

WS

中华人民共和国卫生行业标准

WS 674—2025
代替WS 674—2020

医用电子直线加速器质量控制检测标准

Standard for testing of quality control in medical electron linear accelerator

2025 - 09 - 05 发布

2026 - 09 - 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 防护性能要求	2
5 质量控制检测要求	4
6 防护性能和质量控制检测方法	4
附录 A（资料性） 医用电子直线加速器防护性能检测方法	5
附录 B（资料性） 医用电子直线加速器输出剂量核查技术要求	11
附录 C（规范性） 医用电子直线加速器防护性能与质量控制检测检查项目及技术要求	12
附录 D（规范性） 医用电子直线加速器防护性能与质量控制检测及检查条件	15
附录 E（资料性） 质量控制检测模体摆放位置及测量等中心的参考布局	17
附录 F（资料性） 开展质量控制检测仪器设备配置要求	19
附录 G（资料性） 医用电子直线加速器质量控制检测及检查方法	20
参考文献	30

前 言

本标准为强制性标准。

本标准代替 WS 674—2020《医用电子直线加速器质量控制检测规范》。与 WS 674—2020 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了剂量核查的术语定义及技术要求（见 3.10、4.4 和附录 B）；
- b) 删除了一般要求（2020 年版的 4.1）；
- c) 更改了吸收剂量的控制（见 4.1，2020 年版的 4.2）；
- d) 删除了杂散辐射的控制与检测（2020 年版的 4.3）；
- e) 更改了限束装置的泄漏辐射控制与检测（见 4.2，2020 年版的 4.4）；
- f) 增加了随机文件的具体要求（见 5.1.6）；
- g) 将设备质量控制检测方法更改为防护性能和质量控制检测方法（见第 6 章，2020 年版的第 6 章）；
- h) 增加了医用电子直线加速器防护性能检测方法（见附录 A）；
- i) 更改了感生放射性的检测方法（见 A.4，2020 年版的 4.5）；
- j) 更改了照射野的数字指示检测条件和检测方法（见 D.2、G.1.4，2020 年版的 E.1、6.4.1）；
- k) 更改了辐射束轴在入射表面上的位置指示检测条件和检测方法（见 D.2、G.1.5，2020 年版的附录 E、6.4.2）；
- l) 更改了辐射束轴相对于等中心点的偏移检测条件和检测方法（见 D.2、G.1.6，2020 年版的附录 E、6.5.1）；
- m) 将部分检测项目更改为检查项目（见 C.3，2020 年版的附录 E）；
- n) 增加了开展质量控制检测仪器设备配置要求（见附录 F）；
- o) 增加了剂量计算公式（见 G.1.1.1）；
- p) 更改了深度吸收剂量特性（见 G.1.2，2020 年版的 6.2）；
- q) 更改了等中心的指示（激光灯）的检测方法（见 G.2.1，2020 年版的 6.5.2）；
- r) 更改了旋转运动标尺的零刻度位置的检测方法（见 G.2.2，2020 年版的 6.6）；
- s) 更改了治疗床的运动精度的检测方法（见 G.2.3，2020 年版的 6.7）；
- t) 更改了治疗床的刚度的检测方法（见 G.2.4，2020 年版的 6.8）；
- u) 更改了治疗床的等中心旋转的检测方法（见 G.2.5，2020 年版的 6.9）。

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、北京大学肿瘤医院、北京市疾病预防控制中心、中国医学科学院肿瘤医院、中国人民解放军总医院、中国医学科学院放射医学研究所、河南省第三人民医院（河南省职业病医院）。

本标准主要起草人：程金生、李明生、吴昊、冯泽臣、刘雅、戴建荣、鞠忠建、翟贺争、田源、张钦富。

本标准及其所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 16369—1996；
- GBZ 126—2002；
- GBZ 126—2011；
- WS 674—2020。

医用电子直线加速器质量控制检测标准

1 范围

本标准规定了医用电子直线加速器防护性能和质量控制检测的一般要求、检测项目及技术要求。本标准适用于医用电子直线加速器防护性能和质量控制检测。环形机架加速器、医用电子回旋加速器和术中放疗直线加速器等可参照执行。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 9706.201 医用电气设备 第2-1部分：能量为1 MeV至50 MeV电子加速器基本安全和基本性能专用要求

GB 15213 医用电子加速器 性能和试验方法

WS 582 X、 γ 射线立体定向放射治疗系统质量控制检测规范

3 术语和定义

GB 9706.201和GB 15213界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

正常治疗距离 normal treatment distance; NTD

X射线治疗时，为从靶的前表面沿辐射束轴至等中心的距离；电子线治疗时，为电子窗沿辐射束轴至限束器末端或规定平面的距离。

3.2

等中心 isocenter

放射学设备中，各种运动的基准轴线在运动过程中所围绕的公共中心点。

3.3

标称能量 nominal energy

由制造商给出，用于表征辐射束的能量。

3.4

均整度 flatness

在一个照射野的限定区域内，最高与最低的吸收剂量之比，用来量度某一规定照射距离处照射野内各点吸收剂量率是否均匀。

3.5

患者平面 patient plane

用医用电子直线加速器对患者进行治疗时，在正常治疗距离处与治疗床平面平行、与治疗床垂直距离为7.5 cm的平面。

3.6

M 区 M area

在患者平面，以辐射束轴为中心，并以初级准直器形成的最大照射野边界的区域。

3.7

患者平面测试区 test area in patient plane

在患者平面上，距辐射束中心半径为2 m的，不包括M区在内的区域。

3.8

最大吸收剂量 maximum absorbed dose

在正常治疗距离、照射野为10 cm×10 cm条件下，在水模中沿辐射束轴上测量的吸收剂量的最大值。

3.9

多元限束装置 multi-element beam limiting device

有规定数量的辐射束衰减元件，组装起来并加以控制用来限定照射野，既可以临时也可以永久附加在一个已有的限束装置上。

注：临床上常称为多叶准直器或多叶光栅（multi-leaf collimator, MLC）。

3.10

剂量核查 dosimetry auditing

外部独立的机构以邮寄小型剂量计的形式对医疗机构医用电子直线加速器辐射束所产生的剂量进行的检查。

3.11

什值层 tenth-value layer

十分之一值层

置于某种辐射束的路径上能使指定的辐射量的值降至原值的1/10的给定物质的厚度。

注：指定的辐射量包括比释动能率、照射量率、吸收剂量率等。

3.12

几何照射野 geometric field

医用电子直线加速器的辐射束在模体表面或患者体表上的投影区域，通常用铅门、多元限束装置等来限定其大小和形状。

3.13

源皮距 source-surface distance

沿着辐射束轴测量的辐射源与受照体表之间的距离。

3.14

基准深度 base depth

模体内辐射束轴上最大吸收剂量的90%点（远端）的平面所在的深度。

3.15

感生放射性 induced radioactivity

由辐射照射而产生的放射性。

4 防护性能要求

4.1 吸收剂量的控制

4.1.1 随机文件中关于吸收剂量的控制

随机文件中吸收剂量的控制内容应满足 GB 9706.201 的要求。

4.1.2 吸收剂量的监测和控制

医用电子直线加速器应具有独立的双道剂量监测系统，在校准双道剂量监测系统时，应使其对同一剂量在双道剂量监测系统的读数一致。

4.1.3 计时器的控制

应在治疗控制台上配置一个控制计时器，控制计时器应与照射的启动和停止同步；在照射中断或终止后保持其读数；照射终止后，在启动下次照射之前能复位回零；为防止剂量监测系统失效，当预选的时间达到时，终止照射。

4.1.4 吸收剂量率的控制

应配置一个剂量率监测系统，并在治疗控制台上显示其读数（每秒或每分钟的剂量监测计数）。

4.1.5 辐射类型的选择和显示

在照射之前和在照射期间，应在治疗控制台上显示所用照射类型；照射终止后，在治疗控制台上重新选择好辐射类型之前，应阻止下一次照射。

4.1.6 标称能量的选择和显示

除只能产生一种能量辐射束的设备外，照射终止后，在治疗控制台上重新选择好能量之前，应阻止下一次照射。能产生不同能量辐射束的设备，在照射之前和在照射期间应在治疗控制台上显示能量值。

4.1.7 楔形过滤器的选择和显示

配有楔形过滤器的设备，应能在治疗控制台上显示出正在用的楔形过滤器，每个楔形过滤器应有清晰的识别标记；若所选楔形过滤器未正确定位，不能启动照射。

4.2 限束装置的泄漏辐射控制

4.2.1 X射线限束装置

透过X射线限束装置的泄漏辐射测试区在M区（见本标准附录A）。任何限束装置在M区的最大泄漏辐射与最大吸收剂量比值应 $\leq 2\%$ ，平均泄漏辐射与最大吸收剂量比值应 $\leq 0.75\%$ 。

4.2.2 电子线限束装置

医用电子直线加速器应配备可调节或可互换的限束装置和（或）电子线限束器，应能限制电子线照射野外的辐射，并满足几何照射野边界外2 cm处至M区边界之间的区域中，最大泄漏辐射与辐射束轴上最大吸收剂量的比值应 $\leq 10\%$ 的要求。

4.2.3 M区域外的泄漏辐射（中子除外）

医用电子直线加速器应提供足够的防护屏蔽，使患者平面M区外的最大泄漏辐射与最大吸收剂量比值应 $\leq 0.2\%$ ；M区外平均泄漏辐射与最大吸收剂量比值应 $\leq 0.1\%$ 。患者平面外最大泄漏辐射与最大吸收剂量比值应 $\leq 0.5\%$ 。

4.3 感生放射性

感生放射性仅适用于X射线标称能量超过10 MeV的设备，其感生放射性应满足下列a)或b)的要求：

- a) 测量累积周围剂量当量5 min，在离外壳表面5 cm任何可接近处应 $\leq 10 \mu\text{Sv}$ ，离外壳表面100 cm处应 $\leq 1 \mu\text{Sv}$ ；
- b) 在终止照射30 s~3 min的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面5 cm任何可接近处应 $\leq 200 \mu\text{Sv/h}$ ，离外壳表面100 cm处应 $\leq 20 \mu\text{Sv/h}$ 。

4.4 剂量核查

使用医用电子直线加速器开展放射治疗的医疗机构，应参加剂量核查，相关技术要求见本标准附录B。

5 质量控制检测要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 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 医用电子直线加速器的检测项目、检查项目、周期和技术要求应符合本标准附录 C 的要求。
- 5.1.3 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 D 的要求进行。
- 5.1.4 验收检测和状态检测应有规范的检测记录和检测报告，稳定性检测应有检测记录。
- 5.1.5 检测报告的基本内容应至少包括：受检单位基本信息、设备信息、检测项目、检测条件、检测结果及其相应标准要求和检测指标合格与否的判定等内容，对功能不具备或不能满足检测条件的被检测设备应在检测报告中加以说明。检测报告不包含检查项目的内容。
- 5.1.6 医用电子直线加速器的随机文件中应包括该型号设备防护性能型式试验的测试结果。
- 5.1.7 质量控制检测模体摆放位置设置见本标准附录 E。
- 5.1.8 带有 X 射线立体定向放射治疗模式的医用电子直线加速器检测项目中立体定向部分的质量控制检测按 WS 582 执行。

