

Study on the optimization and application of liquid ammonia refrigeration process in chemical production

Yi Liu

Tianjin North Human Resources Management Consulting Co., Ltd., Tianjin, 300011, China

Abstract

Liquid ammonia refrigeration technology, as a mature and widely used in the field of chemical production, plays an important role in improving production efficiency, ensuring product quality, energy saving and emission reduction. However, with the continuous improvement of the requirements for energy saving and consumption reduction, environmental friendliness and refrigeration efficiency in the chemical industry, the optimization research of liquid ammonia refrigeration process is particularly important. From the working principle of liquid ammonia refrigeration process, analyzes its application in chemical production, discusses the main problems existing in liquid ammonia refrigeration system, such as system energy efficiency, operation stability and environmental protection challenges, and puts forward the corresponding optimization strategy, such as improving liquid ammonia cycle efficiency, optimize the evaporator design, adopt advanced heat exchange technology, etc. Through the research and practice of these optimization measures, this study aims to improve the overall performance of liquid ammonia refrigeration system, reduce energy consumption, and promote its more extensive application in chemical production.

Keywords

liquid ammonia refrigeration; chemical production; system optimization; energy saving and heat exchange technology

液氨制冷工艺在化工生产中的优化与应用研究

刘艺

天津市北方人力资源管理顾问有限公司, 中国·天津 300011

摘要

液氨制冷工艺作为一种成熟且广泛应用于化工生产领域的制冷技术, 在提高生产效率、保障产品质量、节能减排方面发挥了重要作用。然而, 随着化工产业对节能降耗、环境友好及制冷效率的要求不断提升, 液氨制冷工艺的优化研究显得尤为重要。本文从液氨制冷工艺的工作原理入手, 分析了其在化工生产中的应用现状, 探讨了液氨制冷系统中存在的主要问题, 如系统能效、操作稳定性及环保等方面的挑战, 并提出了相应的优化策略, 如提高液氨循环效率、优化蒸发器设计、采用先进的热交换技术等。通过对这些优化措施的研究与实践, 本研究旨在提高液氨制冷系统的整体性能, 降低能耗, 推动其在化工生产中的更加广泛的应用。

关键词

液氨制冷; 化工生产; 系统优化; 节能; 热交换技术

1 引言

液氨制冷工艺在化工行业中广泛应用, 尤其在低温制冷及温控领域, 如化学反应、物料存储及运输等方面。液氨具有较高的蒸发潜热、良好的热导性和较低的操作压力, 使其成为工业制冷的首选介质之一。然而, 随着化工生产规模的扩大和环境保护要求的提高, 液氨制冷工艺的效率 and 环保问题逐渐成为亟待解决的关键课题。传统液氨制冷系统存在一些如能效低、系统稳定性差、环境污染等问题, 这使得液氨制冷的应用面临较大挑战。因此, 研究如何在保证液氨制

冷系统性能的同时, 提升其经济性和环保性, 已经成为化工行业的重要研究方向。

本研究通过对液氨制冷工艺的分析, 探讨了现有技术中的问题, 并提出了针对性的优化措施。通过优化液氨制冷系统的设计, 提升系统的热交换效率, 采用新型的节能技术, 以及强化系统的智能控制, 本文为液氨制冷工艺的进一步优化提供了理论依据和实践指导, 旨在推动液氨制冷技术在化工生产中的广泛应用, 提升行业整体的能源利用效率和环境友好性^[1]。

2 液氨制冷工艺概述

液氨制冷工艺的基本原理是利用液氨的蒸发潜热进行热量交换, 通常通过蒸发器将液氨从液态转化为气态, 吸收

【作者简介】刘艺(1989-), 女, 中国河北保定人, 硕士, 工程师, 从事化工安全研究。

周围介质的热量，然后通过压缩机将气态氨气压缩至高温高压状态，并通过冷凝器将其冷凝为液态，释放热量，完成一个循环过程。液氨制冷系统一般包括压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器等核心组件，依靠这些部件的协同作用实现热量的转移和制冷效应。

2.1 液氨制冷系统的工作原理

液氨制冷的基本过程可概括为：液态氨在蒸发器中吸热蒸发成气态氨，然后被压缩机吸入，经过压缩机的高压作用，气体被压缩至高温高压状态，进入冷凝器中与外界介质交换热量，气态氨冷凝成液态氨，最后通过膨胀阀调节氨的压力进入蒸发器，再次开始制冷循环。整个过程通过压缩机、冷凝器、蒸发器及膨胀阀的相互配合，完成制冷任务。

