

《声学 and 振动数据转换器校准规范》（送审稿）

## 编 制 说 明

《声学 and 振动数据转换器校准规范》起草组

2023.6

# 《声学 and 振动数据转换器校准规范》（送审稿）编制说明

## 一、 编制规范的项目背景

### 1 任务来源

依据湖北省市场监督管理局“鄂市监办量函〔2023〕18 号省市场监管局办公室关于印发 2023 年度第一批地方计量规范制修订计划的通知”，本规范计划名称为“声学 and 振动数据转换器校准规范”，计划编号为鄂市监办量函〔2023〕18-3

### 2 项目意义

《声学 and 振动数据转换器校准规范》针对声学 and 振动数据转换器提出一般性技术要求，统一其校准项目和校准方法，有助于提高声学 and 振动数据转换器测量的量值准确性，实现溯源性。随着数据转换 ADC/DAC 芯片迅猛，数据转换成为测量仪器最重要的前端技术，几乎所有中高端测量仪器都实现了数字化。数据转换 ADC/DAC 相关产品的研发也成为各国芯片制造竞争的重中之重。ADC 和 DAC 芯片是模拟芯片领域的明珠。本规范制定与实施对统一声学 and 振动数据转换器量值有着深远影响；同时也推动 ADC/DAC 相关产品国产替代高质量发展。属于解决卡脖子核心技术高质量发展关键量值统一规范。

从下列 IEEE 1241 1.6.4 表 1，可以看出先行国家校准规范《JJF 1048-1995 数据采集系统校准规范》以及这个规范的修订（送审稿）都是依从表中第三行（data acquisition）指标制定；而声学 and 振动数据转换器主要是第一行和第八行参数，而且这些参数并不相互覆盖，而且声学 and 振动数据转换器需求极大，发展及其迅速，因此非常有必要制定声学 and 振动数据转换器校准规范。

## 二、 编制工作简况

1、2022 年 12 月起草组完成《声学 and 振动数据转换器校准规范》编制方案编写，明确了规范工作任务和时间节点。

- 2、2023 年 3 月 10 日，完成了本规范的工作组讨论稿，并以电子邮件发送起草工作组各成员。根据回复的意见和建议形成征求意见稿草案。
- 3、2023 年 3 月底至 6 月，根据征求意见稿草案，进行了本规范的实验验证。编制本规范的实验验证和测量不确定度评定报告。根据实验过程，制定、优化校准方法，在院科技委专家指导下，形成了本规范的征求意见稿。
- 4、2023 年 8 月，完成征求意见稿、试验报告，对《声学 and 振动数据转换器校准规范》(征求意见稿)征求专家意见。
- 5、2023 年 10 月，根据征求意见回函内容，修改了《声学 and 振动数据转换器校准规范》(征求意见稿)，并完成声学 and 振动数据转换器校准规范编制说明、征求意见汇总表、试验报告、验证报告及不确定度评定等资料的编写。
- 6、2023 年 10 月 30 日至 11 月 30 日，湖北省计量测试技术研究院对征求意见稿、编制说明、征求意见汇总表、试验报告、验证报告及不确定度评定等资料进行网上公示。
- 7、2023 年 12 月 7 日，湖北省计量测试技术研究院组织预评审会对《声学 and 振动数据转换器》(征求意见稿)提出了如下修改意见：
- 1) 将规范名称改为“声学 and 振动数据转换器校准规范”；
  - 2) “1 范围”中使用频率改为“0.01 Hz~200 kHz”；
  - 3) “5 计量特性”中对“5.1 数模转换器总谐波失真”、“5.2 数模转换器取样频率误差”、“5.3 模数转换器抗混叠带外衰减”的参考指标改为“不低于制造商标准要求”；
  - 4) 增加一段话说明数模转换器总谐波失真校准采用频谱分析仪法和数据采集仪法的场景，两种方法的测量原理框图分别用两幅图表示；增加数模转换器取样频率误差的计算公式；数据修约根据每个计量特性进行详细说明；
  - 5) 附录中不确定度分量评定的单位与汇总表保持一致。
- 8、起草组按预评审会委员提出的意见进行修改完善形成《声学 and 振动数据转换器校准规范》(送审稿)。

### 三、 规范编制依据

起草组根据国际标准 IEEE 1241-2010 IEEE Standard for Terminology and

Test Methods for Analog-to-Digital Converters（模数转换器术语和试验方法标准），和 IEEE 1057™-2007 IEEE Standard for Digitizing Waveform Recorders（数字化波形记录器）制定适合声学 and 振动数据转换器的技术指标，测试方法。

