

# 旧水泥混凝土路面加罩沥青面层综合治理技术

陈秋婷<sup>1</sup>，王毅<sup>2</sup>，周登峰<sup>2</sup>

(1. 丽水市经济开发区, 浙江丽水 323000; 2. 上海市政设计研究总院浙江分院, 浙江杭州 310003)

**摘 要:**针对公路旧水泥混凝土路面加罩沥青面层进行综合治理的技术问题,提出了治理前对旧路面的测评和处理办法,阐述了加铺沥青层的技术要求、裂缝反射的防止技术以及综合治理的施工方案和工艺。

**关键词:**旧水泥混凝土;路面;沥青加铺层;裂缝反射;综合治理

**中图分类号:**416.216 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0109-05

## 0 前言

水泥混凝土路面具有板体性好、承载能力大、使用周期长、养护维修费用较少等优点,但是,在大运输车辆作用下,尤其超重车辆作用下,路面较多出现错台、断裂、光滑、变形等现象,使得行车噪音大、舒适性差。目前,国产沥青质量已有较大改善,基本可以满足路用要求,因此,在水泥混凝土路面上加罩沥青面层课题就摆在道路工作者面前。

从目前公路路面加罩的理论及规定来看,原沥青混凝土加铺沥青混凝土面层及原水泥混凝土面层加铺水泥混凝土面层的技术规范、理论方法以及成熟的经验较多,在原水泥混凝土路面上加铺沥青面层在国内规范中缺乏相应的条文。作者参考国外规范及近年来诸多专家学者对于水泥混凝土面层加铺沥青面层的方法及经验公式的理论分析和少量试铺总结,提出浮浅见解。

一般水泥混凝土路面破坏主要表现为纵向拉开与裂缝以及板底脱空,加铺沥青混凝土面层后会出现反射裂缝问题。旧面层在接缝及裂缝附近的位移包括由于环境温度的变化而引起的旧面层的水平向伸缩和由于荷载作用(包括地基沉降引起的内部应力变化)而引起的旧面层板边缘的竖向弯沉。前者导致接缝及裂缝上方的沥青加铺层内出现较大的拉应力,后者则使接缝及裂缝上方的沥青加铺层经受较大的弯拉应力和剪应力。国内现有“白加黑”试验工程反映,上述裂缝、脱空、承载力不均匀和水损坏现象,引起不少工程过早损坏。因此,沥青加铺层设计不仅是强度和承载能力问题,同时还是黑白双层共同受力,防止裂缝反射和减少水损坏等诸多技术关键问题,实际上是一项综合研究课题。

## 1 水泥混凝土路面的调查和处治

在水泥混凝土路面上加铺沥青面层必须对原水泥混凝土路面进行调查研究分析,尤其针对近年来交通荷载的急剧加重,对水泥混凝土路面结构将产生迅速而严重的破坏。随着轴重的增加,荷载应力也随之呈线性增加。当轴重过大时,即产生较大的荷载应力,混凝土面板在此荷载的一次作用下就可能达到极限应力而破坏。对于混凝土路面,混凝土路面面板的温度应力也是一个不可忽略的因素,进行路面设计时要综合考虑荷载应力和温度应力的作用。对于重载水泥混凝土路面,在重载所产生的大应力以及温度应力作用下,混凝土路面板在使用早期即会出现断板、沉陷、龟网裂等多种病害。

特重车较多的主干线上,混凝土面板断裂破坏,多以角隅断裂、横向和斜向断裂为主,而横向裂缝多为材料干缩引起的细小裂纹发展形成的。这主要是由于基层或者地基受到水的

侵蚀引起板底脱空和唧泥破坏,导致在板角处出现局部悬臂受力。研究发现,出现这种破坏的一个重要条件就是重车的频繁作用,因为只有重车作用下,板角才会产生较大挠度。

以单层板和 100KN 标准轴载为例,用有限元分析了脱空情况下在板角荷载作用下的最大应力和挠度的变化,计算结果见表 1。

表 1 板角荷载作用下的应力和挠度

脱空尺寸 (cm)	板角	
	$\sigma$ (MPa)	W(mm)
0	1.06*	0.48
30×30	2.02*	0.80
60×60	3.57*	1.36
120×120	4.25*	2.17

