

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2025.04.007

新安全形势下 燃气管道应急管理机制研究

潘小非, 周廷鹤

中国燃气控股有限公司安全监察部

摘 要: 本文分析了新安全形势下燃气管道安全管理存在的主要问题, 提出了优化燃气管道应急管理组织体系, 提高应急响应效率; 加强燃气企业应急能力建设, 提高应急管理水平; 加强管道保护基层工作, 完善日常巡护机制; 推动燃气管道智能监管, 提升应急管理水平等4项完善燃气管道应急管理机制的举措。

关键词: 燃气管道; 应急管理; 安全形势; 管道保护

1 引言

燃气管道是天然气输送的重要基础设施, 确保其安全运行, 提高天然气供应的可靠性和稳定性, 是维护地区能源安全的关键组成部分。随着燃气管道网络的持续扩展、运行年限的增长, 加之管道本体老化及外部环境不断变化, 燃气管道面临的风险日趋上升, 安全问题逐渐成为社会关注的焦点^[1]。开展燃气管道应急管理机制研究, 健全完善相关管理机制, 形成政企联合、上下联动的应急管理体系, 对科学制定燃气管道突发事件应急预案, 提升突发事件应急处置能力, 保障能源安全和人民群众生命财产安全, 维护正常社会秩序具有重要意义。

本文以华东地区某市为研究对象, 重点研究燃气管道突发事件应急管理的相关机制, 并提出具有可操作性和适用性的建议。

2 存在的主要问题

2.1 燃气管道安全运行外部风险凸显

城镇化区域正日益展现出向燃气管道逐渐靠拢的趋势, 作为没有围墙的线性工程, 燃气管道周边土地不断被开发利用, 特定目标、聚居场所等建设导致燃气管道周边人口密度增大, 燃气管道周边地区等级不断升级、高后果区不断扩大。城市基础设施建设频繁, 地下管线相互交叉问题日益突出, 第三方施工单位作业前准备不充分、作业人员风险意识不强、与燃气企业前期沟通不畅等, 因第三方施工造成管道损伤、断裂的事件时有发生, 这些成为燃气管道面临的主要外部风险。

近年来, 第三方施工破坏、管道占压、高后果区无序增长等影响燃气管道安全运行的外部风险因素不断凸显, 隐患协调整改难度持续加大, 一旦燃气管道

[第一作者简介] 潘小非, 安全总监、安全监察部总经理, 高级工程师, 主要从事城市燃气相关的安全监察工作。

发生事故，将对社会、经济、环境造成不可挽回的损失。新安全形势下管道保护及安全工作日益繁重，燃气管道安全管理工作面临新的挑战。

2.2 燃气管道事故及应急处置存在特殊性

根据中国城市燃气协会统计数据^[2]，2024年上半年，收集到的全国（不含港澳台）燃气事故数量共计181起，其中较大事故3起，共造成13人死亡、28人受伤。通过对事故原因分析发现燃气管道事故存在其特殊性，应急处置也需要有针对性。由于燃气管道的开放性，事故的发生位置存在不确定性，这对燃气事故应急响应的时效性提出更高的要求；事故发生的地域多处于燃气企业不受控的公共区域，应急处置需要政府各部门、第三方企业、社会公众及燃气公司多方联动；多数燃气事故及未遂事件的第一发现者并不是燃气企业的专业巡检人员，而是社会公众，因此需要燃气企业进一步完善管道保护基层网格体系和燃气管道巡护机制。

2.3 燃气管道应急协同联动机制有待完善

地方政府部门和燃气企业对应急管理的重视程度不够，现有燃气管道保护体系重点聚焦在安全生产和管道保护方面，未全面涵盖燃气管道突发事件应急管理有关内容，燃气企业与专业应急救援机构的协同机制尚未建立或不够完善，不能确保在紧急情况下能够迅速、有效地开展应急救援工作。

