

ICS

TB

团 体 标 准

T/SNHTS xxx—xxxx

废胎胶粉改性沥青路面施工技术规范

Technical Specification for Waste Tire Rubber Powder Modified

Asphalt Pavement

(编制说明)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

陕西省公路学会发布

《废轮胎胶粉改性沥青路面施工技术规范》

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

我国将废轮胎胶粉应用于公路建设已有超过30年的历史。1994年起，首都机场高速公路、广佛高速公路、成渝高速公路等工程引进奥地利胶粉改性沥青专利技术；2001年，交通运输部公路科学研究院组织考察美国废轮胎胶粉橡胶沥青应用技术，主持开展《废旧橡胶粉用于筑路的技术研究》项目，并于2004年通过课题鉴定；2007年，该科学研究院发起全国废轮胎胶粉应用技术研讨会，此后全国各地一度掀起废轮胎胶粉公路应用研究与实践的热潮。然而，此后十余年间，废轮胎胶粉的推广应用并不顺利：美国多个州及我国江苏、湖北等省份在前期试验与应用中，不同程度出现路面质量问题，同时气味扰民、火灾安全事故时有发生。截至目前，美国仅加州、亚利桑那州部分地区，国内仅广西、江西等少数省份长期大范围将废轮胎胶粉应用于公路建设。经分析，主要原因包括：橡胶粉应用对施工条件与工艺控制要求苛刻；橡胶沥青生产及使用过程中环保与安全问题突出；橡胶沥青性能衰减明显、稳定性差，且不具备热储存稳定性。

针对上述问题，同时为进一步提升轮胎橡胶中高价值组分在路面中的作用效率，脱硫胶粉复合改性沥青研究应运而生。2016年以后，随着环保型废轮胎橡胶活化再生技术的发展与产业化，该技术逐渐成熟，并在河北、甘肃、广西等地获得大范围应用。

脱硫复合改性沥青技术相比于SBS改性沥青技术及传统橡胶沥青技术具有以下应用特点：

应用特点	普通胶粉改性沥青	高粘弹橡胶沥青	SBS 改性沥青
操作性能	扬粉尘，着火	不飞扬，稳定	不飞扬，稳定
沥青相容性	难溶	速溶	较难溶
改性温度	190℃以上	180℃左右	180℃左右
改性添加量	15%-20%	15%-25%	4-5%+稳定剂
生产环境	VOC 高、有异味	排放少、无异味	排放少、无异味
改性产品稳定性	差，分层	较好，均一	较差，有离析
改性产品性能	粘度很高、易引起沥青老化	粘度高、抗热老化、抗氧化能力强	粘度较高、抗老化性能较差
改性生产产量	小批量成品生产	规模化成品生产	规模化成品生产
改性沥青储运	储运须配搅拌	常规保温储运	常规保温储运
施工温度	200℃左右	160-180℃左右	170-180℃左右
施工应用环境	VOC 高、有异味	排放少、无异味	排放少、无异味
高温抗车辙	较好	较好	好
黏附性抗水侵害	好	好	较好
抗反射裂缝	好	好	较好
抗疲劳开裂	好	好	好
油石比，%	6-8	4-6	4-6

近年来，陕西省以及周边河北、甘肃等多地都已验证了脱硫胶粉复合改性沥青的优异性能。典型案例包括采用Superpave路面的甘肃陇漳高速、采用AC连续密级配的G69陕西湫坡头至旬邑高速、采用SMA的陕西马泾高速、蓝商大中修项目，采用OGFC开级配的江苏宁靖盐高速、采用全厚式路面的甘肃省酒嘉绕城高速公路（ATB-25下面层，SMA-13上面层）等项目。脱硫胶粉复合改性沥青混合料性能明显优于相应SBS改性沥青混合料性能。

为了进一步推广应用脱硫胶粉复合改性沥青路面技术，陕西交控绿科环保有限公司组织多家科研和施工单位共同申报了2026年陕西省公路学会团体标准制修订项目，根据陕西省公路学会下发的《关于下达2026年陕西省公路学会团体标准制修订项目计划的通知》陕公学字（2026）13号，由陕西交控绿科环保有限公司等承担本文件的起草工作。

1.2 主要工作过程

陕西交控绿科环保有限公司等承担单位向陕西省公路学会申请的《废胎胶粉改性沥青路面施工技术规范》团体标准于2026年5月获得批准立项。本文件制定任务下达后，陕西交控绿科环保有限公司积极组织，成立标准编写小组，明确标准编写任务。编制组在对国内外相关技术标准充分调研的基础上，开始起草标准，并于2026年5月完成了标准初稿。随即征求部分用户单位采用本文件对我省部分公路进行废胎胶粉改性沥青路面施工，并反

