

备案号：J1××××—20××

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ 33/T 12××—2022

城镇供水管网漏点检测技术规程

Technical specification for water supply
network leakage detection

(报批稿)

20××-00-00 发布

20××-00-01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈2018年度浙江省建筑节能及相关工程建设地方标准制修订计划〉的通知》（建设发〔2018〕341号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合浙江省的实际情况，参考有关国家标准、国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分6章和2个附录，主要技术内容包括：总则，术语和符号，基本规定，漏失区域预测，漏点定位，成果管理等。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江省城市水业协会负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将意见和有关资料寄送浙江省城市水业协会（地址：浙江省杭州市上城区建国南路168号供水大厦，邮编：310009；邮箱：1181653691@qq.com），以供修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：浙江省城市水业协会

杭州市水务集团有限公司

绍兴市公用事业集团有限公司

参 编 单 位：宁波东海集团有限公司

绍兴市上虞区供水有限公司

中杭水环境治理（浙江）有限公司

绍兴柯桥供水有限公司

浙江华昊建筑材料检测有限公司

温州市自来水有限公司

恒基建设集团有限公司

绍兴高新技术产业开发区迪荡新城投资发展有
限公司

绍兴市建设工程质量安全管理中心

杭州市建德市村镇建设服务中心

杭州市城市土地发展有限公司

浙江省产品与工程标准化协会

主要起草人：刘友飞 叶圣炯 俞建飞 方 强 郑冠军
林 森 干继红 骆杉杉 林霞君 许杭波
张 毅 陈冠能 黄世业 陈 毅 卢靖焜
金汉峰 李 进 倪 炯 韦立煌 胡春奇
周 逸 何成刚 吕德坤 戴达奇 王 宽
孙国威 杨 宇 张晟宁 邓铭庭
主要审查人：游劲秋 赵宇宏 赵 萍 卢汉清 张伯立
郑昌育 钟 峥

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
3	基本规定	5
4	漏失区域预测	6
4.1	一般规定	6
4.2	观察法	6
4.3	水平衡分析法	6
4.4	分区计量法	7
4.5	压力法	7
4.6	噪声法	8
4.7	卫星探漏法	9
4.8	探地雷达法	10
4.9	地表温度测量法	11
4.10	光纤测温法	11
4.11	瞬变压力法	12
5	漏点定位	13
5.1	一般规定	13
5.2	相关分析法	14
5.3	听音法	14
5.4	气体示踪法	16
5.5	管道带压声波内检测法	17
5.6	智能球法	18
5.7	大口径管道系缆式视频内检测法	19
6	成果管理	20

6.1 一般规定	20
6.2 成果检验	20
6.3 成果报告	21
附录 A 质量验收记录	22
本标准用词说明	23
引用标准名录	24
附：条文说明	25

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
3	Basic requirements	5
4	Loss zone prediction	6
4.1	General provisions	6
4.2	Visual method	6
4.3	Water balance analysis	6
4.4	Zonal measurement method	7
4.5	Pressure measurement method	7
4.6	Leak noise logging method	8
4.7	Satellite leak detection	9
4.8	Ground penetrating radar method	10
4.9	Surface temperature measurements	11
4.10	Optical fiber temperature method	11
4.11	Transient pressure method	12
5	Leak location detection	13
5.1	General provisions	13
5.2	Correlation analysis	14
5.3	Listening method	14
5.4	Tracer gas method	16
5.5	Intrasonic detection method with pressure of pipeline	17
5.6	Smart ball method	18
5.7	Video internal detection method for large-caliber pipecable	19
6	Result management	20

6.1	General provisions	20
6.2	Results inspection	20
6.3	Resultsreporting	21
Appendix A Water supply network leak detection record sheet		
		22
Terms used in this practice		
		23
Reference Standard Directory		
		24
Addition ; Statement of provisions		
		25

1 总 则

1.0.1 为规范城镇供水管网漏点检测技术的应用，提高渗漏区域预判和漏点定位检测的准确性，减少漏损，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇供水管网的漏失区域预测、漏点定位、评定与管理。

1.0.3 城镇供水管网漏点检测技术的应用，除应符合本规程外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语和术语

