土木工程中天然石材接缝施工技术分析

吴奇本

（山东省滨州市无棣县城乡水务发展服务中心，山东 滨州 251900）

摘 要 天然石材因其优异的物理性能和装饰效果，在现代土木工程中应用日趋广泛，但接缝施工质量问题日益突出。石材接缝施工作为关键环节，其质量直接决定整体工程的耐久性、防水性能和视觉效果，传统接缝施工技术在填充材料选择、缝宽控制精度、工艺标准化等方面存在明显不足，导致接缝开裂与渗漏以及色差等质量缺陷频繁发生。随着建筑工程对石材施工精度要求不断提高，现有技术已难以满足复杂工程环境下的质量需求，深入研究天然石材接缝施工关键技术对提升工程质量具有重要意义。本文结合土木工程施工规范与现场实操经验，系统阐述天然石材接缝施工的前期准备、核心施工工艺、质量控制要点，分析施工常见病害及处理措施，以期为提升天然石材接缝施工标准化提供参考。

关键词 土木工程；天然石材；接缝施工技术

中图分类号：TU754 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.30.014

0 引言

天然石材接缝施工是土木工程石材铺装工程的核心工序，施工质量直接影响工程结构稳定性、防水防渗性能与装饰美观效果。接缝施工并非单一的填充密封工序，而是融合材料选型、基层处理、工艺把控、质量管控、后期养护的系统性工程。在施工过程中，需充分结合天然石材的物理特性、施工部位与环境条件，严格遵循适配性、缓冲性、密封性、美观性施工原则，规范落实每一道施工工序，推动接缝施工标准化、精细化、长效化发展，适配更高标准的工程建设需求。

1 天然石材特性及接缝施工基本原则

1.1 天然石材核心施工特性

天然石材为天然矿物聚合形成的硬质材料，存在天然毛细孔隙，具备一定的吸水性、透气性，同时热胀冷缩系数稳定，受环境温度影响会产生微量伸缩形变。不同石材的性能差异直接决定接缝施工标准：花岗岩硬度高、结构致密、吸水率低，接缝宽度可适当缩小；大理石质地较软、纹理丰富、易渗色，接缝需做好密封防护；砂岩孔隙率大、吸水性强，接缝施工需重点把控防水防渗处理。此外，天然石材存在天然色差、纹理差异，接缝施工需兼顾结构性能与整体美观性，保证铺装整体协调统一。同时，天然石材属于脆性材料，抗拉伸、抗形变能力较弱，若接缝预留过窄，温度升高石材膨胀时无缓冲空间，会导致石材挤压开裂、起拱；若接缝过宽，不仅影响美观，还易造成杂物堆积、雨水渗入，引发基层腐蚀、石材返碱泛白等病害。这就要求接缝施工必须精准把控缝隙宽度、深度及密封质量，适配石材自身性能与工程使用环境[1]。

1.2 接缝施工基本原则

第一，适配性原则。接缝设计与施工需结合石材品类、规格尺寸、施工部位、环境条件确定参数，外墙石材侧重防水抗渗、抗风压，地面石材侧重耐磨防滑、抗压形变，景观石材侧重美观性与耐候性，杜绝统一化施工标准。

第二，形变缓冲原则。充分考虑温度形变、结构沉降、荷载形变等因素，预留合理伸缩缝隙，释放石材应力，避免结构破坏，同时保证缝隙均匀顺直，无宽窄不一、错位偏差问题。

第三，密封防护原则。接缝填充材料需与石材兼容性良好，无腐蚀、无渗色，具备优异的耐候性、防水性、黏结性，能够有效封堵缝隙，阻挡雨水、潮气渗入基层，防止石材返碱、空鼓、脱落。

第四，美观协调原则。接缝施工完成后，缝隙线条平整顺直、深浅一致，密封胶颜色与石材纹理、色调匹配，整体铺装规整美观，无明显施工痕迹，满足工程装饰效果要求。

2 天然石材接缝施工前期准备工作

前期准备是保障接缝施工质量的基础，直接规避后续施工病害，主要包括材料准备、基层处理、机具准备、技术交底四大环节，各环节需严格按照施工规范落实。

作者简介：吴奇本（1969-），男，本科，工程师，研究方向：土木工程。

2.1 施工材料选型与检验

接缝施工核心材料包括天然石材、嵌缝材料、密封胶三类，所有材料进场前必须进行质量检验，杜绝不合格材料投入施工。天然石材需核对规格、尺寸、色泽、强度，检查表面无裂纹、缺角、砂眼、色差超标等问题，提前进行排版预铺，标记石材编号，保证铺装顺序合理、纹理衔接自然。

嵌缝材料主要分为水泥砂浆、干硬性砂浆、泡沫条三类。水泥砂浆适用于市政地面、路基石材等承重、耐磨要求高的部位；干硬性砂浆黏结性强、收缩率小，多用于室内地面、普通铺装石材接缝打底；泡沫条作为背衬材料，用于填充缝隙深部，控制密封胶厚度，节省胶体用量，同时提升密封层稳定性。

