

ICS 03.220.20  
R 01

**DB13**

**河 北 省 地 方 标 准**

DB 13/T 2102—2014

---

**ESMA 路面施工技术规程**

Technical specification for construction of Economical Type stone mastic asphalt

2014-12-24 发布

2015-01-15 实施

河北省质量技术监督局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、符号、代号 .....	1
4 材料 .....	2
5 配合比设计 .....	8
6 铺筑试验路段 .....	10
7 施工工艺 .....	11
8 施工质量管理与检查 .....	15

## 前　　言

本规程按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本规程由河北省交通运输厅提出。

本规程起草单位：承德市交通运输局。

本规程主要起草人：于凤江、李莉、于泾泓、郑彦军、张彩利、房国民、王建民、张风旗、赵振祥、周士杰、许成元。

# ESMA 路面施工技术规程

## 1 范围

本规程规定ESMA路面的材料、配合比组成设计、施工设备、铺筑试验路段、施工工艺和施工质量管  
理与检查等。

本规程适用于除高速公路之外的各等级新建、改建及养护工程的沥青路面表面层。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的引用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程。  
凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

JTG D50 公路沥青路面设计规范

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

JTJ E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

## 3 术语、符号、代号

下列术语、符号、代号适用于本规程

### 3.1 术语

#### 3.1.1

**经济型粗集料 Economical coarse aggregate**

本着因地制宜、就地取材的原则，且价格经济，粒径大于4.75mm的技术指标符合本规程的石灰岩、  
玄武岩、辉绿岩等各类集料。

#### 3.1.2

**济型沥青玛蹄脂碎石混合料 Economical stone mastic asphalt**

由普通沥青结合料与少量的纤维稳定剂、细集料以及较多量的填料组成的沥青玛蹄脂，填充于间断  
级配的经济型粗集料骨架的间隙，组成一体的沥青混合料，简称ESMA。

#### 条文说明

ESMA混合料是一种新型的沥青混合料结构，与普通沥青混凝土路面相比，具有更好的抗车辙、抗裂、抗滑及水稳定性、耐久性等优点。目前，我国SMA混合料较为常用的骨料为玄武岩、辉绿岩等质地坚硬的石料，这使缺乏玄武岩、辉绿岩等石料的地区应用SMA混合料受到限制；此外，所要求的沥青通常采用改性沥青，增加了初期建设投资，最终导致SMA混合料在国内仅局限于高速公路和少量的高等级公路应用。ESMA混合料是对国内常用的SMA混合料的改进与发展。ESMA混合料与国内常用的SMA混合料内部组成结构相同，仍然为由沥青玛蹄脂填充碎石骨架组成的骨架嵌挤型密实结构，即两者成型机理相同。两者不同之处在于ESMA混合料本着因地制宜、就地取材的原则，通过强化控制集料的加工工艺，拓展选用石灰岩等石料作为粗集料，选择普通沥青替代改性沥青。

### 3.2 符号及代号

本规程各种符号、代号以及意义详见表3.2。

表 3.2 符号及代号

编号	符号或代号	意 义
3.2.1	ESMA	经济型沥青玛蹄脂碎石混合料

## 4 材料

### 4.1 一般规定

4.1.1 ESMA 路面使用的各种材料运至现场后必须取样进行质量检验，经评定合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

4.1.2 ESMA 路面集料的选择必须经过认真的料源调查，确定料源应尽可能就地取材。质量符合使用要求，石料开采必须注意环境保护，防止破坏生态平衡。

4.1.3 集料粒径规格以方孔筛为准。不同料源、品种、规格的集料不得混杂堆放。

### 4.2 道路石油沥青

4.2.1 对于 ESMA 路面，宜采用 A 级 70 号沥青，其质量应符合表 4.2.1 规定的技术要求。

表 4.2.1 道路石油沥青技术要求

指标	单位	70 号 A 级沥青	试验方法
针入度(25℃, 5s, 100g)	0.1mm	60~80	T 0604
针入度指数 PI		-1.5~+1.0	T 0604
软化点(R&B)不小于	℃	46	T 0606
60℃动力粘度不小于	Pa·s	180	T 0620
15℃延度不小于	cm	100	T 0605
蜡含量(蒸馏法)不大于	%	2.2	T 0615
闪点 不小于	℃	260	T 0611
溶解度不小于	%	99.5	T 0607
密度(15℃)	g/cm <sup>3</sup>	实测记录	T 0603
TFOT(或RTFOT)后 <sup>[1]</sup>			
质量变化不大于	%	±0.8	T 0610 或 T 0609
残留针入度比(25℃)不小于	%	61	T 0604
残留延度(10℃)不小于	cm	6	T 0605
残留延度(15℃)不小于	cm	15	T 0605

注：老化试验以TFOT为准，也可以RTFOT代替。

## 条文说明

我省地处东经 $113^{\circ} 27' \sim 119^{\circ} 50'$ ，北纬 $36^{\circ} 05' \sim 42^{\circ} 40'$ 之间，属温带季风气候——暖温带、半湿润——半干旱大陆性季风气候，特点是冬季寒冷少雪，夏季炎热多雨，沥青路面使用性能分区如图1所示，沥青路面受夏季高温影响较大，易出现严重的车辙病害。同时，我省大部分地区重载交通比例大，因此宜选择针入度小、相对粘稠的沥青。通过对我省不同地区沥青路面所采用的沥青等级及标号进行认真的调查与分析，A级70号沥青工程效果较好，在此基础上提出了ESMA混合料宜采用A级70号沥青。

