

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 591—89

γ 射线辐射源(辐射加工用)

1989年4月6日批准

1990年2月1日实施

国家技术监督局

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(1)
(一) 安全性	(1)
(二) 剂量学性能	(2)
(三) 其它	(2)
三 检定条件	(2)
(一) 剂量计	(2)
(二) 模体	(3)
(三) 其它	(3)
四 检定项目和检定方法	(3)
五 检定结果处理和检定周期	(8)
附录	(9)
附录 1 名词术语解释	(9)
附录 2 检定证书格式	(10)
附录 3 ^{60}Co 衰变系数表 ($T_{1/2} = 5.27$ 年)	(12)
附录 4 ^{137}Cs 衰变系数表 ($T_{1/2} = 30.3$ 年)	(13)

γ 射线辐射源(辐射加工用)

γ Ray Radiation Source
(for Radiation Processing)



JJG 591—89

本检定规程经国家技术监督局于1989年4月6日批准，并自1990年2月1日起施行。

归口单位：北京市标准计量局

起草单位：北京市计量科学研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

高衍庸（北京市计量科学研究所）

史克勤（北京市计量科学研究所）

参加起草人：

庞瑞草（中国计量科学研究院）

杨世魁（军事医学科学院）

γ 射线辐射源(辐射加工用)检定规程

本规程适用于各类辐照装置(液体辐照装置除外)中, ^{60}Co 和 ^{137}Cs γ 射线辐射源产生的辐照场剂量学性能及与辐照产品质量控制有关的剂量学参数的检定。

一 概 述

用于辐射加工的各种类型 γ 辐照装置, 是由 γ 射线辐射源及其它有关设备组成。

辐射加工是被照射物质吸收由 γ 射线源提供的辐射能量后产生的物理、化学或生物学效应, 达到预期目的的工艺过程。辐射效应与被照射物质吸收辐射能量的多少, 即吸收剂量的大小有着定量关系。因此, 辐射加工产品质量的控制, 通常是通过 γ 辐照装置的剂量学参数来控制的。

本规程所涉及的就是辐射加工用各种类型辐照装置中, γ 射线辐射源剂量学性能以及与辐照产品质量控制有关的剂量学参数的检定。

二 技 术 要 求

(一) 安全性

1 被检辐射源的安全性能和质量, 应符合有关国家标准《密封放射源的分类》、《密封源的一般规定》和《高活度钴-60 密封放射源》的要求, 且须具有相应的证明文件。

2 ^{60}Co 辐照装置必须满足有关国家标准《辐射加工用钴-60 放射源的辐射防护规定》要求。须经有关部门检验, 并取得具有法律效力的证明文件。 ^{137}Cs 辐照装置参照执行。

3 辐照装置必须具备安全保障系统、防护剂量监测系统和应急报警系统。

(二) 剂量学性能

- 4 源到辐照位置的重复性小于1%。
- 5 辐照场空间分布的不均匀度小于1.5。
- 6 校准点处吸收剂量率的相对标准偏差小于1.0%。
- 7 产品箱中最小与最大吸收剂量超过限值的箱数不得大于实测箱数的10%。
- 8 产品箱中吸收剂量分布的不均匀度不得大于2.0。
- 9 产品吸收剂量的总平均值和刻度系数 m 应满足辐射加工工艺要求。

