

公路沥青路面纤维微表处设计施工 技术指南

Technical guide for design and construction of highway asphalt pavements fiber
micro-surfacing

2020 – 07 – 22 发布

2020 – 08 – 01 实施

吉林省市场监督管理厅

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 设计 1

5 施工 4

6 质量控制 6

7 工程验收 7

附 录 A （规范性附录） 纤维与改性乳化沥青黏附性试验 8

附 录 B （规范性附录） 纤维拌和开纤率试验 10

附 录 C （规范性附录） 稠度经验检验法 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由吉林省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：吉林省高速公路管理局、中公诚科（吉林）工程检测有限公司、吉林省中信公路科技咨询有限责任公司、吉林省云路交通科技股份有限公司、吉林建筑大学。

本标准主要起草人：方向阳、柏丽敏、赵鹤松、张宏国、蔡丽丹、柳文杰、刘忠根、别春宇、孙立平、时成林、贲放、王永光、王月龙、李同禹、李思聪、肖昆仑、于艳丽、赫福斌、李太阳、江铭、刘海峰、苗伟。

公路沥青路面纤维微表处设计施工技术指南

1 范围

本标准规定了公路沥青路面纤维微表处技术的术语和定义、设计、施工、质量控制和工程验收。
本标准适用于二级及以上公路沥青路面纤维微表处。

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，仅所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。

JT/T 776.1 公路工程 玄武岩纤维及其制品 第 1 部分：玄武岩短切纤维
JTG 5142 公路沥青路面养护技术规范
JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E30 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
JTG E42 公路工程集料试验规程
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

纤维微表处 fiber micro-surfacing

将聚合物改性乳化沥青、级配集料、纤维、填料、水和必要的添加剂等按照设计配比拌和成稀浆混合料并摊铺到路面上的薄层结构。

3.2

稀浆混合料稠度 slurry mixture consistency

表征稀浆混合料施工和易性的指标。

3.3

纤维与乳化沥青粘附性 adhesion of fiber and emulsified asphalt

表征纤维与乳化沥青之间粘附程度的指标，通常以纤维抗水剥离强度值表示。

3.4

拌和开纤率 fiber mixing dispersion rate

表征集料和纤维拌和过程中纤维束打开程度的指标。

4 设计

4.1 适用条件

纤维微表处预防养护措施使用年限为 2 年~3 年。适用于需要改善抗滑、平整度等功能的公路沥青路面。当高速公路 PCI、RQI 均不小于 85，一级及二级公路PCI、RQI均不小于 80，车辙深度小于 40 mm时，应在原路面上铺筑纤维微表处。

4.2 材料

4.2.1 改性乳化沥青

纤维微表处选用的改性乳化沥青的技术指标应符合表 1 中的要求。改性剂剂量（改性剂有效成分占纯沥青的质量百分比）一般不宜小于3%。

表1 纤维微表处用改性乳化沥青技术要求

试验项目		单位	技术指标	试验方法
筛上剩余量（1.18 mm 筛）		%	≤0.1	JTG E20 中的 T 0652
电荷		—	阳（+）	JTG E20 中的 T 0653
破乳速度		—	慢裂	JTG E20 中的 T 0658
粘度 ^a	恩格拉粘度 E ₂₅	—	3~30	JTG E20 中的 T 0622
	沥青标准粘度 C _{25,3}	s	12~60	JTG E20 中的 T 0621
蒸发残留物	含量	%	≥62	JTG E20 中的 T 0651
	针入度（100 g, 25 ℃, 5 s）	0.1 mm	40~100	JTG E20 中的 T 0604
	软化点	℃	≥53 ^b	JTG E20 中的 T 0606
	延度（5 ℃）	cm	≥30	JTG E20 中的 T 0605
	溶解度（三氯乙烯）	%	≥97.5	JTG E20 中的 T 0607
贮存稳定性	1 d	%	≤1	JTG E20 中的 T 0655
	5 d	%	≤5	

