

《高精度智能电流传感器通用技术规范》团体标准

征求意见稿 编制说明

一、任务来源

随着工业自动化程度的提升和能源管理需求的增长，传统电流测量技术逐渐暴露出精度不足、环境适应性差等问题，推动了对新一代传感器的研发需求。同时，新能源产业的快速发展对电流监测提出了更高要求，需要实时、可靠地捕捉复杂工况下的电流变化，传统传感器难以满足此类动态需求，促使高精度智能传感器成为技术攻关的重点方向。

在技术层面，材料科学与微电子学的突破为传感器性能提升奠定了基础。新型磁性材料的应用显著提高了传感器的灵敏度和线性度，而半导体工艺的进步使得微型化、集成化设计成为可能，从而降低了传感器的体积与功耗。此外，数字信号处理算法的优化增强了传感器的抗干扰能力，使其在强电磁环境或高噪声场景中仍能保持稳定输出。人工智能技术的引入进一步推动了传感器的智能化转型，通过嵌入自学习算法，传感器能够实现动态校准和故障预判，大幅提升了长期运行的可靠性。

应用场景的扩展也加速了技术迭代。智能电网的普及要求传感器具备双向通信能力，以实现远程监控与数据共享；电动汽车的迅猛发展则催生了高精度电流检测在电池管理系统中的关键作用，确保充放电过程的安全与效率。与此同时，工业物联网的兴起推动传感器向网络化方向发展，通过与云端平台的无缝对接，传感器不仅能够实时传输数据，还能参与设备健康管理、能效优化等高级功能，成为智能制造体系的重要节点。

目前，高精度智能电流传感器相关的标准有TB/T 2763-2009 机车车辆用电流传感器和电压传感器、NB/T 11534-2024 矿用电压电流传感器通用技术要求。

本团体标准与TB/T 2763-2009、NB/T 11534-2024相比，在技术要求、应用场景及智能功能集成方面展现出显著优势。TB/T 2763-2009主要聚焦于铁道机车车辆领域，强调基本技术条件和试验方法，但未涉及智能功能；NB/T 11534-2024则针对矿山环境，规定了传感器的安全性和可靠性要求，同样缺乏智能化的考量。而团体标准不仅覆盖了更广泛的应用场景，如电力监测、工业自动化等，还明确提出了信号数字化处理、自校准、故障诊断等智能功能要求，显著提升了传感器的智能化水平和测量精度。此外，团体标准在测量范围、精度、稳定性等方面也提出了更高要求，以适应高精度智能电流传感器的技术发展趋势。

针对高精度智能电流传感器的外观及结构、电气性能、环境适应性等，急需立项《高精度智能电流传感器通用技术规范》该标准，旨在规范高精度智能电流传感器的设计、生产与测试要求，推动其在新能源、智能电网等领域的规模化应用，促进产业高质量发展。

先进性与创新性：

1. 高精度与宽温域性能协同：突破传统传感器温漂控制瓶颈，在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 宽温范围内将温漂系数控制在 $\pm 25\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以内，同时保持 0.1 级精度与 $\leq \pm 0.05\%$ FS 线性度。传统传感器常面临“低温精度衰减、高温漂移超标”问题，本项目通过温度补偿算法与低温度系数器件选型，实现全温域性能稳定，适配新能源汽车、工业户外设备等极端温度场景。

2. 智能诊断与预警闭环设计：构建“多维度监测 - 快速报警 - 数据追溯”智能体系，支持过流（120% 满量程触发）、温漂超限、缺相报警，报警响应时间 $\leq 100\text{ms}$ ，同时存储 ≥ 100 条故障记录（含类型、时间、电流值）。相比传统传感器“仅输出测量值”的单一功能，该设计可提前识别风险（如过流前预警），并为故障溯源提供数据支撑，减少设备停机损失。

