

论高寒高海拔地区涎流冰对道路的危害及其防治措施

王正亚

中交第一公路勘察设计研究院有限公司，中国·陕西 西安 710075

摘要：涎流冰是常见的一种工程地质病害，它对高寒高海拔地区道路的稳定性与安全性有非常大的危害，可导致路基塌陷、裂缝、路面损坏，甚至造成交通事故。论文结合青海省花石峡至大武公路扩建工程设计经验分析高寒高海拔地区山坡涎流冰对道路的危害并提出处置措施，包括道路两侧设置排水沟、道路上游设置截水沟、采用渗池或渗井收集地下水、采用桥梁跨越涎流冰地段、采用截冰渠（挡冰墙）、路基填料采用片块石或水稳定性良好的沙砾、加高路基填筑高度、路基下方设置保温层、及时清除涎流冰等防治措施，以期为高寒高海拔地区的道路建设与维护提供参考。

关键词：高寒高海拔地区；涎流冰；道路路基；危害；防治措施

On the Harm and Prevention Measures of Salivary Ice on Roads in High Cold and High Altitude Regions

Zhengya Wang

CCCC First Highway Consultants Co.,Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

Abstract: Salivary ice is a common engineering geological disease that poses a great threat to the stability and safety of roads in high-altitude and cold regions. It can cause roadbed collapse, cracks, road damage, and even traffic accidents. This article combines the design experience of the expansion project of the Huashixia to Dawu Highway in Qinghai Province to analyze the harm of salivary ice on roads in high-altitude and cold areas, and proposes disposal measures, including setting drainage ditches on both sides of the road, setting up interception ditches upstream of the road, using seepage pools or wells to collect groundwater, using bridges to cross salivary ice sections, using interception channels (ice retaining walls), using block stones or gravel with good water stability as roadbed filling, increasing the height of roadbed filling, setting insulation layers below the roadbed, and timely removing salivary ice, in order to provide reference for road construction and maintenance in high-altitude and cold areas.

Keywords: high-altitude and high-altitude areas; salivary fluid ice; road subgrade; hazards; prevention and control measures

1 引言

高寒高海拔地区由于其独特的地理位置与气候条件，涎流冰成为一种常见的地质病害，它对道路的稳定性与安全性有非常大的危害，可导致路基塌陷、裂缝、路面损坏，甚至造成交通事故，危害极大。花石峡至大武公路扩建工程项目起点接香日德至花石峡公路，终点接大武至久治公路，路线全长约 155.87km。项目沿阿尼玛卿山北坡河谷布线，所经地貌有侵蚀构造高山（G），构造剥蚀丘陵（Q），河谷平原（P）三种类型，该项目区全线位于海拔 3760~4596m，属典型的高原大陆性气候，春季较干旱，夏季多冰雹，雨量集中，冬季严寒而漫长。论文将结合青海省花石峡至大武公路扩建工程 K149+840~K149+900 右侧和 K150+425~K150+450 左侧等两处程度不等的山坡涎流冰设计经验深入探讨涎流冰对道路的具体危害，并在此基础上提出一系列防治措施，为高寒高海拔地区道路建设提供理论支持与实践指导。

2 高寒高海拔地区涎流冰对道路的危害

2.1 破坏道路

在高寒高海拔地区，涎流冰对道路路面的破坏作用尤为显著，其极易大面积积冰覆盖道路，造成行车道光滑、不平或形成冰坎、冰槽等，严重影响行车安全。

2.2 侵蚀路基

涎流冰对道路路基的侵蚀也是一个不可忽视的问题。春季气温升高时，涎流冰大面积融化使路基的含水量长期处于饱和或过饱和状态，在车辆反复碾压下路基极易损坏与变形。路基是道路的基础，一旦路基被破坏，道路的稳定性与安全性将受到严重影响。同时，涎流冰还会将路基中的细小颗粒带走，使路基变得松软，降低了其承载能力^[1]。在极端情况下，涎流冰甚至可能将路基掏空，导致道路的塌陷与断裂。

2.3 影响道路养护

涎流冰的存在还给高寒高海拔地区道路的养护工作带

来了很大的难题。由于涎流冰的形成与变化受温度、湿度、地形等多种因素的影响，因此很难预测与控制^[2]。这使得道路养护人员在预防与处理涎流冰问题时面临很大的困难。高寒高海拔地区气候条件恶劣，氧气稀薄，养护人员需要克服低温、高海拔等身体与心理的双重考验，同时也需要具备丰富的专业知识与技能，才能有效地进行道路养护工作。

