

ICS 17.180.99  
CCS A.91



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 41057—2021

---

## 预应力钢筒混凝土管分布式光纤声监测 技术要求

Technical requirements for distributed acoustic optical fiber monitoring system  
on prestressed concrete cylinder pipe

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 方法原理 .....	1
5 一般要求 .....	2
6 性能要求 .....	2
7 安装及验收 .....	3
8 运行维护 .....	3
9 监测报告 .....	4
参考文献 .....	5

## 前 言

本文件按照 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专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本文件起草单位：苏州混凝土水泥制品研究院有限公司、赛莱默(中国)有限公司、天津大学、中国电子科技集团公司第二十二研究所、厦门三泰混凝土工程有限公司、苏州混凝土水泥制品研究院检测中心有限公司、中国水利水电科学研究院、北京市水科学技术研究院、北京市市政工程设计研究总院有限公司、华北水利水电大学、南京大学、苏交科集团股份有限公司、中国电建集团山东电力管道工程有限公司、宁夏青龙管业集团股份有限公司、浙江巨龙管业科技有限公司、山东龙泉管道工程股份有限公司、天津精仪精测科技有限公司、重庆华硕建设有限公司、重庆新科建设工程有限公司、深圳市市政工程总公司、中电建成都原水管业有限责任公司、成都原水投资有限公司、陕西省引汉济渭工程建设有限公司、铁正检测科技有限公司、中建科技集团有限公司深圳分公司、中水淮河规划设计研究有限公司、安徽中科昊音智能科技有限公司、北京国电瑞源科技发展有限公司、天津市誉航润铭科技发展有限公司、江苏帝邦建设工程有限公司、深圳市天健坪山建设工程有限公司、上海波汇科技有限公司、中铁二十局集团市政工程有限公司、广东粤建三和软件股份有限公司。

本文件主要起草人：田华、王五平、封皓、俞锋、彭正辉、王建慧、朱新民、吴国芳、沙洲、朱鸿鹄、代春生、安小龙、李晓克、董佳兵、宁靖华、张宪伟、朱志航、刘远祥、濮琦、李军华、袁昌勇、余斌、袁立群、欧阳清浩、钱亮、苏岩、蔡涛、郭传臣、齐贺、桂宗能、晋成龙、刘敏、余金洋、周钊名、于法鑫、盛宴、于符静、赵浩、王超、周有衡、徐进、王宏宪、朱今祥、张宁、杜泽、蒋涛。

# 预应力钢筒混凝土管分布式光纤声监测 技术要求

## 1 范围

本文件规定了预应力钢筒混凝土管分布式光纤声监测技术的方法原理、一般要求、性能要求、安装及验收要求、运行维护要求,给出了监测报告的基本信息。

本文件适用于预应力钢筒混凝土管线的预应力钢丝完整性在线监测。

## 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 7424.2—2008 光缆总规范 第2部分:光缆基本试验方法

GB/T 15972.40—2008 光纤试验方法规范 第40部分:传输特性和光学特性的测量方法和试验程序——衰减

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**预应力钢筒混凝土管 prestressed concrete cylinder pipe; PCCP**

在带有钢筒的混凝土管芯外侧缠绕环向预应力钢丝并制作水泥砂浆保护层而制成的管子。

[来源:GB/T 19685—2017, 3.1.1, 有修改]

### 3.2

**分布式光纤声监测技术 distributed optical fiber acoustic monitoring technology**

基于分布式光纤传感原理进行声学信号监测的技术。

### 3.3

**分布式光纤声监测系统 distributed optical fiber acoustic monitoring system**

基于分布式光纤传感原理进行声学信号监测的系统。

### 3.4

**模拟漏报率 Simulated missing report rate**

通过敲击测试模拟断丝漏报率,漏报的有效敲击次数占总的有效敲击次数的比率。

## 4 方法原理

传感光缆沿预应力钢筒混凝土管线敷设,当预应力钢丝发生断裂时,产生的振动波对光缆内的光信号形成相位调制,监测系统对光信号进行探测、采集和处理,识别预应力钢筒混凝土管道断丝,确定断丝的时间和位置。

## 5 一般要求

### 5.1 监测系统

5.1.1 监测系统从物理构成上分为监测系统主机和传感光缆两部分。

5.1.2 系统能通过管道全线断丝事件的分布式在线监测,对原始信号进行采集、处理、分析、识别、判断,并根据判断结果选择性地对原始数据的存储和报警信息的写入、发送,将分析结果通过人机界面清晰地展示给管理人员。

