

高速公路沥青路面裂缝原因分析及维修技术应用探析

金卓华

浙江省交通集团高速公路金华管理中心, 浙江 金华 321019

[摘要]对于大众来说,高速公路是出行必不可少的交通方式,确保它的施工符合安全标准至关重要。公路建设的关键环节之一就是高速公路,而在这个过程中,沥青路面裂缝通常作为常见病害而出现。因此,必须采取有效的措施来预防和处理这些裂痕,以确保高速公路的结构不会受到破坏,从而提高其安全性。这篇文章的重点是研究高速公路沥青路面裂纹的形成原因和处置方法。

[关键词]高速公路; 沥青路面裂缝; 成因; 维修

DOI: 10.33142/sca.v6i10.10232

中图分类号: U41

文献标识码: A

Analysis of Causes of Cracks in Asphalt Pavement of Highway and Application of Maintenance Technology

JIN Zhuohua

Expressway Jinhua Management Center of Zhejiang Provincial Transportation Group, Jinhua, Zhejiang, 321019, China

Abstract: For the public, highways are an essential means of transportation, and ensuring that their construction meets safety standards is crucial. One of the key links in highway construction is highways, and in this process, asphalt pavement cracks are often seen as common diseases. Therefore, effective measures must be taken to prevent and deal with these cracks to ensure that the structure of the highway is not damaged, thereby improving its safety. The focus of this article is to study the causes and treatment methods of cracks in asphalt pavement of highways.

Keywords: highway; cracks in asphalt pavement; cause of formation; maintenance

引言

在高速公路的运行过程中,地质状况、环境条件以及车辆负荷等多元因素都可能导致各种类型的路面裂缝问题,这些问题会对高速公路的正常使用产生重大影响。因此,在实际操作中,需要深入研究沥青路面裂痕的种类和成因,并在此基础上采取有针对性的方法进行修复,以保证高速公路的正常运行,并延长其使用寿命。

1 高速公路沥青路面常见裂缝的种类

1.1 横向裂缝

横向开裂是目前我国高速公路上最为常见的一种病害。在普通公路上,若不够完善、施工品质不佳或在日常运营中车流量过大、既有汽车超载、基层出现裂缝等,均会导致沥青路面出现大裂缝。

1.2 纵向裂缝

纵向裂缝是高速公路沥青路面普遍存在另外一种病害问题。纵向裂缝的危害一般比横向裂缝较大,通常在高速公路通车开通之后几年之中,会呈现不同程度的发展,作为高速公路的管养者,需要重点关注纵向裂缝的发展和处治。产生纵向裂缝的原因有很多,主要是路面结构强度不足、原地基不良、路基不均匀沉降、基层反射裂缝或者施工质量存在问题等原因。

1.3 龟裂

龟裂是由一组由许多多边形块体构成的网络裂纹交

叉而成的疲劳裂纹。其最初形式为:沿着车辙区域产生一条或几条平行的接缝,然后在这些接缝之间产生横、斜的接缝,形成缝龟裂。龟裂如果不及时处治的话,会发展为路面坑洞,将对路面安全行车造成较大的影响。产生龟裂的主要原因有沥青老化,或沥青标号过低,沥青混合料抗剪强度不足,路基路面结构强度不足,施工压实不足或者荷载疲劳。

2 高速公路沥青路面常见裂缝的成因

2.1 施工质量问题

施工质量缺陷是导致高速公路沥青路面产生大量裂痕的关键因素,这主要源于几个方面:首先,水泥稳定基层的缺陷,如果在铺设高速公路沥青路面的过程中,未能及时处理基层存在质量缺陷,就会引发各类问题;其次,砂石材料极易受到外部环境的干扰,存在许多无法预测的因素。由于这些元素的存在,风险极高。假如在建设过程中未能严格控制含水量,那么可能会出现后期的翻浆情况,从而对建设进度产生影响。因此,在建设过程中,需要精确控制相关原材料的含水量^[1]。另外,由于沥青混合料的品质较差,也会影响建设的质量。由于硅质岩和风化岩是碎石的主要组成部分,因此沥青混合料的压实度较低。同时,石料与油的接触面积较小,也就是说,它们的油膜覆盖率较低,这直接影响了沥青与碎石的黏附力,从而可能导致高速公路产生大量的裂痕。另外,沥青的蜡含量过多

