

Q/GDW

国 家 电 网 有 限 公 司 企 业 标 准

Q/GDW 12082—2021

输变电设备物联网无线传感器 通用技术规范

Technical standard of wireless sensors for the internet of things for power
transmission and transformation equipment

2021-12-06 发布

2021-12-06 实施

国家电网有限公司 发 布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 缩略语.....	2
5 类型、命名与标识.....	2
5.1 类型.....	2
5.2 命名.....	2
5.3 标识.....	2
6 技术要求.....	3
6.1 工作条件.....	3
6.2 外观与结构.....	4
6.3 安全性能.....	4
6.4 基本功能.....	4
6.5 测量范围和准确度.....	4
6.6 协议一致性.....	4
6.7 无线通信性能.....	5
6.8 供电电源性能.....	5
6.9 绝缘性能.....	5
6.10 环境适应性.....	6
6.11 电磁兼容性能.....	7
6.12 电气性能.....	8
6.13 机械性能.....	8
6.14 外壳防护性能.....	9
6.15 可靠性.....	9
7 试验.....	10
7.1 试验条件.....	10
7.2 试验项目及方法.....	10
8 检验规则.....	14
8.1 总体要求.....	14
8.2 型式试验.....	15
8.3 出厂检验.....	16
8.4 入网检验.....	16
8.5 抽样检验.....	17

9 标志、包装、运输与贮存.....	17
9.1 标志.....	17
9.2 包装.....	17
9.3 运输.....	18
9.4 贮存.....	18
附录 A（资料性附录） 典型无线传感器.....	19
附录 B（资料性附录） 典型无线传感器命名.....	20
附录 C（规范性附录） 无线传感器二维码标识规范.....	21
附录 D（规范性附录） 无线传感器检测模式.....	22
附录 E（规范性附录） 无线传感器测试要求.....	23
附录 F（规范性附录） 无线传感器无线通信性能试验方法.....	25
编制说明.....	26

前 言

为规范输变电设备物联网感知层传感器标识、基本功能、无线通信和电气性能等通用技术要求，制定本标准。

本标准由国家电网有限公司设备管理部提出并解释。

本标准由国家电网有限公司科技部归口。

本标准起草单位：国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司、国网江苏省电力有限公司泰州供电公司、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、国网河北省电力有限公司、国网安徽省电力有限公司、国网天津市电力公司、国网四川省电力公司、国网信息通信产业集团有限公司、南瑞集团有限公司、北京国网富达科技发展有限公司、西安金源电气股份有限公司、珠海华网科技股份有限公司、北京慧智神光科技有限公司、南京导纳能科技有限公司、北京神州泰岳软件股份有限公司、杭州凯源电子有限公司、珠海一多监测科技有限公司。

本标准主要起草人：胡成博、路永玲、景巍巍、张国江、黄强、秦剑华、邵进、熊泽群、姚楠、付慧、李勇、贾骏、王真、印吉景、程阳、刘子全、朱雪琼、陶风波、陈挺、郑敏、田雪枫、冯笑、赵常威、冯军基、岳国良、刘益岑、王威、李小兵、唐明、黄强、韦海荣、李智、杨石林、汪俊、刘洪、周宇宏、潘鑫、吕红志、王鹏。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至国家电网有限公司科技部。

输变电设备物联网无线传感器通用技术规范

1 范围

本标准规定了输变电设备物联网无线传感器的类型、命名、标识、技术要求、试验、检验规则、标志、包装、运输与贮存等要求。

本标准适用于 35kV 及以上电压等级输变电设备的无线传感器，应用于其它电压等级设备的无线传感器可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

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 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（12h+12h 循环）

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

GB/T 2423.10 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动(正弦)

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 2423.24 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Sa：模拟地面上的太阳辐射及其试验导则

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 3512 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 外壳防护等级（IP 代码）

GB 4943.1 信息技术设备安全 第 1 部分：通用要求

GB/T 6388 运输包装图示标志

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 11287 电气继电器第 21 部分第 1 篇：振动试验（正弦）

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法 第 2 部分：氙弧灯

GB/T 16422.3 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 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

Q/GDW 12082—2021

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
GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
DL/T 1247 高压直流绝缘子覆冰闪络试验方法
YD/T 1484.1 无线终端空间射频辐射功率和接收机性能测量方法 第1部分：通用要求
Q/GDW 1242 架空输电线路状态监测装置通用技术规范
Q/GDW 12020 输变电设备物联网微功率无线网通信协议
Q/GDW 12021 输变电设备物联网节点组网协议
Q/GDW 12079 输变电设备物联网传感器数据规范

3 术语和定义

Q/GDW 12020 和 Q/GDW 12021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无线传感器 wireless sensor

具备与外部系统无线通信手段，用于发送测量、状态信息，接收和处理外部命令的传感器。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ID: Identification（身份证明）

5 类型、命名与标识

5.1 类型

5.1.1 按应用场景分类

本标准中涉及的无线传感器按应用场景可以划分为：输电类无线传感器、变电类无线传感器。典型无线传感器分类可参考附录 A。

5.1.2 按供电方式分类

无线传感器按供电方式分类，具体如下：

- a) 电池供电类（P1 类）：单独采用电池供电的传感器。
- b) 太阳能供电类（P2 类）：采用太阳能供电的传感器，包含太阳能电池与蓄电池联合供电的传感器。
- c) 外接电源供电类（P3 类）：采用外接电源供电的传感器。
- d) 其它供电方式类（P4 类）：包括但不限于利用电磁感应、电容效应或热电效应原理产生电能的传感器。

5.2 命名

无线传感器命名时至少应包含主题词、第一级修饰语（被测量）及第二级修饰语（测量对象）。无线传感器命名方式参见附录 B。

5.3 标识

5.3.1 标识内容

无线传感器标识内容应包含文字标识及二维码标识。

5.3.2 文字标识

无线传感器文字标识应包括型号规格、传感器 ID。可在产品包装上注明传感器名称、厂商名称以及生产日期等标识。

5.3.3 二维码标识

无线传感器二维码标识应包括传感器 ID。传感器二维码标识规范详见附录 C。

6 技术要求

6.1 工作条件

6.1.1 正常工作条件

输电类无线传感器的工作条件分 I、II、III 三种等级，其工作条件应满足表 1 的规定。变电类无线传感器的工作条件分为 I、II 两种等级，其工作条件应满足表 2 的规定，且应满足：

