



中华人民共和国国家标准

GB/T 26838—XXXX
代替 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

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(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 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品分类	1
5 技术要求	2
6 试验方法	5
7 检验规则	14
8 标志、包装、运输和贮存	16

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。

本文件代替 GB/T 26838—2011《无损检测仪器 便携式工业 X 射线探伤机》，与 GB/T 26838—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更新“规范性引用文件”一章中的部分标准；
- b) 增加了“术语”一章（见第 3 章）；
- c) 更改了“产品型号”（见 4.1,2011 年版的 3.1）；
- d) 修改了“环境温度”（见 5.1b），（见 5.1b），（见 5.1b），（见 5.1b））；
- e) 增加“频率”要求（见 5.1e））；
- f) 修改了“曝光量”（见表 1、表 2、表 3、表 4）；
- g) 更改了“管电压调节装置”（见 5.2.6，2011 年版的 4.2.6）；
- h) 更改了“温度保护装置”（见 5.2.9，2011 年版的 4.2.9）；
- i) 更改了“漏射线空气比释动能率”相关描述（见 5.4.1，2011 年版的 4.4.1）；
- j) 更新了图 2；
- k) 更改了“穿透力测定”试验步骤（见 6.3.2，2011 年版的 5.3.2）；
- l) 更改了图 3；
- m) 删除 2011 年版本的 5.5.1；
- n) 更改了“漏射线空气比释动能率”试验方法（见 6.17，2011 年版的 5.17）；
- o) 删除了 2011 年版的 5.24。

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/TC122）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2011年首发布为GB/T 26838—2011；

——本次为第一次修订。

无损检测仪器 便携式工业 X 射线探伤机

1 范围

本文件规定了便携式工业 X 射线探伤机的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于管电压不超过500kV的便携式工业X射线探伤机（以下简称X射线机）。

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 9582—2008 摄影 工业射线胶片 ISO 感光度, ISO 平均斜率和 ISO 斜率 G2 和 G4 的测定(用 X 和 γ 射线曝光)

GB/T 12604.2 无损检测 术语 射线照相检测

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

GBZ 117 工业 X 射线探伤放射防护要求

JB/T 6220—2011 射线探伤用密度计

JB/T 7808 无损检测仪器 工业 X 射线探伤机 主参数系列

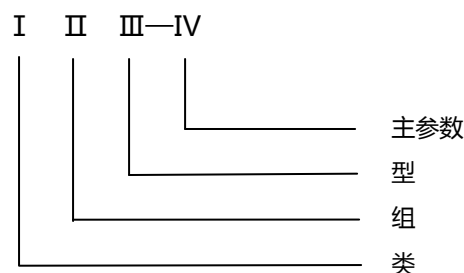
3 术语和定义

GB/T 12604.2中界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类

4.1 产品型号

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

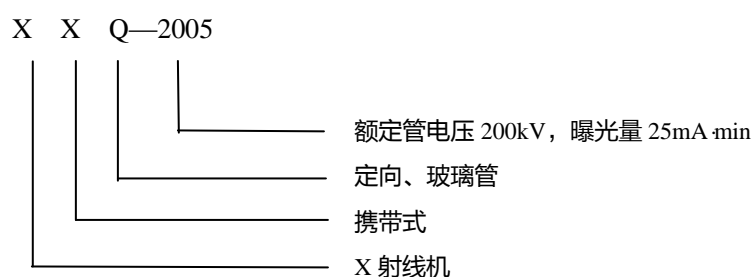


标引序号说明:

- 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。

图1 X射线机产品型号编制方法

示例:



4.2 主要技术参数

X射线机的主要技术参数应满足JB/T 7808的要求。

5 技术要求

5.1 使用条件

按照规定的工作规程, X 射线机在以下条件下应能正常工作:

- a) 海拔高度应不超过 1000 m;
- b) 环境温度-30℃~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) 频率 50Hz;
- f) 电源波形应不失真。

