

1 总则

- 1.0.1** 为规范室外给水管道检测与评估方法和技术要求，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，制订本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于既有室外给水管道及附属设施的检测与评估。
- 1.0.3** 室外给水管道检测与评估除应符合本规程外，尚应符合现行国家有关标准和中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 电视检测 closed circuit television inspection

通过闭路电视摄像系统（CCTV）等设备查视给水管道内部异常缺陷或漏水异常点的检测方法。

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 超声波检测 ultrasonic inspection

采用超声波技术对管道壁厚进行检测的方法。

2.1.4 电磁检测 electromagnetic inspection

采用电磁技术对预应力钢筒混凝土管道的断丝进行检测的方法。

2.1.5 噪声管内检测 noise inline inspection

采用传感器在管道内自由行进，并采集漏水、气囊等声波的检测方法。

2.1.6 其他方法检测 other method inspection

指流量法、压力法、听音法、相关分析法、噪声法等给水管道渗漏检测。

2.1.7 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。

2.1.8 功能性缺陷 functional defect

导致管道过水断面发生变化，影响畅通性和水质的缺陷。

2.1.9 管段 pipe section

两个相邻阀门井之间的检测长度。

2.1.10 载行器 carrier

搭载管道检测设备并能在管道内行进的装置。

2.2 符号

2.2.1 管段结构性缺陷参数

F ——管段结构性缺陷参数；

S_{max} ——管段损坏状况参数，管段结构性缺陷中损坏最严重处的分值；

S ——管段损坏状况参数，按缺陷点数计算的平均值。

2.2.2 管段损坏状况参数

S ——管段损坏状况参数;

P_i —— 第 i 个缺陷的缺陷分值;

E_i —— 第 i 个缺陷的缺陷长度影响系数;

Y_i —— 第 i 个缺陷的压力影响系数;

n_j ——管段结构性缺陷的数量。

S_M ——管段结构性缺陷密度;

L ——被评估管道总长度(m);

L_i ——第 i 个缺陷的纵向距离长度(m)。

2.2.3 管段功能性缺陷参数

G ——管段功能性缺陷参数;

Y_{max} ——管段运行状况参数, 管段功能性缺陷中最严重处的分值;

Y ——管段运行状况参数, 按缺陷点数计算的加权平均值。

2.2.4 管道运行状况参数

Y ——管段运行状况参数;

P_j —— 第 j 个缺陷的缺陷分值;

E_j —— 第 j 个缺陷的缺陷长度系数;

n_g ——管段功能性缺陷的数量。

Y_M ——管段功能性缺陷密度;

l ——管段长度(m);

L_j ——功能性缺陷纵向净距长度(m)。

2.2.5 管道失效后果风险评估

R ——管道失效后果风险评估分值;

q_i ——第 i 项失效后果风险评估评分系数;

e_i ——第 i 项失效后果风险评估权重;

n_z ——失效后果评价总数。

3 基本规定

3.0.1 从事室外给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 室外给水管道检测与评估应遵循下列原则：

- 1 应充分利用已有的管线和供水状况可靠的信息资料。
- 2 选用的检测方法应适用、有效，宜采用无损检测方法。
- 3 复杂条件下宜采用多种方法综合检测与评估。
- 4 应避免或减少对日常供水、交通等的影响。
- 5 雷雨、大风等极端天气不得进行检测作业。
- 6 应采取安全保护措施，避免对管道产生污染，并应减少对用户正常用水的影响。

3.0.3 室外给水管道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。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，状态正常方可投入使用。

3.0.4 检测前应对设备进行消毒，设备应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的相关规定。

3.0.5 室外给水管道检测应包括管道结构性状况、功能性状况的检测，附属设施的检查 and 管道周边土体病害状况的检测。

3.0.6 管道周边土体病害的检测和评估应符合现行行业标准《城市地下病害体综合探测与风险评估技术标准》JCJ/T 437 的规定。

3.0.7 室外给水管道检测的工作程序应包括：检测准备、检测作业、管道评估、成果检验和成果报告。

3.0.8 检测准备应包括资料收集、现场踏勘、检测方法试验和技术方案编制。

3.0.9 检测准备应符合下列规定：

- 1 应收集掌握给水管道现状资料，并收集检测区域相关的地形地貌、供水压力、供水量、供水用户和以往检测成果等资料。
- 2 现场踏勘应实地调查给水管道现状，核实已有给水管道资料的可利用程度，查看管道腐蚀和附属设施的破损与漏水情况，给水管道附近地下排水管道中的水流变化情况及相关工作条件等。

3 检测方法试验宜选择有代表性的管段进行，并应通过试验评价检测仪器设备的适用性和检测方法的有效性。

4 技术方案应在检测方法试验的基础上编制，并宜包括下列内容：

- 1) 检测的目的、任务、期限和范围；
- 2) 工作条件和已有资料的分析；
- 3) 检测方法选择及其有效性分析；
- 4) 工作程序及技术要求；
- 5) 人员组织及仪器设备；
- 6) 施工进度计划；
- 7) 质量与安全保证措施；
- 8) 交通疏导；
- 9) 拟提交的成果资料；
- 10) 存在问题与对策。

3.0.10 检测作业应符合下列规定：

- 1 检测前应根据检测方法的要求对管道进行预处理。
- 2 应仔细检查仪器设备状况。
- 3 应进行管道检测与初步判读。
- 4 检测完毕后应及时清理现场，保养设备。
- 5 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。

3.0.11 管道评估应符合下列规定：

- 1 依据本规程的规定确定缺陷的类型、等级。
- 2 依据本规程的评估方法确定管道的养护和维修计划。

3.0.12 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，并宜纳入给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 电视检测适用于给水管道内可视病害的检测。

