

中广核久源（成都）科技有限公司

Q/59207961-2.3-2017

HY3314 型

高氦环境下 α 气溶胶连续监测仪

2017-09-18 发布

2017-09-18 实施

中广核久源（成都）科技有限公司 发布

目 次

前言..... II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 定义.....1

4 产品分类.....1

5 要求.....2

6 试验方法.....3

7 检验规则.....5

8 标志、包装运输、存储.....6

9 使用说明.....7

前 言

本标准是按现行国标、行标的要求制定的。

本标准所有内容应符合强制性国家标准、行业标准及地方标准，若与其相抵触时，以国家标准、行业标准及地方标准为准。

本标准如需办理专项行政许可，本企业应在取得专项行政许可证后，从事许可事项规定的活动，并按备案标准组织生产。

本标准不需办理专项行政许可的，本企业按备案标准组织生产。

本企业对本标准的合法性、真实性、准确性、技术合理性和实施后果负责。

本标准由中广核久源（成都）科技有限公司安全质保部提出

本标准起草部门：研制中心

本标准起草人：刘涛 肖明

本标准作为该产品企业标准第一次发布

HY3314 型高氡环境下 α 气溶胶连续监测仪

1 范围

本标准规定了 HY3314 型 高氡环境下 α 气溶胶连续监测仪的定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于 HY3314 型 高氡环境下 α 气溶胶连续监测仪的设计定型和生产检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 7165.2 气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第二部分：放射性气溶胶（包括超铀气溶胶）监测仪的特殊要求
- GB/T 8993 核仪器环境条件与试验方法
- GB/T 10257 核仪器与核辐射探测器质量检验规则
- GB/T 17626.2-2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4-2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5-2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.12-2013 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验
- GB/T 19661.1 核仪器及系统安全要求 第一部分：通用要求

3 定义

GB/T 7165.2 确立的以及下列定义适用于本标准：

3.1 气溶胶 aerosols

固体或液体微粒在空气或其他气体中形成的悬浮物。

3.2 空气动力等效直径 aerodynamic equivalent diameter

与气溶胶粒子具有相同沉降速度的单位密度球形粒子的直径。

3.3 活度中值空气动力学直径 activity median aerodynamic diameter (AMAD)

小于（或大于）该直径的粒子，其活度各占 50%。

3.4 气溶胶监测仪 aerosols monitor

设计用于同时、延时或顺序测量向环境排放的气态排出流中气溶胶活度的设备。

3.5 总等效窗厚度

从气溶胶收集介质表面发射的粒子到达探测器灵敏体积所需穿过的等效厚度（或密度厚度），通常以单位面积上的质量（ mg/cm^2 ）表示。

注：这个厚度包括粒子穿过空气层的厚度加上探测器窗的厚度以及为防止放射性污染、有害化学物质或水蒸气而涂覆在探测器上的保护层厚度。

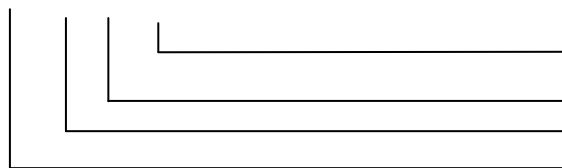
3.6 源效率

源的表面发射率与单位时间内从放射源或其饱和层厚度内产生或释放的同一类型粒子数的最大比值。

4 产品分类

4.1 产品型号

HY 3 3 14



产品功能编号 2

产品功能编号 1

产品类别

公司缩写

4.2 主要参数

a) 体积: 384mm*612mm*230mm;

b) 重量: 不大于 50kg。

4.2 产品形式

按照测量方法, 气态流出物监测设备可分为:

——总 γ 气溶胶监测仪;——总 β 气溶胶监测仪;——总 α 气溶胶监测仪;——总 α 和总 β 气溶胶监测仪;—— α 谱监测仪;—— γ 谱监测仪;

按照工作方式, 设备也可分为:

——带固定过滤取样器并同时测量的设备;

——带移动过滤取样器并同时测量的设备;

——带移动过滤取样器并延时测量的设备;

——带移动过滤取样器并同时和延时测量的设备;

——带固定过滤取样器并同时测量与带移动过滤取样器并同时和/或延时测量相结合的设备;

——带碰撞器的设备;

——带静电沉积器的设备;

