

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程

铂 铱 合 金 管 镗 源

JJG 416—86

目 录

一 概述.....	(1)
二 技术要求.....	(1)
(一) 被检镭源要求	(1)
(二) 其它要求	(1)
三 检定条件.....	(2)
(一) 检定用设备	(2)
(二) 检定环境条件	(3)
(三) 其它检定设备	(3)
四 检定项目和检定方法.....	(3)
五 检定结果处理和检定周期.....	(5)
附录 1 平板型居里电离室的结构和原理.....	(6)
附录 2 测量电离电流的补偿法	(7)
附录 3 空气密度效应修正.....	(8)
附录 4 镭的衰变修正因子表	(9)

铂铱合金管镭源检定规程

Verification Regulation of
Radium Source Inclosed
Pt-Ir (10%) Container



本检定规程经国家计量局于1986年2月1日批准，并自1987年1月1日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

高钧成（中国计量科学研究院）

参加起草人：

田中青（中国计量科学研究院）

铂铱合金管镭源检定规程

本规程适用于用平板型居里电离室以比较法检定新制造和使用中的铂（90%）铱（10%）合金管镭源，管的壁厚限定为 0.5 mm。

一 概 述

镭源主要用于铀矿辐射仪表、辐射防护仪表、环境监测仪表和其它电离辐射仪表的校准、刻度和稳定性监督。

镭源中的镭是指天然放射性铀-238 系中的镭-226 放射性核素。

镭源由无水纯氯化镭粉末或无水纯溴化镭粉末焊封在小圆柱型铂（90%）铱（10%）合金管中制成。

镭源中镭的含量用质量单位 mg 表示。

二 技 术 要 求

（一）被 检 镭 源 要 求

1 被检镭源的质量值范围一般为（0.1~20）mg。在防护条件许可的情况下，上限可以扩大至 100 mg。

2 新制造的镭源，焊封后必须放置一个半月以上方可送检。

3 被检镭源必须为铂（90%）铱（10%）合金管封装，管的壁厚限定为 0.5 mm。

4 被检镭源的铂铱合金管的长度一般应小于 20 mm，外径一般应小于 5 mm。

5 被检镭源不允许有破损或污染。镭源送检之前必须由有关部门进行放射性氦气泄漏检查和表面污染检查，按有关防护规定检查合格者，开具证明，方可送检。否则收检单位有权拒绝收检。

（二）其它要求

6 镭源送检时，必须放在有足够厚度的铅制或铁制防护容器内，装入木箱。经有关部门检查其表面照射量率低于规定水平者（一般为一级或二级辐射安全包装），方可运至检定部门。

7 镭源收检前,收检人员必须与送检人员当面开箱,逐一清点送检的镭源数目,核对无误后,方可收检。

8 镭源送检时,应附有上次检定证书。初检镭源必须附有出厂检定证书。

三 检定条件

(一) 检定用设备

9 检定镭源应具备下列设备

9.1 标准镭源

9.1.1 标准镭源的质量值应在 $(0.1\sim 20)$ mg 之间。

9.1.2 标准镭源必须为铂(90%)铱(10%)合金管封装,管的壁厚限定为 0.5 mm。

9.1.3 标准镭源的铂铱合金管的长度一般应小于 20 mm,外径一般应小于 5 mm。

9.1.4 标准镭源应具备合法的检定证书,检定证书上必须注明检定日期、检定值、检定误差和其它有关内容。

9.1.5 标准镭源不允许有破损,放射性氦气泄漏和表面污染应低于有关防护规定,否则不能继续作标准镭源使用。

9.2 平板型居里电离室

9.2.1 平板型居里电离室使用之前应作饱和曲线,选择合适的工作点,即电离室所加高压,使复合损失修正因子小于 1.002。

9.2.2 平板型居里电离室的本底电流(包括漏电电流)应小于 $3\ \mu\text{g}$ 镭源产生的电离电流。

9.2.3 平板型居里电离室测量 1 mg 镭源的短期稳定性应好于 $\pm 0.3\%$ 。

9.2.4 将 1 mg 镭源的几何中心置于以平板型居里电离室的中心为圆心、直径 30 mm 以内的平面圆中各点,电离电流测量值的变化应小于 $\pm 0.2\%$ 。

9.2.5 将 1 mg 镭源的几何中心对准平板型居里电离室的中心,在 $(0\sim 5)$ mm 范围内,镭源每垂直升高 1 mm,电离电流测量值的变

化应小于2%。检定时必须对不同直径的镭源作高度修正。

9.3 电离电流测量系统

9.3.1 测量电离电流一般采用补偿法，也可以采用其它方法。

9.3.2 电离电流测量系统应能分辨 5×10^{-16} A 以下的微小电流，测量上限应大于 10^{-7} A，在 $(10^{-12} \sim 10^{-7})$ A 范围内测量值的非线性应小于 $\pm 0.1\%$ 。

