**P46 中国工程建设标准化协会标准**

**CECS**

 **T/CECS XXX-XXXX**

**供热管道光纤监测系统技术规程**

**Technical specification for optical fiber monitoring system for heating pipeline**

**（征求意见稿）**

**2023.10.18**

**20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施**

**中国工程建设标准化协会 发布**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发2022年第一批协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字【2022】13号）的要求，标准编制组在深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容：1.总则；2.术语；3.设备与材料；4.工程设计；5.工程施工；6.系统测试；7.工程验收；8.运行与维护。

本标准由中国工程建设标准化协会负责管理，由中国市政工程华北设计研究总院有限公司和唐山兴邦管道工程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，请寄送中国市政工程华北设计研究总院有限公司（地址：天津市南开区卫津南路奥体道钻石山星城33号楼，邮编：300381，电话：022-23545320，邮箱：hbyrls@163.com）。

本标准主编单位：中国市政工程华北设计研究总院有限公司

唐山兴邦管道工程设备有限公司

本标准参编单位：中国科学院合肥物质科学研究院

武汉新楚电力集团有限公司

天津求实飞博科技有限公司

北京迪恩康硕科技发展有限公司

北京市建设工程质量第四检测所有限公司

中国城市建设研究院有限公司

天津大学光纤传感研究所

浙江城建煤气热电设计院股份有限公司

济南城投设计有限公司

天津大学精仪学院

山东莱欧信息科技有限公司

天津天地龙管业股份有限公司

天津市宇刚保温建材有限公司

河北益瑞检测科技有限公司

济南能源工程有限公司

辽宁江丰保温材料有限公司

内蒙古伟之杰节能装备有限公司

唐山市热力集团有限公司

辽宁鸿鑫节能科技有限公司

本标准主要编制人员：王 淮、刘洪俊、邱华伟、汤玉泉、徐进东、刘 柯、靳志强、

李广山、蒋 涵、王 帅、白冬军、周 游、刘铁根、姚 旭、

徐 惠、焦 震、刘 琨、徐常志、丁 彧、闫必行、胡 涛、

尹承磊、周佳禄、姜庆章、张卫忠、宣玲国

**目 次**

**[1 总 则 4](#_Toc139873027)**

**[2 术 语 5](#_Toc139873028)**

**[3 设备与材料 6](#_Toc139873029)**

[3.1 光缆及接头盒 6](#_Toc139873030)

[3.2 主机及电源 7](#_Toc139873031)

[3.3 监测平台及通信模块 10](#_Toc139873032)

**[4 工程设计 12](#_Toc139873033)**

[4.1 一般规定 12](#_Toc139873034)

[4.2 系统设置 13](#_Toc139873035)

[4.3 光缆布置 16](#_Toc139873036)

[4.4 穿跨越敷设 19](#_Toc139873037)

[4.5 设备布置 20](#_Toc139873038)

**[5 工程施工 22](#_Toc139873039)**

[5.1 一般规定 22](#_Toc139873040)

[5.2 材料及设备检验 24](#_Toc139873041)

[5.3 路由测量与光缆敷设 25](#_Toc139873042)

[5.4 光缆连接 26](#_Toc139873043)

[5.5 主机安装 28](#_Toc139873044)

[5.6 过程质量检验 28](#_Toc139873045)

**[6 系统测试 29](#_Toc139873046)**

**[7 工程验收 31](#_Toc139873055)**

[7.1 一般规定 31](#_Toc139873056)

[7.2 验收内容 32](#_Toc139873057)

**[8 运行与维护 34](#_Toc139873058)**

**[附录A 监测平台测试 36](#_Toc139873059)**

**[附录B 监测系统检测表 41](#_Toc139873060)**

[本标准用词说明 45](#_Toc139873061)

[引用标准名录 46](#_Toc139873062)

附：[条文说明 47](#_Toc139873063)

#

 **Contents**

**[1 General Provisions 4](#_Toc139873027)**

**[2 Terms 5](#_Toc139873028)**

**[3 Equipments and Materials 6](#_Toc139873029)**

[3.1 Optical Fiber Cable and Closure 6](#_Toc139873030)

[3.2 Host and Power Supply 7](#_Toc139873031)

[3.3 Monitoring Platform and Communication Module 1](#_Toc139873032)0

**[4 Project Design 1](#_Toc139873033)2**

[4.1 General Requirements 1](#_Toc139873034)2

[4.2 System Settings 1](#_Toc139873035)3

[4.3 Optical Cable Arrangement 1](#_Toc139873036)6

[4.4 Crossing the laying 1](#_Toc139873037)9

[4.5 Equipment Layout](#_Toc139873038) 20

**[5 Project Construction 2](#_Toc139873039)2**

[5.1 General Requirements 2](#_Toc139873040)2

[5.2 Material and Equipment Inspection 2](#_Toc139873041)4

[5.3 Routing Measurement and Cable Laying 2](#_Toc139873042)5

[5.4 Optical Cable Connection 2](#_Toc139873043)6

[5.5 Host Installation 2](#_Toc139873044)8

[5.6 Process Quality Inspection 2](#_Toc139873045)8

**[6 System Testing 2](#_Toc139873046)9**

**[7 Project Acceptance 31](#_Toc139873055)**

[7.1 General Requirements](#_Toc139873056) 31

[7.2 Content of Acceptance 3](#_Toc139873057)2

**[8 Operation and Maintenance 3](#_Toc139873058)4**

**[Appendix A Monitor Platform Testing 3](#_Toc139873059)6**

**[Appendix B Monitoring System Check List](#_Toc139873060) 41**

[Explanation of Wording in This Standard 4](#_Toc139873061)5

[List of Quoted Standards 4](#_Toc139873062)6

# [Addition：Explanation of Provisions………………………………………….…………………….4](#_Toc139873063)7

# 1 总 则

**1.0.1** 为促进我国城镇供热事业的发展，提高城镇供热管道监测性能，保障管道安全运行和减少热损失，推广光纤监测系统在集中供热领域的应用，做到技术先进、经济合理、安全运行和保证工程质量，制定本规程。

【条文说明】**1.0.1** 供热管道是城镇供热管网的重要资产，需要可靠的运行，管道由于老化、腐蚀、外力侵害等因素造成供热管网出现故障，导致停暖将产生非常严重的社会影响，所以有必要设置泄漏和振动监测系统，以便在管网出现泄漏时能及时获取报警信息、及时定位、组织修复，保证管网的运行安全。

近几年随着供热管网的发展，光纤泄漏监测系统开始在我国的供热管网中应用。光纤泄漏监测系统通过测量保温管道表面温度变化或地下土壤温度变化等判断管道是否发生泄漏及确定泄漏点的位置。光纤振动监测系统可以监测管道附近是否有挖掘作业，可能对管道产生危险性的事件，可以及时有效的防止管道被损坏的可能性，保证管道的运行安全。

光纤温度和振动监测系统的特点是无检查点设置要求、检测空间分辨率高、定位精度高，不受泄漏点和振动源个数的影响。

**1.0.2** 本规程适用于敷设在管道外部，基于光纤传感技术的供热管道监测系统（以下简称光纤监测系统），用于对城镇供热管道监测系统的设计、施工与验收、运行与维护。

【条文说明】**1.0.2** 本规程仅适用于通过在管槽内与保温管道外部平行敷设光缆，利用光缆内部的光纤来监测管道外部的温度变化，鉴别管道的泄漏或保温失效，保证管道能够得到及时的修复。利用光缆内的光纤也可以监测管道周边的振动信号，来鉴别管道周边的侵害性挖掘，以保证管道受到损害前，侵害性挖掘得以终止。

**1.0.3** 城镇供热管道光纤监测系统的设计、施工与验收、运行与维护，除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家、行业和中国工程建设标准化协会等有关标准的规定。

【条文说明】**1.0.3** 目前行业标准《输油（气）管道同沟敷设光缆（硅芯管）设计及施工规范》SY/T 4108-2019和《基于光纤传感的管道安全预警系统 设计及施工规范》SYT 4121-2018等主要是针对长输油气管道的振动监测；行业标准《电力电缆分布式光纤测温系统技术规范》DL/T 1573-2016主要是针对高压电力电缆的温度监测；中国工程建设标准化协会标准《分布式布里渊光纤传感技术规程》T/CECS 940-2021主要是针对桥梁的应变监测；中国城镇供热协会团体标准《直埋供热管道光纤监测系统技术条件》T/CDHA 11-2022主要是针对直埋保温供热管道的温度监测；国家标准《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》（正在编制中）主要是针对直埋供热管道温度和振动监测的技术要求。上述标准都对供热管道温度和振动监测有一定的借鉴作用。国家标准《通信线路工程设计规范》GB 51158-2015、《通信线路工程验收规范》GB 51171-2016和行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28-2014对通信光缆的设计、施工和验收、供热管道的管槽回填等都有明确的规定，也可以参照执行。

# 2 术 语

**2.0.1** 供热管道光纤监测系统 optical fiber monitoring system for heating pipeline

基于分布式光纤传感技术而开发的一种监测管道泄漏和振动的预警系统。

【条文说明】**2.0.1** 利用[光纤](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E7%BA%A4/171632%22%20%5Ct%20%22_blank)作为传感敏感元件和传输信号介质的传感技术，实现对管道泄漏和振动的监测。

**2.0.2** 传感光缆 sensing optical cable

用于采集温度信号、振动信号的光缆称之为传感光缆。简称光缆。

【条文说明】**2.0.2** 将光纤套入高模量材料制成的松套管中，松套管内填充防水化合物。缆芯的中心是一根金属加强松套管（和填充绳）围绕中心加强芯绞合成紧凑和圆形的缆芯，缆芯内的缝隙充以阻水填充物。涂塑铝带纵包后挤一层聚乙烯内护套，双面涂塑钢带纵包后挤制聚乙烯护套成缆。

**2.0.3** 测温主机 temperature measurement host

能发射探测激光，接收反馈信号，并转换为沿光缆不同位置的温度变化数据，实现温度测量及定位的装置。

**2.0.4**  测振主机 vibration measurement host

能发射探测激光，接收反馈信号，并转换为沿光缆不同位置的振动变化数据，实现外界对管道无意的机械性外力危害事件而产生的振动识别及定位的装置。

**2.0.5** 监测平台 monitoring platform

接收测温主机或测振主机的数据，显示管道外温度或振动频率分布，实现温度或振动频率异常定位、报警、数据存储等功能的应用终端。

**2.0.6** 手孔井 hand-hole well

用于光缆接头处理、检修等特殊需求的工作井。

【条文说明】**2.0.6** 手孔井是指建筑或者市政工程中为方便线缆敷设，建造出不能进人，只能伸手进去的井，方便穿线，一般以水泥砖结构为主，也可用预制的新型树脂材料制成。

**2.0.7** 检查测试点 check test points

设置于热力站或热力井室、手孔井内，专用于检测、检修光缆接头的地方。

**2.0.8** 光纤熔接 optical fiber splicing

利用光纤熔接机高压放电熔融光纤，将头尾两根光纤进行接续。

【条文说明】**2.0.8** 光纤熔接技术主要是用熔纤机将光纤和光纤、光纤和尾纤连接，把光缆中的裸纤和裸纤、裸纤和光纤尾纤熔合在一起变成一个整体，而尾纤则有一个单独的光纤头。光纤端面的制备包括剥覆、清洁和切割等几个环节。合格的光纤端面是熔接的必要条件，端面质量影响到熔接质量。

**2.0.9** 光纤熔接机 optical fiber fusion splicer

利用高压电弧将两根光纤断面熔化，并通过高精度运动机构平缓推进将两根光纤接续在一起，以实现光纤模场耦合的装置。

# 3 设备与材料

## 3.1 光缆及接头盒

**3.1.1** 光缆应采用重铠型传感光缆，光缆的拉伸、冲击、压扁、弯曲等机械性能应符合现行国家标准《光缆总规范 第1部分：总则》GB/T 7424.1和《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》GB/T XXX的有关规定。

【条文说明】**3.1.1** 光缆的基本结构一般是由缆芯（光纤）、加强钢丝（铠甲）、填充物和护套等几部分组成，另外根据需要还有防水层、缓冲层、绝缘金属导线等构件。光缆中的光纤作为传感器采集管道外部的物理信号，测温光缆是把温度信号转化为光信号，测振光缆是把振动信号转化为光信号。光纤纤细易断裂，通过具有双重铠甲的光缆保护性结构，保证光纤安全可靠工作。光缆应满足防水、防腐蚀、抗拉、抗压的要求。

