

煤化工化验单位实现无污染化验研究

张 云 王 静

青岛崂山湾能源有限公司 山东 青岛 266100

摘 要：在环保要求日益严苛的当下，煤化工化验单位实现无污染化验意义重大。本文针对煤化工化验单位，分析其环境污染现状，包括化验过程污染物来源、环境危害及现有防控不足。提出关键技术，如废水处理采用物理化学、生物及高级氧化技术，废气处理运用吸附、催化燃烧和生物净化法，废渣处理结合稳定化/固化、热解及资源化利用手段；同时制定管理策略，通过建立监控体系、加强人员培训、优化化验流程，为煤化工化验单位实现绿色可持续发展提供理论与实践参考。

关键词：煤化工；化验单位；实现无污染；化验研究

引言：随着煤化工产业快速发展，其化验环节产生的污染问题逐渐凸显。化验过程中产生的废水、废气、废渣不仅对生态环境造成破坏，还威胁周边居民健康，制约行业长远发展。当前，全球对环境保护高度重视，我国“双碳”目标的推进也对煤化工行业提出更高要求。在此背景下，深入研究煤化工化验单位无污染化验技术与管理策略，不仅是履行社会责任、保护生态环境的必然选择，更是推动煤化工行业转型升级，实现经济效益与环境效益双赢的关键举措，对行业可持续发展具有重要现实意义。

1 化工化验单位实现无污染化验研究的必要性

1.1 保护生态环境的需要

化工化验过程中产生的废水、废气和废渣含有大量有毒有害物质，如重金属离子、挥发性有机化合物等，这些污染物一旦未经有效处理排放，会对土壤、水体和大气环境造成严重污染。例如，含重金属的废水渗入土壤，会改变土壤结构和理化性质，影响农作物生长，甚至通过食物链危害人体健康；废气中的挥发性有机化合物则是形成雾霾、光化学烟雾等大气污染的重要诱因。实现无污染化验研究，通过先进处理技术减少污染物排放，是遏制生态环境恶化、保护生物多样性、维持生态平衡的迫切需求，对守护绿水青山具有关键意义^[1]。

1.2 化工化验单位可持续发展的需要

在环保政策趋严和公众环保意识提升的大环境下，化工化验单位若持续面临高污染问题，不仅会因环保违规面临高额罚款、停产整顿等处罚，还会因形象受损失去市场信任。而开展无污染化验研究，一方面可帮助企业降低污染物处理成本，提高资源利用效率，实现经济效益增长；另一方面，绿色环保的运营模式有助于企业树立良好品牌形象，吸引更多优质客户与合作伙伴，增强市场

竞争力。此外，符合环保标准的生产方式还能规避政策风险，确保企业在激烈的市场竞争中稳步前行，是化工化验单位实现长期、稳定、可持续发展的必由之路。

2 煤化工化验单位环境污染现状分析

2.1 化验过程的主要污染物来源

煤化工化验涵盖多样流程，各环节均是污染源头。在样品前处理阶段，为分离目标成分，常使用大量酸碱试剂，如盐酸、氢氧化钠等，这些试剂若未妥善回收，会混入废水，增加废水酸碱度调节难度。而在成分分析时，仪器设备运转会产生废气，例如气相色谱-质谱联用仪分析挥发性有机物时，会排放含苯、甲苯等有机废气。同时，实验结束后剩余或失效的化学试剂，像重金属盐类、有机毒物，会成为废渣，若处置不当，便会进入环境。

2.2 污染物的环境危害

煤化工化验产生的污染物危害不容小觑。废水里的重金属离子，如汞、镉等，进入水体后，会在水生生物体内富集，经食物链传递，最终威胁人体健康，损害神经系统、肾脏等器官。废气中的挥发性有机物，一方面会加剧光化学烟雾形成，降低大气能见度，影响交通并危害呼吸道；另一方面，部分具有刺激性气味，严重干扰周边居民生活。废渣中的有害物质渗入土壤，改变土壤理化性质，导致土壤板结、肥力下降，阻碍植物生长，破坏土壤生态系统平衡。

2.3 现有污染防控措施的不足

目前，部分煤化工化验单位的污染防控措施存在诸多短板。废水处理多依赖传统沉淀、过滤工艺，对复杂有机污染物和重金属去除效果不佳，难以满足日益严格的排放标准。废气处理方面，吸附装置易饱和，若更换不及时，废气便会逃逸；催化燃烧装置运行成本高，部

分单位为节约开支，常违规缩短运行时长。废渣处理缺乏规范流程，部分单位随意堆放，未进行稳定化预处理，在雨水冲刷下，污染物极易扩散。此外，多数单位监测体系不完善，无法实时、精准掌握污染物排放情况。