HY3314 型高氡环境下 α 气溶胶连续监测仪是带移动过滤取样器并延时测量的具有 α 谱测量功能的设备。

5 要求

5.1 工作条件

5.1.1 额定工作条件

a) 环境温度: $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$;b) 相对湿度: $\leq 90\%$ (35°C)。

5.1.2 电源

交流供电: 220V 50Hz。

5.1.3 参考源

参考源应经国家计量部门认可的标定装置测定, 其表面发射率约定真值的不确定度在 $\pm 5\%$ 范围内。参考源用 ^{239}Pu , 表面发射率约 $1 \times 10^3/\text{min} \cdot 2\pi$, 源托盘直径为 $\phi 30\text{mm}$, 活性区直径 $\phi 18\text{mm}$, 厚度 2mm。

5.2 测量范围

 $0.01\sim 500\text{Bq/m}^3$ 。

5.3 最低探测活度

在氡体积活度小于 500Bq/m^3 , 不大于 1h 给出测量结果条件下, 铀的最低可探测体积活度为 0.1Bq/m^3 (置信度 90%), 钍的最低可探测体积活度为 0.02Bq/m^3 (置信度 90%)。在氡体积活度小于 2000Bq/m^3 , 不大于 1.5h 给出测量结果条件下, 铀的最低可探测体积活度为 0.1Bq/m^3 (置信度 90%), 钍的最低可探测体积活度为 0.02Bq/m^3 (置信度 90%)。

5.4 显示

监测仪能显示铀和钚的体积活度，单位 Bq/m^3 。

5.5 探测效率

对 ^{239}Pu α 源效率大于 35%。

5.6 线性

对 ^{239}Pu α 源的能量偏差小于 5%。

5.7 效率稳定性

将检查源放置于探头下方，100h 内效率变化小于 10%。

5.8 流量稳定性

100h 内流量变化小于 10%。

5.9 真空度稳定性

真空度 $< 20\text{kPa}$ 。

5.10 电气安全

5.10.1 介电强度

按照 GB/T 19661.1-2005 中 5.6 条款要求。

仪器在不工作状态下，试验电压在 5s 或 5s 以内逐渐升到规定值，试验电压加在带电端子和外壳之间，保持 5s。

测试点	电压 50/60Hz
电源 220V 火线和外壳之间	1500V

试验过程不出现击穿或重复飞弧

5.10.2 绝缘电阻

按照 GB/T 19661.1-2005 中 5.8 条款要求。

仪器在不工作状态下，外壳和地之间加上 500V 的测试直流电压，测量设备绝缘电阻值。绝缘电阻应大于 $10\text{M}\Omega$ 。

5.11 环境适应性

5.11.1 电源电压变化适应性

仪器在正常工作状态下，预热 30min 后，分别改变电源电压为 242V 和 193V，在此电压下的 α 探测效率与 220V 下的探测效率的相对变化在 $\pm 10\%$ 内。

仪器在正常工作状态下，预热 30min 后，分别改变电源电压频率为 47Hz 和 53Hz，在此频率下的 α 探测效率与 50Hz 下的探测效率的相对变化在 $\pm 10\%$ 内。

5.11.2 环境温度适应性

仪器在正常工作状态下，预热 30min，在 -10°C 和 $+40^\circ\text{C}$ 的温度下，测得的探测效率与常温条件下测得的探测效率相比较，其变化在 $\pm 15\%$ 以内。

5.11.3 环境湿度适应性

仪器在正常工作状态下，预热 30min，在相对湿度 90%(35 $^\circ\text{C}$) 的实验条件下，断电保持 24 小时，通电 1h 后其探测效率与常温条件下测得的相比较，其变化在 $\pm 10\%$ 以内。

