

团 体 标 准

T/CHTS 10031—2021

稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南

Technical Guideline of Stable Natural Asphalt Modified Binders

2021-05-10 发布

2021-05-24 实施

中国公路学会 发布

团 体 标 准

稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南

Technical Guideline of Stable Natural Asphalt Modified Binders

T/CHTS 10031—2021

主编单位：西安众力沥青有限公司

发布单位：中国公路学会

实施日期：2021 年 05 月 24 日

人民交通出版社股份有限公司

北 京

中国公路学会文件

公学字〔2021〕52 号

中国公路学会关于发布 《稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南》 的公告

现发布中国公路学会标准《稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南》(T/CHTS 10031—2021),自 2021 年 5 月 24 日起实施。

《稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南》(T/CHTS 10031—2021)的版权和解释权归中国公路学会所有,并委托主编单位西安众力沥青有限公司负责日常解释和管理工作。

中国公路学会

2021 年 5 月 10 日

前 言

本指南在系统总结稳定型天然沥青改性沥青研究成果和大量工程经验的基础上编制而成。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》(T/CHTS 10001)编写,共分为6章、8个附录,主要内容包括:总则,术语和符号,材料,配合比设计,施工,施工质量控制。

本指南由西安众力沥青有限公司提出,受中国公路学会委托,由其负责具体解释工作。

请使用单位将实施中发现的问题、建议及时反馈至西安众力沥青有限公司(地址:西安市二环南路西段180号财富中心A座25层,联系电话:029-62960080,电子邮箱:258265025@qq.com),供修订时参考。

主编单位:西安众力沥青有限公司

参编单位:西咸新区众力沥青有限公司、西安国琳实业股份有限公司、甘肃畅陇公路养护技术研究院有限公司、青海正平公路养护工程有限公司、西安市公路工程管理处、中电建路桥集团有限公司、湖北砺孝高速公路管理有限公司、鄂州通世达沥青有限公司

主要起草人:曾赞、张玲、张晓宏、张巧宁、甘迎新、苏志宝、张富奎、韩筱东、杜军、张国宏、秦树声、王永宽、喻军、吴全文、焦扬、张维国、陈钊、姬小利、张紫阳、赵全文

主要审查人:李华、冯德成、徐世法、周海涛、柳浩、黄晓明、薛忠军、李峰、何志敏、张玉贞、韩亚楠

目 次

1 总则 1

2 术语和符号 2

2.1 术语 2

2.2 符号 2

3 材料 3

3.1 一般规定 3

3.2 天然沥青 3

3.3 普通天然沥青改性沥青 3

3.4 聚合物天然沥青改性沥青 4

3.5 高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青 5

3.6 浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青 6

3.7 集料和填料 6

4 配合比设计 8

4.1 一般规定 8

4.2 普通天然沥青改性沥青混合料 8

4.3 聚合物天然沥青改性沥青混合料 8

4.4 高模量沥青混合料 9

4.5 浇注式沥青混合料 11

5 施工 13

5.1 一般规定 13

5.2 高模量沥青混合料施工 13

5.3 浇注式沥青混合料施工 14

6 施工质量控制 15

附录 A 天然沥青含水率测定方法 18

附录 B 天然沥青质量损失试验方法 20

附录 C 稳定型天然沥青改性沥青中无机物粒径测定方法 21

附录 D 稳定型天然沥青改性沥青混合料的油石比标定方法 22

附录 E 高模量沥青混合料配合比设计方法 23

附录 F 浇注式沥青混合料配合比设计方法 25

附录 G 浇注式沥青混合料刘埃尔流动性试验方法 27

附录 H 浇注式沥青混合料贯入度试验方法 29

用词说明 31

条文说明 33

稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南

1 总则

1.0.1 为规范稳定型天然沥青改性沥青的应用,保证沥青路面工程质量,制定本指南。

1.0.2 本指南适用于各等级公路沥青路面新建、改扩建和养护工程,其他工程可参照使用。

1.0.3 稳定型天然沥青改性沥青的应用除应符合本指南的规定外,尚应符合有关法律、法规及国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 天然沥青 **natural asphalt**

通过地壳运动作用自然形成的含有一定比例矿物质的沥青类物质,按形成环境不同可分为岩沥青和湖沥青等。

2.1.2 天然沥青改性沥青 **natural asphalt modified asphalt binders**

由天然沥青、道路石油沥青、添加剂(必要时)等材料,通过一定工艺制备而成的沥青结合料。

2.1.3 稳定型天然沥青改性沥青 **stable natural asphalt modified binders**

满足储存稳定性及相关技术要求的天然沥青改性沥青。

2.1.4 高模量沥青混合料 **high modulus asphalt concrete**

由沥青、集料、填料等形成的低空隙率、高油石比,且疲劳寿命次数(15℃、10Hz、230 με)不小于100万次,动态压缩模量(20℃、10Hz)表面层不小于13000MPa,其他层不小于15000MPa的连续密级配沥青混合料。

2.2 符号

SBS——苯乙烯—丁二烯—苯乙烯嵌段共聚物,Styrene-Butadiene-Styrene Block Copolymer之略语;

SBR——苯乙烯—丁二烯橡胶(丁苯橡胶),Styrene-Butadiene-Rubber之略语;

D_{av} ——平均粒径;

D_{10} ——10%以上的颗粒粒径小于该粒径值;

D_{50} ——50%以上的颗粒粒径小于该粒径值;

D_{90} ——90%以上的颗粒粒径小于该粒径值;

NNB——普通天然沥青改性沥青;

PNB——聚合物天然沥青改性沥青;

HMB——高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青;

GNB——浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青;

HMAC——高模量沥青混合料,High Modulus Asphalt Concrete之略语;

BBME——用于表面层的高模量沥青混合料,法语 Béton Bitumineux à Module Élevé之略语;

EME——用于中面层、下面层或上基层的高模量沥青混合料,法语 Enrobé à Module Élevé之略语;

GA——浇注式沥青混合料;

TFOT——沥青的薄膜加热试验,Thin Film Oven Test之略语;

RTFOT——沥青的旋转薄膜加热试验,Rolling Thin Film Oven Test之略语。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.1 稳定型天然沥青改性沥青包括：普通天然沥青改性沥青、聚合物天然沥青改性沥青、高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青和浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青。

3.1.2 稳定型天然沥青改性沥青宜在工厂集中制作。

3.1.3 聚合物改性剂宜选用 SBS、SBR 等。

3.1.4 道路石油沥青质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

3.1.5 稳定型天然沥青改性沥青，应单罐单储，不得与其他型号沥青混存，并应储存在带有搅拌设备的沥青罐中，使用前搅拌均匀。储存温度应满足表 3.1.5 的要求。

表 3.1.5 沥青储存温度要求

项目	温度要求		
	NNB	PNB	HMB、GNB
最高储存温度	$\leq 160^{\circ}\text{C}$	$\leq 190^{\circ}\text{C}$	$\leq 190^{\circ}\text{C}$
48h 以内使用	$120^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$	$160^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$	$160^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$
48h 以上、一周之内使用	$\leq 100^{\circ}\text{C}$	$\leq 120^{\circ}\text{C}$	$\leq 120^{\circ}\text{C}$
存放一周及以上使用	自然降温	自然降温	自然降温

3.2 天然沥青

3.2.1 天然沥青的选用应经试验确定，其含水率及质量损失应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 天然沥青技术要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
含水率	%	≤ 2	本指南附录 A
质量损失(TFOT)	%	≤ 2	本指南附录 B

3.2.2 天然沥青应堆放在经硬化处理后的地面上，并有顶棚遮挡，不宜室外露天存放；可袋装堆放，也可散装堆积，其高度不宜超过 3m；堆放场地应通风干燥，防火防爆。

3.3 普通天然沥青改性沥青

3.3.1 普通天然沥青改性沥青的技术要求应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 普通天然沥青改性沥青技术要求

项目		单位	技术要求				试验方法
			NNB-90	NNB-70	NNB-50	NNB-35	
针入度(25℃,5s,100g)		0.1mm	80~100	60~80	40~60	30~40	T 0604
软化点		℃	≥47	≥48	≥51	≥57	T 0606
延度(15℃,5cm/min)		cm	≥50	≥40	≥30	—	T 0605
闪点		℃	≥260				T 0611
密度(15℃)		g/cm ³	实测				T 0603
灰分含量		%	≤15				T 0614
无机物粒径 [*]	D _{av}	μm	≤5				本指南 附录 C
	D ₉₀	μm	≤12				
储存稳定性离析,48h 软化点差		℃	≤2.5				T 0661
TFOT 或 RTFOT 后残留物							T 0609
质量变化		%	≤±0.8				或 T 0610
针入度比(25℃)		%	≥57	≥61	≥63	≥65	T 0604
延度(15℃,5cm/min)		cm	≥20	≥15	≥10	—	T 0605
注: * 无机物粒径,可作为选择性指标,也可不作为施工质量检验指标。							

3.3.2 用于制备普通天然沥青改性沥青的基质沥青,宜选用比目标针入度大 20~40(0.1mm)的道路石油沥青。

3.4 聚合物天然沥青改性沥青

3.4.1 聚合物天然沥青改性沥青的技术要求应符合表 3.4.1 的规定。

表 3.4.1 聚合物天然沥青改性沥青技术要求

项目		单位	技术要求			试验方法
			PNB-70	PNB-50	PNB-30	
针入度(25℃ ,5s,100g)		0.1mm	60~80	40~60	20~40	T 0604
软化点		℃	≥65	≥70	≥75	T 0606
延度(5℃ ,5cm/min)		cm	≥30	≥20	≥10	T 0605
闪点		℃	≥260			T 0611
密度(15℃)		g/cm³	实测			T 0603
灰分含量		%	≤20			T 0614
弹性恢复(25℃)		%	≥70	≥75	≥80	T 0662
布氏旋转黏度(135℃) ¹		Pa • s	≤3			T 0625
无机物粒径 ²	D _{av}	μm	≤5			本指南 附录 C
	D ₉₀	μm	≤12			
储存稳定性离析,48h 软化点差		℃	≤2.5			T 0661

表 3.4.1(续)

