

团体标准

T/CGS XXX-2025

城镇高水位排水管道水下检测与 评估技术规程

Technical specification for underwater inspection and evaluation of urban
high fullness sewer

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国地球物理学会发布

目 次

目 次.....	I
前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和符号.....	2
3.1 术语.....	2
3.2 符号.....	4
4 基本规定.....	4
5 高水位排水管道水下检测.....	7
5.1 一般规定.....	7
5.2 检测设备.....	8
5.3 检测方法.....	12
5.4 影像判读.....	14
6 高水位排水管道评估.....	15
6.1 一般规定.....	15
6.2 缺陷等级划分及分值.....	16
6.3 结构性状况评估.....	20
6.4 功能性状况评估.....	22
7 成果资料.....	23
附录 A.....	25
A.1 高水位管道水下检测踏勘记录表.....	25
A.2 高水位管道水下检测现场记录表.....	26
A.3 高水位管道水下检测接驳关系修正记录表.....	27
附录 B.....	28
B.1 二维实时影像声呐管道缺陷成果图样式.....	28

B.2 管道断面声呐截面图样式	29
B.3 管道断面声呐纵断面图样式	30
B.4 管道电法测漏成果图样式	31
B.5 管道缺陷一览图成果样式	32
附录 C	33
C.1 排水管道检测缺陷统计表	33
C.2 排水管道检测评估表	34
C.3 排水管道检测成果表	35
附录 D	39
D.1 管道结构性缺陷等级划分及高水位管道水下检测样表	39
D.2 管道功能性缺陷等级划分及高水位管道水下检测样表	58
附录 E	67
E.1 管道结构性缺陷和功能性缺陷的判定要求表	67

前 言

本规程按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本规程由中国地球物理学会提出并归口。

本规程起草单位（待定）：中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司、中电建生态环境集团有限公司、深圳市水务岩土工程有限公司、深圳市龙岗排水有限公司、深圳市宝安排水有限公司、中国电建集团市政规划设计研究院有限公司、中电建（广东）工程监测检测技术有限公司、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、深圳市工勘岩土集团有限公司、南方科技大学、上海遨拓深水装备技术开发有限公司、江苏省地质局第三地质大队、湖南吉奥科技有限公司。

本规程主要起草人：待定。

城镇高水位排水管道水下检测与评估技术规程

1 范围

1.1 本规程适用于采用多物理感知水下智能检测装备实施的高水位城镇排水管道水下检测与评估工作，其附属构筑物的检测与评估不在本规程中做相关要求。

1.2 本规程规定了高水位排水管道水下检测相关的仪器设备、数据采集、数据解译和成果资料等全过程技术要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3836 爆炸性环境

GB 50014 室外排水设计标准

CJJ 6 排水管道维护安全技术规程

CJJ/T 7 城市工程地球物理探测标准

CJJ/T 8 城市测量规范

CJJ 61 城市地下管线探测技术规程

CJJ 68 城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程

CJJ/T 73 卫星定位城市测量技术规范

CJJ 181 城镇排水管道检测与评估技术规程

T/CECS 1507 室外排水管道检测与评估技术规程

建设部令 136 号城市地下管线工程档案管理办法

3 术语和符号

3.1 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 高水位排水管道 High Fullness Urban Sewer

正常运行工况下，管道内水位大于管道直径的 75% 的重力流排水管道。

3.1.2 多物理感知水下智能检测 Underwater Detection by Multi-physics Sensing

采用遥控无人潜水器搭载声、光、电、磁等多物理传感设备在正常工况下对高水位管道进行水下检测的方法。

3.1.3 遥控无人潜水器 Remotely Operated Vehicle

通过脐带线缆进行信号和电力传输，由水面控制单元遥控进退、横移转向或升沉，在水下可自动定向、定深、悬浮或航行，进行水下观察、检查和作业的有缆遥控水下机器人。

3.1.4 二维实时影像声呐检测 2D Real-time Imaging Sonar Inspection

利用声学换能器向前方发射多波束声波，对目标体的回波信号处理形成实时声学图像，进而辨识水下目标体的形态、尺寸及空间分布的一种主动声呐检测方法。

3.1.5 管道断面声呐检测 Pipeline Cross Section Sonar Inspection

利用声学换能器在采样位置向四周发射声学脉冲，对环向回波信号处理，形成检查井、管道断面轮廓的一种主动声呐检测方法。

3.1.6 电法测漏检测 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，根据电流变化判断管内水面以下的渗漏点或渗漏范围的方法。

3.1.7 磁法导向定位 Magnetic Guidance and Positioning

利用磁场磁力线测量并传输遥控无人潜水器在地下空间和管道内行进位置参数的地面定位方法。

3.1.8 水平扫描 Plane Scanning Method

二维实时影像声呐的声波收发方向与水平面平行，重点反映管顶与管底内表面声学影像特征的扫描方式。

3.1.9 侧向扫描 Side Scanning Method

二维实时影像声呐的声波收发方向与竖直方向平行,重点反映管侧壁表面声学影像特征的扫描方式。

3.1.10 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。

3.1.11 功能性缺陷 Function Defect

导致管道过水断面发生变化,影响畅通性能的缺陷。

3.1.12 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。

3.1.13 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。

3.1.14 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。

3.1.15 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。

3.1.16 管段 Pipe Section

两座相邻检查井之间的管道。

3.1.17 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、截流井、溢流井、闸门井、潮门井、沉泥井、倒虹井等,其特殊结构形式的包括骑马井、偏心井等。

3.2 符号

F ——管段结构性缺陷参数;

G ——管段功能性缺陷参数;

P_i ——第 i 处结构性缺陷分值;

P_j ——第 j 处功能性缺陷分值;

S ——管段损坏状况参数,按缺陷点数计算的平均分;

Y ——管段运行状况参数,按缺陷点数计算的功能性缺陷平均分;

n ——管段的结构性缺陷数量;

m ——管段的功能性缺陷数量;

l_i ——第 i 处结构性缺陷的长度;

l_j ——第 j 处功能性缺陷的长度;

S_M ——管段结构性缺陷密度;

Y_M ——管段功能性缺陷密度;

L ——管段长度;

K ——地区重要性参数;

E ——管道重要性参数;

T ——土质影响参数;

RI ——管道修复指数;

MI ——管道养护指数。

4 基本规定

4.1 从事高水位城镇排水管道水下检测与评估的企业或单位应具备市政工程或水利工程相关的检测资质,检测人员应具备潜水器操控作业能力。

4.2 检测所用的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。检测设备宜定期检验和校准,并经常维护保养。新购置的、经过大修或长期停用后重新启用的设备,投入检测前应进行检定和校准。

4.3 高水位排水管道水下检测与评估作业流程应符合下列要求:

- a) 检测范围资料收集整理与分析;
- b) 现场踏勘, 高水位井室和水流环境调查;
- c) 技术方案制定;
- d) 作业前准备, 对检查井室水面结垢和杂物进行清捞;
- e) 对声呐、电法、磁法设备进行供电、通信和密封检查, 测定管内流水声速, 校准水深、距离;
- f) 潜水器下井前, 使用高清摄像设备拍摄 360° 的井边和地面周边环境;
- g) 潜水器下井, 录制完整的数据采集终端影像;
- h) 内业资料整理、缺陷判读、管道评估;
- i) 编写检测报告。

4.4 应依据项目需求、检测设备的适应性、检测作业环境和检测对象选择检测设备, 合理组合使用二维实时影像声呐、断面声呐、电法测漏等感知方法和磁法导向定位方法。

4.5 以结构性状况为目的的普查周期宜为 5 年(a)~10 年(a), 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:

- a) 流砂易发、湿陷性土等特殊地区的管道;
- b) 管龄 30a 以上的管道;
- c) 施工质量差或多次修复改造的管道;
- d) 受临近作业影响的管道;
- e) 可能造成较大影响的管道;
- f) 经检测发现管道存在重大缺陷但暂时无法修复的, 需定期跟踪观察的管道。

4.6 检测单位应按要求, 收集待检测管道区域内的相关资料, 组织技术人员现场踏勘, 并按本规程附录 A.1 的要求填写现场踏勘记录表, 评价检测环境条件, 制定检测方案, 做好检测准备工作。

4.7 管道检测前应收集下列资料:

- a) 已有的排水管线图、表等技术资料;
- b) 管道检测的历史资料;
- c) 待检测管道区域内相关的管线资料;
- d) 道路、管线修复的历史资料;
- e) 周边地下工程建设运营资料;
- f) 待检测管道区域内的工程地质、水文地质资料;

g) 评估所需的其它相关资料。

4.8 现场踏勘应包含下列内容：

- a) 查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，以及待检管道周边河涌的水位、水质情况；
- b) 检查井形状、井室内构造和水面杂物堆积程度等情况；
- c) 核对检查井位置、管道埋深、管径、管材等资料；
- d) 核对待检管段的走向、长度、起止位置；
- e) 待检测管段上下游水质水量情况、污水处理厂和泵站的运行情况；
- f) 管内水深、流速及其变化规律等；
- g) 管道内截面尺寸、管底淤泥厚度。

4.9 检测方案应包括下列内容：

- a) 检测的任务、目的、范围和工期；
- b) 待检测管道的概况（包括现场交通条件及历史资料分析）；
- c) 检测方法及实施方案；
- d) 作业质量、健康、安全、交通组织、环保等保证体系与具体措施；
- e) 工作量估算及工作进度计划；
- f) 人员组织、设备仪器投入计划；
- g) 安全风险危险源识别和应急处置措施；
- h) 拟提交的成果资料。

4.10 现场检测程序应符合下列规定：

- a) 按照 CJJ6 的有关规定设置检测作业区域的安全警示标志和安全围挡，设置专人指挥疏导交通；
- b) 检测前应进行作业环境准备，对潜水器下放的检查井内水面的结垢或杂物清捞，合理安置检测仪器设备和线缆，检查、校准仪器设备；
- c) 管道水下检测，进行管道检测问题识别、缺陷初步判读，并按本规程附录 A.2、A.3 的要求填写记录表；
- d) 检测完成后及时清理现场、保养设备，复位井室防坠网，关闭井盖，恢复路面交通。

4.11 管道缺陷环向和纵向位置的表示方法、计量单位和起算点的选取应符合现行行业标准 CJJ 181 的有关规定。

4.12 现场检测时，应避免对管体结构造成损伤。

4.13 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。现场检测完毕后，应由监督人员对检测资料进行复核检查，并在检测记录表中签名确认。

4.14 数据检查应包含下列内容：

- a) 现场记录，包括待检管道的位置分布、编号范围、缺陷记录情况；
- b) 检测数据覆盖范围的完整性；
- c) 检测数据覆盖范围的可用性。

4.15 管道检测地面定位工作可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、缺陷点、埋地设施和检查井的平面位置时，应符合行业标准 CJJ 61、CJJ/T 73 及 CJJ/T 8 的有关规定。

4.16 排水管道检测时的现场作业应符合现行行业标准 CJJ6、CJJ 68 中的有关规定。现场使用的检测设备，其安全性能应符合现行国家标准 GB3836 的有关规定，现场检测人员的数量不得少于 2 人。

4.17 当检测单位采用改进后的检测设备及检测方法时，应符合下列规定：

- a) 该仪器或方法具有一定的工程检测实践经验；
- b) 该方法与已有成熟方法进行过对比试验；
- c) 检测单位制定了相应的检测技术导则；
- d) 在检测方案中说明了技术要求和实施工序。

4.18 检测成果资料归档应符合《城市地下管线工程档案管理办法》建设部令 136 号的相关规定。

5 高水位排水管道水下检测

5.1 一般规定

5.1.1 检测过程中管道内水流速不宜大于 1m/s，必要时宜协调厂、泵站配合，调节水流速。

5.1.2 多物理感知水下智能检测技术可用于无法有效实施电视检测的高水位排水管道，检查井和管道内通行空间应满足遥控无人潜水器通行要求，管道直径宜大于 400mm。

5.1.3 高水位排水管道检测，单次连续检测长度应覆盖一个或多个管段。

5.1.4 当待检测管道存在下列情况时，可由临近井室进入管道，从两端相向运动完成检测：

- a) 暗埋井室、井盖破损、井口过小等制约因素，设备无法从对应井室下潜、上浮，致使需检测长度超过检测设备线缆最大长度；
- b) 管段内存在障碍物等影响过水断面的缺陷，致使潜水器通行空间不足。

5.1.5 检测设备行进至待检管段管口位置时，应调整电缆处于自然绷紧状态，并将计米器归零。

5.1.6 检测设备在前进或后退时，潜水器脐带线缆应保持自然绷紧状态。

5.1.7 检测设备应结构坚固、密封良好、耐腐蚀，能在 $0^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 的水温条件和潮湿环境中正常工作。

5.1.8 检测发现暗埋井、重大缺陷时，宜采用磁法导向仪进行地面定位，可通过卫星定位系统采集坐标，磁法定位数据无需进行数据处理和影像判读。

5.1.9 管道内水位不满或水质清澈时，应采用潜水器的光学摄像头对水面以上的部分、或清水管道内的缺陷进行摄像、拍照，光学摄像的检测技术要求应符合 CJJ 181 的规定。

5.1.10 有以下情形之一时，应中止检测，排除异常状况后可继续检测：

- a) 潜水器在管道内无法行进或动力不足时；
- b) 潜水器通信丢失或姿态控制不畅时；
- c) 二维实时影像声呐信号丢失或存在杂物遮挡影响声波传播时；
- d) 断面声呐信号丢失或存在杂物遮挡影响声波传播时；
- e) 电法探头拖行受阻，或因被管中异物或沉积物托垫露出水面卡阻，致使电流曲线陡然升降时；
- f) 磁法定位导向仪感因信号不稳定或地面周边有其他磁源干扰时；
- g) 其他原因无法正常检测时。

5.1.11 检测过程中如需对发现的缺陷或异常点进行尺寸量测时，操作人员宜稳定潜水器使影像画面不晃动。需继续检测时，应先将图面量测数据清除，避免信息遮盖。

5.1.12 在初步判读时，缺陷的类型、等级宜识别并区分。现场检测完毕后，应由监督人员对检测原始数据有效性进行确认。

5.1.13 检测过程中发现的骑马井、暗井、偏心井或特殊结构，应在检测成果中标示，对管道的过流能力存在影响的，应在评估报告中加以说明。

5.2 检测设备

5.2.1 遥控无人潜水器

5.2.1.1 遥控无人潜水器应具有前进、后退、左右平移及转向、空档、变速、防倾覆等功能，作为水下检测的载体工具，遥控无人潜水器应能搭载陀螺仪、加速度计、罗盘、深度传感器等基础传感器，并具备搭载水下摄像、二维实时影像声呐、管道断面声呐、导向磁棒等独立传感器的能力，各传感器应具备防腐性。

5.2.1.2 水下摄像及云台的主要技术指标应符合表 5.2-1 的规定。

表 5.2-1 水下摄像及云台主要技术指标

指标名称	技术指标
分辨率	1080P
感光度	0.01lux
视角	≥110°
云台范围	俯仰±90°

5.2.1.3 遥控无人潜水器通信线缆应采用零浮力或微正浮力线缆，并具备稳定的信号传输和抗干扰能力，良好的耐弯曲性能、抗拉性能、耐磨性和耐腐蚀性。

5.2.1.4 通信线缆的主要技术指标应符合表 5.2-2 的规定。

表 5.2-2 通信线缆主要技术指标

指标名称	技术指标
比重	≤1g/cm³
最小弯曲半径	120mm
破断拉伸负荷	≥200kg
使用环境	淡水、污水
横向耐水压	3Mpa

5.2.1.5 地面操控终端应具有在监视器上同步显示日期、时间、行进缆长、水深、姿态、方向角、动力大小、摄像光照亮度等信息的功能。

5.2.1.6 遥控无人潜水器的主要技术指标应符合表 5.2-3 的规定。

表 5.2-3 遥控无人潜水器主要技术指标

指标名称	技术指标
耐压深度	≥20m
最大行进速度	≥1m/s
内置基础传感器	陀螺仪、加速度计、罗盘、深度传感器、温度传感器、漏水传感器、电压传感器、电流传感器
灯光	4000lumens 可调亮度 LED 灯
通行高度	≤0.3m