3 高寒高海拔地区涎流冰的防治措施

涎流冰的防治措施应坚持以预防为主，防治结合的原则，根据具体情况和当地防治经验，综合采用避、跨、截、导、渗、蓄、挡等措施。治冰实为治水，根据以往经验，单纯阻挡的效果不佳，因此应重视顺应自然、因势利导。

3.1 强化排水设施

完善的排水设施是防治涎流冰的关键措施之一。通过加强排水设施，可以有效降低地表水的积聚，从而减少涎流冰的形成^[3]。

第一，道路两侧设置排水沟。排水沟可以有效快速地将地表汇水从道路两侧排走，降低道路积水，减少对周围环境的压力，排水沟的尺寸应依据项目地形条件及汇水面积进行计算，确保其能有效地排水。

第二，道路上游设置截水沟。当路基上游边坡汇水面积较大或有明确泉眼时，应根据现场地形在上游 5m 外设置截水沟，其可以有效拦截道路上游边坡汇水，防止其进入路基区域。为保证截水沟内汇水快速排出，应保证其沟底纵坡应不小于 0.3%，截水沟内汇水应排出至自然河流或桥涵进水口。

第三，采用渗池或渗井收集地下水，通过设置盲沟穿越路基将水引流至道路下游处（见图 1）。对于比较分散的山坡地下水建议采用渗池进行汇集，收集过程中做好反滤层及隔水层，然后通过盲沟或暗管排出；渗池或渗井修建时还应注意埋置深度，需将渗池或渗井置于冻土线以下以防水流冻结，盲沟或暗管的出水口尽量用片石堆集，高度不小于 1.5m，长度、宽度不小于 3m，其上覆盖 0.5m 砂土且设在坡度比较陡的坡地上；高寒高海拔地区还应对出口处加设保温措施。

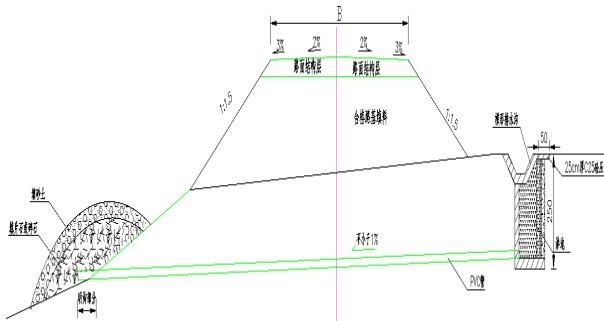


图 1 渗池示意图

条件允许的前提下尽量采用桥梁跨越涎流冰地段，涵洞在冬季易被积冰堵塞，洞内积冰化冻缓慢，容易造成涵洞失效、水毁。若使用涵洞，应选用大跨径。对于泉眼单一且明确的涎流冰病害，采用渠底较大纵坡的导流渠可有效收集并提高流速，避免在影响路基的范围内形成较厚的涎流冰。

对于距离道路较远的出水点，因中间有较大淤冰场地，可采用截冰渠（挡冰墙）进行处置。该方案对地形要求比较小，如果设置合理，截水和挡冰都比较彻底，修建简单且维护方便，是值得推荐的一种涎流冰处置方案。

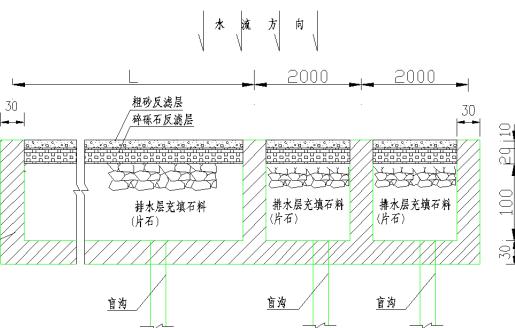
第六，定期检查与维护排水设施，确保其完好无损，防止出现堵塞或损坏的情况。特别是在冬季，由于气温低，排水设施容易出现冻结与堵塞，更需要加强检查与维护。

