DB21

辽　宁　省　地　方　标　准

DB21/ T 2041—2012

寒区温拌沥青路面工程技术规程

Technical specification for warm mix asphalt pavement engineering in cold region

2021 - 02 -01 发布　　2021 - 02 - 01 实施

辽宁省住房和城乡建设厅
辽宁省质量技术监督局　　联合发布

辽 宁 省 地 方 标 准

寒区温拌沥青路面工程技术规程

Technical specification for warm mix asphalt pavement engineering in cold region

DB21/T 2041-2012

主编部门：辽宁省住房和城乡建设厅

批准部门：辽宁省住房和城乡建设厅

实施日期：2021 年 2 月 1 日

2021 沈阳

前　　言

随着温拌沥青路面技术的发展，《寒区温拌沥青混凝土路面工程技术规程》（DB21/T2041-2012）（以下简称“原规程”）部分内容需修订完善。根据辽宁省住房和城乡建设厅J12272-2013文件要求，由沈阳市政集团有限公司会同有关设计、施工、科研等单位共同修订而成。

在修订过程中，修订单位开展了专题研究，进行了广泛的调查分析，认真总结国内外科研成果、设计施工经验，并在广泛征求了设计、施工等有关单位意见的基础上，修订本规程。

本规程修订后的主要技术内容有：术语和定义、符号、代号，基本规定，材料，温拌沥青混合料设计，温拌沥青路面施工，施工质量管理及验收等。较原规程主要变化有：

1.增加了开级配温拌排水沥青磨耗层级配，删除了半开级配温拌沥青碎石级配。

2.增加了温拌沥青混合料马歇尔试验技术标准和混合料性能技术要求。

3.增加了低温施工时温拌沥青混合料原材料、拌和、运输、摊铺、压实的要求。

4.优化了温拌沥青路面交工检查与验收要求。

5.梳理了章节安排，规范了术语，增加了符合及代号。

本规程由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理，由沈阳市政集团有限公司（地址：沈阳市铁西区凌空一街5-1号；邮政编码：110021）负责具体技术内容解释，望各单位在使用本规程的过程中，总结实践经验，提出意见和建议。

本规程主编单位、参编单位和主要起草人名单：

主编单位：沈阳市政集团有限公司

　　沈阳建筑大学

参编单位：鞍山市政修建有限责任公司

　　大连市政设施修建有限公司

　　沈阳政基市政工程质量检测有限公司

主要起草人：胥福元、杨彦海、刘鹏飞、杨野、高辉、王秋菲、孙亮、吕友、彭博、赵雅静、樊志强、孙凤雨、张景新、张会、刘强、李本鸣、代蛟龙、罗光华、高雅、王喆、刘岩、孙大庆

主要审查人：

目　次

1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义、符号、代号 1
3.1 术语 1
3.2 符号及代号 2
4 基本规定 2
5 材料 3
5.1 一般规定 3
5.2 道路石油沥青 3
5.3 改性沥青 4
5.4 集料与填料 4
5.5 温拌添加剂 6
5.6 纤维 6
6 温拌沥青混合料设计 7
6.1 一般规定 7
6.2 温拌沥青混合料级配设计 7
6.3 温拌沥青混合料马歇尔试验技术标准 8
6.4 温拌沥青混合料技术要求 9
6.5 温拌沥青混合料生产配合比设计与验证 9
7 温拌沥青路面施工 9
7.1 一般规定 9
7.2 施工准备 10
7.3 温拌沥青混合料拌和 11
7.4 温拌沥青混合料的运输 12
7.5 温拌沥青混合料摊铺 12
7.6 温拌沥青混合料压实 13
7.7 接缝施工 14
8 施工质量检验与验收 14
8.1 一般规定 14
8.2 温拌沥青混合料检验 14
8.3 验收 16
本规程用词用语说明 17
条　文　说　明 18

寒区温拌沥青路面工程技术规程

1 范围

1.0.1　本规程规定了温拌沥青混合料的材料、温拌沥青混合料设计、施工、施工质量管理及验收。

1.0.2　本规程适用于辽宁省辖区内寒区各等级公路和市政道路、沥青混凝土桥面铺装的温拌沥青路面工程，用于新建、改建、扩建路面工程的施工及验收。

1.0.3　本规程仅适用于基于表面活性剂原理实现沥青混合料温拌化技术。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。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 30596　温拌沥青混凝土

JTG D50　公路沥青路面设计规范

JTG F40　公路沥青路面施工技术规范

JTG/T F20　公路路面基层施工技术细则

JTG 5210　公路技术状况评定标准

CJJ 1　城镇道路工程施工与质量验收规范

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 3450　公路路基路面现场测试规程

JTG F80/1　公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义、符号、代号

3.1　术语

3.1.1　**温拌沥青混凝土** warm mix asphalt concrete

通过掺入温拌沥青添加剂，在基本不改变沥青混合料配合比和施工工艺的前提下，使沥青混合料的拌和、碾压温度比同类热拌沥青混合料相应降低 30℃以上，路用性能符合本标注要要求的沥青混合料。

3.1.2　**温拌沥青添加剂** warm mix additives

通过物理和/或化学作用，能显著降低沥青高温粘度，改善混合料施工和易性的添加材料。

3.1.3　**温拌沥青混合料施工温度** warm mix asphalt construction temperature

温拌沥青混合料的拌和温度、摊铺温度和碾压温度。

3.1.4　**温拌沥青混合料正常施工** warm mix asphalt normal construction

在最低平均气温高于 10℃条件下的温拌沥青混合料施工。

3.1.5　**温拌沥青混合料低温施工** warm mix asphalt cold season construction

在最低平均气温低于10℃条件下的温拌沥青混合料的施工。

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	WAC	温拌密级配沥青混合料
3.2.2	WATB	温拌密级配沥青稳定碎石混合料
3.2.3	WSMA	温拌沥青玛蹄脂碎石混合料
3.2.4	WOGFC	温拌开级配排水式磨耗层混合料
3.2.5	MS	马歇尔稳定度
3.2.6	FL	马歇尔试验的流值
3.2.7	VV	压实沥青混合料的空隙率，即矿料及沥青以外的空隙(不包括矿料自身内部的孔隙)的体积占试件总体积的百分率
3.2.8	VMA	压实沥青混合料的矿料间隙率，即试件全部矿料部分以外的体积占试件总体积的百分率
3.2.9	VFA	压实沥青混合料中的沥青饱和度，即试件矿料间隙中扣除被集料吸收的沥青以外的有效沥青结合料部分的体积在 VMA 中所占的百分率
3.2.10	VCA	粗集料骨架间隙率
3.2.11	VCA_{mix}	压实沥青混合料的粗集料骨架间隙率，即试件的粗集料骨架部分以外的体积占试件总体积的百分率
3.2.12	VCA_{DRC}	捣实状态下的粗集料松装间隙率
3.2.13	TFOT	沥青的薄膜加热试验
3.2.14	RTFOT	沥青的旋转薄膜加热试验
3.2.15	Superpave	美国 SHRP(Stratebic Highway Reseach Program)沥青混合料配合比设计体系的注册名称

4 基本规定

4.0.1　温拌沥青混凝土路面工程必须由具备相应道路工程或公路工程施工资质的施工单位施工。

4.0.2　温拌沥青混凝土路面工程施工中相关设计和质量检验应满足本规程要求。

4.0.3　原材料、温拌沥青混合料的技术指标除符合本规程要求外，尚应符合国家及行业颁布的有关标准、规范和法规的要求。

4.0.4　温拌沥青混合料不宜在气温低于 0℃条件下施工，不得在雨天、雪天、路面潮湿的情况下施工。

4.0.5　温拌沥青混合料的施工应遵守国家安全生产和环境保护等法律法规的规定，并符合节能与资源节约的相关政策。

4.0.6　温拌沥青混合料的设计、施工、验收除应遵照本规程的规定外，同时还应符合现行国家及行业颁布的有关标准、规范和法规。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 采购材料时应向材料供应商提出材料规格、质量、技术要求。