5.2.1.7 检测设备应具备计米计数功能，线缆计数器的计量单位不应大于 0.1m。

5.2.1.8 检测作业前应对检测设备的基础传感器及线缆计数器进行校准，确保数据的准确性。

5.2.2 二维实时影像声呐

5.2.2.1 开展检测前二维实时影像声呐应固定于遥控无人潜水器上，探头前方应无遮挡。

5.2.2.2 固定于遥控无人潜水器上的二维实时影像声呐应能够调整扫描方向。

5.2.2.3 二维实时影像声呐的主要技术指标应符合表 5.2-4 的规定。

表 5.2-4 二维实时影像声呐主要技术指标

指标名称	技术参数
工作频率	750kHz/1.2MHz/2.4MHz
更新率	≤40Hz
最大量程	120m/40m
最小量程	0.1m
波束宽度	≤1°~20°
波束个数	≥512
波束间隔	0.25°
角度分辨率	1°~0.6°
量程分辨率	4mm/2.5mm

5.2.3 管道断面声呐

5.2.3.1 开展检测前管道断面声呐应固定于潜水器上，探头周边应无遮挡，并设置防碰撞装置。

5.2.3.2 管道断面声呐设备的主要技术参数应符合下列规定：

- a) 扫描范围大于所需检测的管道规格；
- b) 125mm 范围的分辨率小于 0.5mm；
- c) 每断面均匀采样点数量不小于 250 个；

5.2.3.3 管道断面声呐轮廓图不应作为结构性缺陷的最终评判依据，应采用两种及以上的检测方法互相佐证，或采用电视检测予以核实。

5.2.4 电法测漏仪

5.2.4.1 管道电法测漏仪应采用聚焦电流快速检测技术，通过实时测量聚焦式电极阵列探头在管道内连续移动时透过渗漏点的电流，定位管道渗漏位置，适用于非金属管道或包覆有绝缘材料的金属管道。

5.2.4.2 电法测漏系统的主要技术参数应符合下列规定：

- a) 聚焦式电极阵列探头产生的径向的聚焦式交流电流场，分布范围大于所需检测管道的规格；
- b) 设备感知探头移动的最小距离不大于 0.05m；
- c) 设备在每个最小移动距离内获取不少于 1 个采用电流值；
- d) 设备的最小输出电流不应大于 0.5mA；

5.2.4.3 检测过程中软件系统应具备同步显示检测信息、电流值、拉线速度、管段长度、时间等信息的功能，并应可以进行数据处理。

5.2.4.4 管道电法测漏仪的主要技术指标应符合表 5.2-5 的规定。

表 5.2-5 管道电法测漏仪主要技术指标

指标名称	技术指标
探头防水性能	IP68 级防水
主控器	检测精度 10cm
电缆盘	高精度 ($\pm 0.1\text{m}$) 编码器
电缆线	破断拉伸负荷 $> 200\text{kg}$, 耐磨、防水、防腐、抗弯拉半径 $\leq 50\text{mm}$, 配备电缆接头拉力牵引保护装置

5.2.4.5 电法测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%。

5.2.4.6 电法测漏检测设备探头应与管径相适应, 根据管径的不同, 应按表 5.2-6 选择不同的探头电极系规格。

表 5.2-6 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

5.2.4.7 电法测漏检测设备应能通过调节设备参数来屏蔽不同土质、岩层、土壤湿度等的阻抗干扰。

5.2.4.8 管道电法测漏仪的检测结果仅可作为渗漏缺陷初步评判依据, 应采用声呐检测方法互相印证, 或采用电视检测予以核实。

5.2.5 磁法导向定位仪

5.2.5.1 无缆式导向系统应由磁棒信号源和接收器组成, 并能进行埋地管道缺陷和附属构筑物的地面定位和埋深探测。

5.2.5.2 执行定位任务前, 磁棒信号源应固定于遥控无人潜水器上。

5.2.5.3 接收器界面应能实时显示磁棒倾角、信号强度、接收器与磁棒之间的位置关系及距离。

5.2.5.4 导向仪磁棒和接收器的主要技术指标应符合表 5.2-7 的规定。

表 5.2-7 导向仪主要技术指标

指标名称	技术指标
磁感应探棒防水性能	IP67 级防水
探棒发射频率	4kHz~31kHz
测量深度	$\geq 10\text{m}$

5.3 检测方法

5.3.1 二维实时影像声呐检测

- 5.3.1.1 检测前宜对待检测管道进行不同水深的声速测定。
- 5.3.1.2 二维实时影像声呐检测应通过调整传感设备的扫描方向，采集管道内壁表观影像信息及缺陷信息。
- 5.3.1.3 检测前应调整二维实时影像声呐的工作频率、影像增益和量程等参数设置，直至获取清晰的管道结构声学影像，检测过程中不宜更改设置。
- 5.3.1.4 检测过程中，潜水器行进速度不宜超过 0.1m/s。当需要观测远距离目标时，潜水器应停止运动，调整工作评率为低频、增大量程。当需要继续检测时，应按照本章 5.3.1.3 条的规定重新调整工作参数。
- 5.3.1.5 现场检测过程中应对二维实时影像声呐发现的缺陷位置进行抵近观测，采集清晰的缺陷图像。
- 5.3.1.6 在观测缺陷影像时，应通过调整遥控无人潜水器的姿态，对缺陷进行多角度的观察和特征识别，并在控制程序中进行缺陷尺寸的量测。

5.3.2 断面声呐检测

- 5.3.2.1 检测前宜对待检测管道进行不同水深的声速测定。
- 5.3.2.2 声呐探头的行进方向宜与水流方向一致，并应与管道轴线一致。
- 5.3.2.3 断面声呐检测时，检测断面轮廓应覆盖距管段起始、终止检查井处。
- 5.3.2.4 断面声呐检测采样点间距宜为 2m，存在异常处应加密采样，以普查为目的的采样点间距宜为 5m。
- 5.3.2.5 断面声呐检测时，潜水器行进速度不宜超过 0.1m/s，检测过程中，应在规定采样间隔位置、管道变径或存在缺陷位置，停止行进，定点采集数据，停顿时间应大于一个扫描周期。
- 5.3.2.6 根据管径的不同，按表 5.3-1 选择不同的脉冲宽度。

表 5.3-1 脉冲宽度选择标准

管径范围（mm）	脉冲宽度（μs）
400-1000	8
1000-1500	12
1500-2000	16
2000-3000	20

5.3.3 电法测漏

5.3.3.1 检测前宜对待检测管道中水的导电性进行测试，确认管段属性、长度及周边土层性质和位置，提前布置牵引线。

5.3.3.2 电法测漏仪探头推进方向宜与水流方向一致，并宜与管道轴线一致，设备应浸没于水面以下。

5.3.3.3 电法测漏仪探头安放完成后，应将接地电极插入 20m 范围内的绿化土体中或利用已插入地下的金属物接地，连接设备调试探头的回路电流大小，可洒盐水浸泡接地电极以增强接地效果。

5.3.3.4 探头的回路电流初始值宜稳定于 1500~3000 之间，干燥区域也可调设为 400 附近。

5.3.3.5 电法测漏探头宜通过牵引绳拉动，经竖井到达目标管段管口位置后平置，此时应将计米器归零，并调整电缆处于自然绷紧状态。

5.3.3.6 管道电法测漏检测应借助牵引绳拉力使探头在管道内平稳、匀速前进或后退，探头行进过程中电缆应保持自然绷紧状态，探头的移动速度不宜超过 0.1m/s。

5.3.3.7 以普查为目的的采样点间距不宜大于 1m，其他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。

5.3.3.8 检测过程中应在规定采样间隔位置、管道变径或存在结构性缺陷位置适度降低探头的移动速度。

5.3.4 磁法定位

5.3.4.1 导向操作流程应符合下列规定：

- a) 检查导向系统（接收器、发射器、远程同步监视器）；
- b) 进行距离校正和方位校正；
- c) 安装固定磁棒信号源；
- d) 磁棒随潜水器行进，地面操作人员根据接收器方位和前后方交汇点进行追踪；
- e) 潜水器到达指定位置，开始地面定位；
- f) 使用测量设备采集地面定位点平面位置数据。

5.3.4.2 磁棒行进方向宜与水流方向一致。

5.3.4.3 地面操作人员进行追踪前应获取潜水器航向角，追踪过程中应与潜水器操作人员及时沟通潜水器行进距离和航向。

5.3.4.4 潜水器行进至暗埋井室或重大缺陷位置时，应停止行进，稳定潜水器姿态后，开始地面定位。

5.4 影像判读

5.4.1 二维实时影像声呐影像判读

5.4.1.1 二维实时影像声呐的影像判读应结合管道的侧壁扫描数据和水平扫描数据。

5.4.1.2 二维实时影像声呐的影像判读应逐帧选取最佳角度影像数据进行处理。

5.4.1.3 二维实时影像声呐的影像判读应根据声学影像中深色（高亮）的回声和白色（黑色）的阴影斑纹，识别管道内的凸起和凹陷，参考各类型缺陷的影像特征在声学影像基础上判定管道的功能性缺陷和结构性缺陷。

5.4.1.4 缺陷等级的判定应根据声学影像图面实际量测的缺陷尺寸判定。

5.4.1.5 应按本规程附录 B.1 的格式绘制管道内表面二维实时影像声呐管道缺陷成果图。

5.4.2 断面声呐影像判读

5.4.2.1 经校准后的检测断面线状测量误差应小于 3%，缺陷尺寸的判定可通过测量的方式确定。

5.4.2.2 缺陷识别应根据实测断面轮廓与标准管道截面进行对比，识别管道异常点，参考各类型缺陷的轮廓特征，判定管道的功能性缺陷和结构性缺陷。

5.4.2.3 应按本规程附录 B.2 的格式要求，在管道变径位置、存在缺陷位置和规定的采样间隔处绘制管道断面轮廓图，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、缺陷高度和宽度（结垢厚度、障碍物高度和宽度、残墙坝根高度和宽度、破裂或脱节深度、错口高度）等信息，管段不满水的状态下应标注水面线，管顶结垢时应标注结垢厚度。

5.4.2.4 应按本规程附录 B.3 的格式绘制沉积纵断面图，管道沉积状况纵断面图中应包括：管段编号、井号、管径、长度、水流向、检测单位、检测人员、检测日期、检测地点、绘图员、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 20%、30%、40% 及 50% 高度线（虚线）。

5.4.2.5 发现的缺陷应采用现场抓取最佳角度和最清晰图片方式标注影像信息，典型缺陷影像可采用剪辑声呐影像录像原始数据视频、特征标识的方式剪辑视频。

5.4.3 电法测漏成果判读

5.4.3.1 检测结果数据应连续、真实、全面，消除干扰，确保无漏检情况发生。

5.4.3.2 检测数据应进行预处理：

- a) 对距离起点位置进行视距校正，电流曲线图中距离与回路电流峰值应一一对应；

b) 电流曲线假异常滤波，对出现陡然变化、单点突变的电流曲线，进行人工滤波剔除。

5.4.3.3 结合现场采集设定的发射能量范围，经预处理后，激发能量小的滤波图像电流值超过 200 以上且呈正态分布时应初判存在渗漏，渗漏等级应根据相应位置的回路电流相对值判定，曲线峰值越高、起伏越大表示漏点级别越高，并应符合表 5.4-1 的规定。

表 5.4-1 渗漏等级判级标准

电流相对值范围	渗漏等级
峰值/均值 ≈ 1 倍	1
1 倍 $<$ 峰值/均值 ≤ 2 倍	2
2 倍 $<$ 峰值/均值 ≤ 3 倍	3
峰值/均值 > 3 倍	4

5.4.3.4 应按本规程附录 B.4 的格式绘制管道电法测漏成果图，电法测漏成果图应包括：曲线截图、渗漏点处相对于起始位置距离、渗漏点级别、检测方向、起终点井井号等信息。

6 高水位排水管道评估

6.1 一般规定

6.1.1 管道状况综合评估应包括管道结构性状况评估和管道功能性状况评估。

6.1.2 管道评估应依据检测资料和现场调查记录资料进行。

6.1.3 管道评估工作宜采用计算机软件进行，并应由人工复核确认。

6.1.4 当缺陷沿管道纵向的长度不大于 1.0m 时，评估长度应按 1.0m 计算。

6.1.5 当管道纵向 1.0m 范围内两个以上缺陷同时出现时，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。

6.1.6 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。

6.1.7 管道缺陷名称、代码和等级分类应符合《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的有关规定。

6.1.8 特殊结构及附属设施的代码应符合表 6.1-1 的规定。

表 6.1-1 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

变材	BC	两检查井之间不同材质管道相接处
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。
闸阀	ZF	污水管网进厂、站末端用于控制排水流量的阀门。
拦污栅	LWZ	污水管网进厂、站末端用于拦截流体中垃圾等杂物的构筑物。
排口拍门	PM	安装于排水口末端，用于防止河湖水倒灌的装置。
溢流堰	YLY	用于截流污水，控制管道流量和水位的设施。
截流槽	JLC	用于将早流污水和初期雨水截流至污水管道的槽式截流设施。

6.2 缺陷等级划分及分值

6.2.1 本规程已规定的代码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。

6.2.2 管道缺陷等级应按表 6.2-1 规定分类。

表 6.2-1 缺陷等级分类表

缺陷性质	等级			
	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

6.2.3 结构性缺陷的名称、代码、等级划分及分值应符合表 6.2-2 的规定。

表 6.2-2 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	裂缝—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附着物； 3) 轻度剥落。	0.5
			2	破口—破裂处已形成明显间隙或掉块，但管道的形状未受影响、无钢筋外露。	2
			3	破碎—管壁破裂或脱落处环向覆盖范围小于弧长 60°；或有钢筋外露。	5

缺陷名称	缺陷代码	定义	等级	缺陷描述	分值
			4	坍塌—当下列一个或多个情况存在时： 1) 管道材料破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 60°； 2) 管壁材料发生脱落的环向范围大于弧长 60°； 3) 变形大于管道直径的 25%。	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 1/2~1 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
起伏	QF	接口位置偏移，管道竖向位置发生变化，管内顶部出现空腔，水不满	1	起伏高/管径≤20%。	0.5
			2	20%<起伏高/管径≤35%。	2
			3	35%<起伏高/管径≤50%。	5
			4	起伏高/管径>50%。	10
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，脱节距离小于 20mm。	1
			2	中度脱节—脱节距离等于 20mm。	3
			3	重度脱节—脱节距离大于 20mm 且小于等于 50mm。	5
			4	严重脱节—脱节距离为 50mm 以上。	10
接口材料脱落	TL	管节处局部接口材料掉落，或橡胶圈、止水带等柔性材料脱落、悬挂	1	管节处接口材料部分掉落、脱落或悬挂，接口材料可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大于 30%。	5
渗漏	SL	管外的水流入管道，或是管道内的水漏出管外	1	滴漏—水持续从缺陷点滴出，伴随着杂质或气泡陆续进入管内，电流起跳值约为管内平均电流值的 1 倍。	0.5
			2	线漏—水持续从缺陷点流出，伴随着杂质或气泡持续进入	2

缺陷名称	缺陷代码	定义	等级	缺陷描述	分值
				管内，电流异常值为管内平均电流值的 1~2 倍。	
			3	涌漏—水从缺陷点涌出，伴随着杂质或气泡持续涌入管内，电流异常值为管内平均电流值的 2~3 倍。	5
			4	喷漏—水从缺陷点涌出或大量喷出，伴随着杂质或气泡连续涌入或喷入管内，电流异常值大于管内平均电流值的 3 倍。	10
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 $x < X \leq y$ 。					