注:\*表板顶

从表中可见,在基础均匀支撑条件下,应力和挠度均较小。一旦出现脱空现象,板角的最大应力由板底变动到板顶,板底出现压应力。板角处的挠度变化非常明显,随着脱空面积的增大,迅速由初始条件下的 0.48mm 变化到 2.17mm,增幅几乎达到 5 倍。

承受重载的水泥混凝土路面,其破坏往往是由于基层被冲刷而导致的早期破坏,而不是设计中预计的临界疲劳断裂。过大的板角挠度会引起横缝张开、雨水下渗,产生唧泥。当板角发生地基或基层的局部脱空后,路面板以悬臂板的模式受力,会在板顶处承受较大的拉应力,在特重荷载的作用下会发生一次性断裂,所以在设计重载水泥混凝土路面时,首要问题是控制板角挠度以防止基层冲刷。由于板角处脱空区域的逐渐扩大,重载作用下板角会出现一次性破坏问题。而只简单地通过轴载换算来表示这种破坏作用,考虑其对路面的疲劳破坏是不合适的。对于正常路面结构不能承受的特重荷载,应该通过限载措施避免其对路面的一次性破坏,即应该将其排除出路面的设计荷载。

公路交通中由于重载的大量增加,对水泥混凝土路面结构的使用寿命产生了很大影响。超载 60% 时,路面用不到 3 个月,而达到 100% 后,路面几乎不可用。从此结果可看出,超重载在刚性路面设计中是不容忽视的,对路面的破坏作用是十分显著的。可见,当车辆存在超限时,路面承受的当量损坏程度远远大于不允许超限的情况,因此超限条件下的道路正常使用寿命会大大减小。一般路面的使用年限会降低 40% 左右。

### 1.1 对水泥混凝土路面检测评价

水泥混凝土路面加铺沥青混凝土面层对现有水泥混凝土面层有一定的技术要求,现有道路,尤其是路面实际使用状况,对道路改建十分重要。必须对现状水泥混凝土路进行“道路检测评价”。分别从以下六个方面进行分析评价。(1)路面纵、横坡;(2)错台;(3)路面平整度;(4)路面抗滑;摆式仪测试及路面构造深度测定。(5)路面承载能力:主点弯沉测量及水

收稿日期:2006-03-08

作者简介:陈秋婷(1968-),女,浙江丽水人,工程师,副总经理,从事市政道路技术工作。

泥板块差异弯沉测量,其中主点弯沉和差异弯沉大于规定值的板块应进行相应水泥板块下的路基补强。(6)路面破损状况调查:断角、裂缝、交叉裂缝、接缝损坏等。

路面承载力下降表现为主点弯沉和差异弯沉大于规定值,据《公路水泥混凝土路面养护技术规范》规定,凡主点弯沉超过 0.2mm 的,以及差异弯沉超过 0.06mm 的,即视为面板脱空。水泥混凝土路面的板底脱空主要是由“水—路基—路面—行车荷载”相互作用造成的。由于基层的刚度远小于混凝土面板的刚度,在行车荷载的作用下,基层产生塑性变形,同时温度及湿度的变化引起板的翘曲,这些都为水的侵入创造了条件。水的渗入和荷载的作用逐渐形成板底脱空。在调查旧路基层和面层时,按规定对路面采用 5.4m 长的贝克曼梁测量其主点和副点弯沉。