(三) 其它

- 10 必须具备满足辐射工艺要求的剂量测量手段(包括目视剂量标签)。剂量计须经检定合格。

三 检定条件

(一) 剂量计

吸收剂量测量可以使用标准剂量计(参考剂量计和传递剂量计)和工作剂量计(常规剂量计)。

11 标准剂量计

11.1 参考剂量计

11.1.1 硫酸亚铁剂量计可以作为参考剂量计使用。

11.1.2 硫酸亚铁剂量计须按国家有关标准制备。

11.1.3 硫酸亚铁剂量计测量水中校准点处吸收剂量的总不确定度小于3% ($K=2$)。

11.2 传递剂量计

11.2.1 硫酸铈-亚铈、重铬酸钾、重铬酸银、谷氨酰胺/L·L和丙氨酸/ESR等剂量计均可作为传递剂量计使用。

11.2.2 传递剂量计须经参考剂量计校准。

11.2.3 传递剂量计测量水中校准点处吸收剂量的总不确定度小于5% ($K=2$)。

12 工作剂量计

12.1 辐射显色薄膜（尼龙、PVB）、红色有机玻璃等剂量计均可作工作剂量计使用。

12.2 工作剂量计须经标准剂量计校准。

12.3 工作剂量计测量水中校准点处吸收剂量的总不确定度小于8% ($K=2$)。

(二) 模体

13 标准模体

标准模体是壁材料为有机玻璃或聚苯乙烯，外形尺寸为 $300 \times 300 \times 300$ (mm) 的水箱。

14 工作模体

工作模体是由上述材料制成的其它尺寸的水模体或固体模体。

15 模体必须配备使剂量计严格定位的支架、套管（对水模体）或孔道（对固体模体）。

(三) 其它

16 温度计：最小分度值不大于 0.1°C 。

17 计时器：最小分度值不大于 0.01 s 。

18 尺：1米钢板尺或钢卷尺，其最小分度值不大于 1 mm 。

四 检定项目和检定方法

19 源到辐照位置的重复性

19.1 该项检定在模体中进行。剂量计置于校准点处，校准点处于参考面内。

19.2 参考面

19.2.1 如图1、图2所示，参考面为距源的几何轴线 1 m ，高度与源的几何长度相等的圆柱面（对于棒状和环状结构辐射源），或距源的几何中心平面 1 m ，面积与源的几何面积相等且平行于源几何中心平面的平面（对于栅板状结构辐射源）。

19.2.2 模体的安放位置应严格定位，并标注明显且不易受损的标记。

19.3 源到辐照位置的重复性：重复升源 n ($n=5$) 次。照射相

同时间。由每次测得的吸收剂量 D_i 求出算术平均值 \bar{D} 和单次测量相对标准偏差 S_x/\bar{D} 。

$$\frac{S_x}{\bar{D}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \quad (1)$$