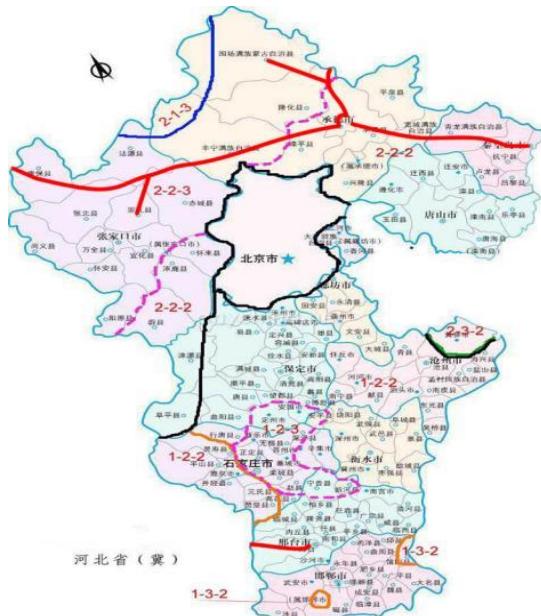


图1 河北省沥青路面使用性能气候分区图

**4.2.2** 夏季温度高、高温持续时间长、重载交通、山区及丘陵区陡坡路段、服务区、停车场等行车速度慢的路段，宜采用稠度大、 $60^{\circ}\text{C}$ 粘度大的A级70号沥青。

**4.2.3** 沥青在拌和站内的贮存量应满足连续施工的需要，并为供应延迟和试验所需的时间留有余地。

**4.2.4** 沥青必须按品种、标号分开存放。除长期不使用的沥青可放在自然温度下储存外，沥青在储存罐中的贮存温度不宜低于 $130^{\circ}\text{C}$ ，并不应高于 $170^{\circ}\text{C}$ 。桶装沥青应直立堆放，并苫盖。

**4.2.5** 沥青在贮运、使用及存放过程中应有良好的防水措施，避免雨水或加热管道蒸汽进入沥青中。

## 4.3 粗集料

**4.3.1** ESMA路面用粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙，其质量应符合表4.3.1的规定。单一规格集料的质量指标和集料配比计算的质量指标宜同时符合要求。对受热易变质的集料，宜采用经拌和机烘干后的集料进行检验。

表4.3.2-1 ESMA用粗集料质量技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
石料压碎值，不大于	%	26	T0316
洛杉矶磨耗损失，不大于	%	28	T0317
表观相对密度，不小于	-	2.50	T0304

表 4.3.2-1 (续)

指标	单位	技术要求	试验方法
吸水率, 不大于	%	2.0	T0304
坚固性, 不大于	%	12	T0314
针片状颗粒含量(混合料), 不大于	%	14	T0312
其中粒径大于 9.5mm, 不大于	%	11	
其中粒径大于 4.75mm, 不大于	%	17	
水洗法<0.075mm 颗粒含量, 不大于	%	1	T0310
软石含量, 不大于	%	1	T0320
具有一定数量破碎面颗粒的含量, 不小于	%	1 个破碎面: 100 2 个或 2 个以上破碎面: 90	T0346
粗集料的磨光值 PSV, 不小于	BPN	40	T0321
粗集料与沥青的粘附性, 不小于	级	4	T0616

#### 条文说明

粗集料的性质对ESMA混合料的路用性能至关重要。集料的性质可分为两类：一类是反映材料来源的“资源特性”，或称为料源特性、天然特性，它是石料产地所决定的，如密度、压碎值、磨光值等。另一类是反映加工水平的“加工特性”，如石料的级配组成、针片状颗粒含量、破碎砾石的破碎面比例、棱角性、含泥量、砂当量、亚甲蓝值、细粉含量等。对某地区石灰岩集料性质统计分析发现，集料的加工特性与资源特性有着较好的相关性，如图2、图3所示，随着颗粒针片状含量的增大，集料的压碎值和磨耗值均增大。也就是说，为了提高集料的资源特性指标，严格控制集料的加工特性是一种即经济又有效的技术措施。

