

编号: XH25EA060

核技术利用建设项目
深圳市日研检测有限公司
工业 X 射线探伤项目
环境影响报告表

报批版

深圳市日研检测有限公司 (盖章)

2025 年 09 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

深圳市日研检测有限公司

工业 X 射线探伤项目

环境影响报告表



建设单位名称： 深圳市日研检测有限公司（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）： 吴嘉迪

通讯地址： 深圳市宝安区西乡街道固兴社区航城大道敦发工业园

A 栋 310

邮政编码： 518000

联系人： 冉红祥

电子邮箱： qs@ry-il.com

联系电话： 

编制单位和编制人员情况表

项目编号	z4183v		
建设项目名称	深圳市日研检测有限公司工业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)	深圳市日研检测有限公司		
统一社会信用代码	91440300MAE02EJM2Y		
法定代表人 (签章)	吴嘉迪		
主要负责人 (签字)	郭艳		
直接负责的主管人员 (签字)	冉红祥		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	惠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
陈健阳	20220503546000000001	BH061992	陈健阳
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李勇威	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、环境影响分析、辐射安全管理、结论	BH050165	李勇威
陈健阳	项目基本情况、评价依据及评价标准	BH061992	陈健阳

编制主持人环境影响评价工程师资格证书

中华人民共和国 专业技术人员职业资格证书 (电子证书) 环境影响评价工程师 Environmental Impact Assessment Engineer 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， 取得环境影响评价工程师职业资格。  制发日期：2022年08月31日	 姓 名：陈健阳 证件号码：230202198909250611 性 别：男 出生年月：1989年09月 批准日期：2022年05月29日 管 理 号：20220503546000000001 
--	--

目 录

表 1 项目基本情况	1
1.1 项目概况	1
1.1.1 建设单位情况	1
1.1.2 项目来由和目的	2
1.1.3 项目规模	2
1.2 项目选址和周边关系	3
1.3 原有核技术利用项目许可情况	6
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
表 4 射线装置	7
表 5 废弃物（重点是放射性废物）	8
表 6 评价依据	9
表 7 保护目标与评价标准	12
7.1 评价范围	12
7.2 保护目标	12
7.3 评价标准	13
7.3.1 职业照射及公众照射剂量限值和约束值	13
7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求	14
表 8 环境质量和辐射现状	16
8.1 项目地理和场所位置	16
8.2 检测方案	18
8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器	18
8.2.2 布点原则	18
8.3 质量保证措施	20
8.4 检测结果	20
表 9 项目工程分析与源项	24
9.1 设备组成和工作方式	24
9.1.1 设备组成	24

9.1.2 工作方式	24
9.1.3 探伤对象	25
9.2 工作原理	25
9.2.1 X 射线产生原理	25
9.2.2 X 射线探伤原理	26
9.3 工艺流程和产污环节	27
9.3.1 工艺流程	27
9.3.2 训机流程	28
9.3.3 产污环节分析	29
9.4 人员配置和工作负荷	29
9.5 污染源项描述	30
9.5.1 辐射源	30
9.5.2 其他污染源	31
9.6 源强分析和参数	31
表 10 辐射安全与防护	32
10.1 探伤房设计	32
10.1.1 探伤房主体屏蔽设计	32
10.1.2 防护门设计	34
10.1.3 管线穿墙设计	35
10.2 辐射安全与防护措施	36
10.2.1 警告标识、设施	36
10.2.2 门机联锁装置	36
10.2.3 紧急开门按钮	37
10.2.4 急停按钮	37
10.2.5 钥匙开关	37
10.2.6 监控设施	37
10.2.7 辐射监测设施	37
10.3 辐射工作场所布局和分区	38
10.4 辐射安全与防护对照分析	40
10.5 日常检查、维护和探伤装置退役	43
10.5.1 日常安全检查	43
10.5.2 设备维护	44
10.5.3 探伤装置退役要求	44

10.6 三废的治理	45
10.6.1 工作场所通风换气	45
10.6.2 感光材料废物处置	45
表 11 环境影响分析	47
11.1 剂量率控制水平分析	47
11.2 辐射剂量率计算	48
11.3 保护目标受照剂量	53
11.4 事故影响分析	57
11.4.1 辐射事故类型	57
11.4.2 事故预防措施	57
表 12 辐射安全管理	59
12.1 辐射安全管理机构的设置	59
12.2 辐射安全管理规章制度	60
12.3 辐射工作人员	60
12.4 辐射监测计划	61
12.4.1 工作人员个人剂量监测	61
12.4.2 工作场所辐射监测计划	61
12.4.3 工作场所辐射监测方案	62
12.5 辐射安全年度评估计划	63
12.6 辐射事故应急	64
12.6.1 辐射事故应急机构	64
12.6.2 人员培训和演习计划	65
12.7 竣工环境保护验收要求	65
12.7.1 责任主体	65
12.7.2 工作程序	65
12.7.3 时间节点	66
12.7.4 验收清单	66
表 13 结论与建议	68
13.1 结 论	68
13.1.1 辐射安全与防护分析结论	68
13.1.2 环境影响分析结论	68
13.1.3 可行性分析结论	68

13.2 建议和承诺	69
表 14 审 批	70
附件 1：项目委托书	71
附件 2：环境 γ 辐射现状检测报告	72
附件 3：探伤装置参数证明材料	79
附件 4：辐射安全管理规章制度	80

表 1 项目基本情况

建设项目名称		深圳市日研检测有限公司工业 X 射线探伤项目				
建设单位		深圳市日研检测有限公司				
法人代表		吴嘉迪	联系人	冉红祥	联系电话	
注册地址		深圳市宝安区西乡街道固兴社区航城大道敦发工业园 A 栋 310				
项目地点		深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科创园一楼 103（东经：113.848360°，北纬：22.608049°）				
建设项目总投资 (万元)		50	项目环保投 资(万元)	8	投资比例（环保 投资/总投资）	16%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m²)	18
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 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类			
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类			
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类			
	其它	/				
	1.1 项目概况 1.1.1 建设单位情况 深圳市日研检测有限公司（以下简称日研公司或建设单位）成立于 2024 年 09 月 11 日，注册地位于深圳市宝安区西乡街道固兴社区航城大道敦发工业园 A 栋 310，经营范围包括技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；进出口商品检验鉴定，检验检测服务。主要业务范围为金属材料及其焊接接头检验检测					

相关技术服务，从事的检验检测方法有外观检测、磁粉检测、渗透检测、超声检测，螺栓拉拔检验等，是一家专业从事检测服务的技术型公司。

1.1.2 项目来由和目的

日研公司主要业务范围为金属材料及其焊接接头检验检测相关技术服务，工业 X 射线无损探伤在金属材料及其焊接接头探伤上又有非常广泛的应用，X 射线探伤又具有时间短、显示缺陷灵敏度高和穿透能力强等优点。为满足公司承接的各类金属材料及其焊接接头无损检测业务的需求，建设单位拟在深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科创园一楼 103 建设 1 间探伤房，配套使用 1 台工业 X 射线探伤装置，用于金属材料及其焊接接头的无损检测。

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。受深圳市日研检测有限公司委托（委托书见附件 1），广州星环科技有限公司对深圳市日研检测有限公司工业 X 射线探伤项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日实施），本项目应编制环境影响报告表。

1.1.3 项目规模

建设单位拟在深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科创园一楼 103 建设 1 间探伤房，将探伤房南侧原有房间设为操作室和暗室，在探伤房内使用 1 台 XXG-2005 型工业 X 射线探伤装置（最大管电压：200kV，最大管电流：5mA），用于金属材料及其焊接接头的无损检测。

本项目使用工业 X 射线探伤装置仅开展室内探伤，本项目探伤的对象主要为金属材料及其焊接接头，待检工件来源于公司的客户单位送来的试样，日研公司不进行金属材料生产加工，仅开展检测服务。本项目拟使用射线装置参数见表 1-1，项目所在区域图见图 1-1。

表 1-1 拟使用射线装置参数一览表

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

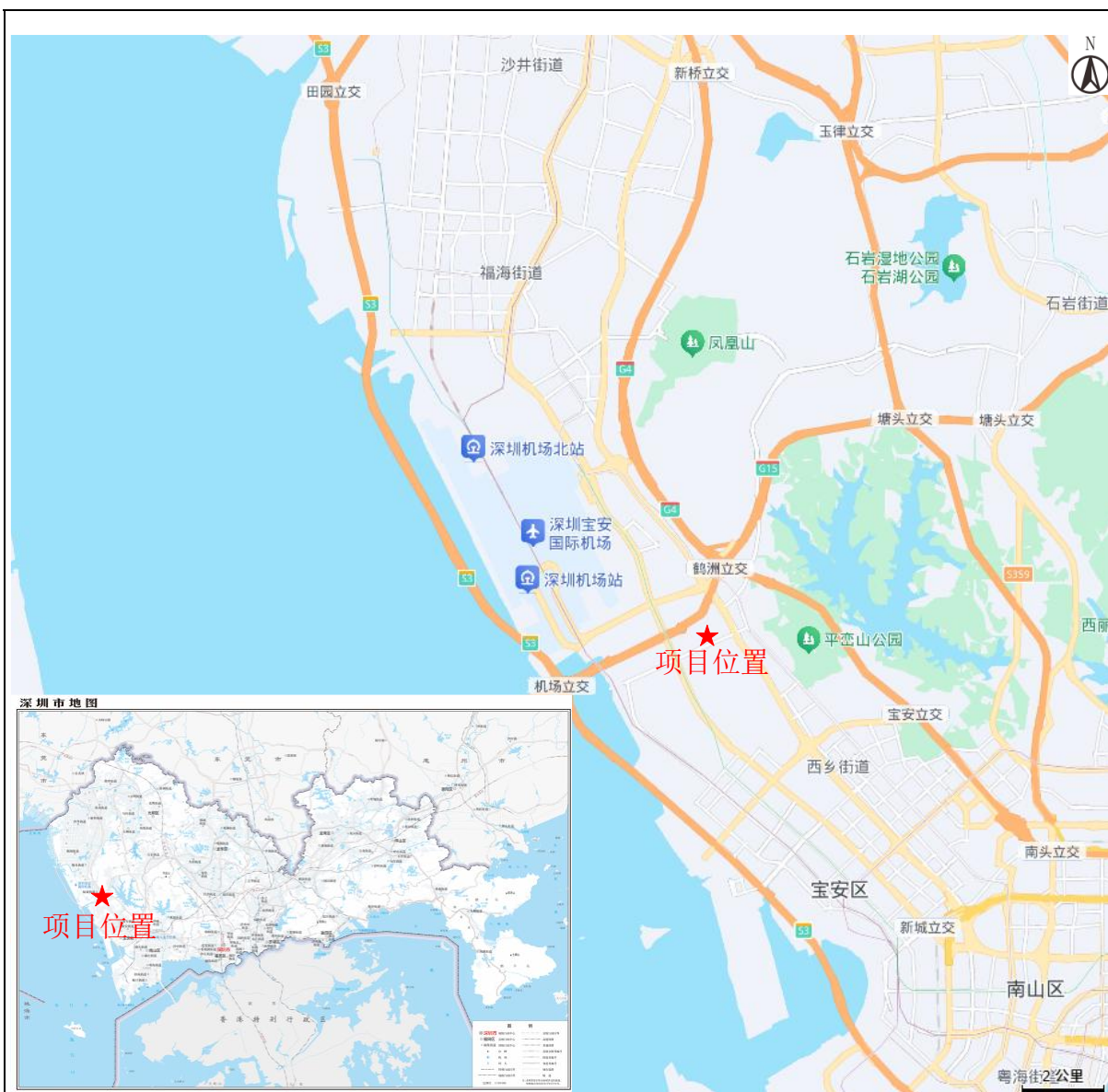


图 1-1 项目所在区域图

1.2 项目选址和周边关系

本项目选址位于深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科创园，天泽成科创园为地上 5 层建筑，无地下层，天泽成科创园东侧、南侧、西侧和北侧相邻均为消防通道。

建设单位租赁天泽成科创园一楼 103 作为实验场所，本项目拟建设的探伤房在天泽成科创园一楼 103 中间位置，将南侧原有房间设为操作室和暗室。探伤房东侧相邻为通道，南侧相邻为操作室，西侧相邻为电梯区和大堂，北侧相邻为通道，二层对应位置为京东便利店，探伤房四周场所分布一览表见表 1-2。项目 50m 周边关系图见图

1-2，天泽成科创园一层平面布局图见图 1-3，天泽成科创园二层平面图见图 1-4，项目 200m 周边关系图见图 1-5。

本项目是在有固定实体屏蔽的探伤房内使用射线装置，有用线束朝向无固定人员居留的通道照射，探伤房的屏蔽厚度采用偏保守的设计，通过平衡经济和社会因素，将个人受照剂量、受照射人数及可能性保持在可合理达到尽量低水平。探伤房选址四周均为居留因子较小的场所，操作室设在探伤房南侧，避开了有用线束方向。探伤房四周 50m 范围内主要是消防通道、工业园区和停车场等区域，项目选址远离商业区等人群密集场所，200m 范围内无未成年人学校，满足《广东省未成年人保护条例》的相关规定。综上所述，本项目的选址合理。

表 1-2 探伤房四周场所分布一览表

方位	场所
东侧	通道、天泽成 102 办公室、天泽成 101 办公室、楼梯间 1、消防通道、星辉科技园 F 栋
南侧	操作室、设备区、暗室、配电房、消防通道、盛滔大厦、园区通道
西侧	电梯区、大堂、仓库、恒鑫汇避震养护中心、Zoom 汽车俱乐部、楼梯间 2、消防通道、深圳五洲中医院骨科
北侧	通道、设备区、消防通道、深圳五洲中医院肾病/康复科候诊区、深圳五洲中医院第三病区、医院道路
二层	京东便利店、电梯区、楼梯间 1、具身风暴机器人有限公司、楼梯间 2

