

Research on Early Damage of Expressway Asphalt Pavement and its Prevention Measures

Bingyang CHEN^{1,2}, Zhenshou CHEN^{1,2}

¹School of Civil & Architecture Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074, China

²China Merchants Chongqing Communications Technology Research & Design Institute Co., Ltd, Chongqing, 400067, China

Abstract: Asphalt pavement early damage has become one of the main hazards of highway asphalt pavement, by data statistics and experimental validation, resulting in the early damage of Expressway Asphalt Pavement of many factors and different and complex, mainly including design, construction, traffic management and maintenance factors, this paper system analysis the early damage of asphalt pavement type, failure mechanism and the cause of early damage, and put forward some related prevention and control measures.

Keywords: Highway; Asphalt pavement; Early damage; Control measures

高速公路沥青路面早期破坏的研究及其防治措施

陈炳阳^{1,2}, 陈振寿^{1,2}

¹重庆交通大学, 重庆, 400067

²招商局重庆交通科研设计院有限公司, 重庆, 中国, 400067

摘要: 沥青路面的早期破坏已成为高速公路沥青路面的主要危害之一, 经资料统计及试验验证, 造成高速公路沥青路面早期破坏的因素种类繁多且复杂, 综合起来主要包括设计、施工、交通管理及养护等因素, 本文系统的分析了沥青路面早期破坏的类型、破坏机理及其发生早期破坏的原因, 并提出了与之相关的若干防治措施。

关键词: 高速公路; 沥青路面; 早期破坏; 防治措施

1 引言

随着我国经济的快速发展, 交通运输业也得到了飞速发展。在 2015 年, 我国高速公路新增里程达到 12000 公里, 而截至 2015 年底, 我国高速公路的总里程已突破 12 万公里。其中由沥青混合料铺筑的路面平整, 噪音较少且行车过程舒适, 其路表粗糙且不反光, 有利于行车安全, 且沥青路面不仅可全部用于机械化施工, 而且施工后即可开放交通, 且在分期修建和再生利用方面也存有独特的优势, 所以沥青路面被广泛应用于我国的高速公路建设中。但由于我国的高速公路建设起步较晚, 在建设初期缺乏足够的技术力量, 且国内经济基础薄弱, 多数地区气候条件恶劣, 交通管控不足导致的车辆超载现象频发, 以及沥青路面自身存在高温稳定性和低温抗裂性不足等原因, 很多之前铺筑的高速公路路面结构存在各种质量问题, 很多路段的建设水平都未能达到设计要求, 甚至很多路段在通车几年后就出现了车辙、裂缝、泛油、坑槽等早期损坏的现象, 以致不得不对这些路面进行大面

积的修复, 这不仅对交通造成很大影响, 在经济上也造成了很大的损失。由此可见, 研究高速公路沥青路面早期破坏的原因及防治措施对于提升我国高速公路沥青路面的整体性能及促进交通运输业的发展来说都有很有必要。

2 沥青路面的破坏类型及其成因

2.1 车辙

车辙是车辆在路面上行驶后留下的车轮永久压痕。车辙按发生形式可分为结构型车辙, 磨损型车辙和失稳型车辙三种。

结构型车辙是指在荷载的作用下, 在沥青面层以下发生的包括路基在内的各结构层的永久变形。该类型的车辙的两侧并没有隆起现象且宽度略大, 其横断面则呈凹字形。这类车辙主要是由于基层等路面结构层或路基强度的不足, 使结构层在交通荷载反复作用下产生向下的永久变形, 作用或反射于路面而形成的。

磨损型车辙是指由于车辆在行驶过程中, 轮胎不断的摩擦路面, 致使路面磨损而最终形成的车辙。其产生原因是沥青路面在车辆轮胎的摩擦和外界环境的共同作用下, 路面磨损严重, 且面层内集料颗粒脱落, 最终发展为磨损型车辙。

