



中华人民共和国国家标准

GB/T 14058—2023
代替 GB/T 14058—2008

γ 射线探伤机

Apparatus for gamma radiography

(ISO 3999:2004, Radiation protection—Apparatus for industrial gamma radiography—Specifications for performance, design and tests, NEQ)

2023-03-17 发布

2023-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类	3
5 技术要求	5
6 试验方法	11
7 检验规则	15
8 标志、包装、运输、贮存和使用	17
9 随行文件	18
附录 A（规范性） 屏蔽性能试验方法	19
附录 B（规范性） 可靠性试验方法	20

jcvba.cn, qejc.cn, 微信qejc21

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 14058—2008《 γ 射线探伤机》，与 GB/T 14058—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 在术语和定义中增加了“密封放射源”(见 3.2)、“模拟源”(见 3.3)、“源托”(见 3.4)、“源组件”(见 3.5)、“贮存导管”(见 3.13)、“安全监控装置”(见 3.19)、“基础数据元”(见 3.20)；
- b) 更改了部分术语和定义：“ γ 射线探伤机”(见 3.1, 2008 版的 3.1)、“源组件安全锁止装置”(见 3.7, 2008 版的 3.2)、“遥控装置”(见 3.8, 2008 版的 3.12)、“控制缆”(见 3.9, 2008 版的 3.4)、“控制缆导管”(见 3.10, 2008 版的 3.5)、“屏蔽状态”(见 3.17, 2008 版的 3.13)、“工作状态”(见 3.18, 2008 版的 3.14)；
- c) 在环境适应性中增加了安全监控装置电源要求(见 5.2)；
- d) 增加了安全监控装置技术要求(见 5.3)；
- e) 在安全性能和安全实验中删除了对手推车的要求(见 2008 版的 5.3.7 和 6.3.7)；
- f) 在可靠性要求中增加了安全监控装置的可靠性(见 5.5.5)；
- g) 增加了安全监控装置试验(见 6.3)；
- h) 在可靠性试验中增加了安全监控装置的可靠性(见 6.5.5)。

本文件参考 ISO 3999:2004《辐射防护 工业 γ 射线照相设备 性能、设计和测试规范》起草，一致性程度为非等效。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国核仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 30)提出并归口。

本文件起草单位：中国核动力研究设计院、中国同辐股份有限公司、北京中科坤润科技有限公司。

本文件主要起草人：罗建刚、曾正华、张轶名、覃章健。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1993 年首次发布为 GB/T 14058—1993, 2008 年第一次修订；

——本次为第二次修订。

γ 射线探伤机

1 范围

本文件规定了 γ 射线探伤机的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存等。

本文件不规定 γ 射线探伤机测读系统要求。

本文件适用于采用密封放射源发射的 γ 射线进行工业射线照相的探伤机产品。

本文件不适用于为特殊用途而设计的 γ 射线探伤机。

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 190 危险货物包装标志

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 7408 数据元和交换格式 信息交换 日期和时间表示法

GB/T 8993—1998 核仪器环境条件与试验方法

GB 11806 放射性物品安全运输规程

GB/T 12626.1 湿法硬质纤维板 第1部分：定义和分类

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

GB/T 15479 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法

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文件。

3.1

γ 射线探伤机 apparatus for gamma radiography

用放射性同位素产生的 γ 射线检测试件内部缺陷的设备。

注：包括一个源容器及其附件。

3.2

密封放射源 sealed radioactive source

密封在包壳内，或与某种材料紧密结合的放射性物质。

注1：在合规使用和正常磨损条件下，包壳或结合材料足以保持源的密封性。

注2：以下简称为“密封源”。

3.3

模拟源 simulated source

与密封源结构相同但不包含任何放射性物质的源。

3.4

源托 source holder

能将密封源或模拟源直接包含在源容器内(Ⅰ类设备)或固定在控制缆端部(Ⅱ类设备)的固定器或连接装置。

注:源托可以是源组件的一个主要构成部分,或能被拆除以便密封源的更换。

3.5

源组件 source assembly

连接或包含密封源或模拟源的一组部件。

注:若密封源不使用源托直接连接在控制缆上,则控制缆及其连接的密封源为源组件;若密封源既不包含在源托里也不连接在控制缆上,则密封源为源组件;若模拟源连接控制缆上或包含在源托里,则构成一个模拟源组件。

