

核技术应用项目 环境影响报告表

(公开版)

项目名称: 新增¹⁹²Ir、⁷⁵Se放射源、放射源暂存库及X射线探伤室核技术应用项目

建设单位(盖章): 福建省特安安全技术服务中心

编制单位(公章): 湖北君邦环境技术有限责任公司

编制日期: 二零一四年十月

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射性同位素及密封源	6
表 3 射线装置	7
表 4 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 5 保护目标与评价标准	9
表 6 评价依据	13
表 7 项目工程分析与源项	15
表 8 辐射环境现状监测	22
表 9 环境影响分析	25
表 10 辐射防护与安全措施	34
表 11 安全管理	42
表 12 结论与建议	46
表 13 审批	48
表 14 附表及附件	49

表 1 项目基本情况

项目名称	新增 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源、放射源暂存库及 X 射线探伤室核技术应用项目				
建设单位	福建省特安安全技术服务中心				
法人代表	孙学亮		联系人	林文新	
通讯地址	福州市鼓楼区北环中路 45 号				
联系电话	13055271749	电子邮件	529048860@qq.com	邮政编码	350003
项目地点	福州市连江县东湖镇（连江试验生产基地）				
立项审批部门	/		批准文号	/	
核技术项目总投资（万元）	60	核技术项目环保投资（万元）	23	投资比例	38.3%
项目性质	新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>			占地面积（平方米）	113
应用类型	放射性同位素应用	密封源	射线装置	其它	
	/	II 类	II 类	/	
辐射工作种类和范围	使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置				
1.1 项目概述					
1.1.1 项目简介					
<p>福建省特安安全技术服务中心位于福州市北环中路 45 号。该中心于 2003 年成立，是具有独立法人资格的专业检测单位，主要从事特种设备以及钢工构件的无损检测。</p> <p>该中心分别于 2008 年和 2009 年委托福建省辐射环境监督站对其工业 γ 射线探伤机及暂存库项目以及新增 12 台工业 X 射线探伤机项目进行了环评，并取得了辐射安全许可证（证号：闽环辐证[00008]；辐射工作的种类和范围为：使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置）；由于现有放射源暂存库已拆迁，所以放射源已经交由生产厂家收储，在 2014 年辐射安全许可证换证期间，辐射工作的种类和范围变更为：使用 II 类射线装置。</p> <p>根据企业发展需要，该中心在连江试验生产基地新建了一座 X 射线探伤室（用于焊工培训考试无损检测）及一间放射源暂存库，并拟购买两枚 ^{192}Ir 放射源（五年规划购买 5 枚）以及一枚 ^{75}Se 放射源（五年规划购买 3 枚）用于现场 γ 射线探伤。项目所在区域见图 1-1。</p> <p>根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》以</p>					

及国务院 253 号令《建设项目环境保护管理条例》等法律法规，该中心核技术应用项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（中华人民共和国环境保护部令 第 2 号）和《关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定》（中华人民共和国环境保护部令第 3 号）的规定，使用 II 类放射源及 II 类射线装置，需编制环境影响报告表。因此，该中心于 2014 年 10 月特委托湖北君邦环境技术有限责任公司（以下简称“我公司”）对其新增 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源、放射源暂存库及 X 射线探伤室核技术应用项目进行环境影响评价工作。

我公司接受委托后，立即组织技术人员于 2014 年 10 月 11 号对项目所在连江试验生产基地及探伤室周围情况进行了调查，充分收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《辐射环境保护管理导则——核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》的相关要求编制完成了《福建省特安安全技术服务中心新增 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源、放射源暂存库及 X 射线探伤室核技术应用项目环境影响报告表》（送审稿）。

1.1.2 选址可行性

本项目 X 射线探伤室及放射源暂存库位于连江试验生产基地西侧，是独立的一层建筑结构其东侧和南侧为龙门吊及堆场，西侧紧邻厂界，厂界西侧为山体，北侧为节能产品生产车间。四周毗邻环境较为不敏感，而且探伤室及放射源暂存库在采用良好的屏蔽措施后，对周围环境影响较小。因此该项目 X 射线探伤室及放射源暂存库选址可行。连江生产基地平面布置见图 1-2，探伤室及放射源暂存库平面布置见图 1-3。

1.1.3 国家产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 9 号），本项目属于国家鼓励类的质量检测服务，符合国家产业政策。

1.2 原有项目环评情况

该中心分别于 2008 年和 2009 年委托福建省辐射环境监督站对其工业 γ 射线探伤机及暂存库项目以及新增 12 台工业 X 射线探伤机项目进行了环评，并取得了辐射安全许可证（证号：闽环辐证[00008]；辐射工作的种类和范围为：使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置）；由于现有放射源暂存库已拆迁，所以放射源已经交由生产厂家收储，在 2014 年辐射安全许可证换证期间，辐射工作的种类和范围变更为：使用 II 类射线装置。

现有 12 台 X 射线装置明细见表 1-1。

表 1-1 现有 12 台 X 射线装置明细表

探伤机型号	台数	生产厂家	管电压	管电流	探伤形式
XXG-2005	2	武汉华海	200	5	移动式
BXG-2005N	1	深圳中昌	200	5	移动式
BXG-2005A1X	1	深圳中昌	200	5	移动式
XXQ-2005	2	丹东无损	200	5	移动式
XXG-2505	1	武汉华海	250	5	移动式
XXG-2505	3	丹东无损	250	5	移动式
XXG-3005	1	丹东无损	300	5	移动式
XXQ-3205	1	丹东射线	320	5	移动式

原有项目的环评批复意见见附件 4。

注：1.改建、扩建项目应说明原有情况，附原有项目的环评、竣工验收等文件；附项目所在的区域图、项目的周边关系图。

2.应用类型—放射源与射线装置栏填写此次被评价对象的类别（I 类、II 类等）；非密封放射性物质工作场所等级栏填写（甲级、乙级等）。

3.投资比例—指核技术应用项目环保投资占核技术应用项目投资总额的比例。



图 1-1 连江试验生产基地地理位置图

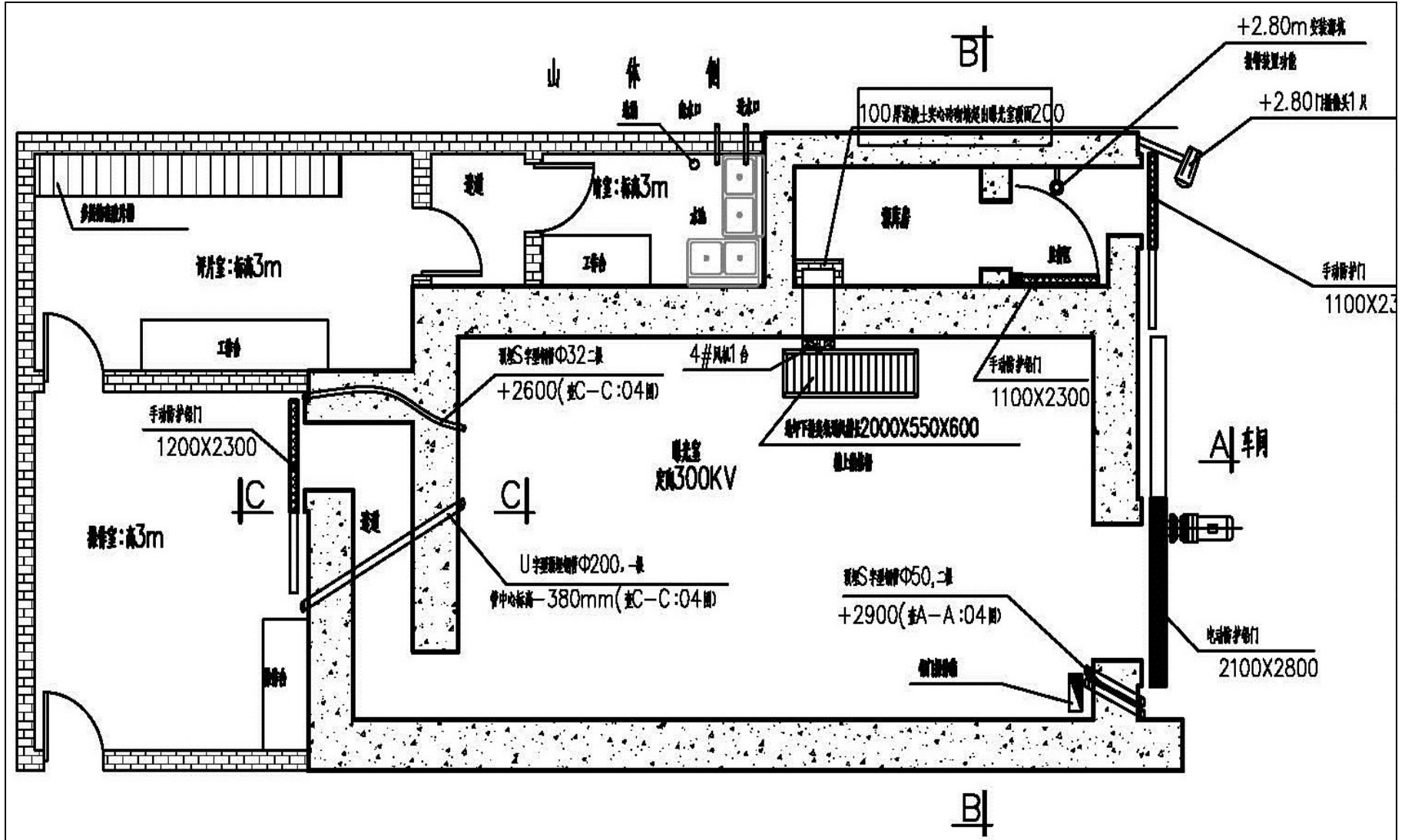


图 1-3 探伤室及放射源暂存库平面布置图

表 2 放射性同位素及密封源

序号	核素名称	放射性活度 (Bq)	物理、化学性状	日等效操作量 (Bq)	年等效用量 (Bq)	操作方式	贮存方式与地点
1	¹⁹² Ir	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内
2	¹⁹² Ir	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内
3	⁷⁵ Se	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内
4	¹⁹² Ir	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内(五年内规划购买)
5	¹⁹² Ir	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内(五年内规划购买)
6	¹⁹² Ir	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内(五年内规划购买)
7	⁷⁵ Se	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内(五年内规划购买)
8	⁷⁵ Se	3.7E+12	固态	/	/	/	放射源暂存库内(五年内规划购买)

