

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—202X

大空隙超薄沥青罩面技术规范

(征求意见稿)

Technical specification for porous ultra-thin asphalt overlay

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	2
4.1 一般规定	2
4.2 旧路面技术状况要求	2
4.3 典型结构形式	3
5 材料	5
5.1 一般规定	5
5.2 粗集料	5
5.3 细集料	6
5.4 填料	7
5.5 纤维	7
5.6 沥青	8
5.7 黏层材料	9
6 配合比设计	10
6.1 一般规定	10
6.2 设计标准	10
7 施工	13
7.1 一般规定	13
7.2 施工准备	13
7.3 混合料的拌制	13
7.4 混合料的运输	14
7.5 黏层施工	14
7.6 混合料的摊铺	15
7.7 混合料的压实	15
7.8 接缝	16
7.9 开放交通	16
8 施工质量控制与检验	16
8.1 一般规定	16
8.2 施工前的材料与设备检查	16
8.3 施工质量控制	16
8.4 工程质量检验	18
附录 A (规范性) 大空隙超薄沥青混合料配合比设计方法	21

附录 B（规范性）	玄武岩耐候性试验方法	23
附录 C（规范性）	沥青混合料真空塑封密度试验方法	26
附录 D（规范性）	层间拉拔强度试验方法	28

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这些专利的责任。

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：交通运输部公路科学研究院、知行良知实业股份有限公司、江苏高速公路工程养护技术有限公司、福建省交通科研院有限公司、四川公路桥梁建设集团有限公司、石家庄市公路桥梁建设集团有限公司、浙江师范大学、二秦高速公路张家口管理处、江苏路润工程技术集团有限公司等。

本文件主要起草人：

大空隙超薄沥青罩面技术规范

1 范围

本文件规定了大空隙超薄沥青罩面基本规定、材料、配合比设计、施工、施工质量控制与检验等内容。

本文件适用于公路养护大空隙超薄沥青罩面工程。

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/T 10685 羊毛纤维直径试验方法:投影显微镜法

GB/T 14336 化学纤维:短纤维长度试验方法

GB/T 3916 纺织品 卷装纱 单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定（CRE 法）

GB/T 7690.3 增强材料 纱线试验方法 第3部分:玻璃纤维断裂强力和断裂伸长的测定

GB/T 9914.1 增强制品试验方法 第1部分:含水率的测定

GB/T 7690.5 增强材料 纱线试验方法 第5部分:玻璃纤维纤维直径的测定

JTG/T 3350-03 排水沥青路面设计与施工技术规范

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

JT/T 534 沥青路面用聚合物纤维

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

JT/T 860.2 沥青混合料改性添加剂 第2部分:高黏度添加剂

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 F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG H30 公路养护安全作业规程

T/CECS G: D56-03-2023 道路高黏弹应力吸收层技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 大空隙沥青混合料 Porous Asphalt for Ultra-thin Wearing Course

采用公称最大粒径不大于 9.5mm 的集料，空隙率在 14%以上，具有骨架—空隙结构的开级配沥青混合料。

条文说明：现行《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142—2019）规定骨架—空隙型级配（CPA）超薄罩面沥青混合料空隙率为 13%~18%，现行《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG 5142/T—01—2021）规定空隙型级配（UTO）超薄罩面沥青混合料空隙率为 10%~18%。对于空隙率 18%以上的混合料，其排水与降噪效果更为突出，通过控制混合料材料和配合比设计，能够实现路面的耐久性提高。此外，用于排水沥青路面预防养护，大空隙沥青混合料需要具有一定的空隙以保证路面整体的渗水功能。

3.2 大空隙超薄沥青罩面 Porous Ultra-thin Wearing Course（PUC）

采用专用机械设备将大空隙沥青混合料与黏层同步或异步铺筑在下承层上，厚度小于 25mm 的功能性罩面。也可称为大空隙超薄磨耗层。

3.3 耐候性 Weathering resistance

集料对于高温环境、阳光照射或自然环境等综合破坏的耐受能力。

4 基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 大空隙超薄沥青罩面可用于密级配沥青路面和排水沥青路面的预防养护，不宜用于沥青路面修复养护。

4.1.2 大空隙超薄沥青罩面的设计使用年限应为 3 年~5 年。

4.2 旧路面技术状况要求

4.2.1 大空隙超薄沥青罩面适用的各等级公路沥青路面技术状况水平宜符合表 1 的规定。

表 1 大空隙超薄沥青罩面适用的沥青路面技术状况水平

路况指数		公路等级	
		高速公路、一级公路	二级及以下公路
PCI	PUC 设计空隙率大于 18%	≥90	≥90
	PUC 设计空隙率 14%~18%	≥85	≥80
RQI		≥85	≥80
RDI		≥80	≥75

4.2.2 如原沥青路面技术状况低于表 1 中规定的技术状况水平，应依据 JTG 5421 规定开展既有路面病害调查、状况评估和原因分析，并对旧路面进行处治，满足表 1 技术状况水平要求。

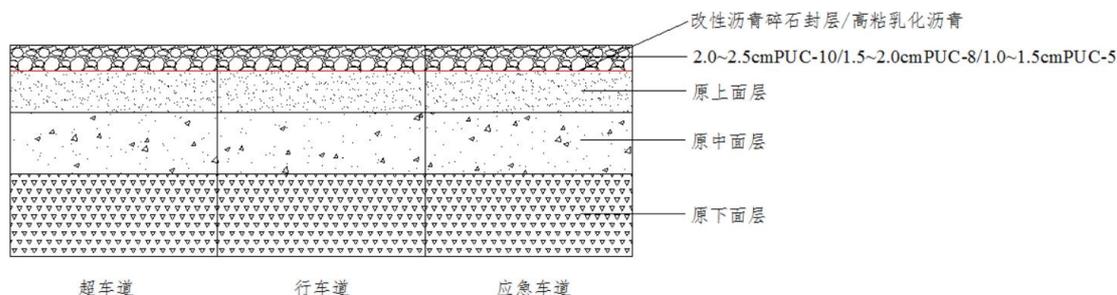
4.3 典型结构形式

4.3.1 根据公称最大粒径，大空隙超薄沥青罩面分为 PUC-5（公称最大粒径 4.75mm）、PUC-8（公称最大粒径 7.5mm）、PUC-10（公称最大粒径 9.5mm）。

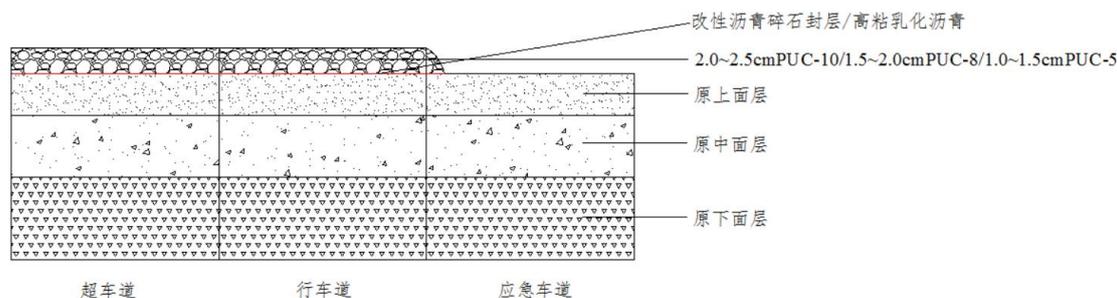
4.3.2 PUC-5 超薄罩面设计厚度宜为 10mm~15mm，PUC-8 超薄罩面设计厚度宜为 15mm~20mm，PUC-10 超薄罩面设计厚度宜为 20mm~25mm。

