

# 油田集输管网优化设计在石油地面建设中的节能应用

鹿成阳

河北华北石油利德建设工程有限公司, 河北廊坊, 065000;

**摘要:** 油田集输管网作为石油地面建设的核心组成部分, 其设计合理性直接影响油气输送效率与整体能耗水平, 节能优化已成为管网设计的关键方向。本文结合相关工程实际, 从管网选型、防腐保温设计、施工规范适配三方面, 分析集输管网优化设计的核心路径, 阐述各优化环节在降低输送能耗、减少管网损耗中的具体应用, 明确优化设计与节能目标、施工标准的协同逻辑, 为石油地面建设中集输管网的节能设计与高效落地提供实践思路, 助力提升油田地面工程的能源利用效率。

**关键词:** 油田集输管网; 优化设计; 石油地面建设; 节能应用; 施工规范

**DOI:** 10.64216/3080-1508.26.01.085

## 引言

在石油地面建设里, 油田集输管网作用很重要, 主要负责把油、气、水送到该去的地方, 再分好。它运行时消耗不少能源, 比如带动介质流动要用电, 管网还会散失热量。这些能耗在油田地面工程总能耗里占比不低。要是集输管网设计得不好, 比如选的管材或管径不对, 防腐、保温做得不到位, 会有很多问题。不仅油、气输送变慢, 效率下降, 还可能让管网漏液漏气, 热量也跑得多。这样一来, 能源会白白浪费, 后期维护和运营的成本也会增加, 和油田“减少成本、提高效率、节约能源”的要求合不上。所以, 找到集输管网优化设计的关键方向, 把节能想法放进选管材、定管径、做防腐保温这些设计步骤里, 再对照施工标准明确怎么优化, 对石油地面建设实现节能升级, 让集输管网运行得更好, 很有意义。

## 1 油田集输管网的选型优化设计及节能应用

### 1.1 管材选型优化

选集输管网的管材, 要考虑很多因素。首先要看管网送的是油、气还是水, 不同介质的特点不一样; 然后要匹配介质输送时的压力和温度, 保证管材能承受; 还要考虑节能, 尽量减少能耗。对不同用途的集输管线, 选管材要不一样, 核心是优先选两种性能好的管材。一种是力学性能稳定的, 能长期承受介质压力和外界力量, 不容易变形、坏; 另一种是内壁光滑的, 能减少介质在管里流动时的阻力, 这样带动介质流动的泵、压缩机就不用费太多电, 能节约能源。对于集气线和集油干线, 它们要送气、送油, 压力高、距离远, 选管材时要重点

关注两点。一是能承受输送压力, 二是密封要好, 别漏。所以要选无缝钢管, 这种钢管接口少, 能大大减少漏液漏气的可能, 避免能源浪费。对于管径大的管线, 比如跨区域送油送气的干线, 可选直缝埋弧焊管。这种管材好处多, 既能保证强度够, 承受得住压力和外界力量, 又能减轻自身重量, 方便运输、吊装和安装, 减少施工时机器的能耗, 还能降低施工成本, 间接节约能源。对于注水管线, 送的是水, 水可能会腐蚀管子, 而且输送时也有压力。所以选管材要兼顾两点, 一是耐腐, 不容易被水腐蚀; 二是耐压, 能承受住输水压力。要选和水质匹配的专用无缝钢管, 这样管子用得久, 不用经常换, 减少因换管子停工的能耗, 也少浪费材料, 长期下来能节能。

### 1.2 管径优化

设计集输管网的管径, 对输送效率和节能影响很大, 要算得科学, 还要符合实际需求。主要看两点, 一是要送多少介质, 保证管径够装; 二是介质要送多远, 距离不同, 介质流动的阻力和热量散失也不一样, 管径要跟着调整。具体设计时, 要通过水力计算, 结合上面两点, 确定每段管子的合适管径, 避免两种浪费能源的情况。一种是管子粗、流量小, 这样会多用管材, 增加建设成本, 还会加大散热面积, 让介质热量跑得多, 要多耗电维持温度; 另一种是管子细、流量大, 介质流动阻力大, 泵和压缩机要使劲转才能送过去, 会多耗电。优化管径时, 不能所有管子都用一样粗的, 要根据工程里不同断块、不同油井的输送需求, 分别定每段管子的粗细。这样每段管子的粗细, 都能刚好匹配实际输送的介质流量, 既不浪费, 也不会影响输送效率。最终目标是平衡输送

