

地下综合管廊中燃气管道敷设计设计探讨

李思宁 李欣洋（青岛能源设计研究院有限公司，山东 青岛 266000）

摘要：地下综合管廊作为现代城市基础设施的重要组成部分，逐渐承担起更加复杂的功能需求。在地下管廊系统中，燃气管道的敷设计涉及多个技术领域，包括安全性、施工可行性、经济性和后期运维等。有效的设计方案能够提升管道系统的安全性，减少故障发生的风险，并保障长期稳定的燃气供应。同时，优化设计方案不仅要满足当前需求，还要考虑到城市未来发展带来的挑战。未来的燃气管道设计将更多依赖智能化技术、创新材料及灵活的设计方法，以提高管道的可靠性、降低维护成本，并提升城市整体基础设施的运行效率。

关键词：地下综合管廊、燃气管道、敷设计、安全性、智能化技术

0 引言

随着城市化进程的加速，城市基础设施建设面临空间资源紧张、管线交叉复杂等多重挑战。地下综合管廊作为集约化的解决方案，逐步成为现代城市建设中的重要组成部分。在管廊系统中，燃气管道的敷设计是确保城市燃气供应安全的关键。如何优化管道布置，提高施工效率，确保管道系统的长期稳定运行，并应对未来城市发展的需求，已成为当前设计领域的重要课题。本研究旨在探讨地下综合管廊中燃气管道敷设计的关键技术和优化路径，推动管廊设计向更加智能化、安全化、可持续化的方向发展。

1 地下综合管廊建设背景与发展趋势

地下综合管廊作为一种集约化的城市基础设施建设方式，已经成为现代城市发展中的重要组成部分。随着城市化进程的不断推进，传统的单一管线敷设计方式已无法满足日益增长的城市基础设施需求。地下综合管廊通过将多种城市管线（如电力、通信、水、燃气、供热等）集中敷设在地下，极大地提升了城市空间利用效率，减少了地面道路的破坏频率，并有助于提升城市综合管理水平。特别是在面对土地资源紧张和城市可持续发展需求的背景下，地下管廊作为一种高效的利用方式，成为大规模基础设施建设中的理想解决方案。

近年来，随着“海绵城市”和“智慧城市”等概念的兴起，地下综合管廊不仅仅是传统的管线集成平台，更逐渐承担起更加复杂和多元化的功能。它不仅要满足传统功能的需求，还要支持城市信息化建设、环境监测、应急响应等系统的集成，成为智慧城市发展的重要支撑体系。尤其是在环境保护、能源效率提升等领域，地下综合管廊的建设为城市的绿色发展提供了有力保障。当前，地下综合管廊的建设正面临着

前所未有的发展机遇。国家和地方政府对于综合管廊建设的政策支持逐渐增强，越来越多的城市开始规划和建设地下管廊系统。

与此同时，综合管廊的设计理念也在不断更新，从单一的功能性设计转向多维度、系统化的综合考虑。在此过程中，燃气管道作为地下综合管廊的重要组成部分，其敷设计需要兼顾管道的安全性、可靠性、施工难度及后期运维的便捷性等多个方面，确保城市燃气供应系统的稳定运行。

尽管地下综合管廊的建设前景广阔，但在实际推进过程中仍面临诸多挑战。管廊系统的规划设计涉及复杂的多专业协调，需要高水平的技术支持和精密的管理手段。同时，管廊内的管道布置与维护要求也对设计人员提出了更高的要求。因此，如何平衡经济性、安全性、施工性以及后期维护等多方面因素，成为当前设计和实施过程中亟待解决的重要问题。

2 燃气管道敷设计设计中的主要挑战

在地下综合管廊的建设过程中，燃气管道的敷设计面临着系列复杂的挑战。燃气管道作为重要的城市基础设施，其设计必须考虑到管道的安全性、稳定性以及长期运行中的可靠性。由于燃气管道与其他城市管线如电力、通信、给水等管道共同敷设在有限的空间内，因此如何合理规划管道布局，以避免相互干扰和施工难度的增加，成为设计中的一大挑战。在管廊空间资源紧张的情况下，如何确保燃气管道的安全距离、有效隔离以及便于维护的设计方案，要求设计人员具备较高的技术水平和系统化思维。

燃气管道的敷设计需要考虑到多种复杂的因素，包括管道的防腐、防泄漏和抗震性能。燃气管道一旦发生泄漏，可能对周边环境造成严重影响，甚至引发爆炸等重大安全事故，因此其防护设计至关重要。此外，

管道敷设过程中还需严格遵循相关标准与法规，确保设计方案符合安全规范。随着管廊内空间的多功能性要求不断提高，管道设计不仅要考虑燃气输送的技术要求，还要兼顾与其他管道的协同作用以及应急通道的设置，进一步增加了设计的复杂性。

