

中广核久源（成都）科技有限公司企业标准

Q/59207961-2.2- 2017

HY3402 型
 α 、 β 手足表面沾污检测仪

2017-07-25 发布

2017-07-25 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请提出。

本标准起草：研制中心。

本标准起草人：肖明、王俊丽、刘涛。

本标准作为该产品的企业标准第一次发布。

HY3402 型 α/β 手足表面沾污检测仪

1 范围

本标准规定了 HY3402 型 α/β 手足表面沾污检测仪的定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和存储等。

本标准适用于 HY3402 型 α/β 手足表面沾污检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	5202-2008	辐射防护仪器 α 、 β 和 α/β (β 能量大于 60keV)污染测量仪与监测仪
GB/T	8993-1998	核仪器环境条件与试验方法
GB/T	8997-2008	α 、 β 表面污染测量仪与监测仪的校准
GB/T	10257-2001	核仪器和核辐射探测器质量检验规则

3 定义

本标准采用下列定义：

3.1

α/β 手足表面沾污检测仪

用复合探测器（ZnS(Ag)+塑闪）同时测量人体的手、足及全身表面的 α 、 β 放射性活度及污染水平的仪器。包括 4 个探测器（手部 2 个可拆卸，脚部 2 个）、红外定位系统、数据采集和处理模块、嵌入式工控机、触摸屏、语音模块和供电系统组成。

3.2

探测器灵敏面积

探测器中对辐射灵敏并用于探测的面积。

3.3

本底

非起因于待测物理量的信号。

3.4

本底计数率

单位时间内的本底计数。

3.5

表面发射率

对于一个给定的放射源，在单位时间内由该表面发射出给定类型的粒子数。

3.6

放射性活度

一定数量的某种放射性核素在单位时间内发射自发核变化的个（次）数。放射性活度的单位，在法定计量单位中，称为贝可，符号为 Bq。

3.7

探测效率

在一定的探测条件下，测到的粒子数与在同一时间间隔内放射源发出的该种粒子总数的比值。

3.8

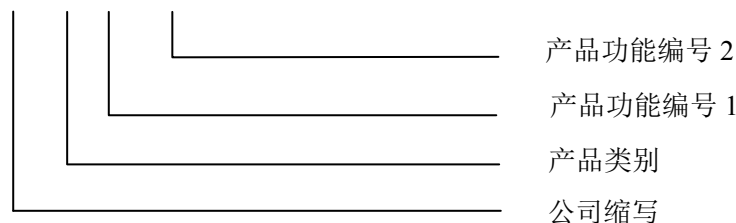
小面积源

放射性表面积最大线性尺寸不超过 1cm 的源。

4 分类

4.1 产品型号

HY 3 4 02



4.2 主要参数

- a) 尺寸：宽*高*深=840mm×1350mm×650mm；
- b) 重量：不大于 80kg。

5 要求

5.1 工作条件

5.1.1 额定工作条件

- a) 环境温度：0℃～45℃
- b) 相对湿度：≤90%（40℃）

5.1.2 电源

交流供电：220V±22V 50Hz±1Hz

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±5%范围内。大面参考源：α参考源 I： ^{241}Am ，β参考源 I： ^{90}Sr - ^{90}Y ，表面发射率 $>1000\text{cps}\cdot 2\pi$ ，两个面源的活性区为 100mm×150mm；小面参考源：α参考源 II： ^{239}Pu ，表面发射率 $>1000\text{cpm}\cdot 2\pi$ ，面源活性区 $\Phi 20\text{mm}$ ；β参考源 II： ^{90}Sr ，表面发射率 $>1000\text{cpm}\cdot 2\pi$ ，面源活性区 $\Phi 25\text{mm}$ ，将仪器安装在检定架上，使其保护栅网与标准源表面之间距离：对 α 探测器为 5mm 以内，对 β 探测器为 10mm 以内。