燃气企业事故应急救援指挥体系不健全，抢险人员和职责不明确，应急宣传培训少，企业安全生产主体责任落实不充分，与地方政府部门、燃气管道沿线企业之间联系不紧密，应急联动脱节。

2.4 燃气企业应急处置不到位

2.4.1 应急预案不符合实际

燃气企业应急预案存在与企业实际不符^[3-5]、衔接程序冲突、预案照搬照抄等问题；应急预案演练中存在领导重视、基层职工忽视等问题。导致应急预案执行不下去或执行效果大打折扣，从而延误最佳处理时机，造成事故后果的进一步扩大。

2.4.2 应急演练流于形式

应急演练缺乏全面性和实效性，演练计划、记录和总结不完整、不规范；应急演练只注重基层员工的现场技能演练，缺少针对应急指挥人员和管理人员的功能演练和桌面推演，造成因现场指挥人员不熟

悉应急处置流程、现场处置不当等情况进而导致事故影响扩大。

2.4.3 应急处置人员素质有待提升

因燃气管道的特殊性，对应急处置人员的专业要求较高，既要有危险化学品相关知识的积累又需要应急处置、宣传、材料、焊接等专业知识的能力。目前燃气管道应急处置人员能力和专业知识参差不齐，很难有效应对多场景的突发事件应急处置。

3 应急管理机制构建

3.1 优化应急管理组织体系，提高应急响应效率

3.1.1 完善跨部门、跨区域、跨层级协作机制

燃气管道应急管理涉及多个政府部门和企业，在处置燃气管道突发事件过程中，燃气企业应急自救是基础，政府各部门专业监管是保障。完善燃气管道应急管理的组织架构及跨部门协调机制，建立上下衔接顺畅、管理高效的应急管理机制，确保各相关政府部门和企业应急处置过程中能够高效协同，形成合力。

制定跨区域的应急协作机制，加强燃气管道沿线地区各政府部门和企业的协调协同，明确各方职责，建立信息共享机制，确保在突发事件发生时，相关信息能够及时准确地传达给所有相关方并迅速有效地进行联合救援。

3.1.2 加强应急宣传与防御预警

政企合力，定期开展燃气管道保护及应急知识宣传活动，以“特定区域、特定人群、注重实效”为实施原则，对管道沿线企业、基层组织和居民进行“一对一”精准宣传，提升管道沿线群众安全意识、应急意识和自我保护能力。

拓宽并优化预警信息发布途径，综合运用多种信息发布渠道，包括但不限于官方网站、社交媒体平台、手机短信、广播电视、户外显示屏及专用预警APP等，确保信息快速、广泛覆盖。定期组织预警信息发布及应急响应的模拟演练，检验并完善信息发布体系的实际操作性和有效性。

3.1.3 加强多方协作与应急联动

燃气企业应深化与其他应急救援机构的合作，确保各应急预案的无缝对接。通过依托专业机构的专业技术和资源，强化燃气管道的应急抢修能力。

加强政府及燃气企业的应急物资储备，在合理布局的基础上，建立功能完备、物资充沛的综合应急物资储备库。完善社会储备，发挥市场作用，加强资金政策扶持和标准引导，确保生产企业对重点物资持续供应。

全面提高应急管理综合能力，做到常态与非常态相结合，预防与应急并重，做好风险预测识别。要深入实际进行调查，掌握第一手资料制定预防措施和相应的应急处置方案，防止事态扩大，使应急管理工作由被动管理变为主动管理，实现对燃气管道突发事件的有效掌控。

3.1.4 加强资源整合与现场处置

依托燃气企业各级应急预案、安全管理体系，地方政府建立部门化、结构化、稳定运行的应急管理机制。增加燃气企业与政府各部门的资源整合度，并依托外部应急救援专家团队开展常态化应急管理和安全检查。根据燃气管道保护特点，细化现场指挥职能及与各救援队伍的协调分工方案，提高应急处置措施可执行性和可操作性。

