

医用数字摄影 (CR、DR) 系统

X 射线辐射源检定规程

Verification Regulation of X-ray Radiation

Sources for Medical Computed Radiography

System and Digital Radiography System

JJG 1078—2012

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(2)
4 概述	(2)
5 计量性能要求	(2)
5.1 辐射输出的空气比释动能	(2)
5.2 辐射输出的重复性	(2)
5.3 辐射输出的质	(2)
5.4 空间分辨力	(2)
5.5 低对比度分辨力	(2)
5.6 影像均匀性	(2)
5.7 光野与照射野一致性	(2)
5.8 有效焦点尺寸	(2)
5.9 X射线管电压	(2)
6 通用技术要求	(3)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目和检定方法	(3)
7.3 检定结果的处理	(6)
7.4 检定周期	(7)
附录 A CR、DR 计量性能模体技术要求	(8)
附录 B 检定证书和检定结果通知书(内页)格式	(9)
附录 C 检定原始记录格式	(10)

医用数字摄影 (CR、DR) 系统

X 射线辐射源检定规程

1 范围

本规程适用于医用计算机 X 射线摄影系统 (Computed Radiography System, 简称 CR 系统)、数字 X 射线摄影系统 (Digital Radiography System, 简称 DR 系统) X 射线辐射源的首次检定、后续检定和使用中检查。

本规程不适用于乳腺和牙科用数字化摄影系统 X 射线辐射源的检定。

2 引用文件

本规程引用下列文件:

JJG 744—2004 医用诊断 X 射线辐射源

JJF 1035—2006 电离辐射计量术语及定义

GB 9706.3—2000 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/T 10149 医用 X 射线设备术语和符号

AAPM REPORT NO. 93-射线影像成像系统验收测试和质量控制 (Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems)

WS 76—2011 医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范

GBZ 187—2007 计算机 X 射线摄影 (CR) 质量控制检测规范

YY/T 0741—2009 数字化医用 X 射线摄影系统 专用技术条件

凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规程; 凡是不注日期的引用文件, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本规程。

3 术语和计量单位

JJF 1035—2006 和 GB/T 10149 界定的及以下术语和定义适用于本规程。

3.1 术语

3.1.1 计算机 X 射线摄影系统 computed radiography system

采用可重复使用的成像板代替增感屏胶片作为载体经 X 射线曝光, 再用激光扫描获得影像信息的设备。简称 CR 系统。

3.1.2 数字 X 射线摄影系统 digital radiography system

采用数字化 X 射线影像探测器技术实现 X 射线摄影的装置。简称 DR 系统。

3.1.3 成像板 imaging plate (IP)

采用一种 X 射线储存发光材料 (如氟卤化钡) 制成的 X 射线面探测器。

3.1.4 空间分辨力 spatial resolution

在规定的测量条件下, 用目视可分辨的规定线组图形或最小空间频率线对组, 单位

符号为 L_p/cm 。

3.1.5 低对比度分辨力 low contrast resolution

可从一均匀背景中分辨出来的规定形状和面积的最低对比度，用百分比表示。

3.1.6 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响应的差异。

3.1.7 SID

X 射线管焦点到影像探测器输入面的垂直距离，单位符号为 cm 。

3.2 计量单位

空气比释动能的单位：戈 [瑞]，符号：Gy。

4 概述

X 射线透过人体时由于各部位组织厚度和密度的不同，对 X 射线的衰减不同。医用数字摄影 (CR、DR) 系统的影像探测器接收透过人体的 X 射线形成影像信号，经放大转换后输出数字影像。

