

城镇燃气事故影响因素分析

陈永军

新疆新捷燃气有限责任公司石河子分公司 新疆 石河子 832000

摘要: 随着城镇化进程的加速,城镇燃气使用规模日益扩大,燃气事故频发引发广泛关注。其影响因素复杂多样,涵盖燃气设施层面,如管道老化、设备质量不佳;人员操作层面,包含违规操作、安全意识淡薄;管理层面,涉及监管不力、应急机制不完善;以及环境层面,如地质变动、极端天气等。深入剖析这些因素,对有效预防城镇燃气事故、保障居民生命财产安全与城市稳定运行具有重要意义。

关键词: 城镇燃气;事故;影响因素;预防对策

引言:在城镇化不断深入的进程中,城镇燃气凭借其便捷、高效等特性,已成为居民生活和工业生产不可或缺的能源。但与之相伴的是,城镇燃气事故时有发生,小到影响居民日常生活,大到造成重大人员伤亡与财产损失,严重威胁城市安全稳定。这些事故并非偶然,而是多种因素共同作用的结果,涉及燃气设施、人员操作、管理监管以及外部环境等多个层面,深入剖析其影响因素迫在眉睫。

1 城镇燃气事故类型与特征分析

1.1 事故分类

(1) 按事故原因分类:泄漏是城镇燃气事故最主要的诱因,多由管道老化、接口松动、施工破坏等导致,燃气泄漏后易引发后续连锁事故;爆炸多因泄漏燃气在密闭空间内达到爆炸极限,遇明火、电火花等点火源触发,破坏性极强;火灾常伴随爆炸发生,或由燃气灶具使用不当、软管破损等直接引发,易造成人员灼伤和财产损失;中毒则是由于燃气不完全燃烧产生一氧化碳,或燃气直接泄漏至密闭空间被人体吸入,对人体呼吸系统和心血管系统造成严重损害。(2) 按发生场所分类:居民用户是事故高发区域,因用户安全意识薄弱、违规操作灶具等导致事故频发;商业用户如餐饮场所,因用气量大、使用时间长且人员流动频繁,易因设备维护不到位引发事故;管网系统覆盖范围广,受地质沉降、第三方施工等影响,事故发生概率较高且影响范围广;储配站作为燃气储存和中转枢纽,虽安全防护措施完备,但一旦发生事故,后果极为严重^[1]。

1.2 事故时空分布特征

(1) 时间维度:季节性特征显著,冬季因低温导致管道脆性增加、用户门窗紧闭通风不良,事故发生率明显高于其他季节;昼夜规律表现为早晚用气高峰时段(7:00-9:00、18:00-20:00)事故频发,此时段用气需求大,

设备负荷高,且用户操作频繁,易出现违规操作和设备故障。(2) 空间维度:城市老城区因管网铺设年限久、老化严重,事故发生率高于新城区;管网密度与事故发生率呈正相关,管网密集区域如商业中心、居民密集区,事故发生概率更高;人口密度越高的区域,燃气使用需求越大,人员流动越频繁,事故引发的人员伤亡和财产损失也更为严重,且事故扩散速度更快、影响范围更广。

2 城镇燃气事故影响因素识别

2.1 技术因素

(1) 管网老化与腐蚀:燃气管网材质选择不合理、早期施工工艺简陋,加之长期运行中缺乏系统维护,易引发管网老化破损。土壤湿度、酸碱度变化会加速管道腐蚀,形成锈蚀孔洞或裂缝,导致燃气泄漏。部分老旧管网超期服役,管道强度下降,在地质沉降或外力扰动下极易发生破裂事故。(2) 设备故障:阀门、调压器等关键设备因长期高负荷运行、零部件磨损,若未及时检修更换,易出现密封失效、调节失控等问题;燃气报警装置因传感器老化、校准不及时,会丧失泄漏检测功能,无法及时预警风险,为事故发埋下隐患。(3) 智能化监控系统缺陷:部分监控系统传感器精度不足,难以精准捕捉低浓度燃气泄漏信号;数据传输过程中存在延迟,导致后台无法实时掌握管网运行状态,错过最佳处置时机;系统数据分析能力薄弱,无法对潜在风险进行预判,难以实现主动防控^[2]。

2.2 管理因素

(1) 安全管理制度漏洞:部分燃气企业未建立完善的安全管理制度,巡检频率未达规范要求,对管网薄弱环节排查不全面;应急预案缺乏针对性和可操作性,应急处置流程不清晰;安全培训缺失,一线运维人员专业技能不足,普通用户无法掌握正确的用气知识和应急方法。(2) 监管执行力度不足:燃气安全监管涉及多部门,

