



T/CECS XXX- 2023

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

公路超大粒径密级配沥青混合料

应用技术规程

Technical Specification for Application of Large Stone
Asphalt Mixture for Highway

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

公路超大粒径密级配沥青混合料

应用技术规程

Technical Specification for Application of Large Stone
Asphalt Mixture for Highway

T/CECS -2023

主编单位：长安大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2023 年 月 日

****出版社

2023 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2022]13 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外和国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 7 章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、原材料、混合料设计、施工、质量检查与验收。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由长安大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，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；电子邮箱：shc@rioh.cn），或蒋应军（地址：陕西省西安市南二环中段长安大学公路学院；邮编：710064；电话：13636709568；电子邮箱：jjj@chd.edu.cn），以便修订时参考。

主编单位：长安大学

参编单位：山东高速集团有限公司

新疆交通规划勘察设计研究院有限公司

山东省交通规划设计院集团有限公司

河南省交通建设技术中心

陕西省交通工程咨询有限公司

金华市交通投资集团有限公司

中国葛洲坝集团市政工程有限公司

浙江交工集团股份有限公司

中铁五洲第二工程有限公司

金华市交通规划设计院有限公司

主 编：蒋应军

主要参编人员：穆明浩 李明杰 刘 杰 张 毅 楼文辉 范人杰 陈浙江 钱成多
杨 明 张 军 丁婷婷 施 旻 于得水 赵 楠 王 勇 宋晓建
宋华飞 王 赫 章人杰 陈俊昊 张鑫峰 吴俊江

主 审：吕松涛

参与审查人员：戴经樑 刘怡林 吴传海 杨晓明 胡小金 周卫峰

目 录

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	3
4	原材料.....	5
4.1	一般规定.....	5
4.2	沥青.....	5
4.3	粗集料.....	5
4.4	细集料.....	6
4.5	填料.....	6
5	混合料设计.....	8
5.1	一般规定.....	8
5.2	矿料级配.....	8
5.3	设计标准.....	8
5.4	配合比设计方法.....	10
6	施工.....	12
6.1	一般规定.....	12
6.2	施工温度要求.....	12
6.3	拌和.....	13
6.4	运输.....	13
6.5	摊铺.....	13
6.6	碾压.....	14
6.7	交通管制与层间处理.....	15
7	质量检查与验收.....	16
7.1	一般规定.....	16
7.2	施工前检验.....	16
7.3	施工过程检查.....	16
7.4	交工验收.....	19
附 录	A（规范性附录）垂直振动成型试验方法.....	21

1 总则

1.0.1 为保证基层质量，规范超大粒径密级配沥青混合料施工，制定本规程。

条文说明

国内外工程实践证明，全厚式沥青路面是构建长寿命沥青路面结构基本形式。长期以来，全厚式沥青路面未能在我国推广根源：①传统沥青结合料类基层工程造价高；②受强基薄面理论影响，担心采用全厚式沥青路面易出现车辙。作为新型沥青混合料柔性基层，超大粒径密级配沥青混合料具有力学强度高、高温抗车辙能力强、工程造价低及单层可压实厚度大等优势，且可降低石料破碎成本和环境污染，为全厚式沥青路面结构在我国推广难的问题提供有效途径。

1.0.2 本规程规定了公称最大粒径为 53mm 的超大粒径密级配沥青混合料（LSAM-50）的原材料、混合料设计、施工、质量检查与验收。

条文说明

通常称集料公称最大粒径 $\geq 37.5\text{mm}$ 沥青混合料为超大粒径沥青混合料。集料粒径大，施工易离析，且对拌和、摊铺设备磨损大。综合考虑路用性能、施工性能和经济性，编制组对公称最大粒径为 53mm 超大粒径密级配混合料配合比设计、材料性能和施工技术等进行系统深入研究，在此基础上，提出 LSAM-50 设计与施工技术。

1.0.3 本规程适用于各等级公路沥青路面 LSAM-50 柔性基层设计与施工，城市道路可参照执行。

条文说明

LSAM-50 具有强度高（20℃抗压强度可达 6.5MPa）、抗车辙能力强（60℃动稳定度 > 10000 次/mm）、工程造价低（仅约为水泥稳定碎石的 1.7 倍）及单层压实厚度可达 28cm 等优势，且可快速开放交通，作为沥青路面柔性基层在我国具有良好的应用前景。

1.0.4 应建立健全安全生产管理制度及应急预案，严格执行安全操作规程，保障施工人员的职业健康和施工安全。

1.0.5 超大粒径密级配沥青混合料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 术语

2.0.1 超大粒径密级配沥青混合料 (LSAM) Large Stone Asphalt Mixture

采用沥青、矿粉和公称最大粒径 $\geq 37.5\text{mm}$ 的级配碎石拌和而成的混合料。

2.0.2 垂直振动击实仪 (VVTE) Vertical Vibrocompression Testing Equipment

工作时只产生垂直振动力而没有水平力的振动击实仪。

2.0.3 垂直振动试验方法 (VVTM) Vertical Vibrocompression Testing Method

采用垂直振动击实仪将沥青混合料振动压实至要求尺寸圆柱体试件的试验方法。

征求意见稿

3 基本规定

3.0.1 LSAM-50柔性基层单层设计厚度宜为16~28cm。

条文说明

工程实践证明，利用当前常规摊铺设备、22t以上单钢轮振动压路机和30t以上胶轮压路机，LSAM-50单层压实厚度可达28cm。碾压厚度增加，不仅可减少结构层数量、改善层间结合、增强路面整体性，而且可降低施工成本、加快工程进度。

3.0.2 LSAM-50基层沥青路面推荐结构见图3.0.2-1和图3.0.2-2。

4cm	AC-13/SMA-13
6cm	AC-20/高模量AC-20
16-20cm	LSAM-50
16-20cm	LSAM-50
路基	
(a) 主线路面结构	
4cm	AC-13/SMA-13
16-20cm	LSAM-50
16-20cm	LSAM-50
路基	
(b) 匝道路面结构I	
4cm	AC-13/SMA-13
26-28cm	LSAM-50
12cm	级配碎石
路基	
(c) 匝道路面结构II	

图 3.0.2-1 高速公路、一级公路路面结构

4cm	AC-13
20-28cm	LSAM-50
12cm	级配碎石
路基	

图 3.0.2-2 二级公路路面结构

条文说明

LSAM-50推荐结构与传统半刚性基层典型路面结构工程造价基本相当甚至略低，而总厚度 \geq 国外全厚式沥青路面结构厚度为22-45cm，类推LSAM-50推荐结构具有更长使用寿命。

高速公路、一级公路推荐结构中LSAM-50替代半刚性基层沥青路面结构的下面层，LSAM-50比AC-25具有更强抗车辙能力，试验研究与理论分析表明，LSAM-50推荐结构具有更强抗车辙能力。同理，匝道、二级公路路面推荐结构具有更强抗车辙能力。

