

长输管道油品输送能耗分析与优化

李效荣 王海月（山东华胜鸿途工程技术有限公司，山东 东营 257000）

摘要：在石油产品的传输过程中，长距离输送管道起着不可或缺的作用。长输管道作为连接石油从生产到加工、分发和销售的关键环节，肩负着确保石油资源从产地安全、高效和经济地传输到各个地方的重任。但是长输管道经过长期使用，受到各个方面因素的影响，容易出现能耗偏大的问题。为了控制能耗，本文在简单说明油品输送中长输管道重要作用的基础上，重点对长输管道输送中节能措施进行探讨。

关键词：油品输送；长输管道；能耗分析；节能措施

1 油品输送中长输管道的重要作用

1.1 长距离的输管道拥有较高的输送量能力

与其他如铁路、公路等的油品输送方式相比，长距离的输油管道在一个时间段内能够传输更多的石油产品。这在满足我国众多的石油资源需求上具有深远的意义。另外，长距离输送管道的输送量可以根据具体的需求进行调节，这为其提供了很高的灵活性。

1.2 长距离的输管道展现出了高的传输效能

在管道传输的过程中，油品在管道内的流动受到的阻力相对较小，并且传输的速度也比较快。这种方式确保了油品能在较短的时间里抵达目标地点，进而增强了运输的效率。此外，长距离的输送管道也能实现连续的传输，这大大减少了中间的步骤，从而降低了人力和物资的成本^[1]。

1.3 长距离的输送管道具备相对较低的成本

与其他的输送方法相比，长距离输送管道的运营成本相对较低。从一方面看，在管道传输的过程中，能量消耗相对较少，同时其维护的费用也较为经济；从另一个角度看，长距离的输油管道有助于实现大面积的油品传输，从而减少了单吨油品的运输费用。这在降低石油和天然气产品的成本以及增强其在市场上的竞争力方面起到了关键的角色。

1.4 长距离的输管道展现出了很高的安全保障

在管道传输的过程中，油品与外部环境保持了基本的隔离，这大大减少了油品泄露、火灾和爆炸等潜在事故的可能性。另外，长距离输送管道在其设计、建设和运营阶段，都严格按照相关的安全标准来操作，以确保石油资源能够安全地传输。

1.5 长距离的输油管道对于环境保护起到了积极作用

与其他的输送方法相比，长距离输送管道在传输过程中对环境造成的影响相对较轻。它成功地减少了油品运输车的频繁使用，并降低了车辆的尾气排放量；

在管道传输的过程当中，油品泄露的可能性相对较小，从而降低了对环境的污染。

1.6 长距离的输油管道有助于石油资源得到最佳的分配

长距离的输油管道能够把石油资源从产地传输到需求量大、经济效益高的区域，从而实现资源的最优分配。这将有助于提升我国的石油资源使用效率，并推动经济的持续发展。

2 长输管道油品输送中的能耗分析

2.1 长输管道油品输送中泵站能耗问题

在长距离输送油品的管道中，泵站的能源消耗问题始终为核心的议题。泵站在油品传输中起到了至关重要的作用，它的能源消耗直接决定了油品传输过程的经济效益和环境友好性。

首先，泵站的能量消耗主要是由泵的操作所引起的。在油品的传输过程中，泵的作用是确保提供充足的压力，以便将油品从储油库传输到管道，并在此过程中克服管道的摩擦、重力等外部因素。泵的能量消耗与其输送的流量、压力和效率等多个因素有着紧密的联系。因此，减少泵的能量消耗成为减少整个泵站能量消耗的核心策略^[2]。

其次，泵站的设计与操作模式同样会对其能源消耗产生作用。通过合理的设计和操作模式，泵站的工作效率可以得到提升，同时也能减少能量消耗。例如，通过使用多级泵的组合策略，能够增强泵站的输送效率并减少单级泵的能量消耗；通过对泵的运行参数，例如流量和扬程进行合理的调整，可以确保泵在高效区域内工作，从而减少能量消耗；通过应用变频调速技术，能够实时调整泵的工作状态，确保泵在各种工况下都能高效工作，从而减少能源消耗。

可见，在长距离输送油品的管道中，泵站的能源消耗是一个复杂的议题，这需从泵的设计、泵站的设计与操作方式、以及自动化控制技术等多个角度进

行深入研究和完善。综合权衡各种因素后,能够减少泵站的能源消耗,同时增强油品传输的经济效益和环境友好性。

2.2 长输管道油品输送中管线摩擦能耗问题

在长距离输送管道进行油品传输的过程中,管道摩擦导致的能量消耗成为一个至关重要的变量。油品在管道中流动时,会受到管道内壁的摩擦力影响,这可能会导致能量损耗。这种摩擦导致的能量消耗不仅会降低管道的工作效率,同时也会提高管道的运营费用。为了降低管道的摩擦能量消耗,可以实施若干策略。

