



T/CECS G XXXX: 20XX

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

主动型抗冰融雪沥青路面技术规程

Technical Standards for Active Anti-Icing and Snow-Melting
Asphalt Pavement

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

主动型抗冰融雪沥青路面技术规程

Technical Standards for Active Anti-Icing and Snow-Melting Asphalt Pavement

T/CECS G XXXX: 20XX

主编单位：哈尔滨工业大学

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：2027 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2020 年第二批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路[2020]150 号）的要求，由哈尔滨工业大学承担《主动型抗冰融雪沥青路面技术规程》（以下简称“本标准”）的制订工作。

编写组在总结抗冰融雪沥青路面二十余年来工程经验和相关科研成果的基础上，以完善和提升抗冰融雪沥青路面材料设计和施工技术为核心，完成了本标准的编写工作。

本标准分为 7 章和 9 篇附录，主要内容包括 1 总则、2 术语与符号、3 基本规定、4 材料、5 沥青混合料技术要求、6 施工及养护、7 施工质量管理及验收，附录 A 冰-路界面粘结力试验方法、附录 B 冰点试验方法、附录 C 盐析出试验方法、附录 D 耐热性指数试验方法、附录 E 融冰率试验方法、附录 F 沥青混合料抗冰融雪长效性试验方法、附录 G 高温动水冲刷后残留稳定度比试验方法、附录 H 高温动水冲刷后毛体积相对密度变化率试验方法、附录 I 热拌抗冰融雪沥青混合料配合比设计方法。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由哈尔滨工业大学负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，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；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或邢超（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区黄河路 73 号；邮编：150090；传真：0451-86282120；电子邮箱：xchg2012@126.com），以便修订时研用。

主 编 单 位：哈尔滨工业大学

参 编 单 位：哈尔滨辰科交通科技有限公司

北京工业大学

北京建筑大学

北京市市政工程设计研究总院有限公司

北京市政路桥正达道路科技有限公司

主 编：谭忆秋

主要参编人员：XXXX

主 审：王松根

参与审查人员：XXXX

目次

1 总则	1
2 术语与符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	4
4 材料	5
4.1 一般规定	5
4.2 集料	5
4.3 抗冰融雪填料	5
4.4 沥青、稳定剂及填料	6
5 沥青混合料技术要求	7
5.1 热拌抗冰融雪沥青混合料	7
5.2 抗冰融雪含砂雾封层	11
5.3 抗冰融雪微表处	12
5.4 抗冰融雪薄层罩面混合料	13
6 施工及养护	14
6.1 热拌抗冰融雪沥青混合料	14
6.2 抗冰融雪含砂雾封层	16
6.3 抗冰融雪微表处	17
6.4 抗冰融雪薄层罩面混合料	17
7 施工质量管理及验收	18
7.1 热拌抗冰融雪沥青混合料	18
7.2 抗冰融雪含砂雾封层	19
7.3 抗冰融雪微表处	20
7.4 抗冰融雪薄层罩面混合料	21
附录 A 冰-路界面粘结力试验方法	23
A.1 目的与适用范围	23
A.2 仪具与材料技术要求	23
A.3 方法与步骤	24
A.4 报告	25
A.5 允许误差	25
附录 B 冰点试验方法	26
B.1 目的与适用范围	26
B.2 仪具与材料技术要求	26
B.3 方法与步骤	26
B.4 报告	27
B.5 允许误差	27
附录 C 盐分析出量试验方法	28
C.1 目的与适用范围	28
C.2 仪具与材料技术要求	28
C.3 方法与步骤	28

C.4 计算	28
C.5 报告	29
附录 D 耐热性指数试验方法	30
D.1 目的与适用范围	30
D.2 仪器与材料技术要求	30
D.3 方法与步骤	30
D.4 计算	30
D.5 报告	31
D.6 允许误差	31
附录 E 融冰率试验方法	32
E.1 目的与适用范围	32
E.2 仪器与材料技术要求	32
E.3 方法与步骤	32
E.4 计算	32
E.5 报告	32
E.6 允许误差	33
附录 F 沥青混合料抗冰融雪长效性试验方法	34
F.1 目的与适用范围	34
F.2 仪器与材料技术要求	34
F.3 方法与步骤	34
F.4 报告	34
F.5 允许误差	34
附录 G 高温动水冲刷后残留稳定度比试验方法	35
G.1 目的与适用范围	35
G.2 仪器与材料技术要求	35
G.3 方法与步骤	35
G.4 计算	35
G.5 报告	35
G.6 允许误差	36
附录 H 高温动水冲刷后毛体积相对密度变化率试验方法	37
H.1 目的与适用范围	37
H.2 仪器与材料技术要求	37
H.3 方法与步骤	37
H.4 计算	37
H.5 报告	38
H.6 允许误差	38
附录 I 热拌抗冰融雪沥青混合料配合比设计方法	39
I.1 目的与适用范围	39
I.2 仪器与材料技术要求	39
I.3 方法与步骤	39
I.4 报告	40

1 总则

- 1.0.1 为保证抗冰融雪沥青路面的设计与施工质量，特制订本标准。
- 1.0.2 本标准适用于各等级公路新建、改扩建和养护工程。
- 1.0.3 抗冰融雪沥青路面设计与施工应符合国家环境和生态保护的规定。
- 1.0.4 抗冰融雪沥青路面主要适用于易出现积雪、结冰路段的地区。
- 1.0.5 除应符合本规程的规定外，尚应符合法律、法规及国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语与符号

本章对规程中用到的名词、符号进行汇总说明，方便理解和查阅。

2.1 术语

对规范中所涉及的专业术语，从本标准角度赋予其含义，同时还分别给出相应的推荐性英文术语：

2.1.1 抗冰融雪填料 anti-icing and snow-melting filler

以冰点下降剂、憎水剂等经物理与化学混合而制成的具有抗凝冰或降低冰-路界面粘结强度功能的粉末状材料。

2.1.2 无机类抗冰融雪填料 inorganic anti-icing and snow-melting filler

以氯化钠或氯化钙等无机卤盐化学物质为有效成分的低冰点填料。

2.1.3 有机类抗冰融雪填料 organic anti-icing and snow-melting filler

以有机酸根离子等有机盐类化学物质为有效成分的低冰点填料。

2.1.4 抗冰融雪含砂雾封层 anti-icing and snow-melting seal coat with sand

以低冰点填料、乳化沥青、砂为主要材料的含砂雾封层。

2.1.5 抗冰融雪微表处 anti-icing and snow-melting micro-surfacing

以具有一定级配的石屑或砂、填料(低冰点填料、水泥、石灰、粉煤灰、石粉等)、聚合物改性乳化沥青、外掺剂和水为主要材料的微表处。

2.1.6 抗冰融雪薄层罩面 anti-icing and snow-melting thin overlay

以沥青、石料、低冰点填料等材料拌和而成的沥青混合料为主要材料的薄层罩面。

2.1.7 抗冰融雪沥青混合料 anti-icing and snow-melting asphalt mixture

以沥青、石料、低冰点填料等材料拌和而成的混合料。

2.1.8 融冰率 melting ice rate

将一定质量的冰放置于沥青混合料试件表面，在一定低温条件下静置一定时间后冰转化为水损失的质量占原冰质量的百分比。

2.1.9 耐热性指数 heat tolerance index

高温作用与常温作用下低冰点填料水溶液浓度差的差值。

2.1.10 路面冰点 freezing point of pavement

路面内水的凝固点。

2.1.11 盐分释出量 salt release amount

将直径为 101.6mm 的标准低冰点沥青混合料马歇尔试件浸入 1000ml 蒸馏水中，分别测试浸入 10 分钟与 24 小时后液体的盐分浓度，以二者差值计。

2.1.12 吸湿率 moisture absorption

将直径为 101.6mm 的标准低冰点沥青混合料马歇尔试件，在 $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 恒温干燥 2h，称重后，直接放置于恒温恒湿箱中 25°C 、85%相对湿度条件下保温 24h，再次称重，计算试件的吸湿率。

2.1.13 冰-路界面粘结力 bond force of ice road interface

通过冰-路界面粘结力试验装置，在不同温度条件下，以 20mm/min 的加载速率，加载直至冰和沥青混合料试样的粘结界面完全破坏时的力即为冰-路界面粘结力。

2.1.14 抗冰融雪长效性 long term effectiveness of anti-ice and snow melting

将直径为 101.6mm 的标准低冰点沥青混合料马歇尔试件，在 $23^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中浸泡 120h，使用液体盐分浓度计测定的盐分浓度。

2.2 符号

AISMF—抗冰融雪填料；

LAISMF—无机类抗冰融雪填料；

OAISMF—有机类抗冰融雪填料；

AC—密级配沥青混凝土混合料；

SMA—沥青玛蹄脂碎石混合料；

OGFC—大孔隙开级配排水式沥青磨耗层；

C—溶液离子浓度；

A—接触面积；

PA—喷洒型阴离子乳化沥青；

PC—喷洒型阳离子乳化沥青；

FS—粘结强度；

HTIc—耐热性指数；

Cb—b 实验条件下溶液盐离子浓度；

FP—冰点；

ΔC —溶液盐离子浓度差；

SBR—苯乙烯-丁二烯橡胶（丁苯橡胶）；

MIR—融冰率。

3 基本规定

3.0.1 本标准中规定的抗冰融雪沥青路面是指应用于道路表层，赋予自发融冰化雪能力的沥青混合料功能层。

3.0.2 应用于道路改扩建、养护工程的抗冰融雪沥青路面技术应评估路面技术状况后使用。

3.0.3 市售抗冰融雪填料型号的具体选择，应结合实体工程所在地的环保要求、冰雪条件恶劣程度、交通荷载情况、项目特色目标要求，通过技术经济分析确定。

3.0.4 抗冰融雪沥青路面在设计使用年限内必须满足正常路用性能、融冰化雪特色功能要求。

3.0.5 施工单位应建立并完善施工过程中的技术应用、质量控制、安全生产体系，制定施工过程中涉及到的各方面管理制度。

3.0.6 施工前，施工单位应组织有关施工技术管理人员深入现场调查，充分掌握现场情况，做出完备的施工方案及突发情况保障措施。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 抗冰融雪沥青混合料使用的各种材料运至现场后应取样进行检验，经施工单位自检、监理单位抽检及业主方委托的第三方行业检测机构评定合格后方可使用，不应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 抗冰融雪沥青路面集料的选择应经过严格的料源调查，料源质量应符合使用，并满足环保要求，若料源质量不符合要求，应通过适当处理使其满足相关要求后使用。

