



T/CECS G XXXX: 2020

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路路面同步纤维磨耗层
设计与施工技术规范

Technical Specification for Design and Construction of
Synchronous Wearing Course Mixed with Fiber for Highway
Pavement

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路路面同步纤维磨耗层 设计与施工技术规程

Technical Specification for Design and Construction of Synchronous
Wearing Course Mixed with Fiber for Highway Pavement

T/CECS G/XX-XX-XX

主编单位：中咨公路养护检测技术有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：2020 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2016 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》(建标协字[2016]038 号)的要求,由中国公路工程咨询集团有限公司承担《公路路面同步纤维磨耗层设计与施工技术规范》(以下简称“本规程”)的制订工作。

本规程分为 7 章及 1 篇附录,主要内容包括总则、术语和符号、基本规定、材料、配合比设计、施工、质量控制与验收,附录 A 纤维磨耗层混合料设计示例、附录 B 同步纤维磨耗层厚度测量方法。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制,适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件,使用本规程相关条文时,应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理,由中咨公路养护检测技术有限公司负责具体技术内容的解释,在执行过程中如有意见或建议,请函告本规程日常管理组,中国工程建设标准化协会公路分会(地址:北京市海淀区西土城路 8 号;邮编:100088;电话:010-62079839;传真:010-62079983;电子邮箱:shc@rioh.cn),或樊云龙(地址:北京市海淀区紫竹桥昌运宫 17 号北京市政大厦二层,中咨公路养护检测技术有限公司,电话:010-57705921,邮编:100089,电子邮箱:zyh03050@163.com),以便修订时研用。

主编单位: 中咨公路养护检测技术有限公司

参编单位: 中国交建公路路面养护技术研发中心

内蒙古路桥有限责任公司

黑龙江省高速公路管理局

宁波交通投资控股有限公司

广东华路交通科技有限公司

中交西安筑路机械有限公司

吉林省高速公路管理局

黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司

主编: 肖利明

主要编写人员: 董元帅、侯芸、张艳红、樊云龙、刘胜军、王伟、徐懋刚、

许新权、吴传海、李善强、李益、贾国红、张宏国、田景波

主要参加人员：

主 审：王林

参与审查人员：周绪利、季 节、路凯冀、武移风、崔培强、罗立峰

征求意见稿

目 录

1 总则.....1

2 术语和符号.....2

2.1 术语.....2

2.2 符号.....2

3 基本规定.....3

3.1 一般规定.....3

3.2 旧路技术状况要求.....3

3.3 旧路病害处治.....4

4 材料.....5

4.1 一般规定.....5

4.2 矿料.....5

4.3 乳化沥青.....7

4.4 填料.....9

4.5 纤维.....10

4.6 水.....11

5 配合比设计.....12

5.1 一般规定.....12

5.2 配合比设计标准.....12

5.3 配合比设计步骤.....15

6 施工.....18

6.1 基本规定.....18

6.2 设备要求.....18

6.3 施工前准备.....19

6.4 施工流程.....20

7 质量控制与验收.....22

7.1 原材料控制.....22

7.2 施工质量控制.....22

7.3 交工验收质量检查与验收.....23

附录 A 纤维磨耗层混合料设计示例.....25

 A.1 目标配合比设计流程.....25

 A.2 示例.....26

附录 B 同步纤维磨耗层厚度测量方法.....25

 B.1 目的与适用范围.....25

 B.2 仪具与材料.....26

 B.3 试验步骤.....26

本规范用词用语说明.....29

征求意见稿

1 总则

1.0.1 本规程规定了公路路面同步纤维磨耗层技术的术语和符号、基本规定、材料、配合比设计、施工、质量控制与验收等要求。

1.0.2 本规程适用于各等级公路的路面预防养护工程及沥青路面的轻微车辙修复工程。

1.0.3 同步纤维磨耗层的使用应建立在科学决策的基础上，结合当地条件及工程经验合理选择。

1.0.4 同步纤维磨耗层的设计、施工、质量控制与验收除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

1.0.5 同步纤维磨耗层施工应遵守国家安全与环保法规，确保安全、文明施工。

征求意见稿

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 同步纤维磨耗层 synchronous wearing course mixed with fiber

采用专用机械设备同步进行改性乳化沥青的喷洒和纤维磨耗层混合料的拌和及摊铺、可在短时间内开放交通的磨耗层。

2.1.2 纤维磨耗层混合料 wearing course mixture mixed with fiber

由改性乳化沥青、粗细集料、填料、水、纤维等按一定比例拌和而成，专用于同步纤维磨耗层的稀浆混合料。

2.2 符号

本规范中符号

BPN	摆值
$P \cdot I$	I 型硅酸盐水泥
$P \cdot II$	II 型硅酸盐水泥
$P \cdot O$	普通硅酸盐水泥
PQI	路面使用性能指数
PCI	路面损坏状况指数
RQI	路面行驶质量指数
SRI	路面抗滑性能指数
RD	车辙深度
DBL	混凝土路面断板率

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 同步纤维磨耗层适用于公路路面养护工程及轻度病害处治,包括路面罩面、隧道铺面、桥面铺装层罩面等。

条文说明:

自 2014 年起同步纤维磨耗层在黑龙江、山西省等地得到陆续应用。目前,同步纤维磨耗层的应用场景包括:沥青路面罩面、水泥混凝土路面养护、收费站改造、隧道铺面、桥面铺装层罩面等养护工程及轻微车辙(5mm)病害处治项目。

3.1.2 同步纤维磨耗层单层摊铺厚度宜为 8mm~15mm,双层摊铺总厚度不宜超过 20mm。矿料中的超粒径颗粒必须在施工前进行清除。

3.1.3 同步纤维磨耗层的预期使用年限应根据交通量、原路面状况等因素综合考虑,宜为 3~4 年。

条文说明:

