

城市燃气管网偷盗气检测技术及预防措施研究

龙 龙 常光德 卜繁多 杨午腾 董新利（北京市燃气集团有限责任公司，北京 100035）

摘要：城市燃气输送网络遭受窃取燃气资源的非法行为，严重威胁了燃气供应的可靠性与持续性，亦引发了潜在的生态风险。随着燃气行业范围的持续拓宽，盗窃现象呈现出较为严重的态势。因此，探讨提升窃取行为探测技术及其防范策略的紧迫性问题显得尤为重要。本论文对窃取气体的主要途径进行详尽剖析，深入研究了现下普遍采用的窃气探测技术，探讨了物质检测手段、化学反应监测技术以及智能化监督技术的实施与应用领域，并提出了相应的防范策略。研究表明，融合当代信息技术与智能化策略，显著增强了对盗窃行为的监控与防御效能，确保了城市燃气输送系统的稳定与安全操作。

关键词：燃气管网；偷盗气；检测技术；预防措施；智能监控

0 引言

伴随着城镇化步伐的迅猛推进，燃气输送网络的地域渗透力持续增强，天然气消耗量呈现持续上升趋势。然而，燃气输送网络中窃取燃气资源的行为却呈现持续加剧的趋势，构成了对城市燃气供应安全的威胁，且引发了经济损失及环境污染的显著问题。窃取行为具有显著的潜藏特性，传统的现场巡视与监控技术已不足以应对即时性与高效性监管需求的挑战。因此，迫切需要采纳前沿科技与新颖策略，强化对盗窃行为的监控与防范措施，确保城市燃气管道系统的稳定运行，并维护社会公共安全。

1 偷盗气行为的常见手段分析

1.1 管道破拆与非法连接

窃取燃气资源的常见手法之一涉及对市政燃气输送管道实施破坏性侵入与非法接驳。窃贼往往采取破坏性手段，损害燃气管道的封闭性能，部署违规的分支管线或连接部件，进而将燃气输送至非法使用者所辖的管道系统内。此类情形通常发生在都市基础设施的交汇节点或陈旧管道的连接部位，鉴于该区域监管力度尚显不足，为窃贼提供了可利用的便利条件。违规接入的燃气管道通常未能达到规范要求，易于引发泄漏或管道浸蚀现象，提升了安全风险系数。

1.2 非法设备的安装与使用

一种普遍采用的窃取燃气手段是借助非法装置实施。窃贼往往在合法燃气用户计量仪表之后或燃气输送管道之上装置非法的“旁通”设施，规避燃气计量装置，违规获取燃气资源。此类装置普遍具有高度隐蔽性以及操作秘密化的特性，且通常难以通过常规的量度与检验工具进行识别与确认。窃贼借助燃气计量仪表的示数差异，实现隐蔽用气量、逃避检测的目的。

鉴于燃气计量装置及其周边管路通常需依赖特定技术手段进行检测与维护，非法装置的部署通常难以被一般用户或非技术人士所辨识。

1.3 技术手段突破与隐蔽性增强

伴随着盗窃行为的猖狂与复杂，窃贼逐步采用更为尖端的科技手段以突破既有的监控壁垒。例如，部分窃贼借助微型探测器、电磁干扰装置等工具，妨碍燃气计量装置的准确记录功能或损害燃气输送管道的监控体系。这些技术手段的运用导致盗窃活动愈发难以察觉，监控体系在实时性方面存在不足，难以迅速捕捉异常情况。借助先进科技手段，窃取行为的技术手段得以实现更为精确与迅捷的执行，通常仅需短暂时刻即可迅速实现非法接入或装置部署，而传统巡查方法难以有效侦测。

2 现有偷盗气检测技术分析

2.1 物理检测技术

声波探测技术依托于对燃气管道在运作期间所产生声波信号的捕捉与分析，作为识别窃取燃气行为的手段。输送管道在常规运作状态下进行燃气流通，气流运动能够引发特定频率的声波传播，此类声波脉冲在管道网络中扩散。若发生非法接入或管道结构被破坏，气流的波动将引发声波波频及振幅的非正常波动。借助部署高精度声波探测装置，实时监测并迅速触发预警机制以应对此类变动。依据实证资料，超声波探测技术能够在 20m ~ 30m 的管道区间内精准地辨别出气流的不寻常状况，特别是在直径较大的管道或主要输送管道领域展现出卓越性能。

振动检测技术基于对管道系统振动特征的持续监控，以实现对异常状况的辨识与诊断。在常规情境下，燃气输送管道在气体流动作用下引发轻微的颤动；在

盗窃行为出现时，违规接入或不当操作将致使管道系统振动特性产生变异。此类波动现象得以通过部署高精度加速度探测器、振动探测器等装置予以实时监控。依据具体实施状况，振动探测设备具备在数米至数十米距离区间内对微弱振动异常进行侦测的能力，尤为适宜于地底管道或潜藏空间。该技术的显著优势在于具备远程实时监测的能力，同时具有较低的误报率。

