

建筑工程施工中的防水防渗施工技术应用

文 / 侯 帅 山东长坤工程建设有限公司

吴象舜 中观人才发展（山东）有限公司

摘 要：防水防渗施工技术是建筑工程中防止水分侵入和渗透的关键措施，直接影响建筑结构的安全性和耐久性。合理选择防水材料、优化施工工艺，并严格控制施工质量，是提升防水防渗效果的重要手段。刚性防水材料通过提高结构密实性增强抗渗性能，柔性防水材料依靠高弹性适应结构变形，而复合防水体系结合二者优势，提高整体防护能力。随着建筑行业的发展，绿色环保防水材料、智能监测技术及自动化施工设备的应用，为防水防渗施工提供了更高效、安全的解决方案。本文旨在探讨建筑工程施工中防水防渗技术的应用及发展方向，为工程实践提供技术参考。

关键词：建筑工程施工；防水防渗施工技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.030

引言

建筑工程长期受雨水、地下水及环境湿度的影响，若防水防渗措施不当，将导致结构腐蚀、混凝土碳化及钢筋锈蚀，严重降低建筑的安全性和使用寿命。科学合理的防水防渗施工技术不仅能有效阻断水分侵入，还能提高结构整体耐久性，减少维护成本。当前，随着建筑规模的扩大和功能的复杂化，传统防水工艺逐渐暴露出耐久性不足、施工精度低等问题，新型高分子防水材料、复合防水体系及智能化施工技术成为行业发展的重点。

一、防水防渗施工技术的基本概念

防水防渗施工技术是建筑工程中用于防止水分渗透和积聚的关键工艺，旨在提高结构耐久性，减少因水分侵蚀导致的性能退化。防水施工主要通过构建连续、密闭的防水层，阻止外部水分进入建筑内部，而防渗施工则强调减少材料内部的毛细渗透，使结构自身具备抗渗能力。防水层通常采用高分子防水卷材、改性沥青卷材或防水涂料，通过机械铺设、热熔粘结或冷施工方式形成完整覆盖；防渗层则依赖于掺加减缩剂、密实剂或采用抗渗混凝土，提高结构自防水性能。施工过程中，界面处理、材料搭接、细部节点密封等环节至关重要，确保防水层与基层结合紧密，无空鼓、裂缝及弱接缝区^[1]。

二、防水防渗施工技术的施工工艺

（一）地下结构防水防渗施工技术

地下结构防水防渗施工主要通过结构自防水、外防水层与排水系统相结合的方式，确保地下工程长期处于无渗漏状态。结构自防水采用抗渗混凝土（如P6级抗渗混凝土），通过优化水灰比（一般控制在0.4以下）、掺加膨胀剂及渗透结晶防水剂，提高混凝土密实度，减少水分渗透通道。外防水层通常使用高分子防水卷材（如1.5mm厚的TPO或2.0mm厚的HDPE），采用满粘、点粘或空铺工艺，提高基层适应性，减少应力集中导致的防水层破坏。施工过程中，基层处理需达到平整、无松散颗粒状态，阴阳角部位采用圆弧过渡，并进行密封加强。

接缝密封采用热熔焊接或专用防水胶，以确保搭接缝不低于100mm，防止渗水隐患。

（二）屋面防水施工技术

屋面防水施工依据屋面结构类型、气候条件及使用功能，选用不同防水技术，以确保屋面长期保持良好防水性能。平屋面防水采用多道设防体系，一般包括2.0mm厚SBS改性沥青防水卷材（见图1）或1.5mm厚PVC高分子防水卷材，结合2~3mm厚聚氨酯防水涂层，形成复合防水层，提高耐候性及抗紫外线能力。施工过程中，防水卷材需严格按顺水方向铺设，搭接宽度不得小于100mm，并采用满粘法或机械固定法，以防止风荷载影响。柔性防水层与刚性保护层结合时，采用30mm厚细石混凝土进行保护，并设置分格缝，减少因温差变化导致的应力集中。坡屋面防水强调节点密封与排水组织优化，金属屋面需采用耐候型防水胶密封搭接缝，并在檐口、屋脊部位增设泛水板，提高整体防水性能。屋面排水坡度一般控制在2%~5%，确保雨水顺畅排放，避免积水导致防水层老化，延长屋面防水系统的使用寿命至25年以上。



