

城市沥青路面裂缝施工技术研究

文 / 丁笃笃 安徽笃信建设工程有限公司

摘要：随着城市化进程的不断加快和城市交通流量的迅猛增长，传统的城市沥青路面建设与维护技术已经无法满足日益复杂的交通环境和道路使用需求，城市沥青路面在长期使用过程中，裂缝问题逐渐凸显，严重影响道路的使用性能和行车安全。为防治城市沥青路面裂缝问题，提升道路建设与养护水平，本文首先对城市沥青路面裂缝类型进行了系统分类，明确不同裂缝的形态与特征，为后续施工技术选择提供依据，其次深入剖析了裂缝关键施工技术，阐述各项技术的施工要点和适用范围，最后以灌缝施工技术为例，提出了相应的应用措施，实现了对城市沥青路面裂缝的有效处理与预防，提升了路面的耐久性和稳定性，以此为相关人员提供实践参考。

关键词：城市沥青路面；裂缝；灌缝施工；开槽修补；贴缝

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.070

引言

城市沥青路面凭借其行车舒适性高、噪声低、施工周期短等显著优势，已经成为城市道路建设的主要选择，但在城市快速发展的背景下，交通荷载不断加重，车辆类型日益多样化，再加上气候变化频繁、城市地下管线施工频繁等因素影响，沥青路面在长期使用过程中不可避免地会出现各类病害，其中裂缝问题尤为突出。裂缝不仅会影响道路的美观度，更会降低路面的承载能力，导致路面积水、路基损坏等一系列连锁反应，威胁行车安全，进而增加道路维护成本。因此，深入开展城市沥青路面裂缝施工技术研究，探索更为高效、科学的裂缝处理与预防手段，对于保障城市道路的使用寿命、提升城市交通服务水平、推动城市可持续发展具有至关重要的现实意义。

一、城市沥青路面裂缝类型

按照形态与成因，城市沥青路面裂缝大致可分为横向、纵向、网状和块状裂缝，横向裂缝呈与道路中心线垂直状分布，多由温度的变化引起，处于低温的情形，沥青路面收缩而产生拉应力，若应力超过材料抗拉强度，裂缝随之形成。纵向裂缝顺着道路中心线平行延伸，一般出现在车道轮迹带的位置，因车辆长期碾压，路面产生疲劳损伤，又或者是路基压实度不够、半刚性基层反射等状况引起，网状裂缝呈杂乱无章的网状分布，主要是鉴于沥青老化、路面材料性能弱化，历经车辆荷载的反复作用，沥青膜渐渐开裂、掉落，造就网状裂纹。相互交错的裂缝把路面分割为块状，即形成块状裂缝，大多是路面材料配比不合理、施工质量存在漏洞，以及长期遭遇水侵蚀、冻融循环等作用影响，引发路面结构强度下降而生成，不同类型的裂缝对路面结构性能及使用寿命的影响程度各异^[1]。

二、城市沥青路面裂缝关键施工技术

（一）灌缝施工

灌缝施工是应对沥青路面裂缝的惯用处理技术，要

点是借助填充材料封闭缝隙，杜绝水分侵入以延缓裂缝延伸，动工前需对裂缝开展全面勘查，精准测量裂缝的宽度、深度及走向，按照裂缝尺寸挑选匹配的灌缝材料，像橡胶沥青、聚氨酯、环氧树脂等都是常见灌缝材料，各材料的性能特点大相径庭，适用不同的工况条件^[2]。灌缝施工流程涉及裂缝清理、材料加热、灌注填充这三项关键环节，开始裂缝清理时，利用高压空气吹扫及专用清缝器具，全面清除裂缝内的尘土、杂物与松散颗粒，保证裂缝壁干净干爽，以强化灌缝材料的黏结强度，灌缝材料须按自身特性加热到规定的温度，使材料展现出良好的流动性，于灌注操作期间内，掌控灌缝设备出料速度及压力，保障灌缝材料均匀、饱满地把裂缝填满，让灌缝材料与裂缝壁紧密贴合无缝隙，创建连续、齐全的密封层，切实阻挡外界的水分与空气^[3]。

