

ICS 13.280
F 84



中华人民共和国国家标准

GB/T 24246—2009

放射性物质与特殊核材料监测系统

Radioactive and special nuclear material monitoring systems

2009-06-19 发布

2010-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体特点	4
4.1 系统概述	4
4.2 系统分类	4
5 技术要求	4
5.1 电源工作条件	4
5.2 总体要求	4
5.3 辐射兼容特性	6
5.4 外观与结构	6
5.5 性能指标	6
5.6 电气安全要求	9
5.7 电磁兼容性	10
5.8 环境适应性	10
6 试验方法	11
6.1 参考条件和标准试验条件	11
6.2 试验用仪器设备	11
6.3 试验源	11
6.4 外观与结构检查	12
6.5 功能试验	12
6.6 性能指标试验	12
6.7 电气安全试验	13
6.8 电磁兼容性试验	14
6.9 环境适应性试验	14
7 检验规则	15
7.1 检验分类	15
7.2 检验	15
7.3 判定规则	15
8 标志、包装、运输及贮存	16
8.1 标志	16
8.2 包装	16
8.3 运输	16
8.4 贮存	16

图 1 双侧探测立柱系统探测区域示意图	5
---------------------------	---

GB/T 24246—2009

表 1	行人监测系统 γ 静态探测效率	7
表 2	车辆监测系统 γ 静态探测效率	7
表 3	传送带式监测系统 γ 静态探测效率	7
表 4	行人监测系统探测灵敏度	8
表 5	车辆监测系统探测灵敏度	8
表 6	火车监测系统探测灵敏度	8
表 7	传送带式监测系统探测灵敏度	9
表 8	监测系统在基本绝缘条件下的试验电压	10
表 9	参考条件和标准试验条件	11
表 10	试验用仪器设备	11
表 11	试验源	11
表 12	误报警率试验	12
表 13	环境试验条件及方法	14
表 14	检验项目	15

前 言

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：同方威视技术股份有限公司、清华大学工程物理系。

本标准主要起草人：康克军、赵崑、贺宇、阮明、薛昕、张彤。

GB/T 24246—2009

引 言

放射性物质与特殊核材料监测系统用于对放射性物质与特殊核材料进行监测,可单独使用在需要进行放射性物质与特殊核材料监测的场所,也可作为其他检查设备(如集装箱检查系统等)的辅助监测系统,对被检物品实施放射性物质与特殊核材料检查。

放射性物质与特殊核材料监测系统不具备对放射性物质与特殊核材料量值进行计量的功能,不应作为计量设备使用。

放射性物质与特殊核材料监测系统可用于海关、质检口岸、核电厂、交通运输或仓储通道、公共安全场所进出通道等需要进行放射监测的相关场所。

放射性物质与特殊核材料监测系统的技术及安全性要求旨在确保:

- 人员、设备和环境的安全;
- 产品可用性;
- 产品技术性能的先进性。

放射性物质与特殊核材料监测系统

1 范围

本标准规定了放射性物质与特殊核材料监测系统的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于利用辐射探测器对放射性物质与特殊核材料进行监测的系统。

本标准不适用于手持式设备。

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—2008 包装 储运图示标志(ISO 780:1997,MOD)

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温(IEC 60068-2-1:1990,IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温(IEC 60068-2-2:1974,IDT)

GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验(IEC 60068-2-78:2001,IDT)

GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第二部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击(IEC 60068-2-27:1987,IDT)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001,IDT)

GB/T 6543—2008 运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱

GB/T 8993—1998 核仪器环境条件与试验方法

GB 9969.1—1998 工业产品使用说明书 总则

GB 11806—2004 放射性物质安全运输规程(IAEA NO. TS-R-1,IDT)

GB/T 12464—2002 普通木箱(JIS Z 1402:1999,NEQ)

GB/T 13306—1991 标牌

GB/T 14436—1993 工业产品保证文件 总则

GB/T 17799.2—2003 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验(IEC 61000-6-2:1999,IDT)

GB 17799.4 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射标准(GB 17799.4—2001,IEC 61000-6-4:1997,IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

