

T/TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXXX—2025

高精度智能电流传感器通用技术规范

General technical specification for high-precision intelligent current sensors

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国技术市场协会 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 技术要求 1

 4.1 外观 1

 4.2 性能 1

 4.3 智能功能 2

 4.4 电气性能 2

 4.5 环境适应性 2

5 试验方法 3

 5.1 外观 3

 5.2 性能 3

 5.3 智能功能 3

 5.4 电气性能 4

 5.5 环境适应性 4

6 检验规则 5

 6.1 检验分类 5

 6.2 检验项目 5

 6.3 出厂检验 5

 6.4 型式检验 5

 6.5 组批 5

 6.6 抽样 6

 6.7 判定规则 6

7 标志、包装、运输与贮存 6

 7.1 标志 6

 7.2 包装 6

 7.3 运输 6

 7.4 贮存 6

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××××提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：××××。

本文件主要起草人：××××。

高精度智能电流传感器通用技术规范

1 范围

本文件规定了高精度智能电流传感器的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。
本文件适用于精度等级不低于0.1级、测量范围100 A~1000 A的交流直流电流测量的高精度智能电流传感器的生产与制造。

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 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 2423.4 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 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.17 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB 4793.2 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第2部分：电工测量和试验用手持和手操电流传感器的特殊要求
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 14048.1 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 16935.5 低压系统内设备的绝缘配合 第5部分：不超过2 mm的电气间隙和爬电距离的确定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高精度智能电流传感器 high-precision intelligent current sensor
测量精度不低于0.1级，相对误差不大于±0.1%，用于将原边大电流转换为副边小电流输出，集成信号处理、自校准及通信功能的电磁感应式或霍尔效应式传感器（以下简称“传感器”）。

4 技术要求

4.1 外观

表面应完好、无划痕及其他损伤；接线端子应齐全，标注正确、清晰。

4.2 性能

性能应符合表1的规定。

表 1 性能

项目	要求
精度等级	0.1级

项目	要求
线性度	$\leq \pm 0.05\%FS$
温漂系数	温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，不大于 $\pm 25\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$
响应时间	阶跃90%负载时，不大于 $1\text{ }\mu\text{s}$

4.3 智能功能

4.3.1 自诊断

- 4.3.1.1 自诊断应具备过流报警，当输入电流达到120%满量程时，应在100 ms内触发声光报警或通过通信协议输出报警帧。
- 4.3.1.2 自诊断应具备温漂超限报警，当温漂系数超出 $\pm 25\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 时，应通过通信接口输出温漂超限报警码，报警状态字可被读取。
- 4.3.1.3 自诊断应具备缺相报警。

4.3.2 通信接口

- 4.3.2.1 通信接口应支持Modbus RTU协议，默认参数为波特率9600 bps、数据位8位、停止位1位、无校验；通信响应时间不应大于50 ms。
- 4.3.2.2 通信接口应支持标准数据帧传输，连续通信1000次应无丢包或错误帧。

4.3.3 数据输出

- 4.3.3.1 采样频率不应小于1 kHz，时间戳精度与标准时钟偏差不应大于10 ms，应支持连续波形数据输出。
- 4.3.3.2 数据输出可记录故障类型、发生时间及故障时电流值，存储容量不应少于100条。

4.4 电气性能

4.4.1 绝缘电阻

原副边之间绝缘电阻不应小于100 MΩ。

4.4.2 耐电压

原副边之间应能承受AC 2kV、1 min的电压，无击穿。

4.4.3 电气间隙、爬电距离

输入电源端子的电气间隙和爬电距离应符合GB/T 14048.1的规定。

4.5 环境适应性

4.5.1 耐高温

传感器在试验过程中和试验后均应符合表1的规定，且无机械或电气故障。

4.5.2 耐低温

传感器在试验过程中和试验后均应符合表1的规定，且无机械或电气故障。

4.5.3 交变湿热

传感器在试验过程中和试验后均应符合表1的规定，且无机械或电气故障。

4.5.4 耐盐雾

传感器经48 h中性盐雾试验后，外观应无腐蚀、无锈蚀，金属部件应无镀层剥落，性能应符合表1的规定。

4.5.5 耐振动

传感器在频率10 Hz~2000 Hz内, 按正弦振动方式分别在X、Y、Z轴向进行扫频试验后, 结构应无松动、零部件无损坏, 性能应符合表1的规定。

5 试验方法

5.1 外观

外观可采用目检法检查。

5.2 性能

5.2.1 精度等级

试验时, 应按GB/T 33905.4的规定, 在参比条件下通入标准电流, 测量误差。

5.2.2 线性度

试验时, 应按GB/T 33905.4的规定, 采用“最小二乘法”计算线性度。在全量程范围内均匀选取零点和满量程等不少于10个测试点, 通入标准电流并记录输出值, 拟合线性回归方程, 计算实际输出与理论值的最大偏差。

