

中华人民共和国国家标准

GB/T 34370.10—2020

游乐设施无损检测 第 10 部分：磁记忆检测

Nondestructive testing of amusement equipments—
Part 10: Magnetic memory testing

2020-11-19 发布

2021-06-01 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 方法概要	1
4.1 磁记忆现象	1
4.2 磁记忆检测原理	1
4.3 优点及特点	2
4.4 局限性	2
5 安全要求	2
6 人员要求	3
7 检测设备	3
7.1 检测仪器	3
7.2 检测仪器工作原理	3
7.3 探头	3
7.4 标准磁场	3
7.5 仪器的测量参数性能要求	3
7.6 检测仪器校准	3
8 通用检测工艺流程	4
9 检测前的准备	4
9.1 被检设备基本信息的获取	4
9.2 表面条件	4
9.3 检测仪器及技术文档准备	5
9.4 限制性因素	5
10 检测程序	5
10.1 干扰因素的确定	5
10.2 扫查速度	5
10.3 被检构件母材的检测	5
10.4 焊缝的检测	5
10.5 检测数据的分析与处理	6
11 检测结果的评价	6
11.1 应力集中程度的评价	6
11.2 检测结果的验证	6
12 检测记录与报告	7
12.1 检测记录	7
12.2 检测报告	7

前 言

GB/T 34370《游乐设施无损检测》分为以下 11 个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：目视检测；
- 第 3 部分：磁粉检测；
- 第 4 部分：渗透检测；
- 第 5 部分：超声检测；
- 第 6 部分：射线检测；
- 第 7 部分：涡流检测；
- 第 8 部分：声发射检测；
- 第 9 部分：漏磁检测；
- 第 10 部分：磁记忆检测；
- 第 11 部分：超声导波检测。

本部分为 GB/T 34370 的第 10 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国索道与游乐设施标准化技术委员会(SAC/TC 250)提出并归口。

本部分起草单位：中国特种设备检测研究院、爱德森(厦门)电子有限公司、河北大学、华强方特文化科技集团股份有限公司、广东长隆集团有限公司、山东科捷工程检测有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、安徽省特种设备检测院。

本部分主要起草人：胡斌、沈功田、苑一琳、王宝轩、吴占稳、沈永娜、林俊明、方立德、刘辉、万强、叶超、梁玉梅、黄琪、熊际武、刘渊、李纪友。

游乐设施无损检测

第 10 部分:磁记忆检测

1 范围

GB/T 34370 的本部分规定了游乐设施磁记忆检测和结果评定方法。

本部分适用于游乐设施铁磁性材料构件及焊缝、在一定条件下具有磁性的奥氏体不锈钢构件及焊缝的磁记忆检测。

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 12604.11 无损检测 术语 X 射线数字成像检测

GB/T 20306 游乐设施术语

GB/T 26641 无损检测 磁记忆检测 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 34370.5 游乐设施无损检测 第 5 部分:超声检测