图1 SBS改性沥青防水卷材

（三）外墙防水施工技术

外墙防水施工技术通过涂膜防水层、刚性防水砂浆以及密封嵌缝材料的综合应用，提高墙体的抗渗能力，

确保建筑外墙在长期风雨侵蚀下保持完整性。涂膜防水层通常采用 1.5mm ~ 2.0mm 厚的丙烯酸或聚氨酯防水涂料，施工时分多道涂刷，每道厚度控制在 0.5mm 左右，确保涂层均匀无漏刷。刚性防水砂浆一般采用抗渗等级 P8 以上的水泥基防水砂浆，厚度控制在 20mm ~ 30mm，并进行湿养护不少于 7 天，以提高密实度和抗裂性。施工过程中，外墙基面需平整、干净，含水率不超过 8%，以保证防水层附着力。门窗洞口、预留管道穿墙处采用聚硅酮密封胶或聚氨酯密封膏填充，确保填缝深度不小于 10mm，避免因结构变形产生渗漏隐患。外墙防水层施工完成后，应进行 48 小时淋水试验，确保无渗漏现象，最终形成综合防水体系，使外墙在 10 年以上的使用寿命内保持良好防水性能^[2]。

(四) 地下管道及水池防水防渗施工技术

地下管道及水池的防水防渗施工技术以结构自防水、柔性密封及外包防水层相结合，确保长期承受高水压环境下的抗渗能力。地下管道防水通常采用柔性接口密封方式，管材接缝处采用 EPDM 橡胶圈或聚氨酯密封胶填充，确保接口密封深度不小于 15mm，防止微小变形导致渗水。接头部位增设遇水膨胀止水条，膨胀倍率控制在 $\geq 300\%$ ，以保证管道长期密封效果。水池防水采用抗渗等级 P10 以上的防水混凝土，并在内部涂覆 2.0mm 厚的

渗透结晶型防水涂层，提高混凝土自愈能力。水池接缝处设置 300mm 宽、厚度不小于 3mm 的外贴式止水带，并采用双层嵌缝胶密封，确保接缝区域具备足够的抗渗能力。施工完成后，水池需进行满水试验，蓄水时间不少于 72 小时，水位下降不超过 2mm，以验证防水系统的可靠性，确保结构在 30 年以上使用寿命内保持无渗漏状态。

(五) 接缝、变形缝及施工缝防水防渗技术

接缝、变形缝及施工缝防水防渗技术采用刚柔结合的方式，确保建筑结构在温度变化、地基沉降及荷载作用下维持良好的密封性能。施工缝防水主要采用预埋式止水带及密封涂层，PVC 或橡胶止水带宽度不小于 300mm，埋入深度控制在混凝土厚度的 1/2 位置，以防止接缝渗水。变形缝防水采用柔性填充材料及嵌缝密封胶组合施工，常用聚氨酯密封胶或硅酮密封胶填充缝隙，填充深度不小于 10mm，表面加设防水卷材封闭，防止雨水渗透。对需要长期承受水压的变形缝，增设金属止水带，厚度控制在 2mm ~ 3mm，提高抗剪切能力。接缝防水采用遇水膨胀止水条，膨胀倍率达到 $\geq 200\%$ ，确保在潮湿环境下仍能保持良好密封性。施工完成后，所有接缝部位需进行 48 小时闭水试验，确保密封材料无剥离、无渗漏，确保接缝防水系统达到 25 年以上的使用寿命标准^[3]。接缝、变形缝及施工缝防水防渗技术参数见表 1。

表 1 接缝、变形缝及施工缝防水防渗技术参数

防水部位	防水材料	关键技术参数	耐久性标准
施工缝	PVC 止水带、橡胶止水带、密封涂层	宽度 $\geq 300\text{mm}$ ，埋入深度为混凝土厚度的 1/2	≥ 50 年
变形缝	聚氨酯密封胶、硅酮密封胶、金属止水带	密封胶填充深度 $\geq 10\text{mm}$ ，金属止水带厚度 2mm ~ 3mm	≥ 25 年
接缝防水	遇水膨胀止水条、嵌缝密封胶	止水条膨胀倍率 $\geq 200\%$ ，填缝深度 $\geq 10\text{mm}$	≥ 30 年
高水压接缝	双层嵌缝密封胶、复合防水卷材	止水带厚度 $\geq 3\text{mm}$ ，卷材搭接宽度 $\geq 100\text{mm}$	≥ 40 年
防水测试	闭水试验	48 小时内无渗漏、无剥离	—

