



中华人民共和国国家标准

GB/T 13162—91

环境中气载放射性碘监测设备

Equipment for monitoring airborne
radioactive iodine in the environment

1991-09-03 发布

1992-05-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

环境中气载放射性碘监测设备

GB/T 13162—91

Equipment for monitoring airborne
radioactive iodine in the environment

1 主题内容与适用范围

本标准规定了环境中气载放射性碘监测设备的设计要求、技术特性和检验方法。

本标准适用于在建筑物和设施外部距地面一至几米高度监测气载放射性碘(^{131}I 、 ^{125}I)的可移动式或固定式设备。

本标准不适用于监测气态排出流放射性碘的设备以及对 ^{129}I 的监测,也不涉及设备本身以外的样品萃取与实验室分析。

2 引用标准

GB 8993.3 核仪器环境试验基本要求与方法 潮湿试验

GB 3096 城市区域环境噪声标准

GB 10257 核仪器与核辐射探测器 质量检验规则

3 术语

3.1 放射性碘监测仪 radioactive iodine monitor

用于测量释放到外环境的气载放射性碘的设备。

3.1.1 选择性监测仪 selective monitor

对特定放射性种类或特定化学形态的碘进行选择性的测量的设备。

3.1.2 非选择性监测仪 nonselective monitor

对所有形态的放射性碘进行总活度测量的设备。

3.2 探测装置或取样和探测装置 detection sub-assembly or sampling and detection sub-assembly

由一个或多个辐射探测器及与其相连的部件或基本功能单元组成。

3.3 控制和测量装置 control and measurement sub-assembly

由部件和用于测量电离辐射相关量(活度、吸收剂量、剂量率等)的功能单元组成。当被测量的量超过某个预定值时,配备功能单元的部件能发出明显的警报。

3.4 放射性碘 radioactive iodine

以气体、蒸汽或气溶胶形态存在的放射性碘,包括元素碘、有机碘和次碘酸 HOI。

3.5 滞留容量 retention capacity

给定物质在所采用的收集介质中达到平衡时能被滞留的最大数量。

3.6 滞留效率 retention efficiency

一种物质被介质滞留的量同进入这一介质中该物质的总量之比(本定义仅在非平衡条件下适用)。

3.7 活度的约定真值 conventionally true activity

国家技术监督局 1991-09-03 批准

1992-05-01 实施

刻度仪器用的放射源活度的最佳估计值。这个值和它的不确定度必须由次级标准源,或由一台已按次级标准源校准过的仪器确定。

3.8 活度的指示值 indicated activity

测量装置指示的活度值。

3.9 变异系数 coefficient of variation

一组几次测量值 x_i 的标准偏差 σ 和算术平均值 $\bar{x}$ 之比 V (变异系数)由下式给出:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (1)$$

3.10 最低可探测活度 minimum detectable activity

与特定本底指示值的三倍标准偏差(3σ)对应的指示活度。

3.11 动态范围 dynamic range

最大可测信号与最低可探测活度给出的信号之比。

3.12 指示值误差 error of indication

在某个测量点,活度的指示值与其约定真值之差。

3.13 指示值相对误差 relative error of indication

用百分数表示的指示值相对误差是活度的指示值误差与其约定真值之比。

3.14 相对固有误差 relative intrinsic error

装置的指示活度相对于指定参考条件下给定活度的相对误差。用百分数表示的相对固有误差由下式给出:

$$E = \frac{A_i - A_t}{A_t} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中: E —— 相对固有误差;

A_i —— 活度的指示值, Bq;

A_t —— 活度的约定真值, Bq。

3.15 有效测量范围 effective range of measurement

满足本标准各项要求的测量范围。

3.16 响应时间 response time

用给定活度的放射源照射探测装置,从开始照射至达到平衡读数的 90% 所需要的时间间隔;或对于积分监测仪来说,从开始照射至达到指示值相对于时间一次微分平均值的 90% 的时间间隔。

3.17 参考源响应 reference response

为了确定装置对单位活度的响应所采用的合适的检验源称为参考源。

装置在标准检验条件(见表 1)下对参考源单位活度的响应由下式表示:

$$R_{\text{ref}} = \frac{I_{\text{rs}} - I_{\text{b}}}{A_{\text{rs}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中: R_{ref} —— 参考源响应;

I_{rs} —— 参考源的指示值, Bq;

I_{b} —— 辐射本底的指示值, Bq;

A_{rs} —— 参考源的活度, Bq。

4 设计要求

4.1 总则

本设备的主要用途在于测定环境中的气载放射性碘是否在规定的限值以下。

设备具有下述两方面的能力：

- a. 连续地监测一种或多种化学和(或)物理形态的一种或多种放射性碘；
- b. 如果希望能连续取样、间断取样,或仅当某个确定的阈浓度值被超过时才做随后的实验室测量。

在后一种情形,取样装置可以由实时监测器发出的讯号启动。

碘的放射性同位素可以在大气中以一种或多种化学和(或)物理形态存在(即作为粒子或被吸附在粒子表面上的 I_2 、 CH_3I 和 HOI)。收集器的设计应当考虑被测碘的形态,这可以事先根据一个具体核设施在常规释放和事故情况下所产生剂量的源项选择最重要的形态决定。一般情况下,被测碘的放射性核素种类和化学形态可由制造厂家与用户之间商定。连续性监测设备在大气中放射性碘的浓度超过预定值时应能发出警报并提供一个其浓度随时间变化的连续记录。对于远距离的数据读出,设备应预置相应部件。