3. 高速响应与高频采样能力：阶跃 90% 负载时响应时间 $\leq 1\mu\text{s}$ ，采样频率 $\geq 1\text{kHz}$ ，时间戳精度偏差 $\leq 10\text{ms}$ 。工业变频器、电力电子设备等场景中，电流变化速率快（如毫秒级脉冲电流），微秒级响应可精准捕捉瞬时电流峰值，高频采样与精准时间戳则确保数据连续性与同步性，为实时控制算法（如电机调速、功率优化）提供可靠输入。

4. 高可靠性电气安全设计：原副边绝缘电阻 $\geq 100\text{M}\Omega$ ，可承受 AC 2kV/1min 耐电压试验，同时电气间隙与爬电距离符合 GB/T 14048.1 规范。高压供电场景（如光伏逆变器、高压电机）中，绝缘性能不足易引发漏电、击穿事故，本项目通过强化绝缘设计与耐压验证，消除电气安全隐患，无需额外增加隔离模块，简化系统架构。

5. 强环境适应性与标准化验证：覆盖高温（ 85°C ）、低温（ -40°C ）、48h 盐雾、 $10\text{Hz}\sim 2000\text{Hz}$ 振动等极端环境测试，且试验后性能仍符合 0.1 级精度要求。传统传感器多仅通过常温测试，在沿海高盐雾、工业强振动环境中故障率高，本项目通过全场景环境验证，提升产品耐用性，同时统一试验方法，为行业提供环境适应性评价基准。

《高精度智能电流传感器通用技术规范》团体标准的制定，具有以下几方面的意义：

1. 推动行业技术统一与规范化

通过制定通用技术规范，可统一行业内参差不齐的技术标准，明确产品设计、制造和测试的基本要求，减少因技术差异导致的兼容性问题，为上下游企业提供明确的技术依据，提升产业链协同效率。

2. 促进技术创新与产业升级

通过规范技术指标和功能要求，鼓励企业优化产品设计，推动新材料、新工艺的应用，加速行业从传统传感器向智能感知技术的迭代升级，助力高端制造业和新兴产业的高质量发展。

3. 提升产品安全性与可靠性

通过标准对温漂抑制、抗干扰能力、长期稳定性等性能提出明确要求，可降低因传感器失效引发的安全隐患，增强产品在复杂环境下的适应性，为行业提供更安全可靠的技术保障。

4. 支撑新型应用场景拓展

通用技术规范的制定能够明确传感器在数字化、网络化、自诊断等方面的技术要求，使其更适配新能源并网、边缘计算、远程监控等场景，为新兴技术的落地提供基础支撑。

5. 优化行业生态与市场秩序

团体标准的实施可规范市场准入门槛，避免低质低价竞争对行业造成的负面影响。通过明确性能分级和认证要求，引导用户科学选型，促进优质产品脱颖而出。同时，标准能够为第三方检测、认证机构提供统一评估依据，推动建立公平透明的市场环境，促进行业健康可持续发展。

二、起草单位所作工作

1、起草单位

本标准由XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX单位等共同起草。

2、主要起草单位及其所作工作

本文件主要起草单位及工作职责见表1。

表1 主要起草单位及工作职责

起草单位	工作职责
XXXX、XXXX、XXXX	项目主编单位，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了行业资深专业人员，行业管理人员。
XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX	实际生产单位、负责汇报实际生产数据、试验方法，参与标准编制。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

4.1 调研阶段

1. 技术现状调研：调研发现当前高精度电流传感器存在三大技术短板：一是温漂控制不足，多数产品温漂系数 $\geq 50\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ，低温（ $\leq -20^{\circ}\text{C}$ ）下精度衰减超 0.5%；二是智能功能缺失，70% 以上产品无自诊断与故障记录功能，依赖外部系统监测；三是环境适应性差，盐雾试验后性能合格率不足 60%，难以满足户外、沿海应用需求，技术升级需求迫切。

2. 市场需求分析：走访新能源汽车、光伏、工业控制企业，核心需求集中于四点：一是宽温域稳定，新能源汽车电机控制器需 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 内精度达标；二是智能预警，光伏逆变器需提前识别过流风险，避

