

水性防水涂料复合防护层界面粘结技术研究

张志浩¹, 薛宝松²

(1. 山东壹贰壹新材料科技有限公司, 山东 烟台 264000;

2. 山东壹贰壹保温材料有限公司, 山东 烟台 264000)

摘要 水性防水涂料复合防护层的界面粘结性能是保障防水层连续性、抗剥离能力和长期服役耐久性的核心影响因素。本文围绕复合防护体系中基层、底涂层、防水涂膜、增强材料及节点附加层之间的粘结关系, 系统分析了施工及服役过程中常见的空鼓、起皮、层间剥离等问题的产生原因, 并从基层粗化、底涂配伍、增强层铺设、层间干燥及质量检测等方面提出针对性的界面粘结质量技术控制要点, 以为水性防水涂料复合防护层施工质量提升与工程应用提供参考。

关键词 水性防水涂料; 复合防护层; 界面粘结

中图分类号: TU56+1.65

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.22.037

0 引言

水性防水涂料因成膜连续、施工适应性强、环保性能较好, 在屋面、地下室、厨卫间及外墙节点防水中应用较多。在实际施工中, 复合防护层通常需要与混凝土、水泥砂浆、找平层、增强材料和保护层共同作用, 其防水效果并不只取决于涂料本身性能, 还受界面粘结质量影响^[1]。若基层浮灰未清理、含水率控制不当、底涂与主涂料配伍不足, 或增强层铺设过程中存在皱折、空铺和浸润不充分, 容易造成空鼓、起皮、层间剥离和节点开裂等问题, 削弱防水层整体连续性。基于此, 有必要围绕复合防护层界面粘结关系, 对基层处理、材料配伍、层间施工和质量检测等技术环节进行分析。

1 水性防水涂料复合防护层界面粘结问题分析

1.1 复合防护层结构及界面粘结特点

水性防水涂料复合防护层一般由基层、界面处理层、防水涂膜层、增强层和保护层共同组成, 其中基层多为混凝土、水泥砂浆找平层或既有防水修补面, 底涂层承担封闭毛细孔、提高润湿性和改善界面吸附的作用, 防水涂膜层则依靠水分挥发、聚合物粒子成膜及无机填料骨架支撑形成连续防护膜。复合结构中的界面粘结具有多层次特征, 既包括涂料与基层之间的渗透附着和机械咬合, 也包括底涂层与主涂膜之间的材料相容, 以及涂膜对增强材料纤维孔隙的包覆和浸润。

1.2 界面粘结失效的主要表现

水性防水涂料复合防护层的界面粘结失效在工程中主要表现为空鼓、鼓包、起皮、层间剥离、涂膜开裂和节点边缘脱粘等。空鼓多发生在基层强度不足、表面粉化或底涂渗透不充分的区域, 敲击时有明显空响, 后期易发展为涂膜整体剥离; 鼓包常与基层含水率偏高、涂膜一次施工过厚、内部水分排出受阻有关, 受温度升高或水汽压力影响后更加明显; 起皮和层间剥离则多见于层间间隔时间控制不当、上一道涂膜表面污染、底涂与主涂料体系不匹配等情况。增强层铺贴不密实也会造成局部纤维外露、皱折和空铺, 使涂膜受力后沿增强材料边缘撕裂。管根、阴阳角、落水口、施工缝等节点部位由于形状复杂、应力集中和水流冲刷频繁, 更容易出现边缘翘起、附加层脱粘和细部开裂, 成为复合防护层早期失效的常见位置^[2]。

1.3 影响界面粘结质量的主要因素

影响界面粘结质量的因素主要集中在基层状态、材料配伍、施工参数和养护环境几个方面。基层强度、平整度、粗糙度和清洁程度是粘结质量的基础, 若基层存在起砂、浮浆、油污、脱模剂残留或裂缝未修补, 涂料难以充分浸润并形成有效附着; 基层含水率过高时, 水汽会阻碍聚合物成膜, 甚至在涂膜下方形成气压, 导致鼓包和脱粘。在材料配伍方面, 底涂层应与主涂料具有良好相容性, 乳液类型、固含量、填料比例和成膜助剂差异过大, 均可能降低层间结合强度。施工

作者简介: 张志浩 (1990-), 男, 专科, 研究方向: 建筑涂料。

参数同样关键,涂刷厚度过大易造成表干内湿,厚度过薄则难以形成连续膜层;层间间隔过短会影响水分释放,间隔过长又可能因表面落尘或老化降低再粘能力。

2 水性防水涂料复合防护层界面粘结技术方案

2.1 基层处理与界面粗化控制

基层处理是复合防护层界面粘结的前置环节,处理质量直接影响涂料对基层的润湿、渗透和机械咬合。施工前应检查基层强度、平整度、含水状态和表面污染情况,对起砂、空鼓、浮浆、油污、脱模剂残留及松散修补层进行清除。混凝土或水泥砂浆基层宜采用打磨、铣刨或钢丝刷处理,使表面形成均匀微粗糙面,避免过度抛光造成涂料铺展后附着不足。一般情况下,基层表面应坚实、无明水、无浮灰,局部裂缝宽度大于 0.3 mm 时需先开槽嵌填柔性密封材料或聚合物修补砂浆;阴阳角应做成圆弧或钝角,圆弧半径宜控制在 20 mm ~ 50 mm,以减少涂膜转角处拉应力集中。

