

核技术利用建设项目

**$\gamma$  射线移动探伤扩建项目环境影响报告表  
(公示稿)**

杭州德邦检测技术有限公司

2019年5月

环境保护部监制

## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	10
表 3 非密封放射性物质 .....	10
表 4 射线装置 .....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	12
表 6 评价依据 .....	13
表 7 保护目标与评价标准 .....	15
表 8 环境质量和辐射现状 .....	21
表 9 项目工程分析与源项 .....	23
表 10 辐射安全与防护 .....	28
表 11 环境影响分析.....	35
表 12 辐射安全管理 .....	44
表 13 结论与建议 .....	50
表 14 审批 .....	54

表 1 项目基本情况

建设项目名称		$\gamma$ 射线移动探伤扩建项目			
建设单位		杭州德邦检测技术有限公司			
法人代表	吴**	联系人	周**	联系电话	138****6860
注册地址		浙江省杭州市建德市三都工业功能区			
项目建设地点		浙江省杭州市建德市三都工业功能区			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	***	项目环保投资 (万元)	***	投资比例(环保投 资/总投资)	10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射 性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				

### 1.1 项目建设单位情况

杭州德邦检测技术有限公司(以下简称为“公司”),成立于 2010 年 2 月,是一家主要从事无损检测工作的单位。2010 年 9 月企业开展了“移动式 X 射线探伤项目”,并以杭环辐评批〔2010〕0052 号文通过原杭州市环境保护局的环保审批;2014 年 4 月开展了“移动式 X、 $\gamma$  射线探伤机迁扩建项目”,以浙环辐〔2014〕4 号文通过原浙江省环境保护厅的环保审批,并于 2016 年 4 月 21 日以浙环辐验〔2016〕19 号文通过竣工环保验收,分别见附件 5 和附件 6。

公司持有有效的辐射安全许可证,证书编号:浙环辐证(A0010),有效期至 2019 年 5 月 22 日,见附件 4。目前公司获得的辐射安全许可内容为:使用移动 X 射线探伤机 30 台、移动  $\gamma$  射线探伤机 20 台(其中 <sup>192</sup>Ir 探伤机 13 台、<sup>75</sup>Se 探伤机 7 台)。

## 1.2 项目由来

杭州德邦检测技术有限公司是一家专业的无损探伤检测单位，目前的业务范围主要涉及电力、燃气设备、桥梁、输气管道等行业，现由于该公司新增石油、化工、核电等其他相关领域的新业务，根据公司进一步发展的需要，杭州德邦检测技术有限公司拟新增 40 台移动  $\gamma$  射线探伤机，其中  $^{192}\text{Ir}$  探伤机 12 台、 $^{75}\text{Se}$  探伤机 28 台，以适用无损业务的需求；并改扩建现有的储源库，以满足公司存放探伤源的需要，最终形成 30 台移动 X 射线探伤机和 60 台移动  $\gamma$  射线探伤机的辐射活动规模。

本次评价规模为：新增 40 台移动  $\gamma$  射线探伤机（其中  $^{192}\text{Ir}$  探伤机 12 台、 $^{75}\text{Se}$  探伤机 28 台），并改扩建现有的储源库。

由于  $\gamma$  射线探伤机及储源库在使用过程中产生  $\gamma$  射线，将对周围环境产生电离辐射影响，应开展辐射环境影响评价工作。根据原环境保护部令第 44 号《建设项目环境影响评价分类管理名录》和生态环境部令第 1 号《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，本项目为使用 II 类放射源项目，属于“五十、核与辐射：191、核技术利用建设项目”，因此本项目应编制环境影响报告表，并在环评批复后向有权限的环保部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，杭州德邦检测技术有限公司于 2018 年 9 月 30 日正式委托浙江问鼎环境工程有限公司（国环评证乙字第 2053 号）对本项目进行辐射环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、监测、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用 项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表（送审稿），供建设单位上报审批。浙江省环境工程评估中心于 2018 年 11 月 12 日在杭州市组织召开了本项目的技术咨询会，并形成专家咨询意见。根据专家咨询意见，评价单位对报告表相关内容进行了补充、修改和完善，形成了本项目的环境影响报告表（报批稿），供建设单位上报审批。

## 1.3 建设内容与规模

### 1.3.1 移动 $\gamma$ 射线探伤机

本项目拟增  $^{192}\text{Ir}$  探伤机 12 台、 $^{75}\text{Se}$  探伤机 28 台，详细参数见表 1-1。

表 1-1 拟增  $\gamma$  射线探伤机参数一览表

种类	最大装源活度	类别	半衰期	数量	备注
$^{192}\text{Ir}$ 探伤机	$3.7 \times 10^{12} \text{ Bq}$	II	74d	12 枚	手提式 (P)
$^{75}\text{Se}$ 探伤机	$3.7 \times 10^{12} \text{ Bq}$	II	120d	28 枚	手提式 (P)

### 1.3.2 扩建储源库

储源库内现有源坑 20 个，均位于源库内南侧空间。本项目将新增 20 个源坑，位于储源库内北侧空间，每个源坑可存放 2 枚探伤机，以满足存放 40 枚移动  $\gamma$  射线探伤机的需求。

## 1.3 评价目的

(1) 采用现场监测对公司拟扩建的储源库的辐射背景水平进行调查，掌握本项目的辐射环境背景水平；

(2) 采用理论计算的方法，对公司拟新增的移动  $\gamma$  射线探伤机探伤作业及储源库扩建后投入使用时进行辐射环境影响预测评价；

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(4) 满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为该公司运行期辐射环境保护管理提供科学依据。

## 1.4 地理位置

### 1.4.1 企业地理位置

杭州德邦检测技术有限公司位于杭州建德市三都工业功能区，其地理坐标为东经 119.558975，北纬 29.537516，其地理位置见附图 1。厂区东侧和南侧均为浙江华电电站设备有限公司，西侧为杭州特斯林网页有限公司，北侧隔 30m 道路为富春江，周边环境情况见附图 2，周边环境实景见附图 4。

### 1.4.2 储源库地理位置

储源库位于公司西北侧厂房（共 2F）的一层，其东侧为花坛，南侧为配电房，西侧隔厂区过道及围墙为杭州特斯林网页有限公司，北侧隔楼梯通道为暗室，楼上为闲置仓库，楼下为地坪，所在楼层平面布局见附图 2。储源库周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，其选址合法性、合理性详见以下分析：

(1) 项目主体功能区规划符合性

本项目位于三都工业功能区，根据《建德市域总体规划（2007-2020）》内容，三都工业区为建德市 7 个工业功能点之一，可依托现有工业企业进行适度发展。本项目为扩建项目，因此项目建设符合主体功能区规划。

#### （2）环境功能区划符合性

本项目位于三都工业功能区，属三都环境优化准入区（0182-V-0-7），本项目属于检测服务业，对照该环境功能区划建设开发的环境保护要求，本项目建设符合该环境功能区建设开发的管控要求，不在该环境功能区划的负面清单内，符合该环境功能区规划要求。

#### （3）土地利用规划

本项目位于三都镇工业功能区，根据公司提供的土地证和房产证（见附件 17）可知，项目所在地为工业用地，因此本项目建设符合建德市用地的总体规划要求。

#### （4）产业政策符合性

本项目位于三都镇工业功能区，且属于检测服务业。对照《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》和《杭州市产业发展导向目录与空间布局指引（2013 年本）》，不属于限制、禁止发展项目，也不属于《浙江省淘汰落后生产能力指导目录（2012 年本）》中规定的落后生产能力。因此，本项目的建设符合国家和地方产业政策要求。

#### （5）达标排放符合性

本项目运营过程中会产生放射性污染（ $\gamma$  射线）及非放射性污染（臭氧、 $\text{NO}_x$ 、废显定影液及废胶片）。建设单位在落实报告提出的各项污染防治措施后，可以实现达标排放。

综上所述，本项目选址是合法的、合理的。

### 1.5 原有核技术利用项目许可情况

公司持有有效的辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证（A0010），有效期至 2019 年 5 月 22 日，许可种类和范围为：使用 II 类放射源（ $^{192}\text{Ir}$ 13 枚、 $^{75}\text{Se}$ 7 枚）、II 类射线装置（X 射线探伤机 30 台）。现有辐射活动环保审批手续见表 1-2。

表 1-2 辐射内容情况表

序号	审批内容	环评情况	验收情况	辐射安全许可证
1	X 射线移动探伤机 30 台	杭环辐评批 (2010) 0052 号	浙环辐验(2016) 19 号	浙环辐证(A0010)
2	$^{192}\text{Ir}$ 移动式 $\gamma$ 射线探伤机 13 台 $^{75}\text{Se}$ 移动式 $\gamma$ 射线探伤机 7 台	浙环辐 (2014) 4 号		

公司现有的 X 射线移动探伤机共计 17 台,设备清单详见表 1-3; 现有放射源共计 11 枚(其中  $^{192}\text{Ir}$ 6 枚、 $^{75}\text{Se}$ 5 枚), 其余 9 枚已报废, 由放射源厂家回收, 清单详见表 1-4; 现有辐射工作人员 37 人, 清单详见表 1-5。

表 1-3 射线装置台账一览表

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	来源/去向 (是否有报废)
1	X 射线探伤机	II	1	3005 定向机	300kV	5mA	工业探伤	现场	2010.12.01 购入/在用
2	X 射线探伤机	II	1	2505 周向机	250kV	5mA	工业探伤	现场	2010.12.01 购入/在用
3	X 射线探伤机	II	1	2005 定向机	200kV	5mA	工业探伤	现场	2010.12.01 购入/在用
4	X 射线探伤机	II	1	2005 定向机	200kV	5mA	工业探伤	现场	2010.12.01 购入/在用
5	X 射线探伤机	II	1	2005 定向机	200kV	5mA	工业探伤	现场	2010.12.01 购入/在用
6	X 射线探伤机	II	1	2005 定向机	200kV	5mA	工业探伤	现场	2010.11.30 购入/在用
7	X 射线探伤机	II	1	3005 周向机	300kV	5mA	工业探伤	现场	2011.10.13 购入/在用
8	X 射线探伤机	II	1	2505 定向机	250kV	5mA	工业探伤	现场	2012.11.30 购入/在用
9	X 射线探伤机	II	1	2505 定向机	250kV	5mA	工业探伤	现场	2014.05.08 购入/在用
10	X 射线探伤机	II	1	2505 定向机	250kV	5mA	工业探伤	现场	2014.09.15 购入/在用
11	X 射线探伤机	II	1	2505 定向机	250kV	5mA	工业探伤	现场	2014.09.15 购入/在用
12	X 射线探伤机	II	1	2505 定向机	250kV	5mA	工业探伤	现场	2017.05.11 购入/在用
13	X 射线探伤机	II	1	2805T 定向机	280kV	5mA	工业探伤	现场	2017.05.23 购入/在用
14	X 射线探伤机	II	1	TG-D-300-2005HZ	200kV	5mA	工业探伤	现场	2017.12.24 购入/在用
15	X 射线探伤机	II	1	2005 定向机	200kV	5mA	工业探伤	现场	2018.09.12 购入/在用
16	X 射线探伤机	II	1	3505T 定向机	350kV	5mA	工业探伤	现场	2018.09.12 购入/在用
17	X 射线探伤机	II	1	3005D 定向机	300kV	5mA	工业探伤	现场	2018.09.12 购入/在用

