

Investigation and Treatment of Diseases in Hidden Drainage Facilities of Highway Subgrade in Mountainous Areas

Shilun Zheng¹, Gaojie Du^{2*}

¹Zunyi Highway Administration Bureau of Guizhou Province, Zunyi, 563000, China

²School of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074, China

Abstract: This article analyzes the disease problems of the hidden drainage facilities of mountain highways, and proposes prevention and treatment measures. According to the actual survey results of a mountainous road, the problem of mountain road drainage and the damage of the drainage problem on the roadbed are analyzed, and the disease forms of the hidden drainage engineering of the mountain highway are summarized, and the causes of the hidden drainage engineering diseases are analyzed at the same time. On this basis, targeted prevention suggestions and measures are put forward. At the same time, several commonly used engineering geophysical prospecting methods are compared, and a combination of geophysical prospecting and drilling is proposed, which can have a good detection effect on diseases in the maintenance project.

Keywords: Mountain roads; Drainage facilities; Causes of disease; Prevention and treatment

山区公路路基隐蔽排水设施的病害调查及治理

郑世伦¹, 杜高杰^{2*}

¹贵州省遵义公路管理局, 遵义市, 563000, 中国

²重庆交通大学, 土木工程学院, 重庆市, 400074, 中国

摘要: 本文针对山区公路的隐蔽排水设施的病害问题进行分析, 提出防治治理措施。根据某山区公路的现场实际调查结果, 分析了山区公路排水的问题, 以及排水问题对路基的破坏影响, 总结了山区公路隐蔽排水工程病害形式, 同时分析了隐蔽排水工程病害的成因。在此基础上提出了针对性的防治建议和措施, 同时对比了常用的几种工程物探方法, 提出了采取物探与钻探相结合的办法, 在养护工程中对病害可以起到很好的质量检测效果。

关键词: 山区公路; 排水设施; 病害成因; 预防治理

1 引言

山区公路由于其特殊的地理环境, 地质因素等, 在建设使用过程中会出现诸多的病害问题。其中公路路基隐蔽排水设施的病害问题显得尤为重要, 事关道路能否安全正常使用。

国内对公路排水设施的研究也取得一些进展。董赢聪^[1]从实际经验出发, 简要分析了公路路基路面排水设计的重要性。徐武辉、路璐^[2]探讨了路地上和地下排水系统的类型、设计原则及功能特点, 总结, 阐述了复杂条件下进行排水设计的方法。张永祥^[3]分析了山区的地形地貌、水文条件、公路的排水设施设置对山区高速公路的影响, 对山区高速公路的路基排水技术展开研究, 从而提高排水设施设计施工水平。

薛银^[4]结合农村公路排水设计应遵循的原则, 分析了农村公路路基排水设计, 建立适用农村公路的排水设施。李亚璠^[5]通过结合工程实例, 分析了公路路基路面排水设计中的主要问题, 并探讨了相适应的应对策略。刘沙沙^[6]分析了高速公路路基路面排水效果的影响因素, 并且结合工程实际经验, 对高速公路路基路面排水的施工技术进行了详细的探讨。肖洪智^[7]系统的归纳了水对高速公路路基的损害以及路基路面排水存在的主要问题, 从排水系统设计、施工技术等提出了一些具有针对性的快速养护方案。

但是上述研究只是针对路基路面排水的相关设计以及施工过程中遇到的相关问题, 并没有针对山区公路隐蔽排水设施的病害问题进行探讨。山区公路由于其特殊的复杂环境, 排水设施往往在使用一段时间

后, 由于外力内力的改变会发生破坏, 导致路基路面等结构遭到水的侵蚀产生水损害。本文主要是从水对路基的影响出发, 研究总结了山区公路排水设施的病害形式, 分析其产生的原因, 最后提出针对隐蔽排水设施病害的预防治理以及病害发生后的质量检测措施。