^a 乳化沥青粘度以恩格拉粘度为准，条件不具备时也可采用沥青标准粘度。

^b 重载交通及用于填补车辙时，蒸发残留物的软化点应不低于 57 ℃。

4.2.2 矿料

4.2.2.1 纤维微表处用粗集料、细集料应符合表 2 的要求。

表2 纤维微表处用粗、细集料的质量要求

材料名称	项目	单位	技术指标	试验方法	备注
粗集料	石料压碎值	%	≤26	JTG E42 中的 T 0316	
	洛杉矶磨耗损失	%	≤28	JTG E42 中的 T 0317	
	石料磨光值 PSV	—	≥42	JTG E42 中的 T 0321	
	坚固性	%	≤12	JTG E42 中的 T 0314	
	针片状含量	%	≤15	JTG E42 中的 T 0312	
细集料	坚固性	%	≤12	JTG E42 中的 T 0340	> 0.3 mm 部分
	砂当量	%	≥65	JTG E42 中的 T 0334	合成矿料中< 4.75 mm 部分

4.2.2.2 纤维微表处混合料按矿料公称最大粒径的不同，可分为 FMS-I 型和 FMS-II 型，级配范围应符合表 3 的要求。

表3 矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) ^[注]							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
FMS-I	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
FMS-II	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15
允许波动范围	-	±5%	±5%	±5%	±5%	±4%	±3%	±2%
注：填料计入矿料级配。								

4.2.2.3 矿料需要遮盖，防止雨淋。

4.2.3 填料

选用矿粉、水泥或消石灰等，应干燥、疏松，无结团，并符合 JTG F40 的规定。

4.2.4 添加剂

应符合 JTG 5142 的规定。

4.2.5 水

应符合 JTG 5142 的规定。

4.2.6 纤维

纤维长度宜为 6 mm，用量宜为矿料质量的 0.1%~0.3%。玄武岩纤维技术指标应符合表 4 的规定，玻璃纤维技术指标应符合表 5 的规定。

表4 纤维微表处用玄武岩纤维质量技术要求

序号	项目	单位	技术指标	试验方法
1	外观合格率	%	≥90	JT/T 776.1
2	密度	g/cm ³	2.60~2.80	
3	断裂强度	MPa	≥1200	
4	弹性模量	MPa	7.5×10 ³	
5	断裂伸长率	%	≤3.1	
6	可燃物含量	%	0.1~1.0	
7	含水率	%	≤0.2	
8	吸油率	%	≥50	
9	纤维与乳化沥青粘附性	N	≥50	见附录 A
10	拌和开纤率	%	≥50	见附录 B

表5 纤维微表处用玻璃纤维质量技术要求

序号	项目	单位	技术指标	试验方法
1	密度	g/cm ³	2.40~2.76	JTG E30 中的 T0503
2	纤维与改性乳化沥青粘附性	N	≥50	见附录 A
3	拌和开纤率	%	≥50	见附录 B

4.3 组成设计

4.3.1 纤维微表处混合料的配合比设计，应充分考虑使用要求、原路面状况、交通量、气候条件等因素，选择适当的纤维微表处类型，确定施工方案。

4.3.2 不同类型纤维微表处混合料的应用条件如下：

- a) FMS-I 型纤维微表处，公称最大粒径为 4.75 mm，适用于中等交通量高速公路，一、二级公路沥青路面预防性养护；
- b) FMS-II 型纤维微表处，公称最大粒径为 9.5 mm，适用于高速公路，一、二级公路沥青路面预防性养护和修复性养护。

4.3.3 单层纤维微表处通常的材料用量范围见表 6。

表6 单层纤维微表处通常的材料用量范围

项目	单位	FMS-I	FMS-II
养生后的厚度	mm	4~6	8~10
矿料用量	kg/m ²	6.0~15.0	12.0~22.0
油石比（沥青占矿料的质量百分比）	%	6.5~9.0	6.0~8.5
纤维用量（占矿料的质量百分比）	%	0.1~0.3	
水泥等填料用量（占矿料的质量百分比）	%	0~3	
外加水量（占干矿料的质量百分比）	%	根据混合料的稠度确定	

