

# 长输管道天然气增压站建设的要点与安全分析

闫 辛 (山西蓝焰煤层气集团有限责任公司, 山西 晋城 048000)

**摘要:** 近年来随着国家对环境保护工作的重视和基础设施建设事业的不断发展, 越来越多的天然气被开采出来并大量应用, 特别是西气东输工程的建设极大推动了天然气行业的发展和进步。为了将天然气运输到目的地, 需要长距离的管道运输, 这期间管网结构复杂, 需要增压站辅助提供动力实现输运。当前长管道天然气增压站的建设重点集中在增压站的建设进度控制、增压站的质量控制和增压站的投入控制等。另外, 在进行增压站的建设过程中不可避免要做好安全施工方面的工作。为此笔者对长输管道天然气增压站建设的要点与安全进行了详细的分析。本文的研究成果对于相关部门的管理及技术人员提高相关技术水平具有较好的参考意义。

**关键词:** 长输管道; 天然气; 增压站; 建设; 要点; 安全分析

天然气作为一种清洁能源, 对于降低环境污染, 保障国家能源安全起着至关重要的作用<sup>[1]</sup>。天然气相比传统的汽油、柴油等能源, 也具有更好的安全性和持续保障性<sup>[2]</sup>。近年来, 天然气的普及很大程度上延缓了石化能源危机, 特别随着石油勘探开发的难度加大, 天然气的优势更加明显<sup>[3]</sup>。根据相关数据统计, 天然气的使用在一定程度上降低了环境污染, 由于天然气的使用, 世界因大气污染而生病的人数大大降低<sup>[4-6]</sup>。为了进一步提升天然气的输送效率, 增强其应用效果, 笔者对其建设要点和安全进行了研究<sup>[7-8]</sup>。

## 1 长输管道天然气增压站特点分析及设计重点

### 1.1 长输管道天然气增压站特点分析

我国天然气已西北居多, 而东部是使用大户, 因此, 天然气的长管道运输不可避免。灾天然气长距离运输中, 动力源的好坏关系很大, 特别是增压站的合理设计与布局。通常而言, 设计在管道初始位置的增压站要求不高, 上游的气源可以提供较为充足的压力。其他的中间增压站作为动力增压环节, 每一个的参数设计对于天然气的高效、稳定运行都关系重大。长管道天然气增长的主要特点体现在机组的设计、配套机组型号的选择、设备使用参数的制定, 以及冬季用气高峰时段的气量控制等。

### 1.2 长输管道天然气增压站设计重点

长输管道天然气增压站的设计重点主要是要求设备运行参数能够满足不同用气时段和峰谷期的使用量。在进行设计过程中, 要将增压站与配套的机组进行综合评定、审核, 将二者作为整体进行分析研究, 从系统运行的角度对施工参数、运行参数进行优化、设计。另外, 在进行长输管道天然气增压站的设计过程中也要考虑不同时段天然气输运量变化中的气体运行连续性, 确保泵送出去的流体不发生回流, 从而确保系统运行的安全性和高效性。

## 2 长输管道天然气增压站建设的要点分析

### 2.1 长输管道天然气增压站的建设进度控制

长管道天然气增压站在建设过程中进度的控制至关

重要, 通常而言, 增压站的总重量在几十吨至上百吨, 涉及到的压力设备、流量控制设备组成复杂。因此, 要做好进度的设计安排, 提前进行增压设备的图纸校对、施工流程技术交底等工作, 在实际的施工建设过程中及时跟进每个阶段的情况, 确保施工的高效进行。另外在施工过程中, 每项工作结束后或者一定时间后要要进行工作总结, 及时发现增压站建设过程中的问题和不足, 并采取补救措施, 确保施工进度按计划进行。

### 2.2 长输管道天然气增压站的建设质量控制

长输管道天然气增压站在建成后需要多年稳定运行, 对于施工过程中的质量控制成为保证工程长期有效的关键。为确保增压站的建设质量, 要求对建设人员进行培训上岗, 对使用的工程材料严格审核, 确保材料优质。在进行工程建设的过程中, 要求严格按照工序执行, 做好增压站基槽的设计、及时进行管道外部的防腐工作, 配套电缆的设计要避免地下水和空气的氧化。当一个工序达到验收标准后才能进下一项施工。对于可能存在的质量问题, 及时反馈并消除隐患。

