

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 187—2007



计算机 X 射线摄影 (CR) 质量 控制检测规范

Specification for testing of quality control
in computed radiography (CR)

2007-03-16 发布

2007-10-01 实施

中华人民共和国卫生部 发布

前 言

本标准第 4 章至第 6 章和附录 A 是强制性条款。

本标准的附录 A 是规范性附录,附录 B、附录 C 是资料性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位:中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所。

本标准主要起草人:尉可道、岳保荣、程玉玺、刘澜涛、范瑶华。

计算机 X 射线摄影(CR)

质量控制检测规范

1 范围

本标准规定了计算机 X 射线摄影(CR)的质量控制检测项目、方法和评价标准。
本标准适用于医院计算机 X 射线摄影(CR)设备的质量控制检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 11755.1 医用诊断 X 射线机管电压测试方法
GB/T 11757 医用诊断 X 射线机曝光时间测试方法
WS/T 76—1996 医用 X 射线诊断影像质量保证的一般要求
WS/T 189—1999 医用 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范
YY/T 0063 医用诊断 X 射线管组件 焦点特性

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准

3.1

计算机 X 射线摄影(CR)系统 **computed radiography(CR)systems**

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,用激光扫描获得影像信息,通过光学系统收集和放大,计算机采集,得到数字化的影像显示的一种 X 射线摄影设备。简称 CR 系统。

3.2

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。X 射线在 IP 中形成一幅电子空穴对分布的潜像,它在红色激光扫描激励下复合并发出紫光,其强度与 X 射线的强度成比例。CR 系统的扫描读出装置将 IP 的电子潜影读出并将数字化的影像显示在 CR 系统的显示屏上。简称 IP。

3.3

照射量指示 **exposure indicators**

CR 系统的生产厂提供的一种能反映影像采集过程中成像板所获取的入射照射量的特定技术方法。用这些照射量指示的技术方法实现受检者的辐射剂量限定和监测。

3.4

混叠 **aliasing**

对超过空间分辨力极限的一些高频率成分可能返回到低频率成分中,在影像中产生一种特殊的混叠的伪影。

3.5

尼奎斯特频率 f_{Nyquist}

由采样间距 a 确定的空间频率,它们的关系式为: $f_{\text{Nyquist}} = 1/2a$

4 质量控制检测的一般要求

- 4.1 影像质量控制检测一般采用非介入检测方法。对 CR 系统的检测按 WS/T 76—1996 分为验收检测(设备新安装或大修后)、状态检测(每年一次)和稳定性检测(每周、每月和每半年)。
- 4.2 验收检测前应对 CR 系统的所有供货清单盘点和核查。应对每一块成像板和暗盒进行目视检查,是否有表面缺陷或刮擦痕迹;检查暗盒的开启和合拢是否灵活。验收检测前对 CR 主机设备的外围附属的各种设备,如激光打印机、工作站影像监视器、胶片观片灯箱都应进行初始调试和检验。
- 4.3 在验收检测中,当对 CR 系统中管电压、曝光时间及有效焦点尺寸检测结果有异议时,应分别采用 GB/T 11755.1、GB/T 11757 规定的介入检测方法和 YY/T 0063 规定的狭缝测量法进行检测。
- 4.4 当新安装的 CR 系统投入临床使用后,应定期进行状态检测和稳定性检测,前后的检测条件应严格保持一致,使各次检测结果有可比性。验收检测或状态检测表明其性能满意后,应进行初始稳定性检测,建立相关参数的基线值。

5 质量控制检测项目及技术要求

- 5.1 对 CR 系统的检测项目包括通用检测项目和专用检测项目两部分。通用检测项目与技术要求采用 WS/T 189—1999 规定的方法,评价标准参见附录 A 中表 A.1。
- 5.2 对 CR 系统的专用检测项目与技术要求,在本标准 6 中作了详细规定,评价标准参见附录 A 中表 A.2。
- 5.3 本标准给出几个生产厂的 CR 系统 IP 响应照射量的计算公式,参见附录 B 中表 B.1。本标准推荐 CR 系统专用检测项目所需要的设备与用具,参见附录 C 中表 C.1。本标准列出对 CR 系统检测项目参考文献。