4.2 探测装置或取样和探测装置

该装置除了一个或几个辐射探测器外,主要包括下列部件和功能单元：

- a. 为进行实验室分析和用放射性气体作刻度检验而进行样品收集的部件；
- b. 粒子滞留部件；
- c. 特定形态碘的滞留部件；
- d. 空气流量监测与控制部件；
- e. 空气泵；
- f. 冲洗气体单元；
- g. 标定单元。

在必须对各种不同化学和(或)物理形态的碘进行取样和测量时,取样装置应包括一个粒子过滤器和若干个适于捕集各种化学形态碘的捕集器。

4.3 控制和测量装置

该装置主要包括：

- a. 电器控制与电源部件；
- b. 电子学测量部件；
- c. 测量结果显示单元；
- d. 数据记录单元；
- e. 报警信号和报警单元。

4.4 测量与指示特性

4.4.1 读数刻度

读数刻度应采用适合于该测量技术的单位表示,并由制造厂和用户商定。在有条件用活度作精确校准时,最好用实际排放的活度刻度,在无条件的这种校准时宜用直接测量的单位刻度,如用计数/秒(c/s)表示。

仪表刻度方式(如线性或对数刻度)和动态范围的选择应与监测要求一致,并由制造厂和用户商定。动态范围一般至少应有五个数量级。

对于线性刻度的仪表,如有几档量程时,量程之间的转换系数不得大于10,通常取3。在读数可能会有较大变化的情况下,量程应能自动转换,并应给出量程档位指示。

4.4.2 最低可探测活度

仪表的最低可探测活度取决于它的使用条件,应根据规定的排放标准和核设施设计条件确定,通常由制造厂和用户商定。制造厂应说明仪表在给定本底条件下对于特定核素可达到的最低可探测活度。

4.4.3 有效测量范围

线性刻度的仪表,应从各档量程的 10%~100%;对数刻度的仪表,应从最低有效量级的三分之一到满量程;数字显示的仪表,应从第二最低有效十进位位开始到满量程。

4.4.4 报警

报警及其指示装置应与设备用途相适应,并由制造厂和用户商定。

报警单元的报警阈值应便于调节,应在仪表本机上给出报警的灯光指示和作为外部报警用的两组转换触点(对于故障报警可以是公共的)。还可在仪表本机上给出适当的音响信号。

应提供检验手段以便对仪表的报警功能是否正常进行检查,这种检查应在整个报警可调范围内都能进行。

报警电路应在下述两种工作方式中任选一种进行工作:

- a. 保持报警直至用复位控制器复位;
- b. 在报警状态消失时自动复位。

4.4.4.1 高值报警

线性刻度的仪表至少应在各档量程的 10%~100%范围内,对数刻度的仪表至少应在最低量级的 50%到最高量级的 90%的偏转角范围内,提供一个可调的报警点。

4.4.4.2 低值报警

仪表应在最低量程的 0~10%读数范围内(线性刻度)或在整个最低量级范围内(对数刻度),或在最低一个十进位位范围内(数字显示)提供一个可调的报警点。

当正常本底指示值消失时,应发出低值报警作为一种“故障报警”。

4.4.4.3 故障报警

当电路或机械部分发生故障时,应发出报警信号,并尽量指示出故障来源,其音响报警信号应当不同于辐射报警。

当仪表电源中断或探测器冷却剂消失时,也应发出报警信号。

4.5 样品收集

4.5.1 入口预过滤器

在取样回路入口应设置一个预过滤器以便从空气中除去任何灰尘和气溶胶,不论是放射性的还是以其他方式存在的悬浮物(包括氢的固态子体产物)。预过滤器应被用来测量附着在气溶胶上面的放射性碘。

为了使设备保持规定的性能,这种预过滤器应尽可能不捕集,甚至也不暂时滞留气溶胶形态以外的放射性碘。

4.5.2 收集部件

为了选择性地滞留碘可以使用充满特种材料的过滤器或者含有这种吸附材料的滤盒。吸附材料可能对测量产生的任何影响应由制造厂和用户商定,并由制造厂给出说明。

当使用固定式吸附器时,应提供快速而又简便的吸附器更换方法,且在更换它们时不对系统刻度产生干扰。

制造厂应规定预过滤器的材料,以及满足其性能要求的吸附剂。

制造厂应予说明或与用户商定所用收集介质的下述技术性能:

- a. 滞留系数;
- b. 滞留容量;
- c. 湿度效应与下降因子;
- d. 对滞留碘的温度效应;

