

编号: XHKJ2208

核技术利用建设项目
东莞市鹏锦机械科技有限公司
工业 X 射线探伤项目
环境影响报告表

送审版

东莞市鹏锦机械科技有限公司 (盖章)

2022 年 03 月

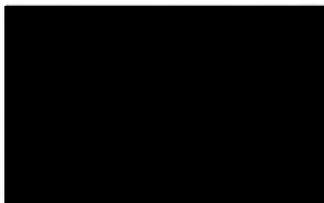
环境保护部监制

核技术利用建设项目
东莞市鹏锦机械科技有限公司
工业 X 射线探伤项目
环境影响报告表

建设单位名称： 东莞市鹏锦机械科技有限公司（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）：陈双梅

通讯地址： 东莞市常平镇司马村工业二路 1 号

邮政编码： 

联系人： 陈双梅

电子邮箱：

联系电话： 

编制单位和编制人员情况表

项目编号	j4z604		
建设项目名称	东莞市鹏锦机械科技有限公司工业X射线探伤项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	东莞市鹏锦机械科技有限公司		
统一社会信用代码	91441900581435458K		
法定代表人 (签章)	谭军华		
主要负责人 (签字)	陈双梅	陈双梅	
直接负责的主管人员 (签字)	李林华	李林华	
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	广州星环科技有限公司		
统一社会信用代码	91440106MA59DAA73A		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
魏来	201905035430000004	BH024228	魏来
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
魏来	环境影响分析、辐射安全管理、结论	BH024228	魏来
黄铭熙	项目基本情况、评价依据及评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护	BH047171	黄铭熙

编制主持人环境影响评价工程师资格证书

	<h2>环境影响评价工程师</h2> <p>Environmental Impact Assessment Engineer</p>	
<p>本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。</p>		<p>姓名： <u>魏来</u> 证件号码： <u>430104198811124339</u> 性别： <u>男</u> 出生年月： <u>1988年11月</u> 批准日期： <u>2019年05月19日</u> 管理号： <u>201905035430000004</u></p>
<p>中华人民共和国 人力资源和社会保障部</p>	<p>中华人民共和国 生态环境部</p>	

目 录

表 1 项目基本情况	-1-
表 2 放射源.....	-6-
表 3 非密封放射性物质	-6-
表 4 射线装置.....	-6-
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	-13-
表 9 项目工程分析与源项	-18-
表 10 辐射安全与防护	-25-
表 11 环境影响分析	-38-
表 12 辐射安全管理	-47-
表 13 结论与建议	-55-
表 14 审 批.....	-57-
附件 1 环境 γ 辐射现状检测报告	-58-
附件 2 辐射安全管理规章制度.....	-63-

表 1 项目基本情况

建设项目名称		东莞市鹏锦机械科技有限公司工业 X 射线探伤项目			
建设单位		东莞市鹏锦机械科技有限公司			
法人代表	谭军华	联系人	陈双梅	联系电话	██████████
注册地址		东莞市常平镇司马村工业二路 1 号			
项目地点		广东省东莞市常平镇司马村工业二路 1 号			
建设项目总投资 (万元)	500	项目环保投 资(万元)	10	投资比例（环保 投资/总投资）	2%
项目性质		√新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	9
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 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		
		√使用	√II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其它	/			
<p>1.1 项目概况</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p> <p>东莞市鹏锦机械科技有限公司（下称：鹏锦科技或建设单位）成立于 2011 年，专业从事 NMP 回收，NMP 循环，热能回收，涂布装备智能高科技公司，公司致力于 NMP 整体解决方案，成为 NMP 整体解决的先行军。鹏锦科技与多家大学合作开发了“鹏锦”牌具有国际水准的高能效 NMP 回收设备，NMP 吸收高塔，转轮 NMP 回收设备，低露点回风 NMP 回收设备，NMP 循环方案，热能回馈系统，完备的 NMP 循环方案节能高效，回收率高，安全可靠，整个循环系统完全环保运营，不产生二次污</p>					

染。同时开发出凹版涂布机，转移涂布机，自动粉体上料搅拌系统等前端设备。得到比亚迪、CATL、国轩、安驰、长虹、双登、瑞浦、拓邦、兰钧、福斯特、豪鹏，亿纬、博力威、赣锋等锂动力电池厂家认可。

1.1.2 项目来由和目的

为了进一步开拓市场、壮大实力，增强市场竞争力。鹏锦科技拟开展压力容器生产制造业务。工业 X 射线无损探伤在钢铁构件无损检测上有非常广泛的应用，当构件厚度小于 30mm 时，X 射线探伤具有时间短、显示缺陷灵敏度高的优点。因此，为了满足将来压力容器制造及质控的需要，鹏锦科技建设 1 间探伤房，配套使用 1 台工业 X 射线探伤装置，用于压力容器焊缝的无损检测。

根据《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，第 66 号）对射线装置的分类，本项目属于使用 II 类射线装置中的其他工业用 X 射线探伤装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日实施），本项目应编制环境影响报告表。受东莞市鹏锦机械科技有限公司委托，广州星环科技有限公司对东莞市鹏锦机械科技有限公司工业 X 射线探伤项目进行环境影响评价。

1.1.3 项目规模

鹏锦科技拟在东莞市常平镇司马村工业二路 1 号鹏锦科技公司厂房的北侧建设 1 间探伤房，在探伤房内使用 1 台 XXG-2005 型工业 X 射线探伤装置，用于压力容器焊缝的无损检测。拟使用的探伤装置的型号、规格等信息见表 1-1，项目所在区域图见图 1-1。

本项目使用 X 射线探伤装置开展室内探伤，探伤对象一般为 6~16mm 厚度的不锈钢和碳钢，工件最大单边尺寸一般不超过 1m。探伤装置摆放于工件内部或外面一侧，成像胶片张贴于工件表面与有用线束垂直，有用线束垂直探伤房墙面照射。拍摄一张胶片的射线曝光时间及开机工况视工件厚度而定，出束时间一般约 3min。

表 1-1 拟使用探伤装置信息一览表

名称	型号	最大管电压	最大管电流	数量	类型
X 射线探伤装置	XXG-2005	200KV	5mA	1 台	定向机

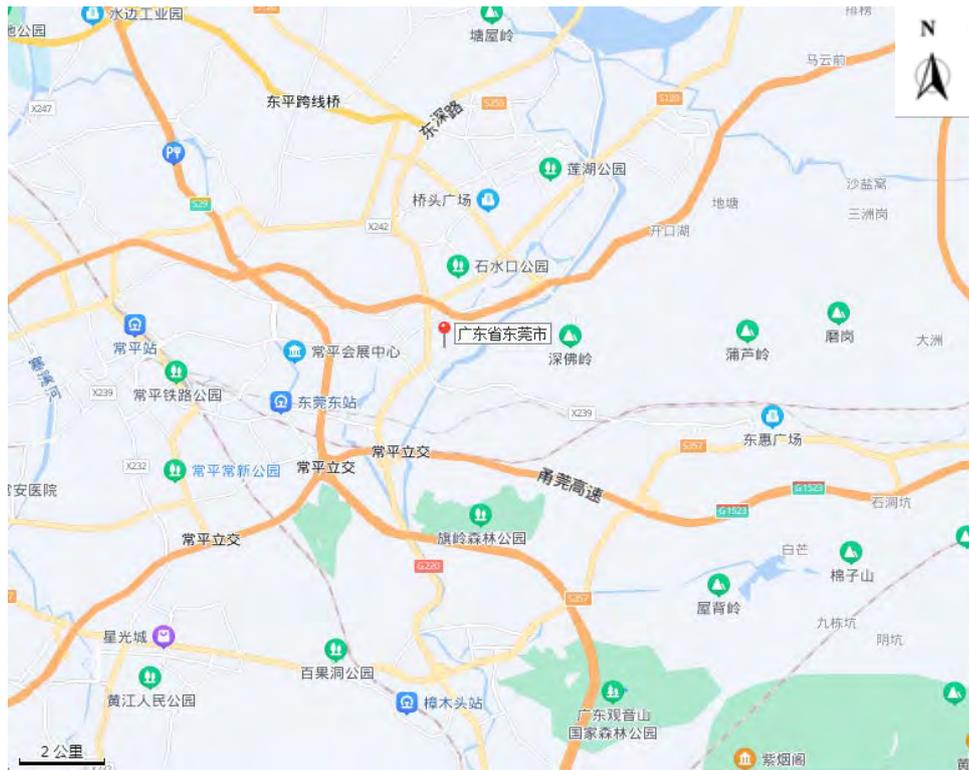


图 1-1 项目所在地区域图

1.2 项目选址和周边关系

本项目选址位于东莞市常平镇司马村工业二路 1 号鹏锦科技公司厂房内，拟建设的探伤房所在厂房位置为地上平房，无地下层。探伤房四周主要场所有杂物放置区、消防泵房、材料放置区、出货区、高塔环缝焊接区、过滤器制作区、过滤器半成品放置区、配电房、仓库等。鹏锦科技公司厂房平面布置图见图 1-2。

本项目拟建设的探伤房在鹏锦科技公司厂房的北侧，探伤房东侧是暗房、资料室和杂物放置区，南侧是通道和出货区，西侧是消防泵房和通道，北侧是道路。项目选址四周场所一览表见表 1-2，项目周边关系图及探伤房的位置见图 1-3。

探伤房选址位于鹏锦科技公司厂房的北侧，选址位于车间角落，可避免人员混杂，有利于分区管理。防护门朝向南侧的通道和出货区，便于工件转运和送检，有用线束朝向西侧和北侧，相邻场所均是人员居留因子较小的场所。探伤房项外周围区域内，不存在已建、拟建建筑物，人员均在地面作业。

本项目四周 50m 范围内有鹏锦科技公司厂房和道路，主要有本公司办公室、通道

和材料堆放区、成品包装区、焊接区等，项目选址远离住宅区、商业区等人群密集场所，200m 范围内无学校等环境敏感点，综上可判断该项目的选址合理。

表 1-2 项目选址四周场所分布一览表

方位	场所
东侧	暗房、资料室、杂物放置区、配电房、材料放置区、 仓库、道路、五金工具仓库
南侧	过滤器制作区、出货区、过滤器半成品放置区、办公 室、焊接组装区、高塔成品放置区、焊接区、成品包 装区
西侧	通道、消防泵房、高塔环缝焊接区、道路、装配调试 区、材料办公室、风管链接件制作区、风管成品放置 区
北侧	通道、道路

