



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 26838—2011

---

## 无损检测仪器 便携式工业 X 射线探伤机

Non-destructive testing instruments—  
Portable industrial X-ray radiographic equipment

2011-07-29 发布

2011-12-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国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 产品分类 .....	1
3.1 产品型号 .....	1
3.2 主要技术参数 .....	2
4 要求 .....	2
4.1 使用条件 .....	2
4.2 使用性能 .....	2
4.3 稳定性 .....	4
4.4 辐射防护与安全 .....	4
4.5 外观要求 .....	5
5 试验方法 .....	5
5.1 试验条件 .....	5
5.2 试验用主要仪器仪表和器具 .....	5
5.3 穿透力测定 .....	5
5.4 相对灵敏度测定 .....	7
5.5 射线辐射角和辐射场均匀性测定 .....	7
5.6 周向 X 射线机射线辐射角测定 .....	8
5.7 计时器误差测定 .....	9
5.8 额定管电压误差测定 .....	9
5.9 管电压调节装置测定 .....	12
5.10 过电流保护测定 .....	12
5.11 过电压保护测定 .....	12
5.12 温度保护测定 .....	12
5.13 管电流欠毫安保护装置测定 .....	13
5.14 气绝缘低气压保护测定 .....	13
5.15 连续工作稳定性性能测定 .....	13
5.16 变频、气绝缘主回路稳压电路输出电压、电流波动测定 .....	13
5.17 漏射线空气比释动能率测定 .....	13
5.18 低压回路绝缘电阻测定 .....	13
5.19 接地保护装置接地电阻测定 .....	13
5.20 低压回路绝缘强度测定 .....	13
5.21 高压回路绝缘强度测定 .....	13
5.22 高压变压器次级对地绝缘强度测定 .....	14
5.23 高压变压器初级对地绝缘电阻测定 .....	14
5.24 灯丝变压器初级对地绝缘电阻测定 .....	14

- 5.25 灯丝变压器初级对地绝缘强度测定 ..... 14
- 5.26 清洁度检测 ..... 14
- 5.27 外观质量检测 ..... 14
- 5.28 泄漏测定 ..... 14
- 5.29 运输、运输贮存环境试验 ..... 14
- 5.30 包装试验 ..... 14
- 6 检验规则 ..... 14
  - 6.1 出厂检验 ..... 14
  - 6.2 型式检验 ..... 15
- 7 标志、包装、运输和贮存 ..... 16
  - 7.1 标志 ..... 16
  - 7.2 包装 ..... 16
  - 7.3 运输和贮存 ..... 16
- 附录 A (规范性附录) 工业 X 射线机用穿透力校验试块 ..... 17

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本标准负责起草单位:辽宁仪表研究所、丹东市无损检测设备有限公司。

本标准参加起草单位:丹东奥龙射线仪器有限公司、丹东市万全无损检测仪器厂、丹东市卫生监督所、上海超群无损检测设备有限公司、丹东市计量测试研究所、丹东市探伤仪器厂。

本标准主要起草人:李洪国、董殿刚、李义彬、张宏、菅杰丽、付岩、李文华、林宝华。

# 无损检测仪器

## 便携式工业 X 射线探伤机

### 1 范围

本标准规定了便携式工业 X 射线探伤机(以下简称 X 射线机)的技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于管电压不超过 500 kV 的便携式工业 X 射线机。

### 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 191 包装储运图示标志

GB/T 9582—2008 摄影 工业射线胶片 ISO 感光度,ISO 平均斜率和 ISO 斜率  $G_2$  和  $G_4$  的测定(用 X 和  $\gamma$  射线曝光)

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

JB/T 6220—2004 射线探伤用密度计

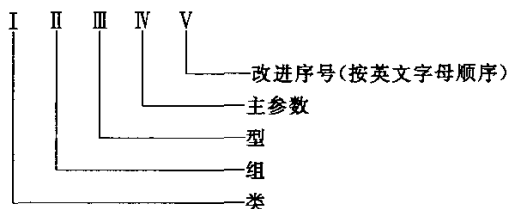
JB/T 7808—2010 无损检测仪器 工业 X 射线探伤机 主参数系列

JB/T 9329 仪器仪表运输、运输贮存基本环境条件及试验方法

### 3 产品分类

#### 3.1 产品型号

X 射线机型号宜按图 1 规定编制(型号的确定应以系列为依据,电压、电流为参数)。



I——表示 X 射线机类;

II——表示 X 射线机类中的组;

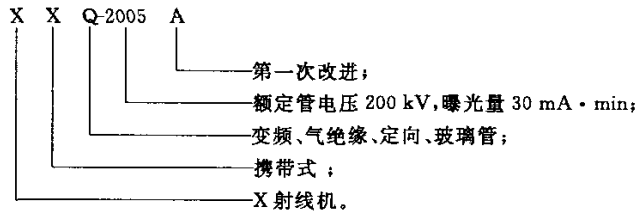
III——表示 X 射线机组中各种型特征;

IV——表示 X 射线机主参数;