- a) 最大日温差：25℃（户外）。
- b) 最大日照强度：0.1W/cm²（风速 0.5m/s）（户外）。
- c) 最大覆冰厚度：10mm（户外）。
- d) 场地安全要求：符合 GB/T 9361 中 B 类安全规定。

表 1 输电类无线传感器工作条件等级

等级	环境温度	工作温度	相对湿度	大气压力	抗风等级
I 级	-25℃～45℃	-25℃～70℃	5%RH～100%RH	50kPa～106kPa	不低于线路本体 抗风等级
II 级	-40℃～45℃	-40℃～85℃			
III 级	-55℃～45℃	-55℃～85℃			
注：对于II级和III级工作温度，蓄电池工作温度可按－40℃~70℃考虑。					

表 2 变电类无线传感器工作条件等级

等级	环境温度	工作温度	相对湿度	大气压力	抗风等级
I 级	-25℃～45℃	-25℃～70℃	5% RH～95% RH	80kPa～110kPa	35m/s（户外，离 地面 10m 高， 10min 平均风速）
II 级	-40℃～45℃	-40℃～70℃			

6.1.2 特殊工作条件

无线传感器应用场景不满足 6.1.1 所规定的正常工作条件时，应根据应用场景的具体要求，确定无线传感器的特殊工作条件。

6.2 外观与结构

外观与结构要求如下：

- a) 外观应完整、整洁、无损伤。
- b) 无线传感器的金属构件应采用耐腐蚀材料，非金属构件应采用耐老化材料。
- c) 应满足防腐蚀、防霉菌、防潮湿、防盐雾要求，并具有防止动物影响的措施。
- d) 各零部件及相应连线应有防松动措施。
- e) 应具有永久标识、铭牌、文字及符号且简明清晰。
- f) 输电类无线传感器外壳防护等级应满足 GB/T 4208 中规定的 IP65 要求。

6.3 安全性能

安全性能要求如下：

- a) 无线传感器的接入不应改变被监测设备的连接方式，不影响被监测设备的密封性能和绝缘性能，不影响现场设备的安全运行。
- b) 对于从被监测设备接地线上获取信号的无线传感器，不应改变原有被监测设备的接地性能，接地引下线应可靠接地并满足相应的通流能力。
- c) 对于带有运动部件的无线传感器，无线传感器不应影响被监测设备的正常工作。
- d) 无线传感器的安全要求应符合 GB 4943.1、Q/GDW 1242 的相关规定。

6.4 基本功能

6.4.1 数据采集与处理

无线传感器应具备自动数据采集或受控数据采集功能。

6.4.2 数据传输

无线传感器应具备无线数据通信功能。无线传感器的无线通信功能宜采用一体化设计实现，可采用标准通信模组与传感器组合实现。

6.4.3 电源管理

P1 类传感器，应具备电池电压上报功能。

6.4.4 远程配置

P1、P2、P3 类传感器应支持数据发送周期、工作频点等外部指令配置功能，P4 类传感器宜支持数据发送周期、工作频点等外部指令配置功能。

6.4.5 设备自检

无线传感器应具备自检功能，并能根据要求将自检结果远传。

6.5 测量范围和准确度

传感器的测量范围和准确度等指标应满足无线传感器专项技术规范中的具体规定。

6.6 协议一致性

6.6.1 通信协议一致性

无线通信的物理层配置、频段、MAC 交互等应满足 Q/GDW 12020 或 Q/GDW 12021 要求。

6.6.2 数据规约一致性

传感器数据报文传输格式应符合 Q/GDW 12079《输变电设备物联网传感器数据规范》要求。

6.7 无线通信性能

传感器的无线通信指标要求参见表 3。

表 3 无线通信指标要求

无线通信频段	发射/接收	技术指标	要求
2.4GHz	发射	全向发射功率	I 级：1dBm-10dBm II 级：4dBm-10dBm III级：7dBm-10dBm
		发射带宽	默认 812.5kHz
		发射频率容差	±30ppm（812.5kHz）
		杂散发射	≤-36dBm（9KHz-1GHz） ≤-30dBm（1GHz-15GHz）
	接收	全向接收灵敏度	可达到-113dBm（SF=8，BW=812.5kHz）
		接收频率容差	±50ppm
470MHz	发射	全向发射功率	I 级：8dBm-17dBm II 级：11dBm-17dBm III级：14dBm-17dBm
		发射带宽	默认 500kHz
		发射频率容差	±30ppm（500kHz）
		杂散发射	≤-36dBm，9KHz-1GHz ≤-30dBm，1GHz-15GHz
	接收	全向接收灵敏度	可达到-109dBm（SF=5,BW=500kHz）
		接收频率容差	±50ppm
注：I级：敞开式近距离；II级：敞开式中等距离或遮蔽场内近距离；III级：敞开式远等距离或遮蔽场内中等及以上距离。			

6.8 供电电源性能

无线传感器供电电源性能应满足下述要求：

- P1 类，其电池供电时间大于 6 年；
- P2 类，其电池在满容量情况下单独供电时间不少于 30 天；
- P3 类，其电源的电磁兼容性符合附录 D 中的规定；
- P4 类，满足 6.4 中规定的无线传感器基本功能供电要求。

6.9 绝缘性能

6.9.1 绝缘电阻

在正常试验大气条件下，变电 P3 类无线传感器各独立电路与外露的可导电部分之间，以及各独立电路之间，绝缘电阻的要求见表 4。

表 4 绝缘电阻要求

额定工作电压 U_N	绝缘电阻要求
$U_N \leq 60V$	$\geq 100M\Omega$ (用 250V 绝缘电阻表测量)
$250V > U_N > 60V$	$\geq 100M\Omega$ (用 500V 绝缘电阻表测量)
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $250V > U_N > 60V$ 的要求。	