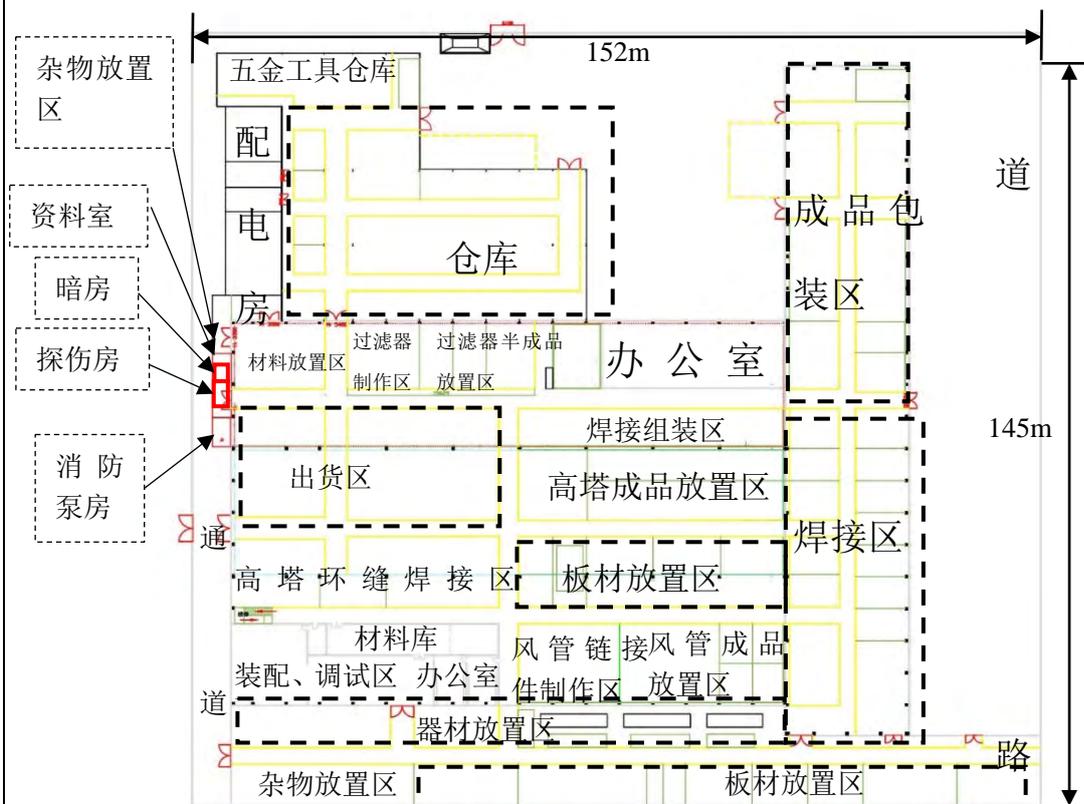


图 1-2 公司厂房平面布置图

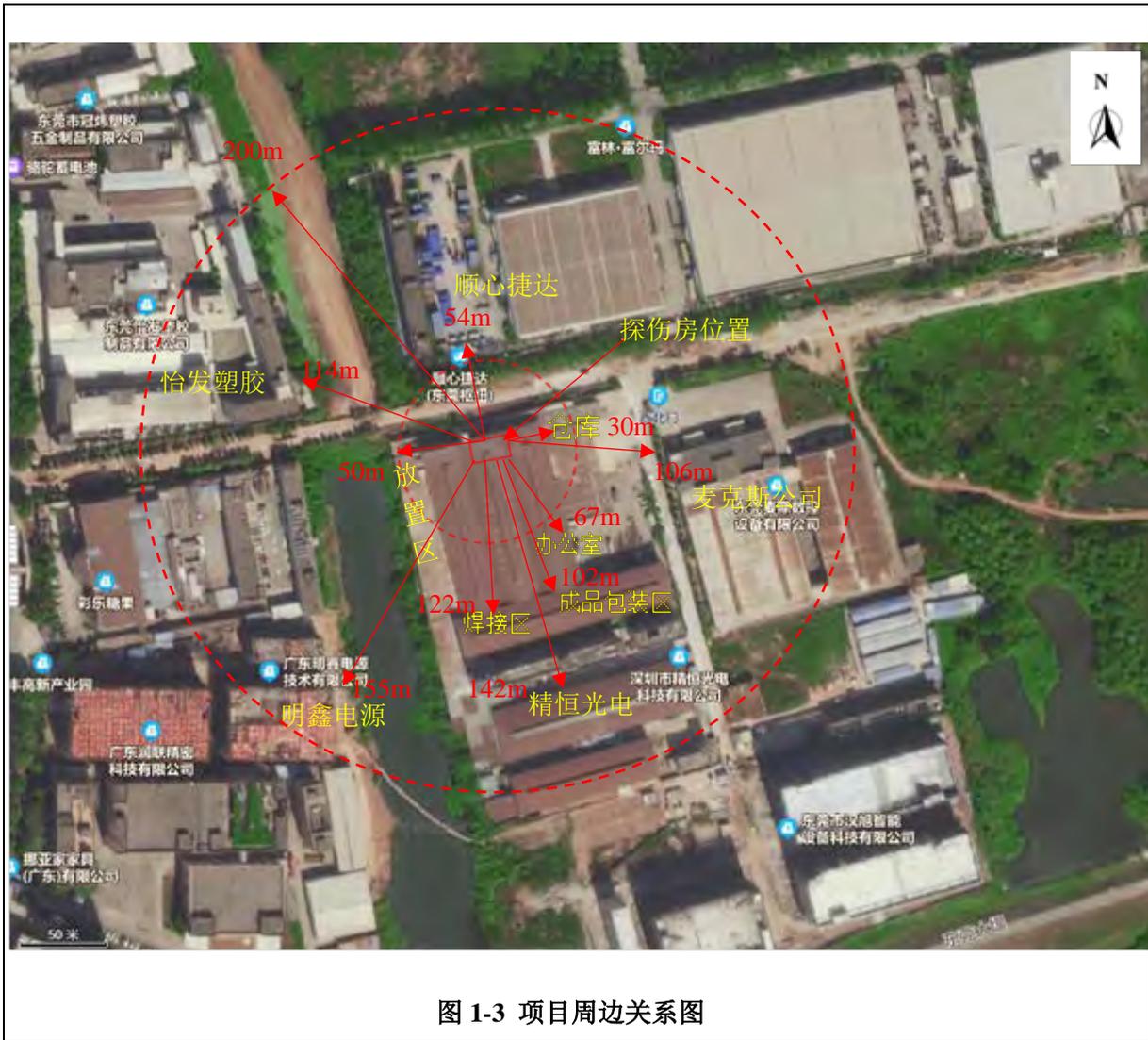


图 1-3 项目周边关系图

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

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

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)	额度电流 (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	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤装置	II类	1	XXG-2005	200kV	5mA	压力容器焊缝的无损检测	探伤房	定向机

(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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	贮存方式	数量	

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(主席令第二十四号, 2018 年 12 月 29 日修订)</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 709 号令, 2019 年 3 月 2 日修订)</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部第 20 号令, 2021 年 1 月 4 日修改)</p> <p>(7) 《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 18 号令, 2011 年 5 月 1 日实施)</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第 66 号, 2017 年 12 月 6 日发布)</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部部令 第 16 号)</p> <p>(10) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号)</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(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)</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p>

	<p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019)</p> <p>(7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021)</p> <p>(9) 《<工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范>(GBZ/T250-2014)第 1 号修改单》</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》 (GB18597-2001, 2013 年修订)</p>
其他	<p>(1) 《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》 (广东省环境监测中心站, 1995年)</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定的有实体边界的探伤房内使用II类射线装置，参考《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)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：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，该报告将探伤房边界外 50m 的范围内的区域作为评价范围。

7.2 保护目标

结合本项目的的评价范围，本项目将评价范围内有人员驻留的场所的辐射工作人员和公众列为保护目标，具体保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布情况

方位	区域	距离(m)	保护目标	人数	剂量约束值
东侧	暗房	相邻	辐射工作人员	3	5mSv/a
	资料室	相邻			
西南侧	操作位	相邻			
东侧	杂物放置区	相邻	公众	2	0.25mSv/a
	材料放置区	5	公众	2	
	配电房	17	公众	2	
	仓库	31	公众	4	
	道路	30	公众	2	
南侧	通道	相邻	公众	2	
	过滤器制作区	14	公众	6	
	出货区	22	公众	2	
	过滤器半成品放置区	47	公众	1	
西侧	消防泵房	2	公众	1	

	高塔环缝焊接区	12	公众	2
	道路	28	公众	3
北侧	通道	12	公众	3
	道路	5	公众	2

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射及公众照射剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定：

(1) 工作人员的职业照射水平不应超过下述限值：

由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

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

该报告取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的职业照射剂量约束值，取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的公众照射剂量约束值，即该项目的辐射工作人员的年有效照射剂量应不超过 5mSv，公众的年有效照射剂量不超过 0.25mSv。

7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），探伤室墙和入口门外周围辐射剂量率和每周周围剂量当量应满足：

(1) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）：

A、对于职业工作人员， $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；对于公众 $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

B、相应的导出剂量率参考控制水平（参数的意义和计算方法详见表 10）：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \times U \times T}$$

(2) 关注点最高剂量率参考控制水平：

$$\dot{H}_{c,max} = 2.5\mu\text{Sv/h}$$

(3) X 射线探伤房墙和入口门的辐射屏蔽关注点周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 选取 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}$ 中的较小值。

(4) 探伤房上方已建、拟建建筑物或探伤房旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤房房顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤房顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平亦选取 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}$ 中的较小值。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），探伤室墙和入口门外周围辐射剂量率应满足：

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

(2) 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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

为了解项目场址的环境现状，评价人员于 2022 年 3 月 9 日到项目现场进行资料收集、环境调查，本项目位于东莞市常平镇司马村工业二路 1 号，项目地理位置见图 8-1。本项目的建设场所位于鹏锦科技公司厂房北侧，项目四周 50m 范围均在公司厂区内，无学校、居民区、商业区等人群密集场所，环境性质是瓷砖和混凝土，现状照片见图 8-2。



图 8-1 项目地理位置图



图 8-2 环境现状照片

8.2 检测方案

8.2.1 检测方法和因子

检测方法和因子见表 8-1。

表 8-1 检测方法和因子

检测方法	检测因子
《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)	环境 γ 辐射空气吸收剂量率

8.2.2 检测仪器

本项目委托广州星环科技有限公司于 2022 年 3 月 9 日到项目现场开展项目场址环境辐射现状检测工作，检测仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 检测仪器

检测机构	广州星环科技有限公司		
仪器名称	X- γ 辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	BG9511

生产厂家	中广核贝谷科技有限公司	仪器编号	1SB07Y5R
检定日期	2021年11月25日	有效期	1年
测量范围	10nGy/h~600 μ Gy/h	能量响应	48keV-3MeV
检定单位	深圳市计量质量检测研究院	证书编号	214708220

8.2.3 布点原则

按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的辐射环境质量监测布点要求，点位设置在人员停留时间最长的位置或者场所中心位置。本项目的测点布设进一步根据保护目标的分布及评价范围来选取，由于环境性质较单一，在50m评价范围内均匀布置监测点位，50m范围内如有围墙、山地等不能达到的区域，则在边界均匀布置监测点位。根据布点原则，本次共布设21个检测点位，检测布点见图8-3。

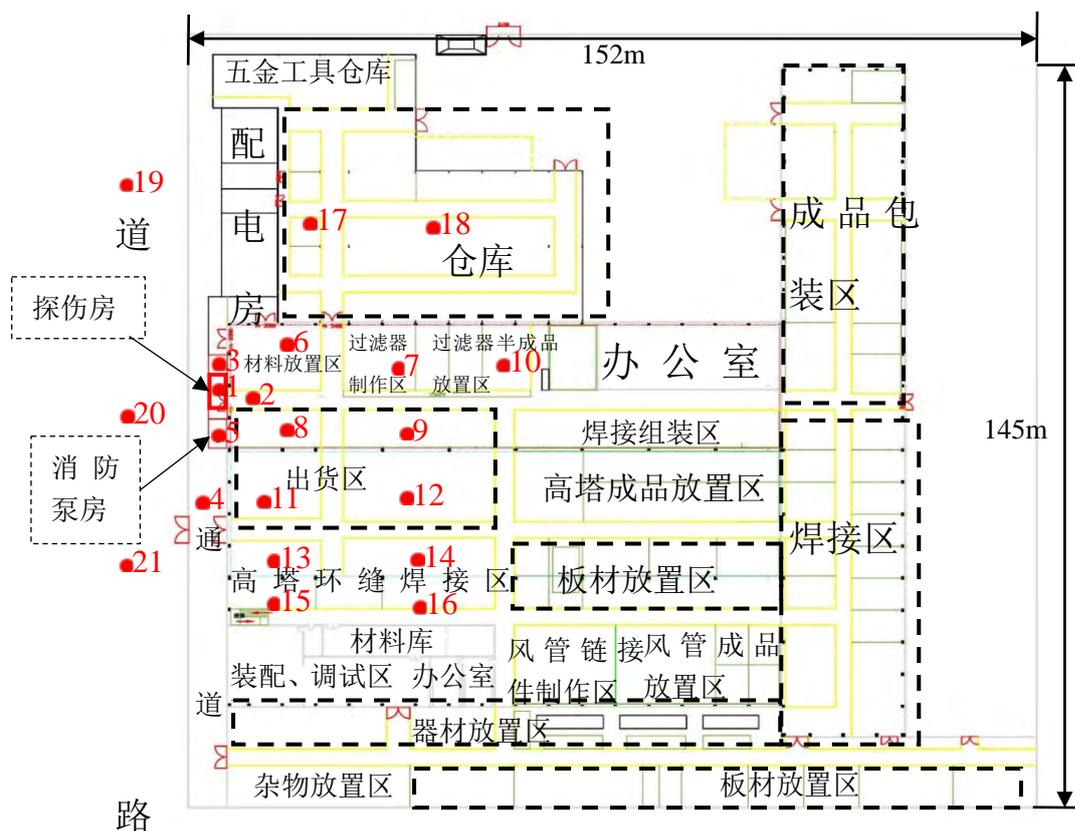


图 8-3 检测布点图

8.3 质量保证措施

(1) 承担本项目环境辐射现状检测的检测机构具备检验检测机构资质认定证书，

认证项目有《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），检测人员具备从事环境辐射监测的工作经验，充分了解环境辐射的特点，掌握辐射检测技术和技术标准，具备对检测结果做出正确判断的能力，熟悉本单位检验检测质量管理程序。