V——表示改进序号。

图 1 X 射线机产品型号编制方法

示例：



### 3.2 主要技术参数

主要技术参数按 JB/T 7808 规定。

## 4 要求

### 4.1 使用条件

按照规定的工作规程,在以下条件下应正常工作:

- a) 海拔高度应不超过 1 000 m;
- b) 环境温度 -10 ℃~+40 ℃;
- c) 空气相对湿度应不大于 85%;
- d) 电源电压波动应不超过额定电源电压的±10%;
- e) 电源波形应不失真。

### 4.2 使用性能

#### 4.2.1 穿透力:

- a) 定向、气绝缘 X 射线机 XXQ 系列主要型号和穿透力应不低于表 1 中的规定值;
- b) 定向、工频、油绝缘 X 射线机 XXY 系列主要型号和穿透力应不低于表 2 中的规定值;
- c) 周向、变频、气绝缘 X 射线机 XXH 系列主要型号和穿透力应不低于表 3 中的规定值;辐射场强均匀,胶片相对密度差小于 0.4;
- d) 高频恒电压气绝缘 X 射线机 XXG 系列主要型号穿透力应不低于表 4 中的规定值;如果额定管电压与表 1、表 2、表 3 或表 4 不相符时,使用单位与制造单位协商解决。

具体型号产品在随行文件中标明初始射线照射量率。

表 1 定向变频气绝缘 X 射线机 XXQ 系列主要型号和穿透力

型号	额定管电压 kV	曝光量 mA·min	穿透力 钢 Q235 mm
XXQ-1005	100	≤30	≥7
XXQ-1605	160	≤30	≥18
XXQ-2005	200	≤30	≥29
XXQ-2505	250	≤30	≥39
XXQ-2705	270	≤30	≥42
XXQ-3005	300	≤30	≥48
XXQ-3205	320	≤30	≥52
XXQ-3505	350	≤30	≥55

表 2 定向工频油绝缘 X 射线机 XXY 系列主要型号和穿透力

型号	额定管电压 kV	曝光量 mA·min	穿透力 钢 Q235 mm
XXY-1505	150	≤30	≥19
XXY-2005	200	≤30	≥30
XXY-2505	250	≤30	≥39
XXY-3005	300	≤30	≥50

表 3 周向变频气绝缘 X 射线机 XXH 系列主要型号和穿透力指标

型号	额定管电压 kV	曝光量 mA·min	穿透力 钢 Q235	
			平靶管 mm	锥靶管 mm
XXH-1605	160	≤30	≥16	≥12
XXH-2005	200	≤30	≥27	≥24
XXH-2505	250	≤30	≥37	≥34
XXH-3005	300	≤30	≥45	≥40
XXH-3205	320	≤30	≥48	≥42
XXH-3505	350	≤30	≥50	≥45

表 4 高频恒电压气绝缘 X 射线机 XXG 系列主要型号和穿透力指标

型号	额定管电压 kV	曝光量 mA·min	穿透力 钢 Q235 mm
XXG-1605	160	≤30	22
XXG-2205	220	≤30	38
XXG-2605	260	≤30	49
XXG-3005	300	≤30	64

- 4.2.2 透照相对灵敏度应小于等于 1.8%(钢 Q235)。
- 4.2.3 X 射线辐射角,定向圆锥角为  $40^{\circ}+5^{\circ}$  其辐射场范围内不应有缺圆,周向平靶辐射角为  $360^{\circ}\times 25^{\circ}+5^{\circ}$ ,周向锥靶辐射角为  $360^{\circ}\times 30^{\circ}(40^{\circ})+5^{\circ}$ 。
- 4.2.4 具备有自动控制曝光时间的计时器,计时最大误差应不大于所测值的  $\pm 2\%$ 。
- 4.2.5 管电压最大允许的误差应不大于所测点值的  $\pm 5\%$ (油绝缘机)。
- 4.2.6 管电压调节装置,起始管电压应不大于额定管电压的 60%(气绝缘机)。
- 4.2.7 过电压保护装置,当管电压超过额定管电压 5 kV~10 kV 时,高压应断开。
- 4.2.8 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。
- 4.2.9 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。
- 4.2.10 欠毫安保护装置,当管电流小于 1 mA 时,高压应断开。
- 4.2.11 变频、气绝缘 X 射线机应设有气体压力指示及低气压保护装置,当发生器中绝缘气体 SF<sub>6</sub> 气压低于 0.35 MPa 时(20℃),高压应断开。
- 4.2.12 发生器及冷却回路应无泄漏现象。

### 4.3 稳定性

4.3.1 按照规定的工作规程连续工作 10 次, 检验中应无异常现象, 暂载率符合标称数据(特殊要求时使用单位与制造单位协商解决)。

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

### 4.4 辐射防护与安全

4.4.1 漏射线空气比释动能率符合表 5 的规定。

表 5 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
$\leq 200$	$\leq 2.5$
$> 200$	$\leq 5$

