

中华人民共和国卫生行业标准

WS 520—2017
代替 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)

2017-04-10 发布

2017-10-01 实施

中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 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 质量控制检测的一般要求	2
5 质量控制检测项目与技术要求	2
6 专用检测项目的检测方法与评价	2
附录 A (规范性附录) 质量控制检测项目与技术要求	5
附录 B (资料性附录) 四个生产厂 CR 系统 IP 的技术要求示例	7
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	9
参考文献	10

前 言

本标准第 4 章、5.1~5.4、5.7、5.9 和附录 A 是强制性的,其余是推荐性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GBZ 187—2007《计算机 X 射线摄影(CR)质量控制检测规范》。

本标准与 GBZ 187—2007 相比,主要技术变化如下:

- 增加了第 1 章范围中本标准不适用于乳腺和牙科专用计算机 X 射线摄影的质量控制检测;
- 删除了第 2 章原来所有被引用的标准,只将其中 WS 76 的最新修订版作为唯一被引用文件;
- 修改了第 4 章中 4.1~4.3 的内容;
- 修改了第 5 章中 5.1~5.5 的内容;
- 修改了第 6 章中 6.2、6.3、6.4、6.6 和 6.7 中部分内容;
- 删除了第 6 章中 6.10 滤线栅效应的内容和附录 A 中表 A.2 与附录 C 中表 C.1 中有关滤线栅的内容;
- 删除了第 6 章中 6.11 IP 通过量的内容和相应附录 A 中表 A.2 的内容;
- 修改了附录 A 中表 A.1 的内容;
- 修改了附录 A 中表 A.2 的内容,分别删除状态检测中的激光束功能、IP 擦除完全性、滤线栅效应和 IP 通过量,增加稳定性检测的 IP 擦除完全性;
- 修改了附录 B 中表 B.1 中爱克发医疗(Agfa)相关内容,由该公司新的现用相关参数代替;同时在表 B.1 中将四个生产厂家对 IP 响应空气比释动能($K_{\text{响应}}$)的计算公式代替其响应照射量($R_{\text{响应}}$)计算公式;
- 增加了附录 B 中 B.2 四个生产厂家推荐 CR 系统 IP 的特定技术要求。

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、首都医科大学附属北京同仁医院、北京市疾病预防控制中心。

本标准主要起草人:尉可道、岳保荣、王建超、牛延涛、刘澜涛、徐辉、范瑶华、娄云、廖京辉、欧向明。

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)质量控制检测要求、检验项目和方法。

本标准适用于医用计算机 X 射线摄影(CR)的质量控制检测。

本标准不适用于乳腺和牙科专用计算机 X 射线摄影的质量控制检测。

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。

WS 76 医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

计算机 X 射线摄影(CR)系统 **computed radiography (CR) 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,用激光扫描成像板曝光后所得潜像信息,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 射线面探测器件。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荧光,其强度与 X 射线的强度成比例。CR 系统的激光扫描读出装置将 IP 的电子潜像读出并将其数字化的影像显示在 CR 系统的显示屏上。

3.3

剂量指示 **dose indicators**

由 CR 系统的生产厂家提供的用以反映影像采集过程中成像板上平均入射空气比释动能的特定指示,可用于检查 CR 系统的技术参数是否合适、核实摄影技术是否正确。

3.4

混叠 **aliasing**

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,从而在影像中产生的一种特殊的伪影。

3.5

尼奎斯特频率 Nyquist frequency

极限空间分辨力 Limiting spatial resolution

f_{Nyquist}

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

4 质量控制检测的一般要求

4.1 对 CR 系统新安装及大修后应进行验收检测, 使用中应定期进行状态检测和稳定性检测。具体要求参照 WS 76 实施。

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, 将发现的所有问题登记在清单表中或检测报告中。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测。

4.3 对检测结果评价及处理原则参照 WS 76 要求实施。

4.4 对质量保证的记录和资料参照 WS 76 要求实施。

5 质量控制检测项目与技术要求

5.1 对 CR 系统的检测项目分为通用检测项目和专用检测项目两部分。

5.2 通用检测项目与技术要求应符合表 A.1 要求。

5.3 专用检测项目与技术要求应符合表 A.2 要求。

5.4 应对检测指标的合格与否给予判定, 等于或优于规定值的指标判定为合格, 否则为不合格。

5.5 本标准以四个生产厂家的 CR 系统示例, 在表 B.1 中给出其提供的 IP 响应空气比释动能的计算公式, 在表 B.2 中给出其推荐的检测项目与技术要求。