失稳性车辙的成因是由于沥青路面在车辆荷载的作用下内部承受剪切应力, 由于路面层材料发生稳定性破坏而形成的。此类车辙的特点是沿车辙两侧混合料稳定性被破坏而形成凸缘。该类破坏一般出现在轮迹线内, 当沥青路面所能承受的极限强度不足以抵抗大交通重型车辆荷载作用于其上面的应力时, 将极易产生该类型车辙。

2.2 裂缝

裂缝是高速公路沥青路面最常见的病害之一。因为裂缝不仅能造成沥青路面结构层的破坏, 还能引起其他的一系列早期破坏。当裂缝产生后, 路面积水将会顺着裂缝下沉至基层甚至路基底层, 减弱沥青与骨料之间的粘附性, 进而使沥青路面发生水稳性破坏, 导致整个路面的承载能力下降, 从而加速了沥青路面的破坏。根据裂缝的形式, 可将其分为纵缝、横缝和龟裂三种。

横缝是指与道路中线近乎垂直的裂缝, 横缝最早多在路面两侧出现, 然后相互贯通, 最终发展成为贯通路幅的横缝。而按照形成横向裂缝的原因的不同, 又可将横向裂缝分为荷载型裂缝和由荷载应力和非荷载型裂缝两种。

纵向裂缝是指与道路中心线大致平行的长直型裂缝, 其通常是由路基, 基层沉降、施工接缝质量或结构承载力不足引起。

龟裂是指路面上相互交错的纵横裂缝将路面分割为形状神似龟纹的大大小的锐角多边形小块。其形成原因主要有:

沥青路面自身的结构承载能力不足, 致使在大交通量或者超载车辆反复作用处, 沥青路面过早的出现疲劳开裂。而造成自身承载能力过低的原因, 大都是由施工过程中质量监管不力引起。

沥青混合料的原材料自身存在质量问题, 且在原材料验收时监管力度不足, 导致混合料自身存有质量缺陷, 进而易在水、高温和大交通车辆或超载车辆荷载的反复作用下, 出现唧浆、龟裂等剪切破坏。比如若混合料本身就空隙率较大, 且有抗水损害能力较低

时, 则必然会导致混合料抗高温剪切变形能力较低, 易发生破坏。

沥青面层的层与层之间粘结力太差, 导致传力不足, 各结构层无法共同承受荷载, 容易发生疲劳荷载。

2.3 泛油

泛油是指路表面积水侵入沥青路面面层内部并长期滞留在沥青层底部, 又在大交通量行车荷载的反复作用和动压水的冲刷下, 致使集料表面的沥青膜剥落, 由结构沥青转变为自由沥青, 并在水的作用下被迫由沥青下部或内部向上部迁移, 从而导致沥青面层上部泛油而底部松散的沥青迁移现象, 即沥青从沥青混凝土层的下部或内部往上移动, 进而使沥青路面表明出现过多沥青的现象。

路面泛油的危害很大, 会直接造成三种后果: 一是路面泛油会降低沥青路面路表的粗糙度, 特别在雨天, 会严重威胁行车安全; 二是随着沥青从下部或内部向上迁移, 上部面层的沥青含量越来越高, 而中层和下层的沥青也就随之越来越少, 这将直接损害整个整个中层和下层混合料的低温抗裂性和抗疲劳性能; 三是沥青的迁移也导致了沥青混合料内空隙率的改变, 上层的空隙率越来越小。而与之相应的中层和下层的空隙率则越来越大, 这就造成了空隙率的不平衡, 中层和下层的负压会增大, 进而将导致空隙连通, 致使路表面积水通过空隙而较容易的进入到沥青路面的底基层, 引起水损害。

沥青路面泛油的现象存在多样性, 故而其原因也具有复杂性。因此需要将沥青路面泛油现象进行分类分析, 并研究其各自的形成原因。

空隙率过小型泛油: 该类型的泛油现象多发生在高温季节, 全路面均出现泛油现象, 无论是轮迹带处还是非轮迹带处, 区别在于泛油轻重程度不同。该类型的泛油现象致使整个路面光滑明亮, 在雨天车辆易打滑。

