

湖北省经济和信息化厅
湖北省发展和改革委员会
湖北省生态环境厅
湖北省应急管理厅
湖北省市场监督管理局

文件

鄂经信原材料〔2022〕76号

省经信厅 省发改委 省生态环境厅
省应急管理厅 省市场监管局关于印发
《磷石膏无害化处理技术规程（试行）》的通知

有关市（州）经信局、发改委、生态环境局、应急管理局、市场监管局：

为贯彻落实《关于加强磷石膏综合治理 促进磷化工产业高质量发展的意见》（鄂办发〔2021〕33号）、《湖北省磷石膏污染防治条例》精神，切实抓好中央生态环境保护督察通报问

题整改，加强磷石膏综合治理，全面推行磷石膏无害化处理，从根本上消除磷石膏堆存安全环保风险，促进全省磷化工产业高质量发展，省直有关部门研究制定了《磷石膏无害化处理技术规程（试行）》，经省人民政府同意，现印发给你们，请认真贯彻落实。



磷石膏无害化处理技术规程

(试行)

2022年6月

目 录

目录	4
前言	5
1 总则	6
2 规范性引用文件	6
3 术语与定义	7
3.1 磷石膏无害化处理 <i>harmless treatment of phosphogypsum</i>	7
3.2 磷石膏综合利用 <i>comprehensive utilization of phosphogypsum</i>	7
4 基本规定	7
5 磷石膏无害化处理工艺	8
5.1 水洗工艺	8
5.2 中和工艺	8
5.3 浮选工艺	9
5.4 煅烧工艺	9
5.5 其它	9
6 磷石膏综合利用指标	10
6.1 水泥缓凝剂	10
6.2 磷石膏生产硫酸联产水泥	10
6.3 建筑材料	10
6.4 筑路材料	11
6.5 土壤调理	12
6.6 其它利用	13
7 磷石膏贮存和填埋指标	13
8 环境及安全监测	13
8.1 环境监测要求	13
8.2 安全监测要求	13
9 环境保护	14
9.1 大气污染防治	14
9.2 水污染防治	14
9.3 固体废物污染防治	14
9.4 噪声与振动的防治	14
10 安全与职业健康	15

前 言

为贯彻执行国家、湖北省及化工行业的有关法律、法规和规定、产业政策，使磷石膏无害化处理及综合利用达到技术先进、保护环境、节约能源、经济合理和确保质量的要求，制定本规程。

本规程参照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》进行起草。

本规程由湖北省经济和信息化厅会同湖北省发展和改革委员会、湖北省生态环境厅、湖北省应急管理厅、湖北省市场监督管理局等主管部门负责解释。

本规程主编单位：中国五环工程有限公司。

本规程参编单位：武汉工程大学、湖北省生态环境科学研究院、武汉理工大学、湖北宜化集团有限责任公司、湖北兴发化工集团股份有限公司、三峡实验室、宜昌磷石膏综合利用产业协会、湖北祥云（集团）化工股份有限公司、湖北省长江资源循环利用与装备创新中心、新洋丰农业科技股份有限公司、武汉江汉化工设计有限公司、武汉千水环境科技股份有限公司、宜昌成远环保新材料有限公司、武汉天元工程有限责任公司、郑州大学、宜昌西部化工有限责任公司、湖北大峪口化工有限责任公司、中国地质大学（武汉）。

磷石膏无害化处理技术规程（试行）

1 总则

本规程适用于磷石膏无害化处理及综合利用。

磷石膏无害化处理及综合利用除符合本规程外，还应符合国家、湖北省及化工、公路、水利、建筑等行业现行的有关标准和管理办法的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的，以最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

GB 3838	地表水环境质量标准
GB 6566	建筑材料放射性核素限量
GB 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB 38400	肥料中有毒有害物质的限量要求
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB/T 5484	石膏化学分析方法
GB/T 21371	用于水泥中的工业副产石膏
GB/T 23349	肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定
GB/T 23456	磷石膏
GB/T 32124	磷石膏的处理处置规范
GB/T 50087	工业企业噪声控制设计规范
AQ 2059	磷石膏库安全技术规程
DBJ52/T 093	磷石膏建筑材料应用统一技术规范