4.3.3 大空隙超薄沥青罩面用于排水沥青路面，且需要维持原路面排水功能时，混合料设计空隙率不宜低于 18%。

4.3.4 大空隙超薄沥青罩面应用于密级配路面时典型结构形式如图 1 所示。



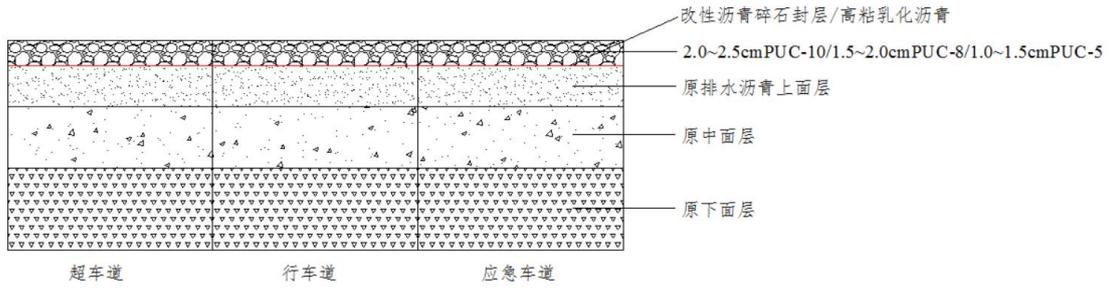
(a) 典型结构形式（一）



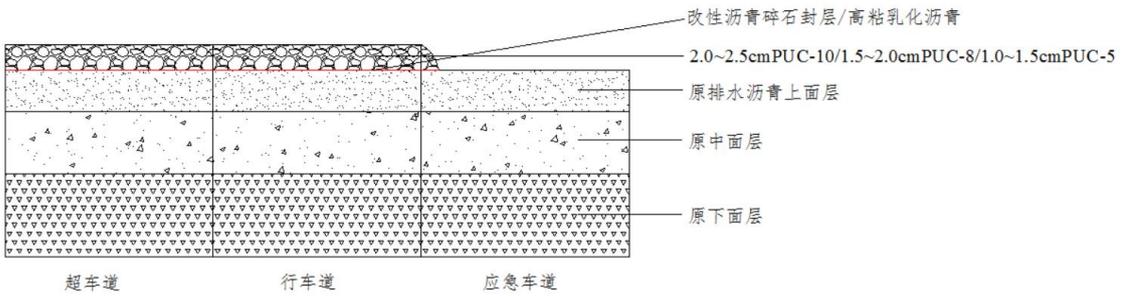
(b) 典型结构形式（二）

图 1 大空隙超薄沥青罩面用于密级配路面养护典型结构形式

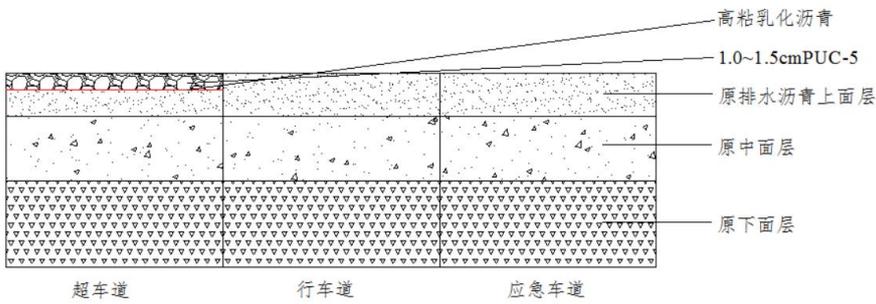
4.3.5 大空隙超薄沥青罩面应用于排水路面时典型结构形式如图 2 所示。



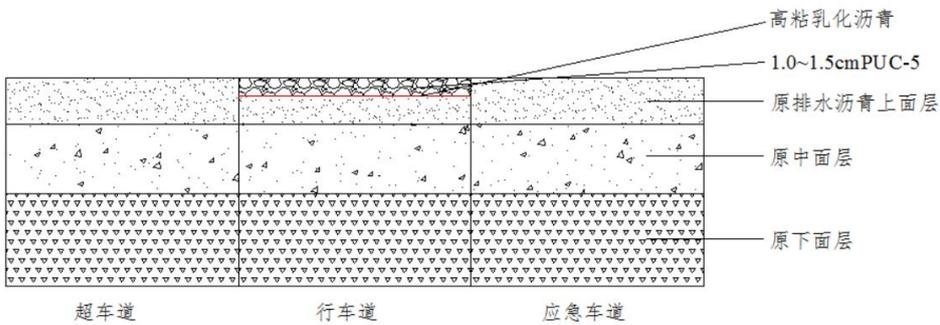
(a) 典型结构形式 (一)



(b) 典型结构形式 (二)



(c) 典型结构形式 (三)



(d) 典型结构形式 (四)

图 2 大空隙超薄沥青罩面用于排水路面养护典型结构形式

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 路面材料应在经过料源调查的基础上选择，宜就地取材；开采时应注意环境保护。

5.1.2 大空隙超薄沥青混合料使用的各种材料运至现场后，应取样进行质量检验，经评定合格方可使用。不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替进场检验。

5.2 粗集料

5.2.1 粗集料宜选用玄武岩或辉绿岩；粗集料应均匀、洁净、干燥；其技术指标应符合表 2 规定。

表 2 粗集料质量技术要求

试验项目		技术要求		试验方法
耐候性 ¹	块石光斑现象	无灰色/白色星型斑点或放射型发丝状细裂缝		附录 B
	集料质量损失/%	≤1.0		
	冲击值损失增加/%	≤5.0		
	磨耗值损失增加/%	≤8.0		
软石含量/%		≤1.0		JTG E42/T 0320
坚固性/%		≤8		JTG E42/T 0314
压碎值/%		≤18		JTG E42/T 0316
高温压碎值 ² /%		≤20		JTG E42/T0316
洛杉矶磨耗损失/%		≤20		JTG E42/T 0323
磨光值 (PSV)		特重及以上	≥42	JTG E42/T 0321
		重及以下	≥40	
与沥青的黏附性		5 级		JTG E42/T 0654
水洗法<0.075mm 颗粒含量/%		≤1		JTG E42/T 0310
表观相对密度		≥2.70		JTG E42/T 0304
毛体积相对密度		≥2.60		JTG E42/T 0304
吸水率/%		≤2.0		JTG E42/T 0307
针片状含量	混合料/%	≤12		JTG E42/T 0312
	其中粒径大于 9.5mm/%	≤10		JTG E42/T 0312

	其中粒径小于 9.5mm/%	≤12	JTG E42/T 0312
<p>注 1: 试验项目可选择块石光斑现象、集料质量损失、冲击值损失、磨耗值损失其中一项进行。采用玄武岩石料作为大空隙超薄沥青混合料粗集料, 应进行光斑现象的检测; 采用其它类型石料时, 也宜进行光斑现象检测。</p> <p>注 2: 将装有试样的压碎值试验仪和压柱一起放入 190℃±2℃的烘箱内保温 2 小时后, 取出试样立即按照现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42) 中 T0316 的标准进行试验, 测试压碎值。所有试验操作应在 5 分钟内完成。</p>			

5.2.2 粗集料形状宜接近立方体, 粒径规格应符合表 3 的规定。

表 3 粗集料粒径规格要求

公称粒径 (mm)	通过各个筛孔的质量百分率 (%)				
	13.2	9.5	7.5	4.75	2.36
5~10	100	90~100	-	0~10	0~5
5~8	100	100	80~100	0~10	0~5
3~5	100	100	-	20~60	0~15

5.3 细集料

5.3.1 细集料可采用石屑或机制砂, 不应采用天然砂; 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质; 其技术指标应符合表 4 规定。

表 4 细集料质量技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
表观相对密度	≥2.60	JTG E42/T 0328
坚固性 (>0.3mm 部分) /%	≤3	JTG E42/T 0340
含泥量 (小于 0.075mm 含量) /%	≤3	JTG E42/T 0333
砂当量 /%	≥60	JTG E42/T 0334
亚甲蓝值 /g·kg ⁻¹	≤1.5	JTG E42/T 0349
棱角性 (流动时间法) /s	≥30	JTG E42/T 0345