该类泛油的发生机理是沥青混合料的设计空隙率过小而油石比又偏大, 在高温季节, 沥青容易受热膨胀, 在填满混合料的空隙后溢出表面形成泛油。其原因有二。一是选用的规范标准不合理, 未能与实际情况相结合, 进而导致空隙率过小, 致使泛油现象成为必然; 二是由于设计人员的缺乏实际经验, 未准确考虑实际情况, 致使沥青混合料配合比设计不当。总而

言之，空隙率过小型泛油现象形成的内因是空隙率过小，而诱发的直接外因则是高温。

压密型泛油:压密型泛油伴有明显的车辙病害，与空隙率过小型不同，其主要发生在轮迹带处。由于车辙病害的存在，车辆在行驶至车辙病害处时往往被迫采取突然变道行驶，又车辙在雨天易形成积水，影响行车安全。

该类型泛油的机理是沥青混合料的压实度不足或压实度标准偏低，沥青路面在开放交通后，在大交通量或者重载超载车辆的再次压实作用下，沥青路面内混合料的集料不断被嵌挤，空隙率变小，最终使沥青被挤压到路表而发生泛油。

动水作用型泛油:根据动作型泛油的表现形式，该类泛油可分为两种：一是形似点状的油斑，从小到大发展，直径、面积和密度一点一点增大，直至各块油斑联通成片；二是带状泛油，沿着轮迹带分布。该类型泛油产生的原因是：在雨后，若路面排水不畅，则路面积水在高速行驶的汽车轮胎的压迫下，会形成很高的动水压，车速越高，动水压越大。当车速足够高时，其所产生的动水压会达到足以击穿沥青混凝土表面层的程度，致使路表水进入面层底部；在路表水进入面层内部并长期滞留在沥青层底部后，又在行车荷载的反复作用和动压水不断冲刷下，集料表面的沥青膜剥落，由结构沥青转变为自由沥青，并在水的作用下被迫向上部迁移，从而导致面层上部泛油。

施工不当型泛油:该类型的泛油主要有片状油膜和点状油斑两类，且与车辙无关。产生该类泛油的主要原因有：骨料离析；沥青混合料中矿料含水量超标；存在石油或柴油污染了沥青路面基层顶面；施工过程中改性沥青结合料易聚积在施工机械上，而在机械碾压过程中这些聚集的沥青又从机械掉落下来，从而导致油斑现象。

2.4 松散

松散是指沥青路面中沥青与集料之间的粘结力不断下降直至丧失，然后在重交通载重下沥青路面表明的沥青混凝土呈松散状态，沥青路面面层中集料脱落，路面严重磨损，出现一系列的浅坑，路表外观质量较差，严重影响行车安全。

松散的成因有很多，主要归结为以下几个方面：

在施工摊铺压实过程中，周围环境温度较低，压实度不足，导致沥青路面的空隙率过大。路面积水较

易进入路面面层，致使沥青与集料之间的粘结性降低，在大交通量或超载车辆荷载的反复作用下集料易脱落，形成松散病害。

设计不足，导致油石比过低，沥青混合料中所包含沥青过少，致使沥青与混合料之间的粘结力过小。

集料含泥量超标，致使集料表面多数完全被粉尘覆盖，沥青与粉尘反应形成沥青膜，沥青膜粘附在粉尘上而不是粘附在集料上。在车辆荷载的反复作用下，沥青混合料内部的沥青膜在摩擦力的作用下从集料表面脱落，致使集料与沥青分离，形成松散病害。