基层含水率和表面粗糙度需要结合水性涂料成膜特点进行控制。水性涂料对基层湿度有一定适应性,但若基层内部水分持续外排,涂膜下方易形成水汽压力,导致鼓包或局部脱粘。对普通水泥基基层,可将表面含水率控制在 8% 以下,潮湿环境中至少保证表面无明水、无返潮水膜,并通过小面积试涂观察 24 h 后是否出现发白、鼓泡和粘结不足。界面粗化不宜只追求粗糙,应保证粗糙均匀、无尖锐凸起,避免涂膜局部过薄。处理完成后可采用吸尘器、压缩空气或湿布清理残余粉尘,待基层达到可施工状态后再进行底涂施工,减少浮灰隔离层对后续粘结的不利影响。

2.2 底涂层与主涂料配伍设计

底涂层的主要作用是封闭基层毛细孔、降低基层吸水差异、提高主涂料铺展性,并在基层与防水涂膜之间形成过渡界面。水性防水涂料复合防护层宜选择同体系或相容性较好的底涂材料,避免溶剂型界面剂、强碱性材料或刚性封闭层与水性主涂料发生不匹配^[3]。对于吸水率较高的水泥砂浆基层,可采用稀释型聚合物乳液底涂,使其渗入浅表孔隙后形成连续界面膜;对于密实混凝土基层,则应重点提高底涂的润湿能力和附着能力。底涂不宜过厚,涂布量可控制在 0.15 kg/m² ~ 0.30 kg/m²,要求涂刷均匀、无漏刷、无堆积,表干后再进行主涂料施工。

底涂与主涂料的配伍应通过试涂和拉拔验证确定,重点观察底涂干燥后是否发黏、粉化、发白或被主涂

料再次溶胀。若底涂成膜过硬,后续柔性涂膜在温差变形中容易沿界面产生剥离;若底涂固含量过低,又难以有效封闭基层孔隙。底涂施工后宜在 4 h ~ 24 h 内完成第一遍主涂料施工,间隔过短会影响底涂水分释放,间隔过长则可能因落尘和表面污染降低再粘能力。

2.3 增强材料铺设与层间施工控制

常用增强材料包括聚酯无纺布、玻纤网格布及复合胎体布等,选择时应结合基层变形情况、节点受力特点和涂料体系黏度确定。一般大面部位可选用质量稳定、孔隙均匀的聚酯无纺布,节点转角、管根和施工缝等部位可采用柔韧性较好的增强材料。铺设时宜在第一遍涂料仍具有湿润包覆能力时进行,将增强材料平铺后用刮板或压辊顺向压实,使涂料充分进入纤维孔隙,不得出现干铺、皱折、翘边和局部空鼓。增强材料搭接宽度宜控制在 50 mm ~ 100 mm,节点部位可适当加宽,搭接边缘应压实封闭,避免形成水分渗入和剥离扩展的薄弱通道。

层间施工应围绕“厚度均匀、干燥充分、覆盖连续”进行控制。单遍涂料不宜一次过厚,单遍湿膜厚度可控制在 0.5 mm ~ 0.8 mm,总干膜厚度宜结合设计要求控制在 1.5 mm ~ 2.0 mm 左右。第一遍涂料主要承担基层封闭和增强材料浸润作用,第二遍及后续涂料则应完全覆盖增强层,并与前一遍涂刷方向交叉,以减少漏涂和局部薄弱区。层间间隔通常可控制在 4 h ~ 8 h,低温、高湿或通风不良时应适当延长,确认前一遍表干且无发白、粘手、积水后再进行下一遍施工。整个界面粘结技术流程需要从基层检查开始,依次完成清理、修补、粗化、底涂、涂膜、增强层铺设、节点加强和质量检测,各环节之间不能脱节,具体流程如图 1 所示。

2.4 复杂节点复合加强处理

复杂节点是复合防护层界面粘结失效的高发部位,主要包括管根、阴阳角、落水口、施工缝、变形缝、设备基础边缘和穿墙套管等。这些部位基层形状变化明显,涂料涂刷厚度不易均匀,同时受温差变形、基层收缩、振动和水流冲刷影响较大,若仍按大面防水层做法处理,容易出现边缘翘起、转角开裂和附加层脱粘^[4]。节点施工前应先完成基层修补和密封处理,管根周边宜剔成凹槽后嵌填密封材料,阴阳角做圆弧过渡,落水口周边应找坡顺畅,避免长期积水作用于涂膜边缘。

