

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 8764—1998

代替 ZBN 78002—86

工业探伤用 X 射线管通用技术条件

1 范围

本标准规定了工业探伤用 X 射线管(本文以下简称 X 射线管)技术要求,检验规则,试验方法和标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于管电压不超过 500kV 的 X 射线管。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 191—90 包装储运图示标志

GB 2829—87 周期检查计数抽样程序及抽样表(适用于生产过程稳定性的检查)

GB 12079—89 X 射线管光电性能测试方法

GB/T 15464—1995 仪器仪表包装通用技术条件

JB/T 9329—1998 仪器仪表运输、运输贮存基本条件及试验方法

3 技术性能

3.1 技术性能

3.1.1 X 射线管在下列工作条件下应正常工作。

- a)海拔高度不超过 1000 mm(超过 1000m,用户可与制造厂协商解决);
- b)环境温度为 2~40℃(非直接强迫循环冷却的 X 射线管的环境温度为-30~40℃);
- c)空气相对湿度不大于 85%;
- c)电源电压 220V±22V。

3.1.2 X 射线管的灯丝特性:X 射线管的灯丝电压、灯丝电流应符合具体产品文件要求。当灯丝电流为产品标准规定值时灯丝电压误差不应超过规定值±10%。

3.1.3 X 射线管的管电压为额定值的 0.3 倍时,X 射线管的管电流应能达到额定值。

3.1.4 X 射线管按表 1 规定进行超电压试验时应无放电和闪烁现象。

表 1

额定管电压 kV	超过管电压百分数 %	持续时间 min		试验管电流
		直接强迫循环冷却	非直接强迫循环冷却	
≥200	5	5	3	额定管电流 的 80%
<200	10	5	3	

3.1.5 X 射线管的焦点形状应规整,尺寸误差应符合如下要求。

焦点标称值小于等于 3.0mm 的焦点尺寸容许值应附合附录 A 中表 A4 规定。

焦点标称值大于 3.0mm 焦点尺寸误差应小于 $\pm 30\%$ 。

3.1.6 X 射线管的 X 射线辐射强度在其曝光场内应均匀。在具体型号的产品文件中,应规定其均匀度。

3.1.7 X 射线管在规定的工作条件下,在规定的工作时间内,管电流稳定度不得超过 8%。

3.2 可靠性

3.2.1 X 射线管寿命即累积正常工作时限,金属玻璃 X 射线管不应小于 400h;金属陶瓷 X 射线管不应小于 500h。在工作时限内 X 射线辐射剂量率不应低于其初始值的 80%。在具体型号的 X 射线管产品文件中,应规定 X 射线辐射剂量率的初始值。

3.2.2 X 射线管在额定负荷下,直接强迫循环冷却的 X 射线连续工作 30min,非直接强迫循环冷却的 X 射线管连续工作 10min 不允许有放电等异常现象。

3.2.3 X 射线管经高温低温和潮湿环境试验后,电气参数应符合本标准和产品技术条件规定。

3.2.4 X 射线管应有足够的机械强度,按表 2 进行碰撞试验后外形和电气参数均应符合本标准和产品技术条件的规定。

表 2 碰撞试验条件

类 型	额定管电压 kV	加速度 m/s^2	次 数	频 率次/分	脉冲持续时间 ms
金属玻璃管	<200	39.2	500	40	
	≥ 200	39.2	250	40	
金属陶瓷管	≤ 500	147	250~500		2~1

3.3 外观及结构

3.3.1 X 射线管的阴极、阳极冷却器必须采用耐腐蚀的材料。阳极帽、阴极引线帽应有防腐镀层。

3.3.2 金属玻璃 X 射线管的管帽固定必须牢固,不得沿轴线移动或转动。

3.3.3 金属玻璃 X 射线管的引出线与管帽焊接应牢固光滑。

3.3.4 金属玻璃 X 射线管的多股绞合线应具有一定的机械强度。

3.3.5 X 射线管的封接处应牢固,并有一定的热稳定性。

3.3.6 金属玻璃 X 射线管阴极帽轴线与阳极帽(或散热器)轴线间的同轴度不应超过管长度的,管长大于 500mm 时不应超过 5mm。

3.3.7 金属玻璃 X 射线管的真空度应小于 1.33×10^{-4} Pa,金属陶瓷 X 射线管的真空度应小于 1.33×10^{-5} Pa,X 射线管在温度变化时应稳定,不应有炸裂和真空度降低现象。

