



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

自驱式管道内检测机器人通用技术规范

General specification for self-driven in-line inspection robot

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目 录

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类和型号编码	2
4.1 分类	2
4.2 型号编码	3
5 技术要求	4
5.1 功能要求	4
5.2 运动能力	4
5.3 检测能力	5
5.4 机械安全	6
5.5 电气安全	6
5.6 环境适用性	7
5.7 稳定性要求	7
6 试验方法	8
6.1 功能检查	8
6.2 运动能力试验	8
6.3 检测能力试验	10
6.4 机械安全试验	11
6.5 电气安全	11
6.6 环境适应性试验	12
6.7 稳定性试验	12
7 检验规则	12
7.1 检验分类	12
7.2 检验项目	13
7.3 出厂检验	13
7.4 型式检验	13
8 标志、使用说明书、包装、运输、贮存	14
8.1 标志	14
8.2 使用说明书	14
8.3 包装	14
8.4 运输	14
8.5 贮存	14
参考文献	1

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国机器人标准化技术委员会（SAC/TC591）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

自驱式管道内检测机器人通用技术规范

1 范围

本文件规定了管道自驱动内检测机器人的分类和型号编码、技术要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、包装、运输、贮存的要求。

本文件适用于长输管道、公用管道、工业管道和市政给排水管道等内检测作业用自驱式管道内检测机器人。

介质驱动式管道内检测机器人可参考使用本文件。

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。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 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 2423.3—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 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB 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 11533 标准对数视力表

GB/T 12459—2017 钢制对焊管件 类型与参数

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14093.4—2009 机械产品环境技术要求 工业腐蚀环境

GB/T 15706 机械安全设计通则风险评估与风险减小

GB/T 27699—2023 钢质管道内检测技术规范

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 43849—2024 水下机器人整机及零部件基本环境试验方法 水静压力试验方法

NB/T 47013 承压设备无损检测

3 术语和定义

GB/T 36239—2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为便于使用，以下重复列出了GB/T 36239—2018中的一些术语和定义。

3.1

自驱式管道内检测机器人 self-driven in-line inspection robot

具备自主驱动能力，在管道内部执行缺陷检测等任务的移动机器人。

3.2

移动平台 mobile platform

能够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]

3.3

通行口 gateway

机器人进出管道的通道，包括但不限于管道管口、法兰接口与收发装置。

3.4

收发装置 launcher

与管道系统相连，在役工况下发送和接收机器人的装置。

3.5

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]

3.6

额定负载 rated load

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 分类和型号编码

4.1 分类

4.1.1 按结构可分为：

- a) 车载型：基于车型移动平台的轮式、履带式、螺旋推进式等移动方式的机器人；
- b) 伸缩径型：包含伸缩变径支撑结构，依靠预紧力使得主体移动平台保持在管道中心线位置的机器人；
- c) 仿生型：模仿生物行走模式的机器人，如蛇形、尺蠖式、毛虫机器人等。

4.1.2 按控制方式可分为：

- a) 遥控控制：由操作员从本地连续控制管道内部的机器人或机器人装置的作用力与运动，有目的地执行预期任务；

b) 半自主控制：基于当前状态和感知信息，由人类、机器人共同合作控制，有目的地执行预期任务；

c) 自主控制：基于当前状态和感知信息，无人干预条件下，有目的地执行预期任务。

4.1.3 按供电方式可分为：

a) 内部供电式：机器人运行过程，仅由机器人内部供电装置提供工作电源的方式；

b) 外部供电式：机器人运行过程，自身不携带任何供电装置，需要由外部接入工作电源的方式；

c) 复合供电式：机器人运行过程，自身携带供电装置，同时又有外部接入工作电源的复合供电方式。

4.2 型号编码

机器人型号编码由企业代号、名称代号、行业代号、空间代号、运动方式代号、功能代号、产品特征代号、设计顺序代号组成，编码规则符合GB/T 36321的规定。产品型号应尽可能简单，在表达清楚的前提下部分代号可省略。设计顺序代号为最后两位，用阿拉伯数字表示，由企业自定义。型号编码结构见图1。

