



中华人民共和国医药行业标准

YY/T 0063—2007/IEC 60336:2005
代替 YY/T 0063—2000

医用电气设备 医用诊断 X 射线管组件 焦点特性

Medical electrical equipment—
X-ray tube assemblies for medical diagnosis—Characteristics of focal spots

(IEC 60336:2005, IDT)

2007-01-31 发布

2008-01-01 实施



国家食品药品监督管理局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 定义和术语	1
4 焦点特性评价的确定	1
5 焦点照相机装置	1
6 X 射线照片的摄取	5
7 线扩散函数的测定	6
8 焦点尺寸的测定	7
9 调制传递函数的测定	9
10 焦点星卡射线照片	11
11 星卡极限分辨率	12
12 散焦值	14
13 替代的测量方法	15
附录 A(资料性附录) 基准轴的准直	16
附录 B(资料性附录) 应用数字 X 射线影像探测器测定焦点特性	18
附录 C(资料性附录) 历史背景	19
参考文献	22
已定义术语的索引	23
图 1 狭缝光阑的基本尺寸	2
图 2 针孔光阑的基本尺寸	3
图 3 狭缝和针孔光阑的中心(图中以×标记)关于基准轴的位置	3
图 4 参照的尺寸和平面	4
图 5 光学密度计狭缝的准直	6
图 6 线扩散函数	7
图 7 星卡的基本尺寸	11
图 8 星卡的中心(图中以×标记)关于基准轴的位置	12
图 9 最小调制区示意图	13
图 A.1 基准轴和评价方向	16
图 A.2 实际焦点在影像接收面上的投影	16
图 C.1 典型小焦点 X 射线管的 LSFs(<0.3)	20
图 C.2 典型大焦点 X 射线管的 LSFs(≥ 0.3)	20
图 C.3 对应于图 C2LSFs 的 MTFs	20
表 1 焦点 X 射线照片的放大倍率	4
表 2 加载因素	5

表 3	焦点标称值相应焦点尺寸的最大允许值	8
表 4	调制传递函数的标准放大倍率	10
表 5	星卡极限分辨率的标准放大倍率	14
表 6	确定散焦值的加载因素	15
表 C.1	焦点规定特性的评价方法	21

前 言

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 60336:2005《医用电气设备——医用诊断 X 射线管组件——焦点特性》。

本标准代替 YY/T 0063—2000《医用诊断 X 射线管组件 焦点特性》，自本标准实施之日起，YY/T 0063—2000《医用诊断 X 射线管组件 焦点特性》废止。

本标准与 YY/T 0063—2000 相比主要变化如下：

- 将标准名称由《医用诊断 X 射线管组件 焦点特性》改为《医用电气设备 医用诊断 X 射线管组件 焦点特性》；
- 焦点照相机尺寸和准直公差作了调整；
- 使用线扩散函数法作为测定焦点的基本方法；
- 测量焦点时不考虑焦点的变形；
- 以最大允许值代替焦点标称值允许值的范围；
- 允许与本标准同等的其他测量方法。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由国家食品药品监督管理局提出。

本标准由全国医用 X 线设备及用具标准化分技术委员会归口。

本标准起草单位：杭州万东电子有限公司。

本标准主要起草人：胡有成、田丰、俞晓妹。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- YY/T 0063—1991；
- YY/T 0063—2000。

医用电气设备

医用诊断 X 射线管组件 焦点特性

1 范围

本标准适用于工作 X 射线管电压不高于 200 kV(包括 200 kV)医用诊断 X 射线管组件的焦点。
本标准叙述评价焦点特性的试验方法和描述符合性的方法。

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。

YY/T 0064 医用诊断旋转阳极 X 射线管电、热、负载特性(YY/T 0064—2004, IEC 60613:1989, IDT)

