

T/ZOIA

中关村光电产业协会团体标准

T/ZOIA 3007—2024

电力传感器自供电技术规范 第3部分：测试规范

Energy harvesting technical specification for sensors using in electricity
industry——Part 3: Test specification

2024 - 04 - 02 发布

2024 - 04 - 02 实施

中关村光电产业协会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 通用术语 1

4 通用试验 1

 4.1 试验条件 1

 4.2 结构和外观检查 1

 4.3 质量和尺寸检查 2

 4.4 防护等级试验 2

 4.5 基本功能试验 2

 4.6 连续运行试验 2

 4.7 自供电性能老化试验 3

 4.8 环境试验 3

 4.9 电磁兼容试验 5

 4.10 机械性能试验 5

 4.11 备用电源性能试验 5

5 专用试验 7

 5.1 磁场取能自供电传感器试验 7

 5.2 电场取能自供电传感器试验 8

 5.3 振动取能自供电传感器试验 9

 5.4 温差取能自供电传感器试验 10

 5.5 光照取能自供电传感器试验 11

 5.6 风取能自供电传感器 12

 5.7 射频取能自供电传感器试验 13

 5.8 多源取能自供电传感器试验 15

参 考 文 献 16

前 言

《电力传感器自供电技术规范》分为3部分

- 第1部分：术语；
- 第2部分：技术要求；
- 第3部分：测试规范。

本部分为《电力传感器自供电技术规范》的第3部分。

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。

本文件由中国传感器与物联网产业联盟能源专委会提出。

本文件由中关村光电产业协会归口。

本文件起草单位：国网智能电网研究院有限公司，国网新疆电力有限公司信息通信公司，国网江西省电力有限公司信息通信分公司，国网江苏省电力有限公司南京供电分公司，北京智芯微电子科技有限公司，凯铭诺（深圳）科技有限公司，重庆大学，西安交通大学

本文件主要起草人：李春龙，黄辉，邓辉，鞠登峰，郭经红，崔力民，王鑫，陈华宁，肖子洋，刘国峰，杜君，方东明，孙恒超，苏澜，牟笑静，贺学锋，王路，陈亚伟，徐同庆，张鑫，白巍，黄莉，曾鹏飞，高志东，李庆，黄凤，孙晓艳，田文锋，杨智豪，王瑶

电力传感器自供电技术规范 第 3 部分：测试规范

1 范围

本文件规定了电力传感器自供电特性的通用试验和专用试验测试方法。
本文件适用于生产、科学研究、教学以及其他有关技术领域的电力传感器自供电特性测试。

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 156-2007 标准电压
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 2423.4-2008 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)
GB/T 2423.6-1995 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
GB/T 2423.24-2022 环境试验 第2部分:试验方法 试验S:模拟地面上的太阳辐射及太阳辐射试验和气候老化试验导则
GB/T 3512-2014 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP代码)
GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范
GB T 7665 传感器通用术语
GB/T 10125-2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 16422.2-2014 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分氙弧灯
GB/T 16422.3-2014 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分 荧光紫外灯
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 33905.1 智能传感器 第1部分：总则
QJ/T 815.2 产品公路运输加速模拟试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。
GB/T 33905.1—2017、GB T 7665-2005界定的术语和定义适用于本文件。
电力传感器自供电技术规范 第1部分：术语 界定的术语和定义适用于本文件。

4 通用试验

4.1 试验条件

除另有规定外，试验宜在下列正常试验大气条件下执行：

- a) 环境温度：+15℃~+35℃；
- b) 相对湿度：25%RH~75%RH；
- c) 大气压力：860hPa~1060hPa。

4.2 结构和外观检查

4.2.1 检查方法

检查方法可采用目测和手感检查。

4.2.2 判定准则

自供电电力传感器除应符合《自供电电力传感器 第2部分：技术要求》的规定外，还应满足下列要求：

- a) 外观应完好、整洁、无损伤；
- b) 零部件应无松动，无机械损伤；
- c) 应具有型号、名称、出厂编号、出厂日期、制造商等标识，铭牌、文字及符号应简明清晰、正确；

