

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ 159 - 2011  
备案号 J 1145 - 2011

# 城镇供水管网漏水探测技术规程

Technical specification for leak detection of water  
supply pipe nets in cities and towns

2011 - 01 - 07 发布

2011 - 10 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布



1 5 1 1 2 2 0 2 3 4



统一书号: 15112 · 20234  
定 价: 10.00 元

中华人民共和国行业标准

城镇供水管网漏水探测技术规程

Technical specification for leak detection of water  
supply pipe nets in cities and towns

CJJ 159-2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2011年10月1日

中国建筑工业出版社

2011 北京

# 中华人民共和国住房和城乡建设部 公告

第 874 号

## 关于发布行业标准《城镇供水管网漏水 探测技术规程》的公告

现批准《城镇供水管网漏水探测技术规程》为行业标准，编号为 CJJ 159 - 2011，自 2011 年 10 月 1 日起实施。其中，第 3.0.7、3.0.12、3.0.13、3.0.14 条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 1 月 7 日

中华人民共和国行业标准  
城镇供水管网漏水探测技术规程  
Technical specification for leak detection of water  
supply pipe nets in cities and towns  
CJJ 159 - 2011

\*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）  
各地新华书店、建筑书店经销  
北京红光制版公司制版  
北京同文印刷有限责任公司印刷

\*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1 $\frac{1}{4}$  字数：50 千字

2011 年 4 月第一版 2011 年 4 月第一次印刷

定价：10.00 元

统一书号：15112·20234

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：http://www.cabp.com.cn

网上书店：http://www.china-building.com.cn

## 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2008〕102号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订了本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 流量法；5 压力法；6 噪声法；7 听音法；8 相关分析法；9 其他方法；10 成果检验与成果报告。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由城市建设研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送城市建设研究院（地址：北京市朝阳区惠新里3号，邮编：100029）。

本规程主编单位：城市建设研究院

本规程参编单位：中国城市规划协会地下管线专业委员会

保定市金迪科技发展有限公司

山东正元地理信息工程有限责任公司

成都沃特地下管线探测有限责任公司

雷迪有限公司

北京埃德尔黛威新技术有限公司

武汉科岛地理信息工程有限公司

北京富急探仪器设备有限公司

上海市自来水公司奉贤有限公司

南京市自来水总公司

深圳市市政设计研究院有限公司

深圳市大升高科技工程有限公司

本规程主要起草人员：宋序彤 李学军 梁德荣 何永恒

李 强 高 伟 陈海弟 丁克峰

郑小明 朱培元 王功祥 陈 鸿

巢民强 刘会忠 吴彬彬

本规程主要审查人员：刘志琪 李学义 冯一谦 王耀文

陈庆荣 王黎泉 李 智 周建中

徐少童 陈家骥 江贻芳

## 目 次

1 总则 .....	1
2 术语和符号 .....	2
2.1 术语 .....	2
2.2 符号 .....	4
3 基本规定 .....	5
4 流量法 .....	8
4.1 一般规定 .....	8
4.2 区域装表法 .....	8
4.3 区域测流法 .....	9
5 压力法 .....	10
5.1 一般规定 .....	10
5.2 探测方法 .....	10
6 噪声法 .....	12
6.1 一般规定 .....	12
6.2 探测方法 .....	13
7 听音法 .....	15
7.1 一般规定 .....	15
7.2 阀栓听音法 .....	15
7.3 地面听音法 .....	16
7.4 钻孔听音法 .....	16
8 相关分析法 .....	18
8.1 一般规定 .....	18
8.2 探测方法 .....	18
9 其他方法 .....	19
9.1 管道内窥法 .....	19

9.2 探地雷达法 .....	19
9.3 地表温度测量法 .....	21
9.4 气体示踪法 .....	21
10 成果检验与成果报告 .....	23
10.1 成果检验 .....	23
10.2 成果报告 .....	23
附录 A 供水管网漏水探测漏水点记录表 .....	25
本规程用词说明 .....	26
引用标准名录 .....	27
附：条文说明 .....	29

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	4
3	Basic Requirements .....	5
4	Flow Measurement Method .....	8
4.1	General Requirements .....	8
4.2	Zone Metering Method .....	8
4.3	Zone Flow Measurement Method .....	9
5	Pressure Measurement Method .....	10
5.1	General Requirements .....	10
5.2	Detection Technique .....	10
6	Leak Noise Logging Method .....	12
6.1	General Requirements .....	12
6.2	Detection Technique .....	13
7	Listening Method .....	15
7.1	General Requirements .....	15
7.2	Valves-Listening Method .....	15
7.3	Ground-Listening Method .....	16
7.4	Drillhole-Listening Method .....	16
8	Leak Noise Correlation .....	18
8.1	General Requirements .....	18
8.2	Detection Technique .....	18
9	Other Methods .....	19
9.1	Closed Circuit Television Inspection Method .....	19

9.2	Ground Penetrating Radar Method .....	19
9.3	Thermography Method .....	21
9.4	Tracer Gas Method .....	21
10	Results Verification and Results Report .....	23
10.1	Results Verification .....	23
10.2	Results Report .....	23
AppendixA The Leak Point Recording Table for Leak		
	Detection of Water Supply Pipes .....	25
Explanation of Wording in This Specification .....		26
List of Quoted Standards .....		27
Addition; Explanation of Provisions .....		29