2.1 术 语

2.0.1 供水管网 water distribution system

连接水厂和用户水表（含）之间的管道及其附属设施的总称。

2.0.2 供水管网漏点检测 leak detection of water supply pipe nets

运用适当的仪器设备和技术方法，通过研究漏水声波特征、管道供水压力或流量变化、管道周围介质物性条件变化以及管道破损状况等，确定地下供水管网漏水点的过程。

2.0.3 漏点 leak point

经证实的供水管网渗漏处。

2.0.4 明漏点 visible leak

可直接确定的地下供水管网漏水点。

2.0.5 暗漏点 invisible leak

掩埋于地下，需要借助一定的手段和方法才可能确定的供水管网漏水点。

2.0.6 漏水异常 unverified leak

在检测过程中发现而未经证实的供水管网漏水现象。

2.0.7 漏水点定位误差 leak point locating error

检测确定的供水管网漏水异常点与实际漏水点的平面距离，以长度米表示。

2.0.8 压力法 pressure measurement method

借助压力测试设备，通过检测供水管道供水压力的变化，推断漏水异常区域的方法。

2.0.9 噪声法 leak noise logging method

借助相应的仪器设备，通过检测、记录供水管网漏水声音，并统计分析其强度和频率，推断漏水异常管段的方法。

2.0.10 相关分析法 leak noise correlation

借助相关仪，通过对同一管段上不同测点接收到的漏水声音的相关分析，推断漏水异常点的方法。

2.0.11 听音法 listening method

借助听音仪器设备，通过识别供水管网漏水声音，推断漏水异常点的方法。

2.0.12 探地雷达法 ground penetrating radarmethod

通过探地雷达（GPR）对漏水点周围形成的浸湿区域或脱空区域的检测，推断漏水异常点的方法。

2.0.13 地表温度测量法 surface temperature measurement

借助测温设备，通过检测地面或浅孔中供水管网漏水引起的温度变化，推断漏水异常点的方法。

2.0.14 气体示踪法 tracer gas method

在供水管道内施放气体示踪介质，借助相应仪器设备通过地面检测泄漏的示踪介质浓度，推断漏水异常点的方法。

2.0.15 管道内窥法 closed circuit television inspectionmethod

通过闭路电视摄像系统（CCTV）查视供水管道内部缺陷，推断漏水异常点的方法。

2.0.16 成果检验 results verification

采用实地开挖等手段，对供水管网漏点检测确定的漏水异常点实施验证的过程。

2.2 符 号

δ ——探测的漏水点定位准确率，%；

n ——经检验证实的探测漏水点数量，个；

N ——探测确定的漏水异常点总数，个；

qv ——漏水量，单位为 m^3/s ；

Cq ——流量系数，当漏点为薄壁孔口 Cq 取 0. 62，当漏点为厚壁孔口 Cq 取 0. 82；

A ——漏点破口面积，单位为 m^2 ；

g ——重力加速度， $g=9. 8\text{m}/\text{s}^2$ ；

H ——10 漏点内外水压差，单位为 m 。

3 基本规定

3.0.1 区域用水量有明显上升或产销差变化异常时，供水单位优先排查，由易至难预测和确定供水管道是否存在泄漏，并由易至难进行漏点的精确定位。

3.0.2 漏损控制应以漏失预警、水量分析、漏点出现频次及原因分析为基础，分析漏损组成，漏点位置等，确定漏损控制重点。

3.0.3 供水单位应对区域内的供水管网开展漏损普查工作，通过主动检漏降低管网漏损；制定计量器具管理办法，采用信息化手段，对抄表质量和数据质量进行控制管理。

3.0.4 漏水检测应根据实地开挖验证结果来测量漏水点的定位误差并计算漏水点定位准确率。

3.0.5 城镇供水管网漏点检测应采用和推广经实践检验有效的新技术、新设备和新材料。

3.0.6 城镇供水管网漏点检测应健全质量保证体系，进行过程质量控制。当质量检查发现漏探或错探时，应及时分析原因并采取措​​施予以补救或纠正。

3.0.7 城镇供水管网漏点检测使用的仪器设备应按照规定进行保养和校验。使用的计量器具应在计量检定周期有效期内。

4 漏失区域预测

4.1 一般规定

- 4.1.1 开展漏点检测前应对漏失区域进行预测，确定大致漏失区域和管段。
- 4.1.2 直接判断漏失区域有困难时应结合多种方法进行研判。
- 4.1.3 漏失区域研判方法有：观察法、水平衡分析法、分区计量法、压力法、噪声法、卫星探漏法、探地雷达法、地表温度测量法、光纤测温法、瞬变压力法。

4.2 观察法

- 4.2.1 现场出现明显水迹或管道存在漏水声时应选择观察法进行研判。
- 4.2.2 观察法可通过用户热线、日常巡视和人工抄表的方式进行。
- 4.2.3 当观察法无法判断漏失水源是否为自来水时，应进行余氯检验。

4.3 水平衡分析法

- 4.3.1 水平衡分析法适用于分析判断计量封闭且内部用户拓扑关系清晰的供水管网区域。封闭区域应具备分级设置计量表计量的现场条件，管网流量计量应实现数据远传，用户水表宜采用远传水表。
- 4.3.2 采用水平衡分析法应符合下列规定：
 - 1 经人工抄读或远传方式获取的水量数据应进行复核，确保录入数据准确无误；

2 应固化抄表周期和线路，同区域内计量表抄表周期应一致；

3 区域内管网改造后应及时更新上下游水量计量拓扑关系。

4.4 分区计量法

4.4.1 分析判断计量封闭且边界进出水量关系明确的供水区域时可采用分区计量法。

4.4.2 采用分区计量法应先总体进行分区规划、再分步实施。

4.4.3 采用分区计量法应按下列步骤实施：

1 根据管网图确定分区方案和监测点位置；

2 进行各分区封闭性验证；

3 基础数据的收集与统计；

4 监测设备安装与调试；

5 漏损监测与评估；

6 漏损分析与处理。

4.4.4 区域管网更新改造后应及时更新拓扑关系，确保管网分区公式设置的准确性。

4.5 压力法

4.5.1 分析判断已实现或可实现管道压力实时或临时在线监测、管网压力相对平稳或用户用水量变化较小的供水区域时可采用压力法。

4.5.2 采用压力法应制定布点设计方案，综合考虑漏水预警、管网调度和消火栓智能应用等因素，确定在线压力采集及远传设备压力点布设的位置和数量。

4.5.3 采用压力法时应布置在线远传压力传感器，结合系统平台实现区域管网或小范围管网压力的在线监测，通过对比等方法，查找可能存在的漏水区域或管段。

4.5.4 采用压力法应结合管网压力在线模拟系统，进行实时压

力与模拟压力、实时压力降曲线与模拟压力降曲线的在线对比，分析判断漏水区域或管段。

4.5.5 人为封闭某段管段观察趋势性压力降以判断是否漏水时，应避免用水高峰时段，或在管网有环路时实施。

4.5.6 压力仪表、远传设备和系统平台应定期维护，设施完好稳定。

4.6 噪声法

4.6.1 选择噪声法进行漏失区域预测，应符合下列条件：

1 探测区域内没有持续干扰噪声，直管段噪声监测仪的最大布设间距不应超过表 4.6.1 的规定；

表 4.6.1 直管段噪声监测仪最大间距

管道口径 (DN)	最大布设间距 (m)
DN300 以下	200
DN300-DN600	150
DN600-DN800	80
DN800 及以上	50

2 供水管道上应有明显裸露部位或设备检漏井，且管道及附属设施可强磁力吸附；

3 管道和管件表面应保持清洁；

4 噪声监测仪应处于竖立状态。

4.6.2 当现有供水管线长距离无明显暴露部位，可人工设置设备检漏井。设备检漏井应满足以下条件：

1 安装的设备能满足监测要求；

2 噪声监测设备可通过检漏井直接吸附到管道面上；

3 近场或远传信号可以发出与接收；

4 设置的设备井人工可定期检查与维护。

4.6.3 噪声法应包括移动和固定两种设置方式，并应符合下列

规定：

1 移动式通过主机平板电脑采集噪声监测仪检测数据，并通过系统平台实现噪声数据分析和设备管理；

2 固定式应利用物联网远传技术，实现噪声监测仪检测数据远传，并通过系统平台实现噪声数据分析和设备管理。

4.6.4 噪声监测仪的安装与维护应符合下列规定：

1 噪声监测仪安装应做到提前规划，对可能产生的盲区应有预判，人工或补充设备进行弥补；

2 根据被探测管道的管材、管径等情况确定噪声监测仪间距；

3 噪声监测仪应固定安装在布设的地点，并按计划定期检查设备；

4 探测区域供水管网图上应标注噪声监测仪布设的位置和编号等安装信息；

5 噪声监测仪报警后应及时判断报警原因，并采取相关措施；

6 噪声监测仪应定期回收校验和保养。

4.6.5 探测前应选定噪声监测仪的测量噪声强度和噪声频率等参数，并应在所选定的时段内连续记录。

4.6.6 在现场初步分析的基础上应对记录的数据和有关统计图进行综合分析，推断漏水异常区域。

4.6.7 应根据同一管段上相邻噪声记录仪的数据分析结果确定漏水异常管段。

4.7 卫星探漏法

4.7.1 埋深 1.5m 以内的漏水管道检测可采用卫星探漏法。

4.7.2 采用卫星探测法应符合下列规定：

1 探测前应获取该地区的原始卫星图像；

2 应进行辐射校正，过滤建筑物及其他人造物体、植被和

水文的反弹；

- 3 对地下饮用水的光谱应进行算法分析；
- 4 电子地图上显示漏点位置。

4.8 探地雷达法

4.8.1 探地雷达法的适用条件应满足下列规定：

- 1 漏水点形成的浸湿区域或脱空区域与周围介质存在明显的电性差异；
- 2 浸湿区域或脱空区域界面产生的异常能在干扰背景场中分辨。

4.8.2 探地雷达探测设备应符合下列规定：

- 1 发射功率和抗干扰能力应满足探测要求；
- 2 采用的天线频率应与管道埋深相匹配。

4.8.3 采用探地雷达法探测时，测点和测线布置应符合下列规定：

- 1 测线应垂直于被探测管道走向进行布置，保证至少 3 条测线通过漏水异常区；
- 2 测点间距选择应保证有效识别漏水异常区域的反射波异常及其分界面；
- 3 在漏水异常区应加密布置测线，可采用网格状布置测线并精确测定漏水浸湿区域或脱空区域的范围。