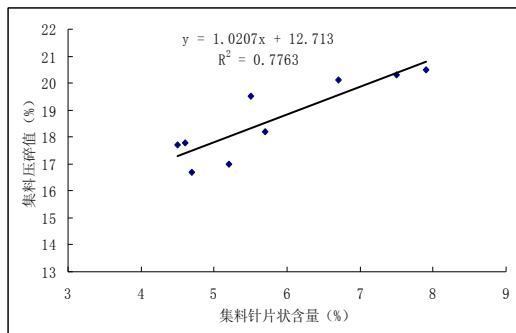


图2 集料针片状含量与压碎值关系

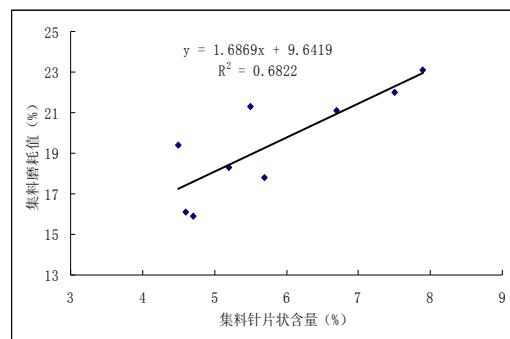


图3 集料针片状含量与磨耗值关系

根据室内试验分析了石灰岩集料针片状颗粒含量对其压碎值、冲击值和磨耗值的影响，如图 4、图 5 和图 6 所示，提出了适用于 ESMA 混合料的粒径大于 9.5mm 石灰岩针片状颗粒含量应不大于 11%。

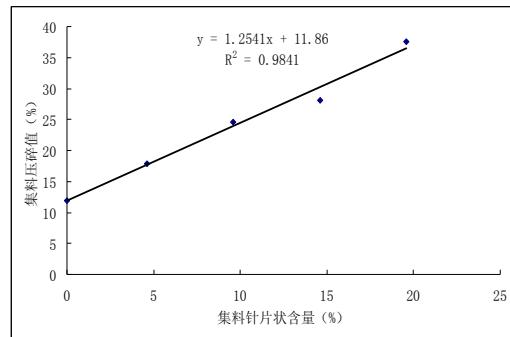


图4 集料针片状含量与压碎值关系

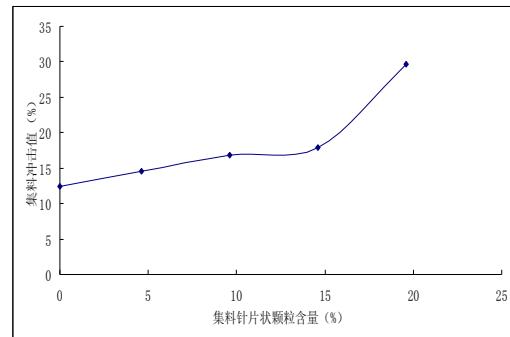


图5 集料冲击值与针片状颗粒含量关系

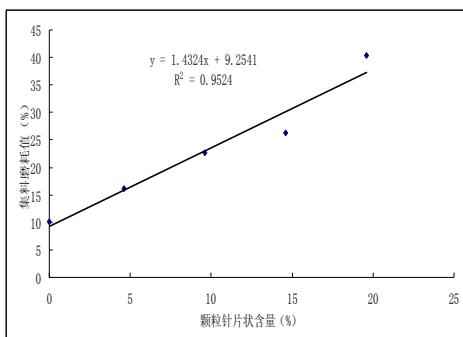


图6 石灰岩磨耗值与颗粒针片状含量的关系

4.3.2 采石场在生产过程中应彻底清除覆盖层及泥土夹层。生产碎石用的原石不得含有土块、杂物，集料成品不得堆放在泥土地上。

4.3.3 粗集料与沥青的粘附性应符合表 4.3.1 的要求，当使用不符要求的粗集料时，宜掺加消石灰、水泥或用饱和石灰水处理后使用，必要时可同时在沥青中掺加耐热、耐水、长期性能好的抗剥落剂，使沥青混合料的水稳定性检验达到要求。掺加外加剂的剂量由 ESMA 混合料的水稳定性检验确定。

4.3.4 粗集料的粒径规格应按照表 4.3.4 的规定生产和使用。不符合规格要求的材料不得进场。

表 4.3.4 ESMA 用粗集料规格

公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)					
	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
9.5~13.2	100	90~97.5	0~10	0~5		
4.75~9.5		100	90~97.5	0~10	0~5	
2.36~4.75			100	90~100	0~10	0~3

#### 4.4 细集料

4.4.1 ESMA 用细集料包括机制砂、石屑。

4.4.2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配，其质量应符合表 4.4.2-1 的规定，其级配应符合表 4.4.2-2 的要求。细集料的洁净程度，以砂当量(适用于 0mm~4.75mm)或亚甲蓝值(适用于 0mm~2.36mm 或 0mm~0.15mm)表示。

表 4.4.2-1 ESMA 用细集料质量要求

项 目	单 位	技术要求	试验方法
表观相对密度，不小于	—	2.50	T0328
坚固性 (> 0.3mm 部分)，不小于	%	12	T0340
含泥量 (小于 0.075mm 的含量)，不大于	%	3.0	T0333
砂当量，不小于	%	60	T0334

表 4.4.2-1 (续)

项 目	单 位	技术要求	试验方法
亚甲蓝值, 不大于	g/kg	25	T0346
棱角性(流动时间), 不小于	s	45	T0345
含水量, 不大于	%	1	T0103

表 4.4.2-2 ESMA 用机制砂或石屑规格

公称粒径 (mm)	水洗法通过各筛孔的质量百分率 (%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
0~3	—	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

4.4.3 对于细集料砂当量或亚甲蓝值、粉尘含量、坚固性等关键性指标不合格的材料，不得使用。

#### 4.5 填料

4.5.1 填料应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净，能自由地从矿粉仓流出，其质量应符合表 4.5.1 的要求。

