

ICS 25.040.30

CCS J 28

T/CASEI

中国特种设备检验协会团体标准

T/CASEI XXX—XXXX

大型工业承压设备机器人检测 磁粉检测

Inspection robot for large industrial pressure equipments-Magnetic particle testing

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2025年12月29日)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国特种设备检验协会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 机器人要求	2
4.1 一般要求	2
4.1.1 可靠性要求	2
4.1.2 安全要求	2
4.1.3 环境适应性要求	2
4.2 功能要求	2
4.2.1 电源要求/外部供电要求	3
4.2.2 检测执行要求	3
4.2.3 运动控制要求	3
4.2.4 视频监控	3
4.2.5 里程记录	3
4.2.6 缺陷位置标记	3
4.2.7 状态显示与人机交互功能	3
4.3 性能要求	4
4.3.1 运动性能	4
4.3.2 光源性能要求	4
5 磁粉检测一般要求	4
5.1 检测人员	4
5.2 检测程序	4
5.3 检测工艺文件	5
5.4 检测方法及设备	5
5.5 磁悬液的施加要求	5
5.6 磁痕显示分类、观察与记录	5
5.6.1 磁痕显示分类要求	5
5.6.2 机器人磁粉检测的观察要求	5
5.6.3 机器人磁粉检测的记录要求	6
5.6.4 磁粉检测缺陷自动识别要求	6
5.7 磁粉检测的质量控制	6
5.8 被检工件表面的准备	6
5.9 复验	6
6 检测记录和报告	7
6.1 检测记录	7
6.2 检测报告	7

附录 A	(资料性) 磁悬液喷洒技术要求	8
附录 B	(资料性) 缺陷自动识别准确率验证	9
附录 C	(资料性) 检测记录和报告	11

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。

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。

本文件由中国特种设备检验协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

大型工业承压设备机器人检测 磁粉检测

1 范围

本文件规定了大型工业承压设备采用磁粉检测机器人（以下简称机器人）进行磁粉检测的机器人、磁粉检测以及检测记录和报告的要求。

本文件适用于在大型工业承压设备内部和外部采用机器人执行的磁粉检测任务。其他2米以上需要登高作业的工业承压设备可参照执行。

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 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5097 无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件
- GB/T 12604.5 无损检测 术语 磁粉检测
- GB/T 17626（所有部分） 电磁兼容 试验和测量技术
- GB/T 40574 大型工业承压设备检测机器人 通用技术条件
- GB/T 44253 巡检机器人安全要求
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分：通用要求
- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测

3 术语和定义

GB/T 40574、GB/T 12604.5 和 NB/T 47013.4界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磁粉检测机器人 magnetic particle inspection robot

可在大型工业承压设备壁面上移动，代替检测人员在设备内部或外部执行磁粉检测作业的机器人。

注：机器人通常由移动平台、控制系统、检测装置、通信装置、操控单元等组成。

3.2

调压系统 pressure control system

保证机器人位于不同位置时磁悬液喷洒稳定且可调节的系统。

3.3

焊缝跟踪 seam tracking

机器人在非人为干预情况下沿焊缝自纠偏移动。

3.4

自动表面适应 automatic surface adaptation

机器人磁极与被检件一定范围内不同曲率弧形表面保持贴合。

3.5

非工作状态 non-working state

机器人在未连接电源、未连接水管的状态。

3.6

工作状态 working state

机器人连通电源，可根据控制系统的指令执行任务的状态，包括非检测状态和检测状态。

3.7

非检测状态 non-testing state

机器人在工作环境中静止或运动，但未开展磁粉检测的状态。

3.8

检测状态 testing state

机器人开展磁粉检测时的状态。

4 机器人要求

4.1 一般要求

4.1.1 可靠性要求

可靠性应满足以下要求：

- 机器人机械连接和信息传输应当可靠，连续作业中无掉线现象。当采用无线通讯时，其电磁兼容性应满足 GB/T 17626 系列标准的相关要求；
- 机器人视频传输应稳定可靠，实时显示画面清晰、无卡顿现象；
- 机器人应具有良好且稳定的可见光或黑光影视系统，且能够单独控制；
- 机器人若采用永磁吸附装置，其设计与布置应确保不对磁粉检测的磁化场产生相互干扰。