3.3.8 X 射线管壳不得存在危险应力。

3.3.9 X 射线管需在制造仓库内静置 10 昼夜以上,出库时不得有漏气现象。

3.3.10 X 射线管表面镀层应无脱落现象。安装面表面粗糙度不低于 $1.6\mu m$ 。

3.3.11 X 射线管表面不应有碰伤和损伤。玻璃壳不得有影响质量的气泡。

3.4 包装、运输、贮存环境条件要求

3.4.1 X 射线管的包装应符合 GB/T 15464 要求,进行复合包装。

3.4.2 X 射线管运输、运输贮存环境条件应符合 JB/T 9329 要求,其中高温试验选用 $55^\circ C$,低温试验选用 $-40^\circ C$ 。

3.5 X 射线管的产品文件中应有下列补充规定。

3.5.1 X 射线管外型尺寸及 X 射线管焦点至阳极端面尺寸。

3.5.2 X射线管的额定管电压、最大反向电压、额定管电流、额定功率、灯丝特性,达到额定管电流的起始电压。

3.5.3 有效射线束角度。

3.5.4 最大灯丝电压和灯丝电流。

3.5.5 靶面角。

3.5.6 放射窗的材料和厚度。

3.5.7 焦点的形状和尺寸。

3.5.8 X射线辐射剂量率的初始值。

3.5.9 训练X射线管时电压上升的速度。

3.5.10 阳极靶面材料。

3.5.11 X射线管正常工作的电压波形。

3.5.12 X射线管正常工作的冷却条件。

4 检验规则

4.1 凡出厂的X射线管必须经制造厂质量部门按出厂检验项目检验,签发产品合格证后方能出厂。

4.2 出厂检验项目

4.2.1 X射线管外观检查

4.2.2 X射线管外型尺寸及焦点至阳极端面尺寸检验

4.2.3 X射线管真空度检验

4.2.4 灯丝特性测定

4.2.5 X射线管连续工作试验

4.2.6 X射线管超电压试验

4.2.7 焦点尺寸测定

4.2.8 管电流稳定度的测定

4.3 型式试验每年不得少于一次。凡属下列情况之一者应按本标准做型式试验:

a) 试制的新产品(包括老产品转厂); b) 当产品设计、工艺和所使用材料的改变引起产品的主要性能改变时; c) 不经常生产的产品再次生产时; d) 对成批的大量生产的产品进行定期抽查时; e) 出厂检验结果与上次型式试验结果有较大差异时; f) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

4.4 型式试验项目

4.4.1 全部出厂检验项目

4.4.2 有效射束角度的测定

4.4.3 管帽固定度的检验

4.4.4 多股绞合线的机械强度检验

4.4.5 热稳定性试验和危险应力测定

4.4.6 同轴度检查

4.4.7 低温、高温和潮湿环境试验

4.4.8 机械强度试验

4.4.9 X射线辐射剂量率初始值测定

4.4.10 包装质量检查

4.4.11 运输、运输贮存环境试验

4.5 寿命试验

4.5.1 在本标准 4.3a、b 情况下做寿命试验。

4.5.2 寿命试验允许在用户装置上进行。

4.5.3 寿命试验的 X 射线管应从成品出厂试验的合格产品中任意抽取,其数量不少于三支,并经型式试验合格后进行。

4.6 抽样方法、组批规则及判定规则

4.6.1 抽样方法、组批规则

批量(N)不能小于 8。

按 GB 2829 规定不合格质量水平(RQL)为 30,规定判定水平(DL)选用 I,选用二次抽样方案,抽取样本大小 $n_1 = n_2 = 4$ 规定判定数组:

$$\left\{ \begin{array}{ll} Ac_1 = 0 & Re_1 = 2 \\ Ac_2 = 1 & Re_2 = 2 \end{array} \right\}$$

4.6.2 判定规则

样本不符合本标准 3.1.1、3.1.2、3.1.3、3.1.4、3.1.5、3.1.6、3.1.7、3.2.2 中任意一条要求时,为一个 B 类不合格,样本中有两个或两个以上 B 类不合格判定为 B 类不合格批,产品样本不符合其余各项任一条要求时为一个 C 类不合格,样本中有两个或两个以上 C 类不合格判定为 C 类不合格批。有一个 B 类不合格和一个 C 类不合格判定为 B 类不合格批。