表 4.5.1 ESMA 用料矿粉质量要求

项 目	单 位	技术要求	试验方法
表观密度, 不小于	t / m <sup>3</sup>	2.45	T0352
含水量, 不大于	%	1	T0103 烘干法
粒度范围 < 0.6mm < 0.15mm < 0.075mm	% % %	100 90~100 75~100	T0351
外观	—	无团粒结块	—
亲水系数	—	<1	T0353
塑性指数	—	<4	T0354

4.5.2 回收粉尘必须全部废弃，不得用来代替矿粉。

#### 4.6 纤维稳定剂

4.6.1 在 ESMA 混合料中掺加的纤维稳定剂宜选用絮状或颗粒状木质素纤维，其质量应符合表 4.6.1 的技术要求。

表 4.6.1 木质素纤维质量技术要求

项 目	单 位	指 标	试验方法
纤维长度, 不大于	mm	6	水溶液用显微镜观察
灰分含量	%	18±5	高温 590~600℃燃烧后测定残留物
pH 值	—	7.5±1.0	水溶液用 PH 试纸或 PH 计测定
吸油率, 不小于	—	纤维质量的 5 倍	用煤油浸泡后放在筛上振敲后称量
含水率(以质量计), 不大于	%	5	105℃烘箱 2h 后冷却称量

4.6.2 木质素纤维应在 250℃的干拌温度不变质、不发脆, 使用纤维必须符合环保要求, 不危害身体健康。纤维必须在混合料拌和过程中能充分分散均匀。

4.6.3 纤维应存放在室内或有棚盖的地方, 在运输及使用过程中应避免受潮, 不结团。

4.6.4 纤维稳定剂的掺加比例以沥青混合料总量的质量百分率计算, 通常情况下用于 ESMA 路面的木质素纤维不宜低于 0.3%, 必要时可适当增加纤维用量。纤维掺加量的允许误差宜不超过±5%。

## 5 配合比设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 ESMA 混合料的设计, 应遵循现行规范关于热拌沥青混合料配合比设计的目标配合比、生产配合比以及试拌试铺验证三个阶段, 确定矿料级配及最佳的沥青用量。

5.1.2 ESMA 混合料类型通常采用 ESMA-13。ESMA 的一层压实最小厚度不宜小于混合料公称最大粒径的 2~2.5 倍。

### 5.2 设计标准

5.2.1 ESMA 混合料矿料级配宜直接以表 5.2.1 作为工程设计级配范围。

表 5.2.1 ESMA-13 矿料级配范围

通过下列筛孔(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
100	90~100	50~75	20~34	15~26	14~24	12~20	10~16	9~15	8~12

### 条文说明

通过结合大量的实体工程验证成果, 根据所用的材料, 提出了适用于 ESMA 混合料矿料级配范围, 如表 5.2.1-1 所示, 适当降低了 4.75mm 筛孔的通过率和增加了 9.5~13.2mm 粗集料的含量。这种级配的混合料粗集料之间更易形成稳定的嵌挤骨架结构, 具有适宜的空隙率, 抗渗性能好, 有较好的高温稳定性, 表面还具有较大的构造深度, 可供各地在配合比设计时参考。

表 5.2.1-1 ESMA-13 矿料级配推荐范围

通过下列筛孔(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
100	88~95	53~65	20~32	17~27	13~23	12~19	10~16	9~15	8~12

5.2.2 ESMA 混合料宜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 5.2.2 的规定, 并有良好的施工性能。

表 5.2.2 ESMA 马歇尔试验配合比设计技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件尺寸	mm	Φ 101.6mm×63.5mm	T 0702
马歇尔试件击实次数	—	两面击实 50 次	T 0702
空隙率 VV	%	3~4	T 0708
矿料间隙率 VMA <sup>[1]</sup> , 不小于	%	17	T 0708
粗集料骨架间隙率 VCA <sub>mix</sub> , 不大于	—	VCA <sub>DRC</sub>	T 0708
沥青饱和度 VFA	%	75~85	T 0708
稳定度 <sup>[2]</sup> , 不小于	kN	5.5	T 0709
流值	mm	2~5	T 0709
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	不大于 0.2	T 0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验	%	不大于 20	T 0733

注1: 对高温稳定性要求较高的重交通路段或炎热地区, VMA 允许放宽到 16.5%。

注2: 稳定度难以达到要求时, 容许放宽到 5.0kN, 但动稳定性检验必须合格。

5.2.3 ESMA 混合料需在配合比设计的基础上进行各种使用性能检验, 应符合表 5.2.3 要求。不符要求的沥青混合料, 必须更换材料或重新进行配合比设计。

表 5.2.3 ESMA 混合料配合比检验指标

检测项目	单位	技术要求	试验方法
60℃动稳定性, 不小于	次/mm	1800	T0719
浸水马歇尔试验残留稳定度, 不小于	%	80	T0709
冻融劈裂试验的残留强度比, 不小于	%	80	T0729
低温弯曲试验破坏应变, 不小于	με	2000	T0715
混合料试件渗水系数, 不大于	ml/min	80	T0730