5.2 本底计数率

(1) α 本底计数率：

手部探测器：≤2cpm，脚部探测器：≤2cpm；

(2) β 本底计数率：

手部探测器：≤20cps，脚部探测器：≤40cps；

5.3 有效探测器面积

手部探测器的有效探测面积为：200mm×120mm；脚部探测器的有效探测面积：350mm×150mm；

5.4 探测效率

对于 α 参考源的手部探测器的探测效率≥30%，脚部探测器的探测效率≥30%；

对于 β 参考源的手部探测器的探测效率≥25%，脚部探测器的探测效率≥25%。

5.5 最低探测限

在环境本底为 0.1uSv/h，测量时间 10s，且置信度满足 95%的条件下，手部探测器和脚

部探测器对 α 的最低探测限值达到 0.037Bq/cm^2 ，对 β 的最低探测限值达到 0.37Bq/cm^2 。

5.6 相对误差

$\pm 25\%$ （计数率 $\geq 1000\text{cps}$ ）。

5.7 响应时间

$\leq 5\text{s}$ 。

5.8 报警

报警阈值可在全量程范围内设定，测量值超过阈值时给出报警；

仪器控制与测量采用全自动语音提示工作模式，测量结果自动保存，报警自动提示；

5.9 稳定性

仪器在正常工作状态下，预热 30min 后，连续工作 24 小时， α/β 本底计数的变化在 $\bar{N} \pm 3\sigma$ 范围内。

注： $\bar{N}$ 为本底计数的平均值， N_i 为第 i 次测量的计数， n 为测量次数， σ 为本底计数的标准偏差。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{N} - N_i)^2}{n - 1}}$$

5.10 电气安全要求

5.10.1 绝缘电阻

参照 GB/T 19661.1-2005 中 5.8 条款内的表 14。按 I 类核仪器要求进行试验，结果应符合 5.8.1 条款内表 14 中 I 类核仪器的要求，直流试验电压选择 500V，测得的绝缘电阻不得小于 $10\text{M}\Omega$ 。

5.10.2 介电强度

参照 GB/T 19661.1-2005 中的表 10。工作电压选 220V，试验电压取直流或交流峰值一栏中的 1500V，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。若在试验期间不出现击穿或重复飞弧。

5.11 环境适应性

5.11.1 环境温度适应性

本项试验通常在环境试验箱内进行，如果试验测量仪，为了提供足够的活度指示值，应使用放射源。

（1）温度稳定性

仪器应在每一个极限温度下至少保持 4h 并在最后 30min 内进行所要求参数的测量。在这种情况下温度变化应小于每小时 10°C ，测量仪器的指示值。

（2）温度冲击

应将仪器置于 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 温度下，允许稳定的最短时间为 40min。然后环境温度应在 5min 之内升至 40°C （仅室内使用的仪器为 35°C ）。在 2h 内，应在 5min 时记录试验参数，以后每隔 15min 记录一次。然后允许仪器在 4h 内降至 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。最后，环境温度应在 5min 之内达到 -10°C （室内使用的仪器为 10°C ）。在 2h 内，应在 5min 时记录试验参数，以后每隔 15min 记录一次。

（3）低温启动

应将仪器置于 -10°C （或一个相对合适的）温度下至少 4h，然后在不受气候条件影响下打开开关，仪器应正常工作。

若试验前后，变化范围在 $\pm 15\%$ 内。

5.11.2 环境湿度适应性

试验方法跟温度试验相似，只是维持温度在 35℃，湿度变化范围为 40% ~ 85%。每小时湿度变化 10%，测量仪器的指示值变化范围，变化范围在±15%内。

该实验只有在认为相对湿度的影响比较明显时，才要求进行该影响的试验。

5.11.3 电源电压变化试验

使用一个放射源，在最灵敏量程满刻度偏转的大约 2/3 处（对线性刻度的仪器）或第二个最低有效十进位最大值的 20%处（对数字显示的仪器）或最低有效十进位最大的 2/3 处（对于对数刻度的仪器）给出一个读数。在电源电压和频率为标准值时，10 次计数率，每次测量时间为 30s，求其平均值。

