

公路路面裂缝修补施工技术及管控对策

王亮雄

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：裂缝修补是公路路面预防性养护中最基础、最常规的作业内容，其施工质量直接影响路面的使用寿命和养护资金的使用效益。然而，裂缝修补技术在实际应用中面临一个突出矛盾——技术体系日趋成熟但修补效果参差不齐。同一路段上不同裂缝的修补质量差异显著，部分修补区域短期内即出现重新开裂或粘结失效。这种差异的根源不在于技术本身的成熟程度，而在于修补方案与裂缝类型之间的匹配精准度以及施工过程质量管控的系统完整性。本文从路面裂缝的成因类型出发，分析了裂缝修补施工技术的选择依据和操作要点，探讨了施工过程质量管控的关键环节和管控对策，提出了“对症修补、过程管控、差异施策”的技术管理思路。

【关键词】：公路路面；裂缝修补；灌缝技术；贴缝技术；质量控制

DOI:10.12417/3083-5526.25.11.015

1 引言

裂缝属于公路路面最常见、分布最广的一种病害。其危害不只是破坏路面的完整性，而且给路表水下渗创造了条件，水通过裂缝进入路面结构层，在车辆荷载反复的作用下产生动水压力，冲刷基层材料，使路面进一步损坏^[1]。裂缝修补属于路面预防性养护的基本工作内容，它所体现的技术水平直接影响到养护资金效益及路面服役寿命^[2]。

目前裂缝修补技术供给体系较为健全，但是现场修补效果和实验室预期还存在着较大差距。同一路段不同裂缝修补质量差别很大，部分修补区域短时间内就会出现重新开裂或者粘结失效的情况^[3]。落差的产生固然和施工条件的不确定性有关，但是更多地是由于修补方案和裂缝类型之间匹配的精准度不高、施工操作和工艺要求之间的符合程度不高、质量控制系统的完整性欠缺所造成的。技术的有效性是由使用技术的方式决定的，没有一种修补技术是万能的，只有在正确识别裂缝类型的基础上选择合适的修补方案，并且严格控制施工过程，才能达到预期的修补效果^[4]。

本文根据路面裂缝成因类型来分析各种修补技术的适用条件及施工要点，并研究施工过程中质量控制的关键环节及控制措施，为公路路面裂缝修补施工提供技术支持。

2 路面裂缝的成因分类与修补技术匹配

2.1 裂缝的成因类型与诊断要点

公路路面裂缝根据成因可分为荷载型裂缝和非荷载型裂缝两类。该分类方法对确定修补方案有直接的指导作用，不同的成因造成的裂缝其受力机理和发展的趋势也大不相同，必须采取不同的修补措施^[5]。

荷载型裂缝是车辆荷载反复作用产生的疲劳裂缝，在轮迹带附近出现，呈纵向平行的细裂缝或者网状裂缝。荷载型裂缝明显特征就是裂缝发展同交通荷载有关，裂缝宽度会随着车辆荷载作用而增大。对诊断荷载型裂缝来说，重点考察裂缝走向

是否同行车方向一致，裂缝密集区是否在轮迹带上。

非荷载型裂缝的成因种类也很多。温度裂缝是沥青路面最常见的一种非荷载型裂缝，是由于沥青混合料低温抗裂性差或者温度应力大于材料强度而产生的。温度裂缝为横向裂缝，裂缝宽度随季节温度的变化而开合。反射裂缝多发生在沥青加铺层上，是由于下层旧水泥混凝土板或者半刚性基层的裂缝向上反射造成的，其形态与下层裂缝分布基本一致。沉降裂缝是由路基不均匀沉降造成的，裂缝走向和沉降区域边界有关，裂缝宽度大且伴有高差变化。

裂缝诊断准确，就决定了修补方案是否有效。不同的成因所导致的裂缝，在形态特征、变化趋势以及受力状态等方面存在着差别，只有在修补施工之前才能对其类型做出正确的判定。对成因不明的裂缝，要结合路面结构组成、交通荷载情况和环境因素等各方面因素来综合考虑之后再确定修补方案。

2.2 修补技术的分类与适用条件

裂缝修补技术根据其工作原理可以分为灌缝技术、贴缝技术、开槽修补技术、局部翻修技术这四种。各种技术的适用条件以及预期效果大相径庭，要依照裂缝的具体情况来挑选。

灌缝技术属于传统的裂缝修补手段，用密封材料填充到裂缝之中，防止路表水下渗。灌缝技术适合于宽度适中、裂缝壁面结构基本完好的裂缝，主要的技术要求就是密封材料能够渗透到裂缝深处，并且与裂缝壁面形成良好的粘结。灌缝施工对于裂缝的清洁度、干燥度要求较高，并且密封材料要具有较好的流动性及渗透性。

