

南方电网公司智能设备检测技术规范

第 1 部分 输电线路在线监测装置

(征求意见稿)

知识产权声明

南方电网公司拥有本作品的知识产权，未经南方电网公司书面许可，任何单位和个人不得擅自使用（包括但不限于复制、发行、转载、通过信息网络传播等），否则，南方电网公司将依法追究法律责任。

Intellectual Property Rights Statement

China Southern Power Grid is the owner of the intellectual property rights of this work. Any person or organization shall not utilize (including but not limited to reproduce, distribute, transmit or disseminate through the internet) without the prior written permission of the owner and will be held legally responsible otherwise by China Southern Power Grid.

目 录

前 言	I
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	2
4. 检测项目及要求	3
5. 检测规则	14

前 言

为全面规范南方电网公司输电线路图像视频、微气象、故障定位等输电在线监测装置检测方法
及合格判据特制定此标准。

本文件由中国南方电网有限责任公司供应链管理部提出、归口管理并负责解释。

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

本标准首次发布。

南方电网智能设备检测技术规范 第1部分

输电线路在线监测装置（草案）

1 范围

本标准规定了输电线路图像视频、微气象、故障定位等输电在线监测装置检测项目、检测方法、检测结果的判定方法。

本标准适用于输电线路图像视频、微气象、故障定位等输电在线监测装置的检测，可作为产品的研制、生产、检验和现场测试的依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- (1) GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- (2) GB 50395 视频安防监控系统工程设计规范
- (3) GB/T 35697 架空输电线路在线监测装置通用技术规范
- (4) GB/T 3572 1输电线路分布式故障诊断系统
- (5) GB/T 2317.2 电力金具试验方法第2部分：电晕和无线电干扰试验
- (6) GB/T 2317.3 电力金具试验方法第3部分：热循环试验
- (7) GB/T 2317.4 电力金具试验方法第4部分：验收规则
- (8) 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
- (9) 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
- (10) 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（12h+12h循环）
- (11) GB/T 2423.6 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验Eb和导则：碰撞
- (12) GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- (13) GB/T 3482 电子设备雷击试验方法
- (14) GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶热空气加速老化和耐热试验
- (15) GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- (16) 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
- (17) 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
- (18) GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验
- (19) 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
- (20) GB/T 17626.8 电磁兼容试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- (21) GB/T 17626.9 电磁兼容试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- (22) DL/T 1247 高压直流绝缘子覆冰闪络试验方法
- (23) DL/T 1508 输电线路导线覆冰监测装置

- (24) Q/CSG 1204009 中国南方电网电力监控系统安全防护技术规范
- (25) Q/CSG1205031 输电线路在线监测通信规约及信息交互规范
- (26) Q/CSG1210050 南方电网电力全域物联网平台接入技术规范
- (27) Q/CSG 1210066 南方电网物联网平台接入协议插件标准
- (28) Q/CSG 1210067 南方电网物联网平台应用协议
- (29) Q/CSG121007 4南方电网物联终端设备信息模型规范（试行）
- (30) 南方电网输电线路图像视频监控装置技术规范书
- (31) 南方电网架空输电线路微气象监测装置技术规范书
- (32) 南方电网架空输电线路山火监测装置技术规范书
- (33) 南方电网架空输电线路覆冰监测装置技术规范书
- (34) 南方电网输电线路故障精确定位装置技术规范书
- (35) 南方电网架空输电线路导线舞动监测装置技术规范书
- (36) 南方电网架空输电线路导线弧垂监测装置技术规范书
- (37) 南方电网架空输电线路导线温度监测装置技术规范书
- (38) 南方电网架空输电线路杆塔倾斜监测装置技术规范书
- (39) 南方电网绝缘子污秽在线监测装置技术规范书
- (40) 南方电网架空输电线路地线融冰监测装置技术规范书

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

3.1 数据采集单元 data acquisition unit

安装在导线、地线(含 OPGW)、绝缘子、杆塔、基础等上的基于各种原理的信息测量装置,通过通信网络将测量信息传送到数据监测终端,并响应数据监测终端的指令。

3.2 数据监测终端 data monitoring terminal

汇集各数据采集单元的信息,并进行现场存储、处理,同时能和架空输电线路在线监测主站系统进行信息交换的装置。

3.3 架空输电线路在线监测装置 on-line monitoring device on overhead transmission lines

一个逻辑设备,由数据采集单元、数据监测终端和供电电源组成,实时采集输电线路本体状态、气象环境、通道状况等信息,并通过通信网络,将信息传输到架空输电线路在线监测主站系统的测量装置(以下简称监测装置)。

3.4 架空输电线路在线监测主站系统 on-line monitoring master station system on overhead transmission lines

接入各类输电设备状态监测信息,并进行集中存储、统一处理和应用的计算机系统(以下简称主站系统)。主站系统一般包括信息接入前置机、集中数据库、数据服务、数据加工及各类状态监测应用功能模块。

