

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2054-2018

磷肥工业废水治理工程技术规范

Technical specification for wastewater treatment
of phosphate fertilizer industry

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2018-04-08 发布

2018-06-01 实施

生态环境部 发布

目 录

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	3
4 污染物与污染负荷.....	3
5 总体要求.....	5
6 工艺设计.....	8
7 主要工艺设备和材料.....	12
8 检测与过程控制.....	13
9 主要辅助工程.....	14
10 劳动安全与职业卫生.....	14
11 施工与验收.....	15
12 运行与维护.....	15
附录 A（资料性附录）内部循环工艺.....	18

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，防治环境污染，改善环境质量，规范磷肥工业废水治理工程的建设与运行，制定本标准。

本标准规定了磷肥工业废水治理工程设计、工程施工、工程验收及运行管理等过程中的技术要求。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境科学研究院、东华工程科技股份有限公司、安徽东华环境市政工程有限责任公司、安徽六国化工股份有限公司。

本标准生态环境部2018年4月8日批准。

本标准自2018年6月1日起实施。

本标准由生态环境部解释。

磷肥工业废水治理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了磷肥工业废水治理工程设计、施工、验收和运行管理等技术要求。

本标准适用于生产磷肥主要产品的企业废水治理工程的建设与运行管理，可作为磷肥工业建设项目环境影响评价和废水治理工程设计、施工、验收及建成后运行与管理的技术依据。

其他磷肥工业产品的废水治理工程可参照执行。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB12801	生产过程安全卫生要求总则
GB14554	恶臭污染物排放标准
GB/T15562.1	环境保护图形标志 排放口(源)
GB15580	磷肥工业水污染物排放标准
GB/T16483	化学品安全技术说明书内容和项目顺序
GB18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB50014	室外排水设计规范
GB50015	建筑给排水设计规范
GB50016	建筑设计防火规范
GB50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB50033	建筑采光设计标准
GB50034	建筑照明设计标准
GB50037	建筑地面设计规范
GB50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB50052	供配电系统设计规范
GB50054	低压配电设计规范
GB50055	通用用电设备配电设计规范
GB50057	建筑物防雷规范
GB50069	给水排水工程构筑物结构设计规范
GB50108	地下工程防水技术规范
GB50187	工业企业总平面设计规范
GB50208	地下防水工程质量验收规范
GB50222	建筑内部装修设计规范

GB50243	通风与空调工程施工质量验收规范
GB/T50335	污水再生利用工程设计规范
GB50395	视频安防监控系统工程设计规范
GB50684	化学工业污水处理与回用设计规范
GB/T 50934	石油化工工程防渗技术规范
GB50963	硫酸、磷肥生产污水处理设计规范
GBJ22	厂矿道路设计规范
GBJ141	给水排水构筑物工程施工及验收规范
GBZ1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第1 部分:化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素
CJJ60	城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程
HJ/T91	地表水和污水监测技术规范
HJ/T96	pH水质自动分析仪技术要求
HJ/T101	氨氮水质自动分析仪技术要求
HJ/T248	环境保护产品技术要求 多层滤料过滤器
HJ/T251	环境保护产品技术要求 罗茨鼓风机
HJ/T253	环境保护产品技术要求 微孔过滤装置
HJ/T262	环境保护产品技术要求 格栅除污机
HJ/T265	环境保护产品技术要求 刮泥机
HJ/T270	环境保护产品技术要求 反渗透水处理装置
HJ/T271	环境保护产品技术要求 超滤装置
HJ/T283	环境保护产品技术要求 厢式压滤机和板框压滤机
HJ/T336	环境保护产品技术要求 潜水排污泵
HJ/T369	环境保护产品技术要求 水处理用加药设备
HJ/T377	环境保护产品技术要求 化学需氧量（COD _{Cr} ）水质在线自动监测仪
HJ/T493	水质采样 样品的保存和管理技术规定
HJ579	膜分离法污水处理工程技术规范
HJ2006	污水混凝与絮凝处理工程技术规范
HJ2008	污水过滤处理工程技术规范
HG20504	化工废渣填埋场设计规定
	《排污口规范化整治技术要求》（国家环境保护局 环监[1996]470号）
	《污染源自动监控管理办法》（国家环境保护总局令第28号）
	《建设项目（工程）竣工验收办法》（计建设[1990]1215号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 磷肥工业 phosphate fertilizer industry

指生产磷肥产品的工业。磷肥产品包括过磷酸钙（简称普钙）、钙镁磷肥、磷酸铵、重过磷酸钙（简称重钙）、复混肥料（包括复合肥料和掺混肥料）、硝酸磷肥和其他副产品（如氟加工产品等），以及生产磷肥所需的中间产品湿法磷酸。