4.1.2 安全要求

安全应满足以下要求：

- 机器人设计应按照 GB/T 44253 规定的安全设计原则，满足 GB/T 40574 规定的技术要求和条件；
- 机器人应具备防侧翻设计，确保在积锈、积灰、积垢等恶劣表面条件下静止或运动时，不发生脱离壁面的侧翻；
- 机器人应具备应急回收功能；
- 操作人员宜在机器人非工作状态下完成检测设备的释放和回收等相关操作。机器人工作状态下，操作人员宜在罐外进行操作；
- 机器人应设置人工把手，便于检测人员的释放和回收；
- 机器人应设计防坠器等安全防护工具的安装点。

4.1.3 环境适应性要求

工作环境温度为 -20 °C ~ +50 °C 时，机器人应能正常工作。

机器人的外壳防护等级至少应满足 GB/T 4208 标准中 IP54 的要求。

4.2 功能要求

4.2.1 电源要求/外部供电要求

当供电电网电压波动，在额定电压的-15%~+15%范围内，频率在45 Hz~55 Hz范围内时，机器人工应正常。

机器人系统各部件之间、机器人与外部电源之间的电气接头应符合防爆要求。供电线缆在实际工况下应具有较高的可靠性。

机器人系统使用外部供电时，应配置电源稳定系统或不间断电源（UPS）。

机器人宜配备备用电源，在主供电失效时，能支持机器人完成安全回收操作。

4.2.2 检测执行要求

检测执行应满足以下要求：

- 机器人应搭载符合磁粉检测要求的磁化装置，能够对检测部位实施有效磁化；
- 机器人应具备磁悬液喷洒功能，且宜配置调压系统，以保证在不同作业高度下喷洒的稳定性；
- 机器人磁极应具有自动表面适应能力，以保证磁化场的稳定性；
- 机器人宜具备自动化检测程序执行能力，可实现从磁化、喷洒到观察记录的自动化流程。

4.2.3 运动控制要求

运动控制应满足以下要求：

- 机器人应具备在设备内外壁表面进行直线、转向运动的能力，运动中可实现急停，且运动速度应连续可调；
- 机器人应具备跨越对接焊缝的越障能力；
- 机器人应具备焊缝自动跟踪功能，若该功能失效，系统应能发出明确报警；
- 机器人宜配置相应的视频监控系统，并且可实现对机器人的自动跟踪，必要时可配置检测轨迹记录功能。

4.2.4 视频监控

视频监控应满足以下要求：

- 机器人宜至少配备3个摄像头，分别用于采集机器人前端行进方向、后端状态及检测部位的视频图像；
- 机器人应配备白光与黑光照明系统，可单独控制开关，以满足不同检测阶段的观察需求；
- 机器人应能实时传输并存储检测及运动过程中的视频与图像数据。

4.2.5 里程记录

机器人应具有里程记录功能，能够通过算法将检测图像和视频与检测里程在时间上对应，从而具备在工作环境中对缺陷位置进行记录的功能。

4.2.6 缺陷位置标记

当检测过程中发现缺陷时，机器人应能在缺陷位置附近进行物理定位标记，且能够实现复验。

4.2.7 状态显示与人机交互功能

机器人显示屏至少显示以下信息：

- 机器人实时运动速度；

- 摄像头实时画面；
- 光源系统的工作状态；
- 磁化工作状态及提升力性能；
- 磁悬液喷洒状态；
- 记录的里程数据。

注：宜采用人工智能识别算法对采集到的视频实时分析。

4.3 性能要求

4.3.1 运动性能

运动性能应满足以下要求：

- 机器人在非检测状态下最大移动速度宜不小于 6 m/min，且移动速度可以调节；
- 机器人在检测状态下的移动速度一般不应大于 4 m/min，且移动速度可以调节；
- 机器人在工作状态下越障高度宜不小于 4 mm；
- 机器人应能通过 $\Phi 450$ mm 人孔以及高度为 400 mm、宽度为 500 mm 的矩形投影面；
- 机器人焊缝自动跟踪功能的轨迹偏移量应不大于 10 mm；
- 机器人连续作业时间不小于 4 h。

