石油天然气长输管道应急管理策略分析

杨 佳
森诺科技有限公司 山东 东营 257000

摘 要：随着西气东输、川气东输等长输管线项目的建成，长距离的天然气管输过程中存在的安全隐患也愈发明显，因为管输穿越无人区、地势险要区等特殊地理环境，导致管线一旦发生泄漏，监测延迟、救援延迟，可能会导致泄漏事故扩大化，长距离管输的管线沿线渗漏监测、管线本体壁厚的腐蚀监测，异常情况波动测量，突发情况下人员和物资调配、快速反应、远程救援等都是目前长输管道应急管理的重中之重。通过提高管道设计的本质安全，合理设置沿线巡检站，充分利用远程控制监测系统，配备专业化的应急救援队伍和应急救援装备，因管道泄漏导致的事故扩大会得到控制。

关键词：天然气长输管线；泄漏；应急管理；策略

引言：石油天然气通常采用管输，管输敷设路线长、跨越区域较多，天然气的长距离输送保证了天然气资源的合理利用和调配。但是，在日常的运输过程中泄漏等其他问题经常发生，倘若处理不当或没有行之有效的应急管理策略，很容易导致问题扩大化，直接造成损失。因此建立高效应急管理机制，引入先进的检测设备，提高事故预防、鉴别能力，培养专业化的应急救援队伍，制定详细的应急预案和现场急救处置方案，方能保证天然管输突发事件的及时处置，保证管线沿线生态环境和居民安全。

1 长输管线安全事故概述

1.1 事故类型

长输管道天然气事故主要取决于天然气本身的性质，天然气属于易燃易爆气体，最常见的事故为天然气管输过程中因腐蚀发生泄漏，在低洼处集聚遇火源发生火灾爆炸，或者长输管线敷设过程中地下敷设，敷设与其他管线同沟敷设，因天然气含硫、地下水、土质、外力施工等原因造成管线渗漏，天然气大量泄漏，地下集聚遇到孔洞往上窜，遇火源发生爆炸，火灾爆炸的同时大量气体燃烧释放，救援人员高密度接触，存在中毒窒息的风险。长输管线输送过程中设置增压站、阀室等，增压站、阀室也是发生事故的主要场所，高压环境下，管线、阀门链接件发生泄漏，短时间内大量天然气泄漏，遇站内可能的火源发生火灾爆炸，爆炸引发相连上下游管线均发生串爆，事故后果扩大化。长输天然气管道均为高压管道，高压设备运行过程中零部件因压力波动，超压操作可能会引发物体打击、中毒。长输管道分布区域较广，管线安全受当地自然环境影响较为明显，当地易发的自然灾害对管道产生破坏性影响。

1.2 事故特点

石油天然气具有易燃易爆性，具有闪点低、高燃烧热等特性，意外的泄露引起火灾，容易爆炸且危害性大，火焰温度高具有极强的辐射性，这是由于石油天然气能源本身的特性所导致的。其次长输管线敷设距离较长，一般沿线经过河流、高山、荒地等地势险峻环境，施工过程中施工难度较大，地理地点对管线造成的应力较大，对管线选材、施工工艺要求较高。长输管线一旦发生管线泄漏，因为分布较广，很难在第一时间内及时处理，细微的泄漏较难察觉，天然气一旦大面积泄漏，在野外不可控的火源状态下，容易引发火灾爆炸，由于天然气燃烧热值较大，长输管线管径、压力较大，发生爆炸事故波及范围较广，对当地影响较为恶劣，同时长输天然气关系民生福祉，一旦发生重大火灾事故，会影响管线上下游输气及用户用气，社会影响面较广。[2]同时，管线泄漏，带来对当地生态环境的破坏，尤其是跨越生态保护区、重点保护区等重点区域，所以长输管道天然气泄漏事故后果严重、社会危害较大。

2 造成石油天然气安全事故的原因分析

2.1 长输管道维护不到位

天然气长输管道在使用的过程当中受各种类型因素的影响，例如自然因素以及可变因素等，因此在使用期间，相关管理人员必须定时定期对管道进行日常的维护。长输管道分布范围较广，分布区域地形复杂，跨区域布设，人员日常全线巡检难度较大。同时，加上维保巡检人员对于油气管线小孔径泄露不敏感，对初期泄露不予处理。目前，很多巡检维保人员为外雇人员，人员专业能力较低，对于长输管道风险认识不足，潜意识觉得长输管道在空旷的地方不会发生事故，即使发生事故