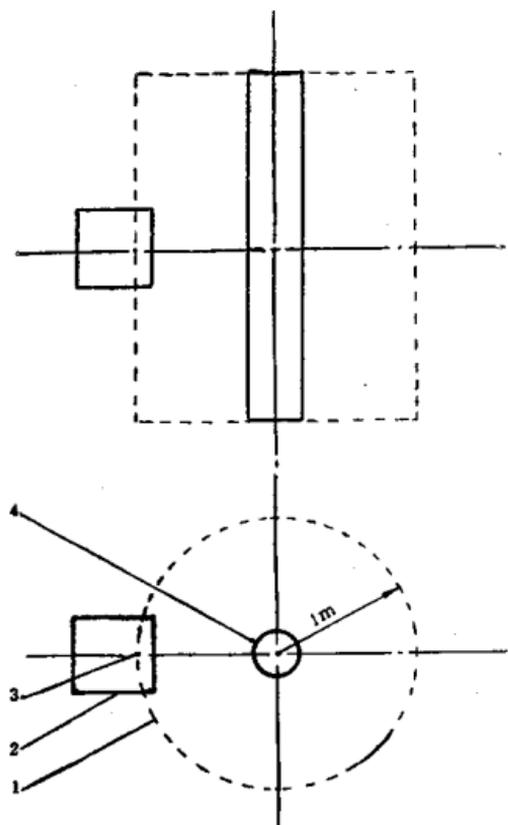


图1 棒状环状辐射源参考面示意图

1—参考面，2—模体，3—校准点，4—辐射源

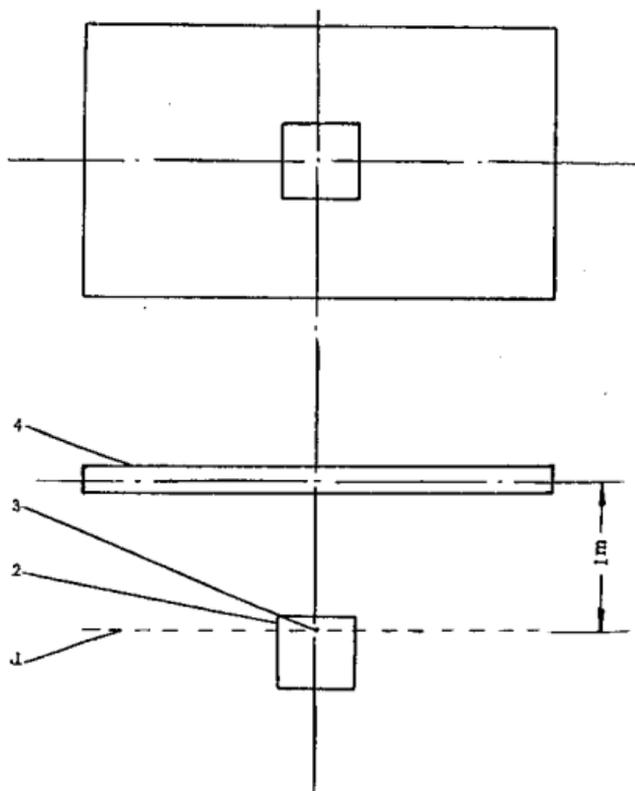


图2 栅板状辐射源参考面示意图

1—参考面；2—模体；3—校准点；4—辐射源

20 辐射场空间分布的不均匀度

20.1 辐射场空间分布的不均匀度 U_0 为在参考面（见图1、图2）内，最大剂量值 D_{max} 和最小剂量值 D_{min} 的比值。

$$U_0 = \frac{D_{max}}{D_{min}} \quad (2)$$

20.2 测量点的布置：测量点均匀分布在参考面内，点数视源的结构形式而定。

20.2.1 对于棒状和环状结构辐射源，分布在参考面内的测量点数不少于48个（见图3）。

20.2.2 对于栅板状辐射源，测量点间距离为15~20 cm。

20.3 根据剂量值按式（2）计算出辐射场空间分布的不均匀度。

21 校准点处吸收剂量率

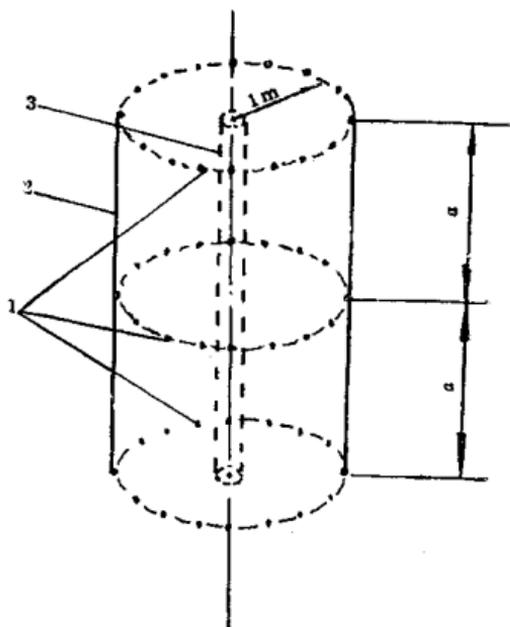


图3 棒状环状辐射源测量点布置示意图

1—测量点；2—限定区域；3—辐射源

21.1 对置于模体中校准点处的剂量计，至少进行5次不同时间的照射。照射时间的选择依所用剂量计的剂量响应线性范围而定。

21.2 以辐照时间 t 为自变量，与其相对应的吸收剂量值 D 为因变量，进行回归分析，求出线性方程 $D = bt + D_0$ 。 b 即为该点的吸收剂量率 \dot{D} ，其相对标准偏差为 S_0/b 。

$$S_b = \frac{b}{r} \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \quad (3)$$

式中, r 是线性相关系数; n 是剂量计个数。

方程中 D_0 是一次升降源的附加剂量。

22 产品箱中剂量分布的不均匀度及吸收剂量的总平均值

22.1 该项检定在实际辐照的产品或模拟产品中进行。

22.2 在产品箱中, 布放不少于 27 个剂量计, 剂量计分布方式见图 4。

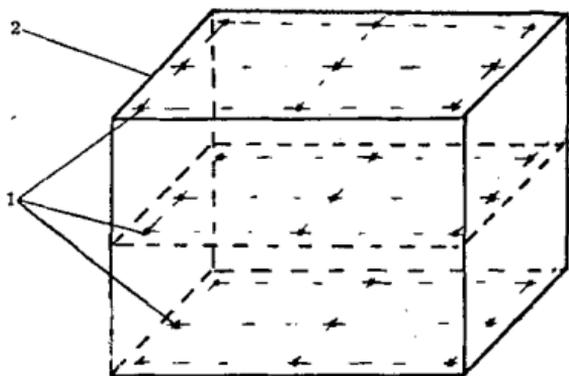


图 4 产品箱中剂量计分布示意图

1—剂量计, 2—产品箱

22.3 对 n ($n \geq 3$) 个产品箱, 在相同条件下进行照射。照射条件与实际运行工艺相同。

22.4 依据计算出的各点吸收剂量平均值, 确定产品箱中最大吸收剂量和最小吸收剂量位置。

22.5 按式 (4) 计算产品箱中吸收剂量分布的不均匀度

$$U = \frac{\bar{D}_{\max}}{\bar{D}_{\min}} \quad (4)$$

22.6 计算产品箱中吸收剂量总平均值。

23 确定动态照射时的刻度系数 m

23.1 对于加工的主要产品，在产品箱中已确定的最大吸收剂量和最小吸收剂量位置上，分别放置至少3支剂量计。

23.2 选定5种不同滞留时间 T 或传送速度 v ，其中必须包括最长滞留时间 T_{\max} （或最低传送速度 v_{\min} ）和最短滞留时间 T_{\min} （或最高传送速度 v_{\max} ）。

