

城市燃气管道与周边地下设施兼容性分析

翟磊磊（中国石油天然气销售新疆分公司伊犁新捷天然气有限公司，新疆 伊宁 835000）

摘要：城市地下燃气管道网络覆盖范围广泛，其运行的稳定性直接关系到人们的生命安全和社会的正常运作，因此，提升管道的安全性和可靠性非常重要。然而，燃气管道与其他地下设施常常交错布置，这使得其在建设、运行和维护过程中面临较高的安全风险。本文首先介绍了城市燃气管道的基本类型及其安全要求，随后分析了燃气管道与周边地下设施的兼容性，最后，提出了增强兼容性的策略，包括减少设施间的干扰，提升管网的安全性，进而为进一步改善城市燃气管道与其他地下设施的兼容性提供了参考。

关键词：城市燃气管道；周边地下设施；兼容性

1 前言

随着城市化进程的加速，城市燃气管道作为重要的基础设施，其建设与维护面临着越来越复杂的挑战。城市燃气管道不仅涉及到供气的高效和安全，更与周边的地下设施如电力、通信以及给排水等系统紧密相连，地下设施在有限的空间内共存和互动，对彼此的兼容性提出了更高的要求。燃气管道的安全性直接关系到城市居民的生命财产安全，若与周边设施在空间布局、功能设计等方面缺乏协调，容易导致事故发生，造成环境污染、资源浪费，甚至是严重的灾难。因此，如何在城市复杂的地下环境中合理规划燃气管道与其他地下设施，确保其兼容性和安全性，成为了城市规划与建设中的重要工作。

2 城市燃气管道概述

2.1 燃气管道的基本类型

城市燃气管道通常根据运行压力的不同，分为高压、次高压、中压和低压三类，每一类管道的设计和运行要求都存在明显差异。高压和次高压燃气管道的压力分别为 1.6~4.0MPa 和 0.4~1.6MPa，主要负责将天然气从长距离的输送管网输送到城市的各个区域。由于其承载较高压力，对管道的材料、焊接技术及密封性要求严格，通常采用厚壁钢管，并配备防泄漏和抗震装置。中压燃气管道的压力范围通常在 0.01MPa~0.4MPa 之间，主要用于将高压管道输送的气体分配到具体的城市区域或工业用户。中压管道的建设要求较高，需要兼顾管道的安全性和维护便捷性，材料选择上较为讲究，通常采用钢管或者铝塑复合管。低压燃气管道压力一般在 0.01MPa 以下，主要用于将气体输送到用户终端，包括居民家庭和商业用户。低压管道的布局一般较为广泛，材料方面可以使用聚乙烯等耐腐蚀性较强的管材，施工安装相对简便。

2.2 燃气管道的安全要求

燃气管道的安全要求体现在多个方面，主要包括压力检测、耐腐蚀性和泄漏监测等内容。压力检测是燃气管道安全运行的基础，通过持续监测管道内的气体压力，能够及时发现异常变化，防止超压或低压情况导致管道破裂或泄漏。为了满足这一需求，管道通常安装有压力传感器和自动调压装置，确保在发生压力异常时能立即采取措施进行调整。耐腐蚀性要求则是针对管道在地下或空气中的腐蚀环境，通过选用耐腐蚀材料或外部涂层来提升管道的使用寿命和安全性，防止由于腐蚀造成管道失效。泄漏监测系统则是通过在管道上安装气体探测器，实时监测可能发生的气体泄漏问题，一旦发生泄漏，系统会自动报警并启动应急处理程序，防止事故的发生。

3 城燃气管道与周边地下设施兼容性

3.1 空间位置兼容性

纵向和横向的空间安排需要精确协调，避免不同类型的管道交叉重叠或过于紧密的布局。纵向空间需要考虑到管道的埋设深度，以免与其他地下设施发生干扰，特别是在地下水位较高或土壤松软的地区，需确保管道的保护层厚度与承载能力。横向空间则涉及到不同管道之间的相对位置，燃气管道通常需要与电力、通信、水务等设施保持一定的距离，以防止管道之间相互干扰。管道间距的不足可能导致相互间的压力传导或热传导，进而影响管道的稳定性和安全性。压力、温度和振动等外部因素对管道的安全性构成威胁。地下管道受到外界压力变化、温度波动以及周围环境振动的影响，容易导致管道变形、泄漏或其他安全隐患。例如，交通流量较大的区域可能会对地下燃气管道造成不小的振动影响，而这一变化会增加管道的疲劳程度，降低其使用寿命。

