

高速公路裂缝成因及日常养护关键技术研究

杨 安 李 磊 思向春

陕西交通控股集团有限公司榆靖分公司 陕西 榆林 719000

摘 要：高速公路裂缝成因复杂，主要包括地基沉降、施工质量控制不严、重载交通荷载作用、气候变化等因素。为有效应对裂缝问题，日常养护关键技术研究显得尤为重要。本文深入探讨压浆法、开槽灌缝技术、贴缝技术以及沥青路面再生技术等多种养护方法，旨在为高速公路裂缝养护提供科学依据和技术支持。通过深入研究和实践应用，以期延长高速公路使用寿命，保障行车安全。

关键词：高速公路；路面裂缝；养护

1 高速公路裂缝的成因分析

1.1 荷载因素

荷载因素是高速公路裂缝产生的重要原因之一。高速公路作为交通要道，承载着大量的车辆通行，这些车辆对路面的荷载作用不容忽视。长期的重载和超载车辆行驶，使得路面结构层受到持续的压应力和剪应力，当这些应力超过路面材料的承载能力时，就会产生裂缝。特别是在车辆行驶频繁的主车道上，裂缝的产生更为显著。新旧路面交界处或路基半填半挖处，由于路面不均匀沉降，也容易引起纵裂缝。这些裂缝在行车荷载的反复作用下，会逐渐扩展，严重影响高速公路的使用寿命和行车安全。具体而言，荷载因素导致的裂缝主要有几种形式：一是车辙边缘形成的纵缝，这是由于车轮在行车过程中不断磨损路面，特别是在重载和超载车辆的作用下，路面材料发生塑性变形，形成永久性带状凹槽，进而产生裂缝；二是由于地基不均匀沉降或水平方向位移引起的裂缝，这些裂缝通常产生在拓宽的新旧路面交界处，由于地基处理不当或地基土性质差异较大，导致路面结构产生附加应力，超过其抵抗能力而开裂。

1.2 材料因素

材料因素也是影响高速公路裂缝产生的重要因素。高速公路路面材料的选择和质量直接关系到路面的耐久性和抗裂性。如果路面材料质量不合格，如沥青老化、砂石含泥量过大等，都会导致路面结构强度降低，容易产生裂缝。沥青混合料的配合比、基层材料配合比以及路基土壤组成等设计，也会影响路面的抗裂性能^[1]。材料因素导致的裂缝主要有以下几种情况：由于沥青混合料老化变脆，使得路面整体强度不足，容易产生网状裂缝；由于砂石含泥量过大或骨料中含有酸性硅化物质，与水泥中的碱性物质发生水硅反应生成膨胀的胶质，吸

水后造成局部膨胀和拉应力，导致构件产生爆裂状裂缝；由于混凝土原材料质量不合格，如使用不合格的水泥、砂石等，会导致结构出现早期不规则的裂缝。

1.3 施工因素

施工因素在高速公路裂缝的产生中起着至关重要的作用。施工过程中的质量控制、施工工艺以及施工管理等都会影响路面的抗裂性能。如果施工过程中存在压实度不足、基层施工质量低劣、沥青面层集料离析等问题，都会导致路面结构强度降低，容易产生裂缝。施工因素导致的裂缝主要是由于路基压实度不足，导致路面出现纵向裂缝和横向裂缝；由于基层施工质量低劣，如半刚性基层没有合理的龄期、放松对工程质量的控制等，使得基层网裂破坏，反射到面层，形成网裂；由于沥青面层集料离析，导致局部粗集料偏多、细集料偏少，不易压实，矿料与沥青的黏结力小，抗剪强度低，容易出现龟裂和松散。另外，施工工艺不合理，如混凝土振捣不充分、养护不良等，也会导致裂缝的产生。

1.4 环境因素

环境因素对高速公路裂缝的产生也有重要影响。自然环境中的温度、湿度、降水等都会对路面结构产生影响。特别是在极端气候条件下，如高温、低温、干旱、暴雨等，都会加速路面的老化和损坏，导致裂缝的产生。环境因素导致的裂缝主要有几种情况：一是由于温度、湿度的变化，使得路面结构层产生收缩或膨胀，进而产生裂缝；二是由于降水渗透侵蚀基层材料，使其软化，从而导致路面结构强度降低，容易产生裂缝；三是由于寒冷地区由冻胀引起的裂缝，当大气温度低于零度时，吸水饱和的混凝土出现冰冻，体积膨胀，产生膨胀应力，导致裂缝产生。地基所处段土质和水文情况与实际出入大、地基处理设计不合理等也会导致地基沉降不均匀，进而产生裂缝。