存在职责交叉或空白区域,协同监管机制不健全;执法标准模糊,对违规用气、非法施工等行为处罚力度不足,难以形成有效震慑;日常监管多以事后查处为主,事前预防和事中管控力度薄弱。(3)企业主体责任落实不到位:部分燃气企业重效益轻安全,安全投入不足,未按要求更新老化设备和管网;隐患排查流于形式,对发现的问题未建立闭环整改机制,导致安全隐患长期存在,逐步累积演变为事故。

2.3 环境与人为因素

(1)自然环境影响:地震、沉降、滑坡等地质灾害会直接破坏燃气管网,导致管道断裂、接口脱落;极端高温、低温天气会影响管道材质稳定性,高温易使管道膨胀变形,低温则会增加管道脆性,同时极端天气还可能干扰设备正常运行,引发故障。(2)用户行为风险:居民和商业用户违规操作现象普遍,如燃气灶具使用后未关闭阀门、软管超长或老化未更换、密闭空间长时间用气等;部分用户私接私改燃气管道和设备,改变燃气正常流向和压力,严重破坏用气安全条件;多数用户安全意识淡薄,对燃气泄漏预警信号不敏感,缺乏应急处置能力。(3)第三方施工破坏:市政工程、房地产开发等第三方施工中,存在野蛮开挖、未提前报备燃气管道位置等行为,施工机械直接碰撞、碾压燃气管道,导致管网破损泄漏,此类事故具有突发性强、破坏程度大的特点^[3]。

2.4 社会与经济因素

(1)城镇化进程加速与燃气需求激增的矛盾:城镇化水平不断提高,城市人口和建筑面积大幅增长,燃气用气范围和用量急剧扩大,现有燃气供应系统和管网承载压力超出设计标准,部分区域管网布局不合理,供需失衡导致安全风险攀升。(2)老旧城区改造滞后与管网更新压力:老旧城区改造进度缓慢,大量早期铺设的燃气管网未能同步更新,管网老化、腐蚀问题突出;同时老旧城区建筑密集、地下管线复杂,管网改造施工难度大、成本高,进一步加剧了管网更新滞后的问题,形成安全隐患存量。(3)经济成本约束下的安全投入不足:地方政府和燃气企业受经济成本压力影响,在燃气安全设施建设、管网更新改造、安全培训等方面投入不足;部分中小企业为控制运营成本,压缩安全经费,导致安全防护措施不到位,无法有效抵御各类风险因素。

3 城镇燃气事故影响因素量化分析与模型构建

3.1 分析方法选择

(1)层次分析法(AHP)确定因素权重:将城镇燃气事故影响因素按技术、管理、环境与人为、社会与经

济等维度分层构建递阶结构,通过专家打分构建判断矩阵,计算各层级因素的相对权重与综合权重,明确不同因素对事故发生的影响程度排序,为后续量化分析提供权重依据,解决多因素权重难以客观界定的问题。(2)事故树分析(FTA)追溯关键路径:以燃气爆炸、泄漏等典型事故为顶事件,自上而下分解导致事故发生的直接原因和间接原因,构建包含基本事件、中间事件事故树模型,通过最小割集、最小径集分析识别事故发生的关键路径和薄弱环节,为精准管控风险提供靶向方向^[4]。(3)灰色关联分析或机器学习模型:针对燃气事故数据稀缺、信息不完全的特点,可采用灰色关联分析量化各影响因素与事故发生率的关联程度;若数据样本充足,可选用随机森林、BP神经网络等机器学习模型,通过训练学习挖掘因素间的非线性关系,实现事故风险的精准预测,提升分析的科学性与前瞻性。

3.2 实证分析

(1)数据收集与预处理:多渠道收集数据,包括近5-10年城镇燃气事故统计数据(事故类型、发生时间、地点、损失等)、专家对各影响因素的评分数据、管网检测、设备运行等实地检测数据;对收集的数据进行清洗,剔除异常值、填补缺失值,通过标准化处理统一数据量纲,构建结构化数据集,确保分析数据的准确性与可靠性。(2)模型验证与结果解读:将预处理后的数据集分为训练集和测试集,代入选定的量化模型进行训练与验证,通过准确率、误差率等指标评估模型有效性;基于验证后的模型输出结果,解读各因素对事故的贡献率,例如明确管网老化与腐蚀的贡献率达35%、第三方施工破坏贡献率达28%等,量化揭示核心风险因素的影响力度,为风险管控提供数据支撑。

3.3 敏感性分析

(1)识别高敏感性因素:通过调整各影响因素的参数值,观察模型输出的事故风险值变化幅度,筛选出对事故风险影响显著的高敏感性因素,典型如第三方施工破坏、用户违规操作、管网老化等,此类因素微小变化即可能导致事故风险大幅攀升,是风险管控的重点对象。(2)提出差异化管控策略:针对不同高敏感性因素制定精准管控措施,对第三方施工破坏,建立施工报备、现场监护、管线探测一体化管控机制;对用户违规操作,强化安全宣传培训与入户检查力度;对管网老化,制定分区域、分优先级的更新改造计划,合理分配管控资源,提升风险防控的针对性与有效性,实现差异化、精准化安全管理。

