



T/CECS XXX—202X

中国工程建设标准化协会标准

室外排水管道检测与评估技术规程

Technical Specification for Inspection and Evaluation of
Outdoor Sewer

(征求意见稿)

中国 XX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

室外排水管道检测与评估技术规程

Technical Specification for Inspection and Evaluation of
Outdoor Sewer

T/CECS XXX-202X

主编单位：广州市市政集团有限公司

广州市市政公路协会

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 XX 月 X 日

中国 XX 出版社

202X 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发 2021 年第二批协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2021]20 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 电视检测；5 声呐检测；6 管道潜望镜检测；7 电法测漏仪检测；8 管中雷达探测；9 激光剖面检测；10 三维激光扫描检测；11 传统方法检查；12 管道评估；13 检查井和雨水口检查与评估；14 成果资料。

本规程由广州市市政集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送广州市市政集团有限公司（地址：广州市环市东路 338 号银政大厦，邮编：510060）。

本规程主编单位：广州市市政集团有限公司

广州市市政公路协会

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1	总 则	8
2	术语和符号	9
2.1	术语	9
2.2	符号	12
3	基本规定	13
4	电视检测	17
4.1	一般规定	17
4.2	检测设备	17
4.3	检测方法	18
4.4	影像判读	19
5	声呐检测	20
5.1	一般规定	20
5.2	检测设备	20
5.3	检测方法	20
5.4	轮廓判读	21
6	管道潜望镜检测	22
6.1	一般规定	22
6.2	检测设备	22
6.3	检测方法	22
7	电法测漏检测	24
7.1	一般规定	24
7.2	检测设备	24
7.3	检测方法	25
7.4	结果判读	25

8	管中雷达探测.....	26
8.1	一般规定.....	26
8.2	探测设备.....	26
8.3	探测方法.....	27
8.4	图谱判读.....	27
9	激光剖面检测.....	29
9.1	一般规定.....	29
9.2	检测设备.....	29
9.3	检测方法.....	30
9.4	轮廓判读.....	31
10	三维激光扫描检测.....	32
10.1	一般规定.....	32
10.2	检测设备.....	32
10.3	检测方法.....	33
10.4	点云数据解译.....	35
11	传统方法检查.....	37
11.1	一般规定.....	37
11.2	目视检查.....	37
11.3	简易工具检查.....	38
11.4	潜水检查.....	39
12	管道评估.....	40
12.1	一般规定.....	40
12.2	检测项目名称、代码及等级.....	40
12.3	结构性状况评估.....	47
12.4	功能性状况评估.....	49
12.5	管道周边环境状况评估.....	50

13 检查井和雨水口检查与评估.....	53
13.1 一般规定	53
13.2 外部检查	53
13.3 内部检测设备	53
13.4 内部检测方法	53
13.5 检查井、雨水口评估	56
14 成果资料	61
附录 A 检测影像资料版头格式和基本内容	62
附录 B 现场记录表	63
附录 C 管道状况断面图格式	68
附录 D 检测成果表	72
本规程用词说明	77
引用标准名录	78
条文说明	79

CONTENTS

1	General Provisions	<u>8</u>
2	Terms and Symbols	<u>9</u>
2.1	Terms	9
2.2	Symbols	12
3	Basic Requirements.....	<u>13</u>
4	Closed Circuit Television Inspection	<u>17</u>
4.1	General Requirements	<u>17</u>
4.2	Equipment	<u>17</u>
4.3	Method of Inspection	<u>18</u>
4.4	Image Interpretation	<u>19</u>
5	Sonar Inspection	<u>20</u>
5.1	General Requirements	20
5.2	Equipment	20
5.3	Method of Inspection	20
5.4	Outline Interpretation	<u>21</u>
6	Pipe Quick View Inspection	<u>22</u>
6.1	General Requirements	22
6.2	Equipment	22
6.3	Method of Inspection	22
7	Electrical-method Leak Inspection.....	<u>24</u>
7.1	General Requirements	<u>24</u>
7.2	Equipment	<u>24</u>
7.3	Method of Inspection	<u>25</u>
7.4	Result Interpretation	<u>25</u>
8	Pipe Penetrating Radar Detection	<u>26</u>
8.1	General Requirements	26
8.2	Equipment	26
8.3	Method of Inspection	27

8.4	Graph Interpretation	<u>27</u>
9	Laser profiling Inspection.....	29
9.1	General Requirements	29
9.2	Equipment	29
9.3	Method of Inspection	30
9.4	Outline Interpretation	<u>31</u>
10	3D Laser Scanning Inspection.....	32
10.1	General Requirements	<u>32</u>
10.2	Equipment	<u>32</u>
10.3	Method of Inspection	<u>33</u>
10.4	Point Cloud Data Interpretation	<u>35</u>
11	Traditional Methods of Inspection.....	37
11.1	General Requirements	37
11.2	Direct Visual Inspection	37
11.3	Simple Tools Inspection	38
11.4	Diving Inspection	39
12	Conduit condition Evaluation	<u>40</u>
12.1	General Requirements	40
12.2	Inspection Items's Name,Code and Grade	<u>40</u>
12.3	Evaluation of Structural Condition	47
12.4	Evaluation of Functional Condition.....	49
12.5	Evaluation of sewer surrounding environment	50
13	Manhole and Road Gully Inspection And Evaluation.....	<u>53</u>
13.1	General Requirements	53
13.2	External Inspection.....	53
13.3	Internal Inspection Equipment	<u>53</u>
13.4	Method of Inspection	<u>53</u>
13.5	Manhole and Road Gully Evaluation.....	<u>56</u>
14	Result Data.....	<u>61</u>
Appendix A	Image Data Front Page Format.....	<u>62</u>

Appendix B	Field Records.....	<u>63</u>
Appendix C	Sewer Sedimentary Conditions’ Longitudinal Section Image..	68
Appendix D	Inspection and Evaluation Records	72
	Explanation of Wording in This Specification.....	77
	List of Quoted Standards.....	78
	Addition: Explanation of Provisions	79

1 总 则

1.0.1 为加强室外排水管道检测管理，规范检测技术，统一评估标准，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于室外排水管道及其附属构筑物的检测与评估。

1.0.3 室外排水管道检测采用新技术、新方法时，管道评估应符合本规程的规定。

1.0.4 室外排水管道的检测与评估，除应符合本规程的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 电视检测 closed circuit television inspection

采用闭路电视系统进行管道检测的方法，简称 CCTV 检测。

2.1.2 声呐检测 sonar inspection

采用声波探测技术对管道内水面以下的状况进行检测的方法。

2.1.3 管道潜望镜检测 pipe quick view inspection

采用管道潜望镜在检查井内对管道进行检测的方法，简称 QV 检测。

2.1.4 电法渗漏检测 electrical-method leak inspection

采用管道电法测漏设备通过测量两个电极与大地之间构成的回路电流，根据电流变化判定管内水面以下的渗漏位置的方法。

2.1.5 管中雷达探测 pipe-penetrating radar

在管道内用天线发射和接收高频电磁波,根据其传播特征及分布规律来探测管道外部的富水体、疏松体、脱空、空洞等病害方法。

2.1.6 激光剖面检测 laser profile scanning inspection

采用激光投线仪或激光雷达发射激光到管道内表面并取得轮廓影像或测量数据，计算出管道的变形量或因管道内壁腐蚀、结垢、沉积等造成的管道过水断面损失的检测方法。

2.1.7 三维激光扫描检测 three-dimensional laser scanning inspection

通过激光雷达获取管道内表面三维坐标、反射光强度等多种测量数据信息，构建三维模型并进行量化分析的方法。

2.1.8 扫描站 scanning station

用于架设三维激光扫描系统的测站。

2.1.9 定位标靶 positioning target

用于点云数据坐标转换的参考标志。

2.1.10 点云 point cloud

三维空间离散点的数据集合。

2.1.11 点云密度 density of point cloud

单位面积上激光点的数量，以每平方米点数表示。

2.1.12 点云去噪 point cloud denoising

剔除扫描过程中由于人为或随机因素所产生的噪声点的过程。

2.1.13 点云拼接 point cloud registration

通过坐标转换将不同测站和坐标系统中的点云数据统一到指定坐标系统的过程，又称点云配准或点云定向。

2.1.14 点云数据解译 point cloud data interpretation

从点云数据中获取信息的基本过程。具体为识别目标，定性、定量地提取出目标的分布、结构、坐标等有关信息，并将其表示出来的过程。

2.1.14 行进器 carrier

搭载管道检测设备并能在管道内行进的装置。

2.1.15 时钟表示法 clock description

采用时钟的指针位置描述缺陷出现在管道内环向位置的表示方法。

2.1.16 直向摄影 forward-view inspection

电视摄像机取景方向与管道轴向一致，在摄像头随行进器行进中通过显示器显示管道内影像并具有存储功能的拍摄方式。

2.1.17 侧向摄影 lateral inspection

电视摄像机取景方向偏离管道轴向，通过电视摄像机镜头和灯光的旋转/仰俯以及变焦，重点显示和记录管道一侧内壁状况的拍摄方式。

2.1.18 结构性缺陷 structural defect

管道结构本体遭受损伤，影响强度、刚度和使用寿命的缺陷。

2.1.19 功能性缺陷 functional defect

导致管道过水断面发生变化，影响畅通性能的缺陷。

2.1.20 土体病害 soil disease

土体中存在的土质疏松、空洞、富水异常等构造性缺陷。

2.1.21 结构性缺陷密度 structural defect density

根据管段结构性缺陷的类型、严重程度和数量，基于平均分值得到的管段结构性缺陷长度的相对值。

2.1.22 功能性缺陷密度 functional defect density

根据管段功能性缺陷的类型、严重程度和数量，基于平均分值得到的管段功能性缺陷长度的相对值。

2.1.23 土体病害密度 soil disease density

根据管段周边土体病害的类型、严重程度和数量，基于平均分值得到的管段周边土体病害长度的相对值。

2.1.24 修复指数 rehabilitation index

依据管道结构性缺陷的类型、严重程度、数量以及影响因素计算得到的数值。数值越大表明管道修复的紧迫性越大。

2.1.25 养护指数 maintenance index

依据管道功能性缺陷的类型、严重程度、数量以及影响因素计算得到的数值。数值越大表明管道养护的紧迫性越大。

2.1.26 环境指数 environment index

依据管道周边土体病害的类型、严重程度、数量以及影响因素计算得到的数值。数值越大，表明管道周边环境越差，管道运行及发生次生灾害的风险越大。

2.1.27 传统方法检查 traditional method inspection

人员在地面巡视检查、进入管内检查、反光镜检查、量泥斗检查、量泥杆检查、潜水检查等检查方法的统称。

2.1.28 管段 pipe section

两座相邻检查井之间的管道。

2.1.29 检查井 manhole

排水管道系统中连接管道以及供维护工人检查、疏通和出入管道的附属设施的统称，包括跌水井、水封井、冲洗井、溢流井、闸门井、潮门井、沉泥井等。

2.1.30 排放口 outlet

将雨水或处理后的污水排放至水体的构筑物。

2.1.31 雨水口 catch basin

收集地面雨水的构筑物。

2.2 符号

A_0 ——原始断面面积；

A_1 ——变形后的断面面积；

D_0 ——管内径；

D_1 ——变形后的最小内径；

E ——管道重要性参数；

EI ——管道环境指数；

F ——管段结构性缺陷参数；

G ——管段功能性缺陷参数；

H ——管段周边土体病害参数；

K ——地区重要性参数；

L ——管段长度；

MI ——管道养护指数；

m ——管段的功能性缺陷数量；

n ——管段的结构性缺陷数量；

P_i ——第 i 处结构性缺陷分值；

P_j ——第 j 处功能性缺陷分值；

P_k ——第 k 处功能性缺陷分值；

R ——管段周边土体病害状况参数，按病害点数计算的加权平均分；

RI ——管道修复指数；

RM ——管段周边土体病害密度；

S ——管段损坏状况参数，按缺陷点数计算的加权平均分；

S_M ——管段结构性缺陷密度；

T ——土质影响参数；

Y ——管段运行状况参数，按缺陷点数计算的功能性缺陷加权平均分；

Y_M ——管段功能性缺陷密度；

δ ——管道变形率；

ζ ——管道过水断面损失率

3 基本规定

3.0.1 从事室外排水管道检测和评估的单位应具备相应的资质，检测人员应具备相应的资格。

3.0.2 检测仪器和设备应有产品合格证、检定机构的有效检定（校准）证书。新购置的、经过大修或长期停用后重新启用的仪器和设备，经检定和校准后方可投入使用。

3.0.3 管道检测可用于普查、管道修复、竣工验收、交接验收、应急检测和其他检测等。新建管道缺陷的处置应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的规定执行。

3.0.4 管道检测应包括管道结构性状况、功能性状况、管道周边土体病害状况、附属构筑物状况等内容。

3.0.5 管道检测方法应根据现场的具体情况和检测设备的适应性进行选择。当一种检测方法不能全面反映管道整体状况时，可采用多种方法联合检测。

3.0.6 检测过程中，应在现场初步判读并记录缺陷的类型、等级。现场检测完毕后，应由复核人员对检测资料进行复核。

3.0.7 以结构性状况为目的的普查周期宜为 5a~10a；以功能性状况为目的的普查周期宜为 1a~2a。当遇到下列情况之一时，普查周期可相应缩短：

- 1 流砂易发、深厚填土、深厚淤泥、湿陷性土等特殊地区的管道；
- 2 管龄 30a 以上的管道；
- 3 施工质量差或多次修复改造的管道；
- 4 受临近作业影响的管道；
- 5 可能造成较大影响的管道。

3.0.8 管道检测评估应按下列程序进行：

- 1 接受委托；
- 2 现场踏勘；
- 3 制定检测方案
- 4 检测前的准备；
- 5 现场检测及缺陷初步判读；
- 6 资料整理、缺陷复核、管道评估；

7 编写检测报告。

3.0.9 检测单位应按要求，收集待检测管道区域内的相关资料，组织技术人员进行现场踏勘，掌握现场情况，制定检测方案，做好检测准备工作。

3.0.10 管道检测前应搜集下列资料：

- 1 已有的排水管线图等技术资料；
- 2 管道检测的历史资料；
- 3 待检测管道区域内相关的管线资料；
- 4 待检测管道区域内的工程地质、水文地质资料；
- 5 道路、管线修复的历史资料；
- 6 周边地下工程建设运营资料；
- 7 评估所需的其它相关资料。

3.0.11 现场踏勘应包括下列内容：

- 1 察看待检测管道区域内的地物、地貌、交通状况等周边环境条件；
- 2 检查管道口的水位、淤积和检查井内构造等情况；
- 3 核对检查井位置、管道埋深、管径、管材等资料。

3.0.12 检测方案应包括下列内容：

- 1 检测的任务、目的、范围和工期；
- 2 编制依据
- 3 待检测管道的概况（包括现场交通条件及对历史资料的分析）；
- 4 检测方法的选择及实施过程的控制；
- 5 作业质量、健康、安全、交通组织、环保等保证体系与具体措施；
- 6 危险源辨识与应急预案；
- 7 可能存在的问题和对策；
- 8 工作量估算及工作进度计划；
- 9 人员组织、设备、材料计划；
- 10 拟提交的成果资料。

3.0.13 现场检测程序应符合下列规定：

- 1 检测前应根据检测方法的要求对管道进行预处理；
- 2 应检查仪器设备；

3 应进行管道检测与初步判读；

4 检测完成后应及时清理现场、保养设备。

3.0.14 管道缺陷的环向位置应采用时钟表示法，并应符合下列要求：

1 缺陷描述应按照顺时针方向的钟点数采用 4 位阿拉伯数字表示起止位置，前两位数字应表示缺陷起点位置，后两位数字应表示缺陷终止位置。

2 当缺陷位于某一点上时，采用两位数字表示缺陷点位置。

3.0.15 管道缺陷位置的纵向起算点应为起始井管道口，缺陷位置纵向定位误差应小于 0.5m。

3.0.16 检测系统的长度计量单位应为 m，电缆长度计数的计量单位不应大于 0.1m。

3.0.17 每段管道检测前，应按本规程附录 A 的规定编写并录制版头。

3.0.18 管道检测影像记录应连续、完整，录像画面上方应包括任务名称、起始井及终止井编号、管径、管道材质、检测时间等内容，并宜采用中文显示。影像记录信息宜与已有排水管线资料一致。

3.0.19 现场检测时，应避免对管体结构造成损伤。

3.0.20 现场检测过程中宜采取监督机制，监督人员应全程监督检测过程，并签名确认检测记录。

3.0.21 管道检测工作宜与卫星定位系统配合进行。当采用 RTK 等测绘手段测定地下管线点和检查井的平面位置时，应符合行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61、《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 及《城市测量规范》CJJ/T8 的有关规定。

3.0.22 排水管道检测时现场作业应符合现行国家标准《城乡排水工程项目规范》GB 55027、行业标准《排水管道维护安全技术规程》CJJ 6、《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定。现场作业人员的数量不得少于 2 人。

3.0.23 现场检测设备安全性能应符合现行国家标准《爆炸性气体环境用电气设备》GB3836 的有关规定。

3.0.24 检测设备应做到定期检验和校准，并应经常维护保养。

3.0.25 当检测单位采用自行开发或引进的检测仪器及检测方法时，应符合下列规定：

- 1 该仪器或方法应通过技术鉴定，并具有一定的工程检测实践经验；
 - 2 该方法应与已有成熟方法进行过对比试验；
 - 3 检测单位应制定相应的检测细则；
 - 4 在检测方案中应予以说明，必要时应向委托方提供检测细则。
- 3.0.26** 现场检测完毕后，应由相关人员对检测资料进行复核并签名确认。
- 3.0.27** 检测成果资料归档应按国家现行的档案管理的相关标准执行，并宜纳入排水管网信息管理系统，建立动态管理机制。

4 电视检测

4.1 一般规定

4.1.1 电视检测不宜带水作业。当现场条件无法满足时，应采取降低水位措施，确保管道内水位不大于管道直径的 20%且不大于 300mm。

4.1.2 在进行管道结构性检测前应对被检测管道做疏通、清洗。

4.1.3 当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 行进器在管道内无法行走或推杆在管道内无法推进时；
- 2 镜头沾有污物时；
- 3 镜头浸入水中时；
- 4 管道内充满雾气，影响图像质量时；
- 5 其他原因无法正常检测时。

4.2 检测设备

4.2.1 检测设备的基本性能应符合下列规定：

- 1 摄像镜头应具有平扫与旋转、仰俯与旋转、变焦功能，摄像镜头高度可通过主控制器自由调整；
- 2 行进器应具有前进、后退、空档、变速、防侧翻等功能，可根据被检测管道的大小更换或调整轮径大小、轮间距；
- 3 主控制器应具有在监视器上同步显示日期、时间、管径、管道内行进距离等信息的功能，并可进行数据处理；
- 4 应能通过主控制器调节照明灯光强度。

4.2.2 电视检测设备的主要技术指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 检测设备主要技术指标

项 目	技 术 指 标
视场角	对角线方向 $\geq 45^\circ$
图像输出	$\geq$ 主码流：1920 $\times$ 1080@25fps
图像变形	$\leq \pm 5\%$
行进器	电缆长度为 120m 时，爬坡能力应大于 10°
电缆抗拉力	$\geq 2\text{kN}$

存储	录像封装格式：MPEG4、AVI；录像编码格式：H264、H265；照片格式：JPEG
电缆、行进器、摄像头、照明灯的防护	IP68，气密保护

4.2.3 检测设备应结构坚固、密封良好，能在-10℃~+50℃的气温条件下和潮湿的环境中正常工作。

4.2.4 检测设备应具备测距功能，电缆计数器的计量单位不应大于 0.1m。

4.2.5 检测设备应具备字符叠加功能，录制的影像资料应能存储、回放和截图等操作。

4.3 检测方法

4.3.1 行进器的行进方向宜与水流方向一致。

4.3.2 启动拍摄时，应将摄像镜头对准检测管道管口，按本规程附录 A 规定的版头格式编辑显示叠加字符，静止录制版头不应低于 5s。

4.3.3 管径不大于 200mm 时，直向摄影的行进速度不宜超过 0.1m/s；管径大于 200mm 时，直向摄影的行进速度不宜超过 0.15m/s。

4.3.4 检测时，摄像镜头移动轨迹应在管道中轴线上，偏离度不应大于管径的 10%。当对特殊形状或管径大于 1350mm 的管道进行检测时，应适当调整摄像头位置，以获得最佳图像。

4.3.5 当检测断面面积不小于 4.0 m² 的渠箱时，应分渠箱左侧内壁、右侧内壁、渠箱顶内壁、底内壁分别检测，左侧内壁、右侧内壁、渠箱顶内壁、底内壁的检测方向应当一致。

4.3.6 将载有摄像镜头的行进器安放在检测起始位置后，在开始检测前，应将计数器归零。当检测起点与管段起点位置不一致时，应做补偿设置。

4.3.7 直向摄影过程中，图像应保持正向水平，中途不应改变拍摄角度和焦距。

4.3.8 在行进器行进过程中，不应使用摄像镜头的变焦功能，当使用变焦功能时，行进器应保持在静止状态。当需要行进器继续行进时，应先将镜头的焦距恢复到最短焦距位置。

4.3.9 侧向摄影时，行进器宜停止行进，变动拍摄角度和焦距以获得最佳图像。

4.3.10 管道检测过程中，录像资料不应产生画面暂停、间断记录、画面剪接的现象。

4.3.11 在检测过程中发现缺陷时，应将行进器在完全能够解析缺陷的位置至少停顿 5s，拍摄的图像应清晰完整。

4.3.12 应在现场对管道缺陷和检测状况作初步判读和测量，当出现特殊结构时，应在现场作详细判读和测量，并填写现场记录表，记录表的内容和格式应符合本规程附录 B 的规定。

4.4 影像判读

4.4.1 宜采用计算机软件进行影像判读，影像资料及截图应清晰准确地反映管道缺陷。

4.4.2 现场检测完毕后，应由内业人员对检测结果进行详细判读。

4.4.3 缺陷尺寸可依据管径或相关物体的尺寸判定。

4.4.4 无法确定的缺陷类型或等级应在评估报告中加以说明。

4.4.5 缺陷图片宜采用现场抓取最佳角度和最清晰图片的方式，特殊情况下也可采用观看录像截图的方式。

4.4.6 对直向摄影和侧向摄影，每一处结构性缺陷抓取的图片数量不应少于 1 张。

5 声呐检测

5.1 一般规定

5.1.1 声呐检测时，管道内水深应大于 300mm。

5.1.2 当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 行进器受阻无法正常前行时；
- 2 探头被水中异物缠绕或遮盖，无法显示完整的检测断面时；
- 3 探头损坏时；
- 4 探头埋入泥沙致使图像变异时；
- 5 其他原因无法正常检测时。

5.2 检测设备

5.2.1 检测设备应与管径相适应，探头的承载设备负重后不易滚动或倾斜。

5.2.2 声呐系统的主要技术参数应符合下列规定：

- 1 扫描范围应大于所需检测的管道规格；
- 2 125mm 范围的分辨率应小于 0.5mm；
- 3 每密位均匀采样点数量不应小于 250 个。

5.2.3 设备的倾斜传感器、滚动传感器应具备在 $\pm 45^\circ$ 内的自动补偿功能。

5.2.4 设备结构应坚固、密封良好，应能在 $0^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 的温度条件下正常工作。

5.3 检测方法

5.3.1 检测时水流速度不宜大于 0.5m/s。

5.3.2 检测前应从被检管道中取水样通过实测声波速度对系统进行校准。

5.3.3 声呐探头的推进方向宜与水流方向一致，并应与管道轴线一致，滚动传感器标志应朝正上方。

5.3.4 声呐探头安放在检测起始位置后，在开始检测前，应将计数器归零，并应调整电缆处于自然绷紧状态。

5.3.5 声呐检测时，在距管段起始、终止检查井处应进行 2m~3m 长度的重复检测。

5.3.6 行进器宜采用不影响声波传输的设备。

5.3.7 在声呐探头前进或后退时，电缆应保持自然绷紧状态。

5.3.8 根据管径的不同，应按表 5.3.8 选择不同的脉冲宽度。

表 5.3.8 脉冲宽度选择标准

管径范围（mm）	脉冲宽度（ μs ）
300~500	4
500~1000	8
1000~1500	12
1500~2000	16
2000~3000	20

5.3.9 行进器行进速度不宜超过 0.1m/s。在检测过程中应根据被检测管道的规格，在规定采样间隔和管道变异处探头应停止行进、定点采集数据，停顿时间应大于一个扫描周期。当管道出现疑似破裂或支管暗接等结构性缺陷时，应在疑似缺陷处前后 1m 范围内，多次来回采集数据，进行比对，截取图像并保存。

5.3.10 采样点间距不宜大于 2.0m，存在异常的管段应加密采样。声呐检测结果应按本规程附录 B 的格式填写排水管道检测现场记录表，并按本规程附录 C 的格式绘制沉积状况纵断面图。

5.4 轮廓判读

5.4.1 规定采样间隔和图形变异处的轮廓图应现场捕捉并进行数据保存。

5.4.2 经校准后的检测断面线状测量误差应小于 3%。

5.4.3 声呐检测截取的轮廓图应标明管道轮廓线、管径、管道积泥深度线等信息，并按本规程附录D的格式填写排水管道检测成果表。

5.4.4 管道沉积状况纵断面图中应包括：路名（或路段名）、井号、管径、长度、流向、图像截取点纵距及对应的积泥深度、积泥百分比等文字说明。纵断面线应包括：管底线、管顶线、积泥高度线和管径的1/5高度线（虚线）。

5.4.5 声呐轮廓图不应作为结构性缺陷的最终评判依据，应采用电视检测方式予以核实或以其他方式检测评估。

6 管道潜望镜检测

6.1 一般规定

- 6.1.1 管道潜望镜检测宜用于对管道内部状况进行初步判定。
- 6.1.2 管道潜望镜检测时,管内水位不宜大于管径的 1/2,管段长度不宜大于 50m。
- 6.1.3 有下列情形之一时应中止检测:
- 1 管道潜望镜检测仪器的光源不能够保证影像清晰度时;
 - 2 镜头沾有泥浆、水沫或其他杂物等影响图像质量时;
 - 3 镜头浸入水中,无法看清管道状况时;
 - 4 管道充满雾气影响图像质量时;
 - 5 其他原因无法正常检测时。
- 6.1.4 管道潜望镜检测的结果可作为管道初步评估的依据。

6.2 检测设备

- 6.2.1 管道潜望镜检测设备应坚固、抗碰撞、防抖动、防水密封良好,应可以快速、牢固地安装与拆卸,应能在-10℃~+50℃的气温和潮湿、恶劣的排水管道环境中正常工作。
- 6.2.2 管道潜望镜检测设备的主要技术指标应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 管道潜望镜检测设备主要技术指标

项 目	技 术 指 标
视场角	对角线方向 $\geq 45^\circ$
图像输出	$\geq$ 主码流: 1920 $\times$ 1080@25fps
图像变形	$\leq \pm 5\%$
变焦范围	光学变焦 ≥ 20 倍; 数字变焦 ≥ 12 倍
存储	录像封装格式: MPEG4、AVI; 录像编码格式: H264、H265; 照片格式: JPEG
电缆、行进器、摄像头、照明灯的防护	IP68, 气密保护

- 6.2.3 录制的影像资料应能够在计算机上进行存储、回放和截图等操作。

6.3 检测方法

- 6.3.1 镜头中心应保持在管道竖向中心线的水面以上。

6.3.2 拍摄管道时，变动焦距不宜过快。拍摄缺陷时，应保持摄像头静止，调节镜头的焦距，并连续、清晰地拍摄 5s 以上。

6.3.3 拍摄检查井内壁时，应保持摄像头均匀慢速移动；摄像头应能拍摄整个检查井壁，无盲点。拍摄缺陷时，应保持摄像头静止，并连续拍摄 5s 以上。

6.3.4 对各种缺陷、特殊结构和检测状况应作详细判读和记录，并应按本规程附录 B 的格式填写现场记录表。

6.3.5 现场检测完毕后，应由相关人员对检测资料进行复核并签名确认。

7 电法测漏检测

7.1 一般规定

7.1.1 电法渗漏检测适用于检测非金属管道或包有绝缘材料的金属管道的渗漏点位置。

7.1.2 电法渗漏检测时，管道内水位不小于管道直径的 20%且不小于 100mm，电法测漏设备探头应完全浸没于管道内水面以下。

7.1.3 当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 探头受阻无法正常工作时；
- 2 探头因被水中异物或泥沙托垫露出水面，致使电流曲线陡然升降时；
- 3 其他原因无法正常检测时。

7.1.4 电法渗漏检测的结果不应作为结构性缺陷的最终评判依据，应采用电视检测方法予以核实或以其他方式检测评估。

7.2 检测设备

7.2.1 电法渗漏检测设备应结构坚固、密封良好，能在 0℃~+40℃的气温条件下和潮湿的环境中正常工作。

7.2.2 电法渗漏检测设备的主要性能及技术指标应符合下列规定：

- 1 探头电极的感应范围应大于所需检测管道的直径；
- 2 设备在每个采样间距内应至少采集 1 个电流值；
- 3 设备的最小输出电流不应大于 0.5mA。

7.2.3 电法渗漏检测设备应具备电缆长度计数测距功能，其电缆计数器的计量单位不应大于 0.01m，精度误差不应大于 1%；

7.2.4 电法渗漏检测设备探头应与管径相适应，根据管径的不同，应按表 7.2.4 选择不同的探头电极系规格。

表 7.2.4 电法测漏设备电极系规格选用标准

管径范围（mm）	电极系长度（mm）
150-300	≥400
300-1000	≥800
1000-1200	>1000

7.2.5 电法渗漏检测设备应能通过调节设备参数来屏蔽不同土质、岩层等的阻抗干扰。

7.3 检测方法

7.3.1 电法渗漏检测时应满足下列要求：

- 1** 开始检测前，电缆计数器应归零，当电法渗漏检测设备探头前进或后退时，电缆应保持自然绷紧状态。
- 2** 电法渗漏检测设备的探头行进方向宜与水流方向一致，并宜与管道轴线平行，探头应浸没于水下。
- 3** 探头行进速度不宜超过 0.1m/s。
- 4** 电法渗漏检测采样点间距不宜大于 0.05m，存在异常的管段应加密采样。

