

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

# 核技术利用项目竣工环境保护验收监测 技术规范

Technical Specifications for Environmental Protection Acceptance Monitoring of  
Nuclear Technology Application Project

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发 布

# 目 次

前 言 .....	II
1 适用范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 验收监测的一般要求 .....	1
5 监测实施的具体要求 .....	2
6 结果计算 .....	6
7 结论评价 .....	6
8 质量保证和质量控制要求 .....	7
附 录 A （资料性） 监测点位示意图 .....	8
附 录 B （资料性）X、 $\gamma$ 周围剂量当量率结果计算方法 .....	12

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，规范核技术利用项目竣工验收监测，预防和控制放射性污染，保护生态环境和人员辐射安全，制定本标准。

本标准规定了核技术利用项目新、改、扩建设项目竣工环境保护验收监测的一般要求和具体布点细则、结果计算、结论评价的基本方法。

本标准首次发布。

本标准附录A、B为资料性附录。

本标准由上海市辐射环境安全技术中心提出。

本标准由上海市环境保护产业协会归口。

本标准起草单位：上海市辐射环境安全技术中心。

本文件主要起草人：曹娟、张磊、朱毅、金峰、洪韵

首批承诺执行本文件的单位：上海市辐射环境安全技术中心、上海市杨浦区环境监测站、上海市浦东新区环境管理事务中心(上海市浦东新区辐射环境监督站)、上海市计量测试技术研究院、上海锐浦环境技术发展有限公司和上海市虹口区环境监测站。

# 核技术利用项目竣工环境保护验收监测技术规范

## 1 适用范围

本文件规定了核技术利用项目新、改、扩建设项目竣工环境保护验收监测的一般要求和实施方法，包括具体布点细则、结果计算和结论评价的基本方法。监督性监测等可参考本文件。

本文件适用于涉及I~III类射线装置、I~V类放射源和甲~丙级非密封放射源工作场所的核技术利用项目竣工验收监测，仅包括现场监测项目。

本文件不适用于涉及移动式X射线机、移动式X射线探伤机、移动式安全检查用加速器等无固定防护设施射线装置的核技术利用项目竣工验收监测，也不适用于退役监测，且不包括采集样品送回实验室进行分析。

## 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文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 14056.1 表面污染测定 第1部分：β发射体( $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ )和α发射体

HJ 61 辐射环境监测技术规范

HJ 1157 环境γ辐射剂量率测量技术规范

HJ 1326 建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用

JJG 478 α、β表面污染仪检定规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 核技术利用 Nuclear Technology Application

指密封放射源、非密封放射源物质和射线装置在医疗、工业、农业、地质调查、科学研究和教学等领域中的使用。

[来源：中华人民共和国放射性污染防治法]

### 3.2 验收监测 Acceptance Monitoring

依据现场法规标准要求，由有资质的技术机构对建设项目进行现场监测，包括对监测结果的评价，是建设项目竣工环境报告验收的主要技术依据。

### 3.3 周围剂量当量 Ambient Dose Equivalent

辐射场中某点处的周围剂量当量定义为相应的扩展齐向场在IRC球内逆齐向场的半径上深度d处所产生的剂量当量。对于强贯穿辐射，推荐d=10mm。

[来源：GB 18871-2002]

## 4 验收监测的一般要求

### 4.1 制定监测方案

按照HJ 1326的要求制定监测方案，内容可包括项目概况、验收依据、监测点位、监测项目、监测仪器等。

### 4.2 配备监测设备

监测设备应当与辐射源项的辐射类型、辐射源强、辐射能量等特性相适应，性能应满足HJ 1157、GB/T 14056.1的要求

### 4.3 布设监测点位

监测点位布设主要考虑监测对象运行状态、环境敏感目标位置及人员可能达到的受辐射影响的区域，同时注意鉴别监测不可达点位，所有点位均需符合“人员正常活动可能到达”的条件。按照密封放射源、射线装置和非密封放射源工作场所不同类别布设相应监测点位，点位示意图可参考附录1。