馈用户意见，对标准部分内容进行了修正完善。2026年6月开始通过网络、信函等方式向同行业、省内外有关方面专家征求意见。于2026年7月将征集到的所有意见进行归纳汇总，逐条提出处理意见，形成了团体标准《废胎胶粉改性沥青路面施工技术规范》（征求意见稿）。

2 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

本文件的编制以相关国家及地方性文件为依据，积极采用国内外先进标准与规范，遵循“科学性、实用性、统一性、规范性”的原则，吸收和采用新技术、新方法、新理念，在满足公路沥青路面使用品质的前提下，尽可能地节约能源，减少资源消耗，确保我省公路养护健康、可持续发展。

2.2 主要技术内容

本文件包含以下主要内容：1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 材料；5 橡胶沥青加工与存储；6 SBS-胶粉复合改性沥青加工与存储；7 配合比设计；8 施工；9 质量管理与检测。

2.3 与原标准主要差异情况

本文件为首次发布。

3 材料

结合科研项目研究成果和依托工程实施的经验，提出废胎胶粉应均匀、干燥、洁净、无杂质，其质量技术要求应符合表1和表2规定。

表1 废胎胶粉的物理技术要求

试验项目	相对密度	含水率	金属含量	纤维含量
单位	—	%	%	%
技术要求	1.10~1.30	<1.0	<0.05	<1.0
试验方法	JT/T 797	GB/T 19208	JT/T 797	GB/T 19208

表2 废胎胶粉的化学技术要求

试验项目	天然橡胶含量	灰分	丙酮抽出物	炭黑含量	橡胶烃含量
单位	%	%	%	%	%
技术要求	≥25	≤9	≤22	≥24	≥42
试验方法	GB/T 14837.1	GB/T 4498	GB/T 3516	GB/T 14837	HG/T 3837

脱硫胶粉物理技术要求应符合表 3 的规定，脱硫胶粉化学技术要求应符合表 4 的规定。

表 3 脱硫胶粉物理技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
相对密度	—	1.10~1.30	JT/T 797
含水率	%	<1.0	GB/T 19208
金属含量	%	<0.05	JT/T 797

表 4 脱硫胶粉化学技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
橡胶烃含量	%	≥42	GB/T 14837.1
门尼粘度 ML (1+4) 100℃	%	≤40	GB/T 1232.1
炭黑含量	%	≥24	GB/T 14837.1
灰分	%	≤8	GB/T 14837.1
丙酮抽出物	%	≤20	GB/T 14837.1

橡胶沥青中橡胶粉的掺量宜为道路石油沥青质量的 18%~25%。橡胶沥青质量技术要求应符合表 5 的规定。

表 5 橡胶沥青质量技术要求

序号	试验项目	单位	技术要求	试验方法
1	针入度 25℃, 100g, 5s	0.1mm	40~80	JTG 3410
2	软化点	℃	≥58	JTG 3410
3	旋转粘度 180℃	Pa·s	1.5~4.0	JTG 3410
4	延度 5℃	cm	≥8	JTG 3410
5	弹性恢复 25℃	%	≥55	JTG 3410

a 该指标不做强制性要求。

SBS-胶粉复合改性沥青中脱硫胶粉的掺量宜为道路石油沥青质量的 15%~35%，SBS 改性剂掺量不宜小于 2%。SBS-胶粉复合改性沥青的质量技术要求应符合表 6 的规定。

表 6 SBS-胶粉复合改性沥青质量技术要求

检验项目	单位	技术标准			试验方法
		AC 类	SMA 类	OGFC 类	
针入度 (25℃, 5s, 100g)	0.1mm	50~80			JTG 3410
延度 5℃, 5cm/min, 不小于	cm	30			JTG 3410
低温脆点, 不大于		-20	-25	-30	JTG 3410
软化点 不小于	℃	75	80	85	JTG 3410
闪点不小于	℃	230			JTG 3410
弹性恢复 (5℃), 不小于	%	75	80	85	JTG 3410

