

T/WSJD

中国卫生监督协会团体标准

T/WSJD 91—2025

X 射线模拟定位设备质量控制检测规范

Specifications for testing of quality control
in X-ray simulators

2025 - 11 - 26 发布

2025 - 11 - 27 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 质量控制检测要求	2
5 X射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法	3
6 CT模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法	3
附录 A（规范性） X射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目及技术要求	4
附录 B（规范性） CT模拟定位机质量控制专用检测项目与技术要求	5
附录 C（规范性） X射线模拟定位设备参考坐标系示意图	6
附录 D（资料性） X射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目中相关检测模体及工具示意图	9
附录 E（资料性） CT模拟定位机质量控制专用检测项目中相关检测模体示意图	10
附录 F（资料性） 几种电子密度模体示例	11
附录 G（资料性） X射线模拟定位设备质量控制专用检测项目所需设备与工具	13
附录 H（资料性） X射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法	14
附录 I（资料性） CT模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法	17
参考文献	19

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国卫生监督协会提出并归口。

本文件起草单位：福建省职业病与化学中毒预防控制中心、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、广东省职业病防治院、北京市疾病预防控制中心、国家卫生健康委员会职业安全卫生研究中心、福建医科大学附属协和医院、福建医科大学孟超肝胆医院、龙岩市疾病预防控制中心、中国医学科学院放射医学研究所、福州市疾病预防控制中心。

本文件主要起草人：郑森兴、缪晓华、翁星、朱卫国、袁继龙、冯泽臣、黄伟旭、赵锡鹏、姚竹、王凯、刘盼、邹天禄、田超、翟贺争、苏丹华。

X 射线模拟定位设备质量控制检测规范

1 范围

本文件规定了X射线模拟定位设备质量控制检测的一般要求、检测项目及技术要求、检测方法。本文件适用于X射线模拟定位设备的质量控制检测，包括X射线常规模拟定位机、CT模拟定位机。本文件适用于经技术改造后用于放射治疗模拟定位的诊断用CT。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 17856 放射治疗模拟机 性能和试验方法
 WS 76 医用X射线诊断设备质量控制检测规范
 WS 519 X射线计算机体层摄影装置质量控制检测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

X 射线模拟定位设备 X-ray simulator

用于在正式放射治疗前模拟患者治疗状态，获取患者解剖信息的X射线影像设备。包括X射线常规模拟定位机和CT模拟定位机。

[来源：WS/T 831-2024，6.32，有修改]

3.2

参考坐标系 coordinate reference system; CRS

在空间是静止的，由一个从原点指向机架的水平坐标轴Y，垂直向上的坐标轴Z以及面对机架时指向观察者右方的垂直于Y和Z轴的X轴构成。对于等中心设备，原点就是等中心点。

注：参考坐标系与治疗计划的坐标系、放射治疗设备的坐标系相一致，本文件采用：X代表左右方向，右为X+，Y代表前后方向，前为Y+，Z代表上下方向，上为Z+。

[来源：Radiotherapy equipment—Coordinates, movements and scales. IEC 61217, 2011, 3.3, 有修改]

3.3

界定器 delineator

在X射线常规模拟定位机上，用来模拟辐射野外围边界的装置。

[来源：GB 9706.229-2021，201.3.203，有修改]

3.4

界定光野 delineated light field

在X射线常规模拟定位机上，垂直于辐射束轴的平面内，被界定器投影限定的区域。

[来源：GB/T 17856-1999，3，有修改]

3.5

界定照射野 delineated radiation field

在X射线常规模拟定位机上，界定器投影范围内的辐射束在垂直于辐射束轴的平面上的截面。

[来源：WS/T 831-2024，3.42，有修改]

3.6

机架激光定位系统 gantry lasers positioning system

位于CT模拟定位机机架内用于定义扫描中心平面的激光系统，由机架内激光灯和机架外激光灯组成。

[来源：NCC/T-RT 006-2021 CT模拟机质量控制指南，3.3，有修改]

3.7

外置激光定位系统 external lasers positioning system

用于患者体表标记和定位的独立、可移动激光系统，安装在龙门架或者墙面（或天花板）上，由顶激光灯和侧面激光灯组成。

[来源：NCC/T-RT 006-2021 CT模拟机质量控制指南，3.4，有修改]

3.8

空间完整性 spatial integrity

医学影像在三维空间中保持患者真实尺寸及形状的精确定重现。

3.9

感兴趣区 region of interest;ROI

在影像中划定的特定区域（例如圆形或矩形）。

[来源：WS 76-2020，2.18，有修改]

3.10

CT值-电子密度 CT number/electron density

通过扫描已知电子密度的参考模体，建立CT值与相关电子密度（或相对电子密度）之间的对应关系。

4 质量控制检测要求

4.1 一般要求

4.1.1 质量控制检测分为验收检测、状态检测和稳定性检测。

4.1.2 验收检测和状态检测应委托有资质的技术服务机构进行，稳定性检测应由医疗机构自身实施检测或者委托有技术能力的机构进行。

4.1.3 质量控制检测应有规范的检测记录，验收检测和状态检测还应有检测报告。

4.1.4 质量控制检测项目应覆盖本文件所规定的项目，对功能不具备或不能满足检测条件的被检设备的相应检测项目应在检测报告中加以说明。

4.1.5 X射线模拟定位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，但不得低于本文件的要求。供货方未规定的项目应符合本文件的要求。

4.1.6 检测报告的基本内容应包括：被检单位基本信息和设备信息，检测项目和检测方法、必要的检测条件、检测结果及其相应标准要求。

4.1.7 经技术改造后用于放射治疗模拟定位的诊断用CT应满足本文件CT模拟定位机的所有要求。

4.1.8 重大维修或更换重要部件后的设备，应进行全项目检测。

4.2 验收检测要求

4.2.1 新安装的设备，应进行验收检测。

4.2.2 X射线模拟定位设备验收前，应有完整的技术资料，包括订货合同或双方协议、供应商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等。

4.2.3 X射线模拟定位设备安装、调试完成后，应按照本文件，或按照购买合同所约定的技术要求进行验收检测，验收合格后方可投入临床使用。

4.3 状态检测要求

4.3.1 使用中的X射线模拟定位设备应每年进行一次状态检测。状态检测不合格的设备应及时调试或维修，检测合格后方可投入临床使用。

4.3.2 设备状态检测中发现某项指标不符合要求，但无法判断原因时，应进行复测。

4.4 稳定性检测要求

4.4.1 使用中的X射线模拟定位设备，应按本文件要求定期进行稳定性检测。

4.4.2 每次稳定性检测宜使用相同的检测设备并作记录。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。