### 5.3 配合比设计

**5.3.1** ESMA 混合料应在对同类公路配合比设计和使用情况调查研究的基础上，充分借鉴成功的经验，选用符合要求的材料，进行配合比设计。

**5.3.2** ESMA 混合料的配合比设计应按以下步骤进行：

- a) 目标配合比设计阶段。用工程实际使用的材料按照 JTG F40 附录 B、附录 C 的方法，优选矿料级配、确定最佳沥青用量，符合配合比设计技术标准和配合比设计检验要求，以此作为目标配合比，供拌和机确定各冷料仓的供料比例、进料速度及试拌使用；
- b) 生产配合比设计阶段。对间歇式拌和机，应按规定方法取样测试各热料仓的材料级配，确定各热料仓的配合比，供拌和机控制室使用。同时选择适宜的筛孔尺寸和安装角度，尽量使各热料仓的供料大体平衡。并取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、 $OAC \pm 0.3\%$  等 3 个沥青用量进行马歇尔试验和试拌，通过室内试验及从拌和机取样试验综合确定生产配合比的最佳沥青用量，由此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  $\pm 0.2\%$ ；
- c) 生产配合比验证阶段。拌和机按生产配合比结果进行试拌、铺筑试验段，并取样进行马歇尔试验，同时从路上钻取芯样观察空隙率的大小，由此确定生产用的标准配合比。标准配合比的矿料合成级配中，至少应包括 0.075mm、2.36mm、4.75mm 及公称最大粒径筛孔的通过率接近优选的工程设计级配范围的中值，并避免在 0.3mm~0.6mm 处出现“驼峰”。对确定的标准配合比，宜再次进行车辙试验和水稳定性检验；
- d) 确定施工级配允许波动范围。根据标准配合比及质量管理要求中各筛孔的允许波动范围，制订施工用的级配控制范围，用以检查沥青混合料的生产质量。

**5.3.3** 经设计确定的标准配合比在施工过程中不得随意变更。生产过程中应加强跟踪检测，严格控制进场材料的质量，如遇材料发生变化并经检测沥青混合料的矿料级配、马歇尔技术指标不符要求时，应及时调整配合比，使沥青混合料的质量符合要求并保持相对稳定，必要时重新进行配合比设计。

## 6 铺筑试验路段

### 6.1 试验路段的铺筑

**6.1.1** ESMA 路面在施工前应铺筑试验路段，试验路段的长度应根据试验目的确定，通常宜为 100~200m。

**6.1.2** 施工单位应提供试验路段的施工方案，并报监理确认。

**6.1.3** 试验路段铺筑时，应确定下列内容：

- a) 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配；
- b) 通过试拌确定拌和机的操作工艺，审核计算机打印装置的可信度；
- c) 通过试铺确定粘层油的喷洒方式和效果、摊铺、压实工艺，确定松铺系数等；
- d) 验证沥青混合料生产配合比设计，提出生产用的标准配合比和最佳沥青用量；
- e) 检测试验段的渗水系数、压实度、构造深度、厚度等相关技术指标。

### 6.2 试验路段的总结

**6.2.1** 试验段铺筑时应由业主、监理、施工单位共同参加。

**6.2.2** 施工单位应提交试验路段总结报告，报告中应包括试验路段所采用的技术、工艺参数、检验结果、存在的问题及改进措施，对正式施工时拟采用的施工参数提出明确的指导书。总结报告经监理审核后报建设单位。

**6.2.3** 建设单位组织对试验路段各项质量指标的复检和验收合格后，经批准，方可投入正式铺筑施工。

**6.2.4** 试验路段质量检验评定不合格，或未达到预期目的时，应重新铺筑试验路段。

## 7 施工工艺

### 7.1 混合料的拌制

**7.1.1** ESMA 混合料应在沥青拌和厂（场、站）采用拌和机械拌制并应符合下列要求：

- a) 拌和厂的设置应符合国家有关环境保护、消防、安全等规定；
- b) 拌和厂与工地现场距离应充分考虑交通堵塞的可能，确保混合料的温度下降不超过要求，且不致因颠簸造成混合料离析；
- c) 拌和厂应具有完备的排水设施。各种集料必须分隔贮存，同一规格但不同来源的集料应分开堆放，严禁混杂。细集料应设防雨顶棚，料场及场内道路应作硬化处理，严禁泥土污染集料；
- d) 拌和厂应配备具备足够试验设备的试验室，并能及时提供满足检查频度的试验资料。

**7.1.2** ESMA 混合料应采用间歇式拌和机拌制。间歇式拌和机应符合下列要求：

- a) 总拌和能力满足施工进度要求。拌和机除尘设备完好，能达到环保要求；
- b) 冷料仓的数量满足配合比需要，通常不宜少于 5~6 个。具有添加纤维、消石灰等外掺剂的设备。

