

高速公路路基沉降对路面结构的影响及控制措施

敖健炜

湖北省高创公路工程咨询监理有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：高速公路作为我国交通基础设施的核心组成部分，其路基稳定性直接决定路面结构的使用寿命、行车安全性与舒适性。路基沉降会引发路面平整度下降、结构性裂缝、基层破损、桥头跳车等一系列问题，加剧路面结构受力失衡，大幅增加公路养护成本，缩短工程使用周期。本文深入分析高速公路路基沉降的主要成因，系统研究沉降对路面各结构层的破坏机理与具体影响，针对性提出从设计、施工、运营监测到后期养护全流程的沉降控制措施，旨在为高速公路路基路面工程建设与病害治理提供理论参考与实践指导，提升高速公路工程整体质量与长期运营稳定性。

【关键词】：高速公路；路基沉降；路面结构；破坏影响；控制措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.088

引言

随着我国交通运输行业的高速发展，高速公路建设里程持续增长，已形成覆盖全国的交通路网，在区域经济协同发展、物资运输、民众出行等方面发挥着不可替代的作用。路基是路面结构的基础支撑，承担着自身自重、车辆动荷载及上部路面结构的全部荷载，其稳定性是保障高速公路整体工程质量的关键。在实际工程中，受软土地基、黄土湿陷、路基填料压实不足、施工管控不严、地下水侵蚀及长期车辆循环荷载作用等因素影响，路基极易出现不均匀沉降或过量均匀沉降问题。

1 路基沉降对高速公路路面结构的具体影响

1.1 对路面平整度的影响

路基沉降会直接破坏路面表层的平顺性，均匀沉降会导致路面整体下沉，形成低洼路段，不均匀沉降则会造成路面高低起伏、凹凸不平。路面平整度大幅下降后，车辆行驶过程中会出现持续颠簸、晃动，驾乘人员舒适度严重降低，同时影响车辆行驶稳定性，迫使驾驶员降低行车速度，制约高速公路的通行效率，无法发挥高速公路快速通行的核心优势。

1.2 对路面面层的影响

路基沉降产生的变形应力直接作用于沥青或水泥混凝土路面面层，引发多种面层病害。不均匀沉降会使面层底部产生拉应力与剪应力集中，率先出现横向裂缝、纵向裂缝，随着沉降持续发展，裂缝不断延伸、交织形成网裂；裂缝区域雨水下渗、车辆荷载反复冲击，会导致面层材料破碎、脱落，形成坑槽，同时面层与下层结构黏结力失效，出现铺装层剥落、松散等问题，直接破坏路面面层的完整性与使用功能。

1.3 对路面基层与底基层的影响

基层与底基层作为路面的主要承重层，受路基沉降影响更为显著。路基沉降带来的不均匀受力，会使基层、底基层产生过大弯曲应力，超出结构承载极限后出现基层断裂、破碎问题；

土体沉降、水分侵蚀会导致基层材料胶结性能失效，出现整体松散、脱散现象，大幅降低基层与底基层的承载能力；同时，路基沉降会造成基层与路基之间出现空隙，形成结构层脱空，进一步加剧路面结构受力失衡，形成沉降与结构破坏的恶性循环。

1.4 对路面整体结构稳定性的影响

路基沉降打破了路面各结构层协同受力的平衡状态，使路面整体结构受力路径发生改变，局部应力远超设计允许值，引发路面结构性破坏。各结构层之间的黏结力、整体性被破坏，路面承载能力持续下降，无法承受车辆循环荷载作用，导致路面病害快速扩散、加重，大幅缩短路面结构的设计使用寿命，提前进入病害高发期，丧失长期稳定通行的能力。

1.5 衍生病害影响

路基沉降还会引发一系列高速公路衍生病害，其中桥头跳车是最典型的问题，桥台与路基沉降量差异过大，导致路桥衔接处出现高差，车辆通行时产生剧烈颠簸，严重影响行车安全；路基沉降伴随边坡土体变形、流失，引发路边坡失稳、滑坡、坍塌等病害；同时，沉降破坏路面排水设施的坡度与结构，导致路面排水系统失效，路面积水、下渗问题加剧，进一步加重路基与路面病害，大幅增加公路后期维修、养护的人力与资金成本，降低高速公路整体运营效益。

2 高速公路路基沉降全流程控制措施

2.1 设计阶段沉降控制

设计阶段是路基沉降防控的源头，需通过科学设计筑牢路基抗沉降基础。首先开展精细化地质勘察，全面勘探公路沿线地质构造、土体类型、地下水水位等参数，重点排查软土、湿陷性黄土等不良地质区域，获取精准勘察数据，为后续设计提供可靠依据；其次优化地基处理方案，结合地质条件与路基荷载要求，针对性选用换填垫层、排水固结、复合地基等处理工艺，明确地基处理深度、范围与技术参数，提升地基整体承载力与

