

团体标准

T/CI 289-2024

再生水管道分布式光学监测 传感光缆铺设技术规程

Rule for cable laying of distributed fiber reclaimed water
pipeline monitoring system

2024-01-25 发布

2024-01-25 实施

中国国际科技促进会 发布

目次

前 言	0
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
4. 技术要求	2
5. 工作环境	3
6. 施工准备	3
7. 光缆沟挖掘	4
8. 光缆布放	6
9. 铺设验收	8

团体标准

前 言

本文件按 GB/T 1.1-2020《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这些专利的责任。

本文件由济南城投排水集团有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：济南城市投资集团有限公司、济南城投排水集团有限公司、山东省科学院激光研究所、济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司、山东省城乡规划设计研究院有限公司、中石化石油工程地球物理有限公司、山东泰山资源勘查有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、齐鲁工业大学。

主要起草人：王学军、姜建生、刘勤教、黄文强、朱峰、刘守领、尚盈、王晨、孔祥贵、水彪、李常、吕公河、牟风明、宛娜、刘超、徐学信、赵蕙、谢兴友、杨位刚、曹冰、渠帅、王伟涛、王蒙、赵文安、黄胜、张绪程。

再生水管道分布式光学监测传感光缆铺设技术规程

1. 范围

本文件规定了再生水管道分布式光学监测传感光缆铺设的技术要求、工作环境、施工准备、光缆沟挖掘、光缆布放、铺设验收。

本文件适用于再生水管道分布式光学监测传感光缆铺设设计。

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的必不可少的条款。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。

GA/T 1469 光纤振动入侵探测系统工程技术规范

GB/T 7424.2 光缆总规范 第2部分：光缆基本试验方法

GB/T 9771.1 通信用单模光纤 第一部分：非色散位移单模光纤特性

GB/T 13993.1 通信光缆 第1部分：总则

YD/T 814.1 光缆接头盒 第1部分：室外光缆接头盒

YD/T 1588.2 光缆线路性能测量方法 第2部分：光纤接头损耗

YD 5121 通信线路工程验收规范

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分布式光纤再生水管道监测系统 distributed Optical Fiber Reclaimed Water Pipeline Monitoring System(DPS)

分布式光纤再生水管道监测系统（以下简称系统）由监测主机和光纤振动传感器组成，是以光纤作为传感器进行振动感知，由监测主机进行信号处理的光电系统，系统利用单根光纤同时实现振动的监测和信号的传输。

3.2

光缆 optical cable

能够通过传输的光信号特征的改变来感知机械振动信号的光纤（光缆）。

3.3

光衰减 light attenuation

光信号通过光纤传输过程中，光强会减小。

3.4

简单环境 simple background

管道周围环境单一、人为活动少、背景噪声简单的区域。

3.5

复杂环境 complex background

管道与公路、铁路伴行或者交叉，管道周围社会环境复杂，各种人为活动频繁，背景噪声复杂的环境。

4. 技术要求

a) 敷设后光缆应符合现行国家标准《通信光缆第1部分：总则》GB/T 13993.1 的规定。且缆内光纤中光衰减应满足表1的要求。

表1 传感光纤的衰减要求

项目	1550nm 测试指标
全程传输衰减	≤0.5dB/km（无活动连接器、无中继设备）
接头衰减	≤0.2dB（熔接接头）

b) 传感光纤接续损耗应符合现行行业标准《光缆线路性能测量方法第2部分：光纤接头损耗》YD/T 1588.2 的规定。传感光缆加强件在接续处应连接牢固。传感光缆接头盒指标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 的规定。

c) 与管道同沟敷设的传感光缆的最小曲率半径应符合表2的要求。

表2 传感光缆最小曲率半径

外护层形式	无外护层或 04 型	53 型、54 型 33 型、34 型	333 型、43 型
静态弯曲	10D	12.5D	15D
动态弯曲	20D	25D	30D
注 1：D 为光缆直径			

5. 工作环境

a) 传感光缆应能在管道周围环境单一、人为活动少、背景噪声简单的环境下正常工作，也能在管道与公路、铁路伴行或者交叉，管道周围社会环境复杂，各种人为活动频繁，背景噪声复杂的环境下正常工作。

b) 传感光缆工作环境如下：

1. 环境温度：-30℃～55℃。
2. 环境湿度：20℃条件下，RH≤100%。

6. 施工准备

6.1 施工前要求

传感光缆铺设施工前应满足如下要求：

a) 施工前应进行现场勘察、核对设计文件、编制并报批施工组织设计(施工方案)，配备施工装备；

b) 施工前应了解施工场地与相邻工程，调查管道沿线振动源。施工前，应全面熟悉设计文件，并应掌握工程的重点和难点，再次核对设计文件；

c) 施工组织设计至少应包括施工方法、进度计划、质量计划、工程数量、人员配备、主要材料、机械设备、电力、运输以及健康安全环境等主要措施、内容。应根据地质条件，结合线路长度、工期要求、交通条件、施工技术力量、安全生产、机械设备、材料、劳动力等情况确定施工方法；