表 1-4 放射源台账明细一览表

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度 (Bq)	编码	类别	用途	使用场所	来源/去向
1	$^{75}\text{Se}$	2010628	$3.7\times 10^{12}$	0416SE001802	II	移动探伤	现场	2017.09.25 由中国原子能科学研究院回收
2	$^{75}\text{Se}$	20170920	$3.7\times 10^{12}$	0417SE003222	II	移动探伤	现场	2017.09.25 由中国原子能科学研究院回收
3	$^{75}\text{Se}$	20170215	$3.7\times 10^{12}$	0417SE000562	II	移动探伤	现场	2018.01.10 由中国原子能科学研究院回收
4	$^{75}\text{Se}$	20170320	$3.7\times 10^{12}$	0417SE000962	II	移动探伤	现场	2018.04.23 由中国原子能科学研究院回收
5	$^{75}\text{Se}$	20170720	$3.7\times 10^{12}$	0417SE002642	II	移动探伤	现场	2018.09.18 由中国原子能科学研究院回收
6	$^{75}\text{Se}$	20170921	$3.7\times 10^{12}$	0417SE003462	II	移动探伤	现场	2018.10.25 由中国原子能科学研究院回收
7	$^{75}\text{Se}$	20171108	$3.7\times 10^{12}$	0417SE003982	II	移动探伤	现场	2018.12.26 由中国原子能科学研究院回收
8	$^{75}\text{Se}$	20180108	$3.7\times 10^{12}$	0417SE000052	II	移动探伤	现场	2018.01.22 购入/江苏
9	$^{75}\text{Se}$	20180420	$3.7\times 10^{12}$	0417SE000902	II	移动探伤	现场	2018.05.03 购入/宁夏
10	$^{75}\text{Se}$	20180520	$3.7\times 10^{12}$	0417SE001492	II	移动探伤	现场	2018.06.08 购入/台州
11	$^{75}\text{Se}$	20180914	$3.7\times 10^{12}$	0418SE002242	II	移动探伤	现场	2018.09.27 购入/台州
12	$^{75}\text{Se}$	20181119	$3.48\times 10^{12}$	0418SE002772	II	移动探伤	现场	2018.06.08 购入/嘉兴
13	$^{192}\text{Ir}$	21700824	$3.7\times 10^{12}$	0317IR004672	II	移动探伤	现场	2018.12.26 由成都中核高通同位素股份有限公司回收
14	$^{192}\text{Ir}$	20170824	$3.7\times 10^{12}$	0317IR004682	II	移动探伤	现场	2018.09.17 由成都中核高通同位素股份有限公司回收
15	$^{192}\text{Ir}$	20180201	$3.7\times 10^{12}$	0318IR000082	II	移动探伤	现场	2018.02.01 购入/宁夏
16	$^{192}\text{Ir}$	20180424	$3.7\times 10^{12}$	0318IR002142	II	移动探伤	现场	2018.05.03 购入/江苏
17	$^{192}\text{Ir}$	20180517	$3.7\times 10^{12}$	0318IR002542	II	移动探伤	现场	2018.06.08 购入/嘉兴
18	$^{192}\text{Ir}$	20180612	$3.7\times 10^{12}$	0318IR003362	II	移动探伤	现场	2018.06.27 购入/大榭
19	$^{192}\text{Ir}$	20180706	$3.7\times 10^{12}$	0318IR005712	II	移动探伤	现场	2018.09.27 购入/山西
20	$^{192}\text{Ir}$	20181119	$3.7\times 10^{12}$	0318IR002772	II	移动探伤	现场	2018.11.19 购入/台州

表 1-5 辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	性别	上岗证书编号	证书等级	发证机构	有效日期
1	***	男	F1508057	中级	南华大学核科学技术学院	2019.10
2	***	男	F1508055	中级	南华大学核科学技术学院	2019.10
3	***	男	F1508055	中级	南华大学核科学技术学院	2019.10
4	***	男	F1508052	中级	南华大学核科学技术学院	2019.10
5	***	男	F1508054	中级	南华大学核科学技术学院	2019.10
6	***	男	E1401016	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
7	***	男	E1401017	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
8	***	男	E1801108	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.05
9	***	男	E1801109	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
10	***	男	E1801110	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
11	***	男	E1501064	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2019.05
12	***	男	E1501063	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2019.05
13	***	男	E1502001	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2019.07
14	***	男	E1502002	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2019.07
15	***	男	E1502003	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2019.07
16	***	男	E1601070	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2020.06
17	***	男	E1601066	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2020.06
18	***	男	E1601068	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2020.06
19	***	男	E1601069	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2020.06
20	***	男	E1601067	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2020.06

续表 1-5 辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	性别	上岗证书编号	证书等级	发证机构	有效日期
21	***	男	E1601073	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2020.06
22	***	男	E1601071	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2020.06
23	***	男	E1801066	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.05
24	***	男	E1801065	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.05
25	***	男	E1801061	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.05
26	***	男	E1801063	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.05
27	***	男	E1801062	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.05
28	***	男	E1801060	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.05
29	***	男	E1802033	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
30	***	男	E1802034	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
31	***	男	E1802035	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
32	***	男	E1802036	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
33	***	男	E1802024	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
34	***	男	E1802025	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
35	***	男	E1802026	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
36	***	男	E1802056	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09
37	***	男	E1802048	中级	环境保护部辐射环境检测技术中心	2022.09

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	$^{192}\text{Ir}$	$3.7 \times 10^{12} \times 12$	II类	使用	现场探伤	现场探伤作业点	储源坑	新增, 本次环评
2	$^{75}\text{Se}$	$3.7 \times 10^{12} \times 28$	II类	使用	现场探伤	现场探伤作业点	储源坑	新增, 本次环评

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素 名称	理化 性质	活动 种类	实际日最大操 作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

注：日等效最大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》(GB 18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电流 ( $\mu$ A)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废旧放射源	固态	$^{192}\text{Ir}$	/	/	约 2 枚	/	暂存在储源库	由生产厂家回收
	固态	$^{75}\text{Se}$	/	/	约 7 枚	/	暂存在储源库	由生产厂家回收
臭氧和 $\text{NO}_x$	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
废胶片	固态	/	/	20 张	250 张	/	暂存于现有的危废暂存间	委托杭州立佳环境服务有限公司回收
废显（定）影液	液态	/	/	40kg	500kg	/		

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为  $\text{mg/L}$ ，固体为  $\text{mg/kg}$ ，气态为  $\text{mg/m}^3$ ，年排放总量用  $\text{kg}$ 。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（ $\text{Bq/L}$  或  $\text{Bq/kg}$  或  $\text{Bq/m}^3$ ）和活度（ $\text{Bq}$ ）。

## 表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》，2015年1月1日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018年修订）》，2018年12月28日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例（2017年修订）》，国务院令第682号，2017年10月1日；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2014年修订）》，国务院令第449号，2014年7月29日；</p> <p>(6) 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（2017年修正），原环境保护部令第47号，2017年12月20日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年5月1日；</p> <p>(8) 《关于发布放射源分类办法的公告》，原国家环境保护总局2015年第62号公告，2005年12月23日；</p> <p>(9) 《关于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的通知》，原国家环境保护总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日；</p> <p>(10) 《放射性废物安全管理条例》中华人民共和国国务院令第612号，2012年3月1日；</p> <p>(11) 《放射性物品运输安全管理条例》，中华人民共和国国务院令第562号，2009年9月14日；</p> <p>(12) 《放射性物品道路运输管理规定（2016年修改）》，交通运输部令2016年第71号，2016年9月2日起施行；</p> <p>(13) 《关于进一步加强<math>\gamma</math>射线移动探伤辐射安全管理的通知》，原环境保护部办公厅，环办函〔2014〕1293号，2014年10月10日；</p> <p>(14) 关于印发《关于<math>\gamma</math>射线探伤装置的辐射安全要求》的通知，原国家环境保护总局，环发〔2007〕8号，2007年1月15日；</p> <p>(15) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2016年修订）》，原环境保护部令第44号，2017年9月1日起施行；</p> <p>(16) 《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，生态环境部令第1号，2018年4月28日；</p>
------	---

	<p>(17) 《国家危险废物名录（2016年修订）》，原环境保护部令第39号，2016年8月1日；</p> <p>(18) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2018年修正）》，浙江省人民政府令第364号，2018年3月1日；</p> <p>(19) 《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府令第289号，2012年2月1日；</p> <p>(20) 浙江省环保厅关于发布《省环境保护行政主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015年本）》及《设区市环境保护行政主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015年本）》的通知，原浙江省环境保护厅，浙环发〔2015〕38号，2015年9月23日；</p> <p>(21) 关于印发《浙江省<math>\gamma</math>射线移动探伤作业辐射安全管理规定（试行）》的通知，原浙江省环境保护厅，浙环函〔2016〕117号，2016年3月22日。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），原环境保护部，2016年4月1日；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），2003年4月1日；</p> <p>(3) 《密封放射源及密封<math>\gamma</math>放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006），2007年4月1日；</p> <p>(4) 《工业<math>\gamma</math>射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008），2008年10月1日；</p> <p>(5) 《环境地表<math>\gamma</math>辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993），1994年4月1日；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001），2001年8月1日。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编；</p> <p>(3) 企业提供的与工程建设有关其他设计资料等。</p>

表 7 保护目标与评价标准

## 7.1 评价范围

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)的规定,“放射源和射线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围(无实体边界项目视具体情况而定,应不低于 100m 的范围)”,以及本项目的辐射污染特点,确定本项目评价范围为:

(1) 贮存: 储源库周围 50m 范围;

(2) 现场探伤: 各辐射设备的监督区范围 ( $^{192}\text{Ir}$  现场探伤时探伤机周围 220m 范围,  $^{75}\text{Se}$  现场探伤时探伤机周围 210m 范围)。

## 7.2 保护目标

储源库周围 50m 范围内主要为公司厂区配电房、闲置仓库、危废暂存间、厂区过道及绿化带等,不涉及居民区等敏感点;现场探伤选址也会避开居民区等敏感点。因此,本项目环境保护目标主要为储源库周围及  $\gamma$  射线探伤工作现场处的辐射工作人员以及其他非辐射工作人员和公众成员。

## 7.3 评价标准

### (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

B1 剂量限值(标准的附录 B)

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职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

a) 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;

本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。

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:

a) 年有效剂量, 1mSv; 本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。

## (2) 《密封放射源及密封 $\gamma$ 放射源容器的放射卫生防护标准》(GBZ114-2006)

本标准规定了使用密封放射源(以下简称密封源)及密封  $\gamma$  放射源容器的放射卫生防护要求。本标准适用于  $3.7 \times 10^4 \sim 3.7 \times 10^{16} \text{Bq}$  ( $1 \mu\text{Ci} \sim 1 \text{MCi}$ ) 量级密封源。

### 5 密封 $\gamma$ 放射源容器的放射防护要求

5.8 距离装有活度为  $3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$  以上的密封  $\gamma$  放射源容器外表面 100cm 处任一点的空气比释动能率不得超过 0.2mGy/h。

### 7 密封源贮存的放射防护要求

7.1 使用单位应有密封源的帐目, 设立领存登记, 状态核查, 定期清点, 钥匙管理等防护措施。

7.2 使用密封源类型、数量及总活度, 应分别设计安全可靠的贮源室、贮源柜、贮源箱等相应的专用贮源设备。

7.3 贮源室应符合防护屏蔽设计要求, 确保周围环境安全, 贮源室应有专人管理。

7.4 有些贮源室应建造贮源坑, 根据存放密封源的最大设计容量确定贮源坑的防护设施, 贮源坑应保持干燥。

7.5 贮源室应设置醒目的电离辐射警示标志, 严禁无关人员进入。

7.6 贮源室应有足够的使用面积, 便于密封源存取; 并应保持良好的通风和照明。

7.7 贮源室及贮源柜、箱等均应有防火、防水、防爆、防腐蚀与防盗等安全设施。

7.8 无使用价值或不继续使用的退役密封源应退回生产厂家。

## (3) 《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)

### 1 范围

本标准规定了工业  $\gamma$  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。

本标准适用于应用工业  $\gamma$  射线探伤的生产与使用。

### 4 $\gamma$ 射线探伤机的放射防护性能要求

4.1 源容器应符合 GB/T14058—2008 中 5.3 的要求, 照射容器周围的空气比释动能率不超过表 7-1 中的数值。

表 7-1 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/mGy·h <sup>-1</sup>		
		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	0.10

本项目 <sup>192</sup>Ir、<sup>75</sup>Se 移动式  $\gamma$  射线探伤机以手提式探伤机源容器周围空气比释动能率控制值作为管理限值。

#### 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  $\gamma$  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：

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 $\mu$ Gy/h。

7.3.2 在控制区边界上用现存结构如墙、暂时的屏障或绳索、带子制作的警戒线等为主控制区。

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 $\mu$ Gy/h，边界处应有电离辐射警告标志标牌，公众不得进入该区域。

#### (4) 《关于 $\gamma$ 射线探伤装置的辐射安全要求》（环发〔2007〕8 号文件附件）

#### 三、使用探伤装置单位的要求

(一) 至少有 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。

(二) 从事移动探伤作业的，应拥有 5 台以上探伤装置。

(三) 每台探伤装置须配备 2 名以上操作人员，操作人员应参加辐射安全与防护培训，并考核合格。

(四) 必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。

(五) 探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。

(六) 明确 2 名以上工作人员专职负责储源库的保管工作。储源库设置红外和监视器等保安设施，源库门应为双人双锁。

探伤装置用毕不能及时返回本单位储源库保管的，应利用保险柜现场保存，但须派专人 24 小时现场值班。保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志。

(七) 制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。

定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有 2 人在场，核实记录应妥善保存，并建立计算机管理档案。

