

团 体 标 准

T/SDHTS XXXXX-XXXX
代替 T/SDHTS XXXXX-XXXX

溶解性胶粉改性沥青应用技术指南

Technical guidelines for the application of Soluble rubber powder
modified asphalt

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

山东公路学会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 胶粉及溶解性胶粉改性沥青 2

 4.1 胶粉 2

 4.2 溶解性胶粉改性沥青 2

5 混合料设计 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 混合料设计 3

6 施工 4

 6.1 一般规定 4

 6.2 溶解性胶粉改性的制备 5

 6.3 拌制 6

 6.4 其它 6

7 质量检测与验收 6

 7.1 施工质量检测 6

 7.2 路面验收标准 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》的规则起草。

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。

本文件由山东高速建设管理集团有限公司提出。

本文件由山东公路学会归口。

本文件起草单位：XXXXX、XXXX、XXXX、XXXX、……。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、……。

溶解性胶粉改性沥青应用技术指南

1 范围

本指南规定了溶解性胶粉改性沥青材料要求、技术要求，溶解性胶粉改性沥青混合料配合比设计方法、技术要求、施工工艺、质量控制等的技术要求。

本指南适用于各等级道路溶解性胶粉改性沥青混合料的设计与施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 19208 硫化橡胶粉

GB/T 4498.1 橡胶 灰分的测定 第1部分：马弗炉法

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 第一部分：丁二烯橡胶、乙烯-丙烯二元和三元共聚物、异丁烯-异戊二烯橡胶、异戊二烯橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶

GB/T 3516 橡胶 溶剂抽出物的测定

JT/T 797 路用废胎硫化橡胶粉

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

JTG F80 公路工程质量检验评定标准

CJJ 1-2008 城镇道路工程施工与质量验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

溶解性胶粉改性沥青 `pyrolytic crumb rubber modified asphalt`

由胶粉和基质沥青按一定比例混合，经高温、高速剪切实现胶粉较高程度脱硫裂解并满足相应技术指标的胶结料。

3.2

溶解性胶粉改性沥青混合料 pyrolytic crumb rubber modified asphalt mixture

由溶解性胶粉改性沥青与矿料按一定比例拌和而成的混合料。

4 胶粉及溶解性胶粉改性沥青

4.1 胶粉

4.1.1 胶粉颗粒粒径宜在 40~150 目（0.4~0.1mm）范围内。

4.1.2 胶粉的物理、化学技术指标应符合表 1 和表 2 的规定。

表 1 胶粉的物理技术指标

检测项目	技术指标	试验方法
外观	胶粉应质地均匀，不得含有目测可见的木屑、金属、砂砾、玻璃等非橡胶组分。	
加热减量（<，%）	1	GB/T 19208
筛余物（<，%）	10	GB/T 19208
纤维含量（<，%）	1	JT/T 797
金属含量（<，%）	0.03	GB/T 19208
相对密度（<）	1.1~1.3	GB/T 19208

表 2 胶粉的化学技术指标

检测项目	技术指标	试验方法
灰分含量（≤，%）	8	GB/T 4498
橡胶烃含量（≥，%）	48	GB/T 14837
炭黑含量（≥，%）	26	GB/T 14837
丙酮抽出物（≤，%）	10	GB/T 3516

