C 43
备案号:7055—2000

YY

中华人民共和国医药行业标准

YY/T 0063—2000
idt IEC 336:1993

医用诊断 X 射线管组件　焦点特性

**X-ray tube assemblies for medical diagnosis—
Characteristics of focal spots**

2000-01-31 发布　　2000-07-01 实施

国家药品监督管理局　发 布

目　　次

前言 …… Ⅱ
IEC 前言 …… Ⅳ
引言 …… Ⅴ
1　总则 …… 1
2　焦点狭缝射线照相 …… 1
3　焦点针孔射线照相 …… 5
4　焦点星形测试卡射线照相 …… 7
5　焦点尺寸的测定 …… 8
6　调制传递函数 …… 10
7　星形测试卡极限分辨率 …… 13
8　散焦值 …… 14
附录 A(提示的附录)　狭缝照相机、针孔照相机和星形测试卡照相机的供应 …… 16
附录 B(提示的附录)　与基准轴线的准直要求 …… 16
附录 C(提示的附录)　已定义的术语索引 …… 17

前　言

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 336:1993《医用诊断 X 射线管组件——焦点特性》,本次修订后与前版 YY/T 0063—1991 的主要变化如下:

1. 根据 IEC 新版扩大了标准的适用范围,增加了一些特殊用途的 X 射线管的规定;
2. 增加了前言并保留了 IEC 前言及引言;
3. 保留了 IEC 336:1993 的附录。
4. 引用了与国际标准相对应的国内标准。

本标准从实施之日起,同时代替 YY/T 0063—1991。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是提示的附录。

本标准由全国医用 X 线设备及用具标准化分技术委员会提出并归口。

本标准由杭州万东电子有限公司起草。

本标准主要起草人胡有成、陈学慧。

本标准于从 1991 年首次发布。

IEC 前言

1) IEC(国际电工委员会)是一个拥有所有国家电工委员会(IEC 国家委员会)的全世界标准化组织。IEC 的目的是促进在电气与电子领域中所有标准化问题上的国际合作。为此目的,IEC 除了开展其它活动外,还发布国际标准,其准备工作委托给各技术委员会,任何对所涉及的主题感兴趣的 IEC 国家委员会都可以参与准备工作,与 IEC 有联系的国际组织、政府机构及非政府机构也可参与准备工作。IEC 根据国际标准化组织(ISO)之间的协议所确定的条件进行紧密地合作。

2) IEC 关于技术问题的正式决议或协定,由对这些问题特别感兴趣的各国家委员会的代表组成的技术委员会拟定。这些决议或协定尽可能表达国际上对于所涉及的这些问题的一致意见。

3) 这些决议或协定以标准、技术报告或导则的形式发布,推荐国际上使用,并在此意义上被各国家委员会接受。

4) 为了促进国际上的统一,IEC 各国家委员会同意在其国家和地区标准尽可能地采用 IEC 国际标准。IEC 标准与相应的国家和地区标准之间如有分歧,应在国家和地区标准中清楚地加以说明。

5) IEC 提供了无记名程序来标明其决议,且不会公开表明何种机器要符合其标准。

国际标准 IEC 336 由 62B 分技术委员会(诊断图像设备)制定,它隶属于 IEC 62 委员会(医用电气设备)。

本第 3 版删除和替换了 1982 年出版的第 2 版,形成了技术修订本。

本标准文本基于下列文件:

标准草案(DIS)	表决报告
62 分委会(CO)68 62 分委会(CO)78	62 分委会(CO)73 62 分委会(CO)85

关于同意本标准的表决详细内容可以在上表所列的表决报告中查找。

附录 A、附录 B 和附录 C 仅是提示附录。

引　　言

IEC 336(1970 第 1 版):针孔照相法测定诊断 X 射线管焦点是根据 ICRR 早期的建议和一些国家标准制定的,已成为测定焦点尺寸的一种有效的常规方法。

此标准第 1 版出版以后,X 射线管制造工艺以及对成像方法的系统研究都取得了重大进展,依靠焦点的针孔照片确定焦点尺寸的方法在焦点标称值小于 0.3 时变得很困难,因为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。因此,发展了一种利用两张焦点狭缝射线照片的新方法,对各种标称值的焦点均适用。这种方法避免了老方法在测定焦点尺寸上的误差,即使在焦点变形的情况下也能给出数值结果。同时,它以两张焦点狭缝射线照片的形式提供的基础数据可用于以两个一维的调制传递函数的形式确定焦点的影像特性。这样,根据两张焦点狭缝射线照片不仅可以确定任意标称焦点的尺寸,而且还可以确定调制传递函数。

另外,论述了确定焦点特性的其他标准方法,即制造厂通用的并将继续有其地位的焦点针孔射线照相法和现场用的焦点星形测试卡射线照相法。

ICRU 在 1958 年的报告中(见 NBS 手册 78)曾建议对线焦点的测量长度值乘一个修正系数 0.7,该系数在 1963 年由 ICRU 确认(见 NBS 手册 89)。

在 IEC 第 336 号出版物(1370)中采用了同样系数,经过认真考虑后,在本标准中仍保留了这个系数(见表 5),这就避免了按本标准确定的焦点标称值与按 IEC 第 336 号出版物第 1 版和第 2 版所确定的焦点尺寸之间的差异。

对于 0.3 及更大的焦点,保留 0.7 这一系数的另一理由是焦点的设计负载总是很大的,因而辐射强度在焦点长度方向的分布与较薄的边缘部分相比显示出明显的峰值状态,这就使焦点的长与宽相比很大时,在宽度和长度方向上的调制传递函数能大致相等。

0.3 以下的焦点通常用于放大摄影技术,辐射强度在长和宽方向按矩形方式分布,为了使调制传递函数比较均等,焦点的长和宽尺寸相同,不考虑任何前版标准时,对新的范围就没有充分理由保留系数 0.7 了。

对规定了特殊用途的 X 射线管组件,如再现体层摄影,其焦点长和宽的不同性质是有意设计的,不再使用 0.7 的系数。

拍摄焦点星形测试卡射线照片的方法已列入标准,因为对于在现场条件下根据确定的星形测试卡极限分辨率来评价系统的影像特性来说,这是一种有效的简易方法。

本标准不推荐或要求在 X 射线管组件的规范中规定这些性能,X 射线管组件应给出的参数已有 IEC 601-2-28 规定,它要求在随机文件中给出焦点标称值和一维的调制传递函数(见下表)。

焦点规定特性的评价方法

方　法	章节	参　数	章节	按下述要求进行评价
焦点狭缝射线照相[1)]	第 2 章	尺寸	第 5 章	焦点标称值
		影像特性	第 6 章	一维调制传递函数
焦点针孔射线照相	第 3 章	方向		
		辐射强度分布		
		对称性		

方　法	章节	参　数	章节	按下述要求进行评价
焦点星形测试卡射线照相[2)]	第4章	星形测试卡极限分辨率	第7章	
		散焦值	第8章	
		寿命期内焦点特性变化		

1）焦点的另一特性——线扩展函数有效值的测定方法在考虑中。

线扩展函数有效值可以给出焦点特性对系统的综合影像过程关系的单值数值参数。

2）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，这时焦点星形测试卡射线照相法不适用。

中华人民共和国医药行业标准

医用诊断X射线管组件　焦点特性

YY/T 0063—2000
idt IEC 336:1993

代替 YY/T 0063—1991

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

1　总则

1.1　范围和目的

本标准适用于工作电压不高于200 kV(包括200 kV)医用诊断X射线管组件的焦点。

在叙述判定是否符合本标准所采用的测量方法和试验要求的同时,对焦点的规定特性以及为检验这些特性所准备的射线照片是否符合本标准也给予说明。

1.2　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,所示版本均为有效。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 5465.2—1996　电气设备用图形符号

YY/T 0064—1991　医用诊断旋转阳极X射线管电、热及负载特性(idt IEC 613:1989)

IEC 60788:1984　医用放射学——术语

注:IEC 60788:1984《医用放射学——术语》中有关医用X射线管设备方面的术语及符号已转变为我国国家标准,见GB/T 10149—1988《医用X射线管设备术语和符号》。

