

道路检查井常见质量问题分析及预防

刘 斌, 王光岩, 黄洋洋, 刘思习, 高 旺

(中建八局第四建设有限公司, 山东 青岛 266000)

摘 要 道路检查井作为市政基础设施的关键附属设施, 承担管线检修、维护及通风等核心功能, 其质量直接关系到道路通行安全与管线运维稳定性。本文聚焦道路检查井全生命周期质量风险, 系统梳理井体结构开裂、井周沉降塌陷、井盖破损松动及防渗性能不足四类典型质量问题的表现形态; 从材料选用、施工工艺、设计适配及运维管理四个维度, 深度剖析各类问题的核心诱发因素; 针对性提出材料性能精准管控、施工工序精细化实施、设计参数优化及运维常态化监测等全流程预防技术体系。研究结合近 5 年行业实践成果与标准规范, 构建“问题定位—成因溯源—措施落地”的质量管控闭环, 旨在为提升道路检查井工程质量提供参考。

关键词 道路检查井; 材料性能; 设计适配性; 运维管理

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2026.02.015

0 引言

道路检查井广泛分布于城市主干道、次干道及支路路网, 是排水、燃气、电力、通信等市政管线系统的“节点枢纽”。其施工需统筹协调道路结构施工与管线铺设, 涉及基坑开挖、井体砌筑、回填压实、井盖安装等多道关联工序, 任一环节的质量疏漏均可能引发连锁问题。当前, 检查井投入使用后常出现井体与路面衔接不平顺、井盖异响、井壁渗漏等现象, 部分主干道检查井通车 3 年内即出现井周沉降超 20 mm 的问题, 不仅影响道路通行平顺性, 更可能因井周塌陷诱发车辆爆胎、管线破损等安全事故。因此, 精准识别常见质量问题的表现特征, 系统剖析成因并构建全流程预防体系, 是破解检查井质量管控难题的核心抓手。

1 道路检查井常见质量问题及表现特征

1.1 井体结构开裂

井体开裂是检查井最典型的结构性缺陷, 主要集中于井壁、井座与井筒连接处及井室底板, 按形态可分为横向、纵向及网状三类。横向裂缝多分布于井壁中上部, 缝宽 0.1~0.5 mm, 呈水平走向, 受温度变化影响明显, 高温季节缝宽缩小、低温季节扩张, 多伴随轻微渗漏水; 纵向裂缝多贯穿井壁全高, 缝宽可达 0.8 mm 以上, 常单侧分布并伴随井体倾斜, 倾斜度普遍在 1%~3%, 主要因地基不均匀沉降引发; 网状裂缝集中于井室底板及井壁下部, 裂缝密集交织呈蜂窝状, 缝宽 0.2~0.4 mm, 多因混凝土或砌筑砂浆强度

不足导致, 开裂后易引发底板承压能力下降, 重载车辆通行时裂缝进一步扩展^[1]。

1.2 井周沉降塌陷

井周沉降塌陷是影响道路通行质量的核心问题, 表现为检查井与周边路面形成明显高差 (5~30 mm), 路面出现环形裂缝, 严重时井周 1~2 m 范围内路面下沉、集料松散, 形成“凹坑”式破损。此类问题在重载车辆通行频繁的主干道尤为突出, 通车 1 年内沉降量可达设计允许值 (≤ 10 mm) 的 1.5~2 倍, 通车 3 年沉降量超 20 mm 的占比达 40% 以上^[2]。按沉降形态可分为整体沉降与局部塌陷: 整体沉降表现为井体与周边路面同步下沉但相对高差稳定, 源于地基承载力不足; 局部塌陷表现为井周路面单独下沉, 井体相对凸起, 沉降差可达 30 mm 以上, 主要因井周回填土压实度不足, 受车辆荷载反复碾压后出现塑性变形。

