|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 17.220 |
| CCS  |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png XJBX |

N 12 |

西安市计量标准检测认证协会团体标准

T/XJBX 0069—2025

智能仪表动态校准技术规程

Code of practice for dynamic calibration of intelligent instruments

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

西安市计量标准检测认证协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc205754148)

[引言 V](#_Toc205754149)

[1 范围 1](#_Toc205754150)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc205754151)

[3 术语和定义 1](#_Toc205754152)

[4 总则 2](#_Toc205754153)

[5 基本程序 3](#_Toc205754154)

[6 技术要求 4](#_Toc205754155)

[7 校准结果评定与确认 4](#_Toc205754156)

[8 数据管理与信息化应用 5](#_Toc205754157)

[9 安全与防护要求 6](#_Toc205754158)

1. 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。

本文件由西安市计量标准检测认证协会提出并归口。

本文件起草单位：亚太森博（山东）浆纸有限公司。

本文件主要起草人：胡伟伟。

1. 引言

随着工业自动化、信息化水平的不断提高，智能仪表已广泛应用于能源、电力、石化、水利、冶金、交通等行业的生产监测与控制环节。智能仪表在长期运行过程中，受环境条件、设备老化、测量介质变化等因素影响，其计量性能会逐渐偏离原始状态，影响测量数据的准确性与可靠性。传统的定期静态校准方式在应对工况动态变化、实现实时精度保证方面存在局限性。

动态校准技术通过在设备运行过程中实时采集数据、分析漂移趋势、实施在线修正等手段，实现对智能仪表的连续校准和精度维持，不仅提高了计量的实时性和稳定性，也降低了停机维护的频率与成本。

制定本文件旨在统一智能仪表动态校准的术语定义、技术要求、实施流程及结果评价方法，推动该技术在各行业的标准化应用。本文件结合国内外相关技术标准与工程实践经验，强调技术的先进性、可操作性和安全性，为仪表制造商、使用单位、计量检测机构及相关管理部门提供技术依据，确保智能仪表在全生命周期内保持优良的计量性能。

智能仪表动态校准技术规程

* 1. 范围

本文件规定了智能仪表动态校准的基本程序、技术要求、校准结果评定与确认、数据管理与信息化应用以及安全与防护要求等内容。

本文件适用于在连续运行状态下对智能仪表进行在线或现场动态校准的活动，包括但不限于流量、压力、温度、液位、成分分析等类型的智能仪表。

本文件适用于仪表制造企业、设备使用单位、计量检测机构及第三方技术服务单位开展的动态校准工作，也可作为相关行业制定技术标准、实施质量控制和技术监督的参考依据。

* 1. 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 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

