

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2025

同步纤维微表处应用技术规范

Technical specifications for synchronous tack coat fiber
micro-surfacing applications

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025 年 5 月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国交通运输协会 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 基本规定 1

5 材料 2

 5.1 改性乳化沥青 2

 5.2 集料 3

 5.3 填料 4

 5.4 纤维 4

 5.5 其他 5

6 混合料设计 5

 6.1 级配 5

 6.2 材料用量 6

 6.3 混合料技术要求 6

 6.4 配合比设计 6

7 施工 8

 7.1 施工设备要求 8

 7.2 既有路面处理 9

 7.3 施工准备 9

 7.4 试验段铺筑 9

 7.5 施工作业 9

8 质量控制 10

 8.1 材料与设备检查 10

 8.2 施工过程质量控制 10

附录 A（规范性）沥青混合料薄层弯拉断裂试验 FTT 12

附录 B（规范性）粘层拉拔试验 14

附录 C（规范性）纤维含量测定试验（燃烧法） 16

附录 D（规范性）纤维含量测定试验（抽提法） 19

附录 E（资料性）纤维微表处混合料配合比设计 21

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交通工程设施分会提出。

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：

本文件主要起草人：

同步纤维微表处应用技术规范

1 范围

本文件规定了同步纤维微表处应用的一般规定、材料、混合料设计、施工和质量控制等内容。
本文件适用于各等级公路和市政道路养护工程。

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 175	通用硅酸盐水泥
GB/T18369	玻璃纤维无捻粗纱
JT/T 533	沥青路面用纤维
JTG 3450	公路路基路面现场测试规程
JTG 5142	公路沥青路面养护技术规范
JTG/T 5142-01	公路沥青路面预防养护技术规范
JTG E20	公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E42	公路工程集料试验规程
JTG/T F20	公路路面基层施工技术细则
JTG F40	公路沥青路面施工技术规范
JTG H30	公路养护安全作业规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 同步纤维微表处 fiber micro-surfacing with synchronous tackcoat

由改性乳化沥青、纤维、集料和填料等组成的稀浆混合料，在同步喷洒的粘层油上，摊铺到路面形成的薄层。

3.2 开裂位移量 Crack displacement

在一定温度下，将纤维微表处混合料的条形试件一端固定，另一端向固定端推移，试件上拱，直至试件表面产生裂纹时的推移长度，用以表征纤维微表处抗裂性的指标。

4 基本规定

4.1.1 同步纤维微表处适用于有轻微病害，或尚未出现病害但存在病害隐患，路面技术状况优良以上且结构强度满足要求的沥青路面，可作为预防性养护措施。

4.1.2 同步纤维微表处适用需要改善抗滑、封水等功能性修复的路面，其适用的各等级公路路况水平应符合表1的规定。

表1 同步纤维微表处适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路
PCI, RQI	≥88	≥85

4.1.3 同步纤维微表处成型厚度和适用场景应满足表 2 的要求。

表2 同步纤维微表处成型厚度和适用场景

类型	单层厚度	适用条件
MS-2	5mm~7mm	罩面
MS-3	8mm~12mm	罩面
MS-4	10mm~20mm	车辙填补或双层摊铺的下层

4.1.4 施工气温不得低于 10℃；如果施工后 24 小时内可能产生冻结，不得施工；严禁在雨天施工。

4.1.5 同步纤维微表处应采用专用稀浆封层车，其功能应包含粘层油同步喷洒、纤维剪切及计量、稀浆混合料拌和及摊铺等。

4.1.6 同步纤维微表处施工时，施工现场的交通控制应符合《公路养护安全作业规程》JTG H30 中的相关要求。

5 材料

5.1 改性乳化沥青

5.1.1 粘层用改性乳化沥青应采用 SBS 改性乳化沥青或 SBR 改性乳化沥青，其技术要求应满足表 3 的规定。

表3 粘层用改性乳化沥青技术要求

技术指标		单位	技术要求	测试方法
破乳速度		—	快裂	T 0658
粒子电荷		---	阳离子（+）	T0653
赛波特黏度，25℃		SFs	20~100	T 0623
恩格拉黏度，E25		—	2~30	T 0622
储藏稳定性 试验	1d	%	≤1.0	T 0656
	5d	%	≤5.0	
筛上剩余量，1.18mm		%	≤0.05	T 0652
蒸发残留物性能试验				
蒸发残留物含量		%	≥60.0	T 0651
针入度，25℃，100g，5s		0.1mm	60~90	T 0604
软化点，环球法		℃	≥65.0	T 0606
延度（5℃）		Cm	≥20	T0605
60℃动力黏度		Pa.s	>1000	T 0620
拉拔强度，25℃		MPa	≥0.8	附录 B
溶解度，三氯乙烯		%	≥97.5	T 0607

5.1.2 拌和用改性乳化沥青可采用 SBS 改性乳化沥青或 SBR 改性乳化沥青，其技术要求应满足表 4 的要求。

表4 拌和用改性乳化沥青技术要求

技术指标		单位	技术要求			测试方法
			BC-I	BC-II	BC-III	
气候分区【注1】		—	冬寒区	冬冷区	冬温区	
破乳速度		—	慢裂			T0658
粒子电荷		---	阳离子（+）			T0653
黏度【注2】	赛波特，25℃	SFs	20～100			T 0623
	恩格拉，E ₂₅	—	2～30			T 0622
储藏稳定性 试验	1d	%	≤1.0			T 0656
	5d		≤5.0			
筛上剩余量，1.18mm		%	≤0.1			T 0652
蒸发残留物性能试验						
蒸发残留物含量		%	≥62.0			T 0651
针入度，25℃，100g，5s		0.1mm	70～120	50～90	40～70	T 0604
软化点，环球法		℃	≥65	≥70	≥75	T 0606
延度（5℃）		cm	≥35	≥30	≥25	T 0605
60℃动力黏度		Pa.s	>1000			T 0620
溶解度，三氯乙烯		%	≥97.5			T 0607
注1：气候分区执行JTG F40中的相关规定。						
注2：改性乳化沥青的赛波特黏度与恩格拉黏度两者任选一种，推荐选用赛波特黏度。						

5.1.3 南方炎热地区、重载交通道路及用于车辙填补时应选用 BC-III 型改性乳化沥青。

5.2 集料

5.2.1 粗集料宜选择玄武岩、辉绿岩、片麻岩、闪长岩等坚固、耐磨、洁净的石料破碎加工而成。其技术要求应符合表 5 的规定。

表5 粗集料技术要求

项 目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	--	≥2.6	T0304
压碎值	%	≤21	T0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤20	T0317
微型狄法尔磨耗值	--	≤15	T0363
吸水率	%	≤2.0	T0352
针片状颗粒含量： 混合料 粒径大于 9.5mm 粒径小于 9.5mm	%	≤12 ≤10 ≤12	T0312
软石颗粒含量	%	≤1	T0320