7.3.2 应按本规程附录 C 的格式绘制排水管道渗漏状况纵断面图。

7.4 结果判读

7.4.1 检测结果数据应连续、真实、全面。

7.4.2 管道渗漏状况纵断面图应包括：曲线图、漏点处相对于起始位置距离、漏点说明等信息。

8 管中雷达探测

8.1 一般规定

8.1.1 管中雷达探测适用于管径不小于 600mm 的非金属排水管道周边地下病害体的探测。

8.1.2 管中雷达探测不宜带水作业。当现场条件无法满足时，应采取降低水位措施，使管道内雷达天线位于水面以上。

8.1.3 管中雷达探测时，管道内淤积厚度不应阻碍行进器正常工作，当管道内淤积不满足要求时，探测前应对管道实施疏通、清洗。

8.1.4 当有下列情形之一时应中止探测：

1. 管中雷达设备在管道内无法行走时；
2. 管中雷达设备无法正常工作时；
3. 其他原因无法正常探测时。

8.2 探测设备

8.2.1 探测设备应满足下列要求：

1. 应具有前进、后退、变速、停止等功能。
2. 设备驱动机构应适应不同管径的被探测管道，以保证管中雷达探测设备在被探测管道中行进时的稳定性。
3. 应能使雷达天线贴合被探测管道内表面，并根据被探测管道的不同管径，自适应调整。
4. 应能使雷达天线满足沿管道轴向和环绕管道圆周两个方向的探测。
5. 主控制器应具有在显示器上同步显示日期、时间、管径、在管道内行进距离等信息的功能，并同步显示管中雷达采集到的雷达图。
6. 主控制器应具有现场数据处理和实时显示功能。

8.2.2 管中雷达探测设备的主要技术指标应符合表格 8.2.2 的规定。

表格 8.2.2 管中雷达探测设备主要技术指标

项目	技术指标
AD 位数	≥ 16 位
系统增益	$\geq 150\text{dB}$
信噪比	$\geq 110\text{dB}$
最大动态范围	$\geq 120\text{dB}$
最小时间采样间隔	$\leq 0.5\text{ns}$

工作温度	-10℃~+40℃
------	-----------

8.2.3 管中雷达天线中心频率应根据地层条件、地下水条件和探测距离等条件进行选择。

8.3 探测方法

8.3.1 探测前,应根据管道特征、管道周边地质条件、水文条件设置管中雷达参数。

8.3.2 在开始探测前,应将测距计数器归零。当探测起点与被探测管段起点位置不一致时,应做补偿设置。

8.3.3 普查的测线布置方向应为沿管道轴向。对普查过程中发现的疑似病害区域应进行详查。

8.3.4 对 1000mm 及以上管径管道进行普查时,宜根据现场实际情况,沿管道轴向布置不少于 4 条测线进行探测;对 1000mm 以下管径管道进行普查时,宜根据现场实际情况,沿管道轴向布置不少于 2 条测线进行探测。

8.3.5 详查时,测线宜沿管道轴向和环绕管道圆周两个方向布置。环绕管道圆周方向的测线间距不宜大于 0.5m。

8.3.6 应按本规程附录 B 的格式填写管中雷达检测记录表,记录每一条测线的起始位置,终止位置,测线长度以及雷达图显示异常的位置。

8.4 图谱判读

8.4.1 雷达图谱应信号清晰,无明显的噪声干扰;

8.4.2 图谱判读应符合下列规定:

1. 应根据雷达图中信号的振幅、相位和频率等特征提取异常反射并进行解释;
2. 应结合相邻测线探测结果确定管道周边病害的位置和范围;
3. 雷达图谱上应标出异常反射波的位置和范围。

8.4.3 宜根据沿管道轴向和环绕管道圆周两个方向测量所获得的雷达图,利用后处理软件,生成管道周边的三维切片图;并结合管道周边的三维切片图对异常反射进行解释并确定病害的位置和范围。

8.4.4 管道周边地下病害体属性及雷达图谱特征可按表格 8.4.4 判读。

8.4.4 管道周边地下病害体属性及雷达图谱特征

地下病	土质疏松	土壤富水	周边脱空	独立空洞
-----	------	------	------	------

害体				
波形	顶部形成连续的反射，多次波反射发育，两侧绕射波发育，内部波形杂乱，一般无连续同相轴	顶部形成连续的反射，多次波不明显，两侧绕射波不明显	顶部形成连续的反射，多次波发育，两侧绕射波发育	反射波近似为倒悬双曲线，多次波发育，两侧存在明显绕射波
振幅	振幅强，衰减慢	振幅强，衰减快	振幅强，衰减慢	振幅强，衰减慢
相位	顶部反射波与入射波同向，底部反射波与入射波反向	顶部反射波与入射波反向，底部反射波不明显	顶部反射波与入射波同向，底部反射波与入射波反向	顶部反射波与入射波同向，底部反射波与入射波反向
频率	频率高于背景场	频率低于背景场	频率高于背景场	频率高于背景场

8.4.5 管中雷达探测结果宜与电视检测结果进行综合对比分析，必要时可采用钻探、标贯等手段进行验证。

8.4.6 管中雷达探测成果应包含地下病害体属性、平面位置坐标、地下病害体的埋深、大小尺寸与管道的距离等信息。

9 激光剖面检测

9.1 一般规定

9.1.1 激光剖面检测适用于管道变形量、沉积量或过水断面损失量的检测。

9.1.2 激光剖面检测不宜带水作业，当现场条件无法满足时，应采取降低水位措施，确保管道内水位不大于管道直径的 20%且不大于 300mm。

9.1.3 当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 当行进器在管道内无法行走时；
- 2 摄像镜头或激光雷达沾有污物无法测量时；
- 3 摄像镜头或激光雷达浸入水中时；
- 4 管道内充满雾气影响检测质量时；
- 5 其他原因无法完成检测时。

9.1.4 激光剖面检测的结果不应作为结构性缺陷的最终评判依据，应采用电视检测方法予以核实或以其他方式检测评估。

9.2 检测设备

9.2.1 设备应性能稳定、密封良好，应能在 $0^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 的气温条件和潮湿的环境中正常工作。

9.2.2 激光投线仪的主要技术指标应符合表 9.2.2 的规定。（中仪）

表 9.2.2 激光投线仪设备主要技术指标

项目	技术指标
激光安全等级	IEC-60825 Class IIIB
激光发射器	功率 $\geq 5\text{mW}$ ，波长 390~760nm（可见光），投线宽度 $\leq 2\text{mm}$
范围分辨率	0.5mm@DN150mm
适用管径范围	150mm~1000mm
防护等级	IP68

9.2.3 激光雷达的主要技术指标应符合表 9.2.3 的规定。

表 9.2.3 激光雷达主要技术指标

项目	技术指标
激光安全等级	IEC-60825 Class I

测量盲区	$\leq 0.1\text{m}$
扫描频率	$\geq 8\text{Hz}$
角度分辨率	$\leq 0.33^\circ$
测量精度	$\leq \pm 50\text{mm}$
适用管径范围	350mm~6000mm（反射率 10%）
防护等级	IP68

9.2.4 检测设备应具备俯仰、滚动和偏航角度传感器，其最小计量单位不应大于 0.1° ，应能够根据设备的实时姿态自动补偿纠正。

9.2.5 检测设备应具备照明和摄像单元。

9.2.6 检测设备应具备电缆长度计数功能，其计数器的计量单位不应大于 0.01m ，精度误差不应大于 1%。

9.3 检测方法

9.3.1 采用激光投线仪进行管道激光剖面检测时应符合下列规定：

- 1 安装固定好激光投线仪后，使用专用标定尺对摄像镜头进行图像标定，并作为检测录像的组成部分。
- 2 开始检测前，应关闭行进器及摄像镜头上的照明灯光，确保在电视检测画面中能看激光投线仪投射在管道内壁上形成清晰完整的激光轮廓。
- 3 检测过程中，不得改变摄像镜头的拍摄角度及焦距。

9.3.2 采用激光雷达进行管道激光剖面检测时应符合下列规定：

- 1 开始检测前，应使用激光雷达在被检测管道入口处测量管径与实际管径对照标定激光雷达图像。
- 2 检测时，应同步拍摄管道内部影像。

9.3.3 开始检测前，应调整电缆处于自然绷紧状态，电缆计数应根据起始位置进行距离清零或补偿设置，检测过程中应保持电缆线自然绷紧。

9.3.4 激光剖面检测时，行进器速度不宜超过 0.15m/s ，轮廓测量数据的采集间距不宜大于 0.02m 。

9.3.5 激光剖面检测时，行进器的推进方向宜与水流方向一致。

9.3.6 激光剖面检测的推进方向应与管道轴线一致。

9.3.7 激光剖面检测过程中，宜同时进行电视检测，取得的录像资料应连续完整。

9.3.8 检测过程中，对各种缺陷、特殊结构和检测状况应作详细判读和测量，并填写现场记录表，记录表的内容和格式应符合本规程附录 B 的规定。

9.4 轮廓判读

9.4.1 激光剖面检测截取的轮廓图应标明距离、管道轮廓线、变形率、断面面积等信息，并宜与电视检测图像做对比分析。

9.4.2 缺陷尺寸宜通过轮廓数据分析和图像测量，并依据管径或相关物体的尺寸判定。

9.4.3 管道变形率应按下式计算：

$$\delta = (D_0 - D_1) \div D_0 \times 100\% \quad (9.4.3-1)$$

式中： δ ——管道变形率；

D_0 ——管内径；

D_1 ——变形后的最小内径。

9.4.4 管道过水断面损失率应按下式计算：

$$\zeta = (A_0 - A_1) \div A_0 \times 100\% \quad (9.4.3-2)$$

式中： ζ ——管道过水断面损失率；

A_0 ——原始断面面积；

A_1 ——变形后的断面面积。

9.4.5 应按附录 C 的格式绘制管道沉积状况纵断面图、管道变形率图和管道过水断面损失率图，按附录 D 的格式填写管道激光剖面检测成果表。

10 三维激光扫描检测

10.1 一般规定

10.1.1 三维激光扫描检测适用于直径不小于 1000mm 的管道或高度不小于 1m 的渠箱。

10.1.2 三维激光扫描检测系统可用于主管、支管、排放口的纵横剖面、平面尺寸与位置、缺陷位置等检测。

10.1.3 三维激光扫描检测不宜带水作业，当现场条件无法满足时，应采取降低水位措施，确保管道内水位不大于管道直径的 20%且不大于 300mm。

10.1.4 三维激光扫描检测宜采用外部操控具有自驱动功能的行进器承载扫描设备的作业方式。

10.1.5 当进入管道的行进器无法作业时，可采用人员进入管道内进行三维激光扫描检测。

10.1.6 人员进入排水管道内部进行三维激光扫描检测时，管道环境条件应符合下列规定：

- 1 管道内径不得小于 1300mm；
- 2 管道内稀软淤泥、积沙深度不得大于 0.2m；
- 3 管内水流流速不得大于 0.5m/s。

10.1.7 当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 人员携带三维激光扫描设备入涵作业过程中突遇下雨时；
- 2 三维激光扫描系统无法完整扫描成像时；
- 3 其他原因无法完成检测时。

10.2 检测设备

10.2.1 检测设备应性能稳定、结构牢固、密封性良好、应能在-10℃~+45℃的气温条件下正常工作。

10.2.2 三维激光扫描系统的主要技术指标应符合表 10.2.2 的规定。

表 10.2.2 三维激光扫描设备主要技术指标

项目	技术指标
激光安全等级	Class I 级人眼安全(符合 IEC 60825-1:2014 标准)

扫描测程	1 m~200 m
最小扫描距离	$\geq 0.4\text{m}$
扫描精度	$\leq \pm 50\text{mm}$
扫描速度	≥ 50000 点/秒
数据通讯	静态 IP 方式

10.2.3 三维激光扫描检测系统的行进器宜配备有惯性测量单元（IMU）、倾斜传感器（Pitch）、滚动传感器（Roll）、照明系统和摄像系统，应符合下列规定：

- 1 惯性测量单元（IMU）应能够融合惯性单元数据进行点云数据解算；
- 2 倾斜传感器（Pitch）、滚动传感器（Roll）应具备在 $\pm 10^\circ$ 范围内的自动补偿功能；
- 3 照明系统应能通过主控制器调节灯光的强度和角度。

10.3 检测方法

10.3.1 三维激光扫描检测点云采样间隔不大于 0.2m，点云密度不小于 2500 点/平方米；当管道内壁裂缝（痕）宽度不小于 5mm 时，采样点云间隔应不大于裂缝（痕）宽度，且点云密度应能清晰判读走向并完整识别裂缝（痕）。

10.3.2 根据管道各类开口的分布状况和数量，宜按 2~3 个管段划分为一个扫描段且长度不宜超过 500m、开口数量不应少于 3 个。

10.3.3 当管道检测数据需要使用绝对坐标时，应布设定位标靶且符合下列规定：

- 1 定位标靶应均匀布设且在不同高程面，严禁布设在一条直线或一个竖直面，间隔 100m 左右不应少于 1 个；
- 2 定位标靶宜通过检查井铅直伸入管道内，且上部测量点位应与靶面中心点的铅直投点重合；
- 3 扫描段的定位标靶数量不应少于 3 个并构成空间几何图形，覆盖扫描段全范围。

10.3.4 行进器承载三维激光扫描检测的行进速度不宜大于 0.2m/s，人员手持或背包三维激光扫描检测的行进速度不宜大于 0.8m/s。

10.3.5 采用固定式三维激光扫描检测应符合下列规定：

1 扫描站应沿管道中轴线布设,设站密度应能使获取的点云数据完整覆盖扫描段;

2 扫描站布设位置应包括支管(涵)口或排放口正前方、缺陷区前方、检查井口下方、定位标靶前后 2m~3m 处、变径处及其他需要设站的地方;

3 扫描设备作业时应避免受到震动;

4 数据采集宜按扫描段进行扫描获取,点云数据应与图像数据同步采集,相邻扫描站点云数据重叠度应不低于 30%;每个扫描站的相邻图像重叠度应不低于 30%。

10.3.6 采用手持或背包式三维激光扫描设备检测应符合下列规定:

1 在扫描作业前应在管道外部开机并对扫描设备进行校准;

2 应在管道内检测起始位置开始数据记录,并应保持行进平稳。

10.3.7 采用行进器承载三维激光扫描设备检测应符合下列规定:

1 应在检测起始位置静置,时间不宜少于 10s;

2 行进方向宜与水流方向一致;

3 行进作业时,行进器上的激光雷达宜置于管道中轴线上;管径大于 2000mm 的管道,当发现管道缺陷、支管口、排放口等情况时,应调整激光雷达抵近并正对扫描;

4 图像叠加版头格式和拍摄方法应参照本规程 CCTV 检测的相关规定。

10.3.8 固定式三维激光扫描获取的点云数据预处理应符合下列规定:

1 预处理包括点云去噪、点云拼接、坐标转换等工作;

2 点云拼接宜按扫描次序依次进行,拼接完成后应进行平差;

3 坐标转换宜按扫描段进行,应采用不少于 3 个定位标靶点坐标。

10.3.9 手持或背包式、行进器承载三维激光扫描获取的点云数据预处理应符合下列规定:

1 预处理主要包括数据拟合、点云去噪、坐标转换等工作;

2 点云数据拟合宜采用线性最小二乘法;

3 坐标转换应符合本规程 10.3.8 条第 3 款的规定。

10.3.10 点云数据处理应符合下列规定:

1 点云数据处理应根据成果制作数据的需要进行,输出满足要求的数据;

- 2 点云分割宜根据数据规模、软硬件性能、精度要求和对象类型进行；
- 3 点云投影应根据制作成果类型选用相应投影面。

10.4 点云数据解译

10.4.1 点云数据解译应包括平面图绘制、纵剖面图绘制、横剖面图绘制、三维模型构建、管道成果表编制等。

10.4.2 平面图绘制宜符合下列规定：

- 1 平面图的方向宜与坐标方向一致；
- 2 平面图的比例尺宜选择 1:500 或 1:1000，局部放大图宜选择 1:100、1:150、1:200；
- 3 平面图应详细标明管道进出水口、检查井、排放口等位置、形状，宜能反映管道走向。

10.4.3 纵剖面图绘制宜根据调查水深、淤泥和积沙厚度绘制沉积状况，宜包括管涵顶部线、管涵底部线、水位线、淤积线、水平距离等。

10.4.4 横剖面图的剖切部位，应在平面图上选择能反映全貌、构造特征、变径处、有代表性或指定部位进行剖切，宜包括异常处管涵轮廓线、水位线、淤积线等，宜符合下列规定：

- 1 横剖面图的比例尺宜选择 1:10、1:20、1:25、1:30 或 1:50；
- 2 横剖面图宜绘制出地面线，标注覆土厚度、结构尺寸、高程等；
- 3 横剖面点的密度，应能反映涵内形状现状；
- 4 横剖面图绘制宜采用点云切片的投影点云，切片厚度不宜大于成果精度要求。

10.4.5 对于弧形部件应采用点云拟合方式生成圆弧、椭圆弧等曲线特征线。

10.4.6 管道三维模型制作宜符合下列规定：

- 1 根据软硬件性能、数据规模等按管道分段进行模型制作；
- 2 规则模型可直接根据点云或提取的轮廓线、特征线进行交互式建模；对于球面、弧形面、管道等曲面模型应根据点云拟合建模；
- 3 不规则模型宜通过点云建立三角网模型进行建模，并应采用填充孔、边修补、简化和细化、光滑处理等优化三角网模型。

10.4.7 管道模型中的排放口应设置铭牌，铭牌内容宜主要包括编号、类型、材

质、排放口内径、埋深、排放口内底高程等。

10.4.8 管道成果表的内容应包括排放口信息统计表、缺陷成果统计表及评价文字说明；统计表内容宜主要包含类型、材质、尺寸、淤积厚度、水深、三维坐标等；缺陷成果统计表应评定其缺陷等级。

10.4.9 单点坐标数据宜在点云聚集点提取。

10.4.10 排放口管径测量宜先对排放口点云数据进行拟合，再进行测量计取，在正射点云数据中截取排放口点云图。

10.4.11 管道缺陷的描述应包括位置和尺寸。

11 传统方法检查

11.1 一般规定

11.1.1 传统方法检查宜用于管道养护时的日常性检查，以大修为目的的结构性检查宜采用电视检测方法。

11.1.2 人员进入排水管道内部检查时，应同时符合下列各项规定：

- 1 管径不得小于 800mm；
- 2 管内流速不得大于 0.5m/s；
- 3 水深不得大于 0.5m；
- 4 充满度不得大于 50%；

11.1.3 当具备直接测量条件时，应对缺陷进行测量并予以记录。

11.1.4 当采用传统方法检查不能判别或不能准确判别管道各类缺陷时，应采用仪器设备辅助检查确认。

11.1.5 检查过河倒虹管前，当需要抽空管道时，应先进行抗浮验算。

11.1.6 在检查过程中宜采集沉积物的泥样，并判断管道的异常运行状况。

11.1.7 检查人员进入管内检查时，应拴有带距离刻度的安全绳，地面人员应及时记录缺陷的位置。

11.2 目视检查

11.2.1 地面巡视应符合下列规定：

1 地面巡视主要内容应包括：

- 1) 管道上方路面沉降、裂缝和积水情况；
- 2) 管道及附属设施上方的违章占压情况；
- 3) 雨水口遮蔽阻塞情况；
- 4) 临近管道施工情况；
- 5) 检查井冒溢和雨水口积水情况；
- 6) 井盖、盖框完好程度；
- 7) 检查井和雨水口周围的异味；
- 8) 其他异常情况。

2 地面巡视检查应按本规程附录 B 的格式填写检查井检查记录表和雨水口

检查记录表。

11.2.2 人员进入管内检查时，应采用摄像或摄影的记录方式，并应符合下列规定：

1 应制作检查管段的标示牌，标示牌的尺寸不宜小于 210 mm×147mm。标示牌应注明检查地点、起始井编号、结束井编号、检查日期。

2 当发现缺陷时，应在标示牌上注明距离，将标示牌靠近缺陷拍摄照片，记录人应按本规程附录 B 的格式填写现场记录表。

3 照片和录像的分辨率不应低于 1920×1080。

4 检测后应整理照片，每一处结构性缺陷应配正向和侧向照片各不少于 1 张，并对应附注文字说明。

11.2.3 进入管道的检查人员应使用隔离式防毒面具，携带防爆照明灯具和通讯设备。在管道检查过程中，管内人员应随时与地面人员保持通讯联系。

11.2.4 检查人员自进入检查井开始，在管道内连续工作时间不得超过 1h。当进入管道的人员遇到难以穿越的障碍时，不得强行通过，应立即停止检测。

11.2.5 进入管内检查宜 2 人同时进行，地面辅助、监护人员不应少于 3 人。

11.2.6 当待检管道邻近基坑或水体时，应根据现场情况对管道进行安全性鉴定后，检查人员方可进入管道。

11.3 简易工具检查

11.3.1 应根据检查的目的和管道运行状况选择合适的简易工具。各种简易工具的适用范围宜符合表 11.3.1 的要求。

表 11.3.1 简易工具适用范围

适用范围 简易工具	中小型管道	大型以上管道	倒虹管	检查井
竹片或钢带	适用	不适用	适用	不适用
反光镜	适用	适用	不适用	不适用
Z 字型量泥斗	适用	适用	适用	不适用
直杆型量泥斗	不适用	不适用	不适用	适用
通沟球（环）	适用	不适用	适用	不适用
激光笔	适用	适用	不适用	不适用

11.3.2 当检查小型管道阻塞情况或连接状况时，可采用竹片或钢带由井口送入管道内的方式进行，人员不宜下井送递竹片或钢带。

11.3.3 在管内无水或水位很低的情况下，可采用反光镜检查。

11.3.4 量泥斗可用于检测管口或检查井内的淤泥和积沙厚度。当采用量泥斗检测时，应符合下列规定：

- 1 量泥斗用于检查井底或离管口 500mm 以内的管道内软性积泥测量；
- 2 当使用 Z 字型量泥斗检查管道时，应将全部泥斗伸入管口取样；
- 3 量泥斗的取泥斗间隔宜为 25mm，测量积泥深度的误差应小于 50mm。

11.3.5 当采用激光笔检测时，管内水位不宜超过管径的三分之一。

11.4 潜水检查

11.4.1 采用潜水方式检查的管道，其管径不得小于 1200mm，流速不得大于 0.5m/s。

11.4.2 潜水检查仅可作为初步判断重度淤积、异物、树根侵入、塌陷、错口、脱节、胶圈脱落等缺陷的依据。当需确认时，应排空管道并采用电视检测。

11.4.3 潜水检查应按下列步骤进行：

1 获取管径、水深、流速数据，当流速超过本规程第 11.4.1 条的规定时，应做减速处理；

- 2 穿戴潜水服和负重压铅，拴安全信号绳并通气作呼吸检查；
- 3 调试通讯装置使之畅通；
- 4 缓慢下井；
- 5 管道接口处逐一触摸；
- 6 地面人员及时记录缺陷的位置。

11.4.4 当遇下列情形之一时，应中止潜水检查并立即出水回到地面。

- 1 遭遇障碍或管道变形难以通过；
- 2 流速突然加快或水位突然升高；
- 3 潜水检查员身体突然感觉不适；
- 4 潜水检查员接地面指挥员或信绳员停止作业的警报信号。

12 管道评估

12.1 一般规定

12.1.1 管道状况综合评估应包括管道结构性状况评估、管道功能性状况评估、管道周边环境状况评估等。

12.1.2 管道评估应依据检测资料、设计资料或调查资料进行。

12.1.3 由计算机软件形成的管道评估结果应由人工复核并确认。

12.1.4 管道周边土体病害分值应按多因素加权法进行计算。

12.1.5 当管道缺陷或管道周边土体病害沿管道纵向长度不大于 1.0m 时,评估长度应按 1.0m 计算。

12.1.6 当管道纵向 1.0m 范围内两个以上缺陷或土体病害同时出现时,分值应叠加计算;当叠加计算的结果超过 10 分时,应按 10 分计。

12.1.7 管道评估应以管段为最小评估单位。当对多个管段或区域管道进行检测时,应列出各评估等级管段数量占全部管段数量的比例。当连续检测长度超过 5km 时,应做总体评估。

12.2 检测项目名称、代码及等级

12.2.1 本规程已规定的代码应采用两个汉字拼音首字母组合表示,未规定的代码应采用与此相同的确定原则,但不得与已规定的代码重名。

12.2.2 管道缺陷等级应按表 12.2.2 规定分类。

表 12.2.2 缺陷等级分类表

等 级 缺陷性质	1	2	3	4
结构性缺陷程度	轻微缺陷	中等缺陷	严重缺陷	重大缺陷
功能性缺陷程度	轻微缺陷	中等缺陷	严重缺陷	重大缺陷
周边土体病害程度	轻微病害	中等病害	严重病害	重大病害

12.2.3 结构性缺陷的名称、代码、等级划分及分值应符合表 12.2.3 的规定。

表 12.2.3 结构性缺陷名称、代码、等级划分及分值

缺陷名称	缺陷代码	定 义	等 级	缺陷描述	分值
------	------	-----	-----	------	----

破裂	PL	管道的外部压力超过自身的承受力致使管子发生破裂。其形式有纵向、环向和复合 3 种	1	裂痕—当下列一个或多个情况存在时： 1) 在管壁上可见细裂痕； 2) 在管壁上由细裂缝处冒出少量沉积物； 3) 轻度剥落。	0.5
			2	裂口—破裂处已形成明显间隙，但管道的形状未受影响且破裂无脱落。	2
			3	破碎—管壁破裂或脱落的环向覆盖范围不大于 60° 。	5
			4	坍塌—管壁破裂或脱落的环向覆盖范围大于 60° 。	10
变形	BX	管道受外力挤压造成形状变异	1	变形不大于管道直径的 5%。	1
			2	变形为管道直径的 5%~15%。	2
			3	变形为管道直径的 15%~25%。	5
			4	变形大于管道直径的 25%。	10
腐蚀	FS	管道内壁受侵蚀而流失或剥落，出现麻面或露出钢筋	1	轻度腐蚀—表面轻微剥落，管壁出现凹凸面。	0.5
			2	中度腐蚀—表面剥落显露粗骨料或钢筋。	2
			3	重度腐蚀—粗骨料或钢筋完全显露。	5
错口	CK	同一接口的两个管口产生横向偏差，未处于管道的正确位置	1	轻度错口—相接的两个管口偏差不大于管壁厚度的 $1/2$ 。	0.5
			2	中度错口—相接的两个管口偏差为管壁厚度的 $1/2 \sim 1$ 之间。	2
			3	重度错口—相接的两个管口偏差为管壁厚度的 $1 \sim 2$ 倍之间。	5
			4	严重错口—相接的两个管口偏差为管壁厚度的 2 倍以上。	10
起伏	QF	接口位置偏移，管道竖向位置发生变化，在低处形成洼水	1	起伏高/管径 $\leq 20\%$ 。	0.5
			2	$20\% < \text{起伏高/管径} \leq 35\%$ 。	2
			3	$35\% < \text{起伏高/管径} \leq 50\%$ 。	5
			4	起伏高/管径 $> 50\%$ 。	10

续表 12.2.3

缺陷名称	缺陷代码	定义	等级	缺陷描述	分值
------	------	----	----	------	----

脱节	TJ	两根管道的端部未充分接合或接口脱离	1	轻度脱节—管道端部有少量泥土挤入。	1
			2	中度脱节—脱节距离不大于 20mm 。	3
			3	重度脱节—脱节距离为 20mm~50mm 。	5
			4	严重脱节—脱节距离为 50mm 以上。	10
接口材料脱落	TL	橡胶圈接口材料进入管道	1	接口材料在管道内水平方向中心线上部可见。	1
			2	接口材料在管道内水平方向中心线下部可见。	3
支管暗接	AJ	支管未通过检查井直接侧向接入主管	1	支管进入主管内的长度不大于主管直径 10% 。	0.5
			2	支管进入主管内的长度在主管直径 10%~20%之间。	2
			3	支管进入主管内的长度大于主管直径 20% 。	5
异物穿入	CR	非管道系统附属设施的物体穿透管壁进入管内	1	异物在管道内且占用过水断面面积不大于 10% 。	0.5
			2	异物在管道内且占用过水断面面积为 10%~30% 。	2
			3	异物在管道内且占用过水断面面积为 30%~60%。	5
			4	异物在管道内且占用过水断面面积大于 60% 。	10
渗漏	SL	管外的水流入管道	1	滴漏—水持续从缺陷点滴出，沿管壁流动。	0.5
			2	线漏—水持续从缺陷点流出，并脱离管壁流动。	2
			3	涌漏—水从缺陷点涌出，涌漏水面的面积不大于管道断面的 1/3 。	5
			4	喷漏—水从缺陷点大量涌出或喷出，涌漏水面的面积大于管道断面的 1/3 。	10
内防腐层脱落	FL	管道内防腐层破裂或脱落	1	管道的内防腐层破裂或掉落面积不大于 0.01m ²	0.5

			2	管道的内防腐层破裂或掉落面积大于 $\geq 0.01\text{m}^2$	1
内 衬 脱落	CL	内衬管材部分 或大面积破裂 并脱离原位悬 吊在管内	1	<u>$6\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 20\text{mm}$</u>	0.5
			2	<u>$20\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 50\text{mm}$</u>	2
			3	<u>$50\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 100\text{mm}$</u>	5
			4	<u>$\text{凸起高度} > 100\text{mm}$</u>	10
脊背	JB	内衬管底部呈 鱼背状纵向凸 起。 (原因: 原位固 化不彻底导致 的部分管材强 度不足而产生 的局部凸起变 形)	1	$6\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 20\text{mm}$	0.5
			2	$20\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 50\text{mm}$	2
			3	$50\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 100\text{mm}$	5
			4	$\text{凸起高度} > 100\text{mm}$	10
褶皱	ZZ	内衬管壁突出 的环向、纵向折 叠部分。	1	$6\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 20\text{mm}$	0.5
			2	$20\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 50\text{mm}$	2
			3	$50\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 200\text{mm}$	5
			4	$\text{凸起高度} > 200\text{mm}$	10
气泡、 干斑	GB	内衬管树脂颜 色不均匀, 管中 存留的空气泡。	1	内衬层树脂的气泡或干斑的面积不大 于 0.01m^2	0.5
			2	内衬层树脂的气泡或干斑的面积大于 $\geq 0.01\text{m}^2$	1
局 部 修 复	JX	原位固化内衬、 快速锁、双胀环	1	修复材料发生松动。	—