6.2.4 功能性缺陷名称、代码、等级划分和分值应符合表 6.2-3 的规定。

表 6.2-3 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	沉积物厚度在管径的 30%~40%之间。	2
			3	沉积物厚度在管径的 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	过水断面损失为在 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	单根树根或是树根群自然生长进入管道	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

注：①表中缺陷等级定义的区域 X 的范围为 x~y 时，其界限的意义是 $x<X\leq y$ 。

②考虑到管道内水面上的漂浮物会随水面移动，对管道本身的运行无实际影响，本规程未对 CJJ181-2012 定义的功能性缺陷“浮渣（FZ）”进行要求。

6.2.5 管道缺陷识别判定、结构性缺陷等级划分和功能性缺陷等级划分宜参考本规程附录 D 进行。

6.2.6 管道结构性缺陷和功能性缺陷的判定要求应符合本规程附录 E 的要求。

6.3 结构性状况评估

6.3.1 管段结构性缺陷参数应按下列公式计算：

$$F = \max \{P_i\} \quad (1)$$

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 6.2-2 取值。

6.3.2 管段损坏状况参数 S 的确定应符合下列规定：

a) 管段损坏状况参数应按下列公式计算：

$$S = \sum_n (P_i \times \frac{l_i}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}) \quad (2)$$

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 ——管段第 i 个结构性缺陷的纵向长度（m）。

b) 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：

$$S_M = \frac{1}{SL} \sum_{i=1}^n P_i l_i \quad (3)$$

式中： S_M ——管段结构性缺陷密度；

L ——管段长度（m）。

6.3.3 管段结构性缺陷等级的确定应符合表 6.3-1 的规定。管段结构性缺陷类型评估可按表 6.3-2 确定。

表 6.3-1 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 6.3-2 管段结构性缺陷类型评估参考表

缺陷密度 S_M	< 0.1	$0.1 \sim 0.5$	> 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

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

$$RI = 0.7 \times F + 0.1 \times K + 0.05 \times E + 0.15 \times T \quad (4)$$

式中： RI ——管段修复指数；

K ——地区重要性参数，可按表 6.3-4 的规定确定；

E ——管道重要性参数，可按表 6.3-5 的规定确定；

T ——土质影响参数，可按表 6.3-6 的规定确定。

表 6.3-4 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
注：建筑类别和抗震设防类别划分等信息见《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223。	

表 6.3-5 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 6.3-6 土质影响参数 T

土质	一般土层 或 $F=0$	粉砂层	膨胀土			淤泥类土		红粘土
			强	中	弱	淤泥	淤泥质土	
T 值	0	10	10	8	6	10	8	8
注：土的分类及名称等信息见《岩土工程勘察规范》GB50021。								

6.3.5 管段的修复等级应符合表 6.3-7 的规定。

表 6.3-7 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

6.4 功能性状况评估

6.4.1 管段功能性缺陷参数应按下列公式计算：

$$G = \max \{P_j\} \quad (5)$$

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 6.2-3 取值。

6.4.2 运行状况参数的确定应符合下列规定：

a) 管段运行状况参数应按下列公式计算：

$$Y = \sum_m^j (P_j \times \frac{l_j}{l_1+l_2+l_3+\dots+l_m}) \quad (6)$$

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；

m——管段的功能性缺陷数量；

l_j ——本管段第 j 个功能性缺陷的纵向长度（m）。

b) 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：

$$Y_M = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^m P_j l_j \quad (7)$$

式中： Y_M ——管段功能性缺陷密度；

L——管段长度（m）。

6.4.3 管段功能性缺陷等级评定应符合表 6.4-1 的规定。管段功能性缺陷类型评估可按表 6.4-2 确定。

表 6.4-1 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 6.4-2 管段功能性缺陷类型评估

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

6.4.4 管段养护指数应按下列公式计算：

$$MI = 0.8 \times G + 0.15 \times K + 0.05 \times E \quad (8)$$

式中： MI ——管段养护指数；

K ——地区重要性参数，可按表 6.3-4 的规定确定；

E ——管道重要性参数，可按表 6.3-5 的规定确定。

6.4.5 管段的养护等级应符合表 6.4-3 的规定。

表 6.4-3 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

7 成果资料

7.1 检测工作结束后应编写检测与评估报告。

7.2 检测与评估报告的基本内容应符合下列规定：

a) 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、待检测管段的平面位置图、待检测管道的地理位置、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；

b) 应说明现场作业和管道评估的标准依据、采用的技术方法和仪器设备，以及现场实施情况；

c) 应汇编检测成果与评估成果，按本规程附录 B 的要求绘制二维实时影像声呐管道缺陷检测成果图、管道断面声呐截面图和纵断面图、管道电法测漏成果图和管道缺陷一览图；

d) 应提出检测与评估的结论和建议，宜说明的管道总体存在的问题及处理措施。

e) 应按本规程附录 C 的要求填写管道检测缺陷统计表、管道检测评估表和管道检测成果表；

7.3 提交的检测与评估资料应包括下列内容：

a) 任务书、技术设计书；

b) 所利用的已有成果资料；

c) 现场工作记录资料：

1) 排水管道踏勘记录表；

2) 检测记录表；

3) 现场照片。

d) 影像资料：

- 1) 检测录像资料;
 - 2) 二维实时影像声呐原始数据;
 - 3) 断面声呐原始数据;
 - 4) 电法测漏原始数据。
- e) 检测与评估报告。

附录 A
(规范性)
现场记录表

A.1 高水位管道水下检测踏勘记录应按表 A.1 填写。

A.1 高水位管道水下检测踏勘记录表

踏勘时间： 年 月 日

管段编号：起始井编号-终止井编号

踏勘人员：

调查部位	调查项目	调查情况	备注	照片
起始井编号	特殊设施	是□ 否□		
	井盖正常启闭	是□ 否□		
	是否暗埋	是□ 否□		
	周边环境	主路□ 旁道□ 绿化□		
	井室杂物厚度 mm)			
	水深 (mm)			
	剩余通行空间 mm)			
终止井编号	特殊设施	是□ 否□		
	井盖正常启闭	是□ 否□		
	是否暗埋	是□ 否□		
	周边环境	主路□ 旁道□ 绿化□		
	井室杂物厚度 mm)			
	水深 (mm)			
	剩余通行空间 mm)			
接驳关系变化情况				
井室接驳关系草图				
检测条件综合评价				

A.2 高水位管道水下检测现场记录应按表 A.2 填写。

A.2 高水位管道水下检测现场记录表

项目名称:

起始井编号（水深）	终点井编号（水深）	检测部位	管径	检测方向	检测时间	检测位置 m	管道检查缺陷情况描述	检测时间	检测位置 m	管道检查缺陷情况描述	备注

检测设备:

检测人员:

记录人员:

监督人员:

日期: 年 月 日

A.3 高水位管道水下检测接驳关系修正记录应按表 A.3 填写。

A.3 高水位管道水下检测接驳关系修正记录表

项目名称：

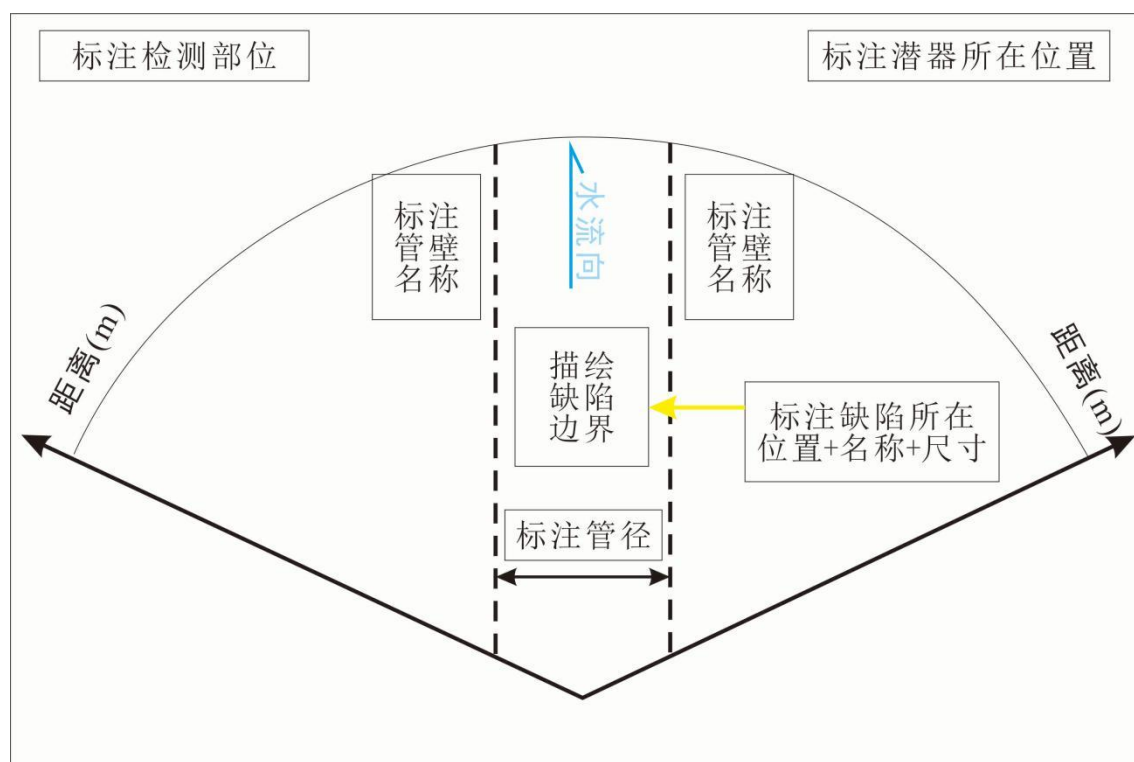
序号	起点物探 编号	终点物探 编号	满水管道检测实测					接驳关系变化情况				检测发现 日期	现场负责 人
			长度 m	管径 mm	流 向	管道 材质	特殊 设施	实测起点物探编 号	井室形状（圆形 /方形/骑马井）	实测终点物探 编号	井室形状（圆形/ 方形/骑马井）		
1													
2													
3													
4													
5													
管道重要问题及井室接驳情况草图													

检测设备： 检测人员： 记录人员： 监督人员： 日期： 年 月 日

附录 B
(规范性)
检测成果图

B.1 排水管道二维实时影像声呐管道缺陷成果图应按图 B.1 格式要求绘制。

B.1 二维实时影像声呐管道缺陷成果图样式

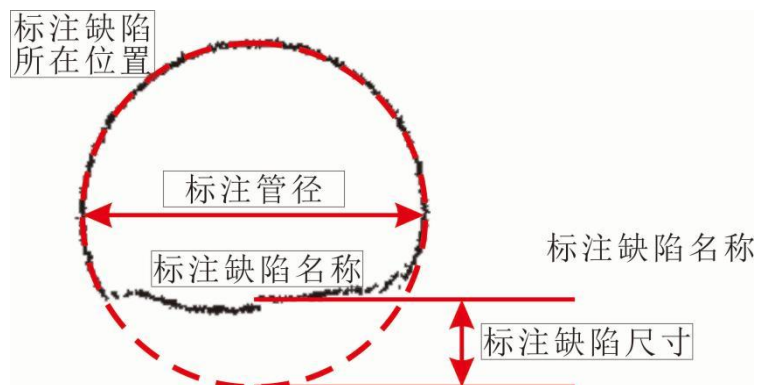


说明:

- 1 在整个图幅左上角标注管段检测部位，如管顶部、管底部、管左侧壁、管右侧壁；
- 2 右上角标注潜水器（水下无人机器人）所在位置距离，即潜水器所在管段内对应的位置；
- 3 用单箭头实线绘制扇形的两侧直线，并在箭头末端旁标注量程及量程单位；
- 4 用虚线绘制二维实时影像声呐中的有效影像范围，即两侧管壁边界线，并标注管壁名称，如管顶、管底沉积界面、管左侧壁、管右侧壁；
- 5 在两侧管壁边界线内标注水流向和管径大小；
- 6 在两侧管壁边界线内描绘缺陷边界，用单箭头实线引出至两侧管壁边界线外，标注缺陷所在管段内对应的位置及缺陷名称和尺寸。

B.2 排水管道断面声呐截面图应按图 B.2 格式要求绘制。

B.2 管道断面声呐截面图样式

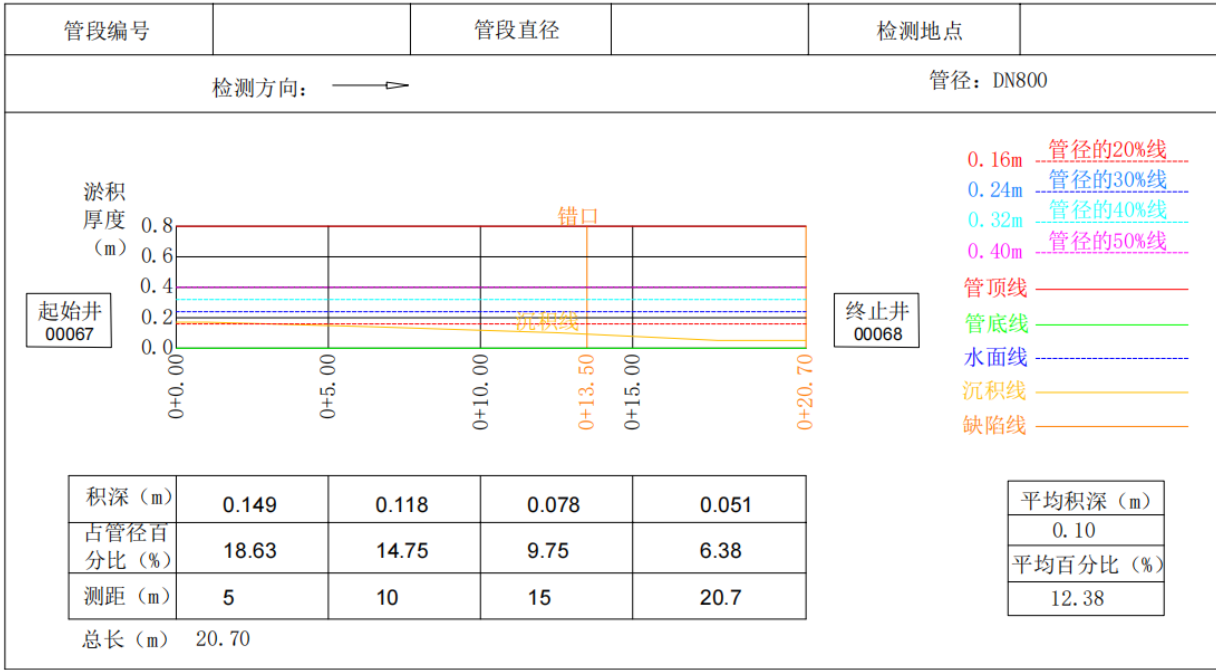


说明：

- 1 标注缺陷所在位置，即缺陷对应应在管道中的距离位置，放置圆圈外部的左上角；
- 2 标注管径大小，标在圆圈内的直径线（水平方向的双箭头实线）上方并垂直居中对齐；
- 3 标注缺陷名称，标在对应缺陷的上方或者下方；
- 4 标注缺陷尺寸（高度或宽度），缺陷位置用实线引出至圆圈外部，再标上实测出来的缺陷尺寸高度或宽度。