注：1、密封源要注明源强 (Bq)； 栏 2 中放射性活度是指核素年使用量 (Bq)。

2、密封源包括放射性中子源，对其要说明要何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

3、等效操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 3 射线装置

（一）加速器						
名称型号	生产厂家	加速粒子	能量 (MeV)	流强 (μA)	用途	备注
-	-	-	-	-	-	-
废物类型	数量		总活度 (Bq)	主要感生放射性核素	废物去向	
废靶	/ 个		-	-	-	
放射性废物年产生量	气态	/ m ³	-	-	-	
	液态	/ m ³	-	-	-	
	固态	/ kg	-	-	-	
（二）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源						
型号	生产厂家	电压 (kV)	靶流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	备注
-	-	-	-	-	-	-
氚靶情况 (含废弃的)			含放射性废弃物年产生量 (含感生的和含 ³ H的废泵油)			
活度 (Bq)	保管方式	备注	数量	总活度	放射性核素	废物去向
-	-	-	气 m ³	-	-	-
-	-	-	液 m ³	-	-	-
-	-	-	固 kg	-	-	-
（三）X射线机						
名称型号		管电压 (kV)	输出电流 (mA)	用途	备注	
/		/	/	/	/	
/		/	/	/	/	

表 4 废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	状态	排放口浓度	年排放总量	暂存情况	最终去向
废胶片	固态	/	约 250 张	暂存于公司 专用桶内	应交由有资质 单位回收处置
废显影、定影液	液态	/	约 50 升	暂存于公司 专用桶内	应交由有资质 单位回收处置
废放射源	固态	/	/	暂存于放射 源暂存库	应交由生产厂 家回收
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

福建省特安安全技术服务中心 X 射线探伤室及放射源暂存库位于连江试验生产基地西侧，因此根据《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T10.1-1995）规定和本项目的特点及要求，本次的辐射环境评价范围取以探伤室中心为圆心，半径 50m 的范围； γ 现场探伤取探伤机为圆心，半径 100m 的范围。探伤室评价范围详见图 5-1 项目评价范围图。



图 5-1 项目探伤室评价范围图

5.2 保护目标

按照本项目的评价范围及项目的特殊性，确定本项目的主要环境保护目标是：辐射工作人员及评价范围内公众成员，使他们受到的辐射照射均应低于各自的年有效剂量约束值。具体见表 5-1。

表 5-1 主要环境保护目标一览表

序号	环境保护目标	方位及距离 (m)	人数 (人)	年剂量限值 (mSv/a)
1	曝光室操作人员	曝光室南侧 1m	2 人	5 mSv/a
2	γ 现场探伤操作人员	现场探伤放射源 30m 处	4 人	
3	放射源运输人员	运源车 2m	2 人	
4	γ 现场探伤四周公众成员	现场探伤监督区外	流动人员, 无法估计	0.25 mSv/a
5	龙门吊场地工作人员	曝光室南侧 10m	5 人	
6	节能产品生产车间工作人员	曝光室北侧 15m	约 20 人	

福建省特安安全技术服务中心 X 射线探伤室及放射源暂存库环境现状见图 5-2 照片。



图 5-2 X 射线探伤室及放射源暂存库环境现状图

5.3 评价标准

评价标准采用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)、《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008), 包括公众照射、职业照射剂量限值、剂量约束值; 空气比释动能率。

5.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录:

B规定： B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制,使之不超过下述限值: 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), 20mSv;

本项目取其1/4 即5mSv作为职业工作人员的剂量管理值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值: 年有效剂量, 1mSv”;

本项目取其1/4 即0.25mSv作为公众成员的剂量管理值。

5.3.2 《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)

X 射线专用探伤室探伤

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

(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处30cm 处空气比释动能率不大于2.5 μ Gy/h, 无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

(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) 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。

5.3.3 《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)

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/T14058-1993中5.3的要求, 照射容器周围的空气比释动能率不超过表5-2中的数值。

表 5-2 照射容器周围空气比释动能率控制值 (mGy.h⁻¹)

探伤机类别	距容器外表面不同距离外空气比释动能率控制值/ mGy.h ⁻¹		
	0cm	5cm	100cm
手提式	2	0.5	0.02

移动式	2	1	0.05
固定式	2	1	0.10

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。

7.3 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 $15\mu\text{Gy/h}$ 。

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 探伤作业期间还应对控制区边界上带标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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，边界处应有电离辐射警告标示标牌，公众不得进入该区域。

7.4 控制放射源运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。

注：1、保护目标主要指职业人员、环境敏感点以及可能与项目有关的公众。

2、评价标准主要指职业人员、公众的辐射剂量约束值或者敏感点的剂量率限值，当项目对环境的影响还有非放射性排放的应给出所在地环境保护部门批准的排放限值。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 22 号，1989 年 12 月 26 日实施；</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 77 号，2003 年 9 月 1 日实施；</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日实施；</p> <p>(5)《放射环境管理办法》，原国家环保局第 3 号令，1990 年 5 月 28 日颁布；</p> <p>(6)《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 2 号，2008 年 8 月 15 日发布，2008 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行；</p> <p>(8)《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》，中华人民共和国环境保护部令 第 3 号，2008 年 12 月 6 日实施；</p> <p>(9)《关于发布射线装置分类办法的公告》，原国家环保总局第 26 号公告，2006 年 5 月 30 日发布；</p> <p>(10)《突发环境事件信息报告办法》中华人民共和国环境保护部令 第 17 号，2011 年 5 月 1 日实施；</p> <p>(11)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中华人民共和国环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日实施；</p> <p>(12)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》环发[2012]98 号文；</p> <p>(13)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》环发[2012]77；</p> <p>(14)《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》环发[2007]8 号；</p> <p>(15)《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》环办函[2014]1293 号；</p> <p>(16)《福建省环保厅关于进一步加强移动放射源辐射安全管理的通知》闽环保辐射[2014]8 号。</p>
------------------	--

<p>技 术 标 准</p>	<p>(1)《辐射环境保护管理导则—核技术应用项目环境影响报告书(表)的内容和格式》(HJ/T10.1-1995);</p> <p>(2)《核辐射环境质量评价一般规定》(GB1215-89);</p> <p>(3)《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93);</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(6)《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006);</p> <p>(7)《工业γ射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008);</p> <p>(8)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)。</p>
<p>其 他</p>	<p>委托书(见附件1)</p>

表 7 项目工程分析与源项

7.1 工程分析

7.1.1X 射线探伤机室内探伤

7.1.1.1X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤机是用电场来加速电子的，使电子具有足够大的动能。主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。当阴极通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚焦成束，直接向阳极中的靶体射出。高电压加在 X 射线管的两极之间，产生高电位差，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，高速电子轰击靶体，发生韧致辐射，产生 X 射线，只有 X 射线探伤机开机时产生 X 射线，关机时射线停止。

7.1.1.2 X 射线探伤机室内探伤工作流程

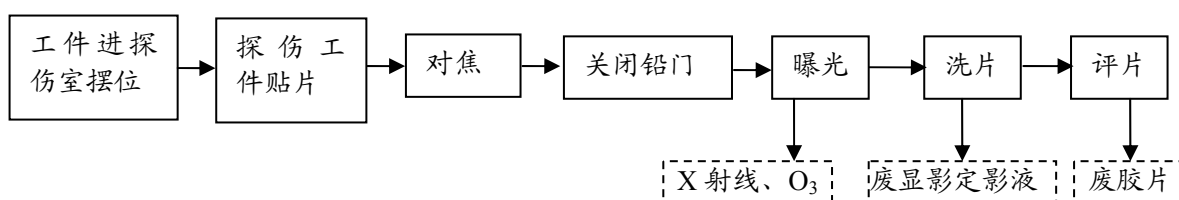


图 7-1 室内探伤作业工艺流程图

具体过程为：

- (1) 工作人员将探伤工件从工件出入口通过轨道运至探伤室；
- (2) 对工件探伤部位贴胶片后，工作人员离开探伤室，关闭探伤室人员出入口，关闭工件出入大门；
- (3) 在操作室内开启开关，X 射线探伤机发射 X 射线进行无损检测工作；工作期间产生的污染物为 X 射线；
- (4) 探伤结束时，将 X 射线探伤机关闭，探伤工作完成；
- (5) 在暗室中洗片、评片，产生废显影定影液。

项目工作过程中主要产生的污染物为 X 射线、废显、定影液、废胶片、废放射源及臭氧。

7.1.1.3 X 射线探伤室概况

项目 X 射线探伤室由曝光间、操作室、暗室及评片室组成；曝光室尺寸长 11.2m × 宽 5.7m × 室内净高 3.6m，顶板厚 0.6m，总高 4.2m；曝光室内一边设有排臭氧通风槽一个，规格长 2m × 0.55m × 0.6m，安装轴流风机 4#一台，通风口外砌砖墙超过曝光

室墙体 200mm；曝光室左边设迷道一个，内净长 3.4m × 宽 0.8m，内净高 2.8m；曝光室工件进出门尺寸宽 2.1m，高 2.8m；曝光室工作人员进出门尺寸宽 1.3m，高 2.3m。防护情况见表 7-1。

表 7-1 X 射线曝光室防护情况表

防护墙	迷道	防护门
东侧墙体：700mm 混凝土 南侧墙体：700mm 混凝土 西侧墙体：700mm 混凝土 北侧墙体：700mm 混凝土 屋顶：400mm 厚混凝土	700mm 混凝土	工作人员进出门：10mm 铅板 工件进出门：23mm 铅板