9.3.3 将 1mg 镭源固定置于平板型居里电离室的中心位置，以其产生的电离电流作为恒流源，用电离电流测量系统连续测量 3h，经过必要的修正后，测量值的变化应小于 $\pm 0.5\%$ 。

(二) 检定环境条件

10 检定实验室的环境温度应为 $(10 \sim 30)^\circ\text{C}$ ，检定过程中室温变化应小于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

11 检定实验室的相对湿度应低于 70%。

12 检定实验室内应安装一定的通风设备。

13 检定实验室必须有足够厚度的防护墙。实验室分成两间，里间放电离室，外间测量。

14 检定实验室内以及实验室周围不应有其它强 γ 放射源。

15 检定时除了放在电离室上的镭源（被检镭源或标准镭源）以外，其余镭源应一律放在有足够防护厚度铅制或铁制防护容器内，距电离室越远越好。由其产生的电离电流应小于 $1\mu\text{g}$ 镭源产生的电离电流。

16 检定期间，电离室本身的位置应固定，周围散射体应尽量减少，同时保持位置固定。

(三) 其它检定设备

17 温度计：最小分度不大于 0.1°C 。

18 气压计：最小分度不大于 10 Pa。

19 湿度计：毛发湿度计或干湿球湿度计。

20 计时器：最小分度为 0.01 s。

四 检定项目和检定方法

21 用比较法检定镭源。在平板型居里电离室上先后测量被检镭

源与标准镭源的 γ 射线产生的电离电流值, 分别扣除本底电流值后, 给出它们的比值。根据该比值和检定送检镭源时刻标准镭源的质量值, 确定被检镭源的质量值。

22 常规检定按下列步骤进行

22.1 测量本底电流值 I_{b1} 。

22.2 测量标准镭源的电离电流值 I_{01} 。

22.3 测量被检镭源的电离电流值 I_s 。

22.4 再次测量标准镭源的电离电流值 I_{02} 。

22.5 再次测量本底电流值 I_{b2} 。

23 测量本底电流值 I_{b1} 。

23.1 平板型居里电离室的本底电流如果大于 $3 \mu\text{g}$ 镭源产生的电离电流, 说明有异常漏电现象, 应查清原因和部位, 予以排除, 方可正式测量。

24 测量标准镭源的电离电流值 I_{01} 。

24.1 将标准镭源放在电离室中心部位, 测量标准镭源产生的电离电流值 I_{01} 。

24.2 撤下标准镭源, 读取室温和气压值, 用空气密度修正公式将 I_{01} 换算成标准条件下标准镭源的电离电流值 I_{01} 。

25 测量被检镭源的电离电流值 I_s 。

25.1 将被检镭源放在电离室中心部位, 测量被检镭源产生的电离电流值 I_s 。

25.2 撤下被检镭源, 读取室温和气压值, 用空气密度修正公式将 I_s 换算成标准条件下被检镭源的电离电流值 I_s 。

26 再次测量标准镭源的电离电流值 I_{02} 。

26.1 重复第 24.1 和第 24.2 款, 再次得到标准条件下标准镭源的电离电流值 I_{02} 。

27 再次测量本底电流值 I_{b2} 。

28 取 I_{01} 和 I_{02} 的平均值 \bar{I}_0 作为标准镭源的电离电流值。

29 取 I_{b1} 和 I_{b2} 的平均值 \bar{I}_b 作为本底电流值。

30 由于镭源在不断衰变, 标准镭源在不同时刻的质量值应按半衰期修正公式计算。设标准镭源本身在被检时刻 (t_0) 的质量值为 m_0 , 则它在检定被检镭源时刻 (t_1) 的质量值 m_1 应按下式计算:

$$m_1 = m_0 e^{-\lambda(t_1 - t_0)} \quad (1)$$

式中: λ ——镭的衰变常数。

31 被检镭源在检定时刻 (t_1) 的质量值 m_x 按下式计算:

$$m_x = m_1 \frac{I_x - \bar{I}_0}{\bar{I}_0 - \bar{I}_0} \quad (2)$$

五 检定结果处理和检定周期

32 镭源检定后, 应发给检定证书。检定证书上必须填写镭源检定值、检定误差和检定日期。

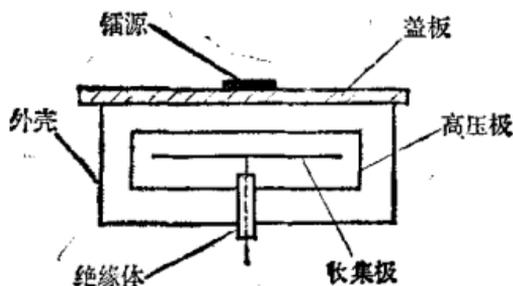
33 镭源的检定周期暂定为三年。

附 录

附录 1

平板型居里电离室的结构和原理

平板型居里电离室（见图）的主要部分是高压极和收集极，两极之间是灵敏体积，其间充以气体，一般为常压空气。收集极接电离电流测量仪器，高压极接一定电压，在两极之间形成一个静电场。镭的 γ 射线与物质相互作用产生次级电子，这些次级电子具有一定能量，它们快速穿过灵敏体积，使气体电离，产生正负离子。这些正负离子在电离室中的静电场作用下，分别向极性相反的电极移动，形成电离电流。该电离电流值正比于镭的 γ 射线强度，因而正比于镭的质量值。