5.1.2 材料出厂应有质量检验单，但不得以材料出厂的质量检测单或商检报告代替现场检测，材料到场后应按相关规范要求频率进行复检验收，不符合要求的不得使用。

5.1.3 材料复验合格后，按规定进行贮存与管理。

5.2 道路石油沥青

5.2.1 道路石油沥青宜选用 B 级以上石油沥青。适用范围应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 道路石油沥青的适用范围

沥 青 等 级	适 用 范 围
A 级沥青	各个等级的道路，适用于任何场合和层次。
B 级沥青	1.城市快速路、主干路沥青下面层及以下的层次，其他等级道路的各个层次； 2.用做改性沥青、乳化沥青、改性乳化沥青、稀释沥青的基质沥青。

5.2.2 选择道路石油沥青的标号时，宜根据当地气候条件、交通情况等确定的道路石油沥青标号的基础上，采用稠度相当或稠度降低一个等级的沥青。道路石油沥青质量应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 道路石油沥青技术要求

指标	单位	等级	沥青标号			试验方法
			110 号	90 号	70 号	
针入度（25℃，5s，100g）	0.1mm	—	100～120	80～100	60～80	T0604
针入度指数 PI	—	A	-1.5～+1.0			T0604
		B	-1.8～+1.0			
软化点（R&B）	℃	A	≥43	≥44	≥45	T0606
		B	≥42	≥42	≥43	
60℃动力粘度	Pa．s	A	≥120	≥140	≥160	T0620
10℃延度	cm	A	≥40	≥30	≥25	T0605
		B	≥30	≥20	≥20	
15℃延度	cm	A、B	≥100			T0605
蜡含量（蒸馏法）	%	A	≤2.2			T0615
		B	≤3.0			
闪点	℃		≥230	≥245	≥260	T0611
溶解度	%		≥99.5			T0607
密度（15 ℃）	g/cm^3		实测记录			T0603
TFOT（或 RTFOT）后						
质量变化	%		≤±0.8			T0609 或 T0610
残留针入度比	%	A	≥55	≥57	≥61	T0604
		B	≥52	≥54	≥58	
残留延度（10℃）	cm	A	≥10	≥8	≥6	T0605
		B	≥8	≥6	≥4	

注：试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20规定的方法执行。

5.3 改性沥青

5.3.1 制备改性沥青的基质沥青应与改性剂有良好的配伍性，其质量宜符合表 5.2.1 中 A 级或 B 级道路石油沥青的技术要求。

5.3.2 常用的 SBS 类改性沥青的质量应符合表 5.3.2 的技术要求，当使用表列以外的聚合物及复合改性沥青时，应通过试验研究制定相应的技术要求。

表 5.3.2 SBS 类改性沥青技术要求

指 标	单位	技 术 指 标		试验方法
		I-C	I-D	
针入度（25℃，5s，100g）	0.1mm	60～80	40～60	T0604
针入度指数 PI	—	≥-0.4	≥0	T0604
5℃延度,5cm/min	cm	≥30	≥20	T0605
软化点（R&B）	℃	≥55	≥60	T0606
135℃运动粘度	Pa s	≤3		T0625 T0619
闪点	℃	≥230		T0611
溶解度	%	≥99		T0607
25℃弹性恢复	%	≥65	≥75	T0662
贮存稳定性离析，48h 软化点差	℃	≤2.5		T0661
TFOT（或 RTFOT）后				
质量变化	%	≤±1.0		T0609 或 T0610
25℃针入度比	%	≥60	≥65	T0604
5℃延度	cm	≥20	≥15	T0605

5.4 集料与填料

5.4.1 粗集料

执行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40，不宜采用采用多孔性或吸水性强的集料，具体粗集料质量技术指标应符合表 5.4.1 的要求。

表 5.4.1 温拌沥青混合料用粗集料质量技术要求

指 标	单位	高等级公路、城市快速路、主干路		其他等级公路及其他市政路	试验方法
		表面层	其他层次		
石料压碎值	%	≤26	≤28	≤30	T0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤28	≤30	≤35	T0317
表观相对密度	—	≥2.60	≥2.50	≥2.45	T0304
吸水率	%	≤2.0	≤3.0	≤3.0	T0304
坚固性	%	≤12	≤12	—	T0314
针片状颗粒含量(混合料) 其中粒径大于 9.5mm 其中粒径小于 9.5mm	%	≤15 ≤12 ≤18	≤18 ≤15 ≤20	≤20 — —	T0312
水洗法＜0.075mm 颗粒含量	%	≤1	≤1	≤1	T0310
软石含量	%	≤3	≤5	≤5	T0320

5.4.2　细集料

1.执行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40；

2.细集料可以采用机制砂、洁净的天然砂、石屑等；

3.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 5.4.2-1 的规定。细集料的洁净程度，天然砂以小于 0.075mm 含量的百分数表示，石屑和机制砂以砂当量（适用于 0～3mm）或亚甲蓝值（适用于 0～5mm）表示；

4.温拌沥青混合料，宜将细集料分为 0～3mm 和 0～5mm 两档组合使用；

5.温拌沥青混合料中细集料宜采用机制砂。当使用天然砂时，天然砂的用量不应超过矿料总量的 10%，天然砂级配应满足表 5.4.2-2 的要求；

6.石屑应清洁、干净，不得含有土杂质，级配应满足表 5.4.2-3 的要求；

7.机制砂必须采用专用的制砂机生产，并采用优质碱性石料为原料，其级配应符合 S15、S16 的规格要求；

8.不宜采用多孔性或吸水率大的细集料。

表 5.4.2-1　温拌沥青混合料用细集料质量要求

项目	单位	高等级公路、城市快速路、主干路	其他等级公路及其他市政路	试验方法
表观相对密度	—	≥2.50	≥2.45	T0328
坚固性（＞0.3mm 部分）	%	≤12	—	T0340
含泥量（小于 0.075mm 的含量）	%	≤3	≤5	T0333
砂当量	%	≥60	≥50	T0334
亚甲蓝值	g/kg	≤25	—	T0349
棱角性（流动时间）	s	≥30	—	T0345

表 5.4.2-2　温拌沥青混合料用天然砂规格

筛孔尺寸（mm）	通过各筛孔的质量百分率（%）		
	粗砂	中砂	细砂
9.5	100	100	100
4.75	90～100	90～100	90～100
2.36	65～95	75～90	85～100
1.18	35～65	50～90	75～100
0.6	15～30	30～60	60～84
0.3	5～20	8～30	15～45
0.15	0～10	0～10	0～10
0.075	0～5	0～5	0～5

表 5.4.2-3　温拌沥青混合料用 机制砂或石屑规格

规格	公称粒径（mm）	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S15	0～5	100	90～100	60～90	40～75	20～55	7～40	2～20	0～10
S16	0～3	—	100	80～100	50～80	25～60	8～45	0～25	0～15

5.4.3　填料

1.填料应采用洁净的碱性石料磨细的矿粉，可同时掺加 1%～2%的消石灰粉替代部分填料。

2.矿粉应干燥、洁净，无结块，其质量应符合表 5.4.3 的要求。

表 5.4.3　温拌沥青混合料用矿粉的质量要求

指标	单位	高等级公路、城市快速路、主干路	其他等级公路及其他市政路	试验方法
表观密度	t/m^3	≥2.5	≥2.45	T0352
含水量	%	≤1	≤1	T0103 烘干法
粒度范围 ＜0.60mm ＜0.15mm ＜0.075mm	%	 100 90～100 75～100	 100 90～100 70～100	T0351
外观	—	无团粒结块	—	目测
亲水系数	—	＜1	—	T0353
塑性指数	—	＜4	—	T0354
加热安定性	—	实测记录	—	T0355

