

# 天然气管道输气效率与压气站运行模式的关联性优化设计

朱 磊 王 博 王潘飞（国家管网集团西北公司西安输油气分公司，陕西 西安 710032）

**摘要：**天然气管道输气效率的计算，一般是通过管道系统的输气能力来确定的。但是，当压气站运行模式发生变化时，天然气管道的输气能力也会随之发生变化。所以，在进行天然气管道输气效率计算时，需要把压气站的运行模式和输气能力作为关联变量进行考虑。只有这样才能对压气站运行模式与输气效率之间的关联性进行准确地判断，并根据具体情况来对压气站运行模式进行调整，从而使天然气管道输气效率得到有效地提高。

**关键词：**天然气管道；压气站；关联性

中图分类号：TE832

文献标识码：A

文章编号：1674-5167(2025)020-0112-03

## Optimization design of correlation between gas transmission efficiency of natural gas pipeline and operation mode of compressor station

Zhu Lei, Wang Bo, Wang Panfei (Xi'an Oil & Gas Transmission Branch, Northwest Company of State Pipeline Network Group, Xi'an, Shaanxi 710032, China)

**Abstract:** The calculation of the gas transmission efficiency of natural gas pipelines is generally determined by the gas transmission capacity of the pipeline system. However, when the operation mode of the compressor station changes, the capacity of the gas pipeline also changes. Therefore, when calculating the gas transmission efficiency of natural gas pipelines, the operation mode and gas transmission capacity of the compressor station need to be considered as related variables. Only in this way can the correlation between the operation mode of the compressor station and the gas transmission efficiency be accurately judged, and the operation mode of the compressor station can be adjusted according to the specific situation, so that the gas transmission efficiency of the natural gas pipeline can be effectively improved.

**Keywords:** natural gas pipelines; compressor stations; Relevance

天然气管道的输气效率主要由压气站运行模式决定，为达到天然气管道输送效率最优化，针对某条管道进行了压气站运行模式优化研究，通过采用最优运行模式确定了最佳运行压气站数量。然而，在现有输气管道输送系统中，输气效率与输气站运行方式的协同还存在许多亟待解决的问题。部分压气站的运行方式不能很好地适应沿线复杂的地理环境和不断变化的用气需求，造成了输气过程中的压力损失和能量浪费，影响了输气效率。

### 1 压气站运行模式概述

压气站的运行模式是指在一定的时间内，压气站内天然气处理设备的数量和状态发生变化时，天然气处理设备所处的状态。在进行天然气管道输气效率计算时，需要以压气站为计算单元，并把压气站内天然气处理设备所处的状态作为变量。所以，要想对压气站运行模式与输气效率之间的关联性进行准确地判断，就需要对压气站内天然气处理设备所处的状态进行分析。如果压气站内的天然气处理设备处于稳定运行状态，则说明压气站内的天然气处理设备所处的状态是稳定的。为了准确地对压气站运行模式与输气效率之间的关联性进行判断，可以采用以下几种方法来对压气站运行模式进行判断：第一种方法是收集压气

站的运行数据，包括不同时间段的压缩机运行参数（如转速、功率、进出口压力等）、天然气流量数据以及管道沿线的压力分布数据等。运用统计学方法，计算各运行参数与输气效率指标（如管道输气量、输气功率消耗等）之间的相关系数。通过分析这些相关系数，确定哪些运行参数对输气效率有显著影响，从而判断不同运行模式下压气站的运行特性与输气效率的关联性。；第二种方法利用专业的天然气管道输送模拟软件，建立包含压气站的天然气管道系统模型。根据实际管道的参数、压气站的设备特性以及不同的运行模式设定，对管道输气过程进行模拟仿真。在模拟过程中，分别设置不同的压气站运行模式，如不同的压缩机组合运行、不同的压力控制策略等，然后对比分析在各种运行模式下管道系统的输气效率指标变化情况。；第三种方法对试验数据进行分析和评估，比较不同运行模式下的输气效率表现，同时观察压气站设备的运行状况和稳定性。根据试验结果，确定不同运行模式与输气效率之间的关系，明确适合不同工况的压气站最佳运行模式。这种方法能够直接获取实际运行中的数据，评估结果较为准确可靠，但需要注意试验过程中对管道运行安全的影响以及试验成本的控制。

在实际操作中，可采用第二种方法来对天然气处理设备所处状态与输气效率之间关系表达式进行计算。但在实际操作过程中，由于受天然气管道输气效率计算公式本身特点的限制，不能在计算过程中准确地考虑到相关变量对天然气处理设备所处状态的影响，所以无法直接地对压气站运行模式与输气效率之间关系表达式进行计算。

