

ICS 13.100  
C 57

# WS

## 中华人民共和国卫生行业标准

WS 76—2011  
代替 WS/T 76—1996, WS/T 189—1999

### 医用常规 X 射线诊断设备影像 质量控制检测规范

Specifications for testing of image quality control  
in medical X-ray diagnostic equipment

2011-04-06 发布

2011-09-30 实施



中华人民共和国卫生部 发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 质量保证计划的制定与实施 .....	3
5 质量控制检测 .....	3
6 检测结果评价及处理 .....	4
7 质量保证的记录和资料 .....	4
8 检测项目及技术要求 .....	4
9 X射线摄影设备的质量控制检测方法 .....	4
10 X射线透视设备质量控制检测方法 .....	8
附录 A (规范性附录) X射线摄影设备的检测项目与技术要求 .....	11
附录 B (规范性附录) X射线透视设备的检测项目与技术要求 .....	13
附录 C (资料性附录) 若干检测配件和检测方法示意图 .....	15
参考文献 .....	18

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准第 4 章~第 8 章、附录 A 和附录 B 是强制性的,其余是推荐性的。

本标准代替 WS/T 189—1999《医用 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》与 WS/T 76—1996《医用 X 射线诊断影像质量保证的一般要求》。本标准是由 WS/T 189—1999 与 WS/T 76—1996 整合修订而成。自本标准实施之日起,WS/T 189—1999 和 WS/T 76—1996 废止。

本标准的第 4 章~第 7 章集中反映了原标准 WS/T 76—1996 的内容,第 8 章~第 10 章反映的是 WS/T 189—1999 标准的内容。与 WS/T 76—1996、WS/T 189—1999 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 修改了测量输出量重复性的曝光次数,并把 80 kV 时每 100 mAs 的输出量修改为 80 kV 时每管电流时间积的输出量;
- 删除了普通 X 射线体层摄影机的检测;
- 修改了管电压指示偏离要求的控制值;
- 修改了辐射输出量稳定性检测要求的控制值和周期;
- 增加了状态检测对辐射输出量的要求;
- 增加了稳定性检测对辐射输出量重复性的要求;
- 修改了稳定性检测对自动曝光控制功能要求的控制值;
- 增加了自动照射量控制重复性的检测与评价;
- 增加了 SID 的检测方法;
- 修改了 SID 值偏离要求的控制值;
- 删除了稳定性检测对 SID 值偏离的要求;
- 修改了光野与照射野四边偏离的评价方法;
- 增加了光野与照射野中心偏离的检测与评价。

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:岳保荣、尉可道、范瑶华、刘澜涛、王建超。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- WS/T 76—1996;
- WS/T 189—1999。

# 医用常规 X 射线诊断设备影像 质量控制检测规范

## 1 范围

本标准规定了医用常规 X 射线诊断影像质量保证的一般要求、医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测的项目、技术要求及检测方法。

本标准适用于医用常规 X 射线诊断影像的质量控制检测。小型便携 X 射线机可参照使用。

本标准不适用于计算机体(断)层摄影(CT)、数字减影血管造影(DSA)、乳腺 X 射线摄影及牙科机的质量控制检测。也不适用于医用常规 X 射线诊断设备生产过程中的质量控制检测。

本标准部分内容(第 9 章和附录 A)适用于计算机 X 射线摄影(CR)和数字 X 射线摄影(DR)的质量控制检测;本标准其他内容不适用于 CR 和 DR。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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。

