

超声波衍射时差法检测的实验室能力认可

史亦韦¹, 郭淼², 陈虹², 盖一冰¹

(1. 中国航发北京航空材料研究院, 北京 100095; 2. 中国合格评定国家认可中心, 北京 100062)

摘要: 分析了国内超声波衍射时差法(TOFD)检测能力的实验室认可现状, 详细对比了国内外超声波衍射时差法相关标准中关于人员和设备的管理和技术要求, 并根据超声波衍射时差法的技术特点和国内应用现状, 从人员、设备、过程控制等方面, 提出了关于实验室超声波衍射时差法检测能力认可的相关建议。

关键词: 实验室认可; 超声波衍射时差法; 无损检测

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2021)09-0052-06

Laboratory accreditation for time of flight diffraction testing competence

SHI Yiwei¹, GUO Miao², CHEN Hong², GAI Yibing¹

(1. AECC Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China;

2. China National Accreditation Service for Conformity Assessment, Beijing 100062, China)

Abstract: A brief analysis is made on the current laboratory accreditation situation for the competence of time of flight diffraction ultrasonic (TOFD) testing in China. The current standards in the field of TOFD are compared in detail for the requirements on personnel qualification and equipment calibration and checking. Based on the understanding of special aspects of TOFD and the situation of its application in China, some suggestion on personnel, equipment and control of technique for the laboratory accreditation of TOFD competence are proposed.

Key words: laboratory accreditation; time of flight diffraction; nondestructive testing

超声波衍射时差法(TOFD)是采用一发一收探头, 利用缺陷端点的衍射波信号探测缺陷和测定缺陷尺寸的一种超声检测技术, 其对垂直于探测面缺陷的尺寸测量具有独特的优势, 在结构焊缝检测上的应用已经较为成熟。随着国内标准 NB/T 47013.10—2010《承压设备无损检测 第10部分: 衍射时差法超声检测》的颁布, TOFD检测技术在国内得到迅速推广^[1]。在近年的中国合格评定国家认可委员会(CNAS)检测实验室认可活动中, 越来越多的实验室申请了TOFD检测能力的认可。TOFD检测技术与常规超声检测技术在设备、检测操作、数据解读等方面均存在差异, 在实验室实施该

技术的过程中应如何针对关键因素进行控制, 实验室认可评审应如何确认人员、设备、关键工艺控制等方面的能力等都是需要研究的问题。

笔者在分析研究TOFD检测能力认可现状和现有标准要求的基础上依据TOFD检测技术特点, 以及该技术在国内的应用发展现状, 从检测人员的培训与认证、设备、检测操作、数据解读等方面提出了TOFD检测能力实验室认可评审的具体要求, 也为相关实验室规范该技术的应用提供一些参考。

1 TOFD检测的实验室能力认可现状

CNAS实验室认可的检测能力描述按照检测对象、项目或参数、领域代码、检测标准、说明及备注等展开。项目或参数通常指检测方法(如超声检测、射线检测), 在已经获TOFD检测能力认可的实验室的能力表中, 有的将参数描述为超声检测, 有的描述为衍射时差法超声检测或TOFD检测, 最终准确代

收稿日期: 2021-02-24

基金项目: 中国合格评定国家认可委员会科技项目(2019CNAS07)

作者简介: 史亦韦(1962—), 女, 本科, 研究员, 主要从事无损检测的研究工作

通信作者: 史亦韦, shiyiwei621@163.com

表其能力的是检测对象、检测标准和说明栏目中的限定条件,这些内容也同时是认定检测报告是否在认可范围内的依据。

目前与 TOFD 检测技术相关的国际标准、美国标准、我国国家标准、国内各行业标准和企业标准及或认可实验室数量如表 1 所示。

由表 1 可知,涉及实验室认可的标准共 9 项,标准 GB/T 23902—2009、ISO 16828:2012 和 ASTM

E2373/E2373M-19 为通用检测方法标准,各有 5 家实验室获得认可。获得通用标准 NB/T 47013.10—2015 认可的实验室最多,共有 54 家,涵盖了焊缝、板材、复合板等各类制品的检测。焊缝检测相关标准共有 4 项,其中获得标准 ISO 10863:2020 认可的实验室相对较多,另外的 2 项电力行业标准和 1 项欧洲标准(NVN-CEN/TS 14751—2004)都只有个别实验室申请认可。

