

Application and Analysis of Internal Inspection Technology in Downtown Drainage Pipeline Inspection

Xiangrui Chen

Chongqing Investigation and Surveying Institute, Chongqing, 401121, China

Abstract

Drainage pipeline is one of the most important urban infrastructure. With the thorough implementation of General Secretary Xi Jinping's thought on ecological civilization, and winning the battle against water pollution, under a series of guiding documents of the Ministry of Housing and Urban-Rural Development, the Ministry of Ecology and Environment, the National Development and Reform Commission, the work of drainage pipeline inspection has been going on in many cities. The work of drainage pipeline inspection can be mainly divided into two categories: disease inspection of current drainage pipeline and acceptance inspection of completed drainage pipeline. This paper takes the application of a certain brand of pipeline periscope, pipeline endoscope TV inspection system in a municipal road completion acceptance test as an example, this paper introduces the operation methods and details of drainage pipeline inspection and other specific problems, and discusses its advantages and disadvantages and limitations.

Keywords

QV; CCTV; pipeline inspection; pipeline defects

内窥技术在排水管道检测中的应用探讨与分析

陈祥锐

重庆市勘测院, 中国·重庆 401121

摘要

排水管道是最重要的城市基础设施之一。随着深入贯彻落实习近平总书记生态文明思想、打赢水污染防治攻坚战持续推进,在住房和城乡建设部、生态环境部、国家发展改革委一系列的指导文件下,各地纷纷开展了排水管道检测的工作。排水管道检测的工作主要可分为现状排水管道的病害检测和竣工排水管道的验收检测两大类。论文以某品牌的管道潜望镜、管道内窥电视摄像检测系统在某市政道路竣工验收检测的应用为例,详细介绍了内窥技术在排水管道检测中的作业方法、使用细节等具体问题,并探讨比较了其优缺点和局限性。

关键词

QV; CCTV; 管道检测; 管道缺陷

1 引言

城市地下排水管网是城市雨水、污水排放的通道,是维持城市安全运行的生命线^[1],具有分布广泛、服务周期长、百姓关注度高等特点。排水管道在使用前以及使用中其内部均容易出现的沉积、结垢等功能性缺陷和破裂变形等结构性缺陷,会大大影响排水管道对于污水的运输能力,严重的会引起地面坍塌等安全事故。因此对排水管道进行检测意义重大。新建道路的排水管道由于在道路施工过程中土质挤压易产生破损、沉积等缺陷,因此市政道路竣工验收时对排水管道进行竣工检测是很有必要的。

当前城市排水管道检测技术手段主要有:目测法、潜水员人工检测、管道内窥电视检测、管道潜望镜检测、声呐

检测、红外成像检测等。随着自动测距、影像传输、信息集成等技术的发展,以管道潜望镜检测(Quick Viewinspection,简称QV)、管道内窥电视摄像检测系统(Closed Circuit Television,简称CCTV)为代表的管道内窥技术,现在已经逐渐成为排水管道检测的主要方法,在排水管道检测实施过程中发挥着重要的作用。

2 应用实例

管道缺陷一般分为两类:结构性缺陷和功能性缺陷。结构性缺陷包括破裂、变形、腐蚀、错口、起伏、脱节、接口材料脱落、支管暗接、异物穿入、渗漏等10类,功能性缺陷包括沉积、结垢、障碍物、残墙坝根、树根、浮渣等6类,每一类缺陷根据缺陷程度分为3~4级。在进行管道检测时,需要对缺陷类别、等级、位置进行描述。

基于市政道路竣工时的管道条件(管内水流情况、淤泥情况及易出现的缺陷类型),本处道路竣工排水管道检测

【作者简介】陈祥锐(1990-),男,中国湖北黄冈人,本科,工程师,从事工程测量、信息化测绘等研究。

验收采用 CCTV 联合 QV 的方法进行检测。

2.1 资料收集

在进行检测前，应先进行现场踏勘和管道基础资料收集。包括空间位置、断面尺寸、载体、管道材质、检查井深度、跌落落差等情况^[2]。对于新建市政雨水管道，还应收集雨水口的相关信息。上述管道属性中，跌落落差的收集是特别要注意的，跌落落差应仔细调查，务求不遗漏任何一处，以免在后续进行机器人的检测时发生机器人跌落的安全事故。一般而言，市政雨污水主管道（管径一般大于 300mm）宜采用 CCTV 进行检测，雨水口对应的管道（管径一般小于等于 300mm）宜采用 QV 配合检测。