5.6 本标准推荐 CR 系统的专用检测项目所需要设备与用具参见表 C.1。

5.7 检测报告的基本内容应包括: 委托单位基本信息、设备信息、检测项目、相应检测要求、检测结果及其和相应标准要求的比较。

5.8 采用电离室测量 IP 入射空气比释动能时, 电离室应至少远离 IP 表面 30 cm, 并在 IP 下面放一个铅橡胶围裙, 以降低反散射贡献, 然后按反平方定律再计算 IP 表面上的空气比释动能, 而使用半导体探测器测量时可以直接放在 IP 表面上, 不考虑对反散射校正。

5.9 对于发生器部分与 CR 系统属于整机构成的设备, 应分别评价各个部分的检测指标。

5.10 通用检测项目的具体检测方法见 WS 76, 专用检测项目的具体检测方法见第 6 章。

5.11 6.2~6.9 中的检测条件要求调节焦点至 IP 的距离(SID)为 180 cm, 如达不到则调节 SID 至最接近于 180 cm 的值。

6 专用检测项目的检测方法与评价

6.1 IP 暗噪声

6.1.1 检测前对选用的 IP 进行一次擦除处理。

6.1.2 任选 3~5 块 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, 使用窗宽和窗位并分别获取软拷贝影像。

6.1.3 读取每块 IP 的指示值,其值应在生产厂家的规定值范围内,参见表 B.2。

6.1.4 在显示器上观察原始全野影像应清晰、均匀一致,无伪影。如果超过两块 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 响应均匀性和一致性

6.2.1 任选相同尺寸的三块 IP 分别采用 80 kVp、0.5 mm Cu 和 1 mm Al 滤过,焦点到 IP 距离(SID)为 180 cm,选择 100 μGy 入射空气比释动能的曝光条件对每一块 IP 曝光,每次曝光后保持相同的延迟时间读取,获得三幅硬拷贝照片或软拷贝影像。

6.2.2 每一块 IP 应完全置于 X 射线束中均匀曝光,并保持重复的放置和相同取向。如果出现明显足跟效应,应将 IP 旋转 180°方向各使用一半的入射剂量进行两次曝光。

6.2.3 用胶片光密度计分别测量每幅照片的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感兴趣区(ROI)获取五个平均像素值。选取的各感兴趣区面积应大致相同。

6.2.4 对单幅照片五个点计算平均光密度值或五个影像感兴趣区的平均像素值,所有单点测量值在五点的平均值的 $\pm 10.0\%$ 内一致,则单一 IP 的响应均匀性良好。单块 IP 的五点平均值在三块 IP 总平均值的 $\pm 10.0\%$ 内一致,则三块 IP 的一致性良好。

6.3 剂量指示校准

6.3.1 任选三块不同尺寸(类型)的 IP,分别用 80 kVp、0.5 mm Cu 和 1 mm Al 滤过,焦点到 IP 距离(SID)为 180 cm,选择约 10 μGy 入射空气比释动能的曝光条件对每一块 IP 曝光,每次曝光后保持相同的延迟时间读取。

6.3.2 用生产厂家提供的 IP 处理条件(参见表 B.2)对每块 IP 读取,获得三幅软拷贝影像,获取 CR 系统的剂量指示所显示的读数值,利用生产厂家提供的计算公式,计算 IP 曝光后的响应空气比释动能 $K_{\text{响应}}$ 。计算公式参见表 B.1。

6.3.3 每块 IP 测量空气比释动能($K_{\text{测量}}$)(μGy)与响应空气比释动能($K_{\text{响应}}$)(μGy)应在 $\pm 20\%$ 内一致。每块 IP 响应值与三块 IP 的平均响应值之间的误差应在 $\pm 10.0\%$ 内一致。

6.3.4 如果测量超过规定值,应采用生产厂家设定的 IP 剂量指示校准曝光/读取条件(参见表 B.2)重新进行检验。

6.4 IP 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,分别在约 1 μGy 、10 μGy 和 100 μGy 入射空气比释动能曝光条件下,对同一块 IP 按顺序完成三次曝光—读取周期,每次曝光后保持相同延迟时间读取。

6.4.2 用生产厂家提供的 IP 处理条件(参见表 B.2)对 IP 三次曝光后在工作站上获取三幅影像,记录 CR 系统剂量指示所显示的读数值,利用公式计算 IP 三次曝光的响应空气比释动能。公式参见表 B.1。