3.2 磷肥工业废水 wastewater from phosphate fertilizer industry

指生产磷肥产品的过程中产生的工业废水。

3.3 初期污染雨水 initial polluted rainwater

指可能受物料污染的污染区地面的初期雨水。

3.4 磷石膏渣场排水 drainage of phosphogypsum slag field

指湿法排渣的磷石膏渣场的渗滤排水和雨水。

3.5 含硅含氟废水 wastewater containing silicon and fluoride

指以磷肥生产的副产品氟硅酸为原料生产氟硅酸钠、氟硅酸铵、氟化铝、氟化氢等产品时生产工艺过程排放的废水。

3.6 含磷含氟废水 wastewater containing phosphate and fluoride

指磷肥产品生产过程中，在尾气洗涤、磷酸过滤、磷酸浓缩工段中产生的废水，无组织排放污水，初期污染雨水，以及磷石膏渣场回水和磷酸循环水站排污产生的含磷含氟废水。

3.7 含氨氮废水 wastewater containing ammonia nitrogen

指复混肥、硝酸磷肥、磷酸铵等生产过程产生的含有氨氮污染物的废水，也包括含氨氮的雨水。

3.8 工艺水 process water

指在磷肥生产工艺中，用来制造、加工产品以及与制造、加工工艺过程有关的一次用水，包括产品用水、洗涤用水、直接冷却水和其他用水。

3.9 内部循环工艺 internal circulation process

指生产单元产生的废水在车间进行处理，达到内部回用水标准后直接进入该车间进行循环使用而不排入厂区废水处理站进行统一处理的工艺流程。

4 污染物与污染负荷

4.1 废水主要来源与分类

4.1.1 磷肥工业废水主要包括生产污水、初期污染雨水及磷石膏渣场的排水等。磷肥工业主要产品的生产污水来源、特征与去向见表1所示。

表1 磷肥工业主要产品的生产污水来源、特征与去向

产品	废水产生工段	排水	主要污染物	去向
普通过磷酸钙(SSP)	混合、化成工段	含氟尾气洗涤液及冲洗设备、地坪水	1. 含F量2400 mg/L~4500 mg/L 2. 水质水量变化大	回收利用或去污水处理站
钙镁磷肥(FMP)	水淬工段	水淬水	含F量10 mg/L~1000 mg/L	循环使用
	高炉熔融工段	高炉煤气洗涤水	含F量50 mg/L~3000 mg/L	部分煤气洗涤水处理后回收利用
湿法磷酸	反应工段	废气洗涤水	主要含氟和磷	作为反应废气循环洗涤水以及过滤系统滤布冲洗水和滤饼洗涤水最终进入产品稀磷酸
	浓缩工段	酸性循环水站产生少量排污水	含F量3000 mg/L~5000 mg/L	送往污水处理站
	磷石膏渣场	磷石膏渣场渗滤水、回水池的废水	pH: 1.2~2.1 含F量: 1200 mg/L~7000 mg/L PO ₄ ³⁻ (以P计): 4000 mg/L~35000 mg/L	可返回湿法磷酸装置系统循环使用, 未能循环使用的废水需要排至污水处理站进行回收和处理, 达标排放。
重过磷酸钙(GTSP)	混合、化成工段(化成法工艺)	废气洗涤液	主要含氟及悬浮物	洗涤液回收利用, 多余部分送污水处理站处理后排放。
	干燥、筛分破碎和冷却工段(化成法及料浆法工艺)	废气洗涤液	主要含氟及悬浮物	洗涤液回收利用
复混肥	造粒干燥、筛分破碎、冷却、包裹工段(硫基复合肥、尿基/硝基复合肥、掺合肥)	废气洗涤液	主要含氟及悬浮物	洗涤液回收利用
硝酸磷肥(NP)	酸解、中和、造粒、干燥、冷却、筛分破碎工段	废气洗涤液	主要含磷、氟、硝基氮及氨氮	部分返回利用外, 多余部分需送污水处理站处理后排放。
磷酸铵(DAP/MAP)	正常生产无生产废水排放	装置运行发生事故时排放少量废水	主要含磷与氨氮	可设地槽收集, 待正常生产时返回工艺系统。
氟硅酸钠	生产工艺过程	生产氟硅酸钠产生的母液	含F量为2000 mg/L~8000 mg/L	单独处理回收利用或去污水处理站

4.1.2 按照污染物特征, 磷肥工业废水主要有以下几类:

(a) 含磷含氟废水

其特征污染物氟化物和磷酸盐浓度可高达上万毫克/升, 且废水酸性大, pH为1~2。

(b) 含硅含氟废水

其特征污染物包括氟离子、硅酸盐、硅胶等物质。氟加工废水, 不但含氟量高, 同时还含有大量的盐酸和硅胶, 有些还含有磷酸、硫酸等, 胶体颗粒很细(10 nm~20 nm), 相对密度小, 附着在氟、磷难溶盐类上不易下沉, 固液分离效果差。

(c) 含氨氮废水

其特征污染物为氨氮，一般氨氮浓度 $<20\text{ mg/L}$ 。

4.2 废水水量

4.2.1 工艺计算磷肥工业废水排放量通常考虑以下几项水量：

- 动设备密封水的外排水；
- 循环水的排污水；
- 地坪及设备冲洗水；
- 工艺洗涤外排水；
- 初期污染雨水；
- 磷石膏渣场多余回水（雨季、渣场渗滤水）；
- 未预见水量。

4.2.2 现有磷肥企业废水排放量应根据全厂水平衡图和实测数据确定，考虑 10%~15% 裕量。

如不具备现场测量条件，可类比采用同原材料、同规模、同工艺生产线的实际排水量数据。

4.3 废水水质

4.3.1 废水水质可采取实测数据来确定，实测应在车间排水口取得。实测数据应通过连续 3 d~5 d、每天不少于 4 h 的连续采样获得。

4.3.2 新建或扩建项目的废水水质可参考同类企业的数据确定。

4.3.3 没有实测条件或无法获得类比数据时，可参考表 2 给出的磷肥工业主要产品典型废水的水质指标数据。

表2 磷肥工业主要产品典型废水水质指标

产品名称	污染物浓度/ (mg/L)			pH
	氟化物 (以F计)	PO ₄ ³⁻ (以P计)	SiO ₂	
过磷酸钙 (SSP)、	400~2000	1000~4000	-	-
磷酸铵(DAP/MAP)、 以磷酸为原料生产的 复合肥(NPK)及H ₃ PO ₄	400~2000	400~600	-	-
钙镁磷肥 (FMP)	70~200	100~300	-	2.0~2.6
重过磷酸钙 (GTSP)	3000~5130	4000~6500	-	1
复混肥 (NPK)	70	40~160	-	5~7
磷石膏渣场回水	2000~8000	5000~10000	-	1~3
氟加工 (Na ₂ SiF ₆)	3000~4500	200~700	500~2000	0.43~1.10
氟加工 (冰晶石)	1000~5400	34~265	1280~1320	1~2
氟加工 (AlF ₃)	7000~9000	40	-	2

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 磷肥生产企业应以国家法规为依据，贯彻国家产业政策和行业清洁生产及污染防治技术政策，严格执行国家、行业和地方各类有关标准规范。

5.1.2 磷肥工业废水处理站设计、施工，应遵循项目的环境影响评价文件及其批复的要求，并严格执行环境保护设施“三同时”制度。

5.1.3 磷肥工业废水收集、处理、回用应采用清污分流、雨污分流、污污分治、分质回用的原则。

5.1.4 磷肥工业废水处理站构筑物、管道和地坪的防渗要求参照GB/T 50934进行。

5.1.5 磷肥工业废水处理后排放应符合 GB15580 和地方相关排放标准，并满足主要污染物排放总量控制及排污许可要求。

5.1.6 废水处理站应配套建设预防二次污染的技术措施。污泥的处理处置应遵守国家有关规定，其贮存、处置的污染控制应满足 GB18599；恶臭等污染物排放应满足 GB14554；厂界环境噪声应符合 GB12348 的要求。