(八) 每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。

严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。

(九) 探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。

(十) 每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。

(十一) 探伤装置必须专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。

(十二) 室外作业时，应设定控制区，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平。

(十三) 作业结束后，必须用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。

(十四) 探伤装置转移到外省、自治区、直辖市使用的，使用单位应当于活动实施前填写“放射性同位素异地使用备案表”，先向使用地省级环境保护主管部门备案，经备案后，到移出地省级环境保护主管部门备案。

异地使用活动结束后，使用单位应在放射源转移出使用地后 20 日内，先后向使用地、移出地省级环境保护主管部门注销备案。

(十五) 更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。

探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起 20 日内，分别将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。

(十六) 发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

**(5) 《关于进一步加强  $\gamma$  射线移动探伤辐射安全管理的通知》，环办函〔2014〕1293 号**

一、各  $\gamma$  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、 $\gamma$  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、 $\gamma$  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  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $\gamma$  射线移动探伤异地使用备案的管理，在  $\gamma$  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。

#### **(6) 关于印发《浙江省 $\gamma$ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定（试行）》的通知，浙环函〔2016〕117号**

第十七条：每台探伤机须配备 2 名以上操作人员；探伤作业时，所有操作人员应配备个人剂量报警仪和个人剂量计，并佩戴标注照片、姓名、培训类别和所属单位等人员信息牌。

第十八条：探伤作业时，每台探伤机至少有 2 名操作人员同时在场，并配有现场安全员；作业现场按标准设定控制区和监督区，设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平，并对作业分区情况进行记录。

第十九条：室外探伤时（应急探伤作业除外），必须在作业现场边界外公众可达地点放置面积不小于 2 平方米的安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息；作业单位应将作业计划书面告知委托单位；委托单位应当通知本单位相关人员，并协助作业单位做好周围公众的告知和警戒工作。

第二十条：作业单位的放射源暂存库和现场作业的放射源临时存放场所应满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的要求，不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等，并由管理人员定期清点记录放射源情况；放射源暂存库应实施 24 小时持续有效视频监控，监控录像保存 15 天以上，并实施双人双锁管理，由专职工作人员负责。

第二十一条：在探伤机出入放射源暂存库、临时存放场所，以及离开作业场所时，作业单位必须对探伤机进行辐射剂量监测，并记录剂量监测值和转移时间等信息。

第二十二条：禁止作业单位使用超过 10 年的探伤装置，作业单位每个月应对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

#### **(7) 放射性物质安全运输规程（GB11806-2004）**

本次评价采用相关的内容如下：

货包、外包装、运输罐和集装箱的堆集限额按如下规定控制。

常规运输条件下，在交通工具外表面任意一点上的辐射水平不得超过 2mSv/h，在距表面 2m 远的任意一点处不得超过 0.1mSv/h。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 辐射环境现状

储源库现有源坑 20 个（实景图见附图 7，平面布局图见附图 8），均位于储源库南侧空间。为了解杭州德邦检测技术有限公司储源库及其周围辐射环境的现有水平，评价单位于 2019 年 1 月 4 日委托浙江鼎清环境检测技术有限公司对储源库及周边环境进行了监测，监测报告见附件 7。监测当日储源库贮存有 3 枚  $^{192}\text{Ir}$  探伤机和 5 枚  $^{75}\text{Se}$  探伤机，详细情况见表 8-1。

表 8-1 监测日工况一览表

序号	放射源种类	源编码	探伤机型号	设备编号	出厂日期	出厂活度(Ci)	状态	当日源强 (Ci)
1	$^{75}\text{Se}$	0418SE000052	DL-VC	15106	20180108	90	在用	10.6
2	$^{192}\text{Ir}$	0318IR002142	DL-II D	15024	20180424	100	在用	8.4
3	$^{75}\text{Se}$	0418SE001492	DL-VC	750046	20180520	95	在用	23.9
4	$^{192}\text{Ir}$	0318IR002542	DL-II D	14121	20180517	100	在用	10.4
5	$^{192}\text{Ir}$	0318IR003362	DL-II D	1920013	20180612	100	在用	9.9
6	$^{75}\text{Se}$	0418SE002242	DL-VC	15033	20180917	81	在用	40.7
7	$^{75}\text{Se}$	0418SE002772	DL-VC	15113	20181012	100	在用	58
8	$^{75}\text{Se}$	0418SE003652	DL-VC	17100	20181224	100	在用	88.7

#### 8.1.1 监测方案

评价对象：储源库辐射环境现状水平。

监测因子： $\gamma$  辐射剂量率。

监测点位：储源库及周围环境。

#### 8.1.2 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和可比性。
- 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监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- ④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。
- 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。

#### 8.1.3 监测仪器及规范

监测仪器的参数与规范见表 8-2。

表 8-2 X- $\gamma$  射线剂量率监测仪器参数与规范

仪器型号:	BG9512 (内置探头: BG9512; 外置探头: BG7030)
生产厂家:	贝谷科技股份有限公司
能量范围:	内置探头: 50KeV~1.3MeV $\leq\pm 30\%$ (相对于 $^{137}\text{Cs}$ 661keV); 外置探头: 25KeV~3MeV $\leq\pm 30\%$ (相对于 $^{137}\text{Cs}$ 661keV);
量 程:	内置探头: 0.05 $\mu\text{Sv/h}$ -30mSv/h 外置探头: 30nGy/h-200 $\mu\text{Gy/h}$
检定单位:	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证:	2018H21-20-1565849001
检定有效期:	2018 年 8 月 28 日~2019 年 8 月 27 日

#### 8.1.4 监测结果及评价

现状监测点位见附图 4, 监测结果见表 8-3。

表 8-3 储源库及周围辐射环境现状监测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 (nGy/h)	
		存放 0 枚源	存放 8 枚源
★1	储源库东侧	143	210
★2	储源库南侧	180	183
★3	储源库西侧	145	211
★4	储源库北侧	180	182
★5	源坑坑盖表面	181	$1.73 \times 10^3$
★6	储源库楼上	126	174

由表 8-3 监测结果可知, 储源库不贮存放射源时各监测点位的  $\gamma$  辐射剂量率在 126~181nGy/h 之间, 由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知, 杭州地区室内  $\gamma$  辐射剂量率在 56.0nGy/h~443.0nGy/h 之间, 可见其  $\gamma$  辐射剂量率处于一般本底水平, 未见异常; 储源库在贮存 8 枚放射源时其四侧屏蔽墙外及楼上监测点位的  $\gamma$  辐射剂量率在 174~211nGy/h 之间, 源坑坑盖表面  $\gamma$  辐射剂量率为  $1.73 \times 10^3$ nGy/h, 均能满足《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 中的要求 (屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 2.5 $\mu\text{Gy/h}$ )。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 设备组成及作业方式

#### (1) 移动 $\gamma$ 射线探伤机结构组成

本项目移动  $\gamma$  射线探伤机均为手提式，结构较简单，主要由 3 部分组成：加长输源导管、源屏蔽容器（贮源容器）、遥控控制线及摇把。源屏蔽容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器。其最外层为钢包壳，内部是贫铀屏蔽层，当放射源贮存在正确位置时，容器外表面的辐射水平远小于允许值。容器钢壳与贫铀之间充以泡沫塑料，用来吸收贫铀材料的韧致辐射。屏蔽容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接，放射源存储于源屏蔽容器内，并设计有多项安全锁定装置，只有将输源管及控制缆与屏蔽容器正确、可靠连接、并打开安全锁后，才可以将放射源送出容器，缺少任何一个环节，放射源均无法送出，保证放射源的安全使用。

移动  $\gamma$  射线探伤机典型结构示意图见图 9-1。

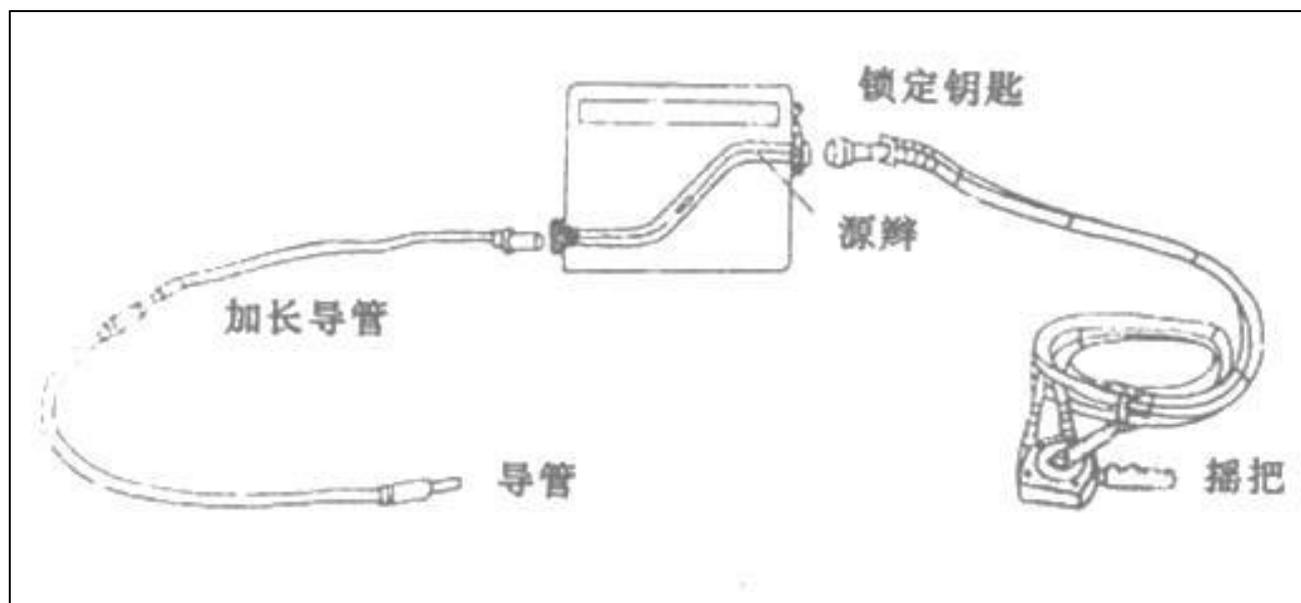


图 9-1 移动  $\gamma$  射线探伤机典型结构示意图

#### (2) 移动 $\gamma$ 射线探伤机性能参数：

本项目移动  $\gamma$  射线探伤机主要为  $^{192}\text{Ir}$  探伤机和  $^{75}\text{Se}$  探伤机，其性能参数详见表 9-1。

表 9-1 移动  $\gamma$  射线探伤机性能参数一览表

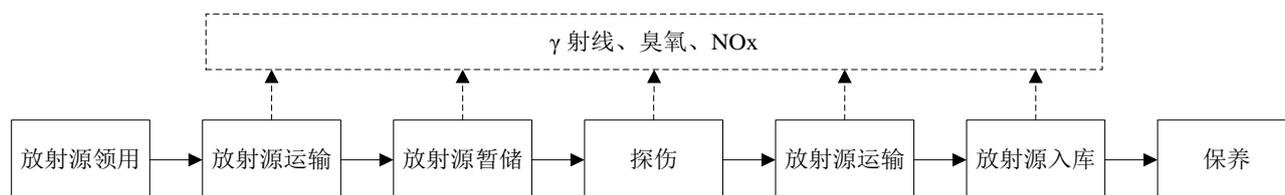
种类 性能参数	$^{192}\text{Ir}$ 探伤机	$^{75}\text{Se}$ 探伤机
放射源额定装载量	$\leq 3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ (100Ci)	
核素形态	固态密封源	
泄漏剂量	表面 $5\text{cm} \leq 0.5\text{mGy/h}$ ; 距离容器 $1\text{m} \leq 0.02\text{mGy/h}$	
检测穿透厚度	钢 30~100mm, 轻合金 30~200mm	钢 10~40mm, 小径管壁厚 3.5mm 以上
操作距离	一般为 10~15m, 可加长至 30m	
射线源输出距离	一般为 5~15m, 可加长至 30m	
容器尺寸 (长×宽×高)	270mm×110mm×215mm	220mm×105mm×175mm

### (3) 移动 $\gamma$ 射线探伤机工作原理

本项目移动  $\gamma$  射线探伤机在工作过程中, 通过  $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$  产生的  $\gamma$  射线对受检工件进行照射, 当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少, 胶片接受的辐射增大, 在显影后的胶片上产生一个较黑的图象, 显示裂缝所在位置,  $\gamma$  探伤机据此实现探伤目的。

## 9.2 移动 $\gamma$ 射线探伤工作流程

公司根据工程实际情况投入使用移动  $\gamma$  射线探伤机。工程开工前, 进行放射源使用备案手续。移动  $\gamma$  射线探伤工作流程见图 9-2。