由于使用地区的气候环境、交通量、材料组成设计及施工条件不同,同步纤维磨耗层的使用年限有所不同。结合大量工程经验总结,界定同步纤维磨耗层衰减到施工前原路面(PQI、PCI、RQI、SRI)状况时即为丧失使用功能,此间隔周期为同步纤维磨耗层的使用年限。通过后期跟踪调查可知,在黑龙江、山西等地使用同步纤维磨耗层技术,使用年限可达到 3~4 年。

3.2 旧路技术状况要求

3.2.1 同步纤维磨耗层使用前应对旧路技术状况进行检查评定。

3.2.2 同步纤维磨耗层适用的沥青路面路况水平应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 同步纤维磨耗层适用的各等级沥青路面路况水平

路况指标	高速公路、一级公路	二级公路及以下
PCI 、 RQI ^a	≥ 85	≥ 80
车辙深度 RD (mm) ^b	≤ 10	≤ 15
a. 路况指标应采用近 6 个月内的检测数据, “ PCI 、 RQI 或 RD ”满足要求即可使用。 b. 同步薄层罩面同步纤维磨耗层用于预防性养护时, 原路面车辙深度 RD 应满足表中规定; 用于填充车辙时, 原路面车辙深度 RD 不宜大于 15mm。		

3.2.3 同步纤维磨耗层适用的各等级公路水泥混凝土路面路况水平宜符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 同步纤维磨耗层适用的各等级水泥混凝土路面路况水平

路况指标	高速公路、一级公路	二级公路
PCI 、 RQI	≥ 85	≥ 80
DBL (%)	≤ 2	≤ 4

3.3 旧路病害处治

3.3.1 同步纤维磨耗层用于沥青路面预防性养护工程时, 应在罩面前完成翻浆、坑槽、重度裂缝、沉陷、拥包、松散、明显车辙等病害的修复工作, 并满足 JTG 5142 的要求。

条文说明:

通过大量实体工程验证, 对于深度不大于 5mm 的车辙, 可以不经过处理直接在原路面加铺同步纤维磨耗层。对于深度大于 5mm 的车辙, 建议对路面进行铣刨, 铣刨深度应大于或等于车辙深度。

3.3.2 同步纤维磨耗层用于水泥混凝土路面养护工程时, 应在罩面前完成裂缝、板块脱空、唧泥、错台、沉陷、拱起、坑洞等病害的修复工作, 并满足 JTJ 073.1 的要求。

条文说明:

板底脱空可采用板下封堵的方法进行压浆处理, 对于板块破碎、角隅断裂、沉陷、掉边、缺角等病害, 应在凿除、清除碎屑后, 整平基层并夯压密实, 铺筑与旧板块等强度的水泥混凝土, 其标高与旧板面齐平。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 同步纤维磨耗层使用的各种材料应按规定取样进行质量检验，检验合格后方可使用。

4.1.2 不同料源、品种、规格的集料不得混杂堆放。

4.2 矿料

4.2.1 粗集料的选用宜就地取材，选用质地坚硬、表面粗糙、颗粒形状规则、洁净、干燥、与沥青黏附性能好的碎石。

加入正条文（参考同步薄层罩面）

条文说明：

粗集料优先采用玄武岩或辉绿岩，也可使用优质闪长岩。同步纤维磨耗层用作高等级公路的路面表层，要求有优良的抗滑性能，且随时间衰减的速度慢，由此要求矿料中的粗集料必须是耐磨的硬质石料。

为避免工程采用不同规格的矿料在施工现场掺配导致集料质量不稳定的现象，矿料中小于 4.75mm 以下的部分应满足规定砂当量指标要求。

4.2.2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，具备适当的颗粒级配。

条文说明：

大量工程实际表明：细集料的砂当量低于 65 时与乳化沥青的配伍性差，破乳时间过快，影响施工。

4.2.3 矿料的技术要求应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 同步纤维磨耗层用矿料技术要求

材料名称	试验指标	单位	技术要求	试验方法
粗集料	集料压碎值 ^a	%	≤26	JTG E42 T 0316

	洛杉矶磨耗损失	%	≤ 28	JTG E42 T 0317
--	---------	---	-----------	----------------

续表 4.2.3

材料名称	试验指标	单位	技术要求	试验方法
粗集料	石料磨光值	—	≥ 42	JTG E42 T 0321
	坚固性	%	≤ 12	JTG E42 T 0314
	针片状含量	%	≤ 15	JTG E42 T 0312
	表观相对密度	—	≥ 2.60	JTG E42 T 0304
	吸水率	%	≤ 2	JTG E42 T 0304
	水洗法 $<0.075\text{mm}$ 颗粒含量	%	≤ 1	JTG E42 T 0310
细集料 ^b	坚固性	%	≤ 12	JTG E42 T 0340
	表观相对密度	—	≥ 2.60	JTG E42 T 0328
	含泥量	%	≤ 3	JTG E42 T 0333
	亚甲蓝值	g/kg	≤ 2.5	JTG E42 T 0349
	砂当量	%	≥ 65	JTG E42 T 0334
	棱角性 (流动时间)	s	≥ 30	JTG E42 T 0345

注：a. 压碎值评价粗集料的抗压碎能力，同步纤维磨耗层虽未使用 $9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$ 集料，但实体工程表明压碎值低的集料同步纤维磨耗层抗磨耗性能更好，因此应对其进行压碎值试验检测。

b. 砂当量和亚甲蓝值均评价细集料的洁净程度，宜优先选择砂当量试验。砂当量试验用集料为合成矿料中 $<4.75\text{mm}$ 部分。

4.2.4 矿料的粒径规格应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 同步纤维磨耗层用矿料规格要求

规格名称	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S12	5~10	90~100	0~15	0~5					

