

公路路基路面工程质量通病及防治对策

杨 莉

雅安市石棉县交通运输局 四川 雅安 625400

摘 要：路基路面作为公路的基础结构，其质量直接决定了公路的整体性能与使用寿命。本文深入探讨公路路基路面工程质量通病，详细分析各类通病的类型、表现及成因，并提出针对性的防治对策，旨在提升公路工程质量，延长其使用寿命，保障公路的安全与高效运行。

关键词：公路工程；路基路面；质量通病；防治对策

公路是交通网络的关键，对地区经济交流和国民经济发展至关重要。但在工程实践中，常出现路基沉陷、路面裂缝等质量问题，这些不仅增加了维修和养护成本，还可能导致交通中断，严重影响交通安全和社会经济。当前，国内外已开展了大量研究。已全面总结常见路基路面病害形式，深入分析了设计、施工、自然环境、运营维护等方面的成因，并制定了涵盖优化设计、加强施工管理、改善自然环境等多策略的防治措施。然而，现有研究在新兴技术如智能化监测技术在质量通病预警中的应用研究方面仍需加强。

1 公路路基路面工程质量通病的类型及表现

1.1 路基工程质量通病

(1) 路基沉陷是指路基在局部区域或整体范围内出现的下沉现象。在软土地基的路段中尤为常见，路基在承受自身重量及过往车辆荷载时，易因软土固有的高压缩性和低强度物理特性而产生显著沉降，进而导致路面不平整，对行车安全性和舒适性造成影响。(2) 边坡坍塌。边坡坍塌通常是由于边坡坡度设计不合理、防护措施不到位等原因引发。当边坡坡度较陡，且岩土体自身稳定性较差时，在雨水冲刷、地震等外力作用下，极易发生滑塌或崩塌。(3) 路基翻浆。在季节性冰冻地区，当地下水位较高，且水温随季节变化时，易出现路基翻浆现象。冬季，水分在路基土孔隙中冻结，体积膨胀，使路基隆起；春季气温回升，冻土融化，水分无法及时排出，导致路基土变软、冒浆。

1.2 路面工程质量通病

(1) 裂缝病害。主要根据裂缝形式方向，分为横向裂缝、纵向裂缝、网状裂缝。横向裂缝通常是由于温度变化引起的。在低温季节，路面材料收缩，当收缩应力超过材料的抗拉强度时，就会产生横向裂缝。此外，基层的不均匀沉降也可能导致横向裂缝的出现；纵向裂缝多是由于路基的不均匀沉降、路面施工时的接缝处理不

当等原因造成。^[1]在半填半挖路段，由于填方和挖方区域的沉降差异，容易产生纵向裂缝；网状裂缝一般是由于路面材料老化、水损害以及路面结构强度不足等因素共同作用的结果。长期暴露在自然环境中，路面材料的性能逐渐下降，在车辆荷载和雨水侵蚀下，容易形成网状裂缝。(2) 车辙病害。指车辆反复碾压导致路面出现纵向带状凹槽的现象。在重载交通路段，由于车辆荷载较大，对路面的磨损和挤压更为严重，车辙病害尤为突出。同时，沥青路面的高温稳定性不足，在夏季高温时，沥青变软，也容易产生车辙。(3) 坑槽病害。坑槽病害是路面局部出现的坑洼现象。材料老化使路面材料的粘结力下降，在车辆荷载作用下，容易松散脱落。水损害也是导致坑槽形成的重要原因，雨水渗入路面结构层，使基层软化，进而导致路面出现坑槽。施工缺陷，如混合料拌和不均匀、压实度不足等，也会增加坑槽出现的概率。

2 公路路基路面工程质量通病的成因

2.1 设计因素

(1) 设计方案不合理。对地质条件勘察不充分，可能导致在不良地质路段未采取合适的地基处理措施。如在岩溶地区，若未探明地下溶洞分布情况，就可能导致路基在溶洞上方发生塌陷。路线选线不当，使公路经过地质条件复杂或容易受自然灾害影响的区域，增加了质量通病发生的风险。路面结构组合设计不能满足交通荷载要求，如在重载交通路段采用了轻型路面结构，会导致路面过早损坏。(2) 设计参数取值不准确。路基压实度标准取值过低，会导致路基压实不足，后期容易出现沉降。路面材料参数如沥青的标号选择不当，在高温地区使用了低温性能较好但高温稳定性差的沥青，会导致路面在夏季出现车辙、泛油等病害。设计过程中对交通流量预测不准确，使路面结构设计无法适应未来交通发展需求，也会加速路面病害的产生。

