

交通行业标准

《公路沥青混合料用融冰雪材料》第 2 部分：

盐化物材料

(征求意见稿)

编制说明

交通运输部公路科学研究院

2017 年 9 月

## 目录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 一、工作简况 .....                  | 3  |
| 二、标准编制原则和确定标准主要内容 .....       | 6  |
| 三、预期的经济效益 .....               | 14 |
| 四、与国际、国外同类标准水平的比较情况 .....     | 14 |
| 五、与有关现行法律、法规和其他强制性标准的关系 ..... | 15 |
| 六、重大意见分歧的处理结果和依据 .....        | 15 |
| 七、其他应予以说明的事项 .....            | 15 |

## 一、工作简况

### 1 任务来源

雪、冰天气极大降低了行车安全，容易导致交通事故的发生，据统计冬季 15%~30%的交通事故与路面积雪结冰有关。同时，冰雪天气还会降低公路网通行能力，严重时封闭交通，导致区间的交通中断、交通运输瘫痪，持续时间长、大范围的冰雪极端气候还会引发严重的社会问题，造成巨大的经济损失和社会影响。2008 年以来，雪、冰等极端天气呈现多发、持续时间长、大区域化的发展趋势。冰雪问题逐渐成为高速公路运营管理重大难题。经过近十年不断的研究和实践，我国公路沥青混合料用融冰雪材料技术已经较为成熟，已经过国内近二十个省的大量工程验证。大量工程实践表明，公路沥青混合料用融冰雪材料技术的应用可以有效提高道路安全，减少冰雪导致的伤亡事故发生；极大减少融雪剂应用，避免对基础设施的破坏和环境污染，以及对绿化和土壤水质危害，降低道路维护成本和工人劳动强度，因此公路沥青混合料用融冰雪材料技术是我国实现“绿色交通、平安交通”的重大支撑性技术。为推广公路沥青混合料用融冰雪材料的沥青路面材料技术，欧、日、美等国家已经做了大量工作，制定了相关材料标准。目前国内企业针对自己产品编写了企业标准，但是国内没有统一评价方法，也没有统一的评价标准。由于其材料需求非常大，国内多家企业进行相关材料开发，由于缺乏统一评价方法，导致国内市场混乱，严重制约了相关技术的健康发展。国内越来越多省份考虑在高速公路、国省应用推广，但由于缺乏评价标准，设计没有依据，施工无法检定而难以实施，因此严重阻碍了该技术的推广应用。基于此，交通运输部科技司在《交通运输部关于下达 2016 年交通运输标准化计划的通知》(交科技函[2016]506 号)中下达了《公路沥青混合料用融冰雪材料》标准制定工作，该工作由交通运输部公路科学研究院主持，计划编号：JT 2016-132。

公路沥青混合料用融冰雪材料，目前主要有三类：盐化物材料、橡胶颗粒材料及相变材料。盐化物材料、橡胶颗粒材料国内外研究应用较早，相变材料研究应用较晚；其中盐化物材料在我国工程应用较多，而橡胶颗粒材料研究应用较少，本次标准的制定主要是针对盐化物材料和相变材料。这两类材料的融

冰雪机理、试验方法、评价指标均存在较大差异。盐化物材料融冰雪机理为混合料中掺加一定量的盐化物材料，在行驶车辆摩擦及渗透压力作用下，路面内部有效盐分逐渐析出、聚集在路表面，降低道路表面冰点，起到融冰雪的作用；同时在路表面与冰雪之间起到隔离作用，从而有利于机械除冰雪。而相变材料融冰雪机理为在沥青混合料内掺加相变材料。相变材料通过材料相态变化来实现储存能量和释放能量。在环境升温过程该材料储存能量，而环境降温过程释放能量，从而在低温条件下延缓路面降温，从而起到融冰雪作用。

为此将《公路沥青混合料用融冰雪材料》标准分为两部分：

—第 1 部分：相变材料

—第 2 部分：盐化物材料

本部分属于《公路沥青混合料用融冰雪材料》第 2 部分：盐化物材料。

## 2 协作单位

在本部分的制定过程中，开展了广泛的调研和大量的试验验证工作，得到了相关单位的支持、协助，取得了大量试验数据和标准制定建议，保证了标准的制定质量。协作单位名单如下：