### 2.3 长输管道天然气增压站的建设投入控制

在进行长输管道天然气增压站的建设过程中, 不可避免要进行大量资金的投入, 如何做好资金的优化利用显得极为关键。通常在进行长输管道天然气增压站的建设投入中, 设备的购置费用约占四分之三, 因此要做好资金预算的审核及实际运用情况跟踪。对于主要招标的项目, 提前发布好增压站建设招标公共, 对于所需要的物资、施工队伍、配套合同签订等进行细致分析。在增压站项目建设介绍后及时配合审计部门人员对费用使用情况使用情况进行审查。

## 3 长输管道天然气增压站潜在安全风险分析

### 3.1 天然气增压站压缩机可能引发火情风险

长输管道天然气增压站中储存了大量的易燃易爆气体, 增压站的压缩机设备在使用过程中具有发生火情甚至爆炸的风险。具体而言, 可能发生火情的风险点主要有, 一是施工作业人员没有按照规定穿戴静电防护设备,

导致电火花出现，或者使用明火导致火灾；二是在增压站压缩机高速运行过程中产生大量热能，如果设备内部的冷却机构不能够及时降温，则可能导致设备发生自燃，引发火情；三是压缩机在不当的紧急制动后会导致内部憋压，最终因压力过大而爆炸。

### 3.2 天然气增压站压缩机工作中的噪声风险

动力机械设备在运行过程中不可避免要产生噪声，特别是压缩机的轰鸣，极易对听力产生损害。另外，发动机的轰鸣也会对人体的神经系统、心脑血管等产生影响，主要是由于轰鸣振动将声波在空气中传动，最终高频的声波对人体产生伤害。已经运行的天然气增压站压缩机房内及其附近的工作人员出现过头疼、记忆力不佳或减退、神经衰弱等症状，更有严重者在经过若干年的天然气增压站工作后产生了心脏问题。因此，需要加强对天然气增压站压缩机工作中的噪声风险防范。

### 3.3 天然气增压站压缩机工作中的机械润滑风险

当前所有的机械在运行过程中不可避免要发生摩擦，机械设备的润滑成为设备稳定安全运行的要点，润滑液体对于设备的使用寿命也具有较好的延长作用。然而，在压缩机实际的运行过程中，也发生过因润滑失效导致压缩机连接设备折断，最终导致整套设备无法运行的情况。另外，如果机械使用过程中出现润滑失效也会一定程度上增加设备的运行阻力，导致耗电量急剧增加。因此，加强对天然气增压站压缩机工作中的机械润滑风险很有必要。

## 4 长输管道天然气增压站运行过程中的安全风险控制

### 4.1 天然气增压站压缩机严格执行标准要求

为做好长输管道天然气增压站运行过程中的安全风险控制，首先要做好设备的标准执行，确保各项工作落实到位。在进行增压站压缩机的布置过程中，优选敞开式房间或者露天位置，确保设备的通风条件良好；在进行压缩机的设置过程中要及时安装警报装置，保障设备在运行后的安全度。在进行设备安装的过程中，加强对地脚螺栓等关键连接部件的安装检查，确保设备安装牢固，避免灾设备运行过程中的共振危险现象的发生。

### 4.2 控制好天然气增压站火情风险

做好长输管道天然气增压站的防火工作，主要应该从以下方面开展工作，首先要做好整套增压机配套的动力设备的热隔离工作，在设备适当位置增添隔热装置，避免高温传导引发火情。在高温出气孔位置安装防火罩，同时高温排气孔的位置要求远离易燃易爆品，设置在安全地带。在长输管道天然气增压站的附近严格按照要求铺设接地线、气体检测表等，并检测设备是否合格、灵敏。在可能发生天然气泄漏的位置增加密封填料，避免气体泄漏而引发火情。