2.2 液氨的特点及优势

液氨作为一种常用的制冷剂，具有显著的热力学优势。液氨的蒸发潜热较大，能够在较小的体积变化下吸收大量的热量，提高了制冷效率。同时，液氨的热导性较好，在相同条件下能够更有效地传递热量。此外，液氨的沸点较低，符合低温制冷环境的要求，尤其在化工行业中的低温反应过程和物料存储中，液氨制冷工艺显示出强大的适应性。

2.3 液氨制冷的应用领域

液氨制冷工艺在化工生产中的应用广泛，尤其在需要低温环境的场合，如化学品的冷却与贮存、气体的液化、反应过程中的温控等。液氨制冷不仅可以在常规工业制冷系统中使用，也常常被用于一些特殊的低温领域，如天然气液化、低温合成气体等的生产过程中。液氨制冷工艺的高效性、经济性和适应性，使其在化工生产中占据了重要位置^[2]。

3 液氨制冷工艺中的主要问题

液氨制冷系统虽然在化工生产中具有广泛的应用，但在其实际运行过程中，仍然存在着一系列亟待解决的问题。主要问题包括能效低、系统稳定性差、环保问题以及运行成本较高等。这些问题不仅影响了液氨制冷系统的整体性能，还可能导致系统运行成本的增加，甚至可能对环境造成一定的负面影响。

3.1 能效问题

液氨制冷系统的能效问题一直是工业界关注的重点。尽管液氨具有较高的制冷效率，但在传统的液氨制冷系统中，由于压缩机的工作效率低、热交换效率不足等原因，整体能效较低。随着对节能减排的要求不断提高，如何提高液氨制冷系统的能效，成为亟待解决的问题。

3.2 系统稳定性问题

液氨制冷系统在运行过程中，可能会出现系统不稳定的问题。例如，蒸发器和冷凝器的热交换效果差，导致液氨的蒸发和冷凝过程不能高效进行。此外，液氨系统的压力控制不当、膨胀阀调节不精准等，也会影响系统的稳定性，导致制冷效果不理想^[3]。

3.3 环保问题

液氨作为一种制冷剂，虽然相较于一些氟利昂类制冷剂来说环保性较好，但在使用过程中仍然存在一些潜在的安全隐患。例如，液氨泄漏可能会对周围环境和人体健康造成危害，因此，如何降低液氨泄漏的风险，提高系统的安全性，也是液氨制冷工艺亟待解决的问题。

4 液氨制冷工艺的优化策略

为了克服液氨制冷工艺中的上述问题，提升其整体性能，研究者们提出了一系列的优化策略。这些策略包括提高液氨循环效率、优化系统设计、采用先进的热交换技术、加强智能化控制等方面。

4.1 提高液氨循环效率

提高液氨循环效率是提升液氨制冷系统能效的关键之一。为此，可以通过优化蒸发器和冷凝器的设计，增大热交换面积，改善热交换效果，从而提升系统的整体效率。此外，采用高效的压缩机和膨胀阀，减少能量损失，也有助于提高液氨的循环效率。通过优化循环过程中的各个环节，可以有效地降低能耗，提高液氨制冷系统的整体效能。

4.2 优化蒸发器与冷凝器的设计

蒸发器和冷凝器作为液氨制冷系统中的核心部件，其设计的合理性直接影响到制冷效率。为了提高热交换效率，可以采用换热管的优化设计，如增加管道表面面积、使用高导热材料等。此外，可以考虑采用分段式蒸发和冷凝设计，确保液氨在整个换热过程中能够得到充分的热交换，从而提高系统的整体性能。

4.3 应用先进热交换技术

为了进一步提升液氨制冷工艺的性能，可以采用一些先进的热交换技术，如微通道换热器、板式换热器等。这些新型换热技术能够提供更高的热交换效率，降低能量损失，提升制冷效果。同时，采用先进的热交换技术，还能够减小系统体积，降低占地面积，为化工生产提供更为灵活的解决方案。

5 液氨制冷工艺的未来发展方向

随着全球工业化进程的加速，能源消耗与环境污染问题日益严峻，对制冷系统的优化提出了更高的要求。液氨制冷工艺作为一种传统且高效的制冷方式，正在面临着来自能效提升、环保要求和系统智能化方面的压力。未来，液氨制冷工艺的优化不仅仅局限于提高能效和系统稳定性，还将朝着更加环保、智能化、节能的方向发展。随着科学技术的持续进步和社会对绿色发展需求的增长，液氨制冷工艺的未来将朝着多维度的方向发展。

5.1 智能化控制系统的应用

随着信息技术、物联网和人工智能的飞速发展，液氨制冷工艺也迎来了智能化控制的新时代。智能化控制系统在液氨制冷工艺中的应用，将是未来发展中的关键趋势之一。

液氨制冷系统通常由多个关键部件组成,如压缩机、蒸发器、冷凝器等,这些组件的高效运作直接影响到制冷系统的整体性能。智能化控制系统可以实时监控这些部件的运行状态,收集并分析运行数据,通过数据挖掘与智能算法自动优化各个环节的参数设置,实现全流程自动化调控^[4]。