4.4.3 稳定性检测结果超出判定标准，又无法判断原因时也应进行状态检测。

4.5 检测仪器和模体

- 4.5.1 检测仪器应根据有关规定进行检定或校准，取得有效的检定或校准证书，检测结果应具有可溯源性。
- 4.5.2 X射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目中相关检测模体及工具示意图参见本文件附录D。
- 4.5.3 CT模拟定位机质量控制专用检测项目中相关检测模体示意图参见本文件附录E。
- 4.5.4 几种电子密度模体示例参见本文件附录F。
- 4.5.5 X射线模拟定位设备质量控制专用检测项目所需设备与工具参见本文件附录G。

4.6 质量控制检测项目与技术要求

- 4.6.1 X射线常规模拟定位机的检测项目和技术要求应符合WS 76中的规定和本文件附录A的要求。
- 4.6.2 CT模拟定位机的检测项目和技术要求应符合WS 519中的规定和本文件附录B的要求。
- 4.6.3 X射线模拟定位设备参考坐标系示意图参见本文件附录C。

5 X射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法

X射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法可参见本文件附录H。

6 CT模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法

CT模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法可参见本文件附录I。

附录 A

(规范性)

X 射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目及技术要求

A.1 X 射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目与技术要求应符合表 A.1 的要求。

表 A.1 X 射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目与技术要求

序号	检测项目		验收检测	状态检测	稳定性检测		条编号
			判定标准	判定标准	判定标准	周期	
1	界定照射野的指示偏离	界定照射野的数字指示和光野指示的偏离	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 1\text{mm}$	一个月	H. 1. 1
		界定照射野的重复性	$\leq 1\text{mm}$	—	$\leq 1\text{mm}$	一个月	H. 1. 2
2	界定辐射束轴在入射表面上的位置指示偏离		$\leq 1\text{mm}$	—	$\leq 1\text{mm}$	一个月	H. 2
3	等中心的偏移	界定辐射束轴相对于等中心点的偏移	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	一个月	H. 3. 1
		等中心的指示偏移(激光灯)	$\leq 1\text{mm}$	—	$\leq 2\text{mm}$	一天	H. 3. 2
4	沿辐射束轴的距离指示偏离	到等中心距离的指示装置	$\leq 2\text{mm}$	—	$\leq 2\text{mm}$	一个月	H. 4. 1
		影像接收器平面到等中心的距离	$\leq 2\text{mm}$	—	$\leq 2\text{mm}$	一个月	H. 4. 2
5	旋转运动标尺的零刻度位置	机架旋转	$\leq 0.5^\circ$	—	$\leq 0.5^\circ$	一个月	H. 5. 1
		界定器旋转	$\leq 0.5^\circ$	—	$\leq 0.5^\circ$	一个月	H. 5. 2
		定位床纵向转动	$\leq 0.5^\circ$	—	$\leq 0.5^\circ$	一个月	H. 5. 3
		定位床横向转动	$\leq 0.5^\circ$	—	$\leq 0.5^\circ$	一个月	H. 5. 3
6	定位床的运动精度	定位床的垂直运动	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	六个月	H. 6. 1
		定位床的横向运动	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	六个月	H. 6. 2
		定位床的纵向运动	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	六个月	H. 6. 3
7	定位床的刚度	定位床的纵向刚度(高度的变化)	$\leq 5\text{mm}$	$\leq 5\text{mm}$	$\leq 5\text{mm}$	一年	H. 7. 1
		定位床的横向刚度(侧向倾角)	$\leq 0.5^\circ$	$\leq 0.5^\circ$	$\leq 0.5^\circ$	一年	H. 7. 2
		定位床的横向刚度(高度的变化)	$\leq 5\text{mm}$	$\leq 5\text{mm}$	$\leq 5\text{mm}$	一年	H. 7. 2
8	定位床的等中心旋转偏移		$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	一个月	H. 8

注：“—”表示不进行对应项目的检测。

附录 B

(规范性)

CT 模拟定位机质量控制专用检测项目与技术要求

B.1 CT 模拟定位机质量控制专用检测项目及技术要求见表 B.1。

表 B.1 CT 模拟定位机质量控制专用检测项目及技术要求

序号	检测项目		验收检测	状态检测	稳定性检测		条编号
			判定标准	判定标准	判定标准	周期	
1	定位床的刚度	定位床的横向刚度	$\pm 0.5^\circ$	$\pm 0.5^\circ$	$\pm 0.5^\circ$	一年	I.1.1
2		定位床的纵向刚度	$\pm 0.5^\circ$	$\pm 0.5^\circ$	$\pm 0.5^\circ$	一年	I.1.2
3	定位床纵向移动与扫描中心层面的垂直性		$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	一个月	I.2
4	定位床的垂直运动精度		$\pm 1\text{mm}$	$\pm 1\text{mm}$	$\pm 1\text{mm}$	一个月	I.3
5	外置激光定位系统的定位精度	外置激光灯的移动精度	$\pm 1\text{mm}$	$\pm 1\text{mm}$	$\pm 1\text{mm}$	一个月及调整激光之后	I.4.1
6		外置激光共面性	$\pm 1\text{mm}$	$\pm 1\text{mm}$	$\pm 1\text{mm}$	一天	I.4.2
7		外置激光横断面与扫描中心层面的平行性	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	一个月	I.4.3
8		外置激光冠状面、矢状面与扫描中心层面的垂直性	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	$\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 0.5^\circ$	一个月	I.4.4
9	空间完整性		$\pm 2\%$ 或 $\pm 1\text{mm}$, 以较大者控制	$\pm 2\%$ 或 $\pm 1\text{mm}$, 以较大者控制	$\pm 2\%$ 或 $\pm 1\text{mm}$, 以较大者控制	六个月	I.5
10	CT值-电子密度		建立基线值	基线值 $\pm 2\%$	基线值 $\pm 2\%$	一年	I.6

附录 C
(规范性)

