

ICS 19.100
N 78



中华人民共和国国家标准

GB/T 36017—2018

无损检测仪器 X射线荧光分析管

Non-destructive testing instruments—X-ray fluorescence analysis tube

2018-03-15 发布

2018-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 产品分类	1
4 技术要求	2
5 试验方法	4
6 检验规则	8
7 标志、包装、运输和贮存	9

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。

本标准起草单位:深圳国珙仪器有限公司、苏州市华测检测技术有限公司、辽宁仪表研究所、丹东市无损检测设备有限公司。

本标准主要起草人:郭冰、甘佳俊、王琳、包如岭。



无损检测仪器 X 射线荧光分析管

1 范围

本标准规定了 X 射线荧光分析管的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。本标准适用于侧窗 X 射线荧光分析管和端窗 X 射线荧光分析管。

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 13384 机电产品包装通用技术条件

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

3 产品分类

3.1 型号规格

X 射线荧光管的型号规格见表 1。

表 1 X 射线荧光管的型号规格

型号	规格
XY(C 或 D)1-1/50	1 kW 系列
XY(C 或 D)2-2/60	2 kW 系列
XY(C 或 D)3-3/60	3 kW 系列

注: 如有特殊规格制造厂与用户协商解决,并参照本标准执行。

3.2 型号编制方法

X 射线荧光管的型号主要由特征代号和规格代号两个基本部分组成。特征代号主要反映产品分类,用汉语拼音字母表示;规格代号主要反映产品参数规格,用阿拉伯数字表示,编制方法见表 2。

表 2 X 射线荧光管的型号编制方法

型号构成	第 1 部分	第 2 部分	第 3 部分	第 4 部分	第 5 部分	第 6 部分
分类形式	大类 X 射线类	小类 荧光分析	X 射线窗位置	产品序号	表示额定功率 (kW)	表示额定管电压 (kV)
表示方法	用字母 X 表示	用字母 Y 表示	用字母 C 或 D 表示 C—侧窗、D—端窗	用阿拉伯数字表示		

GB/T 36017—2018

4 技术要求

4.1 总则

X 射线荧光管应符合本标准规定,并按照规定程序批准的图样和技术文件制造。

4.2 工作条件

X 射线荧光分析管正常工作应满足以下条件:

- a) 环境温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 空气相对湿度不大于 85%;
- c) 大气压力 $85\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$;
- d) 电源的频率为 $50\text{ Hz}\pm 1\text{ Hz}$,电源电压波动应不超过输入值的 $\pm 10\%$ 。

4.3 使用性能

4.3.1 X 射线荧光管的额定功率、最大管电压、最大管电流应符合表 3 规定。

表 3 X 射线荧光管的额定功率、最大管电压、最大管电流

型号	靶材种类	额定功率/kW	最大管电压/kV	最大管电流/mA
XY1-1/50(60)	Pt、W、Mo、Rh Cr 等	1	50	30
			60	
XY2-2/60(100)	Pt、W、Mo、Rh Cr 等	2	60	40
			100	
XY3-3/60(100)	Pt、W、Mo、Rh Cr 等	3	60	80
			100	

4.3.2 X 射线荧光管的发射特性:当管电压为 20 kV,灯丝电流(交流供电)为规定值时,管电流应符合下列要求:

- a) 大于或等于 30 mA(1 kW 系列);
- b) 大于或等于 40 mA(2 kW 系列);
- c) 大于或等于 80 mA(3 kW 系列)。

4.3.3 X 射线荧光管杂质谱线应符合下列要求。靶面杂质谱线强度(1 杂)/靶材特征谱线强度(1 靶)比值小于表 4 的列数值。

表 4 靶面杂质谱线强度(1 杂)/靶材特征谱线强度(1 靶)比值

1 靶	1 杂				
	W $L\beta$	Ag $K\alpha$	Mo $K\alpha$	Ca $K\alpha$	Fe $K\alpha$
	1 杂/1 靶				
Pt $L\beta$	0.10	0.01	0.01	0.20	0.01
W $L\beta$	—	0.01	0.01	0.20	0.01
Mo $K\alpha$	0.01	0.01	—	0.10	0.01
Rh $K\alpha$	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01
Cr $K\alpha$	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01

