

Discussion on Energy Saving and Emission Reduction Technology in the Process of Natural Gas Liquefaction

Yangyang Tian

Liaohe Oilfield Gas Group Company, Panjin, Liaoning, 124010, China

Abstract

As a key technology of natural gas storage and transportation, the process energy consumption and emission of natural gas liquefaction attract much attention. From the perspective of energy saving and emission reduction, this paper systematically studies the key technologies of natural gas liquefaction process. Through the optimization design of liquefaction process, the use of efficient heat exchanger and energy-saving refrigerant, effectively reduce energy consumption. Meanwhile, the application of CO₂ capture and reuse technology in the liquefaction process to reduce greenhouse gas emissions. The results show that the energy consumption of the liquefaction process can be reduced by about 15% and the carbon dioxide emissions by about 20%. The research of this paper provides theoretical support and technical reference for the energy conservation and emission reduction of natural gas liquefaction industry, which is of important practical significance.

Keywords

natural gas liquefaction; energy saving and emission reduction; heat exchanger; refrigerant; carbon dioxide capture

天然气液化过程中的节能减排技术探讨

田阳阳

辽河油田燃气集团公司, 中国·辽宁 盘锦 124010

摘要

天然气液化作为天然气储存与运输的关键技术, 其过程能耗和排放问题备受关注。论文从节能减排的角度出发, 系统研究了天然气液化过程中的关键技术。通过对液化流程的优化设计, 采用高效的换热器和节能型制冷剂, 有效降低了能耗。同时, 探讨了二氧化碳捕集和再利用技术在液化过程中的应用, 以减少温室气体排放。研究表明, 通过上述技术措施, 液化过程的能耗可降低约15%, 二氧化碳排放减少约20%。论文的研究为天然气液化行业的节能减排提供了理论支持和技术参考, 具有重要的实践意义。

关键词

天然气液化; 节能减排; 换热器; 制冷剂; 二氧化碳捕集

1 引言

天然气液化技术作为关键的天然气储存与运输手段, 其能耗和环境影响问题日益引起关注。近年来, 随着全球能源需求的增加和环境保护意识的提升, 节能减排已成为天然气液化过程中的重要研究方向。论文从节能减排的视角出发, 系统探讨了天然气液化过程中的关键技术。通过优化液化流程设计, 采用高效的换热器和节能型制冷剂, 本研究有效降低了液化过程的能耗。同时, 论文还深入探讨了二氧化碳捕集和再利用技术在液化过程中的应用, 旨在减少温室气体的排放量。据研究结果显示, 引入上述技术措施可以使液

化过程的能耗降低约15%, 二氧化碳排放减少约20%。这些成果不仅在理论上支持了天然气液化行业的节能减排措施, 同时为实际应用提供了重要的技术参考和操作指南。因此, 本研究具有显著的学术价值和实践意义, 有助于推动天然气液化技术向更加环保和可持续发展的方向发展。

2 天然气液化过程概述

2.1 天然气液化技术背景及发展现状

天然气液化技术作为天然气储存与运输的重要手段, 已在全球范围内得到广泛应用^[1]。其技术背景可追溯至20世纪中期, 当时液化天然气(LNG)技术主要应用于小规模的工业领域。随着天然气需求的快速增长, LNG技术逐渐演变为大规模工业生产的核心技术之一。目前, 液化天然气在全球能源市场中占据重要地位, 其技术不断发展, 以满足能源安全和环保的双重要求。

天然气液化过程的核心在于将天然气冷却至其沸点以

【作者简介】田阳阳(1987-), 女, 中国辽宁铁岭人, 本科, 助理工程师, 从事天然气集输、液化、压缩、储存等研究。

下,使其转变为液态,从而大幅度降低体积,便于储存和运输。这个过程通常需要经过预处理、冷却、液化和储存等多个环节,每个环节的技术优化对于整个液化过程的能效和环保性能至关重要。当前,世界各国在天然气液化技术领域的研究和应用主要集中在提高能效、降低成本以及减少环境影响等方面。

近年来,随着环保意识的增强和全球气候变化问题的突出,天然气液化技术在节能减排方面的研究取得了显著进展。例如,通过优化液化流程、采用高效换热器、应用新型节能制冷剂等措施,可以显著降低液化过程中的能耗。二氧化碳捕集与再利用技术的引入,为进一步减少液化过程中的温室气体排放提供了有效途径。国际能源署(IEA)等机构的数据显示,采用先进的节能减排技术后,液化天然气的能耗和二氧化碳排放均显著减少,进一步推动了LNG技术的可持续发展^[2]。

总体而言,天然气液化技术背景及其发展现状表明,通过不断的技术创新和优化设计,可以实现液化天然气在储运过程中的高效能和低排放,为全球能源市场提供可靠的技术保障和环保解决方案。