## 5 监测实施的具体要求

### 5.1 应用密封型放射源

#### 5.1.1 监测项目

周围剂量当量率。根据辐射源项，包括 X、 $\gamma$  周围剂量当量率，中子周围剂量当量率。

#### 5.1.2 监测仪器

辐射剂量（率）测量范围和能量响应特性与辐射源项相匹配（能够覆盖密封源源强和辐射能量）的监测仪器。

#### 5.1.3 监测工况

对含密封源仪表及自屏蔽含源装置的监测应在源闸正常打开的条件下进行。

对透射式仪表可在无待测物条件下监测；对散射式仪表，应在有待测物的条件下监测。

对放射源贮存库(柜)的监测，应在贮存放射源可以达到的常用最大容量条件下进行。

对分期建设、分期投入生产或者使用的项目，可分期进行验收。

监测时需记录的工况至少包括以下内容：

- 含密封源仪表、自屏蔽含源装置、放射源贮存库(柜)的位置；
- 含密封源仪表、自屏蔽含源装置的型号(若有)；
- 含密封源仪表、自屏蔽含源装置内安装放射源的核素名称、放射源编码、出厂日期、出厂活度及射线主射方向(若有)；
- 放射源贮存库(柜)内所贮存放射源的核素名称、数量、放射源编码、出厂日期、出厂活度。

#### 5.1.4 监测布点

见表 1。

表1 应用密封放射源监测点位布设要求

项目类型	点位布设	点位具体位置及高度
含密封源仪表(位于管道/反应器外部)	<ol style="list-style-type: none"> <li>源容器各表面或警戒线，及接收器射线主射方向外表面 30cm 和 1m 处；</li> <li>人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置)；</li> <li>上一层该源容器投影位置(仅当源容器上方 1m 处测点无法到达且楼上一层为人员活动区域时)<sup>(1)</sup>；</li> <li>下一层该源容器投影位置(仅当源容器下方 1m 处测点无法到达且楼下一层为人员活动区域时)<sup>(1)</sup>。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>各表面 30cm 点位均需巡测获得最高周围剂量当量率监测值；</li> <li>1m 测点位与对应表面中心位置同一高度(装置上、下方监测点位除外)；</li> <li>其余点位位于距地面或楼层平面 1m 高处。</li> </ol>
含密封源仪表(位于管道/反应器内部)	<ol style="list-style-type: none"> <li>先用监测仪器进行巡测，取最高周围剂量当量率值所在方向为轴线，并以该方向为 0°，在约 0°、90°、180°、270° 四个方向上，距源容器所在管道/反应器表面或警戒线外 30cm 和 1m 处各布 1 点<sup>(2)</sup>；</li> </ol>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置);</li> <li>3、上一层该源容器投影位置(仅当源容器上方1m处测点无法到达且楼上一层为人员活动区域时)<sup>(1)</sup>;</li> <li>4、下一层该源容器投影位置(仅当源容器下方1m处测点无法到达且楼下一层为人员活动区域时)<sup>(1)</sup>。</li> </ul>	
测厚仪 <sup>(3)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1、测厚仪各表面或对应警戒线30cm和1m处;</li> <li>2、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置);</li> <li>3、上一层该测厚仪投影位置(仅当测厚仪主射方向向上、上方1m处测点无法到达且楼上一层为人员活动区域时)<sup>(1)</sup>;</li> <li>4、下一层该测厚仪投影位置(仅当测厚仪主射方向向下、下方1m处测点无法到达且楼下一层为人员活动区域时)<sup>(1)</sup>。</li> </ul>	
自屏蔽含源装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>1、自屏蔽含源装置各表面30cm和1m处;</li> <li>2、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1、各表面30cm和1m点位均需巡测获得最高周围剂量当量率监测值;</li> <li>2、其余点位位于距地面或楼层平面1m高处。</li> </ul>
$\gamma$ 放射源探伤室、 $\gamma$ 辐照室、放射源贮存库等含源机房	<ul style="list-style-type: none"> <li>1、防护门外距左、中、右侧门缝(如无中间门缝则测量门外表面中央)30cm和距门外表面中央1m处;</li> <li>2、四周防护墙每个区域表面30cm和1m处<sup>(4)</sup>;</li> <li>3、通风口、线缆穿线口、货物进出口(若有)表面30cm和1m处;</li> <li>4、上、下方楼层处;</li> <li>5、操作位置处;</li> <li>6、水处理装置(若有)表面30cm及1m处。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1、各表面30cm和1m点位均需巡测获得最高周围剂量当量率监测值;</li> <li>2、通风口、线缆穿线口1m测点位于通风口、线缆穿线口位置同一高度;</li> <li>3、上、下方楼层和其余点位位于距地面或楼层平面1m高处。</li> </ul>
源坑	<ul style="list-style-type: none"> <li>1、源坑盖板表面上方30cm和1m处;</li> <li>2、人员停留时间较长的位置。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1、源坑盖板表面上方30cm和1m均需巡测最高周围剂量当量率值处;</li> <li>2、人员停留时间较长的位置距地面或楼层平面1m高。</li> </ul>
I类放射源	除上述点位外,加测:以放射源为中心500m范围内,8个方位角上居民生活区等环境敏感点。	距地面1m高
环境对照点	能代表密封放射源所处环境的本底水平	距地面或楼层平面1m高
<p>注:(1)当监测点位与含密封源仪表的距离大于10米时,该点位可不做测量。</p> <p>(2)管道两端一般无需布设监测点位。</p> <p>(3)一般将测厚仪源容器、接收器及轨道机架作为一个整体进行监测。对于轨道两侧表面30cm和1m处的监测,条件允许时应使测厚仪源容器依次固定于轨道两端并分别测量轨道两侧表面30cm和1m的周围剂量当量率数据;否则应使用响应时间较短的探测器于</p>		