- (1) 安徽省交通控股集团有限公司
- (2) 北京马飞龙抑冰科技有限公司
- (3) 北京市公路工程质量监督站
- (4) 江苏中路交通科学技术有限公司
- (5) 常州履信新材料科技有限公司

## 3 主要工作过程

交通运输部公路科学研究院接到标准制定计划任务后，立即着手进行标准制定工作，主要工作过程如下：

(1)2016 年 7 月～2016 年 9 月，交通运输部公路科学研究院牵头成立了标准起草组。课题组广泛收集了国内外主要盐化物材料产品，及国家、行业或企业标准等资料，进行了技术分析，提出了标准制定的原则、编写思路及人员分

工，编写了标准制定大纲。

(2)2016 年 10 月~2016 年 11 月，编写组主要人员赴欧美主要国家进行标准、试验方法的调研。

(3)2016 年 12 月~2017 年 4 月，确定试验方案、购置仪器设备，广泛收集国内工程上各类盐化物材料产品，准备试验。

(4)2017 年 5 月~2017 年 7 月，进行大量室内盐化物试验，并进行工程上盐化物材料应用情况调研。

(5)2017 年 8 月~2017 年 9 月，整理数据，编写完成标准征求意见稿初稿。

## 4 主要起草人及其所做的工作

本部分主要起草人：严二虎、周震宇、常嵘、王志军、黄学文、吴林松、薛忠军、窦春燕、王颖、陈李峰、关永胜。

各起草人员主要工作如下：

——严二虎、周震宇主要负责组织、协调，并参与标准编写工作。

——常嵘、王志军主要负责收集国际盐化物材料样品，进行盐化物材料融雪性能试验验证工作，提供了大量试验数据，参与融雪效果评价试验方法的编写工作。

——黄学文、吴林松、薛忠军、窦春燕主要负责国内外盐化物材料应用情况、技术标准资料的收集和整理，参与盐化物材料沥青混合料路用性能技术标准的编写工作。

——王颖、陈李峰、关永胜主要负责国内盐化物材料产品的收集，参与原材料技术标准的编写。

## 二、标准编制原则和确定标准主要内容

### 1 标准编制原则

①**协调性原则**。做好与相关标准、规范的协调、衔接，保证本部分与现行公路沥青路面施工技术规范等相关行业标准统一性和一致性。

②**可操作性原则**。本部分与公路沥青路面施工技术规范不同，在公路沥青路面施工技术规范中并未对盐化物材料的试验方法试验仪器、步骤进行规定和明确；为便于工程应用，起草的条文应明晰、规范，试验方法中仪器、关键步骤等内容应详细、明确，可操作性强。

③**成熟性原则**。标准须进行充分技术论证或试验验证，应依据充分，理论正确，验证可信，确保技术成熟性、可靠性。

④**代表性和先进性原则**。标准必须能够满足工程上对盐化物材料产品的基本性能要求，同时也必须考虑试验验证样品的代表性，确保证验证样品能够覆盖工程上所采用国内外产品的 70%覆盖率，即满足确保国内市场上大部分产品能够满足标准要求；同时能够引导工程上产品的改进、完善，从而有利于行业的持续进步。

### 2 标准的主要内容的说明

本部分为《公路沥青混合料用融冰雪材料》第 2 部分：盐化物材料，本部分属于新制定，包括范围，术语和定义，技术要求，试验方法，检验规则，以及标志、包装、运输和储存等内容。

本部分借鉴《路用非氯有机融雪剂》(JT/T 973)、盐化物材料企业产品标准等相关内容，编写形成本部分。

同时试验方法也参考了《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E40-2011)、《公路工程集料试验规程》(JTG E42-2005)等。

#### (1)定义

起草组调研发现国际上盐化物材料应用较为普遍，主要包括颗粒状和粉状盐化物两种类型，见图 1 所示。其化学成分主要有氯化钠或氯化钙等氯盐物质。



图 1 典型的盐化物材料

为了指导标准的应用，对盐化物材料和融冰率进行了定义。

(2)技术要求

①盐化物材料

目前国内外相关标准中已有氯离子含量（或盐化物含量）、相对密度、公称最大粒径、pH 值、含水率、碳钢腐蚀率等指标，本次标准制定时，对这些技术指标进行了大量试验。确定了相关技术要求，如下表 1。