4.3.4 X射线荧光管的焦点形状应规整,焦点尺寸应符合具体产品标准中的产品说明书,焦点尺寸误差小于+30%。

4.3.5 X射线荧光管的窗口材料为铍,铍窗有效直径不小于 $\phi 13\text{mm}$,铍窗厚度应符合表5规定。

表5 铍窗厚度

靶材	铍窗厚度/mm
W、Mo、Rh、Pt	小于或等于0.75
Cr	小于或等于0.5

4.3.6 X射线荧光管的靶面角度为 26° ,X射线辐射圆锥角不小于 50° ,在其范围内X射线辐射强度应均匀,相对密度差不大于0.3。

4.3.7 X射线荧光管在额定负荷下连续工作30 min,不应有放电等异常现象。

4.4 可靠性要求

4.4.1 X射线空气比释动能率应满足GB 22448—2008中第3章的要求。

4.4.2 X射线荧光管的寿命即累计工作时限不少于500 h,在工作时限内杂质谱线强度不应超过表4所规定的数值的100%。

4.4.3 X射线荧光管油密封应良好,没有漏油渗油迹象,油的耐压应大于45 kV/2.5 mm。

4.4.4 X射线荧光管为阳极接地水冷,水密封良好,没有漏水渗水现象,水流必需畅通,水流量符合表6规定时,应能正常工作。

表6 水流量

型号	水流量/(L/min)	水质要求
XY(C或D)1-1/50 XY(C或D)2-2/60	大于或等于3	纯水或蒸馏水
XY(C或D)3-3/60	大于或等于4	

4.4.5 X射线荧光管应有足够的机械强度,在加速度 39.2 m/s^2 ,频率为40次/min,连续冲击500次试验后荧光管的外形结构和电参数均应符合本标准规定。

4.5 外观质量要求

4.5.1 X射线荧光管与荧光光谱仪的安装密封面的粗糙度应不低于 $Ra=1.6$ 。

4.5.2 X射线荧光管的阳极冷却装置应采用耐腐蚀材料,管外部件应有防腐镀层、漆层、有关标志要齐全、正确。

4.5.3 表面镀层应牢固,不应有脱落、起皮现象。

4.5.4 表面漆层应色泽均匀、光滑平整,不应有明显划伤和脱落现象。

4.5.5 在用户遵守荧光管的保管使用、维护和运输规则条件下,在寿命期限内,从制造厂发货日期起12个月内,因产品质量不良而发生损坏或不能正常工作时,制造厂应负责更换,以补充寿命期。

5 试验方法

5.1 试验条件

按 4.2 规定的条件进行。

5.2 试验用主要仪器仪表和器具

试验用主要仪器仪表和器具如下：

- a) 测量用的电压表、电流表的精度不低于 1.5 级；
- b) 误差不超过±10%的辐射剂量仪(伦琴计)；
- c) 黑度计或测微光度计,光强可调阅片灯；
- d) 荧光管测试台；
- e) 调压器(5 kW)；
- f) 焦点测试装置及工业 X 光胶片；
- g) 10 mm 厚有机玻璃样品；
- h) 低温箱；
- i) 恒温箱。

5.3 灯丝特性试验

施加已在产品文件中规定的灯丝电流,待电流表读数稳定后,读出相对应的灯丝电压值。

5.4 X 射线荧光管的额定功率、最大管电压及最大管电流

5.4.1 X 射线荧光管的额定功率的测试

施加产品文件规定的灯丝电流(电压),按规定的预热时间预热后,施加产品文件中规定的管电压的一半时,调节灯丝电流(电压),使阳极电流达到在规定的管电压下荧光管额定功率所确定的电流值,然后以不大于 10 kV/min 的时速升至规定值,同时调节灯丝电流(电压),使阳极电流保持不变。

