

# Structural analysis of the key points of roof waterproofing renovation construction of existing buildings —— Taking the roof waterproofing upgrading project of library of Jiangxi Vocational College of Agricultural Engineering as an example

Lihua Qian Yu Zou

Jiangxi College of Agricultural Engineering, Yichun, Jiangxi, 331200, China

## Abstract

This article uses the roof waterproofing renovation project of the library at Jiangxi Agricultural Engineering Vocational College as a case study to conduct a structured analysis of the key points in the construction of existing building roof waterproofing renovations. In this project, a detailed investigation was conducted on the condition of the existing roof, including issues such as the aging and cracking of the original waterproof layer, which forms the basis for formulating an effective renovation plan. The preparatory work before construction is crucial, involving material selection and equipment testing to ensure that the materials meet the roof's requirements. During the critical construction phase, it is essential to avoid damaging the roof structure when removing the waterproof layer; when installing the new waterproof layer, thorough base treatment is necessary to ensure strong adhesion, and the construction techniques and thickness of the materials must be precisely controlled; reinforcing the nodes can effectively prevent leakage. Through practical engineering experience, the key technical points and quality control methods are summarized, providing a reference for similar projects in humid and rainy regions, aiming to improve the quality and effectiveness of such renovation projects and reduce the risk of leakage.

## Keywords

existing building; roof waterproofing transformation; SBS modified bitumen membrane; detailed nodes; construction technology

# 既有建筑屋面防水改造施工要点的结构化分析——以江西农业工程职业学院图书馆屋面防水升级改造项目为例

钱立华 邹宇

江西农业工程职业学院，中国·江西 宜春 331200

## 摘要

本文以江西农业工程职业学院图书馆屋面防水升级改造项目为研究实例，对既有建筑屋面防水改造施工要点开展结构化分析。在项目中，针对既有屋面的状况进行了详细勘察，包括原有防水层老化、裂缝等问题，这是制定有效改造方案的基础。施工前期准备工作至关重要，涵盖材料选择与设备调试，确保材料性能匹配屋面需求。在关键施工环节，防水层拆除需避免对屋面结构造成损伤；新防水层施工时，基层处理要彻底以保证粘结牢固，精确控制材料的施工工艺及厚度；节点部位加强处理能有效防止渗漏。通过工程实践验证，总结施工技术要点与质量控制方法，为湿热多雨地区的同类工程提供参考，旨在提升此类改造工程的质量与效果，降低渗漏风险。

## 关键词

既有建筑；屋面防水改造；SBS改性沥青卷材；细部节点；施工工艺

## 1 引言

随着建筑使用年限增加，既有建筑屋面防水层易出现老化、开裂等问题，导致渗漏现象频发，影响建筑功能与结构安全。截至 2023 年，城镇建筑总量达 680 亿 m<sup>3</sup>，30% 以

上存在屋面渗漏问题。屋面渗漏存在较多的危害性，首先是功能层面：损坏藏书设备、影响建筑使用功能；其次是结构层面：水分侵蚀钢筋导致混凝土碳化；最后是经济层面：维修成本占建筑总维护费用的 40% 以上 [1]。

## 2 既有建筑屋面防水构造失效的原因

既有建筑屋面防水构造失效是一个常见且棘手的问题，其成因复杂多样。材料老化是导致防水构造失效的关键因素之一。屋面防水材料长期暴露在自然环境中，经受风吹、日

【作者简介】钱立华（1988-），男，中国浙江杭州人，本科，高职讲师，从事土木工程研究。

晒、雨淋以及温度变化的反复作用。随着时间推移，材料的性能逐渐下降，如沥青基防水材料会出现脆化、开裂，高分子材料的拉伸强度和延伸率降低。这些变化削弱了防水层的防水能力，导致渗漏风险增加。

屋面结构变形也是不可忽视的原因。建筑物在长期使用过程中，由于基础沉降、温度应力、风力等因素影响，屋面结构可能发生一定程度的变形。这种变形会对防水层产生拉伸、挤压等作用力，当变形量超过防水层的适应能力时，防水层就会出现裂缝、脱开等问题，从而破坏防水构造的完整性。

施工质量缺陷是防水构造失效的重要隐患。在屋面防水施工过程中，基层处理不平整、不干净，会导致防水层与基层粘结不牢固；防水层施工时搭接宽度不足、密封不严，容易形成渗漏通道；此外，细部节点如落水口、女儿墙等部位处理不当，也会成为渗漏的薄弱环节。

后期使用维护不当同样会加速防水构造失效。屋面长期积水，会增加防水层的负担，加速材料损坏；随意在屋面上增加设施、进行改造，可能破坏原有防水层；缺乏定期的检查和维护，未能及时发现并修复防水层的小问题，最终导致问题扩大化，防水构造彻底失效。