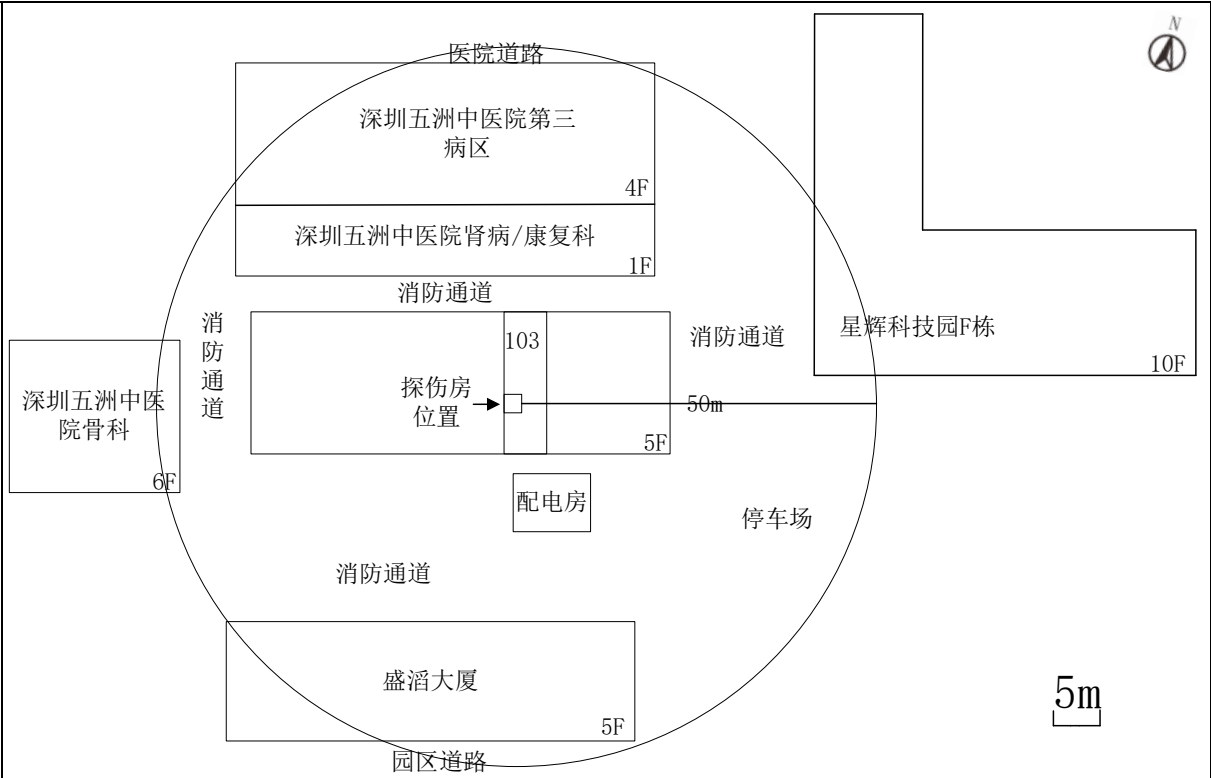


图 1-2 项目 50m 周边关系图

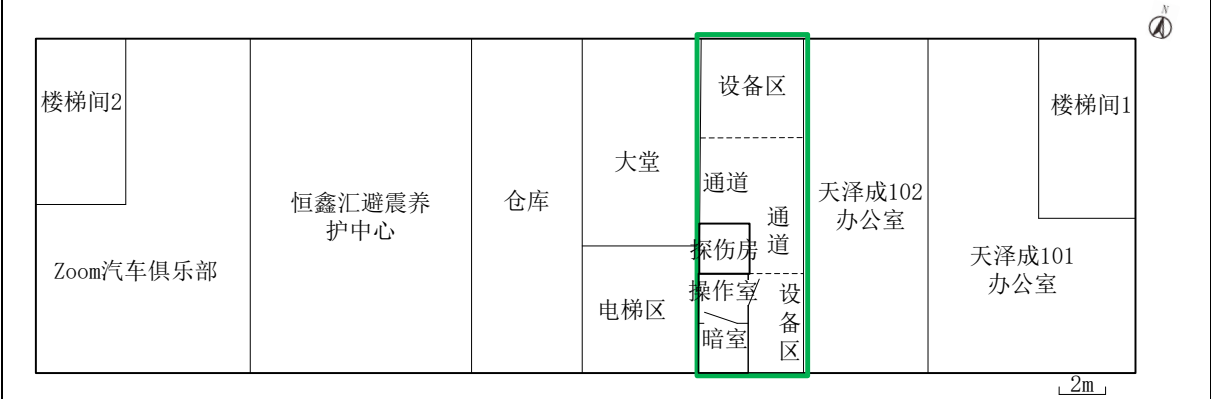


图 1-3 天泽成科创园一层平面布局图

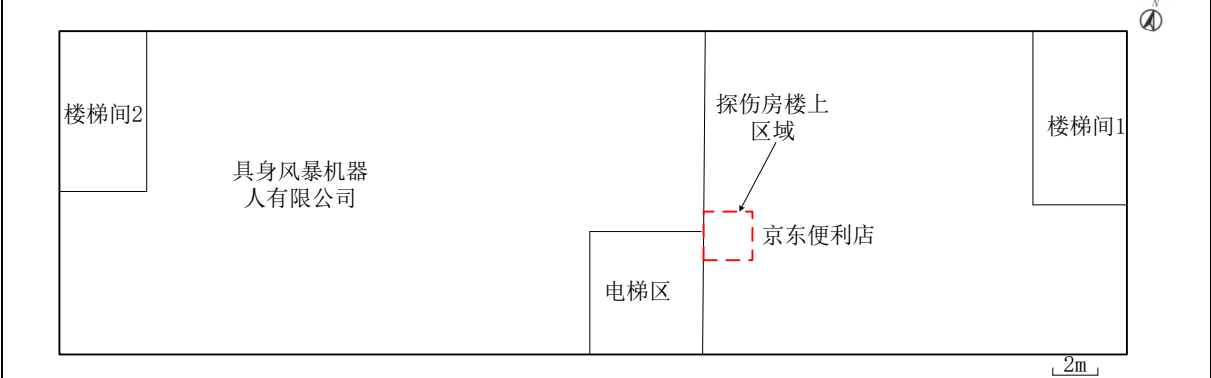


图 1-4 天泽成科创园二层平面布局图



图 1-5 项目 200m 周边关系图

1.3 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，无原有核技术利用项目情况。

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
	无							

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
	无									

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
	无									

(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	工业 X 射线探 伤装置	II类	1 台	XXG-2005	200kV	5mA	用于金属材料及其 焊接接头的无损检 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	
	无												

表 5 废弃物（重点是放射性废物）

名称	状 态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
感光材料废物（废液）	液态	/	/	2.1kg	25kg	/	暂存于特定容器	由有资质的单位收集处理
感光材料废物（废胶片）	固体	/	/	1 张	12 张	/	暂存于特定收纳盒	由有资质的单位收集处理
臭氧、氮氧化物	气体	/	/	/	微量	/	直接排放	外环境

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989 年 12 月 26 日, 第七届全国人大常委会第十一次会议通过, 2014 年 4 月 24 日, 第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订, 主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日实施) (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第一次修正, 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正) (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过, 主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日实施) (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 8 月 31 日国务院第 104 次常务会议通过, 国务院第 449 号令, 2005 年 12 月 1 日施行, 2019 年 3 月 2 日第 709 号国务院令修订) (5) 《建设项目环境保护管理条例》(1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布, 根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订, 2017 年 10 月 1 日实施) (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布, 根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《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》修正, 根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第五次部务会议通过的《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正, 经 2019 年 8 月 22 日生态环境部令第 7 号第三次修正, 经 2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号第四次修正, 2021 年 1 月 4 日实施)
------	--

	(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 2011 年第 1 次部务会议于 2011 年 3 月 24 日审议通过,环境保护部 18 号令, 2011 年 5 月 1 日实施) (8)《关于发布<射线装置分类>的公告》(国家环境保护部、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) (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, 2021 年 1 月 1 日起施行) (10)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行) (11)《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 2019 年 12 月 24 日印发) (12)《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过, 2024 年 2 月 1 日实施) (13)《广东省未成年人保护条例》(2009 年 1 月 1 日施行)(13)《广东省未成年人保护条例》(2009 年 1 月 1 日施行) (14)《国家废物危险名录(2025 年版)》(2024 年 11 月 26 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布, 自 2025 年 1 月 1 日起施行) (15)《深圳市建设项目环境影响评价审批和备案管理名录(2021 年版)》(深环规[2020]3 号, 2021 年 1 月 1 日实施)
技术标准	(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016) (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)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) (4)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) (5)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)

	(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及其修改单 (7) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) (9) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021) (10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)
其他	(1) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015 年) (2) 《辐射防护手册(第一分册)》(1991 年 1 月出版) (3) 《辐射防护导论》(方杰主编 李士骏主审) (4) 建设单位提供的其他资料

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。本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	影响人数 (人)	剂量约束值 (mSv/a)
东侧	通道	0.3	公众	流动人员	0.25
	天泽成 102 办公室	3.0	公众	5	0.25
	天泽成 101 办公室	9.6	公众	5	0.25
	楼梯间 1	16	公众	流动人员	0.25
	消防通道	21	公众	流动人员	0.25
	星辉科技园 F 栋	41	公众	100	0.25
南侧	操作室	0.3	辐射工作人员	2	5
	设备区	0.3	公众	3	0.25
	暗室	2.7	辐射工作人员	2	5
	配电房	8.3	公众	流动人员	0.25
	消防通道	16	公众	流动人员	0.25
	盛滔大厦	29	公众	50	0.25
	园区通道	46	公众	流动人员	0.25
西侧	大堂	0.5	公众	流动人员	0.25

	电梯区	0.5	公众	流动人员	0.25
	仓库	6.3	公众	2	0.25
	恒鑫汇避震养护中	13	公众	5	0.25
	Zoom 汽车俱乐部	25	公众	6	0.25
	楼梯间 2	31	公众	流动人员	0.25
	消防通道	36	公众	流动人员	0.25
	深圳五洲中医院骨科	45	公众	50	0.25
北侧	通道	0.3	公众	流动人员	0.25
	设备区	4.6	公众	3	0.25
	消防通道	10	公众	流动人员	0.25
	深圳五洲中医院肾病/康复科	17	公众	10	0.25
	深圳五洲中医院第三病区	28	公众	40	0.25
	医院道路	44	公众	流动人员	0.25
二层	京东便利店	2.5	公众	2	0.25
	电梯区	3.5	公众	流动人员	0.25
	具身风暴机器人有限公司	3.5	公众	20	0.25
	楼梯间 1	15	公众	流动人员	0.25
	楼梯间 2	31	公众	流动人员	0.25

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射及公众照射剂量限值和约束值

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），探伤室墙体和防护门外周围辐射剂量率应同时满足：

（1）关注点的周剂量参考控制水平,对放射工作场所不大于 100μSv/周,对公众不大于 5μSv/周；

（2）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

（3）探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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应同时满足（1）（2）；

对人员无法到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100μSv/h。

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剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

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

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

式中：

H_c 周剂量参考控制水平，单位为微希每周（μSv/周）；

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；

t 相应探伤装置的周照射时间，h/周；

b) 关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}=2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

c) 关注点剂量率参考控制水平为上述 a) 和 b) 中的较小值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

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内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 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同 3.1.1。

b) 除 3.1.2 a) 的条件外，应考虑下列情况：

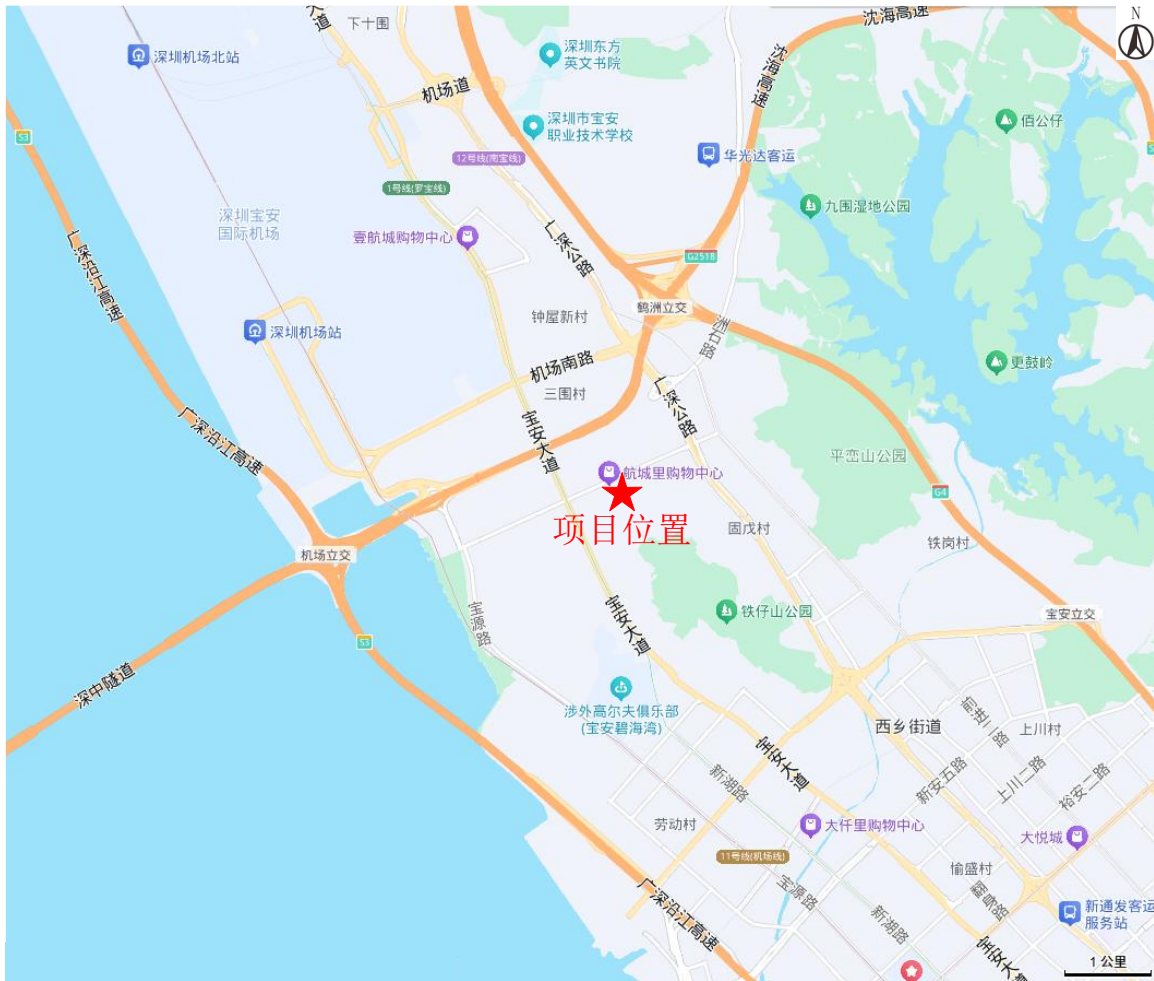
1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射，该项辐射和穿过探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平加以控制。

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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述，并结合本项目的实际情况，本项目探伤房四侧屏蔽体和顶部外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科创园，项目地理位置见图 8-1，现状照片见图 8-2。



The map shows the project location (marked with a red star and labeled '项目位置') in the Tianzecheng Science and Technology Park, located at No. 66 Guxing Road, Xixiang Street, Bao'an District, Shenzhen. The map highlights major roads including the Airport Expressway (机场道), Airport Road (机场路), and Airport Station (深圳机场站). It also shows nearby landmarks such as the Shenzhen Airport (深圳宝安国际机场), Shenzhen Airport North Station (深圳机场北站), and various commercial centers like the Hengcheng City Center (恒城购物中心) and the Hengcheng City Center (恒城购物中心). The map includes a scale bar indicating 1 km and a north arrow.

图 8-1 项目地理位置图



The left photograph shows the interior of a room with white walls and a dark floor, likely a hallway or a small office space. The right photograph shows the interior of a larger room, possibly a warehouse or a large office space, with a concrete floor and a large window or open door leading outside. A car is visible outside through the opening.

拟建探伤房位置现状	东侧现状
	
南侧现状	西侧现状
	
北侧现状	楼上现状
	
现场检测照片	
图 8-2 环境现状照片	

8.2 检测方案

8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器

为调查本项目所在区域及周围环境辐射水平现状，广州星环科技有限公司在2025年7月29日对项目场址周围进行环境 γ 辐射剂量率现状检测，检测方法和因子见表8-1，检测仪器信息见表8-2。

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 辐射剂量率

表 8-2 检测仪器

仪器名称	X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	BG9512P 型
生产厂家	中广核贝谷科技有限公司	仪器编号	1TRW88AA
校准日期	2024 年 09 月 25 日	有效期	1 年
测量范围	10nGy/h-200 μ Gy/h	能量范围	25keV-3MeV
校准单位	上海市计量测试技术研究院	证书编号	2024H21-20- 5500542001

8.2.2 布点原则

本项目的环境辐射现状监测点位主要位于室内和道路，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，开展道路测量时，点位应设置在道路中心线；开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3 核技术利用辐射环境监测的布点要求，以工作场所为中心，半径 50m 内均匀布点，测量点覆盖控制区和监督区，并覆盖 50m 范围内的环境敏感点。结合本项目的保护目标分布及评价范围，本次共布设 33 个检测点位，一层检测布点图见图 8-3，二层检测布点图见图 8-4，项目 50m 范围检测布点图见图 8-5。