## 1 总 则

**1.0.1** 为规范城镇供水管网漏水探测方法，统一相关技术要求，提高漏水探测成效，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水探测。

**1.0.3** 城镇供水管网漏水探测应积极采用和推广经实践检验有效的新技术、新设备和新材料。

**1.0.4** 城镇供水管网漏水探测除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

**2.1.1 城镇供水管网** water supply pipe nets in cities and towns

城镇辖区内的各种地下供水管道及其管件和管道设备。

**2.1.2 供水管网漏水探测** 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,确定地下供水管道漏水点的过程。

**2.1.3 漏水点** leak point

经证实的供水管道泄漏处。

**2.1.4 明漏点** visible leak

可直接确定的地下供水管道漏水点。

**2.1.5 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道漏水点。

**2.1.6 漏水异常** unverified leak

在探测过程中发现而未经证实的供水管道漏水现象。

**2.1.7 漏水点定位误差** leak point locating error

探测确定的供水管道漏水异常点与实际漏水点的平面距离,以长度米表示。

**2.1.8 漏水点定位准确率** leak point locating accuracy

实际漏水点数量与漏水异常点总数量之比,以百分数表示。

**2.1.9 流量法** flow measurement method

借助流量测量设备,通过检测供水管道流量变化推断漏水异

常区域的方法,分为区域装表法和区域测流法。

**2.1.10 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。

**2.1.11 噪声法** leak noise logging method

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

**2.1.12 听音法** listening method

借助听音仪器设备,通过识别供水管道漏水声音,推断漏水异常点的方法。

**2.1.13 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。

**2.1.14 管道内窥法** closed circuit television inspection (CCTV) method

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。

**2.1.15 探地雷达法** ground penetrating radar (GPR) method

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探测推断漏水异常点的方法。

**2.1.16 地表温度测量法** thermography method

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

**2.1.17 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。

**2.1.18 成果检验** results verification

采用实地开挖等手段,对供水管网漏水探测确定的漏水异常点实施验证的过程。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 压力

$P_a$ ——绝对压力值;

$P$ ——大气压;

$P_t$ ——测试压力值。

## 3 基 本 规 定

3.0.1 城镇供水管网漏水探测应选择适宜的探测方法确定漏水位置。

3.0.2 城镇供水管网漏水探测应遵循下列原则:

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

3.0.3 城镇供水管网漏水探测的工作程序应包括:探测准备、探测作业、成果检验和成果报告。

3.0.4 探测准备应包括资料收集、现场踏勘、探测方法试验和技术设计书编制。探测准备应符合下列规定:

1 应收集掌握供水管网现状资料,并收集探测区域相关的地形地貌、供水压力、供水量、供水用户和以往漏水探测成果等资料;

2 现场踏勘应实地调查供水管网现状,核实已有供水管网资料的可利用程度,查看管道腐蚀和附属设施的破损与漏水情况,供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 探测方法试验宜选择有代表性的管段进行,并应通过试验评价探测仪器设备的适用性和探测方法的有效性;

4 技术设计书应在探测方法试验基础上编制,并宜包括下列内容:

- 1) 探测的目的、任务、期限和范围;
- 2) 工作条件和已有资料的分析;
- 3) 探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) 拟提交的成果资料;
- 9) 存在问题与对策。

**3.0.5** 漏水探测作业应按照技术设计书要求组织实施,正确履行探测工作程序,及时采集、处理、分析、整理探测数据。当工作条件、工作任务或工作范围发生变化时,应适时修订技术设计书。

**3.0.6** 城镇供水管网漏水探测应健全质量保证体系,按照工作进度进行过程质量控制。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。质量检查应由不同人员完成。

**3.0.7** 城镇供水管网漏水探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的有效期内。

**3.0.8** 漏水探测作业应由具备相关资质的人员进行仪器设备的操作和维修。

**3.0.9** 应使用经鉴定或验证有效的软件进行漏水探测数据处理。

**3.0.10** 对漏水探测确认的漏水异常点,应按本规程附录 A 的要求及时填报。

**3.0.11** 漏水探测应根据开挖验证结果测量漏水点的定位误差并计算漏水点定位准确率,并应符合下列规定:

- 1 定位误差不宜大于 1m;
- 2 准确率不应小于 90%。

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

**3.0.13** 城镇供水管网漏水探测作业不得污染供水水质。

**3.0.14** 漏水探测作业时必须做好人身和现场的安全防护工作。漏水探测人员应穿戴有明显标志的工作服,夜间工作时必须穿反光背心;工作现场应设置围栏、警示标志和交通标志等。

## 4 流 量 法

### 4.1 一 般 规 定

- 4.1.1 流量法可用于判断探测区域是否发生漏水，确定漏水异常发生的范围；还可用于评价其他方法的漏水探测效果。
- 4.1.2 应结合供水管道实际条件，设定流量测量区域。
- 4.1.3 探测区域内及其边界处的管道阀门均应能有效关闭。
- 4.1.4 流量法可根据需要选择区域装表法或区域测流法。
- 4.1.5 流量法的流量仪表可采用机械水表、电磁流量计、超声流量计或插入式涡轮流量计等，其计量精度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的有关规定。

### 4.2 区域装表法

- 4.2.1 单管进水的区域应在区域进水管段安装计量水表。
- 4.2.2 多管进水的区域采用区域装表法时，除主要进水管外，其他与本区域连接管道的阀门均应严密关闭。主要进水管段均应安装计量水表。
- 4.2.3 安装在进水管上的计量水表应符合下列规定：
  - 1 能连续记录累计量；
  - 2 满足区域内用水高峰时的最大流量；
  - 3 小流量时有较高计量精度。
- 4.2.4 探测时应在同一时间段读抄该区域全部用户水表和主要进水管水表，并分别计算其流量总和。当两者之差小于5%时，可不再进行漏水探测；当超过5%时，可判断为有漏水异常，并应采用其他方法探测漏水点。

### 4.3 区域测流法

4.3.1 探测区域内无屋顶水箱、蓄水设备或夜间用水较少区域的供水管网漏水探测宜采用区域测流法。每个探测区域应符合下列条件之一：

- 1 区域内的管道长度为2km~3km；
- 2 区域内居民为2000户~5000户。

4.3.2 采用区域测流法宜选在夜间0:00~4:00期间进行探测，并应符合下列规定：

- 1 探测时应保留一条管径不小于50mm的管道进水，并应关闭其他所有进入探测区域管道上的阀门，在进水管道上安装可连续测量的流量仪表。
- 2 当单位管长流量大于 $1.0\text{m}^3/(\text{km}\cdot\text{h})$ 时，可判断为有漏水异常。可选择关闭区域内相应阀门，再观测进水管道流量，根据关闭不同阀门前后的流量对比确定漏水管段。

