

Analysis of Water-Induced Road Diseases and Maintenance Strategies

Lifen Guo

Highway Development Center Lanzhou City Gansu Province, Lanzhou, Gansu, 73000, China

Abstract

With global warming and increasing rainfall, collapsible loess subgrade foundations face growing challenges from water erosion-induced issues including settlement, gully formation, structural collapse, and pavement cracking. This study systematically investigates water-related road defects and drainage system maintenance. Through analyzing water-induced pavement deterioration patterns, the research focuses on optimizing drainage infrastructure systems and proposes targeted maintenance solutions. The findings demonstrate that enhanced drainage maintenance and precision treatment of water-induced defects can effectively ensure road structural stability and traffic safety, reduce maintenance costs, and extend pavement service life. These insights provide practical technical references for road maintenance in collapsible loess regions.

Keywords

highway; damage; maintenance

浅谈公路因水发生病害与养护维修

郭丽芬

甘肃省兰州公路事业发展中心, 中国 · 甘肃 兰州 73000

摘 要

随着气候变暖, 降雨量逐年增加, 针对湿陷性黄土路基易受水侵蚀导致沉降、冲沟、坍塌、龟裂等病害频发的实际问题, 聚焦公路水致病害及排水设施养护维修展开系统研究。通过分析因水引发的路基路面病害特征, 重点探讨公路排水设施体系, 进而提出针对性养护维修方案。研究表明, 通过完善排水设施养护与精准处治水致病害, 可有效保障公路结构稳定与行车安全, 降低养护成本、延长公路使用寿命, 为湿陷性黄土区域公路养护提供切实可行的技术参考。

关键词

公路; 病害; 养护维修

1 引言

随着气候变暖, 降雨量增加及近年管养路段的病害发生情况统计, 沉降、冲沟、坍塌、松散、龟裂等因水造成的公路路基路面病害频发。随着因水的逐年增多路基、路面结构稳定性能, 行车的安全性, 路面使用寿命等受到极大的危害。如若能通过公路完善的排水设施使得路面水不下渗, 保障路基不因水而失稳, 公路的服务质量和行车安全将得到保障。由此可见公路的排水设施的维修和完善是公路养护中很重要值得重视的一项工作。

2 因水造成的公路病害

在公路运行中因水造成的病害往往在各个公路结构中均有体现。一般路表水会入渗、冲刷路面路基, 路面内部水

浸泡、溶蚀路面, 地下水浸泡、冻胀路基, 其中后果最严重的就是沉降和坍塌了。沥青路面因降雨或流过路面的水渗入而造成松散、剥落、龟裂等病害, 在界范围降雨或可能渗入路基的水渗入、冲刷路基而造成沉降、冲沟、坍塌、翻浆等病害。



图 1

【作者简介】郭丽芬 (1992-), 女, 中国甘肃定西人, 本科, 工程师, 从事土木工程, 公路施工及养护研究。

我段管养路段地处湿陷性黄土区域，地下水位较深造成路基沉陷、坍塌的一般是地表径流水。然而湿陷性黄土在自重或附加压力作用下，受水浸湿后，土的结构迅速破坏，公路路基在雨中、雨后或水流下渗处显著下沉形成沉陷和坍塌，使得公路结构破坏影响公路行车安全。主要对地表排水设施的养护维修开展探讨。

3 公路排水设施

3.1 排水设施的类别

公路排水系统是通过各类功能性构造物与设施，协同实现地表水、地下水的拦截、汇集、拦蓄、输送及终端排放的有机整体，直接关系到路基路面结构稳定性。排水系统有地表排水，内部排水，地下排水，公路构造物及下穿道路排水，特殊地区及特殊路段排水设施。地表排水按降水在内的降落范围，分为路面表面排水、中央分隔带排水、坡面排水。其中公路路基结构稳定是公路行车安全的保障，路基地下排水设施有暗沟、暗管、渗沟、渗井、仰斜式排水孔等，地面排水设施有边沟、截水沟、排水沟、急流槽、跌水、蒸发池、拦水带等。

地下排水设施一般设置于地下水丰富的路基内部，湿陷性黄土地区黄土层较厚，地下水位相对较深，且出漏水头较少，我段管养公路路基地下排水设施一般较少，且地下排水设施一般形成永久结构，在设计和施工阶段重点考虑，后期维修代价大，一般后期不予翻挖维修。

