

交通运输行业标准《沥青路面自融冰涂层材料》

编制说明

（征求意见稿）

《沥青路面自融冰涂层材料》编写组

2016年11月

目 录

1 工作简况	1
2 标准编制的原则和确定标准主要内容	2
3 预期的经济效果、社会效果及环境效果分析	17
4 标准的先进程度	17
5 与有关的现行法律、法规和强制执行标准的关系	17
6 重大分歧意见的处理经过和依据	18
7 其他应予说明的事项	18

《沥青路面自融冰涂层材料（现用名：沥青路面抗凝冰涂层材料）》

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

根据交通运输部科技司标准函（2015）88号文《关于2015年交通运输标准化计划项目》所提出的2015年交通运输行业标准制修订项目而制定，计划号为：JT2015-80。标准技术归口单位是全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会标准化工作组，主要起草单位是交通运输部公路科学研究院，参加标准协作单位是武汉理工大学、北京市道路工程质量监督站、北京新桥技术发展有限公司、哈尔滨工业大学、湖北国创高新材料股份有限公司等。

1.2 工作过程

2015年03月~2015年07月，本项目任务书下达后，项目承担单位交通运输部公路科学研究院和武汉理工大学及相关参加单位成立了标准的编制组。

2015年08月~2015年09月，完成标准开题论证工作。

2015年10月~2015年12月，编制组进行了相关资料的查阅和收集工作，收集了目前已经发布的关于沥青路面抗凝冰涂层材料的标准，相关的法律法规及国内外的研究情况等资料，对行业沥青路面抗冰、融雪的情况和水平进行了调研。随后，在福建、湖南及黑龙江等地做事依托工程进行测试。

2016年01月~2016年06月，编制组开始分析整理实验数据，并多次与交通及行业相关部门沟通、与行业专家交流，行程初步标准的征求意见稿。

2016年07月~2016年10月，补充试验数据，经过开会专家讨论完善标准的征求意见稿。

2016年11月，完成标准征求意见稿，发送勘察设计、研究院、建设单位和应用单位等广泛征求意见；根据意见汇总和处理情况，完成标准送审稿；

2016年12月，根据审查会要求，最终形成报批稿上报。

1.3 标准主要起草人及其工作

(1) 标准的主要负责人：

赵之杰，交通运输部公路科学研究院，道路方面成绩优异的高级工程师，编制本标准的工作主要是方案制定、相关参数确定及依托工程数据采集等工作。

余剑英，武汉理工大学材料学院，教授，编制本标准，主体框架起草及相关性能指标、参数的确定。

(2) 标准的主要起草单位的工作分工：

交通运输部公路科学研究所，主要负责标准申报、编制、组织评审及依托工程数据采集等工作。

武汉理工大学，主要负责抗凝冰剂相关室内试验及相关技术指标、参数及试验方法的编制工作。

北京市道路工程质量监督站，主要负责本标准的修改完善工作，及乳化沥青层见粘结强度、抗凝冰能力试验方法的制定。

北京新桥技术发展有限公司 依托工程的数据采集工作。

哈尔滨工业大学 提供依托工程数据及标准的修改工作。

湖北国创高新材料股份有限公司 提供室内相关试验数据。

2 标准编制的原则和确定标准主要内容

2.1 标准编制的原则

2.1.1 现有冬季除冰雪的方法

为解决道路路面积雪结冰的问题，各国道路交通部门多年来开展了大量的研究工作，探索出了多种清除道路表面积雪结冰的方法。这些方法可分为被动和主动两大类。

被动清除路面积雪结冰的方法主要包括撒布融雪剂、人工和机械清除法、撒布砂石材料、热力融冰雪方法等。

(1) 撒布融雪剂法

撒布融雪剂是最为常用的一种路面除冰雪的手段，常用的融冰雪剂主要为氯盐类。由于绝大多数的盐类融雪剂产品都存在腐蚀性，在使用后，存在于路面的氯盐会加速路面的破坏，在雨水的冲刷下氯盐流入河沟会严重污染地表水，并且会对道路两旁绿色植被造成破坏，对土壤、水体和大气等造成污染，破坏生态环境。

(2) 人工和机械清除法

人工和机械清除法对冰雪清除较彻底，但效率低，费用高，作业时影响车辆通行及行车安全。

(3) 撒布砂石材料法

撒布砂石材料可以提高冰雪路面的摩擦系数，该方法在欧洲应用非常广泛。

主动融雪化冰技术是通过路面的特殊功能来融冰除雪，该类技术主要有以下几种：

(1) 自应力弹性沥青路面铺装技术

自应力弹性路面铺装技术是通过在路面铺装材料内添加一定量的橡胶弹性颗粒，利用橡胶弹性材料局部变形能力较强的特性，通过路面在负荷状态下产生的自应力，使路面冰雪破碎融化，有效抑制路面积雪和结冰。