3.6

源容器 exposure container

一个密封源屏蔽体,可使 γ 射线有控制地输出。

3.7

源组件安全锁止装置 source assembly safety locking mechanism

将源组件限定在屏蔽状态的机构。

3.8

遥控装置 remote control mechanism

用于通过远距离操作将源组件从源容器移动到工作状态的装置。

注:包括控制机构、控制缆、控制缆导管等。

3.9

控制缆 control cable

通过遥控装置将源组件送出和收回源容器的缆索。

3.10

控制缆导管 control-cable sheath

在源容器与遥控装置之间,对控制缆进行导向,并提供物理性保护的软管。

3.11

曝光头 exposure head

用于将密封放射源定位于选定工作状态,并限制源组件伸出输源管的装置。

3.12

输源管 projection sheath

用于源容器与曝光头之间,对源组件导向的导管。

3.13

贮存导管 reserve sheath

回收源组件时,用于贮存控制缆的导管。

3.14

最大额定值 maximum rating

γ 射线探伤机采用某一特定放射性核素所允许的最大活度。

3.15

锁定状态 locked position

源组件位于安全屏蔽位置且被锁定时源容器的状态。

3.16

安全锁 lock

保持和解除锁定状态的带钥匙的机械装置。

3.17

屏蔽状态 shielding position

密封源被完全屏蔽且被限制在源容器内时,源容器及源组件的状态。

3.18

工作状态 working position

进行 γ 射线照相时,源容器及源组件的状态。

3.19

安全监控装置 safety monitoring device

用于监测源组件或源容器周围剂量率以及地理位置的装置,并将周围剂量率及位置信息发送给后台记录。

3.20

基础数据元 base data element

通过定义、标识、表示和允许值等一系列属性描述的一个数据单元。

注:用于规范安全监控装置提供给高风险移动密封源在线监控平台的数据类型,以及密封源定位信息归集的数据内容。

4 分类

4.1 按源容器的可移动性分类

γ 射线探伤机按其源容器的可移动性可分为P、M和F三类。

P类:便携式 γ 射线探伤机,源容器便于人工搬运且质量不超过50 kg。

M类:移动式 γ 射线探伤机,源容器借助适当的工具能容易移动。

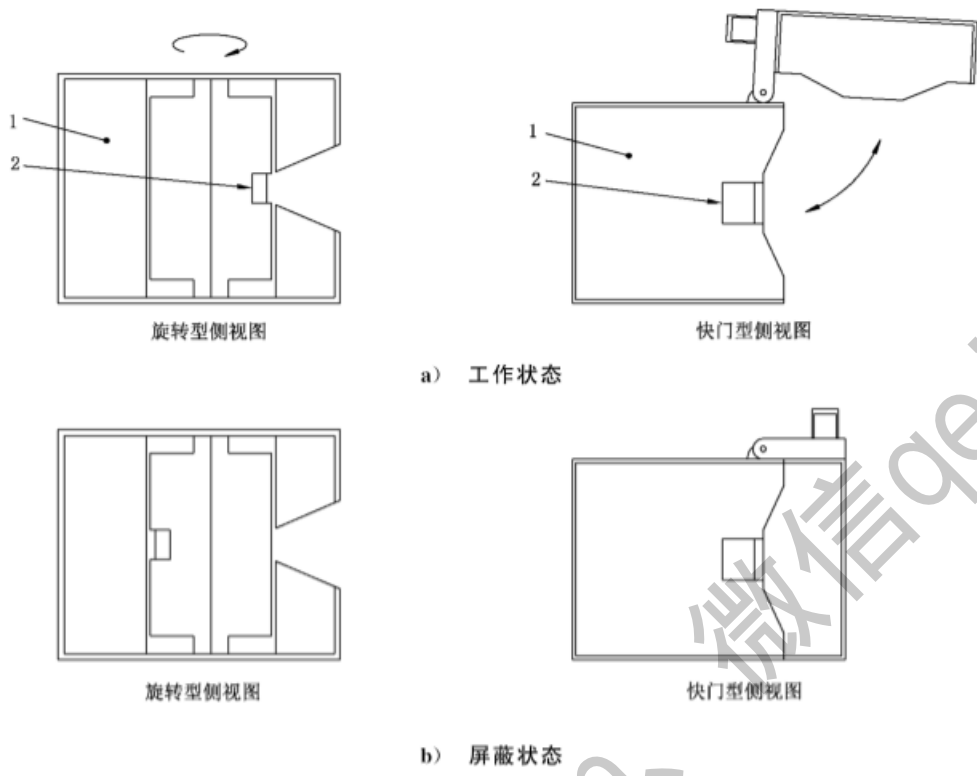
F类:固定式 γ 射线探伤机,源容器固定安装或只能在某一特定区域内有限制移动。

4.2 按结构型式分类

γ 射线探伤机按结构型式可分为I类、II类。

I类:结构型式见图1。I类 γ 射线探伤机照相时,源组件不需要离开源容器。

II类:结构型式见图2。II类 γ 射线探伤机照相时,源组件需通过遥控操作经输源管送到曝光头。

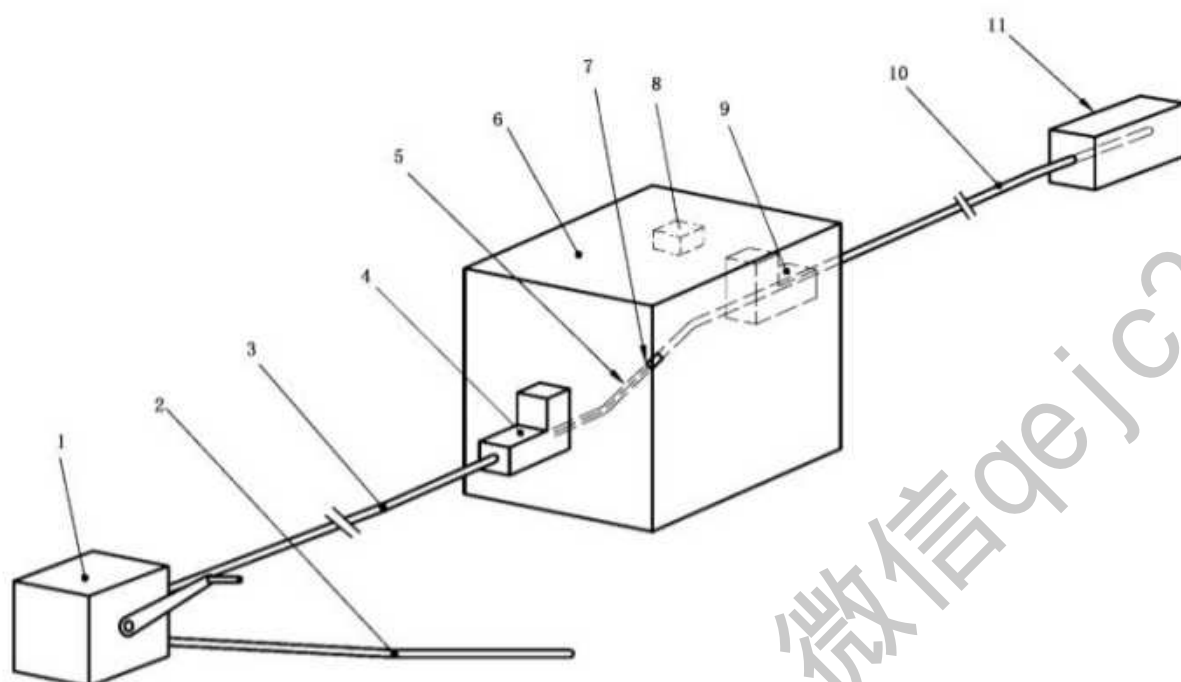


标引序号说明：

1——源容器；

2——密封源。

图 1 I 类 γ 射线探伤机结构型式简图



标引序号说明：

- 1 —— 遥控装置；
- 2 —— 贮存导管；
- 3 —— 控制缆导管；
- 4 —— 源组件安全锁止装置；
- 5 —— 源托；
- 6 —— 源容器；
- 7 —— 密封源；
- 8 —— 安全监控装置；
- 9 —— 输源软管连接接头；
- 10 —— 输源管；
- 11 —— 曝光头。

图 2 II类 γ 射线探伤机结构型式简图

5 技术要求

5.1 外观

5.1.1 γ 射线探伤机外表面应光整、色泽均匀，不应有裂痕、锈蚀和变形等缺陷。

5.1.2 γ 射线探伤机上文字和标记应清晰可见。

5.1.3 遥控装置控制导管及输源管等塑料件应无起泡、起皮、开裂、变形等缺陷。

5.2 环境适应性

5.2.1 环境温度

γ 射线探伤机应能在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内正常工作。

5.2.2 环境相对湿度

γ 射线探伤机应能在30%~93%的相对湿度范围内正常工作。

5.2.3 电源

5.2.3.1 γ 射线探伤机电动遥控装置宜适用下列电源。

- a) 额定电压：
 - 单相交流：220 V；
 - 三相交流：380 V；
 - 电压波动范围不超过额定电压的 $\pm 10\%$ 。
- b) 频率：50 Hz，频率误差 ± 1 Hz。

5.2.3.2 安全监控装置如内含可充电电池，宜符合以下要求：

- a) 电池工作电压不超过直流24 V；
- b) 充电输入功率不超过60 W。

5.3 安全监控装置

5.3.1 基本要求

安全监控装置应符合以下基本要求。

- a) 每个安全监控装置上有唯一编码，且与设备一一对应，字体清晰，不易磨损。
- b) 安全监控装置含电源指示灯、运行指示灯。
- c) 安全监控装置的天线部分无金属遮挡。
- d) 安全监控装置运行符合以下要求：
 - 正常运行情况下，持续不低于24 h；
 - 设备待机状态下，持续不低于72 h；
 - 当电池电量低于20%时，终端发出声光提醒，并向系统发送低电量提醒信息。

5.3.2 密封源回收异常报警

安全监控装置应能监测源容器周围剂量当量率，当密封源回收异常时应发出报警信息。

5.3.3 定位精度

安全监控装置应具有地理位置定位功能，以及时监测密封源的位置。其定位精度要求如下：

- a) 基于位置服务(LBS)的定位精度应小于1 000 m；
- b) 全球导航卫星系统(GNSS)的定位精度应小于30 m。

5.3.4 数据传输

5.3.4.1 安全监控装置的数据传输频次应符合以下要求：

- a) γ 射线探伤机在非静止状态或周围剂量当量率发生明显变化时，数据上传间隔不超过5 min一次，该间隔时间终端或后台可设置；
- b) γ 射线探伤机在静止状态且周围剂量当量率未发生明显变化时，数据上传间隔不超过24 h一次，该间隔时间终端或后台可设置。