3.2 加强燃气企业应急能力建设，提高应急管理水

3.2.1 完善应急预案及应急处置方案

制定科学、规范、针对性和可操作性强的应急预案对于高效合理的处置燃气管道突发事件至关重要，

燃气企业应结合燃气管道事故的特点，制定专项应急预案，对应急机构和职责、人员、技术、设备设施、物资等方面进行详细的安排。有针对性的制定现场处置方案，编制燃气泄漏事故应急处置卡（如图1），从而实现专项应急预案或应急处置方案的简明化、卡片化。

燃气经营企业泄漏事故应急预案要重视与政府各部门、社区、消防救援、医疗、公安机关、周边企业等有效衔接，以保障紧急情况下应急处置的高效响应^[9]，从而及时、有效控制事故恶化。

3.2.2 开展应急资源调查和储备

全面摸清应急救援队伍、物资装备、场所等资源情况，为制定有效的应急响应措施提供依据。优化应急资源储备，根据实际需求，合理配置和储备应急物资、设备和人力资源。表1给出了机动哨兵、应急处置人员、抢险队伍3类应急力量在燃气管道突发事件事态控制工程中常见的物资配备情况。

3.2.3 强化应急演练和培训

(1) 定期开展突发事件应急演练

定期开展突发事件应急演练，提升实战化应急水平，提高管理人员应急处置水平和指挥能力、抢险人员应急处理能力和协同作战能力，确保在实际事故中能够有效应对。围绕“接警报告-应急预警-响应启

