

ICS 19.100
N 78



中华人民共和国国家标准

GB/T 26592—2011

无损检测仪器 工业 X 射线探伤机性能测试方法

Non-destructive testing instruments—
Properties test methods of industrial X-ray apparatus

2011-06-16 发布

2011-11-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 技术条件和性能试验	1
3.1 试验一般条件	1
3.2 电源电压波动时正常工作试验	1
3.3 穿透力试验	2
3.4 透照灵敏度试验	3
3.5 有效焦点测定试验	3
3.6 用胶片法进行辐射圆锥角及辐射场均匀性测定试验	4
3.7 用辐射探测器法进行辐射场圆锥角及辐射场均匀性测定试验	5
3.8 漏射线空气比释动能率测定试验	6
3.9 计时器计时误差测定试验	7
3.10 用球隙放电法测定管电压误差试验	7
3.11 用带分压器的 X 射线管电压测量计测定管电压误差试验	9
3.12 管电流误差测定试验	10
3.13 总耗电功率测定试验	10
4 安全性、可靠性、稳定性试验	11
4.1 低压回路绝缘电阻、接地电阻和绝缘强度测定试验	11
4.2 高压回路过电压试验	12
4.3 过电压保护装置可靠性试验	12
4.4 过电流保护装置可靠性试验	12
4.5 高压发生器温度保护可靠性试验	13
4.6 额定工作可靠性试验	13
4.7 供电线路电压变化时管电压稳定性试验	13
4.8 负载变化时管电压稳定性试验	14
4.9 供电线路电压变化时管电流稳定性试验	14
4.10 管电压变化时管电流稳定性试验	14
4.11 温度变化时管电流稳定性试验	15
附录 A (规范性附录) 工业 X 射线探伤机用标准试块	16
附录 B (规范性附录) X 射线管焦点尺寸的测量	17

前 言

本标准附录 A、附录 B 为规范性附录。

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、深圳市华测检测技术股份有限公司。

本标准参加起草单位：丹东市万全无损检测仪器厂、辽宁省计量科学研究院。

本标准主要起草人：武太峰、董殿刚、聂鹏翔、张宏、刘剑。

无损检测仪器 工业 X 射线探伤机性能测试方法

1 范围

本标准规定了进行技术性能试验和安全可靠性、稳定性试验时,试验仪器、试验程序、结果处理等。

本标准适用于额定电源电压为交流 220 V、380 V 或 220 V/380 V,频率为 50 Hz 的完全防电击的工业 X 射线探伤机(以下简称 X 射线机)的性能测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 9582—1998 工业射线胶片 ISO 感光度和平均斜率的测定(用 X 和 γ 射线曝光)

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 25758.5—2010 无损检测 工业 X 射线系统焦点特性 第 5 部分:小焦点和微焦点 X 射线管的有效焦点尺寸的测量方法

JB/T 6220—2004 射线探伤用密度计

JB/T 7902 线型像质计

JB/T 7903 工业射线照相底片观片灯

IEC 60336:2005 医疗电气设备 医疗诊断用 X 射线管组件 焦点特性

3 技术条件和性能试验

3.1 试验一般条件

- a) 环境温度为 2℃~40℃;
- b) 空气相对湿度不大于 85%;
- c) 电源电压波动不超过额定电源电压的±10%;
- d) 大气压力 83 979 Pa~106 640 Pa;
- e) 试验室屏蔽良好不受外界射线电离辐射干扰;
- f) 技术环境条件:容量不小于 10 kW 的电源,电网容量不小于 X 射线机总功率的 2 倍。

3.2 电源电压波动时正常工作试验

3.2.1 试验仪器

- a) 容量为被测试 X 射线机功率 150%以上的调压器;
- b) 准确度不低于 1.0 级的交流电压表。

3.2.2 试验程序

3.2.2.1 如图 1 所示连接好后使 X 射线机的控制器上的电源电压调整钮处于正常位置,使电压表示值为电源额定值(如单相为 220 V),调整管电压为额定值,管电流为额定值,曝光时间为额定值,进行额定工作状态模拟曝光试验。



图 1 仪器电气连接示意图

3.2.2.2 调整调压器使电压表指示值为电源电压额定值的 90% (如单相为 198 V), 可调整 X 射线机控制器上电源电压调整钮, 重复进行额定工作状态模拟曝光试验。

3.2.2.3 调整调压器使电压表指示值为电源电压额定值的 110% (如单相为 242 V), 可调整 X 射线机控制器上电源电压调整钮, 重复进行额定工作状态模拟曝光试验。

