

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2023

聚烯烃改性沥青混合料应用技术指南

Technical guidelines for the application of polyolefins modified asphalt mixture

征求意见稿

2023年12月14日

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总则 .....	2
5 原材料准备 .....	2
5.1 聚烯烃改性剂 .....	2
5.2 沥青 .....	2
5.3 集料 .....	2
5.4 填料 .....	2
6 聚烯烃改性沥青混合料配合比设计与验证 .....	2
6.1 混合料配合比设计 .....	2
6.2 混合料路用性能验证 .....	3
7 施工 .....	4
7.1 拌和 .....	4
7.2 储存、运输、摊铺及碾压 .....	4
7.3 开放交通 .....	4
8 质量控制 .....	5
附录 A .....	6
附录 B .....	7

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：深圳市科中大交通建材股份有限公司、交通运输部科学研究院、深圳市路桥建设集团有限公司、甘肃省交通规划勘察设计院股份有限公司、宁夏交通建设股份有限公司、河北保沧高速公路有限公司、沧州交通发展（集团）有限责任公司、廊坊京台高速公路有限公司、陕西中霖集团工程设计研究有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、深圳市市政工程总公司。

本文件主要起草人：周鸿翔、杨晨、李亚非、林秀军、魏道新、罗代松、杨天军、纪男、朱逢超、杨朋、史宏宇、张永升、曹轲铭、葛方方、文欣、张兴军、魏定邦、惠迎新、闫升、崔风龙、崔晔、徐宗程、桂学、王火明、徐周聪、牛双建、刘正雄。

## 引 言

随着我国经济社会的日益发展，塑料产品的使用量加大，废塑料的累积，特别是焚烧以及掩埋带来的环境污染，已经成为当下亟待解决的问题，而将废塑料作为沥青添加剂是一大处置利用渠道。关于废旧塑料提高沥青及其混合料高温稳定性的研究已经长达近三十年，但是仍然没有得到广泛应用，对聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等聚烯烃类塑料的热行为研究表明，在130~140℃时容易软化，而未发生气体析出，通过回收处理可研发高性能沥青改性剂。

采用废塑料聚烯烃改性剂筑路，不仅处置了废旧塑料，避免其污染环境，降低路面整体造价，而且极大提高了沥青路面的高温稳定性和力学特性等，延长路面服役寿命。此外，在我国“碳达峰”、“碳中和”的政策导向下，公路绿色建筑越来越受到重视，从环保角度分析，废塑料聚烯烃改性剂的使用能促进我国白色污染物的综合利用，同时其干法工艺的特点，施工工艺简单、快速，避免了改性沥青生产过程中所带来的能源消耗以及污染气体排放，经济、社会效益显著。

# 聚烯烃改性沥青混合料应用技术指南

## 1 范围

本文件提供了聚烯烃改性剂材料、改性沥青路面施工和质量控制的指导建议。

本文件适用于二级及以上或有特殊改性需求的公路新建、改扩建和大中修养护工程。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定

GB/T 1034 塑料吸水性的测试

GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第1部分：标准方法

GB/T 19466.3 熔融和结晶温度及热焓的测定

GB/T 6040 红外光谱分析方法通则

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JT/T 860.1 沥青混合料改性添加剂 第1部分：抗车辙剂

JT/T 860.8 沥青混合料改性添加剂 第8部分：高模量剂

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 特殊路段 Special sections of highway

指长大纵坡、弯道、交叉路口、隧道出入口、收费站及有重载抗车辙需求的路段等。

### 3.2 聚烯烃改性剂 Polyolefine modifier

以聚烯烃为主要原料，经过熔融、共混、挤塑成型等工艺配制而成的固体混合物，可直接通过熔融分散在沥青混合料中，以改善或提高沥青混合料路用性能。按改性剂中聚烯烃含量的不同分为I型聚烯烃改性剂（70% > 聚烯烃含量 ≥ 50%）和II型聚烯烃改性剂（聚烯烃含量 ≥ 70%）。

