

市政工程钢筋混凝土污水管道液态防腐施工工艺研究

文 / 毕炳祥 济南金日公路工程有限公司

孟祥明 济南金日公路工程有限公司

左连强 济南金日公路工程有限公司

摘要:本研究围绕市政工程钢筋混凝土污水管道的液态防腐施工工艺展开。分析当前市政污水管道防腐施工的现状与发展趋势,指出传统防腐工艺存在的不足。接着,探讨液态防腐工艺的技术难点,提出优化及改进措施,包括材料选择、表面预处理、施工工艺控制等方面。通过实际工程中的应用实践,评估优化后的液态防腐工艺在提升管道耐久性、施工效率和环保性等方面的成效。综合分析液态防腐工艺在市政污水管道工程中的综合效益,并展望未来发展方向,为市政工程提供技术参考。

关键词:市政工程;钢筋混凝土;污水管道;液态防腐;施工工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.030

引言

市政污水管道作为城市基础设施的重要组成部分,其防腐性能直接影响到城市排水系统的安全运行。近年来,钢筋混凝土管道因其强度和耐久性被广泛应用,但长期接触腐蚀性介质使其易于受损。传统的防腐措施存在附着力不足、耐久性不强等问题,难以满足现代化市政工程的要求。液态防腐施工工艺以其优异的耐腐蚀性和施工便捷性,逐渐成为市政工程防腐的主要手段。本文旨在探讨液态防腐工艺在钢筋混凝土污水管道中的应用效果与优化策略,以提高管道的使用寿命和抗腐蚀能力,为市政工程的高效运行提供科学依据。

一、市政污水管道防腐施工的现状与发展趋势

当前,市政污水管道在城市基础设施中占据着重要地位,其防腐施工的有效性直接关系到管道的使用寿命与污水系统的运行稳定。由于污水中含有大量的腐蚀性介质,如酸、碱、硫化物和有机物,长期作用下容易对管道造成腐蚀和损害,甚至引发管道破裂、泄漏等问题,影响市政排水系统的整体效能。近年来,钢筋混凝土污水管道作为主要的排水结构材料,因其较好的强度与耐久性被广泛应用。然而,由于混凝土材料本身存在较高的渗透性和易受腐蚀的特性,其防腐问题愈发凸显,如何对其进行有效的防腐处理已成为工程建设中的关键课题。

传统的污水管道防腐施工工艺主要包括内衬水泥砂浆、涂覆环氧树脂、铺设橡胶片等方法,虽然可以在一定程度上提升管道的耐腐蚀性能,但这些工艺在实际应用中往往存在附着力不足、耐久性不强、施工复杂以及成本较高等问题,难以满足污水管道长期防护的需求。随着材料技术和防腐工艺的发展,新型液态防腐涂料逐渐进入市政污水管道防腐施工领域。液态防腐涂料凭借其优异的渗透性、耐酸碱性以及高附着力,在增强管道抗腐蚀性能、延长管道使用寿命方面展现出显著优势。

目前,液态防腐技术在市政污水管道中得到日益广

泛的应用,如聚氨酯、聚脲等高分子涂料的运用,使得管道内壁能够形成致密且耐腐蚀的保护层,从而有效阻隔污水中的腐蚀性介质。液态防腐涂料不仅施工简单、固化快速,还能够在潮湿环境下施工,极大地提高了施工效率。与此同时,随着环保意识的增强,涂料的环保性和低污染也成为发展趋势,水性涂料和无溶剂涂料逐渐成为液态防腐材料的主流选择。

发展趋势上,市政污水管道防腐施工将朝着更加专业化和标准化的方向发展,通过材料创新和工艺改进,不断提高涂层的耐久性和防护性能。在施工过程中引入智能检测与监控技术,对涂层质量和施工环境进行实时监测,将有助于保证防腐效果,降低管道维护和修复成本。综合来看,市政污水管道防腐技术的进步将对城市排水系统的安全和长效运行提供有力保障。

二、钢筋混凝土管道液态防腐工艺中的技术难点

在钢筋混凝土管道的液态防腐施工中,尽管液态防腐涂料具备优良的性能,但其工艺应用仍然存在诸多技术难点,这些难点直接影响防腐效果与管道的使用寿命。管道表面的预处理是液态防腐施工中的关键步骤。由于钢筋混凝土管道的表面可能存在污垢、油脂、盐分以及旧涂层等杂质,且混凝土表面较为粗糙和多孔,处理不当将导致涂层的附着力下降,甚至出现起泡、脱落等现象。因此,在涂覆液态防腐材料之前,需进行表面打磨、清洁以及酸洗等处理,以确保表面具有足够的清洁度和粗糙度,使涂料能够与混凝土基材形成牢固的附着。