对于和供热管道共同直埋敷设的光缆，其拉伸、冲击、压扁、弯曲等机械性能决定了光缆在管槽回填土之后能够正常使用的前提条件，是保证最终传感性能的基础，具体的要求在《光缆总规范 第1部分：总则》GB/T 7424.1-2003中的第9章表3中有明确规定。表1和表2给出了目前应用于工程中不同型号光缆机械性能的参数。工程中主要使用C型或D型光缆。

表 1 不同型号光缆机械性能的参数（1）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内 容 | A型-外径4.5-单层铠甲 | B型-外径5.5-耐高温-单层铠甲 |
| 允许拉伸力 | 长期1500N | 长期1000N |
| 短期3000N | 短期2000N |
| 允许压扁力 | 长期4000N/10cm | 长期3000N/10cm |
| 短期8000N/10cm | 短期6000N/10cm |
| 最小弯曲半径 | 静态15D（D为光缆直径） | 静态15D（D为光缆直径） |
| 动态25D（D为光缆直径） | 动态25D（D为光缆直径） |
| 抗冲击 | 　—— | 　—— |

表2 不同型号光缆机械性能的参数（2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内 容 | C型-外径9.0-双层铠甲 | D型-外径9.0-双层铠甲 |
| 允许拉伸力 | 长期5000N | 长期7000N |
| 短期10000N | 短期14000N |
| 允许压扁力 | 长期5000N/10cm | 长期5000N/10cm |
| 短期10000N/10cm | 短期10000N/10cm |
| 最小弯曲半径 | 静态15D（D为光缆直径） | 静态15D（D为光缆直径） |
| 动态25D（D为光缆直径） | 动态25D（D为光缆直径） |
| 抗冲击 | 1.5kg，1m高，10次，冲击柱面半径12.5mm | 1.5kg，1m高，10次，冲击柱面半径12.5mm |

**3.1.2** 光纤应符合现行国家标准《通信用多模光纤 第1部分：A1类多模光纤特性》GB/T 12357.1和《通信用单模光纤系列　第1部分：非色散位移单模光纤》GB/T 9771.1的有关规定。

**3.1.3**  光纤损耗指标应符合表3.1.3的规定。

**表 3.1.3 光纤损耗指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 光纤类型 | 单 位 | 指 标 |
| 1310nm单模 | dB/km | ≤0.35 |
| 1550nm单模 | dB/km | ≤0.21 |
| 850nm多模 | dB/km | ≤3.5 |
| 1300nm多模 | dB/km | ≤1.0 |

【条文说明】**3.1.2、3.1.3** 光缆中的光纤分为单模光纤和多模光纤，这两种光纤的物理参数不同，对光的传播特性也不同。本规程采用的光纤传感技术是以光纤作为信号传输或传感的介质，光缆中的光纤损耗大小对于传感性能实现有着重要的影响，因此在光纤损耗指标上做出此项规定。

**3.1.4** 光缆内光纤数量应符合下列规定：

**1** 当设置泄漏或振动的某一种监测时，不应少于2芯；

**2** 当同时设置泄漏和振动的监测时，不应少于4芯。

【条文说明】**3.1.4** 测温光缆和测振光缆都是特殊光缆，需要根据工程需要进行定制。光缆可以选择单芯光纤或多芯光纤，当仅有泄漏或振动的某一种监测时，选择2芯光缆，可以做到一用一备，当同时需要泄漏和振动的监测时，从经济性考虑，可以选择1根多芯光缆，便于安装。

**3.1.5** 光缆接头盒应符合现行行业标准《光缆接头盒 第1部分：室外光缆接头盒》YD/T 814.1的有关规定。

【条文说明】**3.1.5** 光缆和管道同步施工过程中会存在很多的光缆接头。因此，对光缆接头的有效保护是光纤监测系统质量保证的必要条件，作为光缆接头保护的核心部件，本条对光缆接头盒做出了规定，项目使用的接头盒应符合《光缆接头盒 第1部分：室外光缆接头盒》YD/T 814.1的规定。

## 3.2 主机及电源

**3.2.1** 测温主机应具有下列功能：

 **1**  实时采集传感光缆反射光，解析传感光缆任意位置的温度数据；

 **2** 可根据实时温度数据进行报警；

 **3**  具备断缆报警功能；

 **4**  实时监测和定位供热管道的环境温度和泄漏位置，可同时进行多点泄漏监测；

 **5**  自动记录光缆的温度数据和供热管道的泄漏数据；

 **6**  结合地理信息系统（GIS），直观的在地图上显示报警位置；

 **7** 实时记录并可点击显示特定线路或全线路的实时温度曲线、历史温度曲线等；

**8**  提供标准以太网接口，实时上传温度、报警数据，并支持平台查询温度、报警等历史数据；**9**  支持监测平台远程配置主机参数。

**3.2.2**  测温主机主要监测参数应符合表3.2.2的规定。

表3.2.2 测温主机主要监测参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 单位 | 指标 |
| 测温范围 | 热水管道 | ℃ | -40～+130 |
| 蒸汽管道 | ℃ | -40～+250 |
| 温度分辨力 | ℃ | ≤0.1 |
| 定位误差 | m | ≤1.0 |
| 单通道测温时间 | min | ≤1.0 |
| 测温误差（≤85℃） | ℃ | ≤2.0 |

【条文说明】**3.2.1、3.2.2** 测温主机在供热管道泄漏监测方面已经有较为成熟的应用，测温主机通过向测温光缆发射激光并接受返回的光信号，解析测量温度，通过光时域原理标定所测温度的位置。根据工程的长度和结构选择适合的测温主机，可采用不同技术原理的测温主机，常见的有拉曼原理。本规程第4.2.1条的条文说明中对现有工程实例统计中都有体现。

**3.2.3** 测振主机应具有下列功能：

**1** 实时采集光缆反射光，解析光缆任意位置的振动数据；

**2** 根据实时振动数据，解析振动的幅度和频率进行初步判断；

**3** 具备断缆报警功能；

**4**  事件识别准确度应符合表3.2.3的规定；

表3.2.3 事件识别准确度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 事件级别 | 事件内容 | 识别准确度（%） |
| 严重危险事件 | 机械挖掘作业、钻探、定向钻、打桩等破土事件 | ≥95 |
| 危险事件 | 机械作业、农耕、铺路 | ≥90 |
| 可疑事件 | 重型机械碾压、工厂作业 | ≥80 |

**5** 实时监测和定位供热管道的环境振动和机械性外力危害事件位置，可同时进行多点事件监测；

**6**  自动记录光缆的振动数据和供热管道的机械性外力危害事件数据；

**7** 结合地理信息系统（GIS），直观的在地图上显示报警位置；

**8** 实时记录并可点击显示特定线路或全线路的实时振动曲线、历史振动曲线等；

**9** 提供标准以太网接口，实时上传振动、报警数据，并支持平台查询振动幅度、频率、报警等历史数据；

**10** 支持监测平台远程配置主机参数。

【条文说明】**3.2.3** 振动监测是通过采集事件相关物理量变化来确认事件的存在和事件的严重程度，相关物理量与事件的相关程度没有统一的标定关系。需要针对每个工程通过实际测试后标定数据，设置阈值，划定报警分区。通过在软件系统中嵌入机器学习算法，以不断提高系统对事件识别的准确度。振动信号数据量大，且信号复杂，需要较强的算力和深度学习等人工智能算法，来提高振动类型的识别准确性。

对于振动事件的智能识别，按照对管道的威害程度进行划分，参照《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》GB/T XXX的有关规定，提出对应识别准确度的要求。

**3.2.4** 测振主机主要监测参数应符合表3.2.4的规定。

表3.2.4 测振主机主要监测参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参 数 | 单 位 | 指 标 |
| 振动频响范围 | Hz | 1～500 |
| 定位误差 | m | ≤20 |
| 事件识别时间 | min | ≤3 |

【条文说明】**3.2.4** 测振主机的作用是采集振动信号，识别振动源的类型，探测到管道周边的挖掘行为，防止管道在非预期的情况下遭到损害。表中仅列出的几项测振主机基本参数，主机的振动响应能力、振动响应速度、事件识别速度等指标等也是目前测振主机的通用指标，满足监测外界施工挖掘对供热管道的破坏预警需求。

**3.2.5** 测温主机或测振主机、电源、通信模块等应设置于同一机柜内。当有蓄电池时，蓄电池与其他模块之间应设置隔断，且相隔距离不应小于200mm。

【条文说明】**3.2.5** 对于光缆传感系统来说，主机、电源、通信模块等硬件放置在一个机柜或者机柜内方便集成，能让系统更加整洁美观，同时也便于故障检修，这是光缆传感行业的通用做法。考虑部分场景（比如系统硬件放在野外），需要加装蓄电池或者UPS电源系统的情况，为了减少电池组在充放电过程中发热对其他硬件的影响，要求电池组与其他硬件模块间设置隔离。

**3.2.6** 户外机柜应符合现行行业标准《通信系统用户外机柜》YD/T 1537的有关规定，防护等级不应低于现行国家标准《外壳防护等级（IP代码）》GB/T 4208 -2017规定的IP55。室内机柜应符合现行国家标准《数据通信设备通用机械结构机柜和插箱》GB/T 22690的有关规定。

【条文说明】**3.2.6** 机柜是容纳主机、电源、通信模块等设备的重要设备，实现内部设备的合理布局，隔绝外部环境对设备的侵害威胁。应根据主机的数量、类型以及电源的容量选择合适的机柜。

光纤监测系统硬件在室外应用时，是将主机、电源、通信模块等硬件在机柜内集成，考虑室外环境的特殊性，本条要求机柜符合通信系统用户外机柜的标准。

**3.2.7** 供电电源应符合下列规定：

**1** 采用电网供电时，应满足220V交流电源使用条件；

**2** 采用太阳能供电时，蓄电容量应保证测温主机连续工作时间大于144h。

【条文说明】**3.2.7** 电源根据需要可以采用电网供电或太阳能供电。采用电网的情况下，要求电源的稳定性，并可加装容量适合的不间断电源。采用太阳能供电时，要考虑光照时间、设备耗电功率等，选择适合的太阳能系统，保证发电功率和储电容量。

## 3.3 监测平台及通信模块

**3.3.1**  监测平台安装环境应符合现行国家标准《计算机场地安全要求》GB/T 9361-2011中的C级标准，并应符合下列规定：

**1** 监测平台应能与供热监控平台进行数据交换；

**2**  监测平台的服务端宜设置在云服务器或自有机房的服务器上；

**3** 监测平台硬件配置可采用工业控制计算机或网络云服务器，并应符合表3.3.1的规定。

表3.3.1 监测平台硬件配置

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内 容 | 工业控制计算机 | 网络云服务器 |
| CPU | ≥8核，4.4GHz | ≥4核 |
| 内存 | ≥32G，2300MHz | ≥16G |
| 硬盘 | ≥250G固态+1T机械硬盘 | ≥250G固态 |
| 带宽 | —— | ≥5Mbps |

【条文说明】**3.3.1** 监测平台都设置在机房内，机房环境应符合《计算机场地安全要求》GB/T 9361-2011 中第4.1.3条的C级标准。

关于数据交换，国家标准《OPC统一架构 第1部分：概述和概念》GB/T 33863.1、《OPC统一架构 第2部分：安全模型》GB/T 33863.2、《OPC统一架构 第3部分：地址空间模型》GB/T 33863.3、 《OPC统一架构 第4部分：服务》GB/T 33863.4、《OPC统一架构 第5部分：信息模型》GB/T 33863.5、 《OPC统一架构 第6部分：映射》GB/T 33863.6、《OPC统一架构 第7部分：行规》GB/T 33863.7等都有明确的规定。

另外表中给出的硬盘或网络云服务器配置为最低要求。

**3.3.2** 监测平台显示应符合下列规定：

**1**  应能显示实时地图，并应能显示对应监测项目管线分布状态；

**2**  应能显示监测管线实时温度坐标图；

**3**  应能显示对应监测管线的历史温度坐标图，横坐标显示时间，纵坐标显示温度范围为-40℃～+250℃，同时应能显示温度最大值与平均值；

**4**  温度坐标图应同时能显示最高温度及位置等数据；

**5**  应能实时建立报警的可视标识，显示报警信息（温度、机械性外力危害事件、位置等），并应有声光提示。

【条文说明】**3.3.2** 监测平台作为光纤监测系统的直接人机交互系统，其功能完全覆盖本规程中的要求；易用性方面要求简易、方便，另外平台应提供帮助界面，对其功能描述和使用进行指导，《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》GB/T XXX中有明确的规定。