免设备烧毁；三是高速响应，工业变频器需微秒级捕捉电流变化；四是高可靠性，沿海地区设备需耐盐雾腐蚀，市场对“高精度 + 智能化 + 强环境适配”传感器需求旺盛。

3. 相关标准研究：梳理 GB/T 14048.1、GB 4793.2 等现有标准，发现存在三大空白：一是缺乏智能功能（如自诊断、通信）的技术规范；二是未明确宽温域（-40℃~85℃）温漂系数要求；三是环境适应性试验（如盐雾、振动）的参数与判定标准缺失，需通过本标准补充系统技术要求。

4. 产业链调研：调研覆盖传感器芯片厂商、整机制造商、检测机构，发现产业链协同存在壁垒：芯片厂商低温系数芯片供应不足，导致传感器温漂难控制；整机厂商与传感器厂商通信协议不统一（如 Modbus/CAN 混用），适配成本高；检测机构缺乏宽温域、高频响应测试设备，难以验证核心性能，需通过标准打通上下游协同通道。

5. 行业问题与挑战：调研指出行业面临三大挑战：一是性能一致性差，同批次产品温漂差异超 30%；二是测试成本高，宽温域、高频响应测试需进口设备，中小企业负担重；三是安全风险，绝缘性能不达标导致每年超 10% 的设备漏电事故，标准需针对性提出技术要求与解决方案。

4.2 立项阶段

2025年8月15日，中国技术市场协会正式批准《高精度智能电流传感器通用技术规范》立项。

4.3 起草阶段

4.3.1 成立标准制定工作组，根据《高精度智能电流传感器通用技术规范》编制需要，XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX等机构相关专家成立标准制定工作组。

4.3.2 形成标准草案：根据工作计划及分工安排，在系统参考、学习已有标准及研究的基础上，标准制定工作组完成《高精度智能电流传感器通用技术规范》各部分内容，并于2025年8月20日汇总形成标准草案。

4.3.3 2025年10月15日，通过腾讯会议线上召开了《高精度智能电流传感器通用技术规范》团体标准讨论会，与会代表30余人参加会议。会上，标准编制组就该标准立项背景和标准框架分别进行了介绍。与会专家和代表就标准名称、框架结构、定义、范围、技术指标等内容进行了深入讨论。明确了该标准编制工作方向，并提出了一系列标准内容的完善措施和修改意见、建议。在讨论会结束后标准编制工作组根据与会专家及参会代表的意见和建议，对标准稿进行了修改完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

4.4 征求意见阶段

2025年10月30日，本标准由中国技术市场协会在全国团体标准信息平台面向社会进行公开征求意见，同时由编制工作组向相关单位进行定向征求意见，具体见《征求意见汇总表》。

五、标准主要内容

根据生产企业XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX等单位的产品数据得到以下主要技术内容：

1. 温漂系数（ $\pm 25\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ， $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ）：该指标衡量传感器输出随温度变化的稳定性， $\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 表示每变化 1°C 精度偏差的百万分比。 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 覆盖绝大多数应用场景（如北方冬季户外、汽车发动机舱）， $\pm 25\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 确保温度波动时精度偏差极小（如满量程 1000A 时，温度变化 100°C 偏差仅 25mA），避免因温度导致的控制误差（如电机转速偏差、功率计算不准），是宽温域场景的核心指标。

2. 响应时间（ $\leq 1\mu\text{s}$ ，阶跃 90% 负载）：响应时间指传感器从输入电流变化到输出稳定的时间， $\leq 1\mu\text{s}$ 可快速捕捉瞬时电流（如短路电流、脉冲电流）。工业控制中，电流突变若未被及时检测，易导致开关器件（如 IGBT）烧毁；新能源汽车中，电机启动时电流阶跃快，微秒级响应可确保保护电路及时动作，避免设备损坏，是高速控制场景的关键保障。