4.4.2 低压回路绝缘电阻不小于  $2\text{ M}\Omega$ 。

4.4.3 低压回路绝缘强度按表 6 规定进行检验, 应无异常现象。

表 6 低压回路绝缘强度检验

回路电压 $U$	频率 Hz	检验电压 V	耐压时间 min
$100 < U \leq 250$	50	1 000	2
$U \leq 100$	50	500	2

4.4.4 冷、热状态下高压回路检验电压和时间按表 7 规定进行检验, 应无异常现象。

表 7 高压回路绝缘强度检验

管电压 kV	管电压升至额定管电压倍数	耐压时间 min
$\geq 200$	1.05	1(工频、油绝缘), 1.5(变频、气绝缘)
$< 200$	1.10	1(工频、油绝缘), 1.5(变频、气绝缘)

4.4.5 低压变压器初级对地绝缘强度按表 6 规定进行检验, 应无异常现象。

4.4.6 高压变压器次级对地绝缘强度按表 7 规定进行检验, 应无异常现象。

4.4.7 高压变压器初级对地绝缘电阻应不小于  $5\text{ M}\Omega$ 。

4.4.8 灯丝变压器初级对地绝缘电阻应不小于  $5\text{ M}\Omega$ 。

4.4.9 灯丝变压器初级对地绝缘强度, 用  $1\text{ 000 V}$ 、 $50\text{ Hz}$  交流电检验, 耐压  $2\text{ min}$  应无异常现象。

4.4.10 接地保护装置, 接地电阻应小于  $0.5\ \Omega$ 。

4.4.11 电缆接头和插头连接拆卸方便, 并带有保护盖, 连接电缆长度应不短于  $20\text{ m}$ , 电源电缆长度应



不短于 10 m(特殊要求由使用单位与制造单位协商解决)。

4.4.12 控制器和发生器中(工频、油绝缘)杂质均应不大于 80 mg。

#### 4.5 外观要求

4.5.1 表面镀层坚固、无脱落现象。

4.5.2 表面面漆及加工表面无碰伤、气泡及划痕。

4.5.3 不加工的易锈表面有防锈或防氧化措施。

4.5.4 表面颜色鲜明,而且同一系列型号的控制器和发生器等应颜色一致。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

应符合 4.1 的规定。

#### 5.2 试验用主要仪器仪表和器具

5.2.1 精度等级不低于 1.5 级的交流电压表,电流表。

5.2.2 球隙放电器或静电电压表,最大测量误差为 $\pm 3\%$ 。

5.2.3 1.0 级 500 V 绝缘电阻表。

5.2.4 X 射线剂量仪,总不确定度为 10%。

5.2.5 测量误差不大于 $\pm 0.04\%$ 的密度计或测微光度计。

5.2.6 穿透力校验检块及线型像质计,按附录 A 规定。

5.2.7 铅增感屏,前后屏 0.03 mm,工业用射线胶片。

5.2.8 接地电阻测量仪。

5.2.9 秒表和温度计。

5.2.10 连续冲击式检验台,高、低温箱,湿热箱。

5.2.11 容量为被测 X 射线机功率 150% 以上的耐压测试仪。

5.2.12 气压表和气压检验装置。

5.2.13 精度为毫克级天平。

5.2.14 X 射线剂量率仪。

5.2.15 卤素检漏仪。

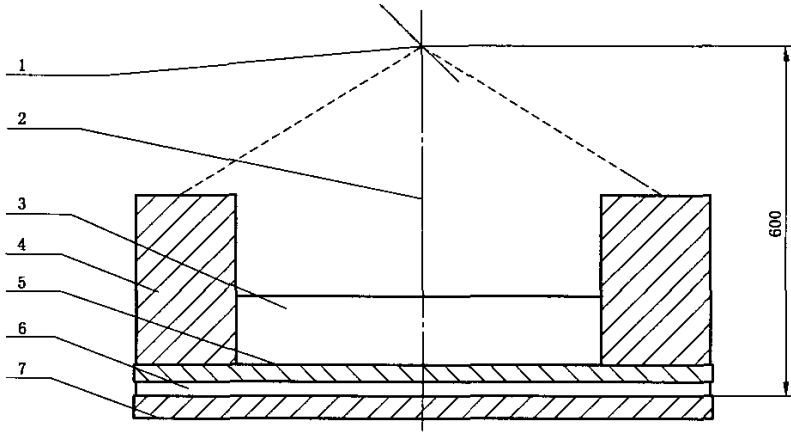
#### 5.3 穿透力测定

##### 5.3.1 试验仪器

符合附录 A 规定的标准试块、符合 GB/T 9582—2008 中表 1 列出的 ISO 感光度为 320 的工业胶片、符合试验室要求的观片灯、符合 JB/T 6220—2004 中 4.2 要求的密度计。

本试验示意图见图 2。

单位为毫米



说明：

- 1——实际焦点；
- 2——X 射线束中心轴线；
- 3——标准试块；
- 4——铅挡块；
- 5——前增感屏；
- 6——胶片；
- 7——后增感屏。

图 2 穿透力试验示意图

5.3.2 试验程序

把胶片裁成 100 mm × 225 mm 长方形，前铅增感屏，后增感屏不限，穿透力校验试块（厚度见附录 A）放在前增感屏之上，并面向 X 射线发生器一侧。试块四周用铅挡块屏蔽好。