CHINAGAS 中国燃气 市政管网泄漏 应急卡 V1.0			CHINAGAS 中国燃气 庭院管网泄漏 应急卡 V1.0			CHINAGAS 中国燃气 室内燃气泄漏 应急卡 V1.0		
步骤	要点	岗位责任	步骤	要点	岗位责任	步骤	要点	岗位责任
一报	发现泄漏或接到泄漏报警，立即上报中控调度。	巡线员	一报	发现泄漏或接到报警，立即上报中控调度、网格长。	网格员	一报	接到报警后，问清事故地点、报警人姓名、联系电话、报警内容（燃气、着火、爆炸等事故大小其它特征）。	话务/调度中心
二警	向运营部门经理、安监部门经理、公司分管负责人、公司负责人等报告。	调度员	二警	向运营部门经理、网格管理部门经理、安监部门经理、公司分管负责人、公司负责人等报告。	调度员	二警	若泄漏地点为报警人家中，话务人员指导报警人关闭表前阀、开窗通风，禁止回电电器开关等。	话务/调度中心
三检	视情况向当地政府、消防队报告，接受和传达各级指令。	总经理	三检	视情况向当地政府、消防队、公安、应急报告，接受并传达各级指令。	总经理	三检	若室内燃气总阀无法控制时，话务人员指导报警人关闭立管阀门或联系物业关闭总阀门/箱阀。	话务/调度中心
四切	在泄漏点附近拉设警戒线。	巡线员	四切	在泄漏点附近拉设警戒线。	网格员	四切	由该片区网格员前往事故地点检查具体位置、泄漏状况等，指导现场无关人员撤离，确保警戒区域内无明火及无关人员。	网格员
五修	疏散周围群众。	网格员	五修	疏散周围群众。	网格员	五修	如泄漏发生在大堂走廊或疏散行政区域时，及时与相关单位现场安全管理负责人对接，并配备疏散人员。	网格员
六复	站岗警戒，禁止无关人员靠近警戒区域，严禁明火。	巡线员	六复	站岗警戒，禁止无关人员靠近警戒区域，严禁明火。	网格员	六复	对室内环境、溢流走廊、排烟井、排烟道等，地下室等进行检测，燃气浓度达到爆炸下限20%以上，必须用防爆风机强制通风。	网格员
	检测周边可燃气体浓度，查找泄漏点。	巡线员		检测周边可燃气体浓度，查找泄漏点。	网格员		采取有效措施进行现场的通风或燃气稀释工作。	网格员
	对周边地下井、沟、地下室等密闭空间和邻近的建筑物进行监测，如燃气浓度瞬时浓度达到爆炸下限20%以上，必须用防爆风机强制通风。	抢险人员		对周边地下井、沟、地下室等密闭空间和邻近的建筑物进行监测，如燃气浓度瞬时浓度达到爆炸下限20%以上，必须用防爆风机强制通风。	抢险人员		确保现场环境检测合格后，对室内控制阀门至未端旋塞阀之间的软管，使用U型水柱进行气密检测。若气密检测不合格，判断为连接件或管段泄漏，使用肥皂水或可燃气体检测仪进行检测，确定具体泄漏点。	网格员
	对管网、阀门的微小泄漏，视情况进行有效的堵漏或夹管停气。	抢险人员		对地上管网泄漏，视情况关闭上游进地阀门。	网格员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	对管网的较大泄漏，经请示运营部门负责人后，关闭泄漏点上下游相关阀门。	巡线员		对地下管网的微小泄漏，视情况进行有效的堵漏或夹管停气。	网格员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	对泄漏管段降压、停气，通过放散管进行安全放散，设定安全放散区域，设专人值守。	抢险人员		对地上管网的较大泄漏，经请示网格管理部门负责人后，关闭泄漏点上下游相关阀门。	网格员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	对泄漏管道、阀门等进行修复，涉及动火作业的现场办理动火作业票，落实动火安全措施，时刻检测作业现场的燃气浓度，保持通风，确保环境安全。	抢险人员		对泄漏管段降压、停气，通过放散管进行安全放散，设定安全放散区域，设专人值守。	抢险人员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	待管段冷却完全，焊口检查合格，开阀逐渐升压，查漏，确认泄漏点管段或设备修复完好，防腐完成后，进行燃气置换。	运营人员		对泄漏管段降压、停气，通过放散管进行安全放散，设定安全放散区域，设专人值守。	抢险人员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	确认阀门箱内阀门或中压立管阀门处于关闭状态后，恢复市政管网供气。	运营人员		待管段冷却完全，焊口检查合格，开阀逐渐升压，查漏，确认泄漏点管段或设备修复完好，防腐完成后，进行燃气置换。	运营人员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	在有效通知用户后，确认各用户端燃气具处于关闭状态，方可恢复用户供气。	客服人员		确认阀门箱内阀门或中压立管阀门处于关闭状态后，恢复市政管网供气。	运营人员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	清点人数，评估终止条件，应急终止。	现场指挥		在有效通知用户后，确认各用户端燃气具处于关闭状态，方可恢复用户供气。	客服人员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	清点人数，评估终止条件，应急终止。	现场指挥		在有效通知用户后，确认各用户端燃气具处于关闭状态，方可恢复用户供气。	客服人员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员
	清点人数，评估终止条件，应急终止。	现场指挥		在有效通知用户后，确认各用户端燃气具处于关闭状态，方可恢复用户供气。	客服人员		管段检测合格，再对投查之后的连接软管（灶前软管、波纹管）至用气设备之间，使用U型水柱进行气密检测，检测合格则判断为入户支管或户内立管供气，检测不合格则判断为连接软管（灶前软管、波纹管）或用气设备存在泄漏。	网格员

