

# 干法工艺在 OGFC 沥青路面施工中的应用研究

敖盛

(广州市公路工程公司, 广东 广州 510500)

**摘要:** 湿法工艺是国内生产 SBS 改性沥青的常用工艺,但由于该工艺生产的 SBS 改性沥青混合料在实际应用中存在质量变异性较大、性能衰减等问题,部分地区、部分项目采用湿法工艺生产的 SBS 改性沥青混合料不能满足设计和使用要求。文中结合广东汕湛(汕头—湛江)高速公路云浮至湛江段及支线工程路面施工,开展 OGFC 沥青路面中干法工艺应用研究。

**关键词:** 公路;干法工艺;沥青路面;SBS 改性沥青;应用研究

中图分类号:U418.1

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2020)03-0090-04

中国南方地区雨季时间较长,降雨频繁,降雨量大,路面排水不及时、不畅通可能会影响行车安全性及车辆通行能力。同时,为解决中心城区及人口密集地区的行车噪声问题,具有开级配、大孔隙等特点的降噪排水路面 OGFC 近几年在广东地区得到长足应用。但由于 OGFC 开级配、大孔隙的特点,要提高 OGFC 路面的抗飞散破坏、抗浸水飞散破坏、抗车辙等性能,满足路面的使用耐久性,关键是采用 SBS 改性沥青。目前国内 SBS 改性沥青的生产常采用湿法工艺,由于湿法工艺生产的 SBS 改性沥青混合料在实际应用中存在诸如质量变异性较大、性能衰减等问题,部分地区、部分项目由湿法工艺生产的 SBS 改性沥青混合料不能满足设计和使用要求。该文结合广东省实际路面施工项目,探讨干法工艺在 OGFC 沥青路面中的应用。

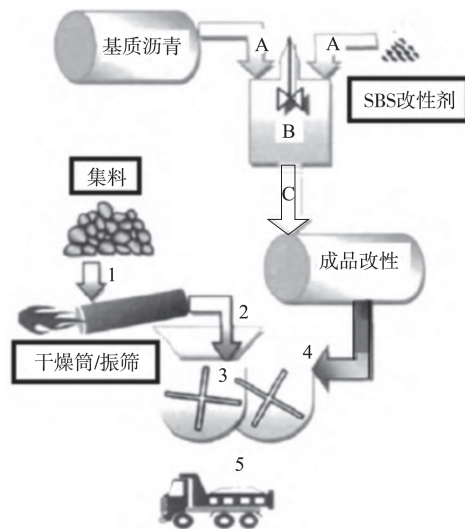
## 1 湿法工艺生产 SBS 改性沥青存在的问题

湿法工艺生产 SBS 改性沥青混合料,是以基质沥青为原料,加入一定比例 SBS 改性剂,采用大型沥青剪切机或胶体磨设备使 SBS 改性剂与基质沥青产生充分溶胀、研磨、发育交联,使 SBS 改性剂均匀分散于基质沥青中,制备成符合要求的成品改性沥青,最后与集料拌和生产出 SBS 改性沥青混合料(见图 1)。

采用湿法工艺生产 SBS 改性沥青必须经过投料、溶胀、剪切(或胶磨)、发育交联、运输储存等过程,工序繁杂,易出现以下问题:

(1) 温度控制难度高。由于 SBS 改性剂的熔点远高于基质沥青,湿法工艺中 SBS 改性剂与基质沥

青的溶解过程中温度控制难度较大。一方面,要有足够高的温度使 SBS 改性剂充分溶解,如果加热温度过低,则 SBS 改性剂在基质沥青中溶解时间延长,生产效率大幅降低,同时会增加能源消耗。另一方面,要避免加热温度过高使基质沥青中轻质油成分大量挥发而产生沥青老化等问题。



A 投料;B 溶胀剪切;C 成品改性沥青运输和储存;

1 集料干燥;2 集料过筛;3 干拌;4 湿拌;5 混合料装车。

图 1 湿法工艺生产 SBS 改性沥青的工艺流程

(2) 综合成本较高。SBS 改性剂在加入沥青后需进行剪切(或胶磨),且剪切或胶磨后的细度要求较高,而目前 SBS 改性剂主要使用胶体磨或高速剪切机进行加工生产,这些设备在大于 240 °C 高温工作环境下的使用寿命将大大降低。生产设备的购买与维修成本,加上由于温度控制难度大导致能源消耗量高,湿法工艺的综合成本较高。

(3) 成品质量变异性较大。SBS 改性剂性能极不稳定,在受热后会发生 SBS 改性剂离析、分子断裂、降解等化学反应,导致其软化点及延度不断下降,从而出现到场时性能合格、施工时不合格等现象,对路面施工质量造成不利影响。因此,在成品 SBS 改性沥青运输和储存中需采取措施避免其质量大幅度变异。