三、主要防水防渗材料及其应用

(一) 刚性防水材料

刚性防水材料主要依靠材料本身的密实性和抗渗性来阻止水分渗透，常用于地下结构、水池、隧道及屋面等工程。防水混凝土是常见的刚性防水材料之一，其抗渗等级一般要求达到 P6 ~ P10，水灰比控制在 0.35 ~ 0.40，掺加 5% ~ 8% 的硅灰或膨胀剂，以提高抗裂性和致密度。防水砂浆厚度一般为 20mm ~ 30mm，采用低水胶比的高强度水泥基材料，抗渗等级可达 P8 以上，适用于迎水面或背水面的防水层施工。渗透结晶型防水材料通过活性化学物质与水泥水化产物发生反应，在混凝土内部生成不溶性结晶体，堵塞毛细孔隙，其渗透深度可达 20mm ~ 30mm，提高混凝土的自愈能力和耐久性。刚性防水材料在施工过程中需严格控制基层含水率，保持在 8% 以下，并进行 7 天以上湿养护，以防止干缩开裂，确保防水层在 50 年以上的使用寿命内保持稳定性能^[4]。

(二) 柔性防水材料

柔性防水材料通过材料自身的高弹性、延展性和粘结性能，在建筑结构变形、温度变化或地基沉降作用下仍能保持连续性和防水效果。高分子防水卷材（如 TPO、PVC、EPDM）厚度一般在 1.2mm ~ 2.0mm 范围，拉伸强度 $\geq 8\text{MPa}$ ，断裂延伸率可达 300% 以上，适用于屋面、地下室及外墙防水。改性沥青防水卷材（如 SBS、APP）通过高聚物改性提高耐高低温性能，SBS 卷材低温柔性可达 -25°C ，适用于寒冷地区，而 APP 卷材耐热性可达 130°C ，适用于高温环境。防水涂料（如聚氨酯、丙烯酸）厚度控制在 1.5mm ~ 3.0mm，粘结强度 $\geq 1.0\text{MPa}$ ，施工后形成连续无缝防水层，适用于复杂部位的防水处理。柔性防水材料施工过程中，需确保基面平整、干燥，卷材搭接宽度 $\geq 100\text{mm}$ ，防水涂层分次涂刷，单层厚度 $\leq 1.0\text{mm}$ ，以保证最终防水层均匀无缺陷，使用寿命可达 25 ~ 30 年。

（三）复合防水材料

复合防水材料结合刚性与柔性防水体系的优势，通过多层结构形成高效防水屏障，适用于地下工程、屋面及隧道等防水要求严格的部位。刚柔结合型防水层通常由高分子防水卷材与水泥基渗透结晶涂层复合而成，卷材厚度一般为 1.5mm ~ 2.0mm，抗拉强度可达 10MPa，延伸率 $\geq 250\%$ ，与基层形成稳固结合，同时提供良好的抗渗和抗裂性能。高聚物改性水泥基防水涂层采用纳米级聚合物乳液与特种水泥复配，其抗渗压力可达 1.5MPa，涂层厚度控制在 2.0mm ~ 3.0mm，既保持水泥基材料的密实度，又增强了柔性延展性，能够适应结构轻微变形。复合防水体系施工时，基面需充分湿润但不得积水，先施工刚性防水层，再铺设柔性防水层，搭接宽度 $\geq 120\text{mm}$ ，并采用专用粘结剂增强层间附着力。

（四）特殊防水材料

特殊防水材料针对极端环境、高水压区域及特殊结构部位，通过特定的物理化学特性提供更优异的防水防渗效果。渗透结晶型防水材料利用活性硅酸盐成分在混凝土内部生成不溶性结晶体，渗透深度可达 50mm ~ 100mm，提高混凝土自身的抗渗能力，抗渗压力可达 1.8MPa，广泛应用于地下室、水池及污水处理厂等长期受潮环境。自修复防水涂层采用微胶囊技术，内部封装的聚合物在涂层受损时自动释放，填充裂缝，修复宽度可达 0.5mm，适用于桥梁、地下通道等动态裂缝较多的部位。纳米防水涂层通过超疏水分子结构形成接触角大于 150° 的拒水表面，其耐酸碱腐蚀性能优于传统防水涂料，适用于高污染环境的建筑外墙。特种防水材料施工时，需严格控制基层处理质量，含水率不得超过 6%，喷涂或刷涂时分层施工，每层厚度 $\leq 1.0\text{mm}$ ，以保证渗透效果均匀，最终形成高耐久性的防水系统，其有效防水寿命可达 50 年以上^[5]。