5.4.2 X 射线荧光管最大管电压的测试

将荧光管装在测试台上,按规定的工作规程,将管电流、管电压调至最大值时,由电压表表针的指示数读取管电压值。

5.4.3 X 射线荧光管最大管电流的测试

将荧光管装在测试台上,按规定的工作规程,将管电流、管电压调至最大值时,由毫安表针的指示数可读取最大管电流值。

5.5 X 射线荧光管的发射特性

将高压时间控制器调在允许条件下,调节灯丝电流(电压)至某一值,施加给定的管电压,直至管电压在加载时仍符合给定的数值,并读取相应阳极电流值。用同样的方法可测出在(一组)给定管电压下的(一组),阳极电流 $I_a = f(I_f)$ (灯丝电流)曲线。

因灯丝回路处在高压回路里,所以灯丝电流 I_f 不能在高压电路里直接测出,可用灯丝变压器初、次

级匝数比的关系。间接粗略的测出灯丝电流；也可对每一个坐标点的灯丝电流值在关闭高压情况下，直接测量出准确的灯丝电流值。

5.6 X 射线荧光管杂质谱线

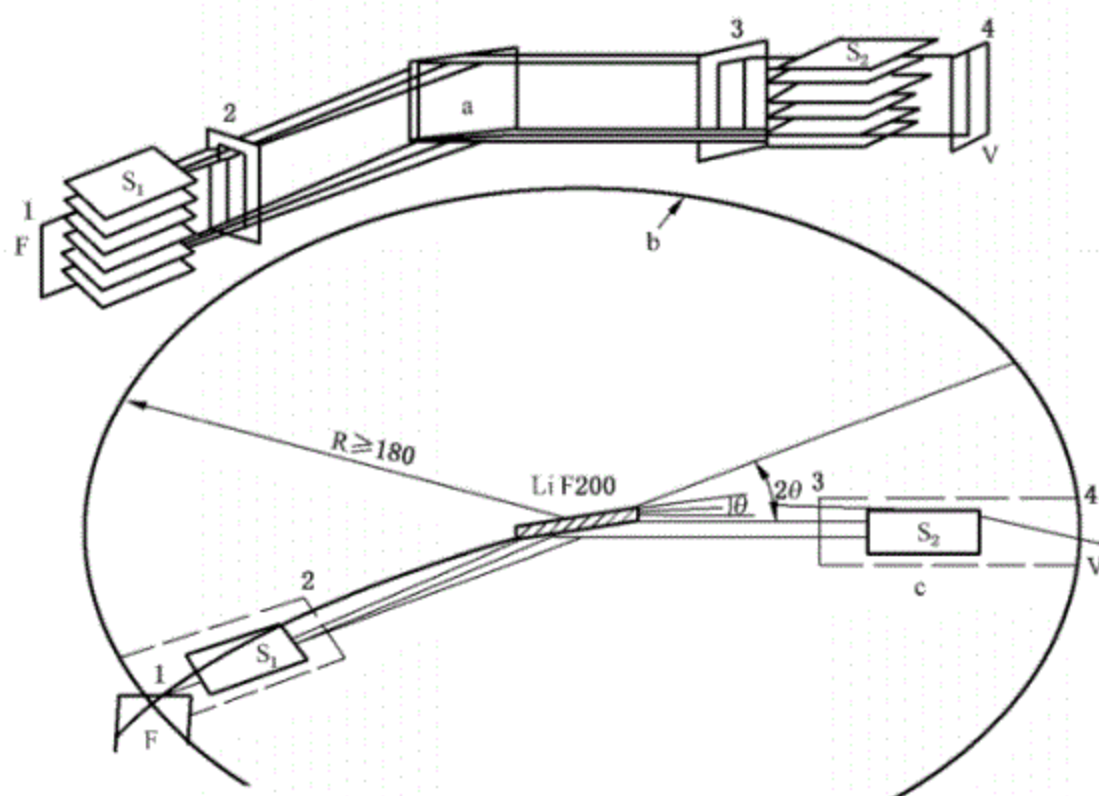
5.6.1 X 射线荧光管光谱纯度的测试

光谱纯度的测试是在电压和电流稳定度应不大于 0.2% 的 X 射线衍射仪上进行。也可以采用电压和电流稳定度不大于 0.2% 的应用 X 射线衍射原理 ($n\lambda = 2d \sin\theta$) 制成的其他装置上进行。

