

天然气管道运输成本控制策略与效益分析

范 倩 李香婷（山东港华燃气集团有限公司，山东 济南 250000）

摘要：随着天然气在能源领域的关键地位日益凸显，管道运输作为其主要输送方式备受关注。本论文聚焦天然气管道运输，深入剖析成本构成，涵盖建设、运营、维护成本，各有初始投资大、持续投入、受外界因素影响显著等特点。进而提出优化管道建设，如合理规划线路、甄选材料技术；提升运营效率，包含优化调度、运用先进管理技术；强化维护管理，囊括建立预防机制、借助智能维护手段等成本控制策略。

关键词：天然气管道运输；成本控制；效益分析；建设运营维护；成本构成

中图分类号：TE-9 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)013-0074-03

Cost Control Strategies and Benefit Analysis of Natural Gas Pipeline Transportation

Fan Qian, Li Xiangting (Shandong Gas Group Co., Ltd., Jinan Shandong 250000, China)

Abstract: With the increasing importance of natural gas in the energy field, pipeline transportation has attracted much attention as its main mode of transportation. This paper focuses on natural gas pipeline transportation and deeply analyzes the cost structure, covering construction, operation and maintenance costs, each with the characteristics of large initial investment, continuous investment, and significant influence by external factors. Then, it is proposed to optimize pipeline construction, such as rational planning of routes and selection of material technology; Improve operational efficiency, including optimizing scheduling and using advanced management technology; Strengthen maintenance management, including the establishment of prevention mechanisms, intelligent maintenance methods and other cost control strategies.

Keywords: natural gas pipeline transportation; cost control; benefit analysis; construction, operation and maintenance; Cost structure

1 背景

在当前天然气市场竞争日益激烈的环境下，对天然气管道运输成本进行有效控制，对于提高企业的经济效益和市场竞争力具有重要意义。通过降低成本，企业可以在市场中提供更具价格优势的天然气产品，吸引更多客户，从而扩大市场份额。合理的成本控制还能够提高企业的盈利能力，增强企业的资金实力，为企业的可持续发展提供坚实保障。

2 天然气管道运输成本构成及特点

2.1 成本构成

天然气管道运输成本主要由建设成本、运营成本和维护成本构成，各部分成本相互关联，共同影响着天然气管道运输的总成本。准确把握各部分成本的构成及特点，对于有效控制成本、提高运输效益具有重要意义。

2.1.1 建设成本

建设成本是天然气管道运输成本的重要组成部分，在管道建设初期，需要投入大量资金用于土地购置。若管道途经城市、农田、山林等不同类型的土地，涉及的土地征用和补偿费用差异较大。在城市地区，由于土地资源稀缺，土地价格高昂，征地费用可能会占据建设成本的较大比例。而在农村地区，虽然土地价格相对较低，但涉及到农民的土地补偿、青苗赔偿等问题，也需要进行合理的费用核算和支付。

管道材料的选择和采购成本也是建设成本的关键部分。不同材质、规格的管道，其价格存在显著差异。一般来说，高强度、耐腐蚀的管道材料价格较高，但能够提高管道的使用寿命和安全性，降低后期维护成本。管径较大的管道，由于其材料用量多、制造工艺复杂，成本也相对较高。施工费用涵盖了从管道铺设到设备安装的一系列工程费用。

2.1.2 运营成本

运营成本是天然气管道在日常运行过程中产生的费用，能源消耗是运营成本的主要组成部分之一。天然气在管道中输送需要消耗大量的能源，主要用于驱动压缩机、泵等设备，以维持天然气的压力和流速。能源价格的波动会直接影响运营成本，当能源价格上涨时，运营成本也会相应增加。若电力价格上涨，压缩机的运行成本就会提高，从而增加天然气管道运输的总成本。

2.1.3 维护成本

维护成本是确保天然气管道安全、稳定运行的必要支出，管道在长期运行过程中，会受到自然环境、介质腐蚀等因素的影响，需要定期进行维修和保养。管道的防腐处理、泄漏检测、修复等工作都需要投入一定的成本。对于一些老旧管道，由于其使用年限较长，管道的腐蚀和损坏情况较为严重，维修成本也会相应增加。

随着技术的不断进步，设备更新换代的速度加快，为了提高管道运输的效率和安全性，企业需要定期对设备进行更新和升级。新设备的购置、安装和调试等费用都属于维护成本的范畴。设备更新虽然会增加短期的成本支出，但从长期来看，能够提高设备的运行效率，降低能源消耗和维修成本，从而提高企业的经济效益。