5.5　温拌添加剂

5.5.1　与同类型热拌沥青混合料相比，常温施工时加入温拌添加剂后可使沥青混合料的拌和温度及压实温度降低 30℃以上，低温施工时宜选择降温效果较好的温拌添加剂。温拌添加剂的选择和掺量应通过具体的温拌沥青混合料试验确定。

5.5.2　加入温拌沥青添加剂的沥青混合料，满足降温幅度的前提下其技术性能应达到同类型热拌沥青混合料的指标，且符合温拌沥青混合料的技术要求。

5.5.3　表面活性剂温拌剂按施工方法主要分为液体直投型（干法）和沥青添加型（湿法）。为确保液体温拌添加剂的有效性，添加剂应在密闭容器中避光保存，使用前添加剂溶液应保持均匀，没有悬浮物和沉淀物。

5.6　纤维

5.6.1 温拌沥青混合料中掺加的纤维稳定剂宜选用木质素纤维、矿物纤维、有机纤维等，其技术要求均应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的相关规定。

5.6.2 纤维应在250℃的干拌温度条件下不变质、不发脆，使用纤维必须符合环保要求，不危害身体健康。纤维必须在温拌拌和条件下能充分分散均匀，避免采用在高温条件下才能分散的纤维。温拌条件下沥青的流动性下降，过多纤维对工作性不利，根据沥青混合料设计的结果，可适当减少用量。

6 温拌沥青混合料设计

6.1 一般规定

6.1.1 根据各种不同的使用目的，温拌沥青混合料应有适宜的矿料级配，可以采用表 6.1.1 的沥青混合料。

表 6.1.1 温拌沥青混合料的矿料级配类型

混合料类型	密级配			开级配	公称最大粒径（mm）	最大粒径（mm）
	连续级配		间断级配	排水式沥青磨耗层		
	沥青混凝土	沥青稳定碎石	沥青玛蹄脂碎石			
粗粒式	—	WATB-30	—	—	31.5	37.5
	WAC-25	WATB-25	—	—	26.5	31.5
中粒式	WAC-20	—	WSMA-20	—	19.0	26.5
	WAC-16	—	WSMA-16	WOGFG-16	16.0	19.0
细粒式	WAC-13	—	WSMA-13	WOGFC-13	13.2	16.0
	WAC-10	—	WSMA-10	WOGFC-10	9.5	13.2
砂粒式	WAC-5	—	—	—	4.75	9.5
设计空隙率（%）	3～5	3～6	3～4	≥18	—	—
注：设计空隙率可按配合比设计要求适当调整。						

6.1.2 在进行温拌沥青混合料配合比设计与施工时，应通过试验确定温拌沥青混合料拌和与压实等的操作条件。

6.2 温拌沥青混合料级配设计

6.2.1 温拌沥青混合料的配合比设计，应遵循《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 中沥青混合料配合比设计的目标配合比、生产配合比及试拌试铺验证的三个阶段，确定矿料级配及最佳添加剂用量。

6.2.2 温拌沥青温合料矿料级配符合表 6.2.2-1、6.2.2-2、6.2.2-3、6.2.2-4。

表 6.2.2-1 温拌密级配沥青混合料矿料级配范围

筛孔直径（mm）	粗粒式	中粒式		细粒式		砂粒式
	WAC-25	WAC-20	WAC-16	WAC-13	WAC-10	WAC-5
31.5	100	—	—	—	—	—
26.5	90～100	100	—	—	—	—
19.0	75～90	90～100	100	—	—	—
16.0	65～83	78～92	90～100	100	—	—
13.2	57～76	62～80	76～92	90～100	100	—
9.5	45～65	50～72	60～80	68～85	90～100	100
4.75	24～52	26～56	34～62	38～68	45～75	90～100
2.36	16～42	16～44	20～48	24～50	30～58	55～75
1.18	12～33	12～33	13～36	15～38	20～44	35～55
0.6	8～24	8～24	9～26	10～28	13～32	20～40
0.3	5～17	5～17	7～18	7～20	9～23	12～28
0.15	4～13	4～13	5～14	5～15	6～16	7～18
0.075	3～7	3～7	4～8	4～8	4～8	5～10

6.2.2-2　温拌密级配沥青稳定碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）													
		37.5	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
粗粒式	WATB-30	100	90～100	70～90	53～72	44～66	39～60	31～51	20～40	15～32	10～25	8～18	5～14	3～10	2～6
粗粒式	WATB-25	—	100	90～100	60～80	48～68	42～62	32～52	20～40	15～32	10～25	8～18	5～14	3～10	2～6

表 6.2.2-3　温拌沥青玛蹄脂碎石混合料矿料级配范围

级配类型		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	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	WSMA-20	100	90～100	72～92	62～82	40～55	18～30	13～22	12～20	10～16	9～14	8～13	8～12
	WSMA-16	—	100	90～100	65～85	45～65	20～33	15～24	14～22	12～18	10～15	9～14	8～12
细粒式	WSMA-13	—	—	100	90～100	50～75	20～34	15～26	14～24	12～20	10～16	9～15	8～12
	WSMA-10	—	—	—	100	90～100	28～60	20～32	14～26	12～22	10～18	9～16	8～13

表 6.2.2-4　温拌开级配排水式磨耗层混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔（mm）的质量百分率/%										
		19.0	16.0	13.2	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
中粒式	WOGFC-16	100	90～100	60～90	40～60	10～26	9～20	7～17	6～14	5～11	4～9	3-5
	WOGFC-13		100	90～100	40～71	10～30	9～20	7～17	6～14	5～12	4～9	3-6
细粒式	WOGFC-10			100	80～100	8～28	5～15	5～12	4～10	4～9	4～8	3-6

6.3　温拌沥青混合料马歇尔试验技术标准

温拌沥青混合料采用马歇尔试验进行混合料设计，有条件的单位也可以采用 Superpave 设计方法进行高低温性能和水稳定性等路用性能验证。温拌沥青混合料马歇尔试验技术要求应符合表 6.3-1、表 6.3-2、表 6.3-3、表 6.3-4 和表 6.3-5 的要求。

表 6.3-1　温拌密级配沥青混合料马歇尔试验技术标准

试 验 指 标	单位	高等级公路、城市快速路、主干路				其他等级公路及其他市政路		试验方法
击实次数(双面)	次	75				50		T 0702
试件尺寸	mm	φ101.6mm×63.5mm						T 0702
空隙率 VV	%	3～5				3~6		T 0705
稳定度 MS	kN	≥8				≥5		T 0709
流值 FL	mm	2～4				2~4.5		T 0709
矿料间隙率VMA(%)	相应于以下公称最大粒径(mm)的最小 VMA 及 VFA 技术要求(%)							T 0705
	26.5	19	16	13.2		9.5	4.75	
	≥12	≥13	≥13.5	≥14		≥15	≥17	
沥青饱和度VFA(%)	%	65～75				70~85		T 0705

表 6.3-2　温拌密级配沥青稳定碎石混合料马歇尔试验技术标准

试 验 指 标	单位	技术标准		试验方法
公称最大粒径	mm	≤26.5	＞26.5	—
试件尺寸	mm	ø101.6×63.5	ø152.4×95.3	T 0702
击实次数（双面）	次	75	112	T 0702
空隙率 VV	%	3～6		T 0705
稳定度 MS	kN	⩾7.5	⩾15	T 0709
流值 FL	mm	1.5～4	实测	T 0709