4 城镇燃气事故预防对策与建议

4.1 技术层面

(1) 推广智能监测技术:全面部署基于物联网的燃气监测终端,在管网关键节点、用户端等安装高精度传感器,实时采集燃气泄漏、压力异常等数据;搭建大数据预警平台,整合管网运行、气象、施工等多维度信息,通过数据建模与智能分析实现风险的提前预判、精准预警,同时构建应急响应联动机制,确保预警信息快速传达至运维人员与用户,提升风险处置效率。(2) 强化管网定期检测与更新改造:建立燃气管网全生命周期检测体系,定期采用管道内窥、声呐检测等先进技术开展管网体检,精准定位老化、腐蚀等隐患点位;大力推广非开挖修复技术,在减少路面开挖、降低对城市交通与居民生活影响的前提下,对老旧破损管网进行高效修复;制定分阶段管网更新改造计划,优先推进老旧城区、高风险区域管网升级,从源头提升管网运行安全性。

4.2 管理层面

(1) 完善安全法规标准:加快修订完善城镇燃气安全相关法律法规,明确燃气企业、用户、施工单位等各方主体责任;出台强制性标准,要求居民用户、餐饮等商业用户必须安装燃气报警装置及联动切断阀,规范设备选型、安装与维护要求;细化管网建设、运维、报废等各环节技术标准,为安全管理提供明确的法律依据与技术支撑。(2) 建立动态监管机制:构建燃气行业信用评级体系,将企业安全投入、隐患整改、应急处置等情况纳入信用评价指标;推行黑名单制度,对存在重大安全隐患拒不整改、违规操作导致事故的企业与个人列入黑名单,实施市场禁入、联合惩戒等措施;强化多部门协同监管,建立信息共享与联合执法机制,提升监管覆盖面与执行力度^[5]。

4.3 宣传教育层面

(1) 开展用户安全用气培训:常态化组织安全用气培训进社区、进校园、进企业活动,针对不同群体精准开展教学,向居民用户讲解灶具使用规范、软管更换技巧等基础常识,向商业用户普及大额用气安全管理要求,通过现场演示、互动问答等形式提升培训效果,强化用户安全用气意识与操作能力。(2) 利用媒体宣传典型案例与自救知识:借助电视、广播、短视频平台等多种媒体渠道,定期曝光燃气事故典型案例,深入剖析事

故原因与教训,形成警示震慑效应;广泛宣传燃气泄漏识别方法、初期火灾处置技巧、一氧化碳中毒自救互救等知识,制作通俗易懂的图文手册、科普视频,让安全知识深入人心,提升公众应急避险能力。

4.4 政策支持层面

(1) 加大老旧管网改造财政补贴:地方政府设立燃气管网更新改造专项财政资金,对老旧城区管网改造项目给予高额补贴,降低燃气企业改造资金压力;优化补贴申领与拨付流程,确保资金精准高效落地,推动改造项目加快实施;鼓励社会资本参与管网改造,拓宽资金筹措渠道,保障改造工作持续推进。(2) 鼓励企业投保安全生产责任险:出台激励政策,对投保安全生产责任险的燃气企业给予保费补贴,降低企业投保成本;建立保险与安全管理联动机制,推动保险公司参与燃气企业安全检查、风险评估等工作,借助保险机构的专业力量提升企业安全管理水平;完善理赔服务体系,确保事故发生后赔偿资金快速到位,减轻事故损失与社会负担。

结束语

综上所述,城镇燃气事故是多种因素交织作用的结果,涵盖设施老化、人员操作不当、管理监管缺失以及外部环境突变等诸多方面。为有效防范燃气事故,需多管齐下,加大对燃气设施的更新维护力度,强化人员安全培训与教育,完善监管机制与应急体系,同时密切关注环境变化并做好应对。唯有如此,才能最大程度降低事故发生概率,保障城镇燃气安全稳定供应,守护人民群众生命财产安全。

参考文献

- [1]李雄伟.燃气管网泄漏事故原因与预防措施探究[J].消防界,2022,(23):22-24.
- [2]郭小靖.城镇燃气安全风险分级研究[J].现代职业安全,2022,(08):80-81.
- [3]饶强,葛芝含.城镇燃气事故影响因素分析[J].煤气与热力,2024,44(10):33-37.
- [4]高杰.量化风险评价在城镇燃气安全管理中的应用[J].化工管理,2022,(09):92-94.
- [5]李笑冬.城市燃气安全事故应急管理策略[J].商讯,2021,(04):168-169.