CR 系统 X 射线辐射源主要包括 X 射线辐射源组件、X 射线高压发生器、成像装置、图像显示器等。

DR 系统 X 射线辐射源主要包括 X 射线辐射源组件、X 射线高压发生器、数字化影像探测器、计算机图像处理装置、图像显示器等。

5 计量性能要求

5.1 辐射输出的空气比释动能

在规定的条件下，空气比释动能应不大于 10 mGy 。

5.2 辐射输出的重复性

在常规工作条件下，辐射输出的空气比释动能重复性不大于 10% 。

5.3 辐射输出的质

管电压 70 kV 时，半值层应不小于 2.1 mmAl 。

5.4 空间分辨力

首次检定的应满足出厂的技术指标。后续检定和使用中的 CR、DR 不小于 20 Lp/cm 。

5.5 低对比度分辨力

首次检定应满足出厂技术指标。后续检定和使用中的 CR、DR 不大于 2.2% 。

5.6 影像均匀性

影像均匀性不大于 2.2% 。

5.7 光野与照射野一致性

光野与照射野之间的偏差不应超过所选 SID 的 0.2% 。

5.8 有效焦点尺寸

有效焦点尺寸应符合出厂技术要求。

5.9 X 射线管电压

在工作范围内，X 射线管电压的相对偏差不超过 $\pm 10\%$ 。

6 通用技术要求

CR、DR 系统必须标有制造厂、型号、出厂编号、出厂日期等清晰可见的标志。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

- a) 温度为 $(18\sim 25)^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度为 $40\%\sim 75\%$ 。

7.1.2 诊断水平剂量计

积分型电离室或半导体型的剂量计，其校准因子扩展不确定度不大于 5.0% ($k=2$)，其他技术指标应符合下列要求：

- a) X 射线管电压为 $(50\sim 150)\text{ kV}$ ，能量响应变化不超过 5.0% ；
- b) 在 X 射线管电压为 70 kV ，总滤过为 2.5 mmAl 时提供的非减弱束，重复性应不大于 1.0% ；
- c) 诊断水平剂量计积分挡年稳定性不大于 2.0% 。

7.1.3 测量半值层用铝片纯度为 99% 以上，其厚度误差不超过 $\pm 0.05\text{ mm}$ 。

7.1.4 检定用的模体应符合附录 A 的技术要求。

7.1.5 狭缝焦点仪

经校准后的狭缝焦点测量仪。

7.1.6 分辨力测试卡

栅条铅当量为 0.1 mmPb ，最大线对应不小于 50 Lp/cm 。

7.1.7 非介入 kV 表

测量范围为 $(50\sim 150)\text{ kV}$ ，相对误差不超过 $\pm 2.0\%$ 。

7.1.8 透射式黑白密度计

测量范围为 $0.1\sim 4.0$ ，测量误差不超过 ± 0.05 。

7.1.9 其他检定设备

- a) 钢卷尺（最小分度值不大于 1.0 mm ）；
- b) 温度计（最小分度值不大于 0.5°C ）。

上述使用的仪器或设备必须经量值溯源或经检定合格。

7.2 检定项目和检定方法

检定项目见表 1。

表 1 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
辐射输出的空气比释动能	+	+	+
辐射输出的重复性	+	+	+

表 1 (续)

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
辐射输出的质 (HVL)	+	+	—
空间分辨力	+	+	+
低对比度分辨力	+	+	—
影像均匀性	+	—	—
光野与照射野一致性	+	+	—
有效焦点尺寸	+	—	—
X 射线管电压	+	+	+
注：“+”表示应检项目，“—”表示可不检项目。			

7.2.1 辐射输出的空气比释动能

7.2.1.1 将诊断水平剂量计探测器置于 X 射线照射野的中心，选最大照射野，设置焦点到探测器中心的距离为 100 cm，选管电压 70 kV，10 mAs 条件曝光。

7.2.1.2 在上述规定条件下，重复测量 3 次以上，取其平均值，按公式 (1) 计算空气比释动能 K (单位为 mGy)：

$$K = \bar{M} \cdot N_K \cdot K_{TP} \quad (1)$$

式中：

$\bar{M}$ ——诊断水平剂量计测量 3 次的平均值，mGy；

N_K ——电离室或半导体探测器空气比释动能的校准因子；

K_{TP} ——非密封电离室型探测器温度、气压修正。其计算公式为

$$K_{TP} = \left(\frac{273.15 + t}{293.15} \right) \cdot \left(\frac{101.325}{p} \right) \quad (2)$$