S13	3~10	90~100	40~70	0~20		0~5			
S14	3~5	100	90~100	0~15		0~3			
S15	0~5	100	90~100	60~90	40~75	20~55	7~40	2~20	0~10
S16	0~3		100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~13

4.3 乳化沥青

4.3.1 同步纤维磨耗层喷洒用改性乳化沥青应选用快裂或中裂 SBS 聚合物改性乳化沥青，其技术要求应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 喷洒用改性乳化沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求	试验方法
破乳速度		—	快裂或中裂	JTG E20 T 0658
粒子电荷		—	阳离子 (+)	JTG E20 T 0653
筛上剩余量 (1.18mm)		%	≤0.1	JTG E20 T 0652
黏度 ^a	恩格拉黏度 E ₂₅		1~10	JTG E20 T 0622
	沥青标准黏度计 (C _{25, 3})	s	8~25	JTG E20 T 0621
蒸发残留物 性能试验	含量	%	≥55.0	JTG E20 T 0651
	针入度 (100g, 25°C, 5s)	0.1mm	50~150	JTG E20 T 0604
	软化点	°C	≥55	JTG E20 T 0606
	延度 (5°C)	cm	≥20	JTG E20 T 0605
	溶解度 (三氯乙烯)	%	≥97.5	JTG E20 T 0607
	弹性恢复%, 10°C	%	≥60	JTG E20 T 0662
贮存稳定性	1d	%	≤1	JTG E20 T 0655
	5d	%	≤5	

注：a. 乳化沥青黏度以标准黏度为准，条件不具备时也可采用沥青恩格拉黏度。

条文说明：

根据同步纤维磨耗层对层间黏结性能的要求，采用 SBS 改性剂剂量不小于

3%的乳化沥青作为喷洒用改性乳化沥青。试验结果表明,蒸发残留物软化点与层间黏结性能呈正相关,故本规程在有关行业规范的基础上增加了软化点的技术要求,同时对喷洒用改性乳化沥青的黏度、蒸发残留物含量、针入度提出了更高要求。

4.3.2 同步纤维磨耗层拌和用改性乳化沥青应选用阳离子型 SBS 改性乳化沥青,改性剂剂量不宜小于 3%。同步纤维磨耗层拌和用改性乳化沥青技术要求应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 拌和用改性乳化沥青技术要求

试验指标		单位	技术要求	试验方法
破乳速度		—	慢裂	JTG E20 T 0658
电荷		—	阳离子 (+)	JTG E20 T 0653
筛上剩余量 (1.18mm 筛)		%	≤0.1	JTG E20 T 0652
黏度 ^a	恩格拉黏度 E ₂₅	—	3~30	JTG E20 T 0622
	沥青标准黏度 (C _{25, 3})	s	12~60	JTG E20 T 0621
蒸发残留物 性质	蒸发残留物含量	%	≥62	JTG E20 T 0651
	针入度 (100g, 25°C, 5s)	0.1mm	50~150	JTG E20 T 0604
	软化点 ^b	°C	≥53	JTG E20 T 0606
	延度 (5°C)	cm	≥20	JTG E20 T 0605
	溶解度 (三氯乙烯)	%	≥97.5	JTG E20 T 0607
与矿料的黏附性、裹覆面积		—	≥2/3	JTG E20 T 0654
贮存稳定性 ^c	1d	%	≤1	JTG E20 T 0655
	5d	%	≤5	

注: a. 乳化沥青黏度以恩格拉黏度为准,条件不具备时也可采用沥青标准黏度;

c. 重载交通道路及用于填补车辙时,蒸发残留物的软化点应不低于57°C;

d. 贮存稳定性根据施工实际情况选择试验天数,通常采用5d,乳化沥青生产后能在第二天使用完时也可选用1d。

条文说明:

综合考虑同步纤维磨耗层技术的使用环境,本规程对拌和用改性乳化沥青的

针入度提出了更高要求,将针入度(100g, 25°C, 5s)的范围设定在 50~150, 该技术要求充分考虑了极寒低温环境下路面的抗开裂性能,从而进一步保证同步纤维磨耗层技术良好的使用效果。

经过大量试验论证,拌和用改性乳化沥青的蒸发残留物含量 $\geq 62\%$ 时,纤维磨耗层混合料性能更加稳定,技术指标更能满足施工要求。故将蒸发残留物含量设置为 $\geq 62\%$ 。

拌和用改性乳化沥青 5d 的贮存稳定性有时难以满足要求,经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用的程度。此时要求改性乳化沥青运至工地后应存放在附有循环或搅拌装置的贮存罐内,并在施工前进行循环或搅拌,否则严禁使用。

4.4 填料

4.4.1 矿粉必须采用石灰岩或盐浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉。矿粉应干燥、洁净,能自由地从矿粉仓流出,其技术要求应符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 同步纤维磨耗层用矿粉技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	—	≥ 2.50	JTG E42T 0352
含水量	%	≤ 1.0	JTG E40 T 0103
粒度范围小于 0.6mm	%	100	JTG E42T 0351
小于 0.15mm	%	90~100	
小于 0.075mm	%	75~100	
外观	—	无团粒结块	—
亲水系数	—	< 1	JTG E42T 0353
塑性指数	%	< 4	JTG E42T 0354
加热安定性	—	实测记录	JTG E42T 0355

4.4.2 为调整纤维磨耗层混合料的可拌和时间、稠度等施工性能,可在矿粉中掺加水泥,掺量不宜超过矿料质量的 2%,具体掺量应通过试验确定。水泥技术要

求应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 同步纤维磨耗层用水泥技术要求

试验项目	单位	技术要求			试验方法
		硅酸盐水泥		普通硅酸盐水泥	
		P·I	P·II	P·O	
不溶物	%	≤0.75	≤1.5	—	GB/T 176
烧失量	%	≤3.0	≤3.5	≤5.0	GB/T 176
凝结时间	min	初凝≥45 终凝≤390		初凝≥45 终凝≤500	JTG E30 T 0505
三氧化硫	%	≤3.5			GB/T 176
氧化镁	%	≤5.0			GB/T 176
氯离子	%	≤0.06			JC/T 420
安定性	—	合格			JTG E30 T 0505