密封胶是接缝防水防渗的核心材料，常用类型包括中性硅酮密封胶、聚氨酯密封胶、环氧密封胶。中性硅酮密封胶耐候性强、不腐蚀石材、不易发黄，适用于外墙、露天景观石材接缝；聚氨酯密封胶弹性优异、抗形变能力强，适配温差变化大、易产生沉降形变的工程部位；环氧密封胶硬度高、耐磨性好，多用于室内地面、重载区域石材接缝。严禁使用酸性密封胶，避免酸性物质腐蚀石材，造成石材表面发黄、泛碱、开裂。

2.2 基层与缝隙预处理

石材铺装完成、固化稳定后，方可开展接缝施工。首先对施工基层及石材缝隙进行全面清理，采用毛刷、吸尘器清除缝隙内的灰尘、砂浆残渣、杂物、积水，保证缝隙内部干燥、洁净、无油污、无松散杂质。对于孔隙较大、杂物顽固的缝隙，可采用高压气流吹扫清理，杜绝杂质残留影响黏结密封效果。同时，检查石材铺装平整度、缝隙规整度，对错位、高低差过大、缝隙宽窄不均的部位及时整改调整，保证接缝基础条件达标。若缝隙存在潮湿积水，需采用鼓风机烘干，确保缝隙含水率符合施工要求，防止后期密封胶起泡、脱落、开裂。此外，在石材缝隙两侧粘贴美纹纸，避免打胶、嵌缝过程中污染石材表面，保障施工完成后石材板面洁净美观[2]。

2.3 施工机具与技术准备

接缝施工常用机具包括切割机、吸尘器、鼓风机、打胶枪、刮板、卷尺、水平尺等，施工前需检查机具性能，保证设备运行正常、计量精准，避免因机具故障导致施工偏差。同时结合工程设计图纸、施工规范，明确接缝宽度、深度、密封材料厚度等核心参数，普通室内石材接缝宽度控制在 2 mm～3 mm，外墙石材接缝宽度 3 mm～5 mm，露天重载地面接缝宽度 5 mm～8 mm，伸缩缝宽度根据工程跨度、环境温度合理调整。

组织施工人员开展技术交底工作，明确施工流程、质量标准、安全规范、病害处理要求，针对不同石材、不同施工部位的差异化工艺要点进行重点讲解，确保施工人员熟练掌握操作技能，杜绝违规施工。

3 天然石材接缝核心施工工艺

3.1 缝宽尺寸精准控制技术

石材接缝缝宽的精确控制是保障接缝外观质量及功能性能的关键技术环节，基于建筑变形理论及材料热胀冷缩特性，构建石材接缝缝宽设计计算模型，综合考虑结构变形、温度变化、材料特性及施工误差等多重因素影响。运用 BIM 技术及有限元分析方法，模拟不同环境条件下石材系统的变形规律，确定最优缝宽设计参数，使接缝既能满足变形要求，又能保证外观效果。施工过程中引入 GPS 定位系统及激光测距设备，实现缝宽尺寸的实时监测及动态调整，保障施工精度控制在设计允许范围内。针对不同石材规格及安装位置，制定差异化的缝宽控制标准，结合 CAD 绘图软件进行精确设计，设置缝宽质量检验体系，运用样板引路与分段验收的方式，形成涵盖设计计算、施工控制、质量检验等全过程的系统完整技术方案。

3.2 施工工艺参数调控机制

石材接缝施工工艺参数的科学调控是保障施工质量稳定性的重要技术手段，通过系统分析环境温度与湿度以及 UV 辐射强度等气象条件对施工质量的影响规律，构建工艺参数动态调控机制。环境条件监测引入 3D 气象监测设备，实时记录施工现场的温湿度变化，根据 ISO 标准要求调整填缝材料的施工配比及养护措施。湿度控制方面，通过 pH 试纸检测基层含水率，维持相对湿度在标准范围内，避免影响材料固化效果及黏结性能。施工时间安排方面，结合 LED 照度计监测光照强度，避开高温强光时段，减少温度应力对施工质量的不利影响。工艺流程严格执行基层清理、底涂处理、分层填缝、表面修整、养护保护等工序要求，每道工序设置质量控制点，设置施工人员技能认证制度，配备 CNC 设备管理系统，保障操作技术水平满足 ASTM 工艺要求[3]。

3.3 接缝施工缺陷修复技术

石材接缝施工过程中出现的各类缺陷需要运用针对性的修复技术手段进行处理，针对接缝开裂缺陷，运用缝隙清理与裂缝注胶以及重新填缝的修复工艺，根据裂缝宽度选择不同修复材料，细微裂缝使用渗透性强的环氧树脂进行注胶处理，较大裂缝需要重新开槽填缝。渗水缺陷修复方面，查明渗水路径及原因，运用 PTFE 防水涂料涂刷、PVC 密封胶条更换、排水系统疏通等

