|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| 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 SASE |   点击此处添加CCS号 |

山东省特种设备协会团体标准

T/SASE XXXX—XXXX

板类金属结构超声导波检测标准规程

Standard Procedure for Ultrasonic Guided Wave Testing of Plate-like Metal Structures

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

山东省特种设备协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc171802093)

[1 范围 1](#_Toc171802094)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc171802095)

[3 术语和定义 1](#_Toc171802096)

[4 基本条件 1](#_Toc171802097)

[5 检测前准备 2](#_Toc171802098)

[6 检测实施 2](#_Toc171802099)

[7 检测分析与报告 4](#_Toc171802100)

[附录A 6](#_Toc171802101)

[附录B 8](#_Toc171802102)

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。

本文件由泰安市特种设备检验研究院提出。

本文件由山东省特种设备协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

板类金属结构超声导波检测标准规程

* 1. 范围

本标准规定了采用超声导波技术对板类金属结构缺陷进行检测的技术要求、检测程序、结果评价等内容。

本标准适用于板类金属结构缺陷的超声导波检测，结构几何形式包括平板、圆柱壳、球冠及上述结构组合体等。

* 1. 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1　无损检测

在不损害或不影响被检测对象使用性能的前提下，采用特定的技术对材料、零件、设备进行缺陷、物理参数检测的技术。

3.2　超声导波

频率大于20kHz的声波。受构件边界条件（如构件几何尺寸、受力状态等）约束的、能够较长距离传播的某些特定模态和频率的超声波。

3.4　导波模态

具有特定振动模式的不同类型的导波。

注：在任何给定的几何对象中可能存在多种模态。就板类金属结构而言，其中主要存在兰姆波（对称模态和非对称模态）和水平剪切波。

3.5　耦合剂

用于在传感器与被检测表面之间提供良好声学接触的物质。

3.6 传感器

把能量从一种形式转换成另一种形式的装置；例如，在超声波检测中，它涉及到电脉冲到声波的转换，或声波到电脉冲的转换。装置通过将电能转换为机械能（实现超声导波激励）或将机械能转化为电能（实现超声导波接收）。