下面以花石峡至大武公路扩建工程 K149+900 右侧涎流冰作为强化排水设施的典型进行现状、推荐方案和方案评述的分析：

①现状概述：K149+840~K149+900 段，分别在 K149+840 (1-3 × 2.5m) 和 K149+925 (1-2 × 2m) 两处设有盖板涵，路基以高度 2.5m 填方形式通过。路基右侧有一排泉眼，四季均有水涌出，冬季淤冰严重，地表冰盖面积约 24800m²，厚度 10~100cm。

②推荐方案：在右侧路基边坡与泉眼之间设置截冰渠，通过对截冰渠渠底纵坡的控制（在截冰渠中间位置设置分水岭），将泉水分别引入 K149+840 和 K149+925 两处盖板涵中，引排至路基的另一侧。将这两座涵洞的下游 15m 范围内的地表适当挖，改造成宽浅导流渠，使泉眼出水均汇流入导流渠。图 2、图 3 为治理后预期图和截冰渠横断面图。

③方案评述：本次推荐方案采用了较大断面的地表截冰沟，以排为主，蓄排结合。施工时需加大截冰沟的沟底纵坡，妥善利用好附近的两处涵洞疏导。宽浅导流渠，在季节交替之际渠底仍不可避免会存留一定厚度的涎流冰，由于泉水在整平后的导流渠内流速较快，涎流冰不会在影响路基的范围内大量累积。该方案相对桥梁跨越方案造价相对较低，在投入使用后两年内，需在冰冻期严密观测各类构造物是否如预期发挥作用。



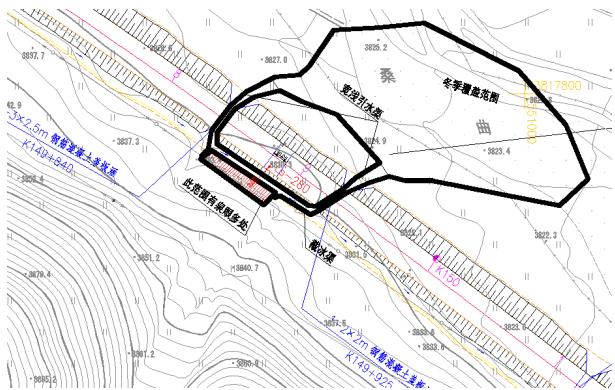


图 2 K149+840~K149+900 右侧涎流冰治理后预期图

3.2 改善路基结构

改善路基结构是减轻涎流冰危害的重要手段之一。通过提高路基的抗冻性与稳定性，可以有效地抵抗涎流冰的侵蚀。以下是几个主要的改善路基结构的方法：

首先，路基填料采用片块石或水稳定性良好的沙砾填筑可以防止冰融化后因毛细作用浸湿路基，从而达到保持路基稳定性的作用，建议采用片块石填筑路基段对路基底部进行宽填 2m 处置。

其次，增加路基的填筑高度，方案设计时路基填筑高度一般至少保证高于涎流冰最高时的冰面 1.0m 以上，提高路基填筑高度不仅可以使其远离地表的冻结层，避免涎流冰上路，也能增强路基抵抗破坏的能力。同时，高路基还能减少地表水的积聚。

再次，在路基下方设置保温层，如铺设保温材料或设置保温沟，以减少路基温度的波动，保持其温度相对稳定，从而提高路基的抗冻性。

最后，做好路基压实度的检测，在进行路基填筑时，确保其满足设计规范及相关要求，压实的路基能更好地抵抗涎流冰的冲刷与侵蚀。

下面以花石峡至大武公路扩建工程 K150+425~K150+450 左侧涎流冰作为改善路基结构的典型进行现状、推荐方案和方案评述的分析：

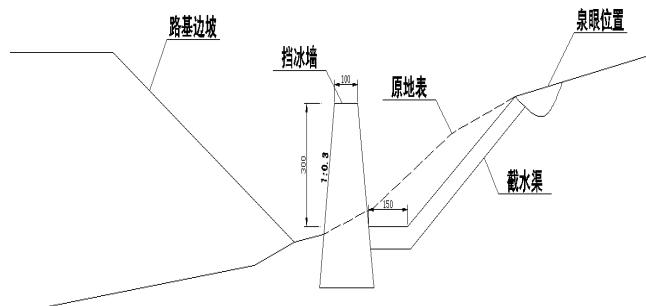


图 3 K149+880 截冰渠横断面示意图

①现状概述：花石峡至大武公路扩建工程 K150+425~K150+450 段路面正投影下方和左侧路基边坡正下方，各有一股泉眼，四季均有水涌出，冬季淤冰严重，地表冰盖面积约 14400m²，厚度 10~60cm。