若匝道路面结构I设计LSAM-50结构层厚度接近32cm时，为充分发挥LSAM-50厚层施工整体性作用，并降低工程造价，建议采用匝道路面结构II。

3.0.3 LSAM-50动态压缩模量应按现行《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）第5.1.4条规定，依据相应水平确定：

1 水平一，LSAM-50动态压缩模量测试用试件尺寸为 $\phi 100\text{mm}\times h 150\text{mm}$ 、试验温度为 20°C 、加载频率为 5Hz 。试验步骤参照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T 0738的有关规定。试件制作方法：采用本规程附录A方法成型直径 200mm 、高度 150mm 的圆柱体试件，采用钻机从振动压实仪成型试件中钻取直径 100mm 的芯样。

2 水平三，LSAM-50动态压缩模量建议值为 $12000\sim 14000\text{MPa}$ 。

3.0.4 路面结构设计应符合现行《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）的有关规定。

4 原材料

4.1 一般规定

4.1.1 材料运至现场后，应对其进行抽样检测，检测合格后方可使用。

4.1.2 相同料源、规格、品种及生产工艺的原材料作为一批，应分批检测和储存。

4.1.3 集料堆放场地宜硬化处理。

4.2 沥青

4.2.1 道路石油沥青技术要求应符合表4.2.1的规定。

表 4.2.1 道路石油沥青技术要求

检验项目	单位	下列标号石油沥青技术要求		试验方法
		70号	50号	
针入度(25°C, 100g, 5s)	0.1mm	60~80	40~60	JTG E20 中 T 0604
针入度指数 PI	-	-1.5~+1.0	-1.5~+1.0	JTG E20 中 T 0604
软化点 TR&B	°C	≥46	≥49	JTG E20 中 T 0606
60°C动力粘度	Pa s	≥180	≥200	JTG E20 中 T 0620
10°C延度	cm	≥25	≥15	JTG E20 中 T 0605
15°C延度	cm	≥100	≥80	JTG E20 中 T 0605
蜡含量(蒸馏法)	%	≤2.0	≤2.0	JTG E20 中 T 0615
闪点	°C	≥260	≥260	JTG E20 中 T 0611
溶解度	%	≥99.5	≥99.5	JTG E20 中 T 0607
密度(15°C)	g/cm ³	实测记录	实测记录	JTG E20 中 T 0603
TFOT 或 RTFOT 后残留物	质量变化	%	-0.8~+0.8	JTG E20 中 T 0609
	针入度比(25°C)	%	≥61	JTG E20 中 T 0609、T 0604
	延度(10°C)	cm	≥6	JTG E20 中 T 0609、T 0605

4.2.2 沥青在贮运、使用及存放过程中应有良好的防水措施。桶装沥青应加盖苫布直立堆放。

4.3 粗集料

4.3.1 粗集料技术要求应符合表4.3.1的规定，且应洁净、干燥、表面粗糙。

表 4.3.1 粗集料技术要求

指标	单位	高速公路、 一级公路	其他等级公路	试验方法
石料压碎值	%	≤26	≤30	JTG E42 中 T 0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤30	≤35	JTG E42 中 T 0317
表观相对密度	-	≥2.5	≥2.45	JTG E42 中 T 0304
吸水率	%	≤3.0	≤3.0	JTG E42 中 T 0304

坚固性	%	≤12	-	JTG E42 中 T 0314
针片状颗粒含量	%	≤15	≤20	JTG E42 中 T 0312
其中粒径大于 9.5mm	%	≤10	-	
其中粒径小于 9.5mm	%	≤14	-	
水洗法, 小于 0.075mm 颗粒含量	%	≤1	-	JTG E42 中 T 0310
软石含量	%	≤5	-	JTG E42 中 T 0320

4.3.2 粗集料规格宜符合表4.3.2的规定。

表 4.3.2 LSAM-50 用粗集料规格

规格名称	粒径范围 /mm	通过下列筛孔尺寸/mm 的质量百分率/%							
		53.0	37.5	31.5	19.0	16.0	9.5	4.75	2.36
A 料	37.5~53	90~100	0~15	-	-	-	-	-	-
B 料	19~37.5	-	90~100	-	0~10	-	-	-	-
C 料	9.5~19	-	-	100	90~100	-	0~10	0~5	-
D 料	4.75~9.5	-	-	-	-	100	90~100	0~10	0~5

4.3.3 粗集料与沥青黏附性宜不小于4级。否则, 宜掺加消石灰或水泥代替部分矿粉, 其用量不超过沥青混合料质量的1.0~2.0%。

4.4 细集料

4.4.1 细集料可采用机制砂、石屑, 优先采用机制砂。

4.4.2 细集料技术要求应符合表4.4.2-1和4.4.2-2的规定, 且应洁净、干燥、无风化、无杂质。

表 4.4.2-1 细集料技术要求

项目	单位	要求值	试验方法
表观相对密度	-	≥2.5	JTG E42 中 T 0328
大于 0.3mm 部分集料的坚固性	%	≤12	JTG E42 中 T 0340
砂当量	%	≥60	JTG E42 中 T 0334
棱角性(流动时间)	s	≥30	JTG E42 中 T 0345

表 4.4.2-2 细集料规格

筛孔尺寸/mm	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
质量通过百分率/%	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~12

4.4.3 机制砂宜采用专用制砂机制造, 并选用碱性石料生产。

4.4.4 细集料应覆盖或搭棚堆放, 防止雨淋。

4.5 填料

4.5.1 填料应采用石灰岩等憎水性石料经磨细得到的矿粉。

4.5.2 矿粉技术要求应符合表4.5.2的规定, 且应干燥、洁净。

表 4.5.2 矿粉技术要求

项目	单位	要求值	试验方法
表观密度	t/m ³	≥2.50	JTG E42 中 T 0352
含水量	%	≤1.0	JTG 3430 中 T 0103
粒度范围	<0.6mm	100	JTG E42 中 T 0351
	<0.15mm	90~100	
	<0.075mm	75~100	
外观	-	无团粒结块	-
亲水系数	-	<1.0	JTG E42 中 T 0353
塑性指数	%	<4.0	JTG E42 中 T 0354

5 混合料设计

5.1 一般规定

5.1.1 LSAM-50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。

5.1.2 LSAM-50设计用圆柱体试件应采用 $\phi 200\text{mm}\times h 160\text{mm}$ ，采用本规程附录A方法成型。

5.1.3 LSAM-50车辙试验用试件尺寸应采用长 $300\text{mm}\times$ 宽 $300\text{mm}\times$ 厚 160mm 。

5.2 矿料级配

5.2.1 LSAM-50矿料级配应符合表5.2.1的规定。

表 5.2.1 LSAM-50 矿料级配

筛孔尺寸/mm	63	53	37.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
质量通过百分率/%	100	90~100	65~75	55~65	37~47	30~38	22~30	10~18	7~13	5~10	3~6

