

核安全文化宣贯推进专项行动系列教材之一

核技术利用法规标准汇编

第二篇 标准汇编

(第二分册 工业应用类)

环境保护部 (国家核安全局)

2014年11月

目 录

GB10252-2009 γ 辐照装置的辐射防护与安全规范	1
GB17568-2008 γ 辐照装置设计建造和使用规范	19
HAD401/07-2013 γ 辐照装置退役	42
GBZ117-2006 工业 X 射线探伤放射卫生防护标准	63
GBZ132-2008 工业伽玛射线探伤放射防护标准	74
GBZ175-2006 γ 射线工业 CT 放射卫生防护标准	88
GB/T14058-2008 γ 射线探伤机	97
GBZ125-2009 含密封源仪表的放射卫生防护要求	120
GBZ118-2002 油(气)田非密封型放射源测井卫生防护标准	132
GBZ142-2002 油(气)田测井用密封型放射源卫生防护标准	141
GBZ127-2002 X 射线行李包检查系统卫生防护标准	152
GBZ143-2002 集装箱检查系统放射卫生防护标准	158
GBZ177-2006 便携式 X 射线检查系统放射卫生防护标准	170
GB22448-2008 500KV 以下 X 射线探伤机防护规则	179



中华人民共和国国家标准

GB 10252—2009
代替 GB 10252—1996

γ 辐照装置的辐射防护与安全规范

Regulations for radiation protection and safety of
gamma irradiation facilities

2009-06-19 发布

2010-06-01 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 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 辐射与污染控制 2

5 辐射工作场所的划分 2

6 辐射防护与安全设计 2

7 辐照装置的环境评价 3

8 辐射安全管理 3

9 辐射安全检测 4

10 放射源的管理..... 5

11 辐照装置的退役..... 5

12 事故应急..... 6

附录 A (资料性附录) 辐照室屏蔽与防护设计计算 7

附录 B (规范性附录) 有害气体浓度限值及监测 12

附录 C (资料性附录) 有害气体的产生和扩散的计算 13

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准代替 GB 10252—1996《钴-60 辐照装置的辐射防护与安全标准》。

本标准与 GB 10252—1996 相比,主要变化如下:

- 标准的名称由《钴-60 辐照装置的辐射防护与安全标准》改为《 γ 辐照装置的辐射防护与安全规范》;
- “范围”一章增加了一些包括的内容,扩大了适用范围;
- “规范性引用文件”全部作了修改;
- 增加了“术语和定义”一章;
- “辐射与污染控制”作了部分修改;
- 删除了原“工作场所的划分与要求”一章中“非限制区”一条;
- 增加了“辐射防护与安全设计”一章;
- 增加了“辐照装置的环境评价”一章;
- 原“辐射防护与安全管理”改为“辐射安全管理”;
- 删除了原“辐射防护与安全技术要求”和“辐照装置的安全分析”两章;
- 原“辐射源的清点与盘存”改为“放射源的管理”;
- 将原“辐射防护与安全检测内容”与“辐射监测”合并改为“辐射安全检测”;
- 增加了“辐照装置的退役”一章;
- 原“事故与应急中的辐射防护”改为“事故应急”;
- 增加了附录 A 和附录 C,推荐了辐射防护及有害气体的计算数学模式。

本标准是 GB 17568《 γ 辐照装置设计建造和使用规范》的支持性标准。

本标准的附录 B 是规范性附录,附录 A、附录 C 是资料性附录。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:北京三强核力辐射工程技术有限公司、环境保护部核与辐射安全中心、北京市射线应用研究中心。

本标准主要起草人:王传祯、周启甫、刘怡刚、刘秋蓉、范深根、张赫瑚、陈坚、彭伟、付杰。

本标准于 1988 年 12 月首次发布,1996 年 12 月第一次修订,本次为第二次修订。

γ 辐照装置的辐射防护与安全规范

1 范围

本标准规定了采用 I 类放射源的 γ 辐照装置的辐射与污染控制、辐射工作场所的划分、辐射防护与安全设计、辐照装置的环境评价、辐射安全管理、辐射安全检测、辐照装置的退役以及事故应急等要求。

本标准适用于采用 I 类放射源的 γ 辐照装置的选址、设计、建造、运行和退役的辐射防护与安全。

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 3095 环境空气质量标准

GB 17568 γ 辐照装置设计建造和使用规范

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准(IAEA 安全系列, NEQ)

HJ/T 2.2—1993 环境影响评价技术导则

3 术语和定义

GB 17568 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

辐照室 irradiation room

辐照装置内由辐射屏蔽体围封着、进行辐射加工且在工作状态时由于安全联锁措施人员不能进入的空间。

3.2

贯穿辐射 penetrating radiation

在物质中穿透本领强的辐射，一般指 γ 辐射、X 辐射和中子辐射等。本标准特指辐照室屏蔽墙外表面、屋顶和贮源水井的水表面处透射出的 γ 辐射。

3.3

安全联锁 safety interlock

辐照装置的重要安全控制系统，其中有关部件的动作是相互关联的，每个部件的动作都受到预先规定的状态和(或)条件控制，只要其中任一组件的任何状态和(或)条件不满足预先的规定，就可阻止辐照装置的放射源从贮存状态投入使用，或使已投入或正在投入使用的放射源立即恢复到贮存状态，或可阻止人员进入辐照装置的辐照室使其免受照射。

3.4

环境影响评价 environmental impact assessment

对源的利用或某项实践可能对环境造成的影响所进行的预测和估计，包括对源或实践的规模与特性的概述，对场址或场所环境现状的分析，以及对正常、异常和事故情况下可能造成的环境影响或后果的分析。

3.5

许可证 license

国务院环境保护主管部门在安全审评基础上颁发的、并附有其持有者要遵守的特定要求和条件的

辐射安全许可证书。

3.6

退役源 decommissioning source

达到制造厂家规定的使用寿命或发现放射性核素泄漏或许可证持有者预期不再使用的放射源。

4 辐射与污染控制

4.1 个人剂量控制

4.1.1 辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应按照 GB 18871—2002 的要求。

4.1.2 在辐照装置工程设计、运行和退役时,辐射防护的剂量约束值规定为:

- a) 辐射工作人员个人年有效剂量值为 5 mSv;
- b) 公众成员个人年有效剂量值为 0.1 mSv。

4.2 放射性污染的控制

4.2.1 贮源井水中⁶⁰Co 的放射性活度浓度应控制在 10 Bq/L 以下。

4.2.2 贮源井水排放应满足下列要求:

- a) 每月排放到下水道的⁶⁰Co 总活度不应超过 1×10^6 Bq;
- b) 每一次排放的⁶⁰Co 总活度不应超过 1×10^5 Bq,并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗;
- c) 经监管部门批准后方可排放。

4.2.3 按照 GB 18871—2002 表 B.11,工作人员的衣、体表及工作场所的设备、工具、地面等表面 β 放射性物质污染控制水平见表 1。

表 1 表面 β 放射性物质污染控制水平

单位为贝可每平方米

表面类型		β 放射性活度
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-1}

4.2.4 工作场所内的设备与用品,经去污后,其污染水平低于 0.8 Bq/cm^2 时,经有资质的机构测量并经监管部门许可后,可作普通物件使用,但不应用于炊具。

5 辐射工作场所的划分

按照 GB 18871—2002 中 6.4 的规定,辐照装置的辐射场所分为:

- a) 控制区:辐照室和迷道;
- b) 监督区:货物装卸区域、辐照室屋顶、控制室、通风间、设备间、水处理间等区域。

6 辐射防护与安全设计

6.1 屏蔽

6.1.1 屏蔽的设计应保证辐照室辐射屏蔽的完整性和安全性。对于辐射屏蔽薄弱的部位(如排风和穿墙孔道等),应有防止漏束的补偿措施;辐照室屋顶厚度设计应同时考虑贯穿辐射和天空散射;迷道设计应使迷道口外辐射工作人员受照剂量满足 4.1.2 的要求;在最大设计装源量时,屏蔽体外表面剂量水平也应满足 4.1.2 的要求。

6.1.2 贮源水井(包括副井)的设计应保证贮源水井辐射屏蔽的完整性和安全性。井内设备和井覆面

应选用耐腐蚀性好的不锈钢材料,并保证好的密封性能和一定的承重能力;水池底部不应有贯穿件(如管道、管塞)。通过水池壁的任何贯穿件都应低于正常水位不少于 30 cm。

确保在最大设计装源活度时,水井上方剂量水平应满足 4.1.2 的要求。

6.1.3 屏蔽设计计算参数及计算模式参见附录 A。

6.2 辐照装置安全系统

6.2.1 辐照装置安全系统的设计应遵循纵深防御原则,并满足 GB 17568 的相关要求。

6.2.2 安全设施应确保:

- 所有的安全设施处于有效、正常的状态;
- 升源前无人误留于辐照室,如发生误留能够自救;
- 放射源不在安全位时,人员不能进入辐照室;
- 贮源水井有水位指示,当水位降至临界安全水位时报警并及时补水;
- 水处理系统安全有效,水质达到要求;
- 人员不能跌入井内;
- 放射源具有充分的机械保护,避免被碰撞。

6.3 有害气体

6.3.1 辐照分解产生的臭氧和其他有害气体的浓度值不超过允许值,其控制浓度和监测要求见附录 B。

6.3.2 臭氧的产生和排放,其计算模式和参数参见附录 C。

7 辐照装置的环境评价

7.1 业主在建造 γ 辐照装置之前,应当编制包括辐射安全分析内容的环境影响评价文件,并依照国家规定程序报批。

7.2 辐射安全分析应包含正常工况和事故工况下的分析。

8 辐射安全管理

8.1 辐照装置监管

8.1.1 辐照装置的选址、设计、建造、运行和退役均应按照相关法规要求,向监管部门提出申请,经认可或批准后方可实施。

8.1.2 辐照装置设计最大装源量增加或涉及装置辐射安全的设施有变化时,业主应向监管部门提出申请,经对其辐射防护和安全认证后方可实施。

8.2 业主的辐射安全职责

业主对辐照装置的辐射安全负有全部责任,应制定辐射防护与安全大纲,指定辐射防护负责人,配备或聘用合格专家。

8.3 辐射防护负责人

业主应设置辐射防护与安全机构,并指定辐射防护负责人,且赋予其相应权利,如果运行需要和辐射安全之间存在潜在冲突时,优先考虑辐射安全的需要。

辐射防护负责人职责包括:

- 向所有操作人员、维修人员和其他相关的人员提供操作说明书,进行培训考核并确认他们已经掌握、遵守这些操作说明;
- 控制区入口通道的管理;
- 保证辐射工作人员受照剂量满足 4.1.2 要求;
- 安排辐射监测仪器的检定;
- 检查放射源的记录及其设备的维修记录;

- 制定辐射安全检测方案并组织实施；
- 监督个人剂量计的分发和回收,评价剂量监测结果；
- 组织并实施定期安全检查程序；
- 出现辐射安全问题及时上报；
- 制定应急预案,安排周期性演练,确保其适宜性和有效性；
- 编写辐照装置安全和防护状况的年度评估报告。

8.4 合格专家

8.4.1 业主应聘请具有5年以上辐射安全管理经历,且有专业背景和高级职称的人员担任合格专家。合格专家就辐射安全有关范围内的审管问题提出建议,不承担应属于业主的责任。

8.4.2 合格专家应在业主需要时提供下列建议和帮助：

- 辐射防护的最优化；
- 剂量测量和辐射监测；
- 超剂量照射事件的调查；
- 人员培训；
- 辐射安全评价和应急预案；
- 新建、改建、扩建的辐照装置计划；
- 质量管理；
- 紧急事故处理。

8.5 安全文化

业主应培植和保持良好的安全文化,保证：

- 制定将辐射防护与安全放在第一位的方针和程序；
- 及时发现和解决影响辐射防护与安全的问题,采用的方法要与问题重要性相符合；
- 明确相关人员(包括高级管理人员)的辐射防护与安全责任,辐射工作人员都应经过培训并具有相应资格；
- 明确辐射防护与安全决策的权责关系；
- 组织安排并建立有效的通信渠道,保持辐射防护与安全信息在业主各级部门内和部门间的畅通。

9 辐射安全检测

9.1 常规日检查应至少包括下列内容：

- a) 工作状态指示灯；
- b) 辐照室安全联锁控制显示状况；
- c) 升降源和输送系统状况；
- d) 个人报警剂量仪和便携式剂量监测仪；
- e) 贮源井水位；
- f) 通风系统。

9.2 常规月检查应至少包括下列内容：

- a) 辐照室内固定式辐射监测仪。
- b) 紧急降源系统。
- c) 升降源和导向钢丝绳、输送系统。如果绳缆出现使用过度现象,应进行更换。
- d) 补水时应检查补水量是否正常。如异常,应检查水井是否泄漏,并检查补水供给系统的运行状况。

9.3 常规半年检查应至少包括下列内容：

- a) 配合年检修的检测；
- b) 水质及污染检测；
- c) 环境辐射水平；
- d) 全部设备和自控系统。

9.4 辐照装置换源或加源时的检测应至少包括下列内容：

- a) 贮源井井水的水质及放射性水平；
- b) 放射源的数量；
- c) 装源容器表面剂量率及污染状况；
- d) 装卸源工具及吊装设备状况；
- e) 操作人员的个人剂量。

9.5 辐照装置装源后的检测应至少包括下列内容：

- a) 装源 24 h 后井水的放射性水平；
- b) 源在工作位置时,对工作场所及周围环境的剂量监测；
- c) 源在贮存位置时,对贮源井上方和辐照室的剂量监测。

9.6 营运单位应做好以上安全检测,采用规范化表格记录,并进行年度评估。记录应保存至辐照装置退役。

10 放射源的管理

10.1 转入放射源的单位应持有使用许可证,填写放射性同位素进口或转让审批表,经监管部门批准后方可转入。

10.2 装源前后应清点并做好详细的台帐登记(包括放射源的类型、数量,每一枚源的编码、活度及日期、在源架的位置等),装源人员、辐射防护负责人和主管人员签字,记录保存至装置退役。

10.3 每年应检查源架上的放射源有无脱落,做好记录。

10.4 退役源在送贮或返回生产厂后,应办理备案手续并进行记录(包括放射源的编码、活度及日期、去向和送贮日期)。该记录应保存至辐照装置退役。

10.5 放射源使用年限已达到其生产厂家规定的安全使用期限的应令其退役并及时送贮。

10.6 辐照装置业主对放射源的安全和保安负责,其职责应包括：

- a) 特别关注退役放射源的保安；
- b) 丢失、被盗或失踪放射源应按照监管要求报告相关部门。

11 辐照装置的退役

11.1 使用寿命

辐照装置使用寿命为 40 a。

11.2 延期运行

若达到寿期但业主要求延期的,应向监管部门提交延期使用的安全评估报告和其他支持性资料,经评审批准后,方可延期运行。

11.3 强制退役

对各种原因受损无法修复的装置应强制其退役。

11.4 退役实施

辐照装置退役前应移出装置内的放射源。放射源移走后,应由有资质的单位编制环境影响评价文件,经监管部门批准后实施退役。

12 事故应急

12.1 辐照装置业主应制定事故应急预案,其中包括最大可信事故分析、应急程序等。

12.2 辐照装置一旦发生事故,应根据不同情况立即按照应急预案的要求采取相应响应行动。发生事故后要按相关规定要求及时报告。

12.3 参与事故应急处理的人员,应携带个人剂量报警仪,并佩带相适应的个人剂量计。操作全过程要有辐射防护人员进行监测和记录。

12.4 在事故应急处理时要控制放射性污染。对超过排放标准的污染水,要净化处理达到 4.2.2 的要求后方可排放。

12.5 业主应保证所有必需的应急物资在应急情况下可以正常使用,包括:

- 适当的和功能正常的巡测仪,测量剂量率和放射性污染;
- 直读式个人剂量报警仪;
- 个人剂量计;
- 屏蔽材料和警告标志;
- 通信设备;
- 巡测仪备用电池、照明用具;
- 文具纸张,包括事故日志;
- 设备手册;
- 应急程序副本。

应急物资应该放在标签清晰、容易取出的橱柜里。橱柜上应附有应急物资清单。应定期核查或使用后立即核查,保证所有仪器存在而且功能正常或者作必要的替代。

12.6 受照人员处理及医疗处置等,应按照相关规定处理。

12.7 事故处理过程中产生的污染物应按有关规定处理。

12.8 事故及处理过程要详细记录并长期保存。

12.9 应急预案应定期复查,间隔不超过 12 个月。如运行状态发生改变或类似的辐照装置发生事故后,应根据情况复查应急预案。复查应确保:

- 人员名单,联系方式等是最新的;
- 应急设备性能完好、物资齐全;
- 处理可预测事件的程序是适时的。

12.10 所有参加应急预案的人员应接受培训,以确保其有效执行任务。培训应包括熟悉、理解应急预案,学习使用应急物质,还包括回顾以前事故的教训。复训应选择适当的间期开展并作记录。

12.11 在适当间隔时间内安排工作人员进行应急培训演练。通过演练评估应急预案的适用性及有效性。如有必要,要修改演练程序和应急预案。

附录 A (资料性附录)

辐照室屏蔽与防护设计计算

A.1 辐照室屏蔽墙厚度的确定

对于 γ 辐照装置而言,放射源是由许多根棒状源组成的一个板源,通常对于 1.85×10^{16} Bq(50 万居里)级以下的放射源,由于源架的尺寸相对于辐照室的尺寸较小,在 γ 辐射屏蔽计算时近似采用以下点源的计算模式不会产生大的误差;但当放射源达到百万居里级以上时,由于源架尺寸较大,这种点源近似的计算模式就显得不够合理。因此采用国外成熟的点核积分屏蔽计算程序如 QAD-CG 进行计算。

在点源与探测点之间无介质的情况下,探测点的 γ 射线能通量密度的计算见公式(A.1)。

$$\Phi = \frac{S_0}{4\pi R^2} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

Φ —— γ 射线能通量密度,单位为兆电子伏每平方米秒[MeV/(cm²·s)];

S_0 ——点源能量强度,单位为兆电子伏每秒(MeV/s);

R ——点源与探测点之间的距离,单位为厘米(cm)。

由 ICRP 74 号出版物(1996)查得 γ 光子对应能量为 1.25 MeV 时的能通量密度与剂量率的转换因子 $H_p = 1.765 \times 10^{-5}$ (mSv/h)/[MeV/(cm²·s)],则转换求得该探测点无屏蔽体时的剂量率 $\dot{D}$ 。

需要的混凝土屏蔽墙的有效减弱倍数计算见公式(A.2)。

$$k = \frac{D}{D_m} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

k ——屏蔽体的有效减弱倍数;

D ——无屏蔽体情况下探测点的剂量率,单位为微希每小时(μ Sv/h);

D_m ——屏蔽体外探测点所在区域剂量约束值对应的剂量率,单位为微希每小时(μ Sv/h)。

各向同性⁶⁰Co 点源的 γ 射线有效减弱倍数 k 与混凝土屏蔽墙厚度值 t_1 的对应关系见表 A.1。求出 k 值,便可查出所需混凝土屏蔽墙厚度值。对于贮源井,屏蔽水层厚度的确定可采用同样的计算方法,其有效减弱倍数与屏蔽水层厚度 t_2 的对应关系见表 A.1。

表 A.1 混凝土与水层厚度减弱倍数对应关系表

单位为厘米

k	2	5	8	10	20	50	1×10^2	2×10^2	5×10^2	1×10^3	2×10^3
t_1	13.3	24.6	30.5	31.9	39.9	48.5	54.5	60.8	69.8	76.1	82.2
t_2	28	52	62	66	82	99	114	127	145	157	170
k	5×10^3	1×10^4	2×10^4	5×10^4	1×10^5	2×10^5	5×10^5	1×10^6	2×10^6	5×10^6	1×10^7
t_1	90.2	97.2	102.7	111.5	116.9	125.1	133.8	140.2	148.4	154.7	160.0
t_2	185	198	211	227	240	252	268	279	287	308	318

A.2 辐照室迷道的散射

为估计迷道口外侧的剂量率,这里推荐《辐射防护手册 第一分册 放射源与屏蔽》中的一种简易而安全的计算方法,散射剂量率的计算见公式(A.3)。

$$\dot{D}_s = \frac{\dot{D}_0 \times \alpha_d \times \cos\theta_0 \times S}{r^2} \dots\dots\dots(\text{A. 3})$$

式中：
 $\dot{D}_s$ ——经一次散射后某测点位置处的反散射剂量率，单位为希每小时(Sv/h)；
 S ——散射面积，单位为平方米(m²)；
 r ——散射点到测点的距离，单位为米(m)；
 $\dot{D}_0$ ——入射到面积元 S 处的剂量率，单位为希每小时(Sv/h)；
 α_d ——微分反照率，计算见公式(A. 4)。

$$\alpha_d = \frac{c \times k(\theta_s) \times 10^{26} + c'}{1 + \frac{\cos\theta_0}{\cos\theta}} \dots\dots\dots(\text{A. 4})$$

式中：
 c, c' ——与入射 γ 射线能量和散射介质有关的系数；
 θ_0 ——入射 γ 射线的人射角；
 θ ——散射 γ 射线的反射角；
 $k(\theta_s)$ ——公式换算中间量，见公式(A. 5)。
 对于混凝土介质， c, c' 值见表 A. 2。

表 A. 2 混凝土介质的 c 和 c' 的值

入射 γ 射线能量 MeV	0.06	0.10	0.20	0.15	0.28	0.66	1.25
$c, \times 10^{-2}$	0.93	1.51	2.04	2.39	2.78	4.00	5.94
$c', \times 10^{-2}$	3.52	4.89	4.09	3.38	2.77	1.71 ²	1.22

$$k(\theta_s) = \frac{r_0^2}{2} p [1 + p^2 - p(1 - \cos^2\theta_s)] \dots\dots\dots(\text{A. 5})$$

式中：
 r_0 ——经典电子半径，取 2.818×10^{-13} cm；
 p ——公式换算中间量，计算见公式(A. 6)；
 θ_s ——散射方向与入射方向的夹角，计算见公式(A. 7)。

$$p = \frac{E}{E_0} \dots\dots\dots(\text{A. 6})$$

式中：
 E_0 ——入射 γ 射线能量，单位为兆电子伏(MeV)；
 E ——一次散射后 γ 射线能量，单位为兆电子伏(MeV)，计算见公式(A. 8)。

$$\cos\theta_s = \sin\theta_0 \sin\theta \cos\phi - \cos\theta_0 \cos\theta \dots\dots\dots(\text{A. 7})$$

式中：
 ϕ ——入射面与散射面的夹角。

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{0.511}(1 - \cos\theta_s)} \dots\dots\dots(\text{A. 8})$$

γ 射线反射简化示意图如图 A. 1 所示。

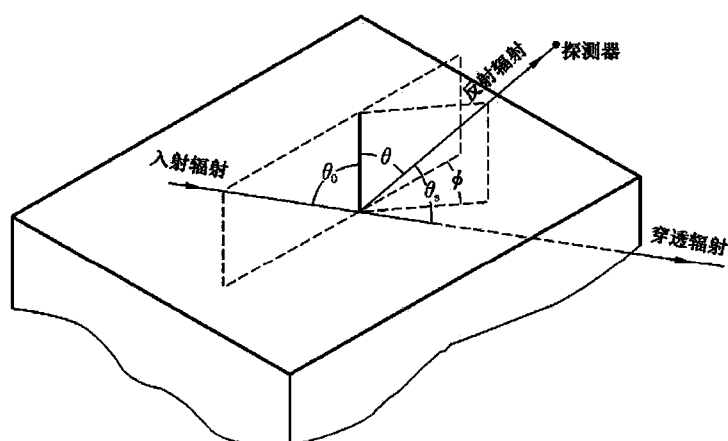


图 A.1 计算反散射的示意图

对于迷道比较复杂和有必要更精确计算迷道口外侧剂量率的情况,可用蒙特卡罗 MCNP 程序进行校算。

A.3 辐照室屋顶厚度的确定

屋顶厚度是由两种辐射来确定,一种是贯穿辐射,当屋顶不足够厚时,屋顶上方的辐射水平可能较高,其计算应采用点核积分计算程序,即使不作为工作场所,也要进行严格的控制和管理。二是 γ 射线大气反散射,穿过屋顶的 γ 射线在大气反散射作用下,辐照室周围地面上可能会形成一个附加的辐射场。辐照室外 M 点的计算示意图见图 A.2,其计算见公式(A.9)。

$$\dot{D}_M = \frac{8.775 \times 10^{-3} A \Omega^{1.3}}{k H^2 X^2} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

$\dot{D}_M$ —— M 点的剂量率,单位为微希每小时($\mu\text{Sv/h}$);

A ——放射源的放射性活度,单位为兆贝可(MBq);

Ω —— ^{60}Co 源对辐照室屋顶所张得立体角,单位为球面度(Sr),计算见公式(A.10)和(A.11),计算示意图见图 A.3;

H —— ^{60}Co 源到屋顶上方 2 m 处的距离,单位为米(m);

X —— ^{60}Co 源到 M 点的距离,单位为米(m)。

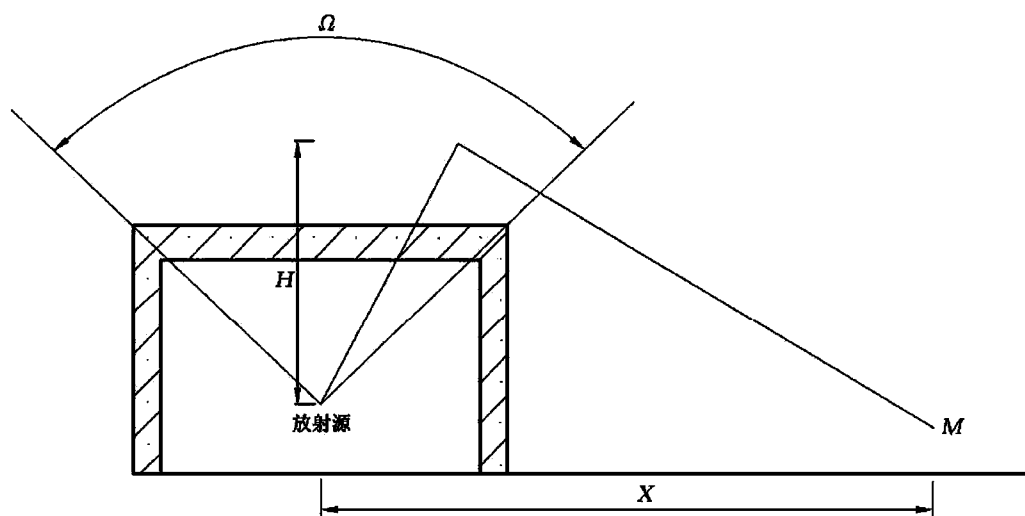


图 A.2 计算天空反散射的示意图

对于图 A.3 中 a) 情况, a 、 b 分别为 O 点至 A 、 B 的距离, c 、 d 分别为放射源 Y 点至 O 、 E 的距离, 平面 $OAEB$ 对 Y 点所张的立体角 Ω 为:

$$\Omega = \arctan \frac{ab}{cd} \dots\dots\dots (A.10)$$

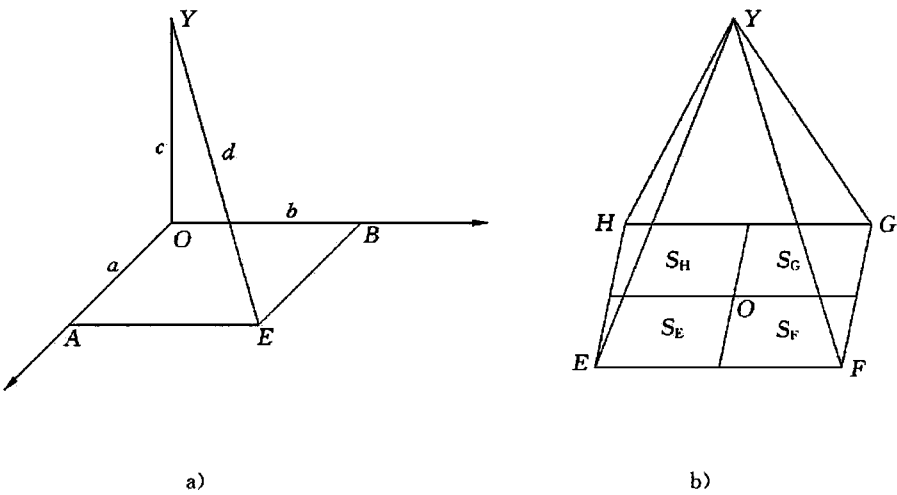


图 A.3 放射源对屏蔽墙所张立体角

放射源对屏蔽墙所张立体角经常为图 A.3 中 b) 所示的情况, 这可把平面 $EFGH$ 对 Y 点所张立体角视为平面 S_E 、 S_F 、 S_G 、 S_H 对 Y 点所张立体角 Ω_E 、 Ω_F 、 Ω_G 、 Ω_H 之和, 如公式 (A.11) 所示。

$$\Omega = \Omega_E + \Omega_F + \Omega_G + \Omega_H \dots\dots\dots (A.11)$$

A.4 贮源水井及副井的设计

贮源水井的设计主要是确定防护水层厚度, 包括两种情况: 所有源均在贮存状态和在装源或倒源状态, 取其较大值, 计算示意图见图 A.4。

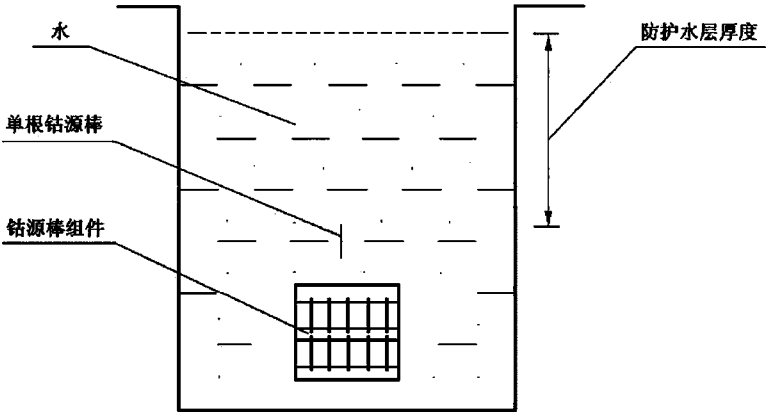


图 A.4 贮源水井水层厚度计算图

副井设计包括确定井盖屏蔽和侧面屏蔽, 井盖通常采用铅屏蔽, 而侧面除混凝土墙外, 还镶有上下不同厚度的铸铁内衬, 计算示意图见图 A.5。

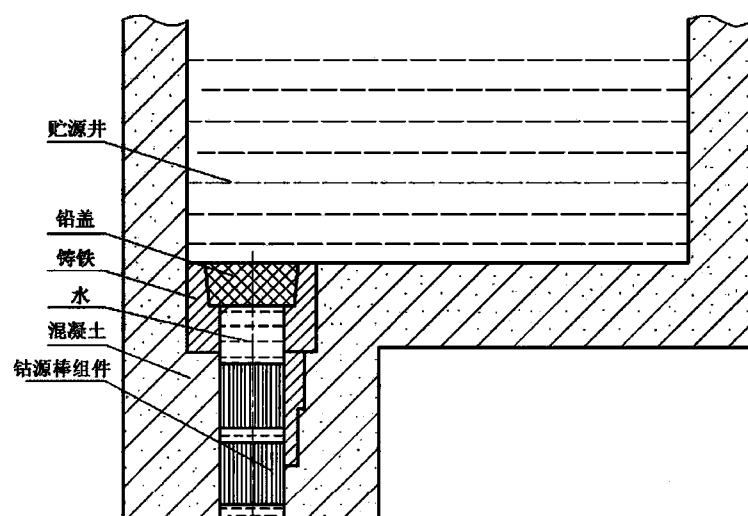


图 A.5 副井屏蔽计算图

附 录 B

(规范性附录)

有害气体浓度限值及监测

- B.1 辐照室内当放射源降至井水下贮存位 5 min 后,臭氧浓度不应超过 0.30 mg/m^3 。
- B.2 辐照室外的臭氧小时平均浓度不应超过 0.20 mg/m^3 。
- B.3 辐照室内当放射源降至井水下贮存位 5 min 后, NO_2 浓度(包括 NO 、 N_2O 、 NO_2 等各种氮氧化物换算出的 NO_2 浓度)不应超过 5 mg/m^3 。
- B.4 辐照室外的二氧化氮小时平均浓度不应超过 0.24 mg/m^3 。
- B.5 有害气体的监测执行 GB 3095 的规定。

附录 C (资料性附录)

有害气体的产生和扩散的计算

C.1 辐照室内臭氧的产生

C.1.1 臭氧的产生率

臭氧的产生率按公式(C.1)计算:

$$Q_0 = 1.71 \times 10^{-2} A_0 G V^{1/3} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

Q_0 ——臭氧产生率,单位为毫克每小时(mg/h);

A_0 —— ^{60}Co 源活度,单位为太贝可(TBq);

G ——空气吸收 100 eV 的 γ 射线能量产生的臭氧分子数, G 值取 6;

V ——辐照室体积,单位为立方米(m^3)。

C.1.2 臭氧的饱和浓度

考虑连续排风和臭氧的分解时,辐照室空气中臭氧的平均浓度计算见公式(C.2)。

$$Q(t) = \frac{Q_0 \bar{T}}{V} (1 - e^{-t/\bar{T}}) \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$Q(t)$ —— t 时刻辐照室空气中臭氧的平均浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

$\bar{T}$ ——有效清除时间,单位为小时(h),计算见公式(C.3)。

$$\bar{T} = \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

t_v ——换气一次所需时间,单位为小时(h);

t_d ——臭氧的有效分解时间,单位为小时(h)。

当 $t \gg \bar{T}$ 时,臭氧的平衡浓度 Q_s 由公式(C.4)计算:

$$Q_s = \frac{Q_0 \bar{T}}{V} \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

C.1.3 停止辐照后的臭氧浓度

降源停止辐照后,臭氧浓度随时间按指数下降,以公式(C.5)计算。

$$Q(t_f) = Q_i e^{-t_f/\bar{T}} \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

式中:

$Q(t_f)$ —— t_f 时刻的臭氧浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

Q_i ——停止辐照的瞬时臭氧浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

t_f ——停止辐照后的时间,单位为小时(h)。

由此可以计算出辐照室内的臭氧浓度低于 $0.30 \text{ mg}/\text{m}^3$ 时,风机运行的时间 t_f ,即人员进入辐照室的等待时间。

C.2 臭氧的排放和大气扩散

辐照室内产生的臭氧和氮氧化物等有害气体由排风系统排出,并通过烟囱进入大气在环境中扩散。地面最大浓度 C_{max} 按照 HJ/T 2.2—1993 采用高架连续点源高斯模式来计算,见公式(C.6)。

$$C_{\max} = \frac{2Q}{\pi \bar{\mu} H_0^2 \times 2.718 P_1} \dots\dots\dots (C.6)$$

式中:

Q ——排放点的臭氧强度,单位为毫克每秒(mg/s);

$\bar{\mu}$ ——平均风速,单位为米每秒(m/s),计算采用幂函数风速廓线模式,见公式(C.7);

H_0 ——烟囱有效高度,单位为米(m);

P_1 ——公式换算中间量,计算见公式(C.8)。

$$\bar{\mu} = \bar{\mu}_1 \left(\frac{H_0}{10} \right)^{0.25} \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

$\bar{\mu}_1$ ——高度 10 m 处的已知平均风速,单位为米每秒(m/s)。

$$P_1 = \frac{2\gamma_1 \cdot \gamma_2^{-\alpha_1/\alpha_2}}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^{\frac{1}{2}(1+\frac{\alpha_1}{\alpha_2})} \cdot H_0^{(1-\frac{\alpha_1}{\alpha_2})} \cdot 2.718^{\frac{1}{2}(1-\frac{\alpha_1}{\alpha_2})}} \dots\dots\dots (C.8)$$

式中:

γ_1 ——横向扩散参数回归系数;

γ_2 ——铅直扩散参数回归系数;

α_1 ——横向扩散参数回归指数;

α_2 ——铅直扩散参数回归指数。

氮氧化物中以 NO_2 为主, NO_2 的产额约为臭氧的一半,浓度限值为 0.24 mg/m³(1 h 平均)。所以在臭氧的浓度对环境影响可以接受的情况下,氮氧化物的浓度也必然是可以接受的。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
 γ 辐照装置的辐射防护与安全规范
GB 10252—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

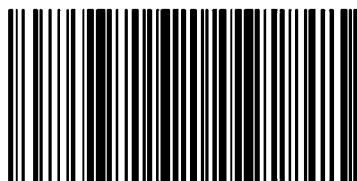
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 28 千字
2009年11月第一版 2009年11月第一次印刷

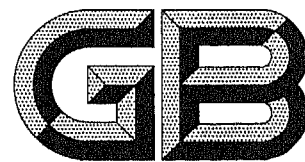
*

书号: 155066 · 1-38971

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 10252—2009



中华人民共和国国家标准

GB 17568—2008
代替 GB 17568—1998

γ 辐照装置设计建造和使用规范

Regulations for design construction and use of gamma irradiation facilities

2008-09-19 发布

2009-08-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 γ 辐照装置的厂址选择	5
6 γ 辐照装置的设计	5
7 工程施工及质量监督	7
8 设备制造	8
9 设备安装和试运行	9
10 γ 辐照装置的验收	10
11 γ 辐照装置的运行	11
12 退役	13
附录 A (规范性附录) γ 辐照装置的组成部分	15
附录 B (资料性附录) γ 辐照装置的分类	18

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准代替 GB17568—1998《 γ 辐照装置设计建造和使用规范》。本标准与 GB 17568—1998 相比主要变化如下：

