

ICS 91.140.10

CCS P 46

团体标准

T/CDHA ××××—××××

噪声法管道声波监测系统技术条件

Technical conditions for noise-based acoustic system for pipe monitoring

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国城镇供热协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统构成和基本功能	3
5 设备与材料	4
6 设计	8
7 安装和测试	9
附录 A（规范性） 供应商提交相关技术文件	12
附录 B（规范性） 监测系统设计文件	16
附录 C（规范性） 声波信号采集处理单元频响测试	17
附录 D（规范性） 信号采集处理器供单元电测试	18
附录 E（规范性） 联网测试	19
附录 F（规范性） 监测系统检查、测试和验收	20
附录 G（规范性） 竣工图文件	22
附录 H（规范性） 交付技术文件	23
参考文献	24

前 言

本文件按照 GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国城镇供热协会提出。

本标准由中国城镇供热协会标准化专业委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

噪声法管道声波监测系统技术条件

1 范围

本文件规定了噪声法管道声波监测系统技术条件的术语和定义、系统构成和基本功能、设备与材料、设计、安装和测试要求。

本文件适用于输送流体管道的噪声法监测系统的设计、安装和检测。

2 规范性引用文件

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

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h+12h 循环）

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 9813.3 计算机通用规范 第3部分：服务器

GB/T 14714 微小型计算机系统设备用开关电源通用规范

GB/T 14715 信息技术设备用不间断电源通用规范

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 18015.7 数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第7部分：具有1200MHz及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 数字及模拟通信电缆分规范

GB/T 18802.32 低压电涌保护器 第32部分：用于光伏系统的电涌保护器 选择和使用导则

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 33766 独立太阳能光伏电源系统技术要求

GB/T 41269 网络关键设备安全技术要求 路由器设备

JB/T 11137 锂离子蓄电池总成通用要求

YD/T 1096 路由器设备技术要求 边缘路由器

YD/T 3398 整机柜服务器机柜子系统技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

噪声法管道声波监测系统 noise-based acoustic system for pipe monitoring

通过采集和分析管道内流体或结构产生的噪声信号，结合信号处理算法和数据分析，实现诊断和定位泄漏的系统。以下简称噪声法监测系统。

3.2

管道泄漏声波信号 acoustic signal of pipe leakage

在管道发生泄漏时，由于流体（气体或液体）从破损处高速喷出或泄漏过程中与管道壁、周围介质相互作用而产生的声波或振动信号。信号通常包含特定的频率特征和能量分布，可用于检测、定位和评估泄漏事件。

3.3

信号采集传感器 sensor, acoustic signal

可将弹性波所产生的质点运动转变成电信号的一种传感器件，通常为压电性的。

3.4

信号变送器 signal convertor

将传感器采集的噪声/振动信号进行前置放大和转换的电子器件。

3.5

信号采集处理器 signal acquisition processor

用于管道泄漏监测声波信号滤波、放大、模数转换以及与监测系统服务器进行数据通信的电子设备。

3.6

服务器系统 server system

接收和识别来自于信号采集处理器的监测数据并对所接收的监测数据进行处理的综合计算机系统。包括路由器、服务器主机、监测平台（监测数据管理软件）和服务器辅助设施。服务器有云服务器和私有服务器两种形式。