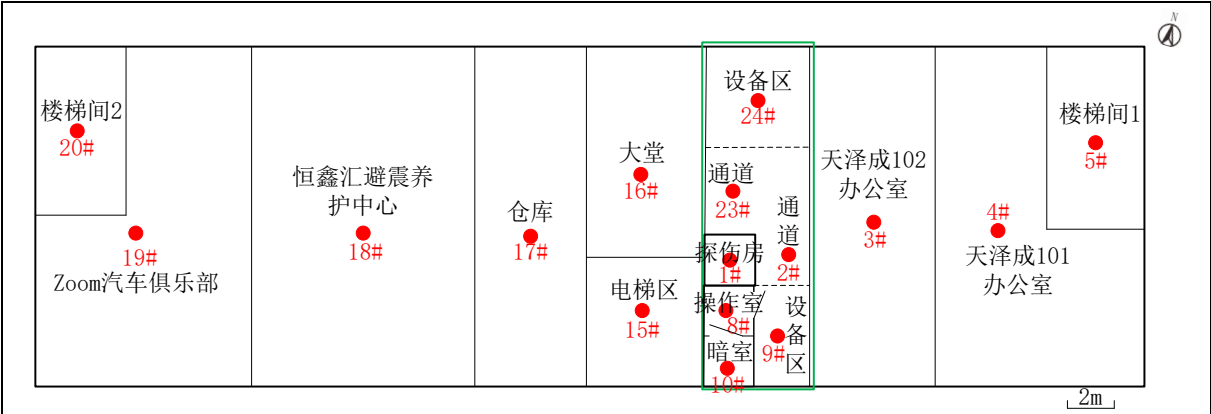


图 8-3 一层检测布点图

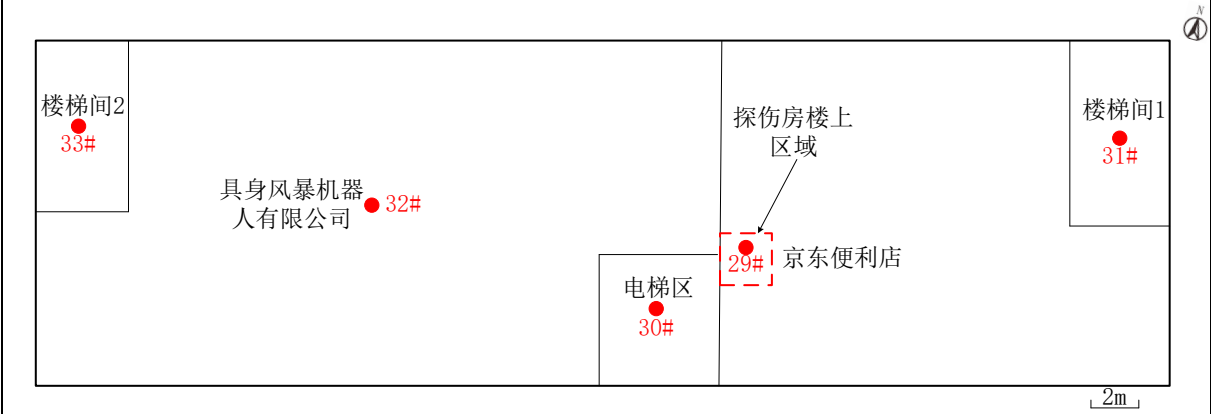


图 8-4 项目二层检测布点图

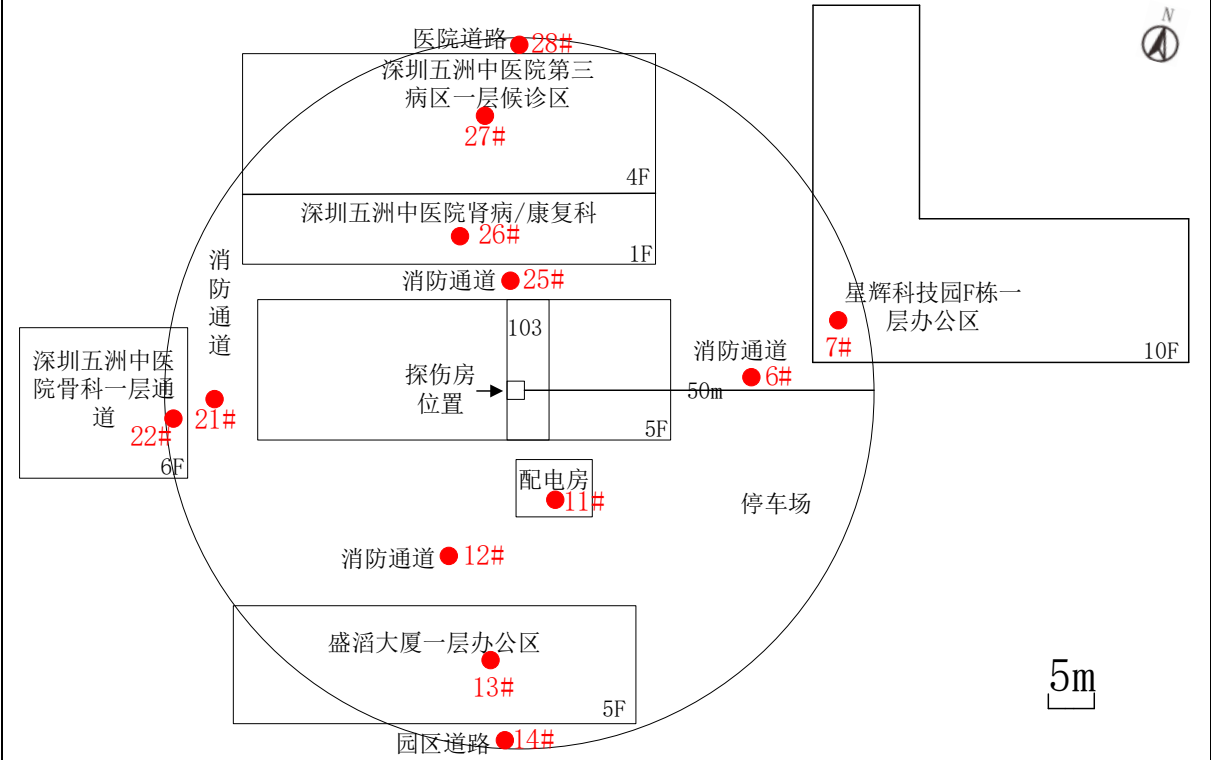


图 8-5 项目 50m 范围检测布点图

8.3 质量保证措施

本项目的环境辐射现状检测，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）做好以下的质量保证措施：

（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，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 γ 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，确认使用仪器的检测因子、测量范围和能量响应等参数均满足检测要求，核实检测现场的操作环境均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，以约 10s 的间隔读取 10 个数据，并经校正后求出测量值和标准偏差。

（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，在两次校准之间进行一次设备期间核查。

（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，并重新送计量部门进行校准。

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

（6）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

（7）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。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）监测报告严格执行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人审定。

8.4 检测结果

检测结果参照（HJ61-2021）中“8.6 宇宙射线响应值的扣除”的方法处理得到：

$$\dot{D} = C_f(E_f \dot{X} - \mu_c \dot{X}_c')$$

其中：

$\dot{D}$: 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果;

C_f : 仪器量程检定/校准因子, 由法定计量部门检定或校准时给出, 1.06;

E_f : 仪器检验源效率因子。本仪器无检验源, 该值取 1;

$\bar{X}$: 读数值的平均值;

μ_c : 建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子, 楼房取值为 0.8, 平房取值为 0.9, 原野、道路取值为 1;

$\dot{X}'_c$: 宇宙射线响应值。广州星环科技有限公司于 2025 年 7 月 4 日在广东省万绿湖用同一台设备测得宇宙射线响应值, 11nGy/h, 与测点处的海拔差别 $\leq 200\text{m}$, 经度差别 $\leq 5^\circ$, 纬度差别 $\leq 2^\circ$, 可不进行修正。

检测数据见表 8-3, 检测报告见附件 2。

表 8-3 建设项目场所环境 γ 辐射剂量率现状检测结果

点位编号	方位	场所	距离(m)	表面介质	测量结果(nGy/h)	环境性质
1	/	探伤房位置	/	混凝土	145 ± 1	楼房
2	东侧	通道	1.5	混凝土	146 ± 1	楼房
3		天泽成 102 办公室	6.2	混凝土	146 ± 1	楼房
4		天泽成 101 办公室	13	混凝土	146 ± 1	楼房
5		楼梯间 1	19	混凝土	146 ± 1	楼房
6		消防通道	32	混凝土	115 ± 1	道路
7		星辉科技园 F 栋一层办公区	45	混凝土	143 ± 1	楼房
8	南侧	操作室	1.5	混凝土	143 ± 1	楼房
9		设备区	3.0	混凝土	143 ± 1	楼房
10		暗室	4.6	混凝土	143 ± 1	楼房
11		配电房	14	混凝土	144 ± 1	平房

12		消防通道	24	混凝土	113±1	道路
13		盛滔大厦一层办公区	37	混凝土	145±1	楼房
14		园区通道	48	混凝土	114±1	道路
15	西侧	电梯区	3.5	混凝土	144±1	楼房
16		大堂	4.3	混凝土	141±1	楼房
17		仓库	8.9	混凝土	142±1	楼房
18		恒鑫汇避震养护中心	18	混凝土	141±1	楼房
19		Zoom 汽车俱乐部	30	混凝土	142±1	楼房
20		楼梯间 2	34	混凝土	142±1	楼房
21		消防通道	41	混凝土	114±1	道路
22		深圳五洲中医院骨科一层通道	48	瓷砖	140±1	楼房
23	北侧	通道	2.3	混凝土	140±1	楼房
24		设备区	6.9	混凝土	140±1	楼房
25		消防通道	13	混凝土	107±2	道路
26		深圳五洲中医院肾病/康复科候诊区	22	瓷砖	139±1	平房
27		深圳五洲中医院第三病区一层候诊区	37	瓷砖	141±1	楼房
28		医院道路	45	混凝土	107±1	道路
29	二层	京东便利店	3.5	地胶	146±1	楼房
30		电梯区	9.8	混凝土	146±1	楼房
31		楼梯间 1	24	混凝土	146±2	楼房
32		具身风暴机器人有限公司	26	瓷砖	146±1	楼房
33		楼梯间 2	39	混凝土	146±1	楼房

注：1、以上数据已校准，校准系数为 1.06；

2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，间隔 10 秒读取 1 个数值，每个点位读取 10 个检测值；

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（11nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：

楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，道路取值为 1。

从表 8-3 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域的室内环境 γ 辐射剂量率检测值为 139~146nGy/h，道路环境 γ 辐射剂量率检测值为 107~115nGy/h。

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年出版）报道的深圳市环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果：深圳市的室内 γ 辐射剂量率调查水平在 127.4~153.1nGy/h 之间，室外道路环境 γ 辐射剂量率调查水平在 101.5~127.8nGy/h 之间。对比表明，建设项目场所室内及室外道路周围环境 γ 辐射现状未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 设备组成和工作方式

9.1.1 设备组成

本项目拟使用 1 台 XXG-2005 型工业 X 射线探伤装置属于定向机，主要由 X 射线发生器、控制箱、电缆线三部分组成，定向机采用阳极靶平面产生的 X 射线束为固定单方向照射，呈圆锥形。本项目拟使用的定向机构造图如图 9-1 所示。



图 9-1 探伤装置构造图

9.1.2 工作方式

1、本项目定向机探伤的对象主要为金属材料及其焊接接头，探伤时将工件与设备出束方向垂直摆放，胶片放置在待检工件后。

2、本项目定向机有用线束角度为 40° ，有用线束方向朝向北侧，出束口移动范围约为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，高度约为 $0-0.3\text{m}$ ，出束口距离待检工件的最小距离约为 0.3m 。

3、辐射工作人员将待检工件搬运至探伤房内，多次确认探伤房内无人员居留，手动关闭防护门，工作人员使用电缆线连接控制台和设备，控制设备出束。

4、工作人员在操作室控制台位置打开设备的主电源，设备将判定是否需要进入训机模式，需要训机则自动进入训机模式，然后完成训机，不需训机则直接进行电压和时间的设置，工作人员在控制台使用“管电压调节旋钮”和“曝光时间选择按钮”设置检测需要的管电压和时间。按下出束按钮，设备自动出束，当数码管显示“0.0”时，曝光时间结束，设备自动切断高压电源。

9.1.3 探伤对象

本项目的探伤对象为金属材料及其焊接接头，主要材质为碳钢，厚度为 5-25mm，待检工件多为管件和板材，最大尺寸约为 0.5m×0.5m×0.3m。

9.2 工作原理

9.2.1 X 射线产生原理

工业 X 射线探伤装置的核心是产生 X 射线的 X 射线管，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线产生示意图如图 9-2 所示。X 射线机阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，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 射线管产生的 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。所以 X 射线管的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

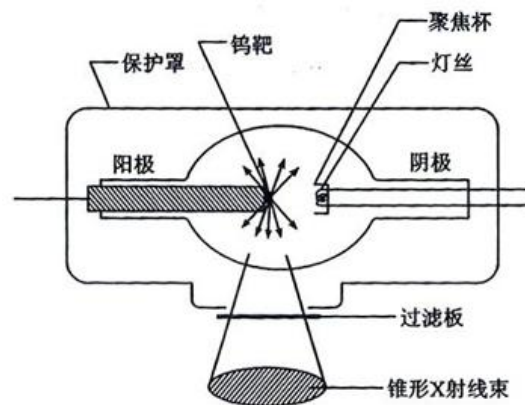


图 9-2 X 射线产生的示意图

9.2.2 X 射线探伤原理

工业 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。

工业 X 射线探伤装置的工作方式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下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。

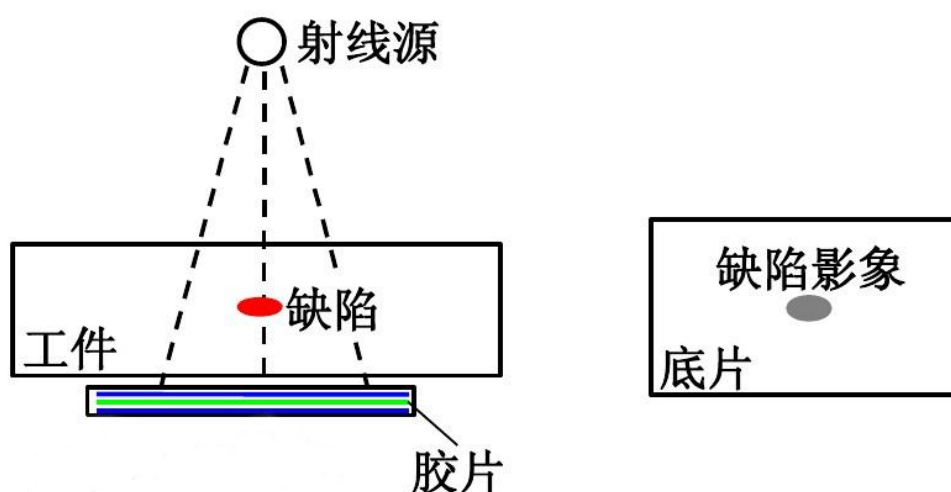


图 9-3 X 射线胶片成像示意图

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，在进行探伤工作前，对监督区进行巡查，禁止无关人员在监督区停留。辐射工作人员将待检工件搬运至探伤房，摆放好探伤机、待检工件和胶片，巡视探伤房，多次确认探伤房内无人员居留后，离开探伤房，手动关闭防护门。在操作室内设置探伤装置的电流、电压等参数，然后进行开机曝光。完成曝光之后，探伤机自动关闭，打开防护门，取出胶片，在暗室中冲洗胶片。探伤机不使用时存放在探伤房内。工艺流程和产污环节见图 9-4。

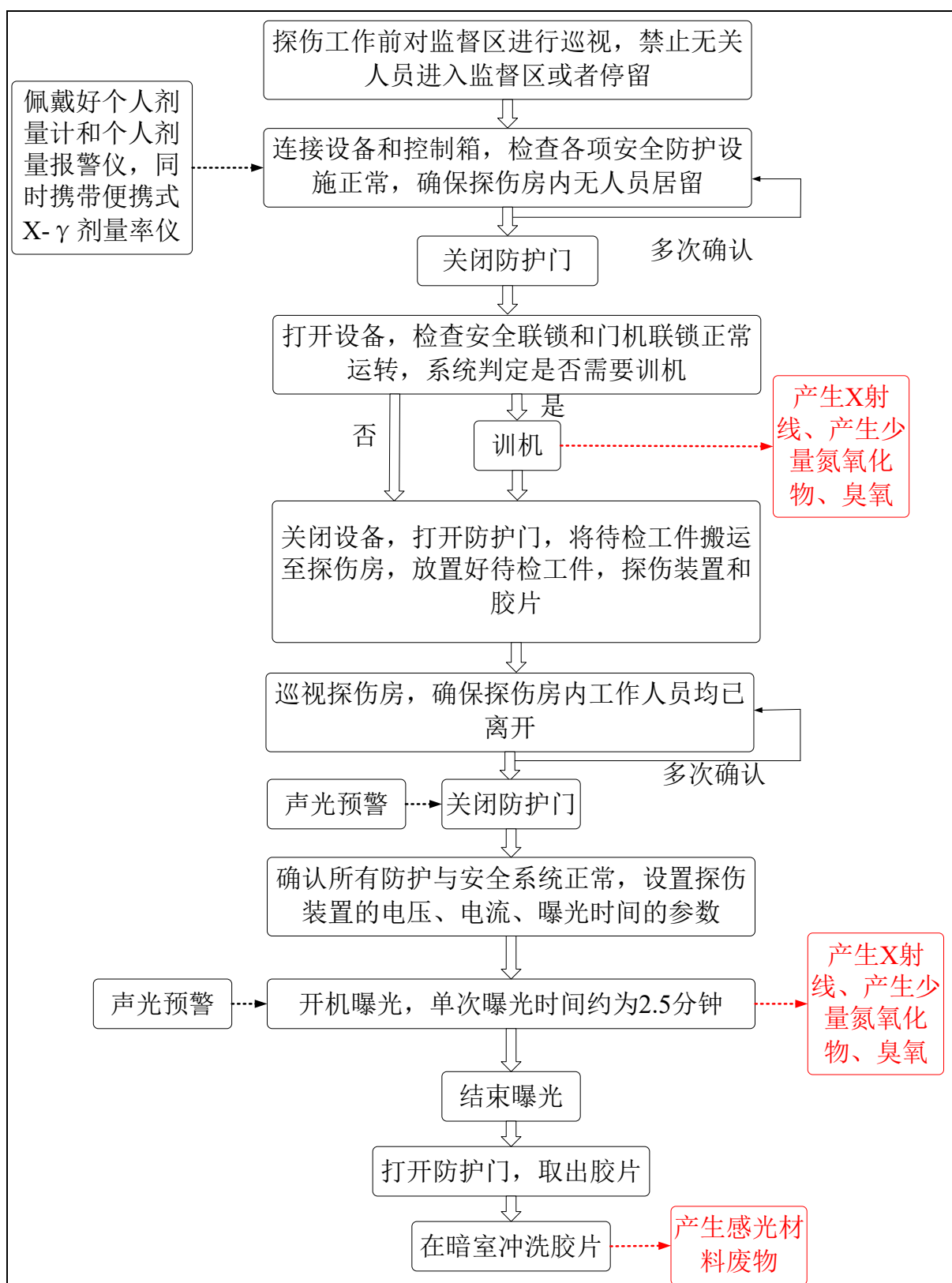


图 9-4 工艺流程及产污环节图

9.3.2 训机流程

本项目的工业 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：

（1）系统判定：探伤装置控制系统具有时间停用记录功能，根据管头停用时间判断是否需要自动训机，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，停用 24 小时以上、120 小时以下进行短训机，短训机时间约为 10 分钟，超过 120 小时进行长训机，长训机时间约为 30 分钟。停用不到 24 小时不进行自动训机，系统自动进入参数设定状态。