3.5 状态量 criteria

反映输电线路本体设备、气象环境、通道状况等状态的物理量。

3.6 自动采集模式 automatic data acquisition mode

监测装置按照设定的时间间隔进行信息的采集、处理、存储,并将信息上传到主站系统。

3.7 受控采集模式 data acquisition mode under control

监测装置按照主站系统下发的指令进行信息采集、处理、存储,并将信息上传到主站系统。

3.8 平均无故障工作时间 mean time between failures; MTBF

监测装置两次相邻故障间的连续工作时间的平均值。

3.9 数据缺失率 missing measurerate

按照采样周期在一段时间内未能测得的数据个数与应测得的数据个数之比,用百分数表示。

3.10 额定容量 rated capacity

室温(25℃±5℃)下完全充电的蓄电池以10h率放电电流[I10(A)]放电,达到放电终止电压时所放出的容量(Ah)。

3.11 额定能量 rated energy

室温(25℃±5℃)下完全充电的蓄电池以I10(A)电流放电,达到放电终止电压时所放出的能量(Wh)。

3.12 能量保持率 energy retention rate

完全充电的蓄电池在一定温度下储存一定时间后,完全放电时的能量与额定能量的比值。

3.13 10h 率放电电流 10h discharge rate

蓄电池的数值为额定容量/10的放电电流,表示为I10(A),单位为安培(A)。

4 检测项目及要求

4.1 试验条件

除另有规定外,各项检验宜在如下条件下进行:

- a) 环境温度:+15℃~+35℃;
- b) 相对湿度:不大于75%;
- c) 大气压力:86kPa~106kPa。

4.2 通用试验项目

4.2.1 结构外观和重量检查

4.2.1.1 结构外观检查

通过目测对监测装置进行外观和结构方面的检查,检查内容包括外观、材质、铭牌、结构、传感器等。试验结果应满足以下要求:

应满足南方电网各类输电线路在线监测装置技术规范书要求。

4.2.1.2 重量检查

通过计量称重设备对监测装置进行质量检查。试验结果应满足以下要求:

设备重量应满足南方电网各类输电线路在线监测装置技术规范书要求。

4.2.2 基本功能试验(数据传输规约测试)

按照现场配置方式将监测装置接入测试平台系统,给监测装置通电,施加相应信号,分项检测监测装置是否具备本标准要求的各项功能,应进行以下接口测试:

- a) 测试监测装置的数据输出接口及其一致性。
- b) 测试监测装置的查询/配置功能及其一致性。
- c) 测试监测装置的运行状态监测功能、报警功能及远程升级功能等。

应用层数据传输规约及数据格式应符合《Q/CSG1205031 输电线路在线监测通信规约及信息交互规范》要求,装置应能按照正确的数据格式传输各类数据,并正确响应执行各项操

作指令。

4.2.3 物联网平台接入试验

按照现场配置方式将被测装置接入物联网平台测试系统,通过互操作的方式逐条验证装置基本信息、技术参数、量测参数、消息、服务类数据通信协议是否满足《Q/CSG1210074 南方电网物联终端设备信息模型规范(试行)》要求,装置应能按照正确的数据格式传输各类数据,并正确响应各项操作指令。

4.2.4 环境适应性性能试验

应按照现场配置方式组成架空输电线路在线监测系统,将整套设备置于环境试验箱中测试(试验过程中不接太阳能板,测试前可通过适配器等对电池进行充电,确保电池电量充足;对于导线取能类装置应安装于供电导线,导线运行电流不小于装置最小启动电流(20A),持续为装置提供电能),在下述条件下进行试验:

- a) 非图像/视频类监测装置采集周期为 10min,统计试验期间数据缺失率;
- b) 图像类监控装置采集周期为 20min(带云台装置设定 3 个预置位),统计试验期间数据缺失率;
- c) 带云台装置试验包含开关机控制、云台控制和焦距调整等内容,每 12h 触发一次。

4.2.4.1 低温性能

应满足 GB/T 2423.1 中 6.6.1 规定的温度为-40℃、持续时间 72h(故障精确定位装置 16h)的低温试验要求,试验结果应满足以下要求:

- a) 非图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%;
- b) 图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%,图像完整清晰;
- c) 视频类监测装置所有指令执行正常,视频播放流畅。

4.2.4.2 高温性能

应满足 GB/T 2423.2 中 15.1 规定的温度为+70℃、持续时间 72h(故障精确定位装置 16h)的高温试验要求,试验结果应满足以下要求:

- a) 非图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%;
- b) 图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%,图像完整清晰;
- c) 视频类监测装置所有指令执行正常,视频播放流畅。

4.2.4.3 交变湿热性能

应满足 GB/T 2423.4 中 7.3 规定的温度为+55℃,相对湿度大于 90%RH,持续时间 12h;温度为 25℃,相对湿度大于 95%,持续时间 12h 的交变湿热试验要求,试验结果应满足以下要求:

- a) 非图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%;
- b) 图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%,图像完整清晰;
- c) 视频类监测装置所有指令执行正常,视频播放流畅。

4.2.4.4 低温覆冰试验

按照 DL/T 1247 中规定的雨淞类型覆冰方法及气候室模拟的雨淞类型覆冰参数,将环境温度控制在-7℃~-3℃,覆冰厚度达到 20mm 后并保持,保持时间 48h。试验结果应满足以下要求:

- a) 非图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%;
- b) 图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%,图像完整清晰,但允许冰覆盖镜头;
- c) 视频类监测装置视频播放流畅、完整清晰,但允许冰覆盖云台和镜头。

4.2.5 防护等级试验

依据 GB 4208 中规定的试验要求和方法检验。试验结果应满足以下要求:

防护等级试验应满足南方电网各类输电线路在线监测装置技术规范书要求。

4.2.6 电气性能试验

仅针对安装在导线上的监测装置，如故障精确定位装置、舞动监测装置等，具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展，具体试验方法如下：

4.2.6.1 电晕和无线电干扰试验

按“GB/T 2317.2 电力金具试验方法 第2部分：电晕和无线电干扰试验”中规定的试验要求和试验方法进行试验。

在试验期间及试验后，装置应能正常工作。

4.2.6.2 工频短路电流冲击试验

将监测装置安装在试验导线上，处于工作状态，对导线分别通过40kA、 $\geq 120\text{ms}$ ，31.5kA、 $\geq 300\text{ms}$ ，15kA、 $\geq 2\text{s}$ 的模拟短路电流各3次，连续两次试验间隔不少于5min。

在试验期间及试验后，装置应能正常工作。

4.2.6.3 雷电流冲击试验

将监测装置安装在试验导线上，处于工作状态。对导线回路施加幅值和波形为20kA、 $8/20\mu\text{s}$ 的雷电流冲击3次，连续两次试验间隔不少于5min，试验波形满足GB/T 16927.4的规定。

在试验期间及试验后，装置应能正常工作。

4.2.6.4 温升试验

参照GB/T 2317.3试验要求和试验方法进行。在环境温度为20℃的条件下，将监测装置安装在400mm²及以上截面的导线上，对导线通以允许电流值（如800A）的电流，测量导线表面温度、监测装置夹具及表面的温度。

监测装置夹具及表面的温升不应超过导线的温升。

4.2.7 电磁兼容性能试验

4.2.7.1 静电放电抗扰度试验

按照“GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 接触放电或空气放电；
- c) 在外壳和工作人员经常可能触及的部位；
- d) 试验电压：接触放电 8kV，空气放电 15kV；
- e) 正负极性放电各10次，每次放电间隔至少1s。

在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到GB/T 17626.2中规定的b级要求。

4.2.7.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照“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”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 频率范围：80MHz~3000MHz；
- c) 试验场强：10V/m。

在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到GB/T 17626.3中规定的b级要求。

4.2.7.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按照“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”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；

- b) 试验电压：电源端口 4kV，数据端口 2kV；
- c) 在施加干扰的情况下，监测装置应能正常工作。

在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到 GB/T 17626.4 中规定的 b 级要求。

4.2.7.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

按照“GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 试验电压：4kV。

在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到 GB/T 17626.5 中规定的 b 级要求。

4.2.7.5 工频磁场抗扰度试验

按照“GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置处于正常工作状态；
- b) 稳定持续的磁场强度：100A/m；
- c) 1s~3s 短时作用的磁场强度：1000A/m。

在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到 GB/T 17626.8 中规定的 b 级要求。

4.2.7.6 脉冲磁场抗扰度试验

按照“GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 磁场强度：1000A/m。

在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到 GB/T 17626.9 中规定的 b 级要求。

4.2.7.7 交流电源暂降、暂时中断抗扰度

按照“GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 对每相输入电流小于或等于 16A 设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 短时中断，试验等级 0%，持续时间 0.1s
- c) 在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到 GB/T 17626.11 中规定的要求。

4.2.7.8 阻尼振荡波抗扰度

按照“GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到 GB/T 17626.18 中规定的 IV 级 b 级要求。

4.2.7.9 直流电源暂降、暂时中断抗扰度

按照“GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 短时中断，试验等级 0%，持续时间 0.1s
- c) 在试验期间及试验后，监测装置的功能和性能应达到 GB/T 17626.29 中规定的要求。

4.2.8 机械性能试验

4.2.8.1 振动试验

监测装置不包装、不通电，固定在振动试验台中央，按照 GB/T 2423.10 中规定的试验方法和要求，试验条件如下：

- a) 频率范围：塔上监测装置 5Hz~55Hz，线上监测装置 10Hz~150Hz；
- b) 峰值加速度：10m/s²；
- c) 扫频循环次数：5 次；
- d) 危险频率持续时间：10min。

试验结果应满足以下要求：

- a) 试验后，监测装置应无损坏，紧固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落等现象；
- b) 通电后监测装置在规定的限值内性能正常。

4.2.8.2 垂直振动试验

仅针对安装在导线上的监测装置，如故障精确定位装置、舞动监测装置等，按照 DL/T1098 规定的试验要求和试验方法进行：

a) 试验布置参见 DL/T1098,将监测装置按要求固定在受张导线上,导线张力为 10%~25% CUTS;

b) 振动条件:振动频率 f 为 25Hz~50Hz,监测装置安装处导线振幅 $A=\pm 0.5\text{mm}$,振动次数 $N=1\times 10^7$ 次;同时测量监测装置夹头处的导线动弯应变值,不应大于允许值 $\pm 100\mu\varepsilon\sim\pm 120\mu\varepsilon$ 。