5.2 检测设备

用于质量控制检测的仪器和模体等见本标准附录 F 配置。

5.3 检测单位

验收检测和状态检测应委托有资质的放射卫生技术服务机构进行，稳定性检测应由医疗机构进行或委托有技术能力的机构进行。验收检测应由生产厂家、医疗机构协助有资质的放射卫生技术服务机构完成。

5.4 验收检测

- 5.4.1 医用电子直线加速器新安装、重大维修或更换重要部件（如：加速管、微波功率源和靶等）后，应进行验收检测。
- 5.4.2 医用电子直线加速器验收检测前，应有完整的技术资料，包括订货合同或双方协议、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。
- 5.4.3 医用电子直线加速器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。生产厂家未规定的项目应符合本标准的要求。

5.5 状态检测

- 5.5.1 使用中的医用电子直线加速器应每年进行状态检测，状态检测不合格的应停止使用并及时调试或维修，检测合格后方可投入临床使用。
- 5.5.2 医用电子直线加速器状态检测中发现某项指标不符合要求但无法判断原因时，应采取复测等进一步的检测方法进行验证。

5.6 稳定性检测

- 5.6.1 使用中的医用电子直线加速器应按本标准要求进行定期进行稳定性检测。若检测中发现某项指标不符合要求，应采取纠正措施。
- 5.6.2 稳定性检测所选择的照射参数及检测的几何位置应保持一致。

6 防护性能和质量控制检测方法

医用电子直线加速器防护性能和质量控制检测及检查方法见本标准附录 A 和附录 G。

附录 A
(资料性)
医用电子直线加速器防护性能检测方法

A.1 X射线限束装置泄漏辐射**A.1.1 X射线限束装置泄漏辐射检测条件**

X射线限束装置泄漏辐射检测条件为：

- a) 设置机架角度为 0° ，限束系统为 0° （机架旋转见图 A.1），在正常治疗距离下选择最高能量的 X 射线；
- b) 测量时宜采用至少 2 个什值层的 X 射线吸收材料将辐射束出口完全屏蔽；
- c) 参考随机文件泄漏辐射数据，选取泄漏较高的点位，选取的点位数不少于图 A.2 中总点位数的二分之一；
- d) 探测器可选择小型探测器或多点探测器或热释光剂量计等。

A.1.2 X射线限束装置泄漏辐射检测方法

X射线限束装置泄漏辐射检测方法为：

- a) 将照射野设定成 X 方向最大、Y 方向最小；
- b) 选择泄漏辐射较高的点位布置探测器，探测器位置参考图 A.2；
- c) 医用电子直线加速器输出 2 Gy 的剂量，记录探测器位置、编号和探测器示值；
- d) 再对称地将照射野设定 X 方向最小、Y 方向最大，重复本标准第 A.1.2 条 b) 项和 c) 项步骤；
- e) 测量或计算所测点位的泄漏辐射数值；
- f) 分别计算 X 方向最大、Y 方向最小与 X 方向最小、Y 方向最大时所测点位最大和平均泄漏辐射相对于最大吸收剂量的百分比。

A.2 电子线限束装置泄漏辐射**A.2.1 电子线限束装置泄漏辐射检测条件**

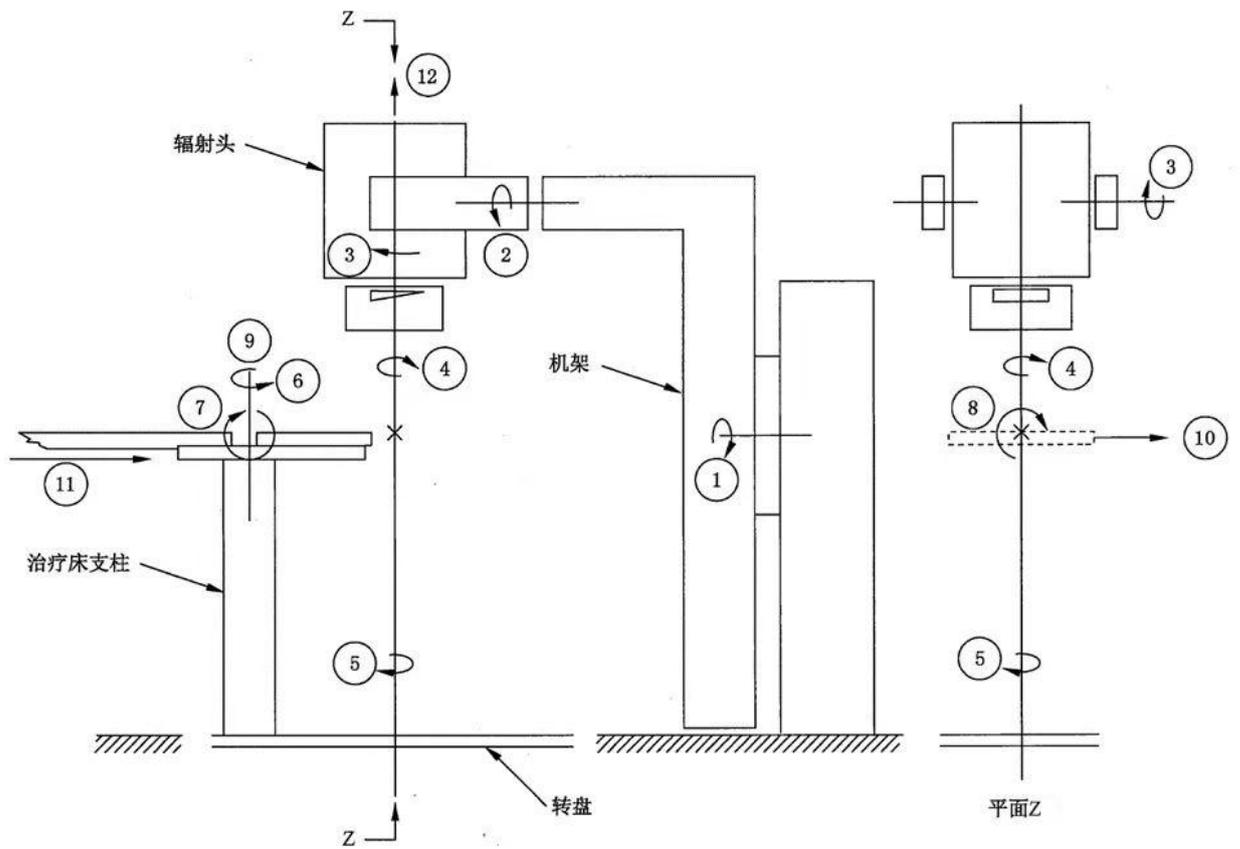
电子线限束装置泄漏辐射检测条件为：

- a) 设置机架角度为 0° ，限束系统为 0° （机架旋转见图 A.1），在正常治疗距离下选择最高能量的电子线；
- b) 参考随机文件泄漏辐射数据，在几何照射野周边外 2 cm 处的线和 M 区域边界之间选取最大泄漏的点位进行验证性检测，点位参考图 A.3；
- c) 对所有尺寸的电子线限束器/限束系统，基于随机文件中给出的电子线能量所测数据的最不利组合下照射，若随机文件没有给出有关试验结果，则只测量常用电子线限束器/限束系统的情形；
- d) 用横截面 $\leq 1 \text{ cm}^2$ 的辐射探测器在空气中进行测量；
- e) 可采用三维水箱沿着图 A.3 轴线上逐点扫描测量。

A.2.2 电子线限束装置泄漏辐射检测方法

电子线限束装置泄漏辐射检测方法为：

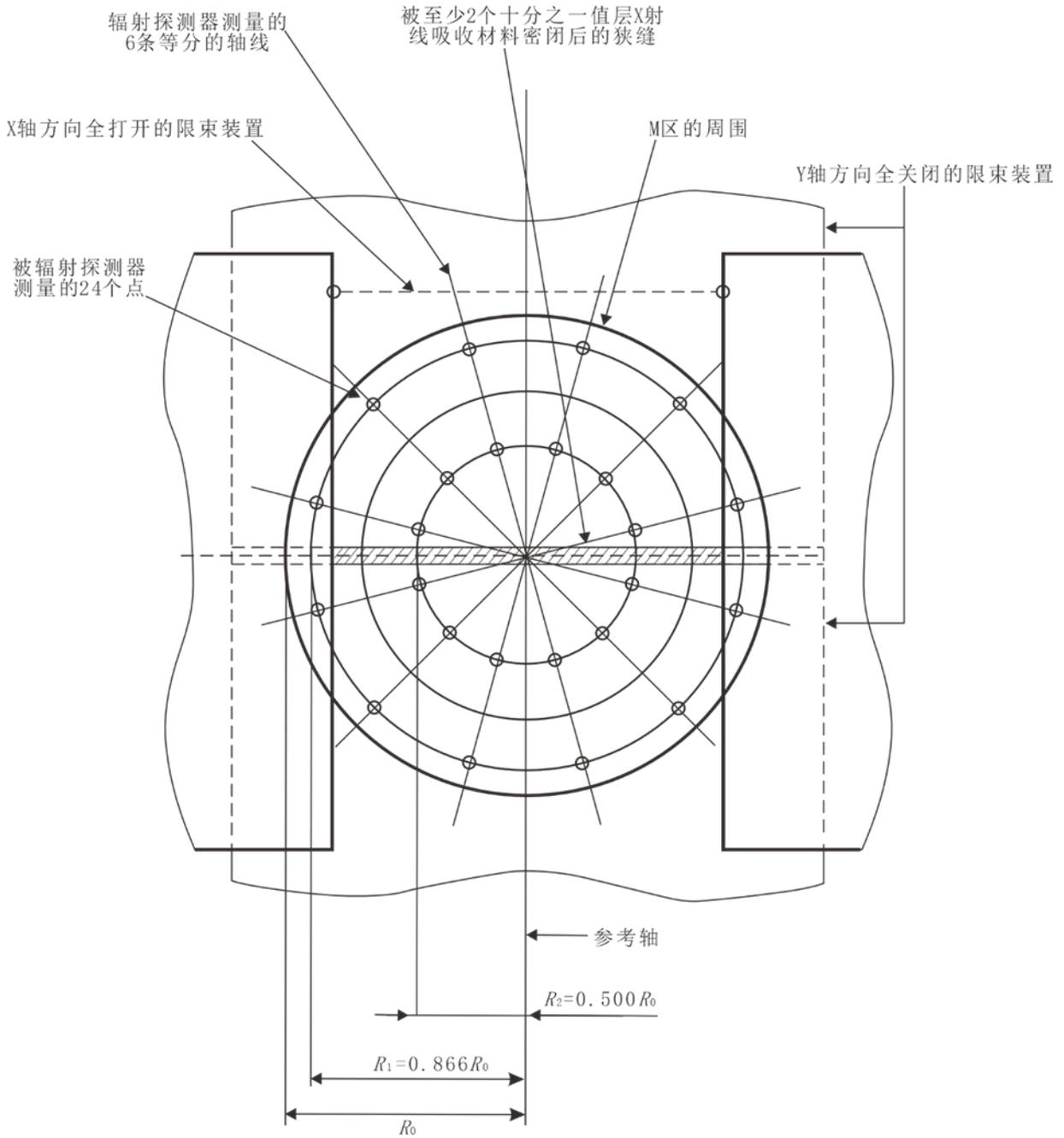
- a) 医用电子直线加速器输出 2 Gy 的剂量；
- b) 记录探测器的编号、位置和探测器示值；
- c) 测量或计算所测点位的泄漏辐射数值；
- d) 计算所测最大泄漏辐射与最大吸收剂量的百分比。



