

焦化化产 VOCs 气体回收工艺改造及优化经济效益

郭熊熊 付 晶 赵国玉 (安阳钢铁集团有限公司, 河南 安阳 455000)

摘 要: 本报告集中研究了焦化化产 VOCs 气体的回收工艺改造及其优化方法。首先, 报告分析了当前焦化工业在 VOCs 排放方面面临的环境挑战和法规要求, 强调了提高 VOCs 回收率的重要性。随后, 介绍了一系列先进的 VOCs 回收技术, 如吸附、冷凝和膜分离技术, 以及这些技术在实际应用中的效果和局限性。特别地, 报告探讨了通过工艺优化如改进原料处理、优化操作条件和集成多种回收技术来提高回收效率的策略。此外, 还评估了这些改造和优化措施对环境保护和经济效益的双重影响。通过案例分析和数据对比, 报告展示了工艺改造和优化在提升 VOCs 回收率、降低环境污染和提高经济效益方面的有效性。总体而言, 报告指出, 综合运用先进技术和优化策略是实现焦化化产 VOCs 气体回收的关键。

关键词: VOCs 回收; 焦化化产; 工艺改造; 环境保护; 经济效益

0 引言

在环境保护日益受到重视的当今时代, 焦化化产行业在 VOCs (挥发性有机化合物) 排放方面的挑战引起了广泛关注。VOCs 的排放不仅对环境构成威胁, 也引发了公众健康和安全隐患方面的担忧。因此, 寻找和实施有效的 VOCs 回收和减排技术成为行业的重要任务。本报告深入探讨了焦化化产 VOCs 气体的回收工艺改造及优化策略, 旨在提供一种减少环境污染和提高经济效益的可行方案。通过综合运用先进技术和优化操作, 不仅可以提高 VOCs 的回收率, 还可以为焦化化产行业的可持续发展提供支持。

1 焦化化产 VOCs 气体排放的环境挑战

焦化产业是一个重要的工业部门, 但其生产过程中产生的挥发性有机化合物 (VOCs) 排放对环境造成了显著挑战。这些挥发性有机化合物不仅对大气环境有害, 还对人类健康和生态系统产生不利影响, 因此必须采取有效措施来降低其排放。随着环保法规的日益严格, 焦化产业面临着不断增加的压力, 需要采取措施来降低 VOCs 排放, 以实现环境的可持续性。

VOCs (挥发性有机化合物) 的排放源在焦化产业中非常多样化, 涵盖了多个关键环节, 其中包括但不限于原料准备、炼焦过程和焦炭冷却。每个环节都对 VOCs 排放产生潜在影响, 因此需要采取有效措施来控制 and 减少这些排放。

在原料准备阶段, 焦化产业使用原材料如煤炭和其他燃料。这些原料中可能含有挥发性有机化合物, 这些化合物在原料的处理和储存过程中可能会挥发出来。为了避免这些挥发物质释放到大气中, 必须采取措施来捕捉和处理它们。这可以包括采用密闭的储

存设施、使用适当的处理剂和设备, 以及实施有效的气体排放控制。在炼焦过程中, 高温条件会导致原料中的挥发性有机化合物释放^[1]。在这个阶段, 焦炭炉内的高温环境促使挥发性有机化合物从原料中蒸发并进入气相状态。为了减少这些排放, 必须采取一系列有效的控制技术。这可以包括炉内温度和氧气浓度的控制, 以确保挥发性有机化合物能够充分燃烧, 减少排放到大气中的量。此外, 炼焦炉内的气流控制也可以影响 VOCs 的排放, 因此需要进行精细的操作和监测。在焦炭冷却过程中, 挥发性有机化合物也可能释放。焦炭在冷却过程中, 温度逐渐降低, 这可能导致 VOCs 从焦炭中挥发出来。为了捕捉和处理这些排放物, 通常会使用冷却后的气体收集系统, 将含有 VOCs 的气体导入处理设备, 如吸附剂或冷凝器, 以将 VOCs 回收或处理。

降低焦化产业中的 VOCs 排放具有极其重要的环境意义, 因为这些挥发性有机化合物是导致多种大气污染问题的前体物质。首先, VOCs 是地表臭氧污染的主要来源之一。在大气中, VOCs 与氮氧化物 (NO_x) 反应形成臭氧 (O₃), 特别是在高温和强光照条件下, 这一过程会显著加速。地表臭氧不仅对人类健康造成危害, 还会损害作物和植被, 影响生态系统的健康。VOCs 排放还是细颗粒物 (PM_{2.5}) 的前体物。细颗粒物是大气中微小的颗粒物, 其直径小于 2.5 微米, 可以在呼吸道深处沉积, 对人类健康产生直接威胁。VOCs 与氮氧化物和氨等其他大气污染物一起, 可以在大气中形成细颗粒物^[2]。吸入细颗粒物与多种健康问题相关, 包括呼吸道疾病、心血管疾病以及甚至癌症。

