

建筑防水材料技术发展与应用综述

刘 健

辽宁工业大学 辽宁锦州

【摘要】建筑防水是建筑工程的重要组成部分，直接关系到建筑结构的耐久性、安全性和使用功能。随着建筑技术的进步和人们对居住品质要求的提高，防水材料技术不断革新，应用领域持续拓展。本文系统综述了建筑防水材料的技术发展历程与工程应用现状，将防水材料划分为传统改性沥青卷材、高分子复合防水材料、新型环保材料、微生物自修复材料等主要类别，分析各类材料的技术特征、性能优势及适用范围。在此基础上，深入探讨了屋面与外墙、地下与隧道工程、特殊部位与特殊环境等关键施工技术，分析了防水工程检测与质量管理的现状与问题。研究表明，当前防水材料技术呈现出多元化、绿色化、智能化的发展趋势，固废资源化利用、生态型材料、自修复技术等成为研究热点。未来应加强材料创新与施工工艺的协同发展，推动智能化检测技术与人工智能在防水工程质量中的应用，实现防水技术的可持续发展。

【关键词】建筑防水；防水材料；改性沥青卷材；自修复技术；施工技术

【收稿日期】2025 年 5 月 14 日 **【出刊日期】**2025 年 6 月 12 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000208

A review of the development and engineering application of building waterproofing materials technology

Jian Liu

Liaoning University of Technology, Jinzhou, Liaoning

【Abstract】 Building waterproofing is an important component of construction engineering, directly affecting the durability, safety, and functionality of building structures. With the advancement of construction technology and the increasing demand for living quality, waterproofing material technology continues to innovate, and its application fields continue to expand. This paper systematically reviews the technological development process and engineering application status of building waterproofing materials, classifying waterproofing materials into major categories such as traditional modified asphalt membranes, polymer composite waterproofing materials, new environmentally friendly materials, and microbial self-healing materials, and analyzes the technical characteristics, performance advantages, and application scope of various materials. On this basis, key construction technologies such as roofing and exterior walls, underground and tunnel engineering, special parts and special environments are deeply explored, and the current status and problems of waterproofing engineering inspection and quality management are analyzed. Research shows that current waterproofing material technology presents development trends of diversification, greening, and intelligence, with solid waste resource utilization, ecological materials, and self-healing technology becoming research hotspots. In the future, it is necessary to strengthen the coordinated development of material innovation and construction technology, promote the application of intelligent inspection technology and artificial intelligence in waterproofing engineering quality management, and achieve sustainable development of waterproofing technology.

【 Keywords 】 Building waterproofing; Waterproofing materials; Modified asphalt membrane; Self-healing technology; Construction technology

引言

建筑防水是建筑工程中至关重要的环节，直接关系到建筑结构的耐久性、安全性和使用功能。据统计，建筑工程中因渗漏问题引发的质量投诉占总投诉量的

比例长期居高不下，屋面、外墙、地下室等部位的渗漏问题成为影响建筑品质的主要顽疾。随着城市化进程的加速和建筑技术的进步，现代建筑对防水工程提出了更高要求，不仅要求防水材料具备优异的物理力学

性能和耐久性能，还要求其适应复杂多变的施工环境和服役条件。

建筑防水材料技术的发展经历了从传统沥青类材料到改性沥青卷材、高分子材料、复合材料的演进历程。20世纪中后期，以SBS改性沥青、APP改性沥青为代表的改性沥青卷材逐渐取代传统纸胎油毡，成为屋面防水的主流材料。进入21世纪，高分子防水卷材、防水涂料、密封材料等新型防水材料不断涌现，材料性能持续提升。近年来，随着环保意识的增强和可持续发展理念的普及，固废资源化利用、生态型材料、微生物自修复技术等成为研究热点，为建筑防水技术的发展注入了新的活力^[1]。