（2）实施检测前，确认使用的仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数满足检测要求，核实检测现场的操作环境满足所使用仪器的操作环境要求。提前开启检测仪器预热至少 1 分钟，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。所有检测点位，读数稳定后，连续读取 10 个值，并经校正后求出平均值和标准偏差。除此之外还应做好以下质量保证措施：

（3）测量人员经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格，环境 γ 辐射剂量率测量仪器定期校准，每年至少 1 次送到计量检定机构校准环境 γ 辐射剂量率测量仪器。

（4）更新仪器和方法时，在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结果进行对照，以保持数据的前后一致性。

（5）环境 γ 辐射剂量率测量选用相对固有误差小的仪器（ $<15\%$ ）。

（6）质量保证活动按要求做好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

8.4 检测结果

检测数据见表 8-3，检测报告见附件 1。

表 8-3 建设项目场所环境 γ 辐射现状检测结果

序号	位置	距离 (m)	地面介质	检测结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	探伤房位置	-	混凝土	90	3	平房
2	南侧通道	2	混凝土	95	3	平房
3	杂物放置区	2	混凝土	86	3	平房
4	北侧通道	21	混凝土	95	4	平房
5	西侧消防泵房	2	混凝土	92	3	平房
6	东侧材料放置区	11	混凝土	87	2	平房
7	南侧过滤器制作区	32	瓷砖	70	3	平房
8	南侧出货区	12	瓷砖	59	1	平房
9	南侧出货区	36	瓷砖	65	1	平房

10	南侧过滤器半成品放置区	50	瓷砖	48	3	平房
11	南侧出货区	21	瓷砖	58	3	平房
12	南侧出货区	41	瓷砖	60	3	平房
13	西侧高塔环缝焊接区	31	瓷砖	53	2	平房
14	西侧高塔环缝焊接区	47	瓷砖	56	3	平房
15	西侧高塔环缝焊接区	35	瓷砖	53	3	平房
16	西侧高塔环缝焊接区	50	瓷砖	115	2	平房
17	东侧配电房旁	27	混凝土	108	3	平房
18	东侧仓库	39	混凝土	79	2	平房
19	东侧道路	38	混凝土	89	1	道路
20	北侧道路	13	混凝土	84	1	道路
21	西侧道路	34	混凝土	86	3	道路

注：（1）以上数据已校准，校准因子为 0.915；

（2）检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，每个测量点测量 10 个读数；

（3）检测结果按照（HJ61-2021）扣除了仪器对宇宙射线的响应部分。建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：平房取值 0.9，道路取 1。

从表 8-3 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域室内的环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测值为 48~115nGy/h，道路的环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测值为 84~89nGy/h。

参考《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（广东省环境监测中心站，1995 年）对广东省全省的环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果，广东省全省的室内 γ 辐射剂量率调查水平在 35.3~338.3nGy/h 之间，道路 γ 辐射剂量率调查水平在 26.9~178.8nGy/h。对比表明，项目选址周围的环境 γ 辐射剂量率与该调查水平基本一致，建设项目场所环境 γ 辐射现状未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

9.1 X 射线产生原理

X 射线探伤装置是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷的一种无损探伤方法。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷。

X 射线由 X 射线管产生，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方，X 射线的剂量则正比于管电流和时间。

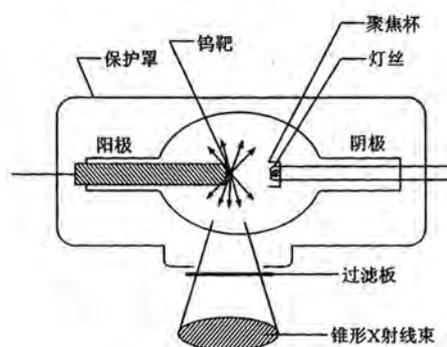


图 9-1 X 射线产生的示意图

9.2 设备组成和工作方式

本项目拟使用的 X 射线探伤装置属于便携式 X 射线机，便携式 X 射线探伤装置主要由 X 射线发生器、控制箱、低压连接电源三部分组成。本项目拟使用的 X 射线探伤装置属于定向式探伤装置，该定向探伤装置采用阳极靶平面与电子束呈 45° 角，产生的 X 射线束为固定单方向照射，射线张角约 35°，呈圆锥形，定向机构造图如图 9-2 所示。



图 9-2 XXG-2005 定向机构造图

X 射线探伤装置的工作原理是根据被检工件与其内部缺陷介质对射线能量衰减程度的不同，使得射线透过工件后的强度不同，使缺陷能在底片上显示出来的方法。如图 9-3 所示，从 X 射线机发射出来的 X 射线透过工件时，由于缺陷内部介质对射线的吸收能力和周围完好部位不一样，因而透过缺陷部位的射线强度不同于周围完好部位。把胶片放在工件适当位置，在感光胶片上，有缺陷部位和无缺陷部位将接受不同的射线曝光。再经过暗室处理后，得到底片。然后把底片放在观片灯上就可以明显观察到缺陷处和无缺陷处具有不同的黑度，评片人员据此可以判断工件内部缺陷等情况。

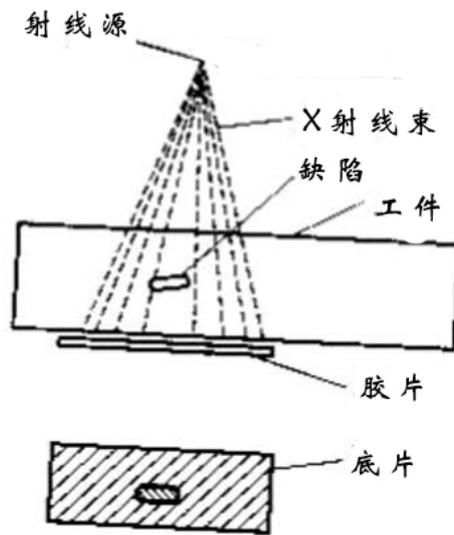


图 9-3 X 射线胶片成像原理图

9.3 工艺流程和产污环节

9.3.1 工艺流程

本项目是在探伤房内进行 X 射线无损探伤，工艺流程和产污环节见图 9-4。

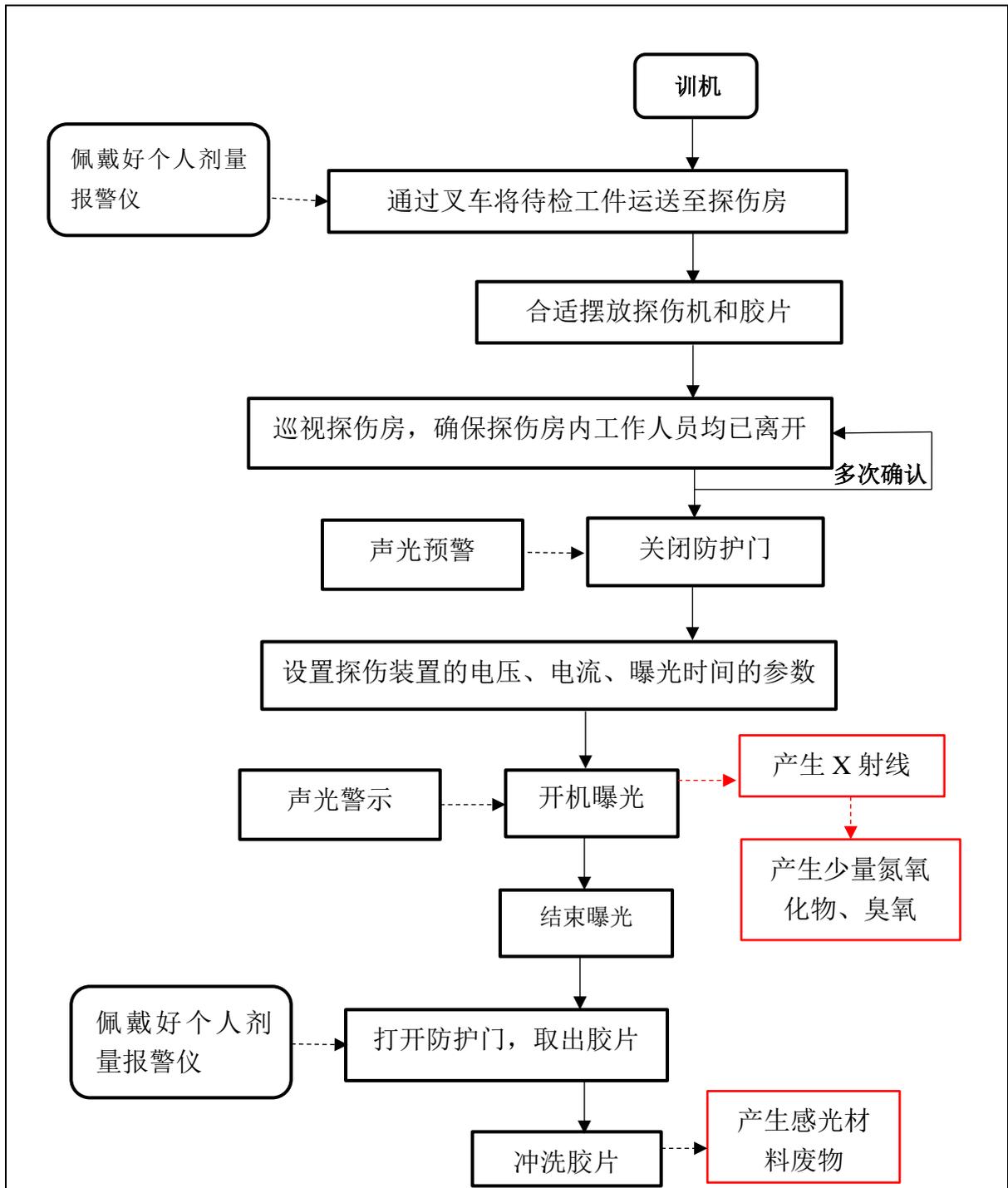


图 9-4 操作流程

9.3.2 训机流程

本项目的 X 射线探伤装置除在工作状态会发出 X 射线外，在训机时也会发出 X 射线，训机流程如下：

若探伤装置初次使用或超过 24 小时没有使用时需要先进行训机，训机在探伤房

内进行，人员在操作室内控制探伤装置。

探伤装置控制系统根据记忆的管头停用时间判断是否需要自动训机，停用不到 24 小时不进行自动训机，系统自动进入参数设定装态，停用 24 小时以上、120 小时以下进行短训机，超过 120 小时进行长训机。

本项目拟使用探伤装置设有自动训机程序，在对 X 射线探伤装置进行自检后进行训机。系统判断管头停用超过 24 小时，则系统将自动进行强制性训机状态，语音提示“训机开始”，训机 kV 值从最低到最高值。

整个训机过程均在探伤房内进行，指示灯常亮，防护门关闭，声光警示灯闪动。待训机指示灯熄灭，设备发出特定蜂提示声音后，训机结束，设备进入工作待命状态。

9.3.3 产污环节分析

结合本项目的工作方式和操作流程，可分析得出本项目的产污环节、污染源、污染途径、受本项目污染源影响的主要人群，见表 9-1。

表 9-1 产污环节分析一览表

产污环节	训机	开机曝光	冲洗胶片
污染源	X 射线、氮氧化物和臭氧		感光材料废物
污染途径	外照射、污染空气		污染水体、土壤
受本项目污染源影响的主要人群	探伤操作人员（辐射工作人员）及周围作业的工人（公众）		项目周边厂区人员

9.4 人员配置和工作负荷

建设单位拟安排 3 名员工经辐射安全与防护培训并考核合格后成为辐射工作人员，负责射线探伤操作和管理。

根据建设单位提供的信息，该项目正常开展时，计划每个工作日拍片量平均约 15 张，每周 6 个工作日，每个月约 24 个工作日，每周拍摄胶片量约 90 张，每月拍摄胶片数量约 360 张，年拍摄胶片总量约 4320 张，拍摄一张胶片平均射线曝光时间约 3 分钟，全年总的曝光时长约 216 小时。人员和工作负荷一览表见表 9-2。

表 9-2 人员和工作负荷一览表

岗位类型	人数	操作时间
操作兼管理	3	216 小时/年

9.5 污染源项描述

9.5.1 辐射源

(1) 正常工况

该项目的主要污染因子是 X 射线。在正常工况下，探伤过程中产生的射线可以得到探伤房的有效屏蔽，但由于 X 射线的直射、漏射及散射，可能有衰减后的射线对室外的辐射工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