4.1.2 给水管道电视检测可分为带压检测和停水检测。

4.1.3 带压检测可采用动力伞电视检测，停水检测可采用两栖电视检测或爬行器、推杆电视检测。

4.1.4 动力伞电视检测应满足下列条件：

- 1 管道内径不小于 150mm。
- 2 流速为 0.2m/s~3.0m/s。
- 3 检测区域范围内单个管道弯度小于 90°，累计弯度不大于 270°。
- 4 检测管道水质浊度不大于 5NTU。

4.1.5 两栖电视检测应满足下列条件：

- 1 应采取降低水位措施，确保管道内最高水位距离管顶距离不小于 200mm。
- 2 管道内径不应小于 600mm。
- 3 检测区域范围管道累计弯度不大于 180°。

4.1.6 爬行器、推杆电视检测应满足下列条件：

- 1 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%。
- 2 管道内径不小于 100mm。
- 3 检测区域范围内高度方向的管道角度不大于 30°。

4.1.7 动力伞电视检测当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 管道中出现设备无法穿越的障碍物。
- 2 管道出现内径 200mm 以下的支管且支管流速大于主管流速。
- 3 管道内水质异常，影响图像质量时。
- 4 其他原因无法正常检测时。

4.1.8 停水电视检测当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 爬行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 管道内充满雾气，影响图像质量时。

4 其他原因无法正常检测时。

4.2 检测设备

4.2.1 电视设备的性能应符合下列规定：

- 1 主控制器应具有在监视器上同步显示日期、时间、管径、在管道内行进距离等信息的功能，并应进行数据处理。
- 2 灯光强度应能调节。
- 3 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 检测设备的技术指标应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 检测设备的技术指标

项目	技术指标
图像传感器	200W 像素
灵敏度（最低感光度）	0.03 勒克斯（Lux）
视角	$\geq 45^\circ$
分辨率	$\geq 1920 \times 1080$
图像变形	$\leq 5\%$
工作温度	$0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$

4.2.2 动力伞检测设备的性能应符合下列规定：

- 1 摄像头的技术指标应符合表 4.2.1 的规定。
- 2 插入装置应能带压投放探视器进入管道内部检测。
- 3 检测设备的技术指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 检测设备的技术指标

项目	技术指标
探视器尺寸	$\leq \phi 70\text{mm} \times 300\text{mm}$
最小探测漏量	$\leq 0.2\text{L/min}$
定位精度	$\pm 0.5\text{m}$
定位深度	≥ 6 米
适用水压	$0.1\text{MPa} \sim 1.6\text{MPa}$
线缆抗拉能力	$\geq 1\text{kN}$
防护等级	IP68
单次检测长度	$\geq 1500\text{m}$

4.2.3 两栖电视设备的性能应符合下列规定：

- 1 摄像头应具有仰俯与旋转、变焦功能并应符合表 4.2.1 的规定。
- 2 爬行器应具有水、陆两栖的前进、后退功能。
- 3 检测设备的单次检测距离应大于 120m。

4.2.4 推杆电视设备的基本性能应符合下列规定：

- 1 摄像头的技术指标应符合表 4.2.1 的规定。
- 2 探头应具有多组支撑脚架应可以根据被检测管道的大小进行更换或调整。
- 3 检测设备的单次检测距离应大于 50m。

4.3 检测方法

4.3.1 动力伞检测应符合下列规定：

- 1 改造闸阀、作业空间等现场准备工作。
- 2 作业前检查插入传感器是否正常并做好消毒工作，采用管内流速仪再次确认流速和水流方向，若不满足要求时，应调节至符合检测条件。
- 3 在插入口安装好传感器插入装置，放入传感器，打开闸阀充水。
- 4 探视器投入检测管道，操作线缆卷筒确保传感器前行，操作人员戴上耳机和观察操作台视频屏幕，实时记录和分析音频、视频数据，并同步分析。
- 5 地面定位人员通过定位仪跟随传感器前进，每隔一段距离进行一次定位以确认管线方向，保证其行进方向与管线方向一致。
- 6 确定漏点或异常点，定位人员在相应地面位置实时标记。
- 7 检测完毕后，回收传感器和关闭闸阀恢复检测现场。

4.3.2 两栖电视检测应按下列步骤操作：

- 1 检测前应在设备尾部绑好安全绳，遇到突发情况通过安全回收设备。
- 2 检测过程中遇到低水位的情况应观察管壁的管瘤情况，经过管瘤严重的位置应降低行进速度避免设备倾覆。
- 3 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。

4.3.3 爬行器电视检测应按下列步骤操作：

- 1 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。

2 检测时摄像镜头移动轨迹宜在管道中轴线上，偏离度不应大于管径的 10%。

3 每一管段检测完成后，应根据电缆上的标记长度对计数器显示数值进行修正。

4 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。

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

6 侧向摄影时，爬行器宜停止行进，变动拍摄角度和焦距以获得最佳图像。

7 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。

8 在检测过程中发现缺陷时，应将爬行器在完全能够解析缺陷的位置至少停止 10s，确保所拍摄的图像清晰完整。

4.3.4 推杆电视检测按下列步骤操作：

1 根据管径大小安装合适的支撑夹脚架，摄像镜头移动轨迹宜在管道中轴线上，偏离度不宜大于管径的 20%。

2 推动线缆的速度应保持平缓一致，行进速度不宜大于 0.2m/s。

3 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。

4.4 结果判读

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

4.4.2 缺陷尺寸的判定可依据管径或相关物体的尺寸。

4.4.3 无法确定的缺陷类型或等级应在评估报告中加以说明。

4.4.4 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。

4.4.5 评估管道缺陷应由缺陷名称、代码、等级、分值和缺陷长度影响系数组成，其中代码应采用缺陷名称汉字拼音首字母组合标示，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。

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 声呐检测适用于给水管道破裂、变形、砂浆脱落、异物侵入、气囊、沉积物、胶结物、贻贝、结垢附着物的检测。

