

WS

中华人民共和国卫生行业标准

WS 816—2023

医用质子重离子放射治疗设备质量控制检测标准

Standard for testing of quality control in medical proton/heavy ion
radiotherapy equipment

2023 - 03 - 07 发布

2024 - 03 - 01 实施

中华人民共和国国家卫生健康委员会 发布

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 设备防护安全要求	2
5 设备质量控制要求	4
6 设备防护安全和质量控制检测方法	5
附 录 A （资料性） 散漏辐射的患者平面检测位置.....	6
附 录 B （规范性） 设备检测项目与技术要求.....	7
附 录 C （规范性） 设备防护安全和质量控制检测条件.....	10
附 录 D （资料性） 开展质量控制检测的要求.....	15
附 录 E （资料性） 设备防护安全和质量控制检测方法.....	16
附 录 F （资料性） 质子重离子辐射束特性和剂量学参数.....	27
参 考 文 献	29

前 言

本标准第4章、第5章为强制性条款，其余为推荐性条款。

本标准由国家卫生健康标准委员会放射卫生标准专业委员会负责技术审查和技术咨询，由中国疾病预防控制中心负责协调性和格式审查，由国家卫生健康委职业健康司负责业务管理、法规司负责统筹管理。

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、复旦大学、上海市质子重离子医院、甘肃省武威肿瘤医院、中国医学科学院肿瘤医院、山东省肿瘤医院、中国科学院近代物理研究所、中国人民解放军总医院。

本标准主要起草人：程金生、袁继龙、刘海宽、盛尹祥子、马霄云、徐寿平、穆向魁、刘新国、杨涛、张新。

医用质子重离子放射治疗设备质量控制检测标准

1 范围

本标准规定了医用质子重离子放射治疗设备防护安全和质量控制检测的要求及方法。

本标准适用于医用质子重离子放射治疗设备的防护安全性能和质量控制的检测，本标准不包括医用质子重离子放射治疗设备的治疗计划系统、模拟定位装置等辅助设备的安全性能和质量控制检测。

2 规范性引用文件

本标准没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

质子重离子放射治疗设备 proton/heavy-ion radiotherapy equipment
一种产生并控制由质子或重离子组成的粒子束进行肿瘤外照射治疗的系统装置。

3.2

束斑 beam spot
窄粒子束在垂直于粒子束参考轴平面上的分布。

3.3

设备参考点 equipment reference point
空间中用于设备尺寸和剂量学测量参考的点。
注：通常与等中心点一致。如果束流配送设备是非等中心的，可以是患者摆位系统的中心点。

3.4

扫描模式 scanning mode
配送扫描窄粒子束以产生横向宽野的方法。

3.5

被动散射 passive scattering
使用散射体增加窄粒子束的横向展宽，生成宽束照射的模式。

3.6

均匀扫描 uniform scanning
一种扫描模式，其中辐射束在横向以一种预定义的方式扫描以产生足够大的射野治疗靶区，以使得射野内最终的剂量分布是均匀的，横向扫描过程中不刻意改变辐射束的通量。

3.7

调制扫描 modulated scanning
一种扫描模式，通过小直径的粒子辐射束对靶区的扫描以产生一个足够大能够覆盖靶区的射野，以实现在不同的横向位置上计划配送给患者的剂量是不同的。