式中：

t ——检定时的室内温度，℃；

p ——检定时的大气压，kPa。

7.2.2 辐射输出的重复性

在 7.2.1.1 规定的条件下，用诊断水平剂量计重复测量 10 次，重复性 V 用公式 (3) 计算：

$$V = \frac{1}{\bar{K}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \bar{K})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

K_i ——空气比释动能测量值；

$\bar{K}$ ——空气比释动能测量值的平均值。

7.2.3 辐射输出的质 (HVL)

7.2.3.1 将诊断水平剂量计探测器置于 X 射线照射野的中心，探测器的中心轴与射线

束垂直。

7.2.3.2 X射线管不设有附加过滤,将管电压调至 70 kV,选一合适的 mAs。X射线管焦点到探测器的距离约为 60 cm,吸收片到 X射线管焦点的距离在 30 cm~40 cm,如图 1 所示。

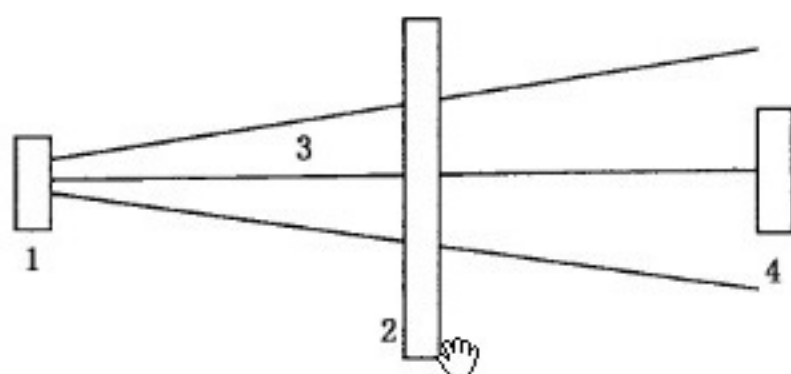


图 1 辐射输出的质测量示意图

1—X射线管; 2—吸收片(标准铝片或半价层测量仪); 3—X射线束; 4—电离室型探测器

7.2.3.3 测量未加吸收片和加不同厚度的吸收片时的空气比释动能率。

7.2.3.4 用作图法或计算法求出空气比释动能率降到初始值(无吸收片)一半时的吸收片厚度为该辐射的质。

7.2.3.5 辐射输出的质(HVL)也可采用经校准的半值层测量仪直接测量。

7.2.4 空间分辨力

a) 对 CR 系统: 将 IP 放置在照射野中, 射线束与 IP 表面垂直。选常用规格的 IP, 将分辨力测试卡放置在 IP 中间区, 再将衰减模体放置于照射野中, 并覆盖整个照射野。

设置 SID 为 100 cm 或 180 cm, 选取管电压 70 kV 或 80 kV, 用适当的 mAs 曝光, 曝光后将 IP 在影像读出器上扫描显像, 直接读取可分辨的线对值。

b) 对 DR 系统: 调整影像探测器输入面与射线束垂直。将分辨力测试卡放置在照射野的中心位置, 尽量靠近影像探测器输入面, 再将衰减模体放置于照射野中, 并覆盖整个照射野。

设置 SID 为 100 cm 或 180 cm, 选取管电压 70 kV 或 80 kV, 用适当的 mAs 曝光, 调节窗宽与窗位使显示影像最佳, 在显示器上直接读取可分辨的线对值。