4.1.3 胶粉应储存在通风、干燥的仓库，并应防雨、防潮、防火。

4.1.4 胶粉储存时间不宜超过 180 天，超出应对胶粉物理、化学指标进行测定，满足要求后方可使用。

4.2 溶解性胶粉改性沥青

4.2.1 基质沥青应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）规定的相关规定。

4.2.2 根据功能需求，溶解性胶粉改性沥青可添加聚合物和纳米材料进行复合改性。当进行复合改性时，复合改性沥青性能只能进一步提升不能降低。

4.2.3 溶解性胶粉改性沥青技术指标应符合表 3 的规定。

表 3 溶解性胶粉改性沥青主要技术指标表

检测项目		技术指标	试验方法
135℃旋转黏度 (≤, Pa·s)		3	JTG E20 (T 0625)
25℃针入度 (0.1mm)		40~60	JTG E20 (T 0604)
5℃延度 (≥, cm)		10	JTG E20 (T 0605)
5℃延度最大拉力 (≥, N)		150	JTG E20 (T 0671)
软化点 (≥, ℃)		60	JTG E20 (T 0606)
闪点 (≥, ℃)		230	JTG E20 (T 0611)
24h 软化点差异 (≤, ℃)		1	JTG E20 (T 0661)
48h 软化点差异 (≤, ℃)		3	JTG E20 (T 0661)
TOFT (或 RTOFT) 后残留物	质量损失 (≤, %)	1	JTG E20 (T 0609)
	针入度比 (≥, %)	65	JTG E20 (T 0604)
	5℃延度 (≥, %)	5	JTG E20 (T 0605)

5 混合料设计

5.1 一般规定

5.1.1 根据不同的使用目的，溶解性胶粉改性沥青混合料可采用连续密级配(AC)、间断密级配 (SMA) 等矿料级配类型，矿料级配范围应参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)相关要求执行。

5.1.2 溶解性胶粉改性沥青混合料的配合比设计，应符合行业现行标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中关于热拌沥青混合料配合比设计的目标配合比设计、生产配合比设计和试拌试铺验证三阶段进行的规定。

5.1.3 溶解性胶粉改性沥青混合料宜采用马歇尔试验配合比设计方法,有条件时,也可采用其他方法设计沥青混合料。当采用其他方法设计沥青混合料，应按《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)规定进行马歇尔试验及各项配合比设计检验并报告不同设计方法的试验结果。

5.2 混合料设计

5.2.1 粗集料、细集料和填料技术指标要求应符合行业现行标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)和《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1-2008)的规定。

5.2.2 各档集料、矿粉和溶解性胶粉改性沥青的相对密度测定应按行业现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)规定的方法执行。

5.2.3 根据所选的矿料级配类型，溶解性胶粉改性沥青混合料的配合比设计分别按行业现行标准《公

路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)附录 B、附录 C 中的方法执行。

5.2.4 溶解性胶粉改性沥青混合料的室内拌和及成型温度宜根据实践经验宜按表 4 执行。

表 4 溶解性胶粉改性沥青混合料室内拌和及成型温度范围(°C)

石料加热温度	沥青温度	拌和温度	成型温度
190~200	170~180	170~180	≥155

5.2.5 溶解性胶粉改性沥青混合料马歇尔试验的技术指标应符合行业现行标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中的规定。

5.2.6 溶解性胶粉改性沥青混合料技术指标应符合表 5 的规定。

表 5 溶解性胶粉改性沥青混合料技术要求

检测项目	控制指标		试验方法
车辙试验	动稳定度 (≥, 次/mm)	3000	JTG E20 (T 0719)
浸水马歇尔实验	残留稳定度 (≥, %)	85	JTG E20 (T 0709)
冻融劈裂试验	冻融劈裂强度比 (≥, %)	80	JTG E20 (T 0729)
低温弯曲试验	弯曲试验破坏应变 (≥, 50mm/min)	3000	JTG E20 (T 0715)

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 溶解性胶粉改性沥青混合料路面的施工除应符合本规程的规定外, 尚应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

6.1.2 溶解性胶粉改性沥青混合料路面工程正式开工前应铺筑 100~200m 试验路段, 进行改性沥青混合料的试拌、试铺和试压试验, 并据此制定正式的施工程序。

试验路应开展如下工作:

- 确定拌和温度、拌和时间, 验证矿料级配和改性沥青用量;
- 确定摊铺温度、摊铺速度;
- 确定压实温度、压路机类型、压实工艺及压实次数;

d) 检测试验路施工质量, 不符合要求时应找出原因, 采取纠正措施, 重新铺筑试验路, 直到满足要求为止。

6.1.3 施工前应根据工程量及进度计划, 提前准备好充足的原材料, 并按本标准要求质量检验。

6.1.4 铺筑溶解性胶粉改性沥青混合料路面前，应检查其下承层的质量，应保持干燥、清洁、无碎石、杂物等，对有污染部位应提前处理。

6.1.5 在旧沥青路面或水泥混凝土路面上加铺溶解性胶粉改性沥青混合料面层时，应对病害处理后方可施工。

6.2 溶解性胶粉改性的制备

6.2.1 溶解性胶粉改性沥青可在固定式工厂或现场设厂集中制作。

6.2.2 胶粉掺量占道路石油沥青质量百分比宜按照表 6 选取，需要添加改性剂时 SBS 掺量可选用 1%~2%，碳纳米管、纳米 ZnO 等纳米材料掺量可选用 1%~4%。