通过道路检测评价后,应该采取相应的技术措施,对其中少量旧混凝土板破坏严重、弯沉较大的,则需破碎板块,运走,清扫基层;用 C15 贫水泥混凝土修复松散的基层,而后采用与旧水泥混凝土板标号相同的水泥混凝土进行补板,保证强度一致。板块修补好后,还需对板块之间纵、横缝充填;灌缝前要用清缝机对纵、横缝进行清扫;灌缝料要求具有良好的防水渗透、粘接、抗变形和稳定性能。

在道路工程中,注浆技术就是用高压泵将配制好的浆液注入需要补强加固的路面脱空——空隙和被水软化的基层中。整个注浆过程是一个将空隙中的空气、水和泥浆排出,注入浆液填充空隙,粘结并固结,使面板与基层密贴,改善受力体系。同时浆液也可填充基层较大的空隙并粘结,提高其承载力和刚度;对土基来说,可用注浆来加固地基,增强路面下层的稳定性。

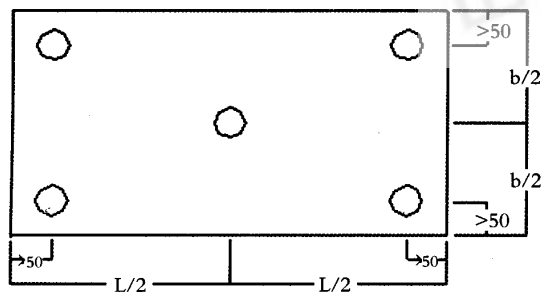
## 1.2 水泥混凝土路面注浆补强

注浆需要掌握如下要素:

(1) 灌注浆强度,以  $7.07 \times 7.07 \times 7.07\text{cm}$  立方体抗压强度为标准。其 7d 抗压强度不低于 5.0MPa,28d 抗压强度不低于 10.0MPa;若在灌注浆中掺用早强剂,则需进行 3d 抗压强度试验,其试验结果不低于 5.0MPa 时方可堵孔开放交通。

(2) 弯沉测定:采用 5.4m 长杆弯沉仪及 BZZ-100 标准汽车。弯沉仪触点在沿行车方向靠纵缝 70cm,横缝前后各 10cm 测定主、副点弯沉。记录实测主点弯沉和差异弯沉。并用颜色在该面板上标注,以备后期检测对比评定注浆效果。

(3) 灌注孔布设与钻凿:布设基本尺寸如图 1,现场应根据混凝土面板尺寸、施工经验加以确定。孔数应能满足注浆、排气作用。



d—灌注孔孔直径; l—板长; b—板宽 (单位:cm)

图1 孔位布置图

灌注孔的深度应视脱空层位而定,同时考虑基层情况。若混凝土板与基层之间出现脱空,且基层状况较好,其孔深为板厚加 5cm。同时要保证钻孔垂直度满足要求。

灌注浆液采用冲程式压浆灌注式灌浆方法,压浆的压力应使一种浆液能流动灌注即可。当浆液从接缝处或另一注浆孔冒出,就可认为完成该孔注浆。

灌注时,应同时观察测量仪,量测到注浆面板出现抬高现象时,及时通告灌注人员。当抬高量达到 0.3mm 时,应立即关闭压力阀,停止注浆。

(4) 对旧混凝土面板脱空进行填充补强的质量评价,以下各项同时进行:

灌注浆配合比例及强度评定:包括配合比例是否符合核定的组配比例,是否改变组成材料,这可能影响浆体后期强度及行车后补强功效;其次是灌注浆体的抗压强度(早期及标准)是否符合设计要求。

现场外观质量评定:包括现场浆体流淌状况、施压过程和灌注过程的连续性、注浆量以及工后养生保护是否符合设计和质量要求。

弯沉测量评定:灌注浆后,应在一定龄期后,用长杆弯沉仪和后轴荷载 100kN 的标准车,再次测量主点弯沉值和差异弯沉值。当弯沉值符合设计要求值时,可认为灌注浆补强功效已经达到。