5.1.2 给水管道声呐检测可分为带压检测和停水检测。

5.1.3 带压声呐检测应满足下列条件：

- 1 管径内径不应小于 400mm。管内有蝶阀时，管径不应小于 500mm。
- 2 水的流速宜在 0.15m/s~1m/s。
- 3 管道压力应小于 1MPa。
- 4 水深不应小于 300mm。

5.1.4 停水声呐检测应满足下列条件：

- 1 管径内径不应小于 400mm。管内有蝶阀时，管径不应小于 500mm。
- 2 水深不应小于 300mm。

5.1.5 当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 探头受阻无法正常前行工作时。
- 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 载行器损坏或其他原因无法运行时。
- 5 探头埋入沉积物致使图像变异时。
- 6 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 声呐探头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 声呐探头结构应坚固、密封良好，应能在 0℃~+40℃的温度条件下正常工作。

- 5.2.4** 声呐探头的倾斜传感器、滚动传感器应具备在 $\pm 45^\circ$ 内的自动补偿功能。
- 5.2.5** 载行器宜采用不影响声波传输的设备，可采用牵引车、漂浮筏或动力伞。
- 5.2.6** 载行器应具备测距功能，电缆计数器的计量单位不应大于 0.01m。

5.3 检测方法

- 5.3.1** 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。
- 5.3.2** 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。
- 5.3.3** 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。
- 5.3.4** 声呐检测时，在距管段起始、终止端处应进行 2m~3m 长度的重复检测。
- 5.3.5** 在声呐探头前进或后退时，电缆应保持自然绷紧状态。
- 5.3.6** 根据管径的不同，应按表 5.3.6 选择不同的脉冲宽度。

表 5.3.6 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

- 5.3.7** 载行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。
- 5.3.8** 采样点间距不宜大于 2.0m，存在异常的管段应加密采样。
- 5.3.9** 带压声呐检测应按下列步骤操作：
- 1 改造闸阀、作业空间等现场准备工作。
 - 2 作业前检查插入传感器是否正常并做好消毒工作，采用管内流速仪再次确认流速和水流方向，若不满足要求时，应调节至符合检测条件。

- 3 在插入口安装好传感器插入装置，放入传感器，打开闸阀充水。
- 4 传感器位于起始位置后，将计数器归零。
- 5 探视器投入检测管道，操作光缆卷筒确保传感器前行，操作人员观察操作台视频屏幕，实时记录和分析声呐、视频数据。
- 6 检测完毕后，回收传感器和关闭闸阀恢复检测现场。

5.3.10 停水声呐检测应按下列步骤操作：

- 1 改造闸阀、作业空间等现场准备工作。
- 2 作业前检查声呐设备是否正常并做好消毒工作。
- 3 管道内放入声呐探头并打开闸阀充水。
- 4 探头位于起始位置后，将计数器归零。
- 5 操作设备使载行器前行，实时记录声呐数据。
- 6 检测完毕后，回收载行器及声呐探头，恢复检测现场。

5.4 结果判读

- 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、管径等信息。
- 5.4.4 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 超声波检测

6.1 一般规定

6.1.1 超声波检测适用于给水管道壁厚的检测。

6.1.2 给水管道超声波检测可分为带压检测和停水检测。

6.1.3 带压检测可采用超声波机器人检测，利用机器人携带的超声波检测设备进入管道行进并自动环扫测量管道厚度；停水检测可采用人工进入管道方式，利用超声波测厚设备逐点测量管道管壁厚度。

6.1.4 带压超声波机器人检测应满足下列条件：

- 1 管径不应小于 100mm。
- 2 待检测管道需要满管水。
- 3 管道要有合适的超声波检测机器人投放闸阀入口。

6.1.5 停水检测应满足下列条件：

1 现场检测前，管道应处于排空状态，并通风良好，作业环境不得对人员健康和安全构成影响。

2 管径不应小于 800mm。

3 超声测量使用的耦合剂应满足食品级要求，不得对管道形成污染。检测完成后应对管道进行清洗。

4 测厚应符合现行国家标准《无损检测超声测厚》GB/T 11344、《无损检测 超声检测 超声测厚仪性能特征和测试方法》GB/T 40332 的有关规定。

6.1.6 带压超声波机器人检测当有下列情形之一时应中止检测：

- 1 管道中出现设备无法穿越的障碍物；
- 2 当机器人超声波探头被管道异物附着并遮挡时；
- 3 其他原因无法正常检测时。

6.2 检测设备

6.2.1 带压超声波机器人设备探头的性能应符合下列规定：

1 应搭载高精度超声波传感器探头，并具备采用环扫管壁逐点测量厚度功能；环扫管壁一圈测量壁厚点数不低于 720。

2 壁厚测量精度不低于 0.1mm。

6.2.2 带压超声波机器人设备的载行器的性能应符合下列规定：

- 1 牵引检测单元的线缆前进后退的计数编码器精度不低于 1%。
- 2 最小适应管径不小于 100mm。
- 3 一次检测能力不低于 100m。
- 4 可搭载视频摄像头辅助查看管道内部情况。
- 5 可搭载定位发生器，用于定位缺陷位置。

6.2.3 带压超声波机器人设备的地面装置的性能应符合下列规定：

- 1 牵引检测单元的线缆前进后退的计数编码器精度不低于 1%。
- 2 应具备检测设备投放功能：投放设备具备将检测设备投放到带压管道内部能力，可自动收放线，检测线缆移动距离；可通过空气阀、消防栓等闸阀口投放检测设备。
- 3 地面定位仪缺陷定位深度不小于 5m；定位精度 $\pm 0.5\text{m}$ 。
- 4 超声波检测检测机器人应具备数据处理、展示、记录存储功能。检测数据可通过有线或无线方式实时发送到 PC 等终端，通过分析软件计算管壁各点位壁厚，实时展示三维效果。