5.1.7 按照《排污口规范化整治技术要求》设置规范化排污口，设置符合 GB/T15562.1 要求的废水排放口标志，并按照《污染源自动监控管理办法》安装污染源在线监测装置。

5.2 源头控制及清洁生产

5.2.1 磷肥生产企业应从源头控制磷肥工业废水的产生。采用清洁生产和循环利用工艺，提高水的利用率；强化企业内部管理制度，全过程控制废水的产生、处理、回用和排放；注重源头处理措施，降低污染物的产生量和排放量。

5.2.2 磷肥生产企业应积极采用能源资源回收与综合利用技术。废水在排至处理站之前应回收能量、化学品和其他副产物。废水处理站在处理高浓度废水时应尽量从资源回收的角度选择处理工艺。

5.2.3 硝酸磷肥生产装置排出的含少量磷、氟、硝基氮及氨氮的废水宜回收返回湿线生产系统利用；磷铵生产装置排出的氨氮污水宜采用回收利用方式，返回磷铵生产系统。

5.2.4 以废水中的氟硅酸生产氟硅酸钠时，宜优先采用硫酸钠为原料生产氟硅酸钠，氟硅酸钠生产污水宜单独处理回收利用。

5.3 建设规模

5.3.1 磷肥工业废水处理站的建设规模应以实测数据为依据。没有实测数据的，可参考同类型企业的情况类比确定，同时考虑一定的安全系数和企业发展规划。

5.3.2 磷肥工业废水处理站建设各单元设计流量还应符合下列要求：

- a) 调节池前废水处理构筑物和管网按最大日最大时流量计算；
- b) 调节池及其后废水处理构筑物和管网按最大日平均时流量计算；
- c) 回用水处理系统设计流量可根据回用要求，经水量平衡和技术经济分析后确定；
- d) 污泥处理与处置系统设计小时处理量按每日操作小时数的时间计算，非连续运行操作时，需考虑污泥的调节措施。

5.4 项目构成

5.4.1 磷肥工业废水处理工程主要由废水收集管网、废水处理系统、深度处理系统、污泥处理处置系统、外排口、辅助工程和配套设施等构成。

5.4.2 废水收集管网包括：管网、初期污染雨水切换设施、提升泵站等。

5.4.3 废水处理系统包括：格栅、调节池、加药、混凝反应、中和、沉淀、过滤、清水池、事故池等。

5.4.4 深度处理系统包括：过滤、吸附、超滤和反渗透等处理系统。

5.4.5 污泥处理处置系统包括：沉淀、调节、浓缩、脱水、堆放、外运、最终处置（包括综合利用、填埋）等；

5.4.6 外排口包括：管网、监测水池、提升泵等。

5.4.7 辅助工程包括：供电、化验、控制、仓库维修、站区道路、围墙、绿化、给排水消防等。

5.4.8 配套设施包括：办公等生活设施。

5.5 总体布置

5.5.1 磷肥工业废水处理站的总体布置应纳入磷肥企业总体规划中，并应与其相关的工艺布置统一考虑，合理布局。总体布置应符合GB50187和GB50014的规定。

5.5.2 磷肥工业废水处理站应布置在厂区夏季主导风向的下风向，且宜在全厂地面标高较低处，废水宜自流进入废水处理站。

5.5.3 废水处理站构筑物的布置宜顺应流程、集中紧凑，并满足施工、设备安装、维修方便的要求。

5.5.4 如有良好的工程地质条件，在满足工艺流程的前提下，废水处理站各构筑物的布置宜充分利用原有地形，做到土方平衡和降低能耗。

5.5.5 构筑物高程布置应顺应地面坡度，主流程宜顺直、避免迂回曲折以防止管道堵塞，便于运行管理；污水高程布置和污泥高程布置应相互协调配合，减少提升的次数；站区地面标高应高出设计洪水水位，处理后的废水有良好的排放条件。

5.5.6 提升泵站宜设在处理站附近，便于管理控制。

5.5.7 污泥处理构筑物宜考虑单独布置，废水处理站应设污泥临时堆放场，并采取相应的防腐、防渗、防雨淋等措施。

5.5.8 除设置在各处理构筑物之间的贯通、连接的管、渠外，还应设置能够使各处理构筑物独立运行的管、渠，当某一处构筑物因故停止工作时，其后续处理构筑物仍能够保持正常的运行；应设置超越全部处理构筑物将废水排至事故池的超越管。

5.5.9 操作值班室宜布置在便于观察各处理构筑物和运行情况的位置。

5.5.10 废水处理站应设置分析化验设施，配置必要的检测分析仪器，既可以单独设置，也可以利用全厂中央化验室或对外委托检测。

5.5.11 寒冷地区的废水处理站，其室外管道和装置应采取保温措施。

6 工艺设计

6.1 一般规定

6.1.1 磷肥工业废水处理工程应根据现行的国家和地方污染物排放标准、主要污染物总量控制、排污许可等环境管理要求，选择相应的处理工艺。依据各自磷肥企业水质特性及处理出水要求，优先采用先进成熟高效的处理工艺。新工艺应取得试验数据后方可使用，确保废水处理站稳定、可靠、安全、达标运行。

6.1.2 磷肥工业废水应优先考虑分级回用，提高废水重复利用率，按照回用水的水质要求确定废水处理工艺流程。工艺装置内部循环工艺可参见附录 A。

6.1.3 含有第一类污染物的废水，在车间或生产设施废水排放口监测的污染物浓度，应达到 GB15580 的标准后方可排入废水收集管网；达不到 GB15580 标准的，应就地处理达标。

6.1.4 处理后出水可根据回用要求或排放要求进行深度处理。

6.1.5 废水处理站宜设计成平行的两条线，每条线可以独立运行。废水处理工艺设计应符合 GB50014、GB50684、GB50963 中的相关规定。

6.2 废水收集和贮存

6.2.1 生产车间废水宜按下列要求收集：

车间地面冲洗水、设备密封水及其它废水应采用排水管或地沟引到车间底层集水池，尽量收集回用，确实无法回用的，根据收集点的位置及高程条件，采用压力流或自流排入废水处理站调节池。

