

长距离供热管道输送技术应用研究

徐晓彬

(国能哈尔滨热电有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150000)

摘要 在城镇化进程加快与“双碳”目标推进的背景下,长距离供热管道输送技术作为集中供热系统的支撑,对优化能源配置、降低能源浪费、推动供热行业低碳转型具有重要意义。本文围绕长距离供热管道输送技术的应用展开研究,分析技术应用中的要点;针对当前技术应用中存在的问题提出针对性的优化策略,以期为该技术的规范化应用、完善升级及集中供热行业高质量发展提供理论参考。

关键词 长距离供热管道;输送技术;管道设计;保温技术;水力调控技术

中图分类号: TU995.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.036

0 引言

在“双碳”目标背景下,城市供热系统向低碳化转型已成为当务之急。而长距离供热作为城市集中供热系统的重要组成部分,其技术水平影响供热系统的效率以及环保目标的实现。长距离供热管道输送技术的应用可以加快大型热源的集约化利用,将热量从能源富集区输送至热负荷集中区,破解区域热源分布不均与热负荷需求不平衡的矛盾。此外,该技术的完善和创新也能降低供热能耗以及污染物排放,助力实现供热行业可持续发展。研究长距离供热管道输送技术的应用要点、现存问题及优化路径,对于推动该技术的规范化应用、提升集中供热系统的整体效能、实现供热行业的高质量发展具有重要的理论价值和实践意义。

1 长距离供热管道输送技术应用关键点

1.1 管道设计要点

管道路由设计是设计工作的重中之重,应选择地形平坦、地质条件良好以及交通足够方便的区域,规避地质灾害高发区、地下管线密集区和文物保护区等,最大限度降低对城镇交通、居民生活造成的干扰。路由设计应尽可能缩短管线长度,减少转弯和交叉;考虑近远期结合,为后续管网改扩建预留一定的空间。对于穿越河流、铁路和公路等障碍物的路段来说要用正确的穿越手段,如顶管、定向钻、架空跨越等,保证管道安全和施工方便^[1]。

管道管径和壁厚设计要借助水力计算和强度计算确定。水力计算的重点是按照供热负荷、输送距离等

计算管道内的流量、流速及压力损失,保证介质在管道内的流动状态合理,水力损失控制在允许范围内。强度计算则围绕管道内的设计压力、介质温度,结合管道材质的力学性能来确定管道壁厚,保证管道可以承受相应压力和热应力,防止管道破裂。此外,管道设计还应注重热胀冷缩变形,设置补偿器,保证管道在温度变化中自由伸缩,降低热应力对管道造成的影响。

管道敷设方式通常分为直埋敷设、管沟敷设和架空敷设三种,要按照地质条件、环境要求和施工难度等因素进行选择。其中,直埋敷设是现阶段长距离供热管道最常用的敷设方法,占地少、施工快,适合地形平坦、地下水位较低的区域;管沟敷设分为通行管沟、半通行管沟和不通行管沟,方便进行管道检修工作,适合管线密集、地下水位较高区域;架空敷设适用于山区、地下管线复杂的区域,施工维护比较方便,但保温要求严格且会影响附近景观。

1.2 保温技术应用要点

保温材料要选择导热系数低、保温效果优秀以及耐腐蚀、环保无污染的材料。现阶段,长距离供热管道应用较多的保温材料有聚氨酯泡沫、岩棉等,在选择保温材料时要按照介质温度、管道敷设方式以及使用环境,确定材料规格和具体厚度,保证整体的保温效果符合设计要求。

保温结构的施工质量决定了保温效果,施工中必须按照设计要求实施操作,以保证各层结构紧密贴合。防腐层施工应保证管道表面清洁、干燥且涂层均匀,避免管道腐蚀;保温层施工要保证厚度均匀,拼接紧密,

作者简介: 徐晓彬(1973-),男,本科,工程师,研究方向:供热研究。

防止出现缝隙而造成热量散失；防潮层施工要保证密封性好，避免外界水分进入保温层；保护层施工需确保牢固，避免存在机械损伤^[2]。此外，在管道接头、阀门和补偿器等位置还要用专用的保温方法，确保薄弱环节的保温效果，防止热损失过大。

1.3 水力调控技术应用要点

在管道设计阶段，要借助详细的水力计算确定管道内的流量、压力损失和流速等参数，科学配置循环水泵以及中继泵站，保证介质可以顺利输送至不同用户端。在系统运行中要按照热负荷的变化，灵活调整循环水泵的转速及阀门开度，优化介质流量分配，达到水力平衡。输送距离过长的管道系统要设置中继泵站，通过加压增强介质压力，弥补水力损失，保证远端用户的供热质量。