 **2** 实时温度坐标图包括：1）横坐标显示管道的位置坐标，并应能放大到1.0m每格和缩小至能观测全部波形；2）纵坐标显示温度范围为-40℃～+250℃，并可以任意自适应缩放。

**4** 同时能显示内容包括：1）最高温度的显示单位采用℃，显示的分辨力为0.1℃；2）最高温度位置的显示单位采用m，显示分辨力为0.1m。

**3.3.3** 监测平台数据存储与调阅应符合下列规定：

**1** 监测平台应能完整存储管道运行时的数据，包含但不限于管道外护层或周围土壤环境温度、振动频率及相应位置数据；

**2**  监测平台应能自动存储及定期对数据进行备份，存储周期不应少于60个月。当因停电等故障中断数据存储时，恢复后应能自恢复数据存储功能；

**3**  监测平台应具有数据调阅功能。

【条文说明】**3.3.3** 按《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》GB/T XXX的要求，存储结构化，关联关系清晰的有关数据，能充分发挥历史数据的价值。数据的结构设计，应满足数据分析、机器学习等人工智能算法的需要。

**3.3.4**  监测平台报警应符合下列规定：

**1**  监测系统功能异常应包含主机断电、通信故障、光纤损伤等，且光纤损伤报警应具备定位功能；

**2**  报警响应时间应小于5min；

**3** 监测平台可通过手机APP、手机短信平台、监测软件客户端等途径通知相关人员。

【条文说明】**3.3.4** 报警内容按照监测系统自身故障报警、管道受外界施工损坏风险的振动预警、管道泄漏预警3个方面规定。

**3.3.5** 监测平台安全应符合下列规定：

**1**  电器设备安全应符合现行国家标准《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 4793.1的有关规定；

**2** 网络安全应符合现行国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》 GB/T 22239 的有关规定。

【条文说明】**3.3.5** 电气设备安全和网络安全有相应的国家标准规范，并由有相应资质的单位实施，本规程未做详细规定。

**3.3.6** 监测平台通信应符合下列规定：

**1**  单台设备的信号上传速率不应小于5Mbps；

**2** 接口应符合现行国家标准《物联网总体技术 智能传感器接口规范》GB/T 34068的有关规定。

【条文说明】**3.3.6** 根据监测主机的通信需要，配置相应的通信模块。根据工程的位置环境条件，设置通信方式，可以选择有线通信，也可以选择无线通信。通信带宽应有适当的冗余。

# 4 工程设计

## 4.1 一般规定

**4.1.1**光纤监测系统应包括光缆及光缆接头盒、测温主机或测振主机、电源、通信模块及监测平台。并应符合下列规定：

**1**  当仅有测温或测振一种监测功能时，光纤监测系统示意见图4.1.1-1；

**2** 当同时具有测温和测振监测功能时，光纤监测系统示意见图4.1.1-2。



1——监测平台；2——通信网络；3——测温主机或测振主机；4——不间断电源；

5——光缆接头盒；6——传感光缆；7——供热管道；8——地面；9——回填土。

**图 4.1.1-1 光纤监测系统示意（1）**



1——监测平台；2——通信网络；3——不间断电源；4——测温主机；5——测振主机；

6——光缆接头盒；7——传感光缆-测温；8——传感光缆-测振；

9——供热管道；10——地面；11——回填土。

**图 4.1.1-2 光纤监测系统示意（2）**

【条文说明】**4.1.1** 光纤监测系统应包括现场传感层、信号处理分析层、存储传输层、监控显示管理层和联动控制层。（1）现场传感层包括传感光缆-测温、传感光缆-测振；（2）信号处理分析层包括光缆接头盒、测温主机、测振主机；（3）存储传输层包括通信网络、测温主机和测振主机中集成的存储模块；（4）监控显示管理层包括平台及附属大屏、数据库等；（5）联动控制层包括但不限于远程电脑、手机平板等移动设备、声光报警器、摄像头等。

 **1** 当光纤监测系统仅有测温或测振功能时，核心设备为测温主机或测振主机、监测平台、测温或测振光缆，不能进行删减，联动设备可根据具体设计需求进行删减或增加。

 **2** 当光纤监测系统同时包含测温和测振功能时，核心设备为测温主机、测振主机、监测平台、测温光缆、测振光缆，不能进行删减，联动设备可根据具体设计需求进行删减或增加。

**4.1.2** 监测平台应与供热系统监控中心平台统一设置，且报警信息应能互通共享。

【条文说明】**4.1.2** 监测平台可独立设置，显示界面可根据工程的具体情况，采用不同的方式与其它供热管理平台集成显示，例如可通过web页面的iframe框架集成。监测平台与供热系统监控中心平台的信息互通应包含两种方式，包括主动推送和消息查询。光纤监测系统具有专用的监测平台，与供热系统监控中心平台设置在同一房间内，可以使报警信息互通共享，提高工作效率。

**4.1.3**  光纤监测系统工程应结合供热管道设计图纸进行设计，设计方案应包括系统架构图及说明、光缆路由设计图及说明、施工方案及说明、设备材料明细表等。

**4.1.4** 供热管道设计图纸变更时，应同时调整光纤监测系统的设计方案。

【条文说明】**4.1.3、4.1.4** 本条明确了供热管道光纤监测系统工程的设计内容和设计注意事项，尤其强调供热管道设计图纸变更时要及时变更光纤监测系统设计，避免在工程施工中发生不一致的情况，造成工程延期或经济损失。

**4.1.5** 同一个监测通道内的光缆应选用同一种结构、同一个批次的光缆，且布置位置应相同。

【条文说明】**4.1.5** 要求同一种结构的光缆、布置位置应相同都是为了实现测温和测振的准确性。布置位置在本规程第4.3.5条～第4.3.8条中有明确的规定。

**4.1.6** 光缆的设计应符合现行国家标准《通信线路工程设计规范》GB 51158的有关规定。

## 4.2 系统设置

**4.2.1** 光纤监测系统路由设计应遵循平衡原则，光缆的敷设和主机位置的设置宜使主机各个通道监测距离相近，且每个通道监测距离不应超过主机单通道最大监测距离的90%。

【条文说明】**4.2.1** 监测主机每个监测通道的实际监测距离应小于监测主机单通道最大监测距离。应充分评估监测范围内光缆接头数量对光信号衰减带来的影响。综合考虑主机合适的设置位置，可利用通道数量，兼顾系统的可靠性和经济性。

监测主机最大监测距离与采用的光缆类型、主机原理等有关，根据目前供热项目工程实例和常用的几种方式、监测主机适用性及最大监测距离（见表3和表4），最大长度略有区别，本规程不做具体规定，对主机的原理也不予限制。

表 3 供热项目工程实例

|  |
| --- |
| 测温主机工程案例 |
| 序号 | 工程名称 | 监测管道总长度（km） | 主机原理 | 光缆类型 | 单通道监测最大距离（km） |
| 1 | 山东烟台市八角电厂热力管网 | 12.5 | 拉曼散射 | 多模（PE+双层钢绞丝，直径9mm） | 13.5 |
| 2 | 湖北襄阳市城区集中供暖热力管网 | 31 | 拉曼散射 | 多模（PE+双层钢绞丝，直径9mm） | 13 |
| 3 | 山东威海利用华能余热供热管网 | 15 | 拉曼散射 | 多模（PE+双层钢绞丝，直径9mm） | 11.5 |
| 4 | 山东聊城星润国家能源引热工程 | 31 | 拉曼散射 | 多模（PE+双层钢绞丝，直径9mm） | 15 |
| 5 | 山西晋城市城区热力管网 | 36.7 | 拉曼散射 | 多模（普通通信光缆） | 8 |
| 6 | 秦山核电供暖节能工程 | 10.8 | 拉曼散射 | 多模 | 12 |
| 7 | 许昌市中心城区一级热水管网 | 8.5 | 拉曼散射 | 多模 | 10 |
| 8 | 山东泰安国电供热项目 | 23 | 拉曼散射 | 多模 | 7 |
| 9 | 内蒙古凉城县集中供热管网工程 | 17.5 | 拉曼散射 | 多模 | 5 |
| 10 | 河南宁陵长距离蒸汽管网工程 | 23 | 拉曼散射 | 多模 | 7 |
| 11 | 酒钢集团-酒泉市肃州区热电联产集中供热项目 | 18.4 | 拉曼散射 | 多模 | 5 |
| 12 | 华源热电厂至兖州区热源替代管网工程 | 21 | 拉曼散射 | 单模 | 17 |
| 13 | 邹县电厂至兖州区热源替代管网工程（兖州段） | 6 | 拉曼散射 | 单模 | 6 |
| 14 | 乌海市包银高铁沿线新建市政管线项目-车站路供热一次主干管网工程 | 4 | 拉曼散射 | 多模 | 4 |
| 15 | 郑州华润登封电厂引热入郑长输供热管网工程 | 60 | 拉曼散射 | 多模 | 15 |
| 测振主机工程案例 |
| 1 | 山西晋城市城区热力管网 | 36.7 | 瑞利散射 | 单模通信缆，同沟单独铺设 | 16 |
| 2 | 东营市广饶县输水管道 | 35 | 瑞利散射 | 单模通信缆 | 23 |
| 3 | 郑州华润登封电厂引热入郑长输供热管网工程 | 60 | 瑞利散射 | 单模通信缆 | 30 |
| 测温主机和测振主机联合监测案例 |
| 1 | 国能费县热源长输供热管网工程 | 44 | 拉曼散射瑞利散射 | 单模 | 20/40 |
| 2 | 石热入济分布式光纤监测系统 | 30 | 拉曼散射瑞利散射 | 单模 | 20/30 |
| 3 | 托克托电厂至呼和浩特市长输供热管网工程 | 70 | 拉曼散射瑞利散射 | 单模 | 20/30 |

表 4 监测主机适用性及最大监测距离

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 主机类型 | 主机原理 | 光缆类型 | 单通道监测距离（km） | 备 注 |
| 测温主机 | 拉曼散射 | 单模 | 25 |  |
| 多模 | 10 |  |
| 布里渊 |  | —— | 应力会影响测量精度，不适合地埋光缆监测 |
| 连续弱光栅 |  | —— | 埋地监测场景不成熟 |
| 测振主机 | 瑞利散射 | 单模 | 30～50 | 适合第三方挖掘监测 |
| 布里渊 |  | —— | 主要测量应变，不适合振动测试 |
| 连续弱光栅 |  | —— | 埋地监测场景不成熟 |
| 注：1、测温主机和测振主机技术参数里的测量长度，一般是指传感光缆在实验室情况下损耗最小状态下的最大监测长度；但是热力项目现场传感光缆处于地埋挤压状态，同时施工条件导致光缆的熔接点较多、熔接环境较差，管网全线的光缆损耗势必比实验状态大很多，所以在热力项目实际测量长度和技术参数是有区别的。2、所有测量距离是设备单通道无中继的最大测量距离。 |

**4.2.2** 监测通道应根据被监测管道长度与主机的最大监测距离确定，当监测热水管道时，应符合下列规定：

 **1**  当被监测管槽长度大于主机最大监测距离时，供、回水管道应分别设置通道监测或设置1个管槽监测通道；

  **2** 当被监测供、回水管道（合计）长度小于主机最大监测距离时，供、回水管道可串联设置在一个通道内监测。

【条文说明】**4.2.2** 蒸汽管道一般都是单管敷设，很好理解执行，但针对热水管道的监测通道设置规定会有所变化。

**1** 主要针对本规程第4.3.5条（1）传感光缆紧贴于管道外部敷设的情况，当被监测管槽长度较长时，供、回水管道均应敷设传感光缆。

**2** 当被监测管槽长度较短时，为了减少通道的设置和降低工程投资，可将供、回水管道串联设置在一个通道内监测，但应对监测供、回水管道传感光缆的米标和管道GPS坐标应进行详细记录。

**4.2.3** 测温主机和测振主机的机柜应根据供热管道的整体布局，宜设置在供热首站、中继泵站、隔压换热站和热力站等的控制室内。

【条文说明】**4.2.3** 测温主机和测振主机的设置位置，应在施工前结合管道路由进行合理规划，如施工过程中管道路由更改，需及时核对主机设置位置是否仍满足监测需求，如不满足要求，应及时修改设置位置，并提供修改方案。设置在供热首站、中继泵站、隔压换热站和热力站等的控制室内，主要是便于主机的管理和维护。