续表 6 SBS-胶粉复合改性沥青质量技术要求

弹性恢复(25℃), 不小于		%	85	90	95	JTG 3410
贮存稳定性离析, 48h 软化点差, 不大于		℃	2.5			JTG 3410
粘度	60℃, 不小于	Pa·s	20000	100000	200000	JTG 3410
	180℃, 不大于		2.0			JTG 3410
RTFOT 试验	质量变化, 不大于	%	0.6			JTG 3410
	针入度比 25℃, 不小于	%	70			JTG 3410
	延度 5℃, 不小于	cm	20			JTG 3410

4 橡胶沥青加工与存储

结合橡胶沥青加工的情况, 起草组提出主要加工设备应符合表 7 的规定, 数量不宜少于两套。

表 7 橡胶沥青主要加工设备

序号	设备名称	规格	技术要求
1	道路石油沥青贮存罐	≥50t	具有加热功能
2	快速升温装置	—	可将道路石油沥青的温度由进口的不小于 150℃ 提高到沥青出口处的 190℃ 左右。
3	预混罐	≥5t	具有加热功能, 控温精度 ±5℃, 具有立式搅拌功能。
4	橡胶粉添加设备	—	添加速率不低于 25%, 并配备精确的计量装置, 具有半自动添加功能。计量精度 ±0.5%。
5	发育罐	≥20t	具有加热功能, 控温精度 ±5℃; 具有卧式搅拌功能。
6	成品罐	≥50t	具有加热功能; 具有卧式搅拌功能。
7	供热设备	热转换功率宜不小于 100 万千瓦, 且提供的热量能满足橡胶沥青生产需要。	具有自动控温系统。

橡胶沥青的加工流程及设备如图 1 所示。

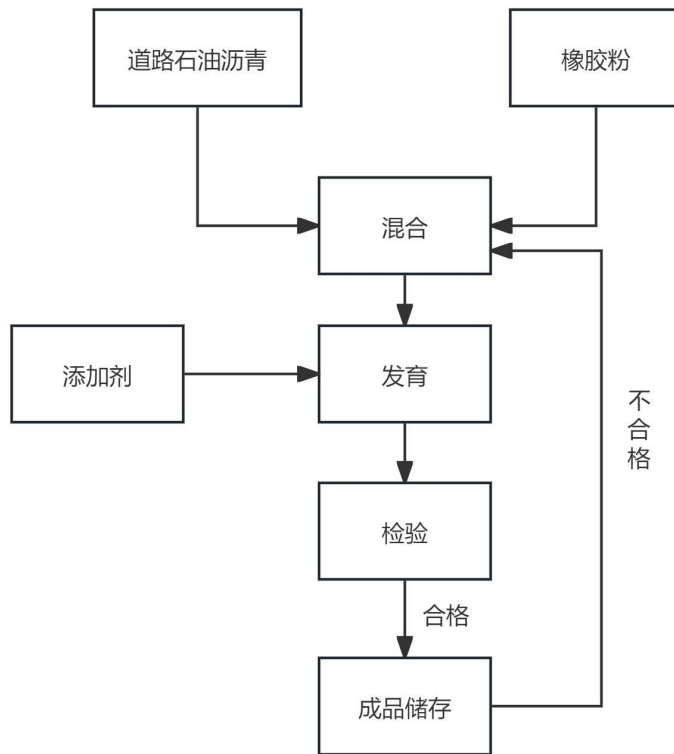


图 1 橡胶沥青加工流程图

同时根据加工工艺，提出橡胶沥青加工温度和时间应符合表 8 规定。

表 8 橡胶沥青加工温度和时间

加工工序	温度/℃	时间
道路石油沥青加热	140~160	—
橡胶沥青混合	180~190	≥15min
橡胶沥青发育	175~190	≥1h
橡胶沥青成品存储	170~180	≤24h

5 SBS-胶粉复合改性沥青加工和存储

结合对 SBS-胶粉复合改性沥青加工工艺和质量要求，提出主要加工设备应符合表 9 的规定。

表 9 SBS-胶粉复合改性沥青主要加工设备

设备名称	规格	技术要求
道路石油沥青贮存罐	≥50 t	具有加热功能。
快速升温装置	—	可将道路石油沥青的温度由进口的不小于 150℃提高到沥青出口处的 190 ℃左右。
预混罐	≥5 t	具有加热功能，控温精度±5℃，具有立式搅拌功能。
发育罐	≥20 t	具有加热功能，控温精度±5℃；具有卧式搅拌功能。
储存罐	≥50 t	具有加热功能；具有卧式搅拌功能。
供热设备	热转换功率宜≥100 万千瓦，且提供的热量能满足复合橡胶沥青生产需要。	具有自动控温系统。

