

热力管道穿墙套管防水堵漏技术研究

庾朝鹏

中海泰达(北京)科技发展有限公司 北京 100176

摘要: 随着城市化进程的加快和工业规模的不断扩大,热力管道在供热、供汽等领域的应用愈发广泛。本文聚焦热力管道穿墙套管防水技术展开研究。首先阐述热力管道穿墙套管防水的基本概念与重要性,接着详细剖析该防水技术的关键要点,涵盖柔性防水套管结构优化、密封材料性能匹配、抗震补偿与变形设计、施工工艺精细化控制以及防腐与耐久性提升等方面。最后探讨其发展趋势,包括材料创新、结构优化、施工工艺改进及监测技术应用等。旨在为提升热力管道穿墙套管防水性能提供理论依据与实践参考,推动相关技术不断进步。

关键词: 热力管道;穿墙套管;防水技术;发展趋势

引言: 在城市建设与工业发展中,热力管道作为输送热能的重要设施,其安全稳定运行至关重要。热力管道穿墙处是防水薄弱环节,一旦出现渗漏,不仅会造成热能损失、能源浪费,还可能影响周边环境与建筑结构安全。传统的防水方式在应对复杂工况与长期使用需求时,逐渐暴露出诸多不足。因此,深入研究热力管道穿墙套管防水技术,提高其防水性能与可靠性,成为保障热力管道安全运行、降低维护成本、推动行业可持续发展的关键课题,具有十分重要的现实意义。

1 热力管道穿墙套管防水的概述

热力管道在运行过程中,需穿越墙体等结构,而穿墙套管的防水处理至关重要。若防水不到位,水分会沿套管与管道、墙体间的缝隙渗透,不仅会腐蚀管道和套管,降低其使用寿命,影响热力系统的稳定运行,还可能对周边建筑结构造成损害,引发安全隐患。热力管道穿墙套管防水是一个综合性工程,涉及材料、结构、施工等多个方面。在材料选择上,需根据管道工作温度、介质特性及使用环境,选用合适的密封材料,如橡胶密封圈、防水涂料等。结构设计上,要优化套管形式,如采用柔性防水套管,增强其适应管道位移和振动的能力。施工环节则需严格按照规范操作,确保套管定位准确、固定牢固,密封处理严密。通过多方面的协同配合,构建可靠的防水体系,保障热力管道穿墙部位长期安全、稳定运行^[1]。

2 热力管道穿墙套管防水技术的要点

2.1 柔性防水套管的结构优化

柔性防水套管结构优化对热力管道穿墙防水至关重要。

(1) 套管本体作为核心,多采用碳钢或不锈钢,依据墙体厚度定制长度。内壁光滑利于管道穿过,外壁焊

接1-2道止水环嵌入墙体混凝土,增强防水。优化时要保证内径比管道外径大10-20mm,为密封胶圈留空间,适应管道位移,防止刚性连接导致防水失效。(2) 密封胶圈是关键部件,常用丁腈橡胶等耐老化橡胶材质。它靠挤压变形填充间隙形成弹性密封层。优化需按介质特性选材,腐蚀性介质选择耐化学腐蚀橡胶,且要保证胶圈有足够弹性恢复能力,以适应位移并长期密封。(3) 压盖套在管道外侧,与套管本体用螺栓连接,紧固挤压胶圈。优化要确保螺栓分布均匀、对称紧固,材质与套管匹配防电化学腐蚀,还要定期检查紧固状态。(4) 挡圈可防止管道过度滑动,避免胶圈脱落损坏,还能分散侧向压力,延长胶圈寿命。优化时要根据管道直径和位移量设计尺寸,使其与套管内壁紧密配合,限制位移范围且不妨碍管道正常热胀冷缩,维持防水结构整体稳定。

2.2 密封材料的性能匹配

(1) 普通给排水。常用橡胶类密封材料,如丁腈橡胶,它具有良好的柔韧性与弹性,能适应管道微小位移和振动,有效填充缝隙,防止水渗漏。其耐水性出色,长期浸泡在水中性能稳定,不易发生膨胀、变形等影响密封效果的情况。而且价格较为亲民,成本较低。同时,丁腈橡胶的加工性能良好,易于制成各种形状的密封胶圈,与套管和管道贴合度高,能满足普通给排水管道穿墙套管日常的防水密封需求。(2) 高温热力管道。硅橡胶是较为合适的选择,它能在高温环境下保持稳定的物理和化学性能,耐温范围广,可长期承受较高温度而不软化、老化。硅橡胶还具有良好的弹性,在高温下仍能紧密贴合管道与套管,有效阻止热介质泄漏。此外,它的抗热老化性能优异,使用寿命长,减少了频繁更换密封材料的成本和工作量。(3) 化工废水管道。氟橡胶是理想之选,它对大多数酸、碱、有机溶剂等化

