

# 湿法磷酸副产物资源化利用的创新技术与市场发展前景

李 鑫 (瓮福(集团)有限责任公司, 贵州 贵阳 550000)

**摘要:** 本文以湿法磷酸副产物为研究对象, 概述了其危害及资源化利用的重要性。文章重点介绍了新型湿法磷酸净化技术、萃余酸低成本高效利用技术、副产物循环利用及萃取余酸的除杂循环利用方法等创新技术。同时, 分析了湿法磷酸副产物资源化利用在市场发展前景方面的潜力, 包括磷化工产品转型升级、新工艺发展前景、湿法磷酸行业投资前景及市场空间预测。希望本研究能够对相关人员提供一定参考。

**关键词:** 湿法磷酸; 资源化利用; 创新技术

中图分类号: TQ-9

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 013-0014-03

## Innovative Technologies and Market Development Prospects for Resource Utilization of Wet Process Phosphoric Acid By products

Li Xin (Wengfu (Group) Co., Ltd., Guiyang Guizhou 550000, China)

**Abstract:** This article takes the by-products of wet process phosphoric acid as the research object, summarizes their hazards and the importance of resource utilization. The article focuses on innovative technologies such as new wet process phosphoric acid purification technology, low-cost and efficient utilization of residual acid, by-product recycling, and impurity removal and recycling methods for residual acid extraction. At the same time, the potential of resource utilization of wet process phosphoric acid by-products in market development prospects was analyzed, including the transformation and upgrading of phosphorus chemical products, the development prospects of new processes, the investment prospects of wet process phosphoric acid industry, and market space prediction. I hope this study can provide some reference for relevant personnel.

**Keywords:** wet process phosphoric acid; Resource utilization; Innovative technology

湿法磷酸作为化工领域的关键原料, 在化肥制造中扮演着至关重要的角色。伴随全球人口数量的增长与粮食需求的不断攀升, 湿法磷酸及其衍生产品磷肥的市场需求量持续上扬。但值得注意的是, 湿法磷酸生产过程中伴生的副产物, 诸如氟硅酸与石膏, 既给环境带来了压力, 也成为了资源化利用的一大挑战。近年来, 湿法磷酸副产物的资源化利用技术取得了长足的进步, 业界正积极提升磷矿石的使用效率及磷酸的纯净度, 并努力减少副产物的生成。展望未来, 湿法磷酸行业将愈发注重资源的高效循环与环境的可持续性, 积极探索副产物的再利用途径, 降低废弃物排放, 并寻求与新型肥料技术的融合, 以期满足市场对环保型农业产品的迫切需求。

### 1 湿法磷酸副产物概述

#### 1.1 湿法磷酸副产物的种类

湿法磷酸作为一种关键的磷化工基础原料, 在其制造流程中会衍生出多种副产物, 这些副产物主要包括萃余液酸、磷泥淤积物以及硅质废弃物等。这些副产物不仅给环境带来影响, 也是资源高效利用的重要考量点。

萃余液酸产生于湿法磷酸的提纯环节, 其化学成分与湿法磷酸相近, 含有较高比例的  $P_2O_5$ , 但同时

也富集了诸如  $Fe^{3+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $Mg^{2+}$  等金属离子, 特别是  $Mg^{2+}$  的高含量, 使得萃余液酸具有较强的黏性, 限制了其广泛应用。此外, 萃余液酸的高固体含量也增加了其处理和再利用的难度。磷泥淤积物则是湿法磷酸生产过程中形成的一种浆状副产物, 其化学构成相当复杂, 包含了磷、钙、镁、铁、铝、硅、钠、钾、硫、氟等多种元素组成的化合物。尽管磷泥淤积物中的  $P_2O_5$  含量相对较低, 但其固体含量却远高于湿法磷酸和萃余液酸。