（1）电源频率为标称值

在电源电压比标称值电压高 10%的条件下，连续测量 10 次的计数率，每次测量时间为 30s，求其平均值；

在电源电压比标称值电压低 12%的条件下，连续测量 10 次的计数率，每次测量时间为 30s，求其平均值；

这些平均值与在标称电压下获取的指示值之差不大于±10%

（2）电源电压为标称值

在电源频率为 47Hz 和 51Hz 时，分别连续测量 10 次，每次测量时间为 30s，求其平均计数率，这些平均值与在标称频率下获取的指示值之差不大于±5%。

5.12 外观要求

若仪器一切表面应整洁，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；闪烁体表面应无划道，承托板透明度良好，则判定合格。

5.13 包装运输

按 GB/T 8993 中 H3.2 有关公路运输试验要求和试验方法进行，试验结束后通电预热 30min 后测量环境本底，应能正常工作。

6 试验方法

6.1 试验条件

各项性能指标测试的标准试验条件按照 GB/T5202-2008 中表 1 的规定。

有关各项性能指标的试验可在使用环境下进行。

6.2 外观检查

用目视法，仔细检查仪器的外观。观察结果应符合 5.12 要求。

6.3 本底计数率试验

制造厂应说明由空气比释动能率不大于 0.2μGy/h 的本底产生的计数率或指示值。

仪器在正常工作状态下，预热 30min 后，进行本底测量。尽量让仪器在一个空旷干扰较小的区域进行本底测量，连续测量 10 组本底计数率数据，求出本底计数率的平均值。

其结果应符合 5.2 的要求。

6.4 探测效率

在标准试验条件下，配置在仪器上的探测器表面发射率响应（探测效率）是探测到的粒子数与在相同时间间隔内由辐射源前表面发射的同一类型粒子数之比。

将探测器安装在检定架上，使其保护栅网与标准源表面之间距离：对 α 探测器为 5mm，对 β 探测器为 10mm。在探测器灵敏面积不同位置确定为一个检定点，对每个检定点进行测量 10 次，求其计数率的平均值 $\bar{n}_i$ (s⁻¹)，该检定点的表面活度响应 η_i (s⁻¹·Bq⁻¹·cm²) 由式

(1) 给出:

$$\eta_i = \frac{\bar{n}_i - \bar{n}_b}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中: $\bar{n}_i$ ——在参考点 i 处对参考源的计数率的平均值 s^{-1} ;

A_s ——参考源表面发射率的约定真值 $s^{-1} \cdot 2\pi$;

$\bar{n}_b$ ——仪器本底计数率的平均值 s^{-1} ;

其结果应符合的要求 5.4 的要求。

6.5 探测器表面的响应变化

使用小面积源来检查探测装置整个面积上响应的一致性。探测装置对小面积源的响应随源相对于探测器的位置和网格的投射特性而变化。

将探测器的灵敏面积分为近视相等的若干部分, 每个部分的线性尺寸尽可能接近 25mm。

例如, 尺寸为 x (mm) 乘以 y (mm) 的矩形灵敏区间面积, 每一个部分的面积是 x/m (mm) 乘以 y/m (mm), 其中:

$$25m < x < 25(m+1) \quad \text{和} \quad 25n < y < 25(n+1)$$

m 和 n 是正整数。

圆心探测器应根据探测器的半径 r 来分区。每个区域由 r-25a 和 r-25(a+1) 确定, 其中 a=0 或整数, r-25(a+1) 是正数, 每个圆环面积分为 n 个扇区, 其中:

$$25n < 2\pi(r-25a) < 25(n+1)$$

剩余在中心的小圆, 其半径为 25mm 或更小的情况下, 它作为一个单独附加的面积。否则, 将其分为三个独立的扇区。

将标准源置于每个分区部分的中心并离保护栅网 3mm~4mm 处测量 10 次, 并求出每个部分的平均值。

响应变化应大于所出现的最大响应的一半, 确定为合格。

6.6 相对固有误差

在标准试验条件下, 仪器对有关参考源的指示值相对固有误差 E 由式 (2) 表示:

$$E = \frac{s' - s}{s} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中: s——相对于某一参考源的表面活度响应;

s'——测量时, 装置对同一核素的表面活度响应。

其结果应符合的要求 5.6 的要求。

6.7 响应时间

响应时间应按照下述方法确定: 被测污染突然发生变化, 如果指示的辐射增加, 则指示值在 5s 内达到下述公式的数值; 如果指示的辐射减少, 则在 10s 内达到下述公式的数值:

$$M_i + \frac{90}{100} (M_f - M_i)$$

式中, M_i —— 初始指示值;

M_f —— 最终指示值。

对于线性刻度仪器，在试验的量程上，初始计数率和最终计数率之差应至少是最大读数的 1/2；

对于对数刻度的仪器，最终计数率和初始计数率应至少相差 10 倍，较低的计数率不应超过最低有效十进位位的 1/3。

对于增加计数率的试验，首先以较高的计数率照射仪器并记录指示值 M_f ；然后，再以较低的计数率照射仪器，照射时间要足以使指示值 M_i 达到稳定并记录这个指示值。并测量达到上述公式给出的数值所需的时间。

以同样的方式进行减少计数率的试验，只是将 M_f 和 M_i 对应的计数率互换。
其结果应符合的要求 5.7 的要求。

6.8 最低探测限

单位面积表面发射率的探测器限按照 EJ/T 1204.1-2006 的 5.3 节给出的方法导出。
在预先选定时间和已知本底计数率的情况下，使用公式（5）计算：

$$R_n = (k_{1-\alpha} + k_{1-\beta}) \sqrt{R_b (\frac{1}{t_b} + \frac{1}{t_g})}$$
 (5)

式中：

- R_n ——探测下限的净计数率；
- R_b ——本底计数率；
- t_g ——本底计数的预选时间；
- t_b ——测量的预选时间；
- $k_{1-\alpha}$ ——第一类错误正态分布的分位数。
- $k_{1-\beta}$ ——第二类错误正态分布的分位数。

其结果应符合 5.5 中的规定。

6.9 电气安全试验

6.9.1 绝缘电阻

按 GB/T 19661.1-2005 中 5.8 条款内的试验方法中的 I 类仪器的要求。
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。
结果应符合 5.10.1 要求。

6.9.2 介电强度

按 GB/T 19661.1-2005 中 5.6 条款内的试验方法中的 I 类仪器的要求。
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（交流有效值） 50/60Hz,1min
-----	---------------------------

电源 220V 火线和外壳 之间	1500V
---------------------	-------

结果应符合 5.10.2 要求。

6.10 稳定性试验

按照 5.9 条款进行试验，并满足要求。

6.11 环境适应性试验

6.11.1 温度稳定性

按照 5.11.1 条款的第（1）条进行试验，并满足要求。

6.11.2 温度冲击

按照 5.11.1 条款的第（2）条进行试验，并满足要求。

6.11.3 低温启动

按照 5.11.1 条款的第（3）条进行试验，并满足要求。

6.11.4 环境湿度试验

按照 5.11.2 条款进行试验，并满足要求。

6.11.5 电源电压变化试验

按照 5.11.3 条款进行试验，并满足要求。

6.12 包装运输试验

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

其结果应符合 5.13 中的规定。

6.13 检定

仪器在使用前应由第三方计量检定机构进行检定，并出具证书。检定标准参照《GB/T 8997-2008 α 、 β 表面污染测量仪与监测仪的校准》。检定可以由用户委托在出厂前进行，也可以由用户自主送检。

