



# 中华人民共和国医药行业标准

YY/T 1407—2016

---

## 放射治疗模拟机影像系统性能和 试验方法

Performance characteristics and test methods of image system for  
radiotherapy simulator

2016-03-23 发布

2017-01-01 实施

中 华 人 民 共 和 国 医 药  
行 业 标 准  
放射治疗模拟机影像系统性能和  
试验方法

YY/T 1407—2016

\*

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.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

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 1.25 字数 32 千字  
2017年2月第一版 2017年2月第一次印刷

\*

书号: 155066·2-31175 定价 26.00 元

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类和组成 .....	2
4.1 分类 .....	2
4.2 组成 .....	2
5 要求 .....	2
5.1 使用 X 射线影像增强器的模拟机影像系统性能 .....	2
5.1.1 有用入射野尺寸 .....	2
5.1.2 影像失真 .....	2
5.1.3 线对分辨率 .....	3
5.1.4 低对比度分辨率 .....	3
5.1.5 图像灰度鉴别等级 .....	3
5.1.6 图像亮度稳定度 .....	3
5.1.7 图像响应时间 .....	3
5.1.8 X 射线影像增强器入射面的透视空气比释动能率 .....	3
5.1.9 X 射线影像增强器的透视入射空气比释动能率 .....	3
5.2 使用数字平板探测器的模拟机影像系统性能 .....	3
5.2.1 像素矩阵和像素间距 .....	3
5.2.2 帧频 .....	4
5.2.3 线对分辨率 .....	4
5.2.4 低对比度分辨率 .....	4
5.2.5 图像灰度鉴别等级 .....	4
5.2.6 图像亮度稳定度 .....	4
5.2.7 影像均匀性 .....	4
5.2.8 有效成像区域 .....	4
5.2.9 影像几何畸变 .....	4
5.3 图像格式 .....	5
6 试验方法 .....	5
6.1 使用 X 射线影像增强器的模拟机影像系统性能 .....	5
6.1.1 有用入射野尺寸 .....	5
6.1.2 影像失真 .....	5
6.1.3 线对分辨率 .....	5
6.1.4 低对比度分辨率 .....	5
6.1.5 图像灰度鉴别等级 .....	6
6.1.6 图像亮度稳定度 .....	6

YY/T 1407—2016

6.1.7 图像响应时间 ..... 6

6.1.8 X射线影像增强器入射面的透视空气比释动能率 ..... 7

6.1.9 X射线影像增强器透视入射空气比释动能率 ..... 7

6.2 使用数字平板探测器的模拟机影像系统性能 ..... 7

6.2.1 像素矩阵和像素间距 ..... 7

6.2.2 帧频 ..... 7

6.2.3 线对分辨率 ..... 7

6.2.4 低对比度分辨率 ..... 7

6.2.5 图像灰度鉴别等级 ..... 8

6.2.6 图像亮度稳定度 ..... 8

6.2.7 影像均匀性 ..... 8

6.2.8 有效成像区域 ..... 9

6.2.9 影像几何畸变 ..... 9

6.3 图像格式 ..... 10

附录 A (资料性附录) 线对分辨率测试卡 ..... 11

附录 B (资料性附录) 低对比度分辨率测试卡 ..... 12

附录 C (资料性附录) 图像灰度鉴别等级测试卡 ..... 13

附录 D (资料性附录) 几何野尺寸测试卡 ..... 14

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由国家食品药品监督管理总局提出。

本标准由全国医用电器标准化技术委员会放射治疗、核医学和放射剂量学设备分技术委员会 (SAC/TC 10/SC 3)归口。

本标准起草单位：北京市医疗器械检验所、山东新华医疗器械股份有限公司、中国核动力研究设计院设备制造厂、江苏海明医疗器械有限公司。

本标准起草人：焦春营、缪斌、李志勇、简斌、陈璞。





# 放射治疗模拟机影像系统性能和 试验方法

## 1 范围

本标准规定了放射治疗模拟机影像系统的有关性能要求和试验方法。

本标准适用于使用 X 射线设备模拟放射治疗辐射束几何条件、确定放射治疗过程中受到辐射的治疗体积和辐射野的位置及辐射野尺寸的放射治疗模拟机(以下简称“模拟机”)。

本标准不适用于放射治疗 CT 模拟机。

## 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 10149 医用 X 射线设备术语和符号

GB/T 17857 医用放射学术语(放射治疗、核医学和辐射剂量学设备)

GB/T 19042.1—2003 医用成像部门的评价及例行试验 第 3-1 部分: X 射线摄影和透视系统用 X 射线设备成像性能验收试验

YY/T 0608—2013 医用 X 射线影像增强器电视系统通用技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 10149、GB/T 17857 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**X 射线影像增强器** X-ray image intensifier

