

高速公路路面裂缝养护费用模型的建立与应用

——以中国咸旬高速公路为例

The Establishment and Application of Highway Pavement Crack Maintenance Cost Model —Taking China's Xianxun Highway as an Example

张锦¹ 李怡箫² 罗薇¹ 李婷¹

Jin Zhang¹ Yixiao Li² Wei Luo¹ Ting Li¹

1. 西安欧亚学院 中国·陕西 西安 710065

2. 陕西省交通建设集团公司 中国·陕西 西安 710000

1.Xi'an Eurasia University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2.Shaanxi Communications Construction Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

摘要: 对2020年4月中国咸旬高速公路淳化南至旬邑段排查发现的裂缝进行分析,选取路面裂缝处理的三种方案,经过线性规划分析,建立路面裂缝处理费用模型。在安全前提下,选出最为科学经济的灌缝处理方法,为现阶段高速公路的路面裂缝处理的科学决策提供参考。

Abstract: The cracks found in April 2020 were analyzed in the section from Chunhua south to Xunyi of China's Xianxun highway, then we choose three kinds of scheme of pavement crack treatment and analysis them by linear programming to build the pavement crack processing cost model. Under the premise that security, we choose the most scientific and economic treatment which can provides reference for scientific decision making of highway pavement crack treatment at present stage.

关键词: 高速公路; 路面裂缝; 裂缝处理; 费用模型

Keywords: highway; pavement crack; crack treatment; cost model

DOI: 10.12346/etr.v3i8.4017

1 引言

近半个世纪以来,中国高速公路建设取得了巨大进步,铺就着中国经济的发展。但随着路面的使用,出现了诸如破损、裂缝、沉降等病害。在高速公路的养护运营管理中,最常见且危害最大的病害是路面裂缝,不仅影响路面美观、平整度,还影响道路使用寿命,特别当路面开裂后,雨水将通过裂缝渗到路面基层、底基层甚至路基,造成混凝土路基腐蚀,削弱基层、土基强度,加速道路破坏,缩短路面使用寿命。路面裂缝作为预防性养护中最容易忽视的环节,各高速公路运营管养部门都非常重视路面的裂缝处理工作^[1]。

2 高速公路路面裂缝

2.1 常见的高速公路路面裂缝

高速公路常见的几种路面裂缝分别是横向裂缝、纵向裂缝、网裂三种情况^[2],横向裂缝是高速路面最常见的裂缝,大多数属于半刚性基层开裂引起的路面反射裂缝,但也包括温缩裂缝;纵向裂缝主要是由于路基的不沉降而引起的,当路基施工过程中压实不均匀,就会存在局部压实不足的现象,通车后,在车辆荷载的长期作用下,路基进一步压实固结,从而导致纵向裂缝的形成;网裂是当基层局部强度不足,或路基和面层的强度不足时,一旦受到重车的作用面层就会拉断成裂缝,变形成为网裂。

【作者简介】张锦(1991-),女,中国陕西西安人,硕士,中级工程师,从事智慧建筑、建筑施工研究。

高速公路路面裂缝的危害是雨水沿裂缝渗入路面结构层内部,会缩短路面使用寿命,影响行车舒适性,还会降低路面服务水平。

2.2 常见的裂缝防治措施

现阶段高速公路路面裂缝处理主要采取以下三种方式^[3]。

①普通灌缝法是采用人工加热沥青进行灌缝处理,用铁壶或专用器具进行灌缝,一般需浇灌2~3遍,待沥青冷却即可。此法主要优点是简便易行,设备投入费用较低,适用于异型缝,机械无法到达的地方,缺点为处理效果较差,效率较低,需每年重复施工。

②机械灌缝法是目前使用较多的一种灌缝处理方法,包括开槽、清缝、灌缝、冷却等。此法优点为使用人工较少,灌缝密封性强,保持时间长,缺点为灌缝机体型较大不便携带,必要时还需要小型吊车配合。

③贴缝带贴缝处置法采用裂缝贴进行灌缝处理,选择合适的贴缝带尺寸,一般为2~4cm宽,用喷火枪烘烤贴缝带。此法主要优点为易携带,灌缝效果较好,缺点是单价较高,有些较深裂缝需要重复粘贴。