3.2 边沟类别及特点

在地面排水设施是我们常见的公路地界内的排水设施中，在公路两侧沿线使用最多的是边沟、排水沟。边沟、排水沟结构断面的选用可以相同，设置部位不同，功能不同。在我段管养路段多为路堑，沿线边沟较多。

边沟按位置可分为外漏式和隐藏式两大类，常见的边沟断面形式有矩形、梯形、三角、蝶形、盖板边沟等混凝土边沟。其中，盖板边沟是隐藏式的，也是高等级公路边沟主要形式，低等级公路边沟也宜采用。

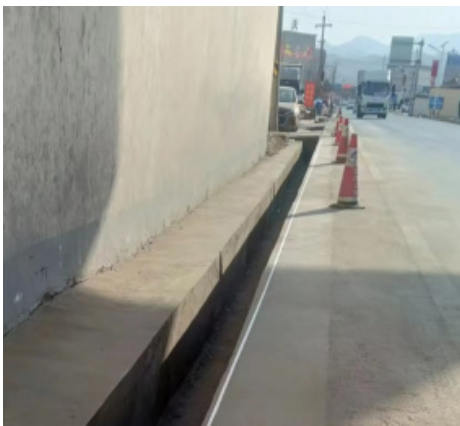


图2

矩形边沟适用于石料丰富的地段或地区；雨量充沛地

区；纵坡大冲刷严重路段；有景观要求路段；有较大开挖条件路段。应用广泛；设计、施工宜采用标准化，施工简单；矩形断面形式排水效果较好。“明沟效应”明显；不利于机械化日常养护。

梯形边沟适用于低等级公路边沟；短路路堑地段外漏式边沟。梯形断面结构不易损坏，受力较好；模筑施工方便。“明沟效应”明显；挖方较大；该工程量也较大。

三角形边沟适用于各级干旱少雨边沟，扰动受限的底层。开挖面小；开挖工程量小；开挖扰动小；边沟造价小。“明沟效应”影响较小；有效断面小。

蝶形边沟适用于干旱少雨，排水量少，石料缺乏土质路段，边沟长度短的路段。可消除“明沟效应”；提升路容美观度和行车安全；开挖工程量小；开挖扰动小；边沟造价小。排水量小。

盖板边沟一般适用于高等级公路长路堑地段。无“明沟效应”；路容美观度和行车安全；减少路基边坡开挖；突发交通可做紧急停车带使用；开挖扰动小；对边沟养护有利。工程边沟造价高。

4 边沟的养护维修

4.1 排水设施日常养护概述

公路路基养护包括排水系统的养护。公路路基养护分为日常养护和养护工程。日常养护包括日常保养、日常维修、日常巡查。养护工程包括修复养护、预防性养护、应急养护、专项养护。其中，应急养护包含抢通保通和应急修复。

公路路基养护工作内容包括路况调查与评定、养护决策、日常养护、养护工程设计、养护工程施工、养护工程质量验收、跟踪观测和技术管理。

公路养护排水设施养护应根据排水设施实际情况按养护计划开展养护。公路养护计划根据每年一次的公路网级路基技术状况指数 SCI 调查与评定和每季度或每半年一次指导性评价，一般采用路基日常养护的日常巡查记录和病害定点监测结果作为指导性评价依据。

在定量养护过程中病害的发现和监测是日常巡查与检查中很重要的一项工作，排水设施病害可分为排水设施堵塞、排水设施损坏、排水设施不完善三类。通过经常性、定期、专项等巡查与检查发现并统计病害的发生桩号、部位、严重程度、病害名称、损坏工程量等病害信息。并将病害信息上报养护管理部门，将需养护维修的病害下发小修通报单给养护作业队维修验收合格后由计量人员计量。

在定性养护中日常巡查发现排水设施淤塞，适时疏通清理杂物、淤泥等，适时疏通排水设施以确保排水设施有效。

4.2 因水引发的公路常见问题

4.2.1 路基常见问题及处治

路基常见问题有沉陷、冲沟、坍塌、翻浆等。冲沟、坍塌多发生在边坡坡面，翻浆一般发生在路床翻浆至路面，

沉陷多体现在路堤下沉。路基病害的处治可以从以下几方面采取处治措施:

路堤与路床病害处治。当出现不均匀沉降、开烈滑移、冻胀翻浆等病害时,应适时采取相应的技术措施开展维修加固。根据路基与路床的土质条件、地下少类型及埋藏零度降水量、加固材料来源、施工可行性等,比选后确定合理的养护技术。