SBS-胶粉复合改性沥青的加工工艺见图 2。

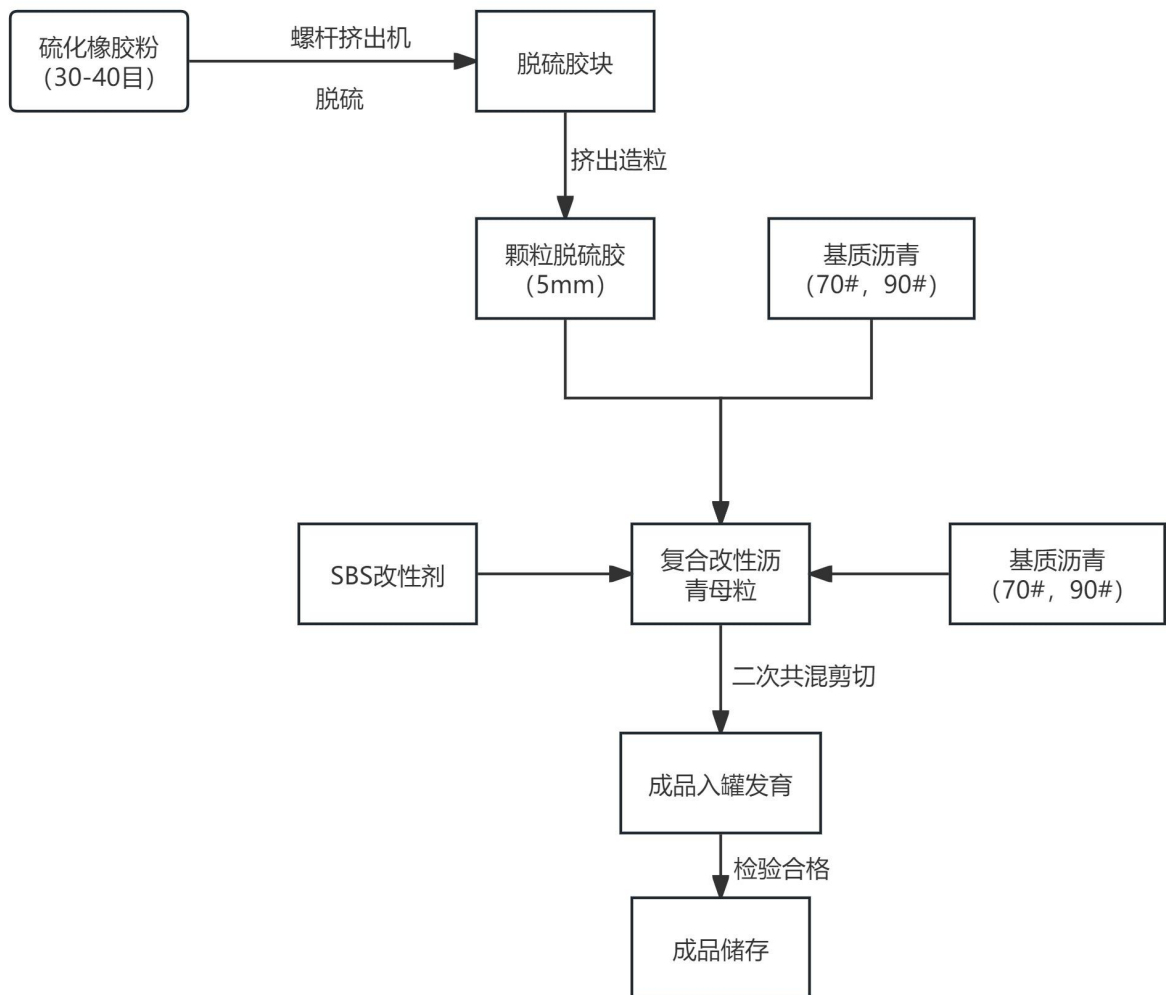


图 2 SBS-胶粉复合改性沥青加工流程图

SBS-胶粉复合改性沥青加工温度和时间应符合表 10 的规定。SBS-胶粉复合改性沥青到达施工现场后应存储在沥青罐中，罐中应加设搅拌设备并进行搅拌，使用前应将 SBS-胶粉复合改性沥青搅拌均匀。