沥青饱和度 VFA	%	55～70	T 0705
矿料间隙率 VMA(%)	ATB30	ATB25	T 0705
	≥11.5	≥12	

表 6.3-3　温拌沥青玛蹄脂碎石混合料马歇尔试验技术标准

试 验 指 标	单位	技术标准	试验方法
击实次数(双面)	次	50	T 0702
试件尺寸	mm	φ101.6mm×63.5mm	T 0702
空隙率 VV	%	3.5～4.5	T 0705
粗骨架间隙率 VCA_{mix}	—	≤VCA_{DRC}	T 0705
矿料间隙率 VMA	%	≥17	T 0705
析漏损失	%	≤0.1	T 0732
肯塔堡飞散损失	%	≤15	T 0733
稳定度 MS	kN	≥6	T 0709
流值 FL	mm	2～5	T 0709
沥青饱和度VFA	%	75～85	T 0705

表 6.3-4　温拌开级配排水式磨耗层沥青混合料马歇尔试验技术标准

试 验 指 标	单位	技术标准	试验方法
击实次数(双面)	次	50	T 0702
试件尺寸	mm	φ101.6mm×63.5mm	T 0702
空隙率 VV	%	18～25	T 0705
稳定度 MS	kN	≥5	T 0709
析漏损失	%	≤0.3	T 0732
肯塔堡飞散损失	%	<15	T 0733

6.4　温拌沥青混合料技术要求

温拌沥青混合料的高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性等性能指标应满足表 6.4 要求。

表 6.4　温拌沥青混合料路用性能技术要求

检　验　项　目	单位	WAC、WATB 类		WSMA	WOGFC	试验方法
		普通沥青	改性沥青			
车辙试验动稳定度	次/mm	≥800	≥2400	≥3000	≥4000	T 0719
低温弯曲破坏应变	με	≥2300	≥2800	≥2800	≥2800	T 0715
水稳定性：浸水马歇尔残留稳定度	%	≥80	≥85	≥75	≥85	T 0709
冻融劈裂试验残留强度比	%	≥75	≥80	≥80	—	T 0729
注：本规程的温拌沥青混合料不需要进行养生处理，试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 规定的方法执行。						

6.5　温拌沥青混合料生产配合比设计与验证

温拌沥青混合料生产配合比设计阶段及试铺试拌验证阶段应按照现行的《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）有关步骤进行。

7 温拌沥青路面施工

7.1　一般规定

7.1.1　温拌沥青路面基层的材料、施工工艺应符合现行《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 及

《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定；在沥青面层施工前应对于基层材料和施工质量进行检查、验收，基层质量符合要求时进行温拌沥青路面的施工。

7.1.2　温拌沥青混合料的拌和、运输、摊铺和压实等施工作业应采用机械化施工。

7.1.3　施工前相关材料应齐备，同时提供原材料质量检验报告。所有路用材料均应经批准方可使用。

7.1.4　温拌沥青混合料路面工程正式开工前，应铺筑 100m～200m 试验路段，进行温拌沥青混合料的试拌、试铺和试压试验，并据此制订正式的施工程序，以确保施工质量和路面施工的顺利进行。

7.1.5　铺筑试验路段时应确定如下数据：

1.确定拌和混合料的温度、拌和时间、温拌剂的加入时间、验证矿料级配和沥青用量；

2.确定摊铺温度、摊铺速度；

3.确定压实温度、压路机类型、压实工艺及压实遍数；

4.检测试验路施工质量，不符合要求时应找出原因，采取纠正措施，重新铺筑试验路，直到满足要求为止。

7.1.6　沥青混合料拌和及施工温度应按表 7.1.6-1、7.1.6-2 的规定，根据环境温度、运距等实际情况进行适当调整。使用表列以外的沥青品种温度宜根据试验进行具体的确定。

表 7.1.6-1　温拌石油沥青混合料的拌和及施工温度范围

施 工 工 序	90 号石油沥青
沥青加热温度	140℃～160℃
矿料加热温度	125℃～135℃
沥青混合料出料温度	105℃～125℃
混合料贮料仓贮存温度	贮料过程中温度降低不超过 10℃
运输到现场温度	100℃～110℃（正常 100℃，低温 110℃）
混合料摊铺温度	95℃～105 ℃（正常 95℃，低温 105℃）
开始碾压温度	90℃～100℃（正常 90℃，低温 100℃）
碾压终了的表面温度	≥60℃
开放交通的路表面温度	≤50℃

表 7.1.6-2　温拌 SBS 改性沥青的拌和及施工温度范围

施 工 工 序	SBS 类
沥青加热温度	165℃～175℃
矿料加热温度	160℃～180℃
沥青混合料出料温度	140℃～160℃
混合料贮料仓贮存温度	拌和出料后降低不超过 10℃
运输到现场温度	≥130℃
混合料摊铺温度	≥125℃
开始碾压温度	≥120℃
碾压终了的表面温度	≥70℃
开放交通的路表面温度	≤50℃

7.2　施工准备

7.2.1　施工前各类材料应符合下列要求：

1.集料

（1）应按设计要求准备各种不同规格的集料，对不同料场、批次的材料应进行检查验收；

（2）集料应堆放于清洁、干燥、地基稳定、排水良好、有硬质铺面的场地上，不同规格的集料应分开堆放；

（3）集料宜采取分层堆放的方法，在整个堆料区逐层向上堆放，以防止集料离析；

2.结合料

（1）沥青宜贮存在可加热与保温的贮藏罐中，根据不同沥青类型和等级采用不同的贮存温度，使用前应加热到适宜的加工温度；

（2）添加剂在使用前要求进行质量检验，不符合要求的不得使用。

7.2.2　正式施工前应准备好需用的温拌沥青混合料拌制、运输、摊铺压实等设备，并进行必要的核验工作。

7.2.3　铺筑温拌沥青混合料前，应检查其下层的质量，不符合要求的不得铺筑温拌沥青混合料。下承层已被污染时，必须处理后方可铺筑温拌沥青混合料，并按规定喷洒透层油或粘层油。

7.2.4　在旧沥青路面或水泥混凝土路面上加铺温拌沥青混合料面层时，应修补破损的路面、填补坑洞、封填裂缝或失效的水泥路面接缝；松动的水泥混凝土板应清除或进行稳定处理；表面应整平，摊铺前应清扫干净，喷洒粘层油。

7.3　温拌沥青混合料拌和

7.3.1　对混凝土搅拌站的要求应符合下列规定：

1.搅拌站的设置必须符合国家有关环境保护、消防、安全等规定。

2.搅拌站与工地现场距离应满足混合料运抵现场时，施工对温度的要求，且混合料不离析。

3.搅拌站贮料场及场内道路应硬化处理，具有完备的排水设施。

4.各种集料（含外掺料、混合料成品）必须分仓贮存，并有防雨设施。

5.搅拌机必须设二级除尘装置。矿粉料仓应配置振动卸料装置。

6.采用连续式搅拌机搅拌时，使用的集料源应稳定不变。

7.采用间歇式搅拌机搅拌时，搅拌能力应满足施工进度要求。冷料仓的数量应满足配合比需要，通常不宜少于 5 个。

7.3.2　温拌沥青混合料拌和楼需加装温拌剂自动添加装置，需具备准时、足量、自动化添加的功能，宜优先采用相应的专用配套设备。

7.3.3　采用溶液直投型温拌添加剂用间歇式拌和机拌和生产时，每盘的生产周期不宜少于 45s，其中干拌不少于 3s，喷沥青和温拌添加剂控制在 13s 以内，然后湿拌 6s 添加矿粉，再继续湿拌不少于 30s，温拌剂喷入时间与沥青喷洒时间一致，温拌剂喷洒扇面需与沥青喷洒扇面基本重叠。

