

ICS 19.100
J04



中华人民共和国国家标准

GB/T 34370.11—XXXX

游乐设施无损检测 第 11 部分：超声导波 检测

Nondestructive testing of amusement equipments—Part 11: Ultrasonic Guided
Wave Testing

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 录

前 言	错误!未定义书签。
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语及定义	1
4 超声导波检测方法概要	2
5 安全要求	4
6 检测人员要求	5
7 检测工艺规程	5
8 检测设备和器材	5
9 检测程序	11
10 检测结果的评价和处理	13
11 检测记录与报告	14

游乐设施无损检测 第 11 部分：超声导波检测

1 范围

本标准规定了对在用游乐设施绳、索、拉杆、管、板等钢构件进行超声导波检测与评价的方法。
本标准适用于磁致伸缩和压电陶瓷等能够产生超声导波的检测方法。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 9445	无损检测	人员资格鉴定与认证
GB/T 12604.4	无损检测	术语 超声检测
GB/T 20306	游乐设施	术语
GB/T 20737	无损检测	通用术语和定义
GB/T 28704	无损检测	磁致伸缩超声导波检测方法
GB/T 31211	无损检测	超声导波检测 总则
GB/T 34370.1	游乐设施无损检测	第1部分：总则
GB/T 34370.2	游乐设施无损检测	第2部分：目视检测
GB/T 34370.3	游乐设施无损检测	第3部分：磁粉检测
GB/T 34370.4	游乐设施无损检测	第4部分：渗透检测
GB/T 34370.5	游乐设施无损检测	第5部分：超声检测
GB/T 34370.6	游乐设施无损检测	第6部分：射线检测
GB/T 34370.7	游乐设施无损检测	第7部分：涡流检测
GB/T 34370.9	游乐设施无损检测	第9部分：漏磁检测
GB/T 34370.10	游乐设施无损检测	第10部分：磁记忆检测

3 术语及定义

GB/T 12604.4、GB/T 20306、GB/T 20737和GB/T 28704确立的术语和定义适用于本标准。

3.1 脉冲回波法

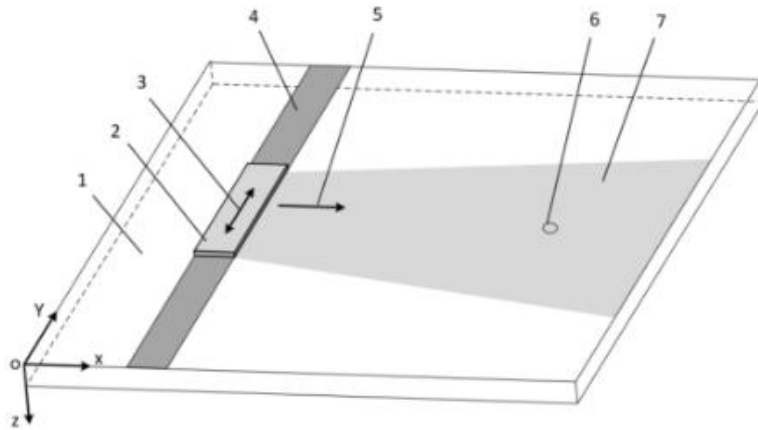
脉冲回波法是用回波幅度及时间来判断反射体的存在和位置的检测方法。

3.2 导波 A 扫描显示

探头接收到的信号幅度和超声导波的传播时间以直角坐标系形成表示的显示方式。

3.3 导波 B 扫描显示

工件的平面投影显示方式，图像中横坐标表示声程，纵坐标表示沿着探头扫查移动的距离。检测金属平板，导波B扫描显示表示检测区域在X-O-Y平面的投影，超声导波在板上的B扫描示意图见图1。检测金属管件，导波B扫描显示表示检测区域为管件沿着 θ 向展开，形成沿着径向r方向的投影平面，超声导波在管件上的B扫描示意图见图2。



- 1——被检测板；
- 2——磁致伸缩探头；
- 3——磁致伸缩探头的扫查方向；
- 4——磁致伸缩带材：FeCo、FeNi、FeGa等合金材料；
- 5——导波声束传播方向；
- 6——缺陷；
- 7——导波声场覆盖范围

图 1 超声导波在板上的 B 扫检测示意图

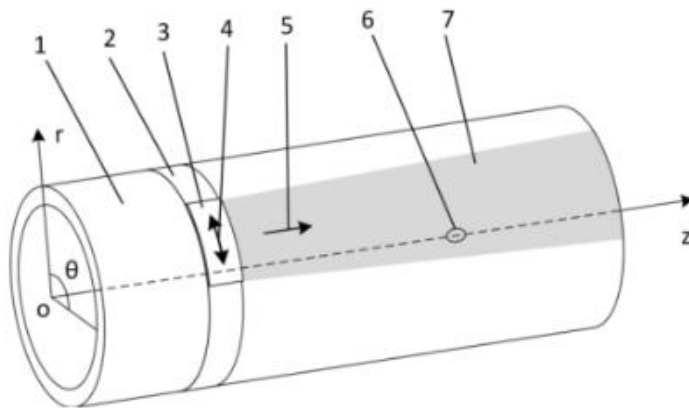


图 2 超声导波在管件上的 B 扫检测示意图

- 1——被检测管件；
- 2——磁致伸缩带材：FeCo、FeNi、FeGa等合金材料；
- 3——磁致伸缩探头；
- 4——磁致伸缩探头的扫查方向；
- 5——导波声束传播方向；
- 6——缺陷；
- 7——导波声场覆盖范围；

3.4 波结构

表达导波振动位移关于某个方向的分量 (X,Y,Z) 在构件横截面分布特性的一维曲线或二维云图。圆周对称构件的波结构可用位移-半径曲线表示，非圆周对称构件的波结构需用二维云图表示。