表 10 SBS-胶粉复合改性沥青加工温度和时间

加工工序	温度℃	时间
道路石油沥青预热	140~160	—
加入胶粉后第一次混合剪切	160~180	≥15min
发育罐罐内发育	160~180	3h~5h
加入 SBS 改性剂后第二次混合剪切	170~190	≥30min
SBS-胶粉复合改性沥青发育罐罐内发育	175~190	≥1h

6 配合比设计

结合依托工程的实施情况，起草组提出橡胶沥青混合料矿料级配范围应符合表 11、表 12 的规定。高速、一级公路宜采用间断级配，其他等级道路可采用连续级配。AC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料矿料级配范围应符合表 13 的规定，SMA 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料矿料级配范围应符合表 14 的规定，OGFC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料矿料级配范围应符合表 15 的规定。

表 11 间断级配橡胶沥青混合料矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率/%										
	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AR-AC-13		100	85-95	50-75	20-34	15-26	14-24	12-20	10-16	7-12	4-8
AR-AC-16	100	90-100	65-85	45-65	20-32	15-24	14-22	12-18	10-15	7-12	4-8

表 12 连续级配橡胶沥青混合料矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率/%										
	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AR-AC-13		100	90-100	77-88	35-45	25-30	15-24	12-20	8-15	6-10	4-6
AR-AC-16	100	90-100	75-90	58-72	35-45	23-32	15-24	12-20	8-15	6-10	4-6

表 13 AC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔/mm 的质量百分率/%											
	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-13			100	95-100	65-80	35-45	23-30	15-24	12-20	8-15	6-10	4-6
AC-16		100	85-95	75-90	58-72	35-45	23-32	15-24	12-20	8-15	6-10	4-6
AC-20	100	90-100	80~90	66-76	55-65	33-43	23-33	18-26	12-20	7-15	4-12	3-7

表 14 SMA 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔/mm 的质量百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
SMA-13	100	85-95	50-75	20-34	15-26	14-24	12-20	10-16	9-15	8-12

表 15 OGFC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔/mm 的质量百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
OGFC-13	100	90-100	50-70	12-30	10-22	6-18	4-15	3-12	3-8	2-6

橡胶沥青混合料配合比设计技术要求应符合表 16、表 17 的规定。

表 16 橡胶沥青混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

试验指标	单位	技术要求		试验方法
		高速、一级公路	其他等级公路	
击实次数	次	两面击实 75 次		JTG 3410
设计空隙率 VV	%	3.0~4.5	3.0~5.0	JTG 3410
沥青饱和度 VFA	%	70~85		JTG 3410
矿料间隙率 VMA	%	16.5~19	符合 JTG F40 中表 5.3.3-1 的规定	JTG 3410
稳定度 MS	kN	≥8		JTG 3410

表 17 橡胶沥青混合料路用性能检验技术要求

检验指标	单位	技术要求		试验方法
		高速、一级公路	其他等级道路	
浸水马歇尔试验残留稳定度	%	≥85		JTG 3410
冻融劈裂试验残留强度比	%	≥80		JTG 3410
车辙试验动稳定度	次/mm	≥5000	≥3000	JTG 3410
低温弯曲试验的破坏应变	μ ε	≥2800	—	JTG 3410
渗水系数	ml/min	≤80	≤120	JTG 3410

SBS-胶粉复合改性沥青混合料在配合比设计过程中应进行各项路用性能检验，AC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料技术要求应符合表 18 的规定；SMA 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料技术要求应符合表 19 的规定；OGFC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料技术要求应符合表 20 的规定。

表 18 AC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料技术要求

技术指标	单位	技术要求	试验方法
车辙试验动稳定度	次/mm	≥5000	JTG 3410
浸水马歇尔试验残留稳定度	%	≥90	JTG 3410
冻融劈裂试验残留强度比	%	≥85	JTG 3410
低温弯曲试验破坏应变	μe	≥2800	JTG 3410
渗水系数	mL/min	≤100	JTG 3410

表 19 SMA 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料技术要求

技术指标	单位	技术要求	试验方法
车辙试验动稳定度	次/mm	≥6000	JTG 3410
浸水马歇尔试验残留稳定度	%	≥90	JTG 3410
冻融劈裂试验残留强度比	%	≥85	JTG 3410
低温弯曲试验破坏应变	μE	≥3000	JTG 3410
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	≤0.1	JTG 3410
肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验	%	≤15	JTG 3410
渗水系数	mL/min	≤50	JTG 3410