缺陷		等松动和脱落	2	修复材料发生脱落。	—
----	--	--------	---	-----------	---

注：表中缺陷等级定义区域 X 的范围为 $x \sim y$ 时，其界限的意义是 $x < X \leq y$ 。

12.2.4 功能性缺陷名称、代码、等级划分和分值应符合表 12.2.4 的规定。

表 12.2.4 功能性缺陷名称、代码、等级划分及分值

缺陷名称	缺陷代码	定义	缺陷等级	缺陷描述	分值
沉积	CJ	杂质在管道底部沉淀淤积	1	沉积物厚度为管径的 20%~30% 。	0.5
			2	沉积物厚度为管径的 30%~40%。	2
			3	沉积物厚度为管径的 40%~50% 。	5
			4	沉积物厚度大于管径的 50% 。	10
结垢	JG	管道内壁上的附着物	1	硬质结垢造成的过水断面损失不大于 15% ； 软质结垢造成的过水断面损失在 15%~25% 之间。	0.5
			2	硬质结垢造成的过水断面损失在 15%~25% 之间； 软质结垢造成的过水断面损失在 25%~50% 之间。	2
			3	硬质结垢造成的过水断面损失在 25%~50% 之间； 软质结垢造成的过水断面损失在 50%~80% 之间。	5
			4	硬质结垢造成的过水断面损失大于 50% ； 软质结垢造成的过水断面损失大于 80% 。	10
障碍物	ZW	管道内影响过流的阻挡物	1	过水断面损失不大于 15% 。	0.1
			2	过水断面损失在 15%~25% 之间。	2
			3	过水断面损失在 25%~50% 之间。	5
			4	过水断面损失大于 50% 。	10
残墙、坝根	CQ	管道闭水试验时砌筑的临时砖墙封堵，试验后未拆除或拆除不彻底的遗留物	1	过水断面损失不大于 15% 。	1
			2	过水断面损失在 15%~25% 之间。	3
			3	过水断面损失在 25%~50% 之间。	5
			4	过水断面损失大于 50% 。	10
树根	SG	单根树根或是	1	过水断面损失不大于 15% 。	0.5

		树根群自然生长进入管道	2	过水断面损失在 15%~25%之间。	2
			3	过水断面损失在 25%~50%之间。	5
			4	过水断面损失大于 50% 。	10
浮渣	FZ	管道内水面上的漂浮物（该缺陷需记入检测记录表，不参与计算）	1	零星的漂浮物，漂浮物占水面面积不大于 30%	—
			2	较多的漂浮物，漂浮物占水面面积为 30%~60%	—
			3	大量的漂浮物，漂浮物占水面面积大于 60%	—

注：表中缺陷等级定义的区域 X 的范围为 $x \sim y$ 时，其界限的意义是 $x < X \leq y$ 。

12.2.5 土体病害名称、代码、等级划分及分值应符合表 12.2.5-1 的规定，土体病害的属性应符合表 12.2.5-2 的规定。

表 12.2.5-1 土体病害名称、代码、等级划分及分值

名称	代码	病害因素	病害因素分类	因素分值	权重	病害分值		病害等级
土体病害	TB	属性	轻微疏松	1	0.291	$=\sum(\text{因素分值} \times \text{权重})$	分值 ≤ 1	1
			中等疏松	2				
			一般富水异常					
			严重疏松					
			严重富水异常					
			空洞	10				
		埋深	$H>5\text{m}$	1	0.231		1<分值 ≤ 3	2
			$3\text{m}<H\leq 5\text{m}$	2				
			$1\text{m}<H\leq 3\text{m}$	5				
			$H\leq 1\text{m}$	10				
		面积	$S\leq 2\text{m}^2$	1	0.206		3<分值 ≤ 6	3
			$2\text{m}^2\leq S\leq 4\text{m}^2$	2				
			$4\text{m}^2\leq S\leq 10\text{m}^2$	5				
			$S>10\text{m}^2$	10				
		深度	$h\leq 1\text{m}$	1	0.160		分值 >6	4
			$1\text{m}\leq h\leq 2\text{m}$	2				
			$2\text{m}\leq h\leq 4\text{m}$	5				
			$h>4\text{m}$	10				
		地下水影响	地下水位很低	1	0.112			
			地下水位低于管道	2				
地下水偶尔超过管道	5							
地下水常年超过管道	10							

表 12.2.5-2 土体病害属性定义及缺陷描述

	病害因素分类	定义	描述
属性	轻微疏松	疏松体：相对周边土体，具有结构不均匀、松散、密实度低、强度低、高压缩性等特点，强度随疏松体的松散程度增大而降低；疏松体范围逐渐扩大到一定程度，其自身承载力降低，内部土体发生坍塌，疏松体上部发展为空洞，在路基与基层之间、基层和面层之间会出现脱空。 富水体：相对周边土体均匀性较差、含水量高、呈流塑状态、灵敏度较高，强度很低、孔隙比较大、压缩性高等特点；富水体区域因局部水力作用，土体结构弱化，强度降低，工程性质变差，危及周边工程安全，其上部发展为空洞。	轻微疏松：反射信号能量有变化，同相轴较不连续，波形结构较为杂乱、不规则
	中等疏松		中等疏松：反射信号能量变化较大，同相轴较不连续，波形较为杂乱、不规则
	一般富水异常		一般富水异常：顶面反射信号能量较强、下部信号衰减较明显；同相轴较连续、频率变化不明显。
	严重疏松		严重疏松：反射信号能量变化大，同相轴不连续，波形杂乱、不规则
	严重富水异常		严重富水异常：顶面反射信号能量强、下部信号衰减明显；同相轴较连续、频率变化不明显。
	空洞		反射信号能量强，反射信号的频率、振幅、相位变化异常明显，下部多次反射波明显，边界可能伴随绕射现象。

12.2.6 特殊结构及附属设施的代码应符合表 12.2.6 的规定。

表 12.2.6 特殊结构及附属设施名称、代码和定义

名称	代码	定 义
已修	YX	该段管道已经修复
变径	BJ	两检查井之间不同直径管道相接处
倒虹管	DH	管道遇到河道、铁路等障碍物，不能按原有高程埋设，而从障碍物下面绕过时采用的一种倒虹型管段
检查井（窨井）	YJ	管道之间起连接作用，供维护工人检查、清通和出入管道的构筑物
暗井	MJ	用于管道连接，有井室而无井筒的暗埋构筑物
井盖埋没	JM	检查井盖被埋没
雨水口	YK	用于收集地面雨水的设施
排放口	PK	将雨水或处理后的污水排放至水体的构筑物。

12.2.7 操作状态名称和代码应符合表 12.2.7 的规定。

表 12.2.7 操作状态名称和代码

名称	代码编号	定义
缺陷开始及编号	KS××	纵向缺陷长度大于 1m 时的缺陷开始位置，其编号应与结束编号对应

缺陷结束及编号	JS××	纵向缺陷长度大于 1m 时的缺陷结束位置，其编号应与开始编号对应
入水	RS	摄像镜头部分或全部被水淹
中止	ZZ	在两附属设施之间进行检测时，由于各种原因造成检测中止

12.3 结构性状况评估

12.3.1 管段结构性缺陷参数应按下列公式计算：

$$F = \max \{P_i\} \quad (12.3.1)$$

式中： F ——管段结构性缺陷参数；

P_i ——本管段第 i 个结构性缺陷的分值，按表 12.2.3 取值；

12.3.2 管段损坏状况参数 S 的确定应符合下列规定：

1 管段损坏状况参数应按下列公式计算：

$$S = \sum_n^i (P_i \times \frac{l_i}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}) \quad (12.3.2-1)$$

式中： S ——管段损坏状况参数，按缺陷点数计算的加权平均分。

n ——管段的结构性缺陷数量；

l_i ——本管段第 i 个结构性缺陷的纵向长度（m）。

2 当管段存在结构性缺陷时，结构性缺陷密度应按下列公式计算：

$$S_M = \frac{1}{SL} \sum_{i=1}^n P_i l_i \quad (12.3.2-2)$$

式中： S_M ——管段结构性缺陷密度；

L ——管段长度（m）；

12.3.3 管段结构性缺陷等级的确定应符合表 12.3.3-1 的规定。管段结构性缺陷类型评估可按表 12.3.3-2 确定。

表 12.3.3-1 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 12.3.3-2 管段结构性缺陷类型评估参考表

缺陷密度 S_M	<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

12.3.4 当管段的结构性缺陷参数 $F > 0$ 时，管段修复指数应按下列式计算：

$$RI = 0.7 \times F + 0.1 \times K + 0.05 \times E + 0.15 \times T \quad (12.3.4)$$

式中：RI—管段修复指数；

K—地区重要性参数，可按表 12.3.4-1 的规定确定；

E—管道重要性参数，可按表 12.3.4-2 的规定确定；

T—土质影响参数，可按表 12.3.4-3 的规定确定；

表 12.3.4-1 地区重要性参数 K

地区类别	K 值
中心商业、附近具有甲类民用建筑工程的区域	10
交通干道、附近具有乙类民用建筑工程的区域	6
其他行车道路、附近具有丙类民用建筑工程的区域	3
所有其他区域或 $F < 4$ 时	0

表 12.3.4-2 管道重要性参数 E

管径 D	E 值
$D > 1500\text{mm}$	10
$1000\text{mm} < D \leq 1500\text{mm}$	6
$600\text{mm} \leq D \leq 1000\text{mm}$	3
$D < 600\text{mm}$ 或 $F < 4$ 或 $G < 4$	0

表 12.3.4-3 土质影响参数 T

土质	一般土层或 $F=0$	粉砂层	湿陷性黄土			膨胀土			淤泥类土		红粘土
			IV级	III级	I, II级	强	中	弱	淤泥	淤泥质土	
T 值	0	10	10	8	6	10	8	6	10	8	8

12.3.5 管段的修复等级应符合表 12.3.5 的规定。

表 12.3.5 管段修复等级划分

等级	修复指数 RI	修 复 建 议 及 说 明
I	$RI \leq 1$	结构条件基本完好，不修复
II	$1 < RI \leq 4$	结构在短期内不会发生破坏现象，但应做修复计划
III	$4 < RI \leq 7$	结构在短期内可能会发生破坏，应尽快修复
IV	$RI > 7$	结构已经发生或即将发生破坏，应立即修复

12.4 功能性状况评估

12.4.1 管段功能性缺陷参数应按下列公式计算：

$$G = \max \{P_j\} \quad (12.4.1)$$

式中：G——管段功能性缺陷参数；

P_j —第 j 个功能性缺陷的分值，按表 12.2.4 取值。

12.4.2 运行状况参数的确定应符合下列规定：

1 管段运行状况参数应按下列公式计算：

$$Y = \sum_m^j (P_j \times \frac{l_j}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_m}) \quad (12.4.2-1)$$

式中：Y——管段运行状况参数，按缺陷点数计算的功能性缺陷加权平均分
值。

m—管段的功能性缺陷数量；

l_j —本管段第 j 个结构性缺陷的纵向长度（m）。

2 当管段存在功能性缺陷时，功能性缺陷密度应按下列公式计算：

$$Y_M = \frac{1}{YL} \sum_{j=1}^m P_j l_j \quad (12.4.2-2)$$

式中： Y_M —管段功能性缺陷密度；

L—管段长度（m）；

12.4.3 管段功能性缺陷等级评定应符合表 12.4.3-1 的规定。管段功能性缺陷类型评估可按表 12.4.3-2 确定。

表 12.4.3-1 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 12.4.3-2 管段功能性缺陷类型评估

缺陷密度 Y_M	< 0.1	$0.1 \sim 0.5$	> 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

12.4.4 管段养护指数应按下列公式计算：

$$MI = 0.8 \times G + 0.15 \times K + 0.05 \times E \quad (12.4.4)$$

式中： MI ——管段养护指数；

K ——地区重要性参数，可按表 12.3.4-1 的规定确定（当 $G < 4$ 时， $K=0$ ）；

E ——管道重要性参数，可按表 12.3.4-2 的规定确定（当 $D < 600\text{mm}$ 或 $G < 4$ 时， $E=0$ ）。

12.4.5 管段的养护等级应符合表 12.4.5 的规定。

表 12.4.5 管段养护等级划分

养护等级	养护指数 MI	养护建议及说明
I	$MI \leq 1$	没有明显需要处理的缺陷
II	$1 < MI \leq 4$	没有立即进行处理的必要，但宜安排处理计划
III	$4 < MI \leq 7$	根据基础数据进行全面的考虑，应尽快处理
IV	$MI > 7$	输水功能受到严重影响，应立即进行处理

12.5 管道周边环境状况评估

12.5.1 管段周边土体病害状况参数应按下列公式计算：

$$H = \max \{P_k\} \quad (12.5.1)$$

式中： H ——管段周边土体病害参数；

P_k ——本管段第 k 个土体病害缺陷的分值，按表 12.2.5 取值。

12.5.2 管段周边土体病害状况参数 R 的确定应符合下列规定：

1 管段周边土体病害状况参数应按下列公式计算：

$$R = \sum_t^k (P_k \times \frac{l_k}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_t}) \quad (12.5.2-1)$$

式中：R—管段周边土体病害状况参数，按缺陷点数计算的土体病害缺陷加权平均分值。

t—管段的土体病害缺陷数量；

l_k —本管段第 k 个土体病害缺陷的纵向长度（m）。

2 当管段周边存在土体病害时，土体病害密度应按式计算：

$$R_M = \frac{1}{RL} \sum_{k=1}^t P_k l_k \quad (12.5.2-2)$$

式中： R_M —管段周边土体病害密度；

L—管段长度（m）；

12.5.3 管道周边土体病害等级的评定应符合表 12.5.3-1 的规定。管道周边土体病害类型评估可按表 12.5.3-2 确定。

表 12.5.3-1 管道周边土体病害等级评定

等级	病害参数	周边土体状况描述
I	$H < 1$	有轻微病害，对管道安全运行影响较小
II	$1 < H \leq 3$	土体病害程度中等，对管道安全运行构成一定影响
III	$3 < H \leq 6$	土体病害比较严重，对管道安全运行构成较大影响
IV	$H > 6$	土体病害很严重，对管道安全运行构成严重影响

表 12.5.3-2 管段周边土体病害类型评估

病害密度 R_M	< 0.1	$0.1 \sim 0.5$	> 0.5
管段周边土体病害类型	局部病害	部分或整体病害	整体病害

12.5.4 管段环境指数应按式计算：

$$EI = 0.7H + 0.1K + 0.05E + 0.05T \quad (12.5.4)$$

式中：EI—管段环境指数；

K—地区重要性参数，可按表 12.3.4-1 的规定确定；

E—管道重要性参数，可按表 12.3.4-2 的规定确定；

T—土质影响参数，可按表 12.3.4-3 的规定确定；

表 12.5.4-3 管段环境等级划分

等级	环境指数EI	处理建议及说明
I	$EI \leq 1$	对管道安全运行影响较小，应重点巡查监测。
II	$1 < EI \leq 4$	对管道安全运行构成一定影响，应制定处置计划，并进行修复。

III	$4 < EI \leq 7$	对管道安全运行构成较大影响，可能引发次生灾害，应尽快处置。
IV	$EI > 7$	对管道安全运行构成严重影响，易引发严重次生灾害，应立即进行处置。

13 检查井和雨水口检查与评估

13.1 一般规定

13.1.1 检查井和雨水口检测可分为外部检查和内部检测。

13.1.2 检查井内部检测时检查井的水位不宜高于主管道管径的 20%且不宜大于 200mm。

13.1.3 有下列情形之一时应中止检测：

- 1 检查井表面泥垢或结垢过厚；
- 2 井内雾气浓厚，光线过暗；
- 3 其他原因无法正常检测时。

13.1.4 检查井检测过程中发现支管错接时，应作详细记录，并在检测评估报告中列出系统性改造建议。

13.1.5 内部检查时，应按本规程附录 B 的格式填写检查井检查记录表，发现有缺陷时，应进行必要的影像采集。

13.2 外部检查

13.2.1 检查井外部检查时，应按本规程附录 B 的格式填写检查井检查记录表，有缺陷时应进行必要的影像采集。

13.2.2 雨水口外部检查时，应按本规程附录 B 的格式填写雨水口检查记录表，发现有缺陷时，应进行必要的影像采集。

13.3 内部检测设备

13.3.1 检查井内部检测设备包括潜望镜、声呐以及三维全景扫描仪。

13.3.2 深度大于 4 米的检查井进行内部检测时，宜采用三维全景扫描仪进行检测，三维全景扫描仪用于测量检查井的内尺寸、倾斜、变形情况，并对内壁进行三维摄影扫描。

13.3.3 检测设备检测范围应能够覆盖从井口到达井底，并满足光线要求。

13.3.4 主控制器应具有在监视器上同步显示日期、时间、井号等信息功能。

13.3.5 录制的影像资料应能够在计算机上进行存储、回放和截图等操作。

13.4 内部检测方法

13.4.1 检查井内部检测可采用井口目测、人工井下检查、潜望镜检测、声呐检测以及三维全景扫描仪检测。

13.4.2 当采用井口目测方法进行初步检查时，应符合下列规定：

1 应重点关注检查井周边建筑施工、地铁修建、路面施工等对既有检查井的影响。

2 当待检检查井邻近基坑或水体时，应依据现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6 的规定检查井进行安全性鉴定后，检查人员方可进入检查井。

13.4.3 人工进入井下检查时，应采用摄像或摄影方式，并做好缺陷位置和类型的记录，并应符合下列规定：

1 照片和录像的分辨率不应低于 1920×1080 。

2 应制作检查井的标示牌，标示牌的尺寸不宜小于 $210 \text{ mm} \times 147 \text{ mm}$ 。标识牌颜色醒目，并应注明检查地点、检查井编号、检查日期。

3 检测后应及时整理照片或者影像资料，每一处缺陷应配正向照片少于 1 张，并附注相应文字说明。

13.4.4 人工进入井下检查时应重点关注以下内容，并拍摄能够说明缺陷的照片或者影像资料。

1 检查井内壁是否有明显的渗水、漏水现象。

2 是否有混接、错接的管道。

3 检查井内壁是否有部分或者全部脱落。

4 塑料检查井井室变形及接口密封状况。

5 井内是否堆积有垃圾或者污物。

6 踏步是否有损坏。

7 井室和管道连接处是否完好。

8 沉泥井积泥高度是否超标。

13.4.5 当采用潜望镜检测时，应符合下列规定：

1 镜头中心应保持在检查井竖向中心线位置。

2 顺时针缓慢旋转并录制视频，当旋转完成 360° 回到原位后，可下降一定深度继续以上步骤，直至到达井底。发现缺陷时，应保持静止，连续拍摄 10 秒以

上。

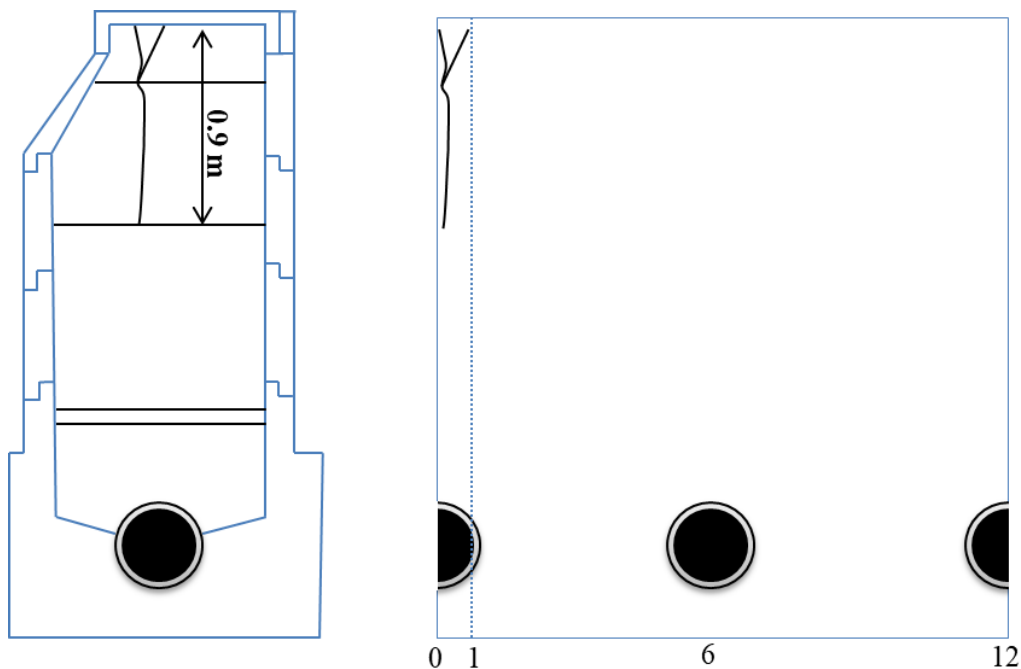
13.4.6 当采用声呐检测时，应符合下列规定：

- 1 检测前应从被检检查井中取水样通过实测声波速度对系统进行校准。
- 2 声呐探头的下降方向应与检查井中轴线一致。
- 3 声呐探头安放在检测起始位置后，在开始检测前，应将计数器归零，并应调整电缆处于自然绷紧状态。
- 4 在声呐探头下探或回升时，电缆应保持自然绷紧状态。
- 5 探头下降速度不宜超过 0.1m/s 。如发现检查井出现疑似破损等结构性缺陷时，应在疑似缺陷处前后 1m 范围内，多次来回采集数据，进行比对，并进行图像截取保存。
- 6 宜根据检测数据建立每座检查井三维模型，并判定检查井结构状况。

13.4.7 当采用三维扫描检测时，应符合下列规定：

- 1 探头安放在检测起始位置后，在开始检测前，应将计数器归零，并应调整电缆处于自然绷紧状态。
- 2 在上升及下降时，电缆应保持自然绷紧状态。
- 3 探头行进速度不宜超过 0.1m/s 。

13.4.8 检查井缺陷定位采用时钟位置+深度表示法，以进水主干管与井壁相交处为时钟 00 点，按照俯视顺时针方向进行定位。



(a) 剖面图

(b) 侧壁展开图

图 12 检查井缺陷定位示意图

13.4.9 当检查井存在多条进出水管道时，应对进出水管道进行编号，编号按照以下规则进行：

进水管道编号以 00 点为起点，当对检查井内两条及以上的进水管道或出水管道进行排序时，排序方法应符合下列规定：

- 1 进水主干管道以 00 点为起点，按照顺时针方向，采用大写英文字母 A、B、C…表示；
- 2 出水管道以 00 点为起点，按照顺时针方向，采用大写罗马数字 I、II ……表示；
- 3 当在垂直方向有重叠管道时，应按其投影到井底平面的先后顺序进行排序。

13.4.10 现场检测完成后，应由相关人员对检测资料进行复核并签名确认。

13.4.11 对于检查井井壁渗漏严重、存在较大裂缝或怀疑井周土体有脱空的情况，宜采用探地雷达对检查井井壁外侧及检查井周边土体密实情况进行检测。

13.5 检查井、雨水口评估

13.5.1 检查井评估应依据内部检测资料进行。

13.5.2 检查井评估工作宜采用计算机软件进行。

13.5.3 检查井评估应以单个检查井作为最小评估单位。当对多个检查井或区域检查井进行检测时，应列出各评估等级检查井占总数的比例。

13.5.4 内部检查时，对检查井的各种缺陷等级应按表 13.5.4 划分。

表 13.5.4 缺陷等级分类表

等 级 缺陷性质	1	2	3	4
结构性缺陷程 度	轻微缺陷	中等缺陷	严重缺陷	重大缺陷

13.5.5 检查井结构性缺陷的名称、代码、等级划分及分值应符合表 13.5.5 规定。

表 13.5.5 结构性缺陷名称、代码、等级划分及分值

缺陷名称	缺陷代码	定义	等级	缺陷描述	分值
破裂	PL	外部压力超过自身的承受力或不均匀沉降致使井壁发生破裂。其形式有纵向、环向和复合 3 种	1	裂痕：当存在下列一种或者多种情况时： 1) 在井壁上可见细裂痕； 2) 在井壁上由细裂缝处冒出少量沉积物； 3) 轻度剥落	0.5
			2	裂口：破裂处已形成明显间隙，但检查井的形状未受影响	2
			3	破碎：井壁存在多处明显破裂，存在水土流失风险，或缺陷环向覆盖范围大于弧长 90°	5
			4	坍塌：当存在下列一种或者多种情况时： 1) 检查井裂缝、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 180°； 2) 砖砌井存在砖块掉落、钢筋混凝土井裂缝处钢筋裸露、裂缝宽度大于 20mm 时 3) 塑料检查井存在漏土时	10
渗漏	SL	井外的水流入检查井	1	滴漏：水持续从缺陷点滴出，沿井壁流动	0.5
			2	线漏：水持续从缺陷点流出，并脱离井壁流动	2
			3	涌漏：水从缺陷点涌出，涌漏水面的面积不大于检查井断面的 1/3	5
			4	喷漏：水从缺陷点大量涌出或喷出，涌漏水面的面积大于检查井断面的 1/3	10
变形	BX	塑料检查井受外力挤压造成形状变异	1	变形不大于井环向直径的 5%	1
			2	变形为井环向直径的 5%~15%	2
			3	变形为井环向直径的 15%~25%	5
			4	变形大于井环向直径的 25%	10
腐蚀	FS	混凝土检查井内壁受侵蚀而流失或剥落，出现麻面或露出钢筋	1	轻度腐蚀： 表面轻微剥落，井壁出现凹凸面	0.5
			2	中度腐蚀： 表面剥落显露粗骨料或钢筋	2
			3	重度腐蚀： 粗骨料或钢筋完全显露	5
倾斜	QX	井体与竖直方向发生偏离、歪斜	1	井体与竖直方向 $\leq 5^\circ$	0.5
			2	$5^\circ <$ 井体与竖直方向 $\leq 10^\circ$	2
			3	$10^\circ <$ 井体与竖直方向 $\leq 15^\circ$	5
			4	$15^\circ <$ 井体与竖直方向	10

下沉	XC	检查井整体或部分下沉	1	轻度下沉：最大下沉量 ≤ 20mm	0.5
			2	中度下沉：20mm < 最大下沉量 ≤ 50mm	2
			3	重度下沉：50mm < 最大下沉量 ≤ 100mm	5
			4	严重下沉：最大下沉量大于 100mm	10
脱节	TJ	管道的端部与检查井未充分接合或接口脱离	1	轻度脱节： 管道端部有少量泥土挤入	0.5
			2	中度脱节： 脱节距离不大于 20mm	2
			3	重度脱节： 脱节距离为 20mm ~50mm	5
			4	严重脱节： 脱节距离为 50mm 以上	10
异物穿入	CR	非检查井附属设施的物体穿透井壁进入检查井内	1	异物在井内且占用过水断面面积不大于 10%	2
			2	异物在井内且占用过水断面面积为 10%~30%	5
			3	异物在井内且占用过水断面面积大于 30%	10
爬梯缺陷	PT	爬梯松动锈蚀或缺损	1	任意个出现轻微松动或者轻微锈蚀或轻微损坏	0.5
			2	任意一个出现明显松动或锈蚀或明显的缺角	2
			3	任意两个或以上出现明显松动或锈蚀或明显的缺角	5
			4	个部出现严重锈蚀或损坏	10
流槽破损	CP	检查井底部流槽发生破裂	1	裂缝：没有明显裂开的槽缝	0.5
			2	裂口：明显可见的裂口	2
			3	破碎：流槽结构明显地偏离原位置，但是尚未影响槽型，破碎环向覆盖弧长不超过 60°	5
			4	流槽整体破碎，不成形	10
砂浆脱落	TL	井壁砂浆发生脱落	1	井壁砂浆脱落纵向长度不大于 10cm	0.5
			2	井壁砂浆脱落纵向长度为 10cm~20cm	2
			3	井壁砂浆脱落纵向长度为 20cm~50cm	5
			4	井壁砂浆脱落纵向长度大于 50cm	10

13.5.6 检查井结构性缺陷参数应按下列公式计算：

$$F = \sum_{i=1}^n P_i \quad (13.5.6)$$

式中： F——检查井结构性缺陷参数；

P_i ——检查井存在的各类缺陷分值，按表 13.5.5-1 取值；

n——检查井的结构性缺陷数量。

13.5.7 检查井结构性缺陷等级的确定应符合表 13.5.7 的规定。

表 13.5.7 检查井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	$F \leq 1$	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	$1 < F \leq 3$	检查井缺陷明显超过一级，具有变坏的趋势
III	$3 < F \leq 6$	检查井缺陷严重，结构状况受到影响
IV	$F > 6$	检查井存在重大缺陷，损坏严重或即将导致破坏

13.5.8 检查井修复指数应按下式计算：

$$RI = 0.7 \times F + 0.1 \times K + 0.05 \times E + 0.15 \times T \quad (13.5.8)$$

式中： RI——检查井修复指数；

K——地区重要性参数，可按表 12.3.4-1 的规定确定；

E——检查井连接主管道重要性参数，可按表 13.5.8 的规定确定；

T——土质影响参数，可按表 12.3.4-3 的规定确定。

表 13.5.8 检查井连接主管重要性参数 E

管 径 D	雨水、合流管（渠） E 值	污水管
$D > 1500\text{mm}$	10	/
$1000\text{mm} < D \leq 1500\text{mm}$	6	10
$600\text{mm} \leq D \leq 1000\text{mm}$	3	6
$D < 600\text{mm}$ 或 $F < 4$	1	3

13.5.9 检查井的修复等级应符合表 13.5.9 的规定。

表 13.5.9 检查井修复等级划分

等级	修复指数 RI	修 复 建 议 及 说 明
I	$RI \leq 1$	结构条件基本完好，不修复

II	$1 < RI \leq 5$	结构在短期内不会发生破坏现象，但应做修复计划
III	$5 < RI \leq 7$	结构在短期内可能会发生破坏，应尽快修复
IV	$RI > 7$	结构已经发生或即将发生破坏，应立即修复

14 成果资料

14.0.1 检测工作结束后应编写检测与评估报告。

14.0.2 检测与评估报告的基本内容应符合下列规定：

1 应描述任务及管道概况，包括任务来源、检测与评估的目的和要求、被检管段的平面位置图、被检管段的地理位置、地质条件、检测时的天气和环境、检测日期、主要参与人员的基本情况、实际完成的工作量等；

2 应记录现场踏勘成果，应按本规程附录 C 的要求绘制排水管道沉积状况纵断面图，应按本规程附录 D 的要求填写排水管道缺陷统计表、管段状况评估表、检查井检查情况汇总表；

3 应按本规程附录 D 的要求填写排水管道检测成果表；

4 应说明现场作业和管道评估的标准依据、采用的仪器和技术方法，以及其他应说明的问题及处理措施；

4 应提出检测与评估的结论与建议。

14.0.3 提交的检测与评估资料应包括下列内容：

1 任务书、技术设计书。

2 所利用的已有成果资料。

3 现场工作记录资料，包括：

1) 检测单位、监督单位等代表签字的证明资料；

2) 排水管道现场踏勘记录、检测现场记录表、检查井检查记录表、雨水口检查记录表、工作地点示意图、现场照片。

4 检测与评估报告。

5 测量数据、影像资料。

附录 A 检测影像资料版头格式和基本内容

A.0.1 当对每一管段摄影前，检测录像资料开始时，应编写并录制检测影像资料版头对被检测管段进行文字标注，检测影像资料版头格式和基本内容应按图 A 编制。当软件为中文显示时，可不录入代码。