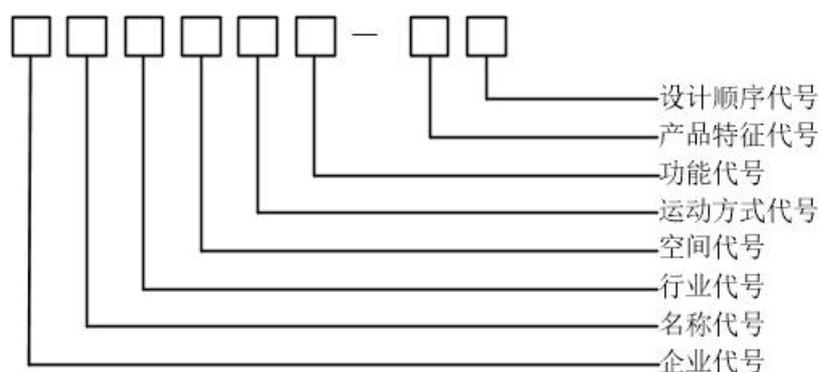


图 1 型号编码结构

其中，名称代号使用特种机器人汉语拼音字母“TZ”来表示，行业代号、空间代号、功能代号分别对应GB/T 36321中5.2、5.3、5.5中的分类符号。产品特征代号由6位字母组成，表示结构分类代号、控制方式分类代号和供电方式分类代号，分别见表1、表2、表3。

表 1 结构分类代号

类型	中文拼音	符号基础
车载型	Che Zai	CZ
伸缩径型	Shen Suo Jing	SJ
仿生型	Fang Sheng	FS

表 2 控制方式分类代号

类型	中文拼音	符号基础
遥控控制	Yao Kong	YK
半自主控制	Ban Zi Zhu	BZ
自主控制	Zi Zhu	ZZ

表 3 供电方式分类代号

类型	中文拼音	符号基础
内部供电	Nei Bu	NB
外部供电	Wai Bu	WB
复合供电	Fu He	FH

示例：由某某公司生产的伸缩径型管道检测机器人，遥控控制，外部供电，为设计原型，应用对象为炼化企业的工业管道，其型号编码为：某某 TZSGDXJC-SJYKWB01。

注：TZ—特种机器人，SG—石油化工机器人，DX—地下机器人，JC—检测。

5 技术要求

5.1 功能要求

机器人的基本功能配置应符合表4规定。

表 4 功能配置表

功能		机器人能力
移动		●
控制		●
检测方式	光学检测	○
	电磁检测	○
	声学检测	○
	惯性测量	○
安全保护	急停	●
	避障	○
	操作安全	●
	异常报警	●
环境适应性	防跌落	●
	耐压	○
	防水	●
	防尘	●
	耐腐蚀	○
通行能力	通行口	●
	L型弯头	●
	斜坡	●
	变径	○
注：“●”表示该分类机器人应配置的功能，“○”表示该分类机器人选配的功能		

5.2 运动能力

5.2.1 运动速度

机器人在水平管道连续运动过程中的平均速度应与检测传感器的检测速度匹配，搭载惯性测量功能的机器人，运动速度应满足所使用惯性元件的量程要求。

5.2.2 爬坡角度

具备爬坡能力的机器人爬坡角度： $\alpha \geq 30^\circ$ ，见图2。



图2 爬行角度

5.2.3 爬坡高度

具备 90° 爬坡能力的机器人爬坡高度不应小于5m。

5.2.4 单次作业最大里程

机器人单次连续作业最大里程应满足以下要求：

- a) 内部供电： $\geq 1\text{km}$ ；
- b) 外部供电： $\geq 100\text{m}$ ；
- c) 复合供电： $\geq 100\text{m}$ 。

5.2.5 通行能力

5.2.5.1 通行口

机器人应能够从通行口完整进出管道。

5.2.5.2 弯头

机器人能够通过GB/T 12459—2017第3节中定义的 90° 管道弯头：

- a) 管径 $\leq \text{DN}500\text{mm}$ ：可通过弯曲半径 $1.5D$ 的弯头， D 为管道外径；
- b) $\text{DN}500\text{mm} < \text{管径} \leq \text{DN}1200\text{mm}$ ：可通过弯曲半径 $3D$ 的弯头；
- c) 管径 $> \text{DN}1200\text{mm}$ ：可通过弯曲半径 $6D$ 的弯头。