图 9-2 移动  $\gamma$  射线探伤工作流程示意图

### 放射源领用:

源库将实行双人双锁, 领用须填写《放射性同位素装置领用登记表》。源库管理人员进入源库, 其中一名管理人员打开一个放射源坑盖, 取出其中放射源, 放入事先准备好的的铅箱中, 然后用射线剂量仪进行检测, 确认探伤机内有源, 合上放射源铅盖, 把铅箱搬运至放射源运输车上。

### 放射源运输:

放射源运输用专用的机动车辆 (设置放射性标志、固定源罐装置或保险箱) 运输, 由专人押运。押运人员携带防护用品、应急方案, 监测仪器。起运前、运输途中及到达目的地后, 用

监测仪器分别测量有无泄露超标情况，确定无泄露超标才准装卸、起运。运输过程中，车辆不得停留在人口密集处。凡停留之处，必须由押运人员轮流值班，防止被盗等意外事故发生。到达目的地后由安全员用监测仪器分别测量有无泄露超标情况，确定无泄露超标放入临时储源库。

#### 放射源暂储：

一般与当地有相应贮源能力单位签订临时贮源协议，放射源的保管纳入到对方的管理。或者建立临时的贮放点，临时源库使用前由当地环保同意后投入使用。

#### 现场探伤：

在探伤之前，根据几何不清晰度要求，算出照射距离，确定照射源的位置；根据底片黑度要求，算出照射时间。工作人员根据放射源的活度，确定控制区和监督区，严禁非工作人员和公众成员误入该区而造成误照射事故。

射线探伤布局如图 9-3。

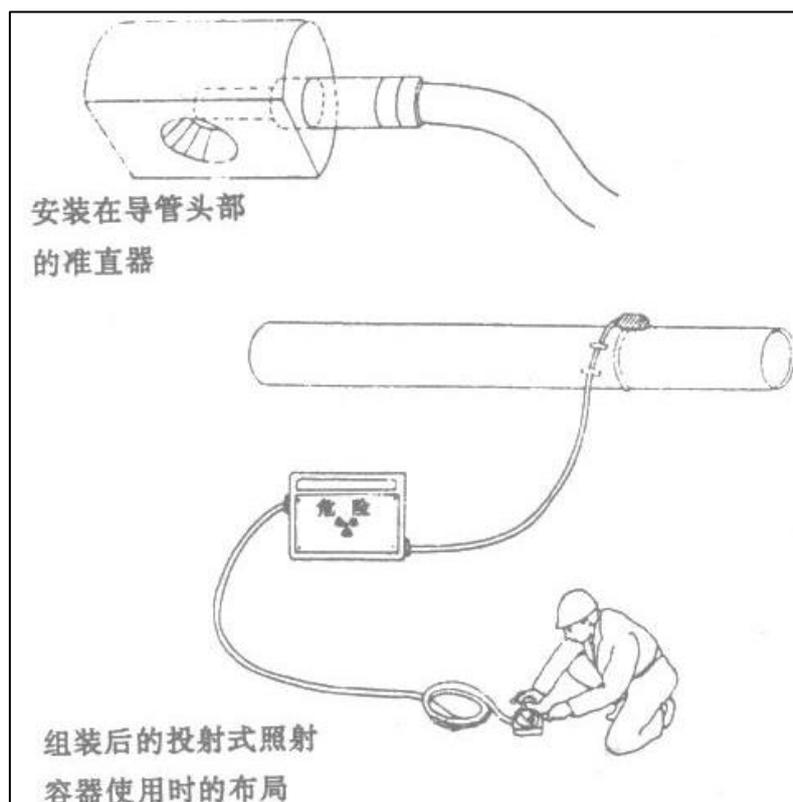


图 9-3  $\gamma$  射线探伤布局图

每次的探伤作业依据委托任务单应提前向甲方开具相应的射线作业票，通知业主单位将作业时间、地点以及警戒范围等信息告知给相关单位并张贴告示公众，由业主和相关单位共同负责对工作区域做安全监督巡查工作。检测单位根据项目设定的控制区距离和监督区距离进行管

理，检测前进行清场，把无关人员撤出监督区边界之外，并按划分好的控制区和监督管理区域进行警戒。控制区边界应悬挂清晰可见的“进入放射性工作场所”标牌，未经许可人员不得进入该范围。监督管理区域允许相关人员在此区活动，培训人员或探访者也可进入该区域，边界线应有警示标牌，公众不得进入该区域。并在不同区域边界拉好警戒绳，放置好声控警戒灯。进入检测现场时，穿戴好个人安全防护用品，用剂量仪检查确定源在装置内后，连接输源管。将输源管端部三角架固定安放到确定的照射处，确认控制部件、行程记录仪、输源管及各个连接接口无异常，摇动手摇曲柄，监视行程记录仪，将源送到照射位置。同时记录照射时间，到预定照射时间后，即将源摇回探伤机机体内，并用监测仪器对射线剂量仪进行监测，确定源是否归到正确位置。检测现场的警戒设立专人看守、巡视。作业完成后将探伤机放入临时储源库，同时填写《放射性同位素装置领用登记表》，填写清楚工程名称（地点）、归还人、当时放射源活度、归还日期及时间。

### 9.3 运行工况和辐射工作人员配置

本项目拟新增 40 台移动  $\gamma$  射线探伤机，根据企业提供资料，结合本项目的工作负荷，人员配置情况分析如下：

(1) 现有项目情况：公司现有辐射工作人员为 37 人（均取得辐射安全与防护培训中级证书）。根据浙江鼎清环境检测技术有限公司出具的 2018 年四个季度的《杭州德邦检测技术有限公司放射工作人员个人剂量检测报告》（详见附件 10）可知，2018 年度个人有效剂量最高值为 1.65mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的标准剂量限值 20mSv，也低于本项目给出的年有效剂量当量管理限值 5mSv。因此公司现有辐射工作人员可满足公司现有辐射项目的开展。

(2) 本次环评要求：对新增辐射工作人员，要求其取得上岗证书（证书级别为中级）的同时，还需进行职业健康体检，合格者才能上岗，并对其建立个人剂量档案和职业健康监护档案，落实每季度的个人剂量监测工作和定期职业健康检查等系列内容。

### 9.4 污染源项描述

#### 9.4.1 放射性污染

##### (1) $\gamma$ 射线

$\gamma$  射线探伤机利用  $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$  衰变时发射的  $\gamma$  射线， $\gamma$  射线具有较强贯穿能力，在进行工业探伤过程中当放射源被摇出源容器后将对周围环境产生很强的外照射影响，此外放射源在贮

存过程中仍会发射出  $\gamma$  射线，因此  $\gamma$  射线探伤机的污染因子是  $\gamma$  射线。 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$  核素辐射特性见表 9-2。

表 9-2 放射性核素特性

核素	单枚放射源活度 (Bq)	密封放射源类别	半衰期	产生主要废物
$^{192}\text{Ir}$	$3.7 \times 10^{12}$	II	74d	$^{192}\text{Ir}$ 退役源
$^{75}\text{Se}$	$3.7 \times 10^{12}$	II	120d	$^{75}\text{Se}$ 退役源

#### (2) 废旧放射源

放射源报废后就会产生废旧放射源，本项目废旧放射源均由厂家回收。

### 9.4.2 非放射性污染

#### (1) 臭氧和 $\text{NO}_x$

储源库中的放射源会使周围空气电离，产生少量的臭氧和  $\text{NO}_x$ 。臭氧和  $\text{NO}_x$  均可通过储源库内的机械通风装置排至室外大气环境中，影响较小。该机械通风装置位于储源库东侧墙体，见附图 7。

探伤现场作业时，放射源会使空气电离，产生少量臭氧和  $\text{NO}_x$ ，由于探伤作业点位于室外，废气不容易积聚，因此对周围环境空气影响较小。

#### (2) 废显（定）影液及废胶片

射线探伤作业完成后，需对拍摄的感光片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液及胶片。已知本项目每年洗片约 2.5 万张，损失率按百分之一计算，则每年废胶片产生量约为 250 张；已知每洗 1000 张胶片，大约产生废显（定）影液 20kg，因此每年洗片产生废显（定）影液约 500kg。根据《国家危险废物名录》可知，废显（定）影液、废胶片均属感光材料废物，危废代码为 HW16-900-019-16，经收集后暂存于现有的危废暂存间，委托有资质单位（杭州立佳环境服务有限公司）回收处理（危废处理协议见附件 11）。因而，该公司探伤行为产生的固废不会对周围环境造成污染。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所布局及分区

##### 1、储源库

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），把放射源暂存库及周围区域划分为控制区和监督区。以源库防护外门、墙为界，将源库划为控制区，严禁无关人员进出控制区，保障该区的辐射安全；将源库以外划为监督区，对该区不需采取专门的安全防护措施，但要定期检查其辐射剂量，分区管理示意图见附图4。

##### 2、现场探伤

根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中要求，进行探伤作业前，应先将工作场所划分为控制区和监督区。控制区边界外空气比释动能率应低于  $15\mu\text{Gy/h}$ ，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志标牌，公众不得进入该区域。

#### 10.1.2 储源库辐射屏蔽防护

##### 1、储源库整体情况

现有储源库面积为  $36.48\text{m}^2$ ，净尺寸长 5.7m 宽 6.4m 高 4.3m，源库墙体及顶棚均为混凝土结构，四侧墙体均厚 250mm，顶棚厚 130mm。一期源库和二期源库均位于储源库内，分别位于储源库的南侧空间和北侧空间。

##### 2、一期源库（现有）源坑情况

一期源坑位于储源库内南侧空间，现有源坑 20 个，每个源坑可存放 1 枚源。源坑内尺寸为长 500mm 宽 440mm 深 520mm，坑与坑之间最小间隔为 100mm 混凝土，加盖 10mm 厚的铅盖板，盖板与坑之间的搭接最小约为 50mm。公司现有储源库（南侧半间）已满足现有探伤项目工作的开展，其平面图见附图 8。

##### 3、二期源库（本次环评）设计方案

根据杭州卫康辐射防护工程股份有限公司的设计方案（详见附件 15）：在二期源库即现有源库的基础上，拟新增源坑 20 个，每个源坑可存放 2 枚源，均位于储源库内北侧空间；源坑坑口内尺寸为长 300mm 宽 200mm，坑深 550mm；源坑内部尺寸为长 1000mm 宽 200mm 高

320mm，可平均分为2格，每格内尺寸为长350mm宽200mm高320mm，每个格子之间最小间隔为60mm，每格均可放置探伤机1枚；坑口盖板采用15mm厚铅皮，外加10mm厚的镀锌铁皮加强强度，盖板与坑之间的搭接最小约为40mm。二期储源坑设计图见附图9，设计方案确认书见附件16。

**表 10-1 储源库辐射屏蔽设计方案**

储源库			
一期源库（现有）		二期源库（本次环评）	
源坑位置	位于储源库内 <b>南侧空间</b>	拟建源坑位置	位于储源库内 <b>北侧空间</b>
源坑数量	源坑共计20个，每个坑可存放1枚源。	拟建源坑数量	拟增源坑20个，每个坑可存放2枚源。
坑口尺寸	长200mm，宽440mm，坑深520mm	源坑坑口尺寸	长300mm，宽200mm，坑深550mm
源坑内部尺寸	长500mm，宽440mm，高520mm	源坑内部尺寸	长1000mm，宽200mm，高320mm
源坑内部结构	每个源坑仅可存放1枚源，坑与坑之间最小间隔为100mm混凝土。	源坑内部结构	平均分为2格，每格内尺寸长350mm宽200mm高320mm，每格之间最小间隔为60mm混凝土，每格均可放置探伤机1枚。
源坑盖板	10mm铅盖板，盖板与坑之间的搭接最小为50mm。	源坑盖板	15mm铅皮+10mm镀锌铁皮，盖板与坑之间的搭接最小约为40mm。
<p>储源库整体屏蔽情况：            储源库内部尺寸：长5.7m宽6.4m高4.3m，面积为36.48m<sup>2</sup>，平均分为南北两间。            东侧屏蔽墙：250mm厚混凝土；            南侧屏蔽墙：250mm厚混凝土；            西侧屏蔽墙：250mm厚混凝土；            西侧屏蔽墙：250mm厚混凝土；            顶棚：130mm厚混凝土。</p>			

