

ICS 93.080.20

CCS P 66



团 体 标 准

T/CSPSTC XXX-2025

高温高压与微波联合活化废胎胶粉改性 沥青应用技术规范

Technical specification for application of waste tire rubber powder modified
asphalt activated by high temperature and high pressure combined with
microwave
(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布
中国标准出版社 出版

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 设备要求..... 1

4.1 一般规定..... 1

4.2 微波设备..... 2

4.3 高温高压设备..... 2

4.4 联合活化设备要求..... 2

5 材料要求..... 2

5.1 一般要求..... 2

5.2 道路石油沥青..... 2

5.3 废旧轮胎胶粉..... 2

5.4 活化废胎胶粉..... 3

5.5 活化废胎胶粉改性沥青..... 3

5.6 外掺剂..... 4

6 生产要求..... 4

6.1 一般规定..... 4

6.2 加工与储存..... 4

7 质量控制..... 5

7.1 采样..... 5

7.2 原材料检验..... 5

7.3 胶粉质量检验..... 5

7.4 活化胶粉改性沥青质量控制..... 5

7.5 施工过程中的质量管理与检查..... 5

7.6 验收..... 5

附 录 A（规范性）门尼黏度测试..... 6

A.1 试验方法..... 6

A.2 仪器与设备..... 6

A.3 试样制备..... 6

A.4 试验条件..... 6

A.5 试验步骤..... 7

A.6 试验结果..... 7

A.7 试验影响因素..... 7

附 录 B（资料性）活化废胎胶粉制备..... 8

B.1 使用条件..... 8

B.2 仪器..... 8

B.3 试验步骤..... 8

B.4 冷却与储存..... 8

B.5 配伍性评价..... 8

附 录 C（资料性）活化废胎胶粉改性沥青制备..... 9

C.1 使用条件..... 9

C.2 仪器..... 9

C.3 试验步骤..... 9

C.4 配伍性评价..... 9

参考文献..... 10

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。

本文件由太行城乡建设集团有限公司、华北水利水电大学提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

高温高压与微波联合活化废胎胶粉改性沥青应用技术规范

1 范围

本文件规定了路用废旧轮胎胶粉活化设备要求、材料要求、生产要求及质量控制等。

本文件适用于各等级公路新建、改扩建及养护工程中活化废胎胶粉改性沥青应用，其他道路工程可参考使用。

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 3516 橡胶 溶剂抽出物的测定

GB/T 4498.1 橡胶 灰分的测定 第1部分：马弗炉法

GB/T 10067.6 电热和电磁处理装置基本技术条件 第6部分：工业微波加热装置

GB/T 11147 沥青取样法

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

GB/T 19208 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 F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JT/T 797 路用废胎橡胶粉

JT/T 798 路用废胎胶粉橡胶沥青

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路用废胎胶粉 ground vulcanized rubber of scrap tires for highway

