



中华人民共和国医药行业标准

YY/T 0707—2020
代替 YY/T 0707—2008

移动式摄影 X 射线机专用技术条件

Particular specifications for mobile radiography X-ray equipment

2020-09-27 发布

2021-09-01 实施

国家药品监督管理局 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类和组成	1
5 要求	2
6 试验方法	6
附录 A（资料性附录） 测试体膜	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 YY/T 0707—2008《移动式摄影 X 射线机专用技术条件》。

本标准与 YY/T 0707—2008 相比主要技术变化如下：

- 修改了“范围”(见第 1 章,2008 年版的第 1 章)；
- 修改了“规范性引用文件”(见第 2 章,2008 年版的第 2 章)；
- 修改了“术语和定义”(见第 3 章,2008 年版的第 3 章)；
- 修改了“分类和组成”(见第 4 章,2008 年版的第 4 章)；
- 删除了“内部电源:由产品标准规定”(见 2008 年版的 5.1.2e)；
- 修改了“最大输出功率”要求和试验方法(见 5.2.1 和 6.2.1,2008 年版的 5.2.1 和 6.2.1)；
- 修改了“标称电功率”要求和试验方法(见 5.2.2 和 6.2.2,2008 年版的 5.2.2 和 6.2.2)；
- 修改了“X 射线管电压”要求和试验方法(见 5.3.1 和 6.3.1,2008 年版的 5.3.1 和 6.3.1)；
- 修改了“X 射线管电流”要求和试验方法(见 5.3.2 和 6.3.2,2008 年版的 5.3.2 和 6.3.2)；
- 修改了“加载时间”要求和试验方法(见 5.3.3 和 6.3.3,2008 年版的 5.3.3 和 6.3.3)；
- 修改了“电流时间积”要求和试验方法(见 5.3.4 和 6.3.4,2008 年版的 5.3.4 和 6.3.4)；
- 修改了“成像性能”要求和试验方法(见 5.4 标题、5.4.1、5.4.2、5.4.3、5.4.4、5.4.5、5.4.6、5.4.7、5.4.8、5.4.9、5.4.10,2008 年版的 5.4.1、5.4.2、6.4.1、6.4.2、6.4.3、6.4.4、6.4.5、6.4.6、6.4.7、6.4.8、6.4.9、6.4.10,2008 年版的 6.4.1、6.4.2 试验方法)；
- 修改了“机械运动范围”要求和试验方法(见 5.5.1 和 6.5.1,2008 年版的 5.5.1 和 6.5.1)；
- 修改了“角度指示值”要求和试验方法(见 5.5.3 和 6.5.3,2008 年版的 5.5.3 和 6.5.3)；
- 修改了“移动性能”要求和试验方法(见 5.5.5 和 6.5.5,2008 年版的 5.5.5 和 6.5.5)；
- 增加了“越过门槛的运动”要求和试验方法(见 5.5.6 和 6.5.6)；
- 增加了“非运输状态的不稳定性”要求和试验方法(见 5.5.7 和 6.5.7)；
- 增加了“运输状态中的不稳定性”要求和试验方法(见 5.5.8 和 6.5.8)；
- 增加了“非预期的运动”要求和试验方法(见 5.5.9 和 6.5.9)；
- 增加了“移动状态外形尺寸”要求和试验方法(见 5.5.10 和 6.5.10)；
- 增加了“探测器的坠落”要求和试验方法(见 5.5.11 和 6.5.11)；
- 增加了“探测器的承载”要求和试验方法(见 5.5.12 和 6.5.12)；
- 修改了“噪声”要求和试验方法(见 5.6 和 6.6,2008 年版的 5.6 和 6.6)；
- 修改了“内部电源”要求和试验方法(见 5.7 和 6.7,2008 年版的 5.7 和 6.7)；
- 删除了“移动状态外形尺寸”(2008 年版的 5.8)；
- 增加了“曝光控制装置”要求和试验方法(见 5.8 和 6.8)；
- 修改了“高压电缆插头、插座”要求和试验方法(见 5.9 和 6.9,2008 年版的 5.9 和 6.9)；
- 增加了“软件”要求和试验方法(见 5.10 和 6.10)；
- 修改了“外观”要求和试验方法(见 5.11 和 6.11,2008 年版的 5.10 和 6.10)；
- 修改了“安全要求”要求和试验方法(见 5.13 和 6.13,2008 年版 5.12 和 6.12)；
- 修改了“电源条件”(见 6.1.2,2008 年版的 6.1.2)；
- 增加了“线性测试卡”(见附录 A)。