在工程应用层面，防水施工技术同样经历了深刻变革。从传统的热熔法施工到冷粘法、自粘法、机械固定法等多样化施工工艺，从单一材料防水到复合防水系统，防水工程的可靠性和耐久性不断提升。然而，实践中仍面临诸多挑战：部分工程因材料选用不当、施工工艺不规范、质量控制不到位等原因，导致防水层过早失效，引发渗漏问题^[2]。因此，系统梳理防水材料的技术发展脉络，分析各类材料在工程应用中的效果与问题，探讨未来技术发展方向，对于指导防水工程实践具有重要意义。

近年来，国内外学者围绕建筑防水材料与技术开展了大量研究。在材料研发方面，纳米复合涂层、超疏水材料、微胶囊自修复涂层等前沿技术取得了重要突破^[3]；在固废资源化利用方面，尾矿、赤泥等工业固废制备防水材料的研究日益深入；在生态材料方面，植生型生态混凝土、多功能环保材料等成为绿色建筑的重要技术支撑。在施工技术方面，装配式建筑防水、施工缝防渗处理、特殊环境防水技术等研究成果不断涌现。然而，既有研究多聚焦于单一材料或单一应用场景，缺乏对防水材料技术发展脉络与工程应用效果的系统性综述。

基于上述背景，本文旨在对建筑防水材料技术与工程应用进行系统性综述。研究将围绕以下核心问题展开：各类防水材料技术经历了怎样的发展历程？其技术特征和性能优势如何？在屋面、外墙、地下工程等不同应用场景中呈现出怎样的效果与问题？未来技术发展方向如何？在研究方法上，本文采用文献综述与系统分析方法，结合近年国内外研究成果，按照“材料分类—技术进展—工程应用—发展趋势”的逻辑展开论述。通过系统梳理，以期对防水材料研发、施工技术选择、工程质量控制提供理论参考。

1 建筑防水材料分类与技术特征

1.1 传统防水材料的技术演进

传统防水材料以沥青类材料为主，经历了从纸胎油毡到改性沥青卷材的技术演进。纸胎油毡作为早期主流防水材料，存在低温脆裂、高温流淌、耐久性差等固有缺陷，难以满足现代建筑对防水工程的要求。20世纪后期，随着聚合物改性技术的发展，SBS改性沥青、APP改性沥青等改性沥青卷材应运而生，成为屋面防水的主流材料^[4]。

SBS改性沥青卷材以苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)作为改性剂，赋予沥青良好的弹性和低温性能。SBS改性沥青卷材在-25℃低温下仍能保持柔韧性，在高温90℃下不流淌，具有优异的耐候性和耐久性。该材料适用于各类屋面、地下室、隧道等防水工程，尤其适用于寒冷地区和结构变形较大的部位。施工工艺以热熔法为主，也可采用自粘法或冷粘法^[5]。

APP改性沥青卷材以无规聚丙烯(APP)作为改性剂，赋予沥青良好的耐高温性能。APP改性沥青卷材在高温130℃下不流淌，具有优异的抗老化性能和耐紫外线性能，适用于高温地区和外露屋面工程。该材料施工以热熔法为主，搭接边采用热熔焊接，形成整体防水层^[6]。

在防水卷材质量检测方面，主要检测指标包括拉力、延伸率、低温柔性、耐热性、不透水性等。检测技术的进步为防水材料的质量控制提供了技术支撑，确保工程选用的材料性能符合设计要求^[7]。

防水密封材料是传统防水体系的重要组成部分。有机硅密封胶因其优异的耐候性、耐高低温性能和粘结性能，在建筑接缝密封中广泛应用。近年来，有机硅复合改性技术不断发展，通过引入环氧树脂、聚氨酯等改性组分，进一步提升密封胶的力学性能和粘结强度，拓展其应用范围^[8]。

1.2 高分子与复合防水材料的技术突破

高分子防水卷材是20世纪末发展起来的新型防水材料，以聚氯乙烯(PVC)、热塑性聚烯烃(TPO)、聚乙烯(PE)等高分子材料为基材，具有优异的物理力学性能和耐久性能。PVC防水卷材具有强度高、延伸率大、耐腐蚀等优点，广泛应用于屋面、地下工程和水利工程。TPO防水卷材是近年来发展较快的环保型防水材料，不含增塑剂，具有优异的耐候性、耐臭氧性能和可焊接性能，适用于外露屋面工程。

