

核技术利用建设项目

X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探
伤建设项目环境影响报告表
(报批稿)

浙江伯特利科技有限公司

2018 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目环境影响报告表

建设单位名称： 浙江伯特利科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址： 浙江省永嘉县瓯北镇三桥工业区

邮政编码： 325105 联系人： 万建国

电子邮箱： — 联系电话： 13605876288

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	4
表 3 射线装置.....	4
表 4 废弃物.....	4
表 5 评价依据.....	5
表 6 保护目标与评价标准.....	7
表 7 环境质量和辐射现状.....	13
表 8 项目工程分析与源项.....	15
表 9 辐射安全与防护.....	19
表 10 环境影响分析.....	26
表 11 辐射安全管理.....	40
表 12 结论.....	48

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X、γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目			
建设单位		浙江伯特利科技有限公司			
法人代表	黄胜丰	联系人	万建国	联系电话	13605876288
注册地址		浙江省温州市永嘉县三桥工业园区			
项目建设地点		伯特利阀门集团有限公司厂区内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	500	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资）	4%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	--
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 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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其它	无				

1.1 项目简介

浙江伯特利科技有限公司为伯特利阀门集团有限公司全资子公司。早前温州市特种设备检测中心租用伯特利阀门集团有限公司内探伤室，开展探伤项目。2006 年环评规模为配备一枚 ^{192}Ir 源（活度 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ）与一台 X 射线探伤机（300kV，15mA），开展室内探伤，并于 2007 年通过验收；2010 年环评规模为在原有基础上增加一台 ^{192}Ir （ $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ） γ 射线探伤机和 4 台 X 射线探伤机， γ 射线探伤机仅在探伤室内使用，X 射线探伤机在探伤室及船舶制造探伤现场使用，并于 2012 年通过验收。现温州市特种设备检测中心于伯特利阀门集团有限公司内的辐射安全许可证已注销，机器已全部撤走。浙江伯特利科技有限公司为满足生产发展和产品质量控制的要求，向伯特利阀门集团有限公司租用该探伤室，拟重新建设 X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目。本项目在伯特利阀门集团有限公司厂区建设一间探伤室并配备 2 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机和 2 台 X 射线探伤机。

经与建设单位核实，5 年内辐射活动规模为：1 间 X 射线探伤室，配备 2 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机和 2 台 X 射线探伤机。 γ 射线探伤机仅限在探伤室内工作，X 射线探伤机用于探伤室内工作或移动探伤。

由于 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机在使用过程中产生的 X 射线、 γ 射线将对环境产生电离辐射影响，根据国家有关建设项目环境管理规定，本项目应编制辐射环境影响报告表。为保护环境，保障公众健康，浙江伯特利科技有限公司 2017 年 12 月 1 日正式委托四川省核工业辐射测试防护院对本项目进行辐射环境影响评价。

在对该公司探伤室进行辐射环境现状检测的基础上，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》，编制该项目的辐射环境影响报告表。

1.2 企业概况

浙江伯特利科技有限公司经营业务范围：生产、销售阀门、水泵、电站辅机、电机、涡轮、齿轮、模具、阀门配件等。

该公司 X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目主要用于焊缝无损检测。探伤室内主要探伤工件是厚度在 100mm 之内的阀门，探伤工件最大直径 3500mm，长度 5000mm，厚度 10mm；移动探伤用于船厂及管道施工现场开展各种焊缝的移动探伤，最大厚度 30mm；最大年拍片数约 7500 张。

1.3 地理位置

伯特利阀门集团有限公司位于浙江省永嘉县瓯北镇三桥工业区。伯特利阀门集团有限公司的西面为温州达泰鞋业有限公司、中国万能阀门有限公司、维嘉鞋业等几家公司，北面为双塔路，东面为红蜻蜓集团，南面为无名道路。探伤室为一层建筑，位于伯特利阀门集团有限公司毛坯仓库西北角，其北侧、西侧为公司空地，东侧、南侧为伯特利阀门集团有限公司仓库。项目地理位置见附图 1，项目平面布置示意图见附图 2，项目周围环境概况图见附图 3。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度/活度×枚数	半衰期(天)	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	Ir-192	$3.35 \times 10^{12} \text{Bq} \times 2$ 枚	74.3	II类	使用	无损检测	探伤室	放射源贮存在探伤机内,探伤机存放在探伤室内储源坑内	拟购

表 3 射线装置

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	备注
1	X射线探伤机(周向)	II类	1	XXH-2505	250	5	工业探伤	本次环评
2	X射线探伤机(定向)	II类	1	XXQ-2505	250	5	工业探伤	本次环评

表 4 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
废弃的Ir-192放射源	固体	Ir-192	/	/	/	/	放射源贮存在探伤机内	由放射源生产单位回收

表 5 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境影响评价法》2016 年 9 月。</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 44 号，2017 年 9 月 1 号起实施；</p> <p>(6) 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，2017 年 4 月 28 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 03 月；</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，国家环保部令 第 3 号，2008 年 12 月；</p> <p>(9) 《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 4 月；</p> <p>(10) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，省政府令第 364 号，2018 年 3 月；</p> <p>(11) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月；</p> <p>(12) 《国家危险废物名录》，环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月；</p>
------	---

	<p>(13) 《射线装置分类》，环境保护部，国家卫生计生委，2017 年第 66 号令，2017 年 12 月。</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 环境保护部；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)；</p> <p>(4) 《关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求》环发(2007)8 号；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。</p>
其它	<p>(1) 项目地理位置图，见附图 1；</p> <p>(2) 项目平面布置示意图，见附图 2；</p> <p>(3) 项目周围环境概况图，见附图 3；</p> <p>(4) 营业执照，见附件 1；</p> <p>(5) 委托书，见附件 2；</p> <p>(6) 告知书，见附件 3；</p> <p>(7) 检测报告，见附件 4；</p> <p>(8) 租赁合同，见附件 5</p> <p>(9) 专家复核意见及修改情况，见附件 6。</p>

表 6 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>本项目污染为能量流污染，根据能量流的传播与距离相关的特性，结合《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，确定本项目室内探伤评价范围为探伤室周围 50m，评价范围内无敏感点；移动探伤的评价范围为探伤机周围 200m。</p>
<p>保护目标</p> <p>环境保护目标为探伤机工作现场处周围活动的辐射工作人员、以及公司内的其他非辐射工作人员和公众成员。</p>
<p>评价标准</p> <p>（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>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。</p> <p>4. 3. 3 防护与安全的最优化</p> <p>4. 3. 3. 1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。</p> <p>B1 剂量限值（标准的附录 B）</p> <p>B1.1 职业照射</p>

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）《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015。

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线移动探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机)进行探伤的工作。

4.1 防护安全要求

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

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平,对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$,对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$;

