

核技术利用建设项目

郑州弗迪电池有限公司
三期园区新增两台射线装置
核技术利用项目

环境影响报告表

郑州弗迪电池有限公司（盖章）

2026 年 7 月

核技术利用建设项目

郑州弗迪电池有限公司
三期园区新增两台射线装置
核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：郑州弗迪电池有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：何龙

通讯地址：郑州航空港经济综合实验区淮海路 211 号

邮政编码：451171；联系人：李浩

电子邮箱：*****；联系电话：187****752

目 录

表 1. 项目基本情况	1
表 2. 放射源	17
表 3. 非密封放射性物质	17
表 4. 射线装置	18
表 5. 废弃物（重点是放射性废弃物）	19
表 6. 评价依据	20
表 7. 保护目标与评价标准	22
表 8. 环境质量和辐射现状	28
表 9. 项目工程分析与源项	31
表 10. 辐射安全与防护	46
表 11. 环境影响分析	59
表 12. 辐射安全管理	77
表 13. 结论与建议	83
表 14. 审批	86
附图附件	87
附件 1: 环评委托书	87
附件 2: 企业营业执照及现有辐射安全许可证正副本	88
附件 3: 郑州弗迪电池有限公司辐射管理工作领导小组及管理人员	111
附件 4: 辐射事故应急预案	114
附件 5: 辐射相关管理制度	122
附件 6: 企业现有项目环保手续	138
附件 7: 项目基本信息	155
附件 8: 辐射环境监测报告	158
附件 9: 环评工程师现场踏勘照片	174

表 1.项目基本情况

建设项目名称		郑州弗迪电池有限公司三期园区新增两台射线装置核技术利用项目				
建设单位		郑州弗迪电池有限公司				
法人代表		何龙	联系人	李浩	联系电话	187****752
注册地址		郑州航空港经济综合实验区淮海路 211 号				
项目建设地点		河南省郑州航空港区比亚迪三期园区 3-2#厂房 CT 室及 14#厂房				
立项审批部门		-		批准文号	-	
建设项目总投资（万元）		***	项目环保投资（万元）	***	投资比例（环保投资/总投资）	***
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m²）	-
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		/			
	项目概述					
1.1 建设单位简介及项目概况						
1.1.1 建设单位简介						
郑州弗迪电池有限公司（以下简称“建设单位”）是比亚迪下属子公司，成立于 2022 年 8 月 05 日，借助郑州良好的营商环境，在郑州规划建设动力电池“超级工厂”作为电动车领域的领跑者和全球二次电池产业的领先者，郑州弗迪电池有限公司掌握了动力电池核心技术。						
1.1.2 项目由来						
随着新能源汽车市场的快速崛起，动力电池的质量和安全性变得至关重要。动力电池生产过程中涉及的工序较多，其中液冷板和电芯是其中的关键步骤，郑州弗迪电						

池有限公司已在郑州航空港经济综合实验区淮海路 211 号三期园区建设有完善的液冷板和电芯生产线，但是在生产过程中，电芯可能存在的缺陷如金属颗粒、杂质、极片破损、活性物质脱落等大量缺陷，液冷板在焊接过程中，也可能存在气孔、夹渣、裂纹、未焊透、未熔合等质量问题，以上不仅影响电池性能，还可能带来安全隐患。动力电池生产商需要在保证高产品质量的同时不断提高电池产能，以满足来自新能源汽车主机厂的供货需求。

为了提高生产产品的质量，提升企业的整体竞争实力，郑州弗迪电池有限公司拟投资 *** 万元，在三期园区新增两台射线，具体为在 3-2#厂房 CT 室新增 1 台 HR225C 型高分辨工业 CT 用于电芯无损监测、在 14#厂房液冷板生产区新增 1 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备用于液冷板无损监测。

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建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），项目属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置”，项目应编制环境影响报告表。为此，郑州弗迪电池有限公司委托核工业二三 0 研究所进行本项目环境影响评价工作。

评价单位接受委托后立即成立项目组，组织环评技术人员进行现场踏勘并进行有关资料的收集工作。环评单位按照《辐射环境保护管理导则：核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，编制完成了《郑州弗迪电池有限公司三期园区新增两台射线装置核技术利用项目环境影响报告表》。

1.1.3 项目建设规模

1、建设内容及规模：

为了提高生产产品的质量，提升企业的整体竞争实力，郑州弗迪电池有限公司拟投资 *** 万元，在三期园区新增两台射线，具体为在 3-2#厂房 CT 室新增 1 台 HR225C 型高分辨工业 CT 用于电芯无损监测、在 14#厂房液冷板生产区新增 1 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备用于液冷板无损监测。

2、射线装置基本

本项目拟使用的 2 台射线装置情况如下

表 1-1 本次评价项目射线装置情况一览表

设备名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	射线方向	备注
高分辨工业 CT	HR225C	1 台	II 类	225kV	2mA	定向 (朝左/北)	3-2#厂房 CT 室

X 射线数字 成像检测设 备	UND160	1 台	II类	160kV	3.12mA	定向 (朝下)	14#厂房液冷 板生产区
----------------------	--------	-----	-----	-------	--------	------------	-----------------

3、劳动定员及人员配置计划

本项目拟新增 4 名辐射工作人员，每台设备配备 2 人，实施两班制，每班 1 人。

4、探伤工件基本情况

根据建设单位提供的相关资料，新增的设备主要检测产品为电芯及液冷板。本项目检测工件基本情况见下表。

5、工作量情况

根据建设单位提供的相关资料，本项目设备的工作量基本情况见表 1-3。

表 1-3 本项目工作量基本情况一览表

检测设备	检测工件	工作量
HR225C 型高分 辨工业 CT	电芯	
UND160 型 X 射 线数字成像检测 设备	液冷板	

1.2 周边环境概况及选址合理性

郑州弗迪电池有限公司三期园区位于福广街、福满街以东，淮海路、广泽路以南，鸿泽路以北，兖州路以西，企业三期项目地理位置如下图所示：



图 1-1 企业地理位置图

企业三期项目可分为生产区、生活区，其中生活区位于三期项目西侧，生活区位于中部及东侧，生产区由 16 栋厂房及相关辅助用组成，本项目位于 14# 厂房及 3-2# 厂房，其中 3-2# 厂房位于厂区北段中部，14# 厂房位于厂区北段东部，企业三期整体平面布局及本项目所在厂房位置如下

图1-2 企业三期总平面布置及项目所在厂房位置

3-2#厂房为叠片装配厂房，车间东侧及西侧的北段为叠片装配生产线，西侧南段从东向西依次由实验室区、结构件库房、报废电芯暂存区等。

本项目 HR225C 型高分辨工业 CT 设备位于实验区的 CT 室内，CT 室北侧为水分 & 品质实验室、东侧是影像室、南侧为装配车间办公室、西侧为结构件库房。本项目 HR225C 型高分辨工业 CT 设备位于 CT 室中部，其中电控柜位于 CT 设备南侧、操作位位于 CT 设备的西南侧，在 CT 设备的北侧有测试样品放置区，CT 设备西侧有货架用于工器具的存放。

3-2#厂房整体平面布局、CT 室周边平面布局、CT 室内平面布局平面布局如下：

图 1-3 3-2#厂房平面布置图及本项目在厂房的位置关系

图 1-5 CT 室平面布局

14#厂房为液冷板/盖板生产厂房，其中车间北段为盖板生产区、含生产线、成品区、原材料暂存区、半成品区、碳氢清洗区等；车间南段为液冷板生产区，含 PI 膜生产线、液冷板原料区、半成品区、成品区、冲压区、质控区等。

本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备位于液冷板生产区的质控区，质控区共分为 2 个部分，即氦检、X 光检；本设备用于 X 光检，从北至南依次为 X 光检上料区、物料传送带、UND160 型 X 射线数字成像检测设备、物料传送带、X 光检下料区，其中设备操作位位于设备东侧。