5.2 使用性能

5.2.1 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满足表1中的规定;
- b) 定向、工频、油绝缘X射线机XXY系列主要型号和穿透力应满足表2中的规定;
- c) 周向、变频、气绝缘 X 射线机 XXH 系列主要型号和穿透力应满足表 3 中的规定; 辐射场强均匀, 胶片相对密度差应小于 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满足表4中的规定;
- e) 若额定管电压与表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。具体型号产品应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	≤25	≥7
XXQ-1605	160	≤25	≥18
XXQ-2005	200	≤25	≥29
XXQ-2505	250	≤25	≥39
XXQ-3005	300	≤25	≥48
XXQ-3205	320	≤25	≥52
XXQ-3505	350	≤25	≥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	≤25	≥19
XXY-2005	200	≤25	≥30
XXY-2505	250	≤25	≥39
XXY-3005	300	≤25	≥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

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	≤25	≥16	≥12
XXH-2005	200	≤25	≥27	≥24
XXH-2505	250	≤25	≥37	≥34
XXH-3005	300	≤25	≥45	≥40
XXH-3205	320	≤25	≥48	≥42
XXH-3505	350	≤25	≥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

型号	额定管电压 kV	曝光量 mA · min	穿透力 钢 Q235 mm
XXG-1605	160	≤25	≥22
XXG-2205	220	≤25	≥38
XXG-2605	260	≤25	≥49
XXG-3005	300	≤25	≥64

5.2.2 透照相对灵敏度应小于等于 1.8%(钢 Q235)。

- 5.2.3 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 $360^{\circ}\times 25^{\circ}$,周向锥靶辐射角为 $360^{\circ}\times 30^{\circ}$ (40°)。
- 5.2.4 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 $\pm 2\%$ 。
- 5.2.5 管电压最大允许误差应不大于所测点值的 $\pm 5\%$ (有绝缘机)。
- 5.2.6 管电压调节装置,起始管电压应不大于额定管电压的20%(气绝缘机)。
- 5.2.7 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。
- 5.2.8 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。
- 5.2.9 温度保护装置,当温度超过规定值 5°C 时,高压应断开。
- 5.2.10 欠毫安保护装置,当管电流小于1mA时,高压应断开。
- 5.2.11 变频、气绝缘X射线机应设有气体压力指示,发生器中绝缘气体 SF_6 气压应高于0.35 MPa(20°C)。
- 5.2.12 发生器及冷却回路应无泄漏现象。

5.3 稳定性

- 5.3.1 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)。
- 5.3.2 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 $\pm 0.5\text{mA}$ 以内。

5.4 辐射防护与安全

- 5.4.1 漏射线空气比释动能率应符合GB/Z 117的规定。
- 5.4.2 低压回路绝缘电阻不小于 $2\text{M}\Omega$ 。
- 5.4.3 低压回路绝缘强度按表5规定进行检验,应无异常现象。

表5 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	1000	2
$U \leq 100$	50	500	2

- 5.4.4 冷、热状态下高压回路检验电压和时间按表6规定进行检验,应无异常现象。

表6 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
≥ 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)

- 5.4.5 低压变压器初级对地绝缘强度按表5规定进行检验,应无异常现象。
- 5.4.6 高压变压器次级对地绝缘强度按表6规定进行检验,应无异常现象。
- 5.4.7 高压变压器初级对地绝缘电阻应不小于 $5\text{M}\Omega$ 。
- 5.4.8 灯丝变压器初级对地绝缘电阻应不小于 $5\text{M}\Omega$ 。
- 5.4.9 灯丝变压器初级对地绝缘强度,用1000 V、50 Hz交流电检验,耐压2 min应无异常现象。
- 5.4.10 接地保护装置,接地电阻应小于 0.5Ω 。
- 5.4.11 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 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)。