5.2.5.3 直管段变形

机器人在变形直管段的通过能力应满足以下要求：

- a) 管径 $\leq \text{DN}200\text{mm}$ ： $\geq 5\%D$ ；
- b) 管径 $> \text{DN}200\text{mm}$ ： $\geq 10\%D$ 。

5.3 检测能力

5.3.1 光学检测

搭载摄像模块、结构光等光学检测设备的机器人，应能实现管道内壁宏观检测功能，其中搭载摄像模块的机器人，应具备以下能力：

- a) 携带补光光源；

b) 遥控控制与半自主控制模式下,有效通信范围内具备远端图像实时显示与存储功能,自主控制模式下具备图像离线采集存储功能;

c) 视频分辨率 $\geq 1080p$,可清晰显示管体特征、显著内壁缺陷与管内异物等。

5.3.2 电磁检测

搭载漏磁、涡流、微波等电磁检测设备的机器人,应具备管道内部缺陷检测功能,检测方式、检测灵敏度与精度应满足现场使用要求。

5.3.3 声学检测

搭载超声、声纳等声学检测设备的机器人,应具备管道内部缺陷检测功能,检测方式、检测灵敏度与精度应满足现场使用要求。

5.3.4 惯性检测

地面参考点之间的距离每 1km 的定位偏差的绝对值应小于 1m。

5.4 机械安全

5.4.1 环境友好

在管道机器人生命周期内,物理上(机械结构产生的直接伤害)所有风险应被降低到可接受的程度,确保其对人员和周围环境不发生损伤或危害,具体要求为:

- a) 应限制机器人与管壁接触力在可接受范围内,确保机器人不会对管道内壁产生危害;
- b) 设计时应避免锐边、尖角、凸出部分,金属薄板应剔除毛刺、倒角,防止对使用人员造成伤害。

5.4.2 碰撞/摩擦火花

易爆环境使用时,机械结构应避免使用能产生可引起点燃的摩擦、冲击或产生火花的部件、防护系统和元件。应避免铝或镁(不包括铝含量小于 10%的合金和铝含量小于 25%的涂料和涂层,按质量计算)与铁或钢(不会产生铁锈的不锈钢除外)之间的摩擦。应避免钛或锆与任何硬质材料之间的摩擦和冲击。

5.4.3 腐蚀

对暴露于腐蚀性环境的机械结构,应正确选择金属和合金材料,或做好防腐蚀措施,如喷涂耐蚀涂层、喷涂耐腐蚀金属、电镀防腐镀层或增加防护外壳,避免本体受化学腐蚀。

5.4.4 耐压

在压力环境中工作时,管道机器人的机械结构应具备抗压能力,避免因环境压力导致机器人的结构完整性和设备稳定性缺失,造成变形、侧翻、失控等危险情况发生。

5.4.5 应急处置

应具有应急处置装置,确保管道机器人故障情况下能安全移出管道。

5.5 电气安全

5.5.1 电源安全

5.5.1.1 供电电源

机器人供电电源应采用端子引入电子舱，机器人供电电源可设计成能在下列条件下正常运行：

- a) 外部供电式机器人宜使用交流电源供电；
- b) 内部供电式机器人的电源电压宜不大于 48V，对于有特殊要求场景的应满足其供电要求。

5.5.1.2 电源开关

应设置电源切断开关功能，电源开关应有“断开”和“接通”清晰标记。

5.5.1.3 电击防护

机器人具备以下电击防护功能：

- a) 供电电源应有独立外壳，被绝缘物完全覆盖住；
- b) 电源外壳应贴有警告标识和铭牌，且清晰可见。

5.5.2 电气保护

5.5.2.1 短路保护

机器人应具备短路保护功能。

5.5.2.2 过热保护

机器人应具备过热保护功能。

5.5.3 指示灯

机器人宜带有指示灯，指示灯玻璃的颜色代码应根据机器人的状态符合表 5 的要求，超出范围时，由用户与制造商按合同协商确定。

表 5 指示灯颜色及状态含义

颜色	含义	说明
绿	正常	机器人正常运行
红	紧急	机器人紧急停止
黄	异常	机器人状态异常
蓝	停止	机器人停止数据采集

5.6 环境适用性

机器人应在以下条件下正常工作：

- a) 机器人在-10℃~50℃环境温度条件下使用时，应能正常工作；
- b) 机器人在≤85%RH环境湿度条件下使用时，应能正常工作；
- c) 防尘防水防护等级不低于IP65，对在役液体管道内检测时不低于IP68；
- d) 机器人在进入存在易燃、易爆介质的管道实施内检测时，应具有相应防爆等级的要求；
- e) 机器人应能承受振动适应性试验，且应能正常运转。