表 1 TOFD 检测相关标准及获认可实验室数量

标准号	名称	类别	获认可实验室数量/家
ISO 10863:2020	焊接无损检测 超声检测 衍射时差技术(TOFD)的使用	焊缝检测	8
ISO 15626:2018	焊缝无损检测 衍射时差法检测技术 验收等级	焊缝验收	3
ISO 16828:2012	无损检测 超声检测 衍射时差技术作为检测和不连续测量方法	通用	5
NVN-CEN/TS 14751—2004	超声衍射时差技术焊缝检测方法	焊缝检测	1
ASTM E2373/E2373M-19	超声衍射时差法(TOFD)的标准实施规程	通用	5
ASME BPVC V—2019 A 分卷 第 4 章 强制性附录 III	衍射时差(TOFD)技术	焊缝检测	0
GB/T 23902—2009	无损检测 超声检测 超声衍射声时技术检测和评价方法	通用	5
NB/T 47013.10—2015	承压设备无损检测 第 10 部分 衍射时差法超声检测	通用	54
DL/T 1317—2014	火力发电厂焊接接头超声衍射时差检测技术规程	焊缝检测	1
DL/T 330—2010	水电水利工程金属结构及设备焊接接头衍射时差法超声检测	焊缝检测	4

根据 CNAS 官网公布的已获认可机构的相关信息,申请 TOFD 检测能力认可的检测实验室有 59 个。从检测实验室行业分布看,特种设备行业机构有 12 个,航空航天行业有 1 个,质检机构和检测公司有 31 个,电力行业有 2 个,船舶行业 3 个,兵器行业 1 个,建筑行业 3 个,石油石化行业有 6 个。如前所述,获标准 NB/T 47013.10—2015 认可的实验室最多,除特种设备行业检测机构之外,还有大量其他行业的检测实验室也使用该标准开展检测。

2 TOFD 检测人员的能力要求

TOFD 检测技术属于超声检测技术的一种,首先需要检测人员具有执行常规超声检测的能力。由于 TOFD 检测技术利用了缺陷的尖端衍射而不是常规的缺陷面反射,所以在探头的参数要求、布置方式、扫查方式以及数据表达形式等方面二者均有差异。因此,从事 TOFD 检测的人员需经过专门的培训和资格认证。

从检测标准的要求来看,国际标准、ASTM(美国材料实验协会)标准和 ASME(美国机械工程师协会)标准均首先要求从事 TOFD 检测的人员按照通用的无损检测人员资格认证标准取得超声检测资格证书,在此基础上,增加 TOFD 的专门培训以及考试。

标准 ISO 16828:2012 同时对培训和考试做了要求。标准 ISO 10863:2020 对从事具体职责的人员增加了资格要求:负责编制作业指导书,离线分析数据和验收的人员应按标准 ISO 9712—2012《无损检测人员资格鉴定与认证》或相当的标准取得相关工业门类的超声检测 2 级以上证书;在 2 级或 3 级人员监督指导下按照作业指导书进行仪器设置、数据采集、存储和报告编写的人员可为相应的 1 级以上人员。ASME 标准给出了最详细的资格认证要求:要求 TOFD 2 级人员在获得超声检测 2 级资格证书的基础上增加 40 h 的 TOFD 检测培训和 320 h 的实践经验;自动和半自动检测还应增加设备的软硬件培训。2 级实际操作考试至少需要 2 个试件,每个试件包含 2 个缺陷。TOFD 3 级人员要求持有超声 3 级证书,并满足关于 2 级人员的 TOFD 检测技术培训、实践经历和考试要求,具有编制检测规程的经历,熟练的评价 TOFD 检测结果的能力。国内的标准大多也是要求在按常规超声检测进行人员资格认证的基础上,增加 TOFD 检测的培训,掌握专门知识和能力。标准 GB/T 23902—2009 和 2 项电力行业标准提出了取得 TOFD 检测专项资格证书的要求。