4.8.4 探测前，应在探测区域或邻近的已知漏水点上进行方法试验，确定此种方法的有效性和仪器设备的工作参数，并根据现场情况的变化及时调整工作参数。

4.8.5 探测时，探地雷达系统应采用方法试验确定的工作频率、介电常数和传播速度等参数。并根据现场情况的变化及时调整工作参数。

4.8.6 数据处理应采用专业的数据处理方法进行，以提高图像的质量，降低现场地质物理条件影响。

4.8.7 分析各项参数资料的基础上进行资料解释时，应符合现行行业标准《城镇供水管网漏水检测技术规程》CJJ 159 的规定。

4.9 地表温度测量法

4.9.1 地表温度测量法的适用条件应满足下列规定：

- 1 探测环境温度应相对稳定；
- 2 管道埋深不应大于 1.0m。

4.9.2 地表温度测量法的测量仪器应选用精密温度计或红外测温仪，使用地表温度测量法测量仪器应符合下列规定：

- 1 温度测量范围应满足 $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 温度测量分辨率应达到 0.1°C ；
- 3 温度测量相对误差不应大于 0.5°C 。

4.9.3 探测前应进行方法试验，并确定方法和测量仪器的有效性、精度和工作参数。

4.9.4 地表温度测量法的测点和测线布置应符合下列规定：

- 1 测线应垂直于管道走向布置，每条测线上位于管道外的测点数每侧不应小于 3 个；
- 2 测点应避免对测量精度有直接影响的热源体；
- 3 宜采用地面打孔测量方式，孔深不应小于 30cm。

4.9.5 采用地表温度测量法探测应符合下列规定：

- 1 每条测线管道上方的测点不应小于 3 个；
- 2 当发现观测数据异常时，对异常点重复观测不应少于 2 次，并应取算术平均值作为观测值；
- 3 应根据观测成果编绘温度测量曲线或温度平面图，确定漏水异常点。

4.10 光纤测温法

4.10.1 采用光纤测温法进行管道漏水探测时，被探测管道应符合下列规定：

- 1 适用于各种管道材质；
 - 2 管道口径不应小于 DN300；
 - 3 管道埋深应大于 0.5m。
- 4.10.2** 探测光缆应沿管道铺设在管道下方，光缆与管道的间距不宜大于 10cm。
- 4.10.3** 对于新管道，在管道铺设过程中应将光缆铺在管道中轴线的下方；对于已经铺好的管道，应在管道的一侧铺设探测光缆，其高度应与管道底齐平。

4.11 瞬变压力法

- 4.11.1** 突发爆管事件等易产生瞬变压力时应采用瞬变压力法进行漏点监测。
- 4.11.2** 传感器探头之间的最大布设间距应根据管材、口径和压力的实际情况确定，宜为 1km~1.5km。
- 4.11.3** 压力传感器应达到监测方案所需的采样频率和采集精度。
- 4.11.4** 监测前应提供准确的管网长度信息。

5 漏点定位

5.1 一般规定

5.1.1 供水管网漏点检测应选择适宜的检测方法确定漏点位置；相关分析法确认的漏点在有条件的情况下，应采用听音法进行复核。

5.1.2 城镇供水管网漏点检测应选择适宜的检测方法，并符合下列规定：

- 1 充分利用已有的管线和供水状况可靠的信息资料；
- 2 选用的检测方法应经济、有效；
- 3 复杂条件下应采用多种方法综合检测；
- 4 避免或减少对日常供水、交通等的影响。

5.1.3 城镇供水管网漏点检测的工作程序应包括检测准备、检测作业、成果检验和成果报告。工作内容应符合现行行业标准《城镇供水管网漏水探测技术规程》CJJ 159 的规定。

5.1.4 进行漏点检测，确认的漏水点，应按照本规程附录 A 的格式记录。

5.1.5 城镇供水管网漏点检测作业安全保护工作应符合现行行业标准《城市地下管线检测技术规程》CJJ 61 的规定。打钻或开挖应避免破损供水管道及相邻其他管线或设施。

5.1.6 进行漏点检测作业应做好人身和现场的安全防护工作。漏点检测人员应穿戴有明显标志的工作服，夜间工作时应穿反光背心；工作现场应设置围栏、警示标志和交通标志等。

5.1.7 检漏周期应符合现行行业标准《城市供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92 的规定，检测周期不应超过 12 个月。

5.2 相关分析法

5.2.1 当采用相关分析法确定漏水点位置时，被检测的管道应符合下列规定：

- 1 管道材质应为金属或传声效果较好的非金属材质；
- 2 管道口径应在 DN15~DN2000 范围内；
- 3 管道水压不应小于 0.15MPa。

5.2.2 相关仪应具备滤波、频率分析、声速测量等功能；相关仪传感器频率响应范围宜为 0Hz—5000Hz，电压灵敏度应大于 1000mV/ (m·s⁻²)。

5.2.3 传感器的布设应符合下列规定：

- 1 应确保传感器放在同一条管道上；
- 2 传感器宜竖直放置，并确保与管道接触良好。

5.2.4 当采用相关分析法检测时，发射机与相关仪信号应能正常传输。

5.2.5 两个传感器之间管段的长度应准确测定。分析时应输入管长、管材和管径等信息，并根据管道声波传播速度进行相关分析，确认漏水异常点。

5.2.6 采用相关分析法探测应根据管道材质、管径设置相应的滤波器频率范围，金属管道设置的最低频率不应小于 200Hz；非金属管道设置的最高频率不应大于 500Hz。

5.2.7 当进行管线实地测量遇到弯头、折点、登高、下扎、变径和混合管材等特殊情况时，应按实际情况测量长度，详细记录各段距离。

5.3 听音法

5.3.1 当采用听音法进行管道漏点探测时，环境噪声不应大于 30dB，且被检测管道应符合下列规定：

- 1 管道材质应为金属和非金属材质；

- 2 管道水压不应小于 0.15MPa;
 - 3 管道埋深应小于 3m。
- 5.3.2** 听音杆应具有机械放大功能，电子听漏仪应符合下列规定：
- 1 具有滤波功能；
 - 2 具有多级放大功能；
 - 3 使用加速度传感器作为拾音器，其电压灵敏度应优于 10mV/ (m · s⁻²)。
- 5.3.3** 听音法可分为阀栓听音法、地面听音法和钻孔听音法三种，适用范围应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 不同听音法适用范围

检测方法	适用范围	
	漏水普查	漏水异常点精确定位
阀栓听音法	适用	不适用
地面听音法	适用	适用
钻孔听音法	不适用	适用

- 5.3.4** 采用阀栓听音法探测应符合下列规定：
- 1 听音杆或传感器应直接接触地下管道或管道的附属设施；
 - 2 探测前应首先观察裸露地下管道或附属设施是否有明漏。发现明漏点时，应准确记录其相关信息，记录的信息应包括下列内容：
 - 1) 阀栓类型；
 - 2) 明漏点的位置；
 - 3) 漏水部位；
 - 4) 管道材质和规格；
 - 5) 估计漏水量。
 - 3 未观察到明漏点，应根据听测到的漏水声音，确认漏水异常管段，然后根据漏水声音的强弱和特征，并结合已有资料，

推断漏水异常点。

5.3.5 采用地面听音法探测应符合下列规定：

1 地下供水管道埋深不应大于 2.0m；

2 听音杆或拾音器应紧密接触地面；

3 采用地面听音法进行漏水普查时，应沿供水管道走向在管道上方逐点听测。金属管道的测点间距不应大于 2.0m，非金属管道的测点间距不应大于 1.0m，漏水异常点附近应加密测点，加密测点间距不应大于 0.2m；

4 当采用地面听音法进行漏水点精确定位或对管径大于 300mm 的非金属管道进行漏水探测时，应沿管道走向成“S”形推进听测，偏离管道中心线的最大距离不应超过管径的 1/2。