- e. 空气流量对压力降的关系;
- f. 寿命及其相关的退化因子;
- g. 壁效应(碘在不同表面的沉积析出)。

4.5.3 空气回路系统

取样进气回路应能提供该测量方法所需要的总的空气流量。在测量技术对流量灵敏的地方,应当使用定量泵或采用相应措施,以便保证空气取样回路的压降变化仅对流量有小的影响。

4.5.3.1 泵

抽气泵应安装在取样介质的下游方向。

抽气泵应能连续工作。维修周期由制造厂和用户之间商定,一般应大于三个月。

应装有压力和温度安全保护装置,以防止泵在温度和压力异常情况下工作。当出现异常情况时,必须发出故障报警指示。

4.5.3.2 流量控制

流量控制部件应使其流量调节范围能满足所采用的抽气泵和取样介质本身性能变化的要求。

4.5.3.3 流量测量

流量计应是直读式的。当流量超过规定变化范围时,必须发出警报。流量计应安装在取样介质单元的下游。不管实际测量条件如何,抽气流量单位应采用 20℃ 和 101.3 kPa 时的体积/单位时间表示。

4.6 运行状态的指示

设备应提供下述各项工作指示:

- a. 电源接通指示;
- b. 空气泵接通指示;
- c. 探测器高压接通指示;
- d. 流量指示;
- e. 收集介质状态指示;
- f. 设备无故障指示。

4.7 测量参数的远距离传输

设备在结构上应能与下述一个或几个功能单元连接进行设备状态和测量指示的远距离显示:

- a. 数字或模拟指示器(即表头,数字部件或电-光学显示部件);
- b. 数字或模拟记录仪;
- c. 打印机;
- d. 计算机。

4.8 远距离控制

如有必要,设备应设置一个可从远距离场所对测量系统进行控制的部件。

4.9 对环境 γ 辐射的防护

应采用屏蔽装置或利用脉冲高度甄别,反符合——符合电子学方法等技术来减少环境 γ 辐射的影响。

4.10 电干扰

必须采用必要的预防措施,如对线路和输入电源进行适当的屏蔽或滤波,从而使得外部电磁场或电学讯号不对设备的运行产生影响。

4.11 装置的噪声

整个装置的噪声主要来源于取样和探测装置,特别是抽气系统的运行及由此而来的振动。

制造厂应在部件选择和装置设计方面使其声学噪声级符合 GB 3096 的要求,而且应说明该装置适用的环境类型。

5 技术特性和检验方法

5.1 总则

本部分包括了可用于所有类型放射性碘监测设备的技术特性和一般检验程序。除非另有规定,所有这些检验都被认为是型式检验。按照制造厂和用户的协议,所有这些检验或其中任意一项检验也可被认为是交收检验。

表 1 给出了标准检验条件。在本标准中所述的检验可按其是在标准检验条件下进行还是在其他条件下进行分类。

表 1 参考条件和标准检验条件

序号	影 响 量	参考条件	标准检验条件
1	参考放射源	含有适当形态碘的空气或气体	用适当形态碘标记的空气或气体
2	预热时间(整个设备)	15 min	≥15 min
3	环境温度	20℃	18~22℃ ¹⁾
4	相对湿度	65%	50%~75% ¹⁾
5	大气压力	101.3 kPa	86~106 kPa ²⁾
6	电源电压	标称电压 U_N	标称电压 $U_N \pm 1\%U_N$
7	电源频率	标称频率 f_N	标称频率 $f_N \pm 2\%f_N$
8	电源波形	正弦波	总谐波畸变小于 5%
9	γ 辐射本底	空气吸收剂量率为: 0.2μGy/h	空气吸收剂量率小于 0.25 μGy/h
10	外界电磁场	可忽略	小于引起干扰的最低值
11	外界磁感应	可忽略	小于地磁场引起干扰的两倍
12	装置调节器	置于正常工作状态	置于正常工作状态
13	放射性元素污染	可忽略	可忽略
14	取样速率	调至标称流量(由制造厂规定)	调至标称流量的±5%

注: 1) 应当说明在检验这些量时的真实值。

2) 当探测方法对大气压强特别灵敏时,需把条件限制在参考压强的±5%以内。

5.1.1 在标准检验条件下进行的检验

表 2 列出了在标准检验条件下要进行的检验和相应的要求,并列出了叙述相应检验方法的条文号。

表 2 标准检验条件下的检验

序号	待检验特性	要 求	检验方法 (参见条文)
1	参考源响应	按制造厂规定	5.2.1
2	指示值的相对固有误差 (E_i)	小于±20%;或(对线性刻度装置)小于所选合适量程最大读数对应 活度值的 5% (这两种要求按较易满足的执行)	5.2.2
3	过载	当受到能产生 10 倍满量程指示值的放射源照射时,装置的指示值应 保持或超过满量程	5.2.5
4	统计涨落	变异系数小于 10%	5.2.6

续表 2

序号	待检验特性	要 求	检验方法 (参见条文)
5	指示值稳定性	对所有量程在 500 h 内小于满量程的 10% (线性刻度); 或小于指示值的 10% (数字显示)	5.3.3
6	报警阈稳定性	在 500 h 内小于预置值的 20%	5.3.5
7	报警阈范围	按 4.4.4 条	5.3.4
8	设备故障报警	低值报警按 4.4.4.2 条, 其他报警由制造厂和用户商定	5.3.6

5.1.2 改变影响量进行的检验

进行这些检验的目的是要确定影响量变化对装置的影响。为便于进行这些检验, 将它们分为两类:

- a. 与测量、报警和显示装置有关的检验;
- b. 与空气或气体回路有关的检验。

这两类检验要相互独立地进行。检验的项目分别见表 3 和表 4, 表中给出了每一影响量的变化范围以及由于这些变化所引起的装置指示值或有关参数变化的限值。

为了检验表 3 和表 4 中每一影响量变化所产生的影响, 除非另有规定, 所有其他的影响量都必须保持在表 1 给出的标准检验条件限值内。

为了简化这些检验, 每一影响量仅需作一个点的检验, 所选的活度水平应在任一量程、量级或十进位位(除最低量程、最低量级和最低十进位位外)的 50% 附近。

表 3 改变影响量的检验

序号	影响量	影响量的数值范围	指示值变化的限值	检验方法 (参见条文)
1	^{137}Cs 源的外 γ 辐射(源与探测器在规定的几何条件下)	空气吸收剂量率为 $10 \mu\text{Gy/h}$	按制造厂规定, 但通常应当小于最小可探测活度相应值的两倍	5.2.4
2	^{137}Cs 源的外 γ 辐射(源与探测器在其它的几何条件下)	空气吸收剂量率为 $10 \mu\text{Gy/h}$	按制造厂规定, 但一般应小于最小可探测活度相应值的四倍	5.2.4
3	其它源的外 γ 辐射(源与探测器在规定的几何条件下)	空气吸收剂量率为 $10 \mu\text{Gy/h}$	按制造厂规定, 但一般应小于最小可探测活度相应值的四倍	5.2.4
4	对取样空气或气体中碘以外其它放射性气体的响应	高达 $40 \text{ MBq} \cdot \text{M}^{-3}$	按制造厂规定	5.2.3
5	预热时间	$\leq 30 \text{ min}$	$\pm 10\%^{1)}$	5.3.1
6	电源电压	$88\% \sim 110\% U_N$	$\pm 10\%^{1)}$	5.3.2
7	电源频率	$47 \sim 51 \text{ Hz}^{2)}$	$\pm 10\%^{1)}$	5.3.2

续表 3

序号	影响量	影响量的数值范围	指示值变化的限值	检验方法 (参见条文)
8	环境温度 ³⁾	—10~40℃ —20~50℃	±20% ¹⁾ ±50% ¹⁾	5.4.1
9	相对湿度	40℃时达 90%	±10% ¹⁾	5.4.2
10	大气压强	80~120 kPa	按制造厂规定	—
11	外界电磁场	未作一般规定必要时则规定影响量的数值范围及指示值变化的限值		
12	外界磁感应			

注：1) 相对于标准检验条件下的指示值；
2) 或者相当于国家标准所要求的值；
3) 装置适用的环境温度,对于较比高或较比低的温度下的限值,应另作规定。

表 4 改变与空气(或气体)回路有关的影响量的检验

序号	影响量	影响量变化范围	流量变化限值 ¹⁾	检验方法 (参见条文)
1	预热时间	1 h	±10%	5.5.1
2	检验间隔时间	1~100 h	±10%	5.5.1
3	过滤器压力降	按制造厂规定	±10%	5.5.2
4	空气内泄漏	在正常情况下不允许有内泄漏	±5%	5.5.5
5	电源电压	88%~110% U_N	±2%	5.5.3
6	电源频率	47~51Hz	±2%	5.5.4

注：这部分检验仅适用于其响应取决于流量的装置。
1) 均相对于标准流量。

5.1.3 统计涨落

使用放射源检验时,如果单独由辐射的随机性产生的指示值的统计涨落大小,在允许的指示值变化中占有显著份额,则为了验证是否符合该项检验,必须取足够多的读数,以保证能以足够高的精密度估算这些读数的平均值。

这些读数之间的时间间隔至少必须是响应时间的三倍,以保证这些读数在统计学上互不相关。

5.2 辐射特性

5.2.1 参考源响应

5.2.1.1 要求

制造厂应说明按其规定调整好的设备在标准检验条件下给出的指示值与参考源活度之间的相互关系。探测器系统对于沉积在吸附床任何可能深度处的放射性碘应在最大误差±30%以内具有相等的响应。

如果探测器系统对于在吸附床任何可能深度沉积的放射性碘不能给出相等的响应,其结果产生大于±30%的误差,则制造厂应给出适当的分布特性说明,使得该误差可在±30%以内估算。

5.2.1.2 参考源

应使用具有适当几何形状并和该设备拟测的特定同位素相应的固体源来进行本项性能的检验(在标准检验条件下进行的检验和改变影响量进行的检验)。所使用源的几何形状和发射谱应尽可能与装置中所用捕集部件的相近。对于非选择性监测仪可用¹³¹I 或它的等效同位素进行。探测器系统的响应应使用圆片形辐射源,在过滤器吸附床整个深度的各处逐点进行检验。

所用源的相对活度应能在每一量程(对于线性刻度装置)或每一量级(对于对数刻度装置)上都能获得合适的指示值。

5.2.1.3 检验方法

装置应工作在标准检验条件下,并按制造厂的规定调整好。无参考放射源存在时记下本底指示值。接着,用适当的参考源照射装置,使其在最低量程(或最低量级或最低十进位位)以上的一个量程(或量级或十进位位)的中点附近给出读数,然后按 3.17 条的公式(3)算出 R_{ref} 值。