5.2.3 温漂系数

试验方法应按下列步骤执行:

- 按 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 的规定, 将传感器分别置于-40 °C、23 °C、85 °C环境中, 每个温度点稳定 2 h;
- 在各温度点下通入 50%满量程标准电流, 记录输出值;
- 温漂系数应按下列式计算:

$$R = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{(T_{\max} - T_{\min}) \times FS} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R ——温漂系数;

$A_{\max}$ ——高温85 °C下的输出电流值 (A);

$A_{\min}$ ——低温-40 °C下的输出电流值 (A);

$T_{\max}$ ——高温试验温度85 °C;

$T_{\min}$ ——低温试验温度-40 °C;

FS ——传感器满量程电流 (A)。

5.2.4 响应时间

试验方法应按下列步骤执行:

- 采用阶跃信号发生器输入 0→90%满量程的电流阶跃信号, 上升沿不应大于 100 ns;
- 使用带宽不小于 100 MHz 的示波器采集传感器输出信号, 记录从信号跳变开始至达到稳定值 95%需要的时间;
- 重复测试 3 次, 取平均值。

5.3 智能功能

5.3.1 自诊断功能

5.3.1.1 过流报警验证应按下列步骤执行:

- 通过信号发生器向传感器输入 120%满量程的电流信号, 持续时间 5 s;
- 监测传感器声光报警或通信协议报警帧等报警输出端, 应在 100 ms 内触发过流报警。

5.3.1.2 温漂超限报警验证应按下列步骤执行:

- 将传感器置于高低温试验箱中, 控制温度缓慢变化至温漂系数超出±25 ppm/°C;
- 通过通信接口读取报警状态字, 检查是否显示温漂超限报警码。

5.3.2 通信接口验证

5.3.2.1 RS485/Modbus 协议测试应按下列步骤执行：

- a) 使用 Modbus 调试工具连接传感器 RS485 接口，设置波特率 9600 bps、数据位 8 位、停止位 1 位、无校验；
- b) 发送读取实时电流指令，检查是否在 50 ms 内返回正确数据帧。

5.3.2.2 CAN 总线协议测试应按下列步骤执行：

- a) 通过 CANoe 工具发送标准数据帧，模拟传感器数据请求；
- b) 检查是否接收包含电流值、状态码的应答帧；
- c) 检查连续通信 1000 次有无丢包或错误。

5.3.3 数据输出验证

5.3.3.1 电流波形与时间戳试验应按下列步骤执行：

- a) 通入 50 Hz 正弦波电流，通过上位机软件连续采集 10 组数据；
- b) 检查波形采样频率及时间戳精度。

5.3.3.2 故障记录存储试验应按下列步骤执行：

- a) 模拟 3 次过流故障，每次持续 2 s，间隔 1 min，通过通信接口读取故障类型、发生时间及故障时电流值等故障记录；
- b) 检查记录存储容量是否不少于 100 条。

5.4 电气性能

5.4.1 绝缘电阻

绝缘电阻试验方法应按 GB 4793.2 的规定执行。

5.4.2 耐电压

耐电压试验方法应按 GB/T 6346.14 的规定执行。

5.4.3 电气间隙、爬电距离

电气间隙、爬电距离试验方法应按 GB/T 16935.5 的规定执行。

5.5 环境适应性

5.5.1 耐高温

试验方法应按 GB/T 2423.2 的规定执行，并应按下列规定执行：

- a) 将传感器置于高温试验箱中，升温至 85 °C 并保持 16 h，期间每隔 4 h 通过通信接口读取一次数据；
- b) 试验结束后在常温下恢复 2 h，按 5.2 的规定进行性能测试。

