



中华人民共和国卫生行业标准

WS 262—2017
代替 WS 262—2006

后装 γ 源近距离治疗质量控制检测规范

Specification for testing of quality control in γ -ray sources
afterloading brachytherapy

2017-04-10 发布

2017-10-01 实施

目 次

前言 III

1 范围 1

2 术语和定义 1

3 质量控制检测要求 1

4 质量控制检测项目与方法 2

附录 A（资料性附录） 源在井型电离室读数响应变化 6

前 言

本标准的第 3 章为强制性的,其余为推荐性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准替代 WS 262—2006《后装 γ 源治疗的患者防护与质量控制检测规范》,与 WS 262—2006 相比,主要技术变化如下:

- 本标准名称改为《后装 γ 源近距离治疗质量控制检测规范》;
- 在范围中增加 ^{60}Co 近距离源后装治疗设备的质量控制;
- 增加并修改了部分术语和定义;
- 删除了第 4 章放射治疗单位的要求;第 5 章患者放射防护的要求;第 6 章后装放疗设备的要求;第 7 章后装放疗操作要求等内容;
- 增加了质量控制检测要求,包括后装设备质量控制性能检测及要求等内容;
- 增加了质量控制检测方法,包括放射源累计定位误差、源传输到位精确度、源驻留时间误差、贮源器表面辐射泄漏所致周围剂量当量率、源单独和随机选择步进或固定多通道重复性、源单独和随机选择固定多源多通道重复性。

本标准由国家卫生标准委员会放射卫生标准专业委员会提出。

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、北京协和医院、四川省疾病预防控制中心、上海市疾病预防控制中心。

本标准主要起草人:罗素明、何志坚、刘德明、薛娴、邱杰、袁继龙、李长虹、刘冉、高林峰、姚杰。

后装 γ 源近距离治疗质量控制检测规范

1 范围

本标准规定了后装 γ 源近距离治疗质量控制检测的要求和方法。
本标准适用于¹⁹²Ir 和⁶⁰Co 近距离治疗源后装治疗的质量控制检测。其他 γ 源后装治疗参照执行。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

后装治疗 afterloading brachytherapy

用手动或遥控的传动方式,将一个或多个密封放射源从贮源器到预先定好位置的施源器之间传送并进行身体中的腔内治疗。

2.2

施源器 applicator

治疗时放置于人体腔、管道或组织间,供放射源驻留或运动,并实施治疗的特殊器具。例如针、管或特殊设计的小器具。

2.3

贮源器 storagecarrier

后装治疗机配置的可容纳一个或多个放射源的容器。

2.4

放射源累计定位误差 source accumulative error

后装设备在运行多个驻留点后,最后一个驻留点实际治疗距离和预置治疗距离之间的误差。

2.5

空气比释动能强度 air kerma strength

自由空间中源中垂轴上距源 d 处的空气比释动能率与距离 d 的平方乘积。

2.6

源外观活度 appearance activity

当密封放射源产生的空气比释动能率与同种核素裸源产生的空气比释动能率相同时,则把裸源活度看作该种核素密封源外观活度。

3 质量控制检测要求

3.1 对新安装的 γ 源后装治疗设备应进行验收检测;对¹⁹²Ir 源、⁶⁰Co 源后装治疗设备每年应进行一次状态检测;对换源或维修后的后装治疗设备应进行稳定性检测;对¹⁹²Ir 源、⁶⁰Co 源后装治疗设备应定期进行稳定性检测(γ 源后装治疗设备的检测项目与技术要求应符合表 1 的要求)。

3.2 应配备后装源活度测量仪(如井型电离室)和辐射防护测量仪器。

3.3 应配备温度计,测量范围从 0℃~50℃,最小分度值 0.5℃,气压计,测量范围 50 kPa~106 kPa,最小分度值 0.1 kPa。

- 3.4 源活度测量仪应定期进行检定或校准。井型电离室校准周期为 2 年。
- 3.5 检测时,电离室离墙至少 1.5 m,离地面 1 m。
- 3.6 检测使用的源活度测量仪应符合工作级要求,并附有¹⁹²Ir 和⁶⁰Co 源的校准或刻度因子。

