

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 166—2024

代替 GBZ 166—2005

职业性皮肤放射性污染个人监测标准

Standard of individual monitoring of occupational radioactive contamination of the
skin

2024 - 05 - 13 发布

2025 - 06 - 01 实施

中华人民共和国国家卫生健康委员会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测要求 2

5 监测仪器选择和校准 3

6 监测方法 3

7 监测结果评价 4

8 监测质量保证、记录、档案 5

附录 A（资料性）人体体表放射性污染测量程序 6

附录 B（规范性）皮肤及个体防护用品放射性表面污染控制水平 7

附录 C（资料性）常见核素的局部皮肤剂量率因子值 8

附录 D（资料性）工作人员皮肤放射性污染分布记录表 9

参考文献 10

前 言

本标准为强制性标准。

本标准代替GBZ 166—2005《职业性皮肤放射性污染个人监测规范》。与GBZ 166—2005相比，除结构调整和编辑性的改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了规范性引用文件（见第2章）；
- b) 增加了术语和定义（见第3章）；
- c) 更改了皮肤放射性污染个人监测的一般原则（见4.1，2005年版的2.1）；
- d) 删除了皮肤放射性污染个人监测的目的（见2005年版的2.2）；
- e) 增加了皮肤放射性污染个人监测类型和频次（见4.3和4.4）；
- f) 更改了监测仪器的选择和校准（见第5章，2005年版的3.3）；
- g) 更改了皮肤放射性污染个人监测方法（见第6章，2005年版的3.2）；
- h) 更改了皮肤放射性污染个人监测评价原则（见7.2，2005年版的4.2）；
- i) 删除了皮肤表面 β 放射性污染所致皮肤吸收剂量估算（见2005年版的附录B）；
- j) 增加了皮肤放射性污染个人监测质量保证、记录和档案（见第8章）；
- k) 增加了人体体表放射性污染测量程序（见附录A）；
- l) 更改了皮肤及个人防护用品放射性表面污染控制水平（见附录B，2005版的附录A）；
- m) 增加了常见核素的局部皮肤剂量率因子值（见附录C）；
- n) 增加了工作人员皮肤放射性污染分布记录表（见附录D）。

本标准由国家卫生健康标准委员会放射卫生标准专业委员会负责技术审查和技术咨询，由中国疾病预防控制中心负责协调性和格式审查，由国家卫生健康委员会职业健康司负责业务管理、法规司负责统筹管理。

本标准起草单位：苏州市疾病预防控制中心、苏州大学、江苏省疾病预防控制中心、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所。

本标准主要起草人：许哲、涂戔、宋彬、刘芳、史晓东、郭文、杨海兵、万骏、王福如、朱昆鹏。
本标准于2005年首次发布，本次为第一次修订。

职业性皮肤放射性污染个人监测标准

1 范围

本标准规定了职业性皮肤放射性污染个人监测的要求和方法。

本标准适用于使用便携式表面污染仪开展职业性皮肤放射性污染的个人监测和个人防护用品的放射性污染监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 5202 辐射防护仪器 α 、 β 和 α/β （ β 能量大于60 keV）污染测量仪与监测仪

