

城市道路检查井病害研究现状综述

王新¹, 谷雪影², 宗军良³, 季洪金¹, 孙继成¹

(1. 上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司, 上海 200125; 2. 上海城建职业学院土木与交通工程学院, 上海 200438; 3. 上海黄浦江越江设施投资建设发展有限公司, 上海 200092)

摘要: 随着城市化进程与城市建设的加速, 城市道路检查井的各种病害正逐步成为城市道路养护的“顽疾”。本文通过系统地梳理国内相关检查井病害的研究成果, 总结了城市道路检查井常见的病害类型, 针对城市道路检查井数值模拟分析、试验研究与整治措施等, 进行了全面的综合分析与回顾, 得出了未来研究的方向与思路。相关成果可为相关工程提供理论指导与技术支持。

关键词: 检查井; 病害调查; 数值模拟; 整治措施

中图分类号: TU992.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 01—0147—03

城市道路下方经常设计有污水检查井、雨水检查井及电信检查井等。检查井有方形与圆形等各种形状, 通常由井座、井筒、井盖和配件组成。由于道路上车辆行驶频繁, 这些检查井在交通荷载的作用下, 极易产生各种病害, 如检查井下沉形成高差影响行车舒适度、井周路面开裂甚至坑槽; 检查井井盖破损等。对病害严重的检查井进行维修或更换花费了大量的人力物力, 检查井病害正逐步成为困扰城市道路工程的难题。同时病害检查井也是城市安全运维中的重大危险源, 2021年2月9日, 住房和城乡建设部等6部门联合发布《关于加强窨井盖安全管理的指导意见》, 明确提出了要加强城市窨井盖安全的管理。因此针对城市道路检查井病害进行全面的, 对于指导工程实践与城市精细化管理具有积极的现实意义。

通过系统地收集与梳理国内相关检查井病害的研究成果, 总结了城市道路检查井常见的病害类型, 针对城市道路检查井数值模拟分析、试验研究与整治措施等, 进行了全面的综合分析与回顾, 得出了未来研究的方向与思路, 可为未来工程技术研究与应用提供支撑。

1 检查井病害调查研究

按照行业标准《城市道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1-2008)的规定, 井框与路面高差理论上应小于5mm。纵观国内外调研情况, 实际上全国各大城市检查井病害十分严重, 将其称之为城市道路养护的“牛皮癣”丝毫不为过。2005年时杭州市市政设施监管中心调查了市区部分道路检查井, 发现病害十分严重, 部分检查井的竖向沉降值已远大于5mm, 其中最大值甚至超过50mm。李军(2010)^[1]通过对乌鲁木齐73条主次道路上的检查井进行了调研, 通过对7500余座检查井样本

进行总结发现, 检查井的主要病害包括周边路面下沉、井圈井盖移位以及井盖破损与竖向沉降等。马克峰等(2010)^[2]调查了济南市通车1年的4条道路上的531个检查井, 发现通过短短1年内出现井周破损、井周路面沉降、路面高差超过允许范围等病害比例高达17%以上。樊亮亮(2012)^[3]研究了长沙市排水检查井病害, 揭示了其主要病害包括井周开裂、破损、沉陷、井盖凸出、检查井下沉以及井盖松动与破损。宋蕾等(2012)^[4]调查了青岛市车行道上的检查井病害并按严重程度由低到高划分为四个等级, 结果显示69条车行道上的检查井中, III类及以上的占比超过80%。周进(2013)^[5]调查了重庆市新建道路上的检查井, 发现近2/3的检查井周边路面存在破损与开裂现象, 有明显沉降现象的检查井数量占比约64%, 沉降量一般在1cm到3cm。陈泷等(2014)^[6]对上海内环龙阳路段调查显示, 若检查井病害程度由低到高划分为I类、II类、III类、IV类, 通车3年后, 与路面基本平顺的I类仅占8%, 同时由于井盖、井框病害导致井周路面破坏严重的IV类检查井已占到11%。徐华强(2014)^[7]对天津市道路的调查显示病害主要为检查井沉降, 极少量检查井出现凸起, 井周30cm左右范围内路面有不同程度开裂, 开裂深度约为15~30cm。吴立鹏(2018)^[8]对武汉市典型道路检查井的调研表明, 病害类型主要有大于20mm的沉陷、倾斜、井周破损、井盖缺失、井盖井座不配套以及井盖破损六种, 同时在六类病害中井周破损最为突出, 占比高达83.7%, 其次是大于20mm的沉陷。需要说明的是, 根据已有研究^[5-8], 检查井多发病害主要包括井座下沉、井周破损、井盖下沉三种, 同时检查井病害往往呈现为多种病害组合形式, 如井座下沉同时伴有井周破损等。