由于在实际操作过程中，影响天然气管道输气效率的因素比较多，并且天然气管道输气效率是一个较为复杂的变量，所以不能通过简单地直接计算来判断压气站运行模式与输气效率之间关系表达式。为此，可采用下面几种方法来对压气站运行模式与输气效率之间关系表达式进行计算：①理论建模法：依据气体动力学等理论，建立数学模型，推导两者关系表达式；②实验分析法：通过设计实验，控制变量，测量不同运行模式下的输气效率，进而得出关系表达式；③数据拟合法：收集实际运行数据，利用拟合算法，找出能描述两者关系的最佳表达式；④仿真模拟法：借助专业软件进行仿真，模拟不同压气站运行模式，分析其对输气效率的影响并得出表达式。

气压与压气站内输气压之间的关系表达式就是两个变量之间的关系。为了方便计算和观察，可以将这两个变量进行联合表示：第一个变量是天然气处理设备所处状态，第二个变量是输气压和压气站内输气压。因此在对输气能力进行计算时，可采用以下两种方法来进行：第一种方法是用管道输气压与压气站内输气压之间关系表达式来对输气能力进行计算；第二种方法分析输气压波动对输气效率的影响，依据压气站内输气压调控能力，建立高效关联模式。在实际操作过程中，可以将两种方法结合起来使用。因为在实际操作过程中，可以利用第一种方法来对输气能力进行计算。

## 2 压气站的优化设计

在进行压气站设计时，需要对其设计参数进行有效确定，主要包括：压气站的运行压力、设备类型等。同时，还需要考虑到天然气管道输气效率的影响因素，并根据这些因素来对压气站的设计参数进行优化。在进行压气站设计时，一般情况下都会按照以下四种运行模式来进行，分别是：常压运行模式、增压运行模式和放空运行模式。

在常压运行模式下，压气站的进气量会随着压缩机转速的增加而增加。但是，当压缩机转速为0m/s时，压气站的进气量会随着压缩机转速的增加而减小。因此，在进行常压运行模式设计时，需要对进气量与压缩机转速之间的关系进行全面地考虑，并根据具体情

况来确定压气站的最佳进气量。

在增压运行模式下，压气站中的压缩机会不断地对天然气进行压缩，并使天然气中的压力逐渐升高。当压气站内的压力超过一定程度时，天然气管道就会出现超压现象。

### 2.1 增压运行模式的选择

在进行增压运行模式的选择时，需要考虑到以下几个因素：1. 增压设备的类型与规格。在进行增压设备类型和规格选择时，需要综合考虑到输气管道的输送压力、管道内的压力等因素。

#### 2.1.1 增压设备的调节范围

在进行压气站调节范围的选择时，需要根据天然气输送管道的压力、流量等因素来进行选择，如果压力、流量变化较大，那么就需要将增压设备的调节范围控制在一定的范围内。

#### 2.1.2 压缩机和压缩机组的类型

在进行压气站设计时，需要根据不同压缩机组所产生的压差来选择适当类型的压缩机。

#### 2.1.3 压缩机组之间的配气关系

在进行配气关系选择时，需要考虑到天然气流量、压力、温度等因素，从而确定不同类型压缩机之间配气关系。

在进行压气站设计时，需要根据以上几个因素来进行设计参数的确定，并结合具体情况来选择增压运行模式。根据天然气输送管道中所产生的压力、流量等因素来进行设置压气站内装置，并根据实际情况来确定压气站站内设备类型和规格，然后通过相关设备对压气站设计参数进行优化，以保证天然气管道输气效率得到有效的提高。

### 2.2 天然气管道输送效率的影响因素

天然气管道输送效率受到天然气管网中的压力、流量和温度等因素的影响，这主要是由于管道的输气能力与压力和温度之间存在着密切的联系。在进行天然气管网输送时，首先需要保证天然气管道的输气能力能够满足用户的需要，然后再对其输送效率进行有效地提高。

在实际工作中，需要对以下三个方面因素进行有效地考虑，分别是：①输气能力。在天然气管网中，输气能力与管径、压力以及流量之间存在着直接的关系。因此，在对管道进行设计时，需要根据管径来对其输气能力进行有效地确定；②输气量。在天然气管网中，为了保证用户的正常供气，通常都会选择一些调压站来对天然气进行增压处理。因此，在对天然气管道进行设计时，需要充分地考虑到调压站的输气量对管网系统压力、流量和温度等方面的影响。

### 2.3 运行模式优化

在进行运行模式优化时，一般情况下都会将系统中的压气站工作压力和压缩机的运行压力同时考虑进去。在进行运行模式优化时，首先需要根据天然气管道输气效率来对其进行确定。根据天然气管道输气效率和压气站工作压力之间的关系，可以将天然气管道输气效率划分为三个等级。