图 1-6 14#厂房平面布置图及本项目在厂房的位置关系

图 1-7 14#厂房液冷板质控区平面布置图

图 1-8 14#厂房液冷板质控 X 光检区平面布置图

1.3 选址及平面布局的合理性

本项目辐射工作场所周边 50m 范围内均在郑州弗迪电池有限公司三期园区内部，周边无学校、居民等，在铅屏蔽防护有效条件下，对外环境人员造成辐射影响较小。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的选址及平面布局是合理可行的。

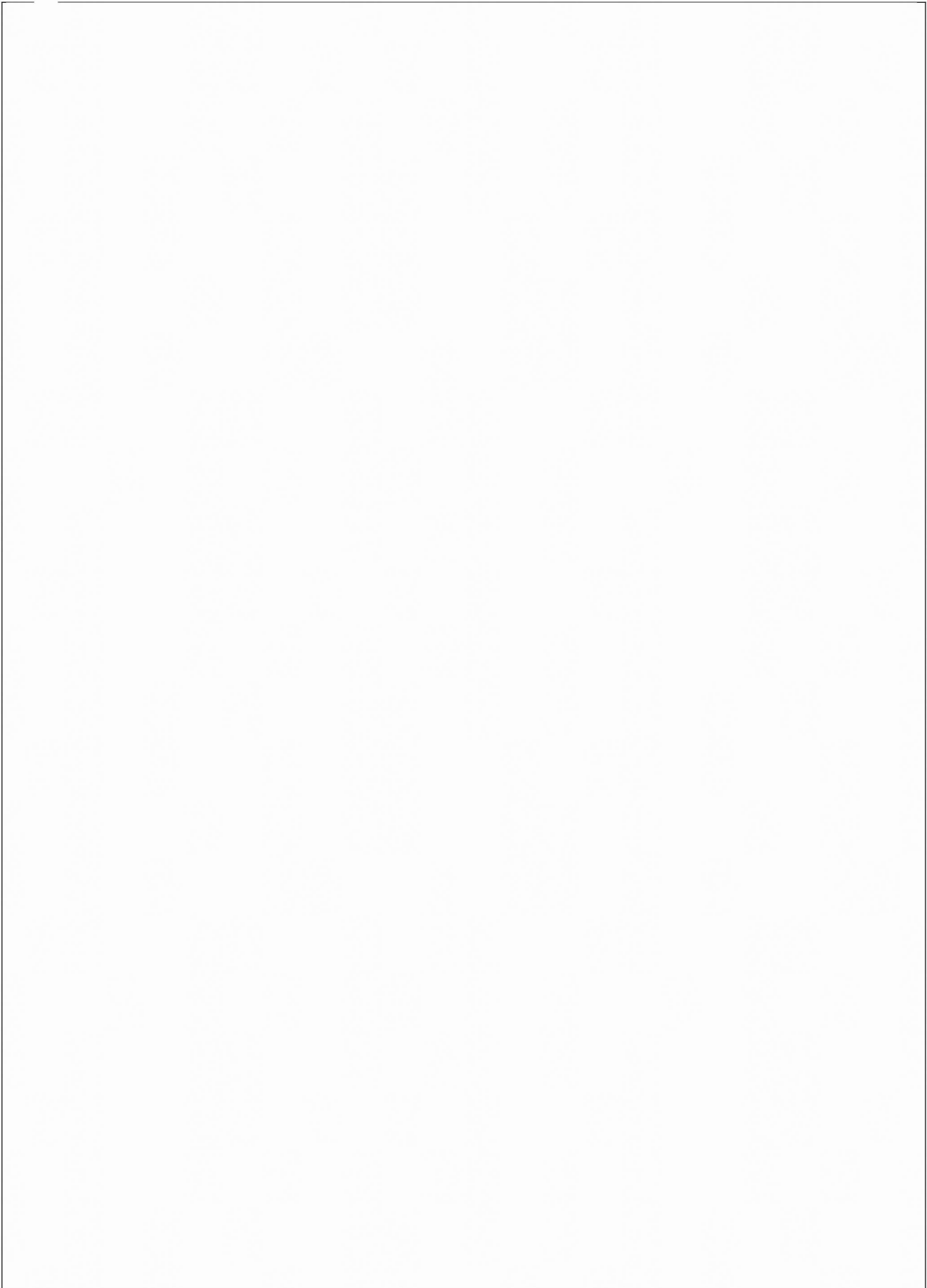
1.4 实践的正当性

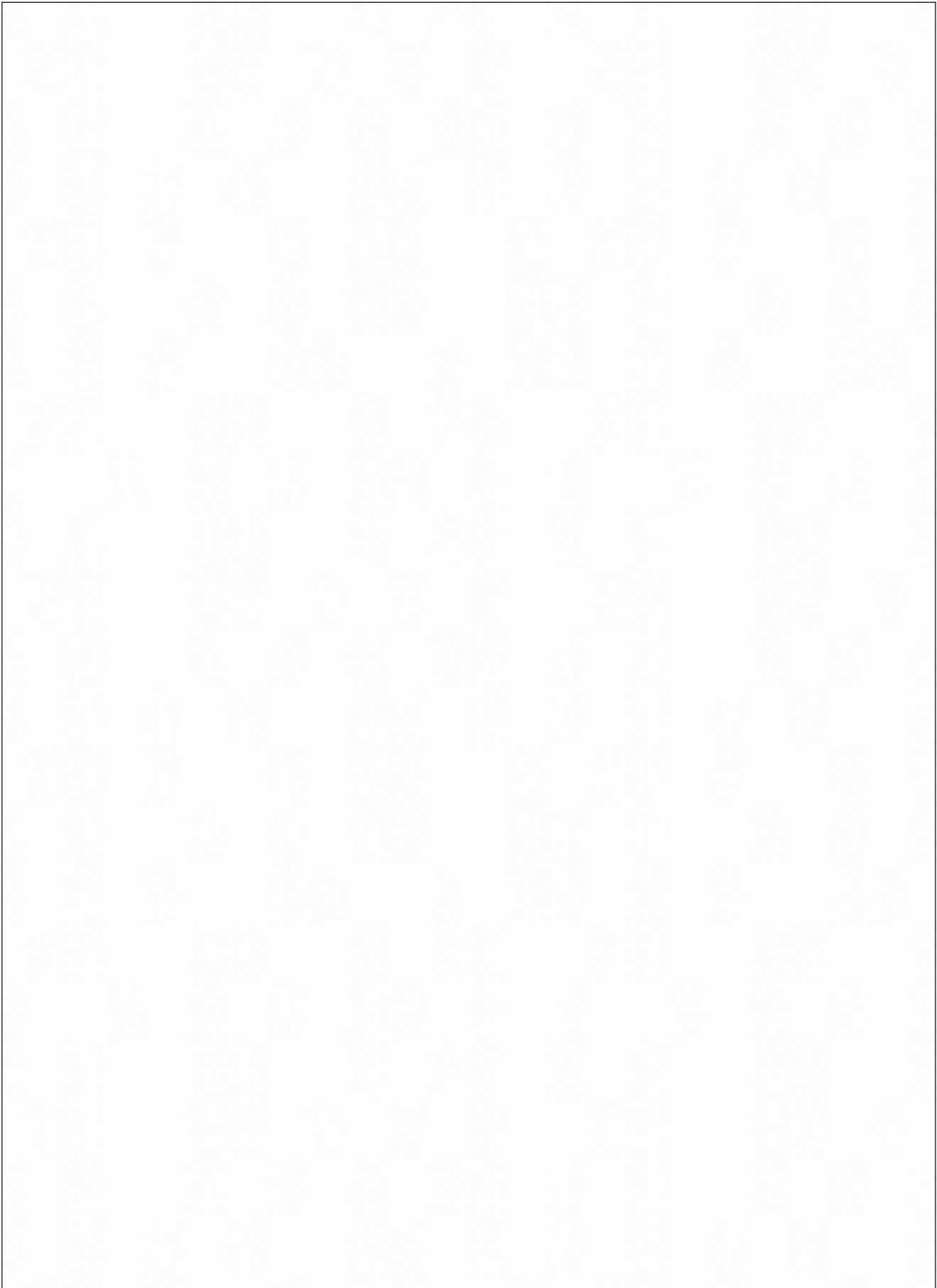
X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种金属及其他材料内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示产品内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果。本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加探伤场所周围的辐射水平，射线装置的使用及管理的失误会造成严重的辐射安全事故；但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，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。