也可能影响建筑品质。如果沥青的蜡含量偏高,那么其耐用性就会受到影响。如果其耐用性和黏附力不足,沥青的衰退速度将会增快,从而使得裂痕更易产生。

2.2 高速公路沥青路面路基受损

另一个导致高速公路沥青路面易产生裂痕的因素是施工人员在施工过程中未严格遵守相关规定和标准,从而使得其密实度和强度无法达到预期。再加上水泥稳定砂砾基层的问题,一旦发生翻浆现象,就可能引发各种后续问题,将会出现各种类型的裂缝。

2.3 高速公路沥青路面温度问题

由于高速公路的沥青路面长期暴露在空气中,其温度在高温条件下会显著升高,而在低温条件下则会相对降低。这种温差导致了裂纹的形成,尤其是在高速公路的沥青路面上,疲劳裂纹更为常见。如果高速公路的基层厚度不足,也有可能导致裂纹的产生。由于温度的降低,沥青表面会发生收缩,这就导致了收缩裂缝的产生。由于各种因素的影响,高速公路的沥青表面的每一个部分的抗拉强度都有所差异。在这些因素的共同作用下,较为脆弱的表面就会形成裂纹,这就是所说的收缩裂缝。

2.4 高速公路沥青路面载荷过大

随着社会生活质量的提升,交通需求也相应上升,不只是私家车的数量激增,同时重型车辆的比例也在上升^[2]。因此,当高速公路的沥青路面长期承受大流量和高负荷的运行压力,就很可能产生裂痕。当车辆载荷过大,导致沥青路面的抗拉强度无法承受半刚性基层的拉伸应力时,路面也会出现裂缝现象。

2.5 高速公路沥青路面设计不合理

在一条高速公路开始修建之处,一般都要进行详尽的施工计划。若设计方案与高速公路实际情况不符,则会对该路段的使用寿命造成较为严重的影响。例如,实际设计中的铺装材料不符合实际使用条件,使其不能达到长时间、高稳定性的使用性能,从而降低其使用寿命。

3 沥青路面裂缝修补技术

目前对裂缝的修补主要有以下几种:直接灌缝处理、开槽灌缝、SMA罩面方法等。

3.1 沥青直接灌缝处理

这种方式属于高速公路预防性养护手段,主要针对的是那些较窄、缝壁无散落或者只有轻微散落,且没有或者只有少量支缝的横向裂痕。它能够沿着裂痕的走向进行切割,清理掉所有的缝隙,并使用压缩空气清除缝隙内的杂质和尘埃;然后使用热沥青(稠度相对较低)、改性乳化沥青或者其他特定的填充材料进行填充。

在进行灌缝操作之前,应该先用空压机将开槽后的裂缝中的尘埃和其周围的松动物质清理干净,确保裂缝的洁净和干燥,最好是全面刷一遍。这种方法主要依赖人工操作,工艺简洁,但是对于沥青路面车辙严重,特别是形成网状裂纹的路面,不适合使用这种方式处理裂缝。如果没

有进行中修,应该选择使用改性乳化沥青进行灌缝。

3.2 开槽灌缝

这种方法是近年来广泛使用的新型灌缝技术,主要利用橡胶改性沥青等作为灌缝材料,通过开槽机进行开槽,然后用压缩氮气吹除缝隙内的杂质和尘埃,最后用灌缝机进行灌缝。这样可以清理出缝隙内的杂物和缝边缘的老化材料,并保证缝宽的均匀性。特别是使用专门的灌缝胶,可以使灌缝材料与老路面紧密结合,从而达到良好的防水效果。

3.2.1 裂缝开槽

一旦发现沥青路面的裂痕超过3mm,就需要使用开槽灌缝的方式。在进行开槽操作时,使用配备了旋转型碳钢切割刀的裂痕开槽设备,精确地对准裂痕的中心线,制作出平整的正方形或者长方形的凹槽。

在建设过程中,需要确保所挖出的沟槽的宽度和深度的大小在10~20mm之间,并且沟槽的宽度和深度的比例通常是1:1。

3.2.2 裂缝清理

开槽完成后,即可进行裂缝清理:

(1)将吹风机的喷射口放在距离裂缝大约5cm的地方,以便清除裂缝内的杂质、石块和灰尘等。(2)使用钢丝刷彻底清洁凹槽的表面,以便将缝隙边缘的老化松动物质彻底清除干净。(3)喷射器与裂缝的间隔稍微拉大一些,这样可以清除裂缝以及周围的所有松散颗粒和杂质,从而实现裂缝的全面清理。

