

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ/T 254 - 2016  
备案号 J 2270 - 2016

---

# 城镇供热直埋热水管道泄漏监测系统技术规范

Technical specification for leakage surveillance  
system of directly buried heating pipe

2016 - 08 - 08 发布

2017 - 02 - 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

城镇供热直埋热水管道泄漏监测  
系统技术规程

Technical specification for leakage surveillance  
system of directly buried heating pipe

**CJJ/T 254 - 2016**

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 7 年 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2016 北 京

# 中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1221 号

---

## 住房城乡建设部关于发布行业标准 《城镇供热直埋热水管道泄漏监测 系统技术规程》的公告

现批准《城镇供热直埋热水管道泄漏监测系统技术规程》为行业标准，编号为 CJJ/T 254 - 2016，自 2017 年 2 月 1 日起实施。

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

2016 年 8 月 8 日

# 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2013年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》（建标〔2013〕6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，编制了本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 设计；4. 材料及设备；5. 施工；6. 调试与验收；7. 运行与维护。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由北京豪特耐管道设备有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京豪特耐管道设备有限公司（地址：北京市亦庄经济技术开发区运成街12号，邮编：100176）。

本规程主编单位：北京豪特耐管道设备有限公司

本规程参编单位：北京市热力集团有限责任公司

北京市热力工程设计有限责任公司

北京市煤气热力工程设计院有限公司

中国市政工程华北设计研究总院

北京市建设工程质量第四检测所

中国中元国际工程有限公司

北京燃气能源发展有限公司

中国航天建设集团有限公司

中国航空规划建设发展有限公司

河北昊天能源投资集团有限公司

唐山兴邦管道工程设备有限公司

天津市管道工程集团有限公司保温管厂

天津市宇刚保温建材有限公司  
大连益多管道有限公司  
廊坊华宇天创能源设备有限公司  
北京杰得节能技术有限公司

本规程主要起草人员：周抗冰 贾丽华 孙 蕾 刘洪俊  
石 英 张瑞娟 张 璋 白冬军  
胡全喜 刘 蕾 黄海龙 高希刚  
邱华友 郑中胜 孙永林 叶连基  
周曰从 闫必行 沈 旭 史朝旭  
赵 伟 潘永杰

本规程主要审查人员：李德英 于黎明 栾晓伟 李先瑞  
余家兴 史登峰 杜京华 李连生  
李永汉 郭 华 王旭东

# 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	设计	4
3.1	一般规定	4
3.2	泄漏监测系统组成	5
3.3	现场检测单元和中央监测单元	6
4	材料及设备	7
4.1	一般规定	7
4.2	材料	7
4.3	设备	8
5	施工	10
5.1	一般规定	10
5.2	信号线施工	10
5.3	仪表配件安装	12
5.4	现场检测与修复	12
6	调试与验收	14
6.1	一般规定	14
6.2	调试	14
6.3	验收	15
7	运行与维护	17
7.1	运行	17
7.2	维护	17
	附录 A 泄漏监测系统检测记录	19
	附录 B 泄漏监测系统验收报告	20

本规程用词说明 .....	21
引用标准名录 .....	22
附：条文说明 .....	23

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Design .....	4
3.1	General Requirements .....	4
3.2	Leak Surveillance System Composition .....	5
3.3	On-site Test Unit and Central Surveillance Unit .....	6
4	Materials and Equipments .....	7
4.1	General Requirements .....	7
4.2	Materials .....	7
4.3	Equipments .....	8
5	Construction .....	10
5.1	General Requirements .....	10
5.2	Construction of Measuring Wires .....	10
5.3	Assembly of Instruments and Elements .....	12
5.4	On-site Measuring and Repair .....	12
6	Debugging and Acceptance .....	14
6.1	General Requirements .....	14
6.2	Debugging .....	14
6.3	Acceptance .....	15
7	Operation and Maintenance .....	17
7.1	Operation .....	17
7.2	Maintenance .....	17
Appendix A	Testing Records of Leakage Surveillance System .....	19
Appendix B	Acceptance Reports of Leakage	

Surveillance System .....	20
Explanation of Wording in This Specification .....	21
List of Quoted Standards .....	22
Addition; Explanation of Provisions .....	23

# 1 总 则

**1.0.1** 为提高城镇供热直埋热水管网的安全性和可靠性，规范城镇供热直埋热水保温管道泄漏监测系统的设计、施工、调试、验收、运行与维护，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于高密度聚乙烯外护管聚氨酯泡沫塑料预制直埋热水管道泄漏监测系统的设计、施工、调试、验收、运行与维护。

**1.0.3** 泄漏监测系统应与被监测管网同步设计、同步施工、同步验收。

**1.0.4** 直埋热水管道泄漏监测系统的设计、施工、调试、验收、运行与维护，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

### 2.0.1 泄漏监测系统 leakage surveillance system

对直埋热水管道的泄漏进行监测与定位的系统。

### 2.0.2 监测回路 surveillance circuit

由含有信号线的直埋热水管道、管件及检查点组成的不间断的测量回路。

### 2.0.3 测量仪器 measuring instrument

在一个监测回路中用于检测及定位故障点和潮湿点，并进行信号传输的电子仪表。

### 2.0.4 上位机系统 host computer system

用于传输、存储、显示泄漏监测系统现场检测数据及泄漏信息的软件系统及硬件设备。

### 2.0.5 故障点 disorder point

监测回路中信号线断路、信号线与钢管间短路或信号线与信号线间短路的点。

### 2.0.6 潮湿点 moisture point

信号线与钢管间保温层受潮的点。

### 2.0.7 信号线 signal wire

埋设在预制直埋保温管道及管件的保温层内，用于检测故障点、潮湿点并传输电子信号的金属线。

### 2.0.8 检查点 measuring point

在检测及故障定位时，将监测回路断开并将测量仪器与监测回路相连接的点。

### 2.0.9 起始点 starting point

监测回路的起始点。

### 2.0.10 末端点 ending point

监测回路的终点。

**2.0.11 连接点 connecting point**

监测回路中跨接设备及不具备预制保温条件的管件的连接处。

**2.0.12 连接电缆 connecting cable**

监测回路中检查点及连接点跨接处所用的电缆。

**2.0.13 固定监测装置 fixed surveillance device**

固定安装在室内用于自动采集、记录并远程传输直埋热水管道报警信息的设备。

**2.0.14 便携式检测设备 portable test device**

可人工携带的用于现场检测、定位潮湿点和故障点的设备。

## 3 设计

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 泄漏监测系统宜采用电阻式泄漏监测系统或阻抗式泄漏监测系统。

**3.1.2** 泄漏监测系统应根据供热管网的整体布局进行设计，并应留有扩展空间。

**3.1.3** 泄漏监测系统应根据供热管网的设计图和泄漏监测系统的技术要求进行设计。

**3.1.4** 泄漏监测系统的设计文件应包括设计说明、材料表和设计图纸，且应符合下列规定：

1 设计说明应明确泄漏监测系统的设计施工要求、验收标准及使用维护注意事项；

2 材料表应包含泄漏监测系统所用材料的名称、型号、数量等信息；

3 设计图纸应标明泄漏监测系统配件的安装位置。

**3.1.5** 当供热管网发生设计变更时，泄漏监测系统的设计应同时进行变更。

**3.1.6** 采用泄漏监测系统的供热管网应选用含有信号线并在工厂预制的直埋热水保温管道及管件。

**3.1.7** 泄漏监测系统应根据供热管网设计图纸划分监测回路，监测回路应符合下列规定：

1 每个监测回路应包括一个起始点、一个或若干个检查点、连接点和一个末端点；

2 每个监测回路长度不应超过监测设备的检测能力；

3 主干线和支线可设计为一个监测回路；

4 被监测管道的供回水管宜独立设计监测回路，起始点和

末端点宜设置在被监测管道的两端；

5 当被监测管道长度较短时，可根据所选泄漏监测系统检测设备要求将供回水管设计成一个监测回路。

**3.1.8** 检查室的设计除应符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 外，尚应符合下列规定：

1 预制保温管的保温结构进入检查室的长度不应小于 500mm，保温管管端保温层应采取密封措施；

2 保温管外表面与检查室顶板、侧墙及底板的距离不应小于 500mm；

3 检查室应进行防水防渗处理。

**3.1.9** 泄漏监测系统的起始点、连接点和末端点可作为检查点使用，检查点的设计应符合下列规定：

1 两个相邻检查点的间距应在便携式检测装置的定位量程范围内，当超出便携式检测装置的定位范围时，应加设检查点；

2 检查点可设置在管网系统的检查室中；

3 检查室尺寸应符合本规程第 3.1.8 条的规定。

**3.1.10** 泄漏监测系统的起始点、末端点、检查点和连接点的连接电缆和相关配件应设置在检查室内。连接电缆应进行防水密封处理，且宜固定在检查室的高处墙壁上。

**3.1.11** 连接点应设置在补偿器、不具备预制保温条件的管件及设备，以及供回水管信号线间断处，且应采用专用连接电缆连接。

**3.1.12** 泄漏监测系统相邻两个检查点间距不宜大于 500m，定位精度应为±3m。

### **3.2 泄漏监测系统组成**

**3.2.1** 泄漏监测系统应包括现场检测单元和中央监测单元。

**3.2.2** 现场检测单元应由信号线、连接电缆和便携式检测设备组成。

**3.2.3** 中央监测单元宜由固定监测装置、通信模块和上位机系统组成。

### **3.3 现场检测单元和中央监测单元**

**3.3.1** 现场检测单元应具备下列功能：

- 1 应能检测、定位保温层中的故障点和潮湿点；
- 2 应能同时定位同一监测回路上至少两处故障点或潮湿点；
- 3 应能测量被测管线中信号线的实际长度；
- 4 应能传输检测信号；
- 5 连接电缆应能连接信号线、便携式检测设备及固定监测装置；
- 6 便携式检测设备应能现场检测及定位故障点和潮湿点。

**3.3.2** 中央监测单元应具备下列功能：

- 1 检测故障点和潮湿点；
- 2 测量被测管线中信号线实际长度；
- 3 自动采集、显示、记录、存储现场检测数据及泄漏状态；
- 4 通信模块应能在固定监测装置与上位机系统间双向数据传输；
- 5 上位机系统应能实时与固定监测装置进行数据通信，可实时显示、记录、存储和打印监测数据，并应具有报警指示功能。

**3.3.3** 中央监测单元宜具备定位功能。

**3.3.4** 固定监测装置的设置应符合下列规定：

- 1 固定监测装置应安装在换热站或地上建筑内；
- 2 安装环境应干燥、安全，并可提供稳压电源；
- 3 固定监测装置的安装位置应具有系统传输数据时所使用的有线或无线通信条件；
- 4 安装固定监测装置处的被监测管线的起始点应在建筑物或换热站内，且固定监测装置的安装位置与被监测管线起始点的距离不应大于系统专用连接电缆的长度。