表 6 胶粉掺量选择

胶粉种类	40~60 目	60~100 目	100~120 目	120~150 目
掺量 (≤, %)	15	14	12	10

6.2.3 采用现场制备溶解性胶粉改性沥青宜采用图 1 的流程，制备工艺参数宜按照表 7 的规定。

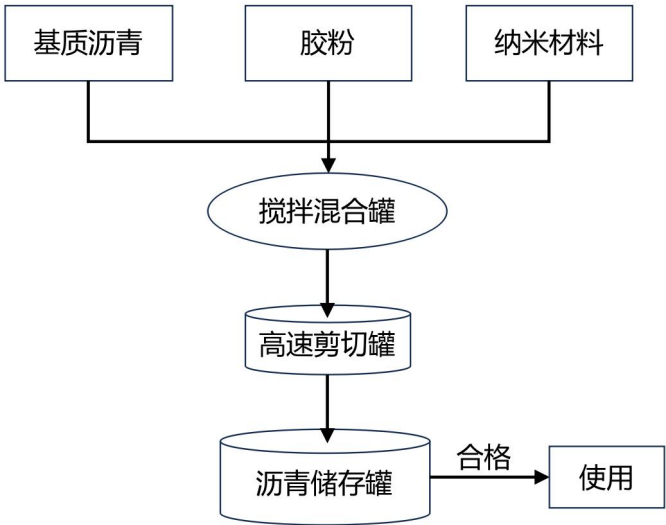


图 1 溶解性胶粉改性沥青制备流程

表 7 溶解性胶粉改性沥青制备参数

制备参数	剪切时间 (min)	剪切温度 (℃)	剪切速率 (r/min)
推荐值	80~110	175~180	4000~4500

6.2.4 现场制备的溶解性胶粉改性沥青宜随制随用，需作短时间保存时，使用前宜搅拌均匀，工厂制备的成品溶解性胶粉改性沥青到达施工现场后需存贮在加设搅拌设备的改性沥青罐中并进行搅拌。

6.2.5 施工过程中应定期取样检验产品质量，溶解性胶粉改性沥青使用前应满足表 3 要求。

6.3 拌制

6.3.1 溶解性胶粉改性沥青混合料宜采用间歇式拌和机拌制。

6.3.2 溶解性胶粉改性沥青混合料的施工温度应根据改性沥青的黏度和气候条件，参照表 8 的范围选择，并根据实际情况确定使用高值或低值。

表 8 溶解性胶粉改性沥青混合料施工温度（℃）

工序	控制标准
集料加热温度	190~200
沥青加热温度	170~180
混合料出料温度	170~185
混合料最高温度（废弃温度）	200
混合料摊铺温度，不低于	165
初压温度，不低于	155
碾压终了温度，不低于	100
开放交通温度，不高于	50

6.4 其它

溶解性胶粉改性沥青混合料的运输、摊铺、压实等应按《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

7 质量检测与验收

7.1 施工质量检测

7.1.1 胶粉进场前应每 100t 的频率提供全套物理、化学指标的检测报告。

7.1.2 使用前需对胶粉进行随机抽检，现场制备时宜检测检测胶粉的物理技术指标，并对橡胶烃含量和碳黑含量进行抽检；工厂制备时宜检测检测胶粉的物理技术指标，并对胶粉化学技术指标进行抽检。

7.1.3 胶粉的掺量应严格按照设计掺量，允许误差 1%。

7.1.4 对于溶解性胶粉改性沥青生产检测，如采用现场生产，应按批次抽取样品进行检测，如采用成品沥青，应每罐抽检一次。每次检测平行试验应不少于 3 个样本。同时有条件时应对抽检的沥青试样进行性能测试，以保证其具有优良的高低温等性能。