2.2 施工因素

(1) 施工材料质量问题。施工单位为降低成本, 采购不合格的路基填料和路面材料。使用含泥量超标的砂石料作为路基填料, 会降低路基的强度和稳定性。沥青质量不达标用于路面铺设, 会影响沥青混合料的性能, 导致路面出现裂缝、车辙等病害。(2) 施工工艺不规范。在路基填筑过程中, 分层填筑厚度过大, 导致压实度不足。此外, 路面摊铺温度控制不当, 过高或过低的摊铺温度都会影响沥青混合料的压实效果和路面平整度。同时碾压遍数不够, 也无法使路面达到设计压实度, 进而降低路面的使用寿命。(3) 施工管理不到位。施工单位质量管理体系不完善, 缺乏有效的质量检测与监督机制。现场管理人员责任心不强, 对施工过程中的质量问题视而不见。同时, 施工单位在施工过程中未严格按照设计文件和施工规范进行操作, 也是导致质量通病的重要原因。

2.3 自然因素

(1) 地质条件。在山区, 地势起伏大, 地质构造复杂, 滑坡、泥石流等地质灾害频发, 对路基路面造成严重破坏。软土地基的存在, 使路基容易出现沉降、滑移等问题。同时, 山区多雨, 雨水容易渗入路基, 导致路基软化、强度下降。此外, 严寒地区的冻胀现象也是影响路基稳定性的重要因素。^[2]在冻胀期, 路基中的水分结冰膨胀, 会对路基产生巨大的压力, 导致路基变形、裂缝甚至破坏。而在平原地区, 虽然地势相对平坦, 但地下水位较高, 路基容易受到地下水的侵蚀, 导致路基软化、强度降低。同时, 平原地区的气候条件也可能导致路面出现病害, 如高温下的沥青老化、低温下的路面开裂等。(2) 气候条件。暴雨会冲刷路基边坡, 导致边坡坍塌; 洪水可能淹没路基, 破坏路面结构。冰冻会使路面材料冻胀、开裂, 高温会使沥青路面软化、泛油。在多雨地区, 每年雨季都会因暴雨冲刷导致路基边坡防护设施损坏, 路面出现坑洼。在北方寒冷地区, 冬季的低温则容易使路面出现大量的冻胀裂缝。

2.4 运营维护因素

(1) 交通荷载过大。随着交通量的增长及车辆超载现象的普遍存在, 公路路基路面承受的荷载远超设计标准。超载车辆对路面的磨损和挤压更为严重, 加速了路面病害的发展, 也大大缩短了路面的使用寿命。(2) 养护措施不当。养护是预防和治理公路路基路面质量通病的重要环节。然而, 在实际养护工作中, 往往存在养护不及时、养护方法不科学、养护设备落后等问题。这些问题导致养护效果不佳, 无法及时发现路基的潜在问

题, 无法有效遏制病害的发展, 使病害进一步恶化。如路面裂缝未及时灌缝处理, 雨水会渗入路基, 导致路基土软化, 进而导致路面出现大坑槽。

3 公路路基路面工程质量通病的防治对策

3.1 路基沉陷防治对策

在工程开展前, 通过地质雷达、钻探等多种勘察手段全面探测软土地基和高填方路段的地质状况。^[3]对于软土地基, 若厚度较薄, 可采用换填法, 挖除软土并换填砂砾、碎石等高强度材料。高填方路段则依据设计要求分层填筑, 控制每层厚度不超过30cm, 并严格筛选筑材料。施工过程中, 软土地基处理采用排水固结法时需合理布置排水设施, 高填方路段使用大型压实设备按先轻后重、先慢后快原则压实, 并定期进行沉降观测, 超过预警值时暂停施工并采取措施。工程竣工后, 持续监测路基沉降, 初期每月一次, 逐渐降低频率, 发现异常沉降时及时灌浆加固, 并维护排水系统, 确保排水畅通, 防止路基沉降加剧。

3.2 边坡坍塌防治对策

在边坡工程的设计阶段, 需根据地形地貌和地质条件精确计算并确定合理的坡度, 对于地质条件较差的区域适当放缓坡度, 并设计有效的边坡防护方案, 如浆砌片石护坡或锚索框架梁护坡。设计时应充分考虑边坡稳定性, 并进行稳定性分析以确保防护方案的有效性。施工过程中, 应遵循自上而下、分段跳槽的开挖方式, 及时进行防护施工, 并严格控制锚索的钻孔深度、角度和注浆压力。同时, 加强对边坡的监测, 如位移和应力监测, 以及时发现变形情况。日常维护包括定期巡查、检查坡面防护设施和排水系统, 清理排水管道和边沟, 修复松动的防护砌体, 并保护和培育边坡周边植被, 利用其根系固土作用增强边坡稳定性。