4.2.8.3 碰撞试验

监测装置不包装、不通电，固定在碰撞试验台中央，按 GB/T 2423.6 中规定的试验方法和要求，试验条件如下：

- a) 脉冲持续时间：16ms；
- b) 每方向的碰撞次数：1000 次；
- c) 峰值加速度：98m/s²。

试验结果应满足以下要求：

- a) 试验后，监测装置应无损坏，紧固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落等现象；
- b) 且通电后监测装置在规定的限值内性能正常。

4.2.8.4 运输试验

按照 GB/T 6587 及 QJ/T 815.2 的规定和方法，对监测装置进行运输试验。试验后，包装应无破损、严重变形、磨损，监测装置应无损坏，并能正常工作。

4.2.9 连续运行试验

4.2.9.1 电池供电类监测装置

应按照现场配置方式组成架空输电线路在线监测系统，进行 168 小时连续运行试验（常温），并在下述条件下进行试验：

- a) 非图像/视频类监测装置采集周期为 10min，统计试验期间数据缺失率；
- b) 图像类监控装置采集周期为 10min（设定 3 个预置位），统计试验期间数据缺失率；
- c) 视频类监测装置试验包含开关机控制、云台控制和焦距调整等内容，每 12h 触发一次。

试验期间监测装置应满足以下要求：

- a) 非图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%；
- b) 图像/视频类监测装置试验期间数据缺失率应小于 1%，图像完整清晰；

c) 视频类监测装置所有指令执行正常, 视频播放流畅。

4.2.9.2 导线取能电类监测装置(故障精确定位装置)

将监测装置安装在试验导线上, 对导线回路施加 20A 的工频电流, 使监测装置连续工作不少于 24 小时。试验期间及试验后, 装置均能正常工作。

将监测装置断开感应取电回路, 只使用电池供电, 监测装置连续工作不小于 12 小时, 试验期间装置能正常工作。

4.2.10 电源性能及功耗试验

仅针对单独采用蓄电池供电的设备, 如输电线路图像视频监控装置、微气象监测装置、山火监测装置等, 导线取能监测装置不开展, 具体试验项目及方法如下:

4.2.10.1 蓄电池额定容量/能量试验

应按照如下试验方法进行检测:

a) 在环境温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 进行标准充电。标准充电以 I_{10} (A) 电流对蓄电池进行恒流充电至制造商规定的充电限制电压, 然后静置 30min;

b) 在环境温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 对蓄电池进行标准放电。标准放电以 I_{10} (A) 电流对蓄电池进行恒流放电至制造商规定的放电终止电压, 然后静置 30min;

c) 参考 GB/T22473 方法, 计算额定容量 C 和额定能量 E;

d) 重复上述 a) ~c) 步骤, 共进行 6 次循环试验。

试验结果应满足以下要求: 额定容量/能量在第 1 次循环时不应低于 90% 的制造商标称容量/能量, 且在第 6 次循环以前应达到制造商标称容量/能量。

4.2.10.2 低温能量保持率试验

应按照如下试验方法进行检测:

a) 对蓄电池进行标准充电;

b) 将蓄电池置于 -20°C 低温环境温度中, 静置 48h 以上;

c) 在 -20°C 下, 以 I_{10} (A) 电流对蓄电池进行恒流放电, 至制造商规定的放电终止电压, 计算放电能量 E_4 ;

d) 以 $E_4/E \times 100\%$ 公式计算低温能量保持率。

试验结果应满足以下要求: 低温能量保持率: $\geq 50\%$ 。

4.2.10.3 荷电保持及能量恢复能力试验

应按照如下试验方法进行检测:

a) 对蓄电池进行标准充电;

b) 蓄电池在环境温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的条件下开路静置 28 天;

c) 不经充电立即对蓄电池进行标准放电, 计算剩余容量 C_1 和放电能量 E_1 ;

d) 蓄电池充满电后对蓄电池进行标准放电, 计算恢复容量 C_2 和放电能量 E_2 ;

e) 以 $C_1/C \times 100\%$ 和 $E_1/E \times 100\%$ 公式计算荷电保持能力;

f) 以 $C_2/C \times 100\%$ 和 $E_2/E \times 100\%$ 公式计算能量恢复能力。

试验结果应满足以下要求:

a) 荷电保持能力: $\geq 95\%$;

b) 能量恢复能力: $\geq 90\%$ 。

4.2.10.4 过电流保护试验

过电流保护试验应按照如下试验方法进行检测:

a) 对蓄电池进行标准充电;

b) 使用放电仪对供电电源进行放电, 放电电流从 100mA 开始, 按 1A/min 速率增加。

试验结果应满足以下要求: 在放电电流大于 5A 时, 蓄电池应停止放电; 放电电流小于 5A 时, 蓄电池应恢复放电。

4.2.10.5 电源供电时间等效试验

在环境温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的条件下，按照现场配置方式组成输电线路在线监测系统，装置运行状态设置为正常运行，仅依靠充满电的蓄电池供电，采样时间间隔设置为默认采集间隔，具体如下：