把 X 射线图形转换为相应的可见光图像并另用外供能量增强图像亮度的装置。

### 3.2

**线对分辨率** line pair resolution

规定条件下影像中的可识别的规定线组试验图形影像的最高空间频率,单位为线对每毫米(Lp/mm)。

### 3.3

**低对比度分辨率** low contrast resolution

均匀背景条件下能够分辨的规定形状和面积的最低的对比度细节物。

### 3.4

**图像灰度鉴别等级** image detectable gray level

在最佳条件下,特定图像灰度鉴别等级测试卡影像中用目力可以分辨的最大图像灰度鉴别等级数。

### 3.5

**图像亮度稳定度** precision of image stabilization

在不同衰减体模情况下,使图像亮度不变的自动控制能力。

## YY/T 1407—2016

### 3.6

**图像响应时间** time of image response

体模变化后,图像亮度由闪动达到稳定所需的时间。

### 3.7

**入射野尺寸** entrance field size

在指定条件下,入射面中能够用于 X 射线图形透射区域的直径。

### 3.8

**有用入射野尺寸** useful entrance field size

在规定焦面距情况下的入射野尺寸,单位为毫米(mm)。

### 3.9

**影像失真** image distortion

表示物体影像放大率的变化,影像失真是用基准放大率(中心放大率)来表示的,是物体位置(局部径向影像失真)或尺寸(整体影像失真)的函数。

### 3.10

**影像均匀性** flat uniformity

系统影像接收面上不同区域对入射空气比释动能相应的差异。

### 3.11

**有效成像区域** effect imaging area

数字平板探测器成像的最大有效区域。

### 3.12

**帧频** frames per second

每秒采集图像数量。

## 4 分类和组成

### 4.1 分类

按影像接收器的类型可分为:使用 X 射线影像增强器的模拟机影像系统和使用数字平板探测器的模拟机影像系统。

### 4.2 组成

模拟机影像系统一般由 X 射线发生装置、影像接收器、影像显示系统等组成。

## 5 要求

### 5.1 使用 X 射线影像增强器的模拟机影像系统性能

#### 5.1.1 有用入射野尺寸

制造商应规定有用入射野尺寸,当以 X 射线影像增强器入射面进行测量时,不应小于标称入射野尺寸的 85%。

#### 5.1.2 影像失真

影像失真不应大于 10%。



5.1.3 线对分辨率

- 应满足如下要求：
- a) 无衰减体模情况下的线对分辨率应符合表 1 的规定值；
  - b) 有衰减体模(厚度为 20 mm,纯度大于 99.5%的铝)情况下的线对分辨率应符合表 1 的规定值。

表 1 标称入射野尺寸与线对分辨率要求

标称入射尺寸 mm	110 (4.5 in)	150 (6 in)	230 (9 in)	310 (12 in)	350 (15 in)
无衰减体模情况下的线对分辨率 Lp/mm	≥1.6	≥1.4	≥1.2	≥1.0	≥0.8
有衰减体模情况下的线对分辨率 Lp/mm	≥1.4	≥1.2	≥1.0	≥0.8	≥0.6

5.1.4 低对比度分辨率

制造商应规定低对比度分辨率的最小值及测量时的空气比释动能率和加载因素组合。在规定的空气比释动能率和加载因素组合下,低对比度分辨率的最小值不应大于规定的最小值。

注 1: 鉴于许多试验器件都可以有效地测量低对比度分辨率,如果使用的试验器件与本文规定不同,则应将所使用试验器件的说明与低对比度分辨率的测量结果一起记录。

5.1.5 图像灰度鉴别等级

制造商应规定测量图像灰度鉴别等级的空气比释能率,在该测量条件下,图像灰度鉴别等级不应低于 8 级。

5.1.6 图像亮度稳定度

自动透视情况下,图像亮度稳定度的变化不应大于 3 dB 或 15%。

5.1.7 图像响应时间

图像响应时间最长不应大于 3 s。

5.1.8 X 射线影像增强器入射面的透视空气比释动能率

制造商应规定 X 射线影像增强器入射面的透视空气比释动能率。

5.1.9 X 射线影像增强器的透视入射空气比释动能率

制造商应规定 X 射线影像增强器的透视入射空气比释动能率。

5.2 使用数字平板探测器的模拟机影像系统性能

5.2.1 像素矩阵和像素间距

制造商应在随机文件中给出摄影模式和透视模式下的最大像素矩阵和最小像素间距。

## YY/T 1407—2016

## 5.2.2 帧频

制造商应在随机文件中给出数字平板探测器的最大帧频及对应的图像矩阵和像素尺寸。

## 5.2.3 线对分辨率

应满足如下要求：

- a) 制造商应规定摄影模式无衰减体模情况下和有衰减体模情况下最小像素间距下的线对分辨率；
- b) 制造商应规定透视模式无衰减体模情况下和有衰减体模情况下最小像素间距下的线对分辨率。