X 射线模拟定位设备参考坐标系示意图

C.1 X 射线常规模拟定位机参考坐标系示意图

见图 C.1。

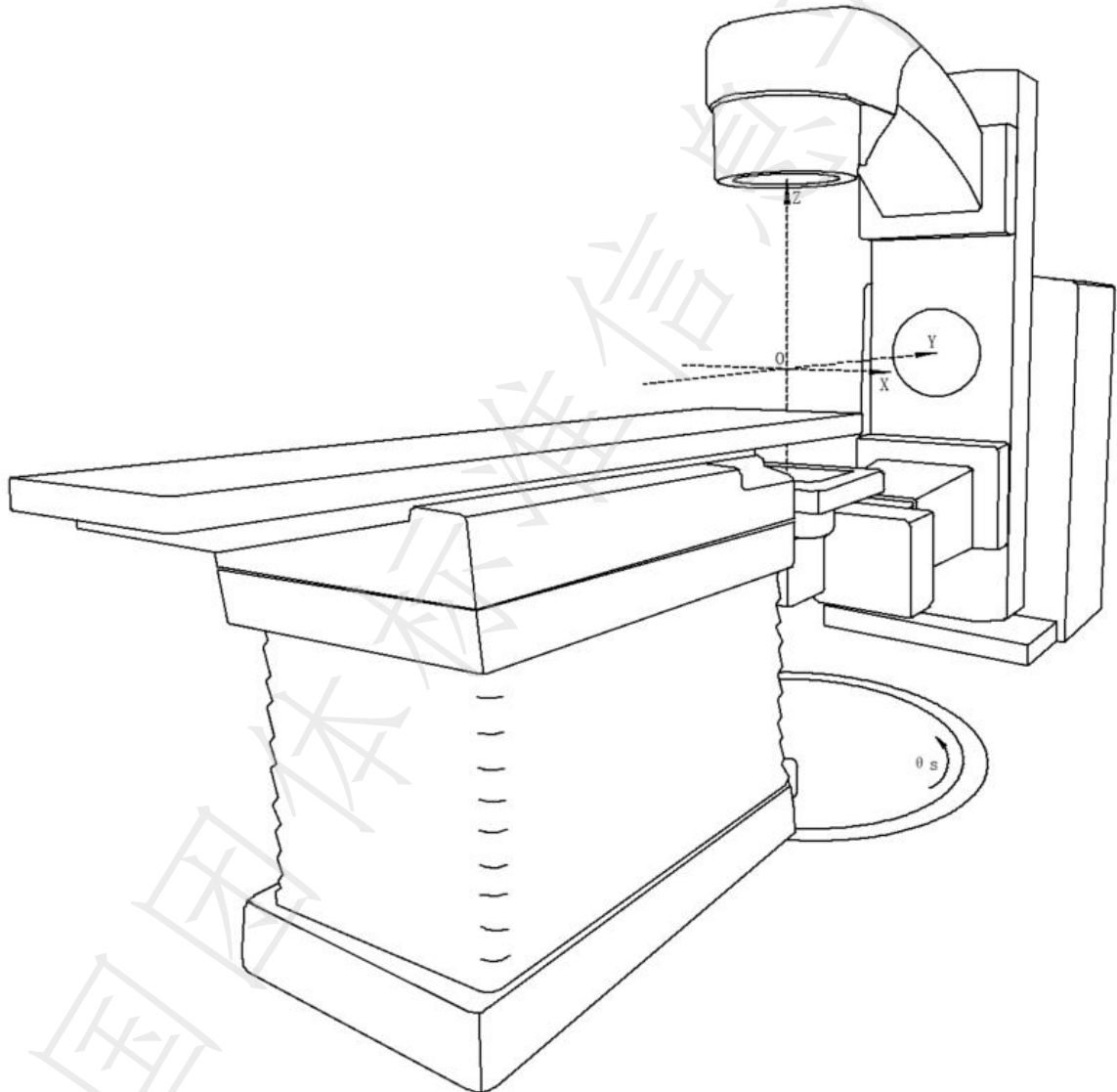
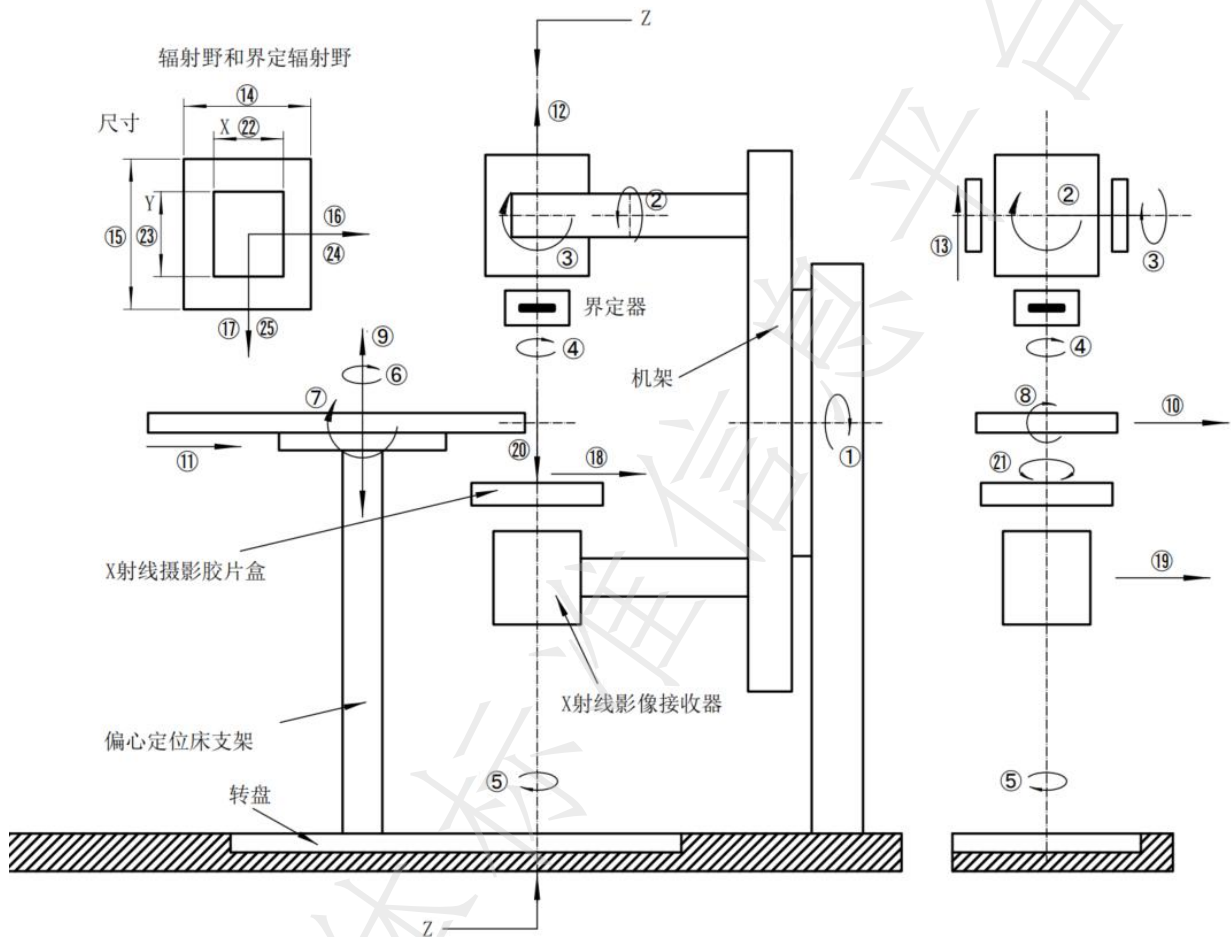