5.2.2 当使用 RAP 料时，回收抽提后的粗骨料技术要求应满足表 5 的规定。

5.2.3 细集料宜选用碱性集料生产的机制砂，其技术要求应满足表 6 的规定。

表6 细集料技术要求

项 目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	--	≥2.5	T0328
砂当量	%	≥65	T0334
亚甲蓝值： 0-2.36mm 0-0.15mm ^{【注】}	g/kg	≤2 ≤7	T0349
棱角性	s	≥30	T0345
注：当细集料的 0.075mm 通过率大于等于 10%时，应进行 0-0.15mm 的亚甲蓝值试验。			

5.2.4 当使用 RAP 料时，应进行室内试验和路用性能试验验证。

5.3 填料

5.3.1 同步纤维微表处中填料可选用矿粉、水泥或消石灰等。填料应干燥、疏松、无结团。

5.3.2 矿粉技术要求应符合表 7 的规定。

表7 矿粉技术要求

项 目	单位	技术要求	试验方法
外观	--	无团粒结块	目测
表观相对密度	--	≥2.5	T0352
含水量	%	≤1	T0359
粒度范围： ＜0.6mm ＜0.15mm ＜0.075mm	%	100 90-100 75-100	T0351
亲水系数	--	≤1	T0353
亚甲蓝值 0-0.15mm	g/kg	≤7	T0349

5.3.3 水泥宜采用硅酸盐水泥，应符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175)中的相关规定。

5.3.4 消石灰应符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)中的相关规定。

5.4 纤维

5.4.1 纤维可选用玻璃纤维、玄武岩纤维或聚合物纤维。

5.4.2 玻璃纤维应符合《玻璃纤维无捻粗纱》(GB/T18369)中的相关要求。

5.4.3 玄武岩纤维应选用束状纤维，其技术要求应符合表8的规定。

表8 束状玄武岩纤维技术要求

项目		单位	技术要求	试验方法
长度	剪切长度	mm	3-8	JT/T 533-2020附录R
	偏差	%	±10	JT/T 533-2020附录R

表8 束状玄武岩纤维技术要求（续）

项目		单位	技术要求	试验方法
直径	平均直径	μm	16	JT/T 533-2020附录H
	偏差	%	± 10	JT/T 533-2020附录H
断裂强度		MPa	≥ 1000	JT/T 533-2020附录S
断裂伸长率		%	2.0-3.0	JT/T 533-2020附录S
断裂强度保留率		%	≥ 85	JT/T 533-2020附录S
吸油率		倍	≥ 0.5	JT/T 533-2020附录D
密度		g/cm^3	≥ 2.600	JT/T 533-2020附录I或J
含水率		%	≤ 0.2	JT/T 533-2020附录E

5.4.4 聚合物纤维可选用聚丙烯纤维、聚丙烯腈纤维、聚酯纤维、芳香族聚酰胺纤维，其技术要求应符合表9的规定。

表9 聚合物纤维技术要求

项目		单位	芳香族聚酰胺纤维	聚丙烯纤维	聚丙烯腈纤维	聚酯纤维	试验方法
长度	剪切长度	mm	5-10				JT/T 533 附录R
	偏差	%	± 10	± 10	± 10	± 10	JT/T 533 附录R
直径	平均直径	μm	8-15	15-35	15-25	10-20	JT/T 533 附录H
	偏差	%	± 10	± 10	± 10	± 10	JT/T 533 附录H
断裂强度		MPa	≥ 2600	≥ 270	≥ 800	≥ 450	JT/T 533 附录S
断裂伸长率		%	≥ 1.4	≥ 8.0	≥ 8.0	≥ 20	JT/T 533 附录S
密度		g/cm^3	1.43 ± 0.050	0.91 ± 0.040	1.183 ± 0.053	1.360 ± 0.050	JT/T 533 附录I或J
卷曲纤维含量【注】		%	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	JT/T 533 附录U
熔点		$^{\circ}\text{C}$	—	≥ 160	≥ 220	≥ 240	GB/T 16582

注：卷曲纤维含量仅用于预拌纤维，现场剪切的纤维无该项指标。

5.5 其他

5.5.1 水应满足《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）的要求。

5.5.2 添加剂应满足《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）的要求。

6 混合料设计

6.1 级配

6.1.1 同步纤维微表处按矿料级配分为MS-2、MS-3、MS-4。其级配范围应符合表10的规定。

6.1.2 同步纤维微表处混合料中掺加的矿粉应计入矿料级配。

表10 级配范围

级配类型	通过以下各筛孔（mm）的质量百分率（%）									
	13.2	9.5	7.2	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
MS-2	—	—	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	7~12
MS-3	—	100	83~96	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	6~12
MS-4	100	88~100	72~90	60~80	40~60	28~45	19~34	14~25	8~17	4~8

6.2 材料用量

同步纤维微表处混合料中各材料用量范围宜符合表 11 的技术要求。

表11 同步纤维微表处混合料材料用量范围

项目	单位	MS-2	MS-3	MS-4
粘层	L/m ²	0.2~0.4		
混合料中油石比	%	6.0~8.5	5.5~8.0	5.0~7.5
骨料	kg/m ²	6~15	15~25	/
水泥或消石灰 （占矿料质量的百分比）	%	0~3		
纤维	%	玻璃纤维、玄武岩纤维:0.10-0.30 聚合物纤维: 0.05-0.25		

6.3 混合料技术要求

同步纤维微表处混合料技术要求应满足表 12 的规定。

表12 同步纤维微表处混合料技术要求

技术指标		单位	技术要求			试验方法
气候分区		—	冬寒区	冬冷区	冬温区	
可拌和时间		S	≥120			T0757
破乳时间		min	≤45			T0753
负荷轮粘附砂量 LWT【注】		g/m ²	<450			T0755
轮迹宽度变形率【注】		%	<5			T0755
湿轮磨耗值 WTAT	浸水 1h	g/m ²	≤540			T0752
	浸水 6d		≤800			
粘聚力	30min（初凝时间）	N·m	≥1.2			T0754
	60min（开放交通时间）		≥2.0			
配伍性等级值		—	≥11			T0758
薄层弯曲断裂 FTT，开裂位移量（25℃）【注】		mm	≥8	≥6	≥4	附录 A
注：MS-4 对负荷轮粘附砂量，轮迹宽度变形率以及薄层弯曲开裂位移量不做要求。						