效率和节能,在保证介质顺畅输送的前提下,尽量减少泵、压缩机等设备的耗电,也减少介质的热量散失,让管径设计刚好符合节能要求,让管网运行得更划算。

## 2 油田集输管网的防腐保温优化设计及节能应用

### 2.1 防腐设计优化

集输管网用久了,容易被腐蚀。管子一腐蚀,管壁会变薄,强度下降,密封也会变差。这样一来,介质可能会漏,浪费能源;管子用不了多久就要换,换管子会浪费材料,还会让油田停工,增加能耗和维护成本。所以,做好防腐设计,也是在节能。设计防腐方案,要根据实际情况来看,主要看两点。一是管子铺在什么环境里,比如埋在地下要防土壤腐蚀,穿过河流要防水腐蚀,露在地面要防空气腐蚀;二是管子送的是什么介质,油、气、水对管子的腐蚀不一样。根据这两点,给不同管子选合适的防腐方法。对于油管线,送的原油可能有腐蚀性,而且送得远、工况复杂,要采用“3PE加强级防腐+硬质聚氨酯泡沫塑料+环氧玻璃钢”的防腐方式。这种方式有多层保护,既能让管子更耐腐,抵抗原油和外界的腐蚀,又能让管子密封更好,减少原油泄漏,从两方面减少能源浪费和成本增加。对于气线和注水管线,它们的工况和油管线不同,防腐要既有效又好施工,所以可以用“环氧涂料+聚丙烯胶带”。环氧涂料涂在管壁上,先挡一层腐蚀;聚丙烯胶带再缠在外面,加强保护。这种方法施工简单,能加快施工速度,减少施工能耗,平衡防腐效果和施工效率。对于跨区域干线,特别是穿河流、湿地的管子,环境更复杂,腐蚀风险高,要加强防腐。比如加厚防腐层,选更耐腐的材料,或者多做一层防护,适应特殊环境,减少管子被腐蚀坏的可能,避免修管子浪费能源,保证管子稳定运行。

### 2.2 保温设计优化

集输管网的保温,主要针对油、气输送管道。这些管子送油送气时,要保持一定温度,不然油、气流动会变慢,影响效率。保温的核心目的,就是减少油、气在输送时的热量散失,不用多耗电给介质加热,尤其是在天冷的时候,或者要送高温介质的时候,保温节能效果更明显。选保温材料很关键,要关注三个特点。一是导热系数低,这样热量不容易跑出去;二是保温效果稳定,不管温度、湿度怎么变,保温能力都不会下降太多;三

是耐老化,能用得久,不用经常换保温层。所以要优先选择硬质聚氨酯泡沫塑料这类好的保温材料,还要给保温层加防护,比如包环氧玻璃钢,防止保温层被雨水冲坏、被东西撞坏,保证保温效果。铺保温层时,要符合绝热工程的设计规范和施工标准。一方面要控制保温层厚度,根据介质温度、外界温度和材料导热性算好厚度,太厚浪费材料,太薄保温不够;另一方面要保证施工质量,保温层要铺得均匀、贴得紧,没有空隙和褶皱,避免有的地方保温差,热量跑得多。还要重点做好管线接口、阀门这些地方的保温。这些地方结构复杂,保温层不好铺,容易留缝隙,热量很容易从这里跑出去。要专门给这些地方设计保温方案,选合适的材料,改进施工方法,让这些地方也能保温好,减少热量散失。最后,保温设计要和防腐设计配合好,别互相影响。要规划好先做防腐还是先做保温,选的材料也要兼容,让防腐层能好好防腐,保温层能好好保温,一起发挥作用,实现防腐和保温都节能的效果。

## 3 基于施工规范的优化设计落地及节能保障

### 3.1 施工规范与优化设计的协同适配

集输管网优化设计想达到节能效果,不能只靠画图纸,关键要靠严格施工,把设计中的想法变成实际工程。所以,设计方案从一开始就要符合国家和行业的施工标准,不能脱离标准自己设计。要保证设计里每一项节能措施,都能满足标准要求,能施工、合规矩,这样后续施工才能做好,节能效果才能实现。在管材安装的时候,要照着专门的规范做,保证质量,核心看两个规范。一个是《油气田集输管道施工规范》,它讲了油田内部集输管道怎么装、有哪些技术要求;另一个是《油气输送管道工程施工及验收规范》,它说清了油气管道从安装到检查合格的全流程标准。施工时,要重点把控管材对接的准确度,比如管子接口要对齐、焊接要合格。接口对得准,介质流动时的阻力就小,管网运行时送介质更顺畅,设计时想的输送节能效果,才能真正发挥出来。做防腐施工的时候,也要按专项规范来,不然施工不规范,防腐就没效果,最后会浪费能源、增加成本。施工要严格遵守两个核心规范。一个是《涂覆涂料前钢材表面处理规范》,它要求涂防腐涂料前,必须把钢材表面的锈、油、杂质都清干净,还要保证表面平整,这样防腐层才能粘得牢;另一个是《埋地钢质管道腐蚀防护工程检验标准》,它规定了埋地钢管防腐层的质量检查要

