

新形势下路桥工程施工中的防水技术分析

石铭

滨州市道路运输服务中心

摘要：随着全球气候变化和环境挑战的加剧，路桥工程中的防水技术显得尤为关键，关乎工程质量与安全还直接影响工程的耐久性和可持续发展。面对气候变暖、极端降水事件增多以及海平面上升等新形势，传统和现代防水技术需结合工程实际进行创新应用。本文深入分析了路桥工程防水技术在新环境下的应用原则、面临的挑战及高效防水材料与施工方法的实践，旨在为路桥工程防水技术提供创新思路和实践指导，以适应新形势下的工程需求。

关键词：新形势；路桥工程施工；防水技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.17.070

前言：防水技术作为路桥工程中的关键技术之一，对于保障路桥工程的耐久性和使用寿命具有至关重要的作用。然而，在新形势下全球气候变化、极端天气事件频发以及海平面上升等因素对路桥工程防水技术提出了新的挑战。因此，开展新形势下路桥工程施工中的防水技术分析研究旨在深入探讨新形势下路桥工程防水技术的发展趋势、面临的新挑战以及高效防水材料与施工方法的应用，为提升路桥工程防水性能、保障城市交通的顺畅与安全提供理论支持和实践指导。

一、防水技术在路桥工程中的地位

在当代路桥工程施工领域，防水技术的地位日益凸显，已成为确保工程质量和延长使用寿命的关键因素。该技术不仅对维护结构的完整性、防止水分侵蚀具有至关重要的作用，而且对于提高道路和桥梁的安全性、可靠性以及舒适性起到了不可替代的作用^[1]。随着建筑材料科学的发展和工程技术的进步，防水技术已从单一的材料应用，发展为一个涵盖材料科学、结构工程、环境科学等多学科交叉的综合技术体系。在路桥工程中，良好的防水性能可以有效预防和减少由于水分渗透造成的结构腐蚀、冻融损伤和化学侵蚀等问题，从而显著提高工程的耐久性和减少维护成本。此外，防水技术在提升工程环境适应能力方面发挥着重要作用，尤其是在面临复杂多变气候条件和极端天气事件的背景下，有效的防水措施能够保障路桥工程的正常运行和使用安全。因此，掌握先进的防水技术，优化防水设计，以及采用高

性能防水材料，对于提升路桥工程整体质量和性能，实现工程的长期稳定运营具有重要意义^[2]。

二、环境变化带来的防水技术新挑战

（一）气候变暖对防水材料性能的影响

随着平均气温的上升，原本设计用于特定温度范围内的防水材料，其物理和化学稳定性面临考验^[3]。高温环境下许多防水材料可能发生软化、老化加速，甚至性能下降，这直接影响到材料的防水效果及长期耐久性。同时气候变暖还会导致极端天气事件的频率和强度增加，如暴雨、洪水等，这些极端气候对防水系统的防御能力提出了更高的要求，防水材料和技术必须能够适应更大的降水量和更复杂的水环境条件，保障路桥工程的安全与稳定。此外气候变暖还可能引起地质环境的变化，如地面沉降、土壤湿度变化等对路桥基础工程的防水性能也构成了威胁。因此防水技术在应对气候变化的同时，还需考虑到地质环境变化对工程防水性能的影响，在此背景下传统防水材料和技术面临着适应性的挑战，需要对防水材料的选择、应用及其配套技术进行深入研究和优化，以适应气候变化带来的复杂环境条件^[4]。

（二）极端降水事件下的防水设计考量

面对全球气候变化背景下极端降水事件的频繁发生，路桥工程施工中的防水技术面临着前所未有的挑战，极端降水事件不仅增加了防水设计的复杂度，还对现有防水材料和技术的有效性提出了更高的要求^[5]。在设计阶段必须充分考虑到降水量的极端波动以及降水强度对结构积水、排水系统压力和防水层负荷的影响，这种情况下防水设计不仅要保证正常降水条件下的防水效果，还需对抗极端天气条件下可能出现的超常规水位上涨和强降水冲击。此外，极端降水事件还可能加剧结构内外温差，引发材料膨胀或收缩、增加防水层的应力从而影响其整体性能和寿命，因此防水设计必须考虑到材料的耐候性和适应性，确保在极端气候条件下，防水系统仍能维持其完整性和功能性，同时极端降水还可能导致未预见的水流路径，对施工和设计方案提出挑战，要求防水技术不仅要具有良好的防水性能，还需具备一定的灵活性和适应性以应对不断变化的环境条件。