6.4 配合比设计

6.4.1 同步纤维微表处应按图 1 进行配合比设计，具体步骤见附录 E。

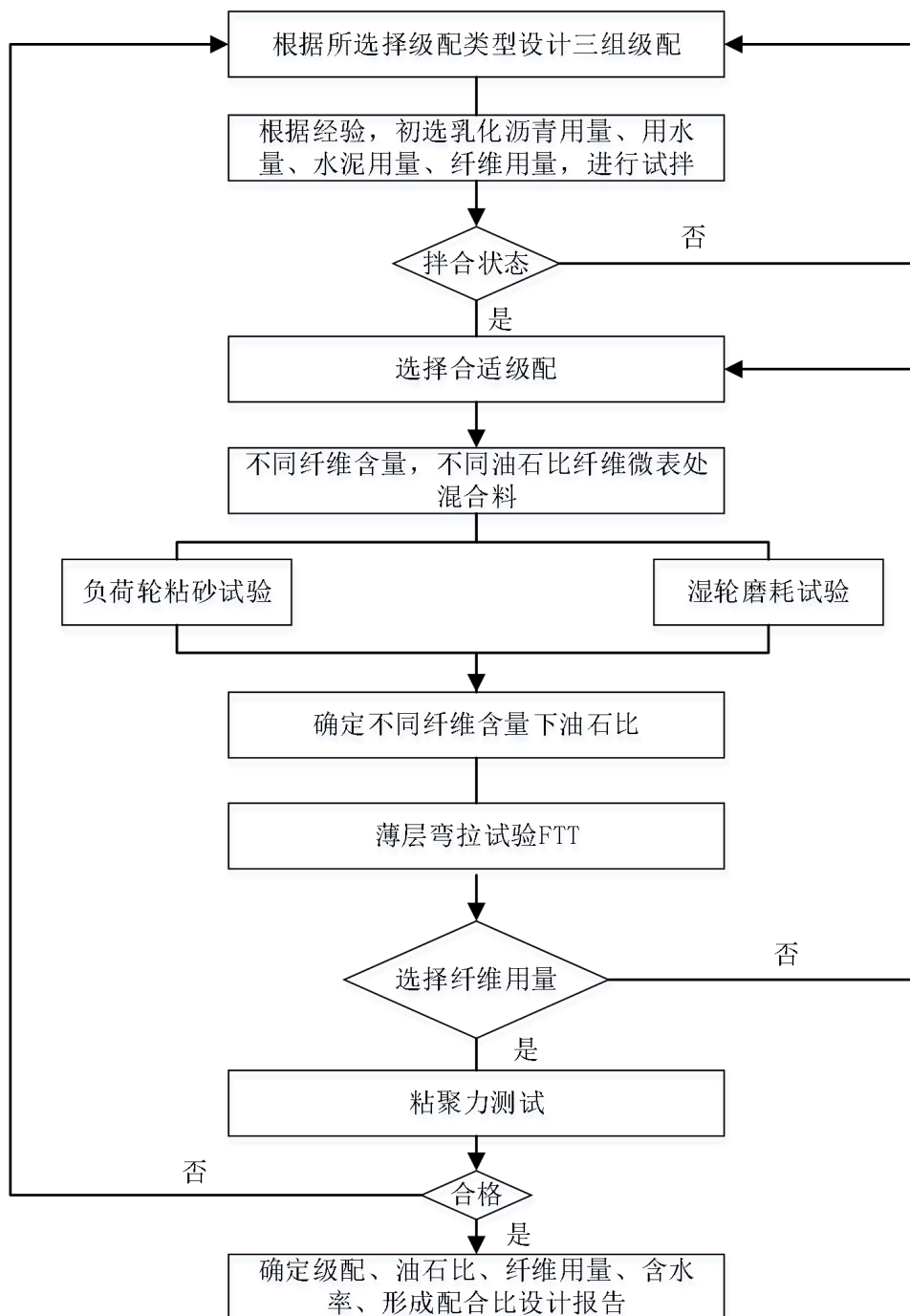


图1 纤维微表处混合料配合比设计流程图

6.4.2 同步纤维微表处混合料设计报告应包括：

- a) 改性乳化沥青、集料、填料、纤维、水的技术参数。
- b) 各材料组成比例。
- c) 同步纤维微表处混合料试验结果。

7 施工

7.1 施工设备要求

7.1.1 同步纤维微表处施工主要机械设备应符合表13的规定。

表13 施工主要机械设备

设 备 名 称	数 量 (台)	备 注
同步粘层纤维稀浆封层车	1	同步粘层纤维稀浆封层车, 性能参数应满足7.1.2
装载机	1	装载石料
集料配料设备	1	集料筛分与混和
水罐车	1	供水
运输车	1	运输废料
压路机	1	轮胎压路机
铣刨机、灌缝机、扫路车	视工程要求而定	原路面修补、标线铣刨、路面清扫等

7.1.2 同步纤维稀浆封层车功能应符合下列要求:

- 乳化沥青供给系统应具备循环功能。
- 集料仓应安装振动疏松装置, 防止集料因运输挤压密实。
- 集料输送应采用链条或皮带式装置。
- 应配置2个填料仓, 可同时添加2种不同填料。
- 纤维剪切添加装置, 添加比例可调。
- 粘层油系统应具备加热和循环功能, 洒布均匀, 洒布宽度与摊铺宽度同宽。
- 计量系统应可实时记录和显示矿料、改性乳化沥青、纤维等各材料用量, 并具备物料自动标定、参数设定、比例输送、比例增减, 自动反馈修正功能, 且可手动微调。
- 拌和器应采用液压驱动双轴强制搅拌式, 拌和应均匀、无花白料、无结块成团现象。
- 摊铺箱应带有两排布料器。当配有专用的V字形车辙摊铺槽。
- 摊铺装置宜采用整车牵引式, 配置软/硬两种牵引方式, 以实现不同工况摊铺施工需求, 摊铺厚度5~20mm, 宽度1.6~4.5m范围可调节。

7.1.3 同步纤维稀浆封层车性能参数应符合表14的规定。

表14 同步纤维稀浆封层车设备性能参数

参 数 名 称	单 位	要 求
料仓容积	m ³	≥12
拌和用乳化沥青箱容量	L	≥4000
水箱容量	L	≥4000
粘层油箱容量	L	≥750
稀浆混合料生产率	kg/min	≥3000
摊铺宽度	m	1.6—4.5
摊铺速度	km/h	1.5—3
纤维切割长度	mm	3-10
纤维添加量	kg/min	≥3
粘层油喷洒量	kg/m ²	0.2—0.5