5.3.6 采用钻孔听音法探测应符合下列规定：

1 应在供水管网漏水普查发现漏水异常后进行。钻孔前应准确掌握漏水异常点附近其他管线的资料；

2 每个漏水异常点的钻孔数量不应少于 2 个，两钻孔间距不应大于 50cm；

3 听音杆应直接接触管道管体。

5.3.7 特殊环境下采用听音法进行漏点定位应符合下列规定：

1 遇到干扰噪声大，环境复杂等情况可选择夜深人静的时间段进行听音检漏；

2 地面听音时 PE、PVC、PPR 塑料管间隔 0.25m 巡查 1 次；

3 打钎听音前应探清楚管线走向、深度，同时探测清楚周边的电力、通信、燃气等管线情况。

5.4 气体示踪法

5.4.1 气体示踪法可用于供水管网漏水量小，或采用其他探测方法难以解决时的漏点检测。

5.4.2 气体示踪法测量仪器宜选用氢气传感器，测量仪器应符

合下列规定：

- 1 传感器灵敏度应优于 1mg/L；
 - 2 氢气浓度量程宜为 10ppm~50000ppm 之间；
 - 3 传感器响应时间不应大于 0.5 秒；
 - 4 传感器应具备校准功能；
 - 5 探测前应检查仪器传感器的状态。
- 5.4.3** 采用气体示踪法进行探测应符合下列规定：
- 1 探测前应计算待测供水管道的容积，并备足示踪气体；
 - 2 在向待探测供水管道内输入示踪气体前，应确保阀体及阀门螺杆和相关接口密封无泄漏，并应关闭相应阀门；
 - 3 应通过开孔、排气阀、水表或消防栓等接口点将氢气导入到被测管道内；
 - 4 在管道中间或底部应用导入杆将氢气沿着水流方向导入管内；
 - 5 应采用 5% 的氢气和 95% 的氮气混合气体；
 - 6 在管道末端应实时检测氢气浓度。
- 5.4.4** 不应在风雨天气条件下采用气体示踪法进行探测。
- 5.4.5** 应根据管道埋深、管道周围介质类型、路面性质和示踪介质从漏点逸出至地表的时间等因素确定气体示踪法的最佳探测时段。

5.5 管道带压声波内检测法

- 5.5.1** 管道带压声波内检测法可用于带压钻孔的管道或有水平导入探头的接口，被探测的管道应符合下列规定：
- 1 适用于各种管道材质；
 - 2 管道压力应大于 0.1MPa。
- 5.5.2** 管道带压声波内检测法测量仪器宜选用内置听漏仪，内置听漏仪技术要求宜符合表 5.7.2 的规定。

表 5.5.2 内置听漏仪技术要求

项目	技术要求
防水等级	IP68
耐压能力	$\geq 0.16\text{MPa}$
输送线缆	4.5mm 或 9mm 玻璃纤维绳
连接器	格卡快速接头
管线定位深度	3.5m
接口	25mm 或 32mm 内螺纹接口

5.5.3 采用管道带压声波内检测法探测应符合下列规定：

- 1 在疑似漏水管道附近带压、带水安装马鞍接口；
- 2 均匀用力缓慢推入探头，并保持其前后移动；
- 3 探头声音宜通过蓝牙传输到外置蓝牙扬声器或蓝牙耳机上进行监测；
- 4 缆线起始长度在测量前要清零，以免测量距离时产生误差；
- 5 管道口径适用于 DN150mm--DN600mm，容易引起线缆卷进，形成死结，引起卡在管道的风险；
- 6 线缆探头定位时，接收机和线缆平行测量；线缆走向定位时，接收机和线缆垂直测量。

5.6 智能球法

5.6.1 采用智能球法进行管道漏水探测时，被探测的管道应符合下列规定：

- 1 管道材质应为金属和各种非金属材料；
- 2 管道口径不应小于 DN300mm；
- 3 管道压力应在 0.1MPa~3.4MPa 之间；
- 4 水流速度应为 0.15m/s~1.8m/s。

5.6.2 智能球应从主管道上不小于 DN100mm 口径的孔口放入，

再从同样口径的收球点取出。

5.6.3 智能球应由专用收球网回收，收球网底部应安装摄像头。

5.6.4 检测前应收集管道上的支管及排空阀信息，检测期间应关闭 DN75mm 以上的支管阀门。

5.6.5 对位于管道底部的排空阀应进行仿真计算，确定智能球通过情况。

5.7 大口径管道系缆式视频内检测法

5.7.1 大口径管道系缆式视频内检测法可应用于 DN300mm 以上的大口径管道。

5.7.2 检测系统由串式传感器、跟踪定位器、插入组件、光缆卷筒和电子设备组成，并应符合下列规定：

- 1** 牵引伞的尺寸应根据管径及流速选择；
- 2** 插入组件应安装在检测口闸阀上，在带压条件下将串式传感器通过不小于 100mm 的孔口插入运行中的管道内；
- 3** 光缆应在卷筒内使用 500ppm 的次氯酸钠溶液进行冲洗消毒；
- 4** 发现异常时应将传感器固定在管道内并处于静止状态，在地面上应将跟踪定位器移动到管内传感器的上方进行信号捕捉传输。

6 成果管理

6.1 一般规定

- 6.1.1** 使用多种检漏方法多次检漏后仍无法判明漏点位置且漏失水量小的漏点，应以跟踪观察为主，并列入风险点。
- 6.1.2** 漏点已判明有较大隐患但漏点位置开挖修理困难时，应制定专项开挖修复方案。
- 6.1.3** 每年应对检漏费用、修复费用成本以及修复后产生的经济效益进行评估。
- 6.1.4** 对漏点的发现、修复、评估和分析应以工单形式进入系统，形成业务信息化管控，建立台账，通过系统进行考核和分析。

6.2 成果检验

- 6.2.1** 供水管网漏点检测应通过实地开挖等手段验证供水管网漏水异常点，确定漏点准确率和漏水点定位误差。
- 6.2.2** 漏点准确率是在全部漏水异常点开挖验证后计算所得，可按式 6.2.2 确定。

$$\delta = (n/N) \times 100\% \quad (6.2.2)$$

式中： δ ——探测的漏水点定位准确率，%

n ——经检验证实的探测漏水点数量，个；

N ——探测确定的漏水异常点总数，个。

- 6.2.3** 漏水点定位误差可根据实地开挖确定的漏点平面位置与探测确定的平面位置比较确定。
- 6.2.4** 开挖验证确定的漏水点，应现场拍摄漏水点的影像资料，

并计算漏水量。

6.2.5 供水管道漏水量的计量可采用经过确认的方法，宜采用计时称量法、计量差计算法和经验公式计算法。

6.2.6 开挖验证应按本规程附录 A 要求记录验证结果，并经双方人员签字确认。

6.3 成果报告

6.3.1 供水管网漏点检测作业和成果检验完成后，应编写供水管网漏点检测成果报告。

6.3.2 供水管网漏点检测成果报告应包括下列内容：

- 1 项目概况应包括人员、仪器设备规划安排；漏点检测区的基本情况；检测工作条件；相关检测工作量和开竣工日期等；
- 2 检测方法和仪器设备，检测作业依据的标准；
- 3 检测质量控制及检查；
- 4 漏点检测成果及成果检验；
- 5 供水管网漏水状况分析；
- 6 结论和建议；
- 7 检测工作相关记录、数据和资料；
- 8 相关附图与附表。