3.7

监测平台 surveillance platform

运行在服务器上，用于接收、识别监测数据并对其进行分类存储、显示、运算、分析、提供报表以及登陆及访问权限管理的软件。

3.8

节点 nodes

监测系统中在供热/供冷管道上部署声波传感器、变送器和数据采集处理器的位置。

3.9

精定位设备 instrumentation, accurate location

声波监测系统中，用于人工操作精确测定管道泄漏位置的设备，主要包括相关仪和电子听漏仪。

3.10

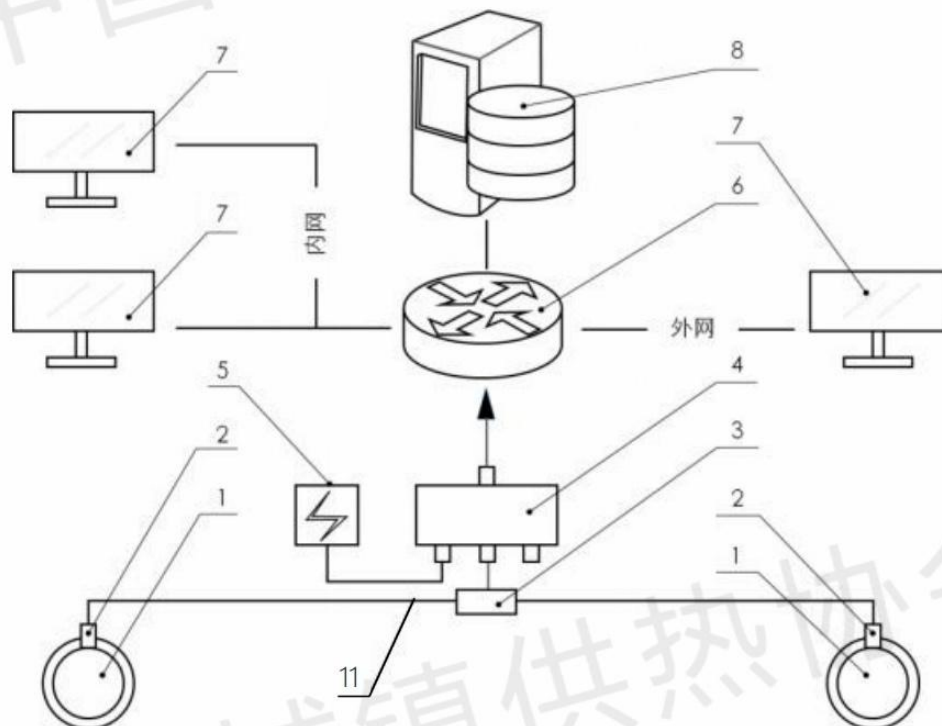
信号采集处理单元 signal collection unit

由信号采集传感器、信号变送器、信号采集处理器、连接电缆及连接器、供电单元和设备箱共同构成，完成信号采集、处理和上发功能的各器件总称。

4 系统构成和基本功能

4.1 系统构成

4.1.1 噪声法监测系统应包括声波信号采集系统、数据通信系统和声波监测数据管理系统。监测系统构成示意图见图 1。



标引序号说明：

- 1——供热管道；
- 2——声波信号传感器；
- 3——信号变送器；
- 4——信号采集处理器；
- 5——供电单元；
- 6——路由器；
- 7——用户；
- 8——服务器；
- 9——信号电缆及连接器。

图 1 监测系统构成示意

4.1.2 声波信号采集系统应包括声波传感器、声波信号变送器和声波信号采集处理器。

4.1.3 数据通信系统应包括位于服务器侧具有静态公网 IP 地址的数据专线和路由器、位于声波信号采集处理器侧的通信单元、物联网卡和移动通信网络系统。

4.1.4 声波数据管理系统应包括服务器及基本运行系统软件、数据接口软件和声波监测数据管理软件。

4.2 基本功能

噪声法监测系统应具备下列基本功能：

- a) 采集介质输送钢管噪声数据；
- b) 识别介质输送钢管泄漏声波发射事件；
- c) 泄漏声源计算定位；
- d) 为用户和其他信息系统访问用户提供访问端口。

4.3 系统安全

噪声法监测系统安全应符合下列规定：

- a) 应可实现独立组网，满足信息安全要求；
- b) 应支持数据硬件加密功能。
- c) 应配备网络安全防护基本功能。
- d) 网络安全应符合 GB/T 22239 的规定。

5 设备与材料

5.1 基本规定

5.1.1 工作环境应符合下列规定：

- a) 声波信号传感器的工作温度范围为-40℃～120℃；
- b) 信号变送器和信号处理器的工作温度范围为-20℃～80℃；
- c) 声波信号传感器和信号采集处理器耐环境试验方法及条件应按表 1 的规定执行。

表 1 耐环境试验方法及条件

性能	试验方法	试验条件
低温	GB/T 2423.1	温度：-25℃ 时间：2h
高温	GB/T 2423.2	温度：+55℃ 时间：2h
恒定湿热	GB/T 2423.3	温度：40℃±2℃ 相对湿度：93%±3% 时间：2d
交变湿热 ^a	GB/T 2423.4	温度：40℃±2℃ 相对湿度：93%±3% 时间：12d
^a 试验时被测设备不通电，不进行中间检测。		

5.1.2 用于地下安装环境的监测系统部件均应实现免维护，并均应具有耐久性。

5.1.3 电气设备安全应符合 GB 4793.1 的规定。

5.2 声波信号传感器

5.2.1 声波信号传感器性能应符合表 2 的规定。

表 2 声波信号传感器性能

参数	单位	指标
幅值线性度	%	1
频率响应	Hz	0.7-10000
频率响应 (±3dB)	Hz	0.4-15000
安装共振频率	kHz	16
横向灵敏度	%	≤5
输出阻抗	Ω	<100
外壳介电性	Ω	>108