## 5.2.4 低对比度分辨率

应满足如下要求：

- a) 制造商应规定摄影模式下低对比度分辨率的最小值及测量时的空气比释动能和加载因素组合。在规定的空气比释动能和加载因素组合下，低对比度分辨率的最小值，不应大于规定的最小值。
- b) 制造商应规定透视模式下低对比度分辨率的最小值及测量时的空气比释动能率和加载因素组合。在规定的空气比释动能率和加载因素组合下，低对比度分辨率的最小值，不应大于规定的最小值。

注 2：鉴于许多试验器件都可以有效地测量低对比度分辨率，如果使用的试验器件与本文规定不同，则应将所使用试验器件的说明与低对比度分辨率的测量结果一起记录。

## 5.2.5 图像灰度鉴别等级

应满足如下要求：

- a) 制造商应规定摄影模式下测量图像灰度鉴别等级的空气比释能，在该测量条件下，图像灰度鉴别等级不应低于 8 级。
- b) 制造商应规定透视模式下测量图像灰度鉴别等级的空气比释能率，在该测量条件下，图像灰度鉴别等级不应低于 8 级。

## 5.2.6 图像亮度稳定度

自动透视情况下，图像亮度稳定度的变化不应大于 5%。

## 5.2.7 影像均匀性

制造商应规定影像均匀性的最大值及所使用的加载因素。

## 5.2.8 有效成像区域

制造商应规定所采用的数字平板探测器的有效成像区域在 X、Y 两个方向上的最大尺寸，实际有效视野尺寸应大于制造商声称尺寸的 95%。

## 5.2.9 影像几何畸变

## 5.2.9.1 距离准确性

模拟机影像系统成像后测量距离与实际距离的偏差不应超过±2 mm。

### 5.2.9.2 角度准确性

模拟机影像系统成像后测量角度与实际角度的偏差不应超过 $\pm 2^\circ$ 。

## 5.3 图像格式

制造商应在随机文件中给出模拟机影像系统生成图像的图像格式。

## 6 试验方法

### 6.1 使用 X 射线影像增强器的模拟机影像系统性能

#### 6.1.1 有用入射野尺寸

按照 YY/T 0608—2013 中 5.1 的规定进行,应符合 5.1.1 的要求。

#### 6.1.2 影像失真

按照 YY/T 0608—2013 中 5.1 的规定进行,应符合 5.1.2 的要求。

#### 6.1.3 线对分辨率

按照下列方法进行:

- 将 X 射线影像增强器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定);
- 试验器件采用附录 A 中的线对分辨率测试卡或类似的测试卡,将测试卡置于 X 射线影像增强器的表面中心位置,使测试卡的栅条与 X 射线影像增强器的视频扫描线呈  $45^\circ$  角;
- 调整 X 射线束的辐射野使之覆盖整个 X 射线影像增强器的入射面,置衰减体模(厚度为 20 mm,纯度大于 99.5% 的铝)于辐射束中心,使之覆盖整个辐射野;
- 选择 70 kV~80 kV 的 X 射线管电压,适当的 mA 获取图像。如果 X 射线管电压为自动控制的,添加足够的衰减层,如 1.5 mm 的铜,使 X 射线管电压在该范围内;
- 调节图像监视器的亮度、对比度,使图像监视器上的线对分辨率最高,目测观察,确定线对分辨率;
- 移动 X 射线影像增强器分别至前、后、左、右 4 个极限位置,重复进行 a)~e) 所述操作,在 X 射线影像增强器位于中心和四个极限位置测量的线对分辨率均应符合 5.1.3a) 的要求;
- 移走衰减体模,在无衰减体模的情况下,根据 a)~f) 所述条件,可适当调节 X 射线管电压,分别测量 X 射线影像增强器位于中心和四个极限位置的线对分辨率,应符合 5.1.3b) 的要求。

#### 6.1.4 低对比度分辨率

按照下列方法进行:

- 将 X 射线影像增强器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定);
- 调整 X 射线束的辐射野使之覆盖整个 X 射线影像增强器的入射面;
- 试验器件采用附录 B 中的低对比度测试卡或类似的测试卡,将测试卡置于 X 射线影像增强器的表面中心位置,将空气比释动能探测器置于测试卡表面朝向 X 辐射源的一侧;
- 用制造商规定的加载因素组合获取图像,调节图像监视器的亮度、对比度,使影像至最佳,目测观察,根据表 B.1 或使用的测试卡确定低对比度分辨率的最小值,并记录此时的空气比释动能率。低对比度分辨率应符合 5.1.4 的要求,空气比释动能率不应大于制造商的规定值。



