

ICS 77 140 65

CCS H 49



# 团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2026

## 集成磁化与信号输出功能钢丝绳在线 漏磁检测探头通用技术规范

General technical specification for integrated magnetization and signal  
output wire rope online magnetic flux leakage detection probe

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 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 一般要求 .....	2
4.1 外观要求 .....	2
4.2 结构要求 .....	2
4.3 材料要求 .....	2
5 技术要求 .....	3
5.1 性能要求 .....	3
5.2 电磁兼容性要求 .....	3
5.3 安全要求 .....	3
5.4 环境要求 .....	4
5.5 可靠性要求 .....	4
6 试验方法 .....	4
6.1 性能试验 .....	4
6.2 电磁兼容性试验 .....	5
6.3 安全试验 .....	6
6.4 环境试验 .....	6
6.5 可靠性试验 .....	6
7 检验规则 .....	6
7.1 检验分类 .....	6
7.2 出厂检验 .....	7
7.3 型式检验 .....	7
7.4 检验报告 .....	7

## 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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

# 集成磁化与信号输出功能钢丝绳在线漏磁检测探头通用技术规范

## 1 范围

本文件规定了集成磁化与信号输出功能钢丝绳在线漏磁检测探头（以下简称“探头”）的一般要求、技术要求、试验方法及检验规则。

本文件适用于钢丝绳在线运行状态下金属截面积损失、断丝等缺陷检测的集成磁化与信号输出功能漏磁探头的设计、制造、检验和应用。

## 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 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 2689.1 恒定应力寿命试验和加速寿命试验方法 总则
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
- GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案
- GB/T 6378.1 计量抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的对单一质量特性和单个AQL的逐批检验的一次抽样方案
- GB/T 6587 电子测量仪器通用规范
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 13306 标牌
- 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 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 18216.4 交流1000V和直流1500V及以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第4部分：接地电阻和等电位接地电阻
- GB/T 21837 铁磁性钢丝绳电磁检测方法
- GB/T 24343 工业机械电气设备 绝缘电阻试验规范
- GB 28526 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全
- GB/T 34357 无损检测 术语 漏磁检测

## 3 术语和定义

GB/T 21837、GB/T 34357界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**钢丝绳在线漏磁检测探头** rope magnetic flux leakage online inspection probe

安装于钢丝绳外部，通过磁化钢丝绳并采集其漏磁信号，实现在线检测钢丝绳缺陷的装置。

## 3.2

**集成磁化 integrated magnetization**

磁化系统与信号采集系统集成于同一探头结构内部的磁化方式。

## 3.3

**漏磁信号 leakage magnetic signal**

钢丝绳在磁化状态下，由于缺陷引起磁通畸变而在钢丝绳表面或周边空间形成的磁场变化信号。

## 3.4

**最小可检断丝量 minimum detectable broken wires**

在规定检验条件下，探头能够可靠检测出的断丝根数的最小值。

## 4 一般要求

## 4.1 外观要求

- 4.1.1 探头外观应完整、清洁，不应有裂纹、破损、明显划伤及影响使用的缺陷。
- 4.1.2 涂层应均匀、无起泡、脱落和明显色差。
- 4.1.3 探头外形尺寸应符合产品技术文件要求，允许偏差不应超过 $\pm 2\%$ 。
- 4.1.4 探头总质量应符合技术文件要求，允许偏差不应超过 $\pm 5\%$ 。
- 4.1.5 铭牌和安全标识应清晰可见，符合GB/T 13306的规定。

## 4.2 结构要求

4.2.1 探头应至少包括以下基本结构单元：

- a) 磁化单元；
- b) 传感器阵列单元；
- c) 浮动或自适应跟踪支撑机构；
- d) 信号调理与处理单元；
- e) 电源与接口单元；
- f) 防护与密封结构。

4.2.2 磁化单元应包括磁轭、磁极、励磁线圈或永磁体等部件，其结构应能在钢丝绳周向上形成闭合或近似闭合磁路。

4.2.3 传感器阵列单元应合理布置在磁极的有效漏磁区域内，探头宜采用环形包络结构实现对钢丝绳周向的覆盖。

4.2.4 信号处理与调理电路宜采用模块化设计，同一型号产品内部结构应具有一致性。

4.2.5 浮动或自适应跟踪支撑机构应保证探头在钢丝绳运行过程中与钢丝绳同轴，吸收轻微跳动，并耐磨损、耐腐蚀。

4.2.6 防护与密封结构应保证探头在规定温湿度和粉尘、液体环境下正常工作。

## 4.3 材料要求

## 4.3.1 磁化单元材料

磁轭、磁极应采用高磁导率材料（如硅钢片或高导磁合金）。

## 4.3.2 传感器及支撑结构材料

支撑机构、传感器封装应采用耐腐蚀、耐磨损材料，如铝合金、不锈钢或工程塑料。

## 4.3.3 外壳及密封材料

外壳应采用耐腐蚀、耐冲击材料，抗冲击强度应 $\geq 5\text{J}$ ，耐温范围 $-40^\circ\text{C}\sim+70^\circ\text{C}$ ；密封件应耐老化和油腐蚀。