### 10.1.3 污染防治措施

#### (1) 储源库采取的污染防治措施

- a、储源库四侧屏蔽墙及顶棚均采用混凝土浇筑；
- b、整体源库设计已考虑“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的基本要求，另应考虑山体滑坡、水浸等灾害可能对储源库产生的威胁，建议采取修建混凝土边坡或挡墙等工程措施减小影响；
- c、放射源应单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放。
- d、一期源库已设有通风设施，防止废气积聚对环境造成影响；要求二期源库设置通风设施；

e、整体源库门口已设置明显的“当心电离辐射”图文警告标志；

f、一期源库已设置监控摄像头（记录保存 1 个月以上），并设置红外报警系统与 110 联网；一期源库监控视频置于门口保安室，由保安人员 24 小时值守；要求二期源库设置同样设施。

g、一期源库已设置防盗门，实行双人双锁，同时实行  $\gamma$  探伤机出入源库的登记工作，定期检查，做好帐物相符；要求二期源库设置同样设施、执行相同登记制度。

h、源库管理办公室内应张贴相应的管理制度和源库发生应急事故的处理措施和报告流程；

i、明确 2 名以上工作人员专职负责储源库的保管工作，建立放射源台账并定期清点检查。

j、公司储存 II 类放射源的源库报废、搬迁前必须进行退役环评。

## **(2) 含源探伤机运输过程中的污染防治措施**

a、根据《放射性物品运输安全许可管理办法》（原环保部令第 11 号，2010 年）第四十二条：“自行运输本单位放射性物品的单位应当取得非营业性道路危险货物运输资质”。

b、公司目前已委托浙江省科学器材进出口有限责任公司（供源单位）负责探伤机的运输，委托运输协议见附件 14；后期如需自行运输，则应严格按照要求申请该项运输资质。

c、探伤装置采用专用车辆进行运输，押运人员全程监控探伤装置。如人员需离开车辆，则至少留有 1 名工作人员负责保险运输箱的看管，防止放射源丢失或被盗。

d、车体和保险箱外均应张贴电离辐射警告标志，且保险运输箱必须具备防盗功能；

e、 $\gamma$  射线探伤机置于保险运输箱内进行运输，只有保险箱锁紧并取出钥匙后方能移动。在工作地点移动  $\gamma$  射线探伤机时应使用小型车辆或手推车，使  $\gamma$  射线探伤机处于人员监视之下。

f、轻拿轻放，从运输保险箱存取  $\gamma$  射线探伤机时应用辐射剂量监测仪进行监测，以确定放射源贮存于  $\gamma$  射线探伤机内。

g、通过道路运输放射源的，应经公安机关批准，并按照指定的时间、路线、速度行驶。

h、运输车辆应配备 GPS 卫星定位监控装置，接受全程监控。

i、建立放射源道路运输的相关制度，并加强管理。

## **(3) 临时贮存场所采取的污染防治措施**

a、 $\gamma$  射线探伤机用毕不能及时返回本单位储源库保管的，采取两种方式：

①利用保险柜现场保存，并派专人 24 小时现场值班，保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志；

②现场建立临时储源库，并设置“当心电离辐射”图文警告标志，实行双人双锁，必须每天 24 小时监控（记录保存 1 个月以上），并设置报警系统与 110 联网；

b、临时储源库应满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的要求，不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等，并由管理人员定期清点记录放射源情况；

c、在探伤机出入临时储源库时，作业单位必须对探伤机进行辐射剂量监测，并记录剂量监测值和转移时间等信息。

#### **(4) $\gamma$ 射现场探伤过程中采取的污染防治措施**

a、每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。

b、作业前先清场，再将作业时被检物体周围的空气比释动能率大于  $15\mu\text{Gy/h}$  的范围内划为控制区，并在其边界上应悬挂清晰可见的“禁止进入”警示标识。在控制区边界外将空气比释动能率大于  $2.5\mu\text{Gy/h}$  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。

c、根据本项目提出的控制区和监督区距离进行划分后，再使用巡检仪进行修正。

d、探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。

e、探伤机输源管长度小于控制区距离，辐射工作人员必须进入控制区内操作时，应使用软防护屏将探伤工件周围遮挡，以降低辐射工作人员周围的辐射剂量率。

f、作业结束后，必须用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。

#### **(5) $\gamma$ 射线探伤机的维护和保养**

a、每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。

b、探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。

#### **(6) 放射源退役、更换采取的污染防治措施**

a、严禁放射源使用单位私自更换或处置放射源，本项目放射源的更换均由供源单位操作。

b、本项目废旧放射源由供源单位回收处理，回收协议见附件 12，回收证明见附件 13。

c、转入、转出放射性同位素的单位应当在转让活动完成之日起 20 日内，分别将一份放射性同位素转让审批表报送各自所在地省级环境保护主管部门。

#### **(7) 放射源异地使用的安全措施**

a、使用放射性同位素的单位需要将放射性同位素转移到外省、自治区、直辖市使用的，应当于活动实施前 10 日内持许可证复印件向使用地省级环境保护主管部门备案，书面报告移出地省级环境保护主管部门，并接受使用地环境保护主管部门的监督管理。

b、使用单位应当在活动结束后 20 日内到使用地省级环境保护主管部门办理备案注销手续，并书面告知移出地省级环境保护主管部门。

c、本省单位在外审作业需改变作业地点的，经作业地环保部门同意，完成原异地使用备案注销手续后，放射源可不返回本省直接办理新的出省备案手续。

d、本省单位进行跨设区市作业的，应在作业实施前 10 内向移入地设区市环保部门报告，办理手续前由作业地县级保护部门出具现场检查意见；在作业活动结束后 20 日内，向移入地设区市环保部门报告注销。移入地设区市环保部门在接受省内异地作业报告和注销后，应及时告知移出地设区市环保部门。

e、本省单位在同一设区内跨县（市、区）异地作业的，应在作业前告知移入地和移出地县级环保部门。

#### **(8) 辐射工作人员的辐射防护安全措施**

a、探伤作业时，每台探伤机至少有 2 名操作人员同时在场，并配有现场安全员；作业现场按标准设定控制区和监督区，设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平，并对作业分区情况进行记录。

b、探伤工作人员应佩戴符合审管部门要求的个人剂量计，每个工作小组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。

c、放射工作人员个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天，建立并终生保存个人剂量监测档案，允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

d、放射工作单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查；放射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

#### **(9) 监测设备与防护用品**

探伤作业的开展以组为单位，每个探伤工作小组（3 人）作业前均应备齐下列防护相关物品，并使其处于正常状态，详见表 10-2。

表 10-2 单个探伤工作小组辐射防护用品清单一览表

序号	物品清单	每组应配备数量
1	便携式放射检测仪	1 台
2	个人剂量计	3 个
3	剂量报警仪	3 台
4	导向管、控制缆和遥控	1 套
5	准直器	1 套
6	局部屏蔽（如铅衣、铅帽、铅手套等）	1 套
7	现场屏蔽物（如铅屏风等）	1 套
8	警告提示和信号（如警示灯、警示标志、警戒绳等）	4 套
9	应急箱（包括放射源的远距离处理工具）	1 套
10	其他辅助设备（如夹钳和定位辅助设施）	1 套

### (10) 危废管理的安全措施

a、本项目危险废物均暂存于现有的危废贮存间，危废贮存间位于公司西侧大楼一层，见附图 3。

b、本项目产生的危废均由杭州立佳环境服务有限公司回收处理，回收协议详见附件 11。

c、危废贮存间应设置明显的警示和防盗，实行专人专锁，专人负责。

d、危废贮存间应建有堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚要用坚固防渗的材料建造，必须防风、防雨、防晒，还须有耐腐蚀的硬化地面，地面无裂隙。

e、危险废物必须按标识分类存放。

f、做好危废台账，登记危废来源、种类、重量（或数量）、交接时间、最终去向及经办人签字。与运送单位交接记录必须实行双签字，登记资料至少保存 3 年，存档备查。

g、禁止任何单位和个人私自转让、买卖危险废物。

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 废旧放射源

本项目主要放射性固体废物为退役的  $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$  放射源，退役放射源将由供源单位负责回收处置，购买放射源时应与供源单位签订回收协议，回收协议见附件 13。

### 10.2.2 废显（定）影液和废胶片

公司探伤拍片洗片产生的废显（定）影液及废胶片经收集后作为危险废物，由杭州立佳环境服务有限公司回收处理，危废处理协议见附件 11。

### 10.2.3 臭氧和 $\text{NO}_x$

储源库中的放射源会使周围空气电离，产生少量的臭氧和  $\text{NO}_x$ 。臭氧和  $\text{NO}_x$  均可通过储源库内的机械通风装置排至室外大气环境中，影响较小。该机械通风装置位于储源库东侧墙体，见附图 7。

探伤现场作业时，放射源会使空气电离，产生少量臭氧和  $\text{NO}_x$ ，由于探伤作业点位于室外，废气不容易积聚。因此对周围环境空气影响较小。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为移动探伤项目，现场不涉及土木工程，且公司储源库已建成，只需扩建源坑，该工程量较小、周期较短，施工过程的影响短暂，且该影响随着施工期结束后一并消失。因此此处不做具体分析。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 储源库环境影响

本项目为移动探伤，均在现场完成，结束后放射源按规定返回企业储源库。企业储源库无放射源时对外环境无影响；而储存了放射源时，则放射源衰变会对外环境产生影响。目前，储源库内部存放放射源 0 枚。

根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》GBZ132-2008 中对源容器的放射防护要求可知，探伤单位一台手提式  $\gamma$  射线探伤机储源容器表面外 5cm 处的空气比释动能率不超过 0.5mGy/h；探伤单位一台手提式  $\gamma$  射线探伤机储源容器表面外 100cm 处的空气比释动能率不超过 0.02mGy/h。

本项目储源库各侧墙体外以及源坑盖板表面的辐射水平可按下式估算：

$$D = D_0 \times \left(\frac{d_0^2}{d^2}\right) \times \prod 2^{-L_i/HVT_i} \dots\dots\dots \text{公式 11-1}$$

其中：D：表示某关注点的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$D_0$ ：表示  $d_0$  处的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$d_0$ ：距离源  $d_0$  米；

d：表示到源的距离，m；

$L_i$ ：表示某屏蔽层的厚度，cm；

HVT<sub>i</sub>：表示某屏蔽层的半值厚度，cm；

$\prod$ 表示不同屏蔽层的共同作用以相乘来表达。

本项目储源库内仅存放  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$ ，根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》GBZ132-2008，

$^{192}\text{Ir}$  在混凝土中的半值厚度（HVT 值）为 50mm，在铅中的半值厚度为 3mm； $^{75}\text{Se}$  在混凝土中

的半值厚度为 30mm，在铅中的半值厚度为 1mm。本项目计算时选取  $\gamma$  射线能力较大的  $^{192}\text{Ir}$  的半值厚度来计算。

根据杭州卫康辐射防护工程股份有限公司的设计方案可知：储源库面积为 36.48m<sup>2</sup>，净尺寸长 5.7m 宽 6.4m 高 4.3m，储源库四侧屏蔽墙厚度为 250mm 混凝土，顶棚为 130mm 混凝土，拟建源坑上方覆盖铅板（15mm 铅皮+10mm 镀锌铁皮），源坑深 550mm，探伤机最大高度为 215mm。源坑离四侧屏蔽墙最近距离为 300mm，离顶棚最近距离为 4300mm，假设储源库拟建源坑内存放 2 枚放射源，由公式 11-1 计算可得，结果见表 11-1。

表 11-1 屏蔽墙外空气比释动能率计算结果一览表

序号	位置	离放射源最近距离 (m)	空气比释动能率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
1	储源坑表面 5cm 处	0.385	0.52
2	东侧屏蔽墙外 30cm 处	0.85	0.048
3	南侧屏蔽墙外 30cm 处	0.85	0.014
4	西侧屏蔽墙外 30cm 处	0.85	0.048
5	北侧屏蔽墙外 30cm 处	0.85	0.014
6	室顶上方	4.43	0.004

由上表可知，当拟建储源坑内存放 2 枚放射源时，其表面 5cm 处空气比释动能率约为 0.52 $\mu\text{Gy/h}$ ，能满足《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）（屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 2.5 $\mu\text{Gy/h}$ ）的相关要求；四侧屏蔽墙及顶棚外的空气比释动能率取最大值 0.048 $\mu\text{Gy/h}$  进行分析，只考虑存放密封放射源剂量的叠加，不考虑任何形式的衰减，保守估算当储源库存放密封放射源 60 枚时，此时储源库库外 30cm 处空气比释动能率约为 1.44 $\mu\text{Gy/h}$ ，小于标准值 2.5 $\mu\text{Gy/h}$ 。