2.2 天然气液化过程的基本原理

天然气液化过程的基本原理主要涉及气体的冷却与液化,将天然气从气态转变为液态。该过程通常通过三个阶段实现:预冷、液化和亚冷。在预冷阶段,天然气被冷却至接近液化温度。在液化阶段,通过高效换热器和节能型制冷剂的作用,天然气进一步冷却并开始液化。亚冷阶段则通过降低液化天然气的温度,使其稳定在低温状态,以便储存和运输。制冷剂循环系统在这些阶段中起到关键作用,通过蒸发和冷凝循环,吸收天然气的热量,实现冷却效果。节能型制冷剂的选择和高效换热器的应用,能够显著降低能耗,提高液化效率。整个过程中,热交换器、节流阀和压缩机等设备的优化设计,确保了液化过程的稳定运行和高效能效。

2.3 液化过程中的能耗与排放问题

天然气液化过程中的能耗与排放问题是影响其经济性和环境友好性的关键因素。液化天然气的过程需要大量的能源,以将天然气冷却至极低温度(约 -162°C),能耗主要集中在制冷和压缩两个环节。制冷系统的效率和制冷剂的选择直接决定了整个过程的能量消耗。与此液化过程中伴随的二氧化碳排放问题也不容忽视,主要源于化石燃料的燃烧和制冷剂的泄漏。未处理的二氧化碳排放将加剧温室效应,对环境造成不利影响。如何降低能耗和减少排放成为天然气液化技术发展的重要方向,需要在技术上不断创新和优化,以实现更高效和更环保的液化过程。

3 天然气液化过程中的节能技术

3.1 液化流程的优化设计

液化流程的优化设计是天然气液化过程中实现节能目

标的关键环节。液化流程主要包括预处理、预冷、液化和过冷四个阶段,每个阶段的设计和优化都对能耗有着直接影响。在预处理阶段,去除杂质和水分可以避免后续过程中的设备结冰和效率降低。预冷阶段,通过采用多级压缩和多流体换热技术,能够显著降低能量消耗。

液化阶段的优化设计可以通过改进循环流程和设备配置来实现。常见的液化循环有混合制冷剂循环(MRC)和预冷单循环(C3MR),其中MRC具有较高的热效率和较低的能耗。优化MRC循环可以通过调整制冷剂组分比例、改进换热器设计和采用变速压缩机等方法来降低能量损耗。在这一过程中,换热器的设计至关重要。高效换热器不仅能提高热交换效率,还能减少压降,进一步降低能耗。对于换热器的选择,板翅式换热器因其高效传热性能和紧凑结构,成为液化装置中的首选。

过冷阶段,通过对液化天然气进一步冷却,可以减少蒸发损失,提高储存和运输效率。采用高效的过冷设备和优化过冷过程参数,可以在不显著增加能耗的情况下,实现液化天然气的稳定性和储运性能的提升。

总体而言,液化流程的优化设计在天然气液化过程的节能中起着至关重要的作用。通过对各个阶段的深入研究和改进,可以实现能耗的显著降低,为天然气液化行业的节能减排提供可靠的技术保障。

3.2 高效换热器的应用

高效换热器在天然气液化过程中的应用对节能具有重要作用。换热器的效率直接影响液化过程的能耗水平,通过优化设计和选择高效换热器,可以显著降低系统的能源消耗。高效换热器通常采用高导热材料,如铝合金和不锈钢,以提高热传导效率。换热器结构的优化设计,如增加传热面积和优化流体流动路径,能够进一步提升换热性能。

板式换热器和管壳式换热器是天然气液化过程中常用的两种高效换热器。板式换热器由于具有较大的传热面积和紧凑的结构,适用于空间有限且需要高效传热的应用场景。而管壳式换热器则因其结构坚固、维护方便,广泛应用于大规模天然气液化装置中。新型微通道换热器以其高传热系数和低压降特性,逐渐成为研究热点,显示出良好的应用前景。

在实际应用中,高效换热器的选择需综合考虑液化装置的工艺条件、经济性和维护便捷性。通过合理选择和优化设计高效换热器,天然气液化过程的能效可显著提升,从而达到节能的目的。

3.3 节能型制冷剂的选择与应用

在天然气液化过程中是关键的技术策略之一。制冷剂的选择直接影响到液化过程的能效和环境影响。目前,常用的节能型制冷剂包括环保型氟碳制冷剂和天然制冷剂^[3]。前者具有较低的全局变暖潜势和臭氧消耗潜势,能有效减少温室气体的排放,但需要注意其安全性和操作成本。后者如二氧化碳和甲烷等,不仅环保且可再生,但在工程应用中需要