图像视频类装置：心跳间隔默认设置为1min/组；图片采集周期设置为60min/组；

非图像/视频类装置：心跳间隔默认设置为1min/组；传感器数据采集周期为30min/组。

试验结果应满足以下要求：默认采样时间间隔下，蓄电池单独供电等效时间不应少于30d，连续完成等效30d放电试验后，设备仍可以正常工作。

注：也可通过缩短采样时间间隔方式进行加速试验，等效计算电源供电时间。

4.2.10.6 功耗试验

通过高精度功耗测试仪在 $25^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下开展在线静态功耗、采集功耗、峰值功耗测试，功耗数据采集频率应不低于10Hz。

a) 在线静态功耗测试：通过测试主站下发设置命令，设置装置采集周期为不低于60min/次，拍照时间表不低于60min/张，下发指令关闭摄像机电源，等待10min开始记录装置功率，连续记录不低于1min，计算记录时间周期内的平均功率；

b) 在线采集功耗：通过测试主站下发控制命令，控制摄像机所有摄像头启动拍照/拉流功能，在装置执行拍照/拉流命令和数据传输过程中记录装置功率，记录时间覆盖功率升高与降低的一个完整周期，计算记录时间周期内的平均功率；

c) 峰值功耗：通过测试主站下发控制命令，控制摄像机所有摄像头启动拍照/拉流功能，同时启动云台转动指令，在装置执行拍照/拉流、数据传输和云台转动过程中记录装置功率，记录时间覆盖功率升高与降低的一个完整周期，计算时间周期内的瞬时最大功率。

试验结果应满足以下要求：功耗应满足南方电网各类输电线路在线监测装置技术规范书要求。

4.3 专用试验项目

4.3.1 图像传感器（摄像机）性能试验

仅具备可见光成像或红外热成像功能的监测装置开展，包括图像视频监测装置、覆冰监测装置、山火监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展，核心试验项目主要包括：

a) 摄像机图像性能试验：总像素、信噪比、动态范围、变焦倍数、码流及帧率设置功能、2D/3D降噪功能、增益控制功能、自动白平衡功能、背光补偿功能、强光抑制功能、摄像机日夜模式切换功能、摄像机聚焦模式切换功能、最低照度；

b) 云台性能试验：可设预置位数量、摄像机旋转角度功能等；

c) 云台控制功能试验：上下左右控制、变倍控制等；

d) 红外热成像性能。试验方法如下：

4.3.1.1 摄像机图像性能试验

(1) 总像素（分辨率）

设置摄像机分辨率为最高分辨率，对目标靶面进行标准拍照，通过图像分析软件计算拍摄照片的像素数。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(2) 信噪比

参照《GA/T 1128 安全防范视频监控高清晰度摄像机测量方法》6.6规定的试验方法搭建测试环境，控制摄像机对标准灰阶测试卡进行拍摄（灰阶测试卡可按需选择），通过图像分析软件对拍摄图片进行分析，计算信噪比。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(3) 动态范围

参照《GA/T 1127 安全防范视频监控摄像机通用技术要求》6.4.1.7 规定的试验方法搭建测试环境，控制摄像机对标准动态范围测试卡进行拍摄，通过图像分析软件对拍摄图片进行分析，计算动态范围。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(4) 变焦倍数

选择合适的参照物，将摄像机正对参照物，调节摄像机焦距至最短焦距，拍摄一张图片，通过图像分析软件计算最短焦距时参照物高度方向的像素数 P1，不断增加摄像机焦距放大拍摄参照物，直至最长焦距（画面不在继续放大），拍摄第二张图片，通过图像分析软件计算最长焦距时参照物高度方向的像素数 P2，则 $P2/P1$ 为变焦倍数。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(5) 码流及帧率设置功能

进入摄像机后台控制软件，查看码流及帧率设置功能。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(6) 2D/3D 降噪功能

进入摄像机后台控制软件，查看 2D/3D 降噪功能。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(7) 增益控制功能

关闭摄像机自动增益功能，将摄像机正对测试卡，调整实验室光源至昏暗环境，开启自动增益功能，观察画面亮度是否有所提升，依此判断其功能是否符合要求。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(8) 自动白平衡功能

参照《GA/T 1127 安全防范视频监控摄像机通用技术要求》6.3.1.2 规定的试验方法搭建测试环境，将摄像机对准标准白测试卡，改变光源色温(2800K、5100K、7500K、10000K)，观察在各色温下，监视器上画面颜色是否与标准白测试卡主观感觉一致。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(9) 背光补偿功能

参照《GA/T 1127 安全防范视频监控摄像机通用技术要求》6.3.1.3 规定的试验方法搭建测试环境，摄像机对准灯箱，采用手动光圈的镜头，将手动光圈镜头光圈开到最大。将反射式灰度测试卡或其他明暗分界清晰的参照物放在摄像机所呈现画面的中心区域，分别切换逆光补偿的开关观察景物亮度，观察前景目标景物暗面亮度是否有明显变化，依此判断其功能是否符合要求。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(10) 强光抑制功能