图 C.1 X 射线常规模拟定位机参考坐标系示意图

C.2 X射线常规模拟定位机运动和标尺示意图

见图 C.2。



注：1——机架旋转，轴1；2——辐射头摆动，轴2；3——辐射头俯仰，轴3；4——界定器旋转，轴4；5——定位床等中心旋转，轴5；6——床面绕非等中心床旋转，轴6；7——床的纵向转动，轴7；8——床的横向转动，轴8；9——床面垂直位移，方向9；10——床面横向位移，方向10；11——床面纵向位移，方向11；12——轴1到辐射源的距离，方向12；13——辐射源的高度（非等中心），方向13；14——辐射野尺寸（X方向），尺寸14；15——辐射野尺寸（Y方向），尺寸15；16——辐射野的偏离（X方向），方向16；17——辐射野的偏离（Y方向），方向17；18——X射线影像接收器移动（Y方向），方向18；19——X射线影像接收器移动（X方向），方向19；20——X射线影像接收器移动（Z方向），方向20；21——X射线摄影胶片盒旋转，轴21；22——界定辐射野尺寸（X方向），尺寸22；23——界定辐射野尺寸（Y方向），尺寸23；24——界定辐射野偏移（X方向），尺寸24；25——界定辐射野偏移（Y方向），尺寸25。

图 C.2 X射线常规模拟定位机运动和标尺示意图

C.3 CT 模拟定位机参考坐标系示意图

见图C.3。

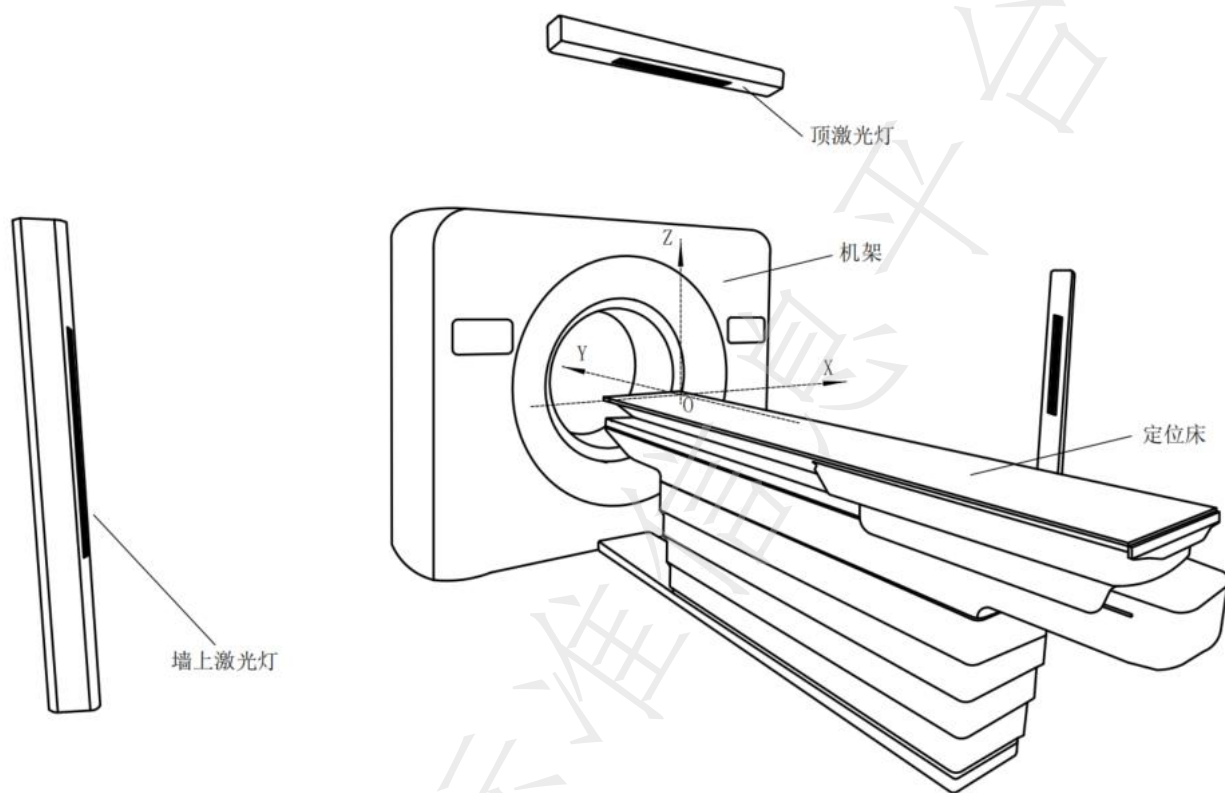


图 C.3 CT 模拟定位机参考坐标系示意图

附录 D (资料性)

X 射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目中相关检测模体及工具示意图

D.1 光野与照射野一致性检测板示意图

见图D.1。

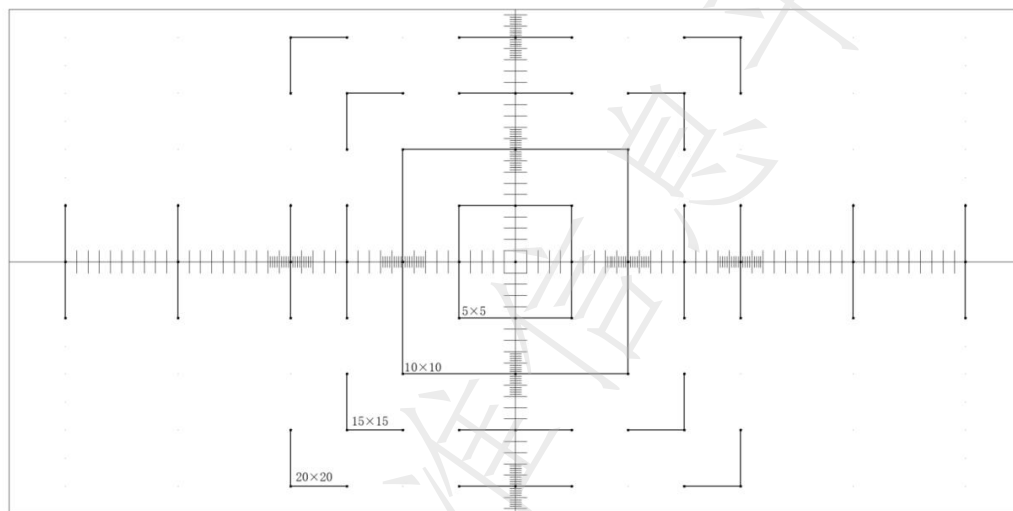


图 D.1 光野与照射野一致性检测板示意图

D.2 等中心检测模体示意图

等中心检测模体为一个立方体，内部中心点嵌有一个直径为2mm金属球体。金属球体中心在模体上刻有对应刻度且位于等中心点。等中心检测模体示意图见图D.2。

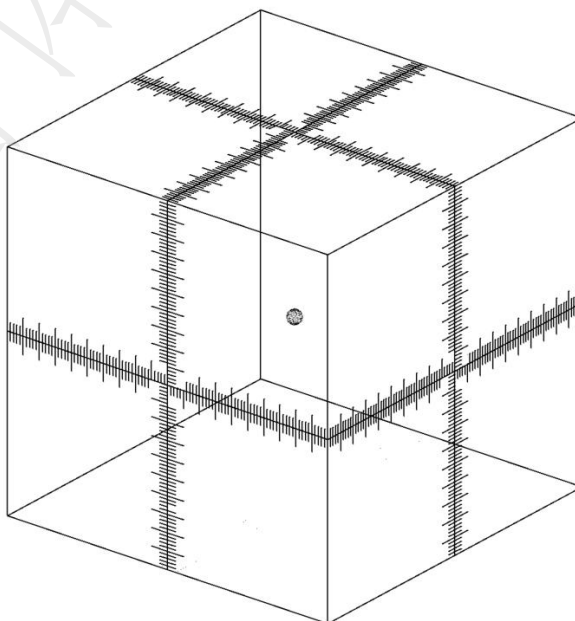


图 D.2 等中心检测模体示意图

附录 E

(资料性)

