

# 化工企业资源综合利用关键技术研究与经济价值分析

丁建建(山东金海钛业资源科技有限公司, 山东 滨州 251909)

刘延利(山东源海新材料科技有限公司, 山东 滨州 251905)

**摘要:** 化工企业在生产过程中,会产生大量的废水、固废等化工废弃物。这些化工废弃物如果不进行处理处置,不仅占有大量土地,还有可能会对土壤、地下水、大气等造成污染,给企业带来巨大的经营风险。本文从化工企业研究资源综合利用关键技术的重要性、化工企业资源综合利用关键技术研究及应用、化工企业资源综合利用典型案例及经济价值分析等方面进行了论述及研究,为化工企业积极开展资源综合利用工作提供了借鉴和思路。

**关键词:** 化工企业; 资源综合利用; 关键技术; 经济价值

中图分类号: TQ09 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 017-0075-03

## Research on Key Technologies and Economic Value Analysis of Resource Integration Utilization in Chemical Enterprises

Ding Jianjian(Shandong Jinhai Titanium Resources Technology Co., Ltd., Binzhou Shandong 251909, China)

Liu Yanli(Shandong Yuanhai New Materials Technology Co., Ltd., Binzhou Shandong 251905, China)

**Abstract:** The production process of chemical enterprises, a large amount of waste water, solid waste and other chemical waste will be produced. If these chemical wastes are not treated disposed, they will not only occupy a large amount of land, but also may cause pollution to the soil, groundwater, atmosphere and other aspects, bringing huge operational to enterprises. This paper discusses and studies the importance of key technology research on resource integration utilization in chemical enterprises, key technology research and application of resource integration utilization in chemical, typical cases and economic value analysis of resource integration utilization in chemical enterprises, etc., which provides references and ideas for chemical enterprises to actively carry out resource integration utilization.

**Keywords:** Chemical enterprises; Resource integration utilization; Key technology; Economic value

化工企业在我国经济发展中占据重要地位,为医药、食品、化妆品、印染、造纸等多个领域提供了基础原材料。<sup>[1]</sup>但是,化工企业在生产过程中,在生产出大量化工产品的同时,也产生了大量化工废弃物。通过新技术对化工废弃物进行资源综合利用,不仅能够消耗大量化工废弃物,还能够将废弃物“变废为宝”制成产品销售给下游企业,在降低企业运营成本的同时,也提高了企业经济效益。并且,下游企业用化工废弃物制成的再生产品替代传统原料,也能够大大降低了原材料采购成本,从而提高企业的利润。

### 1 化工企业研究资源综合利用关键技术的重要性

#### 1.1 应用资源综合利用技术,可降低化工企业生产成本

化工生产需要大量的原材料,这些原材料的获取、运输和储存都伴随着高昂的费用。通过利用资源综合利用新技术,企业能够对化工企业生产过程中产生的化工废弃物等进行高附加值利用。比如,在石油化工产业中,原油炼制过程会产生大量的废气,通过采用资源综合利用技术,可提取废气中的烃类物质制成再生化工原料。使用再生化工原料替代传统化工原料,

可减少化工企业对传统原料的采购量,大幅降低化工企业原料采购成本。大量废弃物被消纳后,在创造效益的同时,也能够减少化工废弃物的处理成本,避免化工企业因违规排放废弃物而可能面临的环保罚款,节能增效成效显著。

#### 1.2 应用资源综合利用技术,社会、环保效益显著

化工企业在生产过程中产生大量的化工废弃物,如果这些化工废弃物不经妥善处理直接外排,将会对生态环境和人类健康构成严重威胁。<sup>[2]</sup>通过采用先进的资源综合利用技术,能够将这些废弃物转化为再生资源或使其达到排放标准,能够确保达标排放,最大限度的减少对生态环境的污染。比如,某磷肥生产企业在生产磷肥过程中会产生大量的磷石膏废渣,这些磷石膏废渣含有有机磷、无机磷、氟、硫等化合物,是一种量较大、污染环境、成分较为复杂的工业副产品。<sup>[3]</sup>磷石膏废渣的长期堆放不仅占用大量土地,还会因为其中的有害物质渗出而污染土壤和水体。通过对资源化利用制成建筑材料等再生产品,不仅可解决磷石膏废渣的污染问题,还实现化工废弃物的高附加值利用。化工企业是高污染企业,通过研究并应用