6 质量控制检测方法与评价

6.1 IP 的暗噪声

- 6.1.1 检测前对 IP 进行一次擦除处理。
- 6.1.2 任选 3 到 5 块未曝光的已擦除过的 IP 放入阅读器中,用自动定标或固定定标算法和系统增益至最大,进行扫描读取,使用窄的窗宽和低的窗位并分别获取硬或软拷贝影像。
- 6.1.3 读取每块 IP 的照射量指示值,其值均应在生产厂的保证值以下。
- 6.1.4 在观片灯箱上观察照片或在显示器上观察原始影像。
- 6.1.5 照片或影像全野应清晰、均匀一致,无伪影,如果超过 2 块 IP 影像上发现有不均匀一致或伪影,应对所有 IP 进行该项检测和评价。

6.2 IP 响应的均匀性和一致性

- 6.2.1 此测试适用于所有 IP。任选 3 块板分别用 80 kV(峰值),0.5 mm Cu 和 1 mm Al 滤过,焦点到 IP 距离(SID)为 180 cm, 2.58×10^{-6} C/kg(10 mR)入射照射量对 IP 曝光,延迟 10 min 读取,获取三幅硬拷贝照片或软拷贝影像。
- 6.2.2 用胶片光密度计分别测量一幅照片中央区和四个象限区中心点光密度,获取并记录五个点光密度值;或者对工作站一幅影像中选中央和四个象限的兴趣区(ROI)获取五个平均数字值。选取的各兴趣区面积应大致相同。
- 6.2.3 对单幅照片五个点计算平均光密度值或五个影像兴趣区的平均数字值,所有测量值在平均值的 $\pm 10\%$ 内一致,则单一 IP 的响应均匀性良好。三块 IP 的平均值在其总平均值的 $\pm 10\%$ 内一致,则 3 块 IP 的一致性良好。

6.3 照射量指示校准

- 6.3.1 任选 3 块不同尺寸/类型的 IP,分别用 80 kV(峰值),0.5 mm Cu 和 1 mm Al 滤过,焦点到 IP

距离(SID)为 180 cm, 2.58×10^{-7} C/kg(1 mR)入射照射量对 IP 曝光, 延迟 10 min 后读取或按厂家指定时间读取。

6.3.2 用生产厂提供的阅读方法对每块 IP 读取, 获得 3 幅软拷贝影像, 获取 CR 系统的照射量指示所显示的读数值, 利用生产厂提供的计算公式, 计算 IP 曝光后的响应照射量 $E_{\text{响应}}$ 。计算公式参见附录 B 中表 B.1。

6.3.3 每块 IP 接受的测量照射量($E_{\text{测量}}$)(mR)与其响应照射量($E_{\text{响应}}$)(mR)应在 $\pm 20\%$ 内一致。对所有 3 块 IP 的平均值应在 $\pm 10\%$ 内一致。

6.4 IP 的响应线性

6.4.1 使用单独一块 IP, 在 80 kVp, 0.5 mm Cu 和 1 mm Al 滤过, 在 SID 为 180 cm 下, 分别在 2.58×10^{-8} C/kg(0.1 mR)、 2.58×10^{-7} C/kg(1 mR)、 2.58×10^{-6} C/kg(10 mR)入射照射量按顺序完成 3 次曝光—读取周期, 每次保持恒定延迟时间读取。

6.4.2 用生产厂提供的阅读方法对 IP 3 次曝光在工作站上获取 3 幅影像, 并记录 CR 系统照射量指示所显示的读数值, 利用公式计算 IP 3 次曝光的响应照射量。公式参见附录 B 中表 B.1。

6.4.3 对单个 IP 在 3 个照射量档中, 测量照射量(mR)与响应照射量(mR)应在 $\pm 20\%$ 内一致。

6.5 激光束功能

6.5.1 用一把钢尺放在 IP 暗盒中心, 使其长边垂直于激光束扫描线(通常激光束扫描线垂直于 IP 长边), 选择 60 kV(峰值), 不加滤过, SID 为 180 cm, 用 1.29×10^{-6} C/kg(5 mR)入射照射量对 IP 曝光, 获取一幅硬或软拷贝影像。

6.5.2 用 10~20 倍放大镜检查照片或用软件放大影像, 观察钢尺长边应为一条连续的直线, 表明激光束没有颤动, 如果发现钢尺直边有颤动, 则用工作站的 ROI 测量工具测量, 不应大于 ± 1 像素尺寸。