抗压缩性；同时完善排水系统设计，构建地表排水、地下排水相结合的体系，合理设计排水沟、截水沟、渗沟等设施，优化排水坡度与布设位置，阻断雨水、地下水侵入路基土体；另外合理设计路基断面，结合地形、地质与交通量，确定路基高度、宽度与边坡坡度，避免路基过高引发过大沉降，保证路基自身结构稳定性。

2.2 施工阶段沉降控制

施工阶段是控制路基沉降的核心环节，需严格落实工艺标准，强化全过程质量管控。严把填料质量管控关，优先选用级配良好、含水量适中、有机质含量达标的土体作为填料，杜绝劣质填料进场，进场前完成颗粒分析、击实试验等检测，确保填料性能符合设计要求；规范分层填筑与压实工艺，严格控制每层填筑厚度，遵循“分层填筑、分层压实”原则，选用适配的压实机械，确定合理压实遍数与速率，确保路基各层压实度全部达标，减小土体孔隙率；强化软基处理施工，严格按照设计方案开展软土地基加固施工，把控施工工序与技术要点，施工后及时检测地基承载力，确保软基处理效果达标；加强施工过程质检，建立全过程质量监督体系，对填料、填筑、压实、地基处理等各环节开展常态化检测，及时整改施工偏差，杜绝质量隐患。

2.3 运营阶段沉降监测与管控

高速公路运营期间，需建立动态管控体系，及时掌握路基沉降状态。建立沉降实时监测系统，采用水准仪、沉降传感器、自动化监测设备等，在路基关键路段、桥头衔接处布设监测点，实现24小时不间断监测，实时采集沉降数据，精准掌握沉降速率与发展趋势；定期检测路基路面状态，安排专业人员开展周期性现场排查，检测路基平整度、边坡状态、路面裂缝等情况，结合监测数据全面评估路基健康状况；及时处置微小沉降病害，针对早期轻微沉降、小幅度不均匀沉降，提前采取简易加固、找平修复等措施，防止沉降持续发展演变为严重病害，避免路面结构进一步受损。

参考文献：

- [1] 张永清.山区高速公路路基差异沉降特性与控制措施研究[D].陕西:长安大学,2009.
- [2] 邢又家.固化土加宽高速公路路基差异沉降参数影响因素及防治措施分析[J].工程技术研究,2022,7(15):17-19.
- [3] 卫高明.高速公路路基拓宽对路面结构变形影响数值分析[J].湖北理工学院学报,2019,35(3):39-42.

2.4 已发生沉降的治理措施

针对已出现明显沉降的路基路段，需采取高效治理技术，快速控制沉降、修复结构破坏。换填加固法适用于浅层沉降路段，挖除路基顶部压缩变形、强度不足的土体，换填级配碎石、灰土等高强度材料，分层压实后恢复路基承载力；注浆加固法针对深层沉降、土体松散路段，通过高压注浆将水泥浆、化学浆液注入路基土体，填充孔隙、固结土体，提升路基整体密实度与稳定性；土工合成材料加筋，在路基内部铺设土工格栅、土工布等材料，增强路基土体整体性与抗变形能力，抑制沉降进一步发展；同时落实路面病害同步修复，在路基沉降治理完成后，及时处理路面裂缝、坑槽、松散等病害，恢复路面结构完整性与平整度，实现路基路面同步治理。

2.5 长效养护管理措施

建立长效养护管理机制，是长期防控路基沉降、保障公路稳定运营的关键。完善养护管理机制，制定专业化、常态化路基养护方案，明确养护责任与工作流程，组建专业养护团队，实现路基养护规范化、标准化；严控超载车辆通行，联合交通执法部门，在高速公路出入口设置超限检测站点，严查超载超限车辆，减少车辆超负荷荷载对路基的冲击破坏；做好路基排水防护，定期清理排水设施，疏通排水沟、渗沟，及时修复破损排水结构，持续阻断水体对路基的侵蚀，同时加强路基边坡养护，做好边坡加固与植被防护，防止边坡失稳加剧路基沉降，全面保障路基长期稳定运行。

3 结束语

高速公路路基沉降防控是一项贯穿工程设计、施工、运营全生命周期的系统性工程，直接关系到路面结构的完整性、行车安全性及公路工程的经济效益。路基沉降的成因复杂多样，对路面结构的破坏具有传导性、渐进性特征，一旦防控不当，会引发连锁性路面病害，大幅降低高速公路服务质量。未来，随着交通工程技术的不断创新，需进一步研发更精准的沉降监测技术、高效的地基加固工艺与绿色环保的路基填料，持续优化路基沉降防控体系，从根源上减少路基沉降病害，提升高速公路工程质量，为我国交通运输行业的可持续发展筑牢基础。