2 山区公路排水问题

山区路基的研究结果和既有研究证实, 大部分路基损坏都是由于未做好地下排水设施或地下排水系统的损坏导致地下水侵入而造成路基路面强度降低所引起的。进入路基路面的地下水主要通过下列三种方法, 对路基产生破坏:

路基中的地下水以毛细作用侵入路基路面构造, 而边坡潜水(或承压水)则在边沟底层, 以渗流的方法进入。对粘土路基来说, 地下水的进入会使道路路面湿度大大地增加, 从而减少了与泥土颗粒的相互作用, 从而削弱了路基强度, 并造成道路的沉陷与收缩等病害的发生, 同时在行车荷载的影响下, 沥青混凝土路面经常出现车辙、裂纹等损伤, 水泥混凝土路面则经常出现板角断裂、交错裂缝和破碎板等损伤。

若边坡内的水头足够高, 如路基结构顶面处有出露的承压水, 则地下水就会侵入路基, 或以渗流方法进入道路结构层, 并对其形成向上的推力, 同时也在行车荷载的影响下, 导致路面结构层的应力与应变上升, 加剧了道路损伤的产生, 从而减少了其使用寿命。

挖方边坡上方的地表径流和开挖面上的渗流会冲刷坡面, 以至可能引起坡面的塌陷。坡体的地下水受到地表下渗、沟渠及连通含水层的补给, 并且无法对其加以合理疏干, 或者由于挡墙等构造物导致坡体的水头反而升高, 也会导致坡体滑动阻力的增加, 滑动面抗剪切强度降低, 从而可能引起滑坡。

3 水对路基的影响

湿陷现象: 水分的浸润是土壤产生湿陷的最主要原因。在浸润时, 由于水分降低了土壤的内部粘附强度, 使结构力减弱, 从而无法支承外部负荷, 这时土壤的矿粒和团粒便进入了运动状态, 经过重新排列而变得更加密实, 从而产生了与结构连接的削弱程度和外部负荷数值相适应的对土壤的附加压力, 从而产生湿陷性。

盐渍化: 在干燥气候条件下, 潜水将盐分大量地从内部带向土壤表层, 携带了盐分的毛细水的上升。随着水分的挥发, 盐分就会在土壤的上部和表面逐渐浓缩, 从而产生了盐壳。盐分的大量析出, 将增加土壤空隙率和丧失结晶黏聚性, 也因此增加了透水能力, 从而降低了土壤的强度, 形成土壤的沉陷。

滑坡现象: 当路基处在天然山坡的坡积层上时, 由于坡积层地下水的影响(静水压力和动水压力), 坡积层会下滑, 可能会引起对路基稳定性降低, 从而产生滑坡。

冻胀的形成: 冻胀主要是指冬季时在道路上产生的局部整体抬升, 春季时就会发生对道路的损坏的现象。冬季水分潜移至路基下的冻结区, 产生冰夹层块和冰晶体, 而春融时, 地基变得过湿并软化。

含水量增大: 地下水一般来自潜水和上层滞水上涨的毛细水。而这种水也常常影响了路基土的含水率, 尤其是当路堤大部分由粉土和黏性土组成, 并填筑在沼泽或地下水位很高的地面上时, 情况更是如此。

4 山区公路排水工程病害形式

路基必须具备合适且完备的排水系统, 以保证迅速排泄路基范围内的地表水, 并对影响路基稳定的地下水进行截流, 降低水位或予以排除, 从而保证路基具有足够的强度及稳定性。山区公路排水沟渠系统出现的问题复杂, 实地调查的典型病害形式如下:

排水渠系统不完整, 且坡面容易坍塌。未设置截排水沟, 或已经设置了但并不连续致使有的坡面雨水没能有效收集、归槽、排离。

边坡表面溜坍、渠道淤积。道路边坡防护缺失, 容易产生溜坡, 造成排水沟无法达到排涝和自清淤条件, 水便无法有效排走, 溢出渠道, 形成道路水毁。

排水渠道的自身损坏、泄漏、坍塌。槽体自身抗滑、耐冲刷和稳定性均较差, 或两侧边坡土壤稳定性较差, 槽渗漏、槽外内水流冲刷、导致沟槽破碎、塌陷、出口水毁, 路基失陷、浆砌产生裂缝、漏水, 甚至失去功能等。