YY/T 0063 医用电气设备 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文件。

### 3.1

#### 质量保证 quality assurance

为获得稳定的高质量的 X 射线影像,同时又使人员受照剂量和所需费用达到合理的最低值所采取的有计划/system行动。

### 3.2

#### 质量控制 quality control

通过对 X 射线诊断设备的性能检测和维护,对 X 射线影像形成过程的监测和校正行动,保证影像质量的技术。

### 3.3

#### 质量管理 quality management

为使质量保证计划得以贯彻实施,使各种检测能正常进行,其结果得到评价,相关的校正行动得以实施而采取的管理措施。

### 3.4

#### 验收检测 acceptance tests

X 射线诊断设备安装完毕或重大维修后,为鉴定其性能指标是否符合约定值而进行的质量控制检测。

3.5

**状态检测 status tests**

对运行中的设备,为评价其性能指标是否符合要求而定期进行的质量控制检测。

3.6

**稳定性检测 constancy tests**

为确定 X 射线设备或在给定条件下获得的数值相对于一个初始状态的变化是否符合控制标准而进行的质量控制检测。

3.7

**焦点-影像接收器距离 focal spot to image receptor distance SID**

有效焦点的基准平面至基准轴线与影像接收平面相交点的距离。

3.8

**加载因素 loading factor**

其数值能影响 X 射线管负载的各个因素,例如:X 射线管电流、加载时间(曝光时间)、阴极等效输入功率、X 射线管电压及纹波率。

3.9

**自动照射量控制 automatic exposure control AEC**

**自动曝光控制**

在 X 射线发生装置中,通过一个或几个加载因素自动控制,以便在预选位置上获得理想照射量的操作方法。

3.10

**自动亮度控制 automatic brightness control ABC**

在 X 射线透视设备中,通过对 X 射线发生装置及影像增强器和电视显示系统的一个或几个因素的控制来控制照射量率及影像亮度的操作方法。

3.11

**聚焦滤线栅 focused grid**

各栅条的延长平面在特定的焦距处会聚成一条线的滤线栅。

3.12

**聚焦距离 focusing distance**

聚焦滤线栅的各栅条延长平面会聚于一条线,该线与滤线栅入射面之间的垂直距离。

3.13

**高对比分辨率 high contrast resolution**

**空间分辨率 spatial resolution**

在特定条件下,特定线对组测试卡影像中用目力可分辨的最小空间频率线对组,其单位为 lp/mm。

3.14

**低对比分辨率 low contrast resolution**

可以从一均匀背景中分辨出来的特定形状和面积的低对比度微小目标。

3.15

**辐射输出 radiation output**

离焦点某一给定距离的 X 射线有用束单位电流时间产生的空气比释动能(mGy/mAs)。

3.16

**基线值 baseline value**

设备性能参数的参考值。试运行后状态检测合格得到的数值,或由相应标准给定的数值。

## 4 质量保证计划的制定与实施

4.1 医疗单位应建立质量保证组织,制定、实施并定期修订 X 射线诊断影像质量保证计划。

4.2 质量保证计划中,主要包括:

- a) 健全的质量保证组织和明确的职责分工;
- b) 人员培训和资格考核;
- c) X 射线诊断影像质量评价的标准、方法和制度;
- d) X 射线诊断设备的质量控制的方法和要求;
- e) 有关程序和结果的书面记录。

## 5 质量控制检测

### 5.1 质量控制一般说明

质量控制检测分为验收检测、状态检测及稳定性检测。质量控制一般采用非介入检测方法。质量控制检测中任何时候都不应超过 X 射线管组件最大功率额定值。

### 5.2 对剂量仪器的要求

检测用计量仪器应根据有关规定进行检定,检测结果应有溯源性。

### 5.3 对检测模体的要求

本标准中使用的检测模体由衰减层和结构元件组成,它们可以独立或组合方式使用。用于检测的模体尺寸应至少大到在所适用检测条件下足以使全部有用线束得到衰减。

### 5.4 对检测单位的要求

验收检测和状态检测应由取得资质的技术机构进行。

### 5.5 验收检测要求

5.5.1 X 射线诊断设备安装完毕或重大维修后,应进行验收检测。设备状态检测中发现某项指标不符合标准,但无法判断原因时,应采取进一步的验收检测方法进行检测。

5.5.2 X 射线诊断设备验收检测前,应有完整的技术资料,包括订货合同或双方协议、供货方提供的设备手册或组成清单、设备性能指标、使用说明书或操作维修规范。

5.5.3 验收检测应按照本标准,或按照购买合同所约定的技术要求进行检测。

5.5.4 验收检测应由供货商、医疗卫生单位协助有资质的第三方共同实施。

### 5.6 状态检测要求

5.6.1 X 射线诊断设备应每年进行状态检测。稳定性检测结果与基线值的偏差大于控制标准,又无法判断原因时也应进行状态检测。

5.6.2 验收检测合格的 X 射线诊断设备在一段试运行期后进行状态检测,并建立相关参数的基线值。

5.6.3 状态检测应由有资质的单位实施检测。

### 5.7 稳定性检测要求

5.7.1 状态检测合格的 X 射线诊断设备,在使用中应按标准进行定期的稳定性检测。

5.7.2 每次稳定性检测应尽可能使用相同的设备并作记录；各次稳定性检测中，所选择的曝光参数及检测的几何位置应严格保持一致。

5.7.3 稳定性检测应由医疗卫生单位自身实施检测。

## 6 检测结果评价及处理

6.1 评价各类检测结果时应与相应的标准或合同进行比较。

6.2 检测结果不符合相应标准或合同时按照如下程序处理：

- a) 任一检测结果不符合相应标准或合同时，应立即重复该项检测；
- b) 重复检测结果仍不符合相应标准或合同时，应认真检查检测设备及检测方法的可靠性；
- c) 如有必要，应采用进一步的检测方法进行验证；
- d) 经验证，确实不符合相应标准或合同时，应采取以下措施：
  - 1) 可校正的电器参数及几何条件应立即进行校正；
  - 2) 涉及系统部件性能，或可能涉及部件性能时，应增加检测频率，进一步判断不符合标准的原因。

6.3 检测中被查明的可能影响影像质量和患者剂量的问题必须加以校正。如无法校正，应考虑更换部件、限制使用范围或更换设备。

## 7 质量保证的记录和资料

7.1 X射线诊断设备的各类检测结果、发现的问题、采取的措施及其效果的记录，应在设备使用期间长期保存。设备转让时，记录应随同设备一起转移。设备淘汰时，应根据记录的利用价值决定处理措施。

7.2 X射线诊断部门保存有关X射线诊断设备的资料。当设备的整套资料存放在负责设备管理或维修部门时，使用部门必须有设备使用说明书。

7.3 X射线诊断工作的医技人员应能及时了解到所用设备的质量控制最新检测结果。

## 8 检测项目及技术要求

8.1 X射线摄影设备的检测项目及技术要求应符合附录A的要求。

8.2 X射线透视设备的检测项目及技术要求应符合附录B的要求。

8.3 新安装X射线诊断设备的验收检测结果应符合随机文件中所列产品性能指标、双方合同或协议中技术条款，但不得低于本标准附录A及附录B的要求。供货方未规定的项目应符合本标准的要求。

## 9 X射线摄影设备的质量控制检测方法

9.1 X射线管电压指示的偏离

9.1.1 采用数字式高压测量仪进行检测。检测时，按照高压测量仪说明书进行操作。

9.1.2 应根据所检测设备的高压发生器类型、检测参数等对数字式高压测量仪进行相应设置。

9.1.3 验收检测时，在允许最大X射线管电流的50%或多一些，加载时间约为0.1s的条件下，至少应进行60kV、80kV、100kV或电压接近这些值的各档测量。状态检测时测80kV和临床常用其他管电压档。