DB53/T 396	改性磷石膏水泥缓凝剂
HG/T 4219	磷石膏土壤调理剂
HJ 557	固体废物浸出毒性浸出方法 水平震荡法
HJ 761	固体废物 有机质的测定 灼烧减量法
JC/T 2073	磷石膏中磷、氟的测定方法
T/CECSG D45-02	道路过硫磷石膏胶凝材料稳定基层技术规程
NY/T 1121.16	土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定

《湖北省磷石膏污染防治条例》（湖北省十三届人大常委会第三十一次会议通过）

鄂办发[2021]33号 《关于加强磷石膏综合治理 促进磷化工产业高质量发展的意见》

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本规程

3.1 磷石膏无害化处理 harmless treatment of phosphogypsum

磷石膏经过水洗、中和、浮选、煅烧等各种工艺处理，使其满足综合利用相关标准要求并综合利用，或按照 GB18599 规定达到第 I 类一般工业固体废物标准要求的处理过程。

3.2 磷石膏综合利用 comprehensive utilization of phosphogypsum

磷石膏经过无害化处理后，满足相关标准要求，继续在生产及生活中加以利用的过程。如用于生产建筑材料（水泥缓凝剂、石膏板材、砌块、抹灰砂浆、自流平砂浆等）、道路材料（基层、公路护坡等）、工业原料、生态修复制品、土壤调理剂等。

4 基本规定

磷石膏经过无害化处理后，满足综合利用相关标准，应优先综合利用。

磷石膏无害化处理工艺要在不断总结生产实践经验和吸收科研成果的基础上，积极采用实践证明行之有效的新技术、新材料和新设备。选取的工艺应减少二次污染、减轻对操作人员安全的威胁和对职业健康的影响。

磷石膏无害化处理设施规模，以近期规模为主，并宜留有扩建、改建余地，兼顾后续工程建设。

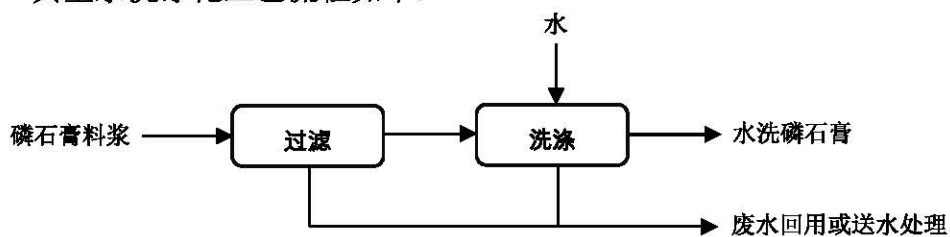
磷石膏无害化处理设施的选址需满足工业项目选址要求，总平面布置可与现有工程统筹考虑，并满足 GB 50187 等标准的要求。

5 磷石膏无害化处理工艺

5.1 水洗工艺

磷石膏料浆（含固量 30%左右）经泵送至过滤机，物料在过滤机中过滤、洗涤，降低磷石膏中磷、氟等杂质含量。

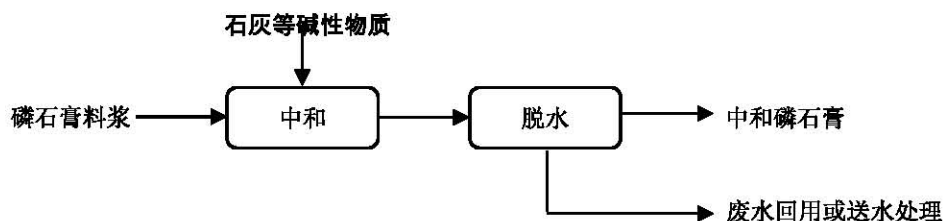
典型水洗净化工艺流程如下：



5.2 中和工艺

磷石膏料浆（含固量 30%左右）与电石渣、石灰或其它碱性物质，经计量后送入中和槽，将物料搅拌均匀，调节中和槽 pH 值至 6~9，同时石灰等与可溶性磷和氟发生化学反应生成难溶物质，将反应后物料送入过滤机脱水。