5.2.2 声波信号传感器应具有内螺纹安装孔，用于传感器与被监测构件表面安装固定。

5.2.4 声波信号传感器应具有不锈钢激光封焊保护外罩。

5.2.5 声波信号传感器的防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP ×8。

5.3 信号变送器

5.3.1 信号变送器应具有分辨和转换声波信号的功能。

5.3.2 信号变送器的响应频带应在 100Hz~2000Hz 之间，信号频段不应低于 10 个。

5.3.3 信号变送器与信号采集处理器之间应采用 RS485 通信协议。

5.3.4 单个信号变送器应至少能提供两个变送通道和连接两个声波信号传感器。

5.3.5 信号变送器应能够从信号采集处理器获得工作供电。

5.3.6 信号变送器的动态范围不应小于 80dB。

5.3.7 信号变送器的防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP67。

5.4 信号电缆及连接器

5.4.1 声波信号传感器与变送器之间、变送器与信号处理器之间的信号电缆均应符合 GB/T 18015.7 的规定。

5.4.2 传感器到信号变送器之间的信号电缆长度不应超过 2m，信号变送器和数据采集处理器之间的信号电缆长度不应超过 150m。

5.4.3 信号电缆连接器防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP68。

5.5 信号采集处理器

5.5.1 信号采集处理器应包含信号滤波、放大、模数转换、无线通信模块和蓝牙通信模块并集成在同一个设备外壳内。信号处理器可内置内部电源模块。

5.5.2 信号处理器的响应频带应在 100Hz~2000Hz 之间，信号频段不应低于 10 个。

5.5.3 信号处理器应具备至少两个模拟量输入端口，每个模拟量数据端口均应能够接入一个信号变送器。每个模拟量输入端口均可提供两个信号通道。

5.5.4 信号处理器应至少提供两个开关量通道。开关量通道可用于井室水位监测或井盖监测。

5.5.5 信号处理器应能在 9VDC~30VDC 宽电压供电条件下正常工作。

5.5.6 信号处理器应具备 LED 工作状态指示功能。

5.5.7 信号处理器应支持蓝牙通信，能在无网络连接条件下通过蓝牙与手机实现数据通信，并能通过手机读取当前声波信号监测数据。

- 5.5.8 信号处理器应可进行闭塞时间设置并按设置自动执行监测数据采集和上发程序。
- 5.5.9 信号处理器应支持自动深休眠模式和自动唤醒。
- 5.5.10 信号处理器应支持蓝牙唤醒功能并在蓝牙唤醒后自动执行数据采集和上发程序。
- 5.5.11 信号处理器应支持无线数据传输协议。
- 5.5.12 信号处理器应同时支持数据传输控制协议和用户数据报送协议。
- 5.5.13 信号处理器应支持物联网卡。
- 5.5.14 信号处理器应至少采集和上发 10 个以上频率及其对应分贝幅度的数据和设备自检数据。设备自检数据至少包括数据时长、供电电压、信号强度和内部温度。
- 5.5.15 信号处理器的防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP 67。
- 5.5.16 信号处理器应具备抗扰度性能，并应符合 GB/T 17626.2 的规定。

5.6 供电单元

- 5.6.1 供电单元可采用外接电源、太阳能光伏、电池组供电。
- 5.6.2 采用外接电源供电时，应符合下列规定：
 - a) 外接电源电压 220VAC，输出电压为 24VDC；
 - b) 供电单元应配置空气断路器、漏电保护器和开关电源；
 - c) 开关电源应符合 GB/T 14714 的规定。
- 5.6.3 采用太阳能光伏供电时，应符合下列规定：
 - a) 光伏供电单元输出电压为 12VDC；
 - b) 应按充满蓄电池时间不超过 4h 容量配置晶体硅光伏板、充电控制器、蓄电池和低压电涌保护器；
 - c) 低压电涌保护器应符合 GB/T 18802.32 的规定；
 - d) 晶体硅光伏板、充电控制器和蓄电池应符合 GB/T 33766 的规定。
- 5.6.4 采用电池组供电时，应符合下列规定：
 - a) 锂电池组或干电池组供电，供电电压 12VDC；
 - b) 电池组容量不应低于 40Ah；
 - c) 锂电池组应符合 JB/T 11137 的规定；
 - d) 电池组外配置不应低于 GB/T 4208—2017 规定 IP68 防护等级保护箱。

5.7 通信系统

- 5.7.1 独立组网系统中，接入服务器侧路由器的通信专线应配置调制解调器，具有静态公网 IP 地址，带宽不低于 20Mbps，上下行等速。
- 5.7.2 信号采集处理器的物联网卡应依据处理器调制解调器适配类型选择无线物联网卡。
- 5.7.3 路由器技术条件应符合 YD/T 1096 的规定。路由器安全应符合 GB/T 41269 的规定。

5.8 服务器系统

- 5.8.1 服务器的型式应为机架式服务器，服务器应符合 GB/T 9813.3 的规定。
- 5.8.2 服务器的配置应符合下列规定：
 - a) CPU 不低于至强 4310；

- b) 内存配置不低于 $2 \times 16\text{GB}$;
- c) 硬盘应为热插拔硬盘, 配置不低于 $6 \times 600\text{G}$;
- d) 应配置双套热插拔电源。

5.8.3 服务器安装环境应符合 GB/T 9361 的规定。

5.8.4 服务器机柜应符合 YD/T 3398 的规定。

5.8.5 服务器应急供电电源应符合 GB/T 14715 的规定。应急供电不间断电源充电控制器的功率不应低于 3kW , 蓄电池配置数量满足 1h 延时工作需要。

5.9 监测平台

5.9.1 数据接口

5.9.1.1 数据接口可采用标准接口或与信号采集处理器匹配的数据接口程序。

5.9.1.2 监测系统数据接口宜同时采用硬件接口作为一种数据接口安全措施。

5.9.2 数据存储、调阅和共享

5.9.2.1 监测平台应能自动完整存储管理系统的监测数据。数据存储周期不少于 24 个月。

5.9.2.2 监测平台应具有数据调阅功能。

5.9.2.3 监测平台应能根据需要为第三方信息平台共享数据。

5.9.2.4 监测平台应提供数据打印和数据文件转存功能。

5.9.3 显示

监测平台应具有下列显示功能:

- a) 应能显示具有动态缩放功能的实时地图;
- b) 应能显示各监测区域管道路由、节点、信号采集处理器数据状态色标;
- c) 监测区域管道路由线条应能随数据状态色标动态变化;
- d) 信号处理器数据状态色标应提供右键点击链接到相应的信号采集处理器数据页面。

5.9.4 监测平台软件应具有下列功能:

- a) 应具有不同画面切换的操作按钮;
- b) 应提供用户名和密码登陆界面;
- c) 应能显示包含全部监测区域的监测数据全览列表;
- d) 应能够概览监测区域数据, 概览数据应包含采集处理器全部自检数据和监测区域各声波信号通道各频段信号分贝幅度值;
- e) 应能进行各监测区域评价门槛设置;
- f) 应能浏览各监测区域监测数据报表;
- g) 应能生成各监测区域信号采集处理器自检数据的趋势曲线;
- h) 应能显示各监测区域各频段分贝幅值数据的趋势曲线且应能够选择各频段监测数据显示或关闭;
- i) 应能查阅各监测区域各频段在指定时间域内的众数值和众数在不同频段的分部情况;
- j) 应能基于两个声波信号通道上所选择时段的监测数据进行基于连续声波信号衰减的源定位计算;

- k) 应能查阅报警记录列表;
- l) 应具有基于评价门槛、动态门槛和干扰噪声滤除算法的动态连续计算分析功能并向用户动态提供与漏水异常相关的分析结论;
- m) 应能对评价门槛和动态监测数据以及分析数据进行比较并依据设定规则进行预警和报警处理并向用户发出报警提示信息;
- n) 应提供能对报警时间进行响应处理和记录的界面;
- o) 应能关闭和打开任一监测区域的监测事件响应。

5.10 验证排查

对于监测系统给出报警提示的漏水异常点,宜采用相关仪和电子听漏仪等人工排查。

5.11 供应商技术文件

声波监测系统供应商应提交相关技术文件,并应符合附录 A 的规定。

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 对于新建供热管道工程,声波监测系统的设计应与管道系统设计同步进行。对于既有管道增配声波监测系统工程,应进行单独的声波监测系统设计。

6.1.2 管道系统由于路由变化导致设计变更的,声波监测系统应同步进行设计变更。

6.2 内容组成

6.2.1 声波监测系统设计内容应包括设计说明、图纸目录、设备材料表、数据采集点布置平面图、数据采集点接线图、数据采集点做法大样图和相关土建结构图。

6.2.2 数据采集点布置平面图应包含管道路由信息、管道建设环境背景信息和节点位置平面布置信息。

6.2.3 数据采集点接线图应包含信号传感器、信号变送器和信号处理器的接线图以及信号处理器供电系统接线图。

6.2.4 数据采集点做法大样图包含传感器安装方式大样图、地上设施位置和安装图以及所处安装环境信息。采集点宜部署在检查井内。

6.3 采集点布置

6.3.1 声波监测信号采集点首选位置为三通和固定点。每个三通位置布置一个声波信号采集传感器。每个固定点两侧各设置一个声波信号采集传感器。

6.3.2 直管段和平面转弯路由上按最大 250m 管道延长米均布采集声波信号采集传感器。

6.3.3 可能存在的湍流干扰声波信号,垂直上翻处的高点位置不宜布置声波信号采集传感器。

6.3.4 为便于日后检修，直埋管道传感器位置宜结合监测管道所穿越的井室设置。直埋管道传感器设置位置无工艺井室的，应设置监测数据采集检查井，检查井尺寸应保证所监测管道通过井室，管道侧向净空不小于 500mm，管底净空不小于 300mm，沿管道轴向方向井内宽度不小于 1500mm。

6.4 多模态互补监测参数

6.4.1 可将压力和流量参数作为声波监测数据的多模态互补参数。

6.4.2 管道运行压力参数与漏水异常声波信号幅值具有正相关特性，将监测管段的压力参数纳入监测范围有助于通过压力与泄漏信号相关性对漏水异常情况的判定提供辅助参考。