4.3 质量和尺寸检查

4.3.1 检查方法

质量和结构尺寸应采用计量器具测量，计量器应满足计量要求。

4.3.2 判定准则

质量和尺寸应与产品说明书相一致，质量误差不应超过 $\pm 50\text{g}$ ，尺寸误差不应超过 $\pm 2\text{mm}$ 。

4.4 防护等级试验

4.4.1 试验方法

防尘、防水试验应按GB 4208执行。

4.4.2 判定准则

防护等级应达到GB 4208规定的IP67等级。

4.5 基本功能试验

4.5.1 试验方法

按产品使用说明要求，完成试验环境中的部署安装，逐项检测产品功能。

4.5.2 判定准则

4.5.2.1 自供电

自供电功能应满足下列要求：

- a) 应在某种环境能量激励条件下实现传感器上电工作；
- b) 应在某种环境能量激励强度下实现传感器定周期工作。

4.5.2.2 数据采集

数据采集功能应满足下列要求：

- a) 应采用定周期采集方式；
- b) 工作流程应为先采集后休眠；
- c) 数据采集周期应可配置。

4.5.2.3 数据通信

数据通信功能应满足下列要求：

- a) 应具备上下行双向通信能力；
- b) 通信周期应与数据采集周期同步；
- c) 工作流程应为数据采集-发送数据-接收数据，逐项进行。

4.6 连续运行试验

4.6.1 试验方法

按产品使用说明要求，完成试验环境中的部署安装，应在下列条件下分别进行168小时连续环境能量激励试验：

- a) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最小环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，启动环境能量激励后，统计试验期间数据缺失率，以及连续数据丢失最大数量；
- b) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最大环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，启动环境能量激励后，统计试验期间数据缺失率，以及连续数据丢失最大数量；
- c) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的冷启动所需最小环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，启动环境能量激励后，统计试验期间数据平均间隔，以及相邻数据最大间隔。

4.6.2 判定准则

试验期间，监测装置功能应正常，还应符合下列规定：

- a) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最小环境激励强度时，试验期间数据丢失率不应大于10%，连续数据丢失最大数量不应大于2；
- b) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最大环境激励强度时，试验期间数据丢失率不应大于10%，连续数据丢失最大数量不应大于2；
- c) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的冷启动所需最小环境激励强度时，试验期间数据平均间隔不应大于产品说明书中标注的定周期支持最小监测周期的3倍，相邻数据最大间隔不应大于产品说明书中标注的定周期支持最小监测周期的5倍。

4.7 自供电性能老化试验

4.7.1 试验方法

按产品使用说明要求，完成试验环境中的部署安装，依次按下列步骤开展试验：

- a) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最小环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，启动环境能量激励后，连续运行168h，统计试验期间数据缺失率 η_1 ，以及连续数据丢失最大数量 N_1 ；
- b) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最大环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，启动环境能量激励后，连续运行168h；
- c) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最小环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，启动环境能量激励后，连续运行168h，统计试验期间数据缺失率 η_2 ，以及连续数据丢失最大数量 N_2 。

4.7.2 判定准则

试验后， $|\eta_2 - \eta_1| / \eta_1$ 不应大于2%， $|N_2 - N_1| / N_1$ 不应大于2%。

4.8 环境试验

4.8.1 高温试验

4.8.1.1 试验方法

在保障产品有效密封和功能完整的情况下，按GB/T 2432.2中规定的试验方法要求，在下列条件下试验：

- a) I级：试验温度： $+45^{\circ}\text{C}$ ，持续时间72小时；
- b) II级：试验温度： $+70^{\circ}\text{C}$ ，持续时间72小时；
- c) III级：试验温度： $+125^{\circ}\text{C}$ ，持续时间72小时；
- d) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最小环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，统计试验期间数据缺失率，以及连续数据丢失最大数量。

4.8.1.2 判定准则

试验期间及试验后，自供电电力传感器应正常工作，外观应整洁，无损伤和变形，还应符合下列规定：

- a) 试验期间数据丢失率不应大于10%，连续数据丢失最大数量不应大于2；
- b) 试验期间数据丢失率和连续数据丢失最大数量与4.6.1中a项测试结果偏差不应大于5%。