5.3.2 细集料的级配组成应符合表 5 规定。

表 5 细集料级配范围

公称粒径 (mm)	通过各个筛孔的质量百分率 (%)						
	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075

0~3	100	90~100	60~90	25~60	8~45	0~25	0~10
-----	-----	--------	-------	-------	------	------	------

5.4 填料

5.4.1 填料应采用石灰岩磨细的矿粉，不得采用回收粉或粉煤灰；填料应干燥、洁净、无风化、无杂质；其技术指标及规格应符合表 6 规定。

表 6 矿粉质量技术要求

试验项目		技术要求	试验方法
表观相对密度		≤ 2.60	JTG E42/T 0352
含水量/%		≤ 1	JTG E42/T 0103
外观		无团粒结块	观察
亲水系数		≥ 0.8	JTG E42/T 0353
塑性指数 ¹ /%		≤ 4.0	JTG E42/T 0354
加热安定性		无明显变化	JTG E42/T 0355
粒度范围/%	<0.60mm	100	JTG E42/T 0351
	<0.30mm	95~100	
	<0.15mm	90~100	
	<0.075mm	75~100	

注：1. 试验检测矿粉时，实测塑性指数保留 1 位小数进行评价。

5.4.2 为提高混合料抗剥落性，可使用消石灰或水泥替代部分矿粉，添加量不宜超过矿粉用量的 50%。

5.5 纤维

5.5.1 应使用纤维作为增塑稳定剂材料。可采用聚合物纤维、玄武岩纤维等。

表 7 聚合物纤维技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
耐热性，210℃，2h	体积、颜色无明显变化	JT/T 534
断裂强度，MPa	≥ 500	GB/T 3916
断裂伸长率，%	≥ 15	GB/T 3916
长度，mm	6±1, 9±1	GB/T 14336
直径，μm	15±5	GB/T 10685

表 8 玄武岩纤维技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
耐热性, 断裂强度保留率, %	体积、颜色无明显变化	JT/T 776.1, GB/T 7690.3
断裂强度, MPa	≥2000	GB/T 7690.3
断裂伸长率, %	≥3.1	GB/T 7690.3
吸油率, %	≥50	JT/T 776.1
含水率, %	≤0.2	GB/T 9914.1
可燃性	不可燃	JT/T 776.1
长度, mm	6±1, 9±1	JT/T 776.1
直径, μm	16±1	GB/T 7690.5

5.6 沥青

5.6.1 大空隙超薄沥青混合料应采用高黏度改性沥青。高黏度改性沥青应符合表 9 的规定。

表 9 高黏度改性沥青技术要求

指 标	技术要求	试验方法
针入度 (25℃, 100g, 5s) /0.1mm	≥40	JTG E20/T 0604
软化点 (T _{R&B}) /℃	≥90	JTG E20/T 0606
延度 (5℃, 5cm/min) /cm	≥30	JTG E20/T 0605
溶解度/%	≥99	JTG E20/T 0607
布氏黏度 (170℃) /Pa·s	≤3	JTG E20/T 0625
动力黏度 (60℃) /Pa·s	中等及轻设计交通荷载等级	≥50000
	重设计交通荷载等级及以上	≥200000
黏韧性 (25℃) ¹ /N·m	≥25	JTG E20/T 0624
韧性 (25℃) ¹ /N·m	≥20	JTG E20/T 0624
弹性恢复 (25℃) /%	≥95	JTG E20/T 0662
贮存稳定性离析 (48h 软化点差) ² /℃	≤2.5	JTG E20/T 0661
闪点/℃	≥230	JTG E20/T 0611
相对密度(25℃)	实测记录	JTG E20/T 0603
RTFOT 后残留物 ³		JTG E20/T 0609

质量变化/%	≤±1.0	
残留针入度比(25℃)/%	≥65	JTG E20/T 0604
残留延度(5℃)/cm	≥20	JTG E20/T 0605
注 1: 由于测试方法等问题, 目前黏韧性和韧性作为选择性指标进行检测; 注 2: 本指标仅适用于成品高黏度改性沥青; 注 3: 老化试验以 RTFOT 为标准, 也可以由 TFOT 代替。		

5.6.2 采用高黏度改性添加剂直投法拌制大空隙超薄沥青混合料时, 可采用 A 级 70 号沥青、A 级 90 号沥青或 SBS 改性沥青 I-C 级、I-D 级。选择适宜的高黏度改性添加剂掺加比例, 所制备的高黏度改性沥青应符合表 9 的规定。

5.6.3 制备成品高黏度改性沥青时, 应选择与改性剂配伍性良好的基质沥青, 基质沥青宜采用 A 级 70 号沥青或 A 级 90 号沥青。

5.6.4 高黏度添加剂应符合 JT/T 860.2 的规定。所制备的高黏度改性沥青或高黏度改性沥青混合料应符合本文件规定。

5.7 黏层材料

5.7.1 用于密级配沥青路面养护时, 黏层材料可采用热洒改性沥青或改性乳化沥青。施工工艺为黏层同步摊铺时, 黏层材料应采用改性乳化沥青。用于排水沥青路面养护, 且需要维持原路面排水功能时, 黏层材料应采用高黏度改性乳化沥青。

5.7.2 热洒改性沥青类防水黏结层应采用橡胶沥青、SBS 改性沥青 I-C 级及 I-D 级。橡胶沥青应符合表 10 的规定。SBS 改性沥青 I-C 级及 I-D 级的技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40)的有关规定。

表 10 橡胶沥青技术要求

项目	技术要求	试验方法
针入度(25℃, 100g, 5s)/0.1mm	≥25	JTG E20/T 0604
软化点 $T_{R\&B}/^{\circ}C$	≥60	JTG E20/T 0606
布氏黏度(180℃)/Pa.s	2.0~4.0	JTG E20/T 0625
弹性恢复(25℃)/%	≥70	JTG E20/T 0662
延度(5℃)/cm	≥5	JTG E20/T 0605

5.7.3 改性乳化沥青黏层材料应符合表 11 的规定。施工工艺为黏层同步摊铺时, 应采用快裂型改性乳化沥青。

表 11 改性乳化沥青技术要求

检测项目	单位	技术要求		试验方法
		SBS 改性乳化沥青	高黏度改性乳化沥青	

粒子电荷		—	阳离子(+)		JTG E20/T T0653
筛上剩余量 (1.18mm)		%	≤0.1		JTG E20/T T0652
粘度	恩格拉粘度 E ₂₅	—	1~15	—	JTG E20/T T0622
	沥青标准粘度 (C _{25.3})	s	—	12~60	JTG E20/T T0621
蒸发残留物性能	含量	%	≥62	≥65	JTG E20/T T0651
	针入度 (100g, 25℃, 5s)	0.1mm	50~150	40~60	JTG E20/T T0604
	软化点	℃	≥55	≥70	JTG E20/T T0606
	延度 (5℃)	cm	≥20		JTG E20/T T0605
	溶解度 (三氯乙烯)	%	≥97.5		JTG E20/T T0607
储存稳定性	1d	%	≤1		JTG E20/T T0655
	5d	%	≤5		JTG E20/T T0655
与矿料的黏附性	裹覆面积	—	≥2/3		JTG E20/T T0654

5.7.4 应力吸收层沥青混合料级配和技术要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的规定。高粘度改性沥青应符合表 9 的规定。其它技术指标宜符合《道路高黏弹应力吸收层技术规程》(T/CECS G: D56-03-2023)的规定。

6 配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 大空隙超薄沥青混合料配合比设计时应考虑排水功能和力学性能的平衡,设计空隙率应根据降雨情况、路线坡度以及抗飞散性能等综合因素确定。有条件时宜调查已有工程的配合比设计和使用情况,借鉴成功经验进行设计。

6.1.2 大空隙超薄沥青混合料配合比设计应包括目标配合比设计、生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段。