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。

YY/T 0707—2020

本标准由国家药品监督管理局提出。

本标准由全国医用电器标准化技术委员会医用 X 射线设备及用具标准化分技术委员会(SAC/TC 10/SC 1)归口。

本标准起草单位:辽宁省医疗器械检验检测院、东软医疗系统股份有限公司、上海联影医疗科技有限公司、成都益乐芯生物科技有限公司、上海博方医疗科技有限公司。

本标准主要起草人:单旭、梁铁成、任涛、孟昭阳、范波、冯庆宇、柳晶波。

本标准代替标准的历次版本发布情况为:

——YY/T 0707—2008。

移动式摄影 X 射线机专用技术条件

1 范围

本标准规定了移动式摄影 X 射线机(以下简称 X 射线机)的术语和定义、分类和组成、要求及试验方法。

本标准只适用于由单相交流电源和/或内部电源供电的移动式摄影 X 射线机。

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 9706.1 医用电气设备 第 1 部分:安全通用要求
- GB 9706.3 医用电气设备 第 2 部分:诊断 X 射线发生装置的高压发生器安全专用要求
- GB 9706.11 医用电气设备 第二部分:医用诊断 X 射线源组件和 X 射线管组件安全专用要求
- GB 9706.12 医用电气设备 第一部分:安全通用要求 三.并列标准:诊断 X 射线设备辐射防护通用要求
- GB 9706.14 医用电气设备 第 2 部分:X 射线设备附属设备安全专用要求
- GB/T 10149 医用 X 射线设备术语和符号
- GB/T 10151 医用诊断 X 射线设备高压电缆插头、插座技术条件
- YY/T 0291 医用 X 射线设备环境要求及试验方法
- YY 0505 医用电气设备 第 1-2 部分:安全通用要求并列标准:电磁兼容要求和试验
- YY/T 0590.1—2018 医用电气设备 数字 X 射线成像装置特性 第 1-1 部分:量子探测效率的测定 普通摄影用探测器
- YY/T 0741 数字化摄影 X 射线机专用技术条件
- YY/T 0933—2014 医用普通摄影数字化 X 射线影像探测器

3 术语和定义

GB 9706.1、GB/T 10149 和 YY/T 0741 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和组成

4.1 分类

按图像成像形式,可分为屏片式和数字式。

4.2 组成

X 射线机至少应有以下主要部件:

- a) X 射线发生装置;
- b) 移动式机械装置;

- c) 影像接收装置(数字式);
- d) 图像采集工作站(数字式)。

5 要求

5.1 工作条件

5.1.1 环境条件

除非另有规定,X射线机的工作环境条件应满足:

- a) 环境温度: $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $30\%\sim 75\%$;
- c) 大气压力: $700\text{ hPa}\sim 1\text{ }060\text{ hPa}$ 。

5.1.2 电源条件

电源条件应符合下列要求:

- a) 单相,220 VAC,网电压波动应不超过标称值的 $\pm 10\%$;
- b) 电源频率: $50\text{ Hz}\pm 1\text{ Hz}$;
- c) 电源电阻:由制造商规定;
- d) 电源容量:由制造商规定。

