

化工废渣综合利用关键技术研究应用及经济效益分析

刘振军¹ 王长生² 付振明¹

(1. 山东鲁北企业集团总公司, 山东 滨州 251900)

(2. 山东金海钛业资源科技有限公司, 山东 滨州 251900)

摘要: 化工废渣是指化学工业生产过程中排出的固体和泥浆状废物, 包括化工生产过程中产生的不合格的产品、不能出售的副产品、反应釜底料、滤饼渣、废催化剂等。大量化工废渣如果得不到合理处理处置, 会对土壤、大气和地下水造成严重污染进而会影响人类身体健康。一旦生态环境受到污染后企业再去修复, 将会消耗大量的人力、物力和财力, 给企业带来非常大的经济损失。本文从化工废渣产生情况、化工废渣综合利用关键技术研究与应用、化工废渣综合利用经济效益分析、化工废渣综合利用产业发展前景与趋势等方面进行分析, 对相关企业开展化工废渣综合利用工作提供了参考和指导。

关键词: 化工废渣; 循环经济; 综合利用; 经济效益分析

0 引言

化工企业是国民经济的支柱产业, 随着近年来化工企业的快速发展, 许多化工企业经济效益逐步呈上升趋势。但在化工企业生产过程中也会排出大量的化工废渣。化工废渣成分复杂, 是一种很有综合利用价值的工业废渣, 这类废渣易对周围环境造成污染。如因对化工废渣处理不善会对土壤、水源和大气造成严重污染。一旦生态环境受到污染后企业再去修复, 将会消耗大量的人力、物力和财力, 给企业带来非常大的经济损失。积极研究化工废渣综合利用关键技术, 对降低化工废渣管理成本、提高化工企业经济效益、推进化工行业高质量发展具有重要意义。

1 化工废渣产生情况及利用处置情况

化工废渣是指化学工业生产过程中排出的固体和泥浆状废物。通常情况下, 按对人体和环境的危害状况可将化工废渣分为一般工业固体废弃物和危险废弃物。尤其是危险废弃物, 更是人们关注的焦点。根据中商产业研究院统计, 2023年, 中国工业危险废物产生量约为10028.6万吨, 利用处置量为10180.2万吨。预计2024年中国工业危险废物产生量和处置量将达到10570.2万吨和10974.0万吨。根据山东省城市固废公告数据统计, 2023年仅山东省的危险废物产生量就达到了1250-1300万吨左右。此外, 按化学性质可将化工废渣分为有机废渣和无机废渣, 按形状可分为固体和泥状, 按来源分可分为工业固体废渣、矿业废渣、放射性固体废物等。

目前, 大多数企业开始意识到废物利用的重要性, 开始尝试对化工废渣进行回收利用或处置。但由于化工废渣成分复杂, 处理成本高, 技术要求高等原因, 导致有些化工废渣处理处置项目经济效益和产品质量水平没有达到预期。为了降低化工废渣的处理成本, 科研人员正在不断探索新的技术路径。例如, 通过研发新型催化剂和优化工艺条件, 可以提高废渣中有用成分的回收率; 利用生物技术对废渣进行降解和转化, 有望实现废渣的无害化处理; 借助大数据和人工智能等现代信息技术手段, 可以对化工废渣的产生、运输、处理等环节进行精准管理和优化, 从而进一步提高废渣处理的效率和效果。

深入研究化工废渣综合利用关键技术, 寻求处理成本低、产品附加值高的化工废渣综合利用技术和路径是当前和未来很长一段时间化工行业及资源综合利用行业的重要工作之一。

2 化工废渣综合利用关键技术研究与应用

2.1 煤气化渣制备聚合氯化铝、水玻璃关键技术

煤气化是煤清洁利用的有效手段之一, 也是现代煤化工的基础。煤气化会残留15%-20%的废渣。据统计, 2023年中国煤气化渣产生量约为8805.35万吨。煤气化渣制备聚合氯化铝、水玻璃关键技术主要聚焦于处理气化渣再生利用, 其中, 以尾渣再开发生产聚合氯化铝、水玻璃等高附加值产品为主。工艺以湿法为主, 将气化渣脱碳后进行脱水, 脱水后进入反应釜加入药剂进行多轮反应, 生产聚合氯化铝、水玻璃及

炼铁原料该技术解决了气化渣反应活性低、杂质含量高、模数提升难等技术难题,气化渣全组分综合利用率可达100%,解决了气化渣反应活性低、活化液重金属含量高等利用瓶颈。同时,可形成气化渣寡聚体稀碱解离调控制备高模数水玻璃技术,突破稀碱体系寡聚体结构调控与沸石原位固铝除杂等关键难题,实现高模数水玻璃全湿法低碳制备。气化渣碳灰分离与铝硅资源高附加值利用技术工艺流程如图1所示。