4.1.3 集料粒径规格以方孔筛为准。不同料源、品种、规格的集料应分类堆放。

4.1.4 抗冰融雪填料应存放于干燥、独立、洁净处，避免抗冰融雪填料由于吸湿作用等导致自身相关性能下降。

4.2 集料

4.2.1 抗冰融雪沥青混合料的集料应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

4.2.2 抗冰融雪含砂雾封层、抗冰融雪微表处、抗冰融雪薄层罩面的集料应符合《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG/T 5142-01）的有关规定。

4.3 抗冰融雪填料

4.3.1 沥青路面用抗冰融雪填料其性能应经行业检测机构检测合格并通过行业产品认证机构认证，抗冰融雪填料原料应干燥、洁净，能自由地从矿粉仓流出。

4.3.2 无机类抗冰融雪填料质量应符合表 4.3.2 的相关要求。

表 4.3.2 无机类抗冰融雪填料质量要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
外观	——	粉末状颗粒，无团粒结块	目测
融冰率	%	≥ 20	JT/T 1210.2
氯离子含量	%	≥ 37	GB/T 11896
耐热性指数	%	≤ 0.5	JT/T 1210.2
表观相对密度	—	≥ 2.1	JTG E42 T0328
含水率	%	≤ 1	GB/T 13025.3
碳钢腐蚀率	mm/年	≤ 0.11	GB/T 18175
植物种子相对受害率	%	≤ 15	GB/T 23851
贮存稳定性	%	每 7 天检测一次含水率，含水率波动比例 ≤ 2	--

筛孔通过率	0.6 mm	%	100	JTG E42
	0.15 mm		90~100	
	0.075 mm		75~100	

4.3.3 有机类抗冰融雪填料质量应符合表 4.3.3 的相关要求。

表 4.3.3 有机类抗冰融雪填料质量要求

项目		单位	技术要求	试验方法
外观		——	粉末状颗粒，无团粒结块	目测
有机类抗冰融雪物质含量		%	≥ 18	GB/T 694
氯离子含量		%	≤ 1	GB/T 11896
耐热性指数		%	≤ 0.5	JT/T 1210.2
表观相对密度		—	≥ 1.7	JTG E42 T0328
含水率		%	≤ 1	GB/T 13025.3
碳钢腐蚀率		mm/年	≤ 0.11	GB/T 18175
植物种子相对受害率		%	≤ 15	GB/T 23851
贮存稳定性		%	每 7 天检测一次含水率，含水率波动比例 ≤ 2	--
筛孔通过率	0.6 mm	%	100	JTG E42
	0.15 mm		90~100	
	0.075 mm		75~100	

4.4 沥青、稳定剂及填料

4.4.1 道路石油沥青、乳化沥青、纤维稳定剂和填料应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）有关规定。

5 沥青混合料技术要求

5.1 热拌抗冰融雪沥青混合料

5.1.1 一般规定

- 1 热拌抗冰融雪沥青混合料适用于轻、中等、重交通等级公路沥青路面的表层,宜采用 SMA、AC 等密实级配沥青混合料,不宜采用 OGFC 等大空隙的沥青混合料。
- 2 热拌抗冰融雪沥青混合料应满足抗冰融雪及层位所要求的力学性能等表面功能需求,便于施工,不易离析。热拌抗冰融雪沥青混合料的施工应与其下承层连续施工,并紧密连接成为整体。
- 3 实际 AC 路面的热拌抗冰融雪沥青混合料压实度应不小于实验室标准密度的 97%,实际 SMA 路面的热拌抗冰融雪沥青混合料压实度应不小于实验室标准密度的 98%。
- 4 热拌抗冰融雪沥青混合料的设计厚度应不大于 5cm,并符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)第 5.1.3 条的有关规定。
- 5 热拌 AC 类抗冰融雪沥青混合料中抗冰融雪填料用量不宜小于矿料总质量的 4%,热拌 SMA 类抗冰融雪沥青混合料中抗冰融雪填料用量不宜小于矿料总质量的 4%,且不宜大于矿料总质量的 5%。
- 6 热拌抗冰融雪沥青混合料的生产宜配备独立的抗冰融雪填料添加仓(采用普通矿粉仓即可),以实现抗冰融雪填料的准确计量,保证材料的质量稳定。
- 7 热拌抗冰融雪沥青混合料种类按集料公称最大粒径、矿料级配、空隙率划分,分类见表 5.1.1。

表 5.1.1 热拌抗冰融雪沥青混合料种类

混合料类型	密级配		公称最大粒径(mm)	最大粒径(mm)
	连续级配	间断级配		
	沥青混凝土	沥青玛蹄脂碎石		
中粒式	AC-16	SMA-16	16.0	19.0
细粒式	AC-13	SMA-13	13.2	16.0
	AC-10	SMA-10	9.5	13.2
砂粒式	AC-5	—	4.75	9.5
设计空隙率(%)	3-5%	3-4%	—	—

- 8 应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)第 4.1 条的有关规定。

5.1.2 路面结构组合

- 1 抗冰融雪沥青路面的基层类型可选择无机结合料稳定类基层、沥青稳定类基层和粒料类基层。
- 2 抗冰融雪沥青路面结构组合可参考表 5.1.2 选择。

表 5.1.2 抗冰融雪沥青路面结构组合

结构组合				交通量等级		
面层组合	上面层	上基层	下基层	重	中等	轻

两层式 ≤15cm	厚度不 超过 5cm	无机结合料稳定 类	无机结合料稳定类	√	√	√
			粒料类	×	√	√
		沥青稳定类	无机结合料稳定类	√	√	√
			沥青稳定类	√	√	√
		粒料类	粒料类	×	×	√
三层 式>15cm	厚度不 超过 5cm	无机结合料稳定 类	无机结合料稳定类	√	√	×
			粒料类	×	√	×
		沥青稳定类	无机结合料稳定类	√	√	×
			沥青稳定类	√	√	×
		粒料类	粒料类	×	√	×

注：√表示推荐采用，×表示不推荐采用

5.1.3 抗冰融雪沥青混合料配合比设计

1 抗冰融雪沥青混合料必须在对同类道路配合比设计和使用情况调研的基础上，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，热拌抗冰融雪沥青混合料配合比设计方法按附录 I 执行。

2 抗冰融雪沥青混合料的矿料级配应符合工程设计规定的级配范围，宜以表 5.1.3-1~表 5.1.3-2 作为工程设计级配范围。

表 5.1.3-1 AC 类抗冰融雪沥青混合料矿料级配范围

筛孔(mm)	不同类型沥青混合料集料通过率(%)			
	AC-5	AC-10	AC-13	AC-16
19.0	—	—	—	100
16.0	—	—	100	95~100
13.2	—	100	95~100	76~92
9.5	100	95~100	68~85	60~80
4.75	90~100	45~75	38~68	34~62
2.36	55~75	38~58	24~50	20~48
1.18	35~55	26~40	15~38	13~36
0.6	20~40	13~32	10~28	9~26
0.3	12~28	9~23	7~20	7~18
0.15	7~18	6~16	5~15	5~14
0.075	5~10	4~8	4~8	4~8

表 5.1.3-2 SMA 类抗冰融雪沥青混合料矿料级配范围

筛孔(mm)	不同类型沥青混合料集料通过率(%)		
	SMA-10	SMA-13	SMA-16
19.0	—	—	100
16.0	—	100	90~100
13.2	100	90~100	65~85
9.5	90~100	50~75	45~65

4.75	28~60	20~34	20~32
2.36	20~32	15~26	15~24
1.18	14~26	14~24	14~22
0.6	12~22	12~20	12~18
0.3	10~18	10~16	10~15
0.15	9~16	9~15	9~14
0.075	8~13	8~12	8~12

5.1.4 材料规格及技术要求

1 本规程按附录 I 设计抗冰融雪沥青混合料时，应进行马歇尔试验及配合比设计检验，技术要求应符合表 5.1.4-1~表 5.1.4-2 的规定。

表 5.1.4-1 密级配抗冰融雪沥青混凝土马歇尔试验技术标准

试验指标		技术要求			
击实次数(双面)		75 次			
试件尺寸		φ101.6mm×63.5mm			
空隙率 VV		3~5%			
稳定度 MS 不小于		8kN			
流值 FL		2~4mm			
矿料间隙率 VMA(%), 不小于	设计空隙率 (%)	相应于以下公称最大粒径(mm)的最小 VMA 及 VFA 技术要求(%)			
		16	13.2	9.5	4.75
	3	12.5	13	14	16
	4	13.5	14	15	17
	5	14.5	15	16	18
沥青饱和度 VFA(%)		65~75		70~85	

表 5.1.4-2 SMA 抗冰融雪混合料马歇尔试验技术标准

试验指标	技术要求		试验方法
	非改性沥青	改性沥青	
马歇尔试件尺寸	φ101.6mm×63.5mm		JTG E20 T 0702
马歇尔试件击实次数	双面击实 50 次		JTG E20 T 0702
空隙率 VV	3~4%		JTG E20 T 0705
矿料间隙率 VMA, 不小于	17%		JTG E20 T 0705
粗集料骨架间隙率 VC _{Amax} , 不大于	VC _{ADRC}		JTG E20 T 0705
沥青饱和度 VFA	75~85%		JTG E20 T 0705
稳定度, 不小于	5.5kN	6.0kN	JTG E20 T 0709
流值 FL	2~5mm	--	JTG E20 T 0709
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	≤0.2%	≤0.1%	JTG E20 T 0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验	≤20%	≤15%	JTG E20 T 0733

注：1.对集料坚硬不易击碎，呈现重载交通量的路段，可将击实次数增加为双面 75 次；
2.稳定度难以达到要求时，容许放宽到 5.0kN（非改性沥青）或 5.5kN（改性沥青），但动稳定度检验必须合格。