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时,探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3;

b) 对不需要人员到达的探伤室顶,探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其它报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮或拉绳的安装,应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签,标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

(3) 《工业 γ 射线探伤卫生防护标准》(GBZ132-2008)

本次评价采用相关的第 4、6 项做相应的评价标准,具体内容如下:

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 中第 5.3 条的试验要求,其周围的空气比释动能率不超过表 6-1 的数值。

表 6-1 源容器周围空气比释动能率控制值 ($\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$)

探伤机类别	容器外表面	距容器外表面	
		50mm	1m
手提式	2	0.5	0.02
移动式	2	1	0.05
固定式	2	1	0.10

本项目以手提式源容器周围空气比释动能率控制值作为管理限值。

6.固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室的屏蔽要求

γ 射线探伤室的屏蔽墙应充分考虑直射、散射和屏蔽物材料和结构等各种因素。在进行屏蔽墙设计时约束值可取 $0.1\sim 0.3\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 并

要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ，无迷道探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

6.2 安全设施要求

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

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

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

6.3 操作要求

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

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

(4) 《关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求》，环发（2007）8号

使用固定 γ 射线探伤室的单位可参照从事移动 γ 射线探伤工作的单位进行管理。固定 γ 射线探伤室应满足下述要求：

1、探伤室建筑（包括辐射防护墙、门、辐射防护迷道）的防护厚

度应充分考虑 γ 射线直射、散射效应。

2、探伤室应安装固定式辐射剂量仪，剂量率水平应显示在控制机房内，并与门连锁。

3、应配置便携式辐射检测报警仪，该报警仪应与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。

4、探伤室工作人员入口门外和被探伤物件出入口门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱。探伤作业时，应由声音警示，灯箱应醒目显示“禁止入内”。

5、 γ 射线探伤室的各项安全措施必须定期检查，并做好记录。

表 7 环境质量和辐射现状

7.1 辐射环境现状检测

(1) 检测目的

掌握该公司探伤室周围的辐射环境质量背景水平，为现状评价提供基础数据。

(2) 检测内容

根据污染因子分析，环评单位委托杭州旭辐检测技术有限公司于 2017 年 12 月 4 日对本项目探伤室周围进行辐射环境背景水平检测。

(3) 检测点位

按照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》的要求，结合现场条件，对探伤室周围进行布点检测。

(4) 检测仪器与规范

检测仪器的参数与规范见表 7-1。

表 7-1 X- γ 辐射剂量当量率仪参数与规范

仪器名称	X、 γ 辐射剂量当量率仪
仪器型号	451P
能量回应	>25 keV
量程	0~50mSv/h
检定证书	上海市计量测试技术研究院 (检定证书编号：2017H21-20-1260484001) 有效期：2017 年 10 月 19 日~2018 年 10 月 18 日
检测规范	电离辐射防护与辐射源安全基本标准 GB18871-2002 环境地表 γ 辐射剂量率测定规范 GB/T 14583-1993

(5) 质量保证措施

- a、合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- b、检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c、检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- d、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- e、检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。

(6) 检测结果

本次评价的探伤室周围辐射环境背景水平检测结果见表 7-2，检测报告见附件 4。

表 7-2 探伤室及其周围辐射环境现状检测结果^{*}

检测点位	检测点位描述	辐射剂量率 (μ Sv/h)	
		平均值	标准差
▲1	探伤室东侧	0.14	0.02
▲2	探伤室南侧	0.13	0.01
▲3	探伤室西侧	0.14	0.01
▲4	探伤室北侧	0.12	0.01

^{*}检测结果未扣除宇宙射线的响应；

5.2 现状评价

由表 7-2 的检测结果可知，该探伤室各检测点位的辐射剂量率为 0.12~0.14 μ Sv/h。根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查报告》，温州市室内 γ 辐射剂量率在 0.073~0.198 μ Sv/h 之间，可见，该探伤室辐射现状水平未见异常。

表 8 项目工程分析与源项

8.1 工程设备和工艺分析

8.1.1 探伤机的特点及作业方式

该公司配备的 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点，曝光时间最长为 5min，为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1: 1 方式工作和休息，确保 X 线管充分冷却，防止过热。

预计每周工作 5 天，每天开机探伤 2h。

8.1.2 工作原理

X 射线探伤机

X 射线探伤机是利用 X 射线对对象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 射线探伤机主要由 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 射线管结构图见图 8-1。

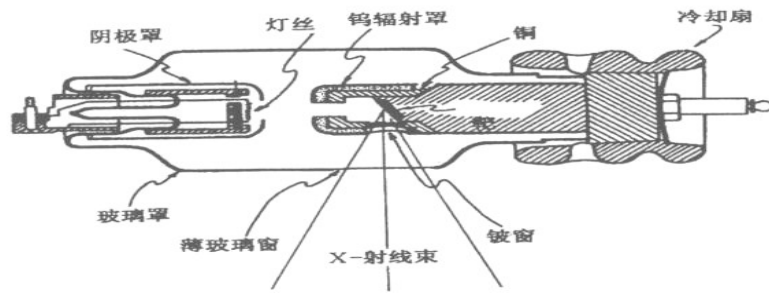


图 8-1 典型的 X 射线管结构图

γ 射线探伤机

γ 射线探伤机在工作过程中，通过 ^{192}Ir 产生的 γ 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，γ 探伤机就据此实现探伤目的的，探伤机的结构示意图见图 8-2。

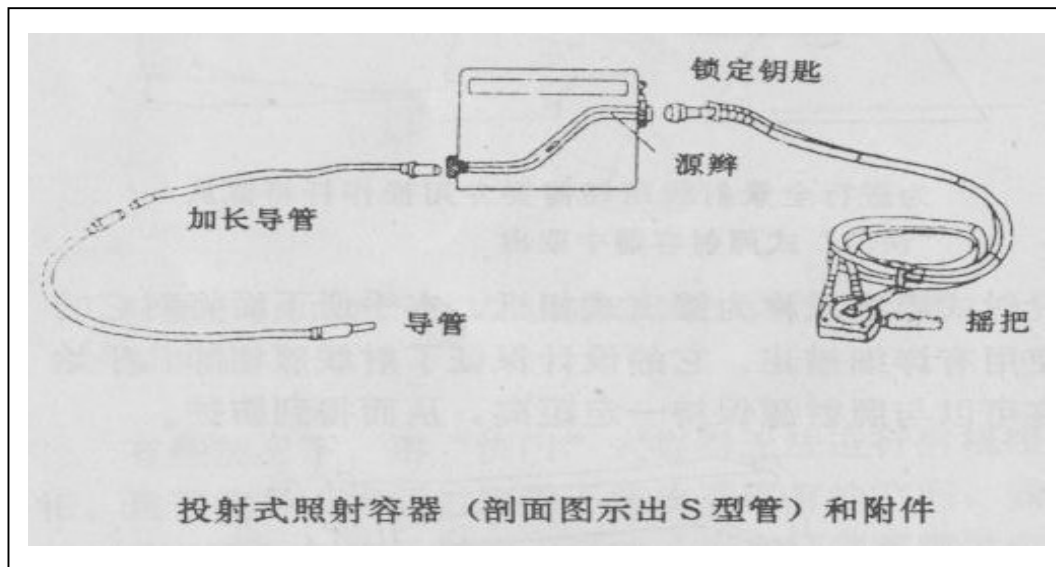


图 8-2 γ 射线探伤机的结构示意图

8.1.3 探伤过程

X 射线探伤机室内探伤

该公司使用 X 射线机探伤在固定的探伤室内，检测前将需要进行射线探伤的工件用叉车送入探伤室，设置适当位置，在工件待检部

位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，然后按照无损检测标准选择单壁单影、双壁单影透照方式，根据工件规格选择一次透照长度及张数，根据曝光曲线选择合适的管电压以及曝光时间，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。

