

基于排水管网检测的数据采集与成图系统

王涵, 邵红伟, 闫文林

(徐州市市政设计院有限公司)

【摘要】在城镇雨污分流、达标区提质增效、积水点改造等勘察设计项目中, CCTV和QV管网检测技术的应用越来越多, 检测成果除了要满足基本的物探要求, 还需要对管网缺陷、支管来源、混流特征等进行标注与统计。文章在总结多个重大项目的实践经验上, 开发了一套集外业数据采集与管网自动成图的系统, 结合实例介绍了基于排水管网检测的数据采集与成图系统的应用。

【关键词】管网检测; 勘察设计; 数据采集; 自动成图

中图分类号: TU99

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.11.053

Data Collection and Mapping System Based on Drainage Pipeline Network Detection

WANG Han, SHAO Hong-wei, YAN Wen-lin

(Xuzhou Municipal Design Institute Co., Ltd.)

【Abstract】The application of CCTV and QV pipeline network detection technology has been increased in survey and design projects such as rainwater and sewage diversion in cities, quality and efficiency improvement in standard areas, and renovation of waterlogging points. In addition to meeting the basic requirements of physical investigation, the detection results also requires labelling and statistics on the pipeline network defects, branch pipe sources, mixed flow characteristics and so on. Based on summarizing the practical experience of multiple important projects, this paper develops a set of system that integrates field data collection and pipeline network automatic mapping of pipeline networks, and introduces the application of data acquisition and mapping system based on drainage pipe network detection with examples.

【Keywords】pipeline network detection; survey and design; data collection; automatic mapping

1 引言

城市排水管网是城市的重要基础设施之一, 被称作城市的血管。黑臭水体的治理关键在管网, 只有彻底摸清管网的内部结构以及合流来源, 才能真正实现雨污分流。而管网治理的难点在支管, 尤其是数量众多的暗接支管, 是管网改造的重中之重。另外, 排水管网的结构稳固和功能完善是城市排水安全的重要保证^[1]。常规的物探测量只能摸清管网的大体走向, 无法探测管网内部情况以及有无暗接支管。因此, 基于闭路电视的管网检测成为管网勘察设计的必备工作^[2]。常见的闭路电视检测手段有CCTV和QV两种, 前者主要通过控制在管道内爬行的机器人拍摄管道内部图像和录制视频, 适用于管径大于DN300及以上的管道; 后者主要利用可变焦潜望镜实时录制并保存被检测对象的内部影像, 主要用于机器人无法进入的管道。

排水管网的检测对象包括检查井和管段。其中, 检查井需要探明类型、特征、坐标、井深、井室材

料、井盖类型、井盖材质、井盖尺寸、有无防坠网、有无破损等; 管段需要探明起点点名、终点点名、起点埋深、终点埋深、管材、管径、流向、缺陷类型、支管来源、混流特征等。其中缺陷类型又细分为破裂、变形、腐蚀、错口、脱节、支管暗接、起伏、异物穿入、渗透、沉积、结垢、障碍物、树根和满水等^[3]。

2 管网检测作业流程

为了确保检测过程中能获得清晰的影像资料, 管网进行检测之前需要先对管网进行清淤, 由于需要大型的冲洗车和吸污车, 该工作一般由专业的班组完成。清淤开始之前, 班组应先对待检测检查井并进行编号, 编号规则由项目部统一制定, 避免重号。清淤过程中, 班组还需要根据检测情况及时填写纸质的检查井信息表和管段检测信息表, 并绘制管网草图, 即“两表一图”。

每个工点完成后, 测量人员根据管网草图进行检查井坐标测量, 并将测量成果和班组填写的管段信息合并整理成EXCEL格式的点线表, 并由测量坐

标反算出每节管段的实际长度。

影像判读人员根据点线表中的测量管长和检查井信息,在视频报告软件中对管段视频逐一判读,同步记录缺陷类型以及缺陷距始发井的距离。待工点所有视频判读完成后,生成管网缺陷信息表。

测量人员根据管网点线表绘制管网CAD图,并将缺陷信息标注在管网图上,对特殊混接点和特殊支管进行标注。达标区检测项目还应対入户污水立管、雨水立管、阳台洗衣机立管进行标注或示意^[4]。