1.5 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目新增的射线装置属于鼓励类“十四、机械 6、科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上 24 的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.6 现有核技术利用项目基本情况





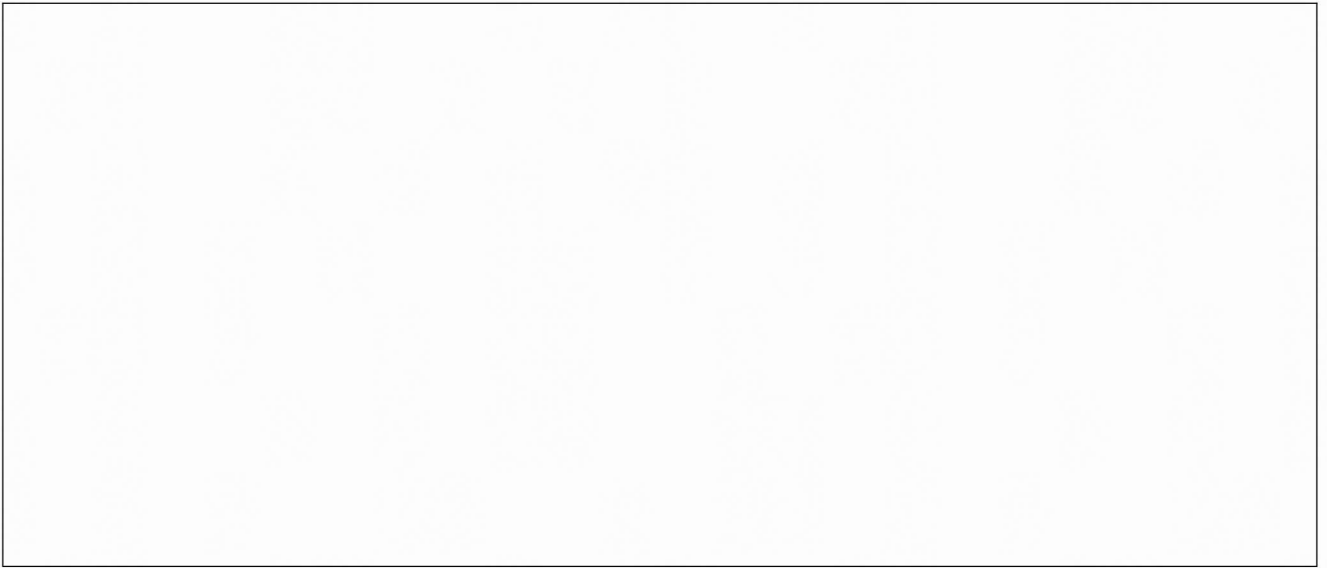


表 2.放射源

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
--	--	--	--	--	--	--	--	--
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

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
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
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》（GB18871-2002）

表 4.射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
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	高分辨工业 CT	II 类	1	HR225C	225kV	2mA	无损检测	3-2#厂房 CT 室	
2	X 射线数字成像检测设备	II 类	1	UND160	160kV	3.12mA	无损检测	14#厂房液冷板生 产区	
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（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	直接排放	环境空气
废 X 射线管	固体	/	/	/	/	/	于废零配件暂存在间暂存	厂家回收
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》，2014 年修订，2015 年 01 月 01 日施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年修订，2018 年 12 月 29 日施行； (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》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日施行； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日修订，2019 年 3 月 18 日施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号修改，2021 年 1 月 4 日发布； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》； (9) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》； (10) 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 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日施行； (11) 《河南省辐射污染防治条例》（2015 年 11 月河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过），2016 年 3 月 1 日起施行； (12) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行； (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，2021 年 3 月 15 日起实施） (14) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行） (15) 《核应急管理导则—放射源和辐射技术应用应急准备与响应》，2003 年 2 月 21 日，国防科工委、卫生部发布，科工二司〔2003〕147 号； (16) <u>《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》</u>（环发〔2006〕145 号）；
技术	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；

标准	(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (6) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）； (7) 《职业健康监护技术规范》（GBZ188-2014）； (8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）； (10) 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）； (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) 《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）； (13) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；
其他	(1) 环评委托书 (2) 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； (3) 《高分辨工业 CT 系统说明书-HR225C》，北京光影智测科技有限公司 (4) 《X-RAY UND160 用户手册》，无锡日联科技有限公司

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“第 1.5 评价范围和保护目标：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”。

本项目属于使用Ⅱ类射线装置，各机房均具有实体边界，考虑到该项目的实际情况，本项目评价范围为机房实体边界外延 50m 范围。

本项目评价范围图如下：

7.2 保护目标

本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员和周围公众，项目环境保护目标详见下表：

表 7-1 主要环境保护目标（HR225C 型高分辨工业 CT）

相对方位	保护目标	距离（m）	受影响人群	影响人数
北侧	CT 室内部	0~2.8	辐射工作人员	2
	水分&品质实验室	2.8~9.6	公众	约 15 人
	金相室、拆解房	9.6~18	公众	约 5 人
	车间过道	18~21.5	公众	流动人员
	叠片装配生产线	21.5~50	公众	约 70 人
东侧	CT 室内部	0~2	辐射工作人员	2
	影像室	2~10	公众	约 2 人
	过道	10~12.5	公众	流动人员
	ME 装配备件房、ME 注液备件房	12.5~24	公众	约 10 人
	拆包区、配送区	24~37	公众	约 15 人
	过道	37~39	公众	流动人员
	叠片品质实验室、短路拆解房、机休房、ME 叠片刀具房	39~50	公众	约 35 人
南侧	CT 室内部	0~2.6	辐射工作人员	2
	装配车间办公室、工程备件间	2.6~17.5	公众	约 15 人
	过道	17.5~20.5	公众	流动人员
	铝壳缓存区	20.5~44	公众	约 10 人
	3-2#车间南侧过道	44~50	公众	约 5 人
西侧	CT 室内部	0~3.2	辐射工作人员	2
	结构件库房	3.2~50	公众	约 5 人
顶部	悬空（人员不可达）	--	--	--
底部	土层（人员不可达）	--	--	--

表 7-2 主要环境保护目标（UND160 型 X 射线数字成像检测设备）

相对方位	保护目标	距离（m）	受影响人群	影响人数
北侧	液冷板 X 光检上料传送带	0~0.95	--	--
	液冷板 X 光检上料位	0.95~3	公众	约 2 人
	车间过道	3~5	公众	流动人员
	液冷板氢检区	5~26	公众	约 3 人
	盖板生产区	26~50	公众	约 20 人
东侧	操作位	0~2	辐射工作人员	2
	液冷板夹具回流线	2~25	公众	约 5 人
	室外风冷机组	25~33	公众	约 2 人
	室外道路	33~50	公众	约 10 人
南侧	液冷板 X 光检下料传送带	0~0.95	--	--
	液冷板 X 光检下料位	0.95~3	公众	约 2 人
	车间过道	3~5	公众	流动人员

	液冷板后处理区	5~36.5	公众	约 15 人
	液冷板高温脱脂线	36.5~50	公众	约 10 人
西侧	过道	0-13	公众	流动人员
	液冷板 PI 膜生产线	13~37	公众	约 8 人
	14#厂房货物暂存区	37~50	公众	约 8 人
顶部	悬空（人员不可达）	--	--	--
底部	土层（人员不可达）	--	--	--