3.8

束斑大小 spot size

束流在垂直于束流参考轴平面上剂量分布峰值50%的宽度。

3.9

束斑位置 spot position

束流在垂直于束流参考轴平面上剂量分布的中心。

3.10

扩展布拉格峰 spread-out Bragg peak; SOBP

由不同能量粒子辐射束的深度剂量曲线最佳地叠加形成的，在深度上扩展的均匀剂量区域。

3.11

标称SOBP曲线 nominal SOBP curve

射程调制装置验收时所测量的、或用于计划系统输入的、或某个时间点测量用于基准的射程调制曲线。

3.12

虚拟源轴距 virtual source-to-axis distance; VSAD

从虚拟源到设备等中心点或设备参考点的距离。

4 设备防护安全要求**4.1 一般要求**

4.1.1 医疗机构在验收检测时，需向检测机构提供设备生产厂家的有关设备防护安全的说明和检测结果的随机文件。

4.1.2 设备的散漏辐射（见本标准第 4.4 条）和在终止照射后因感生放射性导致的周围剂量当量率（见本标准第 4.5 条），应进行验收检测，验收合格后方可投入临床使用，不合格应纠正，直至合格；在正常运行情况下，可以不进行状态检测；稳定性检测仍应检测因感生放射性导致的周围剂量当量或周围剂量当量率；若更换、改装或维修了限束装置，如影响束流性能，应进行验收检测，验收合格后方可投入临床使用，不合格应纠正，直至合格。

4.2 控制台显示和出束联锁要求

4.2.1 所选择的质子或重离子种类应在照射前和照射期间显示在治疗控制台上，厂家提供文件应包括：

- a) 能提供措施确保只有被选择的质子或重离子才能配送给患者；
- b) 照射终止后，在治疗控制台上重新选择质子或重离子种类之前，能阻止进一步的照射。

4.2.2 质子重离子射程或者单位核子能量的选择和显示，厂家提供文件应包括：

- a) 能提供措施确保在照射期间只有被选择的质子或重离子射程或者单位核子能量被配送，并使得深度剂量跟预期的深度剂量相比差异不超过 10% 或 0.25 Gy（取较大者），或者射程差异不超过 1 mm；
- b) 如果设置的质子或重离子射程或质子重离子束的单位核子能量不在本标准 4.2.2 条 a) 项所述的允许范围内，能至少有两套独立的剂量监测系统和联锁确保可以终止照射和阻止照射的启动；
- c) 在照射前和照射期间，治疗控制台应显示所选择的和正在配送的质子或重离子射程或者单位核子能量；对于采用多能量的多子野治疗，在每子野治疗期间都能显示所使用质子或重离子的射程或者单位核子能量；
- d) 在照射终止后，在治疗控制台上重新选择质子或重离子射程或者单位核子能量之前，能阻止进一步的照射。

4.3 剂量监测系统要求

4.3.1 剂量监测系统的道数

厂家提供文件应包括两道独立的剂量监测系统。

4.3.2 剂量监测系统功能

应使用校准程序将剂量监测系统的信号转换为配送的吸收剂量的指示值。厂家剂量监测系统的文件应满足以下要求：

- a) 一道剂量监测系统发生故障不影响另外一道系统的正常功能；
- b) 当任何一道剂量监测系统辐射响应超过 5 % 时，能自动终止照射；
- c) 两道剂量监测系统可为冗余剂量监测组合或者主-次剂量监测组合。在冗余剂量监测组合情况下，两套系统都能具备技术说明书中陈述的性能。在主-次剂量监测组合情况下，至少主剂量监测系统应具备所述的性能。无论提供哪种组合，达到规定的吸收剂量率最大值的性能应包含在技术描述中。

4.3.3 剂量监测系统信息显示

厂家提供文件应包括：

- a) 治疗控制台能提供配送剂量的实时显示，配送剂量的显示方法能适合于所采用的辐射输送方法；
- b) 剂量监测读数的显示能清晰易读，位于治疗控制台上预设的剂量监测计数显示位置附近以便观察；
- c) 当两道剂量监测系统的读数显示在同一个显示终端上时，也能为至少其中一道剂量监测系统读数提供一个独立的显示终端；
- d) 剂量监测系统的显示能在照射中断或终止之后保持其读数，直至执行特定的清除或者恢复程序；
- e) 新的照射能在显示值复位回零后才能开始；
- f) 电源故障或者器件失灵造成照射中断或者终止时，剂量监测计数能以可读的方式存储在至少一个剂量监测系统中，且可保留时间不短于 20 min 或需要执行特定的清除或者恢复程序才能消除。