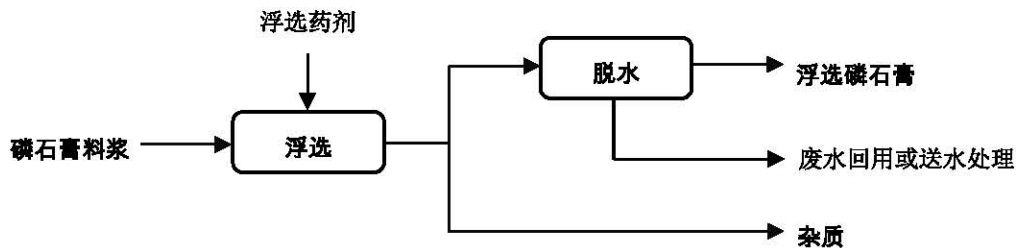
典型中和工艺流程如下：



5.3 浮选工艺

在浮选槽、浮选柱等浮选设备中加入浮选药剂，与磷石膏充分搅拌均匀，通过改变磷石膏与杂质的表面疏水、亲水性将杂质分离并去除，浮选后的磷石膏送入过滤机脱水。

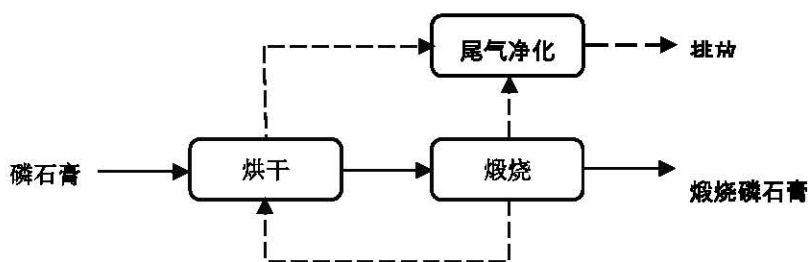
典型浮选工艺流程如下：



5.4 煅烧工艺

磷石膏通过原料输送机送入烘干机去除游离水，控制烘干机出口物料游离水含量小于 10%，烘干后的物料送入煅烧设备，使物料温度控制在一定温度以上，有机物在煅烧设备中分解、挥发，并将部分磷、氟转化为难溶性物质（如焦磷酸钙等）而被固定，煅烧后的尾气经过净化后达标排放。

典型煅烧工艺流程如下：



5.5 其它

磷石膏无害化处理工艺还可选择蒸压法等减少或消除磷石膏中磷、氟等危害成分的其它工艺方法。

磷石膏无害化处理工艺的选择可根据不同处理指标要求，选用单一或组合无害化处理工艺，必要时无害化处理工艺流程中配套其它工艺或设施。

6 磷石膏综合利用指标

6.1 水泥缓凝剂

无害化处理后的磷石膏用于水泥缓凝剂时应符合 GB/T 21371、DB53/T 396 等相关标准的要求，主要指标见下表 1。

表 1 磷石膏用于水泥缓凝剂主要指标

序号	项目	单位	指标	分析方法	参考标准
1	pH	/	≥ 5	GB/T 5484	GB/T 21371
2	二水硫酸钙和无水硫酸钙 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$) (干基)	%	≥ 75		
3	氯离子 (Cl^-) (干基)	%	≤ 0.5		
4	内照射指数	/	≤ 1.0	GB 6566	
5	外照射指数	/	≤ 1.0		
6	附着水 (H_2O) (湿基)	%	≤ 15 (建议)	GB/T 5484	DB53/T 396
7	水溶性五氧化二磷 (P_2O_5) (干基)	%	≤ 0.15	JC/T 2073	