项目	单位	技术要求			试验方法
		PNB-70	PNB-50	PNB-30	
TRFOT 或 RTFOT 后残留物					T 0609 或 T 0610
质量变化	%	≤±0.8			
针入度比(25℃)	%	≥60	≥65	≥70	T 0604
延度(5℃,5cm/min)	cm	≥15	≥10	≥5	T 0605
注 1:当用于 OGFC 或 PA 类混合料时,布氏旋转黏度试验条件宜采用 175℃。					
注 2:无机物粒径,可作为选择性指标,也可不作为施工质量检验指标。					

3.5 高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青

3.5.1 高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青应根据工程所处地区的气候分区选用,其技术要求应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青技术要求

项目		单位	技术要求						试验方法	
			HMB-I			HMB-II		HMB-III		
适应气候分区		—	冬寒区			冬冷区		冬温区		JTG F40 附录 A ¹
			1-2	2-2	3-2	1-3	2-3	1-4	2-4	
针入度(25℃,5s,100g)		0.1mm	25~40			20~35		15~25		T 0604
软化点		℃	≥ 55			≥60		≥65		T 0606
延度(25℃,5cm/min)		cm	≥35			≥25		≥15		T 0605
闪点		℃	≥260						T 0611	
密度(25℃)		g/cm ³	实测						T 0603	
弹性恢复(25℃)		%	≥60			≥55		≥50		T 0662
布氏旋转黏度(175℃)		Pa·s	≤3						T 0625	
灰分含量		%	≤25						T 0614	
无机物粒径 ²	D _{av}	μm	≤5						本指南 附录 E	
	D ₉₀	μm	≤12							
储存稳定性离析,48h 软化点差		℃	≤2.5						T 0661	
TFOT 或 RTFOT 后残留物										T 0609
质量变化		%	≤±0.5						或 T 0610	
针入度比(25℃)		%	≥65						T 0604	
延度(25℃,5cm/min)		cm	≥15			≥10		≥8		T 0605
注 1:气候分区见现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)。										
注 2:无机物粒径,可作为选择性指标,也可不作为施工质量检验指标。										

3.6 浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青

3.6.1 浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青的技术要求应符合表 3.6.1 的规定。

表 3.6.1 浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青技术要求

项目		单位	技术要求		试验方法
			GNB-I	GNB-II	
针入度(25℃,5s,100g)		0.1mm	10~40	15~30	T 0604
密度(15℃)		g/cm³	实测		T 0603
软化点		℃	≥80	≥65	T 0606
延度(10℃,5cm/min)		cm	≥20	—	T 0605
闪点		℃	≥280		T 0611
灰分含量		%	≤20	≤30	T 0614
储存稳定性离析,48h 软化点差		℃	≤2.5		T 0661
无机物粒径*	D _{av}	μm	≤5		本指南 附录 C
	D ₉₀	μm	≤12		
TFOT 或 RTFOT 后残留物					T 0609 或 T 0610
质量变化		%	≤±0.5		
针入度比(25℃)		%	≥70	≥65	T 0604

注：* 无机物粒径,可作为选择性指标,也可不作为施工质量检验指标。

3.7 集料和填料

3.7.1 集料及填料质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

3.7.2 高模量沥青混合料用集料及填料还应满足以下要求:

1 粗集料应选用 S14(3mm~5mm)、S12(5mm~10mm)、S10(10mm~15mm)、S9(10mm~20mm)规格。

2 细集料应选用 S15(0~5mm)、S16(0~3mm)规格。

3 填料不得使用回收粉和粉煤灰。

3.7.3 浇注式沥青混合料用集料及填料还应满足以下要求:

1 粗集料 240℃保温 60min 后的压碎值应不大于 28%。

2 细集料应选用 S15(0~5mm)、S16(0~3mm)和天然砂。当使用天然砂时,应采用中粗砂,其用量不宜超过细集料用量的 35%。

3 填料应采用石灰石矿粉,不得使用回收粉和粉煤灰,其技术要求应符合表 3.7.3 的规定。

表 3.7.3 浇注式沥青混合料用矿粉技术要求

项目		单位	技术要求	试验方法
外观相对密度		—	≥ 2.50	T 0352
含水率		%	≤ 0.5	T 0332
通过率	0.6mm	%	100	T 0351
	0.15mm		90~100	
	0.075mm		80~100	
碳酸钙含量		%	≥ 90	GB/T 9281
亲水系数		—	≤ 1	T 0353

3.7.4 浇注式沥青混合料表面撒布的预拌碎石应采用坚硬、耐磨的岩石轧制而成,石料应洁净、无杂质,其技术要求应符合表 3.7.4 的规定。

表 3.7.4 浇注式沥青混合料撒布碎石技术要求

项目			单位	技术要求	试验方法
含泥量			%	≤ 1	T 0333
吸水率			%	≤ 2.0	T 0352
含水率			%	≤ 0.3	T 0305
针片状颗粒含量			%	≤ 8	T 0312
通过率	5mm~10mm 碎石	4.75mm	%	≤ 10	T 0327
		9.5mm	%	≥ 80	
	10mm~15mm 碎石	9.5mm	%	≤ 10	
		13.2mm	%	≥ 80	

4 配合比设计

4.1 一般规定

4.1.1 稳定型天然沥青改性沥青混合料的配合比设计包括目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证三个阶段。

4.1.2 除浇注式沥青混合料外,其他沥青混合料的配合比设计宜采用马歇尔试验方法进行。

4.1.3 稳定型天然沥青改性沥青混合料的理论最大相对密度应按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的真空法(T 0711)测定。

4.1.4 稳定型天然沥青改性沥青混合料的油石比应按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的燃烧炉法(T 0735)测定,并按照本指南附录 D 油石比标定方法进行标定。

4.2 普通天然沥青改性沥青混合料

4.2.1 普通天然沥青改性沥青混合料的沥青标号应按照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)确定,其中 NNB-35 仅适用于路面基层。

4.2.2 普通天然沥青改性沥青混合料的动稳定度应符合表 4.2.2 的规定,水稳定性、低温性能等技术指标应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)对普通沥青混合料的规定。

表 4.2.2 普通天然沥青改性沥青混合料车辙试验动稳定度技术要求

气候条件与技术指标	相应于下列气候分区所要求的动稳定度(次/mm)									试验 方法
7月平均最高气温(℃)及气候分区	≥30				20~30				≤20	
	1. 夏炎热区				2. 夏热区				3. 夏凉区	
	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-2	
AC 混合料动稳定度, 不小于	2000				1600				1200	
注:车辙试件的制备可根据碾压效果调整碾压温度和次数,以达到规定压实密度为准。										

4.3 聚合物天然沥青改性沥青混合料

4.3.1 聚合物天然沥青改性沥青混合料的动稳定度应符合表 4.3.1 的规定,水稳定性、低温性能等技术指标应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)对改性沥青混合料的规定。

表 4.3.1 聚合物天然沥青改性沥青混合料车辙试验动稳定度技术要求

气候条件与技术指标	相应于下列气候分区所要求的动稳定度(次/mm)									试验 方法
7 月平均最高 气温(℃)及气候分区	≥30				20~30				≤20	
	1. 夏炎热区				2. 夏热区				3. 夏凉区	
	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-2	
AC 混合料, 不小于	4000				3500				3000	T 0719
SMA 混合料, 不小于	5000									
OGFC 混合料, 不小于	4000									

4.4 高模量沥青混合料

4.4.1 高模量沥青混合料级配类型包括 BBME 和 EME。BBME 适用于表面层,EME 适用于中面层、下面层或上基层。

4.4.2 高模量沥青混合料级配类型应根据层位及厚度按表 4.4.2 选择。

表 4.4.2 高模量沥青混合料级配类型的选择

应用层位	适宜厚度(cm)	最小厚度(cm)	级配类型
表面层	4~6	4	BBME-13
	5~7	5	BBME-16
中面层、下面层或上基层	5~8	4	EME-13
	6~13	5	EME-16
	9~15	8	EME-20

4.4.3 高模量沥青混合料矿料级配范围应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3 高模量沥青混合料矿料级配范围

混合料类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)							
	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
BBME-13	—	—	100	90~100	—	39~60	28~43	6.5~7.5
BBME-16	—	100	90~100	—	—	40~52	26~38	6.5~7.5
EME-13	—	—	100	90~100	62~81	—	30~42	5.5~8.0
EME-16	—	100	90~100	—	66~84	42~64	27~42	5.5~8.0
EME-20	100	90~100	—	—	66~84	42~64	27~42	5.5~8.0

4.4.4 高模量沥青混合料的性能应符合表 4.4.4-1 及表 4.4.4-2 的规定。

表 4.4.4-1 高模量沥青混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

项目	单位	技术要求	试验方法
击实次数(双面)	次	75	T 0702
试件尺寸	mm	$\phi 101.6 \times 63.5$	T 0702
空隙率 VV	%	1.5~4	T 0705
沥青饱和度 VFA	%	70~85	T 0705
稳定度 MS	kN	≥ 15	T 0709

表 4.4.4-2 高模量沥青混合料路用性能技术要求

项目	单位	技术要求			试验方法
年极端最低气温及气候分区	℃	-21.5~-37.0	-9.0~-21.5	> -9.0	
	—	冬寒区	冬冷区	冬温区	
冻融劈裂强度比	%	≥ 80			T 0729

表 4.4.4-2(续)

项目		单位	技术要求			试验方法
年极端最低气温及气候分区		℃	−21.5~−37.0	−9.0~−21.5	>−9.0	
		—	冬寒区	冬冷区	冬温区	
马歇尔残留稳定度		%	≥85			T 0709
60℃动稳定度		次/mm	≥5000			T 0719
低温弯曲应变(−10℃,50mm/min)		με	≥2800	≥2500	≥2500	T 0715
动态模量(20℃,10Hz)	BBME	MPa	≥13000			T 0738
	EME	MPa	≥15000			
疲劳寿命(15℃,10Hz,230με)		万次	≥100			T 0739

4.4.5 高模量沥青混合料的目标配合比设计应按本指南附录 E 的规定进行。

4.4.6 生产配合比设计应按现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定进行。生产配合比设计合成级配应满足表 4.4.3 的要求,且与目标配合比设计级配的偏差应满足表 4.4.6 的要求。最佳油石比与目标配合比设计的结果差值不宜超过±0.2%。

