

核技术利用建设项目

湖南航天环宇通信科技股份有限公司

新增 X 射线数字成像检测系统项目

环境影响报告表



建设单位名称：湖南航天环宇通信科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：李完



通讯地址：长沙市岳麓区杏康南路 6 号

邮政编码：410013

联系人：易为

电子邮箱：

联系电话：15116446059

编制单位和编制人员情况表

项目编号	00jod6		
建设项目名称	湖南航天环宇通信科技股份有限公司新增X射线数字成像检测系统项目		
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)	湖南航天环宇通信科技股份有限公司		
统一社会信用代码	9143000071704924X1		
法定代表人 (签章)	李完小		
主要负责人 (签字)	李完小		
直接负责的主管人员 (签字)	李治斌		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	核工业二三〇研究所		
统一社会信用代码	121000004448853130		
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
张攸	2014035420350000003509420385	BH008788	张攸
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张攸	全文本	BH008788	张攸

目 录

表 1 项目基本概况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
表 4 射线装置	8
表 5 废弃物	9
表 6 评价依据	10
表 7 保护目标与评价标准	12
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	21
表 10 辐射安全与防护	27
表 11 环境影响分析	38
表 12 辐射安全管理	55
表 13 结论与建议	61
表 14 审批	64

附图附件

附件

- 附件1: 委托书
- 附件2: 营业执照
- 附件3: 关于成立辐射防护与安全管理领导小组的通知
- 附件4: 辐射安全管理规章制度
- 附件5: X射线数字成像检测系统技术协议
- 附件6: 本底监测报告

附图

- 附图 1: 项目地理位置示意图
- 附图 2: 项目周边环境现状及保护目标示意图
- 附图 3: 8号厂房平面布局图
- 附图 4: 拟建铅房正面图（西面）
- 附图 5: 拟建铅房侧视图（南面）
- 附图 6: 拟建铅房俯视图（上面）
- 附图 7: 拟建铅房内部辐射源活动范围图（平面图）
- 附图 8: 拟建铅房内部辐射源活动范围图（立面图）
- 附图 9: 现场照片

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湖南航天环宇通信科技股份有限公司新增 X 射线数字成像检测系统项目				
建设单位		湖南航天环宇通信科技股份有限公司				
法人代表		李完小	联系人	易为	联系电话	151****6059
注册地址		长沙市岳麓区杏康南路 6 号				
项目建设地点		湖南省长沙市岳麓区环宇航空产业园 8 号厂房				
立项审批部门		-		批准文号	-	
建设项目总投资 (万元)		240	项目环保投资 (万元)	110	环保投资 比例	39.29%
项目性质		■新建 □改建 □扩建 □其它			占地面积 (m²)	277.2
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			
	其他	-				
	1.1 建设单位概况 湖南航天环宇通信科技股份有限公司位于长沙高新区，成立于 2000 年，注册资金 3.66 亿元。公司主要从事星载高端微波通信、卫星通信、航空航天工艺装备及高端复合材料零部件等领域的研发、制造与服务。公司致力于为各大航空航天主机单位提供产品配套与工程应用服务。公司是国家首次月球探测突出贡献单位、探月工程嫦娥四号任务突出贡献单位、湖南省高新技术企业、湖南省“专精特新”小巨人企业，长沙市制造业标志性重点项目企业。公司科研生产能力配套完善、专业齐全、产业链完整，拥有湖南省航空复合材料零部件智能化工艺装备工程技术研究中心、湖南省企业技术中心、长沙市企业技术中心。 1.2 项目由来 为了提高生产产品的质量，提升企业的整体竞争实力，湖南航天环宇通信科技股					

股份有限公司拟在环宇航空产业园 8 号厂房新增 1 台 X 射线数字成像检测系统用于工件的无损检测。根据《射线装置分类办法》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日），公司新增的这台 ZXFD/S-225 型的 X 射线数字成像检测系统属于Ⅱ类射线装置。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应当依法进行环境影响评价；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），本项目属于名录中“五十五、核与辐射”第 172 条“核技术利用建设项目”中“使用Ⅱ类射线装置”，应编制环境影响报告表。为此，湖南航天环宇通信科技股份有限公司委托核工业二三 0 研究所对该项目进行辐射环境影响评价（见附件 1）。接到委托后，我单位组织专业技术人员于对现场进行了调查、监测和资料收集工作，编制完成了《湖南航天环宇通信科技股份有限公司新增 X 射线数字成像检测系统项目环境影响报告表》。

1.3 项目建设规模

1、项目名称：湖南航天环宇通信科技股份有限公司新增 X 射线数字成像检测系统项目；

2、建设单位：湖南航天环宇通信科技股份有限公司；

3、建设地点：湖南省长沙市岳麓区环宇航空产业园 8 号厂房；

4、建设内容及规模：湖南航天环宇通信科技股份有限公司在环宇航空产业园 8 号厂房预留的 X 射线检测区建设 1 间铅房作为探伤室，并在铅房内新增一台 ZXFD/S-225 型的 X 射线数字成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流 7.1mA），主射方向朝北。

本项目拟建铅房内尺寸为长 20.20m×宽 11.11m×高 4.69m，采用内侧 2mm 钢板+铅板+外侧 0.5mm 钢板的夹层设计，其中内侧钢板作为保护层、铅板作为屏蔽层、外侧钢板作为装饰板，铅房西侧设 1 扇防护门，南侧设 1 扇维修门。目前铅房钢结构骨架已搭建完毕、南侧和东侧已铺设 2mm 内侧钢板。设备操作台位于铅房南侧外的操作间内，洗片室在操作间南侧，洗片室内划有固定区域作为危废暂存间。

表 1-1 项目建设内容一览表

装置名称	X 射线数字成像检测系统
数量	1 台
型号	ZXFD/S-225
类别	II类
最大管电压	225kV
最大管电流	7.1mA
工作场所	环宇航天产业园 8 号厂房 X 射线检测区拟建铅房内
用途	本项目主要对公司生产的航空航天零部件进行 X 射线无损监测， 不对外开展 X 射线无损检测
探伤工件	工件类型：航空航天零部件 工件材质：碳纤维； 工件最大尺寸（m）：14（长）×3.5（宽）×3（高）
工作负荷	出束时间：5h/d（含训机时间）；出束频率：2d/周； 工作时长：10h/周，500h/a（每年工作 50 周）

5、人员配备：本项目预计配备 2 名辐射工作人员（其中 1 人为专职操作员，1 人为操作员兼管理员），具体人员名单尚未确定。本项目辐射工作人员上岗前必须参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的培训，并通过考核；上岗前进行职业健康体检，体检结果合格方可上岗；并为辐射工作人员配备个人剂量计，并按要求定期送检。

1.4 周边环境概况

环宇航天产业园位于湖南省长沙市岳麓区杏康南路 6 号，本项目位于环宇航天产业园的 8 号厂房，8 号厂房西侧为园区内部道路、南侧为办公楼、东侧为园区内部道路和绿化带、北侧为预留空地。

本项目设备位于 8 号厂房中部 X 射线检测区铅房内，铅房东侧为加工中心；南侧为净化间 3#、净化间 2#、净化间 4#；西侧为无损检测缓存区、龙门超声 C 扫检测系统预留区；北侧为厂房过道、无人化部件装配区。本项目所在厂房为单层建筑，上方为屋顶、下方为泥土层。本项目地理位置见附图 1、项目周边环境见附图 2、本项目所在厂房平面图见附图 3。



图 1-1 项目地理位置示意图



图 1-2 园区平面布局图

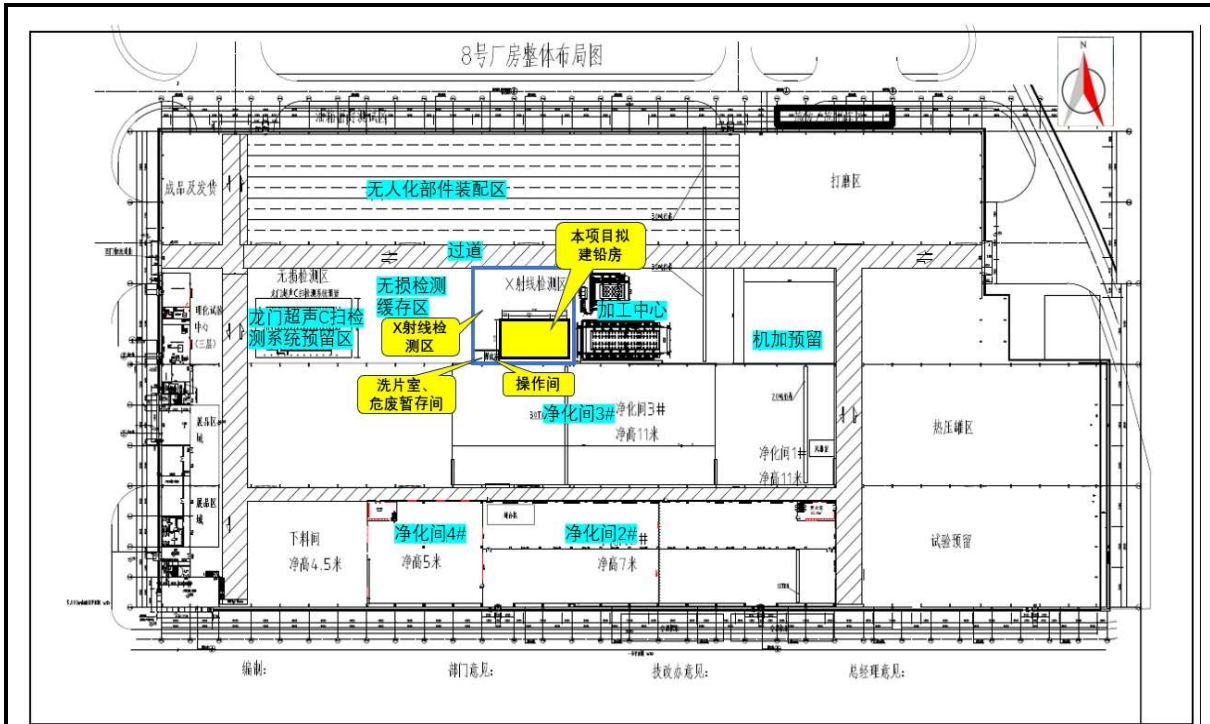


图 1-3 8 号厂房平面布局图

1.5、选址可行性分析以及布局合理性分析

本项目辐射工作场所周边 50m 范围内无学校、居民等,在铅房屏蔽防护有效条件下,对外环境人员造成辐射影响较小,故本项目选址可行。射线装置在相对独立、人员相对较少的位置,减轻了对公众的辐射影响从辐射安全和环境保护的角度考虑,本项目的辐射工作场所平面布局是合理可行的。

1.6 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》,本项目使用的射线装置属于鼓励类“十四、机械“……,工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”,属于国家鼓励类产业,符合国家产业政策。

1.7 实践正当性

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一,可以探测各种金属及其他材料内部可能产生的缺陷,对保障产品质量起了十分重要的作用,将核技术应用到本项目中,可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果。本项目在运行期间将会产生电离辐射,有可能会增加铅房场所周围的辐射水平,但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制,其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足

企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.8 现有核技术利用项目基本情况

湖南航天环宇通信科技股份有限公司目前无核技术利用项目，本项目是公司首次开展的核技术利用项目。

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—
	以下空白							

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式和地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	以下空白									

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/ 剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	以下空白									

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测系统	II 类	1	ZXFD/S-225	225	7.1	航空航天零部件无损检测	8 号厂房	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	以下空白								

（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（Bq）	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	以下空白												

表 5 废弃物

名称	状态	核素 名称	活度	月排 放量	年排放 总量	排放口 浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	最终排入大气，常温下可自行分解。
洗片废液、废显影液、废定影液	液体	/	/	/	350L	/	/	委托有相应危废处置资质的单位处理
废胶片	固体	/	/	/	前 5 年 1kg/a， 5 年后 50kg/a	/	/	委托有相应危废处置资质的单位处理
以下空白								

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日施行); (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日二次修订); (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日施行); (4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日修订); (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年 3 月 2 日第二次修订); (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(2021 年 1 月 1 日施行); (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修改); (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起实施); (9) 《关于发布射线装置分类的公告》(原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号); (10) 《放射工作人员职业健康管理辦法》(卫生部令第 55 号); (11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, (环发[2006]145 号); (12) 《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); (13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号); (14) 《产业结构调整指导目录》(2024 年本); (15) 《突发环境事件应急预案管理暂行办法》(环发[2010]113 号)。 (16) 《国家危险废物名录(2025 年版)》(2025 年 1 月 1 日起施行); (17) 《危险废物转移管理办法》(生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号, 2022 年 1 月 1 日起施行)。
------	---

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》(HJ10.1-2016); (3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (4)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019); (5)《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003); (6)《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020); (7)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021); (8)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021); (9)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及其第 1 号修改单 (国卫通 [2017] 23 号); (10)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022); (11)《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019); (12)《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ 2025-2012); (13)《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023); (14)《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276—2022); (15)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021); (16)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。
其他	1.李德平 潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，原子能出版社，1987 年； 2.《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社 2015 年 7 月)； 3.《辐射防护》(第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 年)； 4.甲方提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式.》(HJ10.1-2016)中的相关规定,“放射源和射线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围(无实体边界项目视具体情况而定,应不低于 100m 的范围),对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目属于II类射线装置的项目,具有实体边界,因此,本项目评价范围为铅房边界外 50m 范围。项目评价范围见图 7-1。

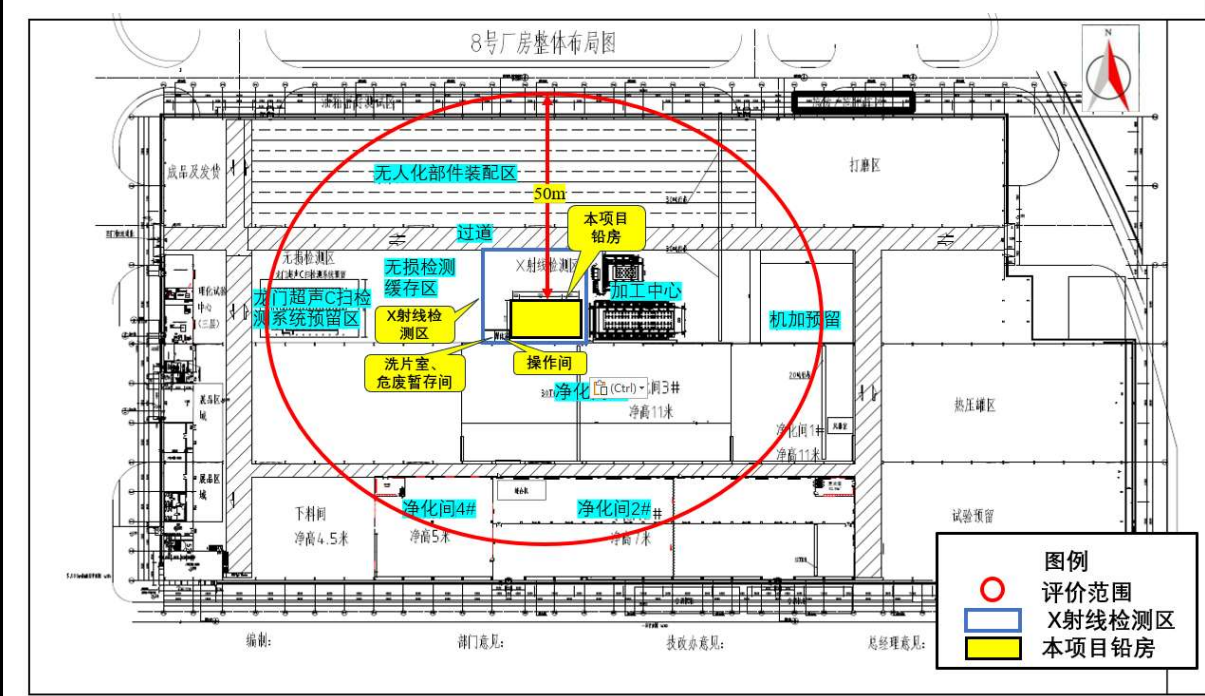


图 7-1 项目评价范围示意图

7.2 保护目标

本项目环境保护目标为铅房周围 50m 评价范围内的人员。根据现场勘探,本项目周边 50m 范围均位于环宇航天产业园范围内,本项目环境保护目标为射线装置操作人员和厂区工作人员。项目环境保护目标详见下表:

表 7-1 环境保护目标一览表

本项目污染源	相对本项目设备方位	与铅房的距离	敏感点名称	环境保护目标	规模

X 射线数字成像检测系统	北	0-13m	X 射线检测区	辐射工作人员	2 人
	东	0-2m			
	南	0-2m			
	西	0-7m			
	北	13-18m	厂房过道	公众人员	流动
	北	18-44m	无人化部件装配区	公众人员	1 人
	北	44-50m	厂房外空地	公众人员	流动
	东	2-46m	加工中心	公众人员	1 人
	南	2-50m	净化间 3#、2#、4#	公众人员	1 人
	西	7-39m	无损检测缓存区	公众人员	1 人
	西	39-50m	龙门超声 C 扫检测系统预留区	公众人员	2 人
注：X 射线数字成像检测系统工作前会对铅房进行清场，铅房内无人员停留，铅房外、X 射线检测区内除辐射工作人员外无其他人员停留。					

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

条款	条款内容
4.3.2.1	应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。
附录 B	剂量限值和标明污染控制水平
B1.1	职业照射
B1.1.1	剂量限值
B1.1.1.1	应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv； d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2	公众照射
B1.2.1	剂量限值实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值： a) 年有效剂量：1mSv； b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv； d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。 根据上述标准要求，结合射线装置使用实际情况，本项目辐射工作人员年有效剂量约束值不大于 5mSv（取标准要求的 1/4），公众人员年有效剂量约束值不大于 0.1mSv（取标准要求的 1/10）。

（2）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

条款	条款内容
4	使用单位放射防护要求
4.1	开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。
4.2	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，建立和实施放射防护管理制度和措施。
4.3	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。
4.4	探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。
4.5	应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。
4.6	应制定辐射事故应急预案。
6	固定式探伤的放射防护要求
6.1	探伤室放射防护要求
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。
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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$； b)屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。
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顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3； b)对没有人员到达的探伤室顶，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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$。
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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。
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“照射”和“预备”信号意义的说明。
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。
6.1.8	探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。
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。
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。
6.1.11	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。
(3)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)	
条款	条款内容
3	探伤室屏蔽要求:
3.1	探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平
3.1.1	探伤墙和入口门外和每周周围剂量当量率应满足下列要求: a) 周剂量参考控制水平 (H_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($H_{c,d}$): 1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下: 职业工作人员: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$; 公众: $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$; 2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ 按下式计算: $H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \text{式 7-1}$ 式中: H_c——周剂参考控制水平, 单位为微希每周 ($\mu\text{Sv/周}$); 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——探伤装置周照射时间, 单位为小时每周 (h/周)。 b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$: $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv/h} \quad \text{式 7-2}$ c) 关注点剂量率参考控制水平。 H_c 为上述 a) 的 $H_{c,d}$ 和 b) 的 $H_{c,max}$ 两者中较小值。
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顶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 3.1.2a)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。该项辐射和穿出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 H_c (uSv/h)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 uSv/h。
--	---

(4) 标准汇总:

根据以上所列标准, 本项目执行标准汇总如下:

表 7-3 标准汇总

序号	项目		控制值	标准依据
1	年有效剂量	剂量限值	工作人员: 20mSv/a; 公众成员: 1mSv/a	GB18871-2002
		约束值	工作人员: 5mSv/a 公众成员: 0.1mSv/a	
2	铅房辐射屏蔽要求		铅房四周外表面 30cm 处、防护门外 30cm 处周围剂量当量率应满足关注点剂量率参考控制水平不大于 2.5; 铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 uSv/h。	GBZ117-2022、 GBZ/T250-2014

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置 本项目位于湖南航天环宇通信科技股份有限公司环宇航天产业园中部的厂房内，本项目辐射装置周围 50m 内主要为厂房内部区域。项目地理位置见附图 1，项目平面布局图见附图 3。 8.2 辐射现状监测方案 为了解项目所在场址及其周围的辐射环境背景水平，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中有关布点原则，核工业二三 0 研究所工作人员于 2025 年 4 月 14 日对项目场址及周边环境进行了环境 γ 辐射剂量率测量。 监测因子：环境 γ 辐射剂量率。 监测仪器：X-γ 辐射巡测仪，仪器情况见表 8-1。 表 8-1 检测仪器情况表 <table><tr><td>仪器名称</td><td>X-γ 辐射巡测仪</td></tr><tr><td>生产厂家</td><td>上海巨印科技有限公司</td></tr><tr><td>仪器型号</td><td>RG-309</td></tr><tr><td>出厂编号</td><td>381202</td></tr><tr><td>能量响应范围</td><td>35keV-3MeV</td></tr><tr><td>量程</td><td>0.01μSv/h~600μSv/h</td></tr><tr><td>检定证书编号</td><td>hnjlxz2024389-1313</td></tr><tr><td>检定有效期</td><td>2024 年 12 月 17 日—2025 年 12 月 16 日</td></tr></table> 监测点位：根据项目的平面布局和周围环境情况，在评价范围（机房外围 50m）内关注点布设监测点。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》相关要求，环境 γ 辐射剂量率测量点位应依据测量目的布设，并结合源和照射途径以及人群分布和人为活动情况仔细选择。本次监测目的是了解项目拟建场所环境辐射现状水平，并考虑项目建成后对拟建辐射工作场所周围相邻区域及评价范围人员停留较多及活动频繁的区域的影响情况，结合项目评价范围内环境情况及平面布局，本次监测共布设了 7 个监测点位，在本项目 X 射线数字成像检测系统所在铅房及周围人员可到达和易停留的		仪器名称	X-γ 辐射巡测仪	生产厂家	上海巨印科技有限公司	仪器型号	RG-309	出厂编号	381202	能量响应范围	35keV-3MeV	量程	0.01μSv/h~600μSv/h	检定证书编号	hnjlxz2024389-1313	检定有效期	2024 年 12 月 17 日—2025 年 12 月 16 日
仪器名称	X-γ 辐射巡测仪																
生产厂家	上海巨印科技有限公司																
仪器型号	RG-309																
出厂编号	381202																
能量响应范围	35keV-3MeV																
量程	0.01μSv/h~600μSv/h																
检定证书编号	hnjlxz2024389-1313																
检定有效期	2024 年 12 月 17 日—2025 年 12 月 16 日																

1.



个测点读取 10 个数据求平均值。

质量保证措施：①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。③每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.3 辐射现状监测结果

本项目辐射环境本底扣除宇宙射线响应值后的测量结果如表 8-2 所示。

表 8-2 拟建铅房及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果一览表

监测点号	监测点位描述	测量结果 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1	拟建铅房内	62.47	0.14	平房
2	拟建铅房东侧加工中心	61.74	0.16	平房
3	拟建铅房北侧厂房过道	61.14	0.09	平房
4	拟建铅房西侧无损检测缓存区	61.10	0.19	平房
5	拟建铅房南侧净化间	62.02	0.07	平房

6	拟建铅房北侧无人化部件装配区	63.01	0.14	平房
7	8号厂房北墙外	58.11	0.37	道路
注：1、本次测量时，仪器探头距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据； 2、以上监测结果已扣除仪器对宇宙射线的响应值，监测结果 $D_{\gamma} = k_1 \cdot k_2 \cdot R_{\gamma} - k_3 \cdot D_c$ ，检定系数 $k_1=0.69$ ，检验源效率因子 $k_2=1$ ， k_3 楼房取0.8、平房取0.9、原野和道路取1， R_{γ} 为仪器测量读数均值，宇宙射线的响应值 D_c 经修正后为12.23nGy/h； 3、监测点位见图8-1。				

根据《辐射防护》(第11卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991年3月)中辐射环境结果，湖南省长沙市环境 γ 辐射剂量率数据见表8-3。

表 8-3 湖南省长沙市 γ 辐射剂量率一览表

监测项目		单位	原野	道路	室内
环境 γ 辐射剂量率	范围值	nGy/h	32.9-117.3	34.6-103.6	60.4-154.1
	平均值		70.5 ± 16.1	65.9 ± 18.3	106.2 ± 20.7

根据表8-2和表8-3结果对比可知,项目拟建铅房周围监测点位环境 γ 辐射剂量率监测结果范围为(61.10~63.01)nGy/h，在长沙市室内本底水平范围内，项目所在8号厂房北侧道路监测点位环境 γ 辐射剂量处于长沙市道路、原野的本底水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 营运期工程设备和工艺分析

9.1.1 设备基本情况

本项目拟新增 1 台 ZXFD/S-225 型 X 射线数字成像检测系统，辐射源固定在铅房内南侧机械臂上，主射方向朝北，据设计方案，机械臂可上下调节 2.5m，东西方向与南北方向均安装有滑轨，东西方向可移动范围为 13m，南北方向可移动范围为 2.5m。设备外拟建设一座铅房作为屏蔽体，射线源距铅房各侧最近距离为北面 4.6m、西面 2.0m、南面 4.01m、东面 5.2m、顶部 1.568m，人员仅在运送工件时进入铅房内部，设备运行时人员不得进入铅房内。设备基本参数见表 9-1：

表 9-1 本项目射线装置配置及主要技术参数表

型号	ZXFD/S-225
类别	II类
最大 X 射线管电压（kV）	225
最大 X 射线管电流（mA）	7.1
最大辐射角度	15°
照射方式	定向照射（主射朝北）
使用场所	8 号厂房 X 射线检测区铅房内
机械臂移动范围	上下：2.5m；东西：13m；南北：2.5m。

本项目铅房内 X 射线数字成像检测系统安装示意图如下图所示。

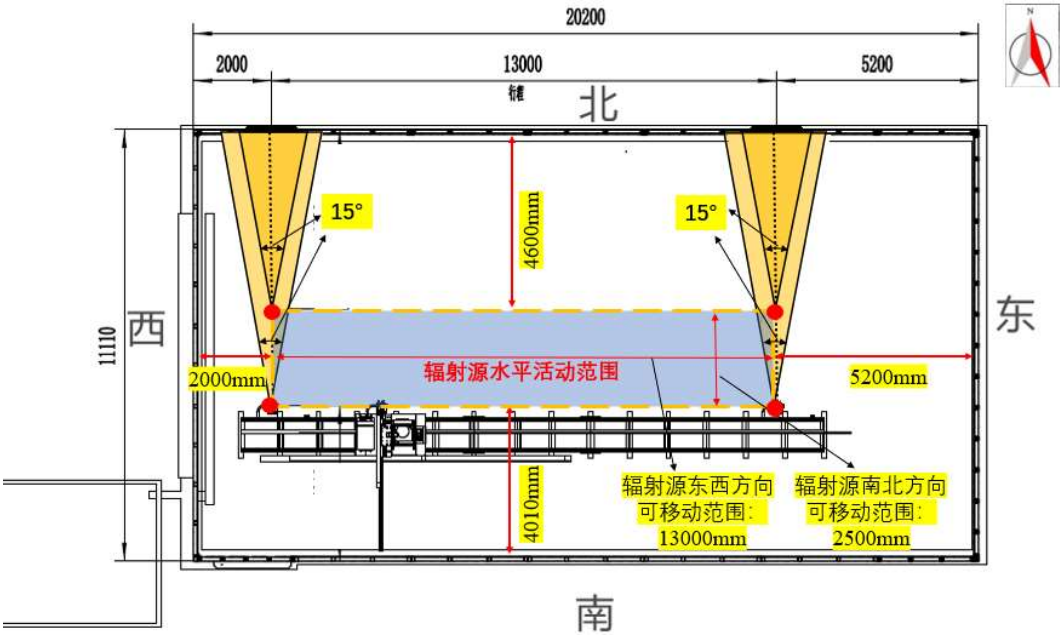


图 9-1 铅房内辐射源东西与南北方向可移动范围示意图

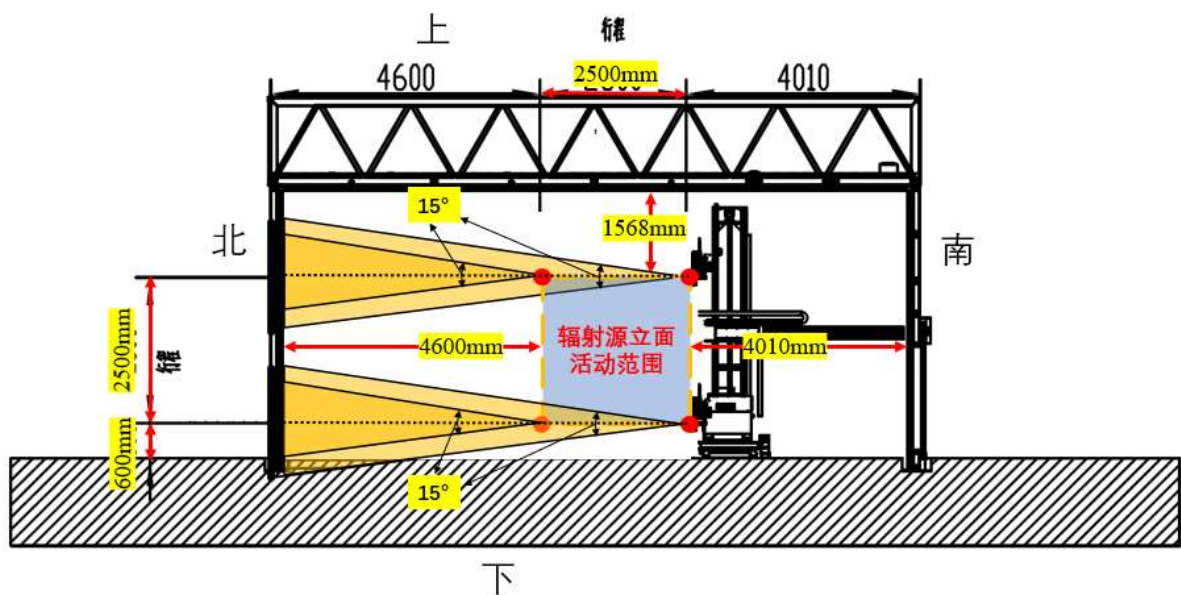


图 9-2 铅房内辐射源南北与上下方向可移动范围示意图

9.1.2 设备工作原理

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

X 射线数字成像检测系统主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生轫致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

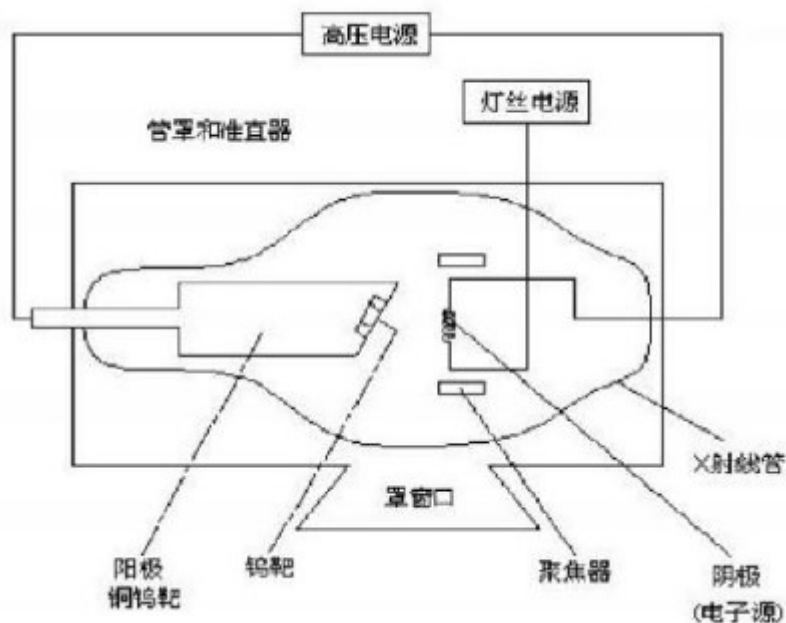


图 9-3 常用 X 射线管结构示意图

胶片成像原理：X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 射线还有个重要性质，就是能使胶片感光，当 X 射线照射胶片时，与普通光线一样，能使胶片乳剂层中的卤化银产生潜象中心，经过显影和定影后就黑化，接收射线越多的部位黑化程度越高，这个作用叫做射线的照相作用。把这种曝光过的胶片在暗示中经过显影、定影、水洗和干燥，再将干燥的底片放在观灯片上观察，根据底片上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，从而达到 X 射线无损检测的目的。

9.1.3 工作流程及产污环节分析

本项目操作流程可简单描述为：确定曝光时间和曝光位置；铺设胶片于需探伤工件；曝光照片；冲洗胶片及评片。此外，由于本项目设备使用间隔时间长，因此每次使用前都要进行训机，方可正常使用。