3.2.3 结果处理

试验结果应符合产品标准。

3.2.4 说明

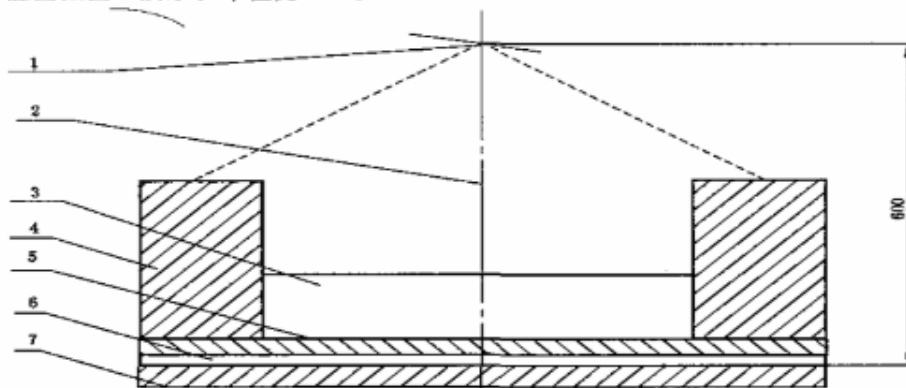
试验进行期间电源电压变化应小于 2.5%。试验可与穿透力试验、透照灵敏度试验等项目同时进行。试验中额定工作状态模拟曝光试验是指管电压、管电流、曝光时间均为额定值, 可不放胶片进行试验。

3.3 穿透力试验

3.3.1 试验仪器

符合附录 A 规定的标准试块, 符合 GB/T 9582—1998 中表 1 列出的 ISO 感光度为 320 以上的工业胶片, 符合 JB/T 7903 要求的观片灯, 符合 JB/T 6220—2004 中 4.2 要求的密度计。

试验示意图如图 2 所示。单位为 mm。



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

图 2 穿透力试验示意图

3.3.2 试验程序

3.3.2.1 把胶片裁成 100 mm × 225 mm 长方形, 前增感屏 0.03 mm, 后增感屏不限。标准试块放在前增感屏之上, 并面向 X 射线机一侧, 试块四周用铅挡块挡好, 防止漏散射线影响。

3.3.2.2 调整 X 射线机位置使实际焦点与胶片中心处距离为 600 mm。如测辐射场中心处穿透力, 要

使 X 射线束中心轴线通过胶片中心,如要测辐射场 2/3 处穿透力,则要根据计算把胶片中心置于辐射场 2/3 处。

3.3.2.3 使电源电压处于额定电压后,采用额定管电压、额定管电流进行曝光。携带式 X 射线探伤机曝光量宜为 30 mA·min,固定式(移动式)X 射线探伤机曝光量宜为 100 mA·min。

3.3.2.4 将曝光后的胶片进行暗室处理,温度为 21℃±1℃,显影 5 min。使用 ISO 感光度在 320 以上的工业胶片。经冲洗干燥后在背景照度最低为 215 lx 的观片灯下,用密度计或测微光度计进行密度测量。

3.3.2.5 密度计应仔细校正。可按标准密度片对照。在试块之外被铅块挡住部分的胶片测得的本底密度应在 0.3 以下,否则应换好的胶片重新进行试验。要在底片中央处多次测量,至少应测 5 次,记下密度值,并将底片装袋保存备查。

3.3.3 结果处理

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 次测量值。

$\bar{D} \geq 2.0$ 时为合格。

3.4 透照灵敏度试验

3.4.1 试验仪器

标准试块:按穿透力试验选用。

线型像质计:像质计材料应选用与试块类似的材料。钢试块应选用符合 JB/T 7902 中要求的钢线型像质计,铝试块应选用铝线型像质计。

3.4.2 试验程序

3.4.2.1 把像质计放置在试块上,细线朝外。试块应与 X 射线管轴线平行。

3.4.2.2 按 3.3.2 有关程序进行。

3.4.2.3 在观片灯下目测底片,记下可分辨出来的像质计中最小线径。

3.4.3 结果处理

按式(2)计算透照灵敏度:

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

式中:

d ——底片上能分辨出来的最小线径;