1.3 井盖破损松动

井盖质量问题主要表现为破损、松动及异响三类, 其中破损以铸铁井盖最为典型, 呈现脆性碎裂、边缘缺损或中心凹陷, 破损后井口暴露形成安全隐患; 松动表现为井盖与井座嵌合间隙过大 (≥ 5 mm), 车辆碾压时产生规律性异响, 部分井盖可出现横向位移; 此外, 部分工程存在井盖与井座尺寸不匹配问题, “小盖配大座”导致井盖易错位, “大盖配小座”则引发边缘受力不均。统计数据显示, 采用再生铸铁井盖的破损率较球墨铸铁井盖高 60% 以上, 未采用防沉降井座的井盖松

作者简介: 刘斌 (1999-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 道路工程。

动发生率超 70%，且松动问题在通车半年内即可显现^[3]。

此外，井盖与井座的长期适配性问题易被忽视，部分工程虽初期采用防沉降井座，但未考虑土壤长期沉降对嵌合关系的影响。例如：某沿海城市主干道检查井（2023 年通车），采用传统防沉降井座但未设置沉降补偿结构，通车 18 个月后因土壤压缩导致井座与路面高差达 12 mm，井盖松动异响发生率较通车初期提升 45%。针对此类问题，新型防沉降井座已引入弹性补偿组件，通过内置橡胶缓冲层吸收 10 ~ 15 mm 的沉降量，同时采用“井座—路面一体化浇筑”工艺，将井座与周边 2 m 范围内的路面基层同步浇筑，增强整体承载性，某试点项目数据显示，该工艺可使井盖松动率降至 5% 以下。另外，井盖材质的环境适应性差异显著，在北方严寒地区，再生铸铁井盖因低温脆性，冬季破损率较球墨铸铁井盖高 80% 以上，而添加镍合金的球墨铸铁井盖（镍含量 1.2% ~ 1.5%），低温冲击韧性提升至 12 J/cm² 以上，可将冬季破损率控制在 3% 以内。

1.4 防渗性能不足

防渗失效表现为井体内部积水、井壁外侧返浆及路面湿渍三类形态。井体内部积水多因井壁砌筑灰缝不密实或底板混凝土振捣不充分，雨水从地表渗入井内，积水深度可达 10 ~ 50 cm，雨季尤为严重；井壁外侧返浆表现为井周路面出现灰黑色泥浆渗出，源于井壁防渗涂层破损，污水或泥浆从管线渗漏后沿井壁外侧溢出，污染路面基层；路面湿渍集中于井周 50 cm 范围内，长期存在导致路面基层软化，诱发井周沉降。防渗失效不仅影响管线运维人员作业安全，更可能污染地下水环境，在排水管道系统中，防渗失效导致的地下水渗入量可占管道总流量的 10% ~ 15%。

2 道路检查井质量问题核心成因剖析

2.1 材料选用不合规

材料质量缺陷是质量问题的源头诱因：井体砌筑材料方面，部分工程选用强度等级低于 MU10 的页岩砖，或采用 M7.5 以下强度等级的砌筑砂浆，导致井壁抗压强度不足 10 MPa，较规范要求降低 30% 以上；混凝土材料存在骨料级配不合理、外加剂掺量超标问题，底板混凝土 28d 抗压强度仅达 C15 标准，远低于规范要求的 C25；井盖材料选用再生铸铁或劣质复合材料，抗拉强度不足 150 MPa，较球墨铸铁井盖（抗拉强度 ≥ 420 MPa）差距显著。回填材料选用随意性大，部分工程直接采用基坑开挖的素土回填，含泥量超 30%，压实后孔隙率达 25% 以上，易出现后期沉降^[4]。