5.2 电功率

5.2.1 最大输出电功率

应规定导致最大输出电功率的X射线管电压和X射线管电流的相应组合。

5.2.2 标称电功率

应规定在加载时间为0.1 s、X射线管电压为100 kV时,X射线机所能提供的以kW为单位的最大恒定电功率输出作为给出的标称电功率。如果这个值不能预选,可用最接近100 kV的X射线管电压值和最接近的加载时间值,但不得短于0.1 s。

标称电功率应与X射线管电压和X射线管电流以及加载时间的组合一起给出。

5.3 加载因素及控制

5.3.1 X射线管电压

X射线管电压应符合下列要求:

- a) 应规定X射线管电压调节范围和调节方式;
- b) 应规定X射线管电压值的偏差,但至少应符合GB 9706.3中X射线管电压准确性的要求。

5.3.2 X射线管电流

如有X射线管电流指示,应符合下列要求:

- a) 应规定X射线管电流调节范围和调节方式;
- b) 应规定X射线管电流值的偏差,但至少应符合GB 9706.3中X射线管电流准确性的要求。

5.3.3 加载时间

如有加载时间指示,应符合下列要求:

- a) 应规定加载时间调节范围和调节方式；
- b) 应规定加载时间值的偏差,但至少应符合 GB 9706.3 中加载时间准确性的要求。

5.3.4 电流时间积

如有电流时间积指示,应符合下列要求:

- a) 应规定电流时间积调节范围和调节方式;
- b) 应规定电流时间积值的偏差,但至少应符合 GB 9706.3 中电流时间积准确性的要求。

5.3.5 防过载

X 射线机应有防过载措施,保证加载因素的选择不会超过 X 射线管的额定容量。应符合使用说明书中给出的最大加载因素组合。

5.4 数字式设备成像性能

5.4.1 空间分辨率

应规定在标称有效成像区域下有衰减体模情况下的空间分辨率及测量时的加载因素组合。在厚度为 25 mm 的铝(纯度大于 99.5%)衰减模体情况下空间分辨率应不小于 2.5 lp/mm。

5.4.2 低对比度分辨率

在规定的加载因素组合下,低对比度分辨率应不大于 2.3%。

5.4.3 影像均匀性

制造商应规定 DR 的影像均匀性的最大值及所使用的 SID 和加载因素。除非制造商另有声明,影像规定采样点的灰度值标准差 R 与规定采样点的灰度值均值 V_m 之比应不大于 2.5%,如式(1)所示:

$$\frac{R}{V_m} \times 100\% \leq 2.5\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R ——灰度值标准差;

