

# 建筑工程防水节点施工质量影响因素分析

文 / 屠晓明 杭州良渚新城城建投资有限公司

**摘要：**在建筑工程项目建设中，防水节点施工关系到建筑工程防水效能与使用寿命。本文以某建筑工程项目为例，分析了防水节点技术特征，从防水材料、防水工艺、施工环境等方面解析建筑工程防水节点施工质量影响因素，同时提出相对应的防水节点施工质量控制方案。工程实践表明，采用提出的防水节点施工质量控制策略，能增强防水节点综合能力，减少水分的渗透。

**关键词：**建筑工程；防水节点；施工质量；影响因素；技术管控

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.027

## 引言

建筑工程防水节点作为防水体系的关键薄弱环节，防水节点包含了地下室底板与墙体交接处、后浇带、穿墙管、变形缝等部位，防水节点施工质量直接关系建筑结构安全性、使用功能及使用寿命。目前，随着建筑行业向高层化、复杂化、长效化发展，防水节点所处的水文地质与气候环境更趋严苛，在防水节点施工阶段，采用单一的施质量控制方式不能全面的减少工程质量问题形成<sup>[1]</sup>。加之，当前行业内对防水节点施工质量的研究多侧重某一项工序的控制，在防水材料与技术或者工艺上的影响深度不够，使得实际施工中质量管控针对性不足。故而，研究在结合既有防水工艺与质量控制研究资料的基础上，从防水节点施工角度探索出相应的防水节点施工质量控制方案，以强化建筑工程防水性能。

## 一、工程概况

某高层住宅项目总建筑面积23万m<sup>2</sup>，其中地下2层，层高3.9m，地下室底板厚度500mm，外墙厚度350mm。项目地处亚热带季风气候，年平均降水量1720mm，地下

水位埋深1.8m，土壤含水率60%。地下室防水采用“结构自防水与柔性防水层”复合防水体系，结构自防水采用C30P8防水混凝土，柔性防水层采用4mm厚II型SBS改性沥青防水卷材与1.8mm厚水泥基渗透结晶型防水涂料组合。防水节点施工工期为当年3~6月，施工期间环境温度5~28℃，相对湿度65%~85%。

## 二、防水节点技术特征

该项目核心防水节点包括四类关键部位，各节点技术特征存在显著差异。底板与外墙阴阳角节点为应力集中区域，设计采用半径50mm圆弧过渡处理，柔性防水层需增设附加层；后浇带节点宽度800mm，采用缓凝型补偿收缩混凝土浇筑，浇筑前需对界面进行凿毛处理；穿墙管节点采用刚性防水套管与柔性密封结合方式，套管预埋时需与钢筋骨架固定；变形缝节点采用中埋式止水带与外贴式止水带组合，止水带中心线需与变形缝中心线重合。各节点施工流程均需严格遵循“基层处理→防水层施工→保护层施工”的技术方式，且需针对不同节点特征制定专项技术方案。

表1 防水节点技术特征分析

防水节点类型	基层处理要求	防水层材料参数	保护层厚度
阴阳角节点	圆弧过渡，平整度 $\leq 2\text{mm/m}$	SBS卷材，耐热度105℃	50mm细石混凝土
后浇带节点	界面凿毛，露出粗骨料	抗渗压力 $\geq 1.2\text{MPa}$	70mm细石混凝土
穿墙管节点	套管表面除锈	遇水膨胀止水条，膨胀率 $\geq 300\%$	40mm水泥砂浆
变形缝节点	缝内清理干净	中埋式止水带，拉伸强度 $\geq 15\text{MPa}$	60mm细石混凝土

## 三、建筑工程防水节点施工质量技术影响因素分析

### （一）材料影响因素

材料性能与防水节点功能需求的匹配度，是决定防水工程可靠性的根本前提。施工单位若在材料选型过程中脱离工程实际工况，将直接导致防水节点出现失效问题。例如，地下室底板与外墙交接节点长期承受1.8m地下水头压力，该部位对防水混凝土的抗渗等级要求较高。施工单位若仍采用C35P6防水混凝土浇筑该节点，混凝土的抗渗能力将难以抵御水压渗透势能，易在节点界面处形成微渗通道。此外，柔性防水材料若低温柔性不足，在温带季风气候区冬季低温环境下，会在阴阳角等应力集中部位发生脆裂；遇水膨胀止水条若膨胀率与节点缝