(2) 抗凝冰沥青混凝土路面铺装技术

抗凝冰沥青路面铺装技术是通过在沥青混合料中添加抗凝冰剂来降低路面结冰点。路面冰点降低不仅抑制冻结，而且削弱了冰与车道表层的有效粘结。

上述两种主动融雪抗冰技术都只适用于新建路面，不能解决已建路面的结冰难题。自融冰涂层材料正是为解决已建路面融雪化冰难题而开发的。

2.1.2 标准的编制目的和意义

受冬季冰雪影响，我国大部分地区公路易出现雪后结冰或凝冰现象，使路面的附着系数大大降低，导致汽车打滑、刹车失灵和方向失控，极易造成交通事故，导致人员伤亡、车辆损坏，并会对道路及其附属构造物产生破坏，严重影响道路交通安全。

目前国内融雪除冰方法主要是雪后向路面撒布抗凝冰剂。撒布抗凝冰剂的方法需要在雪后及时组织大量的人力、物力去实施,成本高、时效性差和污染环境,这种被动融雪化冰的工作已成为公路管理、养护部门的严重负担。此外,抗凝冰剂的大量使用也带来众多环境问题:不仅腐蚀桥梁金属结构和水泥混凝土中的钢筋,破坏路面周边的水质、土壤和植被,锈蚀行驶车辆的底盘和车身,而且降低沥青与集料的粘附性,导致桥梁和沥青路面的耐久性大大降低。

抗凝冰技术是通过路面的特殊功能来融冰除雪,实现主动除冰雪,可以有效提高路面的除冰雪能力,从而提高道路安全性能和运输效率。其中,沥青路面抗凝冰喷涂材料是将特制的融雪除冰剂分散在乳化沥青或其他溶剂型成膜材料中而制得的一种预防性防结冰涂料。该涂层材料使用方法与传统的除雪抗凝冰剂不同,是预先将该涂层材料喷洒在桥面和沥青路面上,形成一道防结冰涂层,在冬季的雨雪天气情况下,该涂层可在一定温度范围内防止路面结冰,当温度低于这一温度范围时则可降低冰层与路面的结合力,以方便机械或人工铲除;涂层还具有封闭路面早期微裂缝、防止路面松散掉粒、路表水下渗而引起的水损坏等作用,可有效延长路面使用寿命,提高桥梁和道路的行车安全性,有效避免交通事故的发生。

沥青路面抗凝冰喷涂材料在国内已有一些单位研发与生产。目前,不同单位研发和生产的抗凝冰喷涂材料的融冰性能、对桥梁金属结构和水泥混凝土中的钢筋腐蚀性、对路面摩擦系数和表面构造深度的影响程度以及自融冰涂层的耐久性等性能差异较大,品质好坏不一,且严重影响使用性能和使用寿命。而国内目前还没有沥青路面抗凝冰喷涂材料的相关标准,使用单位和管理部门不能对这类材料进行质量监控,导致其难以大面积推广应用。

2.1.3 标准的编制原则

- (1) 本标准积极采用国内先进标准,以国标或交通运输部行业标准为主;
- (2) 编制本标准可促进技术进步,提高产品质量,规范应用过程;
- (3) 有利于合理利用资源,环境保护,提高经济效益;
- (4) 符合用户要求,保护消费者利益,促进对外贸易,有利于新材料新技

术的推广应用。

(5) 覆盖面全，调研充分。综合全国范围内抗凝冰剂或融雪剂相关研究单位、生产单位及应用单位的第一手资料，并通过讨论调研和总结完成本标准。

(6) 本标准的试验方法简单易于操作，试验数据经过大量的试验而得，具有说服力。

2.2 标准的主要参数和指标

本项目收集了过年部分单位的抗凝冰喷涂材料的样品，依据标准中的试验方法对 A(武汉理工大学样品)、B(长安大学样品)、C(哈尔滨工业大学样品)、D(北京市政建材集团样品)等四中抗凝冰剂及乳化沥青、有机硅溶液等进行了试验，试验数据列于下表中。

2.2.1 抗凝冰剂技术参数测试结果

表 1 抗凝冰剂性能测试结果

项 目	单 位	测试结果			
		A	B	C	D
气味	-	无刺激性气味			
冰点	℃	-10.9	-10.3	-8.0	-10.0
碳钢腐蚀率	mm/a	0.139	0.124	0.10	0.065