B.3 排水管道断面声呐纵断面图应按图 B.3 格式要求绘制。

B.3 管道断面声呐纵断面图样式



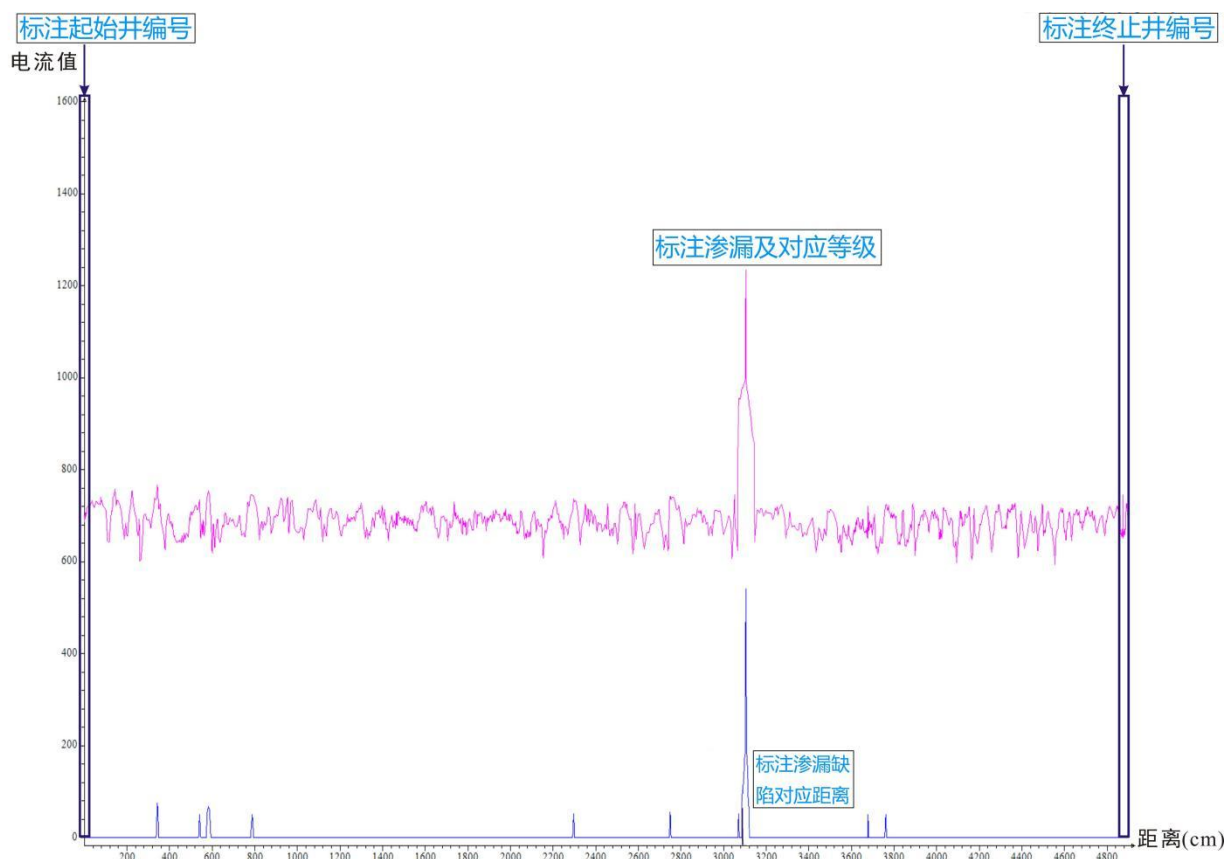
检测单位： 检测员： 绘图员： 日期：

说明：

- 1 管径 20%、30%、40%和 50%高度线分别用红色、蓝色、青色和洋红色虚线表示；
- 2 应标注出水面线、管顶线和管底线，管道无起伏时，水面线与管顶线重合；
- 3 管道缺陷位置应用缺陷线标出，对应缺陷名称标注在上方；
- 4 在沉积图下方应填写从起始井开始管道内每 5m 位置沉积深度及占管径百分比，同时应计算检测管道内的平均沉积深度和占管径百分比。

B.4 排水管道电法测漏成果图应按图 B.4 格式要求绘制。

B.4 管道电法测漏成果图样式

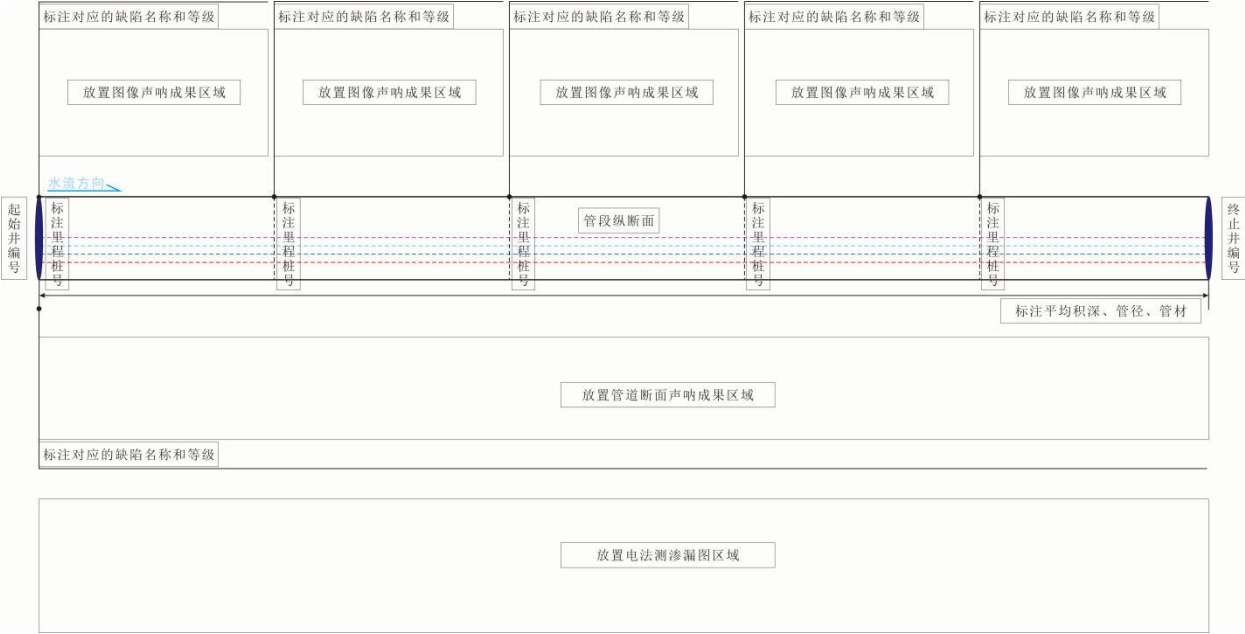


说明：

- 1 标注渗漏缺陷对应位置，即缺陷对应应在管道中的距离位置，放置在滤波图像电流峰值旁边；
- 2 标注渗漏缺陷及对应等级，放置在回路电流峰值上方；
- 3 框出起终点井位置，标注起终点井编号放置在上方。

B.5 排水管道缺陷一览表应按图 B.5 格式要求绘制。

B.5 管道缺陷一览表成果样式



说明：管段缺陷一览表由断面声呐、二维实时影像声呐和电法测渗漏图三个部分组成。

- 1 管段纵断面图左右两侧分别写上起始井、终止井标号，在左上角标注水流方向，右下角标注管段的平均积深，管径，管材；
- 2 在管段纵断面图上方按从左到右的距离放置二维实时影像声呐成果图，在管段纵断面图内部用虚线标出其在管段内对应位置，用指引线引出连接二维实时影像声呐成果图，并标注里程桩号；
- 3 在管段纵断面图下方按从左到右的距离放置管道断面声呐成果图，在管段纵断面图内部用虚线标出其在管段内对应位置，用指引线引出连接管道断面声呐成果图，并标注里程桩号；
- 4 电法测渗漏图排在管道断面声呐成果图下方。

附录 C
(规范性)
检测成果表

C.1 排水管道缺陷统计应按表 C.1 填写。

C.1 排水管道检测缺陷统计表
(结构性缺陷/功能性缺陷)

序号	起点物探 编号	终点物探 编号	管径 (mm)	材质	检测长度 (m)	缺陷位置 (m)	缺陷名称	缺陷等级
示例	L04348189	L04010810	1000	钢筋混凝土管	20	0.5-1.0m 处, 1004h	错口	2

C.2 排水管道检测评估应按表 C.2 填写。

C.2 排水管道检测评估表

起点 编号	终点 编号	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	损坏 状况 参数 S	缺陷 参数 F	管段 缺陷 等级	缺陷 密度 S_M	修复 指数 RI	修复建议	运行 状况 参数 Y	缺陷 参数 G	管段 缺陷 等级	缺陷 密度 Y_M	养护 指数 RI	养护建议
L0434 8189	L0401 0810	1000	20	钢筋 混凝土	3.51	3.57	4.64	10	IV	1	9.05	结构已经发生或即将发生破坏,应立即修复	4.638	10	IV	1	9.05	输水功能受到严重影响,应立即进行处理

C.3 排水管道检测成果表（样例）应按表 C.3 填写，缺陷图的绘制应符合附录 B 的要求。

C.3 排水管道检测成果表

检测文件	Q0801WS1528-Q0801WS1532		起始井号	Q0801WS1528	终止井号	Q0801WS1532
敷设年代	/		起点埋深(m)	4.7	终点埋深(m)	4.9
管段类型	污水		管段材质	钢筋混凝土管	管段直径(mm)	800
检测方向	顺流		管段长度(m)	57	检测长度(m)	55.2
检测地点	西海大道				检测日期	202X.X.X
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	
43.4-50.5	沉积(CJ)	5	3	沉积物厚度为管径的 40%-50%	图 1.2-1	
14.6-30.4	沉积(CJ)	2	2	沉积物厚度为管径的 30%-40%	图 1.2-2	
30.4-36.8	沉积(CJ)	0.5	1	沉积物厚度为管径的 20%-30%	图 1.2-3	
4.6-36.8	起伏(QF)	0.5	1	起伏高/管径≤20%	图 1.2-4	
37.2	脱节（TJ）	10	4	严重脱节 50mm 以上	图 1.2-5	
45.5	脱节（TJ）	10	4	严重脱节 50mm 以上	图 1.2-6	
47.7	脱节（TJ）	5	3	重度脱节-脱节距离为 20mm-50mm	图 1.2-7	
49.5	异物穿入（CR）	0.5	1	异物在管道内且占用过水断面面积不大于 10%	图 1.2-8	
50.0	破裂（PL）	10	4	管道材料裂痕、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 60°	图 1.2-9	
52.0	破裂（PL）	10	4	管道材料裂痕、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 60°	图 1.2-10	
54	特殊管节	/	/	顶部较宽，但未脱开。	图 1.2-11	
该管段缺陷分布情况见图 1.2-1 -图 1.2-10，特征影像见图 1.2-11，沉积和缺陷纵断面图见 1.2-12。						
<div><div><div>距离 44.3m</div><div></div></div><div><div>距离 49.4m</div><div></div></div></div>						
图 1.2-1 沉积 3 级；距离 43.4-50.5m，沉积物厚度为管径的 40%-50%，环向 0408 位置						

