

A Preliminary Analysis of Snow Removal and Ice Melting Methods for Operating Highways

Guangming Shang

China Power Construction Hebei Jiao Expressway Investment and Development Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

With the development of expressway construction, the total mileage of expressways has increased year by year. China has formed a highway network with expressways as the backbone, local roads as supplements, and village-to-village rural roads as the foundation. To ensure safe travel, it is imperative to adopt scientific and efficient snow and ice removal methods for expressways. Based on the experience of snow and ice removal on an operational expressway in Hebei Province and combined with practical snow and ice removal work, this paper summarizes and analyzes snow and ice removal methods for expressways in high-latitude regions affected by ice and snow weather. Through analysis from multiple aspects such as weather, environment, and maintenance, it explores effective methods for rapid snow and ice removal at present. This provides a reference for expressway management and maintenance units in northern regions affected by ice and snow.

Keywords

expressway; snow and ice removal; echelon operation; snow melting agent

运营高速公路除雪融冰方法浅析

商广明

中电建冀交高速公路投资发展有限公司, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

随着高速公路建设事业的发展, 高速总里程逐年增加, 中国已形成了以高速公路为骨架、地方公路为补充加之村村通农村公路为基础的公路网。为安全出行保驾护航, 高速公路科学高效的除雪融冰方法势在必行。本文以河北省某条运营高速公路的除雪融冰经验为依托, 结合实际除雪融冰工作, 对受冰雪天气影响的高纬度地区高速公路除雪融冰方法进行总结分析。通过从天气、环境、养护等多方面分析, 探讨现阶段快速除雪融冰行之有效的方法。为北方受冰雪影响的高速公路管养单位提供参考。

关键词

高速公路; 除雪融冰; 梯队作业; 融雪剂

1 研究的背景与意义

截至 2023 年, 中国高速公路的通车里程已超过 17.7 万公里, 稳居世界第一, 河北省高速公路通车总里程已突破 8400 公里, 位居全国前列。预计到 2025 年, 河北省高速公路总里程将达到 9000 公里。随着高速公路建设事业的发展, 高速总里程逐年增加, 中国已形成了以高速公路为骨架、地方公路为补充加之村村通农村公路为基础的公路网。人们开车出行对高速公路的使用与依赖越来越高, 所以司乘人员对高速公路的出行环境要求越来越高。对于高纬度地区的高速公路在进入冬季之后, 冰雪天气对高速公路的通行影响较大, 所以在日常养护中对于高速公路快速除雪融冰工作必不

可少。如何快速除雪融冰, 在雪后最短的时间开放交通, 且保证司乘人员安全通行, 科学高效的除雪融冰方法的研究势在必行。

2 高速公路除雪融冰影响因素

2.1 我国冰雪影响的地理范围

从我国的地理位置分析, 一般将南岭南侧的地方定为雨雪的分界线, 因为 1 月份 10℃等温线通过南岭南侧, 此线以南全年以降雨为主, 此线以北会出现降雪现象, 所以在地理位置上我们一般研究我国南岭以北的高速公路冬季除雪保畅问题。

2.2 雪量大小对除雪融冰工作影响

根据能见度及降雪量可以将雪情定为小雪、中雪和大雪, 根据不同情况的雪情高速养护管理单位要采取不同的除雪融冰方法, 及时除雪融冰, 防止路面积雪结冰影响高速安

【作者简介】商广明 (1983-), 男, 中国山东德州人, 硕士, 工程师, 从事桥梁与隧道工程研究。

全通行。

2.2.1 小雪情况

小雪一般为12小时内降雪量在0.1至0.9毫米之间,或者24小时内降雪量在0.1至2.4毫米之间,下雪时水平能见距离 ≥ 1000 米且地面积雪深度在3厘米以下的降雪情况。这样的小雪一般需要提前撒布融雪剂防止路面结冰打滑即可,通常情况不封闭交通,通过过往车辆的碾压及车轮的滚带将会慢慢融化蒸发。