1.3　术语

1.3.1　要求的程度

在本标准中助动词:

——"应"表示要强制性地符合该要求;

——"宜"表示要求符合某项要求,但不是强制性的;

——"可以"表示允许用一定的方法来符合该项要求;

——"特定的"见附录C;

——"规定的"见附录C。

1.3.2　定义

本标准采用下列定义。

星形测试卡极限分辨率　star pattern resolution limit

作为X射线管焦点的一个特性,在规定测试条件下不能反映的最低空间频率。

调制传递函数　modulation transfer function

作为X射线管焦点的一个特性,有效焦点上辐射强度的一维分布的傅里叶变换的绝对值。

其他定义见IEC 60788。

2　焦点狭缝射线照相

2.1　范围

本章叙述焦点狭缝射线照相,此法用于确定焦点尺寸(第5章)和确定调制传递函数(第6章)。

国家药品监督管理局2000-01-31批准　　2000-07-01实施

符合本标准的两张焦点狭缝射线照片的表示方法也包括在本章中。

2.2 试验设备

2.2.1 狭缝照相机

焦点狭缝射线照相应用狭缝照相机拍摄，照相机狭缝光阑尺寸如图1所示。狭缝光阑应由下列材料之一制造：

——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。

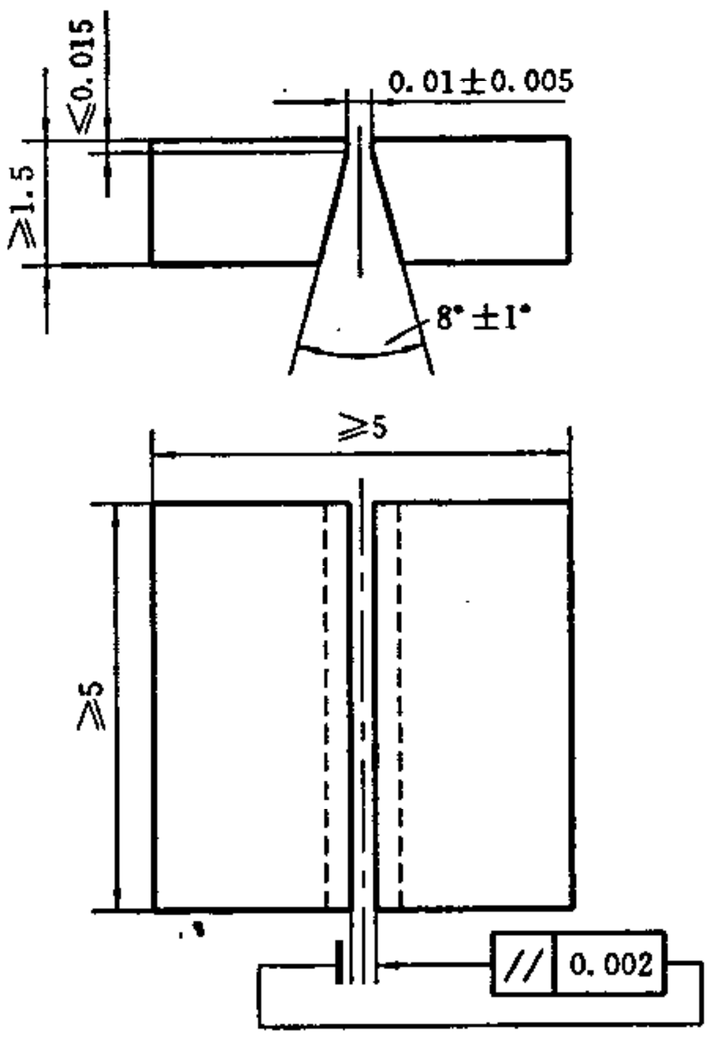


图1 狭缝光阑的基本尺寸

2.2.2 X射线摄影胶片

焦点狭缝射线照相应用射线摄影用微粒胶片拍摄，不用增感屏，例如牙科X射线摄影用胶片。

2.3 试验方法

2.3.1 狭缝照相机的准直

基准轴线应穿过狭缝光阑入射面的中心而且与狭缝光阑的对称轴所成的角度 α 小于或等于 10^{-3}rad(见图2)。

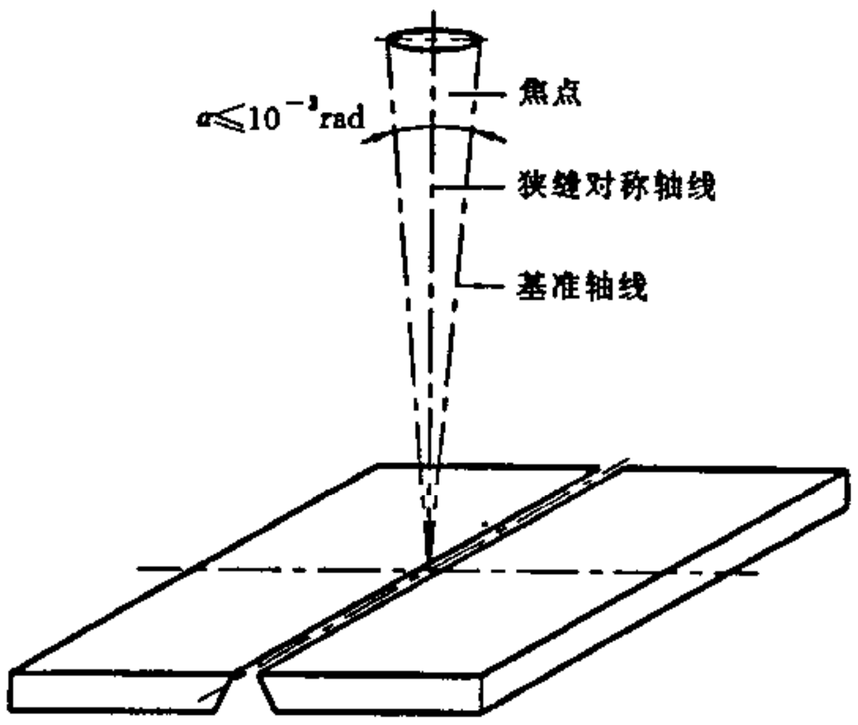


图 2　狭缝照相机的准直

2.3.2　狭缝照相机的位置

狭缝光阑的入射面与焦点的距离应不小于 100 mm 并使实际焦点范围内的放大倍率变化在参考方向不超过±5%(见图 3),符合下列公式计算:

$$\frac{n}{m} = E \qquad \cdots\cdots(1)$$

$$\frac{n}{m+k} \geqslant 0.95E \qquad \cdots\cdots(2)$$

$$\frac{n}{m-p} \leqslant 1.05E \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：E——放大倍率；