7.3.4　使用液体温拌剂时，拌和锅打开孔径宜不小于 30cm 的排气口。排气口的设置高度稍大于混合料拌合区高度，以便拌和过程中的水汽顺利排出。

7.3.5　采用沥青添加型温拌剂，可直接与沥青拌和，混合均匀即可使用，混合料拌和时间与顺序同溶液直投型温拌添加剂。

7.3.6　温拌添加剂的添加剂量，应根据产品建议添加量进行试验并确定。

7.3.7　添加纤维时，纤维必须在温拌沥青混合料中充分分散，拌和均匀。拌和机应配备同步添加装置，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。

7.3.8　低温施工时，确保原材料干燥，适当提高拌和温度和拌和时间，提高出料温度。

7.4　温拌沥青混合料的运输

7.4.1　**温拌**沥青混合料出厂时，应逐车检测混合料的质量和温度，并附带载有出厂时间的运料单，不合格不得出厂。

7.4.2　温拌沥青温合料宜采用与摊铺机匹配的自卸汽车运输，低温施工时宜采用大吨位运料车，但不得超载。

7.4.3　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。

7.4.4　运料车应具有保温、防雨、防混合料遗撒与沥青滴漏等功能，低温施工时宜采用篷布和棉被双层保温，且前车倒料完成前不撤离篷布和棉被，有条件的还应在运料车侧面加装泡沫隔板等保温措施。

7.4.5　温拌沥青混合料运输车辆的总运力应大于搅拌能力或摊铺能力，宜待等候的运料车多于 4 辆后开始摊铺。

7.4.6　温拌沥青混合料运至摊铺地点，应对拌和质量与温度进行检查，合格后方可使用。

7.5　温拌沥青混合料摊铺

7.5.1　温拌沥青混合料应采用机械摊铺。摊铺温度应符合表 7.1.6-1、7.1.6-2 规定。城市快速路、主干路宜采用两台以上摊铺机联合摊铺，每台机器的摊铺宽度宜小于 6m。表面层宜采用多机全幅摊铺，减少施工接缝。

7.5.2　摊铺机应具有自动或半自动方式调节摊铺厚度及找平的装置、可加热的振动熨平板或初步振动装置、摊铺宽度可调整等功能，且受料斗容量应能保证更换运料车时连续摊铺。

7.5.3　采用自动调平摊铺机摊铺厚度，摊铺最下层沥青混合料时，应使用导梁引钢丝或路缘石、平石控制高程与摊铺厚度，以上各层可用导梁引导高程控制，可采用声纳平衡梁控制方式。经摊铺机初步压实的摊铺层应符合平整度、横坡的要求。

7.5.4　温拌沥青混合料的最低摊铺温度应根据气温、下卧层表面温度、摊铺层厚度与沥青混合料种类经试验确定。低温施工时必须保证路面充分干燥。

7.5.5　温拌沥青混合料的松铺系数应根据混合料类型、施工机械和施工工艺等通过试验段确定，试验路段长度不宜小于 100m。

7.5.6　摊铺温拌沥青混合料应均匀、连续不间断，不得随意变换摊铺速度或中途停顿。摊铺速度 2m/min～6m/min。摊铺时螺旋送料器应不停顿地转动，两侧应保持有不少于送料器高度 2/3 的混合料，并保证在摊铺机全宽度断面上不发生离析。熨平板按所需厚度固定后不得随意调整。

7.5.7　摊铺层发生缺陷应找补，并停机检查，排除故障。

7.5.8　路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道小规格工程可采用人工摊铺。

7.6 温拌沥青混合料压实

7.6.1 应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤，以达到最佳碾压结果。温拌沥青混合料压实宜采用钢筒式静态压路机与轮胎压路机或振动压路机组合的方式压实。

7.6.2 压实应按初压、复压、终压（包括成形）三个阶段进行。压路机应以慢而均匀的速度碾压，压路机碾压速度宜符合表 7.6.2-1 要求，压路机的碾压工艺组合宜按表 7.6.2-2 和表 7.6.2-3 的规定压实。

表 7.6.2-1 压路机碾压速度（km/h）

压路机类型	初 压		复 压		终 压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢轮压路机	1.5～2	3	2.5～3.5	5	2.5～3.5	5
轮胎压路机	—	—	3.5～4.5	6	4～6	8
振动压路机	1.5～2 (静压)	5 （静压）	1.5～2 (振动)	1.5～2 （振动）	2～3 （静压）	5 （静压）

表 7.6.2-2 正常施工的碾压组合

组合类型	初压（遍数）		复压（遍数）		终压（遍数）	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢轮压路机	2~3（振动）	3（振动）	3~5（振压）	5	2~3（静压）	3
胶轮压路机	—	—	4~5（胶轮）	6	—	—

7.6.2-3 低温施工的碾压组合

组合类型	初压（遍数）		复压（遍数）		终压（遍数）	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢轮压路机	1（振动）	—	5~6（胶轮）	7	2~3（钢轮静压）	3
胶轮压路机	2~3（胶轮）	3	2~3（钢轮振压）	3	2~3（钢轮静压）	3

7.6.3 初压应符合下列要求：

1.初压温度符合表 7.1.6-1 和表 7.1.6-2，以能稳定混合料，且不产生推移、发裂为宜；

2.碾压应从外侧向中心碾压，碾速稳定均匀；

3.初压后应检查平整度、路拱，必要时应修整。

4.低温施工时，轮胎压路机进行初压有助于保证压实效果，但为了避免轮迹，需尽早安排钢轮振动压路机压实，做到快、连续、有效。

7.6.4 复压应紧跟初压连续进行，并应符合下列要求：

1.复压应连续进行。碾压段长度宜为 60m～80m。当采用不同型号的压路机组合碾压时，每一台压路机均应做全幅碾压；

2.密级配温拌沥青混合料宜优先采用重型的轮胎压路机进行碾压，碾压到要求的压实度为止；

3.对大粒径沥青稳定碎石类的基层，宜优先采用振动压路机复压。厚度小于 3cm 的沥青混合料层不宜采用振动压路机碾压。相邻碾压带重叠宽度宜为 10cm～20cm。振动压路机折返时先停止振动；

4.采用双轮钢筒式压路机，总质量不宜小于 12t；

5.大型压路机难于碾压的部位，宜采用小型压实工具进行压实。

7.6.5 终压宜选用双轮钢筒式压路机，碾压至无明显轮迹为止。

7.6.6　碾压过程中碾压轮应保持清洁，可对钢轮涂刷隔离剂或防粘剂，严禁刷柴油。当采用向碾压轮喷水（可添加小量表面活性剂）方式时，必须严格控制喷水量应成雾状，不得漫流。

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

7.6.8　温拌沥青混合料路面应待摊铺层自然降温至表面温度低于 50℃后，方可开放交通。

7.7　接缝施工

7.7.1　温拌沥青混合料面层的施工接缝应紧密、平顺。

7.7.2　上、下层的纵向热接缝应错开 15cm；冷接缝应错开 30cm～40cm。相邻两幅及上、下层的横向接缝均应错开 1m 以上。

7.7.3　表面层接缝应采用直茬，以下各层可采用斜接缝，摊铺层较厚时也可做阶梯形接缝。

7.7.4　对冷接缝操作前，应在接缝处涂少量沥青并预热。

8 施工质量检验与验收

8.1　一般规定

8.1.1　温拌沥青混合料路面施工前，应按《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1 对基层进行检验。

8.1.2　温拌沥青混合料原材料的检验按照《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 规定执行。

8.2　温拌沥青混合料检验

8.2.1　温拌沥青混合料配合比性能检验在拌和站进行。混合料的材料取样后并检验。

8.2.2　温拌沥青混合料的现场取样和成型必须连续进行，料温下降到失去工作性后不允许重新加热再成型。一般要求，取样量要至少为试验需要量的 3 倍，取样时立即测温，温度应在允许出料温度范围内。样品运送途中要注意保温，料温下降超过 20℃，不允许使用。取回的样品，立即放入恒温箱，样品堆积厚度，不低于 8cm，恒温 1h～2h 后进行成型试验。沥青混合料检验频度和质量应符合 8.2.2 的要求。