7.2 既有路面处理

7.2.1 同步纤维微表处施工前应按设计方案对既有路面进行处理。

- a) 裂缝宽度不大于 3mm 的裂缝，一般采用开槽灌缝或直接贴缝；缝隙宽度大于 3mm，且裂缝周边无散落，一般采用清缝灌缝或灌缝后贴缝。
- b) 局部破损（如坑槽、松散等）应进行挖补。
- c) 拥包等隆起型病害应进行铣刨。
- d) 路面热熔类标线宜清除。

7.2.2 车辙深度 5mm 以下的可不进行预处理；车辙深度 5mm-10mm 的，可采用 MS-2 刮平处理；车辙深度 10mm-20mm 的应采用专用的 V 形摊铺箱处理。车辙处理后，宜在开放交通 24h 后，进行上层摊铺作业。

7.2.3 水泥路面铺筑前，宜进行精铣刨或抛丸处理，并对路面进行吸扫。

7.3 施工准备

7.3.1 施工前的材料准备应符合下列要求：

- a) 应对施工用的改性乳化沥青、矿料、纤维等进行质量检验并出具检测报告，符合要求后方可使用。
- b) 集料装料前应进行筛分，筛除超粒径集料。
- c) 以 1% 的含水率间隔，参照 T0331 中细集料紧装密度的测试方法，检测矿料在含水率 0~7% 情况下的单位体积干矿料重量，绘制矿料“含水率-单位体积干矿料重量”的关系曲线，用于摊铺车标定。
- d) 测定矿料含水率。

7.3.2 施工前的机具准备应符合下列要求：

- a) 各种施工机械和辅助工具均应备齐，并保持良好工作状态。
- b) 在以下条件下，应在施工前对纤维切割装置及其他装置进行标定，通过标定，绘制标定曲线。
 - 1) 新机器第一次使用时；
 - 2) 设备维修后第一次使用时；
 - 3) 新工程开工前；
 - 4) 原材料和配比发生较大变化时。
- c) 施工前，应调整粘层油喷头离地面的高度及间隔，并进行洒布量标定。

7.4 试验段铺筑

7.4.1 同步纤维微表处正式施工前，应选择有代表性的路段铺筑试验段，试验段长度不宜小于 200m。

7.4.2 试验段的摊铺用于检验各施工机械的类型、数量的匹配情况，确定摊铺速度、碾压方式及遍数、养生时间等施工工艺。

7.4.3 根据试验段的摊铺情况，在设计配合比的基础上进行调整，确定施工配合比。

7.5 施工作业

7.5.1 同步纤维微表处应按下列步骤进行施工作业：

- a) 清除原路面的尘土、浮浆、杂物等。
- b) 施划导线，以保证摊铺车顺直行驶。有路缘石、车道线等作为参照物的，可不施划导线。
- c) 摊铺同步纤维微表处混合料。
- d) 修复局部施工缺陷。
- e) 碾压及养生。
- f) 开放交通。

7.5.2 粘层油喷洒温度应为 50℃-80℃，洒布量应根据原路面状况确定。

- a) 原沥青路面表观粗糙贫油的，粘层油洒布量宜控制在 $0.2-0.4\text{L}/\text{m}^2$ 。
- b) 原沥青路面表观油亮，粘层油洒布量宜控制在 $0.2-0.3\text{L}/\text{m}^2$ 。
- c) 对水泥路面，粘层油洒布量宜控制在 $0.3-0.4\text{L}/\text{m}^2$ 。

- 7.5.3 根据路面车道宽度，调整摊铺槽，使纵向接缝位于车道线，减少纵向接缝数量。
- 7.5.4 在起点处放置宽度大于 1.5m 的铁皮，将摊铺槽放至铁皮上，使其周边与原路面贴紧。
- 7.5.5 依次或同时按配比输出矿料、填料、纤维、水、添加剂和改性乳化沥青，进行拌和。拌和好的微表处混合料流入摊铺槽并分布于摊铺槽后，开启摊铺车进行匀速摊铺。
- 7.5.6 保持摊铺槽中混合料的体积为摊铺槽容积的 $1/2-2/3$ ，摊铺速度宜为 $10-25\text{m}/\text{min}$ 。
- 7.5.7 应及时使用橡胶耙等工具对刮痕等缺陷及横纵向接缝进行人工找平，尤其是个别超粒径石料所导致的纵向刮痕、横向接缝、纵向接缝等部位。
- 7.5.8 当摊铺车内任何一种材料不足时，应及时关停所有材料输送，待摊铺槽混合料用尽后，将摊铺车移出摊铺点。
- 7.5.9 混合料破乳并初步成型后，宜使用 $5\text{t}\sim 10\text{t}$ 轮胎压路机碾压。
- 7.5.10 当改性乳化沥青蒸发残留物含量、矿料含水量及天气气温等因素发生变化时，应调整摊铺车的参数，确认材料配比符合设计配比后方可继续摊铺。
- 7.5.11 施工作业完成后应禁止车辆和行人通行，进行封闭养生。

8 质量控制

8.1 材料与设备检查

- 8.1.1 施工前应提供原材料检测报告、微表处混合料设计报告及摊铺车标定报告。
- 8.1.2 原材料的检测项目、检查频率及要求应符合表 15 规定。

表15 施工中材料检测项目和频度

材料	项目	频次	质量要求
改性乳化沥青	蒸发残留物含量	随时	符合规范要求
	针入度	每批一次	符合规范要求
	软化点	每批一次	符合规范要求
矿料	砂当量	每天一次	符合规范要求
	含水率	随时	符合规范要求
	级配	每天一次	符合设计要求
纤维	类型	每批一次	符合设计要求

- 8.1.3 应检查摊铺车参数设定及辅助施工车辆配套情况，确保设备和车辆处于良好状态。

8.2 施工过程质量控制

施工中应对同步粘层纤维微表处混合料抽样检测，抽检项目、频率及检验方法应符合表 16 的规定。

表16 施工过程中质量控制要求

项目		检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
稠度		1次/100m	适中	目测
油石比		每天一次	$\pm 0.2\%$	T0735
纤维含量	玄武岩纤维	每天一次	$\pm 20\%$	附录 C, D
	玻璃纤维			附录 D
	聚合物纤维			
矿料级配 (通过率)	0.075mm	上、下午各一次	$\pm 2\%$	T0327
	2.36mm		$\pm 5\%$	
	4.75mm		$\pm 5\%$	
厚度		随时, 不少于 5 个断面/km	-10%	钢尺
外观		随时	平整、均匀、无划痕、 无离析、接缝顺畅	目测
湿轮磨耗试验的 磨耗值	浸水 1h	1次/7d 或 1次/50000m ²	540 g/m ²	T0752
	浸水 6d		800 g/m ²	

