

核技术利用建设项目

移动式 X 射线探伤机迁扩建项目
环境影响报告表
(报批稿)

杭州求实工程质量检测有限公司

2018 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

移动式 X 射线探伤机迁扩建项目 环境影响报告表

建设单位名称： 杭州求实工程质量检测有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）： 方跃明

通讯地址： 杭州市余杭区五常街道荆山岭后山路 30-2 号

邮政编码： 311114 联系人： 方跃明

电子邮箱： / 联系电话： 13588141416

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	5
表 3 非密封放射性物质.....	5
表 4 射线装置.....	5
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据.....	8
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	错误！未定义书签。
表 9 项目工程分析与源项.....	错误！未定义书签。
表 10 辐射安全与防护.....	14
表 11 环境影响分析.....	22
表 12 辐射安全管理.....	30
表 13 结论与建议.....	35
表 14 审批.....	39

附图：

- 附图 1 建设项目地理位置图
- 附图 2 周边环境示意图
- 附图 3 车间平面布置图
- 附图 4 射线机作业分区防护示意图
- 附图 5 厂区周边照片

附件：

- 附件 1 法人身份证
- 附件 2 企业营业执照
- 附件 3 原有辐射项目环评批复
- 附件 4 原有辐射项目环保验收批复

附件 5 一般环评批复

附件 6 房屋租赁合同

附件 7 合法经营场所证明

附件 8 危废委托处置协议

附件 9 辐射安全许可证

附件 10 建设项目辐射工作人员名单及培训合格证书

附件 11 辐射管理小组成立文件

附件 12 原有源库退役登记表

附件 13 废源回收证明

附表：建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		移动式 X 射线探伤机迁扩建项目					
建设单位		杭州求实工程质量检测有限公司					
法人代表		方跃明	联系人	方跃明	联系电话	13588141416	
注册地址		杭州市余杭区五常街道荆山岭后山路 30-2 号					
项目建设地点		杭州市余杭区五常街道荆山岭后山路 30-2 号					
立项审批部门		/		批准文号	/		
建设项目总投资 (万元)		248	项目环保投资 (万元)	56	投资比例(环保 投资/总投资)	22.6%	
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 迁扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)	430	
应用 类 型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类				
		☐ 使用	☐ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类				
	非密封放 射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☐ 使用	☐ 乙级 ☐ 丙级				
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类				
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类				
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类				
	其他						
	1.1 单位概况 杭州求实工程质量检测有限公司成立于 2004 年 5 月 10 日, 主要承担锅炉、压力容器、压力管道、桥梁、金属结构和其它工程及设备的射线、超声波、磁粉、渗透等检测工作, 原厂址位于杭州市西湖区西溪路 827 号, 建有 1 座源库, 配置 4 台移动 X 射线探伤机和 2 台移动γ射线探伤机, 已于 2006 年 5 月委托国家环境保护总局辐射环境监测技术中心编制了《移动式 X 射线与γ射线探伤机建设项目环境影响报告表》, 于 2006 年 7 月取得了原浙江省环境保护局批复 (浙环辐 [2006] 66 号), 并于 2011 年 8 月通过环保验收 (浙环辐验[2011]70 号)。原厂区未进行开展一般项目环评。由于政府拆迁改造及公司检测任务需要, 公司拟搬迁至杭州市余杭区五常街道荆山岭后山路 30-2 号,						

续表 1 项目基本情况

并计划在搬迁后淘汰 3 台 X 射线移动探伤机与两台 γ 射线探伤机，保留一台 XXHZ-3005 移动 X 射线探伤机，并新增 9 台移动 X 射线探伤机，最终形成 10 台移动 X 射线探伤机的辐射设备使用规模，年拍片量达到约 15 万张。目前原厂区源库已办理退役，详见附件 12。

根据国家有关建设项目辐射环境管理规定，本项目应编制辐射环境影响报告表，并在取得批复后向有权限的环保部门换领辐射安全许可证。为保护环境、保障公众健康，杭州求实工程质量检测有限公司委托浙江问鼎环境工程有限公司（国环评证乙字第 2053 号）对本建设项目进行辐射环境影响评价，公司在现场勘查和收集有关资料的基础上，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）的要求，编制完成该项目的辐射环境影响报告表。

1.2 评价内容

本项目评价内容如下：

原有 1 台 X 射线探伤机：XXHZ-3005 移动 X 射线探伤机。

拟新增 9 台 X 射线探伤机：其中 XXQ-2505 移动 X 射线探伤机 5 台，XXQ-2005 移动 X 射线探伤机 2 台，XXG-3505 移动 X 射线探伤机 1 台，XXHA-2005 管道爬行器 1 台，除管道爬行器外均为定向探伤机。

1.3 评价目的

（1）通过理论计算方法及类比监测的方法，对本项目所涉及的辐射设备投入使用后对周围环境的辐射影响进行预测评价；

（2）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”；

（3）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 项目地理位置

杭州求实工程质量检测有限公司租赁杭州市余杭区五常街道荆山岭后山路 30-2 号现有生产厂房用于项目建设，建筑面积约为 1400m²，厂区东侧 8m 处为农居（1 户），南侧隔路 12m 为迈杰教育科技有限公司，西侧 6m 处为农居（2 户），北侧隔空地 26m

为天目山西路。项目地理位置示意图见附图 1。公司拟使用的 10 台 X 射线机用于室外现场探伤，作业场所不固定，其射线装置在不使用时存放于公司地下一层的贮存间内，贮存间正上方为会议室及过道。贮存间所在车间平面布置见附图 3。

1.5 原有核技术利用项目许可情况

1.5.1 审批情况

杭州求实工程质量检测有限公司原厂址位于杭州市西湖区西溪路 827 号，成立之初于 2006 年 5 月委托国家环境保护总局辐射环境监测技术中心编制了《移动式 X 射线与 γ 射线探伤机建设项目环境影响报告表》，环评规模为新建一间贮源室，XXHZ-3005（周向）、XXQ-2005（定向）射线装置各一台，XXQ-2505（定向）装置 2 台。于 2006 年 7 月取得了浙江省环境保护局批复（浙环辐[2006]66 号）。原有项目通过审批的射线装置具体参数详见表 1-1、2。

表 1-1 原有项目审批放射源参数一览表

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
1	^{75}Se	$3.7 \times 10^{12} \text{Bq} \times 2$	II 类	使用	移动式工业探伤	室外移动探伤区域	贮源库
2	^{192}Ir	$3.7 \times 10^{12} \text{Bq} \times 2$	II 类	使用	移动式工业探伤	室外移动探伤区域	贮源库

原有项目共审批许可 4 个放射源，分别为 2 个 ^{75}Se 和 2 个 ^{192}Ir ，实际使用过程中只购进了 2 个 ^{75}Se 。

表 1-2 原有项目审批射线装置参数一览表

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
1	移动 X 射线探伤机	II 类	1 台	XXHZ-3005	300	5	移动探伤	室外移动探伤区域
2	移动 X 射线探伤机	II 类	1 台	XXQ-2005	200	5	移动探伤	室外移动探伤区域
3	移动 X 射线探伤机	II 类	2 台	XXQ-2505	250	5	移动探伤	室外移动探伤区域

1.5.2 许可情况

公司于 2006 年 8 月 10 日取得辐射安全许可证，批准种类及范围：II 类放射源、II 类射线装置，并于 2016 年 8 月 7 日办理了换领手续。

1.5.3 验收情况

杭州求实工程质量检测有限公司射线装置的实际使用规模为 4 台移动 X 射线探伤机，2 台 γ 射线探伤机（分别含活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{75}Se 放射源 1 枚）用于现场探伤，贮源场所基本满足防护屏蔽要求，于 2011 年 8 月 9 日通过辐射环保验收（浙环辐验[2011]70 号）。

