

农村公路路基路面病害分析及施工管理

文 / 钟永斌 青海省海东市平安区交通运输局

摘要: 结合当前我国“交通强国”战略公路建设背景,农村公路发挥着引领社会经济发展、支撑战略实施、服务乡村振兴的重要作用。根据多年基层学习和实践,在简述农村公路重要性的基础上,对路基路面存在的病害和施工管理进行浅析探讨,以期为类似工程提供参考。

关键词: 农村公路;路基路面;病害分析;施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.076

引言

农村公路作为公路交通主力军,具有服务乡村振兴的基础性、缩小城乡交通差距促进共同富裕的普惠性和与产业、旅游、生态协同发展的融合性,是创新驱动与深化改革的先行官。2023年底全国农村公路总里程已达460万公里,对构建“安全、便捷、高效、绿色、经济”的现代化综合交通体系提供了重要支撑,但其部分农村公路技术等级低、抗灾能力弱、气候变化加剧水毁等原因出现路面早期损坏、排水系统失效等病害,目前急需提升农村公路“韧性交通”能力,从技术方向和治理措施更深层次的研究就凸显愈发重要。

一、路基工程管理

(一) 路基工程

路基是道路的主要承重岩土结构物,要经受路基土体自重、行车荷载和各种自然环境因素的长期作用,应具有足够的承载能力和稳定能力。

(二) 路基病害及原因分析

路基在各种因素的长期作用下将发生弹性变形和塑性变形,而塑性变形将引起路基高程和边坡形式、坡率的改变,严重时造成平纵线型移位直接影响路基的整体性和稳定性,造成各种路基病害,主要有路基沉陷、边坡滑塌、碎落和崩塌、路基沿山坡滑动、水文条件和不良地质造成的路基破坏等路基病害。

1. 路基沉陷一般有路基本身压缩沉降和路基下部天然地基承载力不足而引起的沉陷,主要原因是路基填料材料配置失当,填筑方法不科学,压实度不足,或是原天然地面有软土等承载能力极低的不良地质,并在路基施工前未充分处理,致使后期在路基本体的自重作用下引起路基下陷。

2. 边坡滑塌一般分为溜方和滑坡,其中溜方主要是由于地面雨水冲刷边坡、另外还存在施工不合理而引起的。而滑坡为路基边坡土体在自重作用下沿某一滑动面进行滑动,主因为边坡土体的自稳不足所引起。常见于路堤边坡坡度过陡、边坡坡脚冲刷淘空、填土层次施工不科学相互粘结不牢等。路堑边坡滑坡主要表现在边坡高度和坡率不相应、并与天然地质节理不相适应而形成的滑动。

3. 碎落和崩塌一般是路堑边坡岩石的剥落和崩塌,

主要原因路堑边坡表面岩层被扰动和风化,从而在地面雨水冲刷和地理地质运动作用之下发生的下落。

4. 路基沿山坡滑动一般存在于较陡的山坡填筑路基,其表现为路基底过湿形成滑动面,下边坡坡脚无必要的支撑结构物,在路基自重和行车荷载等各种作用下整个路基沿山坡原地面向下滑动,使路基整体失稳。另外不良地质、水文环境等较大自然灾害地区均可能导致路基的大规模毁坏。

(三) 路基病害防治及施工管理

稳定坚固的路基是路面强度和稳定性的重要支撑,也是关乎人民群众生命财产安全的重要保证,所以在设计和施工中应该严格按技术规范和实际地形综合考虑,为了防止减少路基病害并提高路基稳定性和耐久性,在此浅谈一些主要措施及管理办法:

1. 因地制宜科学合理设计路基横断面形式:根据公路路线的路基设计标高与天然地面标高填挖差值路基横断面一般分为路堤、路堑和填挖结合三种典型形式,一般路基应当结合实际地形、地质分析直接选用相应断面形式可不必进行基础论证和验算。但对于大于规范极限值的高填深挖路基、不良地质等特殊路基,需对个别设计通过试算法、解析法、条分法等进行稳定性验算。同时根据原地形增设的坡面防护、坡脚加固、截水沟、挡土墙等防护措施。