标引序号说明:

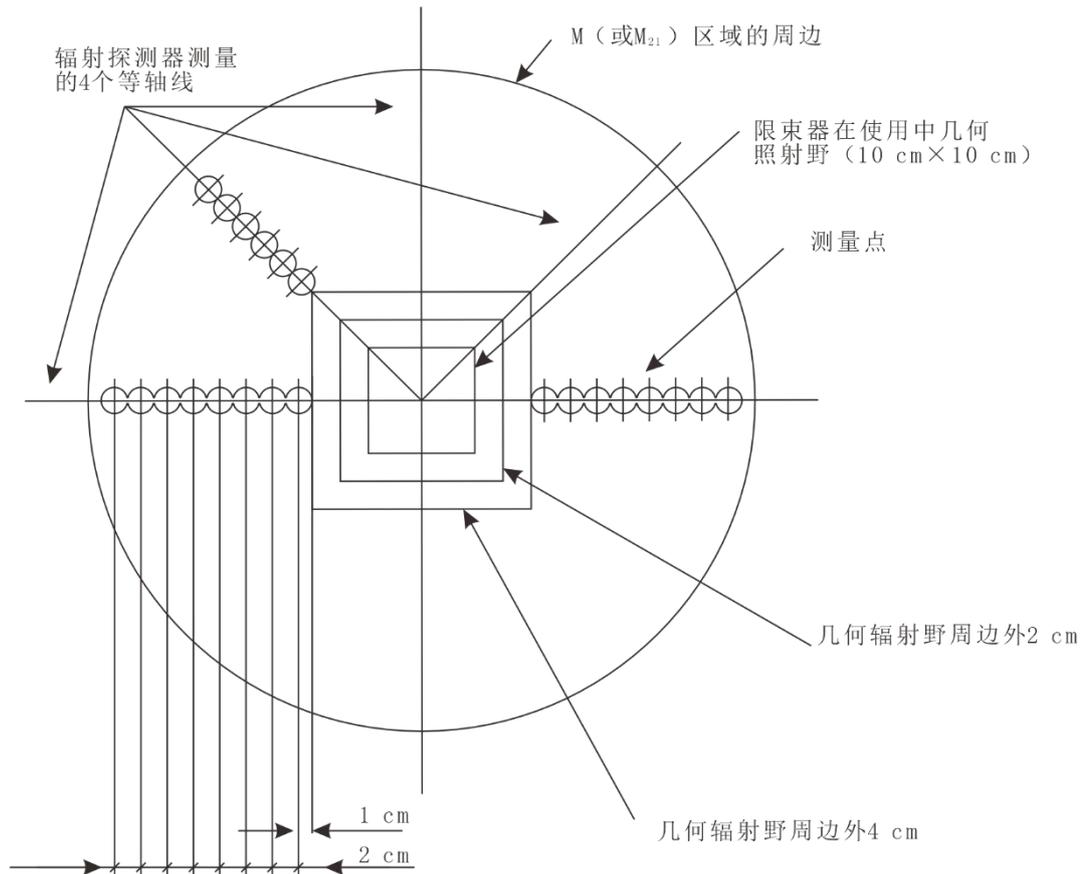
- ① ——机架旋转, 轴1;
- ② ——辐射头横向转动, 轴2;
- ③ ——辐射头纵向转动, 轴3;
- ④ ——光阑系统旋转, 轴4;
- ⑤ ——治疗床的等中心旋转, 轴5;
- ⑥ ——治疗床床面的旋转, 轴6;
- ⑦ ——治疗床纵向转动, 轴7;
- ⑧ ——治疗床横向转动, 轴8;
- ⑨ ——治疗床床面高度, 方向9;
- ⑩ ——治疗床横向移动, 方向10;
- ⑪ ——治疗床纵向移动, 方向11;
- ⑫ ——轴1至辐射源距离, 方向12。

图 A.1 旋转式机架示意图



注： S (M区域的面积) $=\pi R_0^2$ 。

图 A. 2 X 射线限束装置泄漏辐射 24 个检测点分布示意图 (常规加速器的 $R_0=25$ cm)



注：为使用电子束时的正常治疗距离处的尺寸。

图 A.3 电子线限束装置泄漏辐射检测点分布示意图

A.3 M 区域外的泄漏辐射（中子除外）

A.3.1 M区域外的泄漏辐射检测条件

M区域外的泄漏辐射检测条件为：

- 关闭 X 方向和 Y 方向射野至最小位置；
- 宜采用至少 3 个半值层厚 X 射线吸收材料将射线出口完全屏蔽；
- 参考随机文件泄漏辐射数据，患者平面选取的点位数不少于图 A.4 中总点位数的二分之一，患者平面外选取泄漏较高的点位；
- 探测器可选择小型探测器或多点探测器或热释光剂量计等。

A.3.2 M区域外的泄漏辐射检测方法

M区域外的泄漏辐射检测方法为：

- 选择泄漏辐射较高的位置布置探测器，患者平面的布点位置参考图 A.4，患者平面外的布点位置参考图 A.5；
- 医用电子直线加速器输出 2 Gy 的剂量，记录探测器位置、编号和探测器示值；
- 测量或计算所测点位的泄漏辐射数值；
- 计算患者平面最大和平均泄漏辐射相对于最大吸收剂量的百分比；
- 计算患者平面外最大泄漏辐射相对于最大吸收剂量的百分比。

