

ICS 93.080.01

CCS p66

团 体 标 准

T

T/TMAC ×××—202X

温拌改性沥青混合料施工技术指南

Technical guidelines for construction of warm mix modified
asphalt mixture

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人均可提出制修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本作品著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217 室。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前 言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 符号	3
5 材料	3
5.1 一般规定	3
5.2 道路石油沥青	3
5.3 SBS 改性沥青	4
5.4 橡胶复合改性沥青	5
5.5 温拌改性沥青	5
5.6 温拌剂	7
5.7 集料和填料	7
6 试验方法及检验规则	7
6.1 温拌改性沥青试验方法	7
6.2 温拌改性沥青检验规则	8
7 温拌沥青混合料	9
7.1 一般规定	9
7.2 施工准备	9
7.3 配合比设计	10
7.4 温拌沥青混合料拌和	13
7.5 温拌沥青混合料运输	13
7.6 温拌沥青混合料摊铺	13
7.7 温拌混合料压实及成型	14
7.8 开放交通及其他	14
8 温拌沥青混合料施工质量控制与检查验收	15
8.1 一般规定	15
8.2 材料	15
8.3 试验段铺筑	15
8.4 施工过程管理	15
8.5 交工验收管理	18
附录 A（规范性附录）	19
温拌改性沥青混合料目标配合比设计马歇尔试验方法	19
A.1 适用范围	19
A.2 方法与步骤	19
参 考 文 献	20

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专利的责任。

本文件由****提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：***

本文件主要起草人：***

温拌改性沥青混合料施工技术指南

1 范围

本文件规定了温拌改性沥青混合料路面施工的材料要求、配合比设计、施工工艺、施工质量控制与检查验收。

本文件适用于各等级公路新建、改（扩）建及养护工程中温拌改性沥青路面的施工。低温环境、隧道及城市道路等工程可参照执行。

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。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3516 橡胶 溶剂抽出物的测定

GB/T 4498 橡胶 灰分的测定

GB/T 14837 橡胶和橡胶制品 热重分析法测定硫化胶和未硫化胶的成分

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

JTG D50 公路沥青路面设计规范

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 F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JT/T 526 路面沥青改性材料 苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物(SBS)

JT/T 860.3 沥青混合料改性添加剂 第3部分：阻燃剂

JT/T 860.6 沥青混合料改性添加剂 第6部分：温拌剂

CJJ 37 城市道路工程设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 胶粉 Rubber Powder

汽车废轮胎粉碎后得到具有一定细度的胶粉。

3.2 路用活化胶粉 Road Crumb Rubber

满足道路需求并符合一定技术需求的活化胎胶粉。

3.3 温拌改性剂 Warm Mix Modifier

通过活化剂、表面活性剂等添加对废旧轮胎胶粉进行低温深度活化而得到的一种可以降低改性沥青混合料拌合摊铺温度的温拌改性剂。

3.4 温拌改性沥青 Warm Mix Modified Asphalt

由温拌改性剂、助剂、稳定剂等形成的一种沥青胶结料。

3.5 温拌改性沥青混合料 Warm Mix Modified Asphalt Mixture。

由温拌改性沥青、集料、填料等拌合而成的沥青混合料，或在 SBS 改性沥青、橡胶复合改性沥青中添加温拌剂制备而成的温拌型沥青混合料。

4 符号

SBS—苯乙烯丁二烯嵌段共聚物，可用于进行沥青改性形成 SBS 改性沥青；

ARHM—橡胶复合改性沥青。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 沥青路面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者商检报告代替现场检测。

5.1.2 沥青材料进厂时，宜采用红外光谱检测技术进行检测，确认沥青材料来源是否符合项目要求。

5.1.3 加工沥青路面用乳化沥青、改性乳化沥青、SBS 改性沥青、橡胶沥青的道路石油沥青应符合规定，乳化沥青、改性乳化沥青所采用道路石油沥青宜与沥青面层用道路石油沥青相同。

5.1.4 沥青路面集料的选择应经过认真的料源检查，确定料源应尽可能的就地取材，质量符合使用要求，石料开采应注意环境保护，防止破坏生态平衡。

5.2 道路石油沥青

5.2.1 用于生产温拌改性沥青的石油沥青，可采用 A 级 70#、90#道路石油沥青，其质量应符合表 1 规定的技术要求。

表5.2 石油沥青技术要求

序号	指标	单位	90 号	70 号	试验方法
1	针入度 (25℃, 5, 100g)	0.1mm	80~100	60~80	T 0604
2	针入度指数 PI	/	-1.5~+1.0	-1.5~+1.0	T 0604
3	软化点 (R&B), 不小于	℃	44	45	T 0606
4	60℃动力粘度, 不小于	Pa·s	140	160	T 0620
5	15℃延度, 不小于	cm	100	100	T 0605
6	10℃延度, 不小于	cm	30	25	
7	蜡含量 (蒸馏法), 不大于	%	2.2	2.2	T 0615
8	闪点, 不小于	℃	245	260	T 0611