也影响较少，责任心不强，对于巡检走过场。针对管道维修作业，作业方案及应急处置不得当，也会加大天然气泄露引发火灾爆炸及环境污染等事件。

2.2 施工过程留下的安全隐患

施工过程的隐患主要来源于工程承包、施工方案、设备选材、施工工艺、人员管理等方面。天然气长输管道受地形、大管径、当地自然环境的影响，对于管线焊接工艺和特殊地段施工方案要求较高，管线敷设方案要适应当地的自然条件和地址特点，管线施工对于施工单位具有较高要求，建设单位选用成熟的、具有资质、同类施工经验的承包商，由于承包商分包作业，选用一些设备、资质、人员配备不齐全的皮包公司，层层分包，导致施工质量得不到保证，加上各施工单位特殊地形施工设备的局限性，使得管线穿越河流、山川等特殊地段难度增大。同时，目前国内具有施工经验的焊接操作人员数量日益减少，焊接能手青黄不接，焊接水平的参差不齐为管线的渗漏留下隐患。施工完成后，由于距离远，未能实现对于焊口的百分之百射线检测覆盖，导则部分焊缝不合格。施工作业离不开人的管理，施工作业长期野外，管理人员和作业人员长期疲劳作业，因操作不当、省工省料等原因造成施工缺陷。

2.3 天然气生产的承压特种设备所发生的硫化氢应力腐蚀

天然气当中含有多种类型的物质，这些物质对运输管道设备会产生较大的腐蚀作用。其中，硫化氢应力方式就是最大的特点之一，而且这种腐蚀的过程，在低温的状态下也会发生。除此之外，由氯化氢、硫化氢、水构成的腐蚀体系会对天然气管道的多个部位产生腐蚀作用，而且这个腐蚀作用比气相部位的腐蚀程度要严重得多，再加上氯化氢和硫化氢的共同作用，使得整个辐射的速度显著加快。由氯化氢、硫化氢、水构成的腐蚀体系的特点表现为：多种应力腐蚀形式并存，所以它会加快天然气长输管道的腐蚀作用。最后，从硫化氢，氯化氢，氨气和水共同构成的腐蚀体系进行分析，它的腐蚀特点具有危害范围广，并且对多种类型的设备都可产生腐蚀作用的影响，例如换热器筒体等

2.4 自然与地址灾害对长输管道的影响

目前西气东输、川气东送等长输管道的建设均敷设经过特殊路段，管线敷设穿越山川、江河等特殊地段，四川、甘肃均属于地震、泥石流频发地段，加上暴雨可能导致的洪涝，自然灾害对于本区域敷设的长输管道的影响是灾难性的，管线穿越一般地段因为地下水、土壤等原因，会导致管线的外腐蚀加大，减少管线的使用寿命和维修频次。管线穿越戈壁、沙漠等区域，异常的高低温增加了管线的热胀冷缩，使得管线垂直方向上应力增大，管线连接处累计发生破裂，

2.5 相邻建构物及设施对长输管道的影响

管线敷设沿线及周边架设高压架空线路、其他埋地敷设电力、供水、通信线路及其他建构筑物，施工过程中及运行期因施工方案不当、勘察遗漏等原因，因敷设水平距离不够、占压等原因，架空电力线路因水平距离不够，电磁敷设会对管线的阴极保护产生干扰，从而加剧了管线外腐蚀的速度；管线上方、周边建构筑物距离管道水平距离不足，会对后期管线维保带来不便，且增大了管道发生事故的影响后果。

3 天然气长输管线安全事故应急管理策略分析

3.1 引入智能化、自动化监管技术

抑制事故发生最主要的原因是提高设备本体安全可靠性，利用智能化监测、控制、测量系统实现对长输管线的远程监控和紧急事故处理，充分利用卫星遥感、无人机等设备开展远距离无人巡视，管线沿线视频时时上传，对于管线人为干扰、破坏随时喊话、及时制止。建立长输管线维保站，维保站接入管线监测系统，实现压力、流量、温度的时时监测和报警，对于异常报警实现远距离终端的紧急断开、调节，减少泄漏扩大化。培养一批智能化设备操作使用人员，提高维保人员只能化装备使用能力，在人员较少巡检范围较广的情况下实现对管线的全面覆盖。

3.2 建立完善的长输管线运营安全应急管理体系

事故的控制、监测、紧急处置离不开人，运营单位应建立健全全线应急管理保障体系，从上到下建立安全生产责任制，主要负责人为应急救援第一责任人，逐级落实。建立应急救援组织机构，从上倒下逐级覆盖，建立总部至各基层单位应急预案，预案与经营范围内安全生产事故相符，预案逐级审核、备案及告知，预案需包当地人民政府及天然气管道监管部门备案，预案需调查清楚当地的应急救援资源，预案符合当地应急救援制度，并与当地应急救援预案高度衔接。建立一批专业的应急救援保障队伍，救援人员具有丰富的现场救援能力，救援队伍定期开展跟现场一致的应急救援模拟演练，提高应急救援人员的实战能力。加强应急储备物资的使用和运维管理，引进国内外先进的应急救援物资，针对范围广、路难走的特点配备无人机、巡视机、皮艇等专业化救援设备，定期更新应急救援装备。加强运营单位全线应急救援资源的调配和共享，打通不同维保单位的通讯互通，就近的、整和最优资源应对突发事件，