9.1.4 上述加载因素为最小，加载因素的选择应考虑被检设备的实况和临床应用情况，以便充分检测X射线管电压、加载时间和管电流的相互关系，确定设备和技术条件与用户需要的一致性。

9.2 辐射输出量及其重复性、线性(管电流时间积互换性)和有用线束的半值层。

9.2.1 检测半值层应采用纯度不低于 99.9%,厚度尺寸误差±0.1 mm 范围内的标准铝吸收片。

9.2.2 调节焦点距为 100 cm[小型便携机及透视实时摄影(点片)系统可采用实际 SID 值],检查床上设置照射野为 10 cm×10 cm,中心线束与台面垂直,照射野内放置一块铅板。

9.2.3 将探测器放在检查床上照射野中心的铅板上,以 80 kV,适当的管电流时间积照射 5 次,计算 80 kV 时每管电流时间积的输出量,建立基线值时,以此 5 次的平均值作为基线值,并以式(1)计算输出量的重复性。

$$CV = \frac{1}{\bar{K}} \sqrt{\sum (K_i - \bar{K})^2 / (n - 1)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

CV——变异系数,%;

$K_i$ ——每次输出量的测量值,mGy/mAs;

$\bar{K}$ —— $n$ 次输出量测量值的平均值,mGy/mAs;

$n$ ——输出量的测量总次数。

9.2.4 分别将不同厚度(0 mm,1 mm~5 mm)的铝吸收片放在检查床上方 50 cm(或 1/2 SID)处,用同样的条件进行照射,依次测量并记录空气比释动能,并求得 80 kV 的半值层。

9.2.5 测量 80 kV、常用管电流时间积档的辐射输出量(mGy/mAs),改变管电流和时间,并要使得改变管电流和时间后的积与改变前的管电流和时间积相同或近似,并测量每次改变后的辐射输出量,计算各相邻两档间的线性,如式(2)所示。

$$L_{12} = \frac{\frac{\bar{K}_1}{I_1 t_1} - \frac{\bar{K}_2}{I_2 t_2}}{\frac{\bar{K}_1}{I_1 t_1} + \frac{\bar{K}_2}{I_2 t_2}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$L_{12}$ ——相邻两档间的线性度;

$t_1$ ——1 档的曝光时间,s;

$t_2$ ——2 档的曝光时间,s;

$I_1$ ——1 档的电流,mA;

$I_2$ ——2 档的电流,mA。

### 9.3 曝光时间指示的偏离

采用数字式曝光计时仪器测量曝光时间,具体条件按仪器操作说明书进行。时间测量应重点检测临床常用时间档。

### 9.4 自动照射量控制响应

9.4.1 将装有胶片的胶片盒置于胶片盒架,调节照射野尺寸,使其与胶片盒匹配。将一块 20 mm 厚度铝板放在照射野中,调节照射野小于铝板的尺寸,在自动曝光条件下进行照射。

9.4.2 然后将 1.5 mm 厚度的铜板置于前一块铝板上,更换胶片后进行第二次照射。测试具有自动分格功能的点片装置时,可直接在照射野内放置铝板或铝板加铜板进行照射,无需更换胶片。

9.4.3 对于可人工选择管电压,系统自动控制管电流时间积的设备,应在不同管电压设置的条件下,选择上述测试。例如,在 60 kV、80 kV、100 kV 共进行六次照射。进行本检测时,焦点距应根据实际使用条件确定。

9.4.4 冲洗每次曝光的胶片,用光密度计分别测试各张胶片或胶片中各分格的光密度。评价时,将 20 mm 铝板曝光胶片的光密度与 20 mm 铝板加 1.5 mm 铜板曝光胶片的光密度相比较,二者光密度的差值不能超过规定的数值。建立基线值时,将上述二者的光密度平均值作为基线值。

9.4.5 本指标也可用剂量仪测量铝和铝加铜衰减体后面的空气比释动能的方法进行检测。把探头放

在射野的中心位置。评价的方法与光密度法相同。

9.5 自动照射量控制重复性

9.5.1 将无胶片的胶片盒置于胶片盒架,调节照射野尺寸,使其与胶片盒匹配。将一块 20 mm 厚度铝板放在照射野中,调节照射野小于铝板的尺寸,在自动曝光条件下进行照射。重复曝光 5 次,每次曝光后及时记录管电流时间积(mAs)读数。

9.5.2 以式(3)计算 5 次曝光(mAs)读数的重复性。

$$CV = \frac{1}{K} \sqrt{\sum (D_i - \bar{D})^2 / (n - 1)} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- CV —— 变异系数, %;
- $D_i$  —— 第  $i$  次曝光管电流时间积读数值, mAs;
- $\bar{D}$  ——  $n$  次曝光管电流时间积读数值平均值, mAs;
- $n$  —— 曝光读取电流时间积(mAs)总次数。

9.5.3 此项指标也可以用照射胶片的光密度来评价。将装有胶片的胶片盒置于胶片盒架,调节照射野尺寸,使其与胶片盒匹配。将一块 20 mm 厚度铝板放在照射野中,调节照射野小于铝板的尺寸,在自动曝光条件下进行照射。