(4) 质量控制较困难。成品 SBS 改性沥青在工地拌和站储存时常与普通沥青储存罐一起存放,由于沥青罐体之间的输送管道隐蔽而密集,在生产过程中其质量控制对监管者提出了较大挑战。甚至存在不少施工单位为降低生产成本,采用低价低质的基质沥青替代 SBS 改性沥青或用非 SBS 改性剂调配相关指标以满足 SBS 改性剂用量不足的现象。SBS 改性沥青质量控制不到位将直接导致沥青混合料性能降低,最终导致更严重的质量或安全事故。

2 干法工艺生产 SBS 改性沥青混合料的优点

采用干法工艺生产 SBS 改性沥青混合料,先对集料进行干燥处理,将直投式 SBS 改性剂添加到集料中干拌均匀,然后加入基质沥青湿拌,最终形成 SBS 改性沥青混合料(见图 2)。干法工艺具有以下优点:

(1) 综合效益较高。与湿法工艺相比,干法工艺中没有生产成品改性沥青的工序,其将生产成品改性沥青与沥青混合料拌和生产等工序整合在一

起,综合效益更高。1) 没有成品 SBS 改性沥青生产工序,不需用到剪切机或胶体磨等大型生产设备。2) 不需要将基质沥青运输至改性沥青加工场进行加工,节约了加工占地及加工过程中的能源消耗,响应了国家节能减排的号召。3) 避免了 SBS 改性沥青在生产、运输、储存等过程中出现的质量大幅度变异、性能衰减等问题。

(2) 施工适应性强。采用湿法工艺生产 SBS 改性沥青所存在的问题在距离 SBS 成品改性沥青加工基地较远的地区或基质沥青配伍性不好及改性沥青用量较少(不好组织生产和管理)的项目尤为突出。干法工艺使用的直投式 SBS 改性剂是一种合成改性剂,具有速溶的特性,其中加入了适量的软化剂和抗氧化剂,可储存时间更长。另外,由于干法工艺可根据施工现场试验检测指标实时调整改性剂掺量,更能适应施工项目错综复杂、充满变化的特点。

3 干法工艺在 OGFC 沥青路面中的应用

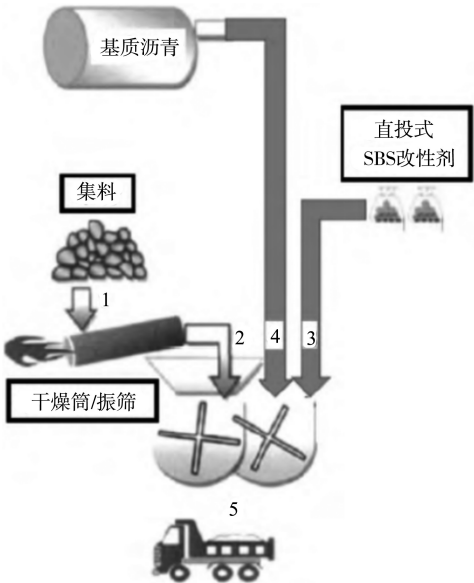
依托汕湛(汕头—湛江)高速公路云浮至湛江段及支线路面工程施工,探讨干法工艺在 OGFC 沥青路面中的应用。

3.1 原材料

(1) 沥青。OGFC-13 采用 SBS 改性沥青,其技术要求见表 1。

表 1 OGFC-13 中 SBS 改性沥青的技术要求		
指标		技术要求
针入度(25℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)		40~60
针入度指数		≥0
延度(5℃,5 cm/min)/cm		≥20
软化点(T <sub>R&amp;B</sub> )/℃		≥60
运动粘度(135℃)/(Pa·s)		≤3
闪点/℃		≥230
溶解度/%		≥99
弹性恢复(25℃)/%		≥75
储存稳定性离析(48 h 软化点差)/℃		≤2.5
质量变化/%		±1
TFOF 或 RTFOT		
后残留物	针入度比(25℃)/%	≥65
	延度(5℃)/cm	≥15

(2) 粗集料。采用玄武岩、辉绿岩等粗集料,使用反击式破碎机(配置除尘设备)加工成强度、耐磨耗性符合要求的近似立方体的洁净、干燥、无风化的



1 集料干燥;2 集料过筛/干拌;3 改性剂投放/干拌;4 湿拌;5 混合料装车。

图 2 干法工艺生产 SBS 改性沥青混合料的工艺流程

碎石,其主要技术要求见表 2。

表 2 OGFC-13 中粗集料的技术要求

指标	技术要求
石料压碎值/%	$\leq 20$
洛杉矶磨耗损失/%	$\leq 18$
表观相对密度	$\geq 2.6$
吸水率/%	$\leq 2$
对沥青的粘附性/级	$\geq 5$
坚固性/%	$\leq 12$
针片状颗粒含量(混合料)/%	$\leq 12$
>9.5 mm 颗粒含量/%	$\leq 10$
<9.5 mm 颗粒含量/%	$\leq 15$
<0.075 mm 颗粒含量(水洗法)/%	$\leq 0.8$
磨光值/BPN	$\geq 42$
软石含量/%	$\leq 3$