d) 施工前应对员工进行质量安全教育、技术交底和培训。

6.2 光缆的检验

工程所用传感光缆的材质、规格和型号应符合设计要求，其质量应符合GB/T 7424.2的规定，并应具有质量证明文件。

传感光缆参数性能指标应符合以下要求：

a) 传感光缆中的结构、尺寸、机械性能和环境性能应符合 YD/T 979 的规定；

b) 传感光缆应能通过 GB/T 7424.2 方法 E1 的试验；

c) 紧套光纤性能按照 YD/T 1258 附录 A 中规定的相关实验方法进行验证；

d) 传感光缆中单模光纤色散特性应满足 GB/T 9771.1 的规定；

e) 传感光缆应能通过 GB/T 7424.2 方法 E3 的实验；

7. 光缆沟挖掘

7.1 基本要求

a) 敷设直埋传感光缆必须首先进行挖沟，挖沟可以用人工或机械辅助。沟的深度应符合设计规定，如图 1-4 所示，挖沟是按复测后的划线进行，不得任意改道和偏离；光缆沟应尽量保持直线路由，沟底要平坦，克服蛇行走向，传感光缆弯曲半径的允许值符合表 2 的要求。传感光缆与再生水管道相对空间位置按照《光纤振动入侵探测系统工程技术规范》GA/T 1469 的规定执行。