## 2 沥青加铺层技术要求

在旧水泥混凝土路面上铺设加铺层,一般可采用 3 种措施:

(1) 当调查评定的旧混凝土路面的断板率、平均错台量和接缝传荷能力均处于差级水平,尤其是当旧面板下出现严重唧泥、脱空或地基沉降时,对旧混凝土路面进行大面积修复后再铺筑加铺层已不是一种经济有效的技术措施。这时,应对旧面层混凝土进行破碎和压实稳定处理,并用做新建路面的底基层或垫层。破碎稳定处理即减少了大面积挖补所产生的废旧混凝土碎块对环境的不利影响,又保留了旧路面一定程度的结构完整性;

(2) 在水泥混凝土路面上加铺一层水泥混凝土层,在旧混凝土路面上铺设加铺层,是一项充分利用旧路面剩余强度,可在较长时期内恢复或提高路面使用性能的有效技术措施。加铺层结构设计,有分隔式加铺层与旧混凝土面层之间设有隔离层,和结合式加铺层与旧混凝土面层粘结为一个整体。

(3) 在旧混凝土面板上加沥青加铺层,可以充分发挥刚柔结合的特点,有利行车品质改善。采用沥青加铺层作为旧水泥混凝土路面加强和提高路面结构功能的技术措施是一种良好的选择。

旧水泥混凝土路面上的沥青加铺层是一种特殊的路面结构,其应力应变特性与一般的弹性层状体系有较大的差别。由于接裂缝的存在,在外力荷载的作用下,沥青混凝土加铺层处于复杂的三维应力状态。车辆行过不连续的板体时,沥青混凝土加铺层中由于接裂缝两侧相邻板块产生竖向位移差而出现较大的剪切应力,从而形成荷载型反射裂缝。另外,由于路面暴露在大气中,受气温周期性变化的影响,沥青混凝土加铺层和旧路面板都会产生胀缩,产生温度应力。由于旧水泥混凝土路面的应力在接裂缝处不连续,因此沥青混凝土加铺层同时承受它本身以及旧路面所产生的温度应力。特别是在冬季气温较低时,沥青混凝土加铺层会因为与接裂缝对应处的拉应力而开裂,从而形成温度型反射裂缝。

影响沥青混凝土加铺层抗裂性的因素如下:

a. 沥青的稠度和氧化速度。沥青用在路上的稠度是延缓反射裂缝的一个重要因素。沥青的温度敏感性,周围的气候条件,沥青用量及其抵抗硬化的能力都影响裂缝发展通过沥青

混凝土层的速度。在沥青中加硫可使沥青混合料在高温时有足够的稳定性,同时能降低低温劲度以抵抗冬季的反射裂缝。反射裂缝的迟早,部分地取决于沥青氧化的速度。沥青加铺层混合料采用低稠度(针入度 200~300)的优质沥青,在混合料拌和过程中,保证沥青不过多氧化(温度不过高和加温时间不过长)可以增加沥青面层材料抗拉开裂性能。

b. 沥青混合料的孔隙率。孔隙率明显影响沥青混合料的疲劳寿命。压实好的材料可延缓裂缝的展开,还可以减轻路面使用过程中沥青的硬化。

c. 混合料中沥青的含量。增加沥青的含量,可以提高沥青混合料抗疲劳开裂能力,同时还可以使混合料更密实,使沥青不容易老化。

作为加铺层既要密实防水,又要有较高的低温变形能力和抗拉、抗剪性能,通过改变集料级配或混合料组成等方法可以提高沥青混合料的强度及变形能力。因此在面层的选用上,一般可提出两种较好方案进行比选。一种方案为上面层采用 SMA,另一种方案为上面层采用改性沥青或一般沥青混凝土,下面层采用 AC-20 中粒式沥青混凝土。

