

油气储运系统中的地质条件对输送影响的分析

曹丽莎（国家石油天然气管网集团有限公司山东省分公司，山东 德州 253000）

贾成亮（山东港华燃气集团有限公司，山东 济南 250000）

摘要：随着全球能源需求的不断增长，油气储运系统作为能源行业的关键基础设施，扮演着至关重要的角色。这些系统包括输油管道、输气管道、储存设施等，它们负责将采集到的油气产品从生产地输送到消费地，为各个行业的生产和生活提供必要的能源支持，然而，油气储运系统在运输过程中面临着诸多挑战，其中地质条件对输送的影响尤为关键。本文旨在对油气储运系统中地质条件对输送的影响进行系统分析，并提出相应的解决方案和建议，可以更好地应对地质风险，确保油气输送的安全、高效和可持续发展。同时，希望能够为油气储运系统的设计、运营和管理提供更为科学的依据，为行业发展和社会经济进步做出贡献。

关键词：油气储运系统；地质条件；输送影响；分析

地质条件作为油气输送过程中的重要因素之一，直接影响着系统的安全性、稳定性和效率性，地质结构的复杂性、地质性质的多样性以及地质灾害的频发性，都给油气输送带来了诸多挑战。因此，深入分析地质条件对输送的影响，对于提高油气储运系统的运行水平、降低事故风险具有重要意义。

1 油气储运系统

1.1 油气储运系统的组成

油气储运系统是指一系列设施和设备，用于将从油气田开采的原油、天然气等能源产品输送至加工厂、终端用户或出口港口的过程中，包括输油管道、输气管道、储存设施、泵站、阀门等组成部分。其中，输油管道用于输送原油和石油产品，输气管道用于输送天然气和其他气体产品，储存设施包括油罐、储气库等用于暂存油气产品并调节供需平衡，泵站和压缩机站用于提供输送过程中所需的压力和流量，控制和监测系统用于监控和控制油气运输过程中的各项参数。

1.2 油气储运系统的主要功能和作用

一是，运输功能。将生产出来的油气产品从生产地输送至加工厂、终端用户或出口港口，满足各地区的能源需求，确保能源的有效利用和供给。二是，储存功能。提供暂存油气产品的场所以应对生产和消费之间的时间差，调节供需平衡，保障供应的持续性和稳定性。三是，调节功能。通过泵站、压缩机站等设备调节输送过程中的压力、流量等参数，保证输送的安全稳定，避免管道堵塞、泄漏等问题的发生。四是，保障功能。确保油气产品在输送过程中的安全性，预防泄漏、污染等事故的发生，保护环境和公共安全维

护社会稳定。这些功能和作用使得油气储运系统能够高效、安全地完成油气产品的输送和储存任务，对能源供应链的畅通和稳定起到至关重要的作用。

1.3 目前的挑战和发展趋势

油气储运系统中的部分设施存在老化和腐蚀问题，需要加强维护和更新，以确保系统的安全可靠运行。油气输送过程中可能会发生泄漏和污染事件，对环境和公共安全提出了更高要求，需要采取措施来预防和应对此类事件的发生。随着全球能源转型的推进，油气储运系统需要适应新能源、清洁能源的发展趋势，降低碳排放以满足环保和气候变化的要求。

未来，可以借助物联网、大数据、人工智能等先进技术，提升油气储运系统的运行效率和安全性，实现智能化、自动化管理。通过加大对环保技术和设备的投入，推动油气储运系统向低碳、清洁方向发展，采用更加环保和可持续的技术和工艺。同时，加强国际合作，共同应对跨国油气输送过程中的挑战，促进油气资源的有效开发和利用，实现能源安全和可持续发展的目标。这些挑战和发展趋势将对油气储运系统的未来发展产生重大影响，需要行业各方共同努力，采取有效措施应对和引领变革。

2 地质条件对油气储运系统输送的影响

2.1 地质条件与管道安全的关系

地质条件与管道安全密切相关，地质结构不稳定会导致地表沉陷、地裂缝等问题，这些问题会直接影响到管道的稳定性，地质结构的不稳定性会使管道处于不均匀的地质环境中，增加了管道的挠曲和变形，进而增加了管道的应力和疲劳损伤，进而导致管道的

破裂或泄漏。地震、滑坡等地质灾害会对管道造成严重影响，破坏管道的完整性，增加了管道事故的风险，地震会产生地震波会导致管道的振动和位移，进而损坏管道或引发泄漏事故，滑坡等地质灾害会使管道埋于土中，造成管道的断裂或损坏，甚至导致管道爆炸。地下水位的变化会导致管道周围土壤的湿润度发生变化，增加了土壤对管道的侵蚀和腐蚀，进而降低了管道的耐久性。地表沉降会使管道处于不稳定的地质环境中，增加了管道的挠曲和变形，增加了管道的破裂风险。地质条件的稳定性和变化性对管道安全具有重要影响，因此，在设计和建设管道时，需要充分考虑地质条件，并采取相应的防护措施和加固措施以确保管道的安全运行。