②推荐方案：将 K150+425~K150+450 段 70m 长的原填土方路基变更为填石路基，且路基高度 7m 的填筑方式通过^[4]。图 4 分别为该工点的涎流冰治理填石方案图及后期效果预期图。

③方案评述：泉眼位于路基基底范围，若采用桥梁跨越方案造价较高，同时对既定的施工计划和工期安排也存在较大影响。

该段以填石路基的形式通过，也属于治理涎流冰病害的常用做法之一。该路段泉眼出水量不大，地表横坡较大利于排水且路基填高较高。经综合考虑以上三类因素，填石路基可以消除涎流冰对路基的不利影响。

3.3 及时清除涎流冰

及时清除涎流冰也是防治涎流冰的重要手段之一。首先，加大道路的巡查频率，紧盯天气状况，及时掌握沿线道路冬季涎流冰出水点和潜在安全隐患点，一旦发现涎流冰形成迹象，立即对其进行清理，杜绝病害及隐患扩大。其次，除冰过程中，采取人工撒铺融雪剂、机械辅助破冰等方式对涎流冰进行清理，并在涎流冰路段上下游设置安全警示

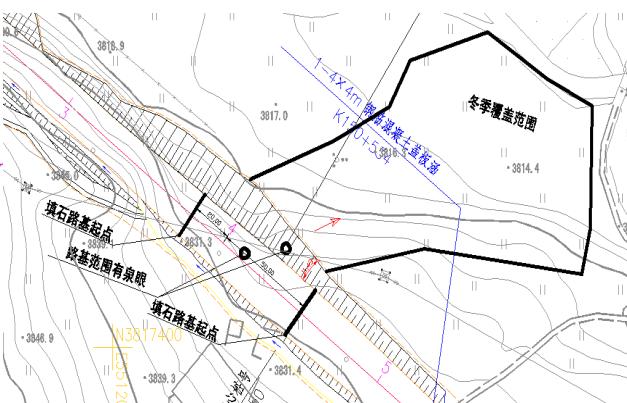
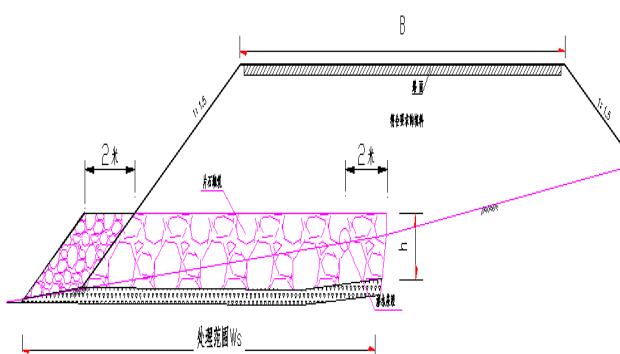


图 4 K150+425 ~ K150+450 段左侧涎流冰治理填石方案图及后期效果预期图

标牌，提醒过往司乘人员注意安全。再次，为防止涎流冰在路面继续蔓延，对涎流冰路段设置砂石拦水带将水流导向附近涵洞和路基。最后，还需要加强宣传教育，提高广大群众对涎流冰危害性的认识，增强其自我防范意识与应急处理能力。

4 结语

涎流冰的防治是一项任重道远的工作，其贯穿于道路的全生命周期，在制定防治方案时应深入分析涎流冰成因，顺应自然、因势利导，对其采用单一或综合采用避、跨、截、导、渗、蓄、挡等措施，最终选择经济、环保、合理的方案。

参考文献：

- [1] 刘英伟,汤飞熊.寒冷地区电站路基涎流冰病害处理方案[J].水电站设计,2022(002):038.
- [2] 王亚坤,孙爱斌,张国祥,等.新疆某公路涎流冰病害成因分析及防治[J].城市道桥与防洪,2022(7):1.
- [3] 张立敏,李冬冬.龙蒲高速涎流冰病害分析与处理[J].低温建筑技术,2021,43(10):142-145.
- [4] 张泽.高填土下渗对市政道路路基稳定性的影响及控制方法研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(11):12.

作者简介: 王正亚(1984-),男,中国江苏灌云人,本科,工程师,从事道路桥梁方向设计及现场管理研究。