X 射线探伤机移动探伤

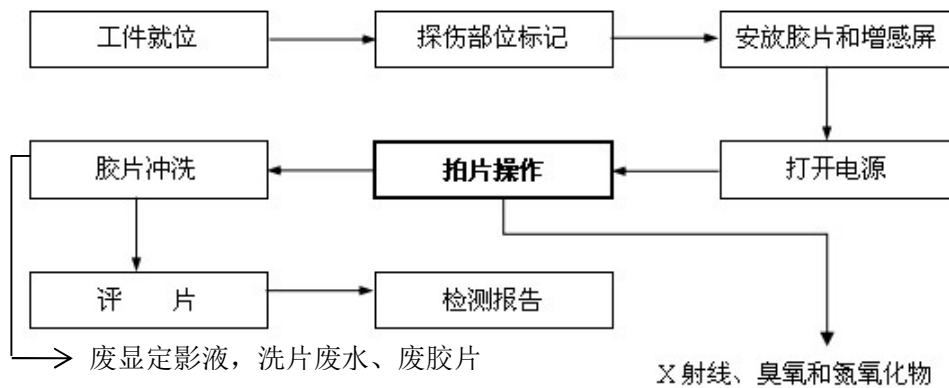
工作人员在进行 X 射线探伤前，严格实施控制区和监督区划分要求，先在工作现场四周设立警告标志或安排监督人员实施人工管理，确定场内无相关人员后，开始铺设电缆，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，确定照射时间，在操作位开机曝光，然后迅速离开，并开始计时，达到预定的照射时间后，回到操作位关闭电源，工作人员解除从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，并解除控制区和管理区，完成一次探伤任务。

γ 射线探伤机

操作前，操作人员必须关闭曝光室大门、打开场地剂量报警器，随身佩戴好个人射线报警器。将 γ 射线探伤机从储源室内取出，探伤机连接，检查一下曝光室大门是否关闭，确定后，将选择环顺时针旋至工作状态，全体人员撤离曝光室，关闭通道小门。在操作室内进行自动送源、收源操作。当源确定收回时，操作人员应检查场地报警器显示无辐射剂量后，随身佩戴好个人射线报警器，进入曝光室。进入

曝光室后立即将选择环逆时针旋至“锁定”处，再进行贴布片等工作。工作结束后确定曝光场地内无辐射剂量后佩戴好个人射线报警器进入场地，脱离连接，将 γ 射线探伤机放入储源室。

8.1.4 探伤工艺流程图及产污位置图



8.2 污染源项描述

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。

γ 射线： γ 射线探伤机利用 ^{192}Ir 衰变时发射的 γ 射线实现探伤目的， γ 射线具有较强贯穿能力，因此 γ 射线探伤机的污染因子是 γ 射线。

废气：探伤机工作时产生射线，造成室内空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。

废液：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，废物代码为900-019-16，并无放射性。

表 9 辐射安全与防护

9.1 项目安全设施

9.1.1 室内探伤

9.1.1.1 探伤室概况

探伤室为 2006 年按照 ^{60}Co 设计的一层建筑，面积约为 43m^2 ，其中长 \times 宽： $8.6\text{m}\times 5\text{m}$ ，高 4m 。

探伤室平面布置见图 9-1，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 9-1。

表 9-1 探伤室屏蔽情况一览表

项目	内容
屏蔽墙	1200mm 厚混凝土
天棚厚度	450mm 厚混凝土
工件门	100mm 厚铅板，尺寸 $4600\times 4000\text{mm}$ ，门洞尺寸 $3600\times 3000\text{mm}$ ，门两侧与墙体搭接大于 10 倍门缝间隙。
工作人员出入门	100mm 厚铅板，尺寸为 $2350\times 1500\text{mm}$ ，门洞尺寸 $2000\times 1000\text{mm}$ ，两侧及上下搭接大于 10 倍门缝间隙。
储源坑	位于探伤室西侧，尺寸 $850\times 850\times 800\text{mm}$ 的地下储源坑，储源坑盖板为 2cm 厚钢板， γ 探伤机不使用时存放在探伤室的储源坑内。
通风装置	机械通风扇位于探伤室西侧，尺寸为 $300\times 300\text{mm}$ ，有铅叶屏蔽
电缆出口	U 型地下通道