2.2.2 改性乳化沥青技术参数测试结果

(1) 改性乳化沥青常规技术参数测试结果

表 2 乳化沥青常规性能测试结果

试验项目	单 位	测试结果	
		I	II
粒子电荷	-	阳离子	阳离子
破乳速度	-	慢裂	中裂

蒸发残留 物性质	含量	%	50	60
	软化点	°C	55	58.7
	延度(5°C)	cm	22	39.3
贮存稳定 性	1d	%	0.8	0.3
	5d	%	4.5	2.0
与抗凝冰剂拌合实验		-	无结块、破乳	结块、破乳

(2) 乳化沥青层间粘结强度测试过程及结果

《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 中规定：(1) 双层式或三层式热拌沥青混合料路面的沥青层之间；(2) 水泥混凝土路面、沥青稳定碎石基层或旧沥青路面层上加铺沥青层，都必须喷洒粘层油或设置黏结层。针对低噪声抗滑超薄磨耗层橡胶沥青混合料的特点，本项目对超薄磨耗层与下卧层及沥青混合料面层的层间黏结进行了研究。

为了有效直观的评价超薄磨耗层与下卧层之间的黏结层的强度，项目开发了一套测试不同结构层之间的黏结力的拉拔试验模具和方法。该模具由上下两根拉杆各自链接一个圆形的金属，并将拉杆两端与力学检测仪器链接。实验时，首先根据下层结构层的厚度及材料形式制备试件，在试件稳定后将粘层材料喷洒在下面层，然后将上层结构材料至于下面层之上并进行击实，将完整试件放置到结构稳定后脱模，然后用环氧树脂将上下面层分别黏在模具两个叶片，如图 1 所示，待试件完全固定于模具后，进行拉拔试验，试验拉拔温度为 25°C，拉拔速度为 5mm/min。



图 1 拉拔试验示意图

按照开发的新型拉拔试验模具和方法，项目选用了超薄磨耗层与下卧层的四种黏结层形式：①无黏结层；②普通乳化沥青黏结层；③改性乳化沥青黏结层；④橡胶沥青黏结层。通过上述试验方法对五种黏结层形式进行拉拔试验，测定不同黏结层形式下两种结果层之间的黏结强度如表 6.3 所示。

表 3 五种橡胶沥青混合料不同形式的黏结层的黏结强度（MPa）

粘结层种类	无粘结层	普通乳化沥青	改性乳化沥青	橡胶沥青
ARAC10	0.41	0.57	0.61	0.88
ARSMA10	0.39	0.52	0.61	0.72
ARAM10	0.38	0.36	0.35	0.6
AROGFC10	0.25	0.29	0.34	0.48
ANSNR-10	0.3	0.32	0.35	0.59

由表 3 可以看出，在相同黏结层形式下，ARAC-10、ARSMA-10、ARAM-10、ANSNR-10 及 AROGFC-10 五种橡胶沥青混合料与下卧层之间的黏结强度顺序为：ARAC-10>ARSMA-10>ANSNR-10>ARAM-10>AROGFC-10，其黏结强度时由不同材料的空隙率影响的，空隙率小的混合料与黏结层的接触面积大，其黏结强度较大。对同一种橡胶沥青混合料来说，采用不同形式的黏结层时，其与下卧层的黏结强度顺序为：橡胶沥青>改性乳化沥青>普通乳化沥青>无粘结层，由此可见，橡胶沥青对于提高超薄磨耗层与沥青路面黏结力有最好的效果，改性乳化沥青也能有效的提高不同结构层之间的黏结强度。但橡胶沥青黏结层成本较高，施工难度大，不易操作，故采用改性乳化沥青材料作为超薄磨耗层与下卧层的黏

结材料。

2.2.3 有机硅技术参数测试结果

表 4 有机硅性能测试结果

项 目	单 位	测试结果
外观	-	无色透明液体
运动粘度 (25℃)	mPa·S	3.6
固含量	%	27

2.2.4 抗凝冰涂层

2.2.4.1 抗凝冰涂层表面水的结冰点

(1) 抗凝冰涂层表面水的结冰点测试方法

在马歇尔试件的表面涂覆规定量的抗凝冰涂料，放置一周后，使涂膜完全固化。将数显温度计的热电偶探头用胶带固定在已涂膜马歇尔试件表面中心点，放入已降温至-10℃的低温试验箱中。保温 1h 后，称取 10g 水，缓慢滴加在马歇尔试件表面中心部位，控制水膜直径为 6-7cm，使水膜淹没热电偶探头。2 小时后开始观察水膜是否结冰，如未结冰，每隔 15 分钟观察一次，直至水膜表面结冰，开始记录冰水混合物的温度，此后每隔 10 分钟观察结冰状态并记录冰水混合物的温度，直至完全结冰。测定结果为完全结冰时的温度值。