表 2 为国内各行业关于 TOFD 检测人员认证

的要求和现状,主要包括通用机械、特种设备、电力、船舶等行业。至今为止,各行业已颁发的 TOFD 检测资格证书以 2 级居多,其中特种设备行业已开展

TOFD 检测的 2 级资格认证十余年,认证人数已超万人。颁发 3 级证书的只有电力行业和船舶行业,已认证 100 余人。

表 2 国内各行业关于 TOFD 检测人员认证的要求和现状

行业	认证标准	人员资格认证要求	现状
通用机械	ISO 9712:2012 《无损检测人员资格鉴定与认证》	① 应具有中国机械工程学会无损检测分会超声 2 级证书,或持有特种设备及其他行业颁发的超声 2 级证书;大专以上学历或取得超声 2 级资格者;② 持有超声 2 级证书并具有 9 个月以上工作经历。	由中国机械工程学会无损检测分会秘书处归口管理,已取证 2 级人员 300 余人
特种设备	TSG 28001—2019 《特种设备无损检测人员考核规则》	衍射时差法超声检测仅设 2 级资格。 持超声 2 级资格证 2 年或持有超声 3 级资格证方能报考	由中国特种设备检验协会秘书处归口管理,并组织考核。TOFD 2 级资格考试已举办多年,上万人已取得证书
电力	DL/T 675—2014 《电力工业无损检测人员资格考核规则》	要求 TOFD 检测人员分为 1,2,3 级,要求持有超声同级证书后有 24 个月的经历,培训学时:1 级 2 为 40 学时;2 级为 120 学时;3 级为 160 学时	由全国电力行业无损检测人员资格考核委员会和地区考核委员会组织考试,由电力行业锅炉压力容器安全监督管理委员会颁发证书,2 级已认证 460 人,3 级已认证 75 人
船舶	GD 02—2019 《无损检测人员水平鉴定与认可指南》	标准 GD 15—2020《供方认可及人员资格管理指南》 要求:A 级供方应有一名 TOFD 3 级人员,检测人员应有 2 级资格。 标准 GD 02—2019 要求:① 培训学时,1 级 40 为学时,2 级为 80 学时,3 级为 120 学时;② 报考 TOFD 人员应持有相应等级超声资格证书,并持证工作 18 个月; ③ 要求 1 级人员拥有 3 个月实践经历,2 级人员拥有 4 个月实践经历。2 级、3 级人员实际操作考试包括独立的数据判读考试	目前中国船级社(CCS)有 2 级证书,TWI(英国焊接学会)颁发 CSWIP(国际焊接认证)的 2 级和 3 级证书。CCS 也即将开展 3 级资格证书考试。目前 TOFD 2 级持证人约 100 人,3 级不到 50 人

目前各行业已普遍要求申请 TOFD 检测 2 级资格认证的人员,首先应持有常规超声检测的 2 级资格证书。

从目前国内 TOFD 检测人员的认证情况来看,需求较大的行业集中于几个以焊缝检测为主要超声检测对象的行业。这些行业已有上万人获得 2 级资格认证,而已有 3 级资格人员较少。笔者建议授权签字人应同时持有超声检测 3 级证书和 TOFD 检测 2 级证书,技术监督人员应持有 TOFD 检测 2 级资格证书。