7.1.2 γ 射线探伤机现场探伤

7.1.2.1 γ 射线探伤机工作原理

本项目 γ 探伤主要是利用放射源 γ 射线探伤机进行设备焊缝的无损检测，工业 γ 探伤是利用放射性同位素发出的射线具有穿透性这一特性来检验大型铸件或管道焊接的质量。 γ 射线探伤机一般由工作容器、挠性源导管、遥控器和其他附件组成，工作容器由贫铀或铅屏蔽体、快门、源辫子及锁定装置、放射源、连接器、保护盖等构成。不工作时，工作容器关闭，放射源定位在源通道内被充分屏蔽，工作时，转动快门环操作偏心轮，使偏心轮中的曝光通道和源通道对直。用快速接头把源导管和工作容器连起来。源导管的另一端构成照射头，定位移出工作容器的放射源。操作遥控器（机械），使放射源移出工作容器，通过源导管进入工作位置进行曝光照相检测。如果铸件或管道焊接处有裂缝， γ 射线穿过裂缝，在照相底片上会出现黑色图像。

7.1.2.2 γ 射线探伤机现场探伤工作流程

本项目 γ 射线探伤机主要用于压力容器的无损检测， γ 射线探伤机探伤的钢板厚度大于 50mm。 γ 射线探伤机工艺流程示意图见图 7-2。

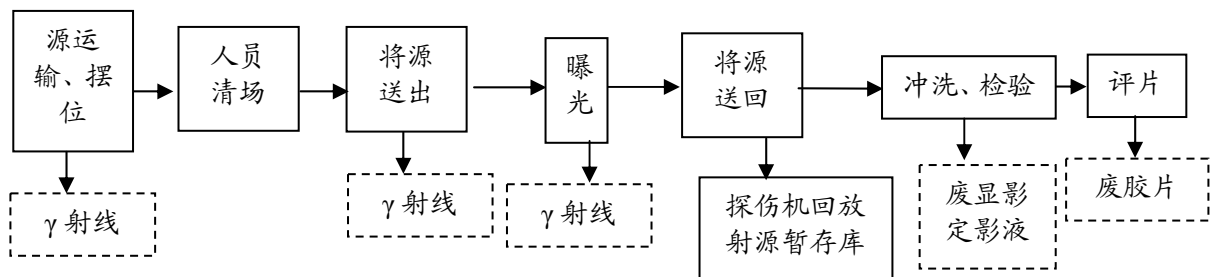


图 7-2 γ 射线探伤机现场探伤工作原理及产污环节示意图

(1) 用专用车辆运送至现场探伤地点，放到事先确定好的摆位位置，并连接好输

源管（每次操作时间 1min），设置好操作位，操作管线长 24m，因此工作人员操作探伤机时离放射源 24m，该过程产生的污染物为密封放射源的 γ 射线；

（2）人员清场，设置控制区和监督区，拉好警戒线、布置好警示灯；

（3）辐射工作人员在操作位将放射源摇出， γ 射线探伤机发射 γ 射线进行无损检测工作；工作期间产生的污染物为 γ 射线；

（4）探伤结束时，工作人员将放射源收回设备内，将储源容器与管线断开（每次操作时间 1min），用专用车辆将其放回公司放射源暂存库，探伤工作完成；该过程产生的污染物为密封放射源的 γ 射线；

（5）在暗室中洗片、评片；该工作产生的污染物为废显影、定影液。

7.1.2.3 放射源暂存库概况

项目放射源暂存库位于曝光室西侧，放射源暂存库尺寸长 5m×宽 1.8m×室内净高 2.8m，顶板厚 0.4m，总高 3.2m；暂存库长中间设一道 400mm 厚墙体（隔成监督区和源库房两部分）及防护铅门一扇；设计长 1m、宽 1m、深 1.5m 的源坑，上面加盖 10mm 厚铅板；防护情况见表 7-2。

表 7-2 放射源暂存库防护情况表

防护墙	中间隔墙	防护门	源坑
东侧墙体：700mm 混凝土 南侧墙体：400mm 混凝土 西侧墙体：400mm 混凝土 北侧墙体：400mm 混凝土	400mm 混凝土	防护铅门：10mm 铅板	上加盖铅板：10mm 厚

7.2 源项描述

7.2.1 X 射线探伤机

本次评价的 X 射线探伤室投入使用后，根据建设单位提供资料，探伤室室内探伤仅用于焊工考试工件的无损检测（均为小工件），使用 X 射线探伤机的最大能量为 300kV。项目产生的主要污染物为 X 射线，因此本报告主要考虑室内探伤 X 射线所产生的影响。因此，运行期主要污染源为：

7.2.1.1 外照射

7.2.1.1.1 正常工况

本项目 X 射线室内探伤的主要环境污染因子为 X 射线。在 X 射线室内探伤时，有小部分穿过曝光室屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚）及迷路防护门泄漏到工作场所及周围环境中，对周围的工作人员和公众产生 X 射线外照射。

7.2.1.1.2 事故工况

(1) 在门机连锁失效的情况下，X 射线探伤机在工作状态下，人员误入探伤室，使其受到额外的照射；

(2) X 射线探伤机在工作状态下，铅防护门未完全关闭，致使射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射；

(3) 视频监控系统失效，人员未全部撤离探伤室，辐射工作人员开启探伤机，对人员造成误照射。

7.2.1.2 废显、定影液及废胶片

根据建设单位提供资料：项目 X 射线探伤每年拍片 500 张，洗 1000 张片用 5 加仑（约 20L）显影定影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显影、定影液约 10L；每年产生废胶片约 50 张（废片率 10%计算）。

7.2.1.3 臭氧

本项目运行时不产生放射性气体。X 射线探伤机在探伤室内工作时会使空气发生电离分解，从而产生少量有害气体（如臭氧、氮氧化物），臭氧的产额比氮氧化物高一个量级，故 X 射线探伤机主要危害是臭氧。X 射线探伤机输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产生量越大。臭氧和氮氧化物具有强氧化能力，被吸入后会对人体的身体健康造成伤害，还能使橡胶等材料加速老化。本项目 X 射线探伤机工作时电离粒子束流不大，故其产生的臭氧和氮氧化物气体量较少，且建设单位在探伤室内设置有排风装置，通风换气次数达到每小时 4-6 次，空气流动频繁，操作人员不进入探伤室内，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。

7.2.1.4 小结

通过上述分析，X 射线室内探伤的主要环境影响是正常工况下探伤室泄漏辐射对工作人员和公众的外照射以及事故工况下对工作人员、误入探伤室的超剂量外照射。

7.2.2 γ 射线探伤机

本次评价的 γ 射线探伤机投入使用后，根据建设单位提供资料， γ 射线探伤机均为现场探伤，不使用时放入放射源暂存库。项目产生的主要污染物为 γ 射线，因此本报告主要考虑探伤机运输及使用时所产生 γ 射线的影响。因此，运行期主要污染源为：

7.2.2.1 外照射

7.2.2.1.1 正常工况

本项目 γ 射线现场探伤的主要环境污染因子为 γ 射线。在 γ 射线现场探伤时，会对探伤现场控制区及监督区外周围的工作人员和公众产生 γ 射线外照射；在 γ 射线探伤机运输过程中对运输人员产生 γ 射线外照射；放射源在暂存库中有小部分穿过放射源暂存库屏蔽体(包括源坑、铅板、屏蔽墙、顶棚)泄漏到工作场所及周围环境中，对周围的工作人员和公众产生 γ 射线外照射。本项目所用放射性同位素的性质见表 7-3。

表 7-3 本项目所用放射性同位素的性质

核素	放射性半衰期	主要辐射能量 (MeV) (分支比)	主要获取方式
^{192}Ir	74.02d	β 0.672 (46%), 0.536 (41%), 0.240 (8%); γ 0.295949 (34.6), 0.308445 (35.77), 0.316497 (82.9%, 100), 0.468062 (58.0)	$^{191}\text{Ir} (n, \gamma)$ 、 $^{192}\text{Os} (d, 2n)$
^{75}Se	120d	γ 0.264651 (58%, 100), 0.12115 (27.4), 0.1360 (93.1), 0.279528 (42.9)	$^{74}\text{Se} (n, \gamma)$ 、 $^{70}\text{As} (d, 2n)$ 、 $^{76}\text{As} (p, n)$