注：使用环境条件超出上述范围时，由用户与制造商按合同协商确定。

5.7 稳定性要求

5.7.1 负载稳定性

在额定负载下,在规定的速度和加速度条件下,沿着管道运行方向,机器人机械接口或移动平台正常工作。

5.7.2 数据稳定性

机器人应具备电源中断、欠压保护功能,断电、缺电情况下机器人过往检测数据正常存储。

6 试验方法

6.1 功能检查

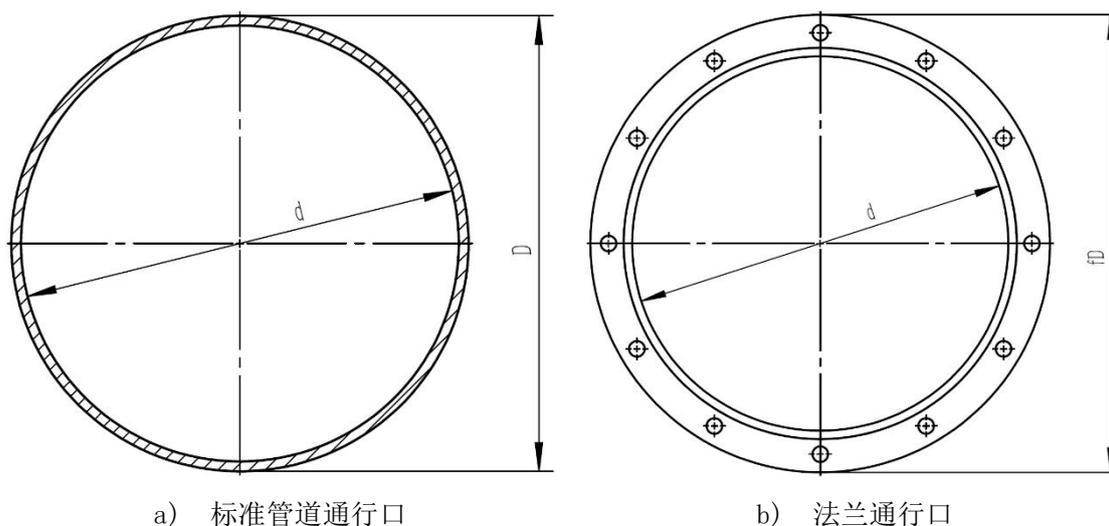
按产品使用说明书中规定的方法,目测检查5.1的所有功能。

6.2 运动能力试验

6.2.1 通行口

机器人应能从下述对应规格的通行口进出待测管道:

a) 建立内径为 d 通行口,即标准管道口或法兰口,见图3。目测机器人应能通过通行口完整进出待测管道。



说明:

d —— 管道内径

D —— 管道外径

fD —— 法兰外径

图3 检测器通行入口

b) 针对在役不停输管道内检测工况,根据GB/T 27699—2023第4.1节中规定的收发装置设计规范,建立对应规格的收发装置,目测机器人应能通过通行入口完整进出待测管道。