6.9.2 介质强度

变电 P3 类无线传感器介质强度应满足以下要求：

- 在正常试验大气条件下，无线传感器各独立电路与外露的可导电部分之间，以及各独立电路之间，应能承受频率为 50Hz、历时 1min 的工频耐压试验而无击穿闪络及元件损坏现象。
- 工频耐压试验电压值按表 5 规定进行选择，也可以采用直流试验电压，其值应为规定的交流试验电压值的 1.4 倍。

表 5 工频耐压试验电压要求

额定工作电压 U_N	交流试验电压有效值
$U_N \leq 60V$	0.5kV
$250V > U_N > 60V$	2.0kV
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路试验电压采用 $250V > U_N > 60V$ 的要求。	

6.9.3 冲击电压

在正常试验大气条件下，变电 P3 类无线传感器各独立电路与外露的可导电部分之间，以及各独立电路之间，应能承受 1.2/50 μs 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。当额定工作电压大于 60V 时，开路试验电压为 5kV；当额定工作电压不大于 60V 时，开路试验电压为 1kV。

6.10 环境适应性

6.10.1 低温性能

应满足以下要求：

- 输电类无线传感器，I 级应满足 GB/T 2423.1 中规定的严酷等级为温度 -25℃、持续时间 72h 的低温试验要求；II 级应满足温度 -40℃、持续时间 72h 的低温试验要求；III 级应满足温度 -55℃、持续时间 72h 的低温试验要求。
- 变电类无线传感器，I 级应满足 GB/T 2423.1 中规定的严酷等级为温度 -25℃、持续时间 2h 的低温试验要求；II 级应满足温度 -40℃、持续时间 2h 的低温试验要求。

6.10.2 高温性能

应满足以下要求：

- 输电类无线传感器，I 级应满足 GB/T 2423.2 中规定的严酷等级为温度 70℃、持续时间 72h 的高温试验要求；II 级和 III 级应满足温度 85℃、持续时间 72h 的高温试验要求。
- 变电类无线传感器，I 级和 II 级应满足 GB/T 2423.2 中规定的严酷等级为温度 70℃、持续时间 2h 的高温试验要求。

6.10.3 恒定湿热性能

变电类无线传感器，应能承受GB/T 2423.3中规定的严酷等级为温度 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $(93\pm 3)\%$ ，持续时间48h的恒定湿热试验要求。

6.10.4 交变湿热性能

应满足以下要求：

- a) 输电类无线传感器，应满足 GB/T 2423.4 中规定的严酷等级为：高温温度为 55°C ，试验周期 48h（2 个循环）的交变湿热试验要求。
- b) 变电类无线传感器，应满足 GB/T 2423.4 中规定的交变湿热试验要求，高温温度为 55°C ，循环次数 2 次。

6.10.5 温度变化（冲击）性能

应满足以下要求：

- a) 输电类无线传感器，应满足 GB/T 2423.22 中规定的严酷等级为：低温为 -40°C 、高温为 70°C ，暴露时间为 3h，循环次数为 5 次的温度变化（冲击）试验要求。
- b) 变电类无线传感器，应满足 GB/T 2423.22 中规定的严酷等级为：低温为 -10°C 、高温为 50°C ，暴露时间为 2h，温度转换时间 3 分钟，循环次数为 5 次的温度变化（冲击）试验要求。

6.10.6 覆冰性能

输电类无线传感器，应能承受在环境温度为 $-7^{\circ}\text{C}\sim -3^{\circ}\text{C}$ ，表面覆冰厚度为 20mm，保持时间 48 小时的覆冰试验要求。

6.10.7 盐雾腐蚀性能

输电类无线传感器，应满足 GB/T 10125 中规定的乙酸盐雾试验（AASS 试验）或铜加速乙酸盐雾试验（CASS 试验）要求。

6.10.8 老化性能

应满足 GB/T 16422.3、GB/T 16422.2、GB/T 2423.24、GB/T 3512 中规定的荧光紫外老化、氙灯老化、热老化试验要求。

6.11 电磁兼容性能

应满足 GB/T 17626 系列标准中电磁兼容性能要求参见表 6。

表 6 电磁兼容性能要求

端口	试验项目	基础标准	试验等级	性能要求	适用供电类型
外壳	静电放电（ESD）	GB/T 17626.2	4 级	B 或 A	P1、P2、P3、P4 类
	射频电磁场辐射	GB/T 17626.3	3 级	A	P1、P2、P3、P4 类
	工频磁场	GB/T 17626.8	5 级	A	P1、P2、P3、P4 类
	脉冲磁场	GB/T 17626.9	5 级	A	P1、P2、P3、P4 类

表 6 （续）

交流电源	电压暂降	GB/T 17626.11	3 级	B 或 A	P3 类
	阻尼振荡磁场	GB/T 17626.10	5 级	A	P1、P2、P3、P4 类
	电快速瞬变脉冲群	GB/T 17626.4	4 级	B 或 A	P3 类
	浪涌（冲击）	GB/T 17626.5	4 级	B 或 A	P3 类
	射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6	3 级	A	P3 类
直流电源	电快速瞬变脉冲群	GB/T 17626.4	4 级	B 或 A	P3 类
	浪涌（冲击）	GB/T 17626.5	4 级	B 或 A	P3 类
	射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6	3 级	A	P3 类
I/O 信号/控制 (包括功能接地 端口的连接线)	电快速瞬变脉冲群	GB/T 17626.4	4 级	B 或 A	P1、P2、P3、P4 类
	射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6	3 级	A	P1、P2、P3、P4 类

注：抗扰度性能判据：试验过程中，在技术要求限值内功能或性能正常，可判定为A级；试验过程中，功能或性能暂时降低或丧失，但能自行恢复，可判定为B级；试验过程中，功能或性能暂时降低或丧失，但需要人工干预或系统复位才能恢复，可判定为C级；试验过程中，出现设备（元件）或软件损坏（存储数据丢失）、功能丧失、性能下降、即时人工干预或系统复位也不能恢复，可判定为D级。

