



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 45378—2025

无损检测 基于互易性技术的声发射 传感器绝对校准方法

Non-destructive testing—Methods for absolute calibration of acoustic emission
transducers by the reciprocity technique

(ISO/TR 13115:2011, MOD)

2025-03-28 发布

2025-03-28 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 校准准备 3

5 三传感器校准方法 5

6 双传感器校准方法 8

7 脉冲响应校准方法 9

8 校准结果的表示方式..... 13

参考文献 15

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。

本文件修改采用 ISO/TR 13115:2011《无损检测 基于互易性技术的声发射传感器绝对校准方法》，文件类型由 ISO 的技术报告调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

本文件与 ISO/TR 13115:2011 相比做了下述结构调整：

- 第 5 章中的 5.2~5.4 对应 ISO/TR 13115:2011 第 5 章中的 5.1~5.3，增加了 5.1；
- 第 6 章中的 6.2~6.4 对应 ISO/TR 13115:2011 第 6 章中的 6.1~6.3，增加了 6.1；
- 第 7 章中的 7.2~7.5 对应 ISO/TR 13115:2011 第 7 章中的 7.1~7.4，增加了 7.1。

本文件做了下列编辑性改动：

- 更改突发信号周期 T 的单位“s”为“ms”（见图 1 中单位）；
- 将 6.3.2 中“ $|I'_R(f)|$ ”更改为“ $|I'_L(f)|$ ”，“ $|U'_R(f)|$ ”更改为“ $|U'_L(f)|$ ”。

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。

本文件由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC 56)提出并归口。

本文件起草单位：江苏省特种设备安全监督检验研究院、上海材料研究所有限公司、北京物声科技有限公司、水利部水工金属结构质量检验检测中心、北京采声科技有限公司、长沙理工大学、中南大学。

本文件主要起草人：马向东、丁杰、张延兵、蒋建生、骆海强、李东风、徐敬忠、胡宏伟、丁小平、许凤旌、伍卫平、董陇军、吕铎、吴肖、韩丽娜、谢堂辉、杨龙斌。

引 言

声发射传感器一级校准方法 ISO 12713:1998^[1],引入用瑞利表面波校准的振动表面脉冲法,采用玻璃毛细管断裂作为声源,并使用标准电容式传感器测量表面的动态位移。声发射传感器二级校准方法 ISO 12714:1999^[2],被校准传感器采用振动表面脉冲法进行接收灵敏度的比较测量。

本文件描述了通过互易性技术,采用瑞利表面波和纵波校准声发射传感器绝对灵敏度的方法。由于已经推导出互易性参数,绝对灵敏度可通过纯电测量来确定,而无需使用机械声源或参考传感器。

振动表面脉冲法和互易性技术的操作过程互不相同,但两种校准方法有着共同的理论基础。对于振动表面脉冲法,理论上表面位移的计算基于兰姆波理论基础(参考文献[7]),而对于互易校准法,瑞利波校准的互易参数也来自于兰姆波理论。对于瑞利表面波校准,经进行过的循环试验,已确定通过这两种方法获得的绝对灵敏度非常吻合。

两种方法的目的相同,即确立声发射测试的一致性以形成数据相关性基础,并为不同实验室在不同时间获得的声发射测试结果提供解释。

本文件分别介绍了三传感器校准、双传感器校准和脉冲响应校准的方法。在三传感器校准中,所准备的3个声发射传感器均为相同类型的可逆传感器,在固体传输介质上,配置成3对独立的发射传感器和接收传感器,每对均测量发射信号电流及接收信号电压,以此作为频率的函数,并确定每个传感器对瑞利表面波和纵波的绝对灵敏度幅度的频率响应。经过三传感器校准过的声发射传感器,可以作为发射或接收传感器,通过相对简单的程序校准任意1个待校准传感器。在双传感器校准中,即通过使用1个发射电流响应已由三传感器校准方法校准过的传感器,来确定待校准声发射传感器的绝对接收灵敏度幅度的频率响应。此外,通过三传感器校准,还可以确定每个声发射传感器的脉冲响应。在脉冲响应校准中,以复数形式的互易性参数为基础,通过三传感器校准测量得到绝对灵敏度幅度和相位的频率响应,再对频率响应进行傅里叶逆变换来确定脉冲响应。

无损检测 基于互易性技术的声发射 传感器绝对校准方法

1 范围

本文件描述了通过对相同类型的 3 个可逆声发射传感器使用互易性技术,来校准其绝对灵敏度频率响应的三传感器校准方法。

本文件描述了使用已通过三传感器校准方法获得发射电流响应的传感器,来确定待校准声发射传感器绝对灵敏度幅度频率响应的双传感器校准方法。

本文件描述了通过使用三传感器校准方法测量获得频率响应,再对其进行傅里叶逆变换来校准传感器的绝对灵敏度脉冲响应,并以此表示校准结果的脉冲响应校准方法。

2 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 12604.4—2005 无损检测 术语 声发射检测(ISO 12716:2001,IDT)

3 术语和定义

GB/T 12604.4—2005 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

互易性技术 reciprocity technique

将同类型的 3 个可逆声发射传感器布置于固体传输介质(3.8)上,配置成 3 对独立的发射传感器和接收传感器,绝对灵敏度(3.3)由每对传感器的发射电流及接收电压的电测量值确定的校准方法。

3.2

可逆传感器 reversible transducer

既可用于发射,也可用于接收的传感器。

3.3

绝对灵敏度 absolute sensitivity

声发射传感器的发射电流响应或接收电压灵敏度(3.4)。

3.4

接收电压灵敏度 reception voltage sensitivity

用于接收的声发射传感器的开路输出电压与放置传感器位置振动速度的垂直分量之比。

3.5

发射电流响应 transmission current response

索引点(3.6)处振动速度的垂直分量与用于发射的声发射传感器的输入电流之比。

3.6

索引点 index point

位于传输介质(3.8)表面,与发射声发射传感器保持指定距离和方向的点。