3 煤化工化验单位实现无污染化验的关键技术

3.1 废水处理技术

3.1.1 物理化学处理技术

物理化学处理技术通过物理和化学反应，有效去除废水中污染物。常见的混凝沉淀法，利用混凝剂使废水中的胶体颗粒和微小悬浮物凝聚成大颗粒沉淀，如聚合氯化铝可中和颗粒表面电荷，促使其沉降，能高效去除废水中的悬浮杂质和部分重金属离子。吸附法借助活性炭、树脂等吸附剂的多孔结构，吸附废水中的有机污染物和重金属，活性炭对酚类、苯类等有机物有良好吸附效果，可降低废水的化学需氧量（COD）。离子交换技术则通过离子交换树脂与废水中的离子进行交换，去除重金属离子，如强酸性阳离子交换树脂可有效去除废水中的铜、锌等金属离子，实现污染物的分离与富集，为后续处理减轻负担。

3.1.2 生物处理技术

生物处理技术利用微生物的代谢作用降解废水中的有机污染物。活性污泥法通过曝气使微生物与废水充分接触，微生物以废水中的有机物为食，将其分解为二氧化碳和水，同时自身得以繁殖，该方法对可生化性较好的废水处理效果显著，能大幅降低废水的COD和生化需氧量（BOD）。生物膜法在载体表面形成生物膜，微生物附着生长，当废水流经时，其中的污染物被微生物吸附降解，如生物接触氧化法，具有污泥产量低、抗冲击负荷能力强等优点。厌氧处理技术在无氧条件下，利用厌氧微生物分解复杂有机物，产生沼气，不仅能处理废水，还可实现能源回收，适用于处理高浓度有机废水，为煤化工化验单位废水处理提供绿色、可持续的解决方案^[2]。

3.1.3 高级氧化技术

高级氧化技术通过产生具有强氧化性的羟基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ），将废水中的有机污染物彻底氧化分解。Fenton氧化法利用亚铁离子和过氧化氢反应生成 $\cdot\text{OH}$ ，能快速氧化降解难生物降解的有机物，如染料、农药等，其反应条件温和，操作简便。臭氧氧化法利用臭氧的强氧化性，与废水中的有机物发生反应，破坏其分子结构，去除色度和异味，同时还能杀灭水中的细菌和病毒。光催化氧化法以二氧化钛等为催化剂，在光照条件下产生 $\cdot\text{OH}$ ，将有机物完全矿化为二氧化碳和水，该方法具有能耗低、无二次污染等优势，可有效处理煤化工

化验废水中残留的高毒性、难降解有机污染物，助力实现废水达标排放。

3.2 废气处理技术

3.2.1 吸附法

吸附法是利用吸附剂的多孔结构和较大比表面积，对废气中的污染物进行吸附去除。常用的吸附剂如活性炭，其丰富的孔隙结构使其能有效吸附煤化工化验废气中的苯系物、酚类等挥发性有机化合物（VOCs）。当废气通过填充有活性炭的吸附装置时，污染物分子被吸附在活性炭表面，从而实现与气体的分离。此外，分子筛吸附剂对极性分子具有良好的选择性吸附能力，可针对性地去除废气中的水分和特定污染物。该方法操作简单，处理效率较高，尤其适用于低浓度、大风量废气的净化。

3.2.2 催化燃烧法

催化燃烧法借助催化剂的作用，降低废气中可燃污染物的氧化反应活化能，使其在较低温度下（200-400℃）发生无焰燃烧，转化为二氧化碳和水。在煤化工化验废气处理中，针对含碳氢化合物的废气，采用铂、钯等贵金属催化剂或过渡金属氧化物催化剂，能显著提高反应速率和处理效率。该方法具有燃烧温度低、能耗少、无二次污染等优点，同时产生的热量可回收利用，降低运行成本。相比直接燃烧法，催化燃烧法减少了氮氧化物等副产物的生成，安全性更高，适用于处理中高浓度的有机废气，是实现废气达标排放的有效技术手段。

3.2.3 生物净化法

生物净化法利用微生物的代谢功能，将废气中的污染物转化为无害物质。在煤化工化验废气处理过程中，废气中的挥发性有机物作为微生物生长的碳源和能源，通过吸附、溶解进入微生物细胞内，在微生物酶的作用下发生氧化分解、合成等代谢反应，最终转化为二氧化碳、水和微生物细胞物质。常见的生物净化工艺包括生物滤池、生物滴滤塔和生物洗涤塔等。生物滤池通过附着在滤料表面的微生物降解污染物，运行成本低、操作简单；生物滴滤塔可调节营养液，处理负荷较高。

3.3 废渣处理与资源化利用技术

3.3.1 稳定化/固化处理技术

稳定化/固化处理技术旨在降低废渣中污染物的迁移性和毒性。稳定化是通过化学反应，利用螯合剂、稳定剂等药剂，将废渣中的重金属等有害物质转化为低溶解性、低迁移性的化合物，例如使用硫化钠将废渣中的重金属离子转化为硫化物沉淀，抑制其在环境中的扩散。固化则是采用水泥、沥青等固化剂，将废渣包裹在固化

