

沙漠地区沥青路面裂缝的防治技术

薛明, 张俊

(同济大学, 上海市 200092)

摘要:沙漠地区的沥青路面由于路面结构层偏薄、风积沙级配不良、日温差较大、材料不良等各种原因易导致路面开裂。在试验工程中, 使用了土工格栅、土工布、土工格室和聚酯纤维, 有效地减少了路面裂缝的数量, 减轻了开裂程度, 获得了较好的效果。

关键词:沙漠; 沥青路面; 裂缝; 反射裂缝; 防治

中图分类号: U418.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2007)03-0022-04

0 前言

沙漠地区的公路, 由于其风积沙基层松散、不稳定, 同时沙漠地区公路交通量一般较少, 公路等级偏低, 修筑时初期投入较小, 路面结构层偏薄, 因此较易在交通荷载及自然因素的联合作用下开裂。公路路面开裂, 改变了公路结构层的受力状况及防御体系, 降低了公路对车辆的服务水平, 加速了公路服务质量的衰减, 增加了养护工作量及费用, 并会诱发多种其他的公路病害。本文依托鄂尔多斯市敖(勒召其镇)—达(布察克镇)公路试验路工程, 对沙漠地区特殊地质条件下的沥青路面的开裂原因进行了分析, 提出了针对沙漠地区沥青路面裂缝的防治维修措施¹。

1 沙漠地区沥青路面开裂的原因分析

1.1 沙基变形导致的开裂

路面使用过程中沙基变形量过大, 由于风积沙本身缺乏粘聚力, 导致抗剪强度严重不足, 因此在外来的交通荷载、风、水等因素的作用下易于产生错位、位移(见图1), 从而引起沙基总体变形及承载能力下降。当沙基变形后, 交通荷载作用下的路面结构层底面所受的拉应力增大, 当应力超过路面材料本身的抗拉强度时, 就会产生开裂。

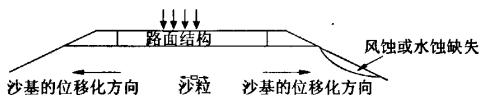


图1 沙漠地区公路沙基的受力及位移示意图

1.2 温差导致的开裂

沙漠地区自然环境恶劣, 昼夜温差极大, 这类气候对公路工程是十分有害的, 无论是沙基还是路面材料, 在这样大的温差环境中(日温差高达50℃~60℃), 遵循材料的热胀冷缩规律胀缩, 实

际就是在给路面结构做综合的力学试验。当某层中的温度应力超过该层的抗拉强度后, 该层就会产生开裂, 以释放积聚的应力。同时, 由于沙漠地区冬天温度很低, 沥青混凝土面层是粘弹性材料, 面层中产生的温度应力来不及通过应力松弛抵消, 逐渐积累起来, 当超过材料抗拉强度时, 沥青混凝土面层很容易产生温缩裂缝。

1.3 路面材料质量不良引起的裂缝

因沙漠地区地域广阔, 地貌单调, 材料单一, 在筑路工程中难以找到较为成熟的混和料用材, 又由于初期投入较少, 因此混和料的设计、选材、拌合、施工等环节, 均存在不同程度的缺陷, 这些缺陷综合起来就造成了路面局部抗拉强度的下降及应力的集中现象, 并以开缝反映出来。

1.4 裂缝的交互影响

上述的开裂造成了路面结构层内部的局部开裂与强度下降, 在外荷载及外部自然因素的影响下, 会在这些薄弱部位上、下完好的结构层面内形成较为集中的应力, 当这一集中的应力超过了该层的极限抗拉强度后, 就会引起原来完好层位的开裂。

通常, 由于边坡受损导致的位移开裂的裂缝以纵向开裂为主; 温度影响引起的开裂以横缝为主; 局部软弱位移引起的开裂以放射性网状裂缝为主; 反射裂缝具有与原有开裂基本平行的性状。