#### 1.2 湿法磷酸副产物对环境的影响

这些副产物对环境的影响主要体现在它们所含的重金属和有害元素可能对土壤和水体构成潜在污染风险。例如, 磷泥淤积物中的氟化物和重金属离子若未经妥善处理而直接排放, 将对环境造成严重危害。然而, 这些副产物同时也是资源利用的宝贵对象。

#### 1.3 湿法磷酸副产物资源化利用的意义

湿法磷酸副产物的资源化利用在环境保护与资源节约方面扮演着至关重要的角色。在湿法磷酸的生产流程中, 所产生的磷石膏因含有诸多对环境构成威胁的杂质而难以直接加以应用, 结果导致大量堆积, 既侵占了宝贵的土地资源, 也对环境造成了污染。通过实施资源化利用策略, 不仅能有效减轻环境污染, 还

能将这些看似无用的副产物转化为具有市场价值的产品，例如建材和化肥等，从而实现废弃物的二次利用与资源的循环再生。更进一步地，湿法磷酸副产物的资源化利用对于推动磷化工行业的可持续发展具有积极意义，能够减轻对环境的压力，并有助于降低企业的生产成本，提升经济效益。

## 2 湿法磷酸副产物资源化利用的创新技术

### 2.1 新型湿法磷酸净化技术

新型湿法磷酸净化技术主要致力于提升磷酸的纯净度并削减生产成本，同时降低环境负面影响。该技术采纳前沿的分离与提纯手段，有效排除了磷酸内的杂质，从而增强产品品质。在湿法磷酸提纯流程中，借助精确调控化学反应的各项条件，诸如温度、压强、反应时长等，减轻了化学反应本身对目标产物的玷污。此外，新式技术还创设了恰当的结晶环境，大幅度降低了副产物磷石膏中的杂质比率，提升了磷的回收效率。溶剂萃取技术作为湿法磷酸提纯的主流方法，凭借磷酸及其所含杂质在有机溶剂与水溶液间溶解度的差异，经由萃取流程达成磷酸与杂质的分离净化，可借助连续作业模式契合工业化生产的需要。此方法的益处涵盖纯度高、生产工艺及设备配置相对简便、能源消耗低、环境负面影响小。

### 2.2 萃余酸低成本、高效利用技术

萃后酸低成本高效应用技术是湿法磷酸副产物资源化利用的重要趋势之一。此技术侧重于研发或遴选经济高效的沉淀添加剂，旨在削减萃后酸中镁等金属阳离子的含量，并针对多样化的应用场景，进行恰当去除率的探索及经济效益的评估。另外，鉴于渣酸与萃后酸中所含有的镁、铁、硅、铝等元素对作物具有必需或增益作用，研发或筛选低成本且高效的表面活性剂等功能型素材，既保留这些营养资源，又有效减轻萃后酸的黏性，对资源的全面利用及作物增产提效具有显著的推动作用。

### 2.3 副产物循环利用

副品循环利用技术在湿法磷酸范畴内发挥着举足轻重的作用，其核心在于达成资源的高效运用及环境的永续发展。凭借革新科技，湿法磷酸副品如渣酸与萃余酸得以转化为高价值产物，从而减少废物排放。具体而言，这些技术利用化学沉淀、酸碱调控等策略，有效清除副品中的杂质，诸如镁、铁、硅、铝等金属阳离子。举例而言，氟硅酸化学沉淀策略能与萃余酸中的  $Mg^{2+}$  结合，生成难溶解沉淀，再通过滤过达成固液分隔，从而净化萃余酸。另外，采用氨水与含氟化合物的混配物充当沉淀媒介，也能大幅度清除  $Mg^{2+}$  和  $Al^{3+}$ 。这些技术的采纳不仅增强了副品的资源化利用

率，还缩减了生产成本，增强了经济效益。同时，副品中含有的营养元素镁，对作物具有必要或增益作用，通过研制低成本且高效的表面活性剂等功能素材，既能留存这些养分资源，又能降低萃余酸的黏性，进一步推动资源的全面运用及作物增产提效。