贴缝技术就是在裂缝表面粘贴密封材料，形成一道防水密封带。贴缝技术适合于裂缝密集、裂缝宽度比较稳定的路段，它的优点是施工速度快、对交通影响小。贴缝材料选择既要满足防水要求又要具备变形协调性，使裂缝在热胀冷缩过程中不产生开裂。

开槽修补技术就是在裂缝处开凿沟槽，然后填充修补材

料,形成机械互锁的修补结构。开槽修补技术的修补效果更好,适合于裂缝宽度大或者裂缝壁面已经老化路段。开槽修补施工设备精度及操作人员技术水平要求高,开槽深度、宽度根据裂缝具体情况来定。

局部翻修技术是在裂缝密集区或者裂缝已经发展成结构性病害的时候采用的处理方式,用铣刨和重铺局部路面的方式消除裂缝病害。局部翻修造价高,但是可以从根本上解决裂缝问题,适合于裂缝密集、路面使用性能受影响大的路段。

修补技术的选择要以裂缝类型和适用技术相结合为原则。荷载型裂缝和温度裂缝的受力状态及发展趋向不一样,修补材料和施工工艺的要求也就不同。实际施工时要依据裂缝的诊断结果来挑选合适的修补技术,防止因为技术选取失误而造成修补效果不佳。

3 裂缝修补施工的关键技术要点

3.1 裂缝预处理的技术要求

裂缝预处理为修补做好铺垫。大量的工程实践证明,裂缝修补后早期失效的主要原因是预处理不到位造成修补材料不能和裂缝壁面有效粘结。预处理的第一步就是去除裂缝内部的杂物和裂缝壁面的老化材料。裂缝在形成和发展过程中,必然会产生灰尘、细砂、路面碎屑等杂物,如果这些杂物不被清除,就会填充到裂缝内,形成一道阻止修补材料与裂缝壁面接触的物理屏障。

裂缝预处理的施工方法取决于裂缝的宽度和深度。宽度小的裂缝可用压缩空气吹扫清除内部杂物,压缩空气压力要足够大,能把裂缝深处的尘屑吹出来,但不能太大,以免造成二次伤害。宽度较大的裂缝需要用机械清理的方式,用切割机或者专用开槽机沿着裂缝走向开槽,形成规则的修补槽型。开槽深度、宽度要使修补材料在槽内有足够的嵌固深度和受力断面,开槽过浅会造成修补材料与原路面结合面积不够,开槽过深又会削弱路面剩余强度。

裂缝的干燥程度对于修补的效果起决定性的作用。密封材料和湿润表面的粘结强度比干燥表面的粘结强度低得多。裂缝内部的湿气会在密封材料固化的时候形成水汽压力,造成密封层起鼓或者界面剥离。裂缝的干燥处理可采用自然风干加人工加热的方法,在修补材料灌入前使裂缝内达到充分干燥。

3.2 密封材料灌注与成型的技术控制

密封材料灌注是裂缝修补施工的关键工序,灌注质量好坏直接影响到修补后的裂缝密封效果及耐久性。灌注作业应在正确的时间进行,过早会造成预处理未完成,过晚会造成裂缝壁面再次受到污染。灌注前需重新确定裂缝深度、走向,对深度较大裂缝可用一定量的背衬材料填塞裂缝,减少密封材料实际用量,防止密封材料进入裂缝深处。

密封材料灌注要按照连续、饱满、与路面平顺衔接的原则

进行操作。灌注连续性保证修补材料在裂缝内形成完整的密封体,防止因为灌注中断而产生空气夹层。灌注饱满保证密封材料和裂缝壁面有足够大的接触面积,不留空隙。修补材料略高于路面的做法是使开放交通后经过车轮碾压形成与路面齐平的密封层,如果灌注后低于路面表面,则密封材料与路面的衔接部位会形成一道新的缝隙,成为路表水渗入的新通道。

灌注完成后要马上对修补表面进行整平处理,使修补材料和原路面之间形成平顺的过渡。热施工类密封材料整平作业应在材料仍处在流动状态的时候进行;冷施工类密封材料则要在材料完全固化之前完成表面处理。整平处理的时机掌握不好,过早会破坏密封材料的连续性,过晚则不能形成平整的表面。

3.3 施工环境条件的控制要求

施工环境条件对于裂缝修补质量的干扰远远大于一般的路面施工项目。温度、湿度等环境因素会直接影响到密封材料的固化过程以及粘结强度的形成。低温时裂缝壁面温度低,密封材料流动性差,不能渗透到裂缝的细微空隙中,裂缝壁面存在冷凝水膜也会对密封材料和壁面的粘结产生影响。高温下密封材料的流动性大,灌入裂缝后不能在预定位置停留,容易流出。