6.2.2 磷石膏渣场废水宜按下列要求收集：

渣场设截洪沟拦截雨水，渣场渗滤水（含场内污染雨水）收集循环利用，多余废水采用压力流或自流排入废水处理站调节池。当渣场偏远，应比较污水就地处理和回厂区废水处理站处理的经济性，可采用就地处理。

6.2.3 厂区雨水宜按下列要求收集：

a) 初期污染雨水收集池：工艺装置区按可能发生污染区域面积计算，雨水深度按照污染区域 15 mm-30 mm 计算，按重力流排入初期污染雨水收集池，用泵提升至废水处理站调节池；

b) 煤堆场雨水含悬浮物（SS）高，不宜长距离输送，宜就地设置沉淀池沉淀后回用或外排；

c) 厂前区及其他范围非污染雨水可通过雨水管排入市政管网，缺水地区可把雨水收集到雨水集水池，经沉淀等处理后用于绿化、道路喷洒抑尘等使用。

6.2.4 清净循环水系统中的排污水和反冲洗水通过管道排入废水处理站调节池。

6.2.5 厂区受污染的消防水应收集到全厂消防事故水池中。

6.3 工艺流程选择

6.3.1 含磷含氟废水处理

磷肥工业废水处理工艺、控制参数宜通过试验确定。当不具备试验条件时，处理工艺及

控制参数宜符合下列规定：

a)含磷含氟废水可采用二级中和反应、二级絮凝沉淀工艺处理。一级中和的pH值宜为3~5，溶液进行沉淀分离后再进行二级中和，二级中和的pH值宜为6~9。

b)含氟浓度较高的工业废水出水加酸反调，加酸回调后可采用沉淀或过滤工艺处理。控制一级中和反应pH值宜为4~6，第二级反应pH值宜为9~11，加酸调至pH值宜为6~9。为了提高处理效果，可以增加必要的回流污泥提高混合效果。二级中和二级沉淀工艺流程如图1所示。

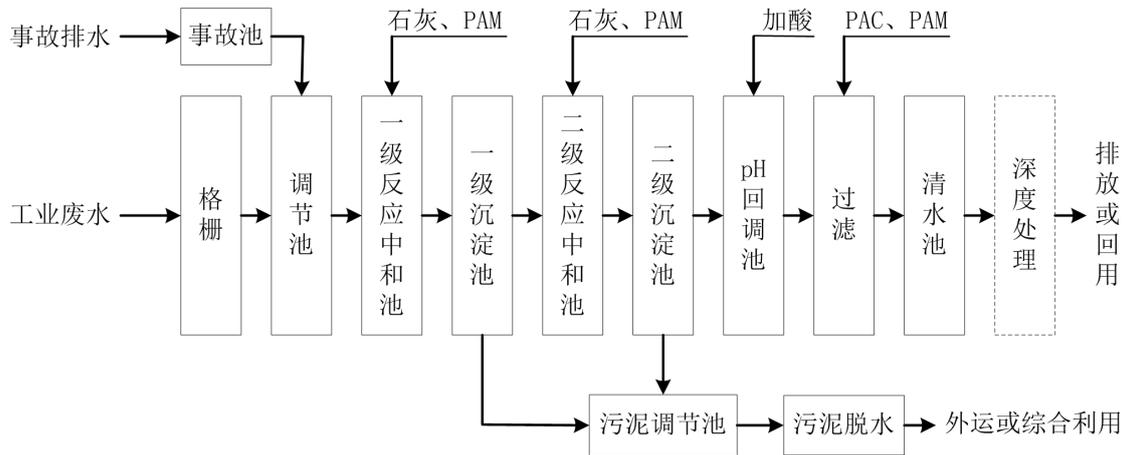


图1 二级中和二级沉淀工艺流程

c)工艺参数：

一级中和反应时间宜为1 h~2 h，二级中和反应时间宜为1 h~2 h，沉淀池表面水力负荷宜为 $0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

6.3.2 含氟含硅废水处理

对氟硅酸钠生产污水，可采用三级中和、三级絮凝沉淀，最后一级采用加酸反调法处理工艺。各级反应中和池内pH控制参数如下：一级控制pH值为6~7，二级控制pH值为8~9，三级控制pH值为10~11，出水加酸反调pH值为6~9。当氟浓度 $< 1000 \text{ mg/l}$ 时，不进行加酸回调；当氟浓度 $\geq 1000 \text{ mg/l}$ 时，需要加酸回调。加酸回调后可采用沉淀或过滤工艺处理。

为了提高处理效果，可以增加必要的回流污泥提高混合效果；采用酸反调时，为了提高除氟效果，可添加 CaCl_2 。

三级中和三级沉淀工艺流程如图2所示：

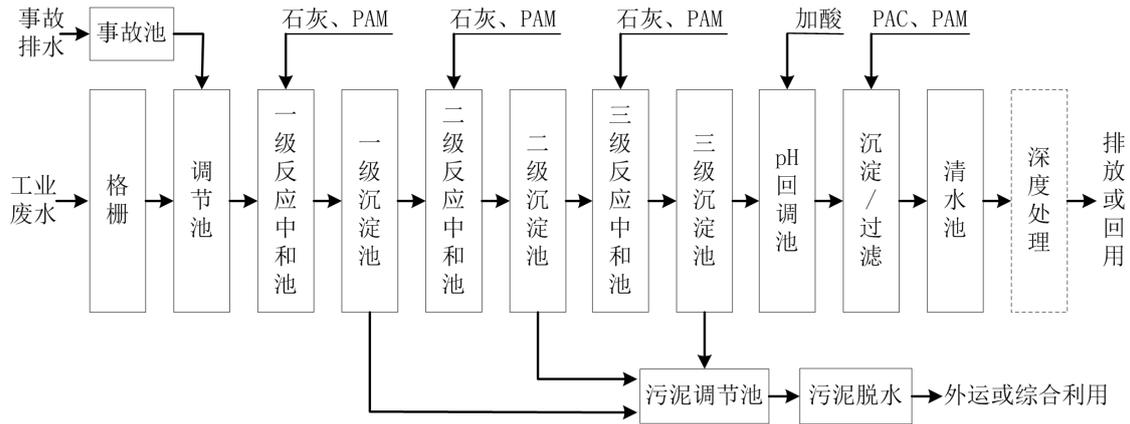


图2 三级中和三级沉淀工艺流程

工艺参数：

一级中和反应时间宜为1 h~2 h，二级中和反应时间宜为1 h~2 h，二级沉淀池表面水力负荷宜为 $0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，三级沉淀池表面水力负荷宜为 $0.6 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