- a) 条文的修改主要根据引用标准的更新和修订以及国家在环保方面发布的新管理条例和规定等。
- b) 国务院第 449 号令完善了管理体制,调整了放射源安全监管的职责分工,明确了放射性同位素、射线装置的安全和防护工作由国务院环境保护主管部门实施统一监督管理。为了规范管理,国家环境保护部核与辐射安全管理司根据国务院 449 号文件精神制定了一系列管理细则和规定,加强了对 γ 辐照装置的监管,这次修改已将要求的内容体现在标准的条文中。
- c) 第 3 章“定义”修改为“术语和定义”,并根据实际需要增加了“标准加工能力”条文,删去了“非限制区”条文。
- d) 将原标准 4.1.4 安全标识中的放射性符号图形删掉,改为“电离辐射标志和警告标志牌应按 GB 18871—2002 附录 F 中图 F.1 和图 F.2 所示”。
- e) 在“4.2 辐射防护准则”中增加了“辐射实践的正当性”的内容,即“ γ 辐照装置的建设立项,必须进行正当性分析,以确定其项目的正当性”。
- f) 根据 GB 18871—2002 对剂量限值进行了修改;
- g) 根据目前国内管理体系的变化,删去了原标准中的 4.3.3。
- h) 在 6.4 “设计要求”中,对照国家环境保护部对 γ 辐照装置的监管要求,增加了一些必需的安全设施内容。还增加了“屏蔽结构”的内容,强调了设计和施工的具体要求。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由全国核能标准化技术委员会提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:核工业第二研究设计院负责起草,国家环境保护部核与辐射安全中心、核工业标准化研究所、中国同位素与辐射行业协会辐射加工专业委员会参加起草。

本标准修订主要起草人:王传祯、刘戈、周启甫、唐在民、张赫瑚、刘秋蓉、刘怡刚、吴勤良、刘晨、张继才、万露霞、侯福珍。

本标准首次发布时间为 1998 年。

γ 辐照装置设计建造和使用规范

1 范围

本标准规定了 γ 辐照装置设计、建造和使用的技术要求及管理规定。

本标准适用于钴-60 源、铯-137 源及其他放射源的 γ 辐照装置。加速器辐照装置可参照执行。

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 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB 3095 环境空气质量标准

GB 7465 高活度钴-60 密封放射源

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 2 工作场所有害因素职业接触限值

JJG 591 γ 射线辐射源(辐射加工用)检定规程

3 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。

3.1

(电离)辐射 ionizing radiation

由能够产生电离的带电粒子和(或)不带电粒子组成的辐射。电离可由初级过程产生也可由次级过程产生。

3.2

密封放射源 sealed radiation source

密封在包壳里的或紧密地固结在覆盖层里并呈固体形态的放射性物质。密封源的包壳或覆盖层应具有足够的强度,使源在设计使用条件和磨损条件下,以及在预计的事件条件下,均能保持密封性能,不会有放射性物质泄漏出来。

3.3

辐射源 radiation source

可以通过发射电离辐射或释放放射性物质而引起辐射照射的一切物质或实体。

3.4

放射源 radioactive source

用作致电离辐射源的任何量的放射性物质。

3.5

辐射场 radiation field

电离辐射在所考虑的介质中的空间-时间分布。

3.6

辐射加工 radiation processing

电离辐射(射线)作用于物质,使其品质或性能得以改善的一种工艺过程。

3.7

γ 辐照装置 gamma irradiation facilities

利用 γ 辐射(射线)通过安全可靠的辐射加工工艺对物品和材料进行加工的装置。它的组成部分见附录 A, 它的分类见附录 B。

3.8

加工能力 processing capability

辐照装置在单位时间内能够处理的物料量和被辐照的物料吸收剂量乘积的最大值。

3.9

标准加工能力 standard processing capability

标准条件下, 辐照装置每小时处理产品的体积。标准加工能力单位为 m^3/h 。

标准条件: 采用活度为 3.7×10^{16} Bq(100 万居里) 钴-60 作为放射源, 产品密度为 0.2 g/cm^3 , 吸收剂量为 25 kGy , 辐照箱容积利用率为 100%。

3.10

吸收剂量 absorbed dose

电离辐射授予质量为 dm 的物质的平均能量 $d\varepsilon$ 除以物质质量 dm 的商。吸收剂量单位为“戈瑞”, 符号为 Gy, $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ 。

3.11

吸收剂量不均匀度 absorbed dose ununiformity

每一辐照单元的产品中最大与最小吸收剂量之比, 即 $U = D_{\max}/D_{\min}$ 。

3.12

高辐射区 high radiation Area

对于 γ 辐照装置来说, 凡是那些人员可能受到剂量率超过 1 mSv/h 照射的区域都应认为是高辐射区。例如辐照室和迷道等。

3.13

控制区 controlled area

在辐射工作场所划分的一种区域, 在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施, 以便:

- a) 在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩展;
- b) 防止潜在照射或限制其程度。

对于 γ 辐照装置来说, 辐照室、迷道为控制区。

3.14

监督区 supervised area

未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。操作区域、控制室、通风间、设备间、倒源间、水处理间等区域皆为监督区。

4 总则

4.1 装置安全规定

4.1.1 许可

设计、建造和使用 γ 辐照装置必须根据国家有关法规和文件规定取得许可证。

4.1.2 安全原则

4.1.2.1 纵深防御

应对源运用与其潜在照射的大小和可能性相适应的多层防护与安全措施(即纵深防御), 以确保当某一层面的防御措施失效时, 可由下一层次的防御措施予以弥补或纠正, 达到:

- a) 防止可能引起照射的事故；
- b) 减轻可能发生的任何这类事故的后果；
- c) 在任何这类事故之后，将源恢复到安全状态。

4.1.2.2 冗余性

采用的物项应多于为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，保证运行过程中万一某物项失效或不起作用的情况下可使其整体不丧失功能。例如人员入口联锁3道以上。

4.1.2.3 多元性

多元性能够提高装置的安全可靠性，可以降低共因故障，包括系统多元性和多重剂量监测，可以采用不同的运行原理、不同的物理变量、不同的运行工况、不同的元器件等。例如：人员出入口的安全联锁可以采用机械的、电气的、剂量的、电子的联锁。

4.1.2.4 独立性

独立性是指某一安全部件发生故障时，不会造成其他安全部件的功能出现故障或失去作用。通过功能分离和实体隔离的方法使安全机构获得独立性。为提高系统的独立性，可采取下列措施：

- a) 保证冗余性(多道联锁)各部件之间的独立性；
- b) 保证纵深防御各部件之间的独立性；
- c) 保证多元性各部件之间的独立性；
- d) 保证安全重要物项和非安全重要物项之间的独立性。

4.1.3 安全标识

在 γ 辐照装置厂房入口处和其他必要的地方，应设有放射性符号与警告标示牌。电离辐射标志和警告标志应按 GB 18871—2002 附录 F 中的图 F.1 和图 F.2 所示。

4.1.4 放射性物质污染限值

水井贮存式 γ 辐照装置，贮源井水所含钴-60等放射性污染物质浓度应控制在10 Bq/L以下。

工作人员的衣服、体表及工作场所的设备、工具、地面等表面 β 放射性物质污染控制在 GB 18871—2002 中 B.2 规定的表面污染控制水平。

4.2 辐射防护准则

4.2.1 辐射防护管理规定

γ 辐照装置辐射防护的设计、施工及检查验收都必须由取得相应资质的单位和人员担任。运行期间的管理应按国家相关法规要求进行。

4.2.2 辐射实践的正当性

γ 辐照装置的建设立项，必须进行正当性分析，以确定其项目的正当性。

4.2.3 辐射防护的最优化

γ 辐照装置的设计和建造要求所有照射剂量都保持在规定的限值以内，并在考虑社会和经济因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平，即 ALARA(as low as reasonably achievable)原则。

4.2.4 个人剂量限值

个人剂量限值是辐射防护体系的一部分，是最优化过程中的约束条件。下列剂量限值不包括天然本底照射和医疗照射：

- a) 职业照射
 - 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20 mSv；
 - 任何一年中的有效剂量，50 mSv；
- b) 公众照射
 - 年有效剂量，1 mSv；
 - 年有效剂量在特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1 mSv/a，则某一单一年

份的有效剂量可提高到 5 mSv;

然而,这里规定的剂量限值是不允许接受的剂量范围的下限,不是允许接受的剂量范围的上限,其不能直接用于设计和工作安排的目的。在工程设计时辐射防护设计的剂量限值规定为:

- a) 辐射防护工作人员个人年有效剂量限值为 5 mSv;
- b) 公众成员个人年有效剂量限值为 0.1 mSv。

4.2.5 放射工作场所的划分

γ 辐照装置工作场所分为控制区、监督区,以便于辐射防护管理和职业照射控制。应对各区进行剂量监督。

4.3 剂量测量规定

4.3.1 γ 辐照装置应按照本标准附录 A 中 A.3 的要求,设相应的剂量测量系统进行剂量监测。以保证人身、设备、产品及环境的安全。

4.3.2 γ 辐照装置启用前应该按照 JJG 591 的要求,进行剂量验证,合格后方可投入运行。使用的剂量计必须能够溯源到国家剂量标准,并按规定进行复验。

4.3.3 γ 辐照装置在装源后启用前必须按照分区限值的要求对屏蔽效果进行测试。测点位置规定为检测器的探头有效中心距屏蔽墙体表面 30 cm 处,取在非线性长度大于 20 cm 的、面积不大于 100 cm² 的空间测量的平均值。

4.4 运行管理规定

γ 辐照装置建成投入运行后,必须按照国家有关规定接受国家行政监管部门监督检查。

4.5 质量保证规定

4.5.1 γ 辐照装置的业主、设计、制造、施工、安装、运行管理等单位应按照本标准及国家有关法律法规的规定取得相应的资格证书或质量认证证书。

4.5.2 γ 辐照装置的业主主要为 γ 辐照装置的选址、设计、制造、施工、安装、运行管理和退役等所有活动制定一个全面的质量保证大纲和大纲程序及作业指导文件等,并保证在全过程中贯彻执行。设计、制造、施工、安装及运营等单位应根据业主的质量保证大纲,分别对其活动制定质量保证大纲或质量计划,并对其有效性负责。

4.6 责任

4.6.1 业主

业主是指 γ 辐照装置的拥有者,对装置负有全面责任。责任是:

- a) 完成各项审批手续,包括厂址、设计、制造、验收等各项内容的批准手续;
- b) 选择有资格的设计、制造、施工、安装及供源单位;
- c) 按照本标准和国家相关的规定需对聘用的操作人员进行培训,并取得资格;
- d) 当业主为运营单位时,还应承担运营单位(见 4.6.6)的责任;
- e) 制定管理规定和操作规程;
- f) 负责放射源及装置退役的工作;
- g) 接受监管部门的监督与检查。

4.6.2 设计单位

是指有资格承担 γ 辐照装置工程及设备设计的单位。责任是:

- a) 接受业主的委托,按照本标准和国家其他有关标准的规定进行 γ 辐照装置工程及设备设计并提供相应的技术文件;
- b) 接受业主的委托,为工程施工、设备制造和安装调试提供技术服务;
- c) 参加工程竣工验收工作。

4.6.3 制造单位

是指有资格和能力承担 γ 辐照装置设备加工制造的单位,责任是:

- a) 按照设计图纸及国家有关标准规范,制造 γ 辐照装置的工艺设备;
- b) 在加工制造中应制定质保措施,认真贯彻,作好记录并形成技术文件。

4.6.4 施工单位

是指有资格承担 γ 辐照装置土建工程和公用工程施工的单位。责任是:

- a) 按照设计图纸文件和国家有关标准规范,进行 γ 辐照装置土建工程和公用附属工程的施工及安装;
- b) 在施工中对设计图纸的修改部分必须征得设计单位许可,并应作好记录,以备验收和检查用;
- c) 接受检查和验收。

4.6.5 安装单位

是指有资格和能力承担 γ 辐照装置工艺设备安装调试(包括安装放射源)的单位,责任是:

- a) 按照设计图纸、制造单位提供的技术文件及国家有关标准规范进行 γ 辐照装置的工艺设备的安装调试工作;
- b) 接受检查和验收。

4.6.6 运营单位

是指有资格和能力承担 γ 辐照装置运行的单位。它的责任是按照本标准和国家其他相应标准的规定进行 γ 辐照装置的日常操作运行和管理,责任是:

- a) 按照操作规程运行辐照装置;
- b) 制定定期检查安全联锁装置的计划,并实施检查,作好记录。对失灵和故障的安全设施及时恢复和修理;
- c) 定期对工作场所进行剂量监测;
- d) 对辐射工作人员进行剂量管理;
- e) 定期对贮源井水的水质进行检测;
- f) 发生辐射事故必须按规定及时报告,并根据事故情况执行应急预案。

4.7 质量体系和环境管理体系

为了保证 γ 辐照装置的质量,确保人身和环境安全,从事辐射加工用 γ 辐照装置设计、制造、施工安装和运行管理的单位应当具备健全的质量、环境和职业健康安全管理体系。

5 γ 辐照装置的厂址选择

5.1 对厂址的要求

- 5.1.1 γ 辐照装置的厂址宜选择场地稳定、地质条件较好的地段;
- 5.1.2 按国家相关规范要求避开高压输电走廊和易燃易爆场所;
- 5.1.3 在抗震设防区应满足国家相关标准的要求。

5.2 厂址的确定

综合上述要求,收集水文、地质、气象、人口、地理环境、地震等资料,经环境影响评价后,由国家监管部门审批确定厂址。

6 γ 辐照装置的设计

6.1 勘察、设计单位及其人员的资格

6.1.1 γ 辐照装置的设计单位应按本标准和国家其他有关规定的要求,持有相应的核工程设计证书和质量体系认证证书,在设计文件中应提供这些文件的复印件或影印件。

6.1.2 承担 γ 辐照装置设计的专业负责人应由具有核工程设计经验的高级工程师或工程师担任。

6.2 设计原则

6.2.1 设计单位应根据业主的委托书合理确定 γ 辐照装置的工程规模、装源量及其他附属设施。

6.2.2 设计单位应按照本标准和国家标准的规定进行 γ 辐照装置的设计。

6.2.3 设计单位在承接 γ 辐照装置设计时,应根据本标准和国家有关规定分别情况与业主商定辐照装置的具体构成。

6.3 设计计算

γ 辐照装置的屏蔽防护、通风及重要部件,应根据现有标准及出版物中的适当有效的经验验证过的计算方法进行计算。计算结果应在设计文件中加以说明。计算书应在设计单位妥善保存,以备复校时参考。

6.4 设计要求

6.4.1 联锁要求

γ 辐照装置必须设有功能齐全、性能可靠的安全联锁系统,对控制区,特别是出入口、源操作系统、辐照物输送系统等进行有效监控和联锁。

6.4.2 可编程电子系统

如采用可编程电子系统(PES),除非经主管部门批准并得到设计制造单位同意,否则不得更换其软件。

6.4.3 安全设施

为实施 4.1.2 的安全原则,设置下列安全设施:

- a) 钥匙控制。源升降装置、辐照室人员通道门和货物通道门必须由一把独立多用途钥匙或多个串在一起的钥匙进行控制,这一把或一串钥匙还应与一台有效的便携式辐射检测报警仪相连,如从控制台上取出钥匙,放射源则自动降到安全位置。只有运行值班长才能使用该钥匙;
- b) 辐照室门口醒目的地点设灯光音响信号装置,用于对辐照室外人员的警示;
- c) 在辐照室内应设置无人检查按钮,并与控制台联锁,升源前操作人员必须进入辐照室内巡视检查有无人员误留;
- d) 在辐照室内设紧急降源(一般为拉线开关)和开门按钮,避免受照事故的发生;
- e) 在控制台上应安装紧急停止按钮,可在任何时刻终止辐照装置的运行并将放射源降至安全位;
- f) 设钻源升降机构与出入口门、光电、固定式辐射监测仪等联锁系统;
- g) 在辐照室人员入口处必须设校验源,例如 0.37 MBq 的铯-137 源。操作人员进入辐照室之前应用校验源检查剂量仪表是否正常;
- h) 设停电自动降源系统,避免因停电导致各监控仪表失灵而引发照射事故;
- i) 设源架迫降系统,以便在升降源发生某种故障时,使源架得以解脱;
- j) 设贮源井水位监测报警与补给系统,避免因贮源井水位下降引起辐照室内辐射剂量水平上升;
- k) 辐照室应设置通风系统,并与控制系统联锁,通风系统故障时,不能升源;
- l) 辐照室应设置烟雾报警装置并与控制系统联锁,遇有火险时,源能自动降至安全位;
- m) 辐照室各可拆式屏蔽塞包括装源用屏蔽塞必须与中心控制系统联锁,以便在防护塞被卸下的情况下不能进行升源操作。

以上所列各项安全要求,均适用于固定源室式湿法贮源辐照装置。对于固定源室式干法贮源辐照装置,无 j) 项要求;对于自屏蔽式辐照装置,无 c)、d)、e)、g)、i)、j)、l)、m) 项要求;对于水下辐照装置,只有 b)、f)、j) 项适用。

6.4.4 防火要求

辐照室和操作区厂房按二级防火设计,并应设有火灾报警装置,遇有火灾险情能及时发现、报警、停机,放射源自动降至安全位置,并能及时采取有效灭火措施。

6.4.5 供电要求

γ 辐照装置必须保证正常供电,装置运行中,当停电时间超过 10 s(不论是正常还是事故),源架必须能够自动降至安全位置,装置自动停机。辐照装置应设有必要事故电源,当事故停电时,对监测仪

表和安全联锁装置的供电时间应保证不少于 30 min,以确保安全。

6.4.6 抗震要求

在可能(50年内可能性为90%)发生严重破坏地震的地区,设计建造 γ 辐照装置应装备地震探测器。一旦探测器有反应动作,则放射源能自动进入全屏蔽状态。

严重破坏地震是指设计基本地震加速度大于或等于 $0.3g$ 的地震。

注: g 为重力加速度。

6.4.7 通风系统

根据设计装源量和辐照室空间大小,确定进排风量,以保证辐照室内臭氧和氮氧化物在空气中的浓度低于GBZ 2中的规定值。装源量大于 37 PBq (100万居里)的湿法贮源 γ 辐照装置,当放射源持续存放在贮源井内不工作时,应定期启动通风系统换气,以防止辐照室内贮源井水因电离辐解产生的氢气积累至爆炸限值。设计单位应根据装源活度和辐照室的尺寸等具体参数计算出启动通风系统的时间间隔及每次通风的最小时间,并在设计文件中明确说明。

装源量大于 0.37 PBq (1万居里)的干法贮源 γ 辐照装置,贮源井(或贮源容器)必须有通风散热的措施。

排风口的高度应根据GB 3095的规定、有害气体排出量和辐照装置附近环境与气象资料计算确定。

6.4.8 水处理系统

所有湿法贮源的 γ 辐照装置都应按附录A中A.6的要求设置水处理系统,以确保贮源井水水质,要求 37 PBq (100万居里)以上的辐照装置还必须设置冷却系统。

6.4.9 屏蔽结构

γ 辐照装置屏蔽结构设计应遵循国家现行相关规范、规程及标准的规定。

屏蔽体结构混凝土的强度等级不应低于C20,并符合有关混凝土耐久性的要求,混凝土密度不低于 2.3 g/cm^3 ;有抗渗要求的混凝土抗渗等级不应低于S6,最小厚度不宜小于250 mm;地下贮源井的混凝土不得采用氯盐掺和料。

6.5 设计文件

6.5.1 设计文件内容

γ 辐照装置的设计单位应向业主提交下列技术文件:

- 工艺、辐射安全等设计说明书及图纸;
- 主要设备选型及配置说明书;
- 自动控制系统软件和硬件说明书及图纸;
- 设备使用、维修说明书及备件图纸;
- 建筑、结构图纸及说明书;
- 电气图纸及说明书;
- 通风系统图纸及说明书;
- 给排水及水处理系统图纸及说明书。

6.5.2 设计文件的修改

设计文件提交业主后,业主一般不得自行修改。当必须修改时,需由设计单位提出修改通知单。

业主及业主委托的单位提出修改要求时,应经设计单位同意。对安全有重大影响的修改,必须经安全主管部门审批。

修改通知单应与原有图纸资料共同存档。

7 工程施工及质量监督

7.1 施工单位

7.1.1 施工单位应具有国家颁发的乙级以上施工证书。

7.1.2 施工单位应严格按设计单位提供的施工图进行施工。有关变更应有设计单位提出的修改通知单和设计人员的签字。施工单位不得擅自更改图纸。

7.2 施工要求

7.2.1 施工前应制定完备的施工方案,如屏蔽体结构属于大体积混凝土还应制定大体积混凝土施工方案,施工方案经监理单位批准后实施;

7.2.2 屏蔽体结构浇筑混凝土前,应经过相关专业现场检验,并经监理人员书面认可后,方允许浇灌;

7.2.3 屏蔽体结构的混凝土墙体从 -0.30 m ~ $+2.00\text{ m}$ 处不应留施工缝;

7.2.4 屏蔽体结构的施工缝为锯齿形或多级台阶形,施工缝处应有可靠的措施保证先后浇注的混凝土间良好固结无裂缝,必要时宜加设止水构造;

7.2.5 贮源井的施工可根据地质条件采用不同的施工方法,如沉井或大开挖方式,贮源井内的钢筋混凝土外壁和底板应以混凝土本身的密实性满足抗渗要求。贮源井覆面的表面平整度允许偏差为 30 mm 。

7.2.6 混凝土的密度、强度要按设计图纸要求先做试块,合格后方可使用。

7.3 质量监督

除施工单位的质检人员随时进行质量检查监督外,业主必须聘请监理单位进行现场质量监督和检查,并作详细记录。

8 设备制造

8.1 制造单位资格

γ 辐照装置工艺设备的制造应由具备相应资质并经定货方考查、评价为“合格供方”的单位承担。

8.2 设备制造的依据

8.2.1 设备制造应以设备施工图为依据。

8.2.2 设备施工图的修改应由设计单位按质保程序进行。

8.3 材料及元器件

8.3.1 制造设备的材料和用于设备的元器件,应符合相应标准及设计技术文件的规定并具有质量合格证书。

8.3.2 设备所用的关键和重要元器件应经检验或试验合格后方可使用。

8.4 加工制造

8.4.1 公差

机械加工表面和非机械加工表面未注公差尺寸的极限偏差,分别按 GB/T 1804—2000 中的 m 级和 c 级公差等级的规定。

8.4.2 焊接

8.4.2.1 设备构件的焊接必须由经过国家有关部门培训、考试合格取得相应资质的焊工担任。

8.4.2.2 对于重要或结构复杂的焊接件,制造单位应提供评定合格的焊接工艺。

8.4.2.3 焊接表面的外观应符合以下要求:

- a) 焊缝和热影响区表面不得有裂纹、气孔、孤坑和夹渣等缺陷。焊缝上的熔渣和两侧的飞溅物应清除干净;
- b) 焊缝咬边深度不得大于母材厚度的 10% ,咬边连续长度不应超过 50 mm ,焊缝两侧咬边的总长度不应超过该焊缝长度的 10% ;
- c) 焊缝与母材应圆滑过渡,且无明显的不规则形状;
- d) 对接焊缝修磨后的厚度不得小于母材的厚度。

8.4.3 贮源井不锈钢覆面的加工制造

8.4.3.1 覆面的钢板厚度应选择 $\delta \geq 3\text{ mm}$,一般可采用 $\delta = 3\text{ mm}$ 。

8.4.3.2 拼接覆面的钢板,其最小幅面不得小于整张钢板之半(边缘处除外。“整张钢板”尺寸按 $2.4\text{ m}\times 1.2\text{ m}$ 计算),且整张钢板不得少于井覆面总面积的60%。

8.4.3.3 覆面的拼接不得出现“十字形”焊缝。

8.4.3.4 钢板对接的错边量应小于 0.5 mm 。对接焊缝须保证焊透。

8.4.3.5 覆面盛水的一侧,表面应光洁,焊缝应修磨光滑。必要时可采取整体抛光处理。

8.4.3.6 井覆面安装就位并焊接为一体后,应符合以下规定(适用于截面为矩形、凸字形及L形等井覆面,截面为圆形的井覆面可参照执行):

- a) 任一平面的平面度允差为 20 mm ;
- b) 任意两相邻平面之间的垂直度允差为 $2.5:1\ 000$;
- c) 覆面井口的位置度允差为 20 mm (以源架座标位置的纵、横中心线为基准线)。

8.4.3.7 井覆面的焊缝必须进行100%的探漏检查并提交检验报告。探漏可采用煤油渗漏试验或其他有效检查方法。

8.5 检验和验收

8.5.1 设备制造的质量检验由制造厂的专门机构和人员负责。在设备制造过程中应分阶段对零部件及整机的加工质量和装配质量进行检验。质量检验以设计图样及其技术要求为依据。

8.5.2 设备出厂前,由定货方在制造厂进行交货验收。主要包括以下内容:

- a) 设备的结构、规格和材料是否符合设计图样的规定;
- b) 交付的实物是否与定货合同及包装清单(发货明细表)一致;
- c) 设备包装和装载方式是否满足安全运输的要求。

8.5.3 设备在现场安装、调试合格后,由业主进行设备验收。主要包括以下内容:

- a) 设备安装是否符合安装技术要求的规定;
- b) 设备启动和运转是否正常;
- c) 设备功能和技术参数是否满足设计标准与使用要求。

8.6 标志

8.6.1 设备铭牌

在主要设备的适当位置应固定含以下内容的铭牌:

- a) 设备名称、型号;
- b) 设计单位名称;
- c) 制造单位名称;
- d) 出厂日期。

8.6.2 指示标牌

控制设备中的显示仪表、警示信号、开关、操作按钮及指示灯等均须有说明其显示内容或操作目的的标牌或文字标志。

8.6.3 技术文件

随设备提交业主的技术文件应包括下列内容:

- a) 主要设备的操作、维修说明书;
- b) 设备承包合同中注明提供的其他相关技术文件;
- c) 包装清单(发货明细表)。

9 设备安装和试运行

9.1 设备安装调试

9.1.1 设备安装应由具备相应资格的单位承担。

9.1.2 设备安装以设备安装文件或设备施工图及其他有关规定为依据。

9.1.3 设备安装前应逐一检查厂房相关的预埋件和镶入件,以及与设备安装有关的其他条件,确认符合要求后,方可进行安装。对于不符合项的处理,应经设计单位和业主认可。

9.1.4 设备安装后,由设计和制造单位按设计单位编制的调试大纲对各系统分别进行单独调试。单调合格后进行综合调试。

9.1.5 综合调试的通过标准为装置重载模拟运行累计 48 h,运行率不低于 95%,且发生各类停车降源故障累计次数不超过 12 次。运行率 α 以(%)表示,按式(1)计算:

$$\alpha = \frac{48 - t}{48} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

t ——各类故障引起停车时间的总和,单位为小时(h)。

9.2 装载放射源

9.2.1 装载放射源必须在运营单位取得国家有关主管部门的许可证,或认可后方可进行。

9.2.2 装载放射源应在辐射安全主管部门监督下,由运营单位组织实施。

9.2.3 运营单位应事先制定装载放射源操作细则及应急预案,并经辐射安全主管部门审核认可。

9.2.4 装源操作人员必须具有国家有关主管部门颁发的培训合格证并有经验的人员担任。

9.2.5 吊装源罐前应严格检查起重设备和吊具,并试吊与源罐质量相当的重物加以检验。

9.2.6 放射源装载后,应仔细检查源棒就位情况及源架状态。只有在确认源棒就位准确,且源架处在安全状态后方可进行升源操作。

9.3 剂量测试

9.3.1 辐射场与产品的剂量分布测试应在放射源装载后,装置投入运行前进行。

9.3.2 剂量分布测试应按 JJG 591 进行,业主也可按照用户的要求进行剂量分布测试,所使用的剂量计应能追溯到国家标准。

9.3.3 当装载源的数量和排列有变化时,必须重新测试辐射场与产品的剂量分布。

9.3.4 装源后在升源工况下,应分区进行辐射安全剂量测试,以评价屏蔽防护效果。本项测试应由辐射安全监管部门授权的单位承担,并提交测试报告,由监管部门签发。

9.4 试运行

9.4.1 辐照装置试运行应在装置综合调试合格、装源和完成辐射安全及剂量分布测试,并取得国家有关主管部门的许可证,或认可后方可进行。

9.4.2 业主应制定试运行操作规程并由运营单位组织实施。

9.4.3 试运行中,操作人员应作好各项记录,为工程验收提供评价依据。

10 γ 辐照装置的验收

10.1 验收程序

γ 辐照装置建成后,应由国家主管部门会同业主对装置进行验收。验收程序如下:

- a) 由运营单位和设计单位联合检查试车,确认 γ 辐照装置符合本标准之规定后,由业主向主管部门提出验收申请;
- b) 有关主管部门进行各项测试合格后,签发许可证;
- c) 由相关单位组织审查文件,实地分项检查并通过工程验收报告。

10.2 验收项目

验收项目如下:

- a) 土建工程;
- b) 设备综合试车;
- c) 安全系统测试;

d) 工程概预算。

10.3 验收文件

验收文件如下：

- a) 工程项目立项文件；
- b) 设计任务书；
- c) 设计图纸文件；
- d) 竣工报告；
- e) 试运行工况报告；
- f) 安全系统测试报告；
- g) 辐射场剂量分布测试报告(装源后)；
- h) 操作规程及安全规章制度；
- i) 工程决算报告；
- j) 工程验收报告。

11 γ 辐照装置的运行

11.1 运行管理

11.1.1 γ 辐照装置建成后,必须经国家有关部门验收合格,取得辐射安全许可证,方可运行。

11.1.2 运营单位必须设有安全与防护管理机构,并制定安全操作规程或手册,以确保装置安全运行。

11.1.3 运营单位必须配备具有专业技术资格的人员,负责辐照装置在使用和运行过程中的安全,必须具有以下技能:

- a) 受过理论培训,对所从事工作的电离辐射特性具有必要的知识;
- b) 熟悉设备结构性能并对处理事故的应急措施有比较透彻的了解;
- c) 了解并掌握国家及有关部门颁发的有关规定和装置的操作规程;
- d) 能够操作和运用计算机及其软件系统。

11.2 运行人员资格

11.2.1 运行人员应由身体健康,并经国家监管部门授权单位的培训,取得培训合格证的人员才能上岗。

11.2.2 运行人员必须熟悉: γ 辐照装置的基本结构、运行和保养,辐射防护的原则和实际操作;正常运行的操作规程;管理和监督机构的管理条例等。

11.2.3 运行人员必须了解辐照室周围地区的辐射水平,必须熟悉本装置的安全设施,例如:联锁系统的联锁机构、各类信号的位置、警示灯光、声响信号和可见标志等。

11.2.4 运行人员应熟悉所用的放射性监测仪表以及管理部门对个人剂量监测的要求。

11.2.5 运行人员必须具备能操作放射源和相关设备的能力,并具有运行日志记录能力。

11.2.6 运行人员还应了解应急联络渠道和方式。

11.3 人员培训

11.3.1 所有从事电离辐射工作的人员都应经过国家监管部门授权单位的培训,以便他们能按照国家有关规定和标准的要求进行工作。操作辐照装置的人员必须接受下列教育:

- a) 辐射防护基础知识;
- b) 国家有关法规、规章;
- c) 辐射加工基本知识;
- d) 辐射剂量学基本知识;
- e) 辐照装置的辐射防护与安全。

11.3.2 运行人员经过培训,并具备操作及事故(故障)处理能力后才能允许其在控制台独立操作。

11.3.3 单位主管定期对运行人员的安全表现进行检查和评议,以保证法规、许可证条件、操作及事故处理程序的遵守,并进行安全教育。检查内容包括:

- a) 应用于辐照装置的辐射防护基础知识;
- b) 国家法规中的有关规定;
- c) 运行人员个人所应完成的操作与事故处理程序;
- d) 辐照装置中曾出现的问题及事故情况记录;
- e) 运行人员有关安全方面的表现;
- f) 装置检查和维修的有关结果。

11.3.4 根据监管部门要求或装置的改进,应定期进行再培训。

11.4 运行记录

每个运行人员在值班时,应按照规定完成运行日志的记录。日志应详细记录辐照装置的重要活动事项,一般包括下列内容:

- a) 运行工况;
- b) 发生的故障及排除方法;
- c) 辐照产品的情况;
- d) 外来人员进入辐照室佩带的个人剂量计的读数;
- e) 维修;
- f) 其他。

11.5 放射源的增加和更换

11.5.1 当放射源的数量和位置发生变化时,必须详细记录放射源的排列情况和每个位置源棒的编码。

11.5.2 对所有放射源都要按照监管部门要求建立管理档案。

11.6 定期检查和维修

11.6.1 为了保证辐照装置的连续安全运行,必须制定维修和检查计划,并认真实施。检查和维修应由受过培训和具有一定技术水平的人员进行。

11.6.2 定期检查和维修的主要项目:

- a) 控制系统的使用性能;
- b) 源位置指示器的功能;
- c) 源升降系统的功能和缆绳磨损情况;
- d) 源罩定位情况;
- e) 产品输送情况;
- f) 安全联锁系统的使用功能;
- g) 井水的放射性及水质的指标;
- h) 井水补给系统的使用性能;
- i) 烟雾报警的使用性能;
- j) 固定式和便携式辐射监测仪表;
- k) 周围环境的监测;
- l) 辐照室内线缆的绝缘情况;
- m) 通风系统和其他。

11.6.3 检查、维修应根据系统或部件在安全方面的重要性和故障率定期实施。

11.6.4 检查中发现故障或缺陷应及时排除并作好记录,必要时应通知设计单位及供货方。

11.7 应急响应计划与事故处理

11.7.1 应急响应计划

为保证所有人员了解事故危害并熟悉应急响应的各项要求,要预先编制事故处理的应急响应计划,

一旦发生事故,能立即按应急规程进行操作避免事故进一步扩大。

11.7.2 报告

任何事故都必须如实记录,按照规定向监管部门报告,以便对事故进行调查和评价。

11.7.3 事故处理原则

事故发生后,必须:

- 尽量限制个人和集体的受照剂量;
- 控制事态发展,尽量采取措施以使厂区恢复正常工况;
- 对伤员及超剂量受照人员分别进行处理和救治。

11.7.4 源损坏和泄漏的处理

确认放射源已发生泄漏,应立即停止使用辐照装置,并关闭水循环系统,以防止污染扩散。同时要尽快上报有关管理和监督部门,并与放射源的供应商和制造厂取得联系,迅速采取处理措施。

破损源及污染物应经有关管理和监督部门的批准,才能进行处理。

11.7.5 放射源提升系统及产品箱卡阻源架等事故的处理

应按下列方式进行处理:

- 应保持辐照室的人出口门处于受控状态;
- 通过分析、检查其外部指示器和剂量率的测量值,确定放射源的位置;
- 应根据辐照的产品情况,采取相应的措施,如加大通风量,防止因照射时间过长而导致产品过热燃烧;
- 制定补救行动计划时要根据收集到的有关事故原因,制定采用放射源源架迫降机构、采用特殊工具、使用遥控装置或采用附加移动式屏蔽组件等措施进行处理的各种方案,并提出对处理事故的工作人员进行剂量监督的方案;
- 应当按照规定报告上级监管部门,必要时通知设计单位和制造厂。补救措施要经有关部门批准,方可行动。

11.7.6 井水污染的处理

确认井水被污染后,装置立即停止运行。对受污染的井水进行处理,使其污染水平降低到 10 Bq/L 以下。处理过程中产生的放射性废弃物应按国家规定处理。

11.8 日常管理和监督

11.8.1 要建立强有力的管理体制,明确规定各岗位职责、机构管理程序和适合各级人员的培训制度。在运行程序中要列出有关工种人员的姓名和职责。

11.8.2 建立持证上岗的严格管理制度和相应的培训制度。

11.8.3 操作人员必须佩戴适用的个人剂量计,并建立工作人员的个人剂量档案。个人剂量计应定期送有资质的单位测读。

11.8.4 做好装置运行日志的记录。记录应包括所完成的辐照产品的有关情况,装置的运行状况,对故障和维修的细节应按专项进行记录。

11.8.5 未经许可,外来人员不应进入辐照室和控制室。确有必要进入的一定要逐个登记,并有专人带领,按照进出辐照室的有关规定办理。

11.8.6 对装置进行改造或对影响安全性能的参数进行修改,须经专家论证上报主管部门批准后才能进行。对所有改动必须详细准确地加以记录,并对记录作永久性保存。

11.8.7 接受有关部门依法对 γ 辐照装置进行日常监督。

12 退役

12.1 γ 辐照装置退役

不符合本标准和有关安全规定且无法改造的 γ 辐照装置应强制其退役。 γ 辐照装置退役,须由业

主向主管部门申请,提出退役计划和措施,得到批准后方可实施。在有关部门的监督下做好放射源的转移和回收;作好设备、井水、水井的去污等工作。经测定达到安全水平后方可进行封存或拆除,并记录存档。

12.2 放射源的退役

达到使用寿命期的放射源应及时退役,延长使用应进行必要的检验和专家评估并获得有关部门批准。退役的放射源应返回供应商或由贮存废源单位处理。

附 录 A
(规范性附录)
γ 辐照装置的组成部分

A.1 密封放射源

A.1.1 钴-60 放射源

钴-60 放射源的半衰期为 5.27 a, 其衰变过程中产生的 γ 光子能量分别为 1.17 MeV 和 1.33 MeV。辐照加工用钴-60 放射源采用双层不锈钢包壳密封。使用寿命一般为 15 a~20 a。

钴-60 放射源的安全性能和质量, 应符合 GB 7465 的要求, 且必须具有相应的证明文件。

A.1.2 铯-137 放射源

铯-137 也是辐照加工中可以使用的一种放射性同位素, 它的半衰期为 30.17 a, γ 光子的能量为 0.661 6 MeV。氯化铯作为铯-137 放射源不适宜在湿法贮源的 γ 辐照装置中使用。

A.1.3 其他放射源

反应堆乏燃料也可以作为工业辐照加工用放射源。这种源不能用于食品辐照处理。

A.2 放射源的操作系统

A.2.1 源架

源架是为盛载和排布放射源棒以形成特定辐射场的专用设备。一般采用不锈钢材料制造。源架因辐照装置的规模、用途或辐照工艺的不同而采取不同的结构型式和尺寸。

A.2.1.1 源架类型

A.2.1.1.1 “线源”源架

单根棒状放射源或排列成一条直线的多根放射源棒, 垂直装载在源架的中心位置, 形成“线源”。线源仅用于装源量较小的辐照装置。

A.2.1.1.2 “筒状源”源架

若干条线源等距离垂直装载在以源架中心线为轴线的圆柱面上, 形成“筒状源”(亦称“花篮式源”)。筒状源的装源量一般比线源大, 但通常也只用于设计装源量 1.11×10^{16} Bq(30 万居里)以下的辐照装置。

A.2.1.1.3 “单板源”源架

将若干放射源棒按垂直或水平方向有序地装载在一个平板式结构的源架上, 形成“单板源”。单板源的容量可以很大, 用于设计装源量 1.11×10^{16} Bq(30 万居里)以上的辐照装置。