6.2 磷石膏生产硫酸联产水泥

磷石膏生产硫酸联产水泥应符合 GB/T 32124 等相关标准的要求，主要指标见下表 2。

表 2 磷石膏用于生产硫酸联产水泥主要指标

序号	项目	单位	指标	分析方法	参考标准
1	三氧化硫 (SO_3) (干基)	%	≥ 40	GB/T 5484	GB/T 32124
2	二氧化硅 (SiO_2) (干基)	%	≤ 8.0		
3	五氧化二磷 (P_2O_5) (干基)	%	≤ 1.5	JC/T 2073	
4	氟 (F^-) (干基)	%	≤ 0.35		

6.3 建筑材料

无害化处理后的磷石膏用于建筑材料时应符合 GB/T 23456 磷石膏中一级或二

级指标，DBJ52/T 093 及其它建材类石膏相关标准的要求。其放射性核素限量应符合 GB 6566 相关要求，主要指标见下表 3。

表 3 磷石膏用于建筑材料主要指标

序号	项目	单位	指标		分析方法	参考标准
			一级	二级		
1	附着水 (H ₂ O) (湿基)	%	≤15	≤20	GB/T 5484	GB/T 23456
2	二水硫酸钙 (CaSO ₄ ·2H ₂ O) (干基)	%	≥90	≥80	GB/T 23456	
3	水溶性五氧化二磷 (P ₂ O ₅) (干基)	%	≤0.20	≤0.30	JC/T 2073	
4	水溶性氟离子 (F ⁻) (干基)	%	≤0.10	≤0.20		
5	水溶性氧化镁 (MgO) (干基)	%	≤0.10	≤0.30	GB/T 5484	
6	水溶性氧化钠 (Na ₂ O) (干基)	%	≤0.06	≤0.10		
7	氯离子 (Cl ⁻) (干基)	%	≤0.02	≤0.04		
8	内照射指数	/	≤1.0		GB6566	GB 6566
	外照射指数	/	≤1.0			

6.4 筑路材料

无害化处理后的磷石膏用作筑路材料（基层、底基层）时应满足 GB/T 23456 及 T/CECSG: D45-02 等标准要求，主要指标见下表 4。

表 4 磷石膏用于筑路材料（基层、底基层）时主要指标

序号	项目	单位	指标	分析方法	参考标准
1	附着水 (H ₂ O) (湿基)	%	≤15	GB/T 5484	T/CECSG: D45-02
2	细度 (80 μm 方孔筛筛余量)	%	≤20	GB/T 23456	
3	二水硫酸钙 (CaSO ₄ ·2H ₂ O) (干基)	%	≥85		
4	水溶性五氧化二磷 (P ₂ O ₅) (干基)	%	≤0.2	GB/T 5484	
5	水溶性氟离子 (F ⁻) (干基)	%	≤0.1		
6	pH	/	≥6		

序号	项目	单位	指标	分析方法	参考标准
7	砷及其化合物 (以 As 计)(干基)	%	≤0.005	GB/T 23349	T/CECSG: D45-02
8	镉及其化合物 (以 Cd 计)(干基)	%	≤0.001		
9	铅及其化合物 (以 Pb 计)(干基)	%	≤0.02		
10	铬及其化合物 (以 Cr 计)(干基)	%	≤0.05		
11	汞及其化合物 (以 Hg 计)(干基)	%	≤0.0005		
12	水溶性氧化镁 (MgO)(干基)	%	≤0.30	GB/T 5484	GB/T 23456
13	水溶性氧化钠 (Na ₂ O)(干基)	%	≤0.10		