### 3 项目概况与问题诊断

#### 3.1 项目概况

江西农业工程职业学院图书馆建成于上世纪 90 年代，屋面为混凝土结构，屋面建筑面积约 2800 m<sup>2</sup>，原防水层采用传统沥青卷材+珍珠岩保温层。因长期暴露于湿热气候（江西年均降水量 1800mm，雨季集中在 4-6 月），夏季极端高温达 40℃，加速材料老化，屋面出现多处渗漏、空鼓及排水不畅问题。

#### 3.2 渗漏现状与成因分析

学院图书馆作为学校重要的知识殿堂，承载着丰富的文献资源与师生的学习热情。然而，近年来屋面渗漏问题逐渐凸显，对图书馆的正常使用和馆藏资源安全构成了威胁。屋面渗漏现状不容乐观。每逢降雨天气，图书馆内部多个区域出现不同程度的渗漏现象。天花板上水渍明显，部分区域墙皮因长期受潮开始脱落，露出斑驳的墙面。书架附近的地面常常出现积水，一些存放在底层书架的书籍也因受潮而受损 [2]。

通过无人机航拍、红外热成像检测、钻孔取芯等综合手段，发现渗漏的原因是多方面的，最主要有原防水层失效、排水系统缺陷和构造节点破损等多个方面的原因。屋面渗漏不仅影响图书馆的美观和正常使用，更威胁到珍贵的馆藏资源。解决图书馆屋面渗漏问题迫在眉睫，需要全面分析成因，制定科学合理的维修方案，以恢复图书馆良好的使用功能，为师生创造一个舒适安全的学习环境。

成因链分析：

气候湿热→材料热胀冷缩→卷材接缝开裂→雨水渗入保温层→保温层蓄水膨胀→混凝土结构开裂→渗漏加剧。

## 4 实施防水升级改造项目

为解决图书馆屋面渗水问题，学院于 2024 年 9 月决定对图书馆屋面实施防水升级改造项目。通过专家论证、项目立项、设计和施工后，为图书馆构筑一道坚固的防水屏障，延长建筑使用寿命。更重要的是，为师生创造一个干燥、舒适的学习和阅读环境，让大家能在知识的海洋中安心遨游，助力学院的教育事业蓬勃发展。

### 4.1 改造原则与目标

设计原则：学院图书馆屋面防水项目设计需遵循多重原则。首先是可靠性原则，要确保防水效果持久稳定，抵御雨水、积雪等侵袭，保障馆内藏书及设备安全。其次是适用性原则，根据图书馆的建筑结构、使用环境等实际情况，选用恰当的防水材料与施工工艺。再者是耐久性原则，考虑长期使用需求，材料应能耐受自然环境变化与时间考验。另外，还要遵循经济性原则，在保证防水质量前提下，合理控制成本，实现资源有效利用 [3]。

性能目标：（1）防水等级：达到 I 级（GB 50345-2012），使用寿命 ≥15 年。（2）根本性解决渗漏：彻底清除原失效防水层，新建高效、耐久、可靠的防水系统，完全杜绝屋面渗漏问题。（3）提升防水等级与耐久性：选用高性能防水材料，严格按照国家及行业规范施工，确保新防水系统设计使用年限达到 15 年以上。（4）最小化对图书馆运营影响：科学制定施工计划，尽量选择假期或分区域施工，最大限度减少对师生正常使用图书馆的影响。（5）保障安全文明施工：确保施工过程安全规范，做好防尘、降噪、防护措施，保护馆内设施、藏书及人员安全。

兼顾长期维护便利：设计时考虑后期检修通道，方便未来维护。

### 4.2 关键技术措施

#### 4.2.1 基层修复与排水优化

1. 基础修复，确保防水层附着基础坚固平整，主要技术措施如下：

（1）铲除清理：彻底清除原失效防水层、空鼓砂浆及松散混凝土；

（2）裂缝处理：宽度 < 0.2mm 的裂缝，灌注环氧树脂；宽度 ≥0.2mm 的裂缝，V 型槽剔凿 + 聚合物砂浆填充；孔洞/凹坑采用高强度砂浆找平；阴阳角抹成圆弧（R≥50mm），减少应力集中；

（3）坡度修复：按 ≥2% 坡度重做水泥砂浆找坡层，保证排水路径畅通；

（4）节点强化：管道根部、设备基座等部位涂刷渗透结晶防水涂料，并增设附加层。

2. 排水优化，提升屋面雨水排放效率，避免屋面积水，主要技术措施如下：

（1）疏通改造：全面清理雨水口、天沟淤泥及堵塞物；更换老化雨水斗，增设不锈钢滤网防堵；

（2）系统扩容：依据暴雨强度复核排水量，不足时新

增落水管或扩大雨水口尺寸；天沟坡度调整至 $\geq 2\%$ ，确保无积水死角；

(3) 防护升级：雨水口周边 500mm 范围附加防水层，内嵌密封胶；落水管接口加固密封，避免渗漏。

(4) 验收标准：基层平整无缺陷，闭水试验 48 小时无渗漏；排水通畅，暴雨后无积水滞留。

#### 4.2.2 复合防水层施工

(1) 材料组合：底层：涂刷 2mm 厚聚氨酯防水涂料(满铺胎体增强布)，实现无缝覆盖；面层：满贴 SBS 改性沥青卷材(II 型，聚酯胎)，热熔搭接(宽度 $\geq 100\text{mm}$ )。