7.1.5 溶解性胶粉改性沥青混合料的粗集料、细集料、矿粉、道路石油沥青按《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)规定的抽检项目和频度进行检查。

7.1.6 溶解性胶粉改性沥青混合料每台拌和楼每天取样两次,进行马歇尔击实试验,测量混合料的空隙率、稳定度;并采用燃烧法测定混合料的油石比和矿料级配,以两个样本的平均值评定。

同时每天进行混合料的车辙试验,以3个试件的平均值评定。必要时进行混合料的浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验。

发现问题应及时调整,必要时需要停工,待问题解决后方可开工。以上各试验数据应满足相应工程设计文件的要求。

7.2 路面验收标准

溶解性胶粉改性沥青路面的外观、接缝、厚度、压实度、平整度、宽度、纵断面高程、横坡等验收标准应符合《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80)的规定。

溶解性胶粉改性沥青应用技术指南

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本标准的编制任务来自于山东公路学会《关于发布第一批山东公路学会标准立项计划的通知》（鲁公学会[2023]6号）。

（二）制定背景

随着我国经济的快速发展，人民生活水平显著提高，汽车的保有量快速增长，加之我国车辆载重的不断增加及超载现象，不仅对我国沥青路面自身性能提出了更高要求，而且使得我国机动车废旧轮胎无害化处理更加迫在眉睫。废旧轮胎中所含的橡胶、炭黑、钢纤维是工业生产必不可少的原材料，具有很高的回收价值。根据绿色公路的发展需求，废旧橡胶轮胎粉碎而成的胶粉用于改性沥青应用逐步推广，已经成为改性沥青结合料的常用改性剂。

溶解性胶粉改性沥青是一种低黏度，高储存稳定性的橡胶沥青，当与SBS、碳纳米管等材料复合改性时能获得更加优异的性能，是一种兼具发展前景和环保价值的胶粉改性沥青技术。但溶解性胶粉改性沥青制备工艺较普通搅拌法复杂，且改性沥青性能受制备参数变化影响较大。因此，制定溶解性胶粉改性沥青的相关标准，将在一定程度上解决溶解性胶粉改性沥青制备与施工技术欠缺的问题，促进溶解性胶粉改性沥青的开发和应用，不仅能满足道路交通的使用要求，同时还可促进我国废旧轮胎的无害化处理，保护自然环境，维护人民生命安全健康。

（三）起草过程

本标准在起草过程中，标准起草工作组认真调研、吸收、消化了现有类似工作的实践经验，并在此基础上，结合山东特点进行总结、提炼，形成本标准基础内容。通过文献检索，收集国内外关于溶解性胶粉改性沥青的相关技术标准和规范。查阅溶解性胶粉改性沥青在其他行业中的相关设计、施工和质量检测方法等。较现有《橡胶沥青》（NB/SH/T 0818-2010）、《废胎胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》（DB 41/T 1286-2016）、《路用废胎胶粉橡胶沥青》（JT/T 798-2019）、《橡胶沥青路面技术标准》（CJJ/T 273-2019）等规范进行对比，针对溶解性胶粉改性沥青，对评价体系和评价指标进行科学设置，对标准的关键性指标水平进行了

科学分析。

二、标准制定原则及主要内容确定依据

（一）标准制定原则

1. 制订标准工作要突出重点、有的放矢。重点针对溶解性胶粉改性沥青的原材料与制备工艺、质量控制，溶解性胶粉改性沥青混合料施工工艺与质量控制等关键技术问题，开展标准制订工作。

2. 技术内容要科学、合理以及具备可操作性。吸纳最新技术成果、工程应用等成功经验和做法，合理编排章节与条款内容，广泛征求专管部门、建设单位、设计、施工单位的意见，凝聚共识。制订的技术内容要充分考虑工程的可行性和可操作性。