4.3.4 剂量监测系统终止照射的设置

厂家提供文件应包括两道剂量监测系统应都能独立执行照射的终止的说明：

- a) 两道剂量监测系统构成冗余剂量监测系统组合时，每道都能设置成剂量监测计数达到预设值时终止照射；
- b) 在主-次剂量监测系统组合中，主剂量监测系统能设置成剂量监测计数达到预选值时终止照射；次剂量监测系统能设置成剂量监测计数超过预选值 10 % 或 0.25 Gy 吸收剂量（取其大值）时能终止照射；
- c) 终止照射还可以通过主剂量监测系统以外的其他措施实现（例如超时），在这种情况下，该措施被认为是主终止系统，剂量监测系统能提供次级终止方式。剂量监测系统能设置成在不超过预选值 10 % 的剂量相关值下终止照射。

4.3.5 独立于剂量监测系统的其他终止措施

厂家提供文件应包括：

- a) 能提供采用预设粒子数等预设值使照射终止的方法，该方法独立于剂量监测系统；
- b) 照射终止能发生在预设剂量的 120 % 之内或照射 0.25 Gy 的额外剂量时（取其大值）。

4.4 散漏辐射的控制要求

4.4.1 穿过限束装置的质子重离子散漏光子辐射

在完全关闭限束装置条件下，患者平面P区内（相关示意图见本标准附录A的图A.1）所有测量点的剂量平均值（ $D_{b, \text{Pave}}$ ）应不大于最大照射野条件下剂量（ $D_{a, \text{ERP}}$ ）的0.75%，且所有测量点的剂量最大值（ $D_{b, \text{Pmax}}$ ）应不大于最大照射野条件下剂量（ $D_{a, \text{ERP}}$ ）的2%。

4.4.2 照射野外的散漏光子辐射

在等中心处，10 cm×10 cm或最大照射野（如果最大照射野小于10 cm×10 cm）条件下，患者平面O区（相关示意图见本标准附录A的图A.1）的照射野外扩15 cm到50 cm的范围内，所有测量点的剂量最大值（ $D_{(15-50)\text{max}}$ ）应不大于设备参考点剂量（ D_{ERP} ）的0.5%；患者平面O区照射野外扩50 cm到200 cm的范围内，所有测量点的剂量最大值（ $D_{(50-200)\text{max}}$ ）应不大于设备参考点剂量（ D_{ERP} ）的0.1%。

4.4.3 照射野外的散漏中子辐射

在等中心处，10 cm×10 cm或最大照射野（如果最大照射野小于10 cm×10 cm）条件下，患者平面O区（相关示意图见附录图A.1）的照射野外扩15 cm到200 cm的范围内，调制扫描模式，所有测量点的中子剂量最大值（ $D_{n, \text{max}}$ ）应不大于设备参考点剂量（ D_{ERP} ）的0.08%，散射模式或均匀扫描模式，所有测量点的中子剂量最大值（ $D_{n, \text{max}}$ ）应不大于设备参考点剂量（ D_{ERP} ）的0.8%。

4.4.4 机头的散漏光子辐射

在等中心处，10 cm×10 cm或最大照射野（如果最大照射野小于10 cm×10 cm）条件下，离机头外壳表面≤5 cm范围内，所有测量点的剂量最大值（ $D_{s, \text{max}}$ ）应不大于设备参考点剂量（ D_{ERP} ）的0.5%。

4.5 在终止照射后机头感生放射性导致的光子辐射

在终止照射后，应满足如下a)或b)的要求：

- a) 在最后一次照射终止后的30 s内开始测量，累积5 min，测得感生放射性导致的周围剂量当量应同时满足下列要求：
 - 1) 离机头外壳表面5 cm容易接近处：≤10 μSv；
 - 2) 离机头外壳表面100 cm处：≤1 μSv。
- b) 在最后一次照射终止后30 s内开始测量，在不超过3 min的时间内，测得感生放射性导致的周围剂量当量率应同时满足下列要求：
 - 1) 离任意外壳表面5 cm容易接近处：≤200 μSv/h；
 - 2) 离任意外壳表面100 cm处：≤20 μSv/h。