表 4.4.6 高模量沥青混合料配合比设计阶段通过率的允许偏差

筛孔尺寸(mm)	通过率允许偏差(%)
4.75	±4
2.36	±3
0.075	±1

4.4.7 生产配合比验证应按下列步骤进行:

- 1 按照生产配合比设计提供的配合比进行试拌,并铺筑试验段。
- 2 按规定的方法取样,进行马歇尔试验,测定试件的空隙率、饱和度、毛体积密度、马歇尔稳定度、动稳定度、冻融劈裂强度比,其结果应符合表 4.4.4-1、表 4.4.4-2 的规定。
- 3 按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的燃烧炉法(T 0735)及本指南附录 D 的油石比标定方法测定混合料的油石比,实测油石比与生产配合比最佳油石比的差值应不超过±0.2%。通过筛分试验(T 0302、T 0327)测定矿料级配应满足表 4.4.3 的要求,且其与生产配合比设计级配的偏差应满足表 4.4.6 的要求。
- 4 在试铺路段钻芯取样,测定芯样的密度和空隙率,计算压实度,其技术要求应符合表 4.4.7-1 的规定。

表 4.4.7-1 试铺路段压实度要求

项目	技术要求
压实度,不小于	最大理论密度的 94%
	试验室标准密度的 98%

5 对 BBME 的试铺路段检测其渗水系数和构造深度,其技术指标应符合表 4.4.7-2 的规定,其他技术指标应满足现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的要求。

表 4.4.7-2 BBME 试验段的构造深度和渗水系数技术要求

项目	单位	技术要求	试验方法
构造深度	mm	≥0.55	T 0961/62/63
渗水系数	mL/min	≤200	T 0971

4.5 浇注式沥青混合料

4.5.1 浇注式沥青混合料矿料级配范围应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 浇注式沥青混合料矿料级配范围

级配类型	通过以下各筛孔(mm)的质量百分率(%)									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
GA-10	100	100	80~100	63~80	48~63	38~52	32~46	27~40	24~36	20~30
GA-13	100	95~100	80~95	60~80	45~62	38~55	35~50	28~42	25~32	20~27

4.5.2 应根据铺装层厚度选择级配类型。单层铺装厚度为 20mm~40mm 时宜选用 GA-10,单层铺装厚度为 30mm~50mm 时宜选用 GA-13。

4.5.3 浇注式沥青混合料性能应符合表 4.5.3-1 和表 4.5.3-2 的规定。

表 4.5.3-1 浇注式沥青混合料的工作性及高温稳定性技术要求

气候条件与技术指标	单位	相应于下列气候分区的技术要求			试验方法
7 月平均最高气温及气候分区	℃	>30	20~30	<20	
	—	1. 夏炎热区	2. 夏热区	3. 夏凉区	
刘埃尔流动性	s	5~20			本指南附录 G
贯入度 1.0mm~4.0mm 时的试验温度	℃	60	55	50	本指南附录 H
贯入度增量≤0.4mm 时的试验温度	℃	60	55	50	本指南附录 H
动稳定度	次/mm	≥1200	≥1000	≥800	T 0719

表 4.5.3-2 浇注式沥青混合料低温弯曲破坏应变技术要求

气候条件与技术指标	单位	相应于下列气候分区所要求的破坏应变(μϵ)										试验 方法
年极端最低气温 及气候分区	℃	<−37.0		−21.5~37.0			−9.0~21.5		>−9.0			
	—	1. 冬严寒区		2. 冬寒区			3. 冬冷区		4. 冬温区			
	—	1-1	2-1	1-2	2-2	3-2	1-3	2-3	1-4	2-4		
低温弯曲应变(−10℃, 50mm/min)	μϵ	≥3500					≥3000					T 0715

4.5.4 浇注式沥青混合料的目标配合比设计应按本指南附录 F 进行。

4.5.5 生产配合比设计应按下列步骤进行：

- 1 按目标配合比设计确定的矿料比例上料。
- 2 按规定方法取样,并测试各热料仓材料的级配,确定各档热料及矿粉的比例,供拌和设备控制室使用。生产配合比设计合成级配应满足表 4.5.1 的要求,且与目标配合比设计级配的偏差应满足

表 4.5.5 的要求。

表 4.5.5 浇注式沥青混合料配合比设计阶段允许级配偏差

筛孔尺寸(mm)	允许的通过率偏差(%)
≥ 4.75	± 4
≤ 2.36	± 3
0.075	± 2

3 按目标配合比设计确定的 OAC、OAC $\pm 0.2\%$ 共 3 个油石比拌制混合料,进行刘埃爾流动性、贯入度和贯入度增量试验,确定生产配合比的最佳油石比,由此确定的最佳油石比与目标配合比设计的结果差值不宜超过 $\pm 0.2\%$ 。

4.5.6 生产配合比验证和试拌试铺应按下列步骤进行:

- 1 按照生产配合比设计结果进行试拌,铺筑试验段。
- 2 将拌和好的浇注式沥青混合料装入专用运输车,经过 40~240min 保温及搅拌后,取样检测流动性、贯入度和贯入度增量、动稳定度、低温弯曲破坏应变值,其结果应满足表 4.5.3-1 和表 4.5.3-2 的要求,刘埃爾流动性应不大于 60s。
- 3 按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20)的燃烧炉法(T0735)及本指南附录 D 的油石比标定方法测定混合料的油石比,实测油石比与生产配合比设计结果的差值应不超过 $\pm 0.2\%$ 。通过筛分试验(T0302、T0327)确定的矿料级配应满足表 4.5.1 的要求,且其与生产配合比设计级配的偏差应满足表 4.5.5 的要求。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 稳定型天然沥青改性沥青混合料的施工应按现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 进行。

5.2 高模量沥青混合料施工

5.2.1 施工温度应满足表 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 混合料施工温度要求

工序	温度要求(°C)	测量部位
沥青加热	170~190	沥青储罐
集料加热	190~210	热料提升斗
混合料出厂	175~190	热料仓放料
混合料储存	降低不超过 10	运料车
混合料废弃	>200	运料车
摊铺	≥170	摊铺机
初压终了	≥150	摊铺层内部
复压终了	≥130	碾压层表面
终压	≥110	碾压层表面
开放交通	≤50	路表面

5.2.2 摊铺应符合下列规定：

1 摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防黏结剂,并在开工前 0.5~1h 预热熨平板至不低于 110℃。铺筑过程中熨平板的振捣或夯锤压实装置应选择高频低幅模式,使路面初始压实度应不小于 85%。

2 摊铺没有路缘石的路面时,应在两侧增加挡板。

3 摊铺速度宜控制在 1m/min~2.5m/min 范围内。

5.2.3 碾压应符合下列规定：

1 碾压方式、组合及速度应符合表 5.2.3 的规定。铺筑双车道沥青路面时,宜配置 2 台及以上质量不低于 13t 的双钢轮压路机和 2 台及以上质量不低于 30t 的轮胎压路机。

表 5.2.3 高模量沥青混合料碾压方式及组合

碾压阶段	压路机类型	碾压遍数	碾压速度(km/h)	碾压区间长度(m)
初压	13t 及以上双钢轮压路机	前静后振 2 遍	2~3	20~30
复压	30t 及以上轮胎压路机	3~6 遍	3~5	40~60
终压	13t 及以上双钢轮压路机	1~2 遍	4~6	—

2 碾压温度应符合表 5.2.1 的要求,并可根据混合料种类、压路机、气温、层厚等适时调整。在不产生严重推移和裂缝的前提下,初压、复压、终压都应在尽可能高的温度下进行,不得在低温状况下反复碾压。

5.3 浇注式沥青混合料施工

5.3.1 拌和应符合下列规定:

1 当可以对矿粉加热时,矿粉加热温度宜为 $80^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$,集料加热温度宜为 $260^{\circ}\text{C}\sim 280^{\circ}\text{C}$;当不可以对矿粉加热时,集料加热温度宜为 $290^{\circ}\text{C}\sim 320^{\circ}\text{C}$ 。

2 干拌时间宜为 $10\text{s}\sim 20\text{s}$,加入沥青结合料后湿拌时间宜为 $70\text{s}\sim 100\text{s}$,拌和后出料温度宜为 $220^{\circ}\text{C}\sim 240^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.2 运输应符合下列规定:

1 采用具有加热、搅拌功能的专用运输车,其数量应根据运距及拌和站的拌和能力确定。

2 运输车应预热至 $130^{\circ}\text{C}\sim 140^{\circ}\text{C}$,待混合料转入后应升温并持续搅拌。运输车的温度宜设定为 $220^{\circ}\text{C}\sim 240^{\circ}\text{C}$,最高不应超过 250°C 。

3 混合料在运输车中应持续搅拌 45min 后方可进行摊铺。

4 混合料装入运输车后,宜在 4h 内完成摊铺施工,超过 6h 时应予以废弃。

5.3.3 摊铺应符合下列规定:

1 采用专用摊铺机摊铺。对于边沿、中央分隔带、人行道及坑槽修补等无法机械摊铺的位置可采用人工摊铺。

2 设置侧向模板,高度不低于摊铺厚度。

3 接缝应进行预热处理或使用预制贴缝条。

4 摊铺速度宜为 $1.5\text{m}/\text{min}\sim 3\text{m}/\text{min}$,摊铺过程中不得停机待料。

5 摊铺中出现鼓包时,应立即刺破放气。

5.3.4 碎石撒布应符合下列规定:

1 采用沥青预拌裹覆碎石,其油石比宜为 $0.2\%\sim 0.5\%$ 。

2 宜采用自行式撒布机撒布,对于边沿、中央分隔带、人行道及坑槽修补等位置可人工撒布。

3 用于表面层时,宜选用 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 规格的碎石,撒布量宜为 $8\text{kg}/\text{m}^2\sim 15\text{kg}/\text{m}^2$,并应满布;用于其他层时,宜选用 $10\text{mm}\sim 15\text{mm}$ 规格的碎石,撒布量宜为 $4\text{kg}/\text{m}^2\sim 7\text{kg}/\text{m}^2$,覆盖率宜控制在 $50\%\sim 70\%$ 。