（二）开槽修补

开槽修补技术可处理宽而深的裂缝状况，目标为对裂缝实施扩槽处理，填充高规格修补材料，实现路面结构完整性的重建，首先按照裂缝状况选定合理的开槽尺寸，槽深应达到15—20mm，槽宽以6—10mm为宜，做出规整的矩形沟槽，以此扩大修补材料与裂缝的接触面积（沟槽结构如图1），增强黏结成效。于开槽工作进行期间，采用专业开槽设备准确控制开槽的深度及宽度，保障槽壁垂直又平整，当开槽工序结束后需要彻底清槽，借助钢丝刷与高压空气协作，清掉槽内留存的碎屑、尘埃等杂质，实现槽内的清洁效果，并采用性能出色的密封胶作为修补用料，以专用灌缝工具从槽底开启灌注，边灌注边缓缓挪动，让密封胶完全把槽体填满，待密封胶冷却直至固化，对修补区域的表面实施修整，让其与原路面相平，让路面重获平整度与行车舒适性^[4]。

（三）贴缝修补

贴缝修补是便捷高效的裂缝处理技术，主要采用专用贴缝带对裂缝进行封堵处理，贴缝带大多由高分子聚

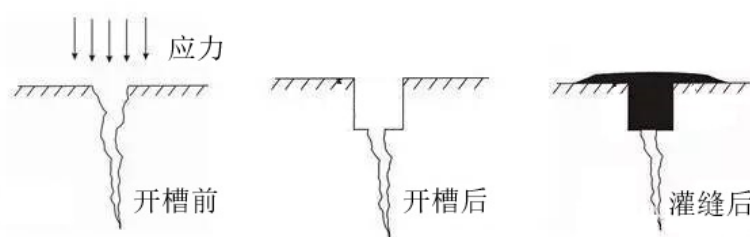


图1 开槽形状

合物材料加工制成，拥有较强的黏结能力、柔韧性及抗老化效能，无需针对裂缝进行大规模扩槽，只需对裂缝表面做简单清理，除去灰尘、杂物及松散颗粒，保证裂缝表面干燥、无污染，将贴缝带的隔离膜揭掉后，对齐裂缝的中心线进行粘贴，同时拿橡胶滚筒或专用压实工具把贴缝带压紧密实，令其与路面实现紧密黏结。实施粘贴操作期间，需要保证贴缝带平整，两端与边缘处压实稳固，防止出现翘边、掉落的现象，贴缝修补技术的操作十分简便，施工速度极快，对交通干扰程度低，可迅速对裂缝进行封闭，有力阻挡水分侵入及裂缝扩大，尤其适宜处理宽度不大的非结构性裂缝，在城市道路日常养护实践中有广泛应用前景^[5]。

三、城市沥青路面裂缝灌缝施工技术的应用措施

(一) 依据裂缝特征精准匹配灌缝材料

不同类型及宽度的裂缝，其受力状态和环境作用差别显著，若材料选用不合理，灌缝胶易产生脱落、开裂等问题，使灌缝失去效用。

裂缝宽度未到3mm则选定低黏性的环氧树脂灌缝用胶，此类胶液刚开始的黏度小于500mPa·s，处于常温（25℃）时10分钟内可渗透进裂缝深处，把环氧A、B树脂组分按1:1的质量比混合，经充分搅拌均匀后，采用注射器在0.5MPa压力下注入裂缝，保证胶液把缝隙充分填满。

裂缝宽度为3—15mm这一区间采用橡胶沥青灌缝物料，该材料软化点达到或超过80℃，-20℃低温状态下延伸度≥15cm，可顺应温度的多样变化，把灌缝胶加热到温度区间180—200℃，让灌缝胶针入度达到50—70，凭借灌缝机按照3—5L/min的出料速度开展灌注作业，灌缝胶超出路面2—3mm，形成饱满的弧形，有效缓冲车辆荷载引起的应力。

若缝隙宽度超过15mm，采用聚氨酯填缝胶，其密度处于1.2—1.4g/cm³的范围，固化后压缩强度为≥40MPa，取双组分聚氨酯按A:B=1:2体积比进行混合，借助压力注浆机以1—2MPa的压力开展灌注，灌注过程要让胶液完全填满好裂缝，把表面刮平后覆盖保护膜，24小时固化完成，拉伸粘接强度可达2.5MPa，能有效承受较大形变。