5.3.4.2 安全监控装置传输的数据信息应至少包含以下内容：

- a) 电池电量；

- b) 定位经纬度；
- c) 当前周围剂量当量率值；
- d) 密封源状态信息。

5.3.5 无线通信连接

安全监控装置宜使用主流的无线通信技术,例如:

- a) 采用无线局域网通信技术(Wi-Fi)连接；
- b) 采用蓝牙连接；
- c) 采用移动通信技术连接；
- d) 采用 433 MHz 无线技术连接；
- e) 采用无线射频识别技术(RFID)连接。

5.3.6 基础数据元

基础数据元包括数据类型和数据内容。

- a) 数据类型:取值方式应符合表 1 的要求。

表 1 数据类型取值方式

数据类型	类型代码	取值方式
字符型	Alp	通过单个或多个中文文字、字母、数字和特殊字符等组合表达的值的类型
数值型	n	通过从“0”到“9”数字形式表达的值的类型
日期型	D	通过 YYYY-MM-DD 的形式表达的值的类型,符合 GB/T 7408 的要求;如:2019-01-01
时间型	T	通过 hh:mm:ss 的形式表达的值的类型,符合 GB/T 7408 的要求;如:13:01:01

- b) 数据内容:密封源定位信息归集数据内容应符合表 2 的要求。

表 2 密封源定位信息归集数据内容

项目	字段代码	数据类型代码	默认数据长度(字符长度)	是否必选项	信息说明	备注
国家编码	CODE	Alp	12	必选	如:0409IR008072	—
北纬	LAT	Alp	8	必选	如:39.77476	—
东经	LONG	Alp	9	必选	如:116.49918	—
周围剂量当量率值	DOSEVALUE	Alp	20	可选	数据上报时采集到的剂量信息,单位: $\mu\text{Sv/h}$ 。 如:2.40E-01(采用科学计数法,小数点后保留 2 位有效数字)	—
电池电量百分比	DATTERY	Alp	3	—	1~100	—
数据采集时间	CREATETIME	D+T	19	必选	如:2019-01-01 13:01:01(日期和时间中间一个空格)	—

表 2 密封源定位信息归集数据内容(续)

项目	字段代码	数据类型代码	默认数据长度(字符长度)	是否必选项	信息说明	备注
扩展 1	BAK1	Alp	20	—	用于系统扩展备用	保留
扩展 2	BAK2	Alp	20	—	用于系统扩展备用	保留

5.4 安全性能

5.4.1 源容器

5.4.1.1 β 辐射的防护

当 γ 射线探伤机采用贫化铀作为屏蔽材料时,其外表面应包覆足够厚低原子序数的非放射性材料,以减弱和吸收贫化铀产生的 β 辐射;其源通道也应包覆足够厚度的非放射性材料。

5.4.1.2 屏蔽性能

当源容器装载最大额定值的密封源并处于锁定状态时,其周围剂量当量率极限值应不超过表 3 规定的限值。

表 3 周围剂量当量率极限值

类别	最大周围剂量当量率/(mSv/h)		
	容器外表面	离容器外表面 50 mm 处	离容器外表面 1 m 处
P	2	0,5	0,02
M	2	1	0,05
F	2	1	0,1

5.4.1.3 防意外拆卸

γ 射线探伤机的源容器以及对源组件保持在安全或锁定状态有影响的零部件应设计成只能使用专用工具才能拆除,以防止未经许可的人员拆卸。

安全监控装置与 γ 射线探伤机应保持一体化结构设计,能防止未经许可的人员的拆卸,应设计成只能使用专用工具才能拆除。且拆卸时应向系统发送报警信息,并推送至管理人员。

5.4.2 安全锁

γ 射线探伤机的源容器应有安全锁,并配置专用钥匙。该安全锁应符合以下要求。

- 只有用专用钥匙打开安全锁后,才能进行源组件安全锁止装置的操作。
- 安全锁可以是在无钥匙的情况下能锁上的保险锁,也可以是只有当源容器处于锁定状态时才能取下钥匙的保险锁。安全锁只有在源容器和源组件处于屏蔽状态时才能锁上。当密封源处于工作状态时,安全锁的损坏不妨碍密封源从工作状态返回到屏蔽状态。
- 安全锁能承受逐渐施加的 400 N 作用力且仍能保持功能。

5.4.3 源组件安全锁止装置

γ 射线探伤机的源容器应有源组件安全锁止装置。该装置应符合以下要求：

- a) 只有在源容器上完成预定动作后才能打开源组件安全锁止装置；
- b) 当源组件返回屏蔽状态时，装置自动将源组件锁止在源容器内；
- c) II类 γ 射线探伤机的源容器，只有在控制缆与源组件、控制缆导管与源容器及输源管与源容器之间可靠连接后才能送出密封源；
- d) 对使用有遥控装置的源容器，只有当源容器处于屏蔽状态时才能拆下遥控装置。

5.4.4 源组件位置显示器

γ 射线探伤机应有源组件位置显示器。该显示器应符合以下要求：

- a) 能使操作者在距源容器 5 m 处确定源组件是否处于屏蔽状态，若这些显示在源容器上，在遥控装置的连接方向 5 m 处能清晰辨别；
- b) 采用不同的颜色进行指示，用绿色表示源组件处于屏蔽状态，用红色表示源组件未处于屏蔽状态；
- c) 采用数字显示器在遥控装置上显示源组件离开源容器的距离；
- d) 采用音响在遥控装置上提示源组件已离开源容器。

5.4.5 源组件

5.4.5.1 承力要求

II类 γ 射线探伤机源组件各部分应能承受以下要求的拉力且保持结构完好：

- a) ^{170}Tm 源的源组件能承受 300 N 的拉力；
- b) ^{192}Ir 源的源组件或 ^{75}Se 的源组件能承受 500 N 的拉力；
- c) ^{60}Co 源的源组件能承受 700 N 的拉力。

5.4.5.2 更换性要求

II类 γ 射线探伤机的源组件应具有更换性，更换后总长度的尺寸误差小于 ± 1 mm。

5.4.5.3 其他要求

源组件还应符合以下要求：

- a) 源托重复使用，密封源通过两种以上的连接方式（例如：螺钉和卡套，螺钉和销）固定在源托上；
- b) II类 γ 射线探伤机的源组件能在不使用工具的情况下与控制缆末端连接和断开（不可分离地连接在控制缆上的源组件除外）；
- c) 源组件回收至源容器后，在操作设备或拆卸和连接遥控装置时均不能被拔出；
- d) 密封源或源组件仅在常规换源操作中，通过两种以上操作（例如：卡套和螺钉）才能被卸出。

5.4.6 手柄及吊装支架

P类源容器的手柄或M类源容器的吊装支架应能承受相当于25倍源容器总重力的静态拉力，要求手柄和提把保持完好，且可靠地连接在源容器上。

5.4.7 遥控装置

γ 射线探伤机的遥控装置应符合以下要求。

- a) 遥控装置的控制缆设止动装置,以防止控制缆与遥控装置脱开。
- b) 遥控装置的控制机构清晰标记源组件运动到曝光位置及其返回的方向。
- c) 遥控装置的控制机构能防止泥泞、沙子的侵入。
- d) 电动遥控装置符合以下要求之一:
 - 系统出现故障时,源容器和源组件能自动回到屏蔽状态;
 - 配备应急装置(宜手动)和(或)应急措施,使源组件能返回到屏蔽状态。

5.4.8 电气安全

电动遥控装置应符合以下电气安全要求:

- a) 对采用插头与电源连接的遥控装置,当拔出插头时,其裸露的导体件(如插针)残余电压符合 GB/T 5226.1 的规定;
- b) 电动遥控装置及安全监控装置的绝缘电阻和绝缘强度符合 GB/T 15479 的规定。

5.5 可靠性

5.5.1 整机可靠性

5.5.1.1 疲劳性能

γ 射线探伤机经过 50 000 次的全循环模拟操作后,其源组件安全锁止装置和安全锁应能实现设计要求的各项功能。

5.5.1.2 源驱动耐受性能

在完成以下各项试验后, γ 射线探伤机应能实现源组件的送出和收回:

- a) 对源容器的屏蔽效能试验、振动试验和冲击试验;
- b) 对源组件的振动试验和拉力试验;
- c) 对遥控装置的挤压试验、弯曲试验、扭折试验和拉力试验;
- d) 对输源管的挤压试验、弯曲试验、扭折试验和拉力试验。

5.5.2 源容器的可靠性

5.5.2.1 抗振动

γ 射线探伤机的源容器经过振动试验后,应能符合 5.4.1~5.4.4 及 5.4.6 的要求。

5.5.2.2 抗冲击

γ 射线探伤机的源容器经过冲击试验后,应能符合 5.4.1~5.4.4 及 5.4.6 的要求。

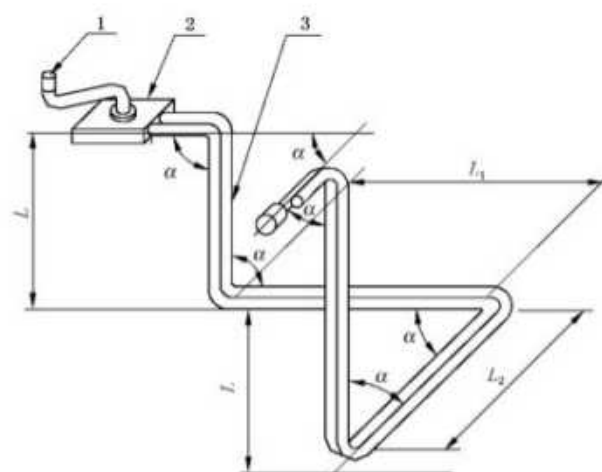
5.5.2.3 抗事故跌落

γ 射线探伤机的源容器经过跌落试验后,密封源应保持在源容器内且源容器周围 1 m 处的周围剂量当量率不应超过表 3 规定限值的 1.5 倍。

5.5.3 遥控装置的可靠性

II 类 γ 射线探伤机的遥控装置经过挤压、弯曲、扭折和拉力等试验后,应满足下列要求:

- a) 保持结构完整,且控制缆在导管内运动灵活无卡滞现象;
- b) 按图 3 布置遥控装置,使控制缆完全伸出和收回的最大力矩不大于试验前的 125%。



标引序号说明：

- 1——控制杆；
- 2——控制机构；
- 3——控制缆导管。

注 1：方向变化角度 $\alpha=90^\circ$ ，遥控装置导管的最小弯曲半径由随机文件规定。

注 2：控制导管和贮存导管绑在一起呈复合式导管。

注 3：导管段长 $L=1\text{ m}$ ， L_1 、 L_2 为导管在满足最小弯曲半径后的直段长度。

图 3 遥控装置试验布置图

5.5.4 输源管的可靠性

Ⅱ类 γ 射线探伤机的输源管经过挤压、弯曲、扭折和拉力等试验后，应保持结构完整且控制缆及源组件能在导管内运动灵活无卡滞现象。若输源管是刚性的，则不进行扭折试验。

5.5.5 安全监控装置的可靠性

安全监控装置在源容器受到振动或冲击试验后，应能符合 5.3 的要求。

6 试验方法

6.1 外观检查

通过目测进行外观检查。

6.2 环境适应性试验

6.2.1 温度试验

6.2.1.1 按 GB/T 8993—1998 中附录 A 规定的额定低温试验方法(A5.1)进行试验。

6.2.1.2 按 GB/T 8993—1998 中附录 B 规定的额定高温试验方法(B5.1)进行试验。

6.2.2 湿度试验

按 GB/T 8993—1998 中附录 D 规定的恒定湿热试验方法(按第Ⅲ组的要求)进行试验。

6.2.3 供电试验

6.2.3.1 将电动遥控装置分别接入电压相当于额定电压的 0.9 倍或 1.1 倍的电源上,通过操作电动遥控装置,观察是否能正常工作。

6.2.3.2 通过检查安全监控装置的可充电电池标称值进行确认。

6.3 安全监控装置试验

6.3.1 基本要求

安全监控装置性能试验方法如下。

- a) 通过查询验证编码的唯一性与设备的一一对应性;目测编码的清晰度;采用擦拭方法验证其不易磨损。
- b) 通过目测检验指示灯。
- c) 通过目测确认天线无遮挡。
- d) 通过使安全监控装置处于正常运行情况(例如:非静止状态),观察其持续运行时间;使安全监控装置处于静止待机状态,观察其待机持续时间;观察电池电量低于 20%时,是否有声光报警并发送低电量提醒信息。

6.3.2 密封源回收异常报警

通过模拟操作(例如:源容器内无密封源且距离密封源大于 100 m 时)和目测检查进行验证。

6.3.3 定位精度

6.3.3.1 将安全监控装置置于仅能通过 LBS 进行定位的环境中,在安全监控装置定位系统上测量源容器定位标示位置与实际所处的位置的差值。

6.3.3.2 将安全监控装置置于可通过 GNSS 进行定位的环境中,在安全监控装置定位系统上测量源容器定位标示位置与实际所处的位置的差值。

6.3.4 数据传输

6.3.4.1 通过使 γ 射线探伤机处于非静止状态或者周围剂量当量率发生明显变化时,观察数据上传间隔时间;通过使 γ 射线探伤机在静止状态且周围剂量当量率未发生明显变化时,观察数据上传间隔时间。

6.3.4.2 通过观察上传至系统的数据信息进行验证。

6.3.5 无线通信连接

通过查询使用说明书进行验证。

6.3.6 基础数据元

通过检查上传至系统的数据信息的数据类型取值方式和密封源定位信息归集数据内容进行验证。

6.4 安全性能试验

6.4.1 源容器

6.4.1.1 β 辐射的防护

按 GB/T 14056.1 规定的方法进行检查试验。

6.4.1.2 屏蔽性能

按附录 A 规定的试验方法进行测量和计算。

6.4.1.3 防意外拆卸

通过使用常用工具模拟拆卸 γ 射线探伤机的源容器以及对源组件保持在安全或锁定状态有影响的零部件进行试验。

目测安全监控装置与 γ 射线探伤机是否为一体化结构；通过使用常用工具模拟拆卸进行验证；使用专用工具进行拆卸时，观察其是否向系统发送报警信息。

6.4.2 安全锁

对安全锁进行模拟操作试验。

对安全锁的最易受破坏的部位逐渐施加作用力，且以 10 s 的时间达到 100 N 并保持 5 s 后以 10 s 的时间逐渐释放。按此方法反复进行 10 次试验。

6.4.3 源组件安全锁止装置

源组件安全锁止装置试验方法如下：

- a) 通过模拟操作在源容器上未完成预定动作（例如未打开安全锁）时能否打开源组件安全锁止装置，以及当完成预定动作后打开源组件安全锁止装置是否正常进行验证；
- b) 通过模拟操作源组件（可用模拟源组件代替试验）返回屏蔽状态，观察装置是否将源组件锁止在源容器内；
- c) 通过模拟操作验证密封源是否可在源容器各部件未可靠连接时被送出；
- d) 通过模拟操作验证是否可在源容器处于非屏蔽状态时拆下遥控装置。