### 3.3 聚烯烃改性沥青混合料 Polyolefine modified asphalt mixture

由聚烯烃改性剂、矿料和沥青胶结料通过干法工艺拌和而成的改性沥青混合料。

### 3.4 干法 Dry processing

沥青混合料拌和过程中把聚烯烃改性剂直接掺加到集料中进行拌和的直投改性方法。

### 3.5 熔融指数 Melting index

聚烯烃改性剂在一定温度和压力下，熔体在10min内通过标准毛细管的重量，用熔体质量流动速率表示。

## 4 总则

本文件提供聚烯烃改性沥青混合料应用过程中的聚烯烃改性剂、沥青、集料、填料等原材料技术性能，配合比设计原则，混合料拌合、施工工艺及质量控制标准，总体应符合现行 JTG F40 的相关规定。

聚烯烃改性剂的运输、存储安全性要求应符合现行《中华人民共和国安全生产法》、《常用化学危险品贮存通则》等安全生产有关法规、标准的规定。材料到场后，应按规定进行贮存与管理。不同料源、品种、规格的原材料应分别存放，不得混存。

## 5 原材料准备

### 5.1 聚烯烃改性剂

聚烯烃改性剂技术性能建议满足表1。

表 1 聚烯烃改性剂技术性能

项目	单位	技术要求		试验方法
		I型聚烯烃改性剂	II型聚烯烃改性剂	
外观	/	固体颗粒		目测
粒径	mm	1.18~4.75, 含量>90%		见附录 A
熔点	°C	110~150		GB/T 19466.3
密度	g/cm <sup>3</sup>	0.90~1.18		GB/T 1033.1-2008 方法 A
吸水率	%	≤1.8		GB/T 1034-2008 方法 1
熔融指数 (160°C)	g/10min	≥3.0		GB/T 3682-2000 方法 A
聚烯烃含量	%	70>含量≥50	含量≥70	见附录 B

### 5.2 沥青

5.2.1 道路石油沥青技术要求应符合现行 JTG F40 的相关规定。

5.2.2 沥青宜贮存在可加热与保温的贮藏罐中，根据不同沥青类型和等级采用不同的贮存温度，使用前应加热到适宜的加工温度。

### 5.3 集料

5.3.1 所用集料技术要求应符合现行 JTG F40 的相关规定。

### 5.4 填料

5.4.1 宜采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩等憎水性石料，经磨细得到的矿粉。

5.4.2 矿粉要求干燥、洁净、无泥土等杂质，其质量应符合现行 JTG F40 的相关规定。

## 6 聚烯烃改性沥青混合料配合比设计与验证

### 6.1 混合料配合比设计

6.1.1 聚烯烃改性沥青混合料配合比设计分为目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，其设计应按照 JTG F40 的有关规定进行。当采用其他方法时，应进行马歇尔试验及高温车辙动稳定度、低温小梁破坏应变和浸水马歇尔试验残留稳定度以及冻融劈裂试验的残留强度比的检验，并报告试验结果。

6.1.2 聚烯烃改性剂掺量建议根据公路等级、气候条件、交通条件、路面类型等，结合当地工程经验及经济性等因素综合确定，通常为沥青混合料总质量的 0.28%~0.35%之间，普通路段取低掺量、特殊路段取高掺量。

6.1.3 应按以下方法拌制聚烯烃改性沥青混合料。

- a) 用烘箱将基质沥青及集料分别加热至规定的控制温度。
- b) 将聚烯烃改性剂和热集料干拌90s。
- c) 加入预定用量的基质沥青拌和90s。
- d) 加入矿粉，再拌和90s。

6.1.4 聚烯烃改性沥青混合料室内拌和及成型温度控制建议满足表 2。

表 2 聚烯烃改性沥青混合料室内拌和、成型温度

项目	单位	温度控制范围
矿料加热	°C	170~180
沥青加热	°C	150~160
沥青混合料拌和	°C	165~175
混合料试件成型	°C	160~170

## 6.2 混合料路用性能验证

6.2.1 聚烯烃改性沥青混合料车辙试验动稳定度技术指标建议满足表 3。对于炎热地区，极重交通以及有其它特殊要求的路段，可在表 3 的基础上适当提高动稳定度技术指标。

表 3 聚烯烃改性沥青混合料车辙试验动稳定度技术指标

气候条件与技术指标	相应于下列气候分区所要求的动稳定度（次/mm）									试验方法
	>30				20~30				<20	
	1.夏炎热区				2.夏热区				3.夏凉区	
七月平均最高气温（°C）及气候分区	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-2	
I型聚烯烃改性沥青混合料	≥4000		≥5000		≥3500	≥4000			≥3500	T 0719
II型聚烯烃改性沥青混合料	≥6000				≥5000				≥4500	