IEC 60417-DB:2002 设备用图形符号¹⁾

IEC 60788:2004 医用电气设备——定义的术语

3 定义和术语

对本标准, IEC 60788 和以下给出的术语一起适用。

3.1

星卡极限分辨率 star pattern resolution limit

作为 X 射线管焦点一个特性,在特定的测定条件下能分辨的最高空间频率。

4 焦点特性评价的确定

4.1 焦点特性陈述

焦点特性应按长度和宽度二个垂直评价方向予以陈述。见图 A.1。

4.2 X 射线管组件的纵轴

通常,纵轴能被清楚地识别。如果 X 射线管组件没有一个可以确认的纵轴或它以其他方式被制造商规定,纵轴应连同焦点特性一起被规定。

4.3 X 射线管组件基准轴

如无其他规定,基准轴与纵轴垂直并通过实际焦点的中心与 X 射线管组件纵轴相交。

4.4 焦点长度的评价方向

焦点长度的评价方向是在 X 射线管组件的基准轴和纵轴所在平面内与基准轴垂直。

4.5 焦点宽度的评价方向

焦点宽度的评价方向是与 X 射线管组件的纵轴垂直并与基准轴垂直。

5 焦点照相机装置

5.1 概述

本章叙述了用于拍摄焦点狭缝射线照片的照相机的设计要求,它用于按照第 8 章测定焦点尺寸和按

1) “DB”引用 IEC 在线的数据库。

照第 9 章测定调制传递函数。

本章还叙述用于拍摄焦点针孔射线照片的照相机的设计要求。

5.2 试验设备

5.2.1 狭缝照相机

狭缝照相机的光阑应以高衰减性能材料制造且应符合图 1 所给的尺寸。

合适的材料如：

- 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。

单位为毫米
未按比例绘制

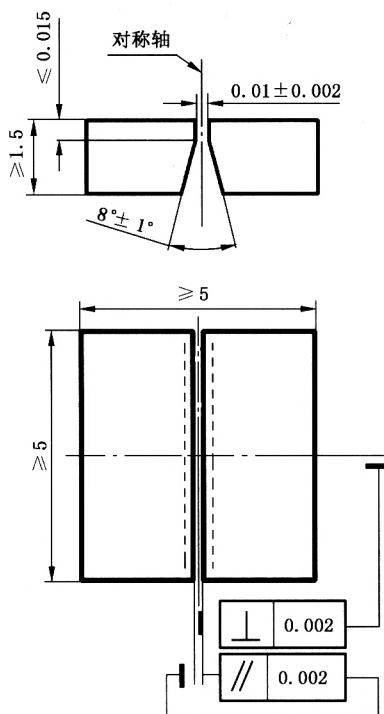


图 1 狭缝光阑的基本尺寸

5.2.2 针孔照相机

针孔照相机的光阑应以高衰减性能材料制造且应符合图 2 所给的尺寸。

合适的材料如：

- 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。

单位为毫米
未按比例绘制

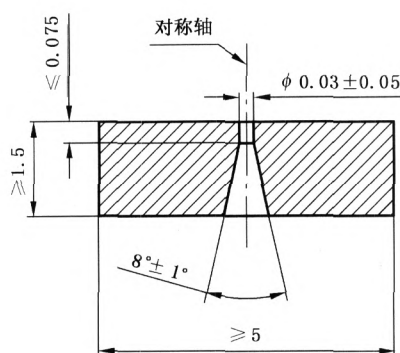


图 2 针孔光阑的基本尺寸

5.2.3 X 射线摄影胶片

焦点狭缝射线照片或焦点针孔射线照片应用微粒 X 射线摄影胶片拍摄,例如牙科 X 射线摄影用胶片,不带增感屏。

5.3 试验布局

5.3.1 狭缝或针孔光阑垂直于基准轴的位置

狭缝或针孔光阑应按图 3 放置,其中心到基准轴的距离应在每 100 mm 的 m 为 0.2 mm 的范围内。

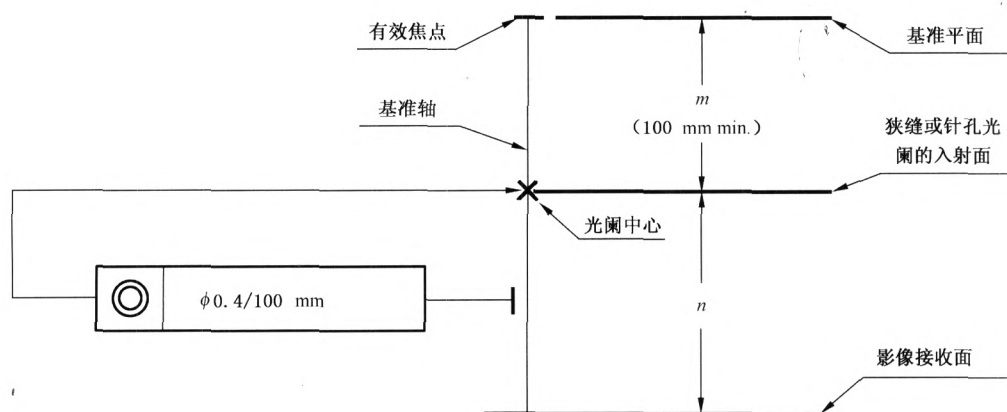


图 3 狭缝和针孔光阑的中心(图中以×标记)关于基准轴的位置

5.3.2 狭缝或针孔光阑沿基准轴的位置

狭缝或针孔光阑入射面与基准平面的距离应使实际焦点外缘放大倍率沿基准轴的变化不超过 $\pm 5\%$ (见图 4)。

即:

每 100 mm 的 m : $p < 5$ mm 和 $k < 5$ mm;

式中:

k ——从基准平面到离狭缝或针孔光阑的实际焦点最远边缘的距离;

p ——从基准平面到离狭缝或针孔光阑的实际焦点最近边缘的距离;

m ——从基准平面到光阑入射面的距离;

n ——从光阑的入射面到影像接收面的距离;

E ——由 n/m 给出的放大倍率。

从焦点到狭缝或针孔光阑的距离应不小于 100 mm。

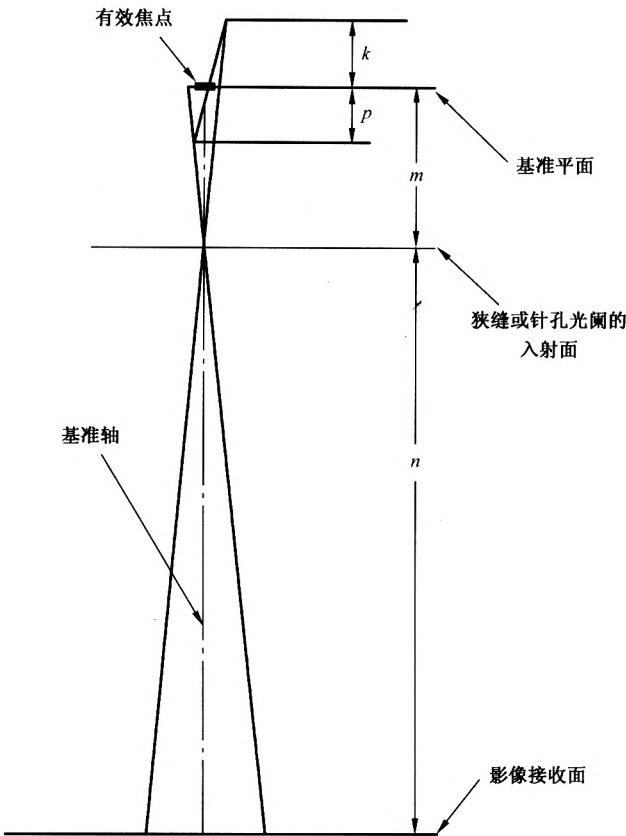


图 4 参照的尺寸和平面

5.3.3 狭缝或针孔光阑的方位

对称轴(见图 1 和图 2)应与基准轴一致,所形成的角度小于 1° 。

对于拍摄一对焦点狭缝 X 射线照片,狭缝的光阑应被放置成使狭缝的长度与评价方向垂直,误差在 $\pm 1^\circ$ 以内。

5.3.4 X 射线摄影胶片的位置

X 射线摄影胶片宜放置在影像接收面中与基准轴垂直,误差在 $\pm 1^\circ$ 之内,且与狭缝或针孔光阑的入射面的距离依照表 1 相应的放大倍率确定。放大倍率 E 应准确到 $\pm 3\%$ 之内。

表 1 焦点 X 射线照片的放大倍率

焦点标称值 f^a	放大倍率 ($E=n/m$) ^b
$f \leq 0.4$	$E \geq 3$
$0.4 < f < 1.1$	$E \geq 2$
$1.1 \leq f$	$E \geq 1$
^a 见 8.3。 ^b 见图 4。	

5.4 照相机装置的总不确定度

测量焦点时焦点照相机装置引起的总不确定度应不超过 $\pm 5\%$ 。

6 X射线照片的摄取

6.1 概述

本章叙述焦点狭缝射线照片和焦点针孔射线照片的摄取。

包括符合本标准的焦点狭缝射线照片和焦点针孔射线照片的表示方法。

6.2 操作条件

6.2.1 焦点狭缝射线照片和焦点针孔射线照片

焦点狭缝射线照片和焦点针孔射线照片应使用第5章叙述的焦点照相机摄取。第8章描述了由焦点狭缝射线照片测定焦点尺寸的要求；第9章描述了测定调制传递函数的要求。

焦点针孔射线照片仅用于展示焦点的方向、对称性和辐射强度的分布。

6.2.2 X射线管组件

X射线管应装在为使其能正常使用而规定的X射线管管套中或具有等效试验结果和运行条件的装置中。

不应使用减少X射线输出量的附加滤过，除非证明附加滤过不明显影响线扩散函数。但是，所有正常使用的X射线管组件附属材料都应安装。

6.2.3 加载因素

应根据表2中的恒定加载因素摄取X射线摄影用或计算机断层摄影用的X射线管组件的狭缝X射线照片或焦点针孔X射线照片。

对旋转阳极X射线管，阳极应以相应摄影额定容量规定的最高阳极转速旋转。

6.2.4 规定的加载因素

如果根据表2的加载因素没有包括在所测X射线管的摄影额定容量内或不符合X射线管的规定正常使用的典型的专用数值，加载因素与它们相应的特定条件有关。这时拍摄焦点狭缝射线照片或焦点针孔射线照片所用的加载因素应与其特性一起陈述。

在特殊情况下，给出多个加载条件下的焦点的特性是适合的。

表2 加载因素

	标称X射线管电压 kV	X射线管电压	曝光时间	X射线管功率
除CT外的 X射线摄影	$U < 75$	标称X射线管电压	取决于光密度的要求， 见6.3.3	根据YY/T 0064规定的 50%阳极标称输入 功率
	$75 \leq U \leq 150$	75 kV		
	$150 < U \leq 200$	50%标称X射线管 电压		
CT		120 kV		