### 6.1.5 图像灰度鉴别等级

按照下列方法进行：

- a) 将 X 射线影像增强器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定)；
- b) 调整 X 射线束的辐射野使之覆盖整个 X 射线影像增强器的入射面；
- c) 试验器件采用附录 C 中图像灰度鉴别等级测试卡，置测试卡于 X 射线影像增强器入射面中心位置，将空气比释动能探测器置于图像灰度鉴别等级测试卡旁边；
- d) 在 X 射线路径上放置 1 mm 铜板，使之与基准轴垂直并完全覆盖 X 射线影像增强器的入射面；
- e) 设置 X 射线管电压为 70 kV 或制造商声明的 kV 值，调节 X 射线管电流值；
- f) 根据所述条件，调节图像监视器的亮度、对比度，使图像监视器上读出能分辨的最大图像灰度鉴别等级数，并记录此时的空气比释动能率。图像灰度鉴别等级应符合 5.1.5 的要求，空气比释动能率不应大于制造商的规定值。

### 6.1.6 图像亮度稳定度

在自动透视模式下，用纯度不小于 99.5% 的 10 mm 厚铝作为衰减体模，X 射线辐射野调整到影像接收器满屏状态。

可选择下列两种方法中的任何一种：

方法 1：

- a) 用示波器测量视频信号幅度  $U_1$ ；
- b) 增加一块同样的衰减体模，用示波器测量视频信号幅度  $U_2$ ；
- c) 用式(1)计算图像亮度稳定度(用 dB 表示)，应符合 5.1.6 的要求。

$$L = \left| 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \right| \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$L$  ——图像亮度稳定度；

$U_1$  ——用纯度不小于 99.5% 的 10 mm 厚铝作为衰减体模时视频信号幅度；

$U_2$  ——增加一块同样的衰减体模后视频信号幅度。

方法 2：

- a) 用点式亮度计测量监视器上 5 个点的亮度平均值  $L_1$ ；
- b) 增加一块同样的衰减体模，用点式亮度计测量图像监视器上相同 5 个点的亮度平均值  $L_2$ ；
- c) 用式(2)计算图像亮度稳定度(用 % 表示)，应符合 5.1.6 的要求。

$$L = 2 \left| \frac{L_2 - L_1}{L_2 + L_1} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$L$  ——图像亮度稳定度；

$L_1$  ——用纯度不小于 99.5% 的 10 mm 厚铝作为衰减体模时图像监视器上 5 个点亮度平均值；

$L_2$  ——增加一块同样的衰减体模后图像监视器上 5 个点的亮度平均值。

### 6.1.7 图像响应时间

用 6.1.6 中规定的衰减体模，在自动透视模式下，选择适当的 X 射线管电压和管电流，图像亮度稳定后，快速增加一块同样的衰减体模，用时间计量器具记录图像由闪动达到稳定所需的时间，应符合 5.1.7 的要求。

### 6.1.8 X 射线影像增强器入射面的透视空气比释动能率

将 X 射线影像增强器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定),按照 GB/T 19042.1—2003 中 6.8.2 规定的方法进行,将测量结果与制造商的规定值相比较,不应大于制造商规定的值。

### 6.1.9 X 射线影像增强器透视入射空气比释动能率

将患者支架表面与辐射源的距离设置为 100 cm,X 射线影像增强器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定),将 20 cm 的等效水模放在患者支架上,空气比释动能计放在等效水模的 X 射线入射平面上。按照 GB/T 19042.1—2003 中 6.9.2 规定的方法进行,将测量结果与制造商的规定值相比较,不应大于制造商规定的值。

## 6.2 使用数字平板探测器的模拟机影像系统性能

### 6.2.1 像素矩阵和像素间距

检查随机文件,应符合 5.2.1 的要求。

### 6.2.2 帧频

检查随机文件,应符合 5.2.2 的要求。

### 6.2.3 线对分辨率

按照下列方法进行:

- 将数字平板探测器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定);
- 试验器件采用附录 A 中的线对分辨率测试卡或类似的测试卡,将测试卡置于数字平板探测器中心位置并尽可能接近探测器表面,使测试卡的栅条与平板探测器呈 90°垂直放置;
- 调整 X 射线束的辐射野使之覆盖整个数字平板探测器的入射面,置衰减体模(厚度为 20 mm,纯度大于 99.5%的铝)于辐射束中心,使之覆盖整个辐射野;
- 分别在摄影模式和透视模式下选取适当的管电压、管电流或电流时间积获取图像;
- 调节图像监视器的亮度、对比度,使图像监视器上的线对分辨率最高,目测观察,确定线对分辨率;
- 移走衰减体模,在无衰减体模的情况下,根据 a)~e)所述操作,可适当调节 X 射线管电压,测量数字平板探测器位于中心位置的线对分辨率,应符合 5.2.3 的要求。

### 6.2.4 低对比度分辨率

按照下列方法进行:

- 将数字平板探测器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定);
- 调整 X 射线束的辐射野使之覆盖整个数字平板探测器的入射面;
- 试验器件采用附录 B 中的低对比度测试卡或类似的测试卡,将测试卡置于数字平板探测器的表面中心位置,将空气比释动能探测器置于测试卡表面朝向 X 辐射源的一侧;
- 分别在摄影和透视模式下用制造商规定的加载因素组合获取图像,调节图像监视器的亮度、对比度,使影像至最佳,目测观察,根据表 B.1 或使用的测试卡确定低对比度分辨率的最小值,并记录此时的空气比释动能或空气比释动能率。低对比度分辨率应符合 5.2.4 的要求,空气比释动能或空气比释动能率不应大于制造商的规定值。



### 6.2.5 图像灰度鉴别等级

按照下列方法进行：

- 将数字平板探测器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定)；
- 调整 X 射线束的辐射野使之覆盖整个 X 射线影像增强器的入射面；
- 试验器件采用附录 C 中图像灰度鉴别等级测试卡，置测试卡于数字平板探测器表面中心位置，将空气比释动能探测器置于图像灰度鉴别等级测试卡旁边；
- 在 X 射线路径上放置 1 mm 铜板，使之与基准轴垂直并完全覆盖数字平板探测器的入射面；
- 分别在摄影和透视模式下设置 X 射线管电压为 70 kV 或制造商声明的 kV 值，调节 X 射线管电流值，在此条件下获取图像；
- 根据所述条件，调节图像监视器的亮度、对比度，使图像监视器上读出能分辨的最大图像灰度鉴别等级数，并记录此时的空气比释动能或空气比释动能率。图像灰度鉴别等级应符合 5.2.5 的要求，空气比释动能或空气比释动能率不应大于制造商的规定值。

### 6.2.6 图像亮度稳定度

按照下列方法进行：

- 将影像视野调整为系统允许最大尺寸，置衰减体模(厚度为 20 mm，纯度大于 99.5% 的铝)于 X 射线束中心，使之覆盖整个照射野，自动透视并存储透视图像。
- 在影像中心，X 轴、Y 轴及对角线上离中心点约三分之二的位置上选取 9 个采样区域，在每个采样区域中分别读取  $64 \times 64$  个像素的灰度值，并计算出每个采样区域内像素灰度均值，如无法直接去读灰度值，可采用亮度计直接读取屏幕上相应位置的九点亮度值。
- 然后按式(3)计算：

$$L_m = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 L_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$L_m$  ——第一次透视图像 9 个采样区域的灰度均值或亮度均值；

$L_i$  ——每个采样区域的灰度均值或亮度值。

- 增加一块同样的衰减体模，自动透视并存储透视图像，按 b)、c) 中的方法计算灰度均值或亮度均值  $L_n$ 。按式(4)计算图像亮度稳定度  $L$  (用 % 表示)，应符合 5.2.6 的要求。

$$L = 2 \left| \frac{L_m - L_n}{L_m + L_n} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$L$  ——图像亮度稳定度；

$L_m$  ——第一次透视图像 9 个采样区域的灰度均值或亮度均值；

$L_n$  ——第二次透视图像 9 个采样区域的灰度均值或亮度均值。

### 6.2.7 影像均匀性

按照下列方法进行：

- 将数字平板探测器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定)；
- 置衰减体模(厚度为 20 mm，纯度大于 99.5% 的铝)于 X 辐射束中心，使之覆盖整个辐射野；
- 在摄影模式下，使用制造商规定的加载因素获取图像；
- 在影像中心，X 轴、Y 轴及对角线上离中心点约三分之二的位置上选取 9 个采样区域，在每个采样区域中分别读取  $64 \times 64$  个像素的灰度值，并计算出每个采样点内像素灰度的平均值  $V_i$ ；



- e) 按式(5)计算 9 个采用区域的灰度值均值  $V_m$ , 式(6)计算 9 个采样区域的灰度值标准差  $R$ ,  
f) 按式(7)计算影像均匀性  $U$ , 应符合 5.2.7 的要求。

$$V_m = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 V_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$R = \sqrt{\frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 (V_i - V_m)^2} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$U = \frac{R}{V_m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

$V_m$  ——9 个采用区域的灰度值均值;

$V_i$  ——每个采用区域的灰度值均值;

$R$  ——9 个采样区域的灰度值标准差;

$U$  ——影像均匀性。

### 6.2.8 有效成像区域

按照下列方法进行:

- a) 置附录 D 中几何野尺寸测试卡或类似的测试卡于靠近数字平板探测器接收面的位置, 使测试卡上一个方向的刻度尺与测量方向平行;  
b) 选取适当的加载条件获取图像, 直接读取几何野尺寸测试卡图像上  $X$ 、 $Y$  两个方向上刻度尺的最大数据, 按式(8)和式(9)计算沿  $X$ 、 $Y$  两个方向上实际有效视野尺寸与制造商声明的最大有效视野尺寸之比。

$$d_x = X_{\max} / X_d \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

$d_x$  ——沿  $X$  方向上实际有效视野尺寸与制造商声明的最大有效视野尺寸之比;

