

探究低压天然气开采技术

李承余 波 肖林林 马珂

中国石油化工股份有限公司西南油气分公司采气一厂 四川 德阳 618000

摘要：低压天然气开采技术是针对埋藏深度较浅的天然气资源而研发的一种高效开采方式。该技术通过向气井中增压，提高天然气内部气压，从而使其高效地产出，避免了气体的浪费。常用技术包括低压井喷射引流术、水平井改造技术、气藏压裂改造技术和排水采气技术等。这些技术各具特点，能有效提升开采效率和经济效益。随着技术的不断进步和应用，低压天然气开采技术有望在天然气产业的发展中发挥更加重要的作用。

关键词：低压；天然气；开采技术

引言：在社会经济飞速发展过程中，需要增加对自然资源的开采，特别是在保护环境意识提高的情况下，促使有关人员开始关注新的能源。天然气在实际应用范围中的污染少，因此可以通过天然气取代煤或汽油等传统资源，从长远来看能产生更明显的影响。在这方面，必须考虑到天然气在开采中的应用，提高天然气的使用效率，减少污染和满足日常需求。在这种情况下，研究天然气低压工艺至关重要。本文将对低压天然气开采技术进行深入探究，以此为天然气产业的发展提供有益的参考。

1 低压天然气开采技术的重要性

低压天然气开采技术在当今全球能源领域扮演着至关重要的角色。随着全球经济的持续增长和人口的不断增加，能源需求，特别是清洁、高效的能源需求，呈现出持续增长的态势。天然气作为一种低碳、环保的能源，其开采和利用对于保障全球能源供应、促进经济发展、减少环境污染等方面都具有重要意义。第一，低压天然气开采技术能够提高天然气的开采效率。在低压条件下，天然气开采往往面临诸多挑战，如地层压力低、渗透率差等。通过采用先进的开采技术，如喷射引流、水平井改造、气藏压裂改造和排水采气等，可以显著提高天然气的渗透率，增加开采量，满足日益增长的能源需求。第二，低压天然气开采技术有助于保障能源安全。天然气作为一种重要的化石能源，其开采和利用对于保障国家能源安全具有重要意义。通过提高开采效率，增加天然气产量，可以降低对外部能源的依赖，增强国家能源安全的保障能力。第三，低压天然气开采技术对于促进经济发展也具有重要作用^[1]。天然气开采业的发展可以带动相关产业的发展，如设备制造、工程建设、化学工业等，形成产业链效应，促进就业和经济增长。同时，天然气作为清洁能源，其开采和利用有助于

减少环境污染，改善空气质量，提高人民生活水平。低压天然气开采技术的重要性不言而喻。通过不断创新和优化开采技术，我们可以更好地利用这一宝贵的能源资源，为全球能源供应、经济发展、环境保护等方面做出更大的贡献。

2 低压天然气特点

2.1 安全性高

低压天然气在输送和储存过程中的压力相对较低，这大大降低了其发生泄漏和爆炸的风险。相较于高压天然气，低压天然气在管道中的流动更为平稳，减少了因压力过高而可能导致的管道破裂或泄漏事故。这种低压环境使得低压天然气在传输和使用过程中更为安全可控。另外，低压天然气在燃烧过程中也表现出较高的安全性。由于其燃烧效率高且燃烧稳定，低压天然气在燃烧时不易产生回火或脱火现象，从而减少了火灾和爆炸事故的发生概率。还有低压天然气燃烧后产生的污染物较少，对环境和人体的危害也相对较低，进一步提升了其使用的安全性。最后，低压天然气系统的设计和安装也充分考虑了安全性因素。从管道材质的选择到安装工艺的规范，都严格遵循国家相关标准和规定，确保整个系统在使用过程中具备高度的安全性和可靠性。同时，低压天然气系统还配备了完善的安全监测和报警装置，一旦发生异常情况，能够迅速发现并采取措施进行处理，从而有效避免安全事故的发生。

2.2 适用范围广

低压天然气以其适用范围广的特点，在能源利用领域展现出了广泛的适用性和灵活性。（1）低压天然气适用于多种用户类型。从居民日常生活到商业厨房，再到小型工业生产，低压天然气都能满足其能源需求。对于居民用户而言，低压天然气可用于烹饪、供暖和生活热水等方面，其便捷性和经济性得到了广泛认可。对于商