(2) 事故工况

本项目在事故工况下可能造成的辐射影响包括以下几点：

① 防护门安全联锁装置发生故障，训机或探伤期间有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

② 防护门安全联锁发生故障，训机或探伤工作结束后，X 射线没有关闭，工作人员误入探伤房而受照射；

③ 工作人员配合失误，有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射；

9.5.2 其他污染源

① 该项目采用胶片感光成像，正常工况下，胶片成像会产生感光材料废物（废定影液、废显影液、废胶片等），属危险废物。感光材料废物处置不当，对周围土壤、水体造成污染危害。

② X 射线照射会使探伤房内空气电离而产生少量臭氧，如果不做处理会使探伤房内空气中的臭氧含量增加，吸入过量的臭氧会对人体健康产生一定危害。

9.6 源强分析和参数

本项目拟使用的探伤装置未获得厂家提供的随机文件等可用的源项资料，因此本项目根据探伤机的总滤过条件，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，保守选取相应 kV 值下的输出量作为本项目的源强参数，源强有关数据见表 9-3。

表 9-3 源强参数

型号	XXG-2005
最大管电压	200kV
最大管电流	5mA
滤过条件	2mmAl+1mmCu
有用线束/散射线束距辐射源点（靶点）1m 处输出量	28.7mGy·m ² /(mA·min)
距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	2.5×10 ³ μSv/h

表 10 辐射安全与防护

10.1 探伤房设计

10.1.1 探伤房主体屏蔽设计

该项目拟建设的探伤房的结构和屏蔽参数见表 10-1，探伤房平面设计图见图 10-1，立面设计图见图 10-2。

表 10-1 探伤房结构和屏蔽参数一览表

项目	设计情况
探伤房外尺寸	长×宽×高=3m×3m×3m
探伤房内尺寸	长×宽×高=2.8m×2.8m×2.8m
四面墙体屏蔽厚度	钢结构，内夹 10mmPb
顶棚屏蔽厚度	钢结构，内夹 10mmPb
防护门尺寸	门体尺寸：宽×高=2.7m×2.7m 门洞尺寸：宽×高=2.5m×2.5m
防护门屏蔽厚度	钢结构，内夹 10mmPb

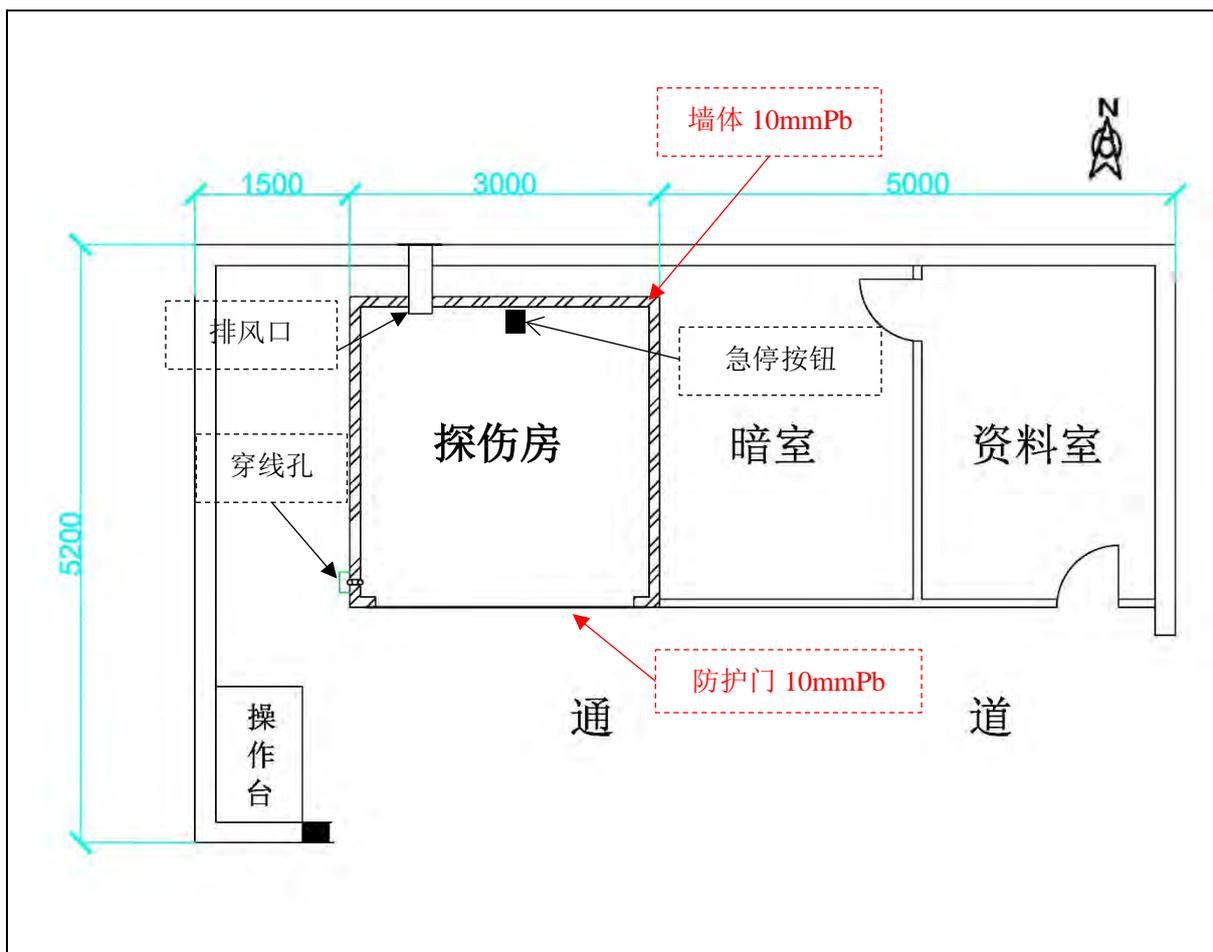


图 10-1 探伤房平面设计图

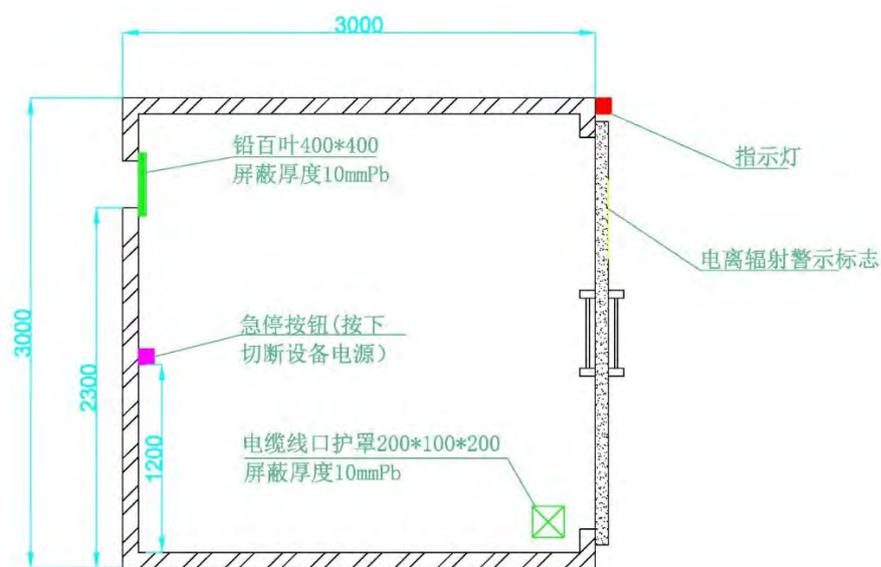


图 10-2 探伤房立面设计图

10.1.2 防护门的设计和安装

防护门采用两侧钢结构内夹 10mm 铅板，等效屏蔽厚度为 10mmPb 当量。防护门高 2.7m、宽 2.7m，防护门采用推拉门设计方式。关闭到位后，门的四边各搭接 100mm 作为防射线泄露措施。

探伤房防护门洞尺寸设计为 2.5m*2.5m，充分考虑了本公司需要探伤的工件的最大单边尺寸（不超过 1m），门缝宽度控制在搭接宽度的 1/20 以内，可见防护门设计较合理。防护门设计示意图见图 10-3。

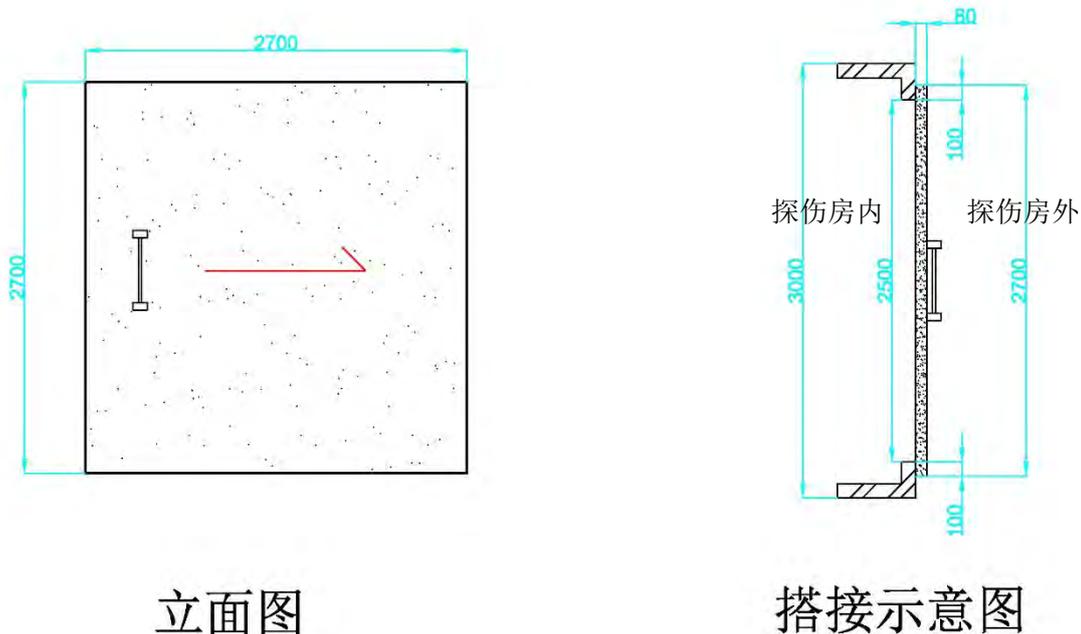


图 10-3 防护门设计示意图

10.1.3 管线穿墙屏蔽措施

本项目将在探伤房北墙左上侧离地 2.3m 处设置排风口，拟安装 1 个动力排风装置。排风口朝向北侧墙外的道路，该位置属于空旷区域，无人员活动密集场所。排风口加装 10mmPb 铅百叶作为辐射屏蔽措施。通风口位置及屏蔽补充防护措施示意图见图 10-2。

电缆线穿墙位置设在探伤房西墙左下位置，如图 10-1 所示，预留尺寸半径为

50mm 的管道作为电缆线穿墙通道，在探伤房西墙外的穿线孔处设置 10mmPb 的防护罩作为屏蔽补偿，防护罩尺寸 200mm*100mm*200mm。

射线经铅板衰减并经通风管道、电缆线管多次散射后，室外管线口处的辐射泄露可忽略不计。

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 警示标志

防护门张贴一张电离辐射警示标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。监督区边界将竖立“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”的工作指示牌。探伤房防护门外设 1 个声光警示灯，警示灯与射线装置联锁，X 射线出束时将进行声光警示，警示灯的位置如图 10-2 所示。

10.2.2 门机联锁装置

探伤装置的控制台设有联锁接口，探伤房的防护门将设置安全联锁功能：采用限位装置，只有当防护门关闭到位后，触发限位装置，高压电源才能接通，X 射线装置才能开启。一旦任何一扇防护门有打开的趋势，X 射线机高压电源将被切断，重新关上防护门后 X 射线机不会自动开启。门机连锁装置与急停按钮联动，按下急停按钮时，防护门将打开。门机连锁逻辑图见图 10-4。

