

市政道路检查井周边路面沉降成因及修复措施

李奇伟

湖北沃驰建筑工程有限公司 湖北 恩施 445000

【摘要】：市政道路检查井周边路面沉降频发，直接影响行车舒适性与道路安全水平。沉降现象多由井周结构衔接不合理、回填压实度不足、地下水扰动以及交通荷载反复作用等因素叠加引起，表现为环状裂缝、井圈下陷及局部结构松散。若处置不当，易引发次生破坏，缩短道路服役周期。围绕沉降形成机理，从结构受力特征与施工环节入手，系统分析其内在原因，提出分层压实控制、井周结构加固、材料优化配置及快速修复技术等针对性措施。通过构建设计、施工与养护协同控制体系，可显著提升检查井周边结构整体性与耐久性，为市政道路精细化管理提供技术支撑。

【关键词】：市政道路；检查井；路面沉降；结构衔接；修复技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.067

市政道路作为城市运行的重要载体，其结构完整性直接关系到交通效率与公共安全。在众多道路病害中，检查井周边路面沉降问题尤为突出，常表现为井圈塌陷、路面开裂及不均匀下沉，不仅影响车辆平顺通行，还加剧结构疲劳破坏。该类病害多发生于道路投入使用后不久，具有反复性与扩展性特征。检查井与道路结构之间存在材料差异与受力差异，使其成为结构体系中的薄弱部位。围绕沉降形成机理与工程处置方法展开系统梳理，有助于理清问题根源，推动修复方式由被动处理向源头控制转变，为后续深入分析奠定基础。

1 检查井周边路面沉降特征与表现

1.1 沉降形态与结构变化特征

检查井周边路面沉降多呈环状或放射状分布，沉陷区域以井圈为中心向外扩展，形成局部凹陷带。面层常出现纵横交错裂缝，裂缝沿井框边缘发展，伴随沥青层剥离与松散。结构层内部表现为基层空隙率增大、局部脱空及承载力衰减，井框与路面之间产生错台现象。受力不均导致井盖边缘形成剪切破坏区，车辆荷载反复作用下产生微裂纹扩展，逐渐演变为可视性沉陷。部分区域还可观测到雨水渗入后基层软化，结构整体刚度下降，呈现出刚柔交界处明显差异变形特征。

1.2 沉降发展过程及阶段划分

检查井周边沉降具有渐进性特征，早期阶段以微小变形和隐蔽裂缝为主，结构层内部应力重新分布尚未引起明显表层破坏。进入发展阶段后，回填土压实度不足区域在交通动荷载作用下产生塑性变形，井周形成环形沉降带，裂缝逐步贯通至面层^[1]。中后期阶段表现为井框下沉与基层脱空并存，结构层出现剪切滑移与局部塌落，沉降深度与范围同步扩大。若地下水位波动频繁或排水不畅，土体强度进一步削弱，沉降速率明显加快，结构病害由局部向整体扩散。

1.3 对道路结构稳定性的影响

检查井周边沉降改变路面结构受力体系，使原有均匀分布的荷载转化为集中荷载状态。井框与路面连接处成为应力集中区，易产生弯拉破坏和疲劳裂缝，降低面层抗剪强度。基层发生不均匀沉降后，结构整体模量下降，车辆通过时产生冲击效应，加剧面层松散与材料剥离。长期作用下，道路平整度指标显著降低，行车振动增强，结构耐久性受到影响。若沉降持续发展，还可能引发井体倾斜与周边结构失稳，增加维护频率与结构修复难度。

2 沉降形成的结构与施工因素分析

2.1 井周结构衔接薄弱问题

检查井通常采用混凝土井体结构，与周边沥青路面或水泥稳定基层之间存在材料弹性模量差异，界面刚度突变明显。井框与路面结构层未形成有效整体连接时，受车辆荷载作用易产生差异变形，界面区域形成剪切滑移带。部分工程中井圈标高控制不精准，导致面层厚度不均，削弱局部承载能力。井周未设置加强环或钢筋混凝土加固圈，结构过渡段缺乏约束，成为应力集中部位。在温度变化与动荷载叠加影响下，界面黏结强度下降，微裂纹不断扩展，最终诱发井周沉降。

2.2 回填材料与压实质量缺陷

检查井施工完成后需进行井周回填处理，若回填材料级配不合理或含水率控制不当，易导致压实效果不足。部分施工采用普通素土回填，抗剪强度和压缩模量偏低，在反复荷载作用下产生累积变形^[2]。分层厚度控制不严格或夯实遍数不足，会造成局部空隙率偏大，形成潜在沉降区。施工现场空间受限，压实机械难以充分展开作业，井壁周边出现密实度不均现象。压实系数未达到设计要求时，土体结构稳定性降低，长期使用过程中逐步发生压缩沉降，影响路面整体平整度。

