

建筑暖通工程的管道防腐保温技术研究

叶修远

宁波杭州湾新区祥源动力供应有限公司 浙江 宁波 315300

摘要: 本文全面探讨了建筑暖通工程管道防腐保温技术,涵盖原理、材料、施工工艺及新型应用。防腐技术旨在阻断腐蚀机制,延长管道寿命;保温技术则减少热量传递,稳定介质温度,节约能源。细述了防腐材料选择、工艺规范及纳米、复合防腐技术;同时,深入分析了保温材料性能、结构设计、施工工艺,以及真空绝热板、相变保温等新技术。本文展望了绿色环保材料、智能化监测控制、标准化规范化发展的未来趋势,为管道防腐保温技术的持续优化提供宝贵参考。

关键词: 建筑暖通工程; 管道防腐; 管道保温; 技术研究

引言: 建筑暖通工程作为现代建筑的重要组成部分,其管道防腐保温技术直接关系到系统的运行效率和能源利用效率。随着建筑行业的快速发展和节能环保要求的不断提高,管道防腐保温技术的研究与应用显得尤为重要。本文旨在全面探讨建筑暖通工程管道防腐保温技术的最新进展,包括防腐材料的选择、保温材料的应用以及新型技术的引入,以期工程实践提供理论支撑和技术指导,推动建筑暖通工程技术的持续发展。

1 建筑暖通工程管道防腐保温技术概述

1.1 管道防腐技术原理

建筑暖通工程管道防腐技术旨在防止管道遭受腐蚀介质侵蚀,延长管道使用寿命。其核心原理基于对腐蚀发生机制的阻断与抑制。管道腐蚀主要包括化学腐蚀、电化学腐蚀和微生物腐蚀。化学腐蚀是管道金属与周围介质(如酸碱物质)直接发生化学反应导致的腐蚀;电化学腐蚀则是由于金属表面存在电位差,形成微小原电池,使金属发生氧化反应而被腐蚀;微生物腐蚀是微生物代谢产物(如酸性物质、硫化物等)对管道造成的腐蚀。针对不同腐蚀类型,防腐技术通过多种方式发挥作用。如通过在管道表面涂覆防腐涂层,形成物理屏障,隔绝腐蚀介质与管道金属接触;利用电化学保护原理,通过外加电流或牺牲阳极,使管道金属成为阴极,从而避免被氧化腐蚀;对于微生物腐蚀,可采用添加杀菌剂、选择抗微生物腐蚀材料等方式进行防治。

1.2 管道保温技术原理

管道保温技术的核心原理是减少管道与周围环境之间的热量传递,以维持管道内介质温度稳定,降低能源损耗。热量传递主要通过热传导、热对流和热辐射三种方式进行。保温材料通常具有较低的导热系数,能够有效阻碍热传导,如岩棉、聚氨酯泡沫等材料,其内部存

在大量细小的孔隙,空气在孔隙中流动性差,极大地减缓了热量的传导速度。在保温结构设计上,通过多层材料组合和密封处理,进一步减少热对流和热辐射^[1]。例如,在保温层外设置反射层,可反射热量,降低热辐射损失;采用密封的外护层,防止空气进入保温层与管道之间,避免形成热对流通道。通过这些措施,实现对管道内介质温度的有效保持,确保暖通系统运行的稳定性和节能性。

1.3 防腐保温技术对暖通工程的重要性

防腐保温技术对建筑暖通工程具有至关重要的意义,从防腐角度看,良好的防腐措施可有效延长管道使用寿命,减少因管道腐蚀破损导致的维修和更换成本。据统计,未采取有效防腐措施的暖通管道,其使用寿命可能缩短30%-50%,频繁的维修和更换不仅增加经济成本,还会影响暖通系统的正常运行,甚至可能导致停水、停暖等问题,给用户带来不便。在保温方面,高效的保温技术能够显著降低能源损耗。暖通系统运行过程中,管道热量散失会导致能源浪费,增加运行成本。采用优质保温材料和合理的保温结构,可使管道热损失降低40%-60%,对于大型建筑或集中供暖、供冷系统,节能效果尤为显著。此外,稳定的管道温度有助于维持暖通系统的运行性能,保障供暖、供冷效果,提升用户的舒适度。

2 建筑暖通工程管道防腐技术

2.1 防腐材料的选择

防腐材料的性能直接影响管道防腐效果,在选择时需综合考虑多种因素。常用的防腐材料包括防腐涂料、防腐胶带和金属镀层等。防腐涂料应用广泛,根据成膜物质不同,可分为环氧树脂涂料、聚氨酯涂料、氯磺化聚乙烯涂料等。环氧树脂涂料具有优异的附着力、耐化