1.5.4 放射源及源库退役情况

原有的 2 枚放射源（ ^{75}Se ，活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ）及三台 X 射线探伤机目前已退役，根据《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[2011]18 号），目前 2 枚放射源已于 2018 年 4 月 8 日由供源方中国原子能科学研究院回收处理（回收证明详见附件）；原有源库委托浙江鼎清环境检测技术有限公司对其周围 X- γ 剂量率进行检测，确定处于当地本底辐射剂量率范围内，已于 2017 年 4 月 19 日办理网上备案登记退役（详见附件 12）。报废的 X 射线机由企业自行处理。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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）	年最大操作量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（GB18871-2002）。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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
1	移动 X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG-3505	350	5	移动探伤	室外移动探伤区域	新增
2	移动 X 射线探伤机	Ⅱ类	2 台	XXQ-2005	200	5	移动探伤	室外移动探伤区域	新增

3	移动 X 射线探伤机	II 类	5 台	XXQ-2505	250	5	移动探伤	室外移动探伤区域	新增
4	移动 X 射线探伤机	II 类	1 台	XXHZ-3005	300	5	移动探伤	室外移动探伤区域	已审批
5	管道爬行器	II 类	1 台	XXHA-2005	250	5	移动探伤	室外移动探伤区域	新增
备注：公司不存在两台或者多台探伤机在同一地点、同时开机的工况。									

（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	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ 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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和 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
洗片废液 废胶片	液态/固态	/	/	0.25t	3t	/	储存于暗室 (地下一层)	由杭州立佳环境服务有限公司回收处理
						/		

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/kg，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量为 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（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016年 9 月 1 日； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修改），国务院令 第 653号，2014 年 7 月 9 日； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部1号令，2018年4月28日； (7) 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，环境保护部令第 3 号，2017 年 12 月； (8) 《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，2011 年 5 月； (9) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环保部办公厅，环办辐射函〔2016〕430号； (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145号； (11) 《国家危险废物名录》，2016 年 8 月 1 日； (12) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（修订）》，浙江省人民政府令第364号，2018年3月1日； (13)《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月。 (14) 关于发布《声环境保护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（浙环发[2016]38号）； 6.2.1 技术导则和规范 (1) 《环境影响评价导则总纲》（HJ 2.1-2016）
------	--

技术标准	(2) 《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) (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 6.2.2 技术标准 (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) (2) 《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)。
其他	(1) 原有辐射项目环评批复, 附件 3; (2) 原有辐射项目环保验收批复, 附件 4; (3) 辐射安全许可证, 附件 9; (4) 建设项目辐射工作人员名单及培训合格证书, 附件 10; (5) 辐射管理小组成立文件, 附件 11; (6) 原有源库退役登记表, 附件 12。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目拟使用的移动X射线探伤机属于 II 类射线装置，用于现场探伤，探伤工作地点不固定，现场探伤时公司将根据现场情况按标准要求划定控制区与监督区。根据《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）的相关规定：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）。考虑到该项目的实际情况，本项目的评价范围为：有用线束方向控制区80m、监督区196m范围内；非有用线束方向控制区40m、监督区97m范围内。

7.2 保护目标

移动探伤敏感目标为控制区外探伤机的探伤工作人员以及监督区外的公众。

7.3 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—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)年有效量，1mSv；本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。

（5）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

3.1.1.5 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表3-1要求：

表3-1 X射线管头组装体漏射线空气比释动能率

管电压（kV）	漏射线空气比释动能率（mGy/h）
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.3 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应短于20m。

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（1）计算：

$$K = \frac{100}{t} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- K ——控制区边界周围剂量当量率, 单位为微希沃特每小时(μSv/h);
- t ——每周实际开机时间, 单位为小时(h);
- 100 ——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值,即 100μSv/周。

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

5.1.6 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/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。

5.4.1 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）。

5.4.2 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，并采取适当的防护措施。

表 8 环境质量和辐射现状

本项目为 X 射线移动探伤项目，厂内不建设探伤室，不在厂内作业，对厂区周围区域 X、 γ 辐射率不产生影响，故本次评价不对厂区周围 X、 γ 辐射率进行检测及评价。

表 9 工程分析与源项

9.1 探伤工作原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减现象明显减少，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像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨制灯丝；阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构示意图见图 9-1。

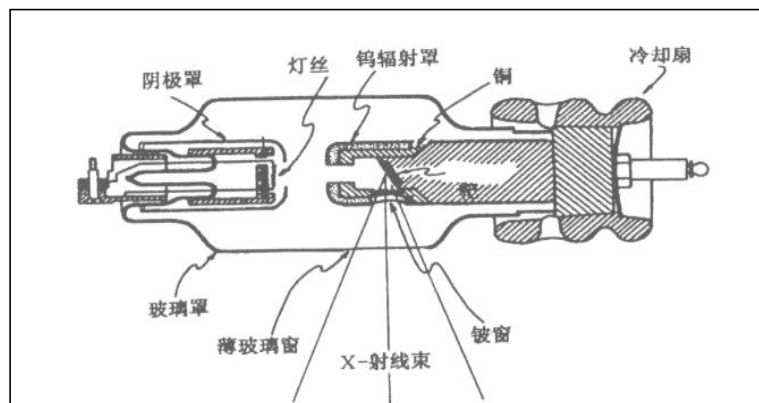
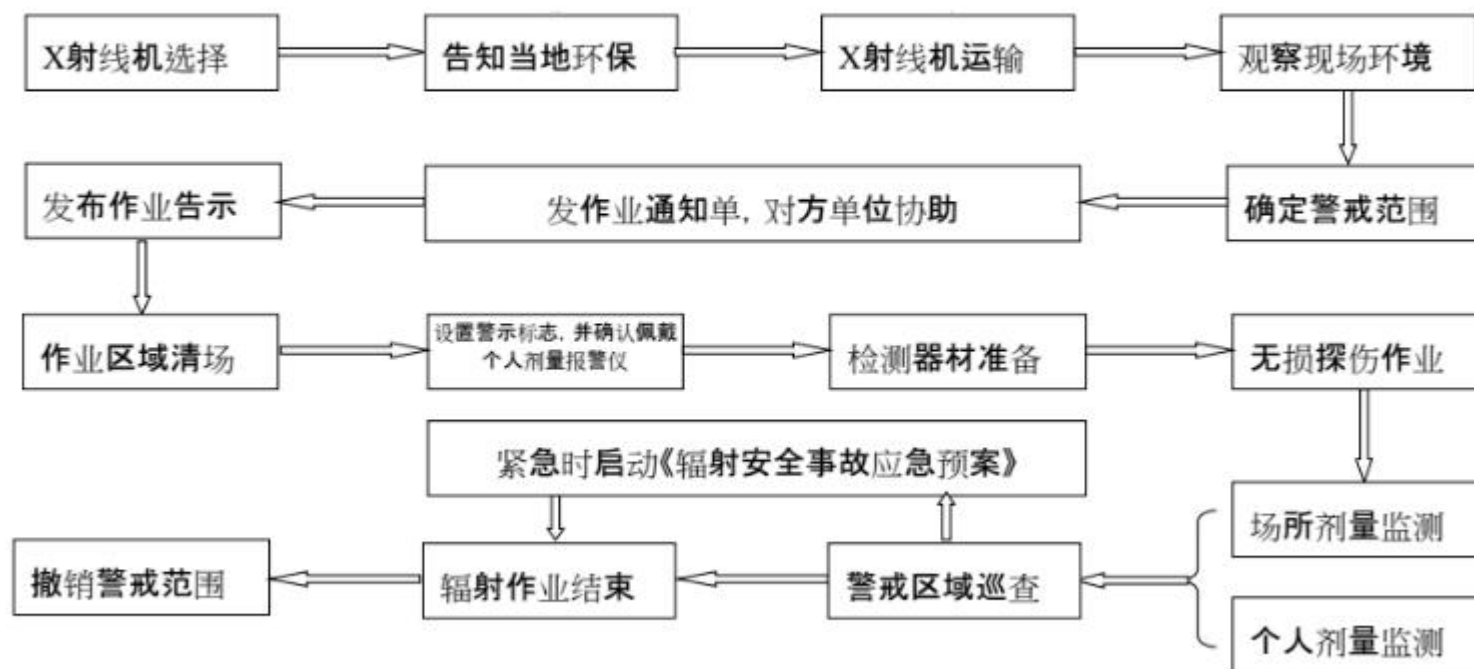