因此，本项目二期源库根据设计方案扩建 20 个源坑（每个坑可存放 2 枚源）后，其存放空间能满足本项目  $\gamma$  射线探伤机数量要求的同时，其储源坑坑表面的空气比释动能率也能够满足《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）（屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 2.5 $\mu\text{Gy/h}$ ）的相关要求；在最不利情况下，即储源库最多贮存 60 枚  $\gamma$  射线探伤机时，其源库四侧屏蔽墙外 30cm 处及顶棚外的空气比释动能率均可满足《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ125-2009）的相关条款及《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）（屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 2.5 $\mu\text{Gy/h}$ ）的相关要求。

### 11.2.2 $\gamma$ 射线现场探伤的环境影响

三类不同的控制区距离，如图 11-1 所示。

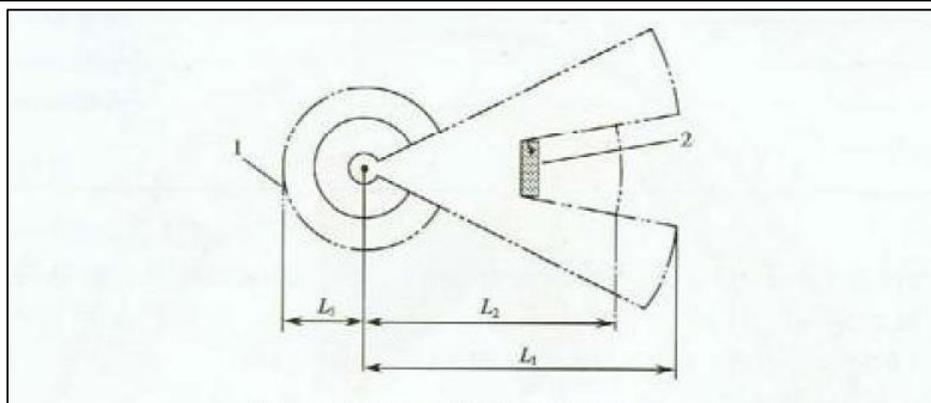


图 11-1 移动式  $\gamma$  射线探伤三种不同控制区示意图

图中：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。

本项目移动式  $\gamma$  射线探伤现场控制区距离按照《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）附录 C 中三类不同控制区距离计算模式计算。对于移动探伤，控制区边界的当量剂量率为  $15\mu\text{Sv/h}$ ，可由如下评定各类控制区距离的大小：

$$L_1 = a_1 \times 1.63 \dots \dots \dots \text{公式 11-2}$$

式中： $a_1$ ——从《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）图 C.2 中查得的数值；本项目保守估算，探伤机按额定装载量计，则没有衰减时  $^{192}\text{Ir}$  取  $a_1$  为 110， $^{75}\text{Se}$  取  $a_1$  为 75。

1.63——边界剂量率从  $40\mu\text{Sv/h}$  调整到  $15\mu\text{Sv/h}$  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  $L_1$  (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 中查出相应的因子）。

$\gamma$  射线探伤机在正常探伤工作时，照射头处于被探伤工件内部，工件对  $\gamma$  射线有一定的屏蔽作用。根据公司提供的材料，本项目  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  探伤机探伤工件厚度分别为 30-100mm 和 10-40mm，材质为钢； $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  探伤时准直器厚度分别为 20-40mm 和 10-40mm，材质为钨；保守起见，此处均取最小厚度值计算。由于空气比释动能率与距离平方成反比，控制区边界的空气比释动能率为  $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界的空气比释动能率为  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，若假设工件为球形罐，

根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 中的附录 C 等信息, 探伤过程中  $\gamma$  射线未经工件屏蔽及经工件屏蔽后的控制区范围见表 11-2。

此外, 源在探伤机内时周围空气吸收剂量率公式

$$D = \frac{K \times D_0}{r^2} \dots \dots \dots \text{公式 11-3}$$

D:  $\gamma$  空气吸收剂量率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$D_0$ : 距放射源 1m 处的  $\gamma$  空气吸收剂量率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

K:  $\gamma$  射线与物质作用的衰减系数, 无量纲;

R: 至源的距离, m。

根据公式 11-3 可知,  $\gamma$  空气吸收剂量率与 r (至源的距离) 的平方成反比, 因此监督区距离可据此计算。计算结果见表 11-2。

表 11-22  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机探伤控制区和监督区估算结果 (m)

参数 \ 类型	$^{192}\text{Ir}$ $\gamma$ 射线探伤机		$^{75}\text{Se}$ $\gamma$ 射线探伤机	
	控制区	监督区	控制区	监督区
工件 (钢) 厚度 (mm)	30		10	
对钢的半值层厚度 (mm)	14		9	
准直器 (钨) 厚度 (mm)	20		10	
对钨的半值层厚度 (mm)	2.5		1.9	
$a_1$ (mm)	110	/	75	/
$L_1$ (mm)	179.30	439.19	122.25	299.45
$L_2$ 因子	0.5	0.5	0.7	0.7
$L_2$ (mm)	89.65	219.60	85.58	209.62
$L_3$ 因子	0.1	0.1	0.18	0.18
$L_3$ (mm)	17.93	43.92	22.01	53.90

注:  $^{75}\text{Se}$  对钨的半值层  $\text{HVL}=1.9\text{mm}$  (《辐射防护手册》第三分册, 李德平、潘自强主编, P30, 210KeV 的  $\gamma$  射线对应钨的半值层)。

根据表 11-2 可得, 本项目  $^{192}\text{Ir}$  探伤控制区范围为: 以探伤位置为中心, 半径为 90m 的圆形区域; 监督区范围为: 控制区外, 以探伤位置为中心、半径为 220m 的环形区域;  $^{75}\text{Se}$  探伤控制区范围为: 以探伤位置为中心, 半径 86m 的圆形区域; 监督区范围为: 控制区外, 以探伤位置为中心、半径为 210m 的环形区域。在实际探伤过程中, 被检测工件的厚度、形状以及

探伤现场地形及周围建筑物等的不同均对辐射场的辐射剂量水平分布有很大的影响。根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 中的 7.3.1 及 7.3.6 条款要求,“控制区边界外空气比释动能率应低于  $15\mu\text{Gy/h}$ ”,“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志标牌,公众不得进入该区域”,在现场探伤过程中,工作人员应先根据理论估算结果划定控制区和监督区,并通过实际巡测进行修正。在开机测试过程中,测试人员不可避免要收到一定的剂量照射,因此测试人员应做好个人防护措施,尽可能避免或降低受照剂量。

### 11.2.3 车辆运输过程的环境影响

本项目手提式探伤机购于正规厂家,根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008),则探伤机表面 5cm 处的空气比释动能率应低于  $0.5\text{mGy/h}$ ,运输车最多载 1 台  $\gamma$  射线探伤机,探伤机位置距离车体外表面的距离按 1m 计,根据以上公式可得车体外表面剂量率应低于  $1.25\mu\text{Gy/h}$ ,且再加上保险运输箱的屏蔽,因此车体外表面任意一点辐射剂量率都能满足《放射性物质安全运输规程》(GB11806-2004) 规定的在交通工具外表面任意一点辐射水平不得超过  $2\text{mSv/h}$  的要求。

此外,保守估计,在忽略运输箱距运输车距离的条件下,根据上述公式,距离运输车外表面 2m 处的  $\gamma$  空气吸收剂量率为  $0.0003\text{mGy/h}$ ,低于《放射性物质安全运输规程》(GB11806-2004) 规定的在距运输车外表面 2m 远的任意一点辐射水平不得超过  $0.1\text{mSv/h}$  的标准。

### 11.2.4 个人剂量估算

根据 UNSCEAR--2000 年报告附录 A, X- $\gamma$  射线所致的附加有效剂量当量计算公式如下:

$$H_{E,r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (\text{mSv}) \dots\dots\dots \text{公式 11-4}$$

式中: H—年有效剂量当量 (Sv/a);

0.7—吸收剂量对有效剂量当量的换算系数 (Sv/Gy);

$D_r$ —空气吸收剂量率 (nGy/h);

t—年受照时间 (h/a)。

#### (1) 辐射工作人员个人剂量估算

辐射工作人员受照过程主要包括储源库存/取放射源操作、运输过程以及现场探伤操作。

a、储源库存/取放射源时的受照剂量: 根据存/取一次放射源所需的工序,保守取辐射工作人员存/取一次放射源处于离探伤机 5cm(根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008))

保守取剂量率为 0.5mGy/h，而根据同类探伤机监测结果可知实际将远低于此值）和离探伤机 1m 处（根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）保守取剂量率为 0.02mGy/h，而根据同类探伤机监测结果可知实际将远低于此值）的时间分别为 1min 和 2min，则可估算出完成一次存/取操作所受的剂量率约为 6.3 $\mu$ Sv。根据业主提供信息，本项目储源库每月存/取放射源最多 3 次，则每年约进行 36 次存/取工作，则辐射工作人员每年存/取放射源所受剂量约为 0.23mSv。实际存/取放射源过程中均需穿戴防护用品，且该工作一般由 2 人承担，因此每位辐射工作人员所受到的剂量为 0.12mSv/a。

b、运输过程的受照剂量：运输车辆最多载一只保险运输箱，一只保险运输箱内盛放 1 台  $\gamma$  射线探伤机，每人每年最多参加探伤项目 100 次，每次运输往返时间约 4 小时，则运输时间为 400h/a。根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）取空气比释动能率为 2.5 $\mu$ Sv/h，则押运人员的受照剂量为 0.7mSv/a。

c、现场探伤辐射操作时的受照剂量：送/收源时，一般辐射操作人员距探伤机约 10~15m，放射源输出距离为 5~15m，保守估算，则放射源输出距离取 15m，平均每秒送/收源 1m，则共计 30s。放射源送到预定位置后，操作人员立即离开探伤地点，退至控制区边界外参与警戒工作，控制区距离取 90m。公司拟购  $\gamma$  射线探伤机额定装源活度最大为 100Ci，一般情况衰变至活度为 10Ci 时停止使用。保守估算，本项目取放射源装源活度 100Ci，即  $3.7 \times 10^{12}$ Bq 进行核算。

由于送/收源过程中，源几乎是裸露的，可认为是无屏蔽状态。其估算公示为：

$$D = 0.873 \times K \times \frac{\tau \times A}{r^2}$$

式中：

0.873：10<sup>-2</sup>Gy/R；

$\tau$ ：照射量率常数，<sup>192</sup>Ir 照射量率常数为 0.462Rm<sup>2</sup>/Cih，<sup>75</sup>Se 照射量率常数为 0.204Rm<sup>2</sup>/Cih；

A：放射源活度，Ci；

K： $\gamma$  射线与物质作用的衰减系数，无量纲；

r：距源的距离，m。

在送/收源时，人员距离放射源的距离是不断变化的（10m~25m），因此操作位置的  $\gamma$  辐射剂量率也是不断变化的。本项目在 10m~20m 设置 11 个点位，取平均值。计算结果如下：

表 11-4 距离放射源 10~20m 各点位的  $\gamma$  辐射剂量率 单位:  $\mu\text{Gy/h}$ 

距离	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
剂量率	4033.3	3333.3	2800.9	2386.5	2057.8	1792.6	1575.5	1395.6	1244.8	1117.2	1008.3
距离	21	22	23	24	25	/	/	/	/	/	/
剂量率	914.6	833.3	762.4	700.2	645.3	/	/	/	/	/	/

由上述公式计算可得：操作人员距离放射源 10m~25m 的距离时，各点位的  $\gamma$  辐射剂量率平均值为  $1662.6\mu\text{Gy/h}$ ，每人每年最多操作送/收源次数按照 100 次计算，则送/收源过程受照剂量为： $0.7 \times 1662.6 \times (30 \times 100 / 3600) / 1000 = 0.97\text{mSv/a}$ 。警戒时操作人员位于控制区外，其空气比释动能率取  $15\mu\text{Gy/h}$ ，每年出现场 100 次，每次警戒 1h，则警戒过程受照剂量为  $0.7 \times 15 \times 100 \times 1 / 1000 = 1.05\text{mSv/a}$ 。因此现场探伤时辐射操作人员受照剂量为  $0.97 + 1.05 = 2.02\text{mSv}$ 。

综上所述，本项目辐射工作人员每年受照剂量为  $0.12 + 0.7 + 2.02 = 2.84\text{mSv}$ 。

由于现有项目已开展 X 射线探伤和  $\gamma$  射线移动探伤，根据浙江鼎清环境检测技术有限公司出具的 2018 年四个季度的《杭州德邦检测技术有限公司放射工作人员个人剂量检测报告》（详见附件 10）可知，2018 年度个人有效剂量最高值为  $1.65\text{mSv}$ 。保守估算，本项目辐射工作人员个人剂量应叠加现有项目个人剂量值  $1.65\text{mSv}$ ，因此，辐射工作人员每年受照剂量值为  $2.84 + 1.65 = 4.49\text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的标准剂量限值  $20\text{mSv}$ ，也低于本项目给出的年有效剂量当量管理限值  $5\text{mSv}$ 。