高分子防水卷材的施工工艺以机械固定法、空铺法和满粘法为主，搭接边采用热风焊接，形成连续、完

整的防水层。与传统沥青卷材相比,高分子卷材具有重量轻、施工快捷、环保无污染等优势,在大型公共建筑、工业厂房等工程中得到广泛应用。

纳米复合涂层技术是防水材料领域的重要突破。通过在防水涂料中添加纳米粒子,可以显著改善涂层的疏水性、耐久性和自清洁性能。超疏水涂层是纳米复合涂层技术的重要方向,其表面与水的接触角大于 150° ,水滴在涂层表面呈球状并易于滚落,带走表面污染物,实现自清洁功能。

超疏水涂层的制备方法主要包括模板法、溶胶-凝胶法、层层自组装法等。研究表明,通过调控涂层表面的微观结构和化学成分,可以实现超疏水性能的优化。纳米二氧化硅、纳米二氧化钛、碳纳米管等纳米材料在超疏水涂层中应用广泛,可显著提升涂层的耐磨性、耐候性和抗老化性能。

微胶囊自修复涂层是近年来发展的新型智能防水材料。该技术将含有修复剂的微胶囊分散在涂层基体中,当涂层发生微裂纹时,微胶囊在裂纹扩展作用下破裂,释放修复剂,修复剂与催化剂接触后发生聚合反应,填充裂纹,恢复涂层的防水功能^[6]。

微胶囊自修复技术的关键在于微胶囊的制备工艺、修复剂的选择以及涂层基体的相容性。脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂等是常用的微胶囊壁材,环氧树脂、异氰酸酯等是常用的修复剂。研究表明,优化微胶囊的粒径分布和壁厚,可以提高自修复涂层的修复效率和耐久性。微胶囊自修复技术在钢结构防腐、混凝土防护等领域具有广阔的应用前景。

2 新型环保防水材料技术进展

2.1 固废资源化利用防水材料

工业固体废物的资源化利用是当前材料科学领域的研究热点。尾矿、赤泥、粉煤灰等工业固废产量巨大,占用大量土地资源,对生态环境造成潜在威胁。将工业固废转化为建筑材料,是实现循环经济理念、推动可持续发展的重要途径^[9]。

尾矿是矿山开采和选矿过程中产生的固体废物,主要成分为硅酸盐矿物。研究表明,尾矿经过活化处理后,可制备地聚合物胶凝材料,用于防水层、防水涂料等。地聚合物是以硅铝酸盐为原料,在碱性激发剂作用下形成的三维网络结构材料,具有优异的力学性能、耐久性能和耐化学腐蚀性能^[10]。

石墨尾矿是石墨开采和加工过程中产生的固体废物,富含硅、铝等活性组分。研究表明,以石墨尾矿为主要原料,添加适量激发剂和功能性助剂,可制备自吸

水速成特种混凝土制品。该材料具有良好的防水性能和自吸水性,适用于地下工程防水、海绵城市建设等领域^[11]。

赤泥是氧化铝生产过程中产生的强碱性固体废物,具有粒度细、比表面积大、活性高等特点。近年来,赤泥在建筑材料领域的资源化利用研究取得了重要进展。研究表明,赤泥可用于制备地聚合物防水材料、防水涂料、防水砂浆等,其防水机理在于赤泥中的活性组分与激发剂反应生成水化产物,填充材料孔隙,形成致密结构^[12]。

从循环经济视角看,固废基防水材料的推广应用具有重要意义。通过文献计量分析可以发现,21世纪以来,尾矿制备地聚合物的研究论文数量持续增长,中国、印度、澳大利亚等矿业大国在该领域的研究较为活跃。然而,固废基防水材料的工程应用仍面临标准缺失、性能稳定性差、市场接受度低等挑战^[13]。