9	溶解度，不小于	%	99.5	99.5	T 0607
10	密度（15℃）	g/cm ³	实测	实测	T 0603
RTFOT 后					T 0609
11	质量变化，不大于	%	±0.8	±0.8	
12	残留针入度比，不小于	%	57	61	T 0604
13	残留延度（10℃），不小于	cm	8	6	T 0605
14	残留延度（10℃），不小于	cm	20	15	

5.2.2 道路石油沥青应采用直馏沥青，不宜使用调和沥青，确需要使用调和沥青的，应采用同一品牌基质沥青调和，并完成沥青混合料性能验证试验。

5.2.3 道路石油沥青应采用红外光谱进行油源监测，采用一批次一检测的方式进行相似度检测，相似度应不低于 96%。

5.3 SBS 改性沥青

5.3.1 生产 SBS 改性沥青的道路石油沥青在与 SBS 改性剂、外掺剂等进行配伍性试验的基础上确定其生产配方与工艺。

5.3.2 SBS 改性沥青供应商在供应前应提供改性用的基质沥青、SBS 改性剂、沥青助剂和稳定剂以备查，在供应过程中出现更换的应及时向项目提供书面更换材料和样品。

5.3.3 SBS 改性沥青宜采用工厂化生产，工厂与拌和站运输距离不宜超过 400km，避免长距离运输引起沥青老化。

5.3.4 生产 SBS 改性沥青时，应配备快速换热装置进行基质沥青升温，高低温储罐中的基质沥青不应反复整罐加热。

5.3.5 SBS 改性沥青的技术要求应符合表 5.3 的规定。

表 5.3 SBS 改性沥青技术要求

类别	试验项目	单位	技术要求		试验方法
			I-C 型 ^[注]	I-D ^[注]	
控制类	针入度 25℃，100g，5s	0.1mm	60~80	40~60	T0604
	延度（5cm/min），5℃，不小于	cm	30	20	T0605
	软化点（环球法），不小于	℃	70	75	T0606

	135℃运动粘度		Pa·s	1.5~3.0	1.5~3.0	T0625
	储存稳定性, 离析, 48h 软化点差, 不大于		℃	2.5	2.5	T0661
	弹性恢复 (25℃), 不小于		%	80	80	T0662
	RTFOT 试验后	质量变化, 不大于	%	±1.0	±1.0	T0610
		针入度比 (25℃), 不小于	%	65	65	T0610
		延度 (5cm/min, 5℃), 不小于	cm	20	15	T0610
	闪点, 不小于		℃	230	240	T0611
	溶解度, 不小于		%	99	99	T0607
实测类	针入度指数 PI, 不小于		—	-0.4	-0.4	T0604
	RTFOT 试验后	软化点差 (后-前)	℃	-5~+8	-5~+8	T0606

[注]: I-C 和 I-D 型号依据设计图纸设定进行区分, 图纸未注明 SBS 改性沥青型号的按照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 推荐使用。

5.4 橡胶复合改性沥青

5.4.1 橡胶复合改性沥青可采用工厂化加工生产, 宜按需生产, 不宜长时间储存, 储存时间超过 48h 应重新进行检测。

5.4.2 生产现场应设置沥青储存罐与沥青高温罐, 生产时道路石油沥青高温罐温度应控制在 190℃±5℃, 高温罐中基质沥青不能反复整罐加热。

5.4.3 橡胶沥青生产线的反应罐和成品罐均应配备搅拌装置, 搅拌叶片不应少于两组。

5.4.4 橡胶复合改性沥青技术要求应按照表 5.4 所示。

表 5.4 橡胶粉复合改性沥青技术要求

试验项目	单位	技术要求
180℃旋转黏度	Pa·s	1.0-3.0
针入度 (25℃, 100g, 5g)	0.1mm	40-80
软化点	℃	>70
弹性恢复 (25℃)	%	>80
延度 (5℃, 5cm/min)	cm	>20
离析软化点差	℃	<5

5.5 温拌改性沥青

5.5.1 温拌改性沥青可分为温拌 SBS 改性沥青和温拌橡胶复合改性沥青两类，其技术要求应分别符合 5.5-1 和 5.5-2 的规定。

5.5.2 温拌改性沥青具体指标如表 5.5-1 中所示。

表 5.5-1 温拌型 SBS 改性沥青技术要求

类别	试验项目	单位	技术要求		试验方法	
			I-C 型 ^[注]	I-D ^[注]		
控制类	针入度 25℃, 100g, 5s	0.1mm	80~100	60~80	T0604	
	延度 (5cm/min), 5℃, 不小于	cm	40	30	T0605	
	软化点 (环球法), 不小于	℃	70	75	T0606	
	135℃运动粘度, >	Pa·s	3.0	3.0	T0625	
	弹性恢复 (25℃), 不小于	%	80	80	T0662	
	RTFOT 试验后	质量变化, 不大于	%	±1.0	±1.0	T0610
		针入度比 (25℃), 不小于	%	65	65	T0610
		延度 (5cm/min, 5℃), 不小于	cm	25	20	T0610
		闪点, 不小于	℃	210	220	T0611
		溶解度, 不小于	%	99	99	T0607
实测类	针入度指数 PI, 不小于	—	-0.4	-0.4	T0604	