采用额定管电压、额定管电流，曝光时间参数宜采用 30 mA · min。调整 X 射线发生器位置使实际焦点与胶片上表面平面距离为 600 mm、把胶片中心置于辐射场 2/3 处，试块、胶片长度方向与 X 射线发生器轴线方向一致且平行。胶片本底密度在 0.3 以下，曝光后底片密度大于等于 2.0。将曝光后的胶片进行暗室处理，温度为 21 °C ± 1 °C，显影液、定影液配置按工业 X 光胶片规定进行。经冲洗干燥后的底片用光密度计进行密度测量。在底片中心处至少测 5 次，记下密度值。按式(1)计算底片密度算术平均值  $\bar{D}$ ：

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- $i$ ——测量顺序号；
- $n$ ——测量次数；
- $D_i$ ——第  $i$  次测量密度值。

5.3.3 周向 X 射线机穿透力试验

按上述测试条件，使 X 射线束中心线和胶片平面处于同一平面，拍片四张，绕发生器中心轴线每转动发生器 90°拍片一张，穿透力取其最低值。

## 5.4 相对灵敏度测定

### 5.4.1 试验仪器

标准试块:按穿透力试验选用。

两个线型像质计:像质计材料应选用与试块类似的材料。钢试块应选用钢线型像质计,铝试块应选用铝线型像质计。

### 5.4.2 试验程序

5.4.2.1 把像质计按图 3 放置在试块上,细线朝外。试块应与 X 射线管轴线平行。

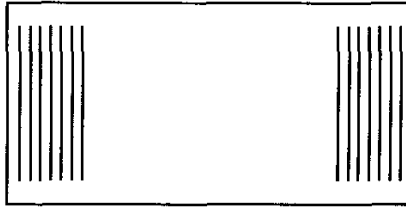


图 3 像质计放置示意图

按式(2)计算相对灵敏度  $K$ :

$$K = d/T \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$d$  —— 光学胶片上可分辨的最细线直径,单位为毫米(mm);

$T$  —— 检块厚度,单位为毫米(mm);

$K$  —— 用百分数表示射线透照相对灵敏度,%。

## 5.5 射线辐射角和辐射场均匀性测定

5.5.1 定向 X 射线机用胶片法进行辐射角和辐射场均匀性测定试验。

5.5.2 试验仪器:胶片、胶片支架、密度计或测微光度计。

5.5.3 试验程序:按图 4 将胶片放置在胶片支架上,使射线束中心对着胶片中心。如果已知实际焦点至胶片的距离,拍照一张辐射场照片。如果不知实际焦点至胶片的距离,那么在一次曝光中同时拍照两张不同距离的辐射场照片。两张胶片之间距离一般为 100 mm。选择适宜的曝光参数,使曝光后胶片最大密度在 1.0~1.5 左右。在观片灯下用密度计测量显影后底片上包括中心处和边缘处各点密度,以确定底片上最大密度值和辐射场边缘(辐射场边缘以最大密度的 50%为界)。进行辐射场直径测量。

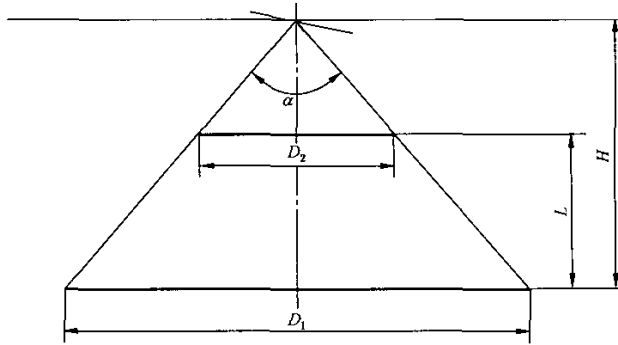


图 4 辐射圆锥角示意图

5.5.4 结果处理

5.5.4.1 按图 5 指定位置测量,并将试验结果填入记录表中。

5.5.4.2 按式(3)确定辐射场圆锥角:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 2\arctg \frac{D_1}{2H} \text{ (如果已知实际焦点至胶片的距离 } H) \\ \alpha &= 2\arctg \frac{D_1 - D_2}{2L} \text{ (如果不知实际焦点至胶片的距离)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $\alpha$  —— 辐射场圆锥角,单位为度、弧度(如  $45^\circ, \pi/2$ );
- $D_1$  —— 胶片上辐射场直径,单位为毫米(mm);
- $D_2$  —— 胶片上辐射场直径,单位为毫米(mm);
- $L$  —— 胶片间距离,单位为毫米(mm)。