5.5.2 耐低温

试验方法应按 GB/T 2423.1 的规定执行，并应按下列规定执行：

- a) 将传感器置于低温试验箱中，降温至 -40 °C 并保持 16 h，期间每隔 4 h 通过通信接口读取一次数据；
- b) 试验结束后在常温下恢复 2 h，按 5.2 的规定进行性能测试。

5.5.3 交变湿热

试验方法应按 GB/T 2423.4 的规定执行，并应按下列规定执行：

- a) 高温高湿阶段：温度 (40 ± 2) °C，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ ，持续 12 h；
- b) 低温高湿阶段：温度 (25 ± 2) °C，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ ，持续 12 h；
- c) 循环次数：6 次；
- d) 试验期间，每隔 24 h 通过通信接口读取一次传感器输出数据，记录是否出现异常；
- e) b) 试验结束后在常温下恢复 2 h，按 5.2 的规定进行性能测试。

5.5.4 耐盐雾

试验方法应按GB/T 2423.17的规定执行，并按下列规定执行：

- a) 试验条件：5%、pH 6.5~7.2 的氯化钠溶液，温度 35℃±2℃，盐雾沉降量（1.0~2.0）mL/（h·80cm²），持续喷雾 48 h；
- b) 试验后用清水冲洗残留盐雾，在常温下干燥 24 h，检查外观并按 5.2 的规定进行性能测试。

5.5.5 耐振动

试验方法应按GB/T 2423.10的规定执行，并按下列规定执行：

- a) 试验条件：频率 10 Hz~55 Hz、振幅 0.15 mm，频率 55 Hz~2000 Hz、加速度 2 g，扫频速率 1 oct/min，每个轴向持续时间 1 h；
- b) 试验后检查机械结构并按 5.2 的规定进行性能测试。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式检验。

6.2 检验项目

检验项目应符合表2的规定。

表 2 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验
1	外观	√	√
2	精度等级	√	√
3	线性度	√	√
4	温漂系数	-	√
5	响应时间	-	√
6	智能功能	-	√
7	电气间隙、爬电距离	-	√
8	绝缘电阻	-	√
9	耐电压	-	√
10	耐高温	-	√
11	耐低温	-	√
12	耐交变湿热	-	√
13	耐盐雾	-	√
14	耐振动	-	√

注：“√”为检验项目，“-”为非检验项目。

6.3 出厂检验

每批产品出厂前应进行出厂检验，检验项目应符合表2的规定。

6.4 型式检验

型式检验项目应符合表2的规定，具备下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正常生产情况下，每年检验一次；
- c) 原材料配方、生产工艺发生变更，可能影响产品性能时；
- d) 停产 1 年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

6.5 组批

以同一型号、同一规格、同一生产批次的传感器应为一个检验批。连续生产时，每批产品数量不应超过500台；当生产周期超过1个月时，应以每月实际产量为一个检验批。

6.6 抽样

6.6.1 出厂检验抽样方案应符合 GB/T 2828.1 的规定，一般检验水平 II，接收质量限（AQL）为 1.0。

6.6.2 型式检验抽样应从出厂检验合格的批中随机抽取 3 台。

6.7 判定规则

6.7.1 出厂检验项目均符合本文件规定时，应判定为合格。出现 1 项不合格，允许加倍抽样对不合格项复检；复检仍不合格，应判定为不合格。

6.7.2 型式检验有一项不合格，应判定为不合格。

7 标志、包装、运输与贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

产品外壳应有固定铭牌，并应符合 GB/T 13306 的规定，应注明下列内容：

- a) 产品名称及型号；
- b) 量程及精度；
- c) 制造商名称；
- d) 产品编号；
- e) 制造日期；
- f) 出厂编号。

7.1.2 包装标志

包装箱上应标注下列内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 制造商名称和地址；
- c) 包装外箱尺寸、毛重、净重；
- d) 生产日期或生产批号。

7.2 包装

产品应采用防静电包装，包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定，并随附产品合格证、使用说明书。

7.3 运输

产品运输时应轻装轻卸，应避免剧烈振动、撞击和日晒雨淋。

7.4 贮存

产品应贮存在温度（10～55）℃，相对湿度不大于80%的通风仓库内，不应与腐蚀性物质共贮。贮存有效期为2年。