[注]: 温拌型 SBS 改性沥青在添加绿色温拌剂后, 其粘度会有一定程度的下降, 针入度则有一定程度的提高。

5.5.3 温拌橡胶复合改性沥青的技术要求应符合表 5.5-2 的规定。

表 5.5-2 温拌型橡胶粉复合改性沥青技术要求

试验项目	单位	技术要求
150℃旋转黏度 ^[注]	Pa·s	1.0-3.0
针入度 (25℃, 100g, 5g)	0.1mm	60-100
软化点	℃	>70
弹性恢复 (25℃)	%	>80
延度 (5℃, 5cm/min)	cm	>25

[注]: 旋转黏度直接与沥青使用温度关联, 将橡胶复合改性沥青的黏度测试温度从 180℃降低到 150℃, 则实现降低整体拌合与施工时的温度。

5.5.4 温拌剂的掺配应在 160℃~180℃的成品改性沥青中进行，机械搅拌时间宜为 0.5h~1h，直至混合均匀。具体掺量应通过试验确定。

5.6 温拌剂

5.6.1 本文件所采用的温拌剂为表面活性型温拌剂，其为废旧橡胶粉经过催化裂解得到的高芳烃黑褐色液体，也可以采用其他具有类似结构和性能的表活型温拌剂。

5.6.2 温拌剂可直接在成品改性沥青中添加使用，也可以在拌合楼直接投放，建议直接在具有搅拌装置的沥青罐中添加使用，在拌合楼投放前应在沥青喷洒后投放，搅拌时间为 5-10 秒。

5.6.3 温拌剂的添加量一般为沥青的 3%~10%，具体的添加量与降低的温度和实际场景相关。

5.6.4 温拌剂的技术指标见表 5.6 所示。

表5.6 温拌剂技术指标

项目	技术指标	检测方法
外观	黑褐色粘稠液体	目测
密度 (g/cm ³)	0.8~1.1	GB/T 2013-2010
橡胶烃含量，不小于	70	HG/T 3837
闪点 (开口杯法) (°C)，不小于	100	JTG E20-T0611
60℃旋转粘度 (pa.S)，不大于	1	GB/T 10247

5.7 集料和填料

5.7.1 集料、填料质量符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的要求。

6 试验方法及检验规则

6.1 温拌改性沥青试验方法

6.1.1 取样

取样按 JTG E20 中 T 0601 的方法执行。

6.1.2 粘度

布氏粘度按照 JTG E20 中 T 0625 的方法执行。

6.1.3 软化点

软化点按 JTG E20 中 T 0606 的方法进行。

6.1.4 针入度

针入度按 JTG E20 中 T 0604 的方法执行。

6.1.5 延度

T/TMAC XXX—202X

延度按 JTG E20 中 T 0605 的方法执行。

6.1.6 薄膜烘箱老化试验 (TFOT)

薄膜烘箱老化试验按 JTG E20 中 T0609 的方法执行。计算沥青老化前后残留针入度比、残留延度、质量损失。

6.1.7 离析软化点差

离析软化点差按 JTG E20 中 T0661 的方法执行。

6.1.8 弹性恢复

弹性恢复按 JTG E20 中 T0662 的方法执行。

6.2 温拌改性沥青检验规则

6.2.1 检验分类

检验分为型式检验和出场检验。

6.2.2 型式检验

在出现以下情况之一时，应进行型式检验：

- a) 原材料成分、产品结构有较大变动，影响产品性能时；
- b) 生产工艺发生变化时；
- c) 出厂结果与上次型式检验有较大差异时；
- d) 相关管理部门有要求时。

6.2.3 出厂检验

对于出厂产品进行检验，温拌改性沥青出厂检验见表 6.2。

表6.2 温拌改性沥青出厂检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求
1	175℃旋转粘度	+	+	符合本文件中的规定
2	针入度	+	+	
3	软化点	+	+	
4	延度	+	+	
5	弹性恢复	+	+	
6	离析软化点差	+	+	
7	残留针入度	+	+	
8	质量损失	+	+	
9	残留延度	+	+	
10	复合模量	+	-	
11	相位角	+	-	
12	车辙因子	+	-	

注：“+”表示必检项目，“-”表示非必检项目。

6.2.4 抽样检验

抽样按 JTG E20 中 T0601 的方法执行。

6.2.5 判定规则

对所生产的产品类型进行型式检验和出厂检验，若各项目全部合格，则判为合格批。若结果不符合表 2 的技术要求时，则应该在该批次中重新抽取双倍数量的样品进行检验，复检全部合格，则该批产品为合格；如仍不合格，则判定该批产品不合格。