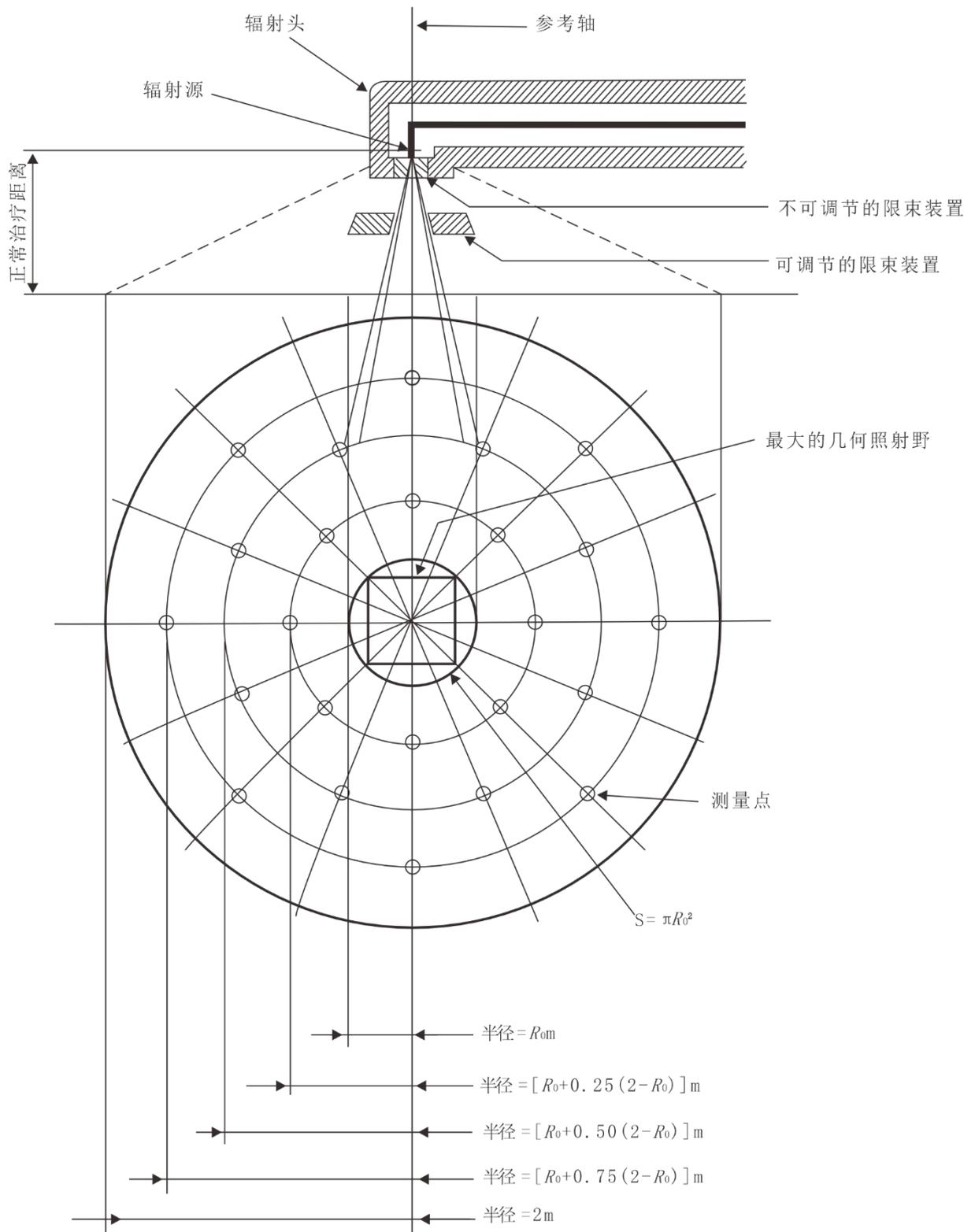


图 A.4 M 区域外泄漏辐射 24 个检测点分布示意图

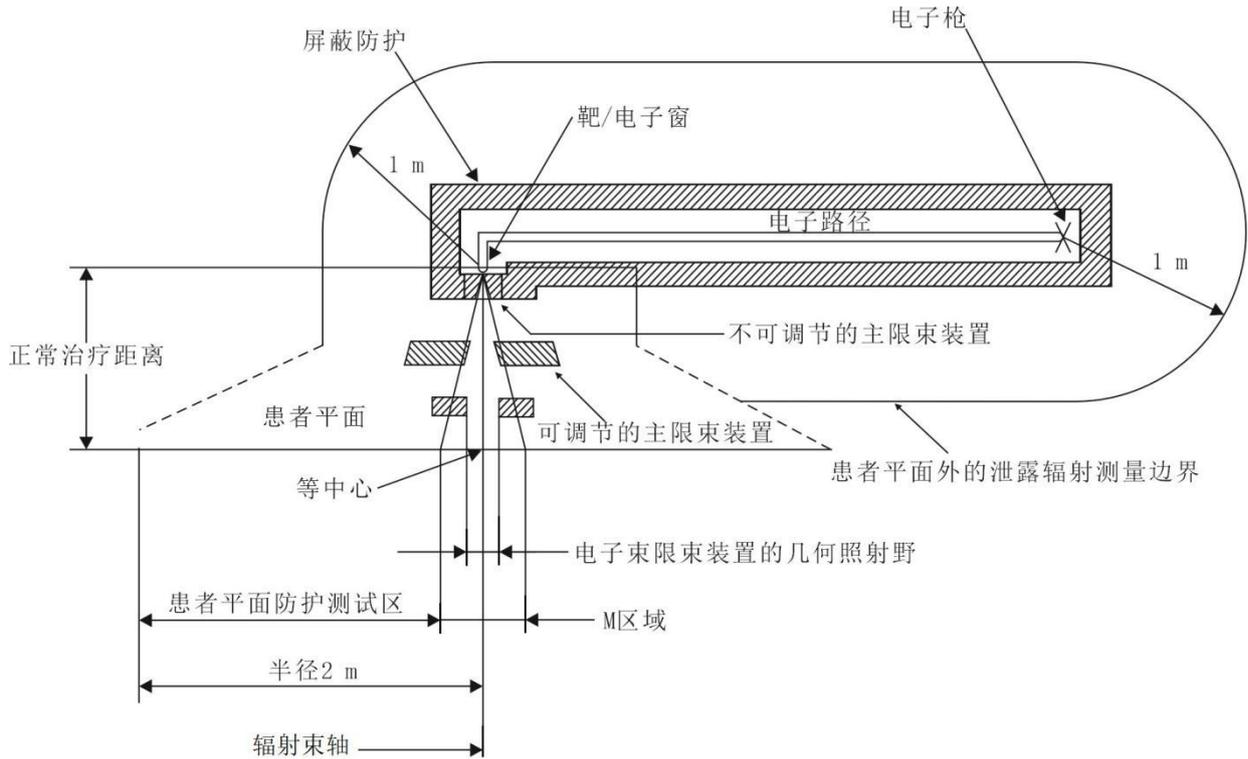


图 A.5 患者平面外区域示意图

A.4 感生放射性检测

A.4.1 感生放射性检测条件

感生放射性检测应参考临床使用情况，在医用电子直线加速器正常运行至少4 h后开展。在最大X射线能量（标称能量大于10 MV时）和最大吸收剂量率下，进行4 Gy照射，在照射终止后的不超过30 s开始测量。

A.4.2 感生放射性检测方法

可采用多点探测器或者防护巡测仪器测量，探测器置于距离辐射头外表面平面分别为5 cm和100 cm处测量感生放射性导致的周围剂量当量或者周围剂量当量率。

附录 B
(资料性)

医用电子直线加速器输出剂量核查技术要求

在参考条件下(参考条件见表B.1),以剂量计测量值为基准,测量值与参考点吸收剂量标称值的偏差宜控制在 $\pm 3.5\%$,不应超过 $\pm 5\%$ 。

当偏差超过 $\pm 5\%$,但不超过 $\pm 25\%$ 时,应查明原因,并进行第二次剂量核查;当偏差超过 $\pm 25\%$ 时,应立即采取行动,开展现场剂量测量等纠正行动。

表 B.1 剂量核查的参考条件

参数名称	参考条件
	加速器X射线
模体物质	水
源皮距	100 cm (或常用治疗距离)
照射野大小	10 cm×10 cm
水下深度	10 cm
输出剂量	2 Gy
剂量计与水底距离	>5 cm

附录 C (规范性)

医用电子直线加速器防护性能与质量控制检测检查项目及技术要求

C.1 防护性能检测

医用电子直线加速器防护性能检测项目及技术要求见表C.1。

表 C.1 医用电子直线加速器防护性能检测项目及技术要求

序号	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	推荐	周期	
1	X射线限束装置泄漏辐射	最大比值	A.1	$\leq 2\%$	√	—	—	—	—	
		平均比值		$\leq 0.75\%$						
2	电子线限束装置泄漏辐射		A.2	$\leq 10\%$	√	—	—	—	—	
3	M区域外的泄漏辐射（中子除外）		A.3	最大比值	√	—	—	—	—	
				平均比值						$\leq 0.2\%$
				患者平面外最大比值						$\leq 0.1\%$
4	感生放射性	累积剂量	A.4	5 cm	√	—	—	—	—	
				100 cm						$\leq 10 \mu\text{Sv}$
		剂量率		5 cm						$\leq 1 \mu\text{Sv}$
				100 cm						$\leq 200 \mu\text{Sv/h}$
				$\leq 20 \mu\text{Sv/h}$						

注：“√”表示应进行对应项目的检测，“—”表示不进行对应项目的检测。

C.2 质量控制检测

医用电子直线加速器质量控制检测项目及技术要求见表C.2。

表 C.2 医用电子直线加速器质量控制检测项目及技术要求

序号	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	推荐	周期
1	剂量偏差		G.1.1.1	$\leq 3\%$	√	√	√	—	一周
2	重复性		G.1.1.2	$\leq 0.5\%$	√	√	√	—	六个月
3	线性	剂量	G.1.1.3.1	$\leq 2\%$	√	√	—	√	—
		剂量率	G.1.1.3.2	$\leq 2\%$	√	—	—	√	—
4	随设备角度位置的变化（剂量）		G.1.1.4	$\leq 3\%$	—	—	—	√	—
5	随机架旋转的变化（剂量）		G.1.1.5	$\leq 3\%$	—	—	—	√	—
6	日稳定性（剂量）		G.1.1.6	$\leq 2\%$	√	—	√	—	六个月
7	X射线深度吸收剂量特性		G.1.2.1	$\leq 3\%$	√	—	√	—	六个月
8	电子线深度吸收剂量特性		G.1.2.2	$\leq 3\%$ 或 $\leq 2 \text{ mm}$	√	—	√	—	六个月

表C.2 医用电子直线加速器质量控制检测项目及技术要求（续）

序号	检测项目		检测方法 with 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	推荐	周期
9	X射线方形照射野的均整度	10 cm×10 cm	G. 1. 3. 1	≤106%	√	√	√	—	三个月
		>30 cm×30 cm	G. 1. 3. 1	≤110%	√	—	√	—	三个月
10	X射线方形照射野的对称性		G. 1. 3. 1	≤103%	√	√	√	—	六个月
11	电子线照射野的均整度	沿两主轴方向上80%等剂量线	G. 1. 3. 2	≤15 mm	√	—	√	—	三个月
		沿两主轴方向上90%等剂量线	G. 1. 3. 2	≤10 mm	√	—	√	—	三个月
		两对角线上90%等剂量线	G. 1. 3. 2	≤20 mm	√	—	√	—	三个月
12	电子线照射野的对称性		G. 1. 3. 2	≤105%	√	√	√	—	三个月
13	照射野的半影		G. 1. 3. 3	应符合厂家给出值	—	—	—	√	—
14	照射野的数字指示（单元限束）	5 cm×5 cm ~20 cm×20 cm	G. 1. 4	≤3 mm	√	—	√	—	一个月
15	照射野的数字指示（多元限束）	10 cm×10 cm	G. 1. 4	≤3 mm	√	—	√	—	一个月
16	辐射束轴在入射表面上的位置指示		G. 1. 5	≤2 mm	√	—	√	—	一个月
17	辐射束轴相对于等中心点的偏移		G. 1. 6	≤2 mm	√	√	√	—	一个月
注：“√”表示应进行对应项目的检测，“—”表示不进行对应项目的检测。									

C.3 检查项目

医用电子直线加速器质量控制检查项目及技术要求见表C.3。

表C.3 医用电子直线加速器质量控制检查项目及技术要求

序号	检查项目		检查方法与评价要求的依据条款	参考范围	验收检测	状态检测	稳定性检测		
							应检	推荐	周期
1	等中心的指示（激光灯）		G. 2. 1	≤2 mm	√	—	√	—	一天
2	旋转运动标尺的零刻度位置	机架旋转轴（1）	G. 2. 2. 1	≤0.5°	√	—	√	—	一个月
		限束系统旋转轴（4）	G. 2. 2. 2	≤0.5°	√	—	√	—	一个月
		治疗床面纵向转动轴（7）	G. 2. 2. 3	≤0.5°	√	—	√	—	一个月
		治疗床面横向转动轴（8）	G. 2. 2. 3	≤0.5°	√	—	√	—	一个月

表 C.3 医用电子直线加速器质量控制检查项目及技术要求（续）

序号	检查项目		检查方法与评价要求的依据条款	参考范围	验收检测	状态检测	稳定性检测		
							应检	推荐	周期
3	治疗床的运动精度	垂直	G. 2. 3. 1	≤ 2 mm	√	—	√	—	六个月
		横向	G. 2. 3. 2	≤ 2 mm	√	—	√	—	六个月
		前后	G. 2. 3. 3	≤ 2 mm	√	—	√	—	六个月
4	治疗床的运动刚度	纵向（高度的变化）	G. 2. 4. 1	≤ 5 mm	√	—	√	—	一年
		横向（侧向倾斜角度）	G. 2. 4. 2	$\leq 0.5^\circ$	√	—	√	—	一年
		横向（高度的变化）	G. 2. 4. 2	≤ 5 mm	√	—	√	—	一年
5	治疗床的等中心旋转		G. 2. 5	≤ 2 mm	√	—	√	—	一个月
注：“√”表示应进行对应项目的检测，“—”表示不进行对应项目的检测。									

附录 D
(规范性)

医用电子直线加速器防护性能与质量控制检测及检查条件

D.1 防护性能检测条件

医用电子直线加速器防护性能检测条件见表D.1。

表 D.1 医用电子直线加速器防护性能检测条件

序号	检测项目	机架	限束系统	照射野 cm×cm	吸收剂量率	辐射类型	标称能量	源皮距 cm
1	X射线限束装置泄漏辐射	0°	0°	参考本标准第A.1条	最大吸收剂量率	X	最大能量	100
2	电子线限束装置泄漏辐射	0°	0°	参考本标准第A.2条		电子	最大能量	100
3	M区域外的泄漏辐射 (中子除外)	0°	0°	参考本标准第A.3条		X	最大能量	100
4	感生放射性	0°	0°	10×10		X	最大能量	100