A.2.1.1.4 “双板源”源架

装置中同时使用以一定间距平行放置的两个单板源源架, 称为“双板源”。双板源也用于设计装源量 1.11×10^{16} Bq(30 万居里)以上的辐照装置。

以上所列几种常用源架。

A.2.1.2 对源架的基本要求

- a) 放射源在源架上的装载安全可靠;
- b) 放射源的装卸方便易行;
- c) 保证放射源不受机械损伤;
- d) 提出水面后能迅速排空积水;
- e) 尽量提高射线能量利用率。

A.2.1.3 源架保护

为了保证源架的安全,应设有防止辐照箱或辐照产品碰撞源架的保护装置。

A.2.2 源升降机

源升降机是牵引源架使之在井下贮存位置和井上工作位置之间做升降运动或在贮存位置及工作位置保持停留的机械设备。

A.2.2.1 类型

按驱动方式,源升降机有电动、液压和气动三种类型。

A.2.2.2 功能

- a) 源架的升降运动和在贮存位置、工作位置的定位;
- b) 源架位置指示;
- c) 驱动系统的过力矩保护;
- d) 断电自动降源;
- e) 源架迫降;
- f) 建立以升降源为中心的安全联锁系统。

A.2.3 长杆工具

长杆工具是用于贮源井内装换源等水下操作的一套手动工具。一般包括长杆夹钳、长杆钩和其他各种专用工具头。

设计长杆工具时,应注意以下事项:

- a) 用于制造长杆的材料,其密度不得小于 1 g/cm^3 ;
- b) 每件连接成一体长杆工具,其首端和末端均应设有不小于 $\phi 10\text{ mm}$ 的进水孔和排气孔。

A.3 剂量测量系统

A.3.1 辐射安全监测

- a) 设固定式 γ 辐射剂量监测设备,用于监测放射源处于贮存或工作状态;
- b) 设贮源井水位和井水放射性污染监测设备,用以监测水层屏蔽厚度和井水的剂量水平。

A.3.2 个人剂量测量

配备个人剂量计和个人剂量报警器,用于记录正常运行个人累积剂量值及避免工作人员受到超过约束值的剂量。

A.3.3 环境剂量监测

配备便携式剂量监测仪,用于进行工作场所和外部环境的剂量监测。

A.3.4 吸收剂量监测

配备工艺剂量测量设备,用于进行辐照场与产品吸收剂量的监测。

A.4 辐照室

A.4.1 屏蔽体

为了将强辐射减小到公众可以接受的水平,采用混凝土、铁、铅、贫铀等重材质构成阻挡辐射的屏蔽即屏蔽体。在设计最大装源量的前提下,屏蔽体外剂量率不应超过 $2.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$ 。

A.4.2 迷道

在辐照室设计中采用迷宫式路径,可以有效地减少出入口处的辐射水平,从出入口到辐照室所经过的曲折通道就构成迷道。在设计最大装源量的前提下,迷道口处的剂量率不应超过 $2.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$ 。

除货物出入口外,还应设计专门的人员通道口供操作人员进出辐照室。

A.4.3 干法贮源室

在辐照室内设置干式贮源井或贮源容器,放射源在非照射状态时应贮存在井下或容器内。

A.4.4 湿法贮源水池

在辐照室内设一深水井,源架在非工作状态时应位于井下贮存位置,以达到屏蔽目的并可在该位置完成装换放射源操作。

A.4.5 检修用副井或容器

如果在特殊情况下需要检修贮源井或贮源容器,必须首先移走放射源,为此可以在贮源井下设计副井,或将源转移到专门的容器内。另外还可以设计倒源井,以实现运输容器与源架之间源的倒装。

A.5 辐照物输送系统

A.5.1 过源机械系统

在辐照室内运载产品围绕源架运行或停留,使之接受辐照的传输机械系统。通常采用的有辊道输送系统、气动单轨悬挂输送系统及积放式悬挂链输送系统等。

A.5.2 迷道输送系统

在操作大厅与辐照室之间,经过迷道运载产品的输送机械系统。通常采用的有辊道输送系统、气动单轨悬挂输送系统及悬挂链输送系统等。

A.5.3 装卸料操作机械

在操作大厅的装卸料段,将未辐照产品装入辐照箱和将已辐照产品从辐照箱中卸出的机械设备。通常采用的有倾斜式装卸机、升降式装卸机或堆码式装卸机等。

A.6 水处理系统

湿法贮源 γ 辐照装置必须设水处理系统,要求贮源井水的电导率 $1\mu\text{S}/\text{cm}\sim 10\mu\text{S}/\text{cm}$,总氯离子(Cl^-)含量不大于 1×10^{-6} ;pH值为5.5~8.5。

水处理系统也可用于应急时井水去污处理。

A.7 通风系统

γ 辐照装置必须设通风系统,随时将辐照室产生的 O_3 等有害气体排放到大气中。同时,辐照室内形成负压以保证有害气体不会外泄至辐照室周围环境。当放射源降至井内贮存位置5 min后,辐照室内臭氧的浓度不应超过 $0.3\text{ mg}/\text{m}^3$, NO_2 浓度(包括 NO 、 N_2O 、 NO_2 等各种氮氧化物均换算为 NO_2 的浓度)不应超过 $5\text{ mg}/\text{m}^3$ 。

A.8 安全联锁系统

安全联锁系统是为了防止人员误入辐照室受到过量辐射照射,防止或限制对设施的损害,并将产品的吸收剂量控制在预定范围内的设施。一些安全设施是正常运行所必需的,如人员和货物的进出口门与放射源的联锁控制、防止人员误入的光电装置、紧急降源拉线开关和按钮等;另一些是给出报警或警告指示的,以引起对不正常的但并不是有害状态的注意;其余的是故障指示器,警告运行人员有严重问题存在,同时自动执行规定的动作,如将放射源返回安全位置,以防止人员误入辐照室受到伤害。

安全联锁系统主要使用程序控制的机电器件;各种显示屏及指示器、传感器,以及定时器件及辐射监测仪表等。

A.9 控制系统

控制系统主要是在辐照加工过程中按工艺要求完成各种工况下生产过程中的控制,并确保操作人员的人身安全和产品质量。

附录 B
(资料性附录)
 γ 辐照装置的分类

B.1 固定源室湿法贮存 γ 辐照装置

是一种可以控制人员进入的辐照装置,在不使用时,其放射源被放在水井内,源是被充分屏蔽的,使用时,源被提升到辐照空间,此时,借助于入口控制系统,使人员不能进入该辐照空间。

这种装置的设计一般包括以下部分:

- a) 放射源必须有双层不锈钢包壳,贮存于水井中,其外包壳不应有明显的腐蚀;
- b) 根据安全防护要求设计屏蔽体及贮源水井;
- c) 放射源源架及其传动系统,源的安全保护机构;
- d) 安全联锁系统,声光报警信号系统及标志;
- e) 控制系统;
- f) 剂量监测系统(包括辐照室的剂量监测、个人及产品的剂量监测);
- g) 通风及水处理系统;
- h) 装换源的操作工具;
- i) 产品定位及其输送系统(视业主要求设计);
- j) 观察系统及其他辅助系统(视业主要求设计)。

B.2 固定源室干法贮源 γ 辐照装置

是一种可以控制人员进入的辐照装置。其放射源装在由坚密材料(例如铅金属)构成的干容器(或干井)内。在不使用时,源是充分被屏蔽的;使用时,被提升到辐照空间,此时,借助于入口控制系统,使人员不能进入该辐照空间。

这种装置的设计一般包括以下部分:

- a) 放射源必须有双层不锈钢包壳;
- b) 根据安全防护要求设计屏蔽体及贮源容器;
- c) 放射源源架及其传动系统,源的安全保护机构;
- d) 安全联锁系统,声光报警信号系统及标志;
- e) 控制系统;
- f) 剂量监测系统(包括辐照室的剂量监测、个人及产品的剂量监测);
- g) 通风系统;
- h) 装换源的操作工具;
- i) 产品定位及其输送系统(视业主要求设计);
- j) 观察系统及其他辅助系(视业主要求设计)。

B.3 自屏蔽式辐照装置

此类辐照装置的放射源完全封闭在一个用固体材料制成的干容器内,并且处于屏蔽状态。辐照室的结构和体积设计成使人员不可能接近放射源,也不可能进入正在进行辐照的空间。

这种装置的设计一般包括以下部分:

- a) 放射源必须有双层不锈钢包壳;
- b) 根据安全防护要求设计屏蔽体;

- c) 放射源源架及其传动系统；
- d) 声光报警信号系统及标志；
- e) 控制按钮；
- f) 产品定位机构；
- g) 通风及剂量监测系统。

B.4 水下辐照装置

此类辐照装置的放射源贮存在充满水的水井内不移动,因而始终处于屏蔽状态,被辐照的物品移动到水下接受照射。这实际上是限制了人员接近放射源,也不可能进入正在进行辐照的空间。

这种装置的设计一般包括以下部分:

- a) 放射源必须有双层不锈钢包壳,贮存于水井中,其外包壳不应有明显的腐蚀；
 - b) 根据安全防护要求设计贮源水井；
 - c) 辐照产品密封罐及其升降和传输系统；
 - d) 安全联锁系统,声光报警信号系统及标志；
 - e) 控制系统；
 - f) 剂量监测系统(包括辐照室的剂量监测、个人及产品的剂量监测)；
 - g) 通风及水处理系统；
 - h) 装换源的操作工具。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
γ 辐照装置设计建造和使用规范
GB 17568—2008

*

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

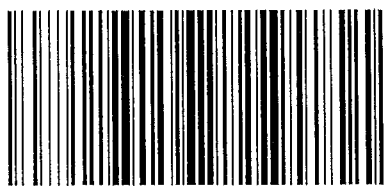
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字
2008年12月第一版 2008年12月第一次印刷

*

书号: 155066·1-35163 定价 20.00 元

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 17568—2008

附件 1

核安全导则 HAD 401/07-2013

γ 辐照装置退役

国家核安全局 2013 年 5 月 24 日批准发布

国家核安全局

γ 辐照装置退役

(2013年5月24日国家核安全局批准发布)

本导则自2013年5月24日起实施

本导则由国家核安全局负责解释

本导则是指导性文件。在实际工作中可以采用不同于本导则的方法和方案，但必须证明所采用的方法和方案至少具有与本导则相同的安全水平。

目 录

1 引言.....	5
1.1 目的	5
1.2 范围	5
2 退役原则和目标.....	5
2.1 退役原则.....	5
2.2 退役目标	6
3 装置设计、建造和运行各阶段对退役的考虑.....	7
3.1 设计和建造阶段.....	7
3.2 运行阶段	8
4 退役实施	8
4.1 组织机构和人员资质.....	9
4.2 运行历史资料收集和分析.....	9
4.3 源项调查.....	10
4.4 退役计划.....	10
4.5 清查和移送放射源.....	10
4.6 环境影响评价.....	11
4.7 辐射防护和监测	11
4.8 排水	12
4.9 去污.....	13
4.10 拆除和拆毁.....	13
4.11 放射性废物管理.....	14
4.12 应急.....	14
4.13 安全保卫.....	15
4.14 文件管理.....	15
4.15 质量保证.....	15
5 退役的完成.....	16
5.1 终态验收辐射监测报告.....	16
5.2 退役总结报告.....	16
5.3 验收.....	16
附录 A 源项调查示例	18

附录 B 放射源移送方案示例	19
附录 C 退役终态验收辐射监测报告	20
附录 D 放射源情况登记表	21

1 引言

1.1 目的

本导则依据《放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性废物安全管理条例》编制，旨在为 γ 辐照装置的退役提供具体的技术指导。

1.2 范围

本导则适用于 γ 辐照装置的退役。

附录 A、B、C、D 为参考性文件。

2 退役原则和目标

2.1 退役原则

2.1.1 按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，γ 辐照装置退役放射性废物处理和处置工作应遵循辐射防护三原则和废物最小化原则。

2.1.2 受污染的厂址经整治后拟向公众开放时，其中的建筑物、设备等必须满足清洁解控要求，土壤中残留放射性物质的活度浓度应达到允许开放的可接受水平，方可解除控制，无限制开放使用。

2.1.3 在装置退役实施前，应先移除装置中的全部放射源。退役中所产生的放射性物质应按国家规定处置。

2.1.4 γ 辐照装置设计寿期为 40 年。若达到退役年限但运营者要求延期的，应向监管部门提交申请延期报告，说明延期的理由，提供可以延期的支持性资料，其建筑物和安全防护设施均满足 GB17568《γ 辐照装置设计建造和使用规范》和 GB10252《γ 辐照装置的辐射防护与安全规范》的要求，方可延期

运行。

延期时间的长短视装置的具体情况而定，对无法修复或改造的装置，应强制其退役。

2.1.5 责任

- a) 装置业主应在装置运行前制定一个与装置类型和状态相称的退役计划，并且应在运行中每五年更新一次；
- b) 装置业主应对退役中应急措施的准备和实施；
- c) 装置业主对退役期间的安全负责。

2.1.6 辐射安全

在装置退役的所有阶段应对工作人员、公众和环境加以严格保护，并全面分析退役期间的潜在危害，制定安全防护措施。

2.1.7 在退役过程的各个阶段，都应进行辐射监测并做好必要的记录。

2.2 退役目标

2.2.1 剂量限制

在装置退役实施过程中和无限限制开放后，应确保操作人员、公众成员和环境的安全。其剂量约束值为：

- a) 对参与退役放射性操作的人员的辐射照射应进行控制，其剂量约束值为 5mSv；
- b) 辐照中心辐射环境评价范围内公众中关键人群组成员，累计在整个退役过程中所接受的附加剂量不应超过 0.1mSv。
- c) 对有放射性污染的场区或土壤，在采取了清除和补救行动后实施重新开放或利用时，公众中关键人群组成员所受的附加年有效剂量应控制在 0.1mSv 以下。

2.2.2 清洁解控

- a) 对仅有表面污染的物件（如被污染的源架、井覆面、水处理系统中的管路和设备等），表面污染解控水平为 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。该值为设备表面固

定污染和松散污染的总和。污染水平按一定面积上的平均值计算，工作服取 100cm^2 ，设备取 300cm^2 。

b) 贮源井底被污染的沉积物的活度浓度解控水平推荐值为：

$$\begin{array}{ll} {}^{60}\text{Co} & 10\text{Bq/g} \\ {}^{137}\text{Cs} & 10\text{Bq/g} \end{array}$$

c) 固体废物量为 3t 以下者，物料活度浓度通用解控水平推荐值为：

$$\begin{array}{ll} {}^{60}\text{Co} & 10\text{Bq/g} \\ {}^{137}\text{Cs} & 10\text{Bq/g} \end{array}$$

d) 贮源井水向环境排放时，所含放射性污染物的活度浓度应控制在 10Bq/L 以下，排放总活度不应超过 $1 \times 10^5\text{Bq}$ ，排放后应使用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

2.2.3 拟无限制开放场址的土壤活度浓度限值为：

$$\begin{array}{ll} {}^{60}\text{Co} & 0.03\text{Bq/g} \\ {}^{137}\text{Cs} & 0.1\text{Bq/g} \end{array}$$

3 装置设计、建造和运行各阶段对退役的考虑

辐照装置在设计、建造和运行各阶段都应考虑采取便于装置退役的各项措施。

3.1 设计和建造阶段

在设计和建造阶段应考虑的因素有：

- 在可能被污染的区域尽可能使用光滑、无缝和非吸附性的表面和地面，和/或可除去或可剥离的涂料；
- 设计和加工制造时贮源水井的不锈钢覆面需清除焊渣，打磨光滑，必要时应进行抛光处理，并要对焊缝进行 100% 的探漏检查；
- 设计源架防护罩和防碰撞装置，以防止源架被辐照的货物碰撞，造成

卡源或放射源受损；

- d) 可能污染的系统和设备，如水处理系统要求便于就地去污和方便拆除作业；
- e) 井水水位监测，探测泄漏；
- f) 留有足够的空间，以便于去污和拆卸设备操作；
- g) 吸取以前退役活动所得到的经验教训。

3.2 运行阶段

在日常运行管理中，严格按照操作规程和检修计划进行，以便最大限度地减少导致发生放射源卡阻和破损的可能性；定期对贮源井水和周边环境进行监测，以便在装置退役时提供参考。

装置开始运行后，还应妥善保存以下记录，直至装置退役：

- a) 首次装源前对装置周围环境进行检测的记录，以及每次加源后检测的记录；
- b) 运行事件和事故记录，如：出现的任何事件和事故及其补救措施的记录；
- c) 装置及其设备重要修改的细节，包括有关的图纸；
- d) 装、换放射源的原始记录，包括放射源名称、厂家、编码、活度、数量、时间、在源架上的位置等；
- e) 水井中曾存放过的放射源记录，包括放射源名称、厂家、编码、活度、数量、时间等；
- f) 对装置内所有放射源、疑似放射源和假源棒进行调查的记录；
- g) 设备的重大检修记录，尤其要包括源架、源架的升降系统和安全联锁系统的检修记录；
- h) 对贮源井水和装置周围环境进行的定期检测的记录。

4 退役实施

4.1 组织机构和人员资质

4.1.1 组织机构

应设立退役指挥、退役实施、辐射安全与环境监测、安全保卫、运输以及后勤保障等相关组织并明确职责。

4.1.2 人员资质

a) 辐照装置的退役应由具有专业知识和经验的人员负责实施。

b) 如本单位的工作人员不具备操作放射性物质和去污等专门技术时，可以聘请有资质和实施能力的单位完成部分或全部退役工作。

c) 在组织实施退役的队伍时，应尽量保留装置运行阶段的关键工作人员参与退役工作，并应该最大限度地利用装置原运行人员的知识和经验。

d) 应对实施退役工作的人员进行相关的培训和良好的安全文化素养的教育，使其了解待实施退役活动的规模、复杂程度和性质，并具有始终将辐射防护和安全放在头等重要的思想意识，以便有能力安全地完成指派给他们的工作。退役工作人员经考核合格后方可参与退役工作。

4.2 运行历史资料收集和分析

对辐照装置自投入运行到退役的整个期间运行和变更情况及所发生的故障和事故进行资料收集和分析，包括：

- a) 装置原设计的变更及重要修改的细节；
- b) 水井中曾存放过的放射源；
- c) 每次加源后井水水质和场所的检测；
- d) 涉源故障和事故，包括故障或事故发生的时间，故障或事故原因，处理的过程和采取的补救措施，故障或事故有关的当事人，以及参与事故处理的管理人员和专家；

4.3 源项调查

装置退役前除对周围环境和 workplaces 进行普遍检测调查外，应针对性地在辐照室周围 50m 范围内进行源项调查，调查的内容见附录 A。

4.4 退役计划

装置退役应制定退役方案，以表明退役可以安全地完成。主要内容：

- a) 装置的描述，包括技术参数、运行历史、放射性物质的种类、存量 and 状态；
- b) 退役活动，包括退役实施的组织机构与职责；
- c) 退役废物的处理与处置；
- d) 退役目标；
- e) 时间安排；
- f) 资金筹措，退役资金应有序筹措，更新退役计划时应说明资金的筹措情况。

4.5 清查和移送放射源

为了减少退役实施期间的辐射危害，辐照装置退役开始前，首先清除、移送放射源，移送方案示例见附录 B。

4.5.1 清查放射源

- a) 清查自运行以来所有放射源的台账，严格做到帐、物相符；
- b) 通过测量贮源井水的放射性活度，确定井内放射源是否存在破损，如若破损，应一一进行鉴别，确定破损放射源；
- c) 根据台账将贮源井内所有放射源分为已到使用寿命期的退役源和未到使用寿命期的可继续使用的放射源。

4.5.2 移送放射源

- a) 退役放射源应根据合同返回生产厂，其运输由业主委托有资质的单位完成；
- b) 确实无法退回的放射源，应经审管部门批准，送往有资质废物库长期贮存；
- c) 移送放射源应使用经批准的合格容器；

- d) 可再利用的放射源应依法转让有资质的单位并办理合法转移手续和记录;
- e) 在清除退役放射源中, 发现破损放射源时, 应立即向审管部门报告, 并尽快通知该破损源的生产厂, 分析确定破损原因后返回生产厂。

4.6 环境影响评价

装置在退役前应编制环境影响评价文件, 内容应包括:

- a) 根据放射源台账或记录清查所有放射源, 确定其完整性;
- b) 放射源移送的去向及证明文件, 装运过程中的辐射监测(场所、容器和车辆表面的辐射监测记录, 退役人员的剂量监测报告)与评价, 说明对工作人员和公众的影响。
- c) 移出放射源后装置和环境的辐射水平现状, 如有污染, 被污染的贮源井水、井覆面、被污染的水处理系统、管道和设备的处理措施, 放射性废物的去向及其对公众和环境产生的辐射影响等;
- d) 在安全评估中应该分析在退役活动中有可能发生的放射性和非放射性的危害以及治理措施, 制定事故处理的应急响应计划;
- e) 终态辐射监测方案。

4.7 辐射防护和监测

4.7.1 退役过程中, 工作人员和公众的辐射照射应满足本导则规定的剂量约束值和剂量限值并保持在可以合理达到的尽量低的水平。有可能涉及辐射照射的工作应事先计划, 并估计可能的个人剂量和集体剂量。

4.7.2 应制定辐射监测计划, 对退役操作人员、工作场所、相关设备及部件和周围环境等进行监测。

4.7.3 辐射防护负责人应拥有必要的资源、工作能力和权限来完成辐射防护任务。

4.7.4 配备的辐射防护设备至少应包括:

- a) 辐射屏蔽设备，如长杆工具、局部铅屏蔽和通风等；
- b) 个人剂量计和个人剂量报警仪；
- c) 现场应配备表面污染监测仪和 γ 剂量率仪。

4.7.5 应按辐射水平对退役场所进行分区管理，划出控制区和监督区，并采取相应的防护措施。

4.7.6 搬运、包装和运输作业过程中应对工作人员、部件、废物和物料进行辐射水平监测。应防止松散污染物扩散。

4.7.7 应对退役过程中的关键节点进行辐射监测：

- a) 排水前井水的放射性水平；
- b) 排水前和排水期间井水表面的 γ 剂量率；
- c) 排水后井壁表面沾污、γ 剂量率；底泥的放射性水平（活度浓度）；
- d) 水处理系统相关管壁和材料的表面污染；操作工具、源架、容器的表面污染；周围环境的 γ 剂量率；
- e) 有污染的物料去污后的表面污染水平。

4.8 排水

4.8.1 在所有放射源移出后，应对贮源井水进行水质监测，当确定井水污染时，应采取过滤等措施减少井水放射性水平，直至其活度浓度低于 2.2.2 的控制值后，向省级环保部门申请，经批准后方可排放到污水管网。井水处理完后，应对操作工具及源架等表面、贮源井覆面及水处理系统循环回路内表面、管道内表面等进行去污。

4.8.2 贮源井水排放过程中，应随时对水面进行剂量率监测，以防止井内有遗留的放射源。

4.8.3 排水完成后，应对井底沉积物进行放射性监测，如果沉积物的 Co-60 的活度浓度满足 2.2.2 节要求方可解控，否则应按放射性废物处理。

4.9 去污

4.9.1 去污活动包括采用适宜的措施清除或减少管道和设备表面的放射性污染的活动。去污目标：

- a) 防止或减少对操作人员和其他人员的辐射危害；
- b) 使退役场所达到无限制开放；
- c) 尽可能使被污染的设备和部件达到解控水平。

4.9.2 应根据监测结果确定去污方案。当确定有放射源泄漏的情况下，应进行以下去污：

- a) 贮源井覆面和水处理系统循环回路的内表面；
- b) 源架及操作源的工具等表面。

4.9.3 对不同的去污过程选择不同的去污方法，并对去污技术的安全性和有效性进行评估。评估内容包括：

- a) 工作人员可能受照的剂量；
- b) 去污后能达到的目标；
- c) 估计在去污过程中新产生的废物数量、性质和活度；
- d) 对场内和场外环境造成任何可能的影响；
- e) 去污代价与预期利益比较。

4.10 拆除和拆毁

4.10.1 拆除和拆毁作业应达到以下要求：

- a) 把受到污染的设备、构筑物等与没有受到污染的分开，以减少工作人员在后续退役作业中受到辐射危害，减少废物产生量；
- b) 控制被拆除和拆毁物的尺寸，使之便于去污和搬运等作业。

4.10.2 在选择拆除和拆毁方案时，应考虑：

- a) 减少拆除和拆毁作业人员的受照剂量和工业安全；
- b) 所用拆除和拆毁技术和设备应简单可靠；
- c) 产生的放射性废物量最少。

- d) 尽可能使用经过验证的拆除技术；
- e) 尽量减少对邻近区域的不利影响；
- f) 确定运输废物的容器及相关装运作业和运输途径。

4.11 放射性废物管理

4.11.1 在水处理系统被污染的情况下，可利用去污、受控拆除、控制污染和分类管理等措施以及必要时采取行政管理手段，尽可能减少放射性废物量。

4.11.2 应制订废物管理计划，至少包括下列内容：

- a) 退役期间可能产生的放射性废物的来源、数量、种类和性质；
- b) 放射性污染物清洁处理后，解除监管控制的可能性；
- c) 设备和房屋场地重新使用和重复利用的可能性；
- d) 放射性废物的处理和最终去向；
- e) 放射性废物包装和运输的安全性；
- f) 从退役过程中产生的废物其来源和性质的可追溯性；
- g) 废物对工作人员、公众和环境的潜在影响。

4.12 应急

4.12.1 制定应急预案

应制定相应的应急处理措施，以减少在退役过程中事故或事件的后果。这些事件包括源的破损、放射性物质的洒落、水的污染、火灾、电源故障、设备故障、人为恶意破坏、工业安全、人员误照等。

4.12.2 应急处理

- a) 发生事故或有异常情况时应立即停止工作，查明情况；
- b) 确认有事故发生时，应立即启动应急预案；
- c) 在场地准备足够的灭火器，备有应急电源，运行人员要在现场值班巡视，监测仪表实地检测等。

4.13 安全保卫

4.13.1 安全保卫要求

- a) 禁止与退役无关的人员进入退役场所；
- b) 采取措施防止放射源丢失；
- c) 采取措施防止放射性废物或污染物（如井底污染沉积物、污染离子交换柱和过滤器筛盘等）丢失。

4.13.2 在退役期间，应制定防止人为破坏和人员误入以及放射性物质安全的保护措施。

4.13.3 通过划定区域、安装安全保卫装置、安排人员值守、实施放射性物质管理等保护措施。

4.14 文件管理

4.14.1 退役过程应该至少形成以下文件：

- a) 退役计划；
- b) 放射源的移送方案及其实施记录和文件；
- c) 环境影响评价文件及相关批准文件；
- d) 退役过程各关键点监测报告和终态辐射测量报告；
- e) 放射源与放射性废物（固、液体）的去向及相关备案文件；
- f) 退役期间发生的任何异常事件或事故的概述及处理结果；
- g) 退役总结报告。

4.14.2 文件管理

- a) 上述文件及其相关批准文件均应存档并长期保存；
- b) 退役放射源及放射性废物应具有可追溯性。

4.15 质量保证

4.15.1 在退役开始之前业主应该安排和启动一个适当的质量保证大纲。质量保证大纲必须包括：

- a) 按标准规定的基本要求, 评定退役工作的细节;
- b) 退役的组织机构、职责、权限和接口;
- c) 管理措施, 包括策划、进度安排和资源考虑。
- d) 退役实施过程中的质量监督及记录。

4.15.2 运行期间所有影响安全的重要系统、构筑物和部件的重大改变都应形成文件, 供安排退役使用。

4.15.3 在清除和移送放射源期间形成的所有放射性物质都必须给予适当说明, 而且必须确定它们的最终目的地。

4.15.4 重要资料如放射性测量结果和个人监测数据应该根据需要向监管机构提供。

5 退役的完成

5.1 终态验收辐射监测报告

退役作业完成后应由有资质和授权的单位进行终态辐射监测, 并出具监测报告。终态辐射监测报告是提出设施、场址解除监管控制申请的基础依据, 报告中应包括这些测量数据文件, 示例见附录 C。

5.2 退役总结报告

在退役完成的时候, 业主应该编写退役总结报告, 包括以下内容:

- a) 退役活动的概述;
- b) 退役各过程的监测结果 (包括: 底泥放射性核素活度浓度; 去污前后井壁、源架、水处理系统材料及管道、操作工具等表面污染水平);
- c) 放射源与放射性废物 (固、液体) 的去向及相关审批和备案文件;
- d) 退役中发生的事件或事故及处理情况;
- e) 经审批的环境影响评价文件;
- f) 结论。

5.3 验收

5.3.1 退役完成后,辐照装置的业主应依据相关规定向环境保护主管部门申请验收。

5.3.2 申请验收,应按相关规定提交以下文件:

- a) 验收申请;
- b) 退役总结报告;
- c) 终态验收辐射监测报告;
- d) 环境保护主管部门要求提交的其他材料。

5.3.3 环境保护主管部门根据提交的验收材料批准辐照装置的退役,解除设施和场址的监管控制。

附录 A 源项调查示例

被污染物名称		数 量		放射性水平	
		体积(m³)	表面积(m²)	浓度(Bq/m³)	表面污染(Bq/m²)
贮源井水					
贮源井底沉积物					
源架、假源棒 及其井内附件					
井覆面内表面					
倒源工具					
水 处 理 系 统	过滤器芯				
	活性炭、阴、 阳离子树脂 床				
	管道、贮水 罐内表面				
土壤					

附录 B 放射源移送方案示例

下面内容为放射源移送方案示例，包括 5 部分内容：

- 1 引言
- 2 装置描述
 - 2.1 场址和装置说明
 - 2.2 装置运行历史及退役原因
 - 2.3 放射源的清查
 - 2.3.1 放射源的种类、存量和状态的描述
 - 2.3.2 放射源的厂家、编码、放射性活度、根数、结构尺寸、生产日期、使用情况等
 - 2.3.3 对于存在假源棒的装置，应对假源棒逐一验证
 - 2.4 放射源的去向
- 3 移送前的准备
 - 3.1 退役实施的组织机构与职责
 - 3.2 转让或送贮审批
 - 3.3 资金准备
- 4 移送实施
 - 4.1 场所分区
 - 4.2 移取操作方案
 - 4.3 过程监测
 - 4.4 运输
 - 4.5 移送后的责任转移

移送的放射源运输应遵守《放射性物品运输安全管理条例》和国家标准 GB11806《放射性物质安全运输规程》的规定
- 5 应急考虑和安排

附录 C 退役终态验收辐射监测报告

下面为终态监测报告内容示例，包括 6 部分内容和附件：

- 1 装置名称
 - 2 装置描述
 - 2.1 装置类型和位置
 - 2.2 场址描述
 - 2.3 装置描述
 - 3 监测内容
 - 3.1 辐照室周围的环境辐射水平测量
 - 3.2 工作场所的辐射水平测量
 - 3.3 去污后拟再利用的部件和设备的放射性水平
 - 3.4 辐照室贮源井周围土壤放射性水平的测量
 - 3.5 退役实施人员的个人受照剂量的测量
 - 4 监测仪器和方法
 - 5 监测结果
 - 6 结论
 - 6.1 监测评价
 - 6.2 可接受性评定结论
- 附件 测量单位资质与人员资格

附录 D. 放射源情况登记表

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度(TBq)	生产国	标号	编码	破损情况	最终去向	移出日期	操作人	批准日期	批准人	备注
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 117—2006

代替 GBZ 117—2002, GBZ/T 150—2002

工业 X 射线探伤放射卫生防护标准

Radiological protection standards for industrial X-ray detection

2006-11-03 发布

2007-04-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 X射线探伤装置的放射卫生防护要求	1
4 X射线探伤作业场所的放射卫生防护要求	2
5 放射防护监测及评价	2
附录 A (规范性附录) X射线现场探伤作业控制区与监督区的确定	5
附录 B (资料性附录) X射线防护材料半值层	6
附录 C (资料性附录) 监测原始记录	7
附录 D (规范性附录) 泄漏射线空气比释动能率测试位置示意图	8

前 言

本标准第3~5章和附录A、附录D是强制性。

本标准代替GBZ 117—2002《工业X射线探伤卫生防护标准》和GBZ/T 150—2002《工业X射线探伤卫生防护监测规范》。自本标准实施之日起,GBZ 117—2002、GBZ/T 150—2002同时作废。

本标准与GBZ 117—2002、GBZ/T 150—2002相比,主要修改如下:

- 删去了引用标准;
- 修订了现场探伤作业中工作区域的划分;
- 增加了固定探伤室外的剂量约束值;
- 限制了周向式探伤机用于现场探伤的条件;
- 放射卫生监测部分与原监测规范相整合,大体分为设备防护性能监测、场所放射防护监测和人员剂量监测三个方面。

本标准的附录A和附录D是规范性附录;附录B和附录C是资料性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位:山东省医学科学院放射医学研究所。

本标准主要起草人:邓太平、范瑶华、朱建国、侯殿俊、陈英民、邱玉会、何顺升、袁明、乔建维、李洁清。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 16357—1996, GBZ 117—2002;
- GB/T 17150—1997, GBZ/T 150—2002。

工业 X 射线探伤放射卫生防护标准

1 范围

本标准规定了工业 X 射线探伤装置、探伤作业场所及放射工作人员与公众的放射卫生防护要求和监测方法。

本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置)的生产和使用。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1 X 射线探伤装置 X-ray defect detecting facilities

包括 X 射线管头组装体、控制箱及连接电缆在内的对物体内部缺陷进行 X 射线摄影检查的设备总称。按照 X 射线发射的方向和窗口范围可分定向式和周向式。按安装形式可分为固定式和移动式。

2.2 X 射线探伤室探伤 X-ray defect detecting in the room

在探伤室对物体内部缺陷进行 X 射线摄影检查的工作过程。

2.3 X 射线现场探伤 X-ray defect detecting on-the-spot

在室外、生产车间或安装现场使用移动式 X 射线探伤装置对物体内部缺陷进行 X 射线摄影检查的工作过程。

3 X 射线探伤装置的放射卫生防护要求

3.1 防护技术要求

3.1.1 X 射线管头组装体

3.1.1.1 移动式或固定式的 X 射线装置管头组装体应能固定在任何需要的位置上并加以锁紧。

3.1.1.2 X 射线管头应设有限束装置。

3.1.1.3 X 射线管头窗口孔径不得大于额定最大有用线束射出所需尺寸。

3.1.1.4 X 射线管头应具有如下标志：

- a) 制造厂名称或商标；
- b) 型号及顺序编号；
- c) X 射线管的额定管电压、额定管电流；
- d) 焦点的位置；
- e) 出厂日期。

3.1.1.5 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

X 射线装置在额定工作条件下,距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合如下要求：

表 3.1 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率控制值

管电压,kV	漏射线空气比释动能率,mGy·h ⁻¹
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.2 控制台

3.1.2.1 控制台应设置有 X 射线管电压及其通或断状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取

和设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置探伤室联锁接口,并设有钥匙开关。

3.1.3 连接电缆

对于移动式 X 射线装置,控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不得短于 20m。

3.1.4 产品说明书

产品说明书应注明 X 射线装置的型号、规格和主要技术指标与防护性能。

4 X 射线探伤作业场所的放射卫生防护要求

4.1 X 射线专用探伤室探伤

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全,操作室应与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。

4.1.2 屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况。在进行屏蔽墙设计时可取公众剂量约束值 0.3mSv/a ,并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$,无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

4.1.3 应安装门-机联锁安全装置和照射信号指示器,并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。

4.1.4 探伤室一般不设观察窗口。如需设置时,应避开有用线束的照射方向,并应具有与同侧墙相同的屏蔽防护性能。

4.2 X 射线现场探伤作业

4.2.1 周向式探伤机用于现场探伤时,应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器(仅开定向照射口)。

4.2.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素,选择最佳的设备布置,以保证进行探伤作业时,人员的受照剂量低于其剂量限值,并达到可合理做到尽可能低的水平。操作人员应尽可能利用各种屏蔽方式保护自己。

4.2.3 探伤作业时,应划定作业场所工作区域,并在相应的边界设置警示标识。

4.2.3.1 将作业时被检物体周围的空气比释动能率大于 $15\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 的范围内划为控制区,特殊情况见附录 A,并在其边界上应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌,探伤作业人员应在控制区边界外操作,否则应采取专门的防护措施。

4.2.3.2 在控制区边界外将作业时空气比释动能率大于 $1.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 的范围划为监督区,并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。在监督区边界附近不应有经常停留的公众成员。

5 放射防护监测及评价

5.1 监测仪器

5.1.1 监测仪器检定

用于工业 X 射线探伤装置放射防护监测的仪器,按规定进行定期检定,并取得相应证书。

5.1.2 监测仪器性能要求

用于监测散漏辐射的仪器应具备下列主要性能:

- a) 最小读出数值为 $0.01\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$;
- b) 能量响应 $100\text{keV}\sim 500\text{keV}\pm 30\%$;
- c) 读数响应时间小于 15s。

5.2 监测记录

工业 X 射线探伤的放射卫生防护监测,应按附录 C 给出原始记录。

5.3 X 射线探伤装置的监测和检查

5.3.1 X 射线探伤机泄漏辐射空气比释动能率的监测

5.3.1.1 监测环境条件

应无其它电离辐射的干扰。在进行监测时 X 射线管头组装体应距墙壁 2m 以上。

5.3.1.2 监测方法

X 射线管出束口用 10 个半值层的铅罩严密覆盖,半值层数据参见附录 B。在额定管电压、管电流照射条件下监测附录 D 中图示位置的空气比释动能率。辐射探测器(例如:电离室)中心与 X 射线管焦点之间的距离为 1m,测量时尽可能采用远距离测量或累积测量,测试点与 X 射线管之间内不应有其它屏蔽体。

5.3.1.3 监测周期

- a) 新产品或老产品转厂投产前,以及连续 3 年内未有型式试验时都应进行型式试验。
- b) 对连续生产中的工业 X 射线探伤装置,每年应至少由放射卫生技术服务机构进行 1 次抽验。
- c) 工业 X 射线探伤装置至少应每年监测 1 次,由有资质的放射卫生技术服务机构监测。
- d) 新投入使用的工业 X 射线探伤装置应由有资质的放射卫生技术服务机构监测进行验收监测。

5.3.1.4 结果评价

X 射线探伤装置在额定工作条件下,距 X 射线管焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率应符合 3.1.1.5 的要求。