排水系统出口冲刷破坏。由于缺乏消能设计, 导致排水出口的水毁频率极高。如小桥涵出口、急流槽末端出口、排水沟槽和易于冲刷的土质自然溪沟相连的出口等。

5 排水工程病害成因分析

5.1 交通荷载

行驶在路面上的车辆，通过车轮把荷载传给路面，再由路面传给路基和地基。通常把行车荷载对路基的影响看作为一种瞬时、重复作用的垂直力。路基顶面受到的垂直力的大小，随车辆荷载和路面的刚度的不同而变化。研究表明，路基中的竖向最大动应力随行车速度增加而增大，车辆荷载产生的应力变化随着载重的增加而增加的，且速度引起的变化幅值要小于载重引起的变化幅值。路面平整度越差，产生的交通荷载越大。交通荷载越大对路基的影响也越大，严重时会导致路基的不均匀沉降甚至破坏。由于路基整体沉降、不均匀沉降、失稳，埋设于路基下的路基隐蔽排水设施如暗沟、管涵等局部会产生开裂而损坏，排水能力减弱，危及路基稳定，并由此形成恶性循环。

5.2 水文地质

山区公路在遭遇强降雨后，雨水冲刷边坡带来大量的泥沙、污物，如果排水系统没有做反滤层或者反滤层失效，那么水中大量的泥沙、污物逐渐沉积于隐蔽排水设施中，会使排水设施产生淤堵，从而导致排水能力下降或失效。在降雨的持续作用下，雨水大量渗入边坡土体，地下水位上升，导致岩土体强度下降，容重增加，并在坡体内产生地下水渗流从而使边坡下滑力增大，抗滑力减小，安全系数降低，导致边坡失稳，严重时会造成路肩疏松和堤坡坍塌现象，埋设于路基下的路基隐蔽排水设施也会因结构的破坏而失效。

山区公路在修建时会经过一些软土或不良地质区域，为了路基稳定会在这些区域设置一些隐蔽排水设施，若排水设施设置不合理，起不到排水的作用，路基达不到一定强度，在暴雨、强降雨、行车动荷载等因素共同作用下，路基会造成损坏，从而导致隐蔽排水设施的损坏而形成一个恶性循环。

5.3 前期隐患

重视程度不足，忽视日常保养。隐蔽排水设施位于地下，平时不易引起关注，隐蔽排水设施的病害逐年累积发展。

规划不合理，地下水处理没有与地表水一起设计。在设计过程中，须遵循从面到线再到点，再从点到线再到面的原则。应特别注意不同排水设施的组

合，以形成一个单一和完整的排水系统。

施工不规范。施工不规范是导致地下排水设施发生病害的最直接原因，施工单位管理不到位，工人施工经验欠缺或责任心弱，施工时野蛮粗暴，接口未按规范连接等。排水设施的材料不合格、不按规范及图纸设计的材料进行回填、回填时的压实度不足、回填时工人操作夯实设备时易发生失控情况等也是排水设施发生病害的重要原因。

5.4 处治失效

遭遇强降雨，雨水冲刷边坡带来大量泥沙污物进入隐蔽排水设施，隐蔽排水设施发生病害时，养护单位只对排水设施本身进行修复或疏通，而不考虑形成病害的原因，未从源头解决问题。埋设于路基下的隐蔽排水设施发生病害时，有时结构已发生破坏，未对其进行检测，只是简单地进行疏通。

6 病害预防

路界范围内的排水问题往往隐藏在地表面以下，在出现大范围的路基稳定性问题以前不易发现；同路面的养护相比，排水系统的养护维修通常滞后，特别是在雨季，排水设施更容易损坏，养护不及时很容易进一步引起路基的各种病害，这就影响了排水系统的排水效果。因此病害预防就显得尤为关键。

