

天然气长输管道安全运输风险防控

段云龙（中国石油化工股份有限公司东北油气分公司，吉林 长春 130062）

摘要：新时代以来，我国社会经济快速发展，能源需求量不断升高，对其安全运输提出了更高的要求。天然气作为人们生产生活必备的能源，其运输是否安全、能否充分供应成为关注的焦点。基于此，本文主要研究目前天然气长输管道安全运输过程中存在的风险，并提出相应防控措施，以期为从业者提供参考，科学应对安全运输风险，确保天然气长输管道运行安全，满足人们需求。

关键词：天然气；长输管道运输；管道设计；耐腐蚀性

0 引言

近年来，我国大力发展绿色经济，以天然气为主的清洁能源的应用范围越来越广，也给其安全运输带来了挑战。天然气具有易燃的特点，在运输过程中处理不当容易发生爆炸，不仅会导致经济利益的损失，还会危及工作人员和居民的人身安全。因此，企业应高度重视天然气运输安全问题，积极应对风险。

1 天然气长输管道运行时存在的风险

1.1 长输管道设计不合理

从安全运输的角度上来看，天然气长输管道设计难度较高。一是由于天然气长输管道本身的使用特点，需要具备防腐蚀性能。二是在实际投入使用时，天然气长输管道设计的领域面积较大，且不同地域的自然环境不同，增大了设计难度。在实际的长输管道设计过程中，仍然存在一定的问题，影响了天然气的安全运输。例如管线布置不合理、管道强度较低等等，此外设计人员并未将其压力、热力等因素完全考虑进设计方案中，各类设备的使用和设计上也存在问题。

1.2 管道腐蚀问题严重

管道腐蚀是影响天然气安全运输的重要原因，主要表现为管道外腐蚀和管道内腐蚀两种形式。管道外腐蚀的原因如下：天然气长输管道多位于地下，且管道的材质主要为金属材料，容易受到土壤的影响发生腐蚀问题^[1]。在硫酸盐化严重的地域腐蚀情况更加严重。内腐蚀主要是由于天然气本身酸性较大，在运输过程中与管道内壁接触时容易腐蚀管道。

1.3 施工质量管理不到位

施工质量对于管道使用是否安全有着重要影响。在天然气长输管道建设施工过程中，容易受到外界因素的干扰，因此对施工人员的水平要求较高，应重视施工质量管理。但在实际的施工过程中，由于施工人员流动性较大，其专业素质参差不齐，导致管道质量

管理工作难度大。此外，在管道建设和后期维护时，还需要专门的人员完成质量检测和维护工作，便于及时发现安全风险，确保管道顺利投入使用。

1.4 天然气运输过程风险

天然气长输管道运行过程中，受外界的影响较大，如管道附近的房屋、桥梁等建筑，都能对管道运输产生威胁。若工作人员在天然气运输过程中，未能及时查看这类风险，容易导致天然气泄漏，造成安全事故。除此之外，在天然气运输过程中，还存在非法占压的问题，对天然气管道的安全输送造成了不利影响。

1.5 长输管道被破坏的风险

管道被破坏是天然气长输过程中较为常见的一类风险，包括自然因素破坏和人为破坏两种。我国国土面积大，各地的地质环境和自然环境大不相同，天然气分布不均匀。利用长输管道输送天然气时，极易受到自然灾害的影响，如地震、泥石流等等。这类自然灾害对管道的破坏性大，甚至会腐蚀管道，威胁天然气运输安全。人为破坏也是威胁长输管道安全运输的重要因素，不法分子通过破坏管道盗取天然气，使得管道断裂，天然气大量泄漏，影响运输安全。

1.6 其他风险

第一，运输设备问题。在天然气运输过程中，需要投入大量的设备保持其安全运行，如压缩机、仪表、自控系统等等。若这些设备在使用过程中出现质量或安全问题，极易对管道造成不利影响。若是工作人员对设备保养、维修不及时，长此以往会造成设备质量问题，还会影响管道运输的质量。第二，场站运行问题。场站主要是指天然气运输过程中要经过的输气站，其功能主要是接收天然气、气体增压、分输燃气、配气等等，可以为天然气安全运输提供必要的保护保障。一旦场站出现问题，天然气的安全稳定供应将会受到影响。