SMA 是由间断级配集料与矿粉、纤维和沥青组成的优秀混合料之一。SMA 中粗集料组成一个紧密嵌锁的骨架结构,它帮助消散对下层的冲击力,这是 SMA 能够抵抗磨损和永久形变的原因之一。由于纤维的存在,使沥青结合料保持高粘度,避免在储存、运输、摊铺过程中流出,这样可以使较多沥青,使裹覆每个矿料的沥青膜较厚,以减少氧化、水分渗透、沥青剥落和集料破碎,使面层有较长的使用寿命。

由于旧水泥混凝土路面上沥青混凝土加铺层的主要破坏形式是反射裂缝,即冬季低温时由于接缝处水泥混凝土板收缩,在沥青混凝土内产生过大的拉应力造成的破坏以及荷载通过不连续的板时产生过大的竖向位移差而造成沥青混凝土剪切破坏。SMA 中纤维的加强作用和亲脂特性及其抗冻性使结合料能经受很热和很冷的温度,而不牺牲效益或破坏,故具有较高的低温变形能力和很好的高温稳定性及耐久性,对带钉轮胎的磨耗抗力好,表面构造深度深,抗滑性好。SMA 现已被我国广泛采用,具有了较成熟的经验。

通过以上分析,推荐上面层采用 SMA-13 或 SMA-16,下面层采用 AC-20 中粒式沥青混凝土。

根据有限元分析,在相同的温度条件下,当加铺层从 4cm 增加到 15cm 时,加铺层顶部最大主拉应力减少了 63%,底面最大主拉应力减少了 50%。而进一步分析表明,增加加铺层厚度主要是通过降低旧水泥混凝土板的温度变化幅度来降低沥青加铺层内的温度应力。例如当加铺层厚度由 9cm 增加为 15cm 时,由于旧水泥混凝土板中的温度变化幅度降低而使沥青加铺层中温度应力减少 0.75MPa,而在同样的条件下,由于旧道面板的变形受到更多的约束而降低的加铺层的温度应力只有 0.15MPa。因此为了防止因为温度应力而产生反射裂缝,采用增加沥青加铺层厚度的方法反射裂缝并不经济。根据有关研究和工程实例,10cm 左右的加铺层厚度能有效防止或延缓荷载型和温度型反射裂缝,并且经济合理。

### 3 裂缝反射的防止技术

控制反射裂缝是沥青加铺层设计的重点。反射裂缝是由于旧混凝土面层在接缝或裂缝附近的较大位移引起其上方沥青加铺层内出现应力集中所造成的,它包括因温度和湿度变化而产生的水平位移,以及因交通荷载作用而产生的竖向剪切位移。旧混凝土面层的接缝传荷能力评定为中时,沥青加铺层在接缝处产生的竖向剪切位移很大,会由此引起反射裂缝

的出现。

反射裂缝可能是沥青混凝土加铺层早期破坏的根源。加铺层有了裂缝就要加强维修,增加维修费用,并缩短路面的有效使用寿命。损坏的形式是在裂缝处面层剥落和碎裂。由此引起的另一个问题是水分从裂缝渗入会使沥青加铺层与基层的粘结丧失,并可能发生唧泥和使土基的承载能力降低。国外从 1932 年以来,已尝试了许多预防措施,虽然还没有找到能防止沥青混凝土加铺层产生反射裂缝的有效措施,但是,在一定环境条件下某些措施能延缓反射裂缝。

各地区的温度状况不同,各路段的交通条件和现有路面结构状况也不相同,反射裂缝的产生有可能主要是温度原因引起的,也有可能主要是荷载原因引起的,或者是温度和荷载共同作用所造成的。对于主要因温度原因而引起反射裂缝的情况,可以采取增加加铺层与旧面层间的变形能力等措施;对于主要因荷载作用而产生反射裂缝的情况,则应采用降低接缝处板边的弯沉差、增加沥青加铺层抗弯拉强度和剪切强度的措施。应根据各路段的具体情况和条件,分析出现反射裂缝的可能原因,从而有针对性地提出相应的预防或延缓措施。