2.2 生态型防水材料技术

生态型防水材料是绿色建筑发展的重要技术支撑。植生型生态混凝土是一种兼具结构承载、防水防渗和植被生长功能的新型材料,适用于绿色屋顶、生态护坡、海绵城市等工程^[14]。

植生型生态混凝土的制备以普通硅酸盐水泥为胶凝材料,以粗骨料为主要骨架,通过优化配合比形成具有一定孔隙率的混凝土结构。其防水机理在于,通过添加防水剂或设置防水层,控制水分在混凝土中的渗透速率,既满足植被生长需要,又防止水分下渗对主体结构造成影响^[15]。

研究表明,植生型生态混凝土的孔隙率、连通孔隙率、pH值、抗压强度等指标对植物生长和工程性能具有重要影响。优化配合比、选择适宜的水泥品种和添加剂,可以降低混凝土的pH值,提高植物的成活率。目前,植生型生态混凝土在绿色屋顶、河道护坡等工程中已有应用,但其长期耐久性和生态功能尚需进一步验证^[16]。

多功能环保材料在绿色建筑中的应用日益广泛。在绿色建筑弧形屋面施工中,多功能环保材料能够同时满足防水、保温、隔音、装饰等多种功能需求。施工中需注意材料搭接处理、节点部位加强、防水层与保温层的复合等关键工艺。

2.3 微生物自修复防水技术

微生物自修复技术是近年来发展起来的新型智能防水技术。该技术利用微生物诱导碳酸钙沉淀(MICP)原理,在混凝土中掺入特定微生物和营养物质,当混凝

土发生开裂时,微生物在适宜条件下被激活,通过新陈代谢产生碳酸钙沉淀,填充裂缝,实现自修复功能。

微生物自修复技术的核心在于微生物的选择与培养。巴氏芽孢杆菌、科氏碱杆菌等脲酶产生菌是常用的修复微生物,它们能够分解尿素产生碳酸根离子,与钙离子反应生成碳酸钙沉淀。研究表明,微生物的活性、数量、营养物质的可及性以及环境条件(温度、pH值、湿度等)对自修复效果具有重要影响。

微生物自修复混凝土的制备方法包括直接掺入法、载体保护法、微胶囊包埋法等。直接掺入法是将微生物和营养物质直接加入混凝土中,但微生物易受到混凝土高碱性环境和机械搅拌的影响而失活。载体保护法是将微生物负载于多孔载体中,保护其免受不利环境影响。微胶囊包埋法是将微生物和营养物质包埋在微胶囊中,待混凝土开裂时微胶囊破裂,释放微生物,实现定点修复。

研究表明,微生物自修复技术能够有效修复混凝土微裂缝,提高混凝土的抗渗性能和耐久性能。然而,该技术仍面临修复效率不高、成本较高、长期稳定性待验证等挑战,需要进一步开展基础研究和工程示范。

3 建筑防水工程关键施工技术

3.1 屋面与外墙防水施工技术

屋面防水是建筑防水工程的重点部位,直接关系到建筑的使用功能和使用寿命。建筑外立面防水系统施工涉及基层处理、防水层铺设、节点处理、保护层施工等多个环节,每个环节的施工质量都直接影响防水系统的整体效果^[17]。

基层处理是防水施工的基础环节。基层应平整、坚实、干燥、清洁,不得有空鼓、起砂、开裂等缺陷。对于混凝土基层,需进行找平处理,确保平整度满足要求。对于保温层上铺设的防水层,需确保保温层平整,避免防水层受力不均导致破损^[18]。

SBS 改性沥青卷材屋面防水施工以热熔法为主。施工时,将卷材铺设于基层上,用喷灯或热熔机加热卷材底面和基层,使改性沥青熔化,卷材与基层粘结牢固。搭接边宽度应符合设计要求,一般不小于 100mm,搭接部位应热熔压实,确保搭接严密。节点部位如阴阳角、女儿墙、水落口、管道根部等,需进行加强处理,增设附加层^[19]。