3. 用语标准、简洁、明确。按照要求规范撰写，规范用语、细化条款，形成适用于道路工程的溶解性胶粉改性沥青应用技术指南。

4. 与相关规范要协调一致。注重规范间的协调一致、互为补充、系统配套的原则，处理好本标准与现行《稳定型废旧轮胎胶粉改性沥青技术要求》（DB 13/T 2780-2018）、《胶粉改性沥青及混合料设计与施工规范》（DB 15/T 1417-2018）、《活化胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》（DB 4110/T 2-2020）等标准的关系。

（二）标准主要内容及确定依据

《溶解性胶粉改性沥青应用技术指南》所有编制单位均从事多年的道路工程沥青路面相关领域科研、设计和施工工作，具有良好的科研实力和行业影响力。同时依托山东省高速建设项目，针对山东省交通条件、气候特点和溶解性胶粉改性沥青材料的特性等，建立溶解性胶粉改性沥青及混合料性能评价体系，提出溶解性胶粉改性沥青路面施工工艺和质量控制方法等。

溶解性胶粉改性沥青术语界定部分，调研现有标准对不同橡胶沥青的分类和 TB 湿法工艺的技术特点，对溶解性胶粉改性进行定义。原材料及溶解性胶粉改性沥青技术指标要求方面，结合《路用废胎胶粉》（JT/T 797-2019）、《硫化橡胶粉》（GB/T 19208-2020）、《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）、《活化胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》（DB 4110/T 2-2020）等对胶粉、普通沥青和胶粉改性沥青的技术指标，参照室内试验结果对溶解性胶粉改性沥青的相关技术指标及其自行制备时的制备工艺进行规定。溶解性胶粉改性沥青混合料原材料技术指标依据《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）和《城镇道路工程施工与质

量验收规范》(CJJ 1-2008)中的相关规定执行；改性沥青混合料配合比设计参照现有马歇尔试验配合比设计方法进行，试件拌合和成型温度根据溶解性胶粉改性沥青的黏温曲线确定；改性沥青混合料技术指标、施工工艺和质量检验指标根据现有标准和室内试验数据确定。

1. 胶粉技术指标确定依据

调研了《路用废胎硫化橡胶粉》(JT/T 797)、《硫化橡胶粉》(GB/T 19208)、《天津市硫化橡胶粉改性沥青路面技术规程》(DB/T 29-161-2018)、《活化胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》(DB 4110/T 2-2020)等规范关于胶粉的技术指标的规定。结合本指南采用的胶粉目数范围和技术指标，确定本指南适用的胶粉技术指标，如表 1 所示。

表 1 胶粉技术指标调研表

	检测项目	JT/T 797	GB/T 19208	DB/T 29-161-2018	DB 4110/T 2-2020	本指南
物理指标	加热减量 (<, %)	-	1	1	1	1
	筛余物 (<, %)	10	-	-	-	10
	纤维含量 (<, %)	1	-	0.5	1	1
	金属含量 (<, %)	0.03	0.05	0.08	0.03	0.03
	相对密度 (<)	1.1~1.3	-	1.16~1.2	1.0~1.2	1.1~1.3
化学指标	灰分含量 (≤, %)	8	10	8	10	8
	橡胶烃含量 (≥, %)	48	48	48	42	48
	炭黑含量 (≥, %)	28	26	26	28	26
	丙酮抽出物 (≤, %)	16	10	10	21	10
	溶解度 (≥, %)	16	-	-	-	-

2. 溶解性胶粉改性沥青主要技术指标确定依据

溶解性胶粉改性沥青黏度较低，具有较好的施工和易性，根据实测溶解性胶粉改性沥青的黏度，并结合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中对聚合物改性沥青黏度的规定确定溶解性胶粉改性沥青黏度；针入度、软化点、延度和延度最大拉力根据实测溶解性胶粉改性沥青性能确定，因 5℃延度无法表征溶解性胶粉改性沥青的低温性能，为此依据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》征求意见稿添加沥青拉伸性能试验的延度最大拉力指标；闪点和沥青老化指标根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中相关聚合物改性沥青技术指标确定；为保证溶解性胶粉改性沥青使用时的性能稳定性，根据实测试验数据增加 24h 离析软化点差指标，以保证溶解性胶粉改性沥青在较短加热时间内使用时的性能。