按 GB 2829 的规定,根据样本检查结果,若在第一个样本中发现的不合格数为 0,则判定为合格批,若在第一个样本中发现的不合格数大于或等于 2,则判定该批是不合格批。若在第一个样本中发现的不合格数等于 1 时,则对第二样本进行检查。若在一样本和第二样本中发现的不合格数总和大于或等于 2,则判定该批为不合格批。

5 试验方法

5.1 试验条件

按本标准 3.1.1 正常工作条件进行试验。

5.2 试验用主要仪表和器具如下:

a)测量灯丝用电压表和电流表的准确度不低于 1.5 级,高压分压器不低于 1.5 级,静电电压表不低于 1.0 级;b)测定用照射量计总不确定度小于 4.0%;c)黑度计或测微光度计、强光可调阅片灯;d)X 射线管测试台(模拟 X 射线机);e)冲击试验台;f)恒温箱、低温箱、潮湿箱;g)流量计、调压器(5kW);h)秒表、温度计;i)偏光仪;j)焦点测试装置及工业 X 射线管胶片。

5.3 X 射线管外观检查(4.2.1),X 射线管外型尺寸及焦点至阳极端面尺寸检查(4.2.2),X 射线管真空度检验(4.2.3)按常规方法检查。

5.4 管电流稳定度测试:按 GB12079 中规定进行。

5.5 X 射线管连续工作试验:出厂检验可查试验记录。型式试验应达到额定管电压、管电流。连续工作时间为 30min(10min),允许训练。

5.6 灯丝特性测定:按 GB 12079 中规定进行。

5.7 X 射线管超电压试验:将 X 射线管装在 X 射线管测试台上按照规定的工作规程使其达到表 1 规定,进行超电压试验。

5.8 焦点尺寸测定:定向辐射 X 射线管按本标准附录 A、附录 B 所规定的测验方法进行。周向辐射 X 射线管按具本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。

5.9 有效射线束角度测定:将 X 射线胶片 1 与 2 放置于 X 射线辐射窗口的中心线位置上,如图 1 所示。测量 D_1 与 D_2 及 L 按下列公式计算辐射角,测试结果应大于规定数值。

$$\alpha = 2 \arctg \frac{D_1 - D_2}{2L}$$

式中: D_1 和 D_2 ——射线束在胶片 1 和 2 上辐射范围直径,mm;

L ——胶片间距离,mm。

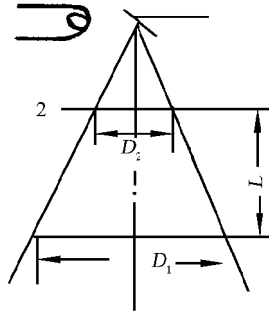


图 1 测量 X 射线辐射角示意图

5.10 管帽固定度的检验:将 X 射线管浸入温度为 $+70^{\circ}\text{C}$ 的变压器油中 8h 后取出,在室温下静置 2h,然后在玻壳和帽之内加以逐渐增大的扭力矩。直径 40mm 以下管帽加扭力矩 2.26Nm,直径在 40mm 以下管帽加扭力矩 4.4Nm。

5.11 多股绞合线的机械强度检验

5.11.1 在引出线上作用 4.9N 的静负荷,引线焊接点不应断裂。

5.11.2 将每根引出线在距封口面 10mm 处夹于直径 10mm 的两根圆棒中间,来回绕 108° ,弯曲 10 次,引出线折断根数不应超过引出线总和的 10%。

5.12 热稳定性试验和危险应力测定

5.12.1 热稳定性测验:在 1min 内使金属玻璃 X 射线管的温度变化 100°C ,最高温度不超过 230°C ;使金属陶瓷 X 射线管的温度变化 180°C ,最高温度不超过 300°C ,在室温下静置 1h 后重复进行一次。

5.12.2 危险应力在偏光仪上进行检查。

5.13 同轴度检查:用计量器具检查。

5.14 低温、高温和潮湿环境试验:

5.14.1 低温试验:多属玻璃 X 射线管在温度为 $-55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的低温箱内放置 2h,金属陶瓷 X 射线管在温度为 $-70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的低温箱内放置 2h。

5.14.2 高温试验:金属玻璃 X 射线管在 $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱内入置 2h,金属陶瓷 X 射线管在 $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱内放置 2h。

5.14.3 潮湿试验:在温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,空气相对湿度 95% 的潮湿箱内放置 48h。