## 4 材料及设备

### 4.1 一般规定

4.1.1 泄漏监测系统的材料及设备应能满足本规程第 3 章的规定。

4.1.2 材料及设备应有防水包装，且在运输及储存过程中应保持干燥。

### 4.2 材 料

4.2.1 泄漏监测系统的材料应包括含有信号线的保温管道及管件、连接电缆及配件等。

4.2.2 含有信号线的保温管道、管件及接头应符合现行国家标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047 的规定。

4.2.3 除三通外，在单个直埋热水管道及管件内不宜出现信号线接头。

4.2.4 泄漏监测系统的信号线应符合下列规定：

1 信号线应采用专用金属线，其材质及性能不应影响直埋热水管道及管件的产品质量、保温效果、防水密封性能和预期使用寿命；

2 信号线不应受制造及运行过程中保温层化学特性、机械特性和热特性的影响；

3 信号线沿管道的纵向延伸率应满足管道运行时的延展性要求；

4 信号线的使用寿命不应低于现行国家标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047 所要求的直埋保温管道的预期使用寿命。

- 4.2.5** 含有信号线的直埋热水管道及管件内的信号线应完好无损，且信号线与钢管间电阻值、信号线与信号线间电阻值不应小于 500MΩ。信号线应与管道轴线平行铺设；信号线不应与钢管接触，且与工作钢管的距离不应小于 10mm。
- 4.2.6** 直埋热水管道及管件保温层内应预留有备用信号线。
- 4.2.7** 含有信号线的直埋热水管道及管件其预留自由端信号线的长度应比钢管焊接预留段长 20mm，且应采取保护措施。备用信号线应沿保温层端面切除。
- 4.2.8** 含有信号线的直埋热水管道及管件自由端的信号线不应附着有泡沫、油污或其他附着物。
- 4.2.9** 含有信号线的直埋热水管道及管件都应有质量记录，记录内容包括单个产品内信号线根数与通断情况、信号线与钢管间电阻值、信号线与信号线间电阻值等信息。
- 4.2.10** 连接电缆及配件的材料、性能及安装方式不应影响直埋热水管道及管件的产品质量、保温效果、防水密封性能和预期使用寿命。

### **4.3 设 备**

- 4.3.1** 设备宜包括信号线测量仪器、便携式检测设备、固定监测装置和上位机系统。
- 4.3.2** 便携式检测设备的电源应满足室外连续作业的要求。
- 4.3.3** 固定监测装置的防护等级不应低于 IP65 级。
- 4.3.4** 中央监测单元应预留上位机系统与固定监测装置进行数据传输的接口。
- 4.3.5** 固定监测装置可选择有线或无线的通信方式与上位机系统的通信模块进行实时监测数据的传输。
- 4.3.6** 固定监测装置宜与上位机系统的通信模块集成安装在同一电控箱内。
- 4.3.7** 上位机系统的数据传输宜通过公共网络实现。
- 4.3.8** 上位机系统宜安装在管网中央监控室内或办公室内，并

应设置 UPS 电源。

**4.3.9** 上位机系统应能发出报警信息，报警信息应包括报警时间、报警类型、报警对象及通信中断等信息。

## 5 施 工

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 泄漏监测系统的施工应符合设计文件的要求。当现场条件与施工图纸不一致时，应由设计方进行确认和变更。

**5.1.2** 含有信号线的保温接头现场施工应符合现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

**5.1.3** 信号线施工应在干燥环境下进行。

### 5.2 信号线施工

**5.2.1** 管道施工对口时，应将信号线置于管道的正上方，信号线宜拉直并与钢管平行，不得交叉连接。对应连接的信号线旋转角度不宜大于  $45^\circ$ 。当信号线旋转角度大于  $45^\circ$  时，应对信号线连接点进行记录。

**5.2.2** 直埋热水管道及管件对口前，应对每根信号线进行检测，确定信号线无断点，信号线与钢管间无短路，信号线与信号线间无短路。单个直埋热水管道及管件内信号线与钢管间电阻值应符合下列规定：

1 不带有绝缘保护层的信号线与钢管间电阻值不应小于  $10M\Omega$ ；

2 带有绝缘保护层的信号线与钢管间电阻值不应小于  $50M\Omega$ 。

**5.2.3** 直埋热水管道及管件焊接前，应对每根信号线进行检测，并应符合本规程第 5.2.2 条的规定。

**5.2.4** 直埋热水管道及管件焊接前应用挡板遮挡信号线，施工过程中不应破坏信号线。

- 5.2.5** 对已损坏且无法修复的信号线，可启用备用信号线代替。
- 5.2.6** 接头处信号线连接前应保证钢管表面清洁、干燥，去除管道两端的受潮泡沫，并应对每根信号线进行检测，检测结果应符合本规程第 5.2.2 条的规定。
- 5.2.7** 在接头保温施工过程中使用明火时，应对信号线进行保护。
- 5.2.8** 接头处信号线连接时应拉直并清除其表面的附着物，确认信号线表面无任何损伤后，方可连接。信号线有损伤时，应将损伤部分替换。
- 5.2.9** 接头处信号线连接应使用专用连接工具。
- 5.2.10** 接头处信号线需包覆棉毡时，应使用干燥棉毡。
- 5.2.11** 接头处信号线应有支架支撑，信号线与钢管间的距离应与管道保温层内信号线与钢管的距离一致。
- 5.2.12** 接头保温处的信号线应埋设在保温层内，接头保温施工过程中不得损伤信号线。
- 5.2.13** 接头保温完成后应对信号线进行检测，信号线与信号线之间、信号线与钢管之间不应出现短路，信号线不应出现断路。已连接好的信号线与钢管间电阻值应符合下列规定：
- 1** 不带绝缘保护层的信号线与钢管间电阻值不应小于  $1\text{M}\Omega$ ；
  - 2** 带绝缘保护层的信号线与钢管间电阻值不应小于  $10\text{M}\Omega$ 。
- 5.2.14** 现场断管时应一次性剪断信号线，不应拉拽信号线。断管后应按本规程第 5.2.2 条的要求对信号线进行检测。
- 5.2.15** 现场管沟中未能及时完成的保温接头和预留管端，应对管端保温层和信号线采取防水及防破坏保护措施。
- 5.2.16** 现场施工过程中应绘制信号线连接示意图，图中应标注管件及接头的位置、系统起始点和终点、检查点、连接点的位置，并应记录每个监测回路中信号线与钢管间保温层的电阻值。

### 5.3 仪表配件安装

5.3.1 连接电缆及配件的现场安装不应影响保温管道及管件正常运行时的保温和密封性能。

5.3.2 连接电缆金属接头处应有密封防水措施。

5.3.3 采用无线数据通信的固定监测装置，其安装位置应能接收到无线网络信号。

5.3.4 上位机系统的安装应符合本规程第 4.3.8 条的规定。

### 5.4 现场检测与修复

5.4.1 管道施工过程中，应检测信号线的连接情况及接头保温层干燥度，出现潮湿点和故障点时应及时修复。

5.4.2 下列情况应对信号线进行现场检测：

- 1 每根钢管焊接对口前；
- 2 每个接头信号线接线完成后；
- 3 沟槽回填之前。

5.4.3 信号线的现场检测应符合下列规定：

- 1 信号线回路应连通正常，无断路；
- 2 信号线与信号线间应无短路；
- 3 信号线与钢管间应无短路；
- 4 钢管焊接对口前，每个直埋热水管道及管件的保温层电阻值应符合本规程第 5.2.2 条的规定；
- 5 接头信号线连接完成后，沟槽回填之前接头保温层的电阻值应符合本规程第 5.2.13 条的规定；
- 6 现场检测信号线时，应测量并记录监测回路的长度及管道的实际长度。

5.4.4 现场检测记录应包括工程名称、检测管网位置、检测日期、检测人员、检测内容、检测结果，并应由检测人员、接口保温施工单位技术负责人、监测系统施工单位技术负责人（如与接口保温施工不是一个单位时）、工程监理、项目施工单位及甲方

负责人等签字。检测记录可按本规程附录 A 的格式填写。

**5.4.5** 现场检测记录应在沟槽回填完成前填写完成。

**5.4.6** 现场修复应符合下列规定：

1 当现场信号线检测不符合本规程第 5.4.3 条的检测结果时，应进行现场修复。

2 当检测到管道保温层中出现信号线断路、信号线与信号线短路、信号线与钢管短路时，应对故障点进行修复，或启用备用信号线。

3 当检测到管道保温层出现潮湿点时，应去除管道受潮的保温层并进行保温修复；当无法定位潮湿点时，应跟踪检测该管段，直至定位后再进行修复。

4 当监测回路长度与管道实际长度出现偏差时，应在信号线连接示意图上标注说明。

**5.4.7** 现场修复完成后，应对被修复管段重新检测，检测结果应符合本规程第 5.4.3 条的规定。现场修复完成后的检测结果可按本规程附录 A 的格式填写并存档。

## 6 调试与验收

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 泄漏监测系统安装完成后应进行调试，调试完成后应能实现本规程第 3.3 节的基本功能。

**6.1.2** 泄漏监测系统的调试完成后应进行系统验收，验收合格后可进行系统移交。

### 6.2 调 试

**6.2.1** 泄漏监测系统的调试应符合下列规定：

1 泄漏监测系统的调试内容应包括现场信号线连接调试、固定监测装置功能调试及上位机系统数据通信调试；

2 现场信号线连接调试应包括信号线连接、连接电缆的安装及密封、信号线与钢管间的电阻值检测及监测回路长度与管道实际长度的偏差值检测；

3 固定监测装置功能调试应包括现场数据采集、检测数据显示和存储及报警值设置；

4 上位机系统数据通信调试应包括固定监测装置与上位机间的数据通信与传输、监测数据的显示、记录与存储及报警值设置。

**6.2.2** 对管道施工停工的项目应进行泄漏监测系统的阶段性调试。

**6.2.3** 阶段性调试根据项目进度可包括下列内容：

1 对已连接完成的监测回路进行现场调试；

2 对固定监测装置进行监测功能调试；

3 对上位机系统进行数据通信功能调试。

**6.2.4** 系统的调试过程、调试内容及调试结果应进行记录并

保存。

**6.2.5** 调试过程中出现异常时，应进行分析、定位和返修。

## **6.3 验收**

**6.3.1** 泄漏监测系统验收应符合下列规定：

1 泄漏监测系统验收内容应包括现场信号线验收、固定监测装置功能验收及上位机系统数据通信功能验收；

2 信号线验收应检测信号线通断、信号线与信号线间及信号线与钢管间的电阻值、信号线的连接长度及管道的实际长度、连接电缆的安装质量与密封性，结果应符合本规程第 5.4.3 条的规定；

