



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 41286—2022

---

## 无损检测仪器 X 射线管道爬行器

Non-destructive testing instruments—X-ray pipeline crawlers

2022-03-09 发布

2022-10-01 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 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 技术要求 .....	1
5 试验方法 .....	3
6 检验规则 .....	5
7 标志、包装、运输和贮存 .....	6
附录 A（规范性） X 射线管道爬行器用穿透力校验试块 .....	8

## 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。

本文件由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本文件起草单位：辽宁仪表研究所有限责任公司、华测检测认证集团股份有限公司、济宁鲁科检测器材有限公司、中山职业技术学院。

本文件主要起草人：于志军、黄庆、马军、富阳、徐波、王琳。

# 无损检测仪器 X 射线管道爬行器

## 1 范围

本文件规定了 X 射线管道爬行器的技术要求, 试验方法, 检验规则, 标志、包装、运输和贮存。  
本文件适用于管电压不超过 300 kV 的 X 射线管道爬行器(以下简称“爬行器”)。

## 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 13384 机电产品包装通用技术条件

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB 22448—2008 500 kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

GB/T 26592—2011 无损检测仪器 工业 X 射线探伤机性能测试方法

GB/T 26838—2011 无损检测仪器 便携式工业 X 射线探伤机

GB/T 36416.2 试验机词汇 第 2 部分: 无损检测仪器

JB/T 8387 无损检测仪器 工业用 X 射线管主参数

## 3 术语和定义

GB/T 36416.2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **X 射线管道爬行器 X-ray pipeline crawlers**

用于检测输送石油、天然气或其他可流动性物质的管道间焊缝质量的 X 射线无损检测专用设备。

注: 爬行器由驱动车、X 射线机(X 射线管、控制器等)、电池组、定位系统等部分组成。

## 4 技术要求

### 4.1 使用条件

按照规定的工作规程, 在以下条件下爬行器应正常工作:

- a) 海拔高度:  $\leq 1\,000$  m(当海拔高度超过 1 000 m 时, 由供方和需方协商确定);
- b) 环境温度:  $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 空气相对湿度:  $\leq 85\%$ 。

### 4.2 技术参数

#### 4.2.1 爬行器基本参数

爬行器基本参数如下:

- a) X射线管主参数:符合 JB/T 8387 的规定;
- b) 曝光时间:6 s~300 s;
- c) 最大爬坡度: $\leq 40^\circ$ ;
- d) 爬行速度: $\geq 12$  m/min;
- e) 驱动电机:120 V 直流电源;
- f) 穿透力:符合 GB/T 26838—2011 中 4.2.1 的要求;
- g) 定位精度: $\pm 5$  mm;
- h) 适用管径: $\phi 219$  mm~ $\phi 1400$  mm(根据管径选用不同规格的爬行器);
- i) 电源类型:蓄电池供电;
- j) 电源稳定度: $\pm 10\%$ ;
- k) 透照相对灵敏度: $\leq 1.8\%$ (Q235 钢);
- l) 电量自动检测:保证剩余电量使爬行器可原路返回;
- m) 程序软件:具备故障识别功能、在管路内遇到水时爬行器可原路返回。

#### 4.2.2 其他参数

爬行器其他参数如下:

- a) 周向锥靶辐射角: $360^\circ \times 30^\circ + 5^\circ$ ;
- b) 自动限制曝光时间的计时器:计时器误差不大于所测点指示值的 $\pm 2\%$ ;
- c) 管电压调节装置:起始管电压不大于额定管电压的 60%(气绝缘机);
- d) 过电压保护装置:管电压超过额定管电压 5 kV~10 kV 时,高压应断开;
- e) 过电流保护装置:当管电流超过额定管电流 2 mA 时,高压应断开;
- f) 温度保护装置:当发生器内温度达到  $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  时,高压应断开;
- g) 欠毫安保护装置:当管电流小于 1 mA 时,高压应断开。

#### 4.3 稳定性

4.3.1 爬行器按照规定的工作规程连续工作 10 次,试验中应无异常现象,暂载率符合标称数据(特殊要求时,由需方与供方协商确定)。

4.3.2 爬行器主回路设置稳压电路,高压变压器初级电压波动应小于 $\pm 2\%$ ,管电流波动应小于 $\pm 0.5$  mA。

#### 4.4 辐射防护与安全

##### 4.4.1 绝缘强度

4.4.1.1 爬行器在冷机状态和热机状态下按表 1 规定进行高压回路绝缘强度试验,应无异常现象。

表 1 高压回路绝缘强度试验

管电压 kV	管电压升至额定管电压倍数	耐压时间 min
$\leq 200$	1.05	1.5(变频、气绝缘)
$> 200$	1.10	1.5(变频、气绝缘)

