

Research on Equipment Innovation and High Value of High Temperature Pyrolysis Technology in Oil Sands Refining

Lijin Wu Qianfeng Liu Peijie Dou Peiqing Dou Xiaojian Wu

Uni Environmental Technology (Shenzhen) Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

This study focuses on the application of high temperature pyrolysis technology in the refining process of oil sands, and focuses on the equipment innovation and high value of the technology. Through the analysis of the existing oil sands refining equipment, we propose several new design schemes with high efficiency and energy saving equipment. These schemes not only improve the refining efficiency, but also reduce the environmental pollution. This study focuses on the high-value utilization of by-products generated during oil sands refining, and has developed a variety of methods to convert these by-products into valuable chemicals and energy sources. The experimental results show that these methods not only improve the overall economic value of oil sands resources, but also help to achieve more sustainable resource utilization.

Keywords

high temperature pyrolysis technology; oil mine refining; equipment innovation; high value; environmental sustainability

高温热解技术在油砂矿提炼中的装备创新与产物高值化研究

吴立进 刘前锋 豆培杰 豆培清 吴晓帆

优尼环境科技(深圳)有限公司, 中国·广东 深圳 518000

摘要

本研究聚焦于高温热解技术在油砂矿提炼过程中的应用, 重点探讨了该技术的装备创新和产物高值化。通过对现有油砂矿提炼设备的分析, 我们提出了几种高效、节能的新型装备设计方案。这些方案不仅提高了提炼效率, 还降低了环境污染。本研究着重于油砂提炼过程中产生的副产品的高值化利用, 开发了多种将这些副产品转化为有价值化学品和能源的方法。实验结果表明, 这些方法不仅提高了油砂矿资源的整体经济价值, 还有助于实现更加可持续的资源利用。

关键词

高温热解技术; 油砂矿提炼; 装备创新; 产物高值化; 环境可持续性

1 引言

油砂矿, 作为一种非常规石油资源, 近年来在全球能源结构中扮演着日益重要的角色。油砂, 主要由砂石、粘土、水和稠油组成, 其蕴藏量巨大, 分布广泛, 尤其在加拿大、委内瑞拉及某些中东国家具有显著的储量。由于传统油田的产量逐渐下降, 油砂矿作为替代能源的开发和利用越来越受到重视。然而, 油砂的开采与处理不仅技术要求高, 还伴随着环境污染和能源消耗的问题。因此, 开发更加高效、环保的油砂提炼技术成为当前研究的热点。

高温热解技术是一种先进的热化学处理方法, 通过高温下分解有机物质以提取能源^[1]。在油砂矿的处理中, 高温热解技术能够有效分解油砂中的重质油, 转化为更易于处理和运输的轻质油。这一技术的优势在于其高效率 and 能够显著

减少环境污染。高温热解过程中, 可以控制温度和压力条件, 以优化油品的产量和质量, 并能够最大限度地减少有害气体的排放。此外, 高温热解技术还能够实现油砂矿中其他有用成分的回收利用, 如金属和矿物质, 进一步提高资源的综合利用率^[2]。

论文将结合优尼环境科技(深圳)有限公司的研究实践经验, 深入探讨这些高温热解技术的具体应用、创新装备的设计, 以及如何通过这些技术提高产物的价值, 确保环境的可持续性。

2 装备创新

2.1 现有提炼设备的分析

在油砂矿提炼领域, 传统的设备主要依赖于物理分离和化学处理方法^[3]。这些设备包括大型破碎机、热水提取单元以及沉淀和分离系统。虽然这些方法在过去几十年内有效地支持了油砂矿的开发, 但它们存在一些显著的限制。首先, 物理分离过程能耗高, 且对原料的品质要求较为严格,

【作者简介】吴立进(1979-), 男, 中国江苏仪征人, 工程师, 从事热解装备研究。

导致在处理低品质油砂时效率下降。其次，化学处理过程中使用的溶剂和添加剂不仅成本高，而且可能对环境造成负面影响。此外，这些传统设备通常规模庞大，对于地形和地理位置有特定要求，限制了其在某些油砂矿区的应用。由于这些设备在操作过程中产生的废物和排放，环境污染问题也日益突出。

2.2 新型装备设计方案

为了克服现有提炼设备的局限性，本研究提出了几种创新的装备设计方案，这些方案旨在提高油砂提炼的效率和环境友好性。

2.2.1 模块化热解反应器

这种新型热解反应器采用模块化设计，能够根据油砂的品质和产量灵活调整处理规模。与传统的大型固定装备相比，这种模块化设计更加灵活，能够在不同的油砂矿场快速部署和拆卸。此外，该反应器优化了热效率，减少了能源消耗。