2 热拌抗冰融雪沥青混凝土在进行配合比设计时，需要在配合比设计的基础上按下列方面进行沥青混合料抗冰融雪性能的检验。不符合要求的抗冰融雪沥青混合料，须更换材料或重新进行配合比设计。

a) 必须在规定的试验条件下进行抗冰融雪沥青混合料冰点试验，并符合表 5.1.4-3 的要求，试验方法见附录 B。气候分区参见《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）附录 A 执行。

表 5.1.4-3 抗冰融雪沥青混合料冰点技术要求

项目	单位	低温气候区			
		冬温区	冬冷区	冬寒区	冬严寒区
冰点	℃	≤ -5	≤ -8	≤ -12	

b) 必须在规定的试验条件下进行沥青混合料抗冰融雪能力试验，并符合表 5.1.4-4 的要求，试验方法见附录 A、附录 C、附录 E。

表 5.1.4-4 沥青混合料抗冰融雪能力技术要求

项目	单位	技术标准
冰-路界面粘结力	kN	≤0.3
盐分释出量	%	≤0.4
融冰率	%	≥20

3 必须在规定的试验条件下进行抗冰融雪沥青混凝土长效性的试验，并符合表 5.1.4-5 的要求，试验方法见附录 F。

表 5.1.4-5 抗冰融雪沥青混合料长效性技术要求

项目	单位	技术标准	对应的
前五日累计释放量	mol/L	≤0.045	

4 对于公称最大粒径大于或等于 9.5mm，且小于 16.0mm 的抗冰融雪沥青混合料(含 AC 类、SMA 类)，需在配合比设计的基础上按下列步骤进行高温性能检验，技术要求见表 5.1.4-6。

表 5.1.4-6 抗冰融雪沥青混合料高温性能技术要求

气候条件与技术指标	相应于下列气候分区所要求的动稳定度(次/mm)									试验方法
七月平均最高气温 (℃)及气候分区	>30				20~30				<20	
	1. 夏炎热区				2. 夏热区				3. 夏凉区	
	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-2	
普通沥青混合料	800		1000		600	800			600	JTG E20 T 0719
改性沥青混合料	2400		2800		2000	2400			1800	
SMA 混合料	3000									

5 对于抗冰融雪沥青混合料，需在配合比设计的基础上进行水稳定性检验，并满足表 5.1.4-7~表 5.1.4-8 的技术要求。

a) 在规定的试验条件下进行抗冰融雪沥青混合料高温动水冲刷实验，并符合表 5.1.4-7 的要求，试验方法见附录 G、附录 H。

表 5.1.4-7 抗冰融雪沥青混合料高温动水冲刷技术要求

项目	单位	性能要求	
		基质沥青	改性沥青
残留稳定度比	%	≥80	≥85
毛体积相对密度变化率	%	≤1.0	≤0.8

b) 应在规定的试验条件下进行抗冰融雪沥青混合料水稳定性检验，并符合表 5.1.4-8 的要求。

表 5.1.4-8 抗冰融雪沥青混合料水稳定性技术要求

气候条件与技术指标	相应于以下气候分区的技术要求				试验方法
年降雨量(mm)	>1000	500~1000	250~500	<250	
气候分区	1.潮湿区	2.湿润区	3.半干区	4.干旱区	
浸水马歇尔试验残留稳定度(%), 不小于					
普通沥青混合料	80		75		JTG E20 T 0709
改性沥青混合料	85		80		
普通沥青 SMA 混合料	75				
改性沥青 SMA 混合料	80				
冻融劈裂试验的残留强度比(%), 不小于					
普通沥青混合料	75		70		JTG E20 T 0709
改性沥青混合料	80		75		
普通沥青 SMA 混合料	75				
改性沥青 SMA 混合料	80				

6 宜对公称最大粒径大于或等于 9.5mm, 且小于 16.0mm 的抗冰融雪沥青混合料(含 AC 类、SMA 类)在规定试验条件下进行低温弯曲试验，测定破坏应变，其破坏应变宜不小于表 5.1.4-9 的技术要求。

表 5.1.4-9 抗冰融雪沥青混合料低温性能技术要求

混合料类型	破坏应变(μɛ)，不小于				试验方法
	冬严寒区	冬寒区	冬冷区	冬温区	
普通沥青混合料	2600	2300	2000		JTG E20 T 0715
改性沥青混合料	3000	2800	2500		

5.2 抗冰融雪含砂雾封层

5.2.1 一般规定

1 抗冰融雪含砂雾封层主要用于需要快速高效除冰雪功能的路段，提高在役路面融冰化雪能力，同时，适用于表面有松散麻面、渗水、沥青老化且抗滑性能较好的沥青路面，但不适

用于由酸性岩石、鹅卵石等破碎集料铺筑的沥青路面，其适用的各等级公路路况水平应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 抗冰融雪含砂雾封层适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI、RDI	≥90	≥88	≥85
SRI	≥75	≥70	—

2 抗冰融雪含砂雾封层施工前，原路面上的坑洞、大于 3mm 的裂缝以及原路面接缝不规则处等可能影响抗冰融雪含砂雾封层施工质量的地方均须进行预处理。

5.2.2 材料规格及技术要求

- 1 含砂雾封层混合料用改性乳化沥青宜采用 SBR 胶乳作为改性剂。SBR 胶乳固含量不得小于 60%，改性剂用量（改性剂有效成分占纯沥青质量百分比）宜为 3%~5%。
- 2 含砂雾封层混合料用改性乳化沥青应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 含砂雾封层混合料用改性乳化沥青性能要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
破乳速度	—	慢裂	JTG E20-2011 T0658
粒子电荷	—	阳离子（+）	JTG E20-2011 T0653
筛上剩余量（1.18mm 筛）	%	≤0.1	JTG E20-2011 T0652
蒸发残留物含量	%	≥60	JTG E20-2011 T0651
均匀性	—	搅拌后无结块或沉淀	JT/T 1264

- 3 抗冰融雪掺料的用量宜为结合料质量的 15%~30%，具体用量应通过试验确定。
- 4 应按《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）附录 B.4~B.6 对抗冰融雪含砂雾封层混合料组成进行设计。
- 5 抗冰融雪含砂雾封层混合料的技术指标应符合《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG/T 5142-01）的相关规定。

5.3 抗冰融雪微表处

5.3.1 一般规定

- 1 抗冰融雪微表处可以用于：
 - a) 高速公路，一、二级公路的沥青路面的预防性养护罩面和沥青路面的车辙修复，以及水泥混凝土路面、水泥混凝土桥面、水泥混凝土隧道道面罩面。
 - b) 改扩建高速公路，一、二级公路的沥青路面、水泥混凝土桥面的表面磨耗层。
- 2 根据路面损坏状况、路面平整度、使用时间等因素，确定沥青路面预防性养护时机，其适用的各等级公路路况水平应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 抗冰融雪微表处适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路
PCI、RQI	≥85	≥80

3 抗冰融雪微表处施工前，应对原路面进行检查。原路面须有足够的结构强度达到预养护的要求，达不到要求的须根据具体情况选择其它合适的方法作补强处理。

4 根据需要，抗冰融雪微表处可以单层铺筑，也可以双层铺筑。

5.3.2 材料规格及技术要求

- 1 微表处混合料用改性乳化沥青宜采用 SBR 胶乳作为改性剂。SBR 胶乳固含量不得小于 60%，改性剂用量（改性剂有效成分占纯沥青质量百分比）宜为 3%~5%。
- 2 微表处混合料用改性乳化沥青应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 微表处混合料用改性乳化沥青性能要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
破乳速度	—	慢裂	JTG E20-2011 T0658
粒子电荷	—	阳离子（+）	JTG E20-2011 T0653
筛上剩余量（1.18mm 筛）	%	≤0.1	JTG E20-2011 T0652
蒸发残留物含量	%	≥60	JTG E20-2011 T0651

- 3 抗冰融雪掺料可等量替代矿粉使用，其用量宜为矿料总质量的 5%~10%，具体用量应通过试验确定。
- 4 应按《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG/T 5142-01）对抗冰融雪微表处混合料组成进行设计。
- 5 抗冰融雪微表处混合料的技术指标应符合《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG/T 5142-01）的相关规定。

5.4 抗冰融雪薄层罩面混合料

5.4.1 一般规定

- 1 抗冰融雪薄层罩面可以用于：
 - a) 新建或改扩建高速公路，一、二级公路的沥青路面，以及水泥混凝土路面、水泥混凝土桥面。
 - b) 高等级沥青或水泥路面的预防性养护、高速公路轻微病害的矫正性养护。
 - c) 根据路面损坏状况、路面平整度、使用时间等因素，确定沥青路面预防性养护时机，其适用的各等级公路路况水平应符合表 5.4.1 的规定。

表 5.4.1 抗冰融雪薄层罩面适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI	≥85	≥80	≥75
RDI	≥80	≥75	≥70

- 2 抗冰融雪薄层罩面施工前，应对原路面进行检查。原路面须有足够的结构强度达到预防养护的要求，达不到要求的须根据具体情况选择其它合适的方法作补强处理。

5.4.2 材料规格及技术要求

- 1 抗冰融雪掺料可等量替代矿粉使用，宜为矿料总质量的 4%~6%，具体用量应通过试验确定。
- 2 应按《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG/T 5142-01）对抗冰融雪薄层罩面混合料组成进行设计。
- 3 抗冰融雪薄层罩面混合料的技术指标应符合《公路沥青路面预防养护技术规范》（JTG/T

5142-01) 的相关规定。

6 施工及养护

6.1 热拌抗冰融雪沥青混合料

6.1.1 抗冰融雪沥青混合料的拌制与储存

1 抗冰融雪沥青混合料应采用间歇式拌和机械拌制，其技术指标应符合下列要求：

- a) 总拌和能力满足施工进度要求。拌和机除尘设备完好，能达到国家最新施行的相关环保要求。
- 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。
- c) 热拌抗冰融雪沥青混合料的生产应配备独立的抗冰融雪填料投放装置，以实现抗冰融雪填料的单独投放，精确计量。
- d) 生产的热拌沥青混合料需同时添加抗冰融雪填料与矿料时，沥青拌合设备应能保证抗冰融雪填料和矿粉同时投放，以实现抗冰融雪填料与矿料充分拌和均匀。
- e) 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，以便于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。
- f) 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。
- g) 抗冰融雪沥青混合料拌和时间较传统沥青混合料的拌和时间应适当延长 3~5 秒。
- h) 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，不同级配混合料必须配置不同的筛孔组合。