IEEE 1241-2010 1.6.4 表 1 如下

表中第一行（Audio），和八行（Spectrum analysis）的参数是本规范主要计量指标，因此声学振动模数转换器关键参数是：信噪比 SINAD，总谐波失真 THD，噪声，有效位 ENOB，无杂散动态范围 SFDR。因此其应用和技术指标上和现有国家标准 JJF 1048-1995《数据采集系统校准规范》不重叠。

IEEE Std 1241-2010  
IEEE Standard for Terminology and Test Methods for Analog-to-Digital Converters

Table 1—Critical ADC parameters

Typical applications	Critical ADC parameters	Performance issues
Audio	SINAD, THD, noise	— Power consumption — Crosstalk and gain matching
Automatic control	Monotonicity Short-term settling, long-term stability, noise	— Transfer function — Crosstalk and gain matching — Temperature stability
Data acquisition	DNL, INL, gain, offset, noise, out-of-range recovery, settling time, full-scale step response, channel-to-channel crosstalk	— Channel-to-channel interaction — Accuracy, traceability (Sol Max)
Digital oscilloscope/waveform recorder	SINAD, ENOB, noise Bandwidth Out-of-range recovery Word error rate	— SINAD for wide bandwidth amplitude resolution — Low thermal noise for repeatability — Bit error rate
Geophysical	THD, SINAD, long-term stability, noise	— Millihertz response
Imaging	DNL, INL, SINAD, ENOB, noise Out-of-range recovery Full-scale step response	— DNL for sharp-edge detection — High-resolution at switching rate — Recovery from blooming
Radar and sonar	SINAD, IMD, ENOB SFDR Out-of-range recovery, noise	— SINAD and IMD for clutter cancellation and Doppler processing
Spectrum analysis	SINAD, ENOB SFDR, noise	— SINAD and SFDR for high linear dynamic range measurements
Spread spectrum communication	SINAD, IMD, ENOB SFDR, NPR Noise-to-distortion ratio, noise	— IMD for quantization of small signals in a strong interference environment — SFDR for spatial filtering — NPR for interchannel crosstalk
Telecommunication personal communications	SINAD, NPR, SFDR, IMD Bit error rate Word error rate, noise	— Wide input bandwidth channel bank — Interchannel crosstalk — Compression — Power consumption
Video	DNL, SINAD, SFDR, DG, DP, noise	— Differential gain and phase errors — Frequency response
Wideband digital receivers SIGINT, ELINT, COMINT	SFDR, IMD SINAD, noise	— Linear dynamic range for detection of low-level signals in a strong interference environment — Sampling frequency

四、 编制的主要内容

1、 关于范围

本规范适用于 0.01Hz~200kHz 声学 and 振动数据转换器的校准。

## 2、关于计量特性

数模转换器总谐波失真；数模转换器取样频率误差；模数转换器抗混叠带外衰；模数转换器增益；模数转换器采样频率误差；模数转换器无杂散动态范围；模数转换器总谐波失真、模数转换器信噪比、模数转换器动态显示延迟。

## 3、关于校准条件

这部分内容包括环境条件和测量标准及辅助设备的要求，目的是为了保证和提高实验室的测量能力。

## 4、关于校准项目和校准方法

本规范根据声学 and 振动数据转换器特点确定了校准项目，并在检测方法上做了具体规定和说明，通过对声学 and 振动数据转换器校准项目试验、验证，确立并验证了规范所定项目和方法的可行性和合理性。

## 5、关于校准结果的表达

根据 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》和 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的要求，校准结果应以测量值和相应的不确定度来表示。为简化计算在不确定度的评估中包含因子  $k$  取 2，也与国际惯例相一致。

## 6、附录的设置

附录 A 给出了声学 and 振动数据转换器校准结果参考格式。

附录 B 给出了声学 and 振动数据转换器测量不确定度评定实例。

## 7、与国内外标准、规程规范等技术文件的兼容情况

如前技术依据里面提到的本规范依据国际标准制定适合声学振动用数据转换器的校准，和国家相关规范不重叠在各自领域应用。

## 8、风险评估及社会经济效益

本规范实施后，对我省声学 and 振动数据转换器使用和生产统一将产生较大推动作用。由于国家缺乏此类校准规范，而且本规范采用国际标准指标和试验方法，因此也将会国内声学 and 振动数据转换器使用和生产产生深远影响，进而推动我国在声学振动数据转换芯片向世界先进水平靠近和赶超。

声学 and 振动数据转换器校准规范起草组

2023 年 10 月