k——基准面至实际焦点离光阑较远边缘的距离,mm；

p——基准面至实际焦点离光阑较近边缘的距离,mm；

m——基准面至光阑入射面的距离,mm；

n——胶片至光阑入射面的距离,mm。

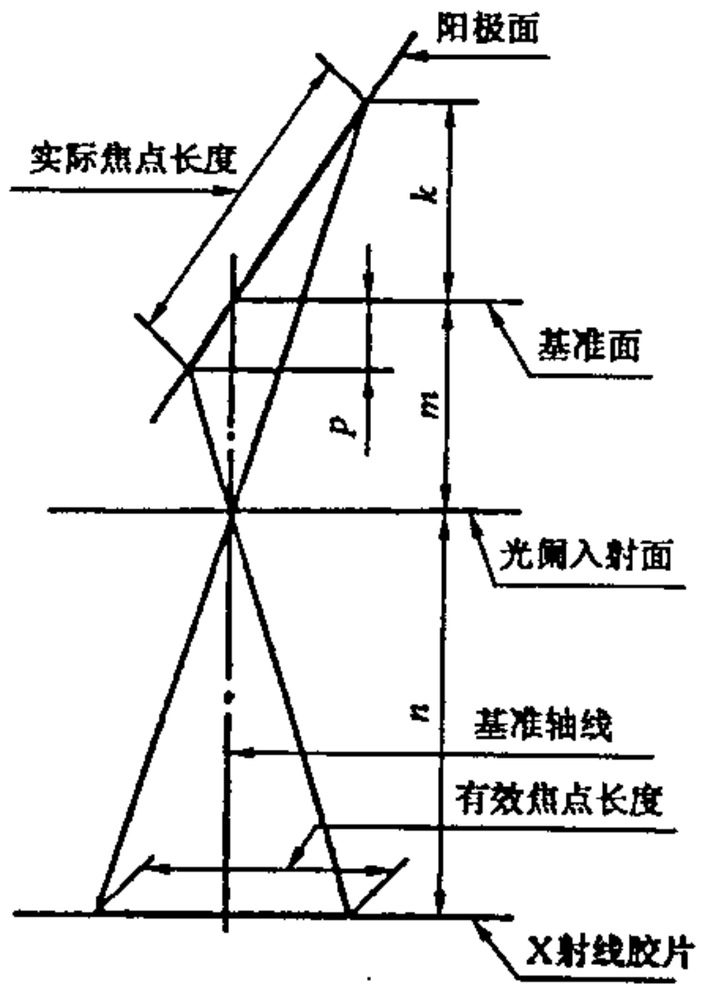


图 3　参考尺寸和平面

2.3.3　狭缝光阑的方位

2.3.3.1 拍摄焦点的一对狭缝的射线照片时，狭缝光阑的长度方向应与焦点的长度(或宽度)方向垂直，偏差在±0.09 rad(±5°)内。

2.3.3.2 在测量焦点的长度时，测量方向应平行于X射线管组件的纵轴或特定的纵轴(见2.3.3.4)。

2.3.3.3 在测量焦点的宽度时，测量方向应垂直于2.3.3.2所述的测量方向。

如果有效焦点在基准方向上的投影失真，则宽度的测量方向可以选择与辐射强度最高区域方向相垂直，通常是焦点宽度显现最小的方向(见图4)。

有关目测取向和辐射强度分布，请参阅第3章。

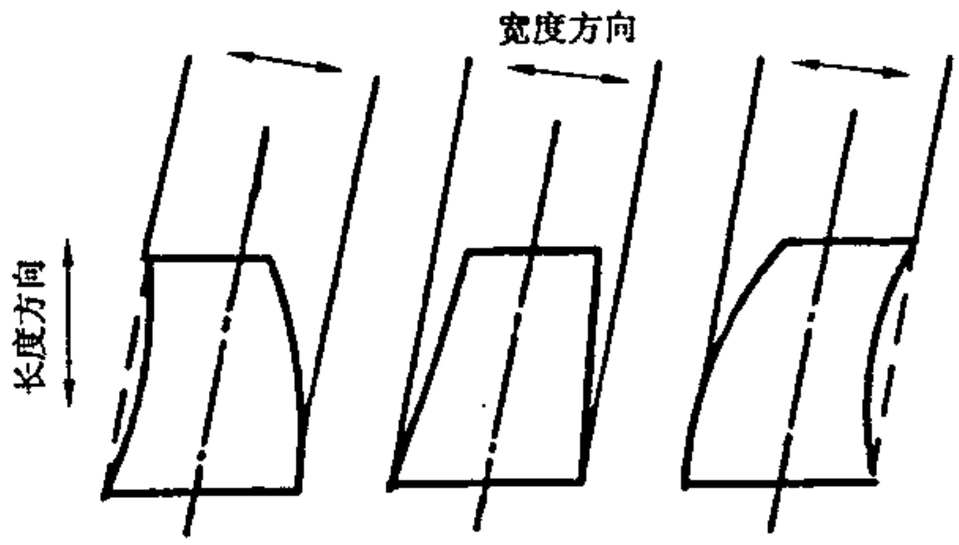


图4 焦点失真时的测量方向

2.3.3.4 对于纵向轴线不明显的X射线管组件，应与焦点特性一起规定纵轴(参见2.6、3.6、5.4.2和6.7.2)。

2.3.4 胶片的位置

胶片应与基准方向垂直，其到狭缝光阑入射面的距离根据相应的放大倍率按表1确定。

表1 焦点狭缝射线照片的放大倍率

焦点标称值 (见5.2) f	放大倍率 (见图3) $E=n/m$
$f\leqslant 0.4$	$E\geqslant 3$
$0.5\leqslant f\leqslant 1.0$	$E\geqslant 2$
$1.1\leqslant f$	$E\geqslant 1$

2.4 操作条件

2.4.1 X射线管组件

X射线管应装于为其能正常使用而规定的X射线管套中或放于具有等效试验结果的装置和运行条件中。

2.4.2 加载因素

2.4.2.1 焦点射线照片应根据表2规定的恒定加载因素得到。

表2 加载因素

X射线管标称电压U kV	加载因素	
	X射线管电压	X射线管电流
$U\leqslant 75$	X射线管标称电压	相应于焦点标称阳极输入功率50%的X射线管电流
$75<U\leqslant 150$	75 kV	
$150<U\leqslant 200$	50%的X射线管标称电压	
根据YY/T 0064 X射线管电流决定的标称阳极输入功率可以适用于负载时间到0.1 s。50%的该电流值按X射线摄影定额适用于更长的负载时间，因为较长的负载时间对要求的胶片的黑化度是必需的。		

拍片时旋转阳极X射线管阳极应以规定的最高转速旋转。

2.4.2.2 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的 X 射线摄影定额内，或不符合 X 射线管正常使用的典型数值，这时拍摄焦点射线照片所用的加载因素应与其特性一起陈述(见 2.6、3.6、5.4.2 和 6.7.2)。

注：表 2 所列加载因素对 X 射线管电压和负载范围较宽的通用的诊断 X 射线管是适用的。对 X 射线管电压和负载应用范围较窄的特殊用途的专用 X 射线管，试验的加载因素应适应于它们的规定用途。

在特殊情况下，最好给出不同负载条件下的焦点特性供用户参考。

2.4.2.3 特殊方法

为了拍摄适当的焦点射线照片，如果需用特殊的方法调节和安置狭缝照相机及 X 射线管组件或采用特殊的电气条件或负载条件，应在说明符合标准情况时与其余特性一起加以详细说明(见 2.6、3.6、5.4.2 和 6.7.2)。

2.5 焦点狭缝射线照相的拍摄

焦点宽度的测量方向应按 2.3.3.3 确定。两张焦点狭缝射线照片应按 2.2 至 2.4 的规定拍摄。

摄影胶片的曝光程度应使得胶片在充分显影后在狭缝照片长度的中点，在其宽度的三分之一或二分之一区域内最黑度区域的中心得到的局部漫射密度在 1.0～1.4 之间。照片灰雾度和片基本身的黑度不得超过漫射密度的 0.2。

2.6 符合标准的说明

若要表示符合本标准的焦点狭缝射线照片应按下列方式标注：

——焦点狭缝照片的放大倍率[1)]是__，按照 YY/T 0063—2000(IEC 336)