任务名称/编号 (RWMC/XX):
检测地点 (JCDD):
检测日期 (JCRQ): 年 月 日
起始井编号-结束井编号: (X 号井-Y 号井)
检测方向 (JCFX): 顺流 (SL), 逆流 (NL)
管道类型 (GDLX): 雨水 (Y), 污水 (W), 雨污合流 (H)
管材 (GC):
管径 (GJ/mm):
检测单位:
检测员:

图 A 检测影像资料版头格式和基本内容

附录 B 现场记录表

B.0.1 排水管道检测现场记录应按表 B.0.1 填写。

表 B.0.1 排水管道检测现场记录表

任务名称：

第 页 共 页

录像文件		管段编号		→		检测方法	
敷设年代		起点埋深				终点埋深	
管段类型		管段材质				管段直径	
检测方向		管段长度				检测长度	
检测地点						检测日期	

距离 (m)	缺陷名称 或代码	等级	位置	照片序号	备注
其他					

检测员：

监督人员：

校核员：

年 月 日

表 B.0.2 排水管道周边土体病害检测现场记录表

第 页 共 页

检测员: _____ 监督人员: _____ 校核员: _____ 年 月 日

B.0.3 检查井检查记录应按表 B.0.3 填写。

表 B.0.3 检查井检查记录表

任务名称：

第 页 共 页

检测单位名称：								检查井编号	
埋设年代		性质		井材质		井盖形状		井盖材质	
检查内容									
	外部检查				内部检查				
1	井盖埋没				链条或锁具				
2	井盖丢失				防坠装置				
3	井盖破损				爬梯松动、锈蚀或缺损				
4	井框破损				井壁泥垢				
5	盖框间隙				井壁裂缝				
6	盖框高差				井壁渗漏				
7	盖框突出或凹陷				抹面脱落				
8	跳动和声响				管口孔洞、雨污混接点				
9	周边路面破损、沉降				流槽破损				
10	井盖标示错误				井底积泥、杂物				
11	是否为重型井盖（道路上）				水流不畅				
12	其他				浮渣				
13	/				其他				
备注									

检测员： 记录员： 校核员 检查日期： 年 月 日

B.0.4 雨水口检查记录应按表 B.0.4 填写。

表 B. 0. 4 雨水口检查记录表

任务名称: _____ 第 ____ 页 共 ____ 页

检测单位名称						雨水口编号			
埋设年代		材质		雨水算形式		雨水算材质		下游井编号	
检查内容									
	外部检查				内部检查				
1	雨水算丢失				铰或链条损坏				
2	雨水算破损				裂缝或渗漏				
3	雨水口框破损				抹面剥落				
4	盖框间隙				积泥或杂物				
5	盖框高差				水流受阻				
6	孔眼堵塞				私接连管				
7	雨水口框突出				井体倾斜				
8	异臭				连管异常				
9	路面沉降或积水				防坠网				
10	其他				其他				

检测员: _____ 记录员: _____ 校核员: _____ 检查日期: _____ 年 ____ 月 ____ 日

B.0.5 管中雷达检测记录应按表 B.0.5 填写。

表 B. 0. 5 管中雷达检测记录表

工程名称：
仪器型号：

工程地点：
天线主频：

文件名	测线方向	测线位置	测线起点	侧线长度	备注/异常
测线分布草图：					

测试员： 记录员： 时间： 日期： 第 页/共 页

附录 C 管道状况断面图格式

C.0.1 排水管道沉积状况纵断面图应按图 C.0.1 格式绘制

管段编号		管段直径		检测地点	
------	--	------	--	------	--

检测方向：

管径：

起始井
(编号)

(绘图区)

起始井
(编号)

积深 (mm)			平均积深 (mm)	
占管径 百分比 (%)			平均百分比 (%)	
间距 (m)				
总长 (m)				

检测单位：

检测员：

绘图员：

日期： 年 月 日

图 C.0.1 排水管道沉积状况纵断面图格式

C.0.2 排水管道渗漏状况纵断面图应按图 C.0.2 格式绘制

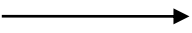
管段编号		管段直径		管段长度		管道类型	
管道埋深		管道材质		检测长度		检测地点	
检测方向							
	(截图粘贴区)						
缺陷等级						均值	
间距 (cm)						均值	
裂隙占比 (%)						均占比	
距离 (cm)						总长 (cm)	
检测单位:		检测员:		绘图员:		日期: 年 月 日	

图 C. 0. 2 排水管道渗漏状况纵断面图格式

C.0.3 管道变形率图表应按图 C.0.3 格式绘制

管段编号		管道直径		管段长度		检测长度	
管道类型		管道材质		管道埋深		检测地点	
最大内径		最小内径	5	平均内径		变形率	

检测单位:

检测员:

绘图员:

日期: 年 月 日

注: 变形率= (管内径-变形后的最小内径) ÷ 管内径 × 100%

图 C. 0. 3 管道变形率图表格式

C.0.4 管道过水断面损失率图表应按图 C.0.4 格式绘制

管段编号		管道直径		管段长度		检测长度	
管道类型		管道材质		管道埋深		检测地点	
最大面积		最小面积		平均面积		断面损失	

检测单位:

检测员:

绘图员:

日期: 年 月 日

注：过水断面损失率=（原始断面面积-最小断面面积）÷原始断面面积×100%

图 C. 0. 4 管道过水断面损失率图表格式

附录 D 检测成果表

D.0.1 排水管道缺陷统计应按表 D.0.1 填写。

表 D.0.1 排水管道缺陷统计表

(结构性缺陷/功能性缺陷)

序号	管段编号	管径	材质	检测 长度 (m)	缺陷 距离 (m)	缺陷名称及位置	缺陷等级

D.0.2 管道激光剖面检测成果应按表 D.0.2 填写。

表 D.0.2 管道激光剖面检测成果表

起始井号			终止井号			管段长度		
起点埋深			终点埋深			检测长度		
管道类型			管道材质			管道直径		
修复指数			养护指数			检测方向		
录像文件			剖面文件			检测日期		
检测地点						检测人员		
最大内径		最小内径		平均内径		变形率		
最大面积		最小面积		平均面积		断面损失		
备注信息								

缺陷序号		缺陷名称		缺陷等级		缺陷分值	
缺陷性质		纵向距离		缺陷长度		环向位置	
沉积宽度		沉积高度		变形率		断面损失	
缺陷描述							
(激光剖面检测截图粘贴区)				(CCTV 截图粘贴区)			

检测单位：_____ 绘图员：_____ 日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

注：管段整体过水断面损失率=（原始断面面积-最小断面面积）÷原始断面面积×100%

当前轮廓过水断面损失率=（原始断面面积-实测断面面积）÷原始断面面积×100

D.0.3 管段状况评估应按表 D.0.3 填写。

表 D.0.3 管段状况评估表

任务名称：第 页 共 页

管段	管径 (mm)	长度 (m)	材质	埋深 (m)		结构性缺陷						功能性缺陷					
				起点	终点	平均值 <i>S</i>	最大值 <i>S</i> _{max}	缺陷 等级	缺陷 密度	修复 指数 <i>RI</i>	综合状况评价	平均值 <i>Y</i>	最大值 <i>Y</i> _{max}	缺陷 等级	缺陷 密度	养护 指数 <i>MI</i>	综合状况评价

检测单位：

D.0.4 检查井检查情况汇总按表 D.0.4 填写。

表 D.0.4 检查井检查情况汇总表

任务名称:第 页 共 页

序号	检查井类型	材质	单位	数量	其中非道路下数量	完好数量	井盖井座缺失数量	井内有杂物数量	井内有缺损数量	盖框突出或凹陷数量	井室周围填土有沉降数量	备注
1	雨水口											
2	检查井											
3	连接暗井											
4	溢流井											
5	跌水井											
6	水封井											
7	冲洗井											
8	沉泥井											
9	闸门井											
10	潮门井											
11	倒虹管											
12	其他											

检测单位:

D.0.5 排水管道检测成果应按表 D.0.5 填写

表 D. 0. 5 排水管道检测成果表

序号：

检测方法：

录像文件		起始井号		终止井号	
敷设年代		起点埋深		终点埋深	
管段类型		管段材质		管段直径	
检测方向		管段长度		检测长度	
修复指数		养护指数			
检测地点				检测日期	

距离 (m)	缺陷名称代码	分值	等级	管道内部状况描述	照片序号 或说明
备 注					
照片 1：				照片 2：	

检测单位：

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《爆炸性气体环境用电气设备》 GB3836
- 2 《建设工程文件归档整理规范》 GB/T50328
- 3 《城乡排水工程项目规范》 GB 55027
- 4 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 5 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB 50223
- 6 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB50268
- 7 《文书档案案卷格式》 GB/T 9705
- 8 《电子文件归档与电子档案管理规范》 GB/T 18894、
- 9 《城镇排水管道维护安全技术规程》 CJJ6
- 10 《城市测量规范》 CJJ/T8
- 11 《城市地下管线探测技术规程》 CJJ61
- 12 《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》 CJJ 68
- 13 《卫星定位城市测量技术规范》 CJJ/T 73

中国工程建设标准化协会标准

室外排水管道检测与评估技术规程

T/CECS XXX-202X

条 文 说 明

目 次

1	总 则	83
2	术语和符号	84
2.1	术语.....	84
3	基本规定	86
4	电视检测	91
4.1	一般规定.....	91
4.2	检测设备.....	92
4.3	检测方法.....	92
4.4	影像判读.....	94
5	声呐检测	95
5.1	一般规定.....	95
5.2	检测设备.....	95
5.3	检测方法.....	95
5.4	轮廓判读.....	96
6	管道潜望镜检测	98
6.1	一般规定.....	98
6.2	检测设备.....	98
6.3	检测方法.....	98
7	电法测漏检测	100
7.1	一般规定.....	100
7.2	检测设备.....	101
7.3	检测方法.....	102
7.4	结果判读.....	102

8	管中雷达探测.....	103
8.1	一般规定.....	103
8.3	探测方法.....	103
8.4	图谱判读.....	103
9	激光剖面检测.....	107
9.1	一般规定.....	107
9.2	检测设备.....	108
9.3	检测方法.....	109
9.4	轮廓判读.....	109
10	三维激光扫描检测	111
10.1	一般规定.....	111
10.2	检测设备.....	111
10.3	检测方法.....	111
10.4	点云数据解译.....	113
11	传统方法检查.....	115
11.1	一般规定.....	115
11.2	目视检查.....	116
11.3	简易工具检查.....	117
11.4	潜水检查.....	119
12	管道评估.....	120
12.1	一般规定.....	120
12.2	检测项目名称、代码及等级	120
12.3	结构性状况评估.....	147
12.4	功能性状况评估.....	149

12.5 管道周边环境状况评估	150
13 检查井和雨水口检查与评估	152
13.1 一般规定.....	152
13.5 检查井、雨水口评估.....	153
14 成果资料.....	166

1 总 则

1.0.1 室外排水管道是城市的重要基础设施之一，在城市生活中，排水管道是不可缺少的，排水管道的结构稳固和功能保障是城市排水安全的重要保证，全面、准确地掌握城市的排水管网情况，提供高精度的排水管网信息资料，并建立一套有效的城市排水管理系统，是城市现代化建设和高质量、高效率运转的基本保证。而对排水管道检测正是验证这种保证的有力手段之一。

随着国务院和住建部有关政策的实施，国内的排水管道检测与修复出现了井喷式的发展，伴随着新技术、新设备的不断涌现，管道检测设备、检测方法也不断地在改进升级和新开发，急需根据现有的检测设备和检测方法，结合工程实际数据模型分析，全面规范新的检测设备和方法的参数指标，体现全面性、实用性、科学性，以规范行业的检测行为，保证检测质量，统一评估方法，保证检测成果的有效性，适应社会的发展需要，保证城市排水管网安全运行，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于公共、企事业单位、工业区、居住小区内部等室外排水管道（渠）及其附属构筑物的检测和评估，检测结果可作为管道移交的依据之一。

1.0.3 采用新技术、新方法时，需要论证新技术、新方法的适用性。

1.0.4 排水管道检测和评估是排水管道管理与维护的重要组成部分。检测和评估工作在实施的过程中，涉及管理、施工、检测、修复和养护，另外还涉及到道路、交通、航运等相关行业。因此，排水管道的检测和评估除遵守本规程外，还应遵守国家及地方的相关标准。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 闭路电视系统是指通过闭路电视录像的形式，将摄像设备置于排水管道内，拍摄影像数据传输至计算机后，在终端电视屏幕上进行直观影像显示和影像记录存储的图像通信检测系统。检测系统一般包括摄像系统、灯光系统、行进器、线缆卷盘、控制器、计算机及相关软件。

2.1.2 声呐检测是通过声呐设备以水为介质对管道内壁进行扫描，扫描结果以计算机进行处理得出管道内部的过水断面状况。声呐检测系统包括水下扫描单元（安装在行进器上）、声学处理单元、高分辨率彩色监视器和计算机。

2.1.3 管道潜望镜也叫电子潜望镜，它通过操纵杆将高放大倍数的摄像头放入检查井或隐蔽空间，能够清晰地显示管道裂纹、堵塞等内部状况。设备由探照灯、摄像头、控制器、伸缩杆和视频成像和存储单元组成。

2.1.14 行进器包括爬行器、漂浮筏、螺旋推进器、动力船、潜航器等装置。

2.1.15 排水管道检测主要是针对管道内部的检查，管道的缺陷位置定位描述是检测工作的成果体现，缺陷的环向位置定位描述是检测评估工作的重要内容之一，是管道修复和养护设计方案的重要依据。本条规定缺陷的环向位置采用时钟表示法。

2.1.17 当检测过程中发现疑点，此时摄像机的取景方向需偏离轴向观察管壁，即行进器停止行进，定点拍摄的方式。

2.1.18 管道的结构性缺陷是指管体结构本身出现损伤，如变形、破裂、错口等。结构性缺陷需要通过修复才能消除。

2.1.19 管道的功能性缺陷是指影响排水管道过流能力的缺陷，如沉积、障碍物、树根等。结构性缺陷导致的管道功能性缺陷应通过管道修复解决，非结构性缺陷引起的功能性缺陷可以通过管道养护得到改善。

2.1.20 管道周边土体病害是指土体中存在的土质疏松、空洞、富水异常等构造性缺陷。这些土体病害往往与管道自身缺陷并存且有所关联。

2.1.29 检查井又称窖井，是排水管道附属构筑物。为了与习惯称呼一致，本规

程所指的检查井是排水管道上井类的附属构筑物，不仅指最常见的排水管道检查井，还包括排水管道上其他各种类型和用途的井。

3 基本规定

3.0.1 鉴于检测与评估的技术含量较高，具有一定的风险性，本规程依据相关的法律法规，对从事检测的单位资质和人员资格进行规定，这既是规范行业秩序需要，也是保证检测成果质量的需要。

3.0.3 本条是对检测任务种类的划分。检测任务的划分有利于根据检测目的直接确定具体检测内容、检测手段及检测重点。管道普查包括管道基本信息调查及管道现状调查两个方面，主要是为管道养护管理修复及构建管网数字化管理平台提供技术依据。新建管道竣工验收及交接验收时，管道检测可作为施工质量检查的辅助手段。应急检测主要是针对突发情况如道路塌陷、管道淤堵时管道的应急检测。管道附近工程建设、水文地质条件改变、地质灾害等对管道的影响检测等包含在其他检测之内。每一类检测任务的检测重点不同，如调查水文地质条件改变对管道的影响不仅需要对管道内部进行检测，也需对管道周边土体病害进行检测，检测重点为管道结构状况。

3.0.4 近年来因排水管道渗漏引发的路面塌陷事故越来越多，造成了严重的人员伤亡和财产损失，排水管道与周边土体环境的相互影响成为行业内比较关注的问题，对柔性管材，其受力状况受埋设环境影响更大。为保证排水管道安全计，将管道周边土体病害状况也列为管道检测内容之一。

3.0.5 排水管道检查有多种方式，每种方式有一定的适用性。宜根据现场具体情况，按表 1 选择管道检测方法。

表 1 检测方法适用范围及特点

序号	检测方法	适用条件	特点
1	电视检测	管道内水位不大于管道直径的 20%且不大于 300mm 的检测。	排水管道结构性和功能性两种状况检查均适用。可作为缺陷准确判定和修复的依据。
2	声呐检测	管道内水深应大于 300mm 的检测。	可检测积泥、管内异物，对结构性缺陷检测有局限性，不宜作为缺陷准确判定和修复的依据。
3	管道潜望镜检测	适用于设备安放在管道口位置的快速检测。管内水位不宜大于管径的 1/2，管段长度不宜大于 50m。	速度快、成本低，影像既可以现场观看、分析，也便于计算机储存；但检测距离受设备性能参数影响。可作为管道初步评估的依据。

4	电法渗漏检测		适用于管径150mm-1200mm的非金属管道或包覆有绝缘材料的金属管道（如采用非金属内衬修复更新后的管道），管道内水位不小于管道直径的20%且不小于100mm，电法测漏设备探头应完全浸没于管道内水面以下。	用于检测非金属管道或包有绝缘材料的金属管道的渗漏点位置，管道漏点检测的范围即为充满水体的部分。不应作为结构性缺陷的最终评判依据。
5	管中雷达探测		适用于管径不小于600mm的非金属排水管道周边地下病害体的探测	雨雪天气或探测范围内存在大范围高导电屏蔽层或较强的电磁干扰时，不宜进行管中雷达探测。管中雷达探测设备的适应管径根据设备的设计以及所搭载的不同频率天线而有所差异。
6	激光剖面检测		适用于管径300mm至1200mm之间的管道。	仅适用于扫描管道内部水面以上的管壁横断面轮廓。管道内水位不大于管道直径的20%且不超过300mm。
7	三维激光扫描检测		适用于直径不小于1000mm的管道或高度不小于1m的渠箱。	不宜带水作业，水位不应大于管道横截面面积的1/5。
8	传统方法检查	人员进入管道检查	管径不小于800mm、管内无水、通风良好。	获取信息质量高、测量精确；但危险性大。
		潜水员进入管道检查	管径不小于1200mm，管内水流速不得大于0.5m/s。	降水困难，水位高，检测条件较苛刻，安全性差，应采取安全措施。
		量泥杆（斗）法	检测井和管道口处淤积情况。	直观、速度快；但无法测量管道内部情况，无法检测管道结构损坏情况。
		反光镜法	管内无水。	仅能检查管道顺直和垃圾堆集情况，直观、快速，安全；但无法检测管道结构损坏情况，视线容易受垃圾堆集或障碍物阻挡。

当需要时采用两种以上的方法可以互相取长补短。例如采用声呐检测和电视检测互相配合可以同时测得水面以上和水面以下的管道状况。

3.0.7 管道功能性状况检查的方法相对简单，加上管道积泥情况变化较快，所以功能性状况的普查周期较短；管道结构状况及埋设环境变化相对较慢，检查技术复杂、费用较高，故检查周期较长。本条规定参考了《城镇排水管渠与泵站运行、

维护及安全技术规程》CJJ 68—2016 第 3.5.4 条。根据《空间和时间的量和单位》GB3102.1-93，年的符号为 a。

3.0.11 本条所规定的现场踏勘内容是管道检测前现场调查的基本内容，是制定检测技术方案的基础资料。第 3 款所规定的内容，是管道内窥检测工作进行时对管网信息的核实和补充，是城市数字化管理必备的基础资料。

3.0.12 检测方案是检测任务实施的指导性文件，其中包括人员组成方案（负责人、检测人员、资料分析人员等）、技术方案（检测方法、封堵导流的措施，管道清洗方法、进度安排等）、安全方案（安全总体要求、现场危险因素分析、安全措施预案等）等。此外，根据任务大小还有现场保护方案、后勤保障方案等等。对有些任务简单、时间短的管道检测可不制订复杂的方案。

3.0.13 在检测前根据检测方案对管道进行预处理是必需的一个程序，如封堵、吸污、清洗、抽水等。预处理的好坏对检测结果影响很大，甚至决定检测结果的准确性。

检测仪器和工具保持良好状态是确保检测工作顺利进行的必备条件。除了日常对检测仪器、工具的养护和定期检校以外，在现场检测前还要对仪器设备进行自检，确保其完好率达 100%，以免影响检测作业的正常进行，从而保证检测成果的质量。

检测时，应在现场创造条件，使显示的图像清晰可见，为现场的初步判读提供条件。

检测结束后应清理和保养设备，施工后的现场应和施工前一样，不得在操作地点留下抛弃物。每天外出前和返回时，应核查物品，做到外出不遗忘回归不遗留。

3.0.14 管道缺陷所在环向位置用时钟表示的方法。前两位数字表示从几点（正点小时）位置开始，后两位表示到几点（正点小时）位置结束。当缺陷处在某一点上时，则用两位数字表示缺陷点位，当缺陷为一环形全断面时，采用 0012 四位数字表示缺陷点位置。示例参见图 1。

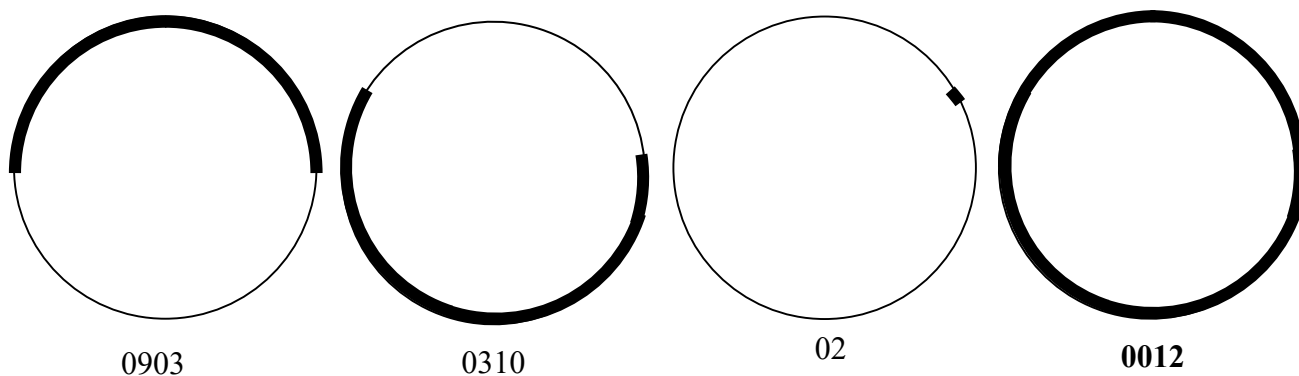


图 1 缺陷环向位置时钟表示法示例

3.0.15 为了管道修复时在地面上对缺陷进行准确定位，纵向位置误差不超过±0.5m，能够保证在 1m 的修复范围内找到缺陷。

3.0.16 检测时，缺陷纵向距离定位所用的计量单位应为 m。对于进口仪器，原仪器的长度单位可能是英尺、码等，本条规定统一采用 m 为纵向距离的计量单位。电缆长度计数最低计量单位为 0.1m 的规定是保证缺陷定位精度的要求。

3.0.17 影像资料版头是指在每一管段采用电视检测或管道潜望镜检测等摄影之前，检测录像资料开始时，对被检测管段的文字标注。如果软件是中文显示，则无需录入代码。版头应录制在被检测管道影像资料的最前端，并与被检测管道的影像资料连续，保证被检测管道原始资料的真实性和可追溯性。

3.0.18 管道检测的影像记录应该连续、完整，不应有连接、剪辑的处理过程。在全部的影像记录画面上应始终含有本条所规定的同步镶嵌的文字内容，这是保证资料真实性的有效措施之一。如果不是中文操作系统，则应显示状态代码，例如检测结束时，应在画面上明显位置输入简写代码“JCJS”，检测中止时应在画面上明显位置输入简写代码“JCZZ”，并注明无法完成检测的原因。

3.0.20 为了保证管道检测成果的真实性和有效性，有条件的地方应该实行监督机制。监督方可以是业主监督，也可以是委托第三方监督。

3.0.22 管道检测时，除了检测工作以外，现场还有大量的准备性和辅助性的作业，例如堵截、吸污、清洗、抽水等。由于排水管道内部环境恶劣，气体成分复杂，常常存在有毒和易燃、易爆气体，稍有不慎或检测设备防爆性差，容易造成人员中毒或爆炸伤人事故；现场作业工作人员的数量不得少于两人，一是为了保证安全，二是为了工作方便，互相校核，保证资料的正确性和完整性。

3.0.27 检测成果资料属于技术档案，是国家技术档案的重要组成部分。《建设工程文件归档整理规范》GB/T50328、《文书档案案卷格式》GB/T 9705、《电子文件归档与电子档案管理规范》GB/T 18894、《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68 和《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 等国家相关标准中对档案管理的技术要求都是排水管道检测资料归档管理的依据。

4 电视检测

4.1 一般规定

4.1.1 管道内水位是指管内底以上水面的高度。电视检测应具备的条件是管道内无水或者管道内水位很低，管道内水位太高，水面下部检测不到，检测效果大打折扣。当管道内水位不符合本条的要求时，检测前应对管道实施封堵、导流、降水，使管内水位满足检测要求，主要是为了最大限度露出管道结构。

电视检测时，管道内的水位越低越好，但是水位降得越低，难度越大。经过大量的案例实践，将水位高度规定为管道直径的 20%，能够解决 90%以上的管道缺陷检查问题，相关费用也可以接受。

对于直径较大的管道，在管内水位不大于 20%，但水位高度仍无法满足轮式行进器正常通行检测条件时，可使用螺旋推进式行进器完成电视检测。

当管道内水位由于客观原因无法降低至 20%及以下时，也可使用螺旋推进式行进器完成管道内水面以上部分的电视检测，对管道内部状况进行初步判定。

对于直径小于 200mm 的管道，可采用推杆式电视检测。

宜根据现场具体情况，按表 2 选择各类电视检测设备。

表 2 电视检测各检测设备优缺点

仪器类型	优点	缺点
传统式电视检测	能完整检测出管内结构性及功能性缺陷	管径需大于等于 200mm，管内水位不大于管道直径的 20% 且不大于 300mm
螺旋推进式电视检测	当管渠内水位由于客观原因无法降低水位至 20%以下时，对管道内部状况进行初步判定可使用螺旋推进 CCTV 检测。螺旋推进式 CCTV 能将管渠水面以上部分缺陷有效检测，有效解决了一些难以降水的大口径管渠无法进行电视检测的困境。	使用螺旋推进式 CCTV 带水进行管道检测时无法查清水面以下部分结构性缺陷及功能性缺陷
推杆式电视检测	适用于管径小于 200mm 管道检测，能完整检测出管内结构性及功能性缺陷	大口径管道不适用

4.1.2 结构性检测是在管道内壁无污物遮盖的情况下拍摄管道内水面以上的内壁状况，疏通的目的是保证“行进器”在管段全程内正常行走，无障碍物阻挡；清洗的目的是露出管道内壁结构，以便观察到结构缺陷。

管道检测前，封堵、吸污、清洗、导流等准备性和辅助性的作业都应该遵守《排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 和《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定。

4.1.3 管道在检测过程中可能遇到各种各样的问题，致使检测工作难以进行，如果强行进行则不能保证检测质量。因此，当碰到本条列举的现象（不局限于这几种现象）时，应中止检测，待排除故障后再继续进行。

4.2 检测设备

4.2.2 根据目前检测市场的状况，存在检测设备不能满足检测质量的基本要求，并且设备存在一定的操作危险性。所以本条对检测设备规定了基本要求。

电缆的抗拉力要求是为防止检测设备进入管道内部后不能自动退回，要求电缆线具备最小的收缩拉力，根据实际的作业情况，规定最小的收缩拉力为 2kN，以保证检测设备在必要时手动收回。

4.3 检测方法

4.3.1 行进器的行进方向与水流方向一致，可以减少行进阻力，也可以消除行进器前方的壅水现象，有利于检测进行，提高检测效果。

4.3.2 启动拍摄时要求按附录 A 的格式要求来叠加并录制版头，其目的是为了便于后期视频回放、判读时能检索识别出录像文件对应的管段编号、检测日期、管径、管材等关键检测信息。

4.3.3 检测大管径时，镜头的可视范围大，行进速度可以大一些，但是速度过快可能导致检测人员无法及时发现管道缺陷，另一方面当行进器速度过快时会加剧镜头抖动，或造成摄像机运动模糊，致使电视检测效果大打折扣，故规定管径不大于 200mm 时行进速度不宜超过 0.1m/s，管径大于 200mm 时行进速度不宜超过 0.15m/s。

4.3.4 我国的排水管道断面形状主要为圆形和矩形，蛋形管道国内少有，本条没有特别强调管道断面形状；圆形管道为“偏离应不大于管径的 10%”，矩形管渠为“偏离应不大于短边的 10%”。

4.3.5 在检测断面面积不小于 4.0 m² 的大尺寸渠箱时，由于视频采集镜头视野有限，为了获得渠箱内顶部、底部、左右两壁清晰的图像，应当分成四次或以上次数检测，分别采集渠箱左侧内壁、右侧内壁、渠箱顶内壁、底内壁图像，左侧

内壁、右侧内壁、渠箱顶内壁、底内壁的检测方向应当一致。

4.3.6 由于视角误差，行进器在管口存在位置差，补偿设置应按管径不同而异，视角不同而异。如果某段管道检测因故中途停止，排除故障后接着检测，则距离应该与中止前检测距离一致，不应重新将计数器归零。

将载有镜头的行进器摆放在检测起始位置后，在开始检测前，将计数器归零。对于大口径管道检测，应对镜头视角造成的检测起点与管道起始点的位置差作补偿设置。

摄像头从起始检查井进入管道，摄像头应在水平面中线位置。计数器的距离设置为从管道在检查井的入口点到摄像头聚焦点的长度，这个距离随镜头的类型和排水管道的直径不同而异。

计数器归零的补偿设置方法示意参见图 2。

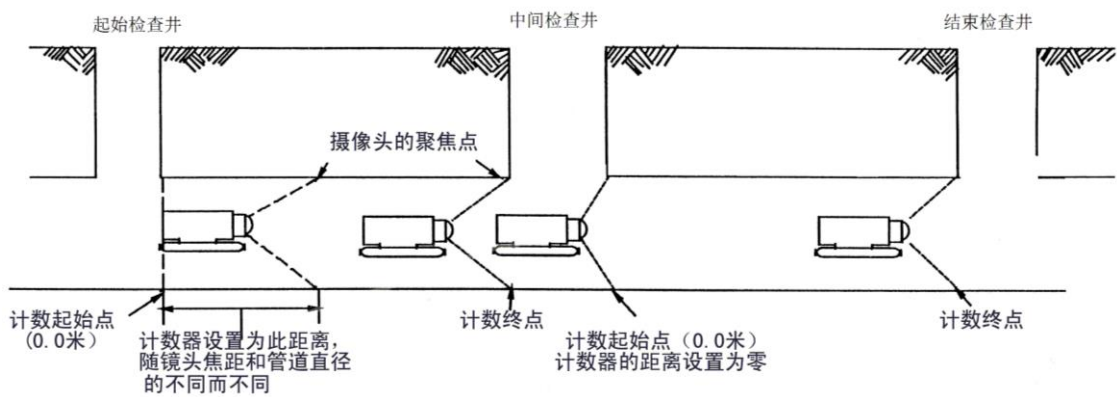


图 2 计数器归零的补偿设置方法示意图

4.3.7 在检测过程中，由于设备调整不当，会发生摄影的图像位置反向或变位，致使判读困难，故本条予以规定。

4.3.8 摄像镜头变焦时，图像则变得模糊不清。如果在行进器行进过程中，使用镜头的变焦功能，则由于图像模糊，看不清缺陷情况，很可能将存在的缺陷遗漏而不能记录下来。所以当需要使用变焦功能协助操作员看清管道缺陷时，行进器应保持在静止状态。镜头的焦距恢复到最短焦距位置是指需要行进器继续行进时，应先将焦距恢复到正常状态。