6 试验方法

6.1 外观

用目视法，仔细检查仪器的外观。若仪器一切表面整洁，文字、符号和标记清晰，无腐蚀，电镀层、涂层无脱落，无明显损伤，为合格。

6.2 探测效率

6.2.1 定义

探测效率的计算：在标准试验条件下，由下式给出的比值：

$$R_{ref} = \frac{A_v}{A_{ve}} \times 100\% \quad (1)$$

这里 A_v 是在标准试验条件下计数； A_{ve} 是参考源活度的约定真值。

6.2.2 方法

在标准试验条件下，仪器预热 30min，把参考源正对放入探测器下方，软件操作测量机构压紧，开始测量。进行 10 次试验，每次 5 分钟，记录其计数。

通过式 (1) 计算探测效率，探测效率的平均值应满足 5.5 的要求。

6.3 线性

6.3.1 定义

线性：测得的 α 粒子能量和对应的道数应满足如下线性关系式：

$$ch = aE_{\alpha} + b \quad (2)$$

这里， E_{α} 表示 α 粒子能量，单位：MeV；ch 表示对应的道数。a、b 为线性系数。

相对误差：在标准试验条件下，对 ^{239}Pu 参考源，通过式 (2) 算出能量，计算其与固有能量的相对误差，计算公式如下：

$$\sigma = \frac{E_{\alpha} - E_0}{E_0} \times 100\% \quad (3)$$

这里的 E_{α} 是计算的能量值； E_0 是参考源的固有能量值。

6.3.2 方法

在标准试验条件下，测量本底谱线，通过本底谱线氦及其子体峰位和能量（ ^{218}Po 峰的能量 6.00MeV， ^{214}Po 峰的能量 7.68MeV）确定式 (2) 的线性系数 a 和 b，然后把参考源正对放入探测器下方，软件操作测量机构压紧，开始测量，测量 5 分钟，得到参考源的峰位，通过式 (2) 计算参考源的能量，通过式 (3) 算得相对误差。

其结果应满足 5.6 的要求。

6.4 效率稳定性

在标准试验条件下，仪器预热 30min，把参考源正对放入探测器下方，软件操作测量机构压紧，开始测量，测量时间 100h。测量完成后，分别计算 1h、10h 时和 100h 时的探测效率（由 (1) 式得出），计算 10h 和 100h 时的探测效率与 1h 时的探测效率的相对误差。

其结果应满足 5.7 的要求。

6.5 流量稳定性

在标准试验条件下，仪器设置一个确定采样流量，仪器正常工作，测试时间不小于 100h。在 100 小时内至少读取 15 个流量数据，每个流量数据间隔时间大于等于 2h，数据应至少包括 2 个前 10h 流量数据和 2 个后 10h 流量数据。计算记录的流量与设置流量的相对误差。

其结果应满足 5.8 的要求。

6.6 真空稳定性

在标准试验条件下，仪器正常工作，测试时间不小于 100h。在 100 小时内至少读取 15 个真空度数据，每个流量数据间隔时间大于 2h，数据应至少包括 2 个前 10h 真空度数据和 2 个后 10h 真空度数据。

其结果应满足 5.9 的要求。

6.7 高氦环境下探测下限

a) 在氦实验室，将环境氦体积活度调节至规定的数值 500 Bq/m³ (±5%) 或 2000 Bq/m³ (±5%)。

b) 仪器预热 30min，在氦体积活度为 500 Bq/m³ (±5%) 或 2000 Bq/m³ (±5%) 条件下连续运行，分别测得 9 组本底铀、钚气溶胶浓度。由于补偿系数不完全是一个恒定的常数，因而，测得的本底铀、钚气溶胶浓度会围绕零上下涨落，该涨落的大小即标准偏差 σ 就决定了仪器的最低可探测体积活度。计算公式如下：

$$LD = 4.65 \sigma,$$

式中：LD 为铀或钚的最低可探测体积活度。

σ 为铀或钚的本底气溶胶浓度的标准偏差。

其结果应满足 5.3 要求。

6.8 电气安全

6.8.1 绝缘电阻

按照 GB/T 19661.1-2005 中 5.8 条款要求。

仪器在不工作状态下，电源 220V 火线和地之间加上 500V 的测试直流电压，测量设备绝缘电阻值。

绝缘电阻 > 10M Ω 为合格。

6.8.2 介电强度

按照 GB/T 19661.1-2005 中 5.6 条款要求。

仪器在不工作状态下，试验电压在 5s 或 5s 以内逐渐升到规定值，试验电压加在带电端

子和外壳之间，保持 5s。

测试点	电压 50/60Hz
电源 220V 火线和外壳之间	1500V

试验过程不出现击穿或重复飞弧现象为合格。

6.9 温度试验

该仪器的温度试验按 GB/T 8993—1998 中 A5.1 和 B5.1 的试验要求和试验方法进行。在常温试验条件下，将主探测器置于恒温箱中，并调整到正常工作状态，仪器预热 30min，把参考源正对放入探测器下方，软件操作测量机构压紧，开始测量，测量时间 30min。然后仪器处于通电状态，温箱温度变化小于 20℃ / h 的速率使温度下降到-10℃，或升高到+40℃，仪器在此温度下的热平衡时间 30min，恒温 24h，分别测量最后 30min 探测效率。