2.2 CCTV 检测

CCTV 检测的作业流程如图 1 所示。

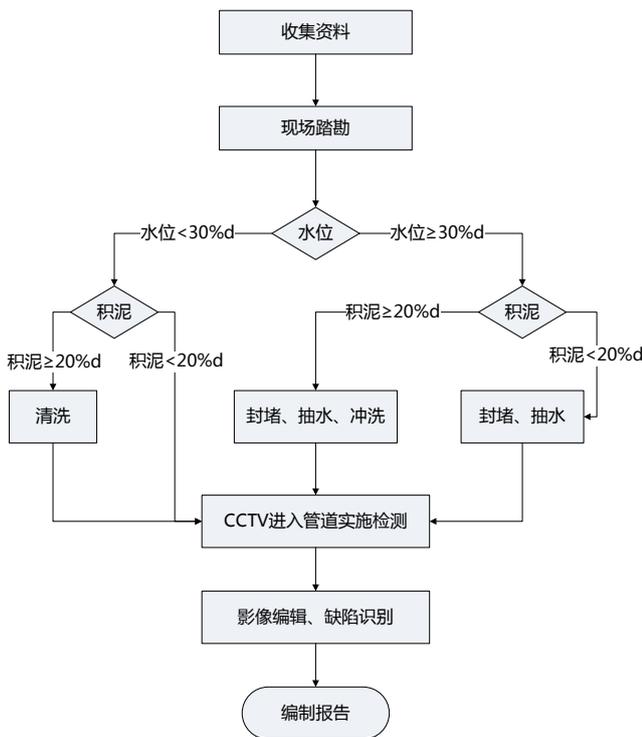


图 1 CCTV 检测的作业流程

需要注意的是，即使如新建的市政排水管道，也会由于管道保护不善、下大暴雨水流湍急、回填时土质积压、挖掘机大卡车等重型机器碾压等造成管道内有积水、堵塞等情况，此时应进行封堵、清洗、抽水等工作，以达到 CCTV 机器人的作业条件。在外业时，作业员通过对 CCTV 机器人携带的前置摄像头所获取的闭路电视视频影像资料进行现场解读，来判定排水管道的缺陷信息（某品牌自带的缺陷判定软件是通过缺陷类型、缺陷等级、缺陷起始位置、缺陷长度、缺陷时钟描述等来表示缺陷信息的）。在检测过程中，当出现爬行机器人在管道内无法行走或者推杆在管道内无法推进、镜头上粘有污物、镜头被淹没在水中、管道内充满雾气等影响图像质量的情况时，应暂停检测，待排除故障后再继续检测，以保证检测影像的清晰度和可靠性。

外业检测完毕后，复核员应将检测影像资料导入 CCTV 所配套的内页检测软件系统中，并对每一段视频资料都进行复盘回放播放，以核实外业人员对影像资料判读的真实性和准确性。如遇到遗漏或者错判，可酌情在内页补判或者更正缺陷。此过程中，外业人员以及复核员的经验以及影像的质量将决定排水管道缺陷等级的判定（见图 2）。



图 2 CCTV 录制的影像资料

在某品牌的配套检测视频处理软件里，每条视频软件在拍摄之前还应详细输入待检测管段的详细属性。同时，有条件的单位还可针对提前收集到管段的空间属性和检测时录入的管段属性专门研发相应平台软件进行匹配对比，这样可以通过管段视频检测结果反过来验证、修正前述调查的管段基础资料的真实性和正确性。