图 2 抗凝冰涂层表面结冰点测试

(2) 抗凝冰涂膜表面水的结冰点

图3和图4分别为不同融冰剂掺量配制的涂料及不同涂膜量下自融冰涂层的表面结冰点测试结果。从图4可以看出，随着融雪化冰剂掺量的增加，以改性乳化沥青和有机硅溶液为载体的抗凝冰涂料在马歇尔试件表面的结冰点均明显降低，掺加量为2%时，表面结冰点达到 -3°C ，掺量在6%时，表面结冰点在 -5°C 左右，掺量为8%时，表面结冰点进一步降低，但降低幅度已明显减小。从图4可见，随着抗凝冰涂料涂膜量的增加，试件表面结冰点有一定程度的降低，如涂膜量为 $100\text{g}/\text{m}^2$ ，表面结冰点约为 -4°C ，涂膜量为 $300\text{g}/\text{m}^2$ ，表面结冰点约为 -5°C ，涂膜量为 $400\text{g}/\text{m}^2$ ，表面结冰点约为 -5.5°C ，之后变化幅度较小。

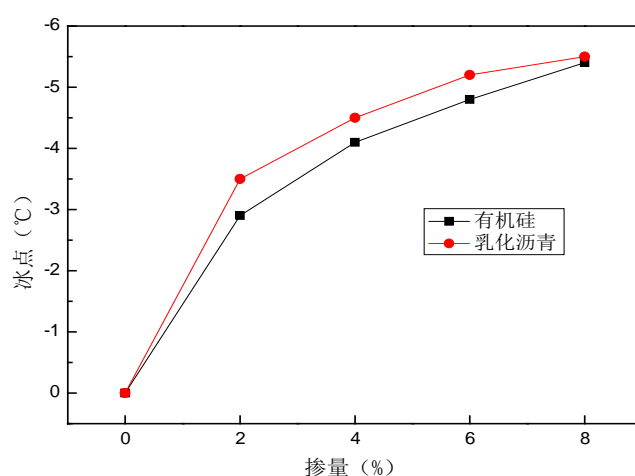


图3 不同融雪化冰剂掺量的自融冰涂膜表面结冰点

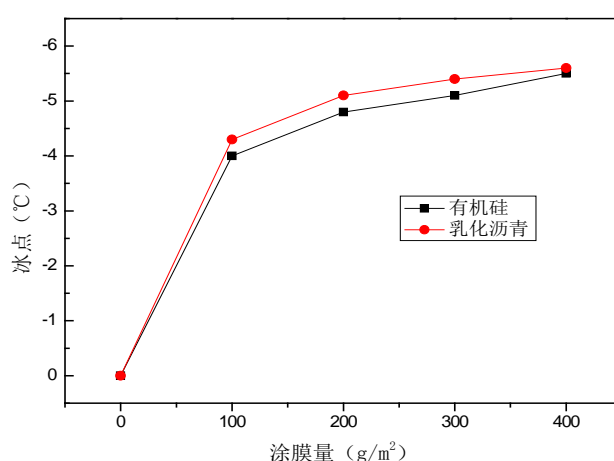


图4 不同涂膜量的自融冰涂膜表面结冰点

(3) 水浸泡后抗凝冰涂膜表面结冰点

为了解雨雪水对抗凝冰涂膜表面结冰点的影响，对涂膜马歇尔试件进行了水

浸泡试验。试验方法为，将已涂膜马歇尔试件置于水中浸泡，分别测试浸泡不同时间后抗凝冰涂层表面结冰点。

不同涂膜量下抗凝冰剂掺量的改性乳化沥青抗凝冰涂膜和有机硅自凝冰涂膜的结冰点测试结果如表 5~表 8 所示。从表 5 和表 6 可见，两种载体制备的涂料，在不同涂膜量下，水浸泡 24 小时，表面结冰点均有较明显的降低，但随着浸泡时间的延长，涂膜表面结冰点变化已较小，表明涂膜具有良好的耐水性。表 7 和表 8 也显示，对于两种载体，对于不同抗凝冰剂掺量，水浸泡 24 小时的表面结冰点的降低较明显，浸泡 48 小时后的结冰点变化较小。