2. 选择良好的路基填筑材料,并对原地面作稳定处理:路基土是填筑路基的基本材料,由于基本成因的不同,各种路基土表现出截然不同的工程特性,如土的颗粒组成、塑性指标、干湿类型直接影响路基强度和稳定性,路基土中砂性土优选材料,粘性土可用,粉性土非特殊处理不得应用。路面结构的强度和稳定性主要依靠路基工作区内土基的强度和稳定性,因此应严格防止水分侧面渗入和地下水上升。路基明显的塑性变形和弹性变形将导致沥青路面产生车辙、纵向不平整和疲劳开裂,对于水泥混凝土路面路基土的塑性变形将引起板块断裂。所以提高路基土的抗变形能力是提升路基路面结构整体性强度和刚度的重要保证。

3. 科学合理的填筑方法确保规定压实度:路基工程建设的质量标准、操作规程、组织管理具有特殊性和规范性,分层平铺的路堤填筑和纵向全宽掘进的路堑开挖

是农村公路路基施工的基本方法,选择优质砂土最佳含水量、压实厚度配合各种土方机械,在健全的组织管理和严格的技术服务下得到一定的路基压实度,同时设置防水隔离层、隔温层及砂垫层以调整土基干湿系数,在充分压实后使路基的塑性变形、渗透系数、毛细水作用及隔温性能得到明显改善。

4. 正确排水和防护以提高其整体稳定性:水的作用是路基病害的主要因素之一,地面水和地下水对路基的冲刷、渗透和冻胀直接严重影响着路基的强度和承载力。因此充分利用地形合理布局排水系统,采用隔断、疏干和降低地下水,排除和拦截地面水漫流、滞积下渗,使路基工作区内的土基保持常年处于干燥状态,以此确保路基路面的强度与稳定性。另外在保证路堤路基的稳定性方面坡面防护、冲刷防护、软土地基加固、挡土墙是必不可少的工程技术措施。特别是高压缩性软土地基加固处理时着重考虑沉降和稳定处理的固结变形是否会影响到路基的正常使用及使用寿命。

二、路面工程管理

(一) 路面工程

路面是各种混合料铺筑而成的层状结构物,路面结构层保护着路基避免直接经受车辆和大气的破坏、并为过往车辆提供舒适的行驶环境。因此路面结构层应具有足够的强度和刚度以抵抗行车荷载引起的各种应力如压应力、拉应力、剪应力等,确保不发生路面压裂、拉断、剪切等各种破坏。另外路面的耐久性、平整度至关重要直接影响着行车安全和运输效益。路面结构一般采用分层铺筑法,根据使用标准、受力原理、路基类型和自然环境的不同通常划分为面层、基层和垫层。

(二) 路面病害及原因分析

路面面层直接承受行车荷载和自然环境的作用,应具有抵抗车辆垂直压力、水平摩擦力及冲击荷载的力学性能和耐受降水侵蚀与温度循环影响的环境适应性,其结构材料应具备高强度、抗变形能力及温湿度稳定性的要求。在农村公路主要应用为刚性路面的水泥混凝土面层和柔性路面的沥青混凝土面层;路面基层作为路面承重核心层,主要作用是分散传递面层传来的车辆垂直应力和提供足够结构支撑,在农村公路一般为无机结合料稳定碎石基层和级配砂砾基层;路面垫层介于基层与土基之间的功能层,它主要功能是改善土基湿温环境和防止土基水稳性变化对上层结构的不利影响的隔离保护。在农村公路一般为砂、砾石、炉渣等组成的排水垫层。