隙宽度不匹配，就无法在缝隙处形成有效密封，从而留下渗漏隐患。同时，施工单位若对防水材料存储不当，如将防水卷材暴晒、遇水膨胀止水条受潮，会提前劣化材料性能，削弱材料设计功能<sup>[2]</sup>。

### （二）工艺参数偏差因素

施工工艺参数的执行偏差是引发防水节点质量缺陷的直接诱因。施工人员在基层处理环节若未按照规范要求形成圆弧过渡，仅做成直角或圆弧半径小于40mm，会在阴阳角处产生应力集中，加速防水层开裂；在后浇带施工中施，施工人员若对界面凿毛深度不足，凿毛深度小于5mm，或未彻底清理界面浮灰，会显著降低防水涂料与基层的粘结强度。在防水层施工过程中，施工人员

若控制的热熔温度低于 170℃，会导致沥青熔融不充分，造成防水卷材搭接不牢；若热熔温度超过 220℃，则易引发防水材料老化。施工人员涂刷水泥基渗透结晶涂料时，若涂刷厚度不足，厚度小于 1.2mm，或涂刷间隔时间过短，间隔时间小于 3h，会影响涂料的渗透深度与结晶完整性。

### （三）环境条件波动因素

环境变量通过改变防水材料状态与施工反应条件，间接但深刻地影响防水节点施工质量。在低温环境下，当环境温度低于 5℃时，SBS 防水卷材柔韧性会下降，施工人员进行热熔粘结作业时，粘结效率会降低，易出现虚粘、翘边等问题；当环境温度高于 35℃时，高温会加速防水涂料中水分蒸发，导致涂料表面结膜过快，内部却未充分水化，形成粉化层。基层含水率也会对施工质量产生影响，若基层含水率低于 8%，水泥基防水涂料无法触发结晶反应；若基层含水率高于 18%，会稀释涂层浓度，削弱涂层附着力。施工人员在雨天作业时，若未采取防护措施，雨水会冲刷未固化的涂层，直接破坏涂层成膜连续性。在地下防水施工中，施工单位若未有效控制地下水位，导致地下水位高于底板施工面，不仅会增加基层含水率，还可能在混凝土初凝前形成静水压力<sup>[3]</sup>。

### （四）人员操作离散性因素

施工人员的技能水平与操作一致性，是施工工艺参数能否准确落地的关键变量。经验不足的操作人员在防水卷材热熔施工时，难以精准控制热熔枪移动速度与距离，导致局部过热或熔融不足；在涂刷防水涂料时，对涂刷遍数、方向、间隔时间等要求理解存在偏差，易造成涂层厚度不均或漏涂。技术管理人员若技术交底不清，或施工人员执行交底内容时过于随意，会使遇水膨胀止水条搭接长度不足、缠绕松散，丧失密封功能。质量检查人员若仅依赖目测进行质量检查，未使用测厚仪、红外测温仪等专业仪器，无法及时发现隐蔽性偏差，使质量缺陷带入后续工序，最终在工程使用阶段暴露为渗漏点。

## 四、防水节点施工质量技术管控路径

### （一）防水材料控制

一是结合节点特征选材。在具体工程实践中，防水节点所处位置、结构形式及周边环境差异显著，材料选型必须紧扣节点技术特征与实际工况。例如，地下室外墙穿墙管节点需兼顾变形适应性与密封性，宜选用高延伸率的橡胶类密封材料；底板后浇带区域长期处于地下水压力下，应优先采用抗渗等级 P8 以上的防水混凝土，并结合膨胀剂控制收缩裂缝。同时，需综合考虑当地气候条件，如北方严寒地区对材料低温脆性提出更高要求，南方潮湿地区则更关注材料的防霉耐水性能<sup>[4]</sup>。

