



团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

电站锅炉爬壁检测机器人通用技术要求

General technical requirement of wall-climbing inspection robot for power plant
boiler

（征求意见稿）

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

发 布

目次

前 言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 组成及分类 5

 4.1 组成 5

 4.2 分类 5

 4.3 型号编码规则 6

5 技术要求 6

 5.1 设计与制造 6

 5.2 外观和结构 6

 5.3 基本功能 7

 5.4 移动性能 7

 5.5 安全防护 7

 5.6 检测能力 7

 5.7 通信能力 8

 5.7.1 无线通信 8

 5.8 环境适应性 8

 5.9 可靠性 8

6 试验方法 8

 6.1 设计与制造 8

 6.2 外观和结构检验 8

 6.3 基本功能试验 9

 6.4 移动性能试验 9

 6.5 安全防护试验 11

 6.6 检测能力试验 11

 6.7 通信能力试验 12

 6.8 环境适应性试验 12

 6.9 可靠性试验 12

7 产品检验 13

 7.1 检验项目 13

 7.2 出厂检验 13

8 检测记录 13

9 标志、包装、运输和贮存 13

 9.1 标志 13

 9.2 使用说明书 13

 9.3 包装 14

9.4 运输	14
9.5 贮存	14

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××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电站锅炉爬壁检测机器人通用技术要求

1 范围

本文件规定了电站锅炉爬壁检测机器人的组成及分类、技术要求、试验方法、产品检验、检测记录、标志、包装、运输和贮存的要求。

本文件适用于对电站锅炉炉膛水冷壁及其他铁磁性金属壁面进行检测的机器人。

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 191 包装储运图示标志
 GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
 GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
 GB/T 2423.3—2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
 GB/T 2423.10—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
 GB/T 4025—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则
 GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
 GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
 GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
 GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
 GB/T 16697—2017 单传感器应用电视摄像机通用技术要求及测量方法
 GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
 GB/T 17626.3—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
 GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
 GB/T 17626.14—2005 电磁兼容 试验和测量技术 电压波动抗扰度试验
 GB 24544—2023 坠落防护 速差自控器
 GB/T 36239—2018 特种机器人 术语
 GB/T 36321 特种机器人分类、符号、标志
 GB/T 40730—2021 无损检测电磁超声脉冲回波式测厚方法
 NB/T 47013（所有部分） 承压设备无损检测

3 术语和定义

GB/T 36239界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

爬壁检测机器人 wall-climbing inspection robot

通过磁吸附或其他方式附着于垂直或倾斜壁面，并完成指定任务的移动机器人，以下简称机器人。

3.2

电磁超声测厚 electromagnetic ultrasonic thickness testing

利用电磁耦合方法激励和接收超声波，通过检测超声波在试件中的传播时延折算出检测试件厚度的方法，以下简称测厚。

3.3

移动平台 mobile platform

能使移动机器人整体位姿发生改变的载体。

[来源：GB/T 36239—2018, 2.1.8]

3.4

操控单元 operation control unit

通过操作员与机器人间的信息交互，实现操作、控制机器人的装置。

[来源：GB/T 36239-2018, 2.1.8]

3.5

联锁功能 interlocking function

为确保机器人系统安全运行而设置的逻辑控制机制，当监测到预设异常状态时，自动触发系统保护动作并维持锁定状态直至人工复位。

3.6

永磁吸附 permanent magnet adsorption

利用永磁体产生的磁场力实现机器人对铁磁性壁面稳定附着的技术。

3.7

吸附性能 adsorptive capacity

机器人在负载状态下附着于壁面并保持稳定移动的能力。

注：通常以吸附力与负载的比值或最大负载值表示。

3.8

越障高度 obstacle-crossing height

机器人可跨越的障碍物最大垂直高度。

3.9

负载 load

在规定的速度和加速度条件下，沿着运动的各个方向，机械接口或移动平台处可承受的力和/或扭矩。

[来源：GB/T 36239-2018, 2.4.6]

3.10

额定负载 rated road

正常操作条件下作用于机械接口或移动平台且不会使机器人性能降低的最大负载。

[来源：GB/T 36239-2018, 2.4.7]