图1 燃气泄漏应急处置卡

表1 常用应急物资

应急力量	常用物资名称	
机动哨兵	安全帽、反光背心、四合一气体检测仪、警示带、警示旗、喊话器、阀井钩、对讲机	
应急处置人员	安全帽、反光背心、便携式激光甲烷检测仪、防爆对讲机、防爆手机、防爆喊话器、防爆执法记录仪、防爆活动扳手、便携式风向标、警示带、调压箱柜钥匙	
抢险队伍	检验检测类	四合一气体检测仪、乙烷气体检测仪、四氢噻吩检测仪、激光甲烷检测仪、执法记录仪、风向标
	警戒类	警示带、警示牌、锥形事故桩、喊话器
	信息通讯类	对讲机
	照明类	防爆型移动式照明设备
	工具类	木制堵漏楔、带压封堵夹具、止气夹、发电机、配电箱、注氮设备、壁厚检测仪、路面打孔机、防爆轴流风机、便携式放散管、临时静电释放桩、车辆阻火器、三脚架、防爆工具、割刀、开孔机、电焊机、电熔焊机、热熔焊接、切割机、水泵、泥浆泵、角磨机、空压机
	个体防护类	安全帽、反光背心、全身式安全带、正压呼吸机、消防防火服
	消防器材	手持式干粉灭火器（8kg）

动-事态控制-现场抢修-恢复供气-接触应急”7个阶段开展有针对性的应急演练，检验应急预案的实用性和可操作性，发现问题、解决问题，及时进行应急预案评估和总结，调整不合理的应急处置流程。

定期开展政企联合的实战型应急演练，可以提升政府各部门、管道沿线企业等各方应对燃气管道突发事件的专业应急能力和综合协调水平，通过联合演练可以实现信息共享、缩短救援时间、避免事态扩大等目的。

(2) 重视应急抢险队伍建设

制定完善各项管理制度，规范队伍纪律，建设积极进取、技术到位、服从指挥、训练有素、职责明确、结构完整、反应灵敏的应急力量。选拔专业技术人员充实应急管理队伍，加强应急抢险人员理论知识和动手操作培训，定期开展相关法律法规、救援基本知识和技能培训并进行考核。

(3) 持续加强业务能力培训

把应急管理培训纳入各级干部培训必修内容，推动建立基层人员应急管理常态化学习机制，提升各级人员的专业素养和应急处置能力。通过专家授课、经验交流、案例分析、专题研讨、实地观摩等多种形式，持续加强业务能力培训。探索推动企业职业技能等级认定，联合政府主管部门开展燃气管道保护

相关岗位技能竞赛，不断提升从业人员素质。

3.2.4 优化应急值守点

城镇燃气管道应急值守点是用于驻守燃气突发事件应急处置人员和储存应急处置必要应急物资的重要场所。一旦出现燃气管道突发事件，需设置多个应急值守点才能满足在规定时限内快速抵达事故现场、高效处置突发事件的基本需求^[7]。燃气管道突发事件应急处置应遵循“黄金30分钟”原则，突出抢先抓早，将事故风险遏制在萌芽初起阶段。因此，应急值守点的设置对提高抢险效率与安全效益具有重要意义。合理布局应急值守点，要综合考虑应急处置时效性、经济性及各值守点承担工作量的均衡性，实现燃气管道突发事件高效处置，以应急抢险总到达时长最短、值守点与突发事件多发区域距离最近，应急值守点数量最少为目标。

3.2.5 加强事故调查与后续改进

建立健全事故事件经验反馈和持续改进机制，认真总结行业内有关事故事件经验教训并以此为契，全面审视和评估本企业现有的应急预案是否存在不足，是否存在导致类似事故事件发生的问题隐患。及时跟进整改，对应急预案进行必要的修订和完善，增强预案的针对性和可操作性。通过持续改进，不断提升安全管理水平，推动应急管理机制不断成熟，提

高应对突发事件的能力。

3.3 加强管道保护基层工作,完善日常巡护机制

3.3.1 完善管道保护基层网格体系

加快基层应急力量整合,持续推动燃气管道保护应急管理工作重心下移、力量下沉,通过对燃气管道沿线乡镇(街道)资源力量的有效整合,建立健全乡镇(街道)、村(社区)燃气管道保护基层网格体系,明确管道保护专(兼)职安全员,“谁的属地谁负责”,高效推进燃气管道安全保护、高后果区管理的网格化综合监管,形成基层应急管理健全的领导机构和机构,能及时发现并化解管道风险隐患。