近年来,光-热双响应材料在智能窗等建筑围护结构中的应用研究取得了重要进展。这类材料能够根据光照和温度变化自动调节透光率和隔热性能,在节能降耗的同时,对建筑围护结构的防水性能也提出了新

的要求。智能窗与外墙的接缝处理、密封防水设计成为关键技术问题^[12]。

3.2 地下与隧道工程防水技术

地下工程防水是防水技术中的难点,具有隐蔽性强、维修困难、受地下水压力影响等特点。装配式明挖隧道作为城市地下空间开发的重要结构形式,其防水技术备受关注^[20]。

装配式明挖隧道防水系统由结构自防水和附加防水层共同构成。结构自防水通过优化混凝土配合比、掺加防水剂、控制裂缝等措施实现。附加防水层通常采用防水卷材或防水涂料,铺设于结构外侧,形成封闭的防水屏障。预制构件接缝处是防水薄弱环节,需采用橡胶止水带、遇水膨胀止水条等密封材料进行处理。

研究表明,装配式明挖隧道的防水效果受构件精度、接缝处理、施工质量等多种因素影响。优化预制构件的连接方式,采用高精度的模板系统,加强接缝密封处理,可以有效提高隧道的防水性能。近年来,智能化施工技术在装配式隧道防水工程中逐步应用,通过传感器监测接缝位移、渗漏情况,实现防水效果的动态监控。

装配式建筑施工缝防渗是另一技术难题。施工缝是混凝土浇筑过程中形成的冷接缝,其处理质量直接影响结构的整体防水性能。研究表明,施工缝的处理应遵循“清、洗、刷、涂、铺、捣、养”的工艺流程,即清理杂物、冲洗湿润、刷界面剂、涂防水层、铺设止水带、捣实混凝土、加强养护。

对于水平施工缝,可采用设置止水钢板、遇水膨胀止水条等措施加强防渗。对于垂直施工缝,可采用设置橡胶止水带、嵌缝密封胶等措施。施工缝处理的关键在于止水材料与混凝土的良好粘结,以及混凝土的密实度控制。

3.3 特殊部位与特殊环境防水技术

建筑空间改造工程中的防水技术具有特殊性。TD-LOFT 夹层楼层系统是一种新型建筑空间改造技术,通过在既有建筑内增设夹层,增加使用面积。该系统由钢结构框架、压型钢板和混凝土楼板组成,其防水设计需考虑楼板与原有结构的连接部位、管道穿楼板部位、楼板接缝等薄弱环节。

TD-LOFT 夹层楼层系统的防水施工关键在于节点处理。楼板与墙体连接处需设置防水附加层,采用防水卷材或防水涂料进行加强。管道穿楼板部位需设置套管,套管与管道之间用密封胶填充,确保防水严密。楼板接缝处需设置止水带或嵌缝密封胶,防止水分下渗。

海洋工程防水是特殊环境防水技术的典型代表。海洋环境具有高盐雾、高湿度、强紫外线、潮汐变化等特点,对防水材料的耐腐蚀性、耐老化性提出了更高要求。纸基材料作为一种环保型材料,在海洋工程机械设备防护中具有应用潜力。

研究表明,经过特殊处理的纸基材料,如采用防水剂浸渍、复合塑料薄膜、涂覆防腐涂层等,可以提高其防水性能和耐腐蚀性能。纸基材料在海洋工程中的应用包括设备包装防护、临时防护覆盖、密封衬垫等。然而,纸基材料的长期耐久性和环境适应性尚需进一步研究验证。

4 建筑防水工程质量管理与技术创新

4.1 防水工程检测与质量控制

防水工程的质量检测是确保防水效果的重要手段。塑性体改性沥青防水卷材的检测技术包括外观质量检测、物理力学性能检测、热老化性能检测等。外观质量检测主要检查卷材表面是否平整、有无气泡、裂纹等缺陷。物理力学性能检测包括拉力、延伸率、低温柔性、耐热性、不透水性等指标^[21]。