附录A
(规范性)
沥青混合料薄层弯拉断裂试验FTT

A.1 目的与适用范围

A.1.1 本方法适用于测量压实的薄层沥青细集料混合料(如稀浆混合料和微表处混合料)的低温抗裂性。

A.2 仪器及材料

A.2.1 本试验需要下列仪器:

a) 压缩弯曲试验仪由下列部分组成:

1) 电脑程序系统控制,能以 $25 \pm 1 \text{ mm/min}$ 的速率将安装在模具上的试样,压缩成向上拱起的圆弧。

2) 温度控制系统:能够保持 $-10^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 的温度,温度控制误差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

b) 负荷车轮试验仪,见 JTG E20-2011 T0755。

c) 镀锌安装板:试模内部尺寸为 $380\text{mm} \times 50\text{mm}$,深度分别为 12.7mm 和 9.5mm

d) 天平:量程不小于 2000g ,感量不大于 0.1g 。

e) 烘箱:带强制通风,温度能控制在 $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

f) 其他:拌锅和拌铲等。

A.3 方法与步骤

A.3.1 试样制备

a) 按要求的级配准备改性乳化沥青、集料、填料、纤维、水、添加剂等。

b) 准备镀锌安装板,选择合适深度的试模,MS-2 型采用 9.5mm 深度试模,MS-3 型采用 12.7mm 深度试模。

c) 按拌和实验确定的配合比,称取总质量为 500g 的材料制备微表处混合料,倒入试模并迅速刮平。

d) 将试样放入 60°C 烘箱中烘至恒重,一般不少于 16h ,取出试样,冷却至室温备用。

A.3.2 试验步骤

a) 调整负荷车轮试验仪,负荷质量为 56.7kg 。

b) 安装试样,并保持温度在 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

c) 车轮负荷试验仪计数器复位,开机循环碾压 1000 次后停机、卸载、将试件冲洗、烘干至恒重。

d) 将试件移至弯曲拉伸试验仪中,并将温度计设置至试验温度,保温 8h 。

e) 将试件一端固定,活动端以 $25 \pm 1\text{mm/min}$ 的速率稳定地向固定端压缩,使得试件逐渐向上拱起,当观察到轮径上的第一条完整裂纹时立即停止,并根据标注的水平刻度读取活动端压缩长度值,记为试件开裂位移量 mm 。

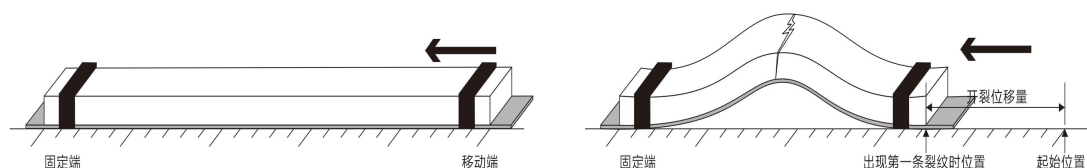


图 A.1 FTT试验示意图

条文说明：

- 1、在弯曲拉伸试验仪中安装试样时，可将试样向上弯曲约 1mm，以确保初始操作顺利进行。
- 2、初始裂纹通常出现在试样未压缩边缘，位于或接近弧顶。当张力增加时，边缘裂纹通常会在轮迹上扩展。

A. 4 报告

A. 4. 1 一组试样个数一般不少于 3 个，当一组测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的 k 倍时，该测定值应予舍弃，并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试验数目为 3、4、5、6 个时， k 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。结果准确至 1mm。

A. 4. 2 报告应包括：

- a) 试样尺寸、模具的厚度。
- b) 同步粘层纤维微表处混合料的级配范围、配合比。
- c) 试验温度成型、养生的环境条件。
- d) 试件失效时的压缩长度，即开裂变形量 mm。

附录B
(规范性)
粘层拉拔试验

B.1 目的与适用范围

本方法适用于测定液体沥青或乳化沥青与基底的拉拔强度。可设置不同的测试温度，如 25℃，60℃，也可进行浸水后的拉拔强度测试，以评价有水环境下沥青与基底的粘结力。

B.2 仪器及材料技术要求

B.2.1 宜采用拉拔式附着力测试仪。设备由数显手动泵、快速拉拔套筒、切割器等部位组成。拉拔荷载应不超过设备量程的 80%，且不小于量程的 20%。

B.2.2 锭子：由金属制成的有一定厚度的圆柱形锭子，顶部可与拉拔仪衔接，底面光滑，沥青拉拔测试选择直径 50mm 尺寸的锭子。

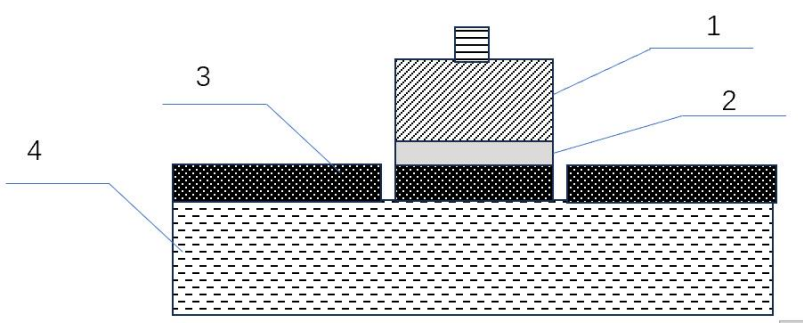
B.2.3 粘结剂：宜使用高强快速粘结剂或 AB 胶。

B.2.4 基底：采用压实后的沥青混合料试件（车辙板试件或马歇尔试件均可），经切割后形成光滑表面作为测试基底。

B.3 方法及步骤

B.3.1 准备工作，应按照下列步骤进行

- a) 基底材料的准备：将车辙板试件或马歇尔试件的表面切掉 1-2 厘米，得到光滑的平面作为基底。
- b) 按照撒布量要求，将乳化沥青均匀涂抹在基底上，静置一段时间待乳化沥青破乳。
- c) 锭子粘贴前表面应清除污渍，尤其避免油污，并保持干燥，用砂纸研磨锭子底部，增加粗糙度。
- d) 用高强快速粘结剂或 AB 胶把锭子粘到沥青层上，粘结剂应搅拌均匀，随用随配，涂布均匀，胶粘层不宜太厚。
- e) 锭子粘贴后应及时用胶带十字形固定，确保粘结剂硬化之前不可移位。
- f) 每组试样不得少于 4 个锭子。
- g) 粘结剂硬化的养护时间，当气温高于 15℃时，不得小于 24h。当气温在 5~15℃时，不得小于 48h；当气温低于 5℃时，不得小于 72h；在养护期不得浸水。锭子的粘贴，如图 B.3.1 所示。
- h) 粘结剂完全固化后，使用切割器沿锭子周线切透沥青涂层至底材，深度尽量保持一致，切割尺寸应与锭子尺寸相同；
- i) 将基底及粘有锭子的试件放置测试温度烘箱中，静置不少于 2 小时。