4.4.1.2 爬行器低压回路绝缘电阻不小于 2 M $\Omega$ 。

4.4.1.3 爬行器按表 2 规定进行低压回路绝缘强度试验,应无异常现象。

表 2 低压回路绝缘强度试验

回路电压(U) V	试验电压 V	耐压时间 min
$100 < U \leq 250$	1 000	2
$U \leq 100$	500	2

#### 4.4.2 空气比释动能率

爬行器的漏射线空气比释动能率应符合表 3 要求。

表 3 漏射线空气比释动能率

管电压 kV	漏射线空气比释动能率 mGy/h
$\leq 200$	$\leq 2.5$
$> 200$	$\leq 5$

#### 4.5 外观要求

4.5.1 爬行器表面应无碰伤及划痕。

4.5.2 爬行器易锈表面应有防锈或防氧化措施。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

试验条件应符合 4.1 的要求。

#### 5.2 试验用主要仪器、仪表和器具

爬行器试验用主要仪器、仪表和器具包括：

- a) 精度等级不低于 1.5 级的交流电压表, 电流表;
- b) 测量误差小于  $\pm 3\%$  的球隙放电器或静电电压表;
- c) 1.0 级 500 V 兆欧表;
- d) 总不确定度小于 10% 的照射量仪;
- e) 测量误差不大于  $\pm 0.04\%$  的密度计或测微光度计;
- f) 穿透力校验试块(按附录 A 规定)及线型像质计;
- g) 强光可调阅片灯;
- h) 秒表和温度计;
- i) 万用表。

#### 5.3 穿透力试验

将胶片中心线与辐射场检测面中心线重合, 拍片 4 张, 绕发生器中心轴线每转动发生器  $90^\circ$  拍片 1 张, 穿透力取其最低值, 4 张胶片相等厚度处密度差小于 0.4, 胶片黑度为 2.0。

#### 5.4 定位精度试验

用相匹配的接收器和发射器检验爬行器的运行定位精度。爬行器运行停止后,测量接收器实际位置与管道间焊缝位置的距离。连续进行 10 次反复定位,记录每一次数值。

#### 5.5 透照相对灵敏度试验

在满足 5.3 试验条件下,用与试块材料相同的两个线型像质计,各放置在试块长度方向上表面的两端边缘区域,面向 X 射线发生器一侧,细线朝外,试块长度方向与 X 射线发生器轴线平行。曝光后将胶片经冲洗干燥处理后放在阅片灯下观察胶片,记录可分辨出来的像质计最细线径,按公式(1)计算相对灵敏度  $K$  :

$$K = d/T \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$K$  ——射线透照相对灵敏度;

$d$  ——光学胶片上可分辨的最细线直径,单位为毫米(mm);

$T$  ——试块厚度,单位为毫米(mm)。

#### 5.6 X 射线辐射角试验

X 射线辐射角试验按 GB/T 26838—2011 中 5.6 进行。

#### 5.7 计时器误差试验

将计时器分别调到 0.5 min、1 min、5 min 位置,在按动开关的同时按动秒表,在计时器停止的同时停止秒表,每个位置重复 3 次,计算每个位置测量值的算术平均值与调定值的差值,取其差值与调定值之比。

#### 5.8 管电压调节装置试验

用控制器上的管电压调节装置,将千伏旋钮置于额定管电压的 60%,观察其指示值,启动爬行器。

#### 5.9 过电压保护装置试验

按照 GB/T 26592—2011 中 4.3 进行。

#### 5.10 过电流保护装置试验

按照 GB/T 26592—2011 中 4.4 进行。

#### 5.11 温度保护装置试验

按照 GB/T 26592—2011 中 4.5 或其他有效方法进行试验,当温度达到  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  时高压应断开。

#### 5.12 欠毫安保护装置试验

在管电流回路中串入 1.5 级毫安表,调整控制器电子组件,观察并测定欠毫安保护装置动作时毫安表的指示值(可接模拟负载试验)。

#### 5.13 稳定性试验

按照 GB/T 26838—2011 中 5.15 和 5.16 进行。

## 5.14 辐射防护与安全试验

### 5.14.1 高压回路绝缘强度试验

5.14.1.1 爬行器在冷机状态下,将高压部分开关处于接通位置,调整过压保护,试验电压加在所有高压回路上,试验电压按表 1 进行。试验电压在 5 s~10 s 内逐渐增加到最大值,维持 1 min。试验后在 5 s~10 s 内逐渐降低到低于工作电压后,断开试验电源。

5.14.1.2 爬行器在热机状态下,调整过温保护装置,可自然升温或借助外界热源(或等效方法),使发生器内部温度达到  $50\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,按 5.14.1.1 方法进行试验。

