

ICS 93.080.01

P 66

备案号: 60231-2018

DB63

青海省地方标准

DB 63/ T 1673—2018

寒区相变沥青混合料应用技术规范

Technical specification for asphalt mixtures with phase change in cold regions

2018 - 06 - 25 发布

2018 - 09 - 25 实施

青海省质量技术监督局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 材料 2

5 沥青混合料设计 7

6 相变沥青混合料施工 8

7 质量管理与检查验收 9

附录 A（规范性附录） 潜热值（熔融焓值）测定 11

附录 B（规范性附录） 相变区间测定 13

附录 C（规范性附录） 相变点测定 15

附录 D（规范性附录） 相变形式测定 17

附录 E（规范性附录） 潜热值（熔融焓）衰减率测定 19

附录 F（规范性附录） 调温率的测定 21

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：青海省交通科学研究院、北京秦天科技集团有限公司。

本标准主要起草人：房建宏、徐虎林、徐安花、左创才、朱长进、王翠玲、陶雅阁、王海、王新燕。

寒区相变沥青混合料应用技术规范

1 范围

本规范规定了寒区相变沥青混合料应用技术的术语和定义、原材料的质量要求以及相变沥青混合料设计、施工、质量管理与验收要求。

本规范适用于青海省境内各等级新建、改建公路工程，及大小规模维修等养护工程的沥青路面表面层和城市道路沥青路面表面层。

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 5486 无机硬质绝热制品试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 19466.1—2004 塑料差示扫描量热法(DSC) 第1部分：通则

GB/T 19466.3—2004 塑料差示扫描量热法(DSC) 第3部分：熔融和结晶温度及热焓的测定

JGJ 51—2002 轻骨料混凝土技术规程

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

3 术语与定义

下列术语与定义适用于本文件。

3.1

相变

物质在一定温度条件下,由一种相态转变为另一种相态的过程。

3.2

相变材料

随温度变化而改变相态并能提供潜热的物质。

3.3

潜热值（熔融焓值）

相变过程中单位质量的物质吸收或放出的热量，单位为J/g或kJ/kg。

3.4

相变区间

材料在受到温度影响时,从相变起始温度转变到相变终结温度之间的区间。

3.5

相变点

相变材料在相转变时的临界温度点。

3.6

固固相变

固态材料在一定温度范围内, 由分子位移产生的态变而相未变的相转变过程。

3.7

调温率

环境温度变化时, 相变材料温度调节值的比率。

3.8

相变沥青混合料

添加一定量的相变材料而制成的沥青混合料。

4 材料

4.1 相变材料

4.1.1 相变材料应绿色环保, 对空气、水源、土壤等环境无污染, 且对人身健康无害。

4.1.2 相变材料为白色或灰白色圆柱状或圆球形颗粒体, 其外观质量、规格尺寸及允许偏差应符合表1 要求。

表1 相变材料外观质量、规格尺寸及允许偏差

项 目	要 求	允许偏差
外观质量	无裂纹、起皱皮	
尺寸规格	圆柱体或圆球形直径2mm~4mm	±0.2mm
	长度2 mm~4mm	±0.2 mm

4.1.3 相变材料的技术指标应符合表 2 的规定。

表2 相变材料技术指标

技术指标	技术要求	试验方法
表观密度 (kg/m³)	≤870	GB/T 5486
潜热值 (熔融焓值) (J/g)	≥50.0	附录A
相变区间 (°C)	$T_{in}<0, T_{im}>36$	附录B
相变点 (°C)	17.0±2.0	附录C
相变形式	固固相变 (加热至80℃, 24h后仍为固态)	附录D
20次热循环潜热值 (熔融焓值) 衰减率 (%)	≤5.0	附录E

4.1.4 相变沥青混合料的调温率应大于 30%, 调温率按照附录 F 的规定进行检测。

4.1.5 产品采用塑料编织袋包装: 内包装采用单层聚乙烯塑料薄膜袋, 封口时先排出空气, 内袋分别用维尼龙绳或其他质量相当的绳人工扎口, 或用与其相当的其他方式封口; 外包装采用塑料编织袋, 外袋用维尼龙绳或其他质量相当的线缝口, 缝线整齐, 针距均匀, 无漏缝和跳线现象。根据拌和厂站实际情况, 可更改包装方式。