## 5 压 力 法

### 5.1 一 般 规 定

5.1.1 压力法可用于判断供水管网是否发生漏水，并确定漏水发生的范围。

5.1.2 压力法使用的压力仪表计量精度应优于 1.5 级。

### 5.2 探 测 方 法

5.2.1 应根据供水管道条件布设压力测试点并编号。压力测试点宜布设在已有的压力测试点或消防栓上。

5.2.2 应测量每一个压力测试点的大气压或高程，并应根据供水管道输水和用水条件计算探测管段的理论压力坡降，绘制理论压力坡降曲线。

5.2.3 当在压力测试点上安装压力计量仪表时，应排尽仪表前的管内空气，并应保证压力计量仪表与管道连接处不漏水。

5.2.4 当采用压力法探测时，应避开用水高峰期，选择管道供水压力相对稳定的时段观测并记录各测试点管道供水压力值。

5.2.5 当采用压力法探测时，应将各测试点实测的管道供水压力值换算为绝对压力值或换算成同一基准高程的可比压力值，并绘制该管段的实测压力坡降曲线。

绝对压力值应按下式换算：

$$P_a = P + P_t \quad (5.2.5)$$

式中： $P_a$ ——绝对压力值 (MPa)；

$P$ ——压力测试点的大气压 (MPa)，当供水管道所处地形较平坦时， $P$  值可以忽略；

$P_t$ ——测试压力值 (MPa)。

5.2.6 应对比管段实测压力坡降曲线和理论压力坡降曲线的差异，判定是否发生漏水。当某测试点的实测压力值突变，且压力低于理论压力值时，可判定该测试点附近为漏水异常区域。

## 6 噪声法

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 噪声法可用于供水管网漏水监测和漏水点预定位。
- 6.1.2 噪声法可采用固定和移动两种设置方式。当用于长期性的漏水监测与预警时,噪声记录仪宜采用固定设置方式;当用于对供水管网进行漏水点预定位时,宜采用移动设置方式。
- 6.1.3 噪声检测点的布置应满足能够记录到探测区域内管道漏水产生噪声的要求。检测点不应有持续的干扰噪声。
- 6.1.4 噪声记录仪应符合下列规定:
- 1 灵敏度不低于 1dB;
  - 2 能够记录两种以上的噪声参数;
  - 3 性能稳定,测定结果重复性好;
  - 4 防水性能符合 IP 68 标准。
- 6.1.5 噪声记录仪的检验和校准应符合下列规定:
- 1 时钟应在探测前设置为同一时刻;
  - 2 灵敏度应保持一致,允许偏差应小于 10%;
  - 3 当采用移动设置方式探测时,应在每次探测前进行检验和校准;
  - 4 当采用固定设置方式探测时,应定期检验和校准。
- 6.1.6 噪声法漏水探测的基本程序应符合下列规定:
- 1 设计噪声记录仪的布设地点;
  - 2 设置噪声记录仪的工作参数;
  - 3 布设噪声记录仪;
  - 4 接收并分析噪声数据;
  - 5 确定漏水异常区域或管段。

### 6.2 探测方法

- 6.2.1 在探测区域供水管网图上应合理标注噪声记录仪布设的地点和编号。
- 6.2.2 应根据被探测管道的管材、管径等情况确定噪声记录仪的布设间距。噪声记录仪的布设间距应符合下列规定:
- 1 应随管径的增大而相应递减;
  - 2 应随水压的降低而相应递减;
  - 3 应随接头、三通等管件的增多而相应递减;
  - 4 当噪声法用于漏点探测预定位时,还应根据阀栓密度进行加密测量,并相应地减小噪声记录仪的布设间距;
  - 5 直管段上的噪声记录仪的最大布设间距不应超过表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 直管段上的噪声记录仪的最大布设间距 (m)

管材	最大布设间距
钢	200
灰口铸铁	150
水泥	100
球墨铸铁	80
塑料	60

- 6.2.3 噪声记录仪的布设应符合下列规定:
- 1 宜布设在检查井中的供水管道、阀门、水表、消火栓等管件的金属部分;
  - 2 宜布设于分支点的干管阀栓;
  - 3 实际布设信息应在管网图上标注;
  - 4 管道和管件表面应清洁;
  - 5 噪声记录仪应处于竖直状态。
- 6.2.4 数据的接收与记录应符合下列规定:
- 1 接收机宜采用无线方式接收噪声记录仪的数据,并应准

确传输到电脑的专业分析软件中;

2 噪声记录仪的记录时间宜为夜间 2:00~4:00。

6.2.5 探测前应选定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。

6.2.6 应分别对每个噪声记录仪的记录数据进行现场初步分析,推断漏水异常,并应符合下列规定:

1 根据所设定的具体参数确定漏水异常判定标准;

2 对于符合漏水异常判定标准的噪声记录数据,可认为该噪声记录仪附近有漏水异常。

6.2.7 应在现场初步分析的基础上对记录数据和有关统计图进行综合分析,推断漏水异常区域。

6.2.8 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。

## 7 听音法

### 7.1 一般规定

7.1.1 当采用听音法进行管道漏水探测时,应根据探测条件选择阀栓听音法、地面听音法或钻孔听音法。

7.1.2 采用听音法应具备下列条件:

1 管道供水压力不应小于 0.15MPa;

2 环境噪声不宜大于 30dB。

7.1.3 听音法所采用的仪器设备除应符合本规程第 3.0.7 条的规定外,听音杆应具有机械放大功能,电子听漏仪还应符合下列规定:

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  $10\text{mV}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$ 。