2.3 交通荷载与地下水共同作用

城市道路交通流量大,重载车辆频繁通行,井周区域承受反复动荷载冲击,应力循环导致结构疲劳累积。井框边缘成为受力集中点,基层内部产生微裂纹并不断扩展。地下水位变化或排水系统不畅,会使回填土体含水率升高,土颗粒间有效应力降低,抗剪强度下降。水分渗入基层后引起软化与冲刷,削弱结构层承载能力。动荷载与水作用相互叠加,促使井周产生不均匀沉降,局部结构逐渐失去稳定状态,沉降范围不断扩大。

3 设计与施工环节的控制要点

3.1 井周结构一体化设计优化

检查井周边结构应纳入道路整体结构体系统筹考虑,在设计阶段强化井体与路面结构层之间的协同受力关系。井圈部位宜采用钢筋混凝土加固环或整体预制承压结构,提高局部抗弯与抗剪能力,减少刚度突变带来的应力集中。井框安装标高需严格控制,与面层设计高程保持一致,避免形成高差和薄弱截面。井周一定范围内可设置过渡结构层,采用高模量材料提升承载能力,使荷载传递路径更加连续。对重载交通道路,应通过有限元分析模拟井周受力状态,优化结构厚度与配筋形式,增强结构整体性与耐久性。设计中还应预留施工操作空间,保证压实设备能够有效作业,避免因空间受限导致结构密实度不足,从源头降低沉降发生概率。

3.2 分层回填与压实工艺强化

井周回填应选用级配合理、强度稳定的材料,控制颗粒组成与含水率,使其满足压实性能要求。回填过程按规范实施分层摊铺,单层厚度依据压实机械性能确定,保证各层均达到设计压实系数。压实方式宜采用小型夯实设备与人工辅助相结合,提高井壁周边密实度,消除死角区域^[3]。施工期间应开展现场密实度检测,通过环刀取样或核子密度仪检测确保压实质量符合标准。对于地下水位较高区域,可掺入石灰或水泥稳定剂,提高土体抗压强度与抗水稳定性。施工组织应合理安排工序衔接,避免回填后长时间暴露导致含水率变化,确保压实效果稳定可靠。通过工艺细化与质量控制,实现井周结构承载能力与路面整体性能协调一致。

3.3 防水排水与基层稳定处理

井周区域长期受水分影响易产生强度衰减,因此需建立完善的防水与排水体系。井框与面层交接部位应采用密封材料填充,形成连续防渗层,防止雨水沿接缝渗入基层。基层施工阶段应保证横坡与纵坡符合设计要求,使地表水能够迅速排离井周区域。对易积水路段,可设置渗沟或盲沟结构,降低地下水

位对回填土体的影响。基层材料应具备良好抗水稳定性,可选用水泥稳定碎石或沥青稳定基层,提高整体模量与抗冲刷能力。施工完成后开展压实度与弯沉值检测,确保基层强度满足设计指标。通过强化排水构造与基层加固处理,降低水荷载与动荷载叠加作用对井周结构的不利影响。

4 检查井周边沉降修复技术路径

4.1 局部加固与结构补强方法

检查井周边出现局部沉降且结构整体尚未发生大范围破坏时,可采用针对性加固与补强方式恢复承载性能。处治前需对沉降范围、深度及基层脱空情况进行现场检测,可通过钻芯取样、弯沉测试及探地雷达扫描确定病害分布。针对基层局部空隙,可采用压力注浆技术,将水泥浆液或聚合物材料注入脱空区域,使浆体填充孔隙并形成固结体,提高地基承载力与整体模量。井框周边可设置钢筋混凝土加固圈或高强度复合材料包覆层,增强结构抗剪与抗弯能力。对面层破损区域进行切割处理,清除松散材料后采用高黏结力沥青混合料重新铺筑,确保新旧材料之间形成可靠结合界面。加固过程中应控制注浆压力与扩散范围,防止浆液外溢或产生新的不均匀变形。通过局部补强措施,可在保持原有结构体系的前提下恢复井周受力平衡,延缓沉降继续发展。

4.2 整体翻修与材料替换措施

当沉降范围扩大、结构层发生明显破坏或多次修补效果不佳时,需采取整体翻修方式重建井周结构。施工前应划定病害区域,依据检测结果确定开挖深度,通常需拆除面层及受损基层至稳定土层。开挖完成后,对井体进行垂直度与稳定性校核,必要时对井筒进行加固或更换井圈结构。回填材料应选用强度高、压缩性小的级配碎石或水泥稳定材料,分层摊铺并实施高标准压实控制,使压实系数达到设计要求。井周可增设钢筋混凝土承压板或整体预制井框座,使荷载通过刚性结构均匀传递至基层^[4]。面层恢复阶段采用高模量沥青混合料或改性沥青材料,提高抗疲劳与抗剪切性能。施工完成后进行平整度与弯沉值检测,确保结构承载能力与周边路面保持一致。整体翻修通过优化材料配置与结构构造,实现井周区域结构体系的重新构建。