2 路面防裂措施

2.1 增加道路面层底部的抗拉强度

由路面受力分析得知, 在外荷载作用下, 道路路面底部将受到拉应力的作用(见图2), 拉应力的的大小随弯沉的增大而增大。当应力超过路面结构层的抗拉强度后, 路面就会被拉裂。增加沥青混凝土面层的抗拉强度是减少乃至消除沥青路面表面裂缝的措施之一。为增强路面的抗拉强度, 可在道路基层与面层之间设置一抗拉强度远高于路面基层的连接层, 使这一层与路面面层紧密结合,

收稿日期: 2006-12-01

作者简介: 薛明(1950-), 男, 河北衡水人, 高级工程师, 从事公路与机场工程的研究、教学、设计工作。

并承担最大份额的拉应力(见图3)。土工格栅材料具有优良的抗拉强度,同时格栅整体与沥青混凝土具有优良的性能,格栅可抵抗路面内主要的拉应力,以达到路面抗裂的总体目标。上覆优质沥青薄层的土工格栅作为增加道路路面底部抗拉强度的连接层。为使格栅抵抗沥青混和料的高温,故采用耐高温、抗拉强度高、拉应变小的玻璃纤维作为格栅材料。

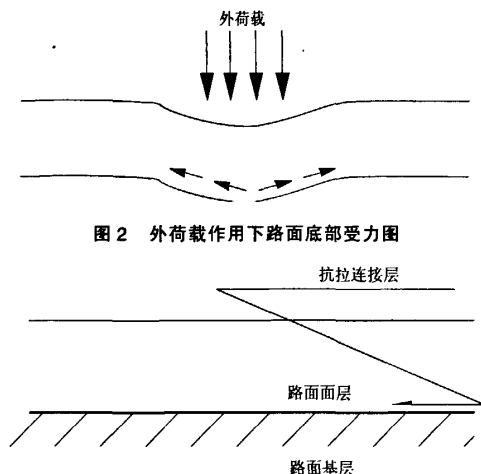


图2 外荷载作用下路面底部受力图

图3 抗拉连接层的布置图

2.2 阻断基层温度收缩裂缝反射的通道

对于由基层温度收缩引起的裂缝反射,可采用阻断基层温度收缩裂缝向上反射通道的方法。

2.2.1 土工布隔断法

在做好的路面基层上满铺一层土工布,利用土工布优良的抗拉性能,来隔断路面基层的裂缝向上反射(见图4(a))。土工布裁剪方便,可适应不同路幅的施工路段施工。试验路中采用了单面烧毛的聚酯长丝无纺土工布。

2.2.2 土工格室隔断层(见图4(b))

沙漠地区日夜温差大,筑路材料的料源地的选择面十分窄小,彻底改变或显著减小半刚性材料的收缩开裂是不现实的。利用土工格室的整体性,将土工格室安置在道路路基的上层,将道路路基材料人为地用格室分割成一个小块。此时的路基被分成了两层,当基层总厚度为 H ,土工格室高为 H_1 时,常规路基底层的厚度 $H_2 = H - H_1$ 。此时, H_2 为常规的半刚性路基; H_1 变成了由格室侧壁有效牵引成整体、尺寸与格室内形相同的、厚为 H_1 的块料结构层。与块料路面不同的是,本方法大多数的块料与基层连为一体。利用土工格室人为地将半刚性材料分开,将大裂缝分解成变形总量十分细小的小裂缝,并使这些细小裂缝

在面层造成的拉应力小于路面面层材料的抗拉强度,以此来解决面层的开裂问题。

2.3 增加沥青混合料面层本身的抗拉强度

如上分析得知,当沥青混合料面层中的拉应力小于其本身的抗拉强度时,变形不会导致裂缝的产生。在高等级路面铺装的结合料——沥青、水泥中均匀地掺入细小的纤维,利用纤维优良的抗拉强度增强路面铺装层的抗拉强度,可以减少以至消除路面裂缝。聚酯纤维在沥青混和料中可充分分散,并对沥青具有良好的吸附作用,使沥青混和料具有更优越的抗开裂性能。

