

团 体 标 准

T/CSEE 0266—2021

电缆通道光纤振动防外破监测系统 技术规范

Technical specification of optical fiber vibration monitoring system
for preventing third-party damage of cable channel



2021-09-17 发布

2021-12-01 实施

中国电机工程学会 发布

团 体 标 准
电缆通道光纤振动防外破监测系统
技术规范

T/CSEE 0266—2021

*

中国电力出版社出版、印刷、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

*

2022年5月第一版 2022年5月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 26千字

*

统一书号 155198·4179 定价 19.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.4179

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 工作条件	2
5 技术要求	2
6 试验项目及要求	4
7 标志、包装、运输和贮存	5
附录 A（资料性） 系统典型结构	6
附录 B（资料性） 振动光缆敷设要求	7
附录 C（资料性） 典型图谱	8
附录 D（规范性） 系统试验方法	9

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据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。

本文件由中国电机工程学会高电压专业委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司、国家电网有限公司、中国电力科学研究院有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、国网北京市电力公司、西安交通大学、武汉大学、上海电缆研究所、国网江苏省电力有限公司、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、山东科华电力技术有限公司、泰昌科技（杭州）有限公司、浙江新图维电子科技有限公司。

本文件主要起草人：曹俊平、刘黎、刘敬华、周象贤、任广振、张振鹏、刘青、李乃一、王少华、刘英、彭波、姜文东、刘岩、姜云土、周啸宇、欧阳本红、刘宗喜、邓显波、夏俊峰、李华春、黄友聪、柏仓、陈小月、惠宝军、李特、陶瑞祥、黄肖为、夏雯、黄勃、苏宇、顾浩、陈俊、温典、耿芳远。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

电缆通道光纤振动防外破监测系统技术规范

1 范围

本文件规定了电缆通道光纤振动防外破监测系统的工作条件、技术要求、试验项目、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于电缆通道的光纤振动防外破监测系统。

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 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化

GB/T 2900.10 电工术语 电缆

GB/T 3873 通信设备产品包装通用技术条件

GB 4943（所有部分）信息技术设备的安全

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 13993.2 通信光缆 第2部分：核心网用室外光缆

DL/T 1498.1—2016 变电设备在线监测装置技术规范 第1部分：通则

DL/T 1573—2016 电力电缆分布式光纤测温系统技术规范

DL/T 5344 电力光纤通信工程验收规范

3 术语和定义

GB/T 2900.10 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光纤振动传感技术 optical fiber vibration sensing technique

利用光纤中传输的光波物理特征参量（如强度、波长、相位、偏振态等）的变化，感知外部振动信号的技术，光纤包裹护套和保护层形成光缆。

3.2

电缆通道光纤振动防外破监测系统 optical fiber vibration monitoring system for preventing third-party damage of cable channel

利用沿电缆通道敷设的振动光缆作为传感器，采用光纤振动传感技术（3.1）对电缆通道沿线外破威胁事件进行实时监测、识别判定及定位预警的系统。一般由监测主机和振动光缆构成，系统典型结构见附录A。

3.3

测量长度 measuring length

加载振动后系统能够报警的最长光缆长度。

3.4

定位准确度 **positioning accuracy**

系统定位位置与振动测试点位置沿光缆的偏差值。

3.5

测量灵敏度 **measuring sensitivity**

系统能够分辨的最小加速度值。

4 工作条件

4.1 振动光缆的一般工作条件

振动光缆的一般工作条件应符合：

- a) 应能在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下稳定测量；
- b) 振动光缆的工作条件应符合电缆的运行工作条件。

4.2 振动监测主机的一般工作条件

振动监测主机的一般工作条件应符合：

- a) 环境温度： $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ （户内）、 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ （户外）。
- b) 环境相对湿度：5%~95%（内部既不应凝露，也不应结冰）。
- c) 大气压力：80 kPa~110 kPa。
- d) 场地安全要求：符合 GB/T 9361 中 B 类安全规定。
- e) 系统安全要求：符合 GB 4943 中的相关规定。
- f) 工作电源：
 - 额定电压：AC 220 V（ $1\pm 15\%$ ）；
 - 频率： $(50\pm 0.5)\text{ Hz}$ ；
 - 电源谐波总畸变率： $\leq 8\%$ 。