7 温拌沥青混合料施工

7.1 一般规定

7.1.1 沥青拌和楼、摊铺机等机械设备开工前应进行检查和标定。

7.1.2 沥青拌和楼混合料加热燃料宜优先采用天然气等清洁能源，不得采用煤粉加热。

7.1.3 沥青混合料拌和、摊铺、碾压等过程中，烟尘排放应满足环保要求。

7.1.4 目标配合比设计应在集料各料达到设计总用量的 20%以上且质量稳定后方可进行，当料源发生变化时，应重新进行目标配合比设计。

7.1.5 气温低于 10℃或雨天、路面潮湿时不应施工。

7.2 施工准备

7.2.1 集料应按照总量的 20%提前进行准备，确保使用充足。

7.2.2 机械设备准备应符合下列规定：

a) 拌和设备应符合下列规定：

1) 应根据项目工程量、工期及合同要求选择拌和楼的型号和配置数量。

2) 二级以上公路沥青路面施工宜选用 4000 型间歇式拌合楼，应配置保温性能好的成品储料仓、6 个及以上冷料仓、5 个及以上热料仓、2 个粉料储存罐。

3) 拌合设备的冷料仓宜具有钢构防尘防雨装置，配置除尘设施；料仓应配备仓振器及缺料报警装置，料仓隔板高度不小于 1m，料仓正面须设置材料标识牌。

4) 沥青拌和楼筛孔的尺寸应与混合料的级配类型相匹配。不同级配混合料的筛网组合可参考表布设。同时，应对拌合楼筛网进行定期检查，发现堵塞和破损现象应及时清理和更换。

5) 沥青拌和楼称量与测温系统需进行定期标定，宜具有落料差自动补偿、计量误差自动校正及重复计量自动停止功能。

6) 掺加外掺剂时，应配置全自动称重添加装置。

7) 拌和楼应具有完善的除尘装置，回收粉的出料口应安装湿式搅拌器。

8) 拌合设备安装结束后应进行联调联试确保拌合系统的稳定性，并进行冷料系统流量校准以供生产配合比使用。

b) 摊铺设备应符合下列规定：

1) 双向四车道及以下宽度公路沥青面层施工表面层应采用全断面一次性摊铺，中、下面层宜采用 2 台同型号摊铺机梯队作业，每台摊铺机的最大摊铺宽度不宜超过 7.5m。

2) 摊铺机应配备非接触式平衡梁。

3) 摊铺时为了防止摊铺机螺旋吊架处混合料离析，吊架两侧应加装“V”型或反向螺旋叶片。

4) 螺旋布料器外端到侧向挡板的距离不宜大于 30cm，螺旋前挡板底部宜加装不小于 5mm 厚的橡

胶挡板或铁链裙带。

5) 摊铺机应加装 LED 显示屏、蜂鸣报警器，加装的测温测速设备宜采用红外成像系统进行全断面温度扫描（温度离析与设备离析）。

c) 压实设备应符合下列规定：

1) 路面全幅铺筑时，压实设备配置应符合表 7.2-1 的规定。

表 7.2-1 同一作业面压实设备标准配置

压实设备类型	公路等级	
	高速、一级公路（双车道）	二级公路
11t以上双钢轮振动压路机，不少于	3台	3台
26t以上轮胎压路机，不少于	3台	2台
3~5t小型压路机，不少于	1台	1台
注1：高速公路、一级公路铺筑大桥、特大桥或通过村、镇等环境敏感路段宜配置不少于2台的振荡压路机替代双钢轮压路机；二级公路铺筑大桥、特大桥或通过村、镇等环境敏感路段宜配置不少于1台的振荡压路机替代双钢轮压路机。 注2：仅当路面在半幅铺筑施工时，可根据工况环境、拌和楼产量等酌情调整。		

2) 施工前应对双钢轮振动压路机振动频率、轮胎压路机轮胎气压进行检查标定，确保钢轮振动频率、轮胎压路机胎压符合额定要求。同一断面的压路机宜配置同一型号，受热后轮胎压路机轮胎气压宜不低于 0.8MPa，且每只轮胎气压基本相等。

3) 压路机应安装倒车影像或雷达，或能保证人员不被碾压的安全防护护裙等防护装置、设施。

4) 压路机宜增设隔离剂储存与自动喷洒系统。

d) 运输车辆应符合下列规定：

1) 宜配置数量足够、车型一致且性能良好的自卸汽车。

2) 运输车辆应采取保温措施。车辆厢体四周用保温岩棉或加厚保温篷布处理，应紧贴厢体。混合料运输时车厢顶部应采用防雨、保温篷布覆盖严密。

3) 自卸车距离车厢底 30cm 处设置温度检测孔。

e) 应在沥青拌和楼、摊铺机、压路机等路面关键施工机械上配置具有自动检测、记录、分析和智能报警的信息监控系统，并可实现远程传输、监控。

f) 根据工程需要应配置清扫车、空压机、铣刨机、抛丸机、洒水车等机械设备。

试验、检测仪器的配置应满足工程要求，并应经过质量技术监督机构的计量检定。

7.3 配合比设计

7.3.1 本文件仅对 Superpave、AC、ATB-25、SMA 等几种常用沥青混合料提出设计要求。

7.3.2 Superpave 沥青混合料进行生产配合比设计旋转压实试件孔隙率 VV 按照 $4.0 \pm 0.2\%$ 控制；生产配合比验证、施工过程检测阶段旋转压实试件孔隙率 VV 按照 $4.0 \pm 0.5\%$ 控制。具体指标见 7.3-1 所示。

表 7.3-1 SUP 型温拌沥青混合料性能验证技术要求

项目	单位	技术要求
60℃车辙试验动稳定度	次/mm, 不小	1000
浸水马歇尔残留稳定度	(%), 不小于	80
冻融劈裂试验残留强度比 (%), 不小于	(%), 不小于	75
低温弯曲试验破坏应变 ($\mu\epsilon$), 不小于	($\mu\epsilon$), 不小于	2300