3 术语和定义

GB/T 12604.11、GB/T 20306、GB/T 26641 和 GB/T 34370.1 界定的术语和定义适用于本文件。

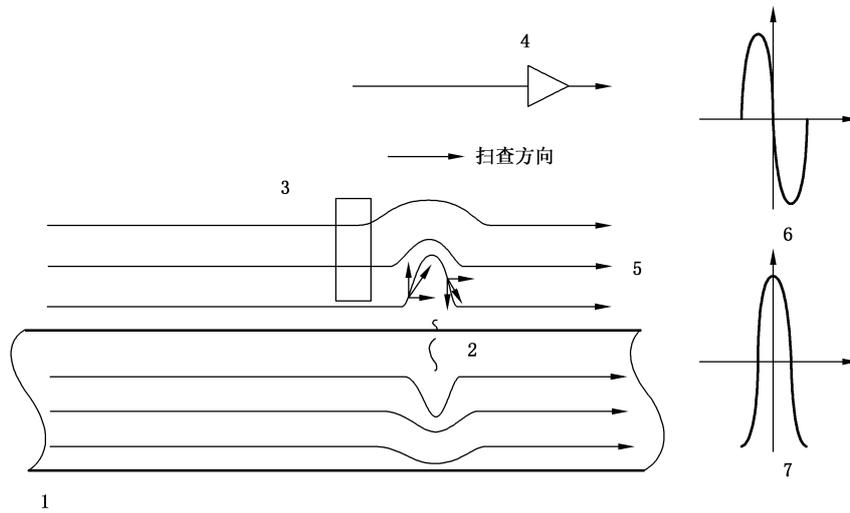
4 方法概要

4.1 磁记忆现象

在弱磁场环境中,铁磁性金属材料在外界环境因素(如:载荷、温度、机械加工或碰撞等)作用下,在局部区域产生不可逆的残余磁性现象,表现为在该外界环境因素消除后,铁磁性材料表面的局部磁场变化仍然保留。

4.2 磁记忆检测原理

磁记忆检测原理是基于非均匀应力应变的磁机械效应。材料内的组织或应力不均匀会导致磁化强度不均匀,从而在材料表面形成漏磁场。磁记忆检测正是利用这一原理,在不施加人工激励磁场的条件下,通过测量被检件表面的自有漏磁场分布获得磁场突变信号来发现被检件上可能存在的应力集中、材料劣化或材料损伤部位。磁记忆检测方法的基本原理见图 1,磁记忆信号是被检件表面磁场的磁场分量(常用是法向和扫查方向的分量,也可为多维分量)。



说明：

- 1——被检件；
- 2——损伤或应力集中区域；
- 3——传感器；
- 4——放大器；
- 5——表面磁场分布；
- 6——应力集中区域的磁记忆信号(法向)；
- 7——应力集中区域的磁记忆信号(扫查方向)。

图 1 磁记忆检测原理示意图

4.3 优点及特点

磁记忆检测方法的主要优点及特点如下：

- a) 对应力集中和早期损伤敏感；
- b) 不需要专门的磁化设备；
- c) 可带涂层或非接触检测；
- d) 不需要对被检件表面进行特殊处理；
- e) 对被检件的形状没有特殊要求；
- f) 检测速度快,操作简单；
- g) 特别适用于承受交变载荷的碳钢构件。

4.4 局限性

磁记忆检测方法的局限性如下：

- a) 不适用于非铁磁性材料；
- b) 难以确定材料内缺陷的性质和尺寸；
- c) 易受人工磁化影响。

5 安全要求

本章没有列出进行检测时所有的安全要求,使用本部分的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如下：

- a) 检测人员应遵守现场的安全要求,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;
- b) 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、溺水等;
- c) 在运行过程中和运行后检测时,应注意被检件的运行状态和温度状态,以免损害设备和人员烫伤。

6 人员要求

从事游乐设施磁记忆检测的人员,应符合 GB/T 34370.1 的有关规定。

7 检测设备

7.1 检测仪器

检测仪器应具有显示检测参数图形的屏幕、微处理器式记录装置、存储单元和专用的扫查探头装置。应确保从仪器向电脑传送数据的能力。与仪器配套供应软件包用于在电脑上处理检测结果。

检测仪器应至少具备以下功能:

- a) 能探测被检对象表面的磁通密度;
- b) 能消除外部环境磁场的影响;
- c) 能实时显示磁通密度值和随时间与空间变化的曲线;
- d) 能存储检测数据,并能传输到计算机上。

7.2 检测仪器工作原理

仪器的工作原理是将磁敏元件放到受检件表面探测和记录空间磁场信号。

7.3 探头

磁场探头类型由检测方法和对象决定。探头上至少有两个磁场测量传感器,一个用于测量构件表面的磁场,一个用于探测和抵消外部地球磁场,探头壳体中还应有被测磁场的电子放大单元和测量受检区域长度的位移传感器。

7.4 标准磁场

标准磁场用于磁记忆检测仪器的校准,标准磁场可由仪器产生,也可由永久磁铁产生,标准磁场一般在 $40 \text{ A/m} \sim 2\,000 \text{ A/m}$ 的范围,并且可调节。