V_m ——灰度值均值。

5.4.4 有效成像区域

应规定所采用的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有效视野尺寸的 95%。

5.4.5 残影

无可见残影存在。

5.4.6 伪影

应无可见伪影存在。

5.4.7 成像时间

成像时间应不大于 12 s。

5.4.8 量子探测效率

随附文件中应规定探测器的量子探测效率值。量子探测效率值的表达应按照 YY/T 0590.1—2018 中第 7 章的要求给出。

5.4.9 DAP 剂量面积乘积

应具有剂量面积乘积显示功能,且显示的剂量面积乘积与测量值的误差应不大于 $\pm 35\%$ 。

5.5 机械装置性能

5.5.1 机械运动范围

5.5.1.1 应规定 X 射线管组件或 X 射线管头的上下、左右移动范围。

5.5.1.2 应规定 X 射线管组件或 X 射线管头垂直、水平旋转角度范围。

5.5.1.3 应规定限束装置旋转角度范围。

5.5.2 长度指示值

长度的指示值与实际值的偏差,应在指示值的 $\pm 5\%$ 范围内。

5.5.3 角度指示值

角度的指示值与实际值的偏差,应在指示值的 $\pm 2^\circ$ 范围内。

5.5.4 制动力

机械装置中的直线运动部分应有制动装置,(悬挂装置中不需要制动的随遇平衡部分除外)其制动力应不小于 100 N。

5.5.5 移动性能

在平坦的水泥地面上,人力移动时施加在把手的推力应不大于 200 N;电力辅助驱动时,平稳移动状态下,施加在把手上的推力应不大于 10 N。应有刹车制动装置。

5.5.6 越过门槛的运动

重量超过 45 kg 的 X 射线机应能够越过 10 mm 高的门槛且不应导致失衡。

5.5.7 非预期的运动

应提供轮锁或制动系统来避免来自外力的非预期的运动。

5.5.8 运输状态中的不稳定性

当处于正常使用的任何运输状态下,都不应在一个与水平面成 10° 的平面上发生失衡现象。

5.5.9 非运输状态的不稳定性

除了运输状态之外,当被置于正常使用的任意位置时,都不应在一个与水平面成 5° 的平面上发生失衡现象。

5.5.10 移动状态外形尺寸

应规定移动状态最大外形尺寸并在随附文件中说明。

5.5.11 探测器的坠落

在正常工作状态下,可携带式探测器在制造商规定的高度下自由坠落在硬性表面上应能正常工作。

5.5.12 探测器的承载

可携带式探测器,在承受 135 kg 均匀负载后应能正常工作。

5.6 噪声

X 射线机在空载状态下运行和电力辅助驱动时产生的噪声应不大于 70 dB(A)(不包括 3 s 以内的非持续和非周期性的噪声)。

5.7 内部电源

用于曝光和运动使用的内部电源应符合下列要求:

- a) 应标记电池的规格。
- b) 应具有过充和过流保护功能。
- c) 应具有充电状态和低电量提示功能,防止过放。当警示发生时,系统在内部独立电源供电情况下,应在规定的加载条件下,至少完成一次曝光检查或移动适当距离。

5.8 曝光控制装置

应配备有线曝光开关。如配置具有曝光功能的无线遥控器,应有防止误曝光措施,在随附文件规定的操控范围保证其有效性;其控制协议非一对一时,说明书中应有其使用的警告说明。

5.9 高压电缆插头、插座

除非另有规定,否则高压电缆插头、插座应符合 GB/T 10151 中对于插头、插座有关型式、基本尺寸、标记和连接的要求。

5.10 软件

系统的功能可涵盖以下方面:

- a) 信息管理;
- b) 图像后处理;
- c) 图像存储与传输;
- d) 图像测量与标识;
- e) 宜有中文显示界面。

5.11 外观

X 射线机外形应整齐、美观、表面平整光洁、色泽均匀,不得有伤斑、裂缝缺陷。

5.12 环境试验

应符合 YY/T 0291 的要求。初始、中间或最后检测项目至少应包括 5.3.1a)、5.3.2a)、5.3.3a)、5.3.4a)、5.5.4(电气制动时)的要求。

5.13 安全要求

应符合标准 GB 9706.1、GB 9706.3、GB 9706.11、GB 9706.12、GB 9706.14 和 YY 0505 的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

应符合 5.1.1 的规定。

6.1.2 电源条件

试验电源条件如下：

- a) 单相, 220 VAC, 网电压波动应不超过标称值的 $\pm 10\%$;
- b) 电源频率: $50\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$;
- c) 电源电阻符合 5.1.2c) 的规定;
- d) 电源容量符合 5.1.2d) 的规定。