体内部,形成具有一定强度和稳定性的固化块,隔绝污染物与外界环境的接触。以水泥固化为例,其通过水化反应形成凝胶结构,将废渣颗粒牢固地束缚其中,有效减少废渣中污染物的浸出风险,实现废渣的无害化处理,为后续安全填埋或处置奠定基础。

3.3.2 热解技术

热解技术是在无氧或缺氧条件下,将废渣加热至一定温度(通常为500-800℃),使其发生热分解反应。煤化工化验废渣中的有机成分在热解过程中转化为可燃气体、液体焦油和固体炭。可燃气体主要包含氢气、一氧化碳、甲烷等,可作为能源回收利用;液体焦油可进一步加工成化工原料;固体炭则具有较高的吸附性能,可用于土壤改良或作为吸附剂使用。该技术不仅能够实现废渣的减量化处理,还能从废渣中提取有价值的资源,同时避免了废渣焚烧过程中产生二噁英等二次污染物的问题,是一种兼具环保与资源回收双重效益的废渣处理技术。

3.3.3 资源化利用途径

煤化工化验废渣的资源化利用是实现可持续发展的重要方向。其一,将废渣作为建筑材料的原料,例如将经过处理的废渣与水泥、砂石等混合,制成砖、砌块等建筑制品,既解决了废渣的处置问题,又降低了建筑材料的生产成本;其二,利用废渣中的金属元素,通过化学浸出、萃取等工艺进行金属回收,实现资源的循环利用;其三,对于含有丰富有机质的废渣,可通过堆肥处理转化为有机肥料,改善土壤结构,提高土壤肥力。此外,废渣还可用于制备功能性材料,如利用废渣中的硅、铝等元素制备分子筛,应用于吸附、催化等领域,拓展了废渣资源化利用的途径,推动煤化工行业向绿色低碳方向发展。

4 煤化工化验单位实现无污染化验的管理策略

4.1 建立完善的污染监控体系

建立完善的污染监控体系是实现无污染化验的关键保障。首先,需在废水、废气排放口及废渣暂存区等关键点位,安装在线监测设备,实时采集污染物浓度、流量等数据,如通过水质在线监测仪监测废水中重金属、COD等指标,利用气体传感器实时追踪废气中VOCs含量,确保数据采集的及时性与准确性。其次,搭建智能化监控平台,将分散的监测数据进行整合分析,通过大数据与人工智能技术,及时预警异常排放情况,并生成可视化污染趋势报告。

4.2 加强人员培训与管理

人员是落实无污染化验的核心要素,加强人员培训与管理至关重要。一方面,制定系统的培训计划,定期组织员工学习最新的环保法规、无污染化验技术及操作规范,如邀请专家讲解废水处理高级氧化技术原理与应用,开展废气吸附设备操作技能培训,提升员工的专业素养与环保意识。另一方面,建立严格的考核制度,将环保知识掌握程度、操作规范执行情况纳入绩效考核,对表现优秀者给予奖励,违规操作造成污染风险者进行处罚。同时,设立环保责任岗,明确各岗位环保职责,增强员工责任感,确保每位员工都能成为无污染化验的践行者。

4.3 优化化验流程与操作规范

优化化验流程与操作规范可从源头减少污染产生。深入分析现有化验流程,淘汰高污染、低效率的实验环节,例如将部分使用大量有机溶剂的传统萃取方法,替换为绿色环保的固相萃取技术。规范化学试剂使用,建立试剂领用登记制度,根据实验需求精确计量,避免浪费与过量排放。制定标准化操作手册,细化每一步实验操作要求,如规定废气采样时的正确流速、时间,废水处理药剂添加的顺序与剂量等。通过流程优化与规范操作,降低污染物产生量,提高资源利用效率,从根本上推动煤化工化验单位向无污染目标迈进^[3]。

结束语

在煤化工行业向绿色转型的当下,实现无污染化验是行业可持续发展的必然选择。本文系统分析了煤化工化验单位的污染现状,提出关键技术与管理策略,从技术创新到管理优化形成全方位解决方案。但无污染化验的实现并非一蹴而就,未来需持续关注新技术研发、管理模式创新,加强产学研合作,推动煤化工化验单位在环保与效益间找到平衡点,助力行业在绿色发展道路上行稳致远,为生态环境的保护与改善贡献力量。

参考文献

- [1]刘娜.化工化验单位实现无污染化验研究[J].资源与环境,2021,47(4):150-151.
- [2]许惠芳.石油化工化验单位实现无污染化验的若干思考[J].化工管理,2021(15):218-219
- [3]邓吉平,李羽让,李勤华,等.实验室化学废弃物安全管理的探索与实践[J].实验室研究与探索,2022,33(1):283-286.