9.5.4 所有条件不变,只更换暗盒,共照射三张 X 射线照片,并进行冲洗。

9.5.5 对三张冲洗后的照片分别测量相同位置的光密度,并作好记录。对测量得到的三个光密度值分别与平均值进行比较。

9.6 X 射线摄影机的几何学特性

9.6.1 几何特性检测包括:

- a) 有用线束与影像接收器平面的垂直度的偏离;
- b) 灯光照射野与 X 射线照射野中心的偏离;
- c) 灯光照射野与 X 射线照射野四边的偏离;
- d) 照射野与影像接收器尺寸的偏差;
- e) 焦点到影像接收器之间距离(SID)指示的偏离。

9.6.2 可采用准直度检测板(简称检测板)和线束垂直度测试筒(简称检测筒)(参见附录 C 图 C.1 和图 C.2)进行检测。

9.6.3 将一块 24 cm×30 cm 装有胶片的暗盒放在检查床上,盒上放置检测板,然后将检测筒放在检测板上,检测筒的中心与检测板的中心对准。

9.6.4 调节焦片距为 100 cm(或常用胶片距),用手动方式将光野中心与检测板上的中心对准;然后,再将光野边界与检测板上 18 cm×24 cm 的长方框刻线重合,如重合不了,则记下光野与检测板刻线的距离。如 X 射线机采用自动光阑控制,将一块 18 cm×24 cm 的空胶片盒放在胶片盒架上,观察此时的光野边界在检测板上对应的刻度。选用适当的条件进行照射,使冲洗后的胶片影像光密度为 1.0~1.8。

9.6.5 将光野放大到 24 cm×30 cm,其他条件不变,再用同样的条件照射一次后冲洗胶片。

9.6.6 按以下方法进行数据处理:

- a) 测量焦台距与台面到胶片盒上表面的距离之和为焦片距, cm;
- b) 观察检测筒上下两钢珠影像间的位置。当检测板上中心小圆半径为检测筒高度的 0.05 倍,大圆半径为其 0.10 倍时,检测筒上表面中心钢珠的影像落在小圆影像内时,垂直度偏差小于 3°,落在大圆影像内时,垂直度偏差小于 6°;
- c) 上述检测影像中,光密度较大的区域为照射野,线条方框中为光野(参见附录 C 图 C.3)。测出横轴上的偏离  $a_1$ 、 $a_2$ ,纵轴上的偏离  $b_1$ 、 $b_2$ ,以及照射野中心  $C_R$  和光野中心  $C_L$  的偏离  $c$ 。

9.6.7 为检测自动光阑控制时照射野与影像接受器尺寸的偏差,将一装有胶片的 35 cm×35 cm 胶片

盒放在检查床中心线上,检测板放在胶片上,两者中心对准。将一个 18 cm×24 cm 胶片盒放在胶片盒架上。选用适当的照射条件进行照射,使冲洗后的胶片影像光密度范围为 1.0~1.8。

9.6.8 根据床上胶片影像照射野中检测板的刻度推算出胶片盒中影像的照射野形状和尺寸(参见附录 C 图 C.4)。测量横轴上的偏差  $c_1$ 、 $c_2$  和纵轴上的偏差  $d_1$ 、 $d_2$ 。

9.6.9 为检测焦点到影像接受器之间距离(SID)指示的偏离,将装有胶片的暗盒置于暗盒托盘上,仔细对好中心位置。把暗盒托盘向里推四分之三,用尺子测量诊视床台面至暗盒上表面的距离,并作好记录。

9.6.10 把 SID 检测筒置于诊视床上(参见附录 C 图 C.5),使得光野中心、SID 检测筒中心以及暗盒中心于一垂直线上,锁住全部地位锁,暗盒托盘全部推进去,光野四边每边距 SID 检测筒约 4 cm。

9.6.11 选用适当的照射条件进行照射,取照后的胶片进行冲洗(冲洗后的胶片影像光密度范围为 1.0~1.8)。

9.6.12 参见附录 C 图 C.6,按如下公式计算焦点到影像接收器之间距离(SID)指示的偏离  $L(\%)$ :

$$L = \frac{SID_s - SID_m}{SID_m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$SID_s$  ——SID 预置值;

$SID_m$  ——SID 测量值。

$$SID_m = \frac{I(h+p)}{I-O} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$I = (I_L + I_T)/2 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$h$  ——SID 检测筒的高度;

$p$  ——诊视床台面至托盘上暗盒顶表面距离;

$O$  ——SID 检测筒顶部两条线间距;

$I_L$  ——检测筒顶部影像纵向两条线间距;

$I_T$  ——检测筒顶部影像横向两条线间距。

## 9.7 聚焦滤线栅与有用线束中心对准

9.7.1 可参见附录 C 图 C.7 所示的滤线栅对中心测试板及两块能同时覆盖四个大孔区域的小铅板进行测量。

9.7.2 将测试板放在检查床上,使其上轴与检查床的长轴垂直,中心孔对准床的中心(参见附录 C 图 C.8)。

9.7.3 将装有胶片的胶片盒装入胶片盒架。调节 SID 与会聚滤线栅的会聚距离一致。用两块小铅板盖住两边的四个大孔。将照射野的中心对准中间的大孔。用适当的条件进行照射,使冲洗后的圆孔区域影像的光密度为 1.0~2.0。

9.7.4 在垂直于床中心线的方向移动 X 射线管,逐个改换照射野中心所对准大孔的位置,用铅板覆盖其余大孔,以同样的条件进行照射。

9.7.5 冲洗胶片后测试五个大孔影像的光密度,如中心孔影像光密度最高,两侧各孔影像光密度对称分布,可以认为滤线栅中心对准;如两侧光密度不对称,但偏离小于 13 mm,这时判为无明显不对准。如中心孔影像的光密度低于其旁边的孔,则判为明显不对准。