6.2.5 特定的布局

如果，为了拍摄适当的焦点射线照片，采用特定的布局调整和安置狭缝照相机和X射线管组件或采用特定的电气条件或加载条件，应在符合性声明中与其特性一起加以详细陈述。

6.3 拍摄焦点狭缝射线照片或焦点针孔射线照片

6.3.1 拍摄焦点狭缝射线照片

应根据6.2叙述的操作条件拍摄一对焦点狭缝射线照片。

6.3.2 拍摄焦点针孔射线照片

应根据6.2叙述的操作条件拍摄焦点针孔射线照片。

6.3.3 X射线摄影胶片的曝光

X射线摄影胶片应曝光到使胶片在充分显影后在其最黑区域的局部漫射密度在1.0至1.4之间。胶片灰雾度和片本身的黑度不得超过0.25的漫射密度。

6.4 符合性声明

若要表示符合本标准的一对焦点狭缝射线照片或焦点针孔射线照片应按下列方式标注：

焦点狭缝射线照片的放大倍率是_____ ²⁾按照 YY/T 0063(IEC 60336)，或

焦点针孔射线照片的放大倍率是_____ ³⁾按照 YY/T 0063(IEC 60336)

还可加注：	条号
基准轴	4.3
加载因素	6.2.3
特定的布局	6.2.5
X 射线管组件纵轴描述	4.2

7 线扩散函数的测定

7.1 概述

本章叙述一对线扩散函数的测定，它们用于根据第 8 章测定焦点尺寸和根据第 9 章测定调制传递函数。应由焦点狭缝射线照片推算出线扩散函数。

包括符合本标准的一对线扩散函数的表示方法。

7.2 测量仪器和测量布局

根据第 5 章和第 6 章摄得的焦点狭缝射线照片应采用光学密度计进行扫描。光学密度计孔隙的宽度 b 应不超过拍摄焦点狭缝射线照片所用狭缝光阑的宽度。

光学密度计孔隙长度应被限制，方向与狭缝光阑在 X 射线照片上的投影方向对准，使光学密度计孔隙的有效宽度 b_{eff} 与狭缝光阑投影方向垂直并小于光学密度计孔隙宽度 b 的两倍，如图 5 所示。

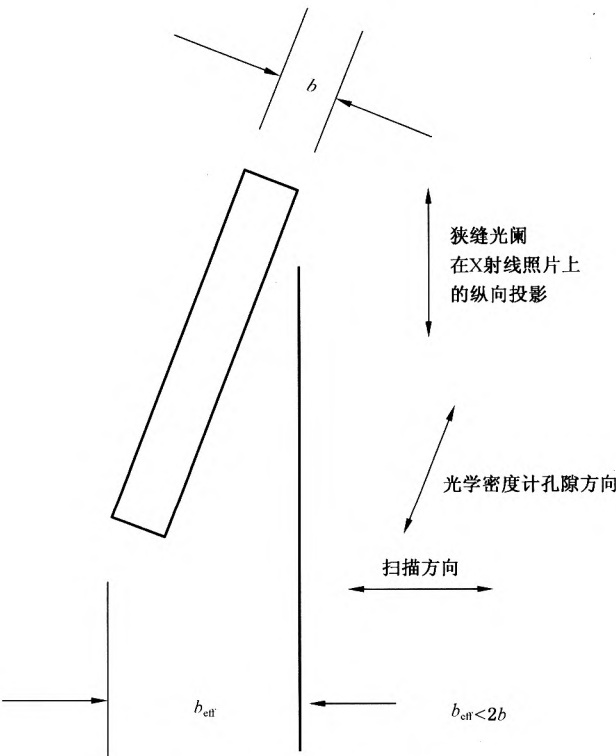


图 5 光学密度计狭缝的准直

2) 所用放大倍率根据第 5 章确定。
3) 所用放大倍率根据第 5 章确定。

7.3 密度分布的测量

每个焦点狭缝射线照片的密度分布应在它长度中点垂直于其纵向扫描测得。扫描方向应与狭缝光阑的方向垂直且偏差在±2°之内。

总扫描范围除以用于摄取焦点狭缝射线照片的放大倍率 E 应至少是所测焦点标称值相应最大允许值的四倍。

测量的结果应以显示照片宽度方向密度的曲线表示。

7.4 线扩散函数的测定

上述片基和灰雾度的密度值应借助表示辐射强度和密度关系的密度响应曲线转变为一条显示射线照片宽度方向上辐射强度的线性分布的曲线。

密度响应曲线应使用同一种 X 射线摄影胶片建立,显影条件与焦点狭缝射线照片相同。

线扩散函数应由覆盖 X 射线照片辐射强度位于密度响应曲线线性部分推算,扫描方向的轴的数值由焦点狭缝射线照片上的值除以所用放大倍率 E 获得。

7.5 符合性声明

如果线扩散函数符合本标准,应下列方式陈述:

线扩散函数符合 YY/T 0063(IEC 60336)

并可加注:

	条号
基准轴	4.3
加载因素	6.2.3
特定的布局	6.2.5
X 射线管组件纵轴描述	4.2

8 焦点尺寸的测定

8.1 概述

本章叙述根据一对线扩散函数测定焦点尺寸。这些函数应根据第 6 章所述由一对焦点狭缝射线照片得到。

包括符合本标准的判定和焦点标称值的表示方法。

8.2 测量和确定

焦点的实际尺寸应由测量线扩散函数 15% 峰值的宽度尺寸来确定,线扩散函数根据第 7 章所述来测定,如图 6 所示。

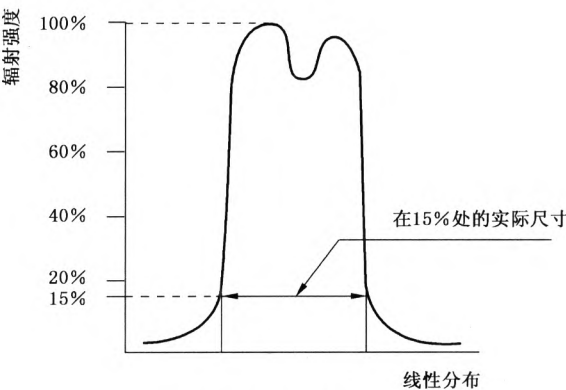


图 6 线扩散函数

8.3 规定焦点标称值

8.3.1 标称值

对每种 X 射线管组件的焦点,应确定焦点标称值,数值为:

- 0.1 到 0.25 级差为 0.05;
- 0.3 到 2.0 级差为 0.1;
- 2.2 以上级差为 0.2。

对规定特殊用途的 X 射线管组件的焦点(如 CT)应以一对数值的组合来陈述焦点标称值,例如 1.0×1.6,这里第一个数值提供了有效焦点的宽度,垂直于基准轴或 X 射线管组件的轴线方向,而第二个值是有效焦点的长度,平行那些轴线的方向。这一对值应以上述同一级差陈述。

8.3.2 实际值

焦点标称值应与焦点二个评价方向的尺寸有关,这样才能使根据 8.2 确定的焦点的宽度和长度值小于表 3 给出的宽度和长度的最大允许值。

特殊用途(如 CT)一对焦点值的每一数值应仅与表 3 中焦点标称值的宽度最大允许值相对应。
对于这些测定,无需对测量误差进行修正。

8.4 符合性声明

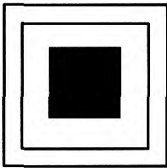
若要表示符合本标准的一个或多个焦点标称值应按下列方式标注:

- 作为纯数值(无单位引用),例如:
焦点标称值 0.6 按 YY/T 0063—2007(IEC 60336 Ed. 4)确定。
- 或对特殊用途的 X 射线管组件(见 8.3.1)作为一对无单位的纯数值引用,例如:
焦点标称值 1.0×0.6 按 YY/T 0063—2007(IEC 60336 Ed. 4)确定。

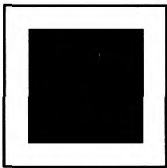
还可加注:	条号
基准轴	4.3
加载因素	6.2.3
特殊布局	6.2.5
X 射线管组件纵轴描述	4.2

8.5 符合性标识

若要在 X 射线管组件上表示符合本标准的一个或多个焦点标称值应使用 IEC 60417-DB 的图形符号按下列方式标注或作简短说明,例如:



0.6 YY/T 0063
(0.6 IEC 60336)



1.0×1.6 YY/T 0063
(1.0×1.6 IEC 60336)



1.8×1.2 YY/T 0063
(1.8×1.2 IEC 60336)

表 3 焦点标称值相应焦点尺寸的最大允许值

焦点标称值	焦点尺寸最大允许值/mm	
	宽度	长度
<i>f</i>		
0.1	0.15	0.15
0.15	0.23	0.23
0.2	0.30	0.30
0.25	0.38	0.38
0.3	0.45	0.65
0.4	0.60	0.85
0.5	0.75	1.10

表 3 (续)

焦点标称值	焦点尺寸最大允许值/mm	
f	宽度	长度
0.6	0.90	1.30
0.7	1.10	1.50
0.8	1.20	1.60
0.9	1.30	1.80
1.0	1.40	2.00
1.1	1.50	2.20
1.2	1.70	2.40
1.3	1.80	2.60
1.4	1.90	2.80
1.5	2.00	3.00
1.6	2.10	3.10
1.7	2.20	3.20
1.8	2.30	3.30
1.9	2.40	3.50
2.0	2.60	3.70
2.2	2.90	4.00
2.4	3.10	4.40
2.6	3.40	4.80
2.8	3.60	5.20
3.0	3.90	5.60

注：对于 0.3 到 3.0 的焦点标称值，长度的最大允许值已包括系数 0.7(见附录 C)。

9 调制传递函数的测定

9.1 概述

本章叙述根据一对线扩散函数确定 X 射线管组件的焦点几何一维调制传递函数的方法。

符合本标准的判定和符合本标准的调制传递函数表示方法也包括在内。

9.2 规定调制传递函数

如果一维调制传递函数是必要的。对于每种型式 X 射线管组件应规定每个焦点的一对几何一维调制传递函数。

如要陈述单独的 X 射线管组件符合本标准，应根据 9.4 予以评价。

9.3 调制传递函数的计算

9.3.1 理论放大倍率接近无限大时的计算

焦点的几何一维调制传递函数应采用傅里叶变换法计算。

傅里叶变换的输入值应是由第 7 章得到的经数字化线扩散函数，其扫描范围应至少是焦点尺寸的三倍。选择沿横坐标测量点间的距离应考虑到焦点辐射强度线性分布的区域和状况，且该距离的进一步的减少不会引起上述值的明显变化，如，测量点的距离减少 50% 不会引起任一点的 MTF 值的变化大于 5%。

注：在多数情况下，如果二测量点间的级差除以摄取焦点狭缝射线照片的放大倍率(E)的数值小于或等于 0.15 则它小于相应焦点标称值的 10% 是必要的，如果该数值大于 0.15 则它小于焦点标称值的 5% 是必要的。

9.3.2 标准放大倍率的计算

根据 9.3.1 求得的空间频率值应根据式(1)变换:

$$f_s = \frac{f_i M_s}{M_s - 1} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- M_s ——表 4 中给出的标准放大倍率;
- f_s ——物体测量平面中标准放大倍率 M_s 的空间频率;
- f_i ——根据 9.3.1 得到的空间频率。

表 4 调制传递函数的标准放大倍率

焦点标称值 f	标准放大倍率 M_s
$f < 0.6$	2
$0.6 \leq f$	1.3

注: 通常任何物体的放大倍率 M 由 $M = (n + m) / m$ (类似图 3 和图 8) 给出。

9.3.3 有限放大倍率的计算

为了在放射学实际条件下应用调制传递函数, 根据 9.3.2 得到的或根据 9.3.4 给出的值都按式(2)进行转换:

$$f_p = f_s \frac{M_s - 1}{M_s} \cdot \frac{M_p}{M_p - 1} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- f_p ——影像测量平面中实际放大倍率的空间频率;
- M_p ——实际放大倍率。

9.3.4 调制传递函数的表示

调制传递函数应以曲线形式给出, 该曲线表示表 4 中给出的标准放大倍率的傅里叶变换值与空间频率的函数关系, 曲线图的两坐标轴应采用线性刻度。曲线图应是空间频率为零时傅里叶变换的值是 100%。

调制传递函数应延伸至对应于空间频率的傅里叶变换的值大于 10%。

注: 通常, 调制传递函数低于 10% 对实际应用的重要性不大。

一个焦点的长度和宽度的一对一维几何调制传递函数应在同一曲线图中被呈现, 同时标注根据第 8 章确定的焦点标称值和符合表 4 的标准放大倍率。

9.4 MTF 符合性的评价

焦点在任何的空间频率的每个一维调制传递函数应符合或高于根据 9.2 规定的 X 射线管组件调制传递函数。

9.5 符合性声明

若要表示符合本标准的一对调制传递函数应以下列方式标注:

焦点标称值为 0.6 放大倍率 1.3 的调制传递函数按照 YY/T 0063(IEC 60336)。

还可加注:	条号
基准轴	4.3
加载因素	6.2.3
特别布局	6.2.5
X 射线管组件纵轴的说明	4.2

10 焦点星卡射线照片

10.1 概述

本章叙述焦点星卡射线照片的拍摄。用于分别根据第 11 章和第 12 章确定星卡分辨率和焦点散焦值。

符合本标准的焦点星卡射线照片的表示方法也包括在本章中。

10.2 试验设备

10.2.1 星卡照相机

焦点星卡射线照片应用星卡照相机拍摄,它包括一个由相间排列的一组具有高低不同吸收率的楔条构成的测试卡,高吸收率楔条应用铅或等效吸收的材料制造,厚度为 0.03 mm 到 0.05 mm。