6.3.3 含氨氮污水处理

a) 硝酸磷肥及磷铵生产装置产生的含氨氮污水宜回收利用，不能利用的含氨氮污水需经处理后达标排放。

b) 水量少，氨氮含量低的生产污水可以与生活污水合并处理。

c) 当需要单独处理时，可采用流程为厌氧好氧(A/O)工艺、厌氧/缺氧/好氧(A²/O)工艺、两级缺氧/好氧(A/O-A/O)工艺、序批式活性污泥法(SBR)等生物脱氮工艺。

6.4 工艺设计要求

6.4.1 格栅

a) 采用机械粗格栅时，间隙宜为10 mm~20 mm，采用人工清除时宜为15 mm~25 mm，格栅设置在水泵前应满足水泵要求。

b) 细格栅宜选用具有自清能力的旋转机械格栅，格栅间隙宜为2 mm~5 mm。

c) 格栅上部应设置工作平台，其高度应高出格栅前最高设计水位0.5 m，工作平台上应有安全和冲洗设施。

6.4.2 调节池

a) 有效容积按8 h~12 h平均时流量计，有效水深宜为4 m~6 m。

b) 调节池内设置混合设施，宜采用机械搅拌或空气搅拌。机械搅拌可采用桨式、推进式和涡流式，混合功率宜为 $4 \text{ W}/\text{m}^3\sim 8 \text{ W}/\text{m}^3$ （废水）；当采用曝气设备（穿孔管曝气）时，曝气量宜为 $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 6 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，曝气设备应考虑防堵塞措施。

c) 调节池底部应设有集水坑和泄水管，池底应有不小于0.01的坡度，坡向集水坑，池壁宜设置溢水管，不宜设置爬梯。

d) 必要时可在调节池内设置pH调节措施，池体做防腐处理。

e) 调节池宜设置液位控制和报警装置。

6.4.3 混凝反应中和池

a) 混凝剂可选用铁盐、铝盐如聚合氯化铝 (PAC) 等, 也可采用复配混凝剂或与有机高分子混凝剂如聚丙烯酰胺 (PAM) 联用。使用前应根据废水水质特性, 通过试验确定适宜的配方, 并应符合HJ2006的规定, 混凝反应时间宜为20 min~30 min。

b) 中和剂可选用石灰, 也可以选用碳酸钙、氢氧化钠等碱性试剂。

c) 中和池 (槽) 的数量, 不宜少于二个, 一般不设置备用, 中和反应时间不宜小于1 h, 中和池 (槽) 宜采用机械搅拌, 池体做防腐处理。

6.4.4 沉淀池

a) 沉淀池 (槽) 宜设置二座, 一般不设置备用。沉淀池 (槽) 设计参数宜根据污泥沉降试验确定, 也可根据同类污水处理运行经验数据选取。在无试验数据时, 辐流式沉淀池水力负荷可为 $0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 沉淀时间宜为3 h~5 h。

b) 废水中含硅胶时, 应降低水力负荷, 表面负荷在无试验数据时宜为 $0.4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

c) 沉淀池 (槽) 底部可设污泥回流设施以提高处理效果, 污泥可部分回流至絮凝池 (槽), 回流比宜为10%。

6.4.5 pH回调池

a) 经混凝沉淀工艺处理后的出水应加酸回调pH值为6~9。

b) pH回调池 (槽) 宜设置二座, 采用机械搅拌, 混合反应时间宜为20 min~40 min。

c) pH回调可采用稀硫酸和盐酸, pH 回调池 (槽) 体和搅拌设施应防腐。

6.4.6 过滤

a) 经混凝沉淀和pH回调工艺处理后的出水当悬浮物指标不达标时可以进行过滤处理。

b) 过滤系统进水悬浮物宜小于50 mg/L; 高硬度高碱度的污水宜有防止构筑物设备堵塞措施, 宜采用高效混凝沉淀系统, 不宜采用过滤工艺。

c) 过滤系统可采用各种过滤池或机械过滤器。机械过滤器的流速控制在8 m/h~10 m/h, 采用浅层砂过滤器流速在无试验数据时控制在15 m/h~25 m/h。反洗可以采用水洗或气洗, 也可同时采用水和压缩空气进行汽水洗, 反冲洗水应排往调节池进行再处理。