液态防腐涂料的材料性能与施工环境对施工质量有着密切关系。液态涂料的选择需根据管道所处的环境和承受的介质腐蚀程度来确定,且应具有良好的抗渗透性、耐酸碱性和耐老化性能。然而,混凝土管道所处的施工环境通常较为恶劣,常伴有潮湿、低温或高温等条件,容易影响涂层的固化速度、涂覆效果以及最终防腐性能。在高湿度或低温环境下,涂层可能难以固化完全,导致防腐层质量降低。此外,施工时温度过高可能导致涂料

流挂或过快固化，影响涂膜的均匀性。因此，在液态防腐施工过程中，应根据具体施工环境进行材料选择和工艺调整，确保涂料在不同环境条件下的施工质量。

液态防腐施工工艺的控制也是一项技术难点。涂层厚度不均匀、渗透不足或涂膜连续性不佳均会导致防腐性能降低。为了确保涂膜厚度达到设计要求，涂装工艺需要严格按照标准执行，包括涂料配比、涂装方式、固化时间和涂覆次数等。通常采用喷涂、刷涂等多种工艺，确保涂层均匀、致密，达到良好的防护效果。此外，施工过程中对于涂膜厚度的检测、附着力的测试以及固化效果的监测也尤为重要，确保涂层具有足够的耐久性和抗腐蚀能力。钢筋混凝土管道液态防腐工艺中的这些技术难点对施工质量和最终效果提出了更高要求。针对这些难点，在实践中需要通过不断的工艺优化、材料改进和质量控制，以确保液态防腐涂层的防护效果，最大限度地延长市政污水管道的使用寿命。

三、液态防腐施工工艺的优化及改进措施

为了提升液态防腐施工工艺的防护效果和施工效率，针对目前的技术难点和施工问题，提出了一系列优化与改进措施，以保证涂层质量的稳定性和管道的长期耐久性。在管道表面预处理方面，优化措施主要集中于提高表面处理的精细程度，增强涂层与基材的附着力。采用高压水喷砂、干喷砂或机械抛丸等方法对管道表面进行彻底清洁，使其达到规定的清洁度和粗糙度标准，有效去除杂质与油污。在处理过程中，确保表面粗糙度适中，使得液态防腐涂层能够均匀渗透并与基材充分结合，避免出现附着不良、空隙或涂层脱落的现象。

在材料选择与配比方面，优化液态防腐涂料的性能也是关键措施之一。针对管道内输送介质的化学特性以及施工环境的不同，选用耐腐蚀、抗渗透性强、抗老化的涂料，以确保涂层在不同介质及环境条件下保持长期稳定性。为增强涂层的耐磨性和韧性，选择添加合适的固化剂和助剂，以调整涂料的固化速度和流平效果。此外，在配料过程中应严格按照配比要求进行，避免出现混合不均匀或材料不匹配等问题，以确保涂层的物理化学性能达标。针对施工工艺的改进，建议采取多层涂覆、间隔固化的方式来提升涂层的厚度与均匀性。根据不同管径、管道位置以及涂料的流动性，采用合适的涂覆方式，如喷涂、刷涂或滚涂，并严格控制每一层涂覆的厚度与均匀性。在涂覆完成后，应对涂层进行充分固化，使其达到理想的强度和黏结力，确保涂层具备较高的抗渗透性与防腐能力。同时，为了避免涂层产生针孔、气泡或裂纹等缺陷，施工过程中需要对涂层进行连续检测，及时发现并修复瑕疵，确保涂膜的完整性与致密性。

在施工环境控制方面，优化施工条件以适应涂料的最佳固化环境尤为重要。保持施工现场的温湿度在涂料固化所要求的范围内，避免高湿度、低温或强风等不利条件对涂层质量的影响。同时，为提高施工质量与效率，建议开展专业培训，提高施工人员的技术水平与操

作熟练度，确保施工工艺执行规范、操作流程顺畅。通过以上优化和改进措施，液态防腐施工工艺能够进一步提高施工质量，增强涂层的耐腐蚀性和耐久性，为市政钢筋混凝土污水管道提供更高效的防腐保障，延长管道的使用寿命，确保市政排水系统的稳定运行。