## （2）公众人员剂量估算

公众人员受照剂量主要为位于储源库周围的受照剂量和现场探伤时监督区外的受照剂量。

a、储源库周围的公众人员受照剂量：储源库外空气比释动能率取  $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，周围的公众人员少有停留，取其工作时间为每天 8h，每年 300 天，属偶然居留，居留因子取 1/40，则储源库周围的公众成员受照剂量为  $0.7 \times 2.5 \times 60 / 1000 = 0.11\text{mSv/a}$ 。

b、现场探伤时监督区外受照剂量：现场探伤时监督区外  $\gamma$  剂量率不大于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，一般一年同一地点现场探伤就只有 1 次，探伤时长不超过 5h，则受照剂量为： $0.7 \times 2.5 \times 5 / 1000 = 0.009\text{mSv/a}$ 。

综上所述，保守估算，公众人员一年中的受照剂量最多为  $0.11 + 0.009 = 0.12\text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的标准剂量限值  $1\text{mSv}$ ，也低于本项目给出的年有效剂量当量管理限值  $0.25\text{mSv}$ 。

因此，本项目辐射工作人员和公众成员受照剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全

基本标准》(GB18871-2002)及本项目管理目标限值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv, 公众年有效剂量不超过 0.25mSv)。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 事故工况

辐射事故是指放射源丢失、被盗、失控事故;或者放射性同位素失控导致人员受到异常照射的事故。该企业使用的放射源属于 II 类,结合企业放射源的实际情况,主要分放射源库辐射事故和  $\gamma$  射线探伤现场辐射事故。

##### (1) 放射源库辐射事故

a、视频监控系统和红外报警仪发生故障,导致人员进入储源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗;

b、储源库防盗门和源坑铅板防盗锁损坏,导致人员进入储源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗;

c、在警示标识未发生作用的情况下,导致人员进入储源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗;

d、退役或不用的放射源未放置到指定位置,随意存放,导致工作人员或公众成员造成不必要的照射,同时加大了放射源遗忘或被盗的可能性。

##### (2) $\gamma$ 射线探伤现场辐射事故

a、现场探伤时在警示灯、警戒线和警示标识未起作用的情况下,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;

b、放射源因故被拆卸、 $\gamma$  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;

c、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,但若操作不当,将对操作工人产生较强的辐射照射;

d、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,将对探作工人产生较强的辐射照射。

#### 11.3.2 风险防范措施

(1) 建立完善的规章制度,在工作中落实规章制度,每次操作辐射工作人员必须严格按

照操作规程进行作业，检查防护装置是否正常，如果失灵，应立即停止操作，并进行修理，确保探伤工作人员的安全。

(2) 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。

(3) 制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生。

(4) 配备警戒绳、警示灯，在监督区四周可设置醒目的警示标志和提醒。

(5) 为辐射工作人员均配备个人剂量计并每季度送检1次，每年对辐射工作人员体检1次。

(6) 建立完善的《 $\gamma$ 射线现场探伤操作规程》等制度，规定了必须进行清场的工作程序，同时还规定了进行巡逻的工作程序。

(7) 为辐射工作场所配置了个人剂量报警仪，探伤工作人员可根据个人剂量报警仪是否报警来正确判断是否安全。

(8) 制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生，本次评价建议建设单位在各项目地点设置辐射安全管理机构，并明确各人员的职责和任务，可及时启动应急预案。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类放射源、II 类射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；使用伽玛射线移动探伤设备的辐射工作人员，应当接受中级或者高级辐射安全培训。

该公司成立了以单位负责人吴振勇为本单位辐射工作安全责任人的辐射防护安全管理组织机构，并制定了《辐射防护安全管理机构及职责》，明确了各自的岗位职责。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

公司已制定的规章制度有：《辐射安全管理制度》、《辐射工作场所安全措施》、《操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X、 $\gamma$  射线探伤设备检修维护制度》、《射线探伤机使用登记制度》、《废源处理制度》、《移动探伤跨区域备案登记制度》、《健康管理及人员培训制度》、《放射工作场所监测方案》、《辐射防护年度评估制度》、《“弄虚作假”、“违规操作”的防治措施》、《放射防护安全管理组织机构》、《辐射事故应急预案》。以上制度可满足现有项目辐射工作开展的需求。

本项目为拟增  $\gamma$  射线探伤机，为了进一步加强辐射工作的管理，进一步完善公司的各项辐射安全管理规章制度，本次环评要求建设单位必须完善《放射源订购、转让、运输及退役处理制度》，内容如下：

a 转让射线装置和放射源，由转入单位向其所在地省、自治区、直辖市人民政府环境保护主管部门提出申请，并提交符合下列要求的证明材料，内容：转出、转入单位持有与所从事活动相符的许可证；转入单位具有射线装置和放射源使用期满后的处理方案；转让双方已经签订书面转让协议。转出、转入单位应当在转让活动完成之日起 20 日内，分别向其所在地省、自治区、直辖市人民政府环境保护主管部门备案；

b 放射源的包装容器和射线装置应当设置明显的放射性标识和中文警示说明，放射源上能够设置放射性标识的应当一并设置，运输放射源的工具应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志或者显示危险信号。严禁携带放射源乘坐市内公交汽车、电车等交通工具，到达目的地

后必须检查货帐是否相符，容器外观是否完整等；

c 废旧放射源公司不得随意处置。本项目废旧放射源应交回生产单位或送交放射性废物集中贮存单位贮存。对于要终止的射线装置须作出妥善处理，不得留有安全隐患。

在完善《放射源订购、转让、运输及退役处理制度》的基础上，企业的辐射安全管理规章制度能够满足本项目辐射工作开展的需求。此外，在申请《辐射安全许可证》变更前，须对各项制度加以认真贯彻落实，以加强对新增探伤设备的管理。

## 12.3 健康管理与安全培训

### (1) 健康管理

公司已有 37 名辐射工作人员，已严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对辐射工作人员进行个人剂量监测（3 个月/次）和职业健康检查（1 年/次），建立了个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

a、个人剂量监测结果：根据《杭州德邦检测技术有限公司 2018 年度辐射安全与防护状况评估报告》及《个人剂量体检报告》（详见附件 10）可知：2018 年度辐射工作人员个人剂量率均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的标准剂量限值 20mSv，也低于本项目给出的年有效剂量当量管理限值 5mSv。

b、职业健康体检结果：根据《2018 年度放射工作人员职业健康检查报告书》（详见附件 9）结果可知，2018 年度受检人员未发现职业健康损害，可继续原放射工作。

### (2) 安全培训

公司已有的 37 名辐射工作人员，均通过了有资质单位组织的辐射安全和防护知识培训，并取得了合格证书，证书类别均为中级。

本次环评要求：

a、后期新上岗的辐射工作人员，上岗前应进行职业健康体检，合格者才能上岗；对离岗的辐射工作人员，也应进行离岗的职业健康体检，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

b、公司应组织辐射工作人员每 4 年 1 次再培训，对从事  $\gamma$  射线现场探伤的工作人员应取得中级以上的辐射安全培训证书，后期新进辐射工作人员上岗前也应参加培训，取得合格证后方能上岗作业。

## 12.4 辐射监测

### 12.4.1 环境监测

请有资质的单位定期对放射源库周围环境进行辐射剂量率的监测，每年 1~2 次；每次进行探伤工作时，应对工作现场四周环境进行监测；

#### 12.4.2 场所监测

请有资质的单位定期对放射源库内部进行辐射剂量率的监测，每年 1~2 次。

#### 12.4.3 个人剂量监测

从事  $\gamma$  线探伤工作的辐射工作人员应配备个人剂量计，并定期（1 季度一次）送有资质部门进行监测，监理个人剂量档案。

#### 12.4.4 现有项目辐射监测情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）等要求，现有项目探伤作业时，每位辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，且每个小组至少配备 1 台辐射剂量检测仪，该仪器能满足国家相关法规的要求；辐射工作人员进入储源库时，也应佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式剂量检测仪。

### 12.5 辐射事故应急

本项目使用的放射源均属 II 类放射源，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，结合单位的实际情况，公司已制定《辐射事故应急预案》，该预案可满足本项目辐射工作的需求，具体内容包括以下内容：

#### 12.5.1 应急机构和职责分工

##### （1）应急机构的组成

杭州德邦检测技术有限公司设立辐射事故应急处理领导小组，辐射事故应急处理组织体系如图 12-1 所示：

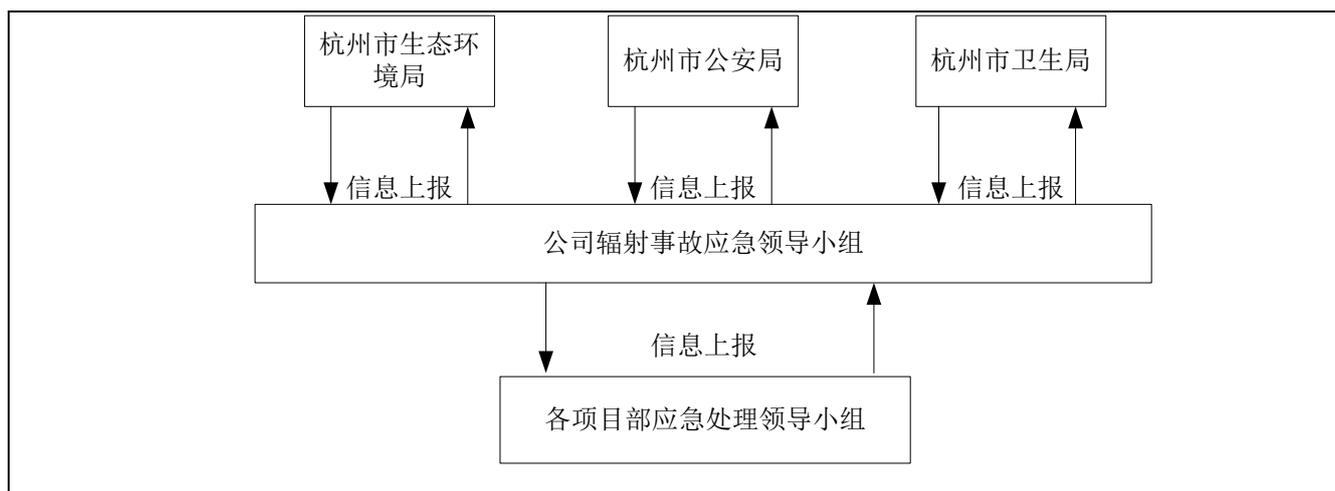


图 12-1 杭州德邦检测技术有限公司辐射事故应急处理组织体系

## (2) 职责分工

公司辐射事故应急领导小组由总经理吴振勇担任组长，副总经理、安全管理员、项目经理任小组成员，负责领导小组的日常工作。

辐射应急领导小组的主要职责是：

- a、贯彻执行国家辐射应急的方政策和辐射应急工作要求。
- b、负责向环保部门报告本公司发生的辐射应急事故或事件。
- c、建立辐射应急响应网，组织制订公司的辐射应急响应方案，做好应急准备工作。
- d、应急终止后，组织相关人员进行整改及应急演习、练习。
- e、配合环保部门组织事故调查。

项目部应急处理领导小组的主要职责：

- a、组织宣传、贯彻国家辐射应急工作的方政策及公司应急工作要求。
- b、制定并及时修订项目部辐射应急响应方案，负责组织应急准备工作。
- c、配合环保部门组织事故调查和环境监测。

d、完成公司辐射应急领导小组指定的其它辐射应急准备和响应工作，并定期向公司辐射应急领导小组报告工作。

应急领导小组人员及联系电话：

组长：吴\*\* 139\*\*\*\*0498

副组长：周\*\* 138\*\*\*\*6860

成员：朱\*\*135\*\*\*\*0037，刘\*\*188\*\*\*\*2126，屠\*\*139\*\*\*\*6360，及其他各项目负责人。

政府机构电话：

浙江省生态环境厅：0571-89975399

建德市环境保护局：15372084381

杭州市卫健委：0571-87068568

公安局：110

医院：120

### 12.5.2 应急准备

#### (1) 应急人员的组织和培训

针对公司开展放射工作的实际情况和需要，有辐射安全管理领导小组定期组织开展辐射事故应急培训与应急演练，具体培训内容包括辐射防护基本知识、防护措施和干预原则及干预水平、核应急计划和执行程序、核应急所需的专业知识和操作技能，不断提高应急反应及救援能力，确保在突发放射事故时能够及时、安全、有效地开展应急工作。