二是严控材料进场检验。材料进场环节是保障防水节点质量的第一道关口。项目部应依据设计文件与规范标准，制定详细的材料进场验收清单，重点核查防水卷材、涂料、止水带等主材的产品合格证、出厂检验报告

及型式检验报告。对于关键性能指标，如卷材的拉伸强度、低温柔性、不透水性，以及防水混凝土的抗渗等级、坍落度损失率等，须委托第三方检测机构进行现场抽样复检。复检不合格材料一律退场，严禁用于工程实体。

三是实施分类存储。防水材料对存储环境敏感性强，不当存放易导致性能劣化。项目现场应根据材料特性分区设置专用库房：卷材类需竖放、避光、远离热源，环境温度宜控制在 5～35℃；液态涂料应密封存放于阴凉通风处，防止冻结或暴晒；粉状外加剂须防潮防雨，离地垫高堆放。针对大型项目材料种类多、用量大的特点，制定《防水材料专项存储管理方案》，明确责任人、温湿度监控频次、出入库登记流程及应急处置措施。例如，在雨季施工期间，增设除湿设备并每日记录库房湿度；冬季对易冻材料采取保温覆盖<sup>[5]</sup>。

### （二）建立工艺参数管控标准

一是制定差异化基层处理工艺标准。防水节点基层处理是确保后续防水层有效粘结的前提。针对不同节点构造，需制定专项处理标准：阴阳角部位应打磨成  $R \geq 50\text{mm}$  圆弧角，避免直角应力集中；后浇带两侧混凝土接茬面须凿毛至露出粗骨料，清理浮浆并湿润；穿墙螺栓孔应扩孔后嵌填微膨胀水泥砂浆，表面平整度偏差控制在  $\pm 3\text{mm}$  以内。同时，明确基层清洁度要求，采用高压气枪或吸尘设备清除粉尘、油污等杂质，确保无明水、无松散物。

二是细化防水层施工关键参数控制要求。防水层施工阶段需对核心工艺参数实施量化控制。例如，SBS 改性沥青卷材热熔施工时，喷枪火焰温度应控制在 250～300℃，搭接宽度不小于 100mm，滚压后无空鼓、翘边；聚氨酯涂料涂刷应分三遍成膜，每遍间隔时间以表干为准，总厚度不得低于设计值 1.5mm，采用针测法或超声波测厚仪实时抽检。对于复杂节点如桩头、集水坑，应采用附加层加强处理，附加层宽度不少于 250mm，如图 1、图 2 所示。所有参数均纳入施工日志与质量巡检表，结合智能传感设备实现数据自动采集与预警，确保工艺执行不走样、不变形。



图 1 桩头施工



图2 集水坑施工

三是明确保护层施工协同管控指标。保护层施工直接影响防水层长期服役性能。在细石混凝土保护层施工中，明确强度等级不低于C20，厚度按设计要求控制（如底板50mm、侧墙20mm），浇筑时严禁破坏防水层，采用人工摊铺配合小型平板振捣器。养护阶段覆盖土工布并洒水保湿，养护时间不少于7天。对于上人屋面或种植顶板，还需控制保护层表面平整度与排水坡度。技术交底中应强调保护层与防水层施工的衔接节点，如防水层验收合格后24小时内完成保护层覆盖，避免暴晒或踩踏损伤。通过工序衔接时间、材料配比、几何尺寸等指标的协同管控，形成闭环管理。

### （三）完善环境调控技术方案

一是实施温度适应性调控措施。防水施工对环境温度有严格限制。夏季高温时段，卷材铺贴易出现流淌、滑移，需调整作业时间为早晚低温时段，并在作业面搭设遮阳棚；冬季低温时，SBS卷材脆性增大，应提前将材料置于暖棚预热，并采用热风辅助加热基层。对于大体积混凝土节点，还需监控内部温升，防止温差裂缝。项目部应根据气象预报动态调整施工计划，配备红外测温仪实时监测基层与材料表面温度，确保热熔、涂刷等关键工序在材料适用温度范围内进行，避免因温度不适导致粘结失效或材料老化加速。