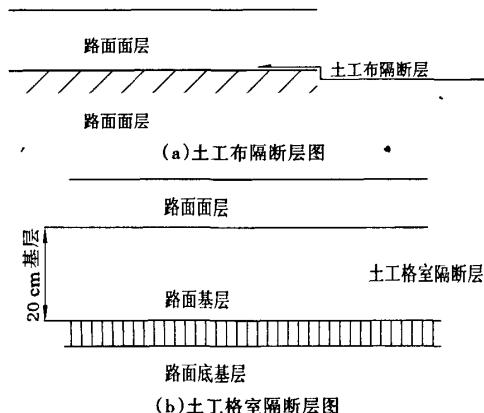


图4 隔断层阻断基层温度收缩裂缝向上反射通道的布置图

3 试验路工程

本项目为交通部西部交通建设研究项目依托工程设科技项目的一个组成部分,试验路选定在鄂尔多斯市敖(勒召其镇)一达(布察克镇)公路K109+100~K112+100区间实施,本试验路段全长3000 m。

3.1 玻璃纤维格栅法

本防裂方案在K110+630~K110+880、K111+130~K111+180段中使用,具体施工工艺如下:

(1)准备工作

首先用铁刷、扫帚等工具清理基层;用压缩空气对路面进行清理,并除去灰尘、杂物等;如果基层处治面起伏很大,在铺洒粘层油之前应铺一层薄的沥青混合料整平层予以处治。

(2)铺洒沥青粘层油

在准备好的干净基层上,选用适合的沥青,采用沥青洒布机在路面上喷洒一层约 $1\sim 1.2\text{ kg/m}^2$ 的均匀沥青粘油层。喷洒时应注意:喷洒沥青的横向范围要比铺设土工布宽 $5\sim 10\text{ cm}$;为了平整、均匀地喷洒沥青,应保持沥青温度 $150\sim 170^\circ\text{C}$ 之间。

(3) 铺设玻纤格栅(见图5、图6)

格栅为卷装材料,铺设可由汽车(拖拉机)改装后或人工进行铺设。格栅铺设时应注意选择胶面向下,不能将胶面铺反。铺设后应由人工分段拉紧,使格栅纵、横向均处于紧张状态,用铁皮钢钉锚固,然后用轻型钢轮压路机碾压1~2遍,使之与路面完全结合。

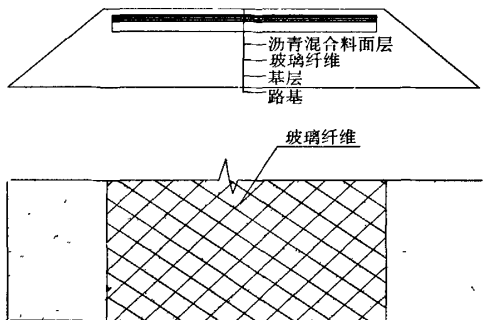


图5 玻纤格栅施工大样图

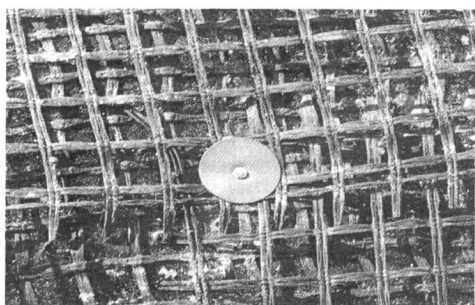


图6 玻纤格栅采用设计的铁皮钢钉固定

(4) 碾压成型

在铺设玻纤格栅后,可立即铺设计厚度的沥青混合料面层,最后用压路机将摊铺的沥青混合料碾压成型。

3.2 土工格室法

本防裂方案在 K109+950 ~ K110+200 段中实施,按照设想,将高 50 mm,焊距 340 mm 的土工格室置于底基层中,其顶面标高与底基层标高一致,即二者顶部齐平,主要用来预防和减小由路基和底基层所产生的向上反射。土工格室受力见图7。