满足道路路用技术要求的废胎胶粉。

3.2

高温高压与微波联合活化废胎胶粉 activated rubber powder

由路用废旧轮胎胶粉、软化剂、活化剂等，在高温高压和微波联合活化的条件下经过加工工艺制成的改性胶粉。

3.3

活化废胎胶粉改性沥青 activated crumb rubber modified asphalt

活化废胎胶粉与沥青(亦可掺加一定比例的外掺剂)按一定比例采用专用设备拌和而得到的满足相关技术指标要求的改性沥青。

3.4

外掺剂 additive agent

在加工过程中按一定比例掺加的，用于改善废胎胶粉橡胶沥青性能的材料。

4 设备要求

4.1 一般规定

4.1.1 所有设备应符合国家及行业相关安全标准，具备防爆、防漏、防火等安全功能。

4.1.2 设备应配备先进的自动化控制系统，能够实时监测各项参数（如温度、压力、微波功率等），并具备自动调整和报警功能。

4.1.3 设备应设计为操作简便、界面友好的形式，能够方便技术人员进行操作、维护和调整。

4.1.4 设备在使用过程中应尽量减少对环境的污染，采用节能、减排技术，符合相关环境保护法规。

4.2 高温高压设备

4.2.1 设备应能够承受高温和高压，温度应达到 200°C 以上，压力应不低于 1.0 MPa，并能够在此范围内稳定工作。

4.2.2 设备应具备自动化调节温度、压力的功能，能够根据工艺要求实时调控。

4.2.3 设备材料应具备耐腐蚀性、热稳定性和密封性。

4.3 微波设备

4.3.1 微波频率宜采用 2450 MHz±50 MHz。

4.3.2 微波功率应具备一定的调节范围，符合 5 kW~10 kW。

4.3.3 设备的微波泄漏限值和防护应符合 GB/T 10067.6 的要求。

4.3.4 微波设备应能够保证路用废胎胶粉在辐射过程中的加热均匀性，应具有较高的能效和较强的抗干扰能力，防止外界电磁干扰影响设备的正常运行。

4.3.5 微波设备应配备高精度的温控系统，避免过热或温度不足。

4.3.6 微波设备应具有有效的屏蔽措施，以确保微波辐射不会泄漏到外部环境。

4.4 联合活化设备

4.4.1 联合活化设备应能够同时实现高温高压与微波加热两种功能，高温高压加热活化胶粉应是微波加热活化的前置环节，且两种加热方式之间的转换应平滑无缝，生产能力应不低于 2 t/h。

4.4.2 路用废胎胶粉上料装置的上料效率应与联合活化设备生产能力相匹配，上料率应不低于联合活化设备生产率的 0.25 倍；应配备计量装置，计量精度应不大于 0.5%。

4.4.3 微波罐和高温高压罐内应配备有效的螺旋搅拌器、保温和升温装置，以及方便取样的阀门。

4.4.4 高速剪切机应配备变频器，具备匀化和研磨功能；电机转速应不低于 810 r/min。

4.4.5 联合活化设备应配备智能化的联动控制系统，能够根据不同的工艺需求自动切换高温高压与微波的工作模式，并对温度、压力、功率等参数进行实时监控和调整。

4.4.6 联合活化设备应具备高效的物料输送和处理系统，确保路用废胎胶粉能够稳定进入活化区域并均匀分布，避免堵塞或不均匀加热。

5 材料要求

5.1 一般要求

5.1.1 各种材料应按本文件规定的频率和试验方法进行抽检，合格后才能贮存和使用。

5.1.2 高温高压与微波联合活化废胎胶粉（以下简称“活化废胎胶粉”）与基质沥青应有良好的配伍性，活化废胎胶粉生产应采用附录 B 方法制备。

5.2 道路石油沥青

5.2.1 道路石油沥青应与路用废胎胶粉或活化废胎胶粉具有良好的相容性。

5.2.2 道路石油沥青宜选用 70 号或 90 号的 A 级道路石油沥青，其技术要求应符合 JTG F40 的相关规定。

5.3 废旧轮胎胶粉

5.3.1 路用废胎胶粉应采用常温磨碎法加工而成，细度宜选用 30 目~40 目，技术要求应符合 JT/T 797 的相关规定。

5.3.2 路用废胎胶粉宜选用橡胶含量较高的大型货车轮胎加工，轮胎直径宜为 900 mm~1200 mm。

5.3.3 路用废胎胶粉应质地均匀，不应含有目测可见的木屑、金属、砂砾、玻璃和污物等杂质。路用废胎胶粉中的纤维不应结团，不应有柱状的纤维颗粒和目测可见的金属丝。

5.3.4 路用废胎胶粉的技术指标应符合表 1 的规定。

表 1 路用废胎胶粉的技术指标

项目	技术要求	试验方法
筛余物/%	<10	按照JT/T 797进行测定
含水率/%	<1	按照JT/T 797进行测定
密度/(10 ³ kg/m ³)	1.10-1.30	按照JT/T 797进行测定
灰分(质量分数)/%	≤8	按照GB/T 4498.1进行测定
丙酮抽出物(质量分数)/%	≤16	按照GB/T 3516进行测定
炭黑含量(质量分数)/%	≥28	按照GB/T 14837.1进行测定
橡胶烃含量(质量分数)/%	≥48	按照GB/T 14837.1进行测定
纤维含量/%	<1.0	按照GB/T 19208进行测定