4 组成及分类

4.1 组成

如图1所示，机器人主要由机器人本体、操控单元、通讯模块等组成，机器人本体由检测模块、电源模块、安全吊装模块等组成。

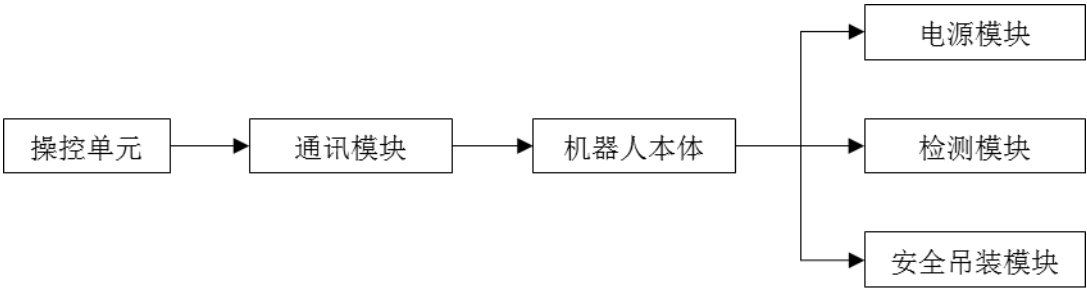


图1 机器人组成示意图

4.2 分类

机器人按照表1分类。

表 1 机器人分类及符号

分类		符号
吸附方式	永磁吸附	YC
	电磁吸附	DC
	负压吸附	FY
	其他	QT
控制方式	遥控控制	YK
	自主控制	ZZ
	半自主控制	BZ
供电方式	内部电源	ND
	外部电源	WD
	复合供电	FH

4.3 型号编码规则

机器人的型号编码由企业代号、名称代号、吸附方式代号、控制方式代号、供电方式代号、额定负载组成。型号编码格式见图2。

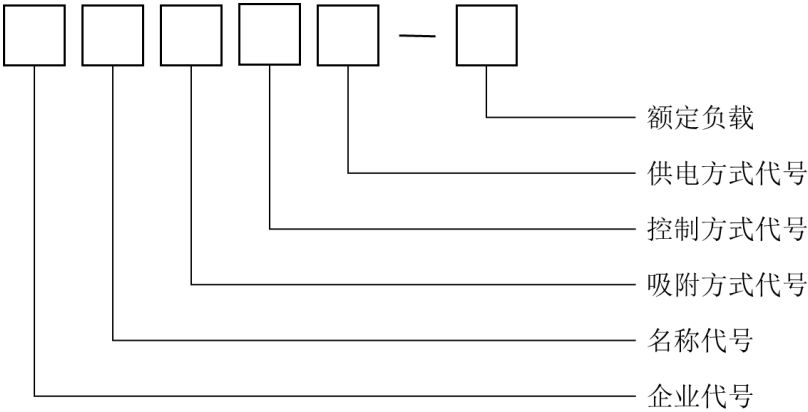


图 2 机器人型号编码规则

其中，企业代号应符合GB/T 36321的规定，名称代号由爬壁检测机器人英文首字母“CLB”表示，吸附方式代号、控制方式代号、供电方式代号分别对应表1中的分类符号。

示例：爬壁检测机器人，企业代号为国电，吸附方式为永磁吸附，控制方式为遥控控制，供电方式为复合供电，额定负载为40kg，其型号编码为：国电 CLB YC YK FH-40。

5 技术要求

5.1 设计与制造

- 5.1.1 机器人应按规定程序批准的设计图样和工艺文件进行制造。
- 5.1.2 制造机器人所用材料及外购元器件、部件，入厂时需经检验部门复检，并提供合格证明文件。

5.2 外观和结构

- 5.2.1 表面应无裂纹、明显的凹痕和变形，不应存在其他有损结构强度的质量缺陷。
- 5.2.2 涂镀层应均匀，且不应起泡、龟裂、脱落和磨损，金属零部件不应有锈蚀及其他机械损伤。
- 5.2.3 控制部分文字、符号、标志应清晰、端正。
- 5.2.4 所有连接件、紧固件均应有防松脱落措施。
- 5.2.5 机器人外形尺寸宜小于 450 mm，以满足锅炉人孔通行要求。