^{192}Ir 的衰变纲图见图 7-3。

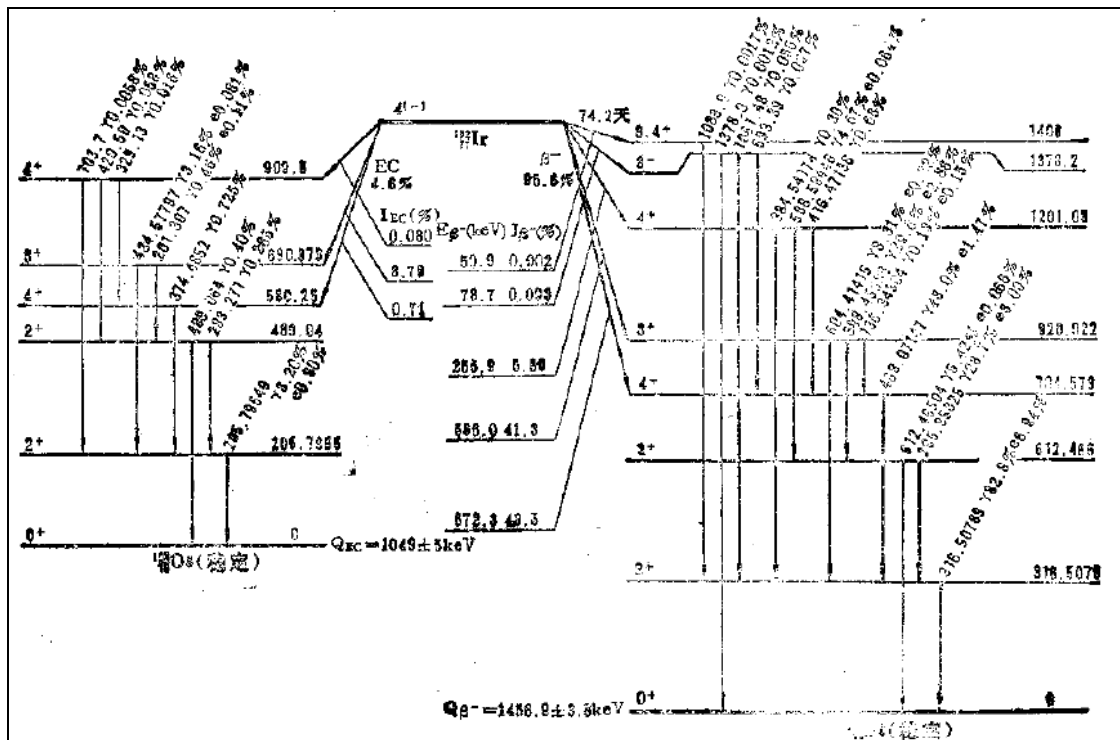


图 7-3 ^{192}Ir 的衰变纲图

^{75}Se 的衰变纲图见图 7-4。

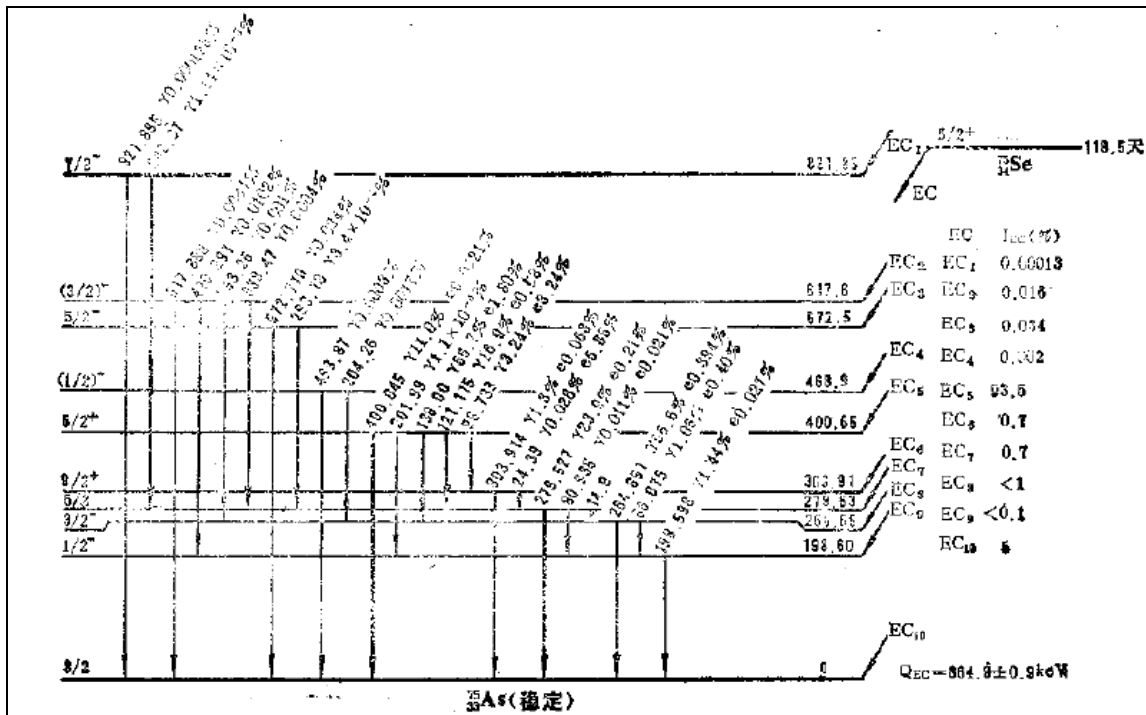


图 7-4 ^{75}Se 的衰变纲图

7.2.2.1.2 事故工况

(1) 现场探伤时在警示灯、警戒线和警示标识未发生作用的情况下，人员误入正在运行的探伤工作场所或公众还未全部撤离控制区，工作人员启动设备，造成有关人员被误照；

(2) 放射源因故从机器上拆下来、 γ 射线探伤机探伤后未放入放射源暂存库中保管，可能会发生放射源丢失或被盗事故，产生严重的环境污染；

(3) 检修机器时仪器中的放射源从铅容器中掉出来，由于该放射源为密封源，一般不会对周围环境（地面、空气、机器等）产生弥散性污染，但是若操作不当，将对操作工人产生较强的辐射照射；

(4) 由于探伤机故障使得放射源在输源导管中发生卡源的情况，不能退回密封容器内，若操作不当，将对操作工人产生较强的辐射照射。

7.2.2.2 废显、定影液及废胶片

项目每年拍片 2000 张，洗 1000 张片用 5 加仑（约 20L）显影定影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显影、定影液约 40L；每年产生废胶片约 200 张（废片率 10% 计算）。

7.2.2.3 废放射源

项目 γ 探伤产生的不能使用的放射源。

7.2.3 小结

通过上述分析, γ 射线现场探伤的主要环境影响是正常工况下放射源储存时暂存库泄漏辐射、运输和现场探伤对工作人员和公众的外照射以及事故工况下人员误入工作场所以及放射源丢失或被盗事故产生严重的环境污染。

注:

- 1.工艺分析主要包括: 人员及物质(含废弃物)在工作场所内的流向、涉源环节的布局、辐射安全的相关设施及其功能); 其中涉源环节的布局需给出项目的平面布局图和剖面图、安全设施位置应标于平面布置图上。
- 2.源项描述应包括对环境影响的辐射相关数据。

表 8 辐射环境现状监测

8.1 监测内容

由于本项目为新建探伤室和放射源暂存库，因此本项目监测新建场所四周的辐射环境背景值。

8.2 监测时间及环境条件

监测时间：2014 年 10 月 11 日

温 度： 22℃-32℃

相对湿度： 75%

天气情况： 多云

8.3 监测方法

本次监测方法依据 GB/T14583-93 《环境地表 γ 辐射剂量率测量规范》，有关内容见表 8-1。

表 8-1 《环境地表 γ 辐射剂量率测量规范》相关内容

5 监测仪器与方法	
5.1 测量环境地表 γ 辐射剂量率的仪表应具备以下主要性能和条件：	a. 量程范围； 低量程： $1 \times 10^{-8} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} - 1 \times 10^{-5} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 高量程： $1 \times 10^{-5} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} - 1 \times 10^{-2} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ b. 相对固有误差： $< \pm 15\%$ ； c. 能量响应： 50KeV ~ 3MeV 相对响应之差 $< \pm 30\%$ (相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)； d. 角响应： $0^\circ \sim 180^\circ$ $R/R \geq 0.8$ (^{137}Cs 辐射源)； R: 角响应平均值； R: 刻度方向上的响应值； e. 温度： $-10 \sim +40^\circ\text{C}$ (即时测量仪表)， $-25 \sim +50^\circ\text{C}$ (连续测量仪表)； f. 相对湿度： $95\% (+35^\circ\text{C})$ 。

8.4 质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- ③监测仪器已经计量部门检定，检定合格，并在检定有效期内；
- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑥监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.5 监测仪器

本次监测的仪器为 X- γ 射线辐射仪，该仪器由中国计量科学研究院检定（检定证书见附件 3），仪器的参数见表 8-2。

表 8-2 环境现状监测仪器及参数一览表

仪器名称	X- γ 射线辐射仪
仪器型号	451P
生产厂家	美国 fluke
能量响应	> 25keV, 范围内误差-10%~10%
量程	0.01 μ Sv/h~50.00mSv/h (剂量率)
相对基本误差	-10%~10%

8.6 监测结果

按《辐射环境监测技术规范》(HJT61-2001)表 2、《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 5.4 及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GBT14583-93) 3.3 中有关布点原则和方法，并结合本项目的实际情况，项目新建探伤室及放射源暂存库场所及周边辐射空气吸收剂量率监测点位示意图见图 8-1。

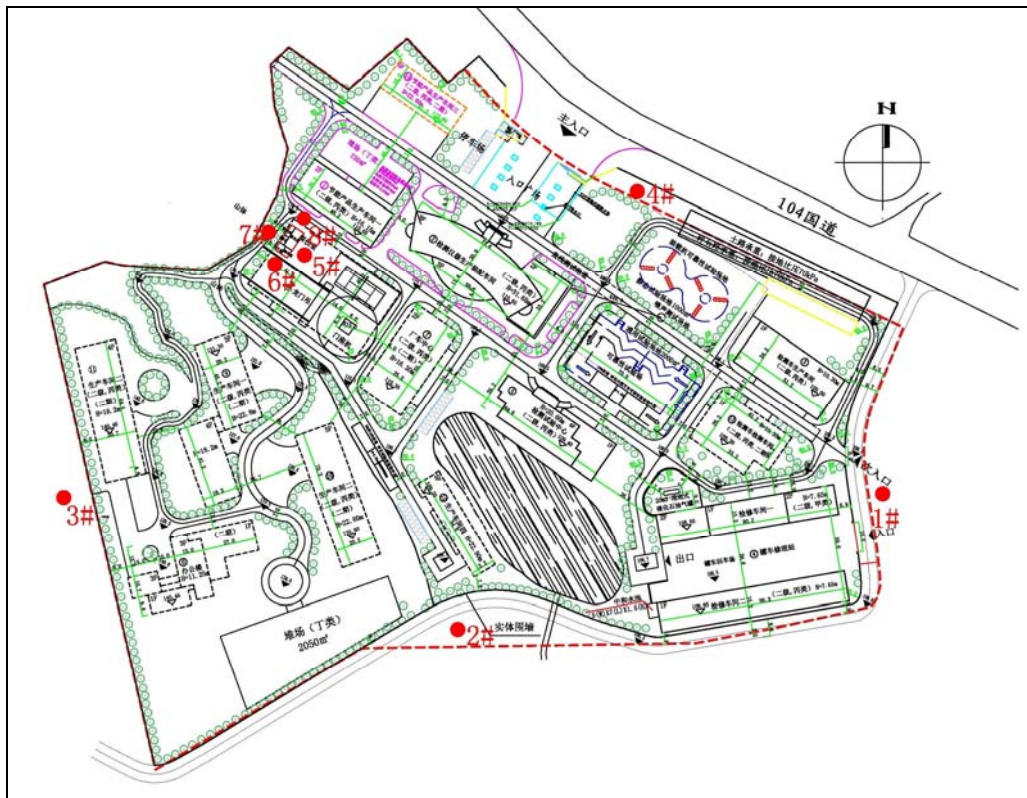


图 8-1 项目新建探伤室及放射源暂存库场所及周边监测点位示意图

项目新建探伤室及放射源暂存库场所及周边现状辐射空气吸收剂量率监测结果见表 8-3。监测报告见附件 2。

表 8-3 新建探伤室及放射源暂存库场所及周边现状辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	监测地点	监测平均值 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	连江生产试验基地东侧墙外 0.3m 处	0.15
2	连江生产试验基地南侧墙外 0.3m 处	0.16
3	连江生产试验基地西侧墙外 0.3m 处	0.14
4	连江生产试验基地北侧墙外 0.3m 处	0.13
5	探伤室及放射源暂存库东侧墙外 0.3m 处	0.17
6	探伤室及放射源暂存库南侧墙外 0.3m 处	0.16
7	探伤室及放射源暂存库西侧墙外 0.3m 处	0.19
8	探伤室及放射源暂存库北侧墙外 0.3m 处	0.15