5.3.2 X 射线探伤装置的防护安全性能检查,应符合 3.1.1~3.1.4 的要求。

5.4 X 射线探伤室的监测和检查

5.4.1 探伤室周围辐射水平的监测

5.4.1.1 周围辐射水平巡测

探伤室的放射卫生防护监测,特别是验收监测时应首先进行周围辐射水平的巡测,以发现可能出现的高辐射水平区。巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定。无固定照射方向的探伤室在有用线束照射四面屏蔽墙时,应巡测墙上不同位置及门上、门四周的辐射水平。设有窗户的探伤室,应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。测试时探伤机应工作在额定工作条件下、没有探伤工件、探伤装置置于与测试点可能的最近位置,如使用周向式探伤装置应使装置处于周向照射状态。

5.4.1.2 定点监测

一般应监测以下各点:

- a) 通过巡测,发现的辐射水平异常高的位置;
- b) 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处,测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周;
- c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处,每个墙面至少测 3 个点;
- d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层外 30cm 处,至少包括主射束到达范围的 5 个监测点;
- e) 人员经常活动的位置。

5.4.1.3 监测周期

探伤室建成后应由有资质的放射卫生技术服务机构进行验收监测。投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

5.4.1.4 结果评价

X 射线探伤装置在额定工作条件下,探伤室周围辐射水平应符合 4.1.2 的要求。

5.4.2 探伤室的安全检查

对正在使用中的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置,以及出束信号指示灯等安全措施,当同

时使用多台探伤装置时,每台装置均应连锁。

5.5 现场探伤作业场所的监测

5.5.1 分区

5.5.1.1 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时,通过巡测划出控制区和监督区。

5.5.1.2 当 X 射线探伤装置、场所、被检物体(材料、规格、形状)、照射方向、屏蔽等条件发生变化时,均应重新进行巡测,确定新的划区界线。

5.5.2 监测周期

凡属下列情况之一应由有资质的放射卫生技术服务机构进行场所监测:

- a) 新开展现场 X 射线探伤的单位;
- b) 每年抽检一次;
- c) 在居民区进行的现场探伤;
- d) 发现个人剂量超过 5mSv/3 月。

5.6 应对探伤作业人员进行个人剂量监测,监测人员的深部剂量当量[$H_p(10)$],以此估算工作人员个人年有效剂量。

附 录 A
(规范性附录)

X 射线现场探伤作业控制区与监督区的确定

A.1 控制区边界空气比释动能率定为 $15\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$, 是按放射工作人员年有效剂量限值的四分之一 (5mSv) 和每周实际开机时间为 7h 推算后, 取两位有效数字。如果每周实际开机时间 t 明显不同于 7h, 控制区边界空气比释动能率应按下列式计算:

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

$\dot{K}$ ——控制区边界空气比释动能率, $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$;

t ——每周实际开机时间, h。

100—— 5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值, 即 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

同时, 管理区边界空气比释动能率也相应改变。

附 录 B
(资料性附录)
X 射线防护材料半值层

B.1 宽 X 射线束屏蔽材料的近似半值层见表 B.1。

表 B.1 铅和混凝土的宽 X 射线束的近似半值层

X 射线管电压 kV	$d_{1/2}$, cm	
	铅	混凝土
50	0.005	0.4
75	0.015	—
100	0.025	1.6
150	0.029	2.2
200	0.042	2.6
250	0.086	2.8
300	0.17	3.0
400	0.25	3.0
500	0.31	3.6

附 录 C
(资料性附录)
监测原始记录

表 C.1 监测原始记录表

共 页 第 页

装置名称	型号
生产厂家	编号
监测项目	监测日期
监测地点及环境条件	
监测方法和仪器	

监测结果与记录

一、工业 X 射线探伤装置距焦点 1m 处泄漏射线空气比释动能率

监测时工作条件管电压 kV, 管电流 mA。

监测点 编 号	空气比释动能率 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	监测点 编 号	空气比释动能率 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$
1		9	
2		10	
3		11	
4		12	
5		13	
6		14	
7		15	
8		16	

注: 监测点编号参见图 D.1 和图 D.2。

二、工业 X 射线探伤工作场所空气比释动能率

测定地点	管电压, kV	管电流, mA	空气比释动能率, $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$

测试人

复核人

日期:

附录 D

(规范性附录)

泄漏射线空气比释动能率测试位置示意图

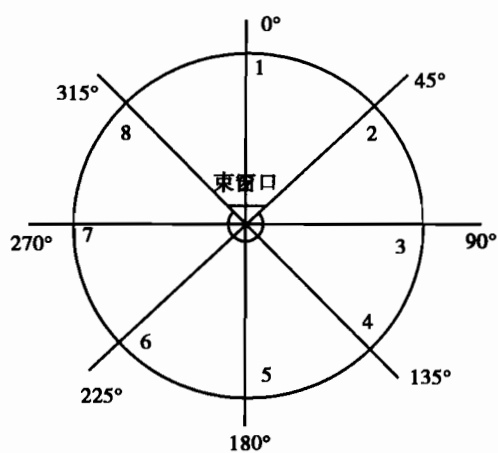


图 D.1 垂直于 X 射线管头组装体的测试点位

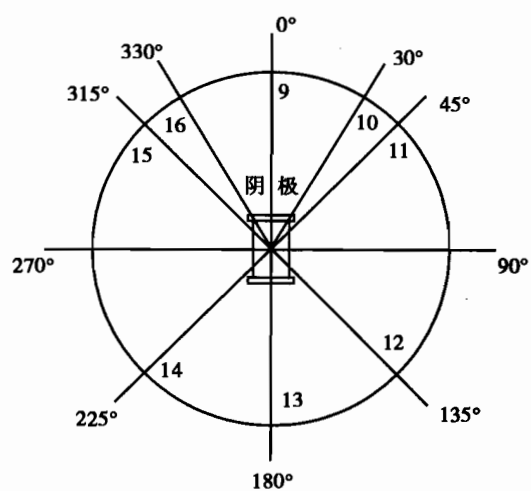


图 D.2 平行于 X 射线管头组装体的测试点位

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 132—2008

代替 GBZ 132—2002

工业 γ 射线探伤放射防护标准

Radiological protection standards for industrial gamma-radiography

2008-03-12 发布

2008-10-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

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 γ 射线探伤机的放射防护性能要求	1
5 γ 射线探伤的通用防护要求	2
6 固定式探伤的附加要求	3
7 移动式探伤的附加要求	3
8 放射源的安全	4
9 γ 探伤装置的维修保养和换源	5
10 事故应急要求	5
11 放射防护监测要求	5
附录 A(资料性附录) 管线爬行探伤装置	7
附录 B(资料性附录) 探伤机快门形式示意图	8
附录 C(资料性附录) 控制区距离的估算	9
附录 D(资料性附录) 应急物品配备清单	11

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准代替 GBZ 132—2002《工业 γ 射线探伤卫生防护标准》，自本标准实施之日起，GBZ 132—2002 同时废止。

本标准在修订中参考了德国工业标准 DIN54115-1Bb1.1 : 2006-01《固定式和移动式 γ 照相设备的处理；控制区的估算》、国际原子能机构安全报告丛书第 13 号《工业照相中的放射防护与安全》(1999) 等标准的内容。

本标准与 GBZ132—2002 相比，主要修改如下：

- 修订了现场探伤作业中工作区域的划分，控制区边界剂量率控制值从 $40\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 修订为 $15\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ；
- 增加了固定探伤室外的剂量约束值；
- 增加了电动控制放射源传输的探伤机应具有联锁插口条款；
- 探伤的放射防护要求改以通用要求加上固定式和移动式探伤的附加要求来表述；
- 增加了移动探伤作业前、后的放射防护技术要求，以及对管线爬行探伤和水下探伤的特殊要求；
- 增加了放射源或源容器储存、移动和运输的要求；
- 增加了 γ 探伤装置的维修保养和换源要求；
- 增加了事故应急要求；
- 细化了放射防护监测的内容；
- 删除了原附录 A。将原附录 B 改为附录 C 并对其进行了修订；
- 增加了附录 A、附录 B、附录 D。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 均是资料性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位：山东省医学科学院放射医学研究所。

本标准主要起草人：邓太平、卢峰、朱建国、赵艳敏、樊树明、王林超、陈英民、宋钢、李海亮、毕明卫、陆向社。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 18465—2001；
- GBZ 132—2002。

工业 γ 射线探伤放射防护标准

1 范围

本标准规定了工业 γ 射线探伤机的防护性能及探伤作业中的防护、监测以及事故应急等要求。
本标准适用于工业 γ 射线探伤机的生产与使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用成为本标准的条款。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。凡不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 4075 密封放射源 一般要求和分级

GB 11806 放射性物质安全运输规程

GB/T 14058—1993 γ 射线探伤机

GBZ 128 个人外照射监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 γ 射线探伤室 gamma-ray defect detecting room

存放 γ 射线探伤机并对物件进行探伤,且具有屏蔽效能的专用照射室。

3.2 固定式探伤 stationary defect detecting

在 γ 射线探伤室内用固定安装的或可有限移动的探伤机进行的工业 γ 射线探伤。

3.3 移动式探伤 mobile defect detecting

在 γ 射线探伤室以外进行的工业 γ 射线探伤。

3.4 换源器 source changer

专用来更换 γ 射线探伤源组件的屏蔽容器。它具有两个贮源孔,旧源从换源器的一个源孔被推进,新源从另一个源孔中被移出。

3.5 管线爬行器 pipe crawler

一种将 γ 探伤源固定在移动机架上,沿管道内爬行移动,对管道焊缝进行放射探伤的装置(参见附录 A)。它由一个驱动马达前进或后退,并利用一个控制源在管道外对其导向和定位。

3.6 控制源 control source

在管道内爬行探伤的过程中,用来对管线爬行器进行导向和定位的密封放射源,它被安装在手持式装置上并被准直,通常用一个低活度的密封¹³⁷Cs 放射源。

3.7 源托 source holder

用以固定或承载源的装置。

4 γ 射线探伤机的放射防护性能要求

4.1 源容器应符合 GB/T 14058—1993 中 5.3 的要求,照射容器周围的空气比释动能率不超过表 1 中的数值。

表1 照射容器周围空气比释动能率控制值

探伤机类别与代号		距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值/ $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$		
		0cm	5cm	100cm
手提式	P	2	0.5	0.02
移动式	M	2	1	0.05
固定式	F	2	1	0.1

4.2 使用贫化铀做源容器屏蔽材料时,对来自屏蔽材料本身的 β 射线的防护应符合 GB/T 14058—1993 中 5.3.1 的要求。

4.3 γ 射线探伤机的源容器及其中的密封源应有符合 GB/T 14058—1993 中 8.1.1、8.1.2 要求的标志。

4.4 γ 射线探伤机的安全锁、联锁装置、源的位置指示等安全装置的性能按 GB/T 14058—1993 中 5.4 要求。

4.5 用电动控制放射源传输的 γ 射线探伤机应具有与探伤机房门的开关状态联锁的接口。

4.6 源托的安全性应符合 GB/T 14058—1993 中 5.5 要求。

4.7 在满足探伤工作的情况下,放射源传输控制缆和导向缆的长度应尽可能使操作者与放射源之间的距离最大,每次照相后,放射源应能迅速返回源容器的屏蔽位置。装置快门形式参见附录 B。

4.8 探伤机生产厂家应为产品提供通俗易懂的中文说明书,说明书内容通常应包括如下内容或提示:

- a) γ 射线探伤装置的技术参数和结构性能,可能的潜在危害以及控制这些危害的安全防护措施;
- b) 应急参考程序;
- c) 常规操作规程;
- d) 在探伤过程中进行的放射监测;
- e) 内部检查、试验程序和周期;
- f) 设备常见故障和处理;
- g) 放射源移动、运输、储存和处置程序;
- h) 放射源及 γ 射线探伤装置存放地点、使用记录和人员责任。

5 γ 射线探伤的通用防护要求

5.1 应使用为 γ 探伤设计的专用设备,探伤人员应全面熟悉所用设备,以及操作方法和潜在的问题。

5.2 所用放射源的核素和活度应优化选择,在保证工作人员的剂量符合“合理达到尽可能低的水平”原则(ALARA)的同时,获得足够的诊断信息,应采用先进的成像技术如影像增强屏或快速片屏组合。

5.3 探伤作业人员应佩戴符合审管部门要求的个人剂量计(包括热释光或胶片剂量计和直读式剂量计),每一个工作小组应至少配备一台具有检验源的便携式剂量仪,并配备能在现场环境条件下被听见、看见或产生震动信号的个人报警剂量仪。

5.4 探伤作业之前,应对探伤机做如下的检查:

- a) 检查源容器和源传输管的照射末端是否损伤、磨损或者有污物;
- b) 检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤;
- c) 确认放射源锁紧装置工作正常;
- d) 检查控制软管末端是否有磨损、损坏(磨损标准由厂家提供),与控制导管是否有效连接;
- e) 检查源容器和源导管是否连接牢固;
- f) 检查源导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结;
- g) 检查警告标签和源的标志内容是否清晰;
- h) 测量紧靠源容器表面的空气比释动能率是否符合本标准 4.1 的要求,并确认放射源处于屏蔽状态。

态。如发现以上情况与正常状态不一致,应在更换或维修设备后投入使用。

5.5 工作完毕离开现场前,探伤人员应对探伤装置进行目测检查,确认设备没有被损坏。应用可靠的放射检测仪器对探伤机进行检测确认放射源回到源容器的屏蔽位置。

6 固定式探伤的附加要求

6.1 探伤室屏蔽要求

γ 射线探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑直射、散射和屏蔽物材料和结构等各种因素。在进行屏蔽墙设计时剂量约束值可取为 $0.1 \sim 0.3 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

6.2 安全设施要求

6.2.1 应安装门-机联锁装置和工作指示灯;探伤室门口处必须有固定的电离辐射警告标志;探伤室入口处及被探物件出入口处必须设置声光报警装置,该装置在 γ 射线探伤机工作时应自动接通以给出声光警示信号。

6.2.2 应在屏蔽墙内外合适位置上设置紧急停止按钮,并给出清晰的标记和说明。

6.2.3 应配置固定式辐射检测系统,并与门-机联锁相联系。同时配置便携式辐射测量仪和个人剂量报警仪。

6.2.4 辐射安全装置检查

应定期对探伤室的探伤室防护门-机联锁装置、紧急停止按钮、出束信号指示灯等安全措施进行检查。

6.3 操作要求

6.3.1 工作人员进出探伤室时应佩戴个人剂量计、剂量报警仪和便携式剂量测量仪。

6.3.2 每次工作前,探伤作业人员应检查安全装置、联锁装置的性能及警告信号、标志的状态。只有确认探伤室内无人且门已关闭、所有安全装置起作用并给出启动信号后才能启动照射。

7 移动式探伤的附加要求

7.1 现场探伤作业应使用合适的准直器并充分考虑 γ 射线探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。

7.2 探伤作业开始前应备齐下列防护相关物品,并使其处于正常状态:

- a) 便携式放射检测仪器和个人剂量计、剂量报警仪;
- b) 导向管、控制缆和遥控;
- c) 准直器和局部屏蔽;
- d) 现场屏蔽物;
- e) 警告提示和信号;
- f) 应急箱,包括放射源的远距离处理工具;
- g) 其他辅助设备,例如:夹钳和定位辅助设施。

7.3 进行探伤作业前,应先将工作场所划分为控制区和监督区。

7.3.1 控制区边界外空气比释动能率应低于 $15 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。控制区距离的估算方法可参见附录 C。

7.3.2 在控制区边界上用现存的结构如墙、暂时的屏障或绳索、带子制作的警戒线等围住控制区。

7.3.3 在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入放射工作场所”标牌。

7.3.4 探伤作业期间应安排人员对控制区边界进行巡逻,未经许可人员不得进入边界内。

7.3.5 探伤作业期间还应应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测,尤其是探伤的位置在此方向或者辐射束的方向发生改变时,如有必要可调整控制区的边界。

7.3.6 监督区位于控制区外,允许与探伤相关的人员在此区活动,培训人员或探访者也可进入该区域。其外边界空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$,边界处应有电离辐射警告标志标牌,公众不得进入该区域。

7.4 控制放射源传输的地点应尽可能设置于控制区外,同时应保证操作人员之间有效的交流。

7.5 对管线爬行探伤的特殊要求

7.5.1 管线爬行器工作期间应给出在嘈杂环境中能被听到和看到的警告信号。

7.5.2 爬行器在管线内照射时,应围绕管道设置控制区和监督区。

7.5.3 应对控制源进行严格定位,防止其启动无计划的照射。

7.5.4 在管线爬行器不能自动来回,需要人工找回之前,应确保爬行器不发射射线,必要时还应配备呼吸防护设备。

7.5.5 爬行器的放射源处在关闭状态时,在能接近的管道周围产生的比释动能率不应超过 $100\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

7.6 对水下 γ 探伤的特殊要求

7.6.1 应对潜水员进行适当的专业培训。

7.6.2 探伤机入水之前,应确保控制机构、导向管和照射容器紧密连接,检查连接点确认连接牢固,放射源组装体处于安全位置。

7.6.3 在照射容器上设置浮漂和应急定位装置(如闪光灯)。

7.6.4 所有设备,包括测量仪器应设计为能在水下应用。

8 放射源的安全

8.1 放射源的选用和退役

8.1.1 按 GB4075 选定密封源的级别。对于工业 γ 探伤,无保护的密封源为 43515 级、装置中源为 43313 级。

8.1.2 退役或不用的放射源按照事先达成的协议退还给设备制造商或其他经授权的废物管理单位进行处置,并有详细的记录归档保存。

8.2 放射源的储存和领用

8.2.1 探伤使用单位应设立专用的放射源(或带源的探伤装置)的储存库。储存库应为单独的建筑,不能和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。储存库的相应位置设置电离辐射警告标志。源容器出入源库时应进行监测并有详细记录。

8.2.2 工作间歇临时储存含源源容器或放射源、控制源,应在专用的储存设施内贮存。放射源储存设施应能做到:

- a) 严格限制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏,并能防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动,储存设施外应有警告提示;
- b) 应能在常规环境条件下使用,结构上防火,远离腐蚀性和爆炸性等危险因素;
- c) 如其外表面能接近公众,其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 或者主管部门批准的水平;
- d) 门应保持在锁紧状态,钥匙仅由授权人员掌管;
- e) 定期检查物品清单,确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

8.2.3 储存要求按国家有关规定执行。

8.2.4 探伤使用单位应设立放射源管理组织,制定领用及交还制度,建立放射源领用台账,明确放射源的流向,并有专人负责。

8.2.5 领用含放射源的源容器或照射容器或连同源与容器的探伤装置时,进行放射性水平测量,确认放射源在源容器或照射容器内。工作完毕交还时,再进行放射性水平测量,确认放射源在其中,并将放

射源及其容器放回原储存坑存放。装置的领用和交还都应有详细的登记。

8.3 放射源和照射装置的运输和移动

- 8.3.1 放射源的货运运输要求按 GB 11806 有关规定执行,应满足 A 类与 B 类运输货包要求。
- 8.3.2 在公路上运送照射装置时,司机和车辆应符合国家和国际对其有关的要求。
- 8.3.3 照射装置应置于储存设施内运输,只有在合适的容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。
- 8.3.4 在工作地点移动时应使用小型车辆或手推车,使照射装置处于人员监视之下。

9 γ 探伤装置的维修保养和换源

- 9.1 定期对 γ 探伤装置中涉及放射防护的部件进行检查维护,发现问题及时维修。
- 9.2 维修 γ 探伤装置时,应将放射源倒入换源器后进行。
- 9.3 应经常对 γ 探伤装置的控制组件包括摇柄、输源导管进行润滑擦洗,齿轮应经常添加润滑剂。经常对输源管接头进行擦洗,避免灰尘和砂粒。
- 9.4 放射源的更换应在控制区内,由授权人员进行。

10 事故应急要求

- 10.1 γ 探伤应用单位应成立应急组织,并明确参与应急准备与响应的每个人、小组或组织的角色和责任。
- 10.2 γ 探伤应用单位应制定出合适的应急预案及其中必要的应急程序,应急预案和程序应简单、容易理解且尽可能减少源对附近人员的照射。应指明需要采取的应急行动及其主要特征和必需物品。
- 10.3 应急程序中应确定参与应急响应的人员,如辐射防护负责人、审管机构、临床医生、制造商、应急服务组织、合格专家和其他人员,并包括其姓名、电话号码等必要信息。
- 10.4 应制定应急计划培训、演习计划,定期对人员进行培训和演习,提高执行应急程序的能力。
- 10.5 γ 探伤应用单位应保证对外联络畅通,以确保与公安、消防和医学救治部门的联络。
- 10.6 γ 探伤应用单位应配备适当的应急响应设备,参见附录 D。

11 放射防护监测要求

11.1 型式试验和出厂检验

生产厂家应按 GB/T 14058—1993 和本标准第 4 章的要求进行型式试验和出厂检验。

11.2 γ 射线探伤机的验收检验

11.2.1 检验方法和结果评定

对使用单位新进的 γ 射线探伤机按本标准第 4 章的放射防护性能要求对 γ 射线探伤机进行验收检验,其中 4.1 要求的屏蔽效果试验方法应按 GB/T 14058—1993 中 6.1 进行,其结果应符合本标准 4.1 的要求。

11.2.2 检验周期

每次新进 γ 射线探伤机和设备大修或换源后进行一次。新投入使用的工业 γ 射线探伤机应由有资质的放射卫生技术服务机构进行验收检验。

11.3 探伤机的防护性能常规检验

11.3.1 检验方法及结果评定

γ 射线探伤机防护性能的常规检验方法按 GB/T 14058—1993 的要求进行,结果评定按本标准 4.1 的要求。

11.3.2 检验周期

使用单位应经常对安全装置的性能进行检测,并委托有资质的机构每年对 γ 探伤机进行一次常规检验。

探伤机移动后,必须用相应仪器进行安全装置的性能检测。

11.4 密封放射源的泄漏检验

11.4.1 检验方法

用滤纸或软质材料沾取 5%EDTA- Na_2 溶液或其他去污剂擦拭密封导向管内壁,测量擦拭物有无放射性,如有明显增高(例如 20Bq),应将放射源送回生产厂家进一步检验。

11.4.2 监测周期

每年对探伤机放射源传输管道进行放射性污染检测,检查密封放射源的密封性能。

11.5 γ 射线探伤室周围辐射水平的监测

11.5.1 周围辐射水平巡测

用便携式辐射测量仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的剂量率水平。巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定。探伤室四面屏蔽墙外及楼上如有人员活动的可能,应巡测墙上不同位置及门外 30cm 门四周的辐射水平。

11.5.2 定点监测

- 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处,测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周;
- 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处,每个墙面至少测 3 个点;
- 人员可能到达的探伤室屋顶上方 1m 处,至少包括主射束到达范围的 5 个监测点;
- 人员经常活动的位置。

11.5.3 结果评定

上述测量位置空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

11.5.4 监测周期

探伤室启用前必须进行上述检测,合格后方可使用。

每年进行一次操作场所及探伤室邻近区域的辐射水平测量,并根据测量结果提出评价或改进意见。

当放射源的活度增加时,应重新测量上述辐射水平,并根据测量结果做出合适的改进。

11.6 移动探伤控制区、监督区边界剂量率的监测

11.6.1 监测方法及结果评定

在探伤机处于照射状态,用便携式辐射测量仪从探伤位置四周由远及近测量空气辐射剂量率,直到 $15\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 为控制区边界,到 $2.5\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 为监督区边界。收回放射源至屏蔽位置后,在探伤位置四周以该剂量的等剂量线为基础,确定控制区边界和监督区边界。

11.6.2 监测周期

每次移动探伤作业前,凡属下列情况之一应由有资质的放射卫生技术服务机构进行此项监测:

- 新开展现场 γ 射线探伤的单位;
- 每年抽检一次;
- 在居民区进行的现场探伤;
- 发现个人季度剂量(3 个月)可能超过 5mSv。

11.7 放射工作人员的个人监测

11.7.1 γ 射线探伤作业人员(包括维修人员),应按照 GBZ128 的要求进行个人外照射监测。

11.7.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急剂量监测,并按规定格式记入个人剂量档案中。

11.7.3 使用单位防护负责人应事先制定人员受照的调查水平,当作业人员受到的照射超过此水平时应通知防护负责人。

附录 A
(资料性附录)
管线爬行探伤装置

A.1 管线爬行探伤装置见图 A.1。

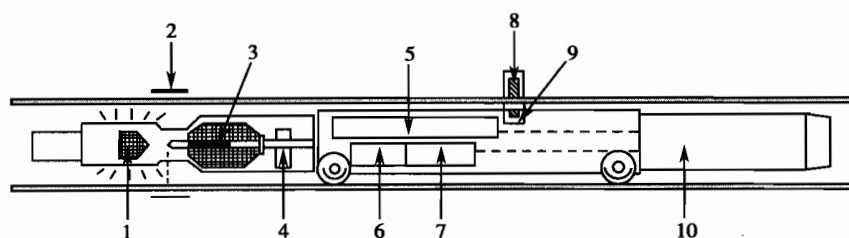


图 A.1 管线爬行器示意

- 1—加载屏蔽；
- 2—胶片；
- 3— ^{192}Ir ；
- 4—源驱动马达；
- 5—电子设备；
- 6—齿轮盒；
- 7—电子发动机；
- 8—控制源；
- 9—探测器；
- 10—电池。

附录 B
(资料性附录)
探伤机快门形式示意图

B.1 探伤机快门形式示意图见图 B.1 和图 B.2。

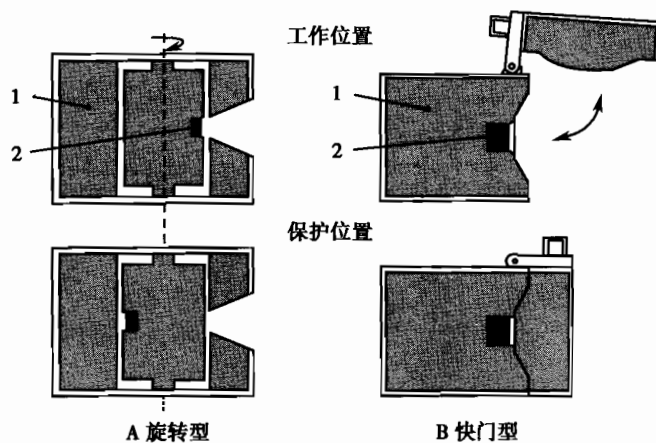


图 B.1 非投射式照射装置

- 1——照射容器；
2——密封放射源。

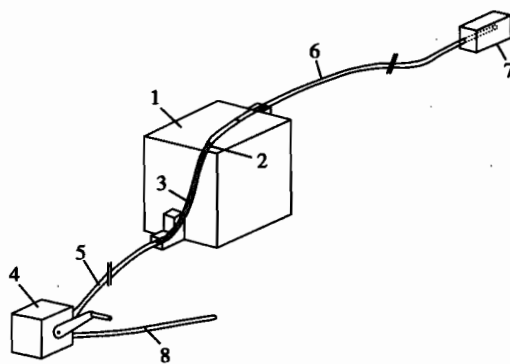


图 B.2 投射式放射照相装置

- 1——照射容器；
2——密封放射源；
3——源托；
4——遥控装置；
5——控制缆和导管；
6——投射管(导向管)；
7——照射头；
8——预备管。

附 录 C
(资料性附录)
控制区距离的估算

C.1 控制区距离概念

根据放射源的 γ 射线向各个方向辐射时的不同情况,应确定三类不同的控制区距离,如图 C.1 所示。

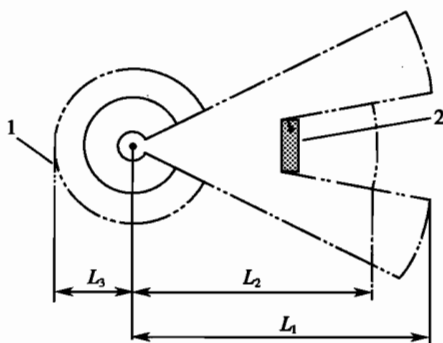


图 C.1 应用屏蔽物的控制区(无比例)

- 1——源容器屏蔽;
2——探伤对象;
 L_1 ——辐射没有任何衰减时要求的控制区距离;
 L_2 ——有用线束方向,经检测对象屏蔽后要求的控制区距离;
 L_3 ——有用线束方向以外,经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离。

C.2 对于移动探伤,控制区边界的当量剂量率为 $15\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$,可由如下评定各类控制区距离的大小:

$$L_1 = a_1 \times 1.63 \quad \text{..... (C.1)}$$

式中:

a_1 ——从图 C.2 中查得的数值;

1.63——边界剂量率从 $40\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 调整为 $15\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的修正;

L_1 ——根据 a_1 值经修正后得到的控制区距离值。

L_2 和 L_3 分别由 $L_1(\text{m})$ 乘以表 C.2 中不同半值层数相对应的因子而获得(可根据屏蔽物的厚度,除以表 C.1 中相应核素和屏蔽材料的半值层厚度,求出其半值层数,进而从表 C.2 查出相对应的因子)。

表 C.1 不同材料半值层厚度的近似值

屏蔽材料	不同放射源的半值层厚度/mm			
	^{60}Co	^{192}Ir	^{169}Yb	^{75}Se
铝	70	50	27	30
混凝土	70	50	27	30
钢	24	14	8.5	9
铅	13	3	0.8	1
钨	10	2.5	—	—
铀	6	2.3	—	—

表 C.2 用于控制区确定时在有衰减时计算 L_2 和 L_3 的因子

半值层数	因子
0.5	0.9
1	0.7
1.5	0.6
2	0.5
3	0.4
4	0.3
5	0.2
8	0.1
10	0.05
12	0.01

C.3 举例

^{192}Ir , 放射性活度 $1.85 \times 10^{12} \text{Bq}$, 检测对象为结构钢, 厚度 28mm (2HVL), 放射源屏蔽物 (照射容器壁) 为钨制, 厚 25mm (10HVL)

L_1 : 图 C.1 的控制区距离 $L_1 = a_1 \times 1.63 = 90 \times 1.63 = 146.7 (\text{m})$

L_2 : L_1 乘以表 C.2 的因子:

$$L_2 = 0.5 \times L_1 = 0.5 \times 146.7 = 73.35 (\text{m})$$

L_3 : L_1 乘以表 C.2 的因子:

$$L_3 = 0.05 \times L_1 = 0.05 \times 146.7 = 7.33 (\text{m})$$

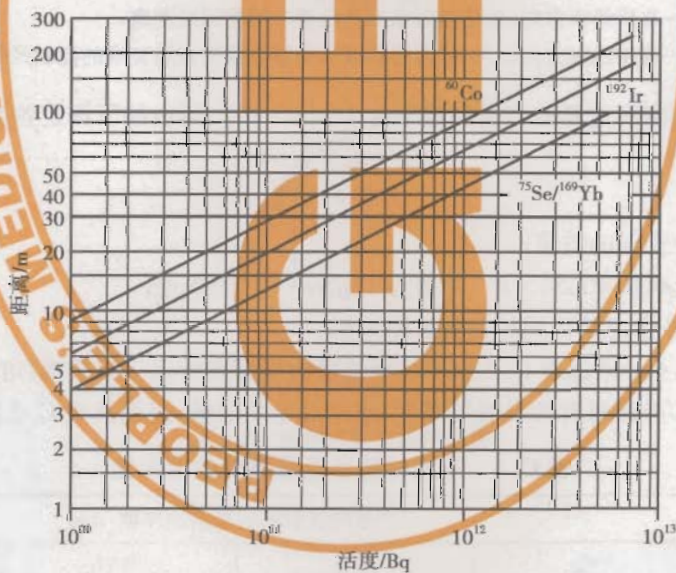


图 C.2 没有衰减时不同活度放射源的 a_1 值
(边界剂量率为 $40 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的控制区距离)

附录 D
(资料性附录)
应急物品配备清单

D.1 放射测量设备

- a) 能测量剂量率直到数 $\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的宽范围 γ 测量仪;
- b) 环境水平测量仪;
- c) 污染监测仪或探测器;
- d) 测量仪的检验源。

D.2 人员防护设备

- a) 应急响应成员直读式剂量仪;
- b) 应急响应人员个人剂量计;
- c) 防护工装库、套鞋和手套;
- d) 急救箱。

D.3 通讯设备

手提无线通讯设备。

D.4 供给

- a) 合适的屏蔽物(明显减少辐射,例如:至少两种铅粒包,即,对 ^{192}Ir 源 2kg, ^{60}Co 源 10kg);
- b) 至少 1.5m 长的夹钳,适合于处理源组装体;
- c) 屏蔽容器;
- d) 合适的处理工具;
- e) 放射警告标志和标签;
- f) 防止设备污染的塑料;
- g) 记录簿。

D.5 支持文件

- a) 设备操作手册;
- b) 分类响应程序;
- c) 监测的程序;
- d) 人员辐射防护程序。

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 175—2006

γ 射线工业 CT 放射卫生防护标准

Standards for radiation protection of γ -ray industrial
computed tomography

2006-11-03 发布

2007-04-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

前 言

本标准第 4~7 章以及附录 B 和附录 C 为强制性,其余为推荐性。

本标准中的附录 A、附录 B 和附录 C 是规范性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位:重庆市卫生局卫生监督所,重庆大学 ICT 研究中心。

本标准主要起草人:李萍、周日峰、王珏、先武、唐邦富。

γ 射线工业 CT 放射卫生防护标准

1 范围

本标准规定了γ射线工业CT设备的防护性能、检测室防护设施以及γ射线工业CT设备在使用和维护过程中的放射卫生防护要求。

本标准适用于密封源活度大于或等于 4×10^{10} Bq的γ射线工业CT设备及其扫描检测实践；密封源活度低于 4×10^{10} Bq的γ射线工业CT设备及其扫描检测实践可参照此标准执行。

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 4075 密封放射源一般要求及分级
- GB 11806 放射性物质安全运输规定
- GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GBZ 128 职业性外照射个人监测规范
- GBZ 132 工业γ射线探伤卫生防护标准

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 γ射线工业CT设备 γ-ray industrial computed tomography equipments

用γ射线对工件进行断层扫描成像的设备，包括CT扫描装置、数据采集与处理系统、操作台等，简称工业CT设备。

3.2 源塔 container of radiation sources

用于贮存、屏蔽密封源并能对放射源准确几何定位和对射线限束的专用容器。

3.3 检测室 test room

用于放置工业CT设备扫描装置并对物体进行CT扫描检测的专用工作间。

4 工业CT设备的放射防护性能要求

4.1 放射源安全要求

4.1.1 工业CT设备的密封源分级和质量控制方法按GB 4075所规定的执行，工业CT设备的密封源的级别性能要求参见附录A。

4.1.2 放射源的运输应符合GB 11806及有关安全防护要求。在运输过程中，射线束应处于关闭状态，并有专门的锁定装置。

4.1.3 放射源的更换按GBZ 132有关规定执行。

4.1.4 退役的放射源应按放射性危险物品严格管理，或退回生产厂家或转送退役源保管部门，并有永久的档案。

4.2 源塔的放射防护性能要求

4.2.1 源塔的结构应确保能经受正常工作、贮存和运输时可能的事故（如撞击、火灾和爆炸等）条件，其整体结构及其防护性能，不会因剧烈震动和温度变化而发生改变。

4.2.2 源塔应确保射线束开闭灵活、操作方便直观、长期运行安全可靠,并有直观醒目的指示放射源开、闭的机械指示装置。

4.2.3 源塔应有应急手动关源装置,在关源的系统出现故障时能用人工方法安全地关闭放射源。

4.2.4 源塔中的射线束处于关闭状态时,距源塔外表面 5cm 处任何位置的空气比释动能率小于 0.2mGy/h;距源塔外表面 100cm 处任何位置的空气比释动能率小于 0.02mGy/h。

4.2.5 源塔外表面的放射性污染, β 污染不应超过 $4\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$, α 污染不应超过 $0.4\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

4.3 放射防护安全装置性能要求

4.3.1 工业 CT 设备的放射防护安全装置的设计应具有多样性和独立性,以保证当某一部件或系统发生故障时,仍能保证人员和设备的安全。

4.3.2 放射源的开启应和检测室内无人、检测室防护门关闭等条件实现安全连锁。只有连锁条件满足后,才能用专用的开源钥匙开启放射源。不满足上述任何一个连锁条件,射线束应立刻自动关闭,并发出警示信号。

4.3.3 在检测室内墙壁上、工业 CT 设备扫描装置上、防护门口等处应设有醒目并易触摸的急停按钮,可在紧急状态下按下任一急停按钮即可立刻关闭放射源。任一急停按钮被按下后,必须进行复位操作,并满足开源条件才能开启放射源。

5 工业 CT 设备工作场所的放射防护要求

5.1 一般要求

5.1.1 工业 CT 设备的使用场所应设置检测室、控制室及其它的辅助用房,并合理布局。工业 CT 设备的机械扫描装置部分应置于检测室中,其他部分应置于控制室内。工业 CT 设备安放时应注意射线出束方向不要朝向控制室及防护门方向。

5.1.2 检测室和控制室等相关辐射防护设施的设计、建设应符合国家有关的法律法规的规定。

5.1.3 检测室入口为界,包括迷路和整个检测室内的区域为控制区。射线束处于开状态时,任何人员不得进入控制区。

5.1.4 控制室及与检测室入口相连的过道、走廊等区域为监督区。无关人员不得擅自进入监督区。

5.2 工业 CT 设备检测室放射防护的特殊要求

5.2.1 射线束处于开状态时,所有防护墙、防护门外 30cm 处以及电缆出入口与进排风通道口的空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

5.2.2 检测室的屏蔽墙设计应根据放射源活度、射线能量、射线出束方向以及射线束的开闭方式等因素考虑,屏蔽墙的厚度设计按照 GBZ 132 附录 A。检测室与控制室相连的所有穿墙管道均应采取防射线泄漏的措施。

5.2.3 检测室所有通道入口处均应设置专用防护门,防护门应与同侧墙具有相同的防护性能。防护门后应设置醒目并易触摸的紧急开门装置。

5.2.4 在检测室的所有入口处、源塔及其他必要的地方设置电离辐射警示标识及警告牌。检测室内和检测室入口处,应有声光警示装置。

5.2.5 工业 CT 设备检测室内应有监视装置,在控制室的操作台应有专用的监视器,监视检测室内人员的活动和工业 CT 设备的运行情况。

5.2.6 根据工业 CT 设备所用放射源活度大小及辐射剂量水平,必要时检测室可设置迷路式通道和强制进风和排风通道。

6 工业 CT 设备操作中的放射防护要求

6.1 在每天启动工业 CT 设备前,操作人员应先检查安全连锁、监视与警示装置,确认其处于正常状态。

6.2 每天工业 CT 设备工作结束之后,使用单位辐射安全管理人员应取下开源钥匙并妥善保管。未经许可不得使用。

6.3 一旦设备发现异常情况,应立刻停机并关闭射线束,在未查明原因和维修结束前,不得开启放射源。

6.4 工业 CT 设备的操作人员应经工业 CT 设备操作培训取得合格证,并经法定部门的辐射防护安全培训并取得相应资格后,方可上岗操作。

6.5 对源塔进行调试和维修,工作人员除佩戴个人剂量计外,还必须携带剂量报警仪。

6.6 在设备的调试和维修过程中,如果必须解除安全联锁时,须经负责人同意之后并有专人监护。并应在源塔、检测室的入口等关键处设置醒目的警示牌。工作结束后,先恢复安全联锁并经确认系统正常后才能使用。