2.2 施工工艺不规范

施工工序管控缺失是问题高发的直接原因：基坑开挖未按规定放坡，边坡坡度不足 1:0.5，且未采取支护措施，导致基坑侧壁坍塌、地基扰动，引发井体不均匀沉降；井体砌筑时灰缝饱满度不足 80%，存在通缝、瞎缝现象，部分转角处未采用丁砖砌筑，整体性不足；底板混凝土浇筑时振捣不密实，存在蜂窝、麻面缺陷，防渗性能先天不足。回填施工是核心薄弱环节，未采用分层回填（分层厚度超 30 cm），压实机械选用不当（采用大型压路机碾压井周，导致井体受损），压实度仅达 85% ~ 90%，远低于规范要求的 95% 以上；井盖安装未采用防沉降井座，仅简单放置于井壁顶部，未进行二次灌浆固定，通车后易松动。

2.3 设计适配性不足

设计参数与现场工况不匹配加剧质量风险：井体结构设计未区分道路等级，主干道与支路采用相同尺寸的井体（内径均为 1 000 mm），主干道井体未进行加强设计，承载能力不足；井座与路面结构衔接设计缺失，未设置过渡性钢筋网或加强层，导致井周路面受力集中；地基处理设计方案单一，对软土地基仅采用换填 50 cm 碎石的简单处理，未进行深层加固，承载力不足 100 kPa，无法满足重载需求。此外，部分设计未考虑管线交叉影响，井体与管线冲突时随意调整井体位置，导致井体偏离道路中心线，受力不均。

2.4 运维管理不到位

运维监测缺失导致问题累积恶化：未建立常态化巡检机制，多数检查井仅在出现明显破损后才进行维修，裂缝、渗漏等早期问题未及时处理，逐步发展为结构性缺陷；巡检手段单一，依赖人工目视检查，无法识别井周路基沉降、井壁内部裂缝等隐蔽问题；维修养护不规范，井盖破损后随意更换为非标准产品，与原有井座不匹配；井周路面破损修补时未处理基层病害，仅进行表面罩面，短期内再次破损。此外，重载车辆违规通行未得到有效管控，超出井体设计承载能力，加速质量问题显现。

3 道路检查井质量问题预防措施

3.1 材料性能精准管控

建立“源头筛选—进场检测—过程抽检”的材料管控体系：井体砌筑选用 MU15 页岩砖或混凝土实心砖，砌筑砂浆采用 M10 预拌砂浆，确保灰缝抗压强度 ≥ 10 MPa；底板及井座采用 C30 商品混凝土，掺入适量膨胀剂（掺

量 8%~10%)，提升抗裂性能，28d 抗压强度抽检合格率需达 100%。井盖选用球墨铸铁材质，抗拉强度 ≥ 420 MPa，井座采用防沉降型，适配不同道路等级（主干道选用承载等级 D400，支路选用 C250）；回填材料选用级配砂石或灰土（灰含量 10%~12%），含泥量 $\leq 10\%$ ，压实前进行含水率调整（最佳含水率 18%~22%）。所有材料进场时需提供出厂合格证，进场后按批次抽检，不合格材料严禁使用。

3.2 施工工序精细化实施

细化关键工序控制标准：基坑开挖按道路等级确定放坡坡度（主干道 $\geq 1:0.75$ ），软土地基采用钢板桩支护，基坑底部预留 30 cm 人工开挖层，避免机械扰动地基；井体砌筑采用“三一砌筑法”，灰缝厚度控制在 8~12 mm，饱满度 $\geq 95\%$ ，转角处采用“一丁一顺”砌筑，每砌筑三皮砖挂线校正，确保垂直度偏差 ≤ 5 mm/m^[5]。底板混凝土浇筑采用插入式振捣器分层振捣，振捣间距 ≤ 40 cm，直至表面泛浆无气泡，初凝后覆盖养护 ≥ 14 d；回填施工采用“分层回填+小型压实机械”方案，分层厚度 ≤ 20 cm，选用小型冲击夯压实，井周 50 cm 范围内压实度 $\geq 96\%$ ，外侧逐步过渡至 95%，压实后进行环刀取样检测。井盖安装采用“二次灌浆”工艺，先将井座放置于井壁顶部，调整水平后浇筑 C25 混凝土固定，通车前养护 ≥ 7 d，确保嵌合牢固^[6]。