2.3 QV 检测

由于雨水口与雨水井连接的管道长度一般较短，且新建管道的破损、堵塞等情况相对较少，因此这部分管道可以利用 QV 快速检测，以达到快捷省时，从而提高生产效率的效果。

QV 一般是由强力光源、高清摄像头、测距仪、连接平板等装置组成的。作业时，将潜望镜的摄像头放入管道中，调节摄像头方向和照明亮度，便能够获取清晰的影像资料。检测过程中，通过内置测距仪，可以准确量取缺陷位置距离探查点（检查井底部管段口）的距离，从而实现缺陷的定位；通过无线连接器将高清摄像头和操作手持平板连接起来，可以在平板 IPAD 上对抓拍的缺陷照片进行详细描述。并且，根据工程实践来看，当排水检修井较深时，摄像头和平板 IPAD 的无线网络连接容易中断，此时可以将该品牌自带的无线网络信号增强器悬挂在摄像头上，即能克服因井太深导致的平板 IPAD 上无法接收摄像头传回的检测影像资料的问题。

QV 抓拍的缺陷照片及缺陷信息描述见图 3。

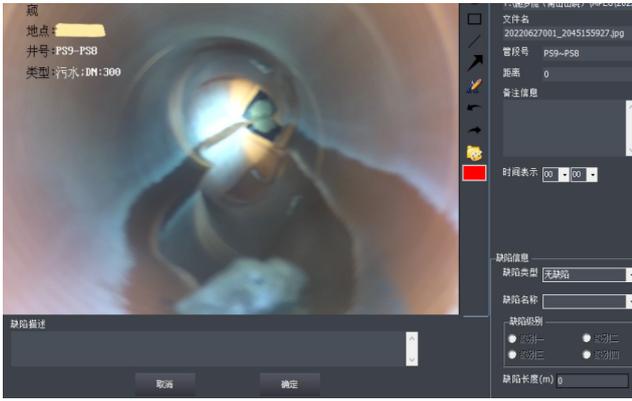


图3 QV 抓拍的缺陷照片及缺陷信息描述

2.4 管道的评估、养护与修复

管道的评估分为结构性状况评估和功能性状况评估。

2.4.1 结构性状况评估

①管段结构性缺陷参数应按下列公式计算^[3]:

$$\text{当 } S_{\max} \geq S \text{ 时, } F = S_{\max}$$

$$\text{当 } S_{\max} < S \text{ 时, } F = S$$

式中: F ——管段结构性缺陷参数;

S_{\max} ——管段损坏状况参数, 管段结构性缺陷中损坏最严重处的分值;

S ——管段损坏状况参数, 按缺陷点数计算的平均分值。

②管段损坏状况参数 S 的确定也应符合相应规定 (CJJ181—2012《城镇排水管道检测与评估技术规程》以及《排水管道电视及声纳检测评价技术规程》)。

③管段结构性缺陷等级评定对照表如表1所示, 管段结构性缺陷类型评估按表2确定。

表1 管段结构性缺陷等级评定对照表

等级	缺陷参数 F	损坏状况描述
I	$F \leq 1$	无或有轻微缺陷, 结构状况基本不受影响, 但具有潜在变坏的可能
II	$1 < F \leq 3$	管段缺陷明显超过一级, 具有变坏的趋势
III	$3 < F \leq 6$	管段缺陷严重, 结构状况受到影响
IV	$F > 6$	管段存在重大缺陷, 损坏严重或即将导致破坏

表2 管段结构性缺陷类型评估参考表

缺陷密度 SM	<0.1	0.1-0.5	>0.5
管段结构性缺陷类型	局部缺陷	部分或整体缺陷	整体缺陷

④管段修复指数应按下式计算:

$$RI = 0.7 \times F + 0.1 \times K + 0.05 \times E + 0.15 \times T$$

⑤针对管道不同修复指数对所检测的管道提出相应的修复建议: 不修复、应做修复计划、应尽快修复、应立即修复。

2.4.2 功能性状况评估

①管段功能性缺陷参数应按下列公式计算:

$$\text{当 } Y_{\max} \geq Y \text{ 时, } G = Y_{\max}$$

$$\text{当 } Y_{\max} < Y \text{ 时, } G = Y$$

式中: G ——管段功能性缺陷参数;