表 5 不同涂膜量改性乳化沥青抗凝冰涂层浸泡前后的结冰点

涂膜量/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	浸泡前冰点	浸泡 24h 冰点	浸泡 48h 冰点
100	-4.3	-2.7	-2.5
200	-5.1	-3.3	-3.0
300	-5.4	-4.0	-3.7
400	-5.6	-4.4	-4.0

表 6 不同涂膜量有机硅抗凝冰涂层浸泡前后的结冰点

涂膜量/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	浸泡前冰点/ $^{\circ}\text{C}$	浸泡 24h 冰点/ $^{\circ}\text{C}$	浸泡 48h 冰点/ $^{\circ}\text{C}$
100	-4.0	-2.9	-2.7
200	-4.8	-3.4	-3.2
300	-5.1	-3.9	-3.8
400	-5.5	-4.2	-4.0

表 7 不同抗凝冰剂掺量乳化沥青涂层浸泡前后的结冰点

融雪剂掺量/%	浸泡前冰点	浸泡 24h 冰点	浸泡 48h 冰点
2	-3.5	-2.7	-2.5
4	-4.5	-3.3	-3.0
6	-5.2	-4.0	-3.7
8	-5.5	-4.4	-4.0

表 8 不同抗凝冰剂掺量有机硅涂层浸泡前后的结冰点

融雪剂掺量/%	浸泡前冰点	浸泡 24h 冰点	浸泡 48h 冰点
2	-2.9	-2.9	-2.7
4	-4.1	-3.4	-3.2
6	-4.8	-3.9	-3.8
8	-5.4	-4.2	-4.0

表 9 不同抗凝冰剂掺量的乳化沥青抗凝冰喷涂料冰点测试结果（涂膜量 300g/m²）

抗凝冰剂掺量/%	抗凝冰剂种类	浸泡前冰点/°C	浸泡 24h 冰点/°C	浸泡 48h 冰点/°C
4	A	-4.5	-2.9	-2.5
	B	-3.0	-2.4	-2.1
	C	-2.1	-1.6	-1.4
	D	-2.4	-1.8	-1.5
6	A	-5.0	-3.5	-3.0
	B	-3.5	-2.8	-2.5
	C	-2.7	-2.1	-1.8
	D	-3.0	-2.5	-2.0
8	A	-5.5	-3.8	-3.5
	B	-4.1	-3.3	-2.8
	C	-3.1	-2.5	-2.2
	D	-3.8	-3.3	-2.9
10	A	-5.8	-4.1	-3.8
	B	-4.4	-3.5	-3.3
	C	-3.2	-2.7	-2.5
	D	-4.0	-3.4	-3.0

表 10 不同涂膜量的有机硅溶液型抗凝冰喷涂料表面冰点测试结果

涂膜量/g·m ²	浸泡前冰点/°C	浸泡 24h 冰点/°C	浸泡 48h 冰点/°C
100	-4.0	-2.9	-2.7

200	-4.8	-3.4	-3.2
300	-5.1	-3.9	-3.8
400	-5.7	-4.2	-4.0

注：选用抗凝冰剂 A，掺量为 6%

表 11 不同抗凝冰剂掺量有机硅溶液型抗凝冰喷涂料结冰点测试结果（涂膜量 300g/m²）

抗凝冰剂掺量/%	抗凝冰剂种类	浸泡前冰点/°C	浸泡 24h 冰点/°C	浸泡 48h 冰点/°C
2	A	-2.9	-2.4	-2.2
	B	-2.0	-1.5	-1.3
	C	-1.2	-0.8	-0.7
	D	-1.8	-1.2	-1.0
4	A	-4.1	-3.4	-2.6
	B	-3.0	-2.4	-2.1
	C	-2.0	-1.5	-1.3
	D	-2.7	-2.1	-1.7
6	A	-5.2	-3.9	-3.2
	B	-3.9	-3.2	-2.8
	C	-2.9	-2.4	-2.1
	D	-3.6	-3.1	-2.8
8	A	-5.4	-4.1	-3.5
	B	-4.3	-3.5	-3.0
	C	-3.1	-2.5	-2.2
	D	-3.9	-3.3	-3.0

2.2.4.2 抗凝冰能力

表 12 抗凝冰能力性能测试结果

项目	单位	测试结果				
		A	B	C	D	平均值

相对融雪化冰能力	%	32	25	10	13	20
----------	---	----	----	----	----	----

2.2.4.3 涂膜后路面摩擦系数值

抗凝冰涂料是通过预先涂覆于沥青路面而发生融雪化冰作用的，但在沥青路面形成的一定厚度的涂膜也会导致路面摩擦系数产生衰减，影响路面的抗滑性能。为评价路面涂膜对抗滑性能的影响程度，分别测试了不同涂膜量对沥青路面表面摩擦系数的影响。

