

CCTV检测在排水管道检测中的应用

胡赢波

自然空间(浙江)规划建筑设计有限公司 浙江宁波 315700

摘要: CCTV检测能够快速收集排水管道内的缺陷影像,为管道缺陷评估提供准确依据,但是该技术也存在局限性,检测工作比较依赖于管道的预处理,比如封堵降水、冲洗清淤等工作,自动化程度不高,在视频缺陷判读和编写报告方面,这些工作需要耗费大量时间和人力物力。对于小管径无法进入的、水流较大无法封堵的、不能预处理的管道,则应灵活采用多种检测方法相互配合,多种方法相互配合才能创新检测技术,及时发现管道缺陷才能对症下药,提高治理效率,给后续管道修复和养护提供参考。

关键词: CCTV检测;排水管道;管道检测

引言

随着我国城镇化进程的加速和深化,对城市地下空间的安全监测和安全评价问题日益受到关注。城市排水系统是一种特殊的地下空间,它是一种常年径流、管道深度和截面尺寸较大的建筑物。其具有铺设于城市各处的特性,并且随运营时间的增加,易产生诸如沉积、结垢等功能缺陷,以及开裂、变形等结构性缺陷,引发地表塌陷等严重的城市安全问题。CCTV管道检测技术可以实时监控和检测排水管道,准确确定管道堵塞和损坏问题,并及时采取修复措施。声呐检测技术通过声波的传播判断是否存在漏水问题,并可以准确定位漏水点,具有高准确性和灵敏度。管道潜望镜检测技术作为直观的观察和检测手段,能观察管道内部的堵塞、腐蚀等问题,为修复工作提供参考依据。

一、常见的管道检测技术

(一) CCTV管道检测技术

采用CCTV管道检测技术实时监控和检测排水管道,将摄像头安装在无人机或爬行者上,全方位检测评估排水管道。该技术具有成本低、效率高的优点,可以有效检测管道堵塞、损坏等问题,并及时采取修复措施。这有助于提高排水系统的可靠性和稳定性,为居民提供更好的生活环境。

(二) 声呐检测技术

在排水管道的实践中,声呐检测技术被广泛用于检测管道是否存在漏水问题。通过声波的传播判断管道中是否存在漏水问题,并通过检测声波的反射情况定位漏水点。在进行声呐检测前,首先要确定管道的检测

区域,并选择合适的测点进行测量。声呐检测仪器会发送高频声波信号到管道中,记录并分析声波的反射情况。如果管道中存在漏水问题,声波信号会发生剧烈变化,从而准确地定位漏水点。一旦漏水点被确定,即可采取有针对性的修复措施,从而提高修复效率,降低成本。

(三) 管道潜望镜检测技术

在排水管道的实践中,管道潜望镜检测技术被广泛应用。该技术将潜望镜放置在管道内部,能直观地观察和检测管道内部情况。通过观察管道内部的堵塞、腐蚀等问题,为管道修复提供重要的参考依据^[1]。在实际应用中,管道潜望镜检测技术的操作相对简单。首先将潜望镜装备安装在一个适当的操作杆上。然后通过操控潜望镜检测装备,将其放入管道内部进行观察。在观察的过程中,可以记录下潜望镜所见,并在需要进行回放分析。

二、CCTV技术在排水管道检测中的现状及局限性

(一) 现状

目前,我国已有的排水管网运行状况监测、新建管网结构安全监测、地面塌陷监测以及管道检测走向监测等四个方面进行了监控。(1)对既有排水管网的运营管理状态进行检查:需要CCTV对已有排水管网的运行、维护和管理进行全面的了解,掌握已有排水管网的运行状态,及时清理、治理排水管网,更换旧排水管,以保证管线的正常运转。在已建排水管网使用中,由于管网水位偏高,已成为CCTV监控技术推广的一大障碍。(2)新建管网的安全检查:对新建的管网进行安全检查,重点是对新建的管道进行结构安全检查,对出现的断裂、错口、脱节等结构问题进行及时的检查,在新

的管道建设阶段就对其进行检查，并与建设单位合作对其进行处理^[2]。(3) 地表塌陷结构的安全性监测：利用 CCTV 监测，识别导致地表塌陷的三、四级裂缝、错口、变形等重要结构病害，并与地面监测技术相结合，研究各类病害对地表塌陷的影响，评价病害对地表塌陷的危害程度。本项目的研究成果将为地表塌陷隐患的探测、探测和治理提供重要的技术基础和数据支撑。(4) 管道探向巡视：采用 CCTV 技术，可深入到管线内，确定管线的方向，找到管线内接管的情况，这样就能找出排石管的方向。