3 TOFD 检测设备校准

与常规超声检测系统一样,TOFD 检测设备包括超声检测仪、探头、电缆和扫查装置等。由于检测使用了一组固定间距的一收一发探头来接收衍射波,所以为了扩大一次扫查的检测深度范围,要求探头有较大的扩散角。因为衍射波信号幅度比直接反射信号的低很多,所以检测需要仪器拥有较高的灵敏度。从检测结果的表述方式来看,TOFD 检测

显示衍射波的 B 扫描图像,如果仪器仅用于 TOFD 检测,则只能从图像中对缺陷的长度和高度进行评价,不能以信号幅度对缺陷进行定量评价,因此,与幅度准确性相关的性能在 TOFD 检测中无意义。为了提高深度分辨力和尺寸测量的准确性,检测要求探头发射短脉冲,并要求仪器有足够的数字化采样率。此外,需要使用适当的探头夹具固定两探头的间距,并用编码器读取探头位置,与采集的超声数据建立关系,形成图像。

3.1 TOFD 检测标准中的校准与核查要求

从表 1 所列的各项 TOFD 检测标准中可以看出,国际标准 ISO 16828:2012 要求 TOFD 仪器应符合标准 EN 12668-1—2000《无损检测-超声检验设备的表征及验证-仪器》、EN 12668-2—2000《无损检测-超声检验设备的特性与认证-第 2 部分:探头》和 EN 12668-3—2000《无损检测-超声检验设备的特性与认证-第 3 部分:综合设备》的要求,这是常规超声检测仪器和探头从购买时的质量检测直至定期校验的一套完整标准。其中,标准 EN 12668-1—

2000(GB/T 27664-1—2011 修改采用)要求每 12 个月检验的项目有发射电压、脉冲上升时间、放大器频率响应、灵敏度和信噪比、衰减器精度、幅度线性和时基线性等, EN 12668-3—2000(GB/T 27664-3—2011 修改采用)要求进行周期校验的项目有每周测试时基线性、增益线性、灵敏度和信噪比、脉冲宽度等。

最新修订的标准 ISO 10863:2020 要求 TOFD 仪器符合标准 ISO 22232-1—2020《无损检测 超声波检测设备的特性和检验 第 1 部分: 仪器》的要求。ISO 22232 系列标准是新制定的常规超声检测仪器和探头性能测试的标准, 与 EN 12668 系列标准的技术内容差异不大, 未来也将被其他新制订或修订的超声检测国际标准采用。

标准 ASTM E2373/E2373M-19 要求每 6 个月对幅度显示线性(垂直线性)和幅度控制线性(衰减器精度)进行校验, 通常可以采用标准 ASTM E317—2011 对这些性能进行测试。ASME 标准要求每年对常规超声检测仪器进行幅度显示线性(垂直线性)和幅度控制线性(衰减器精度)校验, 对 TOFD 仪器未提出专门要求。这两个标准均要求在峰值 -20 dB 水平下, 探头的脉冲持续时间不超过 2 个周期, 探头性能按标准 ASTM E1065/E106M—2014《评定超声波探测装置特性的标准规程》进行测试。

标准 GB/T 23902—2009 与 ISO 16828:2012 几乎相同, 但缺少了仪器和探头应符合标准 EN 12668-1—2000、EN 12668-2—2000 和 EN 12668-3—2000 这一要求, 也未给出校准和核查的要求。标准 DL/T 1317—2014 和 DL/T 330—2010 均要求 TOFD 检测仪器符合标准 JB/T 10061—1999《A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件》的规定, 并给出了部分参数的合格要求, 同时要求探头的脉冲持续时间不应超过 2 个周期和两个探头中心频率的一致性要求, 并提出了编码器的校验要求。