注: 试验方法仅适用于辐射圆锥角度小于  $70^\circ$  的辐射场,大于  $70^\circ$  的辐射场建议用辐射探测器法测量。

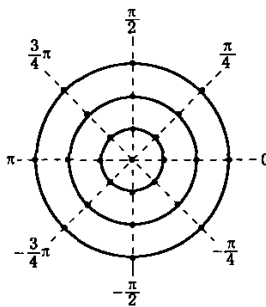


图 5 测量辐射场均匀性的测量点位置

5.6 周向 X 射线机射线辐射角测定

将胶片中心线与 X 射线束中心线重合,选用适当的曝光参数,绕发生器中心线每转动发生器  $90^\circ$  拍 1 张片,拍片 4 张,如图 5。使胶片密度在 1~1.5 之间,在 4 张胶片上测量其辐射场中心线上的密度,取最大值与最小值之差,测得辐射角。按图 6 试验,计算辐射角,方法同 5.5。

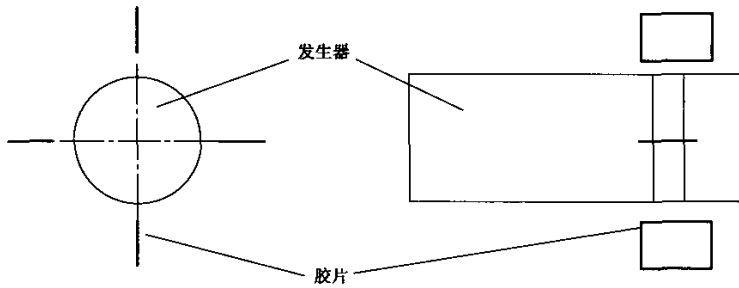


图6 周向X射线机射线辐射角检验示意图

5.7 计时器误差测定

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 额定管电压误差测定

5.8.1 用球隙放电法测定管电压误差

在具有防护条件的高压检验室内进行，选用合适的球形放电器，管电压为 20 kV~150 kV 范围内选用直径为 125 mm 的球，管电压为 40 kV~270 kV 范围内选用直径为 250 mm 的球，管电压为 60 kV~460 kV 范围内选用直径为 500 mm 的球。限流电阻  $R$  按每伏 3  $\Omega$  估算和选用。如图 7 进行仪器连接。用温度计、气压表测出检验室的温度  $t$  和大气压力  $b$ ，按式(4)计算密度修正系数  $K_d$ 。

$$K_d = \left(\frac{b}{b_0}\right) \left(\frac{273+20}{273+t}\right) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $K_d$ ——密度修正系数；
- $b$  ——大气压，单位为帕(Pa)；
- $b_0$  ——101 325 Pa。

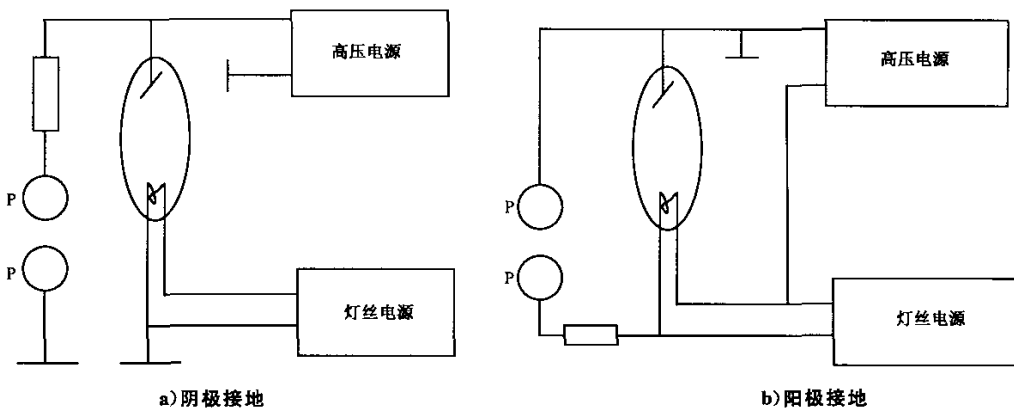
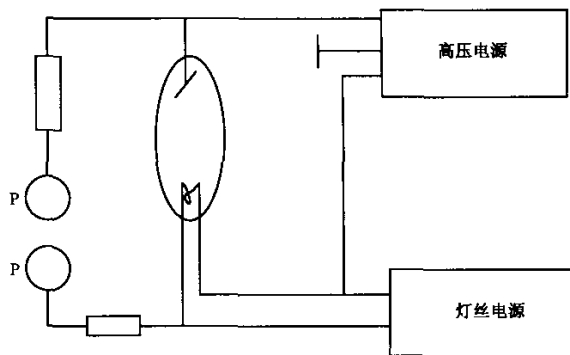


图7 球隙放电法电气联结图



c) 中间接地

图 7 (续)

确定检验点后,将密度修正系数  $K_d$  计算出乘以表 8 中千伏数值,得到管电压实际值  $U_1$ ,以此确定并调好球隙距离。在检验人员做好防护的情况下,缓慢升高 X 射线管电压(30 s 内不应发生击穿才能继续升高电压)。观察并记录听到击穿放电声音瞬间控制器上所达到的最大千伏指示值  $U_2$ ,检验在管电压的起始、终末和中间点进行,每点至少测三次,每次测量中千伏指示值相差 10 kV 以上时,则检验应重新进行。按式(5)计算管电压误差。

$$\Delta U = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$U_1$ ——管电压实测值,单位为千伏(kV);