4.1.6 相变材料不易燃、无毒, 可按一般运输方式办理运输。运输过程中应有遮盖物, 防止日晒、雨淋、受潮。产品存放应存放在干燥、清洁的场所, 避免日光长期照射, 并远离热源。

4.2 沥青

道路石油沥青的技术指标应符合表3的要求，SBS改性沥青的技术指标应符合表4的要求，SBR改性沥青的技术指标应符合表5的要求。若选用其他天然沥青、橡胶沥青等高黏度胶结料，应满足JTG F40的要求。

表3 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（100g，5s，25℃）	0.1mm		100 ~ 120	80 ~ 100	60 ~ 80	T 0604	
针入度指数PI		A	-1.5~+1.0			T 0604	
		B	-1.8~+1.0				
软化点（R&B）， 不小于	℃	A	43	45	46	T 0606	
		B	42	43	44		
		C	41	42	43		
动力黏度（60℃），不小于	Pa•s	A	120	160	180	T 0620	
延度（10℃），不小于	cm	A	40	20	20	T 0605	
		B	30	15	15		
延度（15℃），不小于	cm	A、B	100				
		C	60	50	40		
蜡含量（蒸馏法）， 不大于	%	A	2.2			T 0615	
		B	3.0				
		C	4.5				
开口闪点，不小于	℃		230	245	260	T 0611	
溶解度（三氯乙烯），不小于	%		99.5			T 0607	
密度（15℃）	g/cm ³		实测记录			T 0603	
TFOT（或RTFOT）后							
质量变化，不大于	%		±0.8			T 0610或 T 0609	
残留针入度比（25℃）， 不小于	%	A	55	57	61	T 0604	
		B	52	54	58		
		C	48	50	54		
残留延度（10℃），不小于	cm	A	10	8	6	T 0605	
		B	8	6	4		
残留延度（15℃），不小于	cm	C	30	20	15	T 0605	

表4 SBS 改性沥青技术要求

指 标		单位	技 术 指 标			试验方法
			I-B	I-C	I-D	
针入度 (100g, 5s, 25℃)		0.1mm	80 ~ 100	60 ~ 80	40 ~ 60	T 0604
针入度指数PI, 不小于			-0.8	-0.4	0	T 0604
延度 (5℃, 5cm/min), 不小于		cm	40	30	20	T 0605
软化点 $T_{R&B}$, 不小于		℃	50	55	60	T 0606
运动黏度 (135℃), 不大于		Pa·s	3			T 0625
开口闪点, 不小于		℃	230	230	230	T 0611
溶解度 (三氯乙烯), 不小于		%	99	99	99	T 0607
储存稳定性离析	顶部、底部软化点差	℃	≤2.5	≤2.5	≤2.5	T 0661
	顶部、底部软化点平均值与原样沥青软化点差	℃	≤8.0	≤8.0	≤8.0	—
弹性恢复 (25℃), 不小于		%	60	65	75	T 0662
TFOT (或RTFOT) 后残留物						
质量变化, 不大于		%	±1.0	±1.0	±1.0	T 0609
针入度比 (25℃), 不小于		%	55	60	65	T 0604
延度 (5℃), 不小于		cm	25	20	15	T 0605

表5 SBR 改性沥青技术要求

指 标		单位	技 术 指 标			试验方法
			II-A	II-B	II-C	
针入度 (100g, 5s, 25℃)		0.1mm	>100	80 ~ 100	60 ~ 80	T 0604
针入度指数PI, 不小于			-1.0	-0.8	-0.6	T 0604
延度 (5℃, 5cm/min), 不小于		cm	60	50	40	T 0605
软化点 $T_{R&B}$, 不小于		℃	45	48	50	T 0606
运动黏度 (135℃), 不大于		Pa·s	3	3	3	T 0625 T 0619
开口闪点, 不小于		℃	230	230	230	T 0611
溶解度 (三氯乙烯), 不小于		%	99	99	99	T 0607
TFOT (或RTFOT) 后残留物						
质量变化, 不大于		%	±1.0	±1.0	±1.0	T 0609
针入度比 (25℃), 不小于		%	50	55	60	T 0604
延度 (5℃), 不小于		cm	30	20	10	T 0605