在施工建设过程中：加强材料质量的管控，合格的材料质量合格的施工工程之基础；加强回填材料的管控，回填应采用规范及图纸设计的材料，不应私自变更材料；加强回填压实度管控，排水设施沟槽断面开挖时应保证断面宽度满足危大工程安全要求且保证回填夯实操作空间；避免重型机械对隐蔽排水设施的破坏。

在排水设施施工完毕后：应及时进行自检，尽早发现病害并及时处置，避免路面施工后才发现存在病害，此时将难以修复或修复代价增大。在路基养护中，对排水设施应定期检查与维修，以保证排水设施正常使用，水流畅通，并根据实际情况不断改善路基排水条件。

同时公路养护部门在降雨后应该及时进行现场勘查，以便对损坏的排水设施加以修复。设计、施工与养护中必须全面系统的考虑，力争使整个排水系统形成网络体系。

7 排水设施质量检测

隐蔽在病害发生后或日常养护时需先进行质量检测，常规质检方法采用工艺检查、开挖检查、原位测试及钻芯取样实验等检测方法实施检测，然后再对因检测而损坏部位按工程设计要求修复。通常用的勘查

手段是地质钻探等方法，地质钻探费时、成本较高，取得的是点上的资料；而各种物探手段方便快捷、成本低，且取得的是测线上的资料。表1为工程物探常用方法及解释部分地质问题能力一览表。

Table 1. List of common engineering geophysical prospecting methods

表 1. 常用工程物探方法及解释部分地质问题能力一览表

	1	2	3	4	5	6
	高密度电法	地质雷达	地震勘探	声波探测	磁法勘探	瞬变电磁法
地下水	★	★	★			★
地基评价	☆		★	★		
表层沉积物	★	★	★			★
不稳定地形	☆	★	★	★		
地下巷道、空洞探测	★	★	★	★		★
地下管线	☆	★	★		★	★

注：★表示直接方法及有效。☆表示间接方法及可以适用。

在勘查中如果采取物探与钻探相结合的办法，钻探作为辅助手段用来验证物探结果，可起到事半功倍的作用。通过物探与钻探的结果来判断隐蔽排水设施发生病害的部位，最后确定修复方案，进行局部疏通或者开挖修复。

8 结语

前期排水设施的设计施工非常关键，施工过程应该严格按照相关规范标准，设计合理质量达标的排水设施才能位道路的持续运营奠定良好的基础。但是后期养护管理是影响排水设施的质量和寿命的关键因素，在养护过程中，应当严格按照排水设计养护规定进行定期养护，排水设施的堵塞和淤积与后期养护有着密不可分的关系，在后期的养护工作中，养护人员应当定期对排水设施进行检测，及时清理沟底杂物，对已经出现病害的排水设施应进行修复，只有养护工

作到位，排水系统才能正常运作。

9 项目基金

贵州省公路局 2020 年度科研和“四新”技术推广项目《贵州省普通国省道路基隐蔽排水设施优化及工程应用研究》课题研究成果(2020QLJ05)。

参考文献

- [1] 董赢聪. 公路路基路面排水设计原则及要点分析. 黑龙江交通科技. 2021, 44(07), 75+77.
- [2] 徐武辉, 路路. 复杂条件下公路路基排水的设计与施工. 交通世界. 2021, (18), 130-131.
- [3] 张永祥. 山区高速公路路基排水技术研究. 工程建设与设计. 2021, (09), 130-132.
- [4] 薛银. 农村公路路基排水设计与施工技术研究. 交通世界. 2021, (07), 66-67.
- [5] 李亚璠. 公路路基路面排水设计问题及应对策略. 智能城市. 2021, 7(02), 59-60.
- [6] 刘沙沙. 高速公路路基路面排水施工技术. 交通世界. 2020, (23), 81-82.
- [7] 肖洪智. 高速公路路基路面排水存在的问题及快速养护方案. 交通世界. 2020, (16), 30-31.