

## 团 体 标 准

T/SMA 0073-2025

### 智能电力井盖监测模块检验规范 第 1 部分：总则

Testing rules for monitoring modules of smart power well lid  
Part 1: General

2025-11-30 发布

2025-12-15 实施

上海市计量协会 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 智能电力井盖组成 .....	2
5 监测模块性能要求 .....	3
6 试验方法 .....	5
7 检验项目 .....	8
附录 A（资料性） 模块数据通信 .....	10

The SMA logo is a stylized blue 'SMA' text with a blue triangle above it. The triangle has a white outline and a blue gradient fill. The text 'SMA' is in a bold, sans-serif font.

## 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。

《智能电力井盖监测模块检验规范》为系列标准，分为以下若干部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：倾角；
- 第3部分：气体。

本文件为 T/SMA 0073-2025 《智能电力井盖监测模块检验规范 第1部分：总则》。

本文件由上海市计量协会电力专业委员会提出。

本文件由上海市计量协会归口管理。

本文件起草单位：国网上海市电力公司电力科学研究院、国网上海市电力公司电缆分公司、国网上海市电力公司、国网山西省电力有限公司太原供电公司、国网江苏省电力有限公司南京供电公司、国网上海市电力公司浦东供电公司、北京智芯微电子科技有限公司、戴天智能科技（上海）股份有限公司、上海博煦能新能源科技有限公司、硕能（上海）自动化科技有限公司、上海四量电子科技有限公司、上海谷元电气科技有限公司。

本文件主要起草人：李红雷、邓先钦、何阳、苏磊、司文荣、田昊洋、周韞捷、林波、许强、李海、药炜、王一磊、张圣甫、蓝耕、赵成斌、原佳亮、邹翔宇、江南、徐晴川、毛玮韵、王之琦、贺文婧、杨正翰、王如春、付青琴、杨开迷、柏冲冲、李志强、仇彬、鞠久江、王军、王哲斐。

本文件 2025 年 11 月首次发布。

本文件首批承诺执行单位：国网上海市电力公司电力科学研究院、国网上海市电力公司电缆分公司、硕能（上海）自动化科技有限公司、戴天智能科技（上海）股份有限公司、上海博煦能新能源科技有限公司、上海四量电子科技有限公司。

# 智能电力井盖监测模块检验规范

## 第 1 部分：总则

### 1 范围

本文件规定了智能电力井盖组成和监测模块的性能要求、试验方法、检验项目。  
本文件适用于智能电力井盖监测模块基本性能、专用性能和通信性能的检验。

### 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 2423.3 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Db：交变湿热
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 11287 电气继电器 第 21 部分 量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第 1 篇：振动试验（正弦）
- GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- 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 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 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- T/SMA 0030 智能电力井盖监测模块检验规范 第 2 部分：倾角
- T/SMA 0031 智能电力井盖监测模块检验规范 第 3 部分：气体

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

智能电力井盖 smart power well lid

智能电力井盖是指具备状态感知、身份识别、侵入报警等功能的电力工井内盖，由内盖板、电子井盖锁、通信单元、电源模块、智能监测模块等组成，可根据需要适配环境、井盖状态监测等功能。

[来源：T/SMA 0030 3.1 有修改]

### 3.2

#### 监测模块 monitoring module

用于智能井盖振动、倾斜、位移、通道内环境状态监测及未授权开启报警和外盖开合状态监测的功能单元，由传感器、采集电路、处理芯片、存储单元、通信单元等组成。

### 3.3

#### 倾角 obliquity

倾角是指井盖与基准面所形成夹角。

### 3.4

#### 倾角监测 obliquity monitoring

倾角监测是对井盖与基准面所形成夹角的监测，当所测量的井盖倾角达到或超过设定阈值后将倾角测量值及报警信号传输至监测后台，是监测井盖开启的一种方式。

### 3.5

#### 气体监测 gas monitoring

气体监测是对井盖下方环境中气体含量（一氧化碳、硫化氢、甲烷、氧气等）的监测，按照设定的监测周期，将准确测定的气体含量传输至监测后台，当所测结果超过设定阈值后，监测后台将发出报警信号。