图 9-1 X 射线管示意图

9.2 探伤操作流程

本项目探伤操作流程示意图见图 9-2 及图 9-3。

工作流程



注：

1、发布作业告示应向各相关单位书面送达并保留签收回执联，并在作业场所警戒区域外显著位置告知；

图 9-2 现场探伤工作流程图

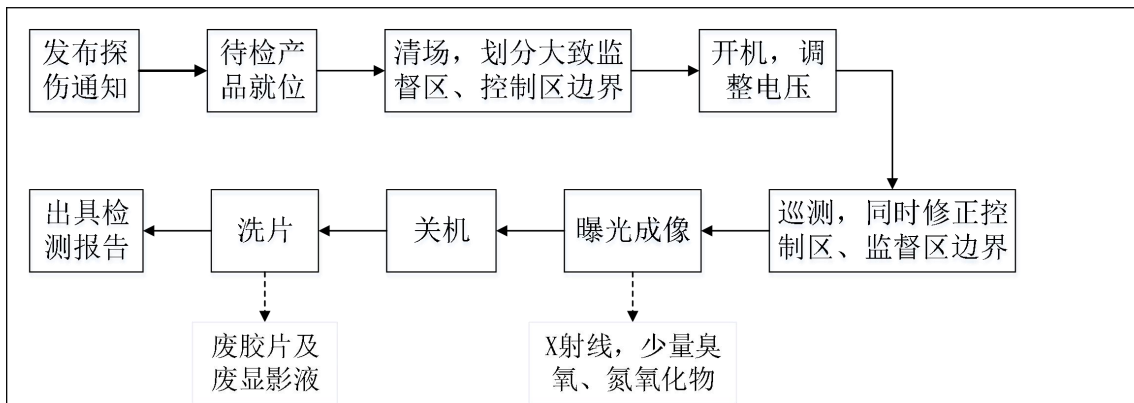


图 9-3 无损检测工作流程图

①据探伤工件、选择合适射线装置；跨区域作业时，到当地（省）市环保备案登记，公司拟配备 1 台专用工程车辆，X 射线探伤机由专用工程车运输至探伤地点，每次至少有 1 名操作人员随车押运；

②在实施现场探伤工作之前，对工作环境进行全面评估，确定初步警戒范围，发作业通知单，业主单位协助，发布作业告示；

③作业区域清场，设置警戒线、警示标志等，确保在控制区内没有任何其他人员并防止有人进入控制区，控制区的范围清晰可见，确保没有人员进入控制区，并安排人员进行巡查；

④工作人员佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪等进行无损探伤作业；

⑤对 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测；

⑥确定场内无相关人员后，开始铺设电缆，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，确定照射时间，在操作位开机曝光（设置延时），然后迅速离开至控制区外，并开始计时，同时采用计量率仪，核定工作区域边界计量率，确保控制区边界计量率小于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，监督区边界剂量率小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ；

⑦达到预定的照射时间后，回到操作位关闭电源，工作人员解除从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，并解除控制区和监督区，完成一次探伤任务；

⑧作业结束，撤销警戒，洗片过程待回到公司后在暗室进行，评片出具监测报告。

9.3 主要放射性污染物

污染因子

X 射线：由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产

生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

废气：探伤机工作时产生射线，造成周围空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。

废液、废胶片：探伤过程中产生的废显、定影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，并无放射性。

9.4 正常工况

X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，X 射线经透射、反射，对作业场所及周围环境产生辐射影响。

9.5 事故工况

辐射事故是指射线装置丢失、被盗、失控事故；或者射线装置失控导致人员受到异常照射的事故。该公司使用的射线装置属 II 类射线装置，结合公司在用射线装置的实际情况，主要存在以下几种可能事故工况：

1. 由于管理不善，在进行现场探伤时，现场探伤工作人员误入控制区或周围公众成员误入**监督区**和控制区，给上述工作人员及公众成员造成不必要的照射。

2. 探伤机在运输过程中、或项目建设过程中，由于保管不善，可能会发生探伤机丢失或被盗事故，将造成严重的安全隐患。

3. 人为故意引起的辐射照射。

9.6 防治措施

- 1、探伤机进入现场任何区域操作或使用，必须实现办理备案手续；现场探伤前必须做好监督区和控制区的清场和防止人员误入工作，应根据探伤工况和探伤场地实测设定控制区、监督区，并设置明显的警戒线、辐射警示标识，专人看守，检测控制区的辐射剂量水平，并对作业分区情况进行记录。具体：

- ①X 射线探伤控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy/h}$ 。

- ②在控制区边界上用现存的结构，如墙、暂时的屏蔽或绳索、带子制作的警戒线等为主控制区。

③在进行 X 射线现场探伤时，控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

④探伤作业期间应安排人员对进行巡逻，未经许可人员不得进入边界内。移动探伤作业时，每台探伤机至少有 2 名以上操作人员，并配备现场安全员，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。

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。

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。对于 X 射线探伤，其监督区外边界空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，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。

⑦作业结束后，必须用辐射剂量率监测仪进行监测，并记录剂量检测值和转移时间。

9.1.4 运行工况与人员配置计划

现场探伤作业时，根据待检产品参数选择适用型号的探伤机，同一探伤地点内只使用 1 台探伤装置，即同一探伤地点不会出现 2 台探伤装置同时进行探伤作业的情况，探伤工作主要安排在晚上进行。

该公司预计年拍片量约为 15 万张，单次探伤曝光时间最长 5min，探伤工件主要为 29-60mmA3 钢，根据企业提供的资料，不同型号的探伤机工况如下。

表 9-1 不同 X 射线探伤机穿透厚度一览表

探伤机型号	数量	最大管电压	最大穿透厚度（A3 钢）
XXQ-2005	2 台	200kV	25mm
XXQ -2505	5 台	250kV	29mm
XXG-3505	1 台	350kV	50mm
XXHA-2005	1 台	250kV	29mm
XXHZ-3005	1 台	300kV	40mm

公司共配备 21 名放射工作人员，轮流负责操作 X 射线现场探伤装置，每次探伤仅开机 1 台 X 射线装置，每次探伤作业安排辐射工作人员数至少为 2 人，1 名负责射线机的操作，1 人负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。以上 21 名辐射工作人员中有 15 名已取得《辐射安全与防护培训合格证》，其余 6 名为新入职人员，尚未安排班次培训，要求企业在申领辐射安全许可证前完成所有放射工作人员安全与防护培训工作。

本项目 X 射线探伤装置在不工作时，存放于地下一层专用贮存室，双人双锁，由专人管理。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