由表 8-3 的监测结果可知，项目新建探伤室及放射源暂存库场所及周边现状监测值在 $0.13 \sim 0.19\mu\text{Gy/h}$ 之间；项目周围环境 γ 吸收剂量率水平处于福建省区域原野辐射环境正常背景值（ $25.9 \sim 334.3\text{nGy/h}$ ，据《中国环境天然放射性水平》）范围内，辐射环境现状质量较好，基本未受到辐射污染的影响。

表 9 环境影响分析

9.1 建设或安装过程对环境的影响分析

本项目探伤室及放射源暂存库已施工完成，仅剩防护铅门未安装，在防护铅门安装好后在安装调试的过程当中，只要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行，对周围环境辐射影响较小。

9.2 运行（使用）后对环境的影响分析

9.2.1 辐射环境影响分析

9.2.1.1 曝光室屏蔽计算

曝光室墙体均为 700mm 厚混凝土；屋顶为 400mm 厚混凝土；内净长 3.4m × 宽 0.8m，内净高 2.8m，700mm 厚混凝土；工作人员进出门为 10mmPb，工件进出门为 23mmPb。按照建设单位提供资料，曝光室每年拍片 500 张，每张按照 5min 计算，X 射线探伤机每年工作 42h。

拟使用的 X 射线探伤机主要用于产品的焊缝检测工作，其无损检测作业均为室内探伤检测作业，其产生的辐射环境影响主要来自透射，其次是散射。本评价对探伤工作时 300kVX 射线探伤机（定）在曝光室内运行时对周边环境的影响进行预测计算分析。

X 射线探伤机运行时，曝光室外环境参考点年当量剂量估算：

（1）曝光室主防护墙（西侧和东侧）外 0.5m 处参考点 X 射线透射，其年当量剂量计算公式如下：

$$\dot{H}_x = \frac{X_0 \cdot W(I \cdot t) \cdot R_x \cdot n \cdot u}{r^2} \times 9.24 \times 10^{-3} \quad (mSv \cdot a^{-1})$$

在式中：

\dot{H}_x —参考点年当量剂量， $mSv \cdot a^{-1}$ ；

X_0 —距靶 1m 处的照射量率， $R \cdot m^2/mA \cdot min$ ， $X_0 = 2.8R \cdot m^2/mA \cdot min$ ；

W—X 射线机每年工作负荷， $min \cdot mA$ $W = I \cdot t$ ， $W = 5mA \cdot 2500min$ ；

t—照射时间，h，t=42h；

Rx—宽束 X 线透过屏蔽材料的减弱因子， $R_x = 10^{-6}$ ；

n—居留因子，n=1；

u—X 射线利用因子，u=1；

9.24×10^{-3} —照射量转换吸收剂量因子;

r —探伤机至防护墙外参考点处的距离, m, $r=3\text{m}$;

经计算探伤室主防护墙(西墙和东墙)外 0.5m 处参考点年当量剂量为 $\dot{H}_x=3.4 \times 10^{-4}\text{mSv/a}$

(2) 由于 X 射线机的侧向漏束较小, 起决定作用的是被照物的散射束, 散射后的 X 射线能量可以用一次散射作偏安全的近似计算:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{1}{1 + \frac{E_0}{0.511}(1 - \cos \theta)}$$

在式中:

E —散射后的 X 射线能量, MeV;

E_0 —X 射线能量, MeV;

θ —散射与 X 射线夹角;

参数设定: $\theta=90^\circ$, $E_0=0.3\text{MeV}$

则: $\frac{E}{E_0}=0.63$

因此, 散射后的 X 射线能量就可按 $300 \times 0.63=189\text{kV}$ 的管电压 X 射线来计算, 以探伤室次级屏蔽墙外 0.5m 处 (南侧) 0.5m 处及工件进出大门 (北侧) 外 0.5m 处参考点其年当量剂量计算估算公式如下:

$$\dot{H}_x = \frac{X_0 \cdot W(I \cdot t) \cdot R_x \cdot n \cdot u}{r^2} \times 9.24 \times 10^{-3} \quad (\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1})$$

在式中:

\dot{H}_x —参考点年当量剂量, $\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$;

X_0 —距靶 1m 处的照射量率, $R \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$, $X_0=0.2R \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$;

W —X 射线机每年工作负荷, $\text{min} \cdot \text{mA}$ $W = I \cdot t$, $W=5\text{mA} \cdot 2500\text{min}$;

t —照射时间, h, $t=42\text{h}$;

R_x —宽束 X 线透过屏蔽材料的减弱因子, 工件出入门 $R_x=10^{-6}$;

n —居留因子, $n=1$;

u —X 射线利用因子, $u=1$;

9.24×10^{-3} —照射量转换吸收剂量因子;

r—探伤机至防护墙外参考点处的距离，m；r=5m；

经计算探伤工件进出大门外 0.5m 处参考点年当量剂量为 $\dot{H}=9.24 \times 10^{-7} \text{mSv/a}$ 。

通过公式预测，探伤机运行时，曝光室外环境参考点的年当量剂量都远小于公众成员的年有效剂量约束值 0.25mSv。

9.2.1.2 放射源暂存库屏蔽计算

按照远期八枚放射源均放入放射源暂存库源坑内的最不利情况考虑，按照手提式 γ 射线探伤机 1m 处剂量控制值为 0.02mGy/h 计算；坑深 1.5m，用 10mm 铅板屏蔽。查阅《辐射防护手册》得： ^{192}Ir 对铅的半值层为 3mm； ^{75}Se 对铅的半值层为 1mm，则：铅板上的剂量率为：

$$X = X_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 2^{-\frac{t}{HVL}}$$

在式中：

X_0 —放射源 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

r —计算点距源的距离，m；

t —铅板的厚度，mm；

HVL —半值层厚度，mm。

计算得源坑表面铅板上剂量率为 4.43 $\mu\text{Gy/h}$ ；从计算结果可知，源坑及铅板屏蔽良好；放射源暂存库墙体为 400mm 厚或 700mm 厚混凝土，防护门为 10mm 铅板； ^{192}Ir 对铅的半值层为 3mm，对混凝土的半值层为 50mm；则各侧墙外及铅板外的剂量率值见表 9-1。

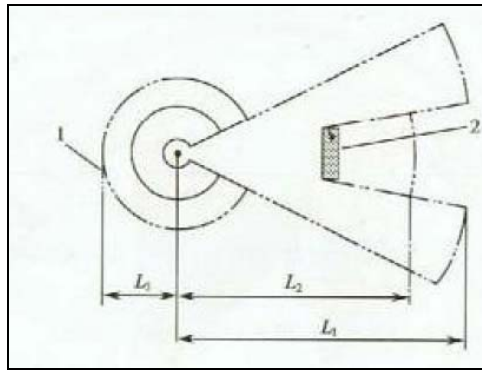
表 9-1 放射源暂存库外墙体及铅门剂量率值

预测点	防护情况	与预测点距离	预测值 ($\mu\text{Gy/h}$)
东侧墙外 0.3m 处	700mm 混凝土	1m	0.0003
南侧墙外 0.3m 处	400mm 混凝土	2m	0.004
西侧墙外 0.3m 处	400mm 混凝土	1m	0.02
防护门外 0.3m 处	10mm 铅板	4m	0.027

从表 9-1 可以看出：经屏蔽放射源暂存库外的剂量率很小，可以忽略。

9.2.1.3 γ 现场探伤控制区及监督区划分计算

根据建设单位提供资料，项目 γ 现场探伤检测对象为结构钢，厚度均在 28mm 以上。根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 附录 C 对 γ 现场探伤的控制区距离进行估算；



L₁—辐射没有任何衰减时要求的控制区距离
 L₂—有用线束方向，经检测对象屏蔽后要求的控制区距离
 L₃—有用线束方向以外，经源容器或者其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离

由于项目探伤操作均在容器内进行；当使用 ¹⁹²Ir 根据查表：L₂=74m，所以控制区距离设置最少为 74m（控制区边界外空气比释动能率应低于 15μGy/h）；监督区距离按照距离衰减计算可知：L=181m（监督区边界空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h）。

当使用 ⁷⁵Se 时，根据查表：L₂=50m，所以控制区距离设置最少为 50m（控制区边界外空气比释动能率应低于 15μGy/h）；监督区距离按照距离衰减计算可知：L=122m（监督区边界空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h）。

9.2.1.4 辐射工作人员及公众成员剂量估算

本评价采用 $D = TH/1000$ 进行计算；

式中：

D——年受外照的剂量，mSv；

H——照射剂量率，μGy/h；

T——工作时间，h/a·人。

根据项目情况，辐射工作人员所受到的剂量主要有三个部分：① γ 探伤机运输时所受剂量；② γ 现场探伤所受剂量；③ X 射线室内探伤所受剂量。

（1）γ 探伤机运输人员所受剂量

按照 γ 探伤机表面 1m 处剂量率控制值为 20μGy/h，建设单位计划用放射源保险柜并加 3mm 厚铅板防护运输，放射源运输位置距驾驶位 2m，则驾驶位的剂量率为 2.5μGy/h。按照建设单位提供：γ 探伤机主要在福建省内做无损检测，每年平均 10 个工程，每个工程运输时间按照 2 小时进行计算，则运输人员所受剂量为：0.05 mSv/a。公众成员远离运输车辆，所受剂量可以忽略不计。

（2）γ 现场探伤所受剂量

按照《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）要求，辐射工作人员接受的最大剂量率为控制区边界 15μGy/h；按照建设单位提供数据，项目每年拍片 2000 张，