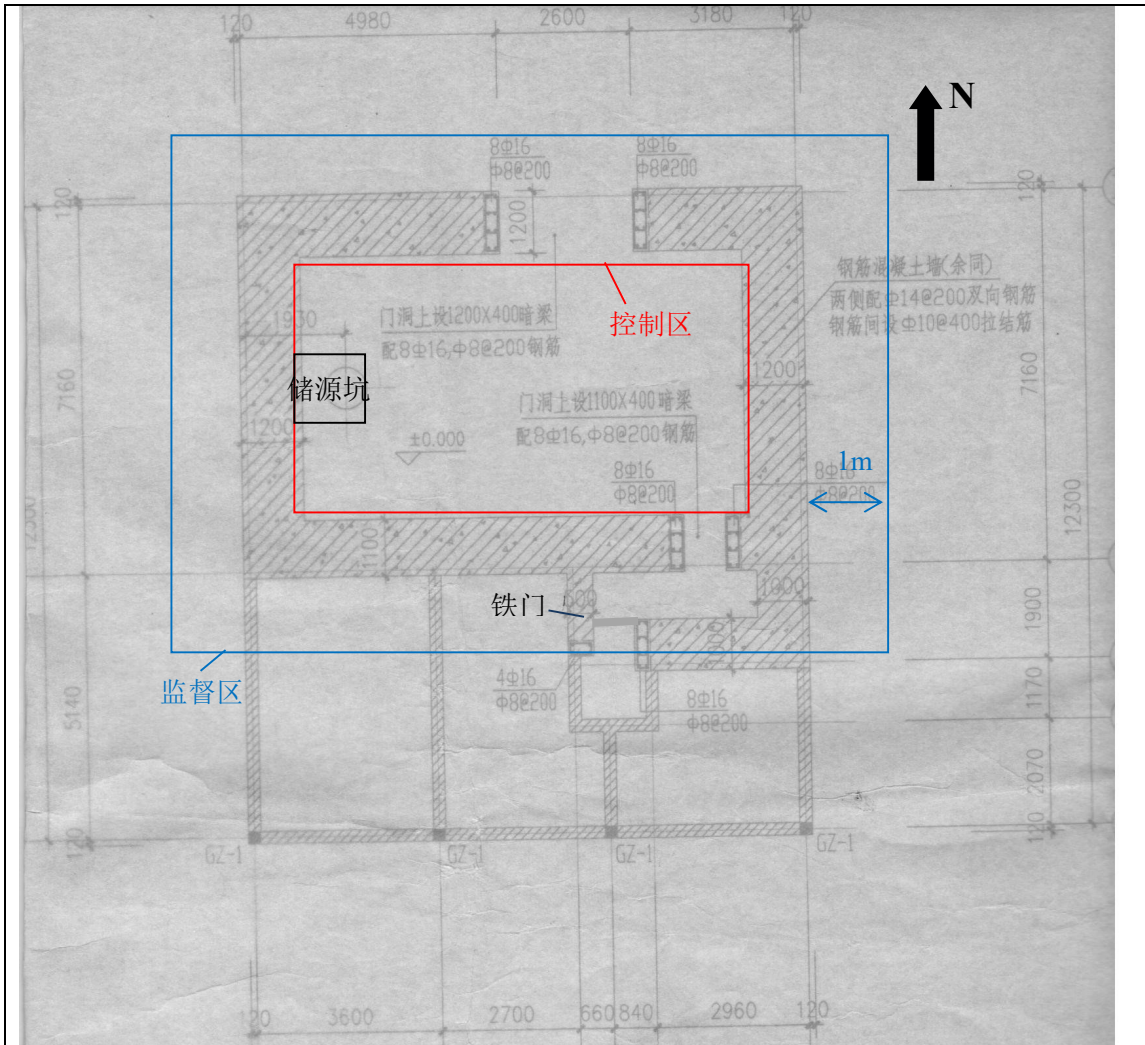


图 9-1 探伤室平面布置示意图

9.1.1.2 污染防治措施

该公司 γ 射线探伤机与 X 射线探伤机室内探伤建设项目须具备以下污染防治措施：

- (1) 探伤室防护门与两边墙体有搭接。
- (2) 对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻 1m 的区域划为监督区。
- (3) 探伤室须安装门-机联锁安全装置和灯光警示装置，只有在门关闭后 X 射线装置才能进行透照检查。
- (4) 探伤室周围均须设置电离辐射警告标志，并用中文注明“当

心电离辐射”，探伤室门外 1m 处划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项相关辐射环境管理制度应张贴于工作现场处。

(5) 探伤室内 X 射线机操作电缆孔有铅罩防护。

(6) 公司须制定制度，禁止将 γ 射线探伤机移出探伤室外作业。

(7) 每个辐射工作人员均须配备个人剂量计。

(8) 须建立探伤机的档案和台帐，贮存、使用探伤机时及时进行登记、检查，做到帐物相符，并要求有专人负责保管。

9.1.2 移动探伤

9.1.2.1 X 射线移动探伤作业

(1) 移动探伤概况

浙江伯特利科技有限公司每次开展探伤时一个地点只有一台探伤机开机运行，在移动探伤作业前应先确认该场所范围内没有其他无关人员。公司所有移动探伤均为野外探伤，不进行厂内移动探伤。

该公司根据制定的操作计划，从尽可能保护人员安全的角度出发，探伤工作一般都安排在晚上开展：①在开始移动探伤之前，探伤工作人员使用便携式剂量仪一般将作业场所中周围剂量当量率大于等于 $15 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，探伤工作人员应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②控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌、应尽可能设置实体屏障或临时拉起警戒绳及警戒灯；③控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区，如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查；在第一次曝光期间，应测量

控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时应调整控制区的范围和边界；④将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于等于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为监督区，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移动探伤期间，工作人员应佩戴带个人剂量计和个人剂量报警器。

若公司开展异地移动探伤作业时，建设单位应遵循各地的管理规定，需异地备案的应做好与当地环保部门的备案工作。

(2) 辐射防护用品配置情况

为保障移动探伤安全有序进行，浙江伯特利科技有限公司须为每位辐射工作人员配置个人剂量计。移动探伤时须配备警戒绳，个人剂量报警仪，个人剂量计，警示牌，警戒灯，辐射巡测仪。

根据探伤工作分组，公司拟配置 3 个工作组，每个工作组需配备辐射巡测仪 1 台，剂量报警仪 1 台，警示系统 1 套（包括：警戒绳 $\geq 500\text{m}$ ，电离辐射警示牌 ≥ 4 个，警戒灯 ≥ 4 个）。

9.1.2.2 X 射线探伤设备的存放

X 射线探伤设备闲置时存放在公司探伤室南侧探伤机仓库内，仓库无窗、设有防盗门并配有设备专管员。X 射线探伤设备于移动探伤时，暂存于临时储存场所，临时储存场所要求做到“防盗、防火、防潮、防爆”。

9.1.2.3 污染防治措施

移动探伤必须具备以下污染防治措施：

(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。

(2) 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。

(3) 移动探伤作业工作过程中,控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小, X 射线探伤机应用准直器,视情况采用局部屏蔽措施(如铅板)。

(4) 控制区的边界尽可能设定实体屏障,包括利用现有结构(如墙体)、临时屏障或临时拉起警戒线(绳)等。

(5) 在监督区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。

(6) 移动探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时,应防止移动探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

(7) 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置,以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

(8) 开展移动探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名辐射工作人员。

(9) X 射线移动探伤作业时应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(10) 电缆线至少大于 20m。

(11) 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

(12) 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

(13) 移动探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在移动探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

(14) 移动探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

(15) 公司 X 射线探伤机储存场所应设置明显的电离辐射警告标志，每台探伤机应明显标志型号，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施。每个工作组设备临时储存场所同样须做到“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

(16) 本公司 X 射线探伤机无探伤作业时存放于公司探伤室南侧探伤机仓库内，该处只存放设备用，不得进行设备检修活动。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

9.2 三废的治理

(1) 探伤室设计有机械排风扇，工作期间应保证探伤作业时开启排风扇进行机械排风，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度。

(2) 该公司每年拍片数大约为 7500 张，产生一定量的废显影液、定影液，废显影液、定影液及胶片要求集中存放在有锁的存储室内，废显影液、定影液暂存应对贮存容器双重保护，防止泄露，并由专人保管，并与有资质的单位签订废液回收协议，定期送交有资质的单位