水力平衡调控分为静态平衡和动态平衡两种方式。其中，静态平衡调控是在系统调试阶段展开，依托平衡阀、流量调节阀等设备调整各支路流量，保证用户端流量达到设计要求，以实现系统的静态水力平衡；动态平衡调控则在系统运行期间进行，监测介质的流量、压力和温度等参数，按照热负荷的变化调整调控设备的运行状态，保证系统在不同工况下都可以保持水力平衡。现阶段，智能化技术逐渐普及，动态平衡调控技术已得到大范围应用，借助智能调控系统可以对管道系统进行精准调控，提高供热质量和运行效率。

1.4 安全监测与防护技术应用要点

安全监测系统主要采集管道系统的运行参数，涉及介质温度、压力和流量，管道的振动、位移及设备运行状态等。监测设备包括温度传感器、压力传感器以及腐蚀传感器等，它们安装在管道的关键位置，如管道接头、中继泵站和换热器等，将监测数据传输到调度中心，为安全预警和故障处理带来数据支撑。此外，可采用光纤传感技术等监测技术对管道全程展开持续性监测，增强监测的准确性。

泄漏监测是安全监测的重点，长距离供热管道一旦泄漏，不仅会导致热量损失和能源浪费，还可能引发地面沉降、环境污染等次生灾害。泄漏监测技术分为直接监测和间接监测两种，直接监测通过泄漏检测传感器直接检测管道内介质的泄漏情况；间接监测通过监测管道附近的温湿度、压力等参数的变化，判断管道是否出现泄漏。当监测到泄漏信号时系统第一时间发出预警并定位泄漏位置，方便工作人员处理，最大限度降低损失^[3]。

2 长距离供热管道输送技术应用现存问题

2.1 管道热损失控制效果较差

虽然保温技术越来越健全，但在长距离供热管道输送中，热损失问题依旧突出，有些管道的热损失率超出设计要求，使能源浪费和运行成本上升。造成热损失控制效果低下的原因有三个：一是保温材料的质量高低不一，一些保温材料的导热系数达不到设计要求，保温效果不合格；二是保温结构施工质量不当，存在保温层厚度不均、拼接缝隙等问题，加快热量从缝隙处散失；三是管道运行期间，保温层和保护层受到机械损伤、土壤沉降等因素的影响而破损、脱落，没有在第一时间修复，导致热损失增加。

2.2 水力失调问题突出

水力失调具体表现为管道内介质流量分配不均，一些用户端流量过大、温度过高，部分用户端流量过小、温度过低，影响供热质量。造成水力失调的原因主要包括：一是管道设计不合理，管径选择不当，导致管道阻力分布不均；二是调控设备配置不完善，平衡阀、流量调节阀等设备的精度不足，无法达到精准调控；三是热负荷变化频繁，而水力调控系统的响应速度较慢，无法第一时间调整介质流量分配，导致水力平衡被打破。

2.3 管道腐蚀与老化问题严重

管道内腐蚀是由供热介质的水质不佳引起，如果介质中含有大量氧气、二氧化碳和氯离子等有害物质，那么会导致管道内壁腐蚀、结垢，管道的强度和密封性下降并造成管道泄漏；管道外腐蚀是由土壤、空气等环境介质引起，土壤里面的水分、盐分和微生物等会直接损坏管道外壁的防腐层，导致管道外壁腐蚀，长期腐蚀会使管道壁厚减薄，管道破裂概率上升^[4]。

2.4 安全监测与应急处置能力不足

现阶段，一些长距离供热管道输送系统的安全监测体系并不健全，监测设备的覆盖率较低且监测精度较低，无法对管道展开全程实时监测。部分监测设备老化、故障，未能更换和维修，导致监测数据不准确，不能发现管道泄漏、腐蚀等隐患。此外，监测系统与调度系统的联动性不足，监测数据无法有效传输和分析，难以实现安全预警和快速处置。

3 长距离供热管道输送技术应用优化策略

3.1 完善保温技术，减少热损失

一是科学选择保温材料，选用导热系数低、保温效果好以及耐腐蚀的高质量保温材料，使其质量达到

设计要求,并围绕介质温度、敷设方式等因素确定保温材料的规格和厚度;二是规范保温结构施工,对施工过程做好质量管控,确保防腐层、保温层和保护层的施工质量,防止缝隙、破损,高度重视管道接头、阀门和补偿器等薄弱环节的保温处理,确保保温严密^[5];三是加强保温系统的日常维护,检查保温层和保护层的完整性,破损、脱落等问题第一时间修复,并对保温材料展开检测,对于老化、变质的保温材料快速更换,保证保温效果长期稳定。除此之外,还可推广应用新型保温技术和材料,如真空保温技术、复合保温材料等,最大限度增强保温功能,减少热损失;优化管道设计,缩短管道长度,降低热损失和水力损失。