6.5 土壤调理

无害化处理后的磷石膏可用于土壤调理，以磷石膏为原料生产的土壤调整剂相关指标应满足 HG/T 4219 及 GB 38400 等相关标准要求，主要指标见下表 5。

表 5 磷石膏为原料生产的土壤调整剂主要指标

序号	项目	单位	指标	分析方法	参考标准
1	钙的质量分数 (以 Ca 计)(干基)	%	≤17.0	HG/T 4219	HG/T 4219
2	硫的质量分数 (以 S 计)(干基)	%	≥14.0		
4	pH 值	/	3.0~6.5		
5	游离水的质量分数 (H ₂ O)	%	≤25		
6	水溶性氟的质量分数 (以 F 计)(干基)	%	≤0.3		
7	总镉(干基)	mg/kg	≤10	GB/T 23349	GB 38400
8	总汞(干基)	mg/kg	≤5		
9	总砷(干基)	mg/kg	≤50		
10	总铅(干基)	mg/kg	≤200		
11	总铬(干基)	mg/kg	≤500		
12	总铈(干基)	mg/kg	≤2.5	GB 38400	

6.6 其它利用

无害化处理后的磷石膏也可用于磷石膏基复合材料、高强石膏及纸张、滤料、橡胶及塑料填充料、生态修复等用途。

7 磷石膏贮存和填埋指标

磷石膏采用贮存或填埋方式处理，无害化处理后的磷石膏需按照 HJ 557 规定方法获得的浸出液中任何一种特征污染物的浓度均未超过 GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行），且 pH 在 6-9 范围之内，满足第 I 类一般工业固体废物要求。进入 I 类场的无害化处理后的磷石膏需同时满足有机质含量小于 2%，测定方法按照 HJ 761 进行；水溶性盐总量小于 2%，测定方法按照 NY/T 1121.16 进行。

8 环境及安全监测

8.1 环境监测要求

磷石膏贮存、填埋时应按照有关法律和《环境监测管理办法》、《企业事业单位环境信息公开办法》等规定，建立堆场监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况及对贮存、填埋场周边环境质量的影响开展自行监测，并公开监测结果。污染物监测应符合 GB 18599 相关规定，地下水总磷指标参照 GB3838 中“总磷（以 P 计）” III 类标准限值进行评价。

磷石膏用于筑路材料时，使用单位应定期对筑路材料进行芯样抽检。项目实施前，应监测土壤、地表水及地下水现状值，在基层、底基层完工后，应对可能受到影响的土壤、地表水及地下水开展长期监测，监测频次每年至少一次。

8.2 安全监测要求

磷石膏贮存和填埋场安全监测设施的建设应满足 AQ 2059 要求。

9 环境保护

建设磷石膏无害化处理设施，应当依法进行环境影响评价，并遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

磷石膏无害化处理设施的环境影响评价文件确定需要配套建设的污染防治设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

9.1 大气污染防治

磷石膏无害化处理过程中排放粉尘、氟化物、硫化物的，应当采取清洁生产工艺，生产装置应采取措施减少粉尘等污染物的排放。向大气排放污染物的，应当符合 GB 16297 及相关标准要求，遵守重点区域特别排放限值及大气污染物排放总量控制要求。

9.2 水污染防治

磷石膏无害化处理设施的生产和生活污水应经处理后回用或达标排放。

9.3 固体废物污染防治

磷石膏无害化处理及综合利用过程中产生固体废物的，应当采取综合利用或妥善处理等措施，防止或减少固体废物产生。

9.4 噪声与振动的防治

磷石膏无害化处理项目应当首先选用低噪声的工艺设备，如仍达不到相关标准要求，则应采取有效的消声、隔声、吸声、减振、隔振以及综合控制等噪声控制措施，减少振动、降低噪声污染，应当符合 GB 12348、GB/T 50087 等标准规定。

10 安全与职业健康

无害化处理设施建设及运行应按行业要求办理相应的合法、合规手续。

无害化处理设施建设及运行如需要配套建设的安全设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

无害化处理设施建设如需要采用压力容器、行车等特种设备，按行业监管要求办理合法合规手续，接受相关部门运行监管。

无害化处理设施建设，如涉及危险化学品、易燃易爆物质的，应加强危险源辨识，配备齐全的应急设施，制定完善的应急预案，定期演练。

职业健康严格按工矿企业管理标准落实，操作人员应经培训合格后上岗，配备必要的个人防护用品。