1、工作人员防护用品

该公司为射线工作人员拟配置如下辐射防护用品和监测仪器，清单见表 10-1。

表 10-1 辐射防护用品一览表

类别	序号	名称	数目
辐射防护设备	1	个人剂量计	22 个
	2	铅背心	2 件
	3	铅手套	2 套
	4	铅围脖	2 套
	5	铅眼镜	2 套
	6	定向准直器	2 套
	7	周向准直器	2 套
辐射安全及应急设施、设备	8	个人剂量报警仪	22 只
	9	辐射剂量监测仪器	1 台
应急药箱	10	应急药箱	2 只
辐射安全及应急设施、设备	11	安全警示标识	40 个
	12	警戒绳	25 卷
	13	警戒带	8 卷
	14	铅屏风	2 块
	15	工作警示灯	20 只
	16	报警装置	2 套
	17	室内红外监控录像装	1 套
个人劳保	18	安全帽	35 个
	19	安全鞋	60 双
	20	安全带	20 个

2、公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订了《危险废物委托处置合同》，探伤洗片过程中产生的废液及废胶片，送交杭州立佳环境服务有限公司处理。

3、公司目前有 15 名辐射工作人员均已参加了浙江省辐射环境监测站举办的辐射安全和防护知识培训，并取得了合格证书，定期接受职业健康体检和个人辐射剂量测定。其余 6 名新入职人员尚未安排班次进行辐射安全和防护知识培训，已接受了入职体检，并配备了辐射剂量监测仪。要求尽快安排班次进行培训，所有辐射工作人员均取得培训合格证书后才可安排进行辐射工作。

4、探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求应使用符合标准的容器盛装危险废物并做集中专

门存放，送交有资质的单位处理。

5、扩建后如有辐射工作人员增加，应积极参加相关有资质的单位举办的放射卫生防护知识培训，并考取相关资质证，现已考取资质证书的人员应注意定期进行复训。

针对本次扩建项目，按射线室外探伤每组三人，七组考虑，公司需新配置射线监测仪 2 台、铅防护手套 5 双、铅背心 5 件、铅围脖 5 套、铅眼镜 5 套铅屏风 1 块等防护用品与监测仪器，以满足本次扩建后的现场探伤需求。则根据企业所配备的防护用品数量，本项目同时外派进行现场探伤作业的工作组不得超过 3 组。

6、现场探伤防护措施

在每次现场探伤作业前，该公司都须将探伤计划（包括探伤时间、地点等）告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。

不得在居住类环境敏感区进行现场探伤，该公司在进行探伤前划定控制区和监督区，并用警戒绳或警戒带隔开，公众成员不得进入监督区区域。

7、射线装置贮存场所及运输车辆防护措施

所有射线装置不得在厂内开机作业，设备贮存间实行双人双锁管理，定期对设备进行检修，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。设备检修和使用情况均应有详细记录。操作人员都能做到持证上岗并佩戴个人剂量计。射线装置配置专用车辆，车辆设置明显的放射性标志或者显示危险信号，并在车上配备贮存探伤机的机箱和检修工具，专人押运，专用运输车辆统一报公安局备案。每年年底将辐射安全年度评估报告送当地环保部门。

10.2 三废的治理

本项目的主要污染因子为 X 射线、探伤工作空气电离产生的臭氧、氮氧化物和洗片过程中产生的一定量的废显（定）影液及胶片。

X 射线：探伤现场通过划设控制区、监督区进行防护。

废液：探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片集中存放，定期交给有资质的单位处理。

废气：本项目探伤机全部为室外作业，所产生的少量氮氧化物及臭氧直接扩散在空气中，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

由于X射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。X射线探伤机在建设期或安装期不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

11.2 运行阶段环境影响分析

公司将配置专用运输探伤机机动车辆（封闭式面包车），车上设置放射性标志或保险箱。

11.4 运行期的辐射环境影响分析

11.4.3 控制区和监督区划定

（1）理论计算

漏射线控制区和监督区的划定（非主射方向）

在实际探伤过程中，定向探伤机的主束射线所检查的工件，射线能量根据被检工件的厚度进行调节，有用射束大部分被工件所屏蔽。射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，建设单位须严格利用辐射剂量率仪按照边界 $15\mu\text{Gy/h}$ 的剂量水平划定控制区，严禁任何人进入该区域； $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的剂量水平划定监督区，严禁公众人员进入该区域。

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）标准中规定：当X射线探伤机的管电压为150~200kV时，要求漏射线的比释动能率周围1m处的比释动能率小于 2.5mGy/h ，大于200kV时，要求漏射线的比释动能率周围1m处的比释动能率小于 5mGy/h ，由此可估算出不同距离漏射线的剂量率，见下表。

表11-1 无屏蔽状态下不同距离漏射线最大X剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

距离（m）	1	5	13	18	20	32	45
150~200kV	2500	100	15	7.7	6.3	2.5	1.2
大于200kV	5000	200	22	15	12.5	4.9	2.5

注：电流5mA

距离说明计算过程如下：

①当距离为5m，漏射线的X射线剂量率= $5\text{mGy/h} \times 1^2/5^2 = 0.2\text{mGy/h} = 200\mu\text{Gy/h}$

②当漏射线的X射线剂量率为 $15\mu\text{Gy/h}$ ，距离= $\sqrt{1^2/0.015/5\text{mGy/h}} = 18\text{m}$

根据理论计算结果可知，

表11-2 本项目探伤机漏射线监督区及控制区划定范围一览表

最大管电压 (kV)	最大比释动能 率 (Gy/h)	漏射射线剂量 率 (μGy/h)	控制区距离(m)	监督区距离(m)
200	2.5	100	13	32
250	5	200	18	45
300	5	200	18	45
350	5	200	18	45

本项目X射线探伤机在现场探伤工作时，200kV的探伤机须划定控制区为离X射线机13m的区域，监督区为离探伤机32m的区域（非主射方向）；须划定控制区为离X射线机18m的区域，监督区为离探伤机45m的区域（非主射方向）。

散射线控制区和监督区的划定（非主射方向）

本项目探伤机工作时，X射线一般只有经1次散射后到达工件外面时才对周围环境影响较大。假设主射线束经一次散射后到达工件外，根据《辐射防护导论》（方杰主编，P185，式6.6）中反射的X或γ射线的屏蔽计算，公式如下：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \alpha_r a q} \dots \dots \dots \text{式(11.1)}$$

由上式可以导出：

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot \alpha_r \cdot a}{r_i^2 \cdot r_R^2} \cdot q \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta_{rR} \dots \dots \dots \text{式(11.2)}$$

式中 $\dot{H}_{L,h}$ 为参考点处X辐射计量率（Sv/h）， $\dot{H}_{L,h}=15 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$ （控制区）， $\dot{H}_{L,h}=2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$ （监督区），

F_{j0} 为辐射源处辐射水平（ $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ）；

200kV： $F_{j0}=I \cdot \delta_{\chi}=3.4 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA}=0.017 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

250kV： $F_{j0}=I \cdot \delta_{\chi}=6.1 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA}=0.03 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

300kV： $F_{j0}=I \cdot \delta_{\chi}=10 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA}=0.05 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

350kV： $F_{j0}=I \cdot \delta_{\chi}=15 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA}=0.075 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

α_r 为反射物的反射系数，0.025；

a 为X射线束在反射物上的投照面积（ m^2 ）， $a = \pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$ ， θ 为辐射角，本项目取 40° ；

r_i 为辐射源同反射点之间的距离（m），取0.5m；

r_R 为反射点到参考点的距离（m）；

q是参考点所在位置相应的居留因子，取1；

k为单位换算系数，对于X射线源为 1.67×10^{-2} 。

根据企业提供的资料，其透照厚度范围为24-50mm钢，此处取各射线机最大电压对应的最大透照厚度，根据式（11.2），本项目所使用的射线机散射射线的监督区、控制区范围详见下表。