测厚仪源容器分别移动至轨道两端时进行测量。  
 (4) 若防护墙外 1 米处仪器示值高于环境本底值的(1+固有误差)倍, 则扩大测量距离直至最大值处, 在监测现场平面图中明确标示该点位并做好相应的记录。

## 5.2 射线装置

### 5.2.1 监测项目

X、 $\gamma$  周围剂量当量率, 当射线能量>10MeV 时, 同一点位增加中子周围剂量当量率。

### 5.2.2 监测仪器

辐射剂量(率)测量范围和能量响应特性与辐射源项相匹配(能够覆盖射线剂量率范围和能谱)的监测仪器; 对于脉冲 X 辐射, 应选用适用于脉冲辐射测量的监测仪器。

### 5.2.3 监测工况

对于 X 射线装置, 应在额定管电压(或最大工作电压)、额定管电流(或最大工作电流), 或在装置额定管电压(或最大工作电压)下可以达到的最大工作电流条件下进行监测。

对于电子加速器, 应在常用最高电子束能量和相应的电子束流条件下进行监测。

对分期建设、分期投入生产或者使用的项目, 可分期进行验收。

监测时需记录的工况至少包括以下内容:

- a) 射线装置所在具体位置;
- b) 射线装置型号;
- c) 射线装置额定管电压(电子束能量)、额定管电流(电子束流)或曝光量;
- d) 监测时, 射线装置管电压(电子束能量)、管电流(电子束流)或曝光量;
- e) 装置射线束主射方向。

### 5.2.4 监测布点

同一监测点位按射线装置关机和正常工作两种状态分别测量, 具体点位布设要求见表 2。

**表 2 射线装置监测点位布设要求**

项目类型	点位布设	点位具体位置及高度
X 射线行李包检查装置	1、距行李包出入口铅胶帘表面及其他外表面 30cm 及 1m 处 <sup>(1)</sup> ; 2、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置)。	1、各表面 30cm 和 1m 点位均需巡测获得最高周围剂量当量率监测值;
自屏蔽射线装置	1、装置各表面 30cm 和 1m 处; 2、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置); 3、进样门(若有)门外距左、中、右侧门缝(如无中间门缝则测量门外表面中央)30cm 和距门外表面中央 1m 处。	2、其余点位位于距地面或楼层平面 1m 高处。
固定式安全检查用加速器	1、距安全检查用加速器警戒线 30cm 及 1m 处; 2、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置)。	
X 射线探伤室、射线装置机房	1、防护门外距左、中、右侧门缝(如无中间门缝则测量门外表面中央)30cm 和距门外表面中央 1m 处; 2、观察窗(若有)外表面 30cm 和 1m 处; 3、四周防护墙每个区域表面 30cm 和 1m 处 <sup>(2)</sup> ; 4、通风口、线缆穿线口(若有且人可达到)外表面 30cm 和 1m 处; 5、上、下方楼层处;	1、各表面 30cm 和 1m 点位均需巡测获得最高周围剂量当量率监测值; 2、通风口、线缆穿线口 1m 测点位于通风口、线缆穿线口位置同一高度;

	6、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置); 7、货物进出口(若有)表面 30cm 及 1m 处。	3、上、下方楼层及其余点位于距地面或楼层平面 1m 高处。
注: (1)在测量铅胶帘表面及其对应 1m 处时, 确保铅胶帘处于闭合状态。 (2)若防护墙外 1 米处仪器示值高于关机时的(1+固有误差)倍, 则扩大测量距离直至最大值处, 在监测现场平面图中明确标示该点位并做好相应的记录。		