条文说明：

同步纤维磨耗层矿料中可掺加矿粉、水泥等填料，以改善矿料级配，促进混合料的和易性，调节破乳速度。

4.5 纤维

4.5.1 同步纤维磨耗层宜采用玻璃纤维，当采用聚酯纤维、矿物纤维时应经试验验证后方可使用。

4.5.2 纤维掺量宜为矿料质量的 0.1%~0.2%，具体掺量应通过纤维磨耗层混合料性能试验确定。

4.5.3 纤维长度应为 8mm~16mm，状态为卷轴式纤维盘。

4.5.4 纤维在存储、运输及使用过程中应避免受潮、结团。

4.5.5 玻璃纤维的技术要求应符合表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 同步纤维磨耗层用玻璃纤维技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
------	----	------	------

纤维直径	μm	5~8	GB/T 7690.5
拉伸强度	MPa	≥350	GB/T 1447
延伸率	%	≥2	GB/T 1447
密度	g/cm ³	≥0.9	GB/T 30019

条文说明：

纤维丝应成卷轴式纤维盘状,切割长度应为 8 mm~16mm,并满足 GB/T 1447 的试验要求。施工过程中应保证纤维易于切割,并能均匀地分散在混合料中。纤维的掺加比例,以混合料总量的质量百分率计算,用量应由混合料的配合比试验确定。

4.6 水

4.6.1 同步纤维磨耗层用水不得含有有害的可溶性盐类、能引起化学反应的物质和其他污染物。一般采用可饮用水

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 纤维磨耗层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，对混合料进行针对性的功能优化设计。

条文说明：

在充分考虑原路面状况、气候条件及交通量等因素的基础上，当原路面状况较差、交通量大时，纤维宜取高值、水泥掺量宜适当提高，但考虑纤维磨耗层混合料的低温性能，水泥掺量不宜超过矿料质量的 2%。

5.2 配合比设计标准

5.2.1 纤维磨耗层混合料的设计级配范围应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 纤维磨耗层混合料矿料级配范围

混合料	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
纤维磨耗层混合料	100	80~90	50~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

条文说明：

纤维磨耗层混合料的矿料级配应符合工程规定的设计级配范围。
国际稀浆封层协会（ISSA）的微表处用推荐级配范围如表 5-1 所示。其中 IV 型级配一次摊铺厚度可达 13mm，适用于车辙填补或双层摊铺中的下层。

表 5-1 ISSA 推荐级配范围

筛孔（mm）	通过不同筛孔的通过率（%）		
	II	III	IV
12.5			100

9.5	100	100	85~100
4.75	90~100	70~90	60~87
2.36	65~90	45~70	40~60
1.18	45~70	28~50	28~45
0.6	30~50	19~34	19~34
0.3	18~30	12~25	14~25
0.15	10~21	7~18	8~17
0.075	5~15	5~15	4~8

西班牙的微表处级配如表 5-2 所示。

表 5-2 西班牙推荐微表处级配范围

筛孔尺寸 (mm)	通过不同筛孔的通过率 (%)		
	I	II	III
12.5			100
10		100	80~100
6.3	100	80~100	70~90
5	85~100	70~90	69~85
2.5	65~90	45~70	40~60
1.25	45~70	28~50	28~45
0.63	30~50	18~33	18~33
0.32	18~35	12~25	11~25
0.16	10~25	7~17	6~15
0.08	7~15	5~10	4~8

西班牙的微表处级配共有 3 种，分别对应不同的最大粒径。其中，西班牙的 I 型级配与 ISSA 的 II 型级配类似，西班牙的 II 型级配与 ISSA 的 III 型级配类似。西班牙的 III 型级配较粗，该级配适用于路面车辙填充，厚度可达 8~15mm。

德国的微表处级配共有 4 种，筛孔要求及适用条件如表 5-3 所示。

表 5-3 德国微表处推荐级配及适用条件

筛孔 (mm)	通过不同筛孔的通过率 (%)			
	0/11	0/8	0/5	0/3
<0.09	6~12	6~12	6~14	6~16
>2	45~75	45~65	40~65	20~50
>5	—	≥15	≤10	≤10
>8	≥15	≤10	—	—
>11	≤10	—	—	—
适用条件	高速 (>60km/h) 时的面层保护和提高抗滑阻力; 填补车辙			低速 (>60km/h) 时面层保护和提高抗滑阻力

在确定同步纤维磨耗层级配时应重点基于以下几点考虑:

(1) 国际稀浆封层协会 (ISSA) 的微表处级配范围基本符合我国国情, 建议直接采用。由于 ISSA 确定的级配范围是由多年经验总结形成, 已在欧美等发达国家有较为广泛应用; 且 ISSA 的微表处级配范围相对较为宽泛, 各地区可根据实际情况进行灵活调整。

(2) 同步纤维磨耗层级配宜粗不宜细。过细的级配无法满足磨耗层抗重载、抗滑、抗磨耗的要求。同步纤维磨耗层着眼于对旧路面表面性能的改善及提升, 少量纤维的加入会增加矿料比表面积的需求, 但级配相对粗细的调整不会对纤维掺入有过大影响。因此, 从提升混合料耐久性的角度, 建议磨耗层级配以粗型为主。