6.2 电功率

6.2.1 最大输出电功率

按导致最大输出电功率的 X 射线管电压和 X 射线管电流的相应组合加载, 观察有无异常现象。

6.2.2 标称电功率

按导致标称电功率的 X 射线管电压、X 射线管电流、加载时间的组合加载, 观察有无异常现象。

6.3 加载因素及控制

6.3.1 X 射线管电压

用下列方法进行判定：

- a) 实际操作, 验证是否符合 5.3.1a) 的要求;
- b) X 射线管电压值的偏差按 GB 9706.3 中 X 射线管电压准确性的规定进行。

6.3.2 X 射线管电流

用下列方法进行判定：

- a) 实际操作, 验证是否符合 5.3.2a) 的要求;
- b) X 射线管电流值的偏差按 GB 9706.3 中 X 射线管电流准确性的规定进行。

6.3.3 加载时间

用下列方法进行判定：

- a) 实际操作, 验证是否符合 5.3.3a) 的要求;
- b) 加载时间的偏差按 GB 9706.3 中加载时间准确性的规定进行。

6.3.4 电流时间积

用下列方法进行判定：

- a) 实际操作, 验证是否符合 5.3.4a) 的要求;
- b) 电流时间积的偏差按 GB 9706.3 中电流时间积准确性的规定进行。

6.3.5 防过载

调整 X 射线机各参量至使用说明书中规定的最大加载因素组合值,当再调节任一加载因素至相邻增加档时,加载因素条件不再增加或 X 射线机处于过载状态。对于 X 射线管电压连续调节的 X 射线机,防过载装置的动作电压值在高于使用说明书中规定的最高 X 射线管电压值时(但不能超过 5 kV),检查能否曝光和/或示警。

6.4 数字式设备成像性能

6.4.1 空间分辨率

置厚度为 25 mm 的纯铝衰减体模于射束中心,使之覆盖整个照射野;试验器件采用附录 A 中的多功能测试卡,测试卡与防散射滤线栅呈 45°,置于视野中心位置。测试卡尽可能靠近影像接收面。将 DR 系统设置到标称有效成像区域。用 75 kV,适当的 mAs 进行曝光,适当调节影像至最佳,目测观察,确定分辨率。

6.4.2 低对比度分辨率

选择空间分辨率测试中的摄影图像,如需要,调整窗宽窗位,分别记录圆度清晰可见的低对比度圆孔的个数(图 A.1 中的组件 3)。

6.4.3 影像均匀性

试验步骤如下:

- a) 移走滤线栅;
- b) 校准平板;
- c) 设置 SID 和加载因素为制造商声明的使用条件。设置 X 射线管电压和 SID 为平板校准时使用的条件;
- d) 置厚度为 25 mm 的纯铝衰减体模于 X 射线束中心,使之覆盖整个照射野;
- e) 按设置的 SID 和选择系统所提供的摄影程序进行摄影,存储图像;
- f) 在影像中心、X 轴、Y 轴及对角线上离中心点约 2/3 的位置上选取 9 个采样区域,在每个采样区域中分别读取 64×64 个像素的灰度值,并计算出每个采样点内像素灰度值的平均值,然后按式(2)和式(3)计算:

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

$$R = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^9 (V_i - V_m)^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

V_i ——每个采样区域的灰度值均值;

V_m ——9 个采样区域的灰度值均值;

R ——9 个采样区域的灰度值标准差。

6.4.4 有效成像区域

试验步骤如下:

- a) 置铅刻度尺于靠近影像接收面的位置,与测量方向平行;
 - 1) 曝光条件:制造商声明的使用条件;

- 2) 在曝光所成影像中直接读取铅刻度尺上的数据 x 和 y ;
- 3) $dx = x/x_1$;
- 4) $dy = y/y_1$;
- b) x_1, y_1 为制造商声明的尺寸;
- c) dx 和 dy 中的最小值应符合要求。

在无法接近影像接收面时可以采用折算的方法。

6.4.5 残影

试验步骤如下:

- a) 移走滤线栅。
- b) 设置 SID 为常用临床使用条件。设置 X 射线管电压为 80 kV, 30 mA · s, 放置厚度为 25 mm 的纯铝衰减体模于射束中心, 使之覆盖整个照射野。
- c) 置直径 10 mm, 厚度 2 mm 的铅盘于照射野中心。
- d) 按设置的 SID 和加载因素实施第一次曝光, 在制造商规定的最短曝光时间内去掉铅盘后用 70 kV, 制造商规定的 mAs 进行。
- e) 调整窗宽窗位, 目视检查所生成图像中是否存在铅盘残影。