4.8.2 低温试验

4.8.2.1 试验方法

在保障产品有效密封和功能完整的情况下，按GB/T 2423.1规定的试验方法，在下列条件下试验：

- a) I级：试验温度： -25°C ，持续时间72小时；
- b) II级、III级：试验温度： -40°C ，持续时间72小时；
- c) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最小环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，统计试验期间数据缺失率，以及连续数据丢失最大数量。

4.8.2.2 判定准则

试验期间及试验后，自供电电力传感器应正常工作，外观应整洁，无损伤和变形，还应符合下列规定：

- a) 试验期间数据丢失率不应大于10%，连续数据丢失最大数量不应大于2；
- b) 试验期间数据丢失率和连续数据丢失最大数量与4.6.1中a项测试结果偏差不应大于5%。

4.8.3 交变湿热试验

4.8.3.1 试验方法

在保障产品有效密封和功能完整的情况下，按GB/T 2423.4规定的试验方法，在下列条件下试验：

- a) 试验温度： $+45^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 连续试验时间48小时，循环次数：2次；
- c) 相对湿度：稳定期间不应小于95%；
- d) 配置环境能量激励为产品说明书中标注的定周期所需最小环境激励强度，配置工作周期为产品说明书中标注的定周期支持的最小监测周期，统计试验期间数据缺失率，以及连续数据丢失最大数量。

4.8.3.2 判定准则

试验期间及试验后，自供电电力传感器应正常工作，外观应整洁，无损伤和变形，还应符合下列规定：

- a) 试验期间数据丢失率不应大于10%，连续数据丢失最大数量不应大于2；
- b) 试验期间数据丢失率和连续数据丢失最大数量与4.6.1中a项测试结果偏差不应大于5%。

4.8.4 盐雾腐蚀试验

4.8.4.1 试验方法

按GB/T 10125规定的试验方法，采用下列试验方法之一对产品进行盐雾腐蚀试验：

- a) 乙酸盐雾试验：试验箱内温度为 $+35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，溶液 $\text{pH}=3.1 \sim 3.3$ ，保持72h；
- b) 铜加速乙酸盐雾试验：试验箱内温度为 $+50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，溶液 $\text{pH}=3.1 \sim 3.3$ ，氯化铜溶液浓度： $0.26\text{g/L} \pm 0.02\text{g/L}$ ，保持24h。

4.8.4.2 判定准则

产品表面应无腐蚀产物，以及点蚀、裂纹、气泡等腐蚀缺陷。

4.8.5 结构材料老化试验

4.8.5.1 试验方法

含塑料类材料或橡胶类材料部件的产品，应开展下列试验：

- a) 荧光紫外老化：按GB/T 16422.3规定的试验方法执行，暴露总时间：168h；
- b) 氙灯老化：按GB/T 16422.2规定的试验方法执行，暴露总时间：168h；
- c) 热老化：按GB/T 3512规定的试验方法执行，暴露总时间：168h。