7.2.5 低对比度分辨力

a) 对 CR 系统: 选常用规格的 IP, 将低对比度分辨力模体放置在 IP 暗盒中间区, 模体表面与射线束垂直, 并处在照射野的中心位置, 在 SID 为 100 cm 或 180 cm, 选取管电压 70 kV 或 80 kV, 用适当的 mAs 或自动模式条件下曝光, 将曝光后的 IP 在影像读出器上扫描显像, 可分辨的最小低对比度圆孔对应的百分比即为低对比度分辨力。

b) 对 DR 系统: 将低对比度分辨力模体放置在影像探测器输入面, 探测器与射线束垂直, 并处在照射野的中心位置, 在 SID 为 100 cm 或 180 cm, 选取管电压 70 kV 或 80 kV, 用适当的 mAs 或自动模式条件下曝光, 调节窗宽与窗位使显示影像最佳, 可分辨的最小低对比度圆孔对应的百分比即为低对比度分辨力。

7.2.6 影像均匀性

设置 SID 为 100 cm 或 180 cm, 管电压 50 kV 或 80 kV, 用适当的 mAs 或自动曝光条件, 将影像综合测试卡放置在 IP 或影像探测器的中心, 并与射线束垂直, 进行曝光。读取所显示图像边界及中心的感兴趣区(ROI)信号强度值, ROI 的面积不小于

50 mm²，如图 2 所示，并按公式 (4) 计算影像均匀性：

$$U = \frac{R}{V_m} \quad (4)$$

式中：

R ——边界及中心信号强度或光密度值的实验标准差；

V_m ——边界及中心信号强度或光密度值的平均值。

如果图像处理软件无法测量感兴趣区的信号强度值，则可用黑白密度计直接测量胶片边界及中心均匀性测试点光密度值，计算公式同公式 (4)。

7.2.7 光野与照射野一致性

选常用的照射野，调 SID 为 100 cm 或 180 cm，将数字影像综合测试卡放置在 IP 或影像探测器的中心，并与射线束垂直，开启准直器定位灯，调整光野与测试卡四周边界视野刻线相重合，在管电压 50 kV 或 80 kV、适当的 mAs 条件下进行曝光，曝光后从所显示的影像上读取光野与照射野之间的偏差。

7.2.8 有效焦点尺寸

有效焦点尺寸的测量采用狭缝测量法。将焦点测量仪水平放置于摄影台上 (图 3)，并与 X 射线束垂直，选适当放大倍数 ($E=n/m$)、照射野、管电压和 mAs 进行曝光，直接测量有效焦点尺寸。

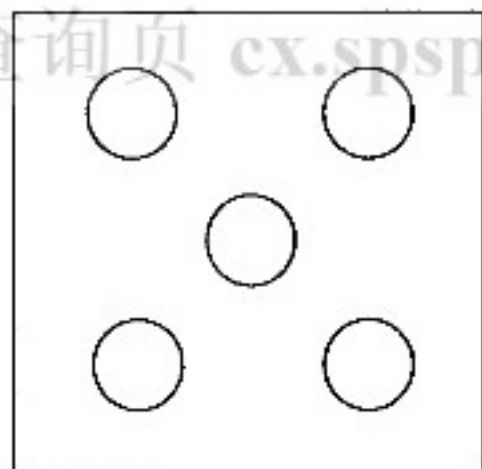


图 2 影像均匀性测量示意图

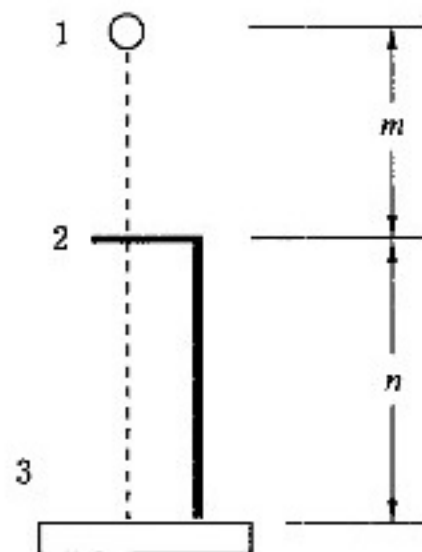


图 3 有效焦点测量示意图

1—焦点；2—狭缝；3—底座

7.2.9 X 射线管电压

将非介入 kV 表的探测器置于 X 射线照射野中心，射线束轴与探测器截面垂直。选择常用的管电压值，至少重复测量 3 次，取其平均值，按公式 (5) 计算相对偏差：

$$E_v = \frac{V_i - \bar{V}_0}{\bar{V}_0} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

