

寒冷地区高速公路融雪剂的环境危害及对策研究

蒲济生¹, 魏 瑾²

(1. 长安大学 发展研究中心, 陕西 西安 710064; 2. 中国水利水电第三工程局有限公司, 陕西 西安 710016)

摘要:随着高速公路快速发展, 寒冷季节大量使用融雪剂已对路域环境安全构成严重威胁。规范融雪剂的安全使用、研究开发环保型融雪剂、采取局部防护措施是当前减缓融雪剂危害的主要途径。要切实消除融雪剂造成的环境危害, 应积极研究能够替代融雪剂的自应力弹性路面、导电路面、发热电缆铺装技术, 以及太阳能—土壤蓄热融雪化冰技术等先进的环保技术。

关键词:环境工程; 对策; 高速公路; 融雪剂; 环境危害

中图分类号: X132

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2010)03-0046-03

高速公路是我国公路运输的主要干道, 通车里程达 5.39 万 km, 位居世界第二^[1]。由于高速公路行车速度快, 且在冬季恶劣气候下积雪易冻冰, 使路面坚硬湿滑, 增加了交通事故的发生概率。国内外已探索出多种抑制积雪结冰的方法, 大体可分为被动式和主动式两大类。对降雪量较大的寒冷地区高速公路, 主要采用除雪机、推土机、平地机、装载机等进行机械清除, 但机械清除并不能从根本上解决路面的抗滑能力。因此, 融雪剂在高速公路上得到广泛使用, 由融雪剂引发的环境安全问题也日益凸显。当前, 研究探讨更为先进、环保的融雪化冰技术, 对保障我国的交通安全性能和运输效率具有重要现实意义。

1 融雪剂清除冰雪的原理

1.1 融雪剂的分类及组成

在被动式除雪方法中, 最为常用且简便易行的是融雪剂。融雪剂按化学组分可分为无机、有机和混合型三大类。常用的融雪剂一类是以醋酸钾为主要成分的有机融雪剂, 融雪效果好, 腐蚀损害小, 但价格昂贵, 一般用于机场和城市干道等重要场所; 另一类是以氯盐为主要成分的无机融雪剂, 如氯化钠、氯化镁、氯化钾、氯化钙等, 价格低廉, 约为有机类融雪剂的 1/10, 最为常用的是氯化钠, 即食盐。

1.2 融雪剂融雪化冰机理

融雪剂除雪机理是降低冰点, 加速积雪融化。

氯盐类融雪剂溶于雪水后, 其冰点在零度以下, 如氯化钠溶于水后冰点在 -10°C , 氯化钙在 -20°C 左右, 醋酸类可达 -30°C 左右。融雪剂溶于雪水后, 水中离子浓度上升, 使水的液相蒸气压下降, 但冰的固态蒸气压不变, 达到冰水混和物固液蒸气压等状态, 冰随即溶化^[2]。

2 融雪剂的环境危害

2.1 缩短高速公路的使用寿命

融雪剂对水泥、沥青混凝土路面侵蚀严重。由于水泥混凝土中有活性骨料, 氯盐中的钠离子将促进混凝土中的碱骨料反应, 使混凝土膨胀开裂, 导致表面混凝土保护层脱落、钢筋外露锈蚀; 融雪剂与沥青产生化学反应, 会大幅折减沥青材料和砂石料的握裹能力, 造成沥青表面脱落, 在车辆荷载作用下, 形成大面积的路面破损; 融雪剂中的盐类遇水后发生的盐涨现象, 则会造成路基破坏。有报道称, 应用 NaCl 融雪的普通公路, 寿命会缩短 1/2 以上^[2-3]。

2.2 腐蚀桥梁等路政设施及车辆

氯离子是一种高效活化剂, 不仅对桥梁金属构件和车辆底盘及车身腐蚀严重, 而且能够在极低浓度下破坏钢筋表面的钝化膜, 通过一定的环境条件共同作用, 进而引起混凝土内钢筋锈蚀。由于氯离子利于混凝土内部保持湿润, 从而减小混凝土的电阻率, 导致混凝土内部的钢筋加速锈蚀, 严重时体积膨胀, 使混凝土中钢筋处出现纵向裂缝, 最终使混凝土保护层剥落, 截面承载力失效^[4]。

2.3 严重威胁绿化植物生长

融雪剂对植物生长影响十分显著。当浓度大于 2‰~3‰的盐水浸入绿地, 植物即会因生理性

收稿日期: 2010-01-07

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAK35B01)

第一作者简介: 蒲济生(1972-), 男, 甘肃省礼县人, 博士, 工程师, 从事交通运输规划、交通环境与安全技术研究。E-mail: pujs@chd.edu.cn; pujisheng@126.com。