5.15 机械强度试验:将 X 射线管刚性固定在冲击试验台上,并分别放置于水平和垂直(阳极在下)两个位置上,按表 2 规定进行试验。

5.16 X 射线辐射剂量初始值的测定:在额定负荷下,将伦琴计放置在离管焦点 600mm 处的 X 射线束中心方向,通过 0.5mm 厚的铜滤光片(对于具有铍窗口的 X 射线管采用 0.5mm 厚的铝滤光片)测量 1min 内的 X 射线辐射剂量。

5.17 包装质量检验:按本标准 6.2 进行。

5.18 运输贮存环境试验:按本标准 6.3 进行。

5.19 寿命试验:

5.19.1 用累计 X 射线的工作小时数测定单独 X 射线管的寿命。

5.19.2 寿命试验时管电流为额定值,管电压应不低于额定值的 90%。

5.19.3 寿命试验的管子每工作 100h 测定一次 X 射线辐射剂量率,当单支管子的 X 射线辐射剂量率降到本标准 3.2.1 规定的数值时该管子的寿命便算结束。

5.19.4 试验结果按下式计算:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{nT} \times 100\%$$

式中: T_i ——单支 X 射线管寿命(小时数); n ——被测 X 射线管的数量($n < 3$); T ——X 射线管规定的寿命。

5.19.5 按上式计算的结果不应小于 95%。如试验的 X 射线管有一支小于 300h,则寿命试验不合格。

6 标志、包装、运输、贮存

6.1 标志

每支 X 射线管应在明显的适当位置固定铭牌(标志),其内容包括下列各项:

a)型号、规格;b)主要技术参数;c)制造日期或编号;d)制造厂名及商标。

6.2 包装

6.2.1 X 射线管包装检查应参照 GB/T 15464 中有关规定进行。

6.2.2 包装内应有防震防湿措施,并按 JB/T 9329 中规定条件考虑包装质量。

6.2.3 包装箱外壁上文字和标志应清楚、整齐,而且不应因搬运摩擦或时间较久而模糊不清,其内容包括下列各项:

a)产品名称;b)收货单位和地址及邮编;c)发货单位和地址及邮编;d)标有“小心轻放”“向上”“怕湿”等符合 GB 191 规定的包装储运的文字或符号;e)产品执行标准编号及名称(可在产品说明上标注)。

6.2.4 包装箱内应附有下列文件:

a)装箱单;b)产品合格书;c)产品使用说明书。

6.3 运输和贮存

6.3.1 X 射线管运输、运输贮存环境试验应参照 JB/T9329 中有关规定进行。

6.3.2 X 射线管运输时应防止震动和碰撞,并遵守包装箱外标志的规定。

6.3.3 X 射线管贮存地点及周围不得含有腐蚀性气体,环境温度在 $-25\text{C} \sim 40\text{C}$ 之间,空气相对湿度不大于 90%,库内保持空气流通,地面干燥。

附录 A

(标准的附录)

焦点针孔射线照相

A1 试验设备

A1.1 针孔照相机

焦点,针孔射线照片必须用针孔照相机拍摄,照相机包括针孔板,针孔尺寸见表 A1

表 A1

焦点标称值 f	尺寸	
	直径 P	高度 H
$f \leq 1.0$	0.030 ± 0.005	0.075 ± 0.010
$1.1 \leq f$	0.100 ± 0.005	0.500 ± 0.010