## 9.8 X 射线管的有效焦点

9.8.1 可使用星卡进行验收检测。在仲裁时应采用 YY/T 0063 要求的狭缝检测方法。

9.8.2 将星卡固定在限束装置的下方,星卡所在平面与有用线束垂直,其中心与有用线束中心重合。

9.8.3 以 75 kV,X 射线管额定阳极功率的 50%对应的管电流,选择适当的管电流时间积及表 1 中建议的放大倍数拍摄星卡影像。

表 1 用星卡测量有效焦点时建议采用的放大倍数

标称焦点尺寸 mm	建议放大倍数
$F \leq 0.6$	5
$0.6 < F \leq 1.0$	3
$1.0 < F \leq 2.0$	2
$2.0 < F \leq 4.5$	1.5

9.8.4 测量星卡影像的直径  $S(\text{mm})$ , 纵向和横向模糊带最大直径  $Z_L(\text{mm})$ 、 $Z_W(\text{mm})$ 。

9.8.5 按式(7)、式(8)、式(9)计算, 用  $2^\circ$ 星卡测得有效焦点尺寸。

$$F_w = \frac{Z_w}{28.65} \times \frac{1}{M-1} \dots\dots\dots(7)$$

$$F_L = \frac{Z_L}{28.65} \times \frac{1}{M-1} \dots\dots\dots(8)$$

$$M = \frac{S}{r} \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- $F_w$  —— 焦点横向直径, mm;
- $F_L$  —— 焦点纵向直径, mm;
- $Z_w$  —— 星卡影像模糊带横向直径, mm;
- $Z_L$  —— 星卡影像模糊带纵向直径, mm;
- $M$  —— 星卡影像的放大倍数;
- $S$  —— 星卡影像直径, mm;
- $r$  —— 星卡直径, mm。

10 X 射线透视设备质量控制检测方法

10.1 透视受检者入射体表空气比释动能率典型值

10.1.1 按表 2 所列测量条件检测不同类型 X 射线机的受检者入射体表空气比释动能率典型值。检测时, 将衰减层放置在探测器和影像增强器之间, 探测器直接放在水模上, 铜板放在影像增强器一侧。

表 2 X 射线机受检者入射体表空气比释动能率检测条件

机器类型	探测器位置	影像增强器位置	有自动照射量率控制 (AERC) 的透视条件	无 AERC 的透视条件
普通荧光屏	床上			70 kV, 3 mA
影像增强器 X 射线管头在床下	床上 30 cm	距焦点最近	200 mm 水	70 kV, 1 mA
影像增强器 X 射线管头在床下	床上	距床面 30 cm	200 mm 水	70 kV, 1 mA
影像增强器 C 形臂	影像增强器前 30 cm	影像增强器	200 mm 水	70 kV, 1 mA

10.1.2 验收检测时,应在影像增强器不同放大倍率和不同透视模式(连续透视、脉冲透视;高、中、低条件透视等)下进行检测。状态检测和稳定性检测可在常用条件下检测。

10.2 透视受检者入射空气比释动能率最大值

10.2.1 只有使用影像增强器进行透视,又有自动亮度控制系统时,才必须测量本参数。

10.2.2 在 10.1.1 检测条件下,铝板上加一块 2 mm 厚的铅板(或关闭影像增强器),应在各种透视模式下测量受检者入射体表空气比释动能率最大值。

10.3 透视荧光屏的灵敏度

10.3.1 可采用测量下限为 0.01 cd/m<sup>2</sup> 的荧屏亮度计和剂量仪进行检测。

10.3.2 将剂量计的探测器紧贴荧光屏入射面对照射野(如有滤线栅,应在其后面)。以 60 kV, 3 mA 照射,测得荧光屏入射面的空气比释动能率  $K$ 。

10.3.3 在相同照射条件下,用亮度计测量荧光屏的亮度  $b$ 。

10.3.4 按式(10)计算荧光屏的灵敏度:

$$B = b/K \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$B$  ——荧光屏灵敏度, (cd/m<sup>2</sup>)/(mGy/min);

$b$  ——荧屏亮度, cd/m<sup>2</sup>;

$K$  ——荧屏入射面空气比释动能率, mGy/min。

10.4 空间分辨力

10.4.1 可采用线对卡进行检测。

10.4.2 对于使用荧光屏透视的 X 射线机,将测试卡紧贴在荧光屏的入射面上,以 70 kV, 3 mA 进行透视,从荧光屏上观察并记下能分辨的最大线对数。

10.4.3 对于使用影像增强器透视的 X 射线机,检测时应将线对卡紧贴在影像增强器的入射屏或放在检查床上,并使显示器中测试卡的线条影像与扫描线的方向成 45° 夹角,以最低条件(约 50 kV, 1 mA)进行透视。如果出现影像饱和现象(影像全白),可以在线对卡上放一块 20 mm 厚铝板。从显示器上观察并记下能分辨的最大线对数。

10.5 影像增强器系统的低对比分辨力

10.5.1 可使用由两块 18 cm×18 cm×2 cm 的铝板和一块 18 cm×18 cm×0.8 mm 的铝板,中间有两排直径为 1.5 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm 的圆孔的铝板组成的低对比度分辨力测试板进行检测。