2.2.2 中雪情况

中雪一般为12小时内降雪量在1.0至2.9毫米之间,或者24小时内降雪量在2.5至4.9毫米之间,水平能见距离在500~1000米之间且地面积雪深度达到3~5厘米的降雪情况。这种情况,首先根据天气预报撒布一遍底盐,防止积雪与路面结冰。同时配合除雪铲边铲边撒布。这种情况可以发布路段限速要求,降低过往车辆的车速,以保证行车安全。

2.2.3 大雪情况

大雪一般为12小时内降雪量在3.0至5.9毫米之间或者24小时内降雪量在5.0至9.9毫米之间,下雪时水平能见距离 < 500 米且地面积雪深度等于或大于5厘米的降雪情况。这种情况,除了根据天气预报提前撒布底盐,还要采取一定的封控措施,减少或者限制社会车辆在一定时段的通行。养护管理单位根据地面积雪厚度及时梯队铲雪,如果降雪持续进行且温度较低的情况,要边铲边撒布融雪剂防止后期降雪与路面结冰。

2.3 干雪、湿雪对高速除雪融冰工作的影响

2.3.1 干雪

干雪主要发生在降雪过程中空气温度始终在 0°C 以下。雪花从空中降落,空气中的温度始终在 0°C 以下,使得降落的水分始终以雪花的姿态降落到地面,且地面温度也始终保持 0°C 以下的状态,此时降落至高速公路地面的雪可以成为干雪。干雪多分布在北方寒冷地区如东北、新疆等地。下干雪时的高速公路雪花落地后不会融化后结冰形成冻冰滑层。所以一般可以根据雪的厚度采用吹雪、扫雪(小雪情况)或者梯队铲雪(中到大雪情况)来清理积雪。

2.3.2 湿雪

湿雪是在降雪过程中,高空的温度在 0°C 以下,但接近地面时遇到稍高于 0°C 的气层,雪花落入后还没来得及全部融化便落到地面,于是成为半融状态的湿雪。我国的华北地区、西北地区大部分省份都会有湿雪现象出现。湿雪在降落地面后与二次降温或者地面温度低于 0 度的情况,就会出现冻冰滑层。要及时撒布融雪剂,中雪大雪情况要边铲边撒,降低雪水融点防止路面结冰。对于高速公路上快速行驶的车辆冰的危害要大于雪,所以湿雪的对行车安全的影响更大。

2.4 高速公路自身对除雪融冰工作的影响

2.4.1 根据高速公路走向

一般南北走向的高速上下行结冰状况没有太大区别,东西走向的高速北侧高速的内侧车道护栏底部更容易积雪结冰,除雪撒融雪剂时要重点关注。

2.4.2 根据路基高度

一般高路基段更宜结冰,因为相同条件下低路基段传递接受的地温要比高路基段多,所以同样光照及空气温度的情况下高路基路面要比低路基路面更易结冰。

2.4.3 根据高速路结构不同

一般桥面比纯路基路面更容易结冰,而且钢梁桥比混凝土桥梁更宜结冰,因为桥面基本接收不到地温,根据桥梁材质钢结构比混凝土结构导热性强,受低温空气的影响更明显。桥面(尤其钢结构桥面)依据实时天气预报温度判断桥面温度较为合理,高速公路除雪融冰中桥面要多加关注。

2.4.4 根据温度变化

当地温较高,下雪后突然降温且持续低温时,路面更容易结冰。如果下雪时段比较集中,且下雪前后光照较好,地温一般较高,这种情况路面不易结冰。当高速公路所在地区昼夜温差较大,白天雪融化成水不能及时蒸发时,要在天黑降温至 0 度前及时撒盐,或者将融化的积水清扫干净,不然结冰打滑对车辆通行安全影响很大。总之颗粒融盐剂的撒布要在路面湿雪(或融雪水)结冰前进行撒布效果最佳。