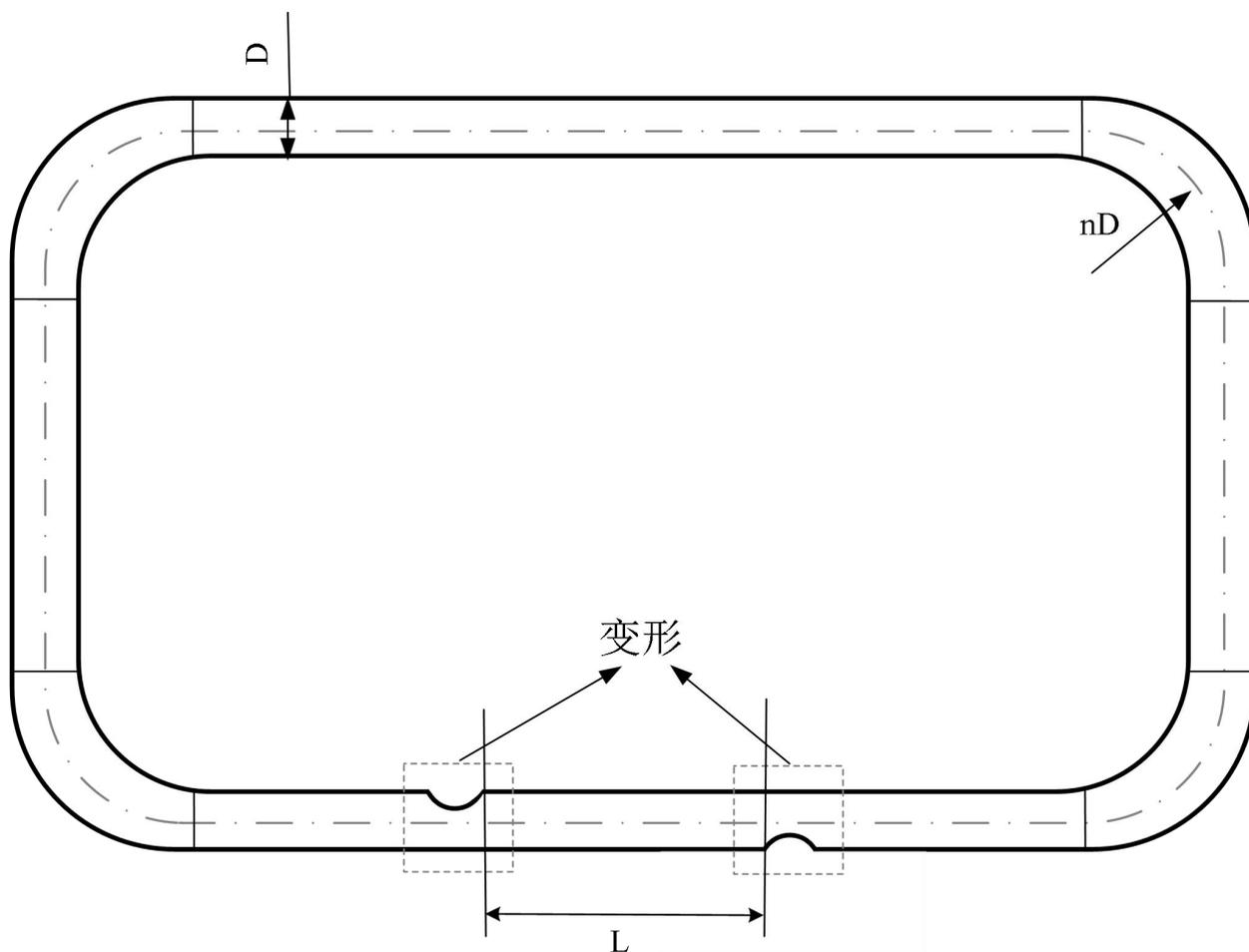
6.2.2 综合测试

建立如图4所示的环型测试管道,操作机器人进入通道,并沿通道做连续运动:

a) 测试机器人的单次作业最大里程;

b) 总里程除以运行时长,测得机器人运行速度;

- c) 环形管道设置对应口径测试弯头，测试机器人弯头通过性能；
 d) 环形管道加工对应口径最大阈值变形，测试机器人直管段几何变形通过性能；
 注：测试管道材质由机器人使用环境条件确定，或由用户与制造商按合同协商确定。



说明：

D —— 管道外径

n —— 管道弯曲半径系数，管径 \leq DN500mm 时， $n=1.5$ ；DN500mm $<$ 管径 \leq DN1200mm 时， $n=3$ ；管径 $>$ DN1200mm， $n=6$

图 4 环形测试管道

6.2.3 爬坡能力

建立如图5所示两条测试管道，图5 a)所示管道坡度为 30° ，测试机器人的爬坡能力。图5 b)所示管道坡度为 90° ，竖管高度为5m，测试机器人 90° 爬坡高度。