6.4.3 对单个 IP 在三个不同的曝光档中,测量空气比释动能(μGy)与响应空气比释动能(μGy)在 $\pm 20.0\%$ 内一致。

6.4.4 如果测量超过规定值,应采用生产厂家设定的 IP 响应线性的曝光/读取条件(参见表 B.2)重新进行检验。

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 kVp,不加滤过,SID 为 180 cm,用约 50 μGy 入射空气比释动能对 IP 曝光,获取一幅软拷

贝影像。

6.5.2 用 10 倍~20 倍放大镜观察放大影像,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 空间分辨力与分辨力均匀性

6.6.1 选用两个相同型号空间分辨力测试卡,线对范围在 0.6 lp/mm ~ 10 lp/mm,同时放置在一个 IP 暗盒表面,两个呈正交(水平和垂直),在 60 kVp,不加滤过,SID 为 180 cm,用约 50 μ Gy 入射空气比释动能对 IP 曝光并读取,获取一幅硬或软拷贝影像。

6.6.2 用 10 倍~20 倍放大镜在硬或软拷贝影像上观察两个线对卡影像中最大可分辨的线对数目,分别记录水平方向和垂直方向上的该线对数目: $R_{\text{水平}}$ 和 $R_{\text{垂直}}$ 。

6.6.3 从观察影像中测出 $R_{\text{水平}}$ 和 $R_{\text{垂直}}$ 与生产厂家提供该 IP 的极限空间分辨力(f_{Nyquist})相比较(参见表 B.2),则 $R_{\text{水平}} / f_{\text{Nyquist}}$ 和 $R_{\text{垂直}} / f_{\text{Nyquist}}$ 应大于 90.0%。

6.6.4 用一块屏/片摄影用的密着检测板,对已擦除过的同一块 IP,使用 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。

6.6.5 观察整个影像区域,若密着检测板网格的影像呈均匀一致,无模糊区域,无混叠伪影,表明 IP 分辨力均匀性良好。

6.7 低对比度细节检测

6.7.1 选择适当的低对比度细节检测模体,放置在一个 IP 的暗盒表面,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 1 μ Gy、10 μ Gy 和 50 μ Gy 入射空气比释动能曝光,依次对同一个暗盒完成三次曝光并读取,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 在观片灯箱上或工作站的监视器上,分别观察硬或软拷贝模体影像,按模体说明书要求,观察和记录模体影像中可探测到最小细节。

6.7.3 验收检验应按模体说明书要求判断;对验收检验的数据建立基线值,状态检验和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 将两把有刻度的铅尺分别垂直和水平放置在一个 IP 暗盒上面,用 60 kVp,无滤过,SID 为 180 cm,约 50 μ Gy 入射空气比释动能对 IP 曝光并读取,采集一幅软拷贝影像。

6.8.2 用测距软件在监视器上对铅尺影像读取两个方向的测量距离(dm),和铅尺的真实距离(do),分别记录出它们的读数值。在垂直和水平两个方向上,则 $(dm-do)/do$ 均应在 $\pm 2.0\%$ 以内符合。

6.9 IP 擦除完全性

6.9.1 将一块大于 3 mm 厚的铅板(4 cm \times 4 cm)放置在一个 IP 暗盒中央区,用 60 kVp,无滤过,SID 为 180 cm,约 500 μ Gy 高入射空气比释动能对 IP 曝光并读取,然后,再在上述条件下无铅板的情况下,约 10 μ Gy 入射空气比释动能对 IP 第二次曝光,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铅板的幻影。否则,表明 IP 板擦除不完全。然后应用 6.1 条款的暗噪声检查方法,将 IP 插入阅读器再扫描一次后重复读取图像后,IP 的暗噪声应在厂家规定值内(参见表 B.2)。

附录 A

(规范性附录)