5.3 设计标准

5.3.1 LSAM-50设计标准应符合表5.3.1的规定，并应具有良好的施工性能。

表 5.3.1 LSAM-50 设计标准

技术指标	公称最大粒径 /mm	试件尺寸 $\phi\times h$ /mm	振动时间/s	空隙率 VV/%	沥青饱和度 VFA/%	矿料间隙率 VMA/%
技术要求	53	200×160	90	3.5~5.0	45~55	≥ 7.5

条文说明

随试件高度和直径增大，LSAM-50力学强度呈减小趋势。当试件高度 $\geq 160\text{mm}$ 、直径 $\geq 200\text{mm}$ 时，试件尺寸无显著影响。结合试验操作便利性，确定LSAM-50圆柱体试件尺寸。

LSAM-50力学性能S与VV、VFA呈二次函数关系，以 $0.95\cdot S_{\max}$ 为标准确定VV、VFA设计标准。

LSAM-50力学性能与VMA之间相关性不强，建议VMA作为参考标准。

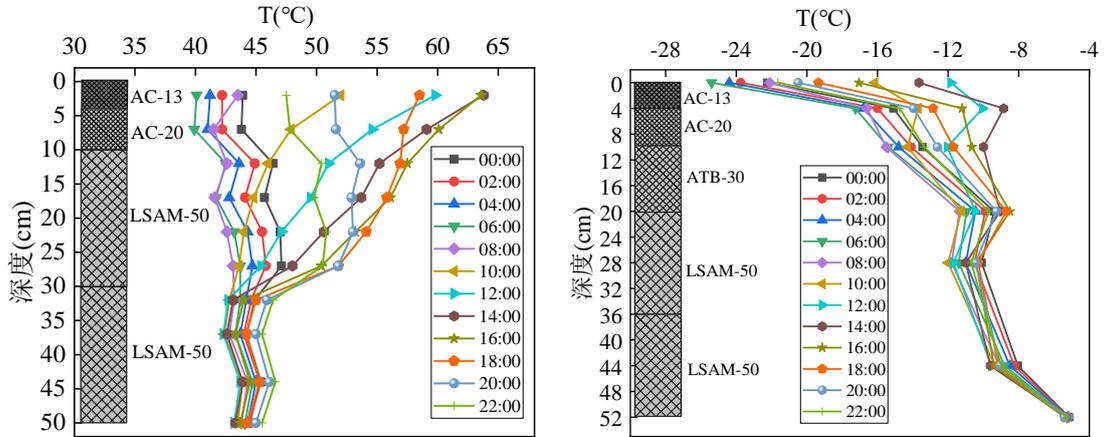
5.3.2 LSAM-50应在配合比设计的基础上进行性能检验，性能要求应符合表5.3.2的规定。不符合要求的LSAM-50，应更换材料或重新进行配合比设计。

表 5.3.2 LSAM-50 性能要求

技术指标	下列结构层位技术要求	
	基层	底基层
20°C抗压强度/MPa	≥ 6.5	≥ 6.0
-10°C劈裂强度/MPa	≥ 3.5	≥ 3.0
60°C动稳定度/次 mm^{-1}	≥ 10000	≥ 10000

条文说明

高温、低温季节温度随深度变化规律分别见图5-1，距路表12cm处年温度分布见图5-2。



(a) 高温季节（安徽省无为市，7月11日） (b) 低温季节（黑龙江省肇庆市，2月5日）

图5-1 温度随深度变化

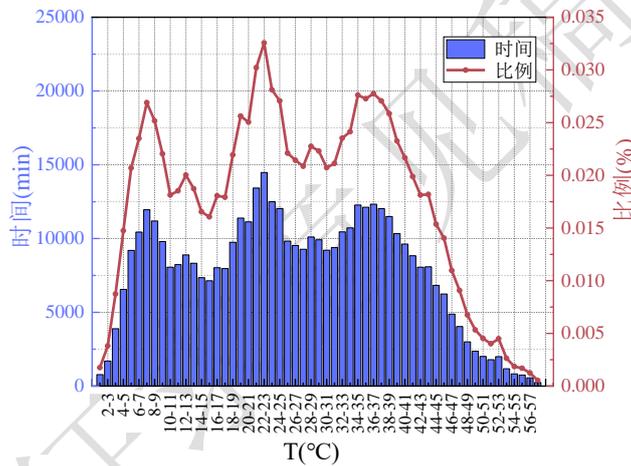
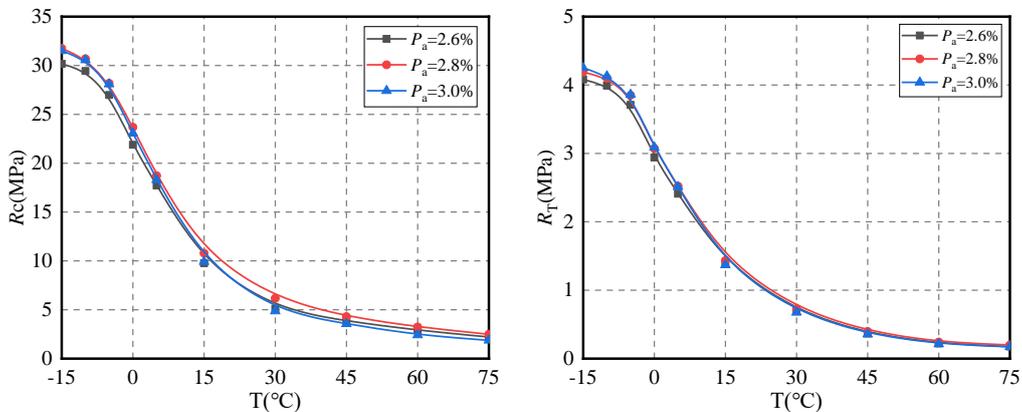


图5-2 距路表12cm处年温度分布（安徽省无为市）

以20°C抗压强度、-10°C劈裂强度、60°C动稳定度分别表征LSAM-50混合料常温性能、低温性能、高温性能。LSAM-50抗压强度、劈裂强度随温度变化规律见图5-3，动稳定度随温度变化规律见图5-4，车辙深度随温度变化规律见图5-5。