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及管理目标值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及建设单位管理目标要求，具体如下：

表 7-3 个人剂量限值及剂量管理目标值

序号	标准名称	标准内容	执行标准
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 （GB18871-2002）	B1.1 职业照射 B1.1.1.1 应对任何工作人员的的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； 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。 B1.2.1 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；	辐射工作人员： 5mSv/a； 公众：0.1mSv/a
2	建设单位管理目标	辐射工作人员：5mSv/a； 公众：0.1mSv/a	

7.3.2 辐射防护分区

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求，具体如下：

表 7-4 工作场所分区

序号	标准名称	标准内容
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 （GB18871-2002）	6.4.1 控制区 （1）注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围。 （2）在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

		(3) 制定职业防护与安全措施, 包括适用于控制区的规则与程序。 (4) 运用行政管理程序和实体屏蔽限制进出控制区。 (6) 定期审查控制区的实际状况, 以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。 6.4.2 监督区 (1) 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区: 这种区域未被定为控制区, 在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对照职业照射条件进行监督和评价。 (2) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。 (3) 定期审查该区的条件, 以确定是否有需要采取防护措施和做出安全规定, 或是否需要更改监督区的边界。
2	《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	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。

7.3.3 辐射剂量率限值

执行《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 的相关规定, 具体有:

表 7-5 辐射剂量率

序号	标准名称	标准内容
1	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)	3.1.1 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: a) 周剂量参考控制水平和导出剂量率参考控制水平: 1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H 如下: 职业工作人员 $H \leq 100 \mu\text{Sv/周}$; 公众: $H \leq 5 \mu\text{Sv/周}$。 2) 相应的导出剂量率参考控制水平按式 (1) 计算 $H_{cd} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$ b) 关注点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 H_c。 H_c 为上述 a) 中的 H_{cd} 和 b) 中的 $H_{c, \max}$ 二者的较小值 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, 距探伤室质外表面 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 $H_c (\mu\text{Sv/h})$ 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 $100 \mu\text{Sv/h}$
2	《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	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 $100 \mu\text{Sv/周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$; b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$。 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 μ Sv/h。
--	--	---

根据本环评表 11-3 及表 11-4 计算，确定本项目各射线装置屏蔽体表面 30cm 处的剂量率参考控制水平执行如下标准：

表 7-6 本项目执行辐射剂量率控制标准

设备名称	执行标准（ μ Sv/h）
HR225C 型高分辨工业 CT	各屏蔽体表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 2.5 μ Sv/h
UND160 型 X 射线数字成像检测设备	各屏蔽体表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 2.5 μ Sv/h

7.3.4 泄漏辐射剂量率

执行《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定

表 7-7 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压（kV）	漏射线所致周围剂量当量率（mSv/h）（1m 处）
<150	<1
150 $\leq$ kV $\leq$ 200	<2.5
>200	<5

表 8.环境质量和辐射现状

8.1 监测任务由来

为了解项目所在地天然辐射水平，核工业二三〇研究所受建设单位委托，于 2026 年 5 月 8 日对项目周边环境γ辐射剂量率进行了监测。

8.2 监测时间和环境条件

表 8-1 监测时间及环境条件

监测时间	天气情况	温度	相对湿度
2026.5.8	阴	25℃	68%

8.3 监测仪器及质量保证

项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考试合格持证上岗，数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测所使用的仪器

仪器名称	X、γ辐射空气比释动能率仪
仪器型号	主机 FH40G、探头 FHZ672E-10
制造单位	Thermo
出厂编号	主机 41065、探头 11596
测量范围	10nSv/h-1Sv/h（主机） 1nSv/h-100μSv/h（探头）
能量响应范围	30keV-4.4MeV（主机） 40keV-4.4MeV（探头）
校准机构	湖南省电离辐射计量站
校准证书编号	DLJL20260132-0521
校准日期	2026 年 3 月 23 日

8.4 监测方法

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

8.5 监测结果及评价

项目所在地环境γ辐射剂量率监测结果见下表。

表 8-3 环境γ辐射剂量率监测结果

监测点号	监测点位描述	环境γ辐射剂量率（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
H1	3-2#厂房人员入口处			道路，水泥地面
H2	水分&品质实验室（CT 室北侧）			平房，水泥地面

H3	影像室（CT室东侧）	平房，水泥地面
H4	装配车间办公室（CT室南侧）	平房，水泥地面
H5	结构件库房（CT室西侧）	平房，水泥地面
H6	HR225C型高分辨工业CT设备北侧（CT室内）	平房，水泥地面
H7	HR225C型高分辨工业CT设备东侧（CT室内）	平房，水泥地面
H8	HR225C型高分辨工业CT设备南侧（CT室内）	平房，水泥地面
H9	HR225C型高分辨工业CT设备西侧（CT室内）	平房，水泥地面
U1	14#厂房西侧进出门处	道路，水泥地面
U2	14#厂房东侧进出门处	道路，水泥地面
U3	UND160型X射线数字成像检测设备北侧	平房，水泥地面
U4	UND160型X射线数字成像检测设备东侧	平房，水泥地面
U5	UND160型X射线数字成像检测设备南侧	平房，水泥地面
U6	UND160型X射线数字成像检测设备西侧	平房，水泥地面
注：1、本次测量时，仪器探头垂直向下，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、测量结果 $D_{\gamma} = k_1 * k_2 * R_{\gamma} - k_3 * D_c$，$R_{\gamma}$为仪器测量读数值均值（空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照JJG393，使用^{137}Cs作为检定/校准参考辐射源，换算系数取1.20Sv/Gy），检定系数 $k_1=0.97$，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。 3、上述监测结果已扣除仪器对宇宙射线响应值。		

图 8-1 监测布点图

综上，本项目周围环境 γ 辐射剂量率道路 nGy/h，室内 nGy/h，
上述监测结果无异常。

表 9.项目工程分析与源项

9.1 设备和工艺分析

9.1.1 设备概况

9.1.1.1 HR225C 型高分辨工业 CT

根据设备厂家提供的参数，本项目 HR225C 型高分辨工业 CT 参数如下

表 9-1 HR225C 型高分辨工业 CT 基础参数

设备尺寸	
电控柜尺寸	
设备重量	
设备电压	
设备功率	
最大射线管电压	
检测精度	

表 9-2 HR225C 型高分辨工业 CT 射线源参数

射线管类型	
射线管电压	
操作电压	
操作电流	
焦点尺寸	
内置滤过	
射线辐射角	

本项目设备示意图如下

图 9-1 HR225C 型高分辨工业 CT 示意图

外部结构图如下：

图 9-2 HR225C 型高分辨工业 CT 设备侧视图及后视图

设备内部结构如下所示：

图 9-3 HR225C 型高分辨工业 CT 设备内部结构示意图

本环评重点对射线源运动机构进行介绍

射线源运动机构由底座、大理石立柱、射线源 Z 轴、射线源支架、射线源、配重结构组成，使射线源可沿垂直方向的 Z 轴上下运动。配重结构用来平衡射线源重量，提高运动稳定性。

图 9-4 HR225C 型高分辨工业 CT 设备射线源运动机构示意图

该设备简图及射线源运动范围示意图如下：

图 9-5 HR225C 型高分辨工业 CT 设备俯视图

图 9-6 HR225C 型高分辨工业 CT 设备正视图

9.1.1.2 UND160 型 X 射线数字成像检测设备

根据设备厂家提供的参数，本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备参数如下

表 9-3 基础参数

设备尺寸	
检测方式	
检测效率	
测量精度	
环境湿度	
系统分辨率	
工作环境	
铅房外壳辐射泄漏剂量	
监测范围	

表 9-4 射线源参数

射线管型号	
冷却方式	
功率	
管电压	
管电流	
射线辐射角	
工作温度	
照射方式	
主射线方向	
过滤材料	
辐射源点(靶点)1m 处输出量 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	