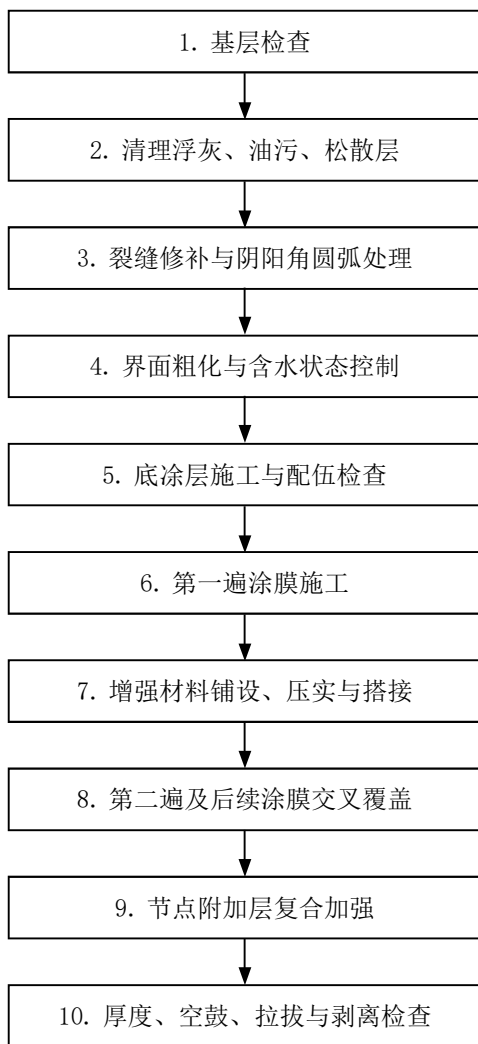


图1 水性防水涂料复合防护层界面粘结技术流程图

节点加强宜采用“密封处理+附加涂膜+增强材料+覆盖涂膜”的复合做法。管根、阴阳角等部位可先涂刷一遍底涂，再增设附加防水层，附加层宽度宜向两侧延伸150 mm~250 mm；穿墙管、落水口等部位应保证增强布环向铺贴平整，搭接处压实密封，避免形成毛细通道。变形缝部位不宜采用过硬材料直接覆盖，应结合柔性密封材料和可变形增强层，使涂膜能够适应一定范围的位移。节点处涂料可采用薄涂多遍方式，不宜一次堆涂成厚膜，以免表层先干而内部水分排不出。大面涂膜与节点附加层之间应保持连续搭接，搭接边缘不得形成明显台阶或干边，必要时用刮板将边缘压薄，使不同层次之间形成平顺过渡。

2.5 界面粘结质量检测与技术控制

界面粘结质量检测应贯穿基层验收、底涂施工、增强层铺设和成膜完成全过程。基层阶段主要检查表

面强度、空鼓、裂缝、含水状态和清洁程度，确认无浮灰、无明水、无松散层后方可进入底涂施工；底涂阶段应检查涂布是否均匀，是否存在漏刷、堆积、发白和未干透现象；增强层铺设阶段重点查看搭接宽度、浸润程度、压实状态和边缘密封情况；成膜后则应检查干膜厚度、表面平整度、空鼓、起皮、针孔和局部剥离。现场检测可采用湿膜测厚规控制单遍涂刷厚度，采用针测法或切片法复核干膜厚度，采用敲击法排查空鼓，对关键部位可进行局部切割、人工揭剥或拉拔检测^[5]。

技术控制应将施工参数转化为现场可执行的过程记录。施工过程中应记录环境温湿度、基层含水率、底涂用量、每遍涂刷时间、层间间隔、增强材料搭接宽度、节点附加层宽度和检测结果。对低温、高湿、基层潮湿或通风不良区域，应先进行小面积试涂，观察24 h后无发白、鼓泡、起皮和粘结不足，再进行大面积施工。发现鼓包、空鼓和起皮时，不宜直接覆盖修补，应切开问题部位，明确失效界面后重新处理基层、补刷底涂并分层恢复涂膜。

3 结束语

水性防水涂料复合防护层的界面粘结质量关系到防水层能否形成连续、稳定的整体防护效果。施工中应从基层处理、底涂配伍、增强材料铺设、层间干燥和节点加强等环节进行控制，使涂料能够充分浸润基层和增强材料，并在不同层次之间形成可靠结合。对于管根、阴阳角、施工缝等薄弱部位，还需通过附加层和多遍薄涂减少应力集中。未来施工管理中，应加强厚度、空鼓、拉拔和剥离检查，将过程参数与质量检测结合起来，提高复合防护层的粘结稳定性和耐久性。

参考文献:

- [1] 孟宪宇,韩光,尹新民,等.快干型聚合物水泥防水涂料的制备[J].新型建筑材料,2024,51(07):91-95.
- [2] 杨潇,钱如胜,洪锦祥,等.混凝土表面防腐涂料研究进展[J].复合材料学报,2024,41(12):6337-6355.
- [3] 韩光,孟宪宇,尹新民,等.高耐水聚合物水泥防水涂料及其应用性能研究[J].新型建筑材料,2024,51(01):133-136,144.
- [4] 黄雨辰,张永明.乳液复配对瓷砖粘结体系中聚合物水泥防水涂膜的影响[J].材料导报,2022,36(S1):572-577.
- [5] 吴昊,邓跃全,杨威,等.水性微纳米石墨聚合物水泥防水涂料的制备[J].化工矿物与加工,2022(03):41-44.