## 4 智能电力井盖组成

智能电力井盖由内盖板、电子井盖锁、通信单元、电源模块、智能监测模块等组成，如图 1 所示。根据应用需求可配备倾角、气体等监测模块。

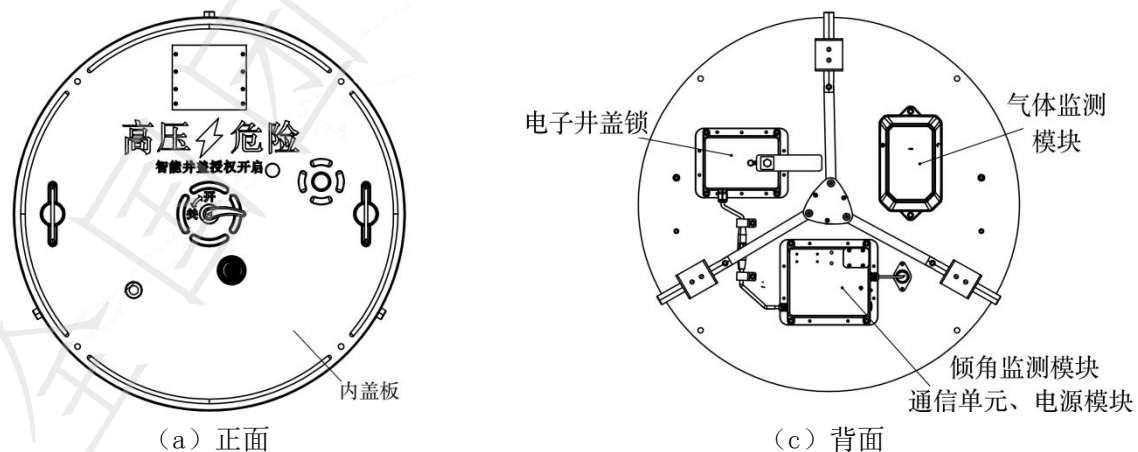


图 1 智能电力井盖结构示意图

### 4.1 内盖板

内盖板是一种采用高强度、轻质材料制作的防止人员、设备坠落入井的工井内防护井盖。

## 4.2 电子井盖锁

电子井盖锁由无源电子锁、电子钥匙和应急钥匙组成。

## 4.3 通信单元

将监测模块采集的数据信息传送到监测后台，并接受监测后台指令的单元。

## 4.4 电源模块

电源模块为高容量低自放电电池，为智能电力井盖功能模块提供工作电源。

## 4.5 智能监测模块

智能监测模块是用于工井内外部通信、环境及井盖状态监测的电子模块，包括电源模块、处理与存储单元、通信单元和井盖状态监测传感器，具有工井内有毒有害气体、易燃易爆气体、含氧量、温湿度等环境量智能监测功能，在工井异常状态、非授权开启等状态下能够上报事件信息。监测数据通过 NB-IoT 电力 APN 专网与物联网管理平台通信，物联管理平台对井盖发送的报文进行解析，过滤无效数据，以确保传输报文的安全性。其网络通信架构如附录 A 所示。

## 5 监测模块性能要求

### 5.1 一般要求

- 5.1.1 监测模块外露导电部分应在电气上连成一体，与被监测设备电气系统应完全隔离，并可靠接地。
- 5.1.2 监测模块尺寸应合适，安装位置不影响电缆敷设和运维人员巡视检修。
- 5.1.3 监测模块不应采用对人体有害的材料或者遇火产生对人体有害的材料。
- 5.1.4 监测模块应满足发热元器件的通风散热要求。
- 5.1.5 监测模块应插拔灵活、接触可靠，互换性好；按钮操作应灵活可靠，无卡死或接触不良现象。

### 5.2 安全要求

- 5.2.1 监测模块的接入不应改变和影响电力电缆线路的连接方式、绝缘性能、密封性能及接地性能，不应影响线路的安全运行。
- 5.2.2 监测模块外壳感应电压限制值应不大于 50V。

### 5.3 基本性能要求

#### 5.3.1 绝缘性能

##### 5.3.1.1 绝缘电阻

监测模块各独立电路与外露可导电部分之间、各独立电路之间，应采用 250V 兆欧表测量其绝缘电阻，阻值不小于 100M $\Omega$ 。

##### 5.3.1.2 绝缘强度

对智能电力井盖施加一次工频电压，试验电压以 1kV/s 的速率逐渐上升，升压到 2.0kV 后持续 1min，无击穿闪络及元件损坏现象；采用直流试验电压时，其值应为交流试验电压值的 1.4 倍。