7.1.4 当采用听音法进行管道漏水探测时,每个测点的听音时间不应少于 5s;对怀疑有漏水异常的测点,重复听测和对比的次数不应少于 2 次。

7.1.5 应采用复测与对比方式进行过程质量检查。检查时应随机抽取复测管段,且抽取管段长度不宜少于探测管道总长度的 20%。应重点复测漏水异常管段和漏水异常点。

### 7.2 阀栓听音法

7.2.1 阀栓听音法可用于供水管网漏水普查,探测漏水异常的区域和范围,并对漏水点进行预定位。

7.2.2 阀栓听音法可采用听音杆或电子听漏仪。

7.2.3 当采用阀栓听音法探测时,听音杆或传感器应直接接触

地下管道或管道的附属设施。

7.2.4 当采用阀栓听音法探测时,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。

7.2.5 当采用阀栓听音法探测时,应首先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。

### 7.3 地面听音法

7.3.1 地面听音法可用于供水管网漏水普查和漏水异常点的精确定位。

7.3.2 当采用地面听音法探测时,地下供水管道埋深不宜大于 2.0m。

7.3.3 地面听音法可使用听音杆或电子听漏仪。进行探测时,听音杆或拾音器应紧密接触地面。

7.3.4 当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宜大于 2.0m,非金属管道的测点间距不宜大于 1.0m。漏水异常点附近应加密测点,加密测点间距不宜大于 0.2m。

7.3.5 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,宜沿管道走向成“S”形推进听测,但偏离管道中心线的最大距离不应超过管径的 1/2。

### 7.4 钻孔听音法

7.4.1 钻孔听音法可用于供水管道漏水异常点的精确定位。

7.4.2 钻孔听音法应在供水管道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。

7.4.3 当采用钻孔听音法探测时,每个漏水异常处的钻孔数量不宜少于 2 个,两钻孔间距不宜大于 50cm。

7.4.4 钻孔听音法应使用听音杆,探测时听音杆宜直接接触管道管体。

## 8 相关分析法

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 相关分析法可用于漏水点预定位和精确定位。
- 8.1.2 当采用相关分析法探测时,管道水压不应小于0.15MPa。
- 8.1.3 相关仪应具备滤波、频率分析、声速测量等功能。
- 8.1.4 相关仪传感器频率响应范围宜为0Hz~5000Hz,电压灵敏度应大于100mV/(m·s<sup>-2</sup>)。

### 8.2 探测方法

- 8.2.1 当采用相关分析法探测管径不大于300mm的管道时,相邻两个传感器的最大布设间距应符合本规程表6.2.2的规定。布设间距应随管径的增大而相应地减小、随水压的增减而增减。
- 8.2.2 传感器的布设应符合下列规定:
  - 1 应确保传感器放置在同一条管道上;
  - 2 传感器宜竖直放置,并应确保与管道接触良好。
- 8.2.3 当采用相关分析法探测时,发射机与相关仪信号应能正常传输。
- 8.2.4 应准确测定两个传感器之间管段的长度。应准确输入管长、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。
- 8.2.5 当采用相关分析法探测时,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宜小于200Hz;非金属管道设置的最高频率不宜大于1000Hz。

## 9 其他方法

### 9.1 管道内窥法

- 9.1.1 管道内窥法可用于使用闭路电视摄像系统(CCTV)查视供水管道内部缺损,探测漏水点。
- 9.1.2 闭路电视摄像系统(CCTV)的主要技术指标应满足下列条件:
  - 1 摄像机感光灵敏度不应大于3lux;
  - 2 摄像机分辨率不应小于30万像素,或水平分辨率不应小于450TVL;
  - 3 图像变形应控制在±5%范围内。
- 9.1.3 当采用管道内窥法探测时,应符合下列规定:
  - 1 管道应停止运行,且排水至不淹没摄像头;
  - 2 应校准电缆长度,测量起始长度应归零;
  - 3 应即时调整探测仪的行进速度。
- 9.1.4 当采用推杆式探测仪探测时,应具备下列条件:
  - 1 两相邻出入口(井)的距离不宜大于150m;
  - 2 管径和管道弯曲度不得影响探测仪的行进。
- 9.1.5 当采用爬行器式探测仪探测时,应具备下列条件:
  - 1 两相邻出入口(井)的距离不宜大于500m;
  - 2 管径、管道弯曲度和坡度不得影响探测仪爬行器在管道内的行进。

### 9.2 探地雷达法

- 9.2.1 探地雷达(GPR)法可用于已形成浸湿区域或脱空区域的管道漏水点的探测。
- 9.2.2 采用探地雷达法应具备下列条件:

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。

9.2.3 探地雷达探测设备除应满足本规程第 3.0.7 条的规定外,还应符合下列规定:

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。

9.2.4 探测前应进行方法试验、确定探测方法的有效性,并确定外业最佳工作参数。

9.2.5 当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 测线宜垂直于被探测管道走向进行布置,并应保证至少 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,必要时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。

9.2.6 探测时,探地雷达系统应采用经方法试验确定的工作参数,并根据现场情况的变化及时调整工作参数。

9.2.7 根据外业记录数据质量,可选择必要的数据处理方法。

9.2.8 在分析各项参数资料的基础上进行资料解释时,应符合下列规定:

1 应按照从已知到未知、先易后难、点面结合、定性指导定量的原则进行;

2 应根据管道周围介质的情况、漏水可能的泄水通道及规模进行综合分析;

3 参与解释的雷达图像应清晰,解释成果资料应包括雷达剖面图像、管道的位置、深度及漏水形成的浸湿或脱空区域范围图。

### 9.3 地表温度测量法

9.3.1 地表温度测量法可用于因管道漏水引起漏水点与周围介质之间有明显温度差异时的漏水探测。

9.3.2 采用温度测量法探测供水管道漏水,应具备下列条件:

1 探测环境温度应相对稳定;

2 供水管道埋深不应大于 1.5m。

9.3.3 地表温度测量法测量仪器可选用精密温度计或红外测温仪,除应满足本规程第 3.0.7 条的规定外,还应符合下列规定:

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  $0.1^{\circ}\text{C}$ ;