3 固定监测装置功能验收应包括现场数据采集功能、监测数据显示和存储功能及报警功能的验收；

4 上位机系统数据通信验收应包括对固定监测装置与上位机间的数据通信与传输功能、数据的显示、记录与存储功能及报警功能的验收。

**6.3.2** 泄漏监测系统验收宜采用故障模拟验收方式进行，并应符合下列规定：

1 模拟信号线断开故障。当上位机系统和固定监测装置发出报警信息后，应使用便携式检测设备对该故障点进行定位并记录定位误差距离。

2 模拟信号线短路故障。当上位机系统和固定监测装置发出报警信息后，应使用便携式检测设备对该故障点进行定位并记录定位误差距离。

3 现场模拟验收的定位精度应符合本规程第 3.1.12 条的规定。

4 现场故障模拟验收完毕后，应及时复原模拟故障点。

**6.3.3** 当泄漏监测系统验收同时符合本规程第 6.3.1 条和第 6.3.2 条的各项规定时，可视为验收合格。

**6.3.4** 对当年无法完成施工的泄漏监测系统项目或被监测管道

施工停工 3 个月以上的项目，应进行泄漏监测系统的阶段性验收。阶段性验收应在阶段性调试完成后进行。阶段性验收应根据监测系统的完成进度确定验收内容。阶段性验收应按照本规程第 6.3.1 条和第 6.3.2 条的规定执行，符合规定可视为验收合格。

**6.3.5** 验收人员宜包括管道建设单位、监理单位、泄漏监测系统使用单位、泄漏监测系统设计单位、泄漏监测系统施工单位及泄漏监测系统供应商等相关人员。

**6.3.6** 验收应有验收报告并存档。验收报告应纳入竣工资料管理。验收报告应包括工程名称、验收形式、验收内容、验收结论、验收人员、培训记录及工程遗留问题等，并按本规程附录 B 的格式填写。

**6.3.7** 泄漏监测系统确认验收合格后应进行系统竣工资料移交。

**6.3.8** 竣工资料应包括泄漏监测系统验收报告、系统设计图、系统设计变更及说明、系统接线示意图、泄漏监测系统使用及维护说明、设备使用说明书及合格证、备忘录等。

## 7 运行与维护

### 7.1 运 行

**7.1.1** 泄漏监测系统报警信息处理应符合下列规定：

1 含有中央监测单元的泄漏监测系统，当发现报警信息后，应定位故障点和潮湿点的实际位置，对比报警管段的历史数据，分析并排查发生故障的原因，评估潮湿点泄漏程度，制定修复方案；

2 已通过阶段性验收，还未安装中央监测单元的泄漏监测系统，维护人员宜定期检测并记录系统的运行信息，当发现报警信息后，应定位故障点和潮湿点的实际位置，对比报警管段的历史数据，分析并排查发生故障的原因，判断潮湿点的泄漏程度，制定修复方案。

**7.1.2** 收到系统报警信息后，维护人员应使用便携式检测装置在现场检查点对报警点进行具体定位，并结合被测管线排管图判断报警点位置。

**7.1.3** 对已明确实际位置且具备开挖修复条件的故障点或潮湿点，维护人员应及时进行开挖修复。

**7.1.4** 对已明确实际位置但不具备开挖修复条件的故障点，维护人员应增加检测频次并记录检测数据，分析报警故障点的泄漏发展趋势，并应制定相关的应急预案。

**7.1.5** 泄漏监测系统的运行信息及报警记录应记录并存档。

**7.1.6** 每个供暖季结束后应编写泄漏监测系统年度运行报告，并应评估泄漏监测系统的整体运行情况。

### 7.2 维 护

**7.2.1** 泄漏监测系统的运行及维护应由专职人员负责，宜每天

检查固定监测装置的显示信息。

**7.2.2** 每月宜对安装有连接电缆的检查室巡查一次，及时发现电缆损坏或被检查室内积水浸泡的情况并处理。

**7.2.3** 每两个月宜对未安装固定监测装置的管线巡查一次，并宜检测信号线连接情况及信号线与钢管间的电阻值。

**7.2.4** 每三个月宜对便携式检测设备和固定监测装置维护一次，并应及时处理电池老化、设备受潮、进水等情况。

**7.2.5** 每三个月宜对上位机系统与固定监测装置间的数据通信功能进行检查，并应存档备份监测数据。

**7.2.6** 泄漏监测系统的维修可按照系统供应商的指导说明文件进行操作。

**7.2.7** 泄漏监测系统的测量仪器、上位机系统、连接电缆及配件无法进行工作时，应及时进行检测与维修。

**7.2.8** 直埋热水管道及管件的维修应包括信号线短路、断路、保温层进水或受潮等情况，当直埋热水管道及管件无法修复时应进行更换。

**7.2.9** 泄漏监测系统维修完成后，应进行重新检测。

**7.2.10** 泄漏监测系统维修过程和维修结果应进行记录并存档。

**7.2.11** 直埋热水管网建设完成后，在任何情况下打开保温层时不应破坏泄漏监测系统，且恢复保温层时应进行密封。

## 附录 A 泄漏监测系统检测记录

表 A 泄漏监测系统检测记录表

工程名称							
检测管网位置							
检测日期			检测人员				
检测内容							
检测点位置	公称直径 DN	电阻值 (kΩ)		长度 (m)		是否合格	备注
		供水	回水	信号线长度	管道实际长度		
<p>检测结果：</p> <p>1. 监测信号线线路连通是否合格：      是<input type="checkbox"/>      否<input type="checkbox"/></p> <p>2. 绝缘是否合格：                              是<input type="checkbox"/>      否<input type="checkbox"/></p> <p>3. 信号线示意图是否合格：                是<input type="checkbox"/>      否<input type="checkbox"/></p> <p>4. 其他说明：</p>							
验收人员签字							

注：信号线示意图应标明线路图的方向、检测点位置、连接电缆位置、检查室位置、管径、电阻值、信号线长度、管道实际长度及与监测系统有关的建筑物位置等。

## 附录 B 泄漏监测系统验收报告

**表 B 泄漏监测系统验收报告**

工程名称			
验收形式	阶段验收 <input type="checkbox"/>	整体验收 <input type="checkbox"/>	
验收内容			
验收结论			
验收人员	签字：  日期：		
培训记录	时间	地点	培训内容
工程遗留问题：			

## 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 《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047
- 2 《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28
- 3 《城镇供热管网设计规范》CJJ 34
- 4 《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81

中华人民共和国行业标准

城镇供热直埋热水管道泄漏监测  
系统技术规程

**CJJ/T 254 - 2016**

条文说明

## 制 订 说 明

《城镇供热直埋热水管道泄漏监测系统技术规程》CJJ/T 254-2016，经住房和城乡建设部 2016 年 8 月 8 日以第 1221 号公告批准、发布。

本规程编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了直埋热水管道泄漏监测系统在热力管网中应用的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过多年的工程试验及验证，取得了热水管网泄漏监测系统中信号线布置、信号线与钢管间电阻值等系列重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学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，《城镇供热直埋热水管道泄漏监测系统技术规程》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。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

# 目 次

1	总则	26
3	设计	29
3.1	一般规定	29
3.2	泄漏监测系统组成	33
3.3	现场检测单元和中央监测单元	34
4	材料及设备	38
4.1	一般规定	38
4.2	材料	38
4.3	设备	42
5	施工	44
5.1	一般规定	44
5.2	信号线施工	45
5.3	仪表配件安装	48
5.4	现场检测与修复	49
6	调试与验收	52
6.1	一般规定	52
6.2	调试	52
6.3	验收	52
7	运行与维护	55
7.1	运行	55
7.2	维护	56

# 1 总 则

**1.0.1** 直埋热水管道泄漏监测系统可以实时监控供热管网的运行情况，在管网出现泄漏时，可以及时发出报警信号并精确定位故障点，为及时制定维护方案提供依据。泄漏监测系统的建立及有效运行，可以避免突发性安全事故及重大损失，是现代供热管网高水平运行的重要标志之一。欧洲的直埋热水保温管网中，泄漏监测系统已得到了广泛应用。近十几年来，泄漏监测系统在我国的热力管网中也有一定量的工程应用，并越来越受到关注。由于建立泄漏监测系统对现场保温接头的施工质量和施工管理水平要求较高，系统建立的难度较大，再加上到目前为止，我国还没有针对直埋热水管道的泄漏监测系统的相关标准，影响了监测系统在我国的应用。本规程的制定，可以规范城镇供热直埋热水管道泄漏监测系统的设计、施工、调试、验收及运行管理过程，对提高直埋热水管网的质量及安全性有重要意义。

**1.0.2** 直埋热水管道泄漏监测系统是在预制直埋保温管道保温层中预埋专用信号线，当工作钢管出现泄漏有水进入保温层，或由于保温管外护层的缺陷导致水从外界进入保温层时，会改变信号线与信号线间以及信号线与工作钢管之间的固定参数值，根据这一原理，通过检测信号线之间或信号线与工作钢管之间的参数变化（通常管道是接地的），可以获得直埋热力管网的泄漏信息。对于新建预制直埋热水管网，可根据本规程的要求进行泄漏监测系统的设计、施工、调试、验收、运行与维护。针对既有直埋热水管网的改造工程，可根据管网改造程度和方式判断是否建立泄漏监测系统：若管网进行整体改造，可以有条件形成监测回路，则可考虑建立泄漏监测系统；若被改造管网只是小范围局部改造或只更换保温层，则不适合建立本规程所要求的泄漏监测系统。

信号线除金属材料外，还有其他材料，例如光纤感应原理的泄漏监测系统。由于光纤感应原理的泄漏监测系统到目前为止还没有在直埋热水管网中得到成熟应用，因此本规程中不包含此类监测系统，在将来本规程修订时，可根据工程实际应用情况考虑是否补充进来。无论采用何种原理的泄漏监测系统，都要具备本规程第 3.3 节所要求的基本功能。