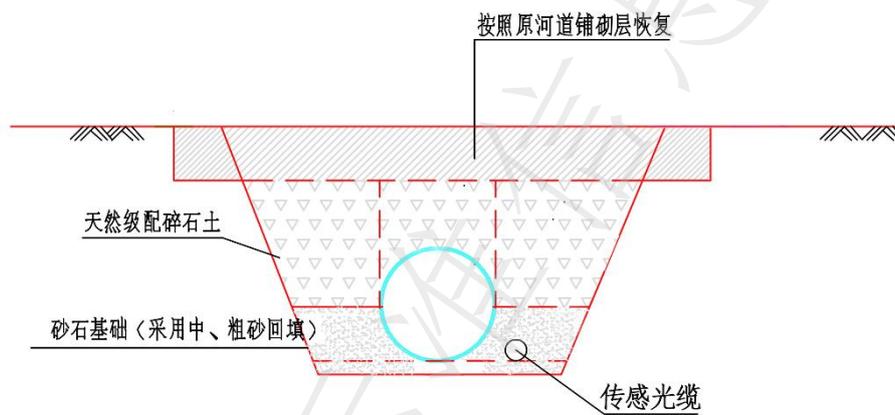


图1 河道伴行光缆施工示意图

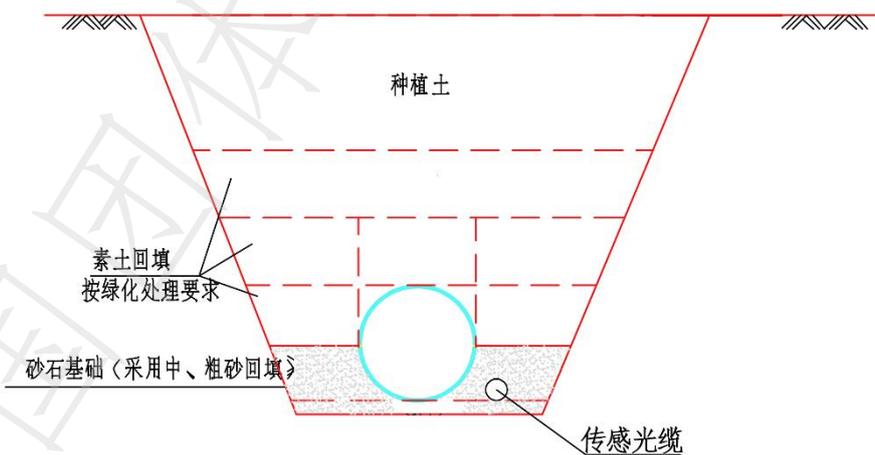


图2 河道护坡绿化带伴行光缆施工示意图

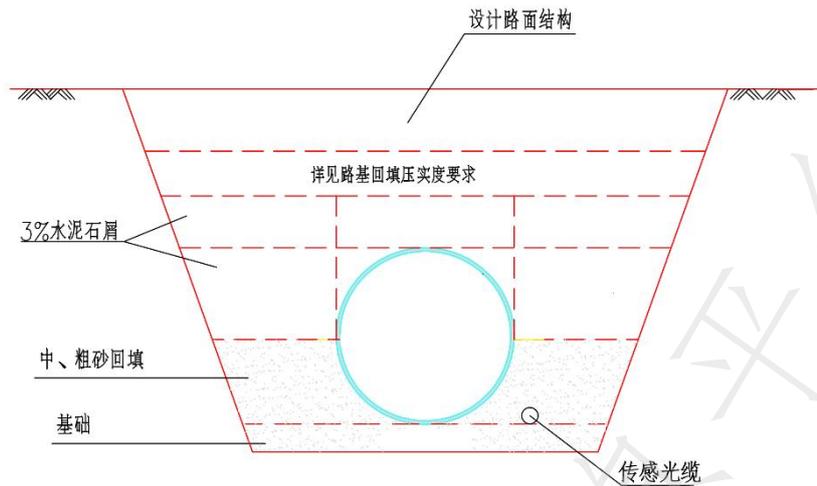


图3 车道伴行光缆施工示意图

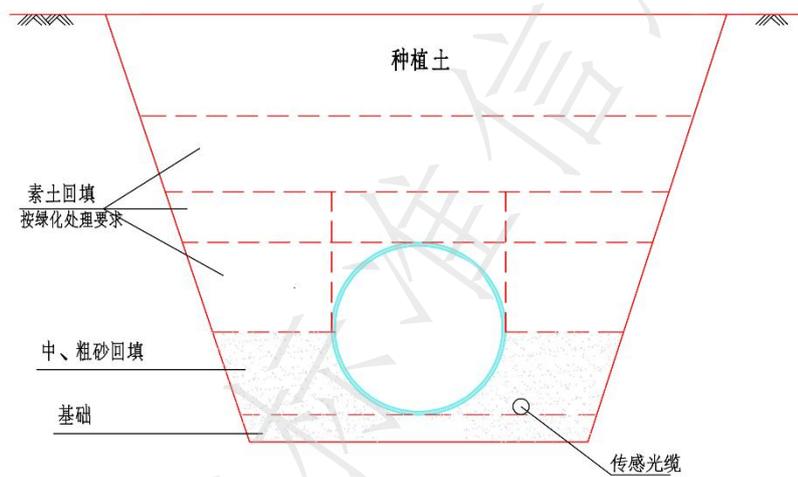


图4 绿化带伴行光缆施工示意图

b) 不同土质及环境，对传感光缆埋深有不同的要求。施工中应按设计规定地段达到要求，传感光缆埋深应符合表3规定：

表 3 光缆埋深标准

敷设地段	埋深 (m)
普通土、硬土	≥ 1.2
半石质、砂砾土、风化石	≥ 1.0
全石质、流砂	≥ 0.8
市郊、村镇	≥ 1.2
市区人行道	≥ 1.0
穿越铁路(距道碴底)、公路(距路面)	≥ 1.2
沟渠、水塘	≥ 1.2
河流	按水底电缆要求

7.2 接口要求

a) 对传感光缆一端应该熔接跳线，定期监测传感光缆是否损坏。

- b) 两段传感光缆之间熔接，熔接损耗符合规定并使用防水熔接盒保护。

8. 光缆布放

8.1 传感光缆的铺设

- a) 传感光缆必须经检查确认符合 4. 技术要求规定要求后，方可进行铺设。
- b) 采用 7.1 基本要求规定的管道铺设位置进行铺设传感光缆。

8.2 过桥过路的顶管

对于管道需要跨越河道与桥梁等复杂环境，铺设传感光缆需要使用钢管进行保护，钢管材料采用直径20mm壁厚1mm不锈钢管，长度可根据穿越路段定制。不锈钢管如图6所示。



图 5 不锈钢管

8.3 同沟铺设

- a) 同沟敷设传感光缆排列顺序，应符合设计规定，布放顺直，严禁交叉重叠；
- b) 直埋传感光缆采用人工抬放，人工抬放时光缆不应出现小于规定曲率半径的弯曲符合表 2 的规定，不允许光缆拖地放和牵拉过紧；
- c) 直埋传感光缆布放时必须清沟，沟内有水时应排净；