还可加注：

加载因素	2.4.2.2
规定方法	2.4.2.3
X 射线管组件纵向轴线的说明	2.3.3.4

3 焦点针孔射线照相

3.1 范围

本章叙述焦点针孔射线照相法，此法用于显示有效焦点上的辐射强度的方向和分布状态。

符合本标准的焦点针孔射线照片的表示也包括在本章中。

3.2 试验设备

3.2.1 针孔照相机

焦点针孔照片应用针孔照相机拍摄，照相机包括针孔光阑，其尺寸与相应的焦点标称值一起在表 3 中给出。

针孔光阑的基本尺寸见图 5。

表 3 针孔的基本尺寸

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

针孔光阑应用下列材料之一制造：

——钨；

——钽；

1) 放大倍率按 5.3.5 的规定来使用和确定。

——含铂 10%的金铂合金；

——含铼 10%的钨铼合金；

——含铱 10%的铂铱合金。

以 mm 为单位

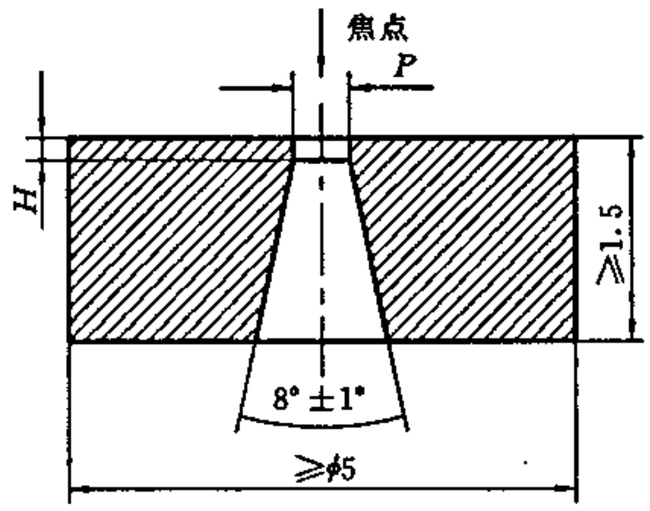


图 5　针孔光阑的基本尺寸

3.2.2　X 射线摄影胶片

焦点针孔射线照相应用射线摄影用微粒胶片拍摄，不用增感屏，如牙科 X 射线摄影用胶片。

3.3　试验方法

3.3.1　针孔照相机的准直

基准轴线与针孔轴线所成的角度 α 应小于或等于 10^{-3}rad(见图 6)。

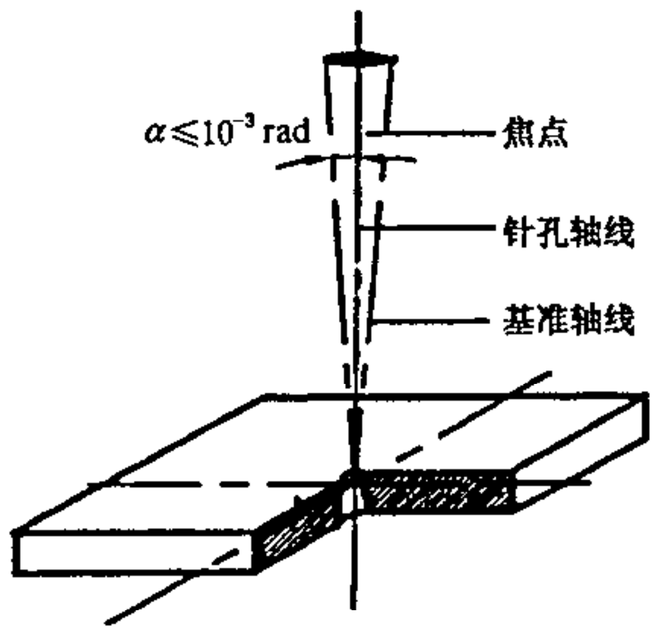


图 6　针孔照相机的准直

3.3.2　针孔照相机的位置

针孔光阑的入射面与焦点的距离应是使在实际焦点范围内的放大倍率沿基准方向上的变化不超过±5%(见 2.3.2 和图 3)。

此距离应不小于 100 mm。

3.3.3　胶片的位置

胶片应与基准方向垂直，其到针孔光阑入射面的距离取决于表 4 规定的可用的放大倍率。

表 4　焦点针孔照片的放大倍率

焦点标称值 (见 5.2) f	放大倍率 (见图 3) $E=n/m$
$f\leqslant 1.0$	$E\geqslant 2$
$1.1\leqslant f$	$E\geqslant 1$

3.4　操作条件

焦点针孔射线照片应在 2.4 规定的条件下拍摄。

3.5 焦点针孔射线照片的拍摄

X 射线摄影胶片的曝光程度应使胶片在充分显影后在其最黑区域得到的局部漫射密度在 1.0 至 1.4 之间。

胶片灰雾度和片基本身的黑度不得超过 0.2 的漫射密度。

3.6 符合标准的说明

若要表示符合本标准的焦点针孔射线照片应按下列方式标注：

——焦点针孔射线照片的放大倍率[1]是__，按照 YY/T 0063—2000(IEC 336)

还可加注：

加载因素	2.4.2.2
规定方法	2.4.2.3
X 射线管组件纵向轴线的说明	2.3.3.4

4 焦点星形测试卡射线照相

4.1 范围

本章叙述焦点星形测试卡射线照相法，用于确定星形测试卡极限分辨率和焦点散焦值(第 7 章)。符合本标准的焦点星形测试卡射线照片的表示方法也包括在本章中。

4.2 试验设备

4.2.1 星形测试卡照相机

焦点星形测试卡射线照片应用星形测试卡照相机拍摄，它包括一个由相间放置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与其等效的材料制造，厚度为 0.03 mm 到 0.05 mm。

每个楔条的顶角 θ 应等于或小于 0.035 rad(约为 2°)。测试卡的有效面积应覆盖 2π 弧度角，直径应不小于 45 mm。测试卡的主要尺寸和其基本结构应如图 7 所示。