表 1 后装治疗设备质量控制检测项目与技术要求

序号	检测项目	指标要求			
		验收检测	状态检测	稳定性检测	
		判定标准	判定标准	判定标准	检测周期
1	源活度	±5%	±5%	±5%	换源或维修后(¹⁹² Ir), 三个月(⁶⁰ Co)
2	源传输到位精确度	±1 mm	±1 mm	±1 mm	换源或维修后(¹⁹² Ir), 三个月(⁶⁰ Co)
3	放射源累计定位误差	±2 mm	±2 mm	—	—
4	贮源器表面(5 cm、 100 cm)泄漏辐射所致 周围剂量当量率	5 cm(50 μSv/h); 100 cm(5 μSv/h)	5 cm(50 μSv/h); 100 cm(5 μSv/h)	5 cm(50 μSv/h); 100 cm(5 μSv/h)	换源或维修后(¹⁹² Ir), 三个月(⁶⁰ Co)
5	源驻留时间误差	±0.5 s	±0.5 s	—	—
6	多源系统重复性	0.02%(源单独选择多 源系统);0.03%(源随 机选择多源系统)	0.02%(源单独选择多 源系统);0.03%(源随 机选择多源系统)	—	—
注:剂量重复性检测无周期要求,但在投入使用前或大修后应做该项检测。					

4 质量控制检测项目与方法

4.1 源活度测量与计算

4.1.1 对步进多源系统后装治疗机:

- a) 在自由空气中,测量支架插入井型电离室,经后装治疗机源驱动系统按预置程序,由定时控制装置自动地将源沿着测量支架方向传输到电离室底部。
- b) 按照后装治疗机驱动程序,步长 2.5 mm 或 5.0 mm 向上或向下移动,寻找源在井型电离室最大灵敏位置,见附录 A 中图 A.1。源活度测量仪预置时间 15 s,收集电离电荷积分,经若干点测量,直到测量仪读数显示最大值为止。
- c) 电离室的最大灵敏点,在源导管底部的 50 mm~55 mm 位置之间,见附录 A 中图 A.2。当源在电离室最大灵敏位置上下移动 5 mm 时,在平坦峰值范围内灵敏度的变化为 0.1%。
- d) 将源传输到井型电离室最大灵敏度响应位置,测量该位置的电离电荷读数,设置时间 60 s,收集电离电荷积分。

4.1.2 对固定多源系统后装治疗机。将一段 20 mm 长的塑料导管,放在井型电离室底部。在自由空气中,测量支架插入井型电离室,经后装治疗机源驱动系统预置程序,由定时控制装置将源沿着测量支架方向传输到井型电离室最大灵敏度响应位置,测量该位置的电离电荷读数(仅步进式后装治疗机除外),设置时间 60 s,收集电离电荷积分。

4.1.3 将源传输到井型电离室最大灵敏度位置,测量仪预置时间 60 s,取 5 个电离电荷读数求算术平

均值。

计算源空气比释动能强度 S_K , 见式(1):

$$S_K = M_u \cdot N_{SK} \cdot N_E \cdot C_{T,p} \cdot A_{ion} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

M_u ——剂量仪测量电离电荷读数的平均值, 单位为纳库仑每分钟(nC/min);

N_{SK} —— ^{192}Ir 或 ^{60}Co 源空气比释动能强度刻度因子, 单位为戈瑞平方米每小时每安培($\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{A}^{-1}$);

N_E ——静电计刻度系数;

$C_{T,p}$ ——环境温度、气压校正因子;

A_{ion} ——电离电荷复合率校正因子。

环境温度、气压校正 $C_{T,p}$, 见式(2):

$$C_{T,p} = \frac{273.15 + T}{273.15 + T_0} \cdot \frac{p_0}{p} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

T ——环境温度读数, 单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

T_0 ——标准条件温度(22°C);

p_0 ——标准条件气压(101.3 kPa);

p ——环境气压读数, 单位为千帕(kPa)。

4.1.4 将源传输到井型电离室最大灵敏度位置, 测量仪分别在高压 300 V, 半压 150 V 测量电离电荷积分, 各取 5 个读数求算术平均值。

计算电离电荷复合率校正因子 A_{ion} , 见式(3):

$$A_{ion} = \frac{4}{3} - \left(\frac{1}{3} \times \frac{Q_1}{Q_2} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Q_1 ——测量仪在高压 300 V 电离电荷读数, 单位为纳库仑每分钟(nC/min);