3.2 完善水力调控体系,解决水力失调问题

一是优化管道设计,借助详细的水力计算来确定管道管径和路由,保证管道阻力分布均匀,减少水力失调的隐患;二是完善调控设备配置,选用精度高、响应速度快的平衡阀、流量调节阀等设备,加强调控的精准度,并且在各支路和用户端安装流量监测设备,持续性监测流量变化;三是建立智能化水力调控系统,整合监测数据和热负荷信息,应用智能算法实现对循环水泵转速、阀门开度的自动调节,响应热负荷变化,达到动态水力平衡。与此同时,还应对用户做好管理,严禁用户私自改装供热设施,对于违规改装的用户第一时间进行整改,维护系统的水力平衡。

3.3 加强腐蚀防护,延缓管道老化

一是控制供热介质水质,按照规定要求对介质进行处理,减少介质中的氧气、二氧化碳等有害物质含量,避免管道内腐蚀;二是加强管道防腐处理,采用优质的防腐涂层和阴极保护技术,完善管道外防腐层和保护层,提高管道的抗腐蚀能力,对于老旧管道,及时进行防腐修复和改造,提升防腐水平;三是建立定期检测制度,采用现代化检测技术,如超声波检测、腐蚀检测等对管道腐蚀情况及老化程度展开检测,第一时间发现腐蚀隐患并采取修复方法,防止腐蚀加剧。除此之外,科学控制管道运行参数,防止介质温度和压力过高,减少对管道材质的损伤,延缓管道老化。

3.4 健全安全监测与应急处置体系

一是健全安全监测系统,扩大监测设备的覆盖范围,选用精度高、稳定性好的监测设备,对管道介质参数、管道状态及其设备运行状态进行全面监测,采用光纤传感等技术提高监测的准确性;二是加强监测系统与调度系统的联动,建立数据共享平台,实现监

测数据的实时传输和分析,发出安全预警,故障解决提供支撑;三是制定健全的应急预案,明确应急处置流程、责任分工和处置手段,配备足够的应急设备和物资,加强应急救援队伍建设,按时进行应急演练以进一步增强应急处置水平^[6]。

3.5 提升施工技术与管理水平

一是推广先进的施工技术和工艺,引进先进的施工设备,如定向钻、顶管设备等,提高管道敷设、接口焊接、保温施工等环节的施工质量和效率,针对复杂工况,制定专项施工方案,确保施工安全 and 质量;二是完善施工管理制度,建立健全施工质量管控体系,加强对施工过程的全程监管,严格执行施工规范和标准,对施工质量进行严格验收,确保施工质量符合要求;三是加强施工人员培训,提高施工人员的专业素质和操作技能,规范施工操作,加强施工安全管理,落实安全责任制,避免施工安全事故的发生。

4 结束语

长距离供热管道输送技术作为集中供热系统的核心支撑,在优化能源配置、减少能源浪费以及推动低碳城市建设等方面发挥着重要作用。未来,长距离供热管道输送技术将朝着智能化、节能化方向发展,随着智能化技术、节能技术和可再生能源融合技术的不断创新,该技术将快速完善和升级,为集中供热行业的高质量发展带来强大的支撑,并助力实现“双碳”目标和能源高效利用。

参考文献:

- [1] 张军.原油长输管道电伴热系统的安装与质量控制措施[J].石油和化工设备,2025,28(05):119-121.
- [2] 闫勇琦.大管径长输供热管道穿跨越河流方案设计[J].煤气与热力,2024,44(11):7-10.
- [3] 赵晓飞.长输供热管道施工关键工序控制及监督要点研究[J].工程建设与设计,2024(21):59-61.
- [4] 赵江栋,臧洪泉,李亚男,等.长输供热管道经济比摩阻的影响因素分析[J].区域供热,2024(02):103-110.
- [5] 冯涛,单强.长距离输送供热工程设计中锚固段应力及应力验算[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.2024供热工程建设与高效运行研讨会论文集(下).济南城投设计有限公司,2024.
- [6] 党卫东,张庆伟,李磊祚,等.供热蒸汽管道长距离顶管的穿管技术[J].煤气与热力,2021,41(05):16-19,42-43.