4.3 集料

4.3.1 粗集料

生产相变沥青混合料时, 不宜采用多孔性或内部吸水性强的集料。粗集料质量应满足表6的要求。

表6 粗集料质量技术要求

指 标			单位	高速公路及一级公路		其他等级公路	试验方法
				表面层	其他层次		
石料压碎值，不大于			%	26	28	30	T 0316
洛杉矶磨耗损失，不大于			%	28	30	35	T 0317
表观相对密度，不小于			t/m ³	2. 60	2. 50	2. 45	T 0304
吸水率，不大于			%	2. 0	3. 0	3. 0	T 0304
坚固性，不大于			%	12	12	—	T 0314
针片状颗粒含量（混合料），不大于			%	15	18	20	T 0312
其中粒径大于9. 5mm，不大于			%	12	15	—	
其中粒径小于9. 5mm，大于			%	18	20	—	
水洗法小于0. 075mm颗粒含量，不大于			%	1	1	1	T 0310
软石含量，不大于			%	3	5	5	T 0320
粗集料的磨 光值PSV， 不小于	雨量气候区	年降雨量（mm）					T 0321
	潮湿区	>1000		42	—	—	
	湿润区	500 ~ 1000		40	—	—	
	半干区	250 ~ 500		38	—	—	
	干旱区	<250		36	—	—	
粗集料与沥 青的黏附性， 不小于	雨量气候区	年降雨量（mm）	级				T 0616 T 0663
	潮湿区	>1000		5	4	4	
	湿润区	500 ~ 1000		4	4	4	
	半干区	250 ~ 500		4	3	3	
	干旱区	<250		3	3	3	

4.3.2 细集料

相变沥青混合料所用细集料应满足下列要求：

- 细集料可以采用机制砂，洁净的天然砂、石屑等；
- 细集料质量应满足表 7 的要求。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 0mm ~ 4.75mm）或亚甲蓝值（适用于 0mm ~ 2.36mm 或 0mm ~ 0.15mm）表示；

表7 细集料质量要求

项 目	单位	高速公路、一级公路	其他等级公路	试验方法
表观相对密度，不小于	t/m ³	2.50	2.45	T 0328
坚固性（大于0.3mm部分），不小于	%	12	—	T 0340
含泥量（小于0.075mm的含量），不大于	%	3	5	T 0333
砂当量，不小于	%	60	50	T 0334
亚甲蓝值，不大于	g/kg	25	—	T 0349
棱角性（流动时间），不小于	s	30	—	T 0345

- 高速公路和一级公路的沥青混合料，宜将细集料分 0mm ~ 3mm 和 3mm ~ 5mm 两档组合使用；

- d) 高速公路和一级公路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 8 的要求；

表8 天然砂级配要求

方孔筛 (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

- e) 石屑应清洁、干净，不得含有泥土杂质，级配应满足表 9 的要求；

表9 机制砂或石屑级配范围要求

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

- f) 机制砂必须采用专用的制砂机生产，并以优质碱性石料为原料，其级配应符合 S16 规格要求；
g) 不宜采用多孔性或内部吸水性强的细集料。

4.4 填料

4.4.1 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。

4.4.2 矿粉应干燥、洁净、无结块，其质量应符合表 10 的要求。

表10 矿粉的质量要求

指 标	单位	高速公路	其他等级	试验方法
表观密度，不小于	t/m ³	2.50	2.45	T 0352
含水量，不大于	%	1	1	T 0103 (烘干法)
粒度范围 小于0.6mm 小于0.15mm 小于0.075mm	%	100 90 ~ 100 75 ~ 100	100 90 ~ 100 70 ~ 100	T 0351
外 观	—	无团粒结块		目测
亲水系数	—	<1		T 0353
塑性指数	%	<4		T 0354
加热安定性	—	实测记录		T 0355

5 沥青混合料设计

5.1 沥青混合料矿料级配

各类沥青混合料矿料级配要求分别见表11、表12、表13。

表11 密级配沥青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	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	AC-20	100	90~100	78~92	62~80	50~72	26~56	16~44	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
	AC-16		100	90~100	76~92	60~80	34~62	20~48	13~36	9~26	7~18	5~14	4~8
细粒式	AC-13			100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
	AC-10				100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8
砂砾式	AC-5					100	90~100	55~75	35~55	20~40	12~28	7~18	5~10

表12 沥青玛蹄脂碎石（SMA）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	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	SMA-20	100	90~100	72~92	62~82	40~55	18~30	13~22	12~20	10~16	9~14	8~13	8~12
	SMA-16		100	90~100	65~85	45~65	20~32	15~24	14~22	12~18	10~15	9~14	8~12
细粒式	SMA-13			100	90~100	50~75	20~34	15~26	14~24	12~20	10~16	9~15	8~12
	SMA-10				100	90~100	28~60	20~32	14~26	12~22	10~18	9~16	8~13