6.12 电气性能

6.12.1 电晕和无线电干扰

对安装在导线和绝缘子串上的输电类无线传感器，其电晕熄灭电压和无线电干扰水平应满足相应电压等级的架空输电线路金具的要求。

6.12.2 电流耐受性能

对于安装在导线上及采用感应取电的输电类无线传感器，应能承受导线最大允许工作电流而无干扰、无损坏，并能正常工作。

6.12.3 温升性能

对安装在导线上的输电类无线传感器，其夹具及表面的温升应不超过导线的温升。

6.12.4 雷击性能

对于安装在杆塔上的无线传感器，在电源机箱任一电源进线与地之间施加波形为 1.2/50 μ s、峰值为 6kV 的冲击电压全波，在相同极性下，试验 10 次，每次间隔 5s，应无飞弧或击穿现象，且试验期间及试验结束后传感器应能正常工作；对安装在导地线上的无线传感器，距离被检无线传感器 5m（对特高压等级电压，该距离为 8m），对导线施加相应电压等级绝缘子串耐受水平的标准雷电波各 3 次，试验期间及试验结束后传感器应能正常工作。

6.13 机械性能

6.13.1 振动性能

6.13.1.1 输电类无线传感器振动性能

在非工作状态下，非包装状态的输电类无线传感器应能承受 GB/T 2423.10 中规定的如下试验等级的正弦振动：

- a) 频率范围：塔上无线传感器 5Hz～55Hz，线上无线传感器 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±0.5min。

6.13.1.2 变电类无线传感器振动性能

在非工作状态下，非包装状态的变电类无线传感器应能承受 GB/T 11287 中规定的严酷等级为 I 级的振动耐久试验。

6.13.2 垂直振动疲劳性能

安装在导地线上的输电类无线传感器应能承受振幅 $A=\pm 0.5\text{mm}$ 、频率 $f=25\text{Hz}\sim 50\text{Hz}$ 、振动次数 $N=1\times 10^7$ 次的垂直正弦振动。

6.13.3 冲击性能

变电类无线传感器应能承受 GB/T 14537 中规定的严酷等级为 I 级的冲击耐久试验。

6.13.4 碰撞性能

6.13.4.1 输电类无线传感器碰撞性能

在非工作状态下，非包装状态的输电类无线传感器应能承受 GB/T 2423.6 中规定的如下试验等级的碰撞：

- 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。

6.13.4.2 变电类无线传感器碰撞性能

在非工作状态下，非包装状态的变电类无线传感器应能承受 GB/T 14537 中规定的严酷等级为 I 级的碰撞试验。

6.14 外壳防护性能

应满足以下要求：

- a) 输电类无线传感器，应符合 GB/T 4208 中规定的外壳防护等级 IP65 的要求。
- b) 变电类无线传感器，室内及遮蔽场所使用的装置，应符合 GB/T 4208 中规定的外壳防护等级 IP31 的要求；户外使用的装置，应符合 GB/T 4208 中规定的外壳防护等级 IP55 的要求。

6.15 可靠性

应满足以下要求：

- a) 传感器的平均无故障工作时间不应低于 5 年。
- b) 传感器的使用寿命不应低于 8 年，无线传感器故障率应低于 1%。
- c) 数据缺失率应低于 1%。

7 试验

7.1 试验条件

除另有规定外，各项检验宜在如下正常试验大气条件下进行：

- a) 环境温度： $+15^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：25%RH $\sim$ 75%RH；
- c) 大气压力：860hPa $\sim$ 1060hPa。

7.2 试验项目及方法

7.2.1 外观与结构检查

采用目测法对 6.2 中的要求逐项进行检查，结果应满足外观与结构要求。

7.2.2 安全性能检查

根据 6.3 的要求逐项进行检查。

7.2.3 基本功能试验

根据 6.4 的要求逐项检测。

7.2.4 测量范围及准确度试验

对技术指标应按照国家计量检定规程的规定方法进行各项检验。

7.2.5 协议一致性试验

根据 6.6 的要求进行检查。

7.2.6 无线通信性能试验

根据 6.7 的要求逐项进行检查。

7.2.7 供电电源性能试验

根据 6.8 的要求逐项进行检查。

7.2.8 绝缘性能试验

7.2.8.1 绝缘电阻试验

在正常试验大气条件下，根据表 4 要求对各测试回路进行绝缘电阻试验。测试前，应断开被试回路与外部电气连接。测试结果应满足 6.9.1 的要求。

7.2.8.2 介质强度试验

在正常试验大气条件下，根据表 5 要求对各测试回路进行绝缘电阻试验。测试前，除被试回路外，其余回路应等电位互联并接地。试验期间及试验后，传感器不应发生击穿、闪络及元器件损坏现象。

7.2.8.3 冲击电压试验

在正常试验大气条件下,根据 6.9.3 的要求对各被测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。试验期间及试验后,传感器不应发生击穿、闪络及元器件损坏现象。

7.2.9 环境适应性试验

7.2.9.1 低温试验

根据 6.9.1 的要求,根据 GB/T 2423.1 中规定的试验方法进行低温试验。试验期间和试验后,传感器应能正常工作。

7.2.9.2 高温试验

根据 6.10.2 的要求,根据 GB/T 2423.2 中规定的试验方法进行高温试验。试验期间和试验后,传感器应能正常工作。

7.2.9.3 恒定湿热试验

根据 6.10.3 的要求,根据 GB/T 2423.3 中规定的试验方法进行恒定湿热试验。试验期间和试验后,传感器应能正常工作。

7.2.9.4 交变湿热试验

根据 6.10.4 的要求,根据 GB/T 2423.4 中规定的试验方法进行交变湿热试验。试验期间和试验后,传感器应能正常工作。

7.2.9.5 温度变化(冲击)试验

根据 6.10.5 的要求,根据 GB/T 2423.22 中规定的试验方法进行温度变化(冲击)试验。试验期间和试验后,传感器应能正常工作。

7.2.9.6 覆冰试验

应按照如下试验方法进行检测:

- a) 被测无线传感器:整套装置,按现场工作方式布置,处于工作状态。
- b) 覆冰方法:按照 DL/T 1247 中规定的雨淞类覆冰方法及气候室模拟的雨类型覆冰参数,将环境温度控制在 $-7^{\circ}\text{C}\sim-3^{\circ}\text{C}$,覆冰厚度达到 20mm 后并保持,保持时间 48h。
- c) 覆冰厚度:传感器的覆冰程度由固定和旋转圆柱体的覆冰厚度来表征。在覆冰水喷淋的有效区域内,分别设置固定和旋转的圆柱体,圆柱体直径为 25mm~30mm,长度为 600mm,旋转圆柱体的转速为 1r/min~3r/min,圆柱体表面的覆冰厚度为 20mm。
- d) 统计试验期间数据缺失率。
- e) 在试验期间,传感器应运行正常,数据缺失率不超过 10%。

7.2.9.7 盐雾腐蚀试验

按照 GB/T 10125 中规定的试验方法和要求,对传感器表面进行盐雾腐蚀试验,试验后目测观察,传感器表面应无腐蚀产物,以及点蚀、裂纹、气泡等腐蚀缺陷。

7.2.9.8 老化试验

根据传感器使用材料及电源线、信号线情况，选择如下一项或多项试验项目，试验后目测观察，传感器表面应无发黏、变色、裂纹、龟裂、气泡、麻点、粉化或分离等缺陷。

- a) 荧光紫外老化：按照 GB/T 16422.3 中规定的试验方法和要求进行试验，暴露时间为 168h。
- b) 氙灯老化：按照 GB/T16422.2 和 GB/T2423.24 中规定的试验方法和要求进行试验，暴露时间为 168h。
- c) 热老化：按照 GB/T 3512 中规定的试验方法和要求进行试验，暴露时间为 168h。

7.2.10 电磁兼容试验

7.2.10.1 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照 GB/T 17626.3 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按照 GB/T 17626.4 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.4 浪涌（冲击）抗扰度

按照 GB/T 17626.5 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按照 GB/T 17626.6 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.6 工频磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.8 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.7 脉冲磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.9 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.8 阻尼振荡磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.10 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.10.9 电压暂降抗扰度试验

按照 GB/T 17626.11 中规定的试验方法和要求进行试验，在试验期间和试验后，传感器应满足表 6 中的性能判决要求。

7.2.11 电气性能试验

7.2.11.1 电晕和无线电干扰试验

针对安装在导线和绝缘子串上的传感器，根据 GB/T 2317.2 中规定的试验方法和要求进行试验。在试验期间和试验后，传感器应满足 6.12.1 中规定的技术要求，且试验期间数据缺失率应不超过 10%。

7.2.11.2 电流耐受试验

针对安装在导线上的传感器，把传感器安装在 400mm^2 及以上截面的导线上，处于默认采样周期下正常工作状态，进行如下导线通流试验，试验期间及试验结束后，传感器应能正常工作，数据无干扰，电气系统无损坏；试验期间的数据缺失率应不大于 10%。

将导线电流从零以 800A/min 速率升流至导线最大允许工作电流，然后以 800A/min 速率将至零，重复 3 次。

对导线通以最大允许工作电流值的电流，连续运行 48h。

7.2.11.3 温升试验

针对安装在导线上的传感器，参考 GB/T 2317.3 试验要求和试验方法进行。在环境温度为 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的条件下，将传感器安装在 400mm^2 及以上截面的导线上，对导线通以相应截面导线最大允许工作电流，测量导线表面温度、传感器夹具及表面温度。传感器夹具及表面的温升不应超过导线的温升。

7.2.11.4 雷击试验

无线传感器处于工作状态，在下述条件下进行试验，在试验过程中传感器应无飞弧或击穿现象，试验后传感器应能正常工作。

- 安装于输电线路的无线传感器按 GB/T 16927.1 中规定的试验方法进行试验，对被测导线施加相应电压等级绝缘子串耐受水平的标准雷电波各 3 次，线上传感器安装在模拟导线上，传感器其他部件距离模拟导线 5m（对特高压等级电压，该距离为 8m）；
- 安装于输电杆塔的无线传感器按 GB/T 3482 中规定的试验要求和试验方法进行试验，在 6.12.4 中规定的严酷等级下进行试验。

7.2.12 机械性能试验

7.2.12.1 振动试验

无线传感器振动试验应满足以下要求：

- 输电类无线传感器，在不包装、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，并在 6.13.1 中规定的严酷等级下进行试验。试验后，传感器应无损坏，紧

固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落等现象，且通电后传感器在规定的限值内性能正常。

- b) 变电类无线传感器，按 GB/T 11287 中规定的试验要求和试验方法，对传感器进行严酷等级 I 级的振动耐久试验，要求试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

7.2.12.2 垂直振动试验

垂直振动试验通过模拟导线振动，检验安装在导线上的传感器耐受垂直振动的能力和对导线的损伤。参照 DL/T 1098 规定的试验要求和试验方法进行。

在试验期间及试验后，传感器应能正常工作；传感器各部件应无松动、无损坏，夹头无滑移，无明显磨损；传感器夹头处的导线未损伤，且传感器夹头的残余力矩不应小于安装力矩的 60%。

7.2.12.3 冲击试验

根据 GB/T 14537 中规定的试验要求和试验方法，对传感器进行严酷等级 I 级的振动耐久试验，要求试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

7.2.12.4 碰撞试验

应满足以下要求：

- a) 输电类无线传感器，不包装、不通电，固定在碰撞试验台中央，按照 GB/T 2423.6 中规定的试验方法和要求，并在 6.12.4 中规定的严酷等级下进行试验。试验后，传感器应无损坏，紧固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落等现象，且通电后传感器在规定的限值内性能正常。
- b) 变电类无线传感器，按 GB/T 14537 中规定的试验要求和试验方法，对传感器进行严酷等级 I 级的碰撞试验，要求试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

7.2.13 外壳防护性能试验

根据 GB/T 4208 规定的外壳防护性能试验要求和试验方法进行。

- a) 输电类无线传感器，应符合外壳防护等级 IP65 的要求。
- b) 室内及遮蔽场所使用的变电类无线传感器，应符合外壳防护等级 IP31 的要求；户外使用的变电类无线传感器，应符合外壳防护等级 IP55 的要求。