7 放射防护监测和检查

7.1 放射防护监测和检查的方法、类别和周期

监测方法按附录 B 的规定执行,监测和检查的类别、周期以及指标评价见附录 C。

7.2 工业 CT 设备监测和检查

7.2.1 工业 CT 设备正式使用前,由使用单位申请具有相应资质的单位按附录 C 中的验收监测内容和要求进行验收监测和检查,合格后方可投入使用。

7.2.2 工业 CT 设备正常运行中,使用单位应按附录 C 中的常规监测的内容和要求进行常规监测和安全检查,及时排除隐患,杜绝事故的发生。

7.3 场所监测和检查

工业 CT 设备使用单位应配置适当的辐射剂量仪,应按本标准的要求对控制室、检测室等工作场所和周围环境进行放射防护监测,并有详细的记录。

7.4 个人监测

操作人员应配置个人剂量计,进行常规个人剂量监测。并按国家有关规定建立个人剂量档案。个人监测参照 GBZ 128。

7.5 特殊监测

7.5.1 放射源更换后,应对源塔泄漏辐射剂量、源塔外表面的污染和场所的剂量进行监测。

7.5.2 工业 CT 设备的放射源的活度、源塔的结构、工业 CT 设备使用场所等需要变更时,应由具有相应资质的部门按附录 C 中的变更监测内容和要求进行监测和重新评价,合格后方可继续使用。

7.5.3 出现放射源无法关闭等紧急事件时,立刻按 GB 18871 应急照射情况干预的有关规定采取相应的应急干预措施,并按 GB 18871—2002 的 10.4 条作好照射事故后的评价和监测。

7.6 监测仪器要求

监测仪器的性能应符合本标准的监测和检查要求。辐射监测仪器应经法定单位的鉴定或校准,并在其有效时间内使用。在使用过程中,应详细记录仪器使用状况。

附录 A

(规范性附录)

工业 CT 用密封源的级别(性能)要求

A.1 密封放射源分级的表示方法

密封放射源的分级方法是:在 GB/之后用四位数字表示确定分级所用标准的批准年份,随后是斜线分隔符号(/),再加一个字母,然后是五个阿拉伯数字。

字母必须是 C 或 E。C 是指密封源的活度不超过 A.2 中规定的限额。E 表示超过 A.2 中规定的限额。

数字依次为:

第一个数字是表示温度特性的等级;

第二个数字是表示外压力特性的等级;

第三个数字是表示冲击特性的等级;

第四个数字是表示振动特性的等级;

第五个数字是表示穿刺特性的等级。

A.2 密封放射源活度的限额

毒性组	活 度 限 额 10^{12}Bq	
	可浸出的	不可浸出的
极毒	0.01	0.1
高毒	1	10
中毒	10	100
低毒	20	200

注:

- 1 放射性核素的毒性分组见 GB 4075 附录 A。
- 2 可浸出的:将源芯浸在 50°C 100mL 静水中,放置 4h 后,水中的放射性活度大于总活度的 0.01%。
- 3 不可浸出的:将源芯浸在 50°C 100mL 静水中,放置 4h 后,水中的放射性活度不大于总活度的 0.01%。

A.3 工业 CT 用密封源的级别(性能)要求

项目	温度	压力	冲击	振动	穿刺
质量等级	4	3	3	1	3

A.4 密封放射源性能分级

检验项目	级 别						
	1	2	3	4	5	6	×
温度	免检	-40°C (20min), $+80^{\circ}\text{C}$ (1h)	-40°C (20min), $+180^{\circ}\text{C}$ (1h)	-40°C (20min), $+400^{\circ}\text{C}$ (1h) 以 及 400°C 至 20°C 的热冲击	-40°C (20min), $+600^{\circ}\text{C}$ (1h) 以 及 600°C 至 20°C 的热冲击	-40°C (20min), $+800^{\circ}\text{C}$ (1h) 以 及 800°C 至 20°C 的热冲击	特殊检验

续表

检验项目	级 别						
	1	2	3	4	5	6	×
外压力	免检	由绝对压力 25kPa 至大气压	由绝对压力 25kPa 至 2MPa	由绝对压力 25kPa 至 7MPa	由绝对压力 25kPa 至 70MPa	由绝对压力 25kPa 至 170MPa	特殊检验
冲击	免检	锤重 50g, 跌落距离 1m	锤重 200g, 跌落距离 1m	锤重 2kg, 跌落距离 1m	锤重 5kg, 跌落距离 1m	锤重 20kg, 跌落距离 1m	特殊检验
振动	免检	在 49m/s^2 (5g)* 条件下 25Hz 至 500Hz 试验 3 次, 每次 10min	在 49m/s^2 (5g)* 条件下 25Hz 至 50Hz 在峰与峰之间振幅为 0.635mm 时, 50Hz 至 90Hz 和在 98m/s^2 (10g)* 条件下 90Hz 至 500Hz 以上均试验 3 次, 每次 10min	峰与峰之间振幅为 1.5mm 时, 25Hz 至 80Hz 和在 196m/s^2 (20g)* 条件下 80Hz 至 2 000Hz 以上均试验 3 次, 每次 30min	不需要	不需要	特殊检验
穿刺	免检	锤重 1g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 10g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 50g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 300g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 1kg, 跌落距离 1m 或等值冲击能	特殊检验

注: * 最大加速度振幅

附录 B

(规范性附录)

工业 CT 设备的放射防护监测方法

B.1 源塔的泄漏辐射剂量监测

B.1.1 检测条件:放射源处于关闭状态。

B.1.2 检测仪器:X、 γ 巡测仪。

B.1.3 源塔外表面 5cm 处的空气比释动能率测量要求。

B.1.3.1 检测位置:在距源塔外表面 5cm 进行巡测。

B.1.3.2 应在不超过 10cm² 的范围内取空气比释动能率平均值。

B.1.4 距源塔外表面 100cm 处的空气比释动能率测量要求。

B.1.4.1 检测点:距源塔外表面 100cm 处进行巡测。

B.1.4.2 应在不超过 100cm² 的范围内取空气比释动能率平均值。

B.2 检测室以外的周围场所辐射水平

B.2.1 检测条件:放射源处于开启状态,工业 CT 设备正常工作时。

B.2.2 检测点:控制室内的操作台、电缆线管道口等位置,以及检测室防护门、墙体外等处进行必要的巡测。

B.3 变更监测

B.3.1 检测条件:放射源、源塔的结构或设备使用场所等变更后。

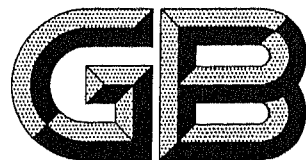
B.3.2 检测仪器:X、 γ 剂量仪; α 、 β 污染检测仪。

B.3.3 检测内容:源塔外表面 5cm、100cm 处的空气比释动能率,源塔外表面的 α 、 β 污染和检测室以外的场所辐射水平。

附录 C
(规范性附录)

工业 CT 设备放射防护监测和检查的类别和周期

序号	类别	检测内容	对应的本标准条款或其他标准的条款	检测周期
1	验收监测	1) 源塔的放射防护性能	4.2	设备在使用前的监测和检查
		2) 放射防护安全装置性能	4.3	
		3) 工业 CT 设备工作场所的放射防护一般要求	5.1	
		4) 工业 CT 设备检测室的放射防护的特殊要求	5.2	
2	常规监测	1) 安全联锁	4.3.2	每天
		2) 应急关源装置	4.3.3	一个月
		3) 警示标识和声光报警装置	5.2.4	每天
		4) 监视装置	5.2.5	每天
		5) 通风装置	5.2.6	三个月
3	变更监测	1) 源塔的泄漏辐射剂量	4.2.4	适时
		2) 源塔外表面的放射性污染	4.2.5	
		3) 场所监测	5.2.1	
4	异常事故监测	1) 场所监测	GB 18871—2002	异常事故后
		2) 个人监测	10.4	



中华人民共和国国家标准

GB/T 14058—2008
代替 GB/T 14058—1993

γ 射线探伤机

Apparatus for gamma radiography

2008-07-02 发布

2009-04-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品分类	2
5 要求	2
6 试验方法	6
7 检验规则	7
8 标志、包装、运输、贮存和使用	9
9 随行文件	9
附录 A (资料性附录) γ 探伤机结构简图	11
附录 B (规范性附录) 屏蔽性能试验方法	13
附录 C (规范性附录) 可靠性试验方法	14
表 1 周围当量剂量率极限值	3
表 2 型式检验和出厂检验项目	8
表 C.1 疲劳试验的操作类型及次数分布	15
图 1 遥控装置试验几何图	5
图 A.1 第 I 类 γ 探伤机结构简图	11
图 A.2 第 II 类 γ 探伤机结构简图	12
图 C.1 疲劳和源驱动试验布置示意图	14
图 C.2 挤压试验装置示意图	17

前 言

本标准代替 GB/T 14058—1993《 γ 射线探伤机》。

本标准与 GB/T 14058—1993 相比主要差异如下：

- a) 增加了“控制缆导管、源托及源组件”等术语和定义,另将原标准术语“联锁装置”改为“自动安全装置”(3.2);
- b) 产品分类的变化,将按特殊用途设计的管线爬行器和水下用 γ 射线照相设备作为其他类,但本标准不适用特殊用途方面的性能(第4章);
- c) 对第5章“要求”作了修改和完善,将其内容分为“外观要求、环境适用性、安全性能和可靠性要求”四个部分(第5章);
- d) 在试验方法上的变化,不仅细化了试验的目的、原理和过程,将比较复杂的试验“屏蔽性能试验方法”和“可靠性试验方法”分别单独作为标准的规范性附录 B 和规范性附录 C;
- e) 根据 ISO 3999-1:2000《辐射防护工业 γ 射线照相设备 第1部分:性能、设计及试验规范》,取消了原标准中事故性跌落试验的跌落试验 I (跌落高度 9 m),只保留了其跌落试验 II 并将跌落高度由 1 m 改为 1.2 m(C.2.3.2.2);
- f) 在标记方面增加了源组件标记要求(8.1.1);
- g) 增加了对产品随行文件的要求(第9章)。

本标准的附录 B 和附录 C 为规范性附录,附录 A 为资料性附录。

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。

本标准主要起草单位:中国核动力研究设计院。

本标准主要起草人:周建明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 14058—1993。

γ 射线探伤机

1 范围

本标准规定了 γ 射线探伤机(以下简称为 γ 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。本标准不规定 γ 探伤机的测读系统及其要求。

本标准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。本标准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 190 危险货物包装标志

GB/T 4075—2003 密封放射源 一般要求和分级(ISO 2919:1999,MOD)

GB/T 8993—1998 核仪器环境条件与试验方法

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

GB/T 12626.1 硬质纤维板 定义和分类(GB/T 12626.1—1990,neq ISO 818:1975)

GB/T 14056 表面污染测定 第1部分:β发射体(最大β能量大于0.15 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—2002 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标准。

3.1

γ 射线探伤机 apparatus for gamma radiography

包含一个源容器及其附件,能使密封放射源发射的 γ 射线用于工业射线照相的设备。

3.2

自动安全装置 automatic securing mechanism

能将源组件自动限定在安全位置的机构。

3.3

限束器 beam limiter

用于固定在工作位置上降低预定方向外辐射的屏蔽装置。

3.4

控制缆 control cable

用于依靠遥控装置将源组件送出和收回源容器的缆索,包括与源托连接的连接件。

3.5

控制缆导管 control-cable sheath

用于遥控装置与源容器之间对控制缆进行导向并对控制缆提供物理性保护的软管,包括与遥控装置和源容器连接的连接件。

3.6

源容器 exposure container

它是一个密封源的屏蔽体,可以使 γ 射线有控制地输出。

3.7

曝光头 exposure head

用于将密封放射源定位于选定的工作位置,并限制源组件伸出输源管的装置。

3.8

安全锁 lock

用于锁住或开启源容器的带钥匙的机械装置。

3.9

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。

3.10

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。

3.11

输源管 projection sheath

用于源容器与曝光头之间对源组件导向的软管。它包括必要的连接部件以便与源容器和曝光头连接或包括曝光头。

3.12

遥控装置 remote control

用于通过远距离操作实现源组件从源容器移动到工作位置的装置。它包括控制机构、控制缆、控制缆导管、必要的其他部件和附件。

3.13

安全位置 secured position

当密封源被屏蔽且被限制在源容器内的屏蔽位置时源容器及源组件的状态。

3.14

工作位置 working position

当进行预定的 γ 射线照相时,源容器及源组件的状态。

4 产品分类

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 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 探伤机,源容器借助适当的工具能容易移动。

F类:固定式 γ 探伤机,源容器是固定安装的或只能在某一特定区域内有限制地移动。

4.2 按结构型式分类

γ 射线探伤机按结构型式可分为I、II和其他共三类,其结构示意参见附录A。

I类:结构型式见图A.1。I类 γ 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A.2。II类 γ 探伤机在照相时,源组件需通过遥控操作经输源管送到曝光头。

其他类:I类和II类以外的其他结构形式 γ 射线探伤机。

5 要求

5.1 外观要求

5.1.1 产品外表面光整、色泽均匀,不得有裂痕、锈蚀和变形等缺陷。

5.1.2 产品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 探伤机应能在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内正常工作。

5.2.2 环境相对湿度

γ 探伤机应能在 $30\%\sim 93\%$ 的相对湿度范围内正常工作。

5.2.3 电源

非手动操作的 γ 探伤机遥控装置必须适用下列电源：

- 额定电压不超过直流或单相交流 250 V、多相交流 500 V，电压波动范围不超过额定电压的 $\pm 10\%$ ；
- 频率不超过 100 Hz，频率误差不超过 1 Hz。

5.3 安全性能

5.3.1 源容器

5.3.1.1 β 辐射的防护

当 γ 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度的低原子序数的非放射性材料，以减弱和吸收贫化铀发射的 β 辐射；其源通道也应包覆足够厚度的非放射性材料。

5.3.1.2 屏蔽性能

当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖(若有)时，其周围当量剂量率应不超过表 1 规定的限值。

表 1 周围当量剂量率限值

1	2	3	4
类别	最大周围当量剂量率/(mSv/h)		
	容器外表面	离容器表面 50 mm 处	离容器表面 1 m 处
P	2	0.5	0.02
M	2	1	0.05
F	2	1	0.1

5.3.1.3 防意外拆卸的要求

γ 探伤机的源容器应能防止未经许可的人员的拆卸，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有使用专用工具才能拆除。

5.3.2 安全锁

γ 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，才能进行自动安全装置的一系列操作，使射线束从源容器或照射头射出；
- 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。当该安全锁锁上时，源容器和源组件一定处于安全状态，否则就无法锁上。当密封源处在工作位置时，安全锁的损坏应不妨碍密封源从工作位置返回到安全位置；
- 安全锁应能承受逐渐施加的 400 N 的作用力且仍能起作用。

5.3.3 自动安全装置

γ 探伤机的源容器应有自动安全装置，该装置应符合以下要求：

- 只有在源容器上完成预定动作后才能打开自动安全装置；
- 当源组件返回安全位置时，应能自动使源容器转变到安全状态；

- c) 只有当源组件处于安全位置时才能锁定源容器；
- d) II类 γ 探伤机的源容器，应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放射源；
- e) 对使用有遥控装置的源容器，只有当源容器处于安全状态时才能拆下遥控装置。

5.3.4 源组件位置显示器

γ 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5 m处确定源托是否处于安全状态，若这些显示在源容器上，则应在遥控装置的连接方向5 m处能清晰辨别；
- b) 应采用不同的颜色进行指示，用绿色表示源托处于安全状态，用红色表示源托未处于安全状态；
- c) 应采用数字显示器显示源组件离开源容器的距离；
- d) 应采用音响提示源组件已离开源容器。

5.3.5 源组件

5.3.5.1 承力要求

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) 铱-170源的源组件应能承受300 N的拉力；
- b) 铯-137源的源组件或硒-75源的源组件应能承受500 N的拉力；
- c) 钴-60源的源组件应能承受700 N的拉力。

5.3.5.2 互换性要求

II类 γ 探伤机的源组件应具有互换性（即：能与控制缆末端连接且其总长的尺寸误差小于 ± 1 mm）。

5.3.5.3 其他要求

源组件还应符合以下要求：

- a) 可重复使用的源托，密封源应通过两种以上的连接方式固定在源托上；
- b) II类 γ 探伤机的源组件应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) 源组件回到源容器后，在操作设备或拆卸和连接遥控装置时均不可能被拔出；密封源或源组件应仅在常规换源操作中且通过两种以上的操作才能被卸出。

5.3.6 手柄及提升装置

P类源容器的手柄或M类源容器的提升装置应能承受相当于25倍源容器总重量的静态拉力，要求手柄和提升装置保持完好且可靠地连接在源容器上。

5.3.7 手推车

M类源容器的手推车及其固定装置应能在倾度为 10° 的平整钢板表面上不会下滑和倾翻。

5.3.8 遥控装置

γ 探伤机的遥控装置应符合以下要求：

- a) 遥控装置的控制缆应有一个止动装置，以防止控制缆与遥控装置丢失和脱开；
- b) 遥控装置的控制机构应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应能防止粒度大于 $1\ \mu\text{m}$ 泥泞、沙子的浸入；
- d) 非手动操作的遥控装置应符合以下要求之一：
 - 1) 系统出现故障时源容器和源组件能自动回到安全状态；
 - 2) 配备一个应急装置（最好是手动的）和（或）应急措施，使源组件能返回到安全状态。

5.3.9 电气安全要求

非手动操作的遥控装置应符合以下电气安全要求：

- a) 对采用插头与电源的遥控装置,当拔断插头之后 1 s 时,各插头插脚之间或每一插脚与机壳之间的电压应不超过 60 V。
- b) 非手动操作的遥控装置的绝缘电阻和绝缘强度应符合 GB/T 15479 的规定。

5.4 可靠性要求

5.4.1 整机可靠性

5.4.1.1 疲劳性能

γ 探伤机经过 50 000 次的全循环模拟操作后,其自动安全装置和安全锁应仍能完成设计要求的各项操作。

5.4.1.2 源驱动耐受性能

在完成以下各项试验后, γ 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。

5.4.2 源容器的可靠性

5.4.2.1 抗振动

γ 探伤机的源容器经过振动试验后,应能符合 5.3.1~5.3.4 及 5.3.6 的要求。

5.4.2.2 抗冲击

γ 探伤机的源容器经过冲击试验后,应能符合 5.3.1~5.3.4 及 5.3.6 的要求。

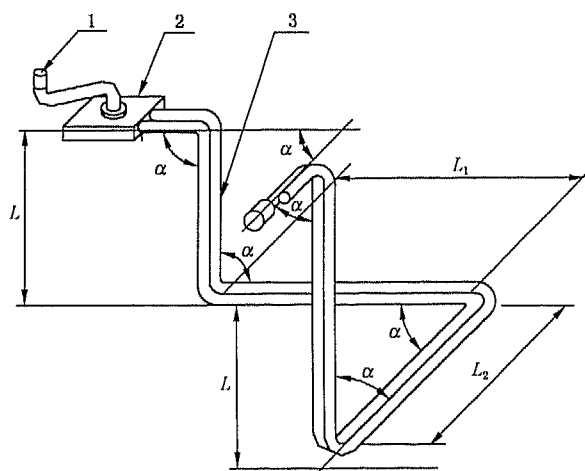
5.4.2.3 抗跌落

γ 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 米处的周围当量剂量率不应超过表 1 规定限值的 1.5 倍。

5.4.3 遥控装置的可靠性

Ⅱ 类 γ 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能在导管内运动灵活无卡滞现象;
- b) 按图 1 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%。



- 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行文件规定。

注 2: 控制导管和贮存导管绑在一起呈复合式导管。

图 1 遥控装置试验几何图

5.4.4 输源管的可靠性

Ⅱ类 γ 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。

注:若输源管是刚性的,则不进行扭折试验。

6 试验方法

6.1 外观检查

通过目测进行外观检查应符合 5.1 的要求。

6.2 环境适应性试验

6.2.1 温度试验

6.2.1.1 将 γ 探伤机放入温箱内,将温箱温度以 20 °C/h 的变化速率升至 70 °C,经预定热平衡后保温 4 h,然后将温箱温度以同样的变化速率降至常温,恢复 4 h 后,取出进行检查。

6.2.1.2 将 γ 探伤机放入温箱内,将温箱温度以 20 °C/h 的变化速率降至-40 °C,经预定热平衡后保温 4 h,然后将温箱温度以同样的变化速率升至常温,恢复 4 h 后,取出进行检查。

6.2.2 湿度试验

按 GB/T 8993—1998 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

通过模拟操作进行试验。

6.3 安全试验

6.3.1 源容器

6.3.1.1 β 辐射的防护

按 GB/T 14056 规定的方法进行检查试验。

6.3.1.2 屏蔽性能

按附录 B(规范性附录)规定的试验方法进行测量和计算,其结果应符合 5.3.1.2 的要求。

6.3.1.3 防意外拆卸的试验

通过模拟操作进行试验。

6.3.2 安全锁

对安全锁进行模拟操作试验,应符合 5.3.2a)、b)的要求。

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 400 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,试验后应符合 5.3.2c)的要求。

6.3.3 自动安全装置

通过模拟操作进行验证,应符合 5.3.3 的要求。

6.3.4 源组件的位置显示器

通过模拟操作和目测检查进行验证,应符合 5.3.4 的要求。

6.3.5 源组件

6.3.5.1 承力要求

源组件应进行拉力试验,以确定其在使用中耐受拉力的能力。试验时用模拟源组件代替源组件进行试验,试验结果应符合 5.3.5.1 的要求。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 5.3.5.1 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安全位置的过程中,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 5.3.5.1 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应由密封源供应商按源托与密封源的组装工艺要求装配。

6.3.5.2 互换性检验

随机抽取(10~15)根源组件进行检查,试验结果应符合 5.3.5.2 的要求。

6.3.5.3 其他要求检验

通过模拟操作和演示进行检验,其结果应符合 5.3.5.3 的要求。

6.3.6 手柄和提升装置

对源容器的手柄和提升装置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量的 25 倍。试验结果应符合 5.3.6 的要求。

6.3.7 手推车

通过模拟操作演示进行试验验证,其结果应符合 5.3.7 的要求。

6.3.8 遥控装置

通过模拟操作和目测进行验证,其结果应符合 5.3.8 的要求。

6.3.9 电气安全试验

6.3.9.1 将 γ 探伤机在额定电压或上限电压运行,用拔断插头的方法使设备与电网断开且设备电源置于最不利的位置上;在拔断插头后 1 s 时,用仪表测量插头各插脚之间或每一插脚与机壳之间的电压,测量结果应符合 5.3.9a) 的要求。

6.3.9.2 按 GB/T 15479 的规定试验方法进行绝缘电阻和绝缘强度的测量。

6.4 可靠性试验

6.4.1 整机可靠性

6.4.1.1 疲劳性能

按附录 C 中 C.1 规定的试验方法进行试验,其结果应符合 5.4.1.1 的要求。

6.4.1.2 源驱动耐受性能

在 5.4.1.2 规定的试验完成后进行 γ 探伤机源驱动试验,试验结果应符合 5.4.1.2 的要求。

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。

6.4.2 源容器的可靠性

6.4.2.1 抗振动

按附录 C 中 C.2.1 规定的试验方法进行试验,其结果应符合 5.4.2.1 的要求。

6.4.2.2 抗冲击

按附录 C 中 C.2.2 规定的试验方法进行试验,其结果应符合 5.4.2.2 的要求。

6.4.2.3 抗事故跌落

按附录 C 中 C.2.3 规定的试验方法进行试验,其结果应符合 5.4.2.3 的要求。

注:若 γ 探伤机源容器已按 GB 11806—2004 中 8.5.7.2 的规定进行了试验,则不必进行本项试验。

6.4.3 遥控装置的可靠性

按附录 C 中 C.3 规定的试验方法进行试验,其结果应符合 5.4.3 的要求。

6.4.4 输源管的可靠性

按附录 C 中 C.4 规定的试验方法进行试验,其结果应符合 5.4.4 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

γ 射线探伤机的检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 下列情况之一,应进行型式试验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 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。

7.2.2 型式检验项目见表2。型式试验时应随机抽取(3~5)台 γ 射线探伤机。

表2 型式检验和出厂检验项目

序号	检验项目	评定依据	型式检验	出厂检验
1	外观	5.1	+	+
2	环境适应性	5.2	+	—
3	β 辐射的防护	5.3.1.1	+	—
4	源容器的屏蔽性能	5.3.1.2	+	+
5	防意外拆卸	5.3.1.3	+	+
6	安全锁	5.3.2	+	+
7	自动安全装置	5.3.3	+	+
8	源组件的位置指示器	5.3.4	+	+
9	源组件	5.3.5	+	+ ^a
10	手柄、附加装置及提升装置	5.3.6	+	—
11	手推车	5.3.7	+	—
12	遥控装置的检验	5.3.8	+	+
13	电气安全	5.3.9	+	—
14	疲劳性能	5.4.1.1	+	—
15	源驱动耐受性能	5.4.1.2	+	+ ^b
16	抗振动	5.4.2.1	+	—
17	抗冲击	5.4.2.2	+	—
18	抗跌落	5.4.2.3	+	—
19	遥控装置的可靠性	5.4.3	+	—
20	输源管的可靠性	5.4.4	+	—
注：“+”为必作的项目，“—”为不要求作的项目。				
^a 只对源组件的互换性进行检验。				
^b 按图C.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 出厂检验

7.3.1 每台 γ 射线探伤机出厂前进行出厂检验。

7.3.2 出厂检验项目见表2。

7.4 合格判定

7.4.1 型式检验中除5.1允许返修外,其余应全部检验合格。

7.4.2 出厂检验应全部检验合格并出具产品合格证后,才能交付用户。用户可根据7.3的规定进行复检;如果发现不合格产品,制造商应予调换。

8 标志、包装、运输、贮存和使用

8.1 标志

8.1.1 产品标志

每台 γ 探伤机的源容器上或永久性固定在源容器上的铭牌上或源组件上,应采用雕刻、冲压或其他方法,将以下内容作出永久性的、擦洗不掉的标志:

- 基本电离辐射符号(见 GB 18871—2002 附录 F 中图 F.1);
- 源容器的最大活度值,用“Bq”为单位表示,如:3.7TBq;
- 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;
- 每个源托或放射源应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

源容器应有密封源标志的连接接口。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,活度值应以“Bq”为单位表示;
- 密封源的编号;
- 密封源制造商名称。

注1:密封源标志由密封源制造商提供并在每次 γ 探伤机装源后连接在源容器上。

注2: γ 探伤机密封源的质量性能等级应符合 GB/T 4075—2003 的要求并由密封源制造商负责。

8.1.3 包装标志

应满足如下要求:

- 应符合 GB 190 的要求;
- 包装箱外表面应标明制造商名称、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 探伤机其他部件,可以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 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 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 探伤机的贮存和使用应符合以下要求:

- γ 探伤机的贮存地及房间入口处应有符合 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;
- γ 探伤机的贮存场地应有防盗设施。

9 随行文件

γ 探伤机应提供以下文件,供操作者使用:

- a) 技术说明书；
- b) 产品合格证；
- c) 使用说明书；
- d) 检查、保养和维修说明；
- e) 密封源更换说明。

附录 A
(资料性附录)
γ 探伤机结构简图

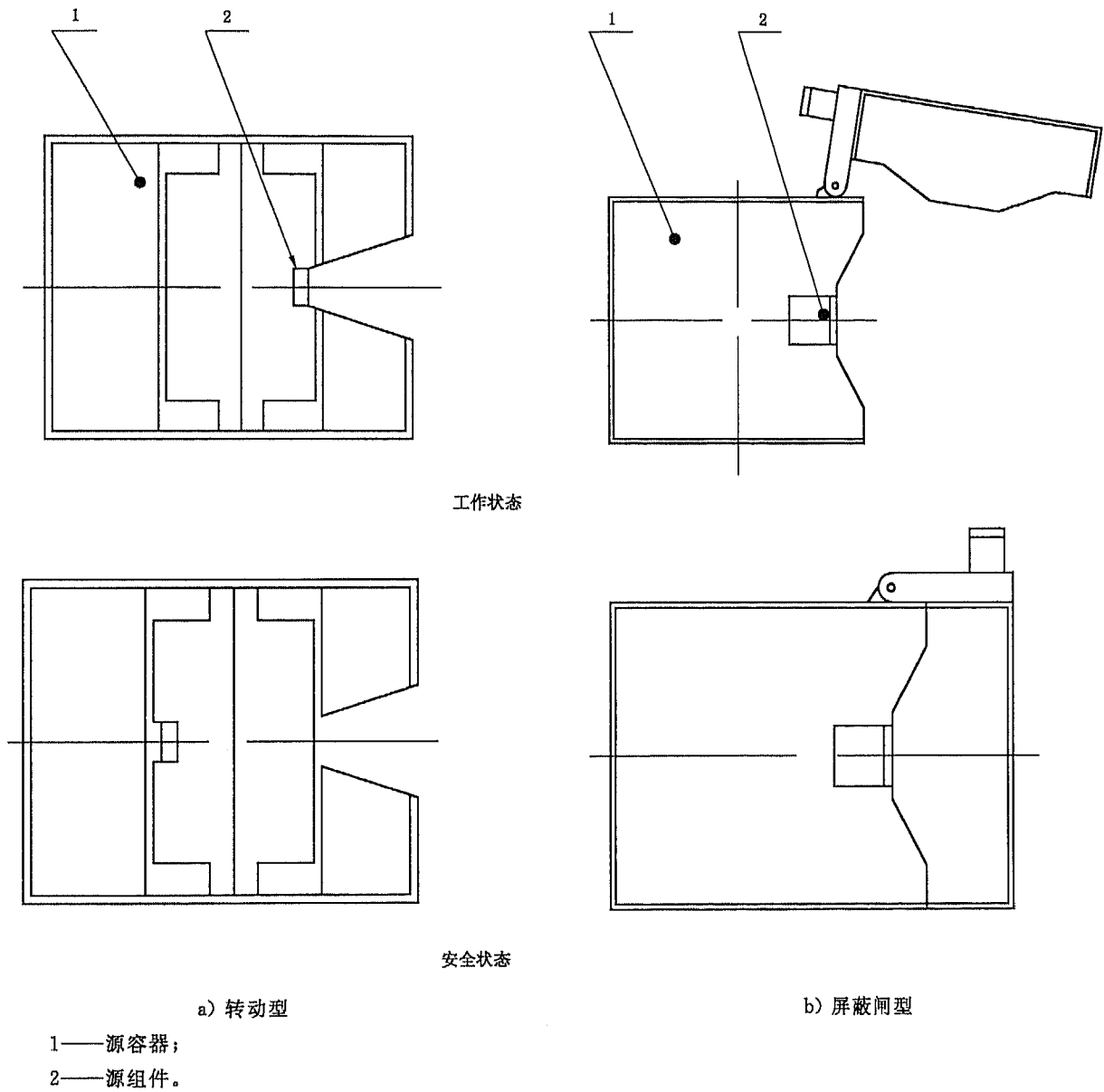
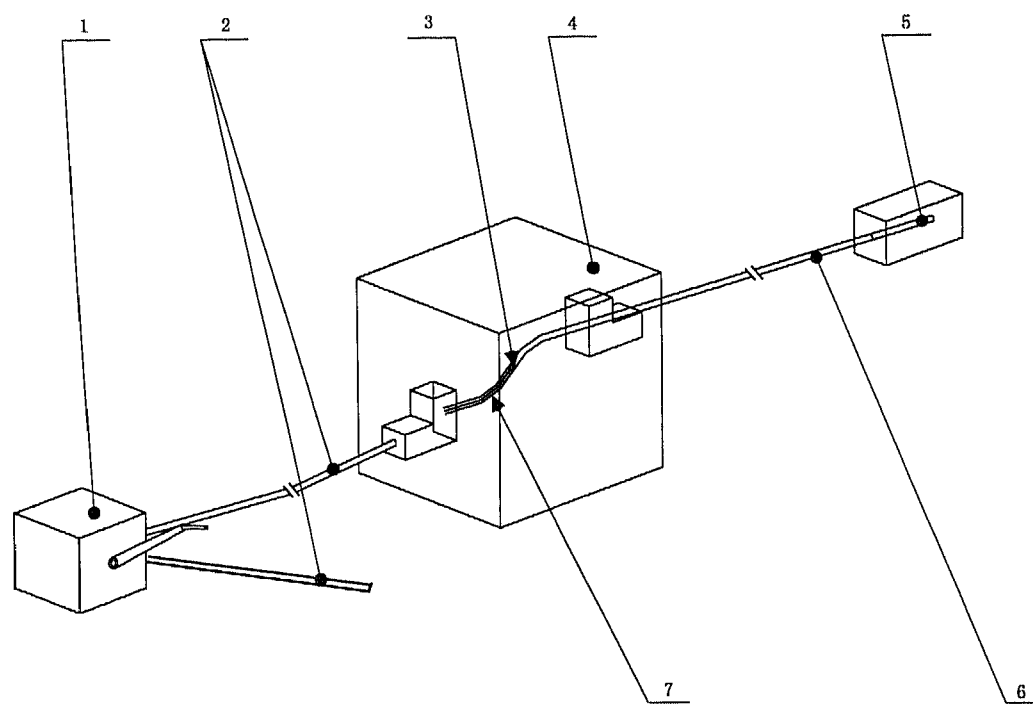


图 A.1 第 I 类 γ 探伤机结构简图



- 1——遥控装置；
- 2——控制缆导管；
- 3——密封放射源；
- 4——源容器；
- 5——曝光头；
- 6——输源管；
- 7——源托。

图 A.2 第Ⅱ类 γ 探伤机结构简图

附 录 B
(规范性附录)
屏蔽性能试验方法

B.1 试验目的

本试验的目的是测量源容器的泄漏剂量率,以保证其周围当量剂量率符合 5.3.1 中表 1 的要求。

B.2 试验步骤

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 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当量剂量率,要求测量五点并计算平均值;
- 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 处的周围当量剂量率,要求测量五点并取最大值;
- 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 处的周围当量剂量率,要求测量五点并取最大值;
- f) 将上述测量计算的平均值用外推计算的方法计算出容器装载额定活度密封源时的周围当量剂量率,其结果应符合 5.3.1 中表 1 的要求。

注 1: 周围当量剂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五个最大的读数值来计算平均值。

注 2: 外推计算应考虑测量仪器的灵敏度和密封源的最终使用的最大活度。

注 3: 对 F 类源容器,不需要测量其不能接近的位置的周围当量剂量率。

附 录 C
(规范性附录)
可靠性试验方法

C.1 疲劳试验

C.1.1 试验原理

本试验的目的是验证 γ 探伤机各部件由安全位置转换到工作位置及由工作位置转换为安全位置的过程中的抗疲劳能力和耐磨性,特别是自动安全装置、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,自动安全装置均能释放源组件并由安全位置运动到工作位置然后返回到安全位置。

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 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)。在试验中速度应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 探伤机,最小运动速度为 0.75 m/s。在试验中速度应保持连续且只能在每个操作全循环完成时停止。
- c) 试验过程的作用力应是源驱动试验(6.4.1.2)测得的作用力的两倍。

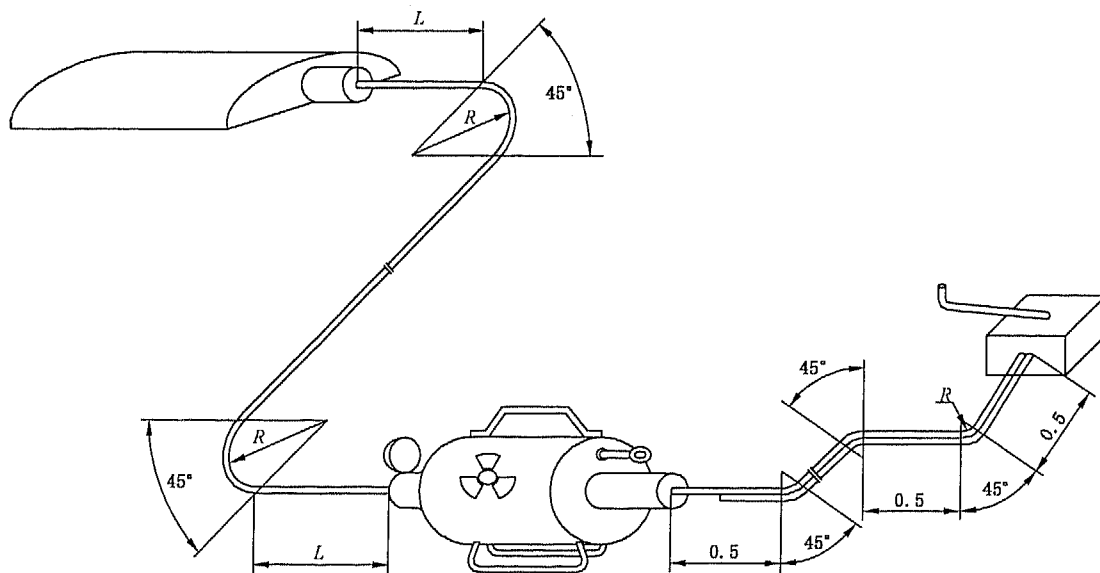
C.1.2 试验步骤

本试验应按以下步骤进行:

- a) 对 II 类 γ 探伤机,首先连接源容器与输源管及遥控装置,然后按图 C.1 的要求进行布置,长度可作适当调整;

注:源移动长度应采用制造商推荐的最大值。

单位为米



注 1: 遥控装置按下列方式布置:

- a) 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;
- b) 对控制导管长度小于 3 m 的遥控装置,应尽可能满足上述布局要求,必要时可同时减少直线段的长度;
- c) 控制导管允许的最小弯曲半径由制造商规定。

注 2: 输源管按下列方式布置:

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

图 C.1 疲劳和源驱动试验布置示意图

b) 按表 C.1 规定的操作类型及次数进行试验。

表 C.1 疲劳试验的操作类型及次数分布

	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

注 1: 对 I 类 γ 探伤机, 正常操作循环是指设备从安全位置转换到工作位置和由工作位置回到安全位置。
 注 2: 对 II 类 γ 探伤机, 正常操作循环是指使源组件由安全位置运动到工作位置和使源组件由工作位置返回到安全位置。
 注 3: 应急操作循环次数适用于非手动操作的遥控装置。
 注 4: 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 探伤机的常规维护(仅指润滑和清洁)的次数不应超过 4 次。
 注 5: 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, 但此循环次数应不小于 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。

C.2 源容器的可靠性试验

C.2.1 振动试验

C.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。

注 1: 固有频率定义为其机械共振频率且偏离 C.2.1.4a) 规定的最大加速度的 30%, 该频率会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)。

注 2: 采用的振动条件和参数值应与正常运输状况一致。

C.2.1.2 试验设备

配有坚硬木质平台的振动机, 该机能沿三个相互垂直轴的方向对源容器进行振动试验。

C.2.1.3 试验装配

C.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。

C.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。

C.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)。

C.2.1.4 试验要求

C.2.1.4.1 试验内容

每个试验, 应沿两个垂直轴连续地进行, 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。

C.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 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三方面的参数来确定:

- a) 频率范围: $(10 \pm 1)\text{Hz} \sim (150 \pm 3)\text{Hz}$;

b) 最大加速度: 9.8 m/s^2 ;

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)。

C.2.1.4.3 固有频率处的振动试验

源容器应以扫频振动试验中获得的固有频率和 9.8 m/s^2 的加速度进行试验。试验时间为 $30 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$, 试验频率为扫频振动试验获得的固有频率(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)。

C.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。

C.2.2 冲击试验

C.2.2.1 概述

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。

C.2.2.2 P 类源容器的水平冲击试验

C.2.2.2.1 试验设备

试验靶应由一具有平坦的垂直端面(棱边倒圆 R3)、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 倍于源容器重量的刚体上。

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。

C.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。

C.2.2.3 P 类源容器的垂直冲击试验

C.2.2.3.1 试验设备

刚性试验靶(如: 钢或混凝土)应由 10 倍于被试源容器重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。

C.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。

C.2.2.4 M 类源容器的冲击试验

C.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 高的台阶自由跌下(台阶的边缘不会因此项操作而变形)。

C.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)。若地面不是这样的(如: 像木板或整平的泥土地面), 则应铺一层 10 mm 厚的钢板。

C.2.2.4.3 重复进行试验 100 次。

C.2.3 跌落试验

C.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。

C.2.3.2 试验步骤

C.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。

C.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。

C.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。

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。该混凝土块的重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。该靶平面的各方向尺寸应比跌落试样大 500 mm,且应尽可能地接近于立方体。

C.3 遥控装置的可靠性试验

C.3.1 挤压和弯曲试验

C.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。

C.3.1.2 试验设备

试验表面为重量 150 kg 的水平平板的表面,该表面应相当的坚硬,以保证在没有被试件时其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 R2,垂直棱边圆角成 R5(见图 C.2)。踵板和曲柄的重量为 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。

单位为毫米

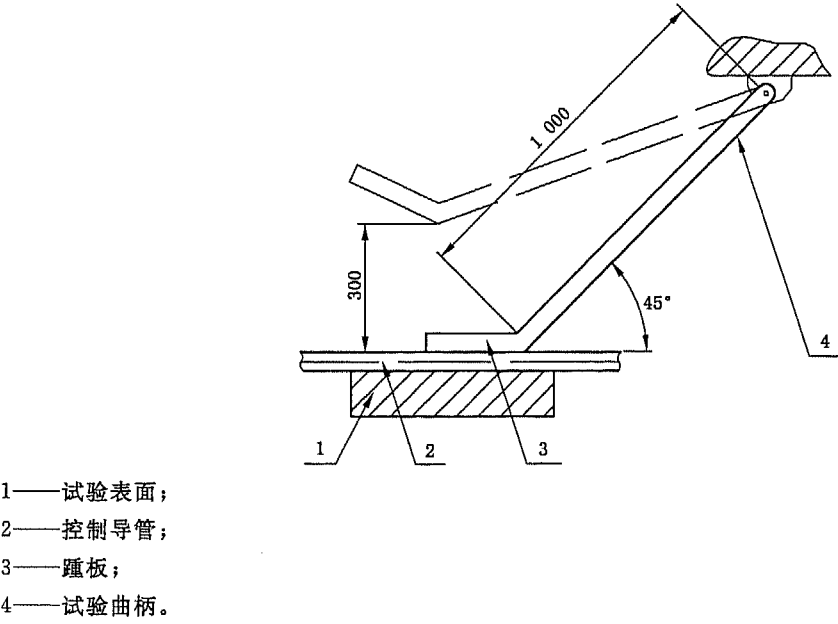


图 C.2 挤压试验装置示意图

若控制导管为组合导管时,试验表面应有定位装置以防止导管在冲击时发生相对运动。定位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(0.5~0.75)倍,并是重叠导管高度的(1.5~1.75)倍。

C.3.1.3 试验步骤

C.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。

C.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。

C.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,导管均由定位装置进行侧向定位:

- a) 并列排列式导管的五个随机点,在每个随机点踵板应同时落在两根导管上;
- b) 重叠排列式导管的五个随机点,在每个随机点踵板应落在上面的导管上。

C.3.2 扭折试验

C.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。

C.3.2.2 试验步骤

C.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。

C.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。

C.3.2.2.3 以控制导管上的十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。

C.3.2.3 拉力试验

C.3.2.3.1 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。

C.3.2.3.2 试验步骤

C.3.2.3.2.1 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。

C.3.2.3.2.2 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。

C.4 输源管和曝光头的可靠性试验

C.4.1 挤压和弯曲试验

C.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。

C.4.1.2 试验设备

采用 C.3.1.2 规定的试验设备。

C.4.1.3 试验步骤

采用 C.3.1.3 规定的试验步骤。

C.4.2 扭折试验

C.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。

C.4.2.2 试验步骤

按以下步骤进行试验：

- a) 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;
- b) 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;
- c) 重复试验 10 次,每次试验后应使圆环恢复到初始状态;
- d) 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。

C.4.3 拉力试验

C.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。

C.4.3.2 试验步骤

按以下步骤进行试验：

- a) 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;
 - b) 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;
 - c) 重复试验 10 次。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
γ 射线探伤机

GB/T 14058—2008

*

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

*

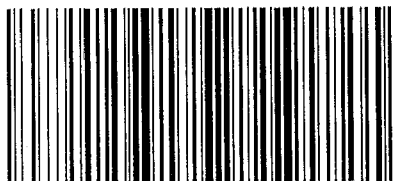
开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 41 千字
2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月第一次印刷

*

书号:155066·1-33698 定价 20.00 元

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 14058—2008

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 125—2009

代替GBZ 125—2002, GBZ 137—2002

含密封源仪表的放射卫生防护要求

Radiological protection requirements for gauges
containing sealed radioactive source

2009-10-26 发布

2010-02-01 实施

中华人民共和国卫生部 发布

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 对源容器的放射防护要求	1
5 检测仪表的放射防护与安全要求	2
6 放射防护检验和检查	3
附录 A (规范性附录)源容器外围的周围剂量当量率测量区示意图	6
附录 B (资料性附录)放射防护和安全管理制度的目录	8
附录 C (资料性附录)常见含密封源检测仪表所用密封源的分类	9

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准全文强制。

本标准代替 GBZ 125—2002《含密封源仪表的卫生防护标准》、GBZ 137—2002《含密封源仪表的卫生防护监测规范》。自实施之日起,GBZ 125—2002 和 GBZ 137—2002 同时废止。

本标准与 GBZ 125—2002、GBZ 137—2002 相比,主要修改如下:

- 将 GBZ 125—2002、GBZ 137—2002 合并为本标准;
- “电离辐射标志”等有关内容,引用 GB 18871;
- 增加了放射源安全的相关要求和事故应急要求等。

本标准的附录 A 是规范性附录,附录 B 和附录 C 是资料性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位:北京市疾病预防控制中心。

本标准主要起草人:李雅春、王时进、孔玉侠。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 16368—1996;
- GBZ 125—2002;
- GBZ 137—2002;
- WS/T 185—1999。

含密封源仪表的放射卫生防护要求

1 范围

本标准规定了源容器和含密封放射源(以下简称“密封源”)的检测仪表的放射防护与安全要求,以及放射防护检验和检查要求。

本标准适用于基于粒子注量测量的含密封源的检测仪表(以下简称检测仪表),包括料位计、密度计、湿度计、核子秤等。

2 规范性引用文件

下列标准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)或修订版本均不适用于本标准,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。凡不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 4075 密封放射源一般要求和分级

GB 11806 放射性物质安全运输规程

GB 14052 安装在设备上的同位素仪表的辐射安全性能要求

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 128 职业性外照射个人监测规范

GBZ/T 208 基于危险指数的放射源分类

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 源容器 radioactive source container

放置密封源使其处于正确的几何位置,并提供足够的屏蔽防护,以使周围辐射水平低于规定值的容器。源容器上还可设置控制有用线束通和断的源闸以及辐射状态指示器等。

3.2 有用线束 useful beam

通过源容器的窗、光栏、圆锥孔或其他形状准直器件的辐射。

4 对源容器的放射防护要求

4.1 用于支持和容纳密封源的部件应做到既能牢固、可靠的固定密封源,又便于密封源的装拆。

4.2 在不同的使用条件下,检测仪表中源容器的安全性能应符合 GB 14052 的相应要求。

4.3 源容器应有能防止未经授权的人员进行密封源安装与拆卸操作的结构与部件,例如具有由外表面不可直接视见的隐式组装结构,或具有使用特殊的专用工具时才能组装、拆卸源容器的零部件、安全锁等。

4.4 当源容器设有限束器、源闸时,应满足下列要求:

- a) 当透射式检测仪表探测器处于距密封源最远使用位置时,以密封源为中心的有用线束的立体角不应超出无屏蔽体探测器或探测器的屏蔽体;
- b) 源闸在“开”、“关”状态的相应位置应可分别锁定,并有明显的“开”、“关”状态指示;
- c) 如果源闸为遥控或伺服控制的,则遥控电路或伺服控制电路发生故障时,源闸应自动关闭;
- d) 安装在物料传送带旁侧的源容器的源闸:在传送带运行时,应自动开启;在传送带停止运行时,应自动关闭。

- e) 上述 c、d 两项,当源闸自动关闭意外故障时,应有手动关闭源闸的设施。
- 4.5 邻近密封源的部件应选用散射线、韧致辐射少且耐辐照的材料。
- 4.6 源容器的生产厂家应给出容器中可装载密封源的核素和最大活度。
- 4.7 检测仪表在不同场所使用时,见附录 A 所标示的位置的周围剂量当量率应满足表 1 的要求。

表 1 不同使用场所对检测仪表外围辐射的剂量控制要求

检测仪表使用场所	下列不同距离 ²⁾ 的周围剂量当量率 $\dot{H}^*$ 控制值, $\mu\text{Sv/h}$	
	5cm	100cm
对人员的活动范围 unlimited	$\dot{H}^* < 2.5$	$\dot{H}^* < 0.25$
在距源容器外表面 1m 的区域内很少有人停留	$2.5 \leq \dot{H}^* < 25$	$0.25 \leq \dot{H}^* < 2.5$
在距源容器外表面 3m 的区域内不可能有人进入或放射工作场所设置了监督区 ¹⁾	$25 \leq \dot{H}^* < 250$	$2.5 \leq \dot{H}^* < 25$
只能在特定的放射工作场所使用,并按控制区、监督区 ¹⁾ 分区管理	$250 \leq \dot{H}^* < 1000$	$25 \leq \dot{H}^* < 100$

¹⁾ 监督区边界剂量率为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

²⁾ 距测量头或源部件及探头表面的距离,详见附录 A 图 A.1~图 A.5。

4.8 源容器外表面应有牢固的标牌并清晰地标明下列内容:

- 符合 GB 18871 规定的电离辐射标志;
- 制造厂家、出厂日期、产品型号和系列号;
- 核素的化学符号和质量数、密封源的活度及活度的测量日期;
- 符合 GB 14052 规定的检测仪表的类别和安全性能等级的代号。

5 检测仪表的放射防护与安全要求

5.1 生产和销售要求

5.1.1 检测仪表中的密封源的质量应符合 GB 4075 的要求。在满足工作需求的条件下,应选用活度低、贯穿能力弱、放射毒性低的密封源。

5.1.2 当需要以远距离控制的方式把密封源输送到源容器外部时,检测仪表应:

- 具有在控制台和源容器上醒目显示密封源工作状态的指示部件;
- 配有监视密封源工作状态的剂量测量仪器。

5.1.3 检测仪表生产厂家应按 GB 14052 规定的密封源容器安全性能进行产品的型式试验和出厂检验,应向用户提供产品出厂检验合格的证件。

5.1.4 检测仪表的随机文件应包括:

- 检测仪表技术特性的文件中应列出与 4.2、4.6~4.8 有关的内容与技术数据;
- 检测仪表检验(含本标准表 2 不同类检验与检查项目)合格的证明文件;
- 有关密封源和源容器安装、拆卸、检修、运输、贮存及退役、放射事故预防、异常事件应急处置、检测仪表使用许可证件办理等放射防护方面的注意事项;
- 给出检测仪表在工作状态时相应于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 周围剂量当量率辐射区范围的等剂量曲线图或表。

5.1.5 在许可的范围内生产与销售,建立生产与销售检测仪表和其密封源的台账,按国家法规建立管理制度(见附录 B)。

5.2 贮存要求

密封源、含密封源的源容器的贮存,检修检测仪表时含密封源的源容器的临时存放应满足下列要求:

- 具有防盗、防火、防爆、防腐蚀、防潮湿的贮存条件;按安全保卫审管要求设置防盗锁等安全措施;
- 由经授权的专人管理,建立收贮台账和定期清点制度;建立领取、借出收回登记和安全状态检

查、剂量测量制度；

- c) 具有屏蔽防护措施,使非放射工作人员可能到达的任何位置上的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$;
- d) 密封源存放处应设有醒目的“电离辐射警告标志”(见 GB 18871)。

5.3 使用要求

- 5.3.1 在许可的范围内使用检测仪表和其密封源,建立台账,按国家法规建立管理制度(见附录 B)。
- 5.3.2 新购入的检测仪表应按本标准进行放射防护与安全验收检验。
- 5.3.3 检测仪表的固定使用场所,源容器应安装牢固、可靠,应采取安保措施防止丢失密封源,阻止人员进入源容器与受检物之间的有用线束区域。
- 5.3.4 涉及密封源的安装、检查、维修的操作人员必须熟悉源容器的结构,掌握放射防护技能,取得放射工作人员资格证书,并得到操作授权。
- 5.3.5 在监督区内的放射工作人员、各类检测仪表放射源换装和检测仪表涉源维修时的放射工作人员,应按 GBZ 128 进行个人剂量监测。
- 5.3.6 退役的密封源应按放射性危险物品严格管理,退回生产厂家或转送退役源保管部门,并有永久的档案。
- 5.3.7 在检测仪表的源容器场所的醒目位置设置清晰的“电离辐射警告标志”(见 GB 18871)。

5.4 运输要求

密封源、含密封源的源容器的运输应遵守 GB 11806 的要求。

5.5 事故应急要求

- 5.5.1 对检测仪表及其使用的密封源,应根据其可能发生的放射事故风险,按 GBZ/T 208 判断危险指数和相应的放射源危险分类,为事故应急准备提供依据。主要的检测仪表的危险分类列于附录 C。
- 5.5.2 根据生产、使用、贮存密封源和检测仪表的情况及可能发生的放射事故的风险,按国家规定的放射事故分类要求,制定相应的放射事故应急预案,做好应急准备。
- 5.5.3 发生放射源丢失、失控以及其它放射事故时,应立即启动本单位的应急预案,采取应急措施,保护好事故现场,防止事故进一步扩大,并立即向当地辐射安全监管部门报告。
- 5.5.4 配合监管部门处置放射事故,直至消除事故的危险状况,并做好事故结案。

6 放射防护检验和检查

6.1 检验检查项目

检测仪表的放射防护性能检验检查项目要求列于表 2。

表 2 检测仪表的放射防护性能检验检查项目和要求

项 目	条款序号	验收检验	常规检验
源容器的结构和工作状态指示	4.4;5.1.2	直观检验	直观检验
源闸的工作	4.4b)、c)、d)、e)	循环操作 10 次	循环操作 10 次
源容器的标牌检查	4.8	√	√
仪表的随机文件检查	5.1.4	√	×
源容器的安装场所检查	4.4a);5.3.3;5.3.7	√	√
密封源在贮存位置时源容器的外围剂量和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 剂量边界	4.7	√	×
密封源在工作位置时源容器的外围剂量和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 剂量边界	4.7;5.1.4d)	√	见注:2
注1:表中“√”表示应检验,“×”表示不需检验。			
注2:仪表固定安装时,每年至少一次;仪表移动应用时,逐次检验。			

6.2 对源容器的检查

6.2.1 查验源容器和检测仪表生产厂家的随机文件及检测仪表用户保存的生产厂家随机文件,该文件应表明源容器的安全性能符合 GB 14052 的要求。

6.2.2 对用户使用的检测仪表源容器工作状态指示的检验,采取直观查验,至少每年查验一次。

6.3 检测仪表外围辐射剂量的测量仪器与方法

6.3.1 测量仪器应适合待测射线的辐射类型、能量和辐射水平;具有计量检定证书,并在检定证书有效期内使用。

6.3.2 密封源在贮存位置(源闸关闭)时,源容器外围辐射剂量测量点如下:

- a) 用测量仪器在源容器表面巡测,找到最高辐射剂量位置;
- b) 以密封源为坐标原点,有用线束中心轴方向为 Z 轴,垂直于 Z 轴平面内任选相互垂直的 X、Y 轴(a 项探测出的最高剂量点处于其中一轴)。在 X、Y、Z 轴线的正负方向上,距源容器表面 5cm 和 100cm 的位置上进行测量;
- c) 源容器和探测器位于待测物两侧的透射式仪表,在有用线束轴上,源容器和探头的相邻表面之间的距离小于或等于 10cm 时,不必在二者之间的区域内测量。当该距离大于 10cm 时,进行测量(见附录 A 图 A.6);

6.3.3 密封源在工作位置(源闸开启)时,源容器外围辐射剂量的测量,应:

- a) 对透射式仪表(被检测体处于密封源和探测器之间的仪表),在无待测物的条件下测量;
- b) 对反散射式仪表(密封源和探测器处于被检测体同侧的仪表),在有待测物的条件下测量。
测量点应包括:附录 A 各图所示位置;预计剂量较高的位置;人员可近距离接触辐射源的位置;人员停留时间长的位置等;

c) 确定相应于 $\dot{H}^*(10)$ 为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的等剂量边界位置。

6.3.4 距 6.3.2 所述边界外 5cm 处的测量,所记录的周围剂量当量率应是 10cm^2 面积上的读数平均值,并相应于 $\dot{H}^*(0.07)$ 。距 6.3.2 所述边界外 100cm 处的测量和 6.3.3c) 的测量,所记录的周围剂量当量率应是 100cm^2 面积上的读数平均值,并相应于 $\dot{H}^*(10)$ 。

6.3.5 测量点与边界的距离应以防护剂量测量仪器探测器的中心位置计量。距 6.3.2 所述边界外 5cm 处的检测,当测量仪器的探测器头的体积较大时,可以防护剂量仪器的探头贴近仪表相应表面位置进行近似测量。

6.3.6 对于含中子源的仪表,应使用中子和 γ 辐射测量仪分别进行测量,其周围剂量当量率应是中子和伴随 γ 辐射两者的周围剂量当量率之和。

6.4 测量记录与结果计算

6.4.1 测量记录

应按实验室认证或认可要求,建立规范的测量记录表,并按规范填写测量结果。

6.4.2 周围剂量当量率计算

由测读值按下式计算测点的周围剂量当量率:

$$\dot{H}^* = \frac{(A_a - A_0)}{f_1} \times f_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\dot{H}^*$ —测点周围剂量当量率;

A_a —测点处的稳定读出值或重复测读的平均值;

A_0 —本底测读的平均值(在远离源容器处测读,通常连续测读 5 次);

f_1 —能量响应因子;

f_2 —测量仪器刻度因子,由计量检定证书给出;

6.5 评价

6.5.1 按 4.8 d)中的安全性能等级代号评价测量结果与源容器标牌上标注的剂量率的一致性。

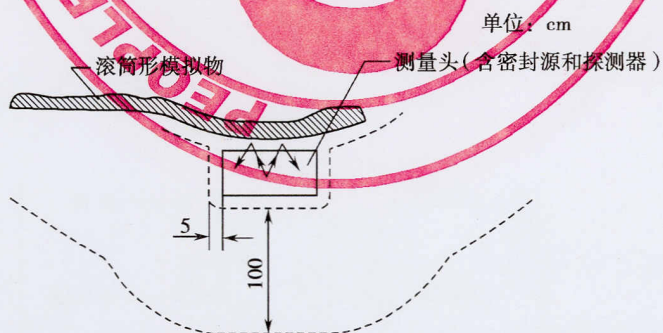
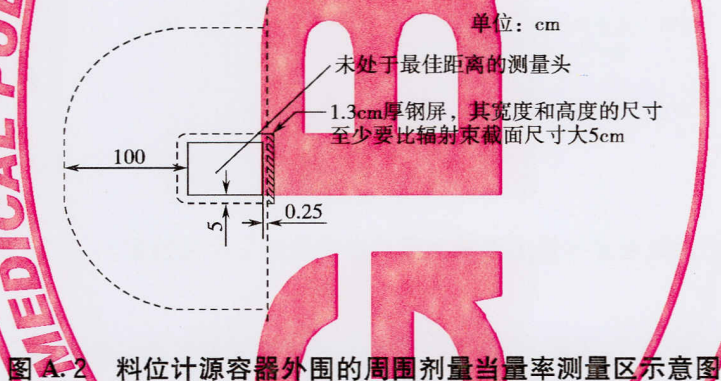
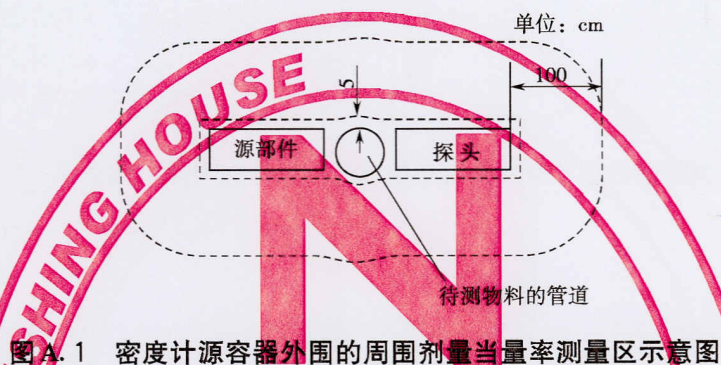
6.5.2 按 4.7 表 1 评价检测仪表使用场所的适宜性。

附录 A

(规范性附录)

源容器外围的周围剂量当量率测量区示意图

A.1 检测仪表的源容器外围的周围剂量当量率测量区示意图(图 A.1~A.5)



单位: cm

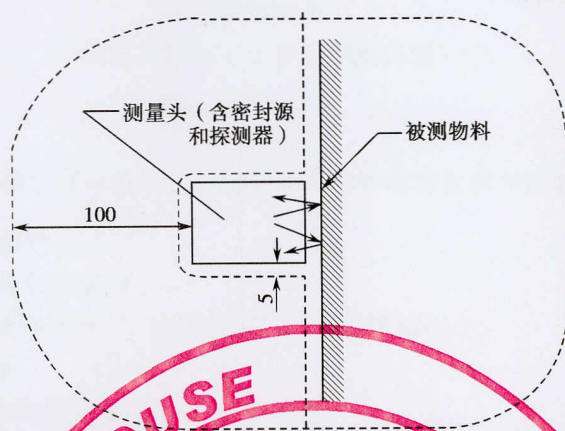


图 A.4 表面反散射式测量仪表源容器外围的周围剂量当量率测量区示意图

单位: cm

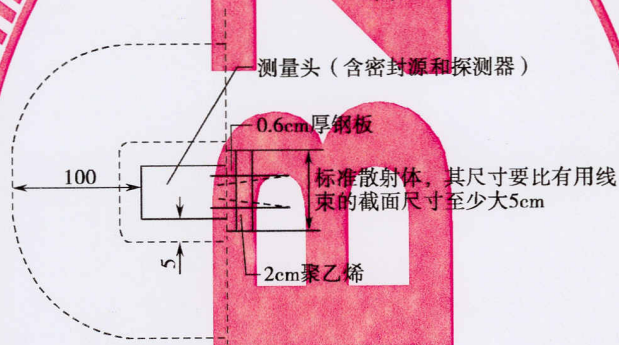


图 A.5 反散射式中子测量仪表外围的周围剂量当量率测试区示意图

A.2 透射式检测仪表探头与源容器相邻表面之间的距离小于、等于或大于 10cm 时,源闸“开”或“关”状态下,源容器外围的周围剂量当量率测量区等距离轮廓线示意图,如图 A.6。

单位: cm

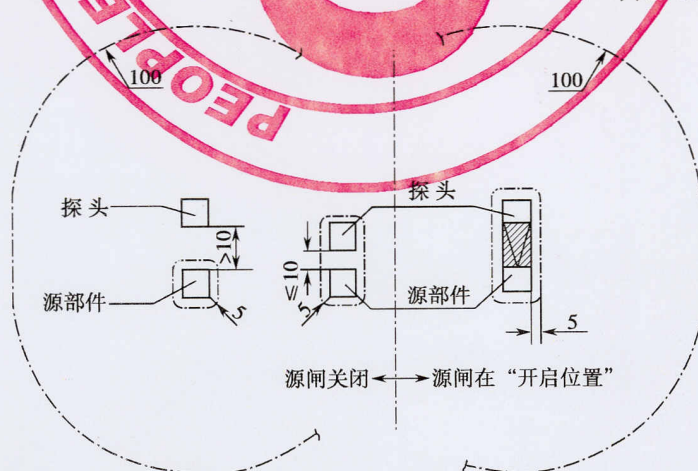


图 A.6 等距离轮廓线示意图

附 录 B
(资料性附录)
放射防护和安全管理制度的目录

B.1 生产和使用含密封源检测仪表单位的放射防护和安全管理制度的参考目录如下：

- 1) 放射防护管理组织及职责；
- 2) 放射源和检测仪表许可管理制度；
- 3) 放射源和检测仪表的台账和生产、使用、贮存、退役的管理制度；
- 4) 放射工作人员管理制度；
- 5) 安全操作、维护和安全检查制度；
- 6) 装置、场所和人员剂量监测制度；
- 7) 放射事故应急处理预案；
- 8) 放射源和检测仪表的防护与安全评估及年度总结制度。

附录 C

(资料性附录)

常见含密封源检测仪表所用密封源的分类

C.1 常见含密封源检测仪表所用密封源的放射性核素、活度典型值及其危险分类见表 C.1 (按照 GBZ/T 208 给出³⁾)：

表 C.1 某些含密封源检测仪表所用密封源的放射性核素、活度及类别

实践	放射性核素	使用量, A(TBq)			危险活度, D/TBq	A/D 指数			候选类别 ²⁾			IAEA 类别 ¹⁾
		Ma	Mi	Ty		Ma	Mi	Ty	Ma	Mi	Ty	
料位计	¹³⁷ Cs	1.9E-1	3.7E-2	1.9E-1	1E-1	1.9E+0	3.7E-1	1.9E+0	3	4	3	3
	⁶⁰ Co	3.7E-1	3.7E-3	1.9E-1	3E-2	1.2E+1	1.2E-1	6.2E+0	2	4	3	
核子秤	¹³⁷ Cs	1.5E+0	1.1E-4	1.1E-1	1E-1	1.5E+1	1.1E-3	1.1E+0	2	5	3	3
	²⁵² Cf	1.4E-3	1.4E-3	1.4E-3	2E-2	6.8E-2	6.8E-2	6.8E-2	4	4	4	
螺旋管道测量仪	¹³⁷ Cs	1.9E-1	7.4E-2	7.4E-2	1E-1	1.9E+0	7.4E-1	7.4E-1	3	4	4	3
测井源	²⁴¹ Am/Be	8.5E-1	1.9E-2	7.4E-1	6E-2	1.4E+1	3.1E-1	1.2E+1	2	4	2	3
	¹³⁷ Cs	7.4E-2	3.7E-2	7.4E-2	1E-1	7.4E-1	3.7E-1	7.4E-1	4	4	4	
	²⁵² Cf	4.1E-3	1.0E-3	1.1E-3	2E-2	2.0E-1	5.0E-2	5.6E-2	4	4	4	
测厚仪	⁸⁵ Kr	3.7E-2	1.9E-3	3.7E-2	3E+1	1.2E-3	6.2E-5	1.2E-3	5	5	5	4
	⁹⁰ Sr	7.4E-3	3.7E-4	3.7E-3	1E+0	7.4E-3	3.7E-4	3.7E-3	5	5	5	
	²⁴¹ Am	2.2E-2	1.1E-2	2.2E-2	6E-2	3.7E-1	1.9E-1	3.7E-1	4	4	4	
	¹⁴⁷ Pm	1.9E-3	7.4E-5	1.9E-3	4E+1	4.6E-5	1.9E-6	4.6E-5	5	5	5	
	²⁴⁴ Cm	3.7E-2	7.4E-3	1.5E-2	5E-2	7.4E-1	1.5E-1	3.0E-1	4	4	4	
料位计	²⁴¹ Am	4.4E-3	4.4E-4	2.2E-3	6E-2	7.4E-2	7.4E-3	3.7E-2	4	5	4	4
	¹³⁷ Cs	2.4E-3	1.9E-3	2.2E-3	1E-1	2.4E-2	1.9E-2	2.2E-2	4	4	4	
湿度仪	²⁴¹ Am/Be	3.7E-3	1.9E-3	1.9E-3	6E-2	6.2E-2	3.1E-2	3.1E-2	4	4	4	4
密度计	¹³⁷ Cs	3.7E-4	3.0E-4	3.7E-4	1E-1	3.7E-3	3.0E-3	3.7E-3	5	5	5	4
湿度计 密度计	²⁴¹ Am/Be	3.7E-3	3.0E-4	1.9E-3	6E-2	6.2E-2	4.9E-3	3.1E-2	4	5	4	4
	¹³⁷ Cs	4.1E-4	3.7E-5	3.7E-4	1E-1	4.1E-3	3.0E-4	3.7E-3	5	5	5	
	²²⁶ Ra	1.5E-4	7.4E-5	7.4E-5	4E-2	3.7E-3	1.9E-3	1.9E-3	5	5	5	
	²⁵² Cf	2.6E-6	1.1E-6	2.2E-6	2E-2	1.3E-4	5.6E-5	1.1E-4	5	5	5	

¹⁾ Ma, Mi, Ty 分别指最大值、最小值、典型值。
²⁾ 候选类别为按国家环保部《放射源分类办法》确定的类别。
³⁾ 取自 GBZ/T 208 引用的 IAEA EPR-D-VALUES 2006 b。

ICS 13.100

GBZ

C57

中 华 人 民 共 和 国 国 家 职 业 卫 生 标 准

GBZ 118-2002

油（气）田非密封型放射源测井卫生防护标准

Radiological protection standards for unsealed radioactive
sources logging in oil and gas-field

2002-04-08 发布

2002-06-01 实施

中华人民共和国卫生部

发布

目 次

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和定义

4 实验室及其它设施的放射卫生防护要求

5 非密封源操作的放射卫生防护要求

6 测井用非密封源运输的放射卫生防护要求

7 防护监测

附录 A（资料性附录）放射性污染事故的处理原则与应急措施

前

言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。原标准 GB 16358-1996 与本标准不一致的，以本标准为准。

本标准第 4~7 章是强制性内容，其余为推荐性内容。

本标准附录 A 是资料性附录。

本标准由卫生部提出并归口。

本标准起草单位：山东省医学科学院放射医学研究所、胜利油田卫生防疫站。

本标准主要起草人：宗西源、乔东亮、邓大平、杨迎晓、孙作忠、张华宗、胡士良。

本标准由卫生部负责解释。

油（气）田非密封型放射源测井卫生防护标准

1 范围

本标准规定了油（气）田非密封型放射源（以下简称非密封源）测井的放射卫生防护要求。

本标准适用于油（气）田使用非密封源进行放射性示踪测井的实践。

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。凡不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GBZ 128 职业性外照射个人监测规范
- GB 8703 辐射防护规定
- GB 9133 放射性废物分类标准
- GB 11806 放射性物质安全运输规定
- GB 11930 操作开放型放射性物质的辐射防护规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

放射性示踪测井 radioactive tracer logging

用注入油井的放射性示踪剂确定流体在井管内或地层孔隙间的运动状态及其分布规律和井身工程质量参数的方法。

3.2

井下释放器 in-well releaser

盛装放射性示踪剂并且能送入井下使其定点或定时释放到井内的一种装置。

4 实验室及其它设施的放射卫生防护要求

4.1 实验室

4.1.1 实验室的分类、分级、选址和布局

4.1.1.1 按照 GB8703 的规定要求，结合油田测井中使用放射性核素的等效年用量和最大等效日操作量，油田测井用非密封源实验室属于第三类开放型单位，乙级或丙级工作场所。

4.1.1.2 乙级实验室可以设置在单独建筑物内，也可设置在一般建筑物的一层或一端，但必须有单独的出入口。

4.1.1.3 实验室应按照操作放射性水平、放射性污染的危险程度，依次分为清洁区（包括办公室、休息室等）、低活性区（包括仪器维修室、放射性测量室和更衣、淋浴及辐射剂量监测间等）和高活性区（包括开瓶分装室、贮源库与废物贮存设施等）等三个区域。气流方向应从低活性区至高活性区。

4.1.2 实验室的卫生防护要求

4.1.2.1 地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单，表面应光滑、无缝隙；地面应铺设可更换、易

去污的材料，并设地漏接一般下水系统；高出地面 2m 以下的墙面应涂以耐酸、碱的油漆。

4.1.2.2 开瓶分装室内必须设通风橱（或工作箱），橱内应保持 200Pa 的负压，其排气系统应设过滤装置；橱内下接低放射性废液贮存设施；橱内还应配备屏蔽 β 、 γ 外照射的防护设施。

4.1.2.3 应有良好的通风与照明，乙级实验室内换气次数为每小时 4~6 次，丙级实验室内换气次数为每小时 3~4 次（或自然通风）。

4.1.2.4 设置专用的放射性废液和固体废物的收集容器或贮存设施。

4.1.2.5 乙级实验室内设卫生通过间（包括更衣、淋浴和辐射剂量监测设施等），丙级实验室内应设置供更衣、洗手和辐射剂量监测的设施等。供水采用脚踏或臂肘式开关。

4.2 贮源库

4.2.1 贮源库应与开瓶分装室相连接（或相邻）并有单独的出入口。墙壁、门窗的材料与结构要具有防盗与防火的作用。

4.2.2 贮源库的地面要光滑无缝隙、易去污、易冲洗。贮源库要有足够的使用面积和良好的通风与照明。

4.2.3 墙壁与门窗要有足够的防护厚度，确保公众受照剂量符合 GB 8703 的规定。

4.2.4 贮源库内必须设贮源坑或池，源坑（池）内应保持干燥，其上口应至少高出地面 10~20cm，设有防护盖，并且能加锁。室内人员活动区域内的空气比释动能率不得超过 $25 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.3 贮源容器

4.3.1 所有放射性核素、示踪剂都必须盛放于严密盖封的内容器内，然后根据其辐射特性再放入具有一定屏蔽能力的贮存运输容器中。内容器外表面应有示踪剂生产批号和放射性核素名称、化学形式、物理状态、活度与标定日期的标签及鲜明的电离辐射警示标识。并附有含上述内容的说明书。

4.3.2 盛装放射性示踪剂的内容器应选用质地坚韧，并具有良好密封性能的容器，不应使用容易损坏、破裂的容器。

4.3.3 贮存运输容器应便于搬运和易于放入与取出容器，而且必须能加锁。其外面除有容器编号和放射性核素名称、活度与标定日期外，还必须有鲜明的电辐射警示标识和“当心电离辐射”字样以及使用单位名称。距防护容器外表面 5cm 处的空气比释动能率不得超过 $25 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，1m 处的空气比释动能率不得超过 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。贮存运输容器外表面的放射性污染， α 不得超过 $4 \times 10^{-1} \text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ ， β 不得超过 $4 \text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

4.3.4 贮存 β 放射性核素的贮存运输容器壁厚必须大于 β 粒子在该容器材料中的最大射程， β 粒子最大能量在 1MeV 以上时，需注意屏蔽韧致辐射。

4.4 废液废物贮存设施

4.4.1 放射性液体和固体废物的分类按照 GB9133 的规定执行。

4.4.2 低放射性废液的排放按照 GB8703 的规定执行。

4.4.3 实验室内应设放射性污物桶，所有固体放射性废物应丢入污物桶内收集或放入贮存设施内暂存。污物桶和贮存设施表面的空气比释动能率不得超过 $25 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.4.4 实验剩余放射性溶液和高浓度的容器刷洗液等不能排放的废液，按半衰期长短分别收集在专用收集容器内，可作为放射性废物在贮存设施中封存。

5 非密封源操作的放射卫生防护要求

5.1 一般要求

测井用非密封源的操作应遵循 GB11930 中有关的辐射防护原则与要求，尤其注意以下几点：

a) 在满足技术要求的条件下，选用毒性较低、 γ 辐射能量较低、半衰期较短的放射性核素，并

尽量减少使用及贮存的活度；

- b) 采用远距离操作，尽量选用机械、自动和密闭的方式操作；
- c) 熟练操作技术，努力缩短操作时间；
- d) 及时处理放射性污染，防止污染的扩散；
- e) 尽量减少放射性废液、废物的产生；
- f) 加强安全防护管理，防止放射性污染事故的发生。

5.2 实验室操作卫生防护要求

5.2.1 操作放射源前，应做好充分准备工作，熟悉操作程序，核对放射性物质名称、活度、出厂日期、总量、分装量，检查仪器设备是否正常，通风是否良好，检查实际活度是否与标示活度一致。