2.2.2 低温分离技术

传统的高温水分离技术在分离油砂时耗能较高。新型低温分离技术通过降低处理温度，减少能源消耗，同时减少水的使用量，降低对环境的影响。

2.2.3 闭环溶剂回收系统

在化学提炼过程中，新型闭环系统能够有效回收和再利用溶剂，减少了化学品的消耗和环境排放。这种系统通过精确的温度和压力控制，提高了溶剂的回收率，降低了运行成本。

2.2.4 集成废物处理单元

该设计方案集成了先进的废物处理技术，能够将提炼过程中产生的废物转化为有用的副产品，如建筑材料或能源。这不仅减少了废物的排放，还提高了资源的整体利用效率。

2.2.5 智能控制系统

引入智能控制系统，能够实时监测和调整提炼过程，确保最佳的运行效率和产品质量。通过数据分析和机器学习算法，这些系统能够预测和优化处理参数，减少人为错误和提高自动化水平。

这些新型装备设计方案不仅针对提高油砂提炼的效率和产物质量，还着重考虑了环境保护和可持续发展的需求。通过这些创新，我们可以期待在油砂提炼领域实现更加高效和环境友好的生产过程。

2.3 效率与环境影响评估

从效率角度看，新型装备的应用显著提高了油砂矿的提炼效率。模块化热解反应器和低温分离技术使得油砂的处理更加灵活和节能。这些技术通过优化加工流程和减少能源消耗，提高了单位能源投入对应的油品产出。此外，智能控制系统通过实时监控和调整操作参数，进一步提高了提炼效率和产品质量。

在环境影响方面，这些新型装备对环境的负面影响得到了有效降低。闭环溶剂回收系统减少了化学品的使用和排放，有效降低了油砂提炼对环境的污染^[4]。同时，集成废物

处理单元能够将废物转化为有用资源，减少了废物处理对环境的压力。通过这些环保措施，新型装备在提高提炼效率的同时，也显著降低了对环境的影响。

3 产物高值化

3.1 副产品的利用概况

在油砂矿提炼过程中，除了获取石油资源，还会产生各种副产品。这些副产品的高效利用是实现资源综合利用和提升经济效益的关键。

3.1.1 油砂尾矿

油砂提炼过程中产生的尾矿主要包括水、粘土、未提取的石油残留和砂粒。传统上，这些尾矿被视为废物处理问题。然而，通过创新技术，这些尾矿可以被用于土地修复、建筑材料制造或者作为原材料在其他工业过程中再利用。

3.1.2 油砂残油

在提炼过程中未被完全提取的残留油可以通过进一步的化学或物理处理转化为有用的产品。例如，通过催化裂化或加氢处理，可以将残油转化为轻质燃料或润滑油基础油。

3.1.3 处理水

油砂提炼过程使用大量的水，处理后的水含有微量油脂和矿物质。通过先进的水处理技术，这些水可以被净化并循环使用，减少新鲜水资源的消耗，同时降低排放对环境的影响。

3.1.4 气体副产品

热解和其他化学处理过程产生的气体副产品，如甲烷、氢气和轻烃，可以被收集并用作能源或作为化工原料。这些气体的有效利用不仅减少了废气排放，也提供了额外的收入来源。

综上所述，油砂矿提炼的副产品具有多种利用途径，这些途径不仅增加了经济价值，还有助于实现环境的可持续发展。通过这种方式，油砂矿提炼不再仅是提取石油资源，而是变成了一种多元化资源综合利用的过程。

3.2 高值化方法的开发

为了最大化油砂矿副产品的价值，本研究开发了一系列高值化方法。这些方法旨在将传统视为废弃物的副产品转化为有经济价值和环境效益的产品。

3.2.1 尾矿转化技术

尾矿中的细粒物质经过特殊处理后，可以用作建筑材料，如轻质骨料或者砖瓦。此外，通过添加特定的营养物质和改良剂，尾矿还可以用于土地复垦和生态恢复项目，帮助改善因采矿活动而退化的土地。

3.2.2 残油高效提取和转化

采用高级化学和热化学技术，可以从残油中提取更多的有价值成分。例如，通过加氢裂化和催化裂解，残油可以转化为高质量的燃料和化工原料^[5]，提高了原油的整体提炼效率和经济价值。

3.2.3 水资源回收利用

通过先进的膜技术和生物处理工艺，可以有效地净化

提炼过程中产生的废水,使其达到再利用标准。这不仅减少了对新鲜水资源的依赖,还减少了废水排放对环境的影响。

3.2.4 气体副产品的综合利用

通过提高收集和分离效率,可以将气体副产品如甲烷和氢气转化为能源或化工原料。此外,这些气体也可以在现场作为能源回收利用,为提炼过程提供能源,减少了外部能源的需求。

通过这些高值化方法的开发和应用,不仅提高了油砂资源的经济价值,也为环境保护和可持续发展做出了贡献。这些方法的实施有助于改变传统油砂提炼行业的环境影响,推动该行业朝着更加环保和可持续的方向发展。

