

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。它运行时会消耗不少能源，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蚀，保温层能好好保温度，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质量验收标准》，它规定了保温施工质量的检查指标，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，避免因为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.