表 20 OGFC 类 SBS-胶粉复合改性沥青混合料技术要求

技术指标	单位	技术要求	试验方法
车辙试验动稳定度	次/mm	≥5000	JTG 3410
浸水马歇尔试验残留稳定度	%	≥85	JTG 3410
冻融劈裂试验残留强度比	%	≥80	JTG 3410
低温弯曲试验破坏应变	μ8	≥2800	JTG 3410
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	<0.3	JTG 3410
肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验	%	<20	JTG 3410
渗水量	ml/15s	≥900	JTG 3410

7 施工

起草组结合马泾高速、商界大中修项目、西兴改扩建项目和西曲改扩建项目实施的经验，提出了橡胶沥青路面和胶粉-SBS 改性沥青路面施工过程中的相关要求。

拌和设备宜为 4000 型及以上拌和楼，热料仓、冷料仓均不少于 5 个。橡胶沥青混合料湿拌时间不宜少于 50s，一个拌和周期不宜少于 65s，其他拌和要求应按 JTG F40 的规定进行。SBS-胶粉复合改性沥青混合料的拌和时间应以混合料拌和均匀、所有集料颗粒全部裹覆沥青为度，并经试拌确定。不同类型 SBS-胶粉复合改性沥青混合料的拌和时间应满足表 22 的要求。

表 22 不同类型 SBS-胶粉复合改性沥青混合料拌和时间

混合料类型	干拌时间 (s), 不小于	湿拌时间 (s), 不小于
AC/AR-AC	5	40
SMA	10	50
OGFC	5	50

单向双车道对应的压路机配置要求应符合表 23 的规定, 单向三车道及以上应相应增加压路机数量。压路机碾压速度及碾压遍数宜符合表 24 的规定, 具体碾压工艺根据试验段确定。

表 23 压路机配置要求

混合料类型	压路机配置
AC/AR-AC	3 台以上重量不低于 11t 的双钢轮振动压路机 3 台以上重量不低于 30t 的胶轮压路机
SMA	6 台以上重量不低于 11t 的双钢轮振动压路机
OGFC	6 台以上重量不低于 11t 的双钢轮振动压路机

表 24 压路机碾压速度及碾压遍数

碾压	速度 (m/min)	遍数
初压	25~50	1~2
复压	50~70	4~6
终压	50~70	1~2

橡胶沥青混合料施工温度应符合表 25 的规定。SBS-胶粉复合改性沥青混合料施工温度应符合表 26 的规定; 具体应根据黏度、气候条件以及摊铺厚度综合确定。

表 25 橡胶沥青混合料的施工温度

工序	温度 (°C)	测量部位
沥青加热温度	180-190	沥青加热罐
矿料温度	180-200	热料提升机
混合料出场温度	>180, 超过 195 废弃	运料车
混合料运输到现场温度	不低于 165	运料车
摊铺温度	不低于 160	摊铺机
初压开始温度	不低于 150	摊铺层内部
复压最低温度	不低于 140	碾压层内部
碾压终了温度	不低于 90	碾压层表面
开放交通时温度	不高于 50	路表

表 26 SBS-胶粉复合改性沥青混合料施工温度

项目	温度 (°C)
沥青加热温度	180±5

矿料温度	180~190
------	---------

续表 26 SBS-胶粉复合改性沥青混合料施工温度

混合料拌和温度	180±5
混合料出厂温度	180±5
摊铺温度，不低于	165
初压开始温度，不低于	160
碾压终了的表面温度，不低于	110

8 知识产权说明

本文件的最终知识产权归陕西交控绿科环保有限公司所有。

9 采标情况

本文件为首次起草的陕西省团体标准，未采用国际标准和国外先进技术。

10 重大分歧意见的处理经过和依据

无

11 标准性质的建议说明

本文件对公路沥青路面就地热再生绿色施工技术进行了详细而明确的规定，为公路沥青路面就地热再生绿色施工技术提供有力技术指导，建议本文件审批发布为推荐性标准。

12 其他应予以说明的事项

主要参考资料：

- GB/T 3516 橡胶溶剂抽出物的测定
- GB/T 4498 橡胶灰分的测定
- GB/T 6326 轮胎术语及其定义
- GB/T 14837.1 橡胶和橡胶制品 热重分析法测定硫化胶和未硫化胶的成分
- JTG D50 公路沥青路面设计规范
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG 3410 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- JTG 3423 公路工程集料试验规程
- JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
- JT/T 797 路用废胎橡胶粉
- JT/T 798 路用废胎胶粉橡胶沥青
- HG/T 3837 橡胶总烃含量的测定 热解法