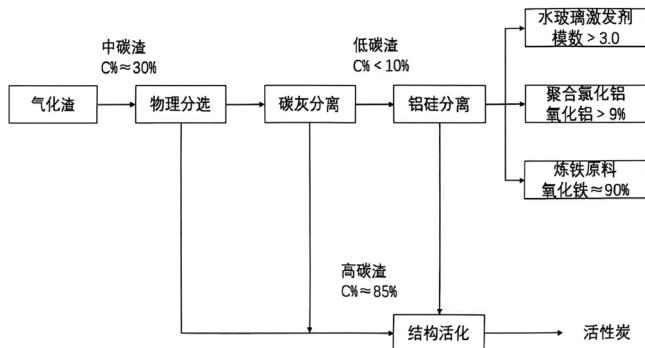


图1 气化渣碳灰分离与铝硅资源高附加值利用技术工艺流程图
2.2 含砷化工渣处理处置关键技术

含砷的化工废渣主要来源于冶炼废渣、含砷尾矿等。含砷化工废渣主要源自冶炼废渣及含砷尾矿。此类废渣含有高浓度的砷元素,对环境构成潜在威胁。在工业生产过程中,冶炼环节产生的废渣以及选矿后剩余的尾矿往往富含砷化合物,若未经妥善处理,可能造成土壤、水体污染,并对生态系统和人类健康产生不良影响。从整个有色冶金系统来看,进入冶炼厂的砷,除一部分直接回收成产品白砷外,其他的含砷中间产物几乎都进入到了含砷废渣中。另一方面,砷可广泛应用于农业、冶金、化工等领域。

目前,常用的含砷固体废物的处理技术主要有:传统固砷法、焙烧法、硫酸浸出法、碱浸法、硫酸铜置换法等。其中,硫酸铜置换法是处理硫化砷渣比较成熟的方法。为解决我国的砷污染问题,一部分企业在积极开发含砷废物的处理新技术的同时,积极开展含砷物料的综合利用,也为砷污染的治理开辟了新的路径和思路。

2.3 赤泥综合利用制备新材料关键技术

赤泥是制铝工业提取氧化铝时产生的强碱性极细颗粒固体废弃物,每生产一吨氧化铝就会产生约0.8t~1.5t赤泥,2023年我国赤泥产生量约为11953.9万吨。赤泥存量大、综合利用率低,加之对环境的危害性,近年来受到了有关部门的重视。近年来,一部分企业及研发机构对赤泥综合利用展开了深入的研

究:一是从提取有价组分方向进行研究,通过采用拜耳法赤泥回收技术进行回收铁元素和氧化铝,通过还原焙烧-磁选除铁、酸浸除硅、氢氧化钠溶液浸出除铝得到除铝后的含钪滤渣从而回收到钪资源;二是在制备建材方面,通过对赤泥进行加工处理、活化、复合、改性、成型等工艺制成塑料填充剂,通过研磨、配方等工艺制备水泥,采用研磨、搅拌、成型、烧制等环节制备铺路砖、广场砖、护坡砖等,通过以赤泥替代部分矿产原料制备再生路基填料等;在制备化工产品方向,赤泥还可被用于制备炼钢用保护渣、净水/吸附剂、絮凝剂、脱硫剂等产品。

3 化工废渣综合利用经济效益分析

3.1 北京誉铧:气化渣制备活性炭吸附剂,经济效益显著

北京誉铧生物科技有限公司是一家专门从事环保污染生态治理科技研发、技术服务、投资运营的环境服务型企业,拥有多项自主研发的专利技术。该公司自主研发了气化渣制取活性炭吸附剂技术(气化渣制备活性炭吸附剂流程图如图2所示),实现了工业固废与牧业治理有机结合,打造了绿色生态产业链。该公司投资建设了神木化工渣资源化利用项目,设计了1条年处理10万吨气化细渣处理生产线和2条年处理12万吨气化粗渣处理生产线。

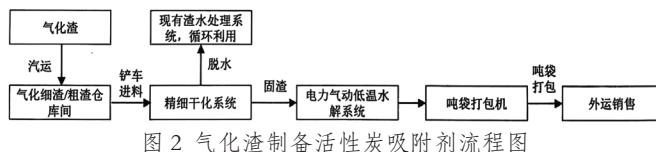


图2 气化渣制备活性炭吸附剂流程图

该项目满负荷运作时,每天处理量可达900余吨。该技术成功地将工业固废与牧业治理相结合,打破了传统环保处理的局限,实现了资源的最大化利用。这不仅减少了工业废弃物的排放,更为环境治理开辟了新的路径。誉铧生物将气化渣转化为活性炭吸附剂,这种吸附剂在环保领域具有广泛的应用价值,对于水质净化、空气净化等方面都有着显著的效果。

3.2 淄博天之润:将赤泥等固废制成海绵砖并创造巨大经济效益

淄博天之润生态科技有限公司、山东理工大学联合开发了工业固废生产生态海绵砖和砂石的关键技术及产业化技术,并建成一条年产400万平方米赤泥生态透水砖生产线,实现年消耗30万吨赤泥的生产能力。本项目主要利用赤泥等工业固废为主要原料,将其制备成生态海绵砖和生态砂石,项目产品生态海绵砖外形美观、强度大、透水性好,环境安全性高;生