**7.1.3** ESMA 混合料拌和设备的各种传感器必须定期检定，周期不少于每年一次。冷料供料装置需经标定得出集料供料曲线。

**7.1.4** 集料与沥青混合料取样应符合现行试验规程的要求。从沥青混合料运料车上取样时必须在设置取样台分几处采集一定深度下的样品。

**7.1.5** 集料进场宜在料堆顶部平台卸料，经推土机推平后，铲运机从底部按顺序竖直装料，减小集料离析。

**7.1.6** 间歇式拌和机必须配备计算机设备，拌和过程中逐盘采集并打印各个传感器测定的材料用量和沥青混合料拌和量、拌和温度等各种参数，每个台班结束时打印出一个台班的统计量，按《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）附录 G 的方法，进行沥青混合料生产质量及铺筑厚度的总量检验，总量检验的数据有异常波动时，应立即停止生产，分析原因。

**7.1.7** ESMA 混合料的生产温度应符合表 7.1.7 的要求。烘干集料的残余含水量不得大于 1%。每天开始几盘集料应提高加热温度，并干拌几锅集料废弃，再正式加沥青拌和混合料。

表 7.1.7 ESMA 混合料的施工温度

施工工序	温度(℃)	测量部位
沥青加热温度	155~170	沥青加热罐
矿料加热温度	165~190	热料提升斗
沥青混合料出厂温度	160~165	运料车
混合料最高温度(废弃温度)	195	运料车
摊铺温度	不低于 145	摊铺机
开始碾压温度	不低于 140	摊铺层内部
终压终了温度	不低于 90	摊铺层内部
开放交通时路面温度	不大于 50	路表

7.1.8 拌和机的矿粉仓应配备振动装置以防止矿粉起拱。添加消石灰、水泥等外掺剂时，宜增加粉料仓，也可由专用管线和螺旋升送器直接加入拌和锅，若与矿粉混合使用时应注意二者因密度不同发生离析。

7.1.9 沥青混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定，以沥青均匀裹覆集料为度。间歇式拌和机每盘的生产周期不宜少于 60s(其中干拌时间不少于 10s)，加入沥青后的湿拌时间不少于 40s。

7.1.10 间歇式拌和机的振动筛规格应与矿料规格相匹配，最大筛孔宜略大于混合料的最大粒径，其余筛的设置应考虑混合料的级配稳定，并尽量使热料仓大体均衡。

7.1.11 间隙式拌和机宜备有保温性能好的成品储料仓，贮存过程中混合料温降不得大于 10℃、且不能有沥青滴漏。ESMA 混合料只限当天使用。

7.1.12 纤维必须在混合料中充分分散，拌和均匀。拌和机应配备同步添加投料装置，松散的絮状纤维可在喷入沥青的同时或稍后采用风送设备喷入拌和锅，拌和时间宜延长 5s 以上。颗粒纤维可在粗集料投入的同时自动加入，经 5s~10s 的干拌后，再投入矿粉。

7.1.13 ESMA 混合料出厂时应逐车检测沥青混合料的重量和温度，记录出厂时间，签发运料单。

## 7.2 混合料的运输

7.2.1 ESMA 混合料宜采用较大吨位的运料车运输，但不得超载运输，或急刹车、急弯掉头使粘层或封层造成损伤。运料车的运力应稍有富余，施工过程中摊铺机前方应有运料车等候。宜待每台摊铺机前等候的运料车多于 2 辆后开始摊铺。

7.2.2 运料车每次使用前后必须清扫干净，在车厢板上涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘剂，但不得有余液积聚在车厢底部。从拌和机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少混合料离析。运料车运输混合料应覆盖保温、防雨、防污染。

7.2.3 在运输过程中，运料车应匀速、慢行，车速宜控制在 30km~40km/h。

7.2.4 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得沾有泥土等可能污染路面的脏物，否则宜设水池洗净轮胎后进入工程现场。混合料在摊铺地点凭运料单接收，若混合料不符合施工温度要求，或已经结成团块、已遭雨淋的不得铺筑。

7.2.5 摊铺过程中运料车应在摊铺机前 100mm~300mm 处停住，空挡等候，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。运料车每次卸料必须倒净，如有剩余，应及时清除，防止硬结。

7.2.6 ESMA 混合料在运输、等候过程中，如发现有沥青结合料沿车厢板滴漏时，应采取措施予以避免。

### 7.3 混合料的摊铺

7.3.1 ESMA 混合料应采用履带式摊铺机摊铺。摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。

7.3.2 铺筑 ESMA 混合料时，一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 6m(双车道)~7.5m(3 车道以上)，通常宜采用两台或更多台数的摊铺机前后错开 5m~8m 成梯队方式同步摊铺，两幅之间应有 30mm~60mm 左右宽度的搭接，并躲开车道轮迹带，上下层的搭接位置宜错开 200mm 以上。

7.3.3 摊铺机开工前应提前 0.5h~1h 预热熨平板不低于 100℃。铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。熨平板加宽连接应仔细调节至摊铺的混合料没有明显的离析痕迹。

7.3.4 摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度，减少混合料的离析。摊铺速度宜控制在 2.0 m~3.0m/min 的范围内。当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

7.3.5 摊铺机应采用非接触式平衡梁。

7.3.6 ESMA 路面不得在气温低于 10℃，以及雨天、路面潮湿的情况下施工。每天施工开始阶段宜采用较高温度的混合料。

7.3.7 在摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度及路拱、横坡。

7.3.8 摊铺机的螺旋布料器应相应于摊铺速度调整到保持一个稳定的速度均衡地转动，两侧应保持有不少于送料器 2/3 高度的混合料，以减少在摊铺过程中混合料的离析。