4.3.2 光源性能要求

机器人系统应配备黑光灯与可见光灯，且应符合 NB/T 47013.4 相关要求。

黑光灯与可见光灯的光源应照度均匀，且检测过程中不会通过直照或反射等形式影响系统的成像效果。

5 磁粉检测一般要求

5.1 检测人员

从事磁粉检测的人员应满足 NB/T 47013.1 和 NB/T 47013.4 的有关规定。进行磁痕缺陷评级的磁粉检测人员应持有 II 级及以上证书，如机器人具备检测视频的缺陷自动识别功能，应由具有资质的人员对自动识别的缺陷进行人工复核。

5.2 检测程序

采用机器人进行磁粉检测的程序如下：

- a) 预处理。
- b) 操作机器人进行检测。具体包括：
 - 确定起始检测位置（一般选择设备中容易标注的特殊部位作为起始检测位置，以方便缺陷定位）；
 - 确定检测轨迹并开展检测；
 - 控制机器人沿焊缝移动、工件磁化、施加磁悬液；
 - 机器人自动记录检测视频。
- c) 进行磁痕的观察与记录，必要时进行检测视频的缺陷自动识别。
- d) 缺陷评级。

e) 后处理。

5.3 检测工艺文件

5.3.1 工艺文件包括工艺规程和操作指导书。工艺规程和操作指导书的基本要求除满足 NB/T 47013.1、NB/T 47013.4 的要求外，至少还应包括：

- 机器人检测速度要求；
- 缺陷自动识别要求（如采用时）。

5.3.2 应至少规定下列相关因素的具体范围或要求：

- 被检测对象（形状、尺寸、材质等）；
- 磁化设备；
- 磁化方法；
- 机器人检测速度；
- 表面状态；
- 磁粉（类型、颜色、供应商）；
- 磁悬液喷洒方法；
- 最低光照强度；
- 黑光辐照度（使用时）。

当以上相关因素的一项或几项发生变化并超出规定时，应重新编制或修订工艺规程。

5.3.3 应针对具体检测对象根据标准和工艺规程编写操作指导书。首次使用的操作指导书应采用标准试片进行工艺验证，以确认是否能达到标准规定的要求。检测时工艺参数应与标准试片验证合格的工艺参数保持一致。

5.4 检测方法及设备

机器人检测一般采用连续法、湿法和复合磁化法，对在用承压设备进行磁粉检测时，其内壁应采用荧光磁粉检测方法进行检测。搭载的磁化系统应符合 NB/T 47013.4 的规定。使用交叉磁轭时，磁轭提升力应大于等于 118 N（磁极与试件表面间隙为小于等于 0.5 mm），应至少能发现 A1 30/100 灵敏度试片上的缺陷。

5.5 磁悬液的施加要求

磁粉、载体和磁悬液应满足 NB/T 47013.4 的相关技术要求。

机器人宜具备调压系统，保证在设计的最大爬升高度范围内，磁悬液喷洒流量和压力的波动范围应不超过额定值的±10%；应规定仰面、垂直面和俯面等不同位置的磁悬液喷洒要求，使检测移动过程中磁悬液的施加应覆盖工件的有效磁化范围，并始终保持处于润湿状态，磁悬液喷洒流动不应影响检测过程中的缺陷磁痕形成。喷洒磁悬液的具体要求及调压系统的推荐设计方法见附录 A。