求,施工时要重点看两个指标:防腐层的厚度够不够、粘得牢不牢,会不会轻易脱落。按规范施工、检查质量,能让防腐效果达到设计要求,避免管子早早被腐蚀,减少漏液漏气、换管子这些问题,也就少浪费能源。搞保温施工的时候,要依照绝热工程的规范来,保证施工质量,实现设计的节能目标,别因为保温没做好,让热量跑太多,违背节能的初衷。施工主要看两个规范。一个是《工业设备及管道绝热工程施工规范》,它讲了保温层怎么铺、有哪些操作要求,比如材料怎么剪、怎么拼、怎么固定;另一个是《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》,它规定了保温施工质量检查指标,施工时要重点查两点:保温层铺得密不密、有没有空隙,厚度够不够设计值,不能有的地方薄、有的地方厚。按规范施工、检查质量,能让管网保温效果达到预期,尽量减少介质输送时的热量损失,保证保温节能的目标落地,帮助管网实现整体节能。

### 3.2 多分部工程协同的节能保障

油田集输管网工程不是只装管子这么简单,它是由好几个不同功能、互相联系的分部工程组成的,主要包括工艺管道工程、定向穿越工程、防腐工程等。这些分部工程各干各的活,但都和节能目标有关。所以施工时,不能单独干某一个部分的活,要围着“节能”这个核心,一起配合着干。工艺管道工程是集输管网的核心部分,它的施工质量直接影响管网送介质的效率和节能效果。施工时,保证每一段管子的材料和尺寸都符合设计要求。同时,规划和施工管线走向时,要结合现场的地形和施工条件,尽量让管线走直线,少绕弯、少打折。管线弯得少,介质流动时的阻力就小,不用让泵、压缩机等设备使劲转,也就少耗电。把优化方案落实好、管线走向规划好,才能给管网输送节能打下好基础。定向穿越工程是管网跨过特殊地方(比如河流、公路、湿地)的关键部分,它的施工质量,关系到管网在这些特殊地方能不能稳定运行、能不能节能。施工时,要严格按《穿越管道防腐层技术规范》,针对穿越段的特殊情况,在平时的防腐、保温基础上,再加强保护。比如把防腐层做厚点、选更耐腐蚀的保温材料,或者多装一层保护管。这样能挡住特殊环境(比如泡在水里、土壤腐蚀更厉害)对管子的伤害,避免穿越段管子早早被腐蚀、保温失效,减少修管子浪费的能源,保证这一段管子长期稳定运行、

实现节能。防腐工程是保证管网长期节能的重要部分,它的施工要和工艺管道工程同步进行,不能衔接不上。要是管材装好了,却迟迟不做防腐,管子暴露在空气或土壤里,很容易生锈,会影响防腐效果,缩短管子寿命。所以,工艺管道工程把单段管子装好、接好后,要马上安排防腐施工,赶紧处理管子表面,涂好防腐层,尽量缩短管子暴露的时间,减少生锈的可能。两者一起推进,能让防腐层及时保护管子,避免因提前生锈让防腐没效果,也就少了后续修管子、换管子的能耗,保证防腐节能的效果能持续。每个分部工程都完工后,要按对应的质量验收规范,全面检查每个分部的质量,不能只看一个分部,也不能忽略分部之间衔接的质量。检查时,要重点看两个核心指标:一是管网漏不漏,用专业方法查有没有漏液漏气的地方,保证不漏,避免浪费能源;二是保温和防腐好不好,查保温层有没有坏、有没有缺口,防腐层粘得牢不牢、厚度够不够,保证都符合设计标准。只有各项都合格,才能确保管网运行时真正节能、稳定。

### 4 结语

油田集输管网优化设计将节能理念融入选型、防腐保温等核心环节,通过管材与管径的精准匹配,减少介质输送阻力与动力能耗;通过复合防腐与高效保温设计,降低管网泄漏损耗与热损失,为石油地面建设的节能目标提供关键支撑。设计优化的落地,需以严格的施工规范为依托,通过管材安装、防腐保温、多分部工程协同等环节的规范施工,确保节能措施有效落地,同时保障管网运行的安全性与稳定性。未来,集输管网优化设计需进一步深化“设计-施工-节能”的协同逻辑,结合更多工程实践优化方案,推动石油地面建设工程向更高效、更节能的方向发展,助力油田行业实现能源利用效率的持续提升。

### 参考文献

- [1] 韩超. 油气田地面集输管网的优化设计[J]. 化工管理, 2021(20): 2.
- [2] 于智宇. 油气田地面集输管网的优化设计[J]. 化学工程与装备, 2021(003): 000.
- [3] 吴迪. 油气田地面集输管网的优化设计[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019(24): 2.