#### (2) 应急物资和装备

应做好放射事故应急物资和装备准备，包括：个人剂量计、个人防护设备（铅防护服、铅眼镜、铅围脖等）、辐射剂量报警仪、辐射剂量检测仪等应急监测仪器，配备车辆、照相机、录音机等设备，并及时更新和维护。

#### (3) 资金保障

做好放射事故应急保障经费预算，用于人才培养、应急物资配备与更新、培训与演练，以确保放射事故应急所需资金到位。

### 12.5.3 辐射事故分级与应急响应

#### (1) 辐射事故分级

根据放射事故的性质、严重程度、可控性及造成人员的伤亡和危害程度，分为特别重大放射事故（I级）、重大放射事故（II级）、较大放射事故（III级）和一般放射事故（IV级）四个等级。

a、特别重大放射事故（I级）：指I类、I类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上(含3人)急性死亡。

b、重大放射事故（II级）：指I类、II类放射源丢失、被盗、失控或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

c、较大放射事故（III级）：指II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

d、一般放射事故（IV级）：指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

## (2) 辐射事故的应急响应

### ①辐射应急组织的启动

各类事故在发生后，必须及时通知公司应急领导小组，领导小组及时上报省市环保局，请求提供指导和支援。

### ②辐射应急组织应急期间工作联络原则

a、各岗位任务明确、尽职尽责，联络渠道明确、固定；

b、联络用语规范，严格执行记录制度。

### ③应急响应程序

辐射事故的应急状态大体可分为以下两种状态：

第一种状态：源或放射性物质确认处于设施内部（或运输容器内）或一个环境位置清楚的小范围内，且源未发生泄漏或放射性物质污染只有轻微的局部弥散。

第二种状态：源完全失控，处于设施外地点不明处；或源的泄漏或放射性物质污染已波及至大面积环境范围。运输过程发生交通事故，亦属于此种应急状态。对这类应急，当事人立即报告所在项目部或公司应急领导小组，并在省市环保局辐射事故应急领导小组的指导和支持下进行应急响应。

### ④应急终止和恢复

a、应急终止条件：事故已得到控制，现场已经或即可恢复到安全状态。采取一切必要的防护措施消除污染，保护公众安全，使事故的长期后果可以引起的辐射降至最低限度。

b、应急终止程序：辐射事故所导致的应急状态的终止，由省环境保护局辐射应急负责人批准。

c、根据实践的经验，对应急响应方案和执行程序进行修改和完善。

## 12.5.4 辐射事故调查、报告和处理程序

(1) 事故调查：应急终止后，项目部应对事故进行调查，指导事故部门或事故责任人查出事故原因，防止类似事故的重复出现。

(2) 事故报告：项目辐部将调查结果形成总结报告，向公司辐射应急领导小组进行汇报，再由公司辐射应急领导小组负责向环境保护主管部门、公安部门、卫生部门等进行汇报。

(3) 根据实践的经验，对应急响应方案和执行程序进行修改和完善。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践的正当性

杭州德邦检测技术有限公司是一家专业的无损探伤检测单位，目前的业务范围主要涉及电力、燃气设备、桥梁、输气管道等行业，现由于该公司新增石油、化工、核电等其他相关领域的新业务，根据公司进一步发展的需要，杭州德邦检测技术有限公司拟新增 40 台移动  $\gamma$  射线探伤机，其中  $^{192}\text{Ir}$  探伤机 12 台、 $^{75}\text{Se}$  探伤机 28 台，以适用无损业务的需求；并改扩建现有的储源库，以满足公司存放探伤源的需要，最终形成 30 台移动 X 射线探伤机和 60 台移动  $\gamma$  射线探伤机的辐射活动规模。本次评价规模为：新增 40 台移动  $\gamma$  射线探伤机（其中  $^{192}\text{Ir}$  探伤机 12 台、 $^{75}\text{Se}$  探伤机 28 台），并改扩建现有的储源库。考虑到放射源存储的安全性和管理的有效性，同时考虑到环保管理的需要，本项目在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，通过屏蔽设计和评价分析，其对受照个人和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》GB18871-2002 中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

#### 13.1.2 选址布局的合法性、合理性

储源库位于公司西北侧厂房（共 2F）的一层，其东侧为花坛，南侧为配电房，西侧隔厂区过道及围墙为杭州特斯林网页有限公司，北侧隔楼梯通道为暗室，楼上为闲置仓库，楼下为地坪。储源库周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。

##### （1）项目主体功能区规划符合性

本项目位于三都工业功能区，根据《建德市域总体规划（2007-2020）》内容，三都工业区为建德市 7 个工业功能点之一，可依托现有工业企业进行适度发展。本项目为扩建项目，因此项目建设符合主体功能区规划。

##### （2）环境功能区划符合性

本项目位于三都工业功能区，属三都环境优化准入区（0182-V-0-7），本项目属于检测服务业，对照该环境功能区划建设开发的环境保护要求，本项目建设符合该环境功能区建设开发的管控要求，不在该环境功能区划的负面清单内，符合该环境功能区规划要求。

##### （3）土地利用规划

本项目位于三都镇工业功能区，根据公司提供的土地证和房产证（见附件 17）可知，项

目所在地为工业用地，因此本项目建设符合建德市用地的总体规划要求。

#### (4) 产业政策符合性

本项目位于三都镇工业功能区，且属于检测服务业。对照《产业结构调整指导目录（2011年本）（2013年修正）》和《杭州市产业发展导向目录与空间布局指引（2013年本）》，不属于限制、禁止发展项目，也不属于《浙江省淘汰落后生产能力指导目录（2012年本）》中规定的落后生产能力。因此，本项目的建设符合国家和地方产业政策要求。

#### (5) 达标排放符合性

本项目运营过程中会产生放射性污染（ $\gamma$ 射线）及非放射性污染（臭氧、 $\text{NO}_x$ 、废显定影液及废胶片）。建设单位在落实报告提出的各项污染防治措施后，可以实现达标排放。

综上所述，本项目源库的选址是合法的、合理的。

### 13.1.3 储源库辐射安全与防护分析结论

现有储源库面积为  $36.48\text{m}^2$ ，净尺寸长  $5.7\text{m}$  宽  $6.4\text{m}$  高  $4.3\text{m}$ ，源库墙体及顶棚均为混凝土结构，四侧墙体均厚  $250\text{mm}$ ，顶棚厚  $130\text{mm}$ 。一期源库和二期源库均位于现有储源库内，分别位于储源库的南侧空间和北侧空间。

一期源坑位于储源库内南侧空间，现有源坑 20 个，每个源坑可存放 1 枚源。源坑内尺寸为长  $500\text{mm}$  宽  $440\text{mm}$  深  $520\text{mm}$ ，坑与坑之间最小间隔为  $100\text{mm}$  混凝土，加盖  $10\text{mm}$  厚的铅盖板，盖板与坑之间的搭接最小约为  $50\text{mm}$ 。

根据杭州卫康辐射防护工程股份有限公司的设计方案可知：在二期源库即现有源库的基础上，拟新增源坑 20 个，每个源坑可存放 2 枚源，均位于储源库内北侧空间。源坑坑口内尺寸为长  $300\text{mm}$  宽  $200\text{mm}$ ，坑深  $550\text{mm}$ 。源坑内部尺寸为长  $1000\text{mm}$  宽  $200\text{mm}$  高  $320\text{mm}$ ，每个坑可平均分为 2 格，每格内尺寸为长  $350\text{mm}$  宽  $200\text{mm}$  高  $320\text{mm}$ ，每个格子之间最小间隔为  $60\text{mm}$ ，每格均可放置探伤机 1 枚。坑口盖板采用  $15\text{mm}$  厚铅皮，外加  $10\text{mm}$  厚的镀锌铁皮加强强度，盖板与坑之间的搭接最小约为  $40\text{mm}$ 。

本项目二期源库根据设计方案扩建 20 个源坑（每个坑可存放 2 枚源）后，其存放空间能满足本项目  $\gamma$  射线探伤机数量要求的同时；其储源坑坑表面的空气比释动能率能够满足《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）（屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ ）的相关要求；在最不利情况下，即储源库最多贮存 60 枚  $\gamma$  射线探伤机时，其源库四侧屏蔽墙外  $30\text{cm}$  处及顶棚外的空气比释动能率均可满足《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ125-2009）的相关条款及《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）（屏蔽应

能使设施外表面的空气比释动能率小于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ ) 的相关要求。

#### 13.1.4 主要污染因子和辐射环境影响分析结论

本项目主要污染因子为  $\gamma$  射线。

除源库工作人员外，公众人员不能进入到储源库内，且储源库应设置防盗门、摄像监控、红外报警等防止无关人员闯入的安保措施，正常情况下，储源库对周围公众影响很小。

现场探伤时，根据理论估算结果（ $^{192}\text{Ir}$  探伤控制区范围为：以探伤位置为中心，半径为 90m 的圆形区域；监督区范围为：控制区外，以探伤位置为中心、半径为 220m 的环形区域； $^{75}\text{Se}$  探伤控制区范围为：以探伤位置为中心，半径为 86m 的圆形区域；监督区范围为：控制区外，以探伤位置为中心、半径为 210m 的环形区域）划定控制区和监督区，并通过实际巡测进行修正，辐射工作人员做好个人防护措施后，可降低受照剂量。

公司从事辐射操作的工作人员受到的年附加有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，公众成员受到的年附加有效剂量也能符合“剂量限值”的要求。

#### 13.1.5 辐射污染防治措施及台账要求

(1) 本项目源库设计应考虑“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的基本要求；

(2) 本项目源库门口应设置明显的“当心电离辐射”图文警告标志；

(3) 本项目源库内及门口应设置监控摄像头（记录保存 1 个月以上），并设置报警系统与 110 联网；

(4) 本项目源库实行双人双锁，同时实行  $\gamma$  探伤机出入源库的登记工作，定期检查，做好帐物相符；

(5) 本项目源库管理办公室内应张贴相应的管理制度和源库发生应急事故的处理措施和报告流程；

(6) 本项目临时储源库也应设置“当心电离辐射”图文警告标志，实行双人双锁，必须每天 24 小时监控（记录保存 1 个月以上），并设置报警系统与 110 联网；

(7) 明确 2 名以上工作人员专职负责储源库保管工作，建立放射源台账并定期清点检查。

(8) 公司储存 II 类放射源的源库报废、搬迁前必须进行退役环评。

#### 13.1.6 管理机构和规章制度

公司已制定的规章制度有：《辐射安全管理制度》、《辐射工作场所安全措施》、《操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X、 $\gamma$  射线探伤设备检修维护制度》、《射线探伤机使用登记制度》、《废源处理制度》、《移动探伤跨区域备案登记制度》、《健康管理及人员培训制度》、《放射工作场所监测方案》、《辐射防护年度评估制度》、《“弄虚作假”、“违规操作”的防治措施》、《放射防护安全管理组织机构》、《辐射事故应急预案》。以上制度可满足现有项目辐射工作开展的需求。要求企业必须进一步完善《放射源订购、转让、运输及退役处理制度》，以满足本项目辐射工作开展的需求。

### 13.1.7 安全培训及健康管理

(1) 杭州德邦检测技术有限公司现有的 37 名辐射工作人员，已进行辐射安全与防护培训学习，已符合上岗要求，另外应每四年对其进行轮训一次；新增人员必须严格落实健康管理和安全培训等制度。

(2) 本项目配备的辐射工作人员，其个人剂量每 3 个月到有资质的单位检测一次，企业根据剂量报告为辐射工作人员建立个人剂量档案。

(3) 辐射工作人员每 1~2 年至有资质的医疗机构进行职业健康体检，并建立个人健康档案，档案保存时限为工作人员年满 75 岁或工作人员停止辐射工作后 30 年。

### 13.1.8 环保可行性结论

杭州德邦检测技术有限公司  $\gamma$  射线移动探伤扩建项目的建设符合主体功能区划，符合环境功能区划要求，符合土地利用总体规划，符合产业政策，且本项目各污染物均能达标排放，在落实报告提出的各项污染防治措施后，企业将具备相应从事该辐射活动的技术能力，本项目营运后对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

## 13.2 建议和承诺

- 1、落实本环评所提出的各类污染防治措施；
- 2、及时向省级环境保护主管部门重新申请《辐射安全许可证》；
- 3、及时、自主开展本项目竣工环境保护验收工作。

## 表 14 审批

下一级环保部门意见：

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

公章

经办人

年 月 日