$U_2$ ——控制器千伏指示值,单位为千伏(kV);

$\Delta U$ ——管电压误差。

表 8 球间距和球形放电器击穿电压的峰值基准表

单位为千伏(kV)

球隙距离 mm	球直径/mm		
	125	250	500
5	16.8	—	—
10	31.7	31.7	—
15	45.5	45.5	—
20	59.0	59.0	59.0
24	70.0	70.0	70.0
26	75.0	75.0	75.0
30	85.0	86.0	86.0
35	97.0	99.0	99.0
40	108.0	112.0	112.0
45	119.0	125.0	125.0
50	129.0	137.0	138.0
55	138.0	149.0	151.0
60	146.0	161.0	164.0
65	(154.0)	173.0	177.0
70	(161.0)	184.0	189.0

表 8 (续)

单位为千伏(kV)

球隙距离 mm	球直径/mm		
	125	250	500
75	(168.0)	195.0	202.0
80	(174.0)	206.0	214.0
90	(185.0)	226.0	239.0
100	(195.0)	244.0	263.0
110	—	261.0	289.0
120	—	275.0	309.0
130	—	(289.0)	331.0
140	—	(302.0)	353.0
150	—	(314.0)	373.0
160	—	(326.0)	392.0
170	—	(337.0)	411.0
180	—	(347.0)	429.0
190	—	(357.0)	445.0
		(366.0)	460.0

为了测量准确应注意以下几点：

- 在测量前应将球表面油漆、润滑油及保护层全部清除，用无水酒精擦拭球体表面；
- 由周围物体到球形放电器距离不小于 10 倍击穿距离；
- 检验时将射线窗口屏蔽好，防止 X 射线损伤。

### 5.8.2 用分压法测定管电压误差

用带分压器的 X 射线管电压测量计测定管电压误差，电压原理图如图 8 所示。电阻  $R_1$  阻抗选择的估算按每伏不小于  $1\text{ k}\Omega$ ，电阻  $R_2$  阻抗选择应保证千伏表读数在测量度盘的  $2/3$  处。电阻值相对误差应在  $\pm 2.5\%$  之内，受热时其阻抗值变化度在  $\pm 2\%$  之内。

在管电压的起末点和中间点分别依次给 X 射线发生器加高压，同时观察并记录千伏表指示值电压  $U_3$  (电阻器  $R_2$  上的电压) 和 X 射线机控制器上电压表指示值  $U_2$ 。

根据式(6)计算管电压实测值  $U_1$ ：

$$U_1 = KU_3 f \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$U_1$ ——管电压实测值，单位为千伏(kV)；

$K$ ——分压器电阻分配系数；

$f$ ——有效值与峰值换算系数。

纹波系数小于  $10\%$  时， $f=1.00$ ；

纹波系数小于  $25\%$  大于  $10\%$  时， $f=0.95$ ；

纹波系数大于  $25\%$  时， $f=0.74$ 。

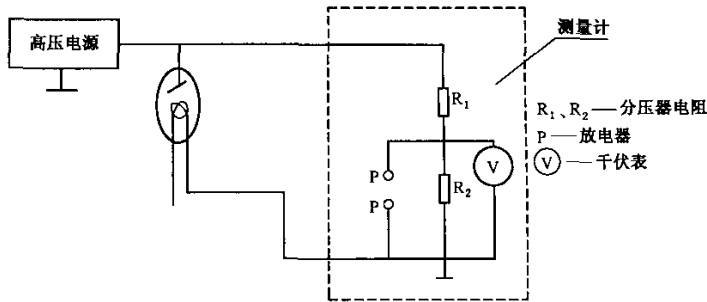


图 8 测量计法电气联结图

根据式(7)计算管电压误差

$$\Delta = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

$\Delta$  ——管电压误差;

$U_1$  ——管电压实测值,单位为千伏(kV);

$U_2$  ——控制器上千伏表指示值,单位为千伏(kV)。

注 1: 试验不适用于自整流线路 X 射线机。

注 2: 如采用峰值电压表,则  $f=1$ 。

5.9 管电压调节装置测定

用控制器上的管电压调节装置,将千伏置于额定管电压的 60%,观察其指示值,启动 X 射线机。

5.10 过电流保护测定

管电压调到额定值的 50%,管电流为额定值,在至少模拟曝光 1 min 后,缓慢调节使管电流超过额定值规定范围时,观察高压断开瞬间管电流指示值是否在规定的范围内。如果管电流未达到规定范围高压已自动切断或者管电流超过规定值范围持续 5 s 后仍不能自动切断高压,停止继续增大电流。

在高压断开瞬间,管电流指示值不在规定值范围内应认为过电流保护装置未调好或者失效。

5.11 过电压保护测定

调整调压器使电压表指示的电源电压为额定值,管电流加至额定值的 50%以上,调整管电压为额定值,维持 1 min 后缓慢调节使管电压超过额定值规定范围时,如果管电压未达到规定值范围高压已自动切断或者管电压超过规定值范围持续 5 s 后仍不能自动切断高压,停止继续升高管电压。