### 5.3 应用非密封放射源工作场所

#### 5.3.1 监测项目

$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染水平(单位面积上  $\alpha$ 、 $\beta$ 放射性活度),  $X$ 、 $\gamma$ 周围剂量当量率。

#### 5.3.2 监测仪器

表面污染水平与辐射剂量(率)测量范围、能量响应特性与辐射源项相匹配(能够覆盖源强和辐射能量)的监测仪器。

#### 5.3.3 监测工况

监测应在非密封放射源使用量可以达到的常用最高活度条件下进行。

对分期建设、分期投入生产或者使用的项目, 可分期进行验收。

监测时需记录的工况至少包括以下内容:

- 非密封放射源工作场所具体位置
- 非密封放射源使用种类;
- 放射源贮存库(柜)所贮存放射源的核素名称、活度。

#### 5.3.4 监测布点

见表 3。

表3 非密封放射源工作场所监测点位布设要求

项目类型	监测项目	点位布设	点位具体位置及高度
放射源贮存库(柜)、放射性废物贮存库(柜)等控制区	$X$ 、 $\gamma$ 周围剂量当量率	1、防护门(若有)门外距左、中、右侧门缝(如无中间门缝则测量门外表面中央)30cm 和距门外表面中央 1m 处; 2、四周防护墙或容器外每个区域表面 30cm 和 1m 处 <sup>(1)</sup> ; 3、上、下方楼层处。	1、各表面 30cm 和 1m 点位均需巡测获得最高周围剂量当量率监测值; 2、上、下方楼层及其余点位于距地面或楼层平面 1m 高处。
同位素实验室、放射性药物注射室等监督区	$X$ 、 $\gamma$ 周围剂量当量率	1、房间中央、门口; 2、人员停留时间较长的位置(例如设备操作位置); 3、使用放射性物质的位置表面(例如操作台、通风处、水槽等); 4、四周防护墙每个区域表面 30cm 处 <sup>(1)</sup>	1、各表面 30cm 点位均需巡测获得最高周围剂量当量率监测值。
	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染	1、使用放射性物质的位置表面(例如操作台、通风处、水槽等); 2、地面, 测量面积需达到 1000cm <sup>2</sup> 。	1、 $\alpha$ 表面污染: 距表面 0.5cm; 2、 $\beta$ 表面污染: 距表面 1.0cm。



甲级非密封放射源工作场所	X、 $\gamma$ 周围剂量当量率	除上述点位外，加测：以非密封放射源工作场所为中心 300m 范围内，8 个方位角上居民生活区等环境敏感点。	距地面 1m 高
本底	X、 $\gamma$ 周围剂量当量率	能代表非密封放射源工作场所处环境的本底水平	距地面或楼层平面 1m 高
	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染	能代表非密封放射源工作场所处环境的本底水平	$\alpha$ 表面污染：探测器窗距监测对象表面 0.5cm； $\beta$ 表面污染：探测器窗距监测对象表面 1.0cm

## 6 结果计算

### 6.1 X、 $\gamma$ 周围剂量当量率

测点处的测量结果按照公式 1 计算：

$$D=K \times R \quad (1)$$

式中：K—仪器示值所在量程的校准因子(检验源为  $^{137}\text{Cs}$ )，由检定/校准证书给出；

R—测点处的仪器示值均值，Sv/h。

该公式未扣除仪器对宇宙射线的响应，须在报告中说明。也可参照附录 2 中计算方法。

### 6.2 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染

测点处的测量结果按照公式 2 计算：

$$D=(n-n_0)/(\epsilon_i \times W \times \epsilon_s) \quad (2)$$

式中：n—总计数率， $s^{-1}$ ；

$n_0$ —本底计数率， $s^{-1}$ ；

$\epsilon_i$ —仪器效率，由检定/校准证书给出；

W—仪器探测窗面积， $\text{cm}^2$ ；

$\epsilon_s$ —污染源的效率， $s^{-1}\text{Bq}^{-1}$ ，参照检定规程 JJG 478。

### 6.3 中子周围剂量当量率

测点处的测量结果按照公式 3 计算：

$$D=K \times R \quad (3)$$

式中：K—仪器示值所在量程的校准因子，由检定/校准证书给出；

R—测点处的仪器示值均值，Sv/h。

## 7 结论评价

若建设项目环境影响报告书(表)或其审批意见中明确区域划分(包括监督区、控制区及不受限区域)，则在结果进行评价时应按此区域划分选用相应的限值，即监督区内选用职业工作人员限值，不受限区域选用公众限值。若均未划分区域，则将警戒线划定的限制出入区域、设备操作位置处、探伤室(机房)控制室、非密封放射源使用场所等划为监督区(选用职业工作人员限值)，其他区域均为不受限区域(选用公众限值)。