**1.0.3** 用户可根据需求选择是否建立泄漏监测系统，如果需要建立，为保证监测系统能够顺利建成并发挥应有的作用，应与被监测管网进行同步设计、同步施工和同步验收。同步设计的原因是泄漏监测系统的设计有一些特殊的要求，需在设计前期进行考虑，如：不同形式及不同类型的泄漏监测系统，其监测设备的定位长度与精度不同，为准确定位故障点与潮湿点，泄漏监测系统各监测段要根据热力管网的总设计图及监测设备的监测能力整体布局检查点的位置、间距以及中央监测设备的安装位置等，这些均需在监测系统的前期设计时考虑进去，否则一旦管网已开始施工或管网已建成，再考虑增设监测系统，则上述要求可能已无法实现。另外，监测系统的检查点需设计在检查室中，如果管网中没有可借用的检查室，在前期设计时就需单独设计检查室，否则，当管网已施工完成后再考虑临时增设检查室困难很大，可能会导致监测功能无法实现。要求泄漏监测系统与被监测管网同时施工是保证监测系统能按质按量完成施工，如：按照设计图要求，在土建施工时建立泄漏监测系统所需的检查点；管道接口保温安装时需将接头处相邻两个管道中预埋的信号线连接起来；检查井施工时要严格执行热力管网出墙距离、末端密封、跨接电缆安装等。若不提前考虑监测系统的特殊要求，待检查室施工完成后再进行监测系统施工，可能会导致上述监测系统的部分配件无法安装。泄漏监测系统要与被监测管网同时验收是确保泄漏监测系统与被监测管网同时投入使用。管网运行前期是最容易出现问题的阶段，及时发现管网中出现的问题并进行修复，以尽可能地延长管网的预期寿命，减少安全隐患。根据国内外直埋热水管网

的运行经验，在管网投入运行的前几年中比较容易出现问題，需要加强管网监测并根据监测结果及时进行修复。否则，保温层中的水或潮气在管网运行温度升高后产生汽化，不仅破坏聚氨酯保温层，还会影响接头外护层的密封性能，导致更严重的泄漏，最终导致保温层碳化失效，缩短管网的预期寿命。反之，如果在管网前期运行过程中能及时修复监测到的潮湿点或故障点，排除隐患，则后期的管网运行会相对更安全稳定。

**1.0.4** 泄漏监测系统在建立实施过程中可能涉及供热的其他标准，包括：《城镇供热管网设计规范》CJJ 34、《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28、《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81、《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047 等。

## 3 设计

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 根据监测原理不同，泄漏监测系统有阻抗式泄漏监测系统和电阻式泄漏监测系统等。阻抗式泄漏监测系统是依据在阻抗值发生突变的故障点或潮湿点处形成脉冲反射信号，并通过计算脉冲信号传播的速度及时间来定位故障点或潮湿点实际位置的泄漏监测系统。电阻式泄漏监测系统是通过检测信号线起始点与故障点或潮湿点之间的电压值，并依据电阻分压原理计算起始点与故障点或潮湿点间的距离定位故障点或潮湿点实际位置的泄漏监测系统。以上两种系统原理不同，但基本功能是一致的。

基于其他原理的泄漏监测系统目前尚未在直埋热水管网中得到成熟应用，因此本规程中未包含。本规程将来修订时，可根据工程实际应用情况考虑是否将其他原理的泄漏监测系统补充进来。

**3.1.2** 泄漏监测系统的设计应根据供热管网的整体布局进行整体设计，供热管网在建设初期需提前考虑未来泄漏监测系统的扩展需求并预留冗余设计，以便合理布局中央监测单元，降低工程总体造价。当前期的施工段管网仅为总体管网的一部分时，在进行监测系统的设计时应考虑总体管网的布局，根据管网整体的路由走向确定如何合理分段及设置检查点和固定监测装置等。当扩展需求中的监测系统能借用当前的中央监测单元时，可将后续管网提前进行整体规划设计，以充分利用每个中央监测单元，降低总体工程造价。中央监测单元中的固定监测装置通常安装在换热站或地上建筑内，无线通信的固定监测装置还要求换热站或地上建筑内具有无线网络信号，所以设计初期要根据管网的整体布局情况选择具有无线网络信号的换热站或地上建筑，以保证无线通

信的固定监测装置正常工作。监测回路中的检查点需设置在检查室内，可借用管网中已有的检查室，并根据检测设备的检测能力合理布置检查点，尽量减少为监测系统单独设置检查点的数量，以降低工程造价。

**3.1.3** 根据管网的设计图确定中央监测单元的位置、检查点位置和监测回路长度。不同监测原理的泄漏监测系统有不同的技术要求，所以还应依据其具体要求进行泄漏监测系统的总体设计。

**3.1.4** 泄漏监测系统的设计说明、材料表和设计图是建立泄漏监测系统的重要依据，直接影响后期监测系统的材料采购、生产、施工与验收等过程，缺少其中任何一项都会影响泄漏监测系统后期的顺利建立与实施。泄漏监测系统设计图应依照被监测管线工程设计图进行设计。泄漏监测系统材料表中应包含泄漏监测系统设计图上的所有材料。设计图中应标注系统配件的安装位置，包括起始点、末端点、检查点等。

**3.1.5** 供热管网的设计变更，如增加分支或其他管件等，往往会导致监测回路的长度、检查点及连接点的数量发生变化，甚至需要对管件进行特殊处理等，如果泄漏监测系统的设计不随被监测管网的设计变更而及时变更，则上述问题将无法解决，最终影响泄漏监测系统的建立与实施。

**3.1.6** 工厂预制的保温管道及管件，生产加工条件好，其整体产品质量水平高于现场保温制作的保温管道及管件，有利于泄漏监测系统的建立。尤其保温管件，现场制作的外护管的焊接密封性能很难达到工厂预制的水平，整体产品质量及可靠性也会受影响。另外，为保证定位精度，泄漏监测系统对信号线的安装要求较高，若选用现场制作的直埋热水保温管道及管件，由于现场条件所限，信号线的安装质量不易控制，最终影响泄漏监测系统功能的正常实现。所以，当管网中需要设计泄漏监测系统时，应选用工厂预制并含有信号线的保温管道及管件。

**3.1.7** 泄漏监测系统设计图纸划分监测回路的规定。

1 泄漏监测系统中每个监测回路上的检查点一般设置在管

线检查室内，用于检测及定位管网中的故障点和潮湿点。连接点设置在管线检查室内，用专用连接电缆和配件跨接补偿器和不具备预制保温条件的管件及设备，从而保证监测回路从起始点到末端点的连续性。

2 在设计泄漏监测系统回路时，依据经济性原则，应根据设备的监测能力设计监测回路长度。泄漏监测系统回路的设计应避免出现监测回路超出设备测量范围的情况，且应兼顾系统的方便性、经济性。

3 监测系统主干线与支线是否设计到一个回路中，应依据经济性原则和所选泄漏监测系统检测设备要求确定。

4 对于被监测距离较长的管线，将供、回水管独立设计便于现场监测信息采集及整理。起始点和末端点宜设计在被监测管道的起点和终点，通过信号线和钢管之间连通形成回路。

5 对于被监测距离较短的管线，根据所选泄漏监测系统检测设备的要求，可将供、回水管合并设计成一个监测回路，以减少工程造价，提高系统的经济性。

**3.1.8 检查室的基本要求和安装保温管的注意事项**包括下列几项：

1 检查室内，当在进入检查室的保温管末端安装连接电缆时，需打开保温管外护层，信号线连接完成后，应对外护层进行可靠密封处理。由于检查室内通常比较潮湿或有积水，所以必须保证焊接后的密封性能，否则将产生报警。根据安装经验，为保证焊接质量，预制保温管的保温结构进入检查室的长度不应小于500mm。当检查室中设备的保温形式与连接的预制保温管的保温形式不同时，应进行跨接处理，并对预制保温管的管端采取密封措施进行防护。

2 在安装跨接电缆和备件时，需要有足够的安装空间，保温管外表面与检查室顶板、侧墙及底板的距离太短，会导致操作空间不足，无法保证密封质量。

3 检查室进行防水防渗处理，目的是防止检查室内有积水，

导致连接电缆的金属部件出现腐蚀或长期浸泡而失效。

**3.1.9** 泄漏监测系统的起始点、连接点和末端点都可作为检查点直接连接便携式检测设备，系统维护人员可在现场对管道保温层内的信号线进行检测并定位故障点和潮湿点。

为降低泄漏监测系统建设成本，首选借用热力管网中的检查室作为检查点。为保证现场定位精度，相邻检查点的间距要在便携式检测设备的定位量程范围内。如管网中没有可借用的检查室作为检查点时，需独立建立检查室，检查室的要求应符合设计要求且应与管网和监测系统的建立同步进行，避免出现管网建设完成后，重新开挖路面，临时增设检查室的现象。

**3.1.10** 泄漏监测系统起始点、末端点、检查点和连接点的连接电缆及配件全部或部分为金属材料，为避免腐蚀，需要安装在检查室内，不能直埋。同时，设置在检查室内，也便于维护人员利用便携式检测设备对信号线进行检测与定位。

在泄漏监测系统出现故障点或潮湿点时，需打开连接电缆的金属接头进行检测与定位，所以连接电缆不能直埋。由于安装连接电缆的检查室中由于下雨等原因可能会有积水，所以连接电缆的金属接头要做好防水密封处理，以防因进水或受潮造成报警。同时，为了避免安装在检查室内的连接电缆被积水长时间浸泡而受损或无法使用，建议将连接电缆挂在检查室的高处墙壁上。

**3.1.11** 信号线及保温管道的连续性是监测系统建成的基本要求。补偿器在热力管网运行后随管网的温度变化会产生较大的位移，若保温层中安装信号线，会有被拉断的风险，所以补偿器保温层中一般不安装信号线，在监测系统建立安装时对补偿器进行跨接处理。安装泄漏监测系统的热力管网应选用工厂预制的保温管道及管件，如因特殊情况，现场临时出现不具备预制保温条件的管件时，由于无法保证信号线的安装质量及密封性，需要设置连接点，进行跨接处理，通过系统专用连接电缆将其两侧保温管内的信号线连接起来，以保证泄漏监测系统的所有监测回路是不

间断的完整回路。

**3.1.12** 根据国内外直埋保温管网运行经验，泄漏点多发生在管道接头位置，现场定位时，应首先考虑接头泄漏，定位时先找到就近的接头位置。由于监测系统测量的是信号线的长度，开挖点参照的是管线的长度，所以在开挖修复定位时应考虑管网中由于焊接对口、弯头等管件及管线布置等导致的二者之间的差异，以降低排查故障点和潮湿点的难度。

### **3.2 泄漏监测系统组成**

**3.2.1** 监测系统中设计现场检测单元的目的在于利用便携式检测设备，维护人员在检查井内对管网中是否泄漏进行定期检测和定位故障点或潮湿点，并可测量被测管线中信号线的实际长度，在泄漏定位时进行精确定位等。设计中央监测单元的目的在于将现场检测单元可实现的人工检测及定位的功能升级为自动监测，通过互连网络实现自动报警、自动存储、自动发送报警信息等，从而实现管网进行实时监测。监测系统中如果只包括现场检测单元，则后期热力管网维护过程中，需要人工下到检查井中进行操作，检测管网中是否有泄漏点。这种人工检测方式，一方面有限空间作业存在安全风险且人工成本较高，另一方面，由于人工检测无法实时进行操作，检测的时间和频次受各种因素（如：交通管制等）的限制，不能及时发现管网中出现的泄漏问题，导致泄漏信息滞后。中央监测单元不仅可以实时显示系统监测信息，还可以减少后期系统维护的人员成本，降低人员进入检查井现场操作的风险与隐患，与现场检测单元相比，更安全、高效，信息获取更及时，所以监测系统设计初期应首先考虑安装中央监测单元对管网进行自动实时监测。中央监测单元是直埋供热管网科学管理、经济运行的重要标志之一，是现代直埋热水管网监控系统发展的必然趋势，管网规模越大，实施中央监测单元的作用和意义也就越大。