5.2.2 对合适活度响应的准确度

监测仪的总响应特性和许多因素有关,每一台设备都不尽相同。本标准的其他部分讨论了与每种监测仪有关的某些因素,本部分只给出与探测器和电子学特性有关的基本要求。

在所要求的检验中检验源的制备标准应当是每一检验源活度约定真值的不确定度的绝对值(E_{SA})小于 10%,而同一检验组各检验源之间活度的约定真值的不确定度(E_{SR})应小于 5%。检验源的活度大小和误差的确定应可追溯到由国家计量机构认可的标准实验室。

5.2.2.1 要求

在标准检验条件下,按照制造厂的规定调整控制旋钮,其相对固有误差(E_1)在 4.4.3 条规定的整个有效测量范围内对所有刻度形式的装置不得超过指示值的 $\pm 20\%$;或对于线性刻度装置,不得超过所选合适量程最大指示值对应的活度的 5%。这两种要求按较易满足执行。

5.2.2.2 检验方法

对于一整套设备至少必须进行型式检验,而对于每台设备和部件应当进行常规检验。为满足型式检验和常规检验的需要,须有一定数量的检验源。

5.2.2.3 型式检验

对于线性刻度装置,至少应在每个量程内取一点用放射源检验,这个点要在最低量程的 25%,最高量程的 75%,及其余各量程的 50%附近。此外,应在每一量程的 25%,50%和 75%附近用放射源或等效电信号进行检验。

对于非线性刻度装置,至少应在除最高量级或最高十进位位外的其余各量级或十进位位的 50%附近取一点用放射源检验。而对于最高量级或最高十进位位,这一检验点应取在 75%附近。此外,应在每一个量级或十进位位的 25%、50%和 75%附近使用放射源或等效电信号进行检验。

5.2.2.4 常规检验

对于线性刻度装置,至少应在最低量程内取一点和最高量程内取一点使用放射源检验。这两个点都要选在满量程的 50%附近。还应在其余各量程的 50%附近用放射源或等效电信号进行检验。

对于非线性刻度装置,至少应在最低量级(或最低十进位位)内取一点和在最高量级(或最高十进位位)内取一点用放射源检验。还应在其余各量级(或各十进位位)内取一点使用放射源或等效电信号进行检验。

5.2.3 对碘以外其他放射性气体的响应

5.2.3.1 要求

制造厂应当说明设备对被测碘以外的指定放射性气体的响应。检验用的指定放射性气体的种类可由制造厂与用户商定。

5.2.3.2 检验方法

用含有已知活度的放射性气体标记的空气(或气体),以恒定的流量在设备中循环足够长的时间,记下测量达到平衡时的读数。

5.2.4 对环境 γ 辐射的响应

5.2.4.1 要求

将具有屏蔽环境 γ 辐射装置的探测器放在制造厂规定的几何位置上接受能量为 660 keV,在空气中产生的吸收剂量率为 $10 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ (^{137}Cs) 的外 γ 照射时,测量装置的读数通常不得超过相应于制造

厂规定的最小可探测放射性活度读数值的两倍。

除非制造厂和用户之间另有商定,设备对来自任何其他方向,其能量不超过 1.3 MeV,在空气中产生的吸收剂量率为 $10 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ (^{60}Co) 的任何 γ 射线照射的响应不得超过规定的最小可探测放射性活度相应值的四倍。

5.2.4.2 检验方法

设备应在标准检验条件下,周围无放射源存在时,测定“本底”指示值。然后计算最小可探测活度,计算结果必须符合制造厂的规定。

使用一个 ^{137}Cs 源,使之相对于探测器的距离至少为 2 m,要求探测装置所在位置(在该装置不存在情况下)的空气吸收剂量率的约定真值等于 $10 \pm 1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,探测器相对于源的取向由制造厂规定。在这些条件下测量装置的读数不得超过 5.2.4.1 条中规定的限值。

按照制造厂和用户之间的协议,还应针对其他不同的探测器取向和辐射源进行相同的检验。在每一种情况下,测量装置的读数不得超过 5.2.4.1 条中相应的规定值。

5.2.5 过载特性

5.2.5.1 要求

当仪表探测器受到超过满量程读数 10 倍的放射源照射时,仪表应保持或超出满量程指示。并且当这一过载辐照消除后,仪表仍能正常工作。有特殊要求时,由制造厂和用户之间另行商定。

5.2.5.2 检验方法

a. 用一适当活度的放射源辐照装置,要求在最低量程(或最低量级或最低十进位位)的 50% 左右给出读数,记下实际的读数值。

b. 使探测器装置接受一个 10 倍于产生该量程最大读数值适当放射源照射。维持这种照射至少 10 min,要保证仪器指示值一直保持或超过该量程最大读数值。

c. 移去上述放射源,待一段时间(由制造厂和用户商定,一般不超过 1 h)后,再按本条 a 项条件照射,装置在过载前后两次读数值的偏差不得大于 10%。

5.2.6 统计涨落

5.2.6.1 要求

由于辐射的随机性,读数可能在平均值上下波动。由统计涨落造成的活度读数的变异系数必须小于下述数值:

a. 线性刻度:对任何超过与最低量程满刻度的 $1/3$ 读数相对应的活度水平为 10%;

b. 对数刻度和数字显示:对任何超过与最低量级或最低十进位位读数最大值相对应的活度水平为 10%。

5.2.6.2 检验方法

用放射源照射,使装置在最低量程(线性刻度)的满刻度或最低量级(对数刻度)的最大值的 $1/3 \sim 1/2$ 之间给出一个读数,或者在第二个十进位位(数字显示)的最大值的 20% 附近给出一个读数。