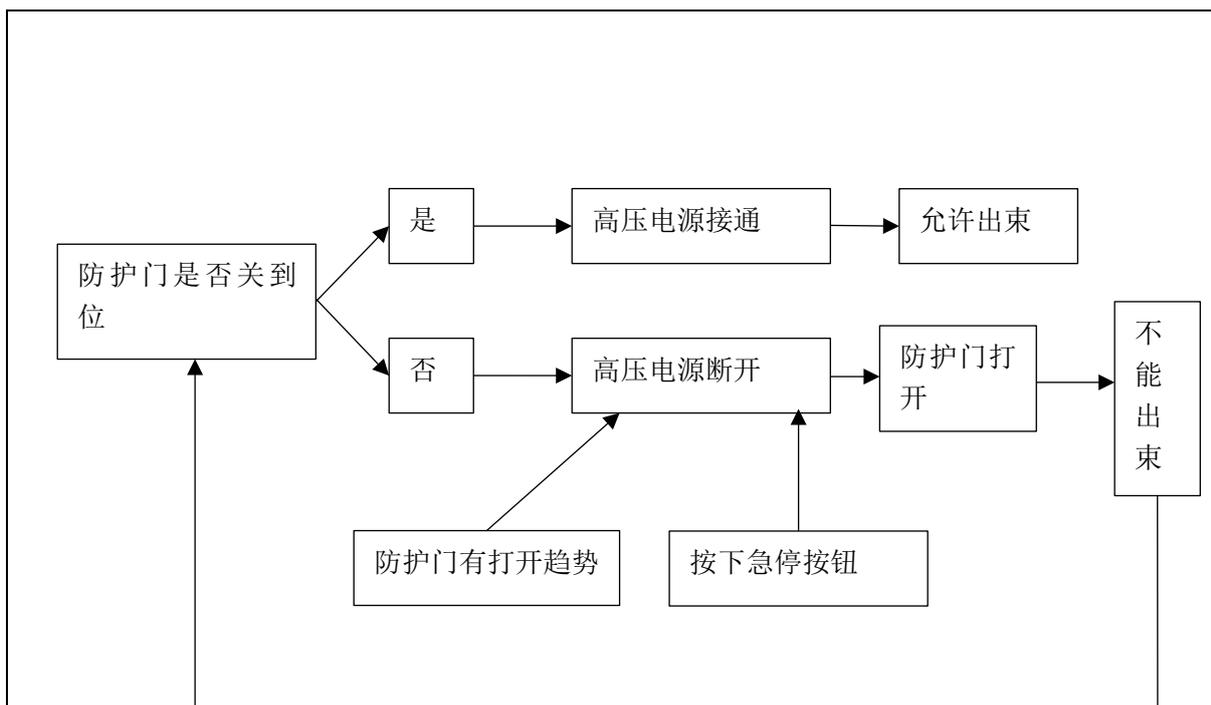


图 10-4 门机连锁逻辑图

10.2.3 紧急停机

探伤装置控制台设有 1 个急停按钮，探伤房北墙内设 1 个急停按钮，急停按钮的位置见图 10-1。急停按钮与射线装置高压电源连锁，发生紧急事故时可以迅速切断探伤装置的高压电源，终止出束。

10.2.4 辐射监测设施

建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪具有实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即离开探伤房，同时阻止其他人进入探伤房，并立即向辐射工作负责人报告。

建设单位拟配备 1 台 X、 γ 辐射巡测仪，使用 X、 γ 辐射巡测仪定期（每个季度 1 次）对探伤房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

10.3 辐射工作场所布局和分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

对于控制区：应采用实体边界划定控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处

设立醒目的、符合相关规定的警告标志；运用行政管理程序，如进入控制区的工作许可证制度和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区。

对于监督区：采用适当的手段划出监督区的边界；在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

参考《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）第 4.1.2 的规定：应对探伤工作场所实行分区管理，一般将探伤房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。

布局：本项目的探伤房配套有操作台、暗房和资料室，操作台设在探伤房的西南侧，暗房和资料室设在探伤房的东侧。辐射工作人员在操作台处使用控制台控制探伤装置，操作台范围不摆放与探伤工作无关的物品；暗房是用于探伤房拍摄胶片洗印的场所；资料室是存放探伤档案的场所；探伤房内只用作探伤作业，不作其他用途。有用线束朝向西墙和北墙，避开了操作室和防护门的位置，探伤房相邻场所均是通道和消防泵房等人员居留因子较小的场所。防护门朝南侧的通道和出货区，便于工件转运和送检。

分区：本项目的辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-5 所示，建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，采用黄色标识将操作台、暗室、资料室以及探伤房西侧墙外 1.5m、南侧防护门外 2m 和北墙外 0.3m 的范围划分为监督区。探伤房防护门上张贴电离辐射警示标志，监督区边界（包括通道）树立“辐射工作场所，非辐射工作人员请勿靠近”的工作警示牌。

本项目控制区通过实体屏蔽、门机连锁装置等进行控制，监督区通过警示说明等进行管理。工作场所布局和分区方案有利于场所分区管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区，有利于保护辐射工作人员和公众，由上可知，该辐射工作场所的布局和分区合理。

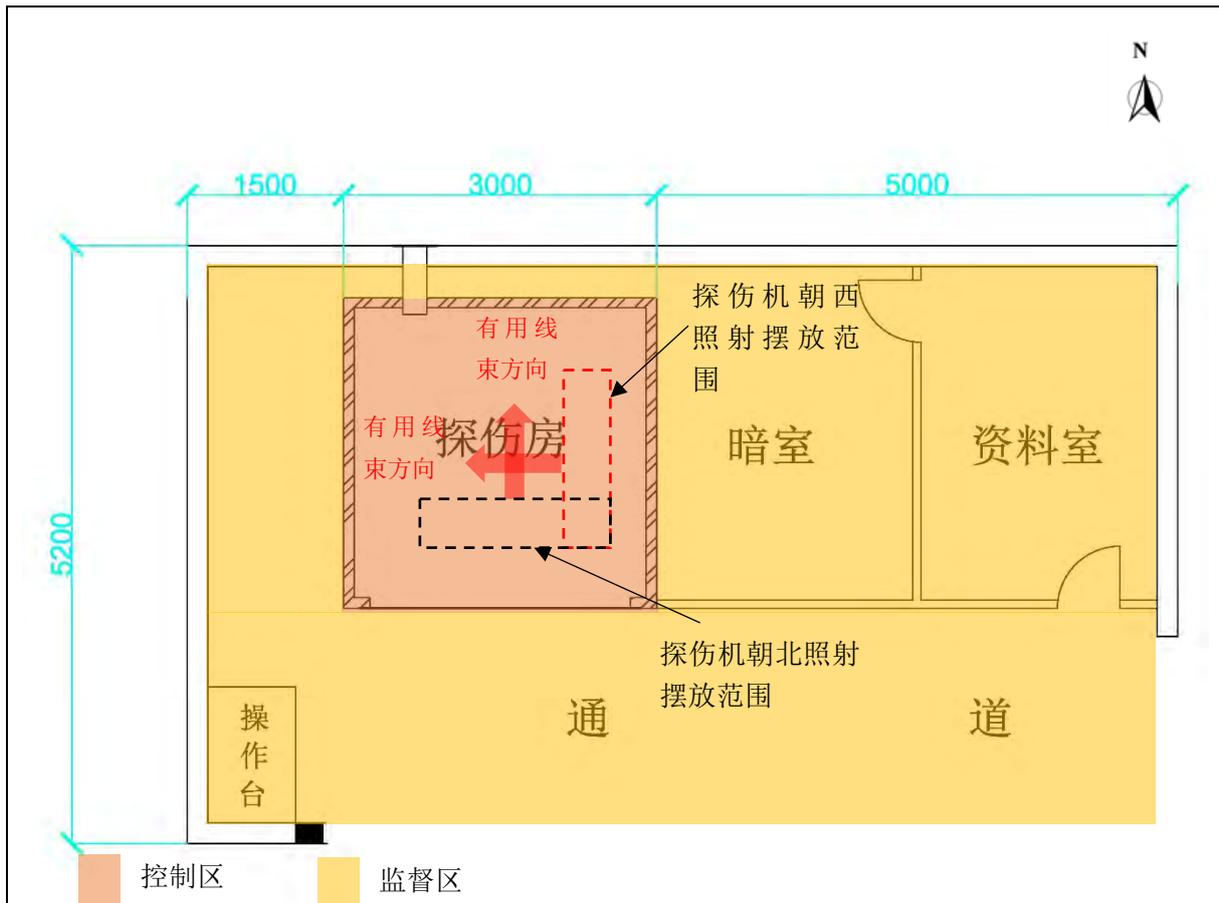


图 10-5 辐射工作场所布局和分区示意图

10.4 与标准的对照分析

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），对本项目的控制台、探伤房的辐射安全与防护措施，安全操作要求进行分析。对照分析表见表 10-2，安全操作要求及实施计划对照表见表 10-3。

表 10-2 控制台辐射安全与防护措施对照分析表

《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015) 的要求	实施计划	评价
3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。	拟配备的探伤装置的控制台设有高压电源连通或断开的指示灯,具有管电压、管电流和照射时间选取旋钮和数值指示装置。	满足要求

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	控制箱设有高压连通指示灯。	满足要求
3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口,当探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压;已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。	控制台设有联锁接口,探伤房防护门将设置安全联锁功能:采用限位装置,只有当防护门关闭到位后,触发限位装置,高压电源才能接通,X 射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势,X 射线机高压电源将被切断,重新关上防护门后 X 射线机不会自动开启。	满足要求
3.1.2.4 应设有钥匙开关,只有在打开控制台钥匙开关后,X 射线管才能出束;钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	控制台设有钥匙开关,只有先打开钥匙开关,才能连接高压电源和启动射线装置,钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	满足要求
3.1.2.5 应设置紧急停机开关。	控制台设有紧急停机按钮,按下可一键切断高压电源。	满足要求
3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权的警告等标识。	控制台上方拟张贴辐射警告和禁止非授权的说明,控制台设有出束指示灯。	满足要求

表 10-3 探伤房辐射安全与防护措施对照分析表

《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015) 的要求	实施计划	评价
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免有用线束照射的方向。	该项目控制台设在探伤房的西南侧,有用线束朝向西侧和北侧照射,将避开控制台,如图 10-5。	满足要求
4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。	建设单位拟对辐射工作场所实施	满足要求

<p>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。</p>	<p>分区管理,建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区,采用黄色标识将操作台、暗室、资料室以及探伤房西侧墙外 1.5m、南侧防护门外 2m 和北墙外 0.3m 的范围划分为监督区,分区方案见图 10-5。</p>	
<p>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。</p>	<p>探伤房的防护门将设置门机联锁功能:只有当防护门关闭到位后,高压电源才能接通,X 射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势,X 射线机高压电源将被切断,重新关上防护门后 X 射线机不会自动开启。</p>	<p>满足要求</p>
<p>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他报警信号有明显区别。</p> <p>4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。</p> <p>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。</p>	<p>探伤房防护门上设有 1 个声光警示装置,警示灯与 X 射线装置联锁,警示灯具有“预备”和“照射”两种灯光信号指示;“预备”信号指示约 1 分钟;X 射线出束时将进行声光警示,警示灯的位置如图 10-2 所示。探伤房内、外醒目位置将张贴“预备”和“照射”信号意义的说明;探伤机的状态将设置与警示灯连锁。</p>	<p>满足要求</p>
<p>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。</p>	<p>本项目防护门张贴 1 张电离辐射警示标志,按照 GB18871-2002 的规范制作,标志的单边尺寸不小于</p>	<p>满足要求</p>

	50cm。监督区边界将竖立辐射工作场所，“无关人员工作期间禁止进入”的工作指示牌。	
4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮应带有标签,标明使用方法。	在探伤房内设 1 个急停按钮,急停按钮将标明功能和使用方法,急停按钮位置如图 10-2。	满足要求

表 10-4 安全操作要求及实施计划对照表

《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015) 的要求	实施计划	评价
4.2.1 探伤工作人员进入探伤房时除佩戴常规个人剂量计外,还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时,剂量仪报警,探伤工作人员应立即离开探伤室,同时阻止其他人进入探伤室,并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪,并在工作期间佩戴好。当个人剂量报警仪报警时(超过 2.5 μ Sv/h),工作人员应立即离开探伤房,同时阻止其他人进入探伤房,并立即向辐射工作负责人报告。	满足要求
4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率,包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时,应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	建设单位计划每年一次委托第三方检测机构对探伤房周围的环境辐射水平进行年度检测。 日常使用 X、 γ 辐射巡测仪,定期(每个季度 1 次)对探伤房外周围剂量当量率进行巡测,做好巡测记录,一旦发现辐射值超过参考控制水平需暂停辐射工作,查找原因。	满足要求
4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前,应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作,则不应	工作人员进入探伤房作业前需检查个人剂量报警仪是否正常工作,如发现剂量仪不能正常工作,则不能	满足要求

