

多雨地区公路路基边坡渗水处理及稳定性提升措施

马 琴

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：我国多降雨区域降雨频发，雨水入渗会引起道路边坡的软化和失稳，进而诱发一系列道路病害，严重威胁道路的安全运行和服役年限。因此，相关人员需要以我国多雨地区高速公路路堤边坡为研究对象，从源头防渗、过程疏导、末端排出等方面入手，并提出有针对性的治理措施和加固措施，为多雨地区的高速公路路堤边坡的维护和治理工作奠定基础，促进道路安全、耐久和生态协同发展，保证道路的正常和平稳运行。

【关键词】：多雨地区；公路路基边坡；渗水处理；稳定性提升

DOI:10.12417/3083-5526.25.08.012

我国公路是我国综合交通系统中最重要的一环，其运行状况和安全性对各地区的经济发展和百姓出行都有着重要的意义。尤其在多雨区域，由于降雨长期作用，雨水会不断渗入路基边坡，造成路基土的结构损伤，使其强度和承载能力下降，从而导致边坡坍塌和路基沉降等问题，严重时威胁道路交通安全，同时也会造成维护费用的上升，危害周围的生态环境。因此，需要在此基础上，通过对路基渗漏治理和加固措施的研究，探讨一种有效的加固措施，这对于保障道路安全、延长公路使用年限、保护生态环境，具有十分重要的理论和实践价值。

1 多雨地区公路路基边坡渗水处理及稳定性提升的意义

1.1 保障公路行车安全

在降雨条件下，雨水对道路的影响很大，严重影响了道路的正常运营。在降雨入渗后，路基边坡土壤水分含量增大，土体颗粒间黏聚力降低，极易诱发边坡失稳、坍塌等失稳现象，若发生失稳问题则极易诱发边坡坍塌，这不但影响道路通行，还会危及行车和行人的安全。此外，渗透还会使路基结构发生劣化，造成路基沉降和路面开裂，路面的平整度会降低，使车辆的行驶速度和制动距离增大，容易发生交通事故。因此，做好路基边坡渗漏治理和提高稳定工作，可以有效地控制边坡的病害，保持路基和道路的良好状况，为汽车的通行提供安全平稳的道路状况，从而从根源上保证公路行车安全，降低安全事故的概率^[1]。

1.2 延长公路使用寿命

降雨对路基的影响是一个重要的因素。如果不对其进行有效治理，则会造成路面结构的破坏，从而造成整个路面结构的破坏，这会影响到道路的正常运营。通过对边坡进行合理的渗透治理和结构加固，可以减少降雨对边坡的冲刷和损伤，保持路堤的整体性与稳定性，减少病害的发生率，降低养护成本，提高道路的使用年限，达到公路的长效稳定运营。

1.3 保护周边生态环境

在降雨条件下，公路路基边坡的渗漏问题不但对道路本身

产生了严重的危害，而且对周围的生态环境也产生一定的危害。因此，雨水的入渗诱发边坡失稳坍塌，在降雨作用下，产生的大量土壤被降雨侵蚀，不但会对边坡周围的土壤结构造成严重破坏，而且会对周围的水环境造成严重的污染，进而降低水源地的水质。另外，滑坡过程中堆积的大量沉积物会阻塞周围的排水，加重局部积水，破坏周围植被的正常生长，造成植被枯死和退化，这会破坏当地的生态平衡。做好渗漏治理和稳定提高工作，可以很好地控制坡面的破坏问题，能够降低降雨对土壤和植物的侵蚀，防止淤泥阻塞排水和水体污染，从而达到对周围的生态环境保护，实现公路建设与生态环保的协同发展，维持地区的生态平衡。

1.4 提升公路工程综合效益

道路交通工程的整体效益主要表现在通行效率、经济效益、社会和生态等多个层面，渗透治理和加固措施可以提高道路的整体效益。在通行效率方面，稳固的路堤边坡可以保证公路顺畅通行，降低由边坡引起的交通拥堵问题，进而提高道路的通行效率，为地区交通的正常运转提供支持。在经济效益方面，通过对道路渗漏进行治理和加固，可以降低道路的养护成本与维修投入，防止由病害引发的道路交通中断所造成的经济损失^[2]。

2 多雨地区公路路基边坡渗水处理及稳定性提升策略

2.1 源头防渗，减少雨水下渗量

从源头控制渗透需要通过对坡体表层的科学保护，使其在坡面上构成一个整体的不透水层，可使降雨对斜坡的直接冲刷和降低降雨入渗的总量。与此同时，对斜坡周围的地表汇水区域进行了整理，并对其进行了合理的布置，保证了雨水的及时排放，防止了由于地表积水滞留过久而渗入了路基中。另外，还在坡顶处设置了针对性防护措施，阻止了坡面上的雨水进入边坡，从而实现了全方位的源头防渗体系^[3]。这样，通过合理的源头控制，可以有效地减少降雨入渗，减小路基边坡的水分含量，为边坡稳定奠定基础保障，从根源上控制由渗漏引起的