3. 绝缘电阻（原副边 $\geq 100\text{M}\Omega$ ）：绝缘电阻衡量原副边电气隔离能力， $\geq 100\text{M}\Omega$ 可防止原边高压（如光伏系统 1000V）向副边低压控制回路漏电。高压应用场景中，绝缘失效易引发触电事故或控制电路烧毁，高绝缘电阻可提升系统安全性，无需额外增加隔离变压器，简化设计并降低成本，符合电气安全规范要求。

4. 智能报警响应时间（ $\leq 100\text{ms}$ ）：针对过流、温漂超限等故障， $\leq 100\text{ms}$ 的响应时间可快速触发报警或保护动作。过流故障时，电流上升速度快（如短路时毫秒级达到峰值），延迟报警易导致故障扩大；温漂超限若未及时处理，会持续影响测量精度，毫秒级响应可最大限度缩短故障影响时间，提升设备运行安全性。

5. 耐盐雾性能（48h 中性盐雾后性能达标）：该指标评估传感器在高盐雾环境（如沿海、海洋工程）的耐用性，48h 中性盐雾试验模拟 1~2 年沿海环境腐蚀。盐雾会导致金属部件锈蚀、绝缘性能下降，试验后性能达标确保传感器长期稳定运行，避免因腐蚀导致的精度衰减或电气故障，是沿海地区应用的核心可靠性指标。

六、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果

6.1、主要试验（验证）分析

本项目试验验证围绕“核心性能、智能功能、环境适应性”三大维度构建体系。核心性能验证方面，精度与线性度测试采用标准电流源与最小二乘法，确保 0.1 级精度与低线性误差；温漂测试覆盖 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 全温域，通过多点温度稳定与输出记录，验证温漂系数达标；响应时间测试采用高频示波器与阶跃信号发生器，捕捉微秒级输出变化，保障高速响应性能。智能功能验证通过模拟过流、温漂超限故障，测试报警响应与故障记录功能，确保自诊断有效；通信测试验证 Modbus 协议兼容性与无丢包通信，保障数据交互稳定。环境适应性验证通过高温、低温、盐雾、振动试验，模拟极端应用场景，测试后性能复测确保耐用性。全维度试验覆盖产品设计、生产、应用全环节，为标准落地提供科学、可复现的技术支撑。

6.2、技术经济论证

技术层面，标准统一核心性能（如温漂、响应时间）、智能功能（如自诊断、通信）与环境适应性要求，解决行业“技术碎片化、测试不统一”问题：一是为研发提供明确目标，避免企业盲目试错，缩短产品迭代周期；二是统一试验方法，减少检测机构重复投入，提升测试效率；三是规范通信协议与安全设计，降低产业链适配成本（如减少协议转换模块）。经济层面，标准推动产品性能升级，降低下游企业故障损失（如光伏逆变器过流烧毁损失）；同时促进规模化生产，通过统一技术要求，传感器制造成本降低15%以上；检测成本通过方法标准化降低20%，形成“标准引领 - 成本优化 - 产业协同”的良性循环。

6.3、预期的经济效果

从行业视角看，标准将推动高精度智能电流传感器产业向高端化升级，提升我国传感器核心竞争力，减少对进口产品（如TI、LEM）的依赖，降低产业链供应链风险；同时带动上下游产业（如低温度系数芯片、高频测试设备）发展，形成新的经济增长点。从企业视角看，传感器制造商可通过标准认证提升产品溢价（如进入新能源汽车供应链），市场份额提升20%以上；下游应用企业通过标准选型降低采购风险，设备故障率下降30%，减少停机损失（如工业生产线每小时损失数十万元）。从宏观视角看，标准支撑新能源、智能制造等战略产业升级，确保电机控制、功率优化等关键环节精准运行，助力“双碳”目标实现；同时提升产品耐用性，减少资源浪费，推动绿色低碳发展，为经济高质量转型注入动力。

七、标准水平分析

7.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

7.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

7.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

7.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

八、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十二、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025 年 10 月