3. 胶粉掺入量和改性沥青制备工艺的确定依据

采用不同目数的胶粉分别在掺量为 0%、5%、10%、15%和 20%掺量下制备溶解性胶粉

改性沥青，并测试其黏度。得出黏度符合要求时的不同目数胶粉最大掺量，如表 2 所示。

表 2 胶粉目数和掺量确定依据

胶粉掺量/%	40 目~60 目	60 目~80 目	100 目~120 目	120 目~150 目
0	570	570	570	570
5	980	1100	1820	2500
10	1420	1820	2770	3420
15	2650	2930	3980	4760
20	3420	3710	4870	5950
最大掺量/%	15	14	12	10

采用室内响应曲面法对溶解性胶粉改性沥青的制备工艺参数进行研究，如表 3 所示。得到制备溶解性胶粉改性沥青的适宜剪切温度为 175~180℃、剪切时间为 80~110min 和剪切速率 4000~4500r/min。

表 3 制备工艺参数试验数据

编号	时间/s	温度/℃	速率/(r·min ⁻¹)	针入度/0.1mm	软化点/℃	延度/cm	最大拉力/N	黏度/mPa·s
1	40	140	2000	52.5	55.4	1.7	96.1	2620
2	120	140	2000	50.2	56.5	2.9	89.1	3000
3	40	190	2000	51.1	56.5	3.6	175.5	1650
4	120	190	2000	47.1	60.4	4.5	173.5	2800
5	40	140	7000	50.4	59.4	2.5	180.5	2860
6	120	140	7000	47.5	63.4	3.4	133.1	2900
7	40	190	7000	53.9	54.2	4.1	155.5	2020
8	120	190	7000	47.3	61.5	5.3	135.9	2910
9	12.7	165	4500	50.9	56.7	3.2	157.5	2850
10	147.2	165	4500	48	60.8	3.7	127.2	2680
11	80	122.9	4500	49.9	58.8	3.2	123.9	3000
12	80	207.0	4500	50.5	57.2	1.5	156.3	2850
13	80	165	295.5	47	58.9	4.7	162.7	2870
14	80	165	8704	52.5	60.7	4.1	125	2810
15	80	165	4500	46.9	59.7	1.1	163.6	2860
16	80	165	4500	47.4	60	0.4	161.6	2750
17	80	165	4500	47.1	58.9	1.5	160.7	2800
18	80	165	4500	48.9	59.1	0.6	168.3	2920
19	80	165	4500	48.6	58.1	1.1	147.9	2730
20	80	165	4500	48.1	59.3	2	140.6	2810

4. 溶解性胶粉改性沥青混合料施工温度确定依据

根据溶解性橡胶粉改性沥青的黏度特性与室内试件成型经验，并结合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中聚合物改性沥青混合料的施工温度范围确定溶解性胶粉改性沥青混合料的施工温度。

三、与其他相关标准对比情况

针对橡胶沥青对相关国家标准、行业标准、地方标准进行收集，关于溶解性废胎胶粉改性沥青，现有较为相关的标准有《橡胶沥青》(NB/SH/T 0818-2010)、《公路工程橡胶沥青加工设备技术要求》(JT/T 799-2011)、《路用废胎胶粉橡胶沥青》(JT/T 798-2019)、《橡胶沥青路面技术标准》(CJJ/T 273-2019)、《废胎胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》(DB 41/T 1286-2016)、《稳定型废旧轮胎胶粉改性沥青技术要求》(DB 13/T 2780-2018)、《胶粉改性沥青及混合料设计与施工规范》(DB 15/T 1417-2018)、《活化胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》(DB 4110/T 2-2020)等。

石油化工业标准《橡胶沥青》(NB/SH/T 0818-2010)规范的橡胶沥青类型是湿法工艺生产的，但其湿法工艺为湿法搅拌法；规定橡胶沥青的技术要求，但未说明测试各指标的试验方法，与本标准具有较大差异。本标准具体规定溶解性胶粉改性沥青加工工艺和技术要求，以及各指标的试验方法。