标引序号说明：

- 1——锭子；
- 2——粘结剂；

3——沥青层；

4——基底

图 B.1 锭子粘贴示意图

B.3.2 试验

- a) 松开主机卸荷阀，按下套筒上的活塞，使套筒与锭子相连接。
- b) 开机后将仪表置于“峰值”状态下清零，否则试块被拉脱时力值会迅速归零；
- c) 拧紧卸荷阀进行加压检测，测量强度值应根据试块尺寸选择相应通道，仪器将根据试件尺寸计算强度值。
- d) 匀速加压，加压速度不宜超过 1MPa/S，直至锭子完全剥离，并记录附着力峰值，该值即拉拔强度值。
- e) 记录剥离位置是位于锭子和沥青层之间，还是沥青层与基底之间，或者二者兼有。
- f) 如果锭子被剥离的位置位于粘结剂位置，而非沥青和基底之间剥离，则需要重新测试，更换更强的粘结剂，或者增加固化时间，或增加锭子底面粗糙度。
- g) 测试后降压至拉拔器复位，将锭子清理干净，置于干燥洁净处保存。

B.4 计算

单个试件粘结强度应按下列公式计算：

$$R = X/S$$

式中：

R—粘结强度（MPa），精确至 0.01MPa；

X—粘结力读数（N）；

S—试样受拉面积（mm²）。

B.5 报告

当一组测定值中某个数据与平均值之差大于标准差的 k 倍时，该测定值应予舍弃，并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试验数目 n 为 3、4、5、6 时，k 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。

报告中，还应注明乳化沥青固含量、洒布量、试验温度，及基底材料类型，剥离位置。

附录C
(规范性)
纤维含量测定试验(燃烧法)

C.1 目的与适用范围

C.1.1 本方法适用于测定玻璃纤维、玄武岩纤维在沥青混合料中的含量。

C.2 仪器及材料

C.2.1 本试验需要下列仪器：

- a) JTG E20-2011 T0735 中所述的燃烧炉。
- b) 天平：万分之一电子天平 1 台、5kg 0.1g 电子天平 1 台。
- c) 烘箱：带强制通风，温度能控制在 $160^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 、 $105^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 其他：不锈钢盆、搅拌用铲子、0.075mm 集料筛等。

C.3 方法与步骤

C.3.1 试样制备

C.3.1.1 标定用试样的制备

- a) 准备项目提供的粗集料、细集料、矿粉、水泥等其他填料、纤维以及乳化沥青。
- b) 按照配比设计的比例配置矿料 3000g，水泥用量、乳化沥青用量和用水量和项目保持一致，用三组纤维含量：设计值及设计值 $\pm 0.5\%$ (粗细集料质量的百分比)，配置三组混合料，其中纤维称量准确至 0.0001g，其余材料准确至 0.1g。
- c) 混合料拌和：粗细集料+填料人工搅拌均匀→加纤维搅拌均匀→加水搅拌均匀→加入乳化沥青搅拌均匀，确保纤维分散均匀。
- d) 不同纤维含量下的混合料样品应单独放置在托盘或不锈钢盆中并做好标记。
- e) 不间断的对混合料进行搅拌直至室温下破乳。
- f) 将已破乳的混合料样品移入 $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘至恒重，一般不少于 16h。

C.3.1.2 施工现场混合料取样

- a) 从摊铺机后刚摊铺的路面，分三个不同断面，分别取料，每个点取 3-4 公斤稀浆混合料。
- b) 现场用四分法分样后，每个点保留不少于 3 公斤样品，将样品装入塑料袋，密封带回试验室。
- c) 样品带回试验室后，每个样品单独放置在托盘或不锈钢盆中，放入烘箱中加热。
- d) 在 $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘至恒重，一般不少于 16h。

C.3.2 试验步骤

- a) 取一份烘干后的混合料样品，放入 $160^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中，加热 2h 左右。
- b) 将加热后的混合料人工翻拌均匀，分成两份，每份 800-1000g，进行平行试验。
- c) 称取试样篮的质量 m_1 ，在试样篮均匀装入试样，称取试样篮+试样的质量 m_2 。
- d) 打开燃烧炉，点击“预热”。
- e) 炉膛温度达到 $538\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，将装有试样的网篮放入炉膛中，点击“开始试验”。
- f) 如发现燃烧后的混合料发黑，可能存在燃烧不彻底的情况，需重复 e 操作，进行二次燃烧。
- g) 试验结束后取出网篮，放置至室温后，称取燃烧后的网篮加试样的质量 m_3 。将经过燃烧后的网篮中的试样仔细收集到不锈钢盆中。
- h) 采用水洗法对试样进行清洗，将浑浊液倒入 0.075mm 筛上进行过滤，直至水清澈（该过程应防止细集料和纤维流失）。
- i) 将 0.075mm 筛上物收集到装有水洗试样的不锈钢盆中。
- j) 放入 $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘至恒重，一般不少于 3 小时。
- k) 采用镊子夹取纤维，采用多次撕开、分散、挑拣的方法将纤维与砂石分离。