表 8.2.2　沥青混合料检验频度和质量要求

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">项 目</th><th rowspan="2">检查频度及单点检验评价方法</th><th colspan="2">质量要求或允许偏差</th></tr>
<tr><th>高等级公路、城市快速路、主干路</th><th>其他等级公路及其他市政路</th></tr>
<tr><td colspan="2">混合料外观</td><td>随时</td><td colspan="2">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</td></tr>
<tr><td rowspan="3">拌和温度</td><td>沥青、集料的加热温度</td><td>逐盘检测评定</td><td colspan="2">符合本规程规定</td></tr>
<tr><td rowspan="2">混合料出厂温度</td><td>逐车检测评定</td><td colspan="2">符合本规程规定</td></tr>
<tr><td>逐盘测量记录，每天取平均值评定</td><td colspan="2">符合本规程规定</td></tr>
<tr><td rowspan="9">矿料级配(筛孔)</td><td>0.075mm</td><td rowspan="3">逐盘在线检测</td><td>±2％（2%）</td><td>－</td></tr>
<tr><td>≤2.36mm</td><td>±5％（4%）</td><td>－</td></tr>
<tr><td>≥4.75mm</td><td>±6％（5%）</td><td></td></tr>
<tr><td>0.075mm</td><td rowspan="3">逐盘检查，每天汇总 l 次取平均值评定</td><td>±1％</td><td>－</td></tr>
<tr><td>≤2.36mm</td><td>±2％</td><td>－</td></tr>
<tr><td>≥4.75mm</td><td>±2％</td><td>－</td></tr>
<tr><td>0.075mm</td><td rowspan="2">每台拌和机每天 l～2 次，以 2 个试样的平均值评定</td><td>±2％（3%）</td><td>±2％</td></tr>
<tr><td>≤2.36mm</td><td>±5％(3％)</td><td>±6％</td></tr>
</table>

	≥4.75mm		±6％(4％)	±7％
沥青用量(油石比)		逐盘在线监测	±0.3％	—
		逐盘检查，每天汇总 l 次取平均值评定	±0.1％	—
		每台拌和机每天 l～2 次，以 2 个试样的平均值评定	±0.3％	±0.4％
马歇尔试验： 空隙率、稳定度、流值		每台拌和机每天 l～2 次，以 4～6 个试件的平均值评定	符合 JTG F40 规定	
浸水马歇尔试验		必要时 （试件数同马歇尔试验）	符合 JTG F40 规定	
车辙试验		必要时 （以 3 个试件的平均值评定）	符合 JTG F40 规定	
注：括号内的数字是对 SMA 的要求。				

8.2.3　沥青路面铺筑过程中必须随时对铺筑质量进行评定，质量检查的内容、频度、允许差应符合表 8.2.3 的要求。

表 8.2.3　温拌沥青混合料路面施工过程中工程质量的控制标准

项　目		检查频度及 单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	
			高等级公路、城市快速路、主干路	其他等级公路及其他市政路
外观		随时	表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油盯、油包等缺陷，且无明显离析	
接缝		随时	紧密平整、顺直、无跳车	
		逐条缝检测评定	3mm	5mm
施工温度	摊铺温度	逐车检测评定	符合本规程规定	
	碾压温度	随时	符合本规程规定	
厚度	每一层次	随时， 厚度 50mm 以下 厚度 50mm 以上	设计值的 5％ 设计值的 8％	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	—
	总厚度	每 2000m^2 一点单点评定	设计值的-5％	设计值的-8％
	表面层	每 2000m^2 一点单点评定	设计值的-8％	设计值的-10％
压实度		每 2000m^2 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	实验室标准密度的 97％(98％) 最大理论密度的 93％(94％) 试验段密度的 99％(99％)	
平整度(最大间隙)	表面层	随时，接缝处单杆评定	3mm	5mm
	中下面层	随时，接缝处单杆评定	5mm	7mm
平整度(标准差)	表面层	连续测定	1.2mm	2.5mm
	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
	无侧石	检测每个断面	不小于设计宽度	不小于设计宽度
纵断面高程		检测每个断面	±10mm	±15mm
横坡度		检测每个断面	±0.3％	±0.5％
沥青层层面上的渗水系数		每 1km 不少于 5 点，每点 3 处取平均值	300mL/min（普通密级配沥青混合料） 200mL/min（S MA 混合料）	

注：括号中数值是对 SMA 的要求。对于厚度小于 3cm 的超薄面层或磨耗层、厚度小于 4cm 的 SMA 表面层，钻孔试样表面形状改变难以准确测定密度，可免于钻孔取样，严格控制碾压工艺。

8.3 验收

工程完工后，施工单位应将全线宜 1km～3km 作为一个评定路段；每一侧车行道应随机选取测点进行检查，检查频度应符合表 8.3 的要求。

表 8.3 温拌沥青混合料路面交工检查与验收评定表

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">检查项目</td><td rowspan="2">检查频度和方法
（每一侧车行道）</td><td colspan="2">质量要求或允许偏差</td></tr>
<tr><td>高等级公路、城市快速路、主干路</td><td>其他等级公路及其他市政路</td></tr>
<tr><td colspan="2">外观</td><td>随时</td><td colspan="2">表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油盯、油包等缺陷，且无明显离析</td></tr>
<tr><td rowspan="4">厚度</td><td rowspan="2">代表值</td><td rowspan="4">每 200m 1 点</td><td>总厚度：-5%H</td><td rowspan="2">-8%H</td></tr>
<tr><td>表面层：-10%h</td></tr>
<tr><td rowspan="2">合格值</td><td>总厚度：-10%H</td><td rowspan="2">-15%H</td></tr>
<tr><td>表面层：-20%h</td></tr>
<tr><td colspan="2">压实度</td><td>每 200m 1 点，核子（无核）密度仪每 200 测 1 处，每处 5 点</td><td colspan="2">≥实验室标准密度的 96%（98%）
≥最大理论密度的 92%（94%）
≥试验段密度的 98%（99%）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">平整度</td><td>标准差/mm</td><td rowspan="2">全线连续，按每 100m 计算</td><td>≤1.2</td><td>≤2.5</td></tr>
<tr><td>IRI/（m/km）</td><td>≤2.0</td><td>≤4.2</td></tr>
<tr><td>最大间隙/mm</td><td>每 200m 测 2 处×5 尺</td><td>—</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="2">渗水系数/（mL/min）</td><td>渗水试验仪：每 200m 测 1 处</td><td>≤200
（其他沥青路面）
≤120
（SMA 路面）</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">宽度/mm</td><td>有侧石</td><td rowspan="2">每 200m 测 4 个断面</td><td>±20</td><td>±30</td></tr>
<tr><td>无侧石</td><td colspan="2">≥设计值</td></tr>
<tr><td colspan="2">纵断高程/mm</td><td>每 200m 测 2 个断面</td><td>±15</td><td>±20</td></tr>
<tr><td colspan="2">中线平面偏位/mm</td><td>每 200m 测 4 点</td><td>20</td><td>30</td></tr>
<tr><td colspan="2">横坡度/%</td><td>每 200m 测 2 个断面</td><td>±0.3</td><td>±0.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">弯沉值/0.01mm</td><td>全线每 20m 1 点</td><td colspan="2">≤设计验收弯沉值</td></tr>
<tr><td colspan="2">构造深度</td><td>铺沙法：每 200m 测 1 处</td><td>满足设计要求</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="2">矿料级配</td><td>每台班 1 次</td><td colspan="2">满足生产配合比要求</td></tr>
<tr><td colspan="2">沥青含量</td><td>每台班 1 次</td><td colspan="2">满足生产配合比要求</td></tr>
<tr><td colspan="2">马歇尔稳定度</td><td>每台班 1 次</td><td colspan="2">满足生产配合比要求</td></tr>
<tr><td colspan="5">注：括号中数值是对 SMA 的要求。</td></tr>
</table>