4 超声导波检测方法概要

4.1 超声导波检测原理

根据被检构件特征，采用一定的方式在构件中激励出沿构件传播的导波，当该导波遇到缺陷时，会产生反射回波，采用接收传感器接收到该回波信号，通过分析回波信号特征和传播时间，即可实现对缺陷位置和大小的判别。

磁致伸缩超声导波检测方法是利用磁致伸缩效应在构件中产生的超声导波，对构件实施检测的一种方法。

压电式超声导波检测方法是利用压电效应在构件中产生的超声导波，对构件实施检测的一种方法。

4.2 绳、索、拉杆的超声导波检测方法

绳、索、杆类被检测物主要特征为小直径实心钢构件，横截面外轮廓曲率很小，一般超声导波换能器难以安装在被检测工件的外表面，且被检工件一般长度很长。

绳、索、杆类被检工件宜利用磁致伸缩超声导波检测方法（直接法）激励纵向模式的导波进行检测。该方法是利用材料本身的磁致伸缩效应在构件中直接激励和接收导波，该方法只适用于被检对象为铁磁性材料的检测，其检测原理图如图3所示。这种方法的（磁致伸缩）传感器包括激励线圈、检测线圈和磁化器三部分组成。磁化器用以提供磁致伸缩效应的偏置磁场，可采用电磁或永磁的方式加载。宜用收发分离、脉冲回波式的检测方式。

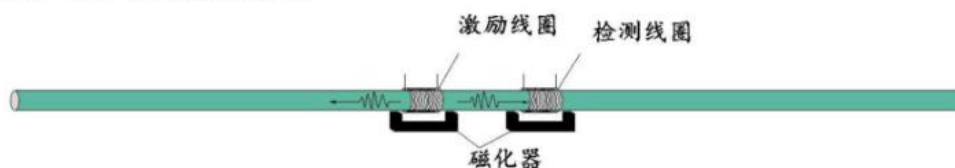


图3 绳、索、杆类超声导波检测原理

4.3 管的超声导波检测方法

管件等被检测工件主要特征为中空型圆柱体结构，直径大于20mm以上，一般可采用磁致伸缩超声导波（间接法）或压电式超声导波进行检测。磁致伸缩超声导波（间接法）一般采用扭转剪切模式对管件进行检测，压电式超声导波一般采用纵波模式对管件进行检测。

磁致伸缩超声导波（间接法）基于磁致伸缩效应在磁致伸缩带上产生机械振动，通过干耦合或胶耦合的方式将振动从磁致伸缩带传递到被检构件上形成导波，实现导波激励；并通过相同的耦合方式将导波从被检构件传递回磁致伸缩带，并基于逆磁致伸缩效应实现导波接收。该方法既适用于铁磁性材料的检测，也适用于非铁磁性材料的检测，其检测原理如图4所示。这种方法的超声导波传感器包括线圈和磁致伸缩带两部分，磁致伸缩带需要在使用前进行预磁化。

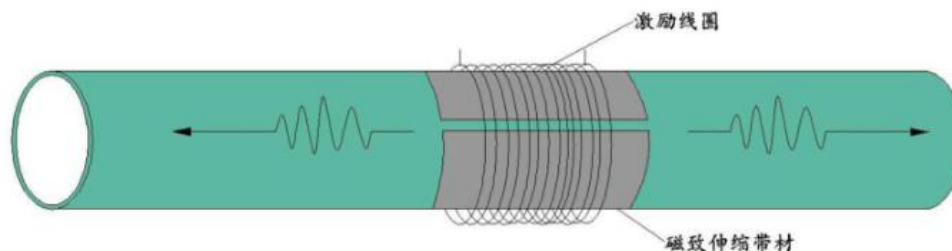


图4 管件磁致伸缩超声导波的检测原理

压电式超声导波是基于逆压电效应在压电材料上产生机械振动，通过干耦合或胶耦合的方式将振动从压电晶片传递到被检构件上形成导波，实现导波激励。并通过相同的耦合方式将导波从被检构件传递回压电晶片，并基于正压电效应实现导波的接收。该方法既适用于铁磁性材料的检测，也适用于非铁磁

性材料的检测，其检测原理如图5所示。压电式超声导波管件检测通常由圆周均布的阵列化压电探头组成。

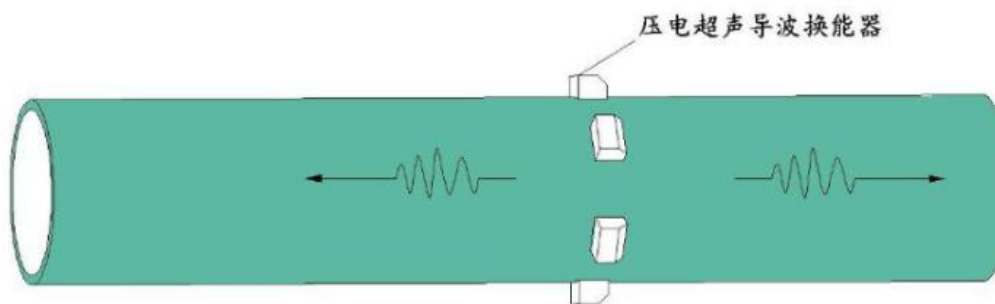


图 5 管件压电式超声导波的检测原理图

4.4 板的超声导波检测方法

板类的超声导波检测一般宜采用SH波或Lamb波进行检测，SH模态的超声导波一般采用薄片式磁致伸缩换能器进行激励，Lamb波一般采用压电式超声导波换能器进行激励。板类压电式超声导波的检测原理见图6，板类磁致伸缩超声导波的检测原理见图7。