(3) 细集料。细集料采用由强基性岩石加工而成的干燥、洁净、无风化的机制砂,其符合表 3 所示技术要求。

表 3 OGFC-13 中细集料的技术要求

指标	技术要求
表观相对密度	$\geq 2.5$
坚固性(大于 0.3 mm 部分)/%	$\leq 12$
砂当量/%	$\geq 65$
亚甲蓝值/(g·kg <sup>-1</sup> )	$\leq 2.5$
棱角性(流动时间)/s	$\geq 30$

(4) 填料。使用由专业生产厂家生产的具有憎水等特性的由强基性岩石(如石灰岩或岩浆岩)磨制而成的填料(矿粉),要求其不含泥土等杂质,表面干燥、清洁,并符合表 4 所示技术要求。

表 4 OGFC-13 中填料的技术要求

指标	技术要求
表观密度/(t·m <sup>-3</sup> )	$\geq 2.5$
含水量/%	$\leq 1$
<0.6 mm	100
粒度范围/% <0.15 mm	90~100
<0.075 mm	75~100
外观	无团粒结块
亲水系数	$< 1$
塑性指数/%	$< 4$
加热安定性	实测记录

(5) 改性剂。采用高粘复合改性剂,其技术要求见表 5。可采取人工投放添加方式,但为确保计量的准确性,采用重力式改性剂添加设备并配合称重式计量改性剂方式,计量误差不得超过 $\pm 5\%$ 。

表 5 OGFC-13 中高粘复合改性剂的技术要求

指标	技术要求
针入度(25℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	30~60
软化点( $T_{R\&B}$ )/℃	$\geq 80$
动力粘度(60℃)/(Pa·s)	$\geq 100\ 000$
闪点/℃	$\geq 260$
储存稳定性离析(48 h 软化点差)/℃	$\leq 2.5$
TFOF 或 RTFOT 质量变化/%	$\pm 0.6$
后残留物 针入度比(25℃)/%	$\geq 70$
SHRP 性能等级	PG82-22

### 3.2 沥青混合料组成设计

该项目所用 OGFC-13 沥青混合料的目标空隙率为 20%。通过回归公式(由目标空隙率和主要孔径通过率组成)计算,初步确定 OGFC 沥青混合料的级配范围,通过标准马歇尔击实试验测试其标准马歇尔稳定度。

(1) 初试沥青用量  $P_b$ 。集料表面吸附的沥青膜厚度决定初试沥青用量,一般 OGFC 的沥青膜厚度  $h=14\ \mu\text{m}$ 。 $P_b$  按下式计算:

$$P_b = hA$$

式中: $A$  为集料总表面积, $A=(2+0.02a+0.04b+0.08c+0.14d+0.3e+0.6f+1.6g)/48.74$ ;  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$  分别为 4.75、2.36、1.18、0.6、0.3、0.15、0.075 mm 筛孔通过率。

(2) 最佳沥青用量。确定矿料级配后,通过谢伦堡沥青析漏试验和肯塔堡飞散试验确定合理的沥青用量范围,确定混合料的最佳沥青用量。

### 3.3 沥青砼施工质量控制

(1) 原材料质量控制。原材料质量在一定程度上是沥青砼施工质量控制的首要环节。沥青混合料由沥青、粗细集料、填料、改性剂等组成,其质量及技术参数应满足表 1~5 的要求。对于广东地区的高速公路或一级公路,在高温时间长、交通轴载大及车辆行驶速度慢的路段,应选用针入度指标小、软化点高、抗老化性能好、粘附性高、低温延度较大、闪点较高的沥青;粗细集料的级配应满足设计要求,表面粗糙、干燥、洁净、无风化,具有较大的表观密度、较小

的压碎值和洛杉矶磨耗损失;填料一般选用具有憎水性的石灰岩磨制而成,不宜采用粉煤灰。

(2) 沥青拌和设备的标定与调试。在 OGFC 沥青砼面层施工前对拌和设备进行标定。先对秤进行校正,确保处于零点位置。加载时采用标准砝码逐级加载至与搅拌器标定生产能力相应的值,不得使用其他重物代替,并注意尽可能使砝码处于计量斗的中央,避免发生偏斜。同时对筛分系统进行标定与调试,通过合理选择筛网和筛孔尺寸确保其筛分效率和混仓率符合设计要求,并满足配合比规定的矿料级配要求。筛孔尺寸选择时应考虑筛孔是否容易堵塞,过小的筛孔尺寸即使其筛分效率满足要求,但使用中可能产生堵塞,对拌和和质量控制不利。因此,对于小于 4 mm 筛孔的筛网要慎重选择。