6.4.3 可选择在分支点供回水管道安装流量传感器采集流量差信息，通过分支区域管段失水参数辅助漏水异常判断。

6.4.4 采用多模态互补流量和压力监测参数并且需要增设现场采集点的，应在布置图上体现流量压力采集点布置位置并将流量压力采集点纳入采集点接线图和大样图。

6.5 精定位设备传感器接入点

6.5.1 每一个监测系统声波信号采集点均应设置精定位设备传感器接入点。精定位设备传感器接入点的安装要求应纳入到节点大样图。

6.5.2 精定位设备传感器接入点应可吸附磁体材料。

6.5.3 精定位设备传感器接入点应涂敷防腐涂层。

6.5.4 精定位设备传感器接入点应从介质输送钢管焊接固定，并对引出位置供热管道采取防水措施。精定位设备传感器接入点引出不应造成供热（供冷）管道外护层密封缺陷。

6.6 监测系统设计文件

监测系统设计文件应按附录 B 的规定执行。

7 安装和测试

7.1 设备材料检查

监测系统设备材料到货后应进行质量检查，并应检查下列内容：

- a) 目视检查监测系统到货数量是否完全，外观质量是否完好无损；
- b) 按附录 C 的规定进行声波信号采集处理单元频响测试，并应填写测试报告。

7.2 安装图纸

现场安装实际工作进行前，应事先准备和审阅监测系统全套设计图纸。

7.3 信号采集处理单元安装

7.3.1 现场安装信号采集处理器满足监测系统供应商给定的声波信号采集处理器安装方法和要求。

7.3.2 信号采集处理单元所使用连接线缆及其连接器在未经技术确认条件下不得替换或变更。

7.4 信号采集处理单元检查和测试

7.4.1 信号采集处理单元安装完成后应随即进行检查和测试。

7.4.2 接线检查应符合下列规定：

- a) 确认各信号电缆连接情况符合设计图纸要求；
- b) 确认供电单元接线符合接线设计图纸要求；
- c) 确认供电单元输出电压正常；
- d) 信号采集处理器供单元电测试应按附录 D 的规定执行。

7.4.3 信号采集处理单元测试应按附录 C 的规定进行声波信号采集处理单元频响测试，并应填写测试记录。

7.5 联网测试

7.5.1 全部信号采集处理单元、服务器、通信专线、监测平台安装和调试完成后进行联网测试。

7.5.2 联网测试按附录 E 的规定执行，并应填写测试记录。

7.6 监测系统检查、测试和验收

监测系统试运行后应进行检查、测试和验收，并按附录 F 的规定执行。

7.7 路由测量和监测系统竣工图

7.7.1 路由测量

7.7.1.1 路由测量在信号采集处理单元安装的过程中随工程进度进行。

7.7.1.2 路由测量结果包含管道走向和长度信息，测量长度精度 0.1m。

7.7.1.3 路由测量结果应纳入竣工图。

7.7.2 监测系统竣工图

7.7.2.1 监测系统安装完成后应同期完成监测系统竣工图。

7.7.2.1 监测系统竣工图包括系统构成拓扑图、节点布置图、节点接线图。

7.7.2.2 系统构成拓扑图应符合下列规定：

- a) 系统构成拓扑图应表达监测系统的组成要素和联系；
- b) 系统构成拓扑图应按实际项目装备情况标注各组成要素。

7.7.2.3 节点布置图应符合下列规定：

- a) 节点部署图应结合路由测量随信号采集处理单元安装过程逐步完善；
- b) 节点部署图应表达节点位置、节点装备和供电方式的信息；
- c) 节点部署图应表达管道实际走向和长度；
- d) 节点部署图应表达管道纵向上下翻点位置和局部纵断图；
- e) 节点部署图应表达管道井室、阀门、固定节等相关结构信息。

7.7.2.4 节点接线图应符合下列规定：

- a) 节点接线图应包含监测系统全部信号采集处理单元安装节点的接线图；

b) 节点接线图应清晰表达信号采集单元接线和供电单元接线关系;

c) 节点接线图的线标应与实际安装线标保持一致。

7.7.2.5 声波监测系统竣工图文件应按附录 G 的规定执行。

7.8 系统交付技术文件

试运行结束后在监测系统交付时, 应按附录 H 的 (对应) 规定交付技术文件。

8 维护与保养

8.1 年度检查保养

年度检查保养应符合下列规定:

- a) 应对监测系统下位数据采集系统进行年度检查保养;
- b) 保养应对传感器进行一次耦合剂补充和模拟测试。模拟测试可通过在传感器附近钢管或钢管连接附件刮擦方式测试传感器响应, 模拟测试无数据变化的, 应更换传感器;
- c) 对监测设备外接供电系统和防护设施进行一次检查保养, 保证设备供电正常。

8.2 日常检查保养

根据监测系统上位报警情况对相关采集点发生报警情况的设备或附件进行检查更换, 主要涉及采集点供电电源、采集点信号采集处理器、采集点变送器、采集点传感器以及连接线缆和防护设施。

附 录 A

(规范性)

供应商提交相关技术文件

A.1 信号采集处理单元交货状态技术文件应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 信号采集处理单元交货状态技术文件

序号	设备或单元	内容
1	声波信号传感器	a) 型号和功能描述 b) 外形图和外形尺寸 c) 技术数据清单
2	声波信号变送器	a) 型号和功能描述 b) 外形图、外形尺寸和安装尺寸 c) 技术数据清单
3	声波信号采集处理器	a) 型号和功能描述 b) 外形图、外形尺寸和安装尺寸 c) 通信方式 d) 面板指示的意义 e) 技术数据清单 f) 蓝牙连接说明书 g) 出厂测试合格报告
4	连接电缆及连接器	a) 电缆的型号和长度 b) 连接器型号和外形图 c) 连接器与连接电缆的接线图
5	外接电源供电单元	a) 供电单元接线图 b) 输入和输出电压 c) 各元器件的型号和技术数据清单 d) 出厂测试合格报告
6	太阳能供电单元	a) 供电单元接线图 b) 供电单元输出电压 c) 各组成元器件的型号和技术数据清单 d) 出厂测试合格报告
7	电池组供电单元	a) 供电单元接线图 b) 供电单元供电电压 c) 各组成元器件的型号和技术数据清单 d) 出厂测试合格报告
8	室外设备箱	a) 外形图、外形尺寸和安装尺寸 b) 技术数据清单 c) 出厂合格证
9	井室内设备箱	a) 外形图、外形尺寸和安装尺寸 b) 技术数据清单 c) 出厂合格证
10	室内设备箱	a) 外形图、外形尺寸和安装尺寸