8.4 光缆布放要求

传感光缆的布放应符合以下要求：

- a) 布放传感光缆时，传感光缆必须由绕盘上方放出，保持松弛弧型。传感光缆布放过程中应无扭转，严禁打小圈、浪涌、背扣等现象发生；
- b) 布放传感光缆，必须严密组织并有专人指挥，有良好的联系手段，严禁未经训练的人员上岗和无联系工具的情况下作业；
- c) 传感光缆布放完毕，端头应做密封防潮处理，不得浸水；
- d) 传感光缆敷设弯曲半径应符合表 2 的规定。

e) 机械牵引时, 进度调节范围应在 0-20 米/分、调节方式应为无级调速, 具有自动停机性能, 牵引时应根据牵引长度, 地形条件牵引张力等因素选用集中牵引, 中间辅助牵引、分散牵引等方式。

8.5 埋土回填

传感光缆的埋土回填应符合以下要求:

- a) 传感光缆必须经检查确认符合质量验收标准后, 方可全沟回填;
- b) 全沟回填分两步进行, 单盘传感光缆敷放完毕后, 检查传感光缆排列顺序无交叉、重叠, 光缆外皮无破损, 可以一方面回填30厘米厚的细土或沙土, 对于坚石、软石沟段, 应外运沙土或细土回填, 严禁将石块、砖头、硬土推入沟内, 回土后应人工踏平。

8.6 传感光缆穿跨越及特殊地段保护

a) 传感光缆穿跨越应利用钢管穿跨越结构, 当条件限制无法利用时, 应采用单独穿跨越方式穿跨越并设置标识。

b) 传感光缆宜采用钢管保护后, 单独顶管穿越。直径 20mm 壁厚 1mm 钢管焊接到钻头上跟随钻头前进, 如图 6 所示, 从而完成特殊地段顶管铺设方式。

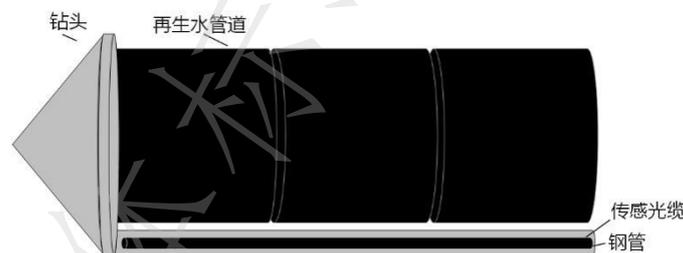


图 6 特殊地段光缆铺设示意图

c) 管道采用大开挖方式穿越公路、铁路、河流时, 传感光缆应采用钢管保护, 保护管的长度应长于穿越段两端不小于 1m;

d) 管道采用定向钻方式穿越公路、铁路、河流时, 传感光缆应采用套管保护单独定向钻穿越; 管道采用隧道方式穿越时, 传感光缆宜敷设在隧道内设置的电缆沟或电缆桥架内穿越。

e) 传感光缆宜敷设在隧道内设置的电缆沟或电缆桥架内穿越。传感光缆与已有地下管线及地下光(电)缆交越时, 应采用钢管或型钢保护后, 与管道一同在地下管线及地下光(电)缆下方通过; 传感光缆交越同沟管道时, 宜选择在土层较厚的地段, 并应用钢管或塑料管保护后从管道上方交越。

f) 传感光缆在沼泽、稻田、石方段及水土流失较严重的地段敷设时, 应采用相应的配

重方式或原土袋盖压等措施保护；在有疏浚、拓宽规划或挖泥可能的沟渠地段，传感光缆上方应覆盖水泥砂浆袋或水泥盖板；

g) 在岩、砾石段，传感光缆同沟敷设在管沟底部时，传感光缆下方应垫细土或沙，其厚度不应小于 0.2m；传感光缆同沟敷设在与管顶平齐的位置时，传感光缆上方应回填细土或沙，其厚度不应小于 0.3m。

h) 传感光缆在管道设置截水墙和固定墩处，应采用套管保护；传感光缆线路敷设完成，需要在线路上补砌筑截水墙和固定墩时，传感光缆应采用套管保护。传感光缆采用穿管方式敷设时，管道两端应封堵严密。

9. 铺设验收

9.1 验收前要求

施工单位按合同规定范围内的工程全部完成后，应及时进行工程交工验收。

9.2 交工技术资料要求：

a) 工程交工验收前，应由施工单位负责编制竣工技术资料，一式三份交建设公司。

b) 交工技术资料主要应包括以下内容：

——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)；

——隐蔽工程签证；

——工程说明；

——建筑安装工程量总表；

——设计变更通知单；

——开、停、复、竣工报告；

——工程洽商纪要；

——交工证书；

——器材的技术资料。

c) 交工技术资料应外观整洁，内容齐全，数据准确，符合归档要求。

9.3 交工验收交叉项目

传感光缆验收应按国家现行标准《通讯线路工程验收规范》YD 5121 执行，还应符合 4. 技术要求规定。