5.6 磁痕显示分类、观察与记录

5.6.1 磁痕显示分类要求

机器人磁痕显示分类应满足 NB/T 47013.4 的相关技术要求。如采用机器人缺陷自动识别系统，应具有磁痕显示分类功能。

5.6.2 机器人磁粉检测的观察要求

机器人观察应满足 NB/T 47013.4 的相关技术要求。

机器人配置的白光照明系统，在被检工件表面（100 mm×100 mm 区域）的辐照度应不低于 1000 lx。

机器人配置的黑光照明系统应符合 GB/T 5097 的规定，在被检工件表面（100 mm×100 mm 区域）的黑光辐照度应不低于 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

5.6.3 机器人磁粉检测的记录要求

机器人在检测状态下能清晰发现并捕捉磁痕显示（包括灵敏度试片显示）。机器人控制系统中应该具有检测结果管理功能，至少实现以下功能：

- 缺陷位置可记录；
- 缺陷长度可测量；
- 焊缝编号可记录；
- 整个检测过程可录像。

5.6.4 磁粉检测缺陷自动识别要求

必要时，机器人可采用智能识别算法对采集到的视频和图片进行缺陷自动识别，其识别准确率须通过合适的方法验证，验证方法见附录B，确保危险性缺陷不漏检。

5.7 磁粉检测的质量控制

机器人磁粉检测的磁粉、磁悬液、照度计应满足 NB/T 47013.4 相关要求，对于机器人磁粉检测，还应满足以下要求：

- 每台大型设备检测工作开始前，用标准试片验证机器人及磁悬液的综合性能（系统灵敏度），验证时应在机器人移动的状态下进行；
- 机器人交叉磁轭的提升力至少半年核查一次，磁轭损伤修复后应重新核查，用于核查提升力的试块重量应进行校准，使用、保管过程中发生损坏，应重新进行校准；
- 机器人的黑光灯首次使用或间隔一周以上再次使用，以及连续使用一周内应进行黑光辐照度核查。

注：鉴于在大型工业承压设备标准试片贴片位置受到限制，在每台大型设备检测之前，应按检测确定的工艺参数在模拟工件上进行不同方向位置的磁粉检测系统灵敏度校验（通常在仰面、垂直面和俯面分别进行），在现场应选择可以贴标准试片的位置（通常在俯面）进行校验。检测4h后以及检测结束后，需开展灵敏度复核，灵敏度复核位置应与检测前现场灵敏度试验的位置相同。

5.8 被检工件表面的准备

宜采用爬壁机器人对工件表面进行清理，清理方式可采用机械打磨、激光打磨、水射流等，清理后工件表面应符合NB/T 47013.4相关要求。

5.9 复验

当出现下列情况之一时，需要复验：

- 发现检测过程中操作方法有误或技术条件改变时；
- 当检测工艺参数的变化有可能影响到检测灵敏度时；
- 发现机器人处于不正常工作状态时；
- 用标准试片或标准试块验证检测灵敏度不符合要求时；

——对检测结果有怀疑时。

6 检测记录和报告

6.1 检测记录

应按照现场操作的实际情况详细记录检测过程的有关信息和数据。磁粉检测记录除了NB/T 47013.4中的相关内容还至少应包括以下内容：

- 机器人型号与制造商；
- 检测方法
- 机器人检测主要参数（磁化电流或提升力、机器人检测速度等）；
- 仰面、垂直面和俯面等不同位置的检测速度及磁悬液喷洒要求；
- 表面处理方式；
- 磁粉与磁悬液种类、磁悬液浓度；
- 环境条件（温度和湿度）；
- 检测标准；
- 工艺规程和操作指导书编号；
- 机器人检测的视频和图像等文件；
- 机器人检测自动识别文件（采用时）。

机器人检测视频和图片等原始记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于7年。7年后，若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。

6.2 检测报告

应依据检测记录出具检测报告，磁粉检测报告内容和质量分级应条例NB/T 47013.4中的规定，如采用智能识别算法进行缺陷自动识别，应由具有资质的人员对自动识别的缺陷进行人工复核并负责报告签发。