(3) 谨慎使用间断级配。间断级配存在施工和易性的问题, 因为磨耗层施工中, 矿料装在微表处摊铺机上的一个料斗中现拌现铺, 间断级配或不光滑的级配曲线将加重矿料在运输、装载过程中出现粗料与细料相分离的现象, 影响摊铺的均匀性。此外, 类似技术的经验表明, 级配中 4.75mm~9.5mm 部分的颗粒粒径偏大, 当该粒径范围内靠近 9.5mm 的颗粒居多时, 则形成了实际意义上的断级配, 这种级配往往会造成表观不均匀、大料容易飞散等问题。因此, 综合粗型级配的考虑, 建议磨耗层 4.75mm 筛孔的通过率在 80%~90%之间。

(4) 矿料中的超粒径颗粒对磨耗层的表观效果有很大影响。磨耗层处的单

层摊铺厚度一般不超过 15mm，因此摊铺槽与路面的间隙一般较小，超粒径的石料容易卡在摊铺槽后沿，并在摊铺槽的拖动下在微表处表面形成划痕，严重影响微表处的美观。因此，矿料中的超粒径颗粒必须在施工前予以清除。

(5) 由于纤维的加入会影响原有级配的流动性，为保证纤维混合料具有较好的可拌和性能，本课题在推荐的 MS-3 型级配的基础上适当的提高了 4.75mm 和 2.36mm 两档料的通过率。

综上，调整后的同步纤维磨耗层的矿料级配应符合公路路面同步纤维磨耗层技术规程中表 5.2.1 的要求。

5.2.2 纤维磨耗层混合料的技术要求应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 纤维磨耗层混合料技术要求

试验指标	技术要求	试验方法
可拌和时间 (25℃)	≥ 130 s	JTG E20 T0757
黏聚力试验		
30min (初凝时间)	≥ 1.3 N·m	JTG E20 T0754
60min (开放交通时间)	≥ 2.2 N·m	
负荷车轮黏附砂量	≤ 450 g/m ²	JTG E20 T0755
湿轮磨耗损失浸水 1h	≤ 540 g/m ²	JTG E20 T0752
浸水 6d	≤ 800 g/m ²	
轮辙变形试验的宽度变化率 a	$\leq 5\%$	JTG E20 T0756
配伍性等级值 ^b	≥ 11	JTG E20 T0758

注：a. 不用于车辙填充的混合料，不作轮辙变形试验的要求；

b. 配伍性等级指标作为参考指标使用；

5.2.3 配合比设计步骤

5.2.4 纤维磨耗层混合料的配合比设计按下列步骤进行：

1. 原材料选择

根据工程的气候环境及交通量特点，选择合适的原材料并进行原材料性能指标检验，其质量应符合本标准第 4 章规定的技术要求。

2. 矿料级配设计

按矿料级配范围对各档集料分别取样后进行筛分试验,并根据试凑法计算各档集料的配合比例,合成级配应在规定级配范围内。按要求对合成矿料取样并进行筛分试验,验证其级配曲线是否符合要求。

3. 混合料配比选择

在充分考虑原路面状况、交通量等因素的基础上,根据以往经验初选改性乳化沥青、填料、纤维、水及水泥用量进行拌和试验和粘聚力试验。根据试验结果和纤维磨耗层混合料的外观状态选择 1~3 个混合料配比,按照表 5.2.2 的规定进行验证。若不符合要求,适当调整各种材料的配合比例再进行施工性能试验,直至符合要求为止。

条文说明:

经过大量试验研究发现,当交通量大时,纤维初始值宜选为 0.15%,交通量小时,纤维初始值宜选为 0.1%。水泥用量的初始值宜选为 1.5%。

4. 沥青用量范围确定

对初选的 1~3 个混合料配比分别采用 3 种以上不同的沥青用量,按混合料技术要求重复试验,先进行湿轮磨耗试验,根据 1h 湿轮磨耗值试验结果绘出沥青用量与磨耗量关系曲线,确定沥青用量最小值 $P_{\min}$;再进行负荷轮碾压试验,根据试验结果绘出沥青用量与黏附砂量关系曲线,确定沥青用量最大值 $P_{\max}$,得出沥青用量范围 $P_{\min} \sim P_{\max}$ 。

5. 最佳沥青用量确定

根据经验在沥青用量范围内选择适宜的沥青用量,以该沥青用量检验混合料的浸水 6d 湿轮磨耗。用于车辙填充时,须增加检验负荷轮碾压试验的宽度变化率指标,不符合要求时调整沥青用量重新试验,直至符合要求为止。

6. 混合料配比确定

根据以往经验及配合比设计试验结果综合确定混合料配比。

5.2.5 纤维磨耗层混合料配合比设计完成后,应按要求出具配合比设计报告。报告内容包括:原材料试验、矿料级配设计及最佳沥青用量确定。

5.2.6 当任一种原材料料源及性质发生改变,混合料的配合比必须重新进行。

5.2.7 施工现场应根据气温、湿度、风速等因素及当地的原材料,进行混合料的生产配合比设计,使混合料性能满足表 5.2.2 的规定。

5.2.8 同步纤维磨耗层施工前,应进行试验路铺筑,试验段长度不宜小于 200m,宽度不宜小于 3.5m。

5.2.9 同步纤维磨耗层混合料常见材料用量见表 5.2.3 中规定。

表 5.2.3 纤维磨耗层混合料常见材料用量表

序号	材料名称	用量（份）	备注
1	集料	985	各材料应满足原材料性能要求
2	外加水量	70	
3	水泥	15	
4	乳化沥青	75	
5	纤维	2	

征求意见稿

6 施工

6.1 基本规定

6.1.1 同步纤维磨耗层施工的气候条件应符合下列要求：

- a) 施工宜在较高温度条件下进行，气温不应低于10℃；
- b) 不得在雨天、路面潮湿的情况下施工

6.1.2 同步纤维磨耗层施工时，交通组织应按 GB 5768.4 及 JTG H30 的要求进行，保障作业安全。

6.2 设备要求

6.2.1 同步纤维磨耗层施工的主要机械设备应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 同步纤维磨耗层施工设备