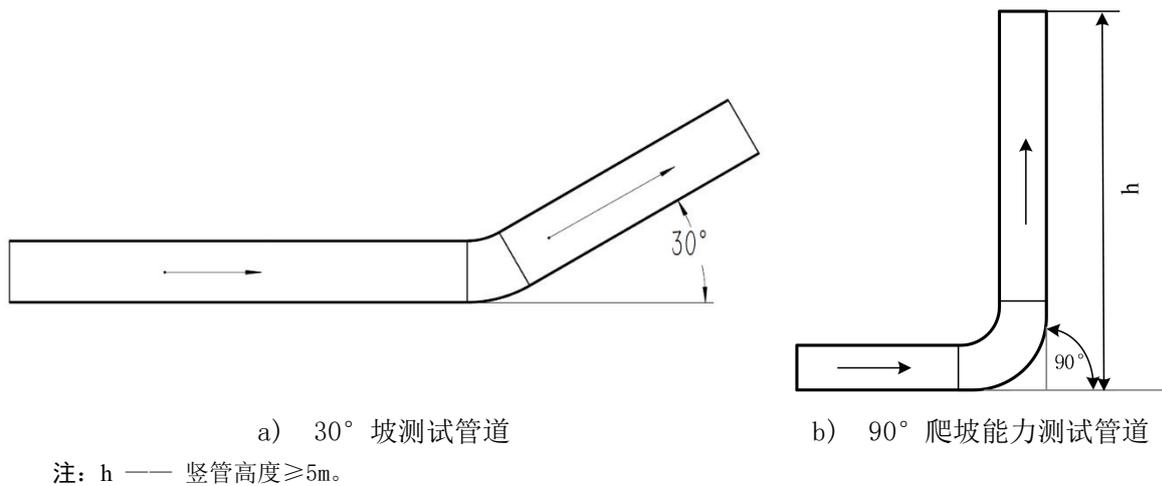
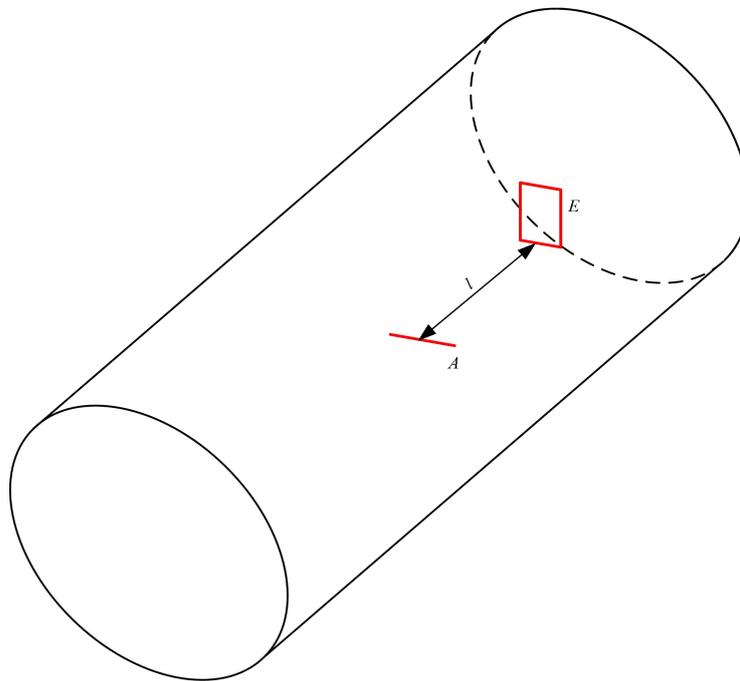


图5 机器人爬坡测试管道

6.3 检测能力试验

6.3.1 光学检测试验

建立如图6所示的密闭空间，空间内无光源，标准视力表满足GB/T 11533的规定。检测人员矫正视力不小于5.0，视检环境照度不低于300 lx，且避免阳光或强光直射。机器人采集的现场视频信息，检测人员能够清晰观察到视力表中视力4.0以上的“E”形视标。要求重复完成试验10次，允许失败2次。



说明:

A —— 测试停止线

E —— 标准视力表

l —— 测试距离: 2m

图6 光学检测试验环境示意图

6.3.2 电磁检测试验

机器人搭载的电磁检测设备，检测灵敏度与精度应参照NB/T 47013中相关的方法进行试验。

注：超出使用范围的场景，试验方法应由用户与制造商按合同协商确定。

6.3.3 声学检测试验

机器人搭载的声学检测设备，检测灵敏度与精度应参照NB/T 47013中相关的方法进行试验。

注：超出使用范围的场景，试验方法应由用户与制造商按合同协商确定。

6.3.4 惯性检测试验

按照GB/T 27699—2023第10.3节规定的测量方法进行试验。

6.4 机械安全试验

6.4.1 环境友好试验

机器人应能通过下述试验：

a) 机器人在完成6.1.2的试验后，在图4所示的测试管道中完整行驶一圈，检查机载相机录制的管道内部视频，若管体内部无明显机械划痕，则通过试验；

b) 按照GB/T 15706规定的方法进行锐边、尖角、凸出部分试验。

6.4.2 碰撞/摩擦火花试验

按照GB/T 13813—2023第7.3节规定的测量方法进行试验。

6.4.3 腐蚀试验

对于腐蚀性内检测环境，检查暴露于环境下的机械结构材质，按照GB/T 14093.4—2009规定的方法进行试验。

6.4.4 耐压试验

针对在役检测工况的管道设计压力，按照GB/T 43849规定的方法进行静水压力试验。

6.4.5 应急处置试验

外部供电与复合供电式机器人在断电工况下，可通过拖拽含钢丝绳线缆将机器人反向拖拽出管道，拖拽距离不小于10m，重复10次，再次上电后机器人功能正常。

6.5 电气安全

6.5.1 供电电源试验

采用的交流与直流电源若满足GB/T 5226.1—2019 中 4.3.2、4.3.3 或 4.3.4 规定的电源条件，则通过试验。

注：使用环境条件超出上述范围时，由用户与制造商按合同协商确定。

6.5.2 电源开关试验

电源开关功能应能正常切断与接通电源，重复10次，全部成功则通过试验。

6.5.3 电击防护试验

按照 GB/T 5226.1—2019 第 6.2.2 节与 6.2.3 节规定的试验方法进行试验。

6.5.4 电气保护试验

6.5.4.1 短路保护试验

短路保护试验采用电子负载模拟短路条件。使用电子负载接入机器人电子包开关电源中，将电子负载短接后检查被测开关电源是否能够迅速切断输出电流，成功则通过试验。

6.5.4.2 过热保护试验

过热保护试验采用温箱，将机器人电子包置于温箱中，从 40℃ 开始不断升高箱内温度，每次提升 2℃ 并静置保持 10 分钟，当箱内温度超过预设温度时，检查温度保护电路是否自动断开电源，重复 10 次，成功 8 次则通过试验。

注：预设温度由用户与制造商按合同协商确定。

6.5.5 指示灯测试

机器人上电后模拟各种工况，采用目视方法检验指示灯的功能。

6.6 环境适应性试验

机器人应通过下述试验：

- a) 温度下限试验，按照 GB/T 2423.1—2008 中的规定进行。温度上限试验，按照 GB/T 2423.2—2008 中的规定进行；
- b) 湿热环境试验按照 GB/T 2423.3—2016 规定进行；
- c) 防尘防水试验按照 GB/T 4208—2017 中 13.4、14.2.4 规定进行；
- d) 防爆试验按照 GB 3836.1—2021 中的规定进行，有特殊要求的按照合同约定；
- e) 振动试验应符合 GB/T 2423.10—2019 的规定。试验开始前对受试机器人进行外观、结构和功能检查。受试机器人按照使用或运输安装姿态固定在振动台面上。受试机器人在不工作状态下，按照频率 5 Hz~55 Hz、位移幅值 0.15 mm 的正弦振动、不大于 1 oct/min 的扫频速率以及 2 次扫频循环数的条件，分别对三个互相垂直轴线方向进行振动。试验结束后外观、结构和功能正常则通过试验。