湿度因素对于裂缝修补施工的影响也是很大的。潮湿环境下或者降雨之后,裂缝内部的含水率较高,会对密封材料和裂缝壁面之间的粘结强度造成影响。裂缝壁面的湿气在密封材料硬化时产生水汽压力,会造成密封层鼓包或者界面剥离。裂缝修补施工要选好环境条件窗口期,气温高、干燥的季节为宜,施工前必须保证裂缝内部干燥。对必须在不利条件下施工的紧急修补,应选用适应性强的修补材料、工艺方案,延长养护时间。

4 裂缝修补施工的质量管控与对策

4.1 施工过程的质量检验与控制

裂缝修补施工质量检验要覆盖施工全过程,即预处理质量检验、灌注过程检验、成型效果检验这三个层次。预处理质量检验应在密封材料灌注之前进行,保证裂缝内部没有杂物残留、裂缝壁面没有松散老化材料、裂缝内部已经充分干燥。灌注过程中检验要和灌注作业同时进行,保证密封材料灌注温度、灌注压力、灌注速度等工艺参数满足技术要求。

施工过程中质量检验的检验记录要保留全部的检验记录,即裂缝编号、修补日期、环境条件、工艺参数、检验结果等。检验记录的完整性、可追溯性属于施工质量控制的基本要求,也是之后质量评价以及问题追溯的根据。检验不合格的修补质量要查明原因,返工或者补救,不能把质量隐患带到下一道工序中。

4.2 修补质量的验收标准与评定方法

裂缝修补质量的验收标准要包含外观质量、粘结质量、密

封效果这三个方面。外观质量验收检查修补材料与原路面的衔接是否平顺，修补表面是否平整密实，有无明显凹陷或凸起。粘结质量验收可以采用现场剥离或者拉拔试验的方法来检查密封材料和裂缝壁面的粘结强度是否符合要求。密封效果验收可以采用注水试验的方法来检验修补后裂缝的密封性。

验收标准的确定要考虑裂缝修补的预期使用年限和交通荷载等级。对交通量大、使用年限要求高的路段验收标准要高一些，对交通量小、使用年限要求低的路段验收标准可以适当降低。验收评定工作应由具有相应资质、能力的检测机构或者人员进行，保证评定结果的客观性、可靠性。

4.3 修补后的养护管理与效果追踪

裂缝修补施工完成后，修补材料要经过一段时间才能达到强度发展和与裂缝壁面完全粘结的效果。养护期的长短与修补材料种类及施工时的环境状况有关，养护期间修补区不得承受车辆荷载和行人踩踏。养护期满后，修补区段可以开放交通，但是初期仍要控制行车速度，防止急刹车、急转弯给修补材料带来过大的水平剪切力。

修补后的使用管理要创建起定期检查制度，就修补区域的

服役状况展开持续追踪观察。检查内容为修补材料有无脱落、开裂、老化等现象，修补边缘有无新的裂缝，修补区域有无渗水痕迹。对检查中发现的修补缺陷要立即组织补修或者重新修补，防止缺陷继续发展扩大。修补效果的系统评价及跟踪反馈，有利于持续改进修补方案、施工工艺，从而提高以后裂缝修补工程的质量。

5 结语

公路路面裂缝修补施工技术属于技术成熟但是落地效果不同的养护工作。裂缝修补技术是否有效，不单是看材料性能、施工工艺的高低，还要看修补方案和裂缝类型是否匹配，施工过程质量控制是否系统。没有一种修补技术可以适用于所有的裂缝——只有在正确地找出裂缝产生的原因之后，选择与之相适应的修补技术，并且严格控制施工质量，才能达到预期的修补效果。裂缝修补施工要以“对症修补、过程管控”为原则，在施工前做好裂缝诊断和技术方案设计，在施工中严格控制每道工序操作质量，在施工后做好养护管理及效果追踪。伴随路面预防性养护理念的推广以及技术标准的不断完善，在实践当中裂缝修补施工技术、质量控制措施也会随之不断发展与提高。

参考文献：

- [1] 陈永亮.高速公路路面裂缝养护施工技术研究[J].交通世界,2024(36):38-40.
- [2] 郭耀武.公路路面裂缝的养护措施与施工技术[J].现代交通与路桥建设,2025(3).
- [3] 杨高华.高速公路路面裂缝养护施工技术应用[J].建材与装饰,2025(11):136-138.
- [4] 王鸿成.农村公路路面裂缝处理的高效施工方案探讨[J].越野世界,2025(15):150-152.
- [5] 刘刚刚.公路沥青路面裂缝产生原因与处理措施[J].交通科技与管理,2024(7):161-163.