5.4 活化废胎胶粉

活化废胎胶粉应采用符合本文件要求的胶粉进行活化处理。活化废胎胶粉的技术指标应符合表2的规定。

表 2 活化废胎胶粉的技术指标

项目		单位	技术要求	试验方法
物理指标	含水率	%	<1	按照JT/T 797进行测定
	纤维含量	%	<1.0	按照GB/T 19208进行测定
	门尼粘度	100℃	30~60	附录A
	相对密度	/	<1.3	按照JT/T 797进行测定
化学指标	灰分	%	≤8	按照GB/T 4498.1进行测定
	橡胶烃含量	%	≥48	按照GB/T 14837.1进行测定
	炭黑含量	%	≥28	按照GB/T 14837.1进行测定
	溶解度	%	≥16	按照JT/T 797附录A方法进行测定

5.5 活化废胎胶粉改性沥青

5.5.1 活化废胎胶粉改性沥青的活化废胎胶粉掺量应不低于基质沥青质量的 20%(外掺)，活化废胎胶粉改性沥青中活化废胎胶粉与外掺剂的总掺量应符合 JT/T 798 中 5.1.2.2 条的规定。

5.5.2 活化废胎胶粉改性沥青宜采用工厂化生产。

5.5.3 活化废胎胶粉改性沥青按照 JTG E20 要求取样检验，其技术指标应符合表 3 的规定。

表 3 活化废胎胶粉改性沥青技术要求

项目	单位	技术要求	试验方法
旋转黏度（180℃）	Pa·s	≤1.5	按照JTG E20中T0625的要求
针入度(25℃, 100g, 5s)	0.1 mm	40~80	按照JTG E20中T0604的要求
软化点	℃	60~65	按照JTG E20中T0606的要求

项目	单位	技术要求	试验方法
弹性恢复(25℃)	%	≥75(70)	按照JTG E20中T0662的要求
延度(5℃, 1cm/min)	cm	≥15	按照JTG E20中T0605的要求
离析(48 h软化点差, 163℃)	℃	≤3.0	按照JTG E20中T0661的要求
密度(25℃)	g/cm ³	实测记录	按照JTG E20中T0603的要求
163℃TFOT (或RTFOT) 后			
质量变化	%	-1.0~1.0	按照JTG E20中T0610或T0609的要求
针入度比 (25℃)	%	≥70	按照JTG E20中T0604的要求
延度 (5℃, 1cm/min)	%	≥10	按照JTG E20中T0605的要求
注: 软化点和弹性恢复的括号中数值为二级及以下等级公路用废胎胶粉沥青技术要求。			

5.6 外掺剂

活化废胎胶粉与外掺剂的掺量应符合JT/T 798中5.1.2.2条的规定。

6 生产要求

6.1 一般规定

- 6.1.1 活化废胎胶粉改性沥青生产应符合国家有关环境、消防、安全等规定。
- 6.1.2 活化废胎胶粉改性沥青的生产加工应采用新工艺、新技术。
- 6.1.3 活化废胎胶粉改性沥青宜采用工厂化集中式生产, 现场加工时, 设备要求及加工工艺应参照工厂化生产方式设置。
- 6.1.4 加工前应对所用的废胎胶粉、活化废胎胶粉、道路石油沥青进行质量检测, 并提供检验报告, 合格后方可使用。

6.2 加工与贮存

- 6.2.1 加工开始前, 道路石油沥青温度宜控制在 155℃~165℃, 经过快速升温与活化废胎胶粉拌合温度应不超过 185℃。
- 6.2.2 活化废胎胶粉改性沥青生产加工过程中, 温度应保持在 180℃~185℃, 总发育反应时间应不少于 45 min。
- 6.2.3 道路石油沥青、活化废胎胶粉进入发育罐预混恒温后, 进行高效搅拌溶胀反应 10 min~15 min。
- 6.2.4 初步溶胀后, 加入外掺剂, 混合后经过第一道剪切工艺进行剪切, 使发育罐内混合物均匀。
- 6.2.5 在发育罐内取样检测, 经检验符合表 3 要求后, 进一步剪切, 方可存入成品罐贮存或转运。
- 6.2.6 活化废胎胶粉与道路石油沥青、外掺剂应在搅拌罐中混合均匀, 不应有橡胶粉沉淀或积存。
- 6.2.7 加工过程应对活化废胎胶粉改性沥青进行质量监控, 活化废胎胶粉改性沥青加工参照附录 C 进行。
- 6.2.8 活化废胎胶粉改性沥青应采用具有保温装置的沥青罐进行运输和贮存。运输过程中温度应不低于 180℃。产品运输单上应明确表明生产时间、出厂黏度等关键参数。
- 6.2.9 活化废胎胶粉改性沥青宜在七天内使用完毕, 七天以内的检测指标均应满足技术要求。