设备名称	数量（台）	备注
施工专用摊铺机	1	要求在一台设备上同时实现乳化沥青黏结料喷洒、纤维切割、稀浆混合料拌和及摊铺
改性乳化沥青罐车	1	供油，带乳化沥青泵及搅拌循环，改性乳化沥青沥青喷洒量约为 200g/m ² ~400g/m ²
装载机	1~2	装料
集料筛分机	1	筛料
铣刨机、灌缝机	视工程要求而定	原路面修补、标线铣刨等
水存储罐	1	供水，容量 20t~30t
运输车	1	运输废料

6.2.2 同步纤维磨耗层施工专用摊铺机性能参数应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 同步纤维磨耗层施工专用摊铺机性能参数

参数名称	单位	最低要求
料仓容积	m ³	9
沥青箱容量	L	2700
水箱容量	L	3200
稀浆最大生产率	kg/min	2500
摊铺宽度	m	2.5~4.2
黏油喷洒箱容量	L	400
黏层油喷洒能力	kg/m ²	0.2~0.5
纤维可切割长度	mm	8~16
最大纤维添加量	kg/min	4

6.3 施工前准备

6.3.1 施工前应对改性乳化沥青、矿料、纤维、水、填料等材料进行试验。

条文说明：

经选择确定的材料在施工中应保持使用的连续性，不得随意更换。备料充足。施工前，改性乳化沥青应在容器中不断搅拌。当室内混合料配合比不能很好满足施工性能要求时，应根据试验路段的摊铺情况，在设计配合比的基础上做小范围调整，使纤维磨耗层混合料达到良好的施工性能，并取得生产配合比。生产配合比的沥青用量与设计配合比的沥青用量相差应在±1%范围；生产配合比的矿料级配不应超出表 6-1 规定的相应各筛孔通过率的允许波动范围。生产配合比的油石比或矿料级配的调整幅度超过上述规定时，须重新进行混合料设计。

表 6-1 纤维磨耗层混合料生产配合比波动范围

混合料	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
允许波动范围	—	±6%	±5%	±5%	±5%	±4%	±3%	±2%

6.3.2 施工前应将各档集料按生产配合比设计比例拌和均匀。

6.3.3 施工前应对机械设备的配套情况、技术性能、关键构件等进行检查及标定，使机械设备保持良好的工作状态。同步纤维磨耗层施工专用摊铺机在下列情况下应进行标定：

- a) 机械每年第一次使用时；
- b) 新工程开工前；
- c) 原材料和用量发生较大变化后。

6.3.4 同步纤维磨耗层施工前，应对原路面进行病害处治，并保持原路面清洁干燥。

6.3.5 同步纤维磨耗层施工前应彻底清除标线。

6.4 施工流程

6.4.1 同步纤维磨耗层应按下列工序施工：

- A.1** 彻底清除原路面的泥土、杂物等；
- A.2** 施划导线，以保证摊铺车顺直行驶；
- A.3** 采用施工专用摊铺机拌和、摊铺纤维磨耗层混合料；
- A.4** 对于机械摊铺不均匀之处，采用人工摊铺方式修复局部施工缺陷；
- A.5** 对摊铺后的同步纤维磨耗层，破乳前严格管制交通，禁止一切车辆驶入；
- A.6** 养生结束后应及时施划标线。

6.4.2 同步纤维磨耗层施工纵向或横向接缝上不得出现接缝不平、局部漏铺或过厚以及影响外观的现象。

6.4.3 严禁踩入未破乳成型的封层，避免留下痕迹影响封层外观。

6.4.4 施工中产生的路面废料应及时清除，以免污染环境和影响施工。

6.4.5 纤维磨耗层混合料施工完成后 1h~2h 可开放交通。

条文说明：

根据施工路段的路幅宽度，计算和调整摊铺的施工宽度，尽量减少纵向接缝数。在高速公路施工，纵向接缝尽可能设置于高速公路纵向车道交通标线的中心，尽量减少不规则宽度的摊铺；

摊铺作业应按以下步骤及要求进行，并同时满足 JTG F40 的要求：

- 1) 将装好料的同步纤维磨耗层施工专用摊铺机开至施工起点, 对准控制线, 放下摊铺箱使其周边与原路面贴紧。
- 2) 根据厚度要求, 调整摊铺箱厚度调节档板至要求高度。
- 3) 同步纤维磨耗层施工专用摊铺机向前起步行驶前, 摊铺箱中必须有一定量的混合料, 一般应保持混合料的体积为摊铺箱容积的 1/2 左右, 且保证混合料稠度适当、分布均匀。在行驶中保持匀速前进。
- 4) 严格控制集料的质量, 超粒径颗粒必须在装到摊铺车前剔除。在已完成的同步纤维磨耗层路面上不得存在由超大骨料所引起的划痕。若出现划痕, 应立即采取措施。
- 5) 为防止破乳成团的混合料造成表面划痕, 摊铺过程中应经常变换螺旋布料器的旋转方向, 适当加快布料器的转动速度, 防止局部混合料破乳成团。
- 6) 在拌和与摊铺过程中, 混合料不得出现水分过多和离析现象。
- 7) 纤维磨耗层混合料摊铺后一般不需要压路机碾压。若需快速开放交通, 可使用 6t~10t 胶轮压路机对已经破乳成型的混合料碾压 1~2 遍。严禁采用钢轮压路机碾压。