4 碎石撒布后,可使用压实机具将碎石嵌入浇注式沥青混合料中,嵌入深度宜控制在其粒径的 $70\%\sim 90\%$ 。

6 施工质量控制

6.0.1 施工过程中的质量控制应满足现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

6.0.2 混合料生产过程中,沥青的检查项目和频度应满足表 6.0.2 的要求。

表 6.0.2 沥青质量检查项目和频度

材料	检查项目	检查频度	试验方法
普通天然沥青 改性沥青 NNB	针入度	1 次/2~3d	T 0604
	软化点	1 次/2~3d	T 0606
	延度	1 次/周	T 0605
	离析试验	1 次/周	T 0661
聚合物天然沥青 改性沥青 PNB	针入度	1 次/d	T 0604
	软化点	1 次/d	T 0606
	离析试验	1 次/周	T 0661
	延度	必要时	T 0605
	弹性恢复	必要时	T 0662
高模量沥青混合料用 改性沥青 HMB	针入度	1 次/d	T 0604
	软化点	1 次/d	T 0606
	离析试验	1 次/周	T 0661
	延度	必要时	T 0605
浇注式沥青混合料用 改性沥青 GNB	针入度	1 次/d	T 0604
	软化点	1 次/d	T 0606
	离析试验	1 次/周	T 0661
	延度	必要时	T 0605
注:“必要时”是指项目任何一方对其质量提出异议时。			

6.0.3 高模量沥青混合料生产质量检查应满足表 6.0.3 的要求。

表 6.0.3 高模量沥青混合料生产质量检查技术要求

项目		检查频度 及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
混合料外观		随时	观察集料粗细、均匀性、离析、油石比、色泽、烟气、有无花白料、油团等各种现象	目测
拌和温度	沥青、集料的 加热温度	逐盘检测评定	符合本指南规定	传感器自动检测、显示并打印
	混合料 出厂温度	逐车检测评定	符合本指南规定	传感器自动检测、显示并打印,出厂时逐车按 T 0981 人工检测
		逐盘测量记录,每天取平均值评定	符合本指南规定	传感器自动检测、显示并打印

表 6.0.3(续)

项目		检查频度 及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
矿料级配 (筛孔)	0.075mm	逐盘在线检测	±2%	计算机采集数据 计算
	2.36mm		±4%	
	4.75mm		±5%	
	0.075mm	逐盘检查,每天汇总 1 次取 平均值评定	±1%	《公路沥青路面施工 技术规范》(JTGF40— 2004)附录 G 总量检验
	2.36mm		±2%	
	4.75mm		±2%	
	0.075mm	每台拌和机每天 1~2 次, 以 2 个试样的平均值评定	±1%	T 0735 筛分与标准 级配的差值
	2.36mm		±3%	
	4.75mm		±4%	
沥青用量(油石比)		逐盘在线监测	±0.3%	计算机采集数据计算
		逐盘检查,每天汇总 1 次取 平均值评定	±0.1%	《公路沥青路面施工 技术规范》(JTGF40— 2004)附录 F 总量检验
		每台拌和机每天 1~2 次, 以 2 个试样的平均值评定	±0.3%	T 0735 及本指南附 录 D
马歇尔试验: 空隙率、稳定度		每台拌和机每天 1~2 次, 以 4~6 个试件的平均值评定	符合本指南规定	T 0702、T 0709
浸水马歇尔试验		必要时(试件数同马歇尔试 验)	符合本指南规定	T 0702、T 0709
车辙试验		必要时(以 3 个试件的平均 值评定)	符合本指南规定	T 0719
动态模量试验*		必要时	符合本指南规定	T 0738
疲劳寿命试验*		必要时	符合本指南规定	T 0739
注:* 动态模量和疲劳寿命试验,可不作为生产过程中质量控制项目。禁止使用二次加热的沥青混合料作为动态模量和疲劳寿命试验的试样。				

6.0.4 浇注式沥青混合料生产质量检查应满足表 6.0.4 的要求。

表 6.0.4 浇注式沥青混合料生产质量技术要求

项目		检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
沥青	针入度、延度、软化点	1 次/d	符合本指南要求	T 0604、T 0605、 T 0606
集料	颗粒组成(筛分)、含水率	1 次/d	符合本指南要求	T 0327

表 6.0.4(续)

项目			检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
沥青混合料	混合料级配	0.075mm	1~2 次/d	±2%	T 0725
		≤2.36mm		±3%	
		≥4.75mm		±4%	
	沥青用量(油石比)		1~2 次/d	±0.2%	T 0735
	混合料出厂温度		逐车检测	220℃~240℃	T 0918
	贯入度、贯入度增量		2~3 次/d	符合本指南要求	本指南附录 H
	低温弯曲应变		必要时	符合本指南要求	T 0715
	动稳定度		必要时	符合本指南要求	T 0719
注：“必要时”是指项目任何一方对其质量提出异议时。					

附录 A 天然沥青含水率测定方法

A.1 目的与适用范围

A.1.1 本方法适用于天然沥青含水率的测定。

A.2 仪器与材料技术要求

A.2.1 天平:感量 0.01g。

A.2.2 烘箱:能使温度控制在 $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

A.2.3 标准筛:2.36mm、1.18mm。

A.2.4 其他:橡皮锤、盛样皿、取样勺、干燥皿等。

A.3 方法与步骤

A.3.1 准备工作应按下列步骤进行:

1 取天然沥青样品 500g,用橡皮锤破碎后,过 2.36mm 和 1.18mm 标准筛,保留 1.18mm~2.36mm筛孔间的样品作为试样。

2 称取盛样皿质量 m_0 并准确至 0.01g。

A.3.2 试验应按下列步骤进行:

1 将烘箱温度设置为 80°C 。

2 称取 30g~50g 样品置于盛样皿中,并用取样勺分散均匀,记录样品质量 m_1 ,准确至 0.01g。

3 将装有样品的盛样皿置于烘箱中烘干至恒重,一般为 5h~8h。

4 取出盛样皿,置于干燥器中冷却至室温后称其质量 m_2 ,准确至 0.01g。

A.4 计算

A.4.1 天然沥青含水率按照式(A.4.1)计算:

$$P_w = \frac{m_1 - (m_2 - m_0)}{m_1} \times 100 \quad (\text{A.4.1})$$

式中: P_w ——试样含水率(%);

m_0 ——盛样皿质量(g);

m_1 ——干燥前天然沥青试样质量(g);

m_2 ——干燥后天然沥青试样与盛样皿质量(g)。

A.5 报告

A.5.1 同一样品至少两个平行试样,平行试验结果差值不大于 0.2%时,取平均值作为试验结果。

A.5.2 检测报告中,应注明天然沥青种类及含水率。

附录 B 天然沥青质量损失试验方法

B.1 目的与适用范围

B.1.1 本方法适用于测定天然沥青加热后的质量变化。

B.2 仪器与材料技术要求

B.2.1 天平:感量 0.001g。

B.2.2 烘箱:能使温度控制在 $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

B.2.3 薄膜加热烘箱:室温 $\sim 200^{\circ}\text{C}$,精度 1°C 。

B.2.4 标准筛:2.36mm、1.18mm。

B.2.5 其他:橡皮锤、盛样皿等。

B.3 方法与步骤

B.3.1 准备工作应按下列步骤进行:

1 取天然沥青样品,用橡皮锤破碎后,过 2.36mm 和 1.18mm 标准筛,保留 1.18mm $\sim$ 2.36mm 筛孔间的样品作为试样。

2 取不少于 200g 试样置于洁净容器中,在 80°C 烘箱中烘干至恒重,一般为 5 $\sim$ 8h,置于干燥器中冷却至室温。

3 取干燥后样品,分别放入 4 个已称质量的洁净干燥的盛样皿中,每个样品质量 $30\text{g} \pm 0.5\text{g}$,轻敲盛样皿使样品分布均匀。

B.3.2 试验步骤按照沥青薄膜加热试验方法(T 0609)进行,计算试验前后样品的质量变化,准确至 0.001g。

B.4 报告

B.4.1 当两个盛样皿的质量变化符合重复性试验允许误差要求时,取平均值作为试验结果,准确至 0.001g。

B.4.2 当薄膜加热后质量变化小于或等于 0.4%时,重复性试验的允许误差为 0.04%,再现性试验允许误差为 0.16%。

B.4.3 当薄膜加热后质量变化大于 0.4%时,重复性试验的允许误差为平均值的 8%,再现性试验允许误差为平均值的 40%。

附录 C 稳定型天然沥青改性沥青中无机物粒径测定方法

C.1 目的与适用范围

C.1.1 本方法适用于稳定型天然沥青改性沥青中无机物粒径的测定。

C.2 仪器与材料技术要求

C.2.1 电子天平:感量 0.1g。

C.2.2 烧杯:250mL。

C.2.3 烘箱:室温 $\sim$ 300℃,精度 1℃。

C.2.4 量筒:100mL。

C.2.5 激光粒度仪及配套软件。

C.2.6 滴管、玻璃棒等。

C.2.7 柴油、三氯乙烯(分析纯)。

C.3 方法与步骤

C.3.1 准备工作应按下列步骤进行:

1 按 JTG E20 中 T 0602 规定的方法准备沥青试样。

2 将沥青试样置于烘箱中,加热至流动状态。

3 打开激光粒度仪及配套软件,在软件中录入试验信息:样品名称、分散介质、检测单位、样品折射率等。

4 进入检测界面,取柴油或三氯乙烯作为分散介质润洗粒度仪,开启循环及超声清洗,片刻后关闭超声清洗,观察配套软件背景柱形图。若不满足仪器测定条件,排出介质液体,重新加入介质,重复清洗步骤,直至背景满足测定要求,截取背景。

C.3.2 试验应按下列步骤进行:

1 从烘箱中取试样,搅拌均匀后,取 5g 沥青试样于干净容器内,加入分散介质,充分搅拌至沥青完全溶解,制成质量分数为 5% $\pm$ 0.5%的悬浊液。

2 搅动悬浊液,用滴管吸取中间位置的试样,滴入激光粒度仪中,直至光学浓度值介于 10% $\sim$ 30%之间(15% $\sim$ 20%为佳),并开启超声分散。

3 观察 D_{av} 、 D_{10} 、 D_{50} 、 D_{90} 的数值,待数值稳定后,取 50 $\sim$ 100 组数据,求平均值。形成带粒径分布图的检测报告。