2 高速公路裂缝的分类

2.1 纵向裂缝

纵向裂缝是高速公路裂缝中较为常见的一种类型。这种裂缝主要表现为裂缝走向与行车方向基本一致,呈现为一条或多条平行的直线裂缝。纵向裂缝的产生原因多样,可能由于地基沉降不均匀、路基施工质量控制不严、半填半挖路基处理不当等因素导致。当地基沉降或路基施工质量存在问题时,路面结构会受到不均匀的应力作用,从而在行车荷载的长期作用下产生纵向裂缝^[2]。如果路面材料存在质量问题,如沥青老化、砂石含泥量过大等,也可能导致纵向裂缝的产生。纵向裂缝的出现不仅影响路面的美观性,更重要的是会降低路面的结构强度,影响行车安全。

2.2 横向裂缝

横向裂缝是高速公路裂缝中的另一种常见类型。与纵向裂缝不同,横向裂缝的走向与行车方向垂直,通常呈现为一条或多条平行的直线裂缝。横向裂缝的产生原因主要包括温度变化、湿度变化、地基沉降等。在温度变化较大的地区,路面材料会因热胀冷缩而产生应力,当这种应力超过路面材料的抗拉强度时,就会产生横向裂缝。湿度变化也可能导致路面材料体积的变化,进而产生裂缝。地基沉降也是横向裂缝产生的重要原因之一,当地基沉降不均匀时,路面结构会受到附加应力的作用,从而产生横向裂缝。横向裂缝的出现会破坏路面的连续性,降低路面的整体强度,对行车安全构成威胁。

2.3 其他裂缝

除了纵向裂缝和横向裂缝外,高速公路裂缝还包括其他多种类型,如网状裂缝、龟裂、反射裂缝等。网状裂缝主要表现为裂缝纵横交错,形成网状结构,通常是由于路面材料老化、疲劳、施工质量不良等因素导致。龟裂则是路面表面出现不规则的多边形小块脱落,通常是由于路面结构强度不足、荷载作用过大等因素导致。反射裂缝则是由于基层或路基的裂缝在行车荷载的作用下反射到路面表面形成的裂缝。

3 高速公路裂缝的日常养护关键技术

3.1 压浆法

压浆法是高速公路裂缝日常养护中的一项关键技术。压浆法的实施步骤通常包括路面检查、准备工作、混合压浆材料、压浆注入、压实和养护等环节。在实施压浆法之前,需要对路面进行仔细检查,确定裂缝的位置、长度、宽度以及深度等参数,以便制定合理的施工方案。准备工作则包括清理裂缝周围的杂物和破损部分,确保压浆材料能够与路面形成良好的结合。混合压

浆材料时,需要按照一定比例将水泥、石粉、砂子和添加剂等混合均匀,以保证压浆材料的流动性和坚固性^[3]。压浆注入环节是将混合好的压浆材料通过注浆管注入到裂缝中,直至裂缝被完全填充。注入完成后,需要对压浆部位进行适当的压实和养护,以确保压浆材料与路面的结合紧密,并让其充分凝固和固化。压浆法的优点在于能够深入填充裂缝,增强路面结构的整体强度。该技术施工简便、成本较低,适用于各种类型和规模的裂缝处理。

3.2 开槽灌缝技术

开槽灌缝技术是高速公路裂缝日常养护中的另一项关键技术。该技术主要用于处理路面表层的细小裂缝,通过开槽、清理、灌缝等步骤,以达到封闭裂缝、防止水分和杂物侵入的目的。开槽灌缝技术的实施步骤通常包括准备工作、开槽、清槽、灌缝和养护等环节。在实施开槽灌缝技术之前,同样需要对路面进行仔细检查,确定裂缝的位置和范围。准备工作则包括准备开槽机和灌缝机等施工设备,以及选用合适的密封胶材料。开槽环节是使用开槽机按照设计的尺寸对裂缝进行开槽处理,以便为后续的灌缝工作提供足够的空间。清槽则是使用吹风机等工具将槽内的杂物和灰尘清理干净,确保密封胶能够与路面形成良好的结合。灌缝环节是将加热后的密封胶均匀灌入槽内,并在裂缝两侧形成一定宽度与厚度的封层。最后,需要对灌缝部位进行适当的养护,以确保密封胶充分冷却并固化。开槽灌缝技术的优点在于能够封闭路面表层的细小裂缝,防止水分和杂物侵入路面结构,从而延长路面的使用寿命。该技术施工简便、效率高,适用于大面积裂缝处理。

3.3 贴缝技术

贴缝技术是高速公路裂缝日常养护中的一种创新方法。贴缝技术的实施步骤通常包括清洁裂缝、准备贴缝带、粘贴贴缝带和固定等环节。在实施贴缝技术之前,需要对裂缝进行彻底清洁,以确保贴缝带能够与路面形成良好的结合。准备贴缝带时,需要根据裂缝的尺寸和形状将贴缝带剪裁成合适的长度和宽度。粘贴贴缝带时,需要将贴缝带的一端对准裂缝,从一侧开始逐渐贴合到另一侧,确保贴缝带与路面紧密贴合、无皱褶和空隙。最后,需要使用固定材料如固定钉或背胶带等对贴缝带进行进一步固定,以确保其稳定性和持久性。贴缝技术的优点在于施工简便快捷、无需复杂的施工设备和加温处理,能够快速完成修补工作并减少施工对交通的影响。贴缝带具有良好的防水性能、粘结性能以及抗拉伸性能,能够有效封闭裂缝并防止其进一步扩展。