**4.2.4**  光纤监测系统应设置接地装置，接地电阻不应大于1Ω。

【条文说明】**4.2.4** 设置接地装置是为了保证主机的安全使用。通常应与建筑物内等电位接地干线可靠连接，进行接地保护。国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057和《民用建筑电气设计标准》GB 51348等都有明确的规定。

## 4.3 光缆布置

**4.3.1** 每个监测通道所配置光缆的长度应有不小于待监测管道总长度12%的余量。

【条文说明】**4.3.1** 根据《通信线路工程设计规范》GB 51158-2015中第6.1.4条和实际工程实践，光缆沿管道布设时应保持松弛，熔接包两端应保留3m～5m余量，并呈S形布设，以上为光缆余量的主要组成，在设计中应考虑材料的余量。

光缆敷设在沟槽中会有一定弯曲度，监测光缆长度会大于对应管道长度的3%~5%。另外在接头盒、测试点等位置都需要保留一定长度的光缆余量。应根据工程的实际情况，保留足够的光缆余量，以减少不必要的接头，保证光信号的传输质量。

**4.3.2**  光缆敷设时，应根据光缆盘长设置光缆接续点。接续点应设置在地势较高、较平坦和地质条件稳定之处，并应避开水塘、河渠、沟坎、道路等施工、维护不便的地点和振动源。

【条文说明】**4.3.2** 为了保证光纤监测系统的安全，对接续点的环境提出要求。为了减少光缆的接续点，现场光缆建议为500m/轴；对管槽野外开挖集中回填，一次回填1000m以上的可选用1000m/轴的光缆，每千米光缆可控制在2个熔接点。

**4.3.3** 光纤监测系统上应布置光缆检查测试点，相邻两个测试点的间距不应大于5km。并应符合下列规定：

**1**  光缆检查测试点宜设置在热力站或热力井室内；

**2** 当无热力井室时应设置直埋型手孔井；

**3**  光缆末端应设置在热力站、热力井室或手孔井内，并应预留不小于10m的光缆。

【条文说明】**4.3.3** 检查测试点是监测系统施工过程和完工验收阶段，进行测试的重要节点。可对光缆的定位精度、测温精度、测振精度分段测试，便于工程质量的控制和竣工验收的顺利进行。

**1** 热力站内或热力井室内环境较好，应优先布置在此处。

**2** 当管线中利用热力井室作为检查测试点数量不足时，可布置手孔井作为补充。手孔井做法参见《地下通信线缆敷设》05X101-2第45页—手孔井做法。

  **3**  光缆末端放置在热力井室或手孔井内，并预留足够的富余长度，用于熔接尾纤，可用于测试，也便于以后新增监测光缆的接续。

**4.3.4** 光缆最小曲率半径应符合表4.3.4的规定。

表4.3.4 传感光缆最小曲率半径

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 最小曲率半径 |
| 静态弯曲 | ≥25D |
| 动态弯曲 | ≥50D |
| 注：D为光缆外径。 |

【条文说明】**4.3.4** 本条依据《通信线路工程设计规范》GB 51158-2015第6.1.3条的要求，控制敷设光缆的弯曲半径，以避免损伤光缆内的光纤。光缆布设时，最小曲率半径应考虑回填土后的土层沉降导致的弯曲增加。因此，布设时不应仅满足大于或等于最小弯曲半径，应保留沉降余量。

**4.3.5** 直埋热水管道光缆敷设位置应符合下列规定：

**1** 仅对管道泄漏监测时，光缆应紧贴于管道外部敷设（见图4.3.5-1）或敷设于管槽中心线、管道中心线下方约300mm的位置（见图4.3.5-2）；



1——热水管道；2——传感光缆。

图4.3.5-1 光缆紧贴于管道外部敷设



1——热水管道；2——传感光缆。

图4.3.5-2 光缆敷设于供回水管道中心线下方

**2**  仅对管道振动监测时，光缆应敷设于管槽中心线、管顶上方约200mm的位置，且光缆覆土深度不应小于**0.7** m（见图4.3.5-3）；



1——热水管道；2——传感光缆。

图4.3.5-3 光缆敷设于供回水管道中心线上方

**3** 管道泄漏与振动综合监测时，泄漏系统与振动系统宜共用同一根光缆，光缆应敷设于管槽中心线、管道中心线下方约300mm的位置（见图4.3.5-2），也可单独敷设测温光缆（见图4.3.5-1）和测振光缆（见图4.3.5-3）。

【条文说明】**4.3.5** 光缆敷设位置

**1** 两种管道泄漏监测敷设布置方式各有优缺点，目前都有应用的工程实例。

紧贴管道敷设，则需要供、回水管道单独敷设测温光缆，也有工程认为供水管道危险性大或更重要只监测供水管道。测温光缆紧贴管道外部固定在管下方45°角左右，因为管道泄漏时管道外护管不一定同时破裂，热水将在管道外护管内流动至低处。此种方式增加工程投资，施工相对复杂，需要将光缆捆绑或固定在管道上。

敷设在供回水管中间土壤中的1根传感光缆，由于监测的是管道周围温度场变化，发现泄漏位置有时间相对滞后的可能性，同时因土壤构成不同，导热性能也不同，泄漏的感知时间会加长，灵敏度会相对降低，另外光缆布置在供回水管道中间，因为没有管道的隔挡，可能容易在管槽回填时造成光缆损坏，但此种方式能降低工程投资，施工相对方便。

**2**  仅对管道振动监测时，主要可能的振动源一般都来自上方，将光缆布置于管顶上部，便于监测的准确性。光缆覆土深度按照《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81-2013第4.1.3条，公称直径DN500及以上的热水管道，最小覆土深度为0.9m～1.2m的要求规定。

**3**  管道泄漏与振动综合监测时，可使用1根光缆（4芯以上），可以降低工程投资，施工相对方便。但此监测以泄漏为主，光缆布置在管道的下方，对振动监测不会有太大的影响。单独敷设测温光缆和测振光缆会增加工程投资、并增加施工的难度。

**4.3.6** 直埋蒸汽管道测温与测振应共用1根光缆，光缆应紧贴在管道中心线顶部敷设（见图4.3.6）。



1——蒸汽管道；2——传感光缆。

图4.3.6 光缆敷设于管道顶部

【条文说明】**4.3.6** 直埋蒸汽管道一般都是单管敷设，无论是泄漏监测还是振动监测，都应敷设在管道的顶部，既便于测温，又便于测振。

**4.3.7** 管沟、综合管廊、供热隧道中光缆的敷设位置应符合下列规定：

**1**  蒸汽管道光缆应紧贴管道中心线顶部；

**2** 热水管道光缆应紧贴管道的侧面或侧下部；

**3** 当对构筑物空间进行监测时，光缆宜布置在构筑物内的顶部。

【条文说明】**4.3.7** 管道在管沟、综合管廊、供热隧道中，由于有构筑物的保护，一般不监测振动，主要监测温度，要保证管道泄漏的及时性和准确性，光缆的敷设与直埋热水管道基本一致（见图1和图2）。但个别工程需要对整体构筑物空间（综合管廊）进行监测时，光缆也可以布置在构筑物内的顶部，对构筑物的整体空间温度进行监测。



1——热水管道；2——传感光缆。

图1 热水管道在管沟、综合管廊布置

##

1——蒸汽管道；2——传感光缆。

图2 蒸汽管道在管沟、综合管廊布置

**4.3.8**  架空管道光缆应紧贴在管道中心线顶部敷设，并应采用钢管作为保护套管。

【条文说明】**4.3.8** 架空管道主要监测温度，要保证监测管道泄漏的及时性和准确性，光缆的敷设与直埋蒸汽管道基本一致（见图4.3.6），但光缆会受到太阳照射的影响较大，另外考虑到紫外线辐射，需要采用钢管作为保护套管。

## 4.4 穿跨越敷设

**4.4.1** 当穿越障碍物或特殊地段时，应设置光缆保护套管，且应符合下列规定：

**1**  保护套管的两端应封堵严密；

**2**  光缆应紧贴在管道的顶部敷设；

**3** 穿跨越位置应进行光缆米标及坐标记录。

【条文说明】**4.4.1** 光缆在穿越公路、铁路、河流等特殊地段时，无法实现正常的敷设和回填，应采取必要的措施，对光缆穿越过程施加保护。对系统运行期间，可能存在的外力侵害，做出评估并采取保护措施。

**1** 穿越地段应使用保护套管进行保护。保护套管应进行两端密封，保证管道泄漏时监测的及时性，应避免保护套管内积水。

**2**  管道穿跨越主要指架空、桁架、管沟、顶管、隧道等，原则上光缆应紧贴在管道的上部敷设，便于监测，也可以利用上述结构进行架空光缆敷设。

**3** 穿跨越位置应进行光缆米标及GPS或北斗（BDS）等坐标记录，保证监测定位的准确性。

**4.4.2** 管道采用顶管穿越公路、铁路时，应符合下列规定：

**1**  在顶管管体内有足够空间的条件下，保护套管在管道和顶管管体之间的空间内穿越，保护套管两端应伸出顶管管体两侧，长度不小于0.5m；

**2** 当顶管管体空间不足时，传感光缆宜采用钢管保护后，单独顶管穿越。

【条文说明】**4.4.2** 此条专门针对顶管敷设做出的规定，在供热管道工程建设中，顶管穿越最为常见。通行管沟和供热隧道人一般都能进入，敷设相对容易实现。

**4.4.3** 保护套管可选用钢管、硅芯管等。并应符合下列规定：

**1**  当采用钢管时应符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163的有关规定；

**2**  当采用硅芯管时应符合现行国家标准《高密度聚乙烯硅芯管》GB/T 24456的有关规定。

【条文说明】**4.4.3** 在地下穿越时采用聚乙烯硅芯管，主要其防腐蚀性能更好。光缆穿跨越的保护套管也可以使用钢管，但需要对钢管采取防腐蚀的措施。

**4.4.4** 光缆在穿越固定墩、热力井室、补偿器、阀门等管路附件时，应采用钢管作为保护套管，并应对钢管采取防腐蚀措施。

【条文说明】**4.4.4** 固定墩、热力井室、补偿器、阀门等供热设施附近可能温度会比直管段偏高，采用钢管作为外护套管的安全性更好，但需要对钢管采取防腐蚀的措施。

## 4.5 设备布置

**4.5.1** 当机柜设置在室内时，应符合下列规定：

**1** 与供暖管道净距不应小于300mm，且不应设置在散热设备的上方；

**2** 与给水、排水管道净距不应小于200mm；

**3** 与燃气管道、燃气表净距不应小于300mm。

【条文说明】**4.5.1** 与管道、表具的安全距离，是保证机柜的使用安全和避免受到热水管道的热温度影响等。

**4.5.2** 当机柜设置在室外时，机柜底离地面的净距应大于300mm，且周边1.5m内不应有遮挡和攀爬的植被。

【条文说明】**4.5.2** 机柜底的净距要求是为了防止积水影响使用效果，防止植被遮挡是为了保证机柜的使用与维护。

**4.5.3** 手孔井应采用直埋型，布置应符合下列规定：

**1** 手孔井的位置宜引至绿化带内；

**2** 手孔井的最小尺寸为600mm×600mm×800mm；

**3** 手孔井井盖露出地面的高度应大于50mm；

**4**  当采用拼装预制树脂材质时，拼装缝隙应做密封处理，手孔井底部土质应有良好的透水性；

**5**  手孔井上方应设置标石。

【条文说明】**4.5.3** 手孔井宜布置在没有硬化路面的位置，且该位置不宜使车辆、行人经过，避免手孔井遭到外力损坏和井内积水，影响使用。手孔井做法参见《地下通信线缆敷设》05X101-2第45页。国家标准《通信线路工程设计规范》GB 51158-2015中第6.2.4条对设置标石有明确的规定。

# 5 工程施工

## 5.1 一般规定

**5.1.1**  光纤监测系统的安装应与供热管道的敷设同时施工，光缆敷设施工应在供热管道接头保温完成后，沟槽回填前进行。

【条文说明】**5.1.1** 光纤作为管道周边物理信号采集的传感器，需要与供热管道保持固定的空间位置关系，需在供热管道敷设过程中同步施工，以保证采集的物理信息与供热管道物理位置存在固定相关性。另外光纤监测系统安装与供热管道敷设同时施工能节省工程投资，避免管槽的二次开挖，但要提前协调好工程施工时的交叉作业。