7.5 仪器的测量参数性能要求

仪器的测量参数性能应满足如下要求:

- a) 磁场测量的相对误差应不大于 $\pm 5\%$;
- b) 长度测量的相对误差应不大于 $\pm 5\%$;
- c) 量程应不低于 $\pm 1\,000 \text{ A/m}$;
- d) 分辨率应不低于 1 A/m ;
- e) 最小扫描步长应不大于 1 mm ;
- f) 由处理器和电路工作造成的噪声水平应不大于 $\pm 5 \text{ A/m}$ 。

7.6 检测仪器校准

检测仪器应至少每年进行一次校准,可自校或送校。



校准内容应至少包括仪器主机、磁场传感器和位移传感器的校准。磁场传感器应采用标准磁场进行灵敏度和精度的校准；位移传感器应采用不少于 0.5 m 的直线距离进行精度和重复性校准。标准磁场和直线距离的校准应可溯源。

8 通用检测工艺流程

从事磁记忆检测的单位应按 GB/T 34370.1 和本部分的要求制定通用检测工艺流程，其内容应至少包括如下要素：

- 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：探头、仪器主机、检测数据采集和分析软件等；
- e) 被检游乐设施及构件的信息：几何形状与尺寸、材质、设计与运行参数；
- f) 检测方法及灵敏度确定；
- g) 检测覆盖范围及扫查区域确定；
- h) 被检件表面状态及扫查方式；
- i) 检测时机；
- j) 检测过程 and 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) 编制、审核和批准人员；
- n) 编制日期。



9 检测前的准备

9.1 被检设备基本信息的获取

在进行检测前，需要通过资料审查和现场实地考察获取一些基本信息，至少应包括如下的要素：

- a) 检测人员的资格；
- b) 检验计划；
- c) 金属磁性的前期历史和退磁因素；
- d) 金属腐蚀和组织的不均匀度；
- e) 检测对象的外表面状态；
- f) 母材的成分或等级；
- g) 焊缝填充金属的种类；
- h) 待检测焊缝的位置和范围；
- i) 焊缝表面几何形状；
- j) 表面状态；
- k) 涂层类型和厚度；
- l) 其他有助于缺陷判断的信息。

9.2 表面条件

表面需清洁无污物，不准许磁性绝缘层的存在，绝缘层的最大允许厚度由实验方法及检测仪器的灵敏度确定，厚度 5 mm 以上且无磁性的绝缘层建议剥离。

9.3 检测仪器及技术文档准备

检测仪器及技术文档准备至少应包括如下的要素：

- a) 分析检测对象的技术文档和编制其卡片；
- b) 选择探头类型及最大提离值；
- c) 选择检测仪器；
- d) 确认检测探头及仪器校准状态；
- e) 确定不可接收信号的处理方法和验收准则；
- f) 选择记录表格和报告格式；
- g) 按仪器说明书指定的规则调整和标定仪器及探头；
- h) 查明部件的钢号和规格尺寸；
- i) 分析检测对象的工况和可能发生的损伤型式及部位。

9.4 限制性因素

限制性因素至少应考虑如下的要素：

- a) 存在金属的人工磁化；
- b) 检测对象上有其他铁磁性构件；
- c) 有靠近检测对象(1 m 以内)的外部磁场干扰源。

10 检测程序

10.1 干扰因素的确定

干扰因素的确定至少应考虑如下的要素：

- a) 确认被测构件的原始表面磁场,建议距离被测构件 20 mm；
- b) 确认被测构件的周边干扰磁场强度,若干扰磁场强度超过地磁场强度的 5 倍,建议消除干扰源；
- c) 确认传感器的灵敏度与量程。

10.2 扫查速度

检测时的扫查速度应不大于 0.5 m/s。

10.3 被检构件母材的检测

被检构件母材的检测至少应考虑如下要素：

- a) 确定被检构件表面状态,设置探头和扫查覆盖区域；
- b) 将探头垂直置于被检构件的表面；
- c) 确定扫查方向,通过水平多次扫查,100%覆盖被检区域;相邻的两次扫查应保证探头覆盖区域有 10%的重叠；
- d) 在被检构件表面连续或断点扫描检测和记录表面磁场的法向分量和(或)切向分量；
- e) 在被检件表面上确定存在磁记忆信号的异常部位和磁场的零值线位置,并进行标识；
- f) 必要时,对上述部位进行垂直方向的扫查检测。