(二) 局限性及发展

1. 定位方式的改变

传统的电缆定位方法在很多时候都存在着定位误差和精度低下的问题，采用 GPS+INS 或室内导航等方法，能够在不依靠外界影响的前提下，实时、高精度地完成管线内外同步定位^[3]。该方法可以准确地定位出排水管道病害的部位，并为病害的防治提供依据和影响范围资料。

2. 进入式机器人的技术革新

它可以分成两大类：车载和无动力船载。现有的蜘蛛脚式的多方向轮或弹跳式的蛙跳轮更适合进入式机器人。另外，将无动力船舶改装成有动力船舶，可极大地提高船舶的适应性，解决了船舶在静水环境下的步行难题，免去了船舶的穿绳难题。

3. 摄像头自动清洗除雾功能的实现

摄像头起雾不仅会对视频质量造成极大的影响，而且会极大地降低工作效率，因此，可以在摄像头的周围安装一种清洁液，通过对其进行控制，可以对其进行自动的清洁和除雾（与汽车前灯的清洁功能相似），从而可以减少仪器的频繁进出井，提高工作效率，并减少仪器碰撞的故障率^[4]。

4. 气密性的工业级提高

测试装置的气密性，对它的稳定性和可靠性有着很大的影响。如果能将仪器的气密性提高起来，那么它的防水性能就能得到很好的解决，这样就可以让测试设备更好地适应于水的工作，从而提高它的适应性^[5]。参照潜艇、船舶等建造技术，将气密性提升到行业标准，保证设备的气密性。

5. 多功能叠加的全方位检测

目前，CCTV 监测技术还仅限于视频数据采集，无法实现对排水管网的全方位监测。该系统以安装有摄像机的进入者机器人为基础，安装回弹仪、钢筋探测器和红

外探测器，如紫外线检测仪等，对管道的强度，钢筋腐蚀，微孔渗漏等进行检测，使机器人能够更好地发挥进出的作用。

6. 缺陷判读智能化

目前，我国对排水管网病害的识别和判读主要依靠人工判读，但人工判读具有一定的主观性，尤其是等级界线上的判读，对病害的认识也各不相同，甚至产生误判的现象^[6]。可以采用云计算等先进的计算机技术，构建缺陷知识库，使其在计算机上进行智能解译，降低人工判读误差。

三、CCTV 检测在排水管道检测中的应用

(一) 检测系统

该检测设备由控制系统、传输系统和摄像系统三大模块组成。摄像系统集中在爬行机器人上，有先进的摄像头、爬行器及灯光照明。在控制系统操作下，机器实现移动，检测距离可达 150m，摄像头升降可调节且可以环视 360°，可聚焦可调焦。机器重心合理，最大爬坡能力大于 45°，抗倾斜能力大于 40°。爬行机器人采用双侧独立驱动，能在原地进行转弯，中间过渡轮增加了通过能力，在电机的过流、过压和堵转问题上，设有自动保护的电路，采用 PC 电脑进行控制，通过传输系统与爬行机器人相连接^[7]。现场人员在记录管道基本信息的同时可采集影像，利用 PipeSight 软件进行视频判读和缺陷评估，道路检测完毕，软件可自动生成检测报告，根据工程侧重不同，增添修改检测报告内容使其满足要求。

(二) 主要检测技术流程

首先对测区内管道现状调查，调查过程涉及排水管网及附属设施调查、雨水口调查、排水口调查、雨污错接与混接调查、排水管道检测等，然后根据调查的排水管网图和管线的连接关系实施管道与检查井缺陷检测。

(三) 检测方法

在检测前，首先通过气囊将上游排水管暂时封堵，先利用冲洗车对管段进行冲洗，再利用抽水机将井中的污水抽至附近的污水井中，待水深降下来后，CCTV 即可投入工作。检测前的准备工作都须遵守《城镇排水管网与泵站维护技术规程》CJJ68 和《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6 的有关规定。检测前要做好调查，包括设计围挡施工方案，做好设备自检工作，选择合适的仪器行进方式，检查仪器灯光、记米器、摄像头和各项系统是否处于正常状态。同时，对检测管道进行预处理，如封堵降水、通风换气、疏通清洗、气体检测、管道清掏等工作。管道预处理既是 CCTV 检测的需要，也是恢

复管道过水功能,对实施区域内排水淤积管段疏通治理的需要^[8]。在管道几乎可视的状态下进行检测,更易发现管道存在的问题,检测时管道内保持无水或是水位很低状态是最好的。但综合考虑时间成本并结合前人检测经验,将水位高规定为不大于管道直径的20%,即能解决90%以上的管道缺陷问题。