2.2 地质条件对输送效率的影响

地质条件对输送效率的影响是多方面的，地质条件的复杂性和不均匀性导致管道线路的曲折、起伏等，增加了管道输送过程中的摩擦阻力，从而降低了输送效率。管道线路的曲折和起伏会增加流体在管道中流动时的阻力，使得输送过程中需要更大的能量来推动流体的运输，降低了输送效率。特殊地质条件如高山、沙漠、海底等地形增加了管道的敷设难度和维护成本，进一步影响了输送效率。

在高山地区，管道需要跨越崇山峻岭，增加了施工难度和成本，在沙漠地区，管道需要抵御沙尘暴和沙漠化等自然灾害，增加了管道的维护成本，在海底地区，管道需要承受海水的腐蚀和海底地形的不规则性，也增加了管道的敷设和维护难度。同时，地下地质条件如地下水、岩层特性等也会影响管道的流体流动特性，进而影响输送效率。不同的岩层特性也会影响流体在管道中的流动速度和阻力大小，从而影响输送效率。地质条件的复杂性和特殊性对管道输送效率具有直接影响，管道设计和建设时需要充分考虑地质条件，采取相应的措施来提高输送效率。

2.3 地质条件对设备维护和管理挑战

地质条件对设备维护和管理带来了多方面的挑战，地质条件的不稳定性增加了管道设备的损耗和故障率，增加了维护和管理难度和成本。地质条件的不稳定性如地表沉降、地裂缝等可能导致管道设备承受不均匀的压力，加速设备的磨损和老化，增加了设备的故障率，需要加大维护和管理的工作量和成本。地下地质条件会导致管道设备的腐蚀、磨损等问题，需要加强设备的检修和维护，地下地质条件如地下水

的存在可能加剧管道设备的腐蚀和腐蚀速度，增加了设备的维护和检修频率，同时也增加了维护和管理成本。

3 解决方案和建议

3.1 地质条件调研和评估

地质条件调研和评估在油气储运系统的规划和设计阶段至关重要。通过对油气输送线路所经过地区的地质结构进行详细调查，包括地层特征、构造形态、断裂带分布等情况，了解地下地质构造对管道的影响。调查并了解沿线地下水位、地下水流动方向和水质情况，尤其是对于地下水丰富地区，需要评估地下水对管道的侵蚀和腐蚀风险。评估沿线地区的地质灾害风险，包括地震、滑坡、泥石流等，通过历史灾害数据和地质条件分析，确定可能受影响的区域和风险程度。分析沿线土壤的类型、稳定性和抗压能力，了解土壤对管道的承载能力和稳定性，为管道的敷设和支撑提供参考依据。

预测未来地质条件的变化趋势，考虑气候变化、地质构造演化等因素，为长期运营和维护提供参考依据。综合以上调查和评估结果，进行地质条件的综合评估和风险分析，确定管道线路的最佳走向和设计参数，制定相应的管道建设和运营方案。邀请地质、水文、地质灾害等领域的专家进行论证和意见征询，确保地质条件调研和评估结果的科学性和可靠性，为后续的工程设计和施工提供科学依据，减少地质因素对管道运行安全的影响。

3.2 优化管道布局和设计

优化管道布局和设计是确保油气储运系统安全稳定运行的重要措施，在规划管道线路时，避开地质灾害易发区，如地震带、滑坡、泥石流等区域，尽量选择地质条件稳定的地区进行布局。尽量避开地质结构复杂、地质构造活跃的区域，减少管道线路经过的断裂带、褶皱带等地质障碍，降低地质因素对管道安全的影响。充分考虑地质条件的不稳定性和变化性，选择地质条件相对稳定的区域进行管道布局，避免受地质灾害和地下水位变化影响较大的地区。根据地质条件的特点，选择管道线路的最佳走向和高程，尽量减少管道的曲折和起伏，降低地质因素对管道安全性的影响。对于需要穿越地质条件复杂地区的管道段，加强管道支撑和固定措施如设置支架、加固管道底部等，增强管道的稳定性和安全性。根据地质条件的要求选择适当的管道材料和防护措施，提高管道的耐压性、

耐腐蚀性和抗地质灾害能力。定期对油气储运系统所处地区的地质条件进行评估和监测,及时调整管道布局 and 设计方案以适应地质条件的变化和演化。通过优化管道布局 and 设计,可以降低地质因素对管道安全的影响,确保油气储运系统的安全稳定运行。