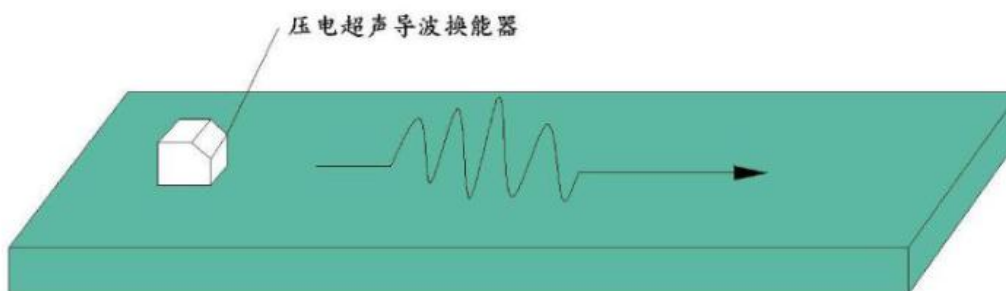


图 6 板类压电式超声导波的检测原理

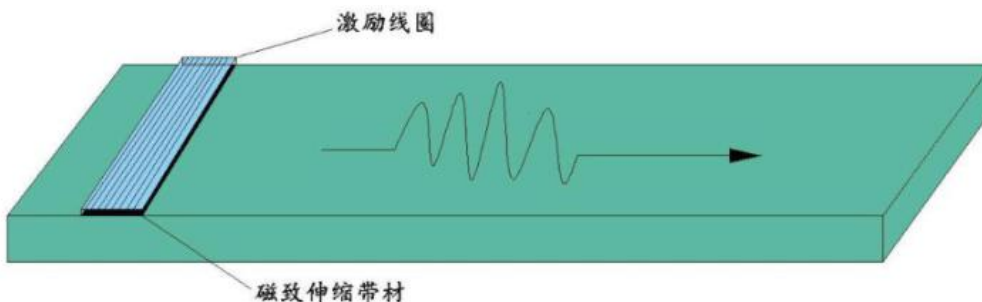


图 7 板类磁致伸缩超声导波的检测原理

5 安全要求

本章没有列出进行检测时所有的安全要求，使用本标准用户应在检测前建立安全准则。

检测过程中的安全要求至少包括如下要素：

- a) 在实施检测前，应对检测过程中可能伤害检测人员的各种危险源加以辨识，并对检测人员进行培训和采取必要的保护措施；

b) 检测人员应遵守被检件现场的安全要求，根据检测地点的要求穿戴防护工作服和佩戴有关防护设备；

c) 如有要求，使用的电子仪器应具有防爆功能；

d) 在进行在线检测时，应制定特别的安全措施；

e) 在高空进行操作时，应考虑人员、检测设备器材坠落等因素，并采取必要的保护措施；

f) 应注意避免各种安全隐患，例如碰伤、触电、跌落、挤压、剪切、缠绕、滑倒、溺水、烫伤等。

6 检测人员要求

从事游乐设施超声导波检测工作的人员，应符合 GB/T 34370.1 的有关规定。

7 检测工艺流程

7.1 通用检测工艺流程

从事游乐设施超声导波检测的单位应按GB/T 34370.1和本部分的要求制定通用检测工艺流程，其内容至少应包括如下要素：

a) 适用范围；

b) 引用标准、法规；

c) 检测人员资格；

d) 检测仪器设备：传感器、传感器夹具、信号线、前置放大器、电缆线、仪器主机、检测数据采集和分析软件等；

e) 被检件的信息：几何形状与尺寸、材质、设计与运行参数；

f) 检测覆盖范围及传感器型号的确定；

g) 被检件表面状态及传感器安装方式；

h) 检测时机；

i) 对比试件及距离—波幅曲线的绘制；

j) 检测过程和数据分析解释；

k) 检测结果的评定；

l) 检测记录、报告和资料存档；

m) 工艺流程的编制、审核和批准人员；

n) 编制日期。

7.2 检测作业指导书或工艺卡

应按本标准9.1.3条执行。

8 检测设备和器材

8.1 检测仪器系统构成

超声导波检测仪器系统构成如图8所示。首先，根据被检构件计算其频散曲线，选择导波模态和激励信号频率；第二步，计算机控制信号发生单元，产生所需频率的信号源，经功率放大单元放大后驱动传感器产生所需模态的导波，并在被检构件内传播；第三步，当导波在构件内传播遇到腐蚀等缺陷时会产生反射回波，被传感器接收到；第四步，前置放大器将传感器接收到的信号放大后传输到信号主放大器，通过A/D转换输入计算机，计算机进行信号分析处理后，得到检测信号波形及结果。

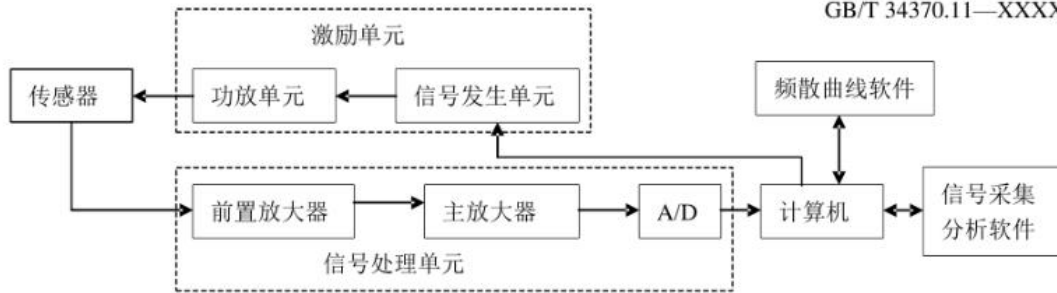


图 8 超声导波检测系统构成

8.2 导波模态与频率的选择

8.2.1 概述

在导波检测中，首先要得到被检测对象的频散曲线，部分构件需要考虑导波在被检构件截面上的波结构，然后根据频散曲线和波结构选择合适的导波模态和正确的检测频率，才能够保证检测的正确实施。且不同频率的导波波长不同，对不同损伤有不同的灵敏度，导波检测过程中宜采用多种频率或扫频的方式。