### 5.14.2 低压回路绝缘电阻试验

将 1.0 级 500 V 兆欧表连接在控制器的电源插头端子和外壳之间,控制器开关置于接通位置,但电源插头不插入电源,读取绝缘电阻值。

### 5.14.3 低压回路绝缘强度试验

控制器各开关置于接通位置,但电源端子不插入电源,在每个单独回路的端子和外壳之间,用功率不小于 0.5 kW 的直流电源馈给试验电压,试验电压按表 2 进行。试验电压在 5 s~10 s 内逐渐增加到最大值,维持 2 min,试验后在 5 s~10 s 内逐渐降低到低于工作电压后,断开试验电源。

### 5.14.4 漏射线空气比释动能率试验

用符合 GB 22448—2008 中表 1 规定的铅当量的铅罩屏蔽发生器窗口,将辐射探测器窗口与发生器焦点间距调到 1 m 处(除掉主射线束方向)辐射探测器与发生器窗口在一个水平面上。当辐射探测器指针稳定后,读取最大值。

### 5.14.5 外观

用目测法,在工厂正常照明条件下和无任何辅助观察设备情况下进行。

## 6 检验规则

### 6.1 出厂检验

6.1.1 出厂的 X 射线管道爬行器应经制造厂质量检查部门按出厂检验项目检验合格,签发合格证后方可出厂。

6.1.2 出厂检验项目按表 4 规定。

### 6.2 型式检验

6.2.1 凡属下列情况之一时,爬行器应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的型式鉴定;
- b) 结构、材料、工艺有较大的改变,可能影响产品性能时;
- c) 产品长期停产后恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

6.2.2 型式检验项目按表 4 规定。



表 4 X 射线管道爬行器出厂检验和型式检验项目

序号	检验项目	技术要求	检验方法	出厂检验	型式检验
1	穿透力	4.2.1 f)	5.3	√	√
2	定位精度	4.2.1 g)	5.4	√	√
3	透照相对灵敏度	4.2.1 k)	5.5	√	√
4	X 射线辐射角	4.2.2 a)	5.6	√	√
5	计时器误差	4.2.2 b)	5.7	√	√
6	管电压调节装置	4.2.2 c)	5.8	√	√
7	过电压保护装置	4.2.2 d)	5.9	—	√
8	过电流保护装置	4.2.2 e)	5.10	√	√
9	温度保护装置	4.2.2 f)	5.11	—	√
10	欠毫安保护装置	4.2.2 g)	5.12	—	√
11	稳定性	4.3	5.13	—	√
12	高压回路绝缘强度	4.4.1.1	5.14.1	√	√
13	低压回路绝缘电阻	4.4.1.2	5.14.2	√	√
14	低压回路绝缘强度	4.4.1.3	5.14.3	√	√
15	漏射线空气比释动能率	4.4.2	5.14.4	—	√
16	外观	4.5	5.14.5	√	√

注：“√”为必检项，“—”为不检项。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

7.1.1 按照 GB 18871—2002 中 F.1 规定,爬行器产品外表面明显位置处应喷涂有“电离辐射标志”。

7.1.2 爬行器产品在明显位置处做如下标志:

- a) 产品名称、产品型号规格;
- b) 制造厂名称及商标;
- c) 出厂日期及编号;
- d) 主要技术参数;
- e) 认证合格标志。

7.1.3 包装箱外壁文字、标志应清晰,不应因时间长久、搬运摩擦和雨淋而模糊不清,其内容应包括:

- a) 制造厂名称;
- b) 产品名称、产品型号规格;
- c) 收货单位、地址和发货单位、地址;
- d) 包装体积(长×宽×高);
- e) 包装箱上应标有符合 GB/T 191 规定的包装储运的文字或符号;
- f) 产品执行标准编号及标准名称。

## 7.2 包装

7.2.1 爬行器产品的包装应按照 GB/T 13384 的规定进行。

7.2.2 包装箱内应附有下列随行文件(应标明初始射线照射量率)：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 产品说明书。

## 7.3 运输和贮存

爬行器产品的运输和贮存的基本环境条件应符合 GB/T 25480 的规定。

## 附 录 A

(规范性)

## X 射线管道爬行器用穿透力校验试块

X 射线管道爬行器用穿透力校验试块应符合表 A.1 规定。

表 A.1 X 射线管道爬行器用穿透力校验试块

额定管电压 kV	校验试块厚度 mm
100	(5)
160	(15)
200	27(24)
250	37(34)
300	47(44)
注 1: 校验试块材料: 钢。 注 2: 校验试块规格(长×宽): 200 mm×100 mm。 注 3: 校验试块表面粗糙度: $Ra \leq 6.3 \mu\text{m}$ 。 注 4: 括号中厚度为锥靶 X 射线管周向 X 射线机用穿透力校验试块厚度。	