四、未来防水防渗施工技术的发展趋势

（一）新型防水防渗材料的发展

新型防水防渗材料正朝着高强度、自修复及智能感应方向发展，以适应复杂环境和长期耐久性需求。高分子纳米复合防水材料通过改性聚合物与纳米填料增强基体性能，其抗拉强度可达 12MPa，断裂伸长率超过 400%，适用于高变形结构部位。自修复防水材料依靠微胶囊或形状记忆聚合物，当涂层受损时，内部修复剂释放并填充裂缝，修复宽度可达 0.6mm，提高涂层长期密封性能。超疏水防水涂层利用氟碳聚合物或纳米二氧化硅形成表面接触角 $\geq 160^\circ$ 的防水膜层，可抵御强酸、碱及紫外线老化，适用于海洋结构及化工建筑。石墨烯增强防水涂层凭借其高导热性及化学稳定性，可提高防水层耐老化性能 20% 以上，并增强微裂纹封闭能力。

（二）绿色环保防水施工技术

绿色环保防水施工技术通过低 VOC（挥发性有机化合物）防水材料、可降解防水膜及高耐久性环保涂层的应用，降低施工过程中的环境污染，提高建筑可持续性。

水性聚氨酯防水涂料采用无溶剂配方，其 VOC 排放量低于 50g/L，远低于传统溶剂型防水涂料的 300g/L 标准，减少施工对空气质量的影响。可降解防水膜采用生物基高分子材料，其降解周期可控制在 10 ~ 15 年，在达到使用寿命后不会对土壤和水体造成污染，适用于地下工程及生态建筑。高耐久环保防水涂层采用光催化自洁技术，通过纳米二氧化钛在紫外线照射下分解有机污染物，提高防水层抗污染能力，并减少维护频率。施工工艺方面，采用喷涂设备自动化施工，可降低材料浪费 20% 以上，同时提高涂层均匀性，减少局部缺陷。

（三）智能化防水施工技术

智能化防水施工技术依托物联网监测系统、智能喷涂设备及自动化检测技术，提高施工质量控制水平，确保防水工程的精准执行。物联网监测系统通过在地下结构或高层建筑防水层内部嵌入湿度传感器，实时监测防水层含水率及渗透情况，数据精度可达 $\pm 0.1\%$ ，并通过无线信号传输至监控终端，便于快速发现潜在渗漏风险。智能喷涂设备采用高精度喷射系统，施工误差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内，可自动调整喷涂厚度，确保防水涂层均匀覆盖，提高材料利用率达 95%。自动化检测技术利用无人机搭载红外热成像仪或超声波扫描系统，检测建筑外墙或地下防水层的缺陷，检测精度达到 0.01mm 级别，比传统人工检测效率提高 3 倍以上。

结语

总而言之，防水防渗施工技术在建筑工程中起着至关重要的作用，直接影响结构的耐久性和使用寿命。合理选用防水材料，优化施工工艺，并严格控制施工质量，是确保防水防渗效果的关键。刚性、柔性及复合防水体系各具优势，应根据工程特点科学组合，提高整体防护性能。随着新型材料、绿色施工及智能技术的不断发展，防水防渗施工正向高效、环保、智能化方向迈进。未来，通过精细化施工与智能监测技术的结合，可进一步提升建筑结构的防水能力，减少渗漏隐患，确保建筑在复杂环境下长期稳定运行。

参考文献

- [1] 任常青. 防水防渗施工技术在建筑工程中的应用 [J]. 建材发展导向, 2025, 3 (02): 82-84.
- [2] 赵军三, 吕霄璘, 张永宏. 建筑工程施工中的防水防渗施工技术分析 [J]. 工程与建设, 2024, 38 (06): 1363-1365.
- [3] 李小飞. 建筑工程施工中的防水防渗技术研究 [J]. 科技资讯, 2024, 22 (20): 167-169.
- [4] 孙传忠, 修威武. 建筑工程施工中防水防渗技术研究 [J]. 新城建科技, 2024, 33 (06): 173-175.
- [5] 杨柱. 防渗水施工技术在房屋建筑工程外墙施工中的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23 (05): 45-47.