5 设备质量控制要求

5.1 一般要求

5.1.1 医用质子重离子放射治疗设备的质量控制检测分为验收检测、状态检测和稳定性检测。

5.1.2 医用质子重离子放射治疗设备的检测项目、周期和技术要求应符合本标准附录B的要求，对设备不具备或不满足检测条件的情况，应在检测报告中加以说明。

5.1.3 新安装医用质子重离子放射治疗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，但不应低于本标准的要求；供货方未规定的项目应符合本标准的要求。质量控制检测结果达到或优于本标准中所规定的指标值为合格，否则为不合格。

5.1.4 医用质子重离子放射治疗设备性能指标相关的随机文件至少应包括剂量学、机械、防护等性能指标。

5.1.5 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、检测结果及其相应标准要求。

5.1.6 质量控制检测中模体放置位置及相关检测条件按本标准附录C进行。验收检测、状态检测和稳定性检测的具体检测预置条件按照本标准附录C的规定进行，开展质量控制检测的要求可参照本标准附

录D。

5.1.7 验收检测和状态检测应委托有相关资质的技术服务机构进行，稳定性检测应由医疗机构自主检测或委托有技术能力的机构进行。

5.1.8 使用医用质子重离子放射治疗设备开展放射治疗的医疗机构，应积极参加国内或国际相关专业技术机构组织的第三方剂量核查。

5.2 验收检测要求

5.2.1 新安装、重大维修或更换重要部件后的设备，应进行验收检测。

5.2.2 医用质子重离子放射治疗设备验收检测前，应有完整的随机文件，订货合同或双方协议、供货方提供的设备手册或设备清单、设备性能指标、使用说明书或操作维修规范等。

5.2.3 验收检测应按照本标准的技术要求进行检测，验收合格后方可投入临床使用。

5.2.4 验收检测应由供货商、医疗机构协助有资质的技术服务机构完成。

5.3 状态检测要求

5.3.1 使用中的医用质子重离子放射治疗设备应每年至少进行一次状态检测。

5.3.2 设备状态检测中发现某项指标不符合要求，应采取纠正措施。

5.4 稳定性检测要求

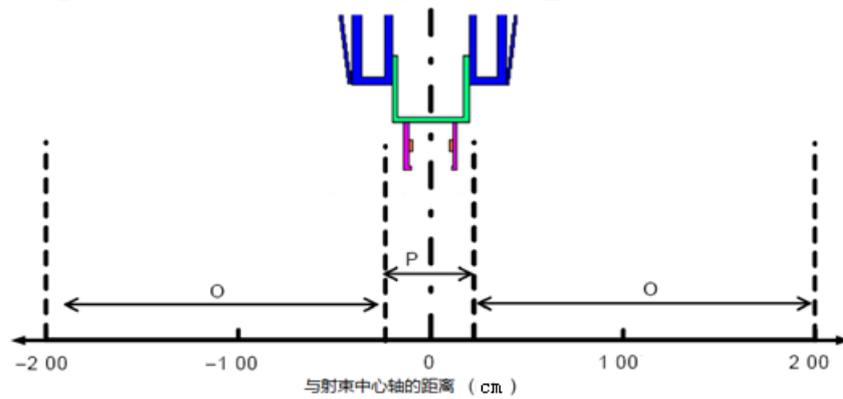
使用中的医用质子重离子放射治疗设备，应按本标准要求定期进行稳定性检测，若不合格，应采取纠正措施。

6 设备防护安全和质量控制检测方法

医用质子重离子放射治疗设备防护安全和质量控制检测方法参见附录E，相关质子重离子辐射束特性和剂量学参数参见附录F。

附录 A
(资料性)
散漏辐射的患者平面检测位置

测量散漏辐射剂量的患者平面相关位置示意图见图A.1。P区为患者平面上最大照射野边缘外扩15 cm以内的区域；O区为患者平面上P区外沿至200 cm以内，但不包括P区的区域。