#### 3.1 反射裂缝产生机理

由于旧混凝土板块之间接缝或裂缝引起的反射裂缝问题仍是目前路面工程中的一个难题,并在一定程度上影响路面的使用品质和使用寿命。近 10 年来,各国对路面反射裂缝产生机理进行了大量的研究,并得到了基本一致的共识:反射裂缝形成和发展是一个连续的过程,面板接缝或裂缝可以看成原始的缺陷。在车辆通过接缝或裂缝时,加铺层受到 2 次剪切 1 次弯曲,过程是连续的。

上述三个过程可用图 2 来表示,其中 A、B、C 分别表示轮载位置时对应的受力状态。在荷载的重复作用以及环境温度的反复作用下,使下卧混凝土板产生垂直和水平相对位移。一般来说,垂直位移主要是由车辆轴载引起下卧水泥混凝土板在裂缝处的差动位移,水平位移是由温度变化引起膨胀或收缩所导致的。由于原路面的裂缝和接缝处无抗剪能力,本来应由原裂缝或接缝承担的应力转移到加铺层当中,从而在裂缝上方的加铺层中产生应力集中,导致加铺层在此处沿原裂缝开裂反射。

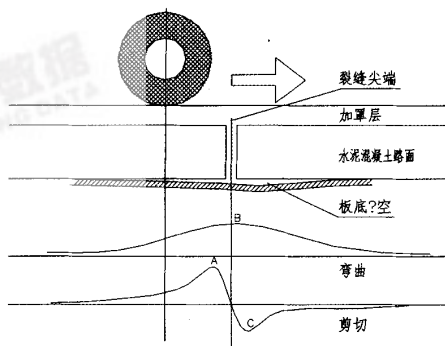


图2 沥青加铺层底部受力过程

#### 3.2 国内外主要处理措施

根据国内外的研究成果和实践经验,防止反射裂缝主要从应力消散和沥青面层加筋两方面进行考虑,形成了以下处理方法:

##### (1) 增加沥青层厚度

沥青层厚度的增加意味着弯曲刚度的增加,荷载引发的应力相应减少。较厚的沥青层减少了旧面板中的温度变化,温度诱发的罩面层中的拉应力也随之减少。但增加到一定厚度



后,防止反射裂缝的效果不明显。

(2)应力吸收薄膜夹层

设置应力吸收薄膜夹层(SAMI)可以用织物、橡胶沥青垫层、土工布等材料。它们吸附沥青后具有一定的抗渗性。在沥青加铺层开裂后,可以防止水分侵入路面结构层。

(3)加筋沥青层

把纤维加入沥青加铺层的底部,或铺设土工织物形成加筋沥青层,可以延缓反射裂缝。目前使用较多的是玻纤格栅。玻纤格栅具有较高的拉伸强度、较低的延伸率和耐高温性能。为了与沥青混凝土结合,表面附有一层沥青质涂层后成为自粘式玻纤土工格栅。

(4)设置隔离层

隔离层的做法是:清除接缝内的杂质,在缝两边一定宽度内洒一层石屑或砂,防止加铺层和旧路之间的结合,然后再铺设沥青加铺层。其原理是防止反射裂缝的早期发展。但对于剪切型的反射裂缝没有效果。

(5)处治旧路面板

主要是将旧路面板破碎成小块,然后用重型压路机稳定,最后铺设沥青加铺层。这样能够将可能出现的应力降低,是目前比较习惯使用的办法。

(6)改善沥青混合料性能

采用韧性好,低温塑性变形能力强的沥青材料,如改性沥青、橡胶沥青等,增加加铺层的柔韧性,适应温度和荷载引起的变形。

(7)在加铺层表面锯缝

在加铺层表面相对于下层混凝土板接缝和裂缝的地方锯缝,并灌缝。

各种处理措施具有不同的优缺点,其主要特性对比如表2。

美国运输研究委员会(TRB)在《减少沥青混凝土路面早期裂缝》报告(1987年)中,对基本坚固、中等开裂和严重破坏的混凝土路面上的沥青混凝土加铺层中减少反射裂缝,分别提出了处治建议。