$X_{\max}$  ——沿  $X$  方向上测量的最大有效视野尺寸;

$X_d$  ——沿  $X$  方向上制造商声明的最大有效视野尺寸。

$$d_y = Y_{\max} / Y_d \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

$d_y$  ——沿  $Y$  方向上实际有效视野尺寸与制造商声明的最大有效视野尺寸之比;

$Y_{\max}$  ——沿  $Y$  方向上测量的最大有效视野尺寸;

$Y_d$  ——沿  $Y$  方向上制造商声明的最大有效视野尺寸。

- c)  $d_x$  和  $d_y$  应符合 5.2.8 的要求。在无法接近数字平板探测器接收面时可以采用折算的方法。

### 6.2.9 影像几何畸变

#### 6.2.9.1 距离准确性

按照下列方法进行:

- a) 将数字平板探测器与辐射源的距离设置为 140 cm(或者按照制造商的规定);  
b) 置附录 D 中的几何野尺寸测试卡或类似的测试卡垂直于辐射束轴并位于等中心位置或制造商给定的测量参考平面, 使几何野尺寸测试卡一个方向的刻度尺与测量方向平行;  
c) 选取适当的加载条件获取图像, 使用系统软件的测量距离功能测量几何野尺寸测试卡图像上已知的沿  $X$ 、 $Y$  两个方向上距离, 将测量距离与已知距离相比较, 按式(10)和式(11)计算沿  $X$ 、 $Y$  两个方向上测量距离与实际距离的偏差,  $\Delta X$  和  $\Delta Y$  应符合 5.2.9.1 的要求。

$$\Delta X = X_i - X_0 \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中：

$\Delta X$  ——沿  $X$  方向上测量距离与实际距离的偏差；

$X_i$  ——沿  $X$  方向上的测量距离， $i=1,2$ ；

$X_0$  ——沿  $X$  方向上的实际距离， $i=1$  时， $X_0=10\text{ cm}$ ； $i=2$  时， $X_0=20\text{ cm}$ 。

$$\Delta Y = Y_i - Y_0 \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中：

$\Delta Y$  ——沿  $Y$  方向上测量距离与实际距离的偏差；

$Y_i$  ——沿  $Y$  方向上的测量距离， $i=1,2$ ；

$Y_0$  ——沿  $Y$  方向上的实际距离， $i=1$  时， $Y_0=10\text{ cm}$ ； $i=2$  时， $Y_0=20\text{ cm}$ 。

#### 6.2.9.2 角度准确性

按照 6.2.9.1 的试验方法获取图像，使用系统软件的测量角度功能测量几何野尺寸测试卡图像上已知的 8 个位置的角度，将测量角度与已知角度相比较， $\Delta A$  应符合 5.2.9.2 的要求。

$$\Delta A = A_i - A_0 \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中：

$\Delta A$  ——测量角度与实际角度的偏差；

$A_i$  ——测量角度， $i=1\sim 8$ ；

$A_0$  ——实际角度， $A_0=45^\circ$ 。

#### 6.3 图像格式

检查随机文件，应符合 5.3 的要求。

附 录 A  
(资料性附录)  
线对分辨率测试卡

测试卡用高低不同吸收率的材料制作,高吸收率的栅条应是厚度为 0.05 mm 铅或与之等效的材料,铅条的长宽比不低于 10 : 1,铅条宽度误差不超过 10%,低吸收率材料建议使用 PMMA。采用线对分辨率在 0.6 Lp/mm~5 Lp/mm 的试验组,步长不超过 20%。

栅条宽度按下式计算:

$$H = \frac{1}{2r}$$
 .....( A.1 )

式中:

*H* ——栅条宽度;

*r* ——用每毫米线对数标识的分辨率值。

线对数组的选择推荐使用表 A.1 所列的分组方法。如果采用其他的分组方法,则应注意判定数组的标称值与相临更高一组的标称值差不宜超过判定数组标称值的 15%。类似的判定数组的标称值与相临更低一组的标称值差不宜超过更低一组标称值的 15%。

表 A.1 线对分辨率测试卡推荐分组方法

序号	分辨率/(Lp/mm)	序号	分辨率/(Lp/mm)
1	0.6	11	2.2
2	0.7	12	2.5
3	0.8	13	2.8
4	0.9	14	3.1
5	1.0	15	3.4
6	1.2	16	3.7
7	1.4	17	4.0
8	1.6	18	4.3
9	1.8	19	4.6
10	2.0	20	5.0