2 抗冰融雪沥青混合料应通过沥青粘温曲线来确定拌合温度，相关要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.2.2 条的有关规定。

3 抗冰融雪沥青混合料的储存应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.4.13 条的有关规定。

6.1.2 沥青混合料的运输

1 抗冰融雪沥青混合料的运输装置的配备要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.5.1 条的有关规定，

2 抗冰融雪沥青混合料运输过程的清洁要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.5.2~4.5.3 条的有关规定。

3 抗冰融雪沥青混合料运输过程的其他注意事项应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.5.4~4.5.5 条的有关规定。

6.1.3 沥青混合料的摊铺与压实

1 抗冰融雪沥青混合料摊铺机的配备要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.6.2 条的有关规定，摊铺机的操作与运行要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.6.1、4.6.3~4.6.5、4.6.7~4.6.11 条的有关规定，摊铺温度的控制要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.6.6 条的有关规定。

2 抗冰融雪沥青混合料的压实过程中，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，且不得向碾压轮喷水，对碾压轮可涂刷油性隔离剂或防粘结剂，不得刷柴油。其余压实工艺与基本要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.7.1~4.7.10 条的有关规定。

3 压实温度的控制符合以下要求：

a) 抗冰融雪沥青混合料的施工温度采用具有金属探测针的插入式数显温度计测量。表面温度可采用表面接触式温度计测定。当采用红外线温度计测量表面温度时，应进行标定。其压实温度应符合表 6.1.3-1~6.1.3-2 要求。

表 6.1.3-1 热拌抗冰融雪沥青混合料的压实温度（℃）

施 工 工 序		石油沥青的标号			
		50 号	70 号	90 号	110 号
开始碾压的混合料内部温度，不低于	正常施工	135	130	125	120
	低温施工	150	145	135	130
碾压终了的表面温度，不低于	钢轮压路机	80	70	65	60
	轮胎压路机	85	80	75	70
	振动压路机	75	70	60	55

表 6.1.3-2 改性沥青抗冰融雪混合料的正常施工温度范围（℃）

工 序	改性沥青品种			
	SBS 类	SBR 胶乳类	EVA、PE 类	橡胶类
初压开始的表面温度，不低于	150			165
碾压终了的表面温度，不低于	90			110

b) SMA 混合料的施工温度应视纤维品种和数量、矿粉用量的不同，在改性沥青混合料的基础上作适当提高。

c) 在不产生严重推移和裂缝的前提下，初压、复压、终压都应在尽可能高的温度下进行。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。

6.1.4 开放交通及其它

1 道路开放交通应待摊铺层完全自然冷却，混合料表面温度低于 50℃ 后，方可开放交通。尽量避免洒水冷却降低混合料温度。

2 雨季施工要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 4.9.2 条的有关规定。

3 铺筑好的抗冰融雪沥青混合料在正式开放交通前，应严格控制相关铺筑路段的交通流量，做好保护，保持整洁，不得造成污染，严禁在沥青层上堆放施工产生的土或杂物，严禁在已

铺沥青层上制作水泥砂浆。

6.2 抗冰融雪含砂雾封层

6.2.1 施工准备

沥青路面处理前的施工准备工作参考《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）中的第 8.1.5 和 8.2.6 条，并应符合下列规定：

- 1 抗冰融雪填料应在现场施工前 0.5h, 分两次缓慢添加到已搅拌均匀的含砂雾封层材料中, 掺入的同时应对材料进行拌和, 并保证抗冰融雪填料不四处飞散, 抗冰融雪填料添加完成后, 应将材料搅拌至均匀一致、无结块、不成团, 保证抗冰融雪填料均匀分散。拌和困难时, 可在加入填料前添加分散剂, 但分散剂的选用需经过室内试验确定。
- 2 抗冰融雪含砂雾封层材料应采用具有精确计量系统的专用洒布机喷洒施工, 严格控制喷洒量, 并确保喷洒的均匀性和准确性。
- 3 施工前应检查抗冰融雪含砂雾封层材料的稳定性情况、供应量和运输堆放的情况且产品质量须经检验符合要求后方可使用。
- 4 施工前应备齐洒布机和辅助工具, 并保持良好的工作状态。
- 5 现场应设专人管理交通, 施工地段应按有关规定, 设置明显的道路施工标志进行封道, 并控制车流量或进行交通管制。现场应设专人管理安全, 严格按有关规范设置安全防护设施, 施工人员须穿反光背心。在施工过程中严格执行《公路养护安全作业规程》（JTG H30）的相关要求。

6.2.2 洒布量的确定

抗冰融雪含砂雾封层混合料的洒布量应根据原路面技术状况、表面致密程度、粗糙度大小、路面渗水、松散麻面情况合理确定, 并应符合下列规定:

- 1 表面致密、轻微渗水、轻度松散麻面的路面, 可减少抗冰融雪含砂雾封层混合料的洒布量, 并采用单层洒布, 其洒布量应为 $0.9\sim 1.2\text{kg/m}^2$ 。
- 2 表面粗糙、较重渗水、空隙率较大、重度松散麻面且贫油的路面, 应增加抗冰融雪含砂雾封层混合料的洒布量, 并采用双层洒布, 其洒布量应为 $1.2\sim 1.8\text{kg/m}^2$, 其中第一层洒布量为 $0.7\sim 1.0\text{kg/m}^2$, 待第一层材料干透后可进行第二层的喷洒, 第二层洒布量为 $0.5\sim 0.8\text{kg/m}^2$ 。

6.2.3 洒布与涂刷

抗冰融雪含砂雾封层洒布与涂刷的基本要求参考《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）中的第 8.2.5 条, 并应符合下列规定:

- 1 施工前须将抗冰融雪含砂雾封层材料搅拌均匀, 并确保无沉淀现象存在。
- 2 如有少量沉淀存在时, 需通过适当的过滤转注入洒布车内进行喷洒。
- 3 喷洒时, 应及时调整洒布车的洒布速度及喷洒量, 一车喷洒结束后, 如实际用量与设计用量差超过 5%, 则应及时调查原因, 重新调整洒布量。

6.2.4 养护与开放交通

抗冰融雪含砂雾封层养护与开放交通的基本条件应符合下列规定:

- 1 抗冰融雪含砂雾封层的养生时间应根据材料的品种和气候条件确定, 干燥成型前, 车辆和行人不得通行, 待干燥后方可开放交通。
- 2 抗冰融雪含砂雾封层材料早期养护时间应给予最少 6~8 小时, 待材料固化不粘手、手按压无印记时方可开放交通; 当气候条件不满足时, 可适当延长开放交通时间。

6.3 抗冰融雪微表处

6.3.1 施工准备

抗冰融雪微表处施工前的施工准备工作参考《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142-2019）中的第 8.1.5 和 8.3.6 条，并应符合下列规定：

- 1 施工前，应预先在原路面喷洒粘层油。
- 2 对材料和施工机具进行施工前的检查并对施工机具进行标定，通过摊铺车的标定，得出摊铺车各料门开度或泵的设定等与各材料出料量的关系曲线，出具标定报告。
- 3 集料掺配不宜采用装载机进行，而应选用具有储料、计量和掺配功能的配料设备完成。
- 4 抗冰融雪微表处施工前，应设置明显的道路施工标志进行封道，并控制车流量或进行交通管制。在施工过程中须严格执行《公路养护安全作业规程》（JTG H30）的相关要求。

6.3.2 施工要求

抗冰融雪微表处的施工要求参考《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）中的第 8.3.7~8.3.9、8.4.8 和 8.4.11 条，并应符合下列规定：

- 1 在起点处放置宽度大于 1.5m 的铁皮，将装好料的摊铺机开至施工起点，对准控制线，将摊铺槽放在铁皮上，使其周围与原路面贴紧。
- 2 根据施工配合比和现场集料含水率，按比例输出集料、填料、水、添加剂和改性乳化沥青，进行拌和。
- 3 拌和好的混合料流入摊铺槽，当混合料注满摊铺槽容积的 1/2 以上时，开动摊铺机匀速前进。
- 4 摊铺速度宜为 15m/min~30m/min，保持混合料摊铺量和搅拌量基本一致。摊铺槽中混合料的体积宜为摊铺槽容积的 1/2~2/3。
- 5 当摊铺机内任意一种材料将用完时，应关闭所有输送材料的阀门，使搅拌器中的混合料搅拌完，并送入摊铺槽摊铺完后，摊铺机停止前进，提起摊铺槽，将摊铺机移出施工点，清洗搅拌器、摊铺槽和刮板。
- 6 当摊铺机再次进入施工场地时，其处理方法与初次入场相同。

6.3.2 养护与开放交通

抗冰融雪微表处养护与开放交通的基本条件应符合《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）中的第 8.3.10 条的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 由于现场情况和气象条件不同，抗冰融雪微表处混合料的固化时间也不同，所以养生时间要根据当时混合料硬化的程度，用目测及手指触感判断固化程度。
- 2 施工完成的抗冰融雪微表处开放交通时间在完工后一般不宜少于 2h，2h 后宜根据微表处混合料破乳情况开放交通，开放交通前车辆和行人不得通行。

6.4 抗冰融雪薄层罩面混合料

6.4.1 施工准备

抗冰融雪薄层罩面施工前的施工准备工作应符合下列规定：

- 1 原路面的坑槽、龟裂等病害应按设计要求修复。
- 2 原路面结构强度不足，应认真分析影响因素，由基层引起的强度不足可采用开挖换填、注浆加固等方法补强；由面层引起的强度不足可采用铣刨回填的方法补强。

- 3 原路面平整度不符合要求，应分析平整度衰减原因，基层沉陷引起的可采用开挖换填等方法处理、面层引起的可采用铣刨回填的方法处理。
- 4 原路面裂缝应根据裂缝类型按设计要求铣刨处理。
- 5 施工前，应对原路面进行彻底清理，清除浮土、泥土、碎屑及可见水分等。

6.4.2 施工要求

抗冰融雪薄层罩面的施工要求参考《公路沥青路面施工技术规范》（JTG_F40）中的有关规定和《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）中的第 9.2.7~9.2.8 条的有关规定。并在施工过程中严格执行《公路养护安全作业规程》（JTG H30）的相关要求。