3 天然气管道运输成本控制策略

3.1 优化管道建设

在天然气管道建设中，合理规划管道线路是降低成本的关键环节。线路规划需综合考虑地形、地质条件、天然气需求分布以及周边环境等多方面因素。地形和地质条件对管道建设成本有着显著影响。在山区，地形起伏大，管道铺设难度增加，需要进行大量的土石方工程，如开山辟路、填方筑堤等，这不仅耗费大量的人力、物力和财力，还可能因施工难度大导致建设周期延长。

3.2 选择合适的管道材料和技术

管道材料和技术的选择直接关系到天然气管道的建设成本、使用寿命和运行安全性。不同的管道材料和技术具有各自的特点和适用范围，需要根据具体的工程条件和需求进行综合评估和选择。

常用的天然气管道材料主要有钢管、聚乙烯(PE)管等。钢管具有强度高、耐压性好、耐高温等优点，适用于长距离、高压的天然气输送。在西气东输等大型天然气管道工程中，钢管被广泛应用。然而，钢管也存在一些缺点，如易腐蚀，需要采取有效的防腐措施，这会增加一定的成本。普通钢管在土壤中容易受到电化学腐蚀，需要进行防腐涂层处理，如采用三层聚乙烯防腐涂层、环氧煤沥青防腐涂层等。钢管的重量较大，运输和安装难度相对较高，也会对建设成本产生影响。

聚乙烯(PE)管则具有耐腐蚀、柔韧性好、重量轻、施工方便等优点，适用于中低压天然气输送，特别是在城市燃气管道和一些短距离输送管道中应用较为广泛。PE管的耐腐蚀性强，不需要进行额外的防腐处理，能够降低维护成本。其柔韧性好，可适应一定程度的地面沉降和变形，减少管道破裂的风险。PE管的重量轻，便于运输和安装，能够缩短施工周期，降低施工成本。PE管的耐高温性能相对较差，在高温环境下可能会出现变形和老化等问题，其耐压能力也有限，不适用于高压输送。

3.3 提高运营效率

优化运输调度是提高天然气管道运输效率、降低成本的关键环节。通过合理安排运输时间和运输量，

能够充分发挥管道的运输能力，减少能源浪费和设备闲置，从而降低运营成本。在安排运输时间时，需要考虑天然气的需求特点和能源价格的波动情况。天然气的需求在不同季节、不同时间段存在明显差异。冬季是居民供暖和工业生产用气的高峰期，天然气需求大幅增加；而夏季需求相对较低。在一天中，早晚高峰时段居民用气和商业用气需求较大，而深夜时段需求相对较小。通过对历史数据的分析和预测，掌握天然气需求的变化规律，合理安排运输时间，能够避免在需求低谷期输送过多天然气，造成能源浪费和管道资源的闲置。

能源价格的波动也会对运输成本产生重要影响。电力是驱动压缩机等设备的主要能源，电力价格在不同时间段可能存在较大差异。一些地区实行峰谷电价政策，高峰时段电价较高，低谷时段电价较低。在运输调度中，充分利用峰谷电价差异，在低谷时段增加天然气的输送量，能够降低能源消耗成本。通过与电力供应商协商，争取更优惠的电价政策，也能够有效降低运输成本。

4 天然气管道运输效益分析

4.1 经济效益分析

成本效益分析法是评估天然气管道运输经济效益的重要方法之一，通过对管道运输项目的成本和效益进行量化分析，能够直观地判断项目的经济可行性和效益水平。以某天然气管道项目为例，该管道全长500 km，管径为1000 mm，设计年输气量为50亿m³。在建设过程中，土地购置费用为5亿元，管道材料采购费用为10亿元，施工建设费用为8亿元，设备购置及安装费用为3亿元，建设总成本为26亿元。在运营阶段，每年的能源消耗成本为1.5亿元，人工成本为0.5亿元，管理费用为0.3亿元，维护成本为0.2亿元，运营总成本为2.5亿元。

该管道投入运营后，通过向沿线城市和工业用户输送天然气，每年可获得销售收入10亿元。该项目还带来了一系列间接效益，如带动了沿线地区的经济发展，促进了相关产业的繁荣，增加了就业机会等。据估算，这些间接效益每年可达1亿元。通过成本效益分析，该项目每年的总效益为11亿元(直接销售收入10亿元+间接效益1亿元)，减去每年的运营成本2.5亿元，每年的净效益为8.5亿元。在考虑项目的建设成本26亿元后，通过计算投资回收期等指标，可以评估该项目的经济效益。

假设该项目的投资回收期为6年(含建设期)，即在项目运营6年后，累计净效益能够覆盖建设成本，之后项目将进入盈利阶段。从成本效益分析的结果来

看，该天然气管道项目具有较好的经济效益，值得投资建设。

4.2 净现值法

净现值法是一种广泛应用于项目投资决策的经济评价方法，在评估天然气管道运输项目经济效益时具有重要作用。该方法通过将项目未来各期的现金流量按照一定的折现率折现到当前时刻，然后计算净现值（NPV），以此来判断项目的可行性和经济效益。