### 4.3 加强天然气增压站安全防护措施

长输管道天然气增压站建设过程中要加强配套管线的铺设，通常按照要求在地面整齐铺设，并对管线的使用情况进行定期跟踪。对于设备的润滑油、冷却液等关键液体要优中选优，确保压缩机在运行前和运行过程中始终保持较好的润滑。为了减低噪声的影响，建议相关工作人员在工作过程中佩戴耳塞或隔音耳罩，从而避免对人体的伤害。对于压缩机本体的维护要按照设备维护手册，定期更换零部件、定期更换润滑油，定期做好保养工作，降低设备在运行过程中的风险，提升设备的使用寿命。

## 5 长输管道天然气增压站配套、动力系统分析及选型对策分析

### 5.1 长输管道天然气增压站设备选择原则

长输管道天然气增压站设备的选择对于整套设备的高效运行至关重要，通常而言，增压站设备的选择原则是要求设备在运行过程中能够保持稳定且安全可靠，另外尽量要求长输管道天然气增压站设备能够保持较好的经济性。详细而言，虽然对于天然气管道建设初期使用的用户较少，但随着社会发展和进步，当前对于天然气管道的使用量愈发增加，用户越来越多，因此要求选型的长输管道天然气增压站设备能够具有较好的经济性，避免过多的投资和费用支出。其次，在进行设备选型的过程中要求充分考虑工艺的实施可行性和管线的设计标准，对应的工艺参数和设备能够与当地的环境相吻合，不对当地的自然环境造成影响。特别是对不同的运输管道的适用环境温度、湿度、海拔等进行严格筛选。第三，要加强设备选型过程中的机组的后续合理维护及维护标准、措施的制定，对于配套的备用增压站设备方案要提前做好。

### 5.2 长输管道天然气增压站的动力系统分析

长输管道天然气增压站设备的动力系统是增压站的最重要的组成部件，不同的输气管线对应的系统动力和压力各不相同，为了获取具有正对性的动力系统，工作人员通常将不同的燃气动力轮机组、变频机电、循环设备等进行综合使用，进而形成配套的增压站设备机组。在进行天然气压缩设备的选用过程中，一般采用离心式压缩设备、轴流式压缩设备等，不同的气体压缩设备具有不同的功能各特殊。

长输管道天然气增压站设备的首选动力系统是燃气轮机设备，燃气轮机设备主要优势是能够在运行过程中进行速度的变化，而且变化的幅度较大、范围较广，燃气轮机设备在使用过程中呈现出了较好的安装性能、自动化操作方便、智能控制等。燃气轮机设备通常采用国际先进技术和方法进行制造，设备的重量较轻，能够在较短的时间内进行设备的完全建造，在使用过程中能够

实现无水运行,在后续的维修和维护过程中也能够快速实施。在增压站设备运行过程中配套的动力源燃料可以从输气管道中直接使用,大大降低了设备的使用成本和运行成本。

长输管道天然气增压站设备动力系统一般设计在输气管道的上端,该动力系统当前的使用效率还不是很高,后续有待进一步优化和提升。为了确保长输管道天然气增压站设备在运行过程中的稳定性和可靠性,通常规定燃气轮机设备的功率、转动速度、温度变化值等参数具有较宽的变动幅度和调节范围,要求在使用过程中不能够发生温度过高、剧烈震动的相关危险情况,为此在设备的使用和运行过程中常用多轴式燃气轮机组设备。

长输管道天然气增压站设备的另一种动力设备是变频电机设备,该设备在使用过程中的主要原理是通过改变电源的频率来进行设备转动速度的变化。使用变频电机设备的主要优势主要有多个方面,如变频电机设备的使用频率可在一定范围内稳定调节,速度的调节变化范围较为宽泛。另外变频电机设备的机械特性较好,使用过程中的效率较高。在进行变频电机设备的组装和建设过程中,费用较为节约,成本较低,在后续的使用维护和维修中也较为便捷,其运行过程中也具有较好的稳定性和安全性能。另外在进行变频电机动力系统的设计过程中要求加强对防爆措施建设和配套。