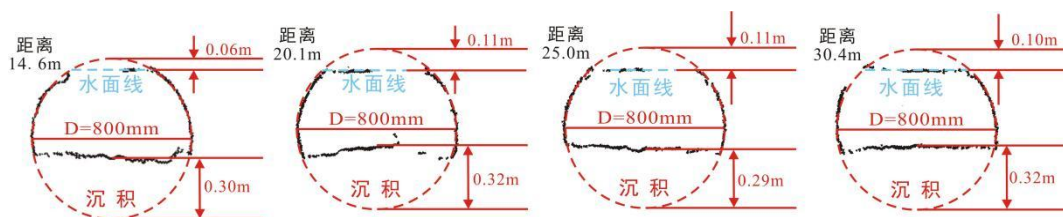


图 1.2-2 沉积 2 级；距离 14.6-30.4m，沉积物厚度为管径的 30%-40%，环向 0408 位置

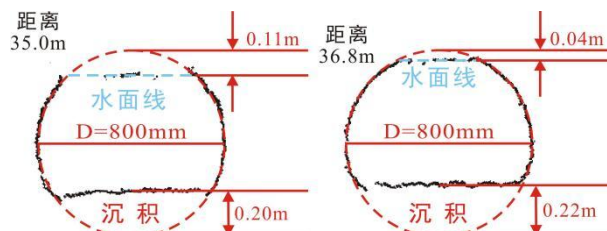


图 1.2-3 沉积 1 级；距离 30.4-36.8m，沉积物厚度为管径的 20%-30%，环向 0408 位置

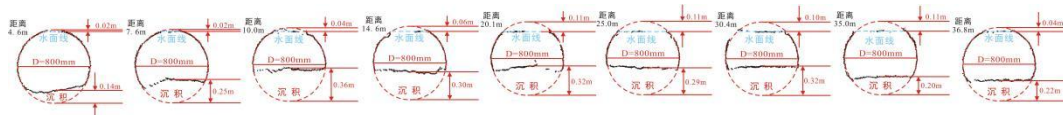


图 1.2-4 起伏 1 级；距离 4.6-36.8m，缺陷长度 32.2m，起伏高/管径 $\leq 20\%$ ，环向 1212 位置

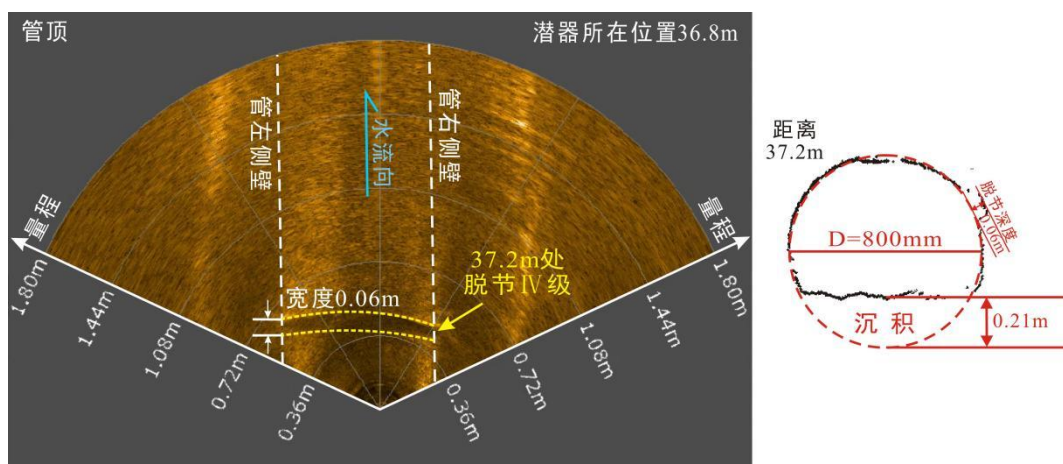


图 1.2-5 脱节 4 级；距离 37.2m，脱节宽 6cm，严重脱节 50mm 以上，环向 1212 位置

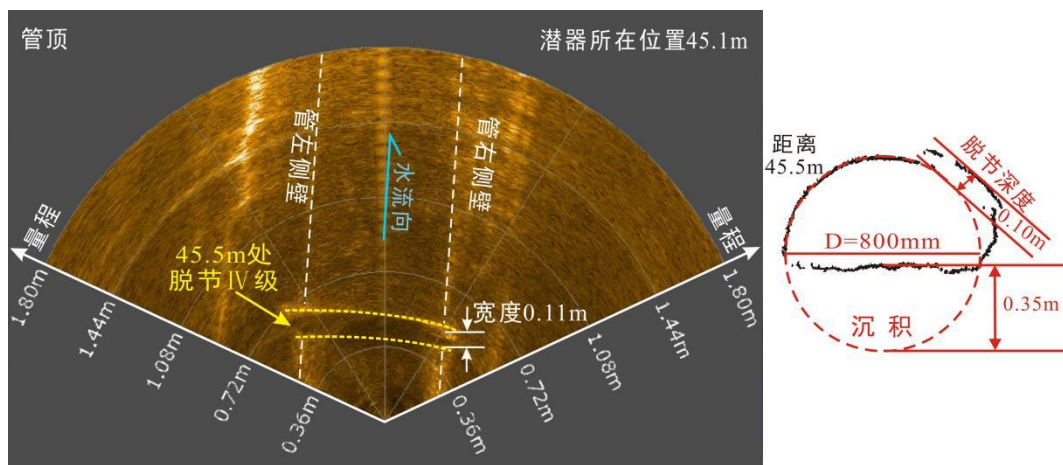


图 1.2-6 脱节 4 级：距离 45.5m，脱节宽 11cm，严重脱节 50mm 以上，环向 1212 位置

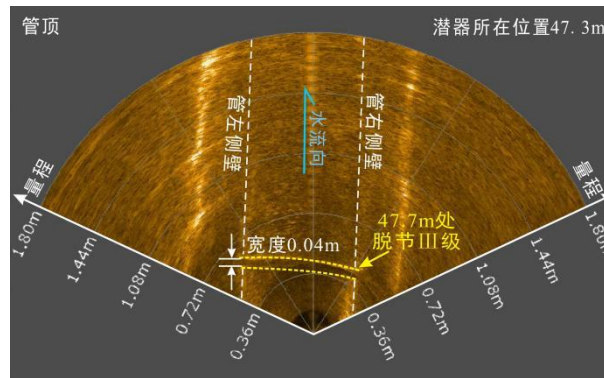


图 1.2-7 脱节 3 级：距离 47.7m，脱节宽度 4cm，重度脱节-脱节距离为 20mm-50mm，环向 1212 位置

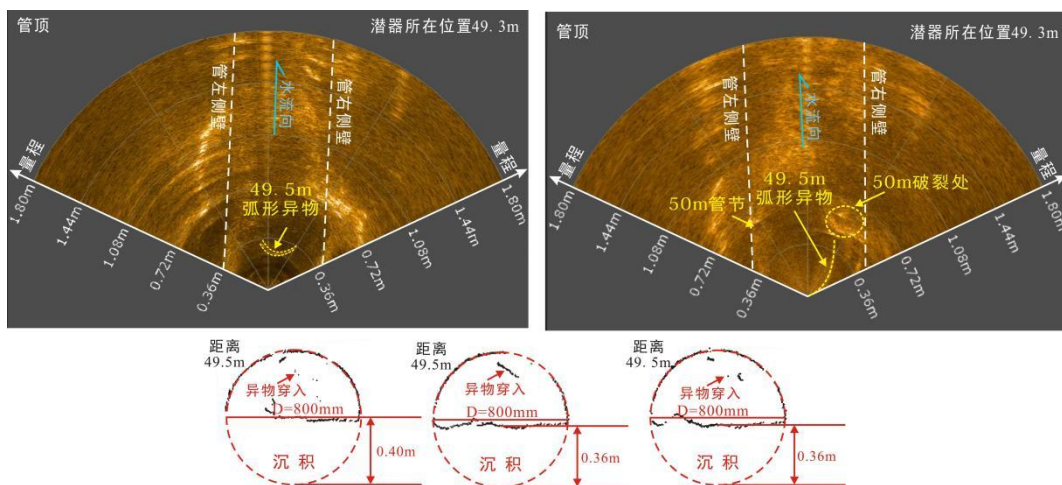


图 1.2-8 异物穿入 1 级：距离 49.5m，缺陷长度 0.5m，异物在管道内且占用过水断面面积不大于 10%，环向 1112 位置

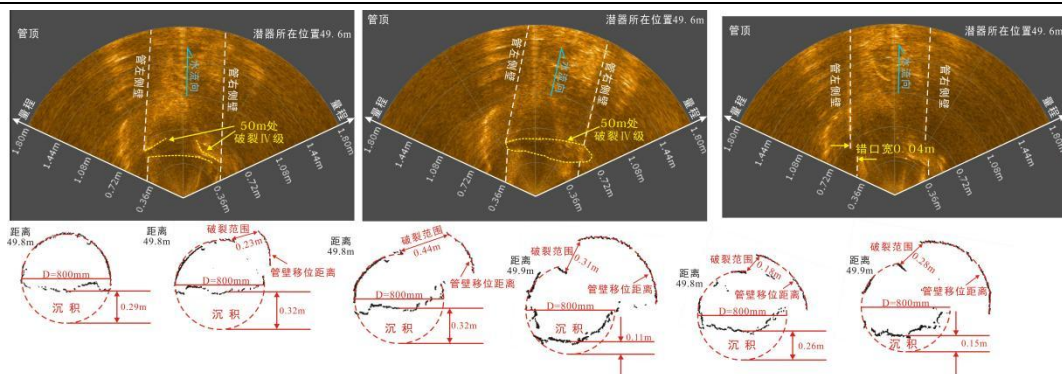


图 1.2-9 破裂 4 级：距离 50m，破裂宽度约 30cm，管道材料裂痕、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 60°，环向 0912 位置

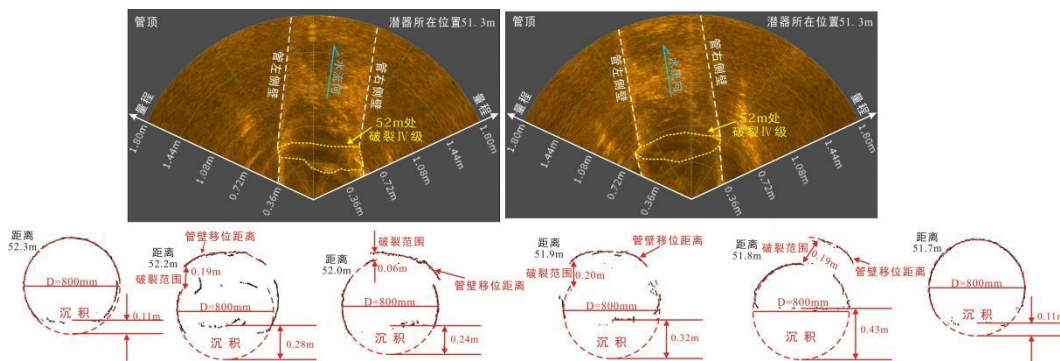


图 1.2-10 破裂 4 级；距离 52m，破裂宽度约 40cm，管道材料裂痕、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 60°，环向 0912 位置

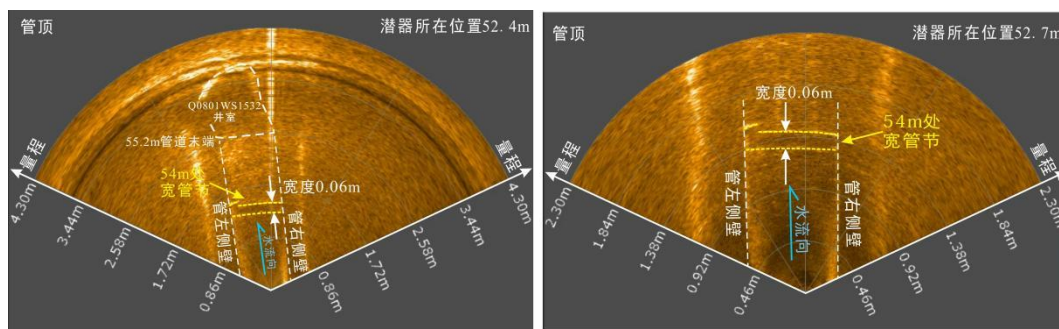


图 1.2-11 典型特征管节

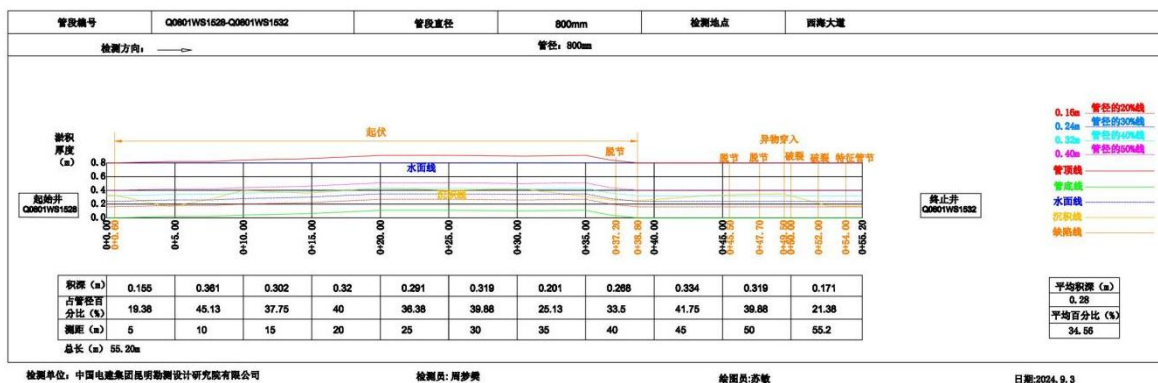
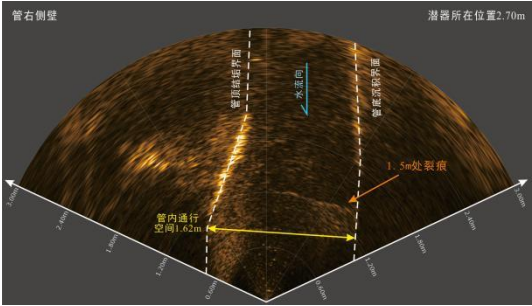
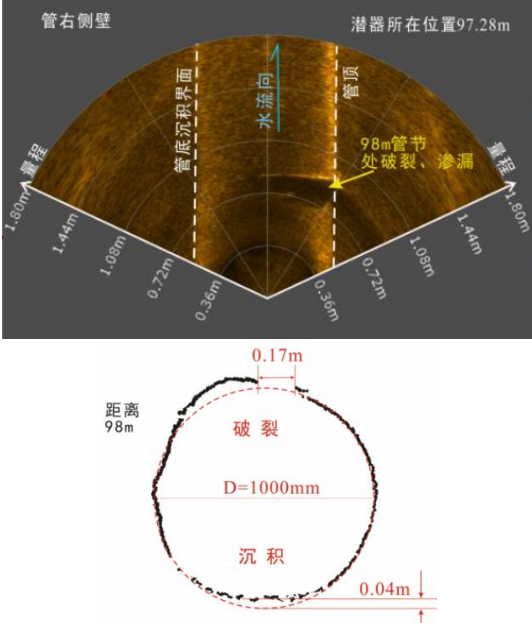


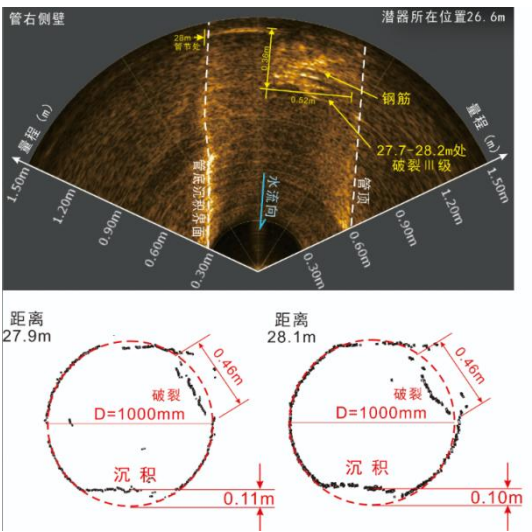
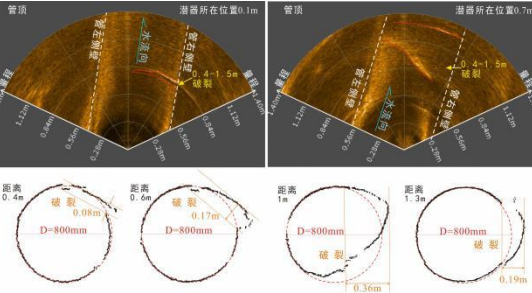
图 1.2-12Q0801WS1528-Q0801WS1532 管段沉积和缺陷纵断面图

附录 D
(资料性)
典型缺陷图鉴

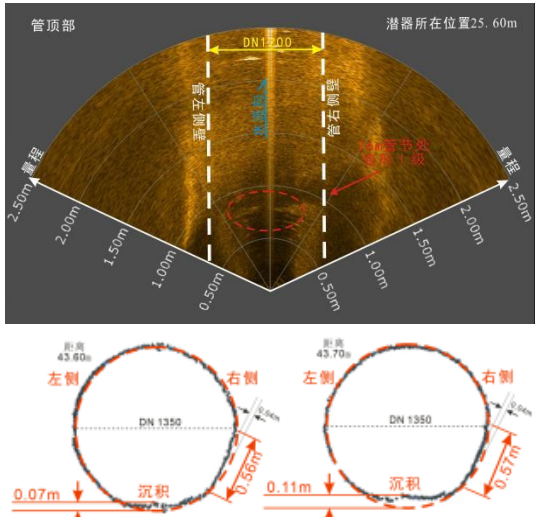
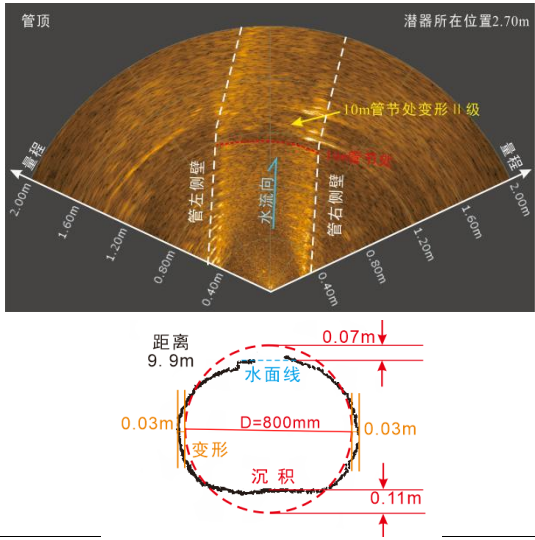
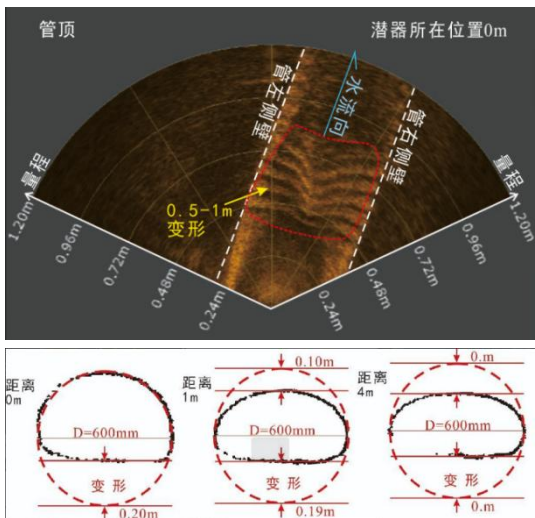
D.1 管道结构性缺陷等级划分可参考表 D.1 进行。

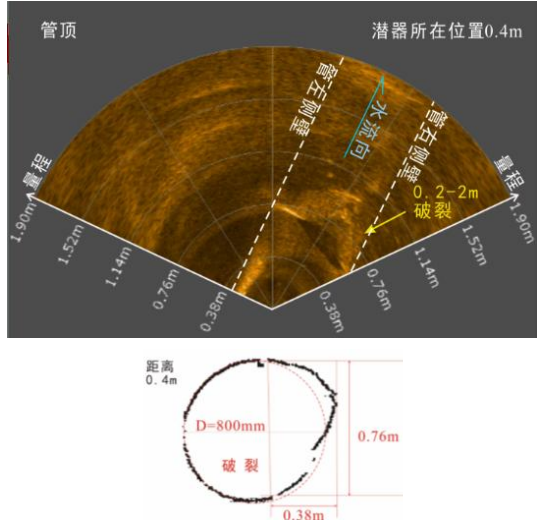
D.1 管道结构性缺陷等级划分及高水位管道水下检测样表

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 3 种。			
等级	缺陷描述	分值	检测样图
1	<p>裂缝：当下列一个或多个情况存在时：</p> <p>1) 在管壁上可见细裂痕；</p> <p>2) 在管壁上由细裂缝处冒出少量附着物；</p> <p>3) 轻度剥落。</p>	0.5	
2	<p>破口：破裂处已形成明显间隙或掉块，但管道的形状未受影响、无钢筋外露。</p>	2	