6.7 稳定性试验

6.7.1 负载稳定性测试

机器人施加额定负载，根据应用需求选择图 5 所示的机器人运行测试管道条件，连续完整执行前进与后退动作，执行 10 次后，机器人应能正常工作。

6.7.2 数据稳定性测试

按照 GB/T 5226.1—2019 第 9.4.3.2 节规定的试验方法模拟机器人断电与缺电试验，试验后确认数据是否完整。

7 检验规则

7.1 检验分类

- 7.1.1 产品检验分为出厂检验（交收检验）和型式检验（例行检验）。

7.1.2 产品交货时应进行各项试验，统称为出厂检验。

7.1.3 对产品质量进行全面考核，及按产品标准中规定的技术要求全部进行检验，称为型式检验。

7.1.4 有下列情况之一时，一般应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 已定型的产品，如设计、关键工艺、材料有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产的产品，每隔3年或累计台数大于50台时；
- d) 产品停产3年恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家相关管理部门提出要求时。

7.2 检验项目

检验项目见表6。

表6 检验项目

序号	检验项目	试验方法	出厂检验	型式检验	
1	功能检查	6.1.1	●	●	
1	运动能力	通行入口	6.2.1	●	●
2		检测里程	6.2.2 a)	●	●
4		运动速度	6.2.2 b)	●	●
4		弯头通过能力	6.2.2 c)	●	●
5		直管段几何变形通过能力	6.2.2 d)	●	●
6		爬坡角度	6.2.3	●	●
7		垂直爬行高度	6.2.3	●	●
8	检测能力	光学检测	6.3.1	●	●
9		电磁检测	6.3.2	●	●
		声学检测	6.3.3	●	●
12		定位精度	6.3.4	●	●
13	机械安全	6.4	-	●	
14	电气安全	6.5	-	●	
15	环境适应性	6.6	-	●	
16	稳定性	6.7	-	●	

注：“●”表示该项目需要检验。

7.3 出厂检验

7.3.1 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。

7.3.2 出厂检验项目全部检验合格后，出具产品合格证。

7.3.3 检验中出现某项目不符合要求或发生故障时，应查明原因，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。

7.4 型式检验

7.4.1 进行型式检验的机器人，应是出厂检验合格的产品，受检台数由产品标准规定。

- 7.4.2 型式检验由制造单位的质量检验部门负责实施，或由上级主管部门指定的单位实施。
- 7.4.3 检验中任一项目不符合要求或出现故障时，应查明原因，进行返修，经修复后，从该项目开始重新进行检验。如再次出现故障或某项不符合要求时，在查明原因后，应提出分析报告，经修复后，则应重新进行各项型式检验。在重新检验中，再次出现该项不符合要求时，应全面分析，并对该批产品全部采取措施，重新交付型式检验。经型式检验的样品，应印有标记。
- 7.4.4 检验后出具型式检验报告。

8 标志、使用说明书、包装、运输、贮存

8.1 标志

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。

8.2 使用说明书

使用说明书按GB/T 9969的规定编写。

8.3 包装

- 8.3.1 包装箱应选用轻质材料，符合 GB/T 13384 的规定，耐振、耐摔。
- 8.3.2 包装标志应符合 GB/T 191 中的规定。
- 8.3.3 包装箱内用衬垫定位，机器人不应窜动、相碰撞。
- 8.3.4 包装箱应防尘、防雨。
- 8.3.5 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。

8.4 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。

8.5 贮存

- 8.5.1 应存放在室内或能避雨、雪、风、沙的干燥场所，环境温度为-10℃~+50℃，相对湿度应小于80%。
- 8.5.2 防止雨淋受潮、不应与腐蚀性物品放在一起。

参 考 文 献

- [1] GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求
 - [2] GB 4943.1—2011 信息技术设备安全 第1部分：通用要求
 - [3] GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备词汇
 - [4] GB/T 14691—1993 技术制图 字体
 - [5] GB/T 17626.11—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第11部分：对每相输入电流小于或等于16 A 设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
 - [6] GB/T 36896.1—2018 轻型有缆遥控水下机器人 第1部分：总则
 - [7] GB/T 37703—2019 地面废墟搜救机器人通用技术条件
 - [8] GB/T 40574—2021 大型工业承压设备检测机器人通用技术条件
 - [9] CJ/T 519—2018 市政管道电视检测仪
 - [10] JB/T 14111—2020 电力场站巡检机器人通用技术条件
 - [11] NB/T 10616—2021 清管器收发装置
 - [12] SY/T 6597—2018 油气管道内检测技术规范
-