6.2 设计标准

6.2.1 大空隙超薄沥青混合料室内制作应按表 12 规定的温度进行操作,拌和时间不少于 3min,以保证混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆沥青胶结料为宜。

表 12 沥青混合料室内试验温度

温度类别	控制温度 (°C)
矿料加热温度	180~195

沥青加热温度	160~165
沥青混合料拌和温度	170~180
击实和车辙成型温度	165

6.2.2 大空隙超薄沥青混合料级配范围应符合表 13 的规定。PUC-10 和 PUC-8 混合料设计应增加 7.5mm 筛孔。白加黑超薄罩面沥青混合料级配范围应符合表 14 的规定。

表 13 大空隙超薄沥青混合料矿料级配范围

筛孔尺寸 (mm)	通过率 (%)		
	PUC-10	PUC-8	PUC-5
13.2	100	-	-
9.5	80~100	100	-
7.5	30~60	60~100	100
4.75	8~28	12~40	15~50
2.36	5~15	7~23	8~30
1.18	5~12	5~12	5~12
0.60	4~10	4~10	4~10
0.30	4~9	4~9	4~8
0.15	4~8	4~7	4~7
0.075	3~6	3~6	3~6

表 14 白加黑超薄罩面沥青混合料级配范围

筛孔 (mm)	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
开级配 (%)	100	80~100	20~34	16~30	12~20	8~16	6~12	5~10	3~8
密级配 (%)	100	90~100	24~40	18~30	15~26	12~22	10~18	9~15	8~12

6.2.3 大空隙超薄沥青混合料应采用马歇尔试验配合比设计方法，沥青混合料技术要求应符合表 15 的规定。白改黑加铺超薄罩面沥青混合料技术要求应符合表 16 的规定。

表 15 大空隙沥青混合料试验技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
马歇尔试件击实次数/次	双面各击实 50 次	JTG E20/T 0702

空隙率 ¹ /%	14~25	JTG E20/T 0708 体积法
	13~23	附录 B
稳定度/kN	≥5.0	JTG E20/T 0709
残留稳定度/%	≥85	JTG E20/T 0709
冻融劈裂残留强度比 (TSR) /%	≥80	JTG E20/T 0729
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失/%	≤0.8	JTG E20/T 0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失/%	≤12	JTG E20/T 0733
浸水肯塔堡飞散试验的混合料损失/%	≤15	JTG E20/T 0733
车辙试验动稳定度 ² /次/mm	≥3000	JTG E20/T 0719
低温弯曲试验破坏应变/με	≥2500	JTG E20/T 0715
渗水系数 (车辙板) ³ /mL/min	≥3600	JTG E20/T0730
注 1: 真空密封法空隙率常用值为 13%~20% (体积法为 14%~22%), 寒冷地区可适当降低。体积法检测结果离散性较大, 有条件时宜采用真空密封法, 当条件不允许时, 也可采用体积法代替。		
注 2: 大空隙超薄沥青混合料设计厚度不大于 15mm 时, 可不进行车辙试验验证。		
注 3: 渗水仪空渗时间宜为 2.5~3s。		

表 16 白改黑加铺超薄罩面沥青混合料技术要求

检测项目	技术要求
空隙率 Va (%)	密级配 3~6 开级配 ≥10
动稳定度 (次/mm)	≥4000
马歇尔稳定度 (kN)	≥8
流值 (mm)	2~5
残留稳定度 (%)	≥85
冻融劈裂残留强度比 (%)	≥80

6.2.4 需要快速开放交通时, 应采用早强型大空隙超薄沥青混合料, 并进行规定试验条件下的混合料性能检验。试验条件为: 试件成型、置于室温下养生 12h 后, 再按标准试验条件正常养生开展试验。早强型大空隙降噪沥青混合料应符合表 17 的规定。

表17 早强型大空隙降噪沥青混合料试验技术要求

试验项目	技术要求	试验方法

马歇尔稳定度, kN	≥6.0	JTG E20/T 0709
肯塔堡飞散试验的混合料损失, %	≤10	JTG E20/T 0733
动稳定度 (60°C), 次/mm	≥5000	JTG E20/T 0719
动稳定度 (65°C), 次/mm	≥4000	JTG E20/T 0719

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 大空隙超薄沥青罩面施工时, 应对施工过程进行严格控制, 保证混合料拌和、摊铺及压实的质量。

7.1.2 大空隙超薄沥青罩面不得在雨、雪天气时施工。施工时的环境温度不应低于 15°C。

7.1.3 大空隙超薄沥青罩面施工时, 养护作业控制区布置应符合现行《公路养护安全作业规程》(JTG H30) 的规定。

7.1.4 大空隙超薄沥青罩面单车道应用时, 宜采用摊铺洒布一体机进行施工。

7.2 施工准备

7.2.1 应根据公路沥青路面养护技术规范 (JTG 5142) 规定, 对下承层的病害进行彻底处理, 处治应计划周密, 做好材料准备, 保证各工序之间的衔接。

7.2.2 在进行大空隙超薄沥青罩面施工前, 必须对原路面进行清理 (包括: 清除浮尘、泥土、碎屑及可见水分等)。应用于排水沥青路面时, 宜采用机能恢复车或其他可靠措施对原排水沥青路面的排水功能进行恢复。

7.2.3 应用于密级配沥青路面时, 应对下承层沥青路面渗水情况进行调查评价, 调查部位及方法按表 18 执行。对下承层表面不密实、渗水较大的部位, 宜采用局部挖补、回填或喷洒改性乳化沥青等措施进行处理。应用于排水路面时, 原排水路面的渗水系数宜不小于 1000mL/min, 否则应增大乳化沥青喷洒量或采用热洒改性沥青类防水黏结层, 将原排水路面彻底封闭。

表 18 渗水情况调查部位及方法

检查项目	频度	试验方法
外观	全线	人工调查、记录
裂纹或裂缝	全线	人工调查、记录
渗水系数	表面混合料离析及路肩边缘等薄弱部位; 桥面	按 JTG 3450 中 T0971 测定

7.3 混合料的拌制

7.3.1 大空隙超薄沥青混合料拌和设备应采用间歇式沥青混合料拌和机。全部生产过程应由计算机自动控制。

7.3.2 大空隙超薄沥青混合料生产温度应按照表 19 控制。出料温度高于 195℃的沥青混合料应废弃处理。

表 19 大空隙超薄沥青混合料生产温度

工艺类型	成品高黏度改性沥青加热温度(℃)	改性沥青加热温度(℃)	基质沥青加热温度(℃)	矿料温度(℃)	混合料出料温度(℃)
直投式复合改性(干法)	-	160~175	150~165	185~210	170~185
成品高黏度改性沥青(湿法)	170~180	-	-		

7.3.3 大空隙超薄沥青混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定，应以混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆沥青胶结料为度，无花白料、无结团成块或严重的粗、细集料分离现象。间歇式拌和机每盘的生产周期不宜少于 60s，其中干拌时间不应少于 10s，湿拌时间不应少于 35s。

7.3.4 大空隙超薄沥青混合料生产时，拌和楼热料仓宜配置 9.0mm 筛网。对于 PUC-8 混合料应配置 9.0mm 筛网，以保证级配的骨架性和稳定性。

7.3.5 添加纤维稳定剂时，可采用机械或人工投放纤维。纤维宜与集料同时投放，干拌时间不宜少于 15s，纤维在混合料拌和过程中应分散均匀。

7.3.6 采用直投式复合改性高黏度改性沥青时，高黏度添加剂可与粗集料或沥青同时投放。宜采用带称量功能的自动装置进行投放，也可采用带有监控装置的人工投放工艺。

7.3.7 大空隙超薄沥青混合料应随拌随用，不宜存储。

7.4 混合料的运输

7.4.1 运料车应采取保温、防雨及防污染措施。

7.4.2 运料车车厢壁面和底板应涂薄层隔离剂。装料前，运料车不得有隔离剂余液积聚在车厢底板。隔离剂不宜采用柴油等对沥青溶解性较强的油类。

7.4.3 运料车辆不得污染已开放交通的大空隙超薄沥青罩面。运料车严禁在防水黏结层或黏层上紧急制动、掉头。为防止运料车轮胎与防水黏结层黏连，可在轮胎上喷洒隔离剂。