7.3.3 AC、SMA 型沥青混合料应采用马歇尔设计方法进行配合比设计。具体配合比技术要求分别见表 7.3-2 和 7.3-3 所示。

表 7.3-2 AC-13 型温拌沥青混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

试验指标	单位	技术要求	
击实次数 (双面)	次	75	
试件尺寸	mm	101.6×63.5	
空隙率VV	%	3~5	
稳定度MS, 不小于	kN	5	
流值FL	mm	2~4	
矿料间隙率VMA	设计空隙率 (%)	—	
	2, 不小于	%	12
	3, 不小于	%	13
	4, 不小于	%	14
	5, 不小于	%	15
	6, 不小于	%	16
沥青饱和度VFA	%	65~75	

表 7.3-3 温拌型改性沥青 SMA 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	101.6×63.5	T0702
马歇尔试件击实次数	—	两面各击实 75 次	T0702
空隙率 VV	%	3~4.5	T0705
矿料间隙率 VMA, 不小于	%	17.0	T0705
粗集料骨架间隙率 VCA_{mix} , 不大于	—	VCA_{DRC}	T0705
沥青饱和度 VFA	%	75~85	T0705

试验项目	单位	技术要求	试验方法
稳定度, 不小于	kN	5.0	T0709
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失, 不大于	%	0.1	T0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失, 不大于	%	15	T0733
注1: 对于SMA16, VMA允许放宽到16.5%, VFA允许放宽到70%。 注2: 稳定度难以达到要求时, 允许放宽到5.5 kN, 但车辙动稳定度检验应合格。 注3: 谢伦堡沥青析漏试验在施工最高温度下进行。			

7.3.4 温拌沥青混合料性能验证技术要求则见表 7.3-4。

表 7.3-4 温拌型改性沥青 SMA 沥青混合料性能验证技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
60℃车辙试验动稳定度, 不小于	次/mm	1500	T0719
浸水马歇尔试验残留稳定度, 不小于	%	80	T0709
冻融劈裂试验残留强度比, 不小于	%	75	T0729
低温弯曲试验破坏应变, 不小于	$\mu\epsilon$	2300	T0715

7.3.5 对于温拌型橡胶复合改性沥青制备的 ARHM 型沥青混合料的设计要求和性能验证分别见表 7.3-5 和 7.3-6 所示。

表 7.3-5 温拌 ARHM 马歇尔试验配合比设计技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法	
马歇尔试件尺寸	mm	$\phi 101.6 \times 63.5$	T 0702	
击实次数(双面)	次	75	T 0702	
粗集料骨架间隙率 VCA_{mix} , 不大于	%	VCA_{DRC}	T 0705	
空隙率 VV	%	4~6	T 0705	
稳定度, 不小于	kN	5	T 0709	
沥青饱和度 VFA	%	70~85	T 0705	
矿料间隙率 VMA, 不小于	ARHM-20	%	17	T 0705
	其他	%	18	
动稳定度, 不小于	次/mm	2500	T 0719	
浸水马歇尔残留强度, 不小于	%	80	T 0709	
冻融劈裂强度比, 不小于	%	75	T 0729	
低温弯曲破坏应变, 不小于	$\mu\epsilon$	2600	T 0715	
渗水系数, 不大于	ml/min	200	T 0730	

表 7.3-6 温拌 ARHM 沥青混合料性能验证技术要求

动稳定度，不小于	次/mm	2500	T 0719
浸水马歇尔残留强度，不小于	%	80	T 0709
冻融劈裂强度比，不小于	%	75	T 0729
低温弯曲破坏应变，不小于	$\mu\epsilon$	2600	T 0715

7.4 温拌沥青混合料拌和

7.4.1 沥青混合料的拌和时间以沥青均匀裹覆集料为准，具体时间经试拌确定。每盘混合料的生产周期不宜少于 45s（其中干拌时间不少于 5s），改性沥青和 SMA 混合料的拌和时间应延长 5s~10s。材料向拌缸投放顺序应为：集料→沥青→粉料。

7.4.2 温拌沥青混合料的拌合温度应在热拌合沥青混合料温度的基础上下降 20~30℃，具体的拌合温度由实验室确定掺量时提供。

7.4.2 应有质检员对混合料外观质量及出料温度进行检测，确保混合料均匀一致，无花白料、无结团成块或粗细集料离析现象。

7.4.3 拌和楼每天逐盘打印混合料生产记录，并计算矿料级配、油石比、铺装层厚度的平均值、标准差和变异系数等，对成型路段的材料用量进行复核，作为施工质量控制的依据。