D.2 质量控制检测条件

医用电子直线加速器质量控制检测条件见表D.2。

表 D.2 医用电子直线加速器质量控制检测条件

序号	检测项目	机架	限束系统	照射野 cm×cm	吸收剂量率	辐射类型	标称能量	源皮距 cm
1	剂量偏差	0°	0°	10×10	T	X	全部档位	100
				输出剂量标定野	T	电子	临床常用档	
2	重复性	0°	0°	10×10	T	X	全部档位	100
				输出剂量标定野		电子	临床常用档	
3	线性	0°	0°	10×10 或输出剂量标定野	T	X和电子	临床常用档	100
剂量率	4档 ^a							
4	随设备角度位置的变化 (剂量)	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100 ^b
		180°	0°					
		270°	0°					
5	随机架旋转的变化 (剂量)	0° ~90°	0°	10×10	T	X和电子	临床常用档	100 ^b
		90° ~180°						
6	日稳定性(剂量)	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100
7	X射线深度吸收剂量特性	0° 或 90°	0°	10×10	T	X	全部档位	100
8	电子线深度吸收剂量特性	0° 或 90°	0°	输出剂量标定野	T	电子	临床常用档	100
9	X射线方形照射野的均整度	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100
				临床常用				

表 D.2 医用电子直线加速器质量控制检测条件（续）

序号	检测项目	机架	限束系统	照射野 cm×cm	吸收剂量率	辐射类型	标称能量	源皮距 cm
10	X射线方形照射野的对称性	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100
				临床常用				
11	电子线照射野的均整度	0° 或 90°	0°	10×10	T	电子	临床常用档	100
				临床常用				
12	电子线照射野的对称性	0° 或 90°	0°	10×10	T	电子	临床常用档	100
				临床常用				
13	照射野的半影	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100
14	照射野的数字指示 (单元限束)	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100
15	照射野的数字指示 (多元限束)	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100
16	辐射束轴在入射表面上的位置指示	0°	0°	10×10	T	X	临床常用档	100
17	辐射束轴相对于等中心点的偏移	0°	0°	临床常用	T	X	临床常用档	100 ^b
		90°						
		180°						
		270°						
注：T—典型放射治疗条件， X—X射线。								
^a 4档剂量率范围为最大吸收剂量率的20%至最大吸收剂量率。								
^b 源到探测器距离。								

D.3 检查条件

医用电子直线加速器质量控制检查条件见表D.3。

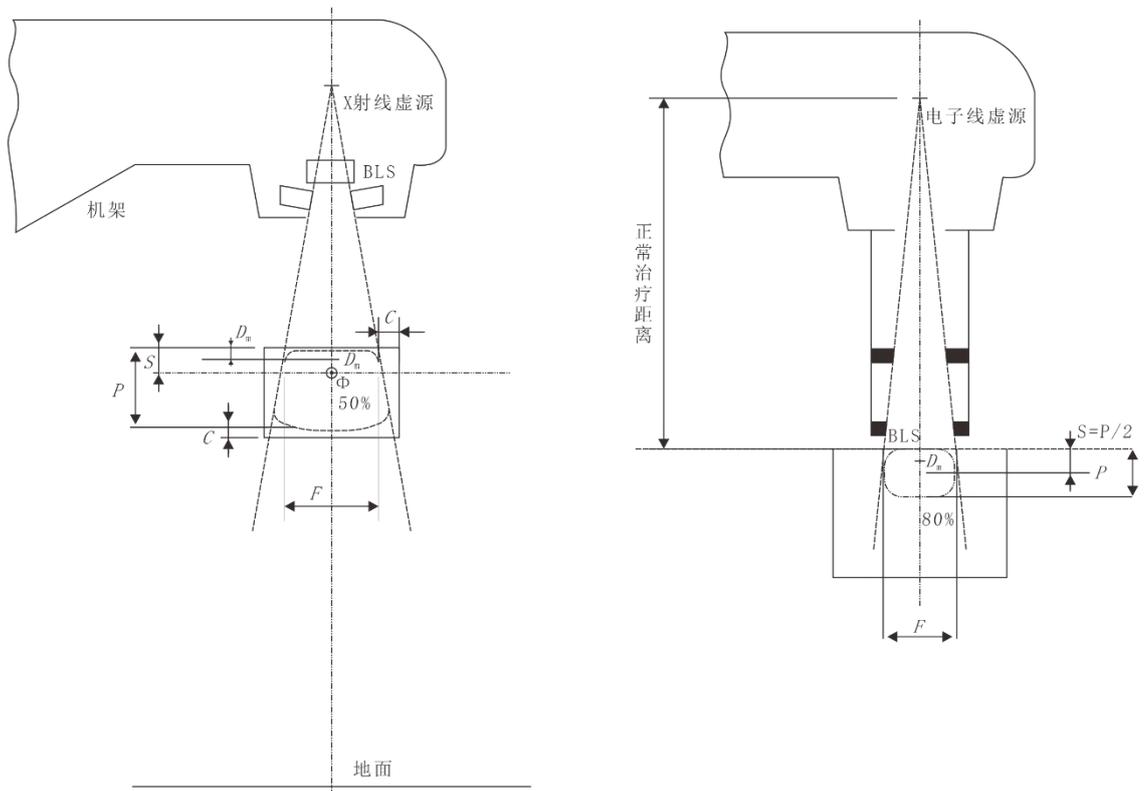
表 D.3 医用电子直线加速器质量控制检查条件

序号	检查项目	检查条件	
1	等中心的指示（激光灯）	按照本标准第 G.2.1 条的条件进行检查	
2	旋转运动标尺的零刻度位置	按照本标准第 G.2.2 条的条件进行检查	
3	治疗床的运动精度	垂直	按照本标准第 G.2.3 条的条件进行检查
		横向	
		前后	
4	治疗床的运动刚度	纵向	按照本标准第 G.2.4 条的条件进行检查
		横向	
5	治疗床的等中心旋转	按照本标准第 G.2.5 条的条件进行检查	

附录 E
(资料性)

质量控制检测模体摆放位置及测量等中心的参考布局

医用电子直线加速器质量控制检测模体摆放位置如图E.1所示，测量等中心的参考布局见图E.2所示。



- 标引符号说明：
 Φ ——X射线等中心；
 F ——照射野；
 P ——穿透性；
 S ——标准测试深度；
 C ——模体间隙；
 BLS——限束系统；
 D_n ——辐射束轴上最大剂量深度。

图 E.1 质量控制检测模体摆放位置

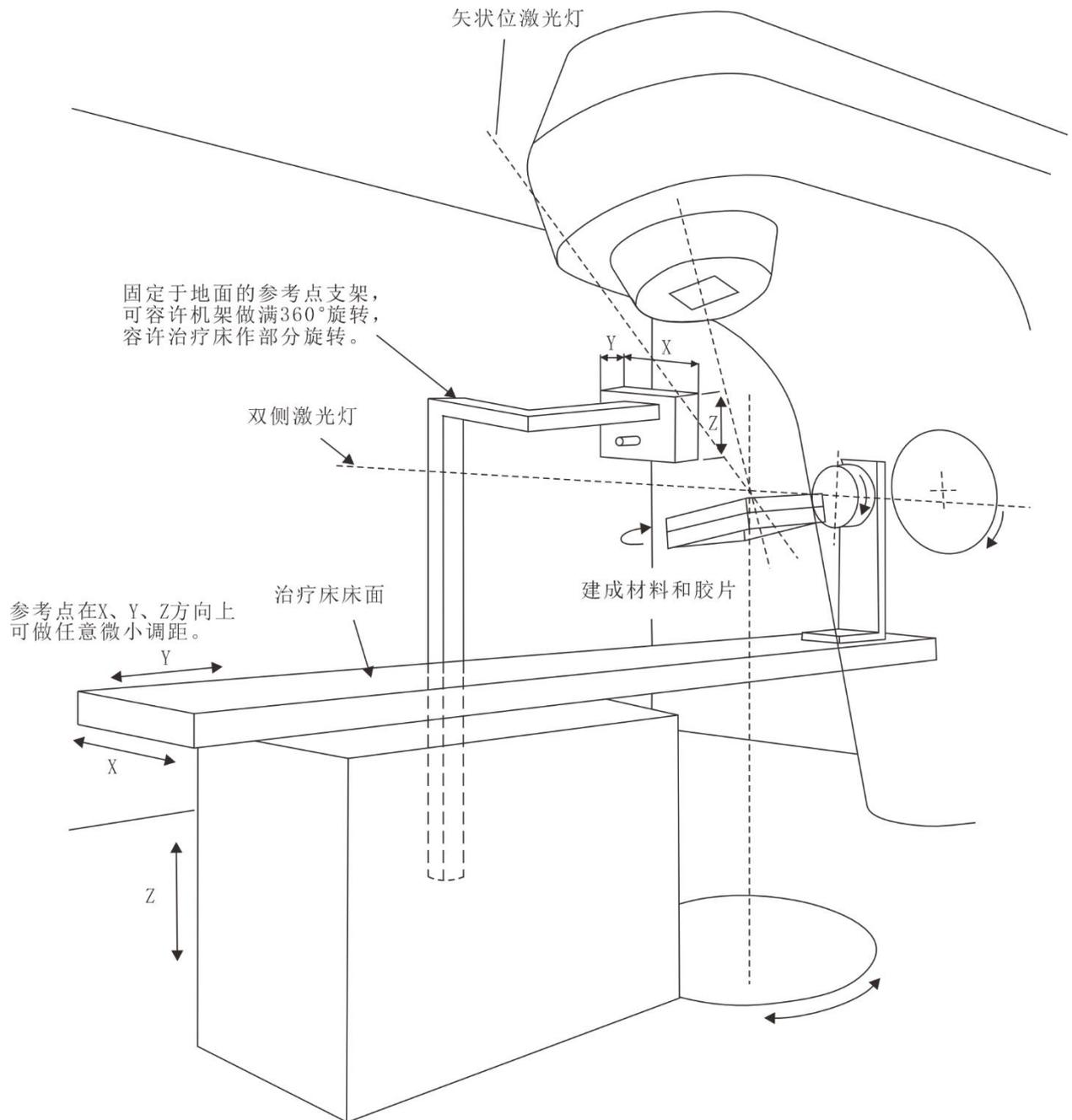


图 E. 2 测量等中心的参考布局图

附录 F
(资料性)
开展质量控制检测仪器设备配置要求

开展医用电子直线加速器放射治疗的医疗机构和开展医用电子直线加速器质量控制检测的放射卫生技术服务机构，应配置相应的质量控制检测仪器、模体和分析软件等。仪器设备和用具应满足表F.1中的要求。