(a) 抗压强度

(b) 劈裂强度

图5-3 LSAM-50力学强度随温度变化规律

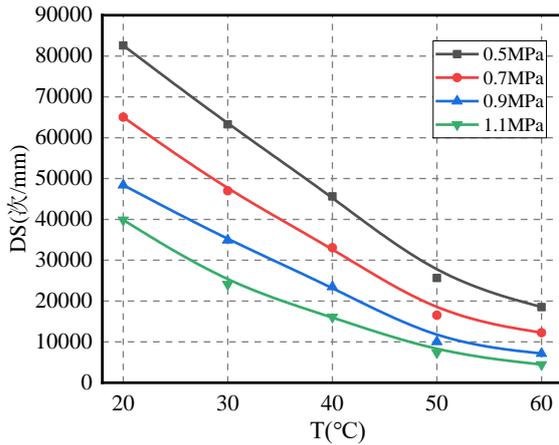


图5-4 LSAM-50动稳定度随温度变化规律

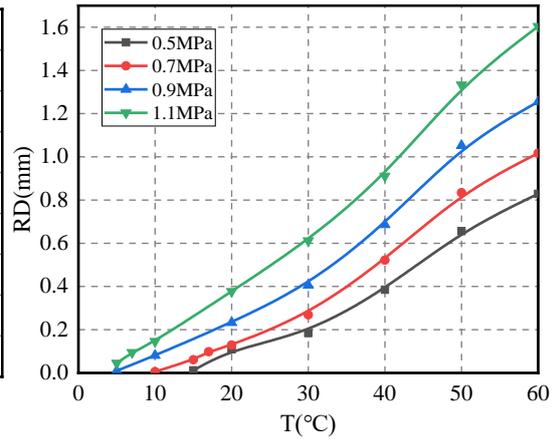


图5-5 LSAM-50车辙深度随温度变化规律

5.4 配合比设计

5.4.1 目标配合比设计

1 材料选择与准备包括以下方面：

(1) 配合比设计用各种矿料应按现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42)规定的方法，从工程实际使用的材料中取代表性样品。

(2) 配合比设计用各种材料的质量应符合本规程“4 原材料”中相关规定。当单一规格集料某项指标不合格，但不同粒径规格的材料按级配组成的集料混合料指标能符合规范要求时，允许使用。

2 矿料级配设计步骤如下：

(1) 根据筛分试验确定各组成材料的级配；

(2) 根据各组成材料级配和表5.2.1矿料级配要求，设计各组成材料用量比例。

3 沥青用量设计步骤如下：

(1) 制备试件

采用本规程附录A的方法制备φ200 mm×h160 mm圆柱体试件，油石比拟为2.2%、2.5%、2.8%、3.1%、3.4%；

(2) 测试体积参数

采用表干法测定圆柱体试件密度，计算试件VV、VMA、VFA等体积参数；

(3) 绘制物理指标与油石比关系图

分别以毛体积密度、空隙率、沥青饱和度和矿料间隙率为纵坐标，以油石比为横坐标，绘制各物理指标与油石比的关系曲线；

(4) 计算 OAC_1

根据上述各物理指标与油石比的关系图，确定密度最大值的沥青用量 a_1 、VV设计标准中值的沥青用量 a_2 、VFA设计标准中值的沥青用量 a_3 ，按式(5.4.1-1)计算 OAC_1 。

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 \quad (5.4.1-1)$$

(5) 计算 OAC_2

根据本规程表5.3.1 LSAM-50设计标准，对上述物理指标进行核验。其中，VMA仅作为设计合理性的检验值，并不作为设计标准限制最佳油石比的取值。取各自满足要求的油石比交集 $OAC_{min} \sim OAC_{max}$ 中值作为 OAC_2 ，按式(5.4.1-2)计算。

$$OAC_2 = (OAC_{min} + OAC_{max}) / 2 \quad (5.4.1-2)$$

(6) 计算OAC

LSAM-50最佳油石比OAC按式(5.4.1-3)计算:

$$OAC = (OAC_1 + OAC_2) / 2 \quad (5.4.1-3)$$

OAC确定后, 核验该油石比对应的VMA是否不小于 VMA_{min} , 如不满足要求, 则应调整矿料级配, 并重新进行目标配合比设计流程。

4 路用性能检验内容如下:

(1) 路用性能测试

根据确定的LSAM-50最佳油石比成型试件, 测试其20℃抗压强度、-10℃劈裂强度、60℃动稳定度等。

(2) 路用性能检验

路用性能应符合本规程表5.3.2的规定。否则, 应调整矿料级配, 重新进行目标配合比设计。

5.4.2 生产配合比设计

1 对热料仓各规格集料进行筛分, 分别测定其毛体积相对密度和表观相对密度。

2 根据各规格集料筛分结果和本规程表5.2.1的矿料级配范围, 确定各热料仓的用量比例。

3 采用本规程附录A的方法制备 $\phi 200 \text{ mm} \times h 160 \text{ mm}$ 圆柱体试件, 油石比拟为目标配合比最佳油石比及 $\pm 0.3\%$ 。

4 测试圆柱体试件物理力学性质, 绘制物理指标与油石比关系图, 计算 OAC_1 、 OAC_2 确定最佳油石比。

5 生产配合比最佳油石比不宜超过目标配合比最佳油石比用量 $\pm 0.2\%$ 。若超过目标配合比最佳油石比较大, 则需用生产配合比确定的最佳油石比制件, 重新进行路用性能检验。

6 生产配合比如有部分指标或性能检验不符合本规程表5.3.2中技术要求, 则应调整矿料级配, 重新进行生产配合比设计。

5.4.3 生产配合比验证

1 生产配合比验证应符合下列要求:

(1) 拌和厂取样, 分别制备LSAM-50车辙测试用长300mm×宽300mm×厚160mm试件和物理力学指标测试用 $\phi 200 \text{ mm} \times h 160 \text{ mm}$ 圆柱体试件;

(2) 测试圆柱体试件体积参数、20℃抗压强度、-10℃劈裂强度及长300mm×宽300mm×厚160mm试件60℃动稳定度, 并检验是否满足“表5.3.1 LSAM-50设计标准”和“表5.3.2 LSAM-50性能要求”。若满足要求, 则结合试验路及芯样的情况, 确定生产用标准配合比。否则, 应重新进行配合比设计。

2 沥青路面正式开工前应铺筑试验段。试验段铺筑应符合下列要求:

(1) 试验段长度宜为单幅200~300m, 试验段铺筑分试拌和试铺两个阶段;

(2) 试拌混合料达到本规程表5.3.1、表5.3.2的要求时, 方可试铺;

(3) 通过试铺确定标准施工工艺, 包括施工机械配备及组合、拌和与运输及摊铺能力的协调;

(4) 通过试验段验证沥青混合料配合比, 提出生产用的标准配合比和最佳沥青用量。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工前，建设单位应组织设计、施工、监理等单位进行技术交底。施工单位应进行施工组织设计。施工、监理人员应培训后上岗。