放射性物质 radioactive material

任何含有放射性核素并且其活度浓度和放射性总活度都超过 GB 11806—2004 中 5.1~5.2.5 规定值的物质。

GB/T 24246—2009

3.2

特殊核材料 special nuclear material

Pu、 ^{233}U 及浓缩铀,简称 SNM。

注:浓缩铀是指 ^{235}U 含量高于 20% 的 U。

3.3

放射性物质与特殊核材料监测系统 radioactive and special nuclear material monitoring system

当射线强度大于系统所设定的报警阈值的被检物通过探测区域时,能够产生报警的系统(以下称为监测系统)。

3.4

放射性标准源 standard radioactive source

性质和活度在某一确定的时间内都是准确已知的,并有相应证书可以作为标准放射源,包括 γ 标准源和中子标准源。

3.5

放射性标准试验源 standard radioactive test source

用于实验室测试,或易于获得也适合使用于制造厂产品评估中的放射性标准源,包括 γ 标准试验源和中子标准试验源。

3.6

特殊核材料标准试验源 standard SNM test source

具有最小发射射线强度的呈球形或立方形(具有最大的自吸收衰减)的 SNM。

注:由于包装和过滤装置将影响射线强度,因此应对每个试验源的包装和过滤装置进行特别说明。此类试验源用于实验室测试,但如果合适并易于获得可以用于制造厂产品评估中。

3.7

标准 Pu 试验源 standard plutonium test source

一个球形或立方形的 Pu 源,包含至少 93% 的 ^{239}Pu ,少于 6.5% 的 ^{240}Pu 和少于 0.5% 的杂质。

注:需要至少 0.08 cm 的镉过滤器用来减少 ^{241}Am 的影响。

3.8

标准 U 试验源 standard uranium test source

一个球形或立方形的 U 源,包含至少 93% 的 ^{235}U 和少于 0.25% 的杂质。

注:采用薄塑料或小于 0.32 cm 的铝进行封装以降低封装对射线的不必要吸收。

3.9

特殊核材料等效 γ 试验源 alternative SNM gamma-ray test source

通过理论计算或实验测试在一定程度上与 SNM 的 γ 射线特性类似,可以与特殊核材料标准试验源等效的放射性标准源,如 ^{133}Ba 。

3.10

特殊核材料等效中子试验源 alternative SNM neutron test source

通过理论计算或实验测试在一定程度上与 SNM 的中子特性类似,可以与特殊核材料标准试验源等效的放射性标准源,如 ^{252}Cf 。

3.11

特殊核材料等效试验源 alternative SNM test source

SNM 等效 γ 试验源(例如: ^{133}Ba)与 SNM 等效中子试验源(例如: ^{252}Cf)的统称。

3.12

误报警率 false alarm rate

非放射性物质或非 SNM 引起的监测系统报警的概率。

3. 13

本底计数率 background count rate

单位时间内监测系统探测到的由宇宙射线和环境天然放射性的存在而引起的计数,以 N_{bkg} 表示。常用计量单位为每秒计数,符号为 s^{-1} 。

3. 14

源计数率 net count rate

单位时间内监测系统探测到的由放射性物质或特殊核材料引起的计数,以 N_{s} 表示。

3. 15

总计数率 gross count rate

单位时间内监测系统所记录下的计数,为本底计数率和源计数率之和,以 N_{T} 表示, $N_{\text{T}} = N_{\text{bkg}} + N_{\text{s}}$ 。

3. 16

探测概率 detection probability

放射性物质或 SNM 通过探测区域并产生报警的概率。

3. 17

静态探测效率 static detection efficiency

在指定位置上的单位活度或一定质量的放射性标准试验源所引起的源计数率。

3. 18

γ 探测灵敏度 gamma-ray detection sensitivity

在一定的测量条件下,监测系统能够以不小于 0.9 的探测概率(置信度 95%),检测到的放射性标准试验源的最小活度、SNM 标准试验源的最小质量或 SNM 等效试验源的最小活度。

3. 19

中子探测灵敏度 neutron detection sensitivity

在一定的测量条件下,监测系统能够以不小于 0.9 的探测概率(置信度 95%),检测到的放射性标准试验源的最小活度、SNM 标准试验源的最小质量或 SNM 等效试验源的最小活度。

注:使用铅屏蔽容器将标准 Pu 试验源的 γ 辐射强度降至未屏蔽数值的 1% 以下。

3. 20

探测灵敏度 detection sensitivity

γ 探测灵敏度与中子探测灵敏度的统称。

3. 21

灵敏度一致性 uniformity of sensitivity

在探测区域内,距监测系统探测面一定距离,垂直地面方向的 γ 探测灵敏度的相对变化程度,此变化程度是指各点源计数率相对于其平均值的最大变化,用百分数表示。

3. 22

探测组件 detection assembly

由探测 γ 射线和(或)中子的辐射探测器及其相关功能单元组成的组件。

3. 23

探测立柱 detection pillar

包含一个或多个探测组件的机械结构。

3. 24

探测区域 detection zone

监测系统可以探测到放射性物质或 SNM 的一定空间范围。对于双侧监测系统,探测区域为对立

GB/T 24246—2009

的探测立柱之间的一定区域;对于单侧监测系统,探测区域为临近探测立柱探测面的一定区域。

3.25

探测区域参考点 reference point of the detection zone

探测区域的几何中心点。

3.26

灵敏度一致性参考线 reference line for uniformity of sensitivity

在探测区域内通过探测区域参考点且垂直于监测系统安装地面的线段,简称参考线。

4 总体特点

4.1 系统概述

本标准规定的监测系统用于探测在物体中含有的、集装箱或车辆中载带的或行人携带的放射性物质或 SNM。当带有这些物质的被检物体或人员通过探测区域(动态模式)或者停留在探测区域内(静态模式)被系统探测到时,监测系统会发出报警。

4.2 系统分类

根据用途不同,监测系统可分为:

- a) 行人监测系统;
- b) 车辆(含公路运输集装箱车辆)监测系统;
- c) 火车监测系统;
- d) 传送带式监测系统。

5 技术要求

5.1 电源工作条件

交流 220 V(85%~110%),47 Hz~51 Hz。

5.2 总体要求

5.2.1 系统配置

一个监测系统可设计成由一个数据采集分析单元连接一个或几个探测立柱的形式,每个探测立柱中可包括一个或几个探测组件;探测组件可用于探测 γ 射线,或用于探测中子,或用于探测 γ 射线和中子;探测立柱与数据采集分析单元可邻近布置或置于一定距离以外。

5.2.2 系统功能

系统应具有以下功能:

- a) 当监测系统触发 γ 射线报警时,应采用红光闪烁提示并伴随报警声音。当监测系统触发中子报警时,应采用蓝光闪烁提示并伴随报警声音。当监测系统触发其他报警(如系统故障、本底计数率异常等)时,应采用黄光闪烁提示并伴随报警声音。
- b) 监测系统应能对由具有天然放射性的物质(如钾肥或陶瓷等)引起的系统报警给出提示。
- c) 监测系统应能提供本地及远程报警信号。
- d) 在监测系统运行时,探测立柱和监测系统的数据采集分析单元可在 100 m 内分开布置。
- e) 应确保只有经过授权的人员才有权对监测系统进行校正或对报警参数进行调整。
- f) 监测系统应能独立使用,不受远程监控站的任何操作模式或故障的影响。
- g) 监测系统应能实时提供系统的状态信息。
- h) 监测系统应能存储和显示历史数据。
- i) 监测系统应能识别被测物体的到达。
- j) 对于动态模式,监测系统应具备测量被检测物体速度的功能,同时,还应具备超速报警设置和指示功能;制造厂应提供满足监测系统技术指标所需的最大通过速度;用户可以通过改变超速