X 射线光谱纯度测试的光路结构见图 1。

其中：

- 光源、分光晶面与接收狭缝 4 之轴线互相平行；
- 分光晶面与衍射仪轴心相重合；
- 光源与接收狭缝 4 应位于衍射仪圆周上；
- 光源 F、狭缝 1、 S_1 、2 固定不动，狭缝 3、 S_2 、4 及计数管 V 以 2 倍于分光晶面的角速度同步旋转。



说明：

F——光源；

1——第一狭缝(开放)；

2——发散狭缝(1/60 或 0.02 mm)；

3——收敛狭缝(同 2)；

4——接收狭缝(0.01 mm)；

S_1 、 S_2 ——索洛狭缝；

V——计数管；

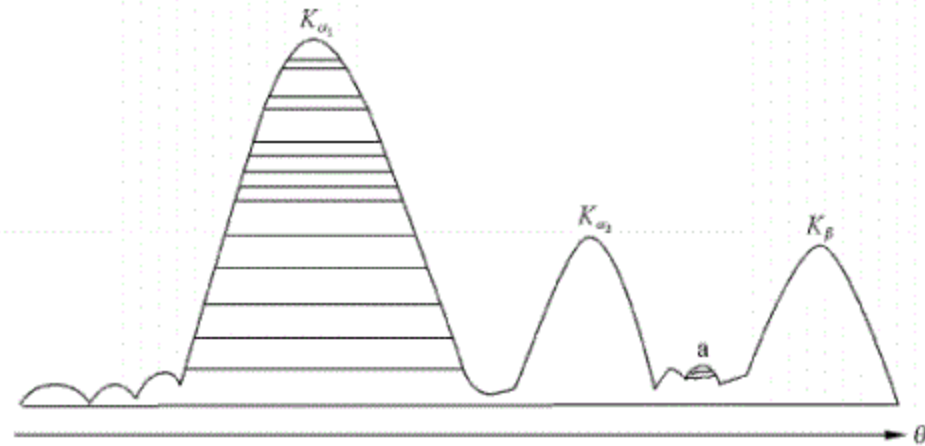
a——Li F200 晶体；

b——衍射仪圆；

c——光束接收部分。

图 1 光谱纯度测试光路结构示意图

将待测 X 射线荧光分析管装在衍射仪上,在相关产品标准中规定的电参数条件下,测绘该 X 射线荧光分析管的谱线图,如图 2 或图 3 所示。



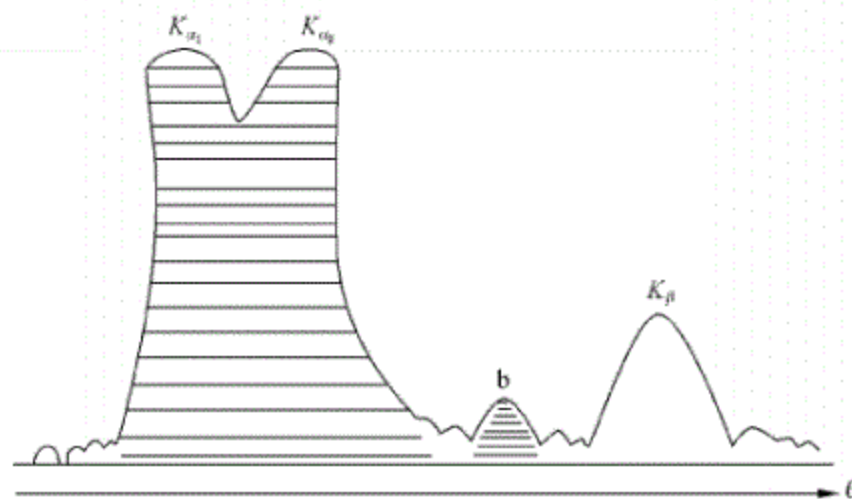
说明:

K —— 特征谱线相对强度(K 系);

a —— 杂质线;

θ —— 衍射半角。

图 2 单色 X 射线荧光分析管谱线示意图 A



说明:

K —— 特征谱线相对强度(K 系);

b —— 杂质线;