5.3 基本功能

5.3.1 基本动作

机器人应能在操控单元的控制下完成前进、后退、转弯、停止等动作，动作与指令应保持协调一致，并进行相应检测作业。

5.3.2 状态显示

机器人移动平台上应带有显示状态的指示灯，指示灯颜色应符合GB/T 4025—2010中4.2.1.1中的规定。

5.3.3 联锁功能

机器人操控单元上的联锁功能应正常可靠。

5.3.4 数据采集和显示

5.3.4.1 机器人应能对检测位置图像信息实时显示。

5.3.4.2 机器人应能自动记录和显示检测数据，并进行异常报警。

5.3.4.3 机器人应能自动生成数据报表，可完成数据导入、导出。

5.3.4.4 数据连续存储时间宜大于8 h。

5.4 移动性能

5.4.1 运动速度

机器人在空载下的运动速度宜不小于5 m/min，并应与其检测速度相匹配。

5.4.2 越障高度

机器人的越障高度宜不小于10 mm。

5.4.3 转弯半径

机器人最大转弯半径宜不大于0.5 m。

5.4.4 吸附性能

机器人的吸附性能应满足负载不小于40 kg时在竖直铁磁性壁面上稳定行走。

5.5 安全防护

5.5.1 防坠落保护

机器人在静止或运动时不应脱离壁面发生倾翻，并具备防坠落保护装置。

5.5.2 电源适应能力

当供电电压在额定电压的±15%范围内波动时，机器人应正常工作。

5.5.3 绝缘电阻

电源插头与机壳间的绝缘电阻应大于2 M Ω 。

5.5.4 电磁兼容性

机器人应达到GB/T 17626.2—2018规定的静电放电抗扰度3级、GB/T 17626.3—2023规定的射频电磁场抗扰度3级、GB/T 17626.8—2006规定的工频磁场抗扰度3级。