所有楔条的顶角 θ 应等于或小于 0.035 rad(大约 2°)。

测试卡的有效面积应覆盖 2π 弧度角,直径应不小于 45 mm。

测试卡的主要尺寸及其基本结构应如图 7 所示。

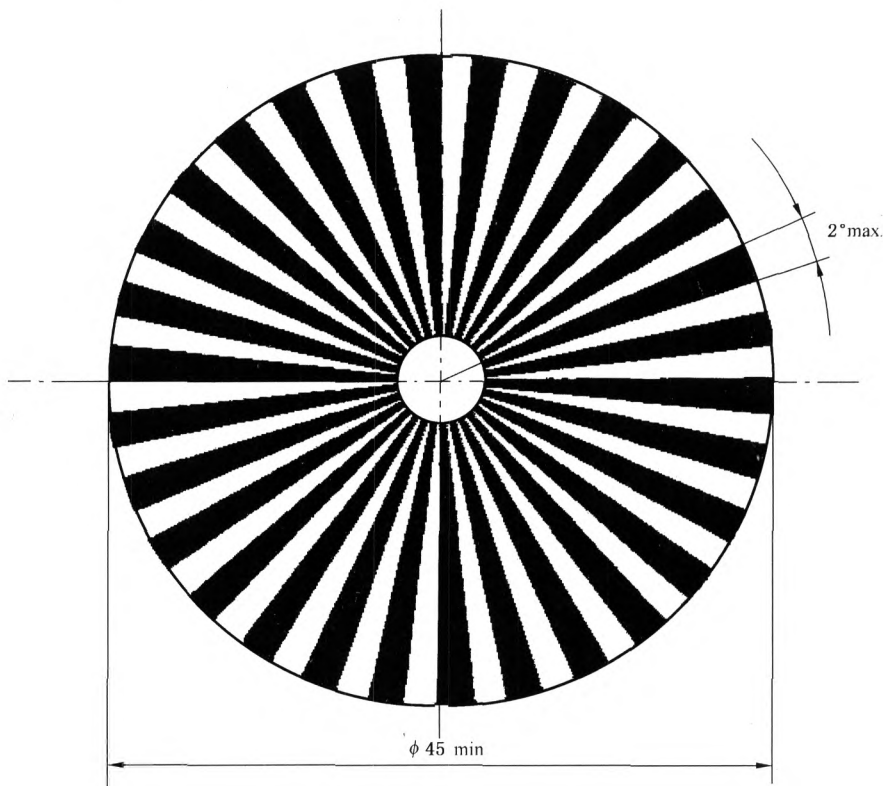


图 7 星卡的基本尺寸

10.2.2 X 射线摄影胶片

焦点星卡射线照片应是使用不带增感屏的微粒 X 射线摄影胶片拍摄。

10.2.3 星卡照相机与基准轴垂直的位置

星卡照相机应如此放置,其中心到基准轴的距离在每 100 mm 的 m 为 0.2 mm 的范围内(如图 8 所示)。

10.2.4 星卡照相机在基准方向的位置

星卡的入射面与焦点的距离按放大倍率 M' 确定,使按 11.3 测量的尺寸 Z_w 和 Z_L (见到图 9)应大于或不可能时尽量接近测试卡影像直径的三分之一,但不得小于 25 mm,(也见 10.2.6)。

10.2.5 星卡照相机的准直

星卡的入射面应与基准方向垂直放置,误差在±2°内。

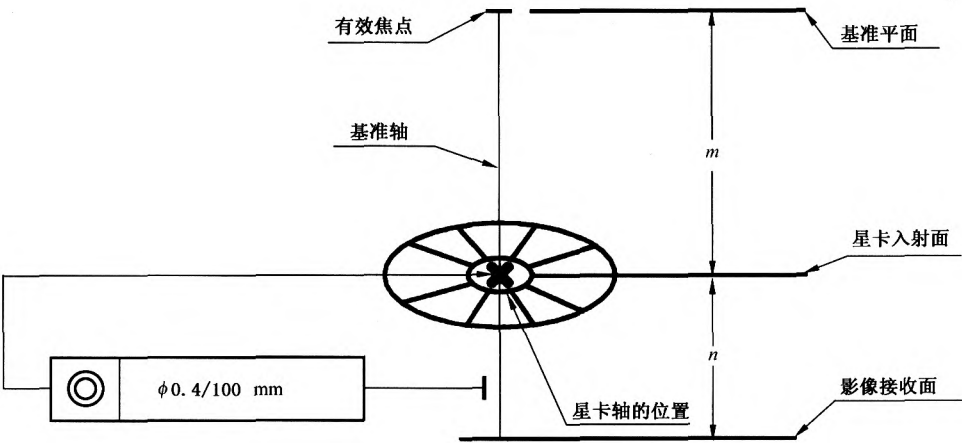
10.2.6 X射线摄影胶片的位置

X射线摄影胶片应与基准方向垂直,误差在±2°,其与星卡入射面的距离应使得放大倍率 M' 和期望的星卡极限分辨率 R 符合式(3):

$$M' = R \cdot Z \cdot \theta \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- M' ——使用的放大倍率;
- R ——期望的星卡极限分辨率,以能分辨每毫米的线对数表示;
- Z ——X射线摄影胶片适当的最外端 Z_w 或 Z_L 方向最小调制区的尺寸,mm;
- θ ——吸收楔条的顶角,rad。



放大倍率 = $(n + m) / m$

图 8 星卡的中心(图中以×标记)关于基准轴的位置

10.2.7 操作条件

焦点星卡 X 射线照片应在 6.2 规定的操作条件下拍摄。

10.2.8 焦点星卡 X 射线照片的拍摄

星卡照相机的 X 射线摄影胶片应按 6.2 所述曝光。

10.2.9 符合性声明

若要表示符合本标准的焦点星卡射线照片应与 11.4.1 确定的放大倍率一起按下列方式标注:

焦点星卡射线照片的放大倍率是____⁴⁾,按照 YY/T 0063(IEC 60336)⁵⁾

还可加注:	条号
基准轴	4.3
加载因素	6.2.3
特别布局	6.2.5
X 射线管组件纵轴的说明	4.2

11 星卡极限分辨率

11.1 概述

本章叙述星卡极限分辨率的测定。

4) 使用的放大倍率。
5) 参考 IEC 60336 的第二版或第三版在技术上符合第四版和等效。

测定结果用于检验焦点特性随 X 射线管负载条件改变,或在 X 射线管长期使用后发生的变化。

注:当调制传递函数不包括确定的极低值时(例如当焦点辐射强度为近似的高斯分布时)第 10 章规定的方法将给出不准确的结果。

11.2 星卡极限分辨率的规定

当对于 X 射线管组件的一个焦点按表 5 所给出的标准放大倍率确定了典型的星卡极限分辨率时,单独的 X 射线管组件是否符合本标准对于星卡极限分辨率的规定应按 11.5 的规定进行判定。

11.3 测量

在根据第 10 章得到的焦点星卡射线照片上应从评价的两个方向上测量最外面的最小调制区的尺寸 Z_w 和 Z_L (见图 9)。

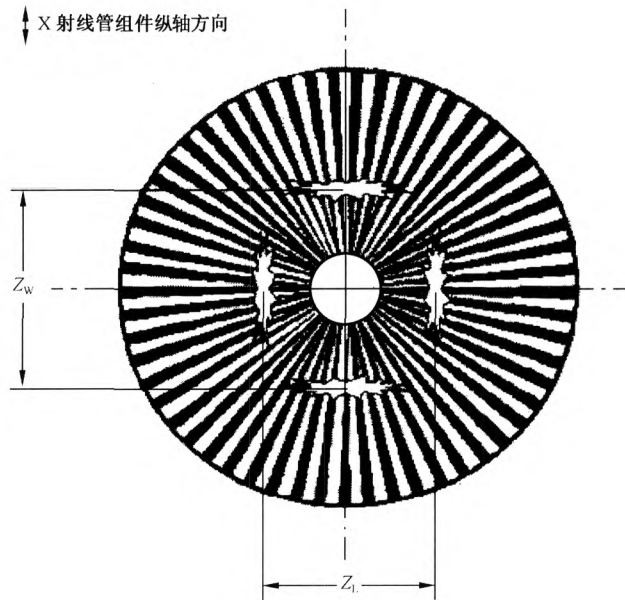


图 9 最小调制区示意图

11.4 星卡极限分辨率的确定

11.4.1 放大倍率的确定

为拍摄焦点星卡射线照片使用的放大倍率 M' 的误差应在 $\pm 3\%$ 。

11.4.2 标准的放大倍率的星卡极限分辨率

相应于表 5 中给出的标准放大倍率的星卡极限分辨率 R_{ws} 和 R_{LS} 应按式(4)和式(5)确定:

$$R_{ws} = \frac{M' - 1}{Z_w \cdot \theta} \cdot \frac{M_s}{M_s - 1} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$R_{LS} = \frac{M' - 1}{Z_L \cdot \theta} \cdot \frac{M_s}{M_s - 1} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

R_{ws} 和 R_{LS} ——两个评价方向上的极限分辨率值,以每毫米线对数表示;

M' ——根据 10.2.6 得到的放大倍率;

M_s ——根据表 5 得到的标准的放大倍率;

Z_w ——与 X 射线管组件纵轴平行方向上的最外端最小调制区的平均直径,单位为毫米(mm);

Z_L ——与 X 射线管组件纵轴垂直方向上的最外端最小调制区的平均直径,单位为毫米(mm);