其结果应满足 5.11.2 的要求。

6.10 相对湿度

湿度试验按 GB/T 8993—1998 中 D4 的试验要求和试验方法进行。在常温试验条件下，将仪器置于潮湿箱中，仪器预热 30min，把参考源正对放入探测器下方，软件操作测量机构压紧，开始测量，测量时间 30min。将潮湿箱温度上升到+35℃热平衡 1h，再注入湿度，使相对湿度达到 90%，在此温度和湿度条件下，仪器断电保持 48h，通电预热 1h，再次测量效率 30min。

其结果应满足 5.11.3 的要求。

6.11 电源变化

在标准试验条件下，仪器预热 30min，把参考源正对放入探测器下方，软件操作测量机构压紧，开始测量，测量时间 30min。然后依次将电源电压上调到 242V 和下调到 193V，并分别测量仪器效率值，测量时间 30min。

在标准试验条件下，仪器预热 30min，把参考源正对放入探测器下方，软件操作测量机构压紧，开始测量，测量时间 30min。依次将电源电压频率变为 47Hz 到 53Hz，分别测量其效率值，测量时间 30min。

其结果应满足 5.11.1 的要求。

6.12 交流电源瞬变

按 GB/T 17626.4 的规定严酷等级 3 的要求。

使用脉冲群发生器给电源端口施加电压峰值 2kV，重复频率和时间 100kHz（或 5kHz），试验的持续时间为 10s，试验次数 6 次，间隔时间 10s 的脉冲群干扰。

使用脉冲群发生器给 I/O 信号、数据和控制端口施加 1kV，重复频率和时间 100kHz（或 5kHz），试验的持续时间为 10s，试验次数 6 次，间隔时间 10s 的脉冲群干扰。

试验后设备应能正常工作。

6.13 静电放电抗干扰试验

按 GB/T 17626.2-2006 的规定严酷等级 3 的要求。

使用一个合适的试验用放电枪，对操作者在正常使用期间可能接触到整个仪器的各个部分进行至少十次放电，对于仪器绝缘表面部分的试验，应使用 8KV 进行空气放电，对于仪器带电部件部分的试验，应使用 6KV 进行接触放电。

试验后设备应能正常工作。

6.14 射频电磁场辐射抗扰度试验

按 GB/T 17626.3-2006 的规定严酷等级 3 的要求。

电磁场强度应为 10V/m，频率范围为 80MHz~1GHz，以 1% 为一个步长（GB/T17626.3-2006 规定的严酷等级 3）。取仪器三个面进行试验。

试验后设备应能正常工作。

6.15 浪涌（冲击）抗扰度试验

按 GB/T 17626.5-2008 的规定的严酷等级 3 的要求。

使用浪涌发生器给仪器电源线与地之间施加电压为 2kV，在 0°、90°、180°、270°相位施加正、负极性各 5 次，脉冲施加时间间隔为 1min 的浪涌脉冲。

试验后设备应能正常工作。

6.16 振铃波抗扰度试验

按 GB/T 17626.12-2013 的规定严酷等级 3 的要求。

使用振铃波发生器对仪器电源线与地之间施加电压为 2kV，上升时间为 100ns，持续时间为 20us 的振铃波。

试验后设备应能正常工作。

6.17 电磁发射

按 GB 9254 严酷等级 A 的要求。

电源端子骚扰电压限值为，对于 0.15~0.5MHz 的频率范围，应为准峰值 79dB (μV)，平均值 66dB (μV)。对于 0.5~30MHz 的频率范围，应为准峰值 73dB (μV)，平均值 60dB (μV)。

电信端口的传导共模骚扰限值，对于 0.15~0.5MHz 的频率范围，电压限值为准峰值 97~87dB (μV)，平均值 84~74dB (μV)；电流限值为准峰值 53~43dB (μV)，平均值 40~30dB (μV)。对于 0.5~30MHz 的频率范围，电压限值为准峰值 87dB (μV)，平均值 74dB (μV)；电流限值为准峰值 43dB (μV)，平均值 30dB (μV)。