		b) 技术数据清单 c) 出厂合格证
--	--	-----------------------

A.2 工程现场安装信号采集处理单元技术文件应符合表 A.2 的规定。

表 A.2 工程现场安装信号采集处理单元技术文件

序号	设备或单元	内容
1	传感器安装说明	a) 传感器及防护结构安装图 b) 传感器接线连接图 c) 传感器安装材料表 d) 传感器安装工具表 e) 传感器安装工艺说明书
2	信号变送器安装说明	a) 信号变送器及防护结构安装图 b) 信号变送器接线图 c) 信号变送器安装材料表 d) 信号变送器安装工具表 e) 信号变送器安装工艺说明书 f) 传感器、信号变送器和连接线功能测试的要求 ——关于测试所需设备的说明 ——关于测试方法的说明 ——关于测试结果的要求 ——测试记录
3	天线安装说明	a) 声波信号处理器的技术数据清单 b) 声波信号处理器的安装方式说明
4	设备箱安装说明	a) 设备箱结构图 b) 设备箱安装图 c) 设备箱安装材料清单 d) 设备箱安装工具清单 e) 设备箱安装工艺说明 f) 设备箱警示标识的要求
5	供电单元安装说明	a) 供电电源接线图 b) 供电单元接线说明 c) 供电单元安装说明 d) 供电单元安装材料清单 e) 供电单元安装工具清单 f) 供电单元安装后测试说明 g) 供电单元安装后测试记录
6	信号采集处理器安装说明	a) 信号处理器安装说明 b) 信号处理器开机与测试说明 c) 信号处理器开机测试记录

A.3 服务器系统交货状态技术文件应符合表 A.3 的规定。

表 A.3 服务器系统交货状态技术文件

序号	设备	内容
----	----	----

1	服务器主机	a) 服务器主机说明书 b) 服务器主机合格证 c) 服务器主机性能配置清单 d) 服务器主机预装软件清单 e) 服务器主机附件配置清单
2	路由器主机	a) 路由器主机说明书 b) 路由器主机合格证 c) 路由器主机性能配置清单 d) 路由器主机附件清单
3	显示器	a) 显示器说明书 b) 显示器合格证 c) 显示器性能配置清单 d) 显示器附件清单
4	键盘	a) 品牌型号 b) 键盘合格证 c) 键盘附件清单
5	鼠标	a) 品牌型号 b) 鼠标合格证
6	不间断电源 (UPS)	a) 品牌型号 b) 充电头说明书 c) 性能配置清单 d) 电池组配置说明 e) 附件清单 f) 接线说明书

A.4 通信系统交货状态技术文件应符合表 A.4 的规定。

表 A.4 通信系统交货状态技术文件

序号	设备或单元	内容
1	专线交货状态说明 (适合独立组网系统)	a) 通信专线办理责任主体说明 b) 通信专线交付状态说明 c) 通信专线技术数据清单
2	服务器访问说明 (适合非独立组网系统)	a) 服务器访问地址说明 b) 该项目服务器访问登陆信息说明 c) 该项目所包含的节点信号处理器设备清单
3	物联网卡	a) 信号处理设备与物联网卡编号对应表 b) 物联网卡网络管理软件说明 (适合独立组网) c) 物联网卡故障联系方式说明 (适合独立组网)
4	硬件锁	a) 硬件锁技术数据清单 b) 硬件锁安装说明

A.5 服务器系统安装技术文件 (适合独立组网系统) 应符合下列规定:

- a) 服务器系统硬件安装说明;
- b) 服务器系统软件安装说明。

A.6 数据接口软件技术文件 (适合独立组网系统) 应符合下列规定:

- a) 数据接口软件概要说明；
- b) 数据接口软件安装说明；
- c) 数据接口软件设置说明。

A.7 组网方式技术文件应包括下列内容：

- a) 声波监测系统组网图示说明；
- b) 声波监测系统组网通信说明；
- c) 声波监测系统组成清单。

A.8 监测平台技术文件应符合表 A.5 的规定。

表 A.5 监测平台技术文件

序号	系统	内容
1	独立组网系统	a) 监测平台软件组成 b) 监测平台软件自启动方式说明 c) 监测平台软件画面组成说明 d) 监测平台软件操作说明 e) 监测平台软件界限值设置说明 f) 监测平台软件维护说明 g) 监测平台软件常见故障及处理方式说明
2	非独立组网系统	a) 监测平台软件画面组成说明 b) 监测平台软件操作说明 c) 监测平台软件界限值设置说明 d) 监测平台软件常见故障及处理方式说明

A.9 声波监测系统运行维护管理技术文件应符合下列规定：

- a) 声波监测系统监测平台运行数据应用说明；
- b) 声波监测系统监测平台报警处置说明；
- c) 声波监测系统信号采集处理单元日常检查与维护；
- d) 声波监测系统监测软件平台日常运行管理；
- e) 声波监测系统年度检查与维护管理说明。)