1) 称取纤维的质量 m_4 。

C.4 计算

C.4.1 同一试样至少平行测定两次，取平均值作为试验结果。纤维含量试验结果准确至 0.1。

$$\text{油石比} = (m_2 - m_3) / [(m_3 - m_1) / (1 + a + b \cdot 0.1)] \times 100$$

$$b = m_4 / [(m_3 - m_1 - m_4) / (1 + a)] \times 1000$$

式中：

a ——设计的水泥质量百分比（%）

b ——纤维含量（‰）

m_1 ——网篮质量（g）

m_2 ——燃烧前网篮+试样的质量（g）

m_3 ——燃烧后网篮加试样的质量（g）

m_4 ——纤维的质量（g）

C.5 标准曲线绘制和报告

C.5.1 标定曲线

按照上述计算方法，以室内拌和的混合料的实测纤维含量为横坐标，设计纤维含量为纵坐标，绘制纤维含量的标定曲线图；

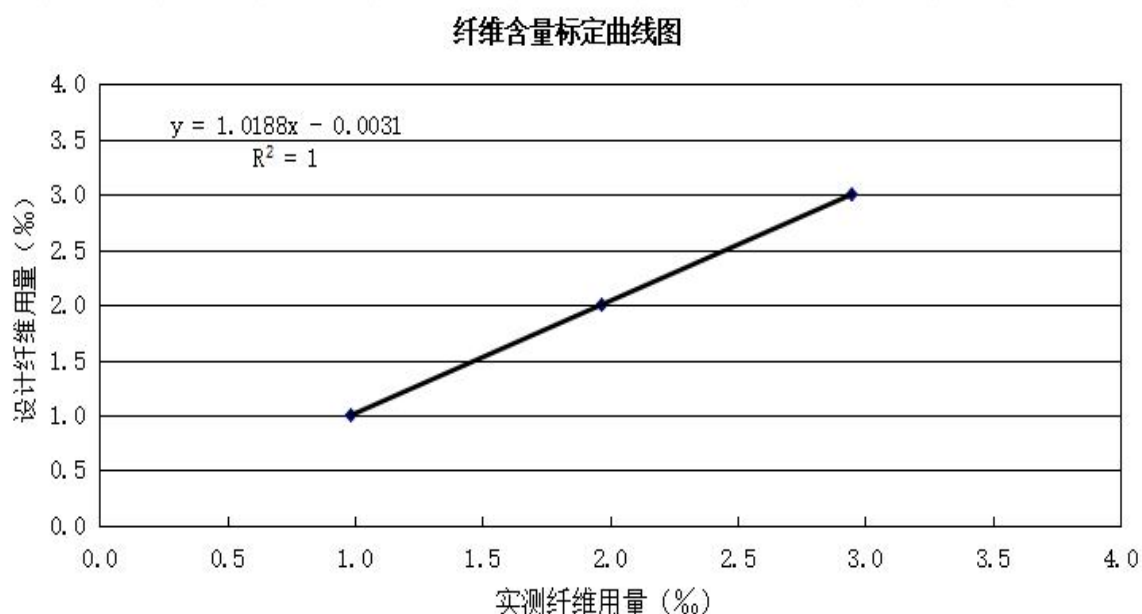


图 C.1 纤维标定图

根据标定曲线和现场所取混合料实测纤维含量，计算混合料的实际纤维含量。

C.5.2 报告应包括：

a) 纤维微表处混合料配比构成：纤维类型、各档矿料比例、纤维掺量、水泥用量、用水量、乳化沥青用量）

- b) 燃烧炉的类型、试验温度。
- c) 油石比。
- d) 纤维含量标定曲线图，实测及校准后纤维含量。

附录D
(规范性)
纤维含量测定试验（抽提法）

D.1 目的与适用范围

D.1.1 本方法适用于测定聚合物纤维、玄武岩纤维、玻璃纤维在纤维微表处混合料中的含量。

D.2 仪器及材料

D.2.1 本试验需要下列仪器：

- a) 天平：万分之一电子天平 1 台、5kg 0.1g 电子天平 1 台。
- b) 烘箱：带强制通风，温度能控制在 $105^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 沥青混合料抽提仪。
- d) 其他：不锈钢盆、搅拌用铲子、0.075mm 集料筛等。

D.3 方法与步骤

D.3.1 标定用试样的制备

- a) 准备项目所使用的粗集料、细集料、矿粉、水泥等填料、纤维以及乳化沥青。
- b) 按照配比设计的比例配置矿料 3000g，水泥用量、乳化沥青用量和用水量和项目保持一致，用三组纤维含量：设计值及设计值 $\pm 0.5\%$ （粗细集料质量的百分比），配置三组混合料，其中纤维称量准确至 0.0001g，其余材料准确至 0.1g。
- c) 混合料拌和：粗细集料+填料人工搅拌均匀→加纤维搅拌均匀→加水搅拌均匀→加入乳化沥青搅拌均匀，确保纤维分散均匀。
- d) 不同纤维含量下的混合料样品应单独放置在托盘或不锈钢盆中并做好标记。
- e) 不间断的对混合料进行搅拌直至室温下破乳。
- f) 将已破乳的混合料样品移入 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘至恒重，一般不少于 16h。

D.3.2 施工现场混合料取样

- a) 从摊铺机后刚摊铺的路面，分三个不同断面，分别取料，每个点取 3-4 公斤稀浆混合料。
- b) 现场用四分法分样后，每个点保留不少于 3 公斤样品，将样品装入塑料袋，密封带回试验室。
- c) 样品带回试验室后，每个样品单独放置在托盘或不锈钢盆中，放入烘箱中加热。
- d) 在 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘至恒重，一般不少于 16h。

D.3.3 试验步骤

- a) 取一份烘干后的混合料样品 100-1500 克，放入 $160^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中，加热 2h 左右。
- b) 将加热后的混合料人工翻拌均匀，分成两份，每份约 500g，称取试样质量 m_1 。
- c) 对混合料试样采用三氯乙烯抽提法，进行抽提试验。
- d) 将抽提后的集料和集料筛，及矿粉滤纸放入托盘，在 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘至恒重，一般不少于 4 小时。
- e) 所有样品冷却至室温后。
- f) 采用镊子夹取纤维，采用多次撕开、分散、挑拣的方法将纤维与砂石分离，称取纤维的质量 m_2 。
- g) 称取剩余矿料及滤纸上矿粉质量总和 m_3 。

D.4 计算

D.4.1 同一试样至少平行定两次，取平均值作为试验结果。纤维含量试验结果准确至 0.1。

D.4.2 计算

$$\text{油石比} = (m_1 - m_2 - m_3) / (m_3 \times (100 + a))$$

$$b = m_2 / (m_3 \times (100 + a)) \times 1000$$

式中:

- a——设计的水泥掺量百分比 (%)
- b——纤维含量质量 (‰)
- m₁——抽提前混合料质量 (g)
- m₂——纤维的质量 (g)
- m₃——抽提后剩余矿料和滤纸上填料的质量 (g)
- a——设计的水泥添加百分比 (%)