7.4.4 大空隙超薄沥青混合料运输时长不宜超过 6h。

7.4.5 大空隙超薄沥青混合料到场温度应由专人逐车检测，到场温度不应低于 160℃。

7.5 黏层施工

7.5.1 当采用黏层与混合料异步摊铺时，应提前进行黏层施工。

7.5.2 热洒改性沥青防水黏结层宜采用沥青碎石同步洒布车进行施工。热洒改性青洒布量宜为 1.5 kg/m²~2.2kg/m²，并撒布集料粒径为 3mm~5mm 的预裹覆碎石，预裹覆沥青碎石覆盖率应不低于 60%。采用胶轮压路机紧跟洒布车碾压 2 遍~5 遍，压至碎石稳定。

7.5.3 改性乳化沥青黏层应采用沥青洒布车进行施工。用于密级配沥青路面养护时，改性乳化沥青洒布量宜为 0.3 kg/m²~0.6kg/m² (以纯沥青计)，用于排水沥青路面养护时，改性乳化沥青洒布量

宜为 $0.2 \text{ kg/m}^2 \sim 0.3 \text{ kg/m}^2$ (以纯沥青计)。材料洒布量要求较大时,可通过多次洒布以满足要求。待改性乳化沥青完全破乳后,方可进行大空隙超薄沥青罩面的施工。

7.5.4 黏层施工结束后,在混合料摊铺前严禁行人和车辆通行。

7.5.5 采用同步摊铺机进行摊铺时,摊铺机应配有乳化沥青罐、沥青罐加热装置、乳化沥青抽吸泵、管路自动压力清洗装置、喷洒杆等主要装置,实现乳化沥青准确计量和均匀洒布。应在 60°C 以上条件下喷洒改性乳化沥青。

7.6 混合料的摊铺

7.6.1 大空隙超薄沥青混合料摊铺可采用一台摊铺机全幅摊铺或多台联合摊铺。车行道施工宜采用非伸缩式摊铺机,通过铺筑试验段确定摊铺机夯锤的振动设置参数;摊铺机螺旋布料器对接处宜加装反向叶片及防离析挡板。

7.6.2 大空隙超薄沥青混合料摊铺温度不宜低于 155°C 。

7.6.3 摊铺前应根据松铺厚度及路面纵、横坡度调整好摊铺机。摊铺机开始摊铺前,应将熨平板预热至 120°C 以上,摊铺过程中应开动熨平板的夯锤。

7.6.4 采用联合摊铺方式时,两台摊铺机前后行走间距宜为 $5\text{m} \sim 10\text{m}$,搭接宽度控制在 $50\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 。开始摊铺后,应随时检查两台摊铺机对接横坡。接缝位置应避开车道轮迹带。

7.6.5 摊铺机应缓慢、均匀、连续不间断地摊铺。速度宜控制在 $2\text{m/min} \sim 3\text{m/min}$ 范围内,摊铺厚度稳定后摊铺速度可逐渐提高摊铺速度至 $3\text{m/min} \sim 5\text{m/min}$,弯道等特殊路段宜降低至 $2\text{m/min} \sim 3\text{m/min}$ 。采用黏层同步摊铺时,可根据设备性能和现场摊铺情况,摊铺速度宜为 $2\text{m/min} \sim 20\text{m/min}$ 。

7.6.6 在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分宜采用小型摊铺机摊铺。中央开口带、三角带等不具备机械摊铺条件的位置可采用人工摊铺。

7.7 混合料的压实

7.7.1 按初压、复压、终压三个阶段进行。压路机从外侧向中心碾压,由低处向高处碾压,轮迹始终与道路中心线平行,相邻碾压带重叠 $50\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 。

7.7.2 初压应采用 $11\text{t} \sim 13\text{t}$ 钢轮压路机,复压宜采用 20t 以上的胶轮压路机,终压宜采用 $11\text{t} \sim 13\text{t}$ 钢轮压路机。

7.7.3 初压应在混合料摊铺后紧跟进行,压实温度控制在 $150^\circ\text{C} \sim 165^\circ\text{C}$,静压 3 遍~6 遍,不得产生推移、开裂。初压后观察平整度、路拱,发现问题及时作适当调整。

7.7.4 表面温度为 $80^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ 时进行复压,可采用胶轮压路机压实 1 遍~2 遍。为防止较高温度下胶轮压路机黏轮,宜采用隔离剂喷淋装置。在不影响路面空隙、无泛油的前提下,可适当增加胶轮压路机碾压遍数。对于 PUC-5 大空隙超薄沥青混合料,可不采用胶轮压路机。

7.7.5 终压宜采用钢轮压路机静压 1 遍~2 遍进行收面。

7.7.6 压路机行驶速度应保持均匀一致。压路机不得在未碾压成型的混合料和刚碾压成型的路面上转向,也不得停留在高于 80°C 且已压实成型的路面上。压路机在操作或静止时,应采取有效措施防止油料、润滑脂或其它杂质落于路面。

7.7.7 钢轮碾压造成大空隙超薄沥青罩面粗集料表面沥青膜脱落的，当天应采用改性乳化沥青洒布 1 遍~2 遍，洒布量为 $0.10 \text{ kg/m}^2 \sim 0.15 \text{ kg/m}^2$ （以纯沥青计）。

7.8 接缝

7.8.1 横向接缝应采用平接缝。摊铺前应对铣刨面涂刷改性乳化沥青（残留物大于 60%）2 遍~3 遍。摊铺前宜对接缝面加热，使新铺路面与已铺路面密切结合。

7.8.2 在横向施工缝开始施工时，应控制路面平整度，不宜人工补料调整平整度，同时要及时碾压，防止料温损失无法压实。

7.8.3 纵向接缝应避开车道的轮迹带位置，而且应与下承层纵向接缝错开 20cm 以上。

7.8.4 纵向接缝宜采用热接缝。条件不允许时，可采用“冷+热”方式。采用“冷+热”接缝时，摊铺前应对接缝面进行处理，涂刷改性乳化沥青（残留物大于 60%）或渗透性树脂等其它黏结材料 2 遍~3 遍。

7.8.5 大空隙超薄沥青罩面施工后，纵向接缝表面可喷洒改性乳化沥青或渗透性树脂等其它黏结材料进行补强。

7.9 开放交通

7.9.1 大空隙超薄沥青罩面施工结束后，应在铺筑路面温度降为 50°C 以下时方可开放交通。

7.9.2 施工车辆通行时，应保证轮胎洁净；人员通行时，应防止泥土污染。

8 施工质量控制与检验

8.1 一般规定

8.1.1 大空隙超薄沥青罩面施工应采用动态质量管理，强化事前和过程控制。

8.1.2 宜引入信息化手段进行关键施工指标及过程的自动采集和记录。

8.1.3 所有质量检验和管理的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，应如实记录和保存，严禁编造、随意修改质量管理的原始记录和数据。

8.2 施工前的材料与设备检查

8.2.1 施工前应按照本文件的相关要求对大空隙超薄沥青罩面的原材料进行检验，不符合规定的原材料不得进场使用。

8.2.2 施工前应对沥青拌和楼、摊铺机、压路机等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行检查、标定。