3.4 沥青路面再生技术

沥青路面再生技术是高速公路裂缝日常养护中的一种环保节能方法。该技术通过将废旧沥青路面材料进行回收、破碎、筛分后与新沥青材料、再生剂等按一定比例重新拌和成混合料，并重新铺筑于路面，以达到修复裂缝、恢复路面性能的目的。沥青路面再生技术的实施方式包括厂拌热再生、就地热再生、厂拌冷再生和就地冷再生等。在实施沥青路面再生技术之前，需要对废旧路面材料进行详细的调查分析，以确定其再生利用的可行性和最佳再生方案^[4]。准备工作则包括回收废旧路面材料、进行破碎和筛分处理，并准备新沥青材料、再生剂等所需材料。拌和环节是将废旧路面材料与新沥青材料、再生剂等按一定比例在拌和厂或现场进行拌和，以获得满足路用性能的再生沥青混合料。铺筑环节则是将再生沥青混合料重新铺筑于路面，并进行压实和养护处理。沥青路面再生技术的优点在于能够充分利用废旧路面材料资源、节约大量新材料和资金成本，同时降低工程造价并减少环境污染。该技术还能够恢复路面的使用性能并延长其使用寿命，沥青路面再生技术的实施效果受废旧路面材料的质量、再生剂的选用以及施工质量的影响，因此需要在实施过程中严格控制这些因素以确保再生路面的质量。

4 高速公路裂缝养护管理措施

4.1 加强路政管理

加强路政管理是高速公路裂缝养护管理的重要基础。路政管理涉及对高速公路的日常巡查、违规行为的查处、交通秩序的维护等多个方面。为了有效预防和控制裂缝的产生，路政管理部门应加大对高速公路的巡查力度，确保及时发现并处理裂缝等路面病害。应建立健全的巡查记录制度，对巡查中发现的问题进行详细记录，并跟踪处理情况，确保问题得到妥善解决。路政管理部门还应加强对超载、超速等违规行为的查处力度，以减少这些行为对路面造成的损害。通过加强路政管理，可以及时发现并处理裂缝问题，防止其进一步恶化，保障高速公路的安全和畅通。

4.2 建立科学的公路养护体系

建立科学的公路养护体系是高速公路裂缝养护管理的核心。科学的养护体系应包括路面检测、数据分析、养护决策、施工监督等多个环节。首先，应定期对高速公路进行路面检测，利用先进的检测技术和设备对路面

裂缝等病害进行全面、准确的评估。其次，应对检测数据进行深入分析，了解裂缝的分布情况、发展趋势以及影响因素等，为养护决策提供科学依据。在养护决策阶段，应根据裂缝的严重程度、对交通的影响以及养护成本等因素综合考虑，制定合理的养护方案^[5]。最后，在施工监督环节，应加强对养护施工过程的监管，确保施工质量和进度符合要求。通过建立科学的公路养护体系，可以实现对裂缝等路面病害的有效预防和控制，提高高速公路的养护管理水平。

4.3 根据实际情况选择最佳养护方式

根据实际情况选择最佳养护方式是高速公路裂缝养护管理的关键。高速公路裂缝的养护方式多种多样，包括压浆法、开槽灌缝技术、贴缝技术、沥青路面再生技术等。不同的养护方式适用于不同类型的裂缝和不同程度的损害。在选择养护方式时，应充分考虑裂缝的类型、位置、严重程度以及对交通的影响等因素。例如，对于较浅的裂缝，可以采用开槽灌缝技术或贴缝技术进行封闭处理；对于较深的裂缝或基层损坏严重的区域，可能需要采用压浆法或沥青路面再生技术进行修复。还应考虑养护成本、施工周期以及对交通的影响等因素，综合权衡后选择最佳的养护方式。通过根据实际情况选择最佳养护方式，可以确保养护工作的针对性和有效性，提高高速公路的使用性能和安全性。

结束语

综上所述，高速公路裂缝的日常养护是保障其使用性能和行车安全的重要环节。通过不断研究和实践，掌握了多种有效的养护关键技术，为高速公路的养护工作提供了有力支持。未来，将继续深化研究，探索更加高效、环保的养护方法，为高速公路的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]杨琦.高速公路路面裂缝养护施工技术与有效措施研究[J].运输经理世界,2022(14):107-109.
- [2]许阳.高速公路路面裂缝的养护措施与施工技术探讨[J].中华建设,2021(10):146-147.
- [3]魏春艳.在公路养护工作中沥青路面预防性养护技术应用策略研究[J].大众标准化,2023(10):152-154.
- [4]麻翔.节能减排技术在高速公路养护中的应用[J].工程建设与设计,2023(10):174-176.
- [5]陈奉华.公路沥青路面养护施工技术探究[J].工程建设与设计,2023(09):220-222.