其具体工作流程如下：

（1）开机准备：开机前检查各部分连接线路是否有意外损伤，设备接地、球管接地是否良好；检查冷却水(油)水(油)位是否正常、冷却管是否畅通。

（2）训机：本项目设备每次使用前都要进行训机，每次训机约 5min，在训机期间，密切注意当前的变化，避免 X 射线发生器损坏。

(3) 将工件搬至转台上，将放有工件的转台推送进铅房检测位，并将转台固定（通过锁死转台底部转轮进行固定），转运台上有转盘，可用于转动工件（仅可进行水平转动）。

(4) 根据工件探伤要求，选择适当的位置贴片，并调整机械臂至合适的探伤位置。

(5) 人员退出铅房，确认铅房内无人后，关闭防护门。

(6) 根据探伤要求，选择适当的参数。

(7) 启动曝光操作，同时操作面板上的射线警示灯闪动，时间显示窗口开始倒计时，倒计时结束时 X 射线发生器开始工作，达到预定照射时间和曝光量后，曝光结束，仪器自动切断高压，准备下一次曝光。

(8) 工作结束时，关闭 X 射线数字成像检测系统，取下胶片。

(9) 取下的胶片在洗片室内洗片，本项目拟配备自动洗片系统。进行评片和审片，评定合格的底片填写评定报告，不合格的产品返修检测。

此外，在每次工作开始前首先检查设备外观是否存在可见的损坏、电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损、安全联锁是否正常工作、报警设备和警示灯是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好。

工作流程及产污环节如图 9-4 所示：

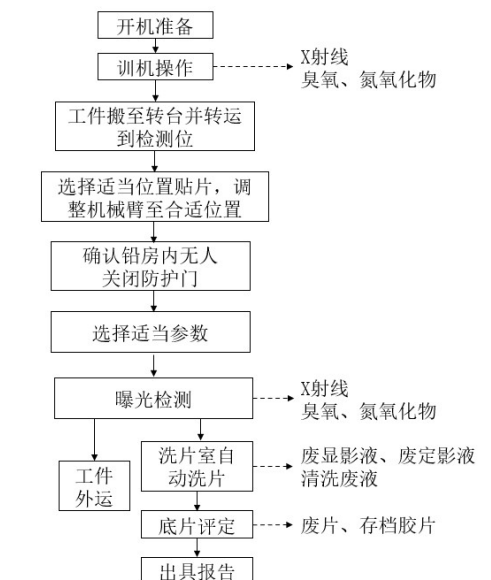


图 9-4 工作流程及产污节点图

9.1.4 人员配置及出束时间

本项目共配备了 2 名辐射工作人员负责该设备的操作。

本项目射线装置主要用于航空航天零部件的无损检测，每周平均工作 2 天，每天出束曝光不超过 5h（含训机时间），每年工作 50 周。则本项目累计曝光时间为 10h/周，500h/a。

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期工艺流程及产污环节

本项目施工期主要工作为：X 射线数字成像检测系统配套用房（操作间、洗片室、危废暂存间）和铅房的建设、装修以及设备安装调试等。施工过程中主要有少量的施工机械噪声、施工粉尘、装修垃圾产生，无施工废水产生，施工期施工人员产生部分生活废水和生活垃圾，以及调试过程可能产生的放射性污染。

本项目施工主要在厂房内，施工量小，施工对环境产生的影响小，且随着施工期的结束而结束。

9.2.2 运行期间正常工况下污染源分析

1、由工业 X 射线机系统的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关产生和消失。本项目使用的工业 X 射线机系统只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。X 射线具有较强的穿透性，工业 X 射线机系统在对工件进行照射的工况下，X 射线通过主射、漏射、散射对作业场所及周围环境产生辐射影响。

2、X 射线与空气接触，使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

3、无损检测作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液、洗片废液；冲洗完成的胶片需用清水清洗，产生洗片废液，本项目作业年拍片约 5000 张，结合同类单位经验，使用 20L 显影液及定影液可洗约 1000 张胶片，则年产生废显影液及废定影液共 100L；洗片停影及清洗水可循环使用，直到不能满足清洗要求后再更换，洗 1000 张片约产生 50L 废水，则项目每年产生洗片废水约 250L。综上，本项目废显（定）影液、洗片废水年产生量总计约 350L。

4、在评片、清理筛选后有废胶片产生。

本项目年拍片约 5000 张，预计废胶片的产生量约为 100 张/a（胶片不合格率不超

过 2%)，其余胶片存档。本项目胶片拟存档时间约 5 年，5 年后均作为废胶片处理，则本项目建设后的前 5 年内每年产生废胶片最多约 100 张（一张废胶片 10g，共约 1kg），5 年后每年产生废胶片最多约 5000 张（一张废胶片 10g，共约 50kg）。

根据《国家危险废物名录》（2025 版），以上废显（定）影液、洗片废液和废胶片等危险废物属于 HW16，废物代码为 900-019-16（其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸），无放射性。

9.2.2 运行期事故工况下污染源分析

（1）工作人员还未全部撤离铅房，操作间工作人员启动设备，造成工作人员被误照；

（2）工作人员使用设备时，铅门安全联锁发生故障，在铅门未关到位的情况下射线发生器仍能出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

（3）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）的规定，将 X 射线工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。该场所的分区如下：

（1）控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

（2）监督区：监督区正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的指定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作的状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

根据上述要求，本项目铅房为控制区、X 射线检测区内除铅房外的其他区域以及操作间为监督区，本项目辐射工作场所分区见下图：

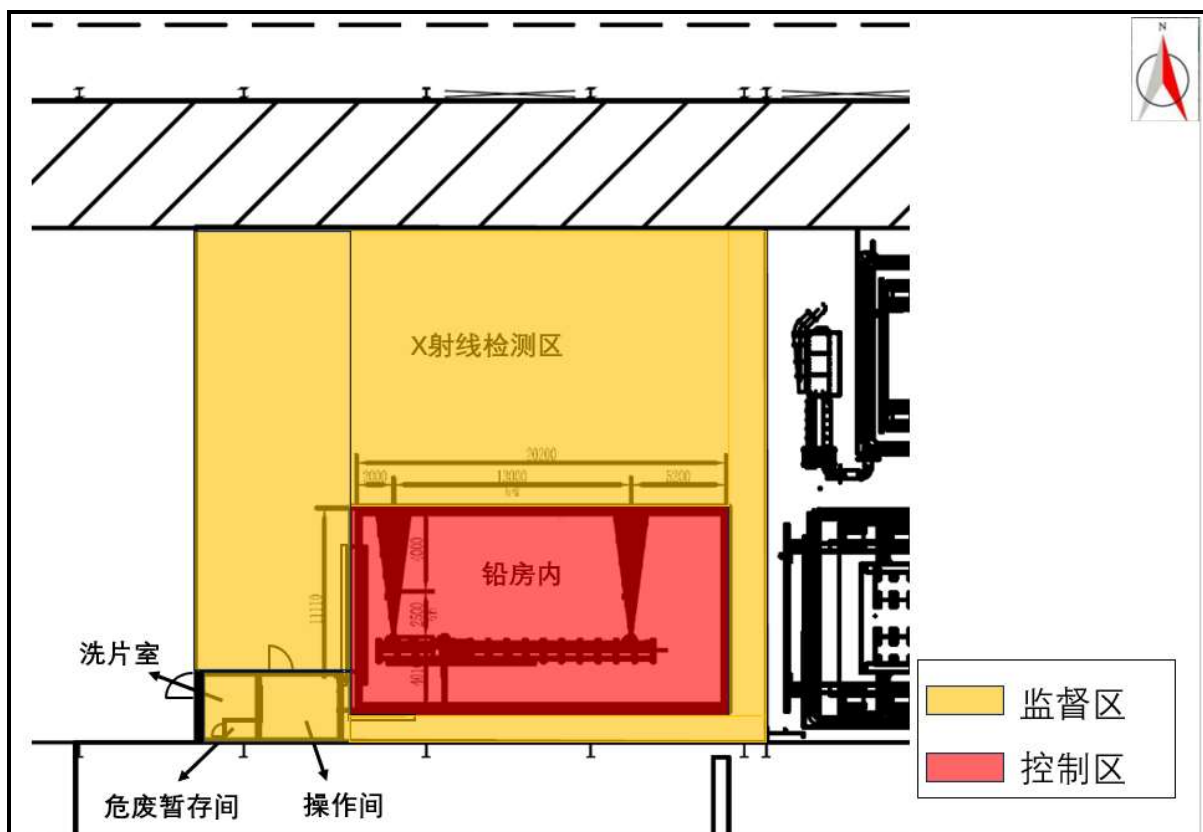


图 10-1 本项目工作场所分区示意图

10.1.2 辐射屏蔽设计

本项目 X 射线数字成像检测系统位于 8 号厂房 X 射线检测区铅房内，X 射线机系统发射的 X 射线水平从南向北照射。铅房防护门摆放朝西，屏蔽设施和厚度见表 10-1。

表 10-1 铅房屏蔽防护措施一览表

屏蔽体	屏蔽材料及厚度
北侧面（主射线防护面）	2mm 钢板（内侧）+12mm 铅板+0.5mm 钢板（外侧）
东、南、西侧面	2mm 钢板（内侧）+7mm 铅板+0.5mm 钢板（外侧）
防护门（西侧面）	8mmPb
维修铅门（南侧面）	8mmPb
上顶面	2mm 钢板（内侧）+6mm 铅板+0.5mm 钢板（外侧）
下底面	土层
注：铅板密度为 11.3g/cm ³ ，钢板密度为 7.85 g/cm ³ 。	

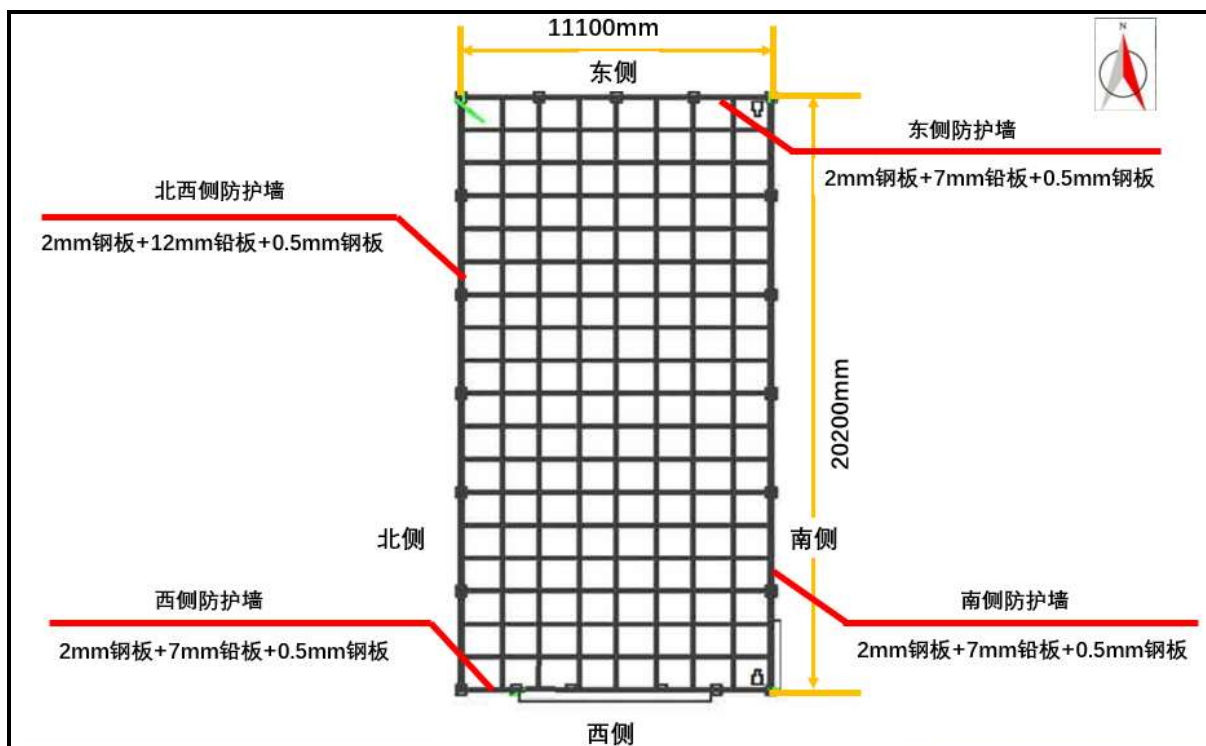


图 10-2 铅房俯视图

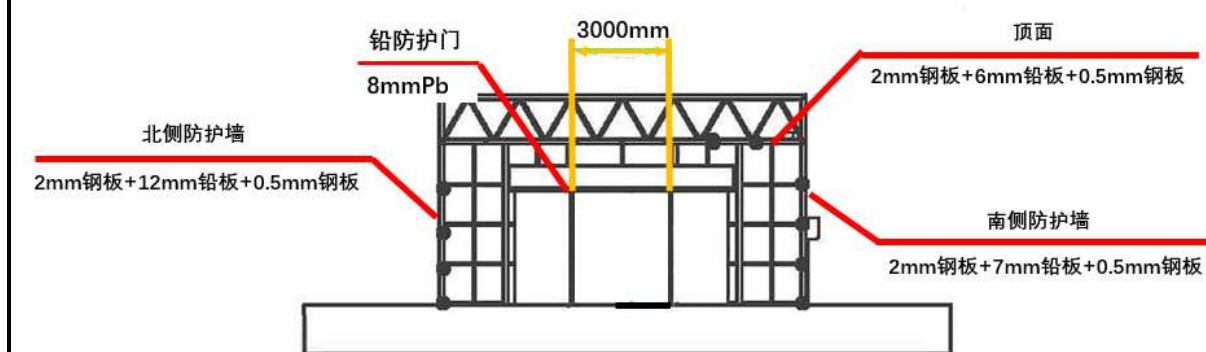


图 10-3 铅房西侧面图②

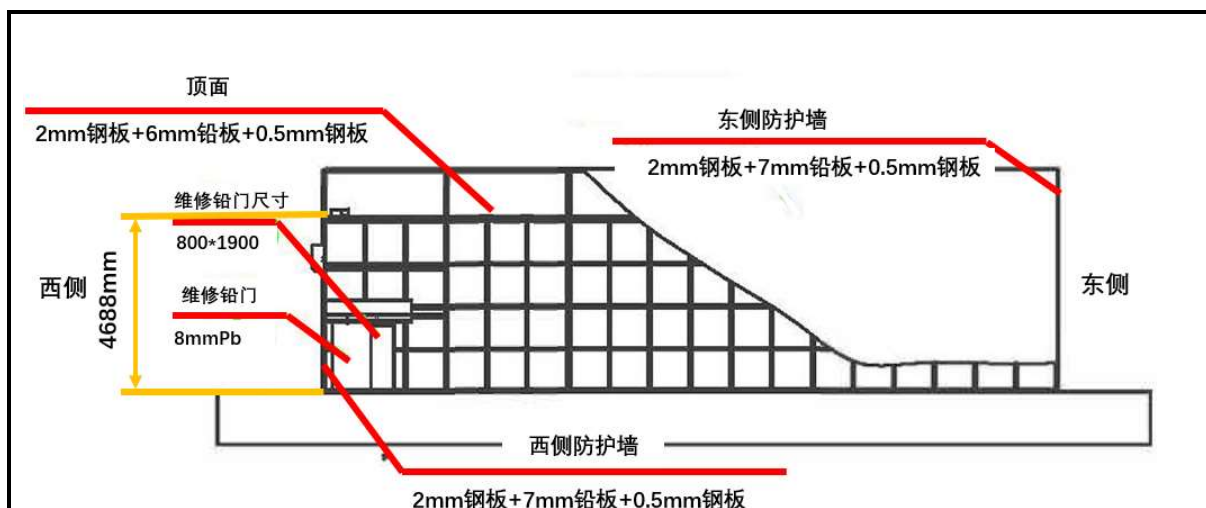


图 10-4 铅房南侧面图①

10.1.3 辐射安全和防护措施

为确保辐射工作人员的工作环境和铅房外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，公司对铅房拟设置多重安全防护措施，具体如下：

(1) 门机联锁装置

铅房拟设置门-机联锁装置，保证在防护门关闭后 X 射线装置才能出束。门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

(2) 照射状态指示灯

铅房上部拟设置“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。“预备”信号和“照射”信号需有明显的区别。照射状态指示装置与 X 射线数字成像检测系统联锁。