8.2.2 频散曲线计算方法

对于频散曲线的求取，一般是首先建立被测对象的 Navier 波动方程，求出波在被测构件中传播的位移和应力表达式，然后根据被检构件的位移应力等边界条件建立频散方程，该方程为超声波频率(f)与波传播速度(v)的函数，求解频散方程即得到 f 关于 v 的曲线，即频散曲线。

应根据被检构件选择合适的计算方程和下列参数，计算超声导波在构件中传播时的频散曲线：

- 材料密度；
- 材料弹性模量；
- 材料泊松比；
- 构件的内径和外径（对于管材）、直径（对于棒材和缆索）或壁厚（对于板材）。

图 9 是一典型管类频散曲线示意图。对于 $L(0,1)$ 模态，在频率区域 1 是非频散的。对于 $L(0,2)$ 模态，在频率区域 2 是非频散的。对于 $T(0,1)$ 模态，在整个频率区间是非频散的。图 10 为典型的板类频散曲线示意图。

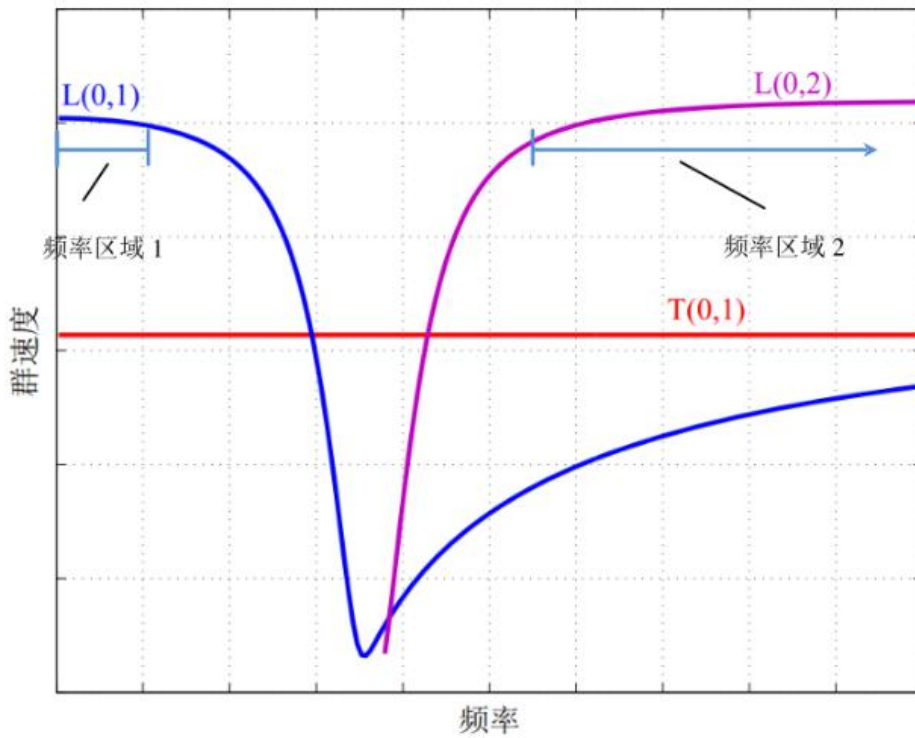


图 9 典型的管类频散曲线示意图

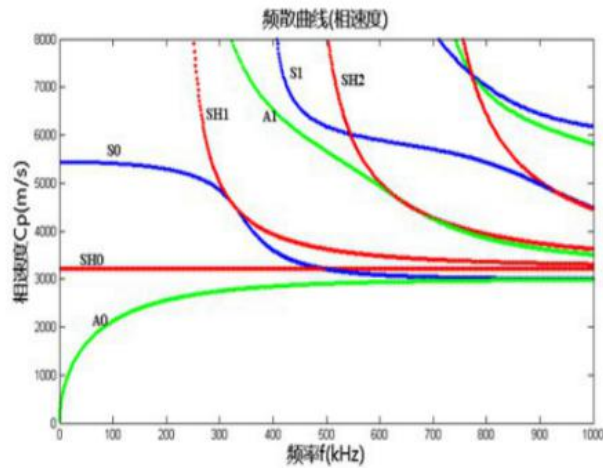


图 10 典型的板类频散曲线示意图

8.2.3 检测波形模式的选择原则

应根据不同类型的被检构件，选择合适的检测波形模型。

8.2.3.1 绳、索、拉杆等被检构件

在低频区域，弯曲模式导波频散严重，不适于作为检测模式；纵向模式和扭转模式频散微弱，适宜作为检测模式。

扭转模式不适宜作为该类构件的检测模式。纵向模式导波的轴向振动位移远大于径向振动位移，且

在构件的截面分布均匀，适合作为检测模态。

对于端面无法安装换能器的绳、索、拉杆类被检构件，宜采用磁致伸缩换能器（直接法）进行导波检测。对于直径为 12mm 以上，长度为 1000-2000m 的金属绳索类多丝构件，该类构件常作为支撑和牵引结构，构件的两个端面一般不可触及，可重点检测两端锚固区，中间区域采用多次移动分段检测法；对于直径大于 16mm，长度大于 10m 的拉杆，换能器布置方案与绳索构件相同，宜选择纵向模态进行检测。