业用户,如酒店、餐厅等,低压天然气则提供了稳定、高效的能源供应,满足了其日常运营的需求。同时,在小型工业生产中,低压天然气也常被用作燃料或原料,为生产提供了可靠的能源保障。(2)低压天然气在地域上也具有广泛的适用性。无论是城市还是乡村,只要具备天然气管道设施,都可以使用低压天然气。这种广泛的地理覆盖使得低压天然气成为了一种普及程度较高的能源选择。随着天然气管道网络的不断完善和扩展,低压天然气的适用范围还将进一步扩大。(3)低压天然气在应用领域上也展现出了高度的灵活性。除了传统的燃烧利用外,低压天然气还可以用于发电、制冷、化工原料等多个领域。这种多领域的应用使得低压天然气在能源利用中具备了更强的竞争力。

2.3 节能环保

低压天然气作为一种清洁能源,其燃烧产生的二氧化碳和其他温室气体排放量相较于煤炭和石油等传统化石燃料要少得多。这主要得益于天然气的主要成分甲烷(CH_4)在燃烧过程中产生的碳排放量相对较低。因此,在能源消费结构中,增加低压天然气的使用比例,有助于减少温室气体的排放,从而缓解全球气候变暖的趋势。除此之外,低压天然气在开采和利用过程中也具有较高的能源效率。传统的化石燃料开采和利用过程中往往伴随着大量的能源消耗和能源损失,而低压天然气开采技术的发展,使得天然气在开采、输送和使用过程中的能源损失得到了有效控制^[2]。这不仅提高了能源利用率,还减少了因能源损失而产生的间接碳排放。在节能环保方面,低压天然气还具有易于处理和储存的特点。相较于其他能源,天然气的处理和储存过程相对简单,且不会产生大量的污染物。这有助于减少因能源处理和储存而产生的环境污染问题。低压天然气在节能环保方面具有显著的特点和优势,其清洁、高效的特性使得它在能源消费结构中扮演着越来越重要的角色。

3 低压天然气开采主要技术

3.1 喷射引流技术

低压天然气开采中的喷射引流技术是一种高效且创新的开采方式,它主要利用高压气井的自身能量来带动低压气井的生产。高压天然气首先经过喷嘴进行节流,这一过程会使高压天然气在混合腔内形成一个低压区。随后,低压天然气在压差的作用下被吸入这个混合段。高压天然气和低压天然气在混合腔内混合后,形成一定的流动速度,成为混合气流。这个混合气流在扩压段升压后,最终完成外输作业。在喷射引流技术的实施过程中,喷嘴的设计至关重要。为了实现最佳的混合效果和

流速,高压气喷嘴通常采用缩放形状的超音速喷嘴,而低压气环形喷嘴的设计则与高压气喷嘴相似,但需要通过数值模拟进行进一步的修正。这种设计确保了高低压气体在混合腔内能够充分混合,从而提高开采效率。除此之外,混合段及扩压段的设计也直接影响着喷射引流技术的效果。高压气和低压气的混合过程在渐缩段和喉部的平直段实现,而扩压段则为一渐扩通道^[3]。这两个部分的设计都需要通过数值模拟进行优化,以确保流体能够顺畅地流动并达到预期的升压效果。在实际应用中,喷射引流技术已经取得了显著的成果。通过该技术,可以利用10~13MPa的高压气引射111~510MPa的低压气,实现512MPa的增压生产目标。这不仅为低压气井的增压开采探索了一种新途径,也极大地提高了天然气的采收率。

3.2 水平井改造技术

在低压天然气的开采过程中,水平井改造技术通过优化井身结构和开采方式,提高天然气的开采效率和采收率。水平井改造技术是指在低压天然气的开采过程中,结合天然气的地质储层特性和开采环境,将传统的直井开采方式转变为水平井开采方式。通过水平井的钻探,可以大幅度增加井眼与储层的接触面积,从而提高天然气的开采效率。在采用水平井改造技术之前,需要对天然气的地质储层进行详细的分析,包括储层的厚度、渗透率、孔隙度等关键参数,以及储层中的天然气分布和流动特性。这些分析数据将为后续的井身设计和开采方案提供重要依据。根据地质分析结果,进行水平井的井身设计,包括井眼的轨迹、长度、直径等参数。设计过程中需要充分考虑储层的特性和开采需求,以确保井眼与储层的最佳接触。采用先进的钻探技术和设备,按照设计好的井身轨迹进行钻探施工。在钻探过程中,需要实时监测井眼的状态和地质变化,以确保钻探的准确性和安全性。在水平井钻探完成后,根据储层的特性和开采需求,进行开采方案的优化。这包括确定合理的开采压力、开采速度等参数,以及采用适当的增产措施,如水力压裂等,以提高天然气的开采效率和采收率。