交通运输行业标准《公路工程橡胶沥青加工设备技术要求》(JT/T 799-2011)涉及了湿法橡胶沥青的生产工艺，但主要规定的内容为湿法橡胶沥青生产设备的主要技术要求，并未对改性沥青的生产工艺等内容进行详细说明。本标准规定溶解性胶粉改性沥青材料、技术要求、生产、运输与质量控制等要求。

交通运输行业标准《路用废胎胶粉橡胶沥青》(JT/T 798-2019)第3条根据对橡胶沥青进行分类，但废胎胶粉橡胶沥青和改性胶粉橡胶沥青等定义不清晰；第5.2条规定了改性胶粉橡胶沥青的技术要求，涉及溶解性胶粉改性沥青的相关技术指标，但指标不够具体且存在缺失，无法指导具体应用。

行业标准《橡胶沥青路面技术标准》(CJJ/T 273-2019)仅对橡胶沥青不同分类进行定义，并未具体规定溶解性胶粉改性沥青的生产工艺和技术标准，无法指导具体应用。本标准针对溶解性胶粉改性沥青，从材料、加工、施工与验收等方面提出详细控制指标与技术要求，能起到切实具体知道实际应用的作用。

河南省地方标准《废胎胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》(DB 41/T 1286-2016)规定废胎胶粉和 SBS、SBR 等聚合物复合改性沥青的技术要求及复合改性沥青混合料的配合比设计检验指标。本标准规范的内容为溶解性胶粉改性沥青分类、技术要求、试验方法等,同时涉及添加 SBS、纳米材料等得到溶解性胶粉复合改性沥青的技术性能等,具有明显差异。

河北省地方标准《稳定型废旧轮胎胶粉改性沥青技术要求》(DB 13/T 2780-2018)和内蒙古自治区地方标准《胶粉改性沥青及混合料设计与施工规范》(DB 15/T 1417-2018)对胶粉改性沥青和稳定型废旧轮胎胶粉改性沥青进行规定,与溶解性胶粉改性沥青有类似之处,但其胶粉掺量较大,改性沥青在一定程度上表现为湿法搅拌类橡胶沥青的特点,与溶解性胶粉改性沥青又有着明显差异。

许昌市地方标准《活化胶粉复合改性沥青路面施工技术规范》(DB 4110/T 2-2020)规定了一种采用活化胶粉和改性剂(SBS 或 SBR)复合掺加得到的活化胶粉复合改性沥青,采用的胶粉为活化后的胶粉与本标准采用的胶粉有明显差异,本标准规定的胶粉为满足技术要求的废旧轮胎胶粉,并规定溶解性胶粉改性沥青的具体制备方法和具体技术指标。

综上,上述规范略有提及溶解性胶粉改性沥青,主要对总的橡胶沥青或 AR 橡胶沥青做出定性要求,势必与溶解性胶粉改性沥青的相关指标和要求有较大差异,并不能指导溶解性胶粉改性沥青在公路路面工程中的具体应用。而溶解性胶粉改性沥青在各方面性能表现出来的优势,在今后一段时间内将会是橡胶沥青研究和应用的热点,缺乏相关指标与标准将对溶解性胶粉改性沥青的发展和应用产生不利影响。相比之下,本标准具有以下特点:针对性强,主要针对溶解性胶粉改性沥青;指导性强,从材料、加工到施工、验收,对溶解性胶粉改性沥青必要指标和要求做出系统全面的规定,更具指导意义;与现有规范兼容性强,从原材料到混合料的制备方法和试验方法都与现有规范相关联,同类型试验方法和规范引用相应条款,与现有规范相兼容,且丰富和补充了相关空白。因此,有必要编制相关技术指南,为推动溶解性胶粉改性沥青路面材料的应用提供支撑。

四、经济社会效益分析

(一) 经济效益

仅考虑改性沥青的原材料成本对复合改性沥青进行经济效益分析,就初期建设成本而言,按目前市场平均价格基质沥青约为 4500 元/t, SBS 改性剂约为 13000 元/t, 掺量约为 3.5%~6.0% (占基质沥青质量比), 每吨 SBS 改性沥青成本约在 5000 元左右。而废旧胶粉的