6.1.2 下承层验收合格后，方可进行上层结构施工。

6.1.3 LSAM-50施工除应符合本规程的规定外，尚应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）的相关规定。

6.2 施工温度要求

6.2.1 LSAM-50施工温度要求应符合表6.2.1的规定。

表 6.2.1 LSAM-50 施工温度要求

工序	下列标号石油沥青施工温度（℃）要求		测量部位
	70号	50号	
沥青加热温度	155~165	160~170	沥青加热罐
集料加热温度	165~190	170~195	热料提升机
沥青混合料出料温度	145~165	150~170	运料车
运输到现场温度	≥145	≥150	运料车
混合料贮料仓贮存温度	降低不超过 10		贮料斗
混合料废弃温度	>185	>200	运料车
混合料摊铺温度	≥135	≥140	摊铺机
开始碾压的混合料内部温度	≥130	≥135	碾压层内部
碾压终了的表面温度	≥80	≥85	碾压层表面
开放交通的路表温度	≤50		路表面

条文说明

LSAM-50单层摊铺厚度大，保温效果好，具有更长可压实时间。尧栾西高速公路栾川至双龙段、西安外环高速公路南段LSAM-50试验段施工过程中，实测LSAM-50柔性基层表面及内部（5cm深）温度，见表6-1。

表6-1 LSAM-50柔性基层温度

项目名称	位置	温度（℃）		
		开始碾压时	碾压终了2小时	碾压终了15小时
尧栾西高速公路 栾川至双龙段	基层表面	131	83	35
	基层内部（5cm深处）	133	109	48
西安外环高速公路 路南段	基层表面	132	81	49
	基层内部（5cm深处）	135	109	51

6.3 拌和

6.3.1 拌和设备应符合下列要求：

- 1 宜采用3000型以上沥青拌和楼。
- 2 矿粉仓应备振动装置以防矿粉起拱。
- 3 掺消石灰、水泥等粉料外掺剂时宜增加粉料仓；否则，应采用专用管线和螺旋升送器直接加入拌和锅。
- 4 拌和楼振动筛规格宜为4mm、10mm、20mm、30mm、40mm、56mm。

6.3.2 拌和应符合下列要求：

- 1 正式拌和混合料之前，应先调试和标定所用设备，确保配合比符合设计要求。原材料发生变化时，应重新调试和标定设备。
- 2 根据配合比确定各种矿料比例及沥青用量，将数据输入拌和楼控制电脑自动执行，各种矿料掺配比例不得随意调整，混合料拌和过程中不得手动操作。
- 3 干拌应不少于3s，湿拌时间每锅35~40s。
- 4 装车不得随拌随装，储料仓应贮存一定混合料。
- 5 储料仓应有自动保温设备，拌制好的混合料温度损失应不超过10℃。

6.4 运输

- 6.4.1 运输车辆应采用15t或较大吨位的自卸汽车，车辆数量应满足拌合出料与摊铺需要。
- 6.4.2 自卸式装料车装料时应前后移动，分三次呈“品字型”装料。
- 6.4.3 每辆运输车应填写运料单，运料单应填写出厂时LSAM-50出厂温度。

6.5 摊铺

- 6.5.1 LSAM-50碾压成型厚度宜16~28cm，松铺系数宜为1.15~1.18。

6.5.2 摊铺机应具有良好的抗离析能力，且应符合下列要求：

- 1 应采用摊铺功率不低于120kW的沥青混凝土摊铺机。
- 2 采用2台摊铺机并机摊铺时，2台摊铺机型号及磨损程度宜相同。
- 3 螺旋分料器应安装在低位或中位。
- 4 摊铺机宜增设橡胶挡板或钢板等措施，挡板底部离地高度宜小于50mm。

6.5.3 摊铺准备工作应符合下列要求：

1 LSAM-50上基层施工前，LSAM-50下基层表面应清理干净，并洒粘层油；若下承层为级配碎石时，应洒透层油。

2 LSAM-50用作底基层时，应采用挂钢丝绳方式控制高程。导向控制线固定方式宜参照图6.5.3所示。钢丝拉力应不小于800N，钢筋桩一般在直线上间隔为10m、平曲线上为5m。

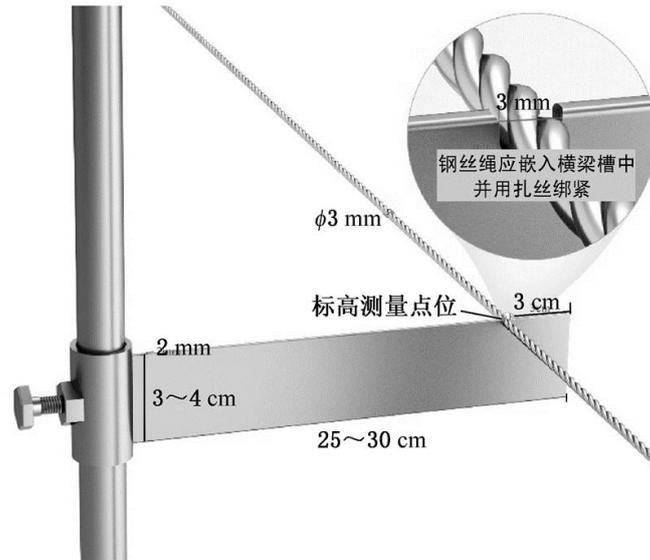


图6.5.3 导向控制线固定方式示意图

- 3 LSAM-50用作基层时，宜采用非接触式平衡梁控制高程。
- 4 2台摊铺机并机摊铺时，2台摊铺机前后间距宜小于10m，且应有300-400mm搭接。
- 5 摊铺前应检测LSAM-50温度、外观质量，废弃离析、结块的混合料。

6.5.4 摊铺应符合下列要求：

- 1 摊铺前熨平板应预热至100°C以上。
- 2 摊铺应匀速、连续，形成不间断流水作业，速度宜为1.0~1.5m/min。
- 3 螺旋分料器应匀速、不间歇地旋转送料，且应全部埋入混合料中。
- 4 螺旋分料器转速与摊铺速度相适应，保证两边缘混合料充足。
- 5 摊铺过程中，应开启夯锤振动功能，振动功率宜大于额定功率的75%，确保LSAM-50摊铺后初始密度不小于85%。

6.6 碾压

6.6.1 碾压设备配置宜符合表6.6.1的要求。

表6.6.1 碾压设备配置要求

压路机类型	下列单向车道数对应最少碾压设备配置要求	
	单或双车道	三车道及以上
12t以上双钢轮压路机	1	1
30t以上胶轮压路机	2	2
20t以上单钢轮振动压路机	2	3
小型振动压路机	适量	适量