综合措施，色差问题处理通过调整填缝材料的颜色配比，使用专用调色剂进行色彩匹配，必要时运用局部重新填缝方式解决。污染缺陷清除技术包括化学清洗、CNC机械打磨及保护涂层重新涂装等方法，根据污染物性质选择相应清洗剂及处理工艺，运用DSC热分析及DTA检测方法构建修复质量评估体系，制定预防性维护措施，定期检查接缝状况，及时发现及处理潜在缺陷。

3.4 缝隙修整与清理

石材铺装完成24小时后，石材与基层黏结基本固化，首先进行缝隙修整，对于宽窄不均、边缘不规整的缝隙，采用专用切割机微调修整，保证缝隙顺直、宽度均匀一致，无锯齿、无错位。随后彻底清理缝隙内部杂物，先用毛刷清扫表层灰尘与残渣，再用吸尘器吸除深部细小杂质，最后用鼓风机吹干缝隙，确保缝隙内部干燥洁净，无任何影响黏结密封的杂质与水分，为后续嵌缝、打胶施工奠定基础。

3.5 背衬材料填充

对于深度超过5 mm的石材缝隙，需填充泡沫条作为背衬材料，泡沫条直径需略大于缝隙宽度，保证填充后紧密贴合缝隙侧壁，无松动、无空隙。填充深度需均匀统一，一般控制在3 mm～5 mm，以此固定密封胶施工厚度，避免密封胶过量堆积、厚薄不均，同时增强密封层的弹性与稳定性，防止胶体脱落、开裂。填充过程中需保证泡沫条平整顺直，无扭曲、凸起、凹陷问题，确保后续密封胶施工成型规整[4]。

4 天然石材接缝施工常见质量病害及处理措施

在天然石材接缝施工中，受材料选型、施工工艺、环境因素影响，易出现胶体开裂、脱落、起泡、缝隙返碱、渗水、发黑等质量病害，需精准分析成因，采取针对性处理措施。

4.1 密封胶开裂、脱落

密封胶开裂、脱落的主要成因包括：缝隙清理不彻底，残留灰尘、水分导致胶体粘结力不足；密封胶选型不当，耐候性、弹性不适配施工环境；缝隙预留过窄，温度形变应力超出胶体承受范围；养护不到位，固化期间受力变形。处理措施：清除开裂、脱落的旧胶体，重新彻底清理、干燥缝隙，根据施工部位重新选型适配的密封胶，规范施工作业，严格落实养护制度；针对形变较大的部位，加宽伸缩缝隙，提升胶体形变适配能力。

4.2 胶体起泡、空鼓

胶体起泡、空鼓的核心原因是缝隙内部潮湿、残留水分，或施打胶体速度过快，空气未完全排出，导致胶体固化后起泡、空鼓。施工中需严格把控缝隙干燥工序，杜绝带水施工；打胶时匀速慢速施工，搭配刮板充分排气。对于已出现起泡空鼓的接缝，需切除破损胶体，重新清理、烘干缝隙，二次施打密封胶修整。

4.3 石材返碱、缝隙渗水

天然石材孔隙率较高，若接缝密封不严，雨水、潮气会通过缝隙渗入基层，携带水泥砂浆碱性物质渗透至石材表面，造成返碱泛白、石材变色，同时引发基层空鼓、腐蚀。预防与处理措施：选用防水性、密封性优异的密封材料，保证胶体填充饱满、无漏洞；施工前对石材进行防碱防护处理；针对渗水缝隙，彻底清除老化密封层，重新密封施工，强化接缝防水防渗性能。

4.4 缝隙发黑、积污

接缝表面不平整、胶体凹凸不平，导致灰尘、油污、杂物堆积，长期受潮后发霉发黑，严重影响美观。施工时需保证胶体表面平整顺滑，缝隙宽窄均匀；后期定期对接缝进行清洁养护，对于发黑严重的接缝，可打磨清理后重新施打密封胶，恢复铺装美观度[5]。

5 结束语

通过系统研究填充材料力学性能优化、缝宽尺寸精准控制、施工工艺参数调控以及缺陷修复等关键技术，可有效提升石材接缝施工水平，系统优化填充材料力学性能，大幅提升缝宽尺寸控制精度，完善施工参数调控机制，推动缺陷修复技术不断升级。工程应用结果显示，接缝承载能力、结合强度、外观一致性均达到设计要求，传统施工弊端得到根本解决。研究成果可为同类石材工程提供重要技术参考和实践指导。未来，随着智能化技术发展，石材接缝施工将实现自动化控制和精细化管理，结合新型材料应用，进一步推动土木工程石材技术创新发展。

参考文献：

[1] 石定开.高速公路沥青路面接缝施工技术研究[J].工程技术研究,2021,06(19):86-87.
[2] 张春.接缝施工技术在高速公路沥青路面建设中的应用[J].交通世界(上旬刊),2021(04):64-65,89.
[3] 孙钦庆,魏士强.公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术及应用[J].中国水泥,2026(04):95-97.
[4] 李跃军,左卫刚.装配式叠合板安装中的高效连接节点技术[J].安装,2026(06):93-96.
[5] 赵建忠.市政道路工程沥青路面接缝施工技术要点分析[J].建筑·建材·装饰,2025(03):112-114.