3 咸旬高速公路背景及裂缝情况

3.1 咸旬高速公路背景介绍

咸旬高速公路经中国咸阳市境内4个区县,与中国陕西省道306相接,全长94.615km,对陕西省高速公路路网建设,加快区域经济发展有着重大战略意义。咸旬高速公路养护主要分为两段,咸阳北收费站至淳化南收费站由咸阳管理所进行养护管理,淳化南收费站至旬邑收费站由淳化管理所进行养护工作的开展。

3.2 灌缝处理费用分析及模型建立

2020年4月淳化管理所养护段排查发现裂缝,需要对淳化南至旬邑段共8000m裂缝进行灌缝处理,施工时长不高于20天,每天工人数量不多于10人,由于车辆只有1辆,每天只允许一组灌缝队伍进行施工。

3.2.1 灌缝处理费用分析

根据2020年4月咸旬高速淳化段的高速公路养护情况,对以下三种灌缝方案进行成本分析,其中人工费按照现在市场平均费用,80元/工日。

①方案1为普通灌缝法,由于用铁壶直接对沥青进行加热,所需设备为铁壶,费用较低,折算至每天费用为1元,需要人工6工日,沥青平均工程造价为3元/m,施工进度为300m/工日,由于施工等各方面原因,其失效率平均为86%。

②方案2为机械灌缝法,因为采用灌缝机及开槽机,设备折旧费用为8.2元/工日,燃油费用为40元/工日,需要人工4人进行开槽、灌缝作业,使用的密封胶1t的报价为13000元,折算为每延米价格为约为7元,施工进度为500m/工日,失效率为92%。

③方案3为贴缝带贴缝处置法,因为直接采用适合裂缝宽度的贴缝带进行粘贴,不存在设备折旧及燃油费用,需要人工3人,贴缝带平均10元/m,施工速度600m/工日,失效率为98%。

3.2.2 灌缝处理费用模型建立

$$\text{Min}Z=(1+6 \times 80+300 \times 3)x_1+(48.2+4 \times 80+500 \times 7)x_2+(3 \times 80+10 \times 600)x_3$$

s.t.

$$300x_1 \times 86\%+500x_2 \times 92\%+600x_3 \times 98\%=8000$$

$$x_1+x_2+x_3 \leq 20$$

其中, $x_1, x_2, x_3 \geq 0$, 且为整数, 分别代表方案1、2、3的使用次数。

上述数学模型的目标函数和约束条件均为线性,应用Excel线性规划求解功能,对上述模型进行迭代求解计算,其结果数据经处理见表1。

表1 咸旬高速淳化段裂缝处理方案线性规划分析结果

裂缝处置方案	方案1	方案2	方案3	约束条件			
每延米裂缝处置成本	1381	3868	6240				
约束条件				计算数量	约束	限值	差额
完成裂缝数量	258	460	588	8000	=	8000	0
施工天数	1	1	1	16	≤	20	4
决策变量:							
方案1	0						
方案2	11						
方案3	5						
最优值	73750						

4 结语

针对论文中的背景,通过对三种路面裂缝处理方案的比选,为了提升路面裂缝处理的效率,降低成本,在其他条件满足的情况下,咸旬高速淳化段的裂缝处理可主要采用灌缝机进行11天的裂缝处理,对裂缝机不好到达的地方采用裂缝贴进行为期5天的裂缝施工,在缩短工期的同时,得到最优的成本控制,也达到了裂缝的处理效果^[4]。

参考文献

[1] 邵传恒.辽宁省高速公路典型路面结构路面病害调查与分析研究[J].北方交通,2021(7):66-70.
 [2] 丁敏.高速公路路面裂缝的成因及养护处治措施分析[J].中国公路,2021(10):102-103.
 [3] 张同文.高速公路混凝土裂缝成因分析以及应对措施探析——以广清高速公路为例[J].江西建材,2021(3):134-135.
 [4] 郑晨晨.高速公路养护成本分析及建议[J].交通世界,2019(12):137-139.