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 7665—2005 传感器通用术语

GB/T 29910.1—2013 工业通信网络 现场总线规范 类型20：HART规范 第1部分：HART有线网络物理层服务定义和协议规范

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

智能仪表 intelligent instrument

具有数字信号处理、参数自整定、状态自诊断、通信与网络功能，并能够实现数据采集、处理和传输的测量仪表。

动态校准 dynamic calibration

在仪表处于运行状态且受外部扰动和工况变化影响的条件下，通过实时采集、分析和修正数据，对仪表测量特性进行校正的过程。

在线校准 online calibration

在不停止被测系统运行的情况下，通过与标准信号源或标准装置对比，对仪表进行即时校准的方式。

现场校准 in-situ calibration

在仪表实际安装和使用的现场条件下，利用标准设备或参比方法进行校准的过程，可为动态校准或静态校准。

零点漂移 zero drift

在无输入信号或基准输入信号恒定时，仪表输出信号随时间发生偏移的现象。

量程漂移 span drift

在满量程输入信号恒定时，仪表输出与标准值的差异随时间发生变化的现象。

校准周期 calibration interval

为保证仪表计量性能符合要求，两次连续校准之间的时间间隔。

溯源性（traceability）

通过一系列连续比较，将测量结果与国家或国际计量基准相关联的特性。

* 1. 总则

本规程适用于在连续运行或现场条件下对智能仪表进行动态校准的全过程，应遵循科学性、可操作性、安全性、溯源性和经济性的原则。

动态校准应在不影响生产安全与测量系统稳定运行的前提下实施，优先采用非侵入式或低干扰的校准方法。

动态校准工作应由具备相应资质和技术能力的人员或机构承担，并使用经检定或校准合格的标准设备及参比装置。

动态校准应结合仪表的类型、应用环境、精度要求及运行工况，合理确定校准周期、方法和精度目标。

动态校准的全过程应建立完整的技术文件和记录，包括校准计划、校准方案、现场实施记录、数据处理结果及校准报告，确保结果可追溯和可复核。

在动态校准实施过程中，应遵守国家及行业现行的计量、检验、安全、环境等相关法律、法规和标准的要求。

* 1. 基本程序
		1. 总体要求

动态校准应按计划实施，并严格执行校准方案。整个过程应做到准备充分、步骤明确、记录完整、结果可追溯。

* + 1. 基本步骤
1. 准备阶段
	1. 明确校准目的、范围和技术要求；
	2. 收集被校准仪表的技术参数、运行工况和历史校准记录；
	3. 检查标准设备和参比装置的有效性与溯源性；
	4. 制定校准方案，包括方法、步骤、环境要求、安全措施等。
2. 现场条件确认
	1. 核实现场运行工况是否满足校准要求；
	2. 确认现场安全条件、防护措施和数据采集接口状态。
3. 数据采集与比对
	1. 在仪表正常运行状态下，采集被校准仪表输出与标准装置或参比信号的对比数据；
	2. 采集数据应覆盖量程范围内的多个测点，并考虑不同工况变化。
4. 数据处理与修正
	1. 对采集数据进行误差分析，确定零点漂移、量程漂移及其他非线性偏差；
	2. 按照校准算法对仪表进行参数修正或软件补偿。
5. 结果确认
	1. 在修正后再次采集验证数据，确认仪表测量性能达到校准要求；
	2. 如未达标，应重新评估校准方法或进行仪表维护后再次校准。
6. 记录与报告
	1. 完整记录校准过程、数据、分析结果及修正参数；
	2. 形成校准报告并归档，确保可追溯性。
		1. 周期与复校

