

防水卷材的耐久性分析及应用策略

文 / 郑恩成 山东金隆防水科技股份有限公司

摘要: 防水卷材作为一种关键的建筑防水材料,广泛应用于地下工程、屋面、桥梁、隧道等多个领域,其耐久性与建筑物防水系统的长期效果和安全性息息相关。本文从防水卷材的耐久性出发,提出了评估防水卷材耐久性的多种方法,包括室内实验法、自然暴露实验法以及加速老化实验法。文章进一步阐述了防水卷材在实际工程中的应用策略,围绕优化材料选用、提高施工质量和加强后期维护管理三方面提出了具体措施,旨在提升防水卷材的实际应用效果和耐久性,为工程设计与施工提供理论支持和实践指导。

关键词: 防水卷材; 耐久性; 评估方法; 应用策略; 施工质量

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.06.023

引言

随着现代建筑工程的发展,防水系统的性能已成为衡量工程质量的重要标准,而防水系统的耐久性是保障建筑长期安全使用的关键因素。防水卷材因其安装简便、效果显著,已成为主流的防水材料,被广泛应用于各类建筑工程中。在实际应用中,由于材料老化、环境变化及施工质量等多重因素,防水系统失效的问题时有发生,给建筑的安全性和使用功能带来了潜在隐患。随着建筑规模的扩大和技术的进步,对防水卷材的耐久性提出了更高的要求。系统分析防水卷材的耐久性,明确其关键影响因素,并提出科学合理的应用策略,对于提高防水系统的整体性能和延长使用寿命具有重要的实际意义。

一、防水卷材耐久性性能分析方法

(一) 室内试验法

1. 拉伸强度与延伸率测试

拉伸强度是指防水卷材在受拉伸时能够承受的最大应力,通常以兆帕(MPa)为单位表示。具有较高拉伸强度的防水卷材能在复杂环境和施工过程中承受较大的外部拉力,防止因过度拉伸导致的破裂。延伸率能够衡量材料的弹性,指材料在破裂前能被拉伸的最大长度与

原始长度的比率。延伸率较高的防水卷材具有更强的适应性,能够在建筑物发生变形时继续保持防水性能。

为了准确评估防水卷材的性能,通常使用专业的拉伸测试设备进行拉伸强度和延伸率的测定。测试过程一般包括:将防水卷材样品剪裁成标准尺寸,安装在拉伸试验机上,在一定的拉伸速度下逐步施加拉力,直至样品断裂。测试过程中,记录拉力和样品的变形量,计算拉伸强度和延伸率来评价卷材的性能,实验数据如表1所示。

分析这些测试数据,工程设计人员可以根据实际需求,选择具有高拉伸强度和较好延伸率的防水卷材,促使防水系统在长期使用中能够维持其防水效果,避免因拉伸或变形而导致的防水层破损。

2. 耐水性与渗透性测试

耐水性测试通常将卷材样品浸泡在一定温度和时间条件下的水中,观察其物理变化,评估其对水分的抵抗能力。材料若出现膨胀、软化、起泡或分层,说明其耐水性较差。渗透性测试一般指对卷材施加一定压力的水,检测水分透过样品的速率与渗透深度,判断其抗水渗透性能。表2展示了某防水卷材的耐水性与渗透性测试结果。

表1 防水卷材的拉伸强度与延伸率测试数据

样品编号	拉伸强度 (MPa)	延伸率 (%)	拉伸断裂前最大力 (N)	试验开始时长度 (mm)
样品一	3.2	250	85	200
样品二	3.5	280	90	200
样品三	3.0	230	80	200
样品四	3.8	300	95	200
样品五	3.4	270	88	200

表2 防水卷材的耐水性与渗透性测试数据

样品编号	浸泡时间 (h)	表面变化情况	水分渗透率 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	渗透深度 (mm)	水压条件 (MPa)
样品一	24	表面无变化	0.05	1.2	0.3
样品二	24	轻微起泡	0.08	1.8	0.3
样品三	24	表面无明显异常	0.06	1.4	0.3
样品四	24	表面微膨胀	0.10	2.0	0.3
样品五	24	表面无变化	0.04	1.1	0.3