每张拍片按照 5min 计算，辐射工作人员操作时间为 167h；则辐射工作人员所受剂量为 2.5 mSv/a。公众成员按照监督区外 2.5 μ Gy/h 剂量率计算，居留因子取 1/16，则公众成员所受剂量为 0.03 mSv/a。X 射线室内探伤所受剂量

根据 9.2.1.1 曝光室屏蔽计算结果，辐射工作人员接受剂量为 3.4×10^{-4} mSv/a；公众成员接受剂量为 9.24×10^{-7} mSv/a。

(3) 小结

按照最不利情况；X 射线室内探伤、 γ 现场探伤以及 γ 探伤机运输均由同样的人员操作，则其年剂量叠加结果为 2.55mSv/a，小于辐射工作人员的年剂量管理值 5mSv/a；公众成员的年剂量最大值为 0.032.55mSv/a，小于公众成员的剂量管理值 0.25mSv/a；均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的有关要求。

9.2.2 辐射废气环境影响分析

本项目运行时不产生放射性气体。X 射线探伤机在探伤室内工作时会使空气发生电离分解，从而产生少量有害气体（如臭氧、氮氧化物），臭氧的产额比氮氧化物高一个量级，故 X 射线探伤机主要危害是臭氧。X 射线探伤机输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产生量越大。臭氧和氮氧化物具有强氧化能力，被吸入后会对人体的身体健康造成伤害，还能使橡胶等材料加速老化。本项目 X 射线探伤机工作时电离粒子束流不大，故其产生的臭氧和氮氧化物气体量较少，且建设单位在曝光室内一边设有排臭氧通风槽一个，规格长 2m \times 0.55m \times 0.6m，安装轴流风机 4#一台，通风口外砌砖墙超过曝光室墙体 200mm；通风换气次数达到每小时 4-6 次，空气流动频繁，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。

9.2.3 废显、定影液及废胶片环境影响分析

项目每年拍片 2500 张，按洗 1000 张片用 5 加仑（约 20L）显（定）影液。经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 50L，每年产生废胶片约 250 张（废片率按 10%计算），应交由有资质单位回收处置。

9.2.4 废放射源环境影响分析

项目 γ 探伤产生的废放射源交由厂家直接回收处理。

9.3 风险分析

由于本项目探伤工作时使用 II 类放射源，在事故工况下可能发生特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，根据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）和《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号）的规定，同时为贯彻落实国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》和《国家环境保护“十二五”规划》，进一步加强环境影响评价管理，明确企业环境风险防范主体责任，强化各级环保部门的环境监管，切实有效防范环境风险。本评价应从环境风险源、扩散途径、保护目标三方面识别环境风险，科学开展环境风险预测，提出合理有效的环境风险防范和应急措施。

9.3.1 环境风险识别

（1）本项目 X 射线室内探伤可能存在的环境风险为：

①在门机连锁失效的情况下，X 射线探伤机在工作状态下，人员误入探伤室，使其受到额外的照射；

②X 射线探伤机在工作状态下，铅防护门未完全关闭，致使射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射；

③视频监控系统失效，人员未全部撤离探伤室，辐射工作人员开启探伤机，对人员造成误照射。

（2）本项目 γ 现场探伤可能存在的环境风险为：

①现场探伤时在警示灯、警戒线和警示标识未发生作用的情况下，人员误入正在运行的探伤工作场所或公众还未全部撤离控制区，工作人员启动设备，造成有关人员被误照；

②放射源因故从机器上拆下来、 γ 射线探伤机探伤后未放入放射源暂存库中保管，可能会发生放射源丢失或被盗事故，产生严重的环境污染；

③检修机器时仪器中的放射源从铅容器中掉出来，由于该放射源为密封源，一般不会对周围环境（地面、空气、机器等）产生弥散性污染，但是若操作不当，将对操作工人产生较强的辐射照射；

④由于探伤机故障使得放射源在输源导管中发生卡源的情况，不能退回密封容器内，若操作不当，将对操作工人产生较强的辐射照射。

9.3.2 环境风险分级

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(449 号令)第 40 条,按“辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素,从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级”,根据本项目的特点,将本项目的环境风险因子、可能发生辐射事故的意外条件、潜在危害及可能发生的辐射事故等级列于表 9-2。

表 9-2 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

探伤类型	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
X 射线室内探伤	X 射线	①在门机连锁失效的情况下,X 射线探伤机在工作状态下,人员误入探伤室,使其受到额外的照射;	射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。	较大辐射事故
		②X 射线探伤机在工作状态下,铅防护门未完全关闭,致使射线泄漏到探伤室外,给周围活动的人员造成不必要的照射; ③视频监控系统失效,人员未全部撤离探伤室,辐射工作人员开启探伤机,对人员照成误照射。	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。	一般辐射事故
γ 现场探伤	γ 射线	①现场探伤时在警示灯、警戒线和警示标识未发生作用的情况下,人员误入正在运行的探伤工作场所或公众还未全部撤离控制区,工作人员启动设备,造成有关人员被误照;	放射性同位素失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。	较大辐射事故
		②检修机器时仪器中的放射源从铅容器中掉出来,由于该放射源为密封源,一般不会对周围环境(地面、空气、机器等)产生弥散性污染,但是若操作不当,将对操作工人产生较强的辐射照射;	放射性同位素失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。	一般辐射事故
		③由于探伤机故障使得放射源在输源导管中发生卡源的情况,不能退回密封容器内,若操作不当,将对操作工人产生较强的辐射照射; ④放射源因故从机器上拆下来、γ 射线探伤机探伤后未放入放射源暂存库中保管,可能会发生放射源丢失或被盜事故,产生严重的环境污染。	指 I 类、II 类放射源丢失、被盜、失控,或者放射性同位素失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾。	重大辐射事故
			指 I 类、II 类放射源丢失、被盜、失控造成大范围严重辐射污染后果,或者放射性同位素失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。	特别重大辐射事故

9.3.4 环境风险防范措施

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及原国家环境保护总局环发<2006>145号文件《建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度》之规定，发生辐射事故时，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

(1) 项目 X 射线曝光室采取的风险防范措施如下：

- ①采取了有效的屏蔽措施，满足防护要求；
- ②设置了门机灯连锁装置、紧急停机按钮、视频监控等安全措施，防止事故发生；
- ③建立了完善的规章制度，在工作中落实规章制度，严格按照操作规程进行操作；从制度上防止环境风险的发生；
- ④应定期进行环境监测，发现问题及时整改，防止环境风险的发生；
- ⑤制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生。

(2) 项目 γ 现场探伤采取的风险防范措施

- ①放射源暂存库屏蔽防护符合要求，暂存库内设置了红外报警、视频监控、双人双锁等防护措施；
- ②探伤现场拟设置警戒线、警示牌、警示灯等安全措施，防止事故发生；
- ③建立了完善的规章制度，在工作中落实规章制度，严格按照操作规程进行操作；从制度上防止环境风险的发生；
- ④应定期进行环境监测，发现问题及时整改，防止环境风险的发生；
- ⑤制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生。

本单位制定的应急措施：

(1) 发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(2) 应急预案领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

(3) 事故处理必须在单位负责人的领导下，在专业人员的参与下进行。未取得辐射检测人员的允许不得进入事故区；

(4) 事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。并编写事故发生的基本情况，原因分析

及处理结果的书面报告报环保部门，凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

为了杜绝事故发生，工作人员必须严格按照操作程序进行操作，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的照射。

9.4 退役对环境的影响

本次评价项目退役时，废放射源交由生产厂家回收处理。

注：运行过程对环境的影响主要包括三个方面：

- 1、泄露（或散射）射线对环境剂量的附加贡献。
- 2、三废对环境、关键人群的影响。
- 3、其他影响因子对环境的影响。

表 10 辐射防护与安全措施

10.1 项目安全设施

10.1.1 相关标准要求

《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 中规定: 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; 应安装门—机联锁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。

《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 中规定: 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; 暂存库的相应位置设置电离辐射警告标示; 源容器出入库时应进行监测并有详细记录; 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; 现场探伤作业前应备齐下列防护物品: a) 便携式放射检测仪器和个人剂量计、剂量报警仪, b) 导线管、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, g) 其他辅助设备; 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; 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; 探伤作业期间应安排人员对控制区边界进行巡逻。

《关于印发<关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求>的通知》(环发[2007]8 号)、《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》(环办函[2014]1293 号) 中规定:

一、各 γ 射线移动探伤装置使用单位应加强从业人员管理, 按照法规要求做好人员培训工作, 严禁无证人员操作探伤装置。

二、 γ 射线移动探伤作业时应配备现场安全员, 主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作, 并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。

三、 γ 射线移动探伤室外作业时 (应急探伤作业除外), 应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌, 将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示, 接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于 2 平方米, 公示信息应采取喷绘 (印刷) 的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要 (具备防水、防风等抵御外界影响的能力), 确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌,

禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。

四、各 γ 射线移动探伤装置使用单位应明确并牢记辐射安全主体责任，及时履行环保手续，加强企业自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的法律法规学习，培植单位的核安全文化，防止事故发生。

五、各 γ 射线移动探伤装置生产单位应对探伤装置的设计进行持续改进，提升装置的固有安全性，避免人为违规操作导致安全事故发生。

六、各地应强化对 γ 射线移动探伤装置生产、销售、使用单位的监督管理，加大监督检查力度，及时处理公众举报，对违规操作零容忍，对弄虚作假零容忍，对违法行为从严查处。

七、各地应强化对 γ 射线移动探伤异地使用备案的管理，在 γ 射线移动探伤异地首次作业时，作业现场所在地承担监管职责的环保部门应进行现场检查，核实相关信息，督促企业做好辐射安全工作，消除安全隐患。

八、各省级环保部门间应加强联动，相互支持，共同做好移动探伤跨省（区、市）作业的监管工作。

《福建省环保厅关于进一步加强移动放射源辐射安全管理的通知》（闽环保辐射[2014]8号）中规定：

一、省内移动放射源跨设区市使用的管理要求：在省内不同设区市之间转移使用移动放射源且当天不返回原来源库的，移动放射源使用单位应当在转移活动实施前和活动结束后5日内告知使用地设区市环保局。