学物质都有出色的抵抗能力，在化工废水复杂的化学环境中，能长期保持性能稳定，不被腐蚀，从而确保密封效果。氟橡胶还具有较好的耐高温性能，可应对化工生产中可能产生的高温情况。同时，其弹性良好，能够适应管道的振动和位移，防止因管道动态变化导致密封失效，保障化工废水管道穿墙套管的安全、可靠密封^[2]。

2.3 抗震补偿与变形设计

在热力管道穿墙设计中，抗震补偿与变形设计是保障管道安全稳定运行的关键环节，常见设计方式有以下三种。（1）柔性套管设计。柔性套管本体采用橡胶与金属复合等柔性材质或特殊结构，具备出色的弹性变形能力。当地震等外力来袭，墙体或管道发生位移时，它能随之伸缩、弯曲，有效吸收和缓冲振动能量。这避免了刚性连接下套管与管道、墙体间因应力过大而破坏密封结构的问题。而且，柔性套管还能适应管道日常运行中的热胀冷缩变形，维持密封性能稳定。（2）波纹管补偿器设计。波纹管补偿器由金属波纹管、端管、法兰等构成，依靠波纹管的弹性变形实现抗震补偿与管道变形适应。它能够吸收管道因温度变化、地震等因素产生的轴向、横向和角向位移。地震发生时，能迅速响应振动，减轻管道与套管连接处的应力集中，防止结构损坏。其具有补偿量大、耐腐蚀性强的优点，能满足不同工况需求。设计时需精确计算管道位移量，合理确定波纹管的波数、壁厚等参数，保障补偿器有效发挥作用。（3）预留间隙设计。在热力管道穿墙套管安装时，在管道与套管间预留一定间隙，为管道热胀冷缩、地震位移提供空间。间隙大小需结合管道材质、工作温度、地震烈度等因素确定。同时，设置密封填料或防护装置防止杂物进入，保证变形适应与防水密封效果。

2.4 施工工艺的精细化控制

在热力管道穿墙施工中，对施工工艺进行精细化控制是确保工程质量的关键，主要体现在定位与固定、密封处理和验收测试三个环节。（1）定位与固定是施工的基础。施工前，要依据设计图纸，结合现场实际，使用专业测量工具精确定套位置，保证其与管道走向、墙体结构适配。固定时，针对不同墙体采用不同方式。混凝土墙体采用预埋，将套管牢固焊接在墙体钢筋上，防止浇筑时移位；砖墙则用膨胀螺栓固定，确保套管垂直度和水平度达标。同时，控制好套管与墙体表面的距离，为后续密封处理预留空间。（2）密封处理关乎防水性能。管道穿过套管后，先清理杂物和灰尘，保证接触面洁净。根据密封材料特性操作，用密封胶时要均匀涂抹，形成连续密封层；用密封填料则分层填塞并捣实。对于柔性防水套管，要正确安装密封胶圈，通过压盖和

螺栓均匀挤压使其填满间隙。处理完成后，检查密封表面是否平整、有无裂缝。（3）验收测试是质量保障的最后关卡。先进行外观检查，查看套管与管道安装是否牢固、密封表面是否完好。鉴于穿墙套管另一侧常处于土壤中，采用专业内窥镜结合烟雾发生装置检测渗漏的方法难以实施。此时，可在管道系统内施加一定压力，在套管周边涂抹显色试剂，观察是否出现颜色变化来判断渗漏，若发现渗漏，及时整改直至测试合格，确保防水性能满足设计要求，保障热力系统安全稳定运行。

2.5 防水套管堵漏施工方案

（1）做好前期准备与勘察工作。渗漏点勘察及定位是关键，需准确找出渗漏点与治理套管，抽水清理并根据现场搭架子。同时，鉴于井室长期处于高湿环境，原防水层老化失效，要重新设置防水层，对井室进行帷幕注浆，保障设施安全防水无渗漏。此外，施工前将井室内水全部抽干，且作业中抽水不间断。（2）拆除与清理工作要细致。拆除原穿墙管保护层及其他装置时，务必做好安全防护措施；套管保护铁圈分段拆除，确保安全；剔凿套管周边混凝土至可施工程度；彻底清理原套管内部失效填充物，并检查清理效果，保证无残留。（3）进行填充与封堵操作。从里到外均匀填充高聚物石墨纤维，确保套管全覆盖且饱满均匀；涂抹高分子碳纳米防渗防腐涂料封堵套管；埋入高性能注浆针，根据不同层次埋入不同深度。之后分层灌注，第一层灌注高分子碳纳米快速止水材料，多次重复确保无明水进入；第二层灌注高分子碳纳米高弹止水灌浆，多次重复保证填充饱满密实；第三层灌注高分子碳纳米渗入固结材料，多遍灌注杜绝水渍渗出。最后对整个套管涂刷深入固结和抗渗浆料背涂，形成坚固防水整体^[3]。如图1所示