标准 NB/T 47013.10—2015 对仪器和探头的要求最为全面, 分为以下几个层次。

(1) 新购置的 TOFD 仪器和(或)探头。要求有仪器和探头产品质量合格证明, 其性能测试方法引用了标准 GB/T 27664—2011。同时, 要求测定的组合性能包括水平线性、垂直线性、灵敏度余量、组合频率、-12 dB 声束扩散角和信噪比, 并给出了信噪比和-12 dB 声束扩散角的测定方法, 水平线性、垂直线性和灵敏度余量的测试方法则参照标准 JB/T 9214—2010《无损检测 A 型脉冲反射式超声

检测系统工作性能测试方法》的规定, 组合频率的测试方法参照 JB/T 10062—1999《超声探伤用探头性能测试方法》的规定。

(2) 校准和核查。要求每年至少对检测仪器和探头组合性能中的水平线性、垂直线性、组合频率、灵敏度余量以及仪器的衰减器精度进行一次校准。

(3) 运行核查。要求每隔 6 个月至少对仪器和探头组合性能中的水平线性和垂直线性进行一次运行核查。每隔 6 个月至少采用对比试块测定设备是否能够清楚地显示和测量其中的反射体。

(4) 检查。每次检测前应测定和记录探头前沿、超声波在探头楔块中的传播时间及-12 dB 声束扩散角; 每次检测前应对位置传感器进行检查。

综合来看, 各标准均未对 TOFD 检测系统提出与常规超声仪器不同的校准要求, NB/T 47013.10—2015 标准中对声束扩散角提出了专门的检查要求。

3.2 TOFD 检测系统性能测试标准

由于 TOFD 检测仪器和探头的基本结构和组成与常规超声仪器和探头没有差异, 国际上没有针对 TOFD 仪器性能评价的专用标准, 而国内虽然有一份衍射时差法超声探伤仪校准规范(JJF 1447—2014《衍射时差法超声探伤仪校准规范》), 但各 TOFD 检测标准并没有要求采用这份校准规范来对仪器进行定期校准。

标准 JJF 1447—2014 规定的校准项目和合格要求有: ① 接收器带宽一般为探头 -6 dB 带宽的 0.5~2 倍; ② 发射脉冲上升时间一般小于可能使用的最大探头标称频率所对应周期的 0.25 倍; ③ 上表面盲区应满足厂家提出的技术要求; ④ 缺陷深度、高度及长度测量误差应满足厂家提出的技术要求。

上述校准项目与常规超声仪器的校准要求差异较大, 其中, 接收器带宽与探头带宽相关联, 且允许范围是一个较为宽泛的范围, 通常在出厂时进行测试, 定期校准的意义不大。发射脉冲上升时间是一项与发射频率相关的参数, 间接影响到探头发射的超声波频率。上表面盲区是一项与探头的声束扩散角和两探头间距相关的参数, 与仪器的关联度并不大, 而且是针对每个检测对象在制定检测工艺前需要确定的参数, 作为仪器的校准项目也不是很恰当。缺陷深度、高度及长度测量误差则与仪器线性和数字化采样率关系密切, 由于算法简单, 通常使用软件进行最初的确认即可。参考国内外检测标准的要求, 不建议将 JJF 1447—2014 标准用于 TOFD 仪器

的校准。

由声 TOFD 检测标准中的校准与核查要求来看,各标准基本采用了常规超声检测仪器的测试标准作为参考,参考的标准包括 ISO 22232 系列、EN 12668 (GB/T 27664 修改采用) 系列、ASTM E317—2011 和国内的 JB/T 9214—2010 等,这几份标准在参数定义和测试方法上均有一定的差异。

3.3 TOFD 检测仪器设备认可要求建议

根据前面的分析,对 TOFD 检测仪器和探头的建议要求如下。

(1) 对于新采购 TOFD 仪器,要求厂商提供符合标准 ISO 22232-1—2020, EN 12668-1—2000, GB/T 27664-1—2011 或 JB/T 10061—1999 的测试报告。新采购的 TOFD 探头应要求厂商提供符合 ISO 22232-2—2020、EN 12668-2—2000、GB/T 27664-2—2011 或 JB/T 12466—2015《无损检测 超声探头通用规范机械标准》等标准之一的测试报告。测试报告中仪器的发射脉冲上升时间、时基线性、幅度线性(垂直线性)、幅度控制线性(衰减器精度)、探头频率和带宽、探头脉冲持续时间、扩散角等参数应符合相应检测标准的要求。