6.4.3 养护与开放交通

- 抗冰融雪薄层罩面养护与开放交通的基本条件应符合下列规定：
- 1 处于边通车边施工环境时，应在施工前按相关规定取得道路封闭施工的许可，做好公示公告、封闭交通，安排好交通疏导指挥人员。
- 2 铺筑好的路面应做好保护，防止矿料、油料和杂物散落在铺筑完的沥青层面上。
- 3 应在路面温度 50℃以下时开放交通。

7 施工质量管理及验收

7.1 热拌抗冰融雪沥青混合料

7.1.1 施工过程质量控制

热拌抗冰融雪沥青混合料施工过程质量控制要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第 11.4.2~11.4.12 条。

7.1.2 施工过程抗冰融雪填料质量控制

抗冰融雪沥青混合料生产过程中，必须按照表 7.1.2 规定的检查项目与频度，对抗冰融雪填料进行抽样试验，其质量应符合本规范规定的技术要求。每个检查项目的平行试验次数或一次试验的试样数必须按相关试验规程的规定执行，并以平均值评价是否合格。

表 7.1.2 施工过程抗冰融雪填料质量检查的项目与频度

检查项目	检验频数	试验规程规定的平行试验次数或一次试验的试样数	试验方法
外观	每次进场	—	目测
氯离子含量	每次进场	3	JT/T 1210.2
有机类抗冰融雪物质含量	每次进场	3	GB/T 694
相对密度	必要时	2	JTG E42 T0328
耐热性指数	必要时	2~4	JT/T 1210.2
含水率	每次进场	2	JTG E42 T0332
稳定性	必要时	2~4	每 7 天检测一次含水率，含水率变化比例≤2%

碳钢腐蚀率	必要时	2~4	JT/T 973
植物种子相对受害率	必要时	2~4	GB/T 23851
颗粒筛分	每次进场	2	JTG E42
注: 1. 针对非滨海环境的潮湿地区, 储存阶段的抗冰融雪填料含水率应每周定时检测两次。 2. 针对滨海潮湿地区, 储存阶段的无机类抗冰融雪填料氯离子含量、含水率应每周定时检测两次, 有机类抗冰融雪填料含水率每周定时检测两次。			

7.1.3 施工过程抗冰融雪沥青混合料质量控制

施工过程取样进行抗冰融雪沥青混合料的相对抗冰融雪性能试验, 测定冰点、融冰率、盐分释出量、冰-路界面粘结强度、抗冰融雪长效性、高温动水冲刷后残留稳定度比、毛体积相对密度变化率, 计算合格率。

表 7.1.3 热拌抗冰融雪沥青混合料的频度和质量要求

检查项目	检查频率及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
冰点	每台拌和机每天 1 次，以 4~6 个试件的平均值评定	符合本规范规定	本规范附录
盐分释出量			
冰-路界面粘结力			
融冰率	必要时		
抗冰融雪长效性			
高温动水冲刷后残留稳定度比			
高温动水冲刷后毛体积相对密度变化率			

7.2 抗冰融雪含砂雾封层

7.2.1 施工过程的质量控制

抗冰融雪含砂雾封层施工中应对其混合料和现场质量进行抽样检测, 检测项目、质量要求、检测频率及检测方法应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 抗冰融雪含砂雾封层施工过程控制要求

检测项目	质量要求或允许偏差	检测频率	检测方法
稳定性 (%)	≤ 15	1 次/车	JTG 5142 附录 B. 4
耐磨性 (g/m^2)	≤ 600	1 次/3 个工作日	JTG 5142 附录 B. 5
外观	表面喷洒均匀, 无积聚	全线连续	目测
洒布量 (kg/m^2)	± 0.1	1 次/工作日	JTG E60 T0982

7.2.2 交工验收阶段的质量检查与验收

抗冰融雪含砂雾封层施工的工程验收标准应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 抗冰融雪含砂雾封层施工的工程验收标准

检测项目		质量要求或允许偏差	检测频率	检测方法
渗水系数 (mL/min)		≤ 10	5 个点/km	JTG E60 T0971
抗滑性能	摆值 Fb (BPN)	不低于原路面	5 个点/km	JTG E60 T0964
	构造深度 TD	(TD 施工前-TD 施工后) /TD 施工前 $\leq 20\%$	5 个点/km	JTG E60 T0961
宽度 (mm)		不小于设计值	5 个点/km	钢卷尺法

7.3 抗冰融雪微表处

7.3.1 施工过程的质量控制

抗冰融雪微表处施工中应对稀浆混合料和现场质量进行抽样检测,检测项目、质量要求、检测频率及检测方法应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 抗冰融雪微表处施工过程控制要求

检测项目	质量要求	检测频率	检测方法
稠度	适中	1 次/100m	经验法
沥青用量	施工配合比的沥青用量 $\pm 0.2\%$	1 次/工作日	JTG E20 T0722、总量检验法
矿料级配	满足施工配合比的矿料级配要求注	1 次/工作日	JTG E20 T0725、总量检验法
浸水 1h 湿轮磨耗	$\leq 540\text{g/m}^2$	1 次/7 个工作日	JTG E20 T0752
外观	表面平整、均匀,无离析,无划痕	全线连续	目测
横向接缝	对接,平顺	每条	目测
边线	任一 30m 长度范围内的水平波动不得超出 $\pm 50\text{mm}$	全线连续	目测或用尺量法
注:矿料级配满足施工配合比的矿料级配要求,是指矿料级配不超出相应级配类型要求的各筛孔通过率的上、下限,且以施工配合比的矿料级配为基准,实际级配中各筛孔通过率不超过表 6.2.1 规定的允许波动范围。			

7.3.2 交工验收阶段的质量检查与验收

抗冰融雪微表处施工的工程验收标准应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 抗冰融雪微表处施工的工程验收标准

检测项目		质量要求或允许偏差	检测频率	检测方法
表观质量	外观	表面平整、密实、均匀、无松散、无花白、无轮迹、无划痕	全线连续	目测
	横向接缝	对接,平顺,无泛油	每条	目测
	纵向接缝	宽度 $< 80\text{mm}$,不平整 $< 6\text{mm}$	全线连续	目测或用 3m 直尺量
	边线	任一 30m 长度范围内的水平波动不得超出 $\pm 50\text{mm}$	全线连续	目测或用尺量
抗滑性能	摆值 Fb (BPN)	≥ 45	5 个点/km	JTG E60 T0964
	横向力系数	≥ 54	连续检测	JTG E60 T0965

	构造深度 (mm)	≥ 0.6	5 个点/km	JTG E60 T0961
	渗水系数 (mL/min)	≤ 10	5 个点/km	JTG E60 T0971
	宽度 (mm)	不小于设计值	5 个点/km	钢卷尺法
厚度 (mm)	均值	不小于设计值	5 个断面	JTG E60 T0912, 每个断面挖
	合格值	设计厚度-10%	/km	坑 3 点
注: 抗滑性能仅针对高速公路及一级公路要求, 横向力系数由建设单位确定是否检测。				

7.4 抗冰融雪薄层罩面混合料

7.4.1 施工过程的质量控制

抗冰融雪薄层罩面施工应对混合料和现场质量进行抽样检测, 检测项目、检测频率、质量要求及检测方法应符合表 7.4.1。

表 7.4.1 抗冰融雪薄层罩面施工过程控制要求

检测项目		检测频率	质量要求		试验方法
			高速、一级公路	其他等级公路	
混合料外观		随时	观察集料粗细、均匀性、离析、色泽、冒烟、有无花白料、油团等各种现象		目测
拌合温度	沥青和集料的加热温度	逐盘检测评定	符合本规范规定		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	符合本规范规定		出厂时逐车人工检测
拌合温度	混合料出厂温度	逐盘检测评定, 每天取平均值评定	符合本规范规定		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	$\pm 2\%$	—	计算机采集数据计算
	$\leq 2.36\text{mm}$		$\pm 3\%$	—	
	$\geq 4.75\text{mm}$		$\pm 4\%$	—	
	0.075mm	逐盘检验, 每天汇总 1 次取平均值评定	$\pm 1\%$	—	JTG F40 附录 G 总量检验
	$\leq 2.36\text{mm}$		$\pm 3\%$	—	
	$\geq 4.75\text{mm}$		$\pm 4\%$	—	
	0.075mm	每台拌合机每天 1~2 次, 以 2 个试样的平均值评定	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	T0725
	$\leq 2.36\text{mm}$		$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	
	$\geq 4.75\text{mm}$		$\pm 4\%$	$\pm 5\%$	
沥青用量 (油石比)		逐盘在线检测	$\pm 0.2\%$	—	计算机采集数据计算
		逐盘检验, 每天汇总 1 次取平均值评定	$\pm 0.1\%$	—	JTG F40 附录 F 总量检验
		每台拌合机每天 1~2 次, 以 2 个试样的平均值评定	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.3\%$	T0722、T0721
马歇尔试验: 空隙率、稳定度、流值		每台拌合机每天 1~2 次, 以 4~6 个试样的平均值评定	符合本规范规定		T0702、T0709 JTG F40 附录 B 及附

			录 C
浸水马歇尔试验	必要时（试件数同马歇尔试验）	符合本规范规定	T0702、T0709
冻融劈裂强度比	必要时（试件数同马歇尔试验）	符合本规范规定	T0729
谢伦堡沥青析漏试验 结合料损失	必要时（以 3 个试样平均值评定）	符合本规范规定	T0732

7.4.2 交工验收阶段的质量检查与验收

抗冰融雪薄层罩面施工的工程验收标准应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 抗冰融雪薄层罩面施工的工程验收标准

检测项目		检测频率及单点检验评价方法	质量要求或允许误差	试验方法
外观		随时	表面平整、均匀、无松散、无花白料、边线顺直	目测
接缝		随时	紧密平整、顺直、无跳车	目测
		逐条接缝检测评定	3mm	T0931
施工温度	摊铺温度	逐车检测评定	符合要求	T0981
	碾压温度	随时	符合要求	插入式温度计实测
厚度		检测每个断面	±3mm	T0912
宽度		检测每个断面	不小于设计宽度	T0911
平整度	标准差	连续测定	1.2mm	T0932
	最大间隙	连续测定	3mm	T0931
路面渗水系数		每 1km 不少于 5 点， 每点 3 处取平均值	≤120mL/min(密级配沥青路面)，≤80mL/min(SMA 路面)	T0971