第一等级为一级输气效率，第二等级为二级输气效率，第三等级为三级输气效率。在对压气站工作压力进行确定时，需要保证其处于第一等级的水平。在进行一级输气效率的确定时，需要通过以下三个方面来进行考虑：首先，需要将天然气管道输气效率与压气站的运行压力进行有效地结合；其次，在考虑到天然气管道输气效率对压气站的运行压力进行确定时，需要充分考虑到天然气管道输气效率对压气站中压缩机运行压力的影响；最后，在考虑到天然气管道输气效率对压气站中压缩机运行压力进行确定时，需要将天然气管道输气效率与压缩机运行压力同时考虑进去。同时，在进行一级输气效率确定时，还需要对其输气量与压缩机转速之间的关系进行全面地分析。在确定一级输气效率时，可以通过以下两种方式来实现：首先，通过对天然气管道输气效率与压气站中压缩机转速之间的关系来进行确定；其次，通过对天然气管道输气效率与压气站中压缩机转速之间的关系来进行确定。

### 3 压气站运行模式调整的影响因素分析

由于在对压气站运行模式进行调整时，会对天然气管道的输气能力产生一定的影响，所以在对压气站运行模式进行调整时，需要从压气站的输气能力以及管道系统的输气能力两个方面来进行分析。

一般情况下，压气站的输气能力越大，就说明该压气站所提供的供气总量越多。但是，在实际运行中，由于受到天然气管道和输气设备以及工艺参数等方面的影响，压气站所提供的供气总量往往并不能完全满足管道输气需求。所以，在对压气站运行模式进行调整时，需要对天然气管道系统的输气能力进行计算。通过计算可以得知，在实际运行中，当压气站所提供的供气总量小于管道系统输气总量时，就会造成天然气管道输气效率降低。

如果天然气管道系统输气效率降低是由于压气站场设备或工艺参数出现故障所导致时，就需要根据具体情况来选择适当的运行模式。因为如果压气站所提供的供气总量小于天然气管道系统输气总量时，就会造成天然气管道输气效率降低；如果压气站所提供的供气总量大于天然气管道系统输气总量时，就会造成天

然气管道输气效率提高。

### 4 压气站运行模式调整后天然气管道输气效率的计算

根据以往的研究结果表明，当压气站运行模式发生调整后，天然气管道的输气效率也会随之发生改变。在这种情况下，如果按照以往的研究方法来进行计算，就会导致天然气管道的输气效率出现误差。因此，在对天然气管道输气效率进行计算时，需要把压气站的运行模式作为关联变量来考虑。在压气站运行模式发生调整后，如果按照常规方法来进行天然气管道输气效率的计算，就会使计算结果存在较大误差。

在天然气管道系统中，如果某一压气站的压气量较大，就会使该压气站在与其他压气站之间的距离增加。这种变化情况下，天然气管道输气效率就会出现变化。因此，在对天然气管道输气效率进行计算时，需要考虑到不同压气站之间的距离对天然气管道输气效率产生的影响。

对于单压站而言，天然气管道输气效率与单压站数量之间的关系并不明显。根据相关研究结果可知，当压气站数量增加到一定程度时，天然气管道输气效率会出现明显降低。此外，通过对压气站的数量变化后天然气管道输气效率的变化情况进行研究发现，当压气站的数量发生改变时，天然气管道输气效率的变化情况会受到管径、上游供气压力以及下游用户用气需求等因素的影响。

### 5 结束语

综上所述，通过对天然气管道输气效率与压气站运行模式的关联性优化设计，可以有效地提高天然气管道输气效率，从而使天然气管道输气效率得到有效地提高。为了保证压气站运行模式与输气效率之间具有良好的关联性，需要根据具体情况来对压气站运行模式进行合理地调整，并通过合理地调整来保证压气站的稳定运行。

### 参考文献：

- [1] 张鹏. 创新驱动引领跨国能源战略通道安全优质发展——从能源新丝路建设领会习近平创新思想 [J]. 北京石油管理干部学院学报, 2018(04).
- [2] 张铄, 牛冉, 张志勇. 天然气输气管道优化运行的现状分析 [J]. 内江科技, 2014(09).
- [3] 左丽丽, 刘欢, 张晓瑞, 冯亮. 输气管道非稳态优化运行技术研究进展 [J]. 科技导报, 2014(18).
- [4] 贾承造, 张永峰, 赵霞. 中国天然气工业发展前景与挑战 [J]. 天然气工业, 2014(02).
- [5] 朱建鲁, 李玉星, 王武昌, 多志丽, 谢彬, 喻西崇. LNG 接收终端工艺流程动态仿真 [J]. 化工学报, 2013(03).