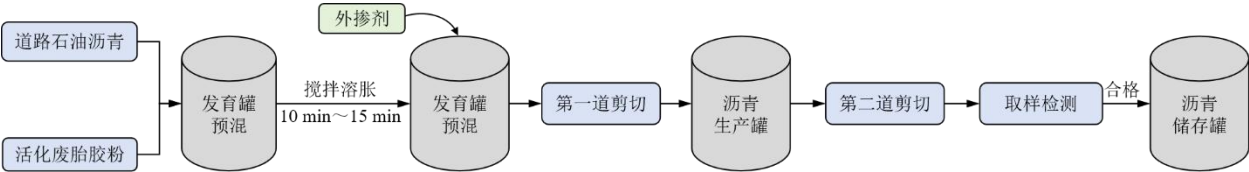


图1 活化废胎胶粉改性沥青制备工艺

7 质量控制

7.1 采样

采样按GB/T 11147规定执行。

7.2 原材料检验

应对活化废胎胶粉、道路石油沥青和外掺剂等原材料进行严格的质量检验，应符合 JT/T 797 技术要求。

7.3 废胎胶粉质量管理与检查

7.3.1 应对废胎胶粉取样检测，每批废胎胶粉进场前应根据 JT/T 797 的相关要求，提供相对密度、水分、纤维含量、筛余物等物理指标以及灰分、丙酮抽出物、炭黑含量、橡胶烃含量等化学指标的检测报告。

7.3.2 废胎胶粉进场后每 400 t 的频率抽检一次化学指标，按每班次的频率抽检一次物理指标。

7.4 活化废胎胶粉改性沥青质量管理与检查

7.4.1 应对活化废胎胶粉改性沥青进行抽样检验，检验项目应包括针入度、软化点、延度等性能指标。

7.4.2 产品应符合国家相关标准和工程要求，不合格产品不得出厂和使用。

7.4.3 应定期对生产过程进行质量监测和检验，活化废胎胶粉改性沥青的质量应处于稳定状态。

7.4.4 应记录生产过程中的关键参数和数据，满足生产要求。

7.4.5 对于成品活化废胎胶粉改性沥青，应进行黏度检测。活化废胎胶粉改性沥青应采用连续式生产，每隔 1 h 抽检一次，每次检测试验不少于 3 个样本。

7.5 施工过程中的质量管理与检查

活化废胎胶粉改性沥青施工应用过程中应对原材料的质量进行检查，道路石油沥青、外掺剂的质量检查应符合 JTG F40 的规定，活化废胎胶粉及活化废胎胶粉改性沥青的检查项目与频度应符合表 4 的规定。

表 4 活化废胎胶粉及活化废胎胶粉改性沥青的检查项目与频度

材料	检查项目	检查频度		试验规程规定的平行试验次数或一次试验的试样数
		高速公路、一级公路	其他等级公路	
活化废胎胶粉	外观	每批次1次	每批次1次	-
	物理指标	每400吨1次	每400吨1次	2
	化学指标	每400吨1次	每400吨1次	2
活化废胎胶粉改性沥青	180℃旋转黏度	每批次1次	每批次1次	3
	针入度	每天1次	每天1次	2
	软化点	每天1次	每天1次	3
	延度	每天1次	每天1次	3
	弹性恢复	每天1次	每天1次	3
	贮存稳定性	每天1次	每天1次	2
	TFOT(或RTFOT)试验	必要时	必要时	2~3