项目部结合管网图与缺陷信息表编制管网检测评定报告,并针对缺陷提出对应修复方案。

整个作业流程如图1所示。

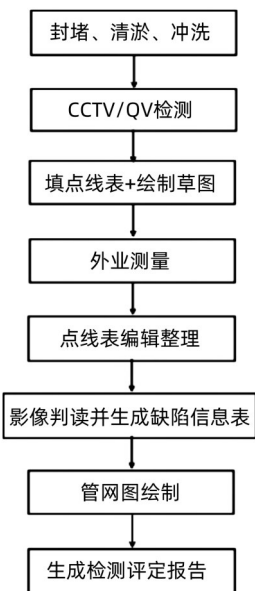


图1 管网检测作业流程

3 外业数据采集软件

从上述管网检测流程可知,检查井和管段的属性信息先由清淤班组填写纸质表格,再由测量人员手动输入到电子表格中。该过程容易产生遗漏或出错,并且各班组的填写规则不一致,不利于项目汇总。因此,本文开发了一款基于安卓手机的外业数据采集软件,该软件用户端将各类属性信息以选择框的形式供录入人员使用,既节省了填表和输入的时间,也将属性信息的格式进行了统一。界面如图2所示。该采集软件还有简单的逻辑判读功能,比如管道埋深不能大于井深,否则会进行报错提示。另外,该客户端支持输入点名查询已检测检查井信息,避免管段信息的重复填写。由于该软件用户端是基于安卓系统开发的,可以快速安装于安卓手机或

CCTV控制平板,无须增加班组设备成本。该软件界面友好,简单易懂,和原纸质表格大同小异,班组简单培训即可掌握操作要领。为了防止恶意篡改数据,本软件只支持录入功能,删除权限仅授予后台管理人员,填错的信息项在备注栏中注明即可。

该软件的服务器端设置在阿里云中,可供授权用户随时随地访问。在服务器端主界面可以查询检查井和管段信息,界面如图3和图4所示。对选中的检查井和管段信息还可以导出为EXCEL格式,由测量人员进行编辑处理,整理成绘制CAD管网图需要的格式。

管段数据表		起始井编号	018EAPY001	终点井编号	018EAPY002
工点信息	苏堤北路	类型	雨水井	类型	雨水井
班组编号	002	井盖材质	铸铁	井盖材质	铸铁
管材	砼	井盖类型	圆形	井盖类型	圆形
管径 (mm)	600	井筒尺寸 (mm)	700	井筒尺寸 (mm)	700
类型	雨水	井盖状态	正常	井盖状态	锈蚀
流向	顺流	有无防坠设施	有	有无防坠设施	无
支管	否	井深 (m)	2.5	井深 (m)	3.0
起点埋深 (m)	2.35	井盖材质	砼	井盖材质	复合
终点埋深 (m)	2.2	井盖是否破损或渗漏	否	井盖是否破损或渗漏	否
备注	有污水接入	特征	三通	特征	三通

图2 数据采集软件用户端界面

ID	名称	类型	管径	井深	井盖材质	井盖类型	井盖状态	井筒尺寸	井筒材质	井筒状态	井筒埋深	井筒备注	井筒照片	井筒时间	井筒备注	井筒照片	井筒时间
1	018EAPY001	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
2	018EAPY002	雨水	600	3.0	铸铁	圆形	锈蚀	700	复合	正常	3.0	无防坠设施	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
3	018EAPY003	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
4	018EAPY004	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
5	018EAPY005	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
6	018EAPY006	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
7	018EAPY007	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
8	018EAPY008	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
9	018EAPY009	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
10	018EAPY010	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
11	018EAPY011	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
12	018EAPY012	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
13	018EAPY013	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
14	018EAPY014	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
15	018EAPY015	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
16	018EAPY016	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
17	018EAPY017	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
18	018EAPY018	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
19	018EAPY019	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
20	018EAPY020	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片

