



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1078—2012

方大标准查询页 cx.spsp.gov.cn

医用数字摄影（CR、DR）系统 X 射线辐射源

X-ray Radiation Sources for Medical Computed Radiography System
and Digital Radiography System

2012-06-18 发布

2012-09-18 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

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

方大标准查询网 cx.spsp.gov.cn

归口单位：全国电离辐射计量技术委员会

主要起草单位：江苏省计量科学研究院

江苏省人民医院

山东省计量科学研究院

参加起草单位：北京市计量检测科学研究院

福建省计量科学研究院

本规程委托全国电离辐射计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

扈尚泽（江苏省计量科学研究院）

胡益斌（江苏省人民医院）

方大标准查询页 cx.spsp.gov.cn 任宏伟（山东省计量科学研究院）

姚绍卫（江苏省计量科学研究院）

夏勋荣（江苏省计量科学研究院）

参加起草人：

鲁 向（北京市计量检测科学研究院）

董 旭（福建省计量科学研究院）

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)

引 言

本规程是在结合当前医用数字化摄影设备性能及影像质量评价的现状，并参考相关国际建议和国内标准的基础上制定的。

方大标准查询页 cx.spsp.gov.cn

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, °C;

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。

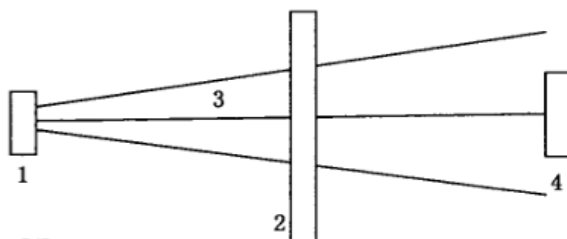


图 1 辐射输出的质测量示意图

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。

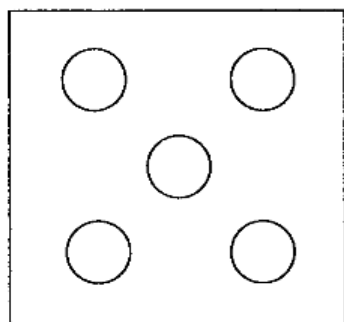


图 2 影像均匀性测量示意图

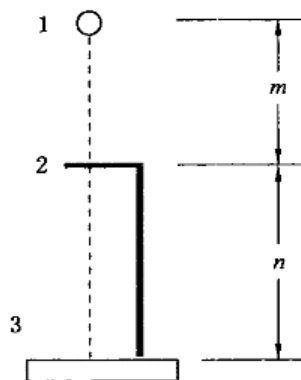


图 3 有效焦点测量示意图

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。

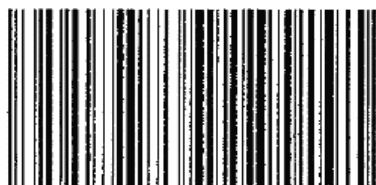
附录 C

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 _____



JJG 1078-2012

版权专有 侵权必究

*

书号: 155026 · J-2719

定价: 18.00 元