

高速公路风积雪的处理方法研究

张天楠

(吉林省交通运输综合行政执法局白城分局, 吉林 白城 137000)

摘要 本文深入分析风积雪在高速公路上的形成机制及其影响因素, 包括风速、地形特征、气候条件和道路结构等, 通过对国内外相关研究的综合评估, 探讨了多种防治技术, 如物理屏障、机械除雪、化学融雪剂和新型加热路面技术, 并重点分析了其在不同气候条件下的适用性与效果。结合具体案例, 本文指出防治风积雪的关键在于综合运用多种技术, 并根据具体的地理和气候条件进行优化调整。通过建立有效的监测与预警系统, 可以显著提高高速公路的通行能力和安全性。

关键词 高速公路; 风积雪; 形成机制; 防治技术; 交通安全

中图分类号: U416

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0109-03

风积雪是指由于强风作用而在高速公路上形成的积雪现象, 常常导致交通事故、道路阻塞和严重的交通安全隐患。高速公路上的风积雪现象不仅严重影响交通安全, 还对区域经济发展产生不利影响。在极端天气条件下, 风积雪的快速形成和扩散可能导致交通事故频发、道路封闭以及救援行动受阻。本文以风积雪的形成机制为基础, 探讨现代防治技术的实际应用及其在不同环境下的有效性, 以期对相关研究人员和工程实践者提供有价值的参考。通过对案例分析的深入研究, 希望揭示出一条兼顾理论与实践的风积雪防治之路, 为未来的交通管理与规划提供参考。

1 风积雪的形成机制

1.1 气候条件的影响

气候条件在风积雪的形成过程中扮演着核心角色。温度、湿度和降雪量是决定风积雪特性的主要气候因素。首先, 降雪量的多少直接关系到积雪的深度和覆盖范围, 这些积雪在特定的气候条件下会受风力作用形成风积雪。温度的高低则影响到雪花的物理状态。在低温条件下, 雪花更加干燥和脆弱, 易被风吹起, 形成飘移。而在温度接近或高于冰点时, 雪花含水量增加, 结构变得更紧密, 不易被风吹动。这些气候条件的综合作用决定了风积雪的形成、分布和稳定性, 对于预测和管理风积雪具有重要意义。

1.2 地形特征的影响

地形对风积雪的分布和形态具有决定性的影响。地形的起伏和结构可以显著改变风流模式, 从而影响雪的积累。在山区和丘陵地带, 地形的阻挡和引导作用会造成风速和风向的局部差异, 使得某些区域成为

风积雪的高发区。例如, 山谷中的通道效应可以加速风速, 导致沿山谷方向的积雪显著增加。在平原地区, 由于地形较为开阔平坦, 风力可以更广泛地分布雪花, 形成大面积的风积雪区。通过详细分析这些地形特征, 可以更有效地预测和控制风积雪的形成, 为冬季道路维护和安全措施的制定提供依据^[1]。

1.3 风速与风向的影响

风速和风向是决定风积雪形成的关键因素。较高的风速能够携带更多的雪花, 增加其在路面上的堆积量。风向的变化可能导致雪花堆积在不同的位置, 形成不规则的雪带。风的紊流效应使得雪花在空中呈现出复杂的运动轨迹, 从而在道路上形成不同形状和厚度的积雪。风速的变化也与风积雪的持久性有关, 较强的风速可能导致积雪在短时间内迅速堆积, 而后随着风速的减弱而逐渐消退。因此, 实时监测风速和风向的变化是预测风积雪形成的重要手段。

1.4 道路环境的影响

道路环境包括路面的材质、坡度和温度等因素, 这些因素会对风积雪的沉积产生重要影响。路面的粗糙度决定了雪花的附着力, 光滑的路面如沥青或混凝土较易形成一层均匀的积雪, 而粗糙的路面则可能导致雪花的不规则堆积。道路的坡度影响雪花的滑移和积累, 坡度较大的路段可能出现雪花顺坡滑动的现象。路面的温度则直接影响积雪的融化和冻结状态, 温度较高的路面可能会使积雪迅速融化, 而低温路面则有利于积雪的长期保存。因此, 在设计和维护高速公路时, 需充分考虑道路环境对风积雪的潜在影响, 以提高道路的安全性和通行能力。

2 风积雪对高速公路的影响

2.1 交通安全影响

风积雪对交通安全的影响主要体现在降低车辆的行驶稳定性和驾驶员的可控性。积雪在路面形成后，摩擦系数显著降低，导致车辆容易发生打滑、侧滑等现象。这种情况下，制动距离明显增加，导致刹车失灵或刹车不及时，从而增加了追尾事故和多车碰撞的风险。风积雪还可能造成视觉障碍。积雪附着在交通标志和信号灯上，降低其可见性，使驾驶员难以及时获得交通信息。