综合耐水性与渗透性测试结果，样品五的整体性能最佳，表现出优异的耐水性和抗渗透能力，适合应用于要求高防水性能的工程环境。样品二和样品四的表现相对较弱，更适用于水压较小的建筑防水场合。这些测试数据为防水卷材的选材提供了科学依据，确保所选材料能够满足不同环境下的防水需求。

（二）室外自然暴露试验法

1. 自然老化试验

自然老化试验是评估防水卷材在自然环境中耐久性的重要方法，该试验将防水卷材暴露于实际环境中，模拟其在真实使用过程中的老化过程，主要评估卷材在紫外线、温度变化、湿度以及风沙等环境因素的作用下的性能变化。测试通常选择气候条件典型的区域，将卷材样品放置在户外进行长时间暴晒，定期检测其物理和化学性质的变化。紫外线辐射对防水卷材的老化影响尤其显著，长时间的紫外线照射会导致卷材表面的氧化反应，破坏其分子结构，降低材料的强度、延展性，甚至增加脆化的风险。为了评估卷材的抗紫外线能力，测试过程中会定期检查卷材表面是否出现裂纹，强度和延伸性的变化等。组织自然老化试验，能够掌握防水卷材在长时间暴露于自然环境下的退化情况，为选材和设计提供科学依据。

2. 现场应用监测

现场应用监测指对实际应用中防水系统进行长期监测，评估卷材在不同环境中的表现，揭示防水卷材在实际工作条件下的性能变化，包括耐水性、抗拉强度、延展性、渗透性等方面的变化，揭示防水卷材在实际应用中可能出现的特殊问题。现场监测需要记录卷材表面是否出现开裂、脱落、老化等现象，检查地下工程、屋面等部位渗漏情况，分析防水层的整体效果。长期跟踪分析监测数据，评估卷材的老化进程，并为维护和修复提供科学指导。长期的现场应用监测有助于工程师及时发现防水系统的潜在问题，并为防水卷材在不同应用环境中的适应性提供宝贵的经验。

（三）加速老化试验法

1. 热老化试验

热老化试验是一种常用于评估防水卷材在高温环境下耐久性的方法，将防水卷材样品暴露在高温条件下，模拟卷材在长期高温环境中可能遭遇的老化过程。高温会使防水卷材中的聚合物分子运动加剧，从而导致材料发生氧化降解，进而影响其力学性能和防水能力。在进行热老化试验时，卷材样品通常被置于一个恒温的热箱中，设定特定的温度和老化时间，加速其老化过程。试验过程中，需要定期监测卷材的物理性能变化，如拉伸强度、延伸性、表面硬度等。随着温度升高，卷材内部的分子链可能发生断裂，导致材料变得脆弱，弹性减弱，甚至出现强度下降，进而影响抗拉和抗裂能力。长时间的高温暴露还可能导致卷材表面出现裂纹、膨胀、变色等现象，进而降低防水性能。

2. 紫外线老化试验

在紫外线老化试验中，卷材样品一般会被放入专用的紫外线加速老化试验机内，如图1所示，这些设备可

以模拟太阳紫外线的辐射，并在规定的温湿度条件下对卷材进行加速老化处理。试验过程中，卷材样品会持续接受紫外线辐射，模拟其长时间暴露在阳光下的实际情况。主要的测试内容包括观察卷材表面是否出现裂纹、褪色、强度衰减等现象，评估这些变化对防水性能的影响。紫外线老化不仅会加速卷材表面层的降解，还可能引起卷材内部结构的变化，最终影响其整体防水效果。