路堤与路床病害处治不同类别病害处治不同:不均匀沉降可采取换填改良、注浆、复合地基、增加排水设施、设置土工合成材料、加铺罩面;开裂滑移可采取注浆、复合地基、钢管抗滑桩、增加排水设施、设置土工合成材料;冻胀翻浆可采取换填改良、增加排水设施、加铺罩面。

换填改良。换填改良可用于填料不良引起的强度不足、沉陷、翻浆等病害处治或地基沉降路段的局部处理。

换填材料优先选用级配优良、抗湿陷性强的砾类土、砂类土等粗粒填料,针对湿陷性黄土地区湿陷性黄土路基,填料需通过 CBR 强度试验及湿陷系数检测,填料最大粒径应小于 100mm,填料的 CBR 值应符合现行《公路路基施工技术规范》的相关要。不得采用含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土,以及泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土和马溶盐超过允许含量的土。

换填改良材料的配合比比应通过试验确定。

杭成区与相邻路斯街接处应开挖成台阶状。

换填施工应减少对老路基的扰动,适时做好开挖回填及防排水工作,采用透水性材料作为回填料时,应做好与既有排水设施的衔接。

注浆。让浆技术可用于路堤或路床压实度不足、局部稳定性不满足要求或桥头越车等路段。

开展往浆加固前,根据收集的资料及路面弯沉成回弹模量等检测资料,用于评价注浆加固的效果。

应根据处治目的和要求,以及材料的性能、适用范围和固结体的特性,选用水泥浆液、水泥-粉煤灰浆液或其他注浆材料。当早期强度要求较高时,可掺入适量水玻璃以达到速凝效果。

注浆施工前需整合路面弯沉检测数据、地质勘察报告及地下水埋藏深度资料,通过现场试验性注浆优化浆液配合比,确定合理注浆压力,并开展现场试验性注浆,验证浆液配合比,确定注浆压力。

配合比试验。注浆施工工艺:注浆时应控制好浆液的搅拌时间及注浆压力,连续注浆,中途不得中断。注浆应遵情逐渐加密的原则,多排孔注浆时,宜先注边排后注中间排。边排孔宜限制注浆量,中排孔注至不吃浆为止。应加强注浆过程控制,做好注浆记录,动态调整注浆压力、注浆量及注浆时间,防止对路面结构及周边土体或结构物造成破坏。注浆完成后,应适时做好封孔处理,并开展跟踪观测评价注浆效果。注浆效果的检验宜在注浆结束后 28d 开展,对检验不

合格的注浆区应开展重复注浆。

注浆施工应做好施工组织设计,减少行车对注浆质量的影响。注浆养护时间不宜少于 3 天。

4.2.2 坡面防护病害处治

边坡病害有冲刷、碎落崩塌、局部坍塌、滑坡,边坡处治措施可按病害选择:冲刷可采用的措施是坡面防护。碎落崩塌措施包括坡面防护、挡土墙、棚洞。局部坍塌措施包括坡面防护、挡土墙、削方减载。滑坡措施包括坡面防护、挡土墙、锚固、抗滑桩、削方减载、堆在减压。

边坡病害处治应保障坡面与坡体稳定,并应根据实际情况计算确定原支护结构的有效抗力。

当出现坡面冲刷、岩体碎落崩塌、滑坡等病害时,应适时采取相应的技术措施开展维修加固。

应根据边坡岩体条件、病害类型及严重程度、地下水类型及埋藏深度、降水量、施工可行性,经此选后确定合理的养护技术。

对边坡开展维修加固时,应完善排水设施。

4.2.3 路基病害处治

挡土墙可用于支承路基填方或山坡土体,防止填土或土体变形失稳。挡墙主要有重力式、锚杆、桩板式。重力式挡土墙适用于一般地区、浸水区域及地震设防区的路肩、路堤及路堑支挡工程,在湿陷性黄土地区路堑边坡支挡中,因适配湿陷性黄土路基的承载需求应用广泛的路府、路堤与路爱边坡放坡即等文持工程。锚杆挡土墙宜用于岩质路堑高边坡地段,可采用肋柱式或板壁式结构,单级墙高控制在 8m 以内,可采用防柱式或板壁式单概境成多保墙,每保培高不宜大于 8m,多饭墙的上,下级墙体之间应设置宽度不小于 2m 的平台。桩板式挡土墙适用于表土及强风化层较薄的均质务石地基,也可用于地震区的路堑、路堤支挡成滑坡等特殊地段的治理。