h ——试块厚度。

3.5 有效焦点测定试验

3.5.1 试验仪器

针孔照相机的放大倍数、针孔板尺寸、针孔板材料应按附录 B 的规定选择。胶片应按附录 B 选用无增感屏的微粒胶片。

3.5.2 试验程序

针孔相机应按图 3 布置,应保证针孔相机的轴线与 X 射线管轴线垂直,并与窗口平面垂直。

3.5.2.1 按附录 B 选择测试电流,测试电压。曝光时间选择应使底片得到 1.1~1.5 之间密度。

3.5.2.2 经过显影、定影、冲洗、干燥后的底片用带刻线的,放大倍数为 5~10 倍的放大镜测量,测量范围应为所见的边缘,背影照度约为 215 lx。

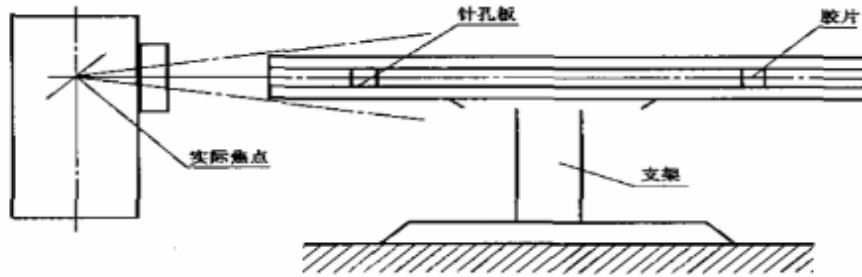


图3 针孔照相示意图

3.5.3 结果处理

测量得到的尺寸除以放大倍数后即有效焦点尺寸。

3.5.4 此方法只适用于定向 X 射线管有效焦点为 0.1 mm~10 mm 的 X 射线管；焦点尺寸为 5 μm~100 μm 的测量方法按照 GB/T 25758.5—2010 进行。

3.5.5 周向 X 射线管按具体型号产品文件规定的测定方法进行，出厂检验可查试验记录。

3.6 用胶片法进行辐射圆锥角及辐射场均匀性测定试验

3.6.1 试验仪器

胶片、胶片支架、密度计或测微光度计。

3.6.2 试验程序

3.6.2.1 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。

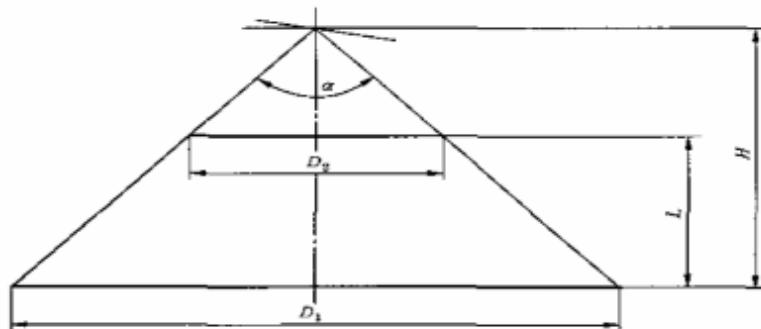


图4 辐射圆锥角示意图

3.6.2.2 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。

3.6.3 结果处理

3.6.3.1 按图 6 指定位置测量，并将试验结果填入记录表中。

3.6.3.2 按式(3)确定辐射场圆锥角，当实际焦点至胶片的距离 H 已知：

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 2\arctg \frac{D_1}{2H} \\ \alpha &= 2\arctg \frac{D_1 - D_2}{2L} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- α ——辐射场圆锥角；
- D_1 ——远焦点处胶片上辐射场直径，mm；
- D_2 ——近焦点处胶片上辐射场直径，mm；
- L ——胶片间距离，mm。

3.6.4 说明

3.6.4.1 试验方法仅适用于辐射圆锥角度小于 70°的辐射场，大于 70°的辐射场建议用辐射探测器法测量。其测量点的位置建议如图 6 所示。

3.6.4.2 周向 X 射线管的测试方法

将周向管安装在测试台上进行，将四张胶片按如图 5 所示位置放置，并使胶片在辐射场范围内并靠近管头表面，选用适当的曝光参数，拍片后在底片上测辐射角，取其最小角度值。

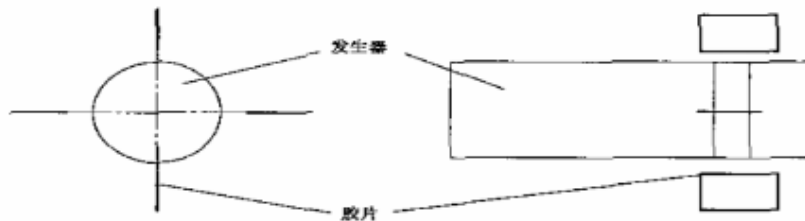


图 5 周向管辐射角的测试

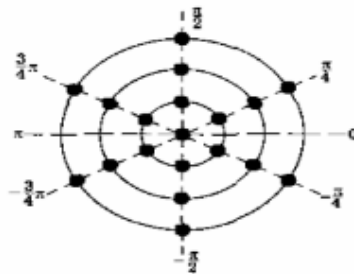


图 6 测量辐射场均匀性的测量点位置

3.7 用辐射探测器法进行辐射场圆锥角及辐射场均匀性测定试验

3.7.1 实验仪器

实验仪器应符合 GB 18871—2002 中 4.3 和附录 B 的要求。

3.7.1.1 应选用记录 X 射线辐射能量具有线性的辐射探测器，其辐射输出量应在远距离显示和记录。

3.7.1.2 应备有安装辐射探测器的装置。该装置应保证探测器在所测量角度内转动并带有角度指示器，角度指示相对误差应在 ±2% 之内。探头元件最大线性尺寸应不大于辐射场最大尺寸的 50%，试验的示意图如图 7 所示。