动态校准的周期应根据仪表类别、精度等级、运行环境及工况变化确定；对于重要测点和关键仪表，应缩短校准间隔或增加在线监测与临时复校。

* 1. 技术要求
		1. 环境条件

动态校准应在被校准仪表正常运行的现场环境中进行，现场温度、湿度、电磁干扰、水压及其他影响因素应在仪表允许的工作范围内。

避免在强震动、高粉尘、强腐蚀或剧烈温湿度波动等条件下进行校准，特殊环境应采取有效的防护措施。

校准环境条件应记录在案，并作为评估校准结果可靠性的依据。

* + 1. 标准装置与参比设备

所使用的标准装置和参比设备应具备有效的计量检定或校准证书，精度等级应高于被校准仪表至少一个等级。

标准装置应具有与被校准仪表兼容的接口和信号特性。

对需长期在线比对的标准装置，应建立周期性检定或校准制度。

* + 1. 数据采集与处理

数据采集系统应具备足够的分辨力和采样频率，能够覆盖仪表量程范围并捕捉动态变化特征。

数据采集过程中应采用抗干扰技术，保证信号质量和传输稳定性。

数据处理应使用经验证的计算模型或算法，误差计算方法应符合相关国家或行业标准。

* + 1. 校准算法与精度要求

动态校准应根据仪表类型选择合适的校准算法，如线性回归、非线性拟合、补偿曲线、神经网络修正等。

校准后仪表的计量误差应符合制造商技术指标或相关标准的规定。

对安全关键或高精度要求的仪表，应进行不确定度分析，并将结果记录在校准报告中。

* + 1. 软件与数据安全

校准过程中涉及的仪表固件、配置软件及数据处理软件应具备版本管理和访问权限控制。

校准数据应定期备份，并采取加密或安全存储措施。

对远程实施的动态校准，应建立安全通信协议，防止数据篡改与泄露。

* 1. 校准结果评定与确认
		1. 总体要求

校准结果的评定与确认应依据本规程的技术要求以及相关国家、行业标准进行，确保被校准仪表在实际运行条件下满足精度与稳定性要求。

* + 1. 评定依据

校准数据应来源于经过检定或校准合格的标准装置或参比设备。

数据处理方法、误差计算公式及不确定度分析应符合相关标准规定。

校准结果应与被校准仪表的技术指标进行比对。

* + 1. 判定标准

校准后仪表在量程范围内各测点的示值误差不应超过制造商标称值或行业标准限值。

零点漂移、量程漂移及非线性误差均应在允许范围内。

对有特殊要求的仪表，应满足合同或项目技术协议中约定的精度要求。

* + 1. 不符合处理

若校准结果不符合判定标准，应分析原因，包括仪表自身故障、运行环境异常、标准装置误差等。

对可通过参数调整或软件补偿修正的，应在复校后确认结果。

对无法通过调整修复的仪表，应停止使用并送检或更换。

* + 1. 复核与确认

重要测点和关键设备的校准结果应由具备资质的技术人员或第三方机构进行复核。

复核过程应独立于首次校准，确保评定结果的客观性。

校准结果确认后，应由相关责任人签字，并形成正式的校准报告。

* + 1. 记录与追溯

校准结果及相关原始数据应完整记录，存档期限不应少于仪表使用寿命周期。

记录应包含校准日期、人员、设备、环境条件、数据处理方法、不确定度、评定结论等信息。

记录应具备可追溯性，以便在后续复盘和质量审计中使用。

* 1. 数据管理与信息化应用
		1. 总体要求

动态校准数据管理应遵循完整性、准确性、可追溯性和安全性原则。应充分利用信息化平台实现数据的自动采集、集中存储、智能分析与共享应用，提高校准工作的效率与质量。

* + 1. 数据采集

数据采集应实现与被校准仪表及标准装置的实时通信。

采集系统应具备自动记录、异常数据标识、采样频率控制等功能。

对远程校准的数据采集，应采用安全通信协议（如SSL/TLS）防止数据丢失与篡改。

* + 1. 数据存储与备份

校准数据应分类存储，包括原始数据、处理数据、分析报告等。

数据存储介质应符合企业信息安全要求，并具备冗余备份能力。

备份周期和介质更新应有明确制度，并定期验证数据可恢复性。

* + 1. 数据分析与应用

应利用数据分析工具对长期校准数据进行趋势分析，识别零点漂移、量程漂移等规律。

分析结果可为优化校准周期、预测仪表失准、制定维护计划提供依据。

应将高风险或异常变化信息及时推送至相关管理人员。

* + 1. 信息共享与集成

校准数据可与企业生产管理系统、设备管理系统、计量管理系统等进行集成，实现跨系统数据共享。

高精度仪表的校准数据可上传至行业或国家计量数据平台，便于监管与追溯。

信息共享应遵守数据隐私与安全管理要求。动态校准数据管理要点见表1。

1. 动态校准数据管理要点

| 数据管理环节 | 主要内容 | 技术要求 | 责任部门 | 频率/周期 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据采集 | 实时采集仪表与标准装置输出 | 通信接口匹配、采样频率满足精度需求 | 仪表维护部 | 实时/按需 |
| 数据存储 | 分类存储原始数据与处理数据 | 安全加密、冗余备份 | 信息技术部 | 持续 |
| 数据分析 | 漂移趋势、误差统计 | 使用验证合格的分析软件 | 计量检测部 | 每季度 |
| 数据共享 | 与管理系统和平台集成 | 接口标准化、权限控制 | 管理中心 | 持续 |
| 数据备份 | 物理和云端双重备份 | 定期测试可恢复性 | 信息技术部 | 每周/月 |

* 1. 安全与防护要求
		1. 总体要求

动态校准过程中，应全面落实人身安全、设备安全、数据安全及环境保护措施，确保校准工作在可控风险范围内开展，不影响生产运行的安全性与连续性。

* + 1. 人身安全

校准人员应经过安全培训并持有相应资质。

进入现场前应穿戴符合行业要求的劳动防护用品，如绝缘手套、防静电服、安全帽、防护眼镜等。

在有高温、高压、有毒有害介质的场所，应采取隔离、通风、检测等防护措施。

在高处或狭小空间作业，应遵守高处作业和有限空间作业的安全规定。

* + 1. 设备安全

校准过程中应避免对被校准仪表及系统造成冲击、电压/电流过载等损伤。

在切换信号、连接/断开接口时，应防止电弧、短路或压力泄漏。

对在线校准涉及的控制系统，应采取防误操作和冗余保护措施，避免系统误动作或停机。

* + 1. 数据安全

采用加密通信和权限控制，防止数据在传输和存储过程中的泄露或篡改。

对关键配置文件和校准参数，应建立访问授权审批制度。

定期进行网络安全检测，防止恶意攻击影响校准数据完整性。

* + 1. 环境防护

在涉及排放或有害物质处理的校准操作中，应采取防泄漏、防扩散措施。

废弃物处理应符合环保法规要求。

避免因校准操作造成水、气、土壤等环境污染。

动态校准安全与防护要点见表2。

1. 动态校准安全与防护要点

| 防护类别 | 主要内容 | 防护措施 | 责任部门 | 检查周期 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 人身安全 | 防护用品佩戴 | 绝缘手套、防静电服、安全帽 | 安全管理部 | 每班次 |
| 设备安全 | 防过载、防冲击 | 使用限流装置、缓启动连接 | 仪表维护部 | 每次操作前 |
| 数据安全 | 通信加密、权限控制 | SSL/TLS加密、访问审批 | 信息技术部 | 每季度 |
| 环境防护 | 废弃物处理、防泄漏 | 防渗托盘、密封容器 | 环保管理部 | 每月 |