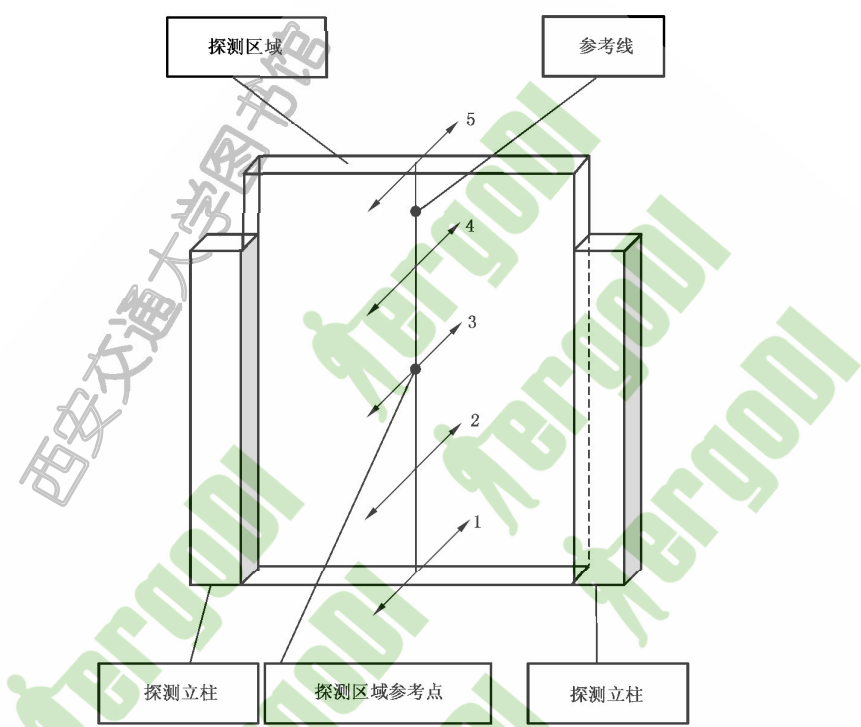
报警设置对最大速度设置进行调整。

- k) 监测系统应能提供静态测量功能。
- l) 监测系统应易于维护,且具有故障记录和故障提示功能。

5.2.3 探测区域

5.2.3.1 行人监测系统

行人监测系统应具备一个能够对行人进行监测的探测区域,此探测区域的高度至少为设备安装地面上方 0 m~2 m。对于双侧探测立柱的监测系统,探测区域位于两侧对立放置的探测立柱之间。对于单侧探测立柱的监测系统,探测区域应至少覆盖垂直探测立柱表面 1 m 的距离。在双侧探测立柱的监测系统的性能评估测试中,探测立柱之间的距离应为 1 m。双侧探测立柱监测系统探测区域示意图见图 1。



注: 图中 1~5 双箭头与通道方向平行,分别通过参考线的底端、中下位置、中心、中上位置和顶端。中下位置是指底端与中心之间的中点位置;中上位置是指顶端与中心之间的中点位置。

图 1 双侧探测立柱系统探测区域示意图

5.2.3.2 车辆监测系统

车辆监测系统应具备一个能够对车辆进行监测的探测区域,此探测区域至少是位于两侧对立放置的探测立柱之间、高度为设备安装地面上方 0 m~4.5 m。两侧探测立柱之间的距离不应大于 5 m。

对于将探测组件装载在可移动设备上的监测系统(可由单侧探测立柱或双侧探测立柱组成),其探测区域应满足:对于单侧探测立柱的监测系统,探测区域的高度为 0.5 m~4.5 m,垂直探测立柱表面方向应距探测立柱表面 5 m;对于双侧探测立柱的监测系统,探测区域的高度为 0.5 m~4.5 m,两侧探测立柱之间的距离不应大于 5 m。

5.2.3.3 火车监测系统

火车监测系统应具备一个能够对火车进行监测的探测区域,此探测区域位于两侧对立放置的探测立柱之间、高度为 0.3 m~6 m(自铁轨轨面起)。两侧探测立柱之间的距离不应大于 6 m。

5.2.3.4 传送带式监测系统

传送带式监测系统具备一个能对被检行包、物品或航空箱进行监测的探测区域。监测系统可以采

GB/T 24246—2009

用在单方向装配探测组件/探测立柱的形式,也可采用在多方向装配探测组件/探测立柱的形式,如装配在探测区域的上方、下方、侧面。对于上方装配或下方装配的监测系统,此探测区域宽度方向与传送带宽度相同,与探测组件或探测立柱表面垂直方向距离不超过 1.5 m;或者对于侧面装配形式的监测系统,此探测区域是宽度覆盖传送带的宽度,高度与被检物允许的最大高度相同。

5.2.4 通过速度

5.2.4.1 行人监测系统

监测系统应在被检行人的通过速度不超过 1.2 m/s 的情况下正常工作。

5.2.4.2 车辆监测系统

监测系统应在被检车辆的通过速度不超过 8 km/h 的情况下正常工作。

5.2.4.3 火车监测系统

监测系统应在被检火车的通过速度不超过 8 km/h 的情况下正常工作。

5.2.4.4 传送带式监测系统

监测系统应在被检物的通过速度不超过 1 m/s 的情况下正常工作。

5.3 辐射兼容特性

监测系统应具有与安装地点已装配的其他检查设备协同工作的能力,特别是与基于辐射原理的检查设备,如集装箱(货物)检查系统、航空箱(货物)检查系统、小型物品(行包)检查系统或物品 CT 检查系统等设备协同工作时,监测系统应提供相应的功能或方法,避免其探测性能受到相关辐射设备所产生的电离辐射影响。