3	破碎:管壁破裂或脱落处环向覆盖范围小于弧长 60°, 或有钢筋出露。	5	
4	坍塌: 当下列一个或多个情况存在时: 1) 管道材料破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长 60°; 2) 管壁材料发生脱落的环向范围大于弧长 60°; 3) 变形大于管道直径的 25%。	10	
缺陷判别说明	1.此类型的缺陷多适用于混凝土管, 变形大于管道直径的 25%适用于柔性管; 2.裂缝较细微, 断面声呐无法判别, 应由二维实时影像声呐多角度观察其长度及走向; 3.破口、破碎、坍塌均应由二维实时影像声呐和断面声呐数据同时作为支撑。		

续表 D.1

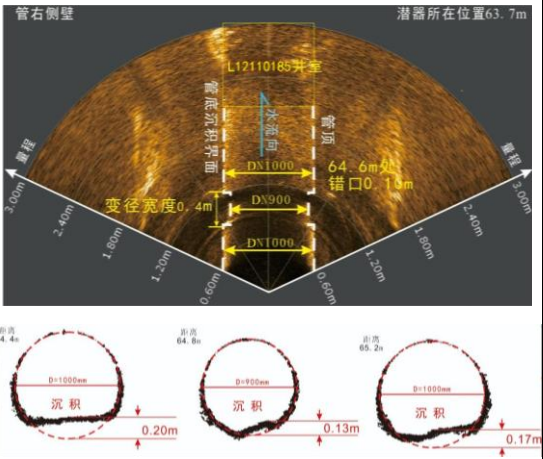
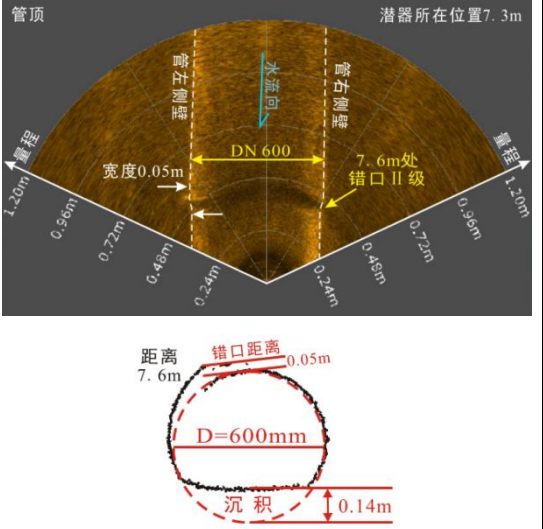
缺陷名称：变形		缺陷代码：BX	缺陷类型：结构性
定义：管道受外力挤压造成形状变异。			
等级	缺陷描述	分值	检测样图
1	变形小于管道直径的 5%	1	
2	变形为管道直径的 5%~15%	2	
3	变形为管道直径的 15%~25%	5	

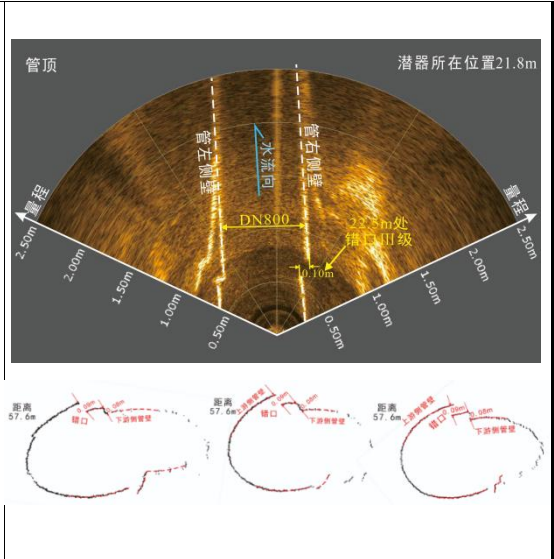
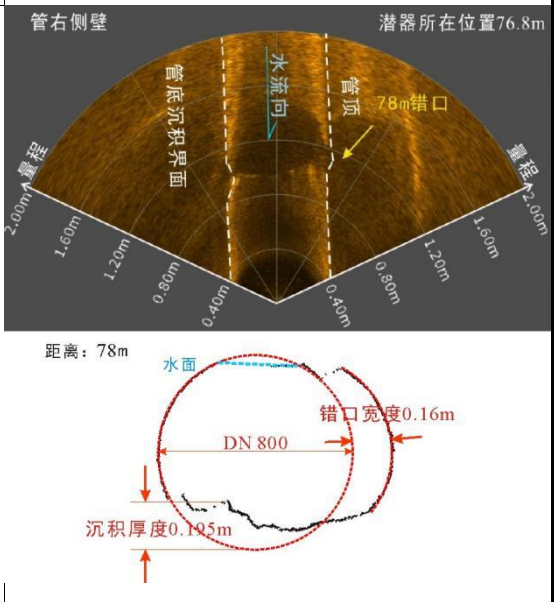
4	变形大于管道直径的 25%	10	
缺陷判别 说明	<p>1.此类型的缺陷多适用于柔性管；混凝土管出现变形 4 级时即存在破裂；</p> <p>2.变形的百分比例确认需量测断面变形量与管径的百分比判定级别，变形率=（管内径-变形后最小内径）÷管内径×100%；</p> <p>3.二维实时影像声呐可观察变形处的挤压、扭曲情况，变形各级别的确认应由二维实时影像声呐和断面声呐数据同时作为支撑。</p>		

续表 D.1

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	检测样图
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	
缺陷判别说明	1.此类型的缺陷适用于混凝土管，根据管顶或管壁被水冲刷、腐蚀的程度确定； 2.通过二维实时影像声呐辨别细骨料、粗骨料、钢筋出露的程度判定级别。		

续表 D.1

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或竖向偏离，未处于管道的正确位置。			
等级	缺陷描述	分值	检测样图
1	轻度错口：相接的两个管口偏差小于管壁厚度的 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	

<p>3</p>	<p>重度错口：相接的两个管口偏差为管壁厚度的 1~2 倍之间。</p>	<p>5</p>	
<p>4</p>	<p>严重错口：相接的两个管口偏差为管壁厚度的 2 倍以上。</p>	<p>10</p>	
<p>缺陷判别说明</p>	<p>1.此类型的缺陷适用于混凝土管、柔性管，整个管节沿环向横向错开； 2.量测最大错开宽度与管壁厚度的比值判定级别，应区别实际错口宽度与错开处投射在管壁的阴影宽度； 3.除 1 级轻度错口外，应由断面声呐数据量测错开宽度作为二维实时影像声呐数据的佐证。</p>		

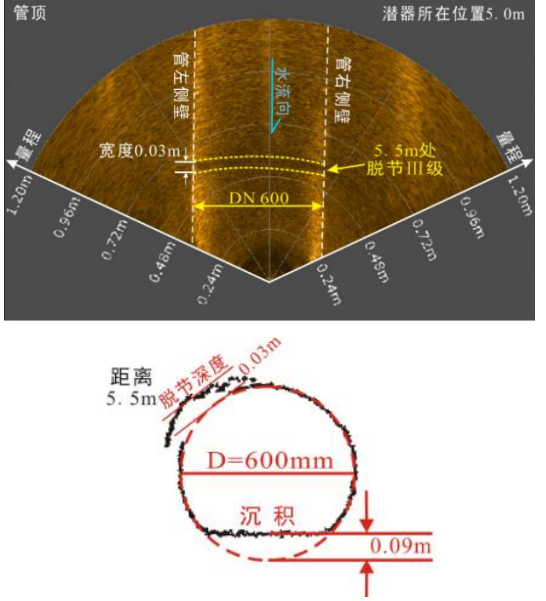
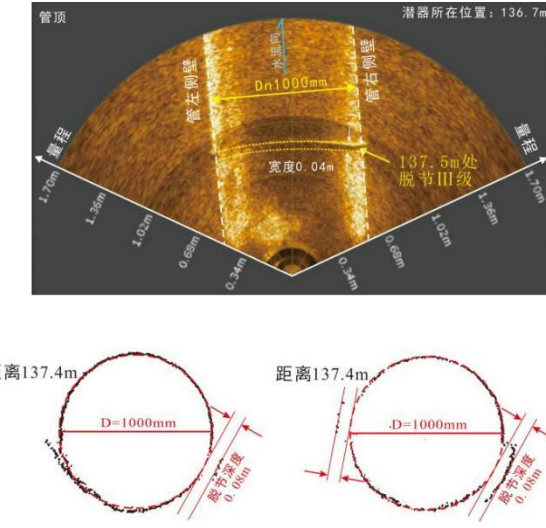
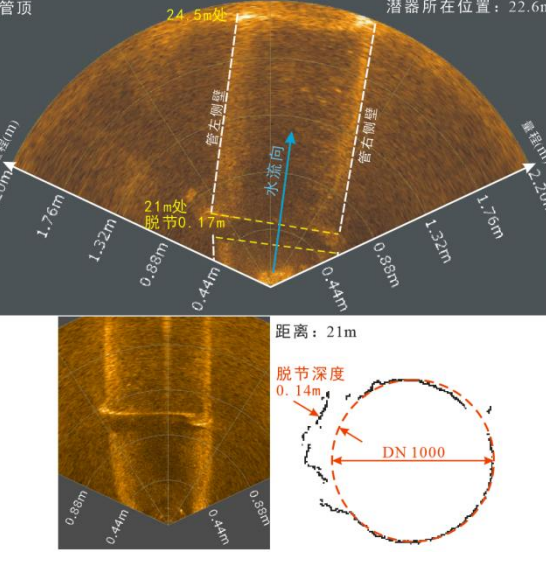
续表 D.1

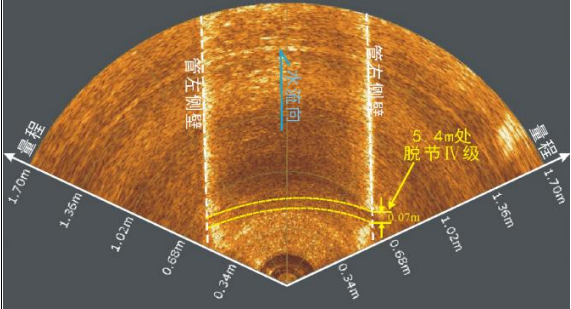
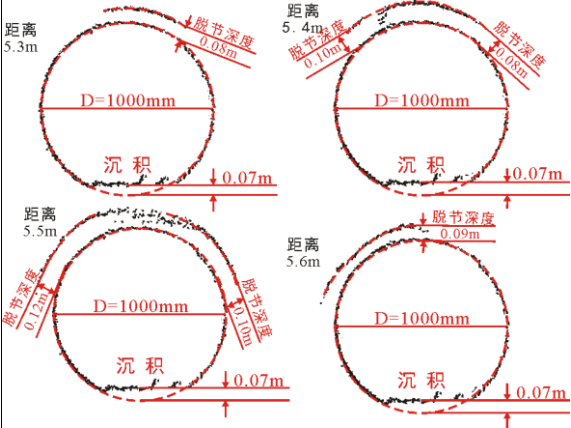
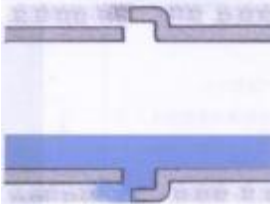
缺陷名称：起伏		缺陷代码：QF	缺陷类型：结构性
定义：接口位置偏移，管道竖向位置发生变化，管内顶部出现空腔，水不满。			
等级	缺陷描述	分值	检测样图
1	起伏高/管径≤20%	0.5	<div><div>管右侧壁</div><div>潜器所在位置:29.5m</div><div><div>距离(m)</div><div>2.30m</div><div>2.25m</div><div>2.40m</div><div>1.60m</div><div>0.80m</div><div>管顶</div><div>水流向</div><div>管底沉积界面</div><div>管段起伏</div><div>DN 1350</div></div><div><div>距离 37m</div><div>水面</div><div>D=1350mm</div><div>沉积</div><div>0.05m</div><div>0.24m</div></div><div><div>距离 53m</div><div>水面</div><div>D=1350mm</div><div>沉积</div><div>0.11m</div><div>0.33m</div></div><div><div>距离 65m</div><div>水面</div><div>D=1350mm</div><div>沉积</div><div>0.05m</div><div>0.30m</div></div></div>
2	20%<起伏高/管径≤35%	2	<div><div>管右侧壁</div><div>潜器所在位置168.3m</div><div><div>量程</div><div>2.30m</div><div>1.84m</div><div>1.38m</div><div>0.92m</div><div>0.46m</div><div>0.46m</div><div>0.92m</div><div>1.38m</div><div>1.84m</div><div>2.30m</div><div>168.8m处</div><div>顶底错口0.30m</div><div>起伏上翘</div><div>管顶</div><div>水流向</div><div>管底沉积界面</div><div>起伏0.30m</div><div>DN1200</div></div><div><div>距离 142.6m</div><div>水面线</div><div>D=1200m</div><div>沉积</div><div>0.15m</div><div>0.44m</div></div><div><div>距离 152.0m</div><div>水面线</div><div>D=1200m</div><div>沉积</div><div>0.30m</div><div>0.23m</div></div><div><div>距离 168.8m</div><div>水面线</div><div>D=1200m</div><div>沉积</div><div>0.30m</div><div>0.23m</div></div><div><div>距离 178.5m</div><div>水面线</div><div>D=1200m</div><div>沉积</div><div>0.29m</div><div>0.29m</div></div></div>

3	35%<起伏高/管径≤50%	<div data-bbox="837 188 1380 481"> </div> <div data-bbox="837 492 1380 627"> </div>
4	起伏高/管径>50%	<div data-bbox="837 647 1380 1377"> </div> <div data-bbox="837 1388 1380 1523"> </div>
缺陷判别说明	<p>1.此类型的缺陷在满水工况下由管顶满水、不满水（存在气泡、气体）的变化判断；</p> <p>2.由断面声呐数据量测起伏最大处的高度差与管径的百分比判定级别，二维实时影像声呐数据可观察管顶水面边界宽窄的变化。</p> <div data-bbox="542 1646 1133 1803"> </div> <p>H 为起伏高度，即管道偏离设计高度位置的大小</p>	

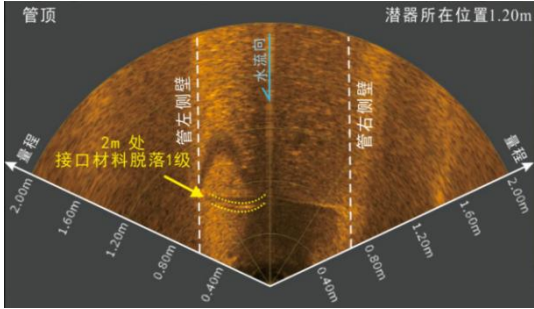
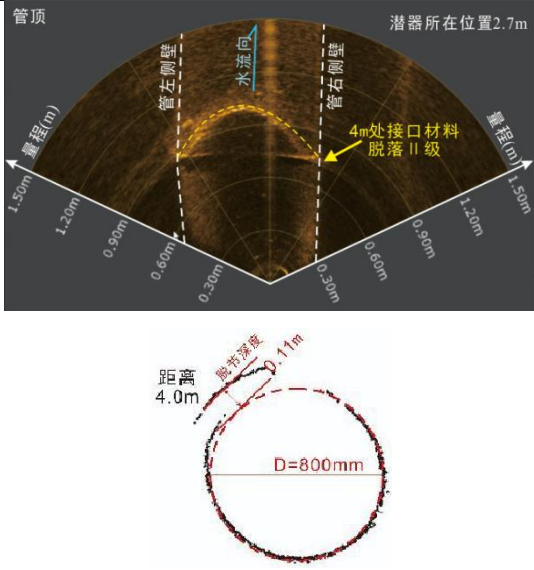
续表 D.1