表 1 盐化物材料技术指标

| 项目          | 单位   | 技术要求 |      |
|-------------|------|------|------|
|             |      | 颗粒状  | 粉状   |
| 氯离子含量, 不小于  | %    | 45   | 40   |
| 耐热性指数, 不大于  | %    | 0.5  | 0.5  |
| 相对密度, 不小于   | —    | 1.7  | 1.7  |
| 公称最大粒径, 不大于 | mm   | 5    | 0.3  |
| pH 值, 不小于   | —    | 8    | 8    |
| 含水率, 不大于    | %    | 2    | 1    |
| 碳钢腐蚀率, 不大于  | mm/a | 0.11 | 0.11 |

根据工程应用经验，盐化物材料在拌和过程中受高温作用，可能会影响其

融冰雪效果，为此我们增加了耐热性指标。

②掺盐化物材料沥青混合料路用性能

在《公路沥青路面施工技术规范》沥青混合料路用性能要求的基础上，对掺盐化物材料沥青混合料路用性能要求进行规定。同时根据我国工程实践，增加了高温动水冲刷试验残留稳定度比与毛体积相对密度变化率两项试验。具体指标要求见下表 2。

表 2 掺盐化物的沥青混合料路用性能指标

| 项 目              |                | 单位               | 技术要求    |         |
|------------------|----------------|------------------|---------|---------|
|                  |                |                  | 普通沥青混合料 | 改性沥青混合料 |
| 浸水马歇尔试验残留稳定度，不小于 |                | %                | 80      | 85      |
| 冻融劈裂试验残留强度比，不小于  |                | %                | 75      | 80      |
| 车辙试验动稳定度，不小于     |                | 次/mm             | 1000    | 2800    |
| 低温弯曲试验破坏应变，不小于   |                | $\mu\varepsilon$ | 2000    | 2500    |
| 高温动水冲刷试验         | 残留稳定度比，不小于     | %                | 85      | 85      |
|                  | 毛体积相对密度变化率，不大于 | %                | 1.0     | 1.0     |

③掺盐化物的沥青混合料融冰雪性能

通过调研国内外相关标准，总结近年来国内相关研究成果，通过对典型盐化物材料进行了大量试验验证和分析比较，提出具体指标要求见下表3所示。

表 3 掺盐化物的沥青混合料融冰雪性能指标

| 项目                        | 单位 | 技术要求 |
|---------------------------|----|------|
| 冰点，不大于                    | ℃  | -5   |
| 融冰率，不小于                   | %  | 20   |
| 盐分释出量，不大于                 | %  | 0.4  |
| 吸湿率，不大于                   | %  | 0.7  |
| 注：冰点也可经供需双方协商确定，但不得大于-5℃。 |    |      |

(4)试验方法

本部分中大部分技术指标有较为统一的试验标准，但是对于部分技术指

标，特别是对于融冰雪性能评价指标，缺乏统一的试验方法标准，且试样方法较为复杂。为此进行了大量室内试验验证工作，主要试验方法说明如下。

①盐化物材料耐热性检验

盐化物材料一般在生产过程中，要在颗粒表面喷涂涂层，涂层主要作用是控制盐化物材料中氯离子的释放速率。在拌和过程中盐化物材料涂层受高温作用，可能会产生破坏，进而影响融冰雪效果的长效性。因此，对盐化物材料进行耐热性检验很有必要。通过调研，目前一些企业标准采用熔点作为耐热性评价指标。而材料熔点是评价整个盐化物材料的耐热性指标，往往远高于混合料生产温度，因此采用熔点来评价盐化物材料的耐热性不合理。

为此结合实际生产，我起草组开发了新的试验方法。为了模拟拌和楼中高温对盐化物材料涂层的影响，采用加热 210℃，恒温 1h，对进行盐化物高温处理，测定加热前后盐化物材料水溶液盐分浓度差作为耐热性评价指标。同时观察加热试验前后颜色变化。部分材料耐热性试验前后情况见图 2，及表 4。



(a) 加热前 (b) 加热后

图 2 部分盐化物材料加热前后状态变化

表 4 四种盐化物材料耐热性指数

| 材料编号 | 耐热性指数，% |      |
|------|---------|------|
|      | 实测值     | 技术要求 |
| 1#   | 0.1     | ≥0.5 |
| 2#   | 0.8     |      |
| 3#   | 0.2     |      |
| 4#   | 0.1     |      |

分析对比加热前后盐分浓度差与颜色变化，加热前后颜色变化比较明显的是 2#材料，其表面涂层已部分破裂；因此，其相应的耐热性指数也是最大的。

## ②冰点试验

目前冰点的试验方法很多，有定性的也有定量的，主要有如下几种：

### ◆海绵法：

该方法由日本开发。试验时将一定尺寸的海绵吸饱水，置于矩形试件(100\*100\*50mm)表面，置低温恒温箱中设定温度(如-5°C)、保温 4h 后检查海绵与试件粘结情况。见下图 3 所示。



图 3 冰点试验

### ◆拉拔仪法：

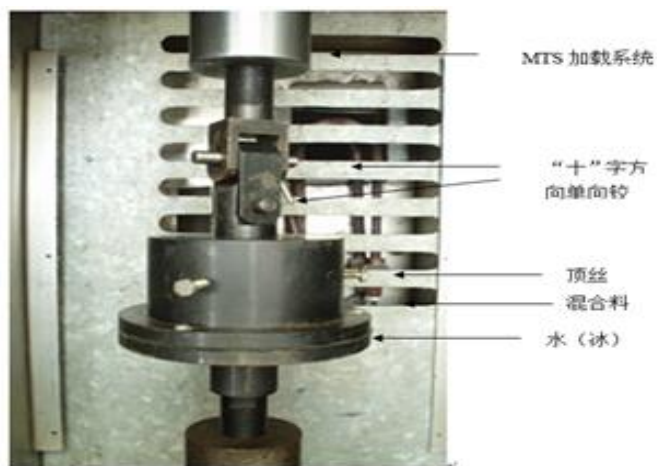


图 4 拉拔仪测定冰点试验方法

哈尔滨工业大学谭忆秋教授开发的拉拔仪法也可以测定融冰雪材料的抑制结冰性能，在拉压压头与试件之间加水在设定温度下冻结，然后以一定速度拉伸至破坏，以拉伸破坏时的强度评价。见上图 4 所示。

#### ◆双试件拉拔

该方法由北京市公路工程质量监督站开发，试验时将两个马歇尔试件间距 0.5cm、分别用固定；放入大烧杯中，加满水，放入-20℃冻结 20h；将两个试件在万能试验机上进行轴向拉拔，测定破坏时极限拉力。见下图 5 所示。



图 5 双试件拉拔试验方法

#### ◆无纺布千斤顶法

日本开发了无纺布千斤顶法，试验时将在压头上粘一层无纺布，吸饱水后在设定温度下冻结 4h，之后测定破坏时的强度。

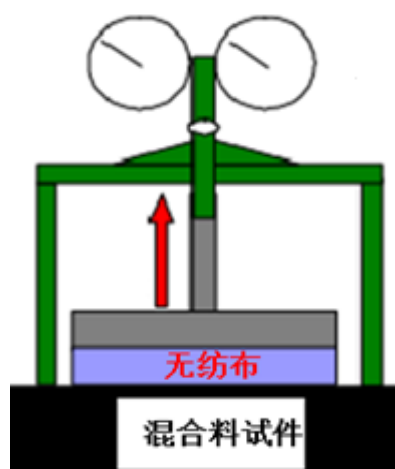


图 6 无纺布千斤顶试验方法

本部分制定时，对以上方法均进行了试验，发现这些方法均存在一些不

足。如海绵法是定性评价方法，人为因素影响太大，不同人有不同的判断，只能确定大致的冰点范围。拉其他方法虽然都是定量方法，但是无法处理好压头、冰与试件之间的接触状态，以及加水量难以保持一致。

在大量室内反复试验基础上，提出了采用海绵法与粘结强度法相结合的方法，即海绵法确定大致的冰点温度范围，然后采用粘结强度法定量法确定冰点温度。其中海绵法与粘结强度法是在日本方法基础上进行了适当的完善和改进，特别是对粘结强度试验时，对如何确定拉拔仪与试块之间的用水量进行了详细的规定。



图 7 改进粘结强度确定冰点方法

表 5 部分材料粘结强度试验结果

| 试验温度（℃） | 粘结强度试验结果（MPa） |      |      |      |      |
|---------|---------------|------|------|------|------|
|         | 无掺加盐化物        | 1#   | 2#   | 6#   | 7#   |
| -4      | 0.15          | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| -8      | 0.24          | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| -12     | 0.37          | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.05 |
| -16     | 0.43          | 0.12 | 0.12 | 0.08 | 0.40 |
| -20     | 0.57          | 0.21 | 0.27 | 0.19 | 0.56 |

③融冰率试验



图 8 融冰率试验

本试验是在一定温度条件下，评价盐化物融冰化雪能力的检测方法。以一定质量的冰块与掺加融雪剂低温养生的马歇尔试件在-5℃环境箱内进行融冰试验，见图 8 所示。以 2 小时冰块质量损失率作为评价盐化物融冰效果的评价指标，即融冰率。对部分试验结果见下表 6。

表 6 部分材料融冰率试验结果

| 材料编号   | 融冰率 (%) |
|--------|---------|
| 无掺加盐化物 | 0       |
| 2#     | 30.0    |
| 1#     | 21.7    |
| 8#     | 10.1    |
| 13#    | 23.0    |

#### ④混合料盐分释出量试验

沥青混合料中掺加的盐化物是有限的，当释放速度过快时，其融冰雪长效性会不足，为此需要评价其释放速度。混合料盐分释出量试验时，将成型的马歇尔试件浸泡在蒸馏水中，测定静置 10min 和 24h 的液体盐分浓度差，作为评价指标。部分试验结果如下表 7 所示。

表 7 部分混合料盐分析出量试验结果

| 材料编号 | 盐分析出量，% |
|------|---------|
| 2#   | 0.2     |
| 5#   | 0.1     |
| 6#   | 0.7     |
| 9#   | 0.4     |

2#材料盐分释出量最小，因此其融冰雪的长效性应该是最持久的，而 6#材料的盐分释出量最大，因此其持续时间可能会较短。

⑤混合料吸湿率试验

本试验通过成型 2 个马歇尔试件。在 105℃±5℃恒温干燥 2h、称重后，直接放置于恒温恒湿箱中 25℃、85%相对湿度条件下保温 24h，再次称重。计算试件的吸湿率。

图 8 部分混合料吸湿率试验结果

| 材料编号   | 吸湿率，% |
|--------|-------|
| 无掺加盐化物 | 0.05  |
| 4#     | 0.26  |
| 11#    | 1.05  |
| 5#     | 0.63  |
| 8#     | 0.80  |

三、经济效果

公路沥青混合料用融冰雪材料技术是我国实现“绿色交通、平安交通”的重大支撑性技术，通过该标准的制定和实施，一方面规范此项技术的有效发展，另一方面，对应的融冰雪路面技术的推广必将降低雪、冰天气的行车安全，减少冰雪导致交通事故的发生，其预期经济效益不可估量。

四、与国际、国外同类标准水平的比较情况

目前公路沥青混合料融冰雪材料没有国际 ISO 相关标准，但是日本、北欧等有相关国家标准有融冰雪相关技术标准，本部分与国外标准相比较，对相应的试验方法进行了改进，使试验误差控制在一定范围，又具有可操作性和重复性，同时增加了盐化物材料耐热性指标、掺加盐化物材料的混合料吸湿性指标，

具有创新性。

因此，盐化物评价指标技术要求和试验方法与国外标准相比较不尽相同，不具有完全等效性；同时，结合我国工程实践，对盐化物融冰雪材料指标体系做了进一步更加完善和指标取舍。

## 五、与有关现行法律、法规和其他强制性标准的关系

本部分为推荐性标准，不涉及有关现行法律、法规和其他强制性标准。

## 六、重大意见分歧的处理结果和依据

目前本部分处于征求意见稿阶段，尚无遗留的重大意见分歧。

## 七、其他应予以说明的事项

无。