对于长度小于 1m 的棒、轴、销、螺栓、地脚螺栓等端面可安装换能器的被检构件，宜首先采用压电换能器在被检构件的端面进行激励，检测模态一般为纵波模态。

8.2.3.2 管类被检构件

对于管类构件根据直径和工况的不同，可选择不同形式的超声导波，其原则如下：

- 对于充液的管件，宜采用扭转模态的超声导波进行检测；
- 公称直径 DN20~DN100mm 的管件，宜采用 T (0,1)、L (0,1)、L (0,2) 模态的超声导波，检测方式宜采用 A 扫方式；
- 公称直径 DN100~DN800mm 的管件，宜采用 T (0,1)、L (0,1)、L (0,2) 以及 T (n,1) 模态的超声导波，检测方式宜采用 A 扫或 B 扫方式，必要时可采用上述多种方式的组合进行检测；
- 公称直径大于 DN800mm 的管件，宜采用 T (n,1) 模态，检测方式为超声导波 B 扫。

8.2.3.3 板类被检构件

对于板类构件的检测，可根据壁厚选择超声导波的检测频率，首先应根据频散曲线选择模态，导波模态一般为 SH₀、A₀、S₀ 波，然后根据波结构分析超声导波在板厚度方向的位移分布情况，一般情况下整个板厚度方向的位移分布差异不超过 20%，对于宽度大于 300mm 的板，宜采用超声导波 B 扫检测方式。

8.3 超声导波传感器

8.3.1 传感器的分类

(1) 按传感器与被检构件的接触方式分类如下：

- 干耦合式传感器
- 粘结式传感器
- 非接触式传感器

其中干耦合式传感器和粘结式传感器统称为接触式传感器

(2) 按传感器产生超声波的工作原理分类如下：

- 压电式
- 磁致伸缩式
- 电磁超声式
- 激光超声式

(3) 按传感器激励与接收的导波模态分类如下：

- 纵向导波传感器
- 扭转导波传感器
- 弯曲导波传感器
- 复合导波传感器

(4) 按检测方式分类如下：

- A 扫描传感器
- B 扫描传感器

8.3.2 传感器的选择

由于不同的传感器对不同的模态导波和缺陷的检测精度不同，选择传感器应考虑如下因素：

- 构件的材料特性，如是否导电或导磁等；
- 构件的几何形状，如管材、棒材、线材、型材、板材等；
- 构件的外部状况，如表面可接近状况、包覆层材料等；
- 构件的工作环境状况，如工作温度、工作介质和承载状态等；
- 检测目的和检测缺陷的类型等。

8.3.3 传感器的安装

根据传感器的不同类型，其安装方式有所区别，主要应考虑到以下因素：

- 对于接触式传感器，被检构件表面应清理干净、平整，以提高耦合效率；
- 对于压电式传感器，其安装可参考常规超声检测中对传感器的要求；
- 对于非接触式传感器，应尽可能靠近被测构件，以减小外界电磁、振动等干扰。

8.4 激励单元

激励单元的功能主要是产生相应的激励信号，进而驱动激励传感器在构件中激发出相应模式的导波。应根据构件状况、传感器类型、频散曲线计算结果及检测的缺陷类型选择合适的激励单元。

8.5 信号处理单元

信号处理单元是将接收传感器接收到的信号进行放大、滤波等调理后，通过 A/D 转换将信号输入到计算机。信号处理单元主要包括前置放大器，主放大器和 A/D 转换器。

前置放大器将来自传感器的信号转换成低阻抗信号，便于信号传输。

主放大器是将来自前置放大器的信号再次放大，同时采用带通滤波器去除干扰噪声。

A/D 转换器是将模拟信号转换成数字信号，输入到计算机。A/D 转换器的采样频率应至少大于激励频率的 10 倍。

信号处理单元应与传感器、激励单元、采用的导波模式和检测目的相匹配。

8.6 信号采集与分析软件

超声导波信号采集与分析软件应至少包含以下功能：

- 频散曲线的计算；
- 信号采集；
- 信号存储；
- 信号分析；
- 距离—波幅曲线的绘制；
- 频率-距离-波幅云图的绘制；
- 信号回放；
- 信号定位。

对于 B 扫描检测方式，还需包含 B 扫描信号成像功能。

8.7 试样

8.7.1 校准试样

校准试样用于对检测设备进行灵敏度、DAC 曲线校准和各种功能的测试。校准试样宜选用无缝钢管制作，应具有 9% 截面损失率的横向环形切槽各一个，切槽的宽度在 0.5mm~2mm 的范围内，深度方向的公差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。应具有 3% 截面损失率的通孔一个，直径方向公差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。校准试样的长度、切槽和通孔缺陷位置的要求如图 11 所示。

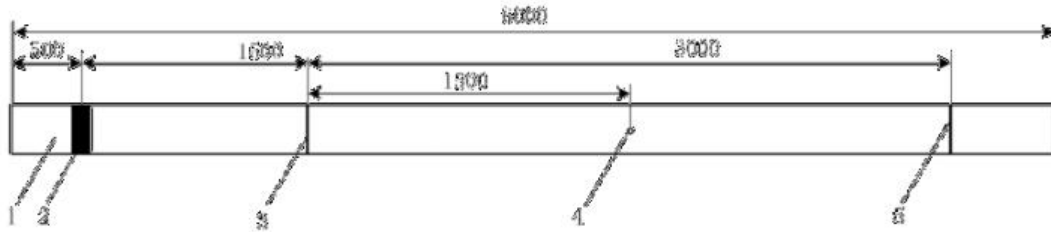


图 11 校准试样示意图

- 1——样管，材质碳钢；
 2——粘贴好的磁致伸缩带；
 3——9%横截面损失比的环槽缺陷1，环槽缺陷的宽度不大于2mm；
 4——1%横截面损失比的通孔缺陷；
 5——9%横截面损失比的环槽缺陷2，环槽缺陷的宽度不大于2mm。
 在校准样管中DAC曲线测定结果如图12所示。