(二) 合理配置与灌缝设备的运用

灌缝效率和质量因灌缝设备的性能与操作而直接改变，不相符的设备有概率导致材料加热不均衡、灌注量不稳定，甚至会引起路面的损坏。

城市主干道等车来车往多的路段，采用车载式自动灌缝机器，如型号为SGF-500的机具其设备储料罐容量达500L，其加热功率为20kW，能于30分钟内把灌缝胶从常温升温到施工温度，其灌注速度可实现8—10L/min，符合大面积迅速施工需求。小区道路这类狭窄地带，采用小型可携带灌缝机，处理零散裂缝。施工前，检查灌缝机加热系统，保证温控的误差不逾越±5℃，设备启动后将灌缝胶加热至既定温度，保温半小时后检测该胶液流动性，让胶液在平板上自然流淌成直径8—10cm圆面为宜，实施灌注系统调试，采用空载运行检测出料口压力，把压力值调节至0.3—0.5MPa，保障出料均匀稳定流出。

实施灌缝作业之际，以裂缝宽度为依据调节灌缝机出料口大小，若出现3—5mm的裂缝，把出料口直径调为3—4mm；5—10mm范围的裂缝，出料口直径设定成5—6mm；宽度超出10mm的裂缝，出料口直径调整至6—8mm区间，灌缝机行进速度把控在1—2m/min，保证灌缝胶充分填满缝隙且表面平整，于施工开展期间，每30分钟对灌缝胶温度检查一次，如果温度低于170℃，暂停作业后重新加热。

(三) 优化灌缝施工工艺细节

灌缝施工工艺细节状况，决定材料跟裂缝的黏结效果及灌缝耐久性，对细节的忽视，易造成灌缝胶与裂缝壁脱离，或水分侵入引起二次毁坏。

采用“机械+高压空气”双重方式清理裂缝，起始拿钢丝刷沿着裂缝方向反复刷擦，去除表面的松散颗粒与杂物，跟着采用高压空气吹扫器械，把压力设定到0.6—0.8MPa，与裂缝表面间距10—15cm，按照裂缝走向匀速开展吹扫，确认裂缝内无残留的杂质，就油污所污染的裂缝而言，采用专用路面清洁剂擦拭，等清洁剂完全挥发干燥（约15—20分钟）后进行下一步行动。

依从“先灌缝底部分、后灌缝壁部分、再实施表面封层作业”的准则，借助灌缝机把灌缝胶注入裂缝底端，

填充至裂缝深度的二分之一到三分之二，停顿 2~3 秒让胶液充分渗入裂缝；之后顺着裂缝壁开展灌注，让灌缝胶与裂缝壁紧密黏合；最终于裂缝表面实施封层作业，需将封层厚度控制在 2—3mm，缔造上宽下窄的梯形格局，增进结构抗剪能力。

灌缝作业要求环境温度超 5℃，相对湿度须低于 80%，如果环境温度低于 10℃，运用加热板对裂缝两侧各 20—30cm 的路面范围进行预热，把预热温度限定在 30—40℃，增强灌缝胶与路面的黏结效果，结束灌缝工作后，若在 4 小时内碰到降雨情况，应在灌缝区域覆盖塑料薄膜做防护。

（四）特殊场景应对与细节处理

城市道路工况呈现复杂态势，往往会遇到潮湿、高温、低温等特殊环境，再有不规则、贯穿性裂缝等特殊局面，常规灌缝方式无法保证效果。

如果裂缝内部存在积水或呈潮湿状，用火焰喷枪迅速烘干，将火焰喷枪置于距裂缝表面 15—20cm 处，以每秒 5—10cm 匀速向前挪动，让加热时间处于 3~5 分钟范围，待裂缝表面干燥完毕且温度降至 50—60℃，迅速开展灌缝胶灌注，若裂缝的潮湿程度十分严重，烘干操作后，可先喷一层防水粘结剂，厚度为 0.2—0.3mm，待黏结剂表面变干（约 10~15 分钟）后接着灌缝。

环境气温若超过 35℃，应挑出早晚温度较低的时段去施工，将灌缝胶加热温度降低到 160—170℃，防止高温引发胶液的流淌，灌缝事宜完成后，把 0.5—1mm 粒径的细砂撒到灌缝胶表面，用量为每平方米 0.5—0.8kg，杜绝车辆轮胎粘起灌缝胶。