θ —— 衍射半角。

图 3 单色 X 射线荧光分析管谱线示意图 B

测得的谱线中,各特征线积分强度相对值应符合表 7 规定(检查任意两个波长即可)。各谱线所在角,可按 $n\lambda = 2d \sin\theta$ 计算, λ 为波长; d 为分光体晶格常数;LiF200 之 $2d = 4.028$ 。如果各特征谱线相对强度偏离表 7 应有比例数 10% 以上时,则应重新调整测绘。如铬靶管 K_{α_2} 大于 60.6 或小于 40.6 时,应加衰减片重测。

表 7 特征谱线积分强度对比值(K 系)

靶材	特征谱线相对强度(K 系)及波长 $\lambda(10^{-10} \text{ m})$					
	α_1		α_2		β	
	强度	波长	强度	波长	强度	波长
铜	100	1.540 5	46.0	1.544 3	15.8	1.392 1
铬	100	2.289 6	50.6	2.293 5	21.0	2.084 8
铁	100	1.935 9	49.1	1.939 9	18.2	1.756 5
钴	100	1.788 9	53.2	1.792 7	19.1	1.607 5
钨	100	0.208 9	47.0	0.213 8	18.1	0.184 3
铯	100	0.613 2	51.1	0.617 6	25.3	0.545 5
银	100	0.559 3	51.7	0.563 7	24.0	0.497 6
钼	100	0.709 2	50.6	0.713 5	23.3	0.632 2
镍	100	1.657 8	47.6	1.661 6	17.1	1.500 1

5.6.2 计算方法

在杂质谱线相对强度计算过程中应注意下列问题:

- 某波长谱线的积分强度,应以该线峰包线包围的面积计算,可用积分仪测量或以矩形近似法计算。每一矩形之宽度不应大于 3 mm,也可以取衍射仪记录纸每一小格的宽度作为矩形宽度。对图 3 可先算出 K_{α} (即 $\alpha_1 + \alpha_2$) 总积分强度,再按表 7 比值折算出 K_{α_1} 强度后,按(1)式计算杂质谱线相对 H 值。也可以先算出 K_{β_1} 积分强度,再按表 7 比值折算出 K_{α_1} 强度。如果 K_{α_1} 和 K_{α_2} 在其高次波($n\lambda = 2d \sin\theta$ 中取 $n=2$ 以上时)可以分开,则可在大角度(θ)处,扫描出高次谱线图,利用其同次波峰包线积分强度计算杂质谱线相对强度 H 值。
- 如果所得谱线图中,杂质谱线很小而难以计算积分强度时,可在该杂质谱线所在角附近,减小衰减率重新小范围扫描,利用其较大峰包线算出积分强度后,再缩小相应倍数即可。
- 本方法也适用于点焦点 X 射线管光谱纯度测试。
- 若被测管之外形尺寸或冷却方式与现行衍射仪管套不相适应时,应设计配置专用管套。

杂质谱线相对强度按式(1)计算:

$$H = \frac{A_z}{A_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

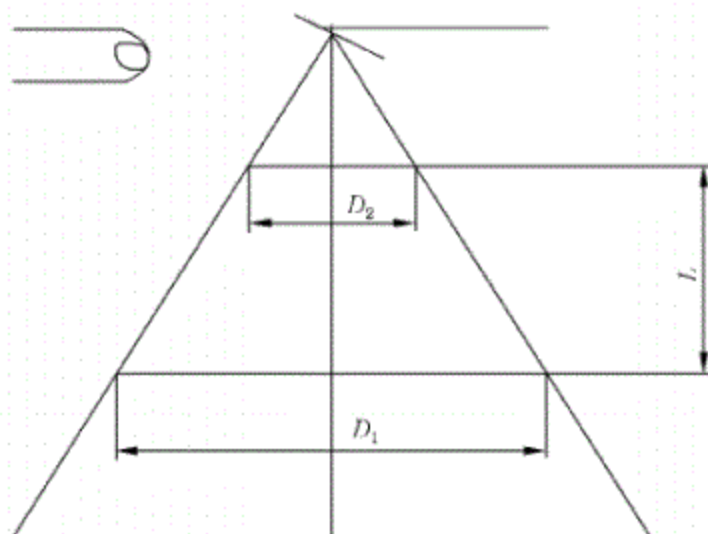
H —— 杂质谱线相对强度;

