

高速公路路基差异沉降对路面结构的影响分析

王显文

四川久马高速公路有限责任公司 四川 阿坝州 624000

【摘要】高速公路路基作为路面结构的承载基础，其稳定性直接决定路面使用性能与使用寿命。路基差异沉降是高速公路建设与运营阶段的常见病害，会引发路面结构一系列损坏，严重影响行车安全与舒适性。本文结合工程实践经验，先阐述路基差异沉降的成因，再系统分析其对不同类型路面结构的具体影响，最后提出针对性防控建议，为高速公路路基与路面工程的设计、施工及养护提供参考。

【关键词】高速公路；路基差异沉降；路面结构；影响分析；防控措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.04.031

1 引言

高速公路作为交通运输体系的核心组成部分，对区域经济发展具有重要支撑作用。路面结构的完好性是保障高速公路通行能力与行车安全的关键，而路基作为路面的承载主体，其沉降稳定性尤为重要。在高速公路运营过程中，受地质条件、设计方案、施工质量及后期荷载等多种因素影响，路基极易出现差异沉降现象。这种不均匀沉降会使路面结构承受附加应力，进而引发裂缝、错台、沉陷等病害，不仅增加养护成本，还可能诱发交通安全事故。因此，深入分析路基差异沉降对路面结构的影响，构建科学的防控体系，对提升高速公路工程质量具有重要现实意义。

2 路基差异沉降对路面结构的影响

2.1 对沥青路面结构的影响

沥青路面具有平整度好、行车舒适等优点，在高速公路中应用广泛，但因其材料抗拉强度较低，对路基差异沉降的敏感性较强。

(1) 裂缝病害：路基差异沉降会使沥青路面产生附加拉应力，当拉应力超过沥青混合料的抗拉强度时，路面会出现各类裂缝。若沉降差沿路面纵向分布，会引发纵向裂缝，此类裂缝初期多为细微裂缝，随沉降加剧逐渐拓宽延长，易导致雨水下渗，侵蚀路基与路面基层；若沉降差横向分布不均，会产生横向裂缝，横向裂缝贯穿路面横断面，破坏路面整体性，车辆行驶时易产生颠簸，甚至导致裂缝两侧路面错台；当路基沉降不规则时，会引发网状裂缝，此类裂缝表明路面结构已出现整体性损坏，需大面积维修。

(2) 车辙与推移：在路基差异沉降区域，路面会形成局部低洼或凸起，车辆行驶时会对该区域产生集中荷载。长期作用下，沥青混合料会因塑性变形累积形成车辙，尤其是在高温季节，沥青路面抗剪强度下降，车辙病害会进一步加剧；同时，

沉降差导致路面受力不均，在车辆水平推力作用下，路面易出现推移、拥包等病害，严重影响行车安全性。

(3) 路面剥落与松散：路基差异沉降引发的裂缝会成为雨水下渗的通道，雨水渗透至路面基层与路基界面后，会软化基层材料、侵蚀路基土体，导致基层承载力下降。进而使沥青路面与基层的粘结力降低，出现面层剥落现象；若雨水长期滞留，会使基层材料松散，进一步加剧路面损坏，甚至引发路面塌陷。

2.2 对水泥混凝土路面结构的影响

(1) 断板病害：水泥混凝土面板与基层紧密结合，路基差异沉降会使面板底部产生悬空区域，面板失去均匀支撑。在车辆荷载作用下，悬空区域面板会因应力集中产生断裂，形成断板。断板分为横向断板与纵向断板，其中横向断板最为常见，断板后面板完整性被破坏，若不及时处理，断板缝隙会逐渐扩大，引发面板碎裂。

(2) 错台与沉陷：当相邻路基沉降量存在差异时，对应的混凝土面板会出现高度差，即错台。错台会导致车辆行驶时产生强烈颠簸，严重影响行车舒适性，同时车辆轮胎与错台边缘的撞击会加剧面板损坏；若路基沉降量较大，会导致面板整体下沉，形成沉陷坑，沉陷区域易积水，进一步侵蚀路基，诱发更大范围的路面损坏。

(3) 接缝损坏：水泥混凝土路面设置有纵缝、横缝及胀缝，以释放温度应力。路基差异沉降会使面板产生位移，导致接缝处的填缝料被拉裂或挤出，失去密封作用。雨水会通过接缝渗透至基层与路基，软化基层材料、冲刷路基土体，同时车辆荷载会使接缝处面板出现破损、掉角，甚至引发相邻面板的连锁损坏。