检测技术的发展为防水材料的质量控制提供了技术支撑。近年来,新型检测技术如红外热成像、超声波检测、雷达检测等逐步应用于防水工程检测。红外热成像技术通过检测防水层表面温度分布,判断防水层的完整性和粘结状态。超声波检测技术通过分析声波在防水层中的传播特性,评估防水层的厚度和粘结质量^[22]。

混凝土结构缺陷检测技术对于防水工程质量控制同样具有重要意义。混凝土结构的裂缝、蜂窝、麻面等缺陷是渗漏的重要诱因。研究表明,采用回弹法、超声波法、冲击弹性波法等无损检测技术,可以有效检测混凝土结构的内部缺陷和裂缝状况,为防水处理提供依据^[23]。

在防水工程验收中,需对防水层进行淋水试验或蓄水试验,验证防水效果。淋水试验适用于屋面、外墙等部位,采用喷淋装置持续淋水一定时间,观察有无渗漏。蓄水试验适用于卫生间、阳台等部位,在防水层上蓄水一定时间,检查是否有渗漏现象^[24]。

4.2 人工智能在防水工程中的应用

人工智能技术在智能建造领域的应用日益广泛,为防水工程的质量控制提供了新的技术手段。通过机器视觉技术,可以对防水层施工质量进行自动识别和检测,提高检测效率和准确性^[25]。

研究表明,基于深度学习的图像识别技术可以有效识别防水层表面的气泡、裂纹、搭接不良等缺陷。通过

训练卷积神经网络模型,可以实现防水层缺陷的自动分类和定位,辅助施工人员进行质量控制和整改。人工智能技术还可以用于防水工程的施工过程监控,通过传感器采集温度、湿度、施工速度等数据,结合施工工艺参数,预测防水层质量,实现质量风险的提前预警^[25]。

人工智能技术在防水工程中的应用仍处于起步阶段,面临数据积累不足、模型泛化能力有限、硬件成本较高等挑战。未来应加强数据采集和共享,优化算法模型,降低技术应用门槛,推动人工智能技术在防水工程中的普及应用。

4.3 装配式建筑防水技术创新

装配式建筑是建筑工业化的重要发展方向,其防水技术也呈现出新的特点。混凝土模块-叠合剪力墙结构体系(MCS)是一种新型装配式结构体系,由预制混凝土模块和现浇叠合剪力墙共同构成,具有施工速度快、结构性能好等优点。

MCS结构的防水设计需综合考虑结构自防水和接缝防水。预制模块之间的竖向接缝和水平接缝是防水薄弱环节,需设置止水条、密封胶等密封材料。预制模块与现浇混凝土的结合部位需确保粘结牢固,防止渗漏。研究表明,优化接缝构造、选用高性能密封材料、加强施工质量控制,可以有效提高MCS结构的防水性能。

装配式建筑防水技术的创新方向包括:开发高性能密封材料,提高接缝的防水耐久性;研发智能化接缝检测技术,实现接缝质量的自动评估;构建装配式建筑防水系统,实现防水层与结构的协同工作。

5 讨论与展望

5.1 当前发展成就与问题反思

经过数十年的发展,建筑防水材料技术取得了显著成就。改性沥青卷材、高分子卷材、防水涂料、密封材料等产品性能不断提升,应用领域持续拓展。新型环保材料、智能材料、自修复材料等前沿技术不断涌现,为防水工程的可持续发展提供了技术支撑。

在工程应用方面,防水施工技术日益成熟,施工工艺不断优化,质量控制体系逐步完善。屋面、外墙、地下工程、隧道工程等不同场景的防水技术各具特色,形成了较为系统的技术体系。

然而,当前防水工程仍面临诸多问题。一是材料耐久性不足,部分防水材料在服役过程中易老化、开裂,导致防水层过早失效。二是施工质量控制难,防水工程受人为因素影响大,施工不规范是渗漏问题的主要诱因。三是环境适应性差,极端气候、特殊环境对防水材