开始探伤工作。	开始辐射工作。	
4.2.5 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。	在每一次照射前，操作人员将进行以下确认：探伤房内部没有人员驻留，防护门已关闭，所有防护与安全装置系统都启动并正常运行。	满足要求

小结：综上所述，建设单位拟采取的各项辐射安全与防护措施、辐射安全操作要求等满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

10.5 三废的治理

10.5.1 工作场所通风换气措施

X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的臭氧和氮氧化物含量增加，吸入过量的臭氧和氮氧化物会对人体健康产生一定危害。根据国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）第 4.1.11 的规定：探伤房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。

该项目将在探伤房北墙左上侧离地 2.3m 处设置排风口，拟安装 1 个动力排风装置。排风口朝向北墙外的道路，该位置属于空旷区域，无人员活动密集场所。拟购买排风机的排风量约为 0.02m³/s，探伤房的容积为 22m³，工作期间排风机保持开启，可计算得每小时有效换气次数为 3.3 次，即每个小时有效换气次数不少于 3 次。探伤房内空气电离产生的有限臭氧和氮氧化物将通过动力换气装置排至探伤房外，在常温常压下，臭氧和氮氧化物的稳定性较差，可自行分解为无害物质。

该项目探伤房的排风装置的排风量可满足探伤房内每个小时有效换气次数不少于 3 次，可确保探伤房内产生的少量有害气体及时、排出探伤房，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。

综上所述说明该探伤房的排风设计合理。

10.5.2 感光材料废物处置措施

由于使用到胶片感光成像，X 射线工业探伤项目还会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，感光材料废物（HW16）被列入《国家危险废物名录》。感光材料废物中主要含有硫酸对甲氨基苯酚（米吐尔）、溴化物、亚铁氰化钾、醋酸铅、重铬酸钾等有害成份。当感光材料废物中的危险废液进入下水道时，很快使其中的氧和阳光发生互相作用，使污水变黑，甚至发生化学反应，产生二次污染物，加重对环境的污染。

建设单位应和具备 HW16 危险废物处置资质的单位签订危险废物转移处置协议，由其定期上门回收处理探伤工作产生的感光材料废物。

建设单位每日拍摄胶片约 15 张，每月拍摄胶片约 360 张，全年拍摄胶片约 4320 张，平均每张胶片需产生废显影、定影液约 0.05kg，每月产生废液 18kg，全年产生废液约 216kg。胶片作废率约 2%，每月产生的废胶片数约为 7.2 张，全年产生的废胶片数量约 86.4 张。

建设单位拟采取的感光材料废物暂存措施如下：

（1）按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013 年修订）的一般要求：感光材料废物暂存期间，建设单位计划将冲洗胶片产生的废液存放在专用的带盖塑料桶中，废胶片暂存在专用的带盖塑料盒中，塑料桶和塑料盒箱存放于暗室。建设单位拟准备 3 个约 30L 容量的塑料桶，塑料桶顶部与液体表面之间至少保留 100 毫米的空间。每当装满 2 个塑料桶时，将与回收单位预约上门回收处理，并由回收单位返回 3 个空桶用于下一轮的废液收集。

（2）按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013 年修订）对“危险废物堆放”的有关规定：

在地面采用混凝土硬化的基础上，建设单位拟对存放危险废物容器的暗室地板进行防水处理，避免不慎洒漏的危险废液渗入地下。

（3）按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013 年修订）对“危险废物贮存设施的运行与管理”的有关规定：

建设单位将制定感光材料废物产生和转移处置台账，记录记录好危险废物的名称、数量、转移日期及回收单位名称等信息。

综上所述，建设单位制定的感光材料废物处置措施较合理，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013年修订）的有关要求，能有效避免感光材料废物随意排放、污染环境。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

本项目只有在使用 X 射线探伤装置过程中才会产生 X 射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。

本项目建造各个场所须进行施工，会有一些的固废、噪声、施工废水等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、建筑废水、扬尘、施工噪声等。施工单位应按照规定对建设期产生的一般环境污染进行防治，如：建筑垃圾分类堆放、及时处理；建筑废水应先排入厂内的污水处理站进行处理；如扬尘较大，应搭建施工架、布置防尘布，用于扬尘隔绝；如需使用噪声较大的工具施工，应尽量选择周末等人员较少的时间短施工，通过以上措施使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

本工程在施工期非电离辐射因素的环境影响影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除，且周围无环境敏感点，因此对环境的影响不大。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射剂量率控制值分析

本项目使用的 X 射线探伤装置管电流为 5mA，管电压可调。该项目建成后预计日均拍摄照片数量约 15 张，每张照片射线曝光时间为 3 分钟，假设每周工作 6 天，该项目使用的 X 射线探伤装置周工作负荷 W 均为 1350 mA·min。

为评价探伤房的辐射屏蔽设计方案，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中关于探伤房辐射屏蔽的估算方法。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），探伤房墙和入口门外周围辐射剂量率和每周周围剂量当量应满足：

对于职业工作人员， $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对于公众 $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。相应的导出剂量率参考控制水平：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \times U \times T} = \frac{H_c \times 60 \times I}{W \times U \times T} \quad (11-1)$$

式中：

- t 相应探伤装置的周照射时间，h/周；
- W 相应探伤装置的周工作负荷，mA·min/周；
- I 探伤装置在最高管电压下常用的最大管电流，mA；
- U 探伤装置向关注点方向照射的使用因子；
- T 人员在相应关注点驻留的居留因子。

拟用探伤装置为定向机，有用线束方向朝向西侧和北侧，因此西侧和北侧的使用因子取 1/2，其余各个方位的使用因子均取 1，居留因子的选取参照国家标准（GBZ/T250-2014）附录 A。关注点选取探伤房墙壁、防护门外距离屏蔽体 0.3m 处，以及操作台位置，关注点的布置示意图见图 11-1。

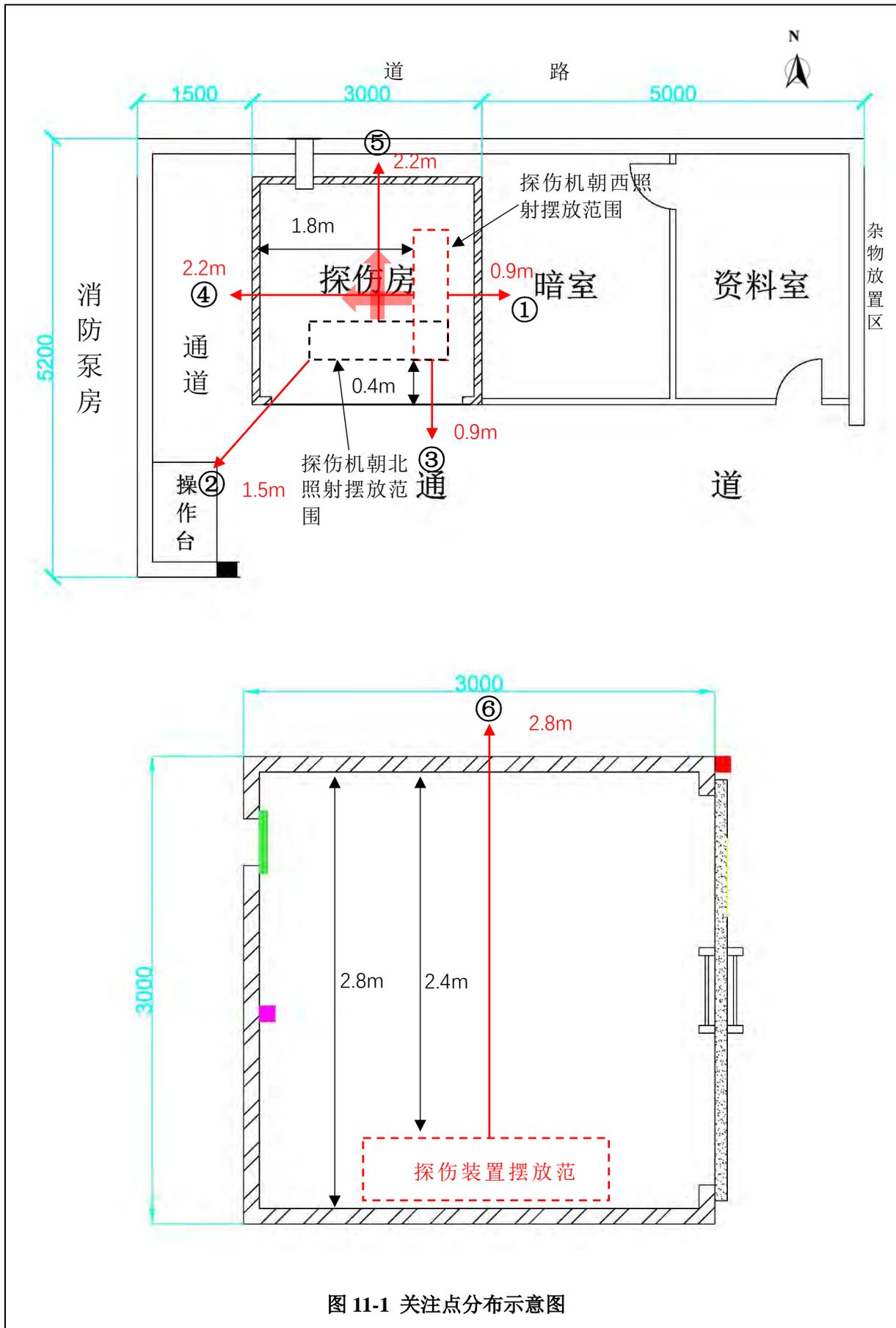


图 11-1 关注点分布示意图

由以上计算所得的 $\dot{H}_{c,d}$ ，凡不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的，以其值作为关注点的剂量率控制值，否则选取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为该关注点的剂量率控制值，相关计算参数和剂量率参考控制值的选取结果见表 11-1。

表 11-1 关注点剂量率控制水平

关注点	保护目标	U	T	$\dot{H}_{c,d}$	\dot{H}_c
①（东侧暗室）	辐射工作人员	1	1/10	$22.2\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
②（西南侧操作台）	辐射工作人员	1	1	$22.2\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
③（南侧防护门外）	公众	1	1/20	$22.2\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
④（西侧通道）	公众	1/2	1/20	$44.4\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
⑤（北侧道路）	公众	1/2	1/20	$44.4\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
⑥（顶棚外）	公众	1	1	$22.2\mu\text{Sv/h}$	$100\mu\text{Sv/h}$

注：该项目周围均为单层厂房，在自辐射源点到探伤房顶内表面边缘所张立体角区域内，不存在已建、拟建建筑物或探伤房旁邻近建筑物，人员均在地面作业，因此对不需要人员到达的探伤房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ 即可。

11.2.2 辐射剂量率水平分析

为了分析该射线装置运行时对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关公式，估算 X 射线出束时，射线装置屏蔽体外周围剂量当量率水平。

参考《工业 X 射线探伤室屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1，当管电压为 200kV，滤过条件为 2mmAl 时宽束 X 射线透过铅层的透射因子为 $1\text{E}-06$ 时，铅层厚度约 6.5mmPb ，本项目的最大管电压 200kV、对应探伤机的滤过条件为 2mmAl+1mmCu，有用线束方向的铅层厚度 10mmPb ，因此本项目有用线束的透射因子 B 可保守取值 $1\text{E}-06$ 。

有用线束在关注点的剂量率按公式（11-2）计算：

$$\dot{H}_1 = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (11-2)$$

对于漏射线束和散射线束, 给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式 (11-3) 计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-3)$$

漏射线在关注点的剂量率按公式 (11-4) 计算:

$$\dot{H}_2 = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (11-4)$$

90°散射线在关注点的辐射剂量率按公式 (11-5) 计算:

$$\dot{H}_3 = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-5)$$

式中:

- I 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为 mA;
- H_0 距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量;
- B 屏蔽透射因子;
- R 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为 m;
- R_s 散射体至关注点的距离, 单位为 m;
- X 屏蔽物质厚度, 单位为 mm;
- TVL 屏蔽物质的什值层, 单位为 mm;
- H_L 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为 $\mu\text{Sv/h}$;
- F R_0 处的辐射野面积, 单位为 m^2 ;
- a 散射因子, 入射辐射被单位面积 (1 m^2) 散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比。根据 (GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.3 保守取值 $1.90\text{E-}03 \times 10000/400$ 。
- R_0 辐射源点 (靶点) 至工件的距离, 单位为 m。

计算有关参数的选取列于表 11-2, 透射因子计算结果列于表 11-3, 源项参数列于表 11-4, 探伤房外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-5。