GBZ 128 职业性外照射个人监测规范

GBZ/T 216 人体体表放射性核素污染处理规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

皮肤放射性污染 radioactive contamination at skin

存在于皮肤表面的放射性物质超过其天然存在量或豁免限值的状况。

3.2

非密封放射性物质 unsealed radioactive substance

任何未被包壳或覆盖层密封的、活度超过本底辐射水平的放射性物质。

3.3

常规监测 routine monitoring

按预定的时间间隔进行的个人监测。

注：监测的时间与当时在进行的特定操作步骤无关。

3.4

任务相关监测 task-related monitoring

为了给特定的操作提供相关资料或给某项操作的开展提供依据而进行的非常规监测。

3.5

特殊监测 special monitoring

为了解决某一特殊问题，或当出现异常或怀疑出现异常时进行的监测，包括验证监测、伤口监测和医学应急监测。

3.6

固定污染 fixed contamination

正常工作条件下进行操作时，不会受到人和仪器的机械运动强度影响的表面放射性污染。

3.7

松散污染 loose contamination

正常工作条件下进行操作时，用擦拭、清洗等方法可去除的或可转移的表面放射性污染。

4 监测要求

4.1 一般原则

4.1.1 从事非密封放射性物质操作的单位，需根据审管部门的要求配备相关仪器设备，对操作非密封放射性物质的工作人员开展皮肤放射性污染监测。

4.1.2 从事密封放射源操作的单位，不需要对工作人员进行皮肤放射性污染监测；当密封放射源发生或怀疑发生泄漏，需对有关工作人员进行皮肤放射性污染监测。

4.1.3 若皮肤受到放射性污染的同时还伴有皮肤损伤，需注意污染监测不应延误医学处理。

4.1.4 对于污染缓慢扩散的场所，可以配备专门的表面污染仪，定期监测工作人员的手套、工作鞋、工作服等个人防护用品的放射性表面污染水平，该水平能给出人员和场所污染水平的一般指示。

4.1.5 对于有可能发生污染大量扩散或急剧扩散的场所，可在工作场所出口处设置专门的人员污染监测仪，以便及时、方便地监测工作人员身体表面任何部位的放射性污染水平。

4.1.6 开展皮肤放射性污染监测工作的人员应注意个人防护，结合实际情况选择合适的防护用品，如口罩、手套、护目镜、隔离衣、防护服等，并佩戴个人剂量计等。

4.1.7 制订完备的个人监测计划和质量保证计划，将质量保证始终贯穿于从监测计划制订到结果评价的全过程。

4.2 监测内容

4.2.1 皮肤监测

人体手、足、面、颈、躯干及头发等暴露部位的放射性表面污染监测。

4.2.2 个人防护用品监测

工作人员职业暴露时穿戴的衣物及防护用品的放射性表面污染监测。

4.3 监测类型

职业性皮肤放射性污染个人监测类型分为常规监测、任务相关监测和特殊监测。

4.4 监测频次

4.4.1 应在每次工作结束后进行。

4.4.2 任务相关监测和特殊监测应根据辐射实践的需要进行。

4.5 监测计划

监测计划至少应包括以下内容：

- a) 规定监测范围和频次；
- b) 确定监测对象、监测量；
- c) 选择监测方法和仪器；
- d) 制订监测实施程序；
- e) 计算和评价监测结果。

5 监测仪器选择和校准

5.1 监测仪器的特性和性能应符合 GB/T 5202 的要求。

5.2 应根据待测辐射的类型（ α 辐射体、 β 辐射体或 $\beta-\gamma$ 辐射体），选用具有足够灵敏度的表面污染仪，表面污染仪的灵敏度应综合考虑探测面积、探测效率和本底等诸多因素。注意表面污染仪的最大量程，必要时应选用监测上限值更高的表面污染仪。

5.3 表面污染仪应按照国家有关规定进行检定或校准。

6 监测方法

6.1 皮肤及个人防护用品放射性表面污染水平监测的面积可取 100 cm^2 ；对于面积较大或分布不均匀的污染表面，可取多个 100 cm^2 面积上污染水平的平均值作为监测结果。手部按 30 cm^2 面积平均。

6.2 人体表面放射性污染测量的顺序应是先上后下，先前后背，详细测量步骤见本标准附录 A。在全面巡测的基础上，再重点测量暴露部位（如手、面、颈和头发等部位），特别要注意发生严重污染的部位。必要时，测量结果用图示方式表示污染分布及污染水平。