d) 滤料可采用无烟煤、石英砂、陶粒滤料、聚苯烯泡沫滤珠、金刚砂等。

e) 过滤池设计可参照 GB/T50335的规定, 过滤器的选用可类比同类企业资料确定。过滤还应符合HJ2008的有关规定。

6.4.7 深度处理

a) 深度处理可根据回用要求或排放要求选择采用过滤、吸附、超滤和反渗透等工艺。

b) 过滤、吸附、超滤和反渗透工艺设计可参照 GB/T50335、HJ579中的规定。

6.4.8 污泥处理与处置

a) 污泥处理工艺应根据污泥的最终处置方式确定, 并满足环境评价文件及其批复的要求,

还应符合HG20504的有关规定。

b) 当无机污泥有综合利用要求时,应与其他有机污泥分开处理,优先考虑综合利用。

b) 沉淀池排泥应与污泥脱水进泥相协调,宜设置污泥调节池进行调节和匀质。其容积应根据各类污泥产量及排泥量确定,可按污泥日排放量的1/3~1/4估算。

当沉淀池污泥含水率比较高时宜设置污泥浓缩设施,可采用机械浓缩工艺;当采用机械浓缩池时,宜采用带提耙装置的浓缩机,其电机功率应适应无机污泥的浓缩要求。

污泥脱水机械宜选用厢式压滤机、板框脱水机,压滤机配套的空压机宜一对一。

污泥在脱水前,应加药调理。污泥加药后,应立即进行混合反应,进入脱水机。药剂种类和投加量没有类比经验时应通过试验确定。

污泥脱水前的含水率宜小于95%,污泥脱水后的含水率宜小于70%。

污泥脱水单元应设置滤饼堆放场地和滤饼外运的设施和通道,出泥应输送便捷。滤饼堆放场地容积或面积应根据滤饼外运条件确定。

污泥的最终处置主要包括综合利用、填埋等途径,应按国家相关规定进行。同时宜合理利用废水处理过程产生的中和渣。

6.4.9 恶臭控制与处理

工艺单元设计时应减少废水收集及处理系统臭气的产生和散发。

污水泵房、污泥脱水间、加药间等应设置通风或臭气收集设施。

收集的臭气处理应满足GB14554要求。

6.4.10 事故池

废水处理站应设置事故池,以贮存磷肥生产过程中非正常情况的排水和废水处理站自身事故检修等情况下不达标的废水。

有效容积宜按废水处理站设计水量的12 h~24 h平均时流量计算。

有效水深宜为4 m~6 m,当采用事故水罐设备贮水时水深宜加大。

事故池平时为空池,事故贮水后用泵小流量提升返回废水处理系统处理。

6.4.11 清水池

清水池容积一般采用6 h~8 h平均时容积,当有调节作用时不宜小于12 h平均时容积。

7 主要工艺设备和材料

7.1 设备选型

7.1.1 设备选型应充分考虑磷肥工业废水特点,采用防腐、防结垢、便于清通维护的设备。

7.1.2 格栅应符合HJ/T262的规定。

7.1.3 潜水排污泵应符合HJ/T336的规定。

7.1.4 罗茨风机应符合HJ/T251的规定。

7.1.5 刮泥机应符合HJ/T265的规定。

7.1.6 污泥脱水用厢式压滤机和板框压滤机应符合HJ/T283的规定。

7.1.7加药设备应符合HJ/T369的规定。

7.1.8砂过滤应符合HJ/T248的规定。

7.1.9膜过滤应符合HJ/T 271、HJ/T 270的规定。

7.1.10陶瓷过滤器及无阀过滤器应符合HJ/T 253等相关的产品规定。

7.2 常用药剂

7.2.1常用中和剂：石灰、碳酸钙、氢氧化钠等。

7.2.2常用混凝剂：聚合铝、聚合铁、聚合铝铁等。

7.2.3常用絮凝剂：聚丙烯酰胺等。

7.2.4常用的回调药剂：硫酸、盐酸等。

7.2.5为加强对氟离子的去除效果可采用的无机盐：氯化钙、氯化镁盐等。

7.3 管道材料与设置

7.3.1 管道材料一般选用耐磷酸和氟硅酸腐蚀的材料或非金属衬里管道材料，如衬胶钢管或衬塑钢管。

7.3.2 管道的敷设应考虑可以清通、更换方便，满足2个系列并联或单独使用的要求。

7.3.3 对易腐蚀的设备、管渠及材料应采取相应的防腐蚀措施。根据磷酸和氟硅酸的腐蚀性质，因地制宜地选用经济合理、技术可靠的防腐蚀措施，并应达到国家有关标准的规定。

8 检测与过程控制

8.1 检测

8.1.1 应根据处理工艺和管理要求设置相关仪器、仪表，对废水处理站主要参数进行定期检测，对重点控制指标实现在线检测。

8.1.2 废水处理站应检测的项目包括：

a) 废水处理站进出水检测项目一般包括流量、pH、SS、磷、氟及其他特征污染物等指标。

当有回用要求时，宜根据回用水质控制指标检测；

b) 车间排水口和调节池、事故池出口宜检测pH等指标，车间排水口应检测总砷；

c) 各级中和池出口宜检测pH值等指标；

d) 废水处理站出水外排检测项目应符合国家污染物排放标准和当地环保部门的要求，一般包括流量、pH值、COD_{Cr}、SS、氟化物（以F计）、总磷（以P计）、总氮、氨氮、总砷及其它特征污染物等指标；

e) 雨水排口的检测项目应符合国家污染物排放标准和当地环保部门的要求，必要时应对重点控制指标实现在线检测。

8.1.3 检测过程宜采用符合HJ/T96、HJ/T101、HJ/T377等规定的监测仪器。

8.2 过程控制

8.2.1 应根据处理工艺和运行管理要求选择适合的控制方式和控制参数。控制系统应在保证处理出水水质、安全的前提下，运行可靠、先进适用、便于维护和管理。

8.2.2 自动化控制水平宜根据废水处理规模、水质处理要求、企业经济条件等因素合理确定。小型综合废水处理站可采用手动或 PLC 自动控制，较大规模的综合废水处理站宜采用 DCS 集中管理和监视。废水处理站的过程控制可参照 GB50014、GB50395 等标准的规定。

8.2.3 现场控制仪表宜具备防腐、防结垢、可清洗等功能。

9 主要辅助工程

9.1 电气

9.1.1 废水处理站电气专业的技术要求宜与生产过程中电气专业的技术要求一致。工作电源的引接和工作室设置宜与生产过程统筹考虑，高、低电压等级和用电中性接地方式宜与生产设备一致。

9.1.2 电气系统设计应符合 GB50052、GB50054、GB50055 和 GB50057 等标准的规定；照明设计应符合 GB50034 的规定。

9.2 给排水和消防

9.2.1 废水处理站给排水和消防系统宜与全厂生产系统统筹考虑。生活用水、生产用水及消防设施应符合 GB50015、GB50016 和 GB50222 等国家现行标准的规定。