质量控制检测项目与技术要求

A.1 CR 系统的通用检测项目与技术要求应符合表 A.1 的要求。

表 A.1 CR 系统的通用检测项目与技术要求

序号	检测项目	检测要求	验收检测 判定标准	状态检测 判定标准	稳定性检测	
					判定标准	周期
1	管电压指示的 偏离	数字式高压测 量仪	$\pm 5.0\%$ 或 ± 5.0 kV 内,以较大者控制	$\pm 5.0\%$ 或 ± 5.0 kV 内,以较大者控制	—	—
2	输出量重复性	测量 5 次	$\leq 10.0\%$	$\leq 10.0\%$	$\leq 10.0\%$	三个月
3	输出量线性	相邻两档间	$\pm 10.0\%$ 内	$\pm 10.0\%$ 内	—	—
4	有用线束半值 层/mm Al	80 kV	≥ 2.3	≥ 2.3	—	—
5	曝光时间指示 的偏离	$t \geq 100$ ms	$\pm 10.0\%$ 内	—	$\pm 10.0\%$ 内	三个月
		$t < 100$ ms	± 2.0 ms 内或 $\pm 15.0\%$ 内	—	± 2.0 ms 内或 $\pm 15.0\%$ 内	三个月
6	自动曝光控制 响应(两种方法 选一种)	影像光密度	平均值 ± 0.3 OD 内	平均值 ± 0.3 OD 内	基线值 ± 0.3 OD 内	三个月
		空气比释动能	平均值 $\pm 20.0\%$ 内	平均值 $\pm 20.0\%$ 内	基线值 $\pm 25.0\%$ 内	三个月
7	自动曝光控制 重复性(两种方 法选一种)	曝光后 mAs 读数	$\leq 10.0\%$	$\leq 10.0\%$	—	—
		影像光密度	平均值 ± 0.2 OD 内	平均值 ± 0.2 OD 内	—	—
8	有用线束垂直 度偏离	检测筒和检 测板	$\leq 3^\circ$	$\leq 3^\circ$	$\leq 3^\circ$	三个月
9	光野与照射野 四边的偏离/cm	1 m SID	任一边 ± 1.0 内	任一边 ± 1.0 内	任一边 ± 1.0 内	三个月
10	光野与照射野 中心的偏离/cm	1 m SID	± 1.0 内	± 1.0 内	± 1.0 内	三个月

A.2 CR 系统的专用检测项目与技术要求应符合表 A.2 的要求。

表 A.2 CR 系统的专用检测项目与技术要求

序号	检测项目	验收检测 判定标准	状态检测 判定标准	稳定性检测	
				判定标准	周期
1	IP 暗噪声	指示值应在规定值范围内,影像均匀,无伪影	指示值应在规定值范围内,影像均匀,无伪影	指示值应在规定值范围内,影像均匀,无伪影	一周
2	IP 响应均匀性和一致性	±10.0%(单板与多板)内	±10.0%(单板与多板)内	±10.0%(单板与多板)内	半年
3	剂量指示校准	±20.0%(单板)内 ±10.0%(多板)内	±20.0%(单板)内 ±10.0%(多板)内	—	—
4	IP 响应线性	±20.0%内	±20.0%内	—	—
5	激光束功能	无颤动或颤动在±1 像素尺寸内	—	—	—
6	空间分辨力与分辨力均匀性	$R_{\text{水平}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$ $R_{\text{垂直}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$ 网格影像均匀,无模糊区域,无混叠伪影	$R_{\text{水平}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$ $R_{\text{垂直}}/f_{\text{Nyquist}} > 0.9$	—	—
7	低对比度细节检测	建立基线值	基线值±2 个细节变化	基线值±2 个细节变化	半年
8	空间距离准确性	±2.0%内	±2.0%内	±2.0%内	半年
9	IP 擦除完全性	不存在铅板幻影,达到暗噪声规定值	—	不存在铅板幻影,达到暗噪声规定值	半年

附录 B

(资料性附录)

四个生产厂 CR 系统 IP 的技术要求示例

B.1 四个生产厂提供的 CR 系统 IP 响应量($K_{\text{响应}}$)的计算公式见表 B.1。表 B.1 四个生产厂提供的 CR 系统 IP 响应量($K_{\text{响应}}$)的计算公式^a

项目	爱克发医疗 (Agfa) ^b	富士胶片 (Fuji)	柯尼卡-美能达 (Konica-Minolta)	锐珂医疗 ^c (Carestream Health)
剂量指示表示的量与符号	扫描平均水平 SAL 基于对数的扫描平均水平 SAL-log 基于对数的像素值指数 PVI-log	感度值 S	感度值 S	照射量指数 EI
响应空气比释动能($K_{\text{响应}}$)计算公式	(a) $K_{\text{响应}}(\mu\text{Gy})$ $=6.17 \times 10^{-6} \times \text{SAL}^2$ (12 bit) (b) $K_{\text{响应}}(\mu\text{Gy})$ $=6.17 \times 10^{-6} \times 10^{[(\text{SAL}-\log/10\ 000)+3.947\ 8]}$ (15 bit) (c) $K_{\text{响应}}(\mu\text{Gy})$ $=9.473 \times 10^{-8} \times 10^{[(\text{PVI}-\log+64\ 460)/13\ 287.5]}$ (16 bit)	$K_{\text{响应}}(\mu\text{Gy})$ $=1\ 740/S$	$K_{\text{响应}}(\mu\text{Gy})$ $=1\ 740/S$	$K_{\text{响应}}(\mu\text{Gy})$ $=8.7 \times 10^{[(EI-2\ 000)/1\ 000]}$