处理，建立台帐。

表 10 环境影响分析

10.1 建设阶段对环境的影响

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。在建设过程中，X 射线探伤机未通电运行，故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。

γ 射线探伤机只有在项目建成后，经浙江省环境保护厅批准才准购置放射源，因此，在建设过程中，对周围环境无辐射影响。

根据环发[2007]8 号精神：“探伤装置装源（包括更换放射源）应由放射源生产单位进行操作，并承担安全责任。生产、销售、使用探伤装置单位不得自行进行装源操作。”公司所用的 γ 射线探伤机内置的放射源将由放射源由专业单位定期更换。因此，换装放射源具体实施过程不对本公司辐射工作人员产生辐射影响。

10.2 运行阶段对环境的影响

10.2.1 探伤室内 X 射线机与 γ 射线探伤机的对环境的影响

探伤室内 γ 射线探伤机的对环境的影响分析采用类比分析。为分析了解该项目建成投入运行后对周围电磁环境造成的辐射影响，本次评价选取浙江省辐射环境监测站 2011 年 3 月 22 日对温州市特种设备检测中心 ^{192}Ir γ 射线与 X 射线探伤机应用项目竣工环境保护验收检测数据与本项目进行类比。可比性分析表见表 10-1.

表 10-1 类比项目可行性分析

	本项目	类比项目
核素名称及活度	^{192}Ir 源, 出厂活度 $3.35 \times 10^{12}\text{Bq}$	^{192}Ir 源, 出厂活度 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$
探伤室面积	43m^2	43m^2
机房墙体	1200mm 厚混凝土	1200mm 厚混凝土
天棚厚度	450mm 厚混凝土	450mm 厚混凝土
工件门	100mm 厚铅板 (100mm 铅当量)	100mm 厚铅板 (100mm 铅当量)
工作人员出入门	100mm 厚铅板 (100mm 铅当量)	100mm 厚铅板 (100mm 铅当量)

由 10-1 的类比可行性分析结果可知, 本项目与类比项目探伤室屏蔽状况相同, γ 源出厂活度小于类比项目, 故具有很好的可类比性。类比项目检测数据见表 10-2, 检测点位图见图 10-1。

γ 射线探伤机检测工况: 待测 ^{192}Ir 源于 2011 年 2 月 24 日生产, 活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$, 半衰期 74.3 天, 2011 年 3 月 22 日检测时 ^{192}Ir 源活度约为 $2.96 \times 10^{12}\text{Bq}$, 为出厂时活度 80%。

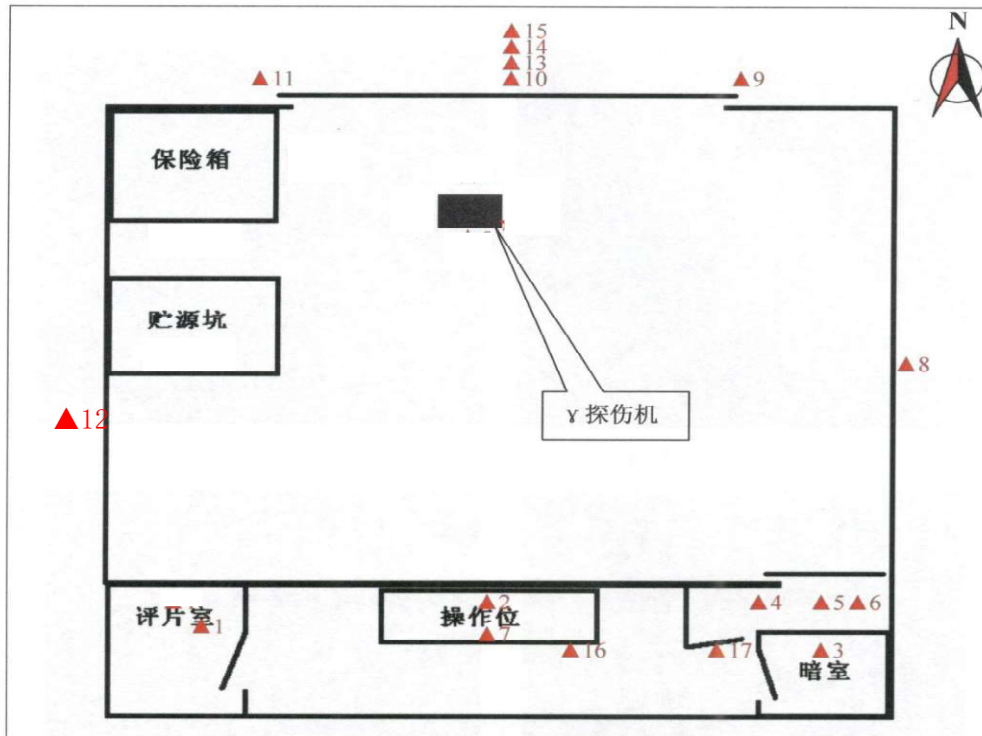


图 10-1 类比项目检测点位图

表 10-2 类比项目检测结果

点位名			辐射剂量率 (nGy/h)	
			平均值	标准差
▲1	评片室墙表面 30cm	关机	216	1
		γ 射线探伤机开机	227	1
▲2	操作间墙表面 30cm	关机	201	3
		γ 射线探伤机开机	205	1
▲3	暗室墙表面 30cm	关机	205	1
		γ 射线探伤机开机	206	2
▲4	人员进入门迷道 铅门右侧表面 30cm	关机	128	3
		γ 射线探伤机开机	1410	30
▲5	人员进入门迷道 铅门中侧表面 30cm	关机	130	1
		γ 射线探伤机开机	1880	10

▲6	人员进入门迷道 铅门左侧表面 30cm	关机	130	1
		γ 射线探伤机开机	3950	20
▲7	工作人员操作位	关机	176	1
		γ 射线探伤机开机	180	1
▲8	探伤室东墙表面 30cm	关机	196	2
		γ 射线探伤机开机	196	2
▲9	货物进出门东侧 门缝表面 30cm	关机	145	1
		γ 射线探伤机开机	155	2
▲10	货物进出门中表 面 30cm	关机	91	1
		γ 射线探伤机开机	92	1
▲11	货物进出门西侧 门缝表面 30cm	关机	167	1
		γ 射线探伤机开机	197	1
▲12	探伤室西墙表面 30cm	关机	190	1
		γ 射线探伤机开机	191	1
▲13	离货物进出门表 面 1m 处	关机	156	1
		γ 射线探伤机开机	158	1
▲14	离货物进出门表 面 2m 处	关机	154	2
		γ 射线探伤机开机	160	1
▲16	操作间通电缆线 孔口处表面 30cm	关机	168	1
		γ 射线探伤机开机	168	1
▲17	人员进第一道铁 门表面巡测最大 值	关机	192	1
		γ 射线探伤机开机	194	1