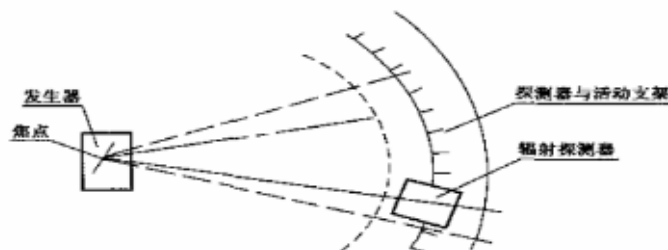


图 7 辐射探测器测量示意图

3.7.2 试验程序

3.7.2.1 按图 7 把 X 射线管发生器安放在固定位置上,使发生器窗口中心与探测器中心在同一水平轴线上,测量距离相对误差应在 ±1% 之内。探测器窗口中心垂直于 X 射线束轴线,中心轴线偏差在 1 m 距离上不应超过 10 mm。

3.7.2.2 使管电压为 2/3 额定管电压,管电流为 2/3 额定管电流,X 射线管进入工作状态 1 min 后使探测器移动,记录角度位置和辐射剂量率。

3.7.2.3 根据记录确定射线辐射剂量率最大值,最大值的 50% 所在位置为辐射场边缘。两个边缘之间夹角为辐射圆锥角 α 。

3.7.2.4 发生器按顺序转动一定角度后,重复 3.7.2.2 和 3.7.2.3 测得 $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ 发生器转动角度步距和探测器移动步距应小于 15°。

3.7.3 结果处理

按式(4)计算辐射圆锥角算术平均值 $\bar{\alpha}$ ：

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

i ——测量序号；

n ——测量次数；

α_i ——第 i 次测量值。

3.7.4 说明

3.7.4.1 进行试验时也可以采用探测器固定、转动发生器的方法进行。

3.7.4.2 对小于 70° 的辐射场宜采用胶片法。

3.8 漏射线空气比释动能率测定试验

3.8.1 试验仪器

同 3.7.1。

3.8.2 试验程序

3.8.2.1 将辐射探测器窗口与 X 射线管焦点间距离调到 1 m,发生器窗口用 GB 22448—2008 中表 1 规定的铅当量的铅罩屏蔽。

3.8.2.2 X 射线机调到额定管电压,额定管电流,观察并记录在该位置的漏射线空气比释动能率后停机。

3.8.2.3 转动 X 射线管或移动辐射探测器,记下方位,对好距离,重复进行 3.7.2.2。如此测出距焦点 1 m 处所有方向(除掉主射线束方向)漏射线空气比释动能率,至少测出图 8 所列方位剂量率。

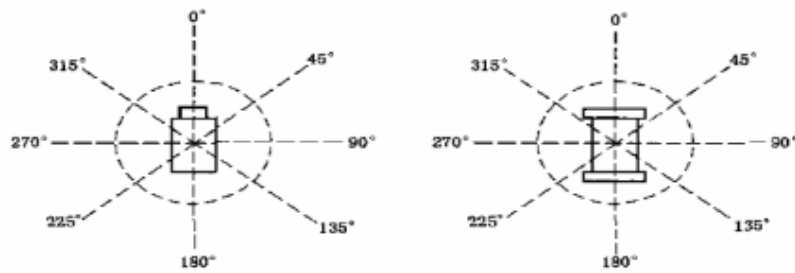


图 8 漏射线空气比释动能率测试位置示意图

3.8.3 结果处理

从记录表中取漏射线空气比释动能率最大值为 X 射线机的漏射线空气比释动能率。

3.8.4 说明

试验也可用手提式剂量仪进行。

3.9 计时器计时误差测定试验

3.9.1 试验仪器

秒表或电子时间测量仪。

3.9.2 试验程序

将计时器分别调到 0.5 min、1 min、5 min 位置，在按动起动开关的同时按动秒表，在计时器停止同时按动秒表，在计时器每一位置上重复测量三次以上。

3.9.3 结果处理

根据记录结果，计算每一位置上测量值的算术平均值并与调定值进行比较。

3.9.4 说明

进行试验时可以不连接发生器。

3.10 用球隙放电法测定管电压误差试验

3.10.1 试验目的

本试验是为了测定 X 射线机控制器上电压表指示值与 X 射线管高压实际值之差。

3.10.2 试验条件

3.10.2.1 试验应在具有防护条件的高压实验室中进行。实验室应符合试验一般条件要求。试验应在大气压强为 101 325 Pa，室温 21 ℃ ± 1 ℃ 的条件下进行，否则需按公式计算修正。

3.10.2.2 应具有可拼装的活动射线防护墙，用来屏蔽 X 射线发生器。

3.10.3 试验仪器

选用合适的球隙放电器。在管电压为 20 kV ~ 150 kV 范围内选用直径为 125 mm 的球；在管电压为 40 kV ~ 270 kV 范围内选用直径为 250 mm 的球，在管电压为 60 kV ~ 460 kV 范围内选用直径为 5 000 mm 的球。

