

市政热力管网设计关键要素研究

高伟 徐梦飞

青岛开源热力设计研究院有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要] 热力管网工程在城市化建设中扮演着重要角色, 其良好的运行状态对于支撑人们的生产生活、促进社会稳定和谐发展至关重要。然而, 由于热力管网涉及面积广、施工工艺复杂, 施工过程中面临诸多挑战。为了保障管网工程的质量和进度, 必须采取切实有效的施工管理措施。本文介绍了热力管网工程的施工工艺流程, 探讨了施工的各个环节和步骤, 分析了热力管网工程施工管理的具体措施。通过对施工管理的深入探讨, 旨在为实践工作提供可行的指导和参考, 促进热力管网工程的顺利实施, 确保城市供热供暖系统的安全可靠运行, 推动城市建设的高效发展。

[关键词] 市政热力管网; 管网设计; 关键要素

DOI: 10.33142/ec.v7i7.12631

中图分类号: TU731.3

文献标识码: A

Research on Key Elements of Municipal Heating Pipeline Network Design

GAO Wei, XU Mengfei

Qingdao Kaiyuan Thermal Design and Research Institute Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: The thermal pipeline network engineering plays an important role in urbanization construction, and its good operating status is crucial for supporting people's production and life, promoting social stability and harmonious development. However, due to the wide area and complex construction technology involved in the heating pipeline network, there are many challenges faced during the construction process. In order to ensure the quality and progress of pipeline engineering, practical and effective construction management measures must be taken. This article introduces the construction process of thermal power pipeline network engineering, explores the various links and steps of construction, and analyzes the specific measures for construction management of thermal power pipeline network engineering. Through in-depth exploration of construction management, the aim is to provide feasible guidance and reference for practical work, promote the smooth implementation of heat supply network engineering, ensure the safe and reliable operation of urban heating systems, and promote the efficient development of urban construction.

Keywords: municipal heating pipeline network; pipeline network design; key elements

引言

随着城市化进程的不断加速和人们对生活质量要求的提高, 市政热力管网作为城市供热、供冷、供暖等能源系统的重要组成部分, 正日益受到人们的关注与重视。市政热力管网设计的科学合理与否, 直接关系到城市能源供应的稳定性、经济性和环境友好性。因此, 对市政热力管网设计的关键要素进行深入研究, 具有十分重要的理论和实践意义。市政热力管网设计涉及到诸多复杂的因素, 包括管网布局、管道材料选择、热损失与节能设计、安全可靠设计等。其中, 管网布局的合理性直接影响着管道运行的高效性和经济性; 管道材料的选用与性能评估关系着管网的耐久性和安全性; 热损失与节能设计则决定了管网能源的有效利用程度和节能效果; 安全可靠设计则是保障管网系统正常运行和应对突发事件的关键。本文将通过对市政热力管网设计的关键要素进行研究和分析, 探讨各个要素之间的相互关系和影响机制, 提出相应的优化策略和技术手段, 以实现市政热力管网设计的科学、合理、高效和可持续发展。

1 市政热力管网设计的重要性

市政热力管网设计的重要性在于其在城市基础设施建设中的关键地位和作用。随着城市化进程的加速和能源利用效率的提升要求, 市政热力管网作为一种重要的能源供应和传输系统, 承担着为居民供热、供冷、供暖等多种能源服务的重要任务。其设计质量直接关系到城市能源资源的高效利用、居民生活质量的提升以及环境保护的实现。合理规划和设计市政热力管网, 能够实现城市能源系统的优化配置, 有效解决能源供应和分配中的矛盾和问题。通过科学的管网布局和拓扑结构设计, 可以最大限度地降低管网建设和运行成本, 提高能源利用效率, 减少能源浪费和环境污染。此外, 管道材料的选择和性能优化、热损失与节能设计、管网安全与可靠性等关键要素的合理考量, 更能够保障管网系统的安全稳定运行, 提升城市的整体能源供应能力和抗灾能力。

