

高压高产气井放空天然气回收技术

王新强（新疆博瑞能源有限公司零散气回收运营管理中心，新疆 库尔勒 841000）

摘 要：针对高压高产气井放空天然气回收问题，本次研究首先对高压高产气井放空天然气回收的背景及现状进行分析，在此基础上，开展高压高产气井放空天然气回收技术研究，为合理选择和使用高压高产气井放空天然气回收技术奠定基础。研究表明：高压高产气井在生产作业的过程中，产生的放空天然气量相对较大，对这部分天然气进行合理的回收不但有利于油气田开发企业的经济利益，还有利于环境保护工作，常见的回收技术包括压缩天然气回收技术、吸附剂和膜分离技术、冷却液化技术以及脱硫脱水回收技术等，每种类型的技术都存在应用优势和劣势，通过合理选择放空天然气回收技术，可以有效提升该项工作的开展效率以及质量。

关键词：高压高产气井；放空天然气回收；背景分析；现状研究；技术研究

0 前言

在高压高产气井的开发过程中，受到多种因素的联合影响，在生产、运输、储存和处理的过程中，大量的天然气被排放至大气中，导致资源浪费和环境污染问题逐渐凸显，为了解决这一问题，高压高产气井放空天然气回收技术应运而生。天然气回收技术是一项复杂而关键的工程，它涉及气体的收集、处理、储存和再利用，以减少排放、降低浪费，同时提高资源利用效率。排放的废气中可能包含温室气体，如甲烷，对全球气候变化产生负面影响，通过回收和处理这些气体，可以减少温室气体排放，有助于减缓气候变化，回收和再利用排放的天然气可以降低生产成本，减少能源采购支出，提高企业的竞争力^[1]。本次研究主要是根据高压高产气井放空天然气回收的背景及现状，开展回收技术研究工作，为推动高压高产气井放空天然气回收工作的进一步发展奠定基础。

1 高压高产气井放空天然气回收的背景及现状

1.1 背景分析

全球能源需求不断增长，而天然气作为清洁、高效的能源资源在能源结构中占据重要地位，但是高压高产气井通常产生大量的天然气，但由于各种原因，包括生产、运输和处理中的气体放空，导致大量的天然气资源被浪费。废气排放对环境和生态系统造成负面影响，排放的废气可能含有有害物质，例如温室气体、硫化氢等，会引发大气污染、酸雨、气候变化等环境问题，此外，天然气排放还可能对人类健康产生不利影响。

全球气候变化问题引起了国际社会的广泛关注，天然气中主要成分甲烷是一种强效温室气体，其温室效应是二氧化碳的几十倍，减少高压高产气井的废气

排放，特别是减少甲烷的排放，对减缓气候变化具有积极作用。天然气是一种非可再生资源，有效开采和利用对能源可持续性至关重要，回收排放的天然气有助于延长天然气资源的使用寿命，为未来能源供应提供更多的时间^[2]。

1.2 现状研究

高压高产气井放空天然气回收技术领域正经历快速发展和变革，天然气回收技术经历了显著的技术创新，涉及压缩、吸附、膜分离、液化、脱硫、脱水等多种技术，新的设备和工艺正在不断研发，以提高回收天然气回收的效率和可行性。高压高产气井放空天然气回收技术已广泛应用于石油和天然气行业，包括油田开采、天然气处理厂、天然气管道输送、液化天然气工厂等领域，这些行业积极采用回收天然气回收技术，以降低成本、提高能源效率和减少环境影响，我国制定了一系列法规和标准，要求减少回收天然气回收，特别是对温室气体的排放，这些法规推动了天然气回收技术的发展和运用，企业需要遵守法规以降低法律风险^[3]。

环保意识的提高促使企业采取更多措施来减少环境污染和温室气体排放，高压高产气井放空天然气回收技术被视为一种环保举措，得到了更多企业的认可和采用。回收天然气回收技术可以降低生产成本，并提高能源效率，因此在经济上具有吸引力，企业在改进回收天然气回收技术方面愈发积极，以实现经济和环保的双重收益。高压高产气井放空天然气回收技术正处于积极发展的阶段，其应用领域和技术水平不断扩大和提高，这一技术在改善能源资源利用效率、减少环境污染和降低温室气体排放方面发挥着重要作用，将继续受到广泛的关注和投资^[4]。