6.6.2 直线段碾压时，压路机应从外侧向路中心碾压；平曲线超高路段，应由低侧向高侧、自内向外碾压。

6.6.3 压实工艺应符合下列要求：

- 1 初压：采用胶轮压路机紧随摊铺机进行初压，碾压不少于2遍，碾压速度宜为2~3km/h。

2 复压:采用振动压路机进行复压,宜先强振4遍、再弱振2遍,碾压速度宜为3~5km/h,轮迹重叠1/2,重叠部位按2遍计算。

3 终压:采用胶轮压路机碾压消除微裂纹,双钢轮压路机碾压消除轮迹,并以消除微裂纹或轮迹为停压标准,碾压速度宜为2~3km/h。

6.6.4 碾压应达到规定压实度,且基层表面无明显轮迹和微裂纹。

6.7 交通管制与层间处理

6.7.1 摊铺层表面温度低于50°C后,方可开放交通。

6.7.2 严禁在摊铺层上堆放施工生产的土、杂物或制作水泥砂浆。

6.7.3 粘层油或透层油施工后、上层施工前,应严禁社会车辆通行。

6.7.4 粘层油、透层油的施工应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的相关规定。

征求意见稿

7 质量检查与验收

7.1 一般规定

7.1.1 LSAM-50施工应建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查评定，达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

7.1.2 LSAM-50应加强施工过程质量控制，实行动态质量管理，关键工序及重要部位宜拍摄照片或进行录像，作为实态记录资料保存。

7.1.3 LSAM-50施工过程中无论是否已经返工补救，所有数据均应如实记录，不得丢弃。

7.1.4 LSAM-50施工过程中发现质量缺陷时，应加大检测频率。必要时，应停工整顿，查找原因。

7.1.5 LSAM-50基层施工必须在得到开工令后方可开工。

7.2 施工前检验

7.2.1 施工前应检查各种材料的来源和质量，且应满足本规程“4 原材料”的技术要求。

7.2.2 施工前应对材料的存放场地、防雨和排水措施进行确认，不符合本规程要求时材料不得进场。

7.2.3 施工前应对进场的各种材料的来源、品种、质量进行确认，不符合本规程要求时材料不得进场。

7.2.4 施工前应对沥青拌和楼、摊铺机、压路机等设备进行调试、检查和标定。

7.2.5 正式开工前应编制开工报告，报告内容包括各种原材料的试验结果、目标配合比设计和生产配合比设计结果。

7.2.6 其他事宜应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）“11.2 施工前的材料与设备检查”的相关规定。

7.3 施工过程检查

7.3.1 施工过程检查包括内在质量检查及外形尺寸检查两部分。

7.3.2 施工过程内在质量检查分为原材料检查、拌和质量检查、摊铺及碾压质量检查等四部分，按后场与前场划分。

1 后场质量检查项目与内容应符合表7.3.2-1的规定。

表7.3.2-1 施工过程中后场质量检查项目与内容

项次	项目	内容	质量要求或允许偏差		检测方法	频度
			高速、一级公路	其他等级公路		
1		沥青质量	符合表 4.2.1 规定		JTG E20	每批次
		粗集料质量	符合表 4.3.1 规定		JTG E42	

	原材料抽检	细集料质量	符合表 4.4.2-1 规定			异常时, 随时试验	
		填料质量	符合表 4.5.2 规定				
		级配、规格	符合表 4.3.2、4.4.2-2 规定				
2	拌和过程抽检	沥青、集料加热温度	符合表 6.2.1 规定		传感器自动检测、显示并打印	逐盘检测	
		混合料出厂温度	符合表 6.2.1 规定		JTG 3450 中 T 0981	逐车检测	
3	混合料抽检	混合料外观	观察集料粗细、均匀性、离析、油石比、色泽、冒烟、有无花白料、油团等		目测	随时	
		混合料级配	0.075mm	±1%	±1%	JTG E20 中 T 0725 抽提筛分与标准级配比较的差	每天 1~2 次, 以 2 个试样均值评定
			2.36mm	±2%	±3%		
			4.75mm	±2%	±3%		
			19mm	±3%	±4%		
			37.5mm	±3%	±4%		
		沥青用量	±0.2%	±0.3%	JTG E20 中 T 0722、T 0721		
		空隙率	符合表 5.3.1 规定		JTG E20 中 T 0705	每天 1-2 次, 以 4-6 个试件均值评定	
20°C抗压强度	符合表 5.3.2 规定		JTG E20 中 T 0713				
-10°C劈裂强度	符合表 5.3.2 规定		JTG E20 中 T 0716				
车辙试验	符合表 5.3.2 规定		JTG E20 中 T 0719	必要时, 以 3 个试件均值评定			

2 前场质量检查项目与内容应符合表7.3.2-2的规定。

表7.3.2-2 施工过程中前场质量检查项目与内容

项次	项目	内容	质量要求或允许偏差		检测方法	频度
			高速、一级公路	其他等级公路		
1	摊铺	外观	无明显离析		目测	随时
		温度	符合表 6.2.1 规定		JTG 3450 中 T 0981	逐车检测
		接缝	紧密平整、顺直、无跳车		目测	随时
3mm	5mm		JTG 3450 中 T 0931	逐条缝检测		
2	碾压	外观	表面平整密实, 不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油汀、油包等缺陷, 且无明显离析		目测	随时
		厚度	≤设计值的 8%	≤设计值的 10%	施工时插入法量测松铺厚度及压实厚度	

		压实机械是否满足	符合表 6.3.4 规定	目测	
		碾压组合、次数是否合理	符合试验段确定的要求	目测	
		温度	符合表 6.2.1 规定	插入式温度计实测	
3	钻芯检测	压实度	最大理论密度的 93%	JTG 3450 中 T 0924	每一作业段不少于 9 个
		厚度	≤设计值的 8%	JTG F40 中附录 G 总量检验	
		空隙率	符合表 5.3.1 规定	JTG E20 中 T 0705	
4	现场检测	弯沉	符合设计要求	JTG 3450 中 T 0951	每 1km 每车道 40~50 个测点
		渗水系数	≤100 ml/min	JTG 3450 中 T 0971	每 1km 不少于 5 点, 每点 3 处取平均值

3 实际检测频度应不低于表7.3.2-1~表7.3.2-2中要求, 检测结果应满足本规程的技术要求。

7.3.3 外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合表7.3.3的规定。

表7.3.3 外形尺寸检查项目、频度和质量标准

项次	项目	质量要求或允许偏差			检测方法	频度
		高速、一级公路		其他等级公路		
		基层	底基层	基层		
1	纵断高程 (mm)	+5~ -10	+5~-15	+5~ -15	JTG 3450 中 T 0911	高速、一级公路每 20m 一个断面, 每个断面 3-5 点; 其他等级公路每 20m 1 点
2	厚度 (mm)	≥-10	≥-10	≥-10	JTG F40 中附录 G 总量检验	一个台班区段均值
3	宽度 (mm)	≥设计宽度			JTG 3450 中 T 0911	每 40m 1 处
4	横坡度 (%)	±0.3	+0.3	±0.5	JTG 3450 中 T 0911	每 100m 3 处
5	平整度 (mm)	≤8	≤12	≤12	JTG 3450 中 T 0931	每 200m 2 处, 每处连续 10 尺
		≤3.0	-	-	JTG 3450 中 T 0932	全线连续