6.4.6 伪影

试验步骤如下:

- a) 设置 SID 和加载因素为制造商声明的使用条件。在制造商未做声明的情况下设置 X 射线管电压为 70 kV, 1 mAs, SID 为设备允许的最大值, SID 设为 1.5 m。设置 25 mm 的纯铝衰减体模于 X 射线束中心, 使之覆盖整个照射野。
- b) 按设置的 SID 和加载因素实施曝光。

适当调整窗宽窗位, 通过目视检查所生成图像中是否存在伪影。

6.4.7 成像时间

设定 70 kV, 10 mAs 的曝光条件, 测试从 X 射线产生到屏幕上显示出正常图像所需要的时间。

6.4.8 量子探测效率

查阅随附文件。

6.4.9 DAP 剂量面积乘积

实际操作(选定的显示值应大于 $5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2$), 观察判定, 验证要求。

6.5 机械装置性能

6.5.1 机械运动范围

- 6.5.1.1 用长度量具测量。
- 6.5.1.2 用角度量具测量。
- 6.5.1.3 用角度量具测量。

6.5.2 长度指示器

用长度量具测量。

6.5.3 角度指示值

用角度量具测量。

6.5.4 制动力

用测力计测量。

6.5.5 移动性能

用测力计测量。

6.5.6 越过门槛的运动

X射线机配置为移动状态,并按随附文件规定的位置装配安全工作载荷。ME设备以正常使用移动,向前越过一个紧固于地面的垂直固体障碍物10次(上去和下来)。障碍物横断面应是高 $10\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 宽至少 80 mm 的矩形,并且顶部棱边倒角半径为 $2\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。应按照随附文件中使用说明书中的操作方法推过障碍物,或者,如果说明书中没有给出方法,用以下试验:

对通过人力推动的X射线机,所有的轮子和脚轮都要以 $0.8\text{ m/s} \pm 0.1\text{ m/s}$ 的速度冲击障碍物,或者,对由电动机驱动的移动式ME设备,使用最大的速度。人力推动的X射线机通过把手来推动。

X射线机无法越过(越上)障碍物是不准许的(例如,由于轮子半径小的原因)。失衡则判为不通过。

6.5.7 非预期的运动

在适当的位置配备了安全工作载荷的X射线机被放置在水平面上,并启动了锁定装置(如制动器)。如果有脚轮,将其放置在最不利的位置。在不会导致X射线机失衡的最高点但不超过距地面 1.5 m 的高度,从除向上以外的任意方向对其施加等于其重量 15% 的外力,最大不超过 150 N 。除了最初的弹性运动、蠕动和脚轮的转动外,X射线机任何继续超过 50 mm (相对于水平面)的运动,则构成失败。

6.5.8 运输状态中的不稳定性

配置了安全工作载荷的X射线机以运输状态(或正常使用时最不利的位置)被放置在与水平面成 10° 的坚硬平坦的平面上,并锁止锁定装置(如制动器)。如果有脚轮,将其放置在最不利的位置。除了最初的弹性运动、蠕动和脚轮的转动外,X射线机任何继续超过 50 mm (相对于倾斜的平面)的运动,则试验不合格。

6.5.9 非运输状态的不稳定性

在适当位置配备了安全工作载荷的X射线机被放置在与水平面成 5° 的坚硬平坦的平面上,同时轮子锁死或启动制动系统。除了最初的弹性运动、蠕动和脚轮的转动外,X射线机任何继续超过 50 mm (相对于倾斜的平面)的运动,则构成失败。

6.5.10 移动状态外形尺寸

用长度量具测量。

6.5.11 探测器的坠落

按YY/T 0933—2014中6.8.1规定的方法进行。

6.5.12 探测器的承载

按 YY/T 0933—2014 中 6.8.2 规定的方法进行。

6.6 噪声

声级计探头距设备表面 1 m,距地面 1.5 m,用声级计“A”级计权网络进行测量,按最大噪声值计算。

6.7 内部电源

用下列方法进行判定:

- a) 目力检查,查阅随附文件检查;
- b) 实际操作,目力检查;
- c) 实际操作,目力检查。

6.8 曝光控制装置

实际操作,目力检查及查阅随附文件。

6.9 高压电缆插头、插座

按 GB/T 10151 的规定进行。

6.10 软件

实际操作,目力检查。

6.11 外观

目力检查。

6.12 环境试验

按 YY/T 0291 的规定进行。

6.13 安全要求

按 GB 9706.1、GB 9706.3、GB 9706.11、GB 9706.12、GB 9706.14 和 YY 0505 的规定进行。

附 录 A
(资料性附录)
测试体膜

透视和摄影模式使用的测试体膜由衰减体和一个多功能测试卡(见图 A.1)组成,可用于动态范围、空间分辨率、低对比度分辨率等测试。

衰减体是一个 25 mm 厚的铝板,其纯度不低于 99.5%,放置在尽可能靠近限束器出口处。

多功能测试卡由下面几个部件构成,总厚度达 18.5 mm:

- a) 基体铜板,其厚度为 1.5 mm,边长为 300 mm×300 mm。
- b) 动态范围的测量铜阶楔(见图 A.1 中 No.2),其外径为 150 mm,内径为 110 mm,由 17 个阶梯组成,每一阶梯铜厚度在表 A.1 中规定。表中铜厚度包括上述铜板的厚度(1.5 mm),阶梯 1 到阶梯 8 比基体铜板薄,阶梯 10 到阶梯 17 比基体铜板厚。

表 A.1 动态阶楔的厚度和其厚度误差

单位为毫米

阶梯序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
铜厚度	0	0.18	0.36	0.54	0.74	0.95	1.16	1.38	1.50	1.73	1.96	2.21	2.45	2.70	2.96	3.22	3.48
铜厚度误差	—	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02
PMMA 厚度	4.0								17	12							

当 X 射线管电压设置在 75 kV 和使用 25 mm Al 衰减体时,则每一个铜阶楔相对于第 9 阶梯的动态范围参考值见表 A.2。

表 A.2 动态范围参考值

阶梯序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
动态范围	16.0	11.3	8.0	5.66	4.00	2.83	2.00	1.41	1.00	1/1.41	1/2.00	1/2.83	1/4.00	1/5.66	1/8.00	1/11.3	1/16

空间分辨率测试卡:由 100 μm 厚的铝箔和空间分辨率从 0.6 lp/mm 到 5 lp/mm 的线对组成,可测分辨率为:0.6 lp/mm,0.7 lp/mm,0.8 lp/mm,0.9 lp/mm,1.0 lp/mm,1.2 lp/mm,1.4 lp/mm,1.6 lp/mm,1.8 lp/mm,2.0 lp/mm,2.2 lp/mm,2.5 lp/mm,2.8 lp/mm,3.1 lp/mm,3.4 lp/mm,3.7 lp/mm,4.0 lp/mm,4.5 lp/mm,4.6 lp/mm,5.0 lp/mm。

低对比度物体组件,其直径为 10 mm 深度不同的孔(见图 A.1 中 No.3),用于检验低对比度分辨率,当 X 射线管电压为 75 kV 和使用 25 mm Al 衰减体时,孔的深度和对比度见表 A.3。

