

ICS XXX
X XX

DB

陕 西 省 地 方 标 准

DB/×××—20××

公路工程液态融雪剂融雪作业技术规程

Technical specification for snowmelt operation of liquid snow-melting agent in Highway Engineering

（征求意见稿）

（编制说明）

20××—××—××发布

20××—××—××实施

陕西省市场监督管理局

发 布

公路工程液态融雪剂融雪作业技术规程 编制说明

一、工作概况

1.1 任务来源

高速公路冬季除雪是一项时效性强、作业难度大的工作。冬季养护除雪工作处理不当，会造成局部交通瘫痪和大面积的交通事故。撒布融雪剂进行除雪是主要的常规除雪方法之一。大量工程应用表明，目前常用的固态融雪剂需要先溶解成溶液才能发挥融雪效果，融雪速率过慢，这对以保畅为主要目标的冬季高速公路除雪作业影响较大。我省自 2017 年开始引入液态融雪剂，经众多实体工程应用表明，液态融雪剂不需要溶解过程，其洒布到冰雪表面后即开始融化冰雪。具有融雪速率快、融雪持久性好等的优点。特别是采用雪初预洒布方式时，效果更明显。

目前针对固体融雪剂施工技术标准较多，2007 年 9 月，辽宁省质量技术监督局、辽宁省建设厅联合发布了“融雪剂质量与使用技术规程(DB 21/T 1558-2007)”，标准规定了固体融雪剂的检测方法、检验规则、产品包装等。新疆维吾尔自治区 2021 年 1 月颁布了“公路融雪剂使用技术规范（DB 65/T 4330-2021）”，规定了固体融雪剂的使用原则，选用标准和用量。2018 年 12 月，山西省市场监督管理局发布了“公路除雪融雪作业技术规程（DB 14/T 1740—2018）”地方标准，提出了固体融雪剂的选择依据，规定了不同融雪剂类型和积雪厚度时的融雪剂撒布量。

由于目前我省缺乏合理的、有约束力的液态融雪剂使用标准，在实际操作中往往存在不分天气特点、不分道路特点、不分撒布类型和数量等问题进行液体融雪剂的使用，这不仅造成融雪剂的浪费，还加重了环境的破坏。在一些特殊的天

气条件下，如果洒布设备和洒布工艺不合理，会大大降低液态融雪剂的效果，甚至是失效。因此，需要综合考虑道路、融雪剂特点等，规范液态融雪剂的洒布工艺，使得融雪剂的效果得到最大化。

基于此，陕西省市场监督管理局下达了《陕西省市场监督管理局关于下达2021年第一批地方标准计划的函》（陕市监函〔2021〕424号）文件，文件批复了“公路工程液态融雪剂融雪作业技术规程”标准制定项目，该工作由陕西交控集团西商分公司主持（项目号：21-71B），同时结合在研的陕西省交通厅科研项目“液态高效环保型融雪剂研究与应用”（19-26k）进行标准的编制工作。

1.2 目的意义

（1）提高除冰雪效率，保障冬季道路畅通安全。高速公路冬季除雪是一项时效性强、作业难度大的工作。冬季养护除雪工作处理不当，会造成局部交通瘫痪和大量的交通事故。本项目的研究成果将为我省公路管理部门提供液态融雪剂融雪作业科学的指导，提高除雪效率，快速清除路面积雪，最大限度降低降雪对公路通行的影响。

（2）提高融雪剂利用率，降低融雪剂对环境的污染。目前融雪剂在使用方法上存在用法单一、使用不及时、用量不规范的问题，造成了融雪剂的浪费、失效和使用效率低下的问题，加重了融雪剂对环境的破坏和对交通基础设施的腐蚀。制定融雪剂科学使用方法，能解决道路养护部门在使用融雪剂时无差异使用的问题，提高融雪剂使用效率，减少融雪剂对环境的污染。

（3）为道路管养部门提供决策依据。现有融雪剂性能评价指标主要考虑冰点、融雪能力、重金属离子含量及对钢铁和混凝土腐蚀性几个方面，对融雪剂的融冰雪速率、融冰雪效率及融冰雪持久能力等性能未有评价，而这些性能对道路管养部门制定融雪剂撒布时机及撒布频率等决策非常重要。因此，有必要设计相关检

测方法和评价指标，科学评价关于融雪剂时效性的融冰雪速率、融冰雪效率及融冰雪持久性等性能。

因此，制定液态融雪剂融雪作业技术规程，在我省推广使用液态融雪剂，有利于提高我省道路除雪保畅应急处置能力。

1.3 主要工作过程

2021年1月由陕西交控集团西商分公司向陕西省市场监督管理局提出申请的《公路工程液态融雪剂融雪作业技术规程》标准获得批准立项。本标准制订任务下达后，陕西交控集团西商分公司联合西安公路研究院有限公司等单位成立标准编写小组，明确标准编写任务。

编制组在对国内外已有相关技术标准充分调研的基础上，同时结合课题组承担的“液态高效环保型融雪剂研究与应用”、“高速公路除雪保畅应急反应及处置研究”等科研项目及多项相关发明专利的成果基础上，对该项技术进行了进一步的补充完善，于2023年10月完成了标准初稿。各编写人员就标准内容反复进行了认真讨论，并邀请相关专家提供建设性的意见和建议。编制组就专家提供的意见和建议进行了分析讨论，借鉴其他地方标准经验、查阅资料，向国内工程建设单位一线技术人员了解现状，确定标准草案，经多次修改完善于2023年11月形成了标准征求意见稿。

1.4 标准起草工作组成员及任务分工

起草组组长：薛辉。主要工作：对标准编制进行全面审核；参与室内试验，对一些关键指标进行研究；组织定期召开标准编制讨论会议，研究进展和实施深度，并根据标准编制进展情况对下阶段重点工作进行布置。

起草组副组长：向豪。主要工作：对标准编制进行全面审核；负责室内试验，对一些关键指标进行研究。

起草组副组长:弥海晨。主要工作:对标准编制进行全面审核;负责室内试验,对一些关键指标进行研究。

起草组成员:高荣,冯乐,金岩,高勇卿。主要工作:参与编制本标准;负责试验段现场指导,对一些关键指标进行研究。

起草组成员:李强生,徐鹏,郭彦强,弓锐。主要工作:参与试验段现场指导;参与试验段现场指导与室内试验,对一些关键指标进行研究。

起草组成员:贾浩,刘亚丽,张娟,赵晨。主要工作:参与编制本标准;参与试验段现场指导与室内试验,对一些关键指标进行研究。

二、标准编制原则和标准主要内容

2.1 标准编制所遵循的原则

本标准的编制重点为液态融雪剂和融雪作业方法研究。立足于我省液态融雪剂的应用现状,以相关科研成果为依据,积极采用国内外先进标准与规范,遵循“协调性、可操作性、成熟性、代表性和先进性”的原则。①协调性原则。做好与相关标准、规范的协调、衔接,保证本标准相关内容与现行相关规范及标准的统一性和一致性。②可操作性原则。本标准所制定内容为首次,为了便于工程应用,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。标准必须进行充分技术论证或试验论证,应根据充分,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。标准必须能够满足工程应用的基本要求,同时也必须考虑试验验证样品的代表性,确保技术指标能大部分覆盖工程要求;同时能够引导工程的改进、完善,从而有利于行业的持续进步。重点突出材料指标、施工工艺、质量控制等方面,并注重标

准的指导性、合理性和可操作性,能广泛适用于陕西省液融雪剂的融雪作业施工,有利于促进该项技术进步。

2.2 标准结构, 要素, 技术要求

在梳理分析《融雪剂》GB/T 23851-2017 的基础上,结合融雪剂现行相关标准现状,构建了本标准的组织框架。具体是:从 1.范围;2.规范性引用文件;3.术语和定义;4.材料;5.储存;6.安全作业;7.使用方法;8.洒布设备;7.质量管理与检查验收;附录 A(规范性附录)液态融雪剂融雪速率检验方法;附录 B(规范性附录)液态融雪剂融雪效率检验方法共 8 个方面,构建本标准框架。

2.3 与原标准主要差异情况

本标准为首次发布。

三、主要技术要求确定的说明

3.1 试验(或验证)准确度、可靠性、稳定性的分析和说明

本技术规程根据陕西省实际情况,制定了液态融雪剂融雪作业技术标准。针对液态融雪剂的适用条件、材料技术要求、储存、使用方法、洒布设备、质量管理与检查验收提出了系列要求。依托承担的“液态高效环保型融雪剂研究与应用”科研项目,项目组分别检测了植物基液态融雪剂、EF 环保型液态融雪剂等十多种液态融雪剂产品的性能,总结归纳了液态融雪剂材料应达到的技术指标。同时,本技术规程于 2018-2022 年在西长高速、西商高速、靖富高速等多条高速公路进行了验证,证明规程具有指导性和可操作性。

本标准在制定期间,采用室内试验、现场检测、调研等手段,反复对液态融雪剂的各项技术指标进行详细地分析与提炼,确保各项技术标准在准确度、可靠性、稳定性方面均进行过定量评价。

3.2 试验结果综述

3.2.1 规程中第 3 部分的术语和定义中条文解释主要内容如下

(1) 液态融雪剂的定义

在 GB/T 23851-2017 中，对融雪剂的定义为“通过降低冰、雪融化温度促使冰、雪融化的化工产品”，本规程参照这个定义，将液态融雪剂定义为：具有降低冰雪融化温度、促使冰雪融化的液态化工产品。同时，根据融雪剂产品中氯离子含量的多少，又将液态融雪剂分为液态氯盐融雪剂（氯化物含量 $>1.0\%$ ）和液态非氯盐融雪剂（氯化物含量 $\leq 1.0\%$ ）

(2) 融冰能力的定义

参考河北省地方标准“公路融雪剂”（DB/ 13T 1411-2011）中对融雪剂融冰能力的定义：在规定温度下，一定量的液态融雪剂溶液在规定时间内将冰融化成水的能力。通过测试融雪化冰能力，了解产品是否能起到融雪化冰的效果。

(3) 融冰速率的定义

相比于固体融雪剂，液态融雪剂的优势是无需溶解时间，即能在较短的时间内发挥融雪效果。为了体现液态融雪剂的这一优势，参考融冰能力的定义，将液态融雪剂融冰速率定义为：在规定温度下，一定量的液态融雪剂溶液融化冰层的快慢程度。

(4) 预防性洒布的定义

参考山西省地方标准“公路除雪融雪作业技术规程”（DB/ 14 1740-2018）中对固体融雪剂预防性撒布的定义：在降雪开始且路面积雪厚度小于 2mm 时即洒布融雪剂，从而实现雪降即融，并在降雪与路面间形成隔离层，起到防冻结冰作用的融雪剂洒布作业。

(5) 专用精喷车的定义

专门用来喷洒液态融雪剂的车辆，可以实现对液态融雪剂洒布量的粗调和微调，满足融雪剂洒布量的精确控制和大范围调节，适合不同施工工况要求。

(6) 液态融雪剂自动喷淋系统的定义

自动喷淋系统旨在用一种受控方式（使用泵、管道、阀门、喷嘴）提供在路面关键位置喷洒液态融雪剂的方法。当路面或大气温度下降到低于阈值水平，自动喷淋系统通过准确探测路面温度和结冰条件，预测即将到来的冰、雪、霜气候条件，提前自动喷洒融雪剂溶液到路面，及时控制结冰条件，从而抑制冰的形成，消除路面因积雪结冰引起的一系列安全问题。

(7) 假融的定义

参考山西省地方标准“公路除雪融雪作业技术规程”（DB/ 14 1740-2018）中对假融的定义：冰雪处于融化和未融化之间的状态。

(8) 假融率的定义

参考山西省地方标准“公路除雪融雪作业技术规程”（DB/ 14 1740-2018）中除净率的定义：无残留冰雪的路面面积与实施除雪融雪作业的路面面积的比值，以百分数表示。

3.2.2 规程中第 4 部分材料的条文解释主要内容如下

规程中 4.2 液态融雪剂的技术指标

表 1 液态融雪剂性能指标

序	检验项目	性能指标	试验方法
1	气味	无令人不快的气味	嗅辨
2	冰点	供需双方协定	GB/T 2430-2008
3	融冰速率(g/min)	≥0.05	附录 A
4	融冰能力(%)	≥20	附录 B
5	pH 值	6.0~10.0	GB/T 23769 -2009
6	碳钢腐蚀率(mm/a)	≤0.11	GB/T 18175-2014
7	路面摩擦衰减率(%)	≤10.0	JTG E60-2008

8	植物种子相对受害率(%)		≤50	GB/T 23851 -2017
9	水不溶物(%)		≤5	GB/T 13025.4-2012
10	氯离子含量(%)	非氯化物类(%)	≤1	GB/T 11896-1989
		氯化物类(%)	>1	
11	重金属含量	汞 (mg/kg)	≤1	SL 327.2-2005
12		镉 (mg/kg)	≤5	GB/T 23942-2009
13		铅 (mg/kg)	≤25	GB/T 23942-2009
14		铬 (mg/kg)	≤15	GB/T 23942-2009
15		砷 (mg/kg)	≤5	SL 327.1-2005
16	水泥混凝土抗盐冻质量损失(kg/m ²)		≤0.3	GB/T 50082-2009

(1) 液态融雪剂的气味、冰点、pH 值、碳钢腐蚀率、路面摩擦衰减率、植物种子相对受害率、水不溶物、氯离子含量、重金属含量等指标要求均参照“融雪剂”GB/T 23851-2017 中的指标要求。

(2) 针对液态融雪剂融冰速率指标，项目组共检测不同企业的 12 个液态融雪剂产品，检测数据范围 0.0568g/min~0.1916 g/min。根据试验数据，确定液态融雪剂的融冰速率≥0.05 g/min。

(3) 针对液态融雪剂融冰能力的指标，项目组共检测不同企业的 12 个液态融雪剂产品，检测数据范围 21.4308%~51.0181%。根据试验数据，确定液态融雪剂的融冰能力≥20%。

(4) 融雪剂对水泥混凝土的损害是导致道路损害的重要因素，因此，规程中必须考虑融雪剂对水泥的混凝土抗盐冻质量损失。已经被废止的标准“道路除冰融雪剂”(GB/T 23851-2009)中，规定了融雪剂对水泥混凝土的盐冻质量损失标准≤0.3 kg/m²，本规程参照该标准，确定液态融雪剂对水泥混凝土抗盐冻质量损失≤0.3 kg/m²。检测方法参照“普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准”(GB/T 50082-2009)。

本文件附录 A 融冰速率测试方法

（1）试验思路

对众多液态和固态融雪剂样品的研究结果表明，在融雪剂与冰接触的 30min 内，固体融雪剂融化冰的量为零，冰层表面只有少量润湿的现象。液态融雪剂在与冰接触后即开始发挥融雪效果，融雪速率远大于固体融雪剂，且在 30min 融冰速率达到最大值。30min 融冰速率这一指标极佳的体现了液态融雪剂的融雪时效性。因此，本规程提出将 30min 融冰速率作为液态融雪剂的一个评价指标。具体方法为：在规定的温度下，将等量的液态融雪剂产品加入到等量的冰块表面，模拟冬季洒布液体融雪剂进行除冰的场景。30min 后称量剩余冰块的质量。为了保证试验条件的一致性，液态融雪剂产品与冰块的接触面积保持一致。

（2）试验结果及分析

以 EF 液态融雪剂和植物基液态融雪剂为试验对象，分析这两种样品的融冰速率，每种样品分别测试 15 次。试验结果如表 2 所示：

表 2 液态融雪剂样品融冰速率（g/min）

序号	EF 液态融雪剂				植物基液态融雪剂			
	试验结果	平均值	标准偏差	95%单侧置信区间下限	试验结果	平均值	标准偏差	95%单侧置信区间下限
1	0.1918	0.1945	0.0044	0.1916	0.0785	0.0806	0.0022	0.0792
2	0.1892				0.0813			
3	0.1982				0.0816			
4	0.2003				0.0826			
5	0.1894				0.0838			
6	0.1912				0.0789			
7	0.1983				0.0804			
8	0.2015				0.0765			
9	0.1965				0.0821			
10	0.1876				0.0777			
11	0.1954				0.0815			
12	0.1963				0.0798			
13	0.1981				0.0783			
14	0.1902				0.0825			
15	0.1936				0.0838			

由表 2 可知，EF 液态融雪剂融冰速率试验结果的 95%单侧置信区间下限为 0.1916g/min。考虑到试验误差，将 EF 液态融雪剂的融冰速率标准定为大于 0.19g/min。植物基液态融雪剂融冰速率试验结果的 95%单侧置信区间下限为 0.0792g/min，可将植物基液态融雪剂融冰速率标准定为大于 0.079g/min。综上所述，本规程中提出的融冰速率指标经试验表明具有较佳的准确度、可靠性和稳定性，可作为液态融雪剂性能的评价指标。

本文件附录 B 融冰能力测试方法

(1) 试验思路

大量的实体工程经验表明，洒布液态融雪剂后路面能维持有效融雪防冰效果的时间为 6h 左右。因此，本规程提出将 6h 融冰能力作为液态融雪剂的一个评价指标。具体方法为：在规定的温度下，将等量的液态融雪剂产品加入到等量的冰块表面，模拟冬季洒布液体融雪剂进行除冰的场景。6h 后称量剩余冰块的质量。为了保证试验条件的一致性，液态融雪剂产品与冰块的接触面积保持一致。

(2) 试验结果及分析

以 EF 液态融雪剂和植物基液态融雪剂为试验对象，分析这两种样品的融冰能力，每种样品分别测试 15 次。试验结果如表 3 所示：

表 3 液态融雪剂样品融冰能力 (%)

序号	EF 液态融雪剂				植物融雪剂			
	试验结果	平均值	标准偏差	95%单侧置信区间下限	试验结果	平均值	标准偏差	95%单侧置信区间下限
1	52.1302	51.0181	1.2368	50.2167	23.8223	22.9646	2.3671	21.4308
2	53.0431				23.121			
3	51.2854				14.5645			
4	49.9801				22.9815			
5	49.1532				23.6516			
6	50.8931				23.4762			
7	51.2402				24.0524			
8	52.1651				22.9848			
9	51.2924				23.4621			

10	50.2412				23.1525			
11	49.9830				24.0721			
12	48.8421				23.5656			
13	50.8928				23.8721			
14	51.2349				24.5385			
15	52.8951				23.1514			

由表 3 可知，EF 液态融雪剂融冰能力试验结果的 95%单侧置信区间下限为 50.2167%，考虑到试验误差，将 EF 液态融雪剂的融冰能力标准定为大于 50%。

植物基液态融雪剂融冰能力试验结果的 95%单侧置信区间下限为 21.4308%，可将植物基液态融雪剂融冰能力标准定为大于 21%。综上所述，本规程中提出的融冰能力指标经试验表明具有较佳的准确度、可靠性和稳定性，可作为液态融雪剂性能的评价指标。

3.2.3 规程中第 5 部分液态融雪剂储存的条文解释主要内容如下

在 5.2 液态融雪剂储存设备中，当液态融雪剂年使用量在 30 吨至 100 吨之间时，可设置专门的存储场地，并建设地面存储罐。由于多数液态融雪剂使用单位未有专门的储存设备，导致液态融雪剂推广及应用困难。基于此，课题组提出了一种可存储液态融雪剂的存储罐示意图，供相关施工单位和厂家参考。

液态融雪剂存储设备和罐底钢支护架示意图如图 1 和图 2 所示：

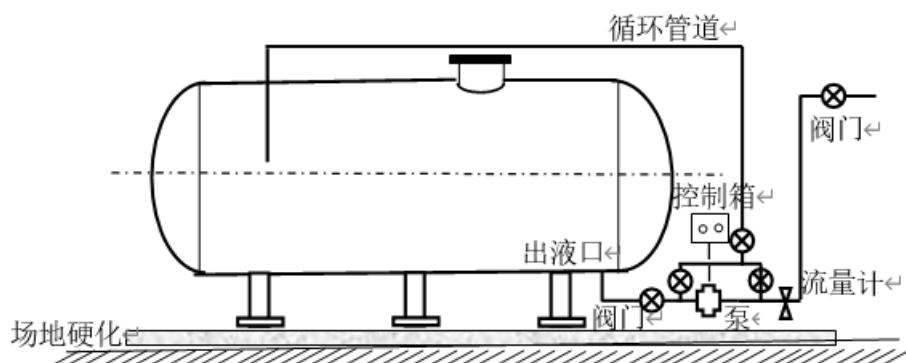


图 1. 液态融雪剂存储罐示意图

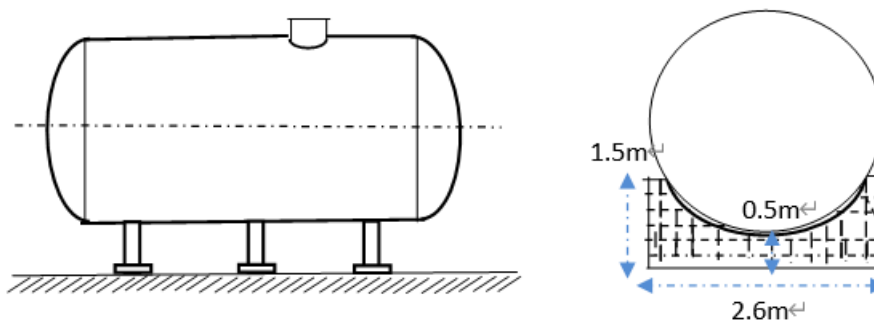


图2 罐底钢支护架示意图

3.2.4 规程中第6部分安全作业的条文解释主要内容如下

在6.1 一般规定中，为了避免在液态融雪剂洒布作业中发生交通事故，必须在作业路段设置警示标志。这些标志应符合国家标准，使大家能明了标志的含义。

在6.2 液态融雪剂洒布作业中，当液态融雪剂洒布车在作业时，对正常行驶的车辆会产生干扰，甚至还会造成交通事故和交通堵塞，因此，在除雪作业时液态融雪剂洒布车后应设置警示车辆，且作业车与示警车应加挂作业标志和警示灯，作业车和警示车之间应保持足够安全距离，以保证除雪作业的安全。

在6.3 设备及人员中，除雪作业人员应穿交通警示防护服，可提高作业人员的安全性。

3.2.5 规程中第7部分洒布设备的条文解释主要内容如下

在7.1 改装的洒水车中，由于普通洒水车无法同时进行半幅车道的液态融雪剂喷洒，需要不断掉头以实现所有车道都洒布融雪液的目的，为此，需要改造普通洒水车喷头，使洒水车的能达到单次洒布三个车道的要求。如图3所示：



图3 改装的洒水车

3.2.6 规程中第8部分液态融雪剂使用方法的条文解释主要内容如下

在8.1 一般规定中，当雪层厚度达到6cm时，靠液态融雪剂进行融雪在经济上和除雪效果上已不理想，必须先使用机械将雪层清除后，再洒布液态融雪剂清除路面构造深度中的积雪。

在8.3 洒布量中，根据对雪层密度的实测结果和参考相关文献，正常积雪密度采用 135 kg/m^3 。对符合规程中表1要求的不同浓度EF液态融雪剂的冰点进行检测，结果如表4所示：

表4 不同浓度的EF液态融雪剂冰点

样品	样品浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
EF 液态融雪剂	-2℃	-5℃	-13℃	-18℃	-25℃	-38℃	<-45℃	<-45℃	<-45℃

由表4可知：在-5℃下，100g 液态融雪剂理论上可以融雪400g，相当于融化的雪层厚度为 2.96 cm/m^2 ，由此可见，液态融雪剂的融雪量有限。而在实际除雪工作中发现，在-5℃下，50g 液态融雪剂即可发挥良好的融雪效果。这主要是因为液态融雪剂将雪层部分融化后形成雪泥，冰雪的连续结构被破坏，强度降低，车轮能接触到路表面，从而提高了路面的摩擦力。同时，雪泥还可以形成隔离层，防止雪层冻结在路表面。受限于目前液态融雪剂洒布车的洒布精度，液态融雪剂洒布量最小约为 60 g/m^2 ，因此，结合表4，可计算出不同温度下液态融雪剂的理

论洒布量，结合实际工程经验，液态融雪剂实际洒布量为理论洒布量的一半，不同温度和不同降雪量下液态融雪剂的洒布量见表 5。

表 5 液态融雪剂洒布量表

气温/积雪厚度	0~-5℃ (g/m ²)	-5℃~-10℃ (g/m ²)	-10℃~-15℃ (g/m ²)	-15℃~ -20℃(g/m ²)	≤-20℃ (g/m ²)
预防性洒布	60~70	60~70	60~70	70~115	115~145
积雪厚度 h≤2cm	60~70	60~70	60~70	70~115	115~145
积雪厚度 2cm≤h≤4cm	60~70	70~115	115~145	145~220	220~270
积雪厚度 4cm≤h≤6cm	70~115	115~145	145~220	220~270	270~330

注：表中用量为未稀释前的液态融雪剂用量。

3.2.7 规程中第 9 部分质量管理与检查验收的条文解释主要内容如下

质量控制的相关标准制定主要参考以下两个标准：

在 9.3 作业过程质量控制中的液态融雪剂洒布量测试方法参考“公路路基路面现场测试规程”（JTGE60-2008）中的“沥青喷洒法施工沥青用量测试方法”（T0982-1995）。

在 9.3 作业过程质量控制中假融率的验收标准参考“城市道路除雪技术规程”（CJJ/T 108-2006）中 5.3.3 节规定。

四、知识产权说明

本标准的最终知识产权归陕西交控集团西商分公司。

五、采标情况

本标准为首次起草的陕西省地方标准，未采用国际标准和国外先进技术。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、标准性质的建议说明

本标准对液态融雪剂材料、储存、安全作业、使用方法、洒布设备、质量管理与检查验收进行了详细而明确的规定，能为陕西省的液态融雪剂融雪作业实施提供有力的技术指导，建议本标准审批发布为推荐性行业标准。

八、其他应予以说明的事项

无