4.3 特殊工作条件

超出 4.1 和 4.2 中规定的工作条件时，由用户与供应商协商确定。

5 技术要求

5.1 一般规定

系统的接入不应影响电缆通道和变电站内其他设备的安全运行。

5.2 振动光缆

振动光缆应满足以下要求：

- a) 振动光缆的光纤指标应符合 GB/T 13993.2 的相关规定。光纤允许拉伸力不应小于 1500 N，允许压扁力不应小于 1500 N/100 mm；
- b) 振动光缆应与电缆同路径，在通道内或就近敷设，敷设要求见附录 B；
- c) 振动光缆应采用有铠装的紧套结构，其金属护套应接地；
- d) 如有阻燃、阻水要求，可采用合适的阻燃、阻水材料填充；
- e) 振动光缆可利用已敷设且满足相关技术要求的通信或其他监测类光缆。

5.3 监测系统

5.3.1 振动信号监测

应能实时监测电缆通道的振动信号，并以波形、图谱、文本等方式实时显示振动信号沿电缆通道的分布情况。显示内容应包含信号的强度、时间、位置和频率。

5.3.2 振动信号定位

应能实时定位振动信号，对振动点的位置变化进行连续测量与记录。宜具有振动点垂直于电缆通道距离的测量功能。

5.3.3 数据通信

应具有网络通信功能，可采用有线网络或者无线网络的方式将振动信号和报警信息发送给管理后台。

5.3.4 数据存储

应具有数据自动保存和断电数据保存功能。

5.3.5 事件识别

监测到异常振动信号后，应能通过跟踪分析信号波形、位置等信息，准确判定是否为外破威胁事件，并对事件类型（如电镐凿挖、重锤敲击、挖掘机和车辆等）进行识别，典型图谱见附录 C。

5.3.6 外破预警

监测到外破威胁后，应能通过声音、光、信息推送等方式报警。报警时宜联动视频或图像留档。

5.4 技术指标

系统技术指标见表 1。

表 1 技术指标

序号	项目	要求值
1	测量长度 km	≥ 10
2	定位准确度 m	≤ 10
3	测量灵敏度 m/s^2	≥ 0.5
4	报警响应时间 s	≤ 60

5.5 振动监测系统的可靠性

应符合 DL/T 1498.1—2016 中 5.2 的相关要求。

5.6 振动监测系统的结构和外观

应符合 DL/T 1498.1—2016 中 5.3 的相关要求。

5.7 振动监测系统的绝缘性能

应符合 DL/T 1498.1—2016 中 5.6 的相关要求。

5.8 振动监测系统的机械性能

应符合 DL/T 1498.1—2016 中 5.9 的相关要求。

5.9 振动监测系统的外壳防护性能

应符合 DL/T 1498.1—2016 中 5.10 的相关要求。

5.10 振动监测系统的电磁兼容性

应符合 DL/T 1573—2016 中 5.6 的相关要求。

5.11 振动监测系统的环境适应性

5.11.1 应能承受 GB/T 2423.1 规定的低温试验，试验温度为 -20 ℃，试验时间 2 h。

5.11.2 应能承受 GB/T 2423.2 规定的高温试验，试验温度为 +60 ℃，试验时间 2 h。

5.11.3 应能承受 GB/T 2423.22 规定的温度变化试验，低温为 -10 ℃，高温为 +50 ℃，试验时间为 2 h，温度转换时间为 3 min，温度循环次数为 5 次。

6 试验项目及要求

6.1 试验项目

电缆通道光纤振动防外破监测系统的试验分型式试验、出厂试验、现场验收、现场校验和特殊试验等 5 种，试验项目应按表 2 规定进行，试验方法按 5.7~5.11 及附录 D 的要求。

表 2 电缆通道光纤振动防外破系统试验项目

序号	检验项目	型式试验	出厂试验	现场验收	现场校验
1	测量长度试验	√	√	—	—
2	定位准确度试验	√	√	—	—
3	测量灵敏度试验	√	√	—	—
4	报警响应时间试验	√	√	—	—
5	定位标定试验	—	—	√	√
6	通信功能试验	√	—	√	√
7	可靠性	√	—	—	—
8	结构和外观	√	—	—	—
9	绝缘性能	√	—	—	—
10	机械性能	√	—	—	—
11	外壳防护性能	√	—	—	—
12	电磁兼容性能	√	—	—	—
13	环境适应性能	√	—	—	—

注：“√”表示做的项目；“—”表示不做的项目。

6.2 型式试验

型式试验应由具有资质的检测单位，依据本文件规定进行试验，试验项目按表 2 中规定的试验项目逐个进行，并出具型式试验报告。有以下情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型，投运前；
- b) 连续批量生产的产品每五年一次；
- c) 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产一年以上又重新恢复生产；
- e) 出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- f) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时；
- g) 合同规定进行型式试验时。