沥青在拌合过程中，由于拌合温度过高而导致沥青老化，致使拌和后沥青与集料之间的粘结力较弱，从而易形成松散现象。

沥青混合料的强度是由集料颗粒之间的嵌锁力以及沥青与混合料之间的粘结力及沥青自身的内聚力组成。影响沥青混合料强度的因素也有很多，如沥青结合料的粘度、矿质混合料的性能、沥青与矿料在界面上的交互作用、沥青混合料中的矿料比和沥青用量、使用条件等等。一旦其中一项出现差错，都有可能导致沥青混合料强度不足。而若是沥青路面基层强度不足，将导致结构承载能力的整体下滑，从而引起面层的龟裂与松散。

在配制沥青混合料时，集料的选择也尤为重要。经验证，碱性集料与沥青之间更易发生反应，形成沥青粘膜。若选择有误，误选了酸性集料，则形成了沥青混合料中的集料与沥青之间的粘附性必然较差，易形成松散病害。

水损害导致的松散，由于车辆动态荷载的作用，路面积水在动水压的作用下进入沥青面层，降低沥青与集料之间的粘附性，使沥青膜从集料表面脱落，由结构沥青转换为自由沥青，沥青混合料出现掉粒、松散脱落。

2.5 坑槽

坑槽是指沥青路面面层混合料失散后使路表出现不同大小的坑洞。它是沥青路面的常见毛病，坑槽通常是网裂、龟裂、松散等其他破坏进一步发展的结果。坑槽形成的原因主要是基层或土基的强度不足，致使路面产生裂缝、龟裂、松散等病害，且未及时修复，致使病害继续扩大，形成坑槽；另一种原因是基层完好，面层因施工原因，或外界因素。

2.6 波浪

波浪的形成主要由于路面结构材料设计不合理或施工质量差,导致路面不足以抵抗车轮水平力的作用,以及在纵坡段,高温或者重载车辆慢行也会引起波浪。

3 沥青路面发生早期破坏的原因

经统计资料验证,我国多条高速公路沥青路面在通车较短的时间内,都不同程度的出现了早期损坏,不仅严重影响了公路服务水平,更减少了公路的使用寿命。且经研究查证,高速公路沥青路面的早期损坏,大部分与沥青的拌合、摊铺和压实过程中的施工质量有关。当然,路面之所以会发生早期损坏也与路面的养护是否及时有很大的关系,在开放通行之后,若在巡逻期间发现有路面损坏现象,应及时的对路面破损处采取有效的补救措施,以便路面的损坏速度不至于太快,以免形成连锁反应。经资料查证及实验证明,造成沥青路面早期损坏的因素有很多,综合起来主要有设计原因,施工原因,沥青自身材料原因,沥青自身结构原因以及交通管控不当等几个方面。

3.1 设计原因

由于我国的幅员广阔,各地区的气候、材料、交通运输等实际条件都存在较大的差异,而沥青路面材料又受环境影响很大,比如高温低温情况不同,对沥青的拌合、摊铺、压实及养护均存在不同程度的影响。各地不同的气候环境特征对沥青混合料的路用性能要求也各有不同,必须以当地实际情况出发,因地制宜,不可千篇一律。但我国统一的设计规范不可能涵盖应对所有地区的具体处理措施,若相关路面工程设计人员不能在充分理解和合理利用规范的基础上,结合当地的气候条件、材料状况、交通运输条件等特点进行路面设计,设计文件没有局部性和针对性,且施工说明不详细清楚,则可操作性较差。综合起来,设计方面可能出现的问题主要有以下几个方面:

沥青路面结构设计不合理。沥青路面面层基层结构选用不合理、混合料类型不符合现场实际,且形式单一;未充分考虑路面自身排水问题,基层排水性能不良;混合料配合比设计不合理。

未充分考虑沥青路面补强段的厚度问题。导致所设计的补强厚度不足,致使许多补强路段补强后设计值小于弯沉值,路段强度不足,造成早期破坏严重。

沥青用量的确定。集料与沥青反应形成胶结料,

依附在集料的表面,将集料与集料之间粘附起来,而这种胶结料与沥青膜的厚度有直接的关系,若是沥青膜太厚,则将存在较多的自由沥青,这将影响集料与集料之间的嵌挤作用力,间接成为了集料与集料之间相互滑动的润滑剂,从而降低了沥青混合料的抗剪强度,在大交通量和超载重载交通作用下,很容易在路面产生车辙变形。