铅房内、外醒目位置处需补充清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

(3) 视频监控

本项目铅房内拟设置多个摄像头，确保无死角，在操作台上有专用的监视器，可监视铅房室内探伤设备的运行情况。

(4) 警告标志

本项目拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)要求在铅房防护门和维修门上张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(5) 紧急停机装置

本项目拟在操作台设置一个紧急停机按钮，在铅房内设置一套拉线急停装置，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

（6）钥匙开关

本项目拟在控制台上设置钥匙开关，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下才能拔出。

（7）铅房拟配置固定式场所辐射探测报警装置，共设 2 个探头，分别拟安装在铅防护门和维修铅门夹缝上部，显示屏位于操作间。

（8）通风设施

本项目拟设置 2 套排风装置，并分别在铅房西南角和西北角下方设置抽风口、机房西南角和西北角上方设排放孔洞，机房排风通过机房顶部的排风孔洞接入一套排风管，引至厂房顶部外排放，排放口未朝向人员活动密集区。每套排风装置的排风量为 $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，总排风量为 $6000\text{m}^3/\text{h}$ 铅房净容积约为 1052.5m^3 ，铅房换气次数可达 5.7 次/h。。

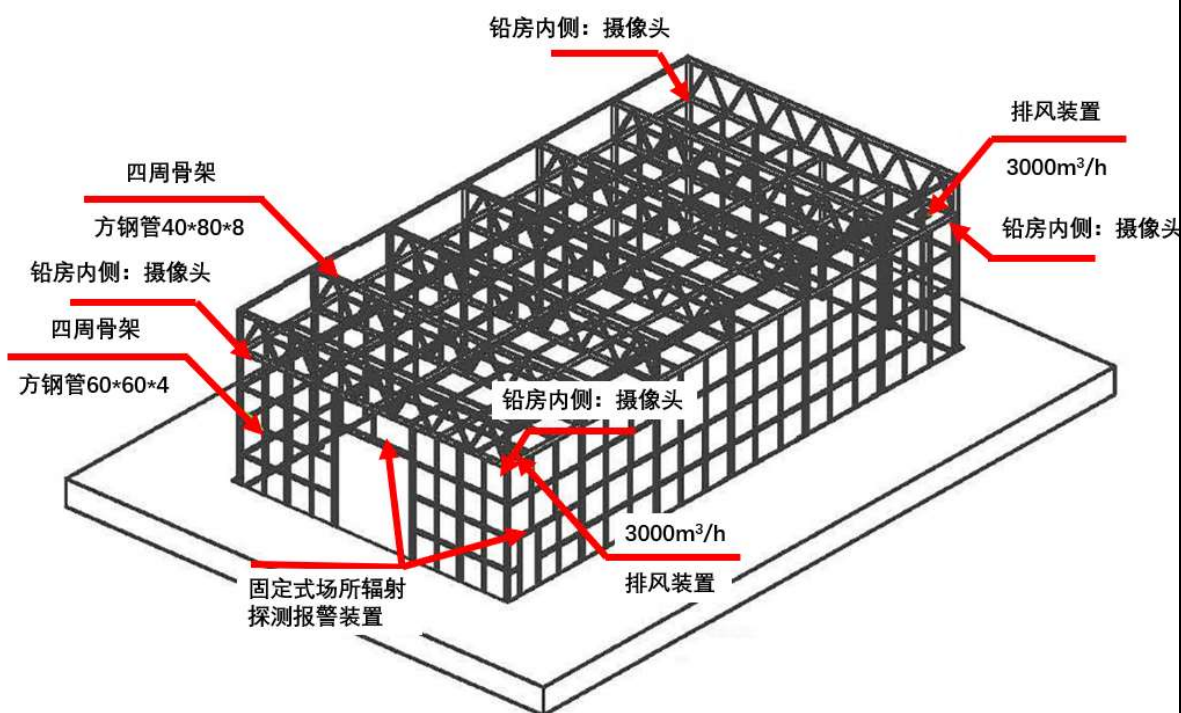


图 10-5 铅房示意图

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），本项目辐射安全和防护措施还应满足以下要求：

(1) 日常检查

每次工作开始前应进行检查的项目包括：设备外观是否存在可见的损坏；电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行；螺栓等连接件是否连接良好。

(2) 定期检查

定期检查的项目应包括：电气安全（包括接地和电缆绝缘检查）、所有的联锁和紧急停机开关的检查、机房内安装的固定辐射检测仪的检查、制造商推荐的其他常规检测项目。

(3) 设备维护

公司应对工业 X 射线机系统的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护拟由厂家进行。设备维护包括工业 X 射线机系统的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

(4) 个人防护

探伤工作人员佩戴常规个人剂量计外，还需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。

(5) 其他防护安全要求

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，则不应开始探伤工作。探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。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。

10.1.4 安全操作要求

(1) 该设备被规定用于工业用途。只能将该系统用于非有机的或无生命有机材料的检查，并严格按照设备操作指导书进行使用；

(2) 设备需由通过了辐射安全与防护考核及设备厂家培训指导的操作人员操作，操作人员必须通过设备厂家了解使用装置时的正确方法及危险，每年至少一次；

(3) 操作人员工作期间应按要求佩戴个人剂量计，每天上班后仔细检查个人剂

量报警仪及设备的完好情况，各种计量仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠；

（4）检查安全防护装置，如安全防护门连锁装置是否可靠、警示灯是否完好、安全防护装置、警示标志是否损坏等；

（5）开始作业前操作人员要做好个人防护工作，安全防护门没关好和警示灯不正常时不开机使用；

（6）操作人员应熟练掌握设备的性能和操作流程，严格按照操作规程的技术参数进行操作；

（7）X 射线机应正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值；

（8）在操作过程中，应严格按照设备的操作规程进行操作，以确保工作质量和设备安全；

（9）进行样品检测时，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，待故障排除后并检测合格后方可继续操作；

（10）完成检测后，应关闭设备总电源。

10.1.5 防护用品

根据本次环评项目实际情况，公司配备辐射防护和检测用品详见下表 10-2。

表 10-2 辐射防护和检测用品清单一览表

防护用品名称	数量	备注
便携式 X-γ 剂量监测仪	1 台	拟配备
固定式场所辐射探测报警装置	1 套	拟配备
个人剂量报警仪	2 个	拟配备
个人剂量计	2 个	拟配备
电离辐射警告标志	若干	铅防护门、维修铅门拟设置

10.1.6 与标准要求的相符性

公司辐射安全和防护措施与 GBZ117-2022 标准要求对比情况见表 10-3：

表 10-3 公司辐射安全和防护措施与 GBZ117-2022 要求对照一览表

序号	GBZ117-2022 要求	本项目	相符性
1	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，建立和实施放射防护管理制度和措施。	公司已建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，已建立和实施放射防护管理制度和措施。	符合要求

2	应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。	本项目从事探伤工作的辐射工作人员拟按照 GBZ128 的要求配备个人剂量计，并将按标准要求定期进行监测；人员计划按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。	符合要求
3	应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	拟配备人剂量报警仪、辐射剂量率仪。	符合要求
4	应制定辐射事故应急预案。	已制定辐射事故应急预案。	符合要求
5	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。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。	操作间位于铅房西侧、有用线束照射方向为北侧，操作间避开了有用线束照射的方向，并与铅房分开。 铅房的屏蔽墙厚度充分考虑了源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。铅房防护门的防护铅当量（8mmPb）大于同侧墙的防护铅当量（7mmPb）。	符合要求
6	应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	拟对探伤工作场所实行分区管理，分区管理符合 GB18871 的要求。	符合要求
7	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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	铅房拟设置门-机联锁装置，在门关闭后才会进行探伤作业。人员不进入铅房内部。在探伤过程中，防护门被意外打开时，可以立刻停止出束或回源。铅房内只有一台探伤装置。	符合要求
8	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“照射”和“预备”信号意义的说明。	铅房门口和内部拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线数字成像检测系统联锁。“预备”信号可持续足够长的时间，以确保人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。拟在醒目的位置处张贴对“照射”和“预备”信号意义的说明。	符合要求
9	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。	本项目铅房内拟设置多个摄像头，确保铅房内无死角，在操作台上有专用的监视器，可监视铅房室内探伤设备的运行情况和铅房出入口人员活动情况。	符合要求
10	探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	拟在铅房防护门和维修铅门上张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合要求
11	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	本项目拟在操作台设置一个紧急停机按钮，在铅房内设置一套拉线急停装置，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	符合要求

	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。		
12	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。	本项目拟设置机械通风装置，排风管道外口位于厂房顶部，未朝向人员活动密集区。铅房换气次数可达 5.7 次/h。	符合要求
13	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	铅房拟配置固定式场所辐射探测报警装置，其探头拟安装在铅房门夹缝上部。	符合要求

对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目辐射安全和防护措施满足防护标准要求。

10.2 三废的治理

本项目 X 射线数字成像检测系统用于无损检测，在无损检测过程中不产生放射性固体废物、放射性废水及放射性废气。本项目在工作时，X 射线与空气接触，使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；此外本项目使用胶片照相，需进行洗片，在此过程中会产生一定数量洗片废水及废显（定）影液，拍片、评片过程中会产生报废胶片。

（1）废气

X 射线机运行产生的 X 射线会使空气电离，从而产生少量臭氧(O₃)和氮氧化物 NO_x)，由于臭氧不稳定，可自行分解化合为无害的氧气，电离产生的氮氧化物较臭氧浓度更低。本项目拟设置 2 套排风装置，并分别在铅房西南角和西北角下方设置抽风口、机房西南角和西北角上方设排放孔洞，机房排风通过机房顶部的排风孔洞接入一套排风管，引至厂房顶部外排放，排放口未朝向人员活动密集区。每套排风装置的排风量为 3000m³/h，总排风量为 6000m³/h，铅房净容积约为 1052.5m³，铅房换气次数可达 5.7 次/h。

(2) 废水和固体废物治理措施

本项目作业完成后，对拍摄的底片进行显(定)影产生的一定数量的废显(定)影液、洗片废液。根据《国家危险废物名录》(2025 版)，本项目洗片、评片过程和存档到期后产生废显(定)影液、洗片废液和废胶片等危险废物属于 HW16,废物代码为 900-019-16(其他行业产生的废显(定)影剂、胶片和废像纸)。应按照《危险废物贮存污染控制标准》和《危险废物转移管理办法》等危废管理相关规定要求，对危险废物实行联单管理和台账管理，规范贮存，并委托有相应危废处理资质的单位处置。

公司拟将危险废物暂存于危废暂存间内，危废暂存间拟建于厂房外西南侧，紧邻操作间，危废暂存间内拟配备废胶片柜和专用废液桶。项目产生的废显(定)影液暂存于专用废液桶内，桶下拟设置防水托盘，废胶片暂存于的废胶片柜内。

为保证暂存的危险废物不对环境产生污染，危废暂存间的建设需满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)等相关法律法规和标准的要求：

①公司拟对危废暂存间采取防风、防晒、防雨、防漏、防渗及防腐等措施，不露天堆放危险废物；

②公司拟对危险废物设置贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合；

③危废暂存间地面、墙面裙脚和墙体等拟采用坚固的材料建造，表面无裂缝；

④危废暂存间地面与裙脚拟采取表面防渗措施，表面防渗材料与所接触的物料或污染物相容，公司拟在危废暂存间地面与裙脚处铺设一层防渗材料；

⑤公司拟采取技术和管理措施防止无关人员进入；

⑥公司明确对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志不一致的或类别、特性不明的不存入危废暂存间：

⑦公司拟按照国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存；

⑧公司拟建立贮存设施环境管理制度、管理人员岗位职责制度、设施运行操作制度、人员岗位培训制度等；

⑨公司拟根据贮存的废物种类和特性按照《危险废物识别标志设置技术规范》HJ1276-2022 设置标志；

⑩危废暂存间拟采用双人双锁管理。

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的要求，建设单位应对不同种类的危险废物分别存放，从而满足贮存容器符合性和相容性的要求。本项目危险废物产生较少，公司拟根据废(定)显影液和废胶片的产生情况以及《危险废物转移管理办法》等生态环境要求进行危废转移，拟对危险废物实行联单管理和台账管理。公司拟委托具备危废运输资质的单位进行运输。公司计划在项目运行后尽快与危废处置单位签订危废处置协议，委托其对产生的危废进行处置。

综上所述，在按照以上要求将本项目产生的危险废物妥善处置后，对周围环境造成影响较小。

10.3 环保投资

本项目辐射防护设施（措施）及投资估算见表 10-4。

表 10-4 本项目辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）		金额（万元）
X 射线数字成像检测系统	屏蔽措施	铅房（并带有通风装置、声光报警装置、监控摄像头、门机联锁、紧急停机按钮等安全设施、电离辐射警告标志）	106
	个人防护用品及监测	个人剂量计（2 个）、个人剂量报警仪（2 个）	1
		1 台 X-γ 剂量率仪	1
		固定式场所辐射探测报警装置	2
	合计		110

本项目总投资 240 万元，环保投资 110 万元，占总投资的 39.29%。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

建设单位拟在园区 8 号厂房内 X 射线检测区建造一座铅房，拟将操作间设置在铅房西侧，洗片室与危废暂存间与操作间相邻。本项目施工期主要为铅房以及 X 射线检测系统配套用房（操作间、洗片室、危废暂存间等）建设、装修以及设备安装调试等。施工及设备安装调试等。施工过程中主要有少量的施工机械噪声、施工粉尘、装修垃圾产生施工期施工人员产生部分生活废水和生活垃圾，以及调试过程可能产生的放射性污染。

(1)扬尘及防治措施

铅房以及 X 射线检测系统配套用房施工过程中产生一定量的扬尘，主要是通过加强施工现场管理和采取洒水降尘等措施来进行控制。

(2)噪声及防治措施

施工期噪声包括 X 射线检测系统配套用房施工过程、防护设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内公众活动较少，并且主要在厂房内施工，通过合理安排施工时间措施能减轻对外界的影响。

(3)固体废物及防治措施

施工期固废主要是施工过程中产生的固体废物和施工人员的生活垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用，其余部分与生活垃圾一同依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

(4)废水及防治措施

施工期废水主要是施工人员的生活污水，依托园区内预处理措施通过污水管道排放至市政管网。

(5)放射性污染及防治措施

调试期间，X 射线是污染环境的主要因子，此时射线装置各屏蔽体已建设完成，能够有效屏蔽射线，调试工作由设备销售厂家完成。X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物，少量的有害气体通过铅房排风装置排出、迅速扩散、不累积，对环境影响可忽略不计。本项目工程量小，施工期短，影响是暂时的，随着施工期的结束，

影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，对外界的影响小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 评价原则

(1) 基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括：正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率的导致重大照射的潜在照射情况。

(2) 剂量约束值：辐射工作人员 5mSv/a；公众 0.1mSv/a。

(3) 屏蔽体铅房外表面 0.3m 处剂量当量率控制水平根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 确定。

11.2.2 关注点选取

对于一般 X 射线机，其侧向漏束较小，起决定作用的是被照体的散射束。因此主射方向（有用线束）按照初级 X 射线进行考虑，其他方向按照散射和泄露 X 射线进行考虑。本项目 X 射线数字成像检测系统为定向探伤，有用线束方向朝北（避开操作间和工件进出的方向）。理论计算时，铅房北侧屏蔽体按有用线束方向计算，南侧、西侧、东侧、上侧、西侧防护门以及南侧维修铅门屏蔽体按散射和泄漏辐射计算，以最大管电压 225kV、最大管电流 7.1mA 进行计算。本项目关注点信息见表 11-1：

表 11-1 关注点辐射源一览表

关注点	需屏蔽的辐射源
铅房北侧面外 30cm（主照面）	有用线束
铅房南侧、西侧、东侧、上侧面外 30cm（非主照面）	漏射线和散射线
铅房西侧面防护门外 30cm、铅房南侧面维修铅门外 30cm	漏射线和散射线
注：因地面下无建筑，不考虑下底面辐射影响	