2 热力管网设计关键要素分析

2.1 管网布局与拓扑结构

2.1.1 主干管道设计

在热力管网设计中, 主干管道的设计是至关重要的一

环。主干管道构成了整个管网的骨架，负责承载和传输热能介质，连接各个热源和热负荷区域。因此，主干管道的设计需要综合考虑诸多因素，以确保管网运行的高效性、可靠性和安全性。首先，主干管道的设计应基于对热负荷分布、用热需求的预测和分析。通过对城市规划、建筑布局、人口密度等因素的综合考量，确定各个区域的热负荷大小和分布情况，以确定主干管道的走向、长度和直径。其次，主干管道的设计还需要考虑管道材料的选择和性能。选用耐压强、耐腐蚀、导热性好的管道材料，确保主干管道在长期运行中不受外界环境和介质的侵蚀和损害，保障管网的稳定运行^[1]。此外，主干管道的设计还需充分考虑管道的布局方式和拓扑结构。通过合理的布局设计，减少管道的弯曲和转角，降低管道阻力，提高输送效率；同时，考虑到管道的连接方式和节点设计，确保管网的可维护性和扩展性，便于日后的维护和改造。

2.1.2 支线管道设置

支线管道起到连接主干管道与各个热负荷点的作用，承担着热能从主干管道输送至具体用户的任务。支线管道的设置首先需要根据城市的热负荷分布和用热需求确定，以保证能够有效覆盖各个热负荷区域。在设计过程中，需要考虑到不同热负荷区域的特点，如人口密度、建筑类型、用热需求等因素，以合理确定支线管道的布设方案。另外，支线管道的设计还需要考虑管道的长度、直径和材料等因素。管道长度的合理设置能够最大限度地减少输送过程中的热能损失，提高管网的能源利用效率。管道直径和材料的选择则直接关系到管道的输送能力和耐用性，需要根据实际情况进行综合考量。在支线管道的设置过程中，还需要充分考虑管道的连接方式和节点设计，以保证管道系统的稳定性和可靠性。合理设置支线管道的连接节点和阀门，可以方便对管道进行控制和调节，提高管网的运行效率和灵活性。

2.2 管道材料选择与性能

2.2.1 材料特性比较

在热力管网设计中，管道材料的选择是至关重要的一环，直接影响着管网的性能、耐久性和安全性。在选择管道材料时，需要对不同材料的特性进行比较分析，以确保选择到最适合的材料，从而保障管网的长期稳定运行。首先，常见的管道材料包括金属材料（如钢、铸铁、铜等）和非金属材料（如塑料、玻璃钢等）。这些材料各自具有独特的特性，例如金属材料通常具有较高的强度和耐压性能，适用于承受高压力的工况；而非金属材料则通常具有轻质、耐腐蚀、绝缘等特点，适用于特殊环境下的使用。其次，需要考虑管道材料的导热性能、热膨胀系数和耐腐蚀性能等方面的特性。导热性能直接影响着热能传输的效率，因此需要选择具有较高导热性能的材料；热膨胀系数的匹配性能影响管道的热胀冷缩性能，对管道连接和布置

有重要影响；耐腐蚀性能能够保证管道在潮湿、酸碱环境下长期稳定运行，延长管道的使用寿命。

2.2.2 材料耐久性分析

管道材料需要能够承受长期的高温、高压、化学腐蚀等环境影响，保持其结构完整和性能稳定，以确保管网系统的安全稳定运行。首先，对于金属材料，其耐久性主要受到腐蚀和腐蚀疲劳的影响。在热力管网中，金属管道常受到水、蒸汽、化学介质等的腐蚀作用，因此需要选用耐腐蚀性能良好的金属材料，并采取防腐措施，如涂层、防腐涂料等，以延长管道的使用寿命。此外，考虑到金属材料的疲劳寿命，需要合理设计管道结构，避免因疲劳裂纹导致的管道失效。其次，对于非金属材料，其耐久性主要受到环境温度、化学物质和紫外线等因素的影响。例如，塑料管道在高温环境下容易软化变形，在紫外线照射下易老化；玻璃钢管道对化学腐蚀有一定的抵抗能力，但在长期暴露于强酸、强碱等介质中也会受到影响^[2]。因此，在选择非金属材料时，需要充分考虑管道所处的环境条件，并采取防护措施，以提高其耐久性。