##### 5.3.1.3 冲击电压

监测模块各独立电路与外露可导电部分之间、各独立电路之间，应能承受 1.2/50 $\mu$ s 的标准雷电波的短时冲击电压试验而无击穿闪络及元件损坏现象，试验电压为 1kV。

#### 5.3.2 电磁兼容性能

监测模块的抗扰度应符合表1的要求。

表 1 监测模块的抗扰度要求

端口	试验项目	基础标准	试验等级	标准要求
外壳	静电放电 (ESD)	GB/T 17626.2	4级	B
	射频电磁场辐射	GB/T 17626.3	3级	A
	工频磁场	GB/T 17626.8	5级	A
	脉冲磁场	GB/T 17626.9	5级	A
	阻尼振荡磁场	GB/T 17626.10	5级	A
直流电源	脉冲群	GB/T 17626.4	4级	B
	浪涌	GB/T 17626.5	4级	B
	射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6	3级	A
I/O信号/控制 (包括功能接地端口的连接线)	脉冲群	GB/T 17626.4	4级	B或A
	射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6	3级	A

### 5.3.3 环境适应性能

#### 5.3.3.1 试验环境温度、类别与严酷等级

试验环境温度、类别与严酷等级见表 2。

表 2 检验适用温度

环境温度	严酷等级	
	低温温度	高温温度
-25~+60℃	-25℃	+70℃
-40~+60℃	-40℃	+70℃

#### 5.3.3.2 低温

监测模块应能承受GB/T 2423.1规定的低温试验，试验温度为表4规定的低温温度，试验时间2h。

#### 5.3.3.3 高温

监测模块应能承受GB/T 2423.2规定的高温试验，试验温度为表4规定的高温温度，试验时间2h。

#### 5.3.3.4 恒定湿热

监测模块应能承受GB/T 2423.3规定的恒定湿热试验。试验温度+40℃±2℃，相对湿度(93±3)%，试验时间为48h。

#### 5.3.3.5 交变湿热

监测模块应能承受GB/T 2423.4规定的交变湿热试验。高温温度55℃，循环次数2次。

### 5.3.4 机械性能

#### 5.3.4.1 振动

监测模块应能承受GB/T 11287中规定的严酷等级为I级的振动耐久试验。

#### 5.3.4.2 冲击

监测模块应能承受GB/T 14537中规定的严酷等级为I级的冲击耐久试验。

#### 5.3.4.3 碰撞

监测模块应能承受 GB/T 14537 中规定的严酷等级为 I 级的碰撞试验。

### 5.3.5 外壳防护性能

#### 5.3.5.1 防尘

监测模块应符合 GB/T 4208 中规定的外壳防护等级 IP68 的要求。

#### 5.3.5.2 防水

监测模块应符合 GB/T 4208 中规定的外壳防护等级 IP68 的要求。

### 5.4 专用性能要求

#### 5.4.1 倾角监测模块

应符合 T/SMA 0030 中规定的性能要求。

#### 5.4.2 气体监测模块

应符合 T/SMA 0031 中规定的性能要求。

### 5.5 通信性能要求

#### 5.5.1 网络传输

网络传输通道应遵守信息安全要求，做好隔离防护措施。

#### 5.5.2 数据交互

智能电力井盖需支持 MQTT 协议，通过物模型将采集到的数据上送到后台，监测内盖板的开关状态，并实时上传异常事件，响应时间少于 10 秒。

#### 5.5.3 安全认证

使用物联卡的 MEI 号与监测后台在首次连接时进行安全认证，监测后台根据物联网卡的 MEI 号自动生成该智能电力井盖的唯一设备 ID 号下发给井盖。

#### 5.5.4 数据过滤

监测后台对智能电力井盖的设备 ID 和报文进行过滤，报文上传频度为每日 1 次，每次上送长度不大于 1kB。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