7.4 交工验收

7.4.1 LSAM-50基层和底基层应符合下列基本要求：

- 1 基层和底基层质量应符合本规程规定并满足设计要求，表面应干燥、清洁、无浮土。
- 2 应严格控制沥青混合料拌和的加热温度。拌和后的沥青混合料应均匀、无花白、无粗细料分离和结团成块现象。
- 3 应按规定要求控制碾压工艺，严格控制摊铺和碾压温度。

7.4.2 LSAM-50基层和底基层实测项目应符合表7.4.2规定。

表 7.4.2 LSAM-50 基层和底基层实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差			试验方法	频度
			高速公路、一级公路		其他等级公路		
			基层	底基层	基层		
1	压实度 (%)	代表值	96	95	95	JTG 3450 中 T 0924	每 1km 5 点
		极值	93	92	92		
2	平整度 (mm)	最大间隙	8	12	12	JTG 3450 中 T 0931	每 200m 2 处， 每处连续 10 尺
		标准差	3	-	-	JTG 3450 中 T 0932	全线连续
3	弯沉 (0.01mm)		不大于设计验收弯沉值			JTG 3450 中 T 0951	每 20m 1 点
4	纵断高程 (mm)		+5~-10	+5~-15	+5~-15	JTG 3450 中 T 0911	每 200m 2 个断面
5	宽度 (mm)		不小于设计宽度			JTG 3450 中 T 0911	每 200m 4 个断面
6	渗水系数 (ml/min)		≤100	≤150	≤150	JTG 3450 中 T 0971	每 1km 不少于 5 点， 每点 3 处取均值
7	厚度 (mm)	代表值	≥-10	≥-12	≥-12	JTG 3450 中 T 0912	每 1km 5 点
		合格值	≥-12	≥-25	≥-20		每 1km 5 点
8	横坡度 (%)		±0.3	±0.3	±0.5	JTG 3450 中 T 0911	每 100m 3 处
9	矿料级配		符合生产配合比要求			JTG E20 中 T 0725	每台班 1 次
10	沥青用量 (%)		符合生产配合比要求			JTG E20 中 T 0722 T 0721 T 0735	
11	20℃抗压强度 (MPa)		符合表 5.3.2 规定			JTG E20 中 T 0713	

7.4.3 LSAM-50基层和底基层外观质量应符合下列规定：

- 1 表面裂缝、松散、推挤、碾压轮迹、油汀、泛油、离析的累计长度不得超过50m。
- 2 搭接处烫缝应无枯焦。
- 3 表面应无积水、无坑洼。

征求意见稿

附录 A
(规范性附录)
垂直振动成型试验方法

A.1 适用范围

A.1.1 本方法规定了沥青混合料垂直振动成型试验的方法与步骤。

A.1.2 本方法适用于成型直径 200mm×高 160mm 试件。

A.2 仪器与材料

A.2.1 垂直振动成型仪除应符合现行《室内振动压实机》(JT/T 977)的有关规定外,如图 A.2.1,还应符合下列要求:

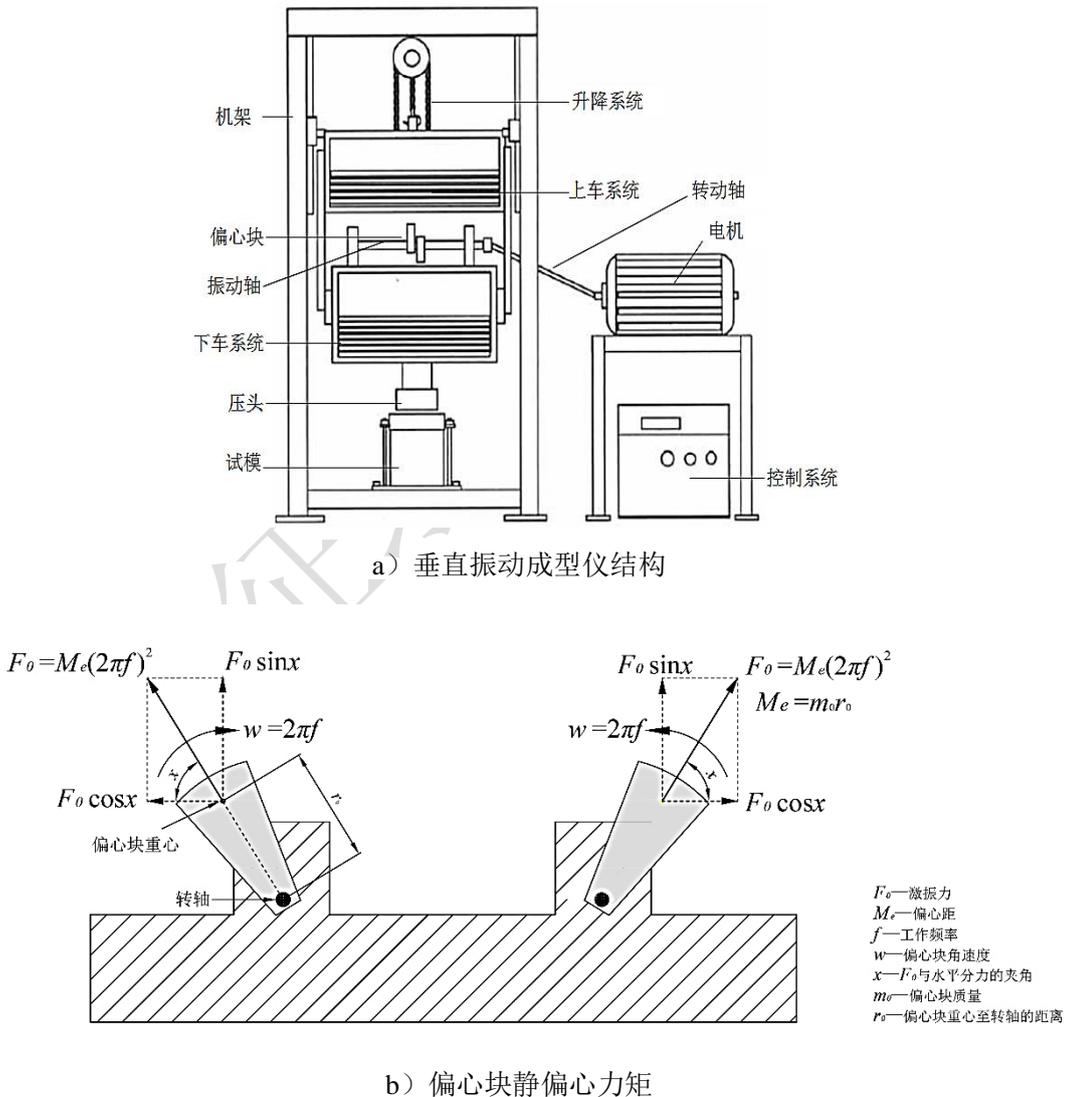


图 A.2.1 垂直振动成型仪

- 1 工作频率 $40 \pm 1 \text{Hz}$ 、静偏心力矩 $0.215 \pm 0.1 \text{kN} \cdot \text{m}$ 、上车质量 $122 \pm 1 \text{kg}$ 、下车质量 $180 \pm 1 \text{kg}$ 。
- 2 振动锤压头直径为 $\phi 198 \pm 0.5 \text{mm}$ 。