**5.1.2**  光纤监测系统施工前设计单位应进行技术交底，施工单位应编制施工方案和施工组织设计，主要应包括下列内容：

**1** 工程概况；

**2**  施工布置；

**3**  施工进度计划；

**4**  资源配置计划；

**5** 主要施工方法；

**6** 质量标准；

**7**  质量保证措施；

**8**  安全保证措施；

**9**  施工记录表格。

【条文说明】**5.1.2** 施工过程应严格按照既定技术交底的文件进行，如有偏差应及时修正或做技术交底文件修改说明。施工组织设计是施工前的必要计划，是对施工安装单位的要求，以保证施工过程的安全和施工质量。

 为满足工程质量符合设计文件的要求，要依据设计文件分析施工工艺、设备、人员能力的满足程度。在施工方案中，制定不同施工环境的施工工艺，并对部分重要施工工艺进行预先测试验证实用性。

**5.1.3** 施工过程中，当现场条件与施工图纸不一致时，应由设计单位对光纤监测系统的设计进行确认或变更。

【条文说明】**5.1.3** 施工过程中往往会出现管道的走向与设计图纸有不一致的地方，需要设计单位及时调整设计方案，与现场实际相吻合，便于光纤监测系统的施工。以确保设计方案适应施工现场变化，消除现场环境对工程质量的影响。应针对地质条件、管网设施、第三方设施的变动等做出相应的设计变更。

**5.1.4** 光缆敷设施工应做好施工记录，隐蔽工程施工记录应有建设单位或监理单位代表的确认。

【条文说明】**5.1.4** 此条是对施工单位的基本要求，施工记录应覆盖整个工程施工周期，并最终交付给光纤监测系统运行单位备案存档。

**5.1.5** 在热力检查井等有限空间作业时，作业人员的安全防护应符合现行国家职业卫生标准《密闭空间作业职业危害防护规范》GBZ/T 205的有关规定。

【条文说明】**5.1.5** 有限空间是指封闭或部分封闭，进出口较为狭窄有限的工作场所，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或氧含量不足的空间。热力井室、管沟、供热隧道等属于有限空间。在有限空间作业发生安全事故的案例不少，本条根据运行维护中的经验教训，制定了安全防范措施。

根据有限空间作业的安全防范重点制定安全技术措施和紧急预案，并在作业的过程中严格执行。制定进入有限空间作业的管理制度和安全操作规程，并对相关人员，特别是作业班组的负责人进行培训，提供符合要求的通风、检测、防护、照明等安全防护设施、个人防护用品等，提供应急救援保障。

另外国家标准《有限空间作业安全技术规范》，主要包括以下内容：

1）范围规定了有限空间作业安全管理及作业前、作业中和作业后全流程的安全技术要求。适用于有限空间作业机器安全管理。

2）有限空间作业安全管理包括：管理台账、警示标志、安全生产管理制度、安全培训、设备设施配置和管理、应急管理、发包作业管理等。

3）有限空间作业前安全技术要求包括：作业风险分析、作业审批、安全交底、封闭作业区域及安全警示、设备设施安全检查、开启出入口自然通风、安全隔离、清除置换、初次气体检测、作业环境判定、机械通风、再次气体检测和环境判定、个体防护等方面。

4）有限空间作业中安全技术要求包括：进入确认、气体监测和持续通风、安全监护、作业安全等方面。

5）有限空间作业后安全技术要求包括：作业验收、撤离现场等方面。

**5.1.6** 施工中配电箱应放置在避水、干燥的地方，并应接地良好。应设专人管理并定期检查、维修和保养。进行带电作业时，应具有两人或两人以上同时在场。

【条文说明】**5.1.6** 此条是对施工单位的基本用电安全要求。施工人员应具备电气系统工程师证书等资质，强调现场配电设施的安全使用。

**5.1.7**  在进行眼睛可能收到激光照射的操作时，应佩戴具有过滤红外线功能的防护眼镜。没有佩戴防护眼镜时，严禁眼镜正对光接口板和通光光纤。

【条文说明】**5.1.7** 激光装置对人体和工作环境造成的有害作用称为激光危害。来自激光装置的危害大致可分为辐射危害、电气危害、化学危害和机械危害四类，通常只考虑辐射危害。激光辐射能对人眼和皮肤造成伤害，其中以前者的后果最为严重。伤害程度取决于辐射剂量的大小，而这与激光器的输出能量、工作波长和工作状态有关，其中能量是最主要的因素。对人体和工作环境构成危害的不仅有直射光，而且还有反射光和漫反射光。因此不得随意打开机箱，避免造成伤害。

**5.1.8** 在岩石、碎石路段，光缆铺设在管道底部时，光缆下方应垫细土或砂，其厚度不小于200mm；光缆同沟铺设在管道上方时，光缆上方应回填细土或砂，其厚度不应小于300mm。

【条文说明】**5.1.8** 为了保证光缆安全提出的要求。管槽在回填过程中应及时夯实，直至回填、夯实与原地表平齐，避免后期沉降，影响光缆使用效果。

**5.1.9**  光缆的施工应符合现行国家标准《通信线路工程验收规范》GB 51171的有关规定。

【条文说明】**5.1.9** 国家标准《通信线路工程验收规范》GB 51171对光缆的施工有具体明确的规定，也适合于本规程。

**5.1.10** 沟槽回填时不应损伤光缆。沟槽回填应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28的有关规定。并应符合下列规定：

**1** 回填土前，应清除沟（坑）内遗留的杂物，回填土内不应含有直径大于50mm的砾石、碎砖等坚硬物；

**2** 沟槽应按设计要求进行回填，应采用细土回填100mm后再回填原土。不应将石块、冻土等填入；

**3** 第一层回填土不应超过光缆的布置高度；

**4** 回填过程中，应实时记录光缆损耗变化情况，并应按本规程**第5.6.2条**的规定进行过程测试。

【条文说明】**5.1.10** 行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28-2014中第4.7节中对于管道沟槽回填有明确的规定。

**3** 回填过程容易对光缆造成损伤，尤其是光缆紧贴于管道外部下侧的布置方式，控制第一层回填土高度是为了保护光缆，防止回填过程中损坏光缆。

**4**  回填过程中，应实时监测光缆损耗变化情况，如发现损耗过大，应停止回填，并开挖修复。

## 5.2 材料及设备检验

**5.2.1** 工程使用器材的规格、型号、数量、质量应符合设计及订货合同的规定。

**5.2.2** 工程使用的器材应有产品质量检验合格证及厂方提交的产品测试报告，经过检验的器材应做好记录。

【条文说明】**5.2.1、5.2.2** 为了保证工程质量，提出的基本要求。不符合标准或无岀厂检验合格证的器材不得在工程中使用。

**5.2.3** 光缆达到现场应进行验收。光缆单盘检验应符合现行行业标准《电信网光纤数字传输系统工程施工及验收暂行技术规定》YDJ 44的有关规定，并应符合下列规定：

**1**  光缆外观检查:光缆盘包装完整，光缆外皮、光缆端头 封装应完好，各种随盘资料齐全，光缆两端的端部标志应正确明显；

**2** 单盘光缆的光纤传输特性、长度应符合设计要求，单盘测试结果应与出厂检验记录一致。

【条文说明】**5.2.3** 光缆达到现场后，应对光缆进行检查和验收，技术指标应符合设计文件及技术规格书的要求。参照行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28的规定，所有设备和材料到达施工现场都应进行现场验收，以保证工程质量。

**5.2.4** 其他器材的检验应符合下列规定：

**1** 尾纤应符合现行行业标准《电信网光纤数字传输系统工程施工及验收暂行技术规定》YDJ 44的有关规定；

**2** 光缆接头盒应符合现行行业标准《光缆接头盒 第1部分：室外光缆接头盒》YD/T 814.1的有关规定；

**3**  光缆测量仪器（OTDR）应符合现行行业标准《光时域反射计通用规范》SJ 20548的有关规定；

**4** 光缆熔接工具应符合现行国家标准《光纤熔接机通用规范》GB/T 17570的有关规定；

**5**  定位工具应符合现行国家标准《卫星导航定位基准站网络实时动态测量（RTK）规范》GB/T 39616的有关规定。

【条文说明】**5.2.4** 国家标准和行业标准对有关器材的检验都有明确的规定。

**5**  常用精确定位技术包括：北斗卫星导航系统（Beidou Navigation Satellite System，简称：BDS）是中国自行研制的全球卫星导航系统，也是继全球定位系统（GPS）、格洛纳斯导航卫星系统（GLONASS）之后的第三个成熟的卫星导航系统。北斗卫星导航系统（BDS）和美国的GPS、俄罗斯的GLONASS、欧盟的伽利略导航卫星系统（GALILEO），均已获得联合国卫星导航委员会的认定。

## 5.3 路由测量与光缆敷设

**5.3.1** 路由测量应符合下列规定：

**1**  测量并核定管道的分段开沟、起始点在路由中的具体位置；

**2**  测量并核定穿跨越点、热力井室、三通、 固定墩等特殊点在路由中的具体位置；

**3**  测量并核定手孔井的地点；

**4**  所有数据釆集点应釆用精确定位，定位误差不应大于1m。

【条文说明】**5.3.1**  路由测量关系到工程实施的最终效果，尤其是对管道的节点定位应给予重视。按照《卫星导航定位基准站网络实时动态测量（RTK）规范》GB/T 39616的规定，可以实现对所有的关键节点进行精确定位。

**5.3.2** 光缆敷设时应将光缆从放缆架上通过旋转轴盘缓慢释放，不得拉拽光缆带动轴盘旋转，且不得将光缆从轴盘侧面绕出。光缆应保持顺直，无扭绞和缠绕。

【条文说明】**5.3.2** 光缆中的光纤，细小容易断裂，在敷设过程中超出光缆所承受的拉力或压力，会造成光缆的损伤，容易出现光缆在敷设过程中拉力过大或盘扣弯折等损伤光纤的情况。国家标准《通信线路工程验收规范》GB 51171-2016中第7章对光缆敷设过程都有明确的规定。

**5.3.3** 光缆紧贴供热管道敷设时，光缆与供热管道应固定牢固，可采用环向绑扎或其他方式固定，并应符合下列规定：

**1**  直埋供热管道的环向绑扎带材料应采用PET聚酯打包带，性能应符合现行行业标准《聚酯打包带》QB/T 4010的有关规定，其间距不应超过12m；

**2**  架空供热管道的环向绑扎材料应采用不锈钢带，性能应符合现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280的规定；

**3**  管道直管段光缆固定点间距不应大于3m，且相邻两个固定点之间的光缆下垂高度不应大于50mm；

**4** 管道转弯和接头处应采用环向绑扎带固定，间距不应大于2m。

【条文说明】**5.3.3** 主要针对测温光缆，光缆紧贴供热管道敷设时，可采用环向绑扎或粘接卡扣固定等方式，不做统一要求。

 **1** 管道直埋敷设时，PET聚酯打包带具有较好的防腐蚀性，但如果都使用此材料，可能会造成工程投资增加，最低要求1根直管道（12m）使用2个，保证光缆固定的可靠性。

 **2** 管道架空敷设时，采用不锈钢带材料能耐大气环境腐蚀，可以保证光缆固定的可靠性。

 **3～4** 保证在回填后光缆保持贴合在管道外壁，光缆与管道保持平行，光缆长度与管道的长度相适应，以保证所测温度与位置数据接近管道外壁的真实数值。

**5.3.4** 光缆施工过程中，应对光缆米标和实际地理坐标进行实时记录。并应符合下列规定：

**1** 沿光缆每500m～1000m应做一次光缆米标和地理信息坐标标定；

**2** 对于厂站、热力井室、管道标识、线路交叉点、管道穿越点及拐点、线路拐点、光缆接头盒等设标定点；

**3** 各标定点均应记录当前光缆的米标、经纬度坐标、现场环境描述等；

**4**  实测记录相邻两节点的光缆长度。

【条文说明】**5.3.4** 路由测量关系到工程实施的最终效果，尤其是对管道的节点定位，应给予特别重视。光缆敷设过程中要求沿程采集每一个光缆接头盒、热力井室、管件、手孔井、固定装置、管道转弯等节点的地理信息，标记管网施工图中对应的里程号，并实测记录相邻两节点的光缆长度。