4.8.5.2 判定准则

试验后，产品部件表面不应出现发黏、变色、裂纹、龟裂、气泡、麻点、粉化或分离等现象。

4.9 电磁兼容试验

4.9.1 静电放电抗扰度试验

4.9.1.1 试验方法

产品处于正常工作状态，按GB/T 17626.2规定的试验方法，试验等级为4级，进行试验。

4.9.1.2 判定准则

试验期间及试验后，产品的功能和性能应正常。

4.9.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

4.9.2.1 试验方法

产品处于正常工作状态，按GB/T 17626.3规定的试验方法，试验等级为3级，进行试验。

4.9.2.2 判定准则

试验期间及试验后，产品功能和性能应正常。

4.10 机械性能试验

4.10.1 碰撞试验

4.10.1.1 试验方法

产品不包装、不通环境能量激励，固定在碰撞试验台中央，按GB/T 2423.6规定的试验方法，在下列条件下试验：

- 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。

4.10.1.2 判定准则

试验后，产品应无损坏，紧固件、模块及元器件应无松动、脱落等现象，产品应正常工作。

4.10.2 运输试验

4.10.2.1 试验方法

包装完整的产品，按GB/T 6587规定的试验方法进行自由跌落和翻滚试验，试验等级为2级。

4.10.2.2 判定准则

试验后，包装应无破损、严重变形、磨损，产品应无损坏、应正常工作。

4.11 备用电源性能试验

4.11.1 试验条件

除另有规定外，备用电源性能试验应在温度为+25℃±5℃，相对湿度为15%~90%，大气压力为860hPa~1060hPa的环境中试验。

4.11.2 持续供电能力试验

4.11.2.1 常温持续供电能力试验

4.11.2.1.1 试验方法

对含备用电源的产品，应按下列方法试验：

- 将全新备用电源安装于自供电电力传感器中；
- 将自供电电力传感器置于说明书中标注的定周期工作所需最大环境激励强度条件下，配置工作周期为说明书中标注的定周期支持的最小监测周期 t ，直到自供电电力传感器已按设定周期完成2次数据采集及上传；
- 关闭环境激励条件，开始计时，将自供电电力传感器置于 $+25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境中，持续观察，直至连续 $3t$ 时间未收到传感器数据，记录常温持续供电时间为 T 。

4.11.2.1.2 判定准则

常温持续供电时间不应低于产品制造商标称备用电源供电时间。

4.11.2.2 高温持续供电能力试验

4.11.2.2.1 试验方法

对含备用电源的自供电电力传感器，应按下列方法试验：

- 将全新备用电源安装于自供电电力传感器中；
- 将自供电电力传感器置于说明书中标注的定周期工作所需最大环境激励强度条件下，配置工作周期为说明书中标注的定周期支持的最小监测周期 t ，直到自供电电力传感器已按设定周期完成2次数据采集及上传；
- 关闭环境激励条件，开始计时，将自供电电力传感器置于 $+55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境中，持续观察，直至连续 $3t$ 时间未收到传感器数据，记录高温持续供电时间为 T_1 。

4.11.2.2.2 判定准则

高温持续供电时间不应低于产品制造商标称备用电源供电时间的90%。

4.11.2.3 低温持续供电能力试验

4.11.2.3.1 试验方法

对含备用电源的自供电电力传感器，应按下列方法试验：

- 将全新备用电源安装于自供电电力传感器中；
- 将自供电电力传感器置于说明书中标注的定周期工作所需最大环境激励强度条件下，配置工作周期为说明书中标注的定周期支持的最小监测周期 t ，直到自供电电力传感器已按照设定周期完成2次数据采集及上传；
- 关闭环境激励条件，开始计时，将自供电电力传感器置于 $-40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境中，持续观察，直至连续 $3t$ 时间未收到传感器数据，记录低温持续供电时间为 T_2 。

4.11.2.3.2 判定准则

低温持续供电时间不应低于产品制造商标称备用电源供电时间的60%。

4.11.3 备用电源荷电保持能力试验

4.11.3.1 试验方法

对含备用电源的自供电电力传感器，应按下列方法进行试验：

- 将全新备用电源安装于自供电电力传感器中；
- 将自供电电力传感器在室温、无环境能量激励条件下，静置30d；
- 按4.10.2.1.1的规定，计算常温持续供电时间 T_3 ；
- 荷电保持能力按 $T_3/T \times 100\%$ 计算。

4.11.3.2 判定准则

试验后荷电保持能力不应小于99.5%

5 专用试验

自供电电力传感器应根据具体的自供电类型进行对应的专用试验。

5.1 磁场取能自供电传感器试验

5.1.1 试验设备

试验设备应符合下列规定：

- a) 高精度工频电流源，准确度： $\pm 0.1\text{A}$ ；
- b) 工频大电流发生器，准确度： $\pm 1\text{A}$ ；
- c) 高精度磁场模拟装置，磁场频率准确度： $\pm 0.1\text{Hz}$ ，磁场强度模拟准确度： 0.010e 。