6.2.2 聚烯烃改性沥青混合料水稳定性技术指标建议满足表 4。

表 4 聚烯烃改性沥青混合料水稳性能技术指标

气候条件与技术指标		相应于下列气候分区的技术指标（%）				试验方法
		>1000	500~1000	250~500	<250	
年降雨量（mm）		1.潮湿区	2.润湿区	3.半干区	4.干旱区	
浸水马歇尔试验 残留稳定度技术 要求（%）	I型聚烯烃改性沥青混合料	≥90		≥85		T 0709
	II型聚烯烃改性沥青混合料	≥85		≥80		
冻融劈裂试验的 残留强度比技术 要求（%）	I型聚烯烃改性沥青混合料	≥85		≥80		T 0729
	II型聚烯烃改性沥青混合料	≥80		≥75		

6.2.3 聚烯烃改性沥青混合料低温弯曲试验破坏应变技术指标建议满足表 5。

表 5 聚烯烃改性沥青混合料低温性能技术指标

气候条件与技术指标	相应于下列气候要求破坏应变 ( $\mu\epsilon$ )								试验方法	
	<-37.0		-21.5~-37.0			-9.0~-21.5		>-9.0		
年极端最低气温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 及分区	冬严寒区 (1)		冬寒区 (2)			冬冷区 (3)		冬温区 (4)		T 0715
	1-1	2-1	1-2	2-2	3-2	1-3	2-3	1-4	2-4	
I型聚烯烃改性沥青混合料	$\geq 3000$		$\geq 2800$			$\geq 2500$				
II型聚烯烃改性沥青混合料	/									

6.2.4 利用轮碾成型的车辙试件进行渗水试验，其技术指标建议满足表 6。

表 6 聚烯烃改性沥青混合料试件渗水系数技术指标

技术要求	渗水系数 (ml/min)	试验方法
I型聚烯烃改性沥青混合料	$\leq 120$	T0730
II型聚烯烃改性沥青混合料		

## 7 施工

### 7.1 拌和

7.1.1 生产聚烯烃改性沥青混合料采用干法工艺，聚烯烃改性剂直接投入拌合楼拌缸使用。投放可采用人工或机械方式。对使用超过 10 个台班的项目，宜选用机械自动输送投料方式。

a) 人工投放聚烯烃改性剂时，应按照设计用量计算拌合楼每盘用量，提前将聚烯烃改性剂分成小包装，其外包装宜采用可在拌合楼中易熔化的塑料袋制品；待热料仓集料释放后，人工直接投入拌合楼拌缸。

b) 机械投放聚烯烃改性剂时，施工前应对机械投放设备的称重系统和投放时间进行标定，确保能符合预期要求。

7.1.2 拌和设备每盘拌和时间宜为 30s~60s，在投入聚烯烃改性剂后，干拌时间不得少于 5s~10s，湿拌时间在 30s~40s。

7.1.3 聚烯烃改性沥青混合料生产过程中，沥青加热温度为  $160^{\circ}\text{C}$ ~ $165^{\circ}\text{C}$ ，集料加热温度为  $180^{\circ}\text{C}$ ~ $190^{\circ}\text{C}$ ，混合料出料温度为  $165^{\circ}\text{C}$ ~ $175^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.4 聚烯烃改性沥青混合料拌和的其他要求应符合现行 JTG F40 的相关规定。

### 7.2 储存、运输、摊铺及碾压

7.2.1 聚烯烃改性沥青混合料宜随拌随用，若因生产或其它原因需要短时间储存时，储存时间不宜超过 24h，储存期间温降不宜超过  $10^{\circ}\text{C}$ ，且不得发生结合料老化、滴漏以及粗细集料颗粒离析。