5.6 检测能力

5.6.1 测厚检测系统灵敏度

在检测系统适用的管径壁厚范围内，应能检测出壁厚10%的变化。

5.6.2 视频图像性能

摄像头图像分辨率宜不低于 1920×1080 ，帧率参数宜不低于30 fps。

5.6.3 低照度能力

机器人在外界环境不低于100 lx光照条件下应正常工作。

5.6.4 定位精度

缺陷位置局部定位误差宜不大于10 mm。

5.6.5 实时数据传输

机器人操控单元应能与检测设备实现实时数据交互。

5.6.6 其他检测能力

机器人搭载的其他检测设备（如涡流检测、磁粉检测等）应符合NB/T 47013（所有部分）对应部分的规定。

5.7 通信能力

5.7.1 无线通信

无线通信距离应不小于100 m。

5.7.2 有线通信

有线通信距离应不小于50 m。

5.8 环境适应性

5.8.1 环境温度

机器人在 $-20 \sim 60$ °C环境温度条件下使用时，应能正常工作。

5.8.2 环境湿度

机器人在0~90 %环境湿度条件下使用时，应能正常工作。

5.8.3 防护等级

机器人的防护等级应不小于IP56。

5.8.4 机械环境适应性

机器人应能承受5 Hz~55 Hz的初始振动响应及耐久试验。

5.9 可靠性

平均无故障工作时间应不小于72 h，平均修复时间不大于3 h。

6 试验方法

6.1 设计与制造

按照5.1检查机器人的设计图样、工艺文件及合格证明文件。

6.2 外观和结构检验

应在常规环境条件、机器人处于初始状态下进行目测观察检验，机器人外观和结构应符合5.2所描述的要求。

6.3 基本功能试验

6.3.1 基本动作

按照机器人使用说明书操控机器人进行前进、后退、转弯、停止等动作，并进行检测作业，检查动作与指令的一致性。

6.3.2 状态显示

目测观察机器人移动平台的指示灯是否正常。

6.3.3 联锁功能

按照机器人使用说明书进行人工操作，检查全部联锁功能。

6.3.4 数据采集和显示

按照5.3.4中的规定，检查机器人能否实现图像数据实时显示和记录。检测完成后，能否自动生成数据报表。

6.4 移动性能试验

6.4.1 运动速度试验

试验水冷壁壁面为铁磁性材质，试验区域设置水平及垂直方向测试路径，长度均为3 m，按照以下步骤进行试验：

- 1) 将机器人吸附于水冷壁水平路径起点 A，空载状态下以额定速度开始运动；
- 2) 记录机器人从起点 A 移动至终点 B(水平方向 3 m)的耗时 t_1 ，重复试验 3 次，计算平均速度 $v_1 = \frac{9}{\Sigma t_1}$ m/min；
- 3) 重复步骤 1-2，计算出垂直方向路径 A'-B' 的平均速度 v_2 ；
- 4) 合格判定： v_1 、 v_2 均 ≥ 5 m/min，并与机器人的检测速度相匹配。

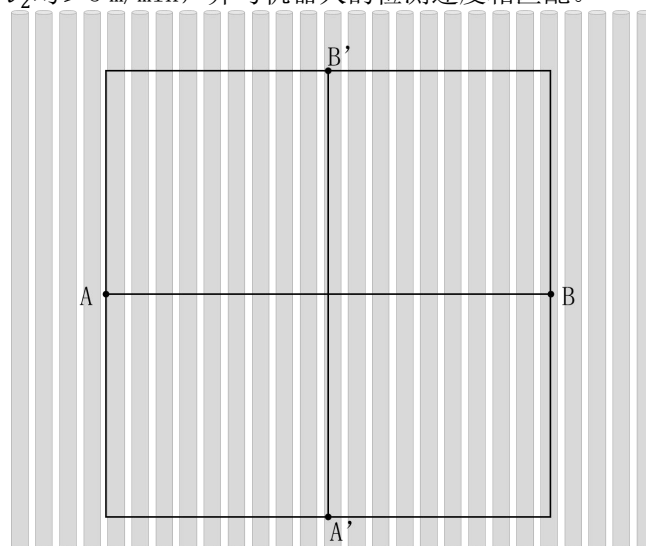


图3 运动速度试验示意图

6.4.2 越障高度试验

竖直或水平水冷壁表面设置模拟障碍物（高度10 mm，宽度20 mm，长度 ≥ 1 m），障碍物间隔1 m连续布置，按照以下步骤进行试验：

- 1) 机器人以额定负载，吸附于起点A；
- 2) 控制机器人以额定速度连续跨越10处障碍，记录成功次数；
- 3) 合格判定：10次试验中成功次数 ≥ 9 次，且未发生吸附失效或部件脱落。

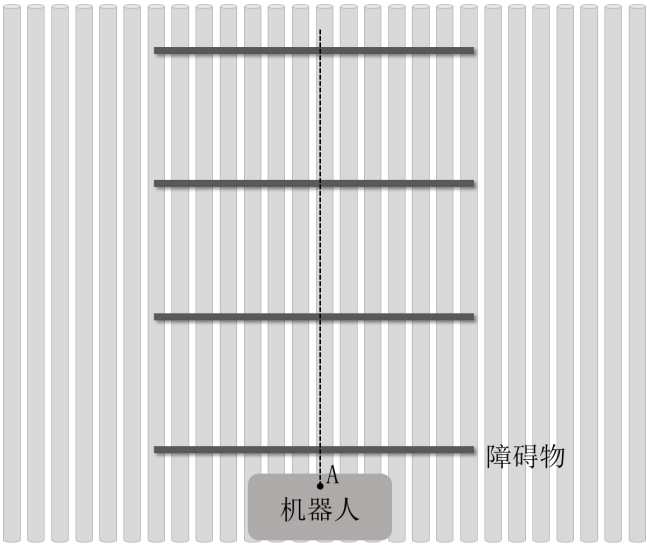


图 4 越障高度试验示意图

6.4.3 转弯半径试验

操作机器人在试验水冷壁壁面上顺时针、逆时针方向旋转，测量机器人旋转半径。要求顺时针旋转重复完成试验3次，逆时针旋转重复完成试验3次，取旋转半径最小值为转弯半径，转弯半径应不大于0.5 m。