4.3.4 纤维微表处混合料配合比设计方法应符合 JTG F40 规定。纤维微表处混合料的技术要求见表 7。

表7 纤维微表处混合料的技术要求

试验项目		单位	技术指标	试验方法
可拌和时间 (25 ℃)		s	≥120	JTG E20 中的 T 0757
黏聚力试验	30 min（初凝时间）	N·m	≥1.2	JTG E20 中的 T 0754
	60 min（开放交通时间）	N·m	≥2.0 ^a	
负荷车轮粘附砂量		g/m ²	≤450	JTG E20 中的 T 0755
湿轮磨耗损失	浸水 1 h	g/m ²	≤540	JTG E20 中的 T 0752
	浸水 6 d	g/m ²	≤800	
轮辙变形试验的宽度变化率 ^b		%	≤5	JTG E20 中的 T 0756
配伍性等级值 ^c		—	≥11	JTG E20 中的 T 0758
^a 至少为初级成型。 ^b 不应用于车辙填充的纤维微表处混合料，不做轮辙变形试验的要求。 ^c 配伍性等级指标作为参考指标使用。				

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 纤维微表处应采用专用摊铺机摊铺，摊铺机的拌和箱应为大功率双轴强制搅拌式，具有精确计量系统并应记录显示矿料、改性乳化沥青等材料用量。摊铺箱应带有两排布料器。当采用微表处修补车辙时应配有专用的 V 字形车辙摊铺槽。

5.1.2 纤维微表处施工的环境温度不应低于 15 ℃，地表温度不应低于 20 ℃，不得在雨天施工，摊铺后未成型混合料遇雨时应予铲除。

- 5.1.3 不得在潮湿积水的路面上进行纤维微表处施工。
- 5.1.4 纤维微表处施工时，施工现场的交通控制符合 JTG H30 的规定。

5.2 施工工艺流程

施工工艺流程见图 1。

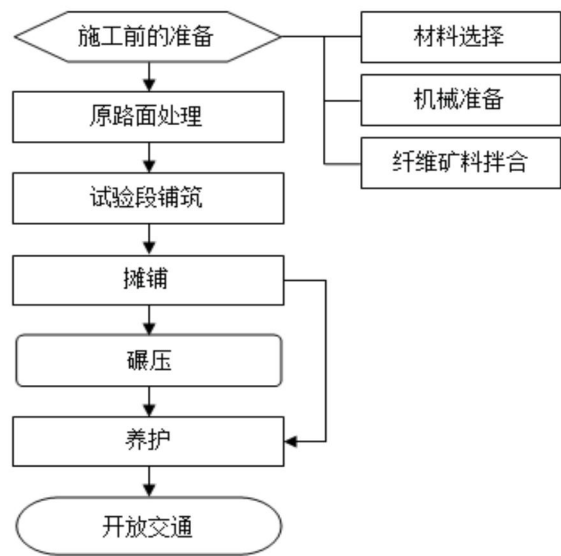


图1 施工工艺流程图

5.3 施工准备

- 5.3.1 施工前需优选料源，应进行质量检验并出具检测报告。
- 5.3.2 摊铺车的校准按该车的使用说明书规定方法进行。通过摊铺车的自校准，得出摊铺车各料门开度或泵的设定等与各材料出料量的关系曲线，出具自校准记录。以下情况应进行自校准：
 - a) 新机器第一次使用时；
 - b) 机器每年的第一次使用时；
 - c) 新工程开工前；
 - d) 原材料改变和配比发生较大变化时。
- 5.3.3 各种施工机械和辅助工具均应备齐，并保持良好工作状态。
- 5.3.4 纤维和矿料掺配应选用具有储料、计量和掺配功能的配料设备，并拌合均匀。

5.4 原路面处理

原路面病害处理应符合 JTG 5142 的规定。根据原路面的车辙病害情况，纤维微表处既可以单层铺筑，也可以双层铺筑，车辙病害处置方案见表 8。

表8 车辙病害处置方案

车辙深度/mm	处置方案
RD<15	直接进行纤维微表处施工
15≤RD<25	先进行单层填补车辙，再进行纤维微表处施工
25≤RD<40	先进行双层填补车辙，再进行纤维微表处施工