(2) TOFD 检测仪器和探头在投入使用前和投入使用后的每年,应按 ISO 22232-3—2020, EN 12668-3—2000, GB/T 27664-3—2011, ASTM E317—2011 或 JB/T 9214—2010 等标准之一对水平线性、垂直线性、衰减器精度和灵敏度进行校准或核查,并对探头的扩散角进行核查。

(3) 每 6 个月至少对探头的扩散角进行一次核查。

(4) 每次检测前应测定和记录探头前沿、超声波在探头楔块中的传播时间和上、下表面盲区,还应对编码器进行检查。

4 检测过程控制要点

TOFD 检测不是一个基于幅度响应的超声检测技术,但需要足够的灵敏度以使待检测的缺陷能够被识别。TOFD 检测的一个弱点是检测面和底面附近存在盲区,为了确保声束覆盖检测区域,必须在确定检测工艺时考虑这一因素。探头选择和探头配置很大程度上决定着 TOFD 检测技术的整体精度、信噪比和覆盖区域。进行仪器设置是为了确保足够的系统增益和信噪比,以便发现所关注的衍射信号,确保分辨率可接受、声束能够覆盖所关注的区

域以及系统动态范围的有效使用。TOFD 检测过程和现场评审中有以下几点需要重点关注。

4.1 检测区域覆盖

根据任务要求的检测区域和检测级别,首先通过选择探头角度、测定探头前沿及声束扩散角来确定探头组合和间距,并根据厚度决定是否需要分区检测。然后进行上下面盲区的确认,以决定是否需要补充超声横波检测,或偏置非平行扫查。

4.2 数据采样间距

进行 TOFD 扫查时,沿扫查方向的数据采样间距在各标准中有的明确规定。

4.3 仪器设置和验证

(1) 灵敏度。TOFD 检测不是基于幅度对缺陷进行当量评定的检测技术,TOFD 检测灵敏度的设置方式也与常规超声不同,不是以人工缺陷的幅度作为基准。灵敏度的设置只是为了保证信号幅度在一定范围内,并具有较高的信噪比。通常要求直通波高度为满刻度的 40%~90%,或在底波 80% 的基础上再增益 20 dB~32 dB,或噪声在满刻度的 5%~10%。有时标准会要求在试块上验证探头指定区域缺陷的检出性。

(2) 深度校准。TOFD 检测中,探头接收的信号到达时间与反射体的深度并不是线性关系,反射体的深度是在假定信号位于两探头中心的正下方的情况下,依据已知的声速和信号与直通波的时间差由软件自动计算得到的。因此,如同常规超声进行声速校正,TOFD 检测也需利用试块中的人工孔校正仪器给出的深度值。

4.4 结果的解释与评价

TOFD 检测数据呈现为以两探头间声传播时间为纵轴,探头沿平行于焊缝轴线移动距离为横轴,以接收信号幅度为像素灰度的 2 维图像。检测人员依据图像发现缺陷并测量缺陷的长度、深度和高度。因此图像的质量是缺陷评价正确性的前提,在评定缺陷之前,首先要对图像进行数据有效性评价,判断是否存在耦合不良、数据采集、灵敏度设置、时基设置等因素导致的偏差。需要技术熟练和有经验的检测人员对图像质量进行评估,确定是否需要重新扫查。在评估之后,识别相关显示,对相关不连续进行分类,确定不连续的位置,长度和高度。