CT 模拟定位机质量控制专用检测项目中相关检测模体示意图

E.1 激光质控模体

激光质控模体由一个底座和三个模块组装而成，三个模块上表面和侧表面具有清晰的定位十字标记线，内部嵌高密度物质且该高密度物质的形状、位置应与表面定位标记有严格的空间几何关系，内部标记能在扫描图像上清晰显示；三个模块中心间距均为125mm，模块顶部距底座上表面50mm。模体侧视示意图和俯视示意图见图E.1。



图 E.1 激光质控模体侧视示意图（上）和俯视示意图（下）

E.2 空间完整性检测模体

空间完整性检测模体采用表面具有清晰明确的定位标记，内部嵌有与均质背景成高对比的标记物，标记物具有确定的几何位置。模体示例见图E.2。

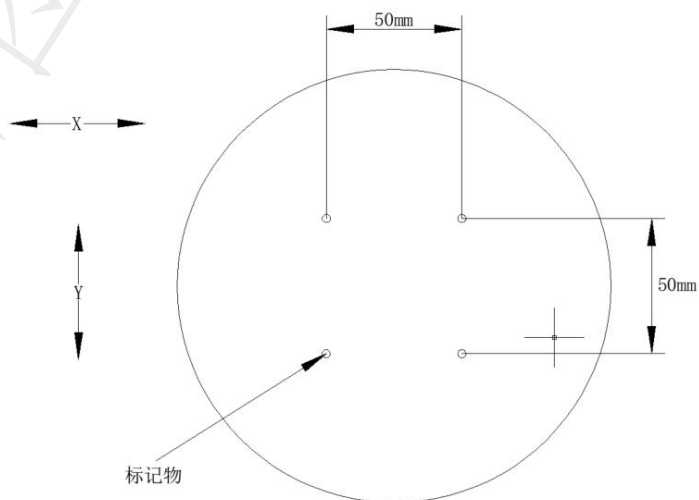


图 E.2 空间完整性检测模体示例

附录 F
(资料性)
几种电子密度模体示例

F.1 CIRS 062 电子密度模体

由等效固体水材料制成的两个嵌套圆盘组成。内外盘分别模拟头部和腹部的生理形态。其中内盘直径160mm，长50mm，带有9个插孔（直径30mm，长50mm），外盘宽330mm×高270mm，长50mm，带有8个插孔；17个插孔可支持9种不同组织等效插件（含水、肺、肌肉、脂肪、肝、骨等）。CIRS 062电子密度模体示意图见图F.1。

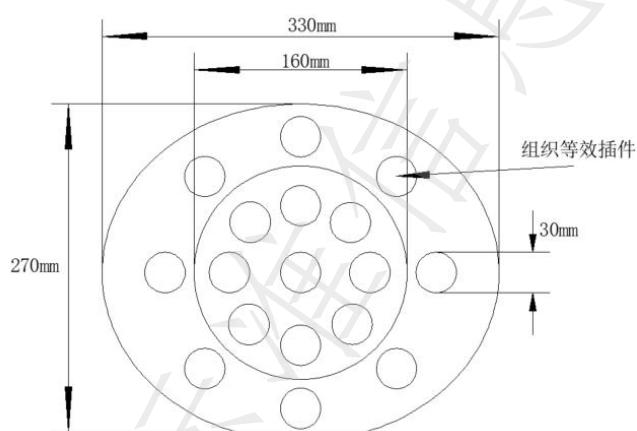


图 F.1 CIRS 062 电子密度模体示意图

F.2 GAMMEX 467 电子密度模体

由一个等效固体水材料制成的圆柱形模体，模体直径330mm，长50mm，模体设计有16个插孔，配置13种不同组织等效插件（含水、肺、脂肪、肝、脑、骨等），并可根据需要扩展另外3种组织等效插件（铝、钛、不锈钢）。GAMMEX 467电子密度模体示意图见图F.2。

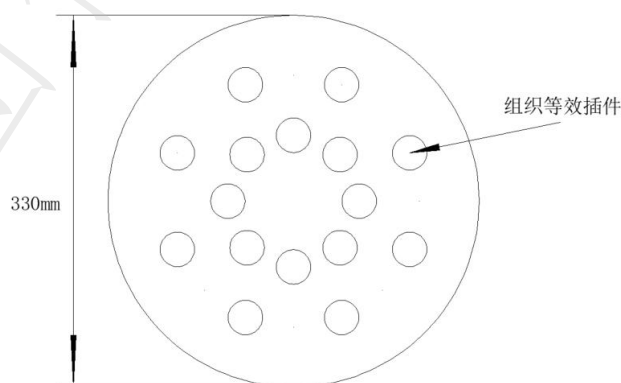


图 F.2 GAMMEX 467 电子密度模体示意图

F.3 QRM-C-EDP 电子密度模体

由一个体部主体部分和一个可更换或独立的头部部分组成的等效固体水模体。其中，体部主体部分尺寸：长150mm、宽350mm、高250mm，头部部分尺寸：直径160mm，长150mm，模体带有16个插孔（深20mm），用于可更换的电子密度插入套件，套件包括16个ICRU适形组织等效插件（含水、肌肉、脂肪、肝脏、血液、骨骼、肺、乳房等）。QRM-C-EDP电子密度模体示意图见图F.3。

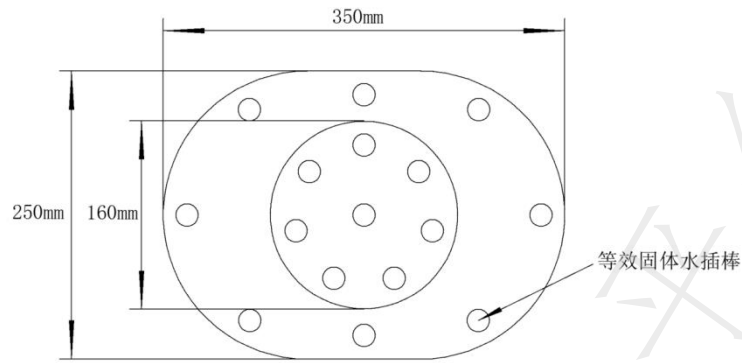


图 F. 3 QRM-C-EDP 电子密度模体示意图

F. 4 TOMO 圆柱形组织等效均匀模体

模体尺寸：直径300mm，长180mm，由两个半圆柱形组织等效均匀固体水模体组成；模体正面图中间配有多个可移除等效固体水插棒（可用于插入电离室）；背面图配有插孔20个，配置13种不同组织等效插件。TOMO圆柱形组织等效均匀模体示意图见图F. 4。