2.3 对路面附属结构的影响

路基差异沉降不仅影响主路面结构,还会对路缘石、护栏、排水系统等附属结构造成破坏。路缘石与路基紧密相连,路基差异沉降会导致路缘石出现倾斜、断裂或错位,破坏路面边缘完整性;护栏固定于路基之上,路基沉降不均会使护栏立柱倾斜、基础松动,降低护栏的防护性能,无法有效保障行车安全;排水系统如边沟、截水沟等依附于路基布设,路基沉降会导致排水管道变形、接口渗漏,边沟塌陷,影响排水功能,雨水滞留会进一步加剧路基与路面损坏。

2.4 不同沉降程度对路面结构的影响对比

为更直观体现路基差异沉降对路面结构的影响,结合工程实践数据,构建不同沉降程度的影响对比表格如下。

表1 不同沉降程度的影响对比

差异沉降程度 (mm)	对沥青路面影响	对水泥混凝土路面影响	对附属结构影响
≤50	轻微平整度下降,无明显裂缝	面板无断板,接缝填缝料轻微破损	路缘石无明显变形,排水系统正常
50-150	出现轻微纵向裂缝,局部轻微车辙	接缝错台明显,出现轻微断板	路缘石轻微倾斜,护栏立柱小幅偏移
150-300	纵向、横向裂缝交织,出现网状裂缝,车辙严重	断板数量增多,面板错台大于10mm,局部沉陷	路缘石断裂错位,排水管道渗漏,边沟塌陷
>300	路面大面积剥落松散,出现塌陷坑	面板大面积碎裂,失去承载能力	护栏失效,排水系统完全损坏

3 减少路基差异沉降对路面结构影响的防控措施

3.1 优化前期勘察与设计

前期勘察需全面掌握沿线地质条件,重点勘察软土、膨胀土等特殊土层的分布范围、厚度及物理力学性质,为设计提供

精准数据。设计阶段需根据地质条件差异化选择路基填料,对特殊路段采用换填、夯实或复合地基处理技术,如水泥搅拌桩、CFG桩等,提升路基承载力;合理设定路基压实标准,确保路基压实度符合规范要求;优化路面结构设计,增加基层厚度或采用刚性基层,提升路面抗变形能力;完善排水系统设计,设置纵向与横向排水管道,避免雨水下渗侵蚀路基。

3.2 严格把控施工质量

施工过程需严格执行设计方案,加强对路基填料的质量管控,严禁使用不合格填料。路基摊铺过程中控制摊铺厚度,采用重型压实机械分层压实,确保压实度达标,压实后及时检测,不合格路段需重新处理。对软土路基处理过程中,严格控制桩体施工质量,确保桩体强度与间距符合要求,待路基沉降稳定后再进行路面施工。施工过程中做好临时排水措施,避免雨水浸泡路基;同时加强对施工工序的质量监督,建立全过程质量管控体系。

3.3 加强运营期监测与养护

运营阶段需建立路基与路面沉降监测体系,采用自动化监测设备实时监测沉降数据,及时发现沉降异常区域。针对监测发现的问题,及时采取养护措施,如对轻微裂缝进行灌缝处理,对严重裂缝或断板路段进行局部修补或重铺;定期检查路面附属结构,对倾斜、断裂的路缘石与护栏及时修复,对损坏的排水系统进行疏通或更换。同时合理控制行车荷载,避免超载车辆通行,减少对路基与路面的附加破坏。

4 结论

路基差异沉降是引发高速公路路面结构损坏的核心诱因,其成因复杂,涉及地质、设计、施工及运营等多个环节。差异沉降会对沥青路面、水泥混凝土路面及附属结构造成严重破坏,降低路面使用性能与行车安全性,增加养护成本。为减少其影响,需从前期勘察设计、施工质量管控及运营期监测养护三个环节入手,采取差异化防控措施,提升路基稳定性与路面抗变形能力。未来需进一步深入研究差异沉降的预测模型,为高速公路路基与路面工程的精细化管理提供更有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 谢和安.高速公路加宽扩建分部填筑路基差异沉降特性分析[J].黑龙江交通科技,2025,48(09):37-40+85.
- [2] 张岩兵.高速公路路基差异沉降处治效果分析[J].交通世界,2024,(15):73-75+79.
- [3] 谢庆,安笑.高速公路路基拓宽差异沉降处治技术研究[J].运输经理世界,2024,(09):34-36.