注：“必要时”是指施工各方任何一个部门对其质量发生怀疑，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度。

7.6 验收

质量检验评定应按照JTG F80/1或JTG 5220相关规定执行。

附录 A

(规范性)

门尼黏度测试

A.1 试验方法

在规定的试验条件下,使转子在充满橡胶粉的圆柱形模腔中转动。测定橡胶粉对转子转动所施加的扭矩。橡胶粉的门尼黏度以橡胶粉对转子转动的反作用力矩表示,单位为门尼单位。

A.2 仪器与设备

A.2.1 模体:由不易变形、无镀层、洛氏硬度不小于60HRC的硬质刚制成,包括上、下两部分,中间构成模腔,模腔直径 $50.9\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$,高度为 $10.59\text{mm}\pm 0.03\text{mm}$ 。

A.2.2 转子:应由不易变形、无镀层、洛氏硬度不小于60HRC的硬质刚制成。转子分为大、小两种类型,大转子直径为 $38.1\text{mm}\pm 0.03\text{mm}$,厚度为 $5.54\text{mm}\pm 0.03\text{mm}$,小转子直径为 $30.48\text{mm}\pm 0.03\text{mm}$,厚度与大转子相同。转子在工作期时的转动速度应为 $0.209\text{rad/s}=0.002\text{rad/s}(2.00\text{r/min}\pm 0.02\text{r/min})$,偏心度或径向跳动不应超过 0.1mm 。转子一侧与直径 $10\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 的转子杆垂直固定,转子杆长度应使模腔闭合后,转子上间隙与下间隙相差不超过 0.25mm 。

A.2.3 温控系统:由加热装置和温度测量系统两部分组成。加热装置安装在上下模体上,并使模腔温度恒定在测试温度的 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内,试样放入模腔后,该装置应能使模腔温度在 4min 以内恢复至测试温度的 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 范围内;温度测量系统包括测量测试温度的两个热电偶测温探头和测量模体温度的温度传感器,热电偶测温探头和温度传感器的指示温度应精确至 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 。

A.2.4 模腔闭合系统:在测试期间,用液压、气压或机械装置使模腔关闭,并持续对模腔施加 $11.5\text{kN}\pm 0.5\text{kN}$ 的闭合力,使模腔保持闭合状态、当闭合模腔时,应用厚度不大于 0.04mm 的柔软纸巾置于上下模体间,纸巾应显示均匀一致、连续的压痕,否则表明闭合系统调整不当或模体有磨损、错误或变形,可能导致胶料泄露或结果偏差。当试样的黏度较高时,闭合模腔可能需要较大的压力,但至少在转子启动前 10s ,闭合力应降至 $11.5\text{kN}\pm 0.5\text{kN}$,并在整个测试过程中保持此闭合力。

A.2.5 扭矩测量装置:扭矩测重采用以门尼单位为分度的线性标尺。一个门尼单位相当于 $0.083\text{N}\cdot\text{m}$ 的扭矩,标尺的精确度为 0.5 个门尼单位。当关闭模腔转子空转时,读数与零点之差应小于 0.5 个门尼单位。

A.2.6 扭矩校准装置:扭矩校准通过经标定的校准砝码完成。黏度计校准时,应在规定的测试温度下,将易弯曲的金属丝一端固定在特制的转子上,另一端悬挂经标定的校准砝码,转子以 0.209rad/s 的速度转动,使标尺上的读数校准至 100 。如果黏度计装配有转子弹出弹簧,则应打开模腔进行零位校准,以防转子压倒上模腔。

A.3 试样制备

A.3.1 按GB/T 6238和有关橡胶材料标准规定的方法制备门尼黏度试验所用试样,试样应由两个直径约 50mm ,厚度为 6mm 的圆形胶片组成,在其中一个胶片的中心打一个圆孔,以便转子插入。

A.3.2 试样测试前应在标准实验室温度($23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$)下调节至少 30min 。均匀化后的样品应在 24h 内进行测试。