附录 A 冰-路界面粘结力试验方法

A.1 目的与适用范围

A.1.1 本方法适用于测定在规定温度和加载速率时, 沥青混合料与冰的界面拉伸、剪切破坏的力学性质。

A.1.2 本方法适用于直径 100mm~101.6mm、高 63.5mm 的沥青混合料圆柱体试件。

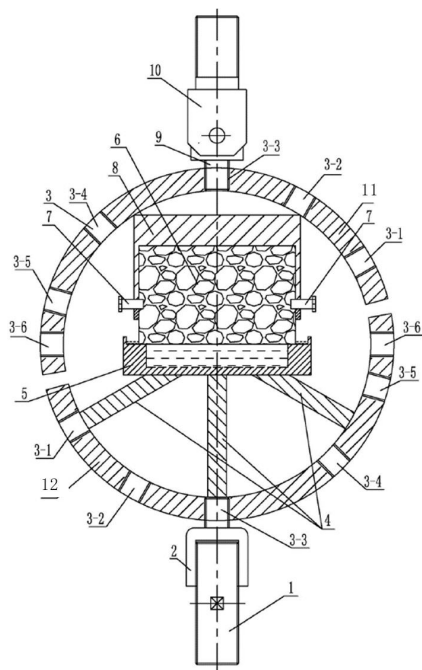
A.2 仪具与材料技术要求

A.2.1 材料试验机。MTS 或 UTM 等可施加荷载的路面材料试验设备, 设备应满足以下条件:

A.2.1.1 具有环境保温箱, 低温段可控温至 -30°C , 控温准确至 0.1°C 。

A.2.1.2 能符合加载速率保持 20mm/min 的要求。试验机宜有伺服系统, 在加载过程中速度基本不变。

A.2.2 冰-路界面粘结力测试装置, 其用于测量沥青混合料与表面粘结冰的多角度拉力或剪力, 装置示意图如图 A-1 所示, 构成如下:



a) 装置构成示意图



b) 测试环境箱

图 A-1 冰-路界面粘结力测试系统

1-下部连接螺杆; 2-下部连接套筒; 3-不同角度的加载螺纹孔; 3-1~3-6 为不同加载角度的加载螺纹孔; 4-基盘支撑杆; 5-空心圆柱基盘; 6-沥青混合料试件; 7-顶丝(固定试件用); 8-圆柱形容器; 9-上部连接耳; 10-上部连接螺杆; 11-上环托; 12-下环托。

A.2.2.1 连接组合件: 下部连接螺杆、下部连接套筒、上部连接耳和上部连接螺杆。

A.2.2.2 上环托、下环托：两者均为圆心角 175° 的圆弧形不锈钢环托，二者的周侧面上各加工有轴线通过圆心的 6 个螺孔（3-1~3-6），且上环托、下环托的圆心对称位置分布的螺孔轴线重合，螺孔 3-1 与 3-2 的轴线夹角为 30° ，3-2 与 3-3 的轴线夹角为 30° ，3-3 轴线与圆柱形容器的水平端面的夹角为 90° ，3-3 与 3-4 的轴线夹角为 45° ，3-4 与 3-5 的轴线夹角为 30° ，3-5 与 3-6 的轴线夹角为 15° ，3-6 轴线与圆柱形容器的水平端面的夹角为 0° 。

A.2.2.3 空心圆柱基盘、三根基盘支撑杆。圆柱基盘空心槽直径 10cm、高 3cm，作为后续水溶液的放置处，圆柱基盘空心开口向上，基盘底部通过三根基盘支撑杆与下环托固接，三根支杆的延长线交汇于空心圆柱基盘的轴线。

A.2.2.4 圆柱形容器。其与空心圆柱基盘同轴，容器开口向下，侧壁加工有多个螺纹通孔以方便顶丝固定试件用，且容器与上环托固接。

A.2.3 电子秤：感量不大于 0.1g。

A.2.4 低温冷冻箱：控温范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，控温准确至 0.1°C ，同时冷冻箱内部空间应可放置包括圆柱体试件、圆柱形容器、空心圆柱基盘的组合体，且支持操作人员顺利取放。

A.2.5 水：纯净水。

A.3 方法与步骤

A.3.1 准备工作

沥青混合料圆柱体试件制备可采取以下两种方式其一，同组试验应选择相同的成型方式：

1) 按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTG E20）的 T 0702 成型沥青混合料标准马歇尔试件，试件应符合直径 $101.6\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm}\pm 1.3\text{mm}$ 的要求。

2) 按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTG E20）的 T 0736 成型沥青混合料旋转压实试件，试件应符合直径 $100.0\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm}\pm 1.0\text{mm}$ 的要求。

A.3.2 试验步骤

A.3.2.1 将制备的沥青混合料圆柱体试件装入圆柱形容器内，以四个顶丝旋拧在圆柱形容器的相应螺纹通孔内，使得圆柱体试件固定在圆柱形容器内。

A.3.2.2 将用于制备冰层的 100g 水注入圆柱基盘的空心槽中，将固定有圆柱体试件的圆柱形容器正对扣在圆柱基盘的空心槽上，使得圆柱体试件的下表面完全浸入水内。

A.3.2.3 调整低温冷冻箱的环境温度至预设值并稳定，将完成 A.3.2.2 的圆柱形容器、圆柱形试件、空心圆柱基盘所形成的组合体放置于达到预设温度的低温冷冻箱中，静置 12h，以使圆柱基盘空心槽内的水结冰，且此时冰与圆柱体试件完全粘结在一起。

A.3.2.4 调整材料试验机环境温度为预设温度并稳定，依据预设的力对冰和圆柱体试件的界面加载角度，在上环托和下环托相对应的螺孔中安装连接组合件，下部连接螺杆的下端与材料试验机液压式加载系统的下工作台连接，上部连接螺杆的上端与材料试验机液压式加载系统的上工作台连接。

A.3.2.5 对材料试验机设置加载速率为 20mm/min，控制加载系统对上环托和下环托施加轴向压力，直至圆柱体试件与冰面之间的界面被破坏，此时由材料试验机加载系统直接读

出冰-路界面的极限破坏拉力，即为冰-路界面粘结力。

A.4 报告

同一试样至少平行试验 3 次，若最大值或最小值与平均值之差满足重复性试验要求，则取其 3 个测试结果的平均值作为冰-路界面粘结力试验结果，单位为 kN；若最大值或最小值与平均值之差不符合重复性试验要求时，试验应进行补测。

A.5 允许误差

当试验结果的最大值或最小值与平均值之差大于标准差的 1.15 倍时需补测。

附录 B 冰点试验方法

B.1 目的与适用范围

B.1.1 本方法适用于通过拉拔试验测定不同温度下沥青混合料与冰的界面拉伸破坏的力学性质，以精确判别此沥青混合料的冰点。

B.1.2 本方法适用于沥青混合料长方体试件，推荐尺寸为 100mm×100mm×50mm。

B.2 仪器与材料技术要求

B.2.1 拉拔试验仪，设备应满足以下条件：

B.2.1.1 试验仪的拉拔压头端面直径应根据试件尺寸及操作方便程度等因素选取合适范围，推荐压头端面直径为 30mm。

B.2.1.2 能符合拉拔速率保持 13mm/min±1mm/min 的要求，仪器自身的液压系统可使拉拔过程的速度基本不变。

B.2.1.3 试验仪配置有拉拔过程的拉力记录装置，可反馈拉拔过程的最大破坏拉力，并通过作用面积的提前测定输入提供粘结强度。

B.2.2 低温冷冻箱：控温范围为 0℃~ -30℃，控温准确至 0.1℃，同时冷冻箱内部空间应可放置包括至少两组的长方体试件、拉拔试验仪的压头、使用环氧树脂粘接于压头表面的无纺布，且支持操作人员顺利取放。

B.2.3 电子秤：感量不大于 0.5g。

B.2.4 海绵块若干：体积为 40mm×40mm×40mm，吸饱水后增加质量为 50g±5g。

B.2.5 环氧树脂：固化时间不超过 5h，且具有良好的物体粘接能力。

B.2.6 橡皮泥密封材料：具有良好的防水能力。

B.2.7 洗耳球。

B.2.8 水：纯净水。

B.3 方法与步骤

B.3.1 准备工作

沥青混合料试件制备按照《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTG E20）的 T 0703 轮碾法成型 300mm×300mm×50mm 试件，切割成 100mm×100mm×50mm 若干试块，在室温晾干 24h 后备用；每个温度需要 2 个试块进行平行试验。应在试件成型后 48h 内完成试验。

B.3.2 拉拔试验初始温度确定步骤

B.3.2.1 将吸饱水的海绵放在沥青混合料试块表面上，一并放入低温冷冻箱中，设定冷冻箱温度为-5℃，恒温 4h。

B.3.2.2 取出冷冻完毕的海绵及试件，使用人力将海绵与试块分离，记录海绵从试块表面分离的难易程度。

B.3.2.3 每次降低 $2.5^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$, 重复 **B.3.2.2** 过程, 直至达到海绵与试块表面能够分离(以用手拿起海绵轻微抖动至海绵与试块分离为准)的最低温度, 以此温度作为拉拔试验初始温度值(记为 T)。

B.3.3 冰点试验步骤

B.3.3.1 将拉拔试验仪的拉拔压头(端面直径 30mm)表面清理干净, 用环氧树脂将 $3\text{mm}\sim 5\text{mm}$ 厚、直径 $30\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ 的无纺布粘在拉拔压头上, 放置 2h 以上使环氧树脂充分固化。

B.3.3.2 按准备工作得到沥青混合料试块, 在试块中间位置用橡皮泥密封材料围成直径约 35mm 的圆形区域, 用洗耳球向内滴水, 滴水量以刚好浸没圆形区域试件的表面构造深度, 且以表面无自由水为度。