表13 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	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	OGFC-16	100	90 ~ 100	70 ~ 90	45 ~ 70	12 ~ 30	10 ~ 22	6 ~ 18	4 ~ 15	3 ~ 12	3 ~ 8	2 ~ 6
	OGFC-13		100	90 ~ 100	60 ~ 80	12 ~ 30	10 ~ 22	6 ~ 18	4 ~ 15	3 ~ 12	3 ~ 8	2 ~ 6
细粒式	OGFC-10			100	90 ~ 100	50 ~ 70	10 ~ 22	6 ~ 18	4 ~ 15	3 ~ 12	3 ~ 8	2 ~ 6

5.2 沥青混合料设计指标

- 5.2.1 沥青混合料设计方法按照 JTG F40 规定的马歇尔试验方法进行。
- 5.2.2 对沥青混合料的性能按照 JTG F40 规定执行。
- 5.2.3 在青海不同地区，相变材料应按占沥青混合料质量的百分比掺加，如表 14 所示。

表14 相变材料掺量

分区名称	年平均气温	最大冻土深度	分布地区	相变材料掺量(%)
多年冻土区	< -2℃	> 200cm	南部区域位于柴达木盆地以南的青南高原大部，包括玉树藏族自治州西北部、果洛藏族自治州西北部以及海南藏族自治州的部分地区；北部区域位于青海湖以北的海北大部以及海西北部地区	0.45
季节性冻土区	> -2℃	< 200cm	包括柴达木盆地大部、青海湖以东、海南大部、黄南、以及果洛东南部和玉树东南部	0.40

6 相变沥青混合料施工

6.1 拌制

- 6.1.1 相变沥青混合料必须在沥青拌和厂（场、站）采用拌和机械拌制，拌和厂设置、拌和机械设备的性能及环保要求应满足 JTG F40 的要求。
- 6.1.2 拌和温度应符合 JTG F40 的规定。
- 6.1.3 依次将集料、相变材料投入拌缸中干拌，每盘的干拌时间不应少于 5s ~ 10s，随后加入沥青、矿粉等材料按常规工艺拌制，每盘的生产周期不宜少于 50s，以沥青均匀裹覆集料为度。
- 6.1.4 每盘沥青混合料的相变材料实际掺量应按公式（1）计算。

$$m = M \times c \dots\dots\dots (1)$$

式中：m——相变材料实际掺量（kg）；
M——每盘沥青混合料实际产能（kg）；
c——相变材料掺量（%）。

- 6.1.5 相变材料的添加宜采用具备准时、足量、自动化添加功能的专用设备，条件受到限制时也可人工添加，人工投放时应保障操作人员人身安全，采取相应保护措施。
- 6.1.6 出厂时应逐车检测沥青混合料的温度，满足要求方可出厂。

6.2 运输

- 6.2.1 相变沥青混合料的运输应按照 JTG F40 的规定进行。
- 6.2.2 装料前必须将车厢清理干净，涂抹隔离剂，禁止喷洒。
- 6.2.3 运输车到达施工现场后，应严格检测混合料的温度，不得低于摊铺温度。

6.3 摊铺和碾压

相变沥青混合料路面的摊铺和碾压应按照JTG F40的规定进行。

6.4 矿料

粗集料、细集料和矿粉各指标的试验方法按照JTG E42进行。

6.5 沥青及沥青混合料

沥青及沥青混合料各指标的试验方法按照JTG E20进行。

7 质量管理与检查验收

7.1 相变材料检验

相变材料以100t为一批，不足100t也作为一批，每批检测潜热值(熔融焓值)、相变点、相变区间、相变形式、衰减率等指标。

7.2 施工质量管理

施工过程中的质量管理与检查应按照JTG F40的规定进行。

7.3 检验验收

7.3.1 施工过程中应设置对照组或取样成型试件，进行路用性能和调温性能检验。

7.3.2 路用性能检验应按照 JTG F40 的规定进行，调温性能应满足本规范 4.1.4 的要求，铺筑相变沥青混合料每 5km 检验一次调温率。

7.3.3 相变材料实际掺量的误差应小于 0.5%，施工过程中按每作业班组检查一次。

7.3.4 相变沥青混合料的性能检验还应满足 JTG F80/1 的要求。

7.3.5 相变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，取样量至少为试验需要量的 3 倍，取样时立即对其进行测温，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℃的混合料，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要求见表 15。