净现值法的优点在于它考虑了资金的时间价值，能够更全面地反映项目的经济效益。通过对未来现金流量的折现，将不同时间点的资金价值统一到当前时刻进行比较，使得评估结果更加科学合理。净现值法还能够考虑项目整个寿命期内的现金流量情况，避免了因短期效益而忽视长期影响的问题。

净现值法也存在一定的局限性，它对折现率的选择较为敏感，折现率的微小变化可能会导致净现值的较大波动。准确预测未来的现金流量也具有一定难度，市场环境、政策法规等因素的变化都可能影响天然气的销售价格、销售量以及成本支出，从而影响净现值的计算结果。在使用净现值法评估天然气管道运输项目时，需要谨慎确定折现率，并对未来现金流量进行充分的调研和分析，以提高评估结果的可靠性。

4.3 社会效益分析

4.3.1 对能源供应的保障作用

天然气管道运输在能源供应保障方面发挥着关键作用，是确保能源稳定供应、满足社会经济发展对能源需求的重要支撑。随着全球能源需求的持续增长以及能源结构的不断调整，天然气作为一种清洁、高效的能源，在能源消费中的比重日益提高。天然气管道运输凭借其独特的优势，成为天然气从生产地向消费地输送的主要方式，为能源供应的稳定性和可靠性提供了有力保障。

管道运输具有运输量大的特点，能够满足大规模的天然气输送需求。一条管径较大的天然气管道，每年可以输送数十亿立方米甚至更多的天然气。以我国西气东输一线工程为例，该管道全长约 4000 km，管径 1016 mm，设计年输气量为 120 亿立方米。如此巨大的输气量，能够为沿线地区的城市和工业用户提供充足的天然气供应，有效缓解能源紧张局面。

管道运输的连续性强，能够实现天然气的不间断输送。与公路、铁路等运输方式不同，管道运输不受天气、交通等因素的影响，能够保证天然气稳定地输送到目的地。在冬季供暖季节，天然气需求量大幅增加，管道运输能够持续稳定地供应天然气，满足居民供暖和工业生产的需求，确保社会生活的正常运转。

4.3.2 对相关产业的带动作用

天然气管道运输的发展对制造业、服务业等相关产业具有显著的带动作用，能够促进产业结构的优化升级，推动区域经济的发展。在制造业方面，天然气管道建设需要大量的管道材料、设备以及施工机械等，这为钢铁、机械制造等行业提供了广阔的市场空间。管道材料的生产需要钢铁企业提供高强度、耐腐蚀的钢材，如 X80、X100 等钢级的管线钢。这些钢材的生产不仅能够带动钢铁企业的技术升级和产品结构调整，还能够增加企业的产值和利润。管道建设所需的压缩机、阀门、泵等设备，也需要机械制造企业进行研发和生产。这些设备的制造涉及到多个领域的技术，如机械设计、自动化控制、材料科学等，能够促进机械制造企业的技术创新和产业升级。

天然气管道运输的发展还能够带动服务业的发展，如物流、金融、工程咨询等行业。在物流方面，天然气管道运输需要配套的物流服务，包括管道材料和设备的运输、天然气的储存和配送等。这些物流服务能够促进物流企业的发展，提高物流效率，降低物流成本。在金融方面，天然气管道建设需要大量的资金投入，这为金融机构提供了广阔的业务空间。银行、证券等金融机构可以为管道建设项目提供融资、贷款、保险等金融服务，促进金融行业的发展。工程咨询、设计、监理等服务业也能够随着天然气管道建设的发展而得到壮大。这些服务业能够为管道建设项目提供专业的技术支持和管理服务，提高项目的建设质量和效率。

5 结论

本研究深入剖析了天然气管道运输成本控制策略与效益分析，取得了一系列具有重要理论和实践意义的成果。在成本构成方面，明确了天然气管道运输成本主要由建设成本、运营成本和维护成本构成。建设成本涵盖土地购置、管道材料、施工费用及设备购置等，初始投资巨大，受地形、地质等因素影响显著。运营成本包括能源消耗、人工成本和管理费用等，具有持续性且受能源价格波动等因素影响。维护成本则涉及管道维修、设备更新等，是保障管道安全稳定运行的必要支出。

参考文献：

- [1] 朱瑞兵, 周进生, 陈军, 李朝长, 刘自超. 天然气长输管道建设与运营中的效益分析探究 [J]. 价值工程, 2013,32(32):54-55.
- [2] 李淑卿. 天然气管道运输企业成本分析与控制研究 [J]. 中国管理信息化, 2016,19 (16):29-30.