表 F.1 医用电子直线加速器质量控制检测项目所需的仪器设备和用具

序号	名称	数量	规格	备注
1	剂量仪	1台	指型电离室和平板电离室	指型电离室用于X射线测量，平板电离室用于电子线测量，剂量仪同电离室应定期校准
2	多点探测器或小型探测器或TLD	满足同时测量24个点要求	—	可用于X射线和电子线泄漏辐射测量
3	防护级巡测仪器	1台	—	巡测仪器应定期校准
4	慢感光胶片	若干	—	选配
5	二维电离室矩阵	1个	探测器中心间距应 ≤ 5 mm	选配，可用于状态检测和稳定性检测
6	胶片扫描分析系统	1套	—	选配
7	标准水箱	1台	30 cm \times 30 cm \times 30 cm	—
8	剂量扫描装置	1台	二维或三维水箱	—
9	等效水模体	若干	30 cm \times 30 cm塑料或等效材料	选配，可选用不同厚度组合，以满足剂量测量需求
10	温度计	1个	测量范围在0℃~40℃，分辨率不大于0.2℃	应定期检定或校准
11	气压计	1个	800 hPa~1060 hPa	应定期检定或校准
12	直尺	1把	长度30 cm，1 mm刻度间距	—
13	激光测距仪	1个	分辨率应 ≤ 1 mm	—
14	数显倾角仪	1个	角度分辨率0.1°	—
15	坐标纸	若干	—	—

附录 G
(资料性)
医用电子直线加速器质量控制检测及检查方法

G.1 医用电子直线加速器质量控制检测方法

G.1.1 剂量特性

G.1.1.1 剂量偏差

设置机架角度为0°，限束系统为0°（机架旋转见图A.1），电离室置于水模体（模体规格≥30 cm×30 cm×30 cm）标准测试深度（相关参数参考文献[3]），在正常治疗距离等条件下（见本标准附录D），对X射线全部能量档以及电子临床常用档，预置大约2 Gy的吸收剂量进行照射和测量，剂量按照公式（G.1）计算，结果需通过百分深度剂量转化成最大吸收剂量。剂量偏差按公式（G.2）计算：

$$D_{w,Q} = M_Q N_{D,w,Q_0} k_{Q,Q_0} \dots\dots\dots (G.1)$$

式中：

- $D_{w,Q}$ ——水中吸收剂量，单位为戈瑞（Gy）；
- M_Q ——经温度气压、电离电荷复合等校正的电离室测量读数（5次以上测量的平均值），单位由剂量仪设置确定；
- N_{D,w,Q_0} ——参考射线质 Q_0 （一般为 ^{60}Co ）条件下的电离室水中吸收剂量校准因子；
- k_{Q,Q_0} ——电离室相关的不同射线质之间的转换因子，相关因子见参考文献[3]。

$$B = \frac{|D_{w,Q} - D_0|}{D_0} \times 100\% \dots\dots\dots (G.2)$$

式中：

- B ——剂量偏差；
- $D_{w,Q}$ ——测量的吸收剂量，单位为戈瑞（Gy）；
- D_0 ——预置照射的吸收剂量，单位为戈瑞（Gy）。

G.1.1.2 重复性

设置机架角度为0°，限束系统为0°（机架旋转见图A.1），在正常治疗距离时，电离室置于标准测试深度等条件下（见本标准附录D），分别对X射线和电子线，预置大约2 Gy的吸收剂量，一般进行连续5次照射，根据每次测量的 R_i ，计算平均值 \bar{R} 和变异系数。重复性由公式（G.3）所给出的变异系数 V 确定：

$$V = \frac{1}{\bar{R}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \times 100\% \dots\dots\dots (G.3)$$

式中：

- V ——变异系数；
- \bar{R} ——由公式（G.4）确定的 R_i 的平均值；
- R_i ——第 i 次测量吸收剂量测量值；
- n ——测量次数。

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \dots\dots\dots (G.4)$$

式中：

- \bar{R} ——由 n 次测量的 R_i 的算术平均值；
- R_i ——第 i 次测量吸收剂测量值；
- n ——测量次数。

G.1.1.3 线性

G. 1. 1. 3. 1 剂量线性

设置机架角度为0°，限束系统为0°（机架旋转见图A.1），在正常治疗距离时，电离室置于标准测试深度等条件下（见本标准附录D），分别对X射线和电子线，在标称吸收剂量范围内，以近似相等的间隔选取*i*个不同吸收剂量预置值，每个预置值照射5次并测量，测量结果需转成最大吸收剂量。一般情况下，第*i*个预置吸收剂量下测量的吸收剂量平均值按公式（G.5）计算：

$$\bar{D}_i = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 D_{in} \dots\dots\dots (G. 5)$$

式中：

- \bar{D}_i —— 在第*i*个预置吸收剂量下的吸收剂量测量平均值，单位为戈瑞（Gy）；
 - D_{in} —— 第*i*个吸收剂量预置值下的第*n*个吸收剂量测量结果，单位为戈瑞（Gy）。
- 基于5个 \bar{D}_i 数据，用最小二乘法求出如公式（G.6）的线性关系式：

$$D_C = LU + b \dots\dots\dots (G. 6)$$

式中：

- D_C —— 用最小二乘法求出的吸收剂量计算值，单位为戈瑞（Gy）；
- L —— 线性因子；
- U —— 吸收剂量预置值，单位为戈瑞（Gy）；
- b —— 直线与纵坐标轴的截距，单位为戈瑞（Gy）。

比较测量平均值 \bar{D}_i 与用最小二乘法计算值 D_C 的偏差，用百分数表示。其最大线性偏差按公式（G.7）计算：

$$L_D = \frac{\bar{D}_i - D_{Ci}}{U_i} \times 100\% \dots\dots\dots (G. 7)$$

式中：

- L_D —— 最大线性偏差；
- \bar{D}_i —— 在第*i*个吸收剂量预置下的吸收剂量测量平均值，单位为戈瑞（Gy）；
- D_{Ci} —— 用最小二乘法求出的预置 U_i 时吸收剂量计算值，单位为戈瑞（Gy）；
- U_i —— 在第*i*个吸收剂量预置下的吸收剂量监测值，单位为戈瑞（Gy）。

G. 1. 1. 3. 2 剂量率线性

设置机架角度为0°，限束系统为0°（机架旋转见图A.1），在正常治疗距离时，电离室置于标准测试深度等条件下（见本标准附录D），如果吸收剂量率是连续可调的，则从20%到最大吸收剂量率的范围内取*j*个不同的吸收剂量率值，在不同吸收剂量率下进行5次等时间照射并测量，测量结果需转成最大吸收剂量。一般情况下，第*j*个预置吸收剂量率下测量的吸收剂量率平均值按公式（G.8）计算：

$$\bar{D}_j = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 D_{jn} \dots\dots\dots (G. 8)$$

式中：

- \bar{D}_j —— 在第*j*个预置吸收剂量率下的吸收剂量率测量平均值，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）；
- D_{jn} —— 第*j*个吸收剂量率预置值下的第*n*个吸收剂量率测量结果，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）。

基于4个 \bar{D}_j 数据，用最小二乘拟合法求出如公式（G.9）的线性关系式：

$$\dot{D}_C = L\dot{U} + E \dots\dots\dots (G. 9)$$

式中：

- \dot{D}_C —— 用最小二乘法求出的吸收剂量率计算值，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）；
- L —— 线性因子；
- \dot{U} —— 剂量率监测值，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）；

E ——直线与纵坐标轴的截距，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）。

比较测量平均值 \bar{D}_j 与用最小二乘法计算值 \hat{D}_C 的偏差，用百分数表示。其最大线性偏差用公式（G.10）表示：

$$L_{DR} = \frac{\bar{D}_j - \hat{D}_{Cj}}{\hat{U}_j} \times 100\% \dots\dots\dots (G.10)$$

式中：

L_{DR} ——最大线性偏差；

\bar{D}_j ——在第 j 个预置吸收剂量率下的吸收剂量率测量平均值，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）；

\hat{D}_{Cj} ——用最小二乘法求出的预置 U_j 时吸收剂量率计算值，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）；

\hat{U}_j ——在第 j 个预置吸收剂量下的吸收剂量率监测值，单位为戈瑞每分钟（Gy/min）。

G.1.1.4 随设备角度位置的变化

设置机架角度分别为 0° 、 180° 和 270° ，限束系统为 0° （机架旋转见图A.1），探测器置于等中心位置，照射野大小为 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 等条件下（见本标准附录D），对X射线以2 Gy的吸收剂量照射，每个角度进行3次测量，确定其中最大值 D_{max} 和最小值 D_{min} ，并求其平均值 \bar{D} ，按照公式（G.11）计算剂量随设备角度位置的变化：

$$D_A = \frac{D_{max} - D_{min}}{\bar{D}} \times 100\% \dots\dots\dots (G.11)$$

式中：

D_A ——剂量随设备角度位置的变化；

D_{max} ——测量的吸收剂量最大值，单位为戈瑞（Gy）；

D_{min} ——测量的吸收剂量最小值，单位为戈瑞（Gy）；

\bar{D} ——吸收剂量测量平均值，单位为戈瑞（Gy）。

G.1.1.5 随机架旋转的变化

设置机架角度分别为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 和 $90^\circ \sim 180^\circ$ ，限束系统为 0° （机架旋转见图A.1），在探测器置于等中心位置和临床常用标称能量档等条件下（见本标准附录D），对X射线在机架旋转的整个范围内，选择4个不同的 45° 扇区，对每个扇区进行3次测量，确定其中最大值 D_{max} 和最小值 D_{min} ，并求其平均值 \bar{D} ，按公式（G.11）计算。

G.1.1.6 日稳定性

设置机架角度为 0° ，限束系统为 0° （机架旋转见图A.1），在正常治疗距离时，电离室置于标准测试深度等条件下（见本标准附录D）使用X射线，按以下检测程序进行检测：

- a) 当设备进入准备状态后，以大约 2 Gy 的吸收剂量照射 3 次，测得 3 个吸收剂量值，计算出平均吸收剂量值 \bar{D}_1 ；
- b) 每次以不低于 2 Gy 的吸收剂量照射后，按常规间停时间进行间停后再进行下次照射，按此方法至少照射 10 次以上；
- c) 在即将结束时再次以大约 2 Gy 的吸收剂量照射 3 次，测量并计算得到其平均值 \bar{D}_2 ；
- d) 两次检测的时间间隔，应 $\geq 4\text{ h}$ 。日稳定性按照公式（G.12）计算：

$$T = \frac{|\bar{D}_1 - \bar{D}_2|}{\bar{D}_1} \times 100\% \dots\dots\dots (G.12)$$