表11-3 射线机散射射线监督区、控制区范围

探伤机型号	最大管电压（kV）	控制区（m）	监督区（m）
XXQ-2005	200kV	8.5	21
XXQ-2505	250kV	9.7	24
XXG-3505	350kV	69	137
XXHA-2005	250kV	9.7	24
XXHZ-3005	300kV	40	97

可以估算出非主射方向一次散射的X射线影响范围控制区最大40m，监督区最大范围97m。

主射方向的控制区和监督区划定

本项目所使用X射线探伤机的管电压参数及其穿透厚度详见表9-1，根据企业提供的资料，其透照厚度范围为24-50mmA3钢，对照《辐射防护导论》（方杰主编）P343附图4，本项目所使用的X射线机的发射率常数详见下表。

表11-4 本项目X射线机发射率常数一览表

最大管电压（kV）	发射率常数 ($\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	半值层厚度（mm）
200	3.4	5.1
250	6.1	6.4
300	10	7.5
350	15	8.8

在操作过程中，最大电压基本对应最大透照厚度，则本次评价均以探伤工件厚度以X射线机的最大电压及最大透照工件厚度进行计算，根据《辐射防护导论》（方杰主编）中在距离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$Kr = I \cdot \delta_0 \cdot (r_0/r)^2$$

式中：

Kr——距离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气

比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I ——X射线机管电流， mA ；

δ_0 ——X射线探伤机的发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

r_0 —— 1m 。

则计算可得， 1m 处的未经工件屏蔽的辐射剂量率分别为 200kV ： 1020mGy/h ， 250kV ： 1830mGy/h ， 300kV ： 3000mGy/h ， 350kV ： 4500mGy/h ，工件屏蔽（对应厚度详见表9-1）后辐射剂量率为： 200kV ： $1020/2^{(25/5.1)}=34.16\text{Gy/h}$ ， 250kV ： $1830/2^{(29/6.4)}=57.2\text{Gy/h}$ ， 300kV ： $3000/2^{(40/7.5)}=76.14\text{Gy/h}$ ， 350kV ： $4500/2^{(50/8.8)}=95.74\text{mGy/h}$ 。

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）标准中规定：一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Gy/h}$ 的范围内划为控制区；应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的范围划为监督区。

则当主射线的X剂量率为 $15\mu\text{Gy/h}$ ，距离： 200kV ： 47.72m ，取 48m ； 250kV ： 61.757m ，取 62m ； 300kV ： 71.25m ，取 72m ； 350kV ： 79.89m ，取 80m ；

当主射线的X剂量率为 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，距离： 200kV ： 116.89m ，取 117m ； 250kV ： 151.26m ，取 152m ； 300kV ： $=174.52\text{m}$ ，取 175m ； 350kV ： 195.69m ，取 196m 。

故经理论计算，本项目所用探伤机现场作业时，不同射线机所对应的主射方向控制区及监督区范围详见下表。

表11-5 项目射线机作业时主射方向控制区及监督区设置情况一览表

探伤机型号	最大管电压（kV）	控制区（m）	监督区（m）
XXQ-2005	200kV	48	117
XXQ-2505	250kV	62	152
XXHA-2005	250kV	62	152
XXHZ-3005	300kV	72	175
XXG-3505	350kV	80	196

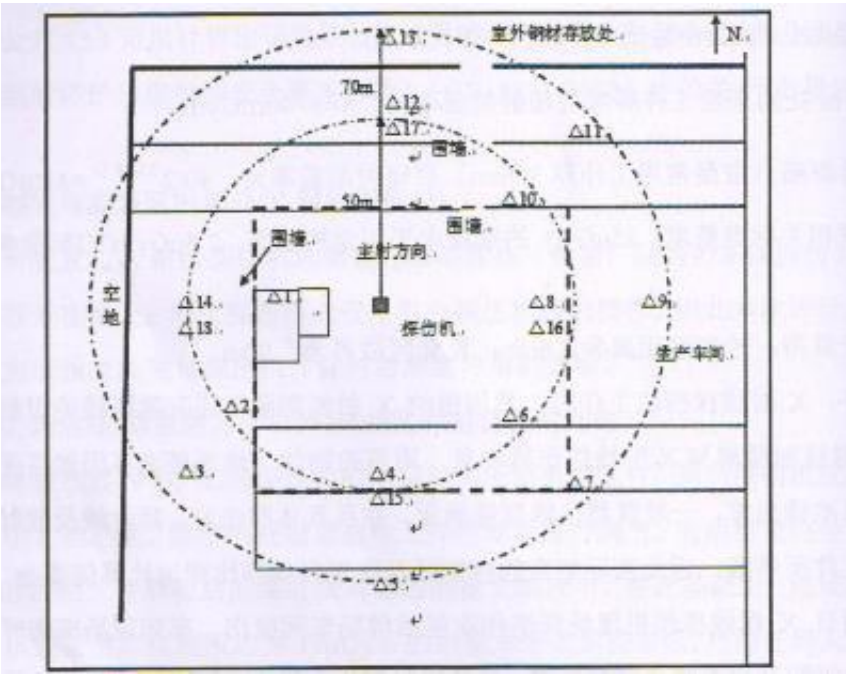
则通过计算对比，本项目移动X射线探伤机作业时，控制区及监督区应以最大距离及主射方向上的相应距离为准。

（2）类比监测

本次评价选取东芝水电设备（杭州）有限公司现有的一台型号为SITE-XD3605型定向X射线探伤机为类比对象，类比监测时，该探伤机以 360kV 、 5mA 的最大工况开机，略大于本项目X射线探伤机的最大管电压，故具有可比性。

开机时探伤机前无被测工件，注射方向朝北，该方向有东芝水电设备（杭州）有限公司生产车间墙体及围墙阻挡。

类比监测时间为2009年9月22日，监测仪器为BH-3103A型X- γ 剂量率仪，测量时仪器为检定有效期内。其类比监测点位详见图11-4，类比监测结果详见表11-5。



注：▲为监测点位，2个圆是以探伤机为圆心，半径分别为50m和70m的同心圆，虚线方框是公司在厂房内的现场探伤范围。

图11-4 类比项目监测点位布置图

表11-6 类比对象开机监测结果（单位：nGy/h）

点位	监测点位描述	平均值	标准差
▲1	探伤操作位处（开机时工作人员停留处）	185.5	2.0
▲2	与探伤机相距50m处（西南）	7752.0	28.2
▲3	与探伤机相距70m处（西南）	885.3	5.1
▲4	与探伤机相距50m处（南）	6818.0	35.5
▲5	与探伤机相距70m处（南）	941.7	4.2
▲6	与探伤机相距50m处（东南）	7540.0	32.0
▲7	与探伤机相距70m处（东南）	960.9	3.6
▲8	与探伤机相距50m处（东）	8302.0	43.7
▲9	与探伤机相距70m处（东）	702.2	11.6
▲10	与探伤机相距50m处（东北）	8515.0	36.9
▲11	与探伤机相距70m处（东北）	993.2	12.4

▲12	与探伤机相距50m处（北）	9839.0	28.1
▲13	与探伤机相距70m处（北）	1138.0	24.4
▲14	与探伤机相距50m处（西）	681.9	3.3
▲15	未开机时背景值	134.0	2.2
▲16		131.2	2.4
▲17		126.0	1.2
▲18		140.5	3.3

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定，探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识；一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，探伤作业人员应在边界外操作，应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。由上表可知，东芝水电设备（杭州）有限公司的SITE-XD3605型定向探伤机选取的控制区（50m）和监督区（70m）符合《工业X射线探伤放射防护要求》。