5.4 外观与结构

5.4.1 监测系统外观应完好,所有部件应安装正确、操作方便。系统各部分表面应平整光洁、色泽均匀、无明显机械损伤。所有的控制和显示面板上的标记和字迹应清晰可辨。

5.4.2 所有装置的外盖板应便于安装和拆卸。框架等结构件应具有足够的强度和刚度,保证正常搬运后不发生明显变形。

5.4.3 监测系统外壳防护等级应符合 GB 4208—2008 中 IP55 的规定。

5.5 性能指标

5.5.1 误报警率

监测系统 γ 和中子误报警率均不应大于 0.1%(置信度 95%)。

5.5.2 灵敏度一致性

5.5.2.1 行人监测系统

在探测区域的高度范围内, γ 探测灵敏度变化不应超过 30%。

5.5.2.2 车辆监测系统

由安装地面至距安装地面 1 m 范围内, γ 探测灵敏度变化不应超过 15%。由安装地面 1 m 至距安装地面 4.5 m 范围内, γ 探测灵敏度变化不应超过 40%。

5.5.2.3 火车监测系统

在探测区域高度范围内, γ 探测灵敏度变化不应超过 25%。

5.5.3 静态探测效率

5.5.3.1 要求

各类系统的静态探测效率要求见表 1~表 3。

5.5.3.2 行人监测系统

将 γ 标准试验源置于探测区域参考点处, γ 静态探测效率应满足表 1 的要求。

表 1 行人监测系统 γ 静态探测效率

放射源	主要能量/ keV	静态探测效率		1.5 m 处剂量率/ (nSv · h ⁻¹ /MBq)
		s ⁻¹ /MBq	s ⁻¹ /(nSv · h ⁻¹)	
²⁴¹ Am	60	≥180	≥78	2.3
⁵⁷ Co	122,136	≥700	≥75	9.3
¹³⁷ Cs	662	≥800	≥19	42
⁶⁰ Co	1 173,1 333	≥1 500	≥9.4	160
¹³³ Ba	31,81,302,356	≥1 400	≥61	23

将中子源强为 12 000/s(1±20%)的²⁵²Cf 中子标准试验源置于探测区域参考点处,中子静态探测效率应满足源计数率(扣除本底计数率)不小于 100(1±20%)/s 的要求。

5.5.3.3 车辆监测系统

将 γ 标准试验源置于探测区域参考点处, γ 静态探测效率应满足表 2 的要求。

表 2 车辆监测系统 γ 静态探测效率

放射源	主要能量/ keV	静态探测效率		3 m 处剂量率/ (nSv · h ⁻¹ /MBq)
		s ⁻¹ /MBq	s ⁻¹ /(nSv · h ⁻¹)	
²⁴¹ Am	60	≥200	≥330	0.6
⁵⁷ Co	122,136	≥800	≥350	2.3
¹³⁷ Cs	662	≥900	≥85	10.6
⁶⁰ Co	1 173,1 333	≥1 900	≥48	40
¹³³ Ba	31,81,302,356	≥1 600	≥275	5.8

将中子源强为 12 000/s(1±20%)的²⁵²Cf 中子标准试验源置于探测区域参考点处,中子静态探测效率应满足每个探测立柱产生的源计数率(扣除本底计数率)不小于 8(1±20%)/s 的要求。

5.5.3.4 火车监测系统

同 5.5.3.3。

5.5.3.5 传送带式监测系统

将 γ 标准试验源置于探测区域参考点处, γ 静态探测效率应满足表 3 的要求。

表 3 传送带式监测系统 γ 静态探测效率

放射源	主要能量/ keV	静态探测效率		3 m 处剂量率/ (nSv · h ⁻¹ /MBq)
		s ⁻¹ /MBq	s ⁻¹ /(nSv · h ⁻¹)	
²⁴¹ Am	60	≥400	≥77	5.2
⁵⁷ Co	122,136	≥2 000	≥95	21
¹³⁷ Cs	662	≥2 200	≥23	95
⁶⁰ Co	1 173,1 333	≥4 800	≥13.3	360
¹³³ Ba	31,81,302,356	≥3 800	≥73	52

将中子源强为 12 000/s(1±20%)的²⁵²Cf 中子标准试验源置于探测区域参考点处,中子静态探测效率应满足每个探测立柱产生的源计数率(扣除本底计数率)不小于 50(1±20%)/s 的要求。

5.5.4 探测灵敏度

5.5.4.1 行人监测系统

监测系统应以不小于 90%的探测概率(置信度 95%)检测到表 4 列出的标准试验源(通过探测区

GB/T 24246—2009

域的速度为 1.2 m/s)。

表 4 行人监测系统探测灵敏度

放射源	活度或质量
^{137}Cs	0.096 MBq
^{60}Co	0.024 MBq
^{241}Am	2.72 MBq
^{252}Cf	3 000/s
标准 U 试验源	10 g
标准 Pu 试验源—— γ	1 g
标准 Pu 试验源——中子	120 g
注：在试验时，每个标准试验源的实际活度或质量在表中规定值的 $(1\pm 20\%)$ 范围内。中子标准试验源放在 $(1\pm 0.1)\text{cm}$ 厚的钢屏蔽体中封装。	

5.5.4.2 车辆监测系统

监测系统应能以不小于 90%的探测概率(置信度 95%)检测到表 5 列出的标准试验源(通过探测区域的速度为 8 km/h)。

表 5 车辆监测系统探测灵敏度

放射源	活度或质量
^{137}Cs	0.6 MBq
^{60}Co	0.15 MBq
^{241}Am	17 MBq
^{252}Cf	20 000/s
标准 U 试验源	1 000 g
标准 Pu 试验源—— γ	10 g
标准 Pu 试验源——中子	200 g
注：试验时，每个标准试验源的实际活度或质量在表中规定值的 $(1\pm 20\%)$ 范围内。中子标准试验源放在 $(1\pm 0.1)\text{cm}$ 厚的钢屏蔽体中封装。	