## 4.3.4 电气绝缘材料

电源、信号接口及PCB板应使用阻燃、耐高温绝缘材料。

## 5 技术要求

### 5.1 性能要求

#### 5.1.1 磁化性能要求

探头磁化性能要求如下：

- a) 探头应能在钢丝绳表面形成规定磁感应强度 ( $B \geq 1.2T$ )，磁场均匀性偏差应不大于 $\pm 10\%$ ；
- b) 磁化单元应具备防过热、防过流或退磁保护措施；
- c) 磁化气隙应适配钢丝绳公称直径，调节范围应覆盖产品声明的直径范围。

#### 5.1.2 漏磁信号采集与处理性能要求

探头漏磁信号采集与处理性能要求如下：

- a) 传感器阵列应覆盖钢丝绳周向 $\geq 90\%$ ，轴向分辨率 $\leq 1mm$ ；
- b) 传感器与钢丝绳表面间隙应稳定且可控，波动应 $\leq \pm 0.5mm$ ；
- c) 采集系统等效输入噪声应 $\leq 5mV$ ，信噪比 $SNR \geq 40dB$ ；
- d) 信号处理应具备滤波、基线漂移补偿及温度补偿功能，漂移不超过满量程的 $1\%$ ；
- e) 信号输出线性度误差应 $\leq 2\%$ ，同一缺陷重复检测幅值误差应 $\leq 5\%$ 。

#### 5.1.3 信号输出性能要求

探头信号输出性能要求如下：

- a) 探头应具备标准工业接口（RS485、CAN、以太网等）与上位机或数据采集系统兼容；
- b) 输出信号应包含时间、位置、通道号及幅值信息，并具备电气隔离；
- c) 数据传输应连续可靠，无明显丢帧。

#### 5.1.4 运行速度适应性要求

探头运行速度适应性要求如下：

- a) 探头适用钢丝绳运行速度范围应不小于 $0.1m/s \sim 10m/s$ ；
- b) 在加减速工况下，探头应能保持信号连续、稳定，无明显采样失真或丢失。

#### 5.1.5 检测能力要求

探头检测能力要求如下：

- a) 应能够检测断丝、磨损及金属截面积损失缺陷；
- b) 最小可检断丝量不应大于钢丝绳外层单丝根数的 $1$ 根；
- c) 最小可检金属截面积损失应 $\leq 3\%$ ；
- d) 缺陷定位误差：周向应不超过钢丝绳周长的 $\pm 1\%$ ，轴向应不超过 $\pm 10mm$ 。

#### 5.1.6 机械性能要求

探头机械性能要求如下：

- a) 抗振能力：探头应能在频率 $10Hz \sim 150Hz$ 、加速度 $5m/s^2$ 的振动条件下信号输出正常，无功能失效；
- b) 抗冲击能力：探头应能在加速度 $30m/s^2$ ，冲击时间 $11ms$ 的冲击条件下无破裂或零件脱落。

### 5.2 电磁兼容性要求

#### 5.2.1 静电放电抗扰度

在接触放电 $\pm 4kV$ ，空气放电 $\pm 8kV$ 条件下，探头应能正常工作。

#### 5.2.2 射频电磁场辐射抗扰度

在 $80MHz \sim 1GHz$ 、场强 $3V/m$ 的射频电磁场作用下，探头信号误差不应超过 $\pm 5\%$ ，功能应保持正常。

#### 5.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

在 $\pm 2kV$  EFT/Burst条件下，探头应能正常工作，信号输出稳定可靠。

#### 5.2.4 雷击浪涌抗扰度

在电源线对地 $\pm 1kV$ 、线对线 $\pm 0.5kV$ 的浪涌条件下，探头应能正常工作，无误报警或功能失效。

#### 5.2.5 传导骚扰抗扰度

在 $0.15MHz \sim 80MHz$ 频段的传导骚扰作用下，探头信号误差不应超过 $\pm 5\%$ ，功能应保持正常。

### 5.3 安全要求

### 5.3.1 电气安全

探头电气安全应符合以下要求：

- a) 应符合GB 28526的规定；
- b) 绝缘电阻 $\geq 20\text{M}\Omega$ （500V DC）；
- c) 漏电电流 $\leq 1\text{mA}$ ；
- d) 接地电阻 $\leq 0.5\Omega$ 。