θ ——辐射吸引楔条的顶角,单位为弧度(rad)。

表 5 星卡极限分辨率的标准放大倍率

焦点标称值 f	标准放大倍率 M_s
$f < 0.6$	2
$0.6 \leq f$	1.3

11.4.3 有限放大倍率的星卡极限分辨率

星卡极限分辨率在实际放大倍率下应用时,根据 11.4.2 或那些根据 11.2 规定得到的 R_{ws} 和 R_{ls} 可按式(6)和式(7)转换:

$$R_{wp} = R_{ws} \cdot \frac{M_s - 1}{M_s} \cdot \frac{M_p}{M_p - 1} \dots\dots\dots (6)$$

$$R_{lp} = R_{ls} \cdot \frac{M_s - 1}{M_s} \cdot \frac{M_p}{M_p - 1} \dots\dots\dots (7)$$

式中:
 R_{wp} 和 R_{lp} ——实际放大倍率的极限分辨率;
 R_{ws} 和 R_{ls} ——按 11.4.2 或按 11.2 规定的极限分辨率;
 M_s ——标准的放大倍率;
 M_p ——实际放大倍率。

11.4.4 星卡极限分辨率的表示

应对表 5 中所列的标准放大倍率给出星卡极限分辨率。

11.5 符合性的判定和声明

11.5.1 符合性的判定

如果 X 射线管组件的焦点星卡极限分辨率已给出,按 11.4.2 测定的每一个值应等于或大于该规定值。

11.5.2 符合性声明

若要表示符合本标准的给定的星卡极限分辨率应按下列方式标注:

星卡极限分辨率 ⁶⁾ lp/mm 在标准放大倍率为 ⁷⁾ 按照 YY/T 0063(IEC 60336)确定。
还可加注: 条号
基准轴 4.3
加载因素 6.2.3
特别布局 6.2.5
X 射线管组件纵轴说明 4.2

12 散焦值

12.1 概述

本章叙述焦点散焦值的确定,焦点散焦值显示星卡极限分辨率与 X 射线管负载的依赖关系。

若某一型号的 X 射线管组件的焦点散焦值已给定时,对于 X 射线管组件的散焦值是否符合本标准应按

12.3.1 的规定用 12.3 确定的值进行判定。

12.2 散焦值的确定

散焦值应用一对按第 11 章确定的星卡极限分辨率确定,另一方面在恒定加载因素下按表 2 和表 6 以同样的操作条件得到的焦点星卡射线照片确定。

6) 数值。
7) 符合表 4 的标准放大倍率值。

表 6 确定散焦值的加载因素

	标称 X 射线管电压 kV	X 射线管电压	曝光时间	X 射线管电流
除 CT 外的 X 射线摄影	$U < 75$	标称 X 射线管电压	取决于光密度的要求， 见 6.3.3	根据 YY/T 0064 (IEC 60613) 规定的 100% 的标称阳极输入 功率
	$75 \leq U \leq 150$	75 kV		
	$150 < U \leq 200$	50% 标称 X 射线管 电压		
CT		120 kV		

散焦值 B ，由式(8)给出：

$$B = \frac{R_{50}}{R_{100}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

R_{50} ——表 2 规定操作条件之下的星卡极限分辨率；

R_{100} ——表 6 规定操作条件之下的星卡极限分辨率。

12.3 符合性判定和声明

12.3.1 符合性的判定

当 X 射线管组件焦点的散焦值已给定时，按 12.3.2 确定的每个数值应小于或等于这个规定值。

12.3.2 符合性声明

若要表示符合本标准的给定的散焦值应按下列方式标注：

散焦值 _____⁸⁾，按照 YY/T 0063(IEC 60336)⁹⁾ 确定

还可加注：

基准轴

条号

加载因素

4.3

特别布局

12.2

X 射线管组件纵轴的说明

6.2.5

4.2

13 替代的测量方法

可允许 X 射线管组件的制造商使用宣称符合本标准而又不同于本标准规定的其他测量方法。当制造商经论证与标准测量方法相应并等效的测量方法是允许使用的。

为声明符合本标准，这些测量方法的使用应产生与本标准规定的标准测量方法同样的结果。

8) 数值。

9) 参考 2000 版和 1991 版，技术上等同并适用于 2007 版。

附录 A
(资料性附录)
基准轴的准直

图 A.1 给出各种轴的概况和焦点测量方向的示意图。

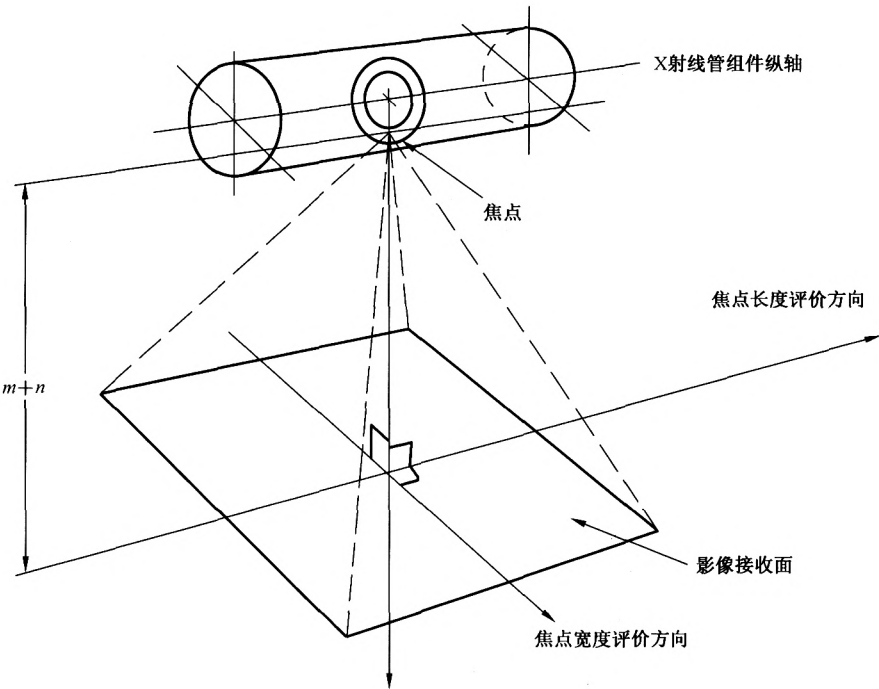


图 A.1 基准轴和评价方向

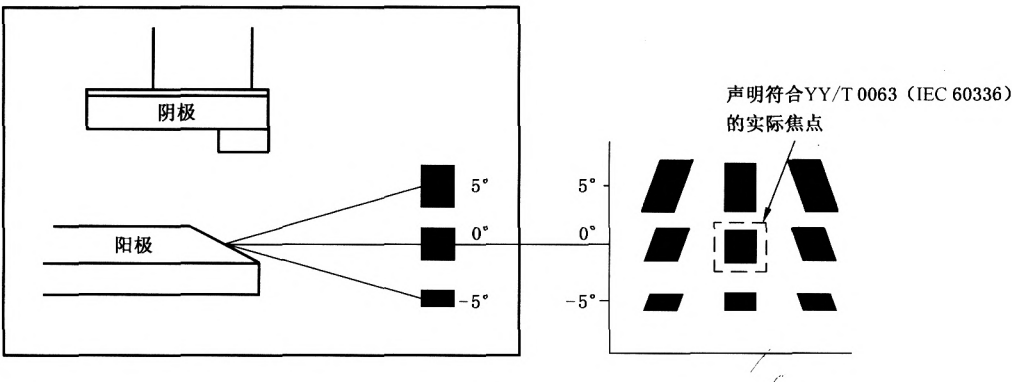


图 A.2 实际焦点在影像接收面上的投影

按现行标准测量和确定的焦点特性值取决于多种因素,没有一套只有实验室才可能装备的十分昂贵的仪器和测试手段要想避免或代替这些因素是困难的。这些因素之一是成像光阑与有效焦点的几何