在高压断开瞬间,管电压指示值不在规定值范围内,应认为过电压保护装置未调好或者失效。

5.12 温度保护测定

将热电偶或酒精温度计浸入发生器的上油面以下 50 mm 处,测量上层油温。在温度计的玻璃泡不能浸入时,要把它置于发生器的上油面以下 50 mm 处的外壳上,用粘胶毯垫覆盖。对气绝缘发生器也相同。断开 X 射线机冷却源(如冷却水、风扇等),X 射线机按额定工作规程工作,当温度继电器动作使高压自定切断时,观察并记录温度计指示值。为加速试验可以使用外热源提高实验室温度,但应使 X 射线机高压发生器恒温 2 h 以上。温度计指示值与规定值比较,如超出整定值范围应视为保护装置失效



或不合格。

进行试验时,室内空气要相对平稳。对于小型高压发生器允许在恒温箱里进行。试验时也可采用其他形式的测温计测温。

### 5.13 管电流欠毫安保护装置测定

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(接假负载检验)。

### 5.14 气绝缘低气压保护测定

当发生器中 SF<sub>6</sub> 绝缘气体气压低于 0.35 MPa 时(20 ℃),观察高压是否断开(可另选气压低于 0.35 MPa 的发生器进行检验)。

### 5.15 连续工作稳定性能测定

工作 5 min 休息 5 min(特殊型号除外),在额定管电压、管电流下,X 射线机连续工作 10 次,在规定的检验次数内除外界因素造成保护器件动作外,管电压或者管电流达不到额定值均为不正常。

### 5.16 变频、气绝缘主回路稳压电路输出电压、电流波动测定

将 0.5 级电压表并联在主回路稳压电路输出端,用调压器调压,读出电源线路在 242 V、198 V、220 V 对应的输出电压  $U_1$ 、 $U_2$  及  $U$  按式(8)计算出。

$$\frac{U_1 - U}{U} \times 100\% \text{ 及 } \frac{U_2 - U}{U} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

### 5.17 漏射线空气比释动能率测定

按照 GB 22448—2008 中 3.1 的规定进行。

### 5.18 低压回路绝缘电阻测定

将 1.0 级 500 V 绝缘电阻连接在控制器的电源插头端子和外壳接地端子之间,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。

### 5.19 接地保护装置接地电阻测定

控制器各开关置于接通位置,但电源插头不插入电源,用接地电阻测量仪测量控制器外壳所有可能带电部分和电源接地端子之间电阻。

### 5.20 低压回路绝缘强度测定

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接地端子之间,用功率不小于 0.5 kW 波形为近似正弦波的耐压测试仪检验电压,检验电压按表 6 进行。检验电压在 5 s~10 s 内逐渐增加到最大值,维持 2 min 检验后在 5 s~10 s 内逐渐降低到低于工作电压后,断开检验电压。

### 5.21 高压回路绝缘强度测定

“冷机状态”将高压开关处于接通位置,调整过压保护,检验电压加在所有高压回路上,检验电压按表 7 进行。检验电压在 5 s~10 s 内逐渐增加到最大值,维持 1 min,1.5 min。检验后在 5 s~10 s 内逐渐降低到低于工作电压后,断开检验电源。“热机状态”调整过温保护装置,可自然升温亦可借助外界热

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,按上述方法进行检验。

#### 5.22 高压变压器次级对地绝缘强度测定

实验方法同 5.21。

#### 5.23 高压变压器初级对地绝缘电阻测定

用 1.0 级 500 V 兆欧表测定高压变压器初级和外壳接地端子之间绝缘电阻值。控制器开关处于接通位置,但电源插头不插入电源。

#### 5.24 灯丝变压器初级对地绝缘电阻测定

将控制器开关处于接通位置,但电源插头不插入电源,用 1.0 级 500 V 兆欧表测定灯丝变压器初级和外壳接地端子之间绝缘电阻值。

#### 5.25 灯丝变压器初级对地绝缘强度测定

将控制器开关处于接通位置,用检验电压 1 000 V 加在灯丝变压器初级和外壳接地端子之间,维持 1 min。

#### 5.26 清洁度检测

检测方法为:

- a) 控制器清洁度检测:将新开封的壳体内及其内部组件上的杂质收集在一起,用毫克级天平称重;
- b) 发生器清洁度检测:将发生器内的油用滤纸过滤后,用有机溶液清洗滤纸并烘干,用毫克级天平称重(变频、气绝缘机除外),控制器和发生器的杂质量均不大于 80 mg。

#### 5.27 外观质量检测

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。

#### 5.28 泄漏测定

检测方法为:

- a) 工频、油绝缘发生器密封性检测:用上述方法任选发生器,用水压法检测,检测压力为 2 倍工作压力,维持 5 min 无渗漏。当温度达到  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,静置 3 h 应无渗漏;
- b) 气绝缘 X 射线机发生器用气体检漏仪进行检测。