5.4.12 控制器和发生器中（工频、油绝缘）杂质均应不大于 80 mg。

5.5 外观要求

5.5.1 表面镀层坚固、无脱落现象。

5.5.2 表面面漆及加工表面无碰伤、气泡及划痕。

5.5.3 不加工的易锈表面有防锈或防氧化措施。

5.5.4 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。

6 试验方法

6.1 试验条件

试验条件应符合5.1的规定。

6.2 试验用主要仪器仪表和器具

6.2.1 精度等级不低于 1.5 级的交流电压表，电流表。

6.2.2 球隙放电器或静电电压表，最大测量误差为 $\pm 3\%$ 。

6.2.3 1.0 级 500 V 绝缘电阻表。

6.2.4 X 射线剂量仪，总不确定度为 10%。

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

6.2.6 穿透力校验检块及线型像质计，按附录 A 规定。

6.2.7 铅增感屏，工业用射线胶片。

6.2.8 接地电阻测量仪。

6.2.9 秒表和温度计。

6.2.10 连续冲击式检验台，高、低温箱，湿热箱。

6.2.11 容量为被测 X 射线机功率 150%以上的耐压测试仪。

6.2.12 气压表和气压检验装置。

6.2.13 精度为毫克级天平。

6.2.14 X 射线剂量率仪。

6.2.15 卤素检漏仪。

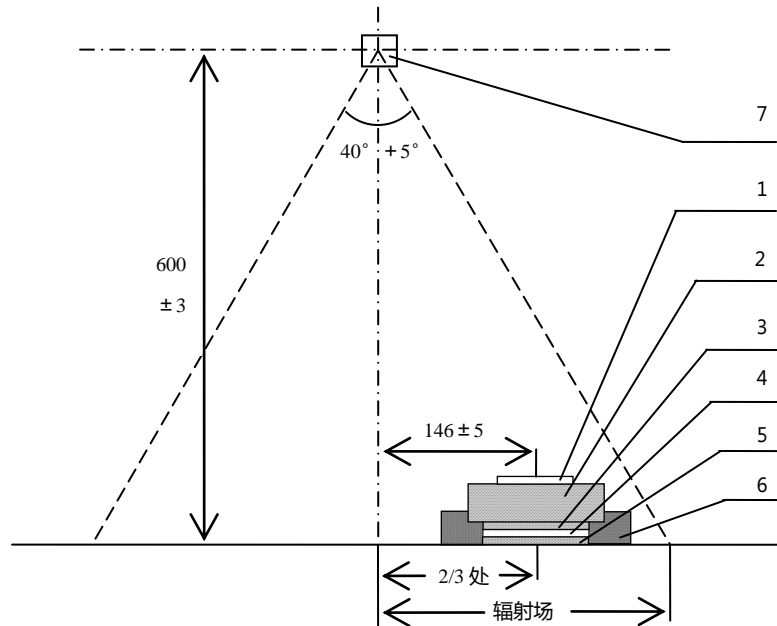
6.3 穿透力测定

6.3.1 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—2011 中 4.2 要求的密度计。

本试验示意图见图2。

单位为毫米



标引序号说明:

- 1——像质计;
- 2——试块;
- 3——前增感屏;
- 4——胶片;
- 5——后增感屏;
- 6——屏蔽铅;
- 7——实际焦点。

图2 穿透力试验示意图

6.3.2 试验程序

把胶片裁成 100mm×225 mm 长方形, 前增感屏厚度为 0.03mm, 后增感屏与前屏厚度相同或略厚, 穿透力校验试块 (厚度见附录 A) 放在前增感屏上, 并面向 X 射线发生器一侧。试块四周用屏蔽铅屏蔽好。

采用额定管电压、额定管电流, 曝光时间参数宜采用 25 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 600mm、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。曝光后底片密度大于等于 1.5。将曝光后的胶片进行暗室处理, 室内温度为 21℃±2℃, 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。