C.4 报告

C.4.1 检测报告中,应注明分散介质、样品名称以及 D_{av} 、 D_{10} 、 D_{50} 、 D_{90} 及粒径分布曲线等。

附录 D 稳定型天然沥青改性沥青混合料的油石比标定方法

D.1 目的与适用范围

D.1.1 本方法适用于稳定型天然沥青改性沥青混合料的油石比标定。

D.2 仪器与材料技术要求

D.2.1 燃烧炉:满足现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)燃烧炉法(T 0735)对设备的要求。

D.2.2 烘箱:温度应控制在设定值 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

D.2.3 天平:满足称量试验篮及试样的质量要求,感量不大于 0.1g。

D.2.4 其他:隔热手套、防护眼镜等防护用具、大平底盘、刮刀、盆、钢丝等。

D.3 方法与步骤

D.3.1 分别采用设计油石比、设计油石比 $\pm 0.5\%$ 、设计油石比 $\pm 1.0\%$ 制备五组混合料(禁止人工拌料)。

D.3.2 每种油石比下的沥青混合料各制备不少于 8kg 试样,采用四分法取样,作为标定试验的试样。

D.3.3 按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)燃烧炉法(T 0735)测试各组试样的可燃物含量。

D.4 报告

D.4.1 以可燃物含量为横坐标,油石比为纵坐标,绘制标定线,如图 D.4.1 所示。

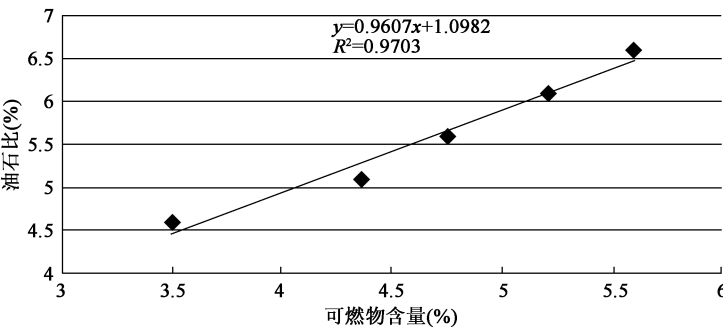


图 D.4.1 油石比标定

D.4.2 对现场所取混合料通过燃烧法得到可燃物含量后,通过标定线查找对应的油石比。

附录 E 高模量沥青混合料配合比设计方法

E.1 一般规定

E.1.1 除本方法另有规定外,应按照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的热拌沥青混合料配合比设计方法的规定执行。

E.1.2 高模量沥青混合料的目标配合比设计宜按图 E.1.2 的步骤进行。

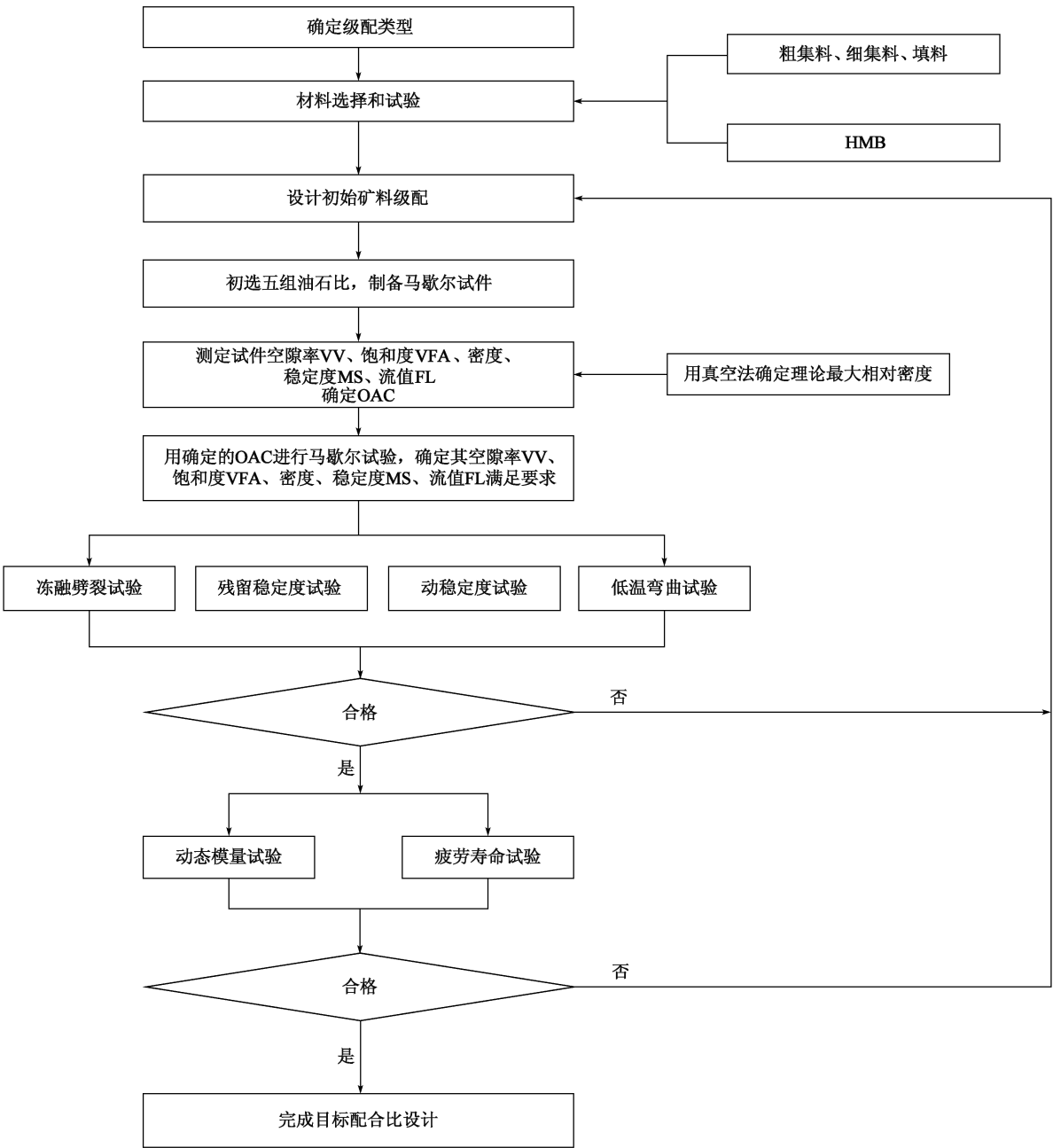


图 E.1.2 高模量沥青混合料目标配合比设计流程图

E.1.3 配合比设计的试验方法应按照现行试验规程的方法执行。混合料的拌和应采用小型沥青混合料拌和机进行。混合料的拌和温度和试件制作温度应符合表 E.1.3 的要求。

表 E.1.3 高模量沥青混合料室内成型温度范围

项目	沥青	集料	混合料拌和	试件成型
温度(℃)	170~190	190~200	180~190	175~185

E.2 材料选择

E.2.1 用于配合比设计的材料质量应符合本指南第 3 章规定的技术要求。

E.3 设计矿料级配

E.3.1 高模量沥青混合料的工程设计级配范围宜直接采用本指南表 4.4.3 规定的矿料级配范围。

E.4 确定油石比

E.4.1 按照设计级配,并根据经验或在 4.5%~7.5%范围内,以 0.5%为间隔,调整五组油石比,拌制沥青混合料。

E.4.2 应按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的击实法(T 0702),双面击实 75 次成型马歇尔试件,一组试件数不宜少于 4 个。

E.4.3 测定不同油石比下混合料试件的空隙率、饱和度、毛体积密度、稳定度、流值等,绘制各项指标与油石比关系曲线图,确定最佳油石比 OAC。

E.5 配合比设计检验

E.5.1 检验 OAC 下混合料的空隙率、饱和度、毛体积密度、马歇尔稳定度、流值、动稳定度、低温弯曲破坏应变、冻融劈裂强度比等指标应符合本指南表 4.4.4-1 和表 4.4.4-2 的技术要求。

E.5.2 高速公路或一级公路新建及改扩建工程还应检验 OAC 下混合料的动态模量和疲劳寿命,应满足本指南表 4.4.4-2 的要求。其余工程可根据建设方需求确定是否进行动态模量及疲劳寿命检验。