9.2.2 回用水输配系统应独立设置，其供水管道宜采用非金属给水管、复合管或其他给水管材，可根据使用要求安装计量装置。

9.2.3 废水处理站的火灾危险类别，耐火等级及消防系统的设置，应符合 GB50016 的规定。

9.3 采暖通风与空调

9.3.1 废水处理站建筑物内的采暖通风与空调设计参照 GB50019、GB50243 等标准规定。

9.3.2 废水处理站采暖系统设计与生产车间统一规划，热源宜由厂区或集中加工区采暖系统提供。

9.3.3 各类建（构）筑的通风设计应符合下列原则：

加盖构筑物宜设通风设施；

加药间宜设通风设施；

石灰输送贮存配制系统应按照有关规定设置除尘设施。

9.4 建筑结构和绿化

9.4.1 建筑物的造型应简洁、美观，并与周围环境相协调。

9.4.2 建筑、构筑物防腐、采光应符合 GB50037、GB50046、GB50033 等标准的规定。

9.4.3 寒冷地区的建筑结构应采取保温防冻措施。

9.4.4 构筑物结构设计应符合 GB50069、GB50108、GBJ141 和 GB50208 等标准的规定。

9.4.5 废水处理站站区内道路与绿化等工程设计应符合 GBJ22 的规定。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 劳动安全

10.1.1 劳动安全管理应符合 GB12801 的规定。建立并严格执行定期安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。

10.1.2 工作人员应进行培训上岗，并配备必要的劳动安全卫生设施和劳动防护用品，由专人维护保养。

10.1.3 按照 GB/T16483 等标准的要求管理化学药剂。

10.1.4 有使用酸碱物品的场合，应按照规定设置洗眼器等安全措施。

10.1.5 高噪声的设备（如空压机）应按规定采取消音隔声措施。

10.1.6 设置必要的安全防护和报警装置，并在明显位置设置安全标志。

10.2 职业卫生

10.2.1 职业卫生符合 GBZ1 和 GBZ2.1、GBZ2.2 的规定。

10.2.2 职业病防护设备和用品应处于正常工作状态，不得擅自拆除或停止使用。

10.2.3 具有有害气体、易燃气体、异味、粉尘和环境潮湿的场所，应有良好的通风设施。

11 施工与验收

11.1 工程施工

11.1.1 工程施工应符合有关工程施工程序及管理文件的要求，符合国家相关标准和规范的规定。

11.1.2 建筑、安装工程按照施工设计文件、设备技术文件的要求进行，对工程的变更应取得设计单位的设计变更文件后再进行施工。

11.2 工程验收

11.2.1 与生产工程同步建设的废水处理站应与生产工程同时验收，按《建设项目（工程）竣工验收办法》及相关专业验收规范组织验收，并同时满足当地环保部门对项目的要求。

11.2.2 废水处理站竣工验收分阶段进行，工程的设备安装、构筑物等单元可随竣工随验收，工程全部竣工后应进行整体工程竣工验收。

11.2.3 废水处理工程在生产试运行期应进行性能试验，性能试验报告可作为环境保护设施验收的技术支持文件。性能试验内容包括：

- a)各构筑物的结构渗水试验；
- b)电气及控制仪表校验；
- c)设备单机运行试验；
- d)清水联动满负荷测试，考察各工艺单元、构筑物和设备的运行工况；
- e)废水运行试车，分析各工艺单元污染物（如氟和磷等）去除效果。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 运行和维护参照 CJJ60 的规定并符合国家法律法规及标准的其他规定。发现异常或故障造成设施停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门。

12.1.2 确保废水处理设备完好、运行稳定、回用满足工艺要求、外排水达到排放要求。

12.2 水质管理

12.2.1 化验人员按照 HJ/T 91、HJ/T 493 等规定取样、分析记录。

12.2.2 安装在线监测系统的，应按照规定定期进行人工比对。

12.2.3 采样分析频次：每天分析不少于 1 次的项目有化学需氧量、氨氮、悬浮物、磷酸盐、氟化合物、砷等，每天分析不少于 3 次的项目有 pH 值。其他分析项目根据需要确定。

12.2.4 调试或发生水质冲击事故时应增加检测项目及检测频率。

12.2.5 建立废水处理站运行工况、设施维护和生产活动的记录制度。

12.2.6 水质监测仪器应按照规定定期检测核准。

12.3 人员与运行管理

12.3.1 岗位工作人员通过培训上岗，具有熟练的操作技能。

12.3.2 制定处理工艺的操作规程、定期巡检和工作管理制度等；运行人员按制度履行职责，确保系统稳定运行。

12.4 维护保养

12.4.1 废水处理站在满足设计工况的条件下运行，根据工艺要求，定期对设备、电气、自控仪表及管网进行检查和维护。

12.4.2 废水处理设施的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中，使废水处理设施检修与磷肥工艺生产设施相协调。

12.5 记录

12.5.1 建立废水处理站运行状况、设施维护等生产活动的记录制度，主要记录内容包括：

- a) 系统启动、停止时间；
- b) 系统运行工艺控制参数；
- c) 废水进出站水量水质数据；
- d) 药剂进站质量数据；
- e) 污泥、栅渣的出站数量、时间，处置地点，处置情况；
- f) 主要设备的运行和维修情况；
- g) 生产事故及处置情况。

12.5.2 所有记录制定清单以备查询，需长期保存的记录交档案室存档保管。

12.6 应急措施

12.6.1 根据废水处理站生产及周围环境实际情况，考虑各种可能的突发性事件，编制环保应急预案，内容包括：预警、响应、指挥、处理等方面的内容，并配备相应的人力和设备等资

源，确保环境安全。

12.6.2 废水处理站发生重大事故，应启动应急预案，并按规定向当地有关部门报告。

附录 A

(资料性附录)

内部循环工艺

A.1 磷肥装置用水、排水情况分析

生产单元产生的废水可在车间进行处理，达到内部回用水标准后直接进入该车间进行循环使用。

典型的磷肥生产过程中涉及到用水和排水的主要有如下 6 个工段和渣场：湿法磨矿工段、磷酸反应工段、磷酸过滤工段、磷酸浓缩工段、磷肥工段、酸性循环水工段。

A.1.1 湿法磨矿工段

生产过程中需要加入适量水将磷矿磨成矿浆，这部分水必须是工艺水或是经污水处理站处理过的回用水。另外，该工段会排出少量的设备密封或冷却水，此部分水基本不受污染或者污染很小。

A.1.2 磷酸反应工段

需要补充机泵的密封和冷却用水，此补充水必须是工艺水。另外，还需要补充低位闪蒸冷却用水、反应尾气洗涤用水，这部分补充水对水质的要求不高。该工段的排水基本不受污染或者污染很小。