将抗凝冰涂料在沥青路面上按不同的涂膜量进行涂膜，按照 JTG E60-2008 中 T0964 分别测试涂料涂刷前后沥青路面的摩擦系数。表 13 和表 14 为在某路段涂刷抗凝冰涂料前后路面的表面摩擦系数。从表 13 和表 14 可以看出，涂料成膜后，路面摩擦系数均有一定程度的降低，但均能满足规范的规定值。

鉴于实际路面本身摩擦系数存在差异，使用抗凝冰涂料时，应先测定路面摩擦系数，再确定适宜的涂料用量，以保证路面抗滑性能满足规范要求。

表 13 改性乳化沥青抗凝冰涂料涂膜前后表面摩擦系数

涂膜量 (g/m ²)	涂膜前摩擦系数 (BPN)	涂膜后摩擦系数 (BPN)
100	51	44
200	47	42
300	54	44
400	60	43

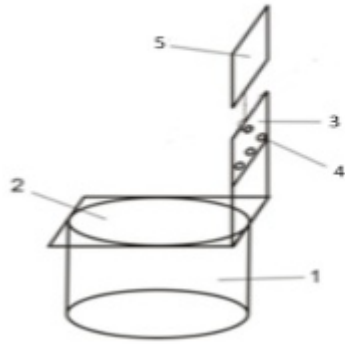
表 14 有机硅抗凝冰涂料涂膜前后表面摩擦系数

涂膜量 (g/m ²)	涂膜前摩擦系数 (BPN)	涂膜后摩擦系数 (BPN)
100	49	46
200	49	46
300	50	46
400	67	58

2.2.4.4 抗凝冰涂层表面冰层粘附力

(1) 抗凝冰涂层表面粘附力测试方法

将涂有抗凝冰涂层的马歇尔试件置于已降温至 -15°C 低温试验箱中，先在马歇尔试件表面滴加 10g 水，将 $180\text{g}/\text{m}^2$ 的聚酯毡裁剪成 $200\text{mm}\times 105\text{mm}$ ，一端粘贴于马歇尔试件表面，并在聚酯毡表面均匀滴加 20g 水，使聚酯毡充分浸湿并与马歇尔试件紧密粘贴，另一端用螺栓和螺母与夹具紧密相连，夹具放置在另一个马歇尔试件表面（如图 6 所示）。保温 4 小时后，将数显测力计的挂钩与夹具相连，沿垂直方向施加拉力，直至聚酯毡从马歇尔试件表面脱落，读取数显测力计的最大拉力，减去夹具的重量即为表面冰层粘附力。



1 沥青混凝土试件；2 聚酯毡；3 夹具；4 螺栓及螺母组合件；5 数显测力计

图 5 抗凝冰涂层表面冰层粘附力测试图

(2) 抗凝冰涂膜表面冰层粘附力

图 6 和图 7 分别为不同抗凝冰剂掺量配制的涂料及不同涂膜量下抗凝冰涂层的表面粘附力测试结果。由图 6 和图 7 可以看出抗凝冰涂层能有效降低沥青混凝土与表面冰层的粘附力。从图 6 可以发现，普通乳化沥青或有机硅溶液在马歇尔试件表面涂膜后，在 -15°C 时，冰层与涂膜之间的粘附力为 150N，掺加 2% 融冰剂的涂料在马歇尔试件表面的涂膜与冰层的粘附力降低至小于 40N，掺加 8% 融冰剂时，涂膜与冰层的粘附力已小于 30N，仅为无融冰剂涂膜的 1/5。图 7 可见，随着涂膜量的增加，涂膜与冰层之间的粘附力也在降低，但降低程度不大。