**附 录 B**  
**(资料性附录)**  
**低对比度分辨率测试卡**

测试卡由 20 mm 厚的铝板制成。20 mm 厚铝板上均布孔径 1 cm 的孔。孔的深度及对应的对比度见表 B.1。

**表 B.1 低对比度分辨率测试卡**

序号	对比度	孔深	序号	对比度	孔深
1	0.16	3.2 mm	11	0.022	0.44 mm
2	0.145	2.9 mm	12	0.018	0.36 mm
3	0.125	2.5 mm	13	0.016	0.32 mm
4	0.107	2.14 mm	14	0.013	0.26 mm
5	0.088	1.76 mm	15	0.011	0.22 mm
6	0.074	1.48 mm	16	0.009 5	0.19 mm
7	0.068	1.36 mm	17	0.007 5	0.15 mm
8	0.053	1.06 mm	18	0.005 5	0.11 mm
9	0.044	0.88 mm	19	0.003 5	0.07 mm
10	0.026	0.52 mm			

附录 C  
(资料性附录)  
图像灰度鉴别等级测试卡

图像灰度鉴别等级测试卡用 35 mm 厚、纯度不低于 99.5% 的铝材料制作；一共 11 个阶梯，第一个阶梯高 5 mm，后面每个阶梯 3 mm 递增；设计尺寸图见图 C.1。