1. 沥青路面的损坏类型与成因

沥青路面面层主要材料为沥青,其物理特性和力学性质随气候和荷载因素的变化呈现出成因复杂的不同病害。

(1) 泛油:主要原因为混合料油石比过高、表面嵌缝料散失、高温行车作用下混合料结构发生变化而引起,一般在沥青表处的简易农村公路路面易产生此类泛油病害。

(2) 推移、拥包、搓板等损坏主要是在车辆水平推力和冲击力的作用下造成的沥青路面剪切破坏。此类病害一般是由于沥青材料稠度差且油石比偏低、混合料配合比不合理、面层厚度不足、粘结较差等引起。

(3) 车辙:这类病害主要发生在高温季节的重交通道路上。可分为路面结构层抗剪强度不足引起的剪切型失稳车辙、施工中压实度不足引起的压密型失稳车辙、结构层设计不合理产生整体永久性变形而引起的结构性车辙、面层材料在车轮和自然因素作用下持续磨耗而形成的磨耗型车辙。车辙形成过程一般要经历初始阶段的压密、混合料侧向流动的重新排列和结构骨架的破坏三个阶段过程。

(4) 裂缝:沥青路面的裂缝破坏主要表现为横向裂缝、纵向裂缝、龟裂和网裂等形式。纵向裂缝一般是路基压实度不均匀、路基边缘不均匀沉降、沥青混合料分幅摊铺时接缝处理不当引起的;横向裂缝主要是沥青面层在重载交通作用下导致拉应力超限而断裂、或温度应力作用下的沥青面层缩裂和基层开裂产生应力集中所形成的基层反射裂缝;沥青路面混合料油石比过低、长期服役或整体强度不足,往往形成沥青面层老化的闭合龟裂和网裂。对较小的裂缝一般用沥青灌缝封闭处理,对较大的裂缝一般用沥青屑混合料填筑处理,对于存在大面积网裂、龟裂的严重路段则应挖除重铺。

(5) 坑槽:主要是面层的网裂未及时处理而逐渐形成的,另外基层强度不足导致的沉陷和失稳是坑槽产生的主要原因。一般采用圆坑方补的方法、挖除坑槽在垂直槽壁四周涂刷热沥青后相同材料进行填补夯实。

(6) 松散:松散主要原因是采用的沥青稠度差和混合料油石比较低、另外混凝土之间粘结力较差所致。

(7) 啃边:主要表现是沥青路面边缘在车轮荷载和自然因素作用下不断破损、缺失不齐,从而导致路面宽度不断缩小。产生原因是路面过窄路面边缘遭受行车长期碾压、路肩边缘材料强度不足和雨水冲刷路面边缘。一般处治方法是设置路缘石和提升材料加固路肩。

2. 水泥混凝土路面的损坏类型与成因

水泥混凝土路面板具有力学强度高、稳定性和耐久性好、变形小等优点,所以从力学分析来看水泥混凝土路面结构属于弹性板体系。另外水泥混凝土路面作为刚性路面,其弹性模量及力学强度远高于基层和土基的相应模量和强度,但其抗弯拉强度却远小于抗压强度,所以在车轮荷载作用下当弯拉应力大于其本身的极限抗弯拉强度时,混凝土板便会极易产生断裂破坏。另外水泥混凝土板顶面和底面的温度差会使板产生热胀冷缩变形和翘曲应力,在各种荷载作用下会出现混凝土面板断裂和接缝挤碎等破坏。

(1) 接缝破坏:主要有接缝挤碎、拱起、唧泥、错台等破坏类型。接缝挤碎一般出现于横向接缝两侧,主要是胀缝滑动传力杆滑动功能失效阻碍了混凝土板的热胀冷缩发生的剪切挤碎;拱起是混凝土面板在接缝两

侧的向上顶起，主要是面板填缝料固结，伸缩缝失效出现的纵向压曲失稳；错台是混凝土面板在接缝两侧的竖向相对错位，主要是地面水通过接缝渗入基础使其软化造成的，车轮荷载分布不均匀使各幅板沉陷不一致时，纵缝也会出现错台现象；唧泥是面板接缝处喷溅出稀泥浆的现象，主要是由于在荷载的长期作用下基层由于变形造成塑化，混合下渗的地面水沿接缝缝喷溅出来。唧泥的出现会导致面板边缘脱空失去支承而产生破坏。