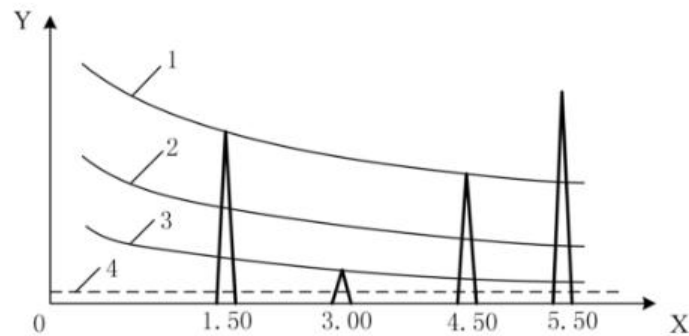


图 12 校准样管 DAC 曲线

- X——导波声程，单位：米；
 Y——导波信号幅值；
 1——判废线；
 2——评定线；
 3——记录线；
 4——背景噪声线。

8.7.2 对比试样

对比试样用于对被检构件上缺陷截面损失率当量的评定。

对比试样应采用与被检测构件材料性能及几何形状相同或相近的材料制作，试样的长度至少为仪器可探测9%截面损失率人工缺陷距离的1.2倍，且不小于12m。

除合同有关各方另有约定之外，应按如下要求加工对比试样：

(1) 对于管材构件，在对比试样上至少4个部位外表面分别加工出多个直径相同、深度为壁厚40%的平底孔；每处平底孔的数量应分别按截面损失率的2%、4%、8%和10%进行计算，平底孔在环向间距应均匀分布，在纵向间距的距离应大于1m，深度的公差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ ；试样两端的平底孔应至少距试样端部1m。

(2) 对于板类构件,在对比试样上至少4个部位外表面分别加工出多个直径为5~10mm、深度为2~5mm的平底孔;每处平底孔的数量应分别按截面损失率的2%、4%、8%和10%进行计算,平底孔在环向间距应均匀分布,在纵向间距的距离应大于1m,深度的公差不大于±0.2mm;试样两端的平底孔应至少距试样端部1m。

(3) 对于线状捆扎的钢索、钢丝绳或拉杆等构件,在对比试样上4个部位分别加工出线状材料的断口;每处断丝的数量应分别按截面损失率的2%、4%、8%和10%进行计算,同一处断丝应紧密相邻;试样两端的断口应至少距试样端部1m,不同部位断口的间距应大于1m,在环向应均匀分布。

8.8 检测设备的维护和校准

应制定书面规程,对检测设备进行周期性维护和检查,以保证仪器功能。

在现场进行检测之前,应在实验室内选择相应规格的校准试件对检测仪器进行校准,若检测结果与已知试件缺陷分布相符,则表明仪器正常。

在现场进行检测时,如怀疑设备的检测结果,应对设备进行功能检查和调整,并对每次维护检查的结果进行记录。

9 检测程序

9.1 检测前的准备

9.1.1 资料审查

资料审查应包括下列内容:

- a) 被检构件制造文件资料:产品合格证、质量证明文件、竣工图等,重点了解其类型、结构特征和材质特性等;
- b) 被检构件运行记录资料:运行参数、工作环境、载荷变化情况以及运行中出现的异常情况;
- c) 被检构件检验资料:历次检验与检测报告;
- d) 被检构件其它资料:维护、保养、修理和改造的文件资料等。

9.1.2 现场勘察

在勘察现场时,应找出所有可能影响检测的障碍和可能出现的噪声源,如内部或外部附件的移动、电磁干扰、机械振动和流体流动等;应设法尽可能排除这些噪声源。

9.1.3 检测作业指导书或工艺卡的编制

对于每个被检构件,根据使用的仪器和现场实际情况,按照通用检测工艺规程编制被检构件超声导波检测作业指导书或工艺卡;确定超声导波传感器型号、安装的部位和表面条件,画出被检构件结构示意图,确定检测的次序等。

9.1.4 检测条件确定

根据被检件材料特性、结构特征、几何尺寸的大小、被检件对比试件的距离—波幅曲线以及检测的目的,确定传感器安装的部位和表面条件要求。

9.2 距离-幅度曲线的绘制

应采用 8.7.2 规定的对比试样在实验室内经过实测绘制距离—波幅曲线。该曲线族由记录线、评定(中度)线、评定(严重)线和判废线组成;记录线由 2%截面损失率的人工缺陷反射波幅直接绘制而成,评定(中度)线由 4%截面损失率的人工缺陷反射波幅直接绘制而成,评定(严重)线由 8%截面损失率的人工缺陷反射波幅直接绘制而成,判废线由 10%截面损失率的人工缺陷反射波幅直接绘制而成。

成。记录线以下（包括记录线）为 I 区，记录线与评定（中度）线（包括评定线）之间为 II 区，评定（中度）线与评定（严重）线之间为 III 区，评定（严重）线与判废线之间为 IV 区，判废线及其以上区域为 V 区，如图 13 所示。