表15 相变沥青混合料检验频度和质量要求

项 目		检验频度及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	
			高速公路、一级公路、城市快速路、主干路	其他等级公路与城市道路
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、油团等现象	
拌和温度	沥青、集料的加热温度	逐盘检测评定	符合JTG F40的规定	
	混合料出厂温度	逐车检测评定	符合JTG F40的规定	
		逐盘测量记录，每天取平均值评定	符合JTG F40的规定	
矿料级配(筛孔)	0.075mm	逐盘在线检测	±2% (2%)	—
	≤2.36mm		±5% (4%)	—
	≥4.75mm		±6% (5%)	—
矿料级配(筛孔)	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%	—
矿料级配(筛孔)	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%)	±2%
	≤2.36mm		±5% (3%)	±6%
	≥4.75mm		±6% (4%)	±7%
沥青用量(油石比)		逐盘在线检测	±0.3%	—

表 15 相变沥青混合料检验频度和质量要求（续）

项 目	检验频度及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	
		高速公路、一级公路、 城市快速路、主干路	其他等级公路与城市 道路
沥青用量（油石比）	逐盘检查，每天汇总1次取平均值评定	$\pm 0.1\%$	—
	每台拌和机每天1 ~ 2次， 以2个试样的平均值评定	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.4\%$
马歇尔试验： 空隙率、稳定度、流值	每台拌和机每天1次 ~ 2次， 以4个 ~ 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	

7.4 施工过程中的质量控制标准

相变沥青混合料路面铺筑过程中必须随时对铺筑质量进行评定，质量检验的内容、频度、允许差应符合表16的规定。

表16 相变沥青混合料路面施工过程中的质量检验评定标准

项 目	检查频度	质量要求或允许差
外观	随时	表面平整，无油斑、离析、轮迹
接缝	随时	紧密、平整、顺直、无跳车
施工温度	随时	符合JTG F40规定
压实度	1组/2000m ² ，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%）
上面层厚度	1点/2000m ² ，单点评定	$\pm 10\%$
平整度（标准差）	每车道连续检测	上面层为1.2mm 中面层为1.5mm 下面层为1.8mm
宽度	2处/100m	不小于设计宽
纵断面高程	3处/100m	$\pm 10\text{mm}$
横坡度	3处/100m	$\pm 0.3\%$
渗水系数	1次/200m/车道	上面层60mL/min（80mL/min）
上面层摩擦系数（摆值）	1处/200m	符合设计
上面层构造深度	1处/200m	符合设计

附 录 A
(规范性附录)
潜热值（熔融焓值）测定

A.1 测量设备

A.1.1 DSC差示扫描量热仪性能如下：

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率，等速升温或降温；
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min；
- c) 能够进行分段程序升温或其他模式的升温；
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min} \sim 60\text{mL}/\text{min}$ ，偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内；
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C ，噪声低于 0.5°C ；
- f) 为便于校准和使用，试样量最小应为 1mg（特殊情况下，试样量可以更小）；
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线，并能对曲线和准基线间的面积进行积分，偏差小于 2%；
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

A.1.2 样品皿应满足下列要求：

- a) 用来装测试材料和参比样，由相同质量的同种材料制成。在测量条件下，样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化；
- b) 具有良好的导热性能，能够加盖和密封，并能承受在测量过程中产生的过压。

A.1.3 天平：称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

A.1.4 标准样品：GB/T 19466.1—2004 附录A。

A.1.5 气源：分析级。

A.2 测量程序

A.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa 。

A.2.2 为保证仪器稳定精确的测试以及设备电气元件温度平衡，仪器至少测试前 1h 打开，同时打开程序文件，确保软件与设备连接正确。

A.2.3 称量测试材料，测试材料质量为 5mg 左右，精确到 0.1mg。

A.2.4 将测试材料放入到样品皿（铝制坩埚）内。

A.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中。

A.2.6 点击程序文件新建文件，输入测试材料参数。

A.2.7 在规定的压力 0.05MPa ，吹扫气用氮气流速恒定为 $20\text{mL}/\text{min}$ ，保护气用氮气流速恒定为 $60\text{mL}/\text{min}$ 的条件下，使用液氮将测试材料降温到 -20°C 。