由于 TOFD 检测通常使用的非平行扫查是固定两个探头间距离并将其对称于焊缝中心线布置的,但缺陷不一定出现在焊缝中心线处,可能导致缺

陷定位存在误差,因此,需通过改变频率扫查、减小探头角度扫查、改变探头间距扫查、增加偏置非平行扫查等方式对发现的不连续显示进行详细分析。

4.5 测量不确定度

标准 CNAS-CL01:2018《检测和校准实验室能力认可准则》的 7.8.3.1 节规定,在测量不确定度与检测结果的有效性或应用相关时、客户有要求时、测量不确定度影响与规范限的符合性时,需在报告中给出测量不确定度。标准 CNAS-CL01-G003:2018《测量不确定度的要求》的 7.1 节规定,检测实验室应分析测量不确定度对检测结果的贡献,应评定每一项用数值表示的测量结果的测量不确定度。且注 2 中规定,对一特定方法,如果已确定并验证了结果的测量不确定度,实验室只要能证明已识别的关键影响因素受控,则不需要评定每个结果的测量不确定度。

常规超声检测会将测得的缺陷幅度或当量尺寸、缺陷长度等作为合格评定依据,但由于超声检测不确定因素较多,人为操作的不确定度可能占据主要因素,且受到被检缺陷自身形状和性质等未知因素的影响,这些因素导致的测得的缺陷尺寸与实际尺寸之间的差异较大,往往大过可评估的测量不确定度。因此,超声检测报告通常并不要求指出测量不确定度。TOFD 检测的主要目的是确定缺陷的自身高度和长度,在可以获得缺陷端部衍射信号的情况下,TOFD 检测可较稳定地测得缺陷高度和长度,但仍受到缺陷自身形状和取向的不确定性的影晌。标准 GB/T 23902—2009 给出了由横向位置误差、定时误差、声速误差、探头间距误差引起缺陷深度测量误差的计算公式,可以作为评估测量不确定度的参考。建议实验室建立 TOFD 检测测量不确定度的评估程序并进行初始评估,在客户要求时,可给出测量不确定度评估结果,并声明不确定因素。

5 质量控制要求

检测实验室对检测工作的质量控制分为外部质

量控制和内部质量控制。关于外部质量控制,目前标准 CNAS-RL02:2018《能力验证规则》仅要求无损检测领域的实验室每 2 年参加一次能力验证,并未具体规定检测方法。从 TOFD 检测方法特殊性的角度考虑,笔者认为尽可能利用各种质量控制手段进行监控是十分必要的。由于 TOFD 检测是一种超声检测技术,通常用于焊缝常规超声检测的样品,大多也适合于 TOFD 检测,二者差异在于缺陷评定。TOFD 不能给出缺陷回波当量,但可以进行缺陷自身高度的评定。目前,上海材料研究所机械工业无损检测中心已在 CNAS 官网公布的 2020 年能力验证计划中提供钢焊缝 TOFD 能力验证项目,但作为新开发的项目,参加的实验室还不多,尚需进一步积累经验,逐步完善。

就目前的情况而言,笔者建议申请和获得 TOFD 检测能力的实验室尽可能参加为该技术设立的能力验证项目,或者至少用 TOFD 检测技术参加过焊缝超声检测关于缺陷位置和长度的能力验证并得到满意的结果。

关于内部质量控制方法,可在 CNAS-CL01:2018 标准第 7.7.1 条规定的质量监控方式中进行选择。例如测量和检测设备的功能核查、使用相同或不同方法进行重复检测、审查报告的结果、实验室内比对、盲样测试等。

6 结语

分析了国内外 TOFD 检测技术相关检测标准、仪器设备性能测试标准以及各标准方法的国内认可现状,根据 TOFD 检测技术特点,提出了对实验室 TOFD 检测能力认可的一些建议。这些建议的合理性和适用性,还需经过行业内进一步的讨论和验证。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会无损检测分会. 无损检测发展路线图[M]. 北京:中国科学技术出版社,2020.

欢迎网上投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告