二、移动放射源到达现场及运离现场的报告要求：放射源异地使用备案手续完成，放射源运抵作业现场时，移动放射源使用单位应及时通知省级和设区市环保部门，以便于管理。放射源返回启运时，移动放射源使用单位也应向省级和设区市环保部门报告，并在使用活动结束后20日内办理备案和注销手续。

三、作业现场管理要求：1.每台伽马射线探伤设备应至少有2名具有中级或中级以上辐射安全培训合格证书的人员同时在场进行操作，其它类型移动放射源设备应至少有2名具有初级或初级以上辐射安全培训合格证书的人员同时在场进行操作。2.各单位应对所属的各类型放射源设备进行严格的性能检查，切实避免设备带病运行。开始现场作业前，操作人员应检查确认放射源装置、辐射监测仪器设备、个人剂量报警仪等配件性能运行正常。按照环评文件要求并通过仪器测定设置对应的控制区和监督区，并设置警

戒线和放射性警示标识。3.作业时，应有1人以上专职人员负责全过程警戒、巡检，监测控制区边界的辐射剂量水平，严禁无关人员进入作业现场。4.作业结束后，必须用辐射剂量监测仪对作业现场和源容器进行监测，确定放射源收回源容器后，由监测人员在检查记录上签字，方能携带含源装置离开现场。

四、移动放射源贮存管理要求：1.对于同时有3枚及以上I类、II类或III类移动放射源作业的工程现场，工程业主单位或放射源使用单位应设置或建设满足安防要求的放射源贮存场所。放射源贮存场所应具备防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、放射线泄露等安全防护措施，设置红外和监视器等安防设施。贮存场所大门实行双人双锁管理。对于有多家移动放射源使用单位共用放射源贮存场所的，场所内应设置足够的独立贮源位，每个贮源位应设置独立锁，钥匙由贮源单位专人管理。2.工程业主单位应明确放射源贮存场所的管理部门，并确定2名以上工作人员专职负责场所的安保工作，做好放射源的领用和归还登记，每次含源设备出入放射源库应进行辐射监测，核实装置中的放射源状态，并按规范登记。3.放射源确需在野外临时贮存的，应当使用保险柜贮存在相对封闭的场所内，贮存场所应当由专人24小时看管，并采取防盗、放射线泄露等安全防护措施。

五、放射源的运输管理要求：1.运输放射源应按有关规定使用专用车辆，配备必要的防破坏设备和行车记录仪。车内存放含放射源装置的金属箱体必须坚固，且应与车辆固定，箱体外表面也应设置明显的放射性警示标志，箱体存放含放射源装置时应实行双人双锁管理。配置行车记录仪对储源箱体实施全程监控。2.放射源运输途中，除车辆驾驶人员外，还应配备经辐射安全防护培训合格的专人押运，全程监护含放射源的容器，中途停靠休息时，应保证有人在车辆上守卫。3.放射源运输前，辐射工作单位须对存放含放射源的运输容器进行辐射水平监测并记录，监测结果不符合国家放射性物品运输安全标准的，不得启运。

六、移动放射源使用单位主体责任：移动放射源使用单位应在作业现场采取挂牌公示等方式，明确安全管理的第一责任人，由其全面负责放射源现场作业、运输、贮存等安全管理工作。同时，移动放射源使用单位应定期派员到作业工程现场进行安全检查，确保现场工作人员按规定实施作业。

10.1.2 项目安全设施

10.1.2.1 X射线探伤室

本项目 X 射线探伤室拟设置以下安全设施:

①安全联锁

曝光室的工作人员进出门和工件进出门拟均设置门-机-灯连锁装置; 铅门关闭时, 探伤机的控制台开关才能开启, 门外红色警示灯亮起; 防止铅门未关闭时开机漏射线。

②视频监控

曝光室内设置摄像头 1 个, 与放射源暂存库内的摄像头画面均设置在控制室操作位附近; 每次开机前检查曝光室内情况, 防止误照射。

③紧急停机

曝光室内设置 1 个紧急停机按钮, 与探伤机控制台联动; 在有人误入曝光室时, 可以及时关掉探伤机, 防止误照射。

④曝光室建了有效地屏蔽射线的墙体, 防护情况见表 7-1。墙壁、顶棚、防护门的材料及厚度能满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值。

⑤个人防护用品: 拟配备 2 件铅衣、2 件铅围脖、2 副铅防护眼镜等个人防护用品, 用于个人防护。

⑥辐射监测设备: 辐射工作人员按人配备热释光个人剂量片, 用于个人剂量监测。

10.1.2.2 放射源暂存库

本项目放射源暂存库拟设置以下安全设施:

①双人双锁

设置双门双锁, 在源库房与监督区之间设置一道普通门, 与屏蔽铅门形成两道门; 两道门上均安装锁, 并由两人分别保管。

②红外报警及视频监控

在源库内设置红外报警和摄像头, 防止放射源被盗。

③源坑设置

在源库中设置长 1m, 宽 1m; 深 1.5m 的源坑; 上面用 10mm 厚的铅板覆盖。

④警示提示

在源库铅门上拟设置电离辐射警示标示, 避免人员滞留。

⑤放射源暂存库建了有效地屏蔽射线的墙体, 防护情况见表 7-2。墙壁、顶棚、防护门、源坑的材料及厚度能满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值。

10.1.2.3 γ 现场探伤

本项目 γ 现场探伤拟设置以下安全设施:

① 配备辐射防护用品

拟为辐射工作人员配备便携式放射检测仪器和个人剂量计、剂量报警仪;用于探伤工作场所监测。

② 配备警告提示和信号

拟配备警戒线(1500m)、报警灯(10个)、“禁止进入放射工作场所”标牌(10个)以及电离辐射警示标识(10个)。

③ 应急设备

拟为现场探伤配备应急箱和长柄钳用于事故处理。

④ 辐射工作人员培训

每枚放射源最少配备两名辐射工作,所有辐射工作人员持证上岗(至少参加中级辐射安全培训)。

⑤ 放射源的运输

放射源运输拟使用专用车辆,配备保险箱和行车记录仪,箱体外表面设置明显的放射性警示标志,箱体存放含放射源装置时应实行双人双锁管理。

此外,项目应由有资质的单位设计施工,设计施工应符合放射卫生防护法规和标准要求,保障周围环境安全。因此,本项目的放射源暂存库及 X 射线曝光室较为完善,它们的工作场所已按照国家有关规定设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯,有效地防止误操作与工作人员及公众受到意外的照射;放射性工作人员均拟配备放射性防护用品,有效地限制放射性工作人员的正常照射剂量。

10.1.3 安全设施评估

根据对照相关标准要求可知:建设单位基本上满足相关标准的安全设施要求;但需完善的安全设施或措施如下:

(1) 源容器出入库时及每次现场探伤前后应对源容器进行监测并有详细记录;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;

(2) γ 射线移动探伤室外作业时(应急探伤作业除外),应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌,将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作

人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。

(3) 在省内不同设区市之间转移使用移动放射源且当天不返回原来源库的，移动放射源使用单位应当在转移活动实施前和活动结束后5日内告知使用地设区市环保局。

(4) 按照环评文件要求并通过仪器测定设置对应的控制区和监督区，并设置警戒线和放射性警示标识。

10.2 防护与屏蔽评估

10.2.1 相关标准要求

《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 中规定：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 2.5μGy/h，无迷道探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 中规定：控制区边界外空气比释动能率应低于 15μGy/h，监督区外边界空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求：各放射性工作场所屏蔽防护应满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值，并满足辐射防护最优化的要求。

《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014) 要求：探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值为 2.5μSv/h；根据 5.2 探伤室的典型屏蔽厚度表，查表可知：300kV 有用线束屏蔽距靶点 3m 所需的混凝土为 540mm；300kV 泄露辐射屏蔽距靶点 5m 所需的铅为 11mm，所需混凝土为 190mm；300kV 散射辐射屏蔽距靶点 5m 所需的铅为 3.35mm，所需混凝土为 245mm。

10.2.2 防护与屏蔽评估

X 射线探伤室设计厚度与要求列表如下：

表 10-1 X 射线探伤室设计与要求比较表

项目	要求	设计	符合与否
主射线墙体	540mm 混凝土	700mm 混凝土	符合要求
散射线墙体	3.35mm 铅或 245mm 混凝土	23mm 铅或 700mm 混凝土+10mm 铅	符合要求
泄露辐射墙体	11mm 铅或 190mm 混凝土	23mm 铅或 700mm 混凝土+10mm 铅	符合要求

根据上表以及运行期环境影响分析可知，在设备正常使用情况下，本次评价 X 射线探伤室周围环境年附加剂量预测值或估算值均能满足评价标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值。

放射源暂存库周边剂量率可以忽略不计，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量约束值要求。

对于本项目的 γ 现场探伤时，满足本环评中提出的防护距离则可以符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值要求。

注：1.防护与屏蔽评估主要指：实体屏蔽理论估算方法、参数；理论值（实测值）与设计值的比较与评价。

2.所采用公式、参数标明出处。

3.项目安全设施应给出其设置情况、作用、有效性。

表 10 辐射防护与安全措施（续）

10.3 三废的治理

10.3.1 X 射线曝光室

根据项目污染源分析和环境影响评价，X 射线探伤机在探伤室内工作时会使空气发生电离分解，从而产生少量有害气体（如臭氧、氮氧化物），臭氧的产额比氮氧化物高一个量级，故 X 射线探伤机主要危害是臭氧。X 射线探伤机输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产生量越大。臭氧和氮氧化物具有强氧化能力，被吸入后会对人体的身体健康造成伤害，还能使橡胶等材料加速老化。本项目 X 射线探伤机工作时电离粒子束流不大，故其产生的臭氧和氮氧化物气体量较少，且建设单位在曝光室内一边设有排臭氧通风槽一个，规格长 2m × 0.55m × 0.6m，安装轴流风机 4#一台，通风口外砌砖墙超过曝光室墙体 200mm；通风换气次数达到每小时 4-6 次，空气流动频繁，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。

10.3.2 废显、定影液及废胶片

项目每年拍片 2500 张，按洗 1000 张片用 5 加仑（约 20L）显（定）影液。经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 50L，每年产生废胶片约 250 张（废片率按 10%计算），应交由有资质单位回收处置。