A.2.8 以 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率将测试材料从 -20°C 升温至 50°C ，并记录一条 DSC 熔融曲线。

A.2.9 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度 $+10^{\circ}\text{C}$ 。

A.3 试验结果

A. 3.1 根据GB/T 19466.3—2004从DSC差示扫描量热仪所得的DSC曲线上得出熔融起始温度、熔融终止温度，并连接两个温度点为一条直线作为基线，从所得的DSC曲线上得峰值与基线之间的面积，得出被测材料的潜热值(熔融焓值)。

A. 3.2 潜热值按GB/T 8170修约至整数。

附 录 B

(规范性附录)

相变区间测定

B.1 测量设备

B.1.1 DSC差示扫描量热仪主要性能如下：

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率，等速升温或降温；
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min；
- c) 能够进行分段程序升温或其他模式的升温；
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min} \sim 60\text{mL}/\text{min}$ ，偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内；
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C ，噪声低于 0.5°C ；
- f) 为便于校准和使用，试样量最小应为 1mg（特殊情况下，试样量可以更小）；
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线，并能对曲线和准基线间的面积进行积分，偏差小于 2%；
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

B.1.2 样品皿应满足下列要求：

- a) 用来装测试材料和参比样，由相同质量的同种材料制成。在测量条件下，样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化；
- b) 具有良好的导热性能，能够加盖和密封，并能承受在测量过程中产生的过压。

B.1.3 天平：称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

B.1.4 标准样品：GB/T 19466.1—2004 附录A。

B.1.5 气源：分析级。

B.2 测量程序

B.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa 。

B.2.2 为保证仪器稳定精确的测试以及设备电气元件温度平衡，仪器至少测试前 1h 打开，同时打开程序文件，确保软件与设备连接正确。

B.2.3 称量测试材料，测试材料质量为 5mg 左右，精确到 0.1mg。

B.2.4 将测试材料放入到样品皿（铝制坩埚）内。

B.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中。

B.2.6 点击程序文件新建文件，输入试样参数。

B.2.7 在规定的压力 0.05MPa ，吹扫气用氮气流速恒定为 $20\text{mL}/\text{min}$ ，保护气用氮气流速恒定为 $60\text{mL}/\text{min}$ 的条件下，使用液氮将测试材料降温到 -20°C 。

B.2.8 以 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率将测试材料从 -20°C 升温至 50°C ，并记录一条 DSC 熔融曲线。

B.2.9 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度 $+10^{\circ}\text{C}$ 。

B.3 试验结果

B.3.1 根据 GB/T 19466.3—2004 从 DSC 差示扫描量热仪熔融曲线上得出熔融起始温度 T_{im} 、熔融终止温度 T_{fm} ，此温度区间为相变区间范围。

B. 3. 2 温度保留一位小数。

附 录 C
(规范性附录)
相变点测定

C.1 测量设备

C.1.1 DSC差示扫描量热仪主要性能如下:

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率, 等速升温或降温;
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min;
- c) 能够进行分段程序升温或其他模式的升温;
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min} \sim 60\text{mL}/\text{min}$, 偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内;
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C , 噪声低于 0.5°C ;
- f) 为便于校准和使用, 试样量最小应为 1mg (特殊情况下, 试样量可以更小);
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线, 并能对曲线和准基线间的面积进行积分, 偏差小于 2%;
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

C.1.2 样品皿应满足下列要求:

- a) 用来装测试材料和参比样, 由相同质量的同种材料制成。在测量条件下, 样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化;
- b) 具有良好的导热性能, 能够加盖和密封, 并能承受在测量过程中产生的过压。

C.1.3 天平: 称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

C.1.4 标准样品: GB/T 19466.1—2004 附录A。

C.1.5 气源: 分析级。

C.2 测量程序

C.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa 。

C.2.2 为保证仪器稳定精确的测试以及设备电气元件温度平衡, 仪器至少测试前 1h 打开, 同时打开程序文件, 确保软件与设备连接正确。

C.2.3 称量测试材料, 测试材料质量为 5mg 左右, 精确到 0.1mg。

C.2.4 将测试材料放入到样品皿 (铝制坩埚) 内。

C.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中。

C.2.6 点击程序文件新建文件, 输入试样参数。

C.2.7 在规定的压力 0.05MPa , 吹扫气用氮气流速恒定为 $20\text{mL}/\text{min}$, 保护气用氮气流速恒定为 $60\text{mL}/\text{min}$ 的条件下, 使用液氮将测试材料降温到 -20°C 。