试验环境温度为 +15°C~+35°C，相对湿度为 5%~95% RH，大气压力为 80kPa~110kPa。

### 6.2 基本性能试验

#### 6.2.1 绝缘性能试验

##### 6.2.1.1 绝缘电阻试验

在正常试验大气条件下，按 5.3.1.1 的要求进行绝缘电阻试验，绝缘电阻不小于 100MΩ。

### 6.2.1.2 绝缘强度试验

在正常试验大气条件下，按 5.3.1.2 的要求进行绝缘强度试验。试验过程中及试验后，监测模块不应发生击穿、闪络及元器件损坏现象。

### 6.2.1.3 冲击电压试验

在正常试验大气条件下，按 5.3.1.3 的要求对各被试回路进行冲击电压试验。试验前，除被试回路外，其余回路应等电位互联并接地。试验过程中及试验后，监测模块不应发生击穿、闪络及元器件损坏现象。

## 6.2.2 电磁兼容性能试验

### 6.2.2.1 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2.1 中的性能判据要求。

### 6.2.2.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照 GB/T 17626.3 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2 中的性能判据要求。

### 6.2.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按照 GB/T 17626.4 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2 中的性能判据要求。

### 6.2.2.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

按照 GB/T 17626.5 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2 中的性能判据要求。

### 6.2.2.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按照 GB/T 17626.6 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2 中的性能判据要求。

### 6.2.2.6 工频磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.8 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2 中的性能判据要求。

### 6.2.2.7 脉冲磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.9 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2 中的性能判据要求。

### 6.2.2.8 阻尼振荡磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.10 第 8 章的规定进行，要求在施加干扰的情况下，监测模块应满足 5.3.2 中的性能判据要求。

## 6.2.3 环境适应性能试验

### 6.2.3.1 低温试验

按 GB/T 2423.1 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受表 2 中规定的严酷等级对应的低温温度、持续时间 2h 的低温试验。试验期间及试验后，监测模块应能正常工作。

### 6.2.3.2 高温试验

按GB/T 2423.2中规定的试验要求和试验方法进行,应能承受表2中规定的严酷等级对应的高温温度、持续时间2h的高温试验。试验期间及试验后,监测模块应能正常工作。

### 6.2.3.3 恒定湿热试验

按GB/T 2423.3中规定的试验要求和试验方法进行,应能承受温度 $+40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(93\pm 3)\%$ 、持续时间48h的恒定湿热试验。试验期间及试验后,监测模块应能正常工作。

### 6.2.3.4 交变湿热试验

按GB/T 2423.4中规定的试验要求和试验方法进行,应能承受严酷等级为高温 $55^{\circ}\text{C}$ 、循环次数为2次的交变湿热试验。试验期间及试验后,监测模块应能正常工作。

## 6.2.4 机械性能试验

### 6.2.4.1 振动试验

按GB/T 11287中规定的试验要求和试验方法,对模块进行严酷等级为1级的振动耐久试验,要求试验后,监测模块不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

### 6.2.4.2 冲击试验

按GB/T 14537中规定的试验要求和试验方法,对模块进行严酷等级为1级的冲击耐久试验,要求试验后,监测模块不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

### 6.2.4.3 碰撞试验

按GB/T 14537中规定的试验要求和试验方法,对模块进行严酷等级为1级的碰撞试验,要求试验后,监测模块不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

## 6.2.5 外壳防护性能试验

### 6.2.5.1 防尘

按照GB/T 4208中规定的试验要求和试验方法进行,应符合外壳防护等级IP68的要求。

### 6.2.5.2 防水

3.1 按照 GB/T 4208 中规定的试验要求和试验方法进行,应符合外壳防护等级 IP68 的要求。

## 6.3 专用性能试验

### 6.3.1 倾角监测模块

按照T/SMA 0030中规定的试验方法进行。

### 6.3.2 气体监测模块

按照 T/SMA 0030 中规定的试验方法进行。

## 6.4 数据传输性能试验

利用上位机通信软件对监测模块进行通信功能检测,监测模块应能正确响应上位机召唤传送记录数据,并按照表3的项目进行试验。

表 3 通信性能试验

序号	检验项目	检验方法
1	平台终端接入规约测试	平台终端能够读取各监测模块工作状态
2	日常监测数据上送测试	周期性上报监测模块日常数据，时间间隔小于 24h
3	异常告警数据上送测试	异常告警实时数据上送时间少于 10s
4	钥匙授权管控测试	利用平台终端对监测模块进行授权和非授权测试