附 录 B
(规范性)
监测系统设计文件

表 B 监测系统设计文件

序号	文件	内容
1	设计说明	a) 监测系统设计图纸目录 b) 监测系统项目概况说明 c) 监测系统技术来源说明 d) 监测系统部署方式概要说明 e) 监测系统组网方式概要说明 f) 监测系统整体组成概要说明
2	设备材料清单	—
3	数据采集点布置平面图	a) 管道路由信息 b) 管道路由所处环境背景信息 c) 采集点位置信息 d) 采集点编号信息 e) 采集点设备编号信息
4	数据采集点接线图	a) 传感器与信号变送器和信号处理器以及天线的接线图 b) 传感器与信号变送器连接器接线图 c) 信号变送器连接器与信号处理器连接器接线图
5	数据采集点做法大样图	a) 采集点检查井土建图 b) 传感器安装方式大样图 c) 传感器安装工艺说明 d) 变送器安装方式大样图 e) 变送器安装方式工艺说明 f) 采集点设备箱安装位置图 g) 采集点设备箱安装方式说明
6	采集点精定位设备接入点做法大样图	a) 采集点精定位设备接入点做法大样图 b) 采集点精定位设备接入点安装工艺说明

附录 C

(规范性)

声波信号采集处理单元频响测试

C.1 测试方法

- C.1.1 声波信号采集处理单元频响测试通过手机蓝牙连接信号处理器实施。
- C.1.2 将各通道传感器、变送器和声波信号采集处理器通过连接电缆正确连接。
- C.1.3 将一节 3.7V18650 锂电池正确装入声波信号采集处理器电池仓，严格避免正负极接反。
- C.1.4 通过手机蓝牙连接信号采集处理器，查看各通道各频率声波幅值数据情况。通过划擦或敲击传感器临近物体，查看各通道各频率声波幅值数据变化。
- C.1.5 通过手机看到各通道各频率声波幅值数据并随测试发生变化，频响测试合格。

C.2 测试记录

声波信号采集处理器单元频响测试记录应包括下列内容：

- a) 项目名称；
- b) 业主名称；
- c) 监测系统供应商名称；
- d) 测试日期；
- e) 测试人；
- f) 信号采集处理器序列号；
- g) 变送器序列号；
- h) 测试结果。

附录 D

(规范性)

信号采集处理器供单元电测试

D.1 测试方法

D.1.1 根据信号采集处理器供电方案分别对供电系统输出端进行电压测试。

D.1.2 外接电源供电方案：按照供电系统接线图做好线路连接，用万用表电压档测量开关电源输出端电压，输出电压应为 24VDC。

D.1.3 光伏板供电方案：按照供电系统接线图完成光伏板、太阳能蓄电池和充电控制器以及其他附件的连接，在光照正常条件下，检查太阳能充电控制器 LED 指示是否正常，工作状态设置是否为常开，用万用表电压档测量太阳能充电控制器负载输出端电压，输出电压应为 12VDC。

D.1.4 电池组供电方案：用万用表电压档测量电池组输出端电压，输出电压不低于 12VDC。

D.2 测试记录

测试记录应包括下列内容：

- a) 项目名称；
- b) 业主名称；
- c) 监测系统供应商名称；
- d) 测试日期；
- e) 测试人；
- f) 供电方案；
- g) 供电系统测试套数；
- h) 供电系统测试结果。

附录 E

(规范性)

联网测试

E.1 测试方法

E.1.1 声波监测系统联网测试在项目拟验收各节点全部安装完成、通信系统配置完成、服务器系统安装完成、监测平台软件配置完成后，由监测系统供应商实施。

E.1.2 通过路由器配置软件，确认服务器专线通信正常（独立组网系统），或登陆网页版监测系统平台软件，确认各节点信号采集处理器数据刷新正常（非独立组网系统）。

E.1.3 通过数据接口软件，确认各节点数据刷新正常（独立组网系统）。

E.1.4 通过服务器监测平台软件，确认信号各采集处理器自检数据和监测数据刷新正常。

E.1.5 确认服务器监测平台软件，确认监测平台软件各显示功能操作正常。

E.2 测试记录

测试记录应包括下列内容：

- a) 项目名称；
- b) 业主名称；
- c) 监测系统供应商名称；
- d) 测试时间；
- e) 测试人；
- f) 各节点安装情况；
- g) 服务器及软件安装情况；
- h) 通信系统情况；
- i) 各节点监测数据刷新情况；
- j) 各节点自检数据刷新情况；
- k) 服务器软件各项功能检查情况。

附录 F

(规范性)

监测系统检查、测试和验收

F.1 基本规定

- F.1.1 监测系统试运行后的检查、测试和验收应在监测系统经过不少于 4 周试运行后进行。
- F.1.2 设备联网检查应包括全部信号采集处理器联网情况和数据通信情况。
- F.1.3 信号采集处理单元应检查信号采集处理单元安装情况。
- F.1.4 检查测试及验收完成后，编制验收报告。