如何在旧水泥混凝土路面上成功铺筑沥青混凝土,将反射裂缝的出现时间频率降至最低值,延长路面使用寿命,是道路工程一个研究重点。本文拟采用在旧水泥混凝土路面与沥青加铺层之间设置高强度和高模量的玻纤格栅的方案,对沥青混凝土进行加强处理。

3.3 土工格栅加筋受力分析

反射裂缝的扩展模式,根据断裂力学原理可以分为3种:张开模式(Ⅰ型)、剪切模式(Ⅱ型)和撕开模式。温度应力对应着张开模式,行车荷载对应着剪切模式。撕开模式在加铺层中不常见。

在分析荷载型反射裂缝时,利用模拟土工加筋材料和结构层层间结合状态的有限元单元模型,对筋材在开裂的沥青路面中所引起的增强增韧作用进行分析。

计算表明,在裂缝扩展至沥青面层内时,铺设在沥青面层与旧水泥混凝土板之间的土工格栅体现出一种桥联增韧效

应,并且这种效应随着土工格栅的抗拉模量的增大而加强。土工格栅的桥联增韧效应能降低裂缝尖端的应力集中程度,在裂缝扩展初期最为显著,在扩展后期渐趋稳定。降低拉应力集中的效果显著,降低剪应力集中的作用在裂缝扩展初期较为明显。

在温度作用下,路面材料收缩系数不同会导致接缝处的沥青层底部产生过大的主拉应力。负温度梯度作用下,混凝土板产生翘曲,导致在加铺层层顶产生主拉应力。这两种不同变形模式将可能造成沥青层在底部和顶部产生开裂现象。此时土工格栅起到类似钢筋的作用,承担部分拉应力,从而降低沥青层中的拉应力。当层间联结状况非常好时,若底层铺设土工格栅,因其抗拉模量很大,在较小变形下即可产生较大的拉力,从而承担部分拉应力,使沥青加铺层底面的应力集中得到消散。玻纤格栅物理力学性能标准见表3。

表3 玻纤格栅物理力学性能标准

项 目	标准值
断裂强度(kN/m)	经向 ≥50
	纬向 ≥44
断裂伸长率 (%)	经向 ≤4
	纬向 ≤4
单位面积质量(g/cm <sup>2</sup> )	≥440
网眼尺寸 (mm)	经向 ≥19.0
	纬向 ≥19.0

综上所述,无论荷载型反射裂缝,还是温度型反射裂缝,影响反射裂缝的出现和扩展的主要因素包括加铺层厚度、层间界面剪切模量、水泥混凝土板几何尺寸和沥青混凝土力学特征等。

由前面的研究表明。当层间为完全联结时,在荷载和温度的综合作用下,加铺层底部为拉应力,为土工格栅铺设位置。在沥青加铺层中设置土工格栅,土工网格与沥青混合料的摩擦、嵌锁限制了集料的移动,保持了沥青层的稳定性,从而提高了沥青混合料抵抗高温变形能力。因此,须采用在加铺层底部铺设一层土工格栅的方法。

4 施工方案和工艺

(1)施工前准备工作

第一阶段试验路整个施工工序包括:板底注浆、填缝料换填、找平层铺筑、土工格栅贴铺、SMA 沥青加铺层铺筑。在施工之前掌握好未来天气变化情况,制定相应的施工进度,并保证土工格栅、填缝料等,施工正常运作。

