

《低碳型 SBS 改性沥青混合料应用技术规程》 团体标准编制说明

一、制定标准的必要性和意义

随着人类社会生产活动的迅速发展，对全球气候的影响越来越大，造成了气候变暖、极端天气频发等一系列影响。其中绝大部分影响与以二氧化碳为主的温室气体排放有关。2020年9月，中国向世界宣布了2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标，这对各种生产建设活动提出了更高的要求。其中，国务院印发的2030年前碳达峰行动方案中明确提出推动建材行业碳达峰、加快低效产能退出、加快绿色交通基础设施建设的要求。而公路建设领域，因需消耗大量的原材料，对石油、矿产资源的依赖性最强，且在建设过程中需动用大型的机具和设备，成为交通领域节碳的重点领域。

目前，沥青路面主要以SBS改性沥青为主要胶结材料，行业普遍采用国外40多年前发明的湿法共混工艺。经过工程实践证明及相关资料调研，其主要存在以下问题：

1. 能耗大，污染重。

SBS改性沥青在生产、运输和储存中都需要较高高温，生产研磨时沥青温度甚至需要190℃。据欧洲沥青协会数据，在沥青路面施工过程各环节中，由于温度高、持续时间长，SBS改性改性加工环节能耗占整个沥青路面碳排放比例高达36%左右，每吨

改性沥青生产造成的碳排放约 1.1 吨，每年全国造成碳排放超过 2000 万吨。2021 年山东省生态环境厅拟将以改性沥青为主要环节的沥青防水材料认定为高耗能行业，道路改性沥青的节能减碳将要成为环保部门下一步的关注方向。

2. 由于热力学不稳定问题，SBS 改性沥青技术存在难以克服的技术缺陷。

SBS 为高分子聚合物，其在制备湿法成品 SBS 改性沥青时并未发生化学反应，最终实现的是“微米级分散”，与沥青呈现物理混溶状态。因此在长时间的储运过程中，容易凝聚离析，而高温的加热，又进一步造成老化以及 SBS 的热分解，导致工厂生产出来的改性沥青在拌和楼使用前经常发生各种质量变异，据调研 SBS 改性沥青的从加工完到施工的性能衰变平均降低 30%左右，对工程寿命影响巨大。

为解决前述问题，国内近年出现了直投于拌合楼使用的速熔型干法 SBS 改性技术，其彻底取消了传统湿法改性沥青需要大型胶体磨、高温储存、周转运输的诸多环节，直接将占比沥青路面施工能耗 36%的改性沥青环节“清零”。同时，可延长改性沥青层使用寿命 30%以上。以上综合节碳效益高达 50%以上，按山东高速“十四五”3000 公里建设和 2000 公里养护规模约 260 万吨改性沥青需求，可实现直接减碳 280 多万吨、延长沥青层寿命间接减碳 70 多万吨，相当于植树 3.77 亿棵。

本标准拟在国内外相关研究基础上，基于大量的室内研究和

工程实践结果，总结干法 SBS 改性技术在环保、经济、性能等方面的设计与施工成套技术，明确混合料设计方法、材料指标要求、施工工艺要求，提出适用范围、验收要求和质量控制要点，以促进山东省改性沥青产业升级，提升山东省公路建设管理水平，提高路面工程建设的质量和耐久性，并通过抑制温室气体排放，助力山东高速品质工程和绿色公路建设，积极践行国家碳中和战略。

二、工作简况

（一）任务来源

山东科技咨询协会于 2023 年 6 月 19 日发布《关于〈低碳型 SBS 改性沥青混合料应用技术规程〉团体标准立项的公告》，正式立项。

（二）主要工作过程

1. 成立标准编制工作组

接受本标准编制任务后，山东金衢设计咨询集团有限公司联合国路高科（北京）工程技术研究院有限公司等相关行业主体单位组建了“《低碳型 SBS 改性沥青混合料应用技术规程》标准编制组”，并进行了以下事项的布署安排：