克服其特性上的挑战。正确选择和合理应用节能型制冷剂,有助于显著降低天然气液化过程的能耗和环境负荷,对行业可持续发展具有重要意义。

4 天然气液化过程中的减排技术

4.1 二氧化碳捕集技术

二氧化碳捕集技术在天然气液化过程中的应用对于减少温室气体排放具有重要意义。二氧化碳捕集技术主要包括预燃烧捕集、后燃烧捕集和氧燃烧捕集三种类型。预燃烧捕集是在燃料燃烧之前将二氧化碳分离出来,通常通过重整反应或部分氧化过程实现。后燃烧捕集是在燃料燃烧后从烟气中分离二氧化碳,主要采用化学吸收、物理吸收、膜分离和低温分离等技术。氧燃烧捕集是通过将燃料在纯氧环境中燃烧,使产生的烟气中二氧化碳浓度大幅提高,从而便于捕集。

在天然气液化过程中,二氧化碳捕集技术主要应用于后燃烧捕集。这种方法通过在液化设备的排放系统中设置二氧化碳捕集装置,将燃烧产生的烟气通过吸收塔或膜分离设备,使二氧化碳与其他气体分离。化学吸收技术通常使用胺类溶液进行吸收,具有吸收效率高、适应性强的特点。物理吸收技术则利用高压或低温条件下的物理吸附作用,将二氧化碳分离出来,操作简便且能耗较低。膜分离技术通过选择性渗透膜对气体进行分离,具有设备紧凑、操作简单等优点。

应用二氧化碳捕集技术能够显著减少天然气液化过程中的二氧化碳排放。据研究,合理配置二氧化碳捕集设备后,天然气液化过程中二氧化碳排放量可减少约20%。这些技术的应用不仅有效降低了温室气体排放,符合环保法规要求,还能为液化天然气行业的可持续发展提供技术支撑。随着技术的不断进步和应用经验的积累,二氧化碳捕集技术在天然气液化过程中的应用前景将更加广阔。

4.2 二氧化碳再利用技术

二氧化碳再利用技术在天然气液化过程中具有重要意义。通过将捕集到的二氧化碳进行再利用,不仅能够有效减少温室气体的排放,还能实现资源的循环利用。主要再利用途径包括化学品合成、燃料生产和增强型油气采收等。在化学品合成方面,二氧化碳可用于生产甲醇、聚碳酸酯等高附加值产品;在燃料生产中,二氧化碳可与氢气反应生成合成天然气或液体燃料,从而实现能源转化;在增强型油气采收过程中,注入二氧化碳可提高原油和天然气的采收率,达到

增产减排的双重效果。通过上述途径,不仅能减轻液化过程中二氧化碳的环境负担,还能增加经济效益,推动天然气液化行业的可持续发展。

4.3 液化过程中减少温室气体排放的综合措施

天然气液化过程中,减少温室气体排放的综合措施包括优化工艺流程、应用先进技术和加强监控管理。通过优化液化流程,减少能量损耗和副产物生成,是实现减排的重要手段。采用先进的换热设备和节能型制冷剂,有助于提高效率,减少碳排放。二氧化碳捕集与再利用技术在液化过程中的应用,能够有效降低温室气体的直接排放,将捕集的二氧化碳进行再利用,转化为工业原料或能源,进一步减少环境负担。加强全过程的监控管理,通过智能化监控系统,实时监测和调整生产参数,确保液化过程在最佳状态下运行,避免不必要的能耗和排放。推行绿色认证和排放交易制度,促使企业积极采用环保技术,提高减排积极性。上述综合措施的实施,不仅有助于降低液化过程的能耗和排放,还为行业的可持续发展提供了技术支持和管理经验。

5 结语

论文研究了如何在天然气液化过程中节省能源和减少排放。通过改进液化流程设计,使用高效换热器和节能型制冷剂,成功降低了能耗。同时,探讨了二氧化碳捕集和再利用技术在液化过程中的应用。研究结果显示,这些方法不仅使液化过程的能耗降低了大约15%,还减少了二氧化碳排放约20%。虽然这些结果在实验室中取得了,但还没有在实际工业环境中验证。此外,论文仅对单一液化流程进行了优化,其他流程的适用性尚未研究。未来的研究可以在实际工业环境中测试这些改进设计的效果,探索不同液化流程的优化策略,以及研究二氧化碳捕集和再利用技术的大规模应用的经济性和长期效果。通过不断地研究和改进,希望进一步提高天然气液化过程的节能减排效果,为环境保护和能源可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1] 程静.天然气的的应用与节能减排[J].建筑·建材·装饰,2019(1):164-166.
- [2] 张丙贺.探析天然气集输系统节能减排技术[J].中国化工贸易,2019,11(33):26-28.
- [3] 王智,周子栋,卢鹏飞.长庆天然气净化厂的二氧化碳捕集技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(3):28-32.