5.5.4.3 火车监测系统

监测系统应能以不小于 90%的探测概率(置信度 95%)检测到表 6 列出的标准试验源(通过探测区域的速度为 8 km/h)。

表 6 火车监测系统探测灵敏度

放射源	活度或质量
^{137}Cs	0.6 MBq
^{60}Co	0.15 MBq
^{241}Am	17 MBq
^{252}Cf	20 000/s
标准 U 试验源	1 000 g
标准 Pu 试验源—— γ	10 g

表 6 (续)

放射源	活度或质量
标准 Pu 试验源——中子	200 g
注：试验时，每个标准试验源的实际活度或质量在表中规定值的 $(1 \pm 20\%)$ 范围内。中子标准试验源放在 (1 ± 0.1) cm 厚的钢屏蔽体中封装。	

5.5.4.4 传送带式监测系统

监测系统应能以不小于 90% 的探测概率(置信度 95%)检测到表 7 列出的标准试验源(通过探测区域的速度为 1 m/s)。

表 7 传送带式监测系统探测灵敏度

放射源	活度或质量
^{137}Cs	0.096 MBq
^{60}Co	0.024 MBq
^{241}Am	2.72 MBq
^{252}Cf	3 000 s
标准 U 试验源	10 g
标准 Pu 试验源—— γ	1 g
标准 Pu 试验源——中子	120 g
注：试验时，每个标准试验源的实际活度或质量在表中规定值的 $(1 \pm 20\%)$ 范围内。中子标准试验源放在 (1 ± 0.1) cm 厚的钢屏蔽体中封装。	

5.5.5 过载特性

当探测组件表面剂量率大于 $100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 时，监测系统应保持报警状态。

制造厂应注明在剂量率降至标准试验条件后监测系统返回非报警状态所需要的时间，该时间不应大于 60 s。

5.5.6 中子探测器的 γ 射线抗扰特性

当一个 ^{60}Co 源在监测系统中子探测器表面的几何中心处产生 $100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的剂量率时，监测系统不应触发中子报警。

5.5.7 速度监测

对于速度低于 30 km/h 的车辆或火车，监测系统得到的速度信息不确定度不应超过 20%。

5.6 电气安全要求

5.6.1 设备保护接地

监测系统设备金属表面与接地端子间的电阻不应大于 0.1Ω 。

5.6.2 绝缘电阻

在 5.1 规定的工作环境条件下，监测系统中所有供电电源各相线及零线对地(PE 线)的绝缘电阻不应小于 $1 \text{ M}\Omega$ 。

5.6.3 介电强度

监测系统内满足 5.6.1 要求的电气设备的所有电路导线和保护接地电器之间应能承受表 8 规定的介电强度试验，在规定的持续时间内无击穿或重复飞弧现象。工作在或低于以下电压的电路除外：

- 在干燥环境正常使用，且带电部分与人体无大面积接触时，不超过 25 V 交流有效值或 60 V 直流；
- 在其他情况下，不超过 6 V 交流有效值或 15 V 直流。

GB/T 24246—2009

监测系统内不适宜经受该试验电压的电气设备在试验期间可以断开。

表 8 监测系统的基本绝缘条件下的试验电压

试验电压 (交流有效值或直流峰值)	试验持续时间
1 000 V	≥ 1 s

监测系统内工作电压超过 1 000 V 的电路应通过爬电距离和电气间隙设计保证介电强度要求。

5.6.4 防电击

监测系统内电气设备在正常使用条件下应具备防电击功能,即人可触及的零部件之间或零部件与地之间的电压值应不超过 30 V 有效值(42.4 V 交流峰值)或 60 V 直流值。

5.7 电磁兼容性

5.7.1 监测系统中各相关设备的电磁骚扰发射限制应符合 GB 17799.4 中规定的发射限值要求。

5.7.2 监测系统中各相关设备应具备 GB/T 17799.2—2003 中规定的抗扰度要求。

监测系统在 GB/T 17799.2—2003 中规定的条件下能正常运行,其计数率值变化不应大于标准试验条件下获得计数率值的 15%。

5.8 环境适应性

5.8.1 气候环境适应性

5.8.1.1 温度适应性

在 $-25^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ (含 40°C) 的温度范围内,监测系统应能正常工作,监测系统指示的计数率值变化应不大于在标准试验条件下获得计数率值的 15%。此外,在 $40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的恶劣高温环境中,监测系统指示的计数率值变化不应大于监测系统在标准试验条件下获得计数率值的 40%。

5.8.1.2 湿度适应性

在温度 40°C 、相对湿度 93% 条件下,监测系统指示的计数率值变化不应大于监测系统在标准试验条件下获得计数率值的 15%。

5.8.1.3 贮存温度适应性

在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内短期贮存,恢复至标准试验条件后,监测系统应能正常工作。

5.8.2 运输环境适应性

对监测系统内具有独立功能部件的包装件,按 GB/T 8993—1998 附录 H 中规定的条件进行试验,试验后各独立功能部件应能正常工作,各零件应无松动、位移或损坏,外壳应无机械损伤。

5.8.3 机械环境适应性

5.8.3.1 一般要求

除了在运输至现场的时候,行人和传送带式监测系统一般不处于振动的机械环境中。车辆和火车监测系统通常处于冲击和/或振动的环境之中。根据系统所处环境,必要时,应满足 5.8.3.2 和 5.8.3.3 规定的要求。