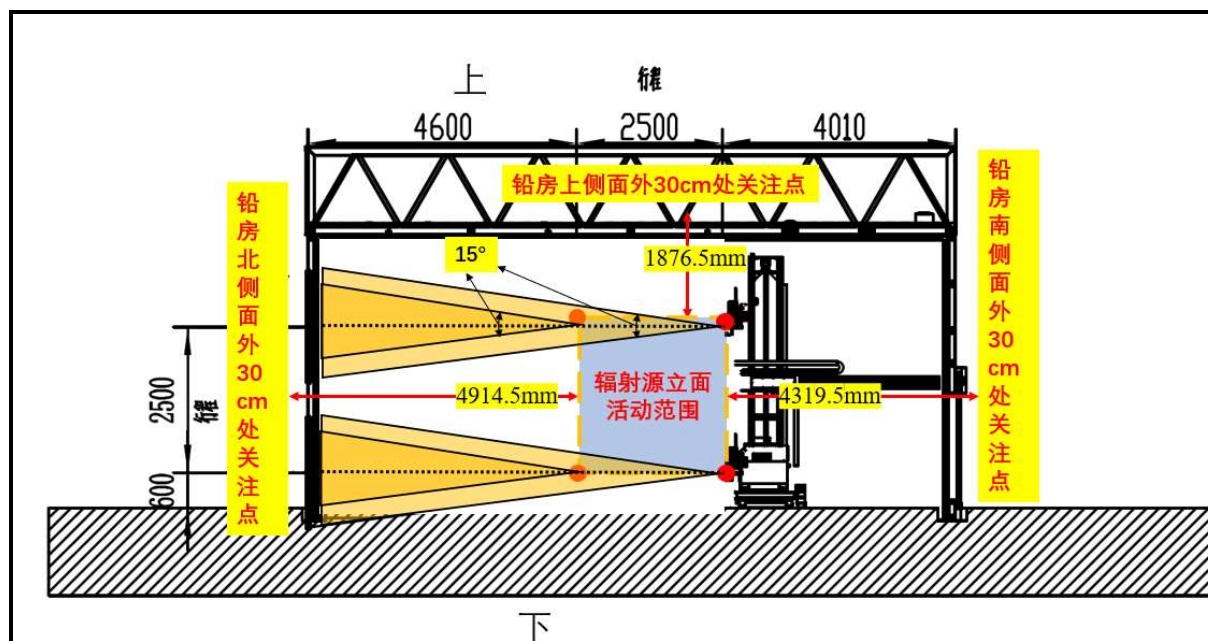


图 11-1 关注点示意图（立面）

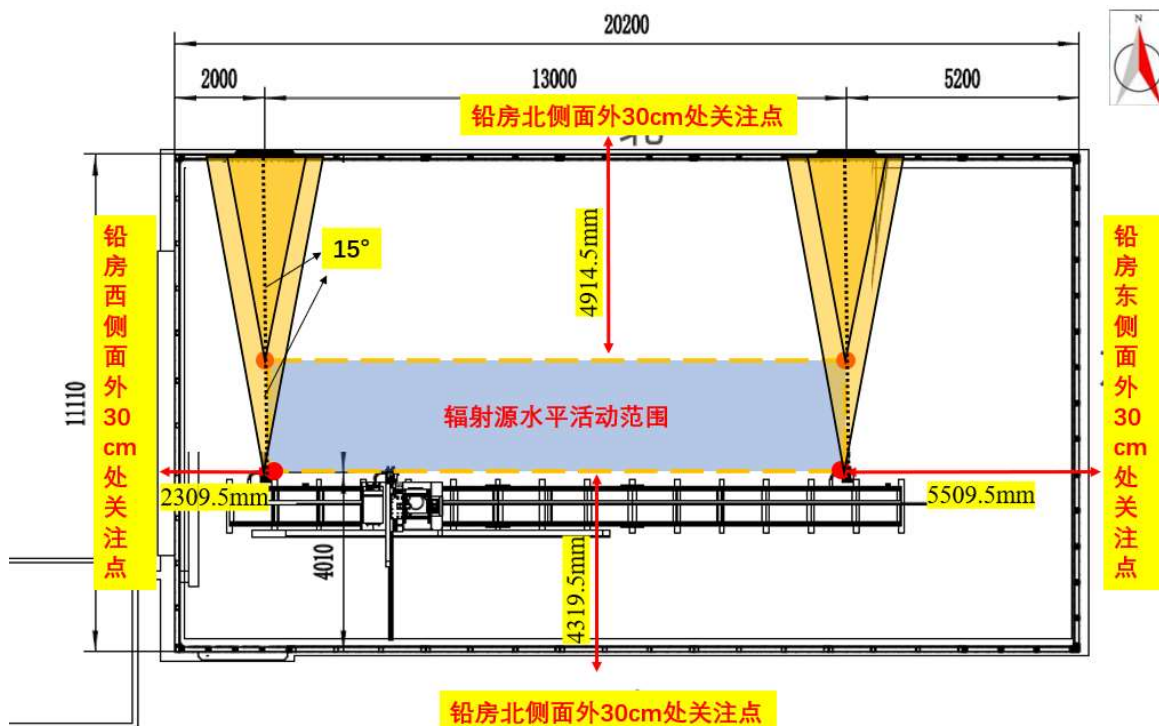


图 11-2 关注点示意图（俯视面）

表 11-2 关注点与辐射源点的距离

关注点	辐射源到铅房内侧距离 mm	关注点与辐射源点的距离 mm
铅房北侧面外 30cm	4600	4914.5
铅房东侧面外 30cm	5200	5509.5
铅房南侧面外 30cm	4010	4319.5

铅房西侧面外 30cm	2000	2309.5
铅房上侧面外 30cm	1568	1876.5
铅房西侧面防护门外 30cm	2000	2310.5
铅房南侧面维修铅门外 30cm	4010	4320.5
注：①关注点与辐射源点的距离=辐射源到铅房内侧距离+屏蔽厚度+30cm；②铅房顶部上方有 1.5m 行架用于提升钢架结构的承载力，本评价保守考虑，关注点设置于铅房顶部外 30cm 处，不考虑行架。		

11.2.3 关注点剂量率参考控制水平

根据 GBZ/T250-2014，关注点剂量率参考控制水平的取值依据如下：

- (1) 根据式 7-1 计算导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ；
- (2) 根据 GBZ/T250-2014 得出关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ；
- (3) 关注点剂量率参考控制水平 H_c 取①中的 $H_{c,d}$ 和②中 $H_{c,max}$ 的较小值。

本项目关注点剂量率参考控制水平计算参数及结果见表 11-3：

表 11-3 关注点剂量率参考控制水平计算一览表

关注点	涉及人员	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	t (h/周)	U	T	$H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$H_{c,max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	本项目取值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
铅房北侧面外 30cm	放射工作人员	100	10	1	1	10	2.5	2.5
铅房东侧面外 30cm		100	10	1	1	10	2.5	2.5
铅房南侧面外 30cm		100	10	1	1	10	2.5	2.5
铅房西侧面外 30cm		100	10	1	1	10	2.5	2.5
铅房西侧面防护门外 30cm		100	10	1	1	10	2.5	2.5
铅房南侧面维修铅门外 30cm		100	10	1	1	10	2.5	2.5
铅房上侧面外 30cm	人员不可达					/	100	100

注：①周剂量参考控制水平 H_c 取值：根据 GBZ/T250-2014 进行取值；
 ②周照射时间 t 取值见表 1-1；
 ③关注点方向照射的使用因子 U 按最不利考虑，取 1；
 ④人员在相应关注点驻留的居留因子 T 根据 GBZ/T250-2014 附录 A 进行取值，正常工况下设备出束时，所有人员均退出铅房，铅房周围无人员停留。辐射工作人员仅在操作间控制台操作设备。本项目保守考虑， T 值取 1。

11.2.4 屏蔽厚度核算

根据张丹枫、赵兰才编著的《辐射防护技术与管理》（张丹枫、赵兰才）P78 “铁对 150~300kV 的 X 射线，其比铅当量约为 0.077mmPb/mm 材料”，“铁与钢可不作密度修正，因二者对 X、 γ 射线的吸收基本相同”，本项目的钢板主要用于支撑防护层的铅板，其厚度较小，本评价保守估算，不考虑其屏蔽效果。

(1) 有用线束屏蔽厚度核算

①有用线束计算公式

本次计算公式《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式进行估算：

$$B_1 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad \text{式 11-1}$$

式中：

B_1 ——屏蔽透射因子；

H_0 ——距辐射源（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，根据设备厂家提供的资料，本项目射线装置距辐射源（靶点）1m 处输出量为 $2.66\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

I ——为最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$\dot{H}$ ——剂量率参考控制水平，详见表 11-3；

R ——为辐射源点到计算点距离，m。

②计算结果

主照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见表 11-4，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 中图 B.1 透射曲线查询估算理论计算屏蔽厚度。

表 11-4 有用线束辐射屏蔽厚度计算参数及结果表

关注点	铅房西侧面外 30cm
$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5
H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	2.66E+06
R (m)	4.915
I (mA)	7.1
B	2.46E-06
理论计算屏蔽厚度 (mm)	11.25
实际设计厚度 (mm)	12
是否合理	合理

(2) 漏射屏蔽厚度计算

①漏射屏蔽计算公式

在给定关注点剂量率控制值时，按式 11-2 计算泄漏辐射屏蔽透射因子：

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad \text{式 11-2}$$

式中；

B_2 ——屏蔽透射因子；

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目为 $5000 \mu\text{Sv/h}$ 。

R ——辐射源（靶点）至关注点的距离，m；

对估算出的屏蔽投射因子，所需的屏蔽物质厚度 X 采用以下公式计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B_2 \quad \text{式 11-3}$$

式中：

X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度。因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中无 225kV 管电压下的什值层厚度，根据 GBZ/T250-2014 中的表 B.2，本次以内插法求得 225kV 管电压下铅的什值层厚度为 2.15mm。

②计算结果

东侧面、南侧面、西侧面、上顶面漏射辐射屏蔽厚度如表 11-5 所示：

表 11-5 漏射辐射屏蔽厚度计算表

关注点	H ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	TVL (mm)	估算厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	是否合理
铅房东侧面外 30cm	2.5	5.510	5000	2.15	3.91	7	合理
铅房南侧面外 30cm	2.5	4.320	5000	2.15	4.36	7	合理
铅房西侧面外 30cm	2.5	2.310	5000	2.15	5.53	7	合理
铅房上侧面外 30cm	2.5	1.877	5000	2.15	2.48	6	合理
铅房西侧面防护门外 30cm	2.5	2.311	5000	2.15	5.53	8	合理
铅房南侧面维修铅门外 30cm	2.5	4.321	5000	2.15	4.36	8	合理

(3) 散射辐射屏蔽厚度计算

①散射辐射计算公式

在给定关注点剂量率控制值时，按式 11-4 计算泄漏辐射散透射因子：

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot \dot{R}_s}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad \text{式 11-4}$$

式中：

B_3 —— 屏蔽透射因子；

$\dot{H}$ —— 散射线所致关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I —— X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

H_0 —— 为距离辐射源点 1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 $6\text{E}+04$ ；

F —— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α —— 散射因子；入射辐射被单位面积 (lm^2) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —— 辐射源（靶点）至探伤工件的距离， m ；

R_s —— 散射体至关注点的距离， m ；本次评价为保守估算，取散射体至关注点（墙外 30cm 处）的最近距离。

标准中 B.4.1 中给出“入射辐射被面积 400cm^2 水模体散射至 1m 处的相对剂量比份 α_w 在管电压为 200~400kV 时为 $1.9\text{E}-03$ ，散射因子 α 可保守取为 $\alpha_w \cdot 10000/400$ ”，本项目 X 射线的辐射角为 15° ，圆锥中心轴和圆锥边界的夹角 θ 为 7.5° ，辐射野以圆形进行考虑，假设辐射野半径为 r ，则 $F = \Pi \cdot r^2$ ， $\tan\theta = r/R_0$ ，因此标准中式 9) 的 $R_0^2/(F \cdot \alpha) = 1/(\tan(7.5^\circ))^2 \cdot \Pi \cdot \alpha = 387$ 。

对估算出的屏蔽投射因子，所需的屏蔽物质厚度 X 采用式 11-3 计算。

表 11-6 X 射线 90°散射辐射最高能量相应 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	150
$200 < \text{kV} \leq 300$	200
$300 < \text{kV} \leq 400$	250

注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减。

本项目 225kV 射线机辐射散射能量取 200kV，对应的铅的半值层为 1.4mm。

②计算结果

根据公式计算各关注点处散射辐射计算结果如表 11- 7 所示。

表 11- 7 散射辐射屏蔽厚度计算表

关注点	H ($\mu\text{Sv/h}$)	Rs (m)	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	$R_0^2/F\cdot\alpha$	TVL (mm)	估算 厚度 (mm)	设计 厚度 (mm)	是否 合理
铅房东侧面外 30cm	2.5	5.510	7.1	2.66E+06	387	1.4	4.97	7	合理
铅房南侧面外 30cm	2.5	4.310	7.1	2.66E+06	387	1.4	5.12	7	合理
铅房西侧面外 30cm	2.5	2.310	7.1	2.66E+06	387	1.4	5.50	7	合理
铅房上侧面外 30cm	100	1.877	7.1	2.66E+06	387	1.4	3.38	6	合理
铅房西侧面防护门外 30cm	2.5	2.311	7.1	2.66E+06	387	1.4	5.50	8	合理
铅房南侧面维修铅门外 30cm	2.5	4.311	7.1	2.66E+06	387	1.4	5.12	8	合理

(4) 复合分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)，漏射辐射屏蔽厚度与散射辐射屏蔽厚度相差一个半值层 (TVL) 厚度或更大时，采用其中较厚的屏蔽；相差不足一个半值层 (TVL) 厚度时 (铅的 TVL 为 1.4mm)，在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度。经计算，本项目散射屏蔽厚度与漏射辐射屏蔽厚度相差出现小于 1 个半值层 (TVL) 厚度，应在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度。

由 GBZT250-2014 附录 B.3 可知，标准中无 225kV 的半值层厚度 (HVL)，本次以内插法求得 225kV 管电压下铅的半值层厚度为 0.64mm。本项目铅房需要的屏蔽厚度如下所示。

表 11-8 本项目铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度汇总表

关注点	有用线束屏蔽厚度 (mm)	泄露辐射屏蔽厚度 (mm)	散射辐射屏蔽厚度 (mm)	漏射与散射辐射屏蔽厚度相差 (mm)	复合屏蔽厚度 (mm)	实际设计厚度 (mm)	是否满足要求
铅房北侧面外 30cm	11.3	/	/	/	11.3	12	满足
铅房东侧面外 30cm	/	3.91	4.97	1.06	5.61	7	满足
铅房南侧面外 30cm	/	4.36	5.12	0.76	5.76	7	满足
铅房西侧面外 30cm	/	5.53	5.50	0.03	6.17	7	满足
铅房上侧面外 30cm	/	2.48	3.38	0.90	4.02	6	满足
铅房西侧面防护门外 30cm	/	5.53	5.50	0.03	6.17	8	满足
铅房南侧面维修铅门外 30cm	/	4.36	5.12	0.76	5.76	8	满足

11.2.5 辐射环境影响分析

(1) 有用线束计算公式

本次计算公式参照剂量率参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中公式进行估算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{式11-5}$$

式中:

B——屏蔽透射因子,根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B.1 中透射曲线,本项目保守查询取值北侧面透射因子为 1.5E-06;

H₀——为距离辐射源点 1m 处输出量, μSv.m²/(mA.h), 以 mSv·m²/(mA·min) 为单位的值乘以 6E+04;

I——为最高管电压下的常用最大管电流, mA;

R——为辐射源到计算点距离, m。

(2) 漏射线计算公式

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-6 计算泄漏辐射在关注点的剂量率：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 11-6}$$

式中：

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1mX 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B —— 屏蔽透射因子；

R —— 辐射源（靶点）至关注点的距离，m；

$\dot{H}_L$ 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目 5000 $\mu\text{Sv/h}$ 。

其中屏蔽透射因子采用以下公式计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad \text{式 11-7}$$

式中：

X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL ——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度。

(3) 散射线计算公式

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-8 计算散射辐射在关注点的剂量率：

$$\dot{H}_s = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式 11-8}$$

式中： $\dot{H}_s$ —— 散射线所致关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I —— X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——为距离辐射源点 1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6E+04。

B —— 屏蔽透射因子；

F —— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α —— 散射因子；入射辐射被单位面积（ lm^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —— 辐射源（靶点）至探伤工件的距离，m；

R_s —— 散射体至关注点的距离，m。

有用线束剂量率相关计算参数见表 11- 8；泄漏辐射和散射辐射剂量率相关计算参数见表 11- 9 和表 11- 10，有用线束、泄漏和散射辐射剂量率计算结果见表 11- 11：

表 11- 8 有用线束辐射剂量率相关参数一览表

关注点	计算参数				估算结果
	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房北侧面外 30cm	7.1	2.66E+06	1.5E-06	4.915	1.17

