废油
	三段压缩废油	废油
	四段、五段压缩废油	废油
	六段压缩废油	废油
	精脱硫废活性炭	废活性炭
	脱硫工段废催化剂	废脱硫催化剂
	变换工段废催化剂	废变换催化剂
	精脱硫废催化剂	废精脱硫催化剂
	甲醇合成废催化剂	废甲醇合成催化剂
	氨合成废催化剂	废氨合成催化剂
	尿素合成催化剂	废尿素合成催化剂

3.磷肥生产工艺和产排污情况

磷肥全称磷素肥料，主要品种有磷酸二铵、磷酸一铵、复混肥料（复合肥料）、重过磷酸钙、硝酸磷肥、过磷酸钙、钙镁磷肥等。

（1）生产工艺

磷肥工业生产线单元包括磷酸生产线、磷酸一铵/磷酸二

铵生产线、过磷酸钙/重过磷酸钙生产线、硝酸磷肥/硝酸磷钾肥生产线、钙镁磷肥/钙镁磷钾肥生产线、氟硅酸钠/氟硅酸钾生产线等。各生产单元、主要工序、生产设施见表 3-4。

表 3-4 主要工序和生产设施

生产单元	生产工序	生产设施
磷酸生产线	备料	磷矿石破碎机、球磨机、选矿机
	酸解反应	反应槽
		闪蒸循环水冷却塔
	过滤	过滤机
磷酸一铵/磷酸二铵生产线	中和反应	中和反应器
	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉、干燥塔
	筛分	筛分机
	破碎	破碎机
	冷却	冷却机
	包装	包装机
过磷酸钙/重过磷酸钙生产线	备料	热风炉、干燥机、磷矿石破碎机、球磨机、选矿机
	酸解反应	混合器、化成器
	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉
	筛分	筛分机
	破碎	破碎机
	包装	包装机
硝酸磷肥/硝酸磷钾肥生产线	备料	热风炉、干燥机、磷矿石破碎机、球磨机、选矿机、冷却机
	酸解反应	混合器、化成器
	过滤	过滤机
	中和反应	中和反应器

	转化	转化反应器
	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉
	筛分	筛分机
	破碎	破碎机
	冷却	冷却机
	包装	包装机
钙镁磷肥/钙 镁磷钾肥生 产线	备料	磷矿石破碎机
	物料熔融	高炉、热风炉
	干燥	干燥机
	研磨	球磨机
	包装	包装机
氟硅酸钠/氟 硅酸钾生产 线	复分解反应	合成槽
	干燥	气流干燥管
	冷却	气流冷却管
	包装	包装机
公用工程	给排水系统	循环水冷却塔、污水处理站

磷肥生产工艺主要分为酸法磷肥和热法磷肥。酸法磷肥是指用硫酸、磷酸、硝酸、盐酸等无机酸分解磷矿生产的磷肥，主要有磷酸一铵、磷酸二铵、普通过磷酸钙、富过磷酸钙、重过磷酸钙和硝酸磷肥；热法磷肥是在高温条件下分解磷矿生产的磷肥，主要指钙镁磷肥。

① 酸法

用硫酸、磷酸、硝酸或盐酸分解磷矿，并把磷矿中的钙

水。磷肥的热法生产习惯上还包括元素磷和热法磷酸生产，再以热法磷酸为原料加工成高浓度磷肥。用热法制得的磷肥常统称为热法磷肥，通常磷肥的酸法生产工艺流程见图 3-3。