2 天然气长输管道安全运输风险防控措施

2.1 优化长输管道施工设计

管道整体的设计工作是保障其安全运行的前提，包括材料选择、压力计算、考虑外界各类风险因素等内容。

在进行长输管道施工设计前，设计人员应到施工现场实地考察，对整个区域的地质条件、气候条件有充分地掌握。在设计时避开地形不稳定的区域，提高设计的针对性，确保管道在该区域可以顺利投入使用。在设计初期，设计人员应综合分析天然气长输管道的运输方式，计算其承压能力，确保其在投入使用后可以应对峰值调整、加压等操作。针对不同地区气候条件不同的情况，设计人员应有计划地调节管道的运行能力。如北方冬季天然气用量大，应提前做好降温和极端天气的预测工作，保证天然气顺利供应。在实际施工前，设计人员应与施工作业人员完成技术交底工作，并全程跟进施工作业，若是在施工过程中发现问题，可以及时调整施工设计图纸，确保管道施工顺利完成。

2.2 提高管道的耐腐蚀性

2.2.1 施工阶段预防腐蚀的措施

重视施工阶段的管道防腐蚀工作是提高管道安全质量的关键环节。在施工期间，施工人员应严格按照管道防腐蚀的相关规章制度，识别施工现场可能出现的腐蚀因素，根据得出的结果，采取适当的手段加强预防。如施工人员可以采用防腐补口施工技术处理管道。在正式施工前，施工人员应重点监测场地环境，并做好处理工作。

一般情况下，施工人员严格按照规范完成防腐补口施工操作后，基本可以增强天然气管道的防腐蚀能力。开展防腐补口操作时，应选用热熔胶型聚乙烯热收缩材料、液体环氧涂料等规范材料，若是在开展防腐补口操作时，无法实施喷施除锈，可以根据工程特点和具体的施工条件选择其他符合标准的补口防腐层。在施工前应规范编制补口施工工艺规程，包括施工时的环境条件、管体防腐层和补口防腐层信息等内容，以便顺利开展防腐补口施工。

2.2.2 运行使用阶段预防腐蚀的措施

天然气管道运输在投入使用的过程中，容易受到外界因素的影响而出现腐蚀情况。此阶段的预防腐蚀措施主要有牺牲阳极的阴极保护、外加电源的阴极保护等等。

牺牲阳极的阴极保护主要将天然气长输管道视为阴极，将活跃金属视为阳极，在开展管道防腐处理工作时，施工人员可以将金属性质较为活跃的材料用作保护材料。当管道投入运行时，处于阳极的活跃金属会先被腐蚀，达到保护管道的目的。使用活跃金属保护管道，需要充分考虑管道长度、管壁厚度以及金属的用量。

外加电源的阴极保护主要是指在管道外壁增加电源达到防腐的目的，但由于天然气本身具有易燃易爆的特点，采用该方法时应控制电流，若电流的施加超过安全范围，容易引发安全事故，一般情况下阴极与阳极的电位区间应为 $-800\text{mV}\sim-1050\text{mV}$ 。同时，在实际使用过程中，可能还需要考虑到管道的实际运行情况以及周围环境是否利于增加电源，对电压、电流的详细参数也应做合理的规定。

2.2.3 日常防腐管理

天然气长输管道防腐工作周期长，需要企业投入一定的物力和人力才能实现有效预防，提高管道的安全性和稳定性。因此，在日常工作中也应提升对管道防腐管理的重视程度，落实管道管理工作。一是工作人员应做好管道日常运行信息的记录工作，及时登记异常信息，便于及时开展防腐蚀处理工作。二是管理人员应拟定日常防腐工作规章制度，要求相关人员严格遵守，从根本上提升防腐管理的能力，提高管道的使用寿命，实现天然气的安全运输。

2.3 重视施工质量管理

2.3.1 建立健全安全管理体系

想要有效规避天然气长输管道安全运输风险，要建立健全施工质量安全管理体系，借助安全管理规章制度，增强管道安全建设能力。具体措施如下：第一，施工企业在掌握整个施工环节的基础上，重视施工前期的实地勘察工作，了解现场的实际情况，评估项目风险。相关人员应基于调查信息制定安全评估报告，详细划分安全施工责任，将责任落实到个人，强化管理人员和施工人员的安全意识。第二，施工企业还应建立完善的风险应对体系，根据实地考察时评估出的风险，提前制定好应对计划，便于施工人员及时处理。此外还应配备专门的风险应对小组跟随施工人员开展作业，当施工现场发生意外事故时，能及时控制风险，确保相关人员的生命安全和企业利益。