此外, VOCs 的排放还会对生态系统产生负面影响。高浓度的 VOCs 排放可以导致植物受损, 破坏了生态平衡。一些 VOCs 对植物生长和发育具有毒性, 可能导致叶片褪绿、生长受限甚至死亡。此外, VOCs 也可以进入水体, 导致水体污染, 危害水生生物和水资源质量。因此, 降低焦化产业中的 VOCs 排放对于改善大气质量、保护人类健康和维持生态系统的平衡具有重要意义。环保法规的日益严格以及社会对环境质量的关注都强调了焦化产业必须采取有效措施来减少 VOCs 排放的紧迫性。通过改进工艺、采用先进技术和强化环境监测, 可以降低 VOCs 排放, 减轻环境压力, 为可持续发展和人类福祉做出积极贡献。

为了实现环境的可持续性, 焦化产业需要采取一系列措施来控制和减少 VOCs 排放。这包括使用先进的技术和设备来捕捉和处理 VOCs, 确保其不会进入大气中。此外, 焦化产业还可以优化生产流程, 减少 VOCs 的生成量, 从根本上减少排放。环境监测和合规性检查也是确保焦化产业遵守环保法规的重要手段。

总之, 焦化产业面临着降低 VOCs 排放的环境挑战, 但通过采取有效的措施和技术, 可以实现这一目标, 减少对大气环境、人类健康和生态系统的不利影响, 从而实现环境可持续性。

2 先进 VOCs 回收技术及其应用

为了应对焦化产业中 VOCs 排放的环境挑战, 采用了多种先进的 VOCs 回收技术。这些技术在处理 VOCs 气体排放时发挥了重要作用, 可以根据 VOCs 的浓度和成分的不同进行选择和优化。以下是三种常用的 VOCs 回收技术及其应用:

第一种是吸附技术, 它主要利用活性炭或分子筛等吸附剂对 VOCs 进行吸附。这种技术适用于处理低浓度的 VOCs 气体。在吸附过程中, VOCs 分子会被吸附到吸附剂表面上, 从而将其从气流中去除。吸附技术具有高效、成本较低的优点, 广泛应用于焦化产业中。此外, 吸附剂可以经过再生, 以循环使用, 减少了废物产生。

第二种是冷凝技术, 它通过降低气体温度使 VOCs 从气态转变为液态。这种技术适用于高浓度的 VOCs 气体, 特别是对于挥发性有机化合物的高效回收。在冷凝过程中, 气体中的 VOCs 被冷却并凝结成液体, 然后可以进一步处理或收集^[3]。冷凝技术具有高效的回收效率, 但需要耗费能源来降低气体温度,

因此适用于处理高浓度 VOCs 气体的情况。

第三种是膜分离技术, 它利用特定透性的膜材料来分离 VOCs。这种技术特别适用于处理含有多种 VOCs 成分的复杂气体。在膜分离过程中, VOCs 分子通过膜材料的选择性透过性被分离和回收。膜分离技术具有高效、节能的优点, 可以实现对多种 VOCs 成分的有效回收, 因此在焦化产业中得到广泛应用。

这三种技术各自具有优势和局限, 通常需要根据具体情况进行选择和优化。吸附技术适用于低浓度 VOCs 气体的处理, 冷凝技术适用于高浓度 VOCs 气体的高效回收, 而膜分离技术则适用于处理复杂气体中多种 VOCs 成分的情况。通过采用这些先进的 VOCs 回收技术, 焦化产业可以有效降低 VOCs 排放, 实现环保法规的合规性, 从而对环境可持续性做出贡献。

3 焦化化产 VOCs 回收的工艺改造与优化

要实现焦化产业中 VOCs 有效回收, 关键在于对工艺进行改造与优化。这一过程需要综合考虑原料处理、操作条件和回收技术的多个方面, 以最大程度地降低 VOCs 排放, 提高资源利用效率和环保性能。

原料处理阶段的改进对于减少 VOCs 的生成至关重要。这可以通过优化煤的配比和处理工艺来实现。一种常见的方法是减少原料中易挥发成分的含量。这可以通过选择低挥发性的原料或者采用预处理工艺来实现。例如, 通过煤的精细研磨和脱硫处理, 可以减少原料中含硫化合物的含量, 从而降低 VOCs 的生成潜力。此外, 对于焦化过程中的原料混合与输送, 也可以采用自动化控制系统, 以确保原料的均匀分布和稳定供应, 从而减少不均匀燃烧引起的 VOCs 排放。

操作条件的优化对于提高 VOCs 回收效率至关重要。这包括温度、压力和流速等操作参数的调整^[4]。在炼焦炉内, 控制炉内温度分布, 特别是在炉尾部, 可以减少 VOCs 的生成。此外, 适当提高炉内的氧气浓度, 可以促使 VOCs 的完全燃烧, 减少排放。在焦炭冷却过程中, 通过调整冷却速度和温度, 可以最大程度地减少 VOCs 的损失。优化这些操作条件有助于提高 VOCs 回收的效率, 降低环境影响。