（三）海平面上升对沿海路桥工程防水的挑战

海平面上升导致的潮汐变化和风暴潮频发，直接威胁到沿海路桥工程的安全，增加了防水设计的难度，这种现象要求防水系统不仅要能够应对常规的降雨入渗，还必须能够抵御海水的直接侵袭和盐分腐蚀，这对防水材料的选择和应用提出了更高的标准；海平面上升还可能导致地下水位上升，这对路桥基础的防水和排水系统构成了额外的压力，地下水位的升高增加了水汽上渗的可能性，对路桥工程的地基和结构安全构成潜在风险，此外长期的水汽侵蚀可能加速构件材料的老化过程，降低工程结构的耐久性和稳定性；沿海地区路桥工程还必须考虑到由于海平面上升导致的土壤侵蚀问题，这直接影响到工程的基础稳定性，可能导致路基下沉，还可能影响到防水层的完整性，进而影响整个工程的防水效果。因此海平面上升对沿海路桥工程防水技术的挑战，在于需要提升防水材料和技术的性能以适应更为严酷的自然环境，还需要在设计施工过程中综合考虑海水侵蚀、地下水位上升和土壤侵蚀等多重因素以确保工程的安全、稳定和耐久性^[6]。

三、新形势下路桥工程施工中高效防水材料与应用方法

（一）自愈合防水材料应用

随着环境变化及建筑技术的进步，传统防水材料和方法已无法完全满足工程安全和耐久性的高标准，因此采用高效防水材料和施工方法成为提高工程防水性能的关键^[7]。在众多创新防水技术中，自愈合防水材料以其独特的自修复功能，为路桥工程提供了新的解决方案。自愈合防水材料主要包括微胶囊型、水化物形成型和生物触发型等几种，这些材料能够在发生微裂纹时自动“愈合”，有效防止水分渗透，应用过程中首先根据工程具体需求和结构特点选择合适的自愈合防水材料。在施工前通过精确计算和模拟预测可能出现裂缝的位置和程度，然后将自愈合材料集成到防水层或混凝土中；施工时这些材料可以通过喷涂、涂抹或与混凝土混合等方式应用于结构表面或内部，施工中涉及的数据包括材料的分布密度、混合比例以及预期的自愈合效率等，这些数据对确保最终防水效果具有重要意义；自愈合防水材料的应用，极大提高了路桥工程防水层的自修复能力，即使在结构微裂纹形成后也能迅速响应，自动修复裂纹、防止水分进一步侵蚀。实践证明通过这种技术施工的路桥工程，其防水性能明显提升大大延长了工程的使用寿命和减少了维修成本，因此自愈合防水材料的应用

不仅体现了现代防水技术的进步，也为路桥工程施工提供了一种高效、可靠的防水解决方案。

（二）纳米技术增强防水涂料施工技术

在新形势下路桥工程施工中合理应用防水技术的重要性日益凸显，尤其是在面对复杂多变的环境条件和提高工程质量要求的背景下。高效的防水材料和施工方法能够显著提升工程结构的防水性能和耐久性，降低后期维护成本。在众多创新防水技术中，纳米技术增强的防水涂料施工技术以其卓越的防水效果和良好的环境适应性，成为当前路桥工程防水领域的研究热点。纳米技术增强的防水涂料主要包括纳米硅材料涂料、纳米复合聚合物涂料等种类，这些涂料通过在分子层面上改善材料的密封性和渗透性，有效阻止水分通过涂层侵入结构内部。施工过程通常包括表面处理、涂料混合、施涂以及固化等步骤。需要对施工表面进行彻底的清洁和预处理，以确保涂料与基材的良好附着；按照产品说明调配涂料，确保纳米材料均匀分散；在施涂时，采用刷涂、喷涂或滚涂等方法均匀涂覆于结构表面，并控制适宜的涂层厚度；涂层需在规定的条件下固化，形成坚固的防水膜。施工中涉及的数据包括涂料的覆盖率、固化时间以及涂层的厚度等，这些数据对于保证施工质量和涂层性能至关重要。

（三）高分子复合材料在防水层的应用

在新形势下路桥工程施工中对防水技术的合理应用显得尤为关键，随着工程项目所面临的自然和人为环境条件变得越来越复杂，传统防水材料已难以满足现代工程对防水性能的高标准要求。因此高效防水材料及其施工方法的开发和应用成为确保工程安全、延长使用寿命的必然选择，高分子复合材料因其优异的防水性能和良好的环境适应性，在防水层的应用中展现出广阔的应用前景。高分子复合材料在防水层的应用主要包括聚氨酯防水涂料、丙烯酸防水涂料等种类，能够形成高弹性、高延伸率的防水膜，对基面的凹凸不平和微小裂缝具有良好的适应性。在施工过程中需要对基面进行彻底的清理，确保基面干燥、无油污和浮尘，对于凹凸超过20mm的基面需要进行适当的找平处理以保证防水层的均匀性；高分子复合材料的施工通常采用喷涂或滚涂方式，首次喷涂的材料用量控制在 $0.3\sim 0.4\text{kg}/\text{m}^2$ ，以确保足够的覆盖度和渗透性，在首次喷涂后等待适当的干燥时间，通常在2~3小时内进行第二次喷涂，以增强防水层的整体性能。在施工中施工队伍需要密切监控材料的使用状态和环境条件，确保每一道工序都能达到预定的技