限流电阻 R 应按每伏 3 Ω 估算和选用。

温度计、气压表。

3.10.4 试验程序

3.10.4.1 如图 9 所示进行仪器连接后，测定试验温度 t 和大气压力 b ，按式(5)计算密度修正系数 K_d ：

$$K_d = \left(\frac{b}{b_0}\right) \left(\frac{273 + 20}{273 + t}\right) \dots\dots\dots(5)$$

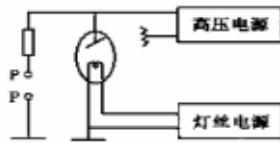
式中：

K_d ——密度修正系数；

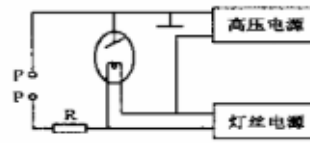
b ——试验时的大气压力，Pa；

b_0 ——101 325 Pa；

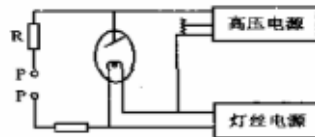
t ——试验时的环境温度，℃。



a) 阴极接地



b) 阳极接地



c) 中间接地

图9 球隙放电法电气联结图

表1 球间距离和球形放电器击穿电压的峰值基准表

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
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

3.10.4.2 确定试验点后,根据计算得到的密度修正系数 K_d 乘以表 1 中的数值,确定并调好球隙距离。

3.10.4.3 在试验人员做好防护的情况下,缓慢升高 X 射线管电压(30 s 内不应发生击穿才继续升高电压)。观察并记录听到击穿放电声音瞬间千伏表所达到最大指示值。

3.10.4.4 试验要在管电压的起末点和中间点进行,每点至少测三次。每次测量中千伏表指示值相差 10 kV 以上,则试验应重新进行。

3.10.5 结果处理

按式(6)计算管电压误差

$$\Delta = \frac{U_1 - U_2}{U} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

Δ ——管电压误差;

U_1 ——管电压实测值;

U_2 ——千伏表指示值。

3.10.6 说明

3.10.6.1 分别测量正高压和负高压,将两次测量结果相加。

3.10.6.2 在必要情况下,用模拟负载代替 X 射线发生器。

3.10.6.3 试验时也可采用在施加高压的情况下,逐步缩小球距的方法。在这种情况下需要球距能远距离机动调节,而且球距的变化每秒钟最大为球半径的 1%。调整放电间隙应为计算距离 2 倍以上。如果三次测量中放电距离在 200 kV 以下相差 3 mm,或者电压在 200 kV 以上相差 4 mm,测量应重新进行。

3.10.6.4 为了测量准确,应注意:

a) 测量前应将球表面全部油漆和润滑油及保护层清除,应用无水酒精拭擦球体表面;

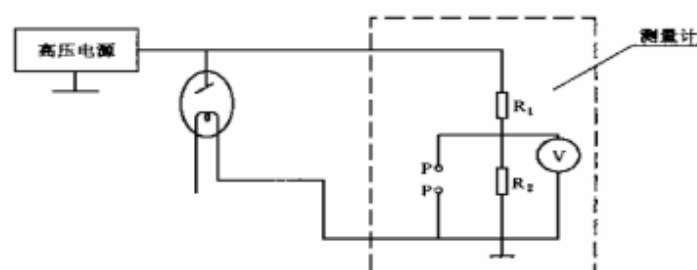
b) 周围物体到球形放电器距离应不小于 10 倍击穿距离。

3.10.6.5 试验时应将射线窗口屏蔽好,防止 X 射线造成伤害。

3.11 用带分压器的 X 射线管电压测量计测定管电压误差试验

3.11.1 试验仪器

3.11.1.1 带分压器的 X 射线管电压测量计的电路原理图如图 10 所示。



R_1 、 R_2 ——分压器电阻;

P——放电器;

Ⓧ——千伏表。

图 10 测量计法电气原理图

3.11.1.2 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 $2/3$ 处左右。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。

3.11.2 试验程序

3.11.2.1 根据 3.11.1.2 的要求选择 R_1 和 R_2 。

3.11.2.2 在管电压的起点、终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_1 (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 。

3.11.3 结果处理

3.11.3.1 根据式(7)计算管电压实测值 U_1

$$U_1 = KU_2 f \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

U_1 ——管电压实测值;

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, $f=0.74$ 。

3.11.3.2 根据式(8)计算管电压误差

$$\Delta = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

Δ ——管电压误差;

U_1 ——管电压实测值;