6.3.3 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。

6.4 相对灵敏度测定

6.4.1 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。

6.4.2 试验程序

6.4.2.1 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。

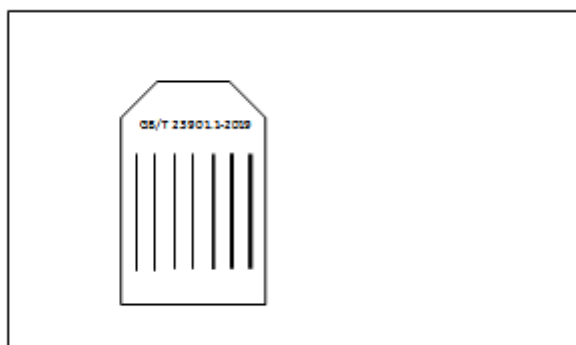


图3 像质计放置示意图

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, %。

6.5 射线辐射角和辐射场均匀性测定

6.5.1 试验仪器:胶片、胶片支架、密度计或测微光度计。

6.5.2 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 100mm。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。

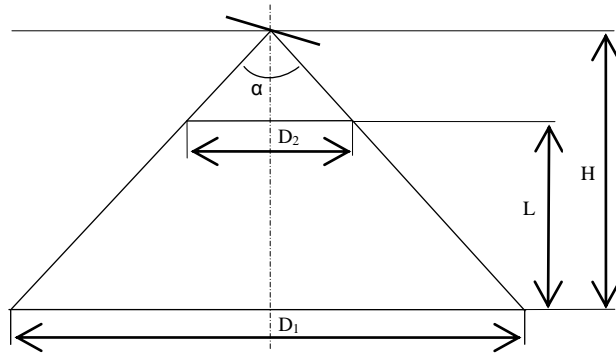


图4 辐射圆锥角示意图

6.5.3 结果处理

6.5.3.1 按图 5 指定位置测量，并将试验结果填入记录表中。

6.5.3.2 按式 (3) 确定辐射场圆锥角：

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

式中：

α ——辐射场圆锥角，单位为度、弧度（如 45° 、 $\pi/2$ ）；

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° 的辐射场，大于 70° 的辐射场建议用辐射探测器法测量。

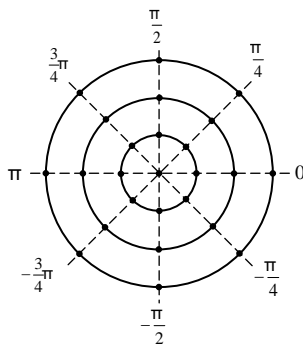


图 5 测量辐射场均匀性的测量点位置

6.6 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° 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 6.5。