3.3 路基翻浆防治对策

在路基施工开工前完善排水设计, 确保地面排水和地下排水系统的有效性。地面排水方面, 需设置足够的边沟、截水沟, 并保证其坡度不小于0.5%, 以迅速排除雨水。地下排水方面, 合理布置盲沟、渗沟等设施, 降低地下水位, 如在地下水位较高的路段每隔一定距离设置一道盲沟。对于季节性冰冻地区的路基, 采用设置隔温层的方式, 如铺设聚苯乙烯泡沫板等保温材料, 厚度一般为10 - 20厘米, 并选用水稳定性好的路基填料, 如石灰土、水泥稳定土等, 提高路基的抗冻性能。在路基填筑过程中, 严格控制填土的含水量, 使其接近最佳含水量, 减少水分过多导致的翻浆风险。冬季来临前, 对已填筑的路基进行覆盖保温, 如采用草帘、棉被等材料,

防止路基土受冻。同时,加强对路基压实度的控制,确保路基的压实度符合设计要求,提高路基的整体强度和稳定性。

3.4 裂缝病害防治对策

(1) 横向裂缝防治:严格控制基层材料的配合比和压实度,确保基层的平整度和强度。在沥青路面施工时,合理控制沥青的加热温度和混合料的出厂温度,一般沥青加热温度控制在150~170℃,混合料出厂温度控制在140~165℃。同时,在路面铺设后,及时进行封层处理,减少水分下渗。例如,采用稀浆封层或微表处技术,在路面表面形成一层防水、耐磨的封层。(2) 纵向裂缝防治。保证路基的宽度和压实度均匀,避免出现压实度差异过大的情况。对于半填半挖路段,做好填挖交界处的处理,如设置台阶、铺设土工格栅等。在路面施工时,确保摊铺机的行走平稳,避免出现摊铺厚度不均匀的现象。同时,加强对路面接缝的处理,采用合理的接缝方式,如热接缝或冷接缝处理技术,确保接缝处的压实度和密封性。(3) 网状裂缝防治。加强路面材料的质量控制,确保沥青的针入度、延度等指标符合要求。在路面养护过程中,定期对路面进行灌缝处理,对于轻微的网状裂缝,采用乳化沥青灌缝;对于较严重的网状裂缝,先进行铣刨处理,再重新铺设沥青混凝土。同时,加强对路面的预防性养护,如定期进行路面封层、罩面等处理,提高路面的抗滑性能和防水性能。

3.5 车辙病害防治对策

在沥青混合料设计阶段,选择高温稳定性好的改性沥青,并增加粗集料含量至55%,以提高内摩阻力和抗车辙能力,特别是对于重载交通路段采用间断级配。通过室内试验和模拟分析优化配合比,确保混合料具有良好的高温稳定性和耐久性。^[4]施工过程中,严格控制摊铺机的振捣频率和振幅,遵循正确的碾压原则和温度控制,确保路面压实度和平整度。养护与管理方面,定期监测路面车辙深度,对超载车辆进行严格管理,并采取微表处或铣刨重铺等措施修复车辙。同时,利用智能交通系统和定期监测机制,合理调控交通流量,减少路面局部压力,从而有效防治车辙病害。

3.6 坑槽病害防治对策

针对集料和沥青,需依据行业标准,仔细检测其各项性能指标,像集料的颗粒形状、级配、压碎值,以及沥青的针入度、软化点和延度等,确保材料质量过关。同时搭建防雨防潮的仓库,运用先进的仓储管理系统,实时把控材料的入库、存储和出库情况,避免材料因环境因素变质。施工过程中,使用先进的拌和设备和信息化控制系统,精准控制拌和时间、温度和原材料配比,防止混合料离析。摊铺作业选用高精度摊铺机,同时做好熨平板的日常维护,保证摊铺质量。压实环节,根据路面结构、混合料特性和设计要求,合理选择压实设备与工艺,通过优化压实遍数、速度和顺序,达到设计压实度。日常巡查配备路面病害快速检测车、激光平整度仪等设备,定期巡查路面。一旦发现坑槽病害,马上用数字化记录系统详细记录位置、尺寸和严重程度等信息,随后迅速启动修复流程。采用合适的修复技术与材料,尽快让修复后的路面恢复平整度,保证行车舒适,最大程度降低坑槽病害对公路使用的影响。

结语

公路路基路面工程质量直接关系到公路的使用性能、交通安全以及社会经济效益。然而,公路工程建设是一个动态发展的领域,随着交通量的持续增长、新材料与新技术的不断涌现以及环境条件的改变,新的质量问题可能会持续出现。因此,在未来的公路建设中,需要持续关注工程质量,不断总结经验,加强技术创新和管理优化,持续提升公路路基与路面工程的质量水平,为交通运输事业的稳健发展提供坚实的基础支撑。

参考文献

- [1]李信.公路路基路面质量通病成因及施工加固技术[J].四川建材,2024,50(03):187-189.
- [2]郜鹏飞.公路路基路面质量通病成因及施工加固技术[J].黑龙江交通科技,2021,44(09):10-11.
- [3]赵祎.道路施工过程中的路基路面质量控制[J].交通世界,2021,(21):133-134.
- [4]温昌伟.公路路基路面质量通病成因及施工加固技术分析[J].江西建材,2020,(12):253-254.