6.3 每次测量前后应对所使用表面污染仪的自身本底进行测量。

6.4 皮肤放射性表面污染水平 L ，可根据表面污染仪读数用公式（1）计算。

$$L = \frac{n_c - n_b}{R_a} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L ——皮肤放射性表面污染水平，单位为贝可每平方厘米（ $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ ）；

n_c ——表面污染仪测得污染的计数率，单位为计数每秒（计数 $\cdot\text{s}^{-1}$ ）；

n_b ——表面污染仪的本底计数率，单位为计数每秒（计数 $\cdot\text{s}^{-1}$ ）；

R_a ——表面污染仪的表面活度响应，单位为平方厘米每秒每贝可（ $\text{cm}^2\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$ ）。

如仪器检定或校准给出的是表面发射率响应，可按公式（2）先计算表面污染仪表面活度响应 R_a 。

$$R_a = R_q \times s \times \varepsilon \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_a ——表面污染仪的表面活度响应，单位为平方厘米每秒每贝可（ $\text{cm}^2\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$ ）；

R_q ——表面污染仪的表面发射率响应，无量纲；

S ——表面污染仪探测面积，单位为平方厘米（ cm^2 ）；

ε ——测量表面发射率响应所用标准平面源的效率，单位为计数每秒每贝可（ $\text{计数}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$ ）。对于 α 平面源， $\varepsilon(\alpha)=0.51$ ；对于 β 平面源， $\varepsilon(\beta)=0.62$ 。

7 监测结果评价

7.1 评价标准

7.1.1 皮肤剂量限值

工作人员因职业照射所致皮肤年当量剂量应不超过500 mSv。

7.1.2 表面污染控制水平

工作人员皮肤及个人防护用品放射性表面污染水平的控制，应遵循本标准附录B所规定的控制水平要求。

7.2 评价原则

7.2.1 体表污染检测结果是仪器自身本底3倍及以上者，应视为受到放射性表面污染。当放射性表面污染水平未超过控制水平时，不需要估算皮肤当量剂量，但需去除或减少污染，并开展污染原因调查。

7.2.2 当初始污染或持续污染水平高于控制水平时，首要任务是尽快控制污染源、去除或减少污染，其次是调查原因，必要时估算皮肤当量剂量。在估算皮肤当量剂量时，应基于 1 cm^2 面积上污染测量的平均值。此外，应将皮肤当量剂量的估算与外照射监测、场所监测和其他导致皮肤污染的相关因素以及皮肤损伤症状综合考虑。

7.2.3 皮肤放射性污染与场所污染密切相关。在很少发生污染的区域，一旦发现污染，需及时调查和控制污染源。在污染较为普遍的区域，污染变化的趋势可反映工作场所污染的控制程度，可在达到控制水平之前采取相应的防护行动。当发现明显的皮肤污染时，除了按照 GBZ/T 216 采取皮肤污染的去污措施外，还需监测场所的表面污染水平，并采取场所污染的去污措施。

7.2.4 在防护评价中，可将受污染皮肤处的个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 视为皮肤当量剂量。皮肤污染所致 $H_p(0.07)$ 的估算方法可按照公式（3）。

$$H_p(0.07) = A_{F,0} \times I_c \times \lambda^{-1} \times (1 - e^{-\lambda t}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$A_{F,0}$ ——污染开始时，用表面污染仪测得单位面积的放射性活度，单位为贝可每平方厘米（ $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ ）；

I_c ——局部皮肤剂量率因子，单位为微希沃特平方厘米每小时每贝可（ $\mu\text{Sv}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$ ），已知

核素的局部皮肤剂量率见本标准附录C；

λ ——衰变常数， $\lambda=\ln 2/T_{1/2}$ 。 $T_{1/2}$ 是放射性核素的物理半衰期，单位为小时（h）；

t ——皮肤污染时间，单位为小时（h）。

如果放射性核素的物理半衰期远长于皮肤受污染时间，或核素不明时，公式（3）可简化为公式（4）。

$$H_p(0.07) = A_{F,0} \times I_c \times t \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$A_{F,0}$ ——污染开始时，用表面污染仪测得单位面积的放射性活度，单位为贝可每平方厘米 ($\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$)；