对安装在其他移动设备上的监测系统的额外要求,本标准不做规定,由用户与制造厂协商确定。

5.8.3.2 机械冲击

当探测组件或探测立柱受到来自三个方向、加速度为 300 m/s^2 、脉冲持续时间为 6 ms (GB/T 2423.5—1995),波形为半正弦波的机械冲击时,其性能应不受到影响。在试验过程中,该组件应处于运行状态。

试验结束后,该探测组件或探测立柱不应出现部件松动或破损。

5.8.3.3 机械振动

5.8.3.3.1 扫频

在扫频过程中,监测系统应能正常运行且无报警。

5.8.3.3.2 振动耐久性

监测系统显示的读数与相关的正常参考读数的之间的变化不应大于 15%。监测系统的部件应不受该振动的影响(例如:焊点保持牢固,螺母和螺栓无松动)。

6 试验方法

6.1 参考条件和标准试验条件

参考条件和标准试验条件见表 9。

表 9 参考条件和标准试验条件

影响量	参考条件	标准试验条件
环境温度	20 °C	15 °C~35 °C
相对湿度	65 %	50 %~75 %
大气压强	101.3 kPa	86 kPa~106 kPa
电源电压	额定电压 U_N	$(1\pm 1\%)U_N$
电源频率	50 Hz	$(1\pm 1\%)50\text{ Hz}$
电源波形	正弦波	正弦波总的谐波畸变 $\leq 5\%$
环境 γ 本底	空气比释动能率 $0.1\text{ }\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$	空气比释动能率小于 $0.25\text{ }\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
外部电磁场	忽略不计	小于引起干扰的最低值
外部磁感应	忽略不计	小于地球磁场磁感应强度的两倍

6.2 试验用仪器设备

试验用仪器设备见表 10。

表 10 试验用仪器设备

仪器设备名称	规格及技术要求
X、 γ 环境剂量率仪	最小探测限: $0.01\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$, 最大允许误差:10 %
接地电阻测量仪	毫欧(m Ω)级,最大允许误差:3 % (5 个字)
绝缘电阻表(兆欧表)	500 V, 最大允许误差:10 %
钢卷尺	最小分度 1 mm
秒表	最小分度 10 ms

6.3 试验源

试验源见表 11。

表 11 试验源

序号	试验源	要求	用途
1	^{241}Am	2.72 MBq (100 %~120 %)	5.5.4.1 和 5.5.4.4
2	^{241}Am	17 MBq (100 %~120 %)	5.5.4.2 和 5.5.4.3
3	^{57}Co	0.04 MBq (100 %~120 %)	5.5.4.1 和 5.5.4.4,等效 10 g HEU
4	^{57}Co	1 MBq (100 %~120 %)	5.5.4.2 和 5.5.4.3,等效 1 000 g HEU

GB/T 24246—2009

表 11 (续)

序号	试验源	要求	用途
5	^{133}Ba	0.12 MBq (100%~120%)	5.5.4.1、5.5.4.4 和 5.5.2.1, 等效 1 g Pu
6	^{133}Ba	0.6 MBq (100%~120%)	5.5.4.2、5.5.4.3、5.5.2.2 和 5.5.2.3, 等效 10 g Pu
7	^{137}Cs	0.096 MBq (100%~120%)	5.5.4.1 和 5.5.4.4
8	^{137}Cs	0.6 MBq (100%~120%)	5.5.4.2 和 5.5.4.3
9	^{60}Co	0.024 MBq (100%~120%)	5.5.4.1 和 5.5.4.4
10	^{60}Co	0.15 MBq (100%~120%)	5.5.4.2 和 5.5.4.3
11	^{252}Cf	3 000/s (100%~120%)	5.5.4.1 和 5.5.4.4, 等效 120 g Pu
12	^{252}Cf	20 000/s (100%~120%)	5.5.4.2 和 5.5.4.3, 等效 200 g Pu

注: HEU 为高浓缩铀。

6.4 外观与结构检查

6.4.1 外观检查

目测检验外观,应符合 5.4.1 和 5.4.2 的要求。

6.4.2 外壳防护能力试验

监测系统按 GB 4208—2008 规定的试验方法和 IP55 的要求进行外壳防护等级试验,试验结果应符合 5.4.3 的要求。

6.5 功能试验

按照监测系统操作手册进行现场实际操作,检查 5.2.2 规定的功能项目,试验结果应满足 5.2.2 要求。

6.6 性能指标试验

6.6.1 误报警率试验

6.6.1.1 行人或传送带式监测系统

可采取触发占用信号模拟实际被检物体通过的方法进行误报警率试验,试验结果应满足 5.5.1 的要求。不同误报警率所允许的误报警次数见表 12,例如:进行 10 000 次模拟试验, γ 或中子误报警次数均应不大于 5 次。

注:每次模拟持续 1 s,间隔 2 s。每进行 30 次模拟,进行一次本底更新,每次本底更新的时间为 30 s。最少进行 3 600 次模拟。

6.6.1.2 车辆或火车监测系统

可采取触发占用信号模拟实际被检物体通过的方法进行误报警率试验,试验结果应满足 5.5.1 的要求。不同误报警率所允许的误报警次数见表 12。例如:进行 10 000 次模拟试验, γ 或中子误报警次数均应不大于 5 次。

注:每次模拟持续 3 s,间隔 2 s。每进行 30 次模拟,进行一次本底更新,每次本底更新的时间为 30 s。最少进行 3 600 次模拟。

表 12 误报警率试验

试验次数	不同误报警率指标所允许的最大误报警次数(95%的置信度)		
	误报警率=1/1 000	误报警率=1/3 600	误报警率=1/10 000
3 600	0	—	—
10 000	5	0	—
30 000	21	4	0
100 000	—	19	5