3.2.3 灌缝

(1)在彻底清洁了裂缝之后,为了保证密封胶和裂缝壁的牢固连接,需要使用热气喷射器来烘烤和加热裂缝壁,以去除其中的湿气。(2)在进行填缝操作时,需要将密封胶加热至(195±5)℃,以增强其与道路表面的黏合力,从而实现最优的填缝密封效果。(3)在填充缝隙的过程中,利用缝隙机内置的刮平器压力喷头将密封胶均匀地注入槽内,注入时要从下往上全面填充,以防止在底部形成洞口。(4)在完成灌缝任务后,交通应该保持在30分钟以上,同时,应在灌缝胶的表面撒上沙子或细骨料,以避免车轮在开放交通后带走灌缝材料。(5)为了实现优秀的密封性能,最佳的密封表面应该略微比裂缝宽一些,同时在裂缝的表面和两边构建出一个具有一定厚度和宽度的T形密封层。(6)在建设过程中,必须避免在道路湿润或温度低于4℃的环境下进行施工,否则会削弱密封胶的黏附力。

3.3 SMA-13罩面

对于裂缝密集、平整度较差及车辙较深的路段,高速公路罩面沥青混合料是一种应用成熟的沥青路面处治方案。而SMA-13沥青混合料具有良好的骨架结构,可提供更好的抗破损性能、抗车辙能力,同时具有密实均匀、构造深度大、粗集料嵌挤好,防水性能好、抗滑、嵌挤、高温稳定性好等优点,是一种使用普遍、工艺成熟、性价比高的方案。

3.3.1 SMA-13 沥青混合料

SMA-13 沥青混合料主要由 SBS 改性沥青、集料、抗剥落剂及稳定剂等 4 种材料组成。

表 1 SMA 型沥青混合料矿料级配范围

类型 / 筛孔 (mm)	集料级配通过方孔筛筛孔质量百分比 (%)		
	SMA-9.5 细粒式	SMA-13 细粒式	SMA-16 中粒式
19.0			100
16.0		100	90-100
13.2	100	90-100	65-85
9.5	90-100	50-75	45-65
4.75	28-60	20-34	20-32
2.36	20-32	15-26	15-24
1.18	14-26	14-24	14-22
0.6	12-22	12-20	12-18
0.3	10-18	10-16	10-15
0.15	9-16	9-15	9-14
0.075	8-13	8-12	8-12

3.3.2 沥青混合料配合比设计

(1) 目标配合比设计阶段

密级配沥青混合料及 SMA 混合料:

a. 决定每一种矿料的构成比率。将不同类型的矿料从工地上分开过筛, 利用电脑或图表等方法, 计算出每一种矿料的掺入量, 以达到所需的规格和设计要求。这种方法必须重复进行, 以便得到一条平滑的矿物混合物的级配曲线。

b. 为沥青的最优路平曲线决定。

c. 拌和: 按照上述配比配制马歇尔试件, 进行浸水 48 h 马歇尔实验, 检测残余稳定度是否符合《工程规程》要求。在此基础上, 对其进行了低温抗裂、冻结劈裂等试验, 并对其进行了试验研究。

(2) 生产配合比设计阶段

a. 确定每个热料仓中的矿料原料及矿物粉末的数量。再进行二次筛分后, 要对每一种热料的取样量进行筛查。在此基础上, 经过计算, 使矿物混合料的级配满足要求, 达到指标配比的要求。尤其是 0.075、4.75、9.5mm 筛孔通过, 要尽量达到指标的要求, 从而为搅拌机上的各个热仓和矿料粉的配比提供依据。并在此过程中, 多次调节冷料仓的给料比率, 使其平衡。

b. 决定最优的沥青混合比率。选取上述矿物性材料, 在室内自行研制的小型搅拌机中进行马歇尔试验。测定其 VMA、VCAmix、VV、VFA 等物理量, 根据目标配合比的设计, 确定合理的最优油石比。

c. 对产品配比的检查。采用配制的混合料, 对其进行了沥青的渗滤、残余马歇尔稳定性测试。

(3) 生产配合比验证阶段

采用配制的拌和机进行试验, 待各项性能符合要求后,

才能进行试铺。将试铺沥青混合料进行马歇尔试验、沥青含量和筛分试验, 检查合格配合比矿料的综合级配置。最起码要包含 0.075mm, 2.36mm, 4.75mm 以及标称最大粒度的筛孔, 要与指标相符合, 并且不能在 0.3~0.6mm 范围内产生驼峰。这样就可以为一般的产品制定一个基准的配料。