7.2.2 当由于贮存而引起结合料老化、滴漏、混合料降温过多、粗细集料颗粒离析以及其它影响产品质量的情况时，宜予废弃。

7.2.3 聚烯烃改性沥青混合料的运输、摊铺及碾压应符合现行 JTG F40 的相关规定。

### 7.3 开放交通

施工完成待路面表面温度降至  $50^{\circ}\text{C}$ 后可开放交通，一般施工完成 1h~2h 即可。

## 8 质量控制

聚烯烃改性剂以同一厂家、同一生产组批的每 50t 作为一个批次，不足 50t 的也作为一个批次，检查项目与频率宜复合表 7，其技术指标宜满足表 1。其他材料的“批”、取样数量与检查频度应符合现行 JTG F40 的相关规定。

表 7 聚烯烃改性剂检查项目与频次

项目	检查频次
外观	每批一次
粒径	每批一次
熔点	每批一次
密度	每批一次
吸水率	每批一次
熔融指数	每批一次
聚烯烃含量	每批一次

聚烯烃改性沥青混合料的质量要求应符合本指南 6.2.1~6.2.4 的规定。

聚烯烃改性沥青路面的检查项目、频度和要求应符合现行 JTG F40 的相关规定。

附录 A  
(指导性)  
改性剂颗粒粒径检验

A.1 器具与材料

A.1.1 改性剂颗粒粒径检验所用工具主要包括以下几种：

- a) 1 只手铲；
- b) 4 个带盖广口瓶作为盛样器，其中 3 只可装 2kg 以上产品，1 只可装 5kg 以上产品；
- c) 若干张白纸，缩分样品时使用；
- d) 1 台台秤或天平或电子秤，量程 5kg 以上，感量小于等于 0.1g；
- e) 1.18mm、4.75mm 尺寸方孔筛各 1 只。

A.2 试验方法

室内试验若样品量较少时采用方法一，若样品量较大时采用方法二。

A.2.1 方法一

取聚烯烃改性剂试样 3 份(取样方法见 GB/T 2547)，各 1kg，分别筛分，计算尺寸为 1.18mm~4.75mm 产品颗粒占总量比例求平均值，若该值在 90%或以上，则粒径视为合格。

A.2.2 方法二

按如下流程准确检验改性剂颗粒粒径：

- a) 取样。用手铲在同批产品中 5 个以上具有代表性的位置取 5kg 以上样品，放入瓷盘中；
- b) 缩分试样。将取回的样品倒在白纸上，拌匀摊平，均匀缩分取出 3 份样品，每份各 1kg，作为筛分用试样，质量记为  $m_0$ ；
- c) 筛分、称量。用 4.75mm、1.18mm 方孔筛配合筛出粒径在 1.18mm~4.75mm 之间的产品，称重，质量记为  $m_1$ ，共 3 组数据；
- d) 计算。用  $m_0$ 、 $m_1$  计算粒径在 1.18mm~4.75mm 之间的各份样品颗粒质量百分比(%)，计算公式为： $(m_1-m_0)/m_0 \times 100\%$ ，再求出 3 组数据平均值(%)；
- e) 判定。若平均值大于或等于 90%，则判定粒径合格；否则应查明原因并解决后方可正常生产或入仓或出货或使用。

附录 B  
(指导性)  
聚烯烃含量检验

## B.1 器具与材料

### B.1.1 检验所用器具包括：

- a) 红外光谱仪：带有衰减全反射装置，波数范围为  $680\text{cm}^{-1}\sim 4000\text{cm}^{-1}$ ；
- b) 天平：最大称量 1000g、感量 0.01g；
- c) 烘箱：最高温度不低于  $250^{\circ}\text{C}$ ，精度  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 索氏提取器；
- e) 温加热套：最高温度不低于  $200^{\circ}\text{C}$ ，精度  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- f) 圆底烧瓶：500mL，不少于 10 个；
- g) 水银温度计：测温范围  $0^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，分度值  $1^{\circ}\text{C}$ ；
- h) 其他：玻璃砂芯、载玻片、烧杯、量筒等。

### B.1.2 检验所用材料包括：

- a) 甲苯：分析纯；
- b) 溴化钾：晶体片；
- c) 聚乙烯 PE：低密度聚乙烯；
- d) 聚丙烯 PP：无规聚丙烯；
- e) SBS 改性剂：线型 SBS。

## B.2 试样准备

B.2.1 根据 Lambert-Beer 定律，利用待测物质特征官能团在特定波长（波数）处红外吸收强度与物质浓度的正比关系，选择 SBS 改性剂作为标定参照物进行 SBS 中聚烯烃含量的测定，进而得到待测物中的聚烯烃含量。