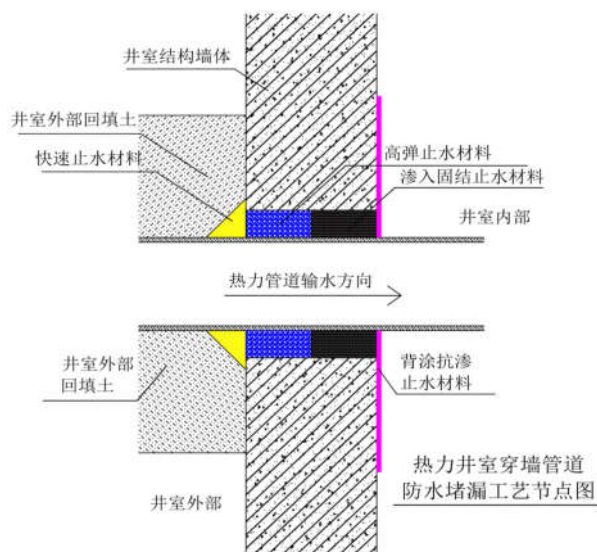


图1

3 热力管道穿墙套管防水技术的发展趋势

3.1 材料创新

热力管道穿墙套管防水材料正积极朝着高性能与环保化方向革新。硅橡胶作为新型环保防水材料中的突出代表,被广泛应用于套管阻隔密封处理。它具备显著的环保优势,VOC排放极低,契合当下绿色发展理念。性能方面,硅橡胶憎水性极佳,能构筑起坚韧且致密的防水屏障,有效抵御水分侵入。并且,它耐高低温性能卓越,在酷热或严寒的极端环境中,都能稳定保持防水性能,为热力管道穿墙防水提供了可靠保障,应用前景十分广阔。

3.2 结构优化

热力管道穿墙套管结构优化聚焦于提升密封性与适应性。柔性防水套管结构持续改进,多层高弹性橡胶密封圈的应用,增强了密封效果,可有效阻止水分渗透。同时,为适应管道热胀冷缩及地震等外力作用,套管结构增加缓冲与变形设计,如设置弹性连接件、滑动支架等,减少因位移产生的应力集中,避免密封失效。此外,针对不同工况,研发出保温防水一体化套管,在满足防水需求的同时,实现管道保温功能,提高能源利用效率。

3.3 施工工艺

施工工艺向精细化、智能化迈进。数字化施工平台的应用,可对施工过程进行实时监控与数据采集,确保施工参数符合设计要求,提高施工质量。智能渗漏检测系统能在施工过程中及时发现渗漏隐患,指导施工人员调整施工方案。在套管安装环节,采用激光定位技术,提高套管安装的精度,确保其与管道同心度,减少因安装偏差导致的密封问题。同时,施工工艺更加注重细节处理,如对套管与墙体、管道间的缝隙进行多层密封处理,采用新型密封材料与工艺,提升防水效果。

3.4 监测技术

监测技术为热力管道穿墙套管防水提供实时保障。无线传感器网络可实时监测套管周边的温度、湿度、压力等参数,当出现异常变化时,及时发出预警信号,以便工作人员采取措施。智能图像识别技术通过对管道穿墙部位图像的分析,检测是否存在渗漏、裂缝等缺陷,实现远程监控与诊断。此外,光纤传感技术凭借高灵敏度、抗电磁干扰等优势,可精确监测管道的应变、位移等情况,为评估防水系统的安全性提供数据支持,实现热力管道穿墙防水系统的智能化管理与维护^[4]。

结束语

热力管道穿墙套管防水技术的研究,对保障热力系统安全稳定运行、延长管道及建筑结构使用寿命意义重大。通过深入探究材料特性、优化结构设计、规范施工工艺以及引入先进监测技术等多维度举措,我们不断攻克防水难题,提升防水效果。未来,随着科技持续进步,防水技术将朝着更高效、环保、智能的方向发展。我们需紧跟时代步伐,持续创新,将新成果应用于实际工程,为热力管道穿墙套管防水提供更坚实的技术支撑,推动行业迈向更高水平,为社会经济发展贡献力量。

参考文献

- [1]张艳博,任瑞峰,梁鹏,等.基于热成像的埋地热力管道缺陷检测试验研究[J].仪器仪表学报,2020,41(06):161-170.
- [2]徐火力.红外热像检测技术在热力管道年度检查中的应用[J].能源与环境,2022,(01):38-39
- [3]胡栋,张义磊,王强,等.基于磁致伸缩超声导波的热力管道检测研究[J].化工装备技术,2021,39(06):14-17.
- [4]郝放,滕振业.绝缘套管放电原因分析与对策[J].科技世界,2022(12):59.