2.3.2 加大安全管理力度

重视施工过程中的安全管理，不仅是对相关人员

的安全负责，也是对企业负责。相关部门应严格按照国家规范和法律法规制定安全管理规章条例，并将其落实在施工作业过程中。应组织专业的管理团队开展安全管理工作，重视安全施工监督和质量监督，对发现的违规行为要严格处理，尽可能地规避施工过程中的人为风险，保证管道质量安全。此外，还应加强对管理人员的监督，明确其职责，增强安全管理意识。在工作中尽职尽责，不玩忽职守，以此保障管道运输安全。

2.4 健全管道安全监测体系

天然气长输过程中，仅仅依靠人员监测其运输情况效果十分有限，企业要建立完善的管道安全监测体系，实现动态监测，及时发现运输过程中的风险并及时解决，增强防范化解安全风险的能力。具体而言，一是企业应根据实际的管道建设和布置情况，组建专业的监测部门或小组，利用信息技术打造全面、实时的安全监测系统。在天然气实际运输过程中，若发现有泄漏的情况，安全监测系统可以及时发现并启动警报，及时提醒后台的工作人员排除故障，确保天然气可以顺利输送。二是可以利用信息技术实现管道建设情况的实时监测，并掌握近期天然气运输的实际数据，后台的工作人员可以借助系统收集到的运输数据，分析管道运输过程中存在的问题和风险点，有针对性地制定风险防范策略，完善应急预案，确保天然气顺利有效输送。三是可以加强长输管道的运行监测，利用信息技术的可视化能力，工作人员在后台就可以远程监控管道的安全情况。当管道被恶意破坏时，可以及时调取监控了解现场情况，并关闭阀门控制天然气的泄漏。在当地工作人员完成维修后，再次打开阀门完成运输。通过远程可视化监控不仅可以提升天然气长输管道安全管理的效率，还能最大限度地减少天然气资源的浪费，增强管道的使用性能，提升经济效益。

2.5 强化管道检查工作

针对管道破坏问题，企业应重视管道检查工作，加大安全检查力度，确保运输顺利完成。第一，要在管道施工设计阶段注意管道分布的路线，尽量避开地质不稳定的区域。若是无法避开自然灾害频发的区域，设计人员应对该处所布置的管道进行特殊设计，尽量采取高效安全的方式完成管道运输工作。同时要重视安全检查工作的布置，为相关人员开展管道检查提供便利。第二，企业应细化管道检查工作，定期组织专业人员进行安全检查，在掌握管道实际运行情况的基

础上，分析可能出现的问题和风险，并采取措施解决，避免发生重大安全事故。具体而言，企业可以在天然气长输管道的重要节点加强日常安检和安全巡逻工作，并部署安全预警系统。将智能设备监管与人工监管相结合，提升检查效率，避免发生安全事故。第三，要加强对管道运行管理人员的监督。在管道运行过程中，需要相关人员管理并操作多种设备。但因人员操作不当，使得安全事故频发，因此，应切实增强工作人员的操作能力和责任意识，在日常工作中自觉规范自身行为，正确开展管道运行管理工作，从而实现天然气的安全运输。

2.6 其他风险的应对措施

天然气长输管道投入使用时，各类材料和设备的质量直接关系到运行的效果。相关人员应给予高度重视，根据施工计划和管道布置标准选择合适的材料，避免出现资源浪费的情况。选用的设备应质量好、性价比高，在使用过程中应提高其利用率。针对天然气的储存装置和压缩装置应加强保护，避免出现安全隐患。

针对场站运行时可能出现的各种风险，企业应加强场站的基础设施建设和各类设备的管理，输气管道、仪器仪表的建设应保质保量。此外，在场站中开展高风险作业时，应规范审批制度，由专门的监督人员监督现场活动，避免出现安全事故。在日常场站运行过程中，要重视设备的维护和管理，加强对场站的保护，必要时可以鼓励当地的居民向有关部门举报，及时采取措施维护天然气场站的安全。此外，企业应加强相关人员的培训，落实主体责任，增强施工人员、管理人员、维护人员的安全意识。制定周期性的培训和考核计划，组织人员交流合作，还可以聘请专业的专家学者开办讲座，让相关人员了解天然气长输管道安全运输的前沿知识，提升其专业素养，更好地投入到日常工作中。

综上所述，天然气是当前我国十分重要的清洁能源之一，在国民经济发展中占有重要比重，企业应重视天然气的安全运输工作。在防范天然气管道运输风险时，应加强安全管理监督，多角度制定风险防范措施，增强相关人员的安全施工意识，确保长输管道的使用安全，实现天然气的顺利输送。

参考文献：

- [1] 石志超. 天然气长输管道防腐及运输风险防控策略[J]. 全面腐蚀控制 ,2022,36(04):99-100+104.