基层厚度的设计。基层厚度是依据设计年限内的累计当量轴次的大小而设计的,依据标准车的轴载或是非标准车的轴载,尤其是非标准车的轴载,车辆的实际轴载远大于设计轴载,而通过计算当量轴次可以知道设计路面实际承受的当量轴次远远大于作为其设计依据的设计年限内的累计当量轴次。因此导致沥青路面早期破坏情况较多的新建公路往往在短期内就达到设计年限内的累计当量轴次。

3.2 施工原因

路面施工过程是其质量形成的关键环节。直接影响面层质量的施工环节主要是面层本身的施工、基础施工及相关联接层施工。

路面施工。沥青路面混合料离析情况严重,沥青混合料性能较差,对集料及沥青等原材料的检验及监管力度不足,在沥青混合料拌合过程中,对配合比的控制力度不足,尤其是对集料、矿粉及沥青的用量未按标准要求,这都将容易使沥青路面在使用前期就出现车辙、泛油、松散、裂缝、坑槽等。沥青层在施工过程中工序间断不连续,容易造成施工污染,进而造成沥青各层的粘结力不足而无法组成良好的整体。在沥青和集料拌和过程中,温度过高,导致沥青被集料的高温灼焦,进而导致沥青提前老化,造成路面强度不足,容易产生松散、坑槽等病害。

基层施工。基层位于面层之下,是承受面层传递来的车辆荷载的主要承重层。所以基层的强度及稳定性将直接关系到面层的强度和稳定性甚至整个沥青路面的强度和稳定性。在沥青路面基层的施工中,可能会出现的问题有:施工过程中,基层和底基层的表面未按要求的清除干净。这样在从基层铺筑完成后到沥青层铺筑之间的养生阶段,将很容易在施工车辆的作用下形成浮土,使基层表面发生严重磨损,造成基层表面高度不一致,尤其是浮灰,很难被清除干净,并且这些浮灰将会使原来的透层油发生破坏。若新的透层油无法喷洒,则在将来会造成唧浆,这将会严重影响

沥青层与基层的粘结强度,使其不能链接成为良好的整体,进而引发各种早期破坏。在施工过程中,高程和平整度的控制比较困难,即使测量也将不可避免的产生各种误差。若在完全压实后发现实际高程与设计高程之间存有较大误差,且平整度不好,这将是致命的。几乎是无法修理,甚至无法返工。

3.3 交通管控原因

众所周知,车辆超载是造成公路损坏的主要因素之一,因为如果没有大交通量和重型超载车辆的反复作用,公路是不会那么快就损坏的。目前,国家设计规范关于柔性路面的设计仍采用弯沉值控制,而使用年限则采用累计折合成标准荷载次数作为控制指标。就道路而言,一旦超出其所能承受的极限荷载,将导致路面结构严重损伤,进而促使路面开裂、推拥,甚至局部下陷,导致路面破坏。

3.4 养护管理问题

养护不及时。沥青路面在重型车辆荷载行车作用下出现的小面积裂缝、松散区域,个别坑槽等未进行及时的养护,特别是采用层铺法施工的贯入式路面,在投入使用初期,及时养护的作用更为重要。

养护方法不合理。比如存在一些养护人员缺乏养护经验,在沥青混凝土路面上采取人工喷油(或者洒布机喷油)、人工洒料方法进行养护,造成原路面平整度的破坏,甚至有些由于喷油量不足,用油量控制不够,以至于在使用早期就形成泛油、拥包、松散等病害。