10.5.2 将低对比度分辨力测试板放在 X 射线管和影像增强器之间,调整显示器的亮度对比度(如无自动照射量控制时,可同时调整 X 射线管电压、管电流),使测试板在显示器中的影像达到最佳状态,用目视法读出测试板孔径最小的孔(见 10.5.1)。

10.5.3 用低对比度分辨力测试板检测时,应设置照射野为 10 cm×10 cm。状态检测中,如不能分辨直径为 7 mm 的孔时,可使用一块厚铝板和带孔的薄铝板再重复测量一次,这时,圆孔与其周围是对比度由 2% 变为 4%。

10.6 影像增强器的入射屏空气比释动能率

10.6.1 在 X 射线管组件出线口放置一块厚 1.5 mm 的铜板,将照射野设置为最大,影像增强器距焦点最近(影像增强器在检查床上方时距检查床面 30 cm)。将探测器紧贴在影像增强器入射屏前,在自动亮度控制条件下,测量空气比释动能率。如无亮度自动控制系统,则在 70 kV, 1 mA 条件下测量。

10.6.2 上述测量应在影像增强器前无滤线栅的条件下进行,如有滤线栅,应对测量结果进行校正,一般可以除以 2。

10.7 影像增强器系统的自动亮度控制系统(ABC)

10.7.1 将一块厚 20 mm 的铝板放在检查床上,照射野调节到略小于铝板。在自动亮度控制条件下,用亮度计测试监视器的荧屏亮度。

10.7.2 增加一块 1.5 mm 厚度铜板,在不改变照射野尺寸、监视器亮度及对比度等控制旋钮状态条件下,再测量监视器荧光屏亮度。

10.7.3 改变照射野尺寸(约为原尺寸的一半),测量监视器荧屏亮度。

10.7.4 上述步骤中,如该系统通过改变管电压自动调节亮度,则应检测低管电流(例如 1 mA)和高管电流(例如 4 mA)两种情况下的管电压值及荧屏亮度。如该系统通过改变管电流自动调节亮度,则检测 80 kV 时的电流补偿情况。

#### 10.8 透视的照射野尺寸及中心对准

10.8.1 对于采用荧光屏透视的 X 射线机,其测定程序为:

- a) 将荧光屏推到距检查床最近处,将照射野设置为最大。这时,照射野应小于荧光屏;
- b) 在透视条件下,慢慢将荧光屏往远处拉,当最大照射野等于荧光屏大小时,锁住荧光屏位置。测量床面板到荧光屏后面板(与受检者身体接触的平面)的距离;
- c) 将照射野缩小到 1.5 cm×1.5 cm,测量照射野中心到荧光屏中心的距离。

10.8.2 对于采用影像增强器透视且 X 射线管在床下的 X 射线机,其测定程序为:

- a) 核查影像增强器与床下的 X 射线管组件,观察两者是否同步移动;
- b) 将准直测试板放在影像增强器前,板与影像增强器之间留有可放入一胶片盒的空隙;
- c) 将影像增强器放到距床面最近处,照射野设置为最大,在透视条件下,将影像增强器的中心对准测试板的中心,锁定影像增强器,从显示器观察影像中的最大刻度;
- d) 在测试板与影像增强器之间放置一块装有胶片的 20 cm×25 cm 的胶片盒,在透视条件下照射适当的时间,使冲洗后的胶片光密度为 0.5~2.0;
- e) 比较胶片影像的照射野尺寸与显示器中看到的测试板刻度;
- f) 将影像增强器拉倒距床面最远处,改用 25 cm×30 cm 的胶片盒重复上述测试。

10.8.3 对于 C 形臂或影像增强器在床下的 X 射线机,其测定程序为:

- a) 将准直测试板放在影像增强器上,设置焦点到影像增强器的距离为最近,照射野设置为最大,在透视条件下,将影像增强器的中心对准测试板的中心,从显示器中观察影像中最大刻度;
- b) 在测试板中心与影像增强器之间放置一装有胶片的 20 cm×25 cm 胶片盒,在透视条件下照射适当的时间,使冲洗后的胶片的光密度为 0.5~2.0;
- c) 比较胶片影像的照射野尺寸与显示器中看到的测试板刻度;
- d) 将焦点到影像增强器的距离设置为最大,重复上述测试。

10.9 X 射线透视机中实时摄影(点片)系统的管电压指示值的偏离、输出量及其重复性、线性、半值层、曝光时间、有效焦点尺寸、自动照射量控制等参数按 9.1~9.5 和 9.8 的方法进行检查检测。

附 录 A  
(规范性附录)