A.1.3 磷酸过滤工段

需要加入滤饼洗涤水和滤布冲洗水，该部分的补充水对水质要求不高。滤饼洗涤水通过工艺过程最终进入到稀磷酸溶液中，不外排；滤布冲洗水随磷石膏滤渣排至渣场。另外，该工段还需要补充机泵的密封和冷却用水，此部分的排水基本不受污染或者污染很小。

A.1.4 磷酸浓缩工段

需要补充氟吸收用水和机泵的密封和冷却用水，此部分补充水必须是工艺水。氟吸收排出液体为副产氟硅酸溶液，机泵的密封和冷却排水基本不受污染或者污染很小。磷酸浓缩蒸发的水蒸汽通过循环水直接冷凝，此部分循环水受污染，含 SS、F 和 P_2O_5 ，呈酸性。

A.1.5 磷肥工段

需要补充机泵的密封和冷却用水，此补充水必须是工艺水，这部分的排水基本不受污染或者污染很小。另外还需要补充反应尾气洗涤用水，排出的洗涤液加入到工艺系统中，不外排。

A.1.6 酸性循环水工段

为保持水质，该工段需排放一定量的排污水；同时需要补充因蒸发和排污而消耗的水，这部分的补水对水质要求不是太高。

A.1.7 磷石膏渣场

随磷石膏渣一起输送到渣场的水以及渣场雨水，一部分自然蒸发，一部分通过渗透-收集系统回到回水池，再用泵输送回磷酸装置。

A.2 磷肥装置用水的内部循环利用

根据上述分析，磷肥生产装置对水的综合利用采用“分质利用、循环利用”的原则，对于用水要求比较高的场合如：磷酸反应工段和磷酸过滤工段的水环真空泵的密封水、磷酸浓缩工段氟吸收用水和其他泵、风机的冷却密封水，此部分水通常为工艺水，为一次水。水环真空泵排水和其他机泵、风机的冷却、密封排水受污染较小，通过单独的管道系统收集进入装置内的收集槽，一部分用作酸性循环水的补充水和反应尾气洗涤补充水，其余部分通过泵送到全厂的洗涤水槽进行储存，作为全厂管道洗涤用水和过滤装置滤饼洗涤用水。

磨矿工段中磨机补充的水通过磷矿料浆进入工艺系统，此部分补充的水通常是工艺水或是经污水处理站处理过的回用水或浓密溢流水，设备密封或冷却水宜全部收集并返回生产系统使用。

反应尾气洗涤补充水、循环水站补充水等对水质要求不是太高，一般为装置内收集的机泵冷却、密封排水。

对于湿法排渣工艺，反应低位闪蒸冷却用水一般采用渣场回水；闪蒸冷却排水通过泵送往过滤工段用作滤布冲洗水，与磷石膏渣一同排往渣场。对于干法排渣工艺，反应低位闪蒸冷却用水可采用酸性循环水。

反应尾气洗涤排出的洗涤水可以用作补充过滤装置滤饼洗涤水。滤饼洗涤水在过滤机上经过两次逆流洗涤磷石膏滤饼后，浓度提高，可返回到反应槽中，最终进入到稀磷酸产品中，不外排。

磷酸过滤工段的滤布冲洗水可以采用循环水排污水另加部分渣场回水，如果装置为湿法排渣，则这部分水与滤饼一起被输送至磷石膏渣场，经过渗透收集排放到回水池，用泵输送回磷酸装置。如果为干法排渣，则这部分水循环洗涤，用沉降槽处理后，上层清液返回冲洗滤布，下层浓液补充加入滤饼洗涤水中。机泵密封或冷却水集中收集后宜采取独立的清洁循环水系统，经风机冷却后，返回过滤真空泵或其他机泵作为液环水或密封冷却水。

磷酸浓缩工段氟吸收用水进入氟硅酸溶液，作为副产品外售或用作加工其它氟化物产品。稀磷酸浓缩过程中蒸发出来的一部分水蒸汽通过大气冷凝器冷凝进入循环水中。

磷肥工段的机泵密封和冷却排水通过地沟和地下槽收集后用泵送入尾气洗涤系统，用作尾气洗涤补水，尾气洗涤液最终进入反应造粒工段，不外排。

循环水站的补充水根据上述分析，主要来自磷酸反应工段和磷酸过滤工段的水环真空泵的密封水、其他机泵的冷却和密封排水、磷酸浓缩蒸发冷凝水。循环水站排污水则进入过滤装置作为滤饼洗涤水和滤布冲洗水。

经过上述循环利用，磷肥正常生产过程中可做到无生产废水外排；事故排放时可以通过罐区的洗涤水槽储存装置内的洗涤水，装置正常开车后再循环利用。

表 A1 给出了磷肥生产过程水循环利用示意表。

表 A1 磷肥生产过程水循环利用示意图

生产工段	补充水		外排水	
	需补充位点	水质要求	排水	回用
湿法磨矿工段	用于磷矿磨浆	工艺水或矿浆浓溢流水、处理过的回用水	少量的设备密封或冷却水	收集回用
磷酸反应工段	补充机泵的密封和冷却用水	工艺水	少量设备密封或冷却水	收集回用
	补充低位闪蒸冷却用水、反应尾气洗涤用水	回用水	闪蒸冷却排水和反应尾气洗涤排水	收集回用
磷酸过滤工段	滤饼洗涤水	回用水	返回反应槽	/
	滤布冲洗水	回用水	通过石膏再浆槽进入渣场和滤饼冲洗。	收集处理或回用
	补充机泵的密封和冷却用水	工艺水	少量的机泵密封或冷却水	收集回用
磷酸浓缩工段	补充机泵的密封和冷却用水	工艺水	少量的机泵密封或冷却水	收集回用
	/	/	循环冷凝水	收集处理后回用
磷肥工段	补充机泵的密封和冷却用水	工艺水	少量的机泵密封或冷却水	用作尾气洗涤补水
	补充反应尾气洗涤用水	回用水	洗涤液加入到工艺系统中，不外排。	/
酸性循环水工段	补充因蒸发和排污而消耗的水	回用水	循环水站排污水	用作滤饼洗涤水和滤布冲洗水
磷石膏渣场	/	/	渣场的水以及渣场雨水	收集处理或回用