首先,可以对管道内壁的表面结构进行优化,选用平滑的内壁材料,这样可以降低油品在流动过程中产生的摩擦阻力^[3]。

其次,可以考虑使用某些特定的管道内壁涂层材料,这些材料有助于减少管道的摩擦系数,进而降低摩擦造成的能量消耗。通过对管道布局 and 设计的优化,可以降低管道的弯曲和变径,从而减少油品在流动过程中的阻力损失。

最后,还可以采纳一些前沿的传输技术,例如顺序传输和加热传输等方法。顺序输送指的是在一个管道内,按照特定的顺序连续传输各种油品,这种方法能够最大化地利用管道的传输能力,从而降低管道建设的总成本。通过提升油品的温度和降低其粘度,加热输送方法能够有效地降低摩擦造成的能量消耗。

可见,管道摩擦能耗在长距离输送油品的管道中是一个关键问题。为了降低这一能耗,需要优化管道内壁的表面结构、使用特殊的涂层材料、调整管道的布局和设计,并采纳先进的输送技术,从而提高管道的工作效率并减少运营成本。

2.3 其他附加能耗

在长距离的油品输送过程中,除了泵站运作和管道内摩擦造成的能量损耗,还存在着一系列额外的能源消耗。这些包括了对油品加热、进行减压处理以及使用相关处理设备时产生的能量消耗。为了保证油品在输送过程中的流动性,并满足消费者的需求,必须对油品进行加热或减压处理,而这两种处理方式都需要消耗大量的能源。例如,在加热过程中,必须向油品中输入额外的能量,以确保在较低温度下油品能够顺畅地流动^[3]。同时,为了符合安全规范和工艺要求,减压操作还需要利用特定的设备来降低管道内部的压强。

3 长输管道油品输送节能措施

3.1 管道布局优化

管道布局优化在提升长输管道的能源利用效率和运行效率中扮演着关键角色。通过精心设计管道的起点和终点,确保天然气资源与需求点之间的距离最短,从而减少输气过程中的能量损失。在确保输送安全的前提下,优化线路规划,尽可能地采用直线设计,避免穿越地形复杂和地势较高的区域,这样不仅缩短了管道长度,也降低了能耗^[4]。

此外,根据地形的具体情况,采用适应性设计,如合理设置转弯和爬坡,减少不必要的弯曲和爬坡,利用自然地形优势,如山谷和河流,进行管道布局设计,进一步减少不必要的能量消耗。合理规划支线管道也是优化布局的一部分,它有助于满足不同地区和用户的石油需求,从而减轻主线管道的压力,这样不仅能减少能源消耗,还能降低建设成本。同时,根据输送量和压力需求,精确选择管道的直径,避免过大或过小的情况,以实现能耗的最优化。还可通过合理规划管道的交叉和并行设计,减少管道间的相互干扰和能耗,从而提高整体输送效率。

3.2 管道材料与结构优化

提升长输管道的能源利用效率,材料与结构优化成为一个核心策略。涉及选择高强度、低摩擦系数的材料来制造管道,这样的选择可以显著降低能耗,目前国外已有采用复合材料的非金属长输管道,并取得了良好的输送效果。智能材料,如记忆合金和形状记忆合金的研究和应用也在进行中,这些材料能够提高管道的自修复能力和抗腐蚀性能,从而延长管道寿命并减少能耗。

对加热输送或凝点较高的输油管道,经工艺计算需要保温时应采用高效的保温材料,并设置可靠的保护层以减少热量损失。此外,管道涂层技术的应用,如环氧树脂和聚氨酯涂层,能够提升管道的抗腐蚀性能,减少维修需求,延长使用寿命,进而降低能耗^[5]。

3.3 数值模拟优化

长输管道工艺模拟软件有SPS、HYSYS、PIPEPHASE、PIPEFLOW、FLUENT、OLGA、TGNET等,根据管道运行的物理规律,建立一个包含流体动力学、热力学和材料力学等多物理场的数学模型,确保其能够精确描述管道的几何结构、运行参数和材料特性。根据数学模型的特点,选择合适的计算方法,如有限元法、有限体积法或计算流体力学(CFD)法等,这些方法