由检测结果可知，在关机状态下，探伤室周围辐射剂量率为 91~216nGy/h。在 γ 探伤机开机状态下，探伤室周围人员能到达处的辐射剂量率为 92~227nGy/h；符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》

(GBZ132-2008) 要求, 即探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。

在 γ 探伤机开机状态下, 探伤室人员进出铅门的辐射剂量率为 $1410\sim 3950\text{nGy/h}$ 。但在正常探伤作业情况下, 人员进出第一道铁门均上锁, 钥匙由操作人员看管, 人员无法靠近铅门, 而铁门处的剂量在本底波动范围内。

由于 X 射线探伤机射线功率远低于 ^{192}Ir γ 射线探伤机, 在 ^{192}Ir γ 射线探伤机正常开机时各人员可达位置辐射剂量符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 要求, 故不考虑 X 射线探伤机开机时对环境的影响。

通过浙江省辐射环境监测站 2011 年 3 月 22 日对温州市特种设备检测中心 ^{192}Ir γ 射线与 X 射线探伤机应用项目竣工环境保护验收检测数据可知, 本项目在 ^{192}Ir γ 射线探伤机正常开机工况下, 工作人员和公众成员均不会接受额外的辐射照射。

10.2.2 X 射线探伤机移动探伤的对环境的影响分析采用理论计算

①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向所检查的工件, 射线能量根据被检工件的厚度进行调节, 有用射束完全被工件所屏蔽。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大于等于 $15 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量水平划定控制区, 严禁任何人进入该区域; 小于 $15 \mu\text{Sv/h}$, 大于等于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 剂量水平的区域划定监督区, 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大于 200kV 时，要求漏射线 1m 处的比释动能率小于 5mGy/h，由此可以估算出不同距离漏射线的剂量率，见表 10-3。

表 10-3 无屏蔽状态下不同距离漏射线的 X 射线剂量率(μ Sv/h)

距离(m)	1	5	18	20	45
大于 200kV	<5000	<200	15	<12.5	2.5

注：电流 5mA。

举例说明计算过程如下：

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

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

根据理论计算结果可知，本项目 X 射线探伤机在移动探伤工作时，须划定控制区为离 X 射线探伤机 18m 的区域，监督区为离探伤机 45m 的区域（非主射方向）。

②主射方向的控制区和监督区划定

根据公司提供资料可知，探伤机工况如下：

最大管电压 kV	透照厚度 mm (Min/Max)	焦距 mm
250	4/40	600

查《辐射防护导论》（方杰主编）P343 页附图 4 可知，250kV 的 X 射线探伤机的发射率常数 δ_0 为： $18\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

250kV 能量钢的半值层厚度为 6.5mm(探伤工件厚度以 40mm 计); 且根据公式 $Kr=I \cdot \delta_0 \cdot (r_0/r)^2$ 。

计算可得, 1m 处的未经工件屏蔽的辐射剂量率为: $5 \times 18 \times 60 = 5400$ mGy/h;

工件屏蔽 (取厚度 40mm) 后辐射剂量率为: $5400/2^{(40/6.5)}$
 $=75.8$ mGy/h;

根据相关标准要求, $15 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量水平划定控制区; $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量水平划定监督区;

故计算得: 控制区距离为 71m ($\sqrt{75.8\text{mGy/h} \times 1^2 \div 0.015} \approx 71\text{m}$); 监督区边界为 174m ($\sqrt{75.8\text{mGy/h} \times 1^2 \div 0.0025} \approx 174$), 现场实际探伤时需使用便携式剂量仪进行测量验证计算后划出控制区和监督区。

此外, 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, 一般现场实际探伤时需要便携式剂量仪直接测量。并且具体探伤时, 漏射线及散射线均大部分被工件所屏蔽, 因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小。

根据向该公司核实, 其以后的操作过程中, X 射线探伤机现场控制区及监督区的确定, 均严格执行控制区边界外比释动能率控制在 $15 \mu\text{Sv/h}$ 以下, 监督区边界外比释动能率控制在 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 以下的要求划分。

10.2.3 剂量分析

① 辐射工作人员

该公司辐射工作人员年工作时间约为 50 周，根据类比分析和计算结果，在满足辐射防护屏蔽要求和规范操作的前提下，辐射工作人员受到辐射照射剂量不超过 0.25mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。

② 公众成员

探伤室内探伤机开机工作时，将开启工作灯光警示装置，告诫车间其它工作人员不要在探伤室周围停留。公司已有严格的管理制度，公众成员一般不进入该公司区，车间其它工作人员和公众人员不会接受明显的额外的辐射照射；该公司移动探伤作业一般安排在晚上现场其他非辐射工作人员下班后进行，因此，只要根据本报告严格进行控制区和监督区的划分管理，切实落实警戒绳及警戒灯的放置工作及巡检工作，移动探伤时监督区内不会有其他公众成员。因此，公众成员不会受到额外的辐射照射。因此，公众成员所接受的剂量也能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

10.2.4 探伤室屏蔽能力分析

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定，结合该公司探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

(1) 设计中, 该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全, 且探伤室与操作室分开; 探伤室工件出入门防护性能(工件门和工作人员出入门均有 100mm 厚的铅板)、各侧墙的防护性能(各侧墙为 1200mm 厚混凝土)及顶棚的防护性能(顶棚为 450mm 厚混凝土)结合类比分析和理论计算结果可知, 其已能满足辐射防护。

(2) 由辐射环境影响预测分析可知, 辐射工作人员和公众成员所受辐射照射能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量管理限值”的要求。

(3) 该公司使用的探伤机开机产生的射线使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物, 探伤室利用通风管机械排风, 将臭氧和氮氧化物排出探伤室外, 不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此, 该公司 X 射线探伤室屏蔽能力能达到管电压不大于 250kV、管电流不大于 5mA 的 X 射线探伤机和 ^{192}Ir γ 射线探伤机正常工作时的辐射防护要求。

10.3 事故影响分析

室内探伤

该公司使用的射线装置属 II 类射线装置, 使用的放射源属 II 类放射源, 室内探伤可能发生的事故工况主要有以下几种情况:

1. 探伤机在对工件进行照相的工况下, 探伤室门机连锁失效, 工作人员误入探伤室, 或铅防护门未完全关闭, 至使射线泄漏到探伤室外, 给工作人员及周围活动的人

2. 员造成不必要的照射。

2.检修机器时 γ 射线探伤机中的放射源从容器中掉出来。会对操作工人及可能到达的公众成员产生很强的辐射照射。

3.管理人员疏忽或人为故意造成源丢失或偷盗事故，将造成严重的安全隐患。

4、X射线探伤机在对工件进行照相的工况下，工作人员和公众成员误入控制区、监督区，使其受到额外的照射。

5.人为故意引起的辐射照射。

移动探伤

该公司使用的射线装置属 II 类射线装置，移动探伤可能发生的事事故工况主要有以下几种情况：

1. X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，工作人员和公众成员误入控制区、监督区，使其受到额外的照射；

2.人为故意引起的辐射照射。

为了杜绝事故发生，企业必须严格按照操作规程进行作业，确保安全，并加强管理，使射线装置始终处于监控状态。

移动探伤前，企业须安排专人查看监督区和控制区范围内是否有无关人员逗留，防止人员误入。

辐射事故等级

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条规定：根据辐射事故的性质、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。