7.2.14 可靠性

7.2.14.1 试验方法

根据 GB/T 2689.1 规定的加速寿命试验方法进行。

7.2.14.2 判定依据

符合 6.15 中规定的无线传感器可靠性要求。

8 检验规则

8.1 总体要求

检验分为型式试验、出厂检验、入网检验和抽样检验四类。

8.2 型式试验

8.2.1 检验规则

当出现下列情况之一是，应进行型式试验：

- a) 新产品定型前；
- b) 正常生产时，每 4 年进行一次；
- c) 停产 1 年后又恢复生产时；
- d) 生产设备重大改变时；
- e) 正式生产后，因结构、材料、工艺有改变时；
- 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。

表 7 检验项目

序号	检验项目分类	检验项目	型式试验	出厂检验	入网检验	抽样检验
1	外观和结构检验	外观和结构检验	●	●	●	●
2	尺寸检查	重量和尺寸检查	●	●	●	●
3	防护等级试验	防护等级试验	●	○	●	●
4	准确度	准确度	●	●	●	●
5	协议一致性	通信协议一致性	●	●	●	●
6		数据规约一致性	●	●	●	●
7	无线通信性能	最大射频输出功率	●	○	●	●
8		发射带宽	●	○	●	○
9		发射频率容差	●	●	●	○
10		杂散发射	●	○	●	○
11		接收灵敏度	●	○	●	○
12		接收频率容差	●	●	●	○
13	供电电源性能试验	电池性能试验	●	●	●	●
14		自取电模块性能	●	●	●	●
15	绝缘性能试验	绝缘电阻	●	○	●	○
16		介质强度	●	○	●	○
17		冲击电压	●	○	●	○
18	环境试验	低温试验	●	●	●	●
19		高温试验	●	●	●	●
20		交变湿热试验	●	○	●	○
21		温度变化（冲击）试验	●	—	●	—
22		覆冰试验	●	—	●	—
23		盐雾腐蚀试验	●	○	●	○
24		老化试验	●	○	●	○
25	电磁兼容试验	静电放电抗扰度试验	●	○	●	○
26		射频电磁场辐射抗扰度试验	●	○	●	○
27		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	●	○	●	○
28		浪涌（冲击）抗扰度试验	●	○	●	○
29		工频磁场抗扰度试验	●	○	●	○

表 7 （续）

序号	检验项目分类	检验项目	型式试验	出厂检验	入网检验	抽样检验
30	电磁兼容试验	脉冲磁场抗扰度试验	●	○	●	○
31		阻尼振荡磁场抗扰度	●	○	●	○
32		电压暂降抗扰度	●	○	●	○
33		射频场感应传导骚扰抗扰度	●	○	●	○
34	电气性能试验	可见电晕和无线电干扰水平试验	●	○	●	○
35		电流耐受试验	●	○	●	○
36		温升试验	●	○	●	●
37		雷击试验	●	○	●	○
38	机械性能试验	振动试验	●	○	●	○
39		垂直振动试验	●	—	●	—
40		冲击试验	●	—	●	—
41		碰撞试验	●	○	●	○
42	外壳防护性能试验	外壳防护性能试验	●	○	●	○
43	可靠性试验	可靠性试验	●	—	●	—

注：● 表示规定必须做的项目；○ 表示规定可不做的项目；— 表示不做的项目

8.2.2 检验项目

应根据本标准表 7 中型式试验的检验项目执行。

8.2.3 结果评定

样品通过全部型式试验为合格。

8.3 出厂检验

8.3.1 检验规则

应根据本标准表 7 中出厂检验的检验项目对传感器进行逐台出厂检验。

8.3.2 检验项目

应根据本标准表 7 中出厂检验的检验项目执行。

8.3.3 结果评定

检测中出现任一检验项目不合格，均判该传感器为不合格。

8.4 入网检验

8.4.1 检验规则

应根据本标准表 7 中入网检验的检验项目对传感器进行入网检验。

8.4.2 检验项目

应根据本标准表 7 中入网检验的检验项目执行。

8.4.3 结果评定

检测中出现任一检验项目不合格，均判该传感器为不合格。

8.5 抽样检验

8.5.1 检验规则

应根据本标准表 7 中抽样检验的检验项目对到货传感器进行随机抽样检验。随机抽样检验规则宜根据以下规则检验：

- a) 同一产品单批次供货数量在 3 台及以下，按实际供货数量全部抽取；
- b) 同一产品单批次供货数量超过 3 台的，按实际供货数量的 5%抽取，但单批样品不应少于 3 台。

8.5.2 检验项目

应至少包含本标准表 7 中抽样检验的检验项目。

8.5.3 结果评定

对抽检样品进行逐台检验，检验中有 1 台以上（包含 1 台）单机不合格时，应加倍抽取该传感器按照抽样检验相关项目进行检验。若仍有不合格时，则判该批传感器不合格；若全部检验合格，则除去第一批抽样不合格的单机传感器，该批传感器判为合格。

应在抽样检验合格后进行现场安装与调试。抽样检验报告仅对本次工程项目有效。

9 标志、包装、运输与贮存

9.1 标志

9.1.1 包装标志

在包装箱的适当位置，应标有显著、牢固的包装标志，内容包括：

- a) 生产企业名称、地址；
- b) 传感器名称，型号；
- c) 传感器数量；
- d) 包装箱外形尺寸（mm）；
- e) 净重或毛重（kg）；
- f) 运输作业安全标志；
- g) 到站（港）及收货单位；
- h) 发站（港）及发货单位；
- i) 工程项目名称。

9.1.2 储运图示和收发货标志

包装储运图示和收发货标志应根据被包装传感器的特点，按 GB/T 191 和 GB/T 6388 的有关规定正确选用。

9.2 包装

9.2.1 基本要求

传感器的包装应满足 GB/T 13384，符合牢固、美观和经济的要求，做到结构合理、紧凑、防护可靠，在正常储运、装卸条件下，保证传感器不致因包装不善而引起设备损坏、散失、锈蚀、长霉和降低准确度等。