8.3 施工质量控制

8.3.1 大空隙超薄沥青混合料生产过程中，应按表 20 规定的项目与频度进行质量检查。

表 20 大空隙超薄沥青混合料检查项目、频度和质量要求

项目	检查频度	质量要求	试验方法
----	------	------	------

外观	随时	均匀、无花白料、无析漏	目测
成品温度	逐车检测评定	符合本文件规定	JTG 3450/T 0981
高黏度添加剂计量	每天开工前两次检测评定	设计值 $\pm 1\%$	-
	每天或每台班总量检测评定	设计值 $\pm 0.5\%$	-
级配	逐盘记录，每台拌和机每日1~2次	公称最大粒径，0.075mm: $\pm 2\%$ ， 关键筛孔: $\pm 3\%$ 其他筛孔: $\pm 4\%$	JTG E20/T 0725 抽提筛分与标准级配比较的差
沥青用量（油石比）	每台拌和机每日1~2次	设计值 $\pm 0.2\%$	JTG E20/T 0725
析漏	每台拌和机每日1次	$\leq 0.8\%$	JTG E20/T 0732
马歇尔稳定度	每台拌和机每日1~2次	$\geq 5.0\text{kN}$	JTG E20/T 0709
空隙率	每台拌和机每日1~2次	设计值 $\pm 2\%$	JTG E20/T 0708 中的体积法
		设计值 $\pm 2\%$	附录 B
浸水残留稳定度	每台拌和机每2日1次	$\geq 85\%$	JTG E20/T 0729
动稳定度	必要时	≥ 3000 次/mm	JTG E20/T 0719
标准飞散损失	每台拌和机每2日1次	$\leq 15\%$	JTG E20/T 0733
理论最大密度	每台拌和机每2日1次	设计值 $\pm 0.01\text{g/cm}^3$	JTG E20/T 0711 计算法与实测法比较的差
热料仓筛分结果	每台拌和机每2日1次	实际测定	-
总量检验	每台拌和机每1日1次	油石比 $\pm 0.1\%$	JTG F40 附录 F 总量检验
<p>注：1 拌和楼要及时打印每盘料及其总量的数据，辅助进行沥青用量和级配组成检验；</p> <p>2 超温的沥青混合料应废弃，并予以书面记录；</p> <p>3 大空隙超薄沥青混合料密度、空隙率测试宜优先选择真空密封法。</p>			

8.3.2 大空隙超薄沥青罩面铺筑过程中，检查的内容、频度、质量要求应符合表 21 的规定。

表 21 大空隙超薄沥青罩面检查项目、频度和质量要求

项目	检查频度	质量要求	试验方法
外观	随时	表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推移、油汀、油包等缺陷，且无明显坑槽	目测

接缝		随时	紧密平整、顺直无跳车		目测
		逐条检测评定	3mm		JTG 3450/T 0931
施工温度	摊铺温度	逐车检测评定	符合本文件规定		JTG 3450/T 0981
	碾压温度	随时	符合本文件规定		JTG 3450/T 0981
厚度	上面层	每 2000m ² 一点评定	设计值的-10%		JTG 3450/T 0912
压实度	≥20mm	每 2000m ² 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	试验室标准密度的 98%		JTG 3450/T 0924 JTG 3450/T 0922
	<20mm	不作要求			
平整度（标准差）*		连续测定（标准差）	1.2mm		JTG 3450/T 0932
		三米直尺最大间隙（mm）	3mm		JTG 3450/T 0931
层间黏结强度		每 5000m ² 检查	拉拔强度≥0.3MPa		JTG 3450/T0985 或附录 C
渗水系数	≥20mm	每公里不少于 5 处，每处 3 点平均值	≥3600mL/min		JTG 3450/T0971
	≥15 mm，<20 mm		≥2000 mL/min		
	<15 mm		≥1000 mL/min		
空隙率*		每 2000m ² 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	设计值±3%，合格率不小于 90%		JTG E20/T 0708 的体积法
			设计值±3%，合格率不小于 90%		附录 B
抗滑*	摆值（BPN）	每 200m 1 处	符合设计规定		JTG 3450/T 0964
	动态摩擦系数 DF ₆₀	每 200m 1 处	湿润区	≥0.4	JTG 3450/T 0968
		潮湿区	≥0.45		
备注：*代表率试验方法任取 1 种即可。					

8.4 工程质量检验

8.4.1 大空隙超薄沥青罩面在工程质量检验阶段的质量检查项目和检查频度应符合表 22 的规定。其中渗水系数合格率要求不小于 90%，空隙率合格率要求不小于 85%。白改黑加铺超薄沥青罩面在交工验收阶段的质量检查项目和检查频度应符合表 23 的规定。

表 22 大空隙超薄沥青罩面交工检查项目

检查项目		检查频度	规定值或允许偏差		试验方法
压实度	≥20mm	每 200m 1 处	代表值	试验室标准密度的 98%	JTG F80/1 附录 B 检查
			极值	比代表值放宽 1%（每	

				km) 或 2% (全部)	
	<20mm	不作要求			
空隙率*		每 200m 1 处	设计值±3%	JTG E20/T 0708 的体积法	
		每 200m 1 处	设计值±3%	附录 B	
平整度*	标准差σ	全线连续按每 100m 计算	1.5 mm	JTG 3450/T 0932	
	IRI	全线连续按每 100m 计算	2.0 m/km	JTG 3450/T 0933	
渗水系数		≥20mm	≥3600 mL/min	JTG 3450/T0971	
		≥15 mm, <20 mm	≥2000 mL/min		
		<15 mm	≥1000 mL/min		
抗滑*	摆式摩擦系数 (BPN)	每 200m 1 处	符合设计对交工验收的规定	JTG 3450/T 0964	
	动态摩擦系数	每 200m 1 处	符合设计对交工验收的规定	JTG 3450/T 0968	
	横向力摩擦系数	全线连续	符合设计对交工验收的规定	JTG 3450/T 0965	
厚度	代表值	每 200m 1 处	上面层: 设计值的-10%	JTG 3450/T 0912	
	极值		上面层: 设计值的-20%		
备注: *代表率试验方法任取 1 种即可。					

表 23 白改黑加铺超薄沥青罩面交工检查项目

检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
现场空隙率 (%)	密实型	≤8	现场取芯实测
	空隙型	≥10	
平整度	σ (mm) IRI (m/km)	较原路面提高	平整度仪: 全线每车道连续按每 100m 计算 IRI 或 σ
	最大间隙 h (mm)	5	3m 直尺: 每 200m 测 2 处×10 尺
渗水系数 (ml/min)	密实型	≤200	渗水试验仪: 每 200m 测 1 处
	空隙型	≥600	
抗滑	摆摩擦系数 (BPN)	≥54	摆式仪: 每 200m 测 1 处

	构造深度	密实型	≥ 0.6	铺砂法：每 200m 测 1 处
		空隙型	≥ 1.0	
平均厚度 (mm)		设计厚度-10%		双车道每 200m 测 1 处
宽度 (m)		不小于设计		尺量：每 200m 测 4 断面

附录 A（规范性） 大空隙超薄沥青混合料配合比设计方法

A.1 目标配合比设计

A.1.1 大空隙超薄沥青混合料目标配合比设计应符合下列规定。

- a) 确定目标空隙率。
- b) 设计级配符合表 13 规定的范围。
- c) 在级配范围内试配 3 组不同关键筛孔通过率的矿料级配作为初选级配。

A.1.2 配合比设计时，宜根据 $14\mu\text{m}$ 沥青膜厚度和集料表面积预估沥青用量，其计算模型为：

a) 估算沥青用量 (%) = 假定膜厚 \times 集料表面积 \times 沥青密度 (g/cm^3) / 10;

b) 集料表面积 (m^2/kg) = $(0.41+0.41a+0.82b+1.64c+2.87d+6.14e+12.29f+32.77g) / 10^2$;

式中：a、b、c、d、e、f、g 分别表示通过 4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm 和 0.075mm 筛孔的质量百分率，%。