5.5 铺筑试验段

- 5.5.1 正式施工前，应选择合适路段摊铺试验段，试验段长度不宜小于 200 m。
- 5.5.2 通过试验段的摊铺，检验各施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配，确定最佳施工工艺。
- 5.5.3 根据试验段的摊铺情况，确定施工配合比。矿料级配应符合表 3 规定。

5.6 摊铺

- 5.6.1 根据设计路幅宽度，调整摊铺槽宽度，应减少纵向接缝数量，宜使纵向接缝位于车道线附近。
- 5.6.2 将装好料的摊铺车对准控制线，调整摊铺槽，使其周边与原路面贴紧。
- 5.6.3 依次或同时按配比输出已预拌纤维的矿料、填料、水、添加剂和改性乳化沥青，进行拌和。
- 5.6.4 拌好的混合料流入摊铺槽并分布于摊铺槽适量后，开动摊铺车匀速前进，地表温度过高时，可打开摊铺车下边的喷水管湿润路面。
- 5.6.5 摊铺速度以保持混合料摊铺量与搅拌量基本一致，保持摊铺槽中混合料的体积为摊铺槽容积的 1/2。
- 5.6.6 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。
- 5.6.7 摊铺的稀浆混合料需达到合适的稠度，稠度状态判定可见附录 C。
- 5.6.8 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。
- 5.6.9 当摊铺车内任何一种材料将用尽时，应及时关闭所有输送材料的控制开关，搅拌器中的混合料搅拌摊铺完后，停止摊铺，将摊铺车移出摊铺点清洗。

5.7 碾压

- 5.7.1 混合料摊铺后一般不需要压路机碾压。在用于硬路肩、停车场等缺少或者没有行车碾压或者为了满足某些特殊需要时，宜使用 6 t~10 t 轮胎压路机在混合料已破乳并初步成型后进行碾压。
- 5.7.2 双层摊铺或者车辙填充后再做纤维微表处施工时，摊铺完第一层后应采用轮胎压路机碾压，确认成型后方可进行第二层摊铺；当没有碾压条件时，也可在摊铺完第一层后先行开放交通，在行车作用下成型 24 h，再进行第二层摊铺施工。

5.8 养护与开放交通

施工完成后需进行通车前养护，车辆和行人不得通行，待成型后开放交通。

6 质量控制

- 6.1 原材料的检测项目、检查频率及要求应符合表 9 规定。

表9 纤维微表处施工过程的材料质量检查与要求

材料	检查项目	要求值	检验频率
改性乳化沥青	4.2.1 要求	符合设计要求	每车或每 50 吨检验 1 次
矿料	砂当量	符合设计要求	每批或每 500 m ³ 检验 1 次
	级配		
	含水量	实测	每天一次
纤维	4.2.6 要求	符合设计要求	每生产批次检验 1 次

6.2 施工中应对混合料和现场质量进行抽样检测，检测项目、检测频率、质量要求及检测方法应符合 JTG 5142 中微表处的规定。

6.3 纤维微表处混合料油石比应进行校核，可采用以下方法：

- a) 方法 a：每天记录每车的集料、填料用量和改性乳化沥青用量，计算油石比，每日一次总量检验；
- b) 方法 b：摊铺过程中对混合料取样进行抽提试验，应检测与施工配合比是否相符；
- c) 方法 c：每 5000 m² 左右，统计一次施工用集料、填料和改性乳化沥青的实际总用量，计算摊铺混合料的平均油石比。

6.4 油石比检验以方法 a 为准，校核方法采用方法 b、方法 c。

7 工程验收

纤维微表处工程验收应符合 JTG 5142 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
纤维与改性乳化沥青黏附性试验