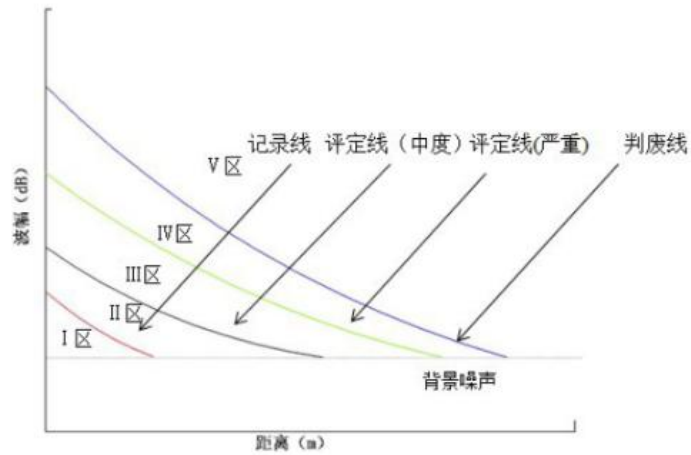


图 13 距离—波幅曲线示意图

9.3 传感器的安装

传感器的安装应满足如下要求：

- 按照确定的检测方案在被检件上确定传感器安装的具体位置，传感器的安装部位应尽量远离被检件连接、支座等结构复杂部位；
- 对传感器的安装部位进行表面处理，使其满足传感器的安装要求；
- 将传感器压在被检件的表面，使传感器与被检件表面达到良好的声耦合状态；
- 采用机械夹具、磁夹具或其它方式将传感器牢固固定在被检件上，并保持传感器与被检件和固定装置的绝缘。

9.4 检测

9.4.1 检测仪器调试

检测仪器的调试包括下列步骤：

- 将传感器、前置放大器与仪器主机连接；
- 打开仪器开关通电，并按仪器制造商规定的时间预热，使仪器达到稳定工作状态；
- 按照被检件的具体情况和频散曲线计算确定的检测频率等设定仪器的工作参数；
- 对被检构件发射超声导波信号，观察构件的端头、接头、焊缝、外部支撑等部位产生的超声导波反射信号，测量被检件超声导波传播的波速；
- 进一步调节仪器工作参数，使仪器处于良好的工作状态。

9.4.2 A 扫描检测信号的分析解释

检测信号的分析解释通常需要参考相关实验建立的数据库，至少应包括如下内容：

- 采用调节好的仪器，对被检构件进行检测，观察和记录出现的超声导波反射回波信号；
- 对于出现的超声导波反射回波信号，首先确定这些信号是否是由构件的端头、接头、焊缝、外部支撑等部位产生的，如确定即可排除；

c) 对于被检件上无明显几何形状变化部位的超声导波回波信号，可以确定为材料损失缺陷引起的超声导波回波信号，应首先确定这一回波信号的反射部位，并加以标识，然后进行检测结果评价和处理。

9.4.3 B 扫描成像检测信号的分析 and 解释

B扫描检测相对A扫描检测增加一个垂直于导波传播方向的位置信息，其检测信号的分析 and 解释至少包含如下内容：

a) 采用调节好的仪器，采用B扫描传感器，对被检构件进行B扫描检测，观察 and 记录出现的超声导波反射回波信号并绘制B扫描图像；

b) 对于绘制的B扫描图像信号，结合增加的位置信息，可首先进行特征定性分析，然后确定这些信号是否是由构件的端头、接头、焊缝、外部支撑等部位产生的，如确定即可排除；

c) 对于被检件上无明显几何形状变化部位的超声导波回波信号，可以确定为材料损失缺陷引起的超声导波回波信号，对于同一声程位置含有多个反射回波颜色块，可以首先确定该位置处疑似缺陷的数量，并加以标识，然后进行检测结果评价 and 处理。

表1列举了管件采用B扫描检测时，部分管件特征的定性分析。

图14所示为某一管件采用B扫描检测时的导波检测成像图，图中可以通过管件特征的周向信息分析出管件上的焊缝特征 and 缺陷特征，并且可以分辨同一轴向上的两个缺陷。

表1 管件中 B 扫描检测特征定性分析

类别	B 扫描成像特点	典型特征结构
全周向特征	在同一轴向距离下管件所有周向位置均有回波	焊缝、法兰等
对称性周向特征	在同一轴向距离下管件周向均匀间隔特征	对称性焊接支撑架等
单一周向特征	在某一轴向距离下管件周向含有某一特征	腐蚀缺陷、单一焊接支架、仪表三通等

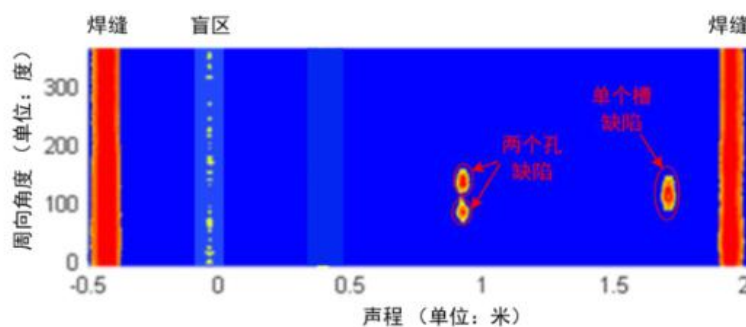


图 14 管件采用 B 扫描检测时的导波检测成像图

10 检测结果的评价 and 处理

10.1 检测结果的分级

将超声导波检测发现的缺陷信号与距离—波幅曲线进行比对分级，反射波幅在I区的为I级，在II区的为II级，在III区的为III级，在IV区的为IV级，在V区的为V级。

10.2 不可接受信号的确定 and 处理

10.2.1 概述

超声导波检测给出的是缺陷当量，由于腐蚀、机械损伤等金属损失缺陷的大小和形状与人工缺陷不同，且被检构件的实际几何尺寸与对比试样间存在差异，导致检测结果显示的缺陷当量值与其真实缺陷会存在一定的差异，因此不可接受信号的水平确定应根据被检件的具体情况由用户和检测人员协商确定。

10.2.2 基于距离—波幅曲线分级的确定

用户参与确定的，以用户的要求为准确定不可接受信号的等级；用户不参与确定的，由检验员确定不可接受信号的等级，一般检测结果判为III级、IV级和V级的信号，即为不可接受的信号。