先进资源综合利用技术最大限度的将化工废弃物吃干榨尽，不仅能够大大降低企业运营成本、提高经济效益，还能够提高企业社会地位和信誉度，彰显化工企业的社会价值。

## 2 化工企业资源综合利用关键技术研究及应用

### 2.1 脱硫石膏制备新型建筑材料关键技术

采用湿法脱硫工艺处理化工厂的废气时，会产生一种固体废弃物即脱硫石膏。<sup>[4]</sup>这些脱硫石膏如果不进行处理处置，大量堆放会对生态环境造成较大的污染。通过采用先进的资源综合利用技术，将脱硫石膏制备成再生石膏板、水泥缓凝剂、免煅烧生态建材等建材产品，可以将脱硫石膏“变废为宝”，不仅使脱硫石膏得到了高附加值应用，还降低了建材产品的生产成本、提高了产品的品质。其中，在烟气脱硫石膏砌块中加入硅酸盐熟料可以提高强度和耐水性能；适量的脱硫石膏掺入水泥中可以辅助改善水泥的凝结时间和后期强度；通过采用低温瓷化复合材料改性原状磷石膏、脱硫石膏（计量—配料—成型—养护），用脱硫石膏制成的免煅烧生态建材具有绿色环保、轻质高强、蓄热节能及抗冻耐久等性能，可广泛应用于新型地面辐射供暖填充材料、河道治理及轻骨料混凝土等领域。

### 2.2 赤泥烟气湿法脱硫关键技术

赤泥是铝土矿生产过程中产生的工业废弃物，每生产一吨氧化铝大约能产生 0.8 吨—1.5 吨赤泥。<sup>[5]</sup>一方面，这些赤泥如果得不到合理处置，会对大气、土壤、地下水等造成严重危害。另一方面，赤泥中含有多种有价组分，合理利用可以实现经济价值。中铝山东分公司自主研发了赤泥制备新型燃煤脱硫剂技术，并具备年产 30 万吨新型燃煤脱硫剂的生产能力。该技术可以消纳大量赤泥的同时，利用赤泥自身的碱性，将赤泥替代传统的石灰或石灰石用于烟气脱硫净化，节可大大约石灰或石灰石的采购成本，减少脱硫石膏的排放。

### 2.3 化工废水资源化处理处置关键技术

高级氧化技术是一类利用强氧化剂或产生高活性自由基的技术，主要用于处理难以直接用生物法处理的高浓度有机废水。<sup>[6]</sup>该技术具有反应条件温和、操作简便等优势。采用高级氧化技术处理后的废水，不仅有机污染物浓度大幅降低，而且部分难降解物质被转化为易生物降解的小分子化合物，有效改善废水的可生化性（B/C 值）。废水可生化性的提高意味着后续采用生物处理方法时，微生物能够更有效地对废水中的污染物进行分解代谢，进一步提升废水处理的整体效果；好氧生物处理技术是基于好氧微生物的代谢

作用来降解废水中的有机物，该技术对于处理可生化性较好的化工废水具有处理效率高、运行稳定等优点；厌氧生物处理技术在处理高浓度化工废水方面具有独特的优势。在厌氧条件下，厌氧微生物将废水中的有机物分解为甲烷和二氧化碳等气体，实现有机物的去除和能源的回收。该技术具有能耗低、污泥产量少等优点；膜分离技术是化工废水深度处理的关键技术之一；膜分离技术具有分离效率高、无相变等优点，但膜的污染和成本是其应用的限制因素。