学腐蚀性和耐磨性,适用于多种腐蚀环境;聚氨酯涂料则兼具良好的耐候性和耐水性,常用于户外管道防腐。防腐胶带主要有聚乙烯防腐胶带、聚丙烯增强纤维防腐胶带等,具有施工简便、成本较低的特点,适用于管道补口、补伤等局部防腐处理。金属镀层如镀锌、镀铬等,通过在管道表面形成一层致密的金属层,起到防腐作用,常用于对防腐要求较高的特殊管道。选择防腐材料时,需根据管道使用环境(如介质性质、温度、湿度等)、工程预算和施工条件等因素进行综合评估,确保材料与工程需求相匹配。

2.2 防腐施工工艺

防腐施工工艺的规范执行是保证防腐质量的关键。一般来说,防腐施工前需对管道表面进行预处理,去除油污、铁锈、氧化皮等杂质,使管道表面达到规定的清洁度和粗糙度要求。常见的表面处理方法有喷砂除锈、化学清洗等,喷砂除锈能够有效去除管道表面的锈蚀物,形成合适的粗糙度,增强防腐层与管道的附着力。表面处理合格后,进行防腐层施工。以防腐涂料施工为例,通常采用刷涂、喷涂或滚涂等方式,施工过程中需控制涂料的厚度、均匀度和干燥时间,确保涂层质量。多层涂装时,需严格按照规定的涂装间隔时间进行施工,保证各涂层之间的结合力。防腐胶带施工则需注意胶带的缠绕方式、搭接宽度等参数,确保防腐层的密封性和完整性。施工完成后,还需对防腐层进行质量检测,如厚度检测、附着力检测等,确保防腐效果符合设计要求^[2]。

2.3 新型防腐技术

随着科技发展,新型防腐技术不断涌现。纳米防腐技术是其中的代表,通过将纳米材料添加到防腐涂料中,可显著提高涂层的致密性、耐腐蚀性和耐磨性。纳米材料的小尺寸效应和表面效应,使其能够填充涂层中的微小孔隙,形成更紧密的防护层。例如,含有纳米二氧化钛的防腐涂料,不仅具有良好的耐候性和自清洁能力,还能在紫外线照射下产生光催化作用,分解涂层表面的有机污染物,进一步提升防腐性能。复合防腐技术也是近年来的研究热点,它将多种防腐方法结合使用,发挥各自优势,提高防腐效果。如将防腐涂层与电化学保护相结合,先在管道表面涂覆防腐涂层,隔绝大部分腐蚀介质,再通过外加电流或牺牲阳极的方式,对涂层破损处进行保护,形成双重防护。这种复合防腐技术能够有效应对复杂的腐蚀环境,有效延长管道使用寿命。

3 建筑暖通工程管道保温技术

3.1 保温材料的性能与选择

保温材料的性能指标是选择的重要依据,主要包括导热系数、密度、吸水率、防火性能等。导热系数是衡量保温材料保温性能的关键指标,导热系数越低,保温效果越好。如岩棉的导热系数一般在 $0.04-0.05\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,聚氨酯泡沫的导热系数可低至 $0.02-0.03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,后者保温性能更优。密度影响保温材料的强度和施工性能,密度过大可能增加管道荷载,过小则影响保温材料的稳定性和强度。吸水率高的保温材料在潮湿环境中会吸收大量水分,导致保温性能下降,因此需选择吸水率低的材料,如聚苯乙烯泡沫。防火性能也是重要考量因素,建筑暖通工程中通常要求保温材料达到一定的防火等级,如B1级(难燃)或A级(不燃)。选择保温材料时,需根据工程具体需求,综合权衡各性能指标,在保证保温效果的同时,满足其他使用要求。

3.2 保温结构设计

合理的保温结构设计能够提升保温效果和系统稳定性。保温结构一般由保温层、防潮层和保护层组成。保温层是核心部分,根据管道管径、保温材料特性和热工计算确定保温层厚度,确保达到规定的保温性能要求。防潮层的作用是防止水分侵入保温层,影响保温效果。常用的防潮材料有沥青油毡、聚乙烯薄膜等,通过缠绕或粘贴的方式设置在保温层外。保护层用于保护保温层和防潮层,防止其受到机械损伤、日晒雨淋等外界因素破坏。常见的保护层材料有铝箔、镀锌铁皮、玻璃钢等,根据使用环境和要求选择合适的材料和安装方式。对于户外管道,还需考虑保护层的抗风、抗老化性能;对于室内管道,可选择美观性较好的材料。

3.3 保温施工工艺

保温施工工艺直接影响保温质量和效果。施工前,需对管道表面进行清理,确保表面平整、干燥。保温层施工时,根据保温材料类型采用不同的施工方法。对于板材类保温材料,如岩棉板、聚苯板等,采用粘贴或捆扎的方式固定在管道表面;对于松散填充类保温材料,如膨胀珍珠岩、玻璃棉等,需填充密实,避免出现空洞。防潮层施工应紧密贴合保温层,采用搭接方式,搭接宽度不小于 50mm ,确保密封良好^[3]。保护层施工时,需注意搭接方向应与管道坡度一致,防止雨水积聚;金属保护层的接缝处应采用咬口连接或铆接,并做好密封处理。施工过程中,需严格控制保温层的厚度均匀度、防潮层和保护层的密封性,确保保温结构的完整性和有效性。