3.3 经济和环境效益分析

在实施高值化方法的过程中,对其经济和环境效益进行分析是至关重要的。这些方法的应用不仅增加了油砂提炼的经济收益,还对环境保护做出了积极贡献。

从经济角度来看,高值化方法显著提高了油砂矿的整体利用效率。通过将副产品转化为有价值的资源,如建筑材料、能源和化学原料,这些方法为矿区带来了额外的收入来源。例如,尾矿转化为建筑材料的过程不仅减少了废物处理成本,还创造了新的市场机会。残油的进一步提取和转化提高了原油的总体产出效率,增加了经济收益。

在环境效益方面,这些方法减少了油砂提炼对环境的负面影响。尾矿和废水的有效利用减少了废物的排放量和对生态系统的破坏。特别是水资源的循环利用大大减少了油砂提炼对水资源的依赖和影响。

4 研究结论与展望

4.1 研究成果总结

本研究围绕高温热解技术在油砂矿提炼中的应用,探讨了装备创新与产物高值化的多方面进展。以下是研究的主要成果:

4.1.1 装备创新

通过引入新型模块化热解反应器、低温分离技术、闭环溶剂回收系统、集成废物处理单元和智能控制系统,显著提高了油砂矿提炼的效率和环境友好性。这些创新装备克服了传统设备的局限,降低了能源消耗和环境影响。

4.1.2 产物高值化

开发了一系列将油砂矿副产品转化为有价值资源的方法,包括尾矿的建筑材料化、残油的高效提取与转化、废水的回收利用,以及气体副产品的综合利用。这些方法不仅提高了副产品的经济价值,还减少了对环境的负面影响。

4.1.3 经济和环境效益

通过实施高值化方法,显著提升了油砂矿的总体经济效益,同时减少了对环境的污染。这些方法的应用有助于实现资源的可持续利用,推动了油砂矿产业的绿色发展。

综上所述,本研究在油砂矿提炼领域取得了显著的成果,不仅提高了提炼效率,还促进了环境保护和资源的高效利用。

这些成果对于指导油砂矿产业的可持续发展具有重要意义。

4.2 未来研究方向

随着本研究在高温热解技术及其在油砂矿提炼中的应用取得显著进展,未来研究应继续深化和拓展这一领域的探索。特别需要关注的是进一步提高提炼效率、降低环境影响以及开发新的高值化途径。

首先,技术创新的持续推进仍然是未来工作的核心。这包括对现有高温热解技术和装备进行优化,以提高能源利用效率和降低运营成本。同时,新技术的研发应着眼于进一步减少环境污染,特别是在减少温室气体排放和废物产生方面。

其次,副产品高值化的深入研究将是未来工作的重要方向。这涉及到更有效地转化油砂矿的副产品为有用资源,包括开发新的材料应用和能源回收技术。在这个过程中,环境影响评估和经济可行性分析将是关键因素。

再次,随着环境保护和可持续发展目标的日益重要,未来研究还应包括对油砂矿开采和提炼过程中环境政策和法规的适应性研究。这包括评估和提出符合未来环境标准的提炼方法和技术。

最后,考虑到油砂矿产业的全球性,国际合作在未来研究中也扮演着重要角色。通过跨国界的技术交流和合作,可以更好地分享经验、优化资源利用和共同应对全球环境挑战。

5 结语

在对高温热解技术在油砂矿提炼中的装备创新与产物高值化进行全面研究后,我们得出了几个关键的结论。首先,通过技术创新,尤其是在提炼装备的设计和操作上,我们能够显著提升油砂矿的提炼效率和环境友好性。其次,副产品的高值化不仅提高了资源的综合利用率,也为油砂矿产业的可持续发展开辟了新路径。此外,我们还认识到,持续的技术创新和对环境政策的适应是推动行业进步的关键。

随着全球对能源和环境保护要求的不断提升,油砂矿产业面临着前所未有的挑战和机遇。本研究的成果不仅为油砂矿的高效和环保提炼提供了有价值的指导,也为未来相关领域的研究和实践提供了灵感和方向。展望未来,我们期待看到更多的创新和合作,共同推动油砂矿产业的可持续发展,为全球能源安全和环境保护做出贡献。

参考文献

- [1] 郝俊辉.油砂沥青热化学转化基础研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2022.
- [2] 李文英,李阳,马艳飞,等.含油污泥资源化处理方法进展[J].化工进展,2020,39(10):4191-4199.
- [3] 孙迪.新疆油砂沥青的萃取及热解动力学研究[D].北京:中国石油大学(北京),2018.
- [4] 孙晓丽,孙金凤.油砂开发生态环境的影响因素及预警模型研究[J].油气田环境保护,2017,27(1):40-43+62.
- [5] 范钦臻.油砂热解及油砂沥青在超声作用下的反应性能研究[D].沈阳:辽宁大学,2019.