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	检测样图
1	轻度脱节：管道端部已有少量泥土挤入，脱节距离小于 20mm。	1	<div><div>管右侧壁</div><div>潜器所在位置0.0m</div><div>1.2m处脱节I级</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>水流向</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧壁</div><div>管右侧壁</div><div>管顶</div><div>管底</div><div>管左侧</div></div>

<p>3</p>	<p>重度脱节：脱节距离大于 20mm 且小于等于 50mm。</p>	<p>5</p>	 
<p>4</p>	<p>严重脱节：脱节距离为 5cm 以上。</p>	<p>10</p>	

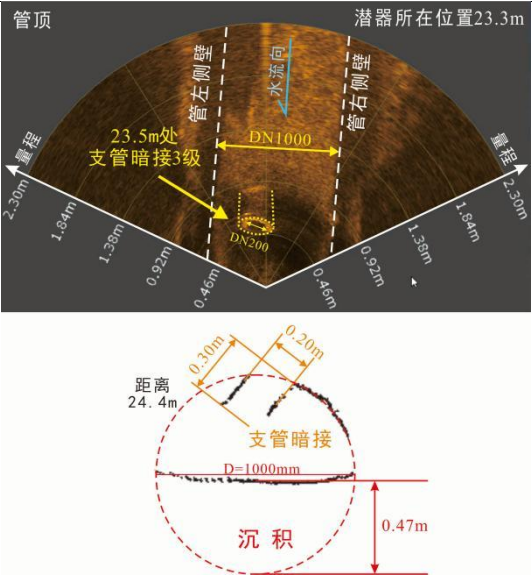
			<div><p>管顶</p><p>潜器所在位置1.1m</p><p>管左内壁</p><p>水流向</p><p>管右内壁</p><p>5.4m处脱节IV级</p><p>0.07m</p><p>1.70m</p><p>1.35m</p><p>1.02m</p><p>0.69m</p><p>0.34m</p><p>0.34m</p><p>0.69m</p><p>1.02m</p><p>1.35m</p><p>1.70m</p></div> <div><p>距离 5.3m</p><p>脱节深度 0.08m</p><p>D=1000mm</p><p>沉积</p><p>0.07m</p><p>距离 5.4m</p><p>脱节深度 0.10m</p><p>D=1000mm</p><p>沉积</p><p>0.07m</p><p>距离 5.5m</p><p>脱节深度 0.12m</p><p>D=1000mm</p><p>沉积</p><p>0.07m</p><p>距离 5.6m</p><p>脱节深度 0.09m</p><p>D=1000mm</p><p>沉积</p><p>0.07m</p></div>
缺陷判别 说明	<div><p>1.此类型的缺陷适用于混凝土管、柔性管，整个管节沿轴向纵向脱开；</p><p>2.应由二维实时影像声呐数据量测脱开宽度判定级别，注意区别于管节结垢在管壁凸起投射的阴影；</p><p>3.脱节 3、4 级应由断面声呐数据量测管节处填充物掉落后的脱节深度。</p></div> <div></div> <div>管道脱节示意图</div>		

续表 D. 1

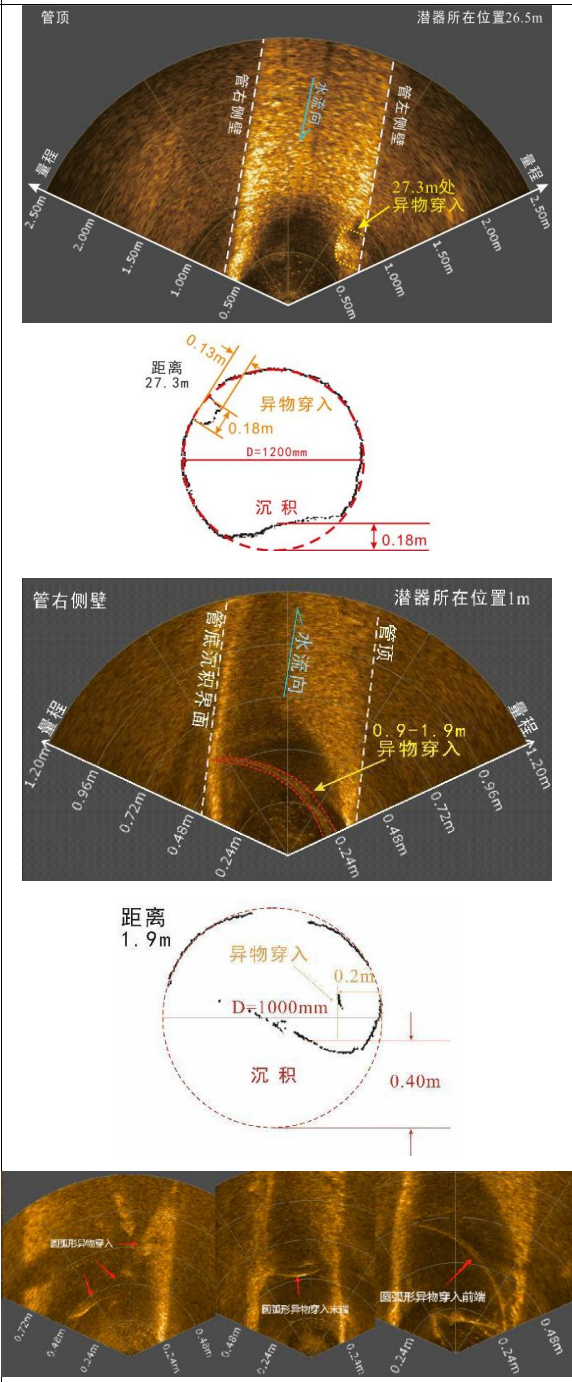
缺陷名称：接口材料脱落		缺陷代码：TL	缺陷类型：结构性
定义：管节处局部接口材料掉落，或橡胶圈、止水带等柔性材料脱落、悬挂。			
等级	缺陷描述	分值	检测样图
1	管节处接口材料部分掉落、脱落或悬挂，接口材料可在管道内水平方向中心线上部可见。	1	
2	接口材料可在管道内水平方向中心线下部可见。	3	
缺陷判别说明	1.此类型的缺陷多适用于混凝土管； 2.应由二维实时影像声呐数据观察接口材料脱落的范围判定级别。		

续表 D.1

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	检测样图
1	支管进入主管内的长度小于主管直径 10%	0.5	
2	支管进入主管内的长度在主管直径 10%~20%之间	2	

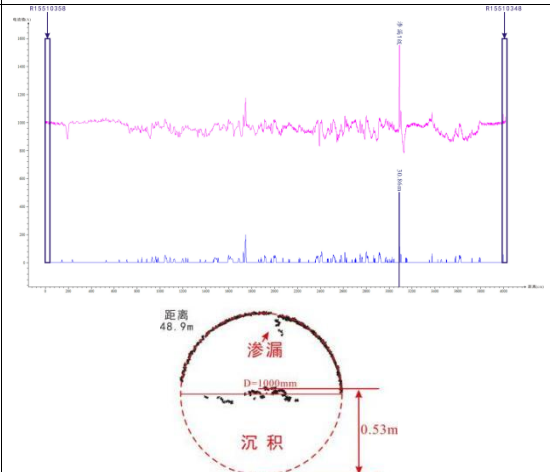
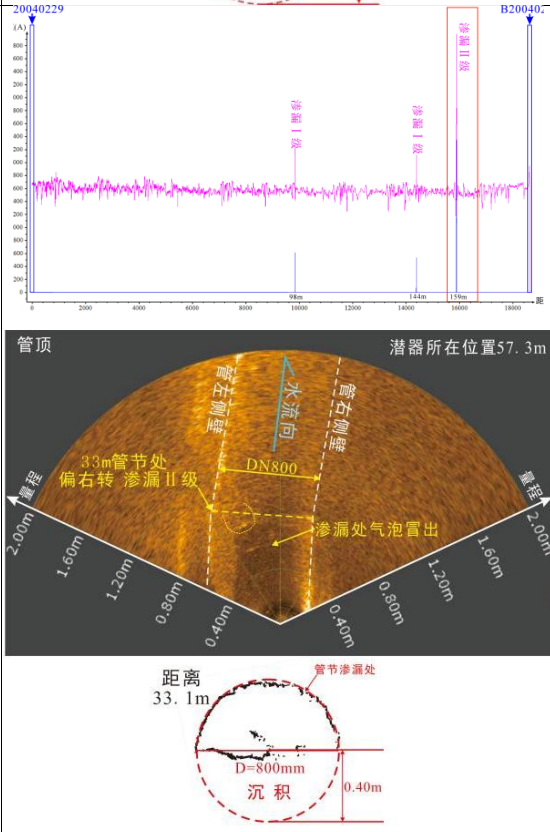
3	支管进入主管内的长度大于主管直径20%	5	
缺陷判别说明	<p>1.此类型的缺陷适用于混凝土管、柔性管，管顶或管壁有支管接入；</p> <p>2.应由二维实时影像声呐数据量测支管管径，由断面声呐数据量测暗接支管进入主管内的长度，断面声呐数据宜能反映暗接支管的管径和坡度。</p>		

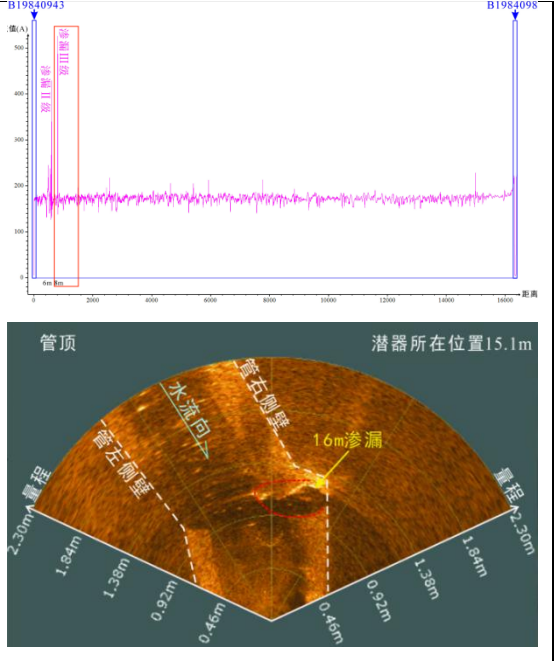
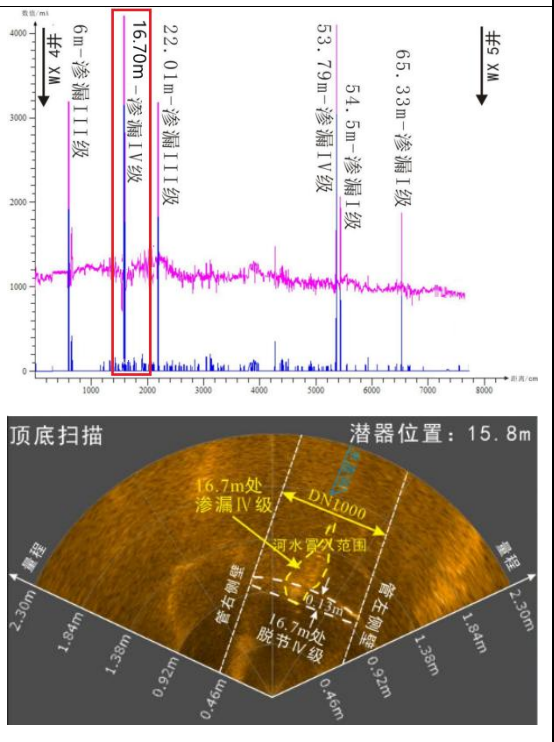
续表 D.1

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	检测样图
1	异物在管道内占用过水断面小于 10%	0.5	 <p>管顶 潜器所在位置26.5m</p> <p>27.3m处异物穿入</p> <p>距离 27.3m</p> <p>0.13m</p> <p>0.18m</p> <p>D=1200mm</p> <p>沉积</p> <p>管右侧壁 潜器所在位置1m</p> <p>0.9-1.9m 异物穿入</p> <p>距离 1.9m</p> <p>0.2m</p> <p>D=1000mm</p> <p>沉积</p> <p>圆形异物穿入</p> <p>圆形异物穿入末端</p> <p>圆形异物穿入前端</p>

2	异物在管道内占用过水断面为10%~30%	2	
3	异物在管道内占用过水断面大于 30%	5	
缺陷判别说明	<p>1.此类型的缺陷适用于混凝土管、柔性管，非管内的结构物穿入管内影响了过流，且会对管道的结构稳定性造成一定的影响；</p> <p>2.应由二维实时影像声呐数据观察异物的形态和范围，由断面声呐数据量测异物占用的过水断面。</p>		

续表 D.1

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，或是管道内的水漏出管外。			
等级	缺陷描述	分值	检测样图
1	滴漏：水持续从缺陷点滴出，伴随着杂质或气泡陆续进入管内，电流起跳值约为管内平均电流值的 1 倍。	0.5	
2	线漏：水持续从缺陷点流出，伴随着杂质或气泡持续进入管内，电流异常值为管内平均电流值的 1~2 倍。	2	

<p>3</p>	<p>涌漏：水从缺陷点涌出或大量喷出，伴随着杂质或气泡持续涌入管内，电流异常值为管内平均电流值的2~3倍。</p>	<p>5</p> 
<p>4</p>	<p>喷漏：水从缺陷点涌出或大量喷出，伴随着杂质或气泡连续涌入或喷入管内，电流异常值大于管内平均电流值的3倍。</p>	<p>10</p> 
<p>缺陷判别说明</p>	<p>1.此类型的缺陷适用于混凝土管、柔性管，是管内外水进入的通道； 2.应由聚焦电流法根据管内电流异常值判定级别，除1级滴漏外，应由二维实时影像声呐数据观察缺陷点渗漏状态作为电流异常值判定级别的佐证； 3.当发现破裂、脱节、错口等结构性缺陷时，应通过二维实时影像声呐观察缺陷处是否存在水流或气泡冒入管内。</p>	