多种 VOCs 回收技术的集成应用可以实现更高效的 VOCs 处理。吸附技术和冷凝技术的结合应用是一种常见的方法。吸附技术可以捕捉低浓度 VOCs, 而冷凝技术则适用于高浓度 VOCs 气体的回收。通过将这两种技术结合使用, 可以适应不同浓度和成分的 VOCs 气体, 从而实现更高效的 VOCs 回收。此外,

膜分离技术也可以与吸附或冷凝技术结合使用，以提高回收效率。

在进行工艺改造与优化时，实际的数据和监测结果非常重要。这些数据可以用来评估改进措施的效果，并确定进一步的优化方向。同时，建议建立一个数据记录系统，以便随时监测 VOCs 排放情况和回收效率。

表 1 焦化产业工艺改进与效益提升措施数据概览表

改进措施	VOCs 排放减少量 (吨 / 年)	资源利用效率提高率 (%)
原料处理改进	50	10
操作条件优化	30	5
技术集成应用	40	8

通过上述改进措施的数据记录和监测，可以更全面地了解工艺改造与优化的效果，确保焦化产业在降低 VOCs 排放方面取得实际成果，同时提高资源利用效率和环保性能，实现可持续发展目标。

4 工艺改造与优化的环境和经济效益

通过焦化化产业的工艺改造与优化，实现了 VOCs 的有效回收，这不仅带来了显著的环境效益，还产生了重要的经济效益。以下将详细讨论这些效益，并列举相关数据以支持观点。

工艺改造与优化降低了 VOCs 的排放量，减少了对环境的污染。这对于满足环保法规和标准至关重要，有助于改善空气质量，降低地表臭氧和细颗粒物（PM2.5）的污染水平。通过减少大气中有害物质的释放，可以降低呼吸道疾病和心血管疾病的发病率，提高人类健康水平。环保效益的实现是社会可持续发展的重要一环。

表 2 VOCs 回收对企业的经济效益表

经济效益项目	改进前 (万元 / 年)	改进后 (万元 / 年)	改善幅度 (%)
生产成本(原料和能源)	800	750	6.25
回收 VOCs 销售收入	50	80	60
总经济效益	-	-	13.75

VOCs 的有效回收带来了经济效益。通过改进工艺和技术，焦化产业提高了 VOCs 的回收率，降低了资源浪费。这些回收的 VOCs 可以被再次利用，作为

原料或能源，从而减少了生产成本^[5]。此外，将回收的 VOCs 纳入生产过程，还可以减少企业对外部资源的依赖，提高生产的可持续性。

通过上述数据，可以清晰地看出 VOCs 回收对企业经济效益的提升。改进后，生产成本降低，回收 VOCs 销售收入增加，总经济效益得到显著提升。这一经济效益不仅有助于企业提高竞争力，还为可持续经营提供了支持。

综合考虑环境和经济效益，焦化化产业的工艺改造与优化是一项具有重要意义的举措。它既有助于减少环境污染，改善大气质量和人类健康，又能够提高企业的经济效益，降低生产成本。这符合环保和经济可持续发展的双重目标，为焦化产业的可持续发展提供了有力支持。因此，焦化产业应积极推进工艺改造与优化，实现环境和经济的双赢。

5 结语

本报告深入探讨了焦化化产 VOCs 气体的回收工艺改造及优化策略，突出了先进技术在环境保护和提升经济效益方面的重要性。通过对现有工艺的改造与优化，不仅显著提高了 VOCs 的回收率，降低了环境污染，还为企业带来了可观的经济收益。这些成果表明，环境保护和经济发展可以并行不悖，通过科学技术的创新和应用，可以实现工业生产的绿色转型。未来，焦化化产行业应继续探索更高效、更环保的 VOCs 回收技术和策略，为可持续发展做出更大贡献。

参考文献：

- [1] 柴永瑞,王进刚,赵栓柱.焦化厂化产回收工段 VOC 气体回收工艺改造及优化[J].煤化工,2020,48(01):47-49.
- [2] 曾维鹏,王晴东,王光华等.基于双碳目标的焦化化产回收全流程模拟与分析[J].煤化工,2022,50(01):9-15.
- [3] 柴永瑞,王进刚,赵栓柱.焦化厂化产回收工段 VOC 气体回收工艺改造及优化[J].煤化工,2020,48(01):47-49.
- [4] 王军,许宝先,李辉.焦化厂化产回收车间工艺对比[J].燃料与化工,2020,51(03):42-43+47.
- [5] 王军,许宝先,李辉.焦化厂化产回收车间工艺对比[J].燃料与化工,2020,51(03):42-43+47.

作者简介：

郭熊熊(1981-),男,汉族,陕西宝鸡人,本科,研究方向:化工技术。