

# 建筑工程屋面防水施工技术分析

文 / 林金骞 广东君泰建设有限公司

**摘要：**随着建筑工程逐渐向高层化、复杂化方向发展，屋面作为建筑围护结构，其防水性能将直接决定建筑的使用寿命与居住舒适度，但部分传统屋面防水施工技术仍存在渗漏率高、耐久性不足的问题。为此，本文将现代建筑屋面防水施工技术作为研究对象，对当前卷材防水、涂膜防水的应用现状与不足进行剖析。并提出基于材料优选-工艺优化-智能管控的一体化应用路径，引入高分子防水卷材预铺反粘技术、刚性防水与柔性防水复合构造等新型技术方案，旨在提升建筑屋面防水工程质量，规避渗漏风险。

**关键词：**智能管控；屋面防水；涂膜分层喷涂工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.015

## 引言

屋面防水是指依靠基层处理、构造设计、分层施工等系统性操作，在建筑屋面形成连续、密闭、具备抗渗性、耐久性的防水屏障，旨在阻隔雨水、冷凝水渗透至屋面结构层。也能应对结构变形、外部荷载对防水系统造成的破坏。但由于基层缺陷的隐蔽性较强、自然条件对露天作业的影响较大，导致许多地区的屋面防水效果始终达不到预期标准。为解决此类问题，文章将提出几种新型屋面防水施工技术，确保建筑结构安全。

### 一、建筑工程屋面防水施工技术现状分析

从实际工程应用角度进行分析，当前屋面防水施工技术的主要问题可分为以下几点：基层处理精度不足，基层平整度、含水率未达到规范标准，导致防水卷材铺贴不实、涂膜出现空鼓，为后期渗漏埋下安全隐患；材料适配性不佳，部分工程会使用多种类型的防水材料，材料性能与屋面使用环境经常出现不匹配的情况，比如高温环境用低耐热性防水卷材，进而加速材料老化；施工工艺协同效果有待提升，卷材搭接缝焊接不严密、刚性防水层伸缩缝设置不合理等工艺缺陷，会在一定程度上降低建筑结构防水效果；质量管控体系不完善，部分施工单位始终缺少完善的动态监测机制，对施工过程中的隐蔽工程验收不严格，难以第一时间发现问题并解决；后期维护机制缺失，屋面防水工程交付后缺少定期检查以及维修制度，致使微小渗漏不断扩大，最终影响建筑功能的正常使用。

### 二、建筑工程屋面防水施工新型技术方案

为切实解决上述问题，施工单位需要对原有的技术体系进行适当改进、调整，具体方法可分为以下三种。

#### (一) 高分子防水卷材预铺反粘技术

卷材防水技术是指以高分子卷材、改性沥青卷材为核心，借助铺贴+密封的形式，形成连续防水膜，具有抗拉强度高、耐候性强的优势，但该技术容易受温度影响，且搭接缝处理难度较高。为此，施工单位可选用高分子防水卷材预铺反粘技术，该技术的原理表现为：将带有自粘层的高分子防水卷材，铺设在屋面基层，借助卷材

自粘层与浇筑混凝土结构层，形成牢固粘结，真正意义上实现“防水卷材与结构层一体化”。在施工过程中需要预先去除屋面基层杂物，保证表面平整，从屋面最低标高向最高处推进，将带有自粘层的高分子卷材平铺于基层，确保卷材无褶皱。之后将相邻卷材搭接宽度控制在100mm左右，搭接部位用热风焊接工艺密封，保证搭接缝严密。直至卷材铺设完成后，在卷材上方浇筑混凝土结构层（如图1所示）。该技术优势在于施工不受基层含水率限制，即便在潮湿基层上也能顺利施工，缩短工期。且卷材与混凝土结构层粘结紧密，可抵抗结构变形产生的拉力，最大程度降低渗漏风险。