根据建设单位所提供资料，本项目X射线探伤机最大管电压为350kV，管电流5mA，且均为定向探伤机，故参考类比监测结果，在距离探伤机50m处的X- γ 辐射剂量率能够满足控制区剂量水平要求，距离探伤机70m处的X- γ 辐射剂量率能够满足监督区剂量水平要求。

小结：

结合理论计算及类比监测分析，控制区 and 监督区边界划分存在较大的差距，这是由于理论计算是纯理想状态下进行的估算，而实际上X射线探伤机工作时，其周围的X射线剂量率还有散射线的贡献，散射线的X射线剂量率与X射线探伤机本身、周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，一般需要仪器直接测量，即类比监测结果进行对比评价。并且具体探伤时，漏射线即散射线均大部分被工件所屏蔽，故而实际测量的最大值也未必会出现在主射线方向正对的方向上，但实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小。因此本项目在实际探伤过程中，由于具体作业场所限制，所设置的监督区及控制区具体范围可能小于理论计算值，根据以上类比结果，控制区所设置的最小范围应不小于50m，监督区所设置的最小范围应不小于70m。

11.4.4剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000年报告附录A，

X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{Er}=D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} \text{ (mSv)} \dots\dots\dots \text{ (公式二)}$$

其中： H_{Er} ：X-γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_r ：X-γ 射线空气吸收剂量率，nGy/h；

T ：X-γ 年照射时间，小时；

0.7：剂量换算系数：Sv/Gy。

(1) 辐射工作人员受照剂量分析

①从事X射线探伤

公司探伤操作时，X射线探伤机电缆线长为20m，辐射工作人员在此位置开机操作，但探伤机开机均可设置延时，故开机时公司辐射工作人员（曝光期间）距X射线探伤机实际距离更远。根据公司提供资料可以最大工作量作保守假设：

a、每次探伤时，工作人员在监督区边界操作，辐射剂量率取控制值1.5μGy/h；b、公司按项目需要配备工作人员，工作人员现场探伤最大工作量为：年拍片15000次，每次为5min，求实公司共21名辐射工作人员，分7组轮流承担，每组3人；则据公式二可以计算出该辐射工作人员的年附加有效剂量约为0.20mSv。

综上所述，本项目的工作人员年附加有效剂量明显小于本评价项目管理限值，该公司从事探伤操作的辐射工作人员所接受的年附加有效剂量低于管理限值，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。

(3) 公众成员受照剂量分析

①探伤作业周围公众成员

根据操作规范，在每次现场探伤作业前，该公司都须将探伤计划（包括探伤时间、地点等）告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。

该公司在进行探伤前划定控制区和监督区，公众成员不得进入监督区区域。

现假设：

a、某一公众成员每次探伤时在边界处停留时间为1小时，在1小时内有10分钟X射线探伤机处于出束照射状态；

b、由于该公司移动式探伤机操作现场不固定，探伤均在委托单位内进行，假设每年在同一地点探伤50次。

则据公式二可以计算出该地点公众成员的年附加有效剂量当量为0.015mSv。

11.5其他废物排放对环境影响分析

现场探伤排放的臭氧和 NO_x 排放量小，对周围环境影响很小。X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（900-019-16），并无放射性，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），该部分危险废物定期委托杭州立佳环境服务有限公司处理，危废暂存间严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单进行设计，采取基础防渗、防火、防雨、防晒、防扬散、通风，配备照明设施等防治环境污染措施。贮存场所处粘贴危险废物标签，并作好相应的记录。暂存间应由专人管理，上锁常闭，每次转运须填好转移联单。

经采取上述措施后，本项目营运期产生的危险废物对周围环境几乎不会造成影响。X 射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

11.6 事故影响分析

国内外的实践均表明：工业射线探伤，因违章操作、设备故障或进入失控场所会导致工作人员或公众受到辐射损伤乃至死亡；放射性污染严重的金属物件的误置、丢失、遗弃或被盜，以及在此之后通过废金属回收、熔炼和加工成金属制品等环节，以毫无戒备和完全失去控制的方式进入社会生活，会造成财物被污染、公众受照射乃至少数公众成员遭受严重辐射损伤乃至生命。所以工业射线探伤必须按照国家规定，做好辐射防护管理工作，杜绝各种辐射事故的发生，对以发生的事故，做好应急措施中各项工作，把危害降低到最小。

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

杭州求实工程质量检测有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确了各成员管理职责（详见附件）。公司已制定《辐射安全管理组织机构及职责》，内容主要包括：

①安全生产管理领导小组由公司总经理、无损检测部经理、技术负责人、质量负责人、技术质量室主任、工程检测室主任及检测责任师组成，公司总经理任组长，无损检测部经理任副组长。

②应急处理工作小组由无损检测部经理任组长，成员由技术负责人、质量负责人、技术质量室、工程检测室等有关人员组成。

③安全管理机构的职责

制订公司有关放射性同位素和射线装置安全防护管理制度；有针对性地开展放射污染防治的教育宣传，使公司员工了解射线污染防治的相关知识；根据环保主管部门相关规定，及时办理《辐射安全许可证》的申请、换发、核查、变更和注销等手续，严格按许可范围开展工作；对公司放射性同位素和射线装置的安全防护进行定期检查；组织放射工作人员培训和体检，为放射工作人员配戴并换发剂量块等工作；整理并保存放射安全防护工作的管理档案，长期保存放射性同位素与射线装置台帐、个人剂量档案和职业健康监护档案；对在放射安全防护工作中成绩显著的小组和个人予以表扬和奖励；建立健全安全保卫制度，指定专人负责，落实安全责任制，制定必要的事故应急措施。发生射线装置、被盗和其他放射性污染事故时，立即采取应急措施并向环保、公安、卫生等行政主管部门报告。对本公司的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估。发现安全隐患的，应当立即进行整改。

还应补充以下内容：

a做好与有关部门的协调、沟通，贯彻执行国家和上级有关部门的辐射安全与防护的方针、政策、法规和标准，接受有关部门的辐射防护监督管理；

b负责放射性事故的调查、分析、处理并提出整改的安全管理措施及技术措施。

12.2 辐射安全管理规章制度

杭州求实工程质量检测有限公司现已制定《辐射安全与防护管理制度》、《射线装置台帐管理制度》、《公司治安消防管理制度》、《现场检测安全管理制度》、《辐射安全许可证管理制度》、《放射工作人员管理制度》《X射线检测安全管理制度》、《辐射事故安全管理及程序》、《意外事故应急方案》、《检测现场监督区、控制区人员清场管理制度》、《辐射防护清单》、《个人剂量报警仪使用管理制度》、《放射性装置运输管理制度》、《辐射事故应急预案》、《岗位职责》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射防护监测管理制度》、《辐射安全设施维护与维修管理制度》、《辐射安全检查监督管理制度》，上述制度能够满足本项目的辐射活动管理需求，可在后续实际工作过程中根据不同情况完善相关制度。

续表 12 辐射安全管理

12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业X射线探伤放射防护要求》等要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。企业应为辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪进行现场探伤时应随身配带。企业已配有1台辐射监测仪以及相应的防护用品等，拟另外配备2台辐射监测仪，每处现场探伤时对探伤机工作现场四周环境进行监测，监测数据每年向当地环保部门上报备案。

（1）监测频度：每处现场探伤时常规监测一次。

（2）监测范围：现场探伤控制区、监督区边界及其他评价范围内等。

（3）监测项目：X- γ 辐射剂量率。

（4）监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

（5）企业应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度报告，并于每年1月底前向颁发辐射安全许可证的环境保护部门提交上一年度的评估报告。

12.4 辐射事故应急

杭州求实工程质量检测有限公司针对可能产生的辐射事故情况已制定事故应急预案，应急预案主要包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）应急演习计划；