6.6 空间分辨力和分辨力一致性

6.6.1 选用三个相同型号分辨力测试卡, 线对范围在 0.5 lp/mm~5 lp/mm, 同时放置在一个 IP 暗盒上面, 两个呈正交(水平和垂直), 另一个呈 45°角, 在 60 kV(峰值), 不加滤过, SID 为 180 cm, 约用 1.29×10^{-6} C/kg(5 mR)入射照射量对 IP 曝光和读取, 获取一幅硬或软拷贝影像。

6.6.2 用一块乳腺摄影的屏/片密着检测板, 对已擦除过的同一块 IP, 在 6.6.1 的相同曝光条件下进行曝光和读取, 获取另一幅硬或软拷贝影像。

6.6.3 用 10~20 倍放大镜在硬或软拷贝影像上观察三个线对卡影像中最大可分辨的线对数目, 分别记录水平方向、垂直方向和 45°角上的该线对数目: $R_{\text{水平}}$ 、 $R_{\text{垂直}}$ 和 R_{45° 。

6.6.4 在观察的整个影像区域内, 若屏/片密着检测板金属网格的影像呈均匀一致, 无模糊区域, 表明 IP 分辨力一致性良好。

6.6.5 从观察影像中测出 $R_{\text{水平}}$ 、 $R_{\text{垂直}}$ 和 R_{45° 与生产厂提供该 IP 的空间极限分辨力相比较, 则 $R_{\text{水平}}/f_{\text{Nyquist}}$ 、 $R_{\text{垂直}}/f_{\text{Nyquist}}$ 和 $R_{45^\circ}/(1.41 \times f_{\text{Nyquist}})$ 均应大于 90%。

6.7 低对比度细节的探测

6.7.1 选择适当的低对比度细节探测模体, 放置在一个 IP 的暗盒上面, 根据所选用模体说明书要求, 选取管电压, 和适当的滤过, SID 为 180 cm, 分别用约 2.58×10^{-8} C/kg(0.1 mR)、 2.58×10^{-7} C/kg(1 mR)、 1.29×10^{-6} C/kg(5 mR)的入射照射量依次对同一个暗盒完成三次曝光—读取周期, 读取时应使用相同延迟时间采集三幅硬或软拷贝影像。

6.7.2 把三幅硬拷贝照片分别放在观片灯箱上或在工作站上的监视器分别观察硬或软拷贝模体影像, 按模体说明书要求, 观察和记录模体中细节影像可探测到最小细节。

6.7.3 验收检验应按模体说明书要求判断或者参照厂家的数据; 状态或稳定性检验应与基线值进行比较。

6.8 空间距离准确性

6.8.1 将两把有刻度的钢尺分别垂直和水平放置在一个 IP 暗盒上面, 用 60 kV(峰值), 无滤过, SID

为 180 cm, 约 1.29×10^{-6} C/kg (5 mR) 的入射照射量对 IP 曝光—读取, 并采集一幅软拷贝影像。

6.8.2 用工作站上数字测距器对钢尺影像读取两个方向的测量距离 (d_m), 和钢尺的真实距离 (d_o), 分别记录出它们的读数值。在垂直和水平两个方向上, 则 $(d_m \sim d_o)/d_o$ 均应在 $\pm 2\%$ 以内符合。

6.9 IP 擦除完全性

6.9.1 将一块 3 mm 厚的 Pb 板 (4 cm \times 4 cm) 放置在一个 IP 暗盒中央区, 用 60 kV (峰值), 无滤过, SID 为 180 cm, 约 1.29×10^{-5} C/kg (50 mR) 的高入射照射量对 IP 曝光—读取, 然后, 再用上述条件下, 无 Pb 板的情况下, 约用 2.58×10^{-7} C/kg (1 mR) 低入射照射量对 IP 第二次曝光—读取, 并获取一幅软拷贝影像。

6.9.2 在工作站上观察第二次曝光的影像, 不应存在第一次曝光留下的 Pb 板的幻影, 否则, 表明 IP 板擦除不完全。然后应用“暗噪声”处理方式, 将 IP 插入阅读器重复读取图像后, IP 的照射量指示值在厂家规定的暗噪声水平以下。

6.10 滤线栅效应(混叠)

6.10.1 一个 IP 暗盒直接放置在滤线栅托盘中, 使滤线栅 Pb 条平行于激光束扫描线 (通常激光束扫描线垂直于 IP 长边), 确保滤线栅固定不动。用 80 kV (峰值), 0.5 mm Cu 和 1 mm Al 滤过, 使 SID 与滤线栅焦距相匹配, 约 2.58×10^{-7} C/kg (1 mR) 入射照射量对 IP 曝光—读取, 无延迟时间获取一幅硬拷贝照片或软拷贝影像。