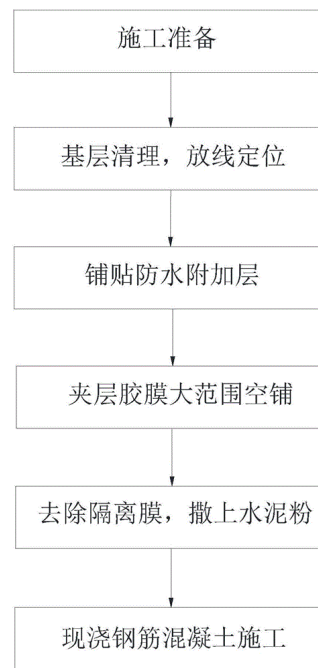


图1 防水卷材预铺反粘技术

#### (二) 水性聚氨酯涂膜分层喷涂工艺

涂膜防水技术简单来说是以聚氨酯、丙烯酸、聚合物水泥基涂料为核心，依靠涂刷成膜，形成无缝防水层，具备柔韧性好、适应性强等优势，但存在干燥时间较长、对施工环境要求偏高的缺陷。为此，施工单位可使用水性聚氨酯涂膜分层喷涂工艺，用以保证涂膜防水施工厚

度均匀，进一步缩短干燥时间。在施工期间，依靠专用喷涂设备，将水性聚氨酯防水涂料分多层均匀喷涂在屋面基层上，控制好每层喷涂厚度，大约在 0.5mm，待前一层表干后再进行下一层喷涂，最终形成致密的防水涂膜。该工艺的优势在于利用机械喷涂的方式，提高施工效率。且水性聚氨酯材料具有环保无污染的特征，符合绿色建筑发展要求。同时分层喷涂形成的涂膜具有良好的柔韧性与抗裂性，可有效适应屋面基层微小变形。施工时应将喷涂环境温度控制在 5-35℃ 之间，对屋面阴阳角等节点部位进行加强处理，先涂刷 2 遍防水涂料，再铺贴无纺布增强层，进一步提升节点防水的可靠性与适用性<sup>[1]</sup>。

**(三) 刚性 - 柔性复合防水构造技术**

刚性防水技术是指以细石混凝土、防水砂浆等核心，

通过提高材料密实度、添加防水剂，实现防水。具有强度高、成本低的优势，但存在抗裂性差、容易受温度变形影响的不足之处。为此，施工单位可引入刚性 - 柔性复合防水构造技术，其主要原理在于构建“刚性防水层 + 柔性防水层”的双重防水体系。在施工期间，应预先在屋面结构层上依次铺设保温层、找平层，之后浇筑 C25 细石混凝土，内掺聚丙烯纤维，用振捣器振捣密实，设置间距不超过 6m 的伸缩缝，并在伸缩缝内填充弹性密封材料。最后在刚性防水层上涂刷基层处理剂，铺设柔性防水层。此类复合构造的优势在于刚性防水层可有效承受屋面荷载、抵抗外界冲击，至于柔性防水层则能适应基层变形、封堵微小裂缝，借助两者的协同作用，大幅度提升屋面防水性能，不同屋面防水技术的应用效果如表 1 所示。

表 1 不同屋面防水技术类型性能对比表

防水技术类型	核心材料	抗拉强度	适用场景	使用寿命
卷材防水	高聚物改性沥青	超过 1.5MPa	平屋面、坡屋面	10-15 年
	高分子防水卷材	超过 1.8MPa	高等级防水屋面	15-20 年
涂膜防水	聚氨酯防水涂料	超过 1.0MPa	异形屋面	10-15 年
	水性聚氨酯防水涂料	超过 1.0MPa	环保要求高的屋面	10-12 年
刚性 - 柔性复合防水	细石混凝土	超过 20MPa (混凝土抗压)	屋面结构层	10-12 年
	细石混凝土 + 高分子卷材	超过 1.5MPa (卷材)、超过 20MPa (混凝土抗压)	高防水等级屋面	15-25 年