7.4.4 每班开机前应对拌和楼振动筛进行检查，防止振动筛发生堵塞或破损影响生产配合比。

7.4.5 沥青混合料的温度应采用具有金属探测针的插入式数显温度计或水银温度计测量。

7.4.6 对于需要拌合楼温拌剂的投放，则在沥青喷洒后及时从观察孔进行投放。

7.5 温拌沥青混合料运输

7.5.1 拌和楼向运料车放料时，运料车应前后移动，宜采用五次装料法。

7.5.2 施工过程中摊铺机前方应有运料车等候卸料，开始摊铺时在施工现场等候卸料的运料车不宜少于 5 辆，以保证连续摊铺。

7.5.3 沥青混合料运至摊铺现场后应凭运料单接收，检查混合料的外观及温度，不符合温度要求或已结块、遭雨淋湿的混合料严禁使用。

7.5.4 运料车驶入摊铺现场时，轮胎上不得沾有泥土等杂物。

7.5.5 运料车在卸料时篷布不得揭开。

7.5.6 严禁将车厢边角内剩余已冷却的混合料铺筑在面层中。

7.6 温拌沥青混合料摊铺

7.6.1 沥青路面摊铺前应做好放样工作，对路缘石和硬路肩未施工的段落应设置纵向钢模板。摊铺机应在开工前半小时~1 小时预热熨平板至 100℃以上。

7.6.2 当采用两台摊铺机并机摊铺时，纵缝搭接宽度宜为 5cm~10cm，两台摊铺机前后之间的距离宜保持在 5m~10m。

7.6.3 沥青混合料摊铺时，应将摊铺机调试至适宜工作状态。铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置开启高频低幅模式，使路面初始压实度不小于 85%，摊铺机熨平板应拼接紧密，不应存有缝隙，防止卡料将路面拉出条痕。摊铺机熨平板应拼接紧密，不允许出现缝隙和高低错台。摊铺机螺旋布料器应匀速、缓慢的旋转，料位高度以高于叶片顶面为宜。

7.6.4 摊铺机应缓慢、匀速、连续不间断地摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，摊铺机摊铺速度宜控制在 2m/min~4m/min。铺筑桥面铺装或 SMA 混合料时，摊铺机行走速度不宜超过 3m/min。气温低于 10℃或雨天、路面潮湿时不应施工，此时摊铺速度宜控制在 1m/min~3m/min。

7.6.5 摊铺大粒径沥青混合料时，应保持卸料的连续性。料斗内混合料高度始终保持在满斗的 1/4 以上，卸料时将车厢一次性顶升到位，让混合料似“泄洪”状涌进摊铺机受料斗，不宜每车收拢料斗。在收拢料斗时料斗的旋转角度宜不大于 30°。人工及时清理料斗边角处的余料，避免粗集料集中造成离析。

7.6.6 长大纵坡路段摊铺应从坡底向坡顶方向进行。

7.7 温拌混合料压实及成型

7.7.1 碾压温拌沥青混合料时振动压路机应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则。压路机的碾压路线方向不应突然改变，压路机前进方向应和摊铺机保持一致。振动压路机起步、加速或减速停止都应平稳进行，待发动机转速稳定后再起步并开启振动，减速停止前应先关闭振动。

7.7.2 轮胎压路机轮胎外围宜加装“围裙”进行保温。碾压初始阶段，可对轮胎喷涂少量防粘剂，并先到高温区碾压使轮胎尽快升温。严禁涂刷柴油与机油作为防粘剂。

7.7.3 振动压路机碾压时应严格控制钢轮水箱的喷水量，以不粘轮为宜，严禁大量喷水造成混合料表面温度下降过快。

7.7.4 沥青混合料摊铺后，根据试验段确定的压路机组合方式和碾压工艺及时紧跟碾压。双钢轮振动压路机的碾压长度宜不小于 30m，碾压速度为 3km/h~5km/h。

7.7.5 压路机不得在未碾压成型的路段上调头、停机加水或停留。

7.7.6 混合料碾压的组合方式如表 7.7 所示。

表10 温拌沥青混合料碾压方式

碾压阶段	碾压温度	压路机类型	碾压遍数	碾压速度	碾压区间长度
初压	130-150℃	13t 及以上双钢轮压路机	前静后振 2 遍	2km/h~3km/h	20m~30m
复压	110-130℃	30t 及以上轮胎压路机	3 遍~6 遍	3km/h~5km/h	40m~60m
终压	90-110℃	13t 及以上双钢轮压路机	1 遍~2 遍	4km/h~6km/h	/

7.8 开放交通及其他

7.8.1 温拌改性沥青混合料路面应待摊铺层完全自然冷却，混合料表面温度低于 30℃后，方可开放交通；重载交通应在施工完成 48h 后方可通行。

7.8.2 沥青层铺筑后应严格组织交通管控，做好安全防范措施，周围应设置明显的警示、警告标志，施工现场出入口、沿线各交叉口安排专人进行交通管制。

7.8.3 铺筑好的沥青层应保持整洁，不得污染，严禁在沥青路面上直接堆放施工材料或杂物，严禁在沥青路面上制作水泥砂浆。

8 温拌沥青混合料施工质量控制与检查验收

8.1 一般规定

8.1.1 施工质量管理的基本目的是确保施工质量，保证路面的长期使用寿命，达到规定的质量标准。

8.1.2 沥青混合料目标配合比设计应由具有交通运输部公路工程综合甲级试验检测资质的检测机构设计完成。

8.1.3 各等级公路应有完整的施工质量的“过程控制”及“动态质量控制”体系。施工过程中严格按照规定的频度取样、试验。

8.1.4 沥青路面施工质量管理须执行本文件规定的相关技术要求。建设单位可根据沥青路面工程项目的所处环境、地材特点以及交通条件，制定不低于本文件相关技术要求的项目质量管理要求，用于项目内部质量管理。

