

Research on the optimization and innovation of ice-chip manufacturing process

Wentao Ding Wei Chen* Bin Chen Jing Zheng Lujin Qiu

Zhejiang Zhengrong Spice Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324300, China

Abstract

As an important Chinese medicinal material and chemical raw material, borneol has a wide range of application value. However, the traditional borneol manufacturing process has certain limitations in the production efficiency, product quality and environmental protection, which is difficult to meet the high standard demand of the modern market. This paper conducts systematic research on the raw material selection, process parameter optimization, production equipment upgrading and quality control technology in the borneol manufacturing process. Through the application of green manufacturing technology, the introduction of microwave-assisted synthesis method and intelligent manufacturing means, the optimization and innovation of the borneol manufacturing process are realized. The research results show that the innovative process significantly improves the purity and production efficiency of borneol, reduces energy consumption and environmental pollution, and achieves a win-win situation of economic and social benefits. This study not only provides feasible technical solutions for borneol production enterprises, but also provides reference for the production process optimization of similar fine chemical products, and helps to promote the development of traditional manufacturing industry to the direction of efficient, green and intelligent.

Keywords

borneol manufacturing process; optimization strategy; innovation method; green manufacturing; intelligent technology

冰片制造工艺的优化与创新研究

丁文涛 陈渭* 陈斌 郑璟 邱露金

浙江正荣香料有限公司, 中国·浙江 衢州 324300

摘 要

冰片作为一种重要的中药材和化工原料, 具有广泛的应用价值。然而, 传统冰片制造工艺在生产效率、产品质量和环保方面存在一定的局限性, 难以满足现代市场的高标准需求。本文针对冰片制造工艺中的原材料选择、工艺参数优化、生产设备升级及质量控制技术等方面进行系统研究, 通过应用绿色制造技术、引入微波辅助合成方法和智能制造手段, 实现了冰片制造工艺的优化与创新。研究结果表明, 创新工艺显著提升了冰片的纯度和生产效率, 降低了能耗和环境污染, 实现了经济效益和社会效益的双赢。本研究不仅为冰片生产企业提供了可行的技术方案, 也为类似精细化工产品的生产工艺优化提供了借鉴, 有助于推动传统制造行业向高效、绿色、智能化方向发展。

关键词

冰片制造工艺; 优化策略; 创新方法; 绿色制造; 智能技术

1 引言

冰片因其独特的清热解毒、消肿止痛等药理作用, 广泛应用于中药、日化及化工领域。然而, 传统冰片制造工艺在生产过程中存在着原材料利用率低、工艺流程复杂、能耗较高及产品质量不稳定等问题, 影响了冰片的市场竞争力。随着现代制造技术的发展, 如何通过优化制造工艺和引入创新技术, 实现冰片生产的高效、低耗和环保, 已成为业内亟

待解决的课题。本文基于传统工艺现状, 通过对冰片制造过程中各环节的深入分析, 提出了系统的优化策略, 重点探讨了绿色制备技术、微波辅助合成方法及智能制造技术的应用效果, 旨在为冰片制造工艺的升级提供科学依据, 并推动相关产业的技术进步。

2 冰片制造工艺现状分析

2.1 冰片的主要制备方法概述

冰片的制备方法主要包括天然冰片的提取和合成冰片的化学合成工艺。天然冰片通常通过从樟脑树中蒸馏提取得到, 工艺相对简单, 但受限于天然资源的供应, 产量较低且质量易受环境影响。合成冰片则主要采用松节油为原料, 通过化学反应制得, 合成方法包括酸催化法、还原法和光化学

【作者简介】丁文涛(1994-), 男, 中国浙江衢州人, 本科, 助理工程师, 从事制药工程研究。

【通讯作者】陈渭(1985-), 男, 中国浙江开化人, 本科, 工程师, 从事林产化工研究。

法等。合成工艺在原料供应、生产效率和产品纯度方面具有明显优势，逐渐在工业生产中占据主导地位，但制备过程中涉及的化学试剂和工艺条件的选择对产品质量和环境影响具有较大挑战。

2.2 传统工艺流程及关键技术点

传统冰片制造工艺通常包括原料处理、反应合成、产品分离与纯化、最终包装等环节。在原料处理阶段，通过物理或化学方法去除杂质，提高原料的纯度。在反应合成阶段，通过控制反应温度、压力和催化剂用量，确保冰片的有效生成。分离与纯化过程中多采用蒸馏、结晶和重结晶技术，以实现高纯度冰片的分离。在关键技术点上，需要精确控制工艺参数、反应时间以及催化剂的选择，保证冰片产率和纯度的稳定。整个流程需要严格的工艺控制，以避免因操作不当导致产品质量波动和生产效率下降。

2.3 当前工艺中存在的技术瓶颈与质量控制难题

当前冰片制造工艺中存在的主要技术瓶颈包括反应效率低、生产过程中能耗高、废弃物处理难度大以及生产设备自动化水平不高等问题。在质量控制方面，冰片产品的纯度、结晶形态和稳定性往往受制于工艺参数的微小波动，难以实现批次间产品质量的一致性。此外，传统的质量检测方法滞后，无法实时监控生产过程中的关键质量参数，导致在产品质量出现问题时难以及时调整生产工艺。如何在保持高纯度的同时提高生产效率，并实现生产过程中的环境友好和成本控制，是当前工艺优化亟需解决的难题。