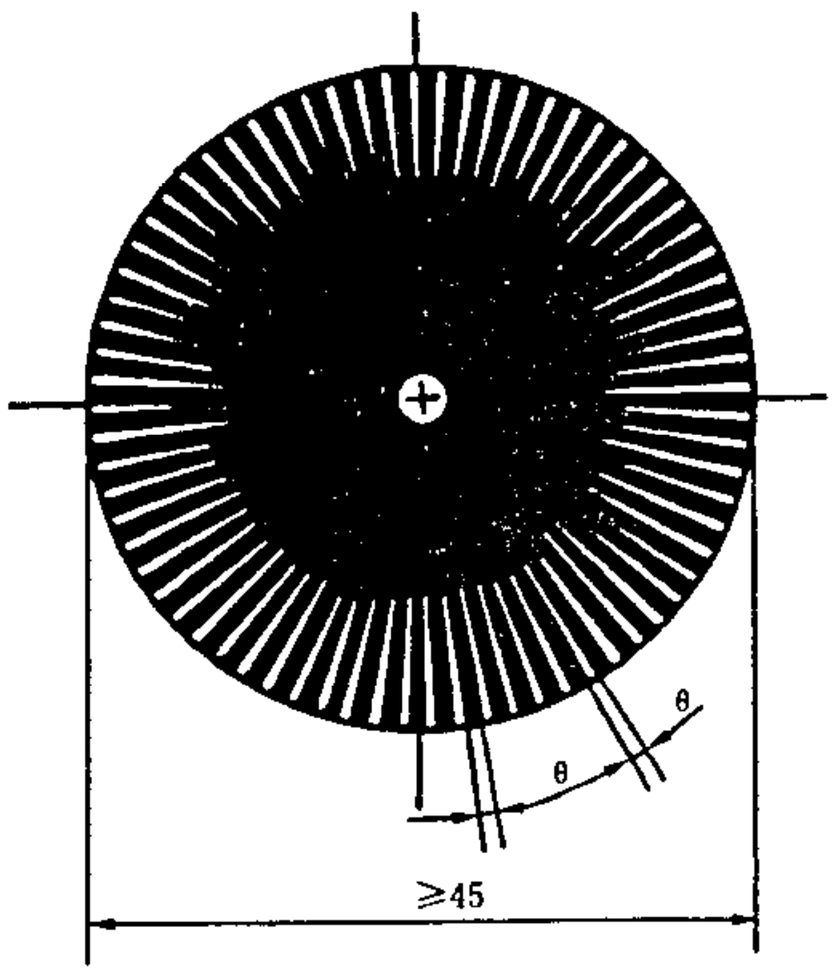


图 7 测试卡的主要尺寸

4.2.2 X 射线摄影胶片

焦点星形测试卡射线照片应是用 X 射线摄影用微粒胶片拍摄，不用增感屏，如无屏片。

4.3 试验方法

1) 根据图 3 使用放大倍率(见 5.3.5)。

4.3.1 星形测试卡照相机的准直

基准轴线与测试卡的轴线所成的角度 α 应小于或等于 10^{-3}rad(见图 8)。

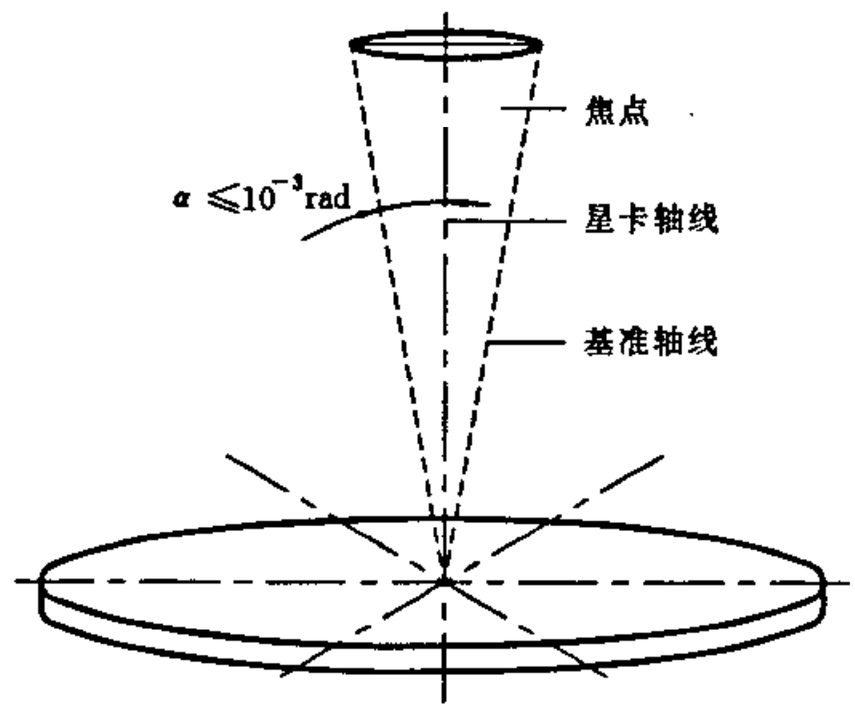


图 8 星形测试卡照相机的准直

4.3.2 星形测试卡照相机的位置

测试卡的入射面应与基准方向垂直,与焦点的距离按放大倍率 M' 确定,在该放大倍率下,按 7.3 规定测量的尺寸 Z_w 和 Z_l 应大于或当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 4.3.3)。

4.3.3 胶片的位置

胶片应与基准方向垂直,其与星卡入射面的距离应使得放大倍率 M' 和期望的星形测试卡极限分辨率符合式(4):

$$M' = RZ\theta \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中:M'——使用的放大倍率;

R——期望的星形测试卡极限分辨率,以能分辨的每毫米的线对数表示;

Z——射线照片适当的最外端失真区的尺寸,mm;

θ——吸收楔条的顶角,rad。

4.4 操作条件

焦点星形测试卡射线照片应在 2.4 规定的操作条件下拍摄。

4.5 焦点星形测试卡射线照片的拍摄

胶片的曝光程度应使胶片在充分显影后,其黑度最大低吸收条的局部漫射密度在 1.0～1.4 之间。

胶片的灰雾度和片基本身的黑度应不超过 0.2 的漫散密度。

4.6 符合标准的说明

若要表示符合本标准的焦点星形测试卡射线照片应与 7.4.1 确定的放大倍率一起按下列方式标

注:

焦点星形测试卡射线照片的放大倍率[1]是__,按照 YY/T 0063—2000(IEC 336)

5 焦点尺寸的测定

5.1 范围

本章叙述依据两张焦点狭缝射线照片确定焦点尺寸的方法。符合本标准的判定和标称焦点值的表示方法包括在本章内。

5.2 焦点标称值的规定

1) 使用的放大倍率。

5.2.1 标称值

5.2.1.1 对每种 X 射线管组件的焦点来说，焦点标称值应确定，数值在：

——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。

5.2.1.2 对规定特殊用途的每种 X 射线管组件的焦点，如再现体层摄影，应根据 5.2.1.1 确定一个焦点标称值的一对数值，例如：1.0×0.6，这里第一个值提供了有效焦点的宽度，垂直于 X 射线管组件轴线方向，第二个值是有效焦点的长度，在平行于轴线的方向。

表 5 焦点标称值的允许值

焦点标称值 f	焦点尺寸允许值 mm	
	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
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

注：对于标称值为 0.3 到 3.0 的焦点，表中所列允许值已包含了 0.7 的系数。

5.2.2 实际值

5.2.2.1 焦点标称值应与焦点两个方向上的尺寸有关，这样才能使根据 5.3.5 确定的焦点的长度和宽度值符合表 5 给出的长度允许值。

5.2.2.2 对 5.2.1.2 所述的一对数中的每个值应参考表 5 的焦点标称值且仅使用宽度纵列的允许值。

5.3 测定

5.3.1 测量

焦点尺寸应根据两张焦点狭缝射线照片确定。

5.3.2 测量方法

按第 2 章规定拍得的焦点狭缝射线照片应在背面照明、照度约为 3 000 lx 的条件下，通过 10 倍放大镜用目力检查，这种放大镜上有间隔为 0.1 mm 的刻度。

5.3.3 直线尺寸的测量

对每一张焦点狭缝射线照片，在狭缝影像长度的一半处垂直长度方向测量胶片的黑化范围。

5.3.4 测量精度

示值的偏差包含了测量方法的误差。

5.3.5 焦点长度和宽度的确定

使用的放大倍率 E 的测定精度应在±3%以内。

根据 5.3.3 测量的每一个线性尺寸应除以所采用的放大倍率 E。

5.4 符合标准的说明

5.4.1 符合标准的判定

5.4.1.1 按 5.3.5 确定的焦点宽度和长度值以毫米为单位应不超过表 5 中给出的焦点的宽度和长度的允许值。

5.4.1.2 具有规定性质的焦点其宽度和长度，按 5.3.5 确定的焦点尺寸以毫米为单位，并根据 5.2.1.2 的规定其相应的焦点标称值不得超过表 5 宽度栏内的允许值。

5.4.2 符合标准的说明

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：

——作为单一的没有单位的数值来引用

例如：

焦点标称值 0.6 按 YY/T 0063—2000(IEC 336)根据焦点狭缝射线照片确定。

——或作为一对没有单位的数值来引用(见 5.2.1.2)

例如：

焦点标称值 1.0×0.6/1.8×1.2 按 YY/T 0063—2000(IEC 336)根据焦点狭缝射线照片确定。

还可加注：

加载因素	2.4.2.2
规定方法	2.4.2.3
X 射线管组件纵向轴的说明	2.3.3.4

5.4.3 符合标准的标识

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 GB 5465.2—1996 的图形符号按下列方式标注或作简短说明，例如：

5325
0.6 YY/T 0063
(0.6 IEC 336)

5326
1.0×0.6 YY/T 0063
(1.0×0.6 IEC 336)

5327
1.8×1.2 YY/T 0063
(1.8×1.2 IEC 336)

6 调制传递函数

6.1 范围

本章叙述根据焦点的一对狭缝射线照片确定 X 射线管组件的焦点几何一维调制传递函数的方法。规定了符合本标准的调制传递函数的判定依据和标识方式。

6.2 调制传递函数规定

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的调制传递函数。对单独的 X 射线管组件其依照本标准确定的调制传递函数应根据 6.7.1 判定。

6.3 测试设备和测试方法

焦点狭缝射线照片应用微密度计进行扫描。微密度计的狭缝 b 应与焦点狭缝射线照片的宽度相适应，不超过拍摄狭缝射线照片所用狭缝光阑的宽度。

微密度计上狭缝的长度应受到限制，方向与光阑狭缝在射线照片上的投影方向对准，使微密度计狭缝的有效宽度 b_{eff} 与光阑狭缝投影方向垂直并小于微密度计狭缝宽度 b 的两倍，如图 9 所示。