X 射线摄影设备的检测项目与技术要求

A.1 X 射线摄影设备的检测项目及技术要求应符合表 A.1 和表 A.2 的要求。

表 A.1 X 射线摄影设备的检测项目与技术要求

检测项目	检测方法 & 条件	验收检测要求	状态检测		稳定性检测		对应条款
			要求	周期	要求	周期	
管电压指示的偏离	数字式高压检测仪	±5% 或 ±5 kV 内, 以较大者控制	±5% 或 ±5 kV 内, 以较大者控制	1 年			9.1
输出量	剂量仪	建立基线值	基线值 ±20%	1 年	基线值 ±20%	3 个月	9.2
输出量重复性	测量 5 次	±10% 内	±10% 内	1 年	±10% 内	3 个月	9.2
输出量线性	相邻两档间	±10% 内	±10% 内	1 年			9.2
有用线束半值层(HVL)	80 kV	≥2.3 mmAl	≥2.3 mmAl	1 年			9.2
曝光时间指示的偏离	$t \geq 0.1$ s	±10% 内	±10% 内	1 年			9.3
	$t < 0.1$ s	±2 ms 内或 ±15% 内	±2 ms 内或 ±15%	1 年			
自动照射量控制响应(两种方法选一种)	影像光密度	±0.3 内	±0.3 内	1 年	基线值 ±0.3 OD	3 个月	9.4
	空气比释动能	±20% 内	±20% 内	1 年	基线值 ±25%	3 个月	
自动照射量控制重复性(两种方法选一种)	曝光后管电流时间积读数	平均值 ±20% 内	平均值 ±20% 内	1 年			9.5
	影像光密度	平均值 ±0.2 OD 内	平均值 ±0.2 OD 内	1 年			
SID 值的偏离		±1.5% 内	±1.5% 内	1 年			9.6
有用线束垂直度偏离		≤3°	≤3°	1 年	≤3°	3 个月	9.6
光野与照射野四边的偏离	1 m SID	任一边 ±1 cm 内	任一边 ±1 cm 内	1 年	任一边 ±1 cm 内	3 个月	9.6
光野与照射野中心的偏离	1 m SID	≤1 cm	≤1 cm		≤1 cm		9.6
照射野与影像接受器的偏离	1m SID	任一边 ±1 cm 内	任一边 ±1 cm 内	1 年			9.6
滤线栅与有用线束中心对准	SID 与会聚式滤线栅会聚距离一致	中心点密度最高, 两边密度对称	中心点密度最高, 两边密度对称	1 年			9.7
有效焦点尺寸	星卡或线对卡	见附录 A 表 A.2					9.8

表 A.2 标称焦点尺寸的允许值

标称焦点尺寸 $F$ mm	焦点尺寸允许值 mm	
	宽	长
0.1	0.10~0.15	0.10~0.15
0.15	0.15~0.23	0.15~0.23
0.2	0.20~0.30	0.20~0.30
0.25	0.25~0.38	0.25~0.38
0.3	0.30~0.45	0.45~0.65
0.4	0.40~0.60	0.60~0.85
0.5	0.50~0.75	0.70~1.10
0.6	0.60~0.90	0.90~1.30
0.7	0.70~1.10	1.00~1.50
0.8	0.80~1.20	1.10~1.60
0.9	0.90~1.30	1.30~1.80
1.0	1.00~1.40	1.40~2.00
1.1	1.10~1.50	1.60~2.20
1.2	1.20~1.70	1.70~2.40
1.3	1.30~1.80	1.90~2.60
1.4	1.40~1.90	2.00~2.80
1.5	1.50~2.00	2.10~3.00
1.6	1.60~2.10	2.30~3.10
1.7	1.70~2.20	2.40~3.20
1.8	1.80~2.30	2.60~3.30
1.9	1.90~2.40	2.70~3.50
2.0	2.00~2.60	2.90~3.70
2.2	2.20~2.90	3.10~4.00
2.4	2.40~3.10	3.40~4.40
2.6	2.60~3.40	3.70~4.80
2.8	2.80~3.60	4.00~5.20
3.0	3.00~3.90	4.30~5.60

附录 B  
(规范性附录)

X 射线透视设备的检测项目与技术要求

B.1 X 射线透视设备的检测项目及技术要求应符合表 B.1、表 B.2 和表 B.3 的要求。

表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求

检测项目	检测方法 & 条件	验收检测 要求	状态检测		稳定性检测		对应 条款
			要求	周期	要求	周期	
透视受检者入射体表空气比释动能率典型值 mGy/min	透视荧光屏	≤50	≤50	1 年			
	影像增强器	≤25	≤25	1 年	≤25	半年	
透视受检者入射体表空气比释动能率最大值 mGy/min	介入放射学用设备	≤100					
透视荧光屏灵敏度 $\frac{\text{cd/m}^2}{\text{mGy/min}}$		≥0.011	≥0.008	1 年			
高对比分辨力 lp/mm	透视荧光屏	≥0.8	≥0.6	1 年			
	影像增强器系统	见表 B.2	≥0.6	1 年	±20% 基线值	半年	
低对比分辨力	对比灵敏度测试卡	≤4%	≤5%	1 年	≤5%	半年	
	低对比分辨力测试板	≤2%, 7 mm	≤4%, 7 mm	1 年	≤4%, 7 mm	半年	
影像增强器入射屏前空气比释动能率 μGy/min		见表 B.3	见表 B.3	1 年			
影像增强器系统亮度自动控制	不同厚度衰减层时亮度变化	≤10%	≤15%	1 年	≤±30% 基线值	半年	
照射野与影像接受器中心偏差		≤2% SID					
最大照射野与普通荧光屏尺寸相同时的台屏距 mm		≤250					
透视影像小于影像增强器 mm		≤10					
透视方形野的长和宽		不得超过影像接受区直径					

表 B.2 影像增强器系统的空间分辨力要求

影像增强器输入屏尺寸 mm	350	310	230	150
水平中心分辨力不小于 lp/mm	0.8	1.0	1.2	1.4

表 B.3 影像增强器最大入射屏前空气比释动能率

影像增强器输入射屏直径 mm	350	310	230	150
入射屏前空气比释动能率 $\mu\text{Gy}/\text{min}$	30	48	60	134

附录 C

(资料性附录)