Q_2 ——测量仪在半压 150 V 电离电荷读数, 单位为纳库仑每分钟(nC/min)。

4.1.5 源活度 A_{app} 的计算见式(4):

$$A_{app} = \frac{S_K}{F} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

S_K ——源空气比释动能强度, 单位为戈瑞平方米每小时($\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$);

F —— ^{192}Ir 源空气比释动能强度与源活度转换系数, $F = 4.034 \times 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Ci}^{-1}$;

^{137}Cs 源空气比释动能强度与源活度转换系数, $F = 2.873 \times 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Ci}^{-1}$;

^{60}Co 源空气比释动能强度与源活度转换系数, $F = 1.130 \times 10^{-2} \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Ci}^{-1}$ 。

4.1.6 计算检测源活度值($A_{app,t}$)与临床实际使用源活度值($A_{app,B}$)相对偏差 DeV , 见式(5):

$$DeV = \frac{A_{app,B} - A_{app,t}}{A_{app,t}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$A_{app,B}$ ——临床实际使用源活度值, 单位为居里(Ci);

$A_{app,t}$ ——检测源的活度值, 单位为居里(Ci)。

4.2 放射源累计定位误差

通过放射治疗计划系统制定放射治疗计划, 设定 10 个点, 点与点之间距离 5 mm, 真源设置时间

5 min,每点驻留 30 s,采用厂家提供的质量保证尺,通过照相机(具有摄像功能)或机房监控装置观测质量保证尺上每点的误差值并记录。或采用胶片测量法,如免冲洗胶片,通过放射治疗计划系统制定放射治疗计划,设定 10 个点,点与点之间距离 5 mm,真源设置时间 20 s,每点驻留 2 s,照射后的胶片经扫描仪扫描,用胶片软件测量并估算每点误差值,也可使用厂家提供的带刻度胶片进行测量,通过上述方法测得的每点误差值代入公式计算放射源累计定位误差。

计算放射源累计定位误差 S ,见式(6):

$$S = d_1(\text{点差值}) + d_2(\text{点差值}) + d_3(\text{点差值}) + \cdots + d_{10}(\text{点差值}) \cdots \cdots \cdots (6)$$

式中:

- d_1 —— 第一个驻留点的差值,单位为毫米(mm);
- d_2 —— 第二个驻留点的差值,单位为毫米(mm);
- d_3 —— 第三个驻留点的差值,单位为毫米(mm);
- d_{10} —— 第十个驻留点的差值,单位为毫米(mm)。

4.3 源传输到位精确度

采用厂家提供质量保证尺,通过放射计划系统制定放射治疗计划,按厂家规定或任意给出源长度,通过照相机(具有摄像功能)或机房监控装置,观察源出来后到达预定位置,并与放射治疗计划预定值进行比较,其最大差值为到位误差。

计算源传输到位精确度误差,见式(7):

$$\text{差值(mm)} = \text{预定值(mm)} - \text{测量值(mm)} \cdots \cdots \cdots (7)$$

4.4 贮源器表面泄漏辐射所致周围剂量当量率

用辐射防护仪器,测量距贮源器表面 5 cm 和 100 cm 泄漏辐射所致周围剂量当量率,取 5 个读数求算术平均值。

计算贮源器表面 5 cm 和 100 cm 泄漏辐射所致周围剂量当量率 $\dot{H}^*(d)$,见式(8):

$$\dot{H}^*(d) = \dot{H}^*(10) \cdot N_{H^*(10)} \cdots \cdots \cdots (8)$$

式中:

- $\dot{H}^*(10)$ —— 周围剂量当量率读数平均值,单位为微希沃特每小时($\mu\text{Sv/h}$);
- $N_{H^*(10)}$ —— γ 源周围剂量当量率刻度因子。

4.5 源驻留时间误差

通过放射治疗计划系统制定放射治疗计划,任意选择一个驻留位置,测量时间 60 s,出真源时,用秒表同时计时,并与放射治疗计划预定值进行比较,最大差值为驻留时间误差。

计算源驻留时间误差,见式(9):

$$\text{差值(s)} = \text{预置值(s)} - \text{实测值(s)} \cdots \cdots \cdots (9)$$

4.6 多源系统重复性

4.6.1 源单独选择步进或固定多源系统,按照 4.1.1 和 4.1.2 源活度检测方法,源在最佳驻留位置,测量仪高压 300 V,收集电离电荷时间 60 s,读取 10 个读数。