长输管道天然气增压站设备的整个建设较为庞大,其本身在运行过程中存在着大量的能源消耗,所以在进行增压站设备的建设过程中也要进行联合增压的方法设计。通过与蒸汽动力相结合的方式,用蒸汽推动那个工业汽轮机设备进行运转,进而驱动天然气压缩设备进行工作,进而提升设备的利用率。当然联合驱动增压的方式也大大增加了设备的组成结构复杂性,在后续的维修和维护过程中存在着较大的难度,对于相关技术人员具有较高的要求。长输管道天然气增压站设备在建设过程中还经常用到离心式压缩设备,该设备具有体积小、重量轻、结构紧凑的优势,使用过程中流量较为稳定,设备发生故障和磨损的概率较低。

### 5.3 长输管道天然气增压站的选型分析

进行长输管道天然气增压站的选型分析中,首先要对长输管道天然气增压站负载情况及管道特点进行分析。要对管道中的天然气流量和压力做好相关统计分析及预测,通常而言,增压站的出口处压力要求保持恒定,当流量和传输阻力确定后就可以对管道的钢材型号及钢材性能做出选择。根据确定好的额天然气管道的材质推导需要的管道长度、直径、流量等参数,进而确定设计的增压站数量和位置,为工程系统整体建设奠定基础。在压缩机的工作过程中要及时对相关参数进行统计分析,绘制工作曲线,为后续的结构改进、数量优化和标

准制定做好准备。

在长输管道天然气增压站的选型中要进一步做好配套管道天然气流动能力的计算,确保设备运行过程中的工况处于稳定状态,特别是涉及到的流体流动方程、动量守恒方程和能能量守恒方程的高效运用,从理论上确保选型工作的准确性。同时要将实际运行过程中的管道阻力、管线稳定变化等因素考虑在内,进而保证选型工作的合理性。通过上述综合方式和合理计算,全面提升长输管道天然气增压站的选型分析的精准可控。

## 6 结论

笔者对长输管道天然气增压站特点分析及设计重点进行了阐述,分析了长输管道天然气增压站建设的要点,分别是长输管道天然气增压站的建设进度控制、建设质量控制、建设投入控制等。研究了长输管道天然气增压站潜在安全风险,重点为天然气增压站压缩机可能引发火情风险、天然气增压站压缩机工作中的噪声风险、天然气增压站压缩机工作中的机械润滑风险。给出了长输管道天然气增压站运行过程中的安全风险控制方法,天然气增压站压缩机严格执行标准要求,控制好天然气增压站火情风险,加强天然气增压站安全防护措施等。本文的研究成果对于企业提高相关技术和水平具有较好的指导和参考作用。

### 参考文献:

- [1] 陈践发,刘凯旋,董劭伟,汪华,罗冰,戴鑫.天然气中氦资源研究现状及我国氦资源前景[J/OL].天然气地球科学:1-14[2021-09-15].
- [2] 温进强,张鹏霄,邵常林,吕心致.浅议天然气输气站场的动火作业管理[J].交通企业管理,2021,36(05):97-99.
- [3] 郭锦辉.国际天然气淡季不淡供应安全须保持定力[N].中国经济时报,2021-09-15(001).
- [4] 黄辛,王兴军.煤气化技术首次用于煤制天然气领域[N].中国科学报,2021-09-15(004).
- [5] 孔秋生,胡四斌.煤制天然气企业现状分析及脱困思路[J].现代化工,2021,41(09):1-4+10.
- [6] 陶婷婷,王兴军.华东理工煤气化技术首次应用煤制天然气领域[N].中国矿业报,2021-09-14(004).
- [7] 刘恩斌,廉殿鹏,苏中亚,谢萍,尚臣,陈其锐.天然气压气站管道异常振动及减振措施研究[J/OL].中国安全生产科学技术:1-6[2021-09-15].
- [8] 朱寰,刘国静,张兴,岳芬,俞振华.天然气发电与电池储能调峰政策及经济性对比[J/OL].储能科学与技术:1-12[2021-09-15].

### 作者简介:

闫辛(1986-),男,汉族,籍贯:山西晋城,本科学历,现就职于山西蓝焰煤层气集团有限责任公司,助理工程师职称,主要从事煤层气开发利用工作。