A_z —— 最强杂质谱线积分强度;

A_1 —— 靶材特征谱线 K_{α_1} 积分强度。

5.7 X 射线荧光管辐射圆锥角测量

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 4 所示。



说明:

D_1 ——射线束在胶片 1 上辐射范围直径;

D_2 ——射线束在胶片 2 上辐射范围直径;

L ——胶片间距离。

图 4 测量荧光管辐射圆锥角示意图

测量 D_1 与 D_2 及 L , 按式(2)计算辐射角, 测试结果应大于规定数值。

$$\alpha = 2\arctan \frac{D_1 - D_2}{2L} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

α ——辐射角;

D_1 和 D_2 ——射线束在胶片 1 和 2 上辐射范围直径, 单位为毫米(mm);

L ——胶片间距离, 单位为毫米(mm)。

5.8 X 射线荧光分析管寿命试验方法

5.8.1 用累计 X 射线的工作小时数测定单独 X 射线荧光分析管的寿命。

5.8.2 寿命试验时管电流为额定值, 管电压应不低于额定值的 90%。

5.8.3 寿命试验的管子每工作 100 h 测定一次 X 射线照射量率, 当单支管子的 X 射线照射量率降到 4.4.2 规定的数值时该管子的寿命便算结束。

5.8.4 试验结果按式(3)计算:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{nT} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

式中:

A ——平均寿命率;

T_i ——单支 X 射线荧光分析管寿命, 单位为小时(h);

n ——被测 X 射线荧光分析管的数量($n \geq 3$);

T ——X 射线荧光分析管规定的寿命, 单位为小时(h)。

5.8.5 按式(3)计算的结果应不小于 95%。如试验的 X 射线荧光分析管有一支小于 300 h, 则寿命试验不合格。

6 检验规则

6.1 凡出厂的荧光管应按出厂检验项目(见 4.3.1、4.3.2、4.3.4、4.3.6、4.4.1、4.5)检验合格, 签发合格证

后方可出厂。

6.2 凡属下列情况之一应按本标准进行型式检验：

- a) 试制的新产品(包括老产品转厂)；
- b) 当产品的设计、工艺或所使用是材料改变引起产品性能改变时；
- c) 不经常生产的产品再次生产时；
- d) 对成批大量生产的产品进行定期抽查,一般为一年一次；
- e) 同类产品质量评比或质量等级评定时。

6.3 型式检验应按本标准的全部出厂检验项目和其余项目(见 4.3.3、4.3.5、4.3.7、4.4.2~4.4.5)进行。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

每只 X 射线荧光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) 产品名称；
- b) 型号规格；
- c) 主要技术参数；
- d) 出厂日期及编号；
- e) 制造厂名及商标。

7.2 包装

7.2.1 X 射线荧光管包装应按照 GB/T 13384 中有关规定,并按用户要求提供包装形式。

7.2.2 包装箱内应有防震措施和防潮措施。并符合 GB/T 25480 的规定。

7.2.3 包装箱外壁的文字和标志应清楚、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：

- a) 产品名称；
- b) 收货单位和地址；
- c) 发货单位和地址；
- d) 包装箱应有“易碎物品”“向上”“怕雨”等标志,并符合 GB/T 191 中规定的要求；
- e) 产品执行标准编号及名称。

7.2.4 包装箱内应附有下列文件：

- a) 产品装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 产品使用说明书。

7.3 运输

X 射线荧光管运输形式按定货合同要求运输时应遵守箱外标志的规定。

7.4 贮存

X 射线荧光管贮存地点空气应流通,周围不得有腐蚀性气体,环境温度 $-9\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 90%,无强烈震动的场所。

中华人民共和国
国家标准
无损检测仪器 X射线荧光分析管
GB/T 36017—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2018年3月第一版

*

书号: 155066·1-59577

版权专有 侵权必究



GB/T 36017—2018