7 质量控制与验收

7.1 原材料控制

7.1.1 施工前应进行原材料质量检查，检查要求应符合表 7.1.1 的规定。

表 7.1.1 施工前原材料质量检查要求

材料	检查项目	检查频率
矿料	表 4.2.3、表 4.2.4 要求的检测项目	按批次
喷洒用改性乳化沥青	表 4.3.1 要求的检测项目	
拌和用改性乳化沥青	表 4.3.2 要求的检测项目	
填料	表 4.4.1、表 4.4.2 要求的检测项目	
纤维	表 9 要求的检测项目	

注：a. 矿料以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料为一批，每批数量不超过 500m³，拌和用改性乳化沥青、喷洒用改性乳化沥青、填料每车为一批，纤维以同一料源、同一次购入的相同规格材料为一批。

7.2 施工质量控制

7.2.1 施工中应对纤维磨耗层混合料进行抽样检测，抽检项目、频率、允许误差、要求及方法应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 同步纤维磨耗层施工过程检验要求

项目	质量要求		检验频率	检验方法
稠度	适中		每 100m 检测一次	经验法
油石比	施工配合比的油石比 $\pm 0.2\%$		每天检测一次	三控检验法
矿料级配	0.075mm	$\pm 2\%$	每天检测一次	摊铺过程中从矿料输送带末端接出集料筛分
	$\leq 2.36\text{mm}$	$\pm 5\%$		
	$\geq 4.75\text{mm}$	$\pm 6\%$		

外观	表面平整、均匀，无离析，无划痕； 摊铺范围以外无流出的混合料；与其他构造物衔接平顺，无污染	全线连续检测	目测
摊铺厚度	-10%	每公里检测 5 个断面， 断面变化时需增加检测 频率	钢尺测量，每幅中间及 两侧各 1 点，取平均值 为检测结果

7.2.2 当改性乳化沥青的蒸发残留物含量和矿料含水率发生变化时，应调整施工专用摊铺机的设定参数，确认混合料配合比符合要求，并按调整后的生产配合比施工。

7.3 交工验收质量检查与验收

7.3.1 工程完工后，将施工路段全线以 1km 作为一个评价路段进行质量检查和验收，不足 1km 按实际长度进行评定，检查项目、频率、要求及方法应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 同步纤维磨损层施工交工验收检验要求

项目		质量要求	检验频率	方法
表 观 质 量	外观	表面平整、密实、均匀、松散、无花白料、无轮迹、无划痕	全线连续	目测
	横向接缝	对接平顺	每条	目测
	纵向接缝	搭接宽度小于 80mm	全线连续	目测或用钢板尺测量
		平整度小于 5mm		目测或用 3m 直尺测量
	边线	任一 30m 长度范围内的水平波动不得超过±50mm	全线连续	目测或用尺测量
抗 滑 性 能	摆值(BPN)	≥45	5 个点/km	JTG E60 T0964
	构造深度 (mm)	≥0.45	5 个点/km	JTG E60 T0961
厚度		≤-10%	5 个点/km	附录 B

渗水系数 ^a	≤10ml/min	5 个点/km	JTG E60 T0971
-------------------	-----------	---------	---------------

注：a：填补车辙时不需要测量渗水系数。

条文说明：

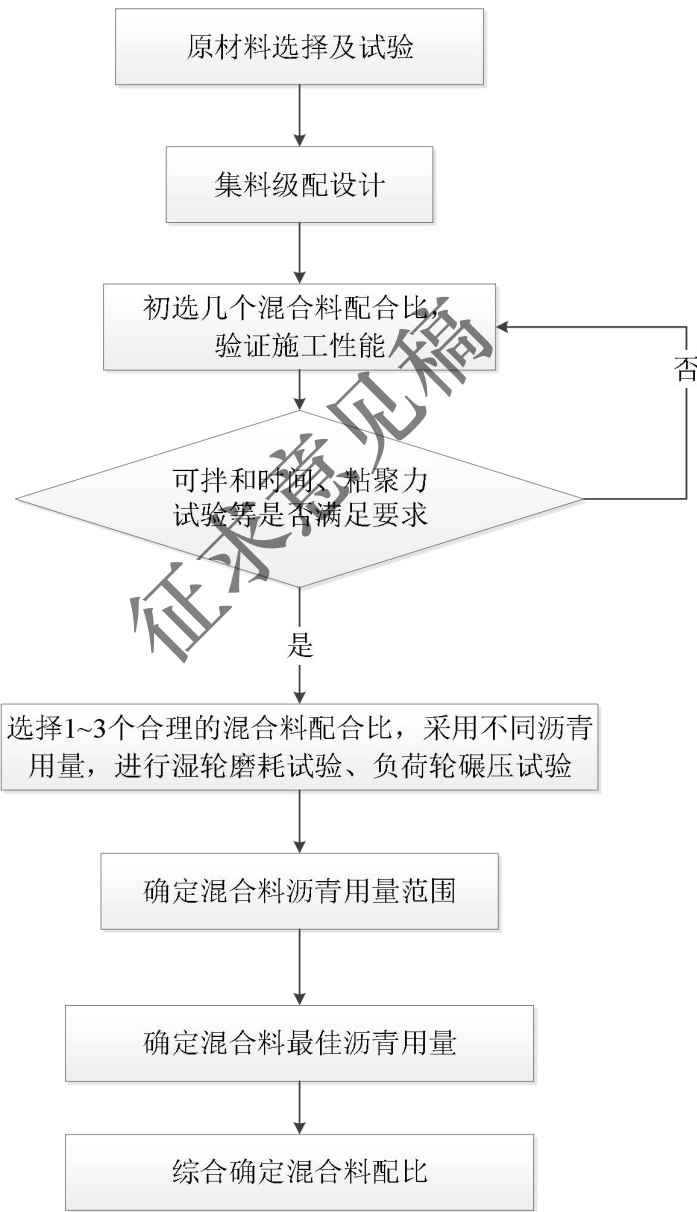
同步纤维磨耗层施工交工验收检验要求主要参考了《公路沥青路面养护技术规范》及《公路沥青路面施工技术规范》，并结合工程实际经验对表观质量、抗滑系数、厚度、渗水系数等指标提出了要求。针对交工验收过程中厚度测试难以操作的问题，编写组提出了相应的测试方法，具体步骤见附录 B。