6.4.4 源组件位置显示器

源组件位置显示器试验方法如下：

- a) 如源组件位置显示器不在源容器上，通过测量其距源容器的距离进行检验；如显示在源容器上，则在遥控装置的连接方向 5 m 处目测检验；
- b) 通过目测查看在源组件处于屏蔽状态和非屏蔽状态时指示的颜色；
- c) 通过目测查看遥控装置上是否有显示源组件离开源容器的距离的数字显示器；
- d) 通过操作，使源组件离开源容器，观察遥控装置是否有音响提示。

6.4.5 源组件

6.4.5.1 承力

源组件应进行拉力试验，以确定其在使用中的承拉能力。试验时用模拟源组件代替源组件进行试验。试验步骤如下。

- a) 将控制缆与源组件连接，约束固定源组件的另一端，逐渐施加一个拉力于控制缆，要求以 10 s 的时间达 5.4.5.1 规定的拉力并在此拉力作用下保持 5 s。反复试验 10 次。
- b) 将控制缆与源组件连接，约束固定源组件的直径最大的部位（也就是当源组件到达源容器屏蔽状态的过程中，那些常阻止其收回的部位），逐渐施加拉力于控制缆，要求 10 s 的时间达 5.4.5.1 规定的拉力并在此拉力作用下保持 5 s。反复试验 10 次。

注：本试验用的模拟源组件由密封源供应商按源托与密封源的组装工艺要求装配。

6.4.5.2 更换性

随机抽取 10 组~15 组同类型的源组件进行更换,并测量每个更换后的源组件长度,检查每个源组件的长度尺寸与第一个源组件的误差。

6.4.5.3 其他

其他性能试验方法如下:

- a) 通过目测查看源托与密封源的连接方式,是否为两种以上;
- b) 在不使用任何工具的情况下,对源组件与控制缆末端进行连接和断开操作进行验证;
- c) 将源组件(可用模拟源组件代替试验)回收至源容器,通过拆卸和连接遥控装置与源组件进行验证;
- d) 通过模拟常规换源操作进行验证。

6.4.6 手柄及吊装支架

对源容器的手柄或吊装支架的最常用的部位施加一个静态拉力进行试验验证,该静态力应相当于源容器重力的 25 倍。

6.4.7 遥控装置

遥控装置性能验证方法如下:

- a) 通过目测查看控制缆上是否有止动装置,将控制缆与遥控装置连接后,确认止动装置是否能防止脱开;
- b) 通过目测检查是否有标示出源组件运动到曝光位置及其返回的方向;
- c) 在模拟泥泞、沙子的环境条件下,对遥控装置进行验证;
- d) 通过模拟故障(比如送源时发生卡堵),观察电动遥控装置能否使源组件自动回到屏蔽状态且源组件安全锁止装置能正常工作;目测是否有应急装置和(或)应急措施,通过模拟操作验证使源组件能返回到屏蔽状态。

6.4.8 电气安全

6.4.8.1 在额定电压或上限电压运行 γ 射线探伤机,通过拔断插头使设备与电网断开,且设备电源置于最不利的位置上;用残余电压测试仪测量插头各插脚之间或每一插脚与机壳之间在拔断插头后 1 s 时的电压。

6.4.8.2 按 GB/T 15479 规定的试验方法进行绝缘电阻和绝缘强度的测量。

6.5 可靠性试验

6.5.1 整机可靠性

6.5.1.1 疲劳性能

按 B.1 规定的试验方法进行试验。

6.5.1.2 源驱动耐受性能

在 5.5.1.2 规定的试验完成后进行 γ 射线探伤机源驱动试验。所有试验开始前,施加于控制杆的使源组件送出和收回的最大作用力不应超过实际所需的最大作用力的 125%。

注:使源组件送出和收回的实际所需的最大作用力可采用制造商提供的测量数据,也可在试验时通过力矩测量装

置先测出此数据。

6.5.2 源容器的可靠性

6.5.2.1 抗振动

按 B.2.1 规定的试验方法进行试验。

6.5.2.2 抗冲击

按 B.2.2 规定的试验方法进行 P 类源容器的水平冲击试验,按 B.2.3 规定的试验方法进行 P 类源容器的垂直冲击试验,按 B.2.4 规定的试验方法进行 M 类源容器的冲击试验。

6.5.2.3 抗事故跌落

按 B.2.3 规定的试验方法进行试验。

注:若 γ 射线探伤机源容器已按 GB 11806 的规定进行了试验,则不必进行本项试验。

6.5.3 遥控装置的可靠性

按 B.3 规定的试验方法进行试验。

6.5.4 输源管的可靠性

按 B.4 规定的试验方法进行试验。

6.5.5 安全监控装置的可靠性

在源容器按 B.2.1 和 B.2.2 规定的试验方法试验后,对安全监控装置按照 6.3 的试验方法进行试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 γ 射线探伤机的检验分为型式检验和出厂检验。型式检验应随机抽取 3 台~5 台 γ 射线探伤机。每台 γ 射线探伤机出厂前应进行出厂检验。

7.1.2 下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或转产产品;
- b) 正式投产后,当产品的结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 产品长期停产两年以上,恢复生产时;
- d) 国家质量监督机构提出要求时。

7.2 检验项目

γ 射线探伤机检验项目见表 4。

表 4 γ 射线探伤机检验项目

序号	检验项目	评定依据	型式检验	出厂检验
1	外观	5.1	+	+

表 4 γ 射线探伤机检验项目 (续)

序号	检验项目	评定依据	型式检验	出厂检验
2	环境适应性	5.2	+	-
3	安全监控装置基本要求	5.3.1	+	+
4	密封源回收异常报警	5.3.2	+	-
5	定位精度	5.3.3	+	+
6	数据传输	5.3.4	+	+
7	无线通信连接	5.3.5	+	-
8	基础数据元	5.3.6	+	-
9	β 辐射的防护	5.4.1.1	+	-
10	屏蔽性能	5.4.1.2	+	+
11	防意外拆卸	5.4.1.3	+	+
12	安全锁	5.4.2	+	+
13	源组件安全锁止装置	5.4.3	+	+
14	源组件位置显示器	5.4.4	+	+
15	源组件	5.4.5	+	+ ^a
16	手柄及吊装支架	5.4.6	+	-
17	遥控装置	5.4.7	+	+
18	电气安全	5.4.8	+	-
19	疲劳性能	5.5.1.1	+	-
20	源驱动耐受性能	5.5.1.2	+	+ ^b
21	抗振动	5.5.2.1	+	-
22	抗冲击	5.5.2.2	+	-
23	抗事故跌落	5.5.2.3	+	-
24	遥控装置的可靠性	5.5.3	+	-
25	输源管的可靠性	5.5.4	+	-
26	安全监控装置的可靠性	5.5.5	+	-

注：“+”为必做项目，“-”为选做项目。

^a 只对源组件的互换性进行检验。

^b 按图 B.1 的要求进行连接和布置,用模拟源代替进行源驱动试验,只检查源驱动过程是否顺畅有无卡滞现象。

7.3 合格判定

7.3.1 型式检验仅第一项允许返修,包含返修的所有项目全部检验合格后判定为合格。

7.3.2 出厂检验所有项目全部检验合格后判定为合格。

8 标志、包装、运输、贮存和使用

8.1 标志

8.1.1 产品标志

在每台 γ 射线探伤机的源容器或永久性固定在源容器的铭牌或源组件上,应给出以下内容的永久性标志:

- 基本电离辐射符号(见 GB 18871);
- 源容器的最大活度值,用“Bq”为单位表示,如:3.7 TBq;
- 执行标准编号;
- 制造商名称、设备类型和出厂编号;
- 源容器种类或类别;
- 源容器的总质量;
- 贫铀屏蔽体的质量(若采用)和“内有贫化铀”的字样;
- 每个源托或密封源清晰标记表示放射性的字样(即“放射性”字样或电离辐射符号)、制造商识别标志和源托的出厂编号及类型。

8.1.2 密封源标志

密封源标志应包括以下内容:

- 放射性核素的化学符号和质量数;
- 活度值及其测定日期,活度值以“Bq”为单位表示;
- 密封源的编号;
- 密封源制造商名称。

注:密封源标志由密封源制造商提供并在每次 γ 射线探伤机装源后固定在源容器的连接接口处。

8.1.3 包装标志

产品包装应满足如下要求:

- 放射性物品包装标志符合 GB 190 的要求;
- 产品包装箱外表面标明制造商名称、产品型号及名称、收货单位和地址、包装箱序号、体积、质量等。

8.2 包装

除源容器外的 γ 射线探伤机其他部件,可采用牢固的木箱或金属箱,内装物之间应予以固定,不允许相互碰撞。对 γ 射线探伤机的源容器及密封源应按照 GB 11806 的要求进行包装。

8.3 运输

γ 射线探伤机的源容器及密封源的运输,应符合 GB 11806 的要求。

8.4 贮存

γ 射线探伤机的贮存和使用应符合以下要求:

- γ 射线探伤机的贮存地及房间入口处有符合 GB/T 18871 规定的电离辐射标志,并注有“注意

(或危险)!放射性物质”等字样;

- b) γ 射线探伤机的贮存场地有防盗设施;
- c) γ 射线探伤机的贮存场地温度在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) γ 射线探伤机的贮存场地无腐蚀性气体和通风良好;
- e) γ 射线探伤机的贮存场地避免雨淋或浸水。

9 随行文件

γ 射线探伤机应提供以下文件,供操作者使用。

- a) 产品合格证。
- b) 使用说明书,至少包含以下内容:
 - 操作说明;
 - 检查、保养和维修说明。
- c) 密封源更换说明。

附 录 A
(规范性)
屏蔽性能试验方法

A.1 试验目的

本试验目的是测量源容器在装载最大额定值的密封源并处于锁定状态时的泄漏剂量率,以保证其周围剂量当量率符合表 3 的要求。

A.2 试验方法

本试验应按以下步骤进行:

- a) 将源容器装载已知活度的密封源,并将源容器置于锁定状态且装好保护帽、保护塞等保护装置;
- b) 按 GB/T 14056.1 规定的方法对源容器表面进行污染检查;
- c) 用 X 射线胶片或有效截面积小于 10 cm^2 的 γ 射线检测仪测量源容器表面的周围剂量当量率,要求测量 5 点并计算平均值;
- d) 用有效截面积小于 10 cm^2 且线尺寸不超过 5 cm 的 γ 射线检测仪测量距源容器表面 50 mm 处的周围剂量当量率,要求测量 5 点并取最大值;
- e) 用有效截面积小于 100 cm^2 且线尺寸不超过 20 cm 的 γ 射线检测仪来测量距源容器表面 1 m 处的周围剂量当量率,要求测量 5 点并取最大值;
- f) 将上述测量计算的平均值用外推计算的方法计算得出容器装载最大额定活度密封源时的周围剂量当量率,其结果应符合表 3 的要求。

周围剂量当量率检测应选取屏蔽厚度最小及连接操作部位作为测量点,或利用 γ 射线检测仪对源容器周围进行巡回测试并选取 5 个最大的读数来计算平均值。

应根据测量仪器的灵敏度和密封源的最终使用的最大活度进行外推计算。

对 F 类源容器,不需要测量其不能接近的位置的周围剂量当量率。

附录 B
(规范性)
可靠性试验方法

B.1 疲劳试验

B.1.1 试验原理

本试验的目的是验证 γ 射线探伤机各部件由屏蔽状态转换到工作状态及由工作状态转换为屏蔽状态的过程中的抗疲劳能力和耐磨性,特别是源组件安全锁止装置、源组件与遥控装置间的连接件和相关的指示器。

本试验通过反复交替的正向和反向操作来实现。在每次操作循环中,源组件安全锁止装置均能释放源组件并由屏蔽状态运动到工作状态然后返回到屏蔽状态。

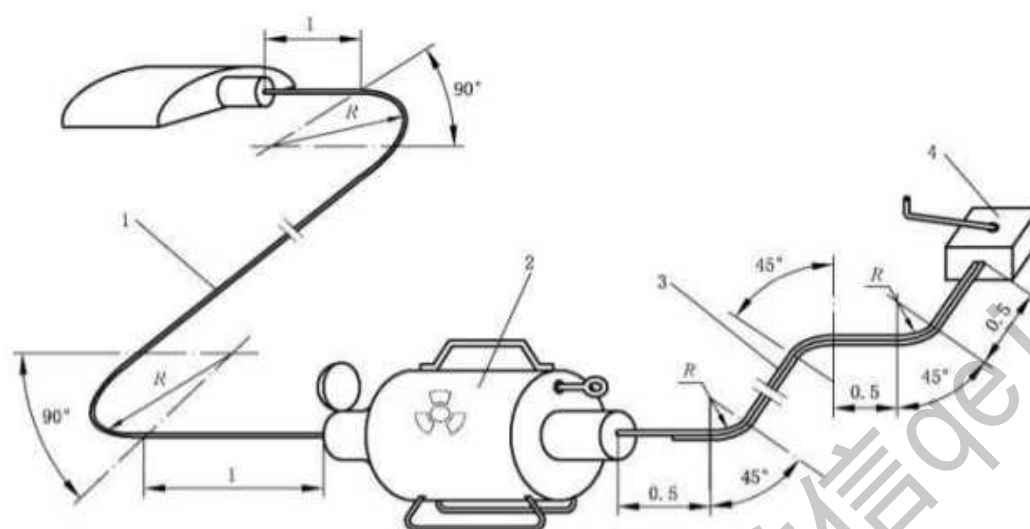
疲劳试验时,源组件的运动速度应满足下列要求:

- a) 对Ⅰ类 γ 射线探伤机,最小运动速度为 30 r/min 或每个全循环的时间为 1 s(采用两者中较快的速度进行试验)。在试验中速度保持恒定且只能在每个操作全循环完成一半时停止。
- b) 对Ⅱ类 γ 射线探伤机,试验最小运动速度为 0.75 m/s。在试验中速度保持连续且只能在每个操作全循环完成时停止。
- c) 试验过程的作用力是 6.5.1.2 中源驱动耐受试验测得的作用力的两倍。

B.1.2 试验步骤

本试验按以下步骤进行。

- a) 对Ⅱ类 γ 射线探伤机,首先连接源容器与输源管及遥控装置,然后按图 B.1 的要求进行布置,长度可作适当调整;源移动长度应采用制造商推荐的最大值。



标引序号说明：

- 1——输源管；
- 2——源容器；
- 3——控制缆导管；
- 4——遥控装置；
- R——弯曲半径。

图 B.1 疲劳和源驱动试验布置示意图

遥控装置按下列方式布置：

- 对控制导管长度大于 3 m 的遥控装置，应以 45° 弯曲 3 处使控制导管处于两个高度相差 1 m 的水平面和斜面内；
- 对控制导管长度小于 3 m 的遥控装置，应满足上述布局要求，必要时可同时减少直线段的长度；
- 控制导管允许的最小弯曲半径由制造商规定。