8.2 材料

8.2.1 施工前应检查各种材料的来源和质量。对经招标程序购进的沥青、集料等重要材料，供货单位应提交最新检测的正式试验报告。从国外进口的材料应提供该批材料的船运单。对首次使用的集料，应检查生产单位的生产条件、加工机械、覆盖层的清理情况。所有材料都应按规定取样检测，经质量认可后方可订货。

8.2.2 工程开始前，应对材料的存放场地、防雨和排水措施进行确认，不符合本文件要求时材料不得进场。进场的各种材料的来源、品种、质量应与招标及提供的样品一致，不符合要求的材料严禁使用。

8.2.3 温拌沥青质量控制应符合下列规定：

a) 沥青材料应按照规定的方法留样。沥青取样应严格按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 规定的方法进行，样品不少于 2kg，封存容器统一使用 3kg 白色金属油漆桶，样品编号后移交项目建设单位保存至竣工验收结束。

b) 沥青面层各档粗集料的超粒径含量应不大于 10%，关键筛孔通过率的变异系数应不大于 10%。应根据至少连续 7 批在料堆不同位置取料的筛分结果确定其变异系数，样本量应不少于 10 个。

8.3 试验段铺筑

8.3.1 沥青路面在施工前应铺筑试验段，应在取得目标配合比设计报告，由施工单位进行目标配合比验证、生产配合比设计后铺筑试验段。试验段铺筑完成后，生产配合比由原目标配合比设计检测机构进行生产配合比验证。

8.3.2 温拌沥青混合料路面试验段确定松铺厚度，施工机械组合方式和施工过程控制点。

8.4 施工过程管理

8.4.1 沥青混合料拌和厂对沥青混合料应进行严格的质量控制，控制包括目测、每拌和一盘混合料的在线监测、混合料总量检验，以及试验室进行的检测项目。沥青混合料在生产过程中应按表 8.4-1 规定的项目和频度检查质量。

表 8.4-1 热拌沥青混合料的质量检查频度与检查标准

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	观察粗集料粗细、均匀性、离析、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	符合本文件规定	传感器自动检测、显示并打印
	混合料出厂温度	逐盘测量记录，每天取平均值评定	符合本文件规定	传感器自动检测、显示并打印，出厂时逐车按 T0981 人工检测
		逐车检测评定	符合本文件规定	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%)	计算机采集数据计算
	≤2.36mm		±4% (3%)	
	≥4.75mm		±5% (4%)	
	0.075mm	逐盘检查，每天汇总 1 次取平均值评定	±1%	总量检验
	≤2.36mm		±2%	
	≥4.75mm		±2%	
	0.075mm	每台拌和机每天 1 次~2 次，以 2 个试样的平均值评定	±2% (2%)	T0725 抽提筛分与标准级配比较的差
	≤2.36mm		±4% (3%)	
	≥4.75mm		±5% (4%)	
沥青用量(油石比)		逐盘在线监测	-0.1~+0.2%	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%	总量检验
		每台拌和机每天 1 次~2 次，以 2 个试样的平均值评定	-0.1%~+0.2%	抽提 T0722、T0721
马歇尔试验：孔隙率、稳定度、流值		每台拌和机每天 1~2 次，以 4~6 个试样的平均值评定	符合本文件规定	T0702、T0709
浸水马歇尔试验		每 7 个工作日及必要时	符合本文件规定	T0702、T0729
车辙试验		每 7 个工作日及必要时	符合本文件规定	T0719
Superpave 沥青混合料冻融劈裂试验		每 7 个工作日及必要时	符合 AASHTO T283 的规定	JTG E20
注1：括号内的数值为SMA玛蹄脂沥青混合料的要求。				

8.4.2 温拌沥青混合料在拌和过程中，应对热料仓中各档集料的计量逐盘打印。当热料仓中单档集料的质量波动范围达到或超出±4%时，应停止生产沥青混合料，查找原因，待调试合格后方可继续生产。