## 7 检验项目

### 7.1 试验类别

智能电力井盖监测模块试验分为型式试验、出厂试验和抽样试验，按表 4 的规定进行。

表 4 智能电力井盖检验项目表

序号	检验项目	技术要求	型式试验	出厂试验	抽样试验
1	结构与外观检查	5.1	●	●	●
2	安全性试验	5.2	●	●	●
3	绝缘性能试验	5.3.1	●	●	○
4	电磁兼容性能试验	5.3.2	●	○	○
5	环境适应性能试验	5.3.3	●	○	○
6	机械性能试验	5.3.4	●	○	○
7	外壳防护性能试验	5.3.5	●	○	○
8	倾角监测性能	5.4.1	●	●	●
9	气体监测性能	5.4.2	●	●	●
10	通信性能检测	5.5	●	●	●

注：●表示规定必须做的项目；○表示规定可不做的项目。

### 7.2 型式试验

型式试验应该由制造厂商将设备送交具有国家级或省级检测资质的检测单位，由检测单位依据本标准规定进行检验，检验项目按表 4 中规定的逐个进行，并出具型式检验报告。有以下情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型；
- b) 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；

- c) 产品停产一年以上又重新恢复生产时；
- d) 出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- e) 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；
- f) 合同规定进行型式试验时；
- g) 必要时，设备使用单位可提出要求。

### 7.3 出厂试验

每套设备出厂前在正常试验条件下逐个按规定进行例行检验，检验项目按表 4 规定的进行，检验合格后，附有合格证，方可允许出厂。

### 7.4 抽样试验

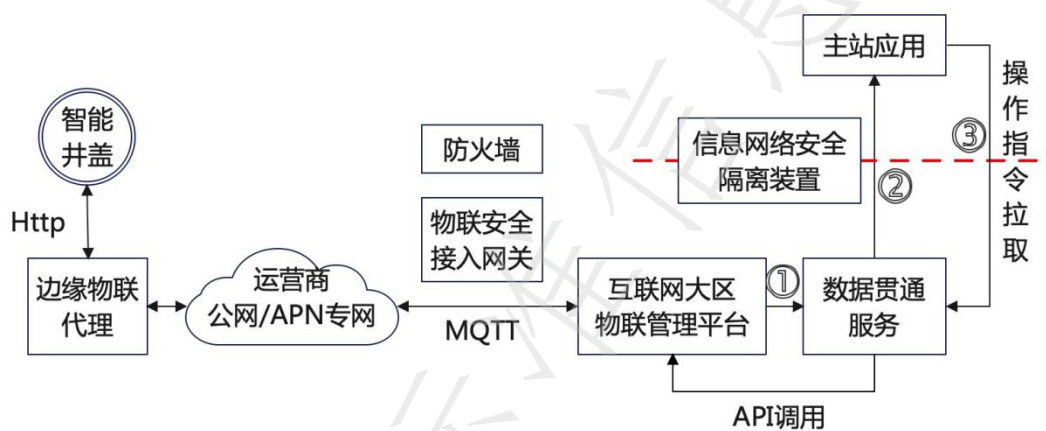
抽样试验由设备使用单位对中标单位即将供货的产品进行随机抽样，抽样比例应不低于 10%。

The logo for SMA (Shanghai SMA Group) is displayed in a light blue color. It features the letters 'SMA' in a bold, sans-serif font, with a stylized mountain peak or wave graphic above the letters. The logo is partially obscured by a large, faint watermark that reads '中国团体标准' (China Group Standard) diagonally across the page.

## 附录 A (资料性) 模块数据通信

### A.1 通信网络架构

监测模块应开通数据与指令的内外网交互相关防火墙隔离功能，具备外网到内网采集数据同步、内网到外网指令下发的功能，其通信网络架构如图 A.1 所示。



A.1 智能电力井盖网络通信架构

### A.2 外网到内网采集数据同步

开发数据贯通服务，部署在互联网大区，通过订阅互联网大区物联管理平台中智能井盖场景的采集数据上报消息队列，实时获取感知终端上报的采集或告警数据，见图 A.1 线路①。

同时，数据贯通服务通过隔离装置提供的 sql 代理服务，连接内网主站应用的数据库，将采集数据写入预先定义的消息接收表中，供主站应用做后续分析和处理，见图 A.1 线路②。

### A.3 内网到外网指令下发

内网主站应用“智能井盖一体化管控平台”在自身数据库中创建命令下发表，外网的数据贯通服务定时查询命令下发表中的新增数据，同步调用互联网大区物联管理平台命令下发 API 接口，完成操作指令下发，见图 A.1 线路③。