7.3.9 当由人工作局部找补或更换混合料时，需仔细进行，特别严重的缺陷应整层铲除。

7.3.10 在雨季铺筑沥青路面时，应及时掌握气象信息，已摊铺的沥青层因遇雨未进行压实的应予铲除。

### 7.4 沥青路面的压实及成型

7.4.1 压实成型的 ESMA 路面应符合表 8.4-2 中压实度及平整度要求。

7.4.2 ESMA 路面宜采用振动压路机碾压。选择合理的压路机组合方式及复压、终压(包括成型)的碾压步骤，以达到最佳碾压效果。每台摊铺机后方压路机的数量不宜少于 3 台。施工气温低、风大时，压路机数量应适当增加。

7.4.3 混合料的压实应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则，即紧跟在摊铺机后面，采取高频率、低振幅的方式慢速碾压。如发现 ESMA 混合料高温碾压有推拥现象，应复查其级配是否合适。

#### 条文说明

充分压实是提高 ESMA 路面建设质量的关键。ESMA 层厚较薄，且粗集料含量多，混合料温度下降快，可供碾压的时间短，若一旦温度过低，再不断的碾压，石料棱角易被磨掉，进而会影响混合料的性能。其它类型混合料的碾压分为初压、复压和终压三个阶段，作业段落较长，碾压温度保障困难。本规程结合 ESMA 混合料原材料及其组成的特点提出取消初压，直接进入复压工序，大大缩短了碾压作业区间长度，保证 ESMA 混合料在高温下达到最佳密实状态。

**7.4.4** 压路机应以慢而均匀的速度碾压, 压路机静压速度宜为3km/h, 振压速度宜为4km/h。压路机的碾压路线及碾压方向不应突然改变而导致混合料推移。碾压区两端的折返位置应随摊铺机前进而推进, 横向不得在相同的断面上。

**7.4.5** 压路机的碾压温度应符合本规程表7.1.7的要求。在不产生严重推移和裂缝的前提下, 碾压作业尽可能在高的温度下进行, 同时不得在低温状况下作反复碾压, 使石料棱角磨损、压碎, 破坏集料嵌挤。

**7.4.6** 复压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机, 从外侧向中心碾压, 在超高路段则由低向高碾压, 在坡道上应将驱动轮从低处向高处碾压。振动压路机的振动频率宜为35Hz~50Hz, 振幅宜为0.3mm~0.8mm。相邻碾压带重叠宽度为100mm~200mm。振动压路机折返时应先停止振动。对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难于碾压的部位, 宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。

**7.4.7** 终压应紧接在复压后进行, 如经复压后已无明显轮迹时可免去终压。终压可选用双轮钢筒式压路机或关闭振动的振动压路机碾压不宜少于2遍, 至无明显轮迹为止。

**7.4.8** 碾压轮在碾压过程中应保持清洁, 有混合料沾轮应立即清除。对钢轮可涂刷隔离剂或防粘结剂, 但严禁刷柴油。当采用向碾压轮喷水(可添加少量表面活性剂)的方式时, 必须严格控制喷水量且成雾状, 不得漫流, 以防混合料降温过快。

**7.4.9** 压路机不得在未碾压成型的路段上转向、调头、加水或停留。在当天成型的路面上, 不得停放各种机械设备或车辆, 不得散落矿料、油料等杂物。

## 7.5 接缝

**7.5.1** ESMA路面的施工必须接缝紧密、连接平顺, 不得产生明显的接缝离析。与下层的纵缝应错开150mm(热接缝)或300mm~400mm(冷接缝)以上。与下层的横向接缝应错位1m以上。接缝施工应用3m直尺检查, 确保平整度符合要求。

**7.5.2** 纵向接缝部位的施工应符合下列要求:

- 摊铺时采用梯队作业的纵缝应采用热接缝, 将已铺部分留下100mm~200mm宽暂不碾压, 作为后续部分的基准面, 然后作跨缝碾压以消除缝迹;
- 当半幅施工或因特殊原因而产生纵向冷接缝时, 宜加设挡板或加设切刀切齐, 也可在混合料尚未完全冷却前用镐刨除边缘留下毛茬的方式, 但不宜在冷却后采用切割机作纵向切缝。加铺另半幅前应涂洒少量沥青, 重叠在已铺层上50~100mm, 再铲走铺在前半幅上面的混合料, 碾压时由边向中碾压留下100mm~150mm, 再跨缝挤紧压实。或者先在已压实路面上行走碾压新铺层150mm左右, 然后压实新铺部分。

**7.5.3** ESMA路面横向接缝应采用垂直的平接缝。

**7.5.4** 平接缝宜趁尚未冷透时用凿岩机或人工垂直刨除端部层厚不足的部分, 使工作缝成直角连接。当采用切割机制作平接缝时, 宜在铺设当天混合料冷却但尚未结硬时进行。刨除或切割不得损伤下层路面。切割时留下的泥水必须冲洗干净, 待干燥后涂刷粘层油。铺筑新混合料接头应使接茬软化, 压路机先进行横向碾压, 再纵向碾压成为一体, 充分压实, 连接平顺。