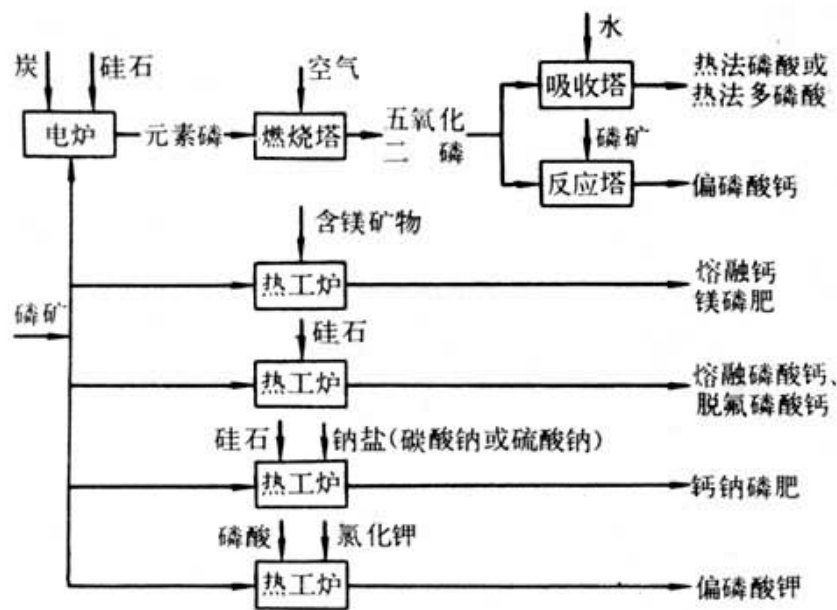


图 3-3 磷肥的热法生产工艺流程图

(2) 产排污情况

①废气和粉尘

废气主要有一氧化碳、二氧化硫、二氧化碳、氟化氢、四氯化硅、磷化氢、硫化氢等，还会产生一些粉尘。

②废水

产生大量的含有磷、氟、硫、氯、砷、酸碱等有毒有害物质的废水。

③固废

生产过程中产生的废弃磷矿石，湿法磷酸生产中产生的磷石膏，硫酸生产中排出的硫铁矿渣、钙镁磷肥高炉灰渣等。

4.钾肥生产工艺和产排污情况

钾肥全称钾素肥料，品种主要有氯化钾、硫酸钾、硝酸钾、硫酸钾镁肥、窑灰钾肥等。钾肥大都能溶于水，肥效较快，能被土壤吸收，不易流失。根据钾肥是否含有氯元素将钾肥分为含氯钾肥和无氯钾肥。所有的钾盐肥料均为水溶性，但也有某些钾肥含其他不溶性成分。

(1) 生产工艺

钾肥工业生产线单元包括氯化钾/硫酸钾（钾混盐转化法）生产线、硫酸钾镁肥生产线、硝酸钾生产线、硫酸钾（曼海姆法）生产线、硫酸钾（复分解法）生产线等。典型的钾肥生产工艺流程见图3-4，各生产单元、主要工序、生产设施见表3-5。

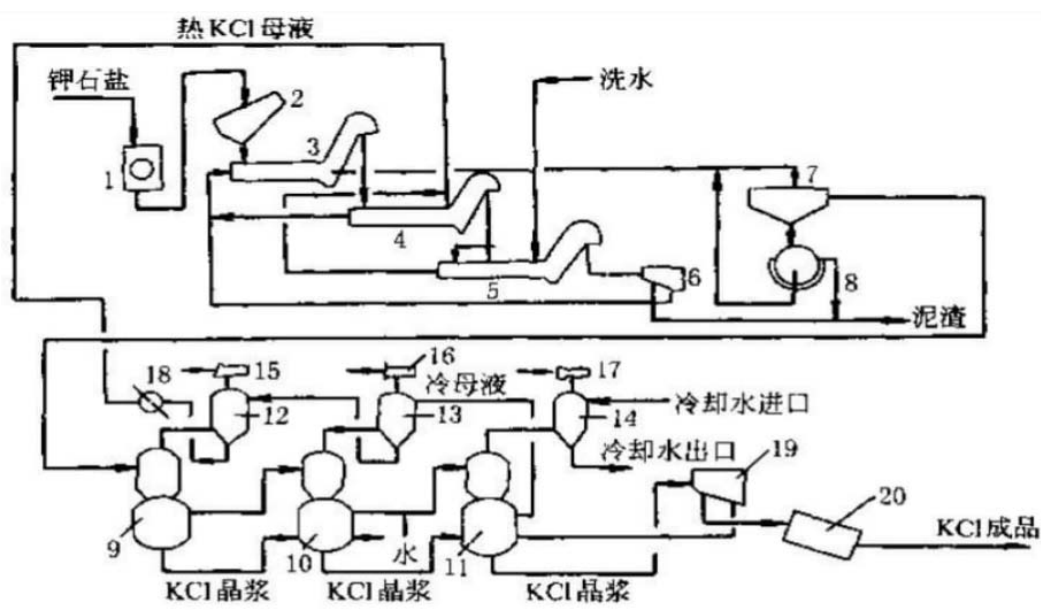


图3-4钾肥的生产工艺流程图

表3-5 主要工序和生产设施

生产单元	生产工序	生产设施
氯化钾/硫酸钾(钾混盐转化法) 生产线、硫酸钾镁肥生产线	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉
	破碎	破碎机
	包装	包装机
硝酸钾生产线	复分解反应	反应釜
	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉
	破碎	破碎机
	包装	包装机
硫酸钾 (曼海姆法) 生产线	复分解反应	曼海姆炉
	冷却	降膜酸雾吸收器
	破碎	破碎机
	包装	包装机
硫酸钾 (复分解法) 生产线	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉
	破碎	破碎机
	包装	包装机