3.2 功能兼容性

燃气管道在发生泄漏时，泄漏的气体会迅速扩散至周围环境，可能对邻近设施造成直接威胁。特别是在密集的城市区域，燃气泄漏可能影响到电力、电信设施以及其他基础设施的正常运行，甚至引发火灾、爆炸等事故。在燃气管道的设计与布局时，必须充分考虑与周围设施的隔离要求，以避免燃气泄漏与其他管道系统或电力设施之间的相互作用。同时，周围设施的运行状态也可能对燃气管道造成一定影响。例如，高压电力线或电气设备在运行过程中常常会产生电磁干扰，这些电磁波可能会干扰燃气管道监控系统，影响泄漏检测设备的正常运作。

3.3 施工兼容性

对于不同管道的交叉施工方案，通常需要根据各类管道的功能、尺寸以及施工技术要求，设计合理的交叉方式。比如，燃气管道应尽量避免与高压电力管道交叉，在交叉点处应设置专门的保护措施，如安装防火隔离层，或采用特制的防护管道。考虑到不同管道的施工工艺和材料特性，在交叉施工时还需统筹安排施工顺序，避免同时进行可能带来的相互干扰。施工过程中的冲突通常表现为管道的过近铺设、施工空间不足或临时占用其他设施的空间等问题，不仅会导致施工进度的延误，还可能增加安全风险。

3.4 长期运营兼容性

燃气管道的维护与检修工作通常涉及管道内部的压力测试、泄漏检测以及清洗等操作。在燃气管道维护过程中，为了避免对周围设施造成干扰，需要严格遵守施工规范，选择合适的工具和技术，确保影响限制在合理范围内。例如，在检修燃气管道时，应保证电力和通信管道之间有足够的隔离，防止操作不当导致电气短路或通信中断等问题。同时，还要注意地下环境的复杂性，避免施工时导致土壤松动或污染，从而影响其他管道的稳定性。此外，燃气管道与周围设施在长期运行过程中可能会相互影响，需要进行综合评估。燃气管道的热膨胀、振动或压力波动，可能会对邻近设施产生影响，特别是对敏感设备（如通信管道或高压电缆），可能导致设备功能异常或性能下降。

4 城市燃气管道与周边地下设施兼容性的提升策略

4.1 加强地下管网规划

4.1.1 合理规划地下管道布局

随着城市的快速发展，地下管网的建设需求逐步增大，因此在规划阶段必须综合考虑城市的扩展方向、

人口密度变化、土地利用以及其他基础设施的布局。在规划过程中，需要考虑未来城市的发展趋势，并根据管道的功能和特点合理布局，避免管道交叉、重叠或布局过于密集。规划时应确保管道之间有足够的距离，避免互相干扰，保障管道正常运行。同时，地下管网的规划应考虑到城市的地理条件，如地质特性、地下水位、土壤性质等，选择合适的施工方法和管道材料，以降低安装过程中可能出现的风险。此外，还要预留足够的空间，以应对未来扩建和改造的需求，方便后期的维护和技术升级，确保能适应城市发展和技术变化带来的新需求。

4.1.2 设立安全隔离带和保护层

安全隔离带的设立首先需要依据管道类型和周围环境的特点，合理确定管道与其他设施之间的最小安全距离。通过设立适当的隔离带，可以有效避免管道之间因压力波动、热传导或振动等因素互相影响，减少潜在的安全隐患。隔离带的设计应考虑到管道的长远发展需求，包括管道维护、检查和应急抢修等活动的空间需求。对于燃气管道来说，隔离带的宽度应当根据不同的压力等级进行调整，特别是在高压管道的布局中，隔离带应足够宽敞，以确保任何事故发生时能够及时处理。保护层则是针对燃气管道及其周围设施进行的一种物理防护，通常采用防火、耐腐蚀的材料进行覆盖。通过在管道外部设立保护层，能够有效阻挡外部环境对管道的直接侵害，例如土壤腐蚀、地震震动等因素对管道结构的影响。保护层的选材应依据地理环境、土壤酸碱度、地下水位等因素进行调整，提升管道的长期稳定性。

4.2 管道材料与技术优选

4.2.1 选择耐腐蚀、抗干扰的管道材料，以降低相互干扰

燃气管道通常在地下埋设，受环境因素的影响较大，特别是土壤的腐蚀性和周围设施的电磁干扰，因此选材时应优先考虑耐腐蚀性强的材料，如高密度聚乙烯（HDPE）和不锈钢等，这些材料具有较高的抗腐蚀性能，能够有效防止土壤中的酸碱物质对管道的侵蚀，延长管道的使用寿命。此外，耐腐蚀材料能够减少因管道腐蚀导致的泄漏风险，提高燃气系统的安全性。抗干扰方面，考虑到地下设施间电磁干扰的影响，采用具有良好电磁屏蔽效果的管道材料，能够有效避免周围电力或通讯设施对燃气管道检测系统的干扰，提升管道监控设备的稳定性和可靠性。例如，采