## 5.4 光缆连接

**5.4.1** 光缆接头盒应布置在热力井室或手孔井内。光缆接头盒外的各条光缆均应有预留长度，且不应小于5m。

【条文说明】**5.4.1**  保证光缆可以引出热力井室或手孔井外，在适宜的环境进行熔接操作。

**5.4.2** 在热力井室内预留的光缆应盘绕放置于光缆余缆架上，余缆架应固定于井室内的高处，且应设置警示铭牌标识。

【条文说明】**5.4.2** 光缆余缆架放置于热力井室内，与管道阀门等设施共用井室空间，设置警示名牌，标明光缆用途，警示安全保护，避免光缆被损坏。

**5.4.3** 光缆引入手孔井应符合下列规定：

**1**  光缆引入手孔井时应采用软管进行保护，手孔井光缆安装示意见图5.4.3；

**2**  光缆保护软管应敷设在已经夯实的回填砂表面；

**3**  需要连接的光缆两端应交叉引出至手孔井内进行连接；

**4**  应设置警示铭牌标识。



1——手孔井；2——保护软管；3——保温管道；4——光缆。

**图5.4.3 手孔井光缆安装示意**

【条文说明】**5.4.3** 手孔井主要用于放置光缆接头盒、收纳固定余缆、定位测试、测温测试、测振测试等功能。可以采用树脂预制手孔井，也可依据《通信管道工程施工及验收标准》GB/T 50374-2018第2.10.5条、第2.10.6条、第4.2.5条的规定，现场建造手孔井。

**5.4.4** 光缆连接应符合现行国家标准《通信线路工程验收规范》GB 51171的有关规定，并应符合下列规定：

**1**  光纤熔接操作的环境温度不应低于-5°C，并应具备防风、防尘措施；

**2** 应使用光纤熔接机熔接，不应使用冷接头；

**3** 光缆接头盒内应预留1.5m长的光纤，并应采用扎带绑扎；

**4** 每根光纤应标注永久性的纤号标识，接头盒两端米标应做详细记录；

**5** 光缆连接后，应使用光时域反射仪（OTDR）测试拍照记录；

**6** 光纤连接处两端的光缆应进行固定，两端的预留长度应一致；

**7** 光纤熔接后应采用接头盒密封保护。

【条文说明】**5.4.4** 光缆连接是敷设过程的重要环节，光纤的熔接质量影响数据采集质量，光纤接续点的防护影响这个系统可靠安全的工作。国家标准《通信线路工程验收规范》GB 51171-2016第10.1节（一般规定）、第10.2节（光缆的接续与封装）都有明确的规定。

**5** 光时域反射仪（英文名称：optical time-domain reflectometer，OTDR）是通过对测量曲线的分析，了解光纤的均匀性、缺陷、断裂、接头耦合等若干性能的仪器。它根据光的后向散射与菲涅耳反向原理制作，利用光在光纤中传播时产生的后向散射光来获取衰减的信息，可用于测量光纤衰减、接头损耗、光纤故障点定位以及了解光纤沿长度的损耗分布情况等，是光缆施工、维护及监测中必不可少的工具。

**7**  接头盒密封做法，对光缆及底座进缆处用砂布将接头盒和光缆的交接处进行打磨，用清洁剂把打磨处擦干净，贴上铝箔，再将热缩管放在接头盒的入缆处，用喷灯按照先中间后向两端缓慢加热，使整个热缩管完全收缩即可。也可在接头盒密封处采用打黄油密封，厚度10mm～20mm，再用塑料膜包裹。

**5.4.5** 光缆连接质量应符合国家现行标准《光纤光缆接头 第3部分：分规范 光纤光缆熔接式接头》GB/T 16529.3和《光缆线路性能测量方法 第2部分：光缆接头损耗》YD/T 1588.2的有关规定。

**5.4.6** 光缆终端应采用接头盒进行保护，在光缆接头盒处应采用永久性标识在盒外标注光信号方向。

【条文说明】**5.4.6** 记录光缆接头盒处的地理信息、对应管道位置，并通过接头盒处的米标记录接头盒内的余量，用于正确映射光缆与对应管道的长度映射关系。

## 5.5 机柜安装

**5.5.l** 当机柜采用基座式时，应根据机柜尺寸和底部预留孔预先完成混凝土基础，机柜的安装垂直度偏差不应大于机柜高度的2%。

**5.5.2** 当机柜采用悬挂式时，应在机柜后面预留膨胀螺栓孔，待机柜整体固定后，将光缆与主机熔接对接。

【条文说明】**5.5.1、5.5.2** 参照《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》GB/T XXXX（正在编制中），对主机的安装提出的基本要求。

### 5.6 过程质量检验

**5.6.1**  施工过程中，随时检查光缆敷设应保持顺直，无扭绞和缠绕现象。

**5.6.2**  光缆敷设中过程质量检验应进行OTDR测试，光缆损耗不应大于0.3dB/km，熔接点损耗不应大于0.03dB；并应在下列时间点进行测试：

**1**  光缆到达现场；

**2**  光缆敷设完成后；

**3** 光缆熔接后；

**4**  光缆回填前；

**5**  光缆回填后应间隔1天、5天、10天、30天分别进行测试。

**5.6.3**  机柜安装的过程质量检验应符合下列规定：

**1**  机柜及其附件到现场后应检查包装，无破损；

**2**  机柜拆开包装后应检查外观，无破损。

【条文说明】**5.6.1～5.6.3** 为了保证工程质量，对光缆在敷设过程中的各个阶段提出的检验、测试要求，避免可能造成的工程返工现象发生。对机柜在安装过程中提出的检验要求。

# 6 系统测试

**6.0.1**  光纤监测系统应进行温度定位误差验证、测温误差验证、振动事件验证和监测平台综合测试。并应符合现行国家标准《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》XXXX的有关规定。

【条文说明】**6.0.1** 本条文规定的测试定位误差验证、测温误差验证、振动事件验证，为单项功能的性能测试，最后进行平台综合测试。

**6.0.2**  系统通电前检查机房温度、湿度、电源电压类型和接地等应符合设计文件要求。

【条文说明】**6.0.2** 机房温度和湿度依照《计算机场地通用规范》GB/T 2887- 2011中第5.6 条，场地环境条件规定的C级测试。开机时，温度15~28℃，湿度30%~80%，温度变化率小于15℃/h，不得有凝露。关机时，温度5~40℃，湿度20%~80%，温度变化率小于15℃/h，不得有凝露。

# 机房电源依照《计算机场地通用规范》GB/T 2887 -2011计算机场地通用规范，供电电源220V/50Hz，电源参数B级规定，稳态电压偏移范围-3%~+3%的规定。

**6.0.3**  通电前，设备检查应符合下列规定：

**1**  设备标签应齐全、正确；

**2**  设备及插板类型、数量、安装位置与设计文件或设备说明书相符；

**3**  设备的各种开关应置于规定的位置上，各输入、输出端子类型和位置应与设计文件相符；

**4** 电源的引出位置应正确；

**5**  机柜应按要求接地良好；

**6** 光缆纤芯顺序应与设计文件或设备说明书相符。

# 【条文说明】6.0.3 通电前设备检查

# 1 设备通过标签标注电源参数、接口参数、安全标识等，对设备本身安全、相关设备安全和人身安全，非常重要，应齐全、完整、正确。

# 2 清点电源插座与设备需求数量相符，分布位置符合设计要求，确保设备布置与设计相符。

# 3 设备选择开如输入电压选择，设备参数选择开关，以防止设备损坏或无法工作。

# 4 没有适配标准电源插头的设备，应检查引出电源的标识，以免电源接错。

# 5 依据《计算机场地通用规范》GB/T 2887-2011中第5.7.2 条，供电电源规定采用TN-S系统接地方式，检查接地线的接地电阻是否合格，机柜上接地线是否与接地端子连接紧固。

# 6 传感光缆的纤芯接续正确，确保设备的测量通道与被测管道的数据映射正确。

**6.0.4** 各种设备应按照操作程序逐级接通电源，电源接通后，测量回路电压应符合设计要求。

【条文说明】**6.0.4** 按照操作顺序，逐级接通电源，避免发生事故影响范围扩大，分级测试，容易划分故障源头。

**6.0.5** 设备开机时应检查指示灯的指示情况，确认设备无故障。设备正常工作时应无过热现象。

【条文说明】**6.0.5** 开机检查电源指示灯确认设备通电正常，无短路、短路故障。设备应无过载、漏电等故障引起的发热故障。

**6.0.6**  机柜通电后应进行开机测试，测试过程中主机不应出现系统卡顿、死机现象。

【条文说明】**6.0.6** 主机通电前应仔细阅读使用说明书，按照说明书进行通电。

**6.0.7** 性能测试检查应符合下列规定：

**1** 使用测试设备，检查整个光路完整性，熔接点衰减应符合要求；

**2**  设备通电稳定后，指示灯应显示正常；

**3** 光纤监测系统安装完成后应进行调试；

**4** 测试时应针对本规程**第3.2.1～3.2.4条**的基本功能进行验证。

【条文说明】**6.0.7** 性能测试检查

**1**  通过OTDR设备测试整个光路衰减、反射。此部分测试主要是在施工过程中完成。

**2**  设备通电后，应随时检查设备的状态，直到指示灯显示正常，如期间有异常状态，及时关机处理。

**3** 监测系统安装完成后调试。测温主机做最后标定温度，调试设置折射率参数；测振主机标定正向事件和反向事件，测试捕捉事件识别的准确率。

**4**  调试时应按国家标准《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》XXXX对工程进行验证。

**6.0.8** 监测平台测试项目和测试方法应按附录A的规定执行。

【条文说明】**6.0.8** 测试过程的详细要求按照国家标准《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》XXXX，附录A列出了针对本规程**第3.2.1～3.2.4条**的要求，给出了测试标准和方法。

# 7 工程验收

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 施工单位完成全部工程后，应及时进行工程竣工验收。光缆工程验收应符合现行国家标准《通信线路工程验收规范》GB 51171的有关规定。

【条文说明】**7.1.1** 依据《通信线路工程验收规范》GB 51171对工程进行验收。

**7.1.2** 光缆敷设施工过程中应有监理或建设单位随工代表采取巡视、旁站等方式进行随工检验。对隐蔽工程项目，应由监理或随工代表签署"隐蔽工程检验确认单"。

【条文说明】**7.1.2** 光纤监测系统的光缆敷设属于隐蔽工程，而隐蔽工程对整个系统质量影响很大，管槽回填后难以进行验证。隐蔽工程包括：光纤熔接、接头盒封装、光缆/光纤盘余的长度和位置、管道三通/转弯处的经纬度信息采集等。

**7.1.3** 随工验收项目应包括下列内容：

**1**  光缆规格；

**2** 光缆绑扎固定；

**3** 光缆盘余、接续盒位置和余纤长度；

**4**  光纤熔接；

**5**  地理信息采集节点位置精度及相邻采集点之间对应的光缆长度。

【条文说明】**7.1.3** 随工验收项目

**1** 光纤监测系统中光缆是作为传感器适应件，光缆内光纤的各项参数会影响信号质量，在同一测量通道中，应保证同型号、同批次的光缆，并应在开盘使用前进行检验。

**2** 光缆绑扎和固定是为了保障在管槽回填后，光缆与管道外壁紧密贴合，提高系统对管道外壁的温度敏感性。通过光缆绑扎和固定，使光缆在管道外部周向位置固定，并减少光缆垂度，提高系统的位置准确度。光缆绑扎和固定需要在管槽回填前检验。

**3** 受工程环境限制管道上个别位置会有光缆盘余，盘余的光缆不与管道测量的信号映射，敷设完工后，调试配置系统时会减去这段盘余光缆，需要在施工时记录盘余光缆的长度和位置。接续盒中也有余纤，同样需要记录长度和位置。都应在管槽回填前检验。

**4** 光纤熔接质量对光纤的光传输特性影响很大。光纤熔接后的盘余和封装，是避免光纤受损的重要环节。光纤熔接质量应在施工过程中检验。

**5** 监测利用采集管道关键节点的地理信息，在地图上绘制管道图，把两节点间光缆采集的温度映射为管道的温度。节点间光缆的长度精度和节点的地理信息精度都非常重要，应在管槽回填前检验。

**7.1.4**  光纤监测系统工程检测表应按附录B的规定执行。

【条文说明】**7.1.4** 检查表主要针对光缆施工过程的记录，监测系统工程检测表参照行业标准《光纤管道安全预警系统设计及施工规范》SY/T4121-2012中附录B。