针孔板主要尺寸见图 A1。

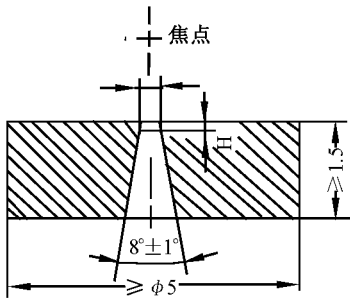


图 A1

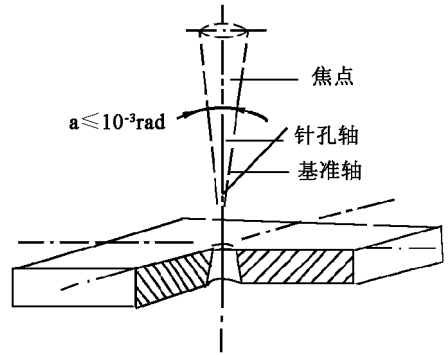


图 A2 针孔照相机的准直

针孔板必须用下列材料之一制造：

钨

钽

含铂 10% 的金铂合金

含铼 10% 的钨铼合金

含铱 10% 的铂铱合金

A1.2 胶片

必须用射线摄影用微粒胶片拍摄,不用增感屏。

A2 试验方法

A2.1 针孔照相机的准直

基准轴与针孔轴线所成的角度小于或等于 10^{-3} rad (见图 A2)。

A2.2 针孔照相机的位置

针孔板的入射面到焦点的距离必须使实际焦点范围内的放大倍率变化在基准方向不超过 $\pm 5\%$ 。此距离不许小于 100mm。

A2.3 胶片的位置

胶片必须与基准方向垂直,至针孔板入射面距离根据放大倍率按表 A2 确定。

表 A2

焦点标称值 $f(\text{mm})$	放大倍率 E
$f \leq 1.0$	$E \geq 2$
$1.1 \leq f$	$E \geq 1$

A3 操作条件

A3.1 X射线必须装在能使其正常工作的X射线管套内或装在与正常工作条件等效的X射线管测试台上。

A3.2 测试管电压和测试管电流见表A3。

表 A3

额定管电压 U	测试电压	测试电流
kV		
$U \leq 75$	U	对应于焦点标称阳极输入功率的50%管电流
$75 < U \leq 150$	75	
$150 < U \leq 200$	$U/2$	
$200 < U$	$U/2$	额定管电流

A4 针孔射线照片的拍摄

胶片的曝光程度应使充分显影后的最高区域的黑度为1.0至1.4之间。

胶片灰雾和本底造成的黑度不应超过0.2。

A5 焦点标称参数的规定

X射线管焦点必须按下列数值范围选定(单位 mm):

0.1 至 0.25 级差 0.05

0.3 至 2.0 级差 0.1

2.2 至以上 级差 0.2

A6 焦点标称值的容许值(见表A4)

表 A4

焦点标称值 f	焦点尺寸容许值	
	宽 度	长 度
0.1	0.10~0.15	0.10~0.15
0.15	0.15~0.23	0.15~0.23
0.2	0.20~0.30	0.20~0.30
0.25	0.25~0.38	0.25~0.38
0.3	0.30~0.45	0.45~0.65
0.4	0.40~0.60	0.60~0.85
0.5	0.50~0.75	0.70~1.10
0.6	0.60~0.90	0.90~1.30
0.7	0.70~1.10	1.00~1.50
0.8	0.80~1.20	1.10~1.60
0.9	0.90~1.30	1.30~1.80
1.0	1.00~1.40	1.40~2.00
1.1	1.10~1.50	1.60~2.20
1.2	1.20~1.70	1.70~2.40
1.3	1.30~1.80	1.90~2.60
1.4	1.40~1.90	2.00~2.80
1.5	1.50~2.00	2.10~3.00
1.6	1.60~2.10	2.30~3.10

焦点标称值 f	焦点尺寸容许值	
	宽 度	长 度
1.7	1.70~2.20	2.40~3.20
1.8	1.80~2.30	2.60~3.30
1.9	1.90~2.40	2.70~3.50
2.0	2.00~2.60	2.90~3.70
2.2	2.20~2.90	3.10~4.00
2.4	2.40~3.10	3.40~4.40
2.6	2.60~3.40	3.70~4.80
2.8	2.80~3.60	4.00~5.20
3.0	3.00~3.90	4.30~5.60

对于标称值为 0.3 至 3mm 的焦点,表 A4 所列容许值已包括系数 0.7。

附 录 B

(标准的附录)

焦点实际值的测量

B1 测量方法

按附录 A 规定拍摄的焦点针孔和射线照片从背面照明,最低照度 215lx,用 5~10 倍,内含有 0.1mm 刻度放大镜测量肉眼能看得见的边缘尺寸。对非矩形焦点应取最小外接矩形进行测量。

B2 焦点宽度和长度的计算

B2.1 对标准称值不大于 3.0mm 的焦点,用放大倍率去除测得的焦点长度和宽度值即得焦点尺寸。所得值应符合本标准 3.1.5 要求。

B2.2 对标称值大于 3.0mm 的焦点,用放大倍率去除测得的焦点长度和宽度值,线焦点的长度值再乘一个修正系数 0.7 即得焦点尺寸,所得值应符合标准 3.1.5 要求。