B.2.2 配制聚烯烃量分别为 2.00%、4.00%、6.00%、8.00%、10.00% 的标准聚烯烃/SBS 复合物的甲苯溶液。配制方法为：聚烯烃及 SBS 按表 B1 称量，称准至  $\pm 0.01\text{g}$ ；分别将 SBS 和标准聚烯烃加入已称量 100mL 甲苯的圆底烧瓶中，将圆底烧瓶放入恒温加热套中，装好索氏提取器，加热至  $110^{\circ}\text{C}$  回流溶解 2h，得到不同含量聚烯烃/SBS 复合物的溶液。

表 B1 聚烯烃/SBS 复合物的甲苯溶液的配置

浓度	PE(g)	PP(g)	SBS(g)
2.00%PE	0.10	0.00	5.00
4.00%PE	0.20	0.00	5.00
6.00%PE	0.30	0.00	5.00
8.00%PE	0.40	0.00	5.00
10.00%PE	0.50	0.00	5.00

2.00%PP	0.00	0.10	5.00
4.00%PP	0.00	0.20	5.00
6.00%PP	0.00	0.30	5.00
8.00%PP	0.00	0.40	5.00
10.00%PP	0.00	0.50	5.00

B.2.3 红外光谱制样：按 GB/T6040—2019 第 5.2.1 条薄膜法制备，需在干燥器内抽真空 2h 以上，去除甲苯。

### B.3 试验步骤

#### B.3.1 聚烯烃/SBS 复合物标准曲线的绘制

a) 将 B.2 中制备好的试样采用红外光谱检测，得到不同含量聚烯烃/SBS 复合物样品的红外光谱图， $719\text{cm}^{-1}+730\text{cm}^{-1}$  作为 PE 的定量分析谱带， $1165\text{cm}^{-1}$  作为 PP 的定量分析谱带， $966\text{cm}^{-1}$  作为 SBS 的定量分析谱带，对获得的红外光谱图分别检测三条分析谱带的吸光度  $A_{719+730}$ 、 $A_{1165}$  和  $A_{966}$ 。具体特征峰参照表 B2。

表 B2 聚烯烃和 SBS 特征峰

试样	特征峰 ( $\text{cm}^{-1}$ )
PE	719+730
PP	1165
SBS	966

b) 建立聚烯烃/SBS 复合物标准曲线。以 PE/SBS、PP/SBS 特征峰面积比值 ( $(A_{719+730})/A_{966}$ 、 $A_{1165}/A_{966}$ ) 为横坐标，PE、PP 含量为纵坐标绘制标准曲线。

c) 通过软件进行线性拟合，得到两个拟合方程。

$y=ax+b$  ( $y$ ——PE 含量， $x$ ——PE/SBS 特征峰面积比值， $a$ 、 $b$ ——线性拟合得到的常数)；

$y=cx+d$  ( $y$ ——PP 含量， $x$ ——PP/SBS 特征峰面积比值， $c$ 、 $d$ ——线性拟合得到的常数)。

#### B.3.2 待测样品聚烯烃含量的测定

a) 按 B.2 制备待测样品/SBS 的红外测试试样，当待测样溶解后需过滤掉未溶解的残渣，取滤液红外制样。其中待测样品的浓度为 4.00% (待测样品 0.20g，SBS 改性剂 5.00g)。

b) 制备好的试样采用红外光谱检测，得到样品的红外光谱图，根据聚乙烯/SBS 特征峰面积比值和聚丙烯/SBS 特征峰面积比值，对应各自的标准曲线，计算待测样品中的聚乙烯和聚丙烯的含量  $C_1$  和  $C_2$ 。

### B.4 计算

聚烯烃含量按下式计算：

$$C = \frac{C_1 + C_2}{0.04} * 100 \quad (\text{B1})$$

式中：

$C$ ——改性剂中聚烯烃总含量 (%)；

$C_1$ ——聚乙烯含量 (%)；

$C_2$ ——聚丙烯含量 (%)。

备注：同一试样平行试验两次，当两次测定值的差值符合重复性试验允许误差时，取其平均值作为试验结果，否则重新试验。重复性试验的允许误差为平均值的 $\pm 5\%$ 。