缺水导致生物量减少、叶黄、枯枝甚至整株死亡。据报道,融雪剂对公路绿化带树木及其它植物的损害高达 5%~10%^[5]。北京市在 2002 年冬季喷洒融雪剂 7 000 t,2004 年冬季喷洒融雪剂 8 000 t。至 2003 年春季,城区有近 3 000 株行道树、5 万多 m² 草坪和 40 余万株绿篱枯死,直接经济损失近 1 500 万元;至 2005 年春天,约 1.1 万株行道树、20 万 m² 草坪和 149 万余株绿篱等灌木遭重度盐害或死亡,直接经济损失超过 3 000 万元^[6]。

2.4 污染土壤和水资源

含大量融雪剂的雪水最终会通过各种途径进入土壤和水体,其污染持续时间长、影响范围广、控制难度大。不仅会造成公路两侧土壤盐渍化、硬化、板结、贫瘠,而且会导致地表及地下水污染。长期饮用被融雪剂污染的水源,容易导致高血压等多种疾患,危害人体健康。

3 减缓融雪剂环境危害的途径

3.1 制定融雪剂国家技术标准

北欧国家均制定了法规,严格控制融雪剂的成分和使用量;美国针对普通道路和机场制定了不同的融雪剂标准。目前我国尚没有全国统一的融雪剂技术标准,随着融雪剂厂家迅速增加,融雪剂产品质量参差不齐。而融雪剂成本低、效率较高、使用便捷,在短期之内仍然难以取代。因此,加强行业管理,实行融雪剂市场准入制度,针对高速公路制定完善的融雪剂技术标准和试验检测方法,是当务之急^[7]。

3.2 规范融雪剂的安全使用

融雪剂的使用量应严格控制,用量越少越好。在清除冰雪作业时,应根据降雪量、雪程及温度走势计算融雪剂用量,做到撒布均匀,防止过量撒布以致融成黑色雪泥、雪水状。要合理掌握融雪剂使用时机,当降雪路面见白时,应少量撒布,以防车辆碾压形成薄冰。当冰雪呈疏松假融状态时应及时清运至指定场地,不能随意倾卸。防止将含有融雪剂的冰雪堆放在绿地、树池或融化后可能影响植物生长的区域,避免污染土壤、植被。尽量以喷洒融雪剂溶液代替固体融雪剂撒布,并应提高融雪剂溶液的温度,增强融雪化冰效果。

3.3 研究开发环保融雪剂

醋酸钙镁在美国等发达国家已逐步代替氯盐作为融雪剂,但因价格昂贵,我国还很少使用。研究表明,醋酸钙镁代替食盐作为融雪剂可以大幅降低对钢筋的腐蚀,单独使用醋酸钙镁比食盐对

钢筋的腐蚀性小很多,而且在已被食盐腐蚀了的钢筋上使用醋酸钙镁也会减轻钢筋腐蚀^[8]。研发低成本、无氯环保融雪剂仍是各国关注的热点^[9]。

3.4 采取局部防护措施

在易发雨雪冰冻灾害的高速公路重要路段,可采用钢筋阻锈剂、防腐蚀钢筋、镀锌钢筋、环氧涂层钢筋等防锈措施。在桥梁和隧道出入口处,可安装融雪剂自动喷淋装置,以提高融雪化冰效率。在经常因积雪结冰引发事故和拥堵的已建成路段,可考虑分段采用封闭式遮挡等措施,以减缓恶劣天气影响。由于隧道在抵抗灾害气候方面具有独特优势,在山区高速危险路段,设计选线时应尽量采用隧道形式。

3.5 提高被动除雪技术水平

目前我国在被动融雪技术方面尚没有形成系统、成熟的规范性技术。反结冰技术的研究基本空白;道路防滑技术的研究刚刚起步;融雪剂撒布量为多少才不会严重损伤植被,至今尚无准确数据;不同道路类型和天气状况下融雪剂的撒布时机并不明确;机械清除成套设备自动化水平低,研发和设计生产能力比较落后。这些问题都需要继续加以解决。

4 研究开发替代融雪剂的主动融雪技术

由于氯盐融雪剂存在明显环境危害,美国等发达国家已禁止使用。新兴的主动融雪技术正在逐步走向成熟,目前主要有:开发抑制路面积雪结冰的特殊道路结构;利用能量转化技术,将电能、太阳能、地热、燃气等其它形式能源转化为热能,抑制路面积雪结冰。

4.1 自应力弹性路面铺装技术

通过在路面材料中添加一定量的弹性颗粒材料,改变路面与轮胎的接触状态和路面的变形特性,利用弹性材料局部变形能力较强的特性,通过路面在车轮负荷状态下产生的自应力,使路面冰雪破碎融化。美国、加拿大、日本、瑞典等国家已建有试验路段,经多年使用观测,除雪融冰效果良好。这一技术为废旧轮胎等弹性材料的回收和再生利用创造了新的途径,前景广阔。但其成本高、初投资大的问题,仍是需要攻克的难点。

4.2 导电路面铺装技术

通过在路面材料中掺入聚合物类、碳类或金属类导电掺合料,如石墨粉、焦碳、碳纤维、钢纤维及钢屑等,从而使高绝缘性的路面铺装材料具备对热和电的感应及转换能力,能够将电能转化为热能,使冰雪融化。导电混凝土就是在普通混凝