4.3 快速修复技术与质量控制要点

在交通流量较大的城市道路中,长时间封闭施工对通行影响显著,因此需要采用快速修复技术缩短工期。针对轻中度沉降,可选用高早强修补材料或快速固化混凝土进行面层修复,材料在短时间内达到开放交通强度,减少道路占用时间。局部基层处理可采用聚合物注浆或发泡材料填充技术,实现快速固结与承载恢复。施工过程中需严格控制施工温度、材料配比与

养护时间,避免因早期开裂或强度不足导致二次病害。井框调整应结合激光标高控制技术,确保井盖与路面高程一致,防止产生新的错台。质量控制环节应覆盖材料检测、压实度测试与结构密实度检查,确保修复区域与原结构形成可靠衔接。施工结束后进行动态弯沉检测与通车试验,验证修复效果与承载性能。通过科学组织与精细化管理,实现沉降修复效率与结构耐久性的统一。

5 沉降防治的系统化管理思路

5.1 全过程质量控制机制

检查井周边路面沉降的防治需贯穿规划、设计、施工及交付使用各阶段,形成闭环质量管理体系。在方案编制阶段,应结合道路等级、交通荷载等级及地下管线布置情况进行综合论证,对井位布设、结构形式及材料选型开展专项技术审查,避免结构构造与实际受力条件脱节。设计文件中应明确井周加固范围、回填材料指标、压实标准及检测频次,为现场实施提供量化依据。施工阶段应建立关键工序旁站制度,对井框安装标高、分层回填厚度、压实系数及基层强度指标实施全过程记录与抽检,确保技术参数真实可控。工程验收环节除常规外观检查外,还需开展弯沉检测与密实度复核,排除潜在脱空隐患。资料管理应同步完善,形成可追溯档案,为后期养护与维修提供技术依据。通过制度化与标准化管理手段,使检查井周边结构在各环节均处于可控状态,降低沉降隐患累积风险。

5.2 结构耐久性提升策略

提高检查井周边结构耐久性是抑制沉降反复发生的关键环节。结构设计中应统筹考虑材料力学性能与环境适应性,选用抗疲劳性能优良的面层材料及抗水稳定性强的基层材料,使

结构在长期荷载与水作用条件下保持稳定模量。井框构造可采用整体式承压结构,减少接缝数量,降低应力集中概率^[5]。界面处理阶段应增强黏结性能,通过界面剂或改性材料提高新旧结构结合强度,防止滑移与剥离。对地下水位波动较大的区域,应优化排水构造与防渗措施,降低水分对回填土体强度的不利影响。施工完成后开展结构性能评估,通过弯沉值、平整度及抗滑指标检测判断结构稳定程度。耐久性提升不局限于单一材料优化,而是通过结构层组合、构造细节与环境适应性控制形成综合防护体系,使井周区域长期保持稳定受力状态。

5.3 养护巡查与预防性干预机制

道路投入使用后,检查井周边区域需纳入重点巡查范围,通过定期检测及时掌握结构运行状态。巡查内容包括井盖高程变化、面层裂缝宽度、沉降深度及周边平整度指标,对发现的微小变形进行记录分析,建立动态监测台账。对于轻微沉降或初期裂缝,可采取灌缝封闭、表层补强或局部压实处理,阻断水分渗入与裂缝扩展路径。针对交通流量较大的路段,可结合智能监测技术布设沉降观测点,利用位移传感设备获取结构变形数据,实现风险预警。养护单位应根据检测结果制定分级处置方案,将隐患控制在可修复阶段,避免发展为结构性破坏。巡查频率与交通等级相匹配,雨季或重载通行频繁时段适当提高检测强度,使检查井周边路面始终处于受控运行状态。

6 结语

检查井周边路面沉降源于结构衔接、施工质量及环境荷载等多因素叠加作用,治理应立足结构整体性与全过程控制。强化设计优化、施工管控与后期养护协同机制,可提升井周区域承载稳定性与耐久水平,减少重复修复频率,保障市政道路运行安全与结构长期稳定。

参考文献:

- [1] 王会娟.市政道路排水系统施工质量通病统计与长效治理机制探析[J].建材发展导向,2026,24(02):37-39.
- [2] 冯钦.市政道路工程“五防”检查井盖施工工艺研究[J].新城建科技,2025,34(11):148-150.
- [3] 孙辉.市政道路建设工程施工技术与管理[J].价值工程,2024,43(26):71-73.
- [4] 马之东.市政道路工程检查井快速翻新改造施工技术研究[J].工程与建设,2025,39(03):675-677+699.
- [5] 雷续明.市政道路井圈卸荷板加固施工技术研究[J].工程质量,2025,43(03):50-54.