附录 A 质量验收记录

A.0.1 石材面板保温装饰板工程检验批质量验收可按表 A.0.1 记录。

表 A.0.1 石材面板保温装饰板工程检验批质量验收记录

单位			分部工		分项工程	
施工单位			项目负责		检验批容量	
验收项目			设计要求	最小/ 实际抽	检查记录	检查结
主控项目	1	材料、构件的品种、规格	第 7.2.1 条			
	2	石材面板保温装饰板中保温材料性能	第 7.2.2 条			
	4	基层	第 7.2.4 条			
	5	密封胶施工	第 7.2.6 条			
	一般项目	1	材料和构件的外观和包装	第 7.3.1 条		
2		施工产生的墙体缺陷处理	第 7.3.2 条			
3		转角部位石材面板保温装饰板构造	第 7.3.3 条			
4		墙面的造型、立面分格、颜色和图案外观	第 7.3.5 条			
5		立面垂直度 (mm)	3			
		表面平整度 (mm)	3			
		阴阳角方正 (mm)	3			
		接缝直线度 (mm)	3			

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对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：

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：

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：

正面词采用“宜”，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，采用“可”。

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

引用标准名录

- 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268
- 《城市地下管线检测技术规程》 CJJ 61
- 《城市供水管网漏损控制及评定标准》 CJJ 92
- 《城镇供水管网漏水探测技术规程》 CJJ 159
- 《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》 CJJ 207
- 《城镇供水管网抢修技术规程》 CJJ/T 226
- 《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》 CJJ /T 244
- 《超声波水表》 CJ/T 434
- 《电磁流量计》 JB/T 9248

浙江省工程建设标准

城镇供水管网漏点检测技术规程

DBJ 33/T 12××—20××

条文说明

(报批稿)

目 次

1	总 则	29
3	基本规定	30
4	漏失区域预测	32
4.1	一般规定	32
4.2	观察法	32
4.3	水平衡分析法	32
4.4	分区计量法	33
4.5	压力法	34
4.6	噪声法	35
4.7	卫星探漏法	37
4.8	探地雷达法	38
4.9	地表温度测量法	39
4.10	光纤测温法	39
4.11	瞬变压力法	40
5	漏点定位检测	41
5.1	一般规定	41
5.2	相关分析法	41
5.3	听音法	42
5.4	气体示踪法	44
5.5	管道带压声波内检测法	44
5.6	智能球法	45
5.7	大口径管道系缆式视频内检测法	45
6	成果管理	46

6.1	一般规定	46
6.2	成果检验	46
6.3	成果报告	47

1 总 则

1.0.1 城镇供水管网是城镇居民生活和经济发展的重基础设施。随着经济的快速发展，城镇化程度的加快，城镇规模不断扩大，城镇供水管网新建和改扩也是同步的加快推进，同时也更换了大量的老旧管道，但仍有大部的老旧管道因各种原因继续在运行。由于供水管网材质老化和设施陈旧、管网运行维护不当、供水管理体系不完善等问题，我国城镇供水漏损问题依然严重。因此，降低管网漏损率，抓好管网漏损控制仍是供水企业关注和重视的问题，也是我国供水行业发展必须解决的问题。近几年来，供水企业在为持续、稳定降低漏损率努力，围绕漏损控制相关问题，从管道选材、管网探测、管网改造、漏损技术研发等做了大量工作，取得了一定的成果。

当前，浙江省正加快推进数字化改革和城市地下基础设施管理。供水管网采用先进的、数字化的检测方法可以快速、准确的检出漏点，从而降低漏损率、提高地下基础设施安全。本规程提供了多种供水管网漏点检测方法，针对不同管道材质可采用不同的探测方法，本规程的制定，可规范供水管网漏点检测，提高渗漏区域预判和漏点定位，从而提高漏点检测工作效率和降低供水管网漏损，提高城市基础设施运营安全。

1.0.3 现行的国家行业标准《城市地下管线检测技术规程》CJJ61—2017、《城市供水管网漏损控制及评定标准》CJJ92—2016 和《城镇供水管网漏水探测技术规程》CJJ 159—2011 与本规程紧密结合，共同指导供水管网漏点检测工作。本规程未规定的，应严格按上述行业标准执行。

3 基本规定

3.0.5 城镇供水管网漏点检测结果受环境条件、人为因素等影响，为保证探测成果质量，本条明确了健全质量保证体系和实施过程检查的要求，以减少或避免漏探、错探的发生，同时将质量检查作为检测技术工作的一部分，其资料要在探测成果中体现出来。

3.0.6 仪器设备是城镇供水管网漏点检测的必备工具，是获得可靠探测信息、保证探测质量和提高工作效率的基本保证。因此，探测仪器设备应性能稳定、状态良好，并要求对探测仪器按照规定进行保养、校验，特别是探测使用的压力计、流量计以及钢尺、皮尺等计量器具，为保证其精度可靠，应按照规定定期强检。

3.0.7 漏水点定位误差和漏水点定位准确率是评价漏水探测质量的最主要指标，所得数据包括下列内容：

- 1 漏水点定位误差不应大于 1m；
- 2 漏水点定位准确率不应小于 90%。

漏水点定位误差不应大于 1m 的规定是根据我国多年来的实践证明是合理、可行的，另外，由于我国不同地域间管道埋设情况差异较大，当影响探测因素较多时，其定位误差要求可适当放宽。

由于漏水探测受工作环境、仪器设备、技术方法、人为操作和漏水点本身特征等因素影响，并且探测主要采用地球物理专业方法，其漏水点定位是根据各种探测信息综合处理间接推断获得，按照误差理论和概率分布，可信区间减达到 95%，本规程综合考虑了要求探测时建立完善的质量保证体系，加强探测过程质

量控制，确保探测结果准确的要求，对照了英国、日本和中国台湾等国家和地区的标准，并考虑上述影响因素，确定放宽误差范围5%，规定漏水点定位准确率为90%，这一数据也是近10年来我国探测成果验收的一项较为通用的基本指标。

4 漏失区域预测

4.1 一般规定

4.1.1 预测和确定漏水区域和管段，可快速锁定漏损所在区域和管段，第一时间感知漏损的发生，可为下一步漏失判断定线定点指明方向。

4.2 观察法

4.2.1 观察法通过肉眼直接判断或者现场异常声音辨别及日常工作经验分析间接得出结论。

4.2.3 当观察无法立即判断该水源是否为自来水时，余氯测试是一种快速便捷较为有效准确的测试分析研判方法。如马路上的冒水点，阀门井内的流水等位置的水源。如果是长期静止的水源，则有可能无法测出余氯，需采集水体交由实验室做进一步的检测实验。

4.3 水平衡分析法

4.3.1 拓扑关系正确的封闭管网区域，未漏水状态下总表与分表的水量平衡，且相对稳定；当差值较大或出现明显变化时，可判断存在漏水异常。用户水表采用远传水表可较好实现数据获取的时间同步，如果是人工抄读，需用相应算法才能实现。

4.3.2 水平衡分析法可通过人工抄读或远传方式取得同一时间同一周期内封闭区域内上下游水量数据，结合区域计量拓扑关系，以人工或系统计算方式得到总分表水量差值，以水量差值为依据判断漏水区域或管段。

水量数据分析主要是分级比较总表水量与分表合计水量的差

值，其中总表水量是相对的，对于处于拓扑关系中其下游水表来说，其是总表，但对于其上游水表来说，其又是其中的一个分表。正常理想情况各级总分表数据应该是一致的，出现下列情况时，进行相应分析判断和处理：