3 温度测量相对误差不应大于  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。

9.3.4 采用地表温度测量法探测前,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。

9.3.5 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少于 3 个;

2 测点应避开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。

9.3.6 当采用地表温度测量法探测时,应符合下列规定:

1 应保证每条测线管道上方的测点不少于 3 个;

2 当发现观测数据异常时,对异常点重复观测不得少于 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。

### 9.4 气体示踪法

9.4.1 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水探测。

9.4.2 气体示踪法所采用的示踪介质应满足下列规定:

- 1 应无毒、无味、无色，不得污染供水水质；
  - 2 应具有相对密度小、向上游离的特性，且穿透性强；
  - 3 应易被检出；
  - 4 应不易被土壤等管道周围介质所吸收；
  - 5 应具备易获取、成本低、安全性高的特性。
- 9.4.3 气体示踪法仪器传感器的灵敏度应优于 1mg/L。
- 9.4.4 探测前应计算待测供水管道的容积，应备足示踪气体。
- 9.4.5 在向待探测供水管道内输入示踪气体前，应关闭相应阀门，并确保阀体及阀门螺杆和相关接口密封无泄漏。
- 9.4.6 不宜在风雨天气条件下采用气体示踪法进行探测。
- 9.4.7 应根据管道埋深、管道周围介质类型、路面性质、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。
- 9.4.8 环境许可时，宜沿管道走向上方钻孔取样检测示踪介质浓度；钻孔时不得破坏供水管道。

## 10 成果检验与成果报告

### 10.1 成果检验

- 10.1.1 供水管网漏水探测应通过开挖验证，计算漏水点定位误差和定位准确率等方式进行成果检验。
- 10.1.2 应按照本规程附录 A 记录标示的漏水异常点实施开挖验证。
- 10.1.3 经开挖验证后的漏水点应根据本规程第 3.0.11 条的规定测量漏水点定位误差，并在全部漏水异常点开挖验证后计算漏水点定位准确率。
- 10.1.4 开挖验证确认的漏水点，应现场拍摄漏水点的影像资料，并计量漏水量。
- 10.1.5 应按照本规程附录 A 的规定及时记录验证结果。
- 10.1.6 成果检验结果应作为探测成果报告内容的一部分。

### 10.2 成果报告

- 10.2.1 供水管网漏水探测作业和成果检验完成后，应编写供水管网漏水探测成果报告。
- 10.2.2 供水管网漏水探测成果报告应包括下列内容：
- 1 工程概况，应包括工程的依据、范围、内容、目的和要求；人员、仪器设备及计划安排；漏水探测区的基本情况；探测工作条件；相关探测工作量和开竣工日期等。
  - 2 探测方法和仪器设备，探测作业依据的标准。
  - 3 探测质量控制及检查。
  - 4 漏水探测成果及成果检验。
  - 5 存在的问题及处理措施。
  - 6 供水管网漏水状况分析。

- 7 结论和建议。
- 8 探测工作相关记录、数据和资料。
- 9 相关附图与附表。

## 附录 A 供水管网漏水探测漏水点记录表

表 A 供水管网漏水探测漏水点记录表

填表日期 年 月 日

漏点编号		漏点位置	
管材		管径 (mm)	
管道埋深 (m)		管道埋设年代	
地面介质		管道破损形态	
探测方法和使用仪器简要说明			
漏水异常点简要说明 (附位置示意图)			
开挖验证相关说明 (漏水点照片, 漏水点定位误差, 计算漏水量等)			

开挖验证日期 年 月 日

探测人 (签字):

复核人 (签字):

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对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

1 《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61

2 《城市供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92

中华人民共和国行业标准

城镇供水管网漏水探测技术规程

CJJ 159 - 2011

条文说明

## 制定说明

《城镇供水管网漏水探测技术规程》CJJ 159-2011 经住房和城乡建设部 2011 年 1 月 7 日以第 874 号公告批准、发布。

在规程编制过程中,编制组对我国城镇供水管网漏水探测技术工程的实践经验进行了总结,对各种城镇供水管道漏水探测的技术要求、方法及验收等分别作出了规定。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定,《城镇供水管网漏水探测技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目次

1 总则	33
3 基本规定	34
4 流量法	37
4.1 一般规定	37
4.2 区域装表法	37
4.3 区域测流法	38
5 压力法	39
5.1 一般规定	39
5.2 探测方法	39
6 噪声法	40
6.1 一般规定	40
6.2 探测方法	40
7 听音法	42
7.1 一般规定	42
7.2 阀栓听音法	43
7.3 地面听音法	43
7.4 钻孔听音法	44
8 相关分析法	45
8.1 一般规定	45
8.2 探测方法	45
9 其他方法	47
9.1 管道内窥法	47
9.2 探地雷达法	47
9.3 地表温度测量法	48
9.4 气体示踪法	49

10 成果检验与成果报告 .....	50
10.1 成果检验 .....	50
10.2 成果报告 .....	50

## 1 总 则

**1.0.1** 本条阐述了编制本规程的目的和依据。本规程实施的直接作用是规范漏水探测行为，提高漏水探测功效，应达到目的是减少漏水损失。《中华人民共和国水法》规定“供水企业和自建供水设施的单位应当加强供水设施的维护管理，减少水的流失”。

**1.0.2** 本条阐述了本规程的适用范围。

**1.0.3** 本条阐述了在供水管道的漏水探测活动中应积极采用各种创新成果和相应的约束条件。

**1.0.4** 本条阐述了执行本规程与执行相关标准的关系。

### 3 基本规定

**3.0.1** 本条规定了城镇供水管网漏水探测的基本任务。

**3.0.2** 本条规定了城镇供水管网漏水探测应遵循的原则。城镇供水管网漏水探测为间接确定漏水点的过程，目前有效的技术方法多为物理探测手段，每一种方法都具有其局限性和条件适应性，所以在实施时应注意充分利用已有的管道和供水信息的各种相关资料，包括管径、管材、埋深、埋设年代、水压和流量等，以提高探测功效和成果的可靠程度。本条还特别提出条件复杂情况下单一方法难以达到探测效果时，应考虑采用两种或两种以上方法相互校核，以保证探测效果。此外，供水工作与生产生活密切相关，因此要求探测工作尽可能减少对供水和交通的影响。