3.3.2 完善燃气管道巡护机制

建立健全燃气企业全员安全责任制,完善“自主巡护、分类管理、分段承包、责任到人”的管道巡护机制,严格巡护管理,充分发挥巡线员“吹哨人”作用。同时加大科技投入,采用信息化手段,丰富管道巡护措施,开发建立一体化监控平台,融合无人机、地理信息、前端AI识别及物联网技术,实现“人防+物防+技防+信息防”等手段高效结合,逐步构建数字化智慧管网巡护体系。

3.3.3 加强安全隐患排查治理

重点排查整治燃气管道沿线第三方施工、建筑物占压、挤占管道、安全距离不足、管道穿越密闭空间等外部安全隐患。按照“分区域、分类别、网格化”的原则,实施风险差异化动态管理,对排查出的隐患实施闭环整改。要加大安全监管力度,防患于未然,通过隐患排查治理,及时找出燃气管道运行中可能出现的缺失、漏洞,把隐患消灭在事故发生之前。

3.4 推动燃气管道智能监管,提升应急管理水平

3.4.1 推进燃气管道保护智能化建设

积极推进新建管道智能化建设和在役管道保护智能化改造,全面提升管道保护智能化管理水平。如在燃气管道经过的高后果区等重要管段设置全天候智能视频监控,实现异常情况实时提示报警;加强管道巡线数字化管理,配备智能巡检系统,实现实时查看管道巡检记录全覆盖;针对重点燃气管道开展无人机飞行巡检试点,重点感知发现管道两侧的施工迹象、地表破坏、违章占压等行为。

3.4.2 强化科技兴安

强化科技兴安,落实信息化建设,开展生产管理

系统建设应用,将各类智能化信息技术应用于事故应急体系,快速进行各方信息传达,高效开展应急指挥;通过应用GIS系统建立燃气设施数字地图,准确定位燃气管道,实现智能关阀分析、影响用户区域分析,自动生成处置方案,可大幅度提升事故应急体系的效能,增强应对突发事件的能力。

3.4.3 构建政府层面的安全监管平台

由有关政府部门牵头,整合各方信息资源,实现与燃气企业的信息系统对接,确保数据的实时共享,提高监管效率和响应速度。充分利用信息化、数字化、智能化技术,建立智能化的监测预警系统,实时监控燃气管道运行状态,及时发现并处理潜在风险,提高应急响应的效率和准确性。

4 结语

在长期实践基础上,地方政府及燃气企业不断积累应对燃气管道突发事件的经验,在燃气管道应急管理方面进行很多创造性的尝试,形成有针对性的应急管理机制,可以有效提升燃气管道的安全保障和应急处置能力。

在新的安全形势下,地方政府及燃气企业还需持续的、创造性的完善燃气管道应急管理机制,确保在面对燃气管道突发事件时能够迅速、有序、有效地进行应急处置,最大程度减少事件造成的影响和损失。

参考文献

- [1]霍琰,李长江.城镇埋地燃气管道泄漏事故应急处置研究[J].城市燃气,2020,(10):30-32.
- [2]中国城市燃气协会安全管理工作委员会.全国燃气事故分析报告(2024年·上半年报告)
- [3]刘萌,徐松强.城镇燃气应急体系建设与应急演练探讨[J].煤气与热力,2014,34(11):39-41.
- [4]武淑平,翟怀远,宋守信.城市燃气系统应急能力评价指标体系的构建[J].煤气与热力,2009,29(04):47-49.
- [5]余春青,董力,王宏刚.关于城镇燃气隐患排查和应急管理的思考[J].城市燃气,2022,(04):33-36.
- [6]李茜璐,邹光国,戴志向,等.城镇燃气管网应急值守点优化选址方法研究[J].中国安全生产科学技术,2024,20(03):53-60.