1 分表合计水量大于总表水量时，在数据逻辑关系上是不成立的，应排除各种可能性；

- 1) 可能抄见水量有误，应现场核实抄见时间同步性及抄表人员一致性；
- 2) 可能拓扑关系错误，应核实调整用户关系、核实管线关系；
- 3) 可能存在表具计量问题，应对表具进行校验。

2 总表水量大于分表合计水量时，可能存在区域或管段漏水，应排除其它可能情况。

- 1) 可能存在管道维修或施工作业冲洗排放，应现场核实；
- 2) 可能抄见水量有误，应现场核实；
- 3) 可能拓扑关系错误，应核实调整用户关系、核实管线关系；
- 4) 可能存在表具计量问题，应对表具进行校验；
- 5) 可能存在偷盗水情况，应现场核实并稽查处理。

排除以上情况后，则可能存在管道泄漏，如果差值不大于5%，可暂不进行漏点检测；如果差值大于5%，应进行检漏排查。

4.4 分区计量法

4.4.1 经零压力测试、闭水实验等明确划分供用水量关系的封闭管网区域，理想状态下区域水量处于平衡且相对稳定状态，分析远传计量设备数据，当瞬时水量同比上一个时刻或者历史数据出现较大幅度变化时，或者最小夜间流量高于背景最小允许漏失量，可及时判断突发性或趋势性水量异常。

4.4.3 出现区域内突发性水量急剧增加，根据下列方法排查可能原因：

1 通过检查施工及冲洗排放作业审批记录，判断是否为施工作业引起；

2 检查区域逻辑公式，判断是否为公式调整或错误引起水量变化；

3 对比相关片区或总区水量，现场核查流量计运行状态，判断是否为计量设备故障引起水量变化；

4 结合系统整体分析供水流量、压力等状况，判断是否为系统平台数据处理异常；

5 通过分析封闭区域水量平衡关系，对比相关片区或总区水量，结合热线信息，判断分区水量是否出现异常。此种情况即属于区域或管段漏失，应进行检漏排查。

分区计量法可在计量封闭区域边界安装远传计量设备，应结合数据平台对区域进出瞬时水量进行实时监控，通过即时瞬时水量与历史瞬时水量的历史或同期对比、即时夜间最小水量与背景最小允许漏失水量对比，实现系统报警，对漏失区域进行研判。

4.5 压力法

4.5.1 在正常供水模式调节下，区域管网或小范围管网压力出现异常偏低或趋势性偏低，或者人为封闭管道情况下管网压力呈趋势性下降的，可判断出现异常。

4.5.4 判断监测分析压力数据是否异常包括下列内容：

1 单点压力监测数据异常，其他正常，判断是否为压力硬件设施异常或压力监测设备周边管网出现小范围的泄漏，应及时修复硬件设备或压力监测点周边管道安排检漏排查；

2 整体区域压力监测数据异常，判断是否为区域内出现较大泄漏，应及时安排管道排查；

3 密闭管道下压力数据出现持续性下降，判断是否为管道

出现较大泄露，应及时安排管道排查。

4.6 噪声法

4.6.1 噪声监测仪终端通过底部强磁吸附在供水管道或者金属管件上，对区域内的管网进行不间断的漏损监测。通过内置高灵敏度拾音传感器在设定时段内采集和保存管道振动噪声数据，设备对噪声数据经过分析处理和初步漏损识别后形成每日监测特征数据；终端通过远传技术，将每日的监测特征数据上传至巡检终端或噪声预警平台。终端也能通过远传技术，将采集的管道音频文件上传至数据分析平台，用户可通过数据分析平台播放音频文件，也可对音频文件进行频谱分析，进一步对漏损状态进行确诊。

物联网噪声监测相关法是靠人工智能的噪声监测仪采集管网泄漏噪声，结合大数据智能分析、漏点相关预定位技术的一种检漏方法。其从技术上填补了人工巡检的时间、空间的空挡，突破了人耳听力的受限难题（10dB 以下的噪声），解决检漏人员紧缺、素质低下、老龄化严重的问题，提高了检漏的工作效率和可靠性。

4.6.3 从噪声法的发展趋势、应用特点看，噪声法的应用主要分为移动式 and 永久固定式两种。

1 移动式：轮流把监测仪布控在所需区域，一个区域监控完毕后，将监测仪回收并移动到下个区域，形成轮流监控的态势；

2 固定式：固定安装在供水管网上，实现全天候、实时采集并检测漏损状态；利用物联网远传技术将采集漏水声音和终端的监测结果上传到监控平台上，实现对供水管网的智能漏损报警和预定位。

4.6.4~4.6.5 噪声监测仪的安装、使用及维护应注意下列事项：

1 确定供水管网预警监测、定位系统布控区域及点位，应根据布控的目的来优化布控区域；

2 根据制定的计划，现场清理供水管道及附属设施，确保满足设备安装布控要求；

3 噪声法运用过程中，设备监测受到管材、监测距离和漏量大小等客观条件的限制，监测会存在一定的盲区；

4 噪声监测仪安装间距随管径增大而递减，随水压降低而相递减，随接头、三通等管件增多而递减；

5 探测区域内不应该有持续的干扰噪声，直管段噪声监测仪应根据被探测管道材质确定最大间距：钢管 200m，灰口铸铁管 150m，球墨铸铁管 80 米，水泥管 60m，塑料管 60m；

6 对设备定期离线校验，并检测设备性能、电量等，做好运维台帐，防止设备故障导致报警缺失而造成的管道泄漏甚至发生爆管事故；

7 做好供水管网预警监测、定位系统的日常运行维护，对终端报警点位进行分析判断，形成分析报表并处置。

4.6.7 根据实时采集的管道漏水噪声分贝值，按照“红、黄、绿”三种颜色层级来代表“泄漏、疑似泄漏、无泄漏”的评价，分析形成智能报警信息和数据，汇报给检漏人员及时处置。

1 无泄漏：反馈数据显示“绿”色，表明供水管道上无持续噪声产生，不需要专业检漏人员进行专项排查，按计划定期对设备维护即可；

2 疑似泄漏报警：反馈数据显示“黄”色，表明供水管道上有轻微持续噪声产生。由易至难开展分析，查看是否周边有施工、冲洗排放作业；查看历史数据并进行比对，分析噪声频谱，排除电流等干扰声；查看监控设备周边是否有大用户用水等情况，排除水表产生的干扰声。人工经系统分析结果为可能存在泄漏时，转检漏部门听音排查；可能存在偷盗水，转营业稽查部门

核实；可能设备出现故障，转计量部门校验；

3 泄漏报警：反馈数据显示“红”色，表明供水管道上有明显持续噪声产生。由易至难开展分析，查看是否周边有施工、冲洗排放作业；查看历史数据并进行比对，分析噪声频谱，排除电流等干扰声；查看监控设备周边是否有大用户用水等情况，排除水表产生的干扰声。人工经系统分析结果为可能存在泄漏，转检漏部门排查，与疑似报警不同，需要电子听音，相关分析等更加彻底的排查；可能存在偷盗水，转营业稽查部门核实；可能设备出现故障，转计量部门校验。