6.4.4 吸附性能试验

6.4.4.1 吸附力定量测试

将机器人吸附于竖直水冷壁壁面，使用高精度拉力传感器以5 mm/s的速度逐步增加垂直向下的拉力直至机器人脱离水冷壁，记录最大脱离拉力值。合格标准：最大脱离拉力值≥1.5倍额定负载。

6.4.4.2 吸附力动态测试

试验水冷壁表面设置1 m×2 m弱磁性区域（模拟结焦或脏污表面），厚度为2 mm。机器人以额定负载进行以下试验：

- 1) 控制机器人从磁性区域移动至非磁性区域，并继续移动 2 m，重复 3 次；
- 2) 合格判定：机器人磁轮与弱磁性板件之间不应出现相对滑动。

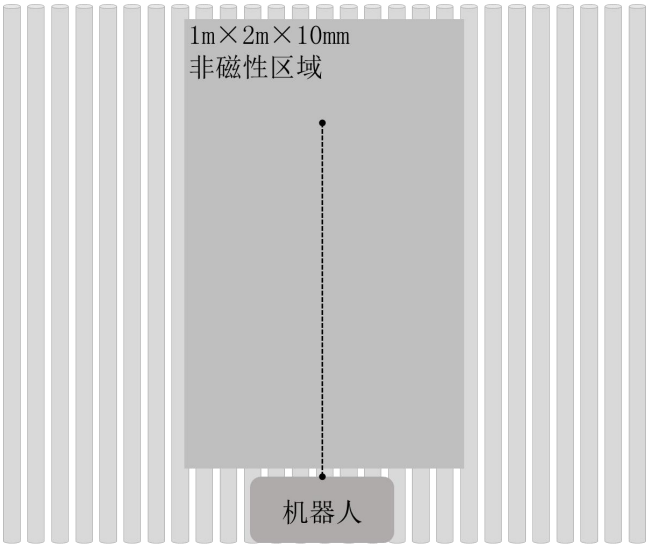


图 5 吸附力动态测试示意图

6.5 安全防护试验

6.5.1 防坠落保护

检查机器人本体是否有安全防护装置。按照GB 24544—2023第6章的规定对机器人防坠落装置进行试验。

6.5.2 电源适应能力

电源适应能力试验应按照GB/T 17626.14—2005中的规定进行。

6.5.3 绝缘电阻

按照GB/T 5226.1—2019中18.3的规定进行检测。

6.5.4 电磁兼容性试验

机器人应进行以下电磁兼容性试验，试验后机器人功能应正常，或在无需人工干预的情况下可自行恢复：

- 静电放电抗扰度试验应按照 GB/T 17626.2—2018 第 8 章规定的方法进行；
- 射频电磁场抗扰度试验应按照 GB/T 17626.3—2023 第 8 章规定的方法进行；
- 工频磁场抗扰度试验应按照 GB/T 17626.8—2006 第 8 章规定的方法进行。

6.6 检测能力试验

6.6.1 测厚检测系统灵敏度试验

在试验水冷壁上设定路径，按照GB/T 40730—2021中规定的方法测量10个标记位置的厚度并记录数据作为标定值。操作机器人沿标记路径行走并测量10个标记点厚度信息。将机器人的厚度测量值与标定值进行对比，10个标记点机器人的测厚灵敏度都应小于壁厚的10%。

6.6.2 视频图像性能试验

按照GB/T 16697—2017中第8章的规定进行试验。

6.6.3 低照度能力

建立环境照度不低于100 lx的密闭空间，机器人检查距离为2 m，操作机器人采集现场图像信息，机器人应能够清晰观察到标准视力表中4.0以上的视标。

6.6.4 定位精度试验

在试验水冷壁壁面设置3组基准点（A、B、C），每组包含1个实际缺陷（直径2 mm的圆形凹坑），壁面坐标导入机器人系统，试验步骤如下：

- 控制机器人沿预设路径移动至基准点 A，触发缺陷检测功能，记录机器人上报的缺陷位置坐标 (X_1', Y_1') ；
- 重复步骤，依次检测 B、C 点，每组进行 5 次循环试验；
- 误差计算：

$$\Delta X = |X_1' - X_1| \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta Y = |Y_1' - Y_1| \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta L = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