6.6.2 灵敏度一致性试验

灵敏度的一致性可用源计数率的相对变化来表示。

系统灵敏度一致性试验按下列方法进行：

- 测量并记录监测系统的本底计数率。
- 将表 11 中相应的试验源放置在灵敏度一致性参考线上的探测区域的最低处。
- 测量并记录监测系统的总计数率。
- 计算并记录监测系统的源计数率。
- 将试验源沿灵敏度一致性参考线上移, 行人或传送带式监测系统每次上移 0.25 m, 车辆或火车监测系统每次上移 0.5 m, 直至探测区域最高处。每次移动后均重复进行步骤 c) 和 d)。
- 分析并记录灵敏度一致性, 试验结果应符合 5.5.2 的要求。

6.6.3 静态探测效率试验

静态探测效率试验按下列方法进行：

- 测量并记录监测系统的本底计数率；
- 依次将表 11 中相应的试验源放置在探测区域的参考点处, 测量并记录源计数率；
- 无相应源时可通过其他活度同类源的测量结果折算获得, 折算公式：

$$\text{静态探测效率} = \frac{\text{实测静态探测效率}}{\text{实际使用源活度}} \times \text{要求源活度}$$

- 试验结果应满足 5.5.3 的要求。

6.6.4 探测灵敏度试验

监测系统探测灵敏度试验按下列方法进行：

- 依次使表 11 中相应的试验源分别沿图 1 中 1~5 双箭头所示的 5 个位置通过, 试验源通过速度满足 5.2.4 中的要求；
- 采用耳闻及目测的方法观察并记录监测系统产生的声光报警信号；
- 对于每一种源, 重复步骤 a) 和 b), 进行 50 次测试, 试验结果应满足 5.5.4 的要求。

注：在 50 次测试中至少有 49 次报警即可满足不小于 90% 的探测概率(置信度 95%)的要求。

6.6.5 过载特性试验

监测系统在标准试验条件下正常运行时, 将 ^{137}Cs 源置于探测区域内, 使探测组件表面的剂量率至少增加至 $100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ (例如: 100 MBq 的 ^{137}Cs 放置在距探测组件表面 0.3 m 处), 监测系统应产生报警并保持报警状态; 探测组件表面的剂量率降至标准试验条件后, 监测系统应在 60 s 内恢复正常运行。

6.6.6 中子探测器的 γ 射线抗扰特性试验

将 ^{60}Co 源置于探测区域内, 使中子探测器表面几何中心处的剂量率至少增加至 $100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ (例如: 300 MBq 的 ^{60}Co 放置在距探测组件表面 1 m 处), 然后移走 ^{60}Co 源, 使中子探测器表面几何中心处的剂量率降至标准试验条件。重复上述试验 60 次, 监测系统均应满足 5.5.6 的要求。

6.6.7 速度监测试验

监测系统速度监测试验应按下列步骤进行：

- 在正常工作条件下, 启动并运行监测系统, 使被监测物体以不超过 30 km/h 的速度通过监测区域, 同时使用秒表测算物体通过的速度；
- 记录并对比监测系统的速度监测结果与测算结果, 应满足 5.5.7 的要求。

6.7 电气安全试验

6.7.1 设备保护接地

使用 25 A 的电流, 用接地电阻测量仪测量电气设备外壳与接地端子间的电阻, 试验结果应符合 5.6.1 的要求。

6.7.2 绝缘电阻

用 500 V 绝缘电阻表, 检测相线对地和设备金属外壳之间的绝缘电阻, 试验结果应符合 5.6.2

GB/T 24246—2009

的要求。

6.7.3 介电强度

按表 8 规定的电压值及加压时间对监测系统进行试验。试验时,试验电压应在 10 s 内逐渐升至 1 000 V,保持 1 s,观察试验结果,应符合 5.6.3 的要求。

6.7.4 防电击

用 2 000 Ω 电阻并联交流电压表,直接测量待测可触及零部件与安全接地端子两端的电压值,试验结果应符合 5.6.4 的要求。

6.8 电磁兼容性试验

6.8.1 按 GB 17799.4 规定的试验条件及试验要求,对监测系统进行电磁骚扰发射试验,试验结果应符合 5.7.1 的要求。

6.8.2 按 GB/T 17799.2—1999 第 6 章和第 9 章规定的试验条件及试验要求,对监测系统进行电磁抗扰度试验,试验结果应符合 5.7.2 的要求。

6.9 环境适应性试验

6.9.1 试验规定

根据监测系统的组成,在不具备对整机进行环境试验的条件时,允许对具有独立功能的电气部件按其实际工作环境条件单独进行试验。

6.9.2 气候环境适应性试验

对监测系统或其环境敏感部件按表 13 规定的条件进行试验,试验结果应满足 5.8.1 的要求。

表 13 环境试验条件及方法

试验项目	试验条件	试验方法	试验持续时间/ h
高温试验	55 $^{\circ}\text{C}$	GB/T 2423.2—2008(每 1 h 测量一次指示值)	16
高温试验	40 $^{\circ}\text{C}$	GB/T 2423.2—2008(每 1 h 测量一次指示值)	16
低温试验	-25 $^{\circ}\text{C}$	GB/T 2423.1—2008(每 1 h 测量一次指示值)	16
恒定湿热	93%(40 $^{\circ}\text{C}$)	GB/T 2423.3—2006(每 8 h 测量一次指示值)	48
低温贮存	-40 $^{\circ}\text{C}$	GB/T 2423.1—2001	16
高温贮存	60 $^{\circ}\text{C}$	GB/T 2423.2—2001	16