特别重大辐射事故，是指 I 类、II 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。

重大辐射事故，是指 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）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指 III 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。

一般辐射事故，是指 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。

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预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地环境保护部门报告，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。对于射线装置和放射源被盗事故还应向公安部门报告。

事故预防措施

为了杜绝事故发生，该公司应做好以下事故预防措施，并严格按照操作规程进行作业，确保安全。

室内探伤

(1) 对室内探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围

成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻 1m 的区域划为监督区。

(2) 探伤室须安装门-机联锁安全装置和灯光警示装置，只有在门关闭后 X 射线装置才能进行透照检查，并定期对门-机联锁安全装置和灯光警示装置进行检查。

(3) 探伤室周围均须设置电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”，探伤室门外 1m 处划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项相关辐射环境管理制度应张贴于工作现场处。

(4) 公司须制定制度，禁止将 γ 射线探伤机移出探伤室外作业。

(5) 须建立探伤机的档案和台帐，贮存、使用探伤机时及时进行登记、检查，做到帐物相符，并要求有专人负责保管。

移动探伤

(1) 移动探伤作业时，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。

(2) 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。

(3) 移动探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

(4) 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

(5) 在监督区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。

(6) 移动探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

(7) 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

(8) X 射线移动探伤作业时应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(9) 电缆线至少大于 20m。

(10) 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

(11) 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

(12) 移动探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在移动探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

(13) 移动探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

(14) 公司 X 射线探伤机储存场所应设置明显的电离辐射警告标志，每台探伤机应明显标志型号，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施。每个工作组设备临时储存场所同样须做到“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

(15) 本公司 X 射线探伤机无探伤作业时存放于公司探伤室南侧探伤机仓库内，该处只存放设备用，不得进行设备检修活动。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

表 11 辐射安全管理

11.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

该公司 X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目正处于环评阶段，尚未制定系统的辐射环境管理规章制度。按照《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》及环境保护主管部门的要求，该公司必须成立辐射防护管理机构，制订辐射环境管理规章制度，并在取得相应的《辐射安全许可证》后射线装置方可正式使用。具体如下：

该公司必须制定《放射防护安全管理机构及职责》。内容包括：

①该公司应确定本单位辐射工作安全责任人，设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。

②辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明。

③辐射防护领导机构应加强监督管理，切实保证各项规章制度的实施。

11.2 安全管理规章制度

(1) 该公司必须制定《安全防护管理工作制度》。内容应包括：

a. 该公司须按法律法规要求，尽快向环保部门申请办理《辐射安全许可证》，领取许可证且办理登记手续后方可从事许可范围内的放射工作，需改变许可登记内容或终止放射工作时，必须按规范向

审批部门办理变更或注销手续。

b. 该公司在从事辐射操作前，须制订《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作安全责任书》、《放射源领用台账》等规章制度；同时该公司须组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，并进行个人剂量检测和职业健康检查。

(2) 该公司必须制定《操作规程》。

a. 凡涉及对射线装置进行的操作，都有应有明确的操作规程（包括开机检查、门机连锁检查等一系列工作），操作人员必须按操作规程进行操作。

b. 操作人员必须熟悉探伤机的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

(3) 该公司必须制定《岗位职责》。

该公司必须制定评片人员职责、拍片操作人员职责和暗室处理人员职责。

(4) 该公司必须制定《辐射防护和安全保卫制度》。

a. 射线装置的室内探伤使用场所，应有门—机连锁安全装置、开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

b. 建立射线装置的档案和台帐，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符。

(5) 该公司必须制定《设备检修维护制度》

对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启探伤机，待检修完毕，开启探伤机试探伤，确认检修完成。

(6) 该公司须制定《自行检查和年度评估制度》

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- (一) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (二) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (三) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训（以下简称“辐射安全培训”）情况；
- (四) 场所辐射环境检测和个人剂量检测情况及检测资料；
- (五) 辐射事故及应急响应情况；
- (六) 核技术利用项目新建、改建、扩建情况；
- (七) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (八) 其它有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

a. 定期对探伤室的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。

如每天进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。

b. 定期对移动探伤时使用的安全装置和防护设施的安全防护效

果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如每天对红色警示灯、电离辐射警示牌、警戒线进行检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量计送检及档案归档，每两年进行身体健康检查及档案归档等。

c. 该公司应当编写 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机使用的安全和防护状况年度评估报告，其中年度评估报告需包括每年的常规检测报告，于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，接受行政机关的监督检查。

11.3 辐射监测

（一）年度监测

室内探伤

该公司须定期（每年一次）请有资质的单位对 X 射线探伤室周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案。监测资料每年年底向当地环保局上报备案。

（1）监测频度：每年常规检测一次。

（2）监测范围：探伤室屏蔽墙外、防护门及缝隙处、工作人员操作室以及周围评价范围内等。

（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。

移动探伤

根据环保部门的要求，公司需定期请有资质的检测单位，对移动

探伤作业区域的四周环境进行检测，建立相应检测计划，检测数据每年年底向当地环保局上报备案。

(1) 检测项目：X- γ 射线空气吸收剂量率。

(2) 检测频度：每年常规监测一次。

(3) 检测范围：在进行探伤工作时围绕控制区（67m）、监督区（164m）边界测量辐射水平，如上述边界超过 $15 \mu\text{Sv/h}$ 、 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，则必须扩大控制区及监督区范围，使之满足相关要求。

(4) 检测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

(二) 自行监测

室内探伤

该公司须定期（每月一次）对 X 射线探伤室周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案。

(1) 监测频度：每月常规检测一次。

(2) 监测范围：探伤室屏蔽墙外、防护门及缝隙处、工作人员操作室以及周围评价范围内等。

(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。

移动探伤

每次在开始移动探伤之前，探伤工作人员使用便携式剂量仪将作业场所中周围剂量当量率大于等于 $15 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于等于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为监督区，并记录存档。

（三）个人剂量监测

所有辐射工作人员均须配备个人剂量计，个人剂量计每 3 个月到有资质的单位监测一次，并建立个人剂量档案，加强档案管理：个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作满 30 年。

11.4 辐射事故应急

为有效预防和及时控制突发放射性事故，规范放射工作防护管理和突发放射性事故的应急处置工作，提高应对辐射事故的能力，切实保障工作人员及公众的生命安全，根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院第 449 号令）、其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，企业必须结合自身实际，建立《辐射事故应急方案》。