U_2 ——控制器上千伏表指示值。

3.11.4 说明

a) 试验不适用于自整流线路 X 射线机;

b) 如采用峰值电压表, 则 $f=1$ 。

3.12 管电流误差测定试验

3.12.1 试验仪器

选用准确度不低于 1.0 级的电流表。

3.12.2 试验程序

3.12.2.1 将测量仪表串联在管电流回路中。

3.12.2.2 调整控制器使 X 射线管电压为额定管电压的 80% , 使电流表指示的管电流分别为额定电流的 60% 、 80% 、 100% , 分别记下此时控制器上电流指示值。

3.12.3 结果处理

按式(9)计算管电流误差:

$$\Delta = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

Δ ——管电流误差;

I_1 ——管电流实测值;

I_2 ——控制器上电流表指示值。

3.13 总耗电功率测定试验

3.13.1 试验仪器

1.0 级三相功率表。

3.13.2 试验程序

3.13.2.1 在 X 射线机电源输入端按功率表规定的接线法接线。

3.13.2.2 观察并记录 X 射线机进入额定工作状态时功率表的读数,并做好记录。

3.13.3 结果处理

取三次读数,计算其算术平均值。

3.13.4 说明

3.13.4.1 X 射线机允许总耗功率与管功率有关。按式(10)计算管功率:

$$P = fUI \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

P ——管功率,kW;

U ——额定管电压,kV;

I ——额定管电流, mA;

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, $f=0.74$ 。

3.13.4.2 允许用两个或三个单相功率表,按二表法或三表法进行测量计算。如果没有功率表可用钳电流乘相电压进行视载功率计算。该值不应超过被测产品的标称值,也认为合格。

4 安全性、可靠性、稳定性试验

4.1 低压回路绝缘电阻、接地电阻和绝缘强度测定试验

4.1.1 试验仪器

- a) 1.0 级 500 V 绝缘电阻表或绝缘电阻测定仪;
- b) 功率不小于 0.5 kW 波形为近似正弦波的可调电源;
- c) 接地电阻测量仪。

4.1.2 试验程序

4.1.2.1 绝缘电阻表连接在 X 射线机控制器的电源接头端子和外壳接地端之间。控制器各开关置于接通位置,但电源插头不接入电源。在施加测试电压 1 min 后读取绝缘电阻的阻值。测试时应保证接触点有可靠的接触。试验用引线间绝缘电阻应足够大,以保证读数正确。

4.1.2.2 控制器各部分开关置于接通位置,但电源插头不接入电源。用接地电阻测量仪测量控制器外壳任何可能带电部分和电源接地端子之间电阻。

4.1.2.3 控制器各部分开关置于接通位置,但电源插头不接入电源,用功率不小于 0.5 kW 的可调电源分别接入试验回路与电源接地端子之间,试验电压按表 2 选择。

表 2 低压回路绝缘强度试验电压

回路电压 U V	试验电压 V
$220 < U \leq 380$	1 500
$100 < U \leq 220$	1 000
$U \leq 100$	500

试验电压在 5 s~10 s 内逐渐增加到最大值,试验电压维持 1 min。试验后在 5 s~10 s 内逐渐降低到零后,断开试验电源。

4.1.3 结果处理

4.1.3.1 测量得到的绝缘电阻值应大于规定数值。

- 4.1.3.2 测量得到的接地电阻值应小于规定数值。
4.1.3.3 在绝缘强度试验时不得出现击穿、打火等异常现象。

4.2 高压回路过电压试验

4.2.1 试验仪器

电源容量不小于 X 射线机总功率 2 倍。

4.2.2 试验程序

- 4.2.2.1 冷机状态过电压试验：高压各部分开关处于接通位置，试验电压加在所有高压回路上。试验电压按表 3 选择。

表 3 高压回路绝缘强度试验电压

额定管电压 U	试验电压
$U \geq 200$ kV	$1.05 U$
$U < 200$ kV	$1.10 U$
$U > 300$ kV	$1.02 U$

试验电压在 5 s~10 s 内逐渐增加到最大值，试验电压维持时间应符合相关产品标准中的规定（如果标准有特殊要求，可按元件的要求进行）。试验在 5 s~10 s 内逐渐降到低于额定电压的 20% 后，断开试验电源。允许分部分试验。

- 4.2.2.2 热机状态过电压试验：使各部分内部温度达 50℃ 后重复进行上述 4.2.2.1 试验。

4.2.3 结果处理

试验时各部分均不得出现击穿、打火等异常现象。

4.2.4 说明

如果 X 射线机的管电压指示仪表经过测量仪表标定（即做过管电压误差试验），也可用机器本身的高压发生器来供给高压（拆除或调整过电压保护装置，调整过温度保护装置）。

4.3 过电压保护装置可靠性试验

4.3.1 试验仪器

同 3.2.1。

4.3.2 试验程序

- 4.3.2.1 调整调压器使电压表指示的电源的电压为额定值，调整管电压为额定值，维持 1 min 后使管电压超过额定值。此时应仔细缓慢调节，观察高压断开瞬间管电压指示值是否在规定的整定值的范围内，并做好记录。