10.4 焊缝的检测

焊缝的检测至少应考虑如下要素：

- a) 将探头垂直置于焊缝被检区域的表面。
- b) 分别沿焊缝中心线和焊缝两侧的热影响区进行水平扫查(若单次扫查探头不能 100%覆盖被检测区域,应进行多次扫查)检测,并记录表面磁场的法向分量和(或)切向分量。
- c) 偏离焊缝中心线一定距离,对焊缝进行垂直扫查检测,记录表面磁场的法向分量和(或)切向分量。
- d) 在焊缝上确定存在磁记忆信号的异常部位和磁场的零值线位置,并进行标识。

注:若焊缝实际热影响区经过测量并记录,扫查起始点为实际热影响区外至少 10 mm;若未知焊缝实际热影响区,扫查起始点为焊缝熔合线外至少 25 mm。

10.5 检测数据的分析与处理

在进行检测时,应对磁场强度随探头扫描距离变化的图形和磁场梯度随探头扫描距离变化的图形进行分析。凡是有磁场强度和梯度突变的部位,即定义为磁记忆信号的异常部位,应对该部位表面进行观察,在排除表面几何形状对磁记忆信号的影响之后,应对该部位在被检件上进行标识。

11 检测结果的评价

11.1 应力集中程度的评价

11.1.1 对于磁记忆信号异常部位的应力集中程度,可通过确定磁记忆异常信号 H_p (垂直分量或切线分量)的梯度 k_i 来评价:

$$k_i = \frac{|\Delta H_p|}{l_i}$$

式中:

ΔH_p ——所选取的两测量点之间的表面磁场 H_p 的差值,单位为安培每米(A/m);

l_i ——所选取的两测量点的距离,单位为米(m);

测量点宜选择磁场突变信号峰峰值的位置或附近。

11.1.2 对于磁记忆信号异常部位的应力集中程度,还需要考虑到扫查环境导致的噪声影响,进一步的评价应采用梯度因子 m 来评价:

$$m = k_i / \bar{k}$$

$$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i$$

式中:

n ——测量的数据点数;

\bar{k} ——整个扫查路径 k 值的平均值。

11.1.3 一般对于梯度因子 m 小于 2 的磁记忆异常信号不予评价;对于梯度 k_i 大于 10(A/m)/mm,且 m 大于 2 的磁记忆异常信号应予以重点关注。

11.2 检测结果的验证

所有磁记忆信号的异常部位,应按照 GB/T 34370.2、GB/T 34370.3 和 GB/T 34370.5 对其进行目视检测、表面磁粉检测和内部超声检测,对于有疲劳损伤等材料劣化倾向的被检构件,还应进行金相或其他检测方法复检。

12 检测记录与报告

12.1 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。

12.2 检测报告

检测报告的内容应当根据检测要求制定,应至少包括以下内容:

- a) 检测单位的名称(如适用);
 - b) 被检设备;
 - c) 被检构件;
 - d) 被检构件的材质及热处理状态;
 - e) 被检构件的焊缝及型式;
 - f) 被检构件的受力状态;
 - g) 表面状态描述;
 - h) 用图标示的检测部位;
 - i) 检测条件;
 - j) 检测探头及仪器;
 - k) 检测分析软件;
 - l) 检测探头及仪器校准报告;
 - m) 应力集中区的部位和区段名称;
 - n) 应力集中区中磁场 H_p 的值及其梯度值 k_i ;
 - o) 采用其他无损检测方法在应力集中区的补充检测结果(必要时);
 - p) 检测结果及结论;
 - q) 检测人员姓名和日期;
 - r) 报告编制和审核人员签字及日期;
 - s) 用户签名和有关资质授权签字(如适用)。
-