注：图A.1引自IEC 60601-2-64。

图A.1 测量散漏辐射剂量的患者平面相关位置示意图

附 录 B
(规范性)
设备检测项目与技术要求

医用质子重离子放射治疗设备防护安全检测项目与技术要求见表B.1。

表B.1 设备防护安全检测项目与技术要求

序号	检测类别	检测项目	评价要求的依据条款	技术要求	验收检测	状态检测	稳定性检测	
							应检	周期
1	设备防护安全	穿过限束装置的质子重离子散漏光子辐射	4.4.1	患者平面上, P 区域 a) 平均吸收剂量, $D_{b, Pave}$ 平均值 $\leq 0.75 \% D_{a, ERP}$; b) 最大吸收剂量, $D_{b, Pmax}$ 平均值 $\leq 2 \% D_{a, ERP}$	√	—	—	—
2		照射野外的散漏光子辐射	4.4.2	患者平面上, 0 区域 a) $D_{(15-50)max} \leq 0.5 \% D_{ERP}$; b) $D_{(50-200)max} \leq 0.1 \% D_{ERP}$	√	—	—	—
3		照射野外的散漏中子辐射	4.4.3	患者平面上, 0 区域 调制扫描: $D_{n, max} \leq 0.08 \% D_{ERP}$; 散射模式或均匀扫描: $D_{n, max} \leq 0.8 \% D_{ERP}$	√	—	—	—
4		机头的散漏光子辐射	4.4.4	机头外壳 ≤ 5 cm 范围 $D_{s, max} \leq 0.5 \% D_{ERP}$	√	—	—	—
5		感生放射性导致的光子辐射	4.5	a) 在最后一次照射终止后的 30 s 内开始测量, 累积 5 min, 测量机头的周围剂量当量值应不超过下列值: 1) 离任意外壳表面 5 cm 容易接近处: 10 μ Sv; 2) 离任意外壳表面 100 cm 处: 1 μ Sv。 或 b) 在最后一次照射终止后 30 s 内开始测量, 在不超过 3 min 的时间内, 测量机头的周围剂量当量率值应不超过下列值: 1) 离任意外壳表面 5 cm 容易接近处: 200 μ Sv/h; 2) 离任意外壳表面 100 cm 处: 20 μ Sv/h。	√	—	√	六个月
<p>穿过限束装置的质子重离子散漏辐射只适用于检测使用了准直器、多叶光栅等限束装置的质子重离子设备。“√”表示应进行对应项目的检测;“—”表示不进行对应项目的检测。</p>								

医用质子重离子放射治疗设备质量控制的检测项目与技术要求见表B.2。

表 B.2 质量控制检测项目与技术要求

序号	检测类别	检测项目	检测方法与评价要求的依据条款	技术要求	验收检测	状态检测	稳定性检测	
							应检	周期
1	剂量学部分	输出剂量偏差 ^a	E. 2. 1	±3%内	√	√	√	一天
2		剂量重复性	E. 2. 2	≤2 %	√	√	√	六个月
3		剂量线性	E. 2. 3	≤2 %	√	√	√	一个月
4		射程准确性	E. 2. 4	单能：±1 mm 内； 调制射程： 调制扫描： ±2 mm 内； 散射或均匀扫描模式： ±2 mm 内	√	√	√	一年
5		束斑位置偏差 ^b	E. 2. 5	±1.5 mm内	√	√	√	一个月
6		束斑大小偏差 ^b	E. 2. 6	±15 %内	√	√	√	一个月
7		束斑形状的一致性	E. 2. 7	±2 mm内	√	√	√	一个月
8		射野均整度和对称性 ^c	E. 2. 8	质子： 均整度：≤2% 对称性：±2%内 重离子： 均整度：≤5% 对称性：±5%内	√	√	√	一个月
9		横向半影宽度偏差	E. 2. 9	散射模式和均匀扫描模式： ±2 mm 内	√	√	√	一个月
10		SOBP 展宽宽度偏差 ^d	E. 2. 10	散射模式或均匀扫描模式： 质子束：≤2%/2 mm； 重离子束：≤3%/3 mm	√	√	√	一年
11		虚拟源轴距偏差 ^a	E. 2. 11	±1.0 %内	√	√	√	一年