**3.0.3** 本条规定了城镇供水管网漏水探测的基本工作程序。

**3.0.4** 探测准备是保证探测顺利进行的重要基础。本条对如何进行收集资料、现场踏勘、探测方法试验和技术设计书编制作了详细规定。

**3.0.5** 本条规定了城镇供水管网漏水探测应遵守技术设计书规定的要求。在探测作业中，可能遇到工作条件、工作任务或工作范围发生变化，这时应修订技术设计书，确保探测工作有效开展。

**3.0.6** 城镇供水管网漏水探测结果可能受环境条件、人为因素影响，为保证探测成果质量，本条规定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探测技术工作的一部分，其资料要在探测成果中体现出来。

**3.0.7** 仪器设备是城镇供水管网漏水探测的必备工具，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，本条规定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。此条为强制性条款。

**3.0.8** 为了保证发挥探测仪器设备的作用，本条规定了城镇供水管网漏水探测应正确操作和使用探测仪器设备的要求，并且规定了探测仪器操作和维修人员应具备相应的能力，不得随意进行。

**3.0.9** 城镇供水管网漏水探测现有技术方法中，有的需要借助软件进行数据处理，通过数据处理为资料分析推断提供依据。数据处理结果直接影响探测结果，为此要求使用的数据处理软件应经过鉴定，或者经过实际检验证明其有效。

**3.0.10** 本条规定了应及时、完整地填报本规程附录 A《供水管网漏水探测漏水点记录表》中相关信息的要求。

**3.0.11** 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主要指标。漏水点定位误差不宜大于 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，可信区间应达到 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。

**3.0.12** 《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 已对管线探测作业安全保护作出了相关规定，在进行供水管网漏水探测时应遵

照执行。同时提出了在进行漏水探测时,不应损坏供水管道和周边地下管线和设施的要求。此条规定涉及人身和供水安全,是必须执行的强制性条款。

**3.0.13** 供水管网漏水探测作业有时会触及管道内部,甚至在管道内部布设和运行探测设备,置入示踪介质等。必须采取必要措施,包括探测后清洗管道等,从而保证供水时水质不被污染。此条款为强制性条款。

**3.0.14** 本条款对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作出了严格的相关规定,对于保障现场工作人员、周边流动人员和交通安全都是十分必要的。此条规定涉及人身安全,是必须执行的强制性条款。

## 4 流量法

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 本条阐明了流量法的适用范围。流量法是建立水量平衡,开展供水系统诊断分析(漏水存在与否、漏水程度和漏水在系统中分布情况),确定经济控漏水平的重要手段,是进行漏水探测的基础。还可通过漏水量的评估,评价其他相关方法探测漏水的效果。

**4.1.2** 本条规定了采用流量法探测漏水应设定流量测量区域的要求。

**4.1.3** 为了满足流量测量区流量测定的要求,本条规定相关阀门应能有效关闭。

**4.1.4** 本条说明流量法可采用的两种探测方法。

**4.1.5** 本条规定了流量法使用仪器的计量精度要求。

### 4.2 区域装表法

**4.2.1** 本条对单管进水区域进水管安装计量水表作出了规定。

**4.2.2** 本条规定了多管进水的区域应在保留的主要进水管上安装计量水表并关闭其他与外界连通管段上所有阀门的要求。

**4.2.3** 本条对进水管上安装的计量水表规定了基本要求。

**4.2.4** 本条规定了采用区域装表法进行漏水探测时,水表的读抄应保证在同一时段进行,这样,可以避免不同时间读取带来的误差。进水量与同期用水量的差值小于5%时可认为符合要求,可不再进行漏水探测。该项规定是引自现行行业标准《城市供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92的有关规定。进水量与用水量之比超过上述规定要求时,说明该区域可能有漏水,可利用听音法、相关分析法等其他方法进一步进行漏水探测。

### 4.3 区域测流法

**4.3.1** 本条规定了采用区域测流法的基本条件。该方法是利用测量探测区域夜间最小流量来判断漏水的方法。要求管道边界处阀门均能关闭。区域测流法一般选用 2km~3km 管道长度或 2000 户~5000 户居民为一个流量测量区域,这样利于对区域内的漏水状况进行评价及方法实施。对于超过上述范围,又符合探测条件的地区可分为多个流量测量区域。另外,有屋顶水箱和蓄水设备的用户蓄水时,会对最小流量的测量造成较大影响,应该规避。

**4.3.2** 本条规定了区域测流法工作要求。测量时进入探测区域的供水全部经过不小于 DN50 的进水管,进水管安装能连续计量的流量计量仪表,一般采用电磁流量计。测量一段时间后,所测得的最低流量可视为该流量区域管网的漏水量或近似漏水量。

大量实践证明在流量测量区域内夜间测得单位管长最小流量大于  $1.0\text{m}^3/(\text{km}\cdot\text{h})$  时,可认为该探测区域存在漏水异常。为寻找漏水管段,可采用关闭区内某些管段的阀门的方法,对比阀门关闭前后的流量,若关阀后流量仪表的单位流量明显减少,则表明该管段存在漏水,可再用听音法或其他方法,探测漏水点位置。