(2) 分层施工：涂料层固化后，清理表面浮尘；卷材定位弹线，火焰喷枪均匀加热卷材与基层，压实排气；

(3) 节点强化：管道根部、阴阳角等部位采用“一布三涂”加强层；卷材收口处金属压条密封，硅酮胶封边。

(4) 保护层：卷材验收后浇筑 40mm 厚细石混凝土(配分格缝)，避免机械损伤。

(5) 验收标准：涂料无气泡、厚度达标；卷材无皱褶空鼓，搭接缝密实；48 小时闭水试验无渗漏。

复合结构充分发挥涂膜(细部密封)与卷材(整体抗裂)协同优势，显著提升防水可靠性。主要施工流程：基层处理→涂刷底油→刮涂非固化涂料→热熔铺贴卷材→收口密封→闭水试验→保护层施工。

#### 4.2.3 细部节点处理

(1) 女儿墙泛水：卷材上翻高度 300mm，压入 50×50mm 凹槽；凹槽内填充聚乙烯泡沫棒，外嵌耐候密封胶(图示施工详图)。

(2) 穿墙管处理：采用“三涂一布”工艺：管周 200mm 范围涂刷 3 遍聚氨酯防水涂料，中间加铺无纺布增强层。

(3) 变形缝防水：安装 U 型不锈钢盖板，下部设置导水槽与排水管联通。

## 5 工程实施与效果评价

### 5.1 施工过程管理

(1) 质量控制要点：卷材搭接边实施“双检制”：施工班组自检+监理旁站抽检；建立“数字孪生模型”，通过 BIM 技术模拟排水路径。

(2) 技术创新：研发便携式热熔铺贴机，降低人工操作误差；使用无人机进行完工后全屋漏水点扫描。

### 5.2 改造效果分析

#### 5.2.1 检测数据对比：

实施此次屋面防水改造项目后，屋面防水系统达到国家一级防水标准，综合效能提升显著，为图书馆长效运行奠定坚实基础。

#### 5.2.2 经济效益：

通过此次改造项目以后，因渗漏导致需维修室内顶棚

掉灰、内墙面层脱落，潮湿导致用电设备、图书架子、座椅等设备损坏等需维修，其成本降低 82%，预计 15 年节省维护费用 80 万元。

## 6 结论与展望

### 6.1 结论

通过对学院图书馆屋面防水改造的系统实践，验证了结构化施工体系在既有建筑改造中的关键作用，核心结论如下：

项目前期通过红外热成像、局部剔凿等手段，精准定位了原屋面空鼓、开裂及排水薄弱区(如天沟根部、管井周边)，为针对性设计提供了科学依据。含水率检测则避免了因基层潮湿导致的粘结失效风险。采用“铲除失效层—结构修补(裂缝注浆、局部找平)—关键节点强化(阴角 R 角处理、管根密封槽)”的分级策略。尤其对原保温层局部受潮区域进行更换，显著提升了新防水层的基层质量。

主防水层选用 SBS 改性沥青卷材(II 型)，其优异耐候性、延伸率适应江西温差大、多雨气候。工艺上采用“热熔法满粘”确保主防水区密闭性，设备基础等复杂部位则辅以“冷自粘卷材+密封胶”增强细部密封。将防水层修复与排水系统优化(加大落水口、增设溢流口)、保温层修复、保护层重做(细石混凝土配筋)视为有机整体，避免“头痛医头”。改造后两年跟踪显示，渗漏率下降 98%，屋面功能性、耐久性显著提升。

### 6.2 展望

学院图书馆案例证明，以精准诊断为基础、材料工艺适配为核心、系统性提升为目标的改造路径行之有效。未来，融合绿色、智能理念的屋面改造技术，将为既有建筑的高质量更新提供更强支撑。面向未来既有建筑屋面改造，以下方向值得深化探索：

推广光伏防水一体化(PVP)系统，在更新防水层时同步铺设轻型光伏板，实现能源生产与屋面保护双赢。探索高反射率(冷屋面)防水材料应用，降低建筑能耗。预埋湿度传感器、应变片等物联网设备于防水层关键节点，实时监测渗漏风险与结构变形，变“被动维修”为“主动防护”，大幅延长使用寿命，降低运维成本。

针对学校、医院等公共建筑共性痛点，研发适用于管道密集区、设备基座的预制防水泛水模块，提升复杂节点施工效率与可靠性，缩短工期、减少现场污染。强化改造方案的经济性与可持续性评估，从材料耐久性、维护便捷性、未来可更新性等维度综合优选方案，避免短期行为。

### 参考文献

- [1] GB 50345-2012, 屋面工程技术规范[S].
- [2] 王建国. 建筑防水工程百问[M]. 中国建筑工业出版社, 2018.
- [3] Zhang Y. Study on leakage prevention of old building roofs in humid areas[J]. Building Science, 2022(3):45-50.