**三、建筑工程屋面防水施工技术应用路径优化**

建筑工程屋面防水施工的常规操作模式表现为：施工前期准备阶段，完成技术交底与材料准备。技术人员结合工程图纸与现场情况，向施工团队明确屋面防水等级要求、选用的防水技术类型。提前采购符合国家标准防水材料以及激光找平仪、热风焊接机、喷涂设备等施工机具；基层处理流程，清除屋面结构层表面的杂物、松散混凝土，使用激光找平仪检测基层平整度，对偏差超过 5mm/2m 的部位，用水泥砂浆进行找平修补，若基层含水率超过 9%，需采用自然晾晒或铺设隔汽层的方式，避免因含水率过高引发防水层空鼓；防水层施工，以卷材防水为例，先在基层涂刷基层处理剂，待处理剂干燥后，铺设卷材，用机械固定与自粘结合的方式固定卷材，相邻卷材搭接部位使用热风焊接机进行焊接。若为涂膜防水，则需用喷涂设备分多遍喷涂防水涂料，直至达到设计厚度要求；施工质量验收，基层平整度、卷材搭接缝密封情况等，对隐蔽工程需留存影像资料。完工验收阶段，要按规范要求闭水试验，在屋面蓄水，保持 24 小时后观察屋面有无渗漏点<sup>[2]</sup>。

通过对上述施工流程进行分析可以发现，传统建筑屋面防水作业仍存在可优化空间，比如材料缺少溯源管理机制，基层处理过度看重平整度、含水率，并针对管

道根部、变形缝等节点制定专项处理方案。为此，文章将从“材料优选、工艺优化”等路径提供针对性地改进方向。

**(一) 材料优选路径**

施工单位应优先根据屋面使用环境，确定材料性能指标，比如在寒冷地区，更适合选用低温柔性好的防水卷材，其特点在于低温柔性低于 -20℃，而在多雨地区，则更适合选用高抗渗性防水涂料，其特点在于抗渗压力超过 1.5MPa。之后要对防水材料进行进场检验，核查材料出厂合格证、检验报告，重点测试材料的抗拉强度、断裂伸长率等关键性能指标。再考虑工程成本与使用寿命等因素，选择性价比最高的防水材料，不可盲目追求低价，保证材料具有可回收性，从而契合绿色建筑理念。

**(二) 施工工艺优化路径**

施工单位需依照不同防水技术类型，编写施工方案。比如：对于卷材防水施工来说，需要依靠采用激光找平仪，控制基层平整度，用含水率测定仪检测基层含水率。对于搭接缝，需采用双缝焊接工艺，保证焊接宽度超过 10mm，并凭借充气检测，确定焊接效果，要求气压超过 0.2MPa，保持时间超过 30min。而对于涂膜防水施工，则要采用多遍薄涂方式，要求每遍涂刷厚度不超过 0.5mm，防止一次厚涂造成涂膜开裂。并对屋面阴

阳角、管道根部等节点部位，采用涂膜+增强层的加强构造，旨在强化节点防水性能。对于刚性防水施工来说，则要调整混凝土配合比，掺入膨胀剂，将掺量控制在胶凝材料用量的6%，从而减少混凝土收缩裂缝。并在混凝土养护阶段，采用覆盖土工布洒水养护的形式，将养护时间控制在14d以上，确保混凝土强度正常发展。

### （三）智能管控路径

为进一步迎合数字化时代的到来，施工单位也要与时俱进，致力于减少人工操作误差，提高施工质量的管控效果。比如：基于云计算、人工智能算法、数字化程序、专家系统，打造屋面防水施工质量智能管控体系，用以实现施工全过程的动态监测与管控。一方面可采用BIM技术开展施工模拟，在施工前建立屋面防水工程BIM模型，旨在对施工流程、材料用量进行模拟优化，依靠管道碰撞分析功能，提前发现施工中的潜在安全隐患。并将其关联材料信息数据库，用以实现防水材料从采购到使用的全流程溯源，确保材料合规使用。同时，还要基于物联网技术，在防水卷材或涂膜中部署传感器，从而实时监控材料温度、湿度、应变等参数，经无线传输将数据上传、共享至云端平台，由管理人员依靠移动设备随时随地查看监测结果，一旦发现参数超出安全阈值，系统会自动触发预警并推送整改建议至负责人，保证问题的及时处理<sup>[3]</sup>。