### 2.4 湿法磷酸副产物萃取余酸的除杂循环利用方法

湿法磷酸副产物萃取剩余酸的杂质去除及循环利用技术是一项创新手段，它借助添加除杂剂于萃取剩余酸中，调整金属离子盐类的溶解状态，促使金属阳离子盐析出体系，经固液分离后得到除杂渣与净化酸。此技术不仅提升了资源的循环再用效率，且工艺简洁易于调控。在实际操作中，首先是将金属除杂剂加入湿法提纯磷酸副产物萃取剩余酸，通过改变金属盐溶解度形成反应混合物，随后进行固液分离，获取除杂渣与净化酸。接下来，将净化酸与浓硫酸一并回流至磷酸生产流程，让净化酸中的金属除杂剂与磷精矿反应，完成脱硫过程，产出符合下游磷酸生产标准的湿法磷酸。最终，将除杂渣与弱碱性盐进行中和反应，制成复合肥产品，实现资源化应用。

## 3 湿法磷酸副产物资源化利用的市场发展前景

### 3.1 磷化工产品转型升级

磷化工产品结构的优化升级是市场演进的必然趋向，特别是在环保标准日趋严苛与新能源素材需求上扬的情境下。技术的前进步伐正引领磷化工行业迈向高端化、精细化的道路，促使产品向高质量、特定用途、系列化层面进阶。这一变革不仅提升了资源利用效能并削减了生产成本，还增强了产品的环境友好特性与附加值。在新能源素材领域，特别是磷酸铁锂电池需求的持续攀升，直接激发了磷化工企业的繁荣，为湿法磷酸领域注入了新的增长活力。与此同时，农业领域对磷肥的恒定需求为磷化工产品奠定了稳固的市场根基。绿色发展已成为磷化工行业的主流方向，企业需加大环保技术的研发与实践力度，推动行业朝着绿色、低碳、循环的路径前行。技术创新是驱动产业升级的核心动力，磷化工行业的发展正处于转型的关键阶段，未来有望构筑起优势互补、上下游紧密协同的产业生态。

### 3.2 新工艺发展前景

在湿法磷酸副产物资源化运用的范畴内，新工艺的发展潜力尤为凸显。随着《促进磷资源高效高质利用行动计划》的发布，我国磷化工产业正被导向高端化、精细化的转型升级之路。诸如半水-二水转换磷酸生产技艺、二水-半水转换磷酸生产技术等新型工艺，不仅提升了磷酸的浓度，还副产出高附加值的石膏晶须材料。这些工艺不仅环境友好、效率出众，而

且资源利用效能高，展现出广阔的发展蓝图。此外，智能化制造已成为行业进步的重要趋向，借助实时追踪生产数据，企业能够精进生产流程，增强生产效率，同时保障产品质量的统一与稳定。在新能源素材领域，特别是磷酸铁锂电池需求的不断攀升，直接促进了磷化工企业的繁荣，为湿法磷酸副产物资源化运用的新工艺注入了新的增长活力。因此，新工艺的演进不仅有助于增强行业的综合竞争力，也为市场开辟了新的增长点，预示着湿法磷酸副产物资源化运用市场前景广阔无垠。

### 3.3 湿法磷酸行业投资前景

湿法磷酸领域的投资展望正日益受到瞩目，特别是在全球人口扩增与粮食需求上扬的背景下，湿法磷酸及其衍生产品磷肥的市场需求稳健增长。伴随科技创新与产业升级，湿法磷酸行业正逐步迈向绿色化、环保化、可持续化的道路，这一转型不仅有助于增强行业的综合竞争力，也为市场孕育了新的增长契机。新能源、新型材料等领域的迅猛扩张，进一步拉动了湿法磷酸的需求，尤其是在新能源汽车板块，磷酸铁锂电池的广泛采纳，为湿法磷酸市场开辟了巨大的拓展空间。