产的赤泥生态砂石坚固性好，耐磨、含泥量低、粒度可控、环境安全性好，这两种产品在海绵城市建设、美丽乡村建设中可发挥重要作用。项目完成期间累计实现3000余万元的销售收入，产品的覆盖面从住宅区、道路、公园、植物园、工厂区域、停车场，到高速公路护坡、广场、花房及轻量交通路面等场所。

据该企业工作人员介绍，在中国氧化铝企业生产排放1t赤泥需要交纳25元/吨的环境保护税；运输、固化并维护治理费用大约在35-50元/吨；赤泥的堆存绝大部分采用筑坝的方式，节约土地占有费35-50元（每处理1万吨赤泥可节约1-1.5亩土地，按每亩大约35-50万元左右估算，相当于每吨赤泥节约35-50元土地占有费）。总体说来，氧化铝企业少外排1t赤泥可减少95-125元的综合费用，不仅占用大量土地，耗费堆场建设和维护费用，同时储存裸露赤泥易形成扬尘，更危险的是重金属溶液向地下渗透，造成土壤和地下水体的污染。

4 化工废渣综合利用产业发展前景与趋势

近年来，随着“双碳”战略的大力推行和循环经济产业的迅速发展，化工废渣的综合利用将成为未来化工产业发展的重要方向和发展趋势。化工废渣的综合利用产业的发展不仅具有巨大的环保价值，还蕴含着巨大的经济效益。

4.1 技术创新与产业升级

随着科学技术的进步，纳米技术、生物技术和高温熔炼技术等许多先进的技术被应用于化工废渣的处理和利用领域。这些技术的应用不仅提高了化工废渣的综合利用率，还使企业降低了生产成本，为产业升级提供了技术支撑。比如，采用生物技术可以将有机废渣转化为高价值的生物肥料或燃料，实现资源的循环利用；采用纳米技术可以将废渣转化为高性能的建筑材料，提高产品的附加值……通过技术创新，企业不仅可以降低运营成本，还可以开发新的产品线，创造更高的利润空间。

4.2 政策支持与市场驱动

当前及未来很长一段时间，各国政府都在加大力度推动循环经济和绿色产业的发展，对化工废渣的综合利用提供了政策支持和资金扶持。比如，有些国家制定了税收减免、补贴等优惠政策，鼓励企业进行废渣再利用。在市场需求方面，环保、高效、低成本材料的需求不断增长，为化工废渣的综合利用提供了广阔的市场空间。通过减少原材料采购成本和废弃物处

理费用，企业可以显著提升经济效益。

4.3 跨界合作与产业链整合

化工废渣的综合利用涉及多个领域和产业链环节，需要跨界合作与产业链整合。通过产学研用相结合的模式，可以实现资源共享、优势互补，推动化工废渣综合利用产业的快速发展。比如，科研机构提供技术支持，企业负责生产和市场推广，金融机构提供资金支持，形成完整的产业链闭环。这种合作模式不仅可以加速技术创新和产业化进程，还能有效分摊研发和生产成本，提高整体经济效益。

化工废渣的综合利用具有广阔的市场前景和巨大的发展潜力。随着政策的支持和市场需求的推动及技术创新的不断发展，化工废渣的综合利用将越来越受到人们的关注和重视。但是，在我国化工废渣的综合利用产业仍面临技术瓶颈、市场接受度等诸多挑战，需要广大企业积极加大研发投入，研发新的技术助力化工废渣综合利用产业高质量发展。

5 结束语

化工废渣综合利用关键技术的研究应用对于环境保护和经济发展具有重要意义。通过对化工废渣进行资源化利用和环保处理，不仅可以减少化工废渣对环境的污染，还能为企业创造经济效益。未来，随着科技的不断进步和创新，化工废渣的综合利用技术将更加成熟和高效，为化工行业的绿色发展贡献力量。

参考文献：

- [1] 马承荣.含砷废渣资源化利用技术现状[J].广东化工.2013,40(06):119-120.
- [2] 徐高扬.聚吡咯改性赤泥去除水体中磷酸盐的研究[D].青岛理工大学.2022(103).

作者简介：

1. 刘振军（1987-），男，汉族，山东省滨州市人，毕业于电子科技大学，大专，注册安全工程师，山东鲁北企业集团总公司，研究方向：化工工程、化学分析及质量管理等。
2. 王长生（1974-），男，汉族，山东省滨州市人，毕业于西北工业大学，本科，工程师，山东金海钛业资源科技有限公司，研究方向：化工工程、化学分析及质量管理等。
3. 付振明（1974-），男，汉族，山东省滨州市人，毕业于天津轻工业学院，大专，高级技师、工程师，山东鲁北企业集团总公司，研究方向：化工工程、化学分析及质量管理等。