10.2.3 基于被检件上真实缺陷的确定

可以首先对检测发现的前三个最大的缺陷信号部位，按照本标准10.2.4条规定的方法进行复检，根据复检结果来逐步确定不可接受缺陷信号的水平。

10.2.4 不可接受信号的处理

对于确定的不可接受信号，需要采用以下方法进行复检：

- a) 首先，采用目视和小锤敲击的方法进行检测，用以分辨是位于外表面或内部的缺陷；
- b) 对于外表面缺陷可采用深度尺直接测量缺陷的深度；
- c) 对于管状或板状的内表面缺陷，应采用双晶直探头进行超声检测测量，以更精确的测量缺陷的深度，超声检测方法按GB/T 34370.5执行；
- d) 对于其它形状的构件可以按照GB/T 34370.3~7、GB/T 34370.9~11规定的超声、射线、漏磁等无损检测方法进行复检；
- e) 必要时，经用户同意，也可采用解剖抽查的方式进行验证。

11 检测记录与报告

11.1 检测记录

应按检测工艺规程的要求记录检测数据和有关信息，除此之外，还应至少包括检测报告中的内容；所有记录的保存应符合有关法规、标准和（或）合同的要求。

11.2 检测报告

检测报告的内容应当根据检测要求制订，应至少包括以下内容：

- a) 委托单位的信息；
- b) 检测单位的信息；
- c) 被检构件的信息，包括：设备名称、编号、设计与工作参数、材料和几何尺寸等；
- d) 执行的标准、规范和相关规定文件；
- e) 检测仪器型号、检测方式、传感器型号及固定方式；
- f) 检测仪器工作参数设置；
- g) 距离—波幅曲线；
- h) 传感器安装部位示意图；
- i) 检测软件名及数据文件名；
- j) 检测结果分析及分级结果及数据图；
- k) 检测结论；
- l) 检测人员、报告编写人和审核人签字及资格证书编号；
- m) 检测日期。

关于《游乐设施无损检测 第11部分：超声导波检测》国家标准征求意见稿编制情况说明

一、工作简况（包括任务来源、协作单位、主要工作过程、国家标准主要起草人及其所做的工作等）

根据国标委2018年标准项目计划,《游乐设施无损检测 第11部分:超声导波检测》(20184320-T-469)获得批准立项。全国索道与游乐设施标准化技术委员会(以下简称“索游标委会”)组织中国特种设备检测研究院等单位成立了标准起草组。标准经过了多次研讨和修改,形成了本次征求意见稿。

1.1 预研和立项阶段

自十二五始,中国特种设备检测研究院牵头开展游乐设施无损检测和评价方法研究,之前已成功立项了GB/T 34370.1-2017《游乐设施无损检测 第1部分:总则》、GB/T 34370.2-2017《游乐设施无损检测 第2部分:目视检测》、GB/T 34370.3-2017《游乐设施无损检测 第3部分:磁粉检测》、GB/T 34370.4-2017《游乐设施无损检测 第4部分:渗透检测》、GB/T 34370.5-2017《游乐设施无损检测 第5部分:超声检测》、GB/T 34370.6-2017《游乐设施无损检测 第6部分:射线检测》。本标准是游乐设施无损检测系列标准中的1项,主要是规范超声导波检测的相关技术要求,起草组经过周密思考和系统调研,于2017年向国家标准化技术委员会提出标准立项,并于2018年获得批准。

1.2 起草阶段

2017年4月以来,中国特种设备检测研究院确定了标准的编制思路、适用范围、大体框架等相关要求,并根据标准涉及的专业内容进行了多次讨论。2019年9月,索游标委会在安徽省芜湖市召开了标准研讨会。初步确定了《游乐设施无损检测 第11部分:超声导波检测》标准的内容和适用范围,本标准规定了对在用游乐设施绳、索、拉杆、管、板等钢构件进行超声导波检测与评价的方法。起草组结合我国游乐设施特点与超声导波检测相关要求等,修改完善《游乐设施无损检测 第11部分:超声导波检测》标准草稿,形成了标准征求意见稿。

二、国家标准编制原则和确定国家标准主要内容(如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等)的论据(包括试验、统计数据),修订国家标准时,应增列新旧国家标准水平的对比

1) 标准编制参考国家相关行业法律、法规、规范、标准和国内外相关标准。围绕游

乐设健康管理的各个环节展开。

2) 充分考虑国内游乐设施行业发展现状、趋势和设备特点,以及状态监测与故障诊断方法的适用性,本着先进、科学、适用的原则进行编写。

3) 标准的编制格式严格按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写》规定进行编写。

4) 本标准规定了对在用游乐设施绳、索、拉杆、管、板等钢构件进行超声导波检测与评价的方法。

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效果

本标准在编制启动时,充分考虑了我国游乐设施的特点和现状,做了大量的前期预研和相关现场试验,积累了大量的数据。通过对磁记忆检测技术在游乐设施上的应用,提出了适用于我国游乐设施的超声导波检测和评价方法。技术指标是合理、适用的。

本标准作为游乐设施的方法标准,对提高游乐设施的安全水平具有重要意义,能有效的保障人民生命财产安全,具有较大的社会效益与经济效益。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度,以及与国际、国外同类标准水平的对比情况,或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

《游乐设施无损检测 第11部分:超声导波检测》是根据我国游乐设施特点和使用状况专门提出的,属于国内外首创,国际上没有相近的标准可采用。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系;

本标准条款符合现行法律、法规和强制性国家标准要求。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

标准编制过程中,尚未出现重大分歧意见。

七、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

本标准建议作为推荐性国家标准颁布。

八、贯彻国家标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)

本标准可为游乐设施的检测提供参考和依据,建议在游乐设施日常检查、检测和无损检测等各方面贯彻本标准。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。

《游乐设施无损检测 第11部分：超声导波检测》

起草组

2019年12月23日