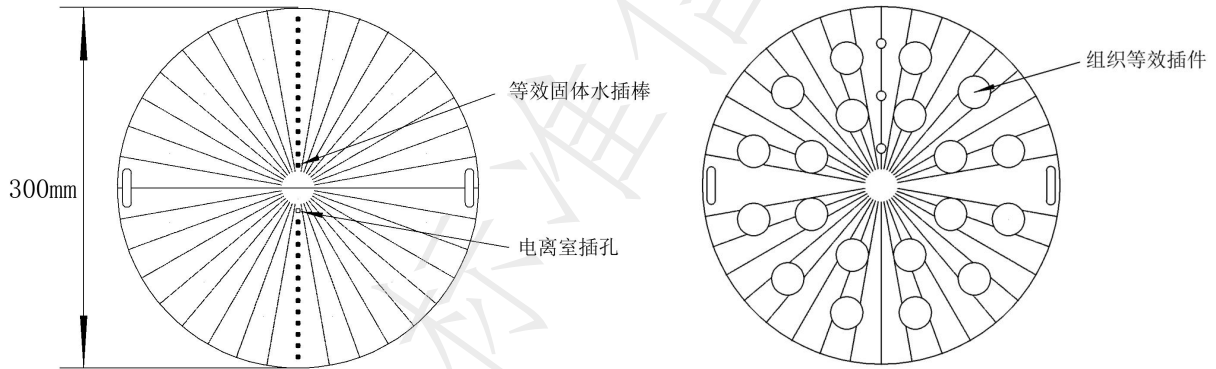


图 F. 4 TOMO 圆柱形组织等效均匀模体正面图（左）和背面图（右）示意图

F. 5 Catphan 500/600 模体

Catphan 500由CTP401、CTP528、CTP515、CTP486模块组成，其中CTP401模块内嵌4种不同密度的小圆柱体（包含空气、聚四氟乙烯（Teflon），丙烯酸（Acrylic）和低密度聚乙烯（LDPE）），Catphan 600由CTP404、CTP591、CTP528、CTP515、CTP486模块组成，其中CTP404模块内嵌7种不同密度的小圆柱体（包含空气、聚四氟乙烯（Teflon），丙烯酸（Acrylic）、低密度聚乙烯（LDPE）、聚甲基戊烯（PMP）、聚乙烯（Polystyrene）、聚甲醛树脂（Delrin））。CTP401模块和CTP404模块示意图见图F. 5。

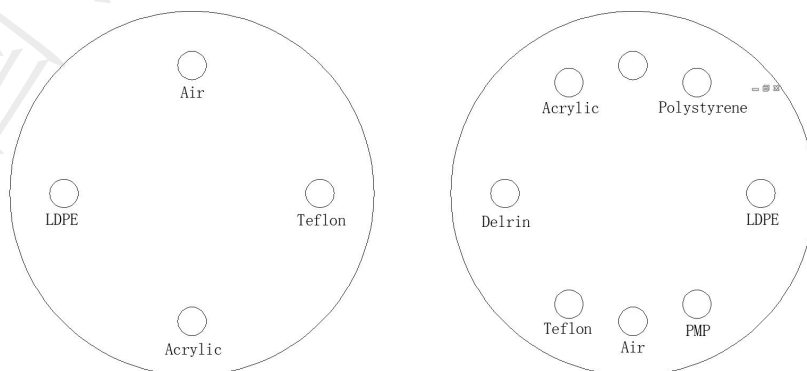


图 F. 5 CTP401 模块示意图（左）和 CTP404 模块示意图（右）

附录 G

(资料性)

X 射线模拟定位设备质量控制专用检测项目所需设备与工具

G.1 X 射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目所需设备与工具

见表G.1。

表 G.1 X 射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目所需设备与工具

序号	名称	数量	规格	备注
1	光野与照射野一致性检测板	1	嵌铅刻度毫米级直尺	用于界定照射野的指示偏离测量
2	铅尺	1	嵌铅刻度毫米级直尺, 长度30cm, 1mm刻度间距	选配, 用于界定照射野的指示偏离测量
3	等中心检测模体	1	透明PMMA立方体, 内部中心点有一个2mm直径的金属球体, 立方体表面有刻度线, 1mm刻度间距	用于等中心的偏移检测
4	免冲洗胶片	若干	---	选配, 用于界定照射野的指示偏移和等中心偏移检测
5	直尺	1	长度50cm, 1mm刻度间距	用于定位床的运动精度测量
6	激光测距仪	1	分辨率应 \leq 1mm	用于定位床的运动精度测量
7	倾角仪	1	角度分辨率0.1°	用于旋转运动标尺的零刻度位置检测

G.2 CT 模拟定位机质量控制专用检测项目所需的设备和工具。

见表G.2。

表 G.2 CT 模拟定位机质量控制专用检测项目所需设备与工具

序号	名称	数量	规格	备注
1	激光质控模体	1	见附录E	用于外置激光系统的定位精度检测
2	直尺	1	长度50cm, 1mm刻度间距	用于定位床的垂直运动精度检测
3	倾角仪	1	角度分辨率0.1°	用于定位床的刚度检测
4	电子密度模体	1	由等效固体水材料制作, 带有不同组织等效插件	参考附录F, 选用市场上多种型号的模体; 用于CT值-电子密度检测
5	空间完整性检测模体	1	已知的固定尺寸的模体, 横断面上不小于50mm的距离指示	用于空间完整性检测

附录 H

(资料性)

X 射线常规模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法

H.1 界定照射野的指示偏离

H.1.1 界定照射野的数字指示和光野指示的偏离

界定照射野的数字指示与光野指示的偏离检测方法:

- 设置机架和界定器角度均为 0° ，将光野与照射野一致性检测板（或铅尺）置于床面，调整源皮距至光野与照射野一致性检测板（或铅尺）平面为 100cm；
- 调整检测板位置使其中心十字标识与界定光野中心（十字标识）重合；
- 将界定照射野的指示值设置为 10cm×10cm，记录界定光野的四个边界在检测板（或铅尺）上的刻度值；
- 使用自动条件进行照射，观察并记录显示器上界定照射野的四个边界在检测板（或铅尺）上的刻度值，计算界定照射野边长与指示值之间的偏差以及与光野边长之间的偏差。

H.1.2 界定照射野的重复性

界定照射野的重复性检测方法:

- 按照本文件第 H.1.1 条 a)~b) 项操作；
- 将界定照射野的指示值固定在 10cm×10cm，分别从大于和小于 10cm×10cm 的位置交替六次设置到 10cm×10cm，记录界定光野的四个边界在检测板（或铅尺）上的刻度值；
- 使用自动条件进行照射，观察并记录显示器上界定照射野的四个边界在检测板（或铅尺）上的刻度值，计算界定照射野边长与指示值之间的偏差以及与光野边长之间的偏差。

H.2 界定辐射束轴在入射表面上的位置指示偏离

界定辐射束轴在入射表面上的位置指示偏离检测方法:

- 获取 H.1.1 条的扫描图像，使用画图工具测量 X 方向和 Y 方向中心线，两条线交点即为辐射束轴的指示；
- 测量检测板中心与实际辐射束轴的偏差。

H.3 等中心的偏移

H.3.1 界定辐射束轴相对于等中心点的偏移

H.3.1.1 模体测量法

界定辐射束轴相对于等中心点的偏移的模体测量方法:

- 设置机架和界定器角度均为 0° ，将等中心检测模体放在床面上，调节定位床，使模体顶面十字叉丝中心与界定光野的中心重合；
- 选择比模体内金属球直径大 2cm 以上的界定照射野，转动界定器通过其整个行程，调整模体的位置，使模体十字叉丝中心与界定光野中心（十字标识）之间的距离最小；
- 检查机架在 90° 和 270° 时的情况，确保界定光野中心（十字标识）的移动和模体上的十字叉丝在规定的范围内；
- 在机架角度分别为 0° 、 90° 、 180° 和 270° （状态检测只测 0° ）时，使用自动条件进行照射，在显示器上观察并记录界定辐射束轴与模体中心处钢球的最大偏移。

H.3.1.2 参考指针法

界定辐射束轴相对于等中心点的偏移的参考指针测量方法:

- a) 设置机架和界定器角度均为 0° ，将参考指针置于界定光野中，并使得指针尖端投影与界定光野中心（十字标识）对齐；
- b) 当定位床升降时，调节参考指针使其在定位床升降过程中具有最小位移，并最终将源皮距设置为 100cm；
- c) 当界定器全范围旋转时，调节参考指针使其在界定器的旋转中，具有最小位移；
- d) 检查机架位于 0° 、 90° 、 180° 、 270° 时的情况，以保证参考指针尖端在界定器的旋转中保持较小位移；
- e) 将胶片放在与辐射束轴相垂直的位置，胶片到辐射源的距离比参考指针到辐射源的距离略远；
- f) 以 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的界定照射野，在机架位于 90° 和 270° 时各曝光一张胶片，机架位于 0° 时再曝光一张胶片，顺时针或逆时针旋转到位。同样地，机架位于 180° 时也曝光一张胶片，顺时针或逆时针旋转到位；
- g) 用软件对胶片进行分析后，参考指针再调到确定辐射束轴的所有中心线交点的平均位置处，该点即等中心点的近似位置；
- h) 分析胶片可得到辐射束轴与参考点间的最大偏移。

H.3.2 等中心的指示偏移（激光灯）

在机架角度位置为 0° 时，找出装配在墙壁上和屋顶上激光灯光束的交点，测量该点相对于 H.3.1.1 中所述模体等中心或 H.3.1.2 中所述参考指针所确定的等中心之间的偏移。

H.4 沿辐射束轴的距离指示偏离

H.4.1 到等中心距离的指示装置

在机架角度位置为 0° 时，用直尺测量 H.3.1.1 中所述模体等中心或 H.3.1.2 中所述参考指针所确定的等中心平面与指示装置（光距尺）的指示位置之间的距离。

H.4.2 影像接收器平面到等中心的距离

在源轴距 $100 \pm 25\text{cm}$ 范围内，用直尺测量 H.3.1.1 中所述模体等中心或 H.3.1.2 中所述参考指针所确定的等中心平面到影像接收器平面的距离，并与装置的指示距离相比较。

H.5 旋转运动标尺的零刻度位置

H.5.1 机架旋转（轴1）

将倾角仪紧贴 X 射线常规模拟定位机机头基准面，旋转机架到 0° 、 90° 、 180° 、 270° ，观测倾角仪数字显示值与机架角度示数的偏差。

H.5.2 界定器旋转（轴4）

旋转机架至 90° 或 270° ，将倾角仪紧贴机头基准面，旋转界定器至 0° 、 90° 、 180° 、 270° ，观测倾角仪数字显示值与界定器角度示数的偏差。

H.5.3 定位床纵向转动（轴7）、横向转动（轴8）

设置机架和界定器角度均为 0° ，将定位床侧向位置与倾斜均调至 0° 。将定位床一端移至照射野下，用倾角仪测量定位床左右方向和前后方向分别与水平面形成的角度。

H.6 定位床的运动精度

H.6.1 定位床的垂直运动

定位床的垂直运动检测方法：

- a) 检查前需将定位床调至绝对零位；
- b) 在定位床模拟成人负载（约 70kg 左右）条件下，将床面完全缩回，将直尺以竖立姿态贴于床沿（如果床沿不便粘贴，也可将固体水置于床沿，直尺以竖立姿态贴于固体水上），打开激光灯，记录冠状面激光线在直尺投影的位置；
- c) 依照床位指示数值降床或升床 12cm，观测并记录对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

H. 6.2 定位床的横向运动

定位床的横向运动检测方法：

- a) 检查前需将定位床调至绝对零位；
- b) 在定位床模拟成人负载（约 70kg 左右）条件下，将定位床面调至近似于等中心高度，将直尺沿 X 轴固定于床面，打开激光灯，记录矢状面激光线在直尺投影的位置；
- c) 将床面横向移动 12cm，观测并记录对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

H. 6.3 定位床的纵向运动

定位床的纵向运动检测方法：

- a) 检查前需将定位床调至绝对零位；
- b) 在定位床模拟成人负载（约 70kg 左右）条件下，将定位床面调至近似于等中心高度，将直尺沿 Y 轴固定于床面，打开激光灯，记录横断面激光线在直尺投影的位置；
- c) 将床面纵向移动 12cm，观测并记录对应激光线在直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

H. 7 定位床的刚度

H. 7.1 定位床的纵向刚度

在定位床空载和模拟成人负载（约 70kg 左右）条件下，将床面升至等中心高度。将定位床的一端置于界定光野中心，用激光测距仪测量床面高度；定位床缩回时再次测量床面高度，观测两者之间差值。

H. 7.2 定位床的横向刚度

在定位床空载和模拟成人负载（约 70kg 左右）条件下，定位床垂直升降的全部高度范围内，测量定位床床面相对于水平面的侧向倾斜角度，和定位床床面作最大横向位移时，定位床床面在等中心附近的高度的变化。