图1 紫外线耐候老化试验

二、防水卷材应用策略

（一）根据工程环境选择适宜材料

在选用防水卷材时，需要根据工程所处的环境条件来选定合适的材料类型。以地下工程、屋面工程和桥梁等项目为例，其所面临的环境条件差异对防水卷材的功能需求也存在显著不同。对于地下工程，防水卷材的抗渗透性和耐水性是首要考虑因素，尤其是卷材需要承受地下水的渗透压力。选材时，需充分考虑地下水位的高度、土壤的湿润程度以及土壤中的化学成分。若地下水含有较高的腐蚀性物质如硫酸盐或氯化物，那么应选用抗化学腐蚀性较强的防水卷材。改性沥青类卷材因其较好的耐水性和抗腐蚀性，常常是地下工程防水系统的首选材料。

在屋面工程中，防水卷材不仅需要具备较好的耐紫外线能力，还应有较强的耐温性能和抗机械损伤能力。屋面暴露在强紫外线下时，紫外线辐射会加速材料的老化，因此需要选用抗紫外线能力较强的材料，如聚氯乙烯（PVC）或热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材，这些材料能有效抵御紫外线的影响，延缓老化过程。屋面通常会面临较大的温度变化，选择具有良好延展性的防水卷材，如热塑性橡胶（EPDM）卷材，将有助于应对温度变化引起的膨胀和收缩，防止裂纹的产生。桥梁的防水卷材需考虑交通振动、化学污染以及极端天气的影响，因此在选材时，要特别注重抗老化能力和耐疲劳性能。改

性沥青卷材、PVC卷材及橡胶防水卷材因其卓越的耐久性和机械强度，通常被选用于桥梁的防水处理项目。

（二）提升防水卷材施工质量

1. 严格控制基层处理与清洁

在施工前，应对基层进行全面检查，确保其表面干净、平整、坚固且无裂缝。如果基层表面存在灰尘、油渍、松散颗粒或水分，应采取有效措施进行彻底清理。可以使用气枪或刷子将灰尘清理干净，对于油渍需采用专用清洁剂进行擦拭，基层表面不能含有任何可能影响防水卷材黏结力的杂质。清理完毕后，还需要检查基层表面的湿度。若表面含有过多水分，应等待水分完全蒸发后再进行防水卷材的施工。为了提高卷材与基层的粘接效果，基层表面必须保持干燥，且不得有积水。对于不平整或粗糙的基层，可以利用找平砂浆进行修补和调整，保证表面光滑、平整。而对于金属基层，应进行防锈处理，增强防水卷材的附着力。在地下工程或潮湿环境下，应选用合适的防潮层铺设在基层上，防止地下水对防水卷材产生负面影响。对于屋面或长期暴露在阳光下的工程，基层的清洁和处理同样要特别注意，防止由于热胀冷缩、裂缝或老化问题而影响防水效果。

2. 规范卷材铺设与接缝处理工艺

防水卷材的铺设工艺直接决定了防水层的整体效果，因此必须严格遵循施工规范。在铺设时，应从低处开始，逐步向高处铺设，避免水流进入尚未铺设的区域。在铺设前，卷材应适当展开，无折痕和扭曲。在铺设过程中，要保证卷材铺设平整，避免气泡和褶皱的产生，这些缺陷会直接影响防水性能。接缝处理是提高防水效果的重要环节，特别是卷材的纵向和横向接缝。接缝处应采用专用黏结剂或热熔焊接技术进行密封，防止水分通过接缝渗透。热熔焊接技术是目前处理卷材接缝最常用的方法，加热卷材接缝部分至一定温度，使其表面融化并牢固结合，形成一个无缝的防水层。除了接缝外，卷材与建筑其他部位的交接处，如墙角、立面和穿透部位，尤其需要细致处理。在这些部位，通常需要使用密封胶带、密封胶或搭接条等材料进行额外的密封处理，提高防水效果的完整性。特别是在管道穿透、接缝和转角部位，所有接缝均须密封完好，避免渗漏风险。施工完成后，还应对整个防水层进行全面检查，不能出现任何松动、空鼓或接缝漏水现象，防止局部问题影响整体防水系统的效能。