UND160 型 X 射线数字成像检测设备配合上料系统、下料系统等，安装在液冷板生产线，实现机械自动化运行，避免人员进出设备内部，该设备简图具体如下

图 9-7 UND160 型 X 射线数字成像检测设备及上料、下料系统

图 9-8 上下料传送门示意图

根据与设备厂家进一步核实，本项目射线源仅可通过射线管运动机构进行左右前后运动，即 X 轴运动、Y 轴运动，也可以上下移动，即 Z 轴运动，但无法旋转；

X 轴运动范围为距前方 0.95m 至距后方 0.95m，共计 2.31m；

Y 轴运动范围为距左侧 0.80m 至距右侧 0.80m，共计 1.13m。

Z 轴运动范围为距地 1.6m 至顶部 0.55m，共计 0.45m；

该设备简图及射线源运动范围示意图如下：

图 9-9 UND160 型 X 射线数字成像检测设备俯视图

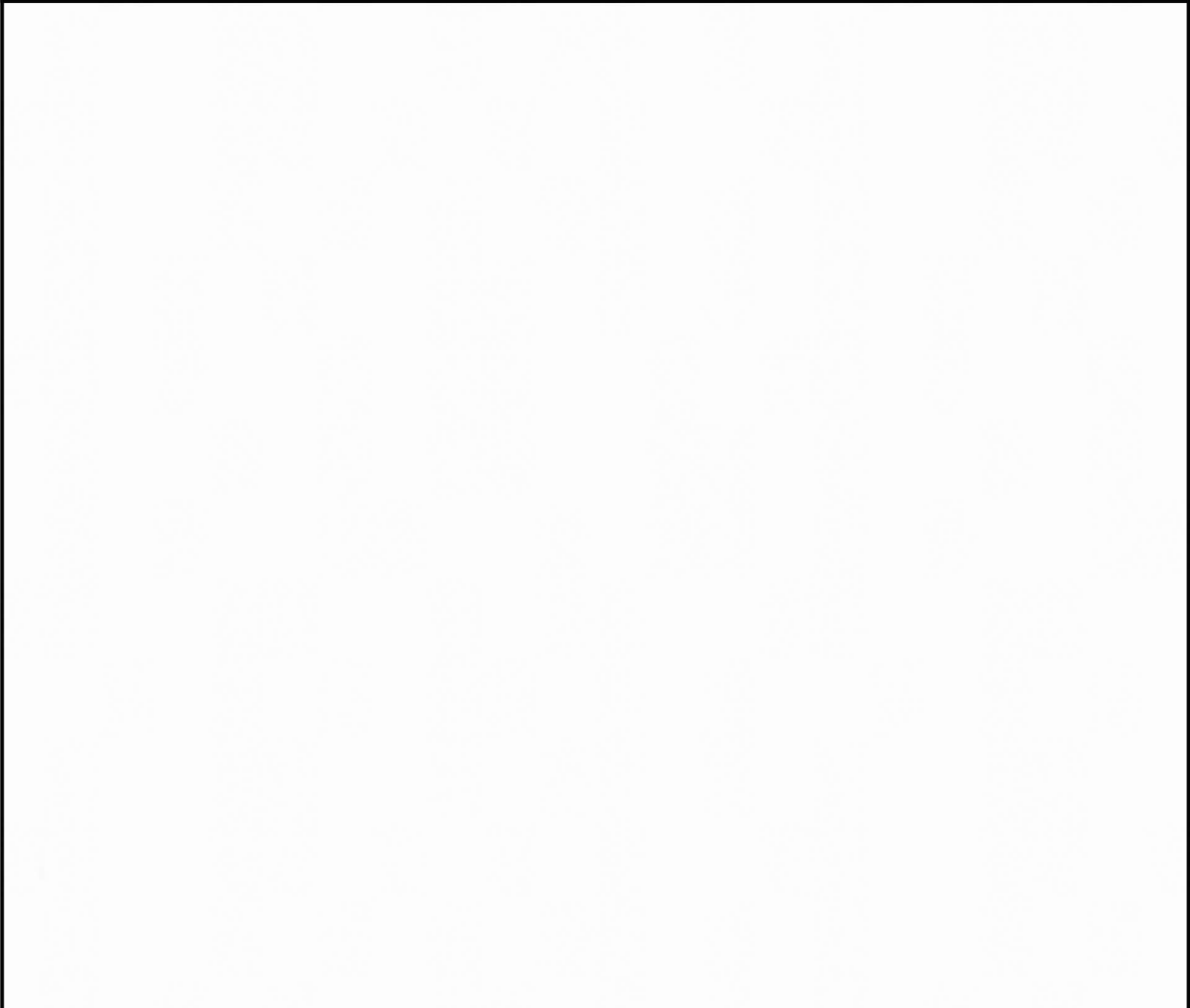


图 9-10 UND160 型 X 射线数字成像检测设备侧视图

图 9-11 UND160 型 X 射线数字成像检测设备正视图

9.1.2 设备原理

X 射线发生器的组成和出束原理如下：X 射线发生装置主要由密封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，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特征辐射。

典型的 X 射线管结构图如下：

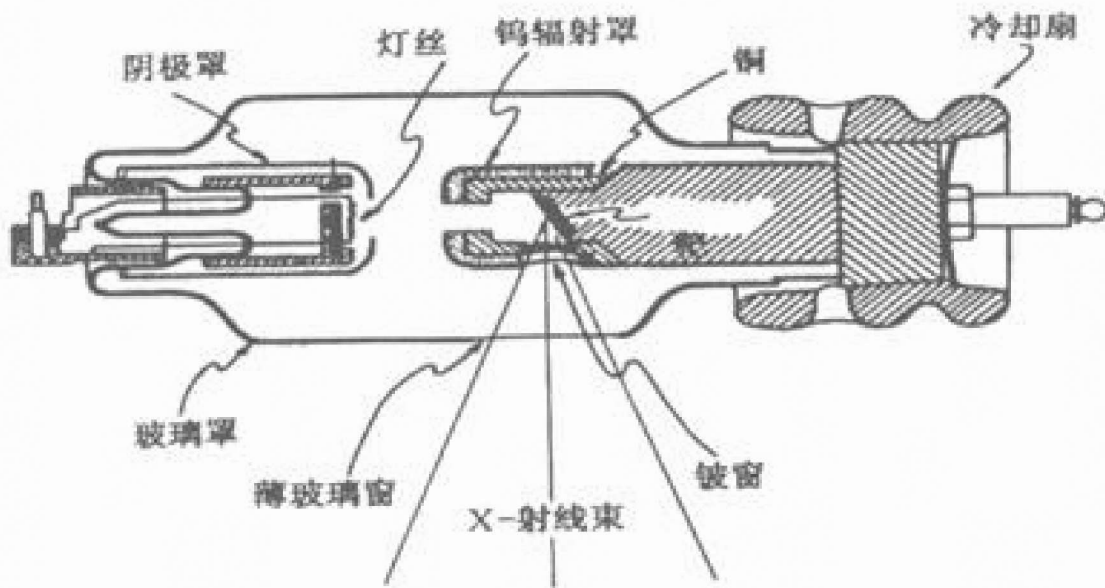


图 9-12 X 射线管结构示意图

本项目两台射线装置在检测时，利用 X 射线发生器产生 X 射线，利用产生的 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，根据 X 射线在受测工件内的衰减表征，借助计算机系统（PC）组件负责扫描过程控制、参数调整和重构软件进行图象重建、显示及处理，实现对受检物件进行无损检测的目的。