表 11- 9 泄漏辐射剂量率相关参数一览表

关注点	计算参数				计算结果
	R (m)	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	TVL (mm)	X (mm)	$H_{\text{泄漏}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房东侧面外 30cm	5.510	5.0E+03	2.15	7	0.09
铅房南侧面外 30cm	4.320	5.0E+03	2.15	7	0.15
铅房西侧面外 30cm	2.310	5.0E+03	2.15	7	0.52
铅房上侧面外 30cm	1.877	5.0E+03	2.15	6	2.30
铅房西侧面防护门外 30cm	2.321	5.0E+03	2.15	8	0.18
铅房南侧面维修铅门外 30cm	4.321	5.0E+03	2.15	8	0.05

表 11- 10 散射辐射剂量率相关参数一览表

关注点	计算参数						计算结果
	R_s (m)	I (A)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$R_0^2/F\cdot\alpha$	TVL (mm)	X (mm)	$H_{\text{散射}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房东侧面外 30cm	5.510	7.1	2.66E+06	387	1.4	7	0.02
铅房南侧面外 30cm	4.320	7.1	2.66E+06	387	1.4	7	0.03
铅房西侧面外 30cm	2.310	7.1	2.66E+06	387	1.4	7	0.09
铅房上侧面外 30cm	1.877	7.1	2.66E+06	387	1.4	6	0.72
铅房西侧面防护门外 30cm	2.311	7.1	2.66E+06	387	1.4	8	0.02
铅房南侧面维修铅门外 30cm	4.321	7.1	2.66E+06	387	1.4	8	0.01

表 11- 11 各关注点剂量率（附加值）估算结果一览表

关注点	有用线束辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	导出剂量率参考控制水平, ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房北侧面外 30cm	1.17	/	/	1.17	2.5
铅房东侧面外 30cm	/	0.09	0.02	0.11	2.5
铅房南侧面外 30cm	/	0.15	0.03	0.18	2.5

铅房西侧面外 30cm	/	0.52	0.09	0.61	2.5
铅房上侧面外 30cm	/	2.31	0.72	3.03	100
铅房西侧面防护门外 30cm	/	0.18	0.02	0.20	2.5
铅房南侧面维修铅门外 30cm	/	0.05	0.01	0.06	2.5

经计算，铅房上侧面外30cm处周围剂量当量率为3.03μSv/h，满足铅房顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平不超过100 uSv/h的要求；其余各关注点处周围剂量当量率最大值为1.52μSv/h，满足本项目铅房四周外表面30cm处、防护门外30cm处周围剂量当量率不大于2.5μSv/h的要求。

11.2.6 工作人员和公众剂量估算及评价

（1）计算公式

本项目设备位于 8 号厂房 X 射线检测区铅房内，会受到辐射影响的主要是设备操作人员（辐射工作人员）与厂区内的其他工作人员（公众）。本项目相关人员受到 X 射线产生的外照射所致的年有效剂量采用联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中公式进行计算：

$$E = D_{T,R} \cdot t \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \times 10^{-3} \quad \text{式 11-9}$$

式中：

E——人员受到的有效剂量，mSv/a；

$D_{T,R}$ ——X-γ 射线空气吸收剂量率附加值，μSv/h；

t ——一年受照时间，h/a，年受照射时间为年出束时间乘以居留因子；

W_T ——组织权重因数，全身为 1；

W_R ——辐射权重因数，X 射线为 1。

（2）参数取值

①年受照时间（t）

根据建设单位提供资料，本项目设备出束时间不超过 500h/a、10h/周，则相关人员受照时间取值见下表：

表 11-12 人员年受照时间一览表

人员类别		周出束时间 (h/周)	年出束时间 (h/a)	居留因子	周受照时间 (h/周)	年受照时间 (h/a)
职业人员	设备操作人员 (操作间)	10	500	1	10	500
公众	项目北侧外过道	10	500	1/5	2	100
	项目北侧外 无人化部件装配区	10	500	1	10	500
	项目西侧 无损检测区	10	500	1	10	500
	项目南侧净化间 3#、4#、2#	10	500	1	10	500
	项目东侧加工中心	10	500	1	10	500

注：居留因子参考（GBZ/T250-2014）附录 A 进行取值。

②X- γ 射线空气吸收剂量率附加值 ($D_{T,R}$)

根据式 11-5 至式 11-9 计算各人员位置 X- γ 射线空气吸收剂量率附加值，计算时仅考虑铅房的屏蔽效果。

辐射源点到各关注点的距离 R =辐射源到铅房内侧距离+屏蔽厚度+铅房与关注点的距离，具体计算结果如下：

表 11-13 人员关注点与辐射源点的距离

关注	辐射源到铅房内侧距离 m	铅房与关注点的距离 m	辐射源点到各关注点的距离 m
设备操作人员 (操作间)	2	2	4.01
洗片室	2	6	8.01
项目北侧外过道	4.6	13	17.62
项目北侧外 无人化部件装配区	4.6	18	22.62
项目西侧 无损检测区	2	9	11.01
项目南侧净化间 3#、4#、2#	4.01	2	6.02
项目东侧加工中心	5.2	2	7.21

注：辐射源点到各关注点的距离=辐射源到铅房内侧距离+屏蔽厚度+铅房与关注点的距离。

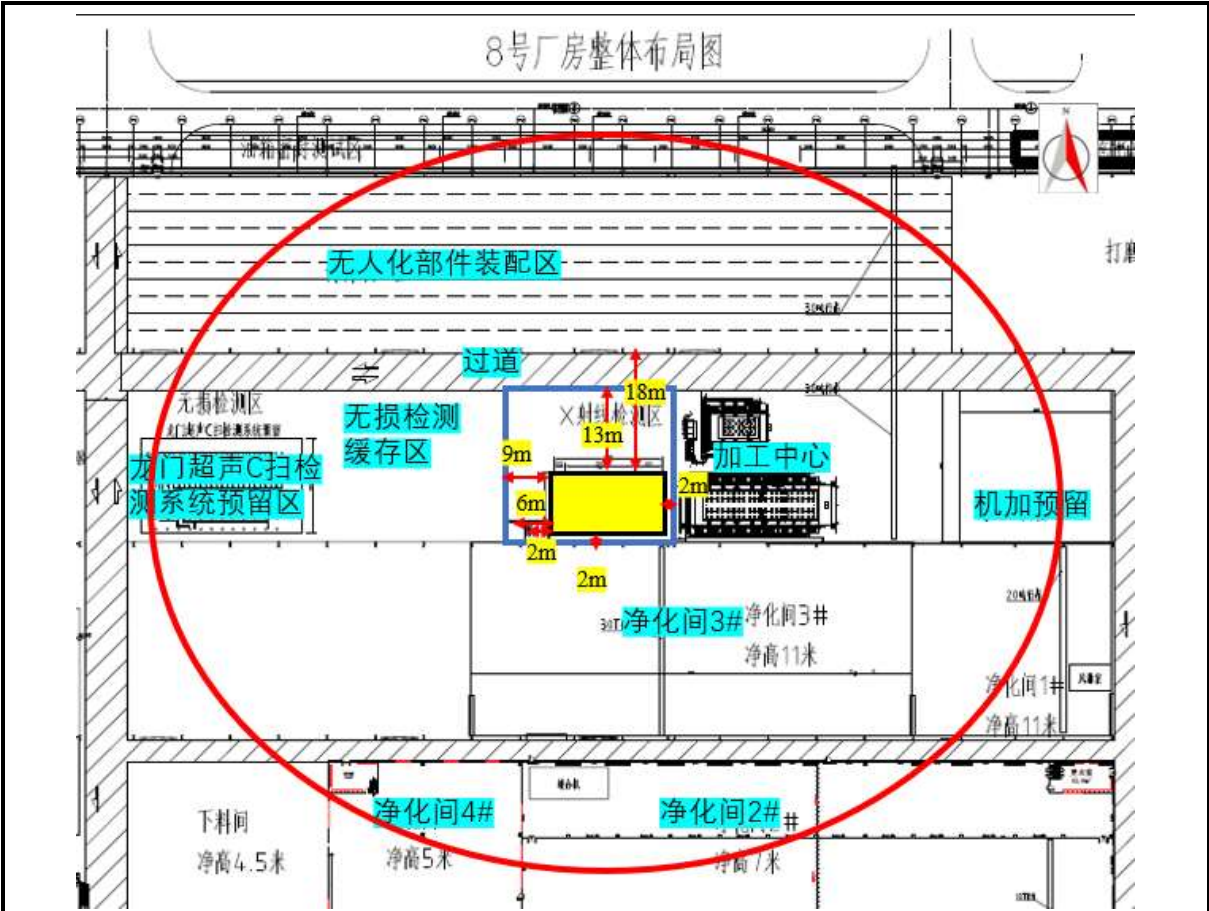


图 11-3 铅房与关注点的距离示意图

北侧为主束方向，则北侧人员考虑有用线束的影响，则项目北侧人员 X- γ 射线空气吸收剂量率附加值计算见下表：

表 11-14 项目北侧人员 $D_{T,R}$ 计算一览表

关注点	计算参数				估算结果
	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	$D_{T,R}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
项目北侧外过道	7.1	2.66E+06	1.5E-06	17.62	0.09
项目北侧外 无人化部件装配区	7.1	2.66E+06	1.5E-06	22.62	0.06

注：R=辐射源到铅房内侧距离+屏蔽厚度+铅房与关注点的距离

其他侧人员 $D_{T,R}$ 主要考虑漏射线和散射线的影

表 11-15 其他侧人员 $D_{T,R}$ 计算一览表

关注点	计算参数										估算结果
	R(m)	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	X (mm)	TVL 漏射 线	TVL 散射 线	I (A)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ $\text{F}\cdot\alpha$)	$R_0^2/$	H 泄漏 ($\mu\text{Sv/h}$)	H 散射 ($\mu\text{Sv/h}$)	$D_{T,R}$ ($\mu\text{Sv/h}$)

				(mm)	(mm)		(mA·h)				
设备操作人员 (操作间)	4.01	5000	7	2.15	1.4	7.1	2.66E+06	387	0.17	0.03	0.200
洗片室	8.01	5000	7	2.15	1.4	7.1	2.66E+06	387	0.04	0.008	0.048
项目西侧 无损检测区	11.01	5000	7	2.15	1.4	7.1	2.66E+06	387	0.023	0.004	0.027
项目南侧 净化间 3#、 4#、2#	6.02	5000	7	2.15	1.4	7.1	2.66E+06	387	0.08	0.013	0.093
项目东侧 加工中心	7.21	5000	7	2.15	1.4	7.1	2.66E+06	387	0.053	0.009	0.062

(3) 计算结果

本项目人员受到的年有效剂量计算结果见表 11- 16、受到的周有效剂量计算结果见错误!未找到引用源。:

表 11- 16 人员年附加有效剂量估算结果一览表

人员类别		$D_{T,R}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	t (h/a)	W_T	W_R	$H_{E-X, \gamma}$ (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
职业 人员	设备操作人员 (操作间)	0.200	500	1	1	0.1	5
	洗片室	0.048	500	1	1	0.024	5
公众	项目北侧外过道	0.09	100	1	1	0.009	0.1
	项目北侧外 无人化部件装配区	0.06	500	1	1	0.03	0.1
	项目西侧 无损检测区	0.027	500	1	1	0.0135	0.1
	项目南侧净化间 3#、4#、2#	0.093	500	1	1	0.0465	0.1
	项目东侧加工中心	0.062	500	1	1	0.031	0.1

根据表 11- 16 可知，设备操作人员在操作区所受辐射剂量最多不超过 0.1mSv/a，低于本评价设定的职业人员年有效剂量约束值 5mSv/a，公众人员附加受照剂量最大值为 0.0465mSv/a，低于本次评价设定的公众年有效剂量约束值 0.1mSv/a。

本项目 2 名辐射工作人员专职从事本项目放射工作，不兼职其他射线装置的操作，因此不会受到其他射线装置的影响。

11.2.8 “三废”环境影响分析

(1)废气治理治理措施评价

在进行探伤作业时，X 射线会使空气电离产生少量臭氧(O_3)和氮氧化物(主要为 NO_x)。本项目铅房南侧顶部拟设置两个排风装置，每个排风装置通风量为 $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，总排风量为 $6000\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数约为 5.7 次/h。通风口位于厂房顶部，未朝向人员活

动密集区，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“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”的要求。本项目为阶段性的短时间工作，产生的臭氧和氮氧化物将很快弥散在大气环境中，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小，对工作人员以及周围的公众造成的影响可以忽略不计。

(2)废水和固体废物治理措施评价

根据《国家危险废物名录》(2021 版)，本项目产生的废显(定)影液、洗片废液和废胶片等危险废物属于 HW16,废物代码为 900-019-16(其他行业产生的废显(定)影剂、胶片和废像纸)，无放射性。

公司拟将危险废物暂存于拟建危废暂存间内,危废暂存间内拟配备柜子和专用废液桶。项目产生的废显(定)影液洗片废液暂存于专用废液桶内，拟配备的废液桶需满足本项目日常运行要求。废片和存档到期的胶片暂存在文件柜内，本项目在评片、清理筛选后及存档期满后年产生废胶片需满足要求。

拟建危废暂存间将具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，危废暂存间内准备充足的专用贮存容器，危废暂存间外设置规范的警示标志、危废信息公开栏、危废污染防治责任制度，危废台帐挂于入口处墙上等。公司拟将危险废物暂存于危废暂存间内专用贮存容器中，对危险废物实行联单管理和台账管理，将与有危废处理资质的单位签订危废处理合同，将产生的危废交由有危废处理资质的单位进行处置。

总之，危险废物可以得到妥善处置，对周围环境造成的影响较小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 可能发生的辐射事故

本项目配置 1 台增 X 射线数字成像检测系统，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，因此，断电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

- (1)工作人员还未全部撤离铅房，操作间工作人员启动设备，造成工作人员被误照；
- (2)工作人员使用设备时，防护门安全联锁发生故障，在防护门未关到位的情况下射线发生器仍能出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；

(3)设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

11.3.2 事故预防措施

分析事故发生的原因，此类事故大都是人为因素造成的，即由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，企业采取以下事故预防措施：

(1) 企业内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。

(2) 从事检测作业的辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后可上岗。

(3) 制定严格的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护保养、定期检查，保证系统始终处于正常状态。严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每天设备开机运行前，检查确认安全联锁、急停开关、工作指示灯等各项安全措施的有效性，杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。

(4) 在设备操作过程中，设备发生任何故障都要停机，并及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

(5) 开机状态下人员不得脱岗。

(6) 公司要委托设备厂家定期进行设备检修和定期维护工作。

(7) 发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故后应对事故影响人员进行医学检查，确定其所受到的剂量水平，并在第一时间将事故通报生态环境、卫生等主管部门。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

湖南航天环宇通信科技股份有限公司成立了辐射防护和安全管理领导小组，负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，辐射防护和安全管理领导小组具体组成见下表：

表 12-1 辐射防护和安全管理领导小组成员一览表

序号	职务	人员
1	组长	李完小
2	副组长	黄佐军
3	成员	周志坚、王启山、黄益、王春鹏、邓启亮、彭澳

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作”。从湖南航天环宇通信科技股份有限公司拟配置的辐射领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，目前湖南航天环宇通信科技股份有限公司的管理人员也能满足配置要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，湖南航天环宇通信科技股份有限公司制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，湖南航天环宇通信科技股份有限公司必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

（1）根据湖南航天环宇通信科技股份有限公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人；明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。公司已制定了《工业 X 射线探伤机操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记、台账管理制度》、《辐射安全培训管理规定》、《个人剂量监测方案和职业健康管理规定》、《辐射环境监测方案》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全检查和年度评估制度》、《个人剂量计使用

管理规定》、《辐射工作安全责任书》等相关制度文件，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的要求。

（2）在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并将主要制度张贴上墙；辐射工作场所均必须有电离辐射警示标识，屏蔽门上方还必须要有工作指示灯，同时警示标识的张贴必须规范。

（3）明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生；

（4）加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

（5）为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，湖南航天环宇通信科技股份有限公司应培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，湖南航天环宇通信科技股份有限公司应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

（6）湖南航天环宇通信科技股份有限公司应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。应根据生态环境管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

12.3 辐射监测

为了及时掌握项目周围的辐射水平，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）的要求，应建立必要的监测计划，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。