输源管按下列方式布置：

- 对长度大于 3 m 的输源管，应在水平面内以 90° 弯曲 2 处；
- 对长度小于 3 m 的输源管，应在水平面内以 90° 弯曲 1 处；
- 输源管允许的最小弯曲半径由制造商规定。

f) 按表 B.1 规定的操作类型及次数进行试验。

表 B.1 疲劳试验的操作类型及次数分布

序号	操作类型	次数
1	正常操作循环	50 000
2	应急操作循环(若有)	10
3	总次数	50 010

对 I 类 γ 射线探伤机，正常操作循环是指设备从屏蔽状态转换到工作状态和由工作状态回到屏蔽状态。

对Ⅱ类 γ 射线探伤机,正常操作循环是指使源组件由屏蔽状态转换到工作状态和使源组件由工作状态回到屏蔽状态。

应急操作循环次数适用于非手动操作的遥控装置。

最初的10 000次操作循环中试验不应中断,且在整个试验过程中,对 γ 射线探伤机的常规维护(仅指润滑和清洁)的次数不应超过4次。

当制造商设计文件有规定时,在完成两倍于源组件寿命的操作次数后,允许对源组件及其连接件进行维护,但此循环次数不少于10 000次。否则不允许在50 000次操作循环结束前对源组件及其连接件进行维护。

B.2 源容器的可靠性试验

B.2.1 振动试验

B.2.1.1 试验原理

本试验的目的是确定源容器的固有频率并研究其变化,以确定源容器在运输过程中耐振动的能力,采用的振动条件和参数值应与正常运输状况一致。

注:固有频率定义为其机械共振频率且偏离B.2.1.4.2 b)规定的最大加速度的30%,该频率将导致各零部件的装配连接的缺陷或其他方面的响应(如:碰撞噪声、内部的撞击声)。

B.2.1.2 试验设备

配有坚硬木质平台的振动机,该机能沿3个相互垂直轴的方向对源容器进行振动试验。

B.2.1.3 试验装配

B.2.1.3.1 源容器应装载模拟源组件并处于锁定状态,且装好保护盖、保护塞等保护装置,但去掉遥控装置和输源管。

B.2.1.3.2 将源容器基底固定在振动机平台上,使它与平台之间不会作相对的独立运动。

B.2.1.3.3 加速度计不应布置在铆接构件上及其附近位置,也不应布置在有旋转或平移机构的装置上(如:旋转门或移动门)。

B.2.1.4 试验要求

B.2.1.4.1 试验内容

每个试验应沿两个垂直轴连续进行,试验内容包括:

- a) 扫频振动试验;
- b) 固有频率处的振动试验;
- c) 振动耐受试验。

B.2.1.4.2 扫频振动试验

源容器应沿两个垂直轴方向进行激烈振动(对Ⅱ类 γ 射线探伤机,源组件的运动方向应与其中一轴平行),扫频过程应连续(频率根据时间而连续变化)以防止频率突然增大而产生不真实的固有频率。振动的激烈性应根据以下3个方面的参数来确定:

- a) 频率范围:(10 \pm 1)Hz~(150 \pm 3)Hz;
- b) 最大加速度:9.8 m/s²;
- c) 作用时间:以每分钟1倍频程(10%的误差范围内)的扫频速率完成每个扫频循环(频率由10 Hz变化到150 Hz并回到10 Hz的范围)。

B.2.1.4.3 固有频率下的振动试验

源容器应以扫频振动试验中获得的固有频率和最大加速度进行试验。试验参数如下：

- a) 最大加速度： 9.8 m/s^2 ；
- b) 试验时间： $(30 \pm 1) \text{ min}$ ；
- c) 固有频率误差：不超过 $\pm 10\%$ 。

若沿相同轴测出几个固有频率，则试验时间应平均分配给各固有频率（每轴不超过 3 个固有频率）。

B.2.1.4.4 振动耐受试验

源容器应以扫频振动试验进行振动耐受试验。若已完成固有频率处振动试验的，则应进行 15 个扫频循环的试验；若未探测出固有频率的，则应进行 25 个扫频循环的试验。

B.2.2 冲击试验

B.2.2.1 基本要求

本试验应对已完成振动试验的源容器进行。

本试验的目的是模拟 γ 射线探伤机可能受到的冲击以检验其对冲击的耐受能力，包括搬运时与障碍物碰撞而受到的水平冲击或通过障碍物上方意外落下而受到的垂直冲击。

B.2.2.2 P 类源容器的水平冲击试验

B.2.2.2.1 试验设备

试验靶应由一具有平坦的垂直端面（棱边圆角成 R_1 ）、直径为 50 mm、长为 300 mm 且水平放置的钢棒构成，该钢棒被固定或焊接在 10 倍于源容器质量的刚体上。

试验用悬挂装置应能使源容器在冲击前不产生绕铅垂轴的旋转。

B.2.2.2.2 试验步骤

首先在源容器上选出因冲击而对辐射安全影响最大的表面；然后将源容器悬挂在某一固定点，该固定点能保证源容器静止时选定的表面刚好与试验靶接触；再将源容器的重心抬高 100 mm 后释放源容器使之以钟摆运动方式正对着试验靶摆动。

对每个选定的表面均进行试验，且重复试验 20 次。

B.2.2.3 P 类源容器的垂直冲击试验

B.2.2.3.1 试验设备

刚性试验靶（如：钢或混凝土）应由 10 倍于被试源容器质量且有平坦水平表面的刚性块和覆盖在平坦水平表面的厚度为 25 mm 的坚硬胶合板（七层板或九层板）组成，胶合板应符合 GB/T 12626.1 的规定。

B.2.2.3.2 试验步骤

将源容器从高出其正常搬运位置 150 mm 处跌落在刚性试验靶上，重复试验 100 次。

B.2.2.4 M 类源容器的冲击试验

B.2.2.4.1 将源容器放在其搬运小车或其他易运动的装置上，以至少 1 m/s 的速度运动并从 150 mm

高的台阶自由落下(台阶的边缘不会因此项操作而变形)。

B.2.2.4.2 源容器跌落撞击的地面应是坚硬的(如:混凝土或石板地面)。若地面不是坚硬的(如:木板或平整的泥土地面),则应铺一层 10 mm 厚的钢板。

B.2.2.4.3 重复试验 100 次。

B.2.3 事故跌落试验

B.2.3.1 试验原理

本试验的目的是使源容器在模拟事故情况下自由落下,以确保源组件不会因跌落而产生事故照射。源容器应处于锁定状态且装好了保护帽、保护塞等保护装置。

本试验应使源容器单独跌落在一个靶上。

B.2.3.2 试验步骤

B.2.3.2.1 源容器应落在靶上,以对辐射安全产生最大的影响。

B.2.3.2.2 跌落高度应为 1.2 m。跌落高度是指从容器最低点到靶的最上表面的距离。

B.2.3.2.3 试验用靶应有一平坦水平的表面,以保证当靶受到源容器冲击而产生抗位移和抗变形的强度增加不会增大对源容器的损伤。该靶平面的各方向尺寸应比跌落试样大 500 mm,且应接近于立方体。

注:此试验用靶的一个例子是将一块钢板放在一混凝土块上。该混凝土块的质量至少为跌落试样的 10 倍且放置在坚实的土基上。混凝土块上钢板的厚度至少为 12.5 mm 且用湿浮法浮注在混凝土上,以使其与混凝土紧密接触。