9.1.3 工作流程

两台射线装置的工作流程基本一致，具体如下：

- （1）开机前检查各部件完好、电控系统完好。
- （2）检测前将系统电源打开，打开计算机图像显示器，监视器等，确保检测前平台无其他物品影响检测。打开扫描软件，进入软件操作界面。按下操作台初始化按钮，系统进行初始化操作，初始化指示灯闪烁，当初始化指示灯常亮则表示初始化完成。
- （3）待设备初始化完成后，开始上料，其中 HR225C 型高分辨工业 CT 设备需要人工开关防护门及上料出料；UND160 型 X 射线数字成像检测设备位于生产线上，工作人员只需要将工件放入进料传送带，以及将监测完的工件搬离出料传送带即可，无需进入设备内部放置工件。
- （4）上料后，关闭防护门，其中 HR225C 型高分辨工业 CT 设备需要工作人员手动按照关门按钮；UND160 型 X 射线数字成像检测设备在完成进料后，设备自动感应确认完成进料且确认防护门处无异物后，自动关闭防护门完成（也可以工作人员手动按下关门开关）。然后根据检测要求调整工件、射线源以及平板探测器的位置，设定扫描参数，射线装置自动开始扫描。

(5) 扫描结束 X 射线停止出束，计算机分析系统自动进行数据处理。完成工件扫描后，辐射工作人员切断高压电源，进行出料，并按照相同方式进行下一个工件的检测。

(6) 完成当天无损检测工作后，关闭电脑和设备总电源。



图 9-13 本项目射线装置工作流程

9.1.4 人员配置及出束时间

本项目拟配备 4 名辐射工作人员，每台设备各由 2 名辐射工作人员负责操作，均为新增，实施两班制，每班 1 人。

本项目工作量详见前文。

9.2 污染源描述

9.2.1 施工期污染源分析

本项目施工期主要的污染因子有：设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

9.2.2 运行期间正常工况下污染源分析

(1) 本项目射线装置的 X 射线在开机时产生（在舱门打开的情况下，无法进行开机工作），关机停止出束时消失。X 射线防护所要考虑的是 X 射线的直射、散射和泄漏辐射对作业场所及周围环境的辐射影响。

(2) 本项目射线装置运行时辐射源为 X 射线，不会产生放射性废气、废水和固体废弃物，检测结果在显示屏上观察或采用数字技术打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光材料；本项目的辐射工作人员为公司现有人员，不新增工作人员的生活垃圾。

(3) 本项目射线装置运行过程中 X 射线使空气电离产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

(4) 本项目 X 射线管损坏时须更换，会产生废 X 射线管。

9.2.3 运行期事故工况下污染源分析

(1) 工作人员使用设备时，防护门安全联锁发生故障，在工件进出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及公众受到不必要的照射；

(2) 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 项目安全措施

10.1.1 分区原则及划分情况

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 射线探伤室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。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。本项目将射线装置内部划为控制区，并在射线装置周围设置电离辐射警告标志及中文警示说明，地面设置警戒线。

（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。

HR225C 型高分辨工业 CT 工作场所将射线装置内部设置为控制区，CT 室除控制区外的其他区域设置为监督区；

UND160 型 X 射线数字成像检测设备工作场所将射线装置内部设置为控制区；北至上料传送系统护栏处，南至下料传送系统护栏处，西至射线装置外 1m 处，东至射线装置外 2m 的区域设为监督区（设备操作位位于监督区内、上料传送系统及下料传送系统搬运工工作位位于监督区外）。