（1）辐射工作场所监测

①工作场所监测分为自行监测和委托监测。自行监测每半年开展一次，由从事辐射工作的部门组织，并对监测数据的真实性、可靠性负责。监测人员必须通过辐射安

全与防护培训。委托监测每年开展一次，由运营管理部协调有资质的辐射监测单位进行。

②工作场所辐射监测点位包括屏蔽室外四周人员可达位置、防护门外、操作位。

③采用便携式 X 射线辐射监测仪（巡检仪）进行监测，监测记录见附表。

④每次监测结果均应建立档案保存，并交与运营管理部保管。委托监测结果随年度评估报告一同提交。

（2）周围环境监测

①周围环境辐射水平的监测 1 次/年，监测点位结合理论计算及经验对控制区、监督区设置范围的建议，在更大的范围以铅房为中心由外向内使用便携式 X 射线辐射监测仪对现场实施现场监测。

②监测应包括以下各点：

a)通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

b)屏蔽室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的中部和门缝四周；

c)屏蔽室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

d) 屏蔽室屋顶人员不能到达，在屏蔽室一侧开展断面监测；

e) 人员经常活动的位置；

③每次监测结果均应建立档案保存，并交与运营管理部保管。

（3）个人监测

湖南航天环宇通信科技股份有限公司应委托有资质的单位定期对辐射工作人员的个人受照剂量进行例行检查并出具相关检测报告，个人剂量监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）等相关规定执行，最长不应超过三个月；建立个人剂量档案和健康管理档案，做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终生保存。当发现职业操作人员年有效剂量接近本评价建议的剂量约束值 5mSv/a 时，应立即停止该人员的辐射工作，分析和查找剂量接近剂量约束值的原因，并采取相应的整改措施。

（3）辐射工作人员健康管理

对公司辐射工作人员进行职业健康检查，体检结果合格方可上岗，至少每 2 年进行 1 次职业健康检查。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，计划参加环保部门组织的辐射安全与防护知识培训；并配备个人剂量片检测，并将定期送检；计划进行职业健康体检，建立职业健康档案并存档。

若后期公司业务量增大，需新增辐射工作人员，公司应组织新增的放射性工作人员参加辐射安全与防护知识培训并取得合格证书，上岗前参加职业健康体检且合格才能从事放射工作，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测。

表 12-2 监测计划要求一览表

监测类别	监测单位	监测周期	监测项目	监测点位
年度监测	委托监测	1 次/年	周围剂量当量率	1、防护门外 30cm 处； 2、铅房四周外表面 30cm 处； 3、操作位； 4、管线口、排风口； 5、铅房外需要关注的人员常停留区域。
季度监测	自主监测	1 次/季度		
验收监测	委托监测	竣工验收 1 次		
个人剂量监测	委托监测	1 次/三个月	个人剂量当量	所有辐射工作人员

12.4 辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，公司已制定了《辐射事故应急预案》：

（1）公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

（2）公司对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

（3）发生辐射事故时，公司将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 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。

（4）公司将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

- ① 全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理；
- ② 负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；
- ③ 加强辐射应急队伍建设，购置必要的辐射应急装备器材；
- ④ 负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；
- ⑤ 负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告；
- ⑥ 对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；
- ⑦ 负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作，并承担相应的处置经费；
- ⑧ 积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；
- ⑨ 负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在环境保护行政主管部门的指导下或自行组织演练。

（5）各类事故报警和联系方式

一般报告程序为：发现者报告给辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

湖南省生态环境厅电话：0731-85698110；

湖南省湘江新区管理委员会农业农村和生态环境局：12345；

湖南省卫生健康委员会：0731-84822000；

湖南省湘江新区卫生健康局：0731-88999998；

公安局电话：110。

12.5 环境保护竣工验收

湖南航天环宇通信科技股份有限公司核技术利用扩建项目环保竣工验收要求见表 12-3。

表 12-3 环境保护竣工验收一览表

序号	验收内容	验收要求	验收依据
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告。	《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程、各类制度上墙	《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许可管理办法》、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》
3	辐射工作人员管理	①本项目辐射工作人员应具备相应的岗位技能；②公司应每季度对工作人员进行个人剂量监测，每 2 年进行放射人员健康体检，并将资料存档管理；③辐射工作人员参加辐射安全知识培训，5 年进行一次复训。	《放射工作人员职业健康管理 办法》
4	防护用品	防护监测设备和防护用品按报告表中表 10-2 要求落实。	GBZ117-2022 GB18871-2002 GBZ/T250-2014
5	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①铅房外 30cm 处最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。②警示标志、工作状态指示灯设置位置合理，正常工作；安全联锁、紧急停机开关等正常运行；视频监控设备正常运行。	GBZ117-2022 GB18871-2002 GBZ/T250-2014
6	辐射监测	①每季度对工作场所周围环境进行常规自主监测，每年委托有资质的单位进行年度监测并出具年度评估报告。②配备相应的自检设备，防护检查仪器及人员，定时进行辐射工作人员个人剂量监测。	《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》
7	剂量限值	①辐射工作人员年有效剂量约束值为 5mSv；②公众成员年有效剂量约束值不超过 0.1mSv。	GB18871-2002 及环评批复

表 13 结论与建议

13.1 结论

(1) 项目基本情况

为了提高生产产品的质量，提升企业的整体竞争实力，湖南航天环宇通信科技股份有限公司在公司 8 号厂房新增 1 台 X 射线数字成像检测系统用于航空航天零部件的无损检测。拟在 8 号厂房 X 射线检测区域建设一座铅房作为探伤室。

(2) 辐射安全与防护分析结论

- ①根据现场检测，本项目场址的辐射本底水平低于长沙市正常本底范围。
- ②本项目所产生的主要污染因子是电离辐射危害因子（X 射线），一般污染因子（臭氧和氮氧化物等有害气体）。
- ③本项目辐射工作场所分为监督区和控制区：铅房为控制区、X 射线检测区内除铅房外的其他区域以及操作间为监督区，该项目整体布局较合理，分区明确。项目采取了相应的屏蔽措施和其它防护措施，辐射屏蔽设计合理，能满足辐射防护要求。
- ④机房拟设置警示与监视、急停、安全联锁系统等辐射安全措施，符合“故障-安全”原则，具有多层次的纵深防御体系。

(3) 产业政策符合性分析结论

本项目 X 射线数字成像系统属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年第 49 号）中的鼓励类，项目生产过程中不涉及限制及淘汰的设备、工艺和产能，属于国家允许类的项目，故该项目符合国家产业政策。

(4) 实践的正当性

本项目的建设有利于提高和保证公司产品质量，符合实践正当性，具有明显的经济效益和社会效益。项目总投资与环保投资的比例，与同类项目环保投资指标进行比较，环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据报告分析，本项目采取辐射防护措施，保证铅房外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内。因此，从该项目的代价和利益方面分析，项目具有明显的经济效益、社会效益，该项目的建设符合实践正当性。

(5) 选址合理性分析

本项目位于公司 8 号厂房 X 射线检测区铅房内，项目选取周边人员活动较少的区

域，机房的选址充分考虑了公众及周围场所的防护和安全，故本项目选址合理可行的。

（6）剂量估算

通过核算，从事本项目的辐射工作人员和公众人员的年附加有效剂量均满足本环评的周有效剂量约束值和年有效剂量约束值要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关标准的要求。

（7）结论

湖南航天环宇通信科技股份有限公司新增 X 射线数字成像检测系统项目满足“实践的正当性”的原则与要求，符合国家产业政策；项目选址和布局合理可行；项目涉及的机房屏蔽设计满足标准要求，采取的辐射安全防护措施可行；公司现有辐射与环境保护管理措施基本健全，能满足本项目需求；公司在采取本环评提出的各项辐射防护及污染防治措施后，对周围环境产生的辐射影响较小，且符合环境保护的要求。从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

13.2 建议和要求

（1）公司按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射检测设备，确保周围环境的辐射安全和职工健康。加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查；

（2）湖南航天环宇通信科技股份有限公司在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实；

（3）明确专门的部门对公司的辐射工作人员统一管理，定期开展辐射防护教育。

（4）湖南航天环宇通信科技股份有限公司应组织辐射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，定期开展个人剂量监测，接受放射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作。建立辐射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案，并终生保存。辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

（5）建设单位取得环评批复且项目建成后，及时向相关部门申请重新办理《辐射安全许可证》。本项目取得环评批复前和重新办理《辐射安全许可证》之前，不得投入使

用。

（6）项目投入使用后，建设单位应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成竣工环保验收工作。

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

核工业二三〇研究所 监测报告

[核环监] 2504-019

附表 监测结果

表 1 拟建铅房及周边环境 γ 辐射剂量率现状监测结果

监测点号	监测点位描述	监测结果(nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	拟建铅房内	62.47	0.14	平房
2	拟建铅房东侧加工中心	61.74	0.16	平房
3	拟建铅房北侧厂房过道	61.14	0.09	平房
4	拟建铅房西侧无损检测缓存区	61.10	0.19	平房
5	拟建铅房南侧净化间	62.02	0.07	平房
6	拟建铅房北侧无人化部件装配区	63.01	0.14	平房
7	8号厂房北墙外	58.11	0.37	道路

注：1、本次测量时，仪器探头距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；
2、以上监测结果已扣除仪器对宇宙射线的响应值，监测结果 $D_{\gamma}=k_1*k_2*R_{\gamma}-k_3*D_c$ ，
检定系数 $k_1=0.69$ ，检验源效率因子 $k_2=1$ ， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，
 R_{γ} 为仪器测量读数数值均值，宇宙射线的响应值 D_c 经修正后为 12.23nGy/h；
3、监测点位见图示。

(此页以下空白)