**3.2.2** 现场检测单元由管道中的信号线、检查井内的连接电缆

及便携式检测设备等组成，利用便携式检测设备，维护人员在检查井内对管网中是否泄漏的情况进行定期检测和定位故障点或潮湿点，并可测量被测管线中信号线的实际长度。现场检测单元是整个泄漏监测系统的基础，也是监测系统建立过程中最重要的部分，现场检测单元的质量是整个泄漏监测系统能否顺利建成的关键。

**3.2.3** 中央监测单元是由固定监测装置、通信模块和上位机等组成，可自动采集、记录并远程传输检测数据，以及实时自动显示报警信息并存储检测信息。固定监测装置可实时监测并存储管网中的泄漏信息，通信模块可完成数据及报警信息的传输。上位机系统是中央监测单元的重要部分，在日常运行及维护中，上位机系统的通信稳定性以及数据处理能力是十分重要的。同时，上位机系统应具有大量监测数据的存储能力。中央监测单元的长期、稳定运行，依赖于固定监测装置、通信模块和上位机系统稳定地联合运行，如有必要，可增设备用电源。

### **3.3 现场检测单元和中央监测单元**

#### **3.3.1 现场检测单元的基本功能**

**1** 直埋热水管道及管件在制造、运输及施工安装过程中，可能出现信号线断路、信号线与钢管间短路、信号线与信号线间短路等故障。在管网运行期间，可能出现由于保温管道外护管或工作钢管的缺陷或损坏而导致的保温层进水或受潮，因此泄漏监测系统应具有检测故障点和潮湿点的功能。当被监测管道在制造、施工安装及后期运行过程中出现故障点和潮湿点时，泄漏监测系统的定位功能可使系统维护人员确定故障点和潮湿点的位置，以便合理地制定维修计划。

**2** 被监测管网有可能在同一时间、同一管段上出现两处甚至两处以上故障点或潮湿点，因此泄漏监测系统应具有同时定位同一监测回路上至少两处故障点和潮湿点的功能。

**3** 在泄漏监测系统建立过程中，应实时比对信号线与实际

管线长度的偏差，并避免出现信号线漏接、错接的情况。信号线与实际管线间的长度偏差值是准确定位故障点或潮湿点的重要影响因素之一，因此需测量并记录信号线长度。

4 信号线预制在保温层中，是监测系统的基本组成部分。位于保温层中的信号线，不仅可以完成故障点和潮湿点的检测功能，还可以完成检测信号的传输。直埋热水管网和信号线通过连接电缆、末端密封等形成一个连续、密封的整体。当热力管网中信号线中断时，会破坏监测回路的连续性，影响监测信息的传输。不同原理的监测系统需要匹配相适应的信号线，信号线与便携式检测设备连接后，应能感应管网中的故障点和潮湿点。整个受监测的管网中的信号线应是连续、不间断的，以保证监测信息在传输过程中不中断。

5 连接电缆在监测系统的检查点及连接点处应与信号线进行连接。在监测系统后续维护过程中，当出现泄漏报警需要精确定位及排查泄漏点时，便携式检测设备需与检查点处的连接电缆进行连接并精确定位泄漏点的位置。设置于热力站中的固定监测装置需要通过连接电缆与监测系统中的信号线进行连接，形成一个连续不间断的回路系统，所以连接电缆应能与信号线、便携式检测设备及固定监测装置进行连接，保证监测系统信息传输的连续性。而且在验收阶段，管网的连续性和密封性是泄漏监测系统的两项基本要求。连接电缆是连接信号线与监测设备的关键部件。连接电缆在连接信号线末端和固定监测装置时，需确保良好的密封性。信号线和连接电缆的末端都不能暴露在空气中，连接电缆布置完成后至固定监测装置完成连接前，应对连接电缆做密封处理。

6 便携式检测设备用于故障点和潮湿点的现场检测。在监测系统建立过程中，当保温管道接头保温过程中连接信号线时，可利用便携式检测设备进行检测，以便及时发现接头处及管网中的潮湿点及故障点，并在管网回填前及时修复，避免回填后再进行开挖增加维护难度及成本。当监测系统建成后出现泄漏报警

时，现场定位修复过程中也需要利用便携式检测设备在检查点处对泄漏点进行精确定位，以保证开挖的准确性，缩短维修时间和成本。所以便携式检测设备应具备现场检测及定位故障点及潮湿点的功能。

**3.3.2** 设立中央监测单元的目的在于将现场检测单元的人工检测及定位故障点的功能升级为自动监测功能，通过互联网络可实现自动报警、自动存储、自动发送报警信息等。中央监控单元是现代直埋热水管网监测系统发展的必然结果。

1 直埋热水管道及管件在制造、运输及施工安装过程中，可能出现信号线断路、信号线与钢管间短路、信号线与信号线间短路等故障。在管网运行期间，也可能出现由于管道外护管或工作钢管的缺陷或损坏而导致的保温层进水或受潮，因此中央监测单元要具有检测故障点和潮湿点并自动报警的功能。

2 被测信号线的长度与实际管线长度的偏差值是准确定位故障点或潮湿点的重要影响因素之一，因此中央监测单元应具备测量并记录信号线长度的功能，在管网出现泄漏时，与实际管线的长度进行比对，确定泄漏点的位置。

3 泄漏监测系统的自动检测功能，不仅可以使管网维护人员在第一时间准确了解管网的运行情况，而且可以大量减少管网运行维护的人工投入，降低维护人员井下作业的安全隐患。固定监测装置是监测数据采集的终端。固定监测装置应能实时检测与其相连的信号线的工作状态，并实时监测管网的运行情况。

4 通信模块将监测数据实时地传输至上位机系统，上位机系统的控制指令，也会通过通信模块传输至固定监测装置。

5 上位机系统应能实现长期的数据采集与汇总，实时显示管网的工作状态，并及时发出报警信息。泄漏监测系统中安装上位机运行软件，不仅可以实时显示现场检测信息、存储历史数据，还有助于维护人员通过对历史数据的比对，分析故障点或潮湿点产生的原因，判断泄漏点的发展趋势，以便合理制定维修、维护方案，提高管网运行与维护的综合效率。

**3.3.3** 中央监测单元根据需求可选择同时具有自动泄漏检测及泄漏定位功能，或选择只有泄漏检测功能没有泄漏定位功能。如没有泄漏定位功能，当系统出现泄漏报警时，则只能通过便携式检测设备进行现场泄漏定位。经济条件允许时，建议中央监测单元选择同时具有泄漏检测及泄漏定位功能，以便更及时地了解管网中泄漏点位置。

#### **3.3.4** 固定监测装置的要求。

1 现场的检查室中难以提供固定监测装置所需的稳压电源，并且固定监测装置属于电子类产品，对温、湿度有一定的要求，检查室内通常温度、潮湿都比较高，无法满足固定监测装置对工作环境的要求，因此固定监测装置不应安装在检查室内，而应安装在换热站或地上建筑内，并应避免出现受潮或外界水进入，造成短路或设备损坏。所以监测系统在设计初期应根据管网设计图以及固定监测装置的传输方式选择符合要求的地上建筑物或换热站。

2 由于固定监测装置为电子元器件，所以要求安装环境干燥、安全。同时，所选的安装地点应能提供固定监测装置所需的稳压电源，以保证其正常工作。

3 固定监测装置通常与通信模块安装在一起。如采用无线通信形式，安装地点需确保通信模块能接收到足够强度的无线网络信号。如使用有线通信，安装地点需具备有线网络通信条件。

4 被监测管线的起始点应在建筑物或换热站内，即含有信号线的保温管道应进入建筑物或换热站内，否则安装在建筑物或热力站里的固定监测装置无法与被监测管线中的保温管道及管件中的信号线连接形成监测回路。被监测管道起始点保温层中的信号线需通过连接电缆与固定监测装置连接，所以固定监测装置的安装位置与被监测管道起始点的距离不能大于连接电缆的长度。

## 4 材料及设备

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 不同监测原理的泄漏监测系统所选用的材料及设备有所不同，但不管选择什么设备或材料，在监测系统建成后应具备本规程第 3.3 节的所有基本功能。

**4.1.2** 泄漏监测系统的设备及材料多为电子元器件，在运输和储存过程中要保持干燥，以免在使用前受潮，无法正常安装和运行。

### 4.2 材 料

**4.2.1** 不同监测原理的泄漏监测系统或同一监测原理不同供应商制造的泄漏监测系统材料的种类不同，因此材料可不局限于本条中所涉及的材料。

**4.2.2** 现行国家标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047 对含有信号线的预制直埋热水保温管道、管件及接头的生产、运输及储存，对接头保温施工提出了较明确的要求，尤其对保温管件和保温接头的质量及密封性有比较详细的规定。泄漏监测系统对水及潮气敏感，如果保温管道、管件和保温接头在生产和施工过程中不按标准要求执行，则监测系统在建立过程中及建成后，可能出现较多的报警，增加维修量及监测系统建立建成的难度。保温管道及管件在制造过程中要避免出现信号线短路、断路的情况。由于聚氨酯保温层在发泡反应过程中，会产生较大的力，对信号线产生冲击，所以生产过程中应有工艺措施保证信号线被固定且拉直，防止发泡完成后出现信号线与钢管搭接造成短路，或者信号线与信号线搭接或拧在一起形成短路，同时还要防止信号线被拉断的情况。保温

管及管件生产及接口保温施工过程中，应防止信号线受损，如有损伤，应及时更换，否则在保温层生产发泡过程中容易被拉断。有时即使生产过程中不被拉断，也会留下隐患，在管网运行以后，管道受热膨胀时随管网的应力变化也可能被拉断，形成故障点。保温管和管件在发泡完成后处理端口保温层时，要对信号线加强防护。信号线受到损伤，不容易被发现，当时形成不了故障点，所以往往被忽视，但留下了隐患，为后面监测系统的建立过程带来很多麻烦，应引起重视。接头施工过程中，受现场条件所限，也容易损伤信号线，所以现场接口保温操作人员应经过专业技能培训，并应具备较强的责任心和质量意识。现场保温管及管件在运输及储存过程中同样也要防止信号线受损伤。