具体如下图所示

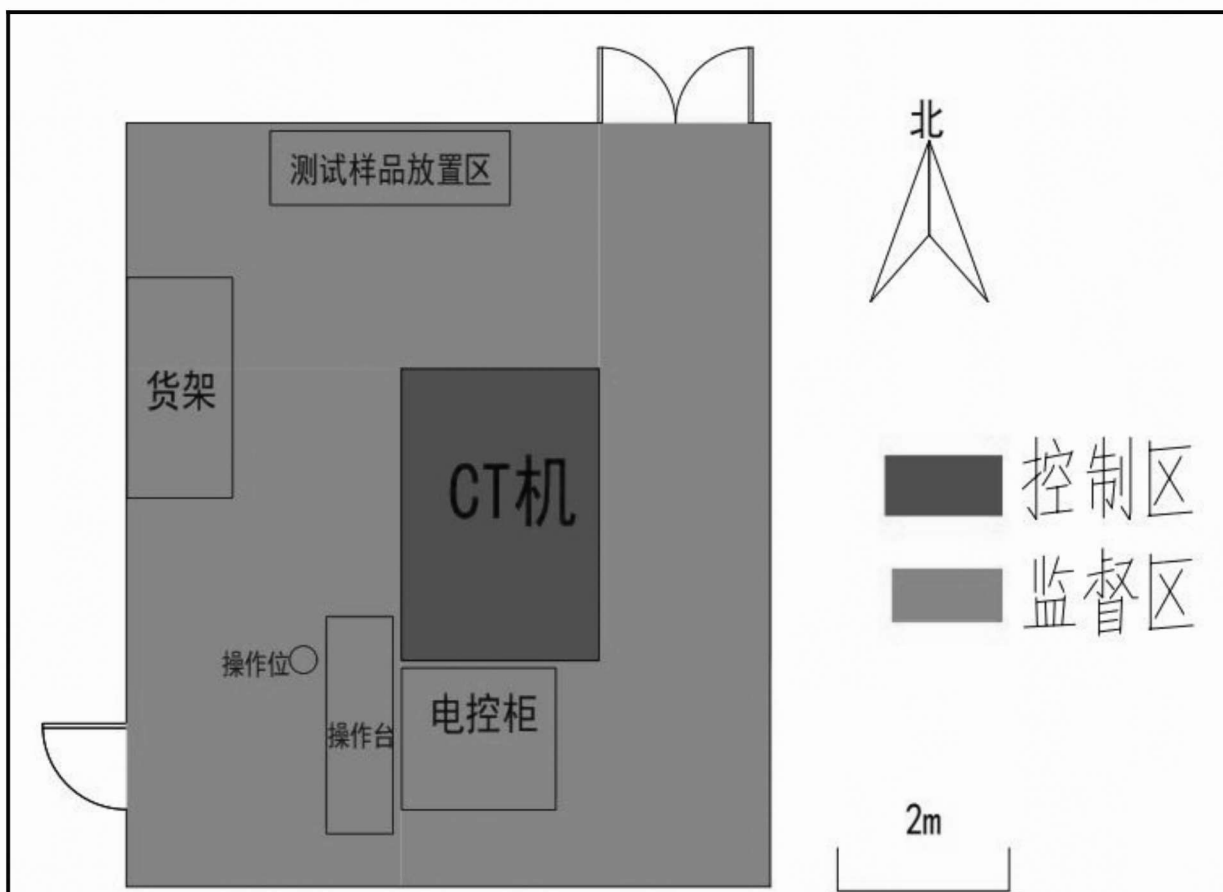


图 10-1 HR225C 型高分辨工业 CT 工作场所分区方案

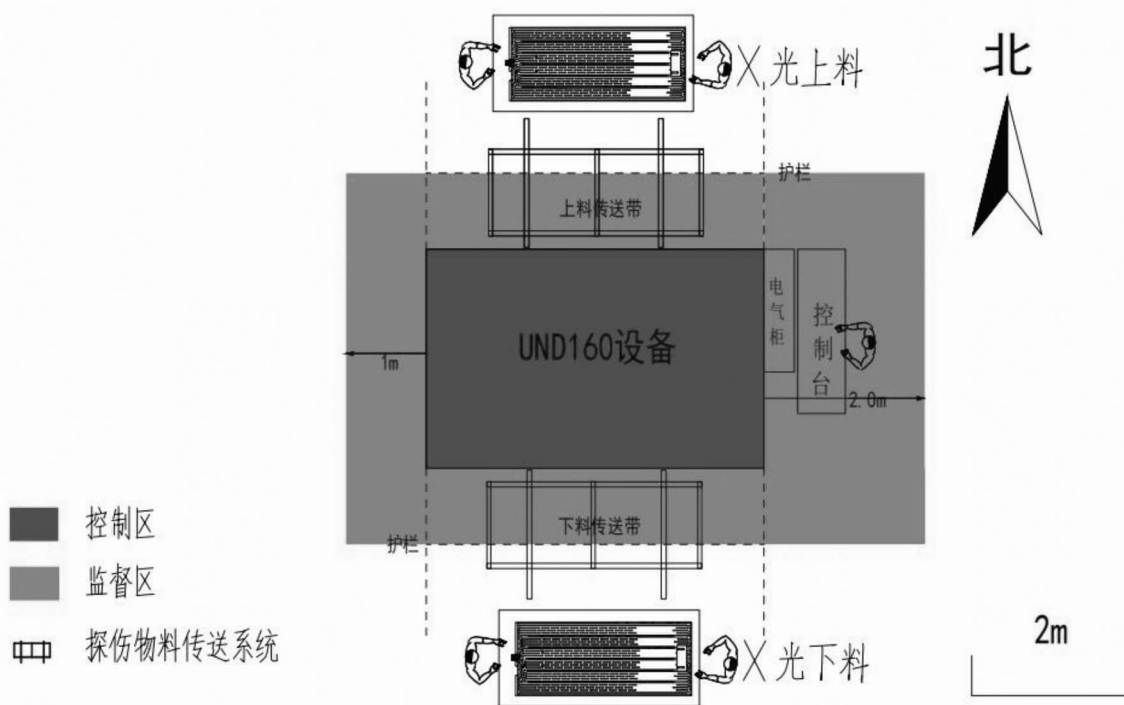


图 10-2 UND160 型 X 射线数字成像检测设备工作场所分区方案

10.1.2 辐射屏蔽设计

本项目 HR225C 型高分辨工业 CT 设备自带屏蔽防护铅房,铅房采用铅钢结构设计,X 射线装置放置在设备中,铅房净尺寸为 3400mm(长)×2300mm(宽)×2700mm(高)。设备屏蔽情况见下表。

表 10-1 HR225C 型高分辨工业 CT 设备屏蔽一览表

前部屏蔽规格(东侧)	14mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 14mmPb)
后部屏蔽规格(西侧)	14mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 14mmPb)
左部屏蔽规格(北侧)	16mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 16mmPb)
右部屏蔽规格(南侧)	12mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 12mmPb)
顶部屏蔽规格	14mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 14mmPb)
底部屏蔽规格	14mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 14mmPb)
备注:①钢板起到承重及支撑的作用,本环评在后文计算中,不考虑钢板的辐射屏蔽效果 ②防护门、观察窗与该侧的屏蔽墙体同等防护铅当量 ③防护门与屏蔽墙体之间设有搭接,对于平开门,防护门门缝上下左右搭接 55mm,对于推拉门,上下左右搭接 60mm	

本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备自带屏蔽防护铅房,铅房采用铅钢结构设计,X 射线装置放置在设备中,铅房净尺寸为 4210mm(长)×2730mm(宽)×2600mm(高)。设备屏蔽情况见下表。

表 10-2 UND160 型 X 射线数字成像检测设备屏蔽一览表

前部屏蔽规格(西侧)	8mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 8mmPb)
后部屏蔽规格(东侧)	8mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 8mmPb)
左部屏蔽规格(南侧)	8mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 8mmPb)
右部屏蔽规格(北侧)	8mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 8mmPb)
顶部屏蔽规格	8mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 8mmPb)
底部屏蔽规格	8mm 铅板+内外 2mm 钢板 (铅当量 8mmPb)
备注:①钢板起到承重及支撑的作用,本环评在后文计算中,不考虑钢板的辐射屏蔽效果 ②防护门、观察窗与该侧的屏蔽墙体同等防护铅当量 ③防护门与屏蔽墙体之间设有搭接,对于平开门,防护门门缝上下左右搭接 60mm,对于推拉门,上下左右搭接 65mm	

本项目主要的线缆孔、通风孔的屏蔽方案如下

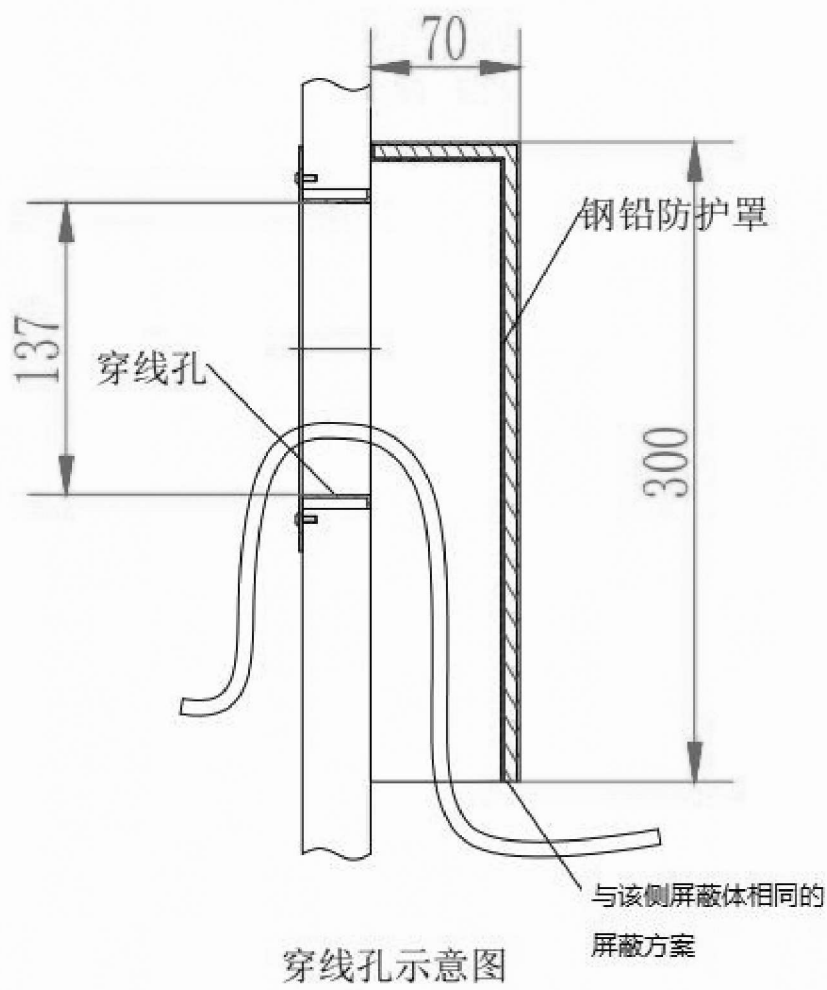


图 10-3 穿墙线缆孔补偿屏蔽方案

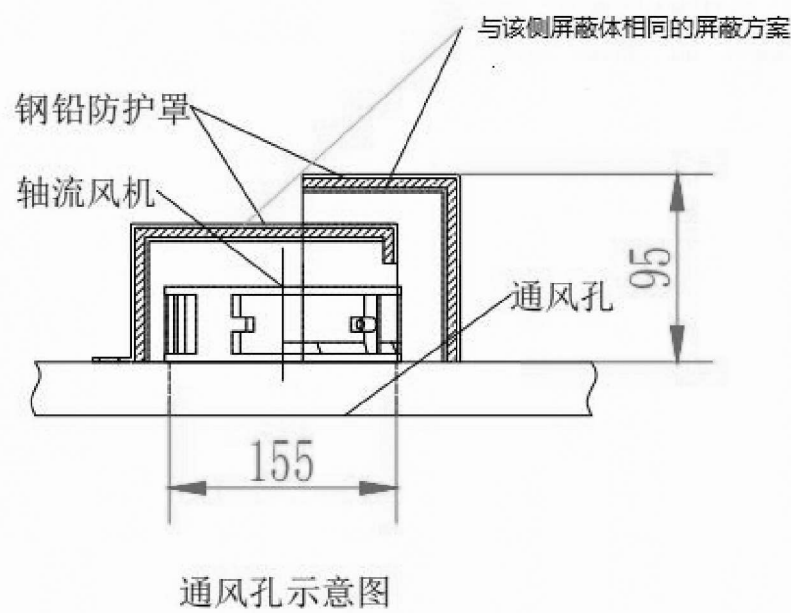


图 10-4 通风口补充屏蔽方案

10.1.4 辐射安全和防护措施

为确保辐射工作人员的工作环境和射线装置外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，该公司拟对新增的射线装置设置多重安全防护措施，具体如下：