2.2 化学检测技术

气体组分检测技术凭借对燃气管道内气体组分变化的监测以辨别窃取燃气的行为。在盗窃行为出现时，违规接入节点通常引发气体组分的细微变动，例如氧分压、二氧化碳分压或其他气体分压的波动。借助在管道要害部位部署气体组分探测仪，燃气成分的实时监控功能得以实现，经数据挖掘与模式识别技术揭示出异常情况。于若干主要都市的燃气输送网络领域，气体组分检测技术已得到广泛普及，感应器能够精准捕捉诸如甲烷含量细微波动的现象，据此辨别违规燃气流通。

气体泄漏探测技术通过运用特定化学物质实现对气体泄漏或窃取行为的侦测。该物质展现出对特定气体组分（如甲烷、丙烷等）的显著感知能力，在气体逸散情境下，可观测到显著的反应性转变。将此类敏感资料与感应元件相融合，于管道表层或接入端部署智能化泄漏探测设备。若发生气体逸散或违规接驳情形，对敏感资料的感知将激活警报机制。该技术展现出卓越的敏感度与快速响应能力，特别适宜于低浓度气体泄漏的场所。

2.3 智能监控与传感技术

智能传感技术融合了多样化的感应元件，该系统具备对温度、压强、流速、振动等多元指标的同步检测功能。在窃盗行为实施之际，此类指标的非正常波动将迅速被感应器侦测并即时反馈至监控体系。智能型传感设备依托其内置的计算模块与无线传输手段，具备对数据实施即时分析与远端警报触发的能力。例如，部署于管道周缘的智能化探测装置，在察觉细微的压力波动时，即刻触发警报系统，并同步追踪异常状况。

3 基于新技术的偷盗气预防措施

3.1 提高检测精度与实时性

伴随着科技的发展，增强气体气流探测的准确度与即时反馈能力，对于防范措施的实施至关重要。常规的检验手段通常呈现出某种程度的滞后性与限制

性，面对日渐繁复的盗窃技术手段的挑战，旨在补偿这一缺陷，采纳综合多源传感器信息融合策略，已演变为一种高效的问题解决途径。借助在燃气输送网络的关键节点部署各式各样的探测装置，如温测元件、压感元件、流速元件以及震感元件等，可以实现对气流动态、管道运行状况以及周边生态环境的全方位监控。若众多感应装置所收集的资讯显现出异常状况，系统具备智能化数据处理与解析能力，评估是否存在盗窃气体行为。

与此同时，数据挖掘与智能算法的融合显著提升了盗窃行为的预警与防治效能。对管道网络信息进行即时搜集与深度解析，融合先进的人工智能计算模型，在有限的时间内识别出潜在的非典型规律。例如，依托于历史资料构建的深度神经网络模型具备自主辨识管网运行过程中异常波动的功能，进而对历史资料进行详尽的比较与评估，迅速锁定窃贼活动的高发地带。

3.2 强化管网建设与维护

除却技术性途径之外，加强管道网络的构建与保养亦是遏制窃取燃气行为的关键手段。首先，管道系统的材质与构造的改良构成了增强管道系统安全性及防窃性能的根本保障。伴随着新型高韧性、耐侵蚀材质的研发问世，众多都市陆续采纳了具备耐压性及抗裂性能的管道建材，该等物资显著提升了管道系统的耐用年限，并可提升其抵御撕裂性能。此外，管道网络的构造规划亦需全面考虑防窃之必要。例如，采纳构筑防御屏障、增设安全启闭装置等策略，可以显著减少遭受外部侵害的可能性。

基于此一前提，提升网络防护体系的安全性措施亦属必要之选。近年来，城市管网规划领域逐渐引入了智能化防窃技术，于管道接口部位部署智能化防窃设备，系统具备自动侦测违规接入并触发警报的功能。于管网核心部位部署智能化监控体系，借助影像监控、热成像技术等设备，持续提升网络防护体系的防窃性能。

3.3 加强法治建设与社会监管

尽管在预防窃取燃气行为的过程中，技术手段扮演了举足轻重的核心角色，然而单纯依赖技术措施通常难以根本遏制窃取气体的非法行为。因此，强化法治体系构建与公共治理效能的提升亦具同等重要性。确立并执行严密的法纪规范构成遏制窃取燃气的根本措施。针对窃取燃气的不法行为，务必强化法律制裁的强度，增强违法行为的代价，借助严谨的执法手段