X_1 、 Y_1 ——基准点的位置坐标；

X_1' 、 Y_1' ——缺陷点的位置坐标；

ΔL ——定位误差。

- 合格判定：取 5 次试验的最大 ΔL 作为最终结果，所有基准点的最大 $\Delta L \leq 10$ mm。

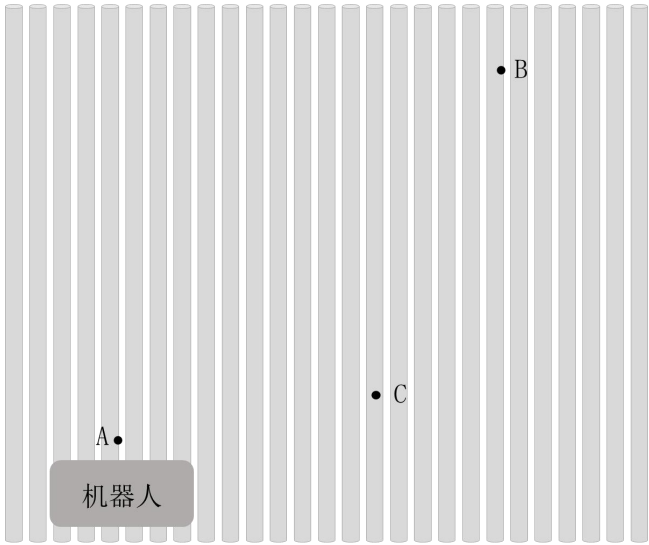


图 6 定位精度试验示意图

6.6.5 实时数据传输

视检机器人操控单元与检测设备实时传输数据和图像的能力。

6.6.6 其他检测能力

按照NB/T 47013（所有部分）中的规定进行试验。

6.7 通信能力试验

6.7.1 无线通信能力试验

建立长度大于120m，宽度大于15m的无外界干扰测试环境，采用无线通信，操控单元与机器人本体的距离不小于100 m，操控单元应能够呈现机器人拍摄影像和检测数据。

6.7.2 有线通信能力试验

参照6.7.1建立测试环境，要求操控单元与机器人之间的线缆长度不小于50 m，操控单元应能够呈现机器人拍摄影像和检测数据。

6.8 环境适应性试验

6.8.1 环境温度试验

温度下限试验应按照GB/T 2423.1—2008中“试验Ad”的规定进行；温度上限试验应按照GB/T 2423.2—2008中“试验Bd”的规定进行。

6.8.2 环境湿度试验

湿热交变试验应按照GB/T 2423.3—2016中“试验Ca”的规定进行。

6.8.3 防护等级试验

防尘防水试验应按照GB/T 4208—2017中的规定进行。

6.8.4 机械环境适应性试验

振动试验应按照GB/T 2423.10—2019中的规定进行。

6.9 可靠性试验

按照机器人使用说明书进行平均无故障工作时间、平均修复时间试验。

7 产品检验

7.1 检验项目

产品检验项目应符合表2的规定。

表2 检验项目

序号	检验项目		技术要求	试验方法
1	外观和结构		5.2	6.2
2	基本功能	基本动作	5.3.1	6.3.1
3		状态显示	5.3.2	6.3.2
4		联锁功能	5.3.3	6.3.3
5		数据采集和显示	5.3.4	6.3.4
6	移动性能	运动速度	5.4.1	6.4.1
7		越障高度	5.4.2	6.4.2
8		转弯半径	5.4.3	6.4.3
9		吸附性能	5.4.4	6.4.4
10	安全保护性能	防坠落保护	5.5.1	6.5.1
11		电源适应能力	5.5.2	6.5.2
12		绝缘电阻	5.5.3	6.5.3
13		电磁兼容性	5.5.4	6.5.4
14	检测能力	测厚灵敏度	5.6.1	6.6.1
15		视频图像性能	5.6.2	6.6.2
16		低照度能力	5.6.3	6.6.3
17		定位精度	5.6.4	6.6.4
18		实时数据传输	5.6.5	6.6.5
19		其他检测能力	5.6.6	6.6.6
20	通信能力		5.7	6.7
21	环境适应性		5.8	6.8
22	可靠性		5.9	6.9