9.2.2 包装环境要求

传感器包装时，周围环境及包装箱内应清洁、干燥，无有害气体、无异物。

9.2.3 装箱要求

传感器包装后，其包装件中心应尽量靠下且居中。传感器装在箱内应予以支撑、垫平、卡紧，传感器可移动的部分应移至使传感器具有最小外形尺寸，并加以固定。

9.2.4 分体包装

传感器如有突出部分，在不影响其性能的条件下，应拆卸包装，以缩小包装件体积。

9.2.5 产品防护

传感器的防震、防潮、防尘等防护包装按 GB/T 13384 中的有关规定进行。

9.2.6 随机文件清单

随机文件应齐全，文件清单至少包含：

- a) 装箱清单；
- b) 型式试验报告；
- c) 出厂合格证；
- d) 出厂检验报告；
- e) 安装使用说明书。

9.2.7 随机文件包装

随机文件应装入塑料袋中，并放置在包装箱内；若整套传感器分装数箱，则随机文件应放在主机箱内。

9.3 运输

包装完整的传感器在运输过程中应避免雨、雪的直接淋袭，并防止受到剧烈的撞击和振动。

9.4 贮存

包装好的传感器应贮存在环境温度 $-25^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于80%RH的室内，且周围无腐蚀性挥发物，无强电磁场作用。

从传感器出厂之日起，贮存时间超过2个月，使用前应按照制造厂家方法对可充电电池充电。

附 录 A
(资料性附录)
典型无线传感器

根据应用场景分类的典型无线传感器如表 A.1 所示。

表 A.1 按应用场景分类的典型无线传感器

场景	类别	对象	典型无线传感器
输电	环境	通道环境	气象传感器
	设备	基础	基础沉降传感器
		杆塔	杆塔倾斜传感器
		导、地线	覆冰传感器、微风振动传感器、导线舞动传感器、导线温度传感器、导线弧垂传感器
		绝缘子串	风偏传感器、现场污秽度传感器、泄漏电流传感器
		金具	温度传感器
		接地装置	接地电阻传感器
		附属设施	拉线张力传感器
		其它	/
变电	环境	微气象	微气象传感器
		水位	水位传感器
		水浸	水浸传感器
		温湿度	温湿度传感器
	设备	变压器	变压器铁芯接地电流传感器
		组合电器	特高频局放传感器
		开关柜	温度传感器
		断路器	机械特性传感器
		互感器	相对介损传感器
		避雷器	泄露电流传感器
		其它	/

附 录 B
(资料性附录)
典型无线传感器命名

表 B.1 列举了典型无线传感器的命名构成即各级修饰语的示例，传感器命名时可参照。

表 B.1 无线传感器命名构成及各级修饰语举例一览表

主题词	第一级修饰语 ——被测量	第二级修饰语 ——被测对象
传感器	温度	导线
	弧垂	
	微风振动	
	舞动	
	电流	
	风偏	
	温度	线夹
	表面泄露电流	绝缘子
	拉力	
	倾角	
	倾斜	杆塔
	温度	/
	湿度	
	风速	
	风向	
	雨量	
	气压	
	光辐射	
	气体状态复合型微水	六氟化硫
	气体状态复合型压力	

附 录 C
(规范性附录)
无线传感器二维码标识规范

C.1 无线传感器ID

输变电设备物联网无线传感器 ID 构成如表 C.1 所示。

表 C.1 输变电设备物联网无线传感器 ID 构成

名称	代码	数据长度	数据类型	备注
厂商代码	ManufacturerID	16 比特	无符号整数	取值范围为[0-65535]（十进制）。
版本标签	VersionLetter	5 比特	无符号整数	取值范围为[1-26]（十进制），分别依次代表字符[a-z]，即 1 代表 a，26 代表 z。
版本号	VersionNumber	6 比特	无符号整数	取值范围为[0-63]（十进制）。
产品序列号	SerialNumber	21 比特	无符号整数	取值范围为[0-2097151]。
注：传感器ID采用高字节在前传输。				

C.2 无线传感器二维码标识规范

传感器具备唯一的 ID，无线传感器二维码标识与传感器 ID 对应。

传感器二维码宜采用丝网印刷或标签粘贴方式，标识于传感器本体醒目、平整位置。二维码标识应采用白底黑字。

传感器二维码尺寸宜不超过：长*宽为 12mm*10mm，且数字形式的 ID 与二维码应共同标识。

示例：传感器 ID 为 03009a010090000，对应二维码应为：



图 C.1 无线传感器二维码标识示例

附 录 D
（规范性附录）
无线传感器检测模式

D.1 发射机检测模式

发射机检测模式下，传感器应屏蔽数据接收功能，并能够与上位机进行交互、配置。具体满足如下要求：

- a) 应具备通过外部端口设置进入测试模式功能，实现单载波和数据发送。
- b) 应可配置数据包长度、发送间隔等数据包参数。
- c) 应可配置扩频因子、带宽、编码率、前导长度、工作频点、发射功率等物理层参数。

D.2 接收机检测模式

接收机检测模式下，传感器应屏蔽数据发送功能，并能够与上位机进行交互，对设备进行配置。具体满足如下要求：

- a) 应可配置扩频因子、带宽、编码率、前导长度、工作频点等物理层参数。
- b) 具备向上位机数据传输功能，传输数据应包括：接收数据包内容、接收数据包信号强度、接收数据包信噪比。

附 录 E
(规范性附录)
无线传感器测试要求

E.1 符合 Q/GDW 12020-2019 的无线传感器测试要求

符合 Q/GDW 12020-2019《输变电设备物联网微功率无线网通信协议》的无线传感器测试要求参见表 E.1。

表 E.1 符合 Q/GDW12020-2019 的无线传感器测试要求

序号	测试大类	测试项	要求
1	通信接入	MESSAGE 收发	符合 Q/GDW12020-2019
2		BURST 收发	
3		REQ/RSP_END 收发	
4	业务流	检测报文	符合“输变电设备物联网传感器数据规范”标准
5		告警报文	
6	控制流	上报周期配置	符合 Q/GDW12020-2019
7		业务信道频点配置	
8		其它参数配置	