（2）训机过程：本项目拟使用的探伤装置设有自动训机程序，仪器 kV 显示闪烁，时间显示为“0”，表示要自动训机，按高压“开”，仪器进入自动训机程序。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。

（3）待训机完成后，关闭工业 X 射线探伤装置，辐射工作人员进入探伤房，将待检工件和胶片放置在合适位置，开始探伤工作。

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、污染因子、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	探伤过程中	冲洗胶片
污染因子	X 射线、氮氧化物和臭氧		感光材料废物
污染途径	外照射、空气		水体、土壤
受影响对象	探伤房周围保护目标		

9.4 人员配置和工作负荷

建设单位拟为本项目配置 2 名辐射工作人员，1 名管理人员兼职操作，1 名操作人员，2 名辐射工作人员均进行常白班工作安排。

该项目投入使用后，预计每天最多探伤 5 个工件，每个工件需探伤曝光的次数最多为 2 次。每次曝光时间最长约 2.5 分钟，每天最长出束时间为 0.42 小时。每周 5 个工作日，全年工作时间约 50 周。设备平均每周短训机一次，时间为 0.17 小时，全年训机次数约 50 次。

出束时间一览表见表 9-2。

表 9-2 出束时间一览表

产污环节	日出束时间	周出束时间	年出束时间
探伤过程	0.42 小时	2.1 小时	105 小时
训机	/	0.17 小时	8.5 小时
累计	0.42 小时	2.27 小时	113.5 小时

9.5 污染源项描述

9.5.1 辐射源

(1) 正常工况

本项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线源的开和关而产生和消失。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外部的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。辐射场中的 X 射线包括有用线束、泄漏线束和散射线束。

有用线束：由射线发生器产生的电子通过打靶产生的 X 射线，X 射线用于照射工件。X 射线的能量、强度与射线发生器靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数越高，加在射线发生器的管电压、管电流越高，光子束流越强。

泄漏线束：由射线发生器发射的透过 X 射线管组装体的射线。

散射线束：由有用线束及泄漏线束在各种散射体上散射产生的射线，一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、射线装置的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

(2) 事故工况

本项目在事故工况下可能造成的辐射影响如下：

① 防护门安全联锁装置发生故障，探伤机开启时有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

② 防护门安全联锁装置发生故障，防护门没有关到位的情况开启探伤机，导致探伤房外的人员受到误照射；

③ 探伤装置出现故障，有工作人员还在探伤房的情况下，探伤装置意外出束，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

④探伤装置维修维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启探伤装置产生 X 射线，使维修维护人员受到意外照射。

9.5.2 其他污染源

① 本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和氮氧化物，如果不做处理会使探伤房内空气中的有害气体含量增加，吸入过量的有害气体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的最大管电压、最大管电流、滤过条件和有用线束角度由设备厂家和建设单位提供（证明材料见附件 3），距辐射源点 1m 处输出量和距辐射源点 1m 处的泄漏辐射剂量率参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）选取对应值。本项目射线装置源强参数见表 9-3。

表 9-3 源强参数

型号	XXG-2005
设备类型	定向机
最大管电压	200kV
最大管电流	5mA
滤过条件	2mmAl
有用线束角度	40°
距辐射源点 1m 处输出量	28.7mGy·m ² /(mA·min)
距辐射源点 1m 处的泄漏辐射剂量率	2500μSv/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结构尺寸参数见表 10-1，屏蔽参数见表 10-2，探伤房平面设计图见图 10-1，立面设计图见图 10-2。

表 10-1 探伤房结构尺寸参数一览表

项目	设计情况
探伤房外尺寸	长×宽×高=2200mm×2200 mm×2200 mm
探伤房内尺寸	长×宽×高=2000mm×2000mm×2000mm
防护门尺寸	宽×高=875mm×2100mm×2 扇
防护门洞尺寸	宽×高=1600mm×2000mm

表 10-2 探伤房屏蔽参数一览表

项目	设计情况
防护门	钢结构内夹 16mm 铅板
四周墙体	钢结构内夹 16mm 铅板
顶棚	钢结构内夹 16mm 铅板

注：探伤房防护设计考虑未来可能使用更大管电压的探伤装置，同时考虑到周边保护目标较密集，通过平衡经济和社会因素，将个人受照剂量保持在可合理达到尽量低水平。

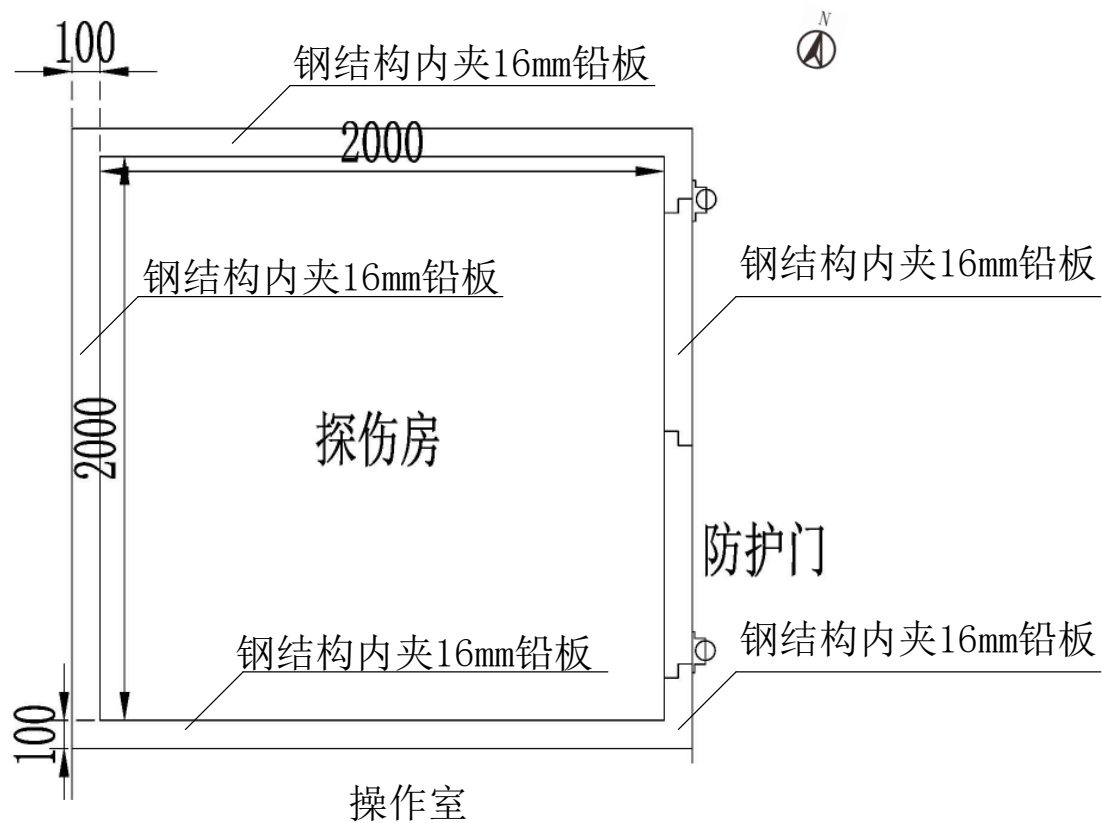


图 10-1 探伤房平面设计图 (单位: mm)

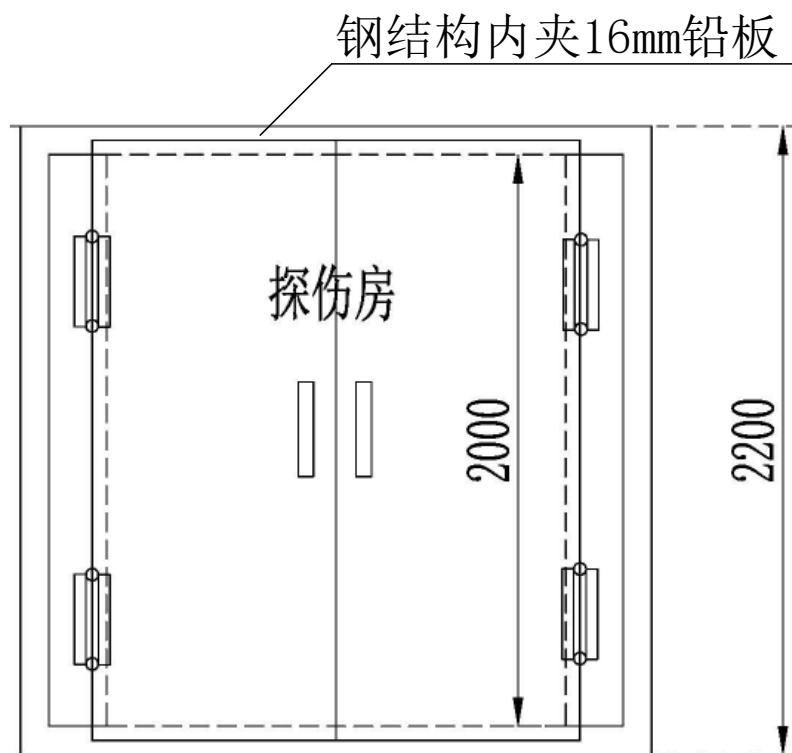


图 10-2 探伤房立面设计图 (单位: mm)

10.1.2 防护门设计

本项目探伤房防护门为手动对开铅门，采用两侧钢结构内衬铅板，防护门屏蔽厚度为 16mmPb 当量。防护门单扇宽 875mm，高 2100mm，门洞尺寸设计为宽 1600mm，高 2000mm。关闭到位后，防护门左右各搭接 50mm、中间搭接 50mm、顶部和底部各搭接 50mm 作为防射线泄漏措施。防护门的尺寸充分考虑了建设单位需要探伤的工件的最大单边尺寸。本项目防护门采用嵌入式设计，防护门闭合之后搭接处门缝小于 5mm，小于搭接宽度的 1/10。防护门左右搭接示意图见图 10-3，防护门上下搭接示意图见图 10-4。

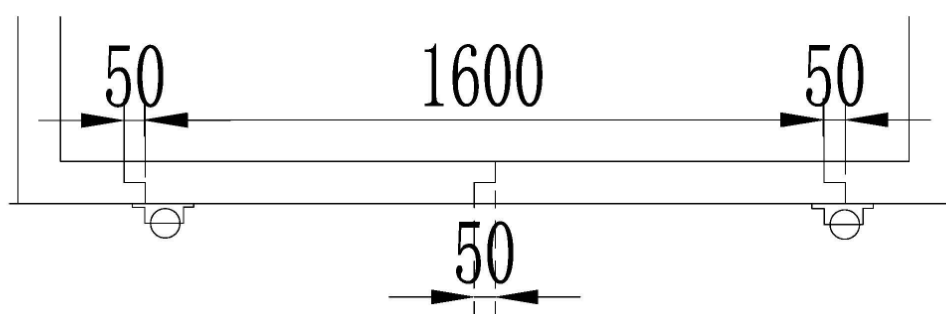


图 10-3 防护门左右搭接示意图（单位：mm）

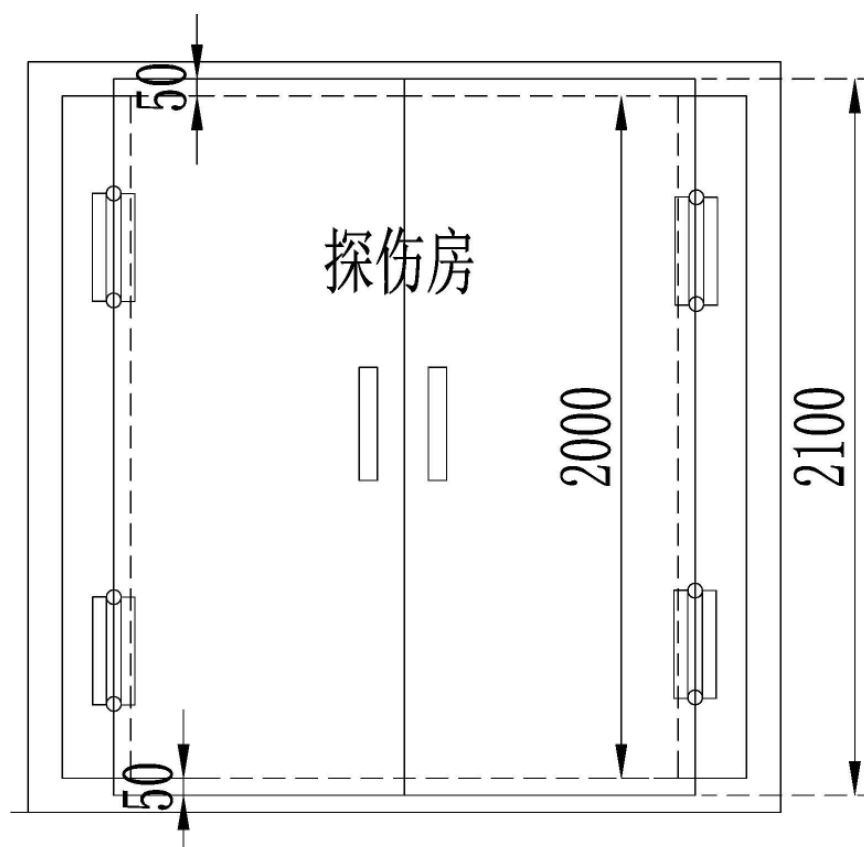


图 10-4 防护门上下搭接示意图（单位：mm）

10.1.3 管线穿墙设计

本项目拟在探伤房西南侧顶棚位置设置排风口，拟安装 1 个机械排风装置作为动力排风装置。排风口直径为 200mm，在排风口处加装 16mmPb 铅防护罩作为防护补偿，排风口位置和防护罩设计示意图见 10-5。

电缆线穿墙位置设在探伤房南侧操作室和探伤房之间，预留一条直径为 100mm 的电缆线穿墙管道，在管线口处加装 16mmPb 铅防护罩作为防护补偿，管线口位置见图 10-5，管线口防护罩设计示意图见 10-6。

本项目排风口防护罩和管线口防护罩均采用 16mmPb 铅防护罩作为屏蔽补偿，射线经多次散射和铅防护罩衰减后在排风口和管线口处的剂量率可忽略不计，综上所述说明本项目的管线穿墙设计合理。