5.1.2 冷启动磁场激励试验

5.1.2.1 试验方法

试验按照下列方法执行：

- a) 对于环形磁场取能自供电传感器，应在试验设备断电条件下，根据使用说明将传感器安装于试验设备，之后根据标注的冷启动电流强度，配置试验设备，并开始计时；
- b) 对于开环型磁场取能自供电传感器，根据标注的冷启动电流强度，配置试验设备，静止10min保持稳定后，将传感器安装于试验设备，并开始计时；
- c) 对于平面型磁场取能自供电传感器，根据标注的冷启动磁场频率和强度，配置试验设备，静止10min保持稳定，将传感器安装于试验设备，并开始计时；

5.1.2.2 判定准则

磁场取能自供电传感器配套的远端显示设备应可在规定时间内收到传感器数据。

5.1.3 冷启动条件下工作周期

5.1.3.1 试验方法

按5.1.2完成试验并通过后，保持试验设备配置不变，在磁场取能自供电传感器配套的远端显示设备统计传感数据回传周期，统计数量不应小于30，计算平均周期应为 T_{mcold} 。

5.1.3.2 判定准则

T_{mcold} 应在使用说明中标注的冷启动条件下工作周期 $T_m \pm 5\%$ 内。

5.1.4 最小定周期工作磁场激励试验

5.1.4.1 试验方法

按照5.1.3完成试验并通过后，应按下列方法试验：

- a) 根据产品说明书标注的定周期工作电流或磁场激励下限，配置试验设备，设定传感器工作周期为说明书中标注定周期模式工作周期范围的最小值 T_{min} ；
- b) 开始计时，在远端配套的远端显示设备统计传感数据回传周期，统计数量不应小于30，计算平均周期应为 T_{min} 。

5.1.4.2 判定准则

T_{min} 应在 $T_{\text{min}} \pm 1\text{s}$ 内。

5.1.5 最大定周期工作磁场激励试验

5.1.5.1 试验方法

按5.1.4完成试验并通过后，应按下列方法试验：

- a) 根据产品说明书标注的定周期工作电流或磁场激励上限，配置试验设备，设定传感器工作周期为说明书中标注定周期模式工作周期范围的最小值 $T_{\min}$ ；
- b) 开始计时，在远端配套的远端显示设备统计传感数据回传周期，统计数量不应小于30，计算平均周期应为 T_{avg} 。

5.1.5.2 判定准则

T_{avg} 应在 $T_{\min} \pm 1\text{s}$ 以内。

5.1.6 磁场激励冲击试验

5.1.6.1 试验方法

根据产品说明书标注的耐冲击磁场强度，配置试验设备，开展3次以上冲击试验，每次试验间隔不应小于5min。

5.1.6.2 判定准则

试验前后，磁场取能自供电传感器无损坏，应正常工作。

5.2 电场取能自供电传感器试验

5.2.1 试验设备

试验设备应符合下列规定：

- a) 试验变压器，准确度： $\pm 10\%$ 。

5.2.2 工作电压等级试验

5.2.2.1 试验方法

试验应按照下列方法执行：

- a) 应在试验设备断电条件下，根据使用说明将电场取能自供电传感器安装于试验设备；
- b) 根据标注的工作电压等级，配置试验设备，并开始计时。

5.2.2.2 判定准则

电场取能自供电传感器配套的远端显示设备应在规定时间内收到传感器数据。

5.2.3 定周期模式工作周期

5.2.3.1 试验方法

按5.2.2完成试验并通过后，应按下列方法试验：

- a) 根据产品说明书，设定传感器工作周期为说明书中标注定周期模式工作周期范围的最小值 $T_{\min}$ ；
- b) 开始计时，在远端配套的远端显示设备统计传感数据回传周期，统计数量不小于30，计算平均周期为 T_{avg} 。

5.2.3.2 判定准则

T_{avg} 应在 $T_{\min} \pm 1\text{s}$ 以内。

5.2.4 电场激励冲击试验

5.2.4.1 试验方法

根据GB/T 156中对于设备标称电压对应的设备最高电压规定，配置试验设备，开展3次以上冲击试验，每次试验间隔不应小于5min。

5.2.4.2 判定准则

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/858125124024006106>