对潜在的违法行为者实施威慑。法律规范应详尽规定窃取能源的行为的刑事处罚及民事赔偿义务，对窃贼执行严格的惩戒措施，涵盖重罚、刑事制裁等严厉措施，严格保障窃取资源行为所承受的巨大经济代价与显著法律风险。

民众的介入与监管也构成遏制盗窃行为的有效途径。增进民众及社会各界对窃取燃气所造成损害的认识程度，倡导社会各界踊跃投身于燃气安全监管事务的协同治理之中，能够构建起社会协同防御的统一战线。行政机构可实施燃气安全知识普及活动，提升社会群体对盗窃燃气现象的重视程度，积极倡导对盗窃活动的揭发与报告。

4 持续创新与发展方向

4.1 未来技术的发展趋势

伴随着信息技术的迅猛进步，窃取行为探测与防御策略正朝着智能化、自动化及效能优化的路径不断进步。未来，智能物联网（IoT）系统在燃气管道的智能化监管领域展现出更为显著的效能。依托于燃气管道周边的智能探测装置的部署，该系统具备即时搜集燃气流速、压强、热能等核心参数的能力，借助无线传输技术将信息传递至监控指挥中心，进而达成远距离即时监控。一旦识别出异常信息，该系统具备自动激活警报机制并即刻向相关责任人发送紧急通知，以促其迅速作出应对的能力。

人工智能技术的融合与大数据解析手段的整合，亦将构成燃气管道网络中窃取燃气行为防控的关键策略。人工智能技术依托于机器学习与深度学习等计算模型，得以实现智能化发展，对历时累积的燃气消费记录实施规律性剖析，精确判别异常燃气使用状况。例如，先进的人工智能技术具备对特定区域内的燃气使用规律进行深入解析的能力，针对突发性的需求量剧增或非规律性的数据流量波动实施警报机制。就硬件技术领域而言，在不久的将来，将涌现出更为卓越的智能感应器与探测装置。例如，高分辨率红外探测设备、激光光谱气体检测仪、声波流速测量装置等先进技术的运用，将显著提升窃取气体探测的精确度标准。同时，依托区块链技术的燃气交易与计量体系，或许将演变为一项创新的防盗气策略。

4.2 管网管理的智能化转型

在信息化进程的引领下，燃气输送网络的管理体系正经历由传统的人工巡检模式向智能化与数字化管理模式的过渡与变革。构建远程智能化监控系统构成

了核心步骤，借助构建云服务平台，燃气供应企业能够实施对燃气输送与分配网络的远距离即时监督与管理，全面监控各管道环节的运作实态，实现精确化的治理策略。若出现窃取气体或异常消耗能源的行为，该系统具备自动构建警报信息的职能，借助便携式通讯设备向现场巡查人员实施信息传输，确保其能够即时启动应急策略。

实施全周期管理策略有望显著增强燃气输送网络的安全防护与运行稳定性。常规的燃气管道系统监管通常仅限于事故爆发后的紧急应对措施，而智能化管理模式着重在于对管道设计、施工、运营以及维护等各环节的全方位监管。例如，在铺设新型燃气输送管线之际，可采纳信息化构建系统（建筑信息模型与地理信息系统相结合），预先对潜在的风险因素进行仿真分析并调整管道的配置方案；在管道网络运作环节，融合先进智能感应装置与海量数据解析技术，实时监测并准确预判管道系统退化、渗漏等潜在安全隐患，确立具有针对性的保养措施。燃气输配网络的智能化变革亦将涵盖更为自动化的巡查与养护策略。无人机监测技术、智能化机器人检测装置等前沿技术的采纳，将显著增强燃气企业对管道安全监控系统的检测效能。

5 结语

城市燃气输送网络中窃取燃气现象持续加剧，亟需借助尖端科技强化防治措施。依托于多源传感器集成、智能算法、海量数据解析等先进技术途径，检测效能与即时响应能力将显著增强，提升管道系统安全防护体系构建水平，降低盗窃行为的发生率。智能化进程与法治体系建设的并行发展，将致力于为燃气监管领域贡献更为卓越的执行策略。

参考文献：

- [1] 张卓然. 城市燃气管网工程施工中地下管线的保护技术探讨[J]. 内蒙古石油化工, 2024, 50(11):66-69.
- [2] 张嘉东. 基于多气源的城市燃气供应研究[J]. 城市燃气, 2025(01):1-6.
- [3] 刘梦瑶. 城市天然气管网系统规划设计策略探究[J]. 上海煤气, 2024(05):35-38.
- [4] 宫园园. 城市燃气中低压输配系统供气能力分析及对策研究[J]. 城市燃气, 2024(08):30-34.
- [5] 张壮壮, 韩心星, 汤凯, 等. 城市燃气安全风险分析与管控[J]. 现代职业安全, 2024(08):28-30.