(3) 沥青混合料的拌和与运输。改性沥青混合料拌和采用具备完整除尘系统、能满足环保要求的间歇式拌和设备。拌和时间根据施工现场具体情况经试拌确定,正常生产时干拌时间宜为 5~10 s,整盘的拌和时间宜大于 45 s,拌和结束时沥青应均匀包裹在集料表面。OGFC 沥青混合料应随拌随用,不得出现结团结块、表面花白、粗细骨料离析等现象,不符合要求的混合料不得使用。混合料运输能力应与施工现场施工情况相匹配或略有富余,运输车内不得有杂物、上次运输产生的硬结废料,车厢内侧涂刷防粘结剂。运输中覆盖帆布避免温度下降过快,可在地磅两侧搭设作业支架,在车辆过磅的同时由专人两侧固定帆布。施工现场与拌和站应做好信息沟通,实时测量混合料的温度,不符合温度要求的混合料不得使用。

(4) 沥青混合料的摊铺与压实成型。在改性沥青混合料摊铺前,完成对工作面的清理及粘结层施工。根据摊铺层宽度合理选择摊铺和碾压设备,尽量选择中大 DT1800 或 DT1900 型全断面摊铺机,避免出现搭接及减少搭接位置的离析。松铺系数和摊铺速度根据试验段试验确定,一般为 1~3 m/min。合理选用压路机组合是保证沥青面层平整度和密实度的关键,OGFC 沥青路面碾压宜采用不小于 12 t 的钢筒式压路机,两相邻碾压带之间重叠 0.3~0.5 倍后轮宽度。遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的压实原则,碾压遍数根据压实度要求经试验段试验确定。如果施工路段位于直线段和不设超高的平曲线段,由施工断面外侧方向依次向施工断面中心碾压;如果施工路段位于坡道或超高段,从高程较低处向高

程较高处碾压。初压、复压、终压紧密衔接,碾压路段长度不大于 80 m。

(5) 沥青砼施工缝处理。2 台或 2 台以上摊铺机呈梯队摊铺施工时,尽量使用热接缝方式进行接缝处理,留 100~200 mm 宽已铺段作为后续摊铺作业的基准面暂不碾压,最后进行跨缝碾压。上下层之间的横缝错开至少 1.0 m,纵缝错开至少 0.15 m。处理冷横向施工缝时,使用 3 m 直尺检查施工缝处的平整度,对厚度或平整度不符合要求的部位使用切割机或人工挖除。施工前对接缝处工作面进行清理并喷洒粘层油,待新摊铺的混合料接搓软化后,使用压路机先横向碾压使接缝处混合料平整度与上段沥青面层一致,再进行纵向碾压。

#### 4 结语

汕湛高速公路云浮至湛江段及支线 OGFC 沥青路面施工中采用干法工艺生产 SBS 改性沥青,在一定程度上解决了湿法工艺 SBS 改性沥青受制于生产、运输与储存、拌和楼严格的温度控制等环节及市场上 SBS 改性沥青供应不足的问题。OGFC 沥青路面的透水能力达到 1 000 mL/min,噪声强度比常规沥青路面下降 50%~75%,行车舒适性显著提高,同时大到暴雨条件下道路通行能力接近平时的水平。

#### 参考文献:

- [1] 潘薇,王宏畅. OGFC 沥青混合料水稳定性及高温稳定性试验研究[J]. 公路, 2013(8).
- [2] 刘莹,王涵,郭娜,等. 干法工艺生产改性沥青混合料的发展现状[J]. 石油沥青, 2017, 31(2).
- [3] 付超,周雄,吴林生. 湿法和干法 SBS 改性沥青混合料对比研究[J]. 公路工程, 2018, 43(6).
- [4] 呼岱炯. 掺加改性剂沥青混凝土路面施工的质量控制[J]. 青海交通科技, 2007(5).
- [5] 朱红华,周泽骏. 沥青混凝土路面下面层的施工工艺及质量控制[J]. 南京市政, 2006(11).
- [6] 赵岳俊. OGDM19 排水下面层沥青混合料组成设计及性能研究[D]. 西安:长安大学, 2006.
- [7] 苏金花. SBS 改性沥青的生产及质量控制[J]. 甘肃科技, 2014(20).
- [8] 刘晓斌. 沥青稳定碎石排水基层混合料组成设计与应用技术研究[D]. 长沙:长沙理工大学, 2008.
- [9] 袁野,时敬涛,李纯,等. 克拉玛依沥青改性工艺对比研究[J]. 公路与汽运, 2019(5).