公用工程	给排水系统	循环水冷却塔
		污水处理站

氯化钾和硫酸钾是主要的钾肥品种，其余钾肥（硫酸钾镁盐、磷酸氢钾、硝酸钾）生产量都很少。

①氯化钾

溶解结晶法：根据溶解结晶法原理和相图分析，半溶法加工钾石盐的生产流程可归纳为：首先采用结晶出氯化钾后所得的冷母液加热到 100℃去溶浸钾石盐，将矿中的氯化钾转入溶液，而氯化钠大部分残留在滤渣里。其次将固体残渣氯化钠及杂质与氯化钾、氯化钠共饱和溶液分离，除去杂质，得到纯净的共饱和溶液。再次冷却共饱和溶液到 25℃，同时析出氯化钾结晶。然后将氯化钾结晶与冷母液分离，干燥制得氯化钾产品。最后加热冷母液到 100℃使其处于不饱和状态，再去溶浸下一批钾石盐，如此构成生产的循环过程。

溶解结晶半溶法生产工艺流程由 5 个工序组成：矿石的破碎、热溶液溶浸、固液热分离、冷却结晶、离心分离制得氯化钾产品。粉碎后的钾石盐矿，在三个串联的螺旋溶解器

中，用加热后的循环母液进行溶浸，溶浸完成后的热饱和溶液由溶解器中排出送入沉降增稠器中。在此进行溶液的沉清并分离出其中的矿泥和细盐渣。沉降增稠器上部溢流出的热母液，在三级 DTB 型真空结晶器进行冷却并结晶出氯化钾，所得氯化钾料浆由结晶器中排出，用转筒真空过滤机进行分离，即得氯化钾产品。真空结晶器和真空过滤机排出的冷母液，经真空结晶器上面的表面冷凝器预热，再经列管式预热器加热到所重温度 100℃左右，然后送往螺旋溶解器中用来溶浸下一批钾石盐。

浮选法：浮选是泡沫浮游选矿法的简称。系利用矿石中各组分被水润湿程度的差异而进行选矿的方法。可溶性盐的浮选介质是饱和盐溶液。把要选别的矿物悬浮在水或饱和溶液中，当鼓入空气泡时，不易被水润湿的矿物颗粒即附着于气泡表面被带到液面，而易被水润湿的矿物沉到器底。但氯化钾和氯化钠均易被润湿，必须人为的加入某种药剂，使各种矿物具有不同的润湿性以达到分离目的。

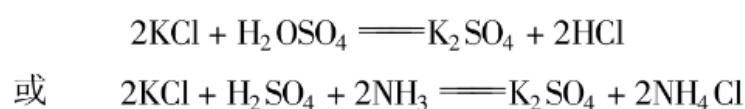
②硫酸钾

明矾石热解还原法：将明矾石粉碎至 1~2 毫米细粒，在 550~600℃温度下先脱水成熟明矾，然后在 560℃左右用水煤气或半水煤气进行热解还原焙烧，焙烧物经空气氧化脱色、烧碱浸取、过滤脱硅、空气分解脱铝，以及蒸发结晶，离心分离及干燥而得。该工艺在我国工业化应用较早，技术成熟可靠，并可副产氢氧化铝。但工艺流程长，操作复杂，大量废渣要处理排放，投资大，硫酸钾纯度仅能达到 70%，要想制得一级品或优级品，尚需采用复分解法以氯化钾进行精制。

复分解法：以氯化钾和硫酸钠为基本原料进行复分解制取硫酸钾，并副产氯化钠。首先，向高浓度氯化钾溶液和母液的混合液中加入固体硫酸钠，反应生成物为钾芒硝，然后将此生成物与氯化钾溶液反应，反应温度 25℃，即生成硫酸钾（结晶），再经离心分离、干燥即为成品。分离出硫酸钾结晶后母液继续冷却至 0℃，即析出硫酸钠结晶送回反应器供制钾芒硝用，分离出硫酸钠结晶后母液送到浓缩器浓缩可制得氯化钠，分离出的母液返回硫酸钠（芒硝）结晶器参与