料性能提出更高要求,现有产品难以完全满足。四是技术创新与工程应用的脱节,部分新型材料和技术在实验室表现出良好性能,但在工程应用中推广困难。

5.2 未来技术发展趋势

展望未来,建筑防水材料技术将呈现以下发展趋势:

智能化。智能响应材料能够根据环境变化自动调节性能,在防水领域具有广阔应用前景。光-热双响应材料可根据光照和温度变化调节透光率和隔热性能,智能窗等产品的应用将带动相关防水技术的发展。人工智能技术在防水工程质量管理中的应用将不断深化,实现防水施工的智能化监控和质量控制。

绿色化。固废资源化利用是防水材料发展的重要方向。尾矿、赤泥等工业固废制备防水材料的研究将进一步深入,推动循环经济理念在防水领域的落地。生态型材料如植生型生态混凝土、多功能环保材料等将在绿色建筑中得到更广泛应用。

长效化。自修复技术、超疏水技术等长效防水技术的发展,将显著提高防水层的耐久性能。微胶囊自修复涂层、微生物自修复混凝土等技术将逐步从实验室走向工程应用,实现防水层的自动修复和寿命延长。

系统化。防水工程将更加注重系统化设计,综合考虑材料、结构、施工、维护等各环节,构建全生命周期防水保障体系。装配式建筑防水系统、复合防水系统等将得到进一步发展和完善。

6 结论

本文系统综述了建筑防水材料技术发展与应用的研究进展。研究表明,建筑防水材料技术经历了从传统沥青卷材到改性沥青卷材、高分子材料、新型环保材料的演进历程,材料性能不断提升,应用领域持续拓展。

在材料技术方面,改性沥青卷材、高分子卷材、防水涂料、密封材料等产品技术日趋成熟;纳米复合涂层、微胶囊自修复涂层、微生物自修复材料等前沿技术取得了重要突破;固废资源化利用、生态型材料等绿色技术成为研究热点。

在工程应用方面,屋面、外墙、地下工程、隧道工程等不同场景的防水技术各具特色,施工工艺不断优化。装配式建筑防水、施工缝防渗处理、特殊环境防水等关键技术取得了重要进展。人工智能技术在防水工程质量管理中的应用前景广阔。

当前,建筑防水材料技术呈现出多元化、绿色化、智能化的发展趋势。未来应加强材料创新与施工工艺

的协同发展,推动智能化检测技术与人工智能在防水工程质量管理中的应用,构建全生命周期防水保障体系,实现防水技术的可持续发展。

本文主要基于文献综述,对防水材料技术发展和工程应用进行了系统梳理。未来可结合工程案例进行实证研究,进一步深化对防水技术应用效果的认识,为防水工程实践提供更具指导性的技术支撑。

参考文献

- [1] Waghmare G, Pingale A, Arakerimath R, et al. Manufacturing and performance evaluation of dimpled sheets: A comprehensive review[J]. Next Materials, 2026, 11: 101882.
- [2] Wang H, Xu K, Dong L, et al. Advances and challenges in the valorization of mine tailing wastes as sustainable geopolymers: a bibliometric analysis from circular economy perspective since the 21st century[J]. Minerals Engineering, 2026, 242: 110211.
- [3] Ilyas S, Javed F M, Waqas A H, et al. Interlocking earth blocks for sustainable construction: A scientometric and systematic review of mechanics, seismic performance, and modeling[J]. Structures, 2026, 87: 111615.
- [4] 张文杰. 无机非金属材料粘接应用技术研究进展[J]. 粘接, 2026, 53(03): 610-613.
- [5] Karmakar S, Peddinti T R P, Kwon N Y, et al. Recent progress in the fabrication of nanocomposite-derived superhydrophobic coatings for improved concrete lifespan: insights into recent advancements, interfacial chemistry and tribological performance[J]. RSC Advances, 2026, 16(15): 13252-13282.
- [6] Su J, Liu Q, Zhang Y, et al. Progress of microcapsule anti-corrosion and self-healing coatings[J]. Journal of Coatings Technology and Research, 2026: 1-33.
- [7] 林柯成. 建筑外立面防水系统施工关键点探讨[J]. 中国建材, 2026, (03): 114-116.
- [8] 王国禹, 李阳韬, 高东. 可兼顾固废利用的创新型建筑材料——自吸水速成石墨尾矿特种混凝土制品[J]. 散装水泥, 2026, (02): 13-17+42.
- [9] 韦芷琦. 多功能环保材料在绿色建筑弧形屋面施工中的应用实践[J]. 绿色建造与智能建筑, 2026, (02): 30-33.
- [10] 付长勇, 王子军. 屋面SBS改性沥青卷材防水施工技术 with 效果分析[J]. 新城建科技, 2026, 35(01): 113-115.