* 1. 基本条件

4.1　资质

检测单位应按TSG Z7002-2022《特种设备检测机构核准规则》规定取得常规检测CG许可证，许可证应在有效期内，并在许可项目范围内开展特种设备无损检测工作。

4.2　人员

检测人员按照相关工业部门的其他同等标准，测试需要由符合SNT-TC-1A标准或者与客户之间有协议的人员执行。

检测人员应熟悉所使用的超声导波检测设备并具有工程检测经验。

4.3　检测设备

4.3.1　超声导波检测仪器

超声导波检测仪器应至少具备超声导波激励与接收，信号调理与数据自动采集，数据显示、分析和存储等功能。

4.3.2　传感器的选择与应用

超声导波激励与接收传感器应与被检板类金属结构材质、几何形状相匹配，以匹配选定的用于检测的超声导波模态和频率范围。

4.3.3　辅助设备及工具

检测过程中还需要使用定位装置、夹具、标记工具等辅助设备，以确保检测的准确性和重复性。

以上检测仪器，应当按照有关规定，经检定或者校准合格，并且在有效期内。

4.4　体系文件

检测机构应具有与开展工作相适应的受控的程序文件（管理制度）、技术文件（至少包括：超声导波检测作业指导书、年度自行检查规程）和质量记录。

* 1. 检测前准备

5.1　环境条件要求

检测应在环境温度为0℃至35℃、相对湿度不超过85%的条件下进行，避免强烈振动和电磁干扰。

5.2　检测设备的校准与检查

每次检测前必须对超声导波检测仪器进行校准，确保其工作状态良好。校准方法可参考附录A。

5.3　检测方案的制定

根据被检测板材的结构和可能的缺陷分布情况，制定详细的检测方案，包括传感器型号与布置、耦合剂选择、检测覆盖范围、检测设备、信号采集参数。

5.4　被检结构件表面状态

被测表面应清洁、干燥、无油脂、无明显锈蚀，必要时可使用砂纸或钢丝刷进行清理，确保耦合剂的良好效果。

* 1. 检测实施

6.1 传感器布置与定位

6.1.1 传感器类型选择

传感器的选择应根据检测需求和板材特性来确定。常见的传感器类型包括压电晶体传感器和磁致伸缩传感器。选择传感器时应考虑其频率范围、灵敏度、适用的导波模式等。

6.1.2 传感器数量与间距

传感器的数量和间距应根据检测区域的大小和形状来确定。一般来说，传感器的间距应尽量均匀，以保证检测的覆盖范围和信号的均匀传播。

6.1.3 传感器布置方式

常用的传感器布置方式包括线性布置和环形布置。

(1) 线性布置：传感器沿检测区域的一条直线均匀布置，适用于长条形或规则形状的检测区域。

(2) 环形布置：传感器沿检测区域的周围布置，适用于圆形或不规则形状的检测区域。

6.1.4 传感器定位

在布置传感器时，应确保传感器与检测表面紧密接触，并使用标记工具标记传感器的位置和编号，以便后续的数据记录和分析。

6.2 耦合剂的使用方法

6.2.1 耦合剂选择

耦合剂的选择应考虑其声学性能、粘度、稳定性等。常用的耦合剂包括环氧树脂、油脂、凝胶等。选择时应根据检测环境和检测对象的特性来确定。

6.2.2 耦合剂涂布

在传感器与检测表面之间均匀涂布耦合剂，确保声波有效传输。涂布时应注意以下几点：

(1) 涂布量适中，避免过多或过少影响检测效果。

(2) 确保耦合剂覆盖整个传感器接触面和检测表面。

(3) 涂布后检查耦合剂的均匀性和完整性，必要时进行补充。

6.2.3 耦合剂的维护

检测过程中应定期检查耦合剂的状态，确保其不干燥、不污染。必要时应更换或补充耦合剂，保证声学接触效果。

6.3 信号采集的步骤

6.3.1 仪器设置

根据检测需求设置超声导波检测仪器的参数，包括频率、波速、采样率、时间窗等。确保仪器处于最佳工作状态。

6.3.2 信号采集

启动超声导波检测仪器，按以下步骤进行信号采集：

(1) 初始设置：设置检测起点和终点，确保覆盖整个检测区域。

(2) 信号发射：通过发射传感器发射超声导波信号，确保信号在检测区域内均匀传播。

(3) 信号接收：通过接收传感器接收反射波和衍射波，记录信号波形和强度。

(4) 数据记录：逐步移动传感器，覆盖整个检测区域，记录每次检测的信号数据，确保数据的完整性和准确性。

6.3.3 信号验证

在信号采集过程中，定期验证信号的质量和稳定性，检查信号波形的清晰度和特征，确保数据的有效性。

6.4 干扰和噪声的处理

在检测过程中，如果遇到信号干扰和噪声问题，应采取以下措施：

(1) 滤波和去噪：使用滤波器和去噪算法处理信号，去除干扰和噪声。

(2) 屏蔽和隔离：采取屏蔽和隔离措施，减少外界电磁干扰。

(3) 优化参数：根据实际情况调整信号采集参数，优化信号质量。

6.5 数据存储与备份

6.5.1 数据存储

将采集到的信号数据和处理后的结果进行存储，存储格式应便于后期分析和查询。数据存储应包括以下内容：

(1) 原始信号数据。

(2) 处理后的数据：包括滤波、去噪后的信号波形。

(3) 检测记录：包括传感器布置、耦合剂使用、检测参数等。