对于其他要求，按照 GB 9254 第 10 章的要求进行测量。结果应满足 GB 9254 第 4 章的要求。

6.18 包装运输试验

包装运输试验按 GB/T 8993—1998 中 H3.2 有关公路运输试验要求和试验方法进行。

将受试仪器按设计规定包装后，模拟在三级公路上以时速 25km/h 运输 200km。试验前后用参考源测量其效率。比较试验前后的测量效率值，其变化应在±10%以内。

6.19 外部泄露

使用两个经校准过的相对偏差小于 1%的流量计分别放入设备空气入口处和出口处，连续测量 10 次，计算其平均值。

两流量计读数平均值相对误差应<5%。

7 检验规则

本产品检验分为型式检验、交收检验和出厂复验。检验项目、实验方法和合格判断依据见表 1。

表 2 检验项目表

试验 分组	编号	检验项目	型式检 验	交收 检验	出厂 复验	检验 方法	判断 依据
A	1	外观	●	●	●	6.1	6.1
	2	探测效率	●	●	●	6.2	5.5
	3	线性	●	●	—	6.3	5.6
	4	效率稳定性	●	●	—	6.4	5.7
	5	流量稳定性	●	●	—	6.5	5.8
	6	真空稳定性	●	●	—	6.6	6.6
	7	高氦环境下探测 下限	●	○	—	6.7	5.3
	8	电气安全	●	●	—	6.8	5.10
B	9	温度	●	○	—	6.9	5.11.2
	10	相对湿度	●	○	—	6.10	5.11.3
	11	电源变化	●	—	—	6.11	5.11.1
	12	交流电源瞬变影响	●	—	—	6.12	6.12
	13	静电放电抗干扰	●	—	—	6.13	6.13
	14	射频电磁场辐射 抗扰度	●	—	—	6.14	6.14
	15	浪涌（冲击）抗 扰度试验	●	—	—	6.15	6.15

	16	振铃波抗扰度	●	—	—	6.16	6.16
	17	电磁发射	●	—	—	6.17	6.17
	18	包装运输	●	—	—	6.18	6.18
	19	外部泄露	●	—	—	6.19	6.19
注：●必检项目；○抽检项目；—不检项目。							

7.1 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验。

- 1) 在生产中，如果结构、材料、工艺有较大的改变，影响到产品的基本性能时。
- 2) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。
- 3) 在对产品进行鉴定时。
- 4) 提交型式检验的产品数量为 1~3 台。
- 5) 按表中所列顺序、实验方法和合格判定依据进行试验，检验合格后认为通过型式检验。

7.2 交收检验

- 1) 产品必须提交厂质量检验部门进行检验，合格后方可提交验收。
- 2) 交收检验抽样方式抽取方案按表 2 进行检验。
- 3) 按表中所列顺序、试验方法和合格判定依据进行检验。
- 4) 检验中如有不合格项，可以修复，直至复检合格。

7.3 出厂复验

- 1) 出厂复验按照全检的方式进行检验。
- 2) 按表中所列顺序、试验方法和合格判定依据进行检验。
- 3) 复验不合格者，可进行修复。

8 标志、包装、运输、存储

8.1 标志

产品铭牌应采用不锈钢标牌，包括产品名称、型号、编号、出厂日期及公司名称等信息；包装箱外应有“精密仪器、小心轻放”字样。

8.2 包装

经检验合格的产品应有包装箱，包装箱与产品之间应填有减震材料，防止碰撞。

8.3 运输

在完整包装的条件下，允许公路、铁路、航空运输。

该仪器属于精密测量仪器，重量较重，在搬动时注意轻装、轻放，不能摔、扔。

8.4 储存

仪器应存放在干燥、防雨、防潮、防晒，干净且无酸、碱等有害气体的室内环境；

储存温度应在-10~+45℃，湿度在 90%以下；

储存期限不宜超过 3 个月。

9 使用说明

注意仪器的安放和使用环境。

交流电源应有良好的地线。

编制说明

国内目前关于放射性气溶胶监测仪的标准有《GB/T 7165.2 气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第二部分：放射性气溶胶（包括超铀气溶胶）监测仪的特殊要求》，标准详细规定了放射性气溶胶连续监测仪的技术要求、试验方法及检验规则等。本企业生产的高氦环境下 α 气溶胶连续监测仪是一种带移动过滤取样器并延时测量的具有 α 谱测量功能的设备，对于监测仪的技术要求符合以上标准，增加了监测仪高氦环境下的探测下限的技术要求、试验方法及检验规则。