2.4.5 根据车流量大小及车道类型

下雪后车流量较大时路面不易结冰,因为通过车辆碾压与摩擦可以增加接触面温度而且可以带走部分水汽;车流量较小时,残存的雪水在低气温影响下会慢慢结冰。大货车道比小客车道不易结冰。大货车一般重量大,在路面上行驶时摩擦力、碾压力都会大,通过行驶碾压可以增加冰雪的融化速度。一般在路面局部薄冰处撒融盐剂要结合压车带道等方式,增加车辆的慢速碾压以加快融雪剂与冰层的结合从而加速冰雪的融化速度。

2.4.6 根据遮挡情况

一般山区高速的背阴路面,东西走向的高速中央分隔带根部,桥梁外侧混凝土护栏根部,立交桥下穿段落等平时阳光照射不到或者照射时间较短的位置宜积雪结冰。这些段落要提前撒布底盐,雪中或雪停后及时铲扫干净。

3 北方高速公路除雪融冰应用

东北及新疆北部等多干雪地区,一般在雪中或雪停后使用多功能除雪车及时清除积雪即可,小雪时可以在多功能除雪车上安装前置式除雪滚刷清理薄层积雪。中雪到大雪时可以更换除雪铲,对于护栏较高的桥梁段落可以结合平地机、抛雪机等机械混合梯队开展除雪融冰作业,对于不控制通行的除雪段落,为了防止除雪过程中路面打滑,可以在长大陡坡及弯道路段及时撒布防滑料。

对于华北、华中及西北大部分省份高速公路容易出现湿雪的地方,宜结合融盐剂的撒布来融冰除雪。

3.1 常用融盐剂的种类及使用

化学融雪剂是目前我国较普遍采用的除雪融冰方法。根据化学组成融雪剂可分为氯盐和有机盐两类。氯盐除冰效果好,性价比高,但其对环境的影响大^[2],对路基、桥梁结构有腐蚀作用,一般用于对环境要求不高的普通路段路面融冰

除雪。有机类融雪剂主要为醋酸盐类，目前较成熟的融雪剂产品 CMA^[3]（醋酸钙镁盐），但该产品成本较高，未大面积推广使用。还有一部分是低氯有机融雪剂，主要用于桥面的融冰除雪。

一般普通高速公路路基段融冰除雪撒布的多是普通环保型颗粒融盐剂，对于桥面部分尤其钢梁桥桥面部分多使用低氯有机融雪剂，以减少对桥梁混凝土结构的腐蚀。总之对于桥面、高填方路基段路面、阳光照射不到的背阴路面在湿雪地区要提前撒布、重点撒布融雪剂以防止结冰，对于已结冰路段，可以撒布适量浓度的融冰盐水，或者防滑料结合压车带到措施加快冰层融化。

3.2 除雪融冰要点

3.2.1 撒布底盐

当温度较低地温较高，或者下雪时温度较高容易形成湿雪，雪后降温或者昼夜温差较大夜间容易结冰的高速路段，宜及时关注天气预报在降雪前或者降雪之初撒布一遍底盐，降低路面处雪水的融点温度。

3.2.2 路警联动

当地温较高雪量较少时，可以通过限速，或者联合交警协调社会车辆降速通行，通过碾压、摩擦加快雪水蒸发而避免路面结冰。

当地温较高路面积雪较厚时，可以限时封闭交通，养护管理部门通过除雪设备除去路面积雪后，交警与工区联合压车带道缓慢通行，通过社会车辆低速碾压增加路面剩余冰雪的融化蒸发。