扫描方向应与光阑狭缝垂直且偏差不超过±1°。

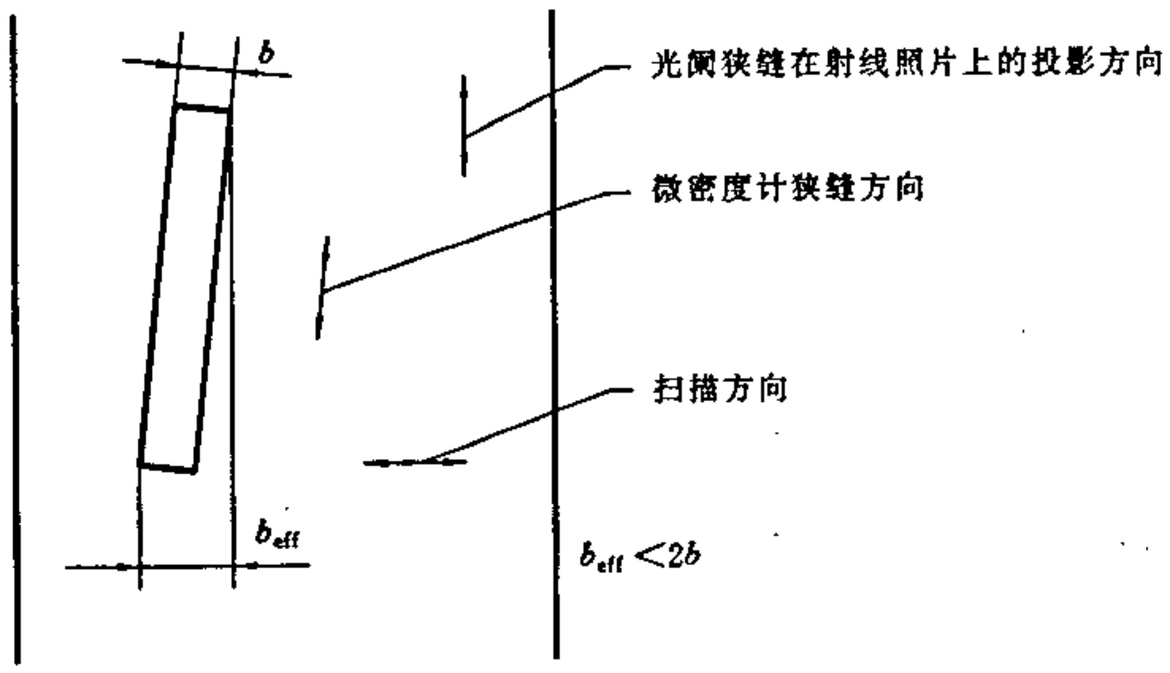


图 9 微密度计狭缝的准直

6.4 测试

6.4.1 密度分布的测量

按第 2 章拍摄的每张焦点狭缝射线照片应在其长度的中点垂直于其纵向扫描测量密度。扫描的整个范围应不少于图 10 所示主波的四倍。

测量的结果应以显示照片宽度方向密度的曲线表示。测量点应取得足够细密，当进一步加密测量点时，不会使密度曲线发生明显变化。

6.4.2 需作的校正

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灵敏度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。

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

为了限制调制传递函数的计算程序的输入数据，辐射强度线分布曲线边缘应在最大强度的 15%和 5%处用比例外插法减少，如图 10 所示。

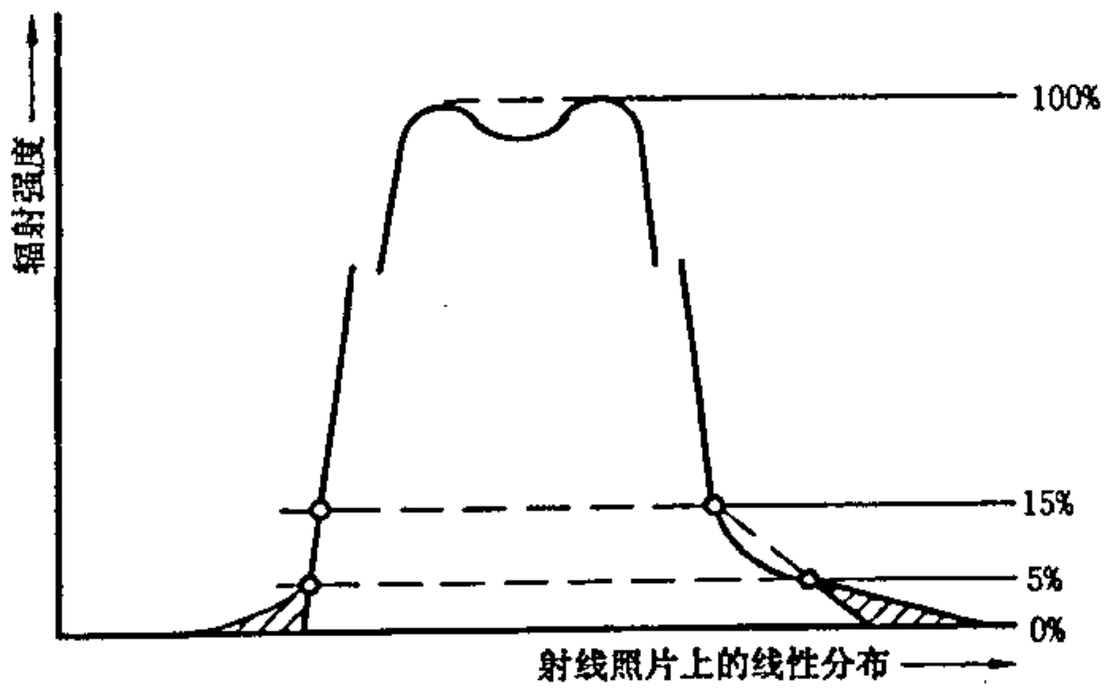


图 10 输入数据的限制

6.5 调制传递函数的计算

6.5.1 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用傅里叶变换法计算。

傅里叶变换的输入值应是焦点狭缝射线照片上的辐射强度线性分布值(即图 10 中的横坐标)除以按 5.3.5 的规定拍摄焦点狭缝射线照片所定的放大倍率和相应的辐射强度值(即图 10 中的纵坐标)。

沿着横坐标纵坐标上的刻度应选择得足够精细,要考虑到焦点辐射强度线性分布的区域和状况,若刻度进一步细化时,不会引起一个调制传递函数值的明显变化。

6.5.2 标准放大倍率的计算

根据 6.5.1 求得的空间频率值应根据式(5)变换:

$$f_s = \frac{f_i M_s}{M_s - 1} \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中:f_s——表 6 中给出的标准放大倍率对应的空间频率;

f_i——根据 6.5.1 得到的空间频率;

M_s——标准放大倍率。

6.5.3 有限放大倍率的计算

为了在放射学实践条件下应用调制传递函数,根据 6.5.2 得到的或根据 6.6 条给出的值都按式(6)进行变换:

$$f_p = f_s \frac{M_s - 1}{M_s} \cdot \frac{M_p}{M_p - 1} \qquad \cdots\cdots(6)$$

式中:f_p——所求的放大倍率下的空间频率;

f_s——标准放大倍率下的空间频率;

M_s——标准放大倍率;

M_p——所求的放大倍率。

表 6 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 Ms
$f \leqslant 0.6$	2
$0.6 \leqslant f$	1.3

6.6 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 6 中给出的标准放大倍率的傅里叶变换总量与空间频率的函数关系,空间频率以两个坐标轴上的线性分度的每毫米线对数表示,当空间频率为零时,傅里叶变换值为 100%。

调制传递函数应至少延长到傅里叶变换的总量下降到 10%的空间频率,超过此空间频率,它将达到第一个极小值或达到空间频率轴。

注:一般地说,在第一极低点之外的调制传递函数对实际应用的重要性不大。

在焦点的长度和宽度方向的几何一维调制传递函数图上应同时标注焦点标称值(见 5.4.2)和标准放大倍率(见表 6)。

6.7 符合标准的判定和说明

6.7.1 调制传递函数符合标准的判定

焦点的每一个几何一维调制传递函数在任何空间频率都应符合或高于 6.2 规定的 X 射线管组件调制传递函数。

6.7.2 符合标准的说明

若要表示符合本标准的一对调制传递函数应按下列方式标注:

——焦点标称值为 0.6 放大倍率为 1.3 的调制传递函数根据 YY/T 0063—2000(IEC 336)测定

还可加注：

加载因素	2.4.2.2
特定方法	2.4.2.3
X 射线管组件纵轴的说明	2.3.3.4

7 星形测试卡极限分辨率

7.1 范围

本章叙述星形测试卡极限分辨率的测定方法。测定结果用于检验焦点特性随 X 射线管负载条件改变(见第 8 章)或使用一段时间后发生的变化。

当调制传递函数不包括确定的极低值时(比如当焦点辐射强度为近似的高斯分布时)7.3 和 7.4 规定的方法将给出不准确的结果。

7.2 星形测试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 7 所给出的标准放大倍率确定了典型的星形测试卡极限分辨率时，单独的 X 射线管组件是否符合本标准对于星形测试卡极限分辨率的规定应按 7.5.1 的规定进行判定。

7.3 测量

在根据第 4 章得到的焦点星形测试卡射线照片上应从评价的两个方向上测量最外面的失真区尺寸 Z_w 和 Z_l,(见 2.3.3.2,2.3.3.3 和图 11)。

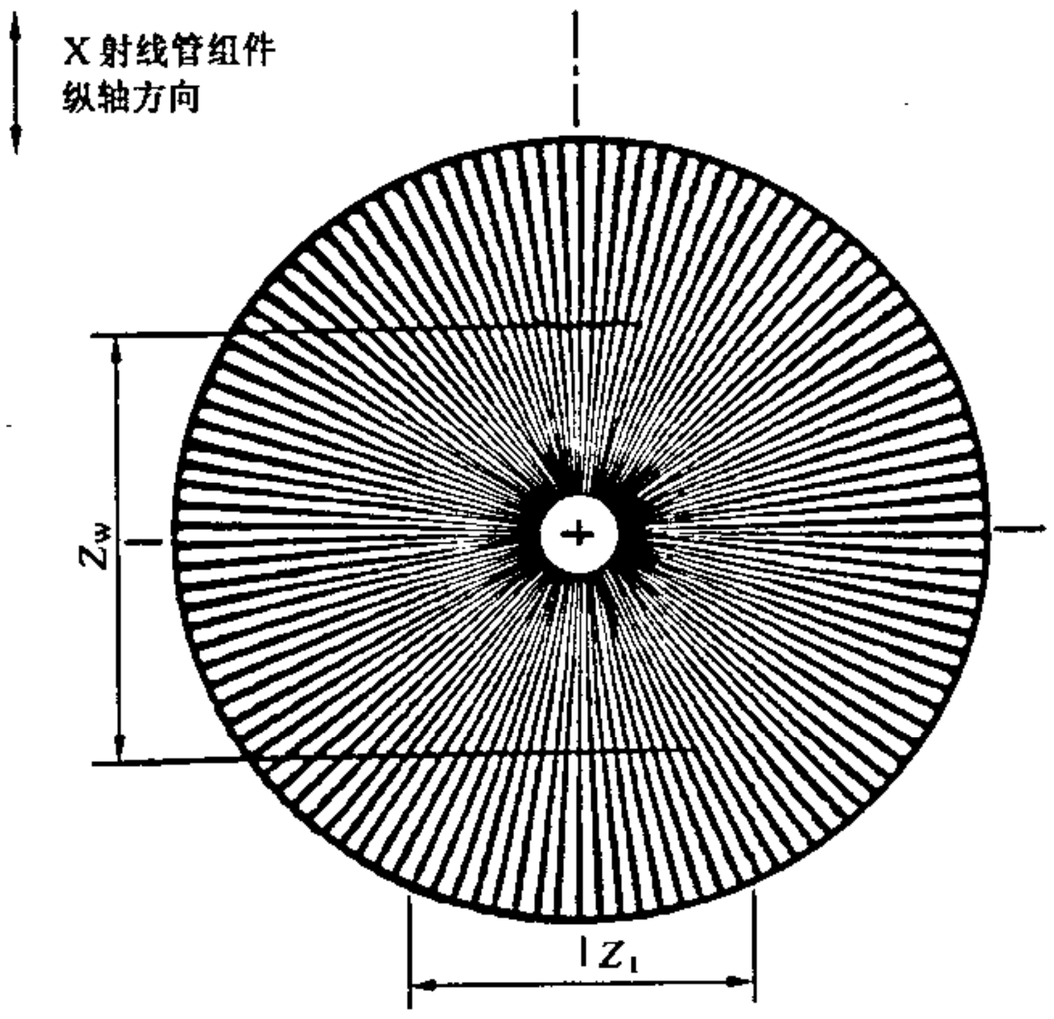


图 11 测试卡图像

7.4 星形测试卡极限分辨率的确定

7.4.1 放大倍率的确定

为拍摄星形测试卡射线照片使用的放大倍率 M' 的精度误差应在±3%以内。

7.4.2 标准放大倍率的星形测试卡极限分辨率

相应于表 7 中给出的标准放大倍率，星形测试卡极限分辨率 R_w 和 R_l 应按下列公式确定：

$$R_w = \frac{M' - 1}{Z_w \theta} \cdot \frac{M_s}{M_s - 1} \qquad \cdots\cdots(7)$$

$$R_{ls} = \frac{M' - 1}{Z_l \theta} \cdot \frac{M_s}{M_s - 1} \qquad \cdots\cdots(8)$$

式中：R_{ws}和 R_{ls}——两个测量方向上的极限分辨率值，以每毫米线对数表示；

M'——根据 7.4.1 得到的放大倍率；

M_s——标准放大倍率；

Z_w——与 X 射线管组件纵轴平行方向上的最外围失真区的平均直径，mm；

Z_l——与 X 射线管组件纵轴垂直方向上的最外围失真区的平均直径，mm；

θ——辐射吸收条的顶角，rad。

表 7　星形测试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 Ms
$f \leqslant 0.6$	2
$0.6 \leqslant f$	1.3

7.4.3　有限放大倍率的星形测试卡极限分辨率

星形测试卡极限分辨率在放射学实际条件下应用时，根据 7.4.2 或那些根据 7.2 条规定的得到的 R_{ws}和 R_{ls}可按下列公式转换：

$$R_{wp} = R_{ws} \cdot \frac{M_s - 1}{M_s} \cdot \frac{M_p}{M_p - 1} \qquad \cdots\cdots(9)$$

$$R_{lp} = R_{ls} \cdot \frac{M_s - 1}{M_s} \cdot \frac{M_p}{M_p - 1} \qquad \cdots\cdots(10)$$

式中：R_{wp}和 R_{lp}——所需放大倍率下的极限分辨率；

R_{ws}和 R_{ls}——按 7.4.2 得出或按 7.2 规定的极限分辨率；

M_s——标准的放大倍率；

M_p——所需的放大倍率。

7.4.4　星形测试卡极限分辨率的表示

应对表 7 中所列的标准放大倍率给出星形测试卡极限分辨率。

7.5　符合标准的判定和说明

7.5.1　符合标准的判定

如果 X 射线管组件的焦点星形测试卡极限分辨率已给出，按 7.4.2 测定的每一个值应等于或大于该规定值。

7.5.2　符合标准的说明

若要表示符合本标准的给定的星形测试卡极限分辨率应按下列方式标注：

星形测试卡极限分辨率[1]是__Lp/mm 在标准放大倍率[2]为__按照 YY/T 0063—2000(IEC 336)确定。

8　散焦值

8.1　范围

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

8.2　散焦值的规定

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

1) 数值。

2) 表 7 给出的标准放大倍率值。

准应按 8.4.1 的规定用 8.3 确定的值进行判定。

8.3 散焦值的确定

散焦值应用一对按第 7 章确定的星形测试卡极限分辨率确定，另一方面在恒定加载因素下按表 2 和表 8 以同样的操作条件得到的焦点星形测试卡射线照片确定。

表 8 确定散焦值的加载因素

X 射线管标电压值 U kV	加载因素	
	X 射线管电压	X 射线管电流
$U \leqslant 75$ $75 < U \leqslant 150$ $150 < U \leqslant 200$	标称 X 射线管电压 75 kV 50%的标称 X 射线管电压	在规定的管电压下，加载时间 0.1 s 或 1 s 时的最大管电流