4 路面早期破坏防治措施

通过对沥青路面早期破坏的类型及早期破坏原因的分析,发现沥青路面发生早期损坏时,其发生形态是各不相同的,产生的原因也很复杂,大都是在各种原因的共同作用下,最终才产生早期损坏。鉴于之前的论述,本文主要从设计,施工、运营管理等方面为沥青路面早期破坏的防治提出几点建议:

提高各方面的认识,认真做好路基、路面防、排水的综合设计,以保证路面积水的排水通畅。在设计中及时应用较为先进的路面设计成果,与时俱进,切实保证在设计环节不出错。

在对沥青路面进行设计施工时,应尽可能加强路面的层间结合,可选用高性能的粘结材料作粘层,这样既能提升整体路面的强度,又能具有较为良好的防

水性能。在夏季高温炎热且存有大量重载交通的区段,可选择适量减少沥青的用量。

按规范要求,切实加强施工质量控制,确保压实层的厚度与集料的最大粒径相匹配,严禁片面追求平整度和担心构造深度的情况,在养护期间,及时将半刚性基层上的浮灰清除干净,以便沥青层和基层连续的透层油能够起作用。

严格控制超载车辆,交通管理部门应按相关法律法规的要求在相关路口对超载车辆进行强制检查与卸载;并合理控制重载车行车时间,尤其是在高温时段要严格控制在重载车辆的通行,多鼓励货车夜间通行。

转变固有观念,在高速公路沥青路面上采用预防性养护的方式,尽量防止早期损坏的发展;在运营期间加强巡逻,发现路面的初期损坏现象或失效的排水设施后及时进行修复,发现有唧浆及小的局部网裂时应立即采取措施进行挖补;发现路面开裂时应立即采取相关措施进行封缝处理;对于渗水严重的路段应立即采用微表处全面封水方法处理。

5 小结

沥青路面早期破坏已成为高速公路沥青路面的主要危害之一,各级交通管理部门都应对此引起高度的重视,并应对引起高速公路沥青混凝土路面早期破坏诸多原因进行有效的分析,特别是对在设计、施工过程中的问题以及路面形成后的使用、养护管理问题等进行分析,然后再依据可能出现的情况采取一系列的有针对性地预防和改善措施。

鉴于目前沥青路面病害早期化各方面原因及其特点,我们在进行优化设计的同时,首先要做好的是应该加强施工管理、提高现场施工质量,规范施工,尽量在提高沥青路面使用性能的同时,延长使用寿命,提高投资效益。

References (参考文献)

- [1] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
- [2] 沈金安, 李福普, 陈景. 高速公路沥青路面早期损坏分析与防治对策[M]. 北京:人民交通出版社, 2004.
- [3] 邓学均. 路基路面工程[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
- [4] 石东等. 浅谈高速公路沥青路面的主要破坏形式及产生原因[J]. 2002, (6): 24~26.
- [5] 韩立新. 沥青路面早期破坏原因浅析[J]. 山西建筑, 2004, 30(7): 98~99.
- [6] 张国祥. 高速公路沥青路面早期破坏研究[J]. 公路交通技术, 2009, 10(1): 36~37.
- [7] 刘琦兵. 浅谈高等级公路沥青路面施工质量控制及施工技术

-
- [J]. 中国新技术新产品, 2011, (19): 175-176.
- [8] 邵富军, 项庆明, 桑景红. 浅析沥青路面早期病害特征及其产生原因[J]. 城市建设理论研究, 2014, (12): 120-134.
- [9] 吴国雄, 冯乐光, 李拔. 高速公路沥青路面设计若干问题综述[J]. 重庆交通学院学报, 2002, 21(2): 38-41.
- [10] 高民欢. 我国沥青路面基层的现状与发展趋势[J]. 中外公路, 2003, 23(4): 65-67.
- [11] 沙庆林. 高速公路沥青路面早期破坏现象及预防[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [12] 刘桂强. 沥青路面早期破坏及其防治措施[J]. 城市道桥与防洪, 2004, (3): 25-28.