在投资回报层面，湿法磷酸行业近年来展现出稳定上扬的趋势，预计在未来数年间，这一增长势头仍将持续。随着技术革新与产业升级的深入实施，中国湿法磷酸市场在未来将维持稳健增长态势，并在全球湿法磷酸版图中扮演更为重要的角色。此外，湿法磷酸行业正聚焦于提升磷矿石的使用效率与磷酸的纯净度，同时削减如氟硅酸、石膏等副产品的产生，这为投资者开辟了新的投资契机。

政策层面，中国政府推出的《促进磷资源高效高质利用行动计划》着重强调了磷资源可持续保障能力的增强与磷化工自主创新实力、绿色安全标准的逐步提升，为湿法磷酸领域的投资提供了政策扶持与方向导航。综合来看，湿法磷酸领域的投资前景光明，特别是在技术创新、绿色生态和市场需求扩增的驱动下，行业投资潜力巨大。

### 3.4 湿法磷酸市场空间预测

随着全球人口与粮食需求的攀升，湿法磷酸及其下游磷肥产品的市场需求持续稳健上扬。特别是农业现代化步伐的加快，对优质磷肥的需求日益增加，驱动湿法磷酸产量的提升。此外，食品工业对食品添加剂及磷酸盐的需求，以及清洁能源领域对磷酸铁锂电池等新能源素材的渴求，也加速了湿法磷酸市场的发展。预计在未来几年，这一增长态势将保持不变。

在新能源电池素材领域，湿法磷酸的需求增长尤

为瞩目，为行业带来了空前的机会。全球磷化工产业的进步推动了湿法磷酸的市场需求，新能源行业对高性能、高质量电池素材的需求持续增长，湿法磷酸作为其中的核心原料，受到了广泛关注。同时，农业领域对磷肥的需求依然稳固，为湿法磷酸提供了坚实的市场支撑。医药、食品等行业对磷酸的高要求也为湿法磷酸开辟了新的发展领域。

在这些因素的共同推动下，预计中国湿法磷酸市场需求将持续扩大，市场潜力巨大。尽管中国湿法磷酸行业在规模上已取得显著成绩，但在高端市场方面仍有待进一步拓展。随着国内提纯技术的不断精进与研发投入的加大，国内湿法磷酸产品的质量得到了明显提升，未来中国湿法磷酸行业有望进军高端市场，满足食品、医药等行业的高要求。这有助于提升行业的整体竞争实力与市场地位。因此，湿法磷酸市场的发展前景广阔，特别是在新能源、农业、医药等领域的应用前景尤为乐观。

### 4 结语

综上，湿法磷酸副产物的资源化利用，不仅是对传统磷化工产业的优化升级，更是推动绿色循环经济发展的举措。新型湿法磷酸净化技术、萃余酸低成本高效利用技术以及副产物循环利用等创新技术，为湿法磷酸副产物的资源化利用提供了有力支撑。随着磷化工产品的转型升级和新工艺的发展，湿法磷酸副产物资源化利用的市场前景日益广阔。在此背景下，湿法磷酸行业的投资前景和市场空间预测均显示出积极的态势。未来，我国湿法磷酸副产物资源化利用领域将继续深化研究，推动产业可持续发展，为实现绿色低碳经济贡献力量。

#### 参考文献：

- [1] 任韬宇,李亚琳,王朋顺,等.磷化工产业链副产物资源农业全量利用途径分析[J].现代化工,2024,44(11):18-23.
- [2] 贺雷.湿法磷酸酸解过程杂质高效萃取与硫酸钙结晶协同调控工艺研究[D].昆明理工大学,2022.
- [3] 邵一鑫,张泽强,黄朝德,等.工业磷酸分解磷矿影响因素及副产物性质研究[J].无机盐工业,2019,51(06):49-52.
- [4] 王磊,陈思涛,宋志勇.湿法磷酸生产过程中氟硅酸性质及应用的研究[J].硫磷设计与粉体工程,2019(02):24-28+5-6.

#### 作者简介：

李鑫(1992.3-)男,汉族,陕西商洛,本科,研究方向:磷化工,湿法磷酸。