5.2.2 采用新技术新方法时，应通过“模拟试验”确认切实可行，并经放射卫生技术服务机构认定操作熟练后，方能正式操作。

5.2.3 对开瓶、分装、配制、蒸发、烘干溶液或当有气体、气溶胶产生的操作须在通风橱或操作箱内进行，易于造成污染的放射性操作必须在铺有易去污材料的工作台上或搪瓷盘内进行。

5.2.4 吸取放射性溶液时，严禁用口吸取。

5.2.5 工作场所要经常湿式清扫，清扫工具不得与非放射性区混用。

5.2.6 放射工作人员必须了解处理放射性污染事故的原则，熟悉放射性污染事故的处理方法，见附录 A（资料性附录）。

5.3 测井中的卫生防护要求

5.3.1 测井中释放放射性示踪剂应采用井下释放方式，将装有示踪剂的井下释放器随同测井仪一起送入井下一定深度处，由井上控制在井下释放放射性示踪剂。

5.3.2 采用井口释放方式时，应先将示踪剂封装于易在井内破碎或裂解的容器或包装内，施行一次性投入井口的方法；禁止使用直接向井口内倾倒示踪剂的方法，以防止污染操作现场。

5.3.3 释放放射性示踪剂前，必须经过认真检查井口各闸门、井管压力与水流量正常，井管与套管通畅，井口丝堵与防喷盒结构严密后，按照常规操作程序释放示踪剂，防止含放射性示踪剂的井水由井口回喷，污染井场与环境。

5.3.4 操作放射性示踪剂和扶持载源井下释放器或注测仪进出井口时，必须采用适当长度的操作工具。

5.3.5 测井现场的空气比释动能率超过 $2.5 \mu \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，有可能受到放射性污染的范围，应划为警戒区。并在其周围设置电离辐射警示标识，防止无关人员进入。

5.3.6 现场测井操作人员，必须穿戴符合要求的专用工作服、帽子、口罩和手套等个人防护用品，并要做到统一保管和处理。操作强 γ 放射源时，还应使用铅防护屏和戴铅防护眼镜。

5.3.7 放射性示踪测井施工前、后，须按 7.3 与 7.4 进行常规监测，发现异常及时进行妥善处理。

5.3.8 未用或剩余放射性示踪剂（或连同释放器）以及放射性废物必须带回实验室处理。

5.3.9 每次使用后的井下释放器及同位素注测仪的同位素小室，必须带回实验室内，由专人在专用洗刷池内冲洗、去污及维修、保养后待用。

6 测井用非密封源运输的卫生防护要求

6.1 油田外部运输时，其包装和运输工具要求应符合 GB11806 中的有关规定。

6.2 供测井用载运放射性物质的专（兼）用交通工具，必须设有固定源罐的安全装置与防护设施，并且能与车上的固定物连锁。

驾驶员受到的外照射剂量应小于相应的年剂量限值。车辆外表面的空气比释动能率不得超过 $25 \mu \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，距车辆外表面 1m 处不得超过 $2.5 \mu \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

6.3 搬运或传递放射源的工具必须操作灵活、使用方便、性能可靠，并使放射源与人体间保持适当的距离。

7 防护监测

7.1 个人剂量监测按照 GBZ 128 的规定执行。

7.2 所有放射性核素的容器及其外包装，贮存和运输设备，使用前、后要进行 γ 辐射水平和表面放射性污染水平的测定。

7.3 实验室内每次高活性操作和现场测井操作前、后，必须对工作场所辐射水平和设备及场所的放射性表面污染进行测量，必要时测量空气中放射性气溶胶浓度。

7.4 当实验与测井操作人员工作结束离开实验室或现场时，必须测量其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性沾污水平，发现污染，立即妥善处理。

7.5 一般情况下，实验室辐射水平与设备、地面及墙壁表面的放射性污染水平，每月进行一次全面监测。

7.6 环境剂量监测按照 GB8703 中规定执行。

附 录 A

(资料性附录)

放射性污染事故的处理原则与应急措施

A1 处理原则

- a) 尽早采取去污措施；
- b) 配制合适的去污试剂；
- c) 选择合理的去污方法，防止交叉污染和扩大污染；
- d) 正确处理废物、废液；
- e) 穿戴有效的个人防护用品；
- f) 详细记录事故过程和处理情况，档案妥善保管。

A2 应急处理措施

A2.1 一般污染事故

A2.1.1 液态放射性物质的洒、漏，可用吸液球或吸水纸吸干，粉末状放射性物质的撒落，可用胶布粘贴或湿抹布清除，然后用温水仔细清洗。为防止污染的扩散，去污程序应先从污染轻的周围渐向污染重的部位。

A2.1.2 如经反复清洗效果不明显时，可根据放射性核素的化学性质和污染表面的性质，选用有效的去污剂进一步去污。

A2.2 严重污染事故

A2.2.1 立即通知在场的其他人员，同时迅速标出污染范围，防止其他人员进入污染区。

A2.2.2 当皮肤或伤口受到污染时，应立即进行清洗；当眼睛受到污染时，应立即用水冲洗；如果放射性物质有可能进入体内时，应立即通知医务人员，必要时及时采取急救促排措施。

A2.2.3 污染区的人员经采取减少危害和防止污染扩散的必要措施后，要脱去污染的衣服并将其留在污染区，立即离开此区。

A2.2.4 事故发生后，应尽快通知防护负责人和主管人员，并立即向有关监督管理部门报告。防护人员应迅速提出全面处理事故的方案，并协助主管人员组织实施。污染区经去污、监测后，经防护人员批准方可重新工作。

A2.2.5 详细记录事故经过和处理情况，作为查找事故原因，改进防护工作，鉴定健康状况的依据。

A3 常用的去污试剂和方法

常用的去污试剂和方法见表 A1。

表 A1 常用的去污试剂和方法

表面种类	去污试剂	操作方法	备注
玻璃器皿和瓷制品	肥皂、洗涤剂	拌水刷洗、冲刷	
	铬酸混合液、柠檬酸、盐酸	将器皿置于 3%盐酸和 10%柠檬酸溶液中浸泡 1h，然后取出用水洗涤，再放入洗液（即重铬酸钾在浓硫酸中的饱和溶液）中片刻，取出用水冲洗	浓盐酸不适于碳-14、碘-131 等

续表 A1

表面种类	去污试剂	操作方法	备注
木器	除去表层	用工具刨去表面几毫米	一般去污仍不符合要求时
衣服类	肥皂或洗衣粉	污染大于 1000 脉冲/min 时, 用洗衣机洗涤, 若污染小于 1000 脉冲/min, 可用普遍方法洗涤	
	柠檬酸、草酸	污染程度较高的用洗衣机洗涤	尼龙宜用柠檬酸, 粘胶、木棉宜用草酸
	剪去修补	剪去污染部位作废物处理, 再用布补上	适用于局部性的严重污染
金属类	肥皂或洗涤剂	一般浸泡擦拭洗涤方法	效果不好, 适用于低污染
	9%~18%盐酸或 3%~6%硫酸溶液	先湿润表面, 然后刷洗, 最后用水冲洗	
	柠檬酸或稀硝酸	对不锈钢先置于 10%柠檬酸溶液浸泡 1h, 后用水冲洗, 再在稀硝酸中浸 2h, 然后用水洗净	大部分金属不能浸泡
	加热法	在加热的 10%硝酸溶液中作用约 15min, 然后再用 10%热草酸溶液或 10%氢氧化钠溶液或 0.5%硅氟化氢氨 (NH_4SiF_6) 溶液刷洗	对表面有明显损伤; 适用于不锈钢
瓷砖	3%柠檬酸铵水溶液或 10%磷酸钠水溶液或 10%EDTA 溶液	刷洗, 清水冲净	效果好
	10%稀盐酸	刷洗, 清水冲净	表面受损伤
塑料	柠檬酸铵	用煤油等有机溶剂稀释后刷洗	
	酸类或四氯化碳	用其稀释液刷洗	
油漆类 (包括漆)	水、温水、蒸汽、洗涤剂	对污染部位进行冲洗	蒸汽去污效果较好, 可达 50%~90%
	3%柠檬酸或草酸溶液	洗刷	
	1%磷酸钠水溶液	洗刷	不能用于铅上面的油漆
	有机溶剂或氢氧化钠或氢氧化钾浓溶液	把油漆逐渐溶解除去	不能用于漆布
	10%稀盐酸	洗刷	
	刮(剪)法		适用于局部污染
橡胶制品	肥皂	一般清洗	
	稀硝酸	洗刷、冲洗	不适用碳-14、碘-131 污染

ICS 13.100

GBZ

C57

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 142-2002

油(气)田测井用密封型放射源

卫生防护标准

Radiological protection standard for sealed radioactive
sources used in oil and gas-field logging

2002-04-08 发布

2002-06-01 实施

中华人民共和国卫生部

发布

前 言

1 范 围

2 规范性引用文件

3 测井用密封型放射源的放射卫生防护要求

4 测井用密封型放射源与载源设备性能的检验

5 个人剂量监测

附录 A（规范性附录） 放射源的表面污染和泄漏的检验方法

附录 B（资料性附录） 单能中子注量与有效剂量的转换系数

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。原标准 GB8922-88 与本标准不一致的，以本标准为准。

本标准第 3~5 章和附录 A 是强制性内容，其余为推荐性内容。

本标准的附录 A 是规范性附录、附录 B 是资料性附录。

本标准由卫生部提出并归口。

本标准起草单位：山东省医学科学院放射医学研究所。

本标准主要起草人：邓太平、朱建国、邱玉会、侯金鹏、何顺升。

本标准由卫生部负责解释。

1 范 围

本标准规定了油（气）田测井用密封型放射源及使用过程中的放射防护卫生要求和检验要求。

本标准适用于在油（气）田使用密封型（中子、 γ ）放射源（以下简称放射源）进行测井及测井研究。

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。凡不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 4075 密封放射源分级

GB 4076 密封放射源的一般规定

GB 2894 安全标志

3 测井用密封型放射源的放射卫生防护要求

3.1 放射源

放射源应符合 GB4076 和 GB4075 的要求，确保密封性能可靠。放射源的外壳应标有放射源编号与放射源核素（包括中子源靶核素）名称或符号。另有放射源的说明资料，其内容至少包括：放射源编号、核素名称、活度、辐射类型、理化特性、所用射线的辐射输出量率（或注量率）及其测量日期、表面沾污与泄漏的检验结果和检验日期等。

3.2 贮存和载运放射源的容器

3.2.1 贮存或载运放射源的罐(桶)(以下简称源罐)应便于搬运和放射源的取出、放入,必须能锁定;源罐的外表面要有源罐编号、核素名称和活度的标签,并按照 GB2894 的规定印有鲜明的电离辐射警示标识和使用单位的名称。

3.2.2 测井用源罐载源时,离源罐表面 5cm 和 1m 处的空气比释动能率不得大于表 1 的控制值。

表 1 测井用源罐载源时源罐表面 5cm 和 1m 处的空气比释动能率控制值

放 射 源	活 度 GBq (Ci)	空气比释动能率 (mGy • h ⁻¹)	
		5cm	1m
²⁴¹ Am-Be	> 200 (5)	2	0.1
	≤200 (5)	1	0.05
¹³⁷ Cs	> 20 (0.5)	2	0.1
	≤20 (0.5)	1	0.05

3.3 放射源贮存库

3.3.1 放射源贮存库(以下简称源库)应为独立建筑物,四周应设围墙,围墙内不得有人员居住、办公或放置易燃、易爆等其他危险物品。源库应在明显位置设有电离辐射警示标识。

3.3.2 源库内应设置凹入地面 150cm 以下、上口高出地面 10~15cm,用以贮存放射源及其源罐的贮源坑,其上盖有适当材料与厚度的防护盖。所有测井用放射源及废源须放在贮源坑内保存,经常使用的放射源应一源一坑。

3.3.3 贮源坑防护盖表面空气比释动能率应小于 25 μ Gy • h⁻¹。源库外空气比释动能率应小于 2.5 μ Gy • h⁻¹。

3.3.4 贮存大于 200GBq (5Ci) 的中子源和大于 20GBq (0.5Ci) 的 γ 源的源库,应有机械提升与传送设备。

3.3.5 源库内应有良好的照明和通风,并有足够的使用面积,以便于

存放与领取放射源。

3.3.6 源库的放射源出入口应有剂量监测装置，并能给出警示信号，以提示出入库的源罐中是否具有放射源。

3.3.7 源库必须建立放射源出入库管理制度，由专人保管，双人双锁，建立台帐、登记，用仪表检测并记录，定期盘点。

3.4 载运放射源的车辆

3.4.1 供油田测井用载运放射源的车辆(简称运源车)应设有固定源罐的装置。使用运源车载运放射源时应采取相应的安全防护措施。未采取足够安全防护措施的运源车(包括兼作运载测井用放射源的兼用运源车)，不得进入人口密集区和在公共停车场停留。

3.4.2 运源车内外的空气比释动能率不得大于表 2 的控制值。

表 2 运源车内外的空气比释动能率控制值

测 量 位 置	运源车空气比释动能率 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$)	
	专用	兼用
驾 驶 员 座 椅	2.5	20 ¹⁾
车 厢 外 表 面	25	200
车 厢 外 2m 处	2.5	20

注：在对驾驶员的年个人剂量得到严格控制的情况下，空气比释动能率可以适当放宽，但不得超过其 2 倍。

3.5 操作放射源的防护

3.5.1 进行放射源操作时应充分考虑放射源活度、操作距离、操作时间和防护屏蔽等因素，采取最优化的防护措施，以保证操作人员所受剂量控制在可以合理做到的尽可能低的水平。

3.5.2 不得徒手操作放射源。无机械化操作时，根据源的不同活度，应使用符合下列要求的工具：

- a) 大于等于 200GBq (5Ci) 的中子源和大于等于 20GBq (0.5Ci)

的 γ 源，操作工具柄长不小于 100 cm；

b) 小于 200GBq 的中子源和小于 20GBq 的 γ 源，操作工具柄长不小于 50cm。

3.5.3 放射性测井仪器置于井下的部分（以下简称井下仪器）因其中装有放射源，应使用柄长度不小于 50cm 的工具擦洗。

3.5.4 井下仪器进出井口时，应使用柄长不小于 100cm 的工具扶持。

3.5.5 进行换放射源外壳、弹簧、密封圈或盘根等特殊操作时，应有专用操作工具和防护屏蔽等设备，防护屏蔽靠人体一侧的空气比释动能率应小于 $1\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

3.6 室外操作放射源时的附加要求

室外操作放射源时，须在空气比释动能率为 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 处的边界上设置警告标志（或采取警告措施），防止无关人员进入边界以内的操作区域。

4 测井用密封型放射源与载源设备性能的检验

4.1 新放射源与设备投入测井使用前应进行下列项目检验：

a) 辐射场空气比释动能率；

b) 放射源的泄漏，见附录 A（规范性附录）；

c) 放射源表面、操作工具和井下仪器之源室的放射性污染，见附录 A（规范性附录）；

d) 源罐与防护屏蔽等防护效果及使用性能；

e) 源库内外空气比释动能率；

f) 运源车内、外空气比释动能率；

g) 装、卸源操作工具的长度和机械性能;

其中 d)、e)、f) 的测试采用经过刻度的合适仪器现场选点测试, 测试点的选择应视具体工作情况而定。

4.2 投入测井使用后的检验:

4.2.1 对 4.1 条中 a)、d)、e)、f)、g) 项每年进行一次检验, b)、c) 项每半年到一年进行一次检验。

4.2.2 遇到下列情况之一者, 应及时做第 4.1 条中 b) 和 c) 项检验:

- 更换放射源的外壳、弹簧和密封圈等特殊操作后;
- 放射源坠落井内或丢失、被盗后收回后;
- 由于各种原因怀疑放射源有损伤时。

4.2.3 发现贮源罐或防护屏蔽明显变形或怀疑其内部结构有变化时, 应加做 4.1 条 d) 项检验。

5 个人剂量监测

5.1 对使用放射源测井的人员应进行外照射个人剂量常规监测, 个人剂量计应能同时满足对 γ 射线和中子剂量监测。中子剂量估算参照附录 B (资料性附录) 提供的数据。

5.2 新放射源、新型测井设备或测井新工艺投入测井使用前, 须对测井全过程操作人员的累积剂量进行测量或估算, 中子剂量估算参照附录 B (资料性附录) 提供的数据。

附录 A (规范性附录)

放射源的表面污染和泄漏的检验方法¹⁾

A 1 表面沾污的检验方法

A1.1 湿式擦拭法:

用高度吸湿性的软质材料(如滤纸或棉花),沾上不腐蚀包壳表面材料而又能去除放射性沾污的液体,擦拭整个源的表面,测量擦拭材料上的放射性活度。当活度小于 200Bq 时,可视为源表面无污染。

A1.2 浸泡法:

将源浸没在一种不腐蚀源表面而又能去除放射性污染的液体²⁾中,在 $(50 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 下保持 4h,取出源,测量液体中的总放射性。如果放射性活度小于 200Bq,则可视为源表面无污染。

A 2 泄漏的检验方法

A 2.1 湿式擦拭法,同 A 1.1

A 2.2 浸泡法,同 A 1.2

A 2.3 干式擦拭法:

将源预先放在超声洗涤器内,用非腐蚀性液体如三氯乙烯或乙二胺四乙酸(EDTA)清洗 10min,用水洗净后再用丙酮冲洗,放置至干。用软质材料(如滤纸或棉花)擦拭源表面,测量擦拭物上的放射性活度,如果小于 200Bq,则过 7d 后再擦拭源表面,并测量擦拭物上的放射性活度,如果放射性活度仍小 200Bq,则源可视为不漏。

注: 1) 本检验方法参照 GB 4076-83 和 GB 4075-83。

2) 如水或低浓度的洗涤剂、螯合剂。

附 录 B

(资料性附录)

单能中子注量与有效剂量的转换系数

表 B1 单能中子以各种几何条件入射到成年人模拟人计算模型上时，
每单位中子注量对应的有效剂量 (E/Φ , pSv cm^2)

能量 (MeV)	AP	PA	RLAT	LLAT	ROT	ISO
1.0×10^{-9}	5.24	3.52	1.36	1.68	2.99	2.40
1.0×10^{-8}	6.55	4.39	1.70	2.04	3.72	2.89
2.5×10^{-8}	7.60	5.16	1.99	2.31	4.40	3.30
1.0×10^{-7}	9.95	6.77	2.58	2.86	5.75	4.13
2.0×10^{-7}	11.2	7.63	2.92	3.21	6.43	4.59
5.0×10^{-7}	12.8	8.76	3.35	3.72	7.27	5.20
1.0×10^{-6}	13.8	9.55	3.67	4.12	7.84	5.63
2.0×10^{-6}	14.5	10.2	3.89	4.39	8.31	5.96
5.0×10^{-6}	15.0	10.7	4.08	4.66	8.72	6.28
1.0×10^{-5}	15.1	11.0	4.16	4.80	8.90	6.44
2.0×10^{-5}	15.1	11.1	4.20	4.89	8.92	6.51
5.0×10^{-5}	14.8	11.1	4.19	4.95	8.82	6.51
1.0×10^{-4}	14.6	11.0	4.15	4.95	8.69	6.45
2.0×10^{-4}	14.4	10.9	4.10	4.92	8.56	6.32
5.0×10^{-4}	14.2	10.7	4.03	4.86	8.40	6.14
1.0×10^{-3}	14.2	10.7	4.00	4.84	8.34	6.04
2.0×10^{-3}	14.4	10.8	4.00	4.87	8.39	6.05
5.0×10^{-3}	15.7	11.6	4.29	5.25	9.06	6.52
1.0×10^{-2}	18.3	13.5	5.02	6.14	10.6	7.70
2.0×10^{-2}	23.8	17.3	6.48	7.95	13.8	10.2
3.0×10^{-2}	29.0	21.0	7.93	9.74	16.9	12.7
5.0×10^{-2}	38.5	27.6	10.6	13.1	22.7	17.3
7.0×10^{-2}	47.2	33.5	13.1	16.1	27.8	21.5
1.0×10^{-1}	59.8	41.3	16.4	20.1	34.8	27.2
1.5×10^{-1}	80.2	52.2	21.2	25.5	45.4	35.2
2.0×10^{-1}	99.0	61.5	25.6	30.3	54.8	42.4
3.0×10^{-1}	133	77.1	33.4	38.6	71.6	54.7
5.0×10^{-1}	188	103	46.8	53.2	99.4	75
7.0×10^{-1}	231	124	58.3	66.6	123	92.8
9.0×10^{-1}	267	144	69.1	79.6	144	108
1.0×10^0	282	154	74.5	86.0	154	116
1.2×10^0	310	175	85.5	99.8	173	130
2.0×10^0	383	247	129	153	234	178
3.0×10^0	432	308	171	195	283	220
4.0×10^0	458	345	198	224	315	250
5.0×10^0	474	366	217	244	335	272
6.0×10^0	483	380	232	261	348	282
7.0×10^0	490	391	244	274	358	290
8.0×10^0	494	399	253	285	366	297
9.0×10^0	497	406	261	294	373	303
1.0×10^1	499	412	268	302	378	309
1.2×10^1	499	422	278	315	385	322
1.4×10^1	496	429	286	324	390	333

						续表
能量 (MeV)	AP	PA	RLAT	LLAT	ROT	ISO
1.5×10^1	494	431	290	328	391	338
1.6×10^1	491	433	293	331	393	342
1.8×10^1	486	435	299	335	394	345
2.0×10^1	480	436	305	338	395	343
3.0×10^1	458	437	324	na ^a	395	na ^a
5.0×10^1	437	444	358	na	404	na
7.5×10^1	429	459	397	na	422	na
1.0×10^2	429	477	433	na	443	na
1.3×10^2	432	495	467	na	465	na
1.5×10^2	438	514	501	na	489	na
1.8×10^2	445	535	542	na	517	na

a. 没有数据可用

注： AP:前面照射，PA:后面照射，RLAT: 右侧照射，LLAT: 左侧照射，ROT: 旋转照射，ISO: 各项同性照射。

ICS 13.100

GBZ

G57

中 华 人 民 共 和 国 国 家 职 业 卫 生 标 准

GBZ 127-2002

X 射线行李包检查系统卫生防护标准

Radiological protection standard
for X-ray luggage inspection system

2002-04-08 发布

2002-06-01 实施

中华人民共和国卫生部

发布

目 次

前言

1 范围

2 术语和定义

3 X 射线行李包检查系统的放射防护技术要求

4 X 射线行李包检查系统使用中的放射防护要求

5 X 射线行李包检查系统的检测检验要求

附录 A（规范性附录） X 射线行李包检查系统外表面辐射测量点
平面示意图

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。原标准 GB17060-1997 与本标准不一致的，以本标准为准。

本标准第 3~5 章和附录 A 是强制性内容，其余为推荐性内容。

X 射线行李包检查系统是主要在机场、车站、海关等地利用电离辐射对行李包进行安全检查的装置。由于电离辐射对人群的可能危害，在编制本标准时，根据我国设备及其使用情况，参照采用美国联邦行政法规 21CFR1020.40 有关内容。

本标准的附录 A 是规范性附录。

本标准由卫生部提出并归口。

本标准起草单位：山东省医学科学院放射医学研究所。

本标准主要起草人：侯金鹏、邓大平、朱建国、邱玉会等。

本标准由卫生部负责解释。

X 射线行李包检查系统卫生防护标准

1 范围

本标准规定了 X 射线行李包检查系统（以下简称系统）及其使用的放射卫生防护技术要求和检测检验要求。

本标准适用于检查行李包的柜式 X 射线系统。

本标准不适用于检查行李包的便携式小型 X 射线机、大型集装箱安全检测的 X 射线系统。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

柜式 X 射线系统 cabinet X-ray system

柜体内安装 X 射线球管的系统，它用于对进入柜体内部的行李包进行 X 射线照射检查。在 X 射线产生时，该系统不仅能屏蔽辐射，并可阻挡人员进入柜体内部。

临时或偶然地配用可携式防护档板的 X 射线设备（改装者除外）不视为柜式 X 射线系统。

2.2

外表面 external surface

柜式 X 射线系统的外部表面，包括高压发生器、门、盖板、门、控制旋钮和其它永久性安装的刚性器具，以及横跨任何窗口和通道口的平面。

2.3

通道口 port

为传送行李包进出柜式 X 射线系统接受照射或限于行李包体积难于整体进入柜体内部仅进行部分照射而设计的，在 X 射线发射期间保持在打开状态的系统外表面的开口。

2.4

门 door

为常规操作而设计的可移动或可开启的任何屏障，一般不需要工具就可打开并允许由此进入柜体内部。安装在门上的刚性器具也属于门的一部分。

2.5

盖板 access panel

为维修或保养目的而设计的可移动或可开启的任何屏障或面板，只有借助工具打开才能进入柜体内部。

2.6

接地故障 ground fault

意外的导体对地短路。

2.7

窗口 aperture

系统外表面的任何开口，但不包括 X 射线发射期间仍保持打开的通道口。

3 X射线行李包检查系统的放射防护技术要求

3.1 系统产生辐射时,距其外表面 5cm任意一点的空气比释动能率不得超过 $5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

3.2 系统通道口处铅胶帘的单片防护厚度不得小于 0.35mm 铅当量。

3.3 系统的安全联锁

3.3.1 系统的每个门最少需两道安全联锁。当门开启时,其中任意一个联锁就可导致高压发生器供电线路自动断开。除门以外,其它部分移动都不会使电流切断。

3.3.2 每个盖板至少有一道安全联锁。盖板移开,安全联锁开关启动,系统将无法产生 X 射线。

3.3.3 任一安全联锁引起 X 射线发生中断后,必须重新使用开启控制器才能产生 X 射线。

3.3.4 系统任一独立部件的失灵不应引起多于一道的安全联锁失灵。

3.4 接地故障将不应导致系统产生 X 射线。

3.5 系统顶板上应永久安装通电指示灯和 X 射线发射指示灯。

3.6 系统用钥匙开启控制器应确保在钥匙取下后系统不产生 X 射线。

3.7 应确保系统安全的原始设计不被修改和变更。

4 X射线行李包检查系统使用中的放射防护要求

4.1 系统工作时,不允许身体的任何部位通过通道口和窗口进入射线束内。

4.2 系统使用中遇紧急情况,应该按紧急停止按钮,使系统停止运行。

4.3 系统使用中发现该系统的通电指示灯和 X 射线发射指示灯不能正常工作,应该立即停机修复。

4.4 系统的安全联锁和电气性能应定期维修保养和检验,防止事故的发生。

4.5 系统通道口处铅胶帘应保持完整,对破损铅帘应及时更换。

4.6 系统维修时,应首先切断电源。在恢复安全联锁后,通过强制按钮进行调试。

5 X射线行李包检查系统的检测检验要求

5.1 对本标准 3.1 所规定的系统外表面辐射控制值的检测,应在门及盖板全封闭并固定到位,X射线管的电压、电流、射线束方向及散射状况的组合保证处于操作状态的系统外表面X射线辐射达到最大时,在直线距离不超过 5cm,横截面不小于 10 cm^2 的接受面积上进行平均测量。系统外表面辐射测量点平面示意图见附录A(规范性附录),要求各点测量结果中的最大值符合本标准 3.1 的规定。

5.2 对系统进行辐射检测时,应使用经过已知能量响应校正的电离室或累积剂量计方法进行测量。

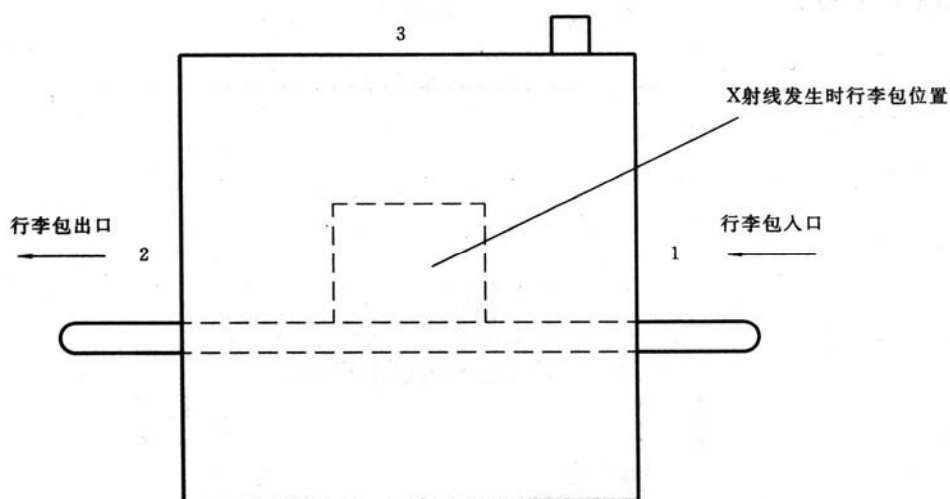
5.3 对系统的任一安全联锁装置进行切断检验,应符合本标准 3.3 的规定。

5.4 对系统的供电开关的检测,在切断供电开关时该系统不应有 X 射线产生。

5.5 新设计、新安装的 X 射线行李包检查系统必须进行防护性能的验收检测。对不合格设备,改造后重新进行检测。

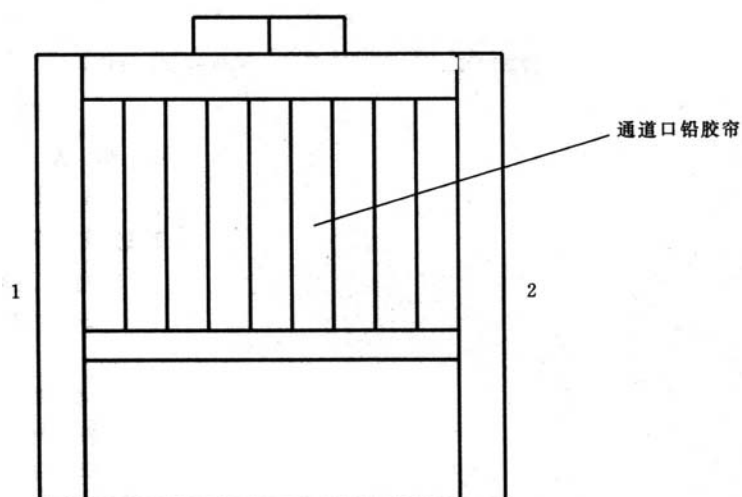
5.6 系统辐射安全的常规检测为每年一次。

附 录 A
(规范性附录)
X 射线行李包检查系统外表面辐射测量点平面示意图



1, 2, 3—测量点参考位置

图 A1 旅客通过侧平面示意图



1, 2—测量点参考位置

图 A2 行李包入口侧平面示意图

ICS 13.100

C 57

GBZ

中 华 人 民 共 和 国 国 家 职 业 卫 生 标
准

GBZ 143-2002

集装箱检查系统放射卫生防护标准

Radiological protection standard for container inspection system

2002-04-08 发布

2002-06-01 实施

中华人民共和国卫生部

发布

目 次

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 检查系统及其分类

4 检查系统及其工作场所辐射控制水平

5 检查场所分区和人员活动限制要求

6 检查系统辐射安全要求

7 检查系统安全操作要求

8 辐射防护监测

9 附录 A（规范性附录） 集装箱检查系统放射防护监测项目与周期

10 附录 B（规范性附录） 集装箱检查系统放射防护监测方法

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准第 4~8 章和附录 A 为强制性内容，其余为推荐性内容。

集装箱检查系统是利用 X、 γ 射线对集装箱等进行检查的装置。本标准旨在规范集装箱检查系统及其运行中的放射卫生防护，保障从业人员和公众的安全。本标准参考美国标准 ANSI N43.3《装有非医用 X 射线和密封 γ 源（ $<10\text{MeV}$ ）设备的辐射安全一般要求》有关内容，结合我国集装箱检查系统及其运行中实际情况而编制。

本标准的附录 A 和附录 B 是规范性附录。

本标准由卫生部提出并归口。

本标准起草单位：山东省医学科学院放射医学研究所、清华大学、清华大学核能技术设计研究院、清华同方核技术股份有限公司。

本标准主要起草人：侯金鹏、李君利、周立业、邓大平、朱建国、刘以思、桂立明等。

本标准由卫生部负责解释。

1 范围

本标准规定了各类集装箱检查系统（以下简称检查系统）辐射控制水平、检查场所分区、辐射安全及安全操作等放射卫生防护要求和有关监测要求。

本标准适用于利用 γ 射线或低于 10MV 的 X 射线对集装箱或者航空托盘、运输货车、货运列车等及其所载的货物进行的检查。

本标准不适用于相应的计算机断层扫描检查。

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。

GB4075 密封放射源分级

GB4076 密封放射源的一般规定

GB7465 高活度钴-60 密封放射源

GB11806 放射性物质安全运输规定

GBZ 135 密封 γ 放射源容器卫生防护标准

3 检查系统及其分类

3.1 检查系统

主要由辐射源、探测器、控制、图像分析、安全联锁、警示和应急设施等部分组成。

3.2 检查系统分类

3.2.1 按所用辐射源分类

- a) 加速器检查系统。利用加速器产生的 X 射线（小于 10MV）对集装箱等货物进行检查的系统。
- b) 放射性核素源检查系统。利用放射性核素源（以下简称放射源）所释放的 γ 射线对集装箱等货物进行检查的系统。
- c) X 射线机检查系统。利用 X 射线机产生的 X 射线对集装箱等货物进行检查的系统。

3.2.2 按检查方式分类

- a) 固定式检查系统。为安装在永久性建筑物内固定位置的检查系统。在检查厅内，待检货物沿轨道通过该系统准直主射束区域时接受辐射检查。
- b) 移动式检查系统。为辐射源和探测器系统同步地沿待检物匀速平移进行扫描的检查系统。移动式检查系统现分为车载移动式检查系统和组合移动式检查系统。前者在按辐射剂量控制水平圈出并限制无关人员进入的场地内对待检物进行检查；后者的辐射源和探测器安装在可拆装屏蔽体的检查厅内对待检物进行检查，控制和图像分析装置位于检查厅外。

4 检查系统及其工作场所辐射控制水平

4.1 辐射源箱的泄漏辐射水平

辐射源箱包括辐射源、辐射源屏蔽体和组装体、初级准直器。辐射源箱还可包括快门和非检测工作状态下的贮源器。不同类型辐射源箱的泄漏辐射水平控制如下：

4.1.1 加速器辐射源箱泄漏辐射水平

当出束口放置足够厚度的屏蔽体时，在有用线束以外的区域，距加速器靶 1 米处空气比释动能率与有用线束中心轴上距靶 1 米处无屏蔽体时空气比释动能率的相对比值为辐射源箱辐射泄漏率，固定式检查系统应小于 1%；移动式检查系统应小于 0.1%。

4.1.2 放射源箱体泄漏辐射水平

放射源箱体泄漏辐射水平应符合表 1 要求。

表 1 放射源箱体外的漏射线空气比释动能率控制值 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$)

检查系统类型	距辐射源箱体外表面 5cm	距辐射源箱体外表面 100cm
固定式系统	1000	100
移动式系统	500	20

4.1.3 X 射线管头组装体泄漏辐射水平

距 X 射线管焦点 1m 处漏射线空气比释动能率，固定式检查系统应不大于 $5000 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，移动式检查系统应不大于 $20 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.2 加速器调制器泄漏辐射水平

距调制器组装体表面 5cm 处的空气比释动能率应不大于 $40 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.3 放射源储存容器泄漏辐射水平

应符合 GBZ 135 第 4.1 条表 1 “密封 γ 放射源容器外表面辐射水平” 和第 5.5 条的要求。

4.4 检查系统建筑物外场所辐射水平

距固定式检查系统检查厅墙外侧表面 30cm 处的空气比释动能率应不大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。组合移动式检查系统，在宽度不大于主线束照射区域屏蔽墙体外表面 30cm 处的空气比释动能率应不大于 $10 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。在非主线束照射区域屏蔽墙体外表面 30cm 处和出入口门外栏杆处的空气比释动能率应不大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.5 车载移动式检查现场辐射水平

护栏边界的空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。检查系统产品文件应给出辐射源与护栏边界四个周边的最小距离要求。安装在一辆车上的移动式检查系统的控制和图像分析室的空气比释动能率应不大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

5 检查场所分区和人员活动限制要求

5.1 检查场所分区

5.1.1 控制区

各种检查系统的控制区划分如下：

- 固定式检查系统中，以检查通道出入口门为界，包括辐射源室、检查通道和探测器室的区域。
- 组合移动式检查系统中，以隔墙和出入口门围成的区域。
- 车载移动式检查系统中，空气比释动能率可能大于 $40 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 的区域，如辐射源和探测器附近区域、辐射源和探测器之间的检测区域。

5.1.2 监督区

各种检查系统的监督区划分如下：

- 固定式检查系统建筑物内与辐射源室、检查通道和探测器室直接相邻的区域。
- 组合移动式检查系统出入口门和栏杆之间的区域。
- 车载移动式检查系统，除控制区外的护栏以内区域，护栏上任何位置的空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。安装在一辆车上的移动式检查系统

的控制和图像分析室属于监督区。

5.2 人员活动限制要求

检查系统工作状态下对人员的活动做如下限制：

- a) 任何人员不得进入控制区。
- b) 任何无关人员不得进入监督区。
- c) 除非检测需要，工作人员应停留在监督区之外。

6 检查系统辐射安全要求

6.1 一般原则

检查系统的辐射安全设计应遵循故障安全原则，设置冗余、多重的安全装置，并注意采用多样性的部件，以保证当某一部件或系统发生故障时，检查系统均能建立起一种安全状态。

6.2 通用安全要求

6.2.1 安全联锁

安全联锁设置和功能应符合：

- a) 检查系统必须分别设置以下两道独立工作的安全联锁：一是主控制台钥匙开关联锁，只有钥匙插入并处于“工作”位置时，加速器和 X 射线机才能发出 X 射线、放射源检查系统的快门才能开启；二是可有效地防止人员误入检测状态下的控制区的安全联锁设施，例如固定式检查系统通道出入口门、组合移动式检查系统门外栏杆、辐射源室门和其他相关设施。
- b) 任何一道安全联锁打开，检查系统应立即中断工作，并只有通过就地复位才能重新启动。
- c) 在联锁失灵时，应禁止检查系统运行或中断检查系统的运行，并在控制台上显示。

