

团 体 标 准

T/CECS XXXX-XXXX

主动式路面防结冰融雪剂喷洒系统

Active Fixed Automated Snow-melting Agent Spray System

(征求意见稿)

202x-xx-xx发布

202x-xx-xx实施

中国工程建设标准化协会 发布

征求意见稿

博达伟业

目 录

前言..... 1

1.范围..... 1

2.规范性引用文件..... 1

3.术语和定义..... 1

4.系统组成..... 2

5.系统功能..... 2

6.技术要求..... 4

7.设置要求..... 7

8.质量控制..... 9

征求意见稿

博达伟业

前 言

本标准根据中国工程建设标准化协会公路分会《关于开展<2019 年第一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》（建标协字[2019]084 号）文件要求，由杭州博达伟业公共安全技术股份有限公司承担《主动式路面防结冰融雪剂喷洒系统》（以下简称“本标准”）的制定工作。

本标准分为 8 章，主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、系统组成、系统功能、技术要求、设置要求、质量控制。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由杭州博达伟业公共安全技术股份有限公司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 号院；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或杭州博达伟业公共安全技术股份有限公司（地址：浙江省杭州市江干区俞章路 88 号浙宝大厦 7 层；邮编：310021；电话：***；传真：****；电子邮箱：31535597@qq.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：杭州博达伟业公共安全技术股份有限公司

参 编 单 位：杭州盛棠信息科技有限公司

主 编：李长城

主要参编人员：陈伟、余斌、郑炳华、陈立峰、刘珂、雷永平、童建松、房俊、饶浩、
吴珍莹

主 审：沈国华

参与审查人员：唐琤琤、盛刚、郭敏、徐欣、杨再均、胡辉、任俊达

主动式路面防结冰融雪剂喷洒系统

1. 范围

本标准规定了主动式路面防结冰融雪剂喷洒系统的组成、功能、技术要求、设置要求、质量控制等。

本标准适用于以提升冬季冰雪湿滑路面条件下公路行车安全水平和通行保通能力为目的的主动式路面防结冰融雪剂喷洒系统的设计、制造和设置。

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 33697 公路交通气象监测设施技术要求

JT/T 817 公路机电系统设备通用技术要求及检测方法

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路面温度 road surface temperature

路表面及路面内层的温度。

[GB/T 33697-2017，定义 3.1]

3.2

路面状况 road surface conditions

公路表面呈现的干燥、冷暖、覆盖物等状态。路面状况主要有干、潮湿、积水、积雪、结冰等表面状态。

[GB/T 33697-2017，定义 3.2]

3.3

融雪剂 snow-melting agent

具备一定融冰化雪能力、起降低路面液体结冰点温度作用的液体溶剂，是由液体或固体溶质物质根据其性能和实际需求与水按特定比例混合而成。

3.4

主动式路面防结冰融雪剂喷洒系统 active fixed automatic snow-melting agent spray system

一种安装在道路中路面易于结冰区段，可根据监测和/或预测的路面温度与路面状况等信息，基于特定控制策略以自动或手动方式向路面喷洒融雪剂材料，消除路面冰雪或预防路面结冰以保障路面通行条件和车辆行驶安全的集成应用系统，简称融雪剂喷洒系统。

3.5

泵站 pump station

在融雪剂喷洒系统中，一种通过泵从融雪剂储罐抽取融雪剂并将其加压排放至融雪剂输送管道的一套装置，其主要由泵，流量计、压力计、液位计等配套仪器仪表，以及管路、阀门、配套结构件等组成。

3.6

喷嘴机构 nozzle mechanism

在融雪剂喷洒系统中，一种用于将融雪剂均匀喷洒到目标路面、喷嘴可由电机驱动旋转的液体喷洒装置。

3.7

喷洒终端控制器 spray control terminal

在融雪剂喷洒系统中，一种由融雪剂进口侧、融雪剂出口侧、电磁阀、控制器/控制卡等组成的用于控制喷嘴机构的装置，其融雪剂进口侧与融雪剂输送管道相接，融雪剂出口侧与喷嘴机构融雪剂进口侧相接。

4. 系统组成

融雪剂喷洒系统由道路气象监测、融雪剂喷洒、管理与控制等三个子系统组成，具体如下：

- a) 道路气象监测子系统包括：气象环境观测传感器、路面状况检测器等；
- b) 融雪剂喷洒子系统包括：泵站、融雪剂储罐、喷洒终端控制器、喷嘴机构、融雪剂输送管道等；
- c) 管理与控制子系统包括：通信与控制设备、软件管理平台等。

5. 系统功能

5.1 融雪剂喷洒

融雪剂喷洒功能应包括但不限于以下：

- a) 融雪剂自动喷洒——融雪剂喷洒系统应具备自动/自主运行模式，可根据监测和/或预测的路面温度与路面状况等信息，基于特定控制策略自动地喷洒适量融雪剂；
- b) 融雪剂手动喷洒——融雪剂喷洒系统应具备人工/手动运行模式，可根据实际需要，手动喷洒适量融雪剂；
- c) 融雪剂喷洒量可调节——融雪剂喷洒量是指单次喷洒过程，折合到单位面积路面上的融雪剂溶质量，单位 g/m^2 ，融雪剂喷洒系统可对单次融雪剂喷洒量进行调节；
- d) 融雪剂喷洒距离可调节——融雪剂喷洒距离是指融雪剂喷洒系统经过调试后在正常工作条件下，经由喷嘴喷出的融雪剂远端距离喷嘴的距离，融雪剂喷洒系统可对该距离进行调节；
- e) 融雪剂喷洒量限额——融雪剂喷洒系统在自动/自主运行模式下，在自然天内或触发/启动融雪剂喷洒时刻之前的 24 小时内，融雪剂累计喷洒量不应超过预设的融雪剂喷洒量限额。

5.2 道路气象监测

道路气象监测功能应包括但不限于以下：

- a) 气象环境观测——应配置气象环境观测传感器，至少采集大气温度、相对湿度、风速、风向四个气象环境要素的分钟级数据；
- b) 路面状况检测——应配置路面状况检测器，至少采集路面温度（0cm）、路面状况信息的分钟级数据，路面状况应至少能够区分干燥、潮湿、积水、积雪、结冰等不同情形。

5.3 运行状况监测

运行状态监测功能应包括但不限于以下：

- a) 泵运行状况监测——融雪剂喷洒系统至少能够反馈泵的“启动”、“关闭”、“故障”三种状况；
- b) 管道压力监测——融雪剂喷洒系统应能够准确反馈所有压力计的压力值及故障信息；
- c) 管道流量监测——融雪剂喷洒系统应能够准确反馈所有流量计的流量值及故障信息；
- d) 液位/液深监测——融雪剂喷洒系统应能够准确反馈融雪剂储罐液位计的液位值及故障信息；
- e) 电磁阀监测——融雪剂喷洒系统至少能够反馈所有电磁阀的“开启”、“关闭”、“故障”三种状况；
- f) 气象传感器监测——融雪剂喷洒系统至少能够反馈气象环境观测传感器和路面状况

检测器的“在线”、“离线”、“故障”三种状况。

5.4 融雪剂喷洒系统报警

融雪剂喷洒系统报警功能应包括但不限于以下：

- a) 低液位报警——当融雪剂储罐液位低于设定阈值时，触发融雪剂喷洒系统报警；
- b) 高压报警——当泵站或融雪剂输送管道压力高于设定阈值时，触发融雪剂喷洒系统报警；
- c) 路面低温报警——当路面状况检测器监测到路面温度低于设定阈值时，触发融雪剂喷洒系统报警；
- d) 路面湿滑报警——当路面状况检测器监测到“积雪”、“结冰”等设定湿滑路面状况时，触发融雪剂喷洒系统报警；
- e) 流量异常报警——融雪剂喷洒系统能够检测分析因管道漏液等因素造成的流量计数异常并给出报警。

5.5 融雪剂喷洒系统运行日志

融雪剂喷洒系统运行日志记录与管理应包括但不限于以下：

- a) 记录气象环境观测传感器、路面状况检测器等采集的道路气象监测数据；
- b) 记录泵、电磁阀的历史运行状况信息；
- c) 记录每次融雪剂喷洒过程反映到流量计示值变化的相关信息；
- d) 记录融雪剂喷洒系统报警信息；
- e) 记录融雪剂喷洒系统的人工控制、配置等操作信息；
- f) 对上述融雪剂喷洒系统运行日志记录信息，提供相应的展示与基础统计功能。

5.6 结冰预测预警

融雪剂喷洒系统应内置自有或第三方算法，提供未来 1-3h 时效的路面结冰短临预测预警功能，以更好地支持预防性的融雪剂喷洒。

6. 技术要求

6.1 道路气象监测设备

6.1.1 气象环境观测应至少配置可测量大气温度、相对湿度、风速、风向等 4 个要素的传感器。

6.1.2 路面状况检测器应至少可测量路面温度（0cm），区分干燥、潮湿、积水、积雪、结冰等不同路面状况。

6.1.3 道路气象监测设备的测量范围、分辨力、最大允许误差、采样频率等应符合 GB/T 33697 的有关规定。

6.2 泵站

6.2.1 泵

6.2.1.1 泵应选择立式多级离心泵。

6.2.1.2 泵的最大工作压力不应低于 16bar。

6.2.1.3 泵的额定流量不应低于 $3\text{m}^3/\text{h}$ 。

6.2.1.4 泵的过流部件应采用 316L 不锈钢、或氟塑料（如聚四氟乙烯 PTFE、聚全氟乙丙烯 FEP 等）、或钛合金等耐腐蚀性材料。

6.2.1.5 宜采用变频泵或为泵匹配变频器实现泵的电机工作频率可调。

6.2.1.6 泵站宜采用主备双泵配置。

6.2.2 流量计

6.2.2.1 流量计宜选择电磁型。

6.2.2.2 工作压力上限不低于 1.6 MPa。

6.2.2.3 流量计内衬应选择氟塑料（如聚四氟乙烯 PTFE、聚全氟乙丙烯 FEP 等）、或陶瓷等耐腐蚀性材料。

6.2.2.4 流量计电极应选择 316L 不锈钢、或哈氏合金、或钛合金等耐腐蚀性材料。

6.2.2.5 流量计量程应与泵的额定流量相匹配，量程上限不低于 $3\text{m}^3/\text{h}$ ，准确度等级不低于 0.5。

6.2.3 压力计

6.2.3.1 压力计宜选择压阻型。

6.2.3.2 工作压力上限不低于 1.6 MPa。

6.2.3.3 选用压阻型压力计时，膜片应选择 316L 不锈钢等耐腐蚀性材料。

6.2.3.4 压力计密封圈应选择氟橡胶等耐腐蚀性材料。

6.2.3.5 压力计准确度等级不低于 0.5 。

6.2.4 液位计

6.2.4.1 液位计宜选择嵌入式/投入式。

6.2.4.2 液位计量程应与融雪剂储罐深度相匹配，量程上限不低于 3.0 m，准确度等级不低于 0.5。

6.2.4.3 液位计外壳及与融雪剂接触部件应采用 316L 不锈钢、或 321 不锈钢、或氟塑料（如

聚四氟乙烯 PTFE、聚全氟乙丙烯 FEP 等）等耐腐蚀性材料。

6.2.5 电磁阀

6.2.5.1 电磁阀宜选择常闭型。

6.2.5.2 工作压力上限不低于 1.6 MPa。

6.2.5.3 电磁阀的阀体和阀芯应采用 316L 不锈钢、或氟塑料（如聚四氟乙烯 PTFE、聚全氟乙丙烯 FEP 等）等耐腐蚀性材料。

6.2.6 宜选择将泵、流量计、压力计、电磁阀、供电、主控制器等设备与仪器仪表高度集成的一体化柜式泵站。

6.3 融雪剂储罐

6.3.1 融雪剂储罐宜选择拼装式。

6.3.2 融雪剂储罐宜选择玻璃钢等耐腐蚀性材料。

6.3.3 融雪剂储罐应设置人工检查孔、融雪剂加注孔、融雪剂排放孔/排污孔等。

6.3.4 融雪剂储罐的容积不宜小于年均融雪剂消耗量体积的 25%。

6.4 喷洒终端控制器

6.4.1 喷洒终端控制器通过有线或无线通信方式与通信与控制设备建立通信连接。

6.4.2 喷洒终端控制器应能够接入和控制不少于 1 套喷嘴机构。

6.4.3 喷洒终端控制器内应配置电磁阀，控制由融雪剂输送管道经喷洒终端控制器至喷嘴机构的融雪剂输送，电磁阀的技术要求应符合 6.2.5 的相关规定。

6.4.4 喷洒终端控制器内宜配置手动截断阀门。

6.5 喷嘴机构

6.5.1 喷嘴机构的喷嘴由电机驱动应能够匀速旋转。

6.5.2 喷嘴机构的喷嘴旋转角度在 0° ~ 180° 范围可调，角度调节精度为 5° 。

6.5.3 喷嘴机构的喷嘴旋转速度（旋转 180° 所需时间）在 5~30s 范围可调，速度调节精度为 1s。

6.5.4 经由喷嘴喷出的融雪剂远端距离喷嘴的距离在 4~10m 范围可调，距离调节精度为 0.5m。

6.5.5 喷嘴机构的过流部件应采用 316 不锈钢、或氟塑料（如聚四氟乙烯 PTFE、聚全氟乙丙烯 FEP 等）等耐腐蚀性材料。

6.6 融雪剂输送管道

6.6.1 融雪剂输送管道的最大工作压力不应低于 1.6MPa。

6.6.2 融雪剂输送管道的管径不应小于 DN32。

6.6.3 融雪剂输送管道应采用 PE100（高密度聚乙烯）或其他衬塑（如聚四氟乙烯 PTFE、聚全氟乙丙烯 FEP 等）材质的管材。

6.7 通信与控制设备

6.7.1 通信与控制设备应能够接入、控制、管理道路气象监测、泵站、喷洒终端控制器等设备。

6.7.2 通信与控制设备应至少具备 1 个 10/100/1000 Base-T 以太网 RJ45 接口、1 个 RS232 接口、2 个 RS485 接口、1 个 CAN 接口、2 个开关量接口，以及无线 4G。

6.7.3 通信与控制设备的耐环境温度（B 级）、耐环境湿度、耐机械振动性能、电气安全性能、防雷电性能、电磁兼容应符合 JT/T 817 有关室外设备的规定。

6.7.4 通信与控制设备防护等级不低于 IP65。

7. 设置要求

7.1 道路气象监测设备

7.1.1 道路气象监测设备应安装在融雪剂喷洒系统覆盖路段范围内的代表性位置。

7.1.2 道路气象监测设备的安装应避免路侧构造物、山体、植被等的影响。

7.1.3 融雪剂喷洒系统覆盖路段范围较长或根据需要认为有必要的，融雪剂喷洒系统中可配置多个同类型道路气象监测设备进行加密监测。

7.1.4 道路气象监测设备宜相对集中安装，统一接入数据采集器。

7.1.5 道路气象监测设备的安装应符合 GB/T 33697 的有关规定。

7.2 泵站

7.2.1 泵站的选址和布设主要依据路侧或桥下可用场地面积和泵站、融雪剂储罐的空间需求，同时，结合距离取电点位置、距离路上/桥上融雪剂输送管道近点位置、养护维修、融雪剂加注等因素。

7.2.2 泵站应稳固安装在混凝土平台等经过处理的基础上。

7.2.3 泵站出液口水平与路上/桥上融雪剂输送管道水平高差大于 10m 时，在泵的规格选型时应予以考虑。

7.2.4 根据需要，可对泵站及融雪剂储罐等设施采取围挡防护措施。

7.2.5 泵站应根据生产制造厂家有关技术要求，结合现场实际情况，合理布设。

7.3 融雪剂储罐

7.3.1 融雪剂储罐的选址和布设应与泵站安装相结合，并考虑养护维修、融雪剂加注等因素。

7.3.2 融雪剂储罐宜与泵站安装在一处。

7.3.3 融雪剂储罐应稳固安装在混凝土平台等经过处理的基础上。

7.3.4 融雪剂储罐应根据生产制造厂家有关技术要求，结合现场实际情况，合理布设。

7.4 喷洒终端控制器

7.4.1 喷洒终端控制器宜与喷嘴机构临近安装。

7.4.2 喷洒终端控制器的配置数量与布设间距应考虑其与喷嘴机构的数量配比情况。

7.4.3 喷洒终端控制器应根据生产制造厂家有关技术要求，结合现场实际情况，合理布设。

7.5 喷嘴机构

7.5.1 喷嘴机构宜安装在路肩侧的护栏或其他附着或支撑结构上。

7.5.2 喷嘴机构安装在护栏上时，应根据护栏构造形式，选择适合的安装适配结构，降低车辆刮蹭概率。

7.5.3 应用于单方向 2 车道公路时，喷嘴机构沿行车方向的纵向布设间距不应大于 20m；应用于其他场景时，根据实际需要确定纵向布设方式与间距。

7.5.4 喷嘴机构的喷嘴出液口距离路面的高度不应超过 40cm。

7.5.5 喷嘴机构应根据生产制造厂家有关技术要求，结合现场实际情况，合理布设。

7.6 融雪剂输送管道

7.6.1 融雪剂输送管道安装在护栏上时，应固定在护栏外侧或上方。

7.6.2 融雪剂输送管道采用工程塑料材质时，宜每隔 100m 左右设置 1 处“U”形伸缩连接结构。

7.6.3 融雪剂输送管道宜与控制线缆、供电线缆等布设在同一管槽/线槽内。

7.6.4 融雪剂输送管道宜根据需要在适合位置设置若干手动截断阀门。

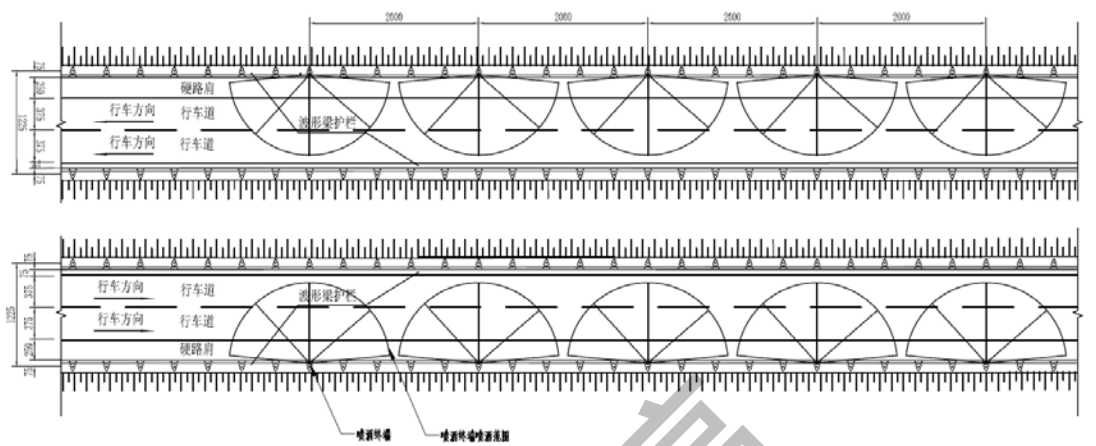
7.7 通信与控制设备

7.7.1 各类通信与控制设备、控制线缆、供电线缆等安装，应符合国家与行业电气安全相关规定。

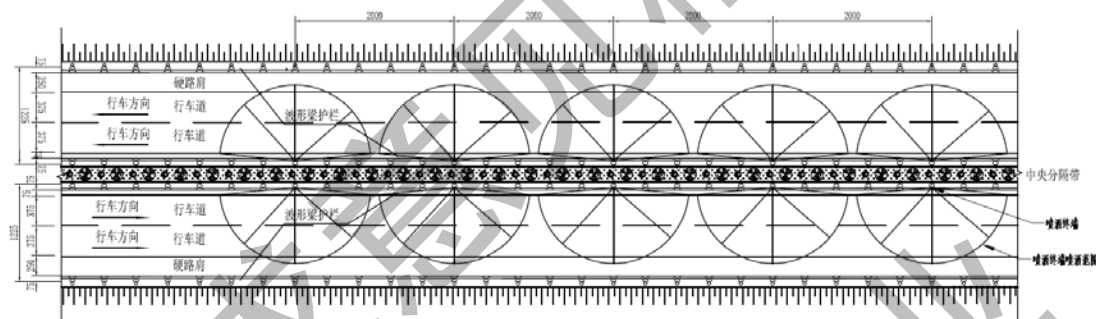
7.7.2 各类通信与控制设备应根据生产制造厂家有关技术要求，结合现场实际情况，合理布设。各类线缆应在专用管槽/线槽内布设，易于拆装维护，外观美观大方。

7.8 融雪剂喷洒系统典型设置方案

融雪剂喷洒系统典型设置方案见图 1。



1a 分离式路基



1a 整体式路基

图 1 融雪剂喷洒系统典型设置方案

8. 质量控制

融雪剂喷洒系统在正式进场安装和投入使用之前应符合以下质量要求：

- 道路气象监测设备按照 6.1 的要求检验或提供国家认可的质检机构的合格检测报告；
- 泵站按照 6.2 的要求检验或提供国家认可的质检机构的合格检测报告；
- 喷洒终端控制器按照 6.4 的要求检验或提供国家认可的质检机构的合格检测报告；
- 喷嘴机构按照 6.5 的要求检验或提供国家认可的质检机构的合格检测报告；
- 软件管理平台实现的功能和性能应提供对应的软件系统测试评估合格报告；
- 融雪剂喷洒系统中融雪剂输送管道各相接处应密闭良好，在正常工作条件下，不应出现滴漏现象；
- 融雪剂喷洒系统集成商提供不少于 2 年的质量保证书。