C.2.8 以 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率将测试材料从 -20°C 升温至 50°C , 并记录一条 DSC 熔融曲线。

C.2.9 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度 $+10^{\circ}\text{C}$ 。

C.3 试验结果

C.3.1 根据GB/T 19466.3—2004从DSC差示扫描量热仪所得的DSC曲线上得出熔融起始温度、熔融终止温度，并连接两个温度点为一条直线作为基线，与基线平行对应于转变开始的曲线最大斜率处做切线的交点所对应的温度，为相变点(外推熔融起始温度)。

C.3.2 温度保留一位小数。

附 录 D
(规范性附录)
相变形式测定

D.1 测量设备

D.1.1 显微熔点仪主要性能如下:

- a) 显微熔点仪, 主要用于制药、化工、纺织、橡胶、燃料等行业的对晶体熔点, 相态转化的测定、分析、研究;
- b) 加热台采用国内领先的埋入式陶瓷远红外辐射发热技术, 具有发热均匀、耐腐蚀性强、使用寿命长、绝缘性好等优异性能;
- c) 温度传感装置选用了特种进口高温胶直接将感应温度的铂热电阻和不锈钢工作台面黏结在一起, 因而有控温精度高、结构简单、耐腐蚀性强等特点;
- d) 控温采用了数字显示, PID 自整式定时报警(防止实验完成后因忘记关电源而造成加热台干烧)单片微机技术的面板式控温仪, 具有自动控温、控温精度高等特点;
- e) 配有三目连续变倍体视显微镜, 视场大, 立体感强, 并可接摄像装置, 连接计算机拍摄和保存显微视频和图像。

D.1.2 技术参数如下:

- a) 放大倍数: 7X ~ 45X 上下光源;
- b) 测量范围: 50℃ ~ 320℃;
- c) 测量精度: $\pm 1\%$;
- d) 最小分度值: 0.1℃;
- e) 测试量: $\leq 1\text{mg}$;
- f) 传感器: PT-100;
- g) 电源: AC220V, 50HZ;
- h) 使用环境: 温度 0℃ ~ 40℃ 相对湿度 45% ~ 85%。

D.1.3 天平: 称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

D.2 测量程序

D.2.1 将加热台放置在显微镜工作台上。

D.2.2 插上显微镜电源, 打开显微镜照明开关。

D.2.3 被测物品测试前应放于0℃冰柜冷冻内冷冻2h。

D.2.4 打开控温仪电源, 控温表指示灯RUN、HAT、ALM、COV亮约10s。

D.2.5 当屏幕PV行显示出加热台温度时, 按SET键设定所需温度值, AT减少温度, TIME增加温度, 使屏幕显示为所设定的温度80℃, 再按SET键确认, 并进入报警时间设置, AT减少, TIME增加。0为不设定报警(如能做到实验后随手机建议设为0)。如设定报警功能, 当到达设定时间时蜂鸣器响4声, 加热输出关闭。再次按SET键确认并进入工作状态。

D.2.6 在加热台中心区域放上一片载玻片, 用不锈钢镊子取出1mg相变材料放在载玻片上, 选择适当的显微镜倍数并调节清晰, 同时录像记录时间。

D.2.7 调节合适的升温速率, 使温度能够达到设置温度80℃。

D.3 试验结果

D.3.1 测试相变材料在80℃加热24h后仍为固态。

附 录 E

（规范性附录）

潜热值（熔融焓）衰减率测定

E.1 测量设备

E.1.1 DSC差示扫描量热仪主要性能如下：

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率，等速升温或降温；
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min；
- c) 能够进行分段程序升温或其他模式的升温；
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min} \sim 60\text{mL}/\text{min}$ ，偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内；
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C ，噪声低于 0.5°C ；
- f) 为便于校准和使用，试样量最小应为 1mg（特殊情况下，试样量可以更小）；
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线，并能对曲线和准基线间的面积进行积分，偏差小于 2%；
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

E.1.2 样品皿应满足下列要求：

- a) 用来装测试材料和参比样，由相同质量的同种材料制成。在测量条件下，样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化；
- b) 具有良好的导热性能，能够加盖和密封，并能承受在测量过程中产生的过压。