0
K
专用
一

[核环监] 2504-019



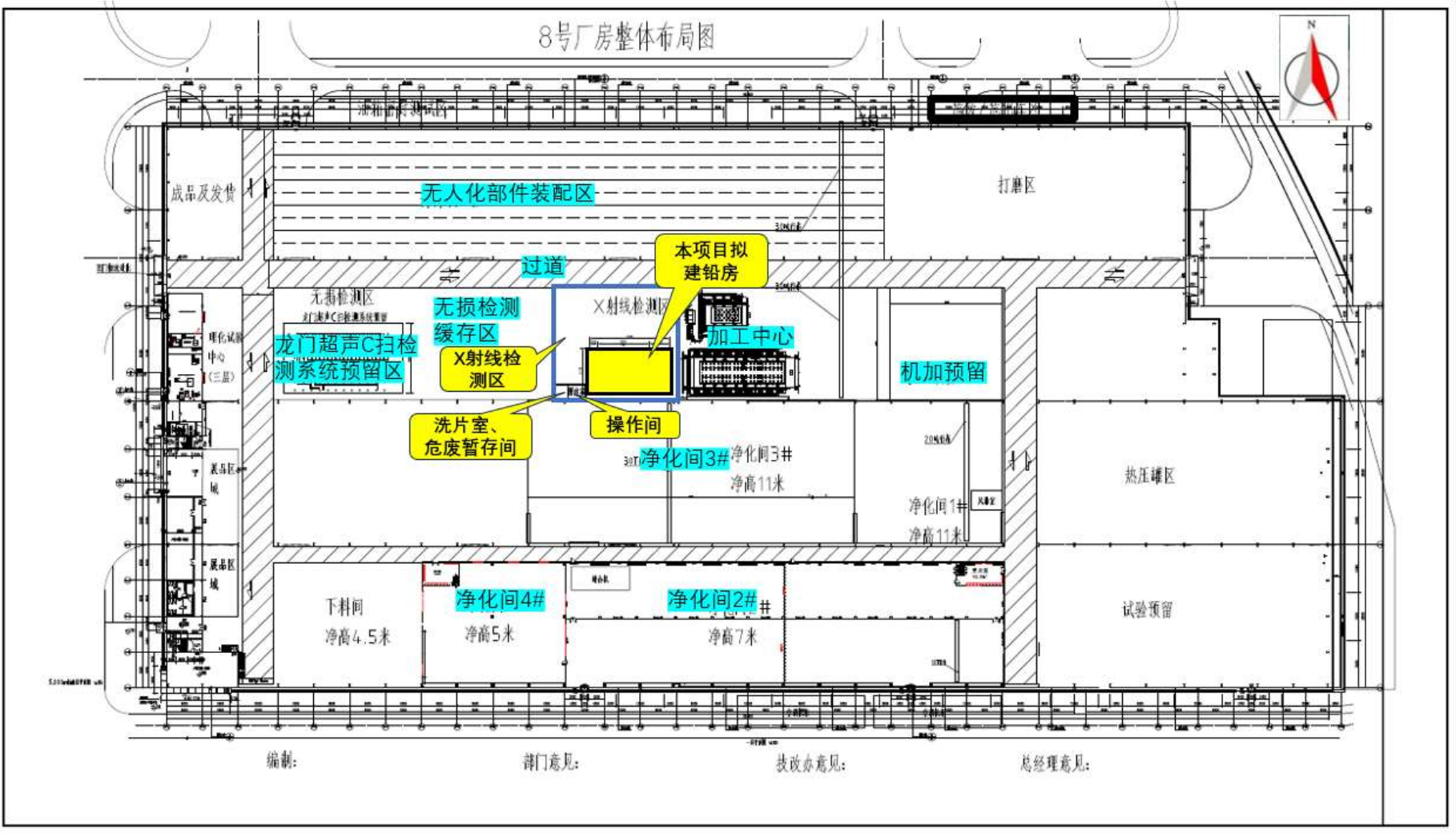
附图 1：项目地理位置示意图



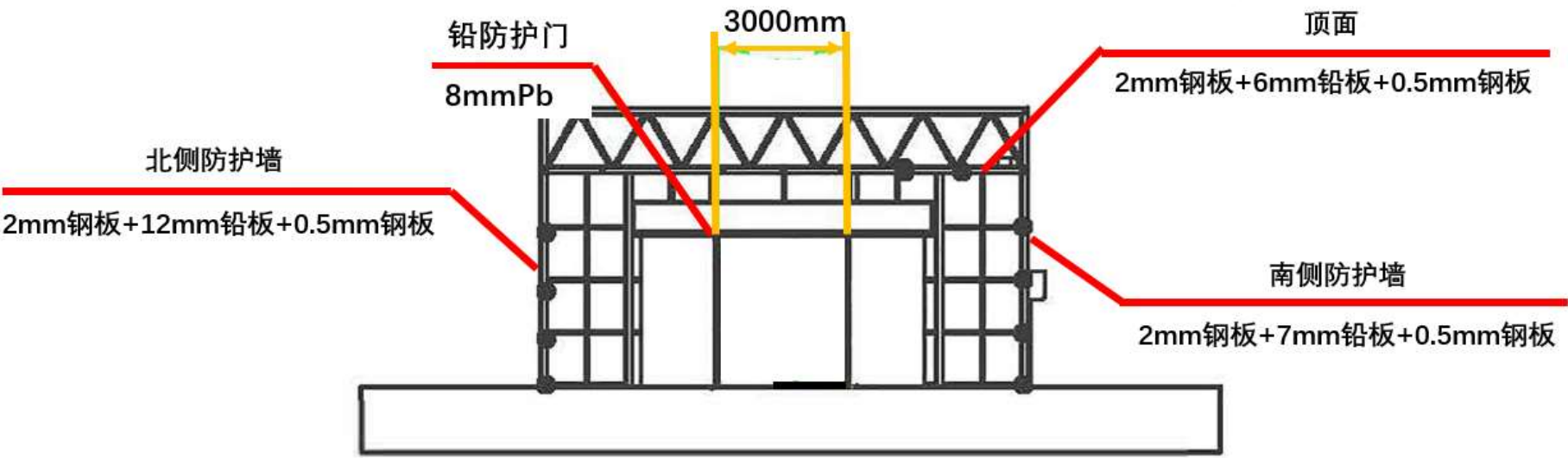
附图 2：项目周边环境现状及保护目标示意图



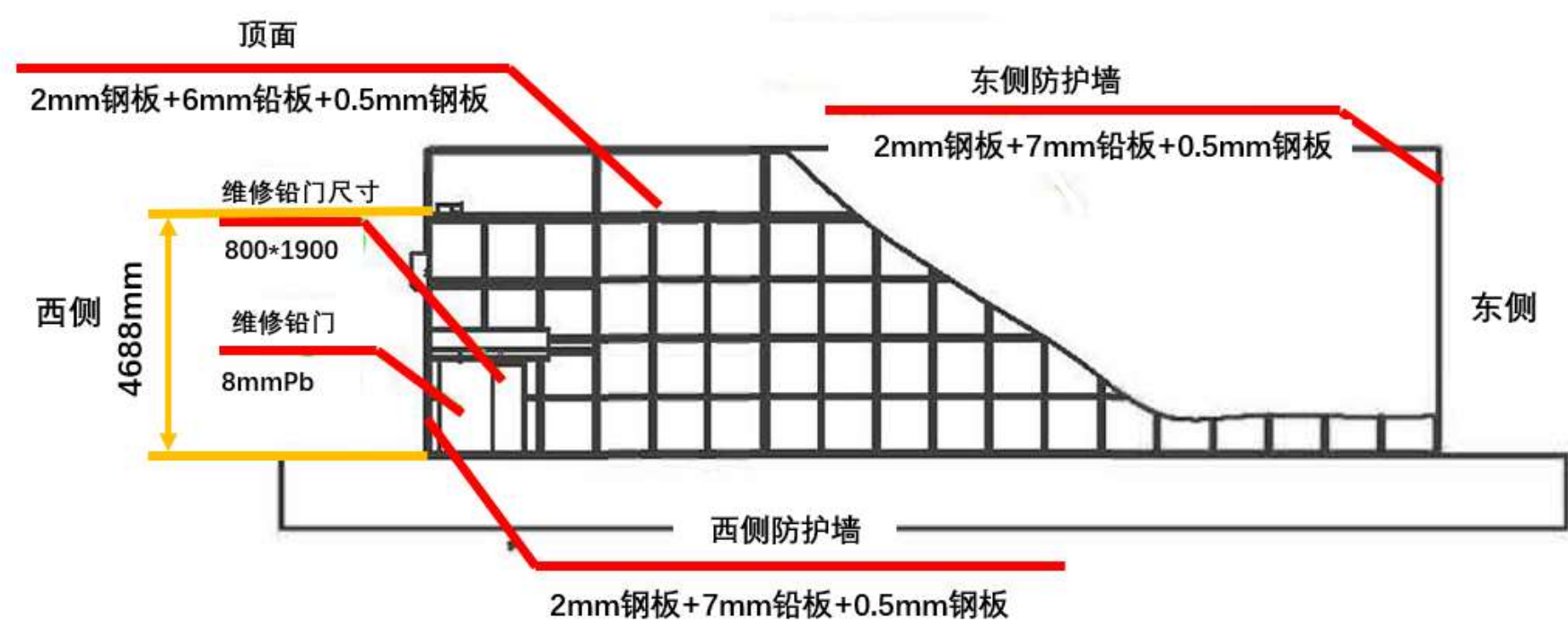
附图 3：8 号厂房平面布局图



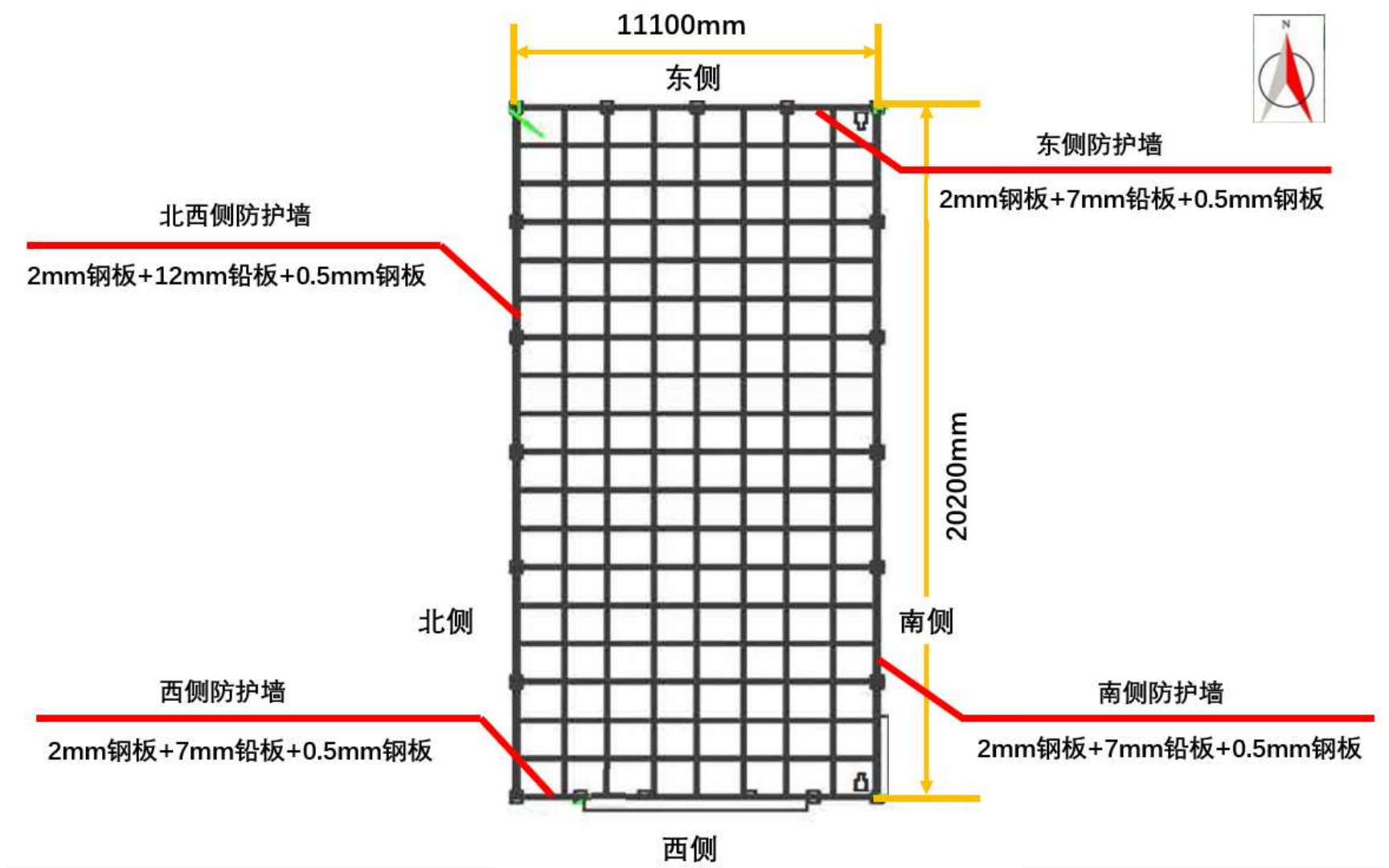
附图 4：拟建铅房正面图（西面）



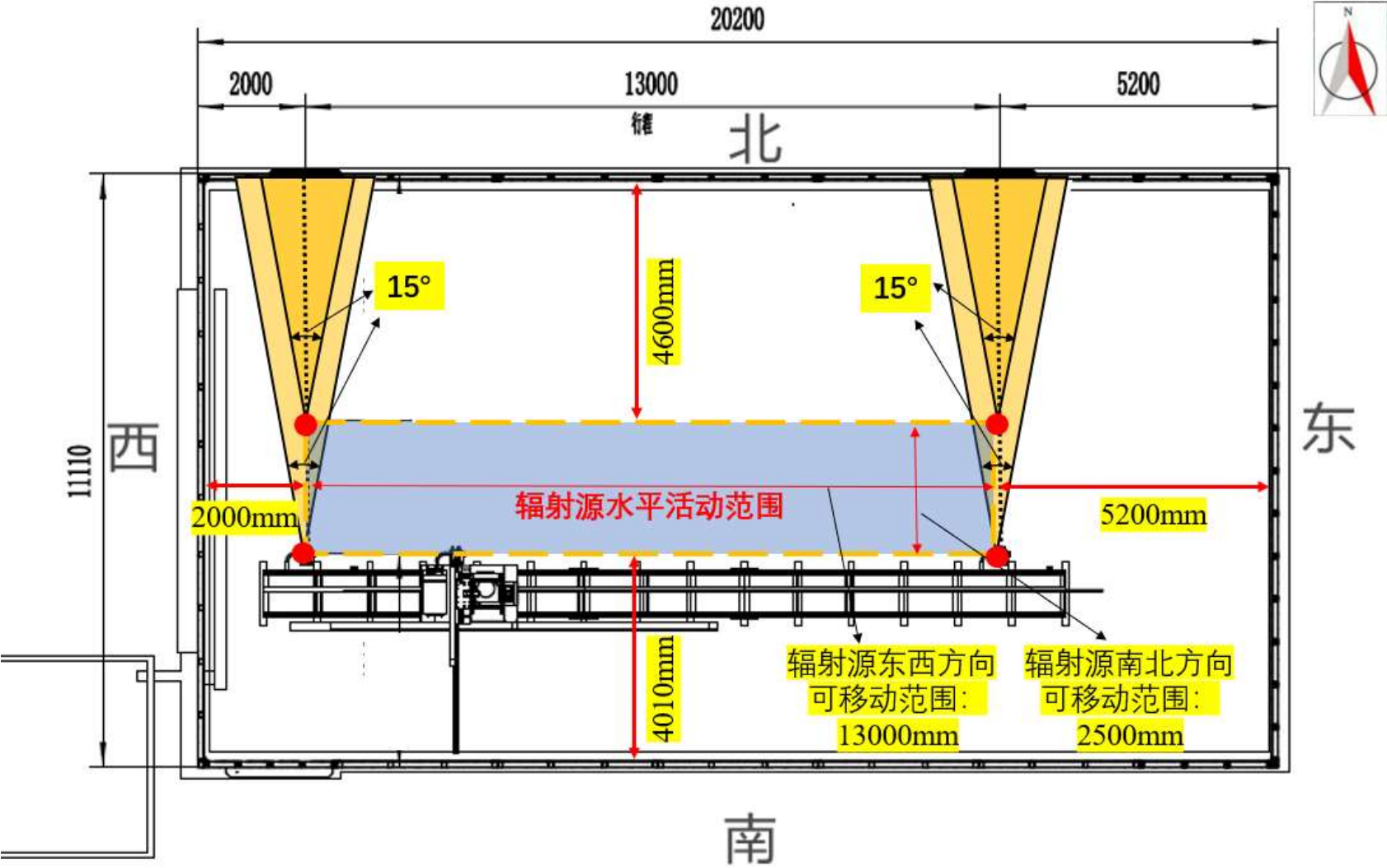
附图 5：拟建铅房侧视图（南面）



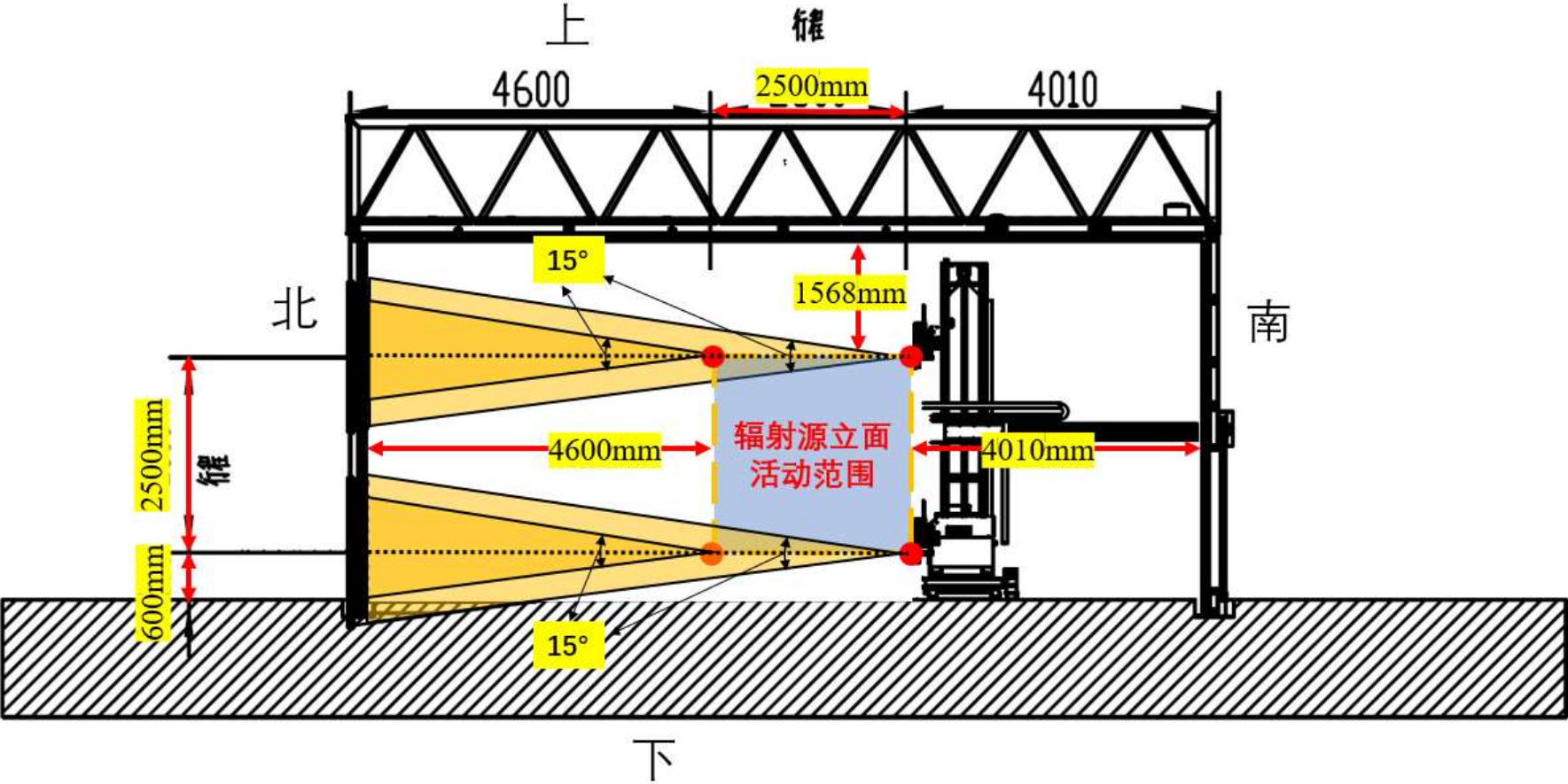
附图 6：拟建铅房俯视图（上面）



附图 7：拟建铅房内部辐射源活动范围图（平面图）



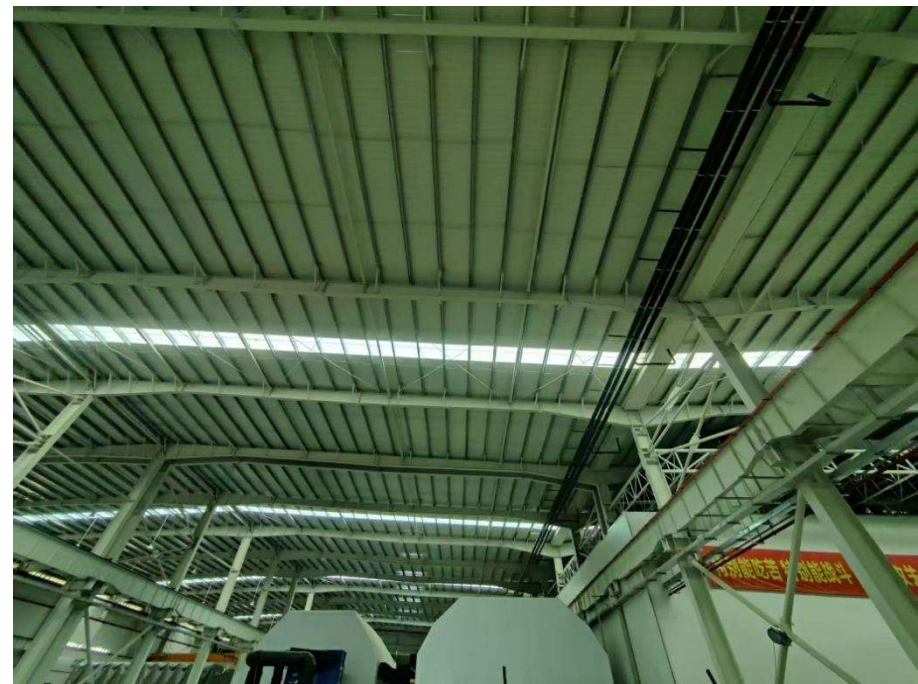
附图 8：拟建铅房内部辐射源活动范围图（立面图）



附图 9：现场照片



拟建铅房结构钢架



8号厂房顶部



拟建铅房西侧无损检测缓存区



拟建铅房北侧无人化自动装配区



拟建铅房南侧净化区



8号厂房西北侧外