式中：

T ——日稳定性；

\bar{D}_1 ——设备进入准备状态后吸收剂量测量平均值，单位为戈瑞（Gy）；

\bar{D}_2 ——设备即将结束时吸收剂量测量平均值，单位为戈瑞（Gy）。

G.1.2 深度吸收剂量特性

G.1.2.1 X射线

设置机架角度为 0° 或 90° ，限束系统为 0° （机架旋转见图A.1），在正常治疗距离，照射野为 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 等条件下（见本标准附录D），模体表面置于正常治疗距离处。用辐射探测器测量沿辐射束轴方向上随深度变化的相对剂量值，得到 D_{10} ，并将该值与厂家标称值对比。

G.1.2.2 电子线

设置机架角度为 0° 或 90° ，限束系统为 0° （机架旋转见图A.1），在正常治疗距离等条件下（见本标准附录D），将模体表面置于正常治疗距离处，用辐射探测器沿辐射束轴方向逐点测量剂量值，并将电离曲线转化为百分深度曲线，计算出电子线的 R_{50} ，并与厂家标称值对比。

G.1.3 照射野的均整度和对称性

G.1.3.1 X射线

设置机架角度为 0° ，限束系统为 0° （机架旋转见图A.1），在临床常用档等条件下（见本标准附录D），将辐射探测器置于模体内的 10 cm 深度处，并处于正常治疗距离，沿照射野的两条主轴线方向连续或逐点测量。根据相对剂量的分布曲线分别按照公式（G.13）和公式（G.14）计算出均整区内的均整度和对称性。均整区的范围参见图G.1和G.2， d_w 和 d_0 值计算参见表G.1。

$$J = \frac{D_{max}}{D_{min}} \times 100\% \dots\dots\dots (G.13)$$

式中：

J ——照射野的均整度；

D_{max} ——照射野均整区内的最大吸收剂量，单位为戈瑞（Gy）；

D_{min} ——照射野均整区内的最小吸收剂量，单位为戈瑞（Gy）。

$$S = \left(\frac{D_{(x)}}{D_{(-x)}_{max}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (G.14)$$

式中：

S ——照射野的对称性；

$D_{(x)}$ ——照射野均整区内距中心距离为 $x\text{ mm}$ 处的吸收剂量，单位为戈瑞（Gy）；

$D_{(-x)}$ ——照射野均整区内距中心距离为 $-x\text{ mm}$ 处的吸收剂量，单位为戈瑞（Gy）。

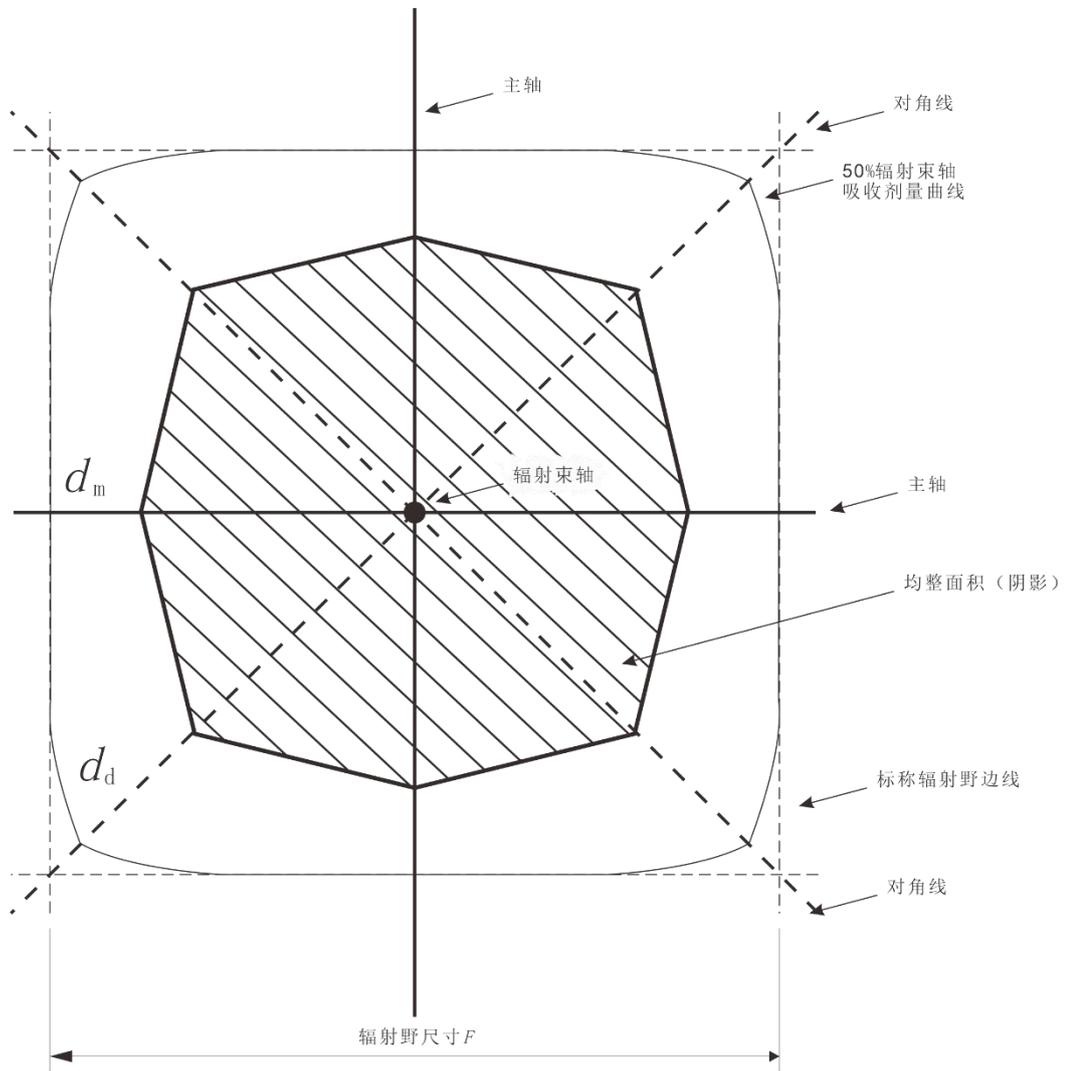


图 G.1 照射野内的均整区域 (阴影部分)