- [11] 于倩. 塑性体改性沥青防水卷材检测技术的探讨[J]. 实验室检测, 2026, 4(02): 171-174.
- [12] 陈明俊, 缪洪康, 肖英俊, 等. 光-热双响应材料研究进展: 从设计策略到智能窗应用[J/OL]. 无机材料学报, 1-15[2026-03-27].
- [13] 于海洋, 黄栎洲, 李建军, 等. TD-LOFT 夹层楼层系统在建筑空间改造中的应用[J]. 新城建科技, 2025, 34(12): 107-109.
- [14] 陈广升. 建筑领域阻燃高分子材料的应用进展[J]. 合成材料老化与应用, 2025, 54(06): 60-62+66.
- [15] 叶永国. 有机硅复合改性建筑用密封胶的研究进展[J]. 合成材料老化与应用, 2025, 54(06): 84-86+16.
- [16] 徐兴卫, 李燕, 马宏彪, 等. 赤泥资源化综合利用研究进展[J]. 中国冶金, 2026, 36(02): 1-17.
- [17] 孔秋平, 许万强, 张强. 微生物自修复混凝土作用机制及研究现状[J]. 混凝土世界, 2025, (12): 80-87.
- [18] 方择, 汪倩, 张志华. 植生型生态混凝土研究进展及发展趋势[J]. 长江技术经济, 2025, 9(06): 156-163.
- [19] 郭宝兵, 李发全, 董超. 防水纸模板在建筑工程混凝土浇筑中的创新应用[J]. 华东纸业, 2025, 55(12): 32-34.
- [20] 杨智锋, 庄亮东, 胡孟辉, 等. 混凝土模块-叠合剪力墙结构体系(MCS)新进展[C]//北京市建筑设计研究院股份有限公司, 浙江省建筑设计研究院有限公司, 亚太建设科技信息研究院有限公司. 第二十届高层建筑抗震技术交流论文集(下册). 深圳市安居集团有限公司; 清华大学土木工程系; 中建科技集团有限公司, 2025: 366-372.
- [21] 王岩松, 孙先红, 赖振彬, 等. 混凝土结构缺陷及检测技术调查研究[C]//北京市建筑设计研究院股份有限公司, 浙江省建筑设计研究院有限公司, 亚太建设科技信息研究院有限公司. 第二十届高层建筑抗震技术交流论文集(下册). 中国建筑第四工程局有限公司; 贵州中建建筑科研设计院有限公司; 贵阳市南明区建筑工程质量监督站, 2025: 534-541.
- [22] 过勇, 秦苗珺, 石峰, 等. 装配式明挖隧道建造关键技术研究综述[J]. 市政技术, 2025, 43(11): 81-91+100.
- [23] 杨康, 张磊. 纸基材料在海洋工程机械设备中的防护性能分析[J]. 华东纸业, 2025, 55(11): 59-61+68.
- [24] 张世凯. 装配式建筑施工缝防渗关键工艺优化研究[J]. 江西建材, 2025, (10): 381-383.
- [25] 胡钰岚. 人工智能在智能建造施工质量控制中的应用[J]. 城市建设, 2025, (24): 59-61.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS