



团 体 标 准

T/SDHTS XXXXX-XXXX

高速公路除雪融冰作业技术规程

Technical code of practice for snow and ice removal
operations on expressway

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

山东公路学会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 3

5 作业准备 3

 5.1 物资准备 3

 5.2 设备准备 3

6 作业过程 4

 6.1 一般规定 4

 6.2 作业方法 5

7 作业安全检查与作业验收 6

 7.1 作业安全检查 6

 7.2 作业验收 7

 7.3 验收评估 7

附录 A（资料性）高速公路除雪融冰作业流程图 8

附录 B（资料性）高速公路梯队除雪融冰示意图 9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东高速济南发展有限公司提出。

本文件由山东公路学会归口。

本文件起草单位：山东高速济南发展有限公司、山东高速集团高速公路运营公司、山东高速交通建设集团有限公司、山东交通学院、济南北方数智交通科技有限公司。

本文件主要起草人：李孟、姜凯、姜玉杰、石磊、刘淑莉、李桂雪、王超、樊超、刘凤涛、张新波、谢林芳、王屹虹、亓良、王传强、侯恩赏、胡彬、李子昂、娄本金、侯玉艳、迟晓楠、姜中媛、朱永冰、李秋忠、马梦瑶、刘尚林。

高速公路除雪融冰作业技术规程

1 范围

本文件确立了高速公路除雪融冰作业的程序，规定了作业准备、作业过程、作业安全检查与作业验收等阶段的技术要求及作业方法。

本文件适用于高速公路的机械和人工除雪融冰作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 3838 地表水环境质量标准

GB 5768.4 道路交通标志和标线 第4部分：作业区

GB/T 21984 短期天气预报

GB/T 23851—2017 融雪剂

JT/T 973 路用非氯有机融雪剂

JTG H30 公路养护安全作业规程

JTG 5110 公路养护技术标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

除雪融冰作业 snow and ice removal operations

为清除高速公路路面积雪或结冰、保障道路安全畅通而进行的养护作业过程。

3.2

综合除雪车 comprehensive snow removal truck

一种将铲板或滚刷等前部物理除雪装置与后部融雪剂撒布系统集成于单一车体，可实现扫雪、推雪及预防路面结冰综合作业的高效多功能除雪车辆。

3.3

装载机式铲雪车 loader-type snowplow

一种通过改造前端铲斗的槽齿结构以保护桥梁伸缩缝及路面，或拆除铲槽另行安装综合除雪车专用除雪铲，并利用装载机自身驱动系统进行高效铲雪和推雪作业的除雪设备。

3.4

抛雪机 snow blower

一种通过高速旋转的螺旋叶片将路面积雪卷起，并利用离心力经由抛雪筒定向抛射至道路一侧的除雪机械设备。

3.5

破冰机 icebreaker

一种安装于运输车辆前端，用于清除道路积雪和结冰的机械设备。

注：破冰机主要由主框架、安装架、连接架、支撑臂、挂架、破冰器、液压动力单元、保管架、控制系统等部分组成。

3.6

融雪剂 snow-melting agent

一种通过降低冰、雪融化温度以促使冰、雪融化的化工产品。

注：融雪剂按施洒方式分为固体播撒类和液体喷洒类；按化学成分分为氯化物类和非氯化物类；按适用的温度分为Ⅰ型（温度为 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）和Ⅱ型（温度低于 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时）。

[来源：GB/T 23851-2017，3.1，有修改]

3.7

非氯环保型融雪剂 non-chloride produce environmental snow-melting agent

一种能有效避免传统氯型融雪剂的较高腐蚀性与环境污染问题，以有机盐和多元醇类为主要成分、不含氯元素或氯化物含量不超过1%的融雪剂。

3.8

融雪剂撒布车 snow-melting agent spraying truck

一种在行驶中可以控制融雪剂撒布密度的、具有自动化撒布功能的机械设备。

注：融雪剂撒布车分为固体融雪剂撒布车和液体融雪剂撒布车。

3.9

融雪剂撒布器 snow-melting agent spreader

一种装载在运输机具上，借助运输机具动力或者人工辅助，具备撒布融雪剂功能的除雪融冰设备。

注：融雪剂撒布器按施洒方式分为固体融雪剂撒布器和液体融雪剂撒布器，按作业方式分为机械式融雪剂撒布器和人工撒布器。

3.10

除雪铲 snow plow

综合除雪车的前端铲雪设备，也可装载在运输车辆或者装载机上，将路面积雪推至一侧的除雪专用设备。

4 基本规定

- 4.1 应根据往年除雪融冰工作需求，合理划分除雪融冰工作单元；在每个作业单元内组建应急保障队伍，配置除雪融冰设备、机具及作业人员，并应为每个或者相邻若干个除雪融冰工作单元合理配置用于存放除雪融冰物资和设备的仓库。
- 4.2 应对长大纵坡、路堑、桥梁、隧道口、山坡背阴处、匝道等除雪融冰重点路段及路面、伸缩缝等病害处进行检查、标记和维护维修，并疏通泄水槽、桥梁泄水孔及排水管等设施，保障除雪融冰作业的安全高效进行。
- 4.3 应建立完善的除雪融冰应急预案体系，并制定针对性的现场处置作业方案。
- 4.4 鼓励有条件的路段试验采用无机热管、低凝冰路面融雪、自动喷淋系统等除雪融冰新技术。
- 4.5 高速公路除雪融冰作业应降低对过往车辆的影响，并采取有效技术措施防止损坏路面、桥梁伸缩缝等设施。
- 4.6 高速公路除雪融冰作业人员安全防护、机械安全标志应符合 JTG 5110 和 JTG H30 的规定。
- 4.7 除雪融冰作业应遵循机械除雪融冰为主、人工除雪为辅的原则，宜尽量减少融雪剂用量，或选用对高速公路设施危害较小的非氯环保型融雪剂。除雪融冰作业流程可参考附录 A。

5 作业准备

5.1 物资准备

- 5.1.1 宜根据除雪融冰作业单元物资需求，将融雪剂、防滑料、易耗品等除雪融冰物资存储于沿线养护工区、收费站、服务区等场所内，保持运输通道畅通。
- 5.1.2 应结合养护里程、往年降雪规模及频次等因素储备融雪剂，双向四车道每 50 km 主线养护里程融雪剂储量不宜少于 120 t，每增加两车道宜增加 30 t。储备量应能够满足连续两天持续暴雪除雪融冰需求，并根据消耗情况及时补充。
- 5.1.3 融雪剂质量应符合 GB/T 23851 和 JT/T 973 的有关规定。
- 5.1.4 桥梁、收费站广场、绿化隔离带等区域，宜选用非氯环保型融雪剂。
- 5.1.5 在桥梁、隧道、长大纵坡等重要路段宜存放炉灰渣、粒径不大于 10 mm 的石屑或砂等防滑料，存放数量每 100 延米不低于 0.5 m³。
- 5.1.6 融雪剂和防滑料的存放应采取防雨、防潮措施。
- 5.1.7 宜根据需求适量储备低标号柴油、尿素液、施工作业标志和警示标志，以及人工除雪融冰工具、劳保用品等其他物资。
- 5.1.8 应加强除雪融冰物资使用管理，建立除雪融冰物资台账，详细记录物资出入库信息。

5.2 设备准备

- 5.2.1 应准备综合除雪车、融雪剂撒布车、装载机铲雪车、抛雪机、破冰机、改装的其他除雪融冰机械、机械式融雪剂撒布器、除雪铲等除雪融冰作业机械设备，以及铲雪锹、推雪板、扫帚和人工融雪剂撒布器等人工除雪融冰机具。
- 5.2.2 应根据降雪规模及频次、环境温度、车道数量、交通量等因素合理配置机械除雪融冰设备种类及数量，适当配置人工除雪融冰机具。主线除雪融冰作业机械设备配备类型及数量宜按照表 1 选用。

表 1 除雪融冰作业机械设备配备表

配备类型	配备数量（台/50km）		
	双向四车道	双向六车道	双向八车道及以上
综合除雪车	≥4	≥5	≥6
装载机	≥1	≥2	≥3
物资运输车	≥4	≥5	≥6
融雪剂撒布车	≥2	≥3	≥4
装载机式铲雪车	按需配备		
抛雪机	按需配备		
破冰机	按需配备		
互通匝道、收费站广场以及连接线与主线同步进行除雪融冰作业时，装载机式铲雪车、抛雪机、破冰机应按完成时限需求配置。			

- 5.2.3 除雪铲应具备避障及铲刀高度调节功能；融雪剂撒布器应具备撒布量调节功能。
- 5.2.4 除雪融冰机械应安装示宽标志、警示灯、警报装置和夜间照明装置等作业警示标志。

6 作业过程

6.1 一般规定

- 6.1.1 应根据路线长度、互通立交间距、交通量及局地气温特征、历年降雪对通行的影响等，合理划分除雪融冰作业单元，作业单元长度宜为 10 km~50 km，各作业单元应加强除雪融冰协同作业。
- 6.1.2 宜根据路段在路网的重要性和作业单元交通状况确定除雪融冰顺序。交通量较大或路网重要路段，主线与匝道应同步进行除雪融冰作业；交通量较小的路段，宜按照主线、匝道、收费广场、连接线及其他区域的顺序进行除雪融冰作业。
- 6.1.3 预计降雪等级不超过中雪时，主线路面除雪宜采用单车道除雪或者部分车道梯队作业除雪模式；降雪等级达到中雪及以上时，宜进行梯队作业除雪。
- 6.1.4 单车道除雪应由路面内侧车道至外侧车道的除雪顺序清理主线积雪，梯队作业除雪参照附录 B 进行编组。
- 6.1.5 融雪剂撒布宜采用液体融雪剂撒布、固体融雪剂撒布、抗滑料撒布，或固体融雪剂与抗滑料混合撒布等方式。一般情况下宜撒布固体融雪剂；融化路面薄冰层宜撒布液体融雪剂；桥梁、隧道、长大纵坡等结冰路段宜撒布防滑料，冰层较厚时宜采用固体融雪剂与抗滑料混合撒布方式。

6.1.6 不同降雪等级的固体融雪剂撒布作业方式及用量宜按照表 2 选用；液体融雪剂配制浓度宜按照表 3 选用。

表2 固体融雪剂撒布作业方式及用量

24h 降雨量 (mm)	降雪等级	作业方式	固体融雪剂总用量 (g/m^2)
≤ 2.4	小雪及以下	撒布融雪剂为主	≤ 30
2.5~4.9	中雪	撒布融雪剂与机械除雪结合	≤ 50
5.0~9.9	大雪	撒布融雪剂与机械除雪结合，机械清雪后，人工清除路侧的积雪	≤ 70
≥ 10.0	暴雪及以上	撒布融雪剂与机械除雪结合	≤ 100
单次撒布用量宜控制在 $5\text{g}/\text{m}^2 \sim 15\text{g}/\text{m}^2$ 。 降雪等级按照 GB/T 21984 确定。			

表3 液体融雪剂配制浓度表

降雪等级	环境温度		
	$-15^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$	$-10^\circ\text{C} \sim -5^\circ\text{C}$	$-5^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$
小雪及以下	15%~20%	10%~15%	5%~10%
中雪	15%~20%	10%~15%	5%~10%
大雪	15%~20%	15%~20%	10%~15%
暴雪及以上	15%~20%	15%~20%	10%~15%
注：液体融雪剂配制浓度为质量百分比。			

6.1.7 降雪前且预测气温低于 0°C 时，宜在重要路段预防性撒布融雪剂，撒布总量宜为 $10\text{ g}/\text{m}^2 \sim 30\text{ g}/\text{m}^2$ 。

6.1.8 日间降雨、降雪或雨夹雪，且夜间易结冰或先融后冻时，应在预估路面结冰前 1 h~2 h 撒布融雪剂，撒布总量宜为 $15\text{ g}/\text{m}^2 \sim 30\text{ g}/\text{m}^2$ 。

6.1.9 出现冻雨时，宜及时撒布固体融雪剂，撒布总量宜控制在 $15\text{ g}/\text{m}^2 \sim 30\text{ g}/\text{m}^2$ ；受条件限制无法及时清除路面积雪或结冰时，宜撒布防滑材料保证行车安全。

6.1.10 机械除雪后，路面仍存留压实雪或“黑冰”时，应补撒液体融雪剂，撒布量宜为 $10\text{ g}/\text{m}^2 \sim 20\text{ g}/\text{m}^2$ 。

6.2 作业方法

6.2.1 机械作业

6.2.1.1 除雪融冰作业一般按照机械除雪作业，能见度允许时，应按“边降边清”原则作业。

6.2.1.2 不同路面积雪厚度采用的具体除雪措施，应按照表 4 的相关要求。

6.3

表4 路面积雪厚度及除雪措施

路面积雪厚度	具体除雪措施
≤2 cm 或固液混合物	采用撒布液体融雪剂或装载机滚刷、车载高速滚刷进行清理。
2 cm~10 cm	先采用综合除雪车或装载机式铲雪车进行除雪融冰作业，再采用滚刷进行清扫残雪。
≥10 cm	采用综合除雪车、装载机式铲雪车等多种机械联合作业。
压实冰雪层较厚或产生坚冰	先采用破冰机或其他设备破碎压实冰雪或坚冰，再清理至路侧。

6.3.1.1 作业过程中，除雪铲与分隔带或防撞护栏边缘的距离应大于 50 cm，且不应随意提起除雪铲。路面未结冰时，除雪铲宜提离地面 1 cm 左右，防止刷蹭路面及伸缩缝等位置。

6.3.1.2 采用综合除雪车编组梯队作业时，梯队后方应配置警示车进行作业防护。作业时，相邻车辆的间距宜为 100 m~150 m，铲刀铲迹搭接宜为 30 cm~80 cm，铲刀角度宜设定为 25° ~35°，并根据积雪厚度动态调整铲刀角度。梯队作业速度宜控制在 40 km/ h~ 80 km/ h。

6.3.1.3 难以一次性将积雪清除至路肩以外时，应优先清除超车道和行车道积雪。持续降雪且未封闭交通时，应先清理出超车道并引导车辆通行，保证“先通后畅”。

6.3.2 人工作业

6.3.2.1 对中央分隔带活动护栏开口处、路缘带、桥梁护栏底部、收费车道等机械难以清理的部位，积雪冰冻宜采用人工除雪作业方式。

6.3.2.2 对于互通匝道、陡坡桥面等重点路段，宜人工补撒防滑料。

6.3.2.3 上跨天桥背阴处等局部路面出现积冰时，宜人工撒布液体融雪剂。

6.3.2.4 能见度低于 150m 时，主线不应进行人工除雪作业。

7 作业安全检查与作业验收

7.1 作业安全检查

7.1.1 应通过现场检查和记录核查的方式检查作业过程的安全保障措施。

7.1.2 安全保障措施检查应符合以下要求：

- a) 确认作业车辆未在非封闭道路状态下逆向行驶；驾驶车辆在超越路侧人员或车辆时已采取减速慢行等安全措施。
- b) 核查已在桥梁伸缩缝、路侧护栏等关键位置设置反光标记；除雪铲等设备已安装有效的防撞保护装置；人员已按规定穿着反光服，佩戴安全帽，穿防滑鞋。
- c) 确认在桥梁、隧道口、声屏障等位置使用装载机清理临时堆放的积雪时，已配置专人进行现场安全指挥。
- d) 核查作业车辆开启了性能良好的示宽灯与示廓灯，并已采取有效防滑措施。
- e) 核查警示车辆的配置标准符合 GB 5768.4 及 JTG H30 的相关规定。

7.2 作业验收

7.2.1 路面露出率

7.2.1.1 路面露出率为除雪融冰作业后验收指标，路面露出率按式（1）计算。

$$\alpha = \frac{S_i}{S} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

α ——路面露出率，%；

S_i ——除雪融冰作业后露出的路面面积，单位为平方米（ m^2 ）；

S ——路面宽度范围内的总面积，单位为平方米（ m^2 ）；

7.2.1.2 不同降雪等级的路面露出率指标应符合表 5 要求。

表5 路面露出率指标

降雪等级	路面露出率
小雪及以下	$\geq 98\%$
中雪	$\geq 95\%$
大雪	$\geq 90\%$
暴雪及以上	$\geq 90\%$

7.2.2 环境保护

7.2.2.1 作业完成后，应对环境保护措施的落实情况进行专项验收：

- 现场验收桥梁、收费站、绿化带等环境敏感区域，确认受融雪剂污染的土壤已处理；
- 查验水质监测记录，确认对含融雪剂径流的氯离子浓度、pH 值等监测指标符合 GB 3838 要求；
- 在桥梁跨越水源地保护区域已设置排水、沉淀池等设施，以减轻并防止融雪剂对周边土壤和水体的环境污染。

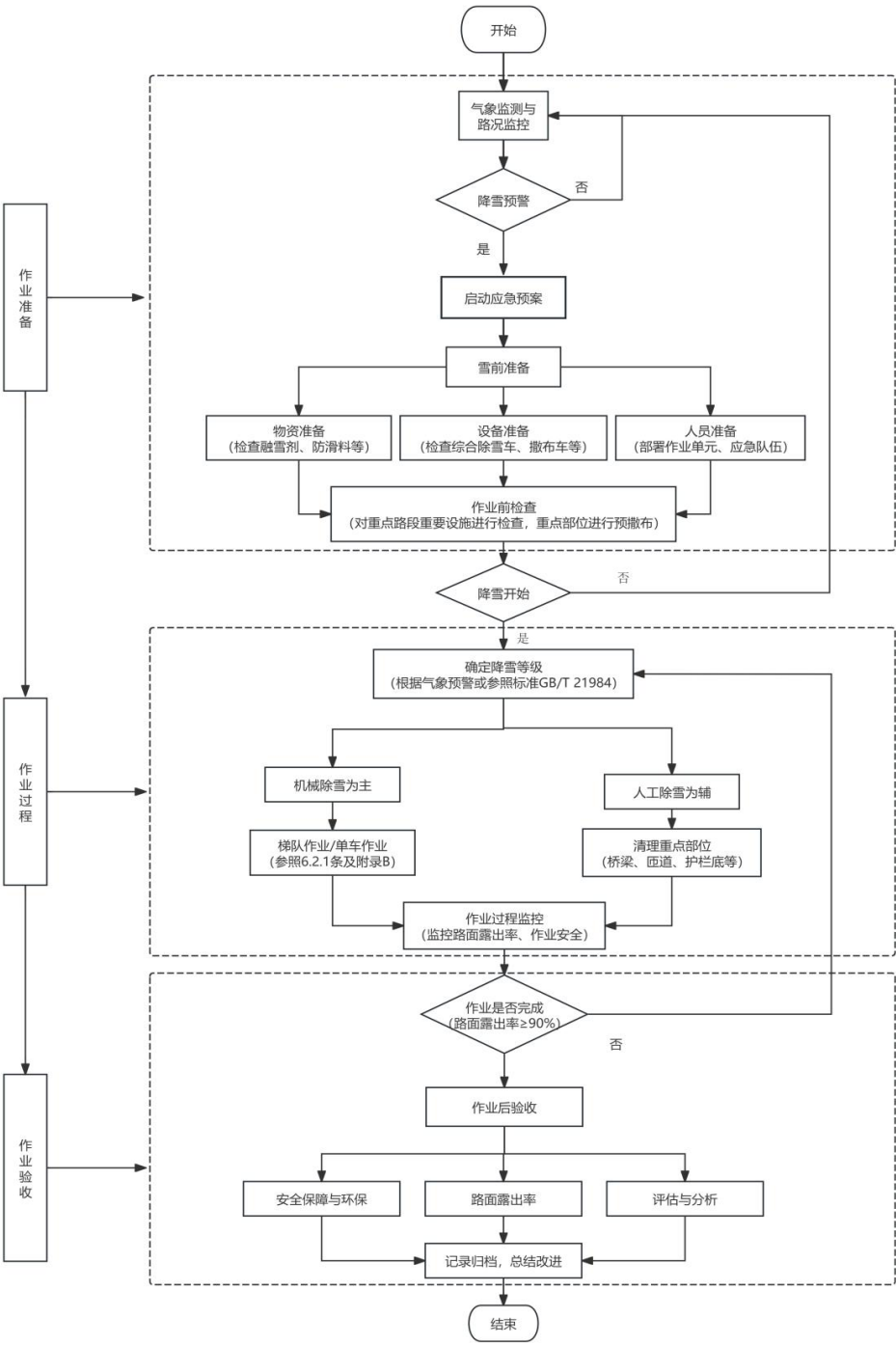
7.3 验收评估

7.3.1.1 作业完成后，应基于验收结果进行系统性评估，内容应包括技术与成本两个方面：

- 对作业效率与故障率等设备性能、融雪剂的融冰效果及环境影响等材料效能、技术可靠性进行全面评估；
- 及时统计设备、人工及材料消耗等成本，验收评估成本投入与除雪融冰效果的匹配度，为后续预算编制与资源优化配置提供依据。

附录 A
(资料性)
高速公路除雪融冰作业流程图

高速公路除雪融冰作业流程可参考图 A. 1。



图A. 1 高速公路除雪融冰作业流程图

附录 B
(资料性)
高速公路梯队除雪融冰示意图

采用四车道、六车道及八车道除雪车编组梯队进行除雪融冰作业时，可分别参考图B. 1、图B. 2和图B. 3。

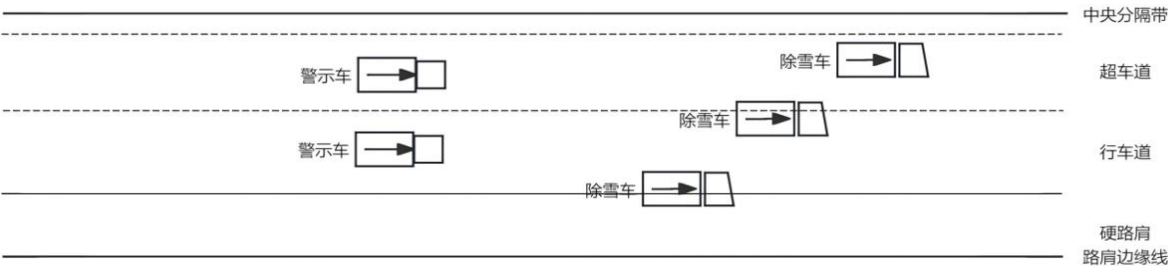


图 B. 1 四车道高速公路梯队除雪融冰示意图

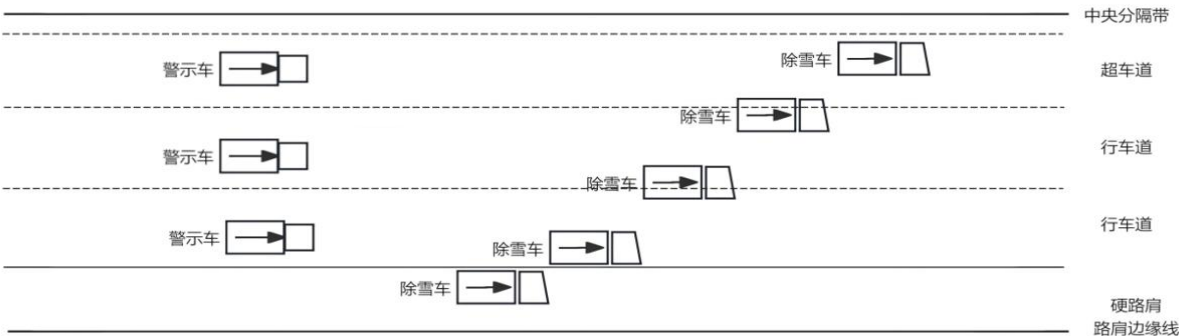


图 B. 2 六车道高速公路梯队除雪融冰示意图

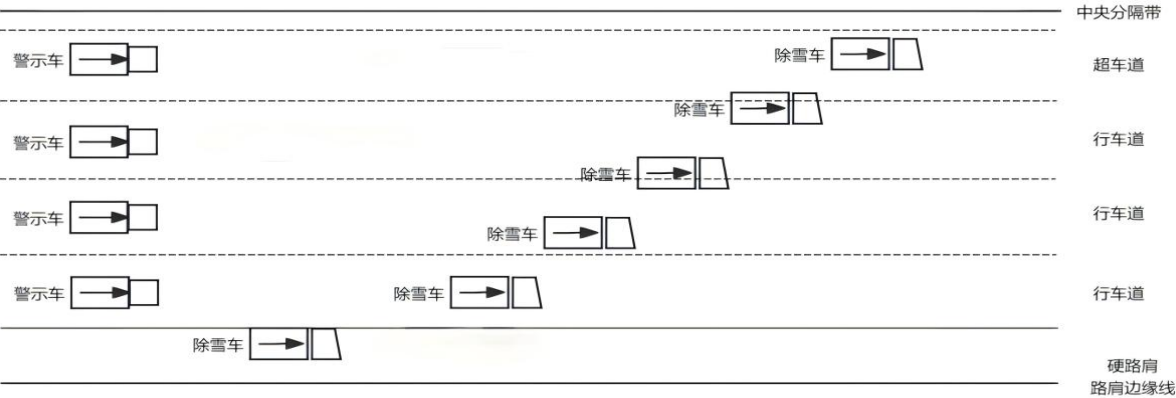


图 B. 3 八车道高速公路梯队除雪融冰示意图

高速公路除雪融冰作业技术规程

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

根据山东公路学会《关于发布第三批（2025 年度）山东公路学会标准立项计划的通知》（鲁公学会〔2025〕15 号），《高速公路除雪融冰作业技术规程》为团体标准制定项目。

（二）任务分工

山东高速济南发展有限公司：负责前言、第 1 章（范围）、第 2 章（规范性引用文件）、第 3 章（术语和定义）、第 4 章（基本规定）、第 5 章（作业准备）、第 6 章（作业过程）及编制说明的编写。

山东高速集团高速公路运营公司：协作第 7 章（作业安全检查与作业验收）。

山东高速交通建设集团有限公司：协作第 6 章，优化融雪剂用量。

山东交通学院：负责第 7 章（作业安全检查与作业验收）的编写，协作第 6 章以及编制说明的编写。

济南北方数智交通科技有限公司：负责附录图表数字化处理，提供技术工具支持。

（三）制定背景

在我国，高速公路作为重要的交通基础设施，承担着大量客货运输任务，对经济社会发展起着关键作用。然而，冬季降雪与道路结冰现象给高速公路的安全运营带来了严峻挑战。一方面，积雪与结冰显著降低路面摩擦系数，导致车辆制动距离延长，极易引发交通事故，严重威胁司乘人员的生命和财产安全，近年来因路面结冰导致的多车连环相撞事故屡有发生。另一方面，若不能及时清除积雪与积冰，将造成交通中断和拥堵，影响物流运输效率，增加企业运营成本。同时可能导致旅客行程延误，给社会生产生活带来诸多不便。

随着我国高速公路路网规模的持续扩展及交通流量的不断增长，对除雪融冰作业的及时性、有效性与规范性提出了更高要求。以往，各地在除雪融冰作业方式和技术应用方面存在较大差异，缺乏统一标准。部分地区过度依赖人工除雪，效率低下；部分地区在融雪剂使用方面缺乏科学性，不仅造成资源浪

费，还可能对道路周边环境和基础设施造成腐蚀损害；另有部分地区虽配备除雪机械设备，但是设备组合不合理，技术落后，难以满足现代化除雪需求。

为提升高速公路冬季养护水平，保障冰雪天气下高速公路的安全畅通，规范除雪融冰作业流程，合理选择和使用除雪融冰设备与材料，推广先进除雪技术与工艺，进一步提高道路运营服务水平，并最大限度减少因除雪融冰不当带来的环境与经济负面影响，制定《高速公路除雪融冰作业技术规程》这一团体标准势在必行。本规程将为高速公路运营单位提供科学、系统和规范的技术指导，促进高速公路除雪融冰作业的标准化和科学化发展。

（四）起草过程

1. 立项阶段

山东高速济南发展有限公司于 2025 年 3 月接收山东公路学会标准编制计划立项通知后，立即牵头成立编制组，启动标准起草的准备工作。

编制组讨论了工作进度安排、任务分工及标准的初步思路，正式启动标准编制工作，提出了标准编制提纲。标准起草编制组结合有关主管部门现阶段的发文、要求以及试点实践等进行了深入分析和研究，完成对有关标准、文献资料等的收集、分析、总结工作。

2. 初稿审查

标准编写小组针对高速公路除雪融冰作业的程序，对作业准备、作业过程、作业安全检查与作业验收等内容进行了详细编制。结合高速公路除雪融冰作业的工程应用情况和相关课题的研究成果，经过多次内部讨论、相关方调研，于 2025 年 8 月完成了标准初稿的编制工作并报送山东公路学会审核。

2025 年 9 月 22 日，山东公路学会在济南组织召开了《高速公路除雪融冰作业技术规程》初稿审查会议，邀请了 5 名专家组成了审查委员会。审查委员会提出了调整除雪融冰作业准备和作业过程章节结构，增加作业流程图，进一步完善编制说明内容，明确相关技术指标和数据来源等修改意见。

3. 征求意见

4. 送审稿审查

5. 报批、发布

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）标准编制原则

本规程的编制遵循“通用性、规范性、科学性、实用性、协同性”总原则，以保障高速公路冬季安全畅通为核心开展工作。

1. 通用性原则。严格贯彻国家及行业法律法规、政策方针，规程内容与现行法律、法规及政策要求保持一致。

2. 规范性原则。本规程按照《标准化工作到则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）的规定起草。

3. 科学性原则。结合试验数据与工程实践经验，基于真实场景验证技术的可行性与有效性，确保内容具有实际指导性与技术前瞻性。

4. 适用性原则。充分考量高速公路运营管理与养护作业的实际需求，以提升除雪融冰效率、保障交通安全为核心，积极推广成熟、高效的除雪设备、环保型融冰材料。同时细化操作流程、明确参数指标，增强本规程在不同地域、不同规模高速公路除雪融冰作业中的可执行性，助力一线人员精准应用，提升冬季高速公路养护标准化水平。

5. 协同性原则。充分做好资料调研工作，做好与相关标准、规范的协调、衔接，保证本规程与《公路养护技术标准》等现有相关标准协同衔接，避免内容冲突，构建完整、互补的技术标准体系。

（二）主要内容

本规程确立了高速公路除雪融冰作业的程序，规定了作业准备、作业过程、作业安全检查与作业验收等阶段的技术要求及作业方法，适用于高速公路的机械和人工除雪融冰作业。其主要内容包括 7 章，具体如下：

1. 范围

本章明确了本规程的主要内容与适用范围。

2. 规范性引用文件

主要引用融雪剂、公路养护等方面的标准，通过规范性引用构成本规程不可或缺的条款。

3. 术语和定义

本章结合高速公路除雪融冰作业的特点，对除雪融冰作业、综合除雪车、装载机式铲雪车、抛雪机、破冰机等术语进行了定义，确保规程用语的统一和准确。

4. 基本规定

本章明确了高速公路除雪融冰作业的基本要求，包括作业单元划分、重点路段检查与维护、应急预案制定、新技术应用、设施保护、安全防护以及作业原则等。

5. 作业准备

本章分为“物资准备”和“设备准备”两部分，明确了除雪融冰作业前所需的融雪剂、防滑料等物资储备和综合除雪车、融雪剂撒布车等设备配置的具体要求，包括储备量、设备类型、数量及功能要求。

6. 作业过程

本章分为“一般规定”和“作业方法”两部分，详细规定了除雪融冰作业的单元划分、作业顺序、作业模式、融雪剂撒布方式与用量、机械作业参数以及人工作业的适用场景和安全要求。

7. 作业安全检查与作业验收

本章分为“作业安全检查”、“作业验收”和“验收评估”三部分，明确了作业过程中的安全保障措施检查要求、作业完成后的路面露出率等验收指标、环境保护措施验收以及技术与成本方面的系统性评估内容。

（三）确定依据

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5768.4 道路交通标志和标线 第4部分：作业区

GB/T 21984 短期天气预报

GB/T 23851-2017 融雪剂

JT/T 973 路用非氯有机融雪剂

JTG H30 公路养护安全作业规程

JTG 5110 公路养护技术标准

三、主要技术内容

（一）关键技术条文说明

1. 第5.1.2条条文说明：本条文提出的融雪剂储备量，参照了《山东省交通运输厅关于印发山东省公路除雪防滑技术指南的通知》（鲁交公路函〔2023〕47号）的相关条款，并结合了四车道、六车道、八车道等不同车道规定在每50 km主线养护里程内的实际作业情况，以及往年降雪规模与频次等实践数据进行统计测算后综合确定。

2. 第5.1.4条条文说明：为减少对中央分隔带活动护栏、桥梁、收费站广场等混凝土构造物及绿化隔离带植物的侵蚀与损害，本规程推荐选用非氯环保型融雪剂。与传统含氯融雪剂相比，该类融雪剂主要成分为有机盐和多元醇，其氯元素或氯化物含量不超过1%，不仅能显著降低对钢材、混凝土等结

构材料的腐蚀性，还具有环境友好的特性。

3. 第 5.1.5 条条文说明：本条文推荐选用粒径不大于 10 mm 的石屑作为防滑料，旨在确保其既能有效嵌入冰雪层提供足够摩擦力，又能最大限度减少因轮胎卷起而对车辆底盘、车身漆面及照明系统造成的冲击损伤，防止车辆行驶过程中出现颠簸等现象，提升行车安全性和作业效果；关于防滑料存放量每 100 延米不低于 0.5 m³ 的要求，综合考虑了重要路段防滑的持续性需求、单次撒布的有效覆盖厚度以及应对突发雪情的应急储备等因素，经工程实践验证确定的最低储备量，以保障在机械除雪作业前关键路段的基本行车安全。

4. 第 5.2.2 条条文说明：本条文提出的主线除雪融冰作业机械设备配备类型及数量，参照《山东省交通运输厅关于印发山东省公路除雪防滑技术指南的通知》（鲁交公路函〔2023〕47 号）的相关条款，并结合作业实际应用确定。

5. 第 6.1.1 条条文说明：本条文提出了作业单元长度按 10 km~50 km 划分的要求，主要依据了现有高速公路管理单位的常规设置实践，并结合互通立交的分布密度等因素，避免因单元过短影响调度效率，同时，单元长度不宜过大，以免增加作业车辆在降雪期间的往返时间，影响作业效率与响应及时性。

6. 第 6.1.3 条条文说明：本条文提出的“降雪等级达到中雪及以上时，宜进行梯队作业除雪”的要求，其依据《山东省交通运输厅关于印发山东省公路除雪防滑技术指南的通知》（鲁交公路函〔2023〕47 号）的相关规定。

7. 第 6.1.6 条条文说明：本条文提出的对固体融雪剂撒布方式、用量及液体融雪剂配制浓度的要求，主要依据《山东省交通运输厅关于印发山东省公路除雪防滑技术指南的通知》（鲁交公路函〔2023〕47 号）的相关要求，同时参照了 DB14/T 1740—2018《公路除雪融雪作业技术规程》、DB11/T 2082—2023《公路除雪融雪作业技术规程》的相关条款，并结合历年除雪作业实践数据综合确定。

8. 第 6.1.10 条条文说明：本条文提出的“黑冰”是冬季气温低于 0℃时在沥青路面形成的透明薄冰层，因冰层厚度薄且透出路面颜色，肉眼难以辨识。其形成与低温环境下道路融雪再结冰、车辆废水凝结等因素相关，常出现于桥梁、隧道口、背阴路段等区域，导致车辆摩擦力骤降，易引发打滑、转向失控等交通事故，路面仍存留压实雪或“黑冰”时，应补撒液体融雪剂。

9. 第 6.2.1.4 条条文说明：本条文提出的综合除雪车梯队作业时，相邻车辆的间距、铲刀铲迹搭接、作业时速等关键参数要求，依据《山东省交通运输厅关于印发山东省公路除雪防滑技术指南的通知》（鲁交公路函〔2023〕47 号）的相关条款确定。

10. 第 7.1.2 条条文说明：本条文提出的安全保障措施检查要求，依据《山东省交通运输厅关于印发山东省公路除雪防滑技术指南的通知》（鲁交公路函〔2023〕47 号）的相关条款，并结合除雪融冰

作业实践综合确定。

（二）综述报告

1. 作业组织与流程设计

为提升除雪融冰作业的系统性与协同性，本规程明确了“作业准备—作业实施—作业安全检查与验收”的全流程管理架构。在作业准备阶段，明确应根据路线长度、互通立交间距、交通量及局地气候特征，合理划分作业单元，单元长度宜为 10 km~50 km。在作业实施中，确立了“机械为主、人工为辅”的基本原则，并根据降雪等级和交通量动态调整作业模式，如小雪条件下可采用单车道作业，中雪及以上应采用梯队协同作业模式，确保“先通后畅”。

2. 设备配置与作业方法

针对不同降雪规模及道路条件，本规程提出了机械设备配置的量化建议。综合除雪车、装载机式铲雪车、抛雪机、破冰机等设备应根据车道数量、交通量及作业强度合理选型与配备。在梯队作业中，明确了车辆间距、铲刀角度、作业速度等关键参数，如相邻车辆间距宜控制在 100 m~150 m，该距离基于安全制动与作业协同要求设定；铲刀角度设定为 25° ~ 35° ，作业速度宜为 40 km/h~80 km/h，以提升作业效率并保障作业安全。此外，针对不同积雪厚度提出了分级处置措施，如积雪厚度 2 cm~10 cm 时优先采用综合除雪车或装载机式铲雪车作业，积雪厚度 ≥ 10 cm 时采用多机联合作业，确保处置措施与雪情匹配。

3. 融雪剂使用与管理

为兼顾融冰效果与环境保护，本规程对融雪剂的选用、储备、撒布时机及用量控制作出详细规定，融雪剂质量应符合 GB/T 23851《融雪剂》和 JT/T 973《路用非氯有机融雪剂》的有关规定。强调在桥梁、收费站广场、绿化隔离带等敏感区域优先选用非氯环保型融雪剂，以降低对混凝土结构与生态环境的腐蚀影响。融雪剂储备量根据车道数量与养护里程，并结合历史降雪数据与单位面积撒布标准综合确定，双向四车道每 50 km 不宜少于 120 t，每增加两车道增加 30 t，应满足连续两天持续暴雪条件下的用量。在撒布控制方面，根据降雪等级与环境温度分级设定固体融雪剂总用量与液体融雪剂配制浓度，如固体融雪剂单次撒布量控制在 5 g/m^2 ~ 15 g/m^2 ，总用量按小雪 $\leq 30\text{ g/m}^2$ 、中雪 $\leq 50\text{ g/m}^2$ 、大雪 $\leq 70\text{ g/m}^2$ 、暴雪 $\leq 100\text{ g/m}^2$ 分级控制，液体融雪剂配制浓度依据温度区间与雪情分级推荐，以实现精准、环保作业。

4. 作业验收指标体系

为客观评估除雪融冰作业成效，本规程引入“路面露出率”作为核心验收指标，并针对不同降雪等

级设定相应的露出率要求。具体而言，小雪及以下时路面露出率应 $\geq 98\%$ ，中雪时应 $\geq 95\%$ ，大雪与暴雪时应 $\geq 90\%$ 。该指标通过公式定量计算，确保验收过程具有可操作性与可比性。

5. 安全保障与环境保护措施

本规程高度重视作业过程中的安全防护与生态保护，高速公路除雪融冰作业人员安全防护、机械安全标志应符合 JTG 5110《公路养护技术标准》和 JTG H30《公路养护安全作业规程》的规定。同时，对敏感区域土壤与水体的保护提出明确要求，如设立临时导流沟、沉淀池等设施，防止次生污染，实现安全、绿色除雪。

（三）技术经济论证

高速公路的畅通对于区域经济发展和公众出行具有重要影响。在冬季冰雪天气下，高速公路通行安全和效率面临严峻挑战，科学、规范的除雪融冰作业是保障道路安全畅通的关键。《高速公路除雪融冰作业技术规程》系统规定了除雪融冰作业的程序、方法及验收标准，从技术、经济等方面均具有显著效益。

降低运营成本。在技术上，本规程明确了除雪融冰的作业流程、作业设备选型和操作规范等技术要求，提出“机械除雪为主、人工除雪为辅”的原则，并控制融雪剂使用量。从经济角度看，融雪剂的使用成本较高，且过量使用会对道路基础设施和环境造成损害，后续修复和治理费用昂贵。通过精准控制融雪剂的撒布时机和用量，如在降雪到来前进行小剂量预撒布，以及根据降雪等级合理确定融雪剂用量，如小雪及以下总用量不超过 30 g/m^2 ，中雪不超过 50 g/m^2 ，大雪不超过 70 g/m^2 ，暴雪不超过 100 g/m^2 ，并在预测路面结冰前进行预防性撒布，实现精准施撒，避免资源浪费，减少不必要的支出。同时，采用梯队作业模式，合理配置综合除雪车、装载机等设备数量，优化作业路线，提高机械作业效率，减少设备运行时间与维护成本。