### 2.4 化工废水中副产盐回收提取关键技术

化工废水中含有氯化钠、硫酸钠、硝酸钠等大量的盐类物质，如果这些物质随意外排，不仅会造成环境污染，还会浪费宝贵的化学资源。通过蒸发结晶或冷却结晶等技术，可以从化工废水中高效回收盐类。蒸发结晶适用于氯化钠等溶解度随温度变化不大的盐类。为了提高盐的结晶纯度，可采用多效蒸发或机械蒸汽再压缩（MVR）技术；冷却结晶适用于硫酸钠、硝酸钠等溶解度随温度降低而显著减小的盐类，该方法是通过将废水降温，使盐分因溶解度下降而析出，尤其适合处理高浓度盐溶液。此外，膜分离技术也可作为辅助手段用于盐类回收。

## 3 化工企业资源综合利用典型案例及经济价值分析

### 3.1 鲁北集团：打造含硫含钙废弃物资源综合利用新标杆

硫含钙废弃物是一类在多种工业过程中产生的特殊废弃物，其组成主要包含硫元素和钙元素，这些废弃物如果得不到妥善处理，不仅会占用大量土地，还可能对环境造成严重污染。如果能充分利用好硫元素和钙元素，便可将含硫含钙废弃物“变废为宝”实现高价值利用。近年来，山东鲁北企业集团总公司和山东鲁北化工股份有限公司联合研发建设了含硫含钙废弃物协同处理与资源化关键技术项目，该项目主要是针对石化、化工、电力等传统行业排放的电石渣，废硫酸、蒸馏残液等工业废弃物，依据其废物含硫的共性，依托企业现有的石膏制硫酸联产水泥装置，研发了多种含钙类固废大规模协同处理新工艺和节能技术、石膏制酸系统协同处理废硫酸和含硫废液，通过关键技术的开发和耦合集成，解决含钙含硫废弃物难以利用难题，发明了石膏制酸装置协同处置含硫含钙类固废新工艺，从而打造了磷铵—硫酸—水泥联产及废酸资源化利用产业链（如图 1 所示）。该项目经科技成果评价，技术水平达到“国际先进水平”。通过对含硫含钙废弃物进行资源综合利用，不仅使含硫含钙废弃物得到了高附加值利用，还降低了企业生产成

本，提高了企业经济效益，也提高了鲁北集团在循环经济领域的影响力。

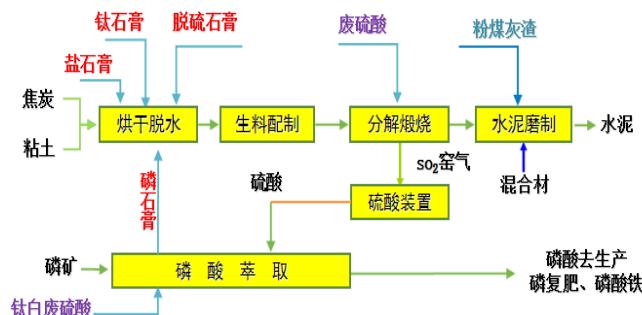


图 1 磷铵 - 硫酸 - 水泥联产及废酸资源化利用产业链

### 3.2 金海钛业：打造独具特色的钛白粉清洁生产产业链

山东金海钛业资源科技有限公司是山东鲁北化工股份有限公司的全资子公司，该公司主营钛白粉系列产品的生产、销售及服务，公司主要产业有有纳米钛白、化纤钛白、涂料钛白、塑料钛白、造纸钛白等系列产品。钛白粉作为一种重要的白色颜料，广泛应用于涂料、塑料、造纸等行业。公司引进国内外高端技术和先进设备，全部采用 DCS 控制，生产工艺、装备和自动化控制等方面处于国内领先水平。