E.1.3 天平：称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

E.1.4 标准样品：GB/T 19466.1—2004 附录A。

E.1.5 气源：分析级。

E.2 测量程序

E.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa 。

E.2.2 为保证仪器稳定精确的测试以及设备电气元件温度平衡，仪器至少测试前 1h 打开，同时打开程序文件，确保软件与设备连接正确。

E.2.3 称量测试材料，测试材料质量为 5mg 左右，精确到 0.1mg。

E.2.4 将测试材料放入到样品皿（铝制坩埚）内。

E.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中。

E.2.6 点击程序文件新建文件，输入试样参数。

E.2.7 在规定的压力 0.05MPa ，吹扫气用氮气流速恒定为 $20\text{mL}/\text{min}$ ，保护气用氮气流速恒定为 $60\text{mL}/\text{min}$ 的条件下，使用液氮将测试材料降温到 -20°C 。

E.2.8 以 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率将测试材料从 -20°C 升温至 50°C ，并记录一条 DSC 熔融曲线，测试程序中 LN2 为关闭。

E.2.9 恒温 5min，测试程序中 LN2 为自动。

E.2.10 以 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的降温速率将测试材料从 50°C 冷却到 -20°C ，测试程序中 LN2 为自动。

E.2.11 恒温 5min，测试程序中 LN2 为自动。

E.2.12 按照 E.2.8—E.2.11 顺序共做 20 次循环，可得到第 20 次 DSC 熔融曲线。

E.2.13 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度 $+10^{\circ}\text{C}$ 。

E. 3 试验结果

E. 3. 1 根据GB/T 19466. 3—2004从DSC差示扫描量热仪所得的DSC曲线上记取第一次熔融焓, 及第20次熔融焓。按照式 (E. 1) 计算经过20次循环的熔融焓衰减率。

$$X = \frac{H_0 - H_1}{H_0} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中: H_0 ——初始熔融焓 (J/g) ;
 H_1 ——20次循环后测得熔融焓 (J/g) ;
 X ——20次循环后的熔融焓衰减率 (%) 。

E. 3. 2 衰减率保留一位小数。

附 录 F

(规范性附录)

调温率的测定

F.1 目的与适用范围

F.1.1 本方法适用于相变沥青混合料的调温性能评价。

F.1.2 本方法的数据采集、记录和数据处理由专用设备及软件完成。

F.2 仪器设备

F.2.1 本方法采用非稳态热脉冲法，适用于测定干燥或不同含湿状况下相变沥青混合料的调温率。

F.2.2 仪器设备的选型及要求应符合JGJ 51—2002中“7.5 导热系数”的规定。热脉冲法（非稳态法）测试装置由一个加热器和放置在加热器两侧的试件及测温热电偶组成，当加热器启动后，根据被测试件的温度变化值测定调温值。

F.2.3 测定所用试件应符合下列要求：

- a) 相变沥青混合料和基准对照组沥青混合料每组各 3 块试件；
- b) 试件尺寸为 200mm×200mm×40mm；
- c) 试件需一次成型，试件的表观密度差应小于 5%，各试件的接触面应结合紧密，试件不平行度应小于试件厚度的 1%，并应符合 JTG E20 的规定。

F.3 测试步骤

F.3.1 将主机信号线与计算机连接正确，计算机及主机电源插好，打开主机电源开关。

F.3.2 将主箱体平行地面安放，插入“固定插销”将箱体固定。

F.3.3 测量测试样块厚度、质量精确至小数点后两位。

F.3.4 打开低温恒温槽、计算机电源开关，进入测定仪主界面。

F.3.5 当热源面与上表面温度为16.5℃左右时，旋转丝杠手柄，将丝杠退回最高位，先打开箱体带探头的一端，放置两块试件，并把探头放置于两块试件中间，关闭箱体；打开另一侧箱体，放入另一块试件，关闭箱体。

F.3.6 插入定位插销，将箱体水平摆放，有探头一面朝上，处于待测状态。

F.3.7 当上表面温度为16.5℃时，依次输入试件厚度、表观密度、测量温升2℃，点击测试键测定调温值。

F.4 数据处理

F.4.1 每组测试3块试件取其平均调温值，应按式（F.1）计算调温率。

$$T_c = \frac{T_i - T_0}{T_0} \dots\dots\dots (F.1)$$

式中： T_c ——调温率（%）；

T_i ——相变沥青混合料的平均调温值（℃）；

T_0 ——基准对照组沥青混合料的平均调温值（℃）。