土中添加导电组分材料后制成的一种新型水泥基复合材料,既具有普通混凝土的承载能力,又兼具良好的导电和电热特性。研究表明,短切碳纤维是制备路面除冰用导电混凝土的一种理想导电组分。不同温度、不同结冰厚度、不同降雪条件下,融雪化冰所需的发热功率、铺装技术是这一技术的研究热点^[10]。

4.3 发热电缆融雪化冰技术

国外对发热电缆融雪化冰技术研究较早,北欧一些国家已开始使用这种技术铺装路面。2007年12月,哈尔滨市的文昌桥建成通车,成为我国第一座铺设“电加热温控融雪技术”的桥梁,标志着此项技术在我国的使用和研究已经起步。由于该技术需采用自动控制系统,电缆造价较大,且需消耗大量电能,目前主要应用于高速公路长大纵坡、桥面、隧道出入口、收费站广场等局部路段^[11]。

4.4 太阳能—土壤蓄热融雪化冰技术

国内外研究较多的是利用太阳能和地表热能的道路融雪化冰系统^[12-14]。主要原理是以水为载体,夏季借助水泵系统,通过水平埋管与太阳曝晒的高温路面循环换热,将获取的热量储存于地下土壤;冬季则通过地下垂直埋管与土壤进行换热,利用水泵系统将夏季储存的地表热能提升至水平埋管中,与路面进行换热,抑制积雪结冰。

5 结论

寒冷地区低温雨雪冰冻天气是我国高速公路交通安全长期面临的挑战。氯盐融雪剂虽经济实用、融雪效果较好,但环境危害大,大量使用会对路域环境安全形成重大威胁。我国应该认真总结国内现有道路融雪化冰方法的经验和教训,借鉴

国外已有技术,进一步规范融雪剂的生产和使用,积极研究开发适合我国国情的低成本、环保型融雪剂和先进的主动融雪技术,有效解决高速公路融雪化冰问题,最大限度地减缓环境影响,提高交通安全和运输效率保障水平。

参考文献:

- [1] 李盛霖.我国交通运输改革发展的经验与展望[N].人民日报,2008-12-16.
- [2] 刘小平,陈勇.新疆融雪措施对环境的影响及其防治对策[J].新疆环境保护科学,2005,27(2):29-32.
- [3] 洪乃丰.融雪剂及其对基础设施的腐蚀危害[J].建筑技术,2004,35(4):256-258.
- [4] 杜荣归,刘玉,林昌健.氯离子对钢筋腐蚀机理的影响及其研究进展[J].材料保护,2006(6):45-50.
- [5] 王立敏.高速公路撒盐融雪对中央隔离带松柏的影响[J].河北林业科技,2001(5):15-17.
- [6] 姚婧.融雪剂之害[J].经济,2006(2):130-132.
- [7] 任妍妍.高速公路融雪剂技术标准探讨[J].公路交通科技(应用技术版),2007(9):185-188.
- [8] 程川海,刘凯,路新瀛.醋酸钙镁代替食盐作为融雪剂对钢筋腐蚀性问题的研究[J].公路,2005(12):137-139.
- [9] 陈建滨,董红星.环保型道路融雪剂的研制[J].化学工程师,2004,109(10):65-66.
- [10] 唐祖全,李卓球,钱觉时.碳纤维导电混凝土在路面除冰雪中的应用研究[J].建筑材料学报,2004,7(2):215-220.
- [11] 李炎锋,武海琴,王贯明,等.发热电缆用于路面融雪化冰的实验研究[J].北京工业大学学报,2002,32(3):217-222.
- [12] Morita K, Tago M. Snow-Melting on Sidewalks with Ground-Coupled Heat Pumps in a Heavy Snowfall City [C]// Proceedings World Geothermal Congress, Turkey: Antalya,2005:24-29.
- [13] 王贺成,王兮,张清泽,等.土壤蓄热能源系统在公路路面融雪工程中的应用[J].建设科技,2007(17):86-87.
- [14] 朱强,赵军,刘益青.太阳能—土壤蓄热技术在公路融雪中的应用[J].建设科技,2005(14):70-71.

Research Countermeasures and Environmental Hazards of Hhighway Deicing Salt in Cold Region

PU Ji-sheng¹, WEI Jin²

(1. Development Research Center of Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710016; 2. Sino-hydro Bureau 3 Limited Company, Xi'an, Shaanxi 710016)

Abstract: With the rapid development of highways, extensive use of deicing salt in the cold season has been pose a particularly serious threat to environmental safety of the road. Regulate the safe use of deicing salt, research and development of environment-friendly deicing salt, and to take partial protective measures is currently the main way to mitigate harm deicing salt. To effectively eliminate the environmental hazards caused by deicing salt, should actively study advanced environmental technology that can replace of road deicing salt, example the self-stress elasticity, conductive surface, heating cable pavement technology, and solar energy and soil heat storage technology, and other.

Key words: environmental engineering; countermeasures; highway; deicing salt; environmental hazards