表 11-2 计算参数一览表

关注点	R	R _s	F	a	R ₀	I
①（东侧暗房）	0.9m	1.4m	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
②（西南侧操作台）	1.5m	1.8m	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
③（南侧防护门外）	0.9m	1.4m	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
④（西侧通道）	2.2m	-	-	-	-	5mA
⑤（北侧道路）	2.2m	-	-	-	-	5mA
⑥（顶棚外）	2.8m	3m	0.1m ²	0.0475	1m	5mA

注：R_s 的取值由 R 和 R₀ 的三角函数关系得出。

表 11-3 透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
①（东侧暗房）	10mmPb	泄漏线束	1.4mm	7.20E-08
		散射线束	0.96mm	3.83E-11
②（西南侧操作台）	10mmPb	泄漏线束	1.4mm	7.20E-08
		散射线束	0.96mm	3.83E-11
③（南侧防护门外）	10mmPb	泄漏线束	1.4mm	7.20E-08
		散射线束	0.96mm	3.83E-11
④（西侧通道）	10mmPb	有用线束	-	1E-06
⑤（北侧道路）	10mmPb	有用线束	-	1E-06
⑥（顶棚外）	10mmPb	泄漏线束	1.4mm	7.20E-08
		散射线束	0.96mm	3.83E-11

表 11-4 源项参数一览表

射线类型	距靶 1m 输出量/剂量率
有用线束及散射线束	28.7mGy·m ² /(mA·min)
泄露线束	2.5 × 10 ³ μSv/h

表 11-5 关注点辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

关注点	控制值	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
①（暗房）	2.5	-	2.22E-04	1.33E-11	2.22E-04
②（操作台）	2.5	-	8.00E-05	8.06E-12	8.00E-05
③（防护门外）	2.5	-	2.22E-04	1.33E-11	2.22E-04
④（西侧通道）	2.5	1.78	-	-	1.78
⑤（北侧道路）	2.5	1.78	-	-	1.78
⑥（顶棚外）	2.5	-	2.30E-05	2.90E-12	2.30E-05

注：关注的剂量率 \dot{H} 由 \dot{H}_1 、 \dot{H}_2 和 \dot{H}_3 叠加得到。

从表 11-5 可以看到，本项目探伤房外四周各关注点处的辐射剂量率估算值最高约 1.78μSv/h，均小于 2.5μSv/h；顶棚外为 2.30E-05μSv/h，小于 100μSv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的辐射剂量率控制要求。

11.3 人员受照剂量分析

按照上面的计算方法，可估算出评价范围内各场所的辐射剂量率，结合表 9 的工作负荷介绍（全年 X 射线出束时间约 216 小时），按照公式（11-6）可进一步估算出各保护目标的年有效受照剂量，估算结果见表 11-6。

$$E = \dot{H}/1000 \times t \times T \quad (11-6)$$

式中：

E——保护目标的受照剂量，mSv/a；

\dot{H} ——保护目标的受照剂量率，μSv/h；

t——本项目全年出束时间，h；

T——保护目标的居留因子。

表 11-6 人员有效受照剂量估算结果（mSv/a）

方位	场所	保护目标	居留因子	受照剂量率 (μSv/h)	受照剂量
东侧	暗房	辐射工作人员	1/10	2.22E-04	4.80E-06
	资料室		1/10	1.87E-05	4.04E-07

西南侧	操作台		1	8.00E-05	1.73E-05
东侧	杂物放置区	公众	1/20	2.66E-05	2.87E-07
	材料放置区	公众	1/20	5.73E-06	6.19E-08
	配电房	公众	1/20	5.81E-07	6.27E-09
	仓库	公众	1/10	5.61E-08	1.21E-10
	道路	公众	1/20	1.92E-07	2.07E-09
南侧	通道	公众	1/20	2.66E-05	2.87E-07
	过滤器制作区	公众	1/2	8.44E-07	9.11E-08
	出货区	公众	1/10	3.52E-07	7.60E-09
	过滤器半成品放置区	公众	1/20	7.94E-08	8.57E-10
西侧	消防泵房	公众	1/20	5.66E-01	6.12E-03
	高塔环缝焊接区	公众	1/2	4.46E-02	4.82E-03
	道路	公众	1/20	9.64E-03	1.04E-04
北侧	通道	公众	1/20	3.73E-02	4.03E-04
	道路	公众	1/20	1.51E-01	1.64E-03

表 11-6 估算结果显示，本项目所致评价范围内辐射工作人员年有效最大受照剂量为 1.73E-05mSv/a，公众年有效最大受照剂量为 6.12E-03mSv/a，以上估算结果满足“辐射工作人员不超过 5mSv/a，公众不超过 0.25mSv/a”的剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 辐射事故类型及风险分析

(1) 防护门安全连锁装置发生故障，探伤期间有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

(2) 防护门安全连锁发生故障，射线探伤工作结束后，X 射线没有关闭，工作人员误入探伤房而受照射；

(3) 工作人员配合失误，有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

本项目最严重的辐射事故是情景(3)：有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。假设受照人员距出束口的1m，人员从开始受照至意识到采取断电措施的持续时长为10s，事故工况下最大管电流为5mA，则按照本项目射线装置距靶1m处的输出量 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 计算可得该事故情形下人员受照剂量率为 8610mGy/h ，受照剂量为 23.9mGy 。

以上分析表明，本项目单次辐射事故造成的人员受照剂量高于职业照射全年有效受照剂量约束值(5mSv/a)，说明本项目具有一定辐射事故风险，但事故等级一般不会超出“一般事故”。

11.4.2 事故预防措施

(1) 本项目可能发生的辐射事故风险主要是在管理上出问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进入铅房前应检查是否佩戴好个人剂量报警仪；

(2) 定期检查防护门的性能及各项辐射安全与防护设施是否正常工作，避免无关人员误入正在出束的探伤房。

(3) 射线装置检修维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

综上所述，建设单位如能严格采取以上事故预防措施，加强管理，让工作人员提高安全意识，可最大程度降低辐射事故的影响，避免辐射事故的发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，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。

建设单位成立了辐射安全管理小组，组长为专职人员并具有本科以上学历，落实了机构的成员及其职责，组成名单见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理机构成员一览表

小组成员	姓名	职务	部门	电话
组长 (专职人员)	申玉春	副总监	生产中心	████████
成员	雷宗华	经理	人力资源部	████████
	康宁	主管	行政部	████████
	陈双梅	经理助理	行政部	████████
	罗红霞	主管	生产部	████████

管理小组职责：

- (1) 结合本单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，建设单位制定了《辐射安全管理规章制度》（详情见附件2），包括：

辐射安全管理机构

辐射防护和安全保卫制度

岗位职责

安全操作规程

辐射工作人员培训制度

监测方案

辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

射线装置台账登记和维修维护制度

辐射事故应急预案

建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》较完善，可规范管理辐射工作，一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，基本满足《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》等法律法规的要求。

12.3 辐射工作人员

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。对于从事使用II类射线装置活动的辐射工作人员，应当接受初级辐射安全培训。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核，考核成绩单有效期 5 年。

建设单位拟为本项目配置 3 名辐射工作人员负责本项目的操作和管理，将在项目筹备阶段安排工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作。

12.4 辐射监测计划

12.4.1 工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

建设单位将按照有关要求，对辐射工作人员上岗前进行放射职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作。委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

12.4.2 工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。

委托检测机构对在用的射线装置的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据应作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人

剂量报警仪具有实时辐射剂量率监测显示功能，可满足工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，工作人员应立即离开探伤房，同时阻止其他人进入探伤房，并立即向辐射工作负责人报告。

拟配备 1 台 X、 γ 辐射巡测仪，使用 X、 γ 辐射巡测仪定期（每个季度 1 次）对探伤房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

辐射监测仪器配置一览表见表 12-2。

表 12-2 辐射监测设备一览表

名称	型号	数量
个人剂量仪	待定	3 个
个人剂量报警仪	待定	3 台
X、 γ 辐射巡测仪	待定	1 台

12.4.3 年度评估计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向相关机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；

(9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

12.5 辐射监测方案

12.5.1 剂量率控制要求

本项目探伤房外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制水平不超过 2.5 μ Sv/h。

12.5.2 检测布点要求及位置

射线装置的放射防护检测应工作在额定工作条件下、没有工件，应首先进行装置整体的辐射水平巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，然后再定点检测。定点位置应包括：

- a) 通过巡测，发现辐射水平异常高的位置；
- b) 装载门的中间和门缝四周；
- c) 装置屏蔽体外 30cm 处，每个面至少测 1 个点；
- d) 操作位。

12.5.3 检测异常处理

一旦发现辐射水平超过 2.5 μ Sv/h 应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。验收监测发现超过控制水平的，应整改合格后方可通过竣工环境保护验收。

建设单位制定的辐射工作场所监测周期一览表见表 12-3。

表 12-3 辐射工作场所监测和检查周期一览表

类型	检测项目	频率	方式
年度检测	探伤房外周围剂量当量率	1 次/年	委托检测
日常检测	探伤房外周围剂量当量率	定期检测（每季度一次）	自行检测
验收监测	探伤房外周围剂量当量率	竣工后（一次）	委托检测

小结：分析表明，建设单位制定的个人剂量监测、工作场所环境辐射监测、年度评估计划等满足相关法律法规的要求。

12.6 辐射事故应急

为使本单位一旦发生紧急辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，建设单位制定了《辐射事故应急预案》，该《预案》包括：辐射事故应急处理机构与职责、预警机制、事故应急处理程序、事故调查和后期处理等，具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

12.6.1 辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，人员组成见表 12-4。

表 12-4 辐射事故应急小组成员一览表

小组成员	姓名	职务	部门	电话
组长 (专职人员)	申玉春	副总监	生产中心	██████████
成员	雷宗华	经理	人力资源部	██████████
	康宁	主管	行政部	██████████
	陈双梅	经理助理	行政部	██████████
	罗红霞	主管	生产部	██████████

12.6.2 人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应付突发事件的能力，应进行培训和演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；

培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练计划

辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

12.7 竣工环境保护验收要求

12.7.1 责任主体

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 第 682 号）第十一条：将第二十条改为第十七条，修改为：“编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。”建设单位应承担本项目竣工环境保护验收的主体责任。

12.7.2 时间节点

该项目竣工后，建设单位应按照相关程序和要求，在项目竣工后 3 个月内组织自主竣工环保验收，验收相关材料按要求公示和备案。

12.7.3 主要验收依据

(1) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日发布）；

(2) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）；

(3) 其他：本报告表 6 所列评价依据。

验收项目明细表见表 12-5。

表 12-5 验收项目明细表

序号	验收项目	验收要求
1	关注点周围剂量当量率	按照本报告和环评 批复文件的要求
2	职业照射及公众照射约束值	

3	辐射安全与防护各项措施	
4	辐射安全管理机构、制度	
5	辐射事故应急预案	
6	个人剂量监测和辐射工作场所检测	
7	环评文及其批复的其他要求	

表 13 结论与建议

结 论

东莞市鹏锦机械科技有限公司拟在东莞市常平镇司马村工业二路鹏锦科技公司厂房北侧建设 1 间探伤房，配套使用 1 台 X 射线探伤装置，开展室内 X 射线探伤。项目选址合理。

1、辐射安全与防护分析结论

辐射安全与防护措施分析表明，拟建设的探伤房的辐射屏蔽设计方案、各项辐射安全与防护措施、工作场所布局和分区等均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等国家相关标准的要求。辐射安全管理措施分析表明，建设单位制定了较完善的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

2、环境影响分析结论

理论分析表明，项目运行时探伤房外关注点的辐射水平满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的周围剂量当量率控制要求；工作人员及公众的有效受照剂量低于本报告提出的剂量约束值，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

3、可行性分析结论

本项目的投产可满足企业开展压力容器制造业务要求，在落实有效的辐射安全与防护措施、管理措施后能最大程度减少对周围环境的影响，从代价和利益的角度考虑，符合辐射实践的正当性。

建设单位应对本项目进行严格管理，按照辐射安全与防护要求工作。在落实了本报告提出的各项措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，建设单位本次核技术利用建设项目是可行的。

建 议：

1、尽快组织辐射工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全上岗培训和考核。

2、建设单位应尽快和具备 HW16 危险废物处置资质的单位签订危险废物转移处置协议，由其定期上门回收处理探伤工作产生的感光材料废物。

表 14 审 批

下一级环保部门预审意见		
经办人	年 月 日	公章
审批意见		
经办人	年 月 日	公章

附件 1： 环境 γ 辐射现状检测报告



检 测 报 告

任务编号：XHJC22014

项目名称：	核技术利用建设项目场所环境 γ 辐射剂量 率检测
委托单位：	东莞市鹏锦机械科技有限公司
检测类型：	环评检测
报告日期：	2022 年 03 月 15 日