注:温度变化率不大于 10 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

6.9.3 运输环境适应性试验

对监测系统内具有独立功能的部件整体包装件,根据 GB/T 8993—1998 附录 H 中提供的试验条件及方法进行公路运输试验,试验样品经试验后应能正常工作。

6.9.4 机械环境适应性试验

6.9.4.1 机械冲击试验

将探测组件或探测立柱安装在一个冲击试验台上,使其承受分别来自三个正交方向的峰值加速度为 300 m/s^2 ,脉冲持续时间为 6 ms,波形为半正弦波的机械冲击,每个方向重复 10 次。试验结果应满足 5.8.3.2 的要求。

6.9.4.2 机械振动试验

6.9.4.2.1 振动试验准备

用足够强度的试验源照射探测组件或探测立柱,以便尽可能减少统计涨落的影响。

记录监测系统给出的计数率数值并确定其平均值,作为振动试验前的相关参考计数率平均值。

6.9.4.2.2 扫频试验

分别由三个正交方向对被测探测组件或探测立柱施加 0.5 g 的谐波负载,频率由 10 Hz 逐渐增加

至 150 Hz,再由 150 Hz 减小至 10 Hz,扫描速率为每分钟两倍频程。在试验期间,记录相关计数率数值并确定其平均值。

6.9.4.2.3 振动耐久性试验

分别由三个正交方向对被测探测组件或探测立柱施加 2 g 的谐波负载,持续时间为 15 min,频率的选择可在 10 Hz~21 Hz 和 22 Hz~33 Hz 的范围内任意选择一个或多个频率点。

如果在 6.9.4.2.2 的试验中发现机械共振,应在产生共振的频率中选择试验频率。记录三个正交方向的任意一组振动 15 min 期间的数据并确定其平均值,将此平均值与振动试验前的相关参考计数率平均值进行比较。

机械振动试验结果应满足 5.8.3.3 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分型式试验和出厂试验,检验项目见表 14。

表 14 检验项目

序号	项目	型式试验	出厂试验	要求	试验方法
1.	外观检查	●	●	5.4.1 和 5.4.2	6.4.1
2.	外壳防护能力试验	●	—	5.4.3	6.4.2
3.	功能	●	●	5.2.2	6.5
4.	误报警率	●	—	5.5.1	6.6.1
5.	灵敏度一致性	●	—	5.5.2	6.6.2
6.	静态探测效率	●	●	5.5.3	6.6.3
7.	探测灵敏度	●	●	5.5.4	6.6.4
8.	过载特性	●	—	5.5.5	6.6.5
9.	中子探测器的 γ 射线抗扰特性	●	—	5.5.6	6.6.6
10.	速度监测	●	—	5.5.7	6.6.7
11.	设备保护接地	●	●	5.6.1	6.7.1
12.	绝缘电阻	●	●	5.6.2	6.7.2
13.	介电强度	●	—	5.6.3	6.7.3
14.	防电击	●	—	5.6.4	6.7.4
15.	电磁兼容性	●	—	5.7	6.8
16.	气候环境适应性	●	—	5.8.1	6.9.2
17.	运输环境适应性	●	—	5.8.2	6.9.3
18.	机械环境适应性 ^a	●	—	5.8.3	6.9.4
注：“●”为必选项目，“—”为免测项目。					
^a 车辆、火车系统必做该项型式试验,行人、传送带式监测系统由用户与制造厂协商确定。					

7.2 检验

应按表 14 所列检验项目对产品进行型式试验。应按表 14 所列出厂检验项目对产品逐台进行出厂试验,检验合格并出具检验报告及合格证后方可出厂。

7.3 判定规则

型式试验中如发现不合格项,允许对产品的相关部件或分系统进行不超过两次的调整或更换,并重

GB/T 24246—2009

新试验。如仍不合格,则判定产品不合格。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 每套监测系统应在显著位置设置字迹清楚的永久性标志,标志的设置应符合 GB/T 13306—1991 的要求,标志内容应包括:

- a) 制造厂名称;
- b) 监测系统及相关部件名称;
- c) 监测系统及相关部件型号;
- d) 制造日期及出厂编号;
- e) 注册商标。

8.1.2 包装标志

监测系统的部件及组件的外包装上应标明运输条件、温湿度要求、堆码高度、负重强度及起吊位置等图示标志,图示标志的图形、颜色和尺寸及标志的使用方法应符合 GB/T 191—2008 中的相关要求。

8.2 包装

8.2.1 包装方法

根据实际运输情况,可采用分体包装或整体包装。

8.2.2 包装材料要求

对单个功能部件应采用符合 GB/T 12464—2002 中规定的木箱,对组件和零部件应采用符合 GB/T 6543—2008 规定的瓦楞纸箱。

8.2.3 随机文件

随机文件包括:

- a) 使用说明书(技术说明书、操作手册、维修手册),应符合 GB 9969.1—1998 的规定;
- b) 产品合格证,应符合 GB/T 14436—1993 的规定;
- c) 备件清单;
- d) 包装箱目录及装箱单。

8.3 运输

8.3.1 运输方式

单个相关部件包装完好后,应适用于公路、铁路、水路和空运等运输方式。公路运输时道路条件应为三级(含)以上公路。

8.3.2 运输条件

应严格按单个部件包装箱上标明的运输条件进行装运。

8.4 贮存

8.4.1 需长期存放的监测系统或部件等,应有良好的贮存条件,即通风良好、温度为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于85%的室内,且无腐蚀性气体、强烈机械振动、冲击及强磁场的作用。

8.4.2 包装件放置方法应符合各包装件外包装上注明的堆码高度和堆放重量等要求。

西安交通大学图书馆
专用

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
放射性物质与特殊核材料监测系统

GB/T 24246—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

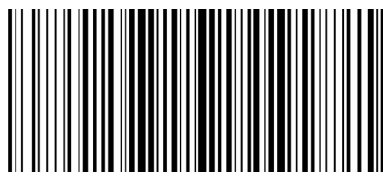
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 37 千字
2009 年 11 月第一版 2009 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-38970

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 24246—2009