## 5 压力法

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本条规定了压力法的适用范围。

**5.1.2** 本条规定了压力法所使用压力仪表计量精度的基本要求。

### 5.2 探测方法

**5.2.1** 本条规定了压力法探测前布设压力测试点的有关要求。

**5.2.2** 本条规定了压力测试点布设后测定其高程、计算管段理论压力坡降以及绘制理论压力坡降曲线的要求。

**5.2.3** 本条规定了安装压力计量仪表的有关要求。

**5.2.4** 本条规定了测试点压力数据采集时段选择的要求。

**5.2.5** 本条规定了在探测区域地形变化较大的情况下应将实测压力换算为绝对压力值或换算成同一基准高程的可比压力值,以便于绘制该管段的压力坡降曲线。

**5.2.6** 本条规定了压力法判定管段存在漏水异常及确定漏水异常范围的方法。

## 6 噪声法

### 6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了噪声法的适用范围。噪声法通过噪声记录仪记录供水管网的噪声并分析其强度和频率,从而进行供水管网漏水监测以及漏水点的预定位。

6.1.2 本条规定了噪声法的工作方式。固定方式一般应用于对供水管网漏水的长期监测;移动方式一般应用于对供水管网进行分区检测,实现漏水点预定位。

6.1.3 本条规定了噪声检测点的布置基本原则。布置的噪声检测点不应有持续的干扰噪声。

6.1.4 本条规定了噪声记录仪应具备的基本性能。

6.1.5 本条规定了噪声记录仪检验和校准的内容和周期。同步的时间、一致的灵敏度和正常的通信性能是噪声记录仪探测的基本条件,检验和校准时钟是为了保证所有噪声记录仪能够同步采集和记录噪声数据,检验和校准灵敏度是为了保证噪声数据的一致性和可比性。

6.1.6 本条规定了噪声法探测的基本程序。

### 6.2 探测方法

6.2.1 本条规定了噪声法探测前应在管网图上提前标注噪声记录仪布置的位置和编号。

6.2.2 本条规定了噪声记录仪的布置间距。布置间距主要取决于管材,其次应考虑管径、水压、管件、接口、分支管道、埋设环境等因素,以便于比较噪声记录仪的噪声强度和频率。噪声记录仪的最大布置间距为实践经验推荐值,参照英国、德国、日本等仪器厂家提供的标准制定。

6.2.3 本条规定了布置噪声记录仪的基本要求。由于噪声记录仪采用压电式加速度传感器,应在管道布设点上保持竖直状态,并应保证噪声记录仪、磁铁底座与管道金属部分的良好接触。

6.2.4 本条规定了数据的接收与记录的基本要求。

6.2.5 本条规定了噪声法测量的参数和记录要求。不同的噪声记录仪可选择的噪声测量参数不同,实际工作中应根据所使用的仪器进行选择。

6.2.6 本条规定了噪声法对噪声记录数据进行分析,以判定漏水异常的要求。漏水异常判定标准一般根据噪声记录仪记录的噪声强度、频率大小而确定。

6.2.7 本条规定了噪声法综合数据分析的方法和要求。由于噪声记录仪的不同,可提供分析的参数统计图不同,但是,最终要通过综合分析过程来判断漏水异常区域范围。

6.2.8 本条规定了噪声法确定漏水异常管段的方法和要求

## 7 听 音 法

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 目前听音法可分为阀栓听音法、地面听音法和钻孔听音法,每种方法需要具备相应的条件。本条规定了应根据探测条件选择实施不同的听音法。

7.1.2 本条规定了听音法的应用条件。听音法是借助听音仪器设备,通过操作人员辨识漏水产生的噪声推断供水管道漏水位置的方法,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《城市供水企业资质标准》中“供水管干线末梢的服务压力不应低于0.12MPa”规定,但现在一般供水公司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,因而,运用听音法管道埋深不宜大于2m。

7.1.3 本条规定了听音法仪器设备的基本要求。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0.1V/g。

7.1.4 本条规定了听音法每个测点的听音时间。听音法需要操作人员具有一定的听音经验,识别漏水声是关键。因此为保证听

音法的探测效果,至少在每个测点上听测5s。实践证明,每个测点进行不少于2次的重复听测,并进行听测声音的对比,进行抽样检查,是保证阀栓听音法探测效果的有效措施。

7.1.5 本条规定了听音法过程质量检查的要求。20%的质量检查量,符合行业惯例,既可保证质检效果,又未大量增加探测人员的工作量。

### 7.2 阀栓听音法

7.2.1 本条规定了阀栓听音法的适用范围。

7.2.2 本条规定了阀栓听音法使用设备、仪器的要求。

7.2.3 本条规定了实施阀栓听音法的基本要求。地下管道上的附属设施是指阀门、消防栓、水表等。

7.2.4 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。本条规定了实施阀栓听音法时观察明漏和记录明漏点信息的要求。

7.2.5 阀栓听音法是利用听音杆或电子听漏仪,通过听音杆或拾音传感器直接接触裸露地下管道或消防栓、阀门、水表等附属物,根据听测到供水管道漏水产生的漏水声,可判断确定漏水的管段,缩小确定漏水点的范围。之后根据所听测到的漏水声音大小,结合已有资料推测可能漏水点距离听测点的远近。

### 7.3 地面听音法

7.3.1 本条规定了地面听音法的适用范围。

7.3.2 本条规定了地面听音法的应用条件。实践证明,当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。

7.3.3 本条规定了地面听音时,应将听音杆或拾音器紧密接触地面的基本要求。

7.3.4 本条规定了地面听音法进行供水管网漏水普查工作布置测点的要求。提出的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。