用外层涂覆电磁屏蔽材料的管道,或选用金属材料管道作为外保护层,这样不仅能够提高管道对外界电磁波的抵抗力,还能防止燃气管道运行过程中产生的电磁波干扰其他敏感设备。

4.2.2 引入智能监控技术实时监测管道安全

智能监控技术通过集成传感器、数据采集与处理系统,能够实时检测管道内外的环境变化,及时发现异常情况。温度传感器、压力传感器和流量传感器等设备能够监测管道内部的运行状态,实时反馈管道的压力、温度、气流等关键指标。通过对这些数据的实时分析,智能系统能够准确判断管道是否存在泄漏、堵塞、腐蚀等潜在问题,并通过报警系统迅速通知维护人员,避免事态进一步恶化。智能监控系统不仅能够在管道出现异常时发出警报,还可以预测管道的维护周期和可能的故障点,提供预防性维护建议。通过集成地理信息系统(GIS)技术,智能监控系统能够精确显示管道位置与周围设施的关系,优化管网的管理和维护流程。通过技术手段的综合运用,不仅能增强管道本身的安全性,还能够最大程度减少管道与其他地下设施的相互干扰,提升整个城市地下管网的可靠性和可持续性。

4.3 管道设计与施工技术改进

4.3.1 采用先进的施工技术避免管道交叉、减少施工冲突

在管道设计与施工过程中,采用三维地下管网设计软件进行精确建模和模拟,是避免管道交叉的有效手段。通过数字化技术,施工团队可以在施工前精确确定管道位置和走向,全面分析地下环境的复杂性,合理规划管道布局,避免不同管道之间的交叉重叠。施工中,利用激光扫描技术和地质雷达对地下管线进行实时检测,能够清晰掌握地下设施的实际情况,防止施工时意外破坏现有管道或造成其他设施损伤。同时,采用非开挖技术,如定向钻孔、水平定向钻进(HDD)等,能够在不破坏地表的情况下安装管道,减少对周围环境的干扰和施工中的潜在冲突,能够大幅度提高施工精度,减少管道的交叉问题,同时降低对周边设施的影响,缩短施工周期。

4.3.2 提高地下设施的应急能力

为了提高应急能力,地下设施的设计应综合考虑潜在的自然灾害或人为事故对设施的影响,制定详细的应急预案和灾后恢复计划。管道系统应配备智能监控设备,能够在发生泄漏、破裂等异常情况下,迅速

做出反应并启动应急响应机制。同时,定期的检测与维护也是提高设施应急能力的关键,通过精准的检修与检测技术,能够提前发现潜在故障,采取相应的预防措施。此外,在设计阶段预留管道修复和扩建的空间,确保在突发状况发生时,能够及时进行管道的修复和替换,确保系统的稳定运行。

5 结语

综上所述,城市燃气管道与周边地下设施的兼容性问题是一个复杂的系统性问题,需要在规划、设计、施工及运营阶段综合考虑。通过加强地下管网的科学规划、选择高耐腐蚀材料、引入智能监控系统、优化施工技术等手段,能够有效提高管道与其他设施的适应性与兼容性,减少潜在的安全风险,促进城市地下管网的可持续发展。未来的研究将更加注重多学科的合作,推动管道布局与环境保护、施工安全、运营等方面的综合优化,为城市燃气管网的安全、高效运行提供坚实的技术保障。

参考文献:

- [1] 蒋安顺.城镇燃气管道事故致因有效指标体系与主要因素分析[J].特种设备安全技术,2024,(06):31-33.
- [2] 李星贤.超高层建筑内容燃气管道设计特点及安全管理[J].化工设计通讯,2024,50(11):114-116.
- [3] 陈国培,伏喜斌,范成龙,等.埋地钢质燃气管道跨越段外腐蚀分析及防护[J].中国特种设备安全,2024,40(11):88-93.
- [4] 孙宝财,尤学升,郭凯,等.动态车载下埋地聚乙烯燃气管道力学响应特性[J].科学技术与工程,2024,24(33):14216-14225.
- [5] 吴翔飞,赵小龙,方炜,等.邻近电力管道的城市埋地燃气管道泄漏扩散数值模拟研究[J].中国安全生产科学技术,2024,20(10):125-131.
- [6] 董先聚,山东济华燃气有限公司,山东济南.道路施工路段地下燃气管网设施保护对策的探讨[C]//中国土木工程学会.中国土木工程学会,2011.
- [7] 王开封.综合管廊内城市燃气管道问题探讨[C]//山东省2017年燃气专业技术年会.山东土木建筑学会山东省燃气热力协会,2017.

作者简介:

翟磊磊(1990.12-),男,汉族,山东肥城人,学历:本科;现有职称:中级工程师;研究方向:地面建设和油气储运。