## 7.6 开放交通及其他

**7.6.1** ESMA路面应待摊铺层完全自然冷却, 混合料表面温度低于50°C后, 方可开放交通。需要提早开放交通时, 可洒水冷却, 降低路面温度。

### 7.6.2 ESMA 路面雨季施工应符合下列要求:

- a) 注意气象预报, 加强工地现场和沥青拌厂之间的联系, 控制施工长度, 各项工序紧密衔接;
- b) 运料车和工地应备有防雨设施, 并做好基层及路肩排水。

### 7.6.3 铺筑好的 ESMA 路面应严格控制交通, 做好保护, 保持整洁, 不得造成污染, 严禁在 ESMA 路面上堆放施工产生的土或杂物, 严禁在已铺 ESMA 路面上制作水泥砂浆。

## 8 施工质量管理与检查

8.1 ESMA 路面施工中应抓好原材料质量、施工温度、摊铺碾压机械、施工工艺等几个关键环节, 保证压实度, 切忌片面追求平整度而降低压实度。

8.2 道路石油沥青应具有产品质量检验单。产品到场后应按照规定取样检查, 不得以样品的质检报告代替。检验不符合要求的沥青不得使用。

8.3 ESMA 路面施工过程中材料质量检查的内容和频度应符合表 8.3 的要求。

表 8.3 ESMA 施工过程中材料质量检查的项目与频度

材料名称	抽检项目	抽检频度	平行试验次数或一次试验的试样数
粗集料	外观(石料品质, 含泥量等)	随时	—
	针片状颗粒含量	随时	2~3
	颗粒组成(筛分)	随时	2
	压碎值	必要时	2
	磨光值	必要时	4
	洛杉矶磨耗值	必要时	2
	含水量	必要时	2
细集料	颗粒组成(筛分)	随时	2
	砂当量	必要时	2
	含水量	必要时	2
	松方单位重	必要时	2
矿粉	外观	随时	—
	<0.075mm 含量	必要时	2
	含水量	必要时	2
石油沥青	针入度 软化点 延度 含蜡量	每 2~3 天 1 次 每 2~3 天 1 次 每 2~3 天 1 次 必要时	3 2 3 2~3

8.4 ESMA 面层生产过程中的质量控制和铺筑过程中质量检查的内容、频度、允许差应符合表 8.4-1 和表 8.4-2 要求。

表 8.4-1 ESMA 的频度和质量要求

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、冒烟、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	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	传感器自动检测、显示并打印, 出厂时逐车按 T0981 人工检测
		逐盘测量记录, 每天取平均值评定	传感器自动检测、显示并打印
矿料 级配 (筛孔)	0.075mm	逐盘在线检测	±2%
	≤2.36mm		±5%
	≥4.75mm		±6%
	0.075mm	逐盘检查, 每天汇总 1 次取平均值评定	±1%
	≤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	±2%
	≤2.36mm		±5%
	≥4.75mm		±6%
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% JTG F40—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% 抽提 T0722、T0721
马歇尔试验: 空隙率、稳定性、流值	每台拌和机每天 1~2 次, 以 4~7 个试样的平均值评定	符合表 5-3 规定	T0702、T0709、JTGF40—2004 附录 B、附录 C
浸水马歇尔试验	必要时(试件数同马歇尔试验)	符合表 5-3 规定	T0702、T0709
车辙试验	必要时(以 3 个试件的平均值评定)	符合表 5-3 规定	T0719

表 8.4-2 ESMA 面层施工过程中工程质量的控制标准

检查项目		检查频率单点 检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
外观		随时	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
接缝		随时	紧密平整、顺直、无跳车	目测
		逐条缝检测评定	3mm	T0931
施工 温度	摊铺温度	逐车检测评定	符合本指导书规定	T0981
	碾压温度	随时	符合本指导书规定	插入式温度计实测
厚度	每一层次	随时, 厚度 50mm 以下 厚度 50mm 以上	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
	每一层次	1 个台班区段的平均值 厚度 50mm 以下 厚度 50mm 以上	-3mm -5mm	
	总厚度	每 2000m <sup>2</sup> 一点单点评定	设计值的-8%	T0912
	上面层	每 2000m <sup>2</sup> 一点单点评定	设计值的-10%	
	压实度	每 2000m <sup>2</sup> 检查 1 组逐个试件评 定并计算平均值	实验室标准密度的 98% 最大理论密度的 94% 试验段密度的 99%	T0924、T0922 JTG F40—2004 附录 E
平整度 (最大间隙)	上面层	随时, 接缝处单杆评定	3mm	T0931
	中下面层	随时, 接缝处单杆评定	5mm	T0931
平整度 (标准差)		连续测定	2.5mm	T0923
宽度	有侧石	检测每个断面	±20mm	T0911
纵断面高程		检测每个断面	±10mm	T0911
横坡度		检测每个断面	±0.3%	T0911
沥青层面上的渗水系数, 不 大于		每个 1km 不少于 5 点, 每点 3 处取平均值	200ml/min	T0971