**7.1.5** 工程竣工验收前，应由施工单位负责编制的竣工技术资料一式三份，交建设单位或验收组审查。

【条文说明】**7.1.5** 工程完工过，应编制详尽的竣工技术资料，资料内容应符合本规程第**7.2.1**条的规定。

**7.1.6** 光纤监测系统验收时供应商应对系统运行单位进行培训，培训宜按照供应商提供的说明书进行，包括系统介绍、系统操作、系统维护、系统测试等。

【条文说明】**7.1.6** 应编制系统详细的用户操作手册，包括系统原理的介绍、系统结构图、系统操作、系统维护、系统测试、应用案例等。

**7.1.7** 光纤监测系统测试完成后应进行系统验收，验收合格后可进行系统移交。

【条文说明】**7.1.7** 应有建设单位委托的监理或代表对测试过程和结果实地监察。并由监理代表签署"监测平台测试记录确认单"。

## 7.2 验收内容

**7.2.1**  竣工技术资料应包括下列内容：

**1** 工程说明；

**2** 开工/完工报告；

**3** 设计交底和图纸会审记录；

**4**  设计变更通知单；

**5**  工程洽商纪要；

**6** 隐蔽工程确认单；

**7**  定位数据记录；

**8** 设备、器材的技术资料；

**9** 监测平台测试记录；

**10**  竣工图。

【条文说明】**7.2.1** 竣工技术资料

**1** 工程说明是对工程的详细描述，分类且详细说明监测主机、监测通道、监测分区、关键节点数量和类别等。

**4**  设计变更通知单是确认实际完工与设计文件之间差异的重要依据，确保设计方、施工方和验收方签字确认。

**5**  施工过程中对施工质量或规范相符度，施工方与监理方存在争议的，协商一致后应由双方签字确认。

**6**  隐蔽工程主要指本规程第**7.1.2条**的规定检验内容，应由监理方在检验单上签字确认。

**8**  设备材料的合格证、说明书、检验证书等，应收集成册，并标明使用位置；

**9**  监测平台测试是应邀请监理方监看测试过程，并就测试结果确认签字。

**10**  竣工图是记载工程信息的重要资料，图纸应标注管道关键节点（包括热力井室、弯头、三通、手孔井等）的地理信息、余缆/余纤的长度和位置、节点间的光缆长度、接续点两侧的米标等。检测主机的位置、数量和类型，每台主机的检测通道及连接的光缆编号。竣工图可利用原有施工图改绘，变更较大的部分应重新绘制。

**7.2.2** 竣工技术资料应外观整洁，内容齐全，数据准确，符合归档要求。

**7.2.3**  光缆竣工验收应检查下列内容：

**1**  抽查手孔井的数量应不少于其总数量的5% ~ 10% ；

**2**  抽查有关热力井室的数量应不少于其总数量的10% ~ 20% ；

**3**  手孔井位置及建筑安装质量；

**4**  手孔井或热力井室中，光缆及接头盒的标志牌规格、数量及保护措施；

**5** 核对竣工图纸的内容、手孔井及标志的设置是否与实际相符。

【条文说明】**7.2.3** 手孔井是监测系统的重要设施，用于放置光览接续盒、温度测试、位置测试、盘余光缆及检修测量的功能。手孔井的质量要求包括：手孔井的自身结构的安全质量、对内部设施的安全保障能力、清晰的标识、现场标识与图纸标识的一致性。

**7.2.4**  光纤监测系统验收应包括性能验收和功能验收。并应符合下列规定：

 **1**  系统性能验收应包括传感光缆、主机、监测平台、通信网络等；

  **2** 系统功能验收应包括测温主机或测振主机、通信网络、存储模块、监测平台、数据库、移动APP、声光报警器等。

【条文说明】**7.2.4** 性能验收主要是监测系统的响应时间，监测数据的准确度和精度等验收。功能验收主要是监测数据的可视化展示、地图、管道图、管网设施标识、报警、数据存储等功能的完整度验收。

监测系统性能验收中，部件性能应在施工过程中完成验收，系统的整体性能应在完工后验收。监测系统功能验收中，部件功能应在施工过程中完成验收，系统的整体功能应在完工后验收。

# 8 运行与维护

**8.0.1**  当光纤监测系统施工、调试、验收完成后，施工单位应保障2年的系统维护及跟踪测试。

【条文说明】**8.0.1** 光纤监测系统竣工验收合格后，参照行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28的规定，热水管道保修期一般不少于2个供暖期，蒸汽管道为2年。

**8.0.2** 光纤监测系统运行单位应建立健全系统运行与维护管理规定，保障系统安全稳定运行。

【条文说明】**8.0.2** 供热企业一般都有运行与维护管理规定，但对于具有特殊的光纤监测系统后，应补充完善运行与维护管理的有关规定，是最基本的要求。发生以下情况，应对光纤监测系统进行跟踪维护：

1）因地质沉降引起供热管道下沉，从而导致光缆的不均匀沉降，应根据地质沉降的实际情况对光纤监测系统的相关系统设置进行重新检测标定。

2）因施工挖掘、地震、管道腐蚀老化等情况造成供热管道泄漏，从而导致光纤偏移、断缆，在对光缆维修后，应及时对光纤监测系统的米标偏移及相关系统设置等进行重新检测标定。

**8.0.3**  光纤监测系统运行单位每年应编写系统年度运行报告，并应评估系统的整体运行情况。

【条文说明】**8.0.3** 为了验证光纤监测系统的准确性和可靠性，每年或每个供暖季结束后应对系统应用情况进行自查，并记录系统运行及维护情况，必要时对系统软件进行完善。

**8.0.4**  光纤监测系统运行应符合下列规定：

**1** 当光纤监测系统发现报警后，应根据系统识别的故障点定位信息，提取相应位置的实时和历史监测数据，进行初步确认，排除误报后，派遣专业人员携带地理信息定位设备到现场进行确认；

**2**  现场确认过程中，如能确认管道泄漏，应立即上报，按照管道泄漏处理预案进行相应处理；如泄漏点不明确，应通过详细的监测数据分析，结合光纤振动定位功能，进一步精确定位故障位置；

**3**  对已明确故障的泄漏点，应根据管道泄漏处理预案，并应及时进行故障严重程度评估，制定修复方案，分析是否具备开挖修复条件。具备开挖修复条件的应安排人员及时进行开挖修复，不具备开挖条件的泄漏点，应对泄漏点进行现场隔离，实时跟进并记录泄漏数据，分析泄漏发展趋势，并制定相关的应急预案；

**4**  对已明确第三方施工挖掘的故障点，应及时制止施工挖掘，应根据破坏程度制定相关的修复预案；

**5**  光纤监测系统的运行日志与报警记录应记录并存档，对系统预警率、误报率、漏报率、平均定位精度、系统累计故障时间等指标进行统计分析。

**8.0.5**  光纤监测系统维护应符合下列规定：

**1**  光纤监测系统的维护应由专职人员负责，宜每天检查系统的显示信息，应对系统推送出的每条预警信息进行确认处理，对预警信息进行闭合管理；

**2**  运维人员应将光纤监测系统设备、器件进行清晰标识标注，防止误操作；

**3** 每月应对主机进行巡查一次，检查光纤连接是否牢固，及时发现温湿度异常、电源异常等潜在风险；

**4** 光纤监测系统无法工作时，应及时进行维修。当系统维修完成后，应重新进行检测；

**5**  光纤监测系统维修过程和维修结果应进行记录并存档。

【条文说明】**8.0.4、8.0.5** 根据工程实际经验给出了运行中和维护中的注意事项。光纤监测系统的维修也可按照供应商的指导说明文件进行操作。

**8.0.6**  维修管道时应提前调取监测光缆的施工资料，不应破坏现场光缆，且管槽回填时应按光缆回填标准进行。

【条文说明】**8.0.6** 供热管道会经常遇到维修与抢修的情况，强调要规范管理施工作业，维修过程中尤其是要保护好现场的传感光缆。

**8.0.7** 因外力破坏导致光缆中断或线路改造需要进行光缆割接时，应符合下列规定：

**1** 应关闭设备预警功能，避免造成设备损坏或频繁报警；

**2**  光缆恢复后对采集光缆接头盒地理信息等数据，应重新对系统进行校核；

**3**  对光缆距离进行修正，更新数据库。

**8.0.8**  管道线路标桩或者重点监控区域发生变化时，应符合下列规定：

**1**  应重新采集新标桩地理信息数据与定位，增加坐标数据点，并应更新线路数据库；

**2** 新增的预警点或干扰位置点应重新采集与定位，增加标记点，并应更新线路数据库。

【条文说明】**8.0.7、 8.0.8** 运行过程中时常会发生因外力破坏导致光缆中断或线路改造需要进行光缆割接或管道线路标桩发生变化等情况，本条给出了除了现场需要按照施工要求完成光缆的连接外，还给出了系统需要注意的事项和需要完成的工作，以保证监测系统的准确性。

# 附录A 监测平台测试

**A.0.1** 监测平台性能测试应按表A.0.1的规定执行。

**表 A.0.1 监测平台性能测试**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 方 法 |
| 监测平台 | 软件安装环境 | 厂家提供报告 |
| 工业控制计算机-CPU | 查看配置 |
| 工业控制计算机-内存 | 查看配置 |
| 工业控制计算机-系统 | 查看配置 |
| 工业控制计算机-硬盘 | 查看配置 |
| 网络云服务器-内存 | 查看配置 |
| 网络云服务器-系统 | 查看配置 |
| 网络云服务器-硬盘 | 查看配置 |
| 网络云服务器-带宽 | 查看配置 |
| 外观破损 | 目测观察 |
| 标识 | 目测观察 |
| 接地电流 | 企业测试报告 |
| 高压耐压 | 企业测试报告 |
| 接地电阻 | 企业测试报告 |
| 电源标识 | 目测观察 |
| 接头连接器 | 目测检测CCC证书 |
| 工作电压波动 | 企业测试报告 |
| 电磁兼容性 | 企业测试报告 |
| 气候适应性 | 企业测试报告 |
| 包装 | 目测观察 |

**A.0.2** 监测平台测试项目应按表A.0.2的规定执行。

**表 A.0.2 监测平台测试项目**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 方 法 |
| 监测平台 | 外观 | 观察主机外观 |
| 电磁兼容性 | 查看主机厂提供的测试报告 |
| 激光等级 | 查看主机厂提供的测试报告 |
| 测温参数-温度范围 | 查看主机厂提供的测试报告 |
| 测温参数-温度分辨率 | 查看温度显示界面温度数据是否精度为0.1 |
| 测温参数-定位误差 | 手孔井升温制造报警，查看报警位置位于温度曲线的横坐标，与施工记录中的米标进行核对，查看是否满足±1m或查看主机厂提供的测试报告 |
| 测温参数-单通道测温时间 | 点击温度曲线，查看曲线刷新时间是否小于1min或查看主机厂提供的测试报告 |
| 测温参数-单通道测温距离 | 查看主机厂提供的测试报告 |
| 测温参数-测温误差 | 手孔井升温，平台点击对应位置管线查看温度，与实际温度进行对比测试或查看主机厂提供的测试报告 |
| 测温参数-峰值光功率 | 查看主机厂提供的测试报告 |
| 测振参数-振动频响范围 | 手孔井处采用固定频率（1~500Hz）振动设备制造报警，平台点击对应位置管线查看振动频率或查看主机厂提供的测试报告 |
| 测振参数-空间分辨率 | 平台查看全线振动曲线，确认曲线横坐标最大值，与施工记录对应的光缆米数进行比对，查看是否为1:1或查看主机厂提供的测试报告 |
| 测振参数-定位误差 | 手孔井振动制造报警，查看报警位置位于振动曲线的横坐标，与施工记录中的米标进行核对，查看是否满足±20m或查看主机厂提供的测试报告 |
| 测振参数-振动响应时间 | 手孔井制造报警事件，计时查看振动报警时间 |
| 测振参数-报警响应时间 | 手孔井制造报警事件，计时查看事件报警时间 |
| 测振参数-出光线宽 | 查看主机厂提供的测试报告 |
| 事件识别准确度 | 手孔井模拟制造对应事件，测试识别准确度 |