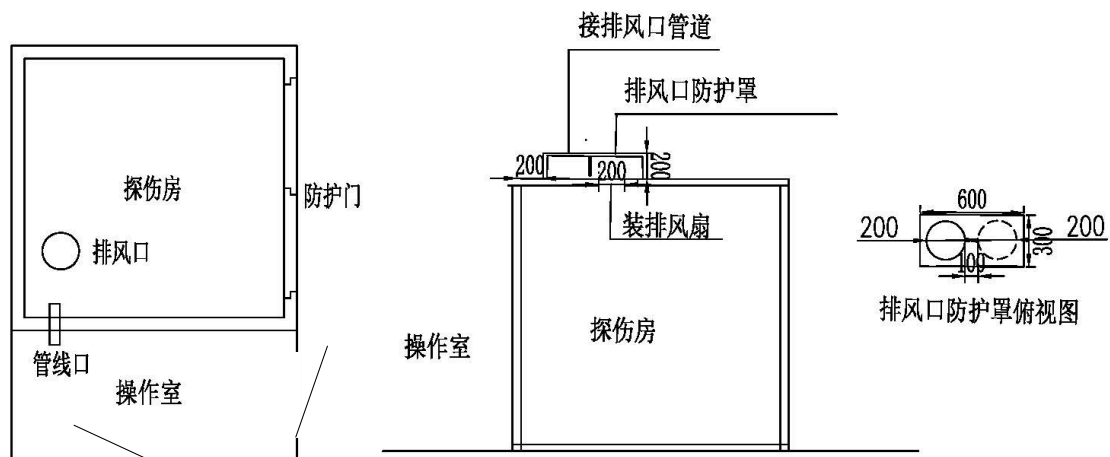


图 10-5 排风口位置和防护罩设计示意图（单位：mm）

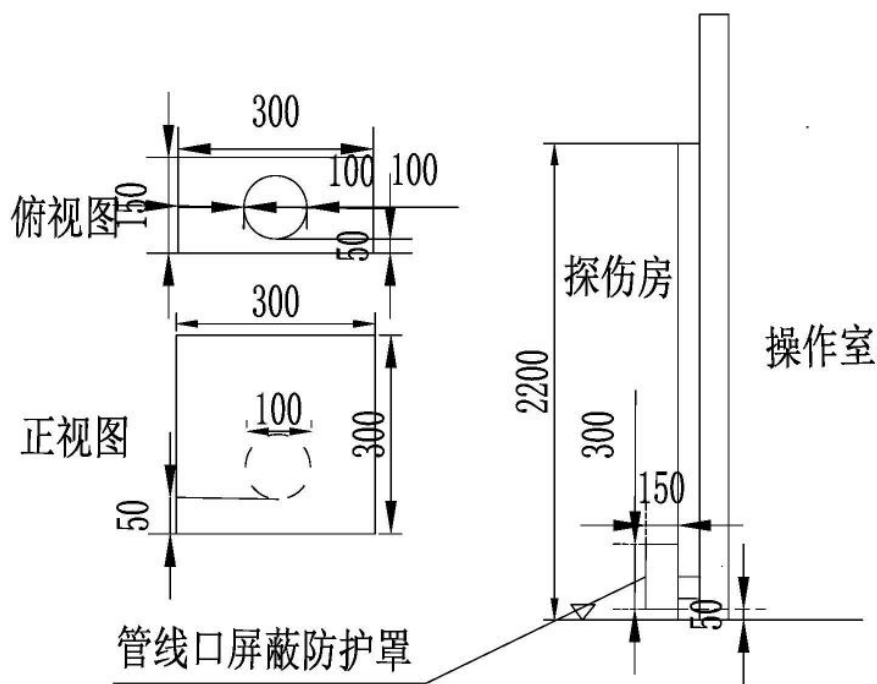


图 10-6 管线口防护罩设计示意图（单位：mm）

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 警告标识、设施

建设单位拟在防护门上张贴 1 张电离辐射警告标识，电离辐射警告标识上附有中文警示说明，按照 GB18871-2002 的规范制作。监督区边界将张贴“辐射工作场所，非辐射工作人员请勿靠近”的工作指示牌。

建设单位拟在防护门上部内外各设置了 1 个警示灯，警示灯与射线装置联锁，射线装置处于预备状态时，警示灯持续闪烁，发出声音警示，持续 20s；射线装置处于照射状态时，警示灯将持续亮红灯，并持续发出报警声。在探伤房外等醒目位置张贴“照射”和“预备”信号意义的说明。警示灯位置如图 10-8 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，探伤房的防护门安全联锁功能采用限位装置，限位装置安装在防护门的极限位置，上下位置各安装 1 个，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，射线装置才能开启。防护门与限位装置分离时，射线装置高压电源将被切断，重新关上防护门后射线装置不会自动开启。门机联锁逻辑图见 10-7。

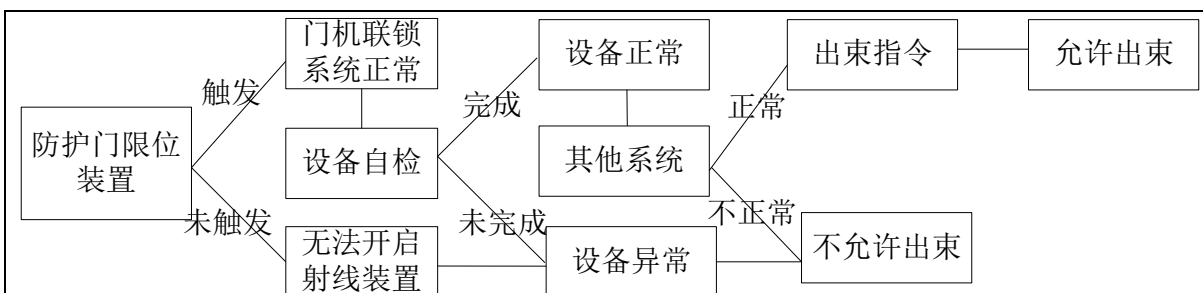


图 10-7 门机联锁逻辑图

10.2.3 紧急开门按钮

探伤房防护门内侧设置一个防护门紧急开门按钮，发生紧急情况可以方便人员立刻离开探伤房，在紧急开门按钮位置处标明功能和使用方法，防护门开门按钮位置见图 10-8。

10.2.4 急停按钮

本项目拟在探伤房南侧墙内设置 1 个急停按钮，人员可以不穿过有用线束方向使用。急停按钮将标明功能和使用方法，急停按钮的位置见图 10-8。急停按钮与射线装置高压电源联锁，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。

10.2.5 钥匙开关

本项目探伤装置控制台设有钥匙开关，只有打开钥匙开关探伤装置才能连接高压电源。钥匙由专人保管，只有授权的辐射工作人员才能使用，非授权人员不得操作射线装置，使用钥匙时需要填写使用登记表。

10.2.6 监控设施

建设单位拟在探伤房内西南侧顶棚位置安装 1 个监控摄像头，监视器安装于操作室，用于实时观察探伤房内的工作状态，可有效防止人员滞留探伤房的情况发生。

10.2.7 辐射监测设施

建设单位拟为辐射工作人员每人配备 1 个个人剂量计和 1 个个人剂量报警仪，在工作期间辐射工作人员需佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪，辐射工作人员进入探伤房工作时，需携带便携式 X-γ 剂量率仪，当便携式 X-γ 剂量率仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，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，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态。个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂

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停止工作，同时阻止其他人进入探伤房，并立即向辐射防护负责人报告。

建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，使用便携式 X-γ 剂量率仪定期（每个月 1 次）对探伤房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

建设单位拟在探伤房内安装 1 套固定式辐射探测装置，装置主机设置在操作室，监测探头设置在探伤房内北侧墙体，探头与装置主机连接，监测数据实时显示在显示屏上，用于实时监测探伤房内的辐射剂量率值，防止关闭主电源后射线装置仍继续工作。

辐射安全与防护设施分布图见图 10-8。

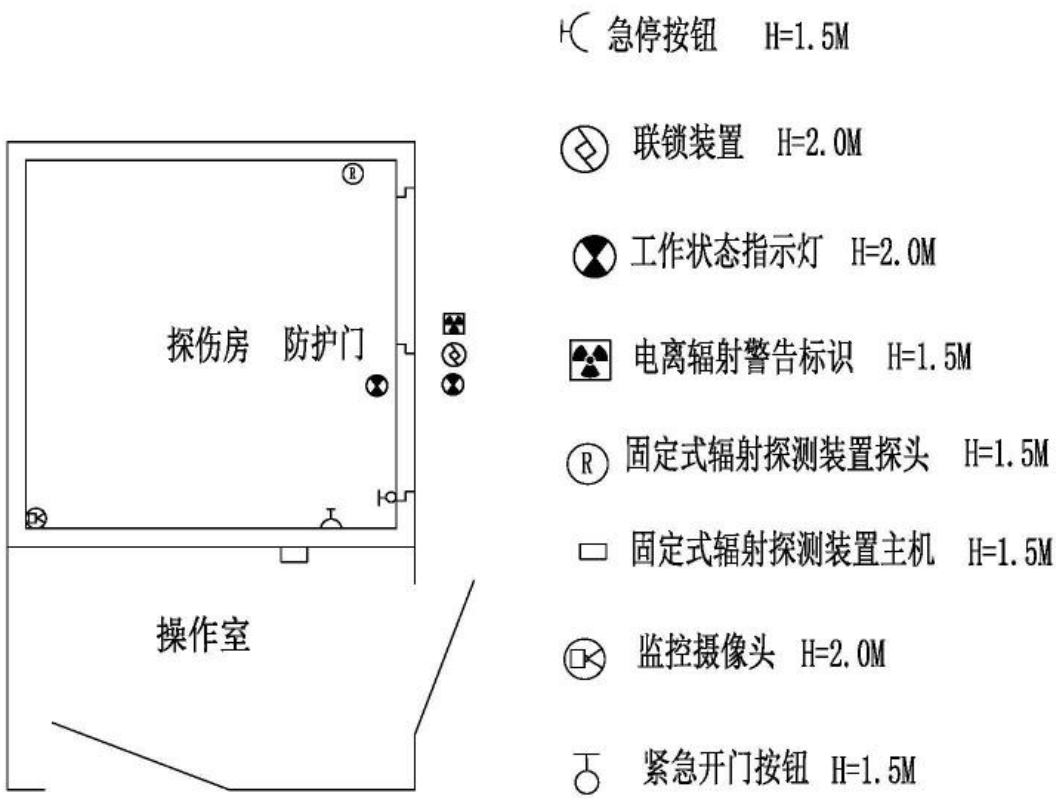


图 10-8 辐射安全与防护设施分布图

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

应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；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。

布局：本项目探伤房在东侧设置一个防护门，未设置观察窗，配套场所操作室和暗，位于探伤房南侧，定向机有用线束方向朝北侧，定向机摆放区域位于探伤房偏北侧位置，出束口范围约为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，高度约为 $0-0.3\text{m}$ ，辐射工作人员在操作室内操作探伤装置，本项目操作室设置在探伤房南侧，避开了有用线束照射方向。探伤房内不摆放与探伤工作无关的物品，探伤房内只探伤作业，不作其他用途。

分区：建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，将操作室、暗室、东侧防护门和墙体外 0.3m 范围、北侧墙外 0.3m 的范围划采用黄色标识分为监督区，探伤房西侧屏蔽体紧邻混凝土墙。探伤房防护门上张贴电离辐射警告标识，监督区边界用警戒地标线围起来并张贴“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、门机联锁装置等进行控制和管理，监督区通过黄色标识、警示说明等进行管理。

本项目的辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-9 所示。

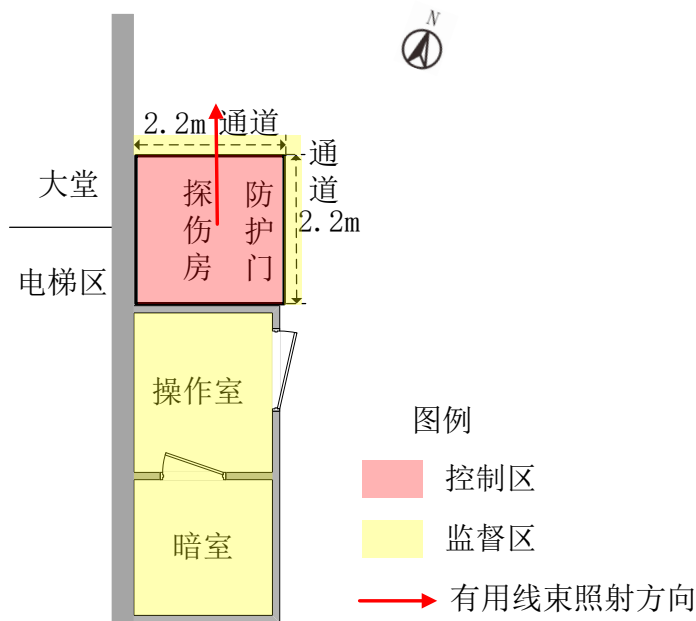


图 10-9 辐射工作场所布局和分区示意图

10.4 辐射安全与防护对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），对本项目辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项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 10-3 至表 10-6。

表 10-3 辐射安全与防护对照分析表

（GBZ117-2022）要求	措施	评价
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目探伤房四周均为居留因子较小的场所，充分考虑了周围的辐射安全。操作室设置在探伤房南侧位置，定向机有用线束朝向北侧，操作室位置可避开有用线束照射范围。	满足要求
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，将操作室、暗室、东侧防护门和墙体外 0.3m 范围、北侧墙外 0.3m 的范围划采用黄色标识分为监督区。	满足要求
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。	根据表 11 的计算，探伤房屏蔽体和防护门的辐射屏蔽同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。	满足要求
6.1.4 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 6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面	本项目探伤房顶部的剂量率参考水平同 6.1.4 a)。根据表 11 的计算，探伤房顶部的辐射屏蔽满足 6.1.4 a) 的要求。	满足要求

30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平 通常可取为 100 μ Sv/h。		
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束或回源。	探伤房的防护门拟设置门机联锁功能:在防护门的极限位置安装限位装置,上下位置各安装 1 个,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,射线装置才能开启。一旦防护门与限位装置分离,X 射线管高压电源将被切断。探伤房防护内侧设置了防护门紧急开门按钮,发生紧急情况可以方便人员立刻离开探伤房。	满足要求
6.1.6 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,并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。	建设单位拟在防护门上部内外各设置了 1 个警示灯,警示灯与射线装置联锁,射线装置处于预备状态时,警示灯持续闪烁,发出声音警示,持续 20s;射线装置处于照射状态时,警示灯将持续亮红灯,并持续发出报警声。“预备”信号和“照射”信号可明显区分,并与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在探伤房外等醒目位置张贴“照射”和“预备”信号意义的说明。	满足要求
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置,在控制室的操作台应有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	建设单位拟在探伤房内西南侧顶棚位置安装 1 个监控摄像头,显监视器安装于操作室,用作于实时观察探伤房内的工作状态,可有效防止人员滞留探伤房的情况发生。	满足要求
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标识和中文警示说明。	本项目拟在防护门上张贴一张电离辐射警告标识,电离辐射警告标识上附有中文警示说明。	满足要求

6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目拟在探伤房南侧墙内设置一个急停按钮，人员可以不穿过有用线束方向使用，发生事故时按下急停按钮可以立刻切断探伤装置的高压电源，停止照射。急停按钮将标明功能和使用方法。	满足要求
6.1.10 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。	本项目拟在探伤房西南侧顶棚位置设置机械排风装置，每小时通风换气次数为 3.8 次，不小于 3 次，探伤房排风口通过管道连接至南侧消防通道，该区域不属于人员活动密集区，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。	满足要求
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	建设单位拟为探伤房设置 1 套固定式辐射探测装置，装置主机设置在操作室，监测探头设置在探伤房内北侧墙体，用于实时监测探伤房内的辐射剂量率值，防止关闭主电源后射线装置仍继续工作。	满足要求
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	建设单位拟在每次开展探伤工作前检查探伤房的门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常，若发现异常则不能开展探伤工作。	满足要求
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防	辐射工作人员进入探伤房时需携带个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪，当剂量率达到报警值报警时，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。	满足要求

护负责人报告。		
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，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。	建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪用于日常辐射监测，对探伤房周围剂量当量率进行巡测（每月 1 次），做好巡测记录。当测量值高于报警值时，需立刻停止工作并向辐射防护负责人报告并查找原因。	满足要求
6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	工作人员作业前检查便携式 X-γ 剂量率仪是否正常工作，如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作时，则不进行探伤工作。	满足要求
6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。	本项目拟使用的探伤机内置有准直器，能有效降低潜在的辐射。	满足要求
6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内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，本项目的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。

10.5 日常检查、维护和探伤装置退役

10.5.1 日常安全检查

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.1.2 的规定，建设单位在每日工作开始前应检查的项目包括：

- a) 探伤机外观是否完好；

b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；

c) 安全联锁是否正常工作，包括门灯联锁、门机联锁、工作状态指示灯能否正常工作，是否有明显损坏痕迹等；

d) 报警设备和工作状态指示灯是否正常运行；

e) 螺栓等连接件是否连接良好；

f) 机房内安装的固定式辐射探测装置是否正常。

10.5.2 设备维护

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.1.3 的规定，建设单位对工业 X 射线探伤装置的维护应满足下列要求：

（1）射线装置的维修维护由建设单位辐射安全管理机构进行监督和管理，做好设备维修维护记录。设备维修维护应由具备资质的设备厂家专业人员负责，按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并至少两人参与维修维护工作。