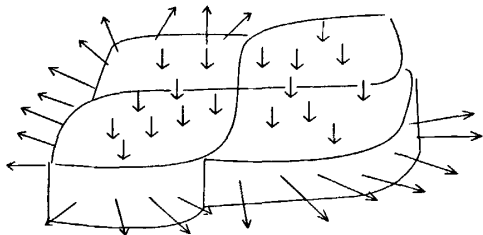


图7 充满底基层材料的土工格室受力图

具体施工工艺如下:

(1) 准备工作

整修路基顶面,使其各项指标符合规范规定要求,为底基层的铺设及土工格室的嵌入做好准备。

(2) 摊铺底基层并铺设土工格室(见图8)

将底基层摊铺至预定高度(可根据其厚度、松铺系数、土工格室高度综合确定),整平并初压后,将土工格室均匀地展开并连接(连接方式有两种,其一为扎带捆绑式,其二为穿钉锚固式。此处采用扎带捆绑式),展开宽度与底基层同宽。然后用运料自卸汽车和推土机将余层底基层材料按预定松铺高度均匀地摊铺与土工格室中,要注意避免土工格室的破坏,这一步的可操作性较差。

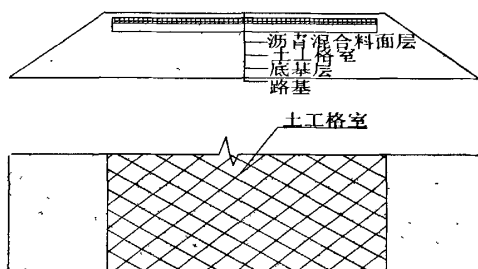


图8 土工格室法施工大样图

(3) 碾压成型

嵌入土工格室后整平处理好底基层,先用振动压路机静压1~2遍,然后振压4~6遍,再补静压1~2遍。如此循环压实,直至达到规范要求的压实度。

3.3 聚酯纤维法

本防裂方案在 K110+880 ~ K111+130 段中使用,具体施工工艺如下:

(1) 准备工作

用铁刷、扫帚等清理路基层;用压缩空气对路面进行清理,并除去灰尘、杂物等;如果基层处治面起伏很大,在铺洒粘层油之前应铺一层薄的沥青混合料整平层予以处治。

(2) 掺拌聚酯纤维(见图9)

在拌和场向沥青混合料中掺入一定剂量的聚酯纤维,注意一定要拌和均匀。

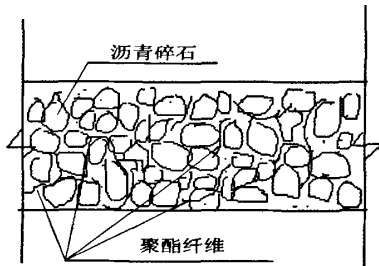


图9 聚酯纤维存在于沥青混合料中的状态

(3) 铺设沥青混合料面层

混合料搅拌均匀后,用运输车辆运至施工地段摊铺。

(4) 碾压成型

聚酯纤维法碾压成型与普通沥青路面相同,最后用压路机将摊铺的沥青混合料碾压成型,待其温度冷却后,即可开放交通。

3.4 土工布法

本防裂方案在 K110+880 ~ K111+130 段中实施,具体施工工艺如下:

(1) 准备工作

首先用铁刷、扫帚等工具对已安装路缘石的基层进行清扫,并采用压缩空气喷扫使其表面干净清洁,无落尘、杂物,然后切断交通,如果基层处治面起伏很大,在铺洒粘层油之前应铺一层薄的沥青混合料整平层予以处治。