征求意见稿

附录 A 纤维磨耗层混合料设计示例

A.7 目标配合比设计流程

纤维磨耗层混合料目标配合比设计步骤如图 A.1 所示。



图A.1 纤维磨耗层混合料配合比设计步骤

A.8 示例

原材料包括 SBS 改性乳化沥青，玻璃纤维，粗集料、细集料，采用表 5.2.1 中级配中值。

A2.1 确定合理配合比

根据经验采用 7.5% 的油石比、1.5% 的水泥掺量、6% 的外加水量，改变纤维的不同添加量进行混合料拌和试验及黏聚力试验。试验结果如表 A.1 及表 A.2 所示。

表 A.1 不同纤维添加量下的拌和时间

纤维用量 (%)	石料 (%)	外加水量 (%)	水泥 (%)	可拌和时间 (s)	要求值 (s)
0.10	98.5	6	1.5	178	≥130
0.15	98.5	6	1.5	152	
0.20	98.5	6	1.5	133	

表 A.2 不同纤维添加量下的黏聚力

黏聚力 (N·m)	要求值	纤维用量 (%)		
		0.10	0.15	0.20
30min	≥1.3	1.27	1.62	1.83
60min	≥2.2	2.43	2.61	2.79

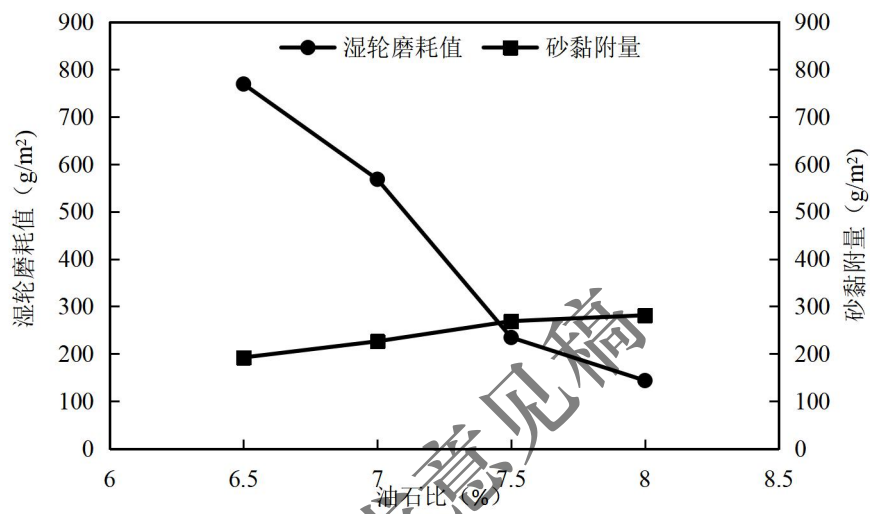
由上可知，随着纤维用量的增加，混合料的可拌和时间逐渐减小，黏聚力逐渐增大。当纤维用量在 0.1%~0.2% 时，两个指标均满足技术要求。根据可拌和时间和稀浆混合料的外观状态，推荐纤维用量为 0.2%，水泥掺量为 1.5%，外加水量为 7%。

A2.2 确定最佳油石比

在上述配比下变化不同的油石比，进行 1h 湿轮磨耗试验和负荷车轮黏附砂试验，试验结果如表 A.3 所示。

表 A.3 不同油石比下的混合料性能

油石比（%）	6.5	7	7.5	8	8.5	要求值 (g/m ²)
湿轮磨耗损失 浸水 1h (g/m ²)	769.3	568.3	234.5	143.6	119.5	≤540
负荷车轮黏附砂量 (g/m ²)	283.3	306.4	348.9	401.4	454.7	≤450



图A.2最佳油石比确定曲线

根据图 A.2，由湿轮磨耗值可得出最小油石比 6.93%，由黏附砂量可得出最大油石比 8.43%，即得出油石比的可选择范围 6.93%~8.43%。根据经验，在油石比的可选范围内选择 7.5%为最佳油石比。

附录 B 同步纤维磨耗层厚度测量方法

B.1 目的与适用范围

本方法适用于同步纤维磨耗层施工厚度的检测。

B.2 仪器与材料

本实验需要下列仪器：

- a) 直径为6.4mm及以上的冲击钻（或锤钻）
- b) 游标深度卡尺
- c) 毛刷1个
- d) 吹风机1个

B.3 试验步骤

1. 确定检测点位置，保证检测频率为5个点/km。
2. 用直径为6.4mm及以上的冲击钻（或锤钻）在指定厚度检验点上钻孔，钻孔深度应达到原路面以下。钻孔时需注意：
 - a) 钻孔前将路面清扫干净；
 - b) 不得在潮湿及有易燃易爆气体、液体的路面钻孔；
 - c) 电钻机体、电线及漏电保护装置必须完好，若有破损，应停止使用；
 - d) 操作时，应按规定穿戴工作服、安全帽、防护眼镜等。
3. 用毛刷将检验点周围的杂物清扫干净。
4. 用吹风机将孔洞内部的石料碎屑、杂物等清除。
5. 用游标卡尺测量同步纤维磨耗层表面与原路面间钻孔深度，保证每个钻孔至少测量3次并取均值。
6. 记录测量数据，厚度的评定方法参考JTG F80/1的相关规定。
7. 测量结束后，用原材料封堵钻孔。

本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用词采用下列写法：

1) 在标准总则中表达与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。

3) 当引用本规程中的其他规定时，应表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。