#### 5.29 运输、运输贮存环境试验

按 JB/T 9329 检测方法进行,高温选  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,低温选  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

#### 5.30 包装试验

按 JB/T 9329 检测方法进行,喷淋时间为 30 min。

### 6 检验规则

#### 6.1 出厂检验

6.1.1 凡出厂的 X 射线机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

出厂检验项目按表 9 规定项目进行。

## 6.2 型式检验

## 6.2.1 凡属下列情况之一者应按本标准进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的检制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响产品性能时；
- c) 正式生产时，每年进行一次检验；
- d) 产品长期停产后，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) 国家质量监督检验检疫机构提出进行型式检验要求时。

## 6.2.2 型式检验项目

型式检验项目按表 9 规定项目进行。

表 9 X 射线机出厂检验及型式检验项目

序号	项 目	对应条款	检验方法	出厂检验	型式检验
1	穿透力测定	4.2.1	5.3	√	√
2	透照相对灵敏度测定	4.2.2	5.4	√	√
3	X 射线辐射角及场均匀性测定	4.2.3	5.5	√	√
4	X 射线计时器误差测定	4.2.4	5.7	√	√
5	X 射线管电压调节装置测定	4.2.6	5.9	√	√
6	低压回路绝缘电阻测定	4.4.2	5.18	√	√
7	X 射线机过电压保护测定	4.2.7	5.11	—	√
8	管电压误差测定	4.2.5	5.8	—	√
9	X 射线机连续工作稳定性能测定	4.3.1	5.15	—	√
10	X 射线机稳压电路输出波动测定	4.3.2	5.16	—	√
11	X 射线机漏射线比释动能率测定	4.4.1	5.17	—	√
12	X 射线机欠毫安保护装置测定	4.2.10	5.13	—	√
13	过电流保护测定	4.2.8	5.10	√	√
14	高压回路绝缘电阻测定	4.4.7	5.23	—	√
15	接地电阻测定	4.4.6	5.19	—	√
16	高压回路绝缘强度测定	4.5	5.21	√	√
17	过温度保护测定	4.2.9	5.12	—	√
18	高压变压器次级对地绝缘强度测定	4.4.9	5.25	—	√
19	灯丝变压器初级对地绝缘电阻测定	4.4.8	5.24	—	√
20	控制器和发生器清洁度检测	4.4.12	5.26	—	√
21	外观质量检测	4.5	5.27	√	√
22	发生器泄漏试验	4.2.12	5.28	—	√
23	运输、运输储存环境试验		5.29	—	√
24	标志和包装试验	7.1,7.2	5.30	—	√

注：表中“√”为必检项目，“—”为不检项目。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

7.1.1 发生器外表面明显位置处按照 GB 18871—2002 附录 F1 规定,喷涂有“电离辐射标志”。

7.1.2 在 X 射线机明显位置上做如下标志:

- a) 型号规格、产品名称;
- b) 制造企业名称、地址及商标;
- c) 出厂日期及编号;
- d) 主要技术参数;
- e) 电源:
  - 1) 频率;
  - 2) 相数;
  - 3) 电压;
  - 4) 容量;
- f) 认证合格标志。

7.1.3 周向 X 射线机发生器(在窗口处)上应有红色环标志。

### 7.2 包装

7.2.1 X 射线机应采用复合包装,按照 GB/T 13384 有关规定进行。

7.2.2 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,其内容至少包括:

- a) 制造厂名称;
- b) 产品名称与型号规格;
- 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“易碎物品”、“向上”、“怕雨”“禁止翻滚”等文字,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名称。

7.2.3 包装箱内应附有下列随行文件:

- a) 装箱单;
- b) 产品合格证;
- c) 产品说明书:
  - 1) 电源:输入电压、电流及容量;
  - 2) 输出功率:最大管电压、最大管电流;
  - 3) 焦点尺寸:X 射线管有效焦点标称尺寸;
  - 4) X 射线透照范围:距 X 射线管焦点 600 mm 处透照区尺寸;
- d) 随行附(备)件清单。

### 7.3 运输和贮存

7.3.1 运输和贮存环境条件及检验应符合 JB/T 9329 中有关规定。库存及存放地点周围不得有腐蚀性气体,环境温度在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,气体相对湿度不得大于 85%,仓库的空气应保持流通,地面干燥。

附录 A  
(规范性附录)

工业 X 射线机用穿透力校验试块

工业 X 射线机用穿透力校验检块厚度应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 工业 X 射线机用穿透力校验检块

额定管电压 kV	100	150	200	250	300	320
定向 X 射线机用校验检块厚度 mm	7	19	29	39	50	55
周向 X 射线机用校验检块厚度 mm	—	12*	27/24*	37/34*	47/44*	—
注：校验检块材料：钢 Q235，有*号为锥靶 X 射线管周向 X 射线机用穿透力校验检块厚度； 校验检块规格：长×宽，200 mm×100 mm； 校验检块表面粗糙度： $Ra \leq 6.3 \mu\text{m}$ 。						