若建设项目环境影响报告书(表)或其审批意见中明确工作时间及各区域居留因子，则按规定的工作时间及各区域居留因子计算受照剂量值。若未说明，则以每年 2000 小时或每周 40 小时、居留因子取为

#### 1 计算受照剂量值。

若建设项目环境影响报告评价书(表)或其审批意见中明确结果评价限值，则监测结果按上述限值要求进行评价。如未明确结果评价限值，则按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中剂量限值要求进行评价。

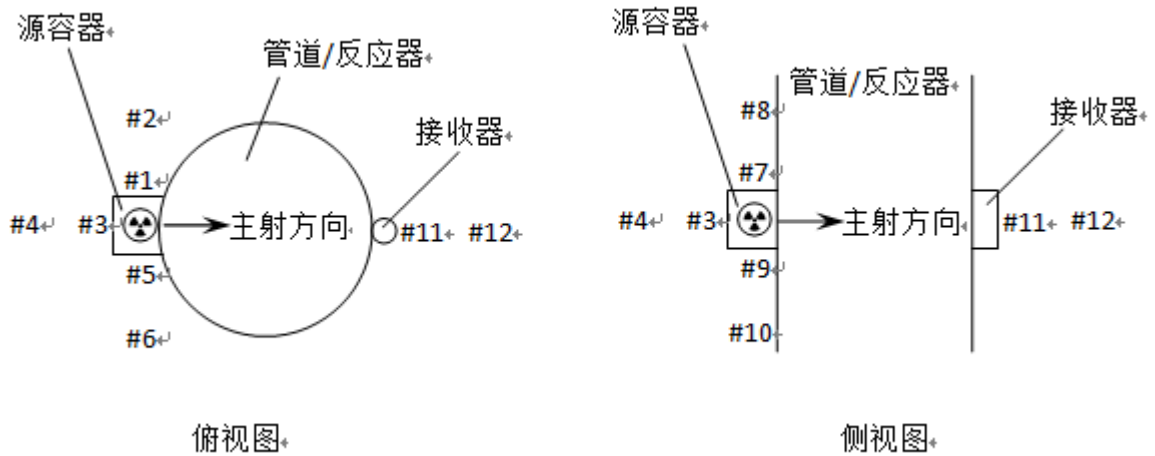
以上所使用的的工作时间、居留因子等信息应在结论中注明。

#### 8 质量保证和质量控制要求

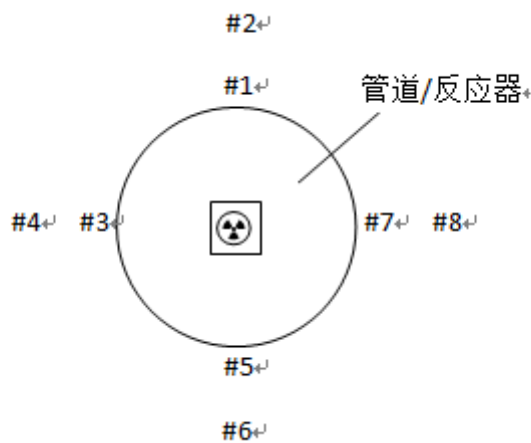
监测仪器应经检定或校准合格，并在有效使用期内。可以使用标准源或其它方法进行期间核查。每年应至少进行一次结果质量控制，通过比对或其它手段确保监测结果准确可靠。监测人员需具备相应监测项目上岗证。