4.3.10 本条规定检测的录像资料应连续完整，不能有画面暂停、间断记录、画面剪接的现象，防止发生资料置换、代用行为。

4.3.11 检测过程中发现缺陷时，行进器应停止行进，停留适当时间拍摄图像，以确保图像的清晰和完整，为以后的判读和研究提供可靠资料。

4.3.12 现场检测工作应该填写记录表，这既是检测工作的需要，也是检测过程可追溯的依据之一。本规程规定了现场记录表的基本内容，以免由于记录的检测信息不完整或不合格而导致外业返工的情况发生。

4.4 影像判读

4.4.2 排水管道检测必须保证资料的准确性和真实性，由内业人员对检测资料和记录进行详细判读，以免由于记录、标记不合格或影像资料因设备故障缺失等导致外业返工的情况发生。

4.4.3 管道缺陷根据图像进行观察确定，缺陷尺寸无法直接测量。因此对于管道缺陷尺寸的判定，主要是根据参照物的尺寸采用比照的方法确定。

4.4.4 无法确定的缺陷类型主要是指本规程第 11 章所列缺陷没有包括或在同一处具有 2 种以上管道缺陷特征且又难以定论时，应在评估报告中加以说明。

4.4.5 由于在评估报告中需附缺陷图片，采用现场抓取时可以即时进行调节，直至获得最佳的图片，保证检测结果的质量。

5 声呐检测

5.1 一般规定

5.1.1 水吸收声呐波的能力很差，利用水和其它物质对声波的吸收能力不同，主动声呐装置向水中发射声波，通过接收水下物体的反射回波发现目标，目标距离可通过发射脉冲和回波到达的时间差进行测算，经计算机处理后，形成管道的横断面图，可直观了解管道内壁及沉积的概况。声呐检测的必要条件是管道内应有足够的水深，300mm 的水深是设备淹没在水下的最低要求。《城镇排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68-2016 第 3.5.9 条也规定，“采用声呐检测时，管内水深不宜小于 300mm”。排水管道声呐检测包括单波束 360° 扫描声呐、多波束图像声呐、侧扫型声呐、三维声呐等。

5.2 检测设备

5.2.1 为了保证声呐设备的检测效果，检测时设备应保持正确的方位。“不易滚动或倾斜”是指探头的承载设备应具有足够的稳定性。

5.2.2 声呐系统包括水下探头、连接电缆和带显示器声呐处理器。探头可安装在行进器、牵引车或漂浮筏上，使其在管道内移动，连续采集信号。每一个发射/接收周期采样 250 点，每一个 360 度旋转执行 400 个周期。

用于管道检测的声呐解析能力强，检测系统的角解析度为 0.9 度(1 密位)，即该系统将一次检测的一个循环(圆周)分为 400 密位；而每密位又可分解成 250 个单位；因此，在 125mm 的管径上，解析度为 0.5mm，而在直径达 3m 的上限也可测得 12mm 的解析度。

5.2.3 倾斜和滚动传感器校准在 $\pm 45^\circ$ 范围内，如果超过这个范围所得读数将不可靠。在安装声呐设备时应严格按照要求，否则会造成被检测的管道图像颠倒。

5.3 检测方法

5.3.2 声呐检测是以水为介质，声波在不同的水质中传播速度不同，反射回来所显示的距离也不同。故在检测前，应从被检管道中取水样，根据测得的实际声波速度对系统进行校准。

5.3.3 探头的推进方向除了行进阻力有差别外，顺流行进与逆流行进相比，更易于使探头处于中间位置，故规定“宜与水流方向一致”。如果水流速度较快或者

设备为自带动力推进时，会与管壁频繁碰撞，导致声呐截面数据晃动严重，这种情况下采用逆流回收设备的检测方法，则可以获取效果极好的稳定的声呐数据。

5.3.4 探头扫描的起始位置应设置在管口，将计数器归零。如果管道检测中途停止后需继续检测，则距离应该与中止前检测距离一致，不应重新将计数器归零。

5.3.5 在距管段起始、终止检查井处应进行 2m~3m 长度的重复检测，其目的是消除扫描盲区。

5.3.6 声呐探头的位置处采用镂空的漂浮器避免声波受阻的做法目前在国内外被普遍采用并取得良好效果。应对排水管高水位和全满水管道的声呐检测需要增加设备种类。

5.3.8 脉冲宽度是扫描感应头发射的信号宽度，可在百万分之一秒内完成测量，它从 4us 到 20us 范围内被分为五个等级。本条列出的是典型的脉冲宽度和测量范围。

5.3.10 根据实践，声呐用于管道沉积状况的检查时，采样点间隔距离定为 2m 以内时，一般情况下可以完整地反映管段的沉积状况。当遇到污泥堵塞等异常情况时，则应加密采样。排水管道沉积状况纵断面图示例参见图 3。

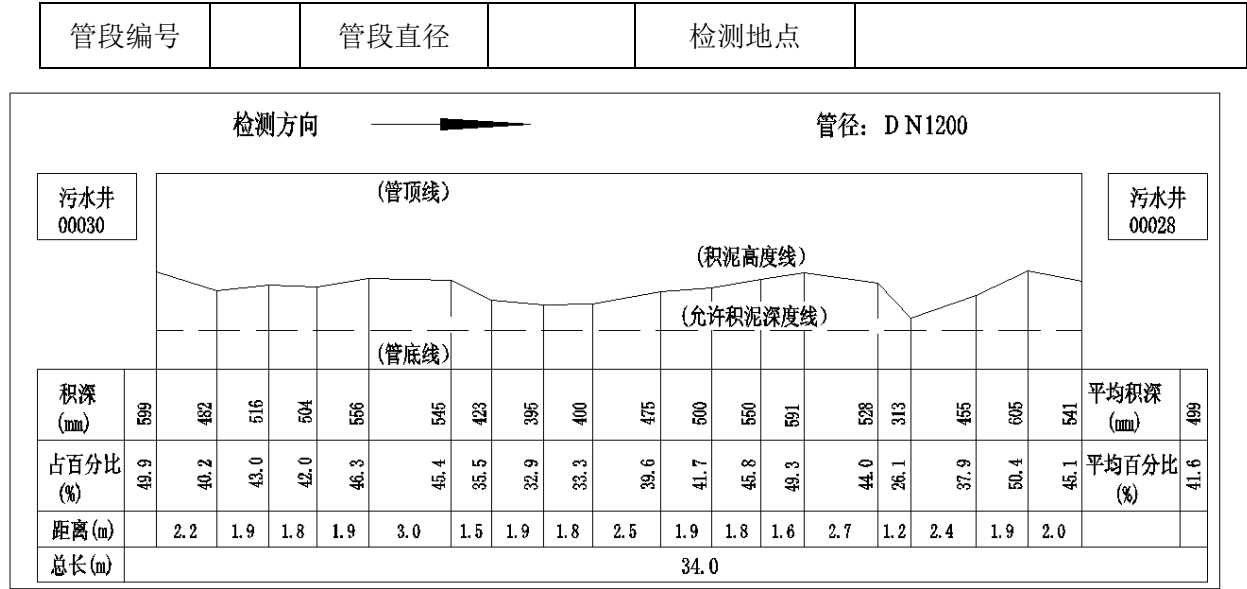


图 3 排水管道沉积状况纵断面图示例

5.4 轮廓判读

5.4.1 声呐检测图形应现场捕捉，并进行数据保存，其目的是为了后续的内业进一步解读。规定的采样间隔应按本规程第 5.3.9 条设置，它是保证沉积纵断面图

绘制质量的基本要求。

5.4.2 本条规定当绘制检测成果图时，图形表示的线性长度与实际物体线性长度的误差不应超过 3%。

5.4.4 用虚线表示的管径 1/5 高度线即管内淤积的允许深度线，又称及格线。

5.4.5 声呐检测除了能够提供专业的扫描图像对管道断面进行量化外，还能结合计算确定管道淤积程度、淤泥体积、淤积位置，计算清淤工程量。这种方法用于检测管道内部过水断面，从而了解管道功能性缺陷。声呐检测的优势在于可不断流进行检测，不足之处在于其仅能检测水面以下的管道状况，不能检测管道的裂缝等细节的结构性问题，故声呐轮廓图不应作为结构性缺陷的最终评判依据。

6 管道潜望镜检测

6.1 一般规定

6.1.2 管道潜望镜只能检测管内水面以上的情况，管道越小或者管内水位越深，可视的空间越小，能发现的问题也就越少。光照的距离一般能达到30m～40m，一侧有效的观察距离大约仅为20m～30m，通过两侧的检测便能对管道内部情况进行了解，所以规定管道长度不宜大于 50m。

6.1.4 管道潜望镜检测是利用电子摄像高倍变焦的技术，加上高质量的聚光、散光灯配合进行管道内窥检测，其优点是携带方便，操作简单。由于设备的局限，这种检测主要用来观察管道是否存在严重的堵塞、错口、渗漏等问题。对细微的结构性问题，不能提供很好的成果。如果对管道封堵后采用这种检测方法，能迅速得知管道的主要结构问题。对于管道里面有疑点的、看不清楚的缺陷需要采用闭路电视在管道内部进行检测，管道潜望镜不能代替闭路电视解决管道检测的全部问题。

6.2 检测设备

6.2.1 由于排水管道和检查井内的环境恶劣，设备受水淹、有害气体侵蚀、碰撞的事情随时发生，如果设备不具备良好的性能，则常常会使检测工作中断或无法进行。

6.2.3 管道潜望镜技术与传统的管道检查方法相比，安全性高，图像清晰，直观并可反复播放供业内人士研究，及时了解管道内部状况。因此，对于管道潜望镜检测依然要求录制影像资料，并且能够在计算机上对该资料进行操作。

6.3 检测方法

6.3.1 镜头保持在竖向中心线是为了在变焦过程中能比较清晰地看清楚管道内的整个情况，镜头保持在水面以上是观察的必要条件。

6.3.2 管道潜望镜检测的方法：将镜头摆放在管口并对准被检测管道的延伸方向，镜头中心应保持在被检测管道圆周中心（水位低于管道直径 $1/3$ 位置或无水时）或位于管道圆周中心的上部（水位不超过管道直径 $1/2$ 位置时），调节镜头清晰度，根据管道的实际情况，对灯光亮度进行必要的调节，对管道内部的状态

况进行拍摄。

拍摄管道内部状况时通过拉伸镜头的焦距，连续、清晰地记录镜头能够捕捉的最大长度，如果变焦过快看不清楚管道状况，容易晃过缺陷，造成缺陷遗漏；当发现缺陷后，镜头对准缺陷调节焦距直至清晰显示时保持静止 5s 以上，给准确判读留有充分的资料。

6.3.3 拍摄检查井内壁时，由于镜头距井壁的距离短，镜头移动速度对观察的效果影响很大，故应保持缓慢、连续、均匀地移动镜头，才能得到井内的清晰图像。

7 电法测漏检测

7.1 一般规定

7.1.1 电法渗漏检测是通过管道电法测漏设备测量两个电极与大地之间构成的回路电流，根据电流的变化来判定管道水面以下部分的渗漏位置的方法，适用于管径 150mm-1200mm 的非金属管道或包覆有绝缘材料的金属管道（如采用非金属内衬修复更新后的管道）。管道内壁材料对电流来说应表现为高阻抗（非金属管道或者包有绝缘材料的金属管道都应是电的不良导体，在管道结构状况完好的情况下保障电流值在较低的区间范围内），管道内的水和埋设管道的大地应表现为低阻抗。电法渗漏检测时，将电法测漏仪的探头置于管道内水下匀速前进并测量电流。当管道内壁完好时，接地电极和探头电极之间的电阻阻抗很大，电流很小；当管道内壁存在缺陷时，电极之间存在低阻抗通路，电极之间的电流因此增加。电法测漏仪一般由主机、电缆盘、探头三部分构成。电法测漏仪的工作原理见图 4。

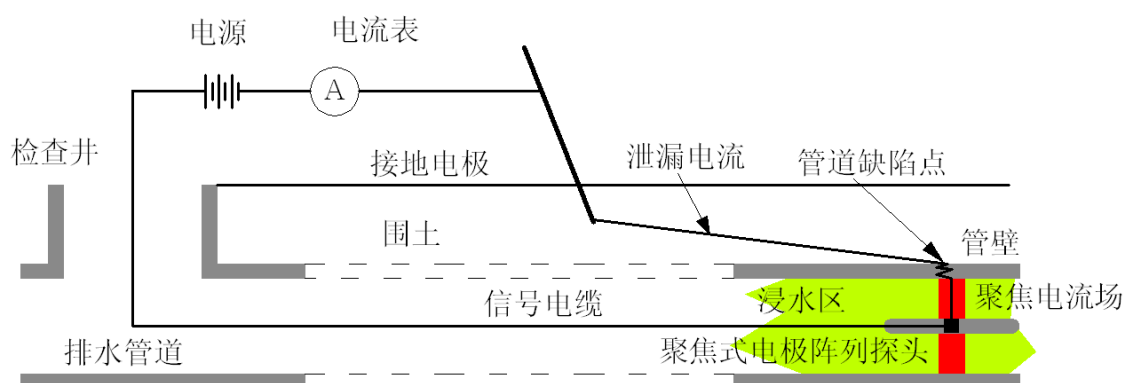


图 4 电法测漏仪工作原理

7.1.2 管道内的水和埋设管道的大地，对电流表现为低阻抗，当绝缘的管道内壁完好时，接地电极和探头电极之间的电阻很大，电流很小。当管道内壁存在缺陷造成水的漏进或漏出时，电极之间存在低阻抗通路，电极之间的电流因此增加，通过判断电流的变化曲线可直观了解管道漏点位置。电法测漏设备检测的必要条件是管道内应有足够的水深，管道漏点检测的范围即为充满水体的部分。

7.1.4 管道渗漏的一般是由于管材质量不合格或管道存在结构性缺陷。电法渗漏检测可以有效的检测定位出管道渗漏位置，但无法直观和准确的判定渗漏的程度和形成渗漏的原因，应采用电视检测或其它检测方式予以核实后综合评估。

电法测漏仪检测能够提供渗漏位置和渗漏情况描述。这种方法适用于水位较深的管道，优势在于可以连续不间断的对管道进行检测，而且能够对检测结果直观展示，而缺点在于非常依赖于水位，对于水面上的管道部分渗漏情况无法检测到。因此，还需要配合电视检测方法来达到最佳检测效果。如某工程电法渗漏检测结果与电视检测结果对比如图 5 所示，管道满水时，先采用电法渗漏检测，然后进行管道封堵降水，再采用 CCTV 视频检测，两种方法对比结果是一致的：

工程地点位于某市天鹅路，检测长度为 28 米，管径为 800mm，管道材质为钢筋混凝土管道。电法测漏仪的电流曲线图（绿色）和缺陷曲线图（红色）反映该段管道在 2.18 米、4.18 米、8.62 米、10.64 米、12.50 米、14.72 米、20.93 米、27.44 米处呈现为电流值高点，对照该管段的电视检测图像分析，发现其中大部分是由于管道脱节或管壁裂缝等缺陷造成的渗漏。

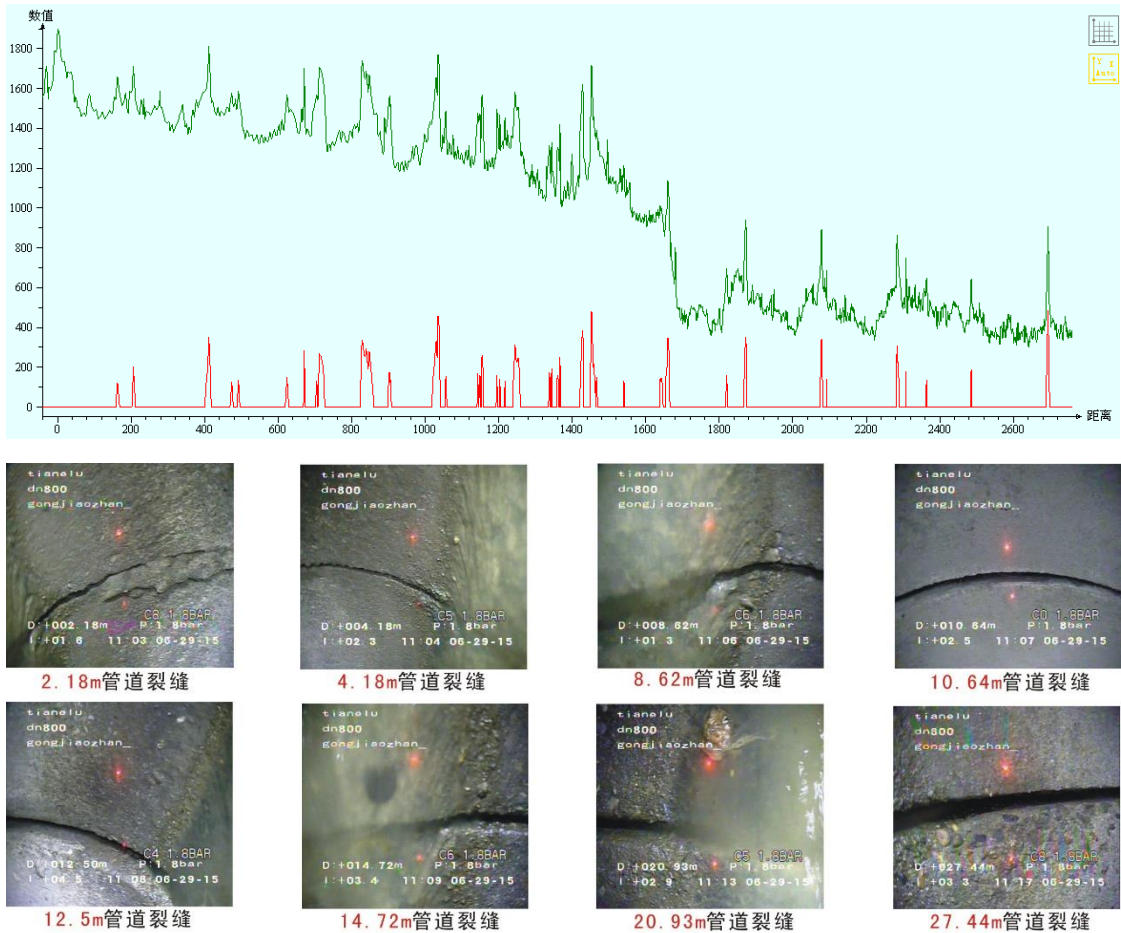


图 5 电法渗漏检测与电视检测结果对比

7.2 检测设备

7.2.4 电法渗漏检测设备的探测范围与电极系长度呈非线性正相关。为了保证电

法渗漏检测效果，应根据被检测管道的直径选用电极系规格合适的电法测漏仪探头。为方便探头的下井使用，长度大于 800mm 的电极系宜采用电极软连接方式。

7.2.5 电法渗漏检测系统需要与大地连接构成回路，管道周边不同的土质、岩层条件会对检测的电流值造成影响，因此，需通过调整设备参数，以尽量减小不同的管道外环境对检测结果的干扰，保证检测结果的可靠性与准确性。

7.3 检测方法

7.3.1 由于探头的电场形成于探头中部，因此探头检测的起始位置应设置在管口，即将探头的中部与管口对齐，同时将计数器归零。如果管道检测中途停止后需继续检测，则距离应该与中止前距离保存一致，不应重新将计数器归零。如果受限于实际工作环境而导致探头摆放位置不佳时，可以通过设置偏移值来对初始位置进行调整。在遇到检查井较深或水体浑浊等视线被遮蔽的情况下，往往无法准确的将探头放置于准确位置。此种情况下，可以将检测曲线整体增减一个偏移量，保持起始位置与实际管口位置一致。

电法渗漏检测时，若电法测漏设备的探头露出水面会对检测结果造成影响。探头的推进方向与水流方向一致时受到的阻力最小，同时还有利于保持探头的中轴线与管道的中轴线平行，有利于准确测算探头行进的具体位置，便于检测工作的开展，故规定“宜与水流方向一致”，且应保持探头在管道内完全浸没于水中。电法测漏仪的探头可采用行进器搭载，在管内行进并调节探头在水中的悬浮位置，也可不搭载行进器直接在管道中拖拽行进，不受管底淤泥或管壁摩擦影响。

探头推进时，应保持适宜的速度。总体要求是缓慢均匀的行进。探头行进过快会导致采样值的丢失，从而影响到检测精度。

7.4 结果判读

7.4.2 曲线图中的电流峰值和采点位置（距离）对应，在没有漏点的位置，电流曲线趋近于稳定、平滑，在电流峰值陡然增高的位置即是管道中的渗漏点，电流峰值越高、曲线起伏越大，表示被测管道在该位置上的相对渗漏程度越严重，如图 5 所示。

8 管中雷达探测

8.1 一般规定

8.1.1 因为金属管道对电磁波信号具有屏蔽作用,所以管中雷达探测只适用于非金属管道,不适用于金属管道、钢筒型的复合管和内衬不锈钢管修复的管道。另外,雨雪天气或探测范围内存在大范围高导电屏蔽层或较强的电磁干扰时,不宜进行管中雷达探测。管中雷达探测设备的适应管径根据设备的不同设计以及所搭载的不同频率天线而有所差异。管中雷达检测是通过发射高频电磁波并分析其在地下介质中的传播、吸收以及反射等物理特性,查明相对介电常数存在较大差异的目标体(或地质体)的一种电磁波探测方法。管中雷达一般由行进器、主机、天线三部分组成。

8.1.2 当管道内水位不符合本规程第 8.1.2 条的要求时,探测前应对管道实施封堵、导流,使管内水位满足探测要求。

8.3 探测方法

8.3.1 探测前,介电常数宜通过标定来设置,现场条件无法满足对介电常数进行标定时,可参考表 3 进行设置。

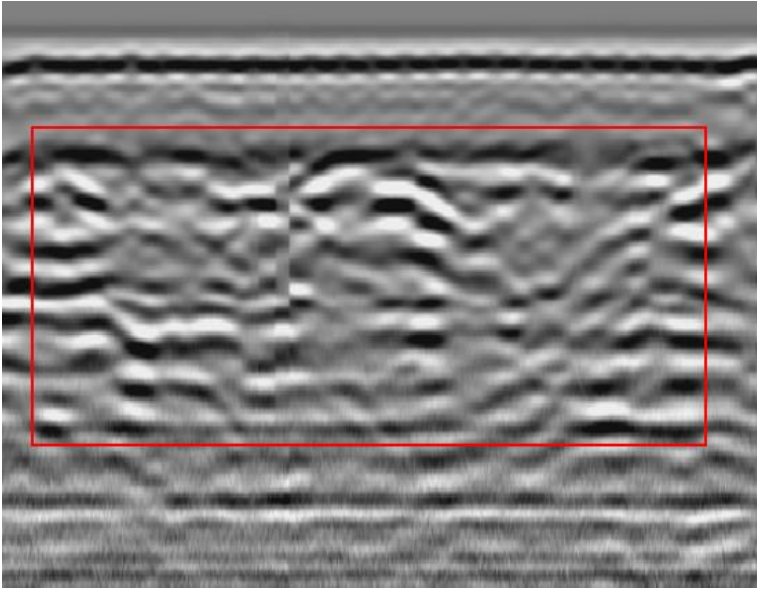
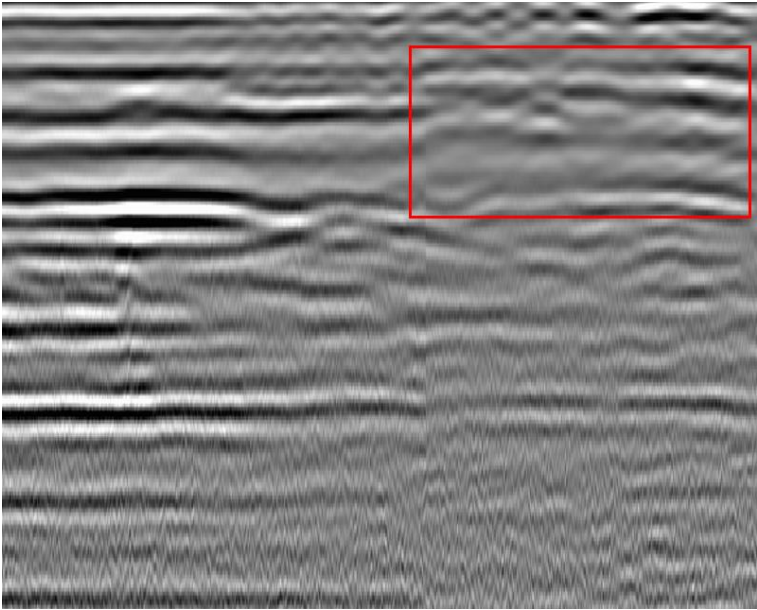
表 3 常见地下介质种类及其相对介电常数

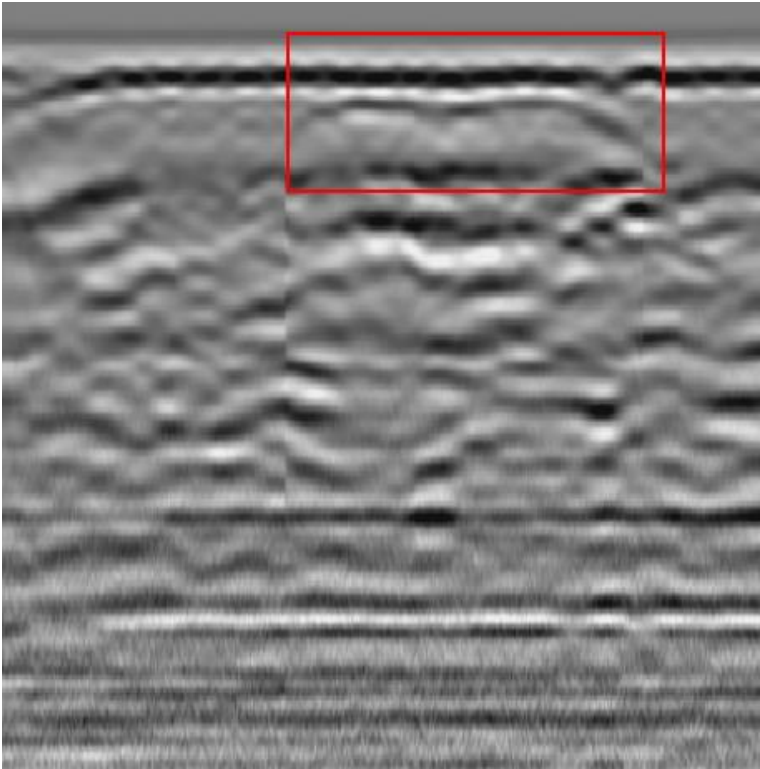
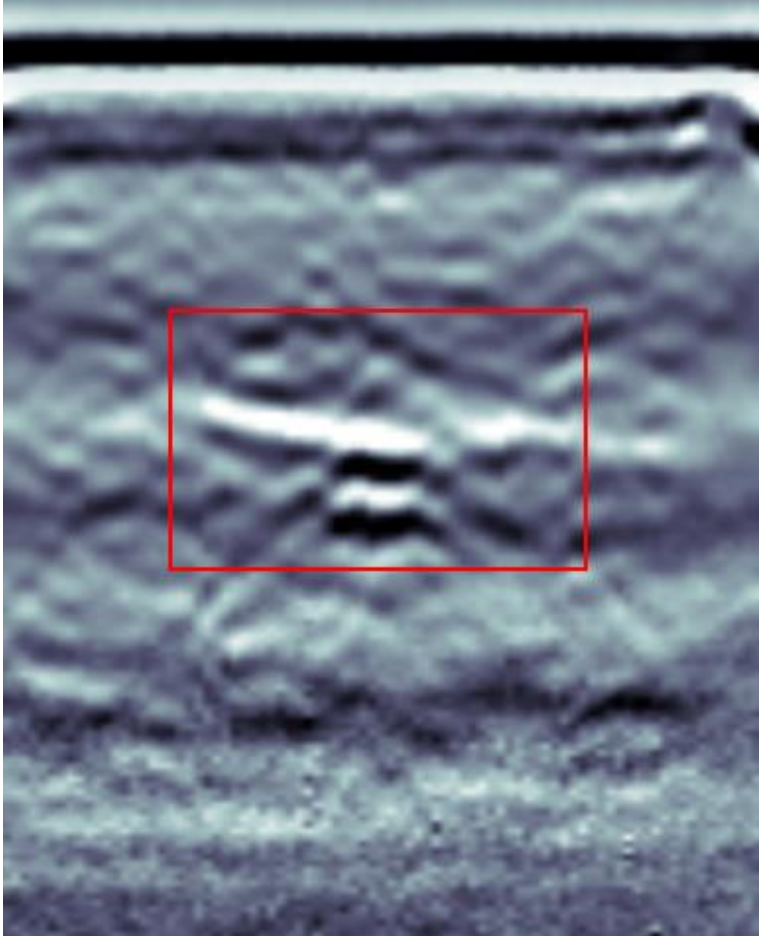
介质	相对介电常数
空气	1
淡水	81
海水	70
干沙	2.6
湿沙	25
干沃土	2.5
湿沃土	19
干粘土	2.4
湿粘土	15
沥青(干燥)	2-4
沥青(潮湿)	10-20
混凝土(干燥)	4-10
混凝土(潮湿)	10-20
花岗岩(湿)	7
石灰岩(湿)	8