**4.2.3** 将信号线预埋在保温层中，当管道运行过程中出现内漏（工作钢管由于砂眼、腐蚀或其他质量缺陷出现的泄漏）和外漏（由于聚乙烯外护管破损开裂或密封不严导致土壤中的水进入保温层）时，信号线与工作钢管间的电阻值会发生变化，为了及时感应这种由于泄漏导致的电阻值的变化，信号线应在保温管道及管件预制保温时预埋在保温层中。管道中不应出现信号线接头以防止出现故障点。管网在运行后，随温差的变化会产生内应力和变形，由于在保温层发泡过程中，信号线已与保温层形成一个整体，信号线也会承受管网的内应力作用。信号线有接头，就存在由于内应力的作用而产生断裂的风险，从而形成故障点，影响监测回路的完整性。如果不及时修复，可能会导致监测系统失效。为减少这种风险，管道和管件中的信号线应尽可能少地出现接头，三通处由于分支布线的需要，可能会出现接头，在接头连线的过程中应保证连接点的质量，避免出现三通埋地、管网运行后信号线断开的现象。

**4.2.4** 泄漏监测系统的信号线是监测系统的基础，对监测系统的建成具有十分重要的影响。

1 由于信号线需预埋至直埋热水保温管道及管件的保温层内，因此信号线的材质、性能、尺寸及安装方式等因素不能影响

直埋热水管道及管件的各项性能，如保温效果、防水密封性及预期使用寿命等。监测系统中所用的信号线应是专用金属线，不同形式的监测系统根据其监测原理对信号线有不同的要求。非专用的金属线会影响监测系统报警及定位的准确性，甚至会影响其功能实现，所以不能随意全部或部分地将非专用的金属线用于监测回路中。

**2** 直埋热水保温管道及管件在保温过程中，化学原料聚醚多元醇和异氰酸酯通过化学反应形成聚氨酯保温层。由于反应过程是放热反应，会导致保温层内部温度很高，而且反应过程中，为了保证保温层的芯部密度，保温层需要产生过填充，此过程中会产生较大的力，所以，为了保证发泡反应过程中信号线在力的冲击下不与钢管搭接短路，同时避免不同的信号线纠缠在一起形成短路，保温过程中需要将信号线拉紧，所以信号线应有较好的机械特性，否则会被拉断。由于信号线钢管的距离为 10mm 左右，管网运行以后，保温层中信号线处也会有较高的温度，这些因素都要求信号线应能承受温度的影响。

**3** 热力管网在运行过程中由于介质温度的变化会产生内应力，随着管网应力的变化，工作钢管和保温层会随之伸长或收缩，由于预制保温管道及管件在保温预制过程中，信号线已与保温层形成一个整体，所以同样会因管网的应力变化而产生拉伸力。为防止信号线被拉断，信号线纵向延伸率应满足管道运行过程中的变形量要求。

**4** 由于信号线预埋在被监测管道保温层内，如维修更换信号线会破坏保温管道，对工程施工和运行造成影响。因此，在整个供热管网的生命周期内，要尽量避免更换信号线，现行国家标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047 中给出了不同连续运行温度下保温管道及管件预期寿命的要求，信号线的寿命不应低于被检测管道的预期使用寿命。

**4.2.5** 信号线与钢管、信号线与信号线间电阻值参考 EN14419

的规定。保温管及管件在生产完成后，要逐根检测信号线是否被拉断、信号线与钢管间是否搭接、信号线与信号线间是否有搭接等问题，如果有问题应及时进行处理。信号线有问题的保温管道及管件不应运到施工现场，以免给后续施工带来更大的麻烦。信号线应与被测管道沿轴线方向平行敷设，以保证信号线长度与实际管网长度尽可能一致，便于精确定位故障点和潮湿点。信号线与钢管间距离的要求依据 EN14419 制定。

**4.2.6** 在保温管道及管件预制过程中，从系统的可靠性角度考虑，应安装有一根或几根备用信号线。施工现场接线时，尤其是在管网运行以后，当保温层内的信号线出现损坏且无法修复时，可启用管道内的备用信号线，否则就要更换保温管道或管件，增加施工难度和运输及维修成本，影响施工周期，带来更大的损失。

**4.2.7** 为便于现场接头发泡时信号线安装，信号线长度可比钢管预留段长度长 20mm，在接头保温过程中，信号线连接时，可将多余部分剪掉。自由端预留的信号线在储存及运输过程中，应采取避免受损，信号线一旦受损出现硬伤，如在接头保温施工时没有发现并进行替换，可能会在管网运行后随管网应力变化出现断开的情况，成为故障点。为避免信号线在储存及运输过程中损坏，可将信号线置于保温管两侧管端的保温层内。备用信号线可沿保温层端面切除，目的是将备用信号线与待用信号线区别开，以防现场连接信号线时接错线。

**4.2.8** 如果信号线表面有附着物，会影响信号线连接质量；若信号线上有油污或其他附着物，保温接口发泡时信号线周围的泡沫不能良好地包裹信号线，会影响监测数据的准确性。

**4.2.9** 含有信号线的保温管及管件，在制造记录单中应明确记录每个保温管及管件在制造过程中有关信号线的相关信息，如：信号线的数量和通断情况，信号线间及信号线与钢管间的电阻值等，这些信息作为后续信号线出现问题时追踪的依据和参照，也是产品质量可追溯的内容之一。

**4.2.10** 泄漏监测系统的连接电缆及配件在安装过程中，需要打开保温层或外护管，在信号线连接完成后应及时对保温层及外护管进行恢复。连接电缆及配件往往安装在检查室中，由于防水效果差、下雨等原因，检查室内往往湿度较大，有的甚至有积水，保温管道有被水浸泡的可能。如果焊接密封不好，此处可能成为报警点，甚至会影响直埋热水管道及管件的保温效果和正常使用寿命，所以连接电缆焊接的密封性很重要。一方面，连接电缆的材料和性能应与高密度聚乙烯外护管具有良好的可焊性；另一方面，由于检查室内空间有限，操作不方便，可能会影响外护管焊接的效果，所以在连接电缆的焊接过程中应加以关注，确保外护管焊接的密封性良好。连接电缆的参数应与预制保温管道中预埋信号线的参数一致，否则会影响系统的连续性和定位精度，影响监测功能的实现。

### 4.3 设 备

**4.3.1** 不同形式或同一形式不同供应商制造的泄漏监测系统的设备种类和数量不同，所以泄漏监测系统的设备不局限于本条中所涉及的设备内容。

**4.3.2** 由于直埋保温管道的现场施工多为连续施工，当便携式检测设备供电能力不能满足长时间室外作业的要求时，将无法满足连续施工的要求，影响施工工期，所以，在选择便携式检测设备时，应考虑其电源的蓄电能力（建议连续工作时间不少于24h）或有备用电池。

**4.3.3** 固定监测装置的防护等级要能避免设备受潮、灰尘进入及外部损坏。

**4.3.4** 固定监测装置的现场实时检测信息要上传至中央监控室的上位机系统中，所以设备应具备数据远程传输的通信接口，当固定监测装置与上位机系统的通信接口不一致时，应进行通信接口的协议转换。监测历史数据不仅是了解被监测管网的运行情况的重要依据，也是判断被监测管线上泄漏点和故障点产生的原因

及判定是否需要开挖修复的依据。

**4.3.5** 固定监测装置根据其对工作环境要求，一般安装在热力站或控制中心内，可根据现场条件、安装方式、用户需求和建设成本，选择采用有线或无线的通信方式与上位机系统的通信模块进行实时监测数据的传输。

**4.3.6** 为便于将固定监测装置中采集的数据传输至中央监控室的上位机系统中，可将通信模块与固定监测装置安装在同一电控箱内。

**4.3.7** 泄漏监测系统可利用已有的管网运营和维护的网络平台，不仅能简化系统后期维护的工作量，还可以节省网络资源，减少投资费用。

**4.3.8** 上位机系统放置在中央监控室内，可方便管网运行人员查看。被监测管网的维护人员通过上位机系统可在中央监控室或办公室内实时了解系统的运行情况。维护人员在查看管网压力、流量的监控数据时，若出现异常，可同时查看泄漏监测系统的数数据，方便作出准确判断。同时，监测信息的历史记录有助于维护人员对故障点和潮湿点产生的原因及发展趋势进行分析与判断。UPS 电源可确保在电力供应故障时，上位机系统正常运行，运行数据不致丢失。

**4.3.9** 上位机系统具有报警指示功能并能发出报警信息，有助于被监测管网维护人员及时发现并获取管网的运行情况及报警的具体内容，以便在问题发现初期组织相关人员分析管网运行状态，编制应急预案，避免造成更大的损失。

## 5 施 工

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 泄漏监测系统设计图是根据施工总设计图制定的，施工前由施工总设计方审核执行。当施工总设计图出现变更或施工现场与总设计图不一致时，可能会导致泄漏监测系统设计方案和材料的变更，例如在施工过程中出现临时增设三通、放风阀、补偿器、固定支架等情况时，监测系统设计图应进行调整，并应及时通知总设计方进行确认和变更。如果监测系统设计图不随之进行调整与变更，遗留到施工结束后，有些问题可能无法解决，造成监测系统功能无法实现。

**5.1.2** 在直埋热水管道泄漏监测系统建立的过程中，含有信号线的保温接头的安装质量是保证泄漏监测系统建立建成的关键。与保温管道及管件的工厂预制相比，接头保温由于是现场施工，会受到现场施工条件的限制，保温接头的质量保证难度更大。由于直埋热水管网中，至少每 12m 就有一个保温接头，如果保温接头的安装质量无法保证，泄漏监测系统在建立后会到处出现报警，管网就失去了监测的意义。所以含有信号线的保温接头除了按现行国家标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047 要有可靠的工艺及质量保证外，现场施工还应严格按照现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定执行。接头处外护层应密封良好，避免外界水渗入保温层。接头保温过程中，应保证泡沫层干燥。信号线连接不应出现断路和短路的情况。