H. 8 定位床的等中心旋转偏移

定位床的等中心旋转偏移检测方法：

- a) 按照本文件第 H. 3.1 条确定等中心参考点；
- b) 用固定装置（如激光灯、前指针）标记等中心参考点，该装置与定位床运动无关；
- c) 在定位床模拟成人负载（约 70kg 左右）条件下，床面支撑一个平面并水平地放置一张坐标纸，使其处于等中心高度；
- d) 定位床在其整个旋转范围内旋转，标记不同旋转位置时等中心参考点在坐标纸上的投影并连成轨迹线；
- e) 等中心旋转轴的位移为轨迹线直径的一半。

附录 I

(资料性)

CT 模拟定位机质量控制专用检测项目与检测方法

I.1 定位床的刚度

I.1.1 定位床的横向刚度

在定位床空载和模拟成人负载（约70kg左右）条件下，定位床垂直升降的全部高度范围内，测量定位床床面相对于水平面的侧向倾斜角度。

I.1.2 定位床的纵向刚度

在定位床空载和模拟成人负载（约70kg左右）条件下，定位床床面做最大纵向位移时，测量定位床床面相对于水平面的纵向倾斜角度，定位床退回时再次测量，观测两者之间差值。

I.2 定位床纵向移动与扫描中心层面的垂直性

定位床纵向移动与扫描中心层面的垂直性检测方法：

- a) 在定位床长轴方向放置两个相距一定距离的铅点；
- b) 微调铅点的位置，使床在纵向移动过程中两个铅点均能对齐机架内激光交叉点；
- c) 扫描两个铅点，通过扫描图像上铅点的坐标值和定位床上两铅点的距离计算定位床纵向移动方向与扫描平面的垂直性。

I.3 定位床的垂直运动精度

定位床的垂直运动精度检测方法：

- a) 在定位床模拟成人负载（约70kg左右）条件下，将直尺以竖立姿态贴于床沿（如果床沿不便粘贴，也可将固体水置于床沿，直尺以竖立姿态贴于固体水上），打开激光灯，记录冠状面激光线在直尺投影的位置；
- b) 依照床位指示数值降床或升床20cm，观测并记录对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

I.4 外置激光定位系统的定位精度

I.4.1 外置激光灯的移动精度

I.4.1.1 外置激光灯的垂直运动

外置激光灯的垂直运动检测方法：

- a) 移动激光灯归零；
- b) 将直尺以竖立姿态贴于床沿（如果床沿不便粘贴，也可将固体水置于床沿，直尺以竖立姿态贴于固体水上），打开一侧墙上激光灯，记录冠状面激光线在直尺投影的位置；
- c) 将激光灯上升或下降20cm，观测并记录对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差；
- d) 打开另一侧激光灯，重复b)和c)项操作。

I.4.1.2 外置激光灯的横向运动

外置激光灯的横向运动检测方法：

- a) 移动激光灯归零；
- b) 将直尺沿X轴固定于床面，打开顶激光灯，记录矢状面激光线在直尺投影的位置；
- c) 将激光灯横向移动20cm，观测并记录对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

I.4.1.3 外置激光灯的纵向运动

外置激光灯的纵向运动检测方法：

- a) 移动激光灯归零；
- b) 将直尺沿 Y 轴固定于床面，打开顶激光灯，记录横断面激光线在直尺投影的位置；
- c) 将激光灯纵向移动 20cm，观测并记录对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

1.4.2 外置激光共面性

打开外置激光灯，在CT成像范围内，将白纸（或坐标纸）垂直于冠状面（或矢状面或横断面）激光放置，遮挡一侧激光线的局部并记录两侧激光间最大偏差，依次检测每个外置激光面的共面性。

1.4.3 外置激光横断面与扫描中心层面的平行性

外置激光横断面与扫描中心层面的平行性检测方法：

- a) 测量前应确保外置激光灯的共面性在容差范围内；
- b) 移动激光灯归零，将激光质控模体摆放在定位床上，打开外置激光灯并调节定位床，使得模体各模块十字线与外置激光对齐；
- c) 将扫描架倾角调至 0° ，移动定位床至模体上每个模块的十字线与机架内激光对齐，将床位置坐标 Y 设置为 0；采用最小层厚、层间距进行轴扫；
- d) 观察扫描图像，查看模体上各个模块标记（十字线）之间的位置关系，若每个标记清晰地显示在同一个层面，则表示外置激光横断面与扫描中心平面平行；若存在标记显示在不同的层面或显示在同一层面的清晰程度不一样，则表示外置激光横断面与扫描中心平面不平行，利用几何参数和软件测量工具测量偏差值计算偏差；

1.4.4 外置激光冠状面、矢状面与扫描中心层面的垂直性

外置激光冠状面、矢状面与扫描中心层面的垂直性检测方法：

- a) 按照本文件第 1.4.3 条 a)~c) 项操作；
- b) 退床至外置激光灯处，观察激光质控模体各模块标记与激光线的位置关系；
- c) 若冠状面激光线与模体两侧模块侧面水平线对齐或平行，则表示冠状面激光线与扫描平面垂直，若冠状面激光线与模体两侧模块侧面水平线不对齐或不平行，则表示冠状面激光线与扫描平面不垂直，利用几何参数和直尺测量偏差值计算垂直度偏差；
- d) 若矢状面激光线与模体中间模块竖线对齐或平行，则表示矢状面激光线与扫描平面垂直，若矢状面激光线与模体中间模块竖线不平行，则表示矢状面激光与扫描平面不垂直，利用几何参数和直尺测量偏差值计算垂直度偏差。

1.5 空间完整性

空间完整性检测方法：

- a) 将空间完整性检测模体置于扫描中心，确认模体中心轴垂直于扫描平面；
- b) 采用临床常用体部（或头部）曝光条件对整个模体进行扫描；
- c) 分别在不同切位（冠状位、矢状位和横断位）下获取具有确定的几何位置的标记物的图像或模体中心图像；
- d) 调节窗宽窗位，测量图像中标记物之间距离，或模体上下边沿与左右边沿的距离并与模体说明书给出的参数进行对比。

1.6 CT 值-电子密度

CT 值-电子密度检测方法：

- a) 将电子密度模体置于扫描中心，确认模体中心轴垂直于扫描平面；
- b) 采用模体说明书指定曝光条件或使用临床常用体部（或头部）曝光条件进行扫描；
- c) 观察扫描图像，在不同模块中心选取直径约为模块直径 80% 的感兴趣区（ROI），测量其平均 CT 值；
- d) 验收检测时，按模体说明书要求判断各模块的 CT 值偏差是否在允许范围内，并建立基线值，状态检测和稳定性检测与基线值比较。

参 考 文 献

[1] AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No.66. Quality assurance for computed-tomography simulators and the computed tomography-simulation process. Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 66[J]. Med Phys, 2003, 30(10):2762-2792

[2] International Electrotechnical Commission (IEC). Radiotherapy simulators-Functional performance characteristics, published by the International Electrotechnical Commission. IEC 1168, 1993.

[3] International Electrotechnical Commission (IEC). Radiotherapy equipment-Coordinates, movements and scales. IEC 61217, 2011.

[4] NCC/T-RT 006-2021 CT模拟机质量控制指南.