循环。该法生产较简单，产品收率高，质量较好，纯度可达98%左右，且适应性强。但为回收芒硝和氯化钠，需多次进行蒸发浓缩、离心分离、冷却结晶等过程，因而工艺流程长，能耗高。复分解法还可用硫酸铵、硫酸镁、硫酸钙等代替硫酸钠进行生产。

缩置法：以氯化钾与硫酸为基础原料，采用缩合剂及解缩剂及载本制取硫酸钾和氯化氢（或氯化铵）。可以用其它工业排出的废硫酸进行生产。主要化学反应：



在缩合釜中按规定配比加入硫酸和有机胺或醇缩合剂，使其生成有机胺与硫酸缩合物，送入带搅拌及加热装置的搪瓷反应釜中。在溶解槽中用水和定量母液将与硫酸等当量的氯化钾溶解成饱和溶液并送反应釜中备用。反应釜的搅拌是双层或多层的推进式搅拌器，它能有效地将上述缩合物及溶液相互混合并分散均匀，以利于反应的快速进行和反应完全。温度控制在70%左右，反应1~2小时，溶液中将不断产

生白色结晶。取样检验氯化钾转化率 $>97\%$ 时即为终点。将上述浆液转入分离器中静置，溶液将分层为水相和有机相：先将水相及其结晶物引入离心机进行离心分离，分离出的结晶即为硫酸钾，经用少量水洗涤后，送转筒干燥机干燥即为成品硫酸钾。母液作溶解氯化钾之用。最后将有机相送入解缔釜中，在搅拌下加入氯化铵母液并通入氨气进行解缔反应并使其解缔完全。解缔完全的溶液在分离器中静置一段时间后，溶液同样分层为水相和有机相，其中有机相主要是解缔出的有机胺缔合剂，可返回缔合釜参与反应循环。水相是氯化铵结晶及其饱和溶液，经离心分离及沸腾干燥炉干燥后即成为成品硫酸钾，其母液返回解缔釜。

曼海姆法：将氯化钾和浓硫酸在曼海姆炉中高温反应而生成硫酸钾和氯化氢，硫酸钾经冷却、粉碎后即成为成品，氯化氢气体经冷却、净化后制成高纯度盐酸。该法工艺成熟，物料消耗低，产品质量好，且能副产高纯度盐酸，但投资较大。主要化学反应：



用球磨机将氯化钾磨细至粒径小于 0.4 毫米，然后与 98% 的浓硫酸一道以 $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{KCl} = 100 : 75$ 的配比由曼海姆炉炉顶中心部位经专用布料器连续均匀地注入炉内进行反应，反应温度控制在 $505 \sim 520^\circ\text{C}$ 。外供热量系通过重油或气体燃料燃烧的燃烧热不断补充反应所需热量，以维持反应温度。反应过程中，硫酸与氯化钾务须混合均匀并均匀分布在炉床反应区表面上确保物料反应完全，使其全部转化为硫酸钾和氯化氢气体。物料从进炉至出炉的整个反应过程，大约在 4 小时内完成。热的硫酸钾颗粒直接流入转筒冷却器进行冷却。冷却是通过在不停转动的转筒外喷洒冷却水而进行的间接冷却方式，使物料冷却至 80°C 以下，然后进入粉碎机粉碎至一定细度，再用气流输送设备输送到滚筒筛筛分，合乎粒度要求者即为成品，可送去包装。筛出的细粉因硫酸含量偏高应用水溶解并加钾碱中和后，经浓缩、分离、干燥、筛分，合格者作为成品，少量细粉返回系统。曼海姆炉排出的

含氯化氢炉气温度在 360~400℃，先经石墨冷却器迅速冷却降温至 70℃左右，再入洗涤塔内用 90%左右的硫酸洗涤，除去炉气中的 SO₃ 气体及灰尘等杂质，然后进入盐酸塔用稀盐酸吸收成 35%的高纯盐酸。其尾气通过尾气塔进一步除去残留 HCl 气体后方可排放。

(2) 产排污情况

①废气

资源型钾肥生产废气包括造粒工序造粒尾气，干燥工序干燥尾气，包装工序包装尾气等。加工型钾肥中硝酸钾生产废气包括复分解反应工序反应尾气，造粒工序造粒尾气，干燥工序干燥尾气，包装工序包装尾气等；硫酸钾(曼海姆法) 生产废气包括复分解反应工序曼海姆炉烟气，冷却工序降膜酸雾吸收器尾气、冷却器尾气，破碎工序破碎尾气，包装工序包装尾气等；硫酸钾(复分解法) 生产废气包括造粒工序造粒尾气，干燥工序干燥尾气，包装工序包装尾气等。