各种病害。多雨地区公路边坡源头防渗与监测预警参数如表1所示。

表1 多雨地区公路边坡源头防渗与监测预警参数表

防控类别	具体措施	专业参数/理科数据	说明
源头防渗	坡面不透水层铺设	1. 防渗膜厚度 0.8-1.2mm, 渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$; 2. 喷射混凝土强度等级 C20, 厚度 8-10cm, 渗透系数 $\leq 5 \times 10^{-6} \text{cm/s}$	阻断雨水直接冲蚀, 减少入渗总量
	地表汇水整理	1. 汇水坡度 $\geq 2\%$, 排水流速 0.5-1.0m/s; 2. 地表积水滞留时间 $\leq 15 \text{min}$	确保雨水及时排放, 避免下渗路基
	坡顶针对性防护	1. 坡顶截水沟宽度 30-50cm, 深度 20-40cm; 2. 防护范围延伸坡顶外侧 1.5-2.0m	阻止坡顶雨水进入边坡, 构建全方位防渗体系
监测预警	边坡位移监测	1. 监测精度 $\pm 0.1 \text{mm}$; 2. 预警阈值: 日位移 $\geq 2 \text{mm}$ 或累计位移 $\geq 10 \text{mm}$	实时掌握边坡稳定状态, 及时发现失稳隐患
	土体含水率监测	1. 监测范围 0-100%, 精度 $\pm 1\%$; 2. 预警阈值: 粉质土含水率 $\geq 35\%$, 砂质土含水率 $\geq 25\%$	反映路基土体含水量, 预判渗漏影响程度
	渗透压力监测	1. 监测范围 0-100kPa, 精度 $\pm 0.5 \text{kPa}$; 2. 预警阈值 $\geq 30 \text{kPa}$	监测路基内部渗水压力, 防范渗透破坏
	监测设备维护	1. 定期校验周期 ≤ 3 个月; 2. 边坡定期排查周期: 雨季每周 1 次, 旱季每月 1 次	保证监测数据准确可靠, 及时处理潜在隐患

2.2 过程疏导, 排除路基内部渗水

过程疏导的实质是通过构建一套科学的排水系统, 将已渗入路堤中的降雨及时排出, 减少地基土的含水率, 这样能防止因积水而引起的路基结构损伤。通过在路堤内布置合理的排水

通道, 使其在路面上形成交叉的管网, 确保内部渗水迅速流通, 防止土中出现积水。在此基础上, 需要考虑通过对路基层进行设计, 提高其渗透系数, 加快排水速率, 降低水对路基土体的浸泡量。而且还要通过对路基层结构的排水需求进行合理兼顾, 保证路基中的水可以顺畅地排出, 不产生滞留现象, 保持路基的强度和承载能力, 防止由于水的存在引起路基的软化和沉降, 进而提高路基的稳定性。

2.3 末端排出, 确保渗水顺利排出路基范围

末端排出是道路工程渗漏治理中的最终步骤, 其目标是将未阻断的、经过疏导而产生的水分顺畅地从公路路基范围, 防止渗水回流或堆积在坡脚处, 从而预防边坡发生因土体软化而诱发边坡不稳定。为此要在坡脚设置合理的排水设施, 对疏导后的渗水进行汇集和排放, 可以防止坡脚积水, 减少水分对坡脚土体的浸泡, 以保持边坡的稳定。并将边坡排水系统和公路整体排水系统有机地结合起来, 保证雨水可以顺畅地流入地区的排水管网中, 而不会对周围的环境和道路造成任何的干扰^[4]。

2.4 边坡结构加固, 提升抗滑抗冲刷能力

在降雨条件下, 边坡结构加固是提高边坡稳定的重要措施, 通过对其结构进行合理设计, 提高其抗滑与抗冲刷能力, 使其在降雨条件下抵御雨水对坡面的冲刷与雨水渗透带来的不利影响, 防止边坡失稳。通过调整边坡坡度, 优化边坡整体结构, 减轻了边坡自重, 减小了边坡下滑的动力, 从而提高了边坡的抗滑稳定性。同时要开展针对性的边坡加固处理, 以加强其整体性与强度, 改善其抵御雨水冲刷与渗透的能力, 防止其发生松动、坍塌等现象。因此, 在多雨区域中, 既要考虑多雨地区的地质与气候特点, 又要考虑到结构稳定性与施工可行性, 从而建立一套科学、合理的加固体系, 保证了边坡在雨水长期侵蚀下的长期稳定状态, 从而保证了公路的正常运营^[5]。