广州星环科技有限公司



第 1 页 / 共 5 页

说 明

- 1、本公司保证检测结果的公正性、独立性、准确性和科学性，对委托单位所提供的资料保密。
- 2、检测操作按照相关国家、行业、地方标准和本公司的程序文件及作业指导书执行。
- 3、本报告只适用于本报告所写明的检测目的及范围。
- 4、本报告未盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”及“骑缝章”无效。
- 5、复制本报告未重新加盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”无效，报告部分复制无效。
- 6、本报告无编制人、审核人、批准人签字无效。
- 7、本报告经涂改无效。
- 8、自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。
- 9、本报告未经本公司同意不得用于广告、商品宣传等商业行为。
- 10、对本报告若有异议，请于报告发出之日起十五日内向本公司提出，逾期不申请的，视为认可检测报告。

地 址：广州市海珠区南洲路 365 号二层 236

邮政编码：510289

电 话：020-38343515

网 址：www.foyoco.com



广州星环科技有限公司检测报告

受检单位	东莞市鹏锦机械科技有限公司
检测地点	东莞市常平镇司马村工业二路1号
检测参数	环境 γ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
仪器名称	X、 γ 辐射空气比释动能率仪
检测仪器信息	厂家、型号: 中广核贝谷科技有限公司、BG9511 型 出厂编号: 1SB07Y5R 能量响应: 48keV~3MeV 测量量程: 10nGy/h~600 μ Gy/h 相对固有误差: -9.3%
仪器校准证书	214708220 校准单位: 深圳市计量质量检测研究院 校准日期: 2021年11月25日; 复校日期: 2022年11月24日
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
检测日期	2022年03月09日
环境条件	天气: 晴, 气温 19 $^{\circ}$ C, 湿度 39%
建设项目概况	东莞市鹏锦机械科技有限公司拟在东莞市常平镇司马村工业二路1号公司厂房北侧建设1间探伤房, 配套使用1台X射线探伤装置, 用于对压力容器焊缝的无损检测。
检测结果	检测结果见附表1, 检测布点图见附图1。

编制: 黄锦熙 审核: 马雯茹 签发: 马雯茹
 签发日期: 2022.3.15

附表 1: 检测结果

点位编号	点位描述	距离(m)	表面介质	平均值(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	探伤房位置	-	混凝土	90	3	平房
2	南侧通道	2	混凝土	95	3	平房
3	杂物放置区	2	混凝土	86	3	平房
4	北侧通道	21	混凝土	95	4	平房
5	西侧消防泵房	2	混凝土	92	3	平房
6	东侧材料放置区	11	混凝土	87	2	平房
7	南侧过滤器制作区	32	瓷砖	70	3	平房
8	南侧出货区	12	瓷砖	59	1	平房
9	南侧出货区	36	瓷砖	65	1	平房
10	南侧过滤器半成品放置区	50	瓷砖	48	3	平房
11	南侧出货区	21	瓷砖	58	3	平房
12	南侧出货区	41	瓷砖	60	3	平房
13	西侧高塔环缝焊接区	31	瓷砖	53	2	平房
14	西侧高塔环缝焊接区	47	瓷砖	56	3	平房
15	西侧高塔环缝焊接区	35	瓷砖	53	3	平房
16	西侧高塔环缝焊接区	50	瓷砖	115	2	平房
17	东侧配电房旁	27	混凝土	108	3	平房
18	东侧仓库	39	混凝土	79	2	平房
19	东侧道路	38	混凝土	89	1	道路
20	北侧道路	13	混凝土	84	1	道路
21	西侧道路	34	混凝土	86	3	道路

注: 1、以上数据已校准, 校准系数为 0.915;

2、检测时仪器探头垂直地面, 距地约 1m, 待读数稳定后, 每个测量点测量 10 个读数;

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分; 建筑物对宇宙射线的屏蔽因子: 平房取 0.9, 道路取值 1。

附件 2：辐射安全管理规章制度

东莞市鹏锦机械科技有限公司

辐射安全管理制度

为贯彻环境主管部门对使用射线装置安全管理的有关要求，根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、生态环境部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规文件，为保护辐射工作人员及场所周围公众的健康权益，制定本制度。

1、管理安全管理机构

小组成员	姓名	职务	部门	电话
组长 (专职人员)	申玉春	副总监	生产中心	██████████
成员	雷宗华	经理	人力资源部	██████████
	康宁	主管	行政部	██████████
	陈双梅	经理助理	行政部	██████████
	罗红霞	主管	生产部	██████████

管理小组职责：

- (1) 结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

2、辐射防护和安全保卫制度

(1) 辐射工作人员及辐射安全管理人員应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

(2) 严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托检测机构对直接操作射线装置的辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为3个月，建立个人剂量档案和职业健康档案。

(3) 对本单位非辐射工作人员进行辐射安全宣传教育，管控非辐射工作人员接近辐射工作场所监督区域。

(4) 做好辐射工作场所分区设置，将射线装置屏蔽体内部区域划为控制区，将整个辐射工作区域划为监督区，按要求进行分区管理。控制区通过实体屏蔽、门机连锁装置等进行控制，监督区通过警示标志、实体边界等进行管理。

(5) 辐射工作区域只能摆放射线装置、操作台及其他辅助设施，不作其他用途，非辐射工作人员不应在该区域进行固定岗位作业。操作台设应避开有用射线方向。

(6) 辐射工作场所按要求张贴电离辐射警示标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于50cm，辐射工作场所监督区设置工作指示牌和警示说明。

(7) 射线装置操作台宜设置紧急停机按钮，X射线出束过程中，一旦出现异常，按动紧急止动按钮，可停止X射线出束。辐射工作场所应有声光警示装置，X射线出束时，声音警示装置可发出警示声和光。

(8) 射线装置屏蔽门应设置门-机连锁装置,并保证在门关闭后射线装置才能出束。门打开时可立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。

(9) 辐射工作场所应配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

3、岗位职责

操作人员

(1) 每天工作前先检查射线装置的辐射安全设施状态（主要包括防护门、辐射监测仪器、急停等能否正常工作），并记录于“辐射安全日常检查表”中，任何辐射安全设施不能正常工作时，不允许使用该射线装置；

(2) 按照操作规程操作射线装置，未经辐射安全与防护培训和考核，不能操作射线装置；

(3) 保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，并按要求正确佩戴；

(4) 出现异常，如设备故障、辐射水平异常（超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），立即通知设备管理员。

管理人员

- (1) 结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

4、安全操作规程

- (1) 射线装置需由通过了辐射安全与防护考核的操作人员操作；
- (2) 操作人员每天上班后仔细检查设备和防护的完好情况，各种辐射监测仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠；
- (3) 检查安全防护装置，如防护门关闭状态是否正常，工作指示灯、声音报警装置、急停装置等是否正常，如有异常，不得进行辐射工作；
- (4) 开始工作前操作人员要做好个人防护工作，安全防护门没关好前不得开机；
- (5) 射线装置操作人员应熟练掌握射线装置的性能和技术参数，严格按照厂家提供的操作流程进行操作；
- (6) 射线装置正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值；
- (8) X 射线出束时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作；
- (9) 完成当天的辐射工作后，应关闭射线装置总电源，拔掉射线装置的钥匙开关，并由专人保管好。

5、工作人员培训制度

(1) 辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址 <http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

(2) 辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识。考核通过后方可从事辐射工作。

(3) 对于新增辐射工作人员，应进行岗前职业健康体检，体检合格后方可参加辐射安全与防护培训。

(4) 建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。

6、监测方案

(1) 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

(2) 辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责，并当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

委托检测机构对运行的核技术利用项目进行辐射防护年度检测，每年一次，年度检

测数据应作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

为辐射工作场所配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

7、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求，制定该要求。

（1）职业健康检查要求

凡辐射工作人员上岗前，必须进行上岗前的职业健康检查，建立职业健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。定期组织上岗后的辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 5 年，必要时可增加临时性检查。

辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查；发生应急照射或事故照射情况应及时组织健康检查和必要的医学处理。

（2）个人剂量管理要求

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不超过 3 个月，按要求建立个人剂量档案。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

（3）档案管理要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，职业照射的记录必须为每一位工作人员都保存职业照射记录，职业照射记录应包括：

①涉及职业照射的工作的一般资料；达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料，以及剂量评价所依据的数据资料；对于调换过工作单位的工作人员，其在各单位工作的时间和所接受的剂量和摄入量等资料；

②因应急干预或事故所受到的剂量和摄入量等记录，这种记录应附有有关的调查报告，并应与正常工作期间所受到的剂量和摄入量区分开；

③应按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告，准许工作

人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料；当工作人员调换工作单位时，向新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件；

④当工作人员停止工作时，应按审管部门或审管部门指定部门的要求，为保存工作人员的职业照射记录做出安排；停止涉及职业照射的活动时，应按审管部门的规定，为保存工作人员记录做出安排；

⑤在工作人员年满 75 岁之前，应为他们保存职业照射记录，在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存 30 年。

8、射线装置台账登记和维修维护制度

(1) 设备管理员负责射线装置使用台账的建立和管理，做到台账清晰，账物对应。射线装置台账实行动态管理，及时更新，准确记录设备变更情况。

(2) 操作人员在使用射线装置填写《射线装置使用台帐》。操作过程中如遇到故障或异常情况，必须详细记录在《射线装置使用台帐》的使用情况记录栏中。《射线装置使用台帐》所有内容务必如实填写，不得模糊不清。

(3) 完善定期射线装置台账登记和维修维护制度，加强管理。

(4) 建立设备检修及维护保养记录，填写《射线装置维修台帐》。定期对射线装置进行维护，使其保持最佳性能。

(5) 辐射安全管理机构负责对台帐登记进行监督。

(6) 射线装置的检修和维护由厂家专业人员负责，由管理员做好检修和维护记录。

(7) 维修维护工作必须两人以上参与，佩戴好个人剂量报警仪，在防护安全的情况下进行维修维护工作。

(8) 射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

东莞市鹏锦机械科技有限公司

辐射事故应急处理预案

一、总则

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，根据《放射性同位素与射线装置辐射防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，制定本预案。

二、应急救援机构

成立辐射事故应急小组，辐射事故应急小组成员如下：

小组成员	姓名	职务	部门	电话
组长	申玉春	副总监	生产中心	██████████
成员	雷宗华	经理	人力资源部	██████████
	康宁	主管	行政部	██████████
	陈双梅	经理助理	行政部	██████████
	罗红霞	主管	生产部	██████████

环保应急联系电话：12369、12345

三、应急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

- 1、防护门安全联锁装置发生故障，训机或探伤期间有不知情的人员误入探伤房引起误照射；
- 2、门安全联锁发生故障，训机或探伤工作结束后，X射线没有关闭，工作人员误入探伤房而受照射；
- 3、员配合失误，有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

(二) 事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，立即报告辐射事故应急小组，进行受照剂量估算，然后进行身体检查，应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三) 向环境行政部门及时报告事故情况。

(四) 辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(五) 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共事件。

四、辐射事故分类与应急原则

使用射线装置可能发生的辐射事故，根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、严重辐射事故和重大辐射事故：

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度辐射病、局部器官残疾。
重大辐射事故	射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人（含10人）以上急性重度辐射病、局部器官残疾。
特别重大辐射事故	射线装置失控导致3人（含3人）以上急性死亡。

辐射事故应急救援应遵循的原则：

- 1、迅速报告原则；
- 2、主动抢救原则；
- 3、生命第一的原则；
- 4、科学施救，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

五、辐射事故应急处理程序及报告制度

(一) 一旦发生辐射事故，必须马上停止使用射线装置，切断总电源，当事人应立即通知工作场所的所有人员离开，并立即上报辐射事故应急小组；

(二) 对相关受照人员进行受照剂量估算再进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

(三) 应急小组组长应立即召集成员，根据具体情况迅速制定事故处理和善后方案。

事故处理必须在单位负责人的领导下，在经过培训过的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外，辐射事故应急人员还应进行以下几项工作：

1、根据现场辐射强度，估算工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。

2、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

3、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

（四）发生辐射事故后，当事人员应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

六、人员培训和演习计划

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；

1、培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

七、辐射事故的调查

（一）本单位发生重大辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组。

（二）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（三）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。