（1）明确技术负责人及编制组其他主要成员。分别为山东金衢设计咨询集团有限公司的副总经理杨强，以及国路高科（北京）工程技术研究院有限公司总经理唐国奇，标准的总体负责人为山东金衢设计咨询集团有限公司主任王宗麟。

（2）明确主、参编单位的任务职责。标准主编单位为山东

金衢设计咨询集团有限公司，进行标准的立项申请、标准的统筹管理以及工程项目的应用验证，参编单位国路高科（北京）工程技术研究院有限公司作为干法 SBS 改性新产品技术的研制应用单位，进行重点技术条款的编制，并为配套项目提供技术支持。济南市交通运输事业发展中心以及山东金朝工程检测有限公司等负责项目的具体应用检测。

2. 召开标准启动会

针对本标准，标准工作组对低碳型 SBS 改性技术及应用情况、相关标准制定情况、施工管理要求等情况启动了调研工作，完成了相关技术资料的收集，于 2023 年 5 月形成了本标准的工作大纲和标准草案稿，并计划于 2023 年 6 月在山东科技咨询协会提出立项申请。

3. 召开立项评审会

2023 年 6 月 17 日，由山东科技咨询协会组织，在济南召开了《低碳型 SBS 改性沥青混合料应用技术规程》立项评审会。会议讨论了本标准的工作大纲和标准草案稿，专家组审阅了立项申请材料及标准草案稿，认为：标准大纲目标明确、进度安排合理、项目组织实施完善，标准制定对推进 SBS 改性技术的低碳环保化应用具有重要意义。专家组一致同意标准立项，并尽快完成征求意见稿。

三、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准编制原则

本标准的编写将按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1—2020)及山东省相关团体标准的规定进行。

(二) 确定标准主要内容的依据

本标准适用于低碳型 SBS 改性沥青路面工程，通过规定低碳型 SBS 改性沥青混合料原材料的选择、性能要求、混合料设计方法、路面施工工艺和质量控制要求，指导其设计和施工。

在原材料选择方面，主要选择节能减碳效果好的速熔型干法 SBS 改性剂，其避开了湿法 SBS 改性需预先制备为成品 SBS 改性沥青复杂的工艺以及高温能耗生产储运过程，无需大型设备（剪切机、胶体磨等）的投入，通过直接制备为干法 SBS 改性剂，直接投入沥青拌合楼拌缸与沥青、集料制备为性能优良的 SBS 改性沥青混合料。整个过程能耗仅为湿法 SBS 改性技术的 2%左右。与此同时，推荐采用温拌型干法 SBS 改性剂，通过拌和和施工温度的降低，进一步减少碳排放，助力国家碳中和战略。

在原材料性能指标上，干法 SBS 的理化指标从行业用户角度需求出发，明确干法 SBS 的选择并用于规范生产厂家质量的把握。

1. SBS 含量一定程度上界定了标准的范围，以 SBS 为主要成分，含量的具体制约以避免采用其他材料调配 SBS 改性沥青的指标。

2. 熔融指数反映的是塑料加工时流动性的数值，干法直投类改性剂在拌和楼中的分散性与改性剂的熔融指数关系最为直接。

3. 灰分含量是指干法直投型 SBS 改性剂中固体无机物的含量在规定试验条件下煅烧后所得的残留物的表征，灰分含量过高，导致改性剂有效成分降低，或导致技术指标下降与质量的较大波动。借鉴 JT/T 860 标准以及具体的试验、工程验证，确定其指标范围。

4. 干拌分散性是测试干法改性剂有效熔融的关键指标。

改性沥青技术指标，沥青选择上从环保及性能角度综合考虑，选择储存温度相对较低的基质沥青为准，改性沥青需要高温储存且为了一定程度上保证分散均匀储存时需要不断进行搅拌处理，且容易出现质量问题。另外为了进一步验证干法 SBS 改性的性能，加强质量管理，要求基质沥青需进行与干法 SBS 的配伍性检验。其特点主要选择延度、软化点、弹性恢复三个评价指标。原因分析如下：

(1) TFOT 短期老化主要模拟了成品改性沥青在出厂后经过高温运输、储存、拌和过程中发生的老化现象，而干法 SBS 改性工艺则规避了高温储存和运输过程，改性即拌和，因此无需考虑贮存稳定性和短期老化这一问题。