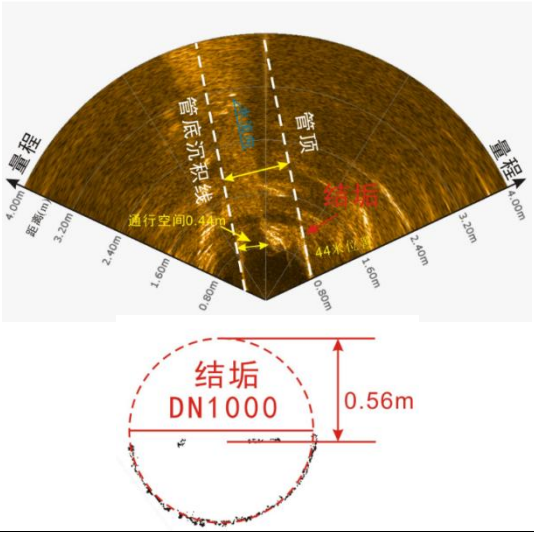
D.2 管道功能性缺陷等级划分可参考表 D.2 进行。

D.2 管道功能性缺陷等级划分及高水位管道水下检测样表

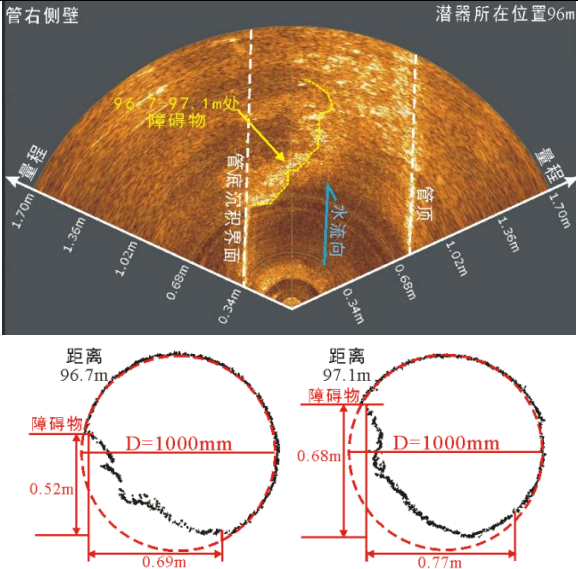
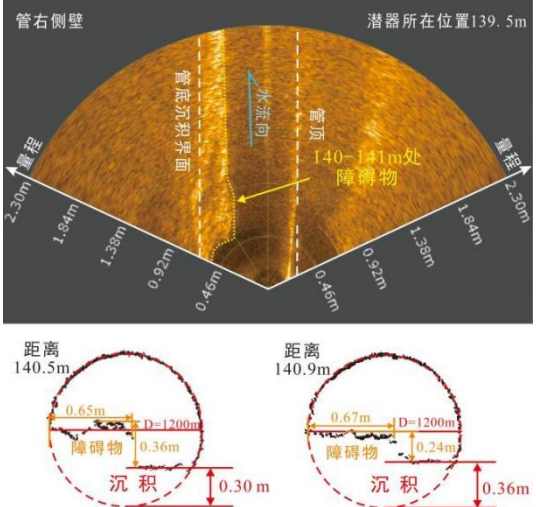
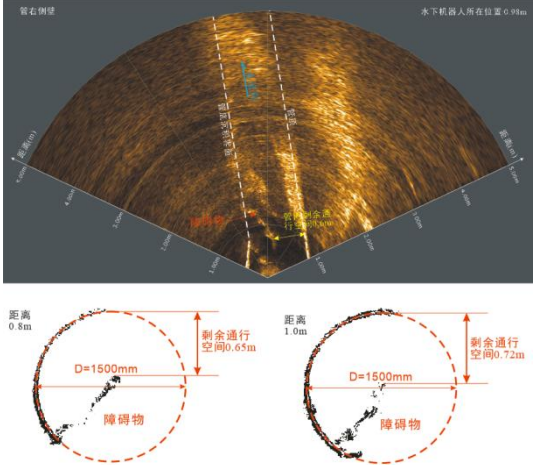
缺陷名称：沉积		缺陷代码：CJ	缺陷类型：功能性
定义：杂质在管道底部沉淀淤积。			
等级	缺陷描述	分值	检测样图
1	沉积物厚度为管径的 20%~30%	0.5	
2	沉积物厚度在管径的 30%~40%之间	2	
3	沉积物厚度在管径的 40%~50%	5	
4	沉积物厚度大于管径的 50%	10	
缺陷判别说明	1.管底的杂质如污泥、砂土等沉淀、堆积； 2.应由断面声呐数据量测沉积最大值，标注沉积厚度，二维实时影像声呐数据可量测管顶底剩余通行空间作为佐证。		

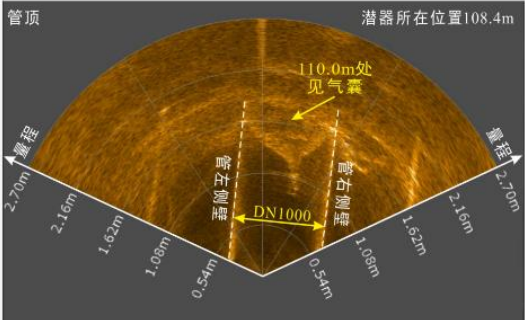
续表 D.2

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	检测样图
1	<p>硬质结垢造成的过水断面损失小于 15%；</p> <p>软质结垢造成的过水断面损失在 15%~25%之间。</p>	0.5	
2	<p>硬质结垢造成的过水断面损失在 15%~25%之间；</p> <p>软质结垢造成的过水断面损失大于 25%~50%。</p>	2	
3	<p>硬质结垢造成的过水断面损失在 25%~50%之间；</p> <p>软质结垢造成的过水断面损失在 50%~80%之间。</p>	5	

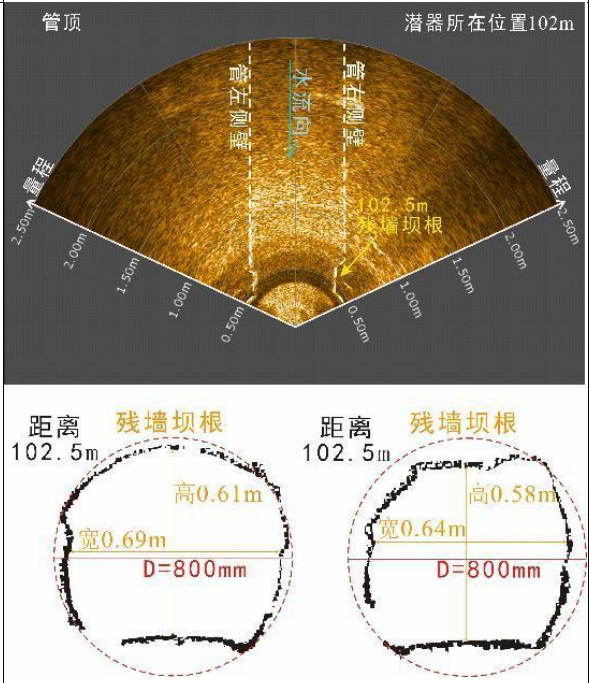
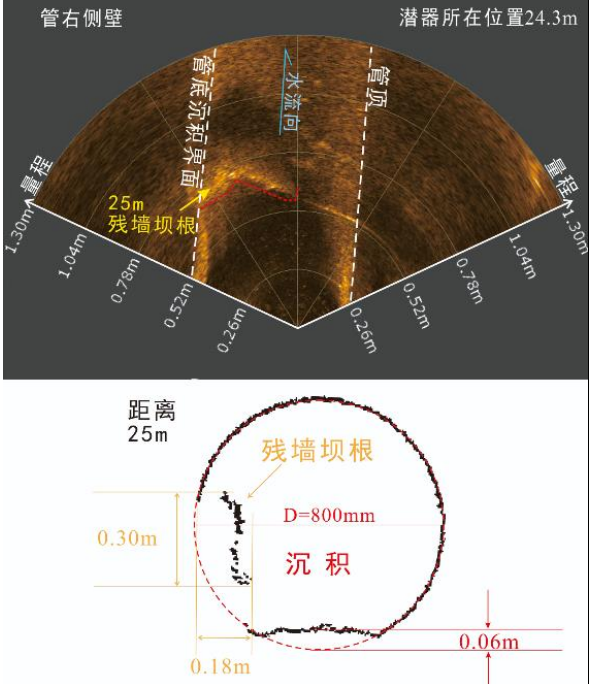
4	<p>硬质结垢造成的过水断面损失大于50%； 软质结垢造成的过水断面损失在80%之间以上。</p>	10	
缺陷判别说明	<p>1.管内污垢、油垢附着、聚结、板结或固结； 2.软质结垢存在于与管顶、管侧壁，部分管节处也会附着软质结垢；硬质结垢存在于管底部，水流常年冲刷而固结； 3.结垢各级别的确认应由二维实时影像声呐和断面声呐数据同时作为支撑，断面声呐数据会呈现小于管壁圆周且连续不平的条带。</p>		

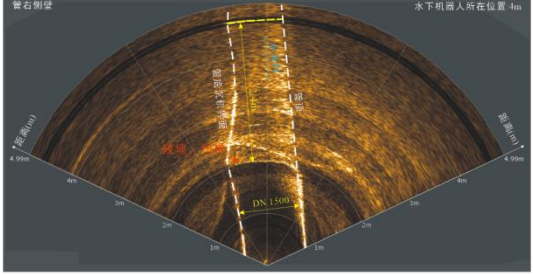
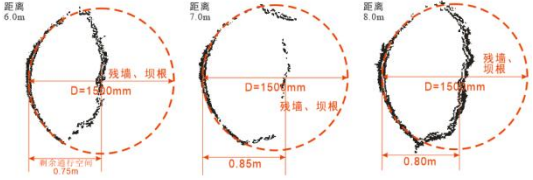
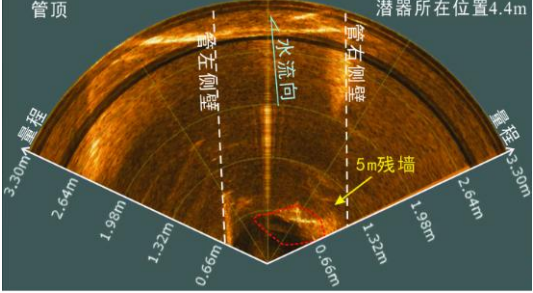
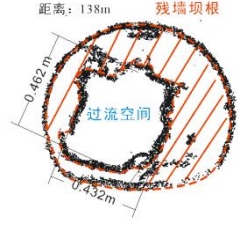
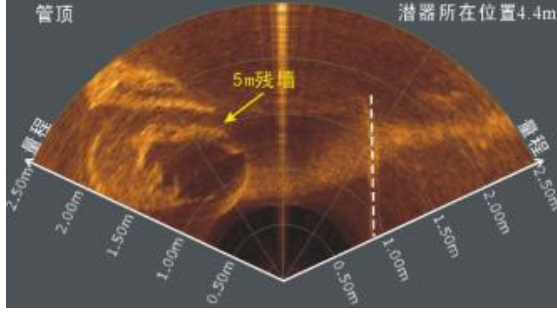
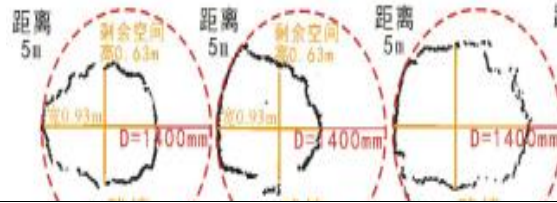
续表 D.2

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	检测样图
1	过水断面损失小于 15%	0.1	
2	过水断面损失为 15%~25%	2	
3	过水断面损失为 25%~50%	5	

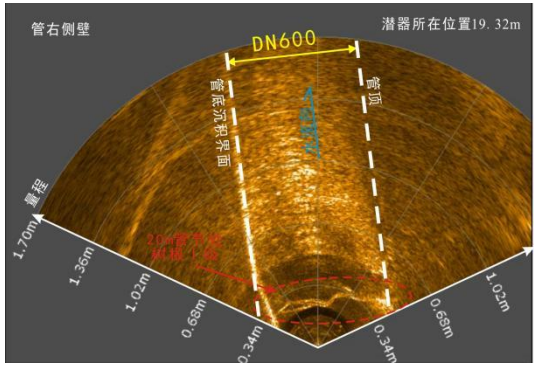
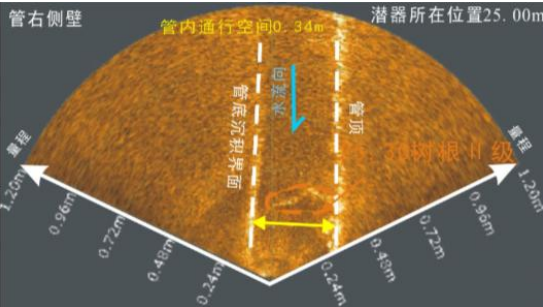

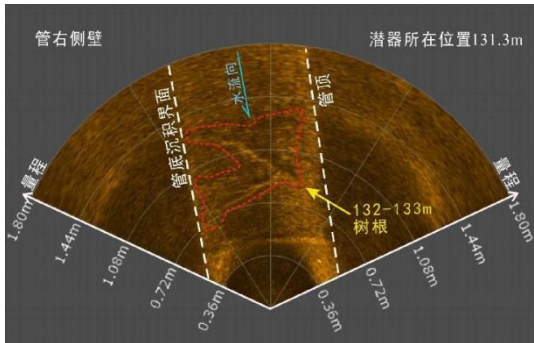
4	过水断面损失大于 50%	10	
缺陷判别 说明	1.非管内的结构物沉在管底或靠在管壁，影响了过流断面，水流大时其位置会移动； 2.应由二维实时影像声呐数据标示障碍物的范围，由断面声呐数据量测其尺寸，计算过水断面的损失率。		

续表 D.2

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	检测样图
1	过水断面损失小于 15%	1	
2	过水断面损失为 15%~25%	3	

3	过水断面损失为 25%~50%	5	 
4	过水断面损失大于 50%	10	   
缺陷判别说明		1.管道内砖墙结构未完全拆除, 应从多角度获取砖墙的影像特征; 2.应由二维实时影像声呐数据观察未拆除的砖墙范围、厚度, 由断面声呐数据量测剩余过流断面尺寸, 计算过水断面的损失率。	

续表 D. 2

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	检测样图
1	过水断面损失量小于 15%	0.5	
2	过水断面损失量在 15%~25%之间	2	 <p>距离：25.30m</p> 
3	过水断面损失量在 25%~50%之间	5	

附录 E
(规范性)
缺陷判定要求

E.1 管道结构性缺陷和功能性缺陷的判定要求应参照表 E.1 进行。

E.1 管道结构性缺陷和功能性缺陷的判定要求表

缺陷属性	缺陷类型	缺陷等级	缺陷判定方法		
			二维实时影像声呐	断面声呐	电法测漏
结构性缺陷	破裂	1 级	●	○	○
		2 级	●	●	○
		3 级	●	●	○
		4 级	●	●	○
	变形	1 级	●	●	-
		2 级	●	●	○
		3 级	●	●	○
		4 级	●	●	○
	腐蚀	1 级	●	-	-
		2 级	●	-	-
		3 级	●	○	-
	错口	1 级	●	○	○
		2 级	●	●	○
		3 级	●	●	○
		4 级	●	●	○
	起伏	1 级	●	●	○
		2 级	●	●	○
		3 级	●	●	○
		4 级	●	●	○
	脱节	1 级	●	○	○
		2 级	●	○	○
		3 级	●	●	○
		4 级	●	●	○
	接口材料脱落	1 级	●	○	○
		2 级	●	○	○
	支管暗接	1 级	●	●	○
		2 级	●	●	○
		3 级	●	●	○
	异物穿入	1 级	●	○	○
		2 级	●	●	○

缺陷属性	缺陷类型	缺陷等级	缺陷判定方法		
			二维实时影像声呐	断面声呐	电法测漏
		3 级	●	●	○
渗漏	1 级	○	○	●	
	2 级	●	○	●	
	3 级	●	○	●	
	4 级	●	○	●	
功能性缺陷	沉积	1 级	○	●	-
		2 级	○	●	-
		3 级	○	●	-
		4 级	○	●	-
	结垢	1 级	●	●	-
		2 级	●	●	-
		3 级	●	●	-
		4 级	●	●	-
	障碍物	1 级	●	●	-
		2 级	●	●	-
		3 级	●	●	-
		4 级	●	●	-
	残墙坝根	1 级	●	●	-
		2 级	●	●	-
		3 级	●	●	-
		4 级	●	●	-
	树根	1 级	●	○	-
		2 级	●	○	-
		3 级	●	○	-
		4 级	●	○	-
注：●表示“应使用的检测方式”，○表示“宜使用的检测方式”，-表示“无需使用的检测方式”					