按 5.1.3 条规定,在合适的时间间隔内取足够多的读数,求所取全部读数的平均值和变异系数。该变异系数应在 5.2.6.1 条规定的限值之内。

5.3 电气与机械特性

5.3.1 探测和测量装置的预热

5.3.1.1 要求

装置在受参考源活度辐照下开机后 30 min 或在制造厂与用户商定的时间间隔内给出的指示值,与标准检验条件下得到的值相比,其差不得超过 10%。

5.3.1.2 检验方法

进行这项检验之前,装置必须断开电源至少 1 h。

接通探测和测量装置,用合适的放射源照射使其在满量程的 $1/3 \sim 1/2$ 之间得到一个读数。

在第一小时内每隔 5 min 记下一个活度指示值。按 5.1.3 条的规定,在开机 10 h 后取足够多的读数,用这些读数的平均值作为指示值的“最终值”。

画出活度指示值随时间变化的曲线,其中包括对放射性衰变进行必要的校正。

将“最终值”和曲线上 30 min 时的读数值相比,其偏差应在 5.3.1.1 条规定的限值以内。

5.3.2 电源

设备一般可选用 220 V、50 Hz 单相交流电源供电,通过商定,抽气泵马达也可用三相电源供电。

根据制造厂与用户之间商定,设备可在断电情况下使用低压备用电池工作。在这种情形下电源的切换不应使装置发生误动作或触发报警。

5.3.2.1 要求

当供电电压在 88%~110% U_N 范围内变化时,仪表的指示值与标准检验条件下的指示值相比,其偏差不得大于 10%。

当供电频率在 47~51 Hz 范围内变化时,仪表的指示值与标准检验条件下的指示值相比,其偏差不得大于 10%。

5.3.2.2 检验方法

用放射源照射,使装置在最低量程满刻度的 2/3 附近(线性刻度),或者在第二个十进位位的 20% 附近(数字显示),或者在最低量级的最大值的 2/3 附近(对数刻度)得到一个读数。将电源电压和电源频率调到标称值处,按照 5.1.3 条规定取足够多的读数,求其平均值。

当电源频率为标称值,电源电压比标称电压高 10% 和低 12% 时,分别取足够多的读数,求各自的平均值,这两个平均值与标称电压下的平均值之差不得超过 10%。

当电源电压为标称值,电源频率为 47 Hz 和 51 Hz 时,分别取足够多的读数,求各自的平均值,这两个平均值与标称频率下的平均值之差不得超过 10%。

5.3.3 指示值的稳定性

5.3.3.1 要求

在装置已经工作 1 h 后,由给定活度的放射源得到的指示值在随后的 500 h 中的变化,不得大于满量程的 10%,对于数字显示的装置不得大于显示值的 10%。

5.3.3.2 检验方法

用放射源照射,使装置在最低量程满刻度的 1/3~1/2 之间(线性刻度),或在最低量级的最大值的 2/3 附近(对数刻度),或在第二个十进位位的 20% 附近(数字显示)给出读数。

在 1 h 后取不少于 10 次的读数,然后在 10、100、200、500 h 后再取足够多的读数,此期间不允许调整装置。每次读数平均值应在 5.3.3.1 条规定的限值以内。

5.3.4 报警阈范围

5.3.4.1 要求

本项要求不包括探测器在内,报警阈的设置范围必须符合 4.4.4 条的规定。

5.3.4.2 检验方法

每个可调报警单元均应进行该项检验。按制造厂规定,用合适的电子讯号发生器,来确定报警动作的指示值范围。

高值报警检验时,应先把报警电路调到最低预置值,让输入讯号慢慢增加直至报警发生,记下装置的指示值。然后再把报警电路调到最高预置值,让输入讯号慢慢增加直至报警再次发生,记下装置的指示值。

低值报警时作法同上,只是输入信号慢慢减少。

5.3.5 报警阈的稳定性

5.3.5.1 要求

本条要求不包括探测器在内。

若 x 为 500 h 工作期间内的标称报警预置值,则报警电路的工作点不得超出 x 值的 80%~120% 这一范围。

5.3.5.2 检验方法

报警电路的标称预置值假定为 x ;则:

- a. 把相当于 x 值 79% 的电信号加到装置上后,500 h 内不得发生报警。
- b. 在 1,10,100,200,500 h 工作后,把相当于 x 值 121% 的电信号加到装置上后,应在 1 min 内发出报警。