A.1 目的与适用范围

本方法适用于检验纤维与改性乳化沥青的黏附性，以评定纤维的抗水剥离能力。

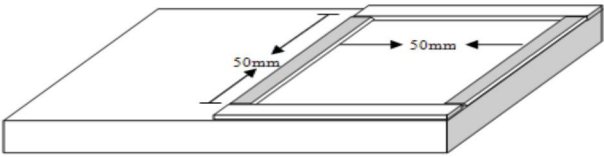
A.2 材料和仪器

- A.2.1 水：蒸馏水或纯净水。
- A.2.2 工程实际使用的改性乳化沥青。
- A.2.3 拉伸试验机：测量值在量程的 15%~85% 之间，精度不低于 0.1 N。
- A.2.4 天平：感量不大于 0.001 g、0.1 g 各一台。
- A.2.5 广口盆：直径不低于15 cm。
- A.2.6 烘箱：带强制通风，温度能控制在 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- A.2.7 秒表。
- A.2.8 橡胶片：厚度不低于5 mm（也可以用其它和沥青粘附好的片材代替）。
- A.2.9 其他：剪刀、尺子、夹子、泡沫胶带（10 mm宽 $\times$ 2 mm厚）、水槽等。

A.3 方法与步骤

A.3.1 试样制备

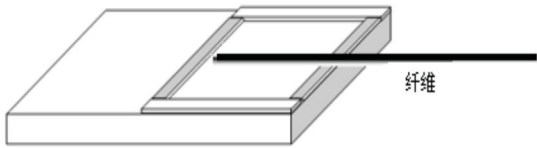
- A.3.1.1 将纤维样品剪成 150 mm长的样段，并称取 $0.1\text{ g} \pm 0.01\text{ g}$ 为一份备用。
- A.3.1.2 将橡胶片裁成 70 mm $\times$ 100 mm 的长条，用 2 mm厚泡沫胶带在橡胶片一面围出一个内边长为 50 mm $\times$ 50 mm 的正方形的区域，具体如图 A.1所示。



图A.1 纤维粘附性试模尺寸

A.3.2 试验步骤

- A.3.2.1 将 $5\text{ g} \pm 0.5\text{ g}$ 改性乳化沥青倒入50 mm $\times$ 50 mm 的正方形的区域内。
- A.3.2.2 广口盆中盛约 500 mL水，将称取好的一份纤维样捋齐并用夹子固定，放入水中浸泡 1 min，从水中取出纤维后，立即将一端（长约 50 mm）纤维浸入橡胶片的乳化沥青区域里，纤维粘附性试件构成如图 A.2 所示。



图A.2 纤维粘附性试件构成

- A.3.2.3 将制备好的试件放入鼓风干燥箱内，温度设定为 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，加热烘干时间不少于16 h。取出试件冷却至标准室温（ $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。
- A.3.2.4 将试件放入已在室内恒温 24 h 的水槽中浸泡 1 h，取出后直接进行拉伸试验。
- A.3.2.5 调整拉伸试验机夹具间距约为 100 mm，将试样夹在拉伸试验机上，下夹具夹住橡胶板，上夹具夹住纤维，保持试件中纤维的方向与试验机夹具轴线重合，按 30 mm/min的拉伸速率进行拉伸，记录试件拉伸的最大力值。

A.4 报告

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 0.1 N。

附 录 B
(规范性附录)
纤维拌和开纤率试验

B.1 目的与适用范围

本方法适用于检验纤维微表处在拌和施工中纤维的开纤分散情况,从而判断该纤维样品是否适用于纤维微表处施工。

B.2 材料和仪器

- B.2.1 水:蒸馏水或纯净水。
- B.2.2 矿料:道路工程用粒径小于 4.75 mm 的矿料。
- B.2.3 拌和锅:容量约 1000 mL。
- B.2.4 金属匙。
- B.2.5 天平:感量不大于 0.001 g、0.1 g 各一台。
- B.2.6 烘箱:带强制通风,温度控制在 $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- B.2.7 标准筛:方孔筛筛孔为 4.75 mm、2.36 mm、0.6 mm、0.3 mm、0.075 mm。
- B.2.8 其他:镊子、烧杯、量筒、秒表、边长不小于 30 cm 的木板等。

B.3 方法与步骤

B.3.1 准备工作

B.3.1.1 将工程实际使用的级配石料采用水洗法过筛分级,烘箱 $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干,并在室温下摊开冷却备用。按表 B.1 的规定分级称取矿料,混合成标准级配矿料 100 g 备用。