图3 服务器端点表数据

ID	名称	类型	管径	井深	井盖材质	井盖类型	井盖状态	井筒尺寸	井筒材质	井筒状态	井筒埋深	井筒备注	井筒照片	井筒时间	井筒备注	井筒照片	井筒时间
1	018EAPY001	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
2	018EAPY002	雨水	600	3.0	铸铁	圆形	锈蚀	700	复合	正常	3.0	无防坠设施	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
3	018EAPY003	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
4	018EAPY004	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
5	018EAPY005	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
6	018EAPY006	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
7	018EAPY007	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
8	018EAPY008	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
9	018EAPY009	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
10	018EAPY010	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
11	018EAPY011	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
12	018EAPY012	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
13	018EAPY013	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
14	018EAPY014	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
15	018EAPY015	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
16	018EAPY016	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
17	018EAPY017	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
18	018EAPY018	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
19	018EAPY019	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片
20	018EAPY020	雨水	600	2.5	砼	圆形	正常	700	砼	正常	2.35	有污水接入	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片	2023-05-25 10:10:10	井筒照片

图4 服务器端线表数据

4 自动成图系统

由于管网数据量较大,常见的成图系统都是借助第三方软件导入点线表进行自动成图的,比如南方CASS和正元等。但是,上述两种软件只能生成基本的管网图,管网缺陷、混接点、支管来源等仍需

手工标注,对管网复杂的达标区或市政道路而言,效率相对较低。本文在总结多个勘察设计项目的基础上,借助 Visual Foxpro 语言,开发了一套可以满足市政管网和达标区所需检测成果的成图软件。

1) 图层详尽

除了具备常规的管网图层,还补充了多个方便设计人员使用的图层,如表 1 所示。设计阶段可以根据这些细分的图层进行专项工程量统计。

2) 缺陷清晰

本文开发的成图软件在缺陷显示方面,不同于现有以文字标注缺陷位置的方式,如图 5 所示,而是通过起终点井的方位角结合缺陷距起始井的距离,利用极坐标计算的方法将缺陷的实际位置标识在管段上,并对该缺陷管段进行高亮显示,如图 6 所示。设计人员可以快速确定修复方案和修复长度。通过对比可知:本文的成图软件在缺陷描述上更简洁,更清晰,起终点位置也更准确。

3) 操作简单

本文的成图软件主要包括管网绘制、缺陷标注、支管示意三大功能。它们均是通过导入点线表和相关信息表,生成 CASS 交换文件,然后利用 CASS 软件进行自动出图。该软件在导入点线表时能够自动识别管线类别,无须分雨水、污水、合流等多次导入,大大减少了表格整理时间。具体操作界面如图 7 所示。另外,软件对出图字高、比例尺、标注内容和形式等设置了参数框,可根据不同设计要求进行出图。

该软件还具有一键识别混接点的功能,大大减少了人工判别的时间。

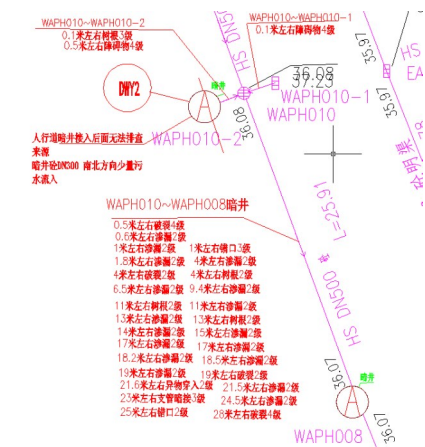


图5 常规缺陷标注



图6 自动成图系统缺陷标注

表1 管网图层

常规图层		补充图层			
图层名	备注	图层名	备注	图层名	备注
WS_POINT	污水井	LW_POINT	污水立管	QXBZ_1	一级缺陷
WS_LINE	污水管线	LW_LINE	污水立管管线	QXBZ_2	二级缺陷
WS_MARK	污水管段标注	LW_MARK	污水立管标注	QXBZ_3	三级缺陷
WS_GD	污水管底数字	LW_GD	污水立管管底	QXBZ_4	四级缺陷
WS_TEXT	污水井点名	LW_TEXT	污水立管点名	YS_XLINE	雨水支管
YS_POINT	雨水井	LY_POINT	雨水立管	WS_XLINE	污水管支管
YS_LINE	雨水管线	LY_LINE	雨水立管管线	HS_XLINE	合流管支管
YS_MARK	雨水管段标注	LY_MARK	雨水立管标注	HJD	混接点
YS_GD	雨水管底数字	LY_GD	雨水立管管底	GCD_JD	井底高程标注
YS_TEXT	雨水井点名	LY_TEXT	雨水立管点名	GCD_JM	井面高程标注
HS_POINT	合流井	LF_POINT	阳台立管	LN_POINT	空调立管
HS_LINE	合流管线	LF_LINE	阳台立管管线	LN_LINE	空调立管管线
HS_MARK	合流管段标注	LF_MARK	阳台立管标注	LN_MARK	空调立管标注
HS_GD	合流管底数字	LF_GD	阳台立管管底	LN_GD	空调立管管底
HS_TEXT	合流井点名	LF_TEXT	阳台立管点名	LN_TEXT	空调立管点名