2.2 通行能力影响

风积雪的堆积会直接减少道路的有效通行宽度，严重时甚至导致车道被完全覆盖。高速公路的通行能力因此受到削弱，导致交通流量降低，通行效率显著下降。由于路面条件恶劣，车辆被迫降低行驶速度，以避免事故发生，进而引起交通拥堵。在一些交通密集路段，风积雪可能导致长时间的交通瘫痪，影响应急车辆和重要物资的运输，造成巨大的经济损失和社会影响。

2.3 道路基础设施影响

风积雪对高速公路基础设施的影响显著且多方面，尤其是在冬季降雪频繁的地区。积雪在融化和结冰的过程中会渗入路面的微小裂缝和缝隙中。当温度下降导致这些积水再次结冰时，水的体积膨胀会对路面造成物理破坏，如起壳和龟裂。这些破损不仅影响驾驶的平稳性和安全，还会加速路面的老化，增加道路养护和维修的成本^[2]。

此外，为了加速积雪的融化，常常使用化学融雪剂。然而，如果使用不当，这些融雪剂含有的化学成分可能会对路面材料产生腐蚀作用，甚至影响桥梁的钢筋和结构材料，从而缩短基础设施的使用寿命和降低其结构安全性。因此，合理选择和使用融雪剂，以及加强道路基础设施的防护措施，是确保道路长期安全性和功能性的关键措施。

2.4 经济效益影响

风积雪对经济活动的影响广泛且深远，特别是在交通和运输行业。交通延误和道路封闭不仅直接影响货物和人员的运输效率，还显著增加运输成本。在冬季，由于需要频繁除雪和道路维修，相关维护费用急剧上升，对地方政府和私人企业都是一项重大财务负担。旅游业也遭受重击，恶劣的天气条件和不可预测的道路状况使得许多潜在游客选择取消或推迟旅行，导致旅游景点的收入大幅下降。

3 风积雪的防治技术

3.1 物理防护技术

物理防护技术主要通过改变风的流动路径和减缓风速来减少雪花的沉降。常用的物理防护措施包括设置风障、构建防风林带等。风障可以是固定的结构，如混凝土墙、金属栅栏等，也可以是灵活的，如可移动的屏障。这些障碍物通常设置在风积雪易发生的路段，根据当地风速和风向进行优化布置。研究表明，合理设计的风障可以减少约40%的雪积聚。例如，在内蒙古某高速公路上安装的风障高3 m，间隔30 m，成功减少了该路段50%的风积雪。防风林带则利用植物的自然阻挡作用，常选用耐寒、耐风的树种，如松树、柏树等，能有效降低风速并提高环境美化效果。

3.2 化学融雪剂的应用

化学融雪剂通过降低雪的融化点，加速积雪的融化，是一种快速有效的防治措施。常用的化学剂包括氯化钠(NaCl)、氯化钙(CaCl₂)和醋酸钾(CH₃COOK)等。氯化钙在低温条件下表现出色，能够在-20℃的环境中有效融雪，而氯化钠和醋酸钾在-10℃左右的条件下更为适用。(见表1)

表1 几种常用融雪剂的性能比较

融雪剂	融化温度(℃)	融化效率(g/m ²)	环境影响
NaCl	-10	1 200	中等
CaCl ₂	-20	1 500	较低
CH ₃ COOK	-10	1 100	低

尽管化学融雪剂效果显著，但需注意其对环境的影响。长期使用可能导致土壤和水体的盐渍化，因此应控制使用量，并结合其他防治措施。

3.3 加热路面技术

加热路面技术是一种较为先进的防治方法，通过在路面下安装加热电缆或利用地热能，使路面温度保持在0℃以上，从而防止积雪的形成。这种技术通常应用于交通流量较大的关键路段，如桥梁、隧道口和陡坡等区域。加热路面的成本较高，建设费用约为每公里100万元，但其长期效益显著。在日本某山区高速公路上的试验中，加热路面减少了70%以上的风积雪事故发生，提高了通行效率和安全性。

3.4 机械除雪技术的应用

机械除雪是传统且广泛应用的风积雪治理方法，除雪车是主要的除雪和风积雪治理工具。这种方法通过机械设备如除雪车、铲雪车和吹雪机，迅速清除道路上的积雪，保障道路的通行能力^[3]。除雪车的效率