(2) 在新鲜沥青进行的各项检测中，针入度指数测试过程较为复杂，耗时较长，不合适作为配伍性检测手段；

(3) 干法 SBS 改性剂溶解特性研究：通过采用三氯乙烯溶解干法 SBS 改性剂（SBS-T），分析其不溶物含量比例，以侧面分析其可能起到胶结料作用的材料所占的比例。通过试验，其不

溶物平均为 1.6%，两次冲洗后基本不存在不溶物，可以从侧面说明干法 SBS 基本均为可溶于三氯乙烯的有机胶结材料。且溶解度可以通过控制 SBS-T 改性剂质量进行，可以在此省略。



对干法 SBS 进行一次溶解+过滤

经过两次溶解和冲洗后基本不存在干法 SBS 微粒

（4）旋转黏度和闪点分别用于控制施工时成品改性沥青的和易性和安全性，由于干法工艺不涉及成品改性沥青输送，也没有必要进行。

配伍性验证仅作为初步检验方法，最终仍以改性沥青混合料性能验证为主，因此可以进行必要的省略，为了提高配伍性验证效率，在干法 SBS 标准制定过程中，最终确定配伍性验证方法通过测试“软化点、延度、弹性恢复”三项指标进行，可充分的控制干法 SBS 的材料体系和性能，用最简单的手段检验配伍性，优选基质沥青，确认干法 SBS 改性效果，是一个非常务实、有效的控制手段。

混合料性能，混合料制备及性能要求主要以 JTG F40 为参考标准，在室内制备时，要求老化 2h 进行性能测试，以模拟混合

料出厂到摊铺时的工作过程。

质量管理上，融入干法 SBS 改性剂的质量检验，其他主要参考 JTG F40 的要求。

四、主要试验（或验证）的分析报告、相关技术和经济影响论证

干法直投 SBS 改性剂材料是否能实现在拌合楼的完全速熔和改性效应，直投工艺是否可以实现与预制湿法改性沥青相当的改性沥青混合料性能；进一步，室内试验指标是否与现场性能一致—这是判断干法直投改性是否成功的最直接也是最关键的判据。

为充分验证这一问题，编制组根据各自研究成果和工程实践经验，在前期研讨的基础上，结合示范工程铺筑，设计了以下 6 环节验证方案进行系统研究。

表 1 干法直投 SBS 是否能够充分实现改性效果的六大要素验证方案

试验编号	干法直投式 SBS 改性剂（SBS-T）评价要素	试验内容和方法
T1	SBS-T 的速熔性	室内试验和拌合楼工况的干拌分散性，人工观察
T2	在 SBS 用量相当的前提下，干法 SBS 与湿法 SBS 改性沥青的性能比较。	湿法 SBS 改性沥青采用室内标准配方制备，对比改性沥青指标和混合料指标。
T3	干法直投 SBS 应用是否充分发挥了其应用性能（如果以传统湿法工艺可以充分发挥为标准）	干法 SBS 与基质沥青预制为改性沥青后进行混合料性能验证，与干法直投 SBS 拌合的混合料性能比较
T4	干法 SBS 室内试验与现场拌合楼拌合混合料性能是否一致，与经过保温运输的前场摊铺取料性能是否一致	采用同等原材料和配合比，在室内试验，在拌合楼、摊铺前场分别取料进行试验
T5	铺筑完成的干法 SBS 改性沥青混凝土与湿法 SBS 改性沥青混凝土力学强度是否一致	在铺筑完成的路面上现场切割试件进行性能测试
T6	干法 SBS 改性沥青混凝土路面与湿法 SBS 改性沥青混凝土的工程耐久性比较	相邻路段的工程观测对比

1. T1 试验：干法 SBS 拌合的速熔性验证-干拌分散性

干拌分散性试验具体操作为：按设计用量与 180℃ 集料（4.75mm~9.5mm）干拌 1min 后人工观察。采用单一粒径粗集料、在不加沥青和矿粉，主要是为方便人工观察。这是更直观也是对速熔改性剂的最恰当的“速熔”性能判定。