2 高压高产气井放空天然气回收技术研究

2.1 压缩天然气回收技术

高压高产气井放空天然气回收中的压缩天然气回收技术是一种常见的天然气回收方法，天然气回收过程的第一步是将排放的天然气收集起来，这通常通过管道和阀门系统完成，将排放的天然气引导至压缩设备，天然气进入压缩设备，例如压缩机，通过机械作用将天然气压缩到更高的压力，这一步骤有助于减小天然气的体积，以便于储存和进一步处理^[5]。压缩后的天然气可能包含杂质，例如水分、杂质气体等，因此，压缩后处理通常包括脱水和去杂质的步骤，以提高天然气回收的质量，压缩和处理后的天然气可储存在适当的容器中，如气体罐或气体管道，以备将来利用，这些存储设施通常设计用于保持气体的高压状态。压缩后的天然气可用于多种用途，例如用作燃料供应、能源生产或其他工业过程，这有助于降低企业的天然气采购成本和减少对外部能源资源的依赖。

高压高产气井放空天然气回收的过程中，压缩天然气回收技术使用多种设备，这些设备的作用是将排放的天然气压缩并净化，以便后续的储存和再利用。压缩机是压缩天然气的核心设备，其作用是将天然气回收的气体压缩到更高的压力，减小体积，便于储存和运输，压缩机的类型包括离心式、螺杆式、往复式等，具体选择取决于天然气回收的要求和条件。天然气回收的气体中通常含有水分，脱水设备用于去除天然气回收气体中的水分，以防止水分对后续处理设备和管道系统造成腐蚀和堵塞。

天然气回收的气体中可能含有固体颗粒或其他杂质，过滤器用于去除这些杂质，以保护后续设备的正常运行和维护气体的纯度。分离器用于将天然气回收气体中的不同组分分离，以获得更纯净的天然气，分离器可以分离液体和气体相，或不同密度的气体。储存设备用于将压缩后的天然气回收气体存储在合适的容器中，如气体罐、压缩气体站或管道系统中，这些设备用于维持气体的高压状态和供应，控制系统用于监控和调节天然气回收过程，确保设备的安全运行和天然气回收质量的控制。

高压高产气井放空天然气回收中的压缩天然气回收技术具有一些显著的优点和缺点，首先，压缩天然气回收技术有助于将排放的天然气压缩成较小体积，提高了资源的利用效率，通过压缩和处理，排放的天然气可以用于多种应用，如再次用于生产过程中的供

能，压缩天然气回收技术有助于减少天然气回收中的温室气体排放，天然气回收技术可以降低生产成本，改善能源效率，提高企业的竞争力。但是，压缩天然气回收技术需要专业知识和技能来操作和维护，这可能增加了企业的培训和人力成本，购买、安装和维护压缩设备以及相关设备的初始成本较高，可能对小型企业造成经济负担。压缩过程需要额外的能源来驱动压缩机，这可能增加企业的能源消耗，天然气回收后处理，包括脱水和去杂质，需要额外的设备和操作成本。

2.2 吸附剂和膜分离技术

吸附剂是一种具有高表面积和吸附性能的材料，通常以颗粒、粉末或颗粒填充床的形式存在，排放的天然气通过吸附床，其中的吸附剂会吸附天然气中的特定成分，天然气中的目标组分在吸附剂表面吸附，随后可通过变换操作，如升温或改变压力，来进行脱附，脱附后，吸附剂可以再次使用。周期性地需要对吸附剂进行激活，通常是通过升温或减压的方式，以去除吸附剂上的目标成分，使其恢复吸附性能。

在使用吸附剂技术的过程中，天然气从高压高产气井放空后，首先进入天然气回收装置，天然气回收装置包括一个或多个吸附床，其中填充有吸附剂，通常是多孔材料，天然气通过吸附床，与吸附剂接触。天然气中的特定成分被吸附在吸附剂上，非目标成分则通过吸附床，继续流向下一个阶段。吸附床周期性地需要进行脱附操作。这通常通过升温或改变压力的方式来实现，目标成分从吸附剂上脱附，产生富含目标成分的气体流，脱附后的气体流经分离和收集系统，以收集富含目标成分的气体，这些气体可用于再次供应能源或其他工业过程，吸附剂经过多次使用后，需要进行激活，以去除吸附剂上的吸附成分，恢复其吸附性能。

在使用吸附剂技术的过程中需要使用大量的设备，吸附床是吸附剂技术的核心设备，包括填充有吸附剂的容器或柱，天然气通过这些床，吸附剂会吸附天然气中的特定成分。脱附设备用于对吸附床进行脱附操作，这可以通过升温、减压或其他方法来实现，以将目标成分从吸附剂上释放出来。脱附后的气体会经过一个收集系统，以收集富含目标成分的气体，通常包括管道、储罐或其他收集设备。吸附剂需要周期性地激活，以去除吸附剂上的吸附成分，恢复其吸附性能，激活设备通常包括加热或减压设备。吸附

剂技术可以实现高度选择性,能够有效地分离和回收目标气体成分,这有助于提高回收效率,吸附剂技术可产生高纯度的目标气体,通常适用于需要高纯度气体的应用,吸附剂可周期性激活,以恢复其吸附性能,可以多次使用降低成本,适用于不同气体组分的分离和回收,适用性广泛。