（2）维修维护前应采取可靠的断电措施，切断需检修设备的电源，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，做好现场管控。

（3）射线装置每年至少维护一次，设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

（4）当发现设备有故障或损坏需更换维修时，应保证所更换的零部件为合格产品。与 X 射线管相关的维修，需由 X 射线管生产厂家负责。

（5）维护后通电测试前，应确保安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保屏蔽体已安装完整。

（6）建设单位应与维修维护单位签订维修维护合同，在合同中明确双方的安全责任。

10.5.3 探伤装置退役要求

当工业 X 射线探伤装置不再使用，建设单位应实施退役程序，应将 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

10.6 三废的治理

10.6.1 工作场所通风换气

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.10 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。

本项目拟在探伤房西南侧顶棚位置设置排风口，拟安装 1 个机械排风扇作为动力排风装置，排风量约为 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，探伤房的容积约为 8m^3 ，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 3.8 次，即每个小时有效换气次数不少于 3 次。探伤房排风口通过排风管道连接至南侧消防通道排放，该位置不属于人员活动密集区，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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

10.6.2 感光材料废物处置

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（2025 年版）》。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。

（1）产生量

该项目投入使用后，预计每天最多探伤 5 个工件，每个工件需探伤曝光的次数最多为 2 次，每次曝光拍摄 1 张胶片。因此每日拍摄胶片约 10 张，每周拍摄胶片约 50 张，全年拍摄胶片约 2500 张，每月拍摄胶片约 208 张。平均每张胶片需产生废显影、定影液和胶片冲洗用水共约 0.1kg ，每月产生废液约 20.8kg ，全年产生废液约

250kg。胶片作废率约 2%，每月产生的废胶片数约为 4 张，全年产生的废胶片数量约 50 张。

(2) 暂存和处置措施

建设单位拟采取的感光材料废物暂存措施如下：

①建设单位拟准备 3 个约 50L 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 2 个空桶用于下一轮的废液收集。

②建设单位按照 HJ1276 的要求在暗室门口张贴了危险废物贮存场所标志、危险废物贮存分区标志，塑料桶和塑料盒箱上设置危险废物标签。

③建设单位承诺在正式开展辐射工作前与具备 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。建设单位将制定感光材料废物产生和转移处置台账，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，信息应保存 3 年。

(3) 暂存设施要求

①建设单位拟对暗室地面与裙角用坚固、防渗的材料建造。用于存放液体、半固体危险废物容器的地方采用耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂痕，并设置堵截设施，堵截设施最小容积不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10，对存储废液的区域设计渗滤液收集设施。

②建设单位计划使用的塑料桶和塑料盒与危险废物相容，并且满足防渗、防漏、防腐的要求，塑料桶和塑料盒均带盖，封口密封存放。存放时容器内部预留适当的空间，防止收缩膨胀导致容器渗漏和变形，容器表面保持清洁。

③建设单位应定期检查危险废物的贮存情况，及时清理地面，更换破损泄漏的容器，保证危废暂存间的设施功能完善。

综上分析，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》（GB18597-2023）和《国家危险废物名录（2025 年版）》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

建设阶段的环境影响分析 本项目只有在使用射线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，会有一定的固废、噪声、施工废水和扬尘等非电离辐射因素的环境影响。 声环境影响：本项目施工建设阶段的噪声主要来自探伤房建设时的施工噪音，但项目的建设期短暂，对周围环境影响随着施工结束而消除，因此，在合理安排施工时间的情况下，对周围环境的影响微弱。 空气环境影响：施工期中，扬尘来自于材料运输、装卸等施工活动。在施工过程中做好物料遮盖、洒水降尘等措施后，可有效减轻对环境空气的影响，并且影响因素随施工结束而消失。 水环境影响：本工程项目施工较短，主要影响为少量施工废水，施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染。施工单位应对施工废水进行收集，统一排放收集。 固废环境影响：施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工产生的建筑垃圾若不妥善处置不仅污染环境而且破坏景观，施工单位应及时清运至环卫部门指定的地点安全处理处置。 综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的，随施工期的结束而消失。施工单位应严格按照当地生态环境部门的规定采取相应的措施进行污染防治，使本项目建设阶段对周围环境的影响降低到最小。
运行阶段的环境影响分析 11.1 剂量率控制水平分析 本项目拟使用探伤机最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，预计周总出束时间为 2.27 小时。 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）中关于探伤室辐射屏蔽的估算方法。根据（GBZ/T250-2014），探伤房墙和防护门外周围辐射剂量率和每周周剂量当量应满足：

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

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

式中：

- t 相应探伤装置的周照射时间，h/周；
- 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。

本项目拟使用探伤装置为 1 台定向机，有用线束朝北侧，各方向使用因子保守取 1。居留因子的选取参照国家标准（GBZ/T250-2014）附录 A。

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，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

场所	保护目标	U	T	$\dot{H}_{c,d}$	$\dot{H}_c$
东侧通道	公众	1	1/5	$11\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
南侧操作室	辐射工作人员	1	1	$44\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
西侧大堂	公众	1	1/5	$11\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
西侧电梯区	公众	1	1/5	$11\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
北侧通道	公众	1	1/5	$11\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
二层京东便利店	公众	1	1/2	$4.4\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$

11.2 辐射剂量率计算

参考《工业 X 射线探伤室屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），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：

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

漏射线束在关注点的剂量率按公式（11-4）计算：

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

90°散射线束在关注点的辐射剂量率按公式（11-5）计算：

$$\dot{H}_3 = \frac{I \times \dot{H}_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-5)$$

对于有用线束，参考《辐射防护导论》（方杰主编，第 102 页）公式 3.52 和公式 3.53，给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-6）计算

$$B = 10^{-\frac{X + (TVL - TVL_1)}{TVL}} \quad (11-6)$$

TVL₁ 和 TVL 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度，单位为 mm。参考《辐射防护导论》图 3.24，管电压 200kV 时，铅对宽束 X 射线的平衡什值层均大于第一什值层，因此式中 TVL-TVL₁≥0，为保守估算，TVL-TVL₁ 取值为 0。

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；
- $\dot{H}_0$ 距辐射源点 1m 处输出量，单位为 mGy·m²/(mA·min)，根据 250-2014 表 B.1 中注 1，以等量 mSv·m²/(mA·min)进行屏蔽计算；
- B 屏蔽透射因子；
- R 辐射源点至关注点的距离，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；
- $\dot{H}_L$ 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 μSv/h；
- F R₀ 处的辐射野面积，单位为 m²；
- a 散射因子，入射辐射被单位面积（1 m²）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.4 保守取值 1.90E-03×10000/400。

R_0 辐射源点至散射体的距离，单位为 m。

本项目拟使用的定向机最大电压为 200kV，有用线束方向朝北侧照射，定向机出束口区域位于探伤房偏南侧位置，范围约为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，高度约为 0-0.3m。探伤机出束口区域示意图见图 11-1 图 11-2。

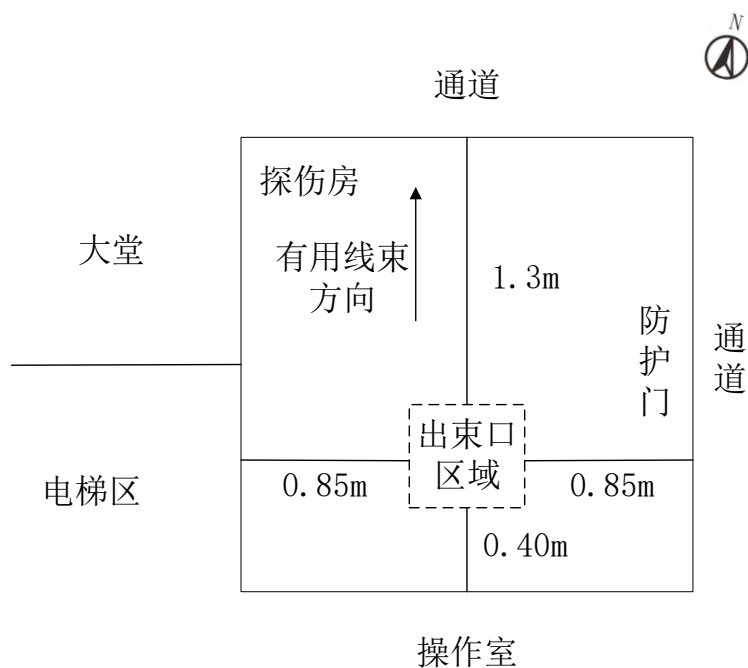


图 11-1 出束口区域示意图（平面）

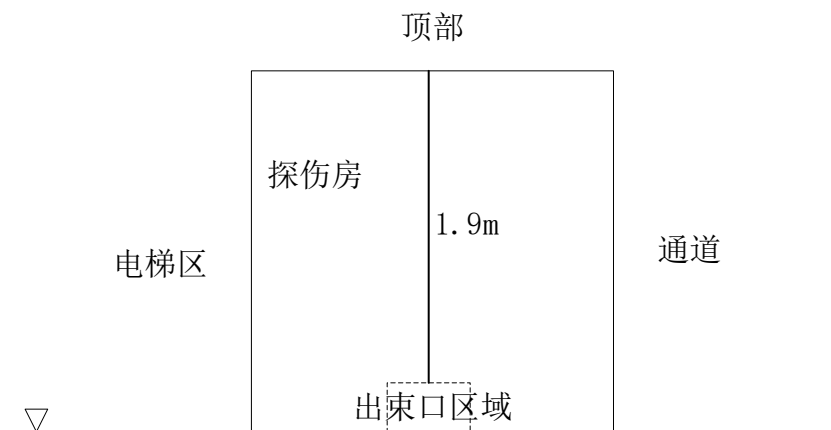


图 11-2 出束口区域示意图（立面）

选取各侧墙壁、防护门、顶棚外 0.3m 处作为关注点，关注点分布图见图 11-3。

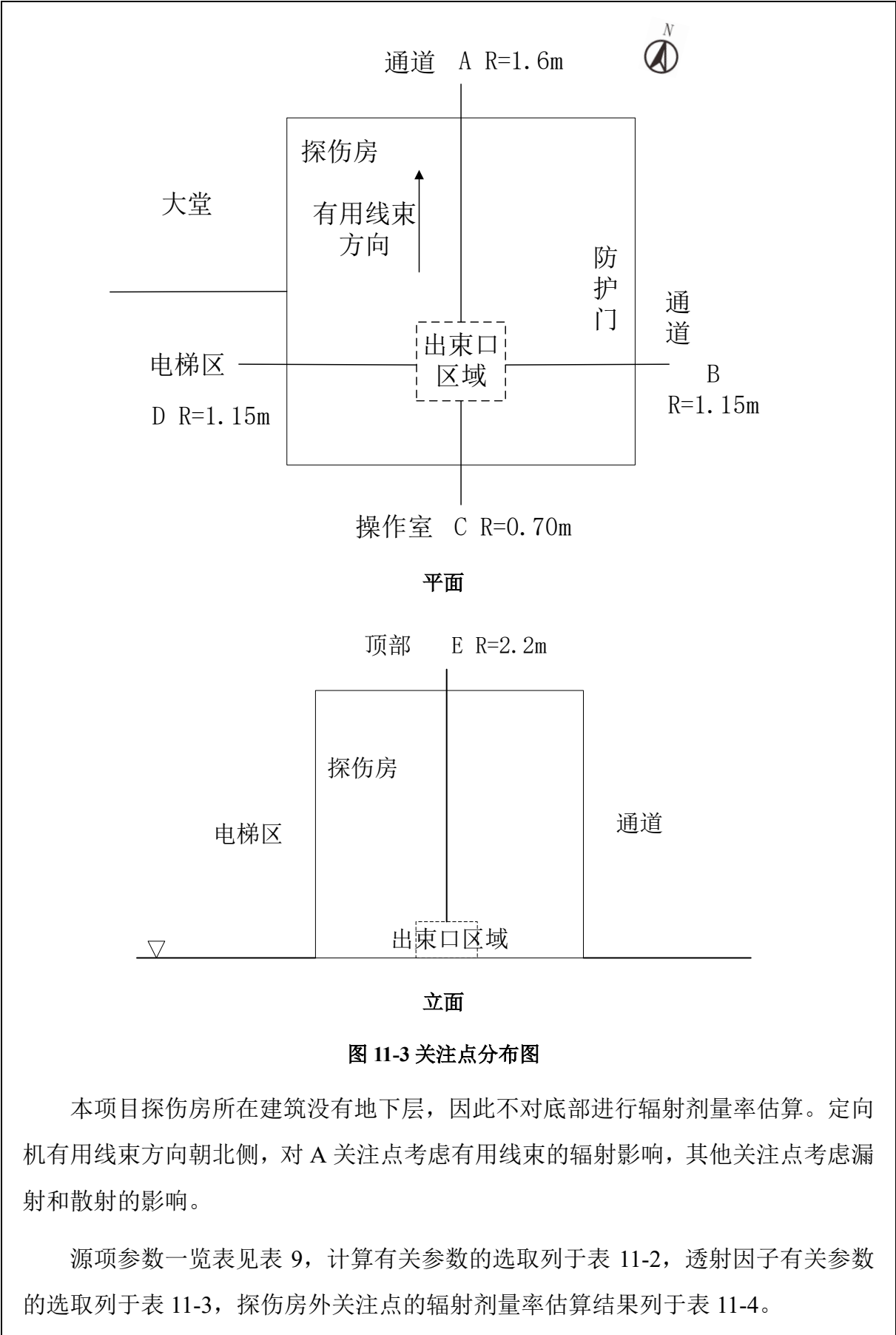


表 11-2 计算参数一览表

方位	关注点	R(m)	R _s (m)	F(m ²)	a	R ₀ (m)	I(mA)
北侧通道	A	1.6	/	/	/	/	5
东侧通道	B	1.15	1.15	0.037	0.0475	0.3	5
南侧操作室	C	0.70	1.0	0.037	0.0475	0.3	5
西侧电梯区	D	1.15	1.15	0.037	0.0475	0.3	5
顶部	E	2.2	2.2	0.037	0.0475	0.3	5

注：R₀取源点至探测工件的最短距离；保守考虑，R_s和R均取最小值，关注点默认为同一点位。辐射野面积根据有用线束角度和R₀计算得到0.037m²。

表 11-3 透射因子计算参数一览表

方位	关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
北侧通道	A	16mmPb	有用线束	1.4mm	3.7E-12
东侧通道	B	16mmPb	泄漏线束	1.4mm	3.7E-12
			散射线束	0.96mm	2.2E-17
南侧操作室	C	16mmPb	泄漏线束	1.4mm	3.7E-12
			散射线束	0.96mm	2.2E-17
西侧电梯区	D	16mmPb	泄漏线束	1.4mm	3.7E-12
			散射线束	0.96mm	2.2E-17
顶部	E	16mmPb	泄漏线束	1.4mm	3.7E-12
			散射线束	0.96mm	2.2E-17

注：根据（GBZ/T250-2014），有用线束和泄漏线束的TVL值取200kV对应值，散射线束TVL值取150kV对应值。

表 11-4 关注点辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

方位	关注点	控制值	$\dot{H}_1$	$\dot{H}_2$	$\dot{H}_3$	$\dot{H}$
北侧通道	A	2.5	1.3E-05	/	/	1.3E-05
东侧通道	B	2.5	/	7.0E-09	2.7E-12	7.0E-09
南侧操作室	C	2.5	/	1.9E-08	3.6E-12	1.9E-08
西侧电梯区	D	2.5	/	7.0E-09	2.7E-12	7.0E-09
顶部	E	2.5	/	1.9E-09	7.5E-13	1.9E-09

注：非有用线束方向的剂量率 $\dot{H}$ 由泄漏线束 $\dot{H}_2$ 和散射线束 $\dot{H}_3$ 叠加得到。

从表 11-5 可以看到，本项目正常工作时，探伤房外四周和顶部各关注点处辐射剂量率估算值最高约 $1.3\text{E-}05\mu\text{Sv/h}$ ，小于各关注点的剂量率控制值，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率控制要求。

11.3 保护目标受照剂量

根据上面的关注点辐射剂量率估算结果，以探伤房四周最大辐射剂量率作为辐射工作人员的受照剂量率。根据各方向的最大剂量率值，按照“辐射水平与距离平方成反比”，估算评价范围内公众的受照剂量率，按照公式（11-7）估算各保护目标的有效受照剂量，估算结果见表 11-6。

$$E = \frac{\dot{H} \cdot r_g^2}{(r_b + r_g - 0.3)^2} \times t \times T \quad (11-7)$$