干法 SBS 拌合 1 分钟后成为液膜裹覆



普通 SBS 拌合 1 分钟后完全未熔化

然后在施工单位拌合楼工况进行干拌分散性试验，同样不投放细集料和矿粉，以便进行干法 SBS 熔融状况的人工观察。干法 SBS 采用人工投放，干拌时间为 5 秒。



拌合楼 175℃干拌 5S 后放料观察：未找到未熔化的干法 SBS 改性剂颗粒，石料表面有熔融液膜包裹

2. T2 试验：在 SBS 用量相当的前提下，干法 SBS 与湿法 SBS

改性沥青的性能比较

湿法 SBS 改性沥青采用室内标准配方（按行业较为优良的 4.2% SBS 含量）制备，干法 SBS 用量为 4%（保持两者 SBS 有效含量基本一致），对比改性沥青指标和混合料指标。由下表对比数据可见，无论是 SBS 改性沥青指标，还是混合料各项性能指标，性能指标存在的差异均在正常的试验误差范围尺度，总体上干法 SBS 均实现了与湿法 SBS 沥青的性能相当。

表 2 干法 SBS 与湿法 SBS 改性沥青的性能比较表

	指标	单位	SBS-T+SK70# (4:96)	SK 改性沥青 (SBS 用量 4.2%+稳定剂)	技术要求
改性沥青	针入度	0.1mm	62	52	40-80
	软化点	℃	81.3	78.5	≥60
	延度	5℃, 5cm/min	41	39	≥20
	布氏旋转粘度	135℃, Pa·s	1.922	1.604	≤3
	弹性恢复	%	96	92	≥75
	改性沥青 混合料 (AC-13)	马歇尔稳定度	kN	13.8	14.2
流值		mm	2.64	3.22	1.5-4.0
残留稳定度		%	92.8	94.7	≥85
冻融劈裂强度比		%	92.1	89.5	≥80
车辙试验动稳定度		次/mm	6884	6072	≥2800
低温弯曲破坏应变		μ ε	3059	3144	≥2600

3. T3 试验：验 SBS 干法直投应用是否充分发挥了其应用性能（如果以湿法充分发挥为标准）

将干法 SBS 改性剂与基质沥青经剪切预制成改性沥青，与石

料拌合进行混合料性能验证；预制方法为：（1）按设计比例称取一定质量的干法直投型 SBS 改性剂，加入到沥青中并用玻璃棒搅拌均匀。（2）使用剪切机按 5000 r/min 速率对沥青剪切 20 min，剪切过程中温度维持在 180℃。（3）关闭剪切机，将制备好的干法直投型 SBS 改性沥青养生 2 小时后，作为 SBS-T 湿法改性沥青进行混合料成型相关性能试验。

干法直投拌合工艺主要步骤如下：（1）用烘箱将沥青及集料加热至预定温度；（2）先将干法 SBS 改性剂和加热到 180℃ 的热集料干拌 60 s；（3）然后加入预定用量的沥青拌和 90 s，加入矿粉，再拌和 90 s；（4）混合料拌制完毕后放入 175℃ 烘箱中恒温养生 1h 后，取出立即成型试件。

混合料性能进行比较。从下表的数据可以看出，两者数据是非常接近的，甚至干法直投的工艺比湿法预制的车辙指标更高，这可能与湿法预制养生发育中 SBS 的裂解衰变特性有关。

表 3 干法 SBS 进行湿法与干法两种应用工艺的混合料性能对比

改性沥青	指标	单位	预制改性沥青 干法 SBS: SK70# = 4:96	干法直投混合料 干法 SBS: SK70# = 4:96	技术要求
改性沥青 混合料 (AC-13)	马歇尔稳定度	kN	14.5	13.8	≥8
	流值	mm	3.76	2.64	1.5-4.0
	残留稳定度	%	86.7	92.8	≥85
	冻融劈裂强度比	%	94.4	92.1	≥80
	车辙试验动稳定度	次/mm	5572	6884	≥2800
	低温弯曲破坏应变	μ ε	2964	3059	≥2600