例如,在智能化控制系统的支持下,液氨制冷系统能够根据外部环境温度、负荷变化等因素,自动调节压缩机的运转速度和膨胀阀的开度,从而保持系统在最佳工作状态,提高制冷效率。通过精准的实时控制,可以大幅减少液氨制冷过程中能量的浪费,降低能源消耗。此外,智能化系统还能够通过传感器和数据分析提前识别潜在故障,进行智能预警。这样一来,系统的安全性和稳定性得到了有效保证,也降低了人工干预的频率,减少了人为操作错误导致的安全隐患。

智能化控制系统的另一个优势在于其自我学习和优化的能力。随着运行时间的积累,智能系统能够通过数据的积累和分析,逐步优化控制策略,不断提升系统的运行效率。例如,基于历史运行数据,系统可以自动调整温度和压力参数,避免过度冷却或过度负荷,确保系统长期稳定运行。未来,随着5G、边缘计算等技术的应用,液氨制冷系统的智能化程度将进一步提高,可能会实现远程监控和调度,进一步提升操作的便捷性和效率。

总的来说,智能化控制系统的广泛应用,不仅能够优化液氨制冷工艺的运行效率,提升系统稳定性,还能够推动制冷系统向更加高效、安全、环保的方向发展。随着智能化技术的不断成熟,液氨制冷工艺在化工生产中的应用将更加智能化、灵活化,适应未来工业发展的需求。

5.2 环保型制冷剂的使用

随着全球对环境保护要求的不断提高,各种环保法规和标准陆续出台,液氨制冷工艺也面临着环保压力。液氨虽然相较于一些传统的氟利昂类制冷剂具有较低的环境危害性,但其本身作为一种有毒气体,仍存在着泄漏对环境和人员健康的潜在威胁。因此,未来液氨制冷工艺的优化方向之一就是探索更加环保、安全的制冷剂替代方案,进一步降低液氨制冷过程对环境的影响。

首先,随着液氨泄漏技术和控制手段的不断进步,液氨制冷系统将采用更为严格的泄漏监控和防护措施,以减少

液氨泄漏的概率。例如,使用更加精密的泄漏检测仪器和传感器,实现系统的全程监控。一旦发生泄漏,系统能够及时发出警报,并通过自动化装置及时关闭阀门或启动紧急处理程序,从源头上遏制液氨泄漏带来的安全隐患。

另外,环保型制冷剂的研发也成为未来液氨制冷工艺优化的重要方向。近年来,许多学者和科研机构对替代液氨的低毒、低能耗的制冷剂进行了研究。例如,某些天然气体如二氧化碳和氮气等被提议作为液氨的潜在替代品。这些替代制冷剂不仅具有较低的毒性和环境污染潜力,而且在许多应用场景下,能够提供与液氨相当的制冷效果。同时,二氧化碳和氮气等天然制冷剂的制冷性能和环境友好性,符合当前全球对绿色低碳技术的需求,有望成为液氨制冷工艺的替代方案。

6 结语

液氨制冷工艺作为化工生产中一种重要的制冷技术,其高效性和经济性使其在许多低温应用中得到了广泛的推广和应用。然而,随着环境保护和节能减排要求的提升,液氨制冷工艺面临着系统能效、环保安全等方面的挑战。未来,液氨制冷工艺的发展将不再仅仅局限于传统的技术优化,还将向着更加智能化、环保化的方向发展。

通过引入智能化控制系统,液氨制冷工艺不仅能够实现实时监控和自动化调节,还能够提高系统的稳定性与安全性,进一步提升能效并降低能源消耗。同时,随着环保要求的日益严格,液氨制冷系统将通过改进泄漏控制技术、研究环保型制冷剂等方式,降低液氨对环境的潜在影响。液氨制冷工艺的未来发展前景广阔,不仅能够为化工生产提供更加高效、环保的解决方案,还将推动工业制冷技术朝着更加智能化、绿色化的方向发展,为可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1] 杨晨.合成氨工艺增效改善与节能降耗策略研究[J].山西化工,2024,44(06):216-218.
- [2] 师少杰.LNG装置MRC混合制冷系统运行问题及应对[J].中氮肥,2023,(04):78-80.
- [3] 袁聆彬,刘安琪,郑文军.斥资一亿元置换液氨制冷系统黄冈伊利乳业:安全是最大的共赢[J].湖北应急管理,2022,(10):52-53.
- [4] 李瑞申,李坤,叶芬,等.国家雪车雪橇中心氨制冷系统工艺过程控制探讨[J].冷藏技术,2022,45(03):31-35+53.