D.5 标准曲线绘制和报告

D.5.1 标定曲线

按照上述计算方法，以室内拌和的混合料的实测纤维含量为横坐标，设计纤维含量为纵坐标，绘制纤维含量的标定曲线图；

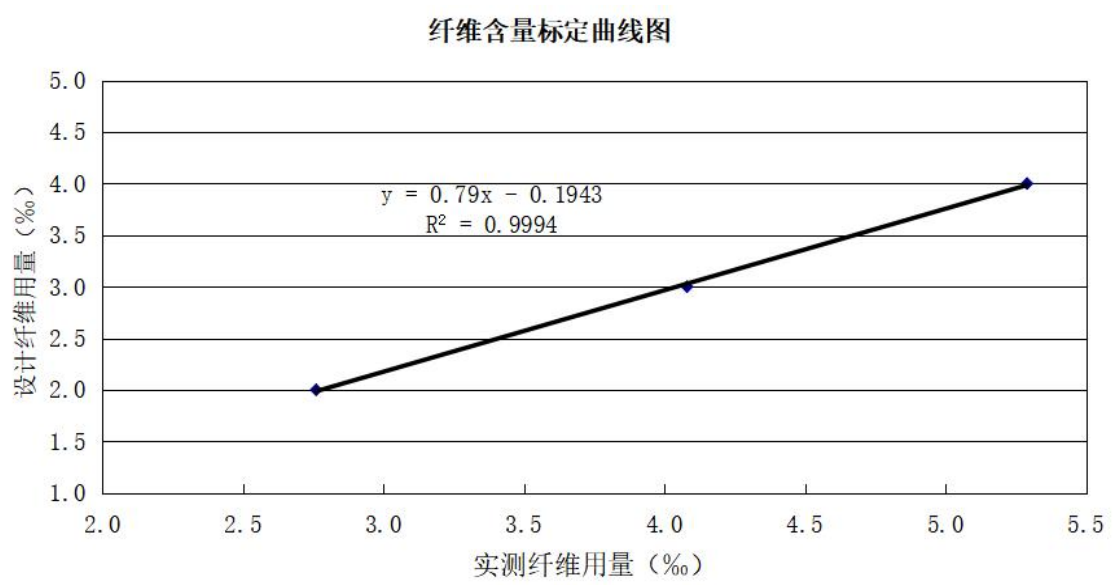


图 D.1 纤维标定图

根据标定曲线和现场所取混合料实测纤维含量，计算混合料的实际纤维含量。

D.5.2 报告应包括：

- a) 纤维微表处混合料配比构成：纤维类型、各档矿料比例、纤维掺量、水泥用量、用水量、乳化沥青用量）。
- b) 纤维含量标定曲线。
- c) 实测油石比
- d) 实测及校准后纤维含量。

附录E
(资料性)
纤维微表处混合料配合比设计

E.1 纤维微表处混合料配合比设计流程

- a) 根据级配类型，按照表 10 规定矿料级配范围，设计三组不同级配（表 E1）。
- b) 根据经验，初选水泥用量（1-2%）；
- c) 根据纤维类型和表 11 所示用量范围，预选纤维用量；
- d) 可用 9.0%、10.0%、11.0%和 12.0%的乳化沥青用量，进行拌和试验，拌和试验按照 JTG E20-2011 T0757-2011 进行，试验温度应考虑最高施工温度，调整含水量，使得稀浆混合料可拌和时间大于 120s，混合料应具有适当流动性，既不过于稀薄也不过于粘稠。
- e) 将稀浆混合料摊成饼状，根据拌和状态和试样外观确定一组级配及对应的用水量。
- f) 分别用不同纤维用量 0.1%，0.2%，0.3%，0.4%，进行不同油石比下的湿轮磨耗试验、负荷轮粘附砂量试验，并绘制湿轮磨耗值、负荷轮黏附砂量与油石比的关系曲线图，确定不同纤维用量下，混合料的最佳油石比。

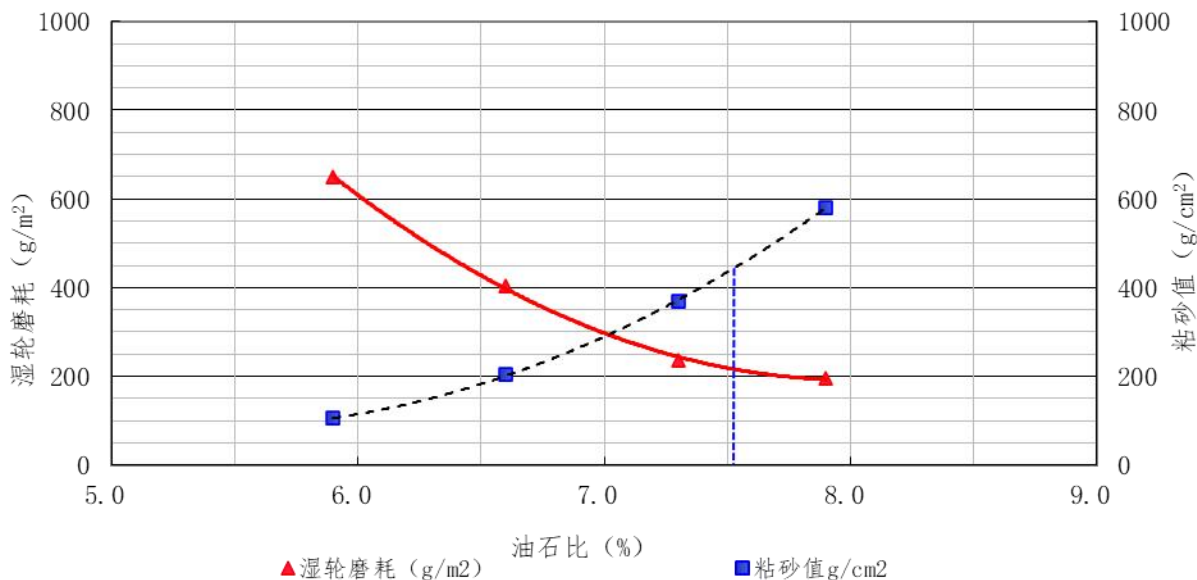


图 E.1 油石比确定图

- g) 以上述试验确定的最佳油石比，进行不同纤维用量下的稀浆混合料的薄层弯曲断裂试验（FTT），按照表 12 的技术要求，确定纤维用量。
- h) 在确定的级配、沥青用量、纤维用量下，进行稀浆混合料的粘聚力试验，应满足表 12 技术要求。

表 E.1 纤维微表处-级配设计表

设计级配		各档料（mm）质量百分比（%）									
		5--10		3--5		0--3		矿粉			
级配 1#											
级配 2#											
级配 3#											
项目		各种筛孔（mm）通过质量百分率（%）									
		13.2	9.5	7.2	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
石料规格（mm）	5--10										
	3--5										
	0--3										
	矿粉										
设计级配	级配 1										
	级配 2										
	级配 3										
规范级配范围	中值										
	下限										
	上限										
级配 泰勒曲线图											

表 E.5 稀浆混合料弯拉断裂试验 FTT 记录表

项目名称			试验日期	
纤维类型			测试温度	
混合料类类型及试件厚度			含水率（%）	
样品编号	纤维含量（‰）	油石比（%）	开裂位移量（mm）	开裂位移量均值（mm）