附录 A  
(资料性)  
监测点位示意图

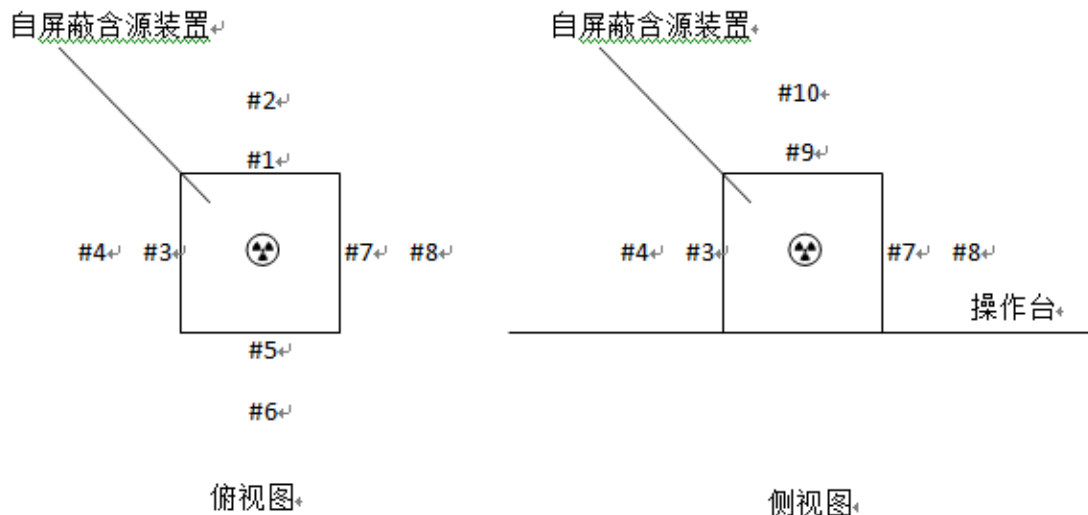
1 放射性仪表位于管道/反应器外部时的源容器外围监测布点示意图



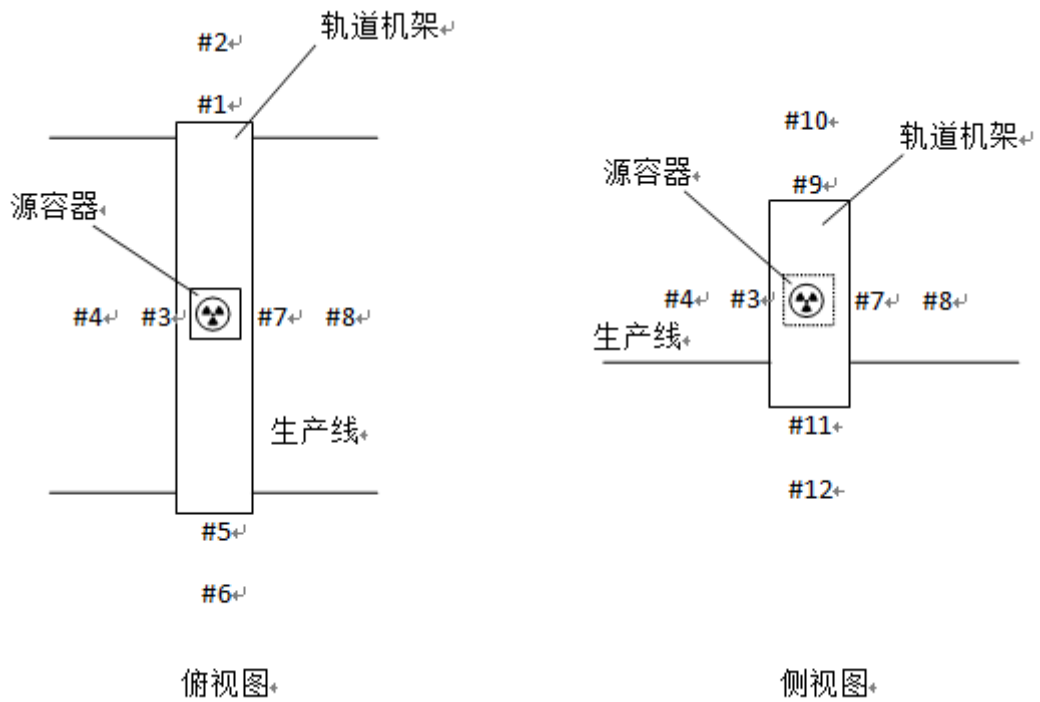
2 放射性仪表位于管道/反应器内部时的管道/反应器外围监测布点俯视图



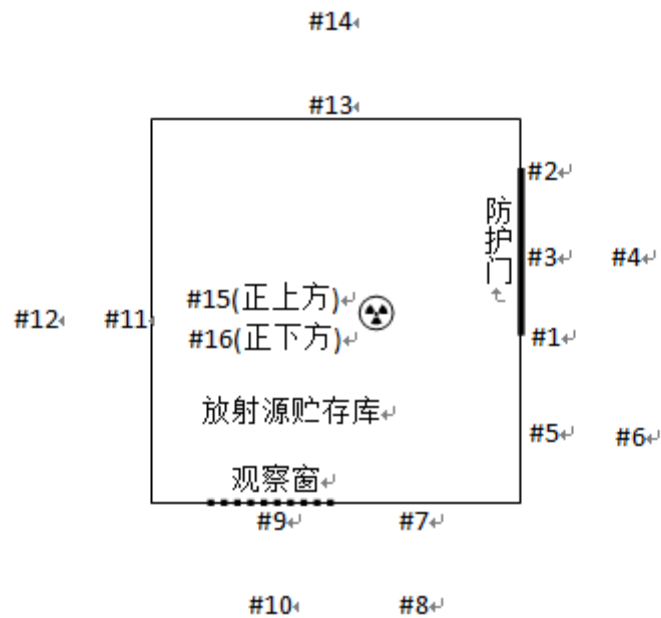
3 自屏蔽含源装置监测布点示意图



4 测厚仪外围监测布点示意图

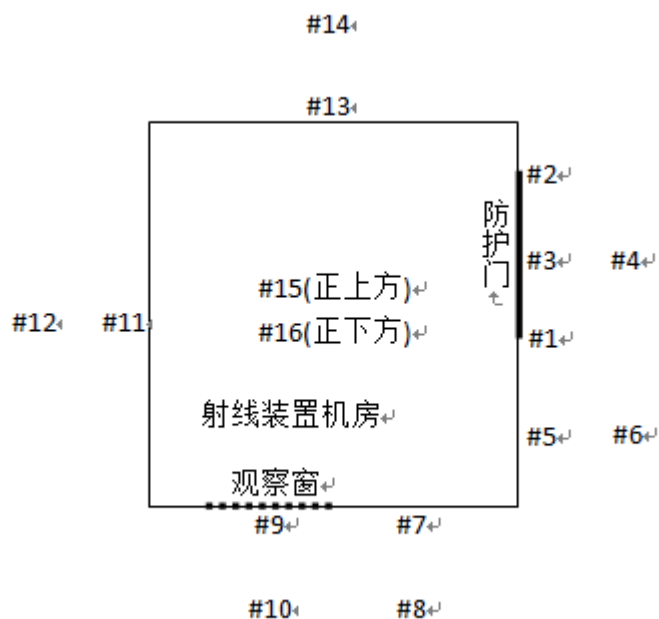


5 放射源贮存库外围监测布点俯视图

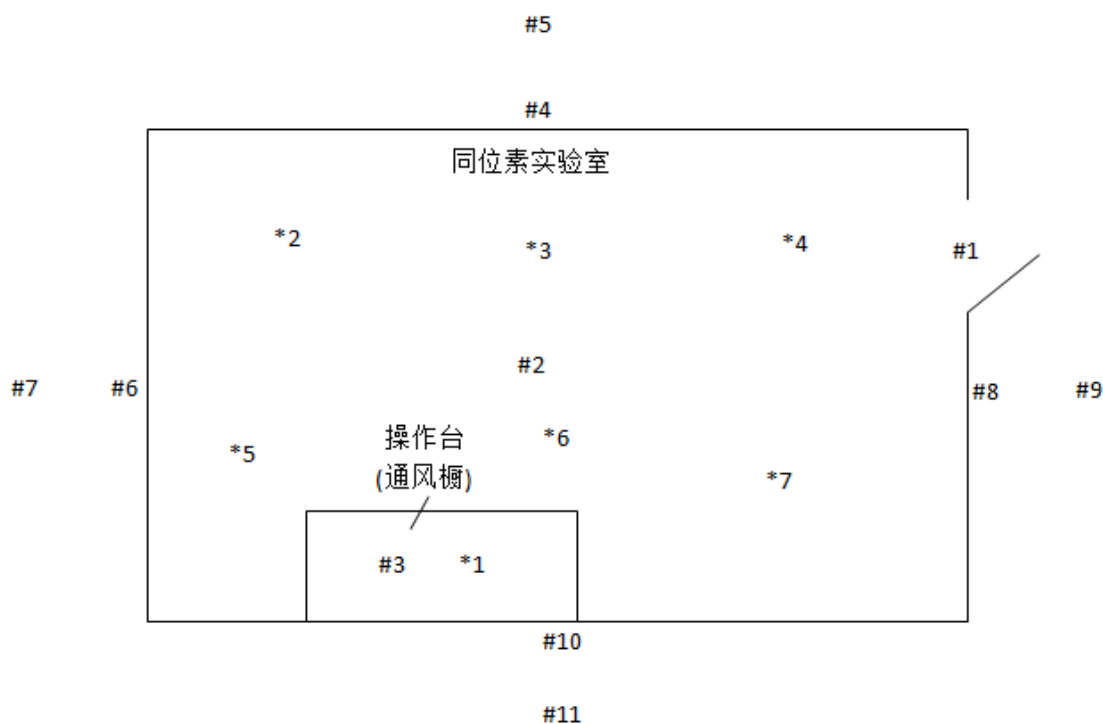




9 X射线探伤室、射线装置机房监测布点俯视示意图



10 同位素实验室等非密封放射源工作场所监督区监测布点俯视示意图



#为X、 $\gamma$ 周围剂量当量率检测点位置

\*为 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染测点位置

## 附录 B

(资料性)

## X、γ 周围剂量当量率结果计算方法

## 1 监测仪器校准因子的选取及计算

监测仪器的校准因子由具有资质的国家计量部门给出,以上海市计量测试技术研究院出具的仪器检定证书为例:

1. 相对固有误差: 不超过± 20% (使用<sup>137</sup>Cs γ辐射源)

2. 重复性: 1.7%