2.5 植被防护, 兼顾生态与稳定性

植被护坡是一种既考虑了生态环境又考虑了坡体稳定的一种护坡方法, 其通过在坡面上栽植适当的植被, 以其根系对根系固定边坡土体, 减少雨水冲刷, 并起到了一定的保水固土作用, 这样能提高了坡面的稳定, 多雨地区公路边坡植被护坡参数如表1所示。植被的根系能够深入边坡土体, 使得土体颗粒紧密联结, 强化土体的黏结力与抗剪强度, 降低水土流失, 抵御雨水对坡面的冲刷。此外, 植物还可以减少降雨与斜坡的直接接触, 减少降雨入渗, 起到辅助防渗的作用。为了保证植被的存活率, 充分发挥植被的防护作用, 必须选用适应多雨地区气候条件、根系发达的植被类型。该方法不仅提升边坡稳定性, 而且还可以改善周边生态环境, 达到了工程防护与生态保护的协同发展, 满足了公路工程可持续发展的要求。

表2 多雨地区公路边坡植被护坡参数

防控类别	具体措施	专业参数/理科数据	作用说明
植被选型适配	多雨地区优选根系发达植被	1. 狗牙根：根系深度 20-50cm，根系密度 ≥80 条/100cm ² ； 2. 紫穗槐：根系深度 100-150cm，根系固土能力 ≥1.2kg/株； 3. 结缕草：根系覆盖率 ≥75%，耐水湿等级为 3 级	匹配多雨地区气候，保障植被存活，为护坡提供基础
根系固土强化	根系对土体的联结加固	1. 植被根系可使边坡土体黏结力提升 15%-25%； 2. 土体抗剪强度提升 10%-20%； 3. 根系固土层厚度与根系深度匹配，达 20-150cm	强化土体结构，降低水土流失风险，抵御坡面冲刷
护坡效能提升	雨水冲刷与入渗控制	1. 植被覆盖后，坡面雨水冲刷量减少 30%-50%； 2. 辅助防渗作用可使降雨入渗量减少 15%-25%； 3. 植被覆盖率 ≥80%时，坡面抗冲刷等级达 2 级	减少雨水直接冲刷与入渗，降低边坡渗漏隐患
存活率保障	植被养护与适配性维护	1. 多雨地区适配植被自然存活率 ≥85%； 2. 雨季养护频次：每月 1 次补植/施肥； 3. 旱季补水频率：每 10-15 天 1 次，单次补水量 ≤5L/m ²	保障植被存活周期，确保持续发挥护坡作用

防控类别	具体措施	专业参数/理科数据	作用说明
生态协同指标	工程与生态协同效果	1. 植被护坡区域植被覆盖率较裸坡提升 60%-80%； 2. 边坡周边土壤有机质含量提升 0.5%-1.2%； 3. 生态改善达标周期：定植后 12-18 个月	实现工程防护与生态保护协同，满足公路可持续发展要求

2.6 监测预警，提前防范边坡病害

多降雨条件下公路边坡病害的早期防治具有十分重要的意义，通过构建健全的监测体系，可以对边坡的运行状态和渗漏状况进行实时监控，对潜在隐患进行预警，为防治工作赢得宝贵的时间。通过在边坡重点部位安装监测设备，对边坡位移、土体含水率、渗透压力等重要参数进行监测，综合把握边坡的稳定状况和渗水变化情况。在此基础上，构建一套科学的预警体系，依据监测数据设置相应的预警阈值，一旦超过预警阈值，就会向有关单位发出预警信号，提醒相关部门采取针对性防控措施。

3 结语

综上所述，多雨地区公路路基边坡渗漏治理及结构加固，对于保证公路安全、耐久、高效运营，以及促进公路建设与生态环保协调发展具有重大意义。做好路基渗漏治理和结构加固工作，既可以保证公路行车安全，又可以延长公路的使用年限，又可以保护周围的生态环境，提高公路工程的整体效益，对于多降雨地区公路的修建和维修有着重大的实际价值。通过各项措施形成全方位多层次的结构防护体系，可有效缓解多降雨条件下公路边坡渗漏问题，提高边坡稳定性。在后续的工作中，还需要根据降雨区域特殊的地质和气象情况，对相应对策进行进一步的优化和完善，促进我国公路工程养护技术水平的提升，为我国多雨地区公路建设的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献：

[1] 向守平,焦新凯.多雨山区公路路基边坡失稳的机理与防护技术[J].汽车画刊,2025,(12):122-124.
 [2] 庞柯敏.高温多雨地区高速公路路基稳定性养护对策[J].汽车画刊,2025,(11):127-129.
 [3] 石袁.多雨地区公路路基中央分隔带排水系统施工技术[J].产品可靠性报告,2025,(09):158-159.
 [4] 杨志平.山区多雨地区的公路路基防护工程设计研究[J].运输经理世界,2022,(19):19-21.
 [5] 刘国坤.为潮湿地区路基长期性能提供综合技术保障[J].中国公路,2022,(11):120.