6.3 出厂试验

每台产品出厂前，必须由制造厂商的检测部门进行出厂试验，检验项目按表 2 中规定的试验项目逐个进行。

6.4 现场验收

一般在如下两种情况下需进行现场试验：

- a) 正式投运前；
- b) 系统异常恢复后。

6.5 现场校验

应定期对在运系统进行现场校验，校验周期不大于两年。对于校验不合格的监测系统，应查明原因并进行维修，消除缺陷后再投入使用。

6.6 特殊试验

根据用户需求，需要增补的试验项目。

7 标志、包装、运输和贮存

标志、包装、运输、贮存应按 GB/T 3873 规定执行。

附录 A
(资料性)
系统典型结构

电缆通道光纤振动防外破监测系统典型结构如图 A.1 所示。

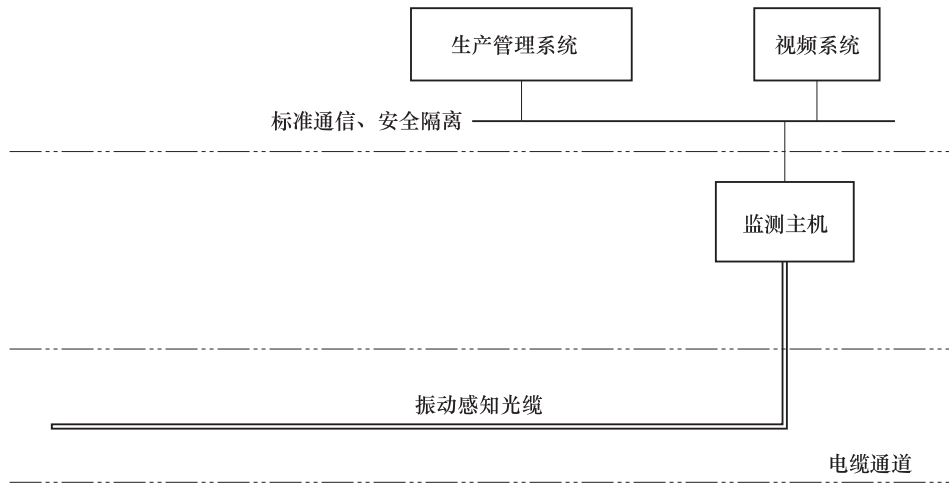


图 A.1 电缆通道光纤振动防外破监测系统典型结构

附录 B
(资料性)
振动光缆敷设要求

B.1 电缆通道振动光缆敷设要求

不同电缆通道振动光缆敷设要求见表 B.1。

表 B.1 电缆通道振动光缆敷设要求

序号	敷设位置	敷设要求
1	隧道、沟道	U形卡扣固定，固定间距宜为 1.5 m~2 m
2	排管	距离地面最近的排管内
3	直埋	加套钢管保护，埋深宜大于 0.5 m
4	工井	应贴顶部井壁固定

B.2 其他要求

- a) 振动光缆接头要进行密封防潮处理，严禁接头裸露或浸泡水中。
- b) 振动光缆穿孔、直埋或暴露在地面的部分应采用加套钢管等保护措施。
- c) 振动光缆的余缆应可靠固定在电缆支架或专用固定金具上，捆绑点不应少于 4 处。
- d) 振动光缆首端、末端及拐弯处应使用标识牌进行标识，直线段应间隔 100 m 进行标识。