式中：

E——保护目标的受照剂量， $\mu\text{Sv/周}$ 和 mSv/a ；

$\dot{H}$ ——关注点的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

r_g ——关注点至辐射源的距离，m；

r_b ——保护目标分布场所边界至屏蔽体边界的距离，m；

t——本项目周、全年出束时间，h；

T——保护目标的居留因子，选取参照（GBZ/T250-2014）附录 A 中表 A.1。

表 11-6 保护目标受照剂量估算结果

方位	场所	保护目标	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	$r_g(\text{m})$	$r_b(\text{m})$	居留因子	周出束时间 (h)	年出束时间 (h)	周剂量当量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年受照剂量 (mSv/a)
东侧	通道	公众	7.0E-09 (B 点)	1.15	0.3	1/5	2.27	113.5	3.2E-09	1.6E-10
	天泽成 102 办公室	公众		1.15	3.0	1	2.27	113.5	1.4E-09	7.1E-11
	天泽成 101 办公室	公众		1.15	9.6	1	2.27	113.5	1.9E-10	9.6E-12
	楼梯间 1	公众		1.15	16	1/10	2.27	113.5	7.4E-12	3.7E-13
	消防通道	公众		1.15	21	1/20	2.27	113.5	2.2E-12	1.1E-13
	星辉科技园 F 栋	公众		1.15	41	1	2.27	113.5	1.2E-11	6.0E-13
南侧	操作室	辐射工作人员	1.3E-05 (A 点)	1.6	0.3	1	2.27	113.5	3.0E-05	1.5E-06
	设备区	公众	1.9E-08 (C 点)	0.70	0.3	1	2.27	113.5	4.3E-08	2.2E-09
	暗室	辐射工作人员	1.3E-05 (A 点)	1.6	2.7	1/2	2.27	113.5	2.4E-06	1.2E-07
	配电房	公众		0.70	8.3	1/5	2.27	113.5	5.6E-11	2.8E-12

西 侧	消防通道	公众	1.9E-08 (C 点)	0.70	16	1/20	2.27	113.5	3.9E-12	2.0E-13
	盛滔大厦	公众		0.70	29	1	2.27	113.5	2.4E-11	1.2E-12
	园区通道	公众		0.70	46	1/20	2.27	113.5	4.9E-13	2.5E-14
	大堂	公众	7.0E-09 (D 点)	1.15	0.5	1/5	2.27	113.5	2.3E-09	1.2E-10
	电梯区	公众		1.15	0.5	1/5	2.27	113.5	2.3E-09	1.2E-10
	仓库	公众		1.15	6.3	1/10	2.27	113.5	4.1E-11	2.1E-12
	恒鑫汇避震养护中心	公众		1.15	13	1	2.27	113.5	1.1E-10	5.5E-12
	Zoom 汽车俱乐部	公众		1.15	25	1	2.27	113.5	3.1E-11	1.6E-12
	楼梯间 2			1.15	31	1/10	2.27	113.5	2.1E-12	1.0E-13
	消防通道	公众		1.15	36	1/20	2.27	113.5	7.7E-13	3.9E-14
	深圳五洲中医院骨科	公众		1.15	45	1	2.27	113.5	1.0E-11	5.0E-13
北 侧	通道	公众	1.3E-05 (A 点)	1.6	0.3	1/5	2.27	113.5	5.9E-06	3.0E-07
	设备区	公众		1.6	4.6	1	2.27	113.5	2.2E-06	1.1E-07
	消防通道	公众		1.6	10	1/20	2.27	113.5	3.0E-08	1.5E-09
	深圳五洲中医院	公众		1.6	17	1	2.27	113.5	2.3E-07	1.1E-08

二 层	肾病/康复科									
	深圳五洲中医院 第三病区	公众		1.6	28	1	2.27	113.5	8.8E-08	4.4E-09
	医院道路	公众		1.6	44	1/20	2.27	113.5	1.8E-09	9.2E-11
	京东便利店	公众	1.9E-09 (E 点)	2.2	2.5	1/2	2.27	113.5	5.4E-10	2.7E-11
	电梯区	公众		2.2	3.5	1/10	2.27	113.5	7.2E-11	3.6E-12
	具身风暴机器人 有限公司	公众		2.2	3.5	1	2.27	113.5	7.2E-10	3.6E-11
	楼梯间 1	公众		2.2	15	1/10	2.27	113.5	7.3E-12	3.7E-13
	楼梯间 2	公众		2.2	31	1/10	2.27	113.5	1.9E-12	9.6E-14

表 11-6 估算结果显示，本项目评价范围内辐射工作场所的周最大剂量当量为 $3.0\text{E-}05\mu\text{Sv/周}$ ，公众场所的周最大剂量当量为 $5.9\text{E-}06\mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的“对放射工作场所，其值不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求；本项目评价范围内辐射工作人员年最大有效剂量为 $1.5\text{E-}06\text{mSv/a}$ ，公众年最大有效剂量为 $3.0\text{E-}07\text{mSv/a}$ ，满足“辐射工作人员不超过 5mSv/a 、公众不超过 0.25mSv/a ”的年有效剂量约束要求，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

(1) 防护门安全联锁装置发生故障，探伤机开启时有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

(2) 防护门安全联锁装置发生故障，防护门没有关到位的情况开启探伤机，导致探伤房外的人员受到误照射；

(3) 探伤机出现故障，有工作人员还在探伤房的情况下，探伤机意外出束，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

(4) 探伤装置维修维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启探伤装置产生 X 射线，使维修维护人员受到意外照射。

本项目最严重的辐射事故情景是：有工作人员还在探伤房的情况下，探伤机意外出束，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，探伤机距靶 1m 处的输出量均为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，计算可得该事故情形下人员受照剂量为 24mGy。

参照《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 40 条的分级规定评估各种事故可能的类别，本项目可能发生的辐射事故为“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”的类别，属于一般辐射事故；极端情况下，本项目可能发生的辐射事故为“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”可能发生的辐射事故为较大辐射事故。

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，进入探伤房前应检查是否佩戴好个人剂量报警仪。

(2) 定期检查门机联锁装置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。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责。

建设单位成立了辐射安全管理小组，落实了机构的成员及其职责，组成名单见表 12-1：

表 12-1 辐射安全管理小组

机构成员	姓名	职务	部门	电话
组长 (辐射防护负责人)	汤守成	检测工程师	技术部	
成员	郭艳	经理	质量部	
	冉红祥	主管	技术部	

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。
- （5）辐射防护负责人应通过“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，考核类别为“辐射安全管理”。

小结：建设单位按照相关法规的要求成立了辐射安全管理机构，明确了管理机构人员职责。

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。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应建立和实施放射防护管理制度和措施。

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4），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、射线装置维修维护制度、辐射事故应急处理预案。

小结：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。

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 2 名辐射工作人员，1 名管理人员兼职操作，1 名操作人员，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，考核类别为“X 射线探伤”，考核通过后

方可从事辐射工作。

小结：建设单位制定的辐射工作人员培训计划满足相关法律法规的要求。

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，个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况(事故或应急)下受到的过量照射记录。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。

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，按要求建立职业照射个人剂量档案及职业健康档案。

小结：建设单位制定的个人剂量监测计划满足相关法律法规的要求。

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。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应配备辐射剂量率仪

和个人剂量报警仪。

委托有资质的第三方检测机构对辐射工作场所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 号前按要求上传到“全国核技术利用辐射安全申报系统”。

使用便携式 X-γ 剂量率仪定期（每个月 1 次）对探伤房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

小结：建设单位制定的工作场所辐射监测计划满足相关法律法规的要求。

辐射监测计划一览表见表 12-2。

表 12-2 辐射监测计划一览表

监测对象	监测计划	监测因子	监测周期	实施机构
辐射工作人员	个人剂量监测	个人外照射剂量	1 次/3 个月	有资质的检测机构
探伤房	工作场所年度监测	探伤房外周围剂量当量率	1 次/年	有资质的检测机构
	工作场所日常监测	探伤房外周围剂量当量率	1 次/月	建设单位

12.4.3 工作场所辐射监测方案

（1）检测仪器

本项目用于日常辐射监测的仪器配置一览表见表 12-3。

表 12-3 辐射监测仪器一览表

名称	拟配数量	报警值
个人剂量报警仪	2 台	2.5μSv/h
便携式 X-γ 剂量率仪	1 台	2.5μSv/h

（2）监测因子和控制要求

本项目的监测因子：周围剂量当量率，本项目探伤房四侧屏蔽体和顶部外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 2.5μSv/h。

（3）检测布点要求及位置

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）：探伤室的放射防护检测应在

工业 X 射线探伤装置应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行，应首先进行周围辐射水平的巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，在进行定点检测。定点位置应包括：

- a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；
- b) 探伤房门外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；
- c) 探伤房墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点；
- d) 人员可能到达的探伤房屋顶或探伤房上层（方）外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 3 个检测点；
- e) 人员经常活动的位置；
- f) 每次探伤结束后，检测探伤房的入口，以确保探伤机已经停止工作。

（4）检测异常处理

日常监测和年度监测时，一旦发现辐射水平超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

12.5 辐射安全年度评估计划

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。

12.6 辐射事故应急

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应制定辐射事故应急预案。

为确保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。

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，本单位应急处理工作由辐射事故应急小组统一组织协调。辐射事故应急小组见表 12-4。

表 12-4 辐射事故应急小组成员一览表

机构成员	姓名	职务	部门	电话
组长	郭艳	经理	质量部	
成员	冉红祥	主管	技术部	
	汤守成	检测工程师	技术部	

辐射事故应急小组的主要职责：

- (1) 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；
- (2) 根据事件情况启动预案，指挥、指导应急救援行动；
- (3) 事故发生后立即组织相关部门和人员进行辐射事故应急处理，向当地生态环境部门、公安部门和卫生部门报告；负责组织事故后续工作的开展及总结；
- (4) 对辐射工作区域进行检查，发现事故隐患；

(5) 发生事故人员受到照射时，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，迅速安置受照人员就医，组织控制区和监督区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

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对突发事件的能力，应进行培训和演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急小组成员、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。

小结：建设单位按要求成立了辐射事故应急机构，明确了应急分工和职责，制定的《辐射事故应急预案》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。

12.7 竣工环境保护验收要求

12.7.1 责任主体

根据《建设项目环境保护管理条例》规定：“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 工作程序

根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326—2023)，

核技术利用项目竣工环境保护验收工作流程主要包括：验收自查、验收监测工作和后续工作，其中验收监测工作可分为验收监测、验收监测报告编制两个阶段；后续工作包括提出验收意见、编制“其他需要说明的事项”、形成验收报告、公开相关信息并建立档案四个阶段。

12.7.3 时间节点

本项目竣工后，建设单位应按照相关程序和要求，在项目竣工后组织自主竣工环保验收，验收期限一般不超过 3 个月。验收报告编制完成后按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，公开验收报告，公示的期限不少于 20 个工作日。验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，环境保护主管部门对上述信息予以公开。

12.7.4 验收清单

本项目竣工环境保护验收“三同时”清单见表 12-5。

表 12-5 竣工环境保护“三同时”验收清单

项目	验收内容
辐射安全与防护措施	在防护门上张贴 1 张电离辐射警告标识，电离辐射警告标识上附有中文警示说明，在监督区边界将张贴“辐射工作场所，非辐射工作人员请勿靠近”的工作指示牌。在防护门上部内外各设置 1 个警示灯，在探伤房内外和操作室等醒目位置张贴“照射”和“预备”信号意义的说明。
	探伤房的防护门设置门机联锁功能，防护门内侧设置一个开门按钮。
	在探伤房南侧墙内设置 1 个急停按钮，紧急停机按钮将标明功能和使用方法。
	本项目探伤装置控制台设有钥匙开关，钥匙由专人保管，使用钥匙时需要填写使用登记表。
	在探伤房内西南侧顶棚位置安装 1 个监控摄像头，显示器安装于操作室。
	为辐射工作人员每人配备 1 个人剂量计和 1 个人剂量报警仪，并为本项目配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，为探伤房设置 1 套固定式辐射探测装置，装置主机设置在操作室，监测探头设置在探伤房内北侧墙体。
“三废”的治理	在探伤房西南侧顶棚位置设置机械排风装置，每小时通风换气次数为 3.8 次，不小于 3 次。

	在正式运行前和具备 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，拟准备 3 个约 50L 容量的塑料桶进行废液的暂存，准备 1 个带盖塑料盒进行废胶片的暂存。
辐射安全管理措施	设立辐射安全管理机构，明确职责与分工。
	制定相应的辐射规章制度和应急预案，规章制度应张贴在墙面显眼位置。
	辐射工作人员考取辐射安全与防护培训和考核合格证书，持证上岗。
	辐射工作人员应参加职业健康体检。委托第三方监测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，为每个人配备个人剂量计，定期回收读出个人受照剂量，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。
	配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪用于日常检测，对射线装置周围剂量当量率进行巡测（每月 1 次），做好巡测记录。
周围剂量当量率监测情况	本项目探伤房四侧屏蔽体和顶部外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 2.5 μ Sv/h

表 13 结论与建议

13.1 结 论

深圳市日研检测有限公司拟在深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科技园一楼 103 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（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA），用于金属材料及其焊接接头的无损检测。本项目属于核技术利用新建项目，项目的选址合理。

13.1.1 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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

13.1.2 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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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分别低于职业照射和公众照射剂量约束值，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。

13.1.3 可行性分析结论

本项目的投产使用可提高建设单位检测质量水平，有助于企业为客户提供各类试样工件进行更优质的检测服务，提高市场竞争力和经济效益，其所造成的辐射影响轻微、可控。本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的鼓励类，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。

13.2 建议和承诺

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、建设单位应在项目正式运行前和具备 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			
		公章	
经办人		年	月 日

审批意见			
		公章	
经办人		年	月 日

附件 1：项目委托书

委托书

广州星环科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关法规，现委托贵司承接《深圳市日研检测有限公司工业 X 射线探伤项目》环境影响评价工作，并按照相关规定编制《深圳市日研检测有限公司工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》，完成后提交我单位，便于我单位报送生态环境主管部门办理环评审批手续。

特此委托。



深圳市日研检测有限公司

2025 年 7 月 13 日

附件 2：环境 γ 辐射现状检测报告



检 测 报 告

任务编号：XH25TR186h

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

受检单位：深圳市日研检测有限公司

报告日期：2025 年 8 月 27 日

广州星环科技有限公司



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

检测日期	2025 年 7 月 29 日
检测地点	深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科创园一楼 103
检测仪器	仪器名称：X、γ 辐射空气吸收剂量率仪 厂家、型号：中广核贝谷科技有限公司、BG9512P 型 出厂编号：1TRW88AA 能量范围：25keV~3MeV 测量量程：10nGy/h~200μGy/h 相对固有误差：-5.7% 仪器校准证书编号：2024H21-20-5500542001 校准单位：上海市计量测试技术研究院 校准日期：2024 年 09 月 25 日；复校日期：2025 年 09 月 24 日
检测参数	环境 γ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
环境条件	天气：晴，气温 30℃，湿度 69%
建设项目概况	深圳市日研检测有限公司拟在深圳市宝安区西乡街道固兴路 66 号天泽成科创园一楼 103 建设 1 间探伤房，在内使用 1 台工业 X 射线探伤装置，用于金属材料及其焊接接头的无损检测。对探伤房周围 50m 范围的环境 γ 辐射剂量率进行检测。
检测结果	检测结果见附表 1，检测布点图见附图 1，检测现场照片见附图 2。