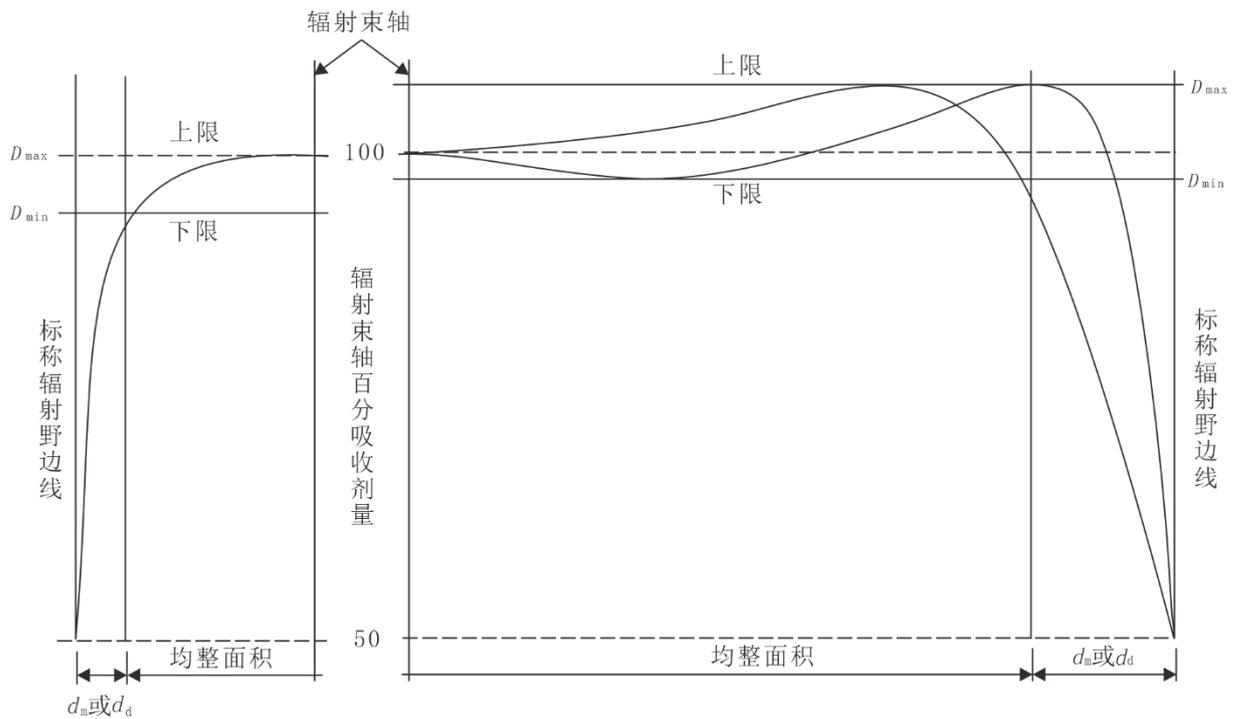


图 G.2 沿主轴或对角线的吸收剂量曲线图例

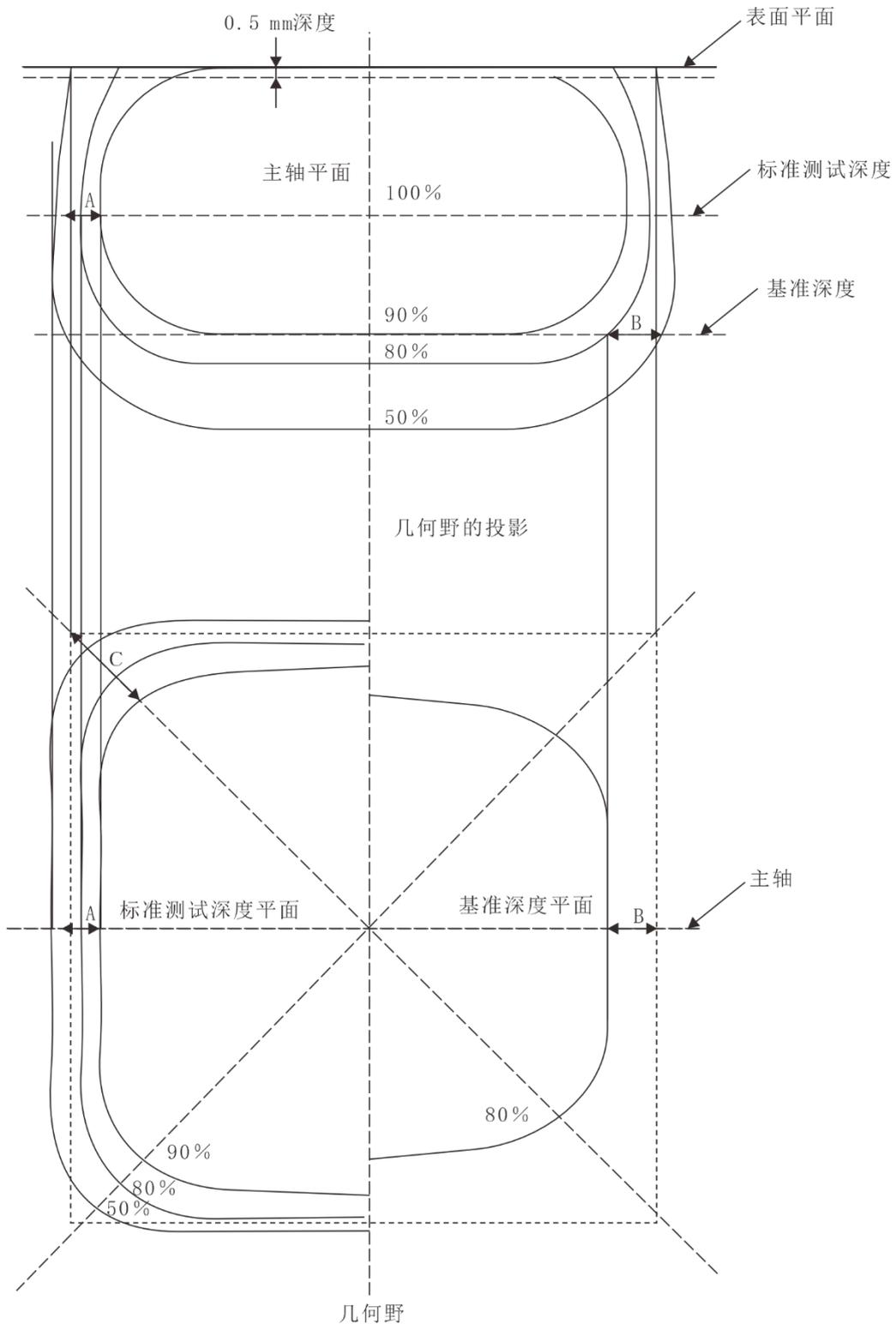
表 G.1 均整区内的 d_m 和 d_d 值

单位为厘米

照射野尺寸 F	d_m	d_d
$5 \leq F \leq 10$	1	2
$10 < F \leq 30$	$0.1 \cdot F$	$0.2 \cdot F$
$30 < F$	3	6

G.1.3.2 电子线

设置机架角度为 0° 或 90° ，限束系统为 0° （机架旋转见图A.1），在正常治疗距离和临床常用等条件下（见本标准附录D），使用辐射探测器在标准测试深度（见本标准附录E）和基准深度（ R_{90} ）处沿照射野的两条主轴和对角线方向上连续或逐点检测。根据相对剂量的分布曲线，参见图G.3中的A、B和C值（均整度），按照公式（G.14）计算出每组检测条件下的对称性。



注：C规定在对角线上。不是方形照射野是不能视为角平分线。

图 G. 3 电子线照射野相关参数示例

G. 1. 3. 3 照射野的半影

设置机架角度为 0° ，限束系统为 0° （机架旋转见图A. 1），对X射线在正常治疗距离和标准测试深度等条件下（见本标准附录D），基于G. 1. 3. 1测得的吸收剂量分布曲线，测出辐射束轴处吸收剂量80%和20%点之间的距离，该距离即为照射野的半影。

G.1.4 照射野的数字指示

G.1.4.1 慢感光胶片测量方法

照射野数字指示的慢感光胶片测量方法：

- a) 按照本标准附录 D 设置照射条件；
- b) 使用数字指示装置确定 X 射线照射野；
- c) 将胶片放在正常治疗距离处，在胶片后放置至少相当于 5 cm 厚的模体的材料。胶片上覆盖相当于厚 10 cm 的等效模体的材料，以对应标准测试深度；
- d) 照射后使用直尺或胶片扫描仪测量照射野大小；
- e) 计算出数字指示与照射野的偏差。

G.1.4.2 水箱检测法

照射野数字指示的水箱检测方法：

- a) 按照本标准附录 D 设置照射条件，标准测试深度处测量；
- b) 使用扫描水箱沿主轴扫描，均整区内 50% 等剂量点之间的距离为照射野大小；
- c) 计算出数字指示与照射野的偏差。

G.1.5 辐射束轴在入射表面上的位置指示

辐射束轴在入射表面的位置指示检测方法：

- a) 设置机架角度为 0° ，限束系统为 0° （机架旋转见图 A.1），照射野尺寸为 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ ，调整源皮距至床面为 100 cm；
- b) 慢感光胶片平铺在治疗床面，将光野十字线标记在胶片上；
- c) 照射后使用直尺或胶片扫描仪分别测量 X 方向和 Y 方向中心线，两条线交点即为辐射束轴；
- d) 测量标记点与实际辐射束轴的偏差。

G.1.6 辐射束轴相对于等中心点的偏移

辐射束轴相对于等中心点的偏移检测方法：

- a) 机架分别在 0° 、 90° 、 180° 及 270° 照射，使用临床常用档；
- b) 在一个塑料模体的中心固定一个钢制金属球体。金属球体中心在塑料模体上有对应刻度且位于等中心点；
- c) 选择比模体内金属球直径大 2 cm 以上的照射野；
- d) 将模体放在治疗床上，调整模体底座使其保持水平，调整模体位置使其刻度与治疗室内定位激光重合，不改变治疗床位置；
- e) 对每个机架角度，将慢感光胶片或其它二维平面探测器固定在束流方向上模体的后方（收集束流照射模体后的信号）；
- f) 分析胶片或其他二维平面探测器中辐射束成像中心与金属球中心位置差异，并反推至等中心平面。

G.2 医用电子直线加速器质量控制检查方法

G.2.1 等中心的指示（激光灯）

等中心的指示（激光灯）检查方法：

- a) 机架和限束系统旋转至 0° ，照射野设为 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ ，调整床面高度至源皮距 100 cm；
- b) 坐标纸平铺在治疗床面，读取治疗床 Y 轴方向上激光线偏离光野十字线竖线的距离，并观察两者的平行度；通过升降床将源皮距调整至 120 cm 和 80 cm，再次读取激光线偏离光野十字线竖线的距离；
- c) 机架旋转至 90° ，在机械等中心附近竖直放置一张半透明白纸，通过纸张读取治疗头对侧的激光线偏离光野十字线的距离，并观察两者的平行度；平移白纸至源皮距 80 cm 和 120 cm，再次分别读取激光线偏离光野十字线的距离；
- d) 机架旋转至 270° ，按照本标准第 G.2.1 条 c) 项操作。

G.2.2 旋转运动标尺的零刻度位置

G.2.2.1 机架旋转（轴 1）

将倾角仪紧贴医用电子直线加速器治疗头基准面，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。

G.2.2.2 限束系统旋转（轴 4）

旋转机架到 90° 或 270° ，将倾角仪紧贴治疗头基准面，旋转限束系统到 0° 、 90° 、 180° 、 270° ，观测倾角仪数字显示值与限束系统角度示数的偏差。

G.2.2.3 治疗床纵向转动（轴 7）、横向转动（轴 8）

机架和限束系统设置 0° ，将治疗床侧向位置与倾斜均调至 0° 。将治疗床一端移至照射野下，用倾角仪测量治疗床左右方向和前后方向分别与水平面形成的角度。

G.2.3 治疗床的运动精度

G.2.3.1 治疗床的垂直运动

治疗床的垂直运动检查方法：

- 检查前需将治疗床调至绝对零位；
- 将 70 kg 左右负载（约成人体重）均匀分布在床面上；
- 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），记录激光线在直尺的投影位置，依照数值显示降低和升床 12 cm；
- 观测对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

G.2.3.2 治疗床的横向运动

治疗床的横向运动检查方法：

- 检查前需将治疗床调至零位；
- 将 70 kg 左右负载（约成人体重）均匀分布在床面上；
- 治疗床面调至近似于等中心高度，将直尺沿 X 轴固定于床面，记录激光线在直尺的投影位置；
- 将床面横向移动 12 cm，观测对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

G.2.3.3 治疗床的前后运动

治疗床的前后运动检查方法：

- 检查前需将治疗床调至零位；
- 将 70 kg 左右负载（约成人体重）均匀分布在床面上；
- 治疗床面调至近似于等中心高度，将直尺沿 Y 轴固定于床面，记录激光线在直尺的投影位置；
- 将床面前后移动 12 cm，观测对应直尺投影的位置与实际移动值的偏差。

G.2.4 治疗床的刚度

G.2.4.1 治疗床的纵向刚度

用 70 kg 左右负载（约成人体重）均匀分布在治疗床 2 m 长度范围内，床面处于等中心高度。将治疗床的一端置于光野中心，将激光测距仪置于治疗床侧，测量床面高度；治疗床缩回时再次测量床面高度，观测两者之间差值。

G.2.4.2 治疗床的横向刚度

用 70 kg 左右负载（约成人体重）均匀分布在治疗床 2 m 长度范围内，在治疗床垂直升降的全部高度范围内，测量治疗床床面相对于水平面的侧向倾斜角度，和治疗床床面作最大横向位移时，治疗床床面在等中心附近的高度的变化。

G.2.5 治疗床的等中心旋转

治疗床的等中心旋转检查方法：

- a) 机架和限束系统旋转至 0° ；
- b) 将慢感光胶片平放在 100 cm 处，胶片下方放置至少相当于 5 cm 厚的水模材料，在胶片上方覆盖相当于 1 cm 厚的水模材料；
- c) 设置 X 方向的限束系统宽度可达到最小宽度（一般 0.1 cm~0.6 cm），Y 方向限束系统宽度 30 cm，分别在 300° 、 330° 、 0° 、 30° 、 60° 和 90° 的治疗床角度，对辐射胶片进行照射，使胶片上呈现星形射野分布；
- d) 对胶片进行扫描分析，获取胶片上每条射野的长轴所在位置；
- e) 测量胶片中各长轴交点的内接圆半径。

参 考 文 献

- [1] JJF 1743—2019 放射治疗用电离室剂量计水吸收剂量校准规范
- [2] International Electrotechnical Commission (IEC). Medical electrical equipment — Glossary of defined terms. IEC/TR 60788, 2004
- [3] IAEA TRS398. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy: an international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water
- [4] NCC/T-RT 001—2019 医用电子直线加速器质量控制指南
- [5] 医学名词审定委员会, 放射医学与防护名词审定分委员会. 放射医学与防护名词. 北京: 科学出版社, 2014
-