3.3 设计参数优化适配

推行“工况适配”的差异化设计：按道路等级优化井体结构，主干道检查井内径采用 1 200 mm，井壁增厚至 240 mm，内置 $\Phi 12@200$ 双向钢筋网；支路采用 1 000 mm 内径，井壁厚度 200 mm；井座与路面衔接处设置 $\Phi 10@150$ 钢筋网（面积 1.5 m \times 1.5 m），提升抗裂性能。地基处理采用差异化方案，软土地基采用“换填+CFG 桩”复合加固，换填 50 cm 级配砂石后布设 CFG 桩（桩径 400 mm，间距 1.2 m），地基承载力提升至 150 kPa 以上；普通地基采用换填 30 cm 碎石处理^[7]。优化井体布局，避开道路轮迹带，与管线冲突时通过 BIM 技术模拟调整路径，确保井体中心与道路中心线偏差 ≤ 50 cm，减少受力不均。

3.4 运维管理常态化落地

构建“巡检—监测—维修”全周期运维体系：建立月度常态化巡检机制，采用“人工+无人机”协同巡检，人工重点检查井盖松动、井周破损等显性问题，无人机搭载高清摄像头识别路面环形裂缝等隐蔽缺陷；

对主干道检查井安装沉降监测传感器，实时采集沉降数据，沉降速率超 2 mm/月时触发预警。制定分级维修标准，轻微裂缝采用环氧树脂灌注修补，严重开裂需拆除重建；井盖松动时重新灌浆固定，破损时更换同规格球墨铸铁井盖；井周沉降超 15 mm 时，采用注浆法加固基层，再进行路面罩面修复；井壁渗漏时采用水泥基渗透结晶型防水涂料修补，确保防渗效果。加强交通管控，主干道设置重载车辆限行标识，严禁超载车辆通行，减少外力破坏。

4 结束语

道路检查井质量问题的防控是一项系统工程，需突破“重施工、轻设计运维”的传统模式，构建“材料—施工—设计—运维”全链条管控体系。本文梳理的井体开裂、井周沉降等四类典型问题，其成因均涉及多维度因素交织，需通过材料精准管控筑牢质量基础，施工精细化实施把控关键环节，设计差异化优化适配工况需求，运维常态化监测实现风险预警。未来研究可进一步深化数字化技术应用，开发基于 BIM+ 物联网的检查井质量管控平台，实现施工过程参数实时上传与运维数据动态更新；探索新型材料与工艺的规模化应用，如高性能复合材料井盖、模块化井体装配技术，提升质量稳定性与施工效率；完善行业质量评价标准，将井周沉降、防渗性能等指标纳入市政道路工程质量验收核心体系，推动检查井质量管控从“事后维修”向“事前预防”转型，为市政基础设施高质量发展提供保障。

参考文献：

- [1] 许成邵. 市政道路中检查井沉降问题及优化措施[J]. 建筑与装饰, 2025(03):100-102.
- [2] 边森. 市政道路检查井沉降成因及其防治措施[J]. 汽车画刊, 2024(08):106-108.
- [3] 苏志红. 不同施工条件下可调式防沉降井盖施工技术[J]. 江西建材, 2023(02):319-320,323.
- [4] 王辉. 浅谈城市道路路面检查井及井周病害原因和防治措施[J]. 科技创新与应用, 2021(02):194.
- [5] 同 [2].
- [6] 胡曼曼. 隧道二衬纤维混凝土力学及抗渗性能研究[J]. 中国水泥, 2025(06):44-47.
- [7] 谭海星, 马安震, 刘洋, 等. 管道几何参数对钢筋混凝土检查井井壁性能的影响及优化设计[J]. 工程建设, 2025, 56(12):73-81.