(2)注浆

注浆工艺在前节已经说明,注浆前后都应进行弯沉测量,并通过钻芯取样,以保证旧水泥混凝土板的地基强度达到设计要求。

(3)清缝、更换填缝料

根据路况调查,接缝处的损坏较严重,填缝料损失较多。因此在进行加铺之前,需对填缝料进行换填。清缝后,需重新

表2 防治反射裂缝处理措施特点对比表

方 法	优 点	缺 点	经济性	有效性	适应性
增加沥青层厚度	设计和施工简单	费用增大但效果不明显	不经济	在一定范围内有效	高等级公路
应力吸收薄膜夹层	起防水作用	薄膜易卷起或加铺层滑移	经济	一般	一般公路
加筋沥青层	施工简便		较经济	较好	高等级公路
设置隔离层	施工简便	对剪切型裂缝无效	经济	不佳	低等级公路
处治旧面板后加罩	对老路破碎压实	要求专用设备	不经济	较好	高等级公路
改善混合料性能	施工简便	费用增加	较经济	较好	与其他方法同时使用
加铺层表面锯缝		施工困难	经济	一般	可作为辅助措施

在缝内压入背衬带。最后进行聚氨酯填缝料的配料、搅拌和灌缝。

#### (4) 洒布粘层油

为保证沥青加铺层与旧水泥混凝土板的良好联结,在找平层铺筑之前,应洒布一定的粘层油。粘层沥青控制在  $0.3 \sim 0.5 \text{ kg/m}^2$  之间。粘层沥青采用乳化沥青。

稀浆封层是将乳化沥青、集料、水和特殊添加剂按一定配比拌和并均匀摊铺到已适当处理的沥青路面结构层面上的一种薄层材料。稀浆封层技术在本工程中的应用主要是发挥其填充和封水功能,与下面层连接牢固,形成致密表层;特别是它施工简单,工效快,价格相对降低,特别有利土工玻纤维格栅的迅速铺筑,有利于沥青面层与旧混凝土或半刚性基层的层间结合。可以代替粘层油。

#### (5) 铺筑沥青找平层

在乳化沥青完全破乳之后可以施工铺筑以调平基层顶面为主要目的的沥青找平层,找平层可采用沥青砂或沥青混凝土材料铺筑。在施工前,对路面标高重新测量一次。摊铺时,控制不同的松铺厚度,对本层顶面高程进行严格控制。由于玻纤维格栅主要为抵抗拉力,必须具有一个比较平整的支承面,才能发挥良好的力学性能。而找平层本身能吸收部分应力,降低应

力集中效应,同时能起到密封防水作用。

#### (6) 铺设土工格栅

铺设土工格栅的主要关键在于与上下层的紧密粘结,不能滑动。采用的土工格栅带自粘胶,可直接在已平整的找平层上铺设。格栅搭接距离为纵向接头时搭接距离不小于  $20 \text{ cm}$ ,横向搭接距离不小于  $15 \text{ cm}$ 。摊铺沥青混凝土时,运料车不能在格栅上调头或转弯,以免损坏玻璃纤维格栅或引起局部的起拱现象。铺设的土工格栅为单层,即铺设在旧水泥混凝土板上沥青砂找平层与 AC-20 沥青混凝土加铺层之间。也可直接铺设在洒布粘层油的旧水泥混凝土板上。

#### (7) 摊铺沥青混凝土加铺层

沥青混凝土加铺层分两层摊铺进行,底层为 AC-20 沥青混凝土,厚度  $5.0 \text{ cm}$ ,为 SMA-16 改型沥青混合料或其它沥青混凝土混合料,厚度  $4.0 \text{ cm}$ 。

应该注意的是,上述各道工序应选择在较好的天气进行,否则容易造成土工格栅与整平层和加铺层之间的不完全联结,影响材料的粘结强度和路面结构的整体强度。土工格栅的铺设建议由熟练工人来进行,以保证施工质量。而保持施工现场的清洁也是不容忽视的问题。