E.6 配合比设计报告

E.6.1 出具配合比设计报告。

附录 F 浇注式沥青混合料配合比设计方法

F.1 一般规定

F.1.1 浇注式沥青混合料的目标配合比设计宜按图 F.1.1 的框图步骤进行。

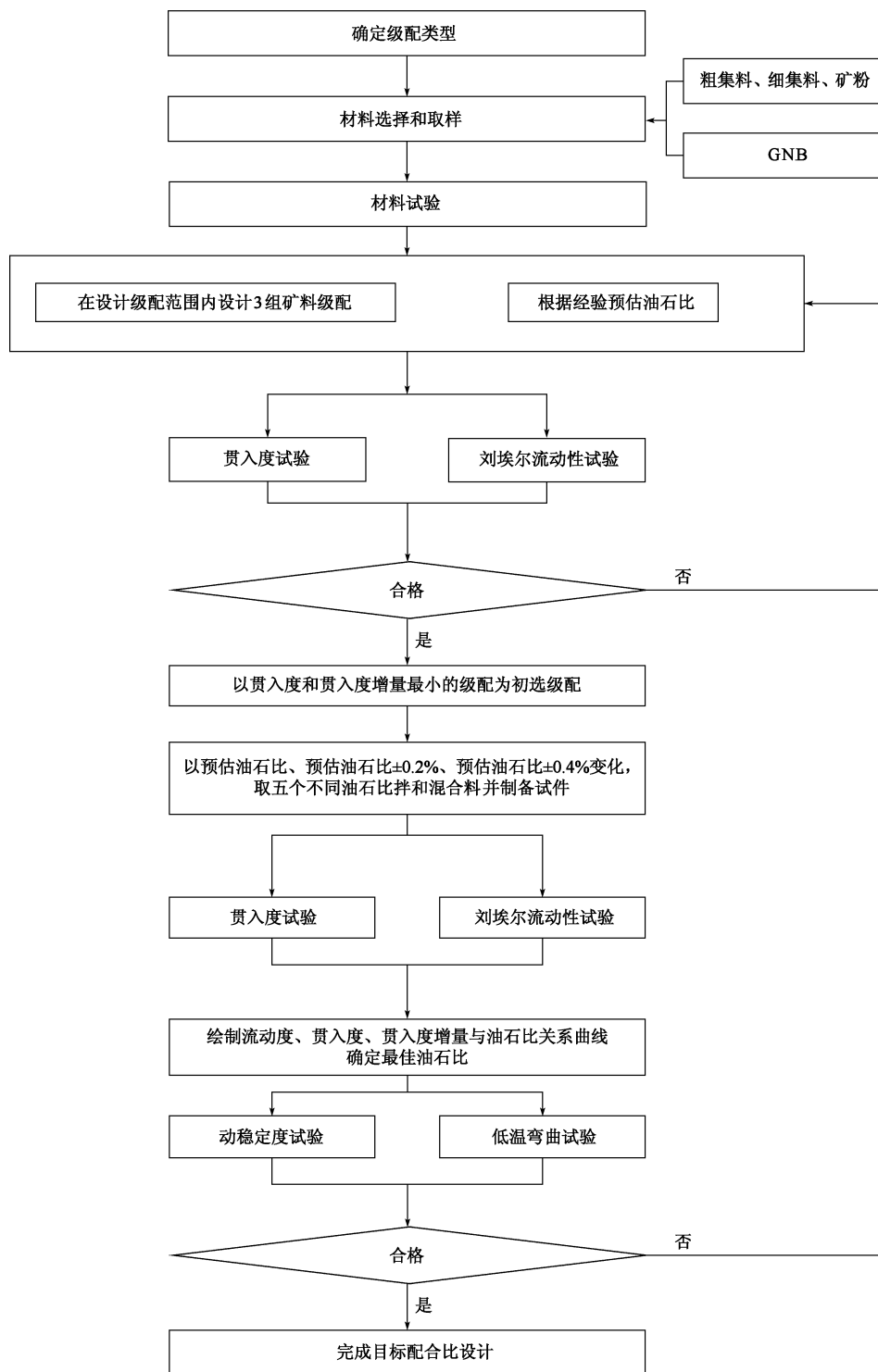


图 F.1.1 浇注式沥青混合料目标配合比设计流程

F.1.2 配合比设计的试验方法应遵照现行试验规程的方法执行。混合料的拌和应采用小型沥青混合料拌和机进行。

F.1.3 混合料拌和方法:将烘干后温度为 $240^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的各规格集料倒入搅拌缸,加入温度为 $170^{\circ}\text{C} \sim 190^{\circ}\text{C}$ 的沥青,搅拌约 6 min;加入温度为 $80^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 的矿粉,拌和温度控制在 $220^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,搅拌 $45\text{min} \pm 5\text{min}$ 。

F.2 材料选择

F.2.1 用于配合比设计的材料质量应符合本指南第 3 章规定的技术要求。

F.3 设计矿料级配

F.3.1 浇注式混合料的工程设计级配范围宜直接采用本指南表 4.5.1 规定的矿料级配范围。

F.3.2 根据选择的级配类型,按表 4.5.1 的矿料级配范围,调整各档矿料比例,设计三组初试级配。

F.4 确定油石比

F.4.1 依据以往工程经验预估油石比,采用该预估油石比进行混合料拌和,并测试混合料的刘埃爾流动性、贯入度和贯入度增量,其结果应满足表 4.5.3-1 的有关规定,并以贯入度和贯入度增量最小的级配作为初选级配。

F.4.2 采用初选级配,以预估油石比为中值,按中值、中值 $\pm 0.2\%$ 、中值 $\pm 0.4\%$ 共 5 个不同油石比制备混合料,按规定的试验方法测定刘埃爾流动性、贯入度和贯入度增量。

F.4.3 分别绘制刘埃爾流动性、贯入度、贯入度增量与油石比的关系曲线图,确定满足表 4.5.3-1 技术要求的油石比范围,取最小油石比为最佳沥青用量 OAC。

F.5 配合比设计检验

F.5.1 按确定的油石比和级配制备试件,进行低温弯曲破坏应变及动稳定度试验检验,其结果应符合表 4.5.3-1 和表 4.5.3-2 的规定。

F.6 配合比设计报告

F.6.1 出具配合比设计报告。

附录 G 浇注式沥青混合料刘埃尔流动性试验方法

G.1 目的和适用范围

G.1.1 本方法适用于测定浇注式沥青混合料刘埃尔流动性,以判定其施工和易性。可用于施工现场和实验室条件下,浇注式沥青混合料的配合比设计和质量控制。

G.2 仪器与材料技术要求

G.2.1 刘埃尔流动性试验料桶:尺寸如图 G.2.1a)所示。

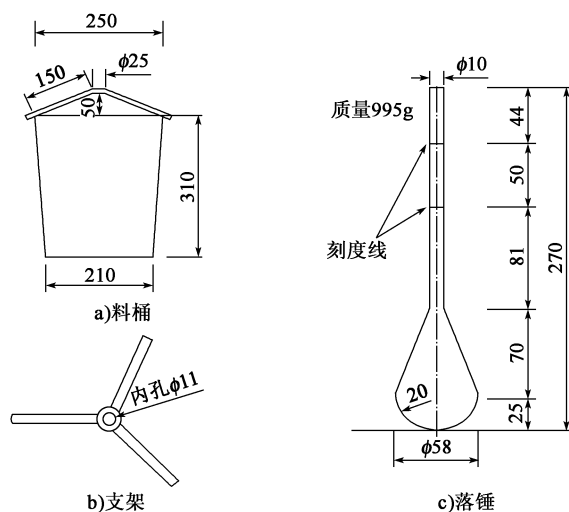


图 G.2.1 刘埃尔流动性试验设备(尺寸单位:mm)

G.2.2 支架:用于固定落锤,尺寸如图 G.2.1b)所示。

G.2.3 落锤:铜制,质量为 $995\text{g} \pm 1\text{g}$,其形状和尺寸如图 H.2.1c)所示。

G.2.4 温度计:量程 $0 \sim 300^\circ\text{C}$,分度值 1°C ,用于测量混合料的温度。

G.2.5 秒表:分度值 0.1s ,用于记录落锤下落时间。

G.3 方法与步骤

G.3.1 混合料的拌和应符合下列规定:

- 1 将按规定温度($240^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$)烘干后的各种规格矿料投入搅拌锅并加入沥青搅拌约 6min 。
- 2 接着放入加热后的矿粉,再搅拌 $40\text{min} \sim 50\text{min}$ 。
- 3 拌和温度控制为 $220^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ 。

G.3.2 试验过程应符合下列规定:

- 1 将落锤加热至与待测浇注式沥青混合料相同温度,温度差 $\leq 5^\circ\text{C}$ 。
- 2 将拌和好的试样沿桶的边沿注入桶内,支架架于桶上,将预热的落锤通过支架的导孔垂直置于

试样表面的正中央,并调整落锤高度,使落锤底部接触试样表面。

3 试样温度在 $230^{\circ}\text{C} \sim 240^{\circ}\text{C}$ 时,放下落锤,记录落锤上下刻度线通过导孔的时间间隔,即该混合料的刘埃尔流动性,精确至 0.1s ,同时记录试样的温度。

4 施工时刘埃尔流动性的测试对象为现场取样的混合料。

5 当试样温度在 $230^{\circ}\text{C} \sim 240^{\circ}\text{C}$ 范围以外时,所测定结果无效,应重新试验。

G.4 报告

G.4.1 在试验报告中注明沥青混合料的类型、试验温度及测定的刘埃尔流动性。

附录 H 浇注式沥青混合料贯入度试验方法

H.1 目的和适用范围

H.1.1 本方法适用于在实验室条件下测定浇注式沥青混合料贯入度和贯入度增量。

H.2 仪器与材料技术要求

H.2.1 试模:70.7mm×70.7mm×70.7mm±1mm 的钢制试模数个。

H.2.2 贯入度试验仪器,如图 H.2.2 所示,应符合下列要求:

- 1 加载砝码及贯入杆:总荷载为 515.0N±9.81N。
- 2 贯入杆:钢制,直径为 25.2mm,底面平整光滑。
- 3 百分表:用于测量贯入度。
- 4 恒温水浴控制器件:提供温度恒定的水浴。

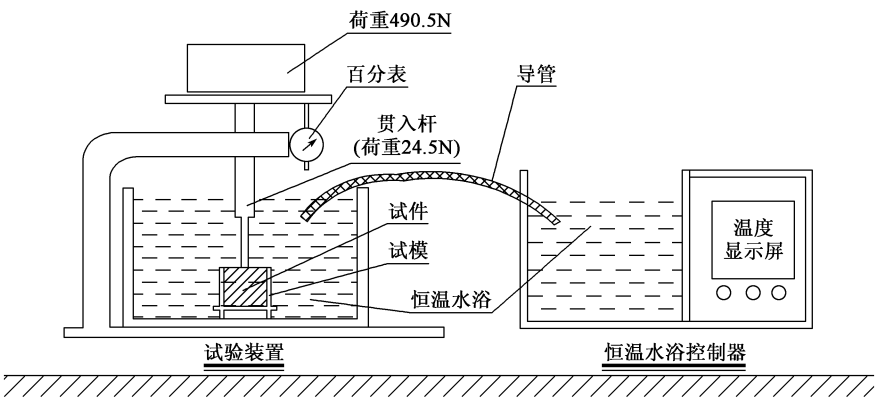


图 H.2.2 贯入度试验仪器

H.2.3 温度计:量程 0~100℃ 温度计一支,分度值 1℃。

H.3 方法与步骤

H.3.1 试件制作应符合下列规定:

- 1 按规定的温度及时间拌和浇注式沥青混合料。
- 2 将拌和好的混合料均匀地注入试模,注入后在试模四周人工插捣以保证试件密实,严禁插捣试模中间。插捣后如有多余的混合料将其刮除,使试模内混合料顶部的中间部分稍凸出,并轻轻敲打表面,确保冷却后表面平整。整个过程不得抖动试模。
- 3 测试前试件在常温条件下养生不少于 48h,不超过一周。

H.3.2 试验步骤过程应符合下列规定:

- 1 将按规定方法养生的试件脱模,试样侧面作为测试面,并重新装入试模中。

2 将试模和试件一起放入预先设定温度的水浴中保温 60min, 试验温度可根据气候分区设置为 50℃或 55℃或 60℃。

3 将贯入杆垂直下伸到试件表面中央, 并使其与试件表面接触。

4 放下贯入杆的同时按动秒表开始计时, 初加荷载为 24.5N(为贯入杆和承重平台的质量), 将该荷载下 10min 时的百分表读数归零。

5 在没有冲击力的情况下, 将荷重砝码置于承重台上, 记录 1min、2min、3min、5min、10min、20min、30min 和 60min 时百分表的读数, 精确到 0.01mm。

6 30min 时的读数为该试件的贯入度, 60min 时的读数与 30min 时的读数之差为贯入度增量。

H.4 报告

H.4.1 同一批试件室内平行试验不得少于 5 个, 现场取样试验不得少于 3 个。当同一批试件中某个测定值与平均值之差大于标准差的 K 倍时, 该测定值应予以舍弃, 并以其余测定值的平均值作为试验结果。试件数目为 3、4、5、6 个时, K 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。

H.4.2 应在报告中注明混合料的类型、试验温度及 1min、2min、3min、5min、10min、20min、30min 和 60min 的读数, 计算并列出贯入度和贯入度增量。

用 词 说 明

1 本指南执行严格程度的用词,采用下列写法:

- 1) 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”。
- 2) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词,正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。
- 3) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 应用标准的用语采用下列写法:

- 1) 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”。
- 2) 当引用标准中的其他规定时,应表述为“应符合本指南第×章的有关规定”“应符合本指南第×.×节的有关规定”“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行”。

团 体 标 准

稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南

T/CHTS 10031—2021

条 文 说 明

目 次

2	术语和符号	35
2.1	术语	35
3	材料	36
3.1	一般规定	36
3.2	天然沥青	36
3.3	普通天然沥青改性沥青	36
3.4	聚合物天然沥青改性沥青	37
3.5	高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青	37
3.6	浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青	37
4	配合比设计	38
4.2	普通天然沥青改性沥青混合料	38
4.3	聚合物天然沥青改性沥青混合料	38
4.4	高模量沥青混合料	38
4.5	浇注式沥青混合料	40
5	施工	41
5.2	高模量沥青混合料施工	41
5.3	浇注式沥青混合料施工	41
6	施工质量控制	42

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.3 本指南的“稳定型”包含两层含义：一是天然沥青改性沥青可长时间存储长距离运输不离析。由于天然沥青中含有部分无机物，与石油沥青互混后无机物易离析沉降，因此在传统的湿法工艺下，天然沥青改性沥青仅限立即使用，不应存储。二是质量稳定。天然沥青属于矿产资源，不同产地甚至同一产地的不同批次产品质量差别较大，通过工厂化生产，可以得到质量稳定可靠的工业化产品。

2.1.4 按照《公路沥青路面设计规范》(JTG D50—2017)，我国常用沥青混合料 20℃ 条件下的动态压缩模量取值最大范围为 9000MPa~13500MPa。本指南的高模量沥青混合料 BBME 和 EME 的动态模量(20℃、10Hz)分别为不小于 13000MPa 和 15000MPa。

高模量沥青混合料源自法国，根据使用层位的不同，包括 BBME 及 EME 两种类型，其中前者适用于路面表面层，后者适用于路面中面层、下面层及上基层。根据欧洲《沥青混合料设计流程》(NF EN 13108-1—2007)的定义，BBME 的动态模量(15℃、10Hz)应不小于 11000MPa，两点弯曲疲劳寿命(10℃、25Hz、100μ ϵ)不小于 100 万次；EME 的动态模量(15℃、10Hz)应不小于 14000MPa，两点弯曲疲劳寿命(10℃、25Hz、130μ ϵ)不小于 100 万次。

注：2007 年以前法国用于指导高模量沥青混合料的设计和质量控制主要规范是《高模量沥青路面技术规范》(NF P98-140/141)，2007 年以后，由于欧洲统一标准化的需要，该标准被修订为《沥青混合料设计流程》(NF EN 13108-1—2007)。

在本指南实施之前，我国仅将 EME 引入国内，应用于路面的中面层及下面层，因此《道路用高模量抗疲劳沥青混合料》(GB/T 36143—2018)及《公路高模量路面施工技术指南》(T/CHTS 10004—2018)均只针对 EME，未涉及 BBME 的相关内容。本指南经过室内试验及实体工程的应用，证实 BBME 是一种路用性能极佳的混合料，不仅具备高模量沥青混合料的高模量，耐疲劳特性，且密水、抗滑性能优异，因此本指南中的高模量沥青混合料包括 BBME 和 EME 两种类型。

法国的沥青混合料设计和评价方法与我国不同。法国的模量试验是采用梯形梁试件两点弯曲试验测得的复数劲度模量，或间接拉伸试验 0.02s 时的劲度模量，疲劳寿命试验采用两点梯形梁疲劳寿命试验方法，即试件底部固定，在顶部施加控制应变的正弦荷载，使之产生持续的挠曲变形。而我国采用的是单轴压缩动态模量试验(T 0738)和四点弯曲疲劳寿命试验(T 0739)。

《道路用高模量抗疲劳沥青混合料》(GB/T 36143—2018)中要求 EME 的动态模量(45℃、10Hz)不小于 4000MPa，此外《公路高模量路面施工技术指南》(T/CHTS 10004—2018)还要求 20℃、10Hz 的动态模量不小于 15000MPa。上述标准对高模量沥青混合料的疲劳寿命均要求(15℃、10Hz、230μ ϵ)不小于 100 万次。《沥青混合料改性添加剂 第 8 部分：高模量剂》(JTG/T 860.8)对高模量沥青混合料的定义为动态模量(20℃、10Hz)不小于 13000MPa，10⁶ 次疲劳次数(15℃、10Hz)对应的疲劳失效应变不小于 130μ ϵ 。

综合考虑上述不同规范要求及天然沥青高模量沥青混合料的特性，本指南要求高模量沥青混合料的四点弯曲疲劳寿命(15℃、10Hz、230μ ϵ)不小于 100 万次，并要求：BBME 单轴压缩动态模量(20℃、10Hz)不小于 13000MPa，EME 的单轴压缩动态模量(20℃、10Hz)不小于 15000MPa。

本指南采用我国标准试验方法单轴压缩动态模量及四点弯曲疲劳试验方法作为混合料模量及疲劳寿命评价方法，但当试验条件许可时，也可采用法国试验方法及技术标准。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.2 稳定型天然沥青改性沥青,可采用一种天然沥青作为改性剂,也可采用不同品种天然沥青复配作为改性剂。

3.2 天然沥青

3.2.1 天然沥青的沥青含量是影响改性效果的关键因素。沥青含量表征方法通常有两种:一是通过沥青溶解度试验(T 0607—2011)检测天然沥青中三氯乙烯的可溶物含量,以此作为沥青含量;二是通过(T 0614—2011)灰分含量试验检测天然沥青中无机物含量,以间接表征沥青含量。试验发现,溶解度试验误差较大,部分天然沥青在三氯乙烯中溶解效果差,且有的天然沥青原料硬度大,研碎困难,沥青溶解不充分导致结果不准确。而灰分含量试验的结果比较稳定,误差较小,因此本指南选用灰分含量来表征天然沥青的质量。

世界上有代表性的天然沥青包括伊朗岩沥青、特立尼达湖沥青、印度尼西亚布敦岩沥青、北美犹他州岩沥青以及中国四川省的青川岩沥青等。不同产地、不同批次的天然沥青的灰分含量差异很大。天然沥青灰分要求建议参考表 3-1。

表 3-1 天然沥青灰分要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
灰分	特立尼达湖沥青	%	≤38	T 0614
	布敦岩沥青	%	≤60	
	伊朗岩沥青	%	≤30	
	北美岩沥青	%	≤10	
	青川岩沥青	%	≤15	

天然沥青中的含水率过大易结团,且含水率过大,加工过程中易导致溢罐等安全问题,因此需严格控制其含水率。《沥青混合料改性添加剂 第 5 部分:天然沥青》(JT/T 860.5—2014)中要求岩沥青及湖沥青的含水率不超过 2%,本指南参照该技术要求。

天然沥青的受热质量损失,用于控制天然沥青中有效成分含量,避免其中轻质组分含量过高导致生产中质量变异等问题。该指标参考了英国的标准(BS-3690),其要求特立尼达湖沥青的加热损失率小于 2%。

3.3 普通天然沥青改性沥青

3.3.1 无机物粒径是影响天然沥青改性沥青储存稳定性的关键指标,考虑到公路行业粒径检测设备普及率不高,因此本指南将该指标定为选择性指标,有条件检测的单位,建议进行粒径检测。

3.3.2 如配置针入度范围为 60~80(0.1mm)的 NNB70 时,可选择 90 号或 110 号道路石油沥青作为基质沥青。

3.4 聚合物天然沥青改性沥青

3.4.1 聚合物天然沥青改性沥青的制备,可通过将天然沥青掺入聚合物改性沥青,也可采用将聚合物掺入天然沥青改性沥青的方式。

3.5 高模量沥青混合料用天然沥青改性沥青

3.5.1 高模量沥青混合料的 60℃动稳定度不小于 5000 次/mm,适用于我国所有高温分区要求,因此沥青结合料的选择主要以低温分区的要求为主。

3.6 浇注式沥青混合料用天然沥青改性沥青

3.6.1 重交通道路宜选用 GNB-I,其他道路可选用 GNB-II。

4 配合比设计

4.2 普通天然沥青改性沥青混合料

4.2.2 在遇到重载交通及高温气候条件时,可使用普通天然沥青改性沥青替代原方案的道路石油沥青作为沥青结合料,在提高路面高温稳定性的同时,不降低对水稳定性及低温抗裂性的要求。

4.3 聚合物天然沥青改性沥青混合料

4.3.1 聚合物天然沥青改性沥青混合料的动稳定度值比同针入度等级的聚合物改性沥青混合料高(包括 AC 混合料、SMA 混合料、OGFC 混合料),水稳定性及低温弯曲破坏应变等其余指标与聚合物沥青混合料保持一致,因此本指南仅对动稳定度单独提出要求,其余指标参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)对改性沥青混合料的要求。