A.3.3 试样的制备方法及存储条件都会影响门尼黏度测试结果,因此,在评价特定的橡胶性能时,应严格按照测试方法中规定的程序进行。

A.3.4 成型的试样应尽可能排除气泡,以免在转子和模腔形成气穴,影响测试结果。

A.4 试验条件

除在有关材料标准中另有规定外,试验应在 $100^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 温度下进行,试验时,试样应先预热 1min ,

再测试 4 min 后，读取试验结果。

A.5 试验步骤

A.5.1 把模腔和转子预热到试验温度，并使其达到稳定状态，门尼黏度计在空腔运转时，门尼值记录器上的门尼值应在 0 ± 0.5 范围内。检查模腔和转子上有无遗留胶料，要给予及时清理。

A.5.2 打开模腔，将转子插入带孔胶片的中心孔内，并将转子放入模腔中，再把另一块胶片放在转子上面，迅速关闭模腔预热试样。测定低黏度或发粘试样时，可以在试验与模腔、转子之间衬以0.03mm厚的聚酯薄膜，以便清除试验后的试样。这种薄膜可能会影响试验结果。

A.5.3 试验预热1min时，转子转动4min。所获得的数值为该试样的门尼黏度值，如不是连续记录，则应在规定的读数时间前30s内观察刻度盘上的门尼值。

A.5.4 打开模腔(自动控制的设备到时间自动打开模腔)取出转子，将转子上胶料取下，清理模腔内和转子上的余胶，将转子插回模腔。

A.5.5 打印记录的曲线和各种实验结果。

A.6 试验结果

一般试验结果应按如下形式表示：

$$50\text{ML} (1+4) 100^{\circ}\text{C} \quad (\text{A.1})$$

式中：

50M——门尼黏度，单位为门尼值；

L——大转子(小转子用 S 专示)；

1——预热时间，单位为分钟(min)；

4——转子转动时间，单位为分钟(min)，也是最终读取黏度值的时间；

100℃——试验温度。

测定值精确到 0.5 个门尼值。用不少于两个试验结果的算术平均值表示样品的门尼值。两个试验结果的差值不得大于 2 个门尼直，否则应重复试验。

A.7 试验影响因素

A.7.1 炼胶工艺和胶料停放时间

橡胶的塑炼、混炼和薄通等工艺对门尼粘度值有较大的影响，即与试样制备方法有关。因此在做比较试样时，试样的制备要在同一方法和工艺下进行；胶料的停放条件和时间对粘度试验结果有一定影响，不可放置过久，不同的气候条件采取不同的停放时间，以免胶料在停放过程中有焦烧倾向。

A.7.2 试验温度

试验温度的波动会引起胶料粘度的波动，导致转矩值发生变化，门尼曲线出现波动，带来试验误差。因此，试验温度范围要严格控制规定的范围内，以确保试验数据的准确性。

A.7.3 装胶量

由于模腔的容积是一定的，装胶量的多少会影响模腔内转子的转动。如若试样没有充满模腔，影响试验数据的重现性，所得门尼值不准确。

A.7.4 预热时间

预热时间直接影响到胶料的初始门尼值的高低，应严格控制预热时间。

A.7.5 转子新旧程度

转子在长期使用之后，其表面花纹会受到磨损，会出现打滑现象，影响试验结果，应予以及时更换。

附 录 B
(资料性)
活化废胎胶粉制备

B.1 使用条件

本方法适用于废胎胶粉的高温高压与微波联合活化处理,并用于高掺量橡胶沥青、乳化橡胶沥青等应用的制备与性能优化。

B.2 仪器

B.2.1 联合活化胶粉设备

设备应具备温控、压力控制、搅拌及加水功能,温度范围为 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$,压力范围为常压至 1.0 MPa ,控温精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$;应具有功率调节功能,功率范围为 $1\text{ kW}\sim 3\text{ kW}$,适用于对废胎胶粉进行高温高压与微波联合活化处理。