平板型电离室

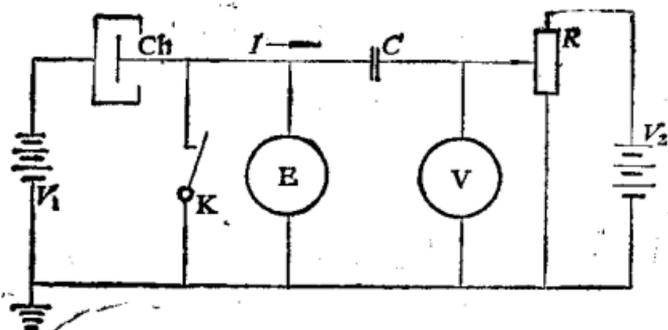
附录 2

测量电离电流的补偿法

补偿法测量电离电流的线路在图中给出。最初接地开关 K 短路, 来自电离室 Ch 的电离电流直接入地。测量之前, 调整电位器 R , 使其滑动端电压为 V , 这时电容器 C 上充有电荷 Q , $Q = CV$ 。测量开始, 将接地开关 K 断开, 电离电流 I 即向电容器 C 充电, 电压上升, 使静电计 E 的指针偏转。当偏转速度均匀时, 在某一刻度 A 处开始计时, 同时旋转电位器, 使电容器 C 释放电荷。该电荷与电离电流 I 在电容器 C 上的充电电荷抵消, 使静电计 E 的指针回零。整个测量过程中, 匀速调整电位器 R , 使静电计 E 的指针始终保持在零点, 直至电位器 R 的滑动端电压为零。这时, 静电计 E 的指针回升, 在回升到起动计时的刻度 A 处停止记时, 读取时间 t 。电离电流 I 便可利用 C 、 V 和 t 按下列公式求得:

$$I = \frac{CV}{t}$$

上述过程可以手动进行, 也可利用自动补偿装置进行。



补偿法测量电离电流原理图

附录3

空气密度效应修正

平板型居里电离室与大气相通， γ 射线的电离作用产生于电离室内的空气中，因而电离电流正比于电离室内的空气密度。当电离室内的温度、气压改变时，电离室内的空气密度发生变化。为此，实测电离电流必须对测量时刻电离室内的空气密度进行修正。一般修正到标准条件（0℃，101325 Pa）。

空气密度修正因子 K_a 为：

$$K_a = \frac{273.2 + T}{273.2} \times \frac{101325}{p}$$

式中： T ——测量时刻电离室内的温度（℃）；

p ——测量时刻电离室内的气压（Pa）。

例：在室温为23.6℃、气压为100800 Pa时，测得电离电流值为 1.272×10^{-12} A，求空气密度修正因子 K_a 和标准条件下的电离电流值。

解：空气密度修正因子 K_a 为：

$$K_a = \frac{273.2 + 23.6}{273.2} \cdot \frac{101325}{100800} = 1.092.$$

标准条件下的电离电流值 I_0 为：

$$I_0 = 1.092 \times 1.272 \times 10^{-12} \text{ A} = 1.389 \times 10^{-12} \text{ A}.$$

附录 4

镭的衰变修正因子表

标准镭源的衰变修正按第 30 条中的式 (1) 计算。设镭的半衰期为 1600 年，则其衰变常数 λ 为 0.000 433 216 987 85/年。鉴于镭的半衰期很长，衰变修正因子 $e^{-\lambda(t_1-t_0)}$ 中时间 (t_1-t_0) 的最小单位通常只取到月。表 1 列出了不同时间的衰变修正因子 $e^{-\lambda(t_1-t_0)}$ 的数值。

表 1 镭的衰变修正因子表 (半衰期 1600 年)

t_1-t_0 (月)	$e^{-\lambda(t_1-t_0)}$	t_1-t_0 (年)	$e^{-\lambda(t_1-t_0)}$
1	0.999963899	1	0.999566876
2	0.999927799	2	0.999133941
3	0.999891701	3	0.998701193
4	0.999855604	4	0.998268632
5	0.999819509	5	0.997836259
6	0.999783415	6	0.997404073
7	0.999747322	7	0.996972074
8	0.999711230	8	0.996540262
9	0.999675140	9	0.996108638
10	0.999639051	10	0.995677200
11	0.999602963	20	0.991373087
12	0.999566876	30	0.987087580