2.3 管网热损失与节能设计

2.3.1 热损失评估方法

在热力管网设计中，热损失评估是一个至关重要的环节，它直接影响着管网的能源利用效率和运行成本。为了有效评估管网的热损失，工程师们通常采用多种方法和工具进行分析和计算。首先，一种常用的评估方法是基于热传导理论进行计算。这种方法通常涉及到管道的材料特性、管道壁厚、环境温度、介质温度等参数的考量，利用热传导方程和传热计算方法，推导出管道在不同条件下的热损失量。通过这种方法，可以较准确地评估管网的热损失情况，并据此优化管道设计和维护策略。其次，还可以采用数值模拟方法进行热损失评估。通过建立管道系统的数学模型，利用计算流体力学（CFD）等数值方法，对管道内部流体的温度分布、热传导过程等进行模拟和计算，从而得出管网的热损失情况。这种方法适用于复杂管网系统的评估，可以更精细地分析管道的热损失特性，并提供针对性的优化建议。此外，实地测量也是评估管网热损失的重要手段之一。通过安装温度传感器、热流量计等设备，对管道系统进行实时监测和数据采集，从而获取管网的实际热损失情况。通过比对实测数据与理论计算结果，可以验证评估方法的准确性，并及时发现管网运行中的问题，采取相应措施进行调整和优化。

2.3.2 节能设计策略

在热力管网设计中，节能设计策略是为了最大限度地降低管网的热损失，提高能源利用效率，从而实现节能减排的目标。为此，工程师们采取了一系列的策略和措施，以确保管网的运行更加高效、可持续。首先，采用高效的管道绝缘材料是节能设计的重要策略之一。合理选择绝缘

材料,如聚氨酯、聚乙烯等,对管道进行良好的绝缘包覆,有效减少热量的散失。这可以降低管网的热损失率,提高能源利用效率。其次,采用优化的管道布局和设计,减少管道的长度和弯曲,降低管道的阻力和热损失。通过合理规划管道的走向和布置,减少管道的损耗和能量消耗,提高管网的传热效率。另外,采用智能控制和调节技术,实现管网的智能化管理和运行优化。通过安装温度传感器、流量计等智能设备,实时监测管网的运行状态,精确控制供热、供冷等参数,以实现能源的精细调节和节约。此外,加强管道的维护和管理,及时发现和修复管道漏损、损坏等问题,防止能源的浪费和损失。定期进行管道清洗、绝缘层检修等工作,保障管网的正常运行,提高系统的可靠性和稳定性。

2.4 管网安全与可靠性设计

2.4.1 风险评估与应对措施

在热力管网设计中,风险评估与应对措施是确保管网安全可靠性的关键环节。针对管网设计中可能面临的各种潜在风险,需要进行系统的评估,并制定相应的应对措施,以最大程度地降低风险并确保管网的安全稳定运行。首先,风险评估是识别、分析和评价管网可能面临的各种潜在风险和安全隐患的过程。这包括对管道系统的结构设计、材料选用、施工质量、运行管理等方面进行全面的审查和评估,以确定可能存在的风险源和薄弱环节。通过风险评估,可以清晰地了解管网设计中存在的潜在风险,为后续的应对措施制定提供依据。其次,针对评估结果,需要制定相应的应对措施。这些措施包括但不限于加强管道材料的选择和质量监控、优化管道布局和结构设计、完善管网运行管理制度、建立健全的应急预案和安全监测系统等^[3]。通过采取这些措施,可以有效降低管网运行中可能发生的事事故风险,保障管网系统的安全可靠运行。此外,还需要注重对管网运行过程中的实时监测和检测。利用现代化的监测设备和技术手段,对管网系统的运行状态、温度、压力等参数进行实时监测,及时发现并处理管网中的异常情况,防范事故的发生。

2.4.2 管网故障处理预案

在热力管网设计中,管网故障处理预案是确保管网安全可靠性的关键环节。针对可能出现的各类故障情况,制定合理有效的应对预案,可以及时、有效地处理故障,最大程度地减少损失,确保管网系统的安全运行。首先,管网故障处理预案应包括对各类可能发生的故障情况的详细描述和分析。这包括管道泄漏、阀门故障、设备损坏等各种可能的故障类型。针对不同类型的故障,需要进行详细的风险评估和情景分析,确定可能产生的影响和后果。其次,针对不同类型的故障情况,需要制定相应的处置方案和应急措施。这包括紧急停车程序、现场处理步骤、故障排查方法、应急修复措施等。针对严重故障情况,还