3.3.3 施工工艺

(1) 施工设备

a. 拌合楼必须具备输出沥青和记录各类矿料的配入量、搅拌温度等数据的功能。并对拌合楼进行定时测量、测温 (每个月至少 2 次); 不能采用无自动配料及温度计的混合器。第二标段的混合机除了符合以上要求之外, 还需要配置橡胶沥青的加工、储存和搅拌设施。

b. 拌和设备应该是一台能够以重量计量的批次混合的混合器, 它的生产量应该在 240 吨/小时以上。并且要有各种骨料和沥青的进料计量和温度的自动化控制装置, 并且要有拌和容量 1.5 倍的隔热的成品仓库和二级除尘设施。搅拌装置的出料量要与施工计划协调一致, 在装置完工后按照核准的配比进行试拌、试配, 直至达到设计指标为止。

c. 混合料重量、温度等检查结果应记录在出场签发的运料单上, 运料单一式三份, 一份存拌和场, 一份交摊铺现场, 一份交司机, 摊铺现场应凭运料单收料, 不合格的混合料应废弃不用。

d. 运料车车槽在装载沥青混合料前应彻底清洗干净, 杂物、土、砂石、混合料等残留物必须完全清除。车槽侧板和底板应是光滑的, 没有凹陷和压坑, 以免滞留防黏剂。车槽清洁后应在侧板和底板上均匀喷洒一层防黏剂。防黏剂可以用石灰水、皂液或专门的防黏剂等。不得用喷洒柴油来防止沥青黏结。

e. 沥青拌和材料铺设装置应当为具有可调节移动平坦板或平整装置的自动化装置。如果有必要, 可以对其进行加热, 使其能够在指定的、具有代表性的截面及图上指定的厚度范围之内进行摊铺。并且要配备振动夯板或者是幅度可调的振动熨平板的结合设备, 应该能够分别进行调节。

(2) 搅拌和运输的沥青混凝土

a. 每日早晚各取一批拌和机进行压实试验、马歇尔试验及抽滤筛试验, 研究油石比、矿料级配及材料的物理机械性能。剩余稳定性试验, 一周一至二次。沥青混合料级配与试验结果之间的容许偏差为-0.1%~+0.2%。

b. 拌和料不宜长期存放在储仓内, 应以无渗漏现象为宜, 在储藏期间, 拌和料的温度下降不能高于 10℃, 一般的沥青混合料存放 10 小时以上, 改性后的沥青混合料不能超过 5 小时。SMA 沥青路面沥青混凝土路面仅适用于当日进行使用。

c. 在工厂里的沥青混合物因过度加热导致的温度超出了通常最高温度上限时 (大于 30℃), 应作废弃处理。搅拌后的混凝土应具有良好的均匀性, 不能出现灰白色、粗细料离析及结块等情况。当物料的尺寸和配比有变化时,

必须在实验室测试数据的基础上试混合。

d. 运料车要有一个很好的油布罩和车身的侧面隔热层,在运送的时候,要用两块油布之间夹着被子,这样就可以把最上面的油布和被子给拿走了。在运送到摊铺现场之前,必须用一块油布盖住,这样就可以对周围的空气进行保温或者是防止对周围的环境造成影响。

(3) 铺筑路面的方法

a. 在由总监理工程师验收确认后,才能进行下承层的路面铺设。在摊铺机开始工作之前,必须在温度为 100 摄氏度以下对其进行预加热 0.5~1 小时,然后进行均匀、缓慢和连续地摊铺。并且在摊铺过程中要注意避免层间的相互沾染。

b. 《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)规定的最小摊铺温度必须满足相关规定。摊铺机要均匀、缓慢、连续地铺筑,为了改善路面的平整性,需降低材料的离析程度,不能随便改变车速,也不能有任何中断。将路面铺筑速率控制在 2~3 米/分之间;改性沥青和 SMA 混合料可以降低到每分钟 1~3 米/分。在拌和过程中,若有明显的离析、波浪状、裂纹、拖痕等现象,必须进行分析,并加以排除。