6.2.2 警示装置

警示装置设置和功能应符合：

- a) 固定式检查系统的检查通道及检查厅出入口、组合移动式检查系统的出入口处及移动式检查系统扫描车上均安装有灯光指示信号以其不同颜色标识检查系统即时所处的准备出束、出束及待停机状态。
- b) 在上述 a) 的相应位置，应有检测系统出束的声响报警信号，应在辐射源出束前启动，预警时间不得少于 5 秒。在整个辐射期间，该信号应持续启动并保持稳定，扫描结束后，报警铃或警灯延续一定时间方可停止。在组合移动式和车载移动式检查时，当有人误入护栏内辐射区时，现场和控制车内均会发出声音报警。
- c) 在控制区边界线外、检查系统的辐射源室和探测器室门外，必须设置电离辐射危险标志和清晰可见的警示标识。监督区边界线外应设置醒目的“当心 电离辐射”字样的警示标识，以制止无关人员进入。

6.2.3 监视和通讯装置

监视和通讯装置设置和功能应符合：

- a) 必须设置监视用摄像和显示装置，以核查各区内人员驻留情况和设备运行状态。
- b) 主控室的计算机屏幕应能显示安全联锁的工作状态，应标识出鲜明的紧急警告信号并能够及时显示故障的内容。
- c) 检查通道、辐射源室、控制室和现场工作人员之间均应配备合适的通讯装置。

6.2.4 应急求助装置

应急求助装置设置和功能应符合：

- a) 检查系统应设有标记清楚并易触摸的应急求助装置，可在紧急状态下立即中断辐射照射。
- b) 应急求助装置应设置于：固定式检查系统辐射源室、探测器室、检查通道两侧、检查厅出入口和组合移动式检查厅两侧及出入口；移动式检查系统扫描车外侧或辐射源箱或探测器横臂上及各种检查系统主控制台面板上。
- c) 应急求助装置一旦被使用，除非就地复位，检查系统不可能重新启动和出束。

6.2.5 其他要求

例如：

- a) 固定式检查系统的辐射源室应有必要的通风装置。
- b) 检查系统现场必须配备适当的应急防护设备，例如快门控制故障时手动关闭装置。
- c) 检查系统应配备完善的防火设施。

6.3 X射线辐射源的附加安全要求

6.3.1 射线发生装置不加高压时，加速器和X射线管不应产生X射线。只有具备全部控制条件时，才能产生X射线。

6.3.2 加速器和X射线机出束必须同时满足下列条件：联锁钥匙插入相应位置且各安全联锁装置处于正常状态。

6.3.3 当剂量监视系统确认加速器输出剂量率超过规定的限值时，检查系统应终止出束。

6.3.4 接地故障不应导致X射线机检查系统产生X射线。

6.4 放射源的附加安全要求

6.4.1 密封放射源的级别，按密封放射源活度应达到GB4075或GB7465的要求。密封放射源的性能应符合GB4076的规定。

6.4.2 固定式检查系统辐射源室、组合移动式检查厅、车载移动式检查的专用车存放库房等场所均应装备防火防盗设施。

6.4.3 只有在通电条件下，检查系统快门才能开启；断电时，快门自动关闭。

6.4.4 只有在快门关闭状态下，才能打开辐射源室门和源操作箱门。

7 检查系统安全操作要求

7.1 一般要求

7.1.1 在每天启动辐射源装置前，必须仔细核查安全联锁、监视与警示装置，确认其处于正常状态。

7.1.2 可能进入监督区的工作人员必须佩戴个人剂量计。人员准备进入检查通道、辐射源室、探测器室和车载移动式检查系统护栏内时，必须携带剂量报警仪或剂量测量仪。

7.1.3 车载移动式检查前，应根据检查系统技术要求，采用护栏圈出作业场所，以此作为监督区边界，并在出入口和边界上设立必要的警示标识。检查系统启动时，用仪器检测验证护栏上任何位置的空气比释动能率，并应符合本标准第4.5条要求。

7.1.4 载有集装箱的汽车驶入检查准备区域后，检录员（引导员）指挥待检车辆就位，引导司机退出。并在检查控制区确认场地内没有人员后，才能向主控室发

出可以启动辐射源的确认信号。在检查系统工作中，检录员应认真管制监督区边界。

7.1.5 检查系统准备启动和工作中，主控室操作员应密切注视控制台和监视器，以便在发现异常情况时及时关断放射源出束或停机，防止事故发生。

7.1.6 对于车载移动式检查系统，在每天作业完成后，应由引导员负责将检查车停放到专用库房内。

7.1.7 检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动辐射源。

7.1.8 检查系统停止运行时，主控室负责人应取走主控钥匙并妥善保管。未经许可不得使用。

7.2 检查系统调试和维修时的安全操作要求

7.2.1 检修人员进入辐射源室、探测器室和检查通道时，除佩戴个人剂量计外，还必须携带剂量报警仪。

7.2.2 调试和维修时，应保证切断辐射源出束状态。必须先将主控钥匙拔下，并由调试和维修人员带走，工作结束后，再将该钥匙交给主控室操作人员。

7.2.3 调试和维修必须解除安全联锁时，须经负责人同意并通告有关人员。工作结束后，先恢复安全联锁并经确认系统正常后再行使用。

7.3 使用密封放射源的专项要求

7.3.1 检查系统工作结束后，必须用辐射剂量仪检查放射源位置和快门状态。

7.3.2 密封放射源运输应符合 GB11806 的有关要求。

7.3.3 检查系统的放射源的更换应在当地放射卫生防护部门批准和监督下进行。放射源从运输容器中转装入源容器或从源容器转装入运输容器必须采用便于转移操作的辅助设备和有一定屏蔽效果的装置。操作人员在一次换源过程中所接受的剂量应不超过 $500 \mu\text{Sv}$ 。

7.3.4 被更换的退役放射源应由放射源供应单位回收或按国家有关规定处理或处置。

8 辐射防护监测

8.1 监测项目和方法

监测项目和周期见附录 A（规范性附录）。评价指标按本标准第 4.1、4.2、4.3、5.1 和 7.2 条有关内容执行。

监测方法见附录 B（规范性附录）。

8.2 验收监测

验收监测应包括：

- 生产厂家在产品出厂前必须对检查系统的放射防护性能进行监测，监测项目见附录 A（规范性附录）。
- 检查系统安装后，使用单位按附录 A（规范性附录）进行自行验收检测；
- 检查系统正式使用前，由使用单位所在地的省、市卫生行政部门认可的放射卫生技术服务机构指派专业技术人员对检查系统和防护设施进行验收监测和检查，监测合格后方能投入使用。验收监测还应包括：使用单位的应急计划、应急设施和配备的辐射检测设备。

8.3 常规监测和检查

8.3.1 卫生行政部门认可的放射卫生技术服务机构对生产厂家和使用单位的常规检测，每年一次按附录 A（规范性附录）所列项目进行监测。应详细记录测量仪器型号和检查结果。

8.3.2 使用单位应按附录 A（规范性附录）所列项目和检测周期进行放射防护检测和安全检查，以及时排除隐患，杜绝事故的发生。应详细记录测量仪器型号和检查结果。

8.4 特殊监测

8.4.1 变更监测

当检查系统的结构、屏蔽、操作、检查区域和邻近区域人员驻留情况改变时，应由卫生行政部门认可的放射卫生技术服务机构指派的专业技术人员进行监测和重新评价。在进行必要调整和监测合格后，方可继续使用。

8.4.2 异常监测

当个人剂量超过年剂量限值、检查系统出现异常情况及处理时应按附录 A（规范性附录）所列项目进行监测，查明原因。发生意外事故，应按放射事故管理规定，及时检测和处理。

8.4.3 换源监测

更换放射源时，应进行个人剂量监测、操作位置和场所的剂量监测、源容器剂量监测和放射污染检测。源容器外表面的非固定性放射性污染检测结果应符合 GBZ 135 第 5.1 条的规定。

8.5 监测仪器要求

辐射检测仪器辐射剂量测量的射线方向性、辐射能量响应、剂量测试范围和抗干扰能力等性能应适用于探测和测量原始射线、散射线和泄漏辐射，辐射检测仪器应经检定或校准，并在其有效时间内使用。应记录仪器使用状况。

附 录 A
(规范性附录)
集装箱检查系统放射防护监测项目与周期

表 A1 监测项目和周期一览表

监测类别	项 目	检测周期	对应的本标准条款
验收和常规检测	辐射源箱泄漏辐射水平	一年	4.1
	加速器调制器泄漏辐射水平	一年	4.2
	放射源储存容器泄漏辐射水平	一年	4.3
	建筑物外场所辐射水平	一年	4.4
	车载移动式检查现场辐射水平	场所移动后	4.5
	安全联锁：		
	——主控钥匙开关	每天	6.2.1
	——门和栏杆	每天	6.2.1
	——其他设施	一个月	6.2.1
	警示装置	每天	6.2.2
	监视和通讯装置	每天	6.2.3
	应急求助装置	一个月	6.2.4
	固定检查系统通风装置	三个月	6.2.5
特殊监测	变更监测	适时	8.5.1
	异常监测	适时	8.5.2
	换源监测	适时	8.5.3

注： 加速器辐射源箱泄漏辐射水平只在生产厂家组装前监测。

附录 B
(规范性附录)
集装箱检查系统放射防护监测方法

B.1 通用要求

- B.1.1 放射防护监测应在检查系统正常工作状态下进行。
- B.1.2 使用经过已知能量响应校正的电离室或累积剂量计方法。
- B.1.3 应在规定测量点上、横截面不小于 100cm^2 的面积上进行监测。
- B.1.4 要求各点测试结果中最大值符合本标准的有关规定。
- B.1.5 安全联锁、警示装置、应急求助装置和通风装置的监测分别按检查系统产品说明书要求进行。

B.2 加速器和 X 射线辐射源箱泄漏辐射水平

- B.2.1 检测条件：用分别符合本标准 4.1.1 和 4.1.4 的辐射衰减屏蔽部件堵住 X 射线源组件出线口。分别使用额定工作条件和最高工作管电压、最大连续工作管电流条件。
- B.2.2 检测仪器：X、 γ 剂量仪，X、 γ 巡测仪或热释光剂量计。
- B.2.3 检测位置：按图 B1，在距加速器靶和 X 射线管焦点 1 米的球面上进行 14 点测量。

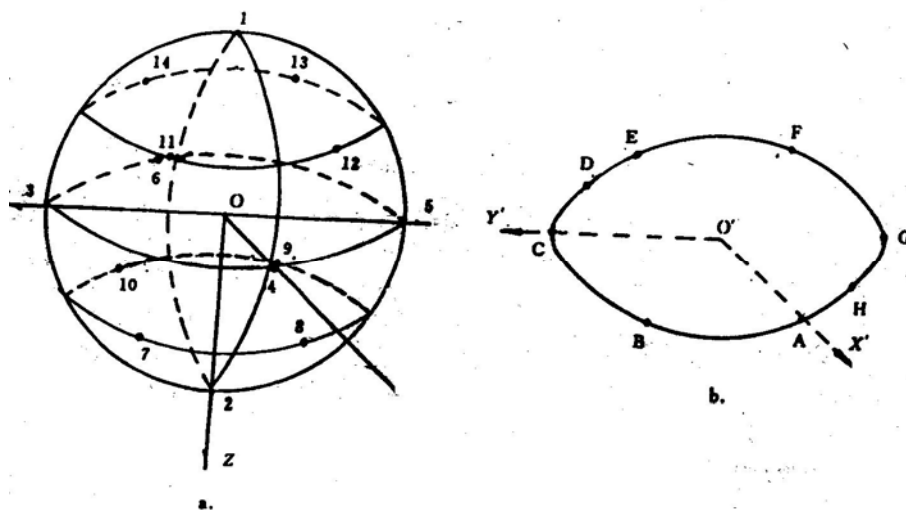


图 B1 泄漏辐射水平测量点和地上投影图

B.3 放射源箱体泄漏辐射水平

- B.3.1 检测条件：放射源箱体上快门关闭。
- B.3.2 检测仪器：X、 γ 巡测仪。
- B.3.3 检测位置：在距放射源箱体表面 5cm 和 1m 的六个不同方位上，按图 B2 所标的 42 个点检测。

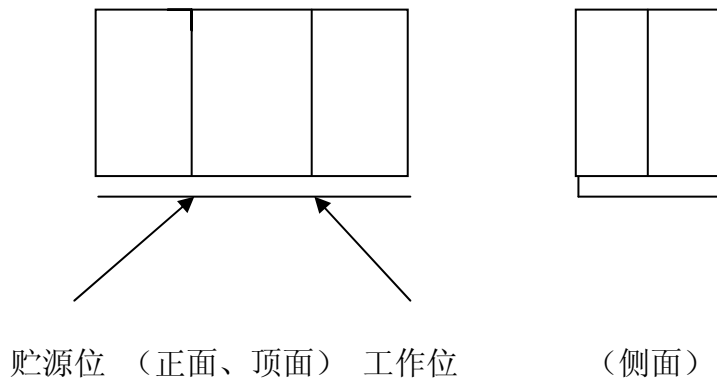


图 B2 放射源箱体泄漏辐射水平测试位置示意图

图内所有线段交叉点均表示测试位置

B.3.4 数据处理：将监测结果乘以放射性核素额定活度与监测时活度的比值，换算为放射性核素额定活度下的结果。

B.4 加速器调制器泄漏辐射水平

B.4.1 检测条件：检查系统正常工作时。

B.4.2 检测仪器：X、 γ 巡测仪。

B.4.3 检测位置：在距调制器柜表面 5cm 进行巡测。

B.5 放射源储存容器泄漏辐射水平

B.5.1 检测条件：放射源位于储存容器内。

B.5.2 检测仪器：X、 γ 巡测仪。

B.5.3 检测位置：在距储存容器表面 5cm 进行巡测；距储存容器表面 100cm 的测量，在距储存容器 1 米的球面上进行 14 点测量。测量点位置按图 B1 设置。

B.6 建筑物外场所辐射水平

B.6.1 监测范围：固定式检查系统检查厅和组合移动式检查系统屏蔽体外环境、车载移动式检查系统专用贮存库房。

B.6.2 监测条件：检查系统正常工作时。

B.6.3 监测仪器：X、 γ 环境辐射剂量仪。

B.6.4 监测位置：固定式检查系统检查厅墙外、组合移动式检查系统屏蔽墙体外或车载移动式检查系统库房每面墙外 30cm 处的巡测。选点均不得少于十个。检查系统检查厅门和出入口栏杆外 30cm 处各选三个点。注意选点应均匀分布。

B.7 车载移动式检查现场辐射水平

B.7.1 监测条件：检查系统正常工作时或每次移动检查场所时。

B.7.2 监测仪器：X、 γ 剂量仪和 X、 γ 环境辐射剂量仪。

B.7.3 监测位置：沿监督区边界护栏巡测，并重点检测有用射束正向和背向方向的护栏边界和监督区出入口；在有用射束方向上，距监督区边界 10m 内的建筑物处或人员驻留处进行必要的巡测。

B.8 换源监测

B.8.1 监测条件：检查系统更换放射源时。

B.8.2 监测仪器：X、 γ 剂量仪、热释光剂量计、 α 、 β 污染检测仪。

B.8.3 监测内容：操作位置空气比释动能率、换源人员的个人剂量、运输容器辐射泄漏率及污染状况。

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 177—2006

便携式 X 射线检查系统 放射卫生防护标准

Radiological protection standards
for portable X-ray inspection system

2006-11-03 发布

2007-04-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

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 检查系统及其工作场所辐射控制水平	1
5 检查系统的辐射安全要求	2
6 检查系统使用中的放射防护要求	2
7 放射防护检测	2
附录 A（规范性附录）便携式 X 射线检查系统放射防护检测项目和周期	4
附录 B（规范性附录）便携式 X 射线检查系统放射防护检测方法	5

前 言

本标准第 4~8 章和附录 A 为强制性,其余为推荐性。

本标准的附录 A 和附录 B 是规范性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位:山东省医学科学院放射医学研究所。

本标准主要起草人:侯金鹏、朱建国、邓太平、孙作忠、陈英民、杨迎晓、卢峰、李海亮。

便携式 X 射线检查系统放射卫生防护标准

1 范围

本标准规定了各类便携式 X 射线检查系统(以下简称检查系统)辐射控制水平、辐射安全及安全操作等放射防护要求和有关检测要求。

本标准适用于各类便携式 X 射线检查系统对物品的现场安全检查。现场紧急医学救护参照应用。不适用于其他医疗照射检查和工业 X 射线探伤。

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。

GBZ 130 医用 X 射线诊断卫生防护标准

GBZ 138 医用 X 射线诊断卫生防护检测规范

GB 12664 便携式 X 射线安全检查设备通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

便携式 X 射线检查系统 portable X-ray inspection system

一种利用 X 射线对物品进行安全检查和人员救护的现场使用检查装置,一般可由操作人员直接携带,并在现场操作。

4 检查系统及其工作场所辐射控制水平

4.1 检查系统的泄漏辐射水平

4.1.1 安全检查系统 X 射线管组装体的泄漏辐射水平

距 X 射线管组装体表面 5cm 和 1m 处,其泄漏辐射的空气比释动能率应分别不超过 $200\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $20\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.1.2 医用检查系统 X 射线管组装体的泄漏辐射水平

距 X 射线管组装体焦点 1m 处的泄漏辐射的空气比释动能率应不超过 $250\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.2 操作位置的散射辐射水平

4.2.1 安全检查系统

4.2.1.1 无附加屏蔽时,X 射线主线束所造成的操作位置的散射辐射的空气比释动能率不应超过 $600\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.2.1.2 操作人员如必须在距 X 射线源 1m 或 1m 以内操作时,在采取有效的防护屏蔽措施后,操作人员可能处在的各个位置的杂散辐射应不超过 $200\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.2.2 医用检查系统

X 射线主线束所造成的操作位置的散射辐射的空气比释动能率不应超过 $100\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.3 安全检查场所外辐射水平

4.3.1 安装检查系统的房间外的辐射水平

距该房间墙外侧表面 30cm 处的空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.3.2 移动检查现场外的辐射水平

假定的护栏边界外任何位置的空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。检查系统产品应给出辐射源与护栏边界四个周边的最小距离要求。

5 检查系统的辐射安全要求

5.1 检查系统的 X 射线球管组装体窗口应安装限束装置。

5.2 当检查系统使用交流电时,必须有良好的“保护接地”设计。接地故障不应导致系统产生 X 射线。当“保护接地”不良时,应有防电击装置。

5.3 使用直流电的检查系统,需用钥匙开启控制器。应确保在钥匙取下后系统不产生 X 射线。

5.4 所有型号的检查系统均应该给出 X 射线管组装体周围的辐射场的分布图和主要位置的空气比释动能率典型值,便于使用者选择防护方案。

5.5 检查系统上都应设置鲜明的电离辐射警示标志。

5.6 检查系统的开关、按钮和控制装置应操作灵活,便于使用。如果配有无线遥控器,则控制距离至少应达到 10m。

5.7 检查系统的控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不得短于 3m。

5.8 安全检查系统工作状态的指示应符合 GB 12664—2003 第 4.9 条的要求。

5.9 医学检查系统处于工作状态时,入射患者体表空气比释动能率应符合 GBZ 130 的要求。

6 检查系统使用中的放射防护要求

6.1 需要操作的检查系统控制装置必须置于 X 射线辐射野之外。

6.2 操作检查系统前,必须正确连接电缆线,并将电压旋钮定在最低位。

6.3 安装检查系统操作房间外应该悬挂电离辐射警示标志和警示灯。

6.4 在临时的室外操作场所周围应该设置护栏或警示标志,防止无关人员进入。

6.5 操作人员均需佩戴个人剂量计。

6.6 需近距离操作检查系统的人员应该穿戴不小于 0.35mm 铅当量的铅胶帽和高领铅围裙或在铅屏风后进行操作。

6.7 现场操作检查系统的人员应尽可能背向主射束投照方向进行工作。

6.8 检查系统停止使用后,操作人员应取走主控钥匙并妥善保管。

7 放射防护检测

7.1 放射防护检测的一般要求

7.1.1 应委托具有职业卫生技术服务资质的放射卫生技术服务机构对使用单位的检查系统进行放射防护性能的检测。应详细记录测量仪器型号和检测结果。

7.1.2 检测项目、周期和方法分别见附录 A 和附录 B。评价指标按本标准有关内容执行。

7.2 检测的类型

7.2.1 验收检测

使用单位新安装的检查系统应进行放射防护性能的验收检测,合格后,可以运行使用。

7.2.2 常规检测

使用单位每年应进行一次放射防护性能常规检测。

7.2.3 特殊检测

7.2.3.1 变更检测

当检查系统的结构、屏蔽改变时,应进行放射防护性能检测和重新评价。在进行必要调整和检测合格后,方可继续使用。

7.2.3.2 异常检测

当一个季度的个人剂量超过年剂量限值的 $1/4$ 时、或检查系统出现异常情况处理时,应及时进行检测,查明原因。发生意外事故,应按放射事故管理规定,及时检测和处理。

7.3 检测仪器要求

辐射检测仪器辐射剂量测量的射线方向性、辐射能量响应、剂量测试范围和抗干扰能力等性能应适用于探测和测量原始射线、散射线和泄漏辐射,辐射检测仪器应经检定或校准,并在其有效时间内使用。应记录仪器使用状况。

附 录 A
(规范性附录)

便携式 X 射线检查系统放射防护检测项目和周期

表 A.1 检测项目和周期一览表

检测类别	项 目	检测周期	对应的本标准条款
验收检测	1. X 射线球管组装体泄漏辐射水平	——	4.1
	2. 操作位置的散射辐射水平	——	4.2
	3. 固定检查场所外部辐射水平	——	4.3
	4. 安全和警示标志	——	6.3
常规检测	第 1~3 项与验收检测第 2~4 项相同	一年	4.2, 4.3
	第 4 项: 移动检查现场外的辐射水平	每次	4.3.2
变更检测	与验收检测中的第 1、2、3 项相同	适时	7.2.3
异常检测	与验收检测中的第 1、2 项和常规检测中的第 4 项相同	适时	7.2.3

附录 B (规范性附录)

便携式 X 射线检查系统放射防护检测方法

B.1 通用要求

- B.1.1 放射防护检测应在检查系统正常工作状态下进行。
- B.1.2 使用经过已知能量响应校正的电离室或累积剂量计方法。
- B.1.3 应在规定测量点上,横截面不小于 100cm^2 的面积上进行测量。
- B.1.4 要求各点测试结果中最大值符合本标准的有关规定。

B.2 X 射线球管组装体泄漏辐射水平

- B.2.1 检测条件:用不小于 4mm 厚度的铅板屏蔽 X 射线束出射窗口;将 X 射线源设置在最高工作管电压和在该电压对应的最大束流下。
- B.2.2 检测仪器:X、 γ 剂量仪,X、 γ 巡测仪或热释光剂量计。
- B.2.3 检测位置:按 GBZ 138 的要求,以 X 射线组装体的焦点为圆心、距焦点 1m 球面上三条圆周线,每隔 45° 取一测试点,进行 24 点测量。
- B.2.4 数据处理:对于脉冲式 X 射线源,则应把脉冲对应的参数和重复频率,折算成 1h 的空气比释动能。

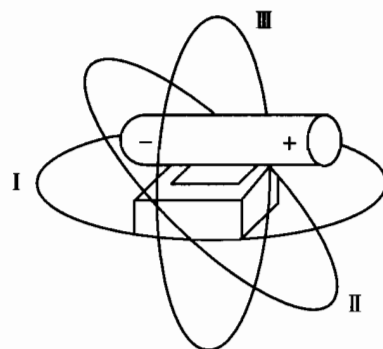


图 B.1 X 射线管组装体泄漏辐射
三圆周检测位置示意图

B.3 操作位置的工作场所散射辐射水平

- B.3.1 检测条件:X 射线源放置在空旷的试验场地,距离最近的墙体应在 2m 以上;设备按工作状态放置就位;在 X 射线影像接收平面前贴近放置一块标准散射体(参见 GB 12644 附录 C),模拟被检测物体对 X 射线的散射作用;将 X 射线源设置在最高工作管电压和在该电压对应的最大束流下。
- B.3.2 检测仪器:X、 γ 剂量仪,X、 γ 巡测仪或热释光剂量计。
- B.3.3 检测位置:操作人员正常工作时可能处在的位置或距射线源 1m 处的可能工作位置任选 5 点。并按产品标准提供的散射辐射分布图或各个参考点的散射辐射数值任选 5 点进行复测。
- B.3.4 数据处理:对于脉冲式 X 射线源,则应把脉冲对应的参数和重复频率,折算成 1h 的空气比释动能。

B.4 安装检查系统的房间外的辐射水平

- B.4.1 检测条件:检查系统正常工作时。
- B.4.2 检测仪器:X、 γ 巡测仪。
- B.4.3 检测位置:在距 X 射线源工作房间墙体外表面 30cm 处进行巡测,选点不得少于 10 个,并注意均匀选点。
- B.4.4 数据处理:数据处理用测量范围表示。

B.5 移动检查现场外的辐射水平

- B.5.1 检测条件:检查系统正常工作时或每次移动检查场所时。

B.5.2 检测仪器: X、 γ 巡测仪和 X、 γ 环境辐射剂量仪。

B.5.3 检测位置: 由于检查场所更换频繁,可以根据检查系统出厂说明书给出的现场剂量分布情况,根据现场状况大致确定边界护栏位置,同时使用检测仪器进行核查。



中华人民共和国国家标准

GB 22448—2008

500 kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则

Protection rules for industrial X-ray radiographic equipment up to 500 kV

2008-10-07 发布

2009-09-01 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

前 言

本标准除第 1 章和第 2 章外,其余都属强制性条款。

本标准为非等效采用德国工业标准 DIN 54113.1:1992《无损检测 500 kV 以下技术应用的 X 射线仪器的辐射防护规则 通用技术要求》和 DIN 54113.2:1992《无损检测 500 kV 以下技术应用的 X 射线仪器的辐射防护规则 安全技术要求与工作、安装及使用的检验》。

本标准在 JB 7788—1995 基础上制定。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由辽宁仪表研究所归口。

本标准负责起草单位:辽宁仪表研究所。

本标准参加起草单位:丹东射线仪器有限责任公司、丹东市万全无损检测仪器厂、丹东市卫生监督所、上海超群无损检测设备有限公司、丹东市无损检测设备有限公司。

本标准主要起草人:于志军、李义彬、张宏、菅杰丽、陈宁龙、包如岭。

500 kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则

1 范围

本标准规定了 500 kV 以下工业 X 射线探伤机(以下简称 X 射线机,包括一般结构 X 射线机、精细结构 X 射线机、特级防护 X 射线机、全防护 X 射线机等)的防护性能要求、对 X 射线机的结构防护要求,以及使用过程中 X 射线防护、使用规则和监测要求。

本标准适用于 500 kV 以下的 X 射线机设计、制造、安装和使用。

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 17150—1997 放射卫生监测规范 第 1 部分:工业 X 射线探伤

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

3 要求

3.1 X 射线机漏射线空气比释动能率限值(以下简称漏射线比释动能率)

3.1.1 一般结构 X 射线机

包括固定式 X 射线机、移动式 X 射线机、携带式 X 射线机的一般结构仪器,在生产厂家规定的最高工作值时,在 X 射线管主束窗口应用遮光罩遮盖下,用防护级剂量仪测量漏射线比释动能率。在管电压低于 200 kV 时,距其焦点 1 m 处的漏射线比释动能率应不大于 2.5 mGy/h,而在高于 200 kV 时应不大于 5 mGy/h。

3.1.2 精细结构 X 射线机

精细结构 X 射线机在生产厂家规定的最高工作值时,在 X 射线管主束窗口应用遮光罩遮盖下,距焦点 0.5 m 处用防护级剂量仪测量的 X 射线机的漏射线比释动能率应不大于 25 μ Gy/h。

配有铍窗口的射线管应配有一个可取下的最小厚度为 2 mm 的 Al 遮光罩。漏射线比释动能率测试时用相当于 10 个半值层厚度的遮光罩屏蔽 X 射线机窗口,其厚度如表 1 所示。

表 1 X 射线机遮光罩铅厚度

X 射线机管电压/kV	100	150	160	200	225	250	300	320	400	450	500
遮光罩铅厚度/mm	2	2.2	3.5	4.2	7.8	8.7	17	20	25	27	31

3.1.3 特级防护 X 射线机

特级防护 X 射线机在规定的使用条件下,距其辐射防护外壳外表面 0.1 m 处用防护级剂量仪测量的比释动能率应不大于 25 μ Gy/h。拆除或打开防护外壳装置应确保高压不被接通。

在生产厂家所规定的最大使用条件时,其辐射场内的漏射线比释动能率应不大于 0.25 mGy/h, X 射线机工作状态而打开防护外壳时漏射线比释动能率应不大于 25 μ Gy/h。

3.1.4 全防护 X 射线机

全防护 X 射线机在距其防护外壳外表面 0.1 m 处用防护级剂量仪测量得到的漏射线比释动能率应不大于 7.5 μ Gy/h。一个防护装置或两个互相独立的机械装置应确保射线管在防护壳罩完好的条件下才可操作,在工作时防护外壳在窗口罩好时才能被打开,此时在防护壳内漏射线比释动能率应不大于

7.5 $\mu\text{Gy/h}$ 。当符合时此防护壳被视为合格。

3.2 X射线机结构防护

3.2.1 控制器

控制器应保证未经许可不能启动。在控制器上应用明显的黄灯或声控装置来告示该 X 射线机正在工作中。在 X 射线机进行移动式工作时控制器应作为防护安全设施起作用。与防护性能相关的操作标志应明显标示出。在移动式 X 射线机工作时,应设置一个有 20 m 长导线的黄灯和有保护功能的应急断路器作为附加的防护安全设施。安全设施上连接一锁定机构可用于断开 X 射线机管高压(例如 X 射线机上的开关、门触点、光栅),应有是否连接外部的标志。

3.2.2 X射线输出窗

X 射线输出窗是由活动锁紧机构装在 X 射线管防护外壳上或 X 射线管座的防护用部件上。X 射线输出窗打开状态应由 X 射线管防护外壳上的或 X 射线发生器附近的一个安全设施(例如报警灯)清楚地显示。多窗 X 射线管应给每扇窗配置一个单独的安全设施。

3.2.3 应用仪器

X 射线窗的防护安全设施应保证只有在接通应用仪器时,控制器才能发出发射指令,断开应用仪器时 X 射线输出窗应自动关闭。不应随意改变应用仪器的安装状况。

3.2.4 拆卸射线管或射线发生器

当要从 X 射线防护外壳里取出 X 射线管或从支座上取下 X 射线发生器时,安全设施应保证发生器自动切断。

3.2.5 多窗口 X 射线管

在用多窗口的 X 射线管时,在 X 射线管防护外壳上的暂时不用的 X 射线输出窗口应装有或盖有双重的保护锁罩。当 X 射线窗不使用时,此盖子只有借助工具才能取下。

3.2.6 X射线防护设施的开启

当打开 X 射线防护设施时,安全设施应断开发生器或者令另外的安全防护装置发挥作用,避免有效 X 射线束辐射的逸出,在打开 X 射线防护设施时应没有 X 射线机的泄漏辐射。

3.2.7 试样更换

在更换试样时,应做到自动切断 X 射线机高压或者自动屏蔽 X 射线机的辐射。

3.2.8 屏蔽材料

X 射线机管头内铺设的 X 射线屏蔽材料厚度应符合 3.1 中对漏射线比释动能率的要求。

4 使用过程射线防护监测

4.1 职业照射剂量限值

职业照射人员必须进行常规个人剂量监测,并建立个人剂量和健康管理档案,剂量限值应符合 GB 18871—2002 中附录 B 的要求:

- a) 连续 5 年的年平均有效剂量应不超过 20 mSv;
- b) 任何 1 年中的有效剂量应不超过 50 mSv;
- c) 眼晶体的年当量剂量应不超过 150 mSv;
- d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量应不超过 500 mSv。

4.2 控制区

4.2.1 固定工作的控制区

职业照射人员年平均有效剂量可能为 15 mSv 的区域定为控制区,并加以标记。控制区的剂量率按 X 射线机的工作时间内确定。控制区标志应清晰可见,应有红色的“禁止进入 X 射线区”字样。

4.2.2 移动式工作的控制区

在用移动式 X 射线机进行检测工作时,按每周总接通时间 7.5 h 计,控制区内有效剂量率不应大于

40 $\mu\text{Sv/h}$, 大于 40 $\mu\text{Sv/h}$ 应取得监管部门的同意。控制区的边界要有标志, 并进行监控。工作人员应在边界外操作, 否则应采取防护措施。应采取措施如利用铅屏蔽, 使移动式 X 射线仪器的工作控制区应限制在尽可能小且适度的范围内。

在设立控制区时, 应按下列步骤:

- a) 估计控制区的范围;
- b) 确定控制区的边界;
- c) 标明控制区。

不允许在接通 X 射线机后用测得的剂量率来确定控制区边界。在第一次工作开始前要根据估计和经验划定并标志出控制区边界。在第一次工作期间要借助剂量率测量仪进行检测或修正。应用绳索或条带来隔离或由保安人员阻止非工作人员进入控制区。所有入口应用警戒牌标明, 现场的监视人员应配备有射线监测仪器。应委托专门人员在 X 射线辐射场前指路。

4.3 监督区

4.3.1 固定工作场所的监督区

职业照射人员有全身照射所致的年平均有效剂量可能高于 5 mSv/h 的区域界定为监督区并加以标记。监督区属于工作区, 标志应清晰可见, 应有橙色的“无关人员禁入 X 射线区”字样。

4.3.2 移动工作场所的监督区

在控制区外漏射线空气比释动能率大于 25 $\mu\text{Gy/h}$ 的区域。

5 使用规则

5.1 防护负责人和防护代理人

X 射线仪器的使用注册者是辐射防护负责人。该负责人应书面委派必要数量的受过正规专业训练的辐射防护代理人, 规定他们在企业内部的职权范围, 并上报监管部门备案。

5.2 指导

使用 X 射线机的工作人员应掌握必要的辐射防护专业知识。辐射防护负责人应重视对这些人员的首次上岗前及以后的定期培训和指导。记录培训内容和时间。

5.3 剂量检测

采用审管部门指明的符合国家标准的剂量仪对工作人员进行剂量监测(例如用通用的剂量测量仪)。同时审管机关应当要求辐射防护负责人及辐射防护代理人能独立使用测量仪, 能随时进行剂量监测工作。

5.4 安装工作

在安装 X 射线仪前, 应根据预期的工作情况对结构上应有的射线辐射防护设施的防护性能进行评估和实试验证。

控制区的通道应满足下列条件:

- 通过装置能观察到 X 射线机的开启情况。
- 能做到在控制器上或在附近通过开关设备紧急断开 X 射线机高压。
- 在通道处配置安全装置(如门接点、光栅), 可使所及范围 X 射线中断。如需再重新接通, 只能使用接通器。
- 通向控制区范围的通道应有红色清楚简洁的词语标示: “禁止进入 X 射线区”。

5.5 工作

使用 X 射线机应遵守本标准和随机文件所要求的工作规范, 用书面规定 X 射线工作时的防护要求。例如, 允许的 X 射线束方向、防护墙到 X 射线机的最小距离、防护墙厚度、最大区域范围和接通时间以及禁止停留时间或限制条件等。

5.6 X 射线防护用的文件

5.6.1 随机文件

随机文件有防护审管部门颁发的 X 射线机生产许可证,并注明 X 射线机的主要防护性能。各种结构类型的 X 射线机防护性能应符合 GB 18871—2002 的规定。

在文件中应有下列文件和标志:

- a) 批准证件;
- b) 专业检测部门检验证明;
- c) X 射线机标志。

5.6.2 X 射线机使用者应具备的资质

- a) 专业知识证明;
- b) 培训证明;
- c) 剂量测量结果;
- d) 体检资料。

5.6.3 X 射线机使用单位应提供的资料

- a) 专家的检验报告和证明;
- b) 使用单位被授权的证明书或证明书的复印件;
- c) 辐射防护区域平面图及其作为根据的工作方式;
- d) X 射线机的操作规程说明,由此得出射线防护措施、允许的操作方法和工作参数,必要时可与其他探伤机和附件的组合;
- e) 辐射防护标示。

5.7 待批使用 X 射线机的条件

当满足下列全部条件,已经上报当地审管部门但还在待批中的 X 射线机允许使用:

- a) X 射线机结构是经批准的;
- b) X 射线机已由一个经审管部门确认的专家检验过;
- c) X 射线防护代理人具备射线防护专业培训证明,代理人这种专业知识应通过参加被审管部门认可的射线防护班进修并经专业考核而获得;
- d) 其他专业人员应掌握有关射线防护的必备专业知识,应符合 5.2、5.6.2 的要求;
- e) X 射线仪器至少应在按规定的期限使用前报告当地审管部门,报告上应附上所允许的结构类型证明的复印件,包括部件检验证明、专家检验报告、专业知识考察报告、委托书以及 X 射线防护代理人的射线防护方面的专业培训证明。

5.8 免批准使用特级防护 X 射线机的条件

应满足下列全部条件:

- a) 特级防护 X 射线机的结构类型是已批准的;
- b) X 射线辐射防护代理人具备射线防护方面的专业证明;
- c) 特级防护装置至少在按规定的期限使用前报告当地审管部门,报告上应附上结构类型批准证明、包括部件检验证明的复印件、X 射线辐射防护代理人在射线防护方面的专业证明。

5.9 免批准使用全防护射线机的条件

应满足下列前提条件:

- a) 全防护 X 射线机的结构类型是已经批准的;
- b) 全防护 X 射线机在开始使用前 14 日报告当地审管部门,报告应附有结构类型证明书的复印件,包括部件的检验证明。

5.10 需要批准的使用

凡更换没有批准的 X 射线机关键部件(例如,更换一个没有批准管型的 X 射线管),这种 X 射线机

的使用就需要当地审管部门的批准。

6 监测

6.1 监测仪器性能要求

应参照 GB/T 17150—1997 的规定:最小量程为 $0\ \mu\text{Gy/h} \sim 10\ \mu\text{Gy/h}$, 能量响应为 $30\ \text{kV} \sim 500\ \text{kV}$, 最大误差为 $\pm 30\%$, 读数响应时间小于 $15\ \text{s}$ 。应到被授权的计量部门检定后方可使用。

6.2 监督工作的范围

6.2.1 监测环境与条件

X 射线管与墙的距离应大于 $2\ \text{m}$, 且在距 X 射线管焦点 $2\ \text{m}$ 范围内不应存在散射物体。X 射线管电压和管电流为额定值。测点距离按 3.1 规定。

6.2.2 监测周期

连续使用中的 X 射线探伤机和携带式 X 射线机 1 次/年;固定式和移动式 X 射线机 1 次/2 年。