表B.1 纤维开纤分散试验所需的各粒级试料质量

矿料规格(mm)	4.75~2.36	2.36~0.6	0.6~0.3	0.3~0.075	<0.075	合计
重量(g)	20	40	15	15	10	100

- B.3.1.2 也可直接现场取配比好的级配石料,筛除大于 4.75 mm 颗粒,取 100 g 备用。
- B.3.1.3 将纤维用施工设备切割到工程需要的长度,或者使用厂家直接切割好的纤维短纤,备用。

B.3.2 试验步骤

- B.3.2.1 用分析天平称取纤维样品约 0.3 g,精确记录重量 m_1 。
- B.3.2.2 按表 B.1 规定,称取各规格石料总计 100 g,放入拌和锅中,简单拌匀后,将纤维样品投入混合石料中,以 2 次/s 的速度顺时针拌和 100 次,注意每拌和 20 次时将沾在拌和锅壁和金属匙上纤维刮入拌和锅中。
- B.3.2.3 在拌和锅中加入 10 g 水,继续拌和,拌和速度为 2 次/s,拌和 200 次,每拌 20 次时将沾在拌和锅壁和金属匙上纤维刮入拌和锅中。

B.3.2.4 将拌和好的混合料摊在木板上，将锅壁和金属匙的纤维刮净，然后用 0.6 mm 的方孔筛扣在石料上，将木板整体放入烘箱中加热烘干。

B.3.2.5 将木板取出，拿下覆盖在石料上的筛子，用镊子将成片的明显没有开纤分散的纤维夹出，放入烧杯中用水清洗，清洗干净后将仅装有纤维的烧杯放入烘箱中加热烘干，然后取出烧杯里的纤维，用分析天平称取该纤维重量 m_2 。

B.3.3 结果计算

纤维开纤分散率 W 按公式 (B.1) 计算。

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

W ——纤维开纤分散率，单位为百分比（%）；

m_1 ——纤维样品质量，单位为克(g)；

m_2 ——未分散的纤维质量，单位为克(g)。

B.4 报告

B.4.1 同一试样平行试验两次，两次测定的差值符合重复性试验允许误差要求时，取平均值作为实验结果，精确到 1%。

B.4.2 重复性试验允许误差为 4%。

附 录 C
(规范性附录)
稠度经验检验法

C.1 目的与适用范围

本方法适用于定性检验纤维微表处稀浆混合料的稠度，从而判断稀浆混合料施工和易性。

C.2 仪器

直径为 10 mm 左右的细棍。

C.3 检验方法

C.3.1 划痕法

在刚刚摊铺出的稀浆混合料上，用直径 10 mm 左右的细棍划出一道划痕，根据稀浆混合料被划痕后状态，判定稠度状态。具体表现为：

- a) 偏稀：用细棍划完后，划痕马上被两边的材料淹没，则判定混合料的稠度偏稀；
- b) 过稠：用细棍划完后，划痕两边的材料不具有流淌性，无法恢复原状，甚至呈松散状态，判定混合料过稠，甚至已经破乳；
- c) 适宜：用细棍划完后，划痕能够保持 3 s~5 s 后才被周围材料覆盖，周围的材料仍然有一定的流淌性，判定混合料的稠度适宜。

C.3.2 光照法

迎着光照方向观察刚刚摊铺出的材料层，根据光反射情况，判断稀浆混合料稠度状态。具体表现为：

- a) 偏稀：迎着光观察时，稀浆混合料表面有大面积亮光的反光带，判定混合料稠度偏稀；
- b) 过稠：如果刚刚摊铺出的稀浆混合料层干涩，迎着光观察时没有反光，判定混合料稠度偏稠；
- c) 适宜：如果刚刚摊铺出的稀浆混合料层迎着光观察时呈现漫反射，判定混合料稠度适宜。

C.4 结果处理

根据 C.3 中的检验方法，对稀浆混合料现场摊铺的稠度状态及时地进行调整处理。对于稠度偏稀的稀浆混合料，可以通过适当减少用水量的方法提高稠度，从而达到适宜的工作稠度。对于稠度过稠的稀浆混合料，可以通过适当增加用水量的方法降低稠度，从而达到适宜的工作稠度。