Y_{\max} ——管段运行状况参数, 功能性缺陷中最严重处的分值;

Y ——管段运行状况参数, 按缺陷点数计算的功能性缺陷平均分。

②运行状况参数的确定也应符合相应规定 (详见CJJ181—2012《城镇排水管道检测与评估技术规程》以及《排水管道电视及声纳检测评价技术规程》, 此处不再赘述)。

③管段功能性缺陷等级评定和管段功能性缺陷类型评估可按表3、表4确定。

表3 功能性缺陷等级评定

等级	缺陷参数	运行状况说明
I	$G \leq 1$	无或有轻微影响, 管道运行基本不受影响
II	$1 < G \leq 3$	管道过流有一定的受阻, 运行受影响不大
III	$3 < G \leq 6$	管道过流受阻比较严重, 运行受到明显影响
IV	$G > 6$	管道过流受阻很严重, 即将或已经导致运行瘫痪

表4 管段功能性缺陷类型评估

缺陷密度 YM	<0.1	0.1-0.5	>0.5
管段功能性缺陷类型	局部缺陷	部分或整体缺陷	整体缺陷

④管段养护指数应按下式计算:

$$MI = 0.8 \times G + 0.15 \times K + 0.05 \times E$$

⑤针对管道不同养护指数对检测的管道提出相应的修复建议: 不养护、应做养护计划、应尽快养护、应立即养护。

在该品牌生产商提供的系列检测产品里, 是将上述评估养护修复过程写成程序, 内嵌在附带的检测报告软件中, 由系统自动智能生成综合检测报告的。

2.5 报告编制

将检测影像资料读取进报告编制软件中, 经过外业人员自检以及复核员二检, 并在开发的匹配软件平台上将检测管段属性与管段空间属性进行匹配、修正后, 所得的检测资料即为审核无误的检测外业影像资料。再根据处理好的影像资料由系统自动生成集管道检测、评估、养护与修复为一体的管道检测综合成果报告。

另外, 基于部分住建委部门需要了解详尽的排水管网的需求, 还可以针对排水管道附属的检修井、雨水口、排水口等附属物做更为详尽的检查井属性调查。此处限于篇幅便不再展开详述。

3 结语

在本道路竣工工程实例中, CCTV 和 QV 联合检测,

既顾及到了检测质量和精度,也能兼顾工期和工程经济效益等客观需要,是内窥技术在排水管道检测中广泛应用的实证。当然,在具体应用中,CCTV与QV也还有诸多不足。QV检测的最大优点是操作简便,能够快速浏览到管道内部的初步基本情况^[5];缺陷在于不易发现管壁上的结构性缺陷,不能越过视线障碍物进行连续检测,检测管段不宜太长,测距仪在用激光测量缺陷距离时容易因为摄像头不稳定或者其他物理因素导致测距不准,从而导致管段缺陷定位错误;CCTV检测由于其基于传感器计数的测距原理因而其测距定位准确,能连续检测,可重复性强,影像资料全面清晰;缺点是对作业环境要求较高(如水位不得大于管径的20%、淤泥不可太深、检查井室需具备一定宽度、管径大小需满足

一定要求等),必须保证管道的通达性,对管道落差等较难克服。

参考文献

- [1] 余建伟,周京春,李清泉,等.基于排水管道胶囊的城市管网病害检测研究[J].城市勘测,2021(1):167-171.
- [2] 岳仁宾,陈公军.内窥技术在城市排水管道检测中的应用[J].重庆勘测,2019(4):6-8.
- [3] CJJ 181—2012 城镇排水管道检测与评估技术规范[S].
- [4] 陈希刚.市政管道CCTV检测技术应用[J].水利水电施工,2019(1):102-105.
- [5] 白丁.城市排水管道检测技术的应用与发展[J].建材世界,2019,40(4):83-86.