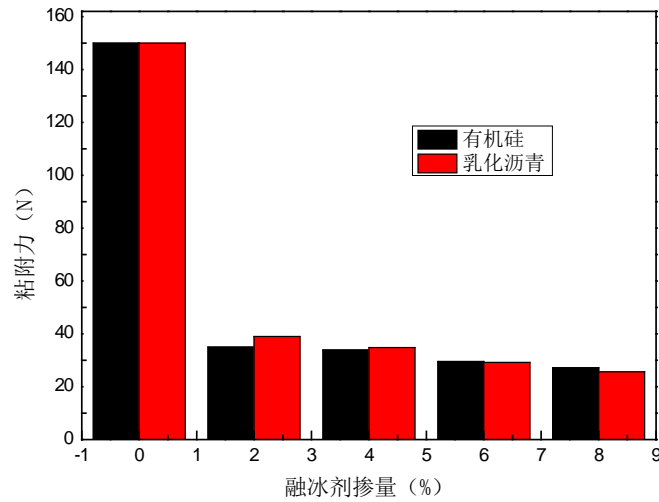


图 6 不同融雪剂掺量抗凝冰涂层粘附力

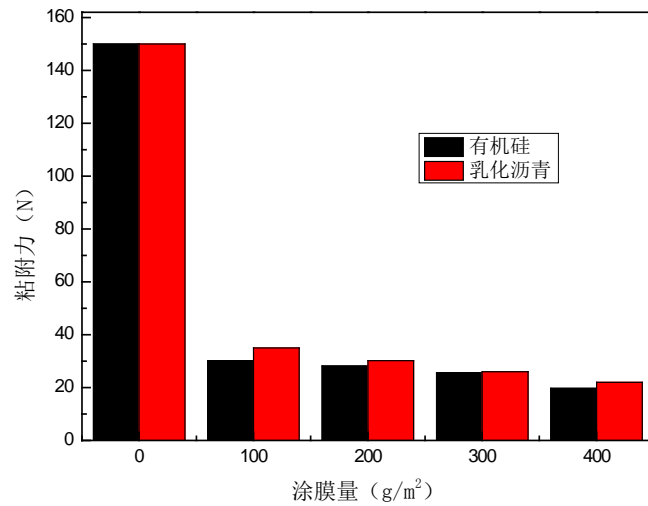


图 7 不同涂膜量抗凝冰涂层粘附力

(3) 水浸泡后抗凝冰涂膜表面冰层粘附力

将已涂膜马歇尔试件置于水中浸泡，分别测试浸泡不同时间后抗凝冰涂层表面冰层粘附力。不同涂膜量和融雪化冰剂掺量的改性乳化沥青抗凝冰涂膜和有机硅抗凝冰涂膜的表面冰层粘附力测试结果如表 15～表 18 所示。

从表 15 和表 18 可以看出，不同涂膜量的涂膜，在浸泡 24 小时后，涂膜与冰层的粘附力均有一定程度的降低，涂膜量越少，降低幅度越大，但浸泡 48 小时与浸泡 24 小时相比，后 24 小时的浸泡导致的粘附力降低已较小。表 10 和表 11 也反映出同样的规律，即前 24 小时浸泡，融冰剂掺量小的涂膜，粘附力降低

较大，继续浸泡 24 小时，粘附力的变化已显著减小。

水浸泡对涂膜与冰层粘附力的影响与对涂膜表面结冰点的影响规律基本相同。

表 15 不同涂膜量改性乳化沥青涂层浸泡前后粘附力

涂膜量/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	浸泡前粘附力/N	浸泡 24h 粘附力/N	浸泡 48h 粘附力/N
100	35.0	57.8	63.5
200	30.2	48.5	53.3
300	24.8	42.5	47.5
400	22.0	38.7	44.2

表 16 不同涂膜量有机硅涂层浸泡前后粘附力

涂膜量/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	浸泡前粘附力/N	浸泡 24h 粘附力/N	浸泡 48h 粘附力/N
100	30.2	65.8	72.5
200	28.2	57.5	65.3
300	25.6	48.5	53.5
400	19.7	35.3	43.2

表 17 不同融冰剂掺量改性乳化沥青涂层浸泡前后粘附力

融冰剂掺量/%	浸泡前粘附力/N	浸泡 24h 粘附力/N	浸泡 48h 粘附力/N
2	39.0	53.9	59.2
4	34.8	48.5	52.8
6	29.2	40.9	45.7
8	25.6	38.5	42.2

表 18 不同融冰剂掺量有机硅涂层浸泡前后粘附力

融冰剂掺量/%	浸泡前粘附力/N	浸泡 24h 粘附力/N	浸泡 48h 粘附力/N

2	35.0	68.4	73.4
4	33.9	51.5	55.6
6	29.5	47.5	52.7
8	27.2	39.5	44.3

3 预期的经济效果、社会效果及环境效果分析

沥青路面抗凝冰涂层材料的应用延续了冬季沥青路面具有的优良的路用性能和舒适的行车性能，增加了冬季冰雪路面行车的安全系数，防止交通事故的发生，与撒布类融雪剂相比更安全、环保及美观，在公路建设中可得到广泛应用，具有较高的社会和经济价值。