3.3 气藏压裂改造技术

气藏压裂改造技术通过对储层施加高压,使储层岩石产生裂缝,从而提高天然气的渗透率,增加开采效率。气藏压裂改造技术基于岩石力学的原理,通过向储层中注入高压流体(如水、气体或泡沫等),使储层岩石在高压作用下产生裂缝。这些裂缝不仅增加了储层岩石的渗透性,还为天然气提供了更多的流动通道,从而提高了天然气的开采效率。在实际操作中,压裂液被注

入储层，并通过地面设备形成的高压传递到地层中。随着压力的逐渐升高，储层岩石开始产生裂缝。这些裂缝在压裂液的作用下逐渐扩展，形成复杂的裂缝网络。当压裂液注入完毕后，裂缝中的压裂液会逐渐排出，留下供天然气流动的通道。另外，气藏压裂改造技术具有显著的技术特点和优势。首先，它能够显著提高储层的渗透率，增加天然气的开采效率。其次，该技术适用范围广，可以应用于不同类型的储层和开采环境。此外，随着技术的不断进步，压裂液的性能也在不断提高，使得压裂效果更加显著，开采成本进一步降低。在实际应用中，气藏压裂改造技术已经取得了显著的效果^[4]。例如，在中国石化西南石油局，科研人员通过研发纳米改性低伤害压裂液技术，成功解决了致密气藏“微孔喉液体滞留伤害”的行业性难题。该技术通过优化压裂液的性能，显著降低了压裂液对储层的伤害，提高了天然气的开采效率。气藏压裂改造技术是低压天然气开采中的一项关键技术。通过对储层施加高压，使储层岩石产生裂缝，从而提高天然气的渗透率，增加开采效率。气藏压裂改造技术是低压天然气开采中的一项关键技术。通过对储层施加高压，使储层岩石产生裂缝，从而提高天然气的渗透率，增加开采效率。随着技术的不断进步和应用的深入，该技术有望在低压天然气的开采中发挥更加重要的作用。

3.4 排水采气技术

在低压天然气的开采过程中，排水采气技术通过有效的排水措施，将储层中的积液排出，从而提高天然气的开采效率和采收率。在低压天然气开采中，地层水的存在往往会对天然气的生产造成严重影响。地层水在举升过程中可能因滑脱效应在井筒及井底近区积聚，导致井筒积液、井口压力下降、气相渗透率受损等问题。该技术的基本原理是通过一系列技术手段，将储层中的积液有效排出，从而保持井筒和储层的良好流通状态，

提高天然气的开采效率。排水采气技术主要包括泡沫排水采气、柱塞气举、气举排水采气等多种方式。其中，泡沫排水采气是通过向井底注入表面活性剂，形成泡沫将积液携带至地面；柱塞气举则是利用柱塞作为封隔界面，将举升气体和被举升的液体分开，提高举升效率；而气举排水采气则是利用高压气体将积液托举至地面。在实际应用中，这些技术手段往往需要根据储层特性、开采条件等因素进行选择 and 组合，以达到最佳的排水效果。最后，排水采气技术在低压天然气开采中取得了显著的应用效果。通过有效的排水措施，不仅提高了天然气的开采效率和采收率，还延长了气井的生产寿命。

结语

总之，低压天然气开采技术的发展对于提高天然气采收率、促进能源可持续利用具有重要意义。通过不断的技术创新和优化，可以克服传统开采方式中的不足，实现更加高效、环保的天然气开采。未来，随着科技的进步和能源需求的不断变化，低压天然气开采技术将继续面临新的挑战 and 机遇。我们期待在科研人员和工程师的共同努力下，能够不断推动该技术的创新和发展，为天然气产业的繁荣做出更大的贡献。

参考文献

- [1]方龙, 张海滨, 谢建军.关于天然气增压开采工艺技术 在气田开发后期的应用探讨[J].石油石化物资采购, 2020(24):24-24.
- [2]周锋, 黄元和, 徐岭灵.低压气井单井增压开采技术研究及实践[J].中国化工贸易, 2019, 11(22):105-106.
- [3]张景岗.低压天然气的回收再利用及节能环保措施[J].石油石化物资采购, 2020(19):82-82.
- [4]周彬, 姜婷婷, 陈小明.低压天然气开采技术分析[J].中国石油和化工标准与质量, 2019, 038(014): 189-190.