能够有效地解决复杂的偏微分方程,并提供准确的数值结果。为了使数值模拟能够真实反映管道运行状态,需要设定合理的边界条件和初始条件,包括管道的几何边界、流体的初始分布、温度、压力等。

利用计算机软件,对数学模型进行数值求解,通过模拟管道的运行状态,得到管道各个参数的分布情况,如流速、温度、压力等,并对模拟结果进行分析,提取有价值的信息。根据数值模拟结果,对管道的运行参数和结构进行优化,优化后,需要重新进行数值模拟,以验证优化效果。同时,可以将数值模拟结果与实际运行数据进行对比,以验证模型的准确性^[6]。

3.4 输送工艺优化

3.4.1 优化泵站设置与运行模式

泵站作为长输管道系统的关键一环,泵站的设置及运行方式直接影响能耗。优化泵站布置包括泵站数量及位置的合理确定、合适泵类型及尺寸的选择等,这都是保证能量高效利用、能耗最小化的需要。从运行模式上看,由于采用了变频调速技术等高效泵控制策略,可根据实际运输需要对泵工况进行动态调节,从而避免过量工作及能量浪费。另外,引入能源管理系统实现泵站的实时监控与优化调度还可以显著提升能效。采取上述措施后,既降低了能源消耗,又延长了设备寿命、降低了维护成本、使整个输送系统更加经济可靠。

3.4.2 调整输送参数(流速、压力、温度等)

调整输送参数是优化长输管道系统能耗的另一有效途径。合理的流速设置可以在确保输送效率的同时,避免由于流速过高引起的额外能耗。通过精确控制输送压力,可以减少泵站的能耗,并降低管道系统的应力水平。

此外,调整输送温度,特别是对于黏度较高的油品,可以通过适当加热降低油品黏度,减少输送过程中的阻力,从而降低能耗。这些调整需要基于实时数据和先进的控制系统来实现,通过不断监测和分析系统运行状态,动态优化输送参数,可以有效提高能效,降低运营成本。

3.5 油品性质调整

3.5.1 通过加热、稀释等方式改善油品流动性

提高油品流动性,是降低能耗,提高输送效率行之有效的途径。其中加热最为普遍,它能使油品温度升高,使油品黏度显著下降,内部摩擦减小,进而使输送时能耗下降。稀释的方法是通过加入低黏度的溶

剂或轻质油,从而减少整体油品的黏稠度。这些方法虽能有效地提高油品流动性,但是还需考虑加热或者稀释剂等能源成本问题,以保证在不引入过高额外成本的前提下总体能耗下降。

3.5.2 选择更适合长距离输送的油品

选择适合长距离输送的油品也是一种有效的能耗优化策略。不同类型的油品具有不同的物理化学特性,如黏度、密度和蜡含量等,这些特性会直接影响输送过程中的能耗。因此,在可能的情况下,优先选择流动性好、黏度低的油品进行长距离输送,可以减少输送过程中的阻力和能耗^[7]。

此外,通过提前处理如脱蜡、脱水等,也可以改善油品的输送特性,降低能耗。这种策略不仅有助于提高输送效率,还有利于提高最终产品的质量和市场竞争力。

4 结语

总体来说,在石油产品的传输过程中,长距离输送管道起着至关重要的作用。随着中国石油行业的持续壮大,长距离输送管道的建设也将逐步加速,从而为国内石油资源的持续供应以及经济和社会的稳健发展提供坚实的支持。与此同时,长距离输送管道的建设也将遭遇多种挑战,包括管道的安全性、环境保护标准以及技术革新。因此,有必要进一步强化长距离输油管道的建设和运营管理,以提升石油传输的效率,并确保石油资源能够安全且稳定地供应。

参考文献:

- [1] 张立辉.长输管道输油工艺节能技术研究[J].清洗世界,2022,38(05):114-116.
- [2] 何东海,曹勇,杜俊.长输管道设计中的节能技术应用[J].化工管理,2022(11):46-48.
- [3] 赵峰辉,王驰,关旭辉,等.天然气长输管道节能设计探讨[J].轻工科技,2021,37(07):18-19.
- [4] 芦华清.长输管道离心泵的节能降耗管理[J].化学工程与装备,2021(04):164+166.
- [5] 付春江,霍玉霞.节能环保背景下基于单耗模型的天然气长输管道降耗分析[J].化工管理,2020(17):49-50.
- [6] 周娟.长输管道输油工艺节能技术探析[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(03):217-218.
- [7] 肖平.长输管道输油工艺节能技术分析[J].石化技术,2019,26(01):221+167.