4.7 卫星探漏法

4.7.1 ALOS-2 雷达卫星的穿透性极强，可穿透云层和植被，甚至可以穿透柏油马路，获取土壤信息。通过分析 ALOS-2 全极化图像每个像素的介电常数来寻找“含水量”，不同介质存在不同的介电常数机理（图 4-1）。

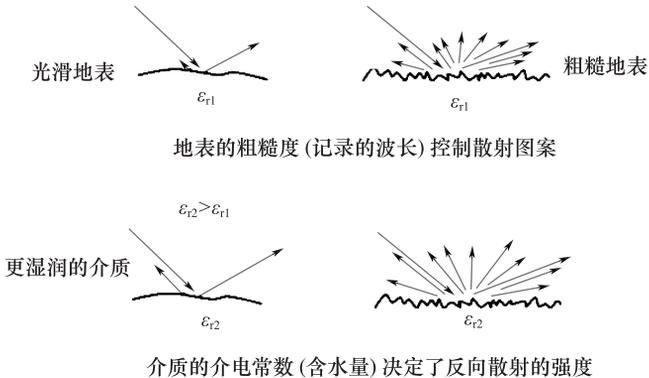


图 4-1 介电常数机理

各种介质的介电常数取值应符合表 4-1 的规定，其中饮用水的介电常数为两位数，其他都是个位数。

表 4-1 各种介质的介电常数

介质	介电常数
真空	1.0 (作为标准值)
烃类	2.1~2.4
PAO	2.1~2.4
PAG	6.6~7.3
多元醇酯 PAG	4.6~4.8
二酯	3.4~4.3
磷酸酯	6.0~7.1
金属	无穷
气体	1.00xx (在一个大气压下)
饮用水	87.9 (0℃) 到 55.5 (100℃)
己烷	1.8865 (20℃)
环己烷	2.0243 (20℃)
苯	2.285 (20℃)
烃类润滑油	2.1 到 2.4 (室温)

4.8 探地雷达法

4.8.1 在供水管道位于地下水位以下或地下介质严重不均匀的地段不应采用探地雷达法。

4.8.2 探地雷达 (Ground Penetrating Radar, 简称 GPR) 是利用超高频短脉冲电磁波在介质中传播时其路径、电磁场强度与波形随通过介质的电性质和几何形态的不同而变化的特点, 根据接收到波的旅行时间 (亦称双程走时)、幅度与波形资料来判断管线的深度、位置和估算管线直径等。当管线方向已知时, 测线应垂直管线长轴。探地雷达系统会自动把不同水平位置采集到的电磁波信号 (每一信号亦称之为一道) 从时间域转换成空间域, 不同水平位置采集的道信号组合起来, 最终得到雷达剖面图上的波

形反应，其典型特征为黑、白相间的抛物线。雷达剖面图上抛物线顶点横向坐标值是管线中心轴线距测量起始点的水平距离，抛物线顶点竖向坐标值为管线上表面距测量表面的深度值。

4.8.5 探测时探地雷达系统应采用通过方法试验确定的工作频率、介电常数、传播速度等，当探测条件复杂时，应选择两种或两种以上不同频率天线进行探测，并根据天线情况及图像效果及时调整工作参数，以确保取得最佳的探测效果。

4.9 地表温度测量法

4.9.2 地表测温法测量仪器应具备的技术指标要求是根据供水温度、环境温度及探测人员工作环境制定的，可满足探测供水管网漏水造成的温度变化。

4.9.3 采用地表测温法探测前应进行方法和仪器的有效性试验。

4.9.4 地表测温法测点和测线布置应采用打孔测量方式，测量孔深不应小于0.3m，可去除阳光、气温等环境因素的影响。

4.9.5 明确了地表测温法的探测方法和成果资料内容，其中，地表温度测量法探测时，保证每条测线管道上方的测点不应少于3个，可保证发现管道不同部位漏水引起温度异常；发现观测数据异常时，应对异常点进行不应少于2次的重复观测，取算术平均值作为观测值，可剔除随机干扰及误差。

4.10 光纤测温法

4.10.1 光纤测温法是基于拉曼散射的光纤测温方法。沿光纤的反射光中含有对温度变化十分敏感的反斯托克斯波，将其用波分复用器分离出来作为温度信号，通过反射光的传播时间和折射率计算得到泄漏的距离，进行精确定位的方法。

4.10.2 将探测光缆沿管道铺设在管道下方，然后连接到控制室中的主机，就能够探测沿着整个管线的温度，进而探测管道的泄漏，并能精确定位。

4.11 瞬变压力法

4.11.2 一般来说金属管比塑料管的传感器间距要大，管道口径越大传感器间距越小，管道压力越大传感器间距越大。一般情况下建议传感器间距 1km~1.5km，实际间距根据口径、压力、管材等因素调整。

4.11.3 为了能捕捉到瞬时压力变化，压力传感器需确保至少 50Hz 以上的采样频率精度，确保各监测点数据采集时间的同步性，才能准确采集瞬态压力，并进行漏点定位。

5 漏点定位检测

5.1 一般规定

5.1.7 明确了漏水探测现场工作人员着装、现场警示标志和必要围栏的设置等内容，对于保障现场工作人员和交通安全都是十分必要的。

5.2 相关分析法

5.2.1 相关分析法是利用分析漏水噪声传到布设在管道两端传感器的相关时间差推算漏水点位置的方法。漏水点产生的漏水声大小主要取决于压力大小，从而影响传播距离，实践证明管道压力不应小于 0.15MPa。

相关分析法的原理如下：当压力管道发生泄漏时，泄漏噪声会沿着管道向两端传播，由于到达管道两端的传感器时间不同，故而产生了时间差，然后把现场测量的管道长度、管材、管径输入相关仪器就可以得知声音在管道中传播的声速，根据计算出的时间差和在管道中传播的声速，代入相关仪方程式，就可以计算出漏点的位置。

5.2.2 相关仪的使用会受到环境噪声影响，相关仪应具备下列基本性能：

- 1 滤波：**滤波是选择漏水声波的频率范围，可采用自动滤波或手动滤波。如果所选滤波范围还有干扰，应采用陷波去除干扰，可保证较好的相关结果；
- 2 频率分析：**显示各传感器频率信号，以便选择最佳滤波；
- 3 声速测量：**相关仪内存的理论声速会与实际声速存在偏

差，使漏水点定位也会存在偏差，现场实测管道的声速可提高漏水点定位精度。

5.2.3 传感器应布设在疑似漏点管道两端的暴露点上，暴露点包括阀门、管道、消防栓或排气阀等。传感器与管道接触良好，并不置入水中长期浸泡；当安装拆卸传感器时，不应用力拉扯连接线。

5.2.4 应保持主机和发射机之间的无线电正常通讯，应避免阀门漏水和支线用水对传感器拾音效果的影响；进行复测时应先关闭发射机，调换位置后再开机复测。

5.2.5 一般来说金属管比塑料管的间距要大；相同管材情况下管道口径越大传感器间距越小；管道压力越大传感器间距越大；对于大口径和塑料管等水听传感器比普通传感器效果好。相关仪应输入两传感器之间管道长度、管材和管径，再进行有效的相关测试，并给出准确漏水异常点距离。

5.3 听音法

5.3.1 听音法是借助听音仪器设备，通过操作人员辨识水产生的噪声推断供水管网漏水异常点位置的方法，因此，实施听音法要求在管道现状资料和供水信息资料基础上，为保证取得较为理想的探测效果，同时要求管道供水压力较大、环境相对安静。经实践总结，当管道供水压力不小于 0.15MPa、环境噪声低于 30dB 时效果较好，否则难以取得理想的探测效果。漏水探测时，0.15MPa 的供水压力略高于“供水管干线末梢的服务压力不应低于 0.12MPa”规定，但现在一般供水企业管道压力满足此压力值，不会因为漏水探测给供水企业增加负担。环境噪声较大时，无法在地面及阀栓等管道附属物上听取漏水点产生的噪声。供水管道埋深较大时，漏水噪声不易传到地表，且漏水噪声强度也会大大降低，造成听音困难。