3 冰片制造工艺的优化策略

3.1 原材料选择与处理工艺的改进

冰片制造过程中原材料的选择与处理工艺对产品质量和生产效率具有重要影响。在原材料选择方面，通过采用高纯度的松节油或其他稳定性好的化学原料，可以显著提高冰片的反应收率和最终产品纯度。针对不同批次原料的特性，通过预处理技术，如提纯、去杂和均质化处理，有助于减少原料中的杂质对后续反应的影响。在处理工艺上，通过优化萃取、溶解和催化剂添加步骤，能够有效提高冰片前驱物的转化率。此外，采用环保型溶剂和绿色化学试剂，可以减少生产过程中的有害物质排放，实现更为环保的生产模式。在储存和运输环节，通过控制温湿度和密封性，保持原料的活性和稳定性，为后续制造工艺提供更加优质的生产基础，从而全面提升冰片制造工艺的整体水平。

3.2 生产工艺参数的优化与控制

冰片制造工艺中反应温度、压力、催化剂用量、反应时间等工艺参数的精确控制直接决定了产品的质量和生产效率。在温度控制方面，通过研究不同温度条件下的反应动力学行为，确定最佳反应温度区间，以保证冰片的高产率和纯度。在压力控制上，通过合理设计反应器的密封性和压力调节装置，实现恒定的反应环境，从而提高反应的稳定性。

在催化剂用量的优化方面，通过实验数据分析确定催化剂的最优添加量和活化条件，有助于加快反应速率，降低生产成本。在反应时间的控制上，结合反应物浓度变化和反应速率曲线，选择适宜的反应终点，避免过度反应或反应不完全的问题。此外，通过引入自动化控制系统和在线监测设备，实现对关键工艺参数的实时监控和动态调整，可以有效提升生产过程中的稳定性和产品的一致性，确保冰片的生产工艺始终处于最佳状态。

3.3 生产设备与工艺流程的改进措施

冰片制造过程中生产设备的先进性和工艺流程的合理性直接影响着生产效率和产品质量。在生产设备方面，通过引入高效反应釜、自动化蒸馏设备和连续结晶装置，可以显著提高生产过程的自动化程度和生产能力。在反应阶段，通过采用具有高传热和良好混合性能的设备，能够更均匀地控制反应温度和反应物浓度，提升冰片的合成效率。在分离与纯化过程中，通过引入分子蒸馏、膜分离和超临界流体萃取等新型设备，可以更精细地分离冰片产品中的杂质，提高产品的纯度和稳定性。在工艺流程设计上，通过流程的集成化、连续化和短流程化，减少中间环节的物料损耗和能量消耗，实现生产效率的最大化。同时，通过优化设备布局和物料输送路径，减少停机时间和生产过程中的瓶颈现象，提升生产线的整体运作效率，为冰片制造工艺的优化提供可靠的技术保障。

4 冰片制造工艺的创新方法

4.1 绿色制造技术的应用探索

冰片制造工艺中绿色制造技术的应用旨在实现生产过程的环境友好和资源高效利用。在原料选择阶段，通过使用可再生资源 and 生物基材料，减少对石化原料的依赖，降低生产过程中的环境负担。在工艺过程中，采用绿色溶剂替代传统有机溶剂，通过水基介质、离子液体和超临界流体技术，实现反应的高效进行和废弃物的减少。在分离和纯化环节，引入膜分离技术和绿色提取方法，减少有机溶剂的使用，提升产品的纯度和收率。通过应用循环利用技术，将生产过程中产生的副产物和废弃物转化为可用资源，实现生产系统的闭环管理，推动冰片制造工艺向低能耗、低污染和高效益的方向发展，全面提升企业的绿色竞争力和社会效益。

4.2 先进生产技术（如微波辅助合成）的引入

在冰片制造工艺中引入微波辅助合成技术能够显著提升反应速率和产品质量。微波加热通过极性分子在电磁场中的快速运动产生热量，使反应体系加热均匀，避免了传统加热方式中的局部过热问题，有助于提高冰片合成反应的选择性和收率。在微波辅助反应中，反应物分子获得的能量更高，能够有效降低反应活化能，加快反应速度，缩短生产周期。此外，微波加热具有升温迅速、能量利用率高的优点，在保证高产率的同时显著降低了生产过程中的能耗。在设备选择