将摄像机对准灯箱，采用手动光圈的镜头，将手动光圈镜头光圈开到最大。将明暗分界清晰的参照物放在摄像机所呈现画面的中心区域，分别切换强光抑制的开关观察景物亮度，观察前景目标景物亮面亮度是否有明显变化，依此判断其功能是否符合要求。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(11) 摄像机日夜模式切换功能

在正常光源环境下，将摄像机对准彩色测试卡，开启日夜自动切换功能，逐渐光源亮度，观察摄像机在到达标称彩转黑照度时，画面是否有效切换为黑白模式；再逐渐升高环境亮度，达到标称黑转彩照度时，观察摄像机画面是否有效切换为彩色模式。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(12) 摄像机聚焦模式切换功能；

在正常光源环境下,将摄像机对准测试卡,在自动聚焦模式下移动摄像机调节拍摄距离,查看自动聚焦功能是否正常;将聚焦模式切换为手动聚焦模式,检查手动聚焦功能是否正常。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(13) 最低照度

参照《GA/T 1128 安全防范视频监控高清晰度摄像机测量方法》6.4 规定的试验方法搭建测试环境,将摄像机对准标准清晰度测试卡,不断降低测试卡照射表面照度直至本标准规定的最低照度指标,拍摄一张图片,通过观察法查看当前图片的清晰度。

判定准则:最低照度下拍摄图片清晰度 ≥ 500 线,则判定合格,否则不合格。

(14) 红外灯开关控制功能

进入摄像机后台控制软件,查看红外灯控制功能。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.1.2 云台性能试验

(1) 可设预置位数量

通过摄像机后台操作软件或实验室标准测试平台对摄像机进行预置位设置,检查实际可设置的最大预置位数量。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

(2) 摄像机旋转角度

通过摄像机后台操作软件或实验室标准测试平台控制摄像机转动,测量摄像机的最大水平与垂直方向旋转角度。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.1.3 云台控制功能试验

通过摄像机后台操作软件或实验室标准测试平台控制摄像机云台转动、变焦等。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.1.4 红外热成像性能试验

通过实验室标准黑体辐射源,在 -20°C - 550°C 范围内给定5个测试点,以标准源作为基准值计算红外热成像误差。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.2 微气象传感器性能试验

仅具备微气象传感功能的监测装置开展,包括微气象监测装置、图像视频监测装置、覆冰监测装置、山火监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展,核心试验项目主要包括:环境温度传感器性能、环境湿度传感器性能、风速传感器性能、风向传感器性能、气压传感器性能试验等,具体试验方法如下:

4.3.2.1 环境温度传感器性能试验

按照 -40°C 、 -20°C 、 -5°C 、 0°C 、 $+5^{\circ}\text{C}$ 、 $+30^{\circ}\text{C}$ 、 $+50^{\circ}\text{C}$ 顺序,参照GB/T 35697 中7.2.4.1 规定方法进行试验。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.2.2 相对湿度传感器性能试验

按照30%、50%、70%、80%、90%、98%、90%、80%、70%、50%、30%顺序,参照GB/T 35697 中7.2.4.1 规定方法进行试验。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.2.3 风速传感器性能试验

按照2 m/s、5 m/s、10 m/s、20 m/s、30 m/s、35m/s、30m/s、20m/s、10m/s 顺序,参照GB/T 35697 中7.2.4.1 规定方法进行试验。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.2.4 风向传感器性能试验

在 0° ~ 360° 范围内每隔 30° 选取一个点,参照 GB/T 35697 中 7.2.4.1 规定方法进行试验。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.2.5 气压传感器性能试验

按照 1060hPa、1000hPa、950hPa、900hPa、850hPa、750hPa、650hPa、550hPa、500hPa、550hPa、650hPa、750hPa、850hPa、950hPa、1000hPa、1060hPa 顺序,参照 GB/T 35697 中 7.2.4.1 规定方法进行试验。

试验结果应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.3 拉力传感器性能试验

仅具备拉力传感功能的监测装置开展,包括覆冰监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展,具体试验方法如下:

1) 检验点的选择:拉力传感器工作在线弹性范围内,测量下限为测量上限的 5%,该点为检验起始点。在 5%~20%测量范围内,选取 5%、10%、15%、20%共 4 个点;在 20%~100%测量范围内,选取 20%、40%、60%、80%、100%共 5 个点,即在 5%~100%测量范围内共选取 8 个点。

2) 检验过程:将拉力传感器安装成工作状态,示值指示装置调至零点(或作为零点的起始位置)。沿拉力传感器受力轴线逐点递增标准力值,至各检验点保持稳定后记录相应进程示值,至测量上限后逐点递减卸载标准力值,至各检验点保持稳定后记录相应回程示值。该检验过程连续进 3 次,每次检验前均应将示值指示装置调至零点(或作为零点的起始位置)。每一次检验结束卸载标准力值后相隔 30s,记取拉力传感器的回零示值。

测量误差应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.4 倾角传感器性能试验

仅具备倾角传感功能的监测装置开展,包括覆冰监测装置、杆塔倾斜监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展,具体试验方法如下:

按照 JJF1083 的示值检定方法进行检验,测量点位按照南方电网相关产品技术规范书要求开展。

测量误差应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.5 工频电流传感器试验

仅具备工频电流传感功能的监测装置开展,包括故障精确定位装置、地线融冰监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展,具体试验方法如下:

将监测装置安装在试验导线上,根据南方电网相关产品技术规范书要求试验电流对导线回路施加工频电流。试验电流稳定后,三次电流值测量时间间隔不少于 1min,计算三次平均值并与试验电流值比较。

测量精度应满足南方电网相关产品技术规范书要求。

4.3.6 行波电流传感器试验

仅具备行波电流传感功能的监测装置开展,包括故障精确定位装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展,具体试验方法如下:

将监测装置安装在试验导线上,根据南方电网相关产品技术规范书要求试验电流对导线回路依次施加波形为 $8/20\mu\text{s}$ 的冲击电流各 3 次。记录监测装置测量的冲击电流幅值和波头、波尾时间参数,计算三次平均值并与试验施加冲击电流值比较。

测量精度应满足南方电网相关产品技术规范书要求。

4.3.7 舞动传感器性能试验

仅具备舞动传感功能的监测装置开展,包括舞动监测装置等。具体试验项目按照南方电

网相关产品技术规范书要求开展，具体试验方法如下：

4.3.7.1 舞动幅值测量误差

将舞动频率设定为 0.5Hz，在 0-3m 范围内由舞动标准装置给出 3 个均匀分布的标准舞动幅值，分别测量被测舞动监测装置在不同幅值下的舞动幅值示值，每个测量点下记录 3 组数据，数据记录间隔不小于 1 分钟，以舞动标准装置给定标准舞动幅值作为基准值，计算被测舞动监测装置的平均舞动幅值测量误差。

舞动幅值测量误差应满足南方电网相关产品技术规范书要求。

4.3.7.2 舞动频率测量误差

将舞动幅值设定为 2m，选取 0.1、0.3、0.5、0.7Hz 测量点位，分别测量被测舞动监测装置在不同频率下的舞动频率示值，每个测量点下记录 3 组数据，数据记录间隔不小于 1 分钟，以舞动标准装置给定标准舞动频率作为基准值，计算被测舞动监测装置的平均舞动频率测量误差。

舞动频率测量误差应满足南方电网相关产品技术规范书要求。

4.3.7.3 频率响应试验

将舞动幅值设定为 2m，选取 0.1、0.3、0.5、0.7Hz 测量点位，分别测量被测舞动监测装置在不同频率下的舞动幅值示值，每个测量点下记录 3 组数据，数据记录间隔不小于 1 分钟，以舞动标准装置给定标准舞动幅值作为基准值，计算被测舞动监测装置的平均舞动幅值测量误差。

舞动监测装置在不同舞动频率下，应能保证舞动幅值测量的准确性，平均舞动幅值测量误差应满足南方电网相关产品技术规范书要求。

4.3.8 弧垂传感器性能试验

仅具备弧垂传感功能的监测装置开展，包括弧垂监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展，具体试验方法如下：

4.3.9 接触式温度传感器性能试验

仅具备接触式温度传感功能的监测装置开展，包括导线温度监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展，具体试验方法如下：

将温度传感器贴紧接触式温度标准装置，根据南方电网相关产品技术规范书的测量范围与点位要求，通过温度标准装置模拟测量温度，通过被测温度传感器进行测量，待温度稳定后记录测试数据，每个测试点稳定时间不少于 3min，以标准温度源为基准计算温度测量误差。

测量误差应满足南方电网相关产品技术规范书规定的技术要求。

4.3.10 电源试验

仅导线取能类装置开展，具体试验方法如下：

断开装置备用电池，将监测装置安装在试验导线上。对导线回路依次施加有效值为 20A、500A 和 1000A 的工频电流，稳定 5min。

检查监测装置应能正常取电运行。

4.3.11 智能识别算法试验

仅具备图像智能识别功能的监测装置开展，包括图像视频监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展，具体试验方法如下：

6.12.1 算法性能试验

应用智能识别样本库对被测设备智能算法开展测试，检测智能识别功耗、识别漏报率、识别误报率、识别准确率、识别时间等指标，综合开展智能识别算法性能评价。

6.12.2 算法兼容性试验

通过测试主站系统向被测装置下发基于 ResNet、YOLO 等算法安装升级程序或通过其

他方式将算法程序植入被测设备中，被测设备安装并调用植入的算法程序后，向被测装置导入一组测试图片集开展智能识别，测试被测装置识别结果是否正确，验证算法在被测装置中的安装升级及调用是否成功。

被测装置应能兼容并应用 ResNet 等主流图像分类算法，YOLO 等主流一阶段目标检测算法，RCNN、Faster CNN 等主流二阶段目标检测算法，基于 Transformer 自注意力机制的图像分类、目标检测和语义分割等算法。

4.3.12 BDS 试验

仅具备定位、授时功能的监测装置开展，包括图像视频监控装置、山火监测装置、覆冰监测装置、故障定位装置、舞动监测装置、弧垂监测装置等。具体试验项目按照南方电网相关产品技术规范书要求开展，具体试验方法如下：