附录 C
(资料性)
典型图谱

电缆通道不同事件类型（如电镐凿挖、重锤敲击、挖机作业、车辆行驶）典型振动图谱见图 C.1~图 C.4。

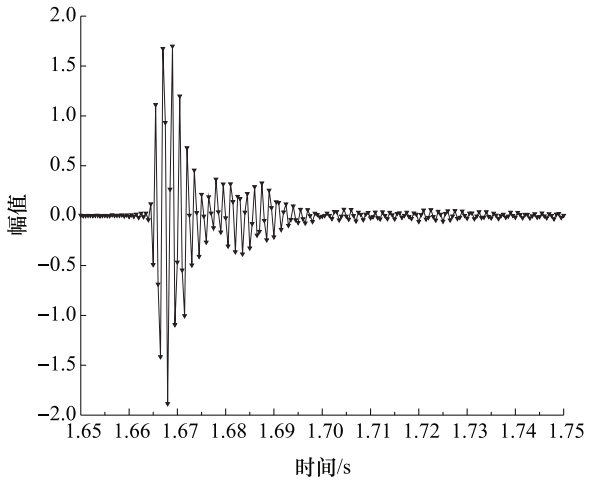


图 C.1 电镐凿挖

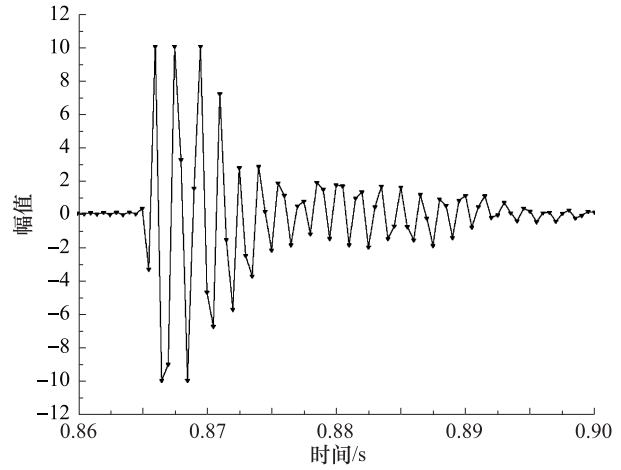


图 C.2 重锤敲击

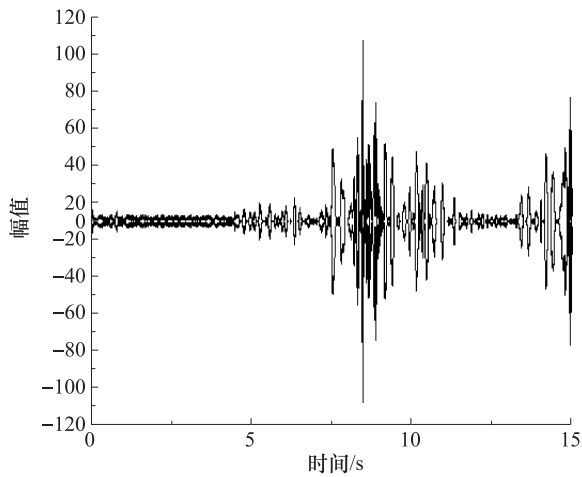


图 C.3 挖机作业

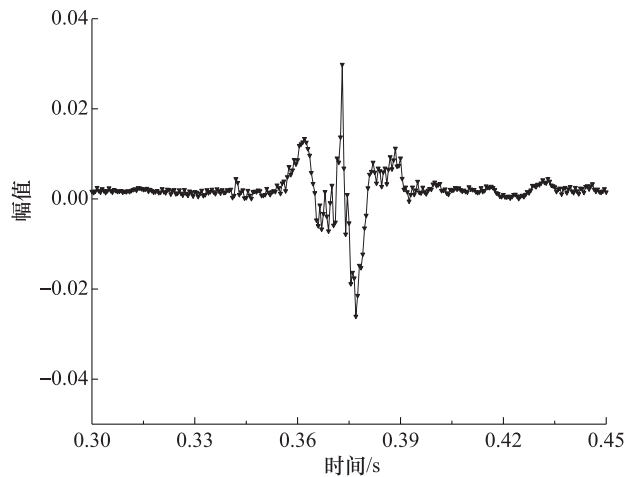


图 C.4 车辆行驶

附录 D
(规范性)
系统试验方法

D.1 测量长度试验

将振动光缆对应系统标称测量长度的位置紧密固定在振动台上，设置振动台输出至少 0.5 m/s^2 的加速度，测试系统是否报警。

D.2 测量灵敏度试验

在系统标称测量长度范围内适当选取 3 个位置进行测试。将振动光缆紧密固定在振动台上，设置振动台输出至少 0.5 m/s^2 的加速度，测试系统是否报警。

D.3 定位准确度试验

在系统标称测量长度范围内适当选取 3 个位置进行测试。将振动光缆紧密固定在振动塔上，设置振动台输出至少 0.5 m/s^2 的加速度。系统定位位置与振动测试点位置沿振动光缆的平均偏差值为定位准确度。系统定位准确度应满足表 2 的要求。

D.4 报警响应时间试验

试验方法与定位准确度试验相同。振动测试开始到系统生成报警记录的平均时间间隔为报警响应时间。系统报警响应时间应满足表 2 的要求。

D.5 定位标定试验

振动光缆在隧道、沟道内敷设时，进行通道内标定。以通道内电缆为基准，每间隔 100 m 进行一次标定。在标定点处，使用橡皮锤轻敲振动光缆，每分钟不少于 6 次。

振动光缆敷设在排管内或直埋时，进行地面标定。以振动光缆敷设路径为基准，原则上每间隔 100 m 进行一次标定。若遇障碍物无法进行试验时，可视情况在障碍物前后适当位置进行标定。在标定点处，使用 5 kg 铁块在地面上方 0.5 m 做自由落体冲击，每分钟不少于 6 次。

通过系统软件将系统定位位置修正为标定点位置。各标定点之间区段的定位标定采用系统软件进行差值处理。