B.2.2 电子天平

精度不低于 0.01 g ,用于称量原料与活化胶粉的质量。

B.2.3 试管及玻璃器皿

试管容量不小于 200 mL 。

B.2.4 门尼粘度计

门尼粘度测试范围应覆盖 300 单位 ~ 1500 单位。

B.3 试验步骤

试验步骤如下。

- a) 称取约 6 kg 废旧轮胎胶粉,放入容器中。
- b) 依次加入熔融状态的外掺剂,使用人工或机械搅拌方式,边添加边搅拌,以 $250\text{ r/min}\sim 350\text{ r/min}$ 的转速持续搅拌 $15\text{ min}\sim 20\text{ min}$ 。
- c) 打开胶粉活化设备,启动搅拌功能。将预混料均匀加入活化设备内,物料应确保不结块。
- d) 加入 $1.8\text{ kg}\pm 0.2\text{ kg}$ 水继续搅拌,水与胶粉应完全混合。
- e) 关闭加料口,启动加热开关,启动搅拌功能,边加热边搅拌,设备应具备良好的密封。
- f) 设备应加热至 190°C 左右,同时活化室内的压力升高至 1.0 MPa ,保持恒温恒压状态 1 h 。
- g) 将高温高压预处理后的胶粉转移到微波活化设备内,开启微波功能。
- h) 设置微波功率为 3 kW ,并进行微波处理,处理时间为 $10\text{ min}\sim 20\text{ min}$,在微波活化过程中,胶粉的温度不超过 190°C 。

B.4 冷却与储存

B.4.1 将微波活化完成的胶粉取出,摊开在平坦的冷却平台上,放置至室温。

B.4.2 自然冷却至室温后,将活化胶粉装入自封袋内或其他合适的容器中,保存备用。

B.4.3 保存时应确保环境干燥,避免水分影响活化胶粉的质量。

B.5 配伍性评价

对制备的活化胶粉进行性能测试。如果样品的性能指标不符合本文件表 2 要求,应调整胶粉的活化条件或配方,以达到预期的性能标准。

附 录 C
(资料性)
活化废胎胶粉改性沥青制备

C.1 使用条件

本方法适用于基质沥青与活化废胎胶粉配伍性验证及活化废胎胶粉改性沥青配方优化。

C.2 仪器

C.2.1 烘箱

应具有自动温度控制器，温度范围为15℃~300℃，控温精度为±2℃。

C.2.2 玻璃棒和器皿

玻璃棒直径10 mm，长度为20 mm~30 mm。器皿容积不小于2000 mL。

C.2.3 搅拌及剪切仪器

搅拌仪器采用带搅拌叶片的自动搅拌机，转速为0 rpm/min~6000 rpm/min；剪切仪器采用高速剪切机，转速为0 rpm/min~10000 rpm/min，工作头直径不小于40 mm。

C.3 试验步骤

C.3.1 将基质沥青在烘箱中加热融化，称取一定质量试样倒入器皿中备用。

C.3.2 将试样迅速加热至180℃，并放置在温度为180℃的恒温加热套中，然后分次少量加入橡胶粉，边添加边用玻璃棒搅拌均匀，胶粉添加完毕后，设置搅拌机转速为2500 r/min~3500 r/min，持续搅拌10 min~15 min。

C.3.3 控制样品温度为180℃~185℃，再逐渐加入外掺剂，边添加边搅拌均匀，以2500 r/min~3500 r/min的转速持续搅拌10 min~15 min。

C.3.4 采用高速剪切机对橡胶沥青进行剪切，剪切速率为5000 r/min~6000 r/min，剪切时间为10 min~20 min，高速剪切过程中橡胶沥青的温度不应超过190℃，观察样品的剪切细度和均匀性，根据需要选择延长剪切时间。

C.3.5 采用搅拌机将剪切完成后的橡胶沥青继续进行搅拌，转速为2500 r/min~3500 r/min，搅拌时间为30 min~40 min，则橡胶沥青制备完成。

C.4 配伍性评价

采用制备完成的活化废胎胶粉改性沥青浇模进行沥青性能试验，若活化废胎胶粉改性沥青各性能指标不符合本文件表3的技术要求，则重新选择基质沥青进行配伍性试验。

参 考 文 献

- [1] GB/T 6326 轮胎 术语
 - [2] JTG 3432 公路工程集料试验规程
 - [3] DB 41/T 1611-2018 干拌废胎胶粉改性沥青路面施工技术规范
 - [4] 中华人民共和国无线电频率划分规定
-