**7.3.5** 本条规定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。

#### **7.4 钻孔听音法**

**7.4.1** 本条规定了钻孔听音法的适用范围。

**7.4.2** 本条规定了钻孔听音法的应用条件,其中要求掌握漏水异常点附近其他管线的资料,是为了防止在实施钻孔时损坏其他管线。

**7.4.3** 本条规定了钻孔听音法钻孔的要求。每个漏水异常点处的钻孔数不宜少于2个,为最低要求,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。

**7.4.4** 本条规定了钻孔听音法使用和操作听音杆的质量控制要求。

## **8 相关分析法**

### **8.1 一般规定**

**8.1.1** 本条规定了相关分析法的适用范围。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。

**8.1.2** 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。

**8.1.3** 相关仪的使用会受到环境噪声和管道噪声的干扰。因此要求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。

**8.1.4** 本条规定了传感器频率响应范围和灵敏度的基本要求,是国内外供水行业通常使用的参数,是经实践检验必要、适当和可行的。

### **8.2 探测方法**

**8.2.1** 漏水声传播距离受管材、管径、接口等影响,金属管道比非金属管道声波传播远,参照本条文规定的参数设置传感器,探测结果可获得较高的正确率。

**8.2.2** 本条文对传感器的布设提出了技术要求。传感器应置于管道、阀门或消火栓等附属设备上,用于探测漏水声信号。对声

波传送差的管道（如大口径干管或塑料管等），相关仪探测效果不理想。此时应采用水听传感器。水听传感器可安装在消火栓、排气阀、流量计等的出水口。

**8.2.3** 本条规定了探测作业时在保证发射机与相关仪的信号正常传输。

**8.2.4** 相关仪必须输入两传感器之间管道长度、管材和管径，才能进行有效的相关测试，并给出准确漏水异常点距离。

**8.2.5** 本条说明了对金属管道或非金属管道宜采用的滤波器频率范围。

## 9 其他方法

### 9.1 管道内窥法

**9.1.1** 本条规定了管道内窥法的适用范围。

**9.1.2** 本条规定了管道内窥探测仪应具备的技术指标要求，这些技术指标是管道内窥探测仪器的基本要求，是非常必要的，实际工作中也是可行的。

**9.1.3** 本条规定了管道内窥探测的技术要求。管道内窥探测时，管道应停止运行，并且排水至不淹没摄像头。当探测仪行进过程中在局部被淹没时，应即时调整探测仪的行进速度，以保证图像清晰度。

**9.1.4** 本条明确了采用推杆式探测时管道应具备的条件。两相邻入口处（井）距离不宜大于 150m，是由推杆式探测仪器推杆长度决定的。

**9.1.5** 本条明确了采用爬行器式探测时管道应具备的条件。两相邻入口处（井）距离不宜大于 500m，是由爬行器式探测仪器线缆长度决定的。

### 9.2 探地雷达法

**9.2.1** 本条规定了探地雷达法的适用范围。该方法通过对由于管道漏水形成的浸湿区域或脱空区域的探测确定漏水点，为间接探测方法。

**9.2.2** 本条规定了采用探地雷达法应具备的条件。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适宜采用此方法。

**9.2.3** 本条规定了探地雷达系统应具备的性能要求。

**9.2.4** 本条规定探测前，应在探测区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。工作参数应包括工作频率、介电常数、时窗、采样间距等。

**9.2.5** 本条规定了探地雷达法测点和测线布局的技术要求。

**9.2.6** 本条明确探测时,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,并根据干扰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。

**9.2.7** 本条明确了现场地球物理条件可能影响外业记录数据的质量,通过必要的数据处理方法进行处理可提高图像的质量,便于目标异常的识别。数据处理方法可选取删除无用道、水平比例归一化、增益调整、地形校正、频率滤波、 $f$ - $K$  倾角滤波、反褶积、偏移归位、空间滤波、点平均等。

**9.2.8** 本条明确了雷达探测资料的解释原则、方法以及雷达资料解释的成果内容。

### 9.3 地表温度测量法

**9.3.1** 本条规定了地表测温法的适用范围。

**9.3.2** 本条明确了采用地表测温法探测供水管道漏水应具备的条件。供水管道埋深不应大于 1.5m 是经验推荐值。供水管道埋深较大时,漏水无法对地表温度造成影响或影响较小,因而无法进行探测。

**9.3.3** 本条明确了地表测温法测量仪器应具备的技术指标要求。这些技术指标是根据供水温度、环境温度及探测人员工作环境制定的,可满足探测供水管道漏水造成的温度变化。

**9.3.4** 本条规定了采用地表测温法探测前应进行方法和仪器的有效性试验。

**9.3.5** 本条规定了地表测温法测点和测线布置的方法。采用打孔测量方式,测量孔深不应小于 30cm,可剔除阳光、气温等环境因素的影响。

**9.3.6** 本条明确了地表测温法的探测方法和成果资料内容。其

中,地表测温法探测时,保证每条测线管道上方的测点不少于 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。

### 9.4 气体示踪法

**9.4.1** 本条阐述了气体示踪法探测地下管道漏水的应用条件和适用范围。

**9.4.2** 本条阐述了气体示踪法所采用示踪介质应满足的要求。目前实践中较常采用氢气与氮气混合气体作为示踪介质,配比为氢气 5%,氮气 95%。

**9.4.3** 本条规定了气体示踪法所采用仪器设备的灵敏度要求。

**9.4.4** 本条规定了在实施气体示踪法探测前应计算待测供水管道的容积,准备好足够的示踪介质,保证示踪介质应有一定的浓度。

**9.4.5** 本条规定了气体示踪法检漏前应通过关闭阀门将待探测供水管道与其他管道隔开,保证被测管道充满示踪介质。

**9.4.6** 本条说明了适宜进行气体示踪法探测的气候条件。

**9.4.7** 本条说明了确定气体示踪法检测的最佳工作时段应注意的相关因素。

**9.4.8** 本条说明了为确保气体示踪法探测效果,在探测环境许可时,宜钻孔取样检测,并不破坏被探测管道。

## 10 成果检验与成果报告

### 10.1 成果检验

10.1.1 本条规定了供水管网漏水探测成果检验的要求。成果检验是评价、认可探测结果的基本方式。

10.1.2 本条规定了开挖验证的依据要求。

10.1.3 本条规定了开挖验证了的漏水点应测量其定位精度和计算整体探测工作漏水点定位准确率的要求。

10.1.4 本条规定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。

10.1.5 本条规定了成果检验后应进行记录的要求。

10.1.6 本条规定了成果检验结果应作为探测成果报告内容的要求。

### 10.2 成果报告

10.2.1 成果报告是漏水探测工作的技术总结，是研究和使用工程成果资料，了解工程概况、存在的问题及纠正措施的综合性资料，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。

10.2.2 本条规定了供水管网漏水探测成果报告应包括的内容。