4. T4 试验：干法 SBS 室内试验与现场拌合楼拌合混合料性能的一致性验证。

针对拌合楼拌合及运输摊铺中混合料是否能达到室内试验指标，对干法 SBS 进行了室内试验与现场拌合楼拌合混合料性能的一致性验证。进一步，与经过保温运输的前场摊铺取料性能是否一致。所有试验采用同等原材料和配合比，在室内试验，在拌合楼、摊铺前场分别取料进行试验。限于实验室条件和取样数量较多，仅对容易出现差异性的马歇尔强度和车辙数据进行对比验证。



1) 干法 SBS 在拌合楼人工投放 2) 拌合楼取料试验 3) 摊铺机位置取料试验



4) 室内拌合混合料成型 5) 拌合楼立即取料成型 6) 摊铺机位置取料 (拌后约 2h) 混合料性能试验步骤

表 4 室内与拌合站混合料车辙试验数据

试验项目	单位	取料部位	位移量	动稳定度	平均值
室内齐鲁石化 70#	次/mm	立即成型	0.902	698.4	698.4
室内干法 SBS+齐鲁石化 70# (96:4) 试验数据	次/mm	路达齐鲁 70# 立即成型	0.144	4875	5085
		路达齐鲁 70# 保温 2h 成型	0.119	5294	
拌合站干法 SBS+齐鲁石化 70# (96:4), 拌合时间 5S+40S	次/mm	路达拌合站 取料	0.115	5478.3	5551.7
			0.112	5625.0	
摊铺 SBS-T+齐鲁石化 70# (96:4)	次/mm	路达摊铺前 场取料	0.111	5675.7	5987.9
			0.1	6301.0	

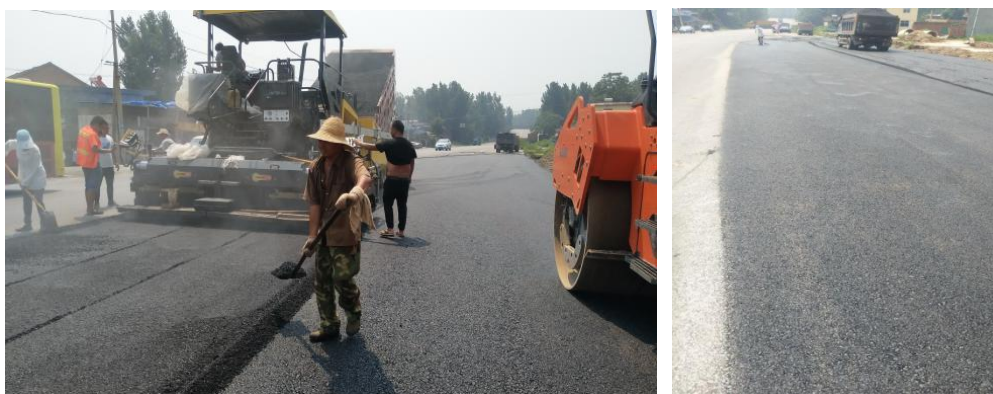
表 5 拌合站混合料马歇尔试验数据

试验项目		取料部位	单位	检测结果	技术要求
室内齐鲁石化 70# (96:4)	路达齐鲁 70#立即成型	马歇尔稳定度	KN	12.55	≤8
		马歇尔流值	0.1mm	3.39	2-4.5
室内干法 SBS+齐鲁石化 70# (96:4)	路达齐鲁 70#保温 2h 成型	马歇尔稳定度	KN	14.1	≤8
		马歇尔流值	0.1mm	3.06	2-4.5
现场干法 SBS+齐鲁石化 70# (96:4)	路达拌合站 取料	马歇尔稳定度	KN	15.37	≤8
		马歇尔流值	0.1mm	2.77	2-4.5
现场干法 SBS+齐鲁石化 70# (96:4)	路达摊铺前 场取料	马歇尔稳定度	KN	15.51	≤8
		马歇尔流值	0.1mm	2.91	2-4.5