6.2.4 停水检测超声波测厚设备的性能应符合下列规定：

- 1 厚测量范围不应小于被测管道厚度。
- 2 声速范围应包含被测管道材质所属声速。
- 3 厚测量误差应小于 0.1mm。
- 4 宜具备测量数据存储功能，数据包括材料，声速、单位、测量值等信息。
- 5 宜具备单次测量、连续测量、报警测量、反测声速、自助校准功能。
- 6 设备应满足 8 小时以上工作时长。

6.3 检测方法

6.3.1 带压超声波机器人检测应按下列步骤操作：

- 1 检测前应踏勘检测现场环境，管道直径和投放口尺寸需满足检测设备工作要求，作业空间满足设备检测条件；获取管道材料信息。
- 2 检测设备投放时不得将异物带入管道。
- 3 检测单元进入管道预定位置后，启动检测功能，检测设备应能以一定的速度移动；速度不宜超过 0.1m/s，且需保持匀速。

4 检测设备以及投放装置实时通过线缆将测厚数据和线缆移动距离同步实时发送到信息处理终端。

5 信息处理终端可实时计算管壁各点位厚度并结合移动距离数据生成管道壁厚三维图。

6 分析显示壁厚异常点,当有渗漏等异常缺陷需要位置定位时,启动检测单元定位发生器,地面同步定位具体位置。

7 当检测距离达到极限或预定位置时,停止检测,准备回收设备。

6.3.2 停水超声波测厚检测应按下列步骤操作:

1 检测前应对管道进行清洗。现场检测前,管道应处于排空状态,并通风良好。

2 检测前应对仪器进行校准,当管道材料声速不确定时,应采用测厚仪反测管道材料声速。

3 在被测管壁表面使用耦合剂,若被测表面很粗糙或锈蚀严重时,需利用砂纸、除锈剂等处理表面。

4 对于整段管壁测量应沿着管材的环向和轴线方向网格式多点位均匀测量,应沿管壁环向一圈均匀测量,测量点位间隔距离应不大于 5mm。

5 对于管壁厚度异常区域应进行位置标记。

6.4 结果判读

6.4.1 带压超声波机器人检测结果判读应符合下列规定:

1 通过输入管道材质,管道初始直径和壁厚,可通过检测终端精确计算管壁各个点位壁厚。

2 通过和初始壁厚比较分析壁厚减薄情况,对于剩余壁厚小于初始壁厚 90%应判定为管道腐蚀;壁厚为零则判定为管壁破损管道渗漏。

6.4.2 停水超声波测厚仪检测结果判读应符合下列规定:

1 通过和初始壁厚比较分析壁厚减薄情况,对于剩余壁厚小于初始壁厚 90%应判定为管道腐蚀;壁厚为零则判定为管壁破损管道渗漏。

2 对管道壁厚异常区域,现场可通过视频拍照方式进行辅助记录。

7 电磁检测

7.1 一般规定

7.1.1 电磁检测适用于按现行国家标准《预应力钢筒混凝土管》GB/T 19685 生产的预应力钢筒混凝土管道的断丝检测。可分为带压检测和管道排空检测。

7.1.2 采用外加电流法阴极保护方式的钢筒混凝土管道，检测前 2 周应断开外加电流阴极保护电路。

7.1.3 带压检测应满足下列条件：

- 1 管径不宜小于 400mm。
- 2 管内压力须低于 2MPa，管内介质须满管。
- 3 检测期间管线流速稳定，须在 0.15m/s~0.90m/s 之间。
- 4 设备投放口和回收口直径不宜小于 400mm。
- 5 设备投放口和回收口所在管段应能暂时降压，方便打开投放和回收口以投放和回收设备。
- 6 管线上须有主管道暴露的阀井用于粘贴追踪传感器，检测期间利用传感器追踪设备在管道内的位置，阀井距离不宜超过 1000m。
- 7 管线沿线的支管在检测前须关闭。
- 8 为便于设备通过，管内蝶阀应能按要求调整角度。

7.1.4 排空检测应满足下列条件：

- 1 管径不宜小于 1200mm。
- 2 现场检测前，管道应处于排空状态，并通风良好，作业环境不会对人员健康和安全构成影响。

7.2 检测设备

7.2.1 带压检测设备的性能应符合下列规定：

- 1 检测设备的比重略轻于水的比重，能在管道内居中随水流自由浮游。
- 2 检测设备应设计成多个分隔舱，数据采集系统（包括发射线圈、接收线圈和信号采集装置）和电池等分别封装在不同的分隔舱内。
- 3 为方便设备进出管道，穿过弯管，各分隔舱之间应使用柔性连接。
- 4 在设备的头部、尾部及各舱之间设置承推瓣；承推瓣遇到变径、阀门、

弯管时应能收拢并通过；承推瓣的尺寸、数量、刚度根据待检管道的直径、流速等确定。

5 检测设备应配有追踪装置，追踪装置持续发出信号，可在管外由追踪传感器接收信号以对检测设备进行追踪。

6 除分隔仓内的主接收线圈外，应在承推瓣上安装多个辅助接收线圈，辅助接收线圈的数量由管径大小确定。

7 数据采集系统具有实时采集数据、定时采集数据和存储数据等功能。

8 设备电池应能支持不小于 30 小时的检测。

9 检测设备可加装摄像头及剖面仪。

7.2.2 排空管道检测设备的性能应符合下列规定：

1 检测系统应由数据采集系统、数据分析处理软件和移动平台等部件组成。

2 数据采集系统包括发射线圈、接收线圈，并具有开始、停止、暂停、实时采集、显示、存储、回放等功能。根据检测现场需求能够调整发射信号的幅度、频率、相位和接收信号的放大倍数。

3 数据分析处理软件分析数据采集系统所采集的数据，并能建立标定曲线、分析断丝信息。

4 检测系统应具备里程计，并在检测过程中能获得校准。

7.2.3 带压检测设备的技术指标应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 带压检测设备的技术指标