### 5.3.2 电源安全

电源安全应符合以下要求：

- a) 电源和信号接口应具备防触电、防误操作设计；
- b) 信号线接口额定电压应 $\leq 30\text{V DC}$ ；
- c) 电源接口额定电流应满足探头正常工作要求，过载保护动作时间应 $\leq 2\text{s}$ 。

### 5.3.3 操作安全

操作安全应符合以下要求：

- a) 关键操作部位应设计防误操作措施，如锁定、限位或标识；
- b) 旋钮或操作杆操作力矩应 $\leq 5\text{N}\cdot\text{m}$ 。

## 5.4 环境要求

### 5.4.1 温度适应性

探头应能在 $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 环境下正常工作。

### 5.4.2 湿度适应性

探头应能在相对湿度 $\leq 95\%$ （无冷凝）条件下正常工作。

### 5.4.3 耐腐蚀性

探头外壳在中性盐雾环境中暴露48h不应出现明显腐蚀或功能异常。

### 5.4.4 温度变化适应性

探头应能承受温度变化速率 $\pm 10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，连续变化5次循环后，信号和功能应正常。

### 5.4.5 防尘防水性能

探头外壳防护等级应不低于GB/T 4208中规定的IP54要求，在矿山或海上等恶劣环境中应不低于GB/T 4208中规定的IP65要求。

## 5.5 可靠性要求

### 5.5.1 平均无故障时间（MTBF）

探头MTBF应 $\geq 5000\text{h}$ 。

### 5.5.2 设计使用寿命

探头设计寿命应不低于5年。

### 5.5.3 工作循环可靠性

在连续运行8h的条件下，探头信号输出应稳定，功能正常，无误报警或故障。

### 5.5.4 关键器件可靠性

探头内关键器件（传感器、磁化单元、信号处理模块）应具有可靠性等级认证或符合相应技术规范。

### 5.5.5 冗余与故障保护

关键功能模块应具备冗余或自保护设计，在单点失效时探头应保持基本检测能力，并输出故障提示。

## 6 试验方法

### 6.1 性能试验

#### 6.1.1 磁化性能试验

应按照以下步骤进行：

- a) 按产品说明书安装探头，并调整磁化气隙与钢丝绳公称直径匹配；
- b) 在额定供电条件下，对被测钢丝绳施加磁化；
- c) 使用磁通计或霍尔探头测量钢丝绳表面磁感应强度；

- d) 沿钢丝绳周向和轴向分别不少于8个位置进行测量，计算磁场均匀性偏差；
- e) 逐步增加工作电流，检查是否具备过流、过热或退磁保护功能。

#### 6.1.2 漏磁信号采集与处理性能试验

应按照以下步骤进行：

- a) 按说明书安装探头并与数据处理系统连接；
- b) 采用标准缺陷钢丝绳试样（含断丝、磨损、截面积损失缺陷），设置规定运行速度，使试样通过探头检测区域；
- c) 记录各通道输出信号波形与幅值；
- d) 测量有效检测周向覆盖范围与轴向分辨率；
- e) 测量传感器—钢丝绳间隙波动值；
- f) 在无缺陷状态下测量系统等效输入噪声与信噪比；
- g) 在温度变化条件下测量漂移量并计算满量程百分比；
- h) 对同一缺陷进行不少于5次重复检测，计算幅值一致性误差。

#### 6.1.3 信号输出性能试验

应按照以下步骤进行：

- a) 将探头分别与RS485、CAN或以太网接口的上位机连接；
- b) 加载标准试样缺陷并进行检测；
- c) 检查输出数据是否包含时间、位置、通道和幅值信息；
- d) 采用协议分析仪检查是否具有电气隔离；
- e) 进行连续运行测试不少于1h，检查是否存在丢帧现象。

#### 6.1.4 运行速度适应性试验

应按照以下步骤进行：

- a) 构建可调速度钢丝绳运行平台；
- b) 将探头安装于规定位置；
- c) 在0.1m/s~10m/s速度范围内分阶段逐级检测；
- d) 记录各速度下信号连续性、失真及采样丢失情况；
- e) 进行加速及减速工况试验，观察信号是否连续稳定。