从表中试验数据可以看出，采用干法直投 SBS 改性的沥青混凝土高温抗车辙指标比普通沥青提高了约 5 倍，远大于规范设计的 2800 次/mm；马歇尔强度改性交过也非常突出。

更为重要的是，拌合站拌合混合料尚高于室内拌合混合料性能，而前场摊铺混合料（高温抗车辙指标）又进一步优于立即取样成型的效果，推测这与干法直投 SBS 改性沥青混合料进一步的发育有关。该试验验证极大消除了对干法直投在拌合楼工况是否能达到室内拌合力学效能的顾虑。

且从现场摊铺碾压情况看，混合料粘稠状态良好，施工领工员反映比之前用的湿法 SBS 改性沥青粘性更大，混合料粘附状态好，体现了优良 SBS 改性沥青混凝土的感官性状。



工后效果图

5. T5 试验：铺筑完成的干法 SBS 改性沥青混凝土与摊铺前及相邻湿法 SBS 改性沥青混凝土力学强度是否一致



在铺筑完成的路面上现场切割试件进行性能测试

经检测，现场取芯试件的车辙动稳定度达到 9772.7（车道取芯），远高于各阶段取料在室内成型的试件，分析可能与现场压实效果比室内要好有关。相邻路段的湿法 SBS 改性沥青 7224 次/mm，考虑到现场变异性和取样数量仅为一块，对两者现场性能均认为良好。

6. T6 试验：干法 SBS 改性沥青混凝土路面与湿法 SBS 改性沥青混凝土的工程耐久性比较

总体上，各项目铺筑的干法直投 SBS 改性沥青混凝土示范工程与相邻路段（湿法 SBS 改性沥青）的工程观测对比，干法 SBS 改性技术具有更好的耐久性。

以最早铺筑的试验段为例，河南鹤壁 S222 线经过 7 年的重载碾压，干法 SBS 改性应用路段依旧外观良好，仅出现轻微车辙（平均深度 5mm），而相邻湿法 SBS 改性应用路段，已出现严重车辙，深度已达 4-5cm。



最早规模化应用的山东潍日高速，应用里程 30km 至今应用 5 年，通过对其与常规对比段的路面损坏、平整度和车辙检测，表明干法 SBS 应用路段仍具有很好的路面破损状况、很好的行车

舒适性及抗车辙能力。



五、国内外现行相关法律、法规和标准情况

本标准内容与现行的国家各项有关法律法规、国家标准、行业标准、地方标准不构成冲突。参考和引用标准的标准号和标准名称：

GB/T 3682 热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

本标准在试验检测方法中主要参考行业通用的 JTG E20 的要求，对于低碳型 SBS 改性沥青混合料采用的速熔干法 SBS 改性剂本身的理化指标，采用 JTG E20 之外的，具备国标的，优先采用国标；需要细节说明的，单独采用附录进行说明。

本标准在施工方面主要依据 JTG E20，但由于其主要规范的对象为能耗较大的湿法 SBS 改性沥青技术。为体现新技术的先进性，在材料性能上将沿用或进一步高于 JTG F40 的主要技术指标体系，但更加关注材料的环保性能，如材料建议使用速熔直投型 SBS，沥青以基质沥青为主，条件允许时采用温拌技术等，在工

艺上除遵循 JTG F40 的要求外，更加明确指出各施工阶段、施工机械应采取的节能环保措施，是对 JTG F40 的细化补充。

六、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

无

七、重大意见分歧的处理依据和结果

无

八、预期的社会效益及贯彻实施标准的要求、措施等建议

（一）在质量检验上，干法 SBS 改性技术质量更有保障

湿法预混 SBS 改性技术无法管控 SBS 用量及基质沥青的品质，是将二者预混制备为成品改性沥青后使用，使用时检测项目较多，需耗费大量的时间，一旦不合格，复检或退货影响施工进度。