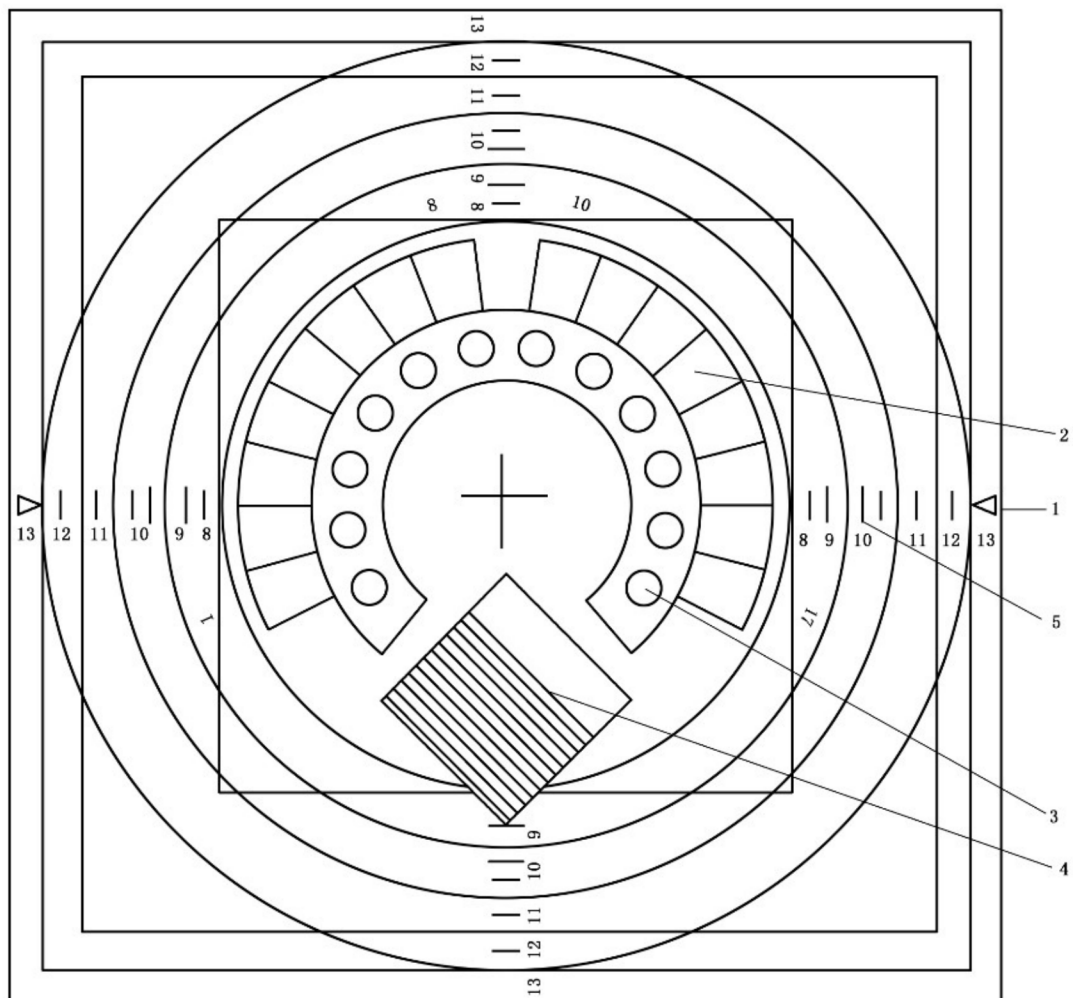
表 A.3 对比度参数表

单位为毫米

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
低对比度	0.5%	1.0%	1.4%	1.8%	2.3%	2.7%	3.3%	3.9%	4.5%	5.5%	6.6%	7.6%
孔深(mm)	0.08	0.16	0.224	0.288	0.368	0.432	0.528	0.624	0.72	0.88	1.056	1.216

均匀性测试区域,铜板测试区域,其厚度偏差为 ± 0.005 mm。

影像接收面刻度尺,单位为 cm。



说明:

- 1——X射线管轴方向;
- 2——动态阶楔;
- 3——12个直径10 mm的低对比度孔;
- 4——空间分辨率测试卡;
- 5——影像接收面刻度尺。

图 A.1 多功能测试卡示意图