检测记录和检测报告示例见附录C。

附录 A
(资料性)
磁悬液喷洒技术要求

采用机器人进行磁粉检测时，应充分考虑磁悬液喷洒与充磁的协调性。磁悬液的喷洒应在保证有效磁化场被全部润湿的情况下，与交叉磁轭的移动速度良好地配合，对这种配合的要求是：在移动的有效磁化场范围内，有可供缺陷漏磁场吸引的磁粉，同时又不允许因磁悬液的流动而破坏已经形成了的缺陷磁痕。因此，磁悬液喷洒流速和流量稳定，在磁轭行走的正前方布置磁悬液喷头，喷头形成雾状磁悬液，磁悬液喷洒区应覆盖工件被检区表面及其相邻至少 25mm 范围内，在磁悬液流动状态下交叉磁轭对磁悬液润湿的工件表面进行充分的磁化，到磁轭通过的后半程磁悬液流动结束，不破坏已经形成了的缺陷磁痕。应规定仰面、垂直面和俯面等不同位置的磁悬液喷洒要求，如磁悬液喷头可以调节，仰面检测时，磁悬液喷洒应在磁化区域内，水平方向行走时，磁悬液应喷洒在行走方向的前上方，垂直方向行走时，磁悬液应喷洒在行走方向正前方，如磁悬液喷头不可以调节，则磁悬液喷洒区域应足够大，同时满足上述要求。

采用机器人进行磁粉检测时，考虑到机器人在不同姿态下的负重情况，应将磁悬液配制、搅拌装置放置于地面上，通过泵和水管将磁悬液输送到机器人并喷洒。在机器人沿壁面垂直移动距离较大时，由于重力作用会导致输送到机器人喷洒口的磁悬液压力和流量变化，可能导致磁悬液不符合检测的要求。因此，有必要设计磁悬液喷洒稳压系统，能够兼顾机器人负载和磁悬液喷洒稳压。

示例：一个可能的方案如图 A.1 所示。机器人搭载一个小型的二级稳压罐形成两级稳压磁悬液喷洒系统，通过测试选择合适容量的稳压罐使机器人载重和吸附达到一个较好的平衡点。

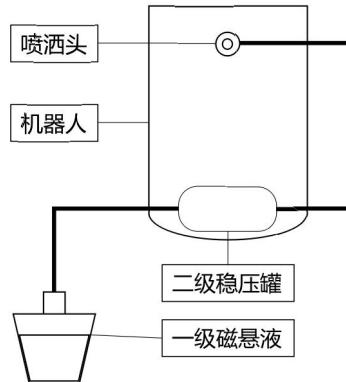


图 A.1 磁悬液喷洒调压系统示意图

附录 B
(资料性)
缺陷自动识别准确率验证

B. 1 验证指标及定义

机器人视觉系统在大型工业承压设备焊缝缺陷自动识别场景下算法准确率的验证指标及定义如下：

——准确率 (Accuracy)：正确识别缺陷样本与无缺陷样本的占比，计算公式为：

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}}$$

——精确率 (Precision)：算法判定为缺陷的样本中真实缺陷的占比，计算公式为：

$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}}$$

——召回率 (Recall)：真实缺陷样本中被正确识别的占比，计算公式为：

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

——F1 分数 (F1-Score)：精确率与召回率的调和均值，计算公式为：

$$\text{F1} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

注：TP (True Positive) 为正确识别的缺陷样本数，TN (True Negative) 为正确识别的无缺陷样本数，FP (False Positive) 为误报样本数，FN (False Negative) 为漏检样本数。