6.10.2 用上述相同曝光条件, 使滤线栅 Pb 条垂直于激光束扫描线放置一块 IP, 获取另一幅照片或影像。

6.10.3 对于滤线栅 Pb 条垂直于激光束扫描线所获取影像中不应出现波纹状的混叠伪影。

6.11 IP 通过量

6.11.1 选择四个同型号和同尺寸的 IP 暗盒, 在无延迟时间下连续对其读取。

6.11.2 从第一个 IP 暗盒放入阅读器开始计时到第四个 IP 暗盒的影像在 CR 观察屏上显示计时停止, 记录所需这段时间间隔 t (分钟)。

6.11.3 根据 IP 暗盒通过量的计算公式: $T_m = 60 \times 4/t$, 计算该 CR 系统的 IP 暗盒每小时通过量 (T_m)。

6.11.4 测得每小时的 IP 暗盒通过量 (T_m) 与生产厂给出的每小时 IP 暗盒通过量 (T_o) 应在 10% 内符合, 可用公式 $(T_o - T_m)/T_o$ 计算。

附录 A
(规范性附录)

CR 系统的检测项目与技术要求

表 A.1 CR 系统的通用检测项目与技术要求

编号	检测项目		检测方法 及条件	验收检测要求	状态检测		稳定性检测	
					要求	周期	要求	周期
1	管电压指示的偏离			±10%	±10%	1 年		
2	输出量			参照厂家数据	参照厂家数据		±30%基线值	半年
	输出量重复性			≤10%	≤10%	1 年		
	输出量线性		相邻两档间	±20%	±20%	1 年		
	有用线束半值层		80 kV	≥2.3 mm Al	≥2.3 mm Al	1 年		
3	曝光时间指示的偏离		三相或直流	±10%	±10%	1 年		
			单相, ≥0.1 s	±10%	±10%	1 年		
			单相, <0.1 s	±0.01 s	±0.01 s	1 年		
4	自动曝光控制		影像光密度	±0.3 OD	±0.3 OD	1 年	±30%基线值	半年
			空气比释动能	±20%	±20%	1 年	±30%基线值	半年
5	几何光学特性	SID 值的偏离		±5%	±5%	1 年	±5%	半年
		有用线束垂直度偏离		≤6°	≤6°	1 年	≤6°	半年
		光野与照射野偏离		≤2%SID	≤2%SID	1 年	≤2%SID	半年
6	滤线栅与有用线束中心偏离			无明显不对准	无明显不对准	1 年		
7	有效焦点尺寸		星卡	见 WS/T 189—1999 中附录 A 表 A.4 标称焦点尺寸的允许值				

表 A.2 CR 系统专用检测项目与技术要求

编号	检测项目	验收检测要求	状态检测		稳定性检测	
			要求	周期	要求	周期
1	目视检查	IP 及暗盒质量状况 IP 初始清洁和擦除	IP 及暗盒质量状况,必要时清洁	1 年	IP 及暗盒质量状况,常规清洁 IP	每周
2	IP 暗噪声	照射量指示值应在保证值之下,影像均匀,无伪影	照射量指示值应在保证值之下,影像均匀,无伪影	1 年	照射量指示值应在保证值之下,影像均匀,无伪影	每周
3	IP 响应均匀性及一致性	在 ±10% (单板与多板) 内	在 ±10% (单板与多板) 内	1 年	在 ±10% (单板与多板) 内	半年
4	照射量指示校准	在 ±20% (单板) 内 在 ±10% (多板) 内	在 ±20% (单板) 内 在 ±10% (多板) 内	1 年	在 ±20% (单板) 内 在 ±10% (多板) 内	每月
5	IP 响应线性	在 ±20% 内	在 ±20% 内	1 年	在 ±20% 内	半年
6	激光束功能	无颤动或颤动在 ±1 像素尺寸内	无颤动或颤动在 ±1 像素尺寸内	1 年	无颤动或颤动在 ±1 像素尺寸内	每月
7	空间分辨力与分辨力重复性	$R_{\text{水平}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$ $R_{\text{垂直}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$ $R_{45^\circ}/(1.41 \times f_{\text{Nyquist}}) > 0.9$ 网格影像均匀,无模糊区域	$R_{\text{水平}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$ $R_{\text{垂直}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$ $R_{45^\circ}/(1.41 \times f_{\text{Nyquist}}) > 0.9$ 网格影像均匀,无模糊区域	1 年	—	—
8	低对比度细节探测	参照厂家数据	参照厂家数据	1 年	基线值 ±1 个细节变化	半年
9	空间距离准确性	在 ±2% 内	在 ±2% 内	1 年	在 ±2% 内	半年
10	IP 擦除完全性	不存在 Pb 板幻影,达到暗噪声水平	不存在 Pb 板幻影,达到暗噪声水平	1 年	不存在 Pb 板幻影,达到暗噪声水平	半年
11	滤线栅效应 (混叠)	未发现混叠伪影	未发现混叠伪影	1 年	—	—
12	IP 通过量	在 ±10% 内	在 ±10% 内	1 年	—	—