挡土墙施工应开展施工组织设计,加强基槽开挖、回填阶段的防排水,验算基槽开挖对边坡稳定性的影响,必要时应开展临时边坡加固。

挡土墙基底开挖前应做好地面排水设施,开挖时应将基底表面风化、松软土石清除。

路纸挡土墙采用分段跳槽开挖法,宜采用自上而下,分层开挖步骤。锚杆挡土墙应采用逆施工法,并适时砌筑填身。

应加强挡土墙排水设计,挡土墙背填料宜采用诊水性强的砂土、砂砾、碎(砾)石、粉煤灰等材料,不宜采用站土作为填料。严禁采用淤泥、腐殖土、膨胀土。

4.3 排水设施养护

排水设施病害可分为排水设施堵塞、排水设施损坏、排水设施不完善三类,排水设施堵塞导致排水不畅、排水设施堵塞。排水设施损坏导致排水渗漏。排水设施不完善是排水设施缺失、未与外部排水系统有效连接、造成排水不畅。

排水设施堵塞可选择日常保养、日常维修、修复养护。排水设施损坏可选择日常维修、预防养护、修复养护。针对湿陷性黄土地区湿陷性黄土地段,截水沟、边沟的防渗检查每月1次,雨季前完成清淤及破损修复,确保无渗漏隐患。

排水设施不完善对于排水设施缺失、未与外部排水系统有效连接、造成排水不畅可选则预防养护、修复养护。

4.3.1 地表排水设施养护

对各类地表排水沟渠,应保障设计断面形状、尺寸和纵坡满足排水要求。沟内有淤积、沟壁损坏、边坡松散滑塌,造成沟渠断面形状改变时,应适时清淤和修复。

对边沟、截水沟、排水沟等开展冲刷防护、防渗加固时,土质边沟受水流冲刷造成纵坡大于3%时,宜采用混凝土、浆砌或干砌片(块)石铺砌,冰冻较轻地区可采用稳定土加固。边沟连续长度过长时,宜分段设置横向排水沟将水流引离路基,其分段长度在一般地区不超过500m,在多雨地区不超过300m。

对滑坡、膨胀土、高液限土、湿陷性黄土地段,截水沟、边沟、排水沟等产生渗漏时,应采取铺设防渗土工布、浆砌石等防渗措施。

雨季前应适时清理盖板边沟,更换破损的盖板,盖板设置不得影响路面的排水功能。

对于地下水丰富路段,由于路面加铺导致边沟加深时,应保障原沟底高程不变。

泄水槽损坏时应适时修复,防止水集中冲刷。

4.3.2 跌水和急流槽病害处治:

进出口冲刷现象严重时,进水口应开展防护加固,出水口应开展加固或设置消力池。

基底不稳定时,急流槽底可收置防滑平台,成设凸榫嵌入基底中。急流槽较长时,应分段油砌,且每段长度不宜超过10m。连接处应用防水材料填塞,密实无空隙。成的蒸发池积水应适时出。

超高路段排水设施应适时疏通,避免水下渗至路基。

蒸发池的精离珊或安全警示地出现缺失或破损时,应适时修复。积雪融化造

4.3.2 地下排水设施养护

当地下排水设施堵塞,淤积、损坏时,应适时清理维修。

对排水暗管开展疏通、改建时,暗管堵塞时,宜采用利擦法;冲洗法真空吸附法等方法开展疏通。

暗管排水进出口应定期清除杂草和淤积物。检在井和竖井式暗管门应盖严,发现损坏或丢失应适时换补。

暗管排水最达不到排水要求时,应开展改建,暗管的直径应根据排水能确定。措施。

边沟排水暗管由于边坡位移等原因发生变形开裂时,应适时采取加固或更换。

反滤层和顶部封闭层失效时,应适时翻修。

5 结语

综上所述,路面、路基大多数的病害均是由长期渗水或雨水冲刷、浸泡使得局部破坏或整体结构的失稳,影响公路运行安全。在公路养护中,紧绕畅通、安全、环保等基本要素展开养护工作,在养护工作中突出重点、注重结果、简化过程、强化标准。要是在公路养护中能将侵入公路的水适时排除,在降低公路养护成本的同时可以延长公路使用寿命。

参考文献

- [1] 《公路路基养护技术规范》.人民交通出版社,2020;
- [2] 《公路排水设计规范》.人民交通出版社,2012;
- [3] 山区高速公路边沟断面形式选择与研究.云南交通科技,2003;
- [4] 公路排水设施病害处治措施研究.工程技术研究(袁宏成),2022;
- [5] 公路边坡防排水技术剖析.交通企业管理(张文明),2024;