B.3 遥控装置的可靠性试验

B.3.1 挤压和弯曲试验

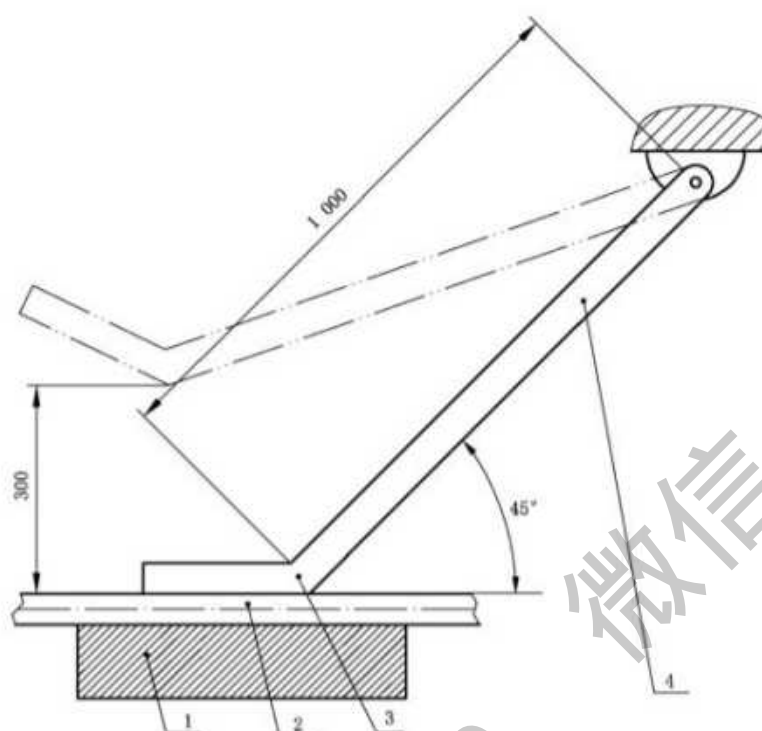
B.3.1.1 试验原理

本试验是模拟装有控制缆的导管受到人脚后跟的挤压和弯曲的情况。

B.3.1.2 试验设备

试验表面为质量 150 kg 的水平平板,该表面应在没有被试件时不会在钢性踵板的作用下发生变形。

试验装置由能绕其顶端摆动的曲柄、连接在曲柄底部的 70 mm×70 mm 的钢性踵板组成。钢性踵板的水平棱边圆角成 R_1 ,垂直棱边圆角成 R_2 (见图 B.2)。踵板和曲柄的质量为 15 kg。若对刚性导管进行试验则应增加两件钢棒,每个钢棒的直径为 50 mm,长度为 300 mm。



- 标引序号说明：
- 1——试验表面；
 - 2——测试导管；
 - 3——踵板；
 - 4——试验曲柄。

图 B.2 挤压试验装置示意图

若控制导管为组合导管时，试验表面应有安全监控装置以防止导管在冲击时发生相对运动。安全监控装置具有以下两项特性：

- a) 其长度大于两个踵板的长度；
- b) 其高度是并列导管高度的 0.5 倍~0.75 倍，并是重叠导管高度的 1.5 倍~1.75 倍。

B.3.1.3 试验步骤

B.3.1.3.1 对柔性导管，将装有控制缆的导管平铺在试验表面上，将踵板放在导管的一点。对刚性导管，将两根试验钢棒以 0.5 m 的间距相互平行地放在曲柄两侧，将刚性导管垂直于试验钢棒的方向放在钢棒上，将踵板放置在试验钢棒之间导管的中间位置。

B.3.1.3.2 抬起曲柄使踵板底面高出导管表面 300 mm，然后使曲柄自由摆动落下。在导管上随机选取 10 个试验点，对每个点进行一次此试验。

B.3.1.3.3 对组合导管，应对已插入控制缆的两导管的以下随机点进行试验，试验过程中，导管均由安全监控装置进行侧向定位：

- a) 并列排列式导管的 5 个随机点，在每个随机点踵板应同时落在两根导管上；
- b) 重叠排列式导管的 5 个随机点，在每个随机点踵板应落在上面的导管上。

B.3.2 扭折试验

B.3.2.1 试验目的

本试验的目的是使遥控装置遭受因铺设扭折力而引起的扭折应力。

B.3.2.2 试验步骤

B.3.2.2.1 将装有控制缆的控制导管呈直线地铺设在水平平面上,固定导管的一端以使其在试验中不能产生任何形式的运动。

B.3.2.2.2 将控制导管圈成一个半径为 500 mm 的圆环,沿着原先轴线方向以 2 m/s 的速度拉动控制导管的自由端(不允许其旋转),直到圆环消失且控制导管呈直线状态。

B.3.2.2.3 以控制导管上的 10 个等距离点为试验点,每个点重复此试验 10 次。每个试验点应是每次试验圆环的起点。

B.3.3 拉力试验

B.3.3.1 试验原理

本试验的目的是模拟控制导管的各构件、控制缆及其连接件和控制机构等在使用中受到的拉应力。

B.3.3.2 试验步骤

B.3.3.2.1 将控制缆导管与控制机构装配好,并按以下步骤进行:

- a) 固定控制机构使其在试验中不会移动,但不锁死控制柄;
- b) 对与源容器相连的控制导管末端施加 500 N 的作用力,并持续 30 s;
- c) 重复试验 10 次。

B.3.3.2.2 将控制缆导管与控制机构装配好,并按以下步骤进行:

- a) 固定控制机构使其在试验中不会移动,并锁死控制柄;
- b) 将模拟源组件与控制缆连接好;
- c) 对模拟源组件末端施加 1 000 N 的作用力,并持续 10 s;
- d) 重复试验 10 次。

B.4 输源管的可靠性试验

B.4.1 挤压和弯曲试验

B.4.1.1 试验原理

本试验是模拟输源管受到人脚后跟的挤压和弯曲的情况。

B.4.1.2 试验设备

采用 B.3.1.2 规定的试验设备。

B.4.1.3 试验步骤

采用 B.3.1.3 规定的试验步骤。

B.4.2 扭折试验

B.4.2.1 试验原理

本试验的目的是使输源管受到扭折应力,该应力是在使用铺设中因扭折力而引起的。

B.4.2.2 试验步骤

按以下步骤进行试验。

- 将输源管(无连接接头)放置在间距不超过输源管外径 5 倍的两个相互平行的平板之间,将输源管圈一个环并固定其一端。
- 沿环的切线方向施加一个牵引力于输源管的自由端以减小环的直径。施加牵引力时,通过测力计测量使该力在 5 s 的时间内达到 200 N 并保持 10 s。
- 重复试验 10 次,每次试验后应使圆环恢复到初始状态。
- 若输源管由不同的部分连接组成,对含连接头的圆环重新进行试验。圆环按 a) 所示的方式圈成,以使连接头和交叉点彼此相对。

B.4.3 拉力试验

B.4.3.1 试验原理

本试验的目的是模拟输源管在使用中受到的拉应力,仅对 P 类和 M 类源容器使用的输源管进行试验。

B.4.3.2 试验步骤

按以下步骤进行试验。

- 连接输源管与源容器,固定源容器以使其在试验中不发生运动。
 - 施加 500 N 的牵引力于输源管的最末段。若此最末段与曝光头连接在一起则将牵引力施加于曝光头。持续保持牵引力 30 s。
 - 重复试验 10 次。
-