I_c ——局部皮肤剂量率因子，单位为微希沃特平方厘米每小时每贝可 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$)；已知

核素的局部皮肤剂量率见本标准附录C，当核素不明确时，取 $1.6 \mu\text{Sv}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$ ；

t ——皮肤污染时间，单位为小时 (h)。

7.2.5 在皮肤受到 γ 、 β 核素严重污染的情况下，除评估 $H_p(0.07)$ 以外，还需以个人剂量当量 $H_p(10)$ 评估皮肤受放射性污染处下 10 mm 深处器官或组织的当量剂量，具体按 GBZ 128 的方法。

8 监测质量保证、记录和档案

8.1 监测质量保证

8.1.1 制订皮肤和体表放射性污染监测计划的同时，还应制订质量保证计划。

8.1.2 质量保证应达到但不限于以下要求：

- 对相关人员进行技术培训，由熟悉相关法规及标准、能正确和熟练使用表面污染仪的合格人员从事皮肤污染监测工作；
- 应选用符合要求、状态正常、性能稳定的仪器和设备，并定期对其检定/校准和维护；
- 应规范监测记录及其档案保存等。

8.2 记录

8.2.1 记录包括：仪器检定或校准、自检、使用与测量、监测结果、质量保证和剂量评价过程等内容，必要时包括场所监测的结果。

8.2.2 清楚、扼要、准确地记录完整监测过程。工作人员皮肤放射性污染分布记录表要素可参照本标准附录 D。

8.2.3 采用多种方式备份监测记录，妥善保存原始记录数据。便于在剂量估算方法变化时，对剂量数据的复核。

8.2.4 准许放射工作人员查询本人职业照射记录；职业健康管理人员查询相关职业照射记录及有关资料。

8.3 档案

8.3.1 皮肤放射性污染监测档案应包括常规监测、任务相关监测和特殊监测的所有记录。

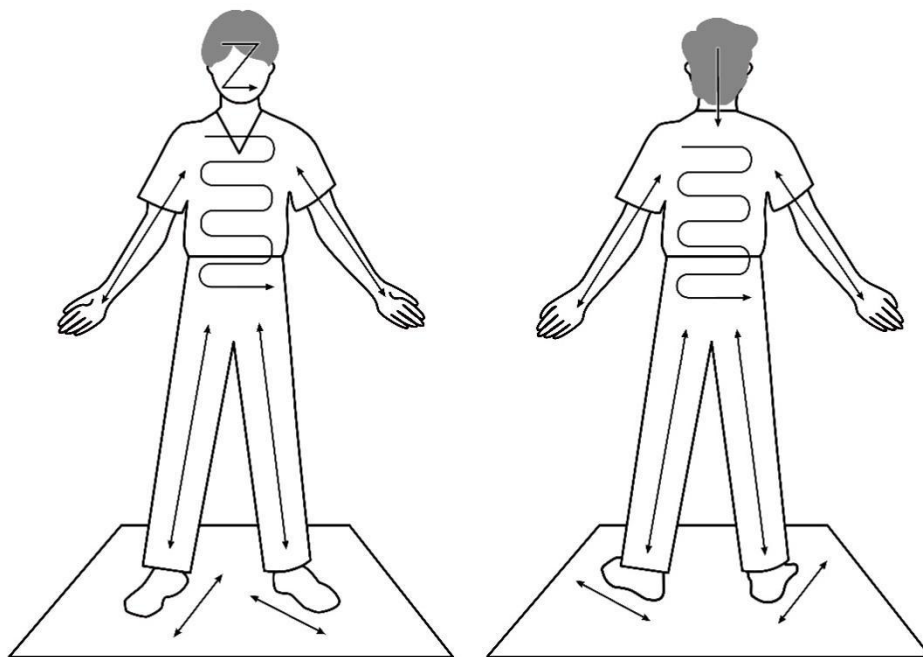
8.3.2 职业性皮肤放射性污染个人监测档案应纳入职业健康监护档案管理。

附录 A

(资料性)