#### 6.1.5 检测能力试验

应按照以下步骤进行：

- a) 选用标准缺陷钢丝绳试样，包含以下缺陷：
  - 单根断丝；
  - 多根断丝；
  - 不同百分比金属截面积损失；
- b) 以额定工作状态进行检测；
- c) 记录最小可检断丝根数及最小可检金属截面积损失百分比；
- d) 记录缺陷定位结果并计算周向及轴向定位误差；
- e) 判断是否符合5.1.5要求。

#### 6.1.6 机械性能试验

应按照以下方法进行：

- a) 振动试验：应按照GB/T 6587规定的方法执行；
- b) 冲击试验：应按照GB/T 6587规定的方法执行。

### 6.2 电磁兼容性试验

#### 6.2.1 静电放电抗扰度试验

应按照GB/T 17626.2规定的方法执行。

#### 6.2.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

应按照GB/T 17626.3规定的方法执行。

#### 6.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

应按照GB/T 17626.4规定的方法执行。

6.2.4 浪涌（雷击）抗扰度试验  
应按照GB/T 17626.5规定的方法执行。

6.2.5 传导骚扰抗扰度试验  
应按照GB/T 17626.6规定的方法执行。

### 6.3 安全试验

6.3.1 绝缘电阻试验  
应按照GB/T 24343规定的方法执行。

6.3.2 漏电电流试验  
应按照GB 4706.1规定的方法执行。

6.3.3 接地电阻试验  
应按照GB/T 18216.4规定的方法执行。

6.3.4 电源安全试验  
检查电源和信号接口结构，测量信号线接口输出额定电压；调节负载模拟器，使电源回路电流逐渐超过额定值至120%~150%，记录过载保护装置从动作到切断的时间。

6.3.5 操作安全试验  
在无载及正常工作状态下，检查探头的操作部位是否设置锁定、限位、防呆结构或明显安全标识；使用力矩扳手作用于旋钮或操作杆，缓慢均匀加载至功能转动或操作状态，记录所需最大力矩。

### 6.4 环境试验

6.4.1 温度适应性试验  
应按照GB/T 6587规定的方法执行。

6.4.2 湿度适应性试验  
应按照GB/T 6587规定的方法执行。

6.4.3 耐腐蚀性试验  
应按照GB/T 10125规定的方法执行。

6.4.4 温度变化适应性试验  
应按照GB/T 2423.22规定的方法执行。

6.4.5 防尘防水性能试验  
应按照GB/T 4208规定的方法执行。

### 6.5 可靠性试验

6.5.1 MTBF试验  
应按照GB/T 5080.7规定的方法执行。

6.5.2 设计寿命试验  
应按照GB/T 2689.1规定的方法执行。

6.5.3 连续运行试验  
在额定条件下连续运行探头8h，监测信号输出和功能状态是否正常。

6.5.4 关键器件可靠性试验  
在正常工作电压与负载条件下，使探头处于额定工作状态，将传感器、磁化单元、信号处理模块连续运行或按产品技术文件规定周期通断运行，记录累计运行时间。

6.5.5 冗余与故障保护试验  
在额定工作条件下使探头正常运行，分别对单个关键功能模块施加单点失效，记录探头检测能力变化情况，检查系统是否产生故障提示或报警。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

本文件要求的检验分为出厂检验和型式检验两类。

## 7.2 出厂检验

出厂检验的项目应包括外观与结构检查等关键指标。各项指标均满足本文件的要求时，方可被判定为合格产品。对于不合格的产品，应进行报废处理。

## 7.3 型式检验

### 7.3.1 检验时机

有下列情形之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定时；
- b) 设计、工艺或主要原材料有较大改变，可能影响产品性能；
- c) 正常生产满一年时；
- d) 间隔一年以上再生产时；
- e) 出厂检验结果与同产品型号或批次的型式检验有较大差异时。

### 7.3.2 检验项目及要求

型式检验应在国家认证监督管理委员会认可的检测机构，或者具备相关认证资质的实验室完成，检验的项目应包括所有技术指标。

### 7.3.3 抽样规则

抽样规则应符合GB/T 6378.1的要求。

### 7.3.4 判定规则及处理措施

所有检验项目均满足本文件的技术要求时，判定为合格。任一项不符合规定时，判定为不合格。对于不合格的产品，应进行返工或报废处理，返工产品应重新进行检验。

## 7.4 检验报告

所有检验记录和报告应妥善存档，每次检验结束后应出具完整的检验报告，并包括下列内容：

- a) 基本信息：产品名称、产品批次编号、检验日期、检验机构和参与人员等；
  - b) 检验目的与检验依据；
  - c) 检验环境与检验设备清单等；
  - d) 检验方法与检验过程；
  - e) 检验数据：详细列出各项目的检测数据；
  - f) 检验结论：评估该批次产品是否合格。
-