E.2 符合 Q/GDW 12021-2019 的无线传感器测试要求

符合 Q/GDW 12021-2019《输变电设备物联网节点设备无线组网协议》的无线传感器测试要求参见表 E.2。

表 E.2 符合 Q/GDW12021-2019 的无线传感器测试要求

序号	测试大类	测试项	要求
1	通信接入	随机接入过程	符合 Q/GDW12021-2019
2		上行调度过程	
3		DRX 交互过程	
4		上行组包分片过程	
5		下行组包分片过程	
6	业务流	检测报文	符合“输变电设备物联网传感器数据规范”标准
7		告警报文	
8		控制报文	

表 E.2 (续)

9	业务流	业务组包分片过程	符合“输变电设备物联网传感器数据规范”标准
10	控制流	通信频点配置	符合 Q/GDW12021-2019
11		DRX 周期变化响应	
12		其它参数配置	

附 录 F
（规范性附录）
无线传感器无线通信性能试验方法

F.1 最大射频输出功率

按照 YD/T 1484.1 中 5.3 的方法在微波暗室中测试。传感器进入发射机检测模式，设置发射端设备为最大发射功率，工作模式为发送数据，在微波暗室中通过空口测试信号强度。测试结果需满足附录 E 的要求。

F.2 发射带宽

传感器进入发射机检测模式，设置发射端设备为最大发射功率，工作模式为发送数据，设置带宽，使用频谱分析测试发射带宽。测试结果需满足附录 E 的要求。

F.3 发射频率容差

传感器进入发射机检测模式，设置发射端设备为最大发射功率，工作模式为发送数据，带宽使用默认配置，使用测试设备测试发送中心频率，与设置频率对比。测试结果需满足附录 E 的要求。

F.4 杂散发射

按照 YD/T 1484.1 中的方法在微波暗室中测试。传感器进入发射机检测模式，设置发射端设备为最大发射功率，工作模式为发送数据，使用测试设备测试标准要求频段内的杂散强度。测试结果需满足附录 E 的要求。

F.5 接收灵敏度

按照 YD/T 1484.1 中 6.3.1 的方法在微波暗室中测试。传感器进入接收机检测模式，使用 3dB 全向天线。设置发射端发射功率使得接收端信号强度为要求信号灵敏度信号强度，查看接收设备接收数据。丢包率 $>5\%$ ，则说明传感器无法达到该灵敏度要求，丢包率 $\leq 5\%$ ，则说明传感器可达到该灵敏度要求。测试结果需满足附录 E 的要求。

F.6 接收频率容差

传感器进入接收机检测模式，使用 3dB 全向天线。设置发射、接收设备为相同频率和参数配置，查看接收设备接收数据。修改发射设备中心频率，通过测试设备校准发射中心频率偏差为 $\pm 50\text{ppm}$ 。通过同轴电缆和衰减器连接发射、接收设备，查看接收设备接收数据，信号强度、信噪比、丢包率应相同。测试结果需满足附录 E 的要求。

输变电设备物联网无线传感器 通用技术规范

编 制 说 明

目 次

1 编制背景.....	28
2 编制主要原则.....	28
3 与其他标准文件的关系.....	28
4 主要工作过程.....	28
5 标准结构和内容.....	28
6 条文说明.....	29

1 编制背景

本标准依据《国家电网公司关于下达 2020 年度国家电网公司第一批技术标准制修订计划通知》（国家电网科〔2020〕21 号文）的要求编写。

输变电设备物联网无线传感器是实现输变电状态运行检修管理，提升生产运行管理精益化水平的重要手段。为科学规范地建设输变电设备物联网，确保无线传感器技术标准和汇聚（接入）节点设备统一，装置数据有效、稳定可靠、先进适用，特制定本标准。

本标准编制的主要目的是指导公司输变电设备物联网传感器感知层无线传感器的设计、制造、使用和验收。

2 编制主要原则

本标准主要根据以下原则编制：

- a) 贯彻“统一标准、统筹规划、协调推进”方针，遵循全面性、适用性、合理性和前瞻性的原则。
- b) 本标准规范了输变电设备物联网感知层设备中的无线传感器的通用技术要求。
- c) 本标准项目计划名称为“输变电设备物联网技术规范 第 4 部分：传感器”，审查专家建议“传感器”修改为“无线传感器”，与标准规定的内容相匹配，编写组与专家商定，更名为“输变电设备物联网无线传感器通信技术规范”。

3 与其他标准文件的关系

本标准与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

本标准不涉及知识产权问题。

4 主要工作过程

2020 年 6 月，按照公司技术标准制修订计划，项目启动，召开标准编制启动会。

2020 年 7 月，成立编写组，制定编制计划。

2020 年 9 月，完成标准大纲编写，组织召开大纲研讨会，确定主要内容。

2020 年 11 月，完成标准征求意见稿编写，采用研讨会、邮件等方式广泛、多次在全国范围内征求意见。

2020 年 11 月，修改形成标准送审稿。

2020 年 11 月，国家电网公司设备管理技术标准专业工作组（TC04）组织召开了标准审查会，审查结论为：修改后以技术标准形式报批。

2020 年 11 月，修改形成标准报批稿。

5 标准结构和内容

本标准按照《国家电网公司技术标准管理办法》（国家电网企管〔2018〕222 号文）的要求编写。

本标准的主要结构和内容如下：

本标准主题章分为 5 章，由无线传感器分类、命名、标识、技术要求、试验、检验规则、标志、包装、运输与贮存组成。这 5 章是递进结构，第 5 章是后 4 章的基础，第 6 章是第 7 章、第 8 章基础，最后第 9 章标志、包装、运输与贮存为第 4 章技术要求的补充。

6 条文说明

本标准第 5.1.2 条中，规定了输变电设备物联网无线传感器的两种分类方式，按应用场景分类的输电类无线传感器和变电类无线传感器，按供电方式分类的电池供电类（P1 类）、太阳能供电类（P2 类）、外接电源供电类（P3 类）及其它供电方式（P4 类），同时规定了无线传感器的命名及标识要求。

本标准第 7.2 条中，规定了输变电设备物联网无线传感器试验条件、试验项目及方法。试验方法是对应着功能和技术要求的内容规定了如何实施检测。

本标准第 8.1 条中，规定了检验规则包括型式试验、出厂检验、入网检验和抽样检验，其中对检验规则、检验项目、结果评定做出严格的规定。