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。其他执行 GB/T10257 中第一、二、四篇的有关规定。检验项目、实验方法和合格判断依据见表 1。

表 1 检验项目表

试验 分组	试验 顺序	标检验项目	形式 检验	交收 检验	出厂 复验	试验 方法	合格判 断依据
A	1	外观检查	●	●	●	6.2	5.12
	2	本底计数率	●	●	●	6.3	5.2
	3	探测效率	●	●	—	6.4	5.4
	4	探测器表面响应 变化	●	●	—	6.5	6.5
	5	相对固有误差	●	●	—	6.6	5.6
	6	响应时间	●	●	—	6.7	5.7
	7	探测限	●	○	—	6.8	5.5

	8	稳定性试验	●	●	—	6.10	5.9
	9	电气安全试验	●	○	—	6.9	5.10
B	11	环境温度试验	●	○	—	6.11.1 6.11.2 6.11.3	5.11.1
	12	相对湿度试验	●	○	—	6.11.4	5.11.2
	13	电源电压变化试验	●	○	—	6.11.5	5.11.3
	14	包装、运输试验	●	○	—	6.12	5.13
备注		●：为必检项目，全检，批不合格率应不大于 5%。 ○：为抽检项目，按批量的 3%进行随机抽检，最少不少于 3 台。 —：为不检项目，产品该项不再进行检验。					

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。

提交型式检验的产品数量为 1~3 台。

按表 1 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

产品必须按照要求进行检验，合格后方可提交验收。

交收检验抽样方式抽取方案按表 1 进行检验。

按表中所列顺序、试验方法和合格判定依据进行检验。

检验中如有不合格项，可以修复，直至复检合格。

8 标志、包装、运输和贮存

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 贮存

仪器可贮存在温度为-40℃~+60℃（不包括液晶显示器，液晶显示器的储存温度为-20℃~+60℃）、相对湿度≤90%（40℃），无强烈振动、冲击、电磁场、腐蚀性气体和通风良好的库房内。

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。

附 录 A

参考条件和标准试验条件

影响量	参考条件	标准试验条件
预热时间	15min	$\geq 15\text{min}$
环境温度	20℃	18℃ ~ 22℃
相对湿度	65%	55%~75%
大气压力	101.3kPa	86kPa ~ 106kPa
环境 γ 辐射	空气比释动能率小于 0.2 $\mu\text{Gy/h}$	空气比释动能率小于 0.25 $\mu\text{Gy/h}$
外界电磁场	忽略不计	小于引起干扰的最小值
外界磁感应	忽略不计	小于地磁场感应值的两倍
仪器的取向	由制造厂说明	规定取向 $\pm 2^\circ$
仪器调节	调节到正常工作状态	调节到正常工作状态
放射性物质的污染	忽略不计	忽略不计

编制说明

国内目前关于表面污染测量仪的标准有《GB/T 5202-2008 辐射防护仪器 α 、 β 和 α/β (β 能量大于 60keV)污染测量仪与监测仪》、《GBT_12128.2-1999_用于校准表面污染监测仪的参考源_第二部分: 能量低于 0.15MeV 的电子和能量低于 1.5MeV 的光子》和《JJG 478-1996 α 、 β 和 γ 表面污染仪》三个标准。这几个标准详细规定了 α 表面污染测量仪, α 表面污染监测仪, β 表面污染测量仪, β 表面污染监测仪, α/β 表面污染测量仪, α/β 表面污染监测仪和 γ 表面污染测量仪或检测仪的技术要求、试验方法及检验规则等。本企业生产的 α/β 手足表面沾污检测仪是一种用于对人体手部、脚部及身体表面的 α 、 β 粒子沾污情况进行检测并区分的新类型的仪器。对于 α 、 β 的技术要求等符合以上标准,增加了仪器对 α 、 β 的本底、探测效率等的具体指标、使用说明、试验方法及检验规则,并修改了表面活度响应变化试验方法。