F.2 服务器系统检查和验收

检查和验收应符合下列规定：

- a) 检查服务器系统硬件安装情况；
- b) 从服务器监测平台软件检查和确认声波监测系统各信号采集点数据链接和刷新情况；
- c) 检查和确认声波监测系统平台软件各项功能情况；
- d) 模拟断电后重新通电检查和验收服务器软件自动重启、监测系统程序自动加载和数据自动重新链接和刷新情况；
- e) 从电脑用户端访问服务器，确认电脑用户端监测系统平台数据加载正常；
- f) 从手机用户端（如果有）访问服务器，确认手机用户端监测系统平台数据加载正常。

F.3 信号采集处理单元检查

检查应符合下列规定：

- a) 检查传感器安装是否符合设计要求；
- b) 检查变送器安装是否符合设计要求；
- c) 检查信号处理器安装是否符合设计要求；
- d) 检查供电系统安装是否符合设计要求；
- e) 检查信号处理器工作指示是否正常；
- f) 检查通过手机蓝牙连接信号处理器是否能够正常读取监测数据；
- g) 检查信号处理器通信连接是否正常。

F.4 模拟测试

- F.4.1 通过划擦或敲击信号处理单元安装节点的管道及其连接附件的金属结构，通过访问服务器检查监测数据各频率声波幅值是否发生正相关变化。
- F.4.2 可对全部数据采集节点进行模拟测试，也可以通过抽查的方式对部分数据采集节点进行模拟测试，抽查测试遇数据反应不正常情况，则应进行 100%模拟测试检查。

F.5 验收报告

声波监测系统验收报告应包括：

- a) 项目名称;
- b) 业主名称;
- c) 监测系统供应商名称;
- d) 验收日期;
- e) 验收人员信息;
- f) 验收人员确认签字。
- g) 服务器侧检查验收情况，包括：
 - 服务器系统硬件安装情况;
 - 服务器端各信号采集点数据链接和刷新情况;
 - 声波监测系统平台软件各项功能情况;
 - 服务器软件平台断电重启自动加载情况;
 - 电脑用户端访问服务器数据加载情况;
 - 手机端用户（如果有）访问服务器数据加载情况。
- h) 信号采集处理单元检查验收情况，包括：
 - 传感器安装是否符合设计;
 - 变送器安装是否符合设计;
 - 信号处理器安装是否符合设计;
 - 信号处理器工作指示是否正常;
 - 手机 APP 蓝牙连接信号处理器是否能够正常读取监测数据;
 - 信号处理器通信连接是否正常。
- i) 模拟测试检查验收情况，包括：
 - 模拟测试方法;
 - 节点编号;
 - 模拟测试数据变化是否具有正相关性。

附 录 G

(规范性)

竣工图文件

表 G 竣工图文件

序号	文件	内容
1	统竣工图说明	a) 监测系统竣工图图纸目录 b) 监测系统竣工图概况说明 c) 监测系统竣工状态部署方式概要说明 d) 监测系统竣工状态组网方式概要说明 e) 监测系统整体竣工状态组成概要说明
2	设备材料清单	—
3	数据采集节点布置竣工平面图	a) 竣工状态管道路由信息 b) 竣工状态管道路由所处环境背景信息 c) 竣工状态节点位置信息 d) 竣工状态节点编号信息 e) 竣工状态节点设备编号信息
4	数据采集节点做法竣工图	a) 节点检查井竣工尺寸图 b) 竣工状态传感器安装方式大样图 c) 竣工状态变送器安装方式大样图 d) 节点设备箱竣工状态安装位置图
5	节点精定位设备接入点做法图	—
6	竣工状态管段粗定位计算配对表	—

附录 H
(规范性)
交付技术文件

- H.1 竣工技术文件包括供应商技术文件、设计图和竣工图文件、供应商过程测试文件、检查验收文件。
- H.2 供应商技术文件包括表 B.1～表 B.10 的全部文件。
- H.3 设计图和竣工图文件包括表 C.1 和 C.2 的全部文件。；
- H.4 供应商过程测试文件包括：
- a) 声波信号采集处理器频响测试记录；
 - b) 信号采集处理器供电测试记录
 - c) 声波监测系统联网测试记录。
- H.5 检查验收文件为 G.4 声波监测系统验收报告。

参考文献

- ASTM E1211/E1211M—17 Standard Practice for Leak Detection and Location Using Surface-Mounted Acoustic Emission Sensors (使用表面安装式声发射传感器进行泄漏检测和定位的标准方法)
- ASTM E1139/E1139M—17 Standard Practice for Continuous Monitoring of Acoustic Emission from Metal Pressure Boundaries (金属压力边界声发射连续监测的标准)
- ASTM E2374—16 (Reapproved 2021) Standard Guide for Acoustic Emission System Performance Verification (声发射系统性能验证标准指南)
- ASTM E1316—22a Standard Terminology for Nondestructive Examinations 无损检测标准术语
- ASTM E976—15 (Reapproved 2021) Standard Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response (确定声发射传感器响应再现性的标准指南)
- ASTM E650/E650M—17 Standard Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors (压电式声发射传感器安装标准指南)
- EN 14419:2019 District heating pipes – Bonded single and twin pipe system for buried hot water networks – Surveillance systems (埋地热水管网的单管和双管系统——监测系统)