



中华人民共和国国家标准

GB/T 14056.2—2011
代替 GB/T 15222—1994

表面污染测定 第2部分：氚表面污染

Evaluation of surface contamination—
Part 2: Tritium surface contamination

(ISO 7503-2:1988, MOD)

2011-06-16 发布

2011-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测定表面污染的方法 2

5 污染测量的记录 4

参考文献..... 5

前 言

GB/T 14056《表面污染测定》包括下列三个部分：

- 第1部分： β 发射体($E_{\beta\max} > 0.15 \text{ MeV}$)和 α 发射体；
- 第2部分：氡表面污染；
- 第3部分：同质异能跃迁和电子俘获发射体、低能 β 发射体($E_{\beta\max} < 0.15 \text{ MeV}$)。

本部分是 GB/T 14056 的第2部分。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 7503-2:1988《表面污染测定 第2部分：氡表面污染》。

本部分与 ISO 7503-2:1988 的技术性差异及其原因如下：

- 增加引用了 GB 18871(见 4.2.2)，这是为了适合我国国情。

本部分代替 GB/T 15222—1994《表面污染测定 第2部分：氡表面污染》。

本部分与 GB/T 15222—1994 相比主要变化如下：

- a) 按照现行的国家标准编写规则对编写格式进行了修改；
- b) 对少数条文的表述进行了修改完善；
- c) 为了便于使用，将 GB/T 15222—1994 与 GB/T 14056—1993 整合成为一项标准的两个部分。

本部分由中国核工业集团公司提出。

本部分由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)归口。

本部分起草单位：核工业标准化研究所、中国辐射防护研究院。

本部分主要起草人：陈慧莉、张延生。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 15222—1994。

表面污染测定

第2部分：氚表面污染

1 范围

本部分规定了氚表面污染的测定方法和程序。

本部分适用于设备、设施、放射性物质容器和密封源表面的氚表面污染测定。

本部分不适用于皮肤和工作服氚表面污染的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 14056 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

氚表面污染 tritium surface contamination

附着在表面上和被吸收到表面内的氚总活度。

3.2

可直接测量的氚表面污染 directly measurable tritium surface contamination

可直接测量到的氚表面污染。

3.3

可去除的氚表面污染¹⁾ removable tritium surface contamination

在正常工作条件²⁾下可去除的或可转移的氚表面污染。

3.4

单位面积放射性活度 activity per unit area

存在于表面的氚污染与该表面面积之比，以 Bq/cm² 表示。

3.5

可去除氚表面污染的间接测定 indirect evaluation of removable tritium surface contamination

利用擦拭样品测定可去除的氚表面污染的活度。

1) 在一些外部的化学因素（例如潮湿、腐蚀等）和物理因素（例如，周围气压或温度变化、震动、冲击、膨胀、收缩）的影响下或者由于扩散的结果，全部氚污染可能转化为可去除污染；氚表面污染可能是易挥发的或包含易挥发部分，它们可能在正常条件下挥发从而成为可去除污染，对此应做适当的估计。

2) “正常工作条件”是指在此条件下，能够去除表面污染的最大机械作用强度只限于人体与表面之间正常的、非破坏性接触或人操作的设备部件与表面之间具有类似强度的非破坏性接触。单次擦拭通常不会除去全部的可去除污染。

3.6

擦拭检验 smear test

用干的或湿的擦拭材料擦拭污染表面以取得可去除的放射性活度样品,然后对转移到擦拭材料上的放射性活度进行测定。

注:为确定氚表面污染,多数采用湿法擦拭。

3.7

去除因子 removal factor

F

擦拭材料从表面擦除的放射性活度与该次取样前可去除的表面污染的活度之比。

去除因子由式(1)定义:

$$F = \frac{A_p}{A_T} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

A_p ——擦拭材料从表面上擦除的放射性活度;

A_T ——取样前被擦拭的污染表面上总的可去除放射性活度。

注:当有大量的污染物和表面材料结合时,去除因子 F 的值可以采用反复擦拭,彻底去除的方法,由实验确定。逐次去除的放射性活度之和趋近于总的可去除放射性活度。这样利用式(1)由首次擦拭所去除的活度及总的可去除活度值,可得出去除因子。

4 测定表面污染的方法

4.1 概述

氚的 β 粒子射程即使在空气中也非常短,而且氚又有很大的活动性。它可能渗入到表面下某一深度,这使得直接或间接测定总的氚表面污染非常困难。用污染测量仪进行直接测量时,仪器不能测量吸收到表面里面的放射性活度。间接测量法采用湿法擦拭,能对采样时可去除表面污染给出一个适当的估计值。然而,渗入到表面内的氚污染又会扩散到表面,成为新的可去除表面污染。为更好地弄清楚在特殊情况下的实际危害,应采用直接测量和间接测量相结合的方法。在大多数情况下,用擦拭法评估由于与氚污染表面接触所造成的实际放射危害,是一种适当的方法。

4.2 氚表面污染的直接测量

4.2.1 测量仪器

直接探测氚表面污染的仪器可能对表面上的和一部分吸入表面的活度均能响应。特殊设计的无窗探测器,如正比计数器和闪烁探测器均可用来直接探测各种形式的氚表面污染。有些仪器,由于在操作时能使污染表面气压、温度发生变化,可用来探测到不稳定氚的存在,即氚的扩散特性。为防止探测器受污染,建议使用间隔板或可去掉的屏蔽罩。

4.2.2 对仪器的要求

仪器应能可靠地测量到低于 GB 18871 规定的表面污染控制水平的活度,污染测量的结果与该控制水平进行比较。

注 1:由于氚的生物危害较低,表面污染控制水平较高,例如可能高达 $400 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