3.4 新型保温技术

新型保温技术不断发展,为暖通工程带来新的选

择。真空绝热板(VIP)是一种高效保温材料,它通过抽真空减少空气对流传热,内部填充的芯材具有极低的导热系数,使其保温性能远超传统保温材料。真空绝热板的导热系数可低至 $0.008-0.012\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,在同等保温效果下,其厚度仅为传统保温材料的 $1/3-1/5$,适用于对空间要求较高的建筑暖通工程。相变保温技术也备受关注,该技术利用相变材料在相变过程中吸收或释放大量的热量,调节管道温度。当管道内介质温度升高时,相变材料吸收热量发生相变;当温度降低时,相变材料释放热量,从而使管道温度保持相对稳定。这种技术不仅能提高保温效果,还能减少能源消耗,具有良好的应用前景。

4 建筑暖通工程管道防腐保温技术的发展趋势

4.1 绿色环保材料的应用——引领行业绿色转型

在环保意识的普遍提升和相关政策法规的强力推动下,绿色环保材料在建筑暖通工程管道防腐保温领域的应用正逐渐成为行业发展的新常态。传统防腐保温材料中,不乏含有溶剂型防腐涂料中的挥发性有机化合物(VOCs)等有害物质,这些物质在施工和使用环节中不仅对环境构成潜在威胁,还可能对人体健康造成不利影响。因此,寻找并推广更为环保的材料成为当务之急。水性防腐涂料和无溶剂防腐涂料因其低VOCs排放、环保性能优越,正逐步取代传统溶剂型涂料,成为市场主流。同时,岩棉、玻璃棉等无机不燃保温材料凭借其出色的环保性能和卓越的防火性能,在各类建筑项目中得到了广泛应用,其市场份额预计将持续扩大。值得注意的是,可降解保温材料作为近年来的研究热点,具备在使用寿命结束后自然降解的特性,从而有效减轻对生态环境的负担,这与当前的可持续发展理念不谋而合,预示着未来保温材料将更加绿色、环保、可持续。

4.2 智能化监测与控制技术——提升运维效率与节能降耗

智能化监测与控制技术在管道防腐保温领域的应用,代表了未来技术发展的一个重要方向。借助高精度传感器,如温度传感器、湿度传感器、腐蚀监测传感器等,能够实时、准确地采集管道运行状态数据。这些数据通过物联网技术实时传输至监控中心,由专业的软件系统进行深度分析。一旦监测到管道防腐层破损、保温

层效能下降等异常情况,系统会立即触发预警机制,通知相关人员及时采取修复措施。更进一步,智能化控制系统能够根据外部环境温度、管道内介质温度等关键参数,灵活调整保温系统的运行状态,如智能控制电伴热的启停、动态调节相变保温材料的相变过程等,从而实现能源的精准管理和高效利用。

4.3 标准化与规范化发展——保障工程质量与安全

建筑暖通工程管道防腐保温技术的标准化与规范化发展,是确保工程质量、提升行业整体水平的关键所在。当前,尽管相关技术标准和规范体系正在不断完善,但仍存在地域差异、企业间执行标准不统一等问题,导致工程质量参差不齐,影响了防腐保温效果^[4]。未来需进一步深化防腐保温技术标准的制定工作,明确材料性能指标、统一施工工艺要求、确立质量验收标准,构建起覆盖设计、施工、验收全链条的标准化体系。同时,加大对施工企业和人员的培训力度,提升其专业技能和质量意识,确保每一步施工都能严格按照标准规范执行。通过标准化与规范化的深入实施,可以有效提升建筑暖通工程管道防腐保温技术的整体水平,从根本上保障工程质量与运行安全,推动行业健康、有序发展。

结束语

综上所述,建筑暖通工程管道防腐保温技术的不断进步与创新,对于提高管道使用寿命、降低能源消耗、保障系统运行稳定具有重要意义。随着绿色环保理念的深入人心和智能化技术的发展,未来管道防腐保温技术将更加注重材料的环保性能和智能化监测与控制的应用。同时,标准化与规范化的发展将进一步提升工程质量,促进行业健康有序发展。

参考文献

- [1]汪妍.建筑暖通工程的管道防腐保温技术研究[J].工程建设与设计,2025(3):41-43.
- [2]赵婷婷.建筑暖通工程管道防腐保温技术研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(4):92-94.
- [3]赵纯,南元元.建筑暖通工程管道防腐保温技术的应用[J].门窗,2025(7):226-228.
- [4]彭艺媛.暖通工程施工过程中管道防腐保温技术的有效运用[J].砖瓦世界,2024(9):76-78.