本规程用词用语说明

为准确掌握指南条文，对执行指南严格程度的用词作如下规定：

一、表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

二、表示严格，在正常情况均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

三、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”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

附录：

辽宁省地方标准

寒区温拌沥青路面工程技术规程

DB21/T 2041-2012

条　文　说　明

1 范 围

本规程修订过程中，按照中国标准编写模板增加了范围部分。原规程1.0.1条阐述的是编制规程意义，由于是修订，故删除此条。原规程1.0.3条不属于范围部分，且与本规程基本规定中4.0.3和4.0.6重复，故删除此条。本规程修订过程中增加了本规程涵盖的内容和本规程实现沥青混合料温拌化技术的方式。

本规程的定义使用地区为“寒区”，特指辽宁省辖区内。温拌沥青混合料技术主要的应用方向是低温施工、延长施工季节、延长混合料运距、减少对环境的污染，特别适合于寒冷地区应用。温拌沥青混凝土经国内外大量实验证明，可广泛适用于各等级公路和市政道路、沥青混凝土桥面铺装的沥青路面施工及验收。编写组在总结近年来国内外应用及研究成果的基础上，参考有关研究成果，修订了原规程。

2 规范性引用文件

本规程修订过程中，按照中国标准编写模板增加了规范性引用文件部分，故本规程后续章节均发生变化，如原规程中第2章为术语，现规程中则变成第3章，以此类推。本规程规定了温拌沥青混合料的材料要求、配合比设计、施工工艺及质量验收要求等，并不包括沥青路面结构设计等方面的内容。有关沥青路面结构设计等方面的内容，仍应按照《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）和《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定执行。因为温拌沥青混合料技术只是在添加材料、混合料设计方法及混合料拌和工艺等方面的创新，温拌沥青混合料的路用性能等同于热拌沥青混合料。因此温拌沥青混合料的应用除应按照本规范的专门规定外，其他的要求和热拌沥青混合料一样，应按照相应技术规范、标准的有关规定执行。对于尚未实践过的温拌技术所采用的指标可参照现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定执行。本规范鼓励采用经过试验以及实践证明行之有效的温拌新技术、新材料或新工艺。

3 术语和定义、符号、代号

本规程术语在修订过程中，按照审查专家意见，结合国家规范，修订了相关术语，并根据需要增加了符号、代号部分。

3.1.1 按《温拌沥青混凝土》（GB/T 30596）修订了该术语。温拌沥青混合料主要是工艺性技术，降低沥青路面施工操作温度是该技术的主要目的，而最大限度减轻其对沥青路面材料物理、化学性状的影响，是降低操作温度的前提。因此，选择温拌沥青混合料技术有两个原则：第一，混合料操作温度下降 30℃以上仍能达到目标效果；第二，混合料设计体系不涉及重大的材料调整、方法改变，竣工的沥青路面能够全部达到沥青路面路用性能要求。

3.1.2 按《温拌沥青混凝土》（GB/T 30596）修订了该术语。就目前国内外研究温拌沥青混合料的生产方式主要有以下四类：

（1）沥青-矿物法（Aspha-Min）

采用的矿物是一种合成沸石。在沥青混合料拌和过程中将这种粉末状材料（大约 0.3%）加入进去，从而使沥青产生连续的发泡反应。泡沫起到润滑剂的作用，从而使混合料在较低温度（120～130℃）下具有可拌和性。沸石（水合硅酸铝结晶粉末）由德国的 Eurovia 公司生产。沸石中含有 20%的结晶水，在 85℃以上时水分散失出来，从而使沥青发泡。

（2）泡沫沥青温拌法（WAM-Foam）

将软质沥青和硬质泡沫沥青在拌和的不同阶段加入到混合料中。第一阶段将软质沥青加入到温度为 110℃～120℃的集料中进行拌和以达到良好裹附。第二阶段将极硬的沥青泡沫化后加入到预拌的混合料中在进行拌和。

（3）有机添加剂法（Sasobit）

将低熔点的有机添加剂加入到混合料中，从而降低结合料的粘度。目前成功应用的化学添加剂有两类，合成蜡和低分子量酯类化合物。添加剂大约在 100℃～120℃之间熔化，熔化后的添加剂会产生大量的液体，从而使结合料粘度降低。目前比较常用的有机添加剂有 Sasobit，它是从煤炭中提取的一种添加剂，可加工成粉末状，其中所含的蜡可在 115℃以上溶于沥青中。在沥青中加入 Sasobit 可降低沥青的粘度，加入 3%的 Sasobit 可降混合料拌和温度 15℃～20℃。

（4）乳化沥青类温拌法（EWMA）

EWMA 的研发分为两个阶段：

第一阶段为 07 年前，是将一种特殊的高浓度（固含量为 70%左右）乳化沥青替代普通热沥青进行混合料拌和，其拌和温度为 100℃～130℃，施工所需设备和施工工艺与热拌沥青混合料基本相同。

第二阶段为 07 年起，采用的方法是不再生产乳化沥青，而是将皂液浓缩液直接加入搅拌锅进行沥青混合料拌和，其拌和温度也为 100℃～130℃，施工所需设备和施工工艺与热拌沥青混合料基本相同。

3.1.4、3.1.5　这两条规定了温拌沥青混合料正常施工和低温施工的温度界定范围。修订过程中增加了最平均气温的要求，这主要是为了保证不同季节施工温度的要求。由冬季进入春季天气逐渐转暖，这时候施工后沥青混合料可压实性能更好；而由秋季进入冬季天气逐渐变冷，此时施工后沥青混合料可压实性能就不容易控制，此时应做到“快运、快铺、快压”，甚至单独进行方案设计、论证后方可实施。所以，在温拌沥青混合料施工过程中，应严格控制施工时间和环境温度，保证路用性能。

3.2　按照审查专家意见与中国标准编写模板，结合本规程涉及到的符号与代号，增加了此条，并解释了符号或代号的意义。

4　基本规定

本规程的编写是在国内外对温拌沥青混合料大量研究成果的基础上，对温拌沥青混合料的路面施工技术进行推广，更好的规范和指导温拌沥青的施工。其意义及目的在保证温拌沥青混凝土工程质量的前提下，做到安全适用、技术先进、经济合理、保护环境，节能减排。

4.1　施工过程对温拌沥青混凝土路面质量非常重要，为保证施工质量，必须选择具有一定资质的施工

单位。

4.3，4.6　阐明了本规范在施工、验收应用中与其他标准、规范的关系与衔接原则。

5　材　　料

5.1.2　基质沥青质量基本受制于原油品种，且与炼油工艺关系密切，为防止因沥青质量影响混合料产品质量，沥青均应附有出厂质量检验单，使用单位在购货后应进行试验确认，不得以出厂质量检验单代替现场检测。如有疑问或达不到出厂检验单数据，可请质检部门或质量监督部门仲裁，以明确责任，目的是获得适用于当地气候条件的沥青。

5.2.1　温拌沥青路面不仅应用于公路，也应用于城市道路，因此将表 5.2.1 中公路改为道路，本规程其他地方也进行了相应修改。

5.3　当使用表 5.3.2 所列以外的聚合物、复合改性沥青以及其他类型改性沥青时，其主要技术指标也应满足本规范的技术要求，有些指标与现行规范相比有所提高。

5.4　本规程在修订规程中，对粗细集料提出不宜使用多孔性或吸水率大的要求。

5.5.1，5.5.2　温拌沥青混合料中最主要的材料就是温拌添加剂，为实现温拌沥青混合料，加入温拌添加剂后沥青混合料的拌和与压实温度需降低 30℃以上，且性能不能低于同类热拌沥青混合料。本规程修订过程中提出低温施工时宜选择降温幅度较大的温拌添加剂，这样能够拓展低温施工的施工时间与空间。