表 B.2 质量控制检测项目与技术要求（续）

序号	检测类别	检测项目	检测方法与评价要求的依据条款	技术要求	验收检测	状态检测	稳定性检测	
							应检	周期
12	机械部分	辐射束等中心偏差	E. 3. 1	±1 mm内	√	√	√	一个月
13		影像等中心偏差	E. 3. 2	±1 mm内	√	√	√	一个月
14		床旋转中心偏差	E. 3. 3	±1 mm内	√	√	√	一个月
15		床位移和旋转精度偏差	E. 3. 4	±1 mm/1° 内	√	√	√	一个月
16		图像引导校正偏差	E. 3. 5	±1. 5 mm内	√	√	√	一天
验收检测应覆盖高能量区、中能量区和低能量区；状态检测可选择临床常用能量区进行检测。“√”表示应进行对应项目的检测；“—”表示不进行对应项目的检测。								
^a 被动散射模式或均匀扫描模式条件，因 MLC 叶片尺寸无法形成 5 cm×5 cm 等整数尺寸射野时，可选大于 5 cm×5 cm 的射野进行检测。 ^b 若同档能量存在不同束斑大小，应予以分别测量，以临床使用的能量和束斑的频次选择测量。 ^c 仅散射模式和均匀扫描模式检测。 ^d 只适用于质子和重离子的散射模式和均匀扫描模式检测。								

附 录 C
(规范性)
设备防护安全和质量控制检测条件

医用质子重离子放射治疗设备防护安全和质量控制项目的相关检测条件见表C.1。

表C.1 设备防护安全和质量控制项目的检测条件

序号	检测项目	束流模式	照射野	剂量/ 剂量率	标称能量	测量位置	单能/SOBP 展宽
1	穿过限束装置的质子重离子散漏光子辐射	带限束装置的 DS/PS;US;MS	最大可用照射野	设备参考点或等中心处5 Gy, 最大吸收剂量率	最大质子重离子单位核子能量, 进行6 cm SOBP的展宽设置	患者平面上, 测量设备参考点或等中心处剂量, 完全关闭限束装置, 其他条件不变, 再次出束照射, 分别测量距设备参考点1 cm处、最大照射野边缘位置处和最大野单侧外扩15 cm处的剂量	SOBP展宽
2	照射野外的散漏光子辐射	DS/PS;US;MS	10 cm×10 cm照射野, 最大野小于10 cm×10 cm的, 可选最大野条件	设备参考点或等中心处5 Gy, 最大吸收剂量率	最大质子重离子单位核子能量, 进行6 cm SOBP的展宽设置	患者平面上, P区外的0区, 射束轴侧面最大野外扩15 cm到50 cm的范围内, 在单侧可测区域取15 cm、30 cm和50 cm三个点位进行测量; 射束轴侧面最大野外扩50 cm到200 cm的范围内, 至少在单侧可测区域测50 cm、100 cm和200 cm处剂量	SOBP展宽
3	照射野外的散漏中子辐射	DS/PS;US;MS	10 cm×10 cm照射野, 最大野小于10 cm×10 cm的, 可选最大野条件	设备参考点或等中心处5 Gy, 最大吸收剂量率	最大质子重离子单位核子能量, 进行6 cm SOBP的展宽设置	患者平面上, 无模拟患者模体的条件下, P区外的0区, 射束轴侧面最大野外扩15 cm到200 cm的范围内, 至少在单侧可测区域取15 cm、50 cm、100 cm和200 cm四个点位进行测量	SOBP展宽