3.2.3 融冰铲雪梯队作业

一般多功能除雪车除雪铲宽度为 3.66m，一个车道宽度为 3.75m，对于不封闭交通积雪较厚的路面铲雪时一般采取梯队铲雪作业^[4]，因为一辆车多次铲雪的效果不好，铲过去社会车辆一过又将雪压回到铲过的路面上，单车铲雪效率低。以双向六车道高速公路除雪作业为例。单向三个行车道（3.75m）加一个应急车道（3m）宽度一般为 14.75m，除雪车梯队作业时一般要重叠 50cm 左右，而且除雪铲要有偏向外侧 10 至 15 度的倾斜角。所以一辆除雪车的有效除雪宽度约为 3.1m，条件允许时 4 辆除雪车梯队除雪作业效果最佳（如图 1），除雪有效宽度约为 12.4m 左右，三个行车道可以同时清除积雪，方便社会车辆通行。最低也要三辆除雪车梯队作业，一次可以清出两个半车道。当瑞安有少量残冰积雪时可以采取压车带道方式碾压融冰，当路面无打滑现象后解除压车带道或限速。未封闭交通梯队铲雪作业时，考虑社会车辆通过时的安全相邻车辆前后距离应控制在 150m 至 200m 等速前行作业。当路面无结冰时清出的车道可以正常通行，如果剩余残冰积雪较多可以边铲边撒布配合压车带道，借助社会车辆碾压加快融冰蒸发。

3.2.4 融冰盐水

融冰盐水的最佳浓度范围通常在 10% 至 30% 之间，其中 20% 的浓度最为常用。这一浓度范围的盐水能够有效降低冰雪的熔点，使其更容易融化，同时相对环保。

制作融冰盐水时，可以根据需要融冰的温度和环境要求，调整盐和水的比例。一般在零下 10 度的环境下时可以使用 20% 浓度的盐水，即 100g 的水中加入 20g 的盐。研究表明含有 10% 盐分的溶液会使冰点降至零下 6℃，而 20% 盐分的溶液则能使冰点降至零下 16℃。^[1]

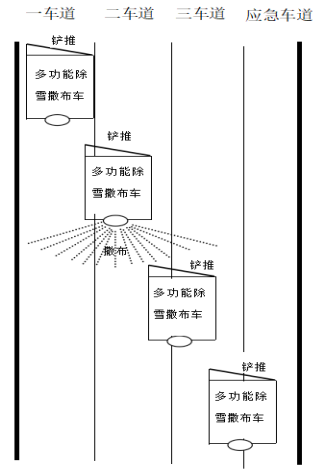


图 1 多功能除雪车三车道高速梯队除雪融冰作业示意图

3.3 高速融冰除雪注意事项

一般高速主线路面除雪融冰作业以机械为主，采用专业多功能除雪撒布车多辆梯队除雪融冰，匝道部分一般采用半自动小型撒布机配合人工撒布及时融冰除雪，为保证除雪融冰作业安全一般作业车后面要跟防撞车或预警车。

对于路面温度较低的桥梁及背阴地段要提前、加强撒布防止结冰打滑，对于已结冰路段可以撒布防滑料或者撒布合适浓度的融冰盐水配合压车带到加速融冰。

对于白天温度较高路面残存积雪融化后要在天黑降温之前及时清理路面水分或者补撒融雪剂防止路面结冰打滑。

4 结语

随着高速公路里程的增加，人们出行对高速公路的依赖越来越大，对高速的要求也越来越高。对于北方高速公路的冬天来说，环保高效的除雪融冰保通保畅要求也越来越高，所以系统完整的除雪融冰方法研究势在必行。但同时绿色环保除雪的研究也必不可少，在现阶段的技术水平下，本文除雪方法的总结是为了用最少的融雪剂达到最佳的除雪效果，希望对有除雪融冰任务的高速公路管养单位有所帮着。

参考文献

[1] 姚诗卓.公路用融雪剂理论用量研究.[J].北方交通.2024（8）：47-49.
 [2] 王亚晨，张诗颖.对“路面除雪融冰”问题的探讨.[J].道路与桥梁.2020，17(3): 161-163.
 [3] 岳福青.公路除雪融冰技术研究现状与发展.[J].北方交通.2014（5）：62-65.
 [4] 王谟.基于除雪融冰场景的多装备协同安全作业技术研究.[J].交通节能与环保.2024，20（104）：96-98.