术要求。通过精确的施工控制可以有效避免施工缺陷，如气泡、流挂等现象的产生，此外合理的施工流程还包括对防水层的养护，确保材料在固化过程中的性能稳定。应用高分子复合材料的防水层，不仅提高了路桥工程防水性能的可靠性，还显著提升了防水层的耐久性和抗老化能力，能够有效应对复杂的环境变化，保证工程在长期使用过程中的防水效果。

（四）水泥砂浆找平层施工技术应用

在新形势下，路桥工程施工中对防水技术的合理应用变得尤为关键，这不仅关系到工程质量的提升，也是确保工程安全和延长工程寿命的必要措施。特别是在复杂多变的气候条件和日益增长的工程需求面前，传统和创新防水技术的应用显得更为重要。水泥砂浆找平层施工技术，作为一种基础但效果显著的防水施工方法，其应用在路桥工程中发挥着不可或缺的作用。水泥砂浆找平层施工技术主要通过使用特制的水泥砂浆混合物，在构件表面形成一层均匀、平整的保护层。这种技术的应用不仅限于新建工程，也适用于老旧工程的维修和加固，施工过程包括基面的清理、底层处理、水泥砂浆的配制和铺设以及找平层的养护等步骤，在实施过程中，关键数据包括砂浆的配比、厚度以及施工后的养护时间等，这些数据直接影响到找平层的质量和防水性能。在施工前首先需要对基面进行彻底清理，去除浮尘、油污和松散物以确保找平层与基面之间的良好附着。针对凹凸不平或缺少棱角的基面，采取适当措施进行简单处理，确保找平层的均匀铺设。水泥砂浆的配制要严格控制，通常情况下其用量控制在 $0.3\sim 0.4\text{kg}/\text{m}^2$ 。施工中应注意均匀铺设砂浆，并使用专业工具进行找平，确保表面平整无缝；施工完成后需要进行适当的养护，以防砂浆过快失水导致的开裂或强度不足。

（五）BIM技术在防水施工中的实践应用

在当今建筑工程领域，随着技术的不断进步和环境条件的日益复杂化，防水技术的合理应用在路桥工程施工中显得尤为重要。不仅关乎工程质量的保障，更直接影响到工程的安全性和耐久性，在这一背景下，建筑信息模型（BIM）技术的引入，为防水施工提供了新的视角和方法。BIM技术通过集成和分析建筑项目的各种信息，支持防水工作的精准施工和高效管理，从而显著提升了防水施工的效果和效率。BIM技术在防水施工中的应用主要体现在设计阶段的防水方案规划、施工阶段的防水材料管理和施工监控以及工程竣工后的维护管理上。在设计阶段通过BIM软件可以对建筑模型进行详细

分析，预测潜在的防水难点和风险区域，从而在施工前制定出更为科学合理的防水方案，在施工阶段BIM技术能够实时更新施工进度和材料使用情况，帮助项目管理者优化资源分配，确保防水材料正确使用和施工质量的监控，同时BIM技术还支持对施工过程中的变更进行快速响应，确保防水施工的灵活性和适应性。具体而言，BIM技术在防水施工中的应用包括但不限于对施工现场的三维模拟、防水材料的虚拟选型和测试、以及施工过程的模拟和调整。通过BIM模型施工团队可以精确了解到每一块防水材料的位置、性能以及与周围环境的相互作用，从而在施工前就能预见到可能出现的问题并制定应对措施，施工中涉及的数据包括材料的性能参数、施工区域的具体条件、预期的施工效果等，这些数据的精准掌握和合理利用是确保防水施工成功的关键。

结束语：在新形势下路桥工程施工中对防水技术的需求和挑战日益加剧，一系列高效防水材料与施工方法被成功应用，从自愈防水材料到纳米技术增强的防水涂料，再到高分子复合材料及水泥砂浆找平层技术的运用以及BIM技术在施工中的创新应用，均展示了现代防水技术的进步和有效性，结合先进防水材料和技术的合理应用，能够确保路桥工程在面临多变环境时的安全与稳定，为工程的长期耐用性和可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 蔡景. 关于道路桥梁施工中防水施工技术的应用分析[J]. 建材与装饰, 2023, 19(25): 142-144.
- [2] 陈康生. 基于市政路桥施工的防水路基面的施工技术分析[J]. 百科论坛电子杂志, 2023(18): 133-135.
- [3] 曾德印. 路桥路面养护中防水处理施工技术的应用原则及技术要点[J]. 越野世界, 2023, 18(20): 67-68.
- [4] 杨磊. 道路施工中防水路基路面施工技术分析[J]. 江西建材, 2023(4): 296-298.
- [5] 张源. 道路桥梁施工中路面防水处理技术研究[J]. 运输经理世界, 2023(27): 118-120.
- [6] 赵晋帅. 道路桥梁施工中的防水路基面施工技术要点[J]. 四川建材, 2023, 49(2): 105-106, 141.
- [7] 姚树雷. 道路桥梁施工中防水路基路面施工技术分析[J]. 数码-移动生活, 2023(10): 307-309.

作者简介：石铭（1983—），女，汉族，山东诸城人，大学本科，工程师，研究方向交通工程。