23.3 在每种滞留时间或传送速度下，对 n ($n \geq 3$) 个如23.1所描述的产品箱进行照射。

23.4 以滞留时间 T （或传送速度的倒数 $1/v$ ）为自变量，以其对应的最小吸收剂量平均值 \bar{D}_{\min} 为因变量，进行回归分析，得到公式(5)

$$\bar{D}_{\min} = A + mT \quad (5)$$

式中， m 为刻度系数。

五 检定结果处理和检定周期

24 经检定合格的 γ 射线辐射源发给检定证书。检定不合格者发给检定结果通知书。

25 对于检定合格后投入运行的 γ 射线辐射源，使用单位应每月测量一次源到辐照位置的重复性。每季度测量一次校准点处的吸收剂量率。记录测量结果，以备下次检定时查验。

26 每更换一种产品，使用单位必须按22、23条中规定的项目测量，并详细记录备查。

27 23条规定的项目，在启用该辐射源时进行检定。不做周期检定，但计量部门可以进行抽检。

28 其余检定项目检定周期为一年。由于检修、意外事故、补充新源等造成辐照场明显变动时，使用单位应及时申报检定。

附 录

附录 1 名 词 术 语 解 释

1 吸收剂量 D

吸收剂量 D 是 $d\bar{\epsilon}$ 除以 dm 所得的商, 即

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

式中: $d\bar{\epsilon}$ 是电离辐射给与质量为 dm 的物质的平均能量。吸收剂量的法定计量单位是 $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$, 它的专门名称是“戈” (Gy)。

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$$

2 吸收剂量率 \dot{D}

吸收剂量率 \dot{D} 是 dD 除以 dt 所得的商, 即

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

式中: dD 是吸收剂量 D 在时间间隔 dt 内的增量。吸收剂量率 \dot{D} 的法定计量单位是 $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 它的单位名称是“戈每秒” ($\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$)。

3 不均匀度 U

不均匀度 U 是介质中最大吸收剂量 D_{\max} 除以最小吸收剂量 D_{\min} 所得的商, 即

$$U = \frac{D_{\max}}{D_{\min}}$$

4 校准点

为在辐照场中校准剂量计规定的测量点。对于 ^{60}Co 和 ^{137}Cs γ 射线, 该点距模体前表面 5 cm (对于水模体) 或 15 mm (对于聚苯乙烯固体模体)。

附录 2

检定证书格式

1 检定证书封面格式

检定单位名称
 检定证书
 字 号

辐射源类型

辐射源活度

辐射源结构

辐射源有效尺寸

采用

方式辐照

使用单位名称

根据检定结果, 准予被检辐射源用于

辐照

实验室主任

核验员

检定员

检定日期 年 月 日

有效期至 年 月 日

2 检定证书内容

(一) 检定条件

(1) 剂量计

名称:

总不确定度:

(2) 模体

壁材料:

尺寸:

(3) 辐照室温度_____℃

模体中的温度_____℃

(二) 检定结果

- (1) 源到辐照位置的重复性____%。
- (2) 辐照场空间分布的不均匀度为____。
- (3) 校准点处的吸收剂量率 \dot{D} ____ Gy·min⁻¹。
 $S_0/b =$ ____%, $D_0 =$ ____ Gy。
- (4) 产品箱中吸收剂量分布的不均匀度
产品名称：
堆积密度：
产品箱尺寸：
吸收剂量分布的不均匀度____。
- (5) 产品中吸收剂量的总平均值____ Gy。
运行参数：
- (6) 刻度系数 m _____。

附录 3

⁶⁰Co衰变系数表 ($T_{1/2} = 5.27$ 年)

月	衰 变 系 数	年	衰 变 系 数
0	1.000 0	1	0.876 8
1	0.989 1	2	0.768 7
2	0.978 3	3	0.674 0
3	0.967 7	4	0.590 9
4	0.957 1	5	0.518 1
5	0.946 7	6	0.454 2
6	0.936 4	7	0.398 2
7	0.926 1	8	0.349 2
8	0.916 0	9	0.306 1
9	0.906 1	10	0.268 4
10	0.896 2	11	0.235 3
11	0.886 4	12	0.204 3
12	0.876 8	13	0.180 9

附录 4

 ^{137}Cs 衰变系数表 ($T_{1/2} = 30.3$ 年)

月	衰 变 系 数	年	衰 变 系 数
0	1.000 0		
1	0.998 1	1	0.977 4
2	0.996 2	2	0.955 3
3	0.994 3	3	0.933 7
4	0.992 4	4	0.912 6
5	0.990 5	5	0.891 9
6	0.988 6	6	0.871 7
7	0.986 7	7	0.852 0
8	0.984 9	8	0.832 8
9	0.983 0	9	0.813 9
10	0.981 1	10	0.795 5
11	0.979 2	11	0.777 5
12	0.977 4	12	0.759 9