让应急救援物资活起来。[4]

3.3 提高事故预防、鉴别能力

事故的控制措施包括预防措施、控制措施，施减弱和消除措施，将事故消除在萌芽里，坚决杜绝事故的发生。从管线调研、选址、设计、施工各个阶段强化安全设施设计及实施，评估管线风险，对采用的安全设施效果进行评估，采用事故扩大化的理论对安全设施的有效性进行评估，提高安全设施设置等级，增大安全设施投入在工程费用中的比例，从设计上杜绝事故发生的风险，提高设备本质化安全。管线运行过程中，正确处理异常数据，针对各个测量数据指定详细的反向追踪流程，进行节点分析，查明异常原因，每次异常有发生有反馈有处理。针对当地突发自然环境状况，提前关注当地预报，及早做好事故预警、管线保护、周边告知及人员安置工作。

3.4 做好沿线居民及维保人员风险告知和应急教育培训

做好应急教育培训，不仅包括运维保单位相关人员，也应包括管线沿线可能因生产经营活动对管线造成损坏的附件居民及企事业单位，项目建成后针对天然危险特性及沿线布设对当地居民及企事业单位进行告知，发放风险告知单，管线沿线设置明显的界限标识。对内加强运维保人员安全风险意识，正确处理泄漏事故，配备正确的劳动防护用品，正确使用抢险救援设备，针对事故类别合理分析，及时做出处置措施，加强自身安全防护。

3.5 加强检维修期安全监管

管线检维修涉及动火作业、有限空间作业、临时用电作业、吊装作业、清管作业等高危作业环节，检维修作业委托承包商进行作业，因承包商不熟悉当地环境及施工人员水平参差不齐等原因，加大了检维修过程中事故发生的可能。加强承包商选用和施工作业前的资质、作业经验、能力的审查。管线运营单位应将承包商作业人员进行安全培训教育，风险不了解不上岗、人员无证不上岗、劳保配备不齐全不上岗、考试不合格不上岗，检维修作业前严格按照检维修作业管理相关规定开展作业，加强对施工组织方案、安全技术交底、风险识别、现场应急处置方案的审批。加强现场作业监护，运营单位及施工单位均应派人对重大风险作业进行监护和指导。运营单位应统筹考虑局部管线检维修作业对整个管线的影响，检维修作业前做好上下游管线及阀室的影响分析和告知，针对受影响的距离分析及影响情况和紧急处置方案，特殊作业提高审批监管级别。

3.6 加强泄漏环境污染的应急处置

天然气泄漏会对当地的环境产生污染和破坏，火灾爆炸事故可能引发更大规模的环境污染事故，安全生产事故伴随着环境污染事件，安全与环境相关部门在措施制定上应衔接，充分考虑彼此影响，加强与当地应急及环境生态部门的联系和告知，对内指定环境事故应急预案，预案与当地政府及上级部门预案相衔接，储备齐全必要的环境事件救援物资，物资定期维护保养，保证功能的有效性。

结束语：综上所述，石油天然气的远距离管道运输属于国家能源调配，更是全球能源调配、输送的主要渠道，切实的关系到民生。长距离的管输与及时精准的应急救援需求之间存在矛盾，虽然针对长输管道应急救援存在与其相关的法规制度，但其发展过程中任然面临着亟待解决的问题，这些问题也是导致事故发生的主要原因。因此，经由本文分析，从石油天然气长输管道的事故类别及影响分析，得出相应几点意见：为杜绝天然气长输管道事故发生及后果的扩大化，应提高管线本质化安全、引入智能化监测设备、建立完善安全事故应急救援体系、更新应急救援装备、加强沿线及管理人员应急教育、提高检维修作业监管级别，对以上方面的重视与关注能够提升安全事故的处理能力与水平，使安全事故的概率明显降低，希望本次的分析内容可以为长输管道应急管理提供参考帮助。

参考文献

[1]李强.如何推进石油天然气安全生产的管理[J].化工管理,2021,(19).69-70.

[2]于鹏涛. 关于推进石油天然气安全生产的管理工作的思考[J].科技经济导刊,2021,(23).108-109.

[3]姚孝庭 .天然气长输管道运输安全问题及合理应对方式研究[J].中国设备工程，2018（19）：218-219.

[4]生家佩. 天然气长距离输送管道的安全运行管理[J].化工设计通讯刊,2018,43(11).208-214.