6.5.2 数据备份

为了确保数据的安全性和可靠性，应定期进行数据备份。备份方式可包括本地存储备份和云存储备份。备份数据应与原始数据保持一致，并建立完善的数据备份管理制度。

* 1. 检测分析与报告

7.1 检测分析

根据检测记录和采集到的数据，进行综合分析，识别和评估缺陷。分析过程应包括以下步骤：

(1) 信号特征提取：提取信号的反射峰位置、强度、波形变化等特征。

(2) 缺陷识别：根据信号特征识别缺陷的位置。

(3) 缺陷评估：根据缺陷的类型和严重程度，进行分类和评估，给出评估结论。

7.2 检测报告

7.2.1 报告内容

检测报告应包括以下内容：

(1) 被检构件信息，包括使用单位、构件名称、编号、规格、材质、工作环境、内部介质、使用年限、表面状况、涂覆层类别；

(2) 检测设备及器材信息，包括检测设备型号、编号、传感器型号、检测频率、设备参数设置、标准试样和对比试样；

(3) 检测软件名及数据文件名；

(4) 执行标准和参考标准；

(5) 被检构件结构及缺陷位置示意图；

(6) 检测信号波形及特征波形标记结果；

(7) 检测结果，包括缺陷位置、类型、严重程度等。

(8) 评估结论：总体评估意见，是否需要进一步处理等。

(9) 检测单位、检测人员、检测日期、报告编写人、审核人签字。

7.2.2 报告格式

检测报告的格式应规范统一，便于阅读和理解。具体格式可参考附录B中的检测报告模板。

7.2.3 报告审核与确认

检测报告应由相关专业人员进行审核和确认，确保结果的准确性和可靠性。必要时可进行复检或补充检测。审核内容包括检测参数、信号数据、缺陷评估等。

附录A

超声导波检测设备校准示例

（资料性附录）

A.1 校准前准备

A.1.1 环境条件

确保校准环境适合超声检测。避免极端温度、高湿度和强电磁干扰，这些因素可能会影响校准结果。

A.1.2 设备和材料

(1) 校准标准件：使用具有已知尺寸和缺陷的参考样品进行校准。

(2) 超声导波检测仪器：确保仪器清洁且无损坏。

(3) 传感器：根据校准标准件选择合适的传感器。

(4) 耦合剂：选择合适的耦合剂以确保超声波的有效传输。

工具：准备必要的校准工具，如尺子、卡尺和标记工具。

A.1.3 设备检查

(1) 检查超声导波检测仪器是否有物理损坏。

(2) 检查传感器是否有磨损或损坏。

(3) 确认所有电缆和连接器状况良好并牢固连接。

A.2 校准步骤

A.2.1 初始设置

(1) 启动超声导波检测仪器，并使其稳定。

(2) 选择合适的传感器并连接到仪器上。

(3) 在校准标准件上涂抹耦合剂，并将传感器放置在标准件上。

A.2.2 参数设置

(1) 根据校准标准件设置仪器参数，包括频率、波速、采样率和时间窗。

(2) 确保参数与校准标准件的规格匹配。

A.2.3 信号生成与接收

(1) 生成超声导波信号并通过传感器发射。

(2) 使用同一或另一个传感器接收反射波和衍射波。

(3) 记录信号波形和强度。

A.2.4 校准调整

(1) 将接收到的信号与校准标准件的已知值进行比较。

(2) 根据需要调整仪器参数以匹配参考值。

(3) 重复信号生成、接收和调整步骤，直到仪器读数在可接受的公差范围内。

A.2.5 验证

(1) 进行多次校准运行以确保一致性和可重复性。

(2) 通过与另一组参考标准或使用不同传感器进行比较来验证校准结果。

附录B

超声导波检测报告示例

（资料性附录）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、被检构件 | | | | | |
| 使用单位 |  | | | | |
| 构件名称 |  | 构件编号 |  | 构件规格 |  |
| 构件材质 |  | 工作环境 |  | 内部介质 |  |
| 检测部位 |  | 基准位置 |  | 正方向 |  |
| 二、检测设备及器材 | | | | | |
| 仪器型号 |  | 仪器编号 |  | 传感器规格 |  |
| 检测频率 |  | 仪器参数  设置 |  | | |
| 检测软件名 |  | | 数据文件名 |  | |
| 校准试样规格 |  | | 标准试样  材料 |  | |
| 标准结果 |  | | | | |
| 三、标准 | | | | | |
| 执行标准 |  | | 参考标准 |  | |
| 四、检测结果 | | | | | |
| 被检构件结构及检测结果示意图： | | | | | |
| 编号 | 信号位置/m | 信号幅值 | 信号分级 | 检测信号图形 | |
|  |  |  |  |  | |
| 五、检测结论 |  | | | | |
| 检测单位： | | | | | |
| 检测人员： | | | 检测日期： | | |
| 编制： 年 月 日 | | | 审核： 年 月 日 | | |