5.1.3 断丝次数累计及阈值报警功能。能够实时自动统计各管节的累计断丝次数,并判断是否超过阈值,若超过阈值则报警;若短时间内单节管道断丝速率加剧也应报警。

5.1.4 记录断丝音频文件,并具备回放功能。

### 5.2 监测系统主机

5.2.1 在人机界面上实时显示监测状态和监测数据。

5.2.2 主机配置高速数据采集设备;计算机系统内存容量、内存带宽、硬盘容量和硬盘读写速度与系统长时间稳定运行的要求相匹配。

5.2.3 具备定时发送模拟断丝信号的功能,通过能否检出模拟断丝信号判断其工作状态是否正常。

5.2.4 具备故障报警和光纤断纤报警功能。

5.2.5 具备数据库功能,能够将断丝监测结果(位置、时间)写入数据库,支持用户查阅历史监测记录。

5.2.6 每年总运行时间应不低于全年时间的 95%。

### 5.3 传感光缆

5.3.1 光缆应具备抗拉伸性能,详见表 1。

5.3.2 光缆的耐水压力不应低于管道设计压力。

5.3.3 光缆纤芯应采用标准单模光纤。

5.3.4 光缆纤芯数量不应少于 2 芯,应保留一定数量的备用芯,备用芯数量不宜低于在用芯数量。

5.3.5 光缆外护套结构应具备良好的振动传导性能。

5.3.6 光缆使用寿命不低于 20 年。当用于腐蚀环境时,应做好防腐处理。

## 6 性能要求

监测系统性能应满足表 1 的规定。

表 1 监测系统性能要求

项目	技术指标	
断丝定位误差/m	≤5	
模拟漏报率/%	≤5	
光纤衰减系数/(dB/km)	波长 1 310 nm	≤0.35
	波长 1 550 nm	≤0.20
光缆拉伸性能附加衰减/dB	管内不固定,在 2 000 N 短期拉力下	≤0.05
	管内固定,在 350 N 短期拉力下	≤0.05
单通道光缆总衰减/dB	≤8	
单通道监测距离/km	≥20	

## 7 安装及验收

### 7.1 监测系统主机安装

7.1.1 监测系统主机应放置在室内,环境温度: $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;相对湿度: $45\%\sim 65\%$ 。

7.1.2 监测系统主机应使用单独回路,并配置 UPS 电源。

7.1.3 监测系统主机应设有漏电保护装置且具有良好的接地措施。

7.1.4 宜采用专用网络与监测系统主机连接,上传速度不应小于  $2\text{ MB/s}$ 。

### 7.2 光缆敷设

7.2.1 光缆宜敷设在管道内部。

7.2.2 光缆管内敷设可选择人工进入管道敷设或者管道不停水条件下带压敷设。

7.2.3 人工进入管内敷设光缆,遇到弯管、分水管、三通、排空阀门等光缆易磨损处,应对光缆提供保护措施。

7.2.4 应根据累计弯管角度、蝶阀位置对光缆进行合理分段。

7.2.5 光缆进出管道应做好密封。光缆在管道内不固定时,在进出管道处光缆应能抽动。

7.2.6 光缆熔接应使用高强度、防水性好的光缆接续盒;接续盒宜置于管外,若设置在管内,接续盒防水性、密封性和抗压性应满足工程要求。

### 7.3 光缆位置标定

系统经安装、调试正常运行后,应进行光缆位置标定。以一定距离间隔,在光缆沿线不同位置施加扰动,观察系统给出的扰动位置,将系统给出的扰动位置与实际施加扰动的管道位置进行对应,从而完成全线光缆的位置标定。

### 7.4 验收方法

7.4.1 断丝定位误差通过在管件或者管身上敲击测定,测量由监测系统定位的敲击位置与实际敲击位置之间的距离差为断丝定位误差。

7.4.2 模拟漏报率通过敲击的方法测定:选用冲击锤或摆锤,对管件或者管身进行冲击。至少选择相隔  $1\text{ km}$  以上的 3 处位置,每处有效冲击次数不少于 3 次。记录实际发生了有效冲击但监测系统未能捕捉到的次数以及总的有效冲击次数,计算两者的比值,作为漏报率。

7.4.3 光纤衰减系数按照 GB/T 15972.40—2008 进行测定。

7.4.4 光缆的拉伸性能按照 GB/T 7424.2—2008 方法 E1A 进行测定。

7.4.5 光缆总衰减按照 GB/T 15972.40—2008 进行测定。

7.4.6 单通道监测距离按照 GB/T 15972.40—2008 方法 C 对传感光缆的总长度进行测定。

## 8 运行维护

8.1 每三个月应对监测系统进行系统运行完好性核查。

8.2 运行巡查应做好记录,发现故障应及时报告,运行巡查应包括但不限于下列内容:

- a) 系统及附属设备运行状态是否正常;
- b) 系统设备的运行环境是否符合要求;
- c) 系统安装空间内电路系统、通信系统是否正常;
- d) 数据传输是否正常;

## GB/T 41057—2021

e) 安装在沿线阀井内的光缆接头箱、光缆进出管道的密封装置是否正常,井内是否有积水。

8.3 系统应每年定期校验,对影响监测结果的部件进行故障维修或更换,维修或更换后应重新进行校验。

8.4 应建立并保存系统的运行、维护、校验、维修等原始记录。

## 9 监测报告

9.1 监测报告应包含系统上线运行以来的断丝监测记录与统计分析报告。断丝监测记录应记载系统每次捕捉到断丝信号时,该断丝信号发生的时间、位置及相应管节。

9.2 定期(以日、周、月为单位)对管道全线的断丝事件进行统计,给出分析报告。分析报告中应提供自系统上线运行以来,管道沿线各管节的断丝数量分布、各次断丝发生的历史时刻、断丝变化趋势。

9.3 在线监测数据及相关记录应作为档案资料保存。

GB/T 41057—2021

参 考 文 献

- [1] GB/T 19685—2017 预应力钢筒混凝土管
-