V_i ——X 射线管电压的标称值，kV；

$\bar{V}_0$ ——测量的 X 射线管电压的平均值，kV。

7.3 检定结果的处理

7.3.1 检定结果满足本规程要求的发给检定证书；不能满足本规程要求的发给检定结果通知书。

7.3.2 检定证书和检定结果通知书（内页）格式见附录 B，检定结果通知书中应注明不合格项目。

7.4 检定周期

医用数字摄影（CR、DR）系统 X 射线辐射源的检定周期为 1 年。



附录 A

CR、DR 计量性能模体技术要求

A.1 低对比度分辨力模体

低对比度分辨力模体由铝（纯度 $\geq 99\%$ ）制成，厚度 $20\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$ ，模体上圆孔直径为 1.0 cm ，孔深的偏差不超过 $\pm 0.02\text{ mm}$ 。具体数值如下：

序号	对比度/%	孔深/mm	序号	对比度/%	孔深/mm
1	16.0	3.2	11	2.2	0.44
2	14.5	2.9	12	1.8	0.36
3	12.5	2.5	13	1.6	0.32
4	10.7	2.14	14	1.3	0.26
5	8.8	1.76	15	1.1	0.22
6	7.4	1.48	16	0.95	0.19
7	6.8	1.36	17	0.75	0.15
8	5.3	1.06	18	0.55	0.11
9	4.4	0.88	19	0.35	0.07
10	2.6	0.52			

注：低对比度分辨力模体也可以采用等效厚度的 Cu（纯度 $\geq 99\%$ ）制成的模体，对比度范围为 $0.8\% \sim 6.0\%$ 。

A.2 数字影像综合测试卡

测试卡标尺分度值不大于 2 mm ，并具有边界及中心影像均匀性测试点。

A.3 衰减模体

模体材料为铝（纯度 $\geq 99\%$ ），厚度为 $20\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$ 。

注：可以采用 Cu（纯度 $\geq 99\%$ ）模体，厚度为 $1.5\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$ 。

附录 B

检定证书和检定结果通知书（内页）格式

B.1 检定证书（内页）格式

检定项目	检定结果	技术要求
辐射输出的空气比释动能		
辐射输出的重复性		
辐射输出的质		
空间分辨力	☞	
低对比度分辨力		
影像均匀性		
光野与照射野一致性		
有效焦点尺寸		
X 射线管电压		

B.2 检定结果通知书（内页）格式

要求同 B.1，指出不合格项。

检定原始记录格式

辐射输出的空气比释动能	测量条件: SID _____ kV _____ mAs _____				$\bar{K} =$ _____ mGy
	测量值 (单位:)				
辐射输出的重复性测量值 (单位:)	测量条件: SID _____ kV _____ mAs _____				$V =$ _____
辐射输出的质 (HVL)	测量条件:				HVL = _____ mmAl
空间分辨力	测量条件:			分辨力: _____ Lp/cm	
低对比度分辨力	测量条件:			分辨力: _____ %	
影像均匀性	测量条件:			S = _____	
光野与照射野一致性	成像区域:			偏差 _____ mm	
有效焦点尺寸	测量条件:			长: _____ 宽: _____	
X 射线管电压	标称值 (kV)	测量值 (kV)			相对偏差 (%)

检定结论 _____

检定员 _____ 核验员 _____