干法 SBS 改性技术是直接源头集中采购干法 SBS 改性剂，可控制原材料质量，且检验方便，基质沥青可选择大厂直供，检验指标相对较少。

（二）使用管理上，干法 SBS 改性技术更加简单透明

成品 SBS 改性沥青存在指标调配化的问题；在拌合站应用时，存在与基质沥青混用的问题；成品改性沥青存在高温储存性能衰减的问题。而干法 SBS 改性技术将干法 SBS 改性剂与基质沥青分开使用，可做到过程化监控，保证 SBS 改性剂的用量，从源头控制产品的质量。

（三）路用性能上，干法 SBS 改性技术更加优质

湿法 SBS 改性技术受储存变质影响，3 天平均衰减 30%；干法 SBS 改性技术是在 SBS 熔融的性能高峰摊铺，比湿法平均提高 30%抗车辙等关键性能。

相关其他干法改性技术，重点在于提高沥青混合料某一方面的性能，如抗车辙剂，主要提高混合料的高温抗车辙能力，而低温性能较差，只适用于某一特定场合，干法 SBS 改性剂性能全面且优良，适用于各种热拌沥青混合料。

(四) 环保上，干法 SBS 改性技术避免了改性沥青环节的碳排放

干法 SBS 技术的充分实现，将省去多年来基于胶体磨工艺的湿法预混环节，减少大量的沥青加热能耗、不必要的沥青中转运输以及成品改性沥青更高的保温措施能耗，具有突出的节能减排效益。

根据测算，在沥青路面修筑中，沥青的 SBS 改性过程能耗较高，也产生了较多的碳排放，按照修筑 1 公里 4 车道，改性沥青层厚度为 10cm 的高速公路沥青路面计算，因改性过程导致的碳排放高达 256.79 吨，在沥青路面施工整体碳排放中占比约 36%。

表 6 干法 SBS 改性成本核算表

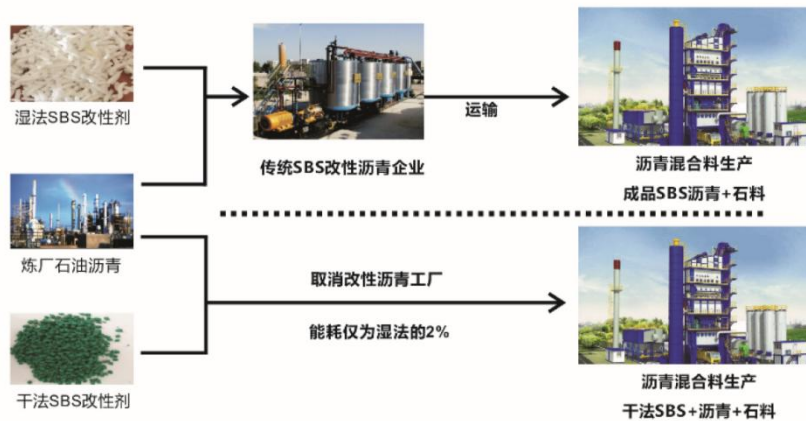
过程	能耗/吨标准煤	碳排放/吨二氧化碳
基质沥青生产	84.09	239.67
SBS 改性加工	90.10	256.79
石料生产	1.72	4.92
混合料拌和	64.05	182.54
摊铺、碾压	7.81	22.26



常规沥青路面施工过程碳排放情况

备注：数据来源：欧洲沥青协会《Life Cycle Inventory:Bitumen》、长安大学《热拌沥青混合料生产和施工全过程能耗与排放评价》；能耗及碳排放换算依据：根据 GB2589《综合能耗计算通则》中 29MJ 对应 1kg 标准煤、国家发改委《省级温室气体清单编制指南》（发改办气候[2011]1041 号）中规定的计算方法，1 吨标准煤对应 CO₂ 排放 2.85 吨。

通过干法工艺，将 SBS 改性沥青加工过程碳排放清零，每修筑 1 公里高速公路可降低能耗 90 吨标准煤，减少碳排放 256 吨。



干法与湿法 SBS 改性技术工艺与能耗对比图

九、其他应当说明的事项

无

《低碳型 SBS 改性沥青混合料应用技术规程》

标准起草工作组

2023 年 7 月