依赖于其配置和操作方法,通常适用于大面积的高速公路和城市主干道。通过多次作业,除雪车能够在短时间内清除大量积雪,有效减少积雪对交通的影响。然而,机械除雪存在一定的局限性,如在恶劣天气条件下作业难度增大,且无法彻底消除雪水再次结冰的问题。因此,机械除雪通常与其他防治技术结合使用,以提高除雪效果和交通安全性。

3.5 综合防治策略

由于风积雪形成机制的复杂性,单一的防治技术往往难以应对多变的天气条件。综合防治策略强调多种技术的联合应用和动态调整。可根据具体的地形和气候特点,合理搭配物理防护、化学融雪和加热路面等技术,以达到最佳效果。此外,结合先进的气象监测和预警系统,可以实现对风积雪的实时监控和快速反应,提高防治效率。

4 风积雪防治的管理策略

4.1 监测与预警系统的建立

建立高效的监测与预警系统是风积雪防治管理的基础。该系统应能够实时收集和分析气象数据,包括风速、风向、降雪量和温度变化等,以便及时预测风积雪的发生和发展。借助物联网技术和传感器网络,可以实现对高速公路沿线关键区域的实时监控。在此基础上,结合大数据分析和人工智能算法,开发智能化预警平台,为决策者提供准确的预警信息。这一系统的核心在于其预测能力,通过提前预判风积雪的可能发生区域和时间,为相关部门提供充分的准备时间,以便采取相应措施。

4.2 应急预案的制定与实施

应急预案是应对风积雪突发事件的重要保障。预案的制定需综合考虑各种可能的突发情况,包括大面积风积雪、车辆事故和道路封闭等^[4]。具体措施包括制定详细的交通疏导方案,确保在积雪条件下的道路通畅。预案中应明确各部门的职责分工和协作流程,以确保在紧急情况下能够迅速响应和高效处理。此外,预案的实施需通过定期演练来检验和完善,以提高相关人员的应急处置能力和协调水平。

4.3 多部门协作与信息共享

风积雪的防治涉及多个部门和单位,包括交通管理、气象监测、公路养护和应急救援等。因此,建立有效的协作机制和信息共享平台尤为重要。通过多部门的协调,可以整合资源、共享信息,并形成统一的行动计划。此外,利用信息技术,可以实现跨部门的信息共享和协同指挥,提高应对风积雪的整体效率。

加强与气象部门的合作,实时获取天气预报和警报信息,是确保防治措施及时有效的重要环节。

4.4 人员培训与公众宣传

风积雪防治的成功实施离不开人员培训和公众参与。对于参与防治工作的人员,应进行定期的培训和考核,确保其掌握最新的技术和应急处理能力。培训内容应包括设备操作、应急响应、信息传递和沟通协调等。同时,通过公众宣传,提高社会各界对风积雪风险的认识和防范意识^[5]。宣传方式可以多样化,包括媒体报道、社区讲座、在线教育和社交媒体等,以便向公众普及防风积雪的基本知识和自我保护措施。公众的主动参与不仅有助于减少事故发生,也能提高防治措施的整体效果。

4.5 技术评估与持续改进

在防治风积雪的过程中,技术评估与持续改进同样重要。通过对已实施的防治措施进行定期评估,可以发现其在实际应用中的不足之处,并据此进行改进。技术评估应包括防治效果、经济性和可操作性等多个方面。通过总结经验教训,持续优化技术方案和管理策略,以更好地适应不断变化的气候条件和交通需求。这种动态的反馈机制有助于提升风积雪防治的整体水平,确保高速公路的安全运行。

5 结束语

风积雪的形成机制复杂多变,对高速公路的安全和通行能力构成了严峻挑战。通过对风积雪形成机制的深入分析,以及多种防治技术和管理策略的探索,可以有效降低其带来的不利影响。在防治风积雪过程中,需要综合运用物理、化学和加热技术,并结合完善的监测与管理体系统,以实现科学高效的防治目标。未来的研究与实践应更加注重技术的创新与应用场景的多样化,以适应不断变化的气候条件和交通需求,从而保障高速公路的安全运行。

参考文献:

- [1] 赵洪波. 松石高速公路白城地区风积雪防治措施[J]. 公路交通科技:应用技术版, 2023,09(10):344-346.
- [2] 林起飞. 冀北寒冷地区高速公路风吹雪灾害的防治技术研究[D]. 张家口:河北建筑工程学院, 2021.
- [3] 李响. 新疆地区公路风吹雪防治体系应用研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2021.
- [4] 徐朋朋. 高速公路冬季除雪防滑养护作业方法研究[J]. 价值工程, 2023,42(16):48-51.
- [5] 施兵, 陆鹿. 高速公路冰雪路段融雪化冰方案[J]. 公路, 2019,64(06):52-55.