注 2:对于需要将氚表面污染控制得很低的特殊情形,目前也有测量方法能够测到 $0.4 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 的水平。

4.2.3 探测程序

在关于距离及探测的气体成分符合操作要求的情况下,使仪器在被测表面上方连续移动或把仪器依次放在被测表面上,同时监听仪器声频的变化。对于数字显示或表头显示的仪表,宜密切观察其数字及表头指针的变化。一旦探测到污染区,探测器宜置在这个区域上方不动,并保持足够的时间,以便进行可靠的探测。实际探测时,宜先检查低活度区再到高活度区,以减少交叉污染。

4.2.4 测量程序

当进行测量时,应遵守测量仪说明书规定的操作规程以及下述要求:

- a) 应测定待测区域上具有代表性地点的本底计数率。为此,可在待检表面盖上一张清洁的纸。
- b) 因探测器易被污染,应经常检查本底计数率。
- c) 应该用一个合适的检验源检验仪器功能是否正常。经常用的仪器检验频度为每日检验一次;不常用的在使用之前进行检验。仪器对检验源的读数变化超过 $\pm 20\%$ 时应重新校准。
- d) 有时可能需要一个可移去的定位架。

4.3 可去除表面污染的间接测定

4.3.1 总则

间接测量法尤其适合于下列表面污染:

- a) 不准许直接测量(例如,由于轮廓位置等原因);
- b) 直接测量受辐射场干扰的位置;
- c) 表面上有其他材料,减少了可直接测量的辐射强度。

然而,间接测量法不能给出存在表面下不稳定氚的危害。

4.3.2 探测限

目前,所采用的液体闪烁计数器和无窗计数器分别能测到 0.4 Bq 和 40 Bq。利用这些具有较低探测限测量仪器,当擦拭面积 100 cm^2 而去除因子 F 值采用 0.1 时,对可去除的氚表面污染的探测限分别可达 0.04 Bq/cm^2 和 4 Bq/cm^2 。

注:有关探测限的详细内容可参见 EJ/T 1204。

4.3.3 采样

可去除氚表面污染的探测和测定应采用湿的擦拭样品。

注1: 膨体聚苯乙烯即使没有润湿剂也是一种有效的擦拭材料。其优点是它能完全溶解于某些液态闪烁体中,因此能确保高的计数效率。

注2: 以特殊形式存在的不溶于液态闪烁体中的氚污染(例如金属的氟化物),可用干擦拭法取样。

当从大面积上取擦拭样品时,为确定污染的分布考虑以下几点:

- a) 如果可能,被擦拭的面积应是 100 cm^2 。
- b) 在规程允许更大面积上擦拭的地方,应在更大面积上取样,这时在按 4.3.4 计算结果时应用实际擦拭面积进行。如果取样面积非常大,应避免用一个拭子,因为去除因子随面积增加而减小。
- c) 擦拭材料的选择应根据待检查的表面性质和计数要求而定,例如对平滑表面用滤纸,对粗糙表面用棉织品。
- d) 应选用一种适当的擦拭材料润湿剂,一般可采用甘油。润湿剂不得从擦拭材料中渗出。
- e) 擦拭时应适度地压着拭子,宜用一个为保证均匀和稳定压力而设计的夹具。
- f) 应擦拭整个 100 cm^2 的面积。
- g) 在用液体闪烁计数以外的其他计数法时,探测器灵敏面积应大于擦拭的样品面积。
- h) 用液闪计数法测量拭子,应直接放入含有适量闪烁液的样品瓶中。
- i) 为了使氚活度接近平衡分布,在计数前湿擦拭样品在闪烁液里应放置约 20 min。
- j) 不用的擦拭材料应储存在无氚的场所。
- k) 对高污染表面进行擦拭检验时,为避免样品的交叉污染应更换手套。

4.3.4 擦拭样品测量

虽然使用正比探测器(无窗或内流气型)对干法擦拭更适合,但一致采用总是有效的测量氚擦拭样品的方法是用液闪计数。在考虑放入闪烁液中擦拭样品时,注意如下两点:

- a) 不准许由于擦拭材料量大或淬灭效应引起闪烁光的过量损失;

b) 不准许由于发光剂引起假闪烁计数。

被擦拭表面以 Bq/cm^2 表示的单位面积氡表面污染活度 A_R 与擦拭样品的活度的关系由式(2)给出:

$$A_R = \frac{A}{F \times S} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

A ——用标准液体闪烁计数技术测定的擦拭样品的活度,单位为贝克(Bq);

F ——去除因子;

S ——擦拭面积,单位为平方厘米(cm^2)。

在测量时,去除因子宜通过实验确定,否则 F 取 0.1。

5 污染测量的记录

污染检验报告宜包括下述内容:

- a) 日期;
- b) 位置和局部位置;
- c) 表面类型(对间接测量法);
- d) 擦拭材料(干或湿);
- e) 润湿剂;
- f) 间接测量的去除因子(测量的或假定的);
- g) 所用的仪器;
- h) 校准日期;
- i) 本底读数;
- j) 污染(表面或拭子)测量时,仪器读数;
- k) 根据直接或间接测量的结果,计算出单位面积上的氡活度或档去除的氡活度;
- l) 污染范围的说明;
- m) 其他一些观察结果(不稳定性放射性氡的存在等),或必要的说明;
- n) 操作者姓名。

参 考 文 献

- [1] EJ/T 1204 电离辐射测量探测限和判断阈的确定.
-