膜分离技术使用选择性透过特定成分的半透膜,不同成分的气体在半透膜上具有不同的透过速率,这使得分离成分成为可能,天然气通过膜时,其中的目标成分会相对较快地透过膜,而其他成分则被截留在膜的一侧,从半透膜的两侧分别收集透过和被截留的气体,透过的气体即可收集并再利用,而被截留的气体通常需要排放或进一步处理。在使用膜分离技术的过程中,天然气从高压高产气井放空后,进入天然气回收装置,天然气回收装置包括膜分离模块,其中包含半透膜,天然气通过半透膜,同时膜会选择性地允许目标成分透过,天然气中的目标成分透过半透膜,而其他成分被截留在膜的一侧,从半透膜的两侧分别收集透过和被截留的气体,透过的气体即可收集并再次供应能源或其他工业过程,被截留的天然气通常需要进行排放或进一步处理。

膜分离技术使用半透膜模块,这些模块包括膜片或膜片堆叠。天然气通过膜模块,同时膜模块的设计和材料选择会影响成分的分离效果,膜模块后面通常需要一个渗透设备,用于收集透过半透膜的目标成分,渗透设备将透过的目标成分收集起来,通常包括管道和储罐。相对于吸附剂技术,膜分离技术通常能耗较低,因为它不需要高温或减压操作,通常能够稳定运行,不需要周期性激活,设备通常较小型化和模块化,适用于各种规模的天然气回收应用,膜分离技术通常具有较低的操作和维护成本。

2.3 冷却液化技术

天然气来自高压高产气井放空,通常具有高温和高压的特性,这些天然气中可能包含甲烷等有用的气体成分,但温度和压力需要适当降低,以便进一步处理和利用,冷却液化技术的第一步是通过热交换器或其他冷却装置将高温天然气冷却至较低的温度,这可以通过传热冷却剂来实现。在冷却后,天然气中的气体成分可以在适当的温度和压力下液化,这将使气体从气态转化为液态,便于储存和运输,液化后,天然气中的不同成分可能会分层分离,根据气体成分的不同,可以采用分离设备来分离和收集目标气体成

分,液化后的气体成分可以存储在储罐或容器中。

2.4 脱硫脱水回收技术

高压高产气井放空天然气回收的过程中,脱硫脱水回收技术旨在去除天然气中的硫化物和水分。天然气通常含有硫化物,如硫化氢或二硫化碳,这些硫化物可能对环境及设备造成危害,脱硫的目标是将硫化物从天然气中去除,以减少硫化物的排放。脱硫可以采用化学吸收、生物处理、氧化反应或物理吸附等方法,最常用的脱硫方法之一是化学吸收,通过将天然气与碱性溶液接触,硫化氢会被转化为硫酸盐或硫化物沉淀,从而去除硫化物,这些沉淀物可以进一步处理或处置。

天然气通常含有水分,水分的存在可能对后续工业过程或设备造成不利影响,因此,脱水的目标是将水分从天然气中去除,以降低湿气含量。脱水通常采用物理方法,如冷却和冷凝,在这些方法中,天然气被冷却到低于露点温度,水分会凝结为液体,并随后被分离和排放,此外还可以采用分子筛、吸附剂或膜分离等技术来脱除水分。在脱硫和脱水后,天然气中的有用气体成分可以被分离和回收,而去除的硫化物和水分则需要进一步处理或处置。

3 结论

综上所述,高压高产气井放空天然气不但会造成极大的经济损失,还将会导致环境污染问题,因此,对放空的天然气进行回收十分关键,常见的放空天然气回收技术包括压缩天然气回收技术、吸附剂和膜分离技术、冷却液化技术以及脱硫脱水回收技术等,气田企业可以根据自身的情况对回收技术进行合理的选择,以此提高放空天然气的回收效率及质量。

参考文献:

- [1] 叶旭峰. 吉林油田零散井放空天然气CNG回收技术研究[J]. 石油石化节能, 2022, 12(09): 87-90.
- [2] 葛晓波. 井口气回收优化工艺的应用[J]. 化工管理, 2022(24): 146-148.
- [3] 杨进荣, 张跃, 魏立达, 等. 小型撬装式液化天然气工艺在页岩气井口气回收的应用[J]. 化工管理, 2021(10): 171-175.
- [4] 杨波. 边远单井天然气CNG回收技术分析与应用[J]. 上海煤气, 2020(05): 6-9.
- [5] 王亚娟, 王洪峰, 王小培, 等. 高压高产气井放空天然气回收技术[J]. 石油石化节能, 2018, 8(11): 41-43+11.