将装置放在卫星通信信号屏蔽的暗箱环境中，通过卫星信号模拟器分别播发北斗卫星信号与其他卫星系统信号，检查被测装置信号接收情况。

被测装置应仅能接收北斗卫星信号，不能接收其他卫星系统信号。

5 检测规则

序号	试验类别	试验项目	型式试验	出厂试验	送样检测	到货抽检	交接试验	使用对象
1	结构外观和重量检查	外观结构检查	●	●	●	●	●	所有装置
2		重量检查	●	●	●	●	●	所有装置
3	基本功能试验（数据传输规约测试）		-	-	●	●	●	所有装置
4	物联网平台接入试验		-	-	●	●	●	所有装置
5	环境试验	高温试验	●	○	●	●	○	所有装置
6		低温试验	●	○	●	●	○	所有装置
7		交变湿热试验	●	○	●	●	○	所有装置
8		覆冰试验	○	○	●	○	-	所有装置
9	防护等级试验	防尘试验	●	-	●	●	○	所有装置
10		防水试验	●	-	●	●	○	所有装置
11	通用试验 电气性能	电晕和无线电干扰试验	●	-	○	-	-	线上监测装置
12		工频短路电流冲击试验	●	-	○	-	-	线上监测装置
13		雷电流冲击试验	●	-	○	-	-	线上监测装置
14		温升试验	●	-	○	-	-	线上监测装置
15	电磁兼容	静电放电抗扰度试验	●	-	●	-	-	所有装置
16		射频电磁场辐射抗扰度试验	●	-	●	-	-	所有装置
17		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	●	-	●	-	-	有外置电源接口装置
18		浪涌（冲击）抗扰度试验	●	-	●	-	-	有外置电源接口装置
19		工频磁场抗扰度试验	●	-	●	-	-	所有装置
20		脉冲磁场抗扰度试验	●	-	●	-	-	所有装置
21	机械性能	振动试验	●	-	○	○	-	所有装置

1								
2		垂直振动试验	●	—	○	○	—	线上监测装置
2		碰撞试验	●	—	○	○	—	所有装置
2		运输试验	●	—	○	○	—	所有装置
2		连续运行试验	●	●	●	○	●	所有装置
2	电源性能及功耗试验	电源常温容量试验	●	—	○	—	—	电池供电监测装置
2		电源低温放电率试验	●	—	○	—	—	电池供电监测装置
2		电源荷电保持能力试验	●	—	○	—	—	电池供电监测装置
2		电源过流保护试验	●	—	○	—	—	电池供电监测装置
3		电源供电时间(无阳光工作日)试验	●	—	○	○	—	电池供电监测装置
3		功耗试验(仅电池供电设备开展)	●	●	●	●	—	电池供电监测装置
3								
3	专用试验	图像传感器(摄像机)性能试验	○	○	●	○	○	配置可见光或红外热成像传感器(摄像机)装置
3		微气象传感器性能试验	○	○	●	○	○	配置微气象传感器装置
3		拉力传感器性能试验	○	○	●	○	○	配置拉力传感器装置
3		倾角传感器性能试验	○	○	●	○	○	配置倾角传感器装置
3		工频电流传感器试验	○	○	●	○	○	配置工频电流传感器装置
3		行波电流传感器试验	○	○	●	○	○	配置行波电流传感器装置
3		舞动传感器性能试验	○	○	●	○	○	配置舞动传感器装置
3		弧垂传感器性能试验	○	○	●	○	○	配置弧垂传感器装置
4		接触式温度传感器性能试验	○	○	●	○	○	配置接触式温度传感器装置
4		电源试验	○	○	●	○	○	导线取能装置
4		智能识别算法试验	○	○	●	○	○	具备图像识别算法装置
4		BDS 试验	○	○	●	○	○	具备定位、授时功能装置

注 1: ●表示必须做的项目, ○表示可选做的项目, —表示不做的项目。

5.1 型式试验

型式试验应该是制造厂家将装置送交具有资质的检测单位,由检测单位依据试验条目完成检验,并出具型式检验报告。当出现下列情况之一时,应进行型式试验:

- a) 新产品定型,投运前;
- b) 连续批量生产的装置每四年一次;
- 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时;
- 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。

5.2 出厂检验

每台装置出厂前在正常试验条件下逐个按规定进行例行检验,检验合格后,附有合格证,方可允许出厂。

5.3 送样检测

由南方电网公司组织开展,供应商自愿报名送样开展检测,结果用于供应商产品质量评价,试验项目缺陷等级分为 A、B、C 三类,其中 A 类不合格权值为 1.0, B 类不合格权值为 0.6, C 类不合格权值为 0.2,一个样本检测出现多个不合格项目时权值累加,当出现 A 类项目不合格或其他类项目不合格权值累计大于或等于 1.0 时,该样本检测结果判为不合格,送样检测开展周期要求与型式试验一致。缺陷分类详见南方电网各类设备技术规范书。

5.4 到货抽检

由运行单位组织开展,在供货阶段,对供应商送达指定地点的货物进行抽样检测,通过后方可收货。

5.5 交接试验

由运行单位组织开展,在设备交接验收阶段对到货设备逐套开展检测,合格后方可投运。