编制：杨成

审核：陈健

签发：张子奇

签发日期：2025.8.27

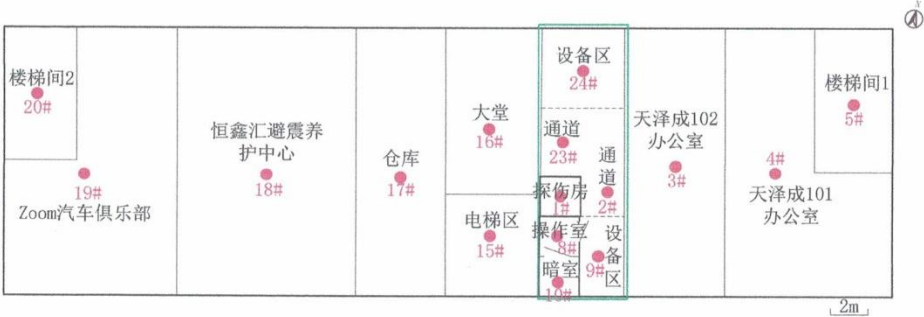
附表 1: 检测结果

点位 编号	方位	场所	距离 (m)	表面介质	测量结果 (nGy/h)	环境性 质
1	/	探伤房位置	/	混凝土	145±1	楼房
2	东侧	通道	1.5	混凝土	146±1	楼房
3		天泽成 102 办公室	6.2	混凝土	146±1	楼房
4		天泽成 101 办公室	13	混凝土	146±1	楼房
5		楼梯间 1	19	混凝土	146±1	楼房
6		消防通道	32	混凝土	115±1	道路
7		星辉科技园 F 栋 一层办公区	45	混凝土	143±1	楼房
8	南侧	操作室	1.5	混凝土	143±1	楼房
9		设备区	3.0	混凝土	143±1	楼房
10		暗室	4.6	混凝土	143±1	楼房
11		配电房	14	混凝土	144±1	平房
12		消防通道	24	混凝土	113±1	道路
13		盛滔大厦一层办 公区	37	混凝土	145±1	楼房
14		园区通道	48	混凝土	114±1	道路
15	西侧	电梯区	3.5	混凝土	144±1	楼房
16		大堂	4.3	混凝土	141±1	楼房
17		仓库	8.9	混凝土	142±1	楼房
18		恒鑫汇避震养护 中心	18	混凝土	141±1	楼房
19		Zoom 汽车俱乐 部	30	混凝土	142±1	楼房
20		楼梯间 2	34	混凝土	142±1	楼房
21		消防通道	41	混凝土	114±1	道路
22		深圳五洲中医院 骨科一层通道	48	混凝土	140±1	楼房
23	北侧	通道	2.3	混凝土	140±1	楼房

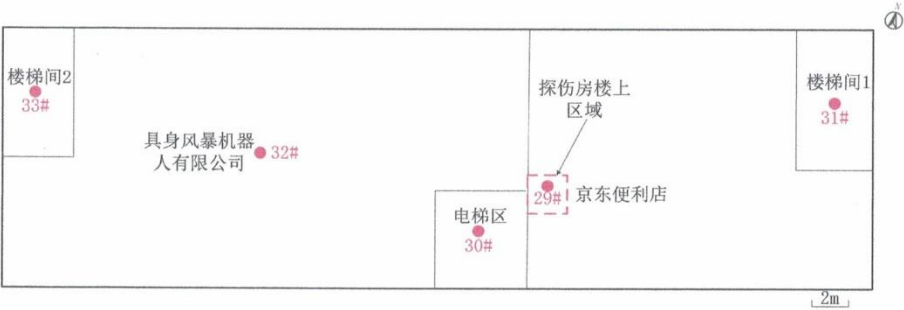
24		设备区	6.9	混凝土	140±1	楼房
25		消防通道	13	混凝土	107±2	道路
26		深圳五洲中医院 肾病/康复科候诊 区	22	瓷砖	139±1	平房
27		深圳五洲中医院 第三病区一层候 诊区	37	瓷砖	141±1	楼房
28		医院道路	45	混凝土	107±1	道路
29	二层	京东便利店	3.5	地胶	146±1	楼房
30		电梯区	9.8	混凝土	146±1	楼房
31		楼梯间 1	24	混凝土	146±2	楼房
32		具身风暴机器人 有限公司	26	瓷砖	146±1	楼房
33		楼梯间 2	39	混凝土	146±1	楼房

注：1、以上数据已校准，校准系数为 1.06；
2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，间隔 10 秒读取 1 个数值，每个点位读取 10 个检测值；
3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（11nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

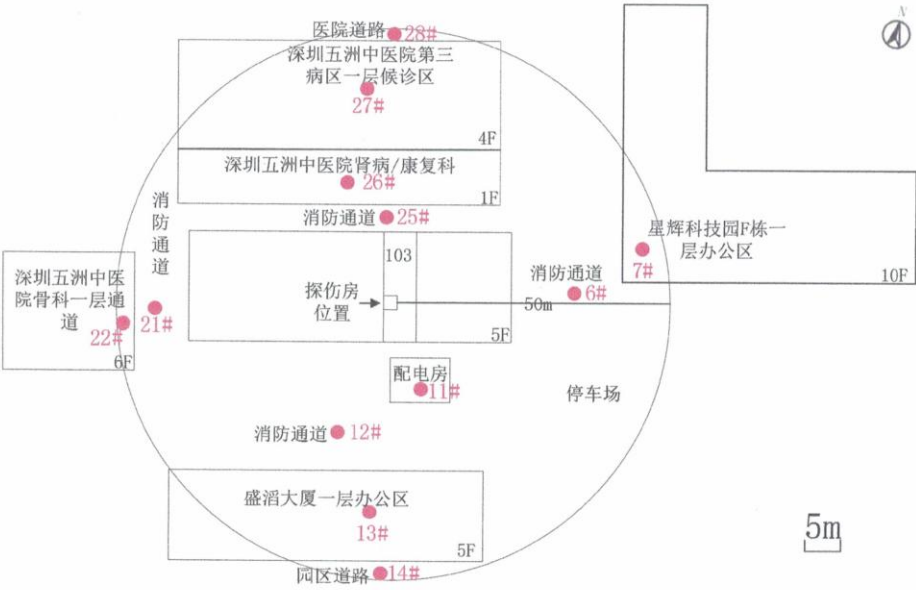
附图 1：检测布点图



一层检测布点图

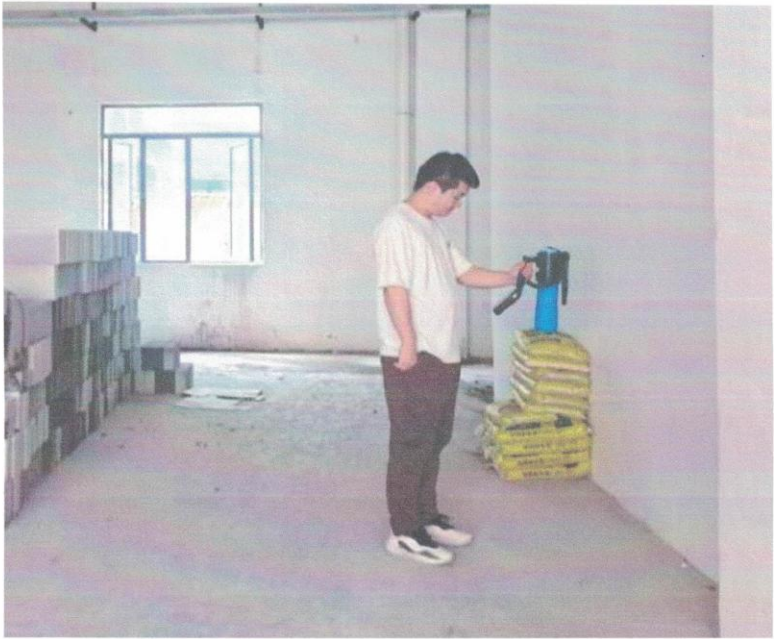


二层检测布点图



项目 50m 范围检测布点图

附图 2：检测现场照片



附件 3：探伤装置参数证明材料

RAYSOV

2 技术指标

2.1 XXG/H.../2005/2505 技术参数

技术参数

	项 目	XXG-2005 XXG-2005A	XXH-2005 XXH-2005A	XXG-2505 XXG-2505A	XXH-2505 XXH-2505A
输入	输入电源	单相 50Hz AC 220± 10% V			
	电源容量	不小于 3.6 KVA			
输出	X 射线管电压	100~200KV _p		150~250KV _p	
	X 射线管电流	5mA		5mA	
	mA 稳定度	± 1%			
射线管	滤过条件	2mmAl	2mmAl	3mmAl	3mmAl
	辐射角	40°	360×25° 360×30°	40°	360×25° 360×30°
射线发生器	工作压力 冷却方式 绝缘方式	0.35MPa ~ 0.5Mpa 阳极接地散热器强风冷 气体绝缘 SF ₆			
	尺寸 重量 (kg)	27	28	34	35
最大穿透	厚度钢 A3 (mm)	36	38	46	50
	条件	焦距 600mm 天津Ⅲ型胶片，双面铅箔增感			
	灵敏度	优于 2%			
控制器	尺寸 重量 电路	360 × 280 × 135 < 12 (kg) 全自动控制及保护			
环境	工作温度 相对湿度 海拔高度	-30° ~ +40° 不大于 85% 不高于 1500 米			
方式	全自动 1: 1 方式工作与休息				

5

附件 4：辐射安全管理规章制度

深圳市日研检测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、安全管理机构

机构成员	姓名	职务	部门	电话
组长（辐射防护负责人）	汤守成	检测工程师	技术部	
成员	郭艳	经理	质量部	
	冉红祥	主管	技术部	

管理机构职责：

- (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。
- (5) 辐射防护负责人应通过“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，考核类别为“辐射安全管理”。

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，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，按要求进行分区管理。控制区通过实体屏蔽、门机联锁装置等进行控制，监督区通过警告标志等进行管理。

(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。

(6) 辐射工作场所按要求张贴电离辐射警告标志，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) 射线装置操作台应设置紧急停机按钮，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) 探伤房防护门应设置门-机联锁装置,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佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪；

（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；

（7）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；

（8）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、辐射工作人员培训制度

（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与本项目相符的辐射监测仪器如个人剂量报警仪，个人剂量计

和便携式 X- γ 剂量率仪，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）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）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等资料；

②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；

③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

保存工作人员的记录做出安排；

④职业照射个人剂量档案应终身保存。

8、射线装置维修维护制度

（1）射线装置的维修维护由建设单位辐射安全管理机构进行监督和管理，做好设备维修维护记录。设备维修维护应由具备资质的设备厂家专业人员负责，按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并至少两人参与维修维护工作。

（2）维修维护前应采取可靠的断电措施，切断需检修设备的电源，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，做好现场管控。

（3）射线装置每年至少维护一次，设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

（4）当发现设备有故障或损坏需更换维修时，应保证所更换的零部件为合格产品。与 X 射线管相关的维修，需由 X 射线管生产厂家负责。若屏蔽体损坏，在更换屏蔽体后应委托第三方有资质的检测结构进行整体检测，检测合格后才能继续使用。

（5）维护后通电测试前，应确保安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保屏蔽体已安装完整，严禁在辐射安全与防护设施未启动、辐射屏蔽体拆卸状态下开机进行测试。

（6）建设单位应与维修维护单位签订维修维护合同，在合同中明确双方的安全责任。

Shenzhen KY Inspection Co., Ltd.
深圳市日研检测有限公司
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》，制定本预案。

二、应急救援机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，本单位应急处理工作由辐射事故应急小组统一组织协调。辐射事故应急小组见下表。

机构成员	姓名	职务	部门	电话
组长	郭艳	经理	质量部	
成员	冉红祥	主管	技术部	
	汤守成	检测工程师	技术部	

外部相关单位应急联系电话：

单位	应急电话
广东省生态环境厅	020-87531393、12345
深圳市生态环境局	0755-82781862、12345
深圳卫生和健康委员会	0755-88113921、12345
深圳公安局	110

辐射事故应急小组的主要职责：

- (1) 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；
- (2) 根据事件情况启动预案，指挥、指导应急救援行动；
- (3) 事故发生后立即组织相关部门和人员进行辐射事故应急处理，向当地生态环境部门、公安部门和卫生部门报告；负责组织事故后续工作的开展及总结；
- (4) 对辐射工作区域进行检查，发现事故隐患；
- (5) 发生事故人员受到照射时，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，迅速安置受照人员就医，组织控制区和监督区内人员的撤离工作，

并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

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，探伤机开启时有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

2、防护门安全联锁装置发生故障，防护门没有关到位的情况开启探伤机，导致探伤房外的人员受到误照射；

3、探伤装置出现故障，有工作人员还在探伤房的情况下，探伤装置意外出束，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

4、探伤装置维修维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启探伤装置产生X射线，使维修维护人员受到意外照射。

（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，要通过个人剂量报警仪或其它工具、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、重大辐射事故和特别重大辐射事故：

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人以上（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
----------	---------------------------

根据本单位的射线装置工作方式和辐射安全性，可能发生的事故情形为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，事故等级为一般辐射事故。

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同时阻止其他人员进入工作场所，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，在经过培训验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、对发生的剂量事故，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。小组成员应在事故发生后两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境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，由辐射安全管理小组、辐射事故应急处置小组的事故调查组、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。

建设项目环境影响报告表审批基础信息表

填表单位（盖章）：		深圳市日研检测有限公司		填表人（签字）：		李易成		项目经办人（签字）：		田明				
建 设 项 目	项目名称		深圳市日研检测有限公司工业X射线探伤项目		建设内容		在深圳市宝安区西乡街道固兴路66号天泽成科创园一楼103西侧中间位置建设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							
	项目代码		z4183v		建设规模		1间探伤房、1台工业X射线探伤装置							
	环评信用平台项目编号				计划开工时间		2025年10月							
	建设地点		深圳市宝安区西乡街道固兴路66号天泽成科创园一楼103		预计投产时间		2025年11月							
	项目建设周期（月）		2.0		国民经济行业类型及代码		M74专业技术服务业							
	建设性质		新建		项目申请类别		新申项目							
	环境影响评价行业类别		55-172核技术利用建设项目		规划环评文件名		/							
	现有工程排污许可证或排污登记表编号（改、扩建项目）		现有工程排污许可管理类别（改、扩建项目）		规划环评审查意见文号		/							
	规划环评开展情况		不需开展		环评文件类别		环境影响报告表							
	建设地点中心坐标（非线性工程）		经度	113.848360	纬度	22.608049	占地面积（平方米）	18	终点经度		工程长度（千米）			
建设地点坐标（线性工程）		起点经度		起点纬度		终点纬度		所占比例（%）	16.00%					
总投资（万元）		50.00		环保投资（万元）		8.00								
建 设 单 位	单位名称		深圳市日研检测有限公司		单位名称		广州星环科技有限公司		统一社会信用代码					
	统一社会信用代码（组织机构代码）		91440300MAEBRY3A3K		主要负责人		陈健阳		91440100MA59DAA73A					
	通讯地址		深圳市宝安区西乡街道固兴社区航城大道教发工业园A栋310		编制主持人		信用编号		BH061992					
					联系电话		职业资格证书管理号		2022050354600000001					
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）		⑤预测排放总量（吨/年）		⑦排放增减量（吨/年）		区域削减来源（国家、省级审批项目）	
			①排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量（吨/年）							
	废水	废水量（万吨/年）												
		COD												
		氨氮												
		总磷												
		总氮												
		铅												
		汞												
		镉												
		铬												
	废气	类金属砷												
		其他特征污染物												
		废气量（万立方米/年）												
		二氧化硫												
		氮氧化物												
		颗粒物												
		挥发性有机物												
		铅												
		汞												
镉														
铬														

项目涉及法律法规规定的保护区情况		影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象 (目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积 (公顷)	生态防护措施				
		生态保护目标								☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建 (多选)				
		生态保护红线								☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建 (多选)				
		自然保护区								☒ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建 (多选)				
		饮用水水源保护区 (地表)		一般监管区		/		否		☒ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建 (多选)				
		饮用水水源保护区 (地下)		一般监管区		/		否		☒ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建 (多选)				
主要原料及燃料信息		风景名胜区分区								☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建 (多选)				
		其他								☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建 (多选)				
		主要原料								主要燃料				
		序号	名称	年最大使用量	计量单位	有毒有害物质及含量 (%)		序号	名称	灰分 (%)	硫分 (%)	年最大使用量	计量单位	
大气污染治理与排放信息	有组织排放 (主要排放口)	序号 (编号)	排放口名称	排气筒高度 (米)	污染防治设施工艺			生产设施		污染物排放				
					序号 (编号)	名称	污染防治设施处理效率	序号 (编号)	名称	污染物种类	排放浓度 (毫克/立方米)	排放速率 (千克/小时)	排放量 (吨/年)	排放标准名称
	无组织排放	序号		无组织排放源名称					污染物排放					
									污染物种类	排放浓度 (毫克/立方米)	排放标准名称			
水污染治理与排放信息 (主要排放口)	车间或生产设施排放口	序号 (编号)	排放口名称	废水类别	污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放					
					序号 (编号)	名称	污染治理设施处理水量 (吨/小时)		污染物种类	排放浓度 (毫克/升)	排放量 (吨/年)	排放标准名称		
	总排放口 (间接排放)	序号 (编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量 (吨/小时)	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放					
						名称	编号		污染物种类	排放浓度 (毫克/升)	排放量 (吨/年)	排放标准名称		
	总排放口 (直接排放)	序号 (编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量 (吨/小时)	受纳水体		名称	功能类别	污染物排放				
										污染物种类	排放浓度 (毫克/升)	排放量 (吨/年)	排放标准名称	
固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置	危险废物特性	危险废物代码	产生量 (吨/年)	贮存设施名称	贮存能力	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外委处置		
	一般工业固体废物													
	危险废物													