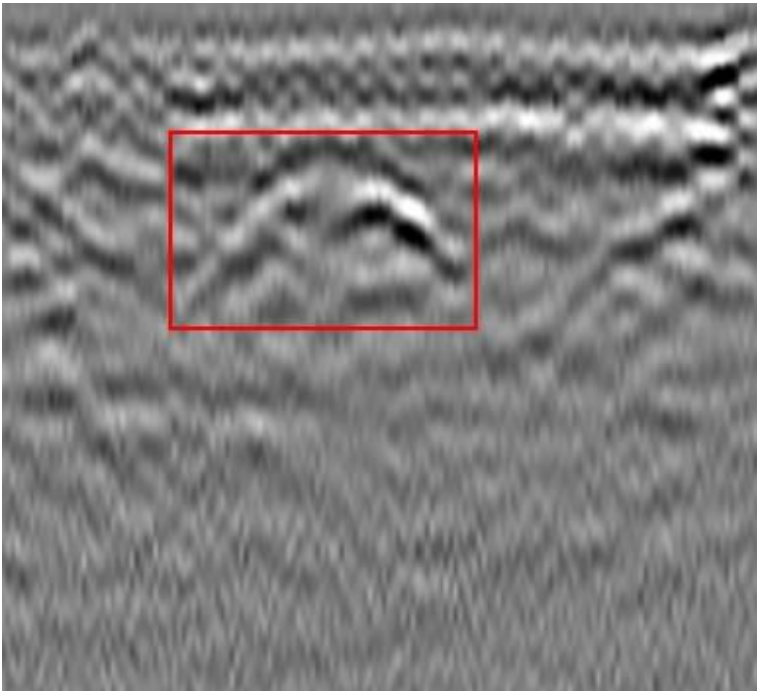
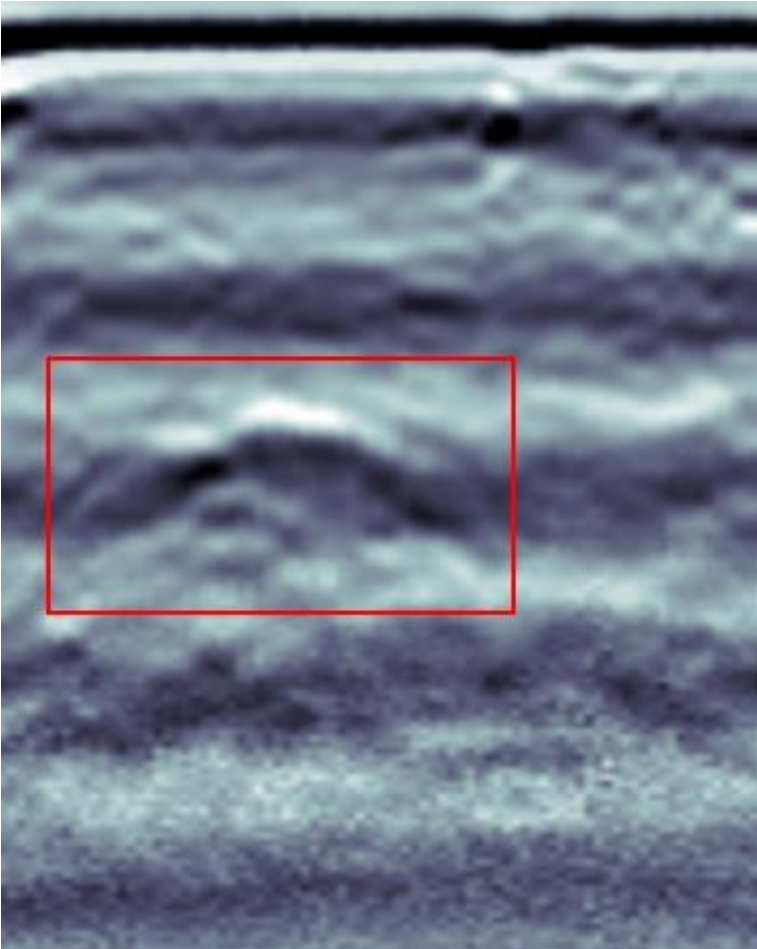
8.4 图谱判读

8.4.4 表 4 展示了部分管道周边病害，利用管中雷达探测技术从管道内部探测所获得的典型雷达反射图谱。

表 4 管道周边病害雷达反射图谱

雷达图谱	病害类型	解释
	土质疏松	管道周边土质疏松在雷达图中形成的无规律、杂乱反射波形
	土壤富水	管道周边土质疏松在雷达图中形成的快速衰减反射波形

	脱空	紧贴管道外壁的脱空在雷达图中形成的连续强反射
	脱空	管道周边脱空在雷达图中形成的连续多次强反射

	空洞	紧贴管道外壁的独立球形空洞在雷达图中形成的弧形反射
	空洞	管道周边的独立球形空洞在雷达图中形成的弧形反射

9 激光剖面检测

9.1 一般规定

9.1.1 管道激光剖面检测需采用激光剖面仪进行,激光剖面仪是一个独立设备模块,装配在行进器上进入管道内部进行管道激光剖面检测。激光剖面仪有多种形式,常见的有激光投线仪和激光雷达。

激光投线仪是一个安装在摄像头前端的带有锥棱镜的激光器,可沿 360 度投射出激光线条在管道内表面形成断面轮廓,通过摄像单元采集轮廓图像并进行测量分析。激光雷达是一种通过发射和接收光脉冲信号,利用光学三角测距或飞行时间测量原理实现轮廓扫描测量的装置。

激光剖面仪采用激光剖面检测方法连续扫描管道内表面横断面轮廓,通过计算机软件进行综合分析,计算管道的变形量或因管道内壁腐蚀、结垢、沉积等造成的管道过水断面损失。结合摄像单元拍摄的管道内部影像,对管道缺陷进行定量分析,包括:脱节的距离、错口的偏差厚度、腐蚀的剥落深度、裂口和破洞的尺寸等,还可对接入管内的支管或排口进行测量。

9.1.2 一般采用行进器搭载激光剖面仪进入管道内部扫描管道内表面轮廓,故参照管道电视检测的一般规定,提出管道内水位不大于管道直径 20%的要求。激光在遇到水面时会发生镜面反射或透射,甚至形成多路反射,导致测量失败,因此激光剖面检测仅适用于扫描管道内部水面以上的管壁横断面轮廓。当管道内水深达到 300mm 以上时(满足管道声呐设备使用条件的最低水深要求)时,可采用声呐检测与激光剖面检测相结合的方式扫描出完整的管道内壁横断面轮廓,并宜采用漂浮装置同时搭载激光雷达与声呐设备。

9.1.3 在管道检测过程中可能会遇到各类问题致使检测工作难以进行,如果强行继续检测,则不能保证检测质量,还有可能损坏检测设备。其中,当管道内充满雾气时,激光雷达和摄像镜头会受雾气干扰无法正常测量或无法观察设备的前进路线。当遇到本条例列举的现象(不局限于这几种现象)时,应中止检测,待问题排除后再继续进行。

9.1.4 单纯依据激光剖面检测的轮廓数据,无法直观的反映管道结构性缺陷。激光剖面检测需结合电视检测才能够全面检查排水管道结构性和功能性状况,可将激光剖面检测结果作为电视检测结果的辅助评判依据。

9.2 检测设备

9.2.2 激光投线仪设备的主要技术指标应符合表 10.2.2 的规定，其中：激光安全等级规定了激光雷达在相应波长和发射持续时间内，人员接触的激光辐射极限，提出此要求是为了确定人员和设施的环境安全。IEC-60825 Class IIIB 级为可见光的连续激光，输出为 5-500mW 的激光束，直接在光束内观察有危险，也不要 ClassIIIB 的激光直接照射别人的眼睛，这样危险会更大。使用激光投线仪进行激光剖面检测时，严禁激光发射器照射眼睛，避免造成视力伤害。激光投线仪发射出的激光应该是 360 度环线式激光器，射出的激光环投线宽度不应大于 2mm，以便于电视摄像头捕获到清晰、明显的轮廓图像。

9.2.3 激光雷达的主要技术指标应符合表 9.2.3 的规定，其中：激光安全等级规定了激光雷达在相应波长和发射持续时间内，人员接触的激光辐射极限，提出此要求是为了确定人员和设施的环境安全。IEC-60825 Class I 属于低输出激光（功率小于 0.4mW），基本不会对眼睛产生危害。测量距离和测量盲区规定了激光雷达设备的量程范围。激光雷达是采用内置旋转机构进行 360° 扫描，要求扫描频率不低于 8Hz 是为了确保激光雷达探头能够以一定的速度通过管道内部，并有效完成管道内壁轮廓的连续扫描。角度分辨率是指激光雷达在进行 360° 圆周扫描时的采样密度，是圆周上相邻两个雷达数据点之间的角度，代表雷达在角度上区分邻近目标的能力，激光雷达扫描圆周中对应每 1° 采样到的测量点数越多，角度分辨率的数值越小，分辨效果越好。测量精度是指激光雷达的距离测量误差范围，值越小精度越高，测量越准确，±2cm 是指在白色漫反射表面下的全量程精度。被测物体表面的反射率直接影响激光雷达测量距离，要求在黑色物体表面等较差的反射（反射率仅 10%）条件下，激光雷达能够达到的测量距离。

9.2.4 管道激光剖面检测过程中，行进器在管道中通过时会无法避免的发生姿态改变（俯仰、滚动、偏航），使激光雷达扫描到的管道内壁横断面轮廓发生角度变化。通过测量设备的实时姿态，包括俯仰角度、滚动角度和偏航角度，可通过计算机软件对轮廓数据进行纠正，以获得正确的成像显示和分析结果。

9.2.5 要求搭载管道激光雷达的行进器集成照明和摄像单元是为了能够在检测过程中观察设备行进路线并同步拍摄管道内部影像。

9.2.6 缺陷距离管口的距离是描述管道缺陷、构建管道量化分析图表和三维模型

的基本参数，也是制定修复和养护计划的依据。因此管道检测设备的距离测量功能和精度是基本要求。

9.3 检测方法

9.3.1 激光投线仪是采用图像解析的方法进行的测量，校准的目的是将被测物的实际尺寸与视频图像上的像素关联起来，校准后将消除镜头变焦和图像失真对测量的影响。

关闭照明灯光是为了使激光轮廓显像更加清晰。通过调整镜头焦距或延长杆的长度，确保激光轮廓垂直于管道轴线，且轮廓成像占显示屏约 3/4 的面积。如需同步完成电视检测，可先开启并调节照明灯光，控制行进器前进并完成电视检测，再关闭所有照明灯光，控制行进器回退并完成激光剖面检测。

9.3.2 与激光投线仪设备不同，激光雷达设备是独立工作的，无需摄像镜头配合，可一次性同步完成被检测管道的激光剖面检测及电视检测。使用激光雷达设备进行管道激光剖面检测时，要求同步拍摄管道内部影像，一方面是为了能够在检测过程中观察设备行进路线，确保设备安全，保障检测效果。另一方面是为了结合拍摄到的管道内部影像进行缺陷的识别判定，实现对管道内壁断面轮廓的对照定位与测量分析。影像的叠加版头格式和拍摄方法参照本规程中电视检测的相关规定。

9.3.3 激光剖面仪扫描的起始位置应设置在管口，应回收安放设备时拉出的冗余电缆，使电缆处于自然绷紧状态，并将计数器归零。在管道检测过程中，设备前进或后退时应始终保持电缆处于自然绷紧状态，以确保距离计数的准确性，减少电缆摩擦，并防止电缆线缠绕设备或管内的异物。如果在管道检测中途停止后继续检测，则距离应与中止前检测距离一致，不应重新将计数器归零。

9.3.5 设备的推进方向与水流方向一致，可以减少行进阻力，也可以消除行进器前方的壅水现象。特别是当采用漂浮装置搭载激光雷达时，顺流检测与逆流检测相比，更易于使设备保持在管道中间位置，有利于保持设备姿态的稳定，以提升检测效果。

9.3.7 在进行激光剖面检测的过程中，可以同步进行电视检测，有关电视检测的相关规定可参照本规程中电视检测的相关规定执行。

9.4 轮廓判读

9.4.2 激光剖面检测数据通过计算机软件处理后应能绘制出管道的横断面轮廓图像和纵剖2D展开图，通过形状和颜色变化表示管段截直径或面积变化情况，2D展开图还可用于管道3D模型的贴图或着色。结合各图像对照判读并进行量化分析，对缺陷尺寸进行测量并生成检测与评估报告。

9.4.3 管内径为设计标称值，变形后的最小内径为激光剖面检测所得的测量值。

9.4.4 原始断面面积是通过管道设计标称内径计算所得的过水断面面积，变形后的断面面积是通过激光剖面检测所得的管道内径计算所得的实测过水断面面积。

9.4.5 管道沉积状况纵断面图中应包括：检测地点（路段名称）、井号、管径、长度、流向、图像截取点纵距及对应的积泥深度、积泥百分比等文字说明。纵断面线应包括：管底线、管顶线、积泥高度线和管径的20%高度线（虚线）等信息。管道变形率图表应包括：管段编号、最大内径、最小内径、平均内径、变形率等信息。管道变形率图表中曲线的横轴对应距离绘制某个管道断面的变形率，而管道的整体变形率取决于所有断面轮廓中的最小内径。管道最小内径、最大内径、平均内径是后期进行管道修复设计的参数依据。

管道过水断面损失率图表应包括：管段编号、过水断面损失率，过水断面面积等信息。管道过水断面损失率图表中曲线的横轴对应距离绘制某个管道断面的断面损失率，而管道的整体过水断面损失率取决于所有断面轮廓中的最小断面面积。

在管道激光剖面检测成果表应中，应将管道缺陷位置的轮廓图像在检测报告中与电视检测图像对照体现。

10 三维激光扫描检测

10.1 一般规定

10.1.1 三维激光扫描检测系统主要包括激光雷达、摄像单元、计算机及相关软件，可分为固定式和移动式。管道内移动式三维激光扫描检测系统的激光雷达还应具有SLAM（即时定位与地图构建Simultaneous Localization and Mapping，简称SLAM）技术性能，其载体可采用行进器或人员（手持或背包），行进器需要时配线缆盘等。采用三维激光扫描检测时，将激光雷达搭载载体放入管道内部，扫描获取管道内壁表面的点云数据，经分析处理，构建出管道内表面三维模型，从而实现部分管道功能性、结构性缺陷的量化检测，包括对管道变形量、沉积量、过水断面损失量的测量与计算分析。

10.1.4 三维激光扫描检测使用的行进器包括履带式、轮式、船舶式、两栖式、无人机等载体，且其具有防爆性能，无人机还应具有防撞避障功能。

10.1.5 排水管渠行进器可以进入，但管渠内结构复杂、存在树根、杂草、垃圾、废渣堆积物、柱体等障碍物，扫描遮挡严重出现连续性盲区或阻碍行进器行进而无法作业时，管渠环境条件满足人员进入条件，在采取保障人员安全措施后，可采用人员进入管渠内进行三维激光扫描检测。

10.1.7 当作业区域突遇下雨，即便是零星小雨，管道上游遇水汇集，会带来较大水量，入涵人员应立即撤至地面；当激光雷达发射器窗口沾有污物或污渍时，会影响激光发射和接收，而导致无法完整成像；如设备故障、数据采集异常等原因。

10.2 检测设备

10.2.3 采用移动式三维激光扫描检测作业方式时，点云数据解算需联合 SLAM 路径、惯性、定姿等数据，数据解算质量取决于惯性 IMU 单元、倾斜 Pitch 与滚动 Roll 传感器的数据。照明系统主要为图像拍摄提供基本光源，确保获取的图像清晰可见。

10.3 检测方法

10.3.1 对于管道内连续面体，为了能清晰判识管道内部细节轮廓特征、细小裂缝（痕）等信息，规定了点云采样间隔和点云密度参数。

10.3.2 管道各类开口包括检查井口、明暗渠口、露天口等，为确保三维激光扫描数据拼接精度，将管道划分成若干段实施，以 2~3 个管段划分为一个扫描段，规定每次扫描作业的长度在 500m 以内及开口数量不应少于 4 个，目的是为后续定位标靶布设做铺垫，以保障坐标转换精度的均匀性。

10.3.3 本条规定了用于坐标转换的定位标靶的布设。固定站式三维激光扫描获得的每一站数据都是以扫描仪位置为零点的局部坐标系，亦即每站数据是独立和不关联的，通过将每站的点云数据拼接形成一个整体；移动式三维激光扫描通过使用航迹数据等联合解算，可得到扫描段完整的点云数据，此点云数据是基于扫描起点而形成的相对独立的局部；以上 2 种形成的局部整体数据都是相对的，需要经坐标转换统一换算至大地坐标系中。但大多数管道呈狭长顺直或弯曲的线条状，其测量定位标靶点布设也相应呈顺直或弯曲度较小线状，线状测量是区别于大面积、块状测量的一种特殊形式，实践中采用线状控制点进行点云数据坐标转换时极易发生水平侧滚倾斜，导致转换误差偏大或差错。因此要求定位标靶布设时尽可能的布设成面状、构成一定的空间几何图形，同时定位标靶数量满足坐标转换所需数量要求即可。

10.3.4 管道内移动式三维激光扫描检测定位是利用上一时刻的位置计算结果去估算下一时刻的位置，长时间过快过慢的行进会导致定位误差的累积，其行进速度主要取决 3 个方面，一是管道内水流、淤积等环境情况，二是取决于行进器性能，三是设备惯性测量、倾斜、滚动等传感器的配置精度和灵敏度。根据工程实践经验，在环境条件良好情况下，行进器承载三维激光扫描检测的行进速度约 0.2m/s，手持或背包式三维激光扫描检测的正常行进速度约 0.8m/s。

10.3.5 根据固定站式三维激光扫描检测的作业特点，对扫描站及数据采集做了规定：

1 管道呈顺直狭长条状，空间窄小，扫描站基本沿涵内中心线线状布设，为了采集管道内完整的点云数据，规定了扫描站布设要求；

2 根据管道检测目标的重要性及点云数据坐标转换的需要，规定了扫描站架设位置；

3 固定站式是基于设站点而计算扫描到的目标体全局点云数据，作业时应具有稳定性，否则会因站点振动位移而使目标体点云数据扭曲或变形；

4 采用固定站式三维激光扫描的方法不同,采用的拼接方式有所不同,规定了相邻扫描站点云数据重叠度及每一个扫描站的相邻图像重叠度。基于点云视图拼接是利用相邻站点之间扫描的公共区域进行的点云数据拼接,是目前扫描站点拼接的主流方式,通过特征区域的公共特征进行水平和垂直方向的视图匹配,拼接速度较自动匹配模式拼接精度高、较特征点拼接效率高。

10.3.6~10.3.7 移动式三维激光扫描检测系统中包含了惯性测量单元(IMU),其主要器件包括陀螺仪、加速度计等,用于测定载体的加速度和角运动,在每次开机使用时,对惯性测量单元(IMU)校准并静置,在管道外部空旷的地面使其收敛更快、效果更佳,以消除起始误差;手持或背包三维激光扫描设备检测行进时避免忽快忽慢,保持平稳有利于数据精度;顺水使用行进器减少阻力,控制动力,平稳检测;激光雷达有最小测程限制,为防止激光雷达离一边管壁的距离小于激光雷达最小测程,而产生数据盲区,建议让激光雷达在管道中轴线上最佳。对于管径大于2000mm的管道,为获得分辨率最佳的点云数据,近距离正对扫描效果最好。

10.3.8~10.3.9 不同载体的扫描方式,在数据预处理时有差异,分情况对预处理的内容进行了说明;分别规定了数据拼接和数据拟合要求;坐标转换时导入不少于3个定位标靶点坐标,将定位标靶与点云上的对应位置相关联,通过七参数模型进行转换,转换时宜固定比例因子,将整个点云转换到与定位标靶相同的坐标系中。

10.3.10 点云数据的处理根据制作成果所需数据进行;点云数据获取时存在点云密度不均、遮挡等问题,兴趣地物的自动化提取结果存在漏提、误提和错提现象,因此需要进行编辑、矢量化;点云投影面的选择一般应选择底面、侧面、顶面、立面几种类型,必要时可选择斜面或曲面作为投影面,但应作必要说明。

10.4 点云数据解译

10.4.2 平面图绘制方向以方便打印输出为宜;平面图的比例尺宜选择与地形图基本比例尺相同或取用基本比例尺的10倍;暗涵洞口、检查井、排放口等重要位置,应标注于平面图上,并能反映其形状及与暗涵的连接关系,拐角处应有点位。其中管道进、出水口是指在明渠、暗渠衔接处的开口,按水流方向定义,上游口为进水口,下游口为出水口。

10.4.4 横剖面的剖切位置一般应按其使用目的，确定横剖面密度与数量，在构造特征变化处、异物堆积部位、内壁塌陷或损坏部位、其他异常部位以及设计指定部位进行剖切。

10.4.9 为防止提取的单点坐标为漂移的离散点，拾取单点后应采用三维旋转方式进行检查，确保无分离后提取平面坐标或高程。

10.4.10 利用点云投影将获取的排放口点云数据，进行纠正，转换成以排放口所在面正投影方式而形成正射点云数据。可以保证获得排放口横截面无变形，完全与现场实际相符合。

11 传统方法检查

11.1 一般规定

11.1.1 排水管道检测已有很长的历史，传统的管道检查方法有很多，这些方法适用范围窄，局限性大，很难适应管道内水位很高的情况，几种传统检查方法的特点见表 5。

表 5 排水管道传统检测方法的特点

检测方法	适用范围和局限性
人员进入管道检查	管径较大、管内无水、通风良好，优点是直观，且能精确测量；但检测条件较苛刻，安全性差。
潜水员进入管道检查	管径较大，管内有水，且要求低流速。
量泥杆（斗）法	检测井和管道口处淤积情况，优点是直观速度快；但无法测量管道内部情况，无法检测管道结构损坏情况。
反光镜法	管内无水，仅能检查管道顺直和垃圾堆集情况，优点是直观、快速，安全；但无法检测管道结构损坏情况，有垃圾堆集或障碍物时，则视线受阻。

传统的排水管道养护检查的主要方法为打开井盖，用量泥杆（或量泥斗）等简易工具检查排水管道检查口处的积泥深度，以此判定整个管道的积泥情况。该方法不能检测管道内部的结构和功能性状况，如管道内部结垢、障碍物、破裂等。显然，传统方法已不能满足排水管道内部状况的检查。

新的管道检测技术与传统的管道检查技术相比，主要有安全性高、图像清晰、直观并可反复播放供业内人士研究的特点，为管道修复方案的科学决策提供了有力的帮助。但电视检测技术对环境要求很高，特别是在作管道结构完好性检查时，必须是在低水位条件下，且要求在检测前需对管道进行清洗，这需要相应的配合工作。

本条规定结构性检查“宜”采用电视检测方法，主要是考虑人员进入管内检查的安全性差和工作条件恶劣等情况，有条件时尽量不采用人员进入管内检查。当采用人员进入管道内检查时，则检查所测的数据和拍摄的照片同样是结构性检查的可靠成果。

11.1.2 由于维护作业人员躬身高度一般在 1m 左右，直径 800mm 是人员能够在管道内躬身行走的最小尺寸，且作业人员长时间在小于 800mm 的管道中躬身，行

动不便、呼吸不畅，操作困难；流速大于 0.5m/s 时，作业人员无法站稳，行走困难，作业难度和危险性随之增加，作业人员的人身安全没有保障。

11.1.3 人工进入管内检查时，主要是凭眼睛观察并对管道缺陷进行描述，但是对裂缝宽度等缺陷尺寸的确定，应直接测量，定量化描述。

11.1.4 有些传统检查方法仅能得到粗略的结果，例如观察同一管段两端检查井内的水位，可以确定管道是否堵塞；观察检查井内的水质成分变化，如上游检查井中为正常的雨污水，下游检查井内如流出的是黄泥浆水，说明管道中间有断裂或塌陷，但是断裂和塌陷的具体状况仅通过这种观察法不能确定，需另外采用仪器设备（如闭路电视、管道潜望镜等）进行确认检查。

11.1.5 过河管道在水面以下，受到水的浮力作用。由于过河管道上部的覆盖层厚度经过河水的冲刷可能变化较大，覆盖层厚度不足，一旦管道被抽空后，管顶覆土的下压力不足以抵抗浮力时，管道将会上浮，造成事故。因此，水下管道需要抽空进行检测时，首先应对现场的管道埋设情况进行调查，抗浮验算满足要求后才能进行抽空作业。

11.1.7 检查人员进入管内检查，应该拴有距离刻度的安全绳，一方面是在发生意外的情况下，帮助检查人员撤离管道，保障检查人员的安全；另一方面是检查人员发现管道缺陷向地面记录人员报告情况时，地面人员确定缺陷的距离。

11.2 目视检查

11.2.1 地面巡视可以观察沿线路面是否有凹陷或裂缝及检查井地面以上的外观情况。第 1 款中“检查井和雨水口周围的异味”是指是否存在有毒和可燃性气体。

11.2.2 人员进入管道内观察检查时，要求采用摄影或摄像的方式记录缺陷状况。距离标示（包括垂直标线、距离数字）与标示牌相结合，所拍摄的影像资料才具有可追溯性的价值，才能对缺陷反复研究、判读，为制定修复方案提供真实可靠的依据。文字说明应按照现场检测记录表的内容详细记录缺陷位置、属性、代码、等级和数量。

11.2.3 隔离式防毒面具是一种使呼吸器官可以完全与外界空气隔绝，面具内的储氧瓶或产氧装置产生的氧气供人呼吸的个人防护器材。这种供氧面具可以提供充足的氧气，通过面罩保持了人体呼吸器官及眼面部与环境危险空气之间较好的

隔绝效果，具备较高的防护系数，多用于环境空气中污染物毒性强、浓度高、性质不明或氧含量不足等高危险性场所和受作业环境限制而不易达到充分通风换气的场所以及特殊危险场所作业或救援作业。当使用供压缩空气的隔离式防护装具时，应由专人负责检查压力表，并做好记录。

氧气呼吸器也称贮氧式防毒面具，以压缩气体钢瓶为气源，钢瓶中盛装压缩氧气。根据呼出气体是否排放到外界，可分为开路式和闭路式氧气呼吸器两大类。前者呼出气体直接经呼气活门排放到外界，由于使用氧气呼吸装具时呼出的气体中氧气含量较高，造成排水管道内的氧含量增加，当管道内存在易燃易爆气体时，氧含量的增加导致发生燃烧和爆炸的可能性加大。基于以上因素，城镇排水管道维护安全技术规程 CJJ6-2009 第 6.0.1 条规定“井下作业时，应使用隔离式防护面具，不应使用过滤式防毒面具和半隔离式防护面具以及氧气呼吸设备”。

在管道检查过程中，地面人员应密切注意井下情况，不得擅自离开，随时使用有线或无线通讯设备进行联系。当管道内人员发生不测时，及时救助，确保管内人员的安全。

11.2.4 下井作业工作环境恶劣，工作面狭窄，通气性差，作业难度大，工作时间长，危险性高，有的存有一定浓度的有毒有害气体，作业稍有不慎或疏忽大意，极易造成操作人员中毒的死亡事故。因此，井下作业如需时间较长，应轮流下井，如井下作业人员有头晕、腿软、憋气、恶心等不适感，必须立即上井休息。本条规定管内检查人员的连续工作时间不超过一小时，即是保障检查人员身心健康和安全的需要，也是保障检测工作质量的需要。如果遇到难以穿越的障碍时强行通过，发生险情时则难以及时撤出和施救，对检查人员没有安全保障。

11.2.7 管内检查要求 2 人一组同时进行，主要是控制灯光、测量距离、画标示线、举标示牌和拍照需要互相配合，另外对于不安全因素能够及时发现，互相提醒；地面配备的人员应由联系观察人员、记录人员和安全监护人员组成。

11.2.8 基坑工程特别是深基坑工程，坑壁变形、坑壁裂缝、坑壁坍塌的事情时有发生，如果管道敷设在影响区域内或毗邻水体，存在安全隐患，在未进行管道安全性鉴定的情况下，检查人员不得进入管内作业。

11.3 简易工具检查

11.3.2 用人力将竹片、钢条等工具推入管道内，顶推淤积阻塞部位或扰动沉积淤泥，既可以检查管道阻塞情况，又可达到疏通的目的。竹片至今还是我国疏通小型管道的主要工具。竹片（玻璃钢竹片）检查或疏通适用于管径为 200mm～800mm 且管顶距地面不超过 2m 的管道。

11.3.3 通过反光镜把日光折射到管道内，观察管道的堵塞、错口等情况。采用反光镜检查时，打开两端井盖，保持管内足够的自然光照度，宜在晴朗的天气时进行。反光镜检查适用于直管，较长管段则不适合使用。镜检用于判断管道是否需要清洗和清洗后的评价，能发现管道的错口、径流受阻和塌陷等情况。

11.3.4 量泥斗在上海应用大约始于上世纪 50 年代，适用于检查稀薄的污泥。量泥斗主要由操作手柄、小漏斗组成；漏斗滤水小口的孔径大约 3mm，过小来不及漏水，过大会使污泥流失；漏斗上口离管底的高度依次为 5、7.5、10、12.5、15、17.5、20、22.5、25cm，参见图 6。量泥斗按照使用部位可分为直杆型和 Z 字型两种，前者用于检查井积泥检测，后者用于管内积泥检测；Z 字型量斗的圆钢被弯折成 Z 字型，其水平段伸入管内的长度约为 50cm；使用时漏斗上口应保持水平，参见图 7。

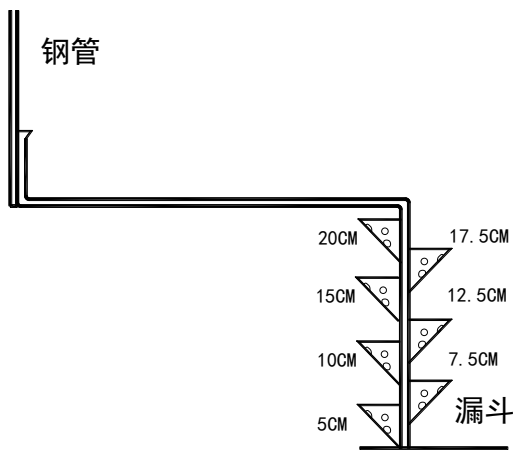


图 6 Z 字型量泥斗构造图

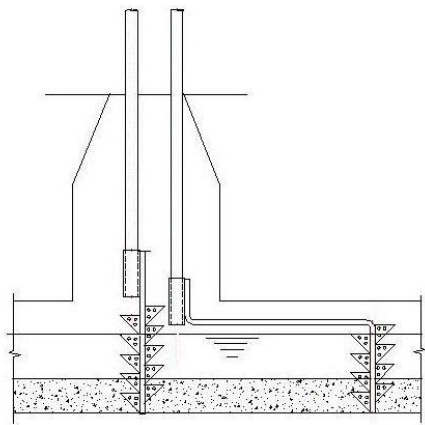


图 7 量泥斗检查示意图

11.3.5 激光笔是利用激光穿透性强的特点，在一端检查井内沿管道射出光线，另一端检查井内能否接收到激光点，可以检查管道内部的通透性情况。该工具可定性检查管道严重沉积、塌陷、错口等堵塞性的缺陷。