B. 2 验证数据集要求

数据样本应覆盖不同光照条件、焊缝形貌、缺陷类型及干扰场景，正负样本比例不低于 1:3，其中测试集占比不低于 20%。

缺陷区域需由 2 名以上持证检测人员独立标注，标注结果一致性≥95%。

允许采用几何变换、噪声注入、亮度调整等方法扩充数据集，禁止在测试集上应用增强操作。

B. 3 验证流程

数据按以下流程验证：

- 数据集划分。按 7:2:1 比例划分为训练集、验证集和测试集，确保三集数据分布一致且无重叠。
- 模型训练与调优。训练过程中需监控验证集损失函数及指标收敛性。
- 测试阶段。在测试集上运行算法，记录混淆矩阵及 B. 2 中全部指标。
- 鲁棒性测试。对测试集添加高斯噪声、运动模糊等模拟实际工况的干扰，评估指标波动范围。

B. 4 环境与设备要求

测试环境需与算法实际部署环境一致，包括视觉传感器型号及参数（分辨率、帧率、光源波长）、计算硬件配置（GPU 型号、内存容量）、软件版本等。

B. 5 结果判定

自动识别算法需满足以下要求：

——准确率 ≥95%，

——精确率 $\geq 70\%$,

——召回率 $\geq 95\%$,

——F1 分数 $\geq 70\%$ 。

若未达标，需分析改进方向并重新验证。

B. 6 持续验证机制

每年度更新测试集（新增样本占比 $\geq 10\%$ ），防止数据分布偏移导致性能衰减。

B. 7 文档记录

验证报告应包含：

——数据集统计信息；

——训练配置参数；

——测试结果明细；

——异常样本分析及改进措施。

验证报告由技术负责人签字确认后归档。

附录 C
(资料性)
检测记录和报告

C. 1 检测记录格式参考

机器人型号		机器人制造商			
工艺规程编号		操作指导书编号			
检测方法		表面处理方式			
磁粉及磁悬液种类		磁悬液浓度			
灵敏度试片		磁化电流或提升力			
视频和图像文件编号		自动识别文件编号			
检测速度	仰面	磁悬液喷洒要求	仰面		
	垂直面		垂直面		
	俯面		俯面		
环境条件		温度: ____ °C	湿度: ____ %		
检测标准		T/CASEI ×××—××××			
检测部位或其示意图					
相关显示记录及其位置示意图					

磁粉检测结果评定表

检测结果：该设备经机器人磁粉检测，检测长度共计_____m。

发现/未发现 超标缺陷。

单项安全项等级评定为： 级。

记录: ××××-××-×× 复核: ××××-××-××

注：检测评定表不够时，可按评定表格式增加续页。

C. 2 检测报告格式参考

被检设备名称		被检设备编号																																																	
被检设备类别		被检设备注册代码																																																	
委托单位名称																																																			
检测标准	T/CASEI ×××—××××																																																		
检测部位或其示意图																																																			
<table border="1"> <tr><th colspan="6">磁粉检测结果评定表</th></tr> <tr> <th>区段编号</th> <th>缺陷位置</th> <th>缺陷磁痕尺寸</th> <th>缺陷性质</th> <th>评定等级</th> <th>备注</th> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>				磁粉检测结果评定表						区段编号	缺陷位置	缺陷磁痕尺寸	缺陷性质	评定等级	备注																																				
磁粉检测结果评定表																																																			
区段编号	缺陷位置	缺陷磁痕尺寸	缺陷性质	评定等级	备注																																														
检测结果：该设备经机器人磁粉检测，检测长度共计 _____m。 发现/未发现 超标缺陷。																																																			
评定级别： 级。																																																			
编制：	××××-××-××		机构核准证号：																																																
审核：	××××-××-××		(检验检测专用章)																																																
批准：	××××-××-××																																																		

**团体标准《大型工业承压设备机器人检测
磁粉检测》编制说明
(征求意见稿)**

2026 年 1 月

《大型工业承压设备机器人检测 磁粉检测》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

(一) 任务来源

根据中国特种设备检验协会团体标准工作委员会文件《中国特种设备检验协会团体标准项目任务书》(项目编号为: 2025019) 确立, 本项目由中国特种设备检验协会团体标准工作委员会特种设备用机器人标准化工作组(以下简称“中特协团标委特种设备用机器人工作组”)指导、监督和具体管理, 由浙江省特种设备科学研究院等多家单位负责起草, 计划完成时间为 2026 年 3 月。