准直(见注)。

没有按 5.3 严格地将焦点照相机与基准轴对准,所得任何焦点特性应只能认为是定性的。基准轴的准确位置不是一种特性却是单个 X 射线管组件的特性,而基准轴的位置较 5.3.1 所述公差改变对结果影响更大。

注:辐射野上焦点的形状和尺寸极大地取决于焦点投影的方向,见图 A.2。符合本标准的声明只涉及基准方向上的投影(图 A.2 中的焦点标记)。图 A.2 中表示的为示意图。

附 录 B
(资料性附录)

应用数字 X 射线影像探测器测定焦点特性

测定焦点特性的标准方法是使用 X 射线摄影胶片。然而,数字 X 射线影像探测器的使用为制造商提供许多测定焦点尺寸有优势的测量方法,提供的这些测量方法的结果能显示与使用 X 射线摄影胶片的标准测量方法的结果是相同的。在采用 X 射线摄影胶片保持成像的标准方法同时,本附录为采用数字成像焦点测量方法提供指导和一致性程度。

大有效面积的数字影像接收器可直接测量焦点特性。这种接收器较胶片性能优越,包括:较高 X 射线灵敏度;对 X 射线曝光的线性响应;无胶片扫描引起的错误;无敏感的化学程序;而且不产生化学或有害废物。

在相同的曝光条件下任何数字成像系统应与标准的胶片法转换值一致。这里的“一致”定义为数字法和胶片测量法间的线性回归,其斜率的不一致小于 5%且任何偏移量小于胶片测量系统的计量重复性和再现性。

此外,数字成像系统宜:

- 本标准采用除使用 X 射线摄影胶片外的所有技术和方法;
- 信噪比为 20 或更大;
- 有足够的动态范围以致于成像系统在曝光时不会饱和。

附录 C

(资料性附录)

历史背景

C.1 引言

本附录的目的是叙述本标准的历史、现状和将来,以阐明修改一些内容的理由。

C.2 第一版(1970)

第一版称为针孔照相机测定诊断 X 射线管焦点尺寸,而它是根据 ICRU 早期的建议[3]、[4]¹⁰⁾和一些国家标准[5]制定的。第一版仅叙述采用针孔测量法测定焦点尺寸。使用 10 倍放大倍率的放大镜直接自胶片读数以 0.7 系数乘以长度。

C.3 第二版(1982)

第二版更名为医用诊断 X 射线管组件焦点特性。它增加了狭缝方法,主要是由于依靠焦点针孔射线照片测定焦点尺寸的方法在焦点标称值小于 0.3 时变得困难,因拍摄效果受到诸如通过光阑屏蔽的透射等因素的影响,从 X 射线管负载特性考虑,需要对胶片反复照射。新的方法适用于整个常用焦点标称值范围。该方法避免了以前测定焦点尺寸上的不确定性,而且甚至在焦点变形的情况下也能给出数值结果。此外,还提出以一对一维调制传递函数的形式确定焦点成像特性。

因此,针孔法仅用于显示焦点特性中的分布和方向,而狭缝方法是用于测定焦点标称值和 MTF。

另外,叙述了现场使用的第三个方法(焦点星卡射线照片)。焦点星卡射线照片的拍摄是标准的,因为它作为简易评价系统成像性能的有效性,在某些条件(畸形焦点的特性)下和现场条件下确定星卡极限分辨率。

增补标称值(0.1;0.15 和 0.2)不使用系数 0.7 见第 C.5 章。

C.4 第三版(1993)

第三版再次更名为医用诊断 X 射线管组件——焦点特性。除了增补 CT(称为专用)和 0.25 标称值外,没有其他的变化。增补的专用焦点不使用系数 0.7。

C.5 系数 0.7 和不对称范围

标准的这二个议题已经引起许多误会和讨论:

——用于长度的乘数 0.7;

——非对称范围标称值概念(如:焦点标称值 0.8 允许从 0.8 mm 到 1.2 mm 的尺寸)。

它们两者都很难理解。解释它们的唯一方法是以线扩散函数表示一些典型的焦点。

显而易见,LSFs 边缘的斜率是变化的。在最大值一半处的整个宽度(FWHM)的尺寸的直读数是明显的,即半峰值宽。但是自 1950 年和 1960 年以来的技术只允许用放大镜自胶片读数;该读数相当于约在 LSF 曲线上 10%到 20%处读取。自采用数值测量后,见图 C.1 和图 C.2,应会是较大的,这基本上解释不对称范围的原因。

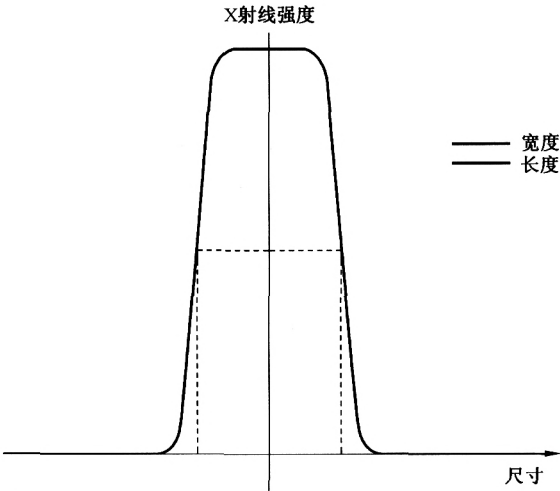
大焦点长度的典型 LSF 显示更平坦的边缘,如图 C.2 所示。由此也可看出,对于 X 射线管,长度读数(10%至 20%)明显比宽度读数大 40%,此时其 MTFs 近似相等。

因此,所得的标称值与影像质量有关,引入 0.7 系数。如图 C.3 所示,图 C.2 中 LSFs 给出的几乎

10) 方括号中的数字为参考书目序号。

相等的 MTFs 位于第一最小值处,即实际上它们给出相同的影像质量。

注:在更准确的 RMS 法中,直角形的 LSF 的宽度是计算出来的,给出像任何形状一样的 LSF。RMS 法会用于本标准的未来版。



注:长度和宽度具有相同的形状。

图 C.1 典型小焦点 X 射线管的 LSFs(<0.3)

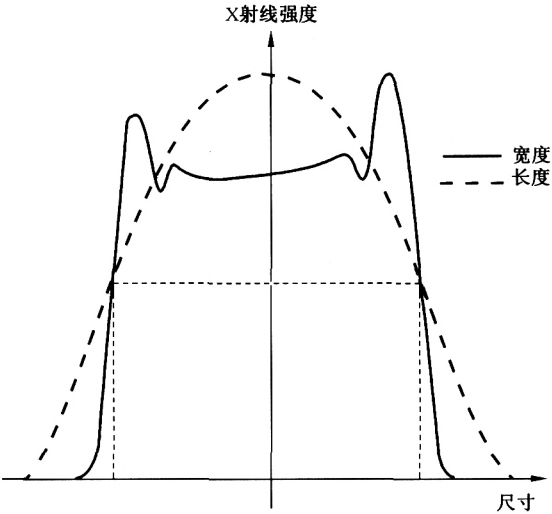


图 C.2 典型大焦点 X 射线管的 LSFs(≥ 0.3)