对突发放射性事故，企业应坚持以预防为主、防治结合、严格管理、安全第一的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。同时要不断完善应急反应机制，增强应急处理能力，实现应急工作的科学化、规范化。

（一）组织机构及职责

①由辐射防护领导机构全面负责辐射事故的应急处理，保障事故处理的有效性、快捷性。

②由总经理或行政主管领导担任总指挥。其职责：听取事故情况汇报，并组织放射防护安全管理领导小组会议，制定处理方案，并及

时向环保部门、卫生部门和公安部门报告。

③辐射防护领导机构其它成员在总指挥的统一领导下，开展事故现场救援、调查处理和善后处理工作。

（二）应急处置程序

①发生放射性事故时，现场工作人员应立即采取切断射线装置电源、并报告公司领导。

②公司领导接到报告必须立即赶往现场，并采取封闭现场等有效措施，防止事故的进一步扩大和蔓延，2小时内填写辐射事故初始报告表，明确事故类型（丢失、被盗、误照射等），并根据事故类型及时（两小时内）向当地环保、卫生、公安等职能部门报告。

③环保部门接到事故报告后立即赶赴现场，进行处理，企业应积极配合，做好相关工作。

④事故发生后，企业应认真配合环保部门进行调查。

（三）还需包括辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

（四）该公司应每年至少组织一次事故应急演练，演习报告存盘。

11.5 安全培训及健康管理

（1）该公司须组织所有从事辐射操作的工作人员参加有资质单位的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗。取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次复训。辐射安全复训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专

业标准、技术规范，以及辐射事故案例分析与经验回馈等内容。不参加再培训的人员或者复训考核不合格的人员，其辐射安全培训合格证书自动失效。

(2) 所有辐射工作人员均须配备个人剂量计，个人剂量计每 3 个月到有资质的单位监测一次，并建立个人剂量档案，加强档案管理：个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作满 30 年。

(3) 该公司须组织辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并每年进行身体健康检查，建立个人健康档案。在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行放射性职业健康体检。

表 12 结论

12.1 实践的正当性

浙江伯特利科技有限公司新建 X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目，配备探伤机的目的是为了实现对工件和船舶焊缝的无损检测，提高产品的质量与生产安全，其探伤机运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤机是符合辐射防护“正当实践”原则的。因此，该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

12.2 选址合理性

浙江伯特利科技有限公司位于浙江省永嘉县瓯北镇三桥工业区。伯特利公司的西面为温州达泰鞋业有限公司、中国万能阀门有限公司、维嘉鞋业等几家公司，北面为双塔路，东面为红蜻蜓集团，南面为无名道路。探伤室为一层建筑，位于公司毛坯仓库西北角，其北侧、西侧为公司空地，东侧、南侧为伯特利公司仓库。本项目的选址合理可行。

12.3 探伤室辐射防护屏蔽能力分析

探伤室工件门和工作人员出入门有 100mm 铅板做防护，防护墙四侧有 1200mm 铅混凝土做防护，顶棚有 450mm 混凝土做防护。屏蔽能力均能符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015 和《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的要求。

12.4 主要污染因子和辐射环境影响评价

本项目的污染因子为 X 射线和 γ 射线，另外探伤过程中产生一定量的臭氧和氮氧化物，洗片过程中产生一定量的废显（定）影液及胶片。

该公司室内探伤项目通过四侧墙体、顶棚及防护门来屏蔽 X 射线和 γ 射线。根据理论计算和类比分析结果，探伤室屏蔽设计符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015) 和《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 的要求，该公司从事辐射操作的工作人员和公众成员所受到的辐射照射，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于“剂量管理限值”的要求。

移动探伤无确定的作业地点。只要严格按照探伤操作规程，做好作业时的安全管理工作，确保周围无相关人员，严格按照控制区边界外空气比释动能率低于 $15 \mu\text{Sv/h}$ ，管理区(监督区)边界外空气比释动能率低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求执行，则其操作是可行的。

产生的废显(定)影液及胶片要求集中存放在有锁的存储室内，废显影液、定影液暂存应对贮存容器双重保护，防止泄露，并由专人保管，并与有资质的单位签订废液回收协议，定期送交有资质的单位处理，建立台帐。

12.5 污染防治措施

室内探伤具备以下污染防治措施：

- (1) 探伤室防护门与两边墙体有搭接，防止射线外泄。
- (2) 对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻 1m 的区域划为监督区。
- (3) 探伤室须安装门-机联锁安全装置和灯光警示装置，只有在门关闭后 X 射线装置才能进行透照检查。
- (4) 探伤室周围均须设置电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”，探伤室门外 1m 处划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项相关辐射环境管理规章制度应张贴于工作现场处。
- (5) 探伤室内 X 射线机操作电缆孔有铅罩防护。

(6) 公司须制定制度，禁止将 γ 探伤机移出探伤室外作业。

(7) 每个辐射工作人员均须配备个人剂量计。

(8) 须建立探伤机的档案和台帐，贮存、使用探伤机时及时进行登记、检查，做到帐物相符，并要求有专人负责保管。

移动探伤具备以下污染防治措施：

(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。

(2) 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。

(3) 移动探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

(4) 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

(5) 在监督区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。

(6) 移动探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

(7) 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

(8) 开展移动探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名辐射工作人员。

(9) X 射线移动探伤作业时应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(10) 电缆线至少大于 20m。

(11) 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

(12) 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

(13) 移动探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在移动探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

(14) 移动探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

(15) 公司 X 射线探伤机储存场所应设置明显的电离辐射警告标志，每台探伤机应明显标志型号，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施。每个工作组设备临时储存场所同样须做到“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

(16) 本公司 X 射线探伤机无探伤作业时存放于公司探伤室南侧探伤机仓库内，该处只存放设备用，不得进行设备检修活动。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

12.6 辐射环境管理制度

该公司在从事辐射操作前，必须制订《放射防护安全管理机构及职责》、《安全防护管理工作制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《个人剂量档案管理制度》、《设备检修维护制度》、《辐射事故应急方案》等规章制度。

12.7 安全培训及健康管理

辐射工作人员须经培训考核合格并取得相应资格上岗证后才能

上岗，并须佩戴个人剂量计，每 3 个月检测一次，建立个人剂量档案。辐射工作人员上岗前须进行体检，并每年进行身体健康检查，建立个人健康档案。在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行放射性职业健康体检。

12.8 结论

浙江伯特利科技有限公司 X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，该公司将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，其 γ 射线探伤机和 X 射线探伤机在探伤室内的运行、X 射线探伤机移动探伤时的运行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，该公司 X、 γ 射线室内探伤及 X 射线移动探伤建设项目的运行是可行的。

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