3.3 加强管道防护和加固

加强管道防护和加固是应对地质条件复杂和地质灾害风险高地区的重要措施。对于管道跨越地质条件不稳定、地震易发区等地段,加强管道支架的设计和施工,增加支架的稳固性和承载能力,确保管道在地质灾害发生时不受影响。对于地震频发地区的管道采用抗震设计标准,确保管道在地震发生时能够保持稳定,减少地震对管道系统的破坏性影响。在地震易发地区的管道线路上设置地震传感器,实时监测地震活动情况,及时发现地震预警信号,采取相应的应急措施,保障管道系统的安全运行。对于地质条件复杂、地下水位较高的地区,加强管道的防腐蚀措施,选择耐腐蚀性能较好的管道材料,延长管道的使用寿命。在易受地质灾害影响的地段增加管道的防护层,如设置混凝土保护层或钢筋混凝土管道,提升管道系统的抗压能力和稳定性。定期对加固措施进行检查和维护,确保其有效性和稳定性,及时发现并修复潜在的安全隐患,保障管道系统的长期安全运行,也可以减少地质因素对管道系统的影响。

3.4 强化设备检修和维护

根据设备的使用情况和厂家建议制定定期的检修计划,包括设备的定期检查、清洁、润滑和更换部件等内容,确保设备处于良好的运行状态。定期对管道设备进行检查包括外观检查、运行状态监测、参数记录等,及时发现设备的异常情况和故障迹象,采取相应的修复措施。定期对设备的润滑系统进行检查和维护,确保设备各部件的润滑情况良好,减少摩擦和磨损,延长设备的使用寿命。定期对设备进行腐蚀检查,发现腐蚀问题及时处理,采取防腐措施如喷涂防腐漆、安装防腐层等减少腐蚀对设备的影响。定期对设备进行技术更新和零部件更换,采用更先进的技术和更耐用的零部件,提升设备的性能和可靠性,减少设备故障的发生。

建立完善的设备维护档案,记录设备的使用情况、维护记录和故障信息,为设备的维护和管理提供参考依据。加强对维护人员的培训和技术管理,提升其对设备检修和维护的技能和水平,确保设备维护工作的

有效开展。通过强化设备检修和维护可以有效减少设备故障的发生,保障管道系统的安全稳定运行,也确保了油气储运系统的安全运行。

3.5 使用先进技术和材料

使用先进技术和材料是应对地质条件对管道系统影响的重要策略。采用高强度合金钢管道可以提高管道的抗压能力和耐久性,减少地质条件对管道系统的影响,这种管道材料具有更高的强度和硬度,能够承受更大的压力 and 外力作用,降低了管道系统因地质条件而受损的风险。应用耐腐蚀涂层可以有效防止地下水、土壤和化学物质对管道的腐蚀,延长管道的使用寿命,减少地质条件对管道系统的影响,这种涂层可以形成一层保护膜,阻隔外界腐蚀因素对管道的侵蚀,提高管道的耐久性和稳定性。利用先进的施工技术如水平定向钻孔技术、微型隧道掘进技术等,可以降低对地质条件的依赖,减少地面开挖和地质扰动,提高管道施工的效率 and 安全性。利用实时监测技术如遥感技术、无人机技术等,对管道系统及其周边地质条件进行实时监测和评估,及时发现地质变化和灾害风险,采取相应的预防和应对措施,减少地质因素对管道系统的影响。使用先进技术和材料是提升管道系统抗压能力、耐久性和安全性的重要途径,可以有效降低地质条件对管道系统的影响,确保油气储运系统的安全稳定运行。

4 结论

综上所述,地质条件对油气储运系统的输送影响是多方面的,同时也是不可忽视的,地质因素对管道系统的安全性、稳定性和效率产生着重要影响。通过科学调研、合理设计、加强防护和维护等措施,可以有效减少地质因素对管道系统的影响,确保油气资源的安全输送和利用。

参考文献:

- [1] 黄咏涛. 油气储运工艺的优化措施探讨 [J]. 中国石化和化工标准与质量, 2023, 43(21): 163-165.
- [2] 杜彦. 油气储运工程实施中常见问题与管理对策 [J]. 石化技术, 2022, 29(11): 200-202+124.
- [3] 张林成. 油气储运管道建设中的问题及对策探讨 [J]. 中华建设, 2022(09): 21-22.
- [4] 刘晓艳, 杨波, 贺联合, 尹双全. 油气储运设备在线监测系统设计 [J]. 粘接, 2022, 49(04): 193-196.
- [5] 范勇. 油气储运设备的管理与维护措施 [J]. 化工设计通讯, 2021, 47(11): 7-8.