**5.1.3** 信号线连接过程中应确保信号线干燥、保温层干燥、接口外护层的密封性良好。如果工作坑有水或雨天进行施工，则不

易完全清除泡沫层中的水气，影响接头保温层的干燥度，后期会产生报警。

## 5.2 信号线施工

**5.2.1** 监测系统在泄漏定位时，检测的是保温层内信号线的实际长度，而在开挖修复时，通过测量管线长度进行定位开挖，即将测定的起始点到故障点或潮湿点间管网中信号线的长度与管网施工图对比，确定管网故障点所对应的地面上的位置，找到故障点，开挖并进行修复。为使信号线长度与管网长度尽可能保持一致，提高故障定位的准确度，在管道安装对口时，将信号线统一置于管道的正上方向，目的是避免出现信号线旋转，减小信号线实际长度与管线长度的差异，以保证泄漏点定位的准确性。信号线宜拉直并与钢管平行，拉直的目的一方面是避免信号线下垂与钢管搭接产生报警，另一方面是使信号线的长度尽可能与工作钢管的长度即管线的长度保持一致，保证定位精度。不得交叉连接是为了避免信号线与信号线搭接造成短路，同时，交叉连接会增大信号线与管线的长度偏差，影响定位精度。由于管网每 12m 就会有一个接头，所以如果每个接头处信号线长度与管线长度产生一些偏差，整个管网累积起来偏差就很大，会最终影响定位的精度。在信号线对接过程中，当旋转角度过大时，会导致信号线长度与管线的实际长度产生偏差，将影响后期管道故障点的定位精度。当现场由于特殊原因信号线对接出现旋转，角度大于  $45^{\circ}$  且无法调整时，则必须在信号线连接示意图上做标记，供后续现场故障定位时参考。

**5.2.2** 管道施工对口前，对每根信号线进行检测，其目的是发现信号线有故障后能及时修复或更换，避免对口焊接完成后再进行更换，增大工作量，影响工期。直埋热水管道及管件在制造完成后，经过储存、运输等过程，信号线与钢管间的电阻值会有所下降。本条规定的信号线与钢管间电阻值是基于施工经验及国内施工水平制定的。

**5.2.3** 在管道对口施工完成后，如不能及时进行钢管焊接，放置一段时间后可能会出现意外损伤信号线或保温层进水的情况，因此，在钢管焊接前应对信号线进行再次检测，发现故障点和受潮点应及时进行修复或更换，避免焊接完成后再进行更换保温管道或管件，不仅增加施工难度及成本，而且影响工期。

**5.2.4** 在钢管焊接过程中易出现焊接高温及焊渣损伤信号线的情况，焊接前应用挡板对信号线进行遮挡，避免焊接操作过程或焊渣飞溅损伤信号线。另外，在管道上踩踏或抛放尖锐物品时也可能对信号线造成损伤，因此施工作业时应应对信号线进行保护。

**5.2.5** 出现信号线损坏且无法修复的情况，可优先考虑启用备用信号线代替，尽量避免现场修管或换管，以免增加经济成本，影响工期。在无备用信号线可选用、只能修复管中的信号线时，信号线连接应牢固，且外护管的修复应保证其密封性，以免后期埋地后进水成为报警点。

**5.2.6** 接头处信号线连接前，应清除钢管表面的水、油污等，保证钢管表面清洁、干燥，否则，接口保温时不仅会影响保温层的质量，还可能将水气等裹在保温层中，形成报警点。保温管道在储存、运输过程中，可能会导致管道两侧自由端泡沫受潮的情况出现，如果在钢管焊接完成后不能及时进行接头保温，例如等待管道试水打压等，也可能导致由于接头长时间裸露或被沟里的水浸泡等情况，所以需要在连接信号线前，对其进行检测，去除管道两端的受潮泡沫，如果钢管焊接时出现泡沫层受损的情况，也需要将受损的泡沫去除，以免安装完成后形成报警点。如果将钢管表面的水气或受潮的泡沫层封存在接头内，运行过程中也有可能在管道没有发生内漏、外漏的情况下，形成报警点。

**5.2.7** 如果在接头保温过程中出现使用明火的情况，为了避免火焰损伤信号线，可在距信号线四周 300mm 的范围内对信号线进行遮挡保护。

**5.2.8** 接头处信号线连接时应拉直并清除其表面的附着物，是

信号线连接准备工作中重要内容之一。将信号线拉直，是为保持信号线和工作钢管的间距，可避免在接头保温发泡过程中信号线搭接钢管。信号线表面有附着物，如连接部位有残余泡沫时，会影响信号线的连接质量和保温泡沫层对信号线的包覆效果。如果信号线有损伤，损伤部位可能会成为信号线的薄弱点，在热力管网运行过程中，由于受管网内应力而产生拉伸与收缩时可能出现信号线断开的情况，从而产生故障点。

**5.2.9** 信号线连接所使用的专用工具及连接方法应严格按照指导说明文件连接。操作人员在上岗操作前应接受专业的培训，以保证接线的质量。

**5.2.10** 棉毡的作用是利用其吸附特性来吸附保温层中的水和潮气。当有水或潮气进入保温层中时，被棉毡吸附，可以及时发现潮湿点，增加报警与监测的灵敏度。尤其在接头保温过程中，通过棉毡的吸附，可以及时发现保温层中的潮气，尽早维修，避免管道回填或运行后再进行修复，增加维修难度和维修成本。所用的棉毡应是干燥的，使用受潮的棉毡，不仅起不到有效吸附潮气、及时报警的作用，还会通过棉毡直接将水气带入接头处的保温层中，棉毡内包裹的信号线可能会产生报警。

**5.2.11** 在接头保温发泡反应过程中，为了保证保温层的芯部密度，需要产生过填充，此过程中会产生较大的力。为了保证发泡反应过程中信号线在力的冲击下不与钢管搭接短路，接头处的信号线处应装有支撑支架。支撑支架与信号线间应能相对自由移动，避免支架把信号线固定，限制其活动。接头处信号线与管道钢管间的距离和管道保温层内信号线与钢管间的距离一致，可减小信号线长度与管线长度的偏差，提高定位精度。

**5.2.12** 无论采用哪种形式的接头保温工艺，信号线都应置于接头保温层内部，与钢管的轴线平行设置。接头保温施工过程中应采取保护措施，防止对信号线造成损伤。

**5.2.13** 在接头保温发泡的过程中，可能会出现由于泡沫挤压而使得信号线搭接钢管或者信号线连接不牢固而断开的情况，所以

每个接头保温完成后要对信号线进行检测，保证信号线符合要求。如出现故障应及时修复，避免管道在回填后再进行修复，增大施工难度和成本。所规定的信号线与钢管间电阻值是基于施工经验及国内的施工水平制定的。

**5.2.14** 现场断管时，不得对信号线进行拉拽，反复拉拽会对信号线造成损伤。当信号线受损点在保温层内时，比较隐蔽，不容易被发现，安装完成后，在管网运行过程中，受损的信号线在管网应力作用下产生拉伸可能会断开，形成故障点。所以，断管过程应一次性剪断信号线。断管结束后，应对管中的信号线进行重新检查，合格后方可继续使用。

**5.2.15** 管沟中未能及时完成的保温接头和预留管端，在雨期和地下水位高时，可能会被水浸泡，尤其管端保温层有脱层现象时，沟里的水可能会顺着保温层与钢管间的脱层缝隙向里渗入，存留于保温层内，如果不清除，可能会形成报警点。长时间预留的管端不仅保温层容易出现受潮或进水的情况，信号线也可能受损，所以应对其进行保护，避免不必要的损失。

**5.2.16** 预制直埋管道和泄漏监测系统的安装是一项隐蔽工程，施工过程中的数据与记录对后续监测系统的运行与维护有重要的参考价值。在施工过程中应绘制信号线连接示意图，将施工过程中的相关信息如管件和接头的位置、系统的起始点和终点、检查点和连接点的位置、信号线的长度及实际管线长度等在图中进行标注，以便后期泄漏监测系统运营维护及定位修复时参考。

### 5.3 仪表配件安装

**5.3.1** 泄漏监测系统连接电缆安装时需要将信号线通过外护管引出，因此安装完成后应对引出位置进行保温及密封处理，防止外界水进入保温层而影响保温管道的使用寿命。

**5.3.2** 连接电缆接头可随时打开并连接便携式检测设备，当连接电缆的金属接头在不打开时应有密封防水措施，避免外界水进入电缆接头，导致报警。连接电缆被水长时间浸泡，水不仅进

入电缆接头，还可能沿电缆芯向两端渗入，导致连接电缆报废失效。

**5.3.3** 采用无线数据通信的固定监测装置，无线数据通信一般通过无线网络平台进行数据传输，若设备安装区域没有无线网络信号，则无法实现无线数据传输功能，所以，无线数据通信的固定监测装置在安装前应确保安装区域能接收到无线网络信号。如管网中找不到有无线网络信号的安装位置，可通过增加天线或改用有线数据网络的方式实现数据传输。

**5.3.4** 上位机系统应能全天 24h 在线显示泄漏监测系统的运行情况，宜安装在中央监控室或办公室中，便于维护人员第一时间了解系统的运行情况和获取报警信息。

## **5.4 现场检测与修复**

**5.4.1** 在管道施工过程中，应对保温层干燥度和信号线连接情况进行检测，发现问题及时修复，尽量减少在管道回填后或运行过程中出现潮湿点和故障点的情况，以免增加修复的难度和成本，影响泄漏监测系统的顺利建成。

**5.4.2** 现场应随时对信号线进行检测，使其满足泄漏监测系统的要求。

1 在单根管道对口前对信号线进行检测，如果出现故障点或潮湿点，在焊接前进行修复或更换，避免焊接后修复管道，增大施工难度和维修成本。

2 在每个接头信号线连接完成后对信号线进行检测，如果出现信号线短路、漏接、错接的情况，应及时修复。

3 管道沟槽回填之前应对已施工完成的含有信号线的被监测管道进行整体检测。

**5.4.3** 在泄漏监测系统建立过程中，监测回路中信号线的连接质量及保温接头的施工质量是监测系统建立的关键环节，直接影响监测系统是否能顺利建成。所以接头保温施工过程中的质量控制及各阶段对信号线的检测非常重要，应加以重视。在泄漏监测

系统建立过程中加强检测，出现问题及时修复，做起来相对容易，如果管网回填后再进行开挖修复，施工难度大，有时受交通管制，不具备开挖修复的条件，无法及时修复。

1 对信号线进行通断检测，确保监测回路整体连通，形成一个完整的回路，没有断点，以免影响泄漏监测系统顺利建成。

2 信号线间出现短路会形成故障点，监测系统建成后会出现报警，多处故障点的存在会增加定位及修复难度，甚至会影响泄漏监测系统的正常使用。

3 信号线与钢管间出现短路，会形成故障报警点，多处故障点的存在会增加修复难度和成本，应及时修复，以免影响泄漏监测系统的正常使用。

4 单个直埋热水管道及管件的信号线与钢管间电阻值体现了保温层是否干燥以及信号线与钢管间是否有搭接短路，钢管焊接对口前对每个保温管道及管件的保温层阻值进行检测，目的是在焊接前及时发现有问题的保温管及管件，避免焊接完成后再发现，出现换管的情况。