5.3.6 设备故障报警

低值报警的检验应按 4.4.4.2 条进行。

其他故障报警根据制造厂和用户之间的协议进行。

5.4 环境特性

5.4.1 环境温度

5.4.1.1 要求

在表 3 规定的整个温度范围内,仪器的指示值变化应保持在表规定的限值以内,或由制造厂和用户商定。

5.4.1.2 检验方法

探测装置应按 5.2.2.4 条常规检验的要求受到一个合适的检验源照射,在标准检验条件下给出已知的标准读数值。

本项检验通常应在环境检验箱中进行。箱内空气的湿度应保持在参考条件(见表 1)规定值范围以内。

温度应在表 3 所示的每一个高低温限值至少维持 4 h,在此期间的最后 30 min 记下装置的指示值,该值与标准条件下得到的读数之差应符合表 3 所给的要求。

5.4.2 相对湿度

5.4.2.1 要求

指示值由于相对湿度的影响所产生的变化应保持在表 3 所规定的限值以内,或由制造厂和用户之间商定。

5.4.2.2 检验方法

应使用 5.2.2 条规定的合适的检验源来照射探测和取样装置。

本项检验可只在 40℃ 温度和 90% 相对湿度下进行,或由用户和制造厂商定。

由湿度引起的指示值变化限值($\pm 10\%$,见表 3)应与单独由温度引起的变化限值叠加。

5.4.3 大气压力

一般大气压力的影响仅在用气体作为探测介质的不密封探测器情况下才是显著的。在这种情况下应说明进行所有检验时的大气压力,应指明大气压力变化的影响。

如有要求,应进行其他压力下的有代表性的检验。

5.4.4 密封

如果设备可能工作在特别潮湿的条件下,用户应提出防潮要求。除制造厂和用户另有商定者外,设备应符合 GB 8993.3 的要求。

5.5 空气(或气体)回路特性

对于响应取决于流过取样和探测装置的气体恒定流量的设备,都要根据制造厂与用户之间的商定进行空气回路的检验。

若设备对流量变化不灵敏,但为进行工作而需要取样流,则应按照制造厂和用户协议,对空气回路和流量报警单元进行简单的检验。

上述检验的要求列在表 4 中。

5.5.1 流量的稳定性

本项检验是要确定在标准检验条件下的标称取样流量,检验中只考虑由空气回路和预过滤器或取样过滤器(干净过滤器)产生的压降。

5.5.1.1 要求

制造厂应针对所用介质的类型规定流量的标称值。在取样装置经正常的预热时间(1 h)后,被测流量与流量标称值相比,其差不得超过 10%。

5.5.1.2 检验方法

为进行本项检验,在空气(或气体)回路的过滤器入口处接入一只准确度为 3%的流量计或容积测量装置。接通泵电源,测量运行后 1、5、10、100 h 的流量。其读数值与标称流量条件下的读数值之差不得大于 10%(空气应从无尘环境中抽取)。

5.5.2 过滤器压力降的影响

由于每次检验的过滤器性质和堵塞程度可能不尽相同,所以只考虑总压力降和流量的测量。

5.5.2.1 要求

应确定在标准检验条件下引起标称空气(或气体)流量减少 10%而产生的压降增量。

可接受的最小压降增量(将使标称流量减少 10%),应由制造厂和用户商定。

5.5.2.2 检验方法

对于本项检验,为测量由空气(或气体)流动而产生的压降,应在过滤器下游制造厂规定的位置上安装一个校准好的能提供压降直接指示的“真空计”(U 型管、差压计等)。压降是通过在流量计和过滤器之间接入一只可变节流器(如调节阀)产生的。

按 5.5.1 条的规定测出流量,调节可变节流器使平均流量比标准检验条件下的标称流量低 10%,此时测得的压降增量应不小于制造厂与用户商定的值。

5.5.3 电源电压变化的影响

5.5.3.1 要求

当电源电压在 88%~110% U_N 之间变化时,标称流量的变化不得超过 2%。

5.5.3.2 检验方法

检验时把取样和探测装置接到一个电源频率为标称频率,电压可在 88%~110% U_N 之间变化的电源上。按照 5.5.1 条,测量电源电压在 88%~110% U_N 范围内变化时的流量,其值与标称电压下的流量值之差应符合 5.5.3.1 条的规定。

5.5.4 电源频率变化的影响

5.5.4.1 要求

电源频率在 47~51 Hz 范围内变化时,标称流量的变化不得超过 2%。

5.5.4.2 检验方法

检验时把取样和探测装置接到一个电源电压为标称电压,频率可在 47~51 Hz 范围内变化的电源上。按照 5.5.1 条测量电源频率在 47~51 Hz 范围内变化时的流量,其值与标称频率下的流量值之差应符合 5.5.4.1 条的规定。

5.5.5 泄漏

本项检验是测量过滤盒或其他滞留装置周围的外泄漏(而不是内泄漏)。

5.5.5.1 要求

由流量计上游向内漏入取样装置的空气或气体应小于标称流量率的 5%。

5.5.5.2 检验方法

应当用两个流量计(或容积测量装置)来测量滞留装置的泄漏率。两个流量计应校准到两者的相对偏差小于 1%。检验时,把一个流量计安装在取样装置的上游,另一个安装在过滤器出口与原有流量计的入口之间。以合适的时间间隔取十个连续的测量值,在取样时间的整个正常间隔内,计入两个流量计