A.2.2 试模由高碳钢或工具钢制成，试模内径 $200\pm 0.2\text{mm}$ 、高 $230\pm 0.3\text{mm}$ ，垫块厚 $30\pm 0.3\text{mm}$ 、直径 $199\pm 0.3\text{mm}$ ，如图 A.2.2 所示。

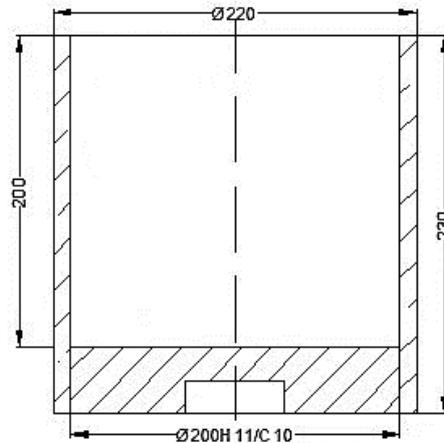


图 A.2.2 试模和垫块设计尺寸（尺寸单位：mm）

（注：H11/C10 表示垫块和试模的配合精度，单位为 mm）

A.2.3 脱模器应能无破损地推出圆柱体试件，脱模器顶板孔径 $202\pm 1\text{mm}$ 。

A.2.4 烘箱、电子秤、温度计、电炉、沥青熔化锅、游标卡尺等仪器，应符合现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0702 的有关规定。

A.2.5 滤纸、棉纱、黄油等材料，应符合现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0702 的有关规定。

A.3 试验准备

A.3.1 仪器准备应按下列步骤进行：

- 1 应检查并确保振动仪底座与台座、电器连接线接头、各连接处螺丝等连接牢固。
- 2 左右两根导向杠应涂抹黄油，振动锤表面应采用煤油擦拭干净。
- 3 试模数量不少于 12 个。
- 4 试模及垫块应采用沾有煤油的棉纱擦净，并置于 $105\pm 5^\circ\text{C}$ 烘箱中加热 1h 备用。
- 5 将沥青混合料拌和锅预热至拌和温度 $+10^\circ\text{C}$ 左右。
- 6 滤纸裁剪成圆形，其尺寸宜接近于垫块直径。

A.3.2 材料准备应按下列步骤进行：

1 采用试验室配制的混合料制作试件时，沥青混合料拌制应符合现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T 0702 的有关规定。

2 从拌和厂或施工现场取样制作试件时，沥青混合料应置于烘箱中加热或保温至成型温度，成型温度应按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T 0702 确定。

A.3.3 单个试件标准质量的确定应按下列步骤进行：

- 1 沥青混合料密度 ρ 未知时，试验之前制备一个试件，测试试件高度 h_0 ，按公式 (A.3.3-

1) 计算单个试件所需的沥青混合料基准质量 m_b 。

$$m_b = \frac{m_0}{h_0} h \quad (\text{A.3.3-1})$$

式中: m_b —单个试件沥青混合料基准质量, g;

m_0 —预估单个试件沥青混合料的质量, 试件 $m_0 \approx 12800$ g;

h —试件规定高度, $h=160$ mm;

h_0 —试件实测高度, mm。

2 沥青混合料密度 ρ 已知时, 单个试件的沥青混合料基准质量 m_b 按公式 (A.3.3-2) 计算。

$$m_b = \frac{\rho \pi \varphi^2 h}{4} \times 1.03 \quad (\text{A.3.3-2})$$

式中: m_b —单个试件沥青混合料基准质量, g;

ρ —沥青混合料密度, g/cm³;

φ —试件规定直径, $\varphi=200$ mm;

h —试件规定高度, $h=160$ mm。

A.4 试验步骤

A.4.1 试模装料应按下列步骤进行:

1 从烘箱中取出预热的试模和垫块, 采用沾有黄油的棉纱擦拭, 将垫块置于试模内并使底部平整, 然后在垫块上放置圆形滤纸。

2 沥青混合料拌和均匀后称取单个试件所需的质量 m_b , 拌和厂或施工现场取样的混合料拌和均匀后按四分法取用。

3 试件制作时, 用二分法将加热至规定温度的混合料分两次均匀装入试模, 每次用插刀或大螺丝刀沿周边插捣 15 次、中间 10 次。

4 插捣后将沥青混合料表面整平成凸圆弧面, 防止粒径较大的石料裸露在上表面, 并在表面加盖圆形滤纸。

A.4.2 振动成型应按下列步骤进行:

1 启动电源, 调节升降系统, 使振动锤升至试模可放入的高度。

2 将试模连同垫块固定于垂直振动成型仪底座上。

3 降下振动锤, 使其与试模内混合料接触。

4 设置振动时间为 90s, 开启振动。

5 振动结束后, 升起振动锤, 松开试模夹具, 取出试模, 并移除表面滤纸。

A.4.3 试件高度检查应按下列步骤进行:

1 用游标卡尺在十字对称的 4 个方向量测试件离试模上口的高度, 准确至 0.1mm, 并以平均值作为试件的高度。

2 高度不符合要求时, 试件应作废, 并按式 (A.3.3-1) 调整试件的沥青混合料质量,

重新制作试件。试件高度应为 $160\pm 3.0\text{mm}$ 。

A.4.4 脱模、测高、称重应按下列步骤进行：

- 1 将装有试件的试模冷却至室温后，置于脱模机上以 70mm/min 的速率脱出试件。
- 2 用游标卡尺十字对称 4 个方向量测试件高度，准确至 0.1mm ，以平均值作为试件的高度 h_s 。然后称试件质量 m_s ，准确至 0.1g 。
- 3 试件称量后进行编号，并置于干燥洁净的台面上，供试验用。

A.4.5 试件的高度误差应为 $-3.0\sim +3.0\text{mm}$ 。

A.5 试验报告

A.5.1 试验报告应包含工程名称、混合料类型、原材料产地、振动频率、振动时间等。

A.5.2 报告模板参见附表 A。

征求意见稿