3. 校准因子  $C_f$ :

kV 或核素	附加滤片 mm			HVL mm Cu	$C_f$				单位
	Cu	Sn	Pb		0.8	0.1	0.02	0.005	
60	0.6	/	/	0.24	0.83	/	/	/	mSv/h
80	2.0	/	/	0.59	0.92	/	/	/	
100	5.0	/	/	1.16	1.00	/	/	/	
150	/	2.5	/	2.40	0.96	/	/	/	
200	2.0	3.0	1.0	3.90	0.98	/	/	/	
<sup>137</sup> Cs	662 keV				0.98	0.94	0.97	0.97	

注: 检定时射线从仪器探测器顶部入射。

校准因子  $C_f = \frac{\text{周围剂量当量率 } H^*(10) \text{ 参考值}}{\text{仪器示值}}$  单位: 无量纲

校准因子  $C_f$  测量值的相对扩展不确定度  $U_{rel} = 6.5\%$  ( $k=2$ )。

不同量程下不同检定能量点的校准因子的计算公示为:

$$Z_{ij} = X_i \times Y_j / X_4 \quad (4)$$

式中:  $X_i$ —不同量程下<sup>137</sup>Cs 对应的校准因子, 以上图为例,  $X_{i(i=1\sim4)} = \{0.97, 0.97, 0.94, 0.98\}$ ;

$Y_j$ —不同能量(kV 或核素)下同一量程对应的校准因子,  $Y_{j(j=1\sim5)} = \{0.83, 0.92, 1.00, 0.96, 0.98\}$ 。

