



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43143—2023

## 无损检测 声发射检测 混凝土结构 活动裂缝分类的检测方法

Non-destructive testing—Acoustic emission testing—Test method for  
classification of active cracks in concrete structures

(ISO 16838:2019, MOD)

2023-09-07 发布

2023-09-07 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 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 检测系统 .....	1
5 环境噪声 .....	2
6 检测程序 .....	2
7 检测报告 .....	3
附录 A (资料性) 张拉型裂缝和包括剪切型裂缝在内的其他类型裂缝过渡线的确定 .....	4
参考文献 .....	6

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

## 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 16838:2019《无损检测 声发射检测 混凝土结构活动裂缝分类的检测方法》。

本文件与 ISO 16838:2019 的技术性差异及其原因如下：

- a) 用规范性引用的 GB/T 12604.4 替换了 ISO 12716(见第 3 章),以适应我国的技术水平,增加操作性;
- b) 用规范性引用的 GB/T 19800、GB/T 19801 分别替换了 ISO 12713、ISO 12714(见 4.1),以适应我国的技术水平,增加操作性;
- c) 用规范性引用的 GB/T 42871 替换了 ISO 16836(见第 6 章),以适应我国的技术水平,增加操作性;
- d) 删除了“声发射传感器的选择对结果没有太大影响”(见第 6 章),以提高检测的可操作性;
- e) 更改了所用声发射传感器的类型(见图 1),以提高检测的有效性;
- f) 更改了 RA-F<sub>0</sub> 数据图的横坐标和纵坐标比值、横坐标和纵坐标范围和标引序号说明(见图 1),以提高判定的可操作性,消除歧义。

本文件做了下列编辑性改动：

——增加了附录 A(资料性)“张拉型裂缝和包括剪切型裂缝在内的其他类型裂缝过渡线的确定”。

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：水利部水工金属结构质量检验检测中心、上海材料研究所有限公司、北京科海恒生科技有限公司、北京天创领南科技有限公司、中南大学、东南大学、长沙理工大学。

本文件主要起草人：李东风、伍卫平、丁杰、董陇军、陈谋财、高志萌、段庆儒、徐敬忠、胡宏伟、丁辉、王磊、晏井利、毋新房、孔垂雨、程胜金。

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

# 无损检测 声发射检测 混凝土结构 活动裂缝分类的检测方法

## 1 范围

本文件规定了混凝土结构活动裂缝分类的声发射检测(AE)方法。

本文件适用于评定混凝土结构活动裂缝分类。

## 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 无损检测 术语 声发射检测(GB/T 12604.4—2005,ISO 12716:2001,IDT)

GB/T 19800 无损检测 声发射检测 传感器的一级校准(GB/T 19800—2005,ISO 12713:1998,IDT)

GB/T 19801 无损检测 声发射检测 声发射传感器的二级校准(GB/T 19801—2005,ISO 12714:1999,IDT)

GB/T 42871 无损检测 声发射检测 混凝土声发射信号的测量方法(GB/T 42871—2023,ISO 16836:2019,IDT)

ISO/TR 13115 无损检测 互感技术声发射换能器的绝对校准方法(Non-destructive testing—Methods for absolute calibration of acoustic emission transducers by the reciprocity technique)

## 3 术语和定义

GB/T 12604.4界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**RA值 RA value**

上升时间除以幅度获得的波形梯度倒数。

### 3.2

**平均频率 average frequency**

$F_a$

振铃计数除以持续时间的比值。

## 4 检测系统

### 4.1 AE传感器

检测前,声发射传感器应按照 GB/T 19800、GB/T 19801 和 ISO/TR 13115 进行校准。考虑声耦合,检测混凝土结构产生的声发射信号的声发射传感器应有足够的灵敏度。声发射传感器还应具有足