^a 响应空气比释动能($K_{\text{响应}}$)的计算公式因各生产厂家的新产品问世可能会发生变化。

^b Agfa 的三个曝光指数计算公式,分别使用不同的 CR 阅读器和 CR 工作站,并且适用于所选定数值范围,如 12 bit,15 bit 和 16 bit,在对一台 Agfa CR 机进行检测时,首先要弄清楚生产厂家所提供设备的上述特性,以及工作站上所显示出是哪一种曝光指数而定。

^c “锐珂医疗”原名称为“柯达”(“Kodak”),其先后生产的各种类型 CR 系统的 IP 性能没有改变。

B.2 四个生产厂推荐 CR 系统 IP 的检测项目及其技术要求应符合表 B.2。

表 B.2 四个生产厂推荐 CR 系统的检测项目及其技术要求

检测项目	爱克发医疗 (Agfa)	富士胶片 (Fuji)	柯尼卡-美能达 (Konica-Minolta)	锐珂医疗 (Carestream Health)
IP 处理条件	系统诊断(system diagnosis) 平野(flat field) 感度等级(speed class)=200	检验(Test) 感度(Sensitivity) (L=1) 半-EDR ^a (Semi-EDR)	检验(Test)1 G=40	模式(Pattern)
暗噪声	SAL \leq 134 (VIP、QS 和 NX2.0 版本) SAL-Log 或 PVL-Log \leq 3 064 (NX2008 及以后版本) PVI-Log 或 SAL-Log \leq 4 159 (CR3-X 版本) PVI-Log \leq 17 500 (CR10-X/DX-G/DX-M 等版本)	S=200	平均像素值 (PV _{average}) $<$ 1.0 平均像素值标准偏差 (PVSD) $<$ 1.0	柔性 IP: 平均像素值 (APV) $>$ 3 994 最大像素值(APV _{Max}) $<$ 4 094 标准偏差 (PVSD) $<$ 2.5 刚性 IP: EI $<$ 150
IP 剂量指示校准/ 响应线性的 曝光条件	75 kVp, 1.5 mm Cu 滤过, 无延迟读取	80 kVp, 无滤过, 10 min 延迟读取	80 kVp, 无滤过, 2 min 延迟读取	80 kVp, 0.5 mm Cu+1 mm Al 滤过, 15 min 延迟读取
极限分辨力 ($f_{Nyquist}$) (lp/mm)	3.3	5(18 cm \times 24 cm, 100 μ m 像素) 3.3(24 cm \times 35 cm, 150 μ m 像素) 2.5(35 cm \times 43 cm, 200 μ m 像素)	5.6 (87.5 μ m 像素)	\geq 2.8
^a Semi-EDR 全称为“半自动模式的曝光数据识别”(Semiautomatic Mode-Exposure Data Recognizer)。它是在曝光后成像板参数第一个预处理环节。				

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

CR 系统专用检测项目所需要的设备与用具见表 C.1。

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 OD 范围内读数一致性在 ±0.02 内
3	空间分辨力测试卡	2	扇形或线对, 0.6 lp/mm ~ 10 lp/mm (推荐铅厚度为 0.1 mm)
4	低对比度细节检测模体	1	可选用多种, 如 DIGI-13、Leeds TO-16、UAB 或者 CDRAD 等模体
5	屏一片密着检测板	1	普通 X 射线摄影用细金属丝网格板
6	钢尺	2	长约 30 cm, 宽 2 cm ~ 3 cm, 1 mm 刻度间距
7	嵌铅刻度米制直尺(称铅尺)	2	长约 10 cm, 宽 2 cm ~ 3 cm, 1 mm 刻度间距
8	放大镜	1	10 倍 ~ 20 倍
9	铜滤过板	2	厚度 0.5 mm, 20 cm × 20 cm 一块 厚度 1.5 mm, 20 cm × 20 cm 一块
10	铝滤过板	1	厚度 1.0 mm, 20 cm × 20 cm
11	铅块	1	厚度 > 3 mm, 4 cm × 4 cm
12	测量用卷尺	1	长度 > 2 m
13	固定用胶带	1	—
14	铅橡胶围裙	1	大于 35 cm × 34 cm, 0.5 mm 铅当量

参 考 文 献

- [1] AAPM Report No93:《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 12,Diagnostic X-ray Imaging Committee(2002)
-