

《相控阵超声探伤仪换能器 校准规范》编制说明

《相控阵超声探伤仪换能器校准规范》编制组

2025 年 9 月

相控阵超声探伤仪换能器校准规范编制说明

一、任务来源

根据湖北省质量技术监督局《省市场监管局办公室关于开展 2025 年度地方计量规范制修订工作的通知》（鄂市监量函〔2025〕51 号）文件要求，湖北省计量测试技术研究院负责《相控阵超声探伤仪换能器校准规范》的制定工作，并由武汉中科创新科技股份有限公司等单位共同完成起草。

二、编制规范的目的和意义

相控阵超声探伤仪换能器一般是由若干压电阵元组成的阵列，按阵列类别，相控阵探头可分为线阵探头、环阵探头、部分环扇阵探头、二维矩阵探头；按探头类别，可分为集成楔块接触式探头、非集成楔块接触式探头、液浸式探头。相控阵探头中的各个阵元通过相控阵超声探伤仪主机独立控制，实现探头声束的相控发射与接收，在介质制定空间区域内实现超声波的偏转和聚焦，达到无损检测的目的。

相控阵超声探伤仪及其换能器在众多领域都有重要应用，如航空航天领域中对飞机发动机叶片、起落架等关键部件的检测；电力行业中对发电设备、输电线路等的无损检测；石油化工领域中对管道、压力容器等的探伤；特种设备行业中对锅炉、压力管道等的定期检测，以确保其安全运行。

制定本规范的目的意义在于确定相控阵超声探伤仪换能器的重要技术参数，对其工作性能、可靠性进行评定，统一相控阵超声探伤仪换能器校准方法，提高仪器生产企业的质量意识，同时解决使用单位对于设备合格与否的困惑。从而逐步确保该类型设备在企业的研发、生产和后期的计量过程中形成一整套完善的技术体系，进一步规范市场中该类设备的技术参数和性能指标，保障检测结果的质量，降低生产安全和质量控制潜在威胁。

三、规范编制依据与过程

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1034—2020《声学计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》等共同构成支撑校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范参照了GB/T 42399.2—2023/ISO 18563—2:2017《无损检测仪器 相控阵阵超声设备的性能与检验 第2部分：探头》，JB/T 11731—2013《无损检测 超声相控阵探头通用技术条件》中描述的测量方法。

本规范起草过程：

2024年12月，省局下达《省市场监管局办公室关于开展2025年度地方计量规范制修订工作的通知》（鄂市监量函〔2025〕51号），《相控阵超声探伤仪换能器校准规范》获批立项；

2025年1月～2025年3月，对相控阵超声探伤仪换能器校准规范条款的设计，技术指标和校准方法的研究，起草相控阵超声探伤仪换能器校准规范的初稿。

2025年4月～2025年8月，进行实验，试验方法验证，获取数据，起草相控阵超声探伤仪换能器校准规范的征求意见稿，对相控阵超声探伤仪换能器校准规范征求专家意见。

2025年9月，处理意见，并对规范征求意见稿进行修改，并完成相控阵超声探伤仪换能器校准规范编制说明、征求意见汇总表、试验报告及不确定度评定等资料的编写。

四、编制的主要内容

关于规范制订的内容作以下说明：

1 关于范围

本规范适用于频率范围（0.5~15）MHz 的接触法线性非矩阵及二维矩阵相控阵探头的校准，其他类似的仪器也可参照本规范进行校准。

2 术语

在通用术语外，规范定义了四个术语：换能器、阵元、串扰、相对脉冲回波灵敏度偏差。

3 关于计量特性

按照 GB/T 42399.2—2023/ISO 18563—2:2017《无损检测仪器 相控阵阵超声设备的性能与检验 第 2 部分：探头》，JB/T 11731—2013《无损检测 超声相控阵探头通用技术条件》中相控阵探头性能指标，参照 GB/T 32563—2016《无损检测 超声检测 相控阵超声检测方法》中对相控阵探头的指标要求，同时结合相控阵探头生产厂商和使用方实际使用需求，确定校准以下校准项目：

1) 中心频率和相对带宽;

中心频率相对标称值的偏差不超过 $\pm 10\%$;

相对带宽相对标称值的偏差不超过 $\pm 15\%$;

2) 脉冲持续时间;

相对标称值的偏差不超过 $\pm 10\%$;

3) 相对脉冲回波灵敏度偏差;

不大于 ± 4 dB;

4) 串扰;

不小于 25 dB;

5) 不合格阵元数量;

线性非矩阵探头: 0;

二维矩阵探头: 阵元 ≤ 64 , 0;

阵元 > 64 , 不大于 2%。

湖北省计量测试技术研究院进行了验证试验, 实验数据表明, 本规范规定的计量特性合理, 校准结果仅给出测量数据, 不做合格判定。

4 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。

5 关于校准项目和校准方法

本规范参照了 GB/T 42399.2—2023/ISO 18563—2:2017《无损检测仪器 相控阵阵超声设备的性能与检验 第 2 部分: 探头》, JB/T 11731—2013《无损检测 超声相控阵探头通用技术条件》中描述的测量方法, 通过对相控阵超声探伤仪换能器校准项目试验、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。

6 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。

7 附录的设置

附录 A 给出了相控阵超声探伤仪换能器校准记录参考格式。

附录 B 给出了相控阵超声探伤仪换能器校准证书内页参考格式。

附录 C 给出了相控阵超声探伤仪换能器频率测量不确定度评定实例。

测量不确定度评定实例可作为使用者实际校准时对标准器、配套设备及测量过程进行不确定度评定的参考。

五、与国内外标准、规程规范等技术文件的兼容情况

本规范参照了 GB/T 42399.2—2023/ISO 18563-2:2017《无损检测仪器 相控阵阵超声设备的性能与检验 第 2 部分：探头》，JB/T 11731—2013《无损检测 超声相控阵探头通用技术条件》中描述的测量方法。

六、风险评估及社会效益

目前国内尚无相控阵超声探伤仪换能器相关的规程规范，该项目完成后，可满足该类设备的溯源要求，统一相控阵超声探伤仪换能器校准方法，提高仪器生产企业的质量意识，促进金属超声检测产业的健康发展，同时解决使用单位对于设备合格与否的困惑。从而逐步确保该类型设备在企业的研发、生产和后期的计量过程中形成一整套完善的技术体系，提升我国超声检测行业的整体计量技术水平。

同时，该项目的完成，也有利于我院业务的提高，产生一定的经济效益。

七、其它说明的事项

无。