②废水

废水类别包括工艺废水、冷却废水、污染雨水和生活污

水等。

③固废

生活垃圾、矿石渣。

5.复合肥生产工艺和产排污情况

复混肥料（复合肥料）是含有氮、磷、钾三种营养元素中的两种或以上且标明主要养分含量的化肥，是以氮、磷、钾为基础或大宗产品为原料加工生产的。

（1）生产工艺

复混肥料（复合肥料）生产线单元包括团粒型复混肥料（复合肥料）生产线、熔体型复混肥料（复合肥料）生产线、料浆型复混肥料（复合肥料）生产线、掺混型复混肥料（复合肥料）生产线等。各生产单元、主要工序、生产设施见表3-6。

表3-6 主要工序和生产设施

生产单元	生产工序	生产设施
团粒型复混肥料（复合肥料）生产线	备料	破碎机
	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉
	筛分	筛分机

	破碎	破碎机
	冷却	冷却机
	包装	包装机
熔体型复混肥料 (复合肥料) 生产线	备料	破碎机
	造粒	造粒机
	筛分	筛分机
	破碎	破碎机
	冷却	冷却机
	包装	包装机
料浆型复混肥料 (复合肥料) 生产线	复分解反应	反应槽
	中和反应	中和槽
	造粒	造粒机
	干燥	干燥机、热风炉
	筛分	筛分机
	破碎	破碎机
	冷却	冷却机
	包装	包装机
掺混型复混肥料 (复合肥料) 生产线	掺混	掺混机
	筛分	筛分机
	包装	包装机
公用工程	给排水系统	循环水冷却塔
		污水处理站

①复混肥料

复混肥料生产线工艺流程如图 3-5 所示。

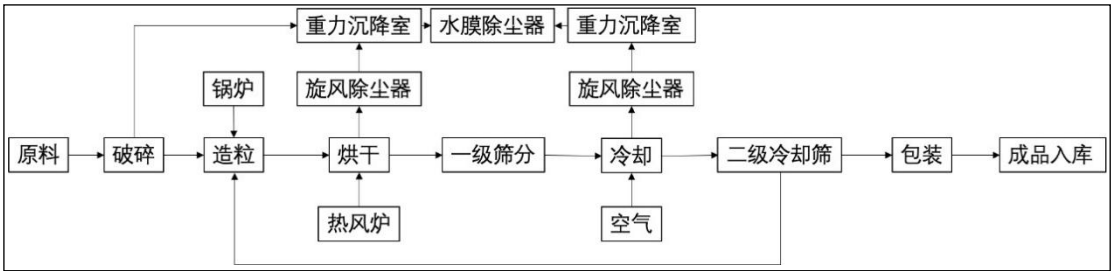


图 3-5 复混肥料生产工艺流程图

工艺说明：先将购买的原料投加到破碎机内破碎，破碎过程各种原料基本混合均匀。破碎的物料进入鼓造粒机。造粒机内的物料在造粒机内滚动由粉料揉捏形成较大颗粒，从尾部排出进入烘干机。项目配套热风炉向烘干机内通入热风烘干物料。烘干的物料经一级筛分筛除粗颗粒，粗颗粒回到破碎工序。经一级筛分的物料通入常温空气冷却，冷却的物料经二级筛分筛除细颗粒，细颗粒回到造粒工序。经包膜后的物料包装后即得成品入库。

② 掺混肥料

掺混肥料生产线工艺流程如图 3-6 所示。

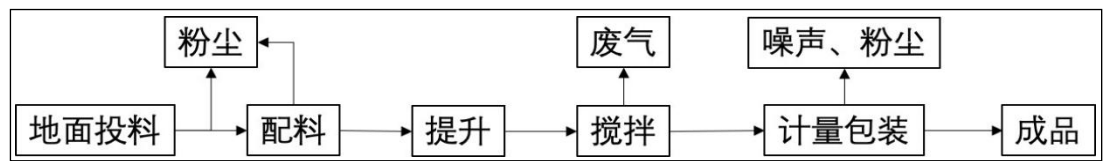


图 3-6 掺混肥料生产工艺流程图

其中，地面投料：将购进的原料尿素、磷酸一铵、氧化钾等原料人工倒入料仓，料仓中的原料进入自动配料系统，按一定比例进行配料。混料：配料后的原料通过皮带输送机

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/005042014303011304>