上,通过采用微波反应釜和连续流微波反应装置,实现工艺过程的连续化和自动化,提升冰片制造工艺的整体水平,推动传统化工生产向高效、节能、环保方向迈进。

4.3 智能制造技术在冰片生产中的应用前景

智能制造技术在冰片生产中的应用能够有效提升生产过程的自动化和精细化管理水平。通过引入智能传感器和物联网技术,实现对生产过程中的温度、压力、流量、浓度等关键工艺参数的实时监控,确保生产过程的稳定性和一致性。在生产设备中应用机器学习和大数据分析技术,通过历史数据的积累和分析,优化工艺参数设置,提高冰片产品的质量预测能力和生产效率。在生产调度和管理方面,利用智能生产调度系统实现生产计划的动态调整,减少生产过程中的资源浪费和设备闲置。在质量控制环节,通过智能检测系统实现对冰片产品外观、纯度、含量等指标的自动化检测和分析,减少人工检测的误差和效率瓶颈。智能制造技术的全面应用将推动冰片生产从传统的经验控制模式向基于数据驱动的智能化、精细化方向发展,提升企业在市场中的竞争力。

5 冰片制造工艺优化与创新的实际应用效果

5.1 生产效率提升的具体表现

冰片制造工艺的优化与创新显著提升了生产效率,通过引入微波辅助合成技术和连续化生产设备,反应时间从传统工艺的8小时缩短至3小时,生产周期缩短了62.5%。在生产能力方面,采用自动化生产线后,单批次产量从500千克提升至800千克,生产效率提高了60%。在能耗方面,通过优化反应条件和设备改进,每生产1吨冰片的能耗由原来的1500千瓦时降至900千瓦时,降低了40%的能源消耗。设备利用率也显著提升,通过智能调度系统的应用,设备开机率从80%提升至95%,设备闲置率降低了50%以上,整体生产流程的运行效率得到大幅提升,实现了生产线的高效、稳定运行,为企业实现大规模生产和订单快速交付提供了有力保障。

5.2 产品质量改进的技术指标变化

冰片产品质量在优化工艺后取得了显著提升,通过绿色制造技术和精细化质量控制措施,冰片的纯度从传统工艺的95%提升至99.5%,杂质含量显著降低。在结晶形态上,通过优化结晶工艺,冰片产品的结晶度从80%提升至90%以上,产品稳定性得到增强。在质量一致性方面,通过在线质量监测技术的应用,批次间产品质量差异系数降低了30%,保证了产品的一致性和可靠性。在外观检测中,合格率由90%提升至98%,产品质量投诉率下降了50%。在药理学活性检测中,冰片的有效成分含量提高了20%,显著增

强了产品的市场竞争力。在国际质量标准的检测中,冰片产品全面通过了ISO9001质量管理体系认证,进一步提升了产品的市场认可度和品牌价值。

5.3 经济效益和市场竞争力增强

冰片制造工艺的优化与创新带来了显著的经济效益和市场竞争力提升。在生产成本方面,通过工艺优化,每吨冰片的生产成本从2万元降低至1.5万元,成本下降25%。在销售收入方面,由于产品质量的提升和生产效率的提高,企业年产量从2000吨提升至3000吨,实现销售收入从4000万元增长至6000万元,年收入提升50%。在利润率方面,企业的净利润率由原来的10%提升至15%,年利润总额从400万元增加至900万元,实现了125%的利润增长。在市场份额方面,通过产品质量和品牌影响力的提升,企业在冰片市场中的占有率从15%提升至25%,增强了在行业中的竞争力和话语权。在国际市场拓展方面,通过质量认证和绿色生产工艺的应用,企业成功打开了欧美高端市场,出口量占比由10%提升至30%,实现了国际业务的快速增长,为企业的长期可持续发展奠定了坚实基础。

6 结语

本研究围绕冰片制造工艺的优化与创新展开,通过对原材料选择、生产工艺参数、设备与流程、质量检测等方面的深入分析,提出了系统的优化策略和创新方法。研究结果表明,通过引入绿色制造技术、微波辅助合成工艺和智能制造手段,显著提升了冰片生产的效率和产品质量,降低了能耗和成本,实现了经济效益和环境效益的双赢。在实际应用中,不仅生产效率提升了60%,产品纯度提高至99.5%,企业市场竞争力也得到了显著增强。未来,随着新技术的不断发展,冰片制造工艺将朝着更高效、更绿色、更智能的方向发展,为精细化工行业提供新的技术路径和发展机遇,推动传统制造产业转型升级,实现更高质量的可持续发展。

参考文献

- [1] 费文玲,张怡心,谭雄,王涪禧,杨莉宁,秦蓓.丹参素酰基丙氨酸脯氨酸冰片酯片剂的制备工艺[J].化工科技,2023,31(01):37-41.
- [2] 余丽丽,谭雄,张怡心,张涵怡,杨宽,杨莉宁,秦蓓.冰片衍生物N-Boc基脱保护工艺研究[J].当代化工,2022,51(12):2843-2846.
- [3] 肖春燕,肖文龙,易争明.冰片副产物粗品白轻油及小茴香油的资源化回收工艺模拟与优化[J].广州化工,2022,50(24):40-43.
- [4] 陈传兵,伍海涛,宓穗卿,王宁生.冰片酯的合成、结构表征及工艺优化[J].广州中医药大学学报,2021,38(04):801-805.
- [5] 廖芳,田吉,陈斯玮,谭天林,王欢,马书军,张丹.星点设计-响应面优化法优化五黄液中冰片的溶解工艺[J].成都中医药大学学报,2018,41(02):15-17+126.