项目	技术指标
适用管径	≥DN400
适用最大管内流速	0.90m/s
适用最小管内流速	0.15m/s
适用最大管压	2MPa
可通过管内结构	蝶阀，球阀，闸阀，水平弯管，竖直弯管，变径管段
可通过蝶阀最小尺寸	600mm
可通过最大弯角	90°（在 DN450 以上口径管道中）
适用管道坡度	无限制
投放口口径	≥DN400
回收口口径	≥DN400
设备电池寿命	≥30h
断丝检测精度	5 根断丝
断丝定位精度	±150mm

7.2.4 排空管道检测设备的技术指标应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 排空管道检测设备的技术指标

项目	技术指标
适用管径	$\geq \text{DN}1200$
适用温度	零下 10℃ -48℃
适用湿度	0-100%
进入孔	$\geq 400\text{mm}$
断丝检测精度	5 根断丝
断丝定位精度	$\pm 150\text{mm}$

7.3 检测方法

7.3.1 带压检测应符合下列规定：

- 1 检测前在选定的阀井内将追踪传感器可靠地布设于管道上。
- 2 检测前使回收口降压，打开回收口，安装设备回收网或回收格栅，安装完成后封闭回收口。
- 3 组装设备，在水池中给设备配重，确保其能在管道水流中居中自由浮游。
- 4 检测前调试检测设备，启动数据采集或设定数据采集开始时间。
- 5 关闭待检测管线上的支管，确认检测设备经过这些支管后方可打开支管阀门。
- 6 检测前了解管内蝶阀结构和启闭方向，按要求调整管内蝶阀角度。
- 7 使投放口降压，打开投放口，将设备投放至管道内，并用拉索固定后封闭投放口。
- 8 管道恢复正常运行，管内流速达到检测要求且追踪小组已就位后，松开拉索，释放检测设备，开始检测。
- 9 至少配备 3 个追踪小组追踪设备在管线里的位置，每组确认设备已过所监测的阀井后，移至本组下一追踪点继续追踪。各追踪组确认追踪信号接收正常，监视追踪电脑记录的设备经过所在阀井的距离-时间曲线。各追踪点信号如有异常，须做好记录。

10 通过追踪传感器或插入式摄像头确认设备到达回收网或回收格栅后,使回收口降压,打开回收口,取出设备并拆卸回收网/回收格栅后封闭回收口。

7.3.2 排空管道检测应符合下列规定:

1 检测前对检测系统状态完好性进行检查,并对移动平台上的里程计进行校准。发射线圈和接收线圈应尽量靠近管壁内测,但不与管道发生接触。

2 依据标定试验所获得的工作参数对检测系统参数进行设置,根据管径大小,对发射信号的频率、幅度、相位及信号放大倍数进行调整,直至能够采集到清晰的信号为准。

3 检测系统中所保存的管道编号应与管道实物编号对应。

4 检测正式开始前应进行试测,通过对最初 5 节管进行 3 次重复性检测,确认检测设备参数设置合理、工作状态正常后,开始正式采集每个管节的信号数据。

5 检测过程中应通过重复性检测进行期间核查。期间核查的频率应保证两个排气阀之间的检测对象至少进行一次。如果发现或怀疑检测系统存在问题,应重新调试并确认正常。对不能确认是在正常工作状态下检测的管道应进行复测。

6 检测过程中有无法确定的异常信号时,应做好记录,必要时对信号异常段进行复测。

7.4 结果判读

7.4.1 应分析检测每个管节的检测曲线,对比振幅、相位出现的偏移,识别是否断丝,估算断丝数量,推定断丝位置。

7.4.2 对于出现断丝的管节,应按附录 A 记录管节编号、管节位置、断丝位置及断丝数量。2 处及以上断丝时,断丝数量宜采用分号“;”隔离。

7.4.3 单处断丝可判断的最小断丝数量取决于管道结构及尺寸;有 2 处以上断丝时,总断丝数量为各处断丝数量之和;如果管道某处出现夹杂断丝而无法明确分辨其边界,则该处应按断丝处理;如果某处断丝数量 100 根以上,可将其判为大范围受损,不再给出具体的断丝数量。

7.4.4 当有无法确认为断丝的异常信号时,应在报告中加以说明。

7.4.5 对带压检测数据进行分析时,由于有多个接收线圈,应综合使用所有接收线圈接收的数据判断断丝数量和断丝位置;当某个或某些接收线圈接收的数据质量不佳时,可以择优选择质量好的数据进行分析。

8 噪声管内检测

8.1 一般规定

8.1.1 噪声管内检测适用于管道泄漏及气囊的检测。可分为自由行进式检测和动力伞检测。

8.1.3 自由行进式噪声管内检测应满足下列条件：

- 1 管径不应小于 300mm。管内有蝶阀时，管径不应小于 500mm。
- 2 水的流速不宜低于 0.15m/s。
- 3 管道压力宜为 0.1MPa~3.5MPa。
- 4 管道上应具有用于粘贴传感器的条件，传感器距离不宜超过 1000m。
- 5 在管道上游端及下游端选择阀井作为投球点和收球点，投球和收球点处的闸阀应能通过套有泡沫球的智能球。
- 6 投球点和收球点距最近弯管、蝶阀或者三通的距离分别不小于 5 倍和 10 倍管径，其上应有足够的作业空间。

8.1.4 动力伞噪声管内检测应满足本规程第 4.1.4 条、第 4.1.7 条的要求。

8.2 检测设备

8.2.1 自由行进式检测设备由数据采集系统、投球装置、收球装置、追踪装置和 GPS 接收器等部件组成，部件应符合下列规定：

- 1 数据采集系统为铝质小球（智能球），内部元器件由微处理器、声传感器、旋转传感器、温度传感器、声脉冲发射器、存储器和电池组等组成。
- 2 收球装置由管组件、回收网及摄像头组成，回收网应能在动水中可靠地兜住智能球。