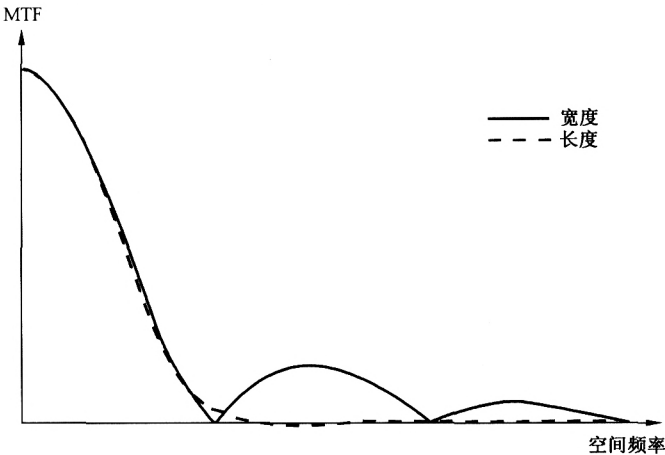


图 C.3 对应于图 C.2 LSFs 的 MTFs

C.6 第四版

本标准第四版的主要变化是：

- a) 公差的实际规范,主要地用于照相机设计和照相机准直；
- b) 线扩散函数只是作为测定焦点尺寸基础使用；用于测定长度和宽度的密度分布现在使用密度计判定,替代目视判定；
- c) 不考虑变形的焦点；
- d) 以最大允许值代替焦点标称值允许值的范围；
- e) 允许其他测量方法,若证实与本标准同等。

关于 a):在本标准的第三版中,一些公差过于严格,特别地在焦点照相机试验布局中,如基准轴与光阑对称轴间的角度要求在 0.001 rad 内,对其他如光阑与基准轴的位置又未规定公差。现在这些已由一套公差所避免。

关于 b):过去,在测定焦点尺寸时,大多数的制造商采用密度计分析焦点 X 射线照片。同一个评价线扩散函数的程序,用于测定 MTF。因此,使这个程序标准化并撤消凭目测评价的方法是合理的。因此,MTF 和焦点尺寸的测定现在根据焦点狭缝射线照片的线扩散函数测量。

关于 c):由于 X 射线管的发展和制造方法的改进,很少发生焦点变形。另外地,用狭缝射线照片来测量焦点尺寸对焦点变形的敏感程度不如用焦点针孔射线照片。因此本章将此内容删去。

关于 e):市场上有许多测量设备,如使用 CCD(电荷耦合器件)照相机代替 X 射线摄影胶片测定焦点特性。这些方法已日益为制造者在日常试验中采用并为附录 B 所推荐。显然,200× 也计划使用此测量设备测定焦点。若试验结果证实与标准允许的使用 X 射线摄影胶片的标准方法相一致。同样适用于本标准上一版中用放大镜目测评价。

本标准不要求表述表 C.1 中所有特性。YY 9706.11(IEC 60601-2-28)表述了随 X 射线管组件提供的信息。

在本标准的第三版中,注中给出焦点特征 RMS 值的方法。此方法并未得到公认。然而,随着在 IEC 60601-2-28 中一维空间调制传递函数的省略和由于数字 X 射线摄影系统的发展,RMS 可能变得重要起来。

表 C.1 焦点规定特性的评价方法

获取信息的方法	章	参数	章	按以下要求进行评价
一对焦点狭缝射线照片	6	尺寸	8	规定的焦点标称值
		成像性能	9	规定的一对一维调制传递函数
焦点针孔射线照片	6	方向 辐射强度分布 对称性		
焦点星卡射线照片	10	星卡极限分辨率	11	星卡极限分辨率
		散焦值	12	散焦值
		寿命期内焦点特性变化		
注：焦点辐射强度的分布并不总是使每一点的调制传递函数都落在空间频率轴上，这时焦点星卡射线照相法不适用。				

参 考 文 献

- [1] DOI, K. and ROSSMANN, K. Evaluation of FOCAL SPOT distribution by RMS value and its effect on blood vessel imaging in angiography. Proceedings of the Symposium on Application of Optical Instrumentation in Medicine III, Vol. 47. Palos Verdes Estates, CA; Society of Photo-Optical Engineers, 1975: 207-213
- [2] DOI, K. et al. X-RAY TUBE FOCAL SPOT Sizes; Comprehensive Studies of Their Measurement and Effect of Measured Size in Angiography. Radiation Physics, July 1982, Volume 144, Number 2, p 383-393.
- [3] National Bureau of Standards Handbook 78, Report of the International Commission on Radiological Units and Measurements, (ICRU) 1959, U. S. Government Printing Office, Washington D. C., 1961
- [4] National Bureau of Standards Handbook 89, Methods of Evaluating Radiological Equipment and Materials; Recommendations of the ICRU, U. S. Government Printing Office, Washington, DC, 1962
- [5] DIN 6823, Roentgenroehren, Ermittlung der Brennfleckgroesse, Beuth—Verlag, Berlin, 1968
- [6] GB 9706.11—1997 医用电气设备 第2部分:医用诊断X射线源组件和X射线管组件专用安全要求(idt IEC 60601-2-28:1993)

已定义术语的索引

IEC 60788	rm-..-..
未定义的派生词 derived term without definition	rm..+
未定义的术语 term without definition	rm-..-..-
短语(缩略语) shortened term	rm-..-..s
Clause 3. x of present publication. -	3. x
随机文件 accompanying documents	rm-82-01
实际焦点 actual focal spon	rm-20-12
附加滤过 additional filtration	rm-13-47
阳极 anode	rm-22-06
阳极转速 anode speed	rm-36-35
衰减 attenuation	rm-12-08
散焦值 blooming value	rm-20-15
计算体层摄影 computed tomography	rm-41-20
有效焦点 effective focal spot	rm-20-13
焦点 focal spot	rm-20-13s
焦点针孔射线照片 focal spot pinhole radiogram	rm-72-02
焦点狭缝射线照片 focal spot slit radiogram	rm-72-01
焦点星卡射线照片 focal spot star radiogram	rm-72-03
影像接受平面 image reception plane	rm-37-15
增感屏 intensifying screen	rm-32-38
加载 loading	rm-36-09
加载因数 loading factor	rm-36-01
线扩散函数 line spread function	rm-73-01
制造商 manufacturer	rm-85-03
调制传递函数 modulation transfer function	rm-73-05
阳极标称输入功率 nominal anode input power	rm-36-23
焦点标称值 nominal focal spot value	rm-20-14
标称 X 射线管电压 nominal x-ray tube voltage	rm-36-03
正常使用 normal use	rm-82-04
针孔照相机 pinhole camera	rm-71-02
X 射线照片 radiogram	rm-32-02
X 射线摄影胶片 radiographic film	rm-32-32
摄影额定容量 radiographic rating	rm-36-36
基准轴 reference axis	rm-37-03
基准方向 reference direction	rm-37-02
基准平面 reference plane	rm-37-04
旋转阳极 X 射线管 rotating anode x-ray tube	rm-22-03+
狭缝照相机 slit camera	rm-71-01
星卡照相机 star pattern camera	rm-71-03

星卡极限分辨率	star pattern resolution limit	3.1
X 射线管	X-ray tube	rm-22-03
X 射线管组件	X-ray tube assembly	rm-22-01
X 射线管电流	X-ray tube current	rm-36-07
X 射线管套	X-ray tube housing	rm-22-02
X 射线管负载	X-ray tube load	rm-36-21
X 射线管电压	X-ray tube voltage	rm-36-02

中华人民共和国医药
行 业 标 准
医用电气设备
医用诊断 X 射线管组件 焦点特性
YY/T 0063—2007/IEC 60336:2005

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn
电话:68523946 68517548
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

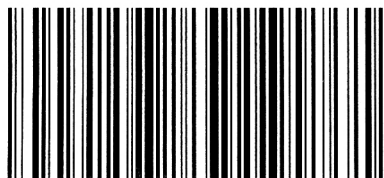
*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 48 千字
2007 年 7 月第一版 2007 年 7 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 2-17900 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



YY/T 0063-2007