2 检查井病害数值模拟研究

基于现场调研,可以将城市道路检查井病害归结为井座下沉、井周破损、井盖下沉、检查井凸出、倾斜、井盖破损共六大类,每类病害的特征如表1所示。

表1 检查井常见病害总结与分类

序号	病害类型	病害特征	俗称	备注
1	井座下沉	路面在检查井位置处出现一个凹坑	路框差	/
2	井盖下沉	井盖与井盖框之间出现高差	盖框差	井盖相对井盖框下沉导致
3	检查井凸出	极少量检查井会凸出于车行道	/	检查井凸出对行车安全极不利
4	倾斜	检查井井盖不同位置出现不均匀下沉	/	/
5	井周破损	井周路面出现破损	/	环状裂缝、碎裂、坑槽
6	井盖破损	井盖被压坏	/	车辆荷载反复作用下引起

为揭示病害机理,众多学者针对检查井的病害特征、病害成因、病害影响因素、病害防治进行了研究,提出了有益的建议。

(1) 病害特征模拟。赵全满(2021)^[9]通过建立检查井及路面力学响应数值仿真模型,分析研究表明检查井井周路面破坏半径通常在1.2m以内,检查井沉降量主要在10mm以内,检查井倾斜的坡度的变化在±1%以内。

(2) 病害成因研究。王晓江(2007)^[10]针对典型路段建立了检查井有限元模型分析,通过计算得出了井座下方砂浆垫层受力并分析了检查井沉降原因,相应提出了混凝土垫层或使用预制井圈等整治措施。周进(2013)^[5]建立交通荷载下检查井沉降的二维有限元模型,分析表明塑性区最早出现在检查井的砂浆调平层,也是最早破坏的位置,检查井沉降的主要原因是砂浆调平层的破坏。

(3) 病害影响因素分析。曹磊(2008)^[11]通过检查井沉降分析二维有限元模型,分析了得出结论:检查井沉降量随井壁材料弹性模量增加而减小,超过上限值时效果不再明显;检查井的沉降随着井周土变形模量增加、井底土压缩模量提高、检查井埋深增加而呈减小趋势。杜健(2010)^[12]建立了交通荷载下检查井沉降分析的平面应变模型,分析了回填土性质、检查井材料对检查井与路面沉降差的影响,得出了其他参数相同时混凝土路面比沥青路面效果好的结论。同时随着回填土弹性模量的增大,检查井与路面沉降差呈现减小趋势,回填土弹性模量为20MPa时检查井与路面的沉降差可满足小于5mm的规范要求。张静毅(2010)^[13]用ANSYS有限元分析软件模拟研究了检查井井周回填土的弹性模量在30-1200MPa条件下的路面沉降,结果表明回填土弹性模量不超过150MPa时,随回填土弹性模量增加路

面沉降减小明显;超过150MPa时,随回填土弹性模量增加路面沉降变化值较小。结合以上研究可知,检查井井周回填材料弹性模量对于检查井路面沉降有重要影响,在实际工程中可以通过提高回填土弹性模量的方法来减少沉降差,但超过150MPa后单纯提高回填材料弹性模量对沉降防治意义不大。

(4) 检查井病害防治模拟。陈亚楠等(2016)^[14]采用有限元软件建立了数值分析模型,模拟了四种工况下的检查井及周边道路沉降情况,并进行了对比研究与分析,结果表明四种组合中防沉降效果最好的是自调式井盖、防沉降盖板组合。

3 检查井病害试验研究

除了计算机数值仿真,也有学者进行了试验加以研究。鲍远琴(2013)^[15]提出检查井病害很大程度上源于井周回填材料的密实度达不到要求,而传统回填在现有施工条件下很难密实,因此采用了由水泥、炉底灰、粉煤灰、水和外加剂组成的一种新型材料,该材料可以自填充、自流平、自密实,从而保证密实度,降低病害发生的可能性。栾立军等(2014)^[16]为解决城市沥青路面检查井快速修复问题,采用硫铝酸盐水泥、膨胀剂、砂、石、钢纤维、水、减水剂通过试验研究,研制出3h后强度达23.2MPa的超早强复合混凝土,应用于青岛市区道路检查井周边病害修复取得良好的效果。陈琴(2015)^[17]利用早强水泥、染色材料、纤维增强材料研制出黑色早强钢纤维混凝土,通过优选试验研究出10h抗压强度即可达40MPa以上的材料,该材料颜色与沥青路面一致,长期强度高且有较好的耐磨性,应用效果显著。

4 检查井病害整治措施

针对检查井病害的各种成因与特征,国内许多省市都在积极采取各种措施积极整治检查井病害,主要的整治措施包括^[18]:

(1) 淘汰传统粘土砖砌检查井,推广新型材料检查井、装配式检查井。例如,上海市自2000年已经禁止在市政工程使用砖砌检查井。2013年,福建省规定市政工程中优先使用塑料检查井、钢筋混凝土等预制式排水检查井。2015年,海南省市政工程中禁止使用砖砌污水检查井,推广塑料检查井、钢筋混凝土检查井。2018年,广州市开始限制使用砖砌检查井,推广预制装配式排水检查井。

(2) 采用新型可调式防沉降井盖。交通荷载通过传统井盖直接传递到井体,容易造成砂浆调平层破碎。

新型可调式防沉降井盖通常采用宽边井框,通过支座法兰面,上部荷载被分散到道路的结构层,大幅减小井体所受荷载,因而井口破损、井盖下沉的可能性明显降低。目前,越来越多的省市开始重视与推广使用新型可调式防沉降井。

