

# 城区段油气管道风险管控难点及消减措施建议

许明忠（国家管网集团广东省管网有限公司，广东 广州 510710）

**摘要：**为加强城区段油气管道安全管理，给出了城区段油气管道定义，调研了国内对城区段油气管道管理要求，分析了城区段油气管道风险管控难点，主要包含4点，分别是城乡建设加速，易导致城区段油气管道数量增加；油气输送管道易燃易爆，管道失效后果更加严重；管道周边人员活动频繁，现场风险管控难度更大；城区段油气管道管理要求更加严格，管道企业投入成本更高。从规划阶段、涉及与施工阶段、运行阶段分别给出了城区段油气管道风险消减建议。最后以实际案例证明上述风险消减措施可行，能有效降低城区段油气管道风险，为城区段油气管道日常管理提供参考。

**关键词：**城区段管道；人员密集；高后果区；风险消减

城区是指人口、机构、经济、文化、高度集中的区域。城区段油气管道指的是途经城镇区划内的油气管网，一旦失效易造成重大人员伤亡与经济损失，后果严重。城区段油气管道中心线两侧200m范围内，普遍存在四层及以上楼房、交通频繁、地下设施多，失效后果严重，属于III级人员密集型高后果区。针对人员密集型高后果区的安全管理，原国家安监总局等八部门《关于加强油气输送管道途径人员密集场所高后果区安全管理工作的通知》（安监总管三〔2017〕138号）<sup>[1]</sup>（以下简称八部门通知）中提出，加快建立健全管道安全风险管控和隐患排查治理工作机制，突出加强管道途径人员密集场所高后果区管理工作，有效防范管道重特大生产安全事故，认真管好人员密集型高后果区存量，严格控制人员密集型高后果区增量。2022年，国家管网集团针对城区段油气管道制定综合整治实施方案，要求加强城区段油气管道完整性管理，强化检验检测、缺陷修复和巡线管理，保护管道安全。随着我国经济社会发展，城镇化率持续增长，油气管网将进一步被各类建（构）筑物包围，城区段管道问题日益凸显，石油和天然气中携带一定量的有害物质，一旦泄露到大气中，会对周围造成一定的污染。当外部环境中有火源时，就会发生火灾和爆炸，这种情况很难得到有效的处理，而且一旦发生泄漏，会给管道安全运行和周边人员安全带来较高风险<sup>[2]</sup>。通过分析城区段油气管道风险管控难点，提出城区段油气管道风险管控建议，以实际案例分析城区段油气管道风险消减措施的可行性。

## 1 城区段油气管道风险管控难点

### 1.1 城乡建设加速，易导致城区段管道数量增加

《中华人民共和国石油天然气管道保护法》规定

管道线路中心线两侧各5m地域范围内不准建房以及修建其他建筑物、构筑物等危害管道安全的行为<sup>[3]</sup>。而GB32167-2015《油气输送管道完整性管理规范》要求，高后果区识别范围一般为管道中心线两侧各200m范围内<sup>[4]</sup>。使得城乡项目建设审批中常常借此为由邻近管道进行开发，导致油气管道周边区域的高后果区不断产生，数量持续增加<sup>[5]</sup>。此外，城乡规划与管道规划存在相互不协调问题，一些管道在建设时期周边土地尚未进行规划和开发，但随着地方经济的快速发展，在管道周边进行了大规模开发建设，造成了管道地区等级升高，易导致城区段管道数量增加<sup>[6]</sup>。

### 1.2 油气输送管道易燃易爆，管道失效后果更加严重

近年来，油气管道高后果区事故时有发生，对公众的生命财产安全造成极大威胁。2013年11月22日，青岛东黄输油管道因原油泄漏发生爆炸，致使63人不幸遇难、156人受伤，直接经济损失达7.5亿多元<sup>[7]</sup>；2021年6月13日6时42分许，位于湖北省十堰市张湾区艳湖社区的集贸市场发生重大燃气爆炸事故，造成26人死亡，138人受伤，其中重伤37人，直接经济损失约5395.41万元<sup>[8]</sup>。油气输送管道普遍具有高压、易燃、易爆属性，城区段油气管道因风险消减措施不力，管控不当造成管道失效油气泄漏后，会对周围群众生命财产安全造成严重威胁，极易导致群死群伤事件<sup>[9]</sup>。

### 1.3 管道周边人员活动频繁，现场风险管控难度更大

城区段油气管道一般途经人口、机构、经济、文化、高度集中的区域，例如普遍集中的住宅小区、写字楼、学校等地段，由于管道长埋地下，一般群众对其关注度较少。一方面，城区段油气管道普遍具有人员活动频繁，第三方施工数量多特点，现场风险管控难度大。另一方面，目前新建管道仅办理临时用地手续，无土