- 4.3.2.2 如果管电压未达到整定值高压已自动切断或管电压超过整定值范围持续 5 s 后仍不能自动切断高压，停止继续升高管电压。

4.3.3 结果处理

在切断高压瞬间，管电压指示值不在规定的整定值范围内应认为过电压保护装置没调好或者失效。

4.3.4 说明

试验时可以不连发生器，单独对控制器进行试验。

4.4 过电流保护装置可靠性试验

4.4.1 试验仪器

同 3.2.1。

4.4.2 试验程序

- 4.4.2.1 调整管电压到额定值的 50%，管电流为额定值，在至少模拟曝光 1 min 后，使管电流超过额定值。此时务必仔细缓慢调节，观察高压断开瞬间管电流指示值是否在规定的整定值范围内，并做好记录。

4.4.2.2 如果管电流未达到整定值高压已自动切断或电流超过整定值范围持续 5 s 后仍不能自动切断高压,停止继续增大管电流。

4.4.3 结果处理

在切断高压瞬间管电流指示值不在规定的整定值范围内应认为过电流保护装置没调好或者失效。

4.5 高压发生器温度保护可靠性试验

4.5.1 试验仪器

- a) 任何可使房间升温的热源;
- b) 酒精温度计或电子测温仪的热电偶。

4.5.2 试验程序

4.5.2.1 将电子测温仪的热电偶或酒精温度计浸入油绝缘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。对气绝缘发生器也类似。

4.5.2.2 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动切断时,观察并记录温度计指示值。

4.5.2.3 为加速试验可以使用外热源提高试验室温度,但应使 X 射线机高压发生器恒温 2 h 以上。

4.5.3 结果处理

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。

4.5.4 说明

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

4.6 额定工作可靠性试验

4.6.1 试验仪器

同 3.2.1。

4.6.2 试验程序

4.6.2.1 调整调压器使电压表指示的电源电压为额定值。调整管电压为额定值、管电流为额定值,曝光时间为额定值进行试验。

4.6.2.2 按 X 射线机额定工作规程连续重复进行,试验次数应满足产品标准的规定。

4.6.3 结果处理

在规定的试验次数内,除外界因素造成保护器件动作外,管电压或管电流达不到额定值均视为工作不正常。

4.7 供电线路电压变化时管电压稳定性试验

4.7.1 试验仪器

同 3.2.1。

4.7.2 试验程序

4.7.2.1 调节调压器使电压表指示的电源电压为额定值的 110%。调节管电压为额定值,管电流为额定值,称为线路高电压下的管电压数值。

4.7.2.2 调节调压器使电压表指示的电源电压为额定值的 90%。管电流调到额定值,管电压不作调整。记下管电压数值称作线路低电压下的管电压值。

4.7.3 结果处理

根据式(11)计算管电压稳定度:

$$S_1 = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

S_1 ——供电线路电压变化时管电压稳定度;

U_1 ——线路高电压下的管电压数值;

U_2 ——线路低电压下的管电压数值。

4.7.4 说明

试验主要适用于可自动重复曝光的 X 射线机。

4.8 负载变化时管电压稳定性试验

4.8.1 试验仪器

输出电压波动小于 1% 的交流稳压电源。

4.8.2 试验程序

将交流稳压电源接入 X 射线机电源端。管电压调到额定值的 90%，在管电流调节范围内进行调节。观察并记下管电压的波动的最大值和最小值。

4.8.3 结果处理

根据式(12)计算管电压稳定度:

$$S_2 = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

S_2 ——负载变化时管电压稳定度;

U_1 ——管电压最大值;

U_2 ——管电压最小值。

4.8.4 说明

本试验主要适用于可自动重复曝光的 X 射线机。

4.9 供电线路电压变化时管电流稳定性试验

4.9.1 试验仪器

同 3.2.1。

4.9.2 试验程序

4.9.2.1 调节调压器使电压表指示的电源电压为额定值的 110%，管电压为额定值，管电流为额定值，称作线路高电压下的管电流数值。

4.9.2.2 调节调压器使电压表指示的电源电压为额定值的 90%，管电压调到额定值，管电流不作调节。记下管电流数值称作线路低电压下的管电流数值。

4.9.3 结果处理

根据式(13)计算管电流稳定度:

$$S_3 = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中:

S_3 ——供电线路电压变化管电流稳定度;

I_1 ——线路高电压下的管电流数值;

I_2 ——线路低电压下的管电流数值。

4.9.4 说明

试验主要适用于可自动重复曝光的 X 射线机。

4.10 管电压变化时管电流稳定性试验

4.10.1 试验仪器

同 4.8.1。

4.10.2 试验程序

4.10.2.1 将交流稳压电源接入 X 射线机电源端。管电压调到额定值,管电流调到额定值。在管电压调节范围内,调节管电压到最低值,管电流不作调节,观察并记录管电流数值。