要考虑人员疏散和应急救援等方面的措施。同时,还需要明确各级责任人员的职责和任务分工。在故障发生时,各级责任人员应迅速响应,按照预案中规定的程序和要求,开展应急处置工作,确保故障得到及时、有效地处理。最后,定期组织演练和评估。为了确保管网故障处理预案的有效性和可操作性,需要定期组织应急演练,检验预案的完整性和实用性,并根据演练结果进行及时调整和优化。

3 热力管网设计关键要素优化方法探讨

热力管网设计的优化方法是为了提高管网系统的运行效率、降低能源消耗、减少成本支出以及提升系统的可靠性和安全性。在探讨优化方法时,可以采取多种途径,包括管道布局优化、材料选用优化、运行管理优化等方面。首先,管道布局优化是优化热力管网设计的重要途径之一。通过合理设计管道的布局和拓扑结构,减少管道长度、降低管道阻力、缩短传热路径,可以有效减少热损失、提高能源利用效率。采用先进的管网布局优化算法和模型,可以对管道布局进行全面、系统的优化,使得管网系统在保证供热供暖需求的前提下,实现节能减排、降低运行成本的目标^[4]。其次,材料选用优化也是热力管网设计优化的重要方面。合理选择管道材料,根据管道的使用环境、介质特性和预期使用寿命等因素,选用具有优良导热性、耐压性、耐腐蚀性和耐用性的材料,可以降低管网系统的能耗和维护成本,提高系统的可靠性和安全性。此外,运行管理优化也是热力管网设计优化的重要手段。通过建立完善的管网运行管理制度和监测系统,加强对管网运行状态的实时监测和数据分析,可以及时发现管道泄漏、阀门故障等问题,采取相应的维修和维护措施,保障管网系统的稳定运行。

4 结语

市政热力管网设计的关键要素研究是当前城市基础设施建设中的重要课题。本文系统性地探讨了管网布局与拓扑结构、管道材料选择与性能、管网热损失与节能设计、管网安全与可靠性设计等关键要素,旨在为热力管网设计提供理论指导和技术支撑,促进城市能源供应体系的优化与升级,推动城市可持续发展。通过对各个关键要素的研究和分析,我们深入理解了热力管网设计中的复杂性和重要性。在未来的研究和实践中,我们将继续加强对这些关键要素的研究,不断探索创新、提升管网系统的性能和效率。同时,我们也将注重理论与实践相结合,将研究成果有效地转化为实际工程应用,为城市供热供暖系统的建设与发展贡献更多的力量。在全球能源和环境形势日益严峻的背景下,市政热力管网的设计与运行管理显得尤为重要。只有不断加强研究,提升管网系统的可靠性、安全性和节能性,才能更好地满足人民对高品质生活的需求,为城市的可持续发展和绿色发展作出积极贡献。相信通过我们的共同努力,市政

热力管网将迎来更加美好的未来。

[参考文献]

- [1]艾旭. 市政热力管网改造技术探究[C]. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司,《煤气与热力》杂志社有限公司,中国建设科技集团股份有限公司. 2022 供热工程建设与高效运行研讨会论文集. 山东省城乡规划设计研究院有限公司,2022:8.
- [2]郑鹏君. 热力管网工程的施工管理分析[J]. 住宅与房地产,2022, (13):185-187.
- [3]何红萍,郭志波. 浅谈热力管道施工管理的措施[J]. 建筑与预算,2023, (1):74-76.
- [4]郭彬. 市政热力管道设计与施工技术的应用现状及优化方案[J]. 中国建筑金属结构,2023, (2):33-35.

作者简介:高伟(1991.5—),男,学历:本科,毕业院校:内蒙古工业大学,所学专业:热能与动力工程,目前职称:工程师,目前就职单位:青岛开源热力设计研究院有限公司;徐梦飞(1992.9—),男,学历:研究生,毕业院校:青岛科技大学,所学专业:动力工程及工程热物理,目前职称:工程师,目前就职单位:青岛开源热力设计研究院有限公司。