8.2.2 动力伞检测设备由摄像头、水听器、定位系统、主控制器、插入装置、送缆器、线缆车等部件组成，部件应符合下列规定：

- 1 摄像头的技术指标应符合表 8.2.2-1 的规定。
- 2 水听器的技术指标应符合表 8.2.2-2 的规定。
- 3 定位系统的技术指标应符合表 8.2.2-3 的规定。
- 4 主控制器应具有在监视器上同步显示日期、时间、管径、在管道内行进距离等信息的功能，并应可以进行数据处理。

- 5 插入装置应能带压投放探视器进入管道内部检测。
- 6 适用水压宜为 0.1MPa~1.6MPa，单次检测长度不小于 1500m。

表 8.2.2-1 摄像头的技术指标

项目	技术指标
图像传感器	200W 像素
灵敏度（最低感光度）	0.03 勒克斯（Lux）
视角	$\geq 45^\circ$
分辨率	$\geq 1920 \times 1080$
图像变形	$\leq 5\%$

表 8.2.2-2 水听器的技术指标

项目	技术指标
最小探测漏量	$\leq 0.2\text{L/min}$
工作频率范围	覆盖 20Hz-20000Hz
工作温度	0℃~40℃
适用水压	0.1MPa~1.6MPa
防护等级	IP68

表 8.2.2-3 定位系统的技术指标

项目	技术指标
定位精度	$\pm 0.5\text{m}$
定位深度	≥ 6 米
工作温度	0-40℃

8.3 检测方法

8.3.1 自由行进式检测应按下列步骤操作：

- 1 依据管径及流速选择回收网，回收装置安装在闸阀上，插入网并展开。
- 2 检测前调试智能球，启动数据采集，在智能球上套泡沫球。
- 3 关闭待检测管线上 DN75 及以上的支管，确认智能球经过这些支管后方可打开支管阀门。
- 4 将投球装置安装在投球点闸阀上，确认追踪小组已就位的情况下将球投入管道。
- 5 至少配备 3 个组追踪智能球在管道里的位置，每组确认设备已过所监测

的阀井后，移至本组下一追踪点继续追踪。各追踪组确认追踪信号接收正常，监视追踪电脑记录的设备经过所在阀井的距离-时间曲线。各追踪点信号如有异常，须做好记录。

6 通过粘贴在回收井中的传感器以及固定在回收网上的摄像头确认智能球进入回收网后，将回收网拔出管道，取出智能球。

8.3.2 动力伞噪声管内检测应符合本规程第 4.3.1 条的规定。

8.4 结果判读

8.4.1 自由行进式检测的结果判读应符合下列规定：

1 依据检测信号及记录的声音分析有无漏点及气囊，漏点及气囊位置通过各追踪点记录的智能球通过时间，智能球在管道内滚动的圈数，弯头及管道附属设施信号，结合图纸综合判定。

2 漏点和气囊的位置，通过与其最近的装有监测传感器的阀井两者之间的距离描述。

3 现场确定漏点及气囊位置时，应沿管道走向丈量，须考虑弯管、管道上下坡、倒虹吸等对测量距离的影响。

8.4.2 动力伞检测的结果判读应符合下列规定：

1 复杂场景的地面标记漏点及气囊位置应参考图纸和线缆长度，使用电子定位仪精确定位。

2 管道内部的图像周向位置判定应采用探视器的横滚角参数修正后标记管道缺陷的绝对位置。

9 其他检测方法

9.1 一般规定

9.1.1 其他检测方法可分为目视检测、流量法检测、压力法检测、听音法检测、相关分析法检测、噪声法检测、气体检测分析法等。

9.1.2 其他检测方法除应符合本规程的规定外，尚应符合现行行业标准《城镇供水管网漏水探测》CJJ 159、《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92 的有关规定。

9.2 目视检测

9.2.1 供水管网的目视检查应采用周期性分区巡检的方式。

9.2.2 巡检人员进行管网巡检时，宜采用步行或骑自行车进行。

9.2.3 巡检周期应根据管道现状、重要程度及周边环境等确定。当爆管频率高或出现影响管道安全运行等情况时，可缩短巡检周期或实施 24h 监测。

9.2.4 巡检应包括下列内容：

- 1 检查管道沿线的明漏或地面塌陷情况。
- 2 检查井盖、标志装置、阴极保护桩等管网附件的缺损况。
- 3 检查各类阀门、消火栓及设施井等的遮蔽阻塞、损坏和堆压的情况。
- 4 检查明敷管、架空管的支座、吊环等的完好情况。
- 5 管道及附属设施上方违章占压情况。
- 6 临近管道施工情况。
- 7 检查管道周围环境变化情况和影响管网及其附属设施安全的活动。
- 8 检查管道系统上的各种违章用水的情况。

9.3 流量法检测

9.3.1 流量法检测分为区域装表法和区域测流法，检测单位可根据实际情况选择合适的检测方法。

9.3.2 采用区域装表法时，应摸查待测区域管道情况，确保进出区域的管道、区域内全部用户用水均能准确计量。否则应在相应位置加装流量计或水表，安装方式应符合现行国家标准《饮用冷水水表和热水水表》GB/T778.1、行业标准《电

磁流量计》JB/T 9248、《超声波水表》CJ/T 434 等标准的要求。不具备安装条件的管道，应在检测期间关闭阀门。

9.3.3 采用区域装表法时，针对可能出现双向流的进出管道，应安装能双向计量的水表或流量计，双向计量精度应满足本规程第 9.3.2 条中各项标准的要求。

9.3.4 采用区域装表法时，应采取有效的措施保证各水量数据在时间上的一致性。

9.3.5 采用区域装表法时，应计算同一时间段内的净流入检测区域内水量和区域内用户用水总量，当二者之差超过 5%时，可判断为存在漏水异常。

9.3.6 区域测流法适用于无水箱、水池等蓄水设施的区域。

9.3.7 区域测流法宜选在夜间 0:00~4:00 进行。

9.3.8 采用区域测流法检测时，宜先通过测量、统计或合理推算等方式确定所在地区平均夜间合法用水量，以此作为判断基准。

9.3.9 采用区域测流法时，应确保区域进出管道均安装流量计或水表，且存在双向流的管道应安装能双向计量的水表或流量计，计量精度应满足本规程第 9.3.2 条中各项标准的要求。