（三）加强防水系统维护与管理

1. 定期进行防水系统检测与评估

在防水系统投入使用后，应制定详细的检查计划，并定期对防水卷材的整体性能进行评估。检测人员需要采用专业的渗漏检测仪器进行渗漏测试，是评估防水层有效性的一个重要环节。组织渗漏测试，可以在早期识别潜在的渗水隐患，从而避免水分渗透对建筑结构造成更严重的损害。对于屋面、地下室等特殊部位，建议结合现场环境进行详细的温湿度监测，特别是在极端气候条件下，防水材料的性能可能受到较大影响。在检测过程中，还需要关注防水卷材的老化状况，尤其是在紫外线辐射强烈或气候变化频繁的区域，防水卷材可能会出

现老化、开裂或脱落等现象。定期检查卷材的外观、拉伸强度、延伸性等性能指标，有助于评估其是否需要提前更换或修复。应将检查结果整理成详细的书面报告，记录所有检查数据，并对发现的问题提出改进措施，及时采取相应的修复或更换工作。

2. 及时修复老化或损坏的卷材

当防水卷材出现老化或损坏时，应及时进行修复，防止水渗透，进而影响建筑结构的安全性。对已损坏的部位，应先进行详细检查，确定受损范围和程度。在处理过程中，应清除受损区域的污染物和残余物，保证修复部位干净、干燥。修复时，可以在局部加铺防水卷材进行修补。对于局部裂缝或损坏的区域，根据损坏的程度，选择相应规格的卷材进行加铺，保持修复部分与原防水层的密封性。使用专用的黏结剂或热熔焊接技术连接修复区域与原有防水层，进行无缝对接，避免接缝渗漏问题。对于老化严重或大面积损坏的防水卷材，若局部修复效果不佳，建议进行全面更换。在更换过程中，必须按照原有的施工规范，重新处理基层并铺设新的防水卷材。修复完成后，应对整个防水系统进行复查，延长防水系统的使用寿命，防止局部问题扩展，促使建筑物长期处于良好的防水保护状态。

结语

综上所述，分析防水卷材耐久性影响因素、探讨性能评估方法以及提出应用策略，能为提升防水系统的质量和稳定性提供帮助。在实际应用中，各相关人员应加强对防水卷材的选材、施工和维护管理，严格遵循规范要求，保证基层处理到位，施工精细，接缝严密无漏。定期进行防水系统的检查与评估，及时发现和修复老化或损坏部位，保证防水效果的稳定性。展望未来，随着建筑工程技术的不断发展，防水卷材的性能将不断得到优化，防水卷材的环保性能、节能效果也会逐渐加强，未来的防水系统将更加注重智能化、自动化的检测与修复技术，为建筑物提供更加可靠、持久的防护屏障。

参考文献

- [1] 罗湘楠, 呼轶鹏, 王克锦. 基于CPS反应黏结型防水卷材的地下室顶板非固化防水设计与施工[J]. 工程建设与设计, 2024, (22): 202-204.
- [2] 王海龙, 霍胜旭, 王悦. Fe₃O₄磁性树脂制备及其在防水卷材接缝完整性检测中的应用[J]. 新型建筑材料, 2024, 51(10): 83-87.
- [3] 薛春来, 王海澜, 贾志军, 等. 新规下预铺防水卷材的搭配应用分析与测试研究[J]. 中国建筑防水, 2024, (09): 22-26+46.
- [4] 熊玉钦, 王宁宁, 葛洋洋. 高分子自粘胶膜防水卷材耐久性试验研究[J]. 中国建筑防水, 2023, (07): 1-5+11.
- [5] 熊玉钦, 葛洋洋, 王宁宁. 高分子自粘胶膜防水卷材耐久性研究[J]. 中国建筑防水, 2021, (S1): 8-11+27.

作者简介: 郑恩成, 1977年7月, 男, 汉族, 山东寿光人, 大专, 山东金隆防水科技股份有限公司总经理, 研究方向: 建筑防水材料。