够的鲁棒性,以抵抗温度变化、潮湿环境和机械振动的影响。

对于参数分析,宜使用宽带传感器;在混凝土中谐振频率大于 60 kHz 时,也可使用谐振式传感器。

## 4.2 信号分析系统

应根据检测目标确定声发射装置的系统。声发射传感器应放置在适当的位置,以覆盖目标区域。放大器的内部噪声应较低,并且输入电压的峰值应小于  $20\ \mu\text{V}$  ( $26\ \text{dB}_{\text{AE}}$ , 当  $0\ \text{dB}_{\text{AE}}=1\ \mu\text{V}$  时)。放大器还应具有足够的鲁棒性以抵抗环境影响,并有适当的防护。基于 AE 传感器和放大器的性能,应在检测前确定频率范围。在混凝土中使用的频率范围宜为几千赫兹到几百千赫兹之间。应根据声发射信号在目标结构中的传播特性预先设置检测持续的时间。

## 5 环境噪声

在进行声发射检测之前,应评估噪声水平。应降低风、雨、阳光等外部噪声。如果噪声与声发射信号的频率相近,或者噪声源未知,则应在检测前评估噪声特性。在此基础上,应分离声发射信号与噪声。在确定合适的频率范围后,使用合适的滤波器。

AE 通道的灵敏度应使用标准声源进行定期核查。通道间的灵敏度变化应小于  $\pm 3\ \text{dB}_{\text{AE}}$ 。

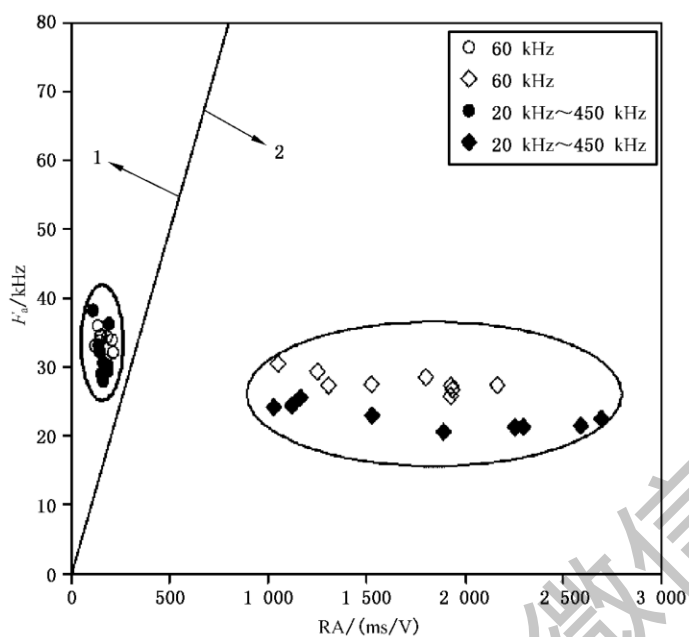
## 6 检测程序

在检测过程中,应正确检出由裂缝引起的声发射信号。检测和定位活动裂缝的试验不应在对结构功能造成任何重大损害的荷载下进行。在检测之前,应通过使用标准声源或等效声源来估计目标结构的衰减特性。

声发射信号的测量符合 GB/T 42871 的规定,同时记录声发射数据与常规声发射参数。RA 值和平均频率按照 3.1 和 3.2 确定的方法进行计算。

通过应用这些参数,裂缝分类为张拉型裂缝和包括剪切型裂缝在内的其他类型裂缝,见图 1。值得注意的是,RA 值可随阈值水平的变化而变化。

在图 1 中,横坐标与纵坐标的比值设置为 3000:80,但它仅是推荐值。应根据材料和结构确定适当的比值。张拉型裂缝和包括剪切型裂缝在内的其他类型裂缝过渡线的确定方法,见附录 A。考虑阈值、衰减率和传播距离等因素影响,在活动裂缝分类中宜预先设置横坐标与纵坐标的比值。