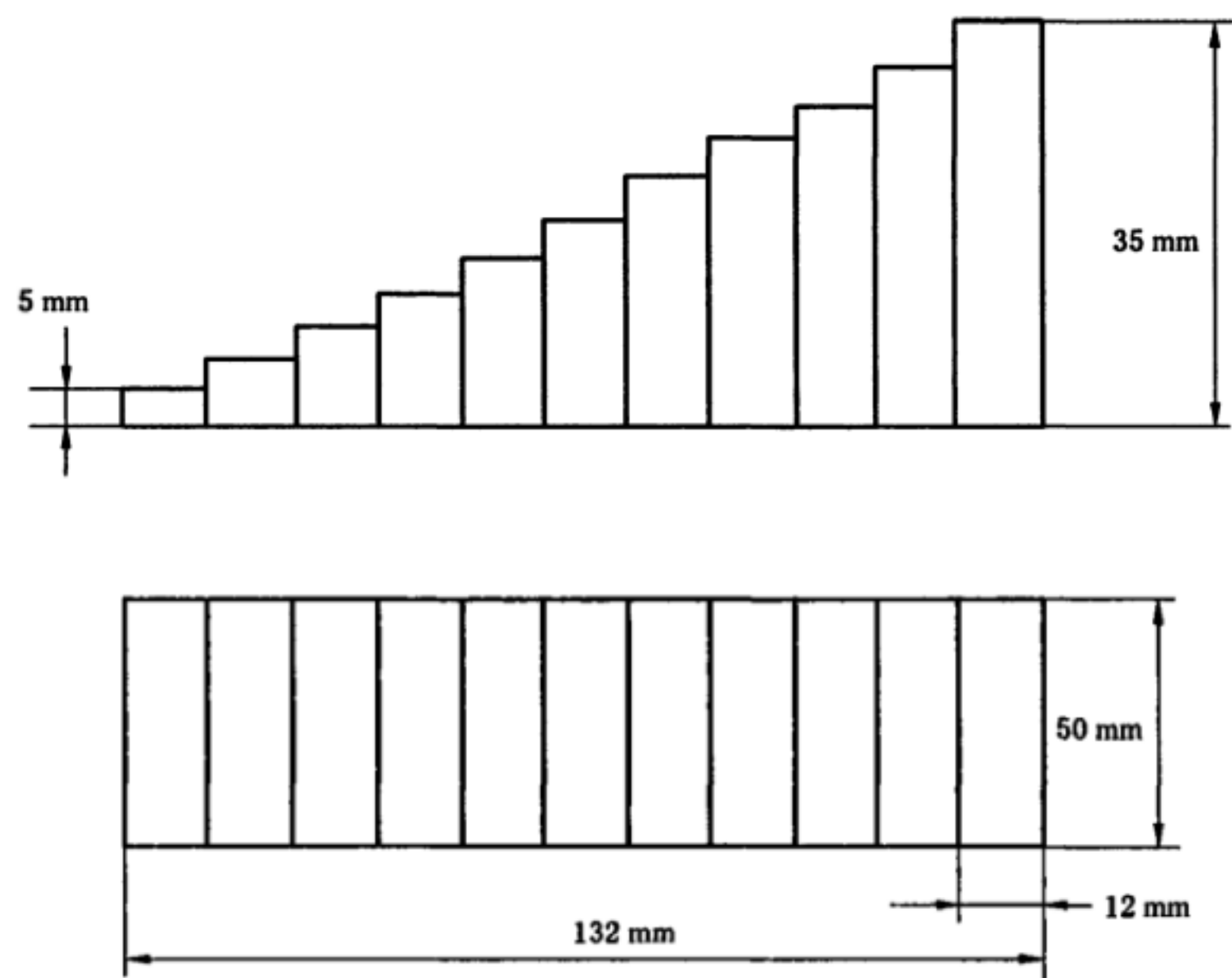
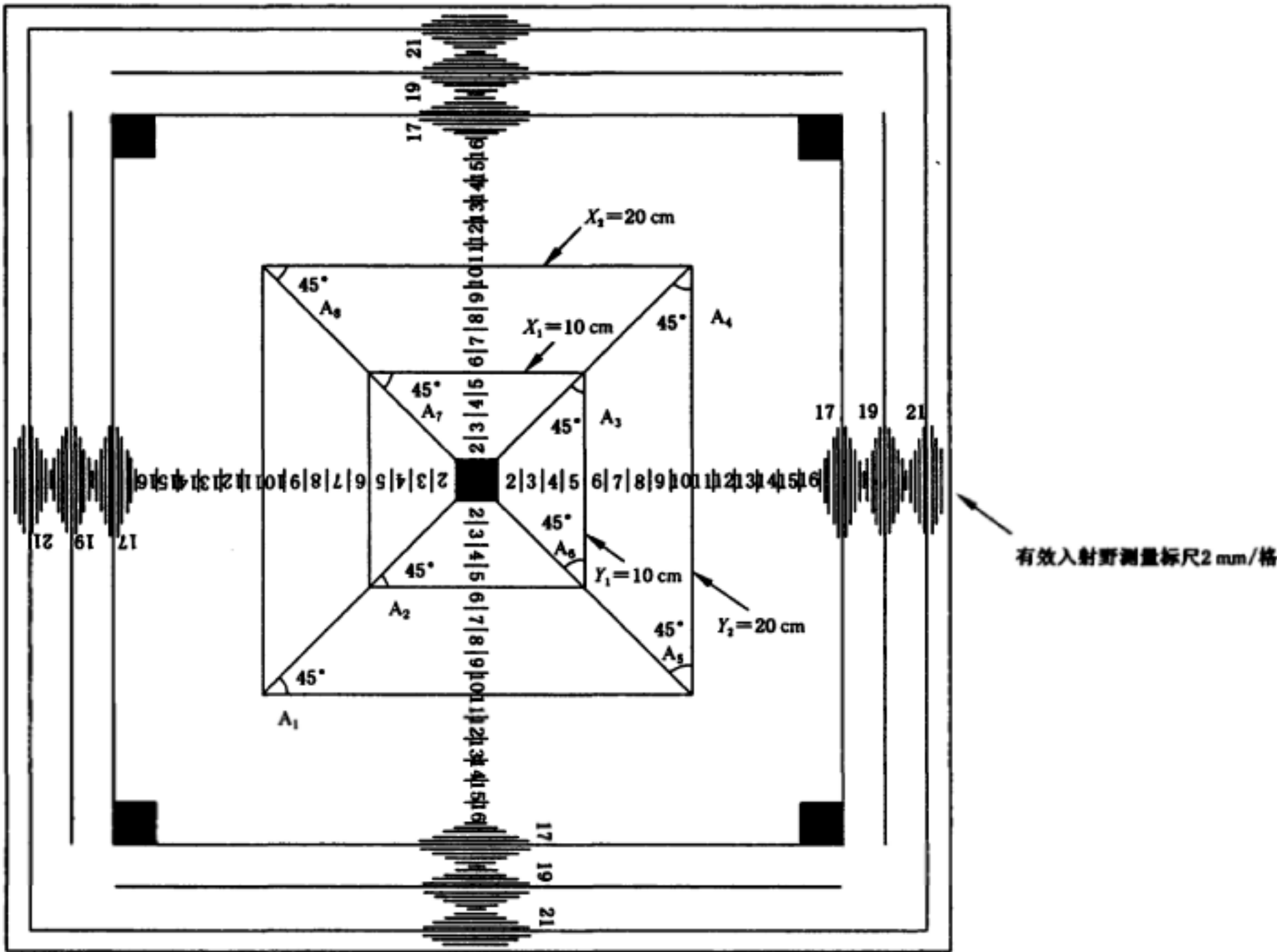


图 C.1 图像灰度鉴别等级测试卡设计尺寸

附录 D  
(资料性附录)  
几何野尺寸测试卡

图 D.1 给出了测试有效成像区域为 430 mm×430 mm 的几何野尺寸测试卡,可根据实际有效成像区域大小设计。



说明:  
 $X_i$  ——沿 X 方向上的测量距离,  $i=1,2$ ;  
 $Y_i$  ——沿 Y 方向上的测量距离,  $i=1,2$ ;  
 $A_i$  ——测量角度,  $i=1\sim 8$ 。

图 D.1 几何野尺寸测试卡



YY/T 1407-2016

书号:155066 • 2-31175  
定价: 26.00 元