5 一段管网施工完成后，在回填前再一次对信号线与钢管间保温层的电阻值进行检测，确保信号线与钢管间保温层干燥，没有水和潮气，信号线与钢管间没有短路搭接。

6 在泄漏监测系统建立过程中，要实时比对信号线与实际管线长度的偏差，信号线与实际管线长度的偏差值是准确定位故障点或潮湿点的重要影响因素之一，因此应及时测量并记录信号线长度。信号线连接完成后其实际的长度通常大于管道的实际长度，长度测量后要进行记录，以供后期泄漏监测系统运行维护及定位时进行参考。

**5.4.4** 泄漏监测系统建立过程中的检测记录应存档保留，为后期泄漏监测系统维护过程中故障点和潮湿点的判断、定位及修复提供依据。针对本规程第 5.4.2 条中的前两种情况的检测，只需检测人员、接口保温施工单位、监测系统施工单位（如与接口保温施工不是一个单位时）、工程监理签字即可。针对本规程第

5.4.2 条中的第 3 款情况，除上述人员签字外，还需项目施工单位及甲方项目负责人签字。

**5.4.5** 在沟槽回填完成前填写泄漏监测系统现场检测记录，以确保回填前发现管线中的故障点和潮湿点并进行修复。

**5.4.6** 现场修复要求。

1 在泄漏监测系统施工过程中，应对所有不符合监测要求的故障点和潮湿点进行修复，以保证系统的顺利建成。

2 管道保温层中出现信号线断路、信号线与信号线短路、信号线与钢管短路等情况都会导致报警，为保证监测系统的顺利建成，检测过程中出现上述问题时，应及时修复。针对存在故障且无法修复的信号线可启用备用信号线，如果管道中无可用的备用信号线时，可考虑更换保温管道或管件。

3 当检测到管道保温层中存在潮湿点时，应完全去除受潮泡沫。如果将受潮泡沫残留在管道保温层中，在管网后期运行过程中会出现系统报警。

4 管道中信号线的长度一般都会长于钢管的实际长度，当信号线的长度与实际管线的偏差值超过 3m 时，则需要找到偏差原因。长度偏差值是监测系统后续故障定位与修复的重要参考依据，所以需要特殊标注。

**5.4.7** 管道修复后要重新检测被修复管段，以确保修复结果满足泄漏监测系统的要求。修复过程及检测结果的记录和存档可作为监测系统后期运营和维护的参考。

## 6 调试与验收

### 6.1 一般规定

6.1.1 被监测管道保温施工安装完成后应及时进行泄漏监测系统的调试，发现问题及时进行修复，以保证泄漏监测系统顺利投入使用。

6.1.2 泄漏监测系统调试完成后，应进行系统验收。对监测回路、固定监测装置的功能、通信模块功能、上位机系统的功能等进行验收，以保证与管网同时投入使用。

### 6.2 调 试

6.2.1 泄漏监测系统的信号线连接调试、固定监测装置功能调试及上位机系统数据通信调试可在每个阶段施工完成后分别进行。

6.2.2 对施工停工的项目，无法进行整体调试时，可进行阶段性调试，发现问题及时修复，以便后期进行验收。对验收完成的部分可提前投入使用。

6.2.3 信号线连接、固定监测装置安装及上位机系统安装，完成上述任何一项后即可进行调试。

6.2.4 泄漏监测系统调试过程、内容及调试结果应存档，以供泄漏监测系统后期验收时参考。

6.2.5 调试过程中可能出现信号线短路、断路、潮湿点、故障点、监测数据无法正常传输及显示等情况，应及时查找原因并进行修复。

### 6.3 验 收

6.3.1 泄漏监测系统调试完成后，应及时进行验收，以保证及

时投入使用。

**6.3.2** 为有效验证泄漏监测系统的各项功能，可模拟管网运行后可能出现的问题进行验证，如：模拟信号线断开、信号线与钢管搭接或保温层中进水产生潮湿点等问题，验证监测系统是否能产生报警，并对报警点进行定位，确定监测系统的定位精度。

1 由泄漏监测系统使用方在被验收管段上任意选取一点（建议在检查室中选取），将信号线断开，确定固定监测装置及上位机系统是否能在要求的时间内监测到故障点并发出报警信息。针对有故障定位功能的固定监测装置，根据选取模拟点的实际位置或配合便携式检测设备，确定定位精度误差。

2 由泄漏监测系统使用方在被验收管段上任意选取一点（建议在检查室中选取），将信号线与钢管之间的保温层注少量的水，或将信号线与钢管搭接确定固定监测装置及上位机系统是否能在要求的时间内监测到故障点并发出报警信息。针对有故障定位功能的固定监测装置，根据选取模拟点的实际位置或配合便携式检测设备，确定固定监测装置的定位精度误差。

4 验收完成后应及时将模拟故障点或潮湿点复原，恢复监测回路的正常状态，以免影响泄漏监测系统的正常运行及使用。

**6.3.3** 当现场检测及模拟故障点和潮湿点，并完成阶段性验收、整体性验收等各项规定后，可视为验收合格。

**6.3.4** 对当年无法完成施工的泄漏监测系统项目或被监测管道施工停工3个月以上的项目，无法进行整体验收时，可对已施工完成的泄漏监测系统项目进行阶段性验收。阶段性验收应在阶段性调试完成后进行，可根据完成进度按照本规程第6.3.1条和第6.3.2条独立进行阶段性验收。

**6.3.5** 验收人员可不局限于本条中所规定的相关人员。

**6.3.6** 验收报告是泄漏监测系统重要资料之一，应妥善保存并纳入竣工资料管理。监测系统验收过程中除填写验收报告外，还应检查监测系统的资料是否齐全，如：设计图、系统设计变更及说明、系统接线示意图、泄漏监测系统使用及维护说明、设备使

用说明书及合格证、备忘录等。

**6.3.7** 泄漏监测系统确认验收合格后，应向泄漏监测系统的用户进行竣工资料移交。泄漏监测系统建设方可根据用户需要对其监测系统维护人员进行相关培训。

**6.3.8** 竣工资料是泄漏监测系统后期运行维护的重要依据及支持文件，应妥善保存。竣工资料中的示意图为监测系统整体的接线示意图。竣工资料宜整理成册，用于后期的运行管理。在后期维护过程中出现报警时，可参照竣工资料进行判断及制定修复方案或预案。

## 7 运行与维护

### 7.1 运行

**7.1.1** 针对报警信息有时需要通过实际监测数据与历史数据进行对比后，维护人员根据对管网的运行经验给出是否开挖修复的判断结果。结合管网的其他信息如地理位置、重要程度、是否具备开挖条件等情况，确定具体的修复方案或应急措施。

**7.1.2** 根据中央监控系统的判断结果找到离报警点距离最近的检查点，利用便携式检测设备进一步定位。定位完成后参照对比泄漏监测系统接线示意图，确定报警点的具体位置。

**7.1.3** 直埋热水管网属于隐蔽性工程，其故障程度不可视，当确定了故障点或潮湿点位置且具备修复条件后应及时修复。故障点如不修复，会影响监测系统的正常运行。潮湿点不修复，聚氨酯保温层在高温且有潮气或水的条件下将逐步产生碳化，热损失增加，粘结强度下降，严重时破坏三位一体式的保温结构，偏离管网最初的设计计算基础。随着时间的推移，碳化还会沿管网向泄漏点两侧蔓延，最终会导致保温层整体失效。

**7.1.4** 通常情况下如果短时间内有大量的外界水或介质进入保温层，如管道外护管开裂或钢管有砂眼或腐蚀漏点等导致介质进入保温层中等，监测数据值在短时间内会发生较大变化。如果由于接头处外护层密封不严导致的少量水进入保温层，监测数据变化相对会小，维护人员可根据其变化程度制定相关的应急预案。

**7.1.5** 管网的运行状态和报警记录都应存档，作为管网运行记录及后续泄漏监测系统报警分析及制定修复方案的参考依据。

**7.1.6** 每个供暖季结束后，根据全年的泄漏监测系统运行情况编写年度运行报告，不仅能评估管网的整体运行情况，还有助于

维护人员全面了解泄漏监测系统的运行状态。

## 7.2 维 护

**7.2.1** 为保证泄漏监测系统的有效运行，需要有专职人员进行维护。维护人员应了解泄漏监测系统的运行维护方法及相关注意事项，并应每天检查固定监测装置的数据，分析被监测管线的具体运行情况，出现问题及时采取措施。

**7.2.2** 在高水位或多雨地区，检查室中往往会有大量的积水，可能会浸泡连接电缆。泄漏监测系统的连接电缆被水浸泡后可能会出现误报警的情况，如果连接电缆长期被水浸泡，可能导致无法正常工作。所以维护人员应定期巡查检查室，发现电缆被水浸泡的情况应及时处理。

**7.2.3** 如因特殊原因固定监测装置还未投入使用时，对没有安装固定监测装置的被监测管线，无法通过监测装置对管网进行自动监测及数据传输，只能通过便携式检测设备由维护人员进入检查井对管线进行人工检测，确定管网中是否存在信号线短路、断路、保温层进水或受潮等情况。这种情况下，一旦出现管网泄漏，不能及时获得相关信息。运行单位可根据管网的具体情况，根据需求确定是否提高巡查频次。

**7.2.4** 由于便携式检测设备及固定监测装置都属于电子类设备，应定期检查设备运行及供电情况，确保设备能正常使用。

**7.2.5** 为防止监测数据历史记录丢失，应定期备份监测信息及历史数据。

**7.2.6** 竣工资料中包括监测系统的使用及维护说明、设备使用说明书等资料，系统维护人员可参照这些资料进行维修操作。

**7.2.7** 当泄漏监测系统的设备出现故障，经判断需要修复时，应进行系统设备维修。

**7.2.8** 对直埋热水保温管道及管件进行修复时，应彻底清除或更换泄漏点两侧的潮湿或失效的保温层，以保证修复的有效性，避免修复不彻底引起二次报警，造成更大的损失。当直埋热水保

温管道及管件无法修复时，应及时更换，以保证监测系统的有效运行。

**7.2.9** 泄漏监测系统维修完成后，应对维修的部分及整个监测回路进行全面检测，确保修复效果满足系统的正常运行要求。

**7.2.10** 针对泄漏报警点的修复过程及修复结果应记录存档，以便为泄漏监测系统的后期运行与维护提供依据。

**7.2.11** 供热管网建立泄漏监测系统后因增设分支或阀门等需要打开保温层时，如操作不当会使信号线受损，影响监测系统的监测功能。一般情况下，如需打开保温层，应提前与保温管道及泄漏监测系统供应商进行确认。如遇紧急情况需立即打开保温层，来不及提前通知保温管道及泄漏监测系统供应商时，可在打开保温层后及时通知管道及泄漏监测系统供应商。如信号线受损，应及时进行修复。操作完成后，应及时修复受损的保温层和外护管。同时，应保证修复和密封的质量，以防后续出现报警或影响系统的监测功能。