9.3.10 采用在线水表或流量计进行流量法检测时，所使用的水表、流量计或数据采集终端应具备校时功能，且在检测开始前应进行校时，保证数据时间上同步。

9.4 压力法检测

9.4.1 采用压力法检测，应摸查待测区域内管道资料（含管道高程等），用以合理布置测压分布点及绘制理论压力坡降曲线。

9.4.2 采用压力法检测，宜使用带远传功能的压力计，精度应优于 1.5 级，且使用前应进行校时。

9.4.3 当检测区域内海拔变化较大时，应用对应海拔大气压修正各个点测得的压力值。

9.4.4 检测时应避开用水高峰期，选择压力相对稳定的时间段。

9.5 听音法检测

9.5.1 采用听音法检测时，应先掌握管道管径、材质、走向等基础信息。

9.5.2 采用听音法检测的管道压力不应低于 0.15MPa。

9.5.3 采用听音法检测时，宜首先在待测管道阀栓或检查井进出口等位置预检测，

判断漏点所在的管段，然后采用地面听音法对该管段进行详查。

9.5.4 听音法宜在夜间进行，降低环境噪声对检测的影响。

9.6 相关分析法检测

9.6.1 相关分析法检测宜用于已查明漏水管段的漏点精确定位。

9.6.2 应根据管道实际情况合理选取探测距离。

9.6.3 安装传感器前应清理管壁，确保传感器接触管壁良好。

9.7 噪声法检测

9.7.1 噪声法检测可用于判断管段是否存在漏水，亦可用于管道漏水监控。

9.7.2 噪声法宜用于钢管、球墨管等金属管道检测，且管径不宜大于 1000mm。

9.7.3 采用噪声法检测时，应确定检测区域内管道口径、材质、走向、连接关系及阀门情况，合理设计探头安放位置。探头安装后应做好记录。

9.7.4 移动式噪声记录仪应在使用前进行统一校时，固定式噪声记录仪应定期进行校时，以保证各检测点数据时间一致。

9.8 气体检测分析法

9.8.1 气体检测分析法适用于漏水量小或管道压力低等其它难以通过常规手段检测漏水的情况。

9.8.2 采用的示踪气体应在空气含量极少易被检出，且无毒、无味、不影响供水水质，释放到空气后非易燃易爆。

10 管道评估

10.1 一般规定

10.1.1 管道状况评估应以管道结构安全为基础，评估管道结构性缺陷和功能性缺陷状况。

10.1.2 管道状况评估应依据检测资料、设计资料、运行维护资料或调查资料，对管道内部状况、渗漏状态、周边环境和服役功能等指标进行评估。

10.1.3 宜采用数据模型或程序软件开展管道状况评估，并应进行人工复核确认。

10.1.4 管道评估应以管段为基本单元，单段最大长度不宜超过 60m。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。当连续管网长度超过 50km 及以上时，应做管道状态总体评估。

10.1.5 评估管道缺陷应包括缺陷名称、代码、等级、分值、压力影响系数和缺陷长度影响系数，其中代码应采用缺陷名称汉字拼音首字母组合标示，未规定的代码应采用与此相同的确定原则，并不得与已规定的代码重名。

10.2 检测缺陷类型、代码及等级

10.2.1 管道内部状况包括下列项目：

- 1 泄漏；
- 2 腐蚀；
- 3 内衬层脱落；
- 4 变形；
- 5 破裂；
- 6 沉积；
- 7 障碍物；
- 8 悬浮物；
- 9 管瘤；
- 10 气囊；
- 11 冗余接口。

10.2.2 管道渗漏评估应包括对管段和管网的渗漏漏损进行检测分析，可根据现行行业标准《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92 评定。

10.2.3 管道周边环境状况包括管道敷设环境及岩土体、地面道路设施、邻近建筑物等对管道服役状况影响程度。

10.2.4 管道周边环境状况包括管道敷设环境及岩土体、地面道路设施、邻近建筑物等对管道服役状况影响。

10.2.5 管道缺陷分为结构性缺陷与功能性缺陷，缺陷等级应按表 10.2.5 规定分类。

表 10.2.5 缺陷等级分类表

等级 缺陷性质	I	II	III	IV
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

10.2.6 结构性缺陷的名称、代码、等级划分及分值应符合表 10.2.6 的规定。

表 10.2.6 结构性缺陷的名称、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	压力影响系数	缺陷长度影响系数
泄漏	XL	水从管道异常点流出管道	1	小漏，漏水量<8L/min	4	压力<0.2Mpa 影响系数 1；压力 0.2-0.5Mpa 影响系数 1.1；压力>0.5Mpa 影响系数 1.2	影响系数 1
			2	中漏，漏水量在 8~40L/min	7		
			4	大漏，漏水量>40L/min	10		
腐蚀	FS	管道内壁受侵蚀而流失或剥落	1	轻度腐蚀—表面轻微剥落，管壁出现凹凸面。	2	影响系数 1	缺陷纵向距离长度不大于 1m 影响系数为 1；缺陷纵向距离大于或等于 1m 影响系数为 1.1
			2	/			
			3	严重腐蚀—表面剥落显露粗骨料。	7	压力<0.2Mpa 影响系数 1；压力 0.2-0.5Mpa 影响系数 1.1；压力>0.5Mpa 影响系数 1.2	
内衬层脱落	TL	管道内壁受到应力，导致防腐	1	管道防腐层轻微脱落，且未露出管道材质。	2	影响系数 1	影响系数 1