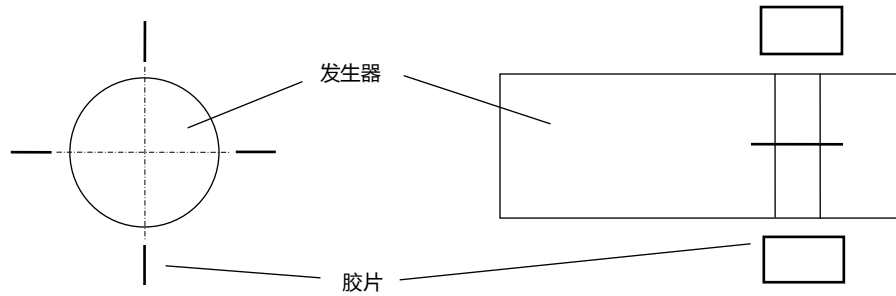


图 6 周向 X 射线机射线辐射角检验示意图

6.7 计时器误差测定

将计时器分别调到 0.5min、1min、5min 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。

6.8 额定管电压误差测定

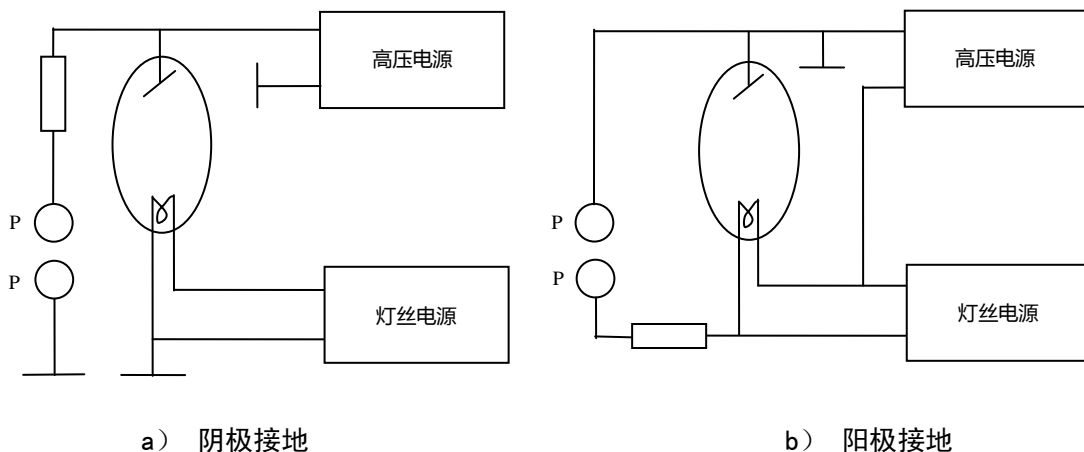
6.8.1 用球隙放电法测定管电压误差

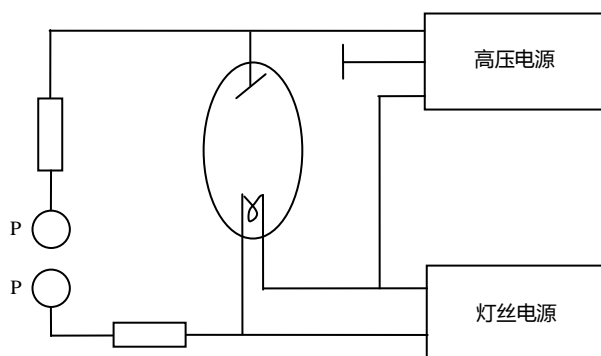
在具有防护条件的高压检验室内进行，选用合适的球形放电器，管电压为 20kV ~ 150kV 范围内选用直径为 125mm 的球，管电压为 40kV ~ 270kV 范围内选用直径为 250mm 的球，管电压为 60kV ~ 460kV 范围内选用直径为 500mm 的球。限流电阻*R*按每伏 3Ω 估算和选用。如图7进行仪器连接。用温度计、气压表测出检验室的温度 *t* 和大气压力 *b*，按式 (4) 计算密度修正系数 *K_d*。

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

式中：

- K_d* ——密度修正系数；
- b* ——大气压，单位为帕 (Pa)；
- b₀* ——101325Pa。





C) 中间接地

图 7 球隙放电法电气联结图

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（30s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10kV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）；

ΔU ——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
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。

6.8.2 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 k Ω ,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 :

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

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, $f = 0.74$ 。

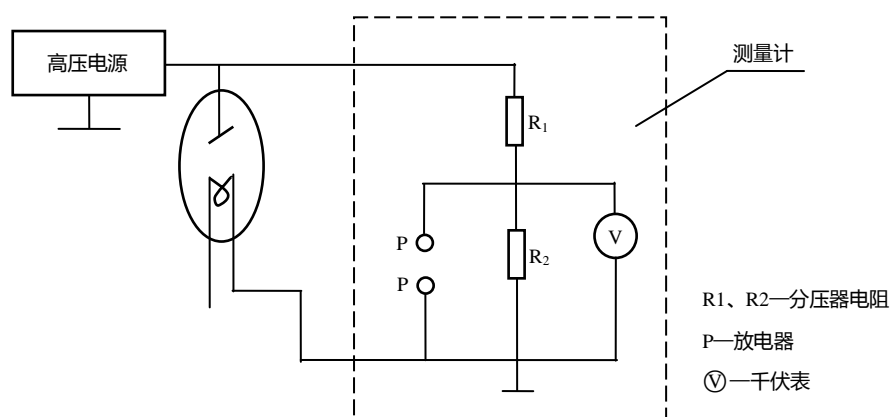


图 8 测量计法电气联结图

根据式 (7) 计算管电压误差

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

式中:

Δ ——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 $f=1$ 。

6.9 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。

6.10 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 5s 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。

6.11 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 1min 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 5s 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。

6.12 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动切断时, 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 2h 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。

6.13 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）。

6.14 气绝缘低气压保护测定

当发生器中 SF₆ 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)。

6.15 连续工作稳定性能测定

工作 5min 休息 5min（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。

6.16 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、220V 对应的输出电压 U_1 、 U_2 及 U 按式 (8) 计算出。

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

6.17 漏射线空气比释动能率测定

在允许的最高工作条件下，X 射线管主束窗口应用遮光罩遮盖，距其焦点 1m 处用防护级剂量仪测量漏射线比释动能率。

6.18 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。

6.19 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的电阻。

6.20 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。

6.21 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 $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，按上述方法进行检验。

6.22 高压变压器次级对地绝缘强度测定

实验方法同6.21。

6.23 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。

6.24 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1000 V加在灯丝变压器初级和外壳接地端子之间，维持1 min。

6.25 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。

6.26 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。

6.27 泄漏测定

检测方法为：

- a) 工频、油绝缘发生器密封性检测：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 $60^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ 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漏。

6.28 运输、贮存环境试验

按GB/T 25480检测方法进行，高温选 $+50^{\circ}\text{C}$ ，低温选 -20°C 。

6.29 包装试验

按GB/T 25480检测方法进行，喷淋时间为30 min。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 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，签发合格证后方能出厂。

7.1.2 出厂检验项目按表9规定的进行。

7.2 型式检验

7.2.1 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) 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；
- e) 国家质量监督检验检疫机构提出进行型式检验要求时。

7.2.2 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	5.2.1	6.3	√	√
2	透照相对灵敏度测定	5.2.2	6.4	√	√
3	X射线辐射角及场均匀性测定	5.2.3	6.5	√	√
4	X射线计时器误差测定	5.2.4	6.7	√	√
5	管电压误差测定	5.2.5	6.8	—	√
6	X射线管电压调节装置测定	5.2.6	6.9	√	√
7	X射线机过电压保护测定	5.2.7	6.11	—	√
8	过电流保护测定	5.2.8	6.10	√	√
9	过温度保护测定	5.2.9	6.12	—	√
10	X射线机失毫安保护装置测定	5.2.10	6.13	—	√
11	X射线机连续工作稳定性测定	5.3.1	6.15	—	√
12	X射线机稳压电路输出波动测定	5.3.2	6.16	—	√
13	X射线机漏射线比释动能率测定	5.4.1	6.17	—	√
14	低压回路绝缘电阻测定	5.4.2	6.18	√	√
15	高压回路绝缘强度测定	5.4.4	6.21	√	√
16	高压变压器次级对地绝缘强度测定	5.4.6	6.25	—	√
17	高压回路绝缘电阻测定	5.4.7	6.23	—	√
18	灯丝变压器初级对地绝缘强度测定	5.4.9	6.24	—	√
19	接地电阻测定	5.4.10	6.19	—	√
20	控制器和发生器清洁度检测	5.4.12	6.26	—	√
21	外观质量检测	5.5	6.27	√	√
22	发生器泄漏试验	5.2.12	6.28	—	√
23	运输、贮存环境试验	8.3.1	6.29	—	√
24	包装试验	8.2	6.30	—	√

注：表中“√”为必检项目，“—”为不检项目。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 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”。

8.1.2 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。

8.1.3 周向 X 射线机发生器（在窗口处）上应有红色环标志。

8.2 包装

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

8.2.2 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。

8.2.3 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；
- e) 随行附（备）件清单。

8.3 运输和贮存

8.3.1 运输和贮存环境条件及检验应符合 GB/T 25480 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℃ ~ +40℃ 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 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： $Ra \leq 6.3\mu\text{m}$ 。						