（4）辐射事故分级与应急响应措施；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故的应急预案，采取应急措施，并在事故发生2小时内向当地县（市、区）或者设区的市环境保护部门、公安部门报送辐射事故初始报告；造成或者可能造成人员辐射伤害的，还应同时向当地向卫生部门报告。

因此，公司应按相关法律法规规定，完善并加强管理，使射线装置始终处于受控状态。

12.5 其他

辐射工作人员变动情况

原有项目核定辐射工作人员 22 人，现计划离职 7 人，另外增加 6 人，本项目最终核定辐射工作人员为 21 人，公司人员变动情况及人员安全与防护培训合格证书、职业健康体检及个人剂量计检测情况详见下表。

表 12-1 项目辐射工作人员情况

序号	姓名	在岗状态	目前持证情况	体检情况	个人剂量计检测情况
1	方跃明	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
2	蒋霖	在岗	培训合格	体检时牙齿发炎导致白细胞数量异常，经复检确定非职业健康损害	未超出标准要求
3	李光	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
4	方专	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
5	方杰	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
6	周子彬	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
7	管晓波	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
8	周利	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
9	倪静	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
10	曲永晶	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
11	孟珍	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
12	郭玲燕	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
13	张翔	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
14	周杰	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
15	杨允胜	在岗	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
16	王振锋	新入职	未培训	未见职业健康损害	/
17	诸天卫	新入职	未培训	未见职业健康损害	/
18	周煜	新入职	未培训	未见职业健康损害	/
19	陈灿	新入职	未培训	未见职业健康损害	/
20	方天明	新入职	未培训	未见职业健康损害	/
21	沈智山	新入职	未培训	未见职业健康损害	/
22	丁斌	离职	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
23	刘汉杰	离职	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
24	刘永彬	离职	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
25	刘传福	离职	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
26	谢小滔	离职	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
27	张震	离职	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求
28	章向华	离职	培训合格	未见职业健康损害	未超出标准要求

由上表可知，本项目辐射工作人员的健康体检及个人剂量检测情况均能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业 X 射线探伤放射防

护要求》，但新入职人员尚未进行防护培训，要求尽快安排培训班次，待培训合格后方可参与辐射工作。

12.5.1 健康管理

公司已严格按照国家关于健康管理的规定，对已有的 21 名辐射工作人员进行职业健康检查，建立个人职业健康监护档案，并为工作人员配备个人剂量计和保存职业照射记录。

具体还应做好以下几个方面：对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；对从事辐射工作的工作人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案。个人剂量监测的频率为每 3 个月 1 次，职业健康检查的频率为每年 1 次。

同时，公司应为工作人员保存职业照射记录；在本单位从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检。

12.5.2 安全培训

原有项目核定辐射工作人员 22 人，现计划离职 7 人，另外增加 6 人，本项目最终核定辐射工作人员为 21 人，已有 15 人通过辐射防护培训，并取得合格证，其余新入职 6 人尚未安排班次培训，要求其通过辐射安全与防护培训并取得合格证后再参加辐射工作。

表 13 结论与建议

13.1 实践正当性

杭州求实工程质量检测有限公司使用移动射线探伤机的目的是为了实现工件的无损检测，提高产品的质量与生产安全，符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

13.2 选址、布局合理性

本项目选址附近虽分布有居民等敏感目标，但项目所有探伤机均不在厂内作业，厂区内不新建探伤室，且不涉及放射源，在加强管理、规范操作的前提下，本项目的建设及运营期不会对周围环境产生较大辐射影响，故本项目的选址是可行的。

13.3 辐射环境影响评价

根据理论计算和剂量估算，在正常工况下，从事射线探伤操作的辐射工作人员和公众成员所受的附加年有效剂量当量均低于剂量管理限值（5mSv和0.25mSv），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。

13.4 污染防治措施

13.4.1 现场探伤

公司现已开展X射线现场探伤工作，相应的污染防治措施，具体如下：

（1）公司开展X射线现场探伤工作时，已配置了报警仪22只，个人剂量计22个，铅背心2件，铅手套2套，警示灯20只，警示标识40块，警戒绳25卷，铅屏风1块；

（2）公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订了《危险废物委托处理处置协议》；

（3）公司现有21名辐射工作人员和部分管理人员有15名已通过有资质单位开办的辐射安全和防护知识培训，取得合格证书，另外新入职6名工作人员尚未安排班次进行培训，要求其在取得合格证书前不得参加辐射工作。

（4）公司已安排辐射工作人员每季度进行个人剂量检测，每年进行职业健康体检。针对本次扩建，应按照辐射工作量、辐射工作人员等情况，需要增加的防护措施有：

(1) 公司必须配置专用车辆运输探伤机。专用车辆应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,并在车上配备贮存探伤机的机箱和检修工具,并报公安部门备案;

(2) 公司应规定操作人员每次搬运探伤设备到即定工作地点时使用搬运工具,并实行多人轮换搬运方式;

(3) 现场探伤作业期间,必须有电离辐射标志、五防措施和110联网及监控装置;

(4) 新增辐射工作人员应通过有资质单位开办的辐射安全和防护知识培训,取得合格证书方可上岗;

(5) 设备检修和使用情况均应有详细记录。操作人员都能做到持证上岗并佩戴个人剂量计。射线装置配置专用车辆,车辆设置明显的放射性标志或者显示危险信号,并在车上配备贮存探伤机的机箱和检修工具,专人押运,专用运输车辆统一报公安局备案。每年年底将辐射安全年度评估报告送当地环保部门;

(6) 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;

(7) 公司应合理平均安排辐射工作人员的工作量,同时公司必须严格控制工作人员的照射剂量,对于年附加有效剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》职业照射剂量限值的辐射工作人员必须加密安排健康检查,安排从事非辐射岗位。

13.5 辐射环保竣工验收

本项目竣工后,建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,参照《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》编制验收监测报告,对厂内安全保卫措施及制度、危废贮存及委托处置情况、辐射设备运输及管理情况、作业时监督区及控制区外的剂量当量率检测等方面按要求进行验收。

13.6 辐射环境管理

公司在换领《辐射安全许可证》前,还必须完善与X射线探伤相关的《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《订购、转让、运输及退役处理制度》、《台帐管理制度》、《设备检修维护制度》和《自行检查和年

度评估制度》等规章制度。

13.7 人员培训及健康管理

所有辐射工作人员必须经辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训合格后才能上岗，并须佩戴个人剂量仪，每3个月检测一次，建立个人剂量档案，每年进行身体健康检查，建立个人健康档案。

13.8 环保可行性结论

杭州求实工程质量检测有限公司移动式X射线探伤机迁扩建项目在落实本报告各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，该公司基本具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

续表 13 结论与建议

13.2 建议和承诺 （1）该项目运行后，企业应强化内部管理监督，培育单位安全文化，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。 （2）每次探伤前，都要对各辐射防护设施的有效性和可靠性进行检查。各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。 （3）在取得辐射安全许可证后方可正式使用射线装置，项目竣工投入试生产(试运行)后三个月内向环保部门申请竣工环保验收。 （4）需要报废X射线装置的，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的环境保护部门核销。
--

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公章

年 月 日

审批意见:

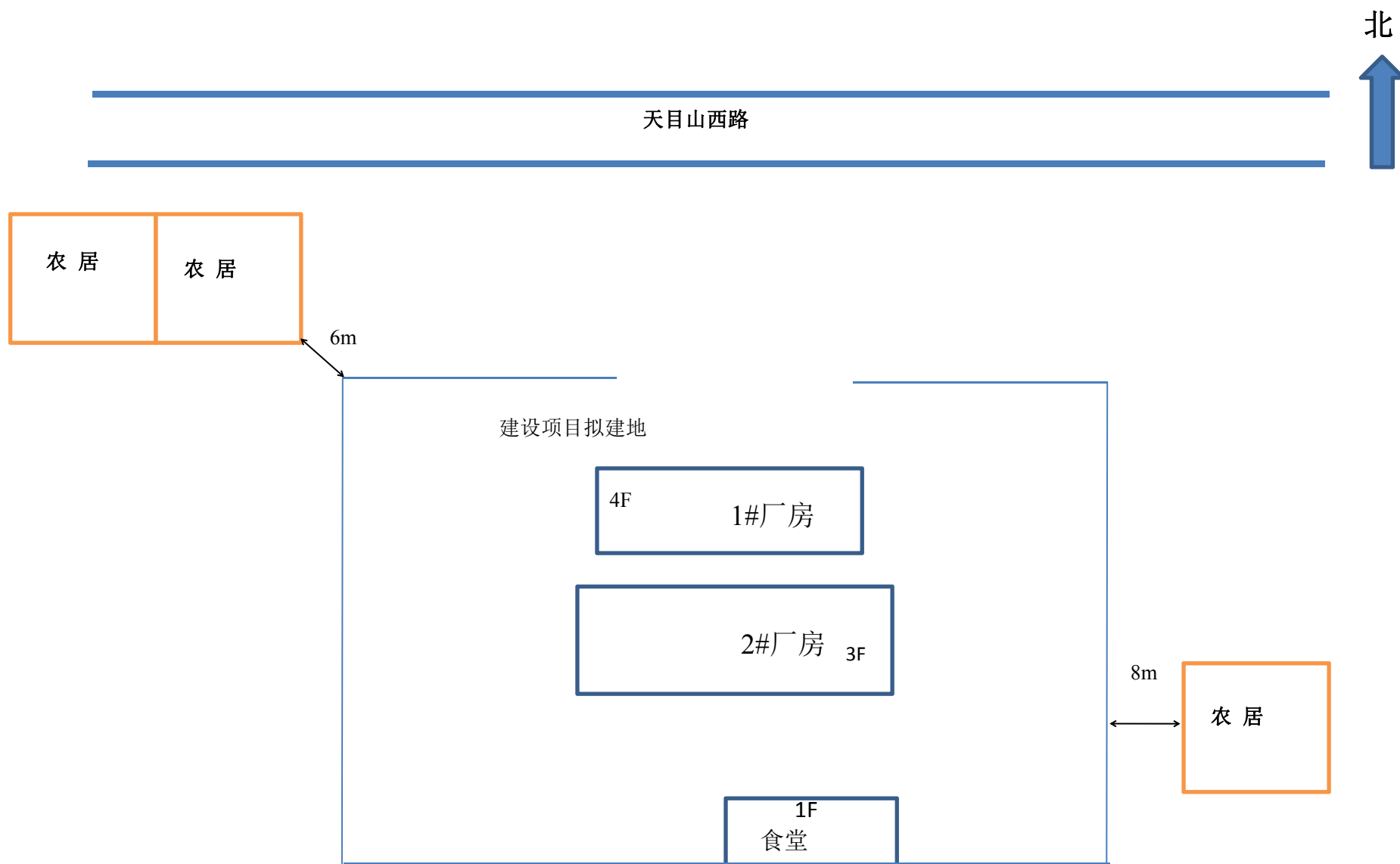
经办人

公章

年 月 日



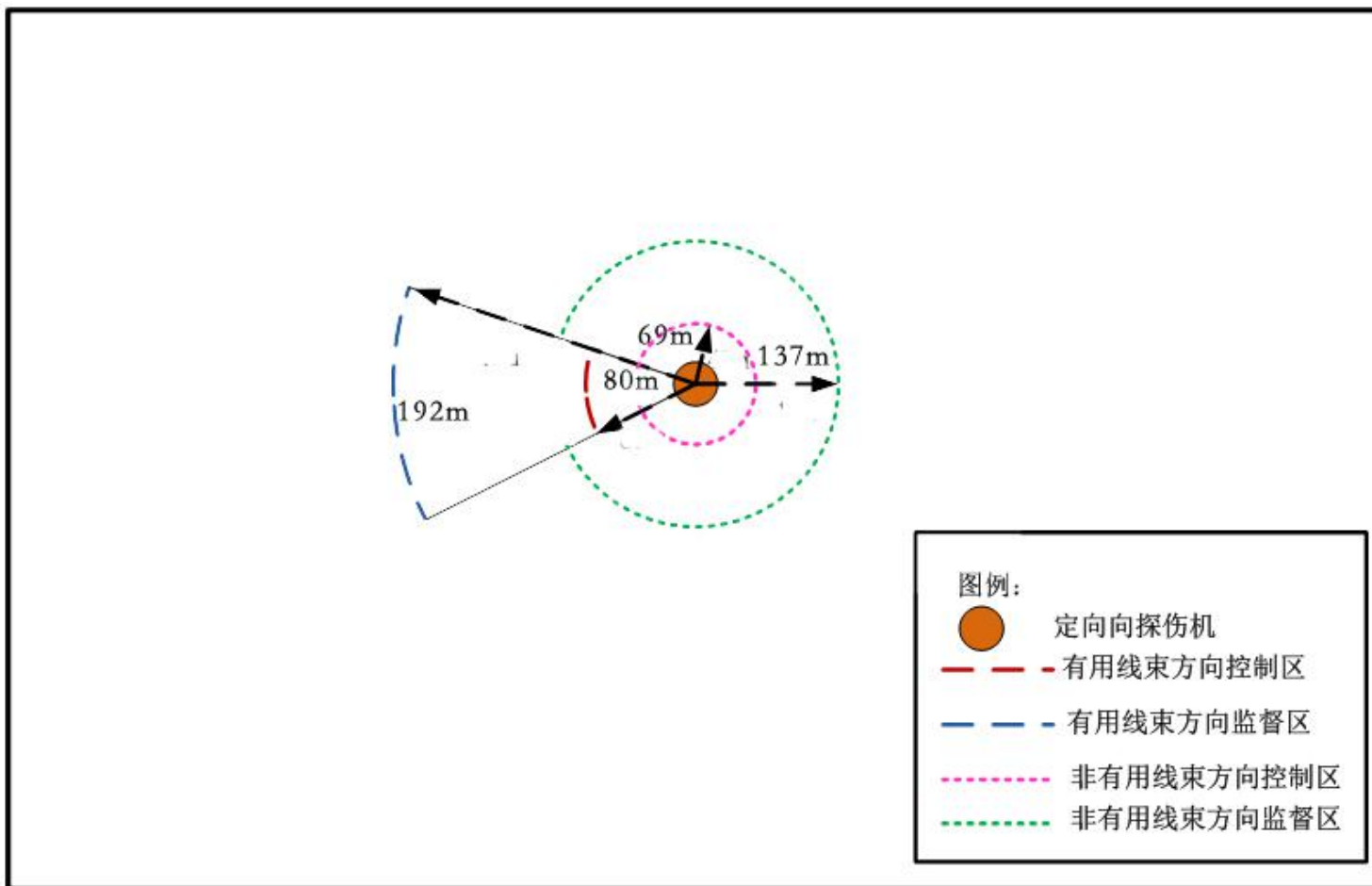
附图 1 建设项目地理位置图



附图 2 项目厂区平面布置图

[illegible]

42



附图 4 射线机作业分区防护示意图



厂区东侧 8m 处为农居（1 户）



厂区南侧隔路 12m 处为迈杰教育科技有限公司



厂区西侧 6m 处为农居（2 户）



厂区北侧隔空地 26m 为天目山路