在生产过程中，公司非常重视化工废弃物的资源化利用，积极采用“钛白废酸综合利用”、“磷石膏制硫酸联产水泥”和“废脱硝剂综合利用”等先进技术，彻底解决了硫酸法钛白粉生产所产生的钛石膏利用难题，做到了钛、硫、氯、磷、钙联产，打造了独具特色的钛白粉清洁生产产业链，实现了资源的有效循环和综合利用，为相关产业的发展提供了强有力的支持。目前，该公司产品已广泛应用于油漆、涂料、塑料、色母粒、橡胶等应用领域，不仅销往全国各地，还远销美国、韩国、印度、泰国、加拿大、阿联酋、巴基斯坦、土耳其、马来西亚等国家和地区，深受客户的信赖。

### 3.3 化工企业资源综合利用技术研究的经济价值分析

化工企业通过采用资源综合利用技术将化工废弃物进行高附加值利用，能够显著降低化工企业的原料采购成本。比如，某大型石化企业在采用原油深度加工和炼化一体化技术之前，原油的有效利用率约为 70% 左右。这意味着大量的原油资源被浪费，转化为价值较低的副产物或直接排放。在通过采用先进的综合利用技术，该企业将原油利用率提高到了 85% 以上，使得企业原料采购成本大幅降低，企业效益大幅提升；化工企业往往是重点用能企业，通过采用余热回用、蒸汽综合利用等资源综合利用技术有助于提高能源利

用效率，降低能源成本。

比如，部分化工企业采用余热回收技术，将生产过程中产生的废热进行回收再利用，大幅降低了化工企业的综合能耗，从而提高了企业经济效益；化工企业通过采用资源综合利用技术可以将原本的废弃物转化为高附加值产品，不仅处理了废弃物，节约了储存废弃物的仓储费用、人工费用及相关管理费用，还给企业带来了较大的经济收入。此外，化工企业通过采用先进的资源综合利用技术还能为化工企业带来良好的社会效益，提升企业的社会形象，间接促进企业的经济发展。

### 4 结束语

化工行业是现代经济体系中不可或缺的组成部分，其所涉及的产品和技术为人类生活带来便利和进步。<sup>[7]</sup>随着国家“双碳”战略的大力推进，未来化工企业将更加重视推进化工废弃物资源综合利用工作，使废弃物得到高附加值利用，助力化工企业实现高质量、绿色化、可持续发展。

#### 参考文献：

- [1] 周超君, 丁丽萍. “双碳”目标下化工企业环境成本管理[J]. 合作经济与科技, 2025(07):127-129.
- [2] 王泽东. 化工企业固体废物污染防治治理对策[J]. 清洗世界, 2025, 41(01):172-174.
- [3] 王立明, 周军璞. 利用工业废渣 - 磷石膏生产建材产品产业化技术的研究 [C]. 中国硅酸盐学会 2003 年学术年会论文摘要集 :417-418.
- [4] 常姗燕, 杨玉敏, 等. 化工企业脱硫石膏盐溶液法制备硫酸钙晶须的工艺研究 [J]. 安徽化工, 2024, 50(02):130-134.
- [5] 陈立东. 赤泥综合利用技术现状与展望 [J]. 居舍, 2025(05):71-73.
- [6] 陈敏敏, 伍友平. 高级氧化技术处理高浓有机废水研究进展 [J]. 石油化工安全环保技术, 2025, 41(01):59-61+66+8.
- [7] 张后辉, 邢景敏, 李付静, 高承隆. 化工企业安全管理优化探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(04):88-90.

#### 作者简介：

丁建建 (1989- )，男，汉族，山东滨州人，毕业于聊城大学，学历：本科，研究方向：化工设计、机械设计及制造、化学工程。

刘延利 (1982- )，男，汉族，山东滨州人，毕业于河北工程大学，学历：本科，研究方向：工程设计与管理、化学工程与工艺等。