的相对刻度所测得的上游和下游方向的平均流量值之差不得大于 5%。如果可行,应当作空气压力差的校正。

6 检验规则

质量检验分型式检验和交收(出厂)检验两种。装置的检验应按 GB 10257 中的有关规定进行。

6.1 检验的分组与方法要求

检验项目的分组、顺序、检验的方法和要求见表 5。

表 5 检验项目分组、顺序与方法要求

组别	顺序	检验项目	方法要求
A ₁	1	外观	产品标准,目测
	2	量程范围	产品标准
	3	本底指示	产品标准
	4	参考源响应	产品标准,本标准 5.2.1 条
	5	流量控制与调节范围	产品标准
A ₂	6	相对固有误差	5.2.2 条
	7	对碘以外其它放射性气体的响应	5.2.3 条
	8	对环境 γ 辐射的响应	5.2.4 条
	9	过载特性	5.2.5 条
	10	统计涨落	5.2.6 条
	11	预热	5.3.1 条
	12	电源	5.3.2 条
	13	指示值的稳定性	5.3.3 条
	14	报警阈范围	5.3.4 条
	15	报警阈的稳定性	5.3.5 条
A ₃	16	流量的稳定性	5.5.1 条
	17	过滤器压力降的影响	5.5.2 条
	18	电源电压变化对流量的影响	5.5.3 条
	19	电源频率变化对流量的影响	5.5.4 条
	20	空气泄漏	5.5.5 条
	21	噪声	GB 3096
B	22	对温度的适应性	5.4.1 条
	23	对湿度的适应性	5.4.2 条
C	24	包装运输试验	GB 8993.9 中的第 4.1 条

6.2 型式检验

产品设计定型、生产定型或生产过程中当材料、元器件、工艺变更时均应进行型式检验,在正常生产时应定期、或在积累一定产量后周期性地进行检验。

6.2.1 样本方案

型式检验可按表 6 随机抽取样本,但批量小于 5 台时 C 组全检;小于 8 台时 A(A₁~A₃),B 组全检。

表 6 小批量抽样表

组别	批量	样本大小	合格判定数 A_c	不合格判定数 R_c	第二次样本数	样本总数	合格判定数 A_c	不合格判定数 R_c
A,B	1~7	100%	0	1	—			
	8~280	5		2	3	8	1	2
C	1~4	100%		1	—			
	5~280	3		2	2	5	1	2

6.2.2 检验方法

- 按检验分组、顺序(见表 5)依次检验,上组检验合格后方可转入次组;
- 各项检验的技术要求和检验方法由表 5 中相应的条文给出。

6.2.3 判定规则

受检的样本中任一项检验均符合要求,表明其合格判定数 $A_c = 0$,判为合格。若检验项目不符合要求的数目等于或超过表 6 第 5 栏给出的 R_c ,则判为不合格。如果不符合要求的项目大于 A_c ,但小于 R_c ,则按表 6 随机抽取第二次样本检验,与第一次样本判定数累计小于表 6 最后一栏给出的 $R_c = 2$,则判为合格;如果等于或大于 $R_c = 2$,则判为不合格。

6.3 交收检验

检验项目的 A、B、C 各组逐批按表 6 随机抽样检验,其中 A_1 组所列检验项目全检, A_2 、 A_3 、B 和 C 组所列检验项目为选择试验项目,具体检验内容可由制造厂与用户之间商定。

交收检验的样本方案、检验方法和判定规则与型式检验相同。

7 技术文件

7.1 型式检验报告

制造厂根据用户要求,应能提供对本标准的各项要求所进行的型式检验的有关报告。

7.2 说明书

每台出厂设备必须随带一份使用和维修说明书,至少应包括以下内容:

- 厂名或注册商标;
- 设备和装置的型号和序号;
- 探测器类型;
- 有效测量范围;
- 在标准检验条件下的本底指示;
- 每一测量量程的刻度限值与刻度等级;
- 对环境 γ 辐射的响应;
- 各单元间电缆的最大允许长度;
- 标称空气流量;
- 滞留过滤器或取样盒的尺寸和类型;
- 对单位体积放射性的响应;
- 对参考源的响应;
- 对被测放射性碘的响应;
- 被测放射性碘在吸收介质上的滞留特性;
- 对放射性碘以外的放射性气体和粒子的响应;
- 装置的本底计数率;
- 气溶胶捕集装置的性质、尺寸和有效面积;

- r. 若使用预过滤器时,放射性碘在任何预过滤器上的滞留特性;
- s. 完整的方框图、电路图(包括单元线路图)和元器件安装图;
- t. 标明型号和规格的元件表;
- u. 维修用的电压参数,设备安装程序及有关使用的其他技术数据。

7.3 检验合格证

每台出厂设备必须随带一份检验合格证,应包括以下内容:

- a. 检验合格标志;
- b. 检验数据;
- c. 检验员专用标志。

附加说明:

本标准由中国核工业总公司提出。

本标准由中国辐射防护研究院负责起草。

本标准主要起草人杨怀元。

(京)新登字 023 号

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
环境中气载放射性碘监测设备

GB/T 13162—91

*

中国标准出版社出版
(北京复外三里河)

中国标准出版社北京印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 1/4 字数 30 000

1992 年 6 月第一版 1992 年 6 月第一次印刷

印数 1—2 000

*

书号: 155066 · 1-8785

*

标 目 188—09