地使用权或通过权,管道企业的权益得不到保障。当管道敷设在城市规划区和发展区时,土地规划部门为保证土地有效利用,往往忽略了管道的保护距离,指示管道上方出现占压或者安全距离不足,增加城区段管道风险。

#### 1.4 城区段管道管理要求更加严格,管道企业投入成本更高

八部门通知要求对于途径人员密集型高后果区管段,管道企业要采取提高日常巡护频次、加密设置地面警示标识、安装全天候视频监控等人防、物防、技防措施,及时阻止危及人员密集型高后果区管段安全的违法施工作业行为。以高后果区视频监控为例,假设某城区段管道长度为2km,一个摄像头覆盖范围大概为300m左右,实现高后果区全覆盖需安装约7套,按照当前市场价格计算,约5万元/套,一个城区段管道需投入35万元,某管道企业60个城区段管道,平均投入安装费大约在2100万元,且后续随着运行时间增加,需投入维护成本更高。此外,城区段管道一般位于经济地区,普遍具有用地协调难、维修成本高特点。在当前经济大环境下,管道企业运行成本逐步增大,必然会对安全管理相关资源的投入产生一定程度的影响,因此,对管道操作、巡检维护、安全管理相关人员的设置和培训会受到负面影响,从而为管道的安全管理带来一定程度的风险。

### 2 城区段管道风险管控建议

针对城区段管道风险管控难点,从管道全生命周期管理考虑,城区段管道安全管控可分为3个阶段,即规划阶段、设计与施工阶段、运行阶段。

#### 2.1 规划阶段

作为管道管理企业,应周期性开展管道周边规划信息收集工作,参考目前部分企业管理要求,建议市级及以上的工程规划信息收集时间间隔最长不应超过6个月,区县级及以下的工程规划信息收集时间间隔最长不应超过3个月。及时掌握管道潜在影响半径且不少于200m范围内施工规划信息,尽可能避免新形成城区段管道或升级为城区段管道。

#### 2.2 设计与施工阶段

当无法避免形成城区段管道时,应从设计阶段提升城区段管道本质安全水平。一是严控焊接质量,从源头消除焊接隐患。认真吸取贵州晴隆“7·2”管道燃烧爆炸事故,施工过程中控制管道焊接质量,杜绝焊后无损检测把关不严现象;二是适当降低管道强度涉及系数,增加管道设计壁厚。充分考虑地区发展规

划,预估地区等级变化的可能性,选取较高级别地区相应的强度设计系数,增加管道壁厚;三是提高管道腐蚀防护系统施工管控水平。管道防腐控制系统对提高管道本体安全起着重要作用,在施工阶段应从源头上减少管道因防腐层或阴极保护系统安装不达标造成管道运行后产生腐蚀风险。

#### 2.3 运行阶段

一是定期开展城区段管道识别和风险评价,当管道及周边环境发生变化时,及时更新城区段管道信息,并通过采取“四防措施”,防止管道与市政管网、交通设施交叉、穿越形成密闭空间等隐患;二是加强城区段管道完整性管理,强化检验检测,按照TSG D7003-2022《压力管道定期检验规则—长输管道》有关要求,当具备内检测时,优先选用基于内检测完成定检工作,必要时缩短城区段管道检验检测周期,当发现缺陷时应及时修复,加强管道本体风险管控;三是按照八部门通知要求,城区段管道应加密巡护,建议巡护频次不低于2次/天,注重巡护质量,加密地面标识。同时,加强管道保护宣传,提高周边群众管道保护意识;四是定期组织城区段管道应急演练,提高应急处置能力。

### 3 城区段管道风险消减案例

某输气管道全长约51km,管径914mm,壁厚为21.4/25.4/28/29.3mm,设计输量为80亿方/a,于2012年12月投产,沿线设有1座压气站、1座分输站,2座阀室。途径深圳市龙华区、光明区、宝安区,其中穿越城区管段共23处,总长度37.31km,里程占比73%。其中,SZHF485-SZHF497桩号管段长约2km,该管段途经深圳市西乡街道铁岭仔公园,同时穿越龙腾社区、固兴社区,周边工厂密集,距离管道50m处有西城工业区,人口约5000人,距离管道70m处有西乡街道中心幼儿园,人口约200人,距离管道200m范围内有5家工厂,人口约12000人,建筑群基本为高四层及以上建筑,总人口数约为17200人,属于城区段管道。2022年,该管道管理单位通过RiskScore-TP软件完成管道半定量风险评价,结果显示该段管道风险等级为较高。为消除风险,保证管道安全运行,该管道管理单位从管道本体和外部环境等两方面采取风险消减措施,具体如下:

#### 3.1 管道本体风险管控措施

##### 3.1.1 外检测情况及其结果分析

每年开展不少于100%管道防腐层检漏工作,2022年开展了第3轮外检测,发现管道防腐层破损点2处,

均已完成修复,保证管道本体防腐层完好,降低腐蚀风险。此外,通过专业调查,发现杂散电流干扰1处,并委托专业单位完成杂散电流干扰治理,阴极保护有效率由85%提升到96%,及时消减外部干扰对管道腐蚀风险。

### 3.1.2 内检测情况及其结果分析

该段管道于2017年年完成第二轮内检测,发现1处金属损失深度大于30%wt缺陷点,并委托专业评价机构开展完整性评价,评价该处含缺陷管道剩余强度及剩余寿命,根据评价建议,对该处缺陷完成了修复,及时消除管道本体风险。(注:wt指管道正常壁厚,单位:mm)

### 3.1.3 环焊缝排查情况及其结果分析

为全面排查该段管道环焊缝风险,通过竣工资料排查、焊口对齐、底片(AUT扫查图)复核、内检测信号复核发现可能存在质量问题的焊口,并对问题焊口进行开挖复检。2021年共发现存疑焊口8道,主要缺陷类型为圆缺、条缺和未熔合,经现场开挖复检合格,不需修复。

## 3.2 管道外部风险管控措施

### 3.2.1 人防措施

分级设置总区段长、分区段长和专职区段长。高后果区巡护由专职区段长负责巡护管理,每日巡查一次,并聘用一名当地巡护工每日徒步巡护两次,上午、下午各一次,高后果区在特殊时期安排人员进行加密巡护。定期对该城区段管道开展精准宣传工作,发放宣传品,提高高后果区周边人员管道保护及应急逃生意识。

### 3.2.2 物防措施

该城区段管道在桩号SZHF485-SZHF488位置已敷设盖板,敷设长度为300m。管道上下游设置警示牌及高后果区风险提示牌,管道地面标识完好通透,管道埋深足够,无水毁塌陷现象。

### 3.2.3 技防措施

该城区段管道已安装光纤预警系统1套,以防第三方在管道周边施工。已按照2套智能摄像头对管道进行实时监控。同时,将无人机技术作为人工巡线的辅助手段,消除人工巡线中难以达到的盲区。

2023年6月,风险再评价结果显示该段管道风险等级为中等。此外,为进一步验证该段管道风险状况,委托专业评价对该城区段管道开展了定量风险评价,参考国家安全生产监督管理局2014年第13号公告《危险化学品生产、储存装置个人可接受风险标准和

社会可接受风险标准(试行)》,该段管道定量风险评价的个人风险和社会风险均在可接受范围内,证明风险消减措施有效。

## 4 结论与建议

①目前国内外未明确城区段管道准确定义,国内一般将Ⅲ级人员密集型高后果区纳入城区段管道管理,也有学者以管道周边人口数量为界,将管道200m范围内人口规模一般在10万人以上区域纳入城区段管道管理;②相比于一般高后果区,城区段管道风险管控难度更大,管道失效后果更加严重。受用地受限等原因影响,随着城镇化继续发展,控制新建管道城区段管道占比将更加困难,油气管道给周边区域带来的风险管控难度较大;③从管道全生命周期角度考虑,城区段管道风险管控需地方规划部门与管道企业携手共抓,从管道规划阶段、设计与施工阶段、运行阶段层层把关,坚持源头治理,有助于消减城区段管道安全风险。

## 参考文献:

- [1] 国家安全监管总局等八部门关于加强油气输送管道途经人员密集场所高后果区安全管理工作的通知[Z]. 国家安全生产监督管理局国家煤矿安全监察局公告,2018(01):24-25.
- [2] 钟林雄,周炎裕,孔淑颖,等.长输高压天然气管道高后果区的识别及风险管理策略分析[J].当代化工研究,2022(21):11-13.
- [3] 张建.护“命脉”明责任 保发展——《中华人民共和国石油天然气管道保护法》解读[J].中国石油企业,2010(07):24-25.
- [4] 董绍华.解读《油气输送管道完整性管理规范》[J].现代职业安全,2015(12):62-64.
- [5] 张涛.输气管道完整性管理高后果区管控存在的问题[J].上海煤气,2020(01):18-20+28.
- [6] 张圣柱,等.中国油气管道高后果区现状与全过程管理体系[J].油气储运,2021,40(05):521-526+544.
- [7] 国务院安委会关于山东省青岛市“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故的通报[Z].国家安全生产监督管理局国家煤矿安全监察局公告,2014(02):8-11.
- [8] 湖北十堰“6·13”重大燃气爆炸事故调查报告公布[J].安全与健康,2021(11):20-22.
- [9] 段云跃,谭涛.输油管道人员密集型高后果区风险消减措施的优化[J].天然气与石油,2022,40(04):152-158.