(二) 主要工作过程

- 1、2024 年 7 月, 《大型工业承压设备机器人检测 磁粉检测》申请立项;
- 2、2025 年 3 月, 参加由中国特种设备检验协会团体标准工作委员会特种设备用机器人标准化工作组组织的团体标准立项评审会。
- 3、2025 年 4 月, 立项被批复, 正式成立标准编制组;
- 4、2025 年 5 月-6 月, 在中国特检人微信公众号公开征集参编单位;
- 5、2025 年 7 月, 召开标准启动会, 明确了标准制定原则, 对标准的框架设计、核心内容进行了研讨, 从多个方面和维度对标准的实用性、全面性等提出建议, 确定了任务分工及工作计划;

6、2025年7月-12月，根据任务分工各起草单位提出修改意见和建议，线上讨论和会稿；

7、2025年12月，召开第二次标准讨论会，总结了第一次工作会议以来的标准修订进展，围绕标准草案的修订内容逐条审议，重点讨论了范围、术语和定义、机器人要求、磁粉检测一般要求等章节，并对标准结构的优化和落地实施的可行性提出了建议；

8、2026年1月，标准编制组根据标准研讨会意见，起草组对标准草案进行修改完善，形成征求意见稿并发标委会秘书处进行征求意见。

二、 编制原则和主要内容

（一） 标准编制原则

标准的编写格式按国家标准 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》的规定和要求进行编写。遵循“先进性、实用性、统一性、规范性”的原则，查阅了国内外相关技术资料和最新标准，以国家科研成果为基础，结合我国面向大型工业承压设备磁粉检测机器人生产、应用的实际情况开展标准的编制。工作过程中，编写组注重标准的可操作性，保证标准编写工作的科学性、真实性、规范性。

（二） 标准主要内容

本标准共6章，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、机器人要求、磁粉检测一般要求、检测记录和报告。标准结构如下：

1) 第 1、2、3 章分别明确了标准的应用范围、规范性引用文件以及标准中出现的一些专业术语、定义（如磁粉检测机器人、调压系统、焊缝跟踪等）。

2) 第 4 章介绍了机器人要求，包括机器人的一般要求、功能要求和性能要求（如可靠性要求、安全要求、运动控制要求、光源性能要求等）。

3) 第 5 章规定了磁粉检测一般要求（如检测人员资质、检测程序、检测工艺等）。

4) 第 6 章规定了磁粉检测的检测记录和报告要求（如检测记录应包含的内容条目、检测报告示例等）。

三、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

四、预期达到的社会效益等情况、对产业发展的作用等情况

本标准的实施将推动大型工业承压设备无损检测技术尤其是磁粉检测技术的自动化智能化升级，助力我国制造业向着高端和智能化发展。旨在通过统一技术指标和试验方法，解决当前机器人产品性能参差不齐、兼容性差以及传统人工作业效率低、风险高、成本高等问题，引导行业良性竞争，提升国产机器人品牌竞争力，并带动机器人制造、无损检测设备、智能控制系统等上下游产业链协同发展，提升特种设备安全运行水平，保障公共安全与生产稳定，促进检测机器人行业标准体系建设，形成产学研用协同创新的良性生态。

五、与国际、国外对比情况

本标准没有采用国际标准。

本标准修订过程中未查到同类国际、国外标准。

本标准修订过程中未测试国外的样品和样机。

六、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

七、意见处理经过和依据

本标准暂未征求意见。

八、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议

建议标准批准发布 6 个月后实施。

十、废止现行相关标准的建议

无。

十一、其他应予说明的事项

考虑到本标准侧重于机器人磁粉检测技术，因此将本标准名称由原来的《大型工业承压设备检测机器人 磁粉检测》变更为《大型工业承压设备机器人检测 磁粉检测》，后续按新名称进行征求意见。

标准编制组

2026 年 01 月 08 日