c. 如遇下雨或遇有积水时,或施工温度低于 10 摄氏度时,应及时终止摊铺工作。并清理未经压制的混合物。

d. 被雨水冲刷过的混合物应该丢弃,并且不要在摊铺机上进行摊铺。

(4) 压实与拌和法

a. 在摊铺和成型之后,必须及时对其进行足够程度的压实,其成层密实不超过 10 厘米。

b. 压实过程分为初次压实、复压实和最终压实。压路机的压实必须保证是匀速进行的,其压实速率需满足下表要求。

表 2 压路机压实过程

压路机类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式	2-3	4	3-5	6	3-6	6
轮胎式	2-3	4	3-5	6	4-6	8
振动式	2-3 静压 或振动	3 静压或 振动	3-4.5 振动	5 振动	3-6 静压	6 静压

c. 压路机在没有压实成形的路段上转弯、加水、停车或调头。当日成形的道路上不得停泊各类机器和汽车,不得丢弃矿料、油料等杂物。用滚筒往复滚动时,前、后两个停靠点之间的距离要超过 10m,且超出压实线至少 3 米。

3.3.4 质量检验及验收标准

a. 对不同类型的矿料、沥青以及各类物料以及混合料的升温进行严格的控制,对其进行合理的热处理,使其能够满足设计及建筑标准,并且每天都要进行抽取实验(含马歇尔稳定性测试)。矿料级配和沥青含量的检测合格率均在 95%以上。

b. 检查项目及检验标准见下表:

表 3 检查项目及检验标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	压实度 (%) (马歇尔标准密度)		≥实验室标准密度的 96 (*98) ≥最大理论密度的 92(*94) ≥试验段密度的 98 (*99)	按 JTG 5220-2020 附录 B 检查,每 150m ² 测 1 处
2	平整度	IRI (m/km)	主线路段≤1.6 匝道路段≤2.0	T0933, 激光自动平整度检测仪 每 100m 计算 IRI
		接缝处最大间隙 h (mm)	/	/
3	渗水系数		≤120ml/min (AC 路面) ≤160ml/min (SMA 路面) ≤100ml/min (橡胶沥青路面)	渗水试验仪: 每 1500m ² 测 1 处
4	抗滑	摩擦系数	摆值 BPN≥45 横向力系数 SFC≥54	T0964, 摆式仪: 每 1500m ² 测 1 处; T0965 横向力系数测定车: 沿线连续
		构造深度 TD (mm)	≥0.55	砂铺法: 每 1500m ² 测 1 处
5Δ	厚度 (mm)	评定合格值	不小于设计或计量值的 -4mm	按 JTG 5220-2020 附录 H 检查, 每 150m ² 测 1 处
6	宽度 (m)		不小于设计宽度	钢尺量: 每 100m 测 2 个断面
7	坡度 (%)		设计±0.3	水准仪: 每 100m 测 1 个断面
8	边缘顺直度 (cm)		≤5cm/20m	不少于 2 尺/100 米
9	纵断面高程 (mm)		±15	每 100m 测 2 个断面

4 结语

在高速公路中,沥青路面的使用频率相当高,它可能会遭遇多种因素的作用,如横向、纵向以及网状裂纹。本篇文章将针对小型和大型的裂纹,详细阐述修复方法,并比较了不同修复方法的实际效果。以提升高速公路的行车安全性和舒适感。

【参考文献】

[1]袁玉东. 高速公路沥青路面裂缝成因及其防治措施[J]. 四川建材, 2022, 48(2): 151-152.
 [2]李媛媛. 高速公路沥青路面裂缝修补技术研究[J]. 住宅与房地产, 2020(5): 201.
 [3]郭伟. 高速公路沥青路面裂缝修补技术分析[J]. 四川建材, 2019, 45(4): 156-158.
 [4]李培. 高速公路沥青路面裂缝成因及解决措施[J]. 居舍, 2019(9): 9-179.
 [5]张丽洁. 高速公路沥青路面裂缝原因分析及维修技术应用研究[J]. 建材与装饰, 2016(7): 215-216.
 作者简介: 金卓华(1977.11—), 男, 毕业于吉林大学, 公路与桥梁专业, 就职于浙江省交通集团高速公路金华管理中心, 职称级别为工程师(中级)。