A.1.3 按照初选配合比分别成型马歇尔试件，每组试件不少于 4 个，检验空隙率和马歇尔稳定度。空隙率和马歇尔稳定度应符合表 15 的规定。

A.1.4 在混合料空隙率与目标空隙率的差值为 $\pm 1\%$ 的范围内，优选一组接近目标空隙率的级配，按 $\pm 0.5\%$ ， $\pm 1\%$ 变化沥青用量，分别进行析漏试验、空隙率和飞散试验；将试验结果绘制成图，以混合料飞散损失结果曲线拐点对应的沥青用量为最小沥青用量 (OAC_1)，以沥青析漏损失曲线拐点对应的沥青用量为最大沥青用量 (OAC_2)；在 $\text{OAC}_1 \sim \text{OAC}_2$ 范围内，选择试件表面无沥青析出，试件空隙率与目标空隙率接近，且相对较高的沥青用量作为最佳沥青用量 OAC 。一般情况下可选用中值作为最佳沥青用量 OAC 。

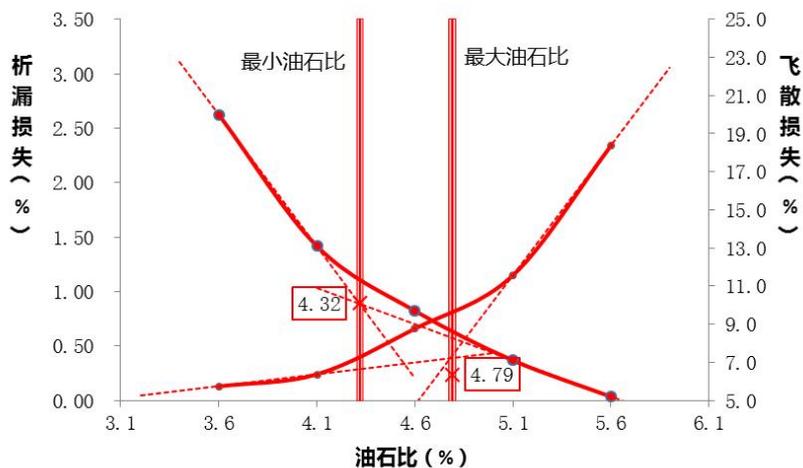


图 A.1 最佳沥青用量确定示意图

A.1.5 以确定的矿料级配和最佳沥青用量拌制沥青混合料，分别对表 15 中各技术指标进行试验验证，各项指标应符合表 15 的规定。不符合规定时，应调整沥青用量或矿料级配，重新拌和沥青混合料进行试验，直至符合规定为止。

A.1.6 在各项指标均符合规定的情况下，出具目标配合比设计报告。

A.2 生产配合比设计

A. 2.1 根据目标配合比初步设定各冷料仓供料比例上料；对拌和机筛分后的各热料仓取样，并进行筛分，根据热料仓筛分结果合成级配曲线；以冷料、热料供料大体均衡以及合成级配尽量接近目标配合比级配为原则，确定各热料仓最终的配合比例。

A. 2.2 取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、 $OAC \pm 0.3\%$ 三个沥青用量进行混合料室内拌制，选择混合料空隙率与目标配合比空隙率的差值不超过 $\pm 1\%$ 、肯塔堡飞散试验混合料损失较低时的沥青用量为最佳沥青用量。采用所选择的最佳沥青用量进行拌和机试拌并验证混合料性能，混合料性能指标应符合表 15 的规定。最终确定的最佳沥青用量与目标配合比设计的结果的差值不宜大于 $\pm 0.2\%$ 。

A. 2.3 确定热料仓的比例和生产配合比的最佳沥青用量后，出具生产配合比的设计报告。

A. 3 生产配合比验证

A. 3.1 按照确定的生产配合比生产混合料铺筑试验段，试验段长度不宜少于 300m。

A. 3.2 取拌和机拌和及现场摊铺的混合料进行性能试验，混合料性能指标应符合表 15 的规定，并验证生产配合比与目标配合比混合料性能的一致性。根据抽提、筛分试验结果分析拌和机对配合比控制的准确性。

A. 3.3 对铺筑的试验路段应进行现场测试，检验大空隙超薄沥青混合料空隙率的均匀性，存在明显缺陷时，应找出原因，进行必要的工艺调整。

A. 3.4 根据试验段试验检测数据分析生产配合比的适用情况，进一步复核调整工艺参数、施工机械的操作方式以及施工缝的处理方式等。

A. 3.5 试验段的质量检查频度应比正常施工时增加一倍。试铺结束后，施工单位应提交试铺段总结报告。

附录 B（规范性） 玄武岩耐候性试验方法

B.1 适用范围

石料发生光斑反应后，强度降低的同时开始粉碎至颗粒状。该反应表现为石料表面产生灰白星型斑点，并伴有发丝状毛细裂缝连通各斑点。通过煮沸试验，观察石料是否会发生光斑反应，同时测试石料煮沸前后的质量和强度，并计算减少百分比。本试验分为三部分（1）光斑现象观测；（2）质量损失试验；（3）强度损失试验。

B.2 试验仪器与材料

B.2.1 烘箱（可将温度控制住 $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）。

B.2.2 天平（称量结果精度为 1%）。

B.2.3 加热器（可将容器加热至 100°C ，并保持 36 ± 1 个小时）。

B.2.4 有盖钢锅。

B.2.5 其它：锯子、布。

B.3 方法与步骤

B.3.1 块石光斑现象观测试验

（1）准备工作

1）挑选合适尺寸的试件。为观察到光斑现象，应采用从采石场取出的块石，块石的尺寸大小应保证锯开后的断面面积不小于 50cm^2 。

2）将块石锯开 2 部分，将每一部分做好标记。

3）清洗掉块石表面附着的杂质。

（2）试验步骤

1）在钢锅里用蒸馏水煮试件，水位应超过试件。煮的过程中，将盖子盖上；半小时之内，将水烧至沸腾，保持沸腾状态 36 ± 1 小时。确保煮的过程中水位超过试件。

2）将温热的试件从容器取出，晾干；晾干后，用湿布将试件被锯开的截面轻微沾湿，观察以下现象：

①是否有灰色/白色星型斑点或放射型发丝状细裂缝；

②是否有大裂缝；

③是否破碎。

可与未煮过的试件对比；试验可一次煮多个试件。



图 B.1 玄武岩光斑现象

B.3.2 质量损失试验

(1) 准备工作

- 1) 采用风干粗集料，用标准筛过筛。
- 2) 将粗集料水洗干净，在 $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重后冷却。
- 3) 对烘干后粗集料称重，记为 m_0 。 m_0 最小需达到表 B.1 中的要求。

表 B.1 集料最小质量要求

集料粒径/mm	集料质量/g
4.75-9.5	1000
9.5-16	2000
16-32	4000

(2) 试验步骤

1) 在钢锅里用蒸馏水煮试样，水位应超过试样。煮的过程中，将盖子盖上；半小时之内，将水烧至沸腾，保持沸腾状态 36 ± 1 小时。确保煮的过程中水位超过试样。

- 2) 待钢锅及其内盛物凉至室温，将试样取出，放置在托盘上。
- 3) 将托盘放入 $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中，烘干试样后冷却。
- 4) 对烘干后试样进行筛分，筛孔尺寸为石料低限公称粒径的 $1/2$ 。
- 5) 称重，将未通过筛孔的石料质量记为 m_1 。

(3) 试验结果与分析

按下式计算质量损失百分比百分比，精度为 1%：

$$M_1 = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100 \quad (\text{B.1})$$

式中： M_1 ——质量损失百分比；

m_0 ——试件沸煮前的质量 (g)；

m_1 ——沸煮并筛分后，未通过筛孔的质量 (g)。

B.3.3 强度损失试验

(1) 准备工作

针对所观测的指标，分别按照“T0317 粗集料磨耗试验（洛杉矶法）”或“T0322 粗集料冲击值试验”中规定的方法进行石料试样的准备。试验样品准备 2 份。

(2) 试验步骤

- 1) 将其中一份试样按照 B.3.1 的试验步骤进行沸煮并烘干。
- 2) 按照“T0317 粗集料磨耗试验（洛杉矶法）”或“T0322 粗集料冲击值试验”分别进行沸煮前后石料试样的洛杉矶磨耗值或冲击值。