4.6.2 源随机选择步进或固定多源系统,按照 4.1.1 和 4.1.2 源活度检测方法,源在最佳驻留位置,测量仪高压 300 V,收集电离电荷时间 60 s,读取 10 个读数。

计算多源系统重复性 V ,见式(10):

$$V = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

X_i ——源在井型电离室最大灵敏度位置，第 i 个测量读数；

$\bar{X}$ ——源在井型电离室最大灵敏度位置连续取 10 个读数的平均值。

附录 A
(资料性附录)
源在井型电离室读数响应变化

测量源活度最佳驻留位置见图 A.1 和图 A.2。

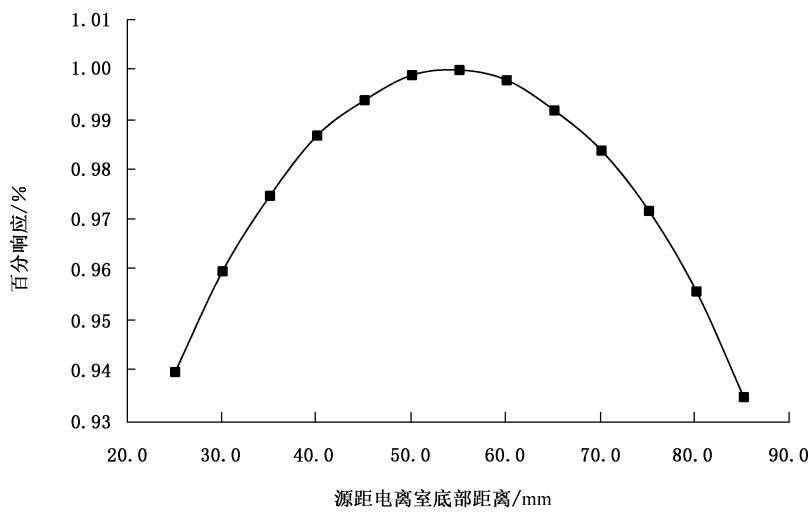


图 A.1 放射源距井型电离室(美国 Standard imaging 公司 1 000 Plus)底部距离变化

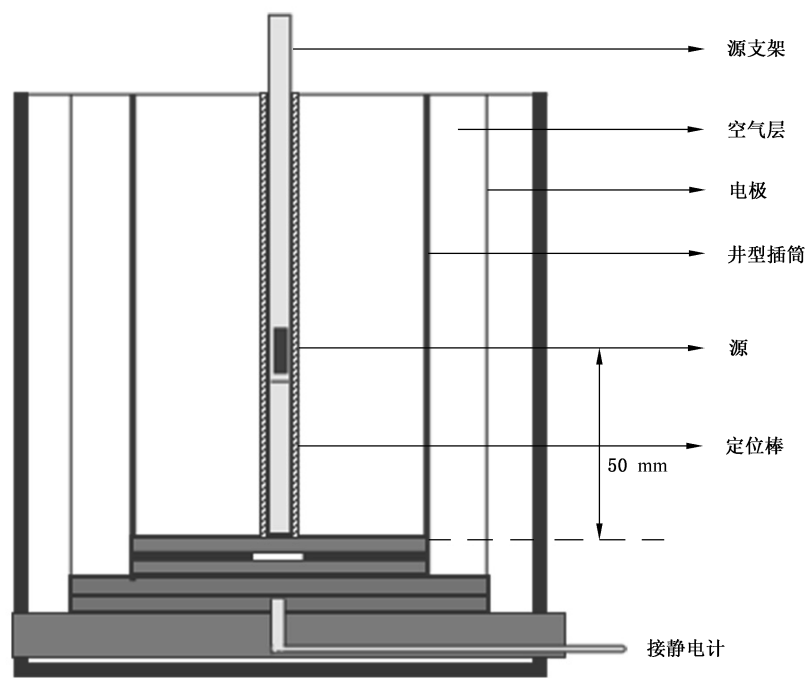


图 A.2 源和测量支架在井型电离室(美国 Standard imaging 公司 1 000 Plus)最佳驻留位置