(2) 铺洒沥青粘层油

在准备好的干净基层上,选用适合的沥青,采用沥青洒布机在路面上喷洒一层约 $1\sim 1.2\text{ kg/m}^2$ 的均匀沥青粘油层。喷洒时应注意:喷洒沥青的横向范围要比铺设土工布宽 $5\sim 10\text{ cm}$;为了平整、均匀地喷洒沥青,应保持沥青温度 $150\sim 170^\circ\text{C}$ 之间。

(3) 铺设聚酯长丝无纺土工布(单面烧毛)

无纺土工布(采用 140 g/m^2 ,厚度小于 2 mm 的单面烧毛聚酯长丝无纺土工布)可以用机械铺设或人工铺设(建议用机械铺设,本试验段使用机械铺设土工布)。铺筑面层时,土工布随粘层沥青的喷洒紧后进行;铺设土工布要平整,尽量避免折叠或弯折;土工布纵向及横向搭接宽度为 $10\sim 15\text{ cm}$,条件许可最好用缝接。铺设土工布后,应注意不能让重车在其上行驶,车辆行驶在土工布上有被拔起的可能。

(4) 铺设沥青混合料面层

在铺设好土工布后,可立即铺设计厚度的沥青混合料面层并碾压成型。如不能马上摊铺沥青混合料,应进行切断交通处理,以保护土工布。上述施工工艺可参照有关标准、规范、规定进行。

施工横断面大样见图 10。

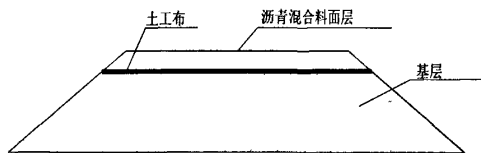


图 10 土工布法施工横断面大样图

4 结语

在路面裂缝的防治中,聚酯纤维法、土工格栅法、土工格室法及土工布法从技术角度上讲,均能抑制路面裂缝的形成,减少路面裂缝的数量,改善路面的使用性能。从目前来看,玻纤格栅、土工格室、聚酯纤维和土工布本身均为成熟产品,目前已能较大规模的批量生产。因此可根据工程总目标、工程投资、地区工程单位的使用经验,结合各施工地点的具体条件从中加以选择。

(1) 玻纤格栅表面的沥青涂层均匀,厚度合适,使格栅与热沥青混合料稳定的粘合成一整体,整体受力性能优良。施工中未发现玻纤格栅的拱起、褶皱、卷起等不良现象。

(2) 土工格室侧壁材料由高分子材料制成,其抗拉强度远大于公路结构层正常使用中所可能产生的拉应力。但施工中如何将格室在路基层中准确定位,如何保证每一格室充填饱满、碾压密实,还是一个需继续探索的问题。

(3) 聚酯纤维的热稳定性完全可以满足沥青混合料低于 200°C 的工作温度。施工中未发现聚酯纤维在沥青中或沥青混合料中的成团现象,说明聚酯纤维在沥青中具有优良的分散性。施工中发现,在聚酯纤维掺入沥青混合料的过程中有被风吹扬的现象,说明聚酯纤维的掺入应有专用的设备,或应对常规沥青混合料拌和机进行技术改造,增加专用的聚酯纤维掺入部件。

(4) 土工布施工工艺已为施工单位掌握,因此可有稳定的施工质量,裁剪方便,可适应不同路幅的施工路段施工。在沥青混凝土面层下使用土工布,注意事项如下:

a. 土工布应能抵抗沥青混合料高温(低于 200°C)的工作条件。

b. 与沥青混合料粘接应牢固,否则可能在路面结构中形成一个不连续的滑动面。

c. 沥青面层应具备一定的厚度,推荐的沥青混凝土厚度 $H \geq 4\text{ cm}$,否则不推荐使用。

参考文献

- [1] 盛安连. 沙漠地区公路设计[M]. 人民交通出版社, 1996.
- [2] 宋存牛, 王选仓, 赵光海. 沙漠地区典型沥青混凝土路面结构温度场的仿真分析公路[J]. 2005(11).
- [3] 交通部西部建设科技项目. 土工合成材料固沙技术研究[Z].