附录 B
(资料性附录)

CR 系统的 IP 响应照射量的计算公式

表 B.1 四个生产厂提供的 CR 系统 IP 的响应照射量($E_{\text{响应}}$)的计算公式

厂 商	Agfa	Fuji	Konica	Kodak
照射量指示表示 的量与符号	照射量中位值 M 的对数 $\lg M$	感度值 S	感度值 S	照射量指数 EI
照射量指示的关系 式 (E =照射量, mR)	$\lg M = \log(\text{CSE}) - 0.0963$ (S =感度, 对于 MD-10 板 $C=1$)	$S = 200/E$	$S = 200/E$	$EI = 1\,000 \log(E) + 2\,000$
计算响应照射量 ($E_{\text{响应}}$)公式	$E_{\text{响应}}$ (mR) = $[(2\,276/S \times 10^{(\log M - 3.2768)})]$	$E_{\text{响应}} \text{ (mR)} = 200/S$	$E_{\text{响应}} \text{ (mR)} = 200/S$	$\log E_{\text{响应}}$ (mR) = $(EI - 2\,000)/1\,000$

注：表中仅列出四个生产厂的计算公式，其他厂家 IP 的响应照射量计算应参考厂家给出的方法，如对 Lumisys 公司生产的 ACR2000 系统使用 MD-10 型号的 IP，已知该系统给出 IP 照射量为 2.064×10^{-6} C/kg (8 mR) 能产生像素值为 600 响应作为参考。因此，对这种系统的 IP 照射量响应的校准，用下式表示其容许误差： $PV_{8\text{ mR}} - 600 < \pm 45$ ，式中， $PV_{8\text{ mR}}$ 表示接受 8 mR 入射照射量时其 80% 影像区域中平均像素值。

附 录 C
(资料性附录)

CR 系统专用检测项目所需要的设备与用具

表 C.1 CR 系统专用检测项目所需要的设备与用具

编号	名 称	数量	规格要求
1	剂量测量仪器	1	已校准电离室或半导体探测器
2	胶片光密度计	1	光密度在 0~3.5 范围内读数一致性在±0.02 内
3	空间分辨力测试卡	3	扇形或线对, 0.5 lp/mm~5 lp/mm 频率 (Pb 厚度≥0.05 mm)
4	低对比度细节探测模体	1	可选用多种, 如 LeedsTO-16、UAB 或者 CDRAD 等模体
5	屏一片密着检测板	1	乳腺摄影用细金属网格
6	滤线栅	1	固定, 10:1 或 12:1, 103 线/英寸
7	钢尺	2	有刻度, 长>30 cm, 宽 2.5 cm
8	放大镜	1	10~20 倍
9	铜滤过板	1	厚度 0.5 mm, 20 cm×20 cm
10	铝滤过板	1	厚度 1.0 mm, 20 cm×20 cm
11	计时器(秒表)	1	
12	铅块	1	厚度>3 mm, 4 cm×4 cm
13	测量用卷尺	1	长度>2 m
14	固定用胶带	1	

参 考 文 献

[1] AAPM Report No 93:《Acceptance testing and quality control of photostimulable storage phosphor imaging systems》 Report of AAPM Task Group No10 (2006).

[2] AAPM Report No 74:《Quality Control in Diagnostic Radiology》 edited by S. J. Shepard et al. ,Report of AAPM Task Group No 12,Diagnostic X-ray Imaging Committee(2002).