在遇到重载交通及高温气候条件时,可以选择聚合物天然沥青改性沥青替代原方案的聚合物改性沥青作为沥青结合料,在提高路面高温稳定性的同时,不降低对水稳定性及低温抗裂性的要求。

4.4 高模量沥青混合料

4.4.2 法国的《LCPC 沥青混合料设计指南》中,对 BBME 及 EME 适用的层厚建议见表 4-1。

表 4-1 高模量沥青混合料类型的选择

混合料类型	适宜厚度(cm)	最小厚度(cm)	应用层位
BBME0/10	5~7	4	表面层
BBME0/14	6~9	5	
EME0/10	6~8	5	中面层 下面层 上基层
EME0/14	7~13	6	
EME0/20	9~15	8	

本指南中,高模量沥青混合料适应层厚除参考表 4-1 的有关要求外,同时还根据我国常见路面结构进行调整。法国的 EME0/10(对应本规范的 EME-13)及 EME0/14(对应本规范的 EME-16)推荐的最小厚度分别为 5cm 和 6cm,考虑我国习惯用法及不小于公称最大粒径 2.5 倍的最小厚度要求,并结合大量实体工程经验,本规范将 EME-13 和 EME-16 推荐最小厚度调整为 4cm 和 5cm。

4.4.3 根据我国道路建设行业使用习惯,本指南对高模量沥青混合料类型命名规律见表 4-2。

表 4-2 高模量沥青混合料类型命名规律

法标名称	BBME 0/10	BBME 0/14	EME 0/10	EME 0/14	EME 0/20
对应我国筛孔尺寸下的 公称最大粒径(mm)	13.2	16	13.2	16	19
本指南命名	BBME-13	BBME-16	EME-13	EME-16	EME-20

欧洲沥青混合料设计规范中高模量沥青混合料的级配范围要求见表 4-3。

表 4-3 欧洲标准筛孔尺寸下 BBME 及 EME 的级配范围

混合料类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)			
	6.3	4	2	0.063
BBME 0/10	45~68	—	27~39	6.3~7.2
BBME 0/14	47~58	—	25~35	6.3~7.2
EME 0/10	50~70	—	25~38	5.4~7.7
EME 0/14	50~70	40~60	25~38	5.4~7.7
EME 0/20	45~65	40~60	25~38	5.4~7.7

欧洲的标准筛与我国的方孔筛筛孔尺寸不同,本指南通过内插法并结合实体工程应用经验,将高模量沥青混合料级配范围转换为我国的标准筛筛孔下的级配范围。

内插法即在矿料合成级配曲线的横坐标上,绘制包含欧标筛孔尺寸和中国筛孔尺寸的所有筛孔标志线,选取两个相邻欧标关键筛孔通过率,如 0.063mm 和 2mm,2mm 和 4mm,4mm 和 6.3mm,用直线连接,根据直线方程内插求解筛孔尺寸分别为 0.075mm、2.36mm、4.75mm 的通过率。0/10 级配的公称最大粒径 13.2mm,0/14 级配的公称最大粒径 16mm,0/20 级配的公称最大粒径 19mm,按照公称最大粒径与 6.3mm 之间的直线内插法分别确定 9.5mm 筛孔的通过率。

经验法是在工程实践中的配合比设计阶段,同时采用欧标的集料筛及国内的集料筛对各档料进行筛分,根据欧标筛孔筛分结果,按照表 4.4.3-2 的级配范围进行级配设计,同时验证在该级配比例下,国标筛孔所对应的筛分曲线是否在内插法所确定的级配范围内,若不在则修正国标筛孔下的级配要求。通过在陕西、甘肃、湖北、青海等多个项目的实践经验,结合内插法,最终得到 BBME 及 EME 在国内筛孔尺寸下的级配范围。

将欧洲高模量沥青混合料控制的 0.063mm、2mm、4mm 和 6.3mm 的通过率,通过经验法及内插法转换为 0.075mm、2.36mm、4.75mm 和 9.5mm 筛孔的相应通过率,并将公称最大粒径通过率控制在 90%~100%,最大粒径通过率控制在 100%,得到 EME 及 BBME 的级配范围。

4.4.4 对于高速公路和一级公路新建或改扩建工程,高模量沥青混合料的目标配合比设计阶段必须进行动态模量和疲劳寿命试验,其他工程考虑试验周期及试验条件,模量及疲劳寿命试验可不作为必检项目,也可根据设计文件要求执行。

结合我国现行规范及气候和交通荷载条件,本指南对高模量沥青混合料的性能评价指标包括体积、水稳定性、高温稳定性、模量、疲劳寿命和低温抗裂性指标。试验方法对比如表 4-4 所示。

表 4-4 不同设计方法下的高模量沥青混合料评价试验方法

混合料性能	法标试验方法	本指南试验方法
体积指标——空隙率 VV	量积法 (EN12697-9)	表干法实测 (T 0705—2011)
水稳定性	多列士试验(EN12697-12)	残留稳定度、冻融劈裂强度比 (T 0709—2011、T 0729—2000)
高温稳定性	车辙试验 (EN12697-22)	车辙试验 (T 0719—2011)
模量	两点弯曲梯形梁模量试验 (EN12697-26)	单轴压缩动态模量试验 (T 0738—2011)

表 4-4(续)

混合料性能	法标试验方法	本指南试验方法
疲劳	两点弯曲梯形梁疲劳试验 (EN12697-24)	四点弯曲疲劳寿命试验 (T 0739—2011)
低温抗裂性	无	-10℃低温弯曲破坏应变试验 (T 0715—2011)

法国的沥青混合料空隙率是通过计算试件的实际高度与设计高度的比值得出的,而本指南则是通过实测试件的毛体积密度来计算的空隙率。这两种方法得到的空隙率差别较大,同一试件,前者比后者略大。

法国采用多列士试验评定混合料的抗水损能力,根据混合料最大粒径的不同选择不同尺寸($\phi 80\text{mm}/\phi 120\text{mm}$)的试模成型试件,将静压成型好的试件分成 2 组,在规定的养护条件下分别按照浸水和不浸水养护 7d 后,再进行单轴压缩试验,通过 2 组不同养护条件下的抗压强度比值,来评价该沥青混合料的抗水损性能,试验原理类似冻融劈裂强度比试验。本指南直接采用冻融劈裂强度比试验和残留稳定度试验作为评价高模量沥青混合料抗水损性能的方法。

法国的车辙试验从试件成型到试验都和我国的车辙试验区别很大。本指南要求高模量沥青混合料的 60℃动稳定度不低于 5000 次/mm。

法国的复数模量试验,是通过按照一定的频率(10Hz)对固定在底座上的梯形试件顶部施加一个正弦挠度。在一段时间内通过实测试件的相位变形,从而计算出的劲度模量。而本指南采用 20℃、10Hz 条件下的单轴压缩动态模量作为测定高模量沥青混合料的模量的方法,且试验温度选择 20℃,和 JTG D50—2017 采用的设计参数所需条件保持一致。

法国的疲劳试验,是在 10℃、25Hz 的条件下,通过 3 个应变水平的试验结果进行回归,最后得出不小于 130 $\mu\epsilon$ 条件下,疲劳次数不得少于 100 万次。本指南参考了国标《道路用高模量抗疲劳沥青混合料》(GB/T 36143—2018),采用 15℃、10Hz、230 $\mu\epsilon$ 条件下的四点弯曲疲劳寿命试验作为评价指标。

法国气候温和,因此对高模量沥青混合料低温抗裂性没有要求,而在我国北方及西北地区冬季气温低,尤其是冬寒区和冬冷区,对混合料的低温抗裂性要求较高。《道路用高模量抗疲劳沥青混合料》(GB/T 36143—2018)和《公路高模量路面施工技术指南》(T/CHTS 10004—2018)均仅要求高模量沥青混合料的低温抗裂性不小于 2000 $\mu\epsilon$,因而难以在冬寒区及冬冷区应用。本指南中,高模量沥青混合料的低温抗裂性要求参考《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)对改性沥青混合料的要求,因此是可以在冬寒区及冬冷区使用的高模量沥青混合料技术。

4.5 浇注式沥青混合料

4.5.3 浇注式沥青混合料主要技术指标参考《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》(JTG/T 3364-02—2019)的要求,并在此基础上,增加了 60℃动稳定度的要求。浇注式沥青混合料的沥青用量高达 7%以上,动稳定度不足易导致路面车辙病害。尤其当浇注式沥青混合料被应用于坑槽修补、轨道交通道路铺装、停车场铺装等作为表面铺装层时,必须对动稳定度值设定要求。因此本指南结合室内试验结果,并参考普通沥青混合料的要求,对浇注式沥青混合料的动稳定度做出规定。

5 施工

5.2 高模量沥青混合料施工

1 高模量沥青混合料的拌和时间,基本与聚合物改性沥青混合料相当,拌和楼可参考生产聚合物改性沥青混合料的经验进行试拌确定。

2 摊铺时的松铺系数可取 1.2 或经试铺确定。

5.3 浇注式沥青混合料施工

5.3.1 浇注式沥青混合料的拌和温度高,拌和楼应采取适当的措施,确保安全生产。如通过引风系统,引入新鲜空气,降低布袋中烟气的温度,避免除尘布袋因温度过高而燃烧。

6 施工质量控制

6.0.1 稳定型天然沥青改性沥青可用于配置 AC、ATB、SMA、PA 等混合料,施工过程中的质量管理与控制应分别满足现行《沥青路面施工技术规范》(JTG F40)对相应混合料的要求。

标准类型：团体标准

Wendingxing Tianran Liqing Gaixing Liqing Lumian Jishu Zhinan

标准名称：稳定型天然沥青改性沥青路面技术指南

标准编号：T/CHTS 10031—2021

主编单位：西安众力沥青有限公司

责任编辑：郭红蕊 韩亚楠

责任校对：赵媛媛

责任印制：张 凯

出版发行：人民交通出版社股份有限公司

地 址：(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址：<http://www.ccpcl.com.cn>

销售电话：(010)59757973

总 经 销：人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销：各地新华书店

印 刷：北京鑫正大印刷有限公司

开 本：880×1230 1/16

印 张：3.25

字 数：83 千

版 次：2021 年 5 月 第 1 版

印 次：2021 年 5 月 第 1 次印刷

统一书号：15114·3797

定 价：50.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)