人体体表放射性污染测量程序

- A.1 根据污染放射性核素种类选择恰当的表面污染测量仪器。注意低能 β 核素污染的可能性,选用低能 β 核素专用探测器。核素种类不明时,先选用 β - γ 表面污染仪测量,必要时作核素识别。
- A.2 先测量仪器本底,证实仪器正常时,再开始测量。
- A.3 让受污染人员站在一张干净的垫子上,采用直立、四肢分开的姿势。首先测量手和手臂,重复一次;再从身体前面头顶开始至脚部,仔细测量前额、鼻、口、颈、躯干、膝和踝部等;转身按同样顺序测量身体的背面;最后测量脚底。详见图 A.1。
- A.4 控制好表面污染仪探头离被测表面的距离和移动速度,测量 α 核素污染时距离宜小于 0.5 cm,测量 β 核素污染时以 1 cm 为宜,以约 $5\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 速度移动,并注意与所用表面污染仪的读数响应时间相匹配。如果发现污染热点,为了准确确定该点的污染水平,宜在该点停留,增加监测时间。
- A.5 测量时避免表面污染仪探头的污染,必要时可采用定位架。
- A.6 对 α 核素和 β 核素混合污染的场所,可通过带和不带薄吸收体的检测手段进行鉴别。测量时注意它们之间的互相干扰,尤其是对低能 β 污染的测量,要注意 α 辐射的干扰。
- A.7 实施污染测量的具体地点尽量避开 γ 辐射场的干扰。如带有 γ 辐射的核素污染,在测量时可采用遮挡法等甄别 γ 辐射的干扰。
- A.8 测量完成后,对所使用表面污染仪的自身本底再次测量。



图A.1 人体体表放射性污染测量程序示意图

附录 B

(规范性)

皮肤及个人防护用品放射性表面污染控制水平

B.1 皮肤及个人防护用品放射性表面污染控制水平见表 B.1。

表B.1 工作人员皮肤及个人防护用品的放射性表面污染控制水平

单位为贝可每平方厘米

表面类型	α 放射性物质	β 放射性物质
手、皮肤、内衣、工作袜	4×10^{-2}	4×10^{-1}
工作服、手套、工作鞋	4×10^{-1}	4
注：数据来自于GB 18871—2002。		

B.2 应用表 B.1 中控制水平时应注意：

- 表 B.1 中所列数值系指表面上固定污染和松散污染的总和；
- 手、皮肤、内衣、工作袜污染时，应及时去污，尽可能去污至本底水平。其他个人防护用品表面污染水平超过表 B.1 中所列数值时，也应及时采取去污措施；
- β 粒子最大能量小于 0.3 MeV 的 β 放射性物质的表面污染控制水平，可为表 B.1 中所列数值的 5 倍；
- ^{227}Ac 、 ^{210}Pb 和 ^{228}Ra 等 β 放射性物质，按 α 放射性物质的表面污染控制水平执行；
- 表面污染水平可按一定面积上的平均值计算：皮肤和工作服取 100 cm^2 ，手取 30 cm^2 。

附 录 C
(资料性)
常见核素的局部皮肤剂量率因子值

常见核素的局部皮肤剂量率因子 I_c 值见表 C.1。

表C.1 常见核素的局部皮肤剂量率因子 I_c 值

核素	$I_c/(\mu\text{Sv}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1})$	核素	$I_c/(\mu\text{Sv}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1})$
^{110}Ag	1.6	^{59}Fe	1.1
$^{110}\text{Ag}^{\text{a}}$	0.54	^{140}La	1.7
$^{137}\text{Ba}^{\text{a}}$	0.20	^{24}Na	1.7
^{14}C	0.30	^{95}Nb	0.27
^{60}Co	1.1	^{131}I	1.4
^{51}Cr	0.014	^{124}Sb	1.5
^{137}Cs	1.3	^{90}Sr	1.4
注：表中参数来自ISO 15382:2015。			