图7 出图系统操作界面

5 应用案例

本文以徐州市某达标区提质增效项目为例,简单介绍基于排水管网检测的数据采集与成图系统的应用。该达标区面积约0.25km²,共120栋6层建筑,现有居民6402户,建设年代在1985年前后。现状排水管线为雨污合流,排水管线主管多为DN500混凝土管,支管多为DN300混凝土管。管道基本完整,缺陷多以树根、横穿管以及腐蚀为主。

该达标区管网检测共投入4个班组,历时60天,累计检测25km管线,其中CCTV检测15km,QV检测10km;共探查检查井2674座,其中破损和丢失井盖85个,错盖井盖149个;排查出缺陷835处,其中一级缺陷368处,二级缺陷192处,三级缺陷180处,四级缺陷96处。具体分类与占比见图8。

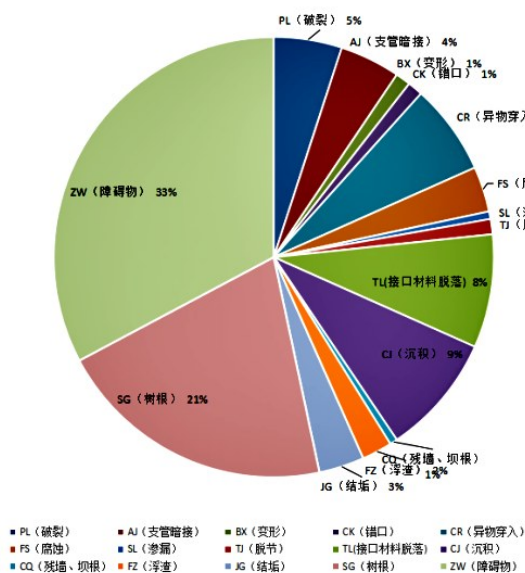


图8 缺陷统计

由于四个班组均使用了数据采集软件,整个项

目数据格式做到了标准统一,班组与班组作业片区搭接处、检查井及管段的信息也做到了数据统一。另外,数字化信息的录入大幅减少了测量人员内业整理数据的时间,一个测量人员完全能完成当日四个班组的外业测量与内业整理。同时,自动出图系统也保证了管网检测完成后能快速生成管线成果与缺陷标注。

6 结语

CCTV管道检测技术的应用对城市排水管网维护和改造具有重要意义。但如何将检测成果完整、准确地反映给勘察设计人员,则需要借助完善的管理体制和高效的管理手段。本文基于安卓平台开发的数据采集软件,解决了作业班组数据填写不规范的问题,还大幅缩短了点线表整理时间。同时,通过采集软件后台服务器可以实时掌握检测进度,了解各班组的工作效率。

本文开发的自动成图软件界面友好、使用方便,创造性提出利用高亮显示的方式精确表示缺陷位置与缺陷类型。同时,检测成果对各类管线要素以及缺陷等级进行了详尽的分层,不仅有利于设计快速了解检测成果,而且方便进行改造与工程量统计。通过实践证明,数据采集软件和自动成图系统的配合使用,既节省了生产工期,又保证了检测质量,更解放了设计员逐一核对管道缺陷的工作。

参考文献

- [1] 刘沛.CCTV及QV技术在城市雨污水管网摸排检测中的应用[J].水利科学与寒区工程,2023,6(1):142-144.
- [2] 张涛.CCTV检测技术在蚌埠市城区污水管网专项普查、检测中的应用[J].城市勘测,2021(6):177-180.
- [3] 郭翔.CCTV管道检测在扬州污水提质增效行动中的应用[J].中国给水排水,2020(10):67-70.
- [4] 徐州市达标区雨污分流工程技术导则(试行)[R].2021.