就贯穿路面结构的裂缝而言，灌缝前得先顺着裂缝铺设玻璃纤维网格布，裂缝两边所设网格布宽度各 10—15cm，以专用粘结剂实施固定，黏结剂用量按 0.8—1.0kg/m² 计，实施两次灌缝胶灌注，头次灌注至裂缝深度的三分之二，待灌缝胶实现固化（约 2—3 小时）后，开展第二次灌注直至与路面相平，增进裂缝区域的整体抗拉强度水平。

四、城市沥青路面裂缝的预防措施

（一）优选高性能路面材料

为防范城市沥青路面出现裂隙，沥青宜采用 SBS 改性沥青，将 3%~5% 的苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物添加到基质沥青里，让沥青的软化点升高到 80℃ 以上，5℃ 时延度实现 30cm，大幅增强高温稳定性与低温抗裂能力，集料采用质地刚硬的玄武岩，切实管控针片状颗粒含量不超 15%，含泥量要低于 1% 上限，且采取间断级配的设计思路，最大粒径不超出 19mm，促成集料之间形成嵌挤格局，增高路面整体强度。

（二）优化路面结构设计

合理科学的路面结构设计是预防裂缝之关键，就交通

流量大的城市主要干道而言，把沥青面层厚度加到 18—20cm 范围，基层采用水泥稳定的碎石，把厚度定为 30—35cm，底基层选取级配碎石，厚度选定为 20—25cm，形成多层承重结构实现车辆荷载分散，在半刚性基层跟沥青面层间铺布 2—3cm 厚的橡胶沥青应力吸收层，其弹性恢复率已达 70% 以上，可切实缓解基层裂缝难题。

（三）严格把控施工质量

直接影响沥青路面使用寿命的是施工质量，所以应严密把控施工流程是防范裂缝的关键保障，于沥青混合料拌和时，调控集料加热温度至 160—170℃，把沥青加热温度稳定维持在 155—165℃，拌和时间起码要 60 秒，保障混合料均匀又一致。实施摊铺工作时，摊铺机速度把控在 2—3m/min，摊铺厚度的误差不超出 ±5mm，维持摊铺面平整，于碾压操作开展期间，初压采用双钢轮的压路机，速度维持在 1.5—2km/h，温度需处于 130℃ 及以上范围；复压时采用胶轮压路机操作，行进时速为 2—3km，温度稳定于 90—110℃ 范围；终压再次采用双钢轮压路机，以 2—3km/h 的速度进行，温度要维持 70℃ 及以上水平，借助合理碾压工艺使压实度达 98% 以上，减少因压实欠缺引发的裂痕。

结语

综上所述，本文对城市沥青路面裂缝施工技术进行了系统性剖析，并以灌缝施工技术为研究对象，说明了具体的技术实践策略，通过依据裂缝特征精准匹配材料、合理运用设备、优化工艺以及做好特殊场景处理，能有效修复路面裂缝，增强路面结构稳定性，延缓裂缝的产生与发展，提升沥青路面的耐久性和使用性能，这些研究成果与措施对今后同类条件的城市沥青路面建设、维护与管理，具有一定参考价值。相关人员未来应不断推陈出新，积极探索智能检测技术与新材料、新工艺的融合应用，利用大数据、人工智能等技术实现路面裂缝的精准监测与预警，研发更具环境适应性和高耐久性的新型路面材料，进一步提升城市沥青路面裂缝施工技术水平，为城市交通的高效运行和高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 孙志涛. 市政道路工程沥青路面裂缝成因与防治策略分析 [J]. 大众标准化, 2024, (16): 31-33.
- [2] 杨琼. 公路沥青路面裂缝养护技术分析 [J]. 建材发展导向, 2023, 21 (24): 150-152.
- [3] 田旺龙. 城市道路沥青路面改造设计研究——以西宁市新宁路改造项目为例 [J]. 城市道桥与防洪, 2023, (11): 48-51+314.
- [4] 凌云. 城市道路沥青路面养护技术应用研究 [J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46 (09): 69-71.
- [5] 刘榕. 城市市政道路沥青路面裂缝及检测修复技术 [J]. 智能城市, 2023, 9 (01): 41-43.