4.10.3 结果处理

根据式(14)计算管电流稳定度:

$$S_4 = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

S_4 ——管电压变化管电流稳定度;

I_1 ——额定管电流数值;

I_2 ——变化后管电流数值。

4.10.4 说明

试验适用于可自动重复曝光的 X 射线机。

4.11 温度变化时管电流稳定性试验

4.11.1 试验仪器

同 4.8.1。

4.11.2 试验程序

4.11.2.1 将交流稳压电源接入 X 射线机电源端,使电源电压为额定值。X 射线机的控制器在开机试验前至少断电 4 h。管电压调到 80% 额定值,管电流调到 80% 额定值,作为冷机毫安值。

4.11.2.2 控制器通电 8 h(但不加高压)记下环境温度和控制器壳体温度,重复进行曝光(管电压可调到 80% 额定值,管电流不调),记下毫安值,作为热机毫安值。

4.11.3 结果处理

根据式(15)计算管电流稳定度:

$$S_5 = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中:

S_5 ——温度变化管电流稳定度;

I_1 ——冷机毫安值;

I_2 ——热机毫安值。

4.11.4 说明

试验主要适用于可自动重复曝光的 X 射线机。

附录 A
(规范性附录)
工业 X 射线探伤机用标准试块

工业 X 射线探伤机用标准试块应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 检验 X 射线机穿透力用试块厚度

单位为毫米

kV	50	100	150	200	250	300	400
携带式	—	7	19	29	39	50	—
固定式(移动式)	25※	45※	24	48	55	71	95
注：材质：钢 Q235。 规格：(长×宽)：100 mm×200 mm。 粗糙度：3.2 μm。 ※ 铝试块。							

附录 B
(规范性附录)
X 射线管焦点尺寸的测量

本附录规定了测量 X 射线管的焦点尺寸的方法。

B.1 针孔板

B.1.1 针孔尺寸(如图 B.1 所示)

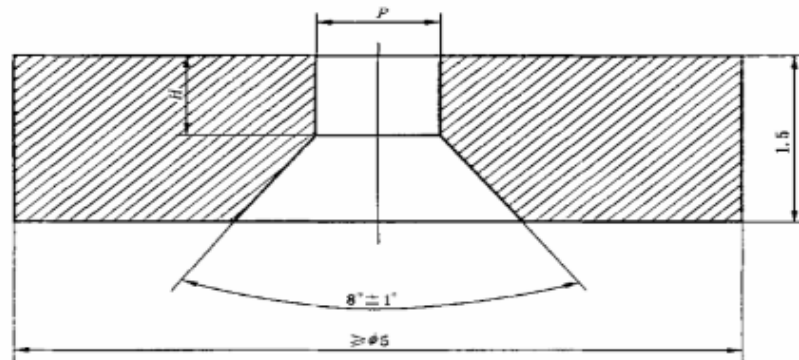


图 B.1 针孔尺寸

B.1.2 针孔板材料(可以选下列一种)

- a) 钨;
- b) 铱合金(铱占 10%);
- c) 铂铱合金(铱占 10%);
- d) 90%金加 10%铂;
- e) 钽。

B.2 X 射线管焦点尺寸测量

B.2.1 工作条件

- a) X 射线管应放在防护罩或发生器中;
- b) 将针孔板的孔和胶片按正常操作条件放在管屏蔽窗口的中心垂线上;
- c) 焦点至针孔(上孔)距离应大于或等于 100 mm;
- d) 用针孔板按表 B.1 和表 B.2 拍取 X 射线管焦点像。

表 B.1 针孔尺寸和放大倍数

焦点标称值 f	直径 P		高度 H		放大倍数 E
	mm				
	基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	
$1.0 \geq f \geq 0.1$	0.030	± 0.005	0.075	0.010	≥ 2
$f \geq 1.1$	0.100	± 0.005	0.500	0.010	≥ 1

表 B.2 测试电压和测试电流

额定管电压 U	测试电压	测试电流
kV		
$U \leq 75$	75	额定管电流
$75 < U \leq 150$	$\frac{1}{2}U$	
$U > 150$	$\frac{1}{2}U$	

B.2.2 胶片

采用无增感屏的微粒胶片。

B.2.3 显影

按胶片厂说明书的规定,选择显影时间和显影温度。

B.2.4 测量条件

- a) 底片密度应在 1.1~1.5 之间(本底应不超过 0.3)并以此选择曝光时间;
- b) 背景照度 215 lx(最低值),用 5 倍~10 倍,内分有 0.1 mm 刻度的放大镜测量肉眼看得见的边缘尺寸,对非矩形焦点应取最小外接矩形进行测量。

B.3 焦点尺寸标称值

见 IEC 60336:2005 中表 3。