		层脱落	2	管道防腐层脱落, 露出管道材质且环向覆盖范围不大于 30°	4		
			3	管道防腐层脱落, 露出管道材质且环向覆盖范围大于 30°	7		
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	影响系数 1	缺陷纵向距离长度不大于 2m 影响系数为 1; 缺陷纵向距离大于或等于 2m 影响系数为 1.1
			2	变形为管道直径的 5%~15%	4		
			3	变形大于管道直径的 15%	7		
破裂	PL	管道的外部压力超过自身的承受力致使管道发生破裂。	1	管道内部管壁上有可见细裂痕	5	压力<0.2Mpa 影响系数 1; 压力 0.2-0.5Mpa 影响系数 1.1; 压力>0.5Mpa 影响系数 1.2	影响系数为 2
			2	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	7		
			3	破裂处已经形成内衬脱落或已发生漏水	10		

10.2.7 功能性缺陷类型、代码、等级划分和分值应符合表 10.2.7 的规定。

表 10.2.7 功能性缺陷的名称、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	缺陷长度影响系数
管瘤	GL	管道内壁上的附着物	1	管瘤造成的过水断面损失不大于 10%	2	缺陷纵向距离长度不大于 2m 影响系数为 1; 缺陷纵向距离大于或等于 2m 影响系数为 1.1
			2	管瘤造成的过水断面损失在 10%~20%之间	4	
			3	管瘤造成的过水断面损失大于 20%	6	

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10%	2	缺陷纵向距离长度不大于2m 影响系数为1；缺陷纵向距离大于或等于2m影响系数为1.1
			2	过水断面损失在10%~20%之间	4	
			3	过水断面损失大于20%	6	
冗余接口	RY	未在管线图标注的支管接口	1	支管管道直径占主管管道直径不大于20%	1	影响系数1
			2	支管管道直径占主管管道直径20%~40%之间。	3	
			3	支管管道直径占主管管道直径大于40%	5	
沉积	CJ	杂质在管道底部沉淀淤积	1	沉积物厚度不大于管道直径的10%	2	缺陷纵向距离长度不大于2m 影响系数为1；缺陷纵向距离大于或等于2m影响系数为1.1
			2	沉积物厚度为管道直径的10%~20%	4	
			3	沉积物厚度大于管道直径的20%	5	
气囊	QN	管道滞留气体无法排出	1	气囊不大于管道直径的10%	3	影响系数为1
			2	气囊为管道直径的10%~30%	6	
			3	气囊大于管道直径的30%	10	
悬浮物	XF	管道内悬浮在水中的固体物质，包括不溶于水中的无机物、有机物及泥沙、黏土、微生物等。	1	水质清晰，少量悬浮物质	1	影响系数为1
			2	水质较清晰，较多的悬浮物质	4	
			3	水质较混浊，较多的悬浮物质	7	

10.3 结构性状况评估

10.3.1 结构性缺陷状况评估分值应按下列公式计算。

$$\text{当 } S_{\max} \geq S \text{ 时, } F = S_{\max} \quad (10.3.1-1)$$

$$\text{当 } S_{\max} < S \text{ 时, } F = S \quad (10.3.1-2)$$

式中: F —— 管段结构性缺陷参数;

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

S —— 管段损坏状况参数, 按缺陷点数计算的平均值。

10.3.2 管段损坏状况应符合下列规定:

1 管段损坏状况参数应按下列公式计算:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i E_i Y_i \quad (10.3.2-1)$$

$$S_{\max} = \max\{P_i\} \quad (10.3.2-2)$$

式中: P_i —— 第 i 个缺陷的缺陷分值;

E_i —— 第 i 个缺陷的缺陷长度影响系数;

Y_i —— 第 i 个缺陷的压力影响系数;

n_j —— 管段结构性缺陷的数量。

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:

$$S_M = \frac{1}{SL} \sum_{i=1}^n P_i L_i E_i Y_i \quad (10.3.2-3)$$

式中: S_M —— 管道受影响缺陷密度;

L —— 被评估管道总长度(m);

L_i —— 第 i 个缺陷的纵向距离长度(m)。

10.3.3 管道结构性缺陷等级评估表应符合表 10.3.3 的规定。

表 10.3.3 管道结构性缺陷等级评估表

缺陷等级	评分数值 F
I	$F \leq 1$
II	$1 < F \leq 4$
III	$4 < F \leq 7$
IV	$F > 7$

10.4 功能性状况评估

10.4.1 管道功能性缺陷状况评估分值应按下列公式计算。

$$\text{当 } Y_{\max} \geq Y \text{ 时, } G = Y_{\max} \quad (10.4.1-1)$$

$$\text{当 } Y_{\max} < Y \text{ 时, } G = Y \quad (10.4.1-2)$$

式中: G —— 管段功能性缺陷参数;

$Y_{\max}$ —— 管段运行状况参数, 管段功能性缺陷中最严重处的分值;

Y —— 管段运行状况参数, 按缺陷点数计算的加权平均值。

10.4.2 管段运行状况应符合下列规定:

1 管段运行状况参数应按下列公式计算:

$$Y = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_j E_j Y_j \quad (10.4.2-1)$$

$$Y_{\max} = \max\{P_j\} \quad (10.4.2-2)$$

式中: P_j —— 第 j 个缺陷的缺陷分值;

E_j —— 第 j 个缺陷的缺陷长度系数;

n_g —— 管段功能性缺陷的数量。

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:

$$Y_M = \frac{1}{l} (\sum_{j=1}^n P_j L_j E_j) \quad (10.4.2-3)$$

式中: Y_M —— 管段功能性缺陷密度;

l —— 管段长度(m);

L_j —— 功能性缺陷纵向净距长度(m)。

10.4.3 管道功能性缺陷等级评估表应符合表 10.4.3 的规定。

表 10.4.3 管道功能性缺陷等级评估表

缺陷等级	评分数值 G
I	$G \leq 1$
II	$1 < G \leq 4$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/428007044040006035>