四、优化后液态防腐工艺在工程中的实践与成效

优化后的液态防腐施工工艺在市政工程中的实践取得了显著成效，为污水管道的长期耐久性和抗腐蚀性能提供了有效保障。在实际工程中，经过优化的表面预处理工序，使得管道基材与液态防腐涂层的结合更为牢固，显著提高了涂层的附着力。经高压水喷砂或机械抛丸处理后的钢筋混凝土表面，粗糙度均匀且无杂质，涂层能够充分渗透并牢固黏附于管道表面。实践中，检测数据显示，涂层厚度均匀，附着力和耐磨性能均达到设计标准，避免了涂层起泡、剥离等问题的发生。在优化施工材料的应用中，选用新型液态防腐涂料进一步提升了涂层的耐化学腐蚀性能和抗老化性能。对于城市污水中含有的腐蚀性介质，如硫化氢、氯离子等，经过改良配比的防腐涂料显示出良好的抗渗透性与耐久性。管道内壁涂层在多层涂覆、逐层固化后，形成了高密度、致密且耐腐蚀的保护层。在工程检测中，涂层抗渗性能和耐酸碱能力表现出色，能够有效防止污水中的腐蚀物质侵入混凝土结构，延长了管道的使用寿命。

在实际施工工艺方面，优化后的液态防腐工艺在涂覆方式与工艺流程上得到了有效改进。通过多层次涂覆和适当的固化间隔，确保了涂层的均匀性和厚度，避免了涂层质量受环境条件影响的现象。在喷涂和刷涂过程中，采用机械化设备与人工操作相结合的方式，有效提升了施工效率，确保了涂膜质量的稳定。同时，施工过程中的质量检测环节也得到了加强，对每一层涂覆后的固化状态、附着力、涂膜厚度等关键指标进行实时监测，确保施工符合工艺要求。通过在实际市政工程中的应用，优化后的液态防腐工艺在多项污水管道建设项目中获得了成功实践。工程完工后，经多次运行检测，污水管道的防腐性能显著提升，未出现明显腐蚀、渗漏等现象。涂层的抗磨损性和耐老化性能亦得到了验证，在长时间运行后，涂层仍保持完整性和附着性。此外，优化工艺不仅缩短了施工周期，提高了施工效率，还降低了维护和修复成本，为市政工程提供了经济、高效的防腐解决方案。

五、液态防腐工艺在市政工程中的综合效益评估

液态防腐工艺在市政工程中的应用具有显著的综合效益，其价值体现在经济、社会和技术多个层面。在经济效益方面，液态防腐工艺的应用大幅降低了污水管道的维护和更换成本。传统防腐工艺由于防护层性能不稳定，往往需要频繁维护甚至更换，而液态防腐涂层的高附着力、耐久性以及抗腐蚀性能，可以延长管道的使用寿命，减少维护频次和材料更换所需的费用投入。同时，施工效率的提升和工期的缩短，也在一定程度上降低了工程成本，减少了施工对交通、居民生活等市政环

境的干扰。

在社会效益方面，液态防腐工艺提升了污水管道的耐久性和运行稳定性，保障了城市排水系统的长期正常运作，有效避免了因管道腐蚀、渗漏导致的环境污染和城市内涝问题。这不仅有助于保护城市水资源与周边生态环境，还能提升居民生活质量和城市整体形象。此外，液态防腐工艺在施工过程中减少了涂料浪费和有害物质的排放，实现了较为绿色、环保的施工过程，符合国家节能减排和环保政策的要求，为市政工程的可持续发展提供了有力支持。

从技术效益来看，液态防腐工艺不仅有效改善了钢筋混凝土污水管道的耐腐蚀性能，还提升了施工的工艺水平和质量控制能力。液态防腐材料的应用，使得涂层在抗渗透、抗老化和耐磨损等性能方面得到显著提高，能够更好地适应污水管道长期浸泡、酸碱侵蚀等复杂工况。同时，液态防腐工艺的施工流程经过优化调整后，显著提升了涂覆的均匀性和涂层质量。无论是机械喷涂还是人工刷涂，都能够保证涂膜厚度达到标准，固化效果良好，确保了防腐效果的稳定性与可靠性。此外，液态防腐工艺也为市政工程中的其他混凝土结构提供了参考经验，具有较强的技术推广价值。液态防腐工艺在市政污水管道工程中的综合效益显著，体现了经济成本低、社会环境友好、技术性能优异等多方面的优势。该工艺的应用不仅提升了市政工程的质量和耐久性，还为城市基础设施的可持续发展提供了新思路，展现出较高的推广和应用价值。