B.3.3.3 将 **B.3.3.1** 步骤得到的粘有无纺布的压头浸泡在水中, 待无纺布充分吸水后迅速置于试块表面圆形区域内(不要用力按压压头), 并立即将压头及试块一起放入已达到试验温度 T 的低温冷冻箱中, 恒温 4h 。

B.3.3.4 对拉拔试验仪设置拉拔速率为 $13\text{mm}/\text{min}\pm 1\text{mm}/\text{min}$ 进行试验, 直至冰界面被破坏, 此时由试验仪测量系统直接读出破坏时的最大拉力及粘结强度。

B.4 报告

计算两个试块的黏结强度算术平均值。若平均值小于 0.1MPa , T 为此掺加盐化物混合料的冰点; 若平均值大于 0.1MPa , 依次升高设定温度 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$, 重复 **B.3.3** 冰点试验步骤, 直至黏结强度小于 0.1MPa , 取 0.1MPa 对应的温度作为掺加盐化物混合料的冰点。

B.5 允许误差

两试块的粘结强度较小值不低于较大值的 90% , 不满足时需重新测试。

附录 C 盐分析出量试验方法

C.1 目的与适用范围

C.1.1 本方法适用于测定在规定时间内沥青混合料的盐分析出量。

C.1.2 本方法适用于按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTG E20）的 T 0702 成型的沥青混合料标准马歇尔试件圆柱体。

C.2 仪器与材料技术要求

C.2.1 液体盐分浓度计，其测量范围为溶液盐度 0~20%（质量百分比），允许误差为 0.1%，工作温度范围不小于 5℃~50℃。

C.2.2 恒温水槽：控温范围为 10℃~100℃，控温准确至 1℃，深度不小于 150mm，槽容积不小于 20L。

C.2.3 温度计：分度值 0.5℃。

C.2.4 2L 玻璃烧杯。

C.2.5 1L 量筒，材质使用玻璃或塑料均可。

C.2.6 水：蒸馏水或去离子水。

C.3 方法与步骤

C.3.1 准备工作

沥青混合料圆柱体试件制备可按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTG E20）的 T 0702 成型沥青混合料标准马歇尔试件，试件应符合直径 $101.6\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm} \pm 1.3\text{mm}$ 的要求。需注意应在试件成型后 48 小时内完成试验。

C.3.2 试验步骤

C.3.2.1 调整恒温水槽温度为 $23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 并保持稳定。

C.3.2.2 将单个沥青混合料试件放置于 2L 玻璃烧杯底部中心区域，使用 1L 量筒向 2L 玻璃烧杯中注入 $23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的 1000mL 蒸馏水（或去离子水），使之浸没试件，放入 C.3.2.1 步骤处于 $23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 稳定条件的恒温水浴中。

C.3.2.3 按照 C.3.2.2 步骤，恒温 10min 和 24h 时用液体盐分浓度计测定溶液盐分浓度各 3 次，取 3 次测定结果的算术平均值作为该时间点的盐分浓度。

C.4 计算

按式（C-1）计算试件盐分析出量，准确至 0.1%：

$$C_s = C_t - C_0 \quad (\text{C-1})$$

式中： C_s ——试件盐分析出量，单位为百分比（%）；

C_t ——试件恒温 24h 时溶液盐分浓度，单位为质量百分比（%）；

C_0 ——试件恒温 10min 溶液盐分浓度，单位为质量百分比（%）。

C.5 报告

取两次试验结果的算术平均值，若两次试验结果偏离算术平均值程度均 $\leq 5\%$ ，则算术平均值作为盐分析出量的试验结果，准确至 0.1%；若两次试验结果偏离算术平均值程度均 $> 5\%$ ，则测试应重新进行。

附录 D 耐热性指数试验方法

D.1 目的与适用范围

本方法适用于测定在规定温度作用时间内材料的盐析出量差异,用以表征材料耐热性指数,该测试结果为材料在公路工程施工阶段的温度等参数选取提供参考。

D.2 仪器与材料技术要求

D.2.1 液体盐分浓度计,其测量范围为溶液盐度 0~20% (质量百分比),允许误差为 0.1%,工作温度范围不小于 5℃~50℃。

D.2.2 恒温水槽:控温范围为 10℃~100℃,控温准确至 1℃,深度不小于 150mm,槽容积不小于 20L。

D.2.3 烘箱,控温范围为 30℃~250℃,控温准确至 2℃,烘箱内部各处温度差值小于 1℃。

D.2.4 玻璃干燥器,大小可自由选择,人员可方便取放材料样品即可。

D.2.5 电子秤:量程 0~200g,感量为 0.01g。

D.2.6 温度计:分度值 0.5℃。

D.2.7 2L 玻璃烧杯。

D.2.8 200mL 量筒,材质使用玻璃或塑料均可。

D.2.9 水:蒸馏水或去离子水。

D.3 方法与步骤

D.3.1 准备工作

取材料样品 50g,置于 105℃±2℃烘箱内烘干至恒重,放入干燥器冷却至室温备用。

D.3.2 试验步骤

D.3.2.1 称取 10g±0.01g 试样一份,置于已预热至 210℃±2℃的烘箱中恒温 1h,观察记录试样状态变化,随后将加热后的材料样品放入干燥器内冷却至室温。

D.3.2.2 将 **D.3.2.1** 步骤得到的干燥冷却试样移入烧杯中,使用 200mL 量筒向烧杯注入 23℃±1℃的 200mL 蒸馏水,用玻璃棒搅拌 2min。

D.3.2.3 将 **D.3.2.2** 步骤得到的装有试样溶液的烧杯静置于已恒温至 23℃±1℃的恒温水槽中,待静置 2h 和 24h 时使用液体盐分浓度计测定溶液盐分浓度各 3 次,当结果符合允许误差规定时,3 次结果的算数平均值则为该时间点的盐分浓度。

D.3.2.4 称取 10g±0.01g 试样一份,按照 **D.3.2.2**、**D.3.2.3** 步骤进行未 210℃加热的材料试样盐分浓度测试,分别测定静置 2h 和 24h 时的溶液盐分浓度各 3 次,当结果符合允许误差规定时,3 次结果的算数平均值则为该时间点的盐分浓度。

D.4 计算

按式 (D-1) 计算 210℃加热试样的溶液盐分浓度差, 准确至 0.1。

$$\Delta C' = C'_{24} - C'_2 \quad (D-1)$$

式中: $\Delta C'$ ——210℃加热试样的溶液盐分浓度差, 单位为百分比(%) ;

C'_{24} ——210℃加热试样静置 24h 后溶液盐分浓度值, 单位为百分比(%) ;

C'_2 ——210℃加热试样静置 2h 后溶液盐分浓度值, 单位为百分比(%) 。

按式 (D-2) 计算未加热试样的溶液盐分浓度差, 准确至 0.01。

$$\Delta C = C_{24} - C_2 \quad (D-2)$$

式中: ΔC ——未加热试样的溶液盐分浓度差, 单位为百分比(%) ;

C_{24} ——未加热试样静置 24h 后溶液盐分浓度值, 单位为百分比(%) ;

C_2 ——未加热试样静置 2h 后溶液盐分浓度值, 单位为百分比(%) 。

按式 (D-3) 计算耐热性指数, 准确至 0.01。

$$I_C = \Delta C - \Delta C' \quad (D-3)$$

式中: I_C ——耐热性指数, 单位为百分比(%) 。

D.5 报告

按以上步骤及计算公式报告材料耐热性指数。

D.6 允许误差

各时间点的 3 次盐分浓度测定值的任意一次结果, 若其偏离同时间点 3 次测试结果的算术平均值程度 $\leq 5\%$, 则此算术平均值作为该时间点的盐分浓度。若其偏离同时间点 3 次测试结果的算术平均值程度 $> 5\%$, 则测试应重新进行。

附录 E 融冰率试验方法

E.1 目的与适用范围

E.1.1 本方法适用于测定在规定时间、温度条件时的沥青混合料融冰率，以量化评价沥青混合料融冰能力。

E.1.2 本方法适用于按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTG E20）的 T 0702 成型的沥青混合料标准马歇尔试件圆柱体。

E.2 仪器与材料技术要求

E.2.1 低温冷冻箱：控温范围为 0℃~ -30℃，控温准确至 0.1℃，同时冷冻箱内部空间应可放置包括至少两个沥青混合料试件，且支持操作人员顺利取放。。

E.2.2 电子秤：量程 0~200g，感量为 0.01g。

E.2.3 玻璃容器：内径为 100mm。

E.2.4 水：纯净水。

E.3 方法与步骤

E.3.1 准备工作

沥青混合料圆柱体试件制备可按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTG E20）的 T 0702 成型两个沥青混合料标准马歇尔试件，试件应符合直径 101.6mm±0.2mm、高 63.5mm ±1.3mm 的要求。需注意应在试件成型后 48 小时内完成试验。

E.3.2 试验步骤

E.3.2.1 称量约 40g 洁净水放入容器中，在-18℃条件下冻成冰块备用。

E.3.2.2 将马歇尔试件置于-5℃低温冷冻箱中保温 4h。

E.3.2.3 将冰块取出，快速称量质量后，立即放在试件表面一并在-5℃低温冷冻箱中恒温 2h。

E.3.2.4 取出冰块并立即称其残留质量。

E.4 计算

按式（E-1）计算融冰率，准确至 0.1%。

$$\sigma=(M-m)/M \quad (E-1)$$

式中：σ——融冰率；

M——冰块的初始质量，单位为克（g）；

m——-5℃保温 2h 后冰块的残留质量，单位为克（g）。

E.5 报告

同一沥青混合料，至少平行试验 2 个试件，当测试结果满足允许误差时，取两次测定值的算术平均值作为融冰率的试验结果，准确至 1%。

E.6 允许误差

两个平行试样的融冰率较小值不低于较大值的 95%，不满足时需重新测试。

附录 F 沥青混合料抗冰融雪长效性试验方法

F.1 目的与适用范围

F.1.1 本方法适用于量化评估掺加抗冰融雪材料的沥青混合料抗冰融雪功能长效性。

F.1.2 本方法适用于按《公路工程沥青及沥青混合料试验》(JTGE20)的 T 0702 成型的沥青混合料标准马歇尔试件圆柱体。

F.2 仪器与材料技术要求

F.2.1 液体盐分浓度计：其测量范围为溶液盐度 0%~20% (质量百分比)，允许误差为 0.1%，工作温度范围为 5℃~50℃。

F.2.2 恒温水槽：控温范围为 10℃~100℃，控温精度为 1℃；深度不小于 150mm，槽容积不小于 20L。

F.2.3 温度计：分度值 0.5℃。

F.2.4 2L 玻璃烧杯。

F.2.5 1L 量筒：材质使用玻璃或塑料均可。

F.2.6 水：蒸馏水或去离子水。

F.3 方法与步骤

F.3.1 准备工作

沥青混合料圆柱体试件制备可按《公路工程沥青及沥青混合料试验》(JTGE20)的 T 0702 成型 3 个沥青混合料标准马歇尔试件，试件为直径 $101.6\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm} \pm 1.3\text{mm}$ 。