另一方面，可采用红外热成像仪+高清相机组合巡检技术，提高质量检查效率。组织专业检测人员，携带便携式红外热成像仪与高清工业相机，按照“分区划片、逐块覆盖”的原则，开展屋面巡检作业。通过拍摄屋面防水层，重点捕捉卷材搭接缝密封情况，每拍摄10m<sup>2</sup>区域留存1组对比照片，确保图像清晰记录防水层细节状态。并利用不同介质导热系数差异的原理，识别基层空鼓、含水率异常等隐蔽问题。若基层存在空鼓，热成像图中会呈现明显的“异常温度区域”，此时检测人员可通过温度差值，快速定位缺陷位置，同时记录缺陷范围尺寸。

### （四）全生命周期维护路径

施工单位可打造屋面防水工程全生命周期维护体系，旨在延长屋面防水使用寿命。通过制定定期检查制度，在工程交付后，每半年进行一次屋面检查，判断防水层是否存在破损、开裂等情况，落水口、天沟是否堵塞。利用分级维修机制，根据渗漏程度与损坏范围，采取针对性地修补策略。比如：对于轻微损坏，可采用局部修补的方式，对中度损坏，可局部更换防水层，对于严重损坏，则要整体重做防水层。同时，施工单位也要进一步强化日常维护管理，严禁在屋面上堆放重物，避免防水层被破坏，定期清理屋面杂物、疏通排水系统，建立维护档案，记录每次检查、维修的时间、内容，深入挖掘分析屋面防水工程的老化规律，为后续维护提供依据<sup>[4]</sup>。

## 四、屋面防水施工技术应用效果评估

### （一）评估指标体系构建

施工单位需打造完善、健全的屋面防水施工技术应用效果评估指标体系，将技术性能、经济性能、环境性能作为主要评估维度。其中技术性能指标需要涵盖防水层厚度合格率（要求不低于95%）、搭接缝密封合格率（要求超过98%）、抗渗压力（不低于1.2MPa）、耐热性（在70℃条件下，2h内无起泡问题）、使用寿命（超过15年）。至于经济性能指标则要包括单位面积造价（低于市场平均价的110%）、维修费用（要求年均维修费用不高于初始造价的2%）。环境性能指标则涉及材料环保性（挥发性有机物含量不超过100g/L）、能源消耗（施工过程的能耗水平需低于传统技术的90%）。

### （二）评估方法与结果

工作人员可利用层次分析法进一步确定各评估指标的权重大小，并邀请建筑防水领域的专家对各评价指标进行打分，根据加权得分，完成屋面防水施工技术的应用效果评估。为评估本文提出的新型屋面防水施工方案与传统卷材防水技术的应用效果，以屋面防水工程通用评价标准为依据，比如在技术性能维度方面，需围绕防水层厚度合格率、搭接缝密封合格率等核心指标进行检测，结果显示，新型技术方案技术性能得分为92分，传统卷材防水技术得分为75分，且新型技术无论是在防水层完整性，还是在抗环境干扰能力上均表现更优。充分证明新型技术方案在技术可靠性上具备突出优势，可切实提升屋面防水工程质量，减少工程成本，具有较高的推广价值<sup>[5]</sup>。

### 结语

综上所述，通过对建筑工程屋面防水施工技术的应用路径开展分析讨论，发现基于高分子防水卷材预铺反粘技术、水性聚氨酯涂膜分层喷涂工艺，可切实解决传统技术缺陷，大幅度提升屋面防水效果。结合材料优选、智能管控、全生命周期维护等控制措施，能够保证新型屋面防水施工方案无论是在技术性能，还是经济性能等方面都优于传统技术，具有良好的应用前景。

### 参考文献

- [1] 王天龙, 邓伟. 基于高分子防水卷材的现代高层建筑金属屋面防水技术研究[J]. 广州化工, 2024, 52(18): 70-72.
- [2] 易志高, 黄杰. 基于性能测试的正置式屋面防水施工惯例分析[J]. 中国新技术新产品, 2024, (18): 113-115.
- [3] 李成志. 探讨高层建筑防水施工质量控制要点[J]. 石材, 2024, (10): 60-62.
- [4] 张慧敏, 高学龙. 木结构拱形金属屋面防水施工技术研究[J]. 建筑技术开发, 2024, 51(08): 39-41.
- [5] 马崇鹏, 周本强. 住宅建筑工程中屋面防水施工技术探究[J]. 居舍, 2024, (22): 47-50.