表C.1 设备防护安全和质量控制项目的检测条件（续）

序号	检测项目	束流模式	照射野	剂量/ 剂量率	标称能量	测量位置	单能 /SOBP 展宽
4	机头的散漏光子辐射	DS/PS;US;MS	10 cm×10 cm 照射野,最大野小于10 cm×10 cm 的,可选最大野条件	设备参考点或等中心处5 Gy, 最大吸收剂量率	最大质子重离子单位核子能量, 进行6cm SOBP 的展宽设置	患者平面外, 无模拟患者模体的条件下, 绕机头对称位置, 至少取0°、90°、180° 和270° 四个点位进行测量	SOBP 展宽
5	感生放射性导致的光子辐射	DS/PS;US;MS	10 cm×10 cm, 如果最大尺寸小于10 cm×10 cm 时, 使用最大可用照射野	4 Gy, 最大吸收剂量率	最大质子重离子单位核子能量	离机头外壳表面5 cm 处和100 cm 处	SOBP 展宽
6	输出剂量偏差	DS/PS;US;MS	≥5 cm×5 cm 射野, 满足电离室剂量计测量的 SOBP 区域; 受多叶光栅准直器 (MLC) 叶片宽度限制时可选更大的接近射野	>1.0 Gy/临床常用剂量率	高能区、中能量区、低能量区	验收检测: SOBP 中心位置; 状态检测和稳定性检测: 单能坪区或 SOBP 中心位置	依据检测性质要求选 SOBP 展宽或单能
7	剂量重复性	DS/PS;US;MS	≥5 cm×5 cm 射野, 满足电离室剂量计测量的 SOBP 区域; 受 MLC 叶片宽度限制时可选更大的接近射野	>1.0 Gy/临床常用剂量率	高能区、中能量区、低能量区	验收检测: SOBP 中心位置; 状态检测和稳定性检测: 单能坪区或 SOBP 中心位置	依据检测性质要求选 SOBP 展宽或单能

表C.1 设备防护安全和质量控制项目的检测条件（续）

序号	检测项目	束流模式	照射野	剂量/ 剂量率	标称能量	测量位置	单能 /SOBP 展宽
8	剂量线性	DS/PS;US;MS	$\geq 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ 射野, 满足电离室剂量计测量的 SOBP 区域; 受 MLC 叶片宽度限制时可选更大的接近射野	验收检测: 0.5 Gy、1.0 Gy、2.0 Gy、4.0 Gy、6.0 Gy; 状态检测和稳定性检测: 参照随机文件	高能区、中能量区、低能量区	验收检测: SOBP 中心位置; 状态检测和稳定性检测: 单能坪区或 SOBP 中心位置	依据检测性质要求选 SOBP 展宽或单能
9	射程准确性	DS/PS;US;MS	$\geq 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$	临床常用剂量率	高能区、中能量区、低能量区	深度剂量分布	单能和 SOBP 展宽
10	束斑位置偏差	MS	临床单能束最大射野范围	临床常用剂量率	最高能量、中能量区、最低能量	等中心	单能
11	束斑大小偏差	MS	临床单能束	临床常用剂量率	最高能量、中间能量、最低能量	等中心	单能
12	束斑形状的一致性	MS	临床单能束	临床常用剂量率	最高能量、中间能量、最低能量	等中心	单能
13	射野均整度和对称性	DS/PS;US;MS	被动散射式和均匀扫描: 最大射野 调制扫描: $\geq 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$	临床常用剂量率	最高能量区、中间能量区、最低能量区	等中心	SOBP 展宽

表 C.1 设备防护安全和质量控制项目的检测条件（续）

序号	检测项目	束流模式	照射野	剂量/ 剂量率	标称能量	测量位置	单能 /SOBP 展宽
14	横向半影 宽度偏差	DS/PS;US	被动散射式和 均匀扫描：最大 射野 调制扫描： $\geq 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$	临床常用 剂量率	最高能量区、 中间能量区、 最低能量区	等中心	SOBP 展宽
15	SOBP 宽 度偏差	DS/PS;US	$\geq 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$	临床常用 剂量率	最高能量区、 中间能量区、 最低能量区	深度剂量分布	SOBP 展宽
16	虚拟源轴 距偏差	DS/PS;US;MS	$10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$	临床常用 剂量率	最高能量区、 中间能量区、 最低能量区	束流方向，等中心及前后 至少 15cm 位置处	单能
17	辐射束等 中心偏差	DS/PS;US;MS	$\geq 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$	临床常用 剂量率	—	等中心	单能
18	影像等中 心偏差	DS/PS;US;MS	—	—	—	等中心，机架 0° 、 90° 、 -90° 和 180° 的旋转角度 时，检测模体金属球的中心 位置	—
19	床旋转中 心偏差	DS/PS;US;MS	—	—	—	等中心	—
20	床位移和 旋转精度 偏差	DS/PS;US;MS	—	—	—	等中心	—
21	图像引导 校正偏差	DS/PS;US;MS	—	—	—	等中心	—

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/065210034012011310>