F.3.2 有效成分前五日累计释放浓度试验步骤

F.3.2.1 将 3 个试件放入同等大小的 3 个 2L 烧杯中，使用 1L 量筒向 2L 玻璃烧杯中注入 $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的 1000mL 蒸馏水（或去离子水），使之浸没试件。

F.3.2.2 将步骤 F.3.2.1 的 3 个烧杯放入 $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中。

F.3.2.3 浸泡 120h 时，使用液体盐分浓度计测定盐分浓度并记录结果。

F.4 报告

计算三个试块的前五日有效成分累计释放浓度算术平均值，在满足允许误差要求下，取该算术平均值为前五日累计释放浓度结果，以表征沥青混合料抗冰融雪长效性。

F.5 允许误差

针对融雪浓度测试，应至少选择 3 个平行试件，若单个试验结果偏离算术平均值程度均 $\leq 5\%$ ，则符合误差要求，准确至 0.1%。若试验结果偏离算术平均值程度均 $> 5\%$ ，则测试应重新进行。

附录 G 高温动水冲刷后残留稳定度比试验方法

G.1 目的与适用范围

G.1.1 本方法适用于测定在温度、压力、冲刷次数等规定试验条件下沥青混合料的残留稳定度,供检验沥青混合料受水损害时抵抗剥落的能力时使用,也可检验其材料设计的可行性。

G.1.2 本方法适用于按《公路工程沥青及沥青混合料试验》(JTGE20)的T0702成型的沥青混合料标准马歇尔试件圆柱体。

G.2 仪器与材料技术要求

G.2.1 MIST水损坏敏感性测试仪,压力量程为400kPa,计时设置为0min~60min。

G.2.2 卡尺:量程250mm。

G.2.3 水:纯净水。

G.2.4 其它:凡士林、棉纱。

G.3 方法与步骤

G.3.1 准备工作

G.3.1.1 沥青混合料圆柱体试件制备可按《公路工程沥青及沥青混合料试验》(JTGE20)的T0702成型两组沥青混合料标准马歇尔试件,每组4个试件,试件应符合直径 $101.6\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm}\pm 1.3\text{mm}$ 的要求。

G.3.1.2 量测试件的直径及高度:用卡尺测量试件中部的直径,用卡尺在十字对称的4个方向量测离试件边缘10mm处的高度,准确至0.1mm,并以其平均值作为试件的高度。如试件高度不符合 $63.5\text{mm}\pm 1.3\text{mm}$ 要求或两侧差大于2mm,此试件应作废。

G.3.2 试验步骤。

G.3.2.1 利用MIST水损坏敏感性测试仪,对第一组试件在50℃、0.3MPa条件下高温动水冲刷3500次,然后按照JTGE20中的T0709方法测定稳定度,记为 MS_I 。

G.3.2.2 第二组试件直接按照JTGE20中的T0709方法测定稳定度,记为 MS 。

G.4 计算

按式(G-1)计算试件的残留稳定度比,准确至0.1%。

$$MS_0 = MS_I / MS \times 100 \quad (\text{G-1})$$

式中: MS_0 ——试件在高温动水冲刷后残留稳定度比;

MS_I ——试件高温动水冲刷后的稳定度(kN);

MS ——试件的稳定度(kN)。

G.5 报告

当同组4个试件稳定度测试结果满足允许误差时,取该组4个试件的稳定度算术平均值

作为该组试件稳定度的试验结果。

G.6 允许误差

当一组测定值中某个测定值与算术平均值之差大于标准差的 1.46 倍时，该测定值应予舍弃，并以其余测定值的平均值作为试验结果。

附录 H 高温动水冲刷后毛体积相对密度变化率试验方法

H.1 目的与适用范围

H.1.1 本方法适用于测定在温度、压力、冲刷次数等规定试验条件下沥青混合料的毛体积相对密度变化率。

H.1.2 本方法适用于按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTGE20）的 T 0702 成型的沥青混合料标准马歇尔试件圆柱体。

H.2 仪器与材料技术要求

H.2.1 MIST 水损坏敏感性测试仪，压力量程为 400kPa，计时设置为 0min~60min。

H.2.2 浸水天平：当最大称量在 3kg 以下时，感量不大于 0.1g；最大称量 3kg 以上时，感量不大于 0.5g。应有测量水中重的挂钩。

H.2.3 网篮。

H.2.4 溢流水箱：使用洁净水，有水位溢流装置，保持试件和网篮浸入水中后的水位一定。能调整水温至 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。溢流水箱及下挂法水中重称量方法可查询《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTGE20）的 T 0705 标准。

H.2.5 试件悬吊装置：天平下方悬吊网篮及试件的装置，吊线应采用不吸水的细尼龙线绳，并有足够的长度。

H.2.6 秒表。

H.2.7 毛巾。

H.2.8 水：纯净水。

H.2.9 其它：凡士林、棉纱。

H.3 方法与步骤

H.3.1 准备工作

H.3.1.1 沥青混合料圆柱体试件制备可按《公路工程沥青及沥青混合料试验》（JTGE20）的 T 0702 成型两组沥青混合料标准马歇尔试件，每组 4 个试件，试件应符合直径 $101.6\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm} \pm 1.3\text{mm}$ 的要求。

H.3.1.2 选择适宜的浸水天平，最大称量应满足试件质量的要求。

H.3.2 试验步骤

H.3.2.1 利用 MIST 水损坏敏感性测试仪，对第一组试件在 50°C 、0.3MPa 条件下高温动水冲刷 3500 次，然后按照 JTGE20 中的 T0705 方法测定试件的毛体积相对密度，记为 ρ_{f1} 。

H.3.2.2 第二组试件直接按照 JTGE20 中的 T0705 方法测定试件的毛体积相对密度，记为 ρ_{f2} 。

H.4 计算

按式（H-1）计算试件高温动水冲刷前后的毛体积相对密度变化率 $\Delta\rho$ ，准确至 0.1%。

$$\Delta\rho=(\rho_{fl}-\rho_f)/\rho_f\times 100 \quad (H-1)$$

式中： $\Delta\rho$ ——试件在高温动水冲刷后毛体积相对密度变化率；

ρ_{fl} ——试件高温动水冲刷后的毛体积相对密度；

ρ_f ——试件的毛体积相对密度。

H.5 报告

当同组 4 个试件毛体积相对密度测试结果满足允许误差时，取 4 个测试值的算术平均值作为该组试件毛体积相对密度的试验结果。

H.6 允许误差

试件毛体积相对密度试验重复性的允许误差为 0.020。

附录 I 热拌抗冰融雪沥青混合料配合比设计方法

I.1 目的与适用范围

本方法适用于使用马歇尔方法设计掺加抗冰融雪填料的连续密集配沥青混凝土、间断密集配沥青马蹄脂碎石，从而制备出兼具良好的抗冰融雪功能与路用性能的沥青混合料。

I.2 仪器与材料技术要求

I.2.1 热拌沥青混合料拌和锅：可加热温度范围为室温~250℃，控温精度±3℃，拌和时间可设置范围为 1~999s。

I.2.2 马歇尔击实仪：击实速度 60 次/分±5 次/分。

I.2.3 烘箱，控温范围为 30℃~250℃，控温准确至 2℃，烘箱内部各处温度差值小于 1℃。

I.2.4 电子秤：感量不大于 0.1g。

I.2.5 筛网。

I.2.6 材料：沥青、集料、抗冰融雪填料、常规矿粉等。

I.3 方法与步骤

I.3.1 未添加抗冰融雪填料的普通沥青混合料配合比设计

I.3.1.1 普通沥青混合料的配合比设计按《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定执行。

I.3.1.2 需要在原普通沥青混合料配合比设计合格的基础上，方可添加抗冰融雪填料。

I.3.2 热拌抗冰融雪沥青混合料配合比设计

I.3.2.1 配合比设计的抗冰融雪填料类型需根据工程所在地的气候条件、环保要求进行综合选择，其质量应符合本规程表 4.3.2~表 4.3.3 的规定。

I.3.2.2 由于抗冰融雪填料的颗粒级配与矿粉近似，所以添加时以置换矿粉的形式添加。其中 AC 类沥青混合料可 100%置换矿粉，SMA 类沥青混合料则可 50%置换矿粉。

I.3.2.3 热拌 AC、SMA 两类沥青混合料中抗冰融雪填料的添加比例应符合本规程 5.1 节的相关规定，具体添加比例应以配合比试验为准。

I.3.2.4 根据公路等级、气候条件、交通特点，充分借鉴抗冰融雪沥青混合料实体工程的成功经验，抗冰融雪沥青混合料的工程设计级配范围宜符合本规程表 5.1.3-1~表 5.1.3-2 的规定。

I.3.2.5 沥青、集料等其余材料选择与取用、矿料配合比设计、马歇尔试验、确定最佳沥青用量等步骤按《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定执行。

I.3.3 热拌抗冰融雪沥青混合料配合比设计检验

配合比设计检验应符合本规程 5.1.4 节的相关规定，具体技术要求应符合表 5.1.4-1~表 5.1.4-9 的规定。

I.4 报告

I.4.1 配合比设计结束后,必须及时出具普通沥青混合料及掺加了抗冰融雪填料的普通沥青混合料配合比设计报告。

I.4.2 配合比设计报告应包括工程设计级配范围选择说明、材料品种选择与原材料质量试验结果、矿料级配、最佳沥青用量,以及各项体积指标、配合比设计检验结果等。试验报告的矿料级配曲线应按《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)规定的方法绘制。