标引说明：

1 —— 张拉型裂缝；

2 —— 其他类型裂缝；

○ —— 使用谐振频率为 60 kHz 的声发射传感器，张拉型裂缝；

● —— 使用频率范围为 20 kHz~450 kHz 的宽频声发射传感器，张拉型裂缝；

◇ —— 使用谐振频率为 60 kHz 的声发射传感器，其他类型裂缝；

◆ —— 使用频率范围为 20 kHz~450 kHz 的宽频声发射传感器，其他类型裂缝。

图 1 张拉型裂缝和包括剪切型裂缝在内的其他类型裂缝分类

## 7 检测报告

检测报告应包括以下内容：

- a) 检测时间；
- b) 检测人员；
- c) 检测仪器；
- d) 检测地点；
- e) 设置前后的系统检查结果；
- f) 设置前后的数据分析结果。

附录 A

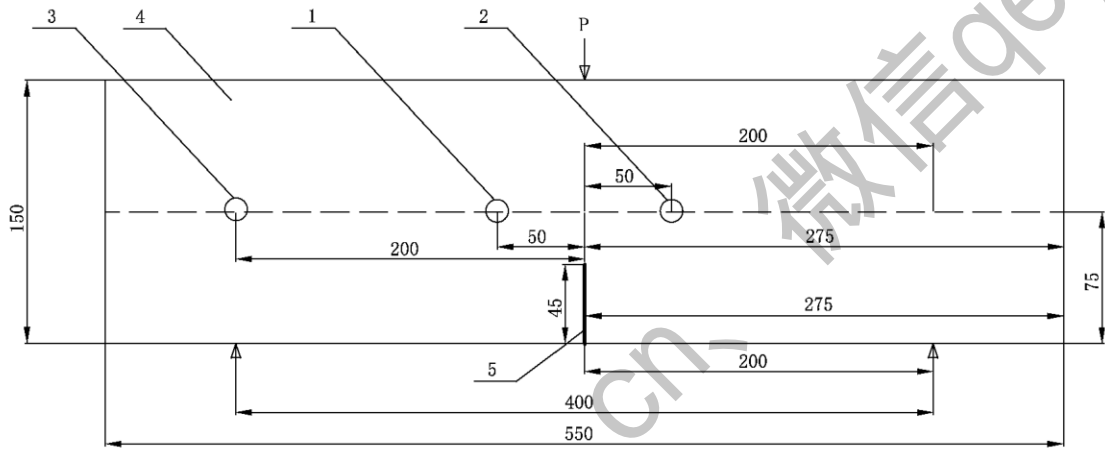
(资料性)

张拉型裂缝和包括剪切型裂缝在内的其他类型裂缝过渡线的确定

A.1 加载试验及 AE 传感器布置方式

对同样配合比、强度和尺寸的两根混凝土梁试样分别进行张拉型破坏为主导和剪切型破坏为主导的加载试验,载荷施加及 AE 传感器布置方式见图 A.1 和图 A.2。

单位为毫米



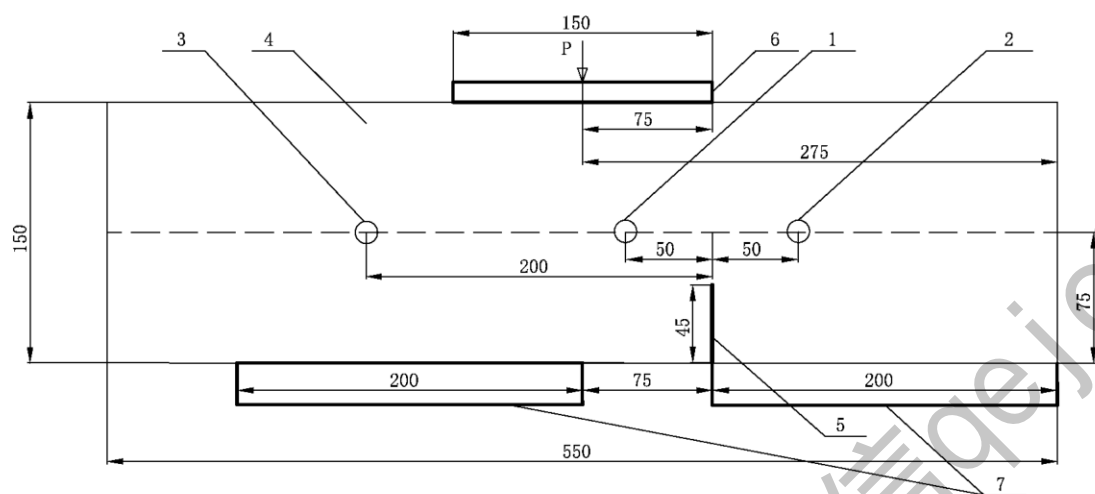
标引序号说明:

- 1——谐振频率为 60 kHz 的声发射传感器;
- 2——频率范围为 20 kHz~450 kHz 的宽频声发射传感器;
- 3——频率范围为 20 kHz~450 kHz 的宽频声发射传感器;
- 4——混凝土梁,梁长度为 550 mm,宽度为 150 mm,高度为 150 mm;
- 5——矩形刻槽,刻槽长度为 150 mm,宽度为 4 mm,高度为 45 mm。

图 A.1 三点弯曲加载及 AE 传感器布置方式



单位为毫米



标引序号说明：

- 1——谐振频率为 60 kHz 的声发射传感器；
- 2——频率范围为 20 kHz~450 kHz 的宽频声发射传感器；
- 3——频率范围为 20 kHz~450 kHz 的宽频声发射传感器；
- 4——混凝土梁，梁长度为 550 mm，宽度为 150 mm，高度为 150 mm；
- 5——矩形刻槽，刻槽长度为 150 mm，宽度为 4 mm，高度为 45 mm；
- 6——矩形金属垫板，长度和宽度均为 150 mm；
- 7——矩形金属垫板，长度为 150 mm，宽度为 200 mm。两块金属垫板的厚度相等。

图 A.2 直接剪切加载及 AE 传感器布置方式

## A.2 数据预处理

采用箱线图异常值检测方法对声发射撞击的  $RA-F_a$  值进行预处理，将与数据中位数的偏差超过 1.5 倍四分位间距的数据进行过滤。滤除异常值后的  $RA-F_a$  散点图中， $RA$ 、 $F_a$  值的最大值依次用  $RA_{\max}$ 、 $F_{a\max}$  表示，则横坐标、纵坐标范围依次设定为  $0 \sim RA_{\max}$ 、 $0 \sim F_{a\max}$ 。

## A.3 过渡线的确定

A.3.1 开展单一破坏模式主导下的混凝土力学试验，张拉型破坏模式为主的力学试验选择三点弯曲试验，剪切型破坏模式为主的力学试验选择直接剪切试验。两类试验中保证混凝土类型、声发射采集系统及设置、传感器类型及传感器布置方式一致。

A.3.2 提取两类试验中  $RA$  和  $F_a$  值，两类试验中声发射撞击的  $RA-F_a$  绘制在同一图中。

A.3.3 通过数值计算得到一条经过坐标原点的直线，使得直接剪切试验中  $RA-F_a$  分布在该线右下方的比例和三点弯曲试验中  $RA-F_a$  分布在该线左上方的比例同时相对最大且接近相等。该直线确定为过渡线。

参 考 文 献

- [1] EN 1330-9, Non-destructive testing—Terminology—Part 9: Terms used in acoustic emission testing
- [2] EN 13554, Non-destructive testing—Acoustic emission testing—General principles
- [3] ASTM E 650, Standard guide for mounting piezoelectric acoustic emission sensors
- [4] ASTM E750, Standard practice for characterizing acoustic emission instrumentation
- [5] ASTM E1316, Standard terminology for nondestructive examinations
- [6] ASNT DGZfP-SE1, Nondestructive testing: Acoustic emission terms
- [7] ASNT DGZfP-SE3, Guideline for acoustic emission characterization during a acoustic emission test
- [8] EWGAE, Codes for AE Examination; Code I-Location of discrete acoustic events
- [9] EWGAE, Codes for AE Examination; Code I-Location of Terms in AE
- [10] JSNDI NDIS 2421, Recommendation practice for in situ monitoring of concrete structures by AE
- [11] GROSSE C.U., OHTSU M., eds. Acoustic emission testing. Springer, 2008
- [12] OHNO K., OHTSU M. Crack Classification in Concrete based on AE. Construct. Build. Mater. 2010, 24(12) pp.2339-2346

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

中华人民共和国  
国家标准  
无损检测 声发射检测 混凝土结构  
活动裂缝分类的检测方法  
GB/T 43143—2023

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.net.cn

服务热线: 400-168-0010

2023年9月第一版

\*

书号: 155066·1-73401

版权专有 侵权必究



GB/T 43143-2023



码上扫一扫 正版服务到