8.4.3 沥青混合料在铺筑过程中应随时对铺筑质量进行评定，质量检查的内容、频度、允许误差等应符合表 8.4-2 与 8.4-3 的规定。

表 8.4-2 沥青混合料施工过程中的质量控制标准

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
			高速公路、一级公路	二级公路	
外观		随时	表面平整密实、不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油疔、油包等缺陷，且无明显离析		目测
接缝		随时	密实平整、顺直、无跳车		目测
		逐条缝检测评定	3mm	5mm	T0931
施工温度	摊铺温度	逐车检测评定	符合本文件规定		T0981
	碾压温度	随时	符合本文件规定		插入式温度计实测
厚度	每一层次	随时，厚度 50mm 以下	设计值的 5%	设计值的 8%	施工时插入法量测松铺厚度计压实厚度
		随时，厚度 50mm 以上	设计值的 8%	设计值的 10%	
	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	—	总量检验
	总厚度	1 点/2000m ² 单点评定	设计值的-5%	设计值的-8%	T0912
	中、下面层厚度	1 点/2000m ² 单点评定	设计值的-8%	设计值的-10%	
	表面层	1 点/2000m ² 单点评定	设计值的-10%	设计值的-10%	
压实度		每 2000 m ² 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	≥93%（采用最大理论密度控制）		T0924、T0922
15℃劈裂强度		1 点/4000m ² 单点评定	满足表 9.5.3 极值要求		
平整度（最大间隙）	表面层	随时，接缝处单杆评定	3mm	5mm	T0931
	中下面层	随时，接缝处单杆评定	5mm	7mm	T0931
平整度（标准差）	表面层	连续测定	1.2mm	2.5mm	T0932
	中面层	连续测定	1.5mm	2.8mm	
	下面层	连续测定	1.8mm	3.0mm	
	基层	连续测定	2.4mm	3.5mm	
宽度	有侧石	检测每个断面	±20mm	±20mm	T0911
	无侧石	检测每个断面	不小于设计宽度		
纵断面高程		检测每个断面	±10mm	±15mm	T0911

横坡度	检测每个断面	±0.3%	±0.5%	T0911
注1：试验方法采用JTG 3450的方法进行。 注2：密级配沥青混合料应用最大理论密度作为压实度检测的标准密度。对于AM型沥青混合料的压实度检测，应满足试验室标准密度的98%。				

表 8.4-3 沥青路面结构层渗水系数指标

混合料类型	公称粒径，不大于	渗水系数（ml/min），不大于	合格率（%），不小于
SMA、ARHM	16	60	90
密级配沥青混合料、ARHM	19	80	90
密级配沥青混合料	26.5	120	80
大桥及以上的桥面铺装	—	60	90
注1：渗水系数的测定点应采用JTG 3450附录A 的方法随机选择。			

8.5 交工验收

8.5.1 工程完工后，施工单位应将全线以 1km~3km 作为一个评定路段，对沥青面层自检，计算合格率，提交自检总结报告，申请交工验收。

8.5.2 现场压实度检测及评定按照表 8.5 确定的密度作为标准密度进行，只要是密级配沥青混合料，该标准密度应采用目标配合比设计检测机构出具的生产配合比验证中最大理论密度。

8.5.3 交工验收阶段应对路面面层进行钻芯取样，检测其劈裂强度，试验方法按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 中的 T 0716 执行。钻芯取样以每 4km 为一处，每公里不少于一点进行检测。

表 8.5 沥青路面结构层芯样劈裂强度指标

混合料类型	代表值（MPa），不小于	合格率（%），不小于	极值（MPa），不小于
密级配沥青混合料	1.2	90	1.0
密级配改性沥青混合料	1.4	90	1.2
SMA、ARHM	1.1	90	0.9

8.5.4 交工验收其他检测项目与技术要求按照《公路工程质量检验评定标准》JTG F80 执行。

(规范性附录 A)

温拌改性沥青混合料目标配合比设计马歇尔试验方法

A.1 适用范围

本方法适用于采用马歇尔试验进行温拌改性沥青混合料目标配合比设计。

A.2 方法与步骤

A.2.1 材料检测，并应符合标准的规定。

A.2.2 按表 5 的矿料级配范围，调整各档矿料比例，选定初始级配。

A.2.3 根据经验或在 4.5%~7.0%范围内预估油石比，并以预估油石比、预估油石比 $\pm 0.5\%$ 、预估油石比 $\pm 1\%$ ，制备五组不同油石比试件。

A.2.4 采用小型沥青混合料拌和机拌料，温度控制宜符合表 8 的规定。

A.2.5 按照 JTG E20 的击实法 (T 0702) 双面击实 75 次成型试件。

A.2.6 测定试件的空隙率 VV、矿料间隙率 VMA、毛体积密度、饱和度 VFA、马歇尔稳定度 MS、流值 FL，绘制各项指标与油石比关系曲线图，计算最优沥青用量 OAC。

A.2.7 检验最优沥青用量 OAC 下混合料的空隙率 VV、矿料间隙率 VMA、毛体积密度、饱和度 VFA、马歇尔稳定度 MS、流值 FL、车辙试验稳定度、低温弯曲破坏应变、冻融劈裂强度比、马歇尔残留稳定度，各项技术指标应满足表 6、表 7 的要求。

A.2.8 检验最优沥青用量 OAC 下混合料的动态模量和疲劳寿命，其技术指标应满足表 7 的要求。

A.2.9 出具目标配合比设计报告。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19001—2016 质量管理体系 要求
- [2] JT/T 526 路面沥青改性材料 苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物（SBS）
- [3] DB 62/T 3136 公路沥青路面施工技术规范
- [4] JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范
- [5] JG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- [6] JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范
- [7] JTG F80/1-2004 公路工程质量检验评定标准（第一册土建工程）
- [8] JTG E42-2005 公路工程集料试验规程
- [9] JTG D50-2017 公路沥青路面设计规范
- [10] GB/T 3516 橡胶中溶剂抽出物的测定
- [11] GB/T 4498 橡胶灰份的测定
- [12] GB/T 14837 橡胶烃含量、炭黑含量的测定 热重分析法
- [13] CJJ 37-90 城市道路设计规范
- [14] JT/T 534 沥青路面用聚合物纤维