另外，燃气管道的敷设设计还必须关注施工可行性。地下综合管廊的建设涉及大量的开挖与土方作业，而管道安装工作通常需要在复杂的地下环境中进行，施工中的协调性与安全性要求极高。尤其是在城市密集区域，管廊建设过程中容易遭遇地下障碍物、已有管线冲突等问题，导致施工难度加大，工期延长，甚至增加施工成本。

这些问题需要设计阶段就进行详细的勘察与分析，以预见并避免施工过程中的潜在风险。随着城市规模的不断扩大，燃气管道敷设设计还面临着未来城市发展变化的挑战。管道的预留空间、可扩展性设计等因素，都需要在初期设计中就进行充分考虑。这些复杂的因素使得燃气管道的敷设设计不仅需要具备高超的技术水平，还要求设计人员在保证安全性的前提下，尽可能提高设计的灵活性与适应性。

3 燃气管道设计优化方案与实施策略

燃气管道设计优化方案的核心在于提升其安全性、经济性与施工可行性，同时兼顾未来城市发展需求。在地下综合管廊的建设中，燃气管道的优化设计不仅需要满足当前使用需求，还要具备灵活的应急处理和长期运行的可持续性。通过合理的管道布置和空间规划，可以最大限度地减少管道之间的相互干扰，保证各类管线的独立性与安全性。燃气管道与其他管道的布置必须考虑到管道间的安全距离、空气流通和紧急疏散通道的预留，确保一旦发生故障，可以迅速进行有效处理。

在设计过程中，管道材料的选择也是优化方案的关键环节。采用高性能、耐腐蚀的管材，能够显著提升燃气管道的使用寿命和抗风险能力。例如，聚乙烯（PE）和钢质管道各有特点，前者适用于抗腐蚀能力强的环境，后者则在高压管道中表现出较好的强度和稳定性。合理选择材料并与管道的使用环境相匹配，是确保设计效果的重要前提。此外，管道的防腐与密封技术是防止燃气泄漏的关键，通过现代化的防腐涂层和紧密的接口设计，可以有效提高管道的密封性和安全性，降低维护成本。

优化方案还需考虑管道安装的施工难度与工期，

尤其是在城市地下复杂的环境中，施工时往往需要应对地下障碍物、旧有设施的冲突等问题。在这种情况下，通过合理的施工方案、精确的地质勘察与精细的工程规划，可以有效规避施工中的困难和安全隐患。

同时，结合现代化的信息化技术，如 BIM（建筑信息模型）技术，可以在设计阶段对管道的布局、施工路径及维护计划进行全面的模拟和优化，提前预见潜在的风险，减少施工过程中的不确定性。未来，燃气管道设计的优化还将注重管道系统的智能化和自动化。随着物联网和智能监测技术的应用，燃气管道可以实现远程监控、故障预警和实时数据反馈，提升管道的管理效率和应急响应能力。

4 设计优化方案的实际应用效果分析

燃气管道设计优化方案的实际应用效果已在多个城市的地下综合管廊建设中得到了验证，显著提升了系统的安全性和运行效率。通过优化管道布置和材料选择，管道的运行稳定性得到了增强。在某些城市的燃气管道项目中，采用了高强度钢管和耐腐蚀聚乙烯管材的组合设计，这种方案不仅提升了管道的抗压强度，还有效延长了管道的使用寿命，减少了后期的维修和更换成本。

此外，管道的优化设计还使得燃气管道与其他类型的管线之间的干扰减少，避免了由于管道间距离过近而引发的安全隐患，减少了管道维护和检测的复杂性。

设计优化方案的另一大亮点体现在施工阶段的效率提升。通过使用 BIM 技术进行施工过程的可视化模拟，设计团队能够在项目开始前对施工方案进行精确分析，预测施工中可能出现的问题并提前采取应对措施。例如，通过对管道布局和施工路径的精细化规划，施工方在实际施工中能够大大减少因地下障碍物和已有设施冲突所带来的延误，从而缩短了工程工期并降低了施工成本。在某些项目中，利用精确的地质勘察数据和三维建模，施工队伍能够在开挖前清楚地了解地下管线的分布情况，从而更有效地避免了不必要的开挖和重工，优化了资源的使用。

在管道安全方面，优化设计方案中的防腐技术和密封技术显著提升了燃气管道的密封性和抗泄漏能力，降低了燃气泄漏的风险。在部分实际案例中，采用先进的防腐涂层和增强型管道接头，有效防止了因外部环境因素引发的管道腐蚀，保证了管道在长期使用中的安全性。这些优化方案实施后，不仅提高了管