若干检测配件和检测方法示意图

若干检测配件和检测方法示意图见图 C.1~图 C.8。



图 C.1 检测筒和检测板

图 C.2 检测板

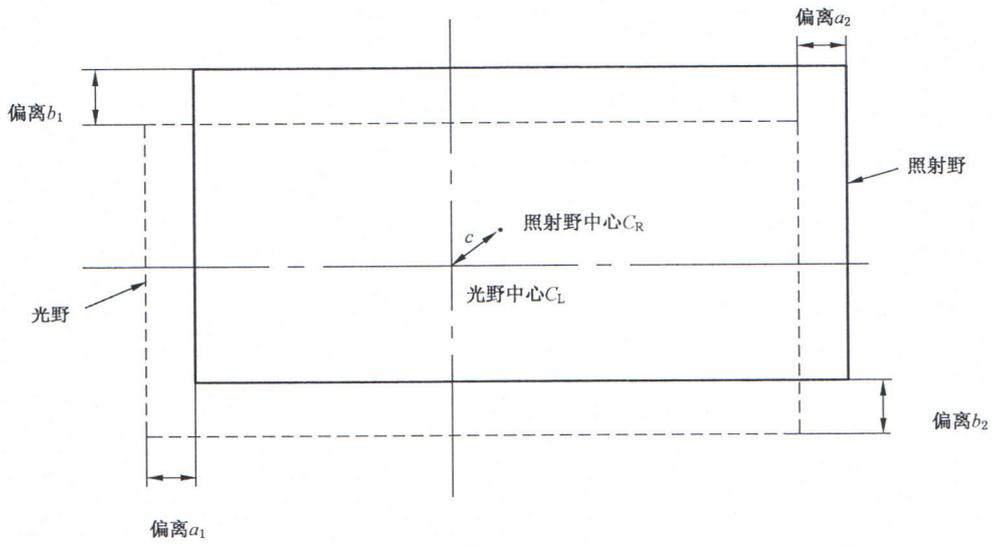


图 C.3 光野与照射野偏离

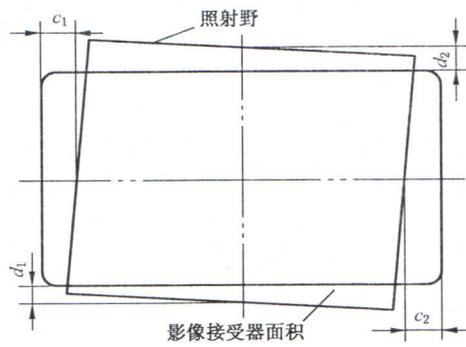


图 C.4 照射野尺寸与影像接受器面积的偏差

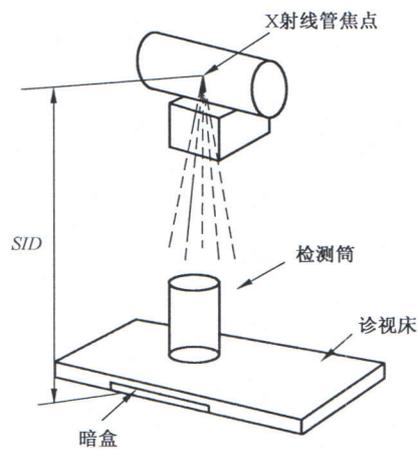


图 C.5 SID 检测筒放置示意图

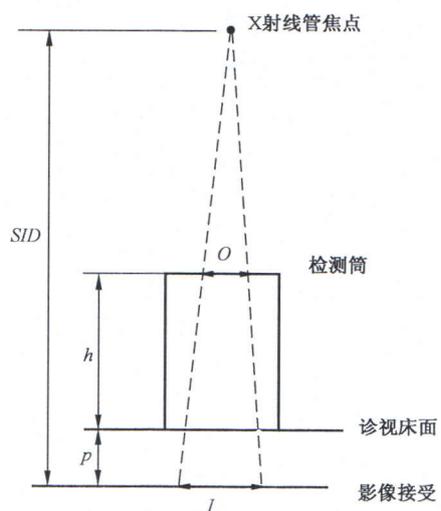


图 C.6 SID 检测几何位置示意图

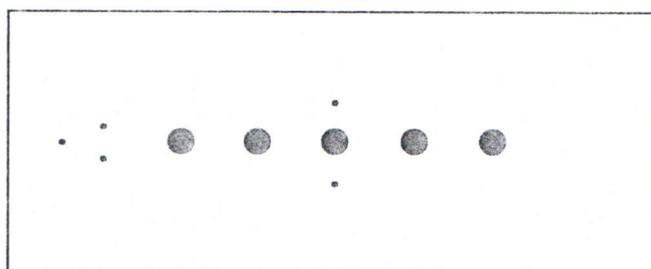


图 C.7 滤线栅中心对准检测板(孔径 10 mm, 孔间距 25 mm)

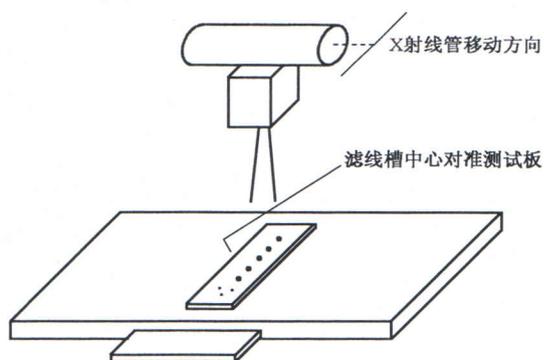


图 C.8 滤线栅中心对准检测装置摆放方法

参 考 文 献

- [1] (UK)IPEM report 91(2005)Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-Ray imaging Systems.
-