(四) 技术方法

根据《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ181-2012,检测技术要求和方法如下:(1) CCTV检测要求管内水位 $\leq 20\%$;(2) CCTV检测前校准主机的系统时间;(3) CCTV计数器归零及补偿设置办法;(4) CCTV检测前须先拍摄白板,白板上标明管道所在的道路、管类属性、流向、管点名称、管径大小、检测人信息和检测时间,后拍摄检查井周边固定参照物作为标志物;(5) 机器人的检测方向与水流方向相同最合适;(6) 根据管径、水流、坡度等管道状况选择合适的轮胎规格和行进方式;(7) 在圆形或矩形排水管道中,镜头方向应控制在管道中轴线上,偏离管道中轴 \leq 管径的10%,矩形暗渠偏离不大于短边的10%;椭圆形管道摄像头位置应在管道高度三分之二处,不改变拍摄角度和焦距;(8) 侧向摄影时保持静止状态,转动摄像头对焦拍摄最佳图像,继续行进时恢复最短焦距;(9) 管径 $\geq 300\text{mm}$ 时,直向摄影行进速度 $\leq 0.15\text{m/s}$;(10) 管道检测中,视频不能产生画面突然暂停、记录中断、画面消失、图像拼接等;(11) 检测中停止前进后继续前进检测时,则检测距离继续累计,不将计数器清零;(12) 管道缺陷定位方法与计数器补偿设置法类似,以镜头最近的对焦点为准,不能以镜头垂直管道方向来定缺陷位置^[9];(13) 为了准确确定位置,对缺陷整体轮廓进行摄像而进行倒车时,应收紧电缆线,计数器数值也同时恢复到倒车时的数值;(14) 缺陷摄影时间 $\geq 10\text{s}$,确保缺陷图片清晰且轮廓完整,不能拍摄缺陷的一个部分;(15) 使用的CCTV检测设备是带有激光测量辅助功能的,则在管道缺陷图片抓取完成以后,打开激光测量按钮,按照缺陷测量要求再抓取一张激光测量图片;(16) CCTV检测中止时,注明无法完成检测的原因,同时进行反向检测;(17) 管道内有雾气、镜头进到水面下或有灰尘等情形都会使图像模糊^[10]。此情况下,终止检测退出机器人,采用对管道水冲洗、管道鼓风或擦拭摄像头等方式,满足检测条件后

再检测;(18) CCTV的管道缺陷定位误差要求 $\leq \pm 0.5\text{m}$;(19) 图像采用现场抓取清晰图片是最好的,特殊状态下采用看录像抓取缺陷照片。

结束语

总之,CCTV检测技术则可以弥补传统检测、声呐检测和QV检测技术的不足。它记录管道缺陷全面、操作简单、移动方便,能够长时间、长距离从不同视角获取实时影像。仪器能够同时自动记录时间和承载器移动的实时距离,精细拍摄一些复杂结构和疑似缺陷的部位。另外,摸清管道的健康状况、维持和提升现有排水管道的服务水平,同时对缺陷管道的清淤与修复,对存在环境污染管道的整改与治理也尤为重要。

参考文献

- [1] 李景. 城镇排水管道检测技术与剩余承载力评估研究[J]. 铁道建筑技术, 2023, (02): 170-173.
- [2] 丁昌龙. 基于CCTV检测技术排水管道修复工程案例[J]. 给水排水, 2022, 58(S2): 489-492.
- [3] 魏云. 基于CCTV检测技术的城市排水管道检测与评估[J]. 江西建材, 2022, (12): 83-85.
- [4] 李顺安, 李婷, 温慧锋, 陶焕壮. 南方某市排水管道CCTV检测结果分析[J]. 城市勘测, 2022, (05): 169-172+180.
- [5] 覃大伟. 上海老旧小区排水管道检测评估及修复方式实践应用[J]. 中国市政工程, 2022, (04): 99-103+129.
- [6] 刘奇. 应用CCTV检测技术进行排水管道检测评估[J]. 福建建材, 2022, (08): 74-77.
- [7] 熊真, 李维平. CCTV管道内窥检测技术在城市排水管道中的应用[J]. 江西建材, 2022, (05): 63-65.
- [8] 王大成, 陈国强, 秦军, 李国桥. 排水管道闭路电视视频智能检测技术的现状与挑战[J]. 工程勘察, 2022, 50(03): 52-56.
- [9] 李伟, 刘桂雄, 曾成刚. 基于实例分割+CCTV排水管道缺陷检测方法研究[J]. 电子测量技术, 2022, 45(03): 153-157.
- [10] 江春燕. CCTV管道检测技术在城市排水中的应用[J]. 科学技术创新, 2020, (15): 118-119.