道的安全性,还提高了燃气供应的稳定性,为城市的燃气系统运行提供了更为可靠的保障。

此外,随着智能监控技术的应用,优化设计方案的效果进一步得到提升。实时监测系统能够快速检测到管道内部的压力变化、泄漏等异常情况,从而实现对燃气管道的精细化管理和快速响应。在某些项目中,实时监控系统的投入使用,使得管道的运营方能够在问题发生之前提前采取措施,有效减少了事故发生的概率,并增强了应急处理能力。通过上述优化设计方案的应用,燃气管道的整体安全性、经济性与施工效率均得到了显著提升,进一步推动了城市地下综合管廊的可持续发展。

5 未来城市燃气管道敷设计的发展方向

未来城市燃气管道敷设计的发展将受到技术进步和城市可持续发展的双重驱动,逐步向更高效、更智能、更安全的方向发展。随着城市化进程的不断推进和城市规模的不断扩大,燃气管道的设计不仅仅局限于当前的功能需求,还需着眼于未来几十年的发展趋势。在此背景下,燃气管道的敷设计将更加注重适应城市环境的变化、提升应急响应能力,并考虑到资源的节约和环境的可持续性。智能化技术的应用将是未来燃气管道设计的重要发展方向。

物联网技术、传感器技术和大数据分析的结合,使得管道系统能够实现全天候的实时监控。通过部署智能传感器,管道内部的压力、流量、温度等数据可以实时传输至监控中心,结合大数据分析技术,能够提前识别出管道系统的潜在风险,进而进行预警和远程控制。这样的智能管理不仅提高了管道运行的安全性,还能有效降低人为错误对系统造成的影响,提升管道的维护效率和故障响应速度。

在材料选择方面,未来燃气管道将更多地采用新型高性能材料。例如,具有更高抗腐蚀性和更长使用寿命的复合材料,将逐步替代传统钢管和铸铁管道,降低管道维护和更换的频率。此外,随着绿色建筑和节能减排理念的普及,管道的材料和设计将更加注重环境友好性,减少资源浪费和环境污染。未来燃气管道的敷设计不仅要解决供气的稳定性问题,还需兼顾环境影响,推动绿色可持续发展。管道的可扩展性和灵活性也将成为未来设计的重要考量因素。

随着城市发展和人口增加,燃气需求将不断增长,原有的管道系统可能需要进行扩建或改造。未来的燃气管道设计将注重系统的预留空间和灵活性,考虑到

城市未来增长的需求,设计方案将更加具有前瞻性。在这一过程中,模块化设计将成为一种有效的解决方案,通过模块化的管道系统,可以更方便地进行后期的扩展和调整。

地下综合管廊的整体规划和多管协同设计也将成为未来燃气管道设计的重要趋势。管道的优化布局不仅要求减少管道之间的干扰,还需考虑到其他基础设施的配套。城市地下空间的整合将实现管道、供水、电力、通信等设施的高效共存,减少重复建设和资源浪费,提升城市基础设施的管理效率。通过在设计阶段就进行多专业、多管线的协同优化,燃气管道与其他城市管网能够实现高效融合,增强城市应对突发事件的能力。

未来的燃气管道敷设计将更加注重技术的创新与环境的适应,推动城市基础设施的智能化、绿色化和高效化,为实现更加安全、便捷和可持续的城市发展目标提供重要支持。

6 结语

地下综合管廊中的燃气管道敷设计,不仅是保障城市能源供应安全的关键环节,也是提升城市基础设施管理效率、促进可持续发展的重要组成部分。随着城市化进程的推进和技术的不断发展,燃气管道设计正向智能化、绿色化和高效化方向迈进。通过合理的管道布局、先进的材料选择、精确的施工规划及智能监控技术的应用,能够有效提升管道系统的安全性、可靠性与经济性。

此外,未来设计还需考虑城市发展需求的变化,注重管道系统的灵活性与可扩展性,以应对日益复杂的城市基础设施需求。优化设计的实施不仅为城市燃气供应提供了有力保障,也为智慧城市的建设奠定了坚实基础。

参考文献:

- [1] 郝卿儒. 地下综合管廊燃气管道泄漏预警及响应研究 [D]. 北京建筑大学, 2019.
- [2] 武传娜. 城市地下综合管廊燃气管道泄漏检测系统研究 [D]. 中国石油大学(北京), 2018.
- [3] 邱灏. 城市地下综合管廊通风量研究 [D]. 西南交通大学, 2018.
- [4] 张红永, 王文新, 苏宇辉. 燃气管道纳入地下综合管廊的设计 [J]. 煤气与热力, 2017, 37(11): 15-17.
- [5] 吴晓奕. 燃气管道入地下综合管廊综合分析 [J]. 城市燃气, 2017(01): 22-23.