若射线装置平均能量或放射源典型射线能量非检定能量点, 则以最靠近的 2 处能量点使用线性内插法计算校准因子; 若低于或高于仪器检定/校准的能量范围, 则参考使用仪器检定/校准能量范围的最低/高能量点对应的校准因子。

当测点处的仪器示值均值低于环境对照点处或关机时仪器示值均值的(1+仪器固有误差)倍时, 选取<sup>137</sup>Cs 对应的校准因子; 当测点处的仪器示值均值高于环境对照点处或关机时仪器示值均值的(1+仪器固有误差)倍时, 其超出部分应选取射线装置平均能量或放射源典型射线能量对应的校准因子。贮存有不同类型放射源的放射源贮存库(柜)的监测数据, 选取<sup>137</sup>Cs 对应的校准因子进行计算。

## 2 结果计算

2.1 当测点处的仪器示值均值低于环境对照点处或关机时仪器示值均值的(1+仪器固有误差)倍时, 测点处的测量结果按 8.1 中公式 1 计算。

2.2 当测点处的仪器示值均值高于环境对照点处或关机时仪器示值均值的(1+仪器固有误差)倍时, 测点处的测量结果按公式 5 计算:

$$D=K_1 \times R_c + K_2 \times (R - R_c) \quad (5)$$

式中： $K_1$ —仪器示值所在量程的  $^{137}\text{Cs}$  校准因子；

$K_2$ —仪器示值所在量程下射线平均能量或放射源典型射线能量对应的校准因子；

$R$ —射线装置或放射源装置正常工作时测点处的仪器示值；

$R_c$ —环境对照点或射线装置关机时的仪器示值。