7.2 出厂检验

7.2.1 每台机器人都应进行出厂检验，并由制造单位的质量检验部门负责实施。

7.2.2 出厂检验项目全部合格后，应出具有出厂检验相关数据的产品合格证。

7.2.3 检验中出现某项目不符合要求或发生故障时，需查明原因，进行返修，对该项重新检验。在重新检验中，该项目再次出现不符合要求或发生故障时，则该产品被判为不合格。

8 检测记录

机器人应详细记录检测过程中的有关信息和数据，检测记录应包括如下内容：

- 检测对象：设计与运行参数、被检工件规格参数，温度，环境状况；
- 检测设备和器材：设备和探头型号，序列号；
- 实时影像记录；
- 机器人路径；
- 测厚数据采集检测结果及对应位置坐标。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

爬壁检测机器人应有永久性标签，标签上应包括：产品名称，型号编码、电源额定电压和功率、生产编号、生产日期、制造单位名称、制造单位地址等。

9.2 使用说明书

使用说明书应按照GB/T 9969的规定编写。

9.3 包装

- 9.3.1 包装箱应选用轻质材料，符合 GB/T 13384 的规定。
- 9.3.2 包装标志应符合 GB/T 191 中的规定。
- 9.3.3 包装箱内用衬垫定位，机器人不应串动、相碰撞。
- 9.3.4 包装箱应防尘、防雨。
- 9.3.5 包装箱内应附装箱清单、产品合格证、使用说明书、备件及专用工具。

9.4 运输

运输、装卸时应小心轻放，严禁抛掷和碰撞，避免雨雪淋，防止剧烈撞击、振动。

9.5 贮存

- 9.5.1 应存放在室内或能避雨、雪、风、沙的干燥场所，环境温度为-20℃~+60℃，相对湿度应小于90%。
- 9.5.2 其周围环境应无腐蚀、易燃气体、无强烈机械振动、冲击和强磁场作用。

**团体标准《电站锅炉爬壁检测机器人通用
技术要求》编制说明
(征求意见稿)**

2025 年 6 月

《电站锅炉爬壁检测机器人通用技术要求》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：2024045）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，由北京国电电科院检测科技有限公司负责起草，计划完成时间为 2025 年 10 月。

（二）主要工作过程

- 1、2024 年 6 月，《电站锅炉爬壁检测机器人通用技术要求》申请立项；
- 2、2024 年 10 月，立项被批复，正式成立标准编制组；
- 3、2024 年 11 月，召开标准启动会，明确了标准制定原则，对标准的框架和草案内容进行研讨，并从多个方面和维度对标准的实用性、全面性等提出建议，并确定了任务分工及工作计划；
- 4、2025 年 3 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，重点讨论了适用范围、术语定义、技术要求、试验方法等章节，并对标准结构的优化和落地实施的可行性提出了建议；
- 5、2025 年 4 月，标准编制组根据专家意见，对标准草案进行修改，形成征求意见稿并发标委会秘书处进行意见征求。

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 and 最新标准，以国家科研成果为基础，结合我国电站锅炉爬壁检测机器人生产、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 9 章，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、组成及分类、技术要求、试验方法、产品检验、检测记录、标志、包装、运输和贮存。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（如联锁功能、永磁吸附等）。

2) 第 4 章介绍了机器人的组成结构，并根据吸附方式、控制方式和供电方式对机器人进行分类。

3) 第 5 章规定了机器人在外观、功能、安全、检测、通信等方面的要求。

4) 第 6 章规定了对机器人进行各方面检验的具体试验方法和合格判定标准。

5) 第 7 章规定了产品检验项目和出厂检验要求。

6) 第 8 章规定了对检测记录的基本要求。

7) 第 9 章规定了对标志、包装、运输和贮存的要求。

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

本标准的实施将促进电厂检测流程智能化升级，助力“双碳”目标下能源行业向高效、绿色、安全方向发展。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。

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

无。

标准编制组

2025 年 06 月 09 日