11.4 潜水检查

11.4.2 大管径排水管道由于封堵、导流困难，检测前的预处理工作难度大，特别是满水时为了急于了解管道是否出现问题，有时采用潜水员触摸的方式进行检测。潜水检查一般是潜水员沿着管壁逐步向管道深处摸去，检查管道是否出现裂缝、脱节、异物等状况，待返回地面后凭借回忆报告自己检查的结果，主观判断占有很大的因素，具有一定的盲目性，不但费用高，而且无法对管道内的状况进行正确、系统的评估。故本条规定，当发现缺陷后应采用电视检测方法进行确认。

11.4.3 每次潜水作业前，潜水员必须明确了解自己的潜水深度、工作内容及作业部位。在潜水作业前，须对潜水员进行体格检查，并仔细询问饮食、睡眠、情绪、体力等情况。

潜水员在潜水前必须扣好安全信号绳，并向信绳员讲清操作方法和注意事项。潜水员发现情况时，应及时通过安全信号绳或用对讲机向地面人员报告，并由地面记录员当场记录。

当采用空气饱和模式潜水时，潜水员宜穿着轻装式潜水服，潜水员呼吸应由地面储气装置通过脐带管供给，气压表在潜水员下井前应进行调校。在潜水员下潜作业中，应由专人观察气压表。

当采用自携式呼吸器进行空气饱和潜水时，潜水员本人在下水前应佩带后仔细检查呼吸设备。

潜水员发现问题及时向地面报告并当场记录，目的是避免回到地面凭记忆讲述时会忘记许多细节，也便于地面指挥人员及时向潜水员询问情况。

11.4.4 本条所列的几种情况将影响到潜水员的生命安全，故规定出现这些情况时应中止检测，回到地面。

12 管道评估

12.1 一般规定

12.1.2 本条所述的检测资料包括现场记录表、影像资料等。

12.1.3 由于管道评估是根据检测资料对缺陷进行判读打分，填写相应的表格，计算相关的参数，工作烦琐。为了提高效率，提倡采用计算机软件进行管道的评估工作，但是对缺陷种类、程度及其影响的判断和评估与人本身的专业知识背景、实际经验有密切关系，对于一些复杂问题，计算机处理仅能减少重复工作量，并不能完全代替人工判断，否则会产生较大偏差，造成隐患。

12.1.5 管道的很多缺陷是局部性缺陷，例如孔洞、错口、脱节、支管暗接等，其纵向长度一般不足 1.0m，为了方便计算，1 处缺陷的长度按 1.0m 计算。

12.1.6 当缺陷是连续性缺陷（纵向破裂、变形、纵向腐蚀、起伏、纵向渗漏、沉积、结垢、板结浮渣）且长度大于 1.0m 时，按实际长度计算；当缺陷是局部性缺陷（环向破裂、环向腐蚀、错口、脱节、接口材料脱落、支管暗接、异物穿入、环向渗漏、障碍物、残墙、坝根、树根）且纵向长度不大于 1.0m 时，长度按 1.0m 计算。当在 1.0m 长度内存在两个及以上的缺陷时，该 1.0m 长度内各缺陷分值叠加，如果叠加值大于 10 分，按 10 分计算，叠加后该 1m 长度的缺陷按一个缺陷计算（相当于一个综合性缺陷）。

12.1.7 排水管道的评估应对每一管段进行。排水管道是由管节组成管段、管段组成管道系统。管节不是评估的最小单位，管段是评估的最小单位。在针对整个管道系统进行总体评估时，以各管段的评估结果进行加权平均计算后作为依据。

12.2 检测项目名称、代码及等级

12.2.1 本规程的代码根据缺陷、结构或附属设施名称的两个关键字的汉语拼音字头组合表示，已规定的代码在本规程中列出。由于我国地域辽阔，情况复杂，当出现本规程未包括的项目时，代码的确定原则应符合本条的规定。代码主要用于国外进口仪器的操作软件不是中文显示时使用，如软件是中文显示时则可不采用代码。

12.2.2 本规程规定的缺陷等级主要分为 4 级，根据缺陷的危害程度给予不同的分值和相应的等级。分值和等级的确定原则是：具有相同严重程度的缺陷具有相

同的等级。

12.2.3 结构性缺陷中，管道腐蚀的缺陷等级数量定为 3 个等级，接口材料脱落的缺陷等级数量定为 2 个等级。当腐蚀已经形成了空洞，钢筋变形，这种程度已经达到 4 级破裂，即将坍塌，此时该缺陷在判读上和 4 级破裂难以区分，故将第 4 级腐蚀缺陷纳入第 4 级破裂，不再设第 4 级腐蚀缺陷。接口材料脱落的缺陷，细微差别在实际工作中不易区别，胶圈接口材料的脱落在管内占的面积比例不高，为了方便判读，仅区分水面以上和水面以下胶圈脱落两种情况，分为两个等级，结构性缺陷说明见表 6。

表 6 结构性缺陷说明

缺陷名称	代码	缺陷说明	等级数量
破裂	PL	管道的外部压力超过自身的承受力致使管材发生破裂。其形式有纵向、环向和复合三种。	4
变形	BX	管道受外力挤压造成形状变异，管道的原样被改变（只适用于柔性管）。 变形率=（管内径-变形后最小内径）÷管内径×100% 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008 第 4.5.12 条第 2 款“钢管或球墨铸铁管道的变形率超过 3%时，化学建材管道的变形率超过 5%时，应挖出管道，并会同设计单位研究处理”。这是新建管道变形控制的规定。对于已经运行的管道，如按照这个规定则很难实施，且费用也难以保证。为此，本规程规定的变形率不适用于新建管道的接管验收，只适用于运行管道的检测评估。	4
腐蚀	FS	管道内壁受侵蚀而流失或剥落，出现麻面或露出钢筋。管道内壁受到有害物质的腐蚀或管道内壁受到磨损。管道水面上部的腐蚀主要来自于排水管道中的硫化氢气体所造成的腐蚀。管道底部的腐蚀主要是由于腐蚀性液体和冲刷的复合性的影响造成。	3
错口	CK	同一接口的两个管口产生横向偏离，未处于管道的正确位置。两根管道的套口接头偏离，邻近的管道看似“半月形”。	4
起伏	QF	接口位下沉，使管道坡度发生明显的变化，形成洼水。造成弯曲起伏的原因既包括管道不均匀沉降引起，也包含施工不当造成的。管道因沉降等因素形成洼水（积水）现象，按实际水深占管道内径的百分比记入检测记录表。	3
脱节	TJ	两根管道的端部未充分接合或接口脱离。由于沉降，两根管道的套口接头未充分推进或接口脱离。邻近的管道看似“全月形”。	4

接口材料 脱落	TL	橡胶圈、沥青、水泥等类似的接口材料进入管道。进入管道底部的橡胶圈会影响管道的过流能力。	2
------------	----	---	---

续表 6

缺陷 名称	代码	缺 陷 说 明	等级数量
支管 暗接	AJ	支管未通过检查井而直接侧向接入主管。	3
异物 穿入	CR	非管道附属设施的物体穿透管壁进入管内。侵入的异物包括回填土中的块石等压破管道、其他结构物穿过管道、其他管线穿越管道等现象。与支管暗接不同，支管暗接是指排水支管未经检查井接入排水主管。	3
渗漏	SL	管道外的水流入管道或管道内的水漏出管道。由于管内水漏出管道的现象在管道内窥检测中不易发现，故渗漏主要指来源于地下的（按照不同的季节）或来自于邻近漏水管的水从管壁、接口及检查井壁流入。	4
内防腐 层脱落	FL	根据福州勘测院提供的排水铸铁管的检测结果，铸铁管的内防腐层曾在不同程度的脱落，故增加该缺陷。考虑到内防腐层脱落对于管道的结构影响不大，即使全部脱落也不会对管道结构有影响，但是内防腐层脱落会加剧管道的锈蚀速度，故该缺陷的等级仅为 2 级。锈蚀缺陷不在本缺陷之内考虑，金属管道的腐蚀归于腐蚀缺陷。 GB50268 中对球墨铸铁管的内防腐层没有规定，对钢管的内防腐层规定：缺陷面积≤500mm ² ，空鼓面积不超过 2 处，每处≤10000mm ² 。本规定按空鼓参考。	2
脊背	JB	脊背的根源是固化不完全所致，强度不足，且正好在底部，因此危害性大。	4
褶皱	ZZ	纵向褶皱的凸起形状与脊背相似，但是位置不同，主要区别是不在底部，可能在圆管壁的上部或中部，固化程度一般情况下可能是彻底的，通常不存在强度不足的情况，因此尽管形状相似，但是危害性壁脊背小。	4
气泡、 干斑	GB	气泡、干斑是由于树脂在固化中的流失造成的病害。软管中的树脂被被水浸泡，材料的内膜遭到损坏，保压充气状态下风机产生的空气从内膜上的破洞吹入材料层，从而导致材料层内树脂局部被吹散。在树脂被吹散的地方，树脂很少或零残留，从而形成白色玻纤层表面。在固化时软管内的气体未排干净，从而产生气泡。	2
局部修 复缺陷	JX	局部修复主要有，原位固化内衬、快速锁、双胀环等类型，主要会发生松动和脱落等缺陷，在检测过程中发现此类缺陷需在报告中注明。	2

12.2.4 功能性缺陷的有关说明见表 7。管道结构性缺陷等级划分及样图见表 8，管道功能性缺陷等级划分及样图见表 9。

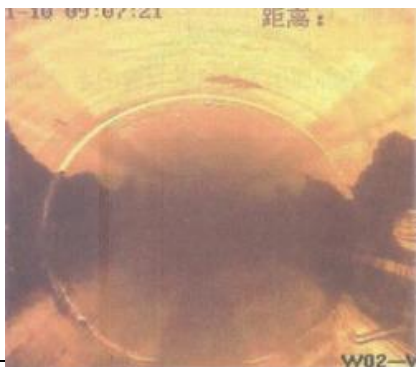
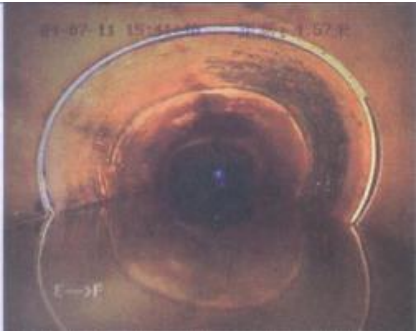
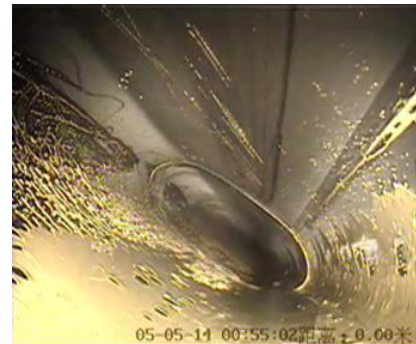
表 7 功能性缺陷说明

缺陷名称	代码	缺陷说明	等级数量
沉积	CJ	杂质在管道底部沉淀淤积。水中的有机或无机物，在管道底部沉积，形成了减少管道横截面面积的沉积物。沉积物包括泥沙、碎砖石、固结的水泥砂浆等。	4
结垢	JG	管道内壁上的附着物。水中的污物，附着在管道内壁上，形成了减少管道横截面面积的附着堆积物。	4
障碍物	ZW	管道内影响过流的阻挡物，包括管道内坚硬的杂物，如石头、柴板、树枝、遗弃的工具、破损管道的碎片等。障碍物是外部物体进入管道内，单体具有明显的、占据一定空间尺寸的特点。结构性缺陷中的异物穿入，是指外部物体穿透管壁进入管内，管道结构遭受破坏，异物位于结构破坏处。支管暗接指另一根排水管道没有按照规范要求从检查井接入排水管道，而是将排水管道打洞接入。沉积是指细颗粒物质在管道中逐渐沉淀累计而成，具有一定的面积。结垢也是细颗粒污物附着在管壁上，在侧壁和底部均可存在。	4
残墙、坝根	CQ	管道闭水试验时砌筑的临时砖墙封堵，试验后未拆除或拆除不彻底的遗留物。	4
树根	SG	单个树根或树根群自然生长进入管道。树根进入管道必然伴随着管道结构的破坏，进入管道后又影响管道的过流能力。对过流能力的影响按照功能性缺陷计算，对管道结构的破坏按照结构性缺陷计算。	4
浮渣	FZ	管道内水面上的漂浮物。该缺陷须记入检测记录表，不参与计算。板结浮渣在判读时归到沉积内。	3

表 8 管道结构性缺陷等级划分及样图

缺陷名称：破裂		缺陷代码：PL	缺陷类型：结构性
定义：管道的外部压力超过自身的承受力致使管子发生破裂，其形式有纵向、环向和复合三种			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	裂痕：当下列一个或多个情况存在时： 1) 在管壁上可见细裂痕； 2) 在管壁上由细裂缝处冒出少量沉积物； 3) 轻度剥落	0.5	
2	裂口：破裂处已形成明显间隙，但管道的形状未受影响且破裂无脱落	2	
3	破碎：管壁破裂或脱落的环向覆盖范围不大于 60°	5	
4	坍塌：管壁破裂或脱落的环向覆盖范围大于 60°。	10	

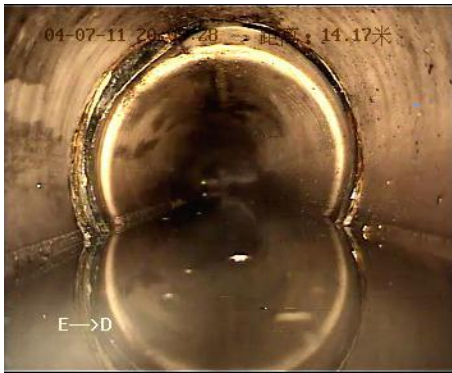
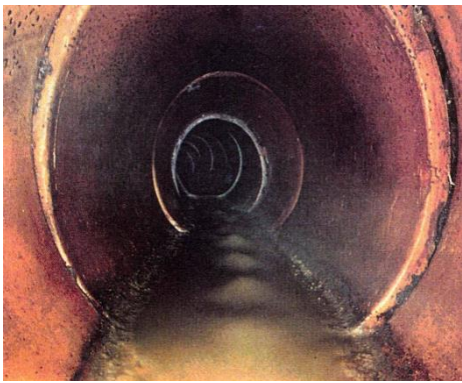
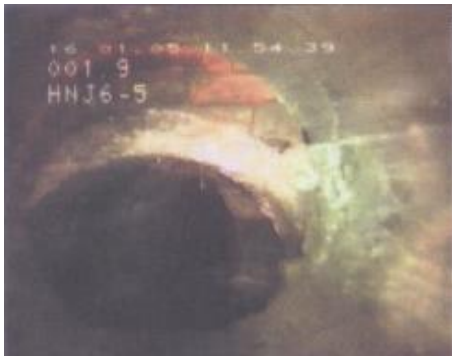
续表 8

缺陷名称： 变形		缺陷代码： BX	缺陷类型： 结构性
定义： 管道受外力挤压造成形状变异			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	变形不大于管道直径的 5%	1	
2	变形为管道直径的 5%~15%	2	
3	变形为管道直径的 15%~25%	5	
4	变形大于管道直径的 25%	10	
说明	1. 此类型的缺陷只适用于柔性管； 2. 变形的百分率确认需以实际测量为基础； 3. 变形率=（管内径-变形后最小内径）÷管内径×100%		

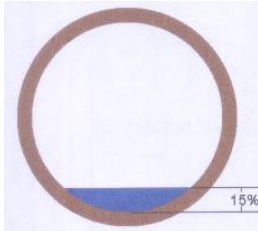
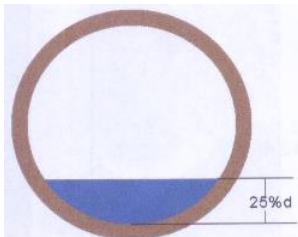
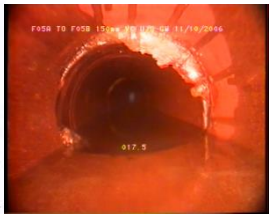
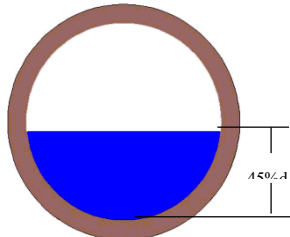
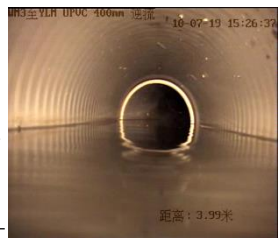
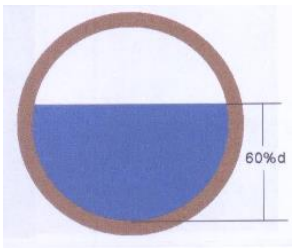
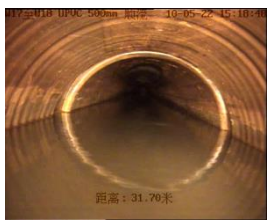
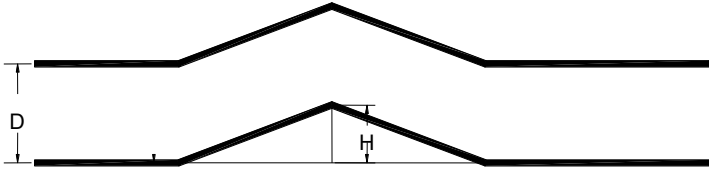
续表 8

缺陷名称： 腐蚀		缺陷代码： FS	缺陷类型： 结构性
定义： 管道内壁受侵蚀而流失或剥落， 出现麻面或露出钢筋			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	轻度腐蚀： 表面轻微剥落， 管壁出现凹凸面	0.5	
2	中度腐蚀： 表面剥落显露粗 骨料或钢筋	2	
3	重度腐蚀： 粗骨料或钢筋完 全显露	5	

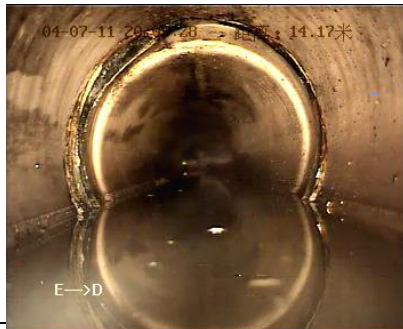
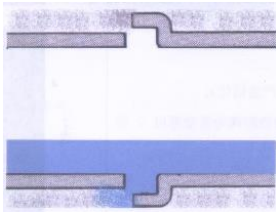
续表 8

缺陷名称： 错口		缺陷代码： CK	缺陷类型： 结构性
定义： 同一接口的两个管口产生横向偏差，未处于管道的正确位置。			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	轻度错口：相接的两个管口偏差小于等于管壁厚度的 1/2	0.5	
2	中度错口：相接的两个管口偏差为管壁厚度的 1/2~1 之间	2	
3	重度错口：相接的两个管口偏差为管壁厚度的 1~2 倍之间	5	
4	严重错口：相接的两个管口偏差为管壁厚度的 2 倍以上	10	

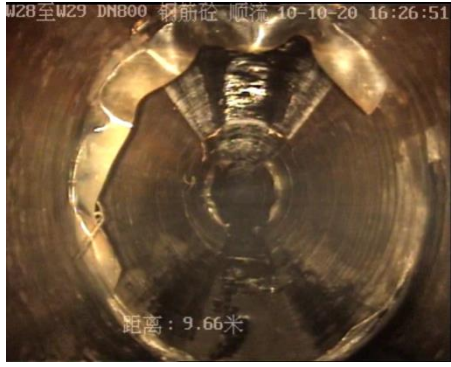
续表 8

缺陷名称：起伏		缺陷代码：QF	缺陷类型：结构性	
定义：接口位置偏移，管道竖向位置发生变化，在低处形成洼水				
等级	缺陷描述	分值	样图	
1	起伏高/管径 $\leq 20\%$	0.5		
2	$20\% < \text{起伏高/管径} \leq 35\%$	2		
3	$35\% < \text{起伏高/管径} \leq 50\%$	5		
	起伏高/管径 $> 50\%$	10		
说明	 H 为起伏高，即管道偏离设计高度位置的大小			

续表 8

缺陷名称： 脱节		缺陷代码： TJ	缺陷类型： 结构性
定义：两根管道的端部未充分接合或接口脱离。			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	轻度脱节：管道端部有少量泥土挤入	1	
2	中度脱节：脱节距离不大于 2cm	3	
3	重度脱节：脱节距离 2 cm ~5cm	5	
4	严重脱节：脱节距离为 5cm 以上	10	
说明	 管道脱节示意图		

续表 8

缺陷名称：接口材料脱落		缺陷代码：TL	缺陷类型：结构性
定义：橡胶圈、沥青、水泥等类似的接口材料进入管道			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	接口材料在管道内水平方向中心线上部可见	1	
2	接口材料在管道内水平方向中心线下部可见	3	

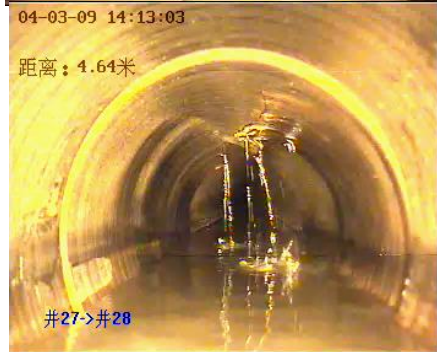
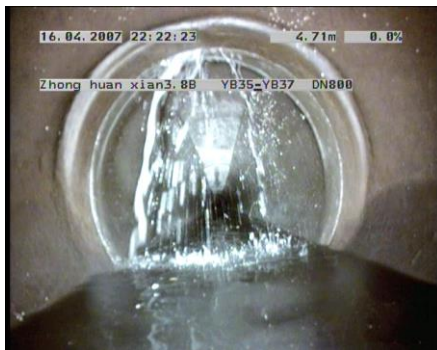
续表 8

缺陷名： 支管暗接		缺陷代码： AJ	缺陷类型： 结构性
定义： 支管未通过检查井直接侧向接入主管			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	支管进入主管内的长度不大于主管直径 10%	0.5	
2	支管进入主管内的长度在主管直径 10%~20%之间	2	
3	支管进入主管内的长度大于主管直径 20%	5	

续表 8

缺陷名称： 异物穿入		缺陷代码： CR	缺陷类型： 结构性
定义： 非管道系统附属设施的物体穿透管壁进入管内			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	异物在管道内且占用过水断面面积不大于 10%	0.5	
2	异物在管道内且占用过水断面面积为 10%~30%	2	
3	异物在管道内且占用过水断面面积为 30%~60%	5	
4	异物在管道内且占用过水断面面积大于 60%	10	

续表 8

缺陷名称： 渗漏		缺陷代码： SL	缺陷类型： 结构性
定义： 管道外的水流入管道			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	滴漏： 水持续从缺陷点滴出，沿管壁流动	0.5	
2	线漏： 水持续从缺陷点流出，并脱离管壁流动	2	
3	涌漏： 水从缺陷点涌出，涌漏水面的面积不大于管道断面的 1/3	5	
4	喷漏： 水从缺陷点大量涌出或喷出,涌漏水面的面积大于管道断面的 1/3	10	

续表 8

缺陷名称: 内防腐层脱落		缺陷代码: FL	缺陷类型: 修复
定义: 管道内防腐层破裂或脱落			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	管道的内防腐层破裂或掉落面积不大于 0.01m^2	0.5	
2	管道的内防腐层破裂或掉落面积大于 $\geq 0.01\text{m}^2$	2	
备注:			

续表 8

缺陷名称: 内衬脱落		缺陷代码: CL	缺陷类型: 修复
定义: 内衬管材部分或大面积破裂并脱离原位悬吊在管内(内衬管的强度不足,造成撕裂破坏)			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	<u>$6\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 20\text{mm}$</u>	0.5	
2	<u>$20\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 50\text{mm}$</u>	2	
3	<u>$50\text{mm} < \text{凸起高度} \leq 100\text{mm}$</u>	5	
4	<u>$\text{凸起高度} > 100\text{mm}$</u>	10	
备注:			

续表 8

缺陷名称: 脊背		缺陷代码: JB	缺陷类型: 修复
定义: 内衬管底部呈鱼背状纵向凸起。(原位固化不彻底导致的部分管材强度不足而产生的局部凸起变形)			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	6mm<凸起高度≤20mm	0.5	
2	20mm<凸起高度≤50mm。	2	
3	50mm<凸起高度≤100mm。	5	
4	凸起高度>100mm	10	
备注:			

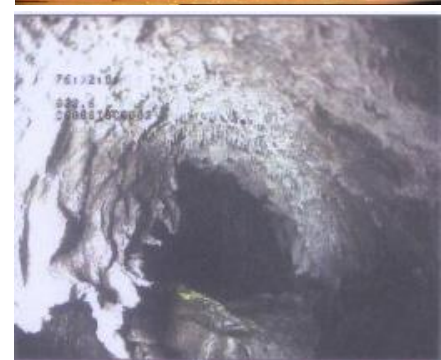
续表 8

缺陷名称： 褶皱		缺陷代码： ZZ	缺陷类型： 修复
定义： 内衬管壁突出的折叠部分。			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	6mm<凸起高度≤20mm	0.5	
2	20mm<凸起高度≤50mm。	2	
3	50mm<凸起高度≤200mm。	5	
4	凸起高度>200mm	10	W362-W360 
备注：			

表 9 管道功能性缺陷等级划分及样图

缺陷名称： 沉积		缺陷代码： CJ	缺陷类型： 功能性
定义： 杂质在管道底部沉淀淤积。			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	沉积物厚度为管径的 20%~30%	0.5	
2	沉积物厚度为管径的 30%~40%	2	
3	沉积物厚度为管径的 40%~50%	5	
4	沉积物厚度大于管径的 50%	10	
说明	1. 用时钟表示法指明沉积的范围； 2. 应注明软质或硬质； 3. 声呐图像应量取沉积最大值		

续表 9

缺陷名称：结垢		缺陷代码：JG	缺陷类型：功能性
定义：管道内壁上的附着物			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	硬质结垢造成的过水断面损失不大于 15%； 软质结垢造成的过水断面损失在 15%~25%之间	0.5	
2	硬质结垢造成的过水断面损失在 15%~25%之间； 软质结垢造成的过水断面损失在 25%~50%之间	2	
3	硬质结垢造成的过水断面损失在 25%~50%之间。 软质结垢造成的过水断面损失在 50%~80%之间	5	
4	硬质结垢造成的过水断面损失大于 50%。 软质结垢造成的过水断面损失大于 80%	10	
说明	1. 用时钟表示法指明结垢的范围； 2. 应计算并注明过水断面损失的百分比； 3. 应注明软质或硬质		

续表 9

缺陷名称：障碍物		缺陷代码：ZW	缺陷类型：功能性
定义：管道内影响过流的阻挡物			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	过水断面损失不大于 15%	0.1	
2	过水断面损失在 15%~25%之间	2	
3	过水断面损失在 25%~50%之间	5	
4	过水断面损失大于 50%	10	
说明	应记录障碍物的类型及过水断面的损失率		

续表 9

缺陷名称：残墙、坝根		缺陷代码：CQ	缺陷类型：功能性
定义：管道闭水试验时砌筑的临时砖墙封堵，试验后未拆除或拆除不彻底的遗留物。			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	过水断面损失不大于 15%	1	 华翔03-0205-07-02 06:13:30 距离：0.00米
2	过水断面损失在 15%~25%之间	3	
3	过水断面损失在 25%~50%之间	5	 FROM W1 TO W6 DH400 HDPE D/S 15/03/2007
4	过水断面损失大于 50%	10	 07-05-17 01:39:13 中环线 3.8标 b8-b9 距离：28.76米

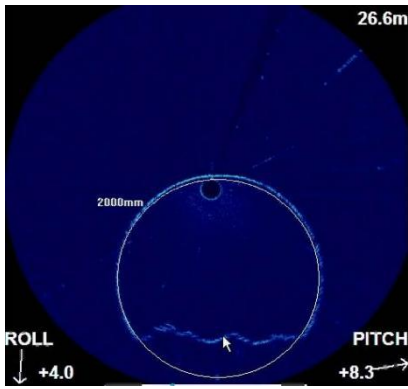
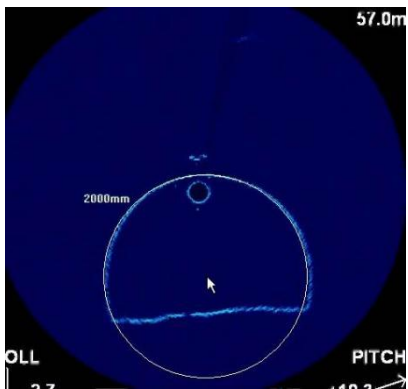
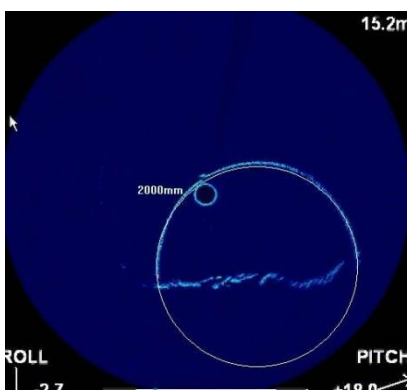
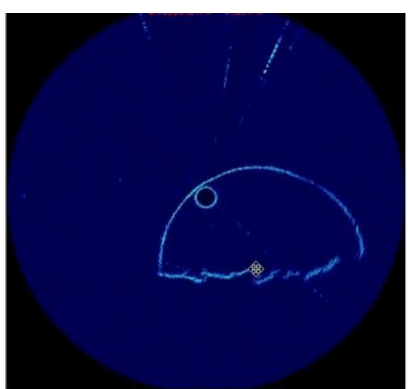
续表 9

缺陷名称: 树根		缺陷代码: SG	缺陷类型: 功能性
定义: 单根树根或是树根群自然生长进入管道			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	过水断面损失不大于 15%	0.5	
2	过水断面损失在 15%~25%之间	2	
3	过水断面损失在 25%~50%之间	5	
4	过水断面损失大于 50%	10	

续表 9

缺陷名称： 浮渣		缺陷代码： FZ	缺陷类型： 功能性
定义： 管道内水面上的漂浮物（该缺陷须记入检测记录表，不参与计算）			
等级	缺陷描述	分值	样图
1	零星的漂浮物，漂浮物占水面面积不大于 30%		 华翔03-0205-07-02 06:13:30 距离：0.00米
2	较多的漂浮物，漂浮物占水面面积为 30%~60%		 04-06-04 11:23:54 距离：0.35米 H09->H10
3	大量的漂浮物，漂浮物占水面面积大于 60%		 04-03-11 10:00:56 距离：1.00米 井37->井38

续表 9

缺陷名称： 沉积		缺陷代码： CJ	缺陷类型： 功能性
定义： 杂质在管道底部沉淀淤积。			
等级	缺陷描述	分值	声呐检测样图
1	沉积物厚度为管径的 20%~30%	0.5	
2	沉积物厚度为管径的 30%~40%	2	
3	沉积物厚度为管径的 40%~50%	5	
4	沉积物厚度大于管径的 50%	10	