5.5.3　本规程主要针对表面活性剂型温拌剂，施工方法分为溶液直投型（干法）和沥青添加型（湿法）。

5.6.2　生产温拌沥青混合料时，需要添加纤维稳定剂时，掺量不宜过多。因为温拌条件下沥青的流动性显著降低，过多纤维对工作性不利，根据沥青混合料设计的结果，可酌情减少纤维用量。另一方面，当采用有机纤维时，随着纤维品种的不同，在温拌条件下的热熔变化与热拌条件相比可能会有明显的不同，这也会影响纤维吸附沥青和加筋的作用。总之，温拌沥青混合料添加纤维时，纤维用量宜低于热拌沥青混合料的用量，一般情况下，可能会减半使用，应根据具体试验确定。

6　温拌沥青混合料设计

原规程本章的题目为温拌沥青混合料，规程在修订过程中，根据专家意见和本章内容，将标题改为温拌沥青混合料设计。

6.1.1　规程在修订过程中，根据辽宁省寒区温拌沥青混合料应用情况，删除了温拌沥青碎石的级配类型，增加了温拌排水式沥青磨耗层级配类型和范围，增加了温拌沥青玛蹄脂碎石混合料 WSMA-10 的级配范围，除本规程中的规定的混合料外，还可应用于改性沥青混合料工程，具体通过实验可以确定。

6.3　规程修订过程中，为了方便规程使用人员，针对本规程提出的混合料类型增加了温拌沥青混合料马歇尔试验技术标准。温拌沥青混合料配合比设计方法以马歇尔体积设计方法为主，当采用其他方法设计时，应进行马歇尔试验及各项配合比设计检验，并报告不同设计方法的试验结果。

6.4　规程修订过程中，针对本规程提出的混合料类型增加了温拌沥青混合料技术要求。对于温拌沥青玛蹄脂碎石混合料（WSMA）和温拌开级配排水式磨耗层沥青混合料（WOGFC），目前辽宁均使用改性沥青，故本规程也仅给出改性 WSMA 和 WOGFC 的指标。

6.5　规程修订过程中，增加了温拌沥青混合料设计与验证部分，要求按照现行的《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）有关步骤进行。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 0.3mm~0.6mm 出现“驼峰”，对确定的标准配合比，宜再次进行车辙动稳定度、低温弯曲破坏应变和残留稳定度检验。

7　温拌沥青路面施工

7.1.6　施工温度是常规沥青路面施工的重要参数，更是温拌沥青混合料的关键指标之一，直接反映温拌沥青混合料的经济效益与环境效益。工程实践中，较难测得温拌后沥青粘温曲线，因此温拌沥青混合料的施工温度不应直接按照粘温曲线确定，可通过室内试验绘制温拌沥青混合料不同温度、不同空隙率关系曲线确定，并结合试验段的反馈结果，确定各个施工节点的控制温度，缺乏室内试验数据时，可参照表 7.1.6-1 和表 7.1.6-2 执行。

多数温拌工艺是不可逆的，当混合料冷却后，即使再加热到温拌的温度，也不再具有温拌的工作性。为确保在温拌混合料状态完成成型，规定了较大的样本取样，同时，规定了降温不宜超过 10℃，降温超过 20℃应当废弃。即使如此，运送和分样过程中，不可避免会产生温度离析，需要在成型前先做恒温条件处理。在恒温过程中，需要保证混合料有一定的厚度，避免在恒温过程中润滑结构过度损失。对于无法保证如上条件的样品，应采用热拌温度条件成型标准密度试件。

7.2.3　温拌沥青路面下承层表面应干燥、清洁和无任何松散的石料、灰尘与杂物。沥青路面的层间污染，沥青层不成整体是沥青层早期损坏的重要原因。温拌沥青层的铺筑宜在下承层施工完毕后的合理时间内进行连续施工，在没有特殊情况下，最好在一年内施工完毕，包括强化粘层油都是为了解决层间粘结的问题。对采用温拌沥青混合料进行铣刨后罩面或直接罩面的工程，尤其要注重铣刨面或原有沥青路面的界面处理工作，喷洒透层或粘层油，保证层间粘结良好。

7.3.3　规程在修订过程中，结合辽宁省温拌沥青混合料的实际应用情况，提出了温拌沥青混合料间歇式拌和机拌和的周期。

7.3.5　规程在修订过程中，提出了沥青添加型温拌的生产工艺。

7.3.8　温拌沥青混合料在低温施工时，混合料降温速率较快，为提供将大的降温空间可适当提高拌和温度和拌和时间，使温拌沥青混合料整体具有较高的出料温度。

7.4.2　拌和好的温拌沥青混合料，特别是在低温施工时，为快速运输到摊铺现场，宜采用较大吨位的运料车，这样也是为一次运输的混合料相对较多，同时能更好的保温。

7.4.3　运料车在装料、运输与卸料过程混合料都易产生离析，包含混合料的两种离析类型—温度离析与

材料离析。在拌和站向运料车装料的过程中，料车指挥员指挥运输车前后移动，拌和楼每卸一次混合料，汽车挪动一下位置，分几堆均匀装料以减少沥青混合料的离析。同时，运料车应配备一定的卸料防离析措施，例如在运料车卸料部位焊接侧板，以防止大量粗集料在卸料时翻滚到侧表面产生离析。

7.4.4　为保证温拌沥青混合料施工温度，降低沥青混合料运输过程中温度的散失，运输过程中需要在运料车上覆盖篷布，低温施工时宜采用篷布和棉被双层保温，且前车倒料完成前不撤离篷布和棉被，有条件的还应在运料车侧面加装泡沫隔板等保温措施

7.4.5　摊铺机前方有卸料车等候卸车是保证摊铺机连续摊铺的条件。根据大多数地区情况建议开始摊铺时等候的卸料车不少于 4 辆。

7.5　温拌沥青混合料低温施工时必须保证路面充分干燥，不宜在气温低于 0℃条件下施工。摊铺机性能正常时，在摊铺机摊铺后进行辅助修整的操作工人不宜进行过多修整。人工修整不易正确判断摊高程，且易出现集料离析的情况。因此本规程除 7.5.7、7.5.8 款情况外一般不应用人工修整与摊铺。

7.6.2　温拌沥青混合料的初压、复压、终压三个阶段中，复压最为重要。目前用于复压的压路机有轮胎压路机、振动压路机、钢筒式压路机，一般都能达到要求，但从实际效果看，用轮胎压路机更容易掌握，效果更好，为此宜优先采用轮胎压路机。

对于沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA）不得采用轮胎压路机。采用振动压路机时，其振动频率和振幅应该随压实进行调整，不能保持一成不变。振动压路机应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则。

规程修订过程中，针对正常施工和低温施工提出了碾压工艺组合建议。

8　施工质量检验与验收

8.1.1　本条规定了温拌沥青混合料路面施工前，对基层进行检验应按《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1。

8.1.2　本条规定了温拌沥青混合料检查数量及检验方法执行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的规定。

8.2.1　本条规定了温拌沥青混合料配合比性能检验在拌和站进行。

8.2.2　本条重点强调了温拌沥青混合料的现场取样和成型必须连续进行，料温下降到失去工作性后不允许二次加温成型。

8.3　规程修订过程中，按照公路工程质量检验评定标准修订了表 8.3，本条规定了温拌沥青路面的验收除应符合本规程外，尚应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1 的规定。