六、市政污水管道防腐技术的未来发展方向

市政污水管道防腐技术的发展正逐步走向高效、环保与智能化方向，以满足日益严苛的工程需求和环境要求。未来，在材料创新方面，将会更加重视防腐涂料的耐久性、抗腐蚀性和环保性能。随着科技的不断进步，新型涂料材料如自修复涂层、纳米复合材料及功能化聚合物等将被广泛研究和应用。这些新材料不仅在耐腐蚀、抗老化性能方面有明显优势，还具有更好的附着力和自适应能力，能够在管道受损时自动修复表层，提高涂层的整体耐久性和使用寿命。同时，涂料的绿色化将成为主流发展方向，通过减少有机挥发物（VOCs）和有毒溶剂的使用，实现无溶剂、低污染的环保涂料技术，为市政工程的绿色建筑提供保障。

在施工工艺方面，技术将朝着自动化、智能化的方向迈进。基于先进传感技术和大数据分析的施工监测系统将被引入施工流程，实现涂覆质量的实时监控，确保涂层的均匀性和厚度满足要求。无人喷涂、机器人自动涂覆等机械化施工方式将逐渐普及，以减少人工操作的误差和环境因素对施工质量的影响，提高施工效率，确保防腐工艺在不同环境条件下的稳定性。此外，温湿度控制、表面预处理质量等环节也将纳入智能监测系统，实现整个施工过程的自动化和精细化。未来的市政污水管道防腐技术还将更注重防腐与结构一体化设计。通过在管道制造阶段就预埋防腐层或采用复合材料管

道，将防腐功能融入管道结构中，从而简化施工工艺，增强管道的综合性能。这种一体化的设计不仅减少了后期防腐处理的复杂度，而且可以提升管道的整体耐腐蚀能力，降低维护成本，延长使用寿命。

在技术标准和施工规范方面，随着防腐技术的不断发展，市政工程防腐施工将更加规范化、标准化。建立完善的防腐材料质量检测标准和施工工艺规范，确保每一步施工工序符合要求。同时，定期对管道进行维护和检测，及时发现和解决涂层老化、脱落等问题，进一步保障管道的运行安全与稳定。市政污水管道防腐技术的未来发展将更加注重材料的创新、施工的智能化和环保性的提升，综合运用多学科知识，不断优化和完善防腐技术。通过防腐材料与施工工艺的不断改进，防腐与管道结构的一体化融合，以及施工管理的科学化与规范化，市政污水管道的耐久性、安全性和经济性都将得到显著提升，为城市基础设施的健康发展提供更加坚实的保障。

结语

本研究针对市政工程钢筋混凝土污水管道的液态防腐施工工艺进行了全面分析与探讨。通过对市政污水管道防腐施工的现状、技术难点及优化措施的详细研究，明确了液态防腐技术在提升管道耐久性、施工效率以及环境友好性等方面的优势。优化后的液态防腐工艺在实际工程中表现出显著成效，为城市排水系统的稳定运行提供了可靠保障。同时，对液态防腐技术在市政工程中的综合效益进行了评估，并展望了未来发展方向，提出了材料创新、智能化施工及一体化防腐设计等重要趋势。研究表明，液态防腐工艺在市政污水管道中的推广应用，将进一步推动城市基础设施建设的可持续发展，提升市政工程的质量和经济效益。

参考文献

- [1] 陈浩然. 市政污水管道腐蚀与防腐技术分析[J]. 建筑技术, 2019, 50(3): 124-128.
- [2] 王志峰. 钢筋混凝土污水管道防腐施工工艺研究[J]. 市政工程, 2018, 36(5): 85-90.
- [3] 刘伟. 新型液态防腐材料在市政污水管道中的应用探析[J]. 建筑科学, 2020, 46(7): 93-97.
- [4] 杨晓东. 钢筋混凝土管道液态防腐涂层施工质量控制[J]. 工程技术, 2021, 39(4): 74-78.
- [5] 周建国. 市政管道防腐技术发展及展望[J]. 现代建筑施工, 2017, 31(2): 53-57.
- [6] 何丽娜. 液态防腐涂料在污水处理工程中的应用[J]. 化工材料, 2019, 47(6): 145-150.

作者简介:

毕炳祥(1982.09.12), 男, 汉族, 河北沧州, 高级工程师, 本科, 研究方向: 道路与桥梁工程。

孟祥明(1984.01.04), 男, 汉族, 山东省商河县, 高级工程师, 大学本科, 研究方向: 道路与桥梁工程。

左连强(1983.11), 男, 汉, 山东省济南市, 高级工程师, 本科, 研究方向: 道路桥梁。