12.2.5 疏松一般理解为在含水量一致的土体中密实度小于周边土体的区域，分为：轻微疏松、中等疏松、严重疏松、空洞。其识别特征为：

（1）地球物理特征：疏松土体的介电常数要小于周边密实土体的介电常数，疏松程度越严重，其与周边土体的电性差异越大。

（2）波组形态：疏松异常在地质雷达图谱上的形态特征主要取决于疏松的形状、大小以及疏松程度，若疏松内部介质不均匀，会造成波组的杂乱，波组杂乱程度随疏松程度的加大而加剧。

（3）振幅和相位特性：电磁波从介电常数大（波速小）的土体进入介电常数小（波速大）的土体时反射系数为正，疏松顶面反射波与入射波同相，地面反射波与入射波反相，反射波的振幅大小与介电常数差异成正比、与深度成反比。

（4）吸收衰减特性：疏松程度越严重，表明疏松土体中孔隙比越大，反射波的能量随若疏松程度的加剧而增强。

富水一般理解为土体中含水量高于周边土体的区域，分为：一般富水、严重富水。其识别特征为：

（1）地球物理特征：富水异常土体中的含水量大于周边土体的含水量，即富水异常的介电常数要大于周边土体的介电常数，且富水异常中含水量越高，其电性差异就越大。

（2）波组形态：富水异常在地质雷达图谱上的形态特征主要取决于异常的形状和大小，因为电磁波在水中的快速衰减，导致富水异常的波组显示主要为顶面的反射波形态，顶面下部反射波由于快速衰减，显示较弱。

（3）振幅和相位特性：电磁波从介电常数小（波速大）的土体进入介电常数大（波速小）的土体时，反射系数为负，富水异常顶面反射波与入射波反相，底面反射波与入射波同相；反射波的振幅大小与介电常数差异成正比、与深度成反比。

（4）吸收衰减特性：水会造成电磁波能量的迅速衰减随着富水异常中含水量的增大，电磁波吸收衰减越明显。

轻微疏松：反射信号能量有变化，同相轴较不连续，波形结构较为杂乱、不规则；

中等疏松：反射信号能量变化较大，同相轴较不连续，波形较为杂乱、不规则；

严重疏松：反射信号能量变化大，同相轴不连续，波形杂乱、不规则；
空洞：反射信号能量强，反射信号的频率、振幅、相位变化异常明显，下部多次反射波明显，边界可能伴随绕射现象；

一般富水异常：顶面反射信号能量较强、下部信号衰减较明显；同相轴较连续、频率变化不明显；

严重富水异常：顶面反射信号能量强、下部信号衰减明显；同相轴较连续、频率变化不明显。

12.2.6 特殊结构及附属设施的代码主要用于检测记录表和影像资料录制时录像画面嵌入的内容表达。已修用来记录管道以前做过的维修，维修的管道和旧管道之间在管壁上有差距；变径是指管径在直线方向上的改变，变径的判读需要根据专业知识，判断是属于管径改变还是管道转向，参见图 8。检查井和雨水口用来对管段中间的检查井和雨水口进行标示。管道转向参见图 9～图 10，CCTV 检测时遇到特殊结构的常用描述方法参见表 10。

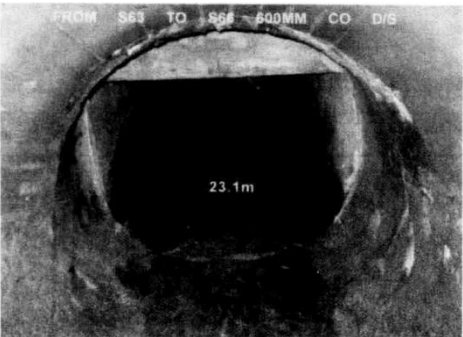


图 8 管道变径



图 9 管道左转向



图 10 管道右转向

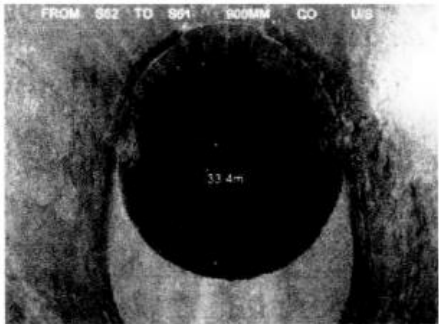


图 11 管道向上转

表 10 CCTV 检测特殊结构常用描述方法

代码	描述举例	代码	描述举例
----	------	----	------

YX	管道已修复	JS	管道中非正常的积水
BJ	管道变径	自定义	管道材料改变
DH	倒虹管 KSXX, 倒虹管 JSXX	自定义	管道坡度改变
YJ	人井, 检查井, 检修井	自定义	管道沿轴线方向向左转向
MJ	连接暗井	自定义	管道沿轴线方向向上转向

12.2.7 操作状态名称和代码用于影像资料录制时设备工作的状态等关键点的位置记录。CCTV 检测常用词汇拼音缩写及其术语描述参见表 11。

表 11 CCTV 检测操作状态常用描述方法

KSXX	连续性缺陷范围开始	RS/ZZ	镜头被水淹没, 无法完成检测, 放弃检测
JSXX	连续性缺陷范围结束	ZZ	镜头被缠绕, 无法完成检测, 放弃检测

12.3 结构性状况评估

12.3.1 管段结构性缺陷参数 F 的确定, 是对管段损坏状况参数经比较取大值得。本规程的管段结构性参数的确定是依据排水管道缺陷的开关效应原理, 即一处受阻, 全线不通。因此, 管段的损坏状况等级取决于该管段中最严重的缺陷。

12.3.2 管段损坏状况参数是缺陷分值的计算结果, S 是管段各缺陷分值的加权平均值。

管段结构性缺陷密度是基于管段缺陷平均值 S 时, 对应 S 的缺陷总长度占管段长度的比值。该缺陷总长度是计算值, 并不是管段的实际缺陷长度。缺陷密度值越大, 表示该管段的缺陷数量越多。

管段的缺陷密度与管段损坏状况参数的平均值 S 配套使用。平均值 S 表示缺陷的严重程度, 缺陷密度表示缺陷量的程度。

12.3.3 在进行管段的结构性缺陷评估时应确定缺陷等级, 结构性缺陷参数 F 是比较了管段缺陷最高分和平均分后的缺陷分值, 该参数的等级与缺陷分值对应的等级一致。管段的结构性缺陷等级仅是管体结构本身的病害状况, 没有结合外界环境的影响因素。管段结构性缺陷类型指的是对管段评估给予局部缺陷还是整体缺陷进行综合性定义的参考值。

12.3.4 管段的修复指数是在确定管段本体结构缺陷等级后, 再综合管道重要性与环境因素, 表示管段修复紧迫性的指标。管道只要有缺陷, 就需要修复。但是如果需要修复的管道多, 在修复力量有限、修复队伍任务繁重的情况下, 制定管

道的修复计划就应该根据缺陷的严重程度和缺陷对周围的影响程度,根据缺陷的轻重缓急制定修复计划。修复指数是制定修复计划的依据。

管段的修复等级划分按照公式 12.3.4 计算的修复指数确定,如果结构性缺陷参数 $F=0$,即管段没有缺陷,但在最不利条件下的修复指数 RI 也可达到 3,管段的修复等级为 II 级,这与实际不符。为此,当结构性缺陷参数 $F=0$ 时不计算 RI 值,直接定义 $RI=0$ 。

地区重要性参数中考虑了管道敷设区域附近建筑物重要性,如果管道堵塞或者管道破坏,建筑物的重要性不同,影响也不同。建筑类别参考了《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008。该标准中第 3.0.1 条,建筑抗震设防类别划分考虑的因素:“1 建筑破坏造成的人员伤亡、直接和间接经济损失及社会影响的大小;2 城镇的大小、行业的特点、工矿企业的规模;3 建筑使用功能失效后,对全局的影响范围大小”。由于建筑抗震设防分类标准划分和本规程地区重要性参数中的建筑重要性具有部分相同的因素,所以本规程关于地区重要性参数的确定,考虑了管道附近建筑物的重要性因素。

管径大小基本可以反映管道的重要性,目前各国没有统一的大、中、小排水管道划分标准,本规程采用《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68-2016 第 3.1.6 条关于排水管道按管径划分为小型管、中型管、大型管和特大型管的标准。

本规程中土的分类及名称时依据《岩土工程勘察规范》GB 50021 提出的。

埋设于粉砂层、湿陷性黄土、膨胀土、淤泥类土、红粘土的管道,由于土层对水敏感,一旦管道出现缺陷,将会产生更大的危害。

处于粉砂层的管道,如果管道存在漏水,则在水流的作用下,产生流砂现象,掏空管道基础,加速管道破坏。

湿陷性黄土是在一定压力作用下受水浸湿,土体结构迅速破坏而发生显著附加下沉,导致建筑物破坏。我国黄土分布面积达 60 万平方公里,其中有湿陷性的约为 43 万平方公里,主要分布在黄河中游的甘肃、陕西、晋、宁、河南、青海等省区,地理位置属于干旱与半干旱气候地带,其物质主要来源于沙漠与戈壁,抗水性弱,遇水强烈崩解,膨胀量较小,但失水收缩较明显。管道存在漏水现象时,地基迅速下沉,造成管道因不均匀沉降导致破坏。

在工程建设中，经常会遇到一种具有特殊变形性质的粘性土，其土中含有较多的粘粒及亲水性较强的蒙脱石或伊利石等粘土矿物成分，它具有遇水膨胀，失水收缩，并且这种作用循环可逆，具有这种膨胀和收缩性的土，称为膨胀土。管道存在漏水现象时，将会引起此种地基土变形，造成管道破坏。

淤泥类土是在静水或缓慢的流水（海滨、湖泊、沼泽、河滩）环境中沉积，经生物化学作用形成的含有较多有机物、未固结的饱和软弱粉质粘性土。我国淤泥类土按成因基本上可以分为两大类：一类是沿海沉积淤泥类土，一类是内陆和山区湖盆地及山前谷地沉积地淤泥类土。其特点是透水性弱、强度低、压缩性高，状态为软塑状态，一经扰动，结构破坏，处于流动状态。当管道存在破裂、错口、脱节时，淤泥被挤入管道，造成地基沉降，地面塌陷，破坏管道。

红粘土是指碳酸盐类岩石（石灰岩、白云岩、泥质泥岩等），在亚热带温湿气候条件下，经风化而成的残积、坡积或残～坡积的褐红色、棕红色或黄褐色的高塑性粘土。主要分布在云南、贵州、广西、安徽、四川东部等。有些地区的红粘土受水浸湿后体积膨胀，干燥失水后体积收缩，具有胀缩性。当管道存在漏水现象时，将会引起地基变形，造成管道破坏。

12.3.5 本条是根据修复指数确定修复等级，等级越高，修复的紧迫性越大。表 12.3.5 与本规程 12.3.3 条配合使用。

12.4 功能性状况评估

12.4.2 管段运行状况系数是缺陷分值的计算结果， Y 是管段各缺陷分值的加权平均值。

管段功能性缺陷密度是基于管段平均缺陷值 Y 时的缺陷总长度占管段长度的比值，该缺陷密度是计算值，并不是管段缺陷的实际密度，缺陷密度值越大，表示该管段的缺陷数量越多。

管段的缺陷密度与管段损坏状况参数的平均值 Y 配套使用。平均值 Y 表示缺陷的严重程度，缺陷密度表示缺陷量的程度。

12.4.4 在进行管段的功能性缺陷评估时应确定缺陷等级，功能性缺陷参数 G 是比较了管段缺陷最高分和平均分后的缺陷分值，该参数的等级与缺陷分值对应的等级一致。管段的功能性缺陷等级仅是管段内部运行状况的受影响程度，没有结合外界环境的影响因素。

管段的养护指数是在确定管段功能性缺陷等级后,再综合考虑管道重要性与环境因素,表示管段养护紧迫性的指标。由于管道功能性缺陷仅涉及管道内部运行状况的受影响程度,与管道埋设的土质条件无关,故养护指数的计算没有将土质影响参数考虑在内。如果管道存在缺陷,且需要养护的管道多,在养护力量有限、养护队伍任务繁重的情况下,制定管道的养护计划就应该根据缺陷的严重程度和缺陷发生后对服务区域内的影响程度,根据缺陷的轻重缓急制定养护计划。养护指数是制定养护计划的依据。

当管段不存在功能性缺陷时,应当是完好的,所以也就不存在养护的问题。但是根据本公式,即使 $G=0$,当地区、管道这二个环境因素均处于最不利情况时,也有 $MI=2$ 的计算结果。根据表 12.4.5 的养护等级划分,养护指数为二级,应做养护计划,这显然不合理。所以当 $G<4$ 时, $K=0$; 当 $D<600\text{mm}$ 或 $G<4$ 时, $E=0$ 。

12.4.5 管段的养护等级划分按照公式 12.4.4 计算的养护指数确定,如果功能性缺陷参数 $G=0$,即管段没有缺陷,但在最不利条件下的养护指数 MI 也可达到 2,管段的养护等级为 II 级,这与实际不符。为此,当结构性缺陷参数 $G=0$ 时不计算 MI 值,直接定义 $MI=0$ 。

12.5 管道周边环境状况评估

12.5.2 管段周边土体病害参数是缺陷分值的计算结果, R 是管段各缺陷分值的加权平均值。

管段土体病害密度是基于管段平均缺陷值 R 时的缺陷总长度占管段长度的比值,该缺陷密度是计算值,并不是管段缺陷的实际密度,缺陷密度值越大,表示该管段的缺陷数量越多。

管段的缺陷密度与管段周边土体病害参数的平均值 R 配套使用。平均值 R 表示缺陷的严重程度,缺陷密度表示缺陷量的程度。

12.5.4 在进行管道周边环境状况评估时应确定缺陷等级,管段周边土体病害状况参数 R 是比较了管段缺陷最高分和平均分后的缺陷分值,该参数的等级与缺陷分值对应的等级一致。

管段环境指数是在确定管段周边土体病害状况等级后,再综合考虑管道重要性与环境因素,表示管段养护紧迫性的指标。如果管道存在缺陷,且需要养护的管道多,在养护力量有限、养护队伍任务繁重的情况下,制定管道的养护计划就

应该根据缺陷的严重程度和缺陷发生后对服务区域内的影响程度,根据缺陷的轻重缓急制定养护计划。养护指数是制定养护计划的依据。

13 检查井和雨水口检查与评估

13.1 一般规定

13.1.1 检查井是整个排水系统的关键节点，管道的变径、支管接入、养护维修等都需要利用检查井，为适应目前排水管道及检查井检测的实际需求，本次规程修编对检查井检测增加了检查井的结构性和功能性评估，使检测结果能够更好地指导养护管理和修复工程。

外部检查主要目的是调查检查井是否存在井盖倾斜、移位、破损或者塌陷、井盖凸起、周边路面开裂、雨水口堵塞、井盖或者雨水井箅子丢失等问题，一般通过人工目测方式进行。

内部检测主要目的是发现检查井本身是否存在结构性和功能性缺陷，目前主要通过开井目测、潜望镜检测、声呐检测、三维扫描系统检测等方式完成。三维扫描系统检测是专为检查井等密闭空间设计的检测设备，可形成检查井内窥全景影像，且检测速度比 QV 快，有条件的项目宜积极推广使用。检查井检测宜与排水管道检测同步进行。

13.4.4 混接错接的管道宜结合溯源和水质检测结果最终确定。

13.4.8 一个检查井的缺陷定位采用时钟位置+深度表示法，定位方法见图 12，图中裂纹定位为（00-01），（0.0-0.9）完善 0.9

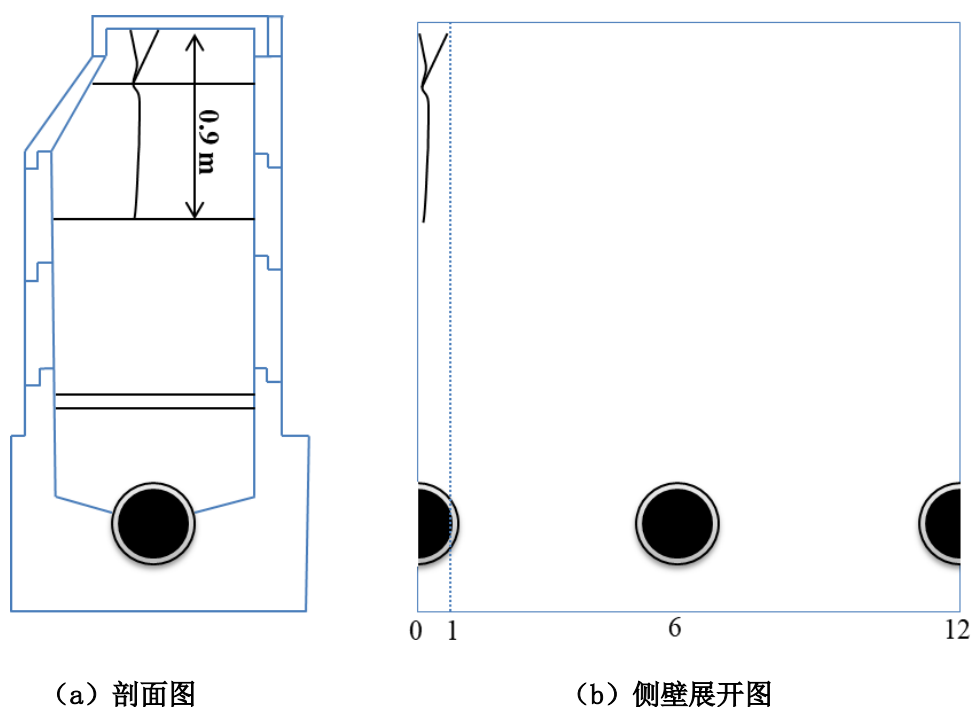


图 12 检查井缺陷定位示意图

13.4.9 对检查井进行编号，编码规则应参考 CJJ 61-2017《城市地下管线探测技术规程》相关章节，具体规程如下：

检查井编号共 8 位，其中第 1 位、第 2 位为管线小类代号，第 3 位至第 8 位为标识管线点的顺序号，用 6 位数据表示。管线小类代号内容见表 12。

表 12 检查井编码规则

检查井小类	代号
雨水	YS
污水	WS
雨污合流	HS

一个检查井存在多条进出水管道时，需要对管道排序时，排序方法见图 13。

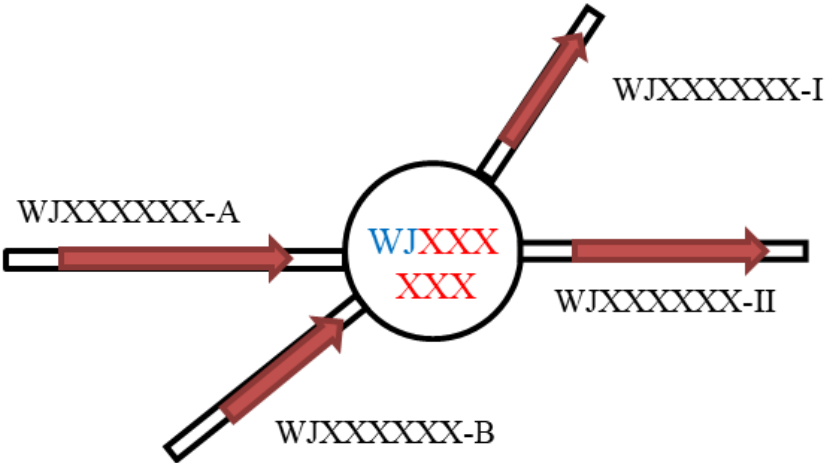


图 13 检查井内管道排序方法

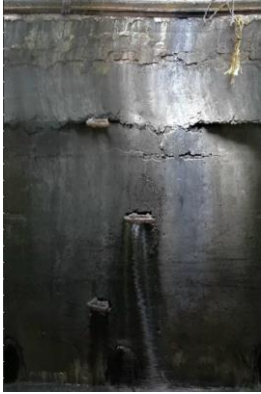
13.5 检查井、雨水口评估

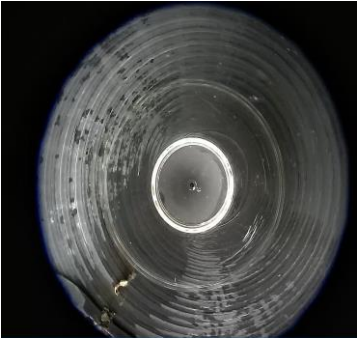
13.5.1 外部检测主要涉及检查井井盖及周边道路的健康状况，考虑到国内道路和排水管理体制和设施划分的问题和实际操作性问题，为了能够使评估结果更加准确高效，未将外观检测进行量化评估，但是针对影响到行人和行车安全的重点项进行了强调。

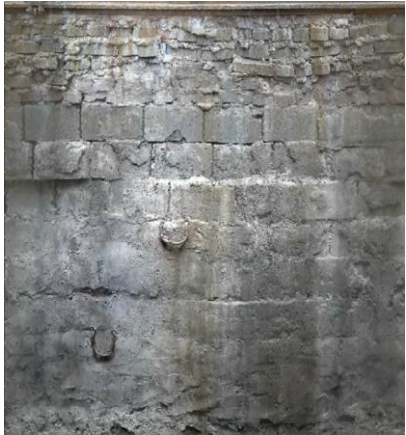
13.5.5 检查井结构性缺陷等级划分及样图见表 14。

表 14 检查井结构性缺陷等级划分及样图

缺陷名称： 破裂		缺陷代码： PL	缺陷类型： 结构性
定义： 外部压力超过自身的承受力或不均匀沉降致使井壁发生破裂。其形式有纵向、环向和复合 3 种			
等级	定义	分值	样图
1	裂痕： 当存在下列一种或者多种情况时： 1) 在井壁上可见细裂痕； 2) 在井壁上由细裂缝处冒出少量沉积物； 3) 轻度剥落	0.5	
2	裂口： 破裂处已形成明显间隙，但检查井的形状未受影响	2	
3	破碎： 井壁存在多处明显破裂，存在水土流失风险，或缺陷环向覆盖范围大于弧长 90°	5	
4	坍塌： 当存在下列一种或者多种情况时： 1) 检查井裂缝、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 180°； 2) 砖砌井存在砖块掉落、钢筋混凝土井裂缝处钢筋裸露、裂缝宽度大于 20mm 时 3) 塑料检查井存在漏土时	10	

缺陷名称：渗漏		SL	缺陷类型：结构性
定义：井外的水流入检查井			
等级	定义	分值	样图
1	滴漏： 水持续从缺陷点滴出，沿井壁流动	0.5	
2	线漏： 水持续从缺陷点流出，并脱离井壁流动	2	
3	涌漏： 水从缺陷点涌出，涌漏水面的面积不大于检查井断面的 1/3	5	
4	喷漏： 水从缺陷点大量涌出或喷出，涌漏水面的面积大于检查井断面的 1/3	10	

缺陷名称： 变形		缺陷代码： BX	缺陷类型： 结构性
定义： 塑料检查井受外力挤压造成形状变异			
等级	定义	分值	样图
1	变形不大于井环向直径的 5%	1	
2	变形为井环向直径的 5%~15%	2	
3	变形为井环向直径的 15%~25%	5	
4	变形大于井环向直径的 25%	10	

缺陷名称：腐蚀		缺陷代码：FS	缺陷类型：结构性
定义：混凝土检查井内壁受侵蚀而流失或剥落，出现麻面或露出钢筋			
等级	定义	分值	样图
1	轻度腐蚀： 表面轻微剥落，井壁出现凹凸面	0.5	
2	中度腐蚀： 表面剥落显露粗骨料或钢筋	2	
3	重度腐蚀： 粗骨料或钢筋完全显露	5	

缺陷名称：倾斜		缺陷代码：QX	缺陷类型：结构性
定义：井体与竖直方向发生偏离、歪斜			
等级	定义	分值	样图
1	井体与竖直方向 $\leq 5^\circ$	0.5	
2	$5^\circ <$ 井体与竖直方向 $\leq 10^\circ$	2	
3	$10^\circ <$ 井体与竖直方向 $\leq 15^\circ$	5	
4	$15^\circ <$ 井体与竖直方向	10	

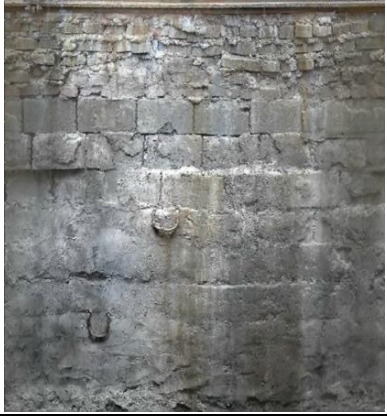
缺陷名称：下沉		缺陷代码：XC	缺陷类型：结构性
定义：检查井整体或部分下沉			
等级	定义	分值	样图
1	轻度下沉：最大下沉量 $\leq 20\text{mm}$	0.5	
2	中度下沉： $20\text{mm} < \text{最大下沉量} \leq 50\text{mm}$	2	
3	重度下沉： $50\text{mm} < \text{最大下沉量} \leq 100\text{mm}$	5	
4	严重下沉：最大下沉量大于 100mm	10	

缺陷名称：脱节		缺陷代码：TJ	缺陷类型： 结构性
定义：管道的端部与检查井未充分接合或接口脱离			
等级	定义	分值	样图
1	轻度脱节： 管道端部有少量泥土挤入	0.5	
2	中度脱节： 脱节距离不大于 20mm	2	
3	重度脱节： 脱节距离为 20mm ~50mm	5	
4	严重脱节： 脱节距离为 50mm 以上	10	

缺陷名称：异物穿入		缺陷代码：CR	缺陷类型：结构性
定义：非检查井附属设施的物体穿透井壁进入检查井内			
等级	定义	分值	样图
1	异物在井内且占用过水断面面积不大于 10%	2	
2	异物在井内且占用过水断面面积为 10%~30%	5	
3	异物在井内且占用过水断面面积大于 30%	10	

缺陷名称：爬梯缺陷		缺陷代码：PT	缺陷类型： 结构性
定义：爬梯松动锈蚀或缺损			
等级	定义	分值	样图
1	任意个出现轻微松动或者轻微锈蚀或轻微损坏	0.5	
2	任意一个出现明显松动或锈蚀或明显的缺角	2	
3	任意两个或以上出现明显松动或锈蚀或明显的缺角	5	
4	个部出现严重锈蚀或损坏	10	

缺陷名称：流槽破损		缺陷代码：CP	缺陷类型： 结构性
定义：检查井底部流槽发生破裂			
等级	定义	分值	样图
1	裂缝： 没有明显裂开的槽缝	0.5	
2	裂口： 明显可见的裂口	2	
3	破碎： 流槽结构明显地偏离原位置，但是尚未影响槽型，破碎环向覆盖弧长不超过 60°	5	
4	流槽整体破碎，不成形	10	

缺陷名称：砂浆脱落		缺陷代码：TL	缺陷类型： 结构性
定义：井壁砂浆发生脱落			
等级	定义	分值	样图
1	井壁砂浆脱落纵向长度不大于10cm	0.5	
2	井壁砂浆脱落纵向长度为10cm~20cm	2	
3	井壁砂浆脱落纵向长度为20cm~50cm	5	
4	井壁砂浆脱落纵向长度大于50cm	10	

13.5.6 检查井结构性缺陷参数 F 的确定，是对检查井损坏状况参数叠加而得。本规程的检查井结构性参数的确定是依据叠加原理，即缺陷数目越多，病害越大，检查井状况越差。

13.5.7 检查井评估方法和参数的选取尽量与管段评估保持一致，但考虑到检查井为单点设施，不再对缺陷密度进行评估和分析，尽量做到方便实用。

13.5.9 管径大小基本可以反映管道的重要性，目前各国没有统一的大、中、小排水管道划分标准，本规程采用《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ68-2007 第 3.1.8 条关于排水管道按管径划分为小型管、中型管、大型管和特大型管的标准。检测井的重要性可参照检查井连接主管重要性执行。污水管道一般比雨水管道管径小，且污水管道破损造成的危害大于雨水管道破损造成的危害，因此对于同等管径的污水管道和雨水管道，污水管道的重要参数 E 比雨水管道的重要参数 E 大。

14 成果资料

14.0.1 检测与评估报告是管道检测工作的成果体现。检测报告应根据检测的实际情况，文字应尽量做到简洁清晰、重点突出、文理通顺、结论明确。

14.0.2 检测与评估报告内容中包括 4 个主要内容：

1 管道概况包括检测任务的基本情况，检测实施的基本情况，检测环境的基本情况；

2 检测成果汇总情况。管段状况评估表是管道检测后基本状况汇总表，既包括管段的基本信息，这些信息有些是检测前已有的信息，有些可能是检测过程中补充的信息，也包括对结构性状况和功能性状况的综合评价，其信息内容包括最大缺陷值、平均缺陷值、缺陷等级、缺陷密度、修复（养护）指数；

3 排水管道检测成果表是经过对管段影像资料的判读结合现场记录对缺陷的诊断结果，并配有缺陷图片，是管段修复或养护的最基本依据；

4 技术措施是管道检测和评估所依据的标准、检测方法、采用仪器设备和技术方法。检测方法包括采用哪种检测方法，技术方法包括管道的封堵方法、临时排水方案、清洗方法，如采用仪器检测，还应包括设备在管道内移动的方法（例如声呐探头可安装在行进器、牵引车或漂浮筏上）等。采用的仪器设备是对影像资料和工作质量的间接佐证，所以应在报告中体现。技术措施应该在检测前的技术方案中确定，但是现场的实际情况不同时可能有所调整，故报告中的技术措施应为实施的技术措施。

管道评估所采用的标准依据不同，则结论也不同。所以管道评估依据的标准是检测报告的内容之一。

14.0.3 检测资料是在管道检测过程中直接形成的具有归档保存价值的文字、图表、声像等各种形式的资料。管道检测过程的真实记录是管道检测后运行、管理、维修、改扩建、技改、恢复等工作的重要资料，只有真实准确、齐全完整、标准规范的资料才能为管道的维修、保养等提供不可替代的技术支持。

资料主要包括依据性文件、凭证资料、检测资料、成果资料等。任务书是接收委托、进行检测的依据性文件；技术设计书是检测设计方案，检测单位编制的检测方案经过委托单位审核认可后，即成为检测工作操作的依据性文件；凭证资料即检测的基础性资料，是指收集到的管线图、工程地质等现场自然状况资料。

影像资料（保存于录像光盘或其他外存储器）是检测结果的重要资料之一，根据拍摄的实际情况制作。在光盘（或其他外存储器）封面上应写明任务名称、管段编号及检测单位等相关信息。

检测与评估报告、检测记录表和影像资料是反映管道检测的主要资料，是管道检测任务验收和日常养护的重要依据。因此，检测工作结束后，检测资料应与检测与评估报告一并提交。