10.3.3 废放射源

项目 γ 探伤产生的废放射源交由厂家直接回收处理。

注：1.三废治理的设施、方案、效果。
2.有废旧放射源的给出它的处理方案。

表 11 安全管理

11.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

11.1.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

福建省特安安全技术服务中心根据环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》(环办函〔2006〕629 号)的规定,以及该中心所使用放射源及射线装置的管理分类、数量,该中心已设立放射防护管理领导小组,并明确了各有关人员的管理职责,加强辐射防护监督管理。

11.2 职业人员的辐射安全与防护培训和再培训计划

依据环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定,使用放射源及射线装置的操作人员与辐射防护负责人应进行辐射安全培训,并持证上岗。本次评价放射源的相关职业人员参加了辐射安全与防护培训,并通过了考核,取得辐射安全防护培训证书,具体名单见表 11-1,证书复印件见附件 5。

表 11-1 职业人员辐射安全与防护培训情况

辐射工作	已参加辐射安全培训的工作人员名单	取得培训证书的时间	培训部门
γ现场探伤	杨明坤	2014年8月8日	环境保护部
	黄磊	2014年8月8日	环境保护部
	郑武洪	2014年8月8日	环境保护部
	陈智全	2014年8月8日	环境保护部
X射线室内探伤	黄文亮	2013年9月13日	福建省辐射环境监督站
	邱敦麟	2013年9月13日	福建省辐射环境监督站
	谢信毅	2013年9月13日	福建省辐射环境监督站
	罗坤	2013年9月13日	福建省辐射环境监督站
	张建辉	2013年9月13日	福建省辐射环境监督站
	刘强	2013年9月13日	福建省辐射环境监督站

此外,依据环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定,该公司的所有放射性工作人员与辐射防护负责人应进行辐射安全培训,并持证上岗。取得辐射安全培训合格证书的人员,应当每四年接受一次再培训。γ射线探伤机一台需配备两名辐射防护中级证,该公司拟增的γ射线探伤机共 3 台,故需要对增加两名辐射工作人员进行培训。

11.3 辐射监测

本项目应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号)的规定,制定完善的监测方案,监测方案包括个人剂量监测、工作场所监测及其记录档案等相关内容,对射线装置的安全和防状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日

前向发证机关提交上一年度的辐射安全与防护状况评估报告。

本项目应参照以下监测内容补充制订监测方案，监测表格见附表 3-附表 4。

监测内容、监测频次：

(1) 辐射工作场所周围环境监测（委托有资质的单位每年监测一次）。具体要求见表 11-2。

表 11-2 辐射工作场所周围环境监测内容

场所名称	监测因子	监测位置	备注
X 射线室内探伤	X- γ 辐射剂量率	曝光室防护门处、控制室及暗室墙外 30cm 处、东侧墙外 30cm 处、操作位、电缆沟处	探伤机正常运行时，监测时要备注工作电压和工作电流
γ 放射源储存和运输	X- γ 辐射剂量率	放射源暂存库四周墙体 30cm 处、运输源车表面、放射源暂存库每次出源、进源时放射源表面	每次运输源时表面监测、放射源暂存库每次出源、进源时放射源表面
γ 现场探伤	X- γ 辐射剂量率	现场探伤控制区监督区监测、操作位	现场探伤每个监督区路口布置监测点

(2) 辐射工作人员个人剂量监测（委托有资质单位每季监测一次）。同时，应安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。辐射工作人员健康检查 1 次/年。

(3) X 射线室内探伤泄漏监测（每年请有资质的单位监测一次）。

(4) X 射线探伤室、放射源暂存库验收后投入运行前，应按《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2006）要求对探伤室及放射源暂存库周围环境进行辐射防护监测。

此外，该项目投入试运行后，还应按有关要求进行竣工环保验收，竣工环保验收监测内容见表 11-3。

表 11-3 该项目竣工环保验收清单

<p align="center">验收监测重点内容</p>	<p>放射源暂存库: (1) 存有放射源时, 源坑铅板上侧 30cm 处 X-γ 辐射剂量率。(2) 暂存库各侧墙体外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率; (3) 暂存库铅门外 30cm 处。</p> <p>X 射线探伤室: (1) 曝光室防护门外 X-γ 辐射剂量率。(2) 控制室及暗室墙外 30cm 处、东侧墙外 30cm 处 X-γ 辐射剂量率。(3) 操作位、电缆沟处 X-γ 辐射剂量率。</p> <p>放射源运输: 放射源运输时放射源所在容器表面 30cm 处、车辆表面的 X-γ 辐射剂量率。</p>
<p align="center">验证环评文件中的评价分析结论</p>	<p>(1) 正常工况下, 本次评价的新增 192Ir 放射源、放射源暂存库及 X 射线探伤室核技术应用项目周围环境公众成员和职业人员的年附加剂量率均能满足评价标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值。</p> <p>(2) 本项目 X 射线探伤室屏蔽墙处 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5μGy/h; 符合《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 相关限值要求。</p> <p>(3) 本项目 γ 现场探伤满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 要求; 即: 控制区边界外空气比释动能率应低于 15μGy/h, 监督区外边界空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h。</p>
<p align="center">验收调查内容</p>	<p>(1) 检查项目在验收监测期间的运行工况是否符合建设项目竣工环保验收监测的要求。</p> <p>(2) 调查项目建设内容、规模及项目平面布置和周围环境项目等是否与环评文件相同。</p> <p>(3) 根据项目环评文件及其审批意见中的要求, 检查项目建设、运行期间的环境管理情况。</p> <p>(4) 调查个人剂量监测档案, 核实各放射性工作人员的个人剂量监测结果是否满足《电离辐射防护与辐射源基本标准》(GB18871-2002) 规定的职业人员照射剂量限值及剂量约束值。</p>

11.4 辐射安全保证与辐射事故应急预案

对于本次环评项目, 中心已制定了《放射检测管理制度》、《放射性同位素安全管理规定》、《射线装置安全防护管理规定》、《射线防护管理规定》、《放射事故应急救援预案》具体内容见附件 6。明确各辐射相关部门的辐射安全防护制度和岗位责任, 防止放射源及射线装置的误操作, 避免工作人员和公众受到意外照射, 确保周围辐射环境的安全。在发生辐射事故时, 能够立即启动本单位的应急预案, 采取应急措施, 及时向当地人民政府环境保护主管部门报告, 同时向当地人民政府、公安部门和卫生主管部门报告。中心还应制定《保全管理制度》、《放射源管理规定(购买、使用、转让、返回或送贮等)》及《辐射工作人员个人剂量管理制度》等管理制度。

对于《放射事故应急救援预案》应完善应急联络方式, 并按照《福建省环保厅关于

印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》（闽环保辐射[2013]10号）重新编制应急救援方案，特别重点加强辐射事故应急处理程序、事故报告程序及演练计划等重要环节。

注：1.辐射监测应给出：辐射监测计划（环境、个人剂量）和辐射监测设备的情况。
2. 辐射安全保证与辐射事故应急响应给出辐射安全规章制度和事故应急响应情况。

表 12 结论与建议

12.1 结论:

本次评价的福建省特安安全技术服务中心新增 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源、放射源暂存库及 X 射线探伤室核技术应用项目主要用于特种设备及钢工结构的无损检测,具有明显的经济效益与社会效益,对受照社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。本项目为质量检测服务建设项目,属于《产业结构调整指导目录(2011年)》中鼓励类项目,符合国家产业政策。

在正常工况下,本项目拟建 X 射线探伤室铅门处、各侧墙体外 30cm 处的剂量当量率均符合《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)中的相关限值要求,本项目 γ 现场探伤满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)要求,即:控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy/h}$,监督区外边界空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

本次评价的新增 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源、放射源暂存库及 X 射线探伤室核技术应用项目周围环境公众人员和职业人员的年附加剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值要求。该中心已设置了辐射安全与环境保护管理机构,制订了相关的辐射管理制度及事故应急预案。

拟建项目均设置电离辐射警告标志及工作状态指示灯,放射性工作人员拟配备热释光个人剂量片随身携带,用于监测个人剂量。拟开展项目应根据表 10 中的要求配备相关辐射安全防护设施,以满足辐射防护与安全的最优化原则。

综上所述,本项目符合实践的正当性原则,也符合国家产业政策的要求。因此,在实施了本报告提出的辐射安全设施和辐射环境管理措施后,从辐射安全和环境保护角度看,该项目是可行的。

12.2 建议:

(1) 源容器出入库时及每次现场探伤前后应对源容器进行监测并有详细记录;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;

(2) γ 射线移动探伤室外作业时(应急探伤作业除外),应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌,将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示,

接受公众监督。

(3) 在省内不同设区市之间转移使用移动放射源且当天不返回原来源库的，移动放射源使用单位应当在转移活动实施前和活动结束后5日内告知使用地设区市环保局。

(4) 按照环评文件要求并通过仪器测定设置对应的控制区和监督区，并设置警戒线和放射性警示标识。

(5) 应补充制定《保全管理制度》、《放射源管理规定（购买、使用、转让、返回或送贮等）》及《辐射工作人员个人剂量管理制度》等管理制度，应完善项目《放射事故应急救援预案》。

注：1.结论主要包括：（1）环境影响分析结论。（2）辐射安全与防护分析结论。（3）环保措施可行性结论。（4）可行分析结论（符合产业政策与否、代价利益分析等）。

2.建议主要应指出还存在的问题以及主要的改进措施或承诺。

表 13 审批

主管单位环保机构预审意见:

经办人签字

年 月 日

单位盖章

市（地区）环保部门意见

经办人签字

年 月 日

单位盖章

省级环保部门审批意见:

经办人签字

年 月 日

单位盖章

表 14 附表及附件

附表

附表 1 X 射线探伤室防护情况表

附表 2 放射源暂存库防护情况表

附表 3 X 射线探伤室监测记录表（样表）

附表 4 放射源暂存库监测记录表（样表）

附表 5 运输车辆监测记录表（样表）

附表 6 γ 现场探伤监测记录表（样表）

附件

附件 1 委托书

附件 2 监测报告

附件 3 中国计量科学研究院检定证书