附录 D

(资料性)

工作人员皮肤放射性污染分布记录表

工作人员皮肤放射性污染分布记录表见表 D.1。

表 D.1 工作人员皮肤放射性污染分布记录表

监测人：_____日期：_____

监测类型：☐常规监测 ☐任务相关监测 ☐特殊监测被监测人姓名：_____性别：☐男☐女 联系方式：_____

工作单位：_____

工作地址：_____

测量日期：_____测量时间：_____测量地点：_____

表面污染仪名称：_____污染仪类型：_____型号：_____序列号：_____

测量前本底值：_____测量后本底值：_____

在图 D.1 中所提供的直线上注明读数，用箭头指示读数的位置，仅仅记录大于本底的读数。

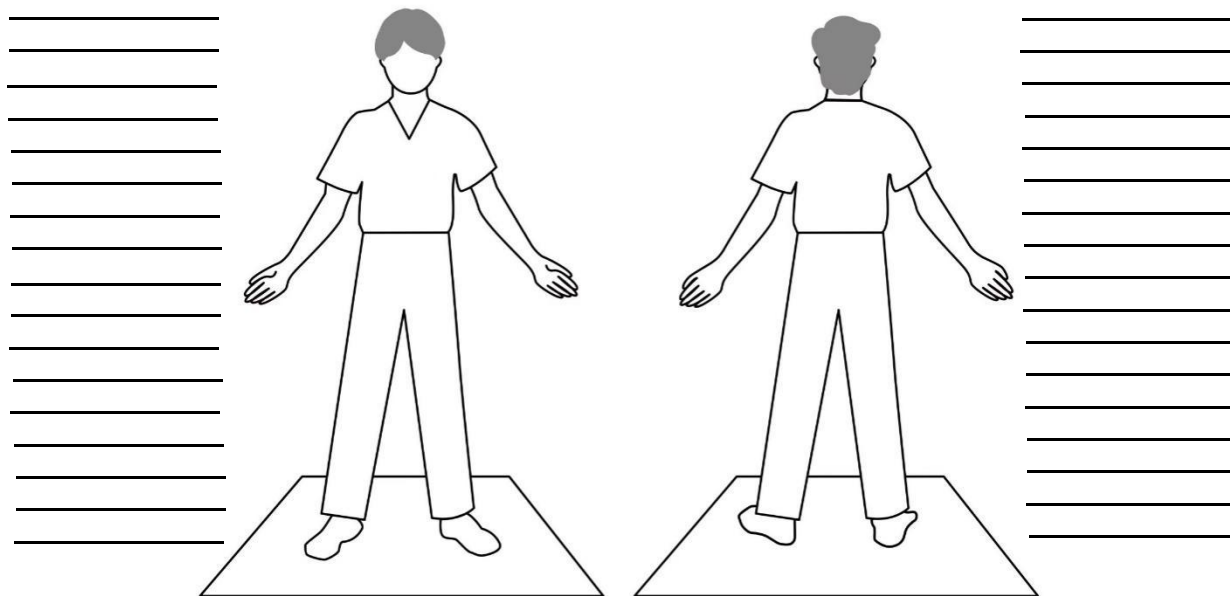


图 D.1 工作人员皮肤放射性污染分布记录图

参 考 文 献

- [1] JJG 478—2016 α 、 β 表面污染仪
 - [2] WS/T 467—2014 核和辐射事故医学响应程序
 - [3] ISO 15382:2015 Radiological Protection – Procedures for Monitoring the Dose to the Lens of the Eye, the Skin and the Extremities
 - [4] IAEA. Occupational Radiation Protection, General Safety Guide No. GSG-7
 - [5] IAEA. Generic Procedures for Response to a Nuclear or Radiological Emergency at Research Reactors
 - [6] 刘长安, 刘英, 苏旭. 核与放射突发事件医学救援小分队行动导则[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2005
-