散焦值 B，由式(11)给出：

$$B = \frac{R_{50}}{R_{100}} \qquad \cdots\cdots(11)$$

式中：R_{50}——表 2 规定条件下的星形测试卡极限分辨率；

R_{100}——在表 8 规定条件下的星形测试卡极限分辨率。

8.4 符合标准的判定和说明

8.4.1 符合标准的判定

当 X 射线管组件焦点的散焦值已给定时，按 8.3 确定的每个数值应小于或等于这个规定值。

8.4.2 符合标准的说明

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[1]是__，按照 YY/T 0063—2000(IEC 336)确定。

1) 数值。

附 录 A
（提示的附录）
狭缝照相机、针孔照相机和星形测试卡照相机的供应

国际电工委员会的下列国家委员会可按要求提供狭缝照相机、针孔照相机和星形测试卡照相机：德国电工委员会，DIN 和 VDE 所属

IEC 德国委员会
Stresemannallee 15
D-60596—Frankrurt am Main
电报：412871 vdetzd
电话：+49(69)630 80
传真：+49(69)96 31 52 18

匈牙利标准局
Üllõiut 25
H-1450 Budapest 9
电报：225723 norm h
电话：+36(1)118 30 11
传真：+36(1)118 51 25

狭缝照相机、针孔照相机和星形测试卡照相机的供货者已被告知将他们的地址通告上述各国家委员会。

附 录 B
（提示的附录）
与基准轴线的准直要求

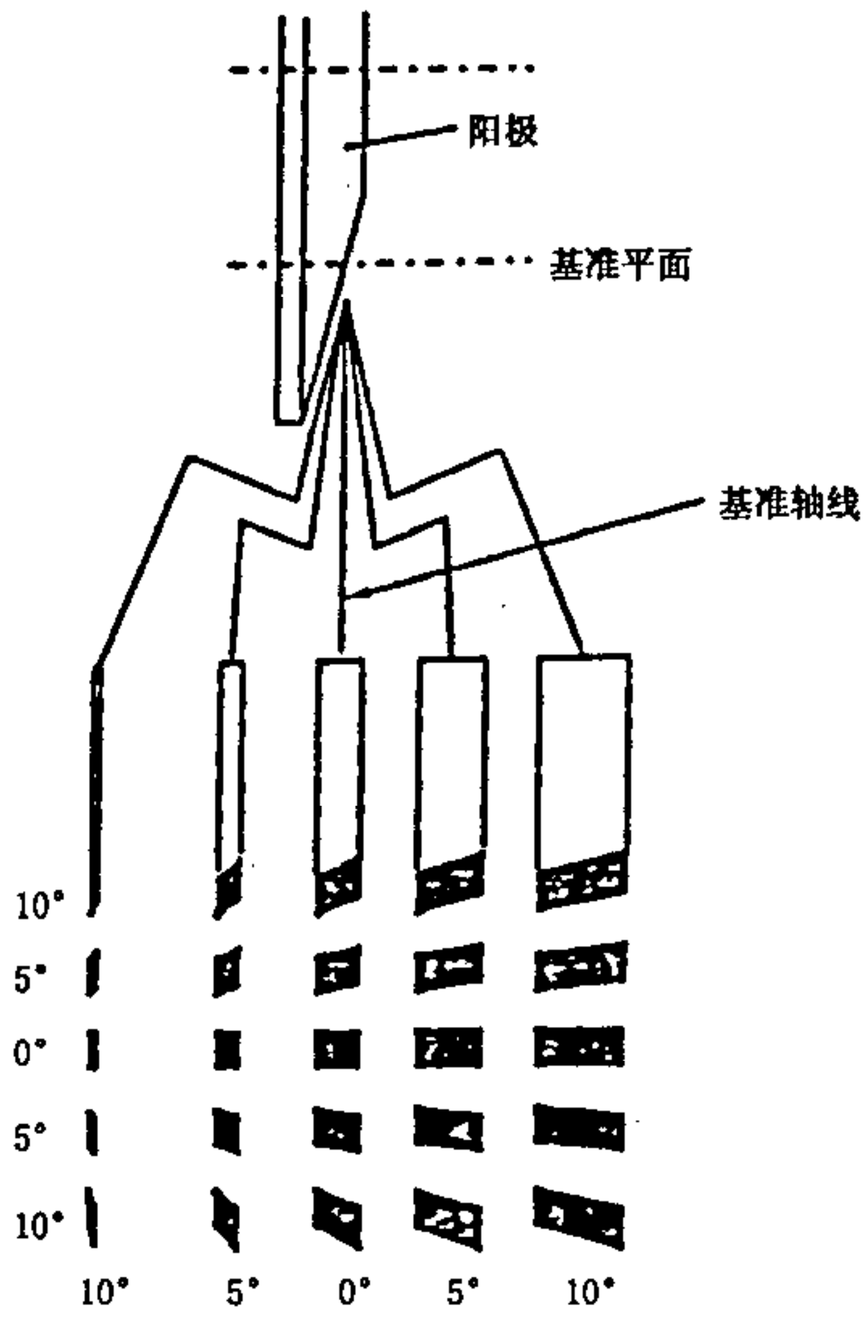
按本标准测定的焦点特性值取决于多种因素，没有一套只有试验室才可能装备的十分昂贵的仪器和测试手段要想避免或代替这些因素是很困难的。

狭缝光阑或针孔光阑与有效焦点按基准方向在狭缝或针孔光阑有效平面的投影中心的几何准直就是这些因素之一。

注：上述自由选择规定的基准方向时，重要的是认识到在辐射野内焦点的形状和尺寸极大地取决于焦点在基准平面上的投影方向（见图 B1）。因此，在确定焦点特性时，沿基准轴线的精确测量还不如在适当的范围内控制这些量的变化更重要。

如无特别规定，对于本标准的目的，假定 X 射线管阳极靶面和位置都经过充分的调整和准直，这样就可以将基准轴线与 X 射线管组件外的基准点等同对待，而在调整狭缝或针孔光阑时就不必验证焦点的实际位置了。

对于焦点轨迹不同的双焦点 X 射线管，上述的准直按两个有效焦点之间的中间位置进行，这种情况应引用修正因数。



0°/0°在参考方向上的投影形状。

图 B1　实际焦点在参考平面上的投影

附　录　C
（提示的附录）
已定义的术语索引

IEC 788 …… rm-..-..
SI 中单位名称　name of unit in the international system SI …… rm-..-.. *
未定义的派生词　derived term without definition …… rm-..-..+
未限定的术语　term without definition …… rm-..-..—
早期单位名称　name of earlier unit …… rm-..-.. *
短语(缩略语)　shortened term …… rm-..-..s
本标准　This standard …… 1. .

随机文件　accompanying documents …… rm-82-12
实际焦点　actual focal spot …… rm-20-12
阳极　anode …… rm-22-06
阳极角　anode angle …… rm-22-07
阳极转速　anode speed …… rm-36-35
散焦值　blooming value …… rm-20-15
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 pinhloe radiogram …… rm-72-02
焦点狭缝射线照片　focal spot radiogram …… rm-72-01
焦点星卡射线照片　focal spot star radiogram …… rm-72-03
焦点轨迹　focal track …… rm-22-08
增感屏　intensifying screen …… rm-32-38
照射时间　irradiation time …… rm-36-11
加载因素　loading factor …… rm-36-01
加载时间　loading time …… rm-36-10
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
无屏片　non-screen film …… rm-32-35
正常使用　nrmal 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
再现体层摄影　reconstructive tomography …… rm-41-39
基准轴线　reference axis …… rm-37-03
基准方向　reference direction …… rm-37-02
基准面　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
特定的　specific …… rm-74-01
规定的　specified …… rm-74-0
星形测试卡照相机　star pattern camera …… rm-71-03
星形测试卡极限分辨率　star pattern resolution limit …… 1.3.2
靶　target …… rm-20-08
透射　transmission …… rm-12-10
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