4 标准的先进程度

本标准在国内交通行业标准中首次编制，属于先进性标准。

我国对融雪剂已制定了一些标准，如国标 GB/T 23851-2009《道路除冰融雪剂》、北京市地方标准 DB 11/T 161-2012《融雪剂》、河北省地方标准 DB 13/T 1411-2011《公路融雪剂》，这些标准主要规定了道路融雪剂的要求、试验方法、检验规则。这些标准适用于撒布型融雪剂的质量评定。但沥青路面抗凝冰喷涂材料在国内外均未查到相关标准，因此迫切需要制定沥青路面抗凝冰喷涂材料行业标准，促进其高品质研发与广泛应用，从而提高我国冬季冰雪路面的通行安全。

5 与有关的现行法律、法规和强制执行标准的关系

本标准完全执行我国现行的法律、法规和强制执行标准，全部符合国标的基
本要求。

6 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准由于参编单位较多，抗凝冰剂材料品种及生产厂家较多，综合技术要求及参数过程中会产生分歧，基本通过试验验证及专家论证得出，具体主要分歧如下：

（1）标准名称的修改：

本标准原名称为“沥青路面自融冰涂层材料”，由于研究材料自身性能和具有抗凝冰功能的保护膜原理，专家讨论后建议修改为“沥青路面抗凝冰涂层材料”。

（2）改性乳化沥青的层间粘结强度

原编制过程中将改性乳化沥青的层间粘结强度的技术要求定为大于等于 1.5MPa，并采用液压型粘合度测量仪。此项指标各单位及与会专家分歧意见较大，建议标准采用较常规试验方法，便于操作。技术指标大于等于 1.5MPa，不符合常规数据，后根据北京市道路工程质量监督站的测定方法及测定数据，将技术指标定为大于等于 0.34MPa。

7 其他应予说明的事项

7.1 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性行业标准应用。

7.2 抗凝冰涂层材料施工工艺简介

抗凝冰涂层材料一般采用喷涂法施工，利用乳化沥青喷洒车或其它喷洒装置进行施工。具体施工工艺与要求如下：

（一）施工前准备

1) 施工前进行详细路况调查和相关的检测试验（摩擦系数、构造深度、渗水系数），并将所有病害处理到位；

2) 根据试验路段表面摩擦系数的测试结果，进行预涂，确定涂料的适宜喷

涂量，一般涂膜量在 $300\sim 500\text{g}/\text{m}^2$ ；

3) 根据确定的涂膜量和试验路段的面积，准备相应数量的融雪化冰剂与改性乳化沥青。

(二) 施工过程

1) 施工前应对施工路段进行交通管制，严禁行人和车辆进入；

2) 将原路面上的所有杂物清除干净，必要时用吹风机、手推式打磨机、钢丝刷、毛刷等工具；

3) 将沥青路面的浮尘吹干净，使原路面表面清洁；

4) 贴保护膜：用专用胶布将施工路面的标线粘封起来，以避免路面标线覆盖或受到污染；

5) 将融雪化冰剂与改性乳化沥青按一定比例进行混合，通过手提式机械搅拌机将凝冰剂与改性乳化沥青混合均匀，注意检查底部是否有沉淀；

6) 涂料喷涂

施工面积较大时，可采用自带搅拌的乳化沥青喷洒车进行喷涂施工，根据喷涂量调节喷涂速度；施工面积较小时，可以采用其他小型喷涂设备进行施工，控制好喷涂量；喷涂设备使用后应及时清洗干净；

7) 养护：养护至涂膜完全固化，不粘手，养护时间需视施工和养护期间的温度和湿度而确定；

8) 清理路面、开放交通。

(三) 注意事项

自凝冰涂料施工应充分考虑气候因素，须注意以下几点：

- ① 气温应高于 10℃，浓雾或下雨天不得施工；
- ② 雨后路面积水未干或未清除之前，不可施工；
- ③ 施工养护期内可能降雨，则不可施工；
- ④ 养护成型期内气温应大于 10℃。

(四) 质量验收

施工养护结束后，开发交通前对施工路面进行摩擦系数和表面粗糙度的检测，检测结果应符合表 19 的要求。

表 19 自凝冰涂料施工质量验收要求

检查项目	规定值或允许偏差	检测频率	方法
摩擦系数	≥ 43	5 点/km	摆式仪
表面粗糙度 (mm)	≥ 0.6	5 点/km	铺砂法

(五) 后期观测

- 1) 雪后及时观测路面融雪化冰状况；
- 2) 冬季定期检查路面表面状态；
- 3) 夏季定期检测路面是否出现泛油、发粘等现象。