二是落实基层含水率动态控制手段。基层含水率超标是导致防水层起鼓、剥离的主要原因。施工前须使用电子式含水率测定仪对混凝土基层进行多点检测，地下室底板含水率应 $\leq 8\%$ ，屋面结构层 $\leq 10\%$ 。若含水率偏高，采取强制通风、局部加热或涂刷界面处理剂等措施加速干燥；雨后施工前，须经24小时晾晒并复测合格方可作业。在高湿地区或梅雨季节，可预埋透气导管辅助基层内部水分排出。所有含水率检测数据应记录在案，作为隐蔽工程验收的必要附件，确保基层状态始终处于可控区间。

三是执行地下水位稳定控制技术。地下工程防水节点施工期间，地下水位必须稳定在底板垫层以下不少于500mm。根据地质勘察报告，项目采用管井降水结合明沟排水的综合措施：沿基坑周边布设降水井，间距15~20m，配备自动启停水泵，实时监测水位；坑内设置纵横排水盲沟，汇集至集水井集中抽排。施工过程中，每日两次记录水位标高，遇暴雨等极端天气启动应急预案，增加抽排频次。降水系统运行至防水保护层完成且

具备抗浮能力后方可逐步停止，防止因水位回升造成浮力破坏或渗漏隐患。

### （四）强化人员技术管理体系

一是推行专业班组准入与资质审核。防水节点施工质量高度依赖操作人员技能水平。项目实行防水施工班组备案制，进场前须提供人员身份证、特种作业操作证、近一年类似工程业绩证明。由项目技术负责人组织面试与实操考核，重点评估其对阴阳角处理、卷材搭接、涂料涂刷等关键工序的掌握程度。考核合格后方可纳入合格分包商名录，并签订质量责任书。对后浇带、穿墙管核心节点实行“定人定岗”，明确主操作手与辅助人员职责，杜绝临时工、无证人员上岗，从源头保障施工队伍的专业性与稳定性。

二是开展常态化培训。项目部每月组织不少于8学时的防水专项培训，内容涵盖最新规范条文、节点构造图集解读、常见质量通病防治及新材料新工艺应用。培训采用“理论+实操”模式，在样板展示区设置典型节点（如桩头、电梯井），由技术骨干现场示范操作要点，参训人员逐人完成模拟施工并接受点评。针对季节性施工难点，开展专题演练。培训后进行闭卷测试与技能评估，结果与绩效挂钩。

三是健全技术交底。技术交底实行“三级交底”制度：项目总工向技术员交底、技术员向班组长交底、班组长向操作工人交底，每次交底均留存影像与签字记录。关键节点施工前，组织现场可视化交底，利用BIM模型或实体样板直观展示工艺流程与质量控制点。质量检查方面，配备2名专职防水质检员，实行“自检、互检、专检”三检制。对基层处理、附加层铺设、搭接密封等隐蔽工序进行100%验收。

### 结语

建筑工程项目建设过程中，防水节点工程作为重点防水区域，而防水节点施工质量关系到整体建筑工程的使用寿命。以上研究结合地下室防水节点施工项目案例，析了防水节点施工质量的关键影响因素，同时通过构建材料适配体系、建立工艺管控标准、完善环境调控方案等策略的运用，提高了防水节点施工质量。由于建筑工程防水节点施工质量管控是一项技术工作，工程实践还需不断优化技术管控措施，规范防水节点的操作工序，提升建筑工程的防水效能与使用寿命。

### 参考文献

- [1] 张贵舟. 地下室外墙后浇带混凝土导墙防水节点施工技术[J]. 住宅产业, 2022, (10): 82-84.
- [2] 王宝成. 地下综合管廊细部防水施工技术[J]. 居业, 2022, (07): 1-3.
- [3] 蔡景红, 刘群文, 刘梦溪, 等. 高低跨部位防水节点施工技术[J]. 建筑施工, 2023, 45(11): 2225-2226+2233.
- [4] 王堆堆. 基础底板水泥基渗透结晶防水施工技术——以上河郡三期（四标段）项目为例[J]. 建筑与预算, 2023, (06): 62-64.
- [5] 蔡景红, 刘群文, 刘梦溪, 等. 高低跨部位防水节点施工技术[J]. 建筑施工, 2023, 45(11): 2225-2226+2233.