(2) 混凝土面板断裂：混凝土面板本体主要有断裂和裂缝病害。主要表现在面板在荷载作用下所产生的内应力超过了自身极限强度时出现的各种断裂和裂缝。其成因复杂，如混凝土面板厚度不足或重载交通、行车荷载次数超过允许值、面板板平面尺寸过大、地基失稳使面板脱空失去支承、养生不到位、材料强度不足、施工质量不良、混凝土未达到设计强度等。断裂破坏会导致混凝土面板整体结构性承载力损失。

(三) 路面工程病害防治及施工管理

公路路面工程的病害直接影响着道路的使用性能、行车安全和维护成本，因此为提高路面的耐久性保持其强度、刚度、几何形态，有必要将精心设计、规范施工、长效养护的工作放在重要的位置。

1. 精心设计：在农村公路中“精心设计”是工程建设的灵魂环节，是确保工程质量、耐久性和经济效益的核心前提，直接影响施工可行性、后期维护成本及行车安全。根据交通荷载、地质条件结合气候、水文认真设计计算基层、底基层、面层的材料与厚度组合使结构设计科学化；粗细集料及填料的质量技术符合规范要求，沥青性能的针入度、软化点、PG 分级等物理指标严格以试验数据为准，各混凝土集料及配合比做到精准化操作；道路工程路基路面施工必须做好设计和排水系统之间的规划工作，促使排水应该借助分散排水与集中排水相结合的措施进行处理使排水系统一体化。

2. 规范施工：水泥混凝土路面施工做好施工前的准备工作是工程质量的重要保证，包括选择施工机械、混凝土集中拌制、材料试验和配合比设计、基层的检查和整修。另外为保证质量和防止后期病害要规范施工程序和施工工艺，包括模板安装、传力杆设置、制备和运送混凝土混合料、摊铺和振捣、制筑接缝、表面整修与防滑措施、养生和灌缝。同时要加强施工质量管理和监督检查，使水泥混凝土路面达到有足够的强度、耐久性、表面抗滑、耐磨、平整等良好的路用性能。沥青混凝土路面在施工中要详细掌握其各材料的结构和力学特性，以及沥青混合料的结构力学特性，根据其粘弹性性质和力学模型论证沥青混凝土剪切强度和断裂强度，从而通过原材料筛选、配合比设计、混合料热拌、有效运输、机械摊铺、接缝处理、组合碾压等严格操作程序来保证沥青混凝土路面的高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性、耐疲劳性和抗老化性五大性能，为行车安全提供稳定、耐久的高效服务。

3. 长效养护：路面养护工作属于长期性工作，必须有健全的养护机制作为支持，并安排专业队伍展开定期检查以及养护管理，同时进行详细记录，做好日常管控与养护工作。



图 1 农村公路路面病害整治前后成效

结语

农村公路路基路面工程的发展对改善人民群众通行条件、带动乡村振兴、推动共同富裕、促进社会全面发展，以及实现中华民族伟大复兴意义重大，作为交通土建技术人员应以锐意进取的钻研精神和敢于担当的奉献精神来不断创新，通过的时间与实践的双向检验，不断增强人民群众对农村公路建设的获得感、幸福感、安全感。

参考文献

[1] 吴翔. 道路工程中路基路面运用的病害治理对策[J]. 建材发展导向, 2021, 19(04): 52-53.
[2] 孙国伟. 道路工程中路基路面运用的病害治理[J]. 智能城市, 2020, 6(24): 89-90.
[3] 庞海宗. 道路工程中路基路面运用的病害治理对策研究[J]. 价值工程, 2020, 39(16): 161-163.
[4] 李城. 道路工程中路基路面运用的病害治理对策研究[J]. 建材与装饰, 2020(05): 251-252.
[5] 赵晨. 公路路基路面病害的科学检测及预防养护[J]. 交通世界, 2019(20): 74-75.