平均价格约为 2000 元/t，掺量按 17%（占沥青质量比）考虑。改性剂以目前常用的纳米氧化物为例，一般纳米氧化物的平均价格约为 12000 元/t，在掺量为 3.5%的条件下，溶解性胶粉-纳米改性沥青成本约为 4350 元/t 左右，比 SBS 改性沥青降低约 13%。

其次，从后期养护成本角度来看，溶解性胶粉-纳米改性沥青混合料由于具有优良的抗车辙变形、反射开裂及疲劳开裂能力，有效延长了道路的使用寿命，为后期维修养护节省了大量资金。

此外，废旧轮胎的堆积占用大量的土地资源，而本项目的研究应用能够大量消耗废旧轮胎，减少由于轮胎堆积造成的土地资源浪费，提高土地资源的利用率，从而产生更大的经济效益。研究表明废胶粉-纳米复合改性沥青路面噪声水平较低且具有优良的抗滑性能，有助于改善道路的服务能力，降低汽车的运输成本且能够在一定程度上降低交通事故的发生率，减少由于交通事故所引发的一系列人身财产损失。因此，其产生的间接经济效益也十分可观。

（二）社会生态效益

汽车行业产值占 GDP 比重逐年增长，机动车保有量也不断增加。据统计 2023 年我国机动车保有量达 4.35 亿辆，全国新注册登记机动车 3480 万辆，比 2022 年增加 1.6 万辆，增长 0.05%。其中，新注册登记汽车 2456 万辆，比 2022 年增加 133 万辆，增长 5.73%，自 2014 年以来已连续 10 年新注册登记量超过 2000 万辆。随着我国经济的快速发展，我国机动车保有量持增不减，带动汽车产业的不断发展，同时也产生了大量的机动车废弃物。机动车轮胎作为易耗品，使用约 3-5 年就必须废弃。废旧轮胎不仅会占用土地、滋生蚊虫传播疾病，甚至会引发火灾，造成环境污染。目前国际上已有多起由于废旧轮胎堆积自燃所引发的大型火灾。根据商务部有关调查数据，自 2010 年以来，中国橡胶轮胎产量整体保持稳步增长的趋势，产量均高于 7 亿条，2023 年我国橡胶轮胎产量达 9.88 亿条，废旧轮胎的产生量也呈现平稳增长趋势。目前废轮胎的处理主要包括轮胎翻新、再生胶、橡胶粉、热裂解等方式。其中，以填埋、焚烧、土法炼油、热裂解等方式处理的废轮胎量超过 60%，截止 2023 年我国废轮胎回收率尚未达到 50%，在国家政策推进可再生资源发展背景下，我国废轮胎回收产业可提升空间较大。另一方面，与严峻的废旧轮胎处理形势相对应的是，目前大部分新建公路和旧路翻修改建项目仍依赖进口大量聚合物改性沥青，以适应我国高等级道路交通量日趋增长和轴载重型化的需求。

溶解性胶粉-纳米改性沥青的研究能够消化大量废弃轮胎，减少废旧轮胎堆积所引发的

环境污染问题。由于溶解性胶粉改性沥青的黏度相对于普通橡胶沥青得以显著降低，因此生产和使用过程中避免了更高的施工温度，大大改善了施工条件，可以有效降低劳动强度及其对施工人员身体的伤害，更加体现以人为本的原则，具有显著的环境效益。

基于此背景，本标准对溶解性胶粉-纳米改性沥青的应用技术进行规范，旨在推广性能优良的溶解性胶粉改性沥青，促进交通行业废旧轮胎的循环利用。不仅可以提高路面使用品质，延长道路使用寿命，还可减少固体废弃物对周边环境的负面影响，更能提高交通行业废旧资源循环利用率与资源集约节约利用水平，充分贯彻执行“节能减排”、“低碳环保”及“绿色交通”的道路建设理念。

五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

符合现行法律、法规规定，不属于强制性标准。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、涉及专利的有关说明

无。

八、其他应当说明的事项

无。