阀栓听音法（亦称直接听音法）就是使用机械或者电子检

漏设备（主要是听音杆）接触供水附属设备或者管道有暴露在地面的地方监听管道上是否存在声音异常来判断管道是否泄漏。管道在未发生泄漏、未经阀门截流、泵、减压阀、无配电设备及无无用水情况下，管道上不产生声音异常；在管道上或者阀门位置直接听到“嗤水”或者尖锐的过水声，则基本说明管道有泄漏或者异常。

地面听音法（亦称间接听音法）就是一种在地面上听声辨漏的方法，利用专业的检漏设备，在地面上沿着管线走向采集地下供水管道泄漏声音信号，通过对泄漏噪声滤波分析、放大处理，听辨泄漏噪声判断和定位漏点的一种检漏方法。在一定管网压力条件下，管道泄漏时漏孔形成一种射流的状态，当水喷射到土壤或者周围介质时在漏孔处产生摩擦声，声音就会沿着管道和土壤介质向四周传播，地面听音法就是通过探测这种声音信号确定漏点位置。

打钎听音法就是在路面听音已经找到漏水线索，但是又不能确定准确位置时，通过打孔用听音杆插入地下捕捉泄漏水声，进行精确定位的方法。从漏水口喷出的水带动周围沙粒等介质相互碰撞摩擦产生的声音只有在漏水口附近才能听到，打钎听音将听音杆直街扎到管壁上能准确的判断漏水点位置。

5.3.2 听音杆分为普通听音杆和机械式听音杆，如果有条件，使用机械式听音杆效果更好。而对电子听漏仪除规定了其应具备的主要功能外，对其主要组成部分之一的拾音器也作了规定，拾音采用加速度传感器的好处已得到公认，其电压灵敏度达到 $10\text{mV}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$ 是最低要求，相当于 $0.1\text{V}/\text{g}$ 。

5.3.3 本条明确了不同听音法的适用范围。

5.3.4 供水管道明漏是阀栓听音法分析判断漏水的一个重要信息，因此，实施阀栓听音法时观察明漏和记录明漏点信息的要求。

金属管道漏水声频率一般在 $300\sim 2500\text{Hz}$ 之间，而非金属管

道漏水声频率在 100~700Hz 之间。听测点距漏水点位置越近，听测到的漏水声越大；反之，越小。

5.3.5 地面听音法探测应符合下列规定：

1 供水管道顶部埋深大于 2.0m 时，听音效果较差，不宜采用地面听音法探测；

3 金属和非金属管道测点间距的规定虽是经验推荐值，但是既可保证漏水异常发现率，又能降低探测人员工作强度；

4 明确了地面听音法进行漏水点精确定位，以及大口径非金属管道漏水探测的工作布置测点要求。

5.3.6 钻孔听音法的使用时，每个漏水异常点处的钻孔数最低不应少于 2 个，因为单个钻孔无法比较漏水噪声强度大小与频率高低，进而无法进行漏水点定位，而两钻孔间距大于 50cm 又将影响漏水点定位误差。

5.4 气体示踪法

5.4.2 明确了气体示踪法所采用示踪介质应满足的要求。用氢气充满被测的供水管线，由于氢气的小分子量，氢气不久就从漏点处垂直冒出地面，氢气跑出地面的时间取决于土壤和管道铺设结构，测漏人员用敏感的氢气传感器沿管线上方移动，检测氢气浓度最大的地点即为漏点处。

5.5 管道带压声波内检测法

5.5.2 明确了管道带压声波探测仪应具备的技术指标要求，这些技术指标是管道带压声波探测仪器的基本要求，实际工作中是可行的。

5.5.3 管道带压声波探测的技术要求包括下列内容：

1 在疑似漏水管道附近带压、带水安装马鞍接口。如果附近有水表或者消防管道的话，可以将水表或消防管拆卸下来，垂直或水平置入管道内置探头；

2 推入探头的用力要均匀缓慢，前后移动，缓慢前进；对于有摄像头和辅助推进器的设备，可以观测传感器行进时，是否有障碍物遮挡，以免存在探头卡住的风险。

5.6 智能球法

5.6.1 智能球法是以声波检测技术为基础，通过对压力管道中渗漏水流或气体的超声波的检测，对微小渗漏进行识别和定位的方法。智能球检漏系统包括主机、智能球、声接收器及 GPS 接收器。智能球为该检漏系统的核心，是一个直径约 60mm 的防水铝合金球，内部元器件包括微处理器、声传感器、旋转传感器、温度传感器、声脉冲发射器及存储器和电池组等。铝合金球装在海绵套内，海绵套起到增大智能球表面积，降低总体密度以及减少球体与管道碰撞产生的低频噪声的作用。声接收器与粘贴在附属设施（如排气井、检修井等）处金属管道上的传感器相连，跟踪智能球在管道内的位置。

5.6.3 保证在智能球到达时能安全回收并确认。

5.6.4 对支管及阀门进行信息收集和操作执行，以防智能球进入支管。

5.7 大口径管道系缆式视频内检测法

5.7.1 大口径管道系缆式视频内检测法是指通过已有阀门将设备插入到运行中的压力管道内，水流推动小型伞状图像传感器在管道中行进，图像传感器通过电缆与地面设备连接，在不影响管线正常运营的情况下，检测复杂管网的漏水、气囊，并通过视频检查管道内部状况的方法。

5.7.2 电子设备用于处理声学 and 可视化数据。

6 成果管理

6.1 一般规定

6.1.3 专项开挖修复方案应包括供水运行调度、管材选用、新老管道连接方式、基坑开挖和支护方式以及施工注意事项等。

6.1.5 漏点信息的完善,为加快供水管网信息系统的完善,为实现供水管网的科学化管理奠定基础。

6.2 成果检验

6.2.1 明确了开挖验证后漏水点应测量其定位精度和计算整体探测工作水点定位准确率的要求。

6.2.4 明确了开挖验证计量漏水流量和现场实地拍摄漏水点影像资料的要求,计量漏水流量应采取有效方法,目前计量方法有流量计实测,计时称量、计算或估算等。

6.2.5 计时称量法、计量差计算法和经验公式计算法。I漏点开挖后,在正常供水压力下,用接水容器或挖坑等方式接收从漏水点流出的管道漏水,同时用秒表等进行计时。计算出单位时间内的漏水量,即可得到漏点的漏水量数据。

计量差计算法。对一个单位,可根据漏点修复前后水表最小流量之差计算漏水量。对一个城市,可根据测漏前出厂总最小瞬时流量与全部漏点修复后的总最小瞬时流量差计算漏水量。

经验公式计算法见式 6.2.5。根据漏点面积和漏水压力按下式计算漏水量:

$$q_v = C_q A \sqrt{(2gH)} \quad (6.2.5)$$

式中: q_v ——漏水量,单位为 m^3/s ;

C_q ——流量系数，当漏点为薄壁孔口 C_q 取 0.62，当漏点为厚壁孔口 C_q 取 0.82；

A ——漏点破口面积，单位为 m^2 ；

g ——重力加速度， $g=9.8\text{m/s}^2$ ；

H ——10 漏点内外水压差，单位为 m 。

6.3 成果报告

6.3.1 成果报告是漏水探测工作的技术总结，是研究和使用的工程成果资料，了解工程概况、存在的问题及纠正措施的综合资料，是项目成果资料的重要组成部分。因此，城镇供水管网漏水探测工程结束后，作业单位应编写成果报告。