(3) 试验结果与分析

按下式计算强度损失百分比，精度为 1%：

$$S_{LA} = LA_1 - LA_0 \quad (\text{B.2})$$

式中： S_{LA} ——强度损失百分比，%；

LA_0 ——沸煮前试件的洛杉矶磨耗值，%；

LA_1 ——沸煮后试件的洛杉矶磨耗值，%。

或通过下式计算，精度为小数点后一位：

$$S_{SZ} = SZ_1 - SZ_0 \quad (\text{B.3})$$

式中： S_{SZ} ——强度损失百分比，%；

SZ_0 ——沸煮前试件的冲击值，%；

SZ_1 ——沸煮后试件的冲击值，%。

B.4 报告

B.4.1 报告每次试验的光斑现象观测结果、质量损失及强度损失结果。

附录 C（规范性） 沥青混合料真空塑封密度试验方法

C.1 适用范围

C.1.1 本方法测定的毛体积相对密度适用于计算沥青混合料试件的空隙率、矿料间隙率等各项体积指标。标准温度为 $25\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

C.2 仪器与材料技术要求

C.2.1 真空密度测试仪。

C.2.2 真空泵：真空度为 101.4kPa ，抽气速率应为 $(16\sim 20)\text{ m}^3/\text{h}$ 。

C.2.3 真空室尺寸：长 $(490\pm 10)\text{ mm}$ 、宽 $(425\pm 5)\text{ mm}$ 、高 $(180\pm 10)\text{ mm}$ 。

C.2.4 密封条： $(406\pm 1)\text{ mm}$ 自动的双金属线密封条。

C.2.5 聚合物密封袋：不透水及密封性能良好、柔软抗穿透，可分别用于直径为 10 cm 、 15 cm 等不同尺寸试样密封。试验时根据试件大小选用合适的密封袋。

C.2.6 浸水天平或电子天平：当最大称量在 3 kg 以下时，感量不大于 0.1 g ；最大称量 3 kg 以上时，感量不大于 0.5 g 。应有测量水中重的挂钩。

C.2.7 网篮。

C.2.8 试件悬吊装置：天平下方悬吊网篮及试件的装置，吊线应采用不吸水的细尼龙线绳，并有足够的长度。

C.2.9 水箱：使用洁净水，有水位溢流装置，保持试件和网篮浸入水中后的水位一定。

C.2.10 温度计：量程 100°C ，分度值 0.1°C 。

C.2.11 其他：剪刀、秒表、电风扇、电炉或燃气炉等。

C.3 方法与步骤

C.3.1 选择适宜的浸水天平或电子天平，最大称量应满足试件质量的要求。

C.3.2 称取干燥试件的初始质量记作 m_1 。根据选择的天平感量，准确至 0.1 g 或 0.5 g ；当为钻芯法取得的非干燥试件时，应用电风扇吹干 12 h 以上至恒重作为空中质量。

C.3.3 密封试样，根据试件尺寸大小选择合适的密封袋，按照说明书设置密封条加热温度。

C.3.4 打开一个新密封袋，将试件放入密封袋内。此时注意将试件光滑的一面置于底部，密封袋密封处距试件保留不小于 25 mm 的距离。

C.3.5 关闭真空室，启动真空泵，真空表开始转动，到达预定的真空度后，打开减压阀。

C.3.6 将密封盖打开，从真空室内小心将密封的试件取出，轻拉密封袋的任何部位，检查密封状态是否良好，如果试件密封不严，应按照 C.3.2 的步骤重新开始。

C.3.7 将密封试件从真空室内取出，置于天平上快速称重并记录其质量为 m_2 。

C.3.8 将密封试件置于 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中称质量，应注意将试件及袋子全部浸入水中。注意密封袋不要接触水箱边，测得水中质量，记为 m_3 。

C.3.9 从水箱中取出密封试件，小心将试件从密封袋中取出，用湿毛巾擦干附着在密封袋上的水分，称取密封袋质量记为 m_4 ，同时称取试件的空中质量记作 m_5 ，并与初始质量 m_1 相比。质量变化应满足 $-0.08\%\sim +0.04\%$ ；否则应按 C.3.2 的步骤重新开始试验。

C.4 计算

C.4.1 按式 (C.1) 计算试件毛体积相对密度。

$$\gamma_f = \frac{m_1}{(m_2 - m_3) - \left(\frac{m_2 - m_5}{\gamma_c}\right)} \quad (\text{C.1})$$

式中： γ_f ——试件毛体积相时密度，无量纲；

m_1 ——干燥试件的质量（g）；

m_2 ——密封试件的质量（g）；

m_3 ——密封试件的水中质量（g）；

m_5 ——密封袋取走后，试件的空中质量（g）；

γ_c ——密封袋相对密度，应采用厂家提供的数据。

C.4.2 按式(C.2)计算试件的毛体积密度。

$$\rho_f = \gamma_f \times \rho_w \quad (\text{C.2})$$

式中： ρ_f ——真空密封法测定的试件毛体积密度（g/cm³）；

ρ_w ——在 25℃ 温度条件下水的密度，取 0.9971g/cm³。

C.4.3 按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0705 的方法计算试件的理论最大相对密度及空隙率等各项体积指标。

C.5 报告

C.5.1 试验报告中应注明沥青混合料的类型。

附录 D（规范性） 层间拉拔强度试验方法

D.1 适用范围

D.1.1 本方法适用于检验已压实的超薄沥青混凝土与下承层之间的层间黏结强度。

D.2 试验仪器与技术要求

D.2.1 层间拉拔强度室内试验需要下列仪器：

- (1) 路面取芯钻机：钻头直径 10Dm；
- (2) 拉力试验机：拉头直径 100mm；
- (3) 芯样切割机；
- (4) 电风扇或快干仪；
- (5) 恒温箱或水浴；
- (6) 其它：卡尺，毛刷、小铲。

D.3 试验方法与步骤

(1) 试验步骤

1) 现场取芯：按照 T0901 取样方法钻取路面芯样，芯样直径不宜小于 100mm。芯样应含超薄沥青混凝土层和下承层，与超薄沥青混凝土层相连接的层位应完整钻取，并使下承层总厚度不小于 40mm。

2) 芯样处理：下承层底面不平整时，应用芯样切割机切平底面，切割后的下承层总厚度不应小于 40mm。用毛刷刷净芯样黏附的粉尘、颗粒。将芯样晾干或采用快干仪使芯样干燥至恒重。

3) 用 A、B 胶或环氧树脂将拉头与芯样上、下表面黏结。应旋转、挤压拉头使拉头与芯样表面完全黏结。将与拉头黏结的芯样在室温条件下静置至 A、B 胶或环氧树脂完全凝结。

4) 将与拉头黏结的芯样置于 20℃的恒温箱或水浴中养生。恒温箱养生时间不宜低于 5h，水浴养生时间不宜低于 2h。

5) 养生结束后，将芯样取出，通过上下拉头安装在拉力试验机上。以 50mm/min 速率对芯样进行拉拔。当试验机数显仪上拉拔力不再增加时，说明芯样被拉断，停止加载，读取拉拔力峰值 F 。

6) 加载结束后，将芯样从试验机中取出，观察芯样断裂状态，若为芯样结构层断裂，应在试验结果中注明。

7) 试验结束后，将使用过的拉头用沸水煮 5min~10min 后用小铲清理表面，也可加热试验拉头，用小铲进行清理。

(2) 计算

拉拔强度按照式 (D.1) 计算。

$$P = \frac{F}{\pi r^2} \quad (\text{D.1})$$

P ——拉拔强度 (MPa)；

F ——拉拔强度 (N)；

r ——芯样半径 (mm)。

D. 4 报告

D. 4. 1 报告每次试验的拉拔强度。