提高道路使用寿命。本规程要求除雪作业中应避免损坏路面及桥梁伸缩缝等设施，如除雪铲应具备避障及高度调节功能，作业时铲刀与护栏间距应大于 50 cm ，并提离地面约 1 cm ，以减少对路面的刮蹭等，可有效保护高速公路的路面、桥梁等结构，延长其使用寿命。此外，鼓励选用非氯环保型融雪剂，特别是在桥梁、收费站广场等区域，以降低对路面及结构物的腐蚀。通过规范作业与材料选用，有效减少冰雪及融雪剂对道路的侵蚀，延长道路使用寿命，降低因频繁维修所产生的经济投入。

提升出行安全与效率。本规程明确了除雪融冰作业的重点路段，包括桥梁、隧道口、长大纵坡、匝道等易结冰区域，并提出应优先处理交通量大或路网关键路段。作业过程中，根据积雪厚度和类型采取相应措施，如采用梯队作业、配置警示车辆，确保“先通后畅”。通过这些技术措施，能够及时清除路面积

雪和结冰，降低交通事故发生率，保障人民群众的出行安全。在社会效益方面，减少交通事故的发生不仅保护了人们的生命财产安全，还减少了因交通事故导致的交通拥堵、延误等社会成本，提高了整个社会的出行效率。

促进环境保护。本规程提出了宜选用非氯环保型融雪剂的明确要求，这有助于减少融雪剂对土壤、水体等环境的污染，保护生态环境。作业完成后，需对桥梁、绿化带等环境敏感区域进行环保验收，查验含融雪剂径流的氯离子浓度、pH 值等指标，确保符合 GB 3838《地表水环境质量标准》等相关标准。通过规范材料使用与验收评估，减轻对生态环境的不利影响，提升公众生活质量，推动高速公路绿色、可持续发展。

四、与国家标准、行业标准、地方标准同类标准技术内容的对比情况

（一）与国家标准

本规程在编制中，与相关国家标准在技术内容上既存在协同呼应，也有基于高速公路场景的细化、补充。

在融雪材料应用方面，国家标准 GB/T 23851—2017《融雪剂》规定融雪剂基础质量、性能指标。本规程在此基础上，围绕高速公路路面材料保护、生态环保要求，紧密结合高速公路除雪融冰作业实际，重点对融雪剂的选用、储备、撒布及环保管理进行了全面细化。明确了桥梁、收费站广场、绿化隔离带等区域宜选用非氯环保型融雪剂，并依据降雪等级和温度科学规定撒布量，强化了储备规划、预防性撒布、结块处理等过程管理要求，确保了国家标准在高速公路领域的有效落地和实操性。

通过与国家标准在技术内容上的对比、延伸，本规程构建起更聚焦高速公路除雪融冰场景，兼具通用性与专业性的技术体系，既遵循国家标准基础框架，又精准回应高速公路冬季养护的特殊需求。

（二）与行业标准

本规程与行业标准在技术内容上既有协同适配，也存在细化、补充差异。

在安全基础规范层面，行业标准 JTG H30《公路养护安全作业规程》规范了公路养护作业的通用安全要求与控制区布置原则。本规程针对除雪融冰这一特定场景，细化了冰雪天气下的作业流程与安全措施，包括除雪机械的梯队作业方式、融雪剂撒布量与时机、桥梁、陡坡、隧道口等重点路段的处置要求；补充了综合除雪车、破冰机等除雪机械设备的配置标准、非氯环保型融雪剂的选用原则、作业验收指标，进一步提升了除雪融冰作业的专业性、安全性与环保性。

与行业标准 JTG 5110《公路养护技术标准》相比，JTG 5110《公路养护技术标准》确立了公路养护工

程质量控制、验收评定及作业安全的通用框架与技术逻辑。本规程聚焦高速公路除雪融冰场景，细化了作业组织、设备配置、材料选用、作业流程及作业验收，明确了路面露出率计算公式、融雪剂撒布量分级控制、梯队作业协同要求等操作性细则，以及作业安全检查与作业验收要求，实现了对行业标准在除雪融冰专项作业中的技术延伸与场景化落地。

（三）与地方标准

本规程在编制中，与山西地方标准 DB14/T 1740—2018《公路除雪融雪作业技术规程》、北京地方标准 DB11/T 2082—2023《公路除雪融雪作业技术规程》相比，在技术内容上，因道路类型、功能定位差异，呈现针对性适配与细化。地方标准规范了地方各等级公路除雪融雪作业的基本术语、设备要求、作业方法及质量验收标准，其内容侧重于通用性的机械与融雪剂操作流程。本规程针对高速公路这一特定场景，规范了全链条、系统化的除雪融冰作业技术要求。具体而言，本规程强化了作业前的物资定量储备、设备配置标准表示范；细化了作业中的梯队协同、不同雪情下的分类处置策略以及“路面露出率”验收指标；特别重点规范了环保性要求，推荐使用非氯环保型融雪剂；此外，还创新性地加入了安全检查与环境保护以及验收评估，从而构建了一个从准备、执行、检查与验收的闭环技术规程，提升了标准的可操作性。

五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

与本规程密切相关的法律及政策文件有《中华人民共和国公路法》《公路安全保护条例》《“十四五”公路养护管理发展纲要》（交公路发〔2022〕46号）《山东省公路路政条例》《山东省人民政府关于印发山东省综合立体交通网规划纲要（2023-2035年）的通知》（鲁政发〔2023〕204号）等。本规程严格遵循上述法律及政策文件的导向与要求，在高速公路除雪融冰作业的安全保障、环保要求、养护效率提升等方面，与法律规定的公路运营安全维护责任、行政法规对交通基础设施养护的规范，以及政策文件推动的绿色、高效养护发展方向相契合，确保本规程在合法合规框架内，助力高速公路冬季养护工作科学开展。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

本规程未采用国际标准和国外先进标准。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本规程在编制过程中无重大分歧。

八、涉及专利情况说明

本规程不涉及专利。

九、其他应当说明的事项

无