**A.0.3** 监测系统检测内容应按表A.0.3的规定执行。

**表 A.0.3 监测系统检测内容**

| 部 件 | 检测项目 | 检测方法 | 测试时间 | 测试人员 | 测试结果 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能检测 |
| 测温主机 | 解析光缆任意位置温度 | 点击管网任意位置，显示实时温度/查看全线温度曲线 |  |  |  |
| 多级报警 | 手孔井内对光缆进行升温测试：根据升温速度不同，测试两级升温报警；根据最高升温温度不同，测试两级温度阈值报警 |  |  |  |
| 断缆报警 | 手孔井内断开光缆，观察主机报警 |  |  |  |
| 多点泄漏 | 两个以上手孔井同时升温，测试系统是否支持多点同时报警 |  |  |  |
| 自动记录温度及报警数据 | 通过软件调用历史温度曲线和报警记录查看是否自动记录 |  |  |  |
| GIS直观显示报警位置 | 手孔井升温，软件界面观察地图报警位置 |  |  |  |
| 特定/全线温度曲线 | 通过软件调用特定/全线历史温度曲线和实时温度曲线 |  |  |  |
| 标准平台接口 | 平台远程查看主机上传温度、报警数据，并支持平台查询温度、报警等历史、实时数据，平台远程配置主机参数、增删改查本地历史记录等 |  |  |  |
| 测振主机 | 解析光缆任意位置振动 | 点击管网任意位置，显示振动幅度/频率曲线 |  |  |  |
| 事件识别 | 手孔井上方模拟机械施工挖掘及人工施工挖掘事件：观察主机报警类别，多次测试准确率 |  |  |  |
| 断缆报警 | 手孔井内断开光缆，观察主机报警 |  |  |  |
| 多点破坏 | 两个以上手孔井同时进行破坏动作，测试系统是否支持多点同时报警 |  |  |  |
| 自动记录振动及报警数据 | 通过软件调用历史振动曲线和报警记录查看是否自动记录 |  |  |  |
| GIS直观显示报警位置 | 手孔井模拟破坏动作，软件界面观察地图报警位置 |  |  |  |
| 特定/全线振动曲线 | 通过软件调用特定/全线振动幅度/频率曲线 |  |  |  |
| 标准平台接口 | 平台远程查看主机上传振动、报警数据，并支持平台查询振动、报警等历史、实时数据，平台远程配置主机参数、增删改查本地历史记录等 |  |  |  |
| 通信网络 | 带宽 | 网络测试工具测试。 |  |  |  |
| 存储 | 主机存储空间大小 | 查看主机工控计算机配置 |  |  |  |
| 用户可配置存储 | 用户平台远程设置存储周期，并进行手动清理测试 |  |  |  |
| 监测平台 | 架构 | 远程部署测试 |  |  |  |
| 三维模型导入，管线绘制 | 使用测试三维模型导入平台，绘制管线，查看显示是否正常 |  |  |  |
| 系统介绍自定义 | 用户自定义系统介绍，定义模块位置，查看平台是否生效 |  |  |  |
| 统计模块 | 用户配置统计模块统计方式，查看是否生效，人为制造报警，测试报告生成和导出功能 |  |  |  |
| 点击查看信息 | 用户平台操作，点击管网、热力井室等，查看各种物理量曲线是否齐全，并确认是否具备放大缩小功能，是否具备报告生成及导出功能 |  |  |  |
| 多级多模式报警 | 手孔井制造报警数据，观察平台是否支持多级、多模式报警，报警时显示用户配置报警图片和颜色 |  |  |  |
| 功能异常报警 | 主机断电、拔除网线、删除数据库，查看平台是否对应报警 |  |  |  |
| 平台数据存储 | 平台操作是否可设置存储数据类型和间隔，是否可调取存储数据 |  |  |  |
| 平台对主机数据查阅功能 | 平台操作是否可远程调取主机本地数据 |  |  |  |
| 平台数据备份及恢复功能 | 查看平台是否有数据备份区，手动删除平台主数据区，确认平台自动从备份数据恢复主数据区 |  |  |  |
| 一键布撤防 | 对某一区域进行布撤防操作，手孔井附近制造报警查看是否生效 |  |  |  |
| 通过环境温度自动校准数据 | 修改环境温度，查看温度曲线是否维持稳定 |  |  |  |
| 通过物理沉降自动校准数据 | 施工后6个月内长期观察温度、振动曲线，是否有整体漂移现象 |  |  |  |
| 分段报警阈值 | 操作平台查看是否可以分段设置报警阈值 |  |  |  |
| 数据库 | 主数据库与备份数据库 | 查看数据库是否分区为主/备份 |  |  |  |
| 数据库自动清理 | 设置自动清理周期，修改系统时间，查看是否自动清理过期数据 |  |  |  |
| 数据库自动恢复 | 删除主数据库数据，查看系统是否自动从备份数据库恢复主数据库数据 |  |  |  |
| 移动APP | 手机兼容性 | APP安装至不同品牌手机，查看兼容性 |  |  |  |
| 地理信息系统 | 登录APP观察是否可以直观的在地图上观察管网信息 |  |  |  |
| 详细信息查看 | 登录APP，点击管网、热力井室等，查看详细信息是否齐全，曲线是否支持缩放功能，是否支持一键返回主界面 |  |  |  |
| 声光报警器 |  | 手孔井处制造报警，测试声光报警器是否报警 |  |  |  |
| 性能检测 |
| 光缆 | 外观 | 观察外观、米标 |  |  |  |
| 参数 | 检查厂家提供光缆测试报告 |  |  |  |
| 主机 | 外观 | 观察主机外观 |  |  |  |
| 电磁兼容性 | 查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 激光等级 | 查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测温参数-温度范围 | 查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测温参数-温度分辨率 | 查看温度显示界面温度数据是否精度为0.1 |  |  |  |
| 测温参数-定位精度 | 手孔井升温制造报警，查看报警位置位于温度曲线的横坐标，与施工记录中的米标进行核对，查看是否满足±1m或查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测温参数-单通道测温时间 | 点击温度曲线，查看曲线刷新时间是否小于1min或查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测温参数-单通道测温距离 | 查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测温参数-测温误差 | 手孔井升温，平台点击对应位置管线查看温度，与实际温度进行对比测试或查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测温参数-峰值光功率 | 查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测振参数-振动频响范围 | 手孔井处采用固定频率（1~500Hz）振动设备制造报警，平台点击对应位置管线查看振动频率或查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测振参数-空间分辨率 | 平台查看全线振动曲线，确认曲线横坐标最大值，与施工记录对应的光缆米数进行比对，查看是否为1:1或查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测振参数-定位误差 | 手孔井振动制造报警，查看报警位置位于振动曲线的横坐标，与施工记录中的米标进行核对，查看精度是否满足±10m或查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 测振参数-振动响应时间 | 手孔井制造报警事件，计时查看振动报警时间 |  |  |  |
| 测振参数-报警响应时间 | 手孔井制造报警事件，计时查看事件报警时间 |  |  |  |
| 测振参数-出光线宽 | 查看主机厂提供的测试报告 |  |  |  |
| 事件识别准确度 | 手孔井附件模拟制造对应事件，测试识别准确度 |  |  |  |
| 监测平台 | 配置 | 查看工业计算机/网络云服务器配置 |  |  |  |
| 硬件外观 | 观察外观 |  |  |  |
| 电磁兼容性 | 厂家提供测试报告 |  |  |  |
| 通信网络 | 带宽 | 网络测试工具测试 |  |  |  |
| 检测结果： 验收人： 日期： |

# 附录B 监测系统检测表

**B.0.1** 接头盒安装位置统计应按表B.0.1的规定执行。

**表B.0.1 接头盒安装位置统计表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 工程编号 |  |
| 施工单位 |  | 施工地点 |  |
| 序号 | 接头盒编号 | 安装位置 | 地位系统信息 | 备注 |
| 经度 | 维度 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 施工单位 | 监理单位 |
| 技术负责人：年 月 日  | 技术负责人：年 月 日  |

**B.0.2** 监测系统通用检查记录应按表B.0.2的规定执行。

**表B.0.2 监测系统通用检查记录表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 工程编号 |  |
| 施工单位 |  | 施工地点 |  |
| 设备名称 |  | 安装地点 |  |
| 型号规格 |  | 制造企业 |  |
| 出厂编号 |  | 出厂日期 | 年 月 日 |
| 安装检查及调试 |
| 序号 | 项目 | 技术要求 | 实测值或符合度 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 故障处理及检查记录： |
| 结论 |  |
| 技术检测人：年 月 日 | 技术负责人：年 月 日 |

**B.0.3** 地理信息系统采集应按表B.0.3的规定执行。

**表B.0.3 地理信息系统采集表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 工程编号 |  |
| 施工单位 |  | 施工地点 |  |
| 序号 | 关键点 | 地理信息 | 定位数据 |
| 地理位置 | 线路里程 | 定位里程 | 经度 | 维度 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 施工单位 | 监理单位 |
| 技术负责人：年 月 日  | 技术负责人：年 月 日  |

**B.0.4** 监测系统模拟报警测试应按表B.0.4的规定执行。

**表B.0.4 监测系统模拟报警测试记录表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 工程编号 |  |
| 施工单位 |  | 施工地点 |  |
| 序 号 | 试验点 | 地理位置 | 经度 | 维度 | 定位里程 | 备注 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 施工单位 | 监理单位 |
| 技术负责人：年 月 日  | 技术负责人：年 月 日  |

#

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准时区别对待，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** 《通信线路工程设计规范》GB 51158

**2** 《通信线路工程验收规范》GB 51171

**3** 《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280

**4** 《外壳防护等级（IP代码）》GB/T 4208

**5** 《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 4793.1

**6** 《光缆总规范 第1部分：总则》GB/T 7424.1

**7** 《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163

**8** 《计算机场地安全要求》GB/T 9361

**9** 《通信用单模光纤系列　第1部分：非色散位移单模光纤》GB/T 9771.1

**10** 《通信用多模光纤 第1部分：A1类多模光纤特性》GB/T 12357.1

**11** 《光纤光缆接头 第3部分：分规范 光纤光缆熔接式接头》GB/T 16529.3

**12** 《光纤熔接机通用规范》GB/T 17570

**13** 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239

**14** 《高密度聚乙烯硅芯管》GB/T 24456

**15** 《物联网总体技术智能传感器接口规范》GB/T 34068

**16** 《卫星导航定位基准站网络实时动态测量（RTK）规范》GB/T 39616

**17** 《直埋保温管道安全运行光纤监测系统技术条件》GB/T XXXX

**18** 《密闭空间作业职业危害防护规范》GBZ/T 205

**19** 《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28

**20** 《聚酯打包带》QB/T 4010

**21** 《光时域反射计通用规范》SJ 20548

**22** 《电信网光纤数字传输系统工程施工及验收暂行技术规定》YDJ 44

**23** 《光缆接头盒 第1部分：室外光缆接头盒》YD/T 814.1

**23** 《通信系统用户外机柜》YD/T 1537

**25** 《光缆线路性能测量方法 第2部分：光缆接头损耗》YD/T 1588.2

**供热管道光纤监测系统技术标准**

**T/CECS** ×××××-201×

# 条文说明

**编制说明**

《供热管道光纤监测系统技术规程》T/CECS XXX-20XX经 20XX年XX月XX日以第XX号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、运行管理、科研、院校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《供热管道光纤监测系统技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，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](#_Toc528244289)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244289)**

**[2 术语](#_Toc528244290)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244290)**

**[3 设备与材料](#_Toc528244291)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244291)**

[3.1 光缆及接头盒 错误!未定义书签。](#_Toc528244292)

[3.2 主机及电源 错误!未定义书签。](#_Toc528244293)

[3.3 监测平台及通信模块 错误!未定义书签。](#_Toc528244294)

**[4 工程设计](#_Toc528244296)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244296)**

[4.1 一般规定 错误!未定义书签。](#_Toc528244297)

[4.2 系统设置 错误!未定义书签。](#_Toc528244298)

[4.3 光缆布置 错误!未定义书签。](#_Toc528244299)

[4.4 穿跨越敷设 错误!未定义书签。](#_Toc528244300)

[4.5 设备布置 错误!未定义书签。](#_Toc528244301)

**[5 工程施工](#_Toc528244302)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244302)**

[5.1 一般规定 错误!未定义书签。](#_Toc528244303)

[5.2 材料及设备检验 错误!未定义书签。](#_Toc528244304)

[5.3 路由测量与光缆敷设 错误!未定义书签。](#_Toc528244305)

[5.4 光缆连接 错误!未定义书签。](#_Toc528244306)

[5.5 主机安装 错误!未定义书签。](#_Toc528244307)

[5.6 过程质量检验 错误!未定义书签。](#_Toc528244308)

**[6 系统测试](#_Toc528244310)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244310)**

**[7 竣工验收](#_Toc528244315)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244315)**

[7.1 一般规定 错误!未定义书签。](#_Toc528244316)

[7.2 验收内容 错误!未定义书签。](#_Toc528244317)

**[8 运行与维护](#_Toc528244310)****[错误!未定义书签。](#_Toc528244310)**