(3) 加强检查井相关技术标准的制定和宣传,规范检查井设计、施工。例如,2004年上海市发布了《城市道路检查井盖技术规范》;武汉市发布了《武汉地区市政管线检查井技术规定》。这些规范、标准的出台,规范了检查井的设计、施工。目前还需要建立更多更全面的标准、导则与规范等指导现场设计与施工,提高检查井标准化设计与施工的能力。

5 未来研究方向

通过以上研究可见,关于检查井病害后续研究可以朝如下几个方向进行深入与拓展:

(1) 针对装配式等新工艺检查井进行深入研究。随着城市建设中数字化、装配化的深入,许多新结构形式的检查井如塑料检查井、预制装配式或现浇式钢筋混凝土检查井病害机理会有所不同,而当前关于这些井的研究是跟不上工程需要的,后续可采用数值手段、试验等进行综合的对比分析与研究。

(2) 有关于检查井沉降机理的研究需要进一步深入。由于影响检查井沉降的因素众多,研究中需要聚焦关键因素,通过辩证分析与系统工程理论等剔除非重要因素,提高沉降机理研究的有效性与全面性,比如井周回填不密实导致的沉降、交通车辆来回往复运动引起的冲击荷载与循环荷载引起发生的机理。

(3) 加强防治措施的研究与总结。由于岩土工程具有区域性的特点,实际工程中难以得出全面适用的措施与方法,但对于防治措施的作用、适用范围以及注意事项等应积极进行系统的研究与梳理,提高对整治措施有效性与适应面的认识,加强对于检查井病害的防治的预警与治理机制的建立。

6 结语

通过以上研究,得出主要结论如下:

(1) 城市道路检查井病害可归结井座下沉、井周破损、井盖下沉、检查井凸出、倾斜、井盖破损共六大类,其中前三种为主要的三种形式,且检查井病害以组合形式出现。

(2) 众多学者针对检查井的病害特征、病害成因、病害影响因素、病害防治进行了系统研究,具有实用价值与指导意义。

(3) 检查井病害整治措施更多的是需要从材料选择、井盖材料以及法律法规等入手,在实际工程中可采取可调式防沉降井盖并加强法律法规宣传。

由于城市道路检查井病害机理复杂,期待业界同仁就相关问题加以深入研究,为城市道路检查井病害防治提供有益探索。

参考文献:

- [1] 李军.城市快车道检查井病害成因及维护调查[J].科技资讯,2010,28:46.
- [2] 马克峰,李少成,史红军,侯和涛.城市道路检查井存在的问题与防治[J].市政技术,2010,01:34-36.
- [3] 樊亮亮.长沙市城市排水检查井病害原因及防治对策研究[D].长沙:湖南大学,2012.
- [4] 宋蕾,曾晶,司义德.青岛市车行道检查井病害程度调查与改造措施[J].给水排水,2012,10:106-109.
- [5] 周进.车行道检查井的沉降规律及处治措施[D].重庆大学,2013.
- [6] 陈洸,梁宝,徐静.检查井对市政道路产生的病害及其防治对策[J].中国市政工程,2014,02:95-97+114.
- [7] 徐华强.城市道路检查井周边路面的破坏形式及成因分析[J].市政技术,2014,S1:32-35.
- [8] 吴立鹏.城市道路车道上检查井病害综合防治技术研究[D].武汉:武汉工程大学,2018.
- [9] 赵全满,任瑞波,刘瑶,李志刚,户桂灵.城市道路检查井井周路面破坏机理[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2021,05:87-94.
- [10] 王晓江,王光明,萧岩.检查井病害对道路平整度的影响及其对策[J].特种结构,2007,03:9-13.
- [11] 曹磊.交通荷载作用下软土地基中检查井的沉降性状研究[D].杭州:浙江大学,2008.
- [12] 杜健.交通荷载作用下检查井沉降的理论及其数值模拟与试验研究[D].杭州:浙江大学,2010.
- [13] 张静毅.大连市城市道路检查井变形机理与对策研究[D].大连海事大学,2010.
- [14] 陈亚楠,张达石.检查井防沉降措施理论计算分析[J].中国市政工程,2016,0):64-65.
- [15] 鲍远琴.自流平回填材料的研制及其在检查井中的应用[D].合肥:合肥工业大学,2013.
- [16] 栾立军,司义德.道路检查井周病害快速修复技术及配合比研究[J].施工技术,2014,S2:285-286.
- [17] 陈琴,胡颖,范涛.沥青路面检查井周病害修复材料试验研究[J].市政技术,2015,06:170-174.
- [18] 陈建斌,刘伟,吴立鹏,童永广.国内外检查井病害调查及其初步防治对策研究[J].城市道桥与防洪,2015,04:93-98.

基金项目:上海市交通委科研项目“软土道路检查井沉降防治研究与示范”(JT2019-KY-014),上海城建设计总院科研项目(YK2021036B)。