（1）工作状态指示灯

本项目 2 台射线装置铅房顶部及内部设置与工作状态联锁的三色警示灯，工作状态三色指示灯配备红色、绿色、黄色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态：

- ①绿、黄、红灯都不亮——设备处于关闭状态
- ②绿灯亮——设备处于上电状态
- ③黄灯亮——箱体防护门处于关闭状态，可安全启动光源
- ④红的亮，蜂鸣器响——射线装置处于工作状态

建设单位将在设备醒目位置张贴有电离辐射警示标志和中文警示说明，明确不同信号灯的意义。

（2）紧急停机按钮及、开门开关及复位按钮

HR225C 型高分辨工业 CT 设备拟设置 6 个急停按钮+开门开关，分别为前方内部 4 个（左侧、右侧各 2 个）、铅房外 1 个（工件进出门外），1 个紧急停机按钮（电控柜）；

UND160 型 X 射线数字成像检测设备拟设置 2 个急停按钮，1 个位于设备控制台，1 个位于设备内部检修门处。

各急停按钮均位于易于接触的地方，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按下紧急停机按钮，设备电源立即被切断，停止出束，若同时需要打开防护门的，同时按下开门开关。紧急停机按钮使用后，需复位后方可进行下一次出束工作。紧急停机按钮带有标签，标明使用方法。

（3）警告标志

公司拟在射线装置铅房各防护门上醒目处张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志并附中文警示说明。同时拟在 CT 室门口粘贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志并附中文警示说明。

（4）门机联锁装置

射线装置均设置门-机联锁装置，保证在防护门关闭后 X 射线装置才能进行无损检测。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。

（5）钥匙开关

HR225C 型高分辨工业 CT 设备钥匙开关位于电气柜上，UND160 型 X 射线数字成像检测设备钥匙开关位于控制台上，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。

（6）视频监控

HR225C 型高分辨工业 CT 设备内部共设置 2 个视频监控摄像头，摄像头对角分布，可以覆盖设备内部人员可达处，设备内部监控摄像头图像显示单元位于控制台电脑上，操作人员可以通过视频对设备内部情况进行监控，同时也可以通过工件进出门观察窗对设备内部情况进行观察。同时，3-2#厂房 CT 室设置有监控摄像头，可以对工件进出 CT 室大门及控制台操作位进行监控，该处监控的图像显示单元位于 3-2#厂房的中控室。

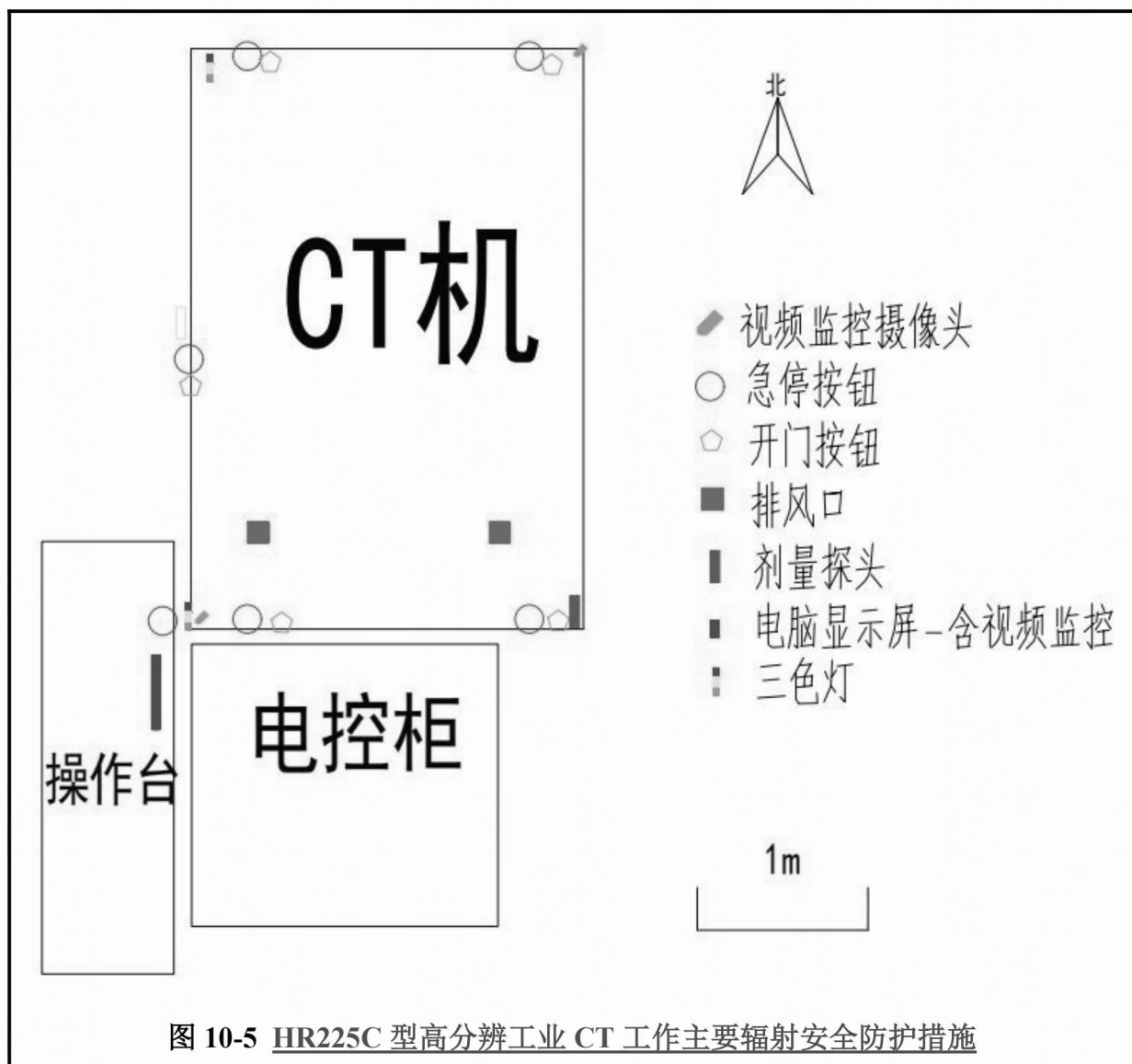
UND160 型 X 射线数字成像检测设备内部共设置 2 个视频监控摄像头，摄像头对角分布，可以覆盖设备内部人员可达处，设备内部监控摄像头图像显示单元位于控制台电脑上，操作人员可以通过视频对设备内部情况进行监控，同时也可以通过工件进出门观察窗对设备内部情况进行观察。同时，14#厂房设置有视频监控系统，可以覆盖 UND160 型 X 射线数字成像检测设备周边人流物流主要通道。

（7）辐射在线监控系统

本次环评 2 台射线装置均拟设置 1 套辐射在线监控系统，具体如下

HR225C 型高分辨工业 CT 设备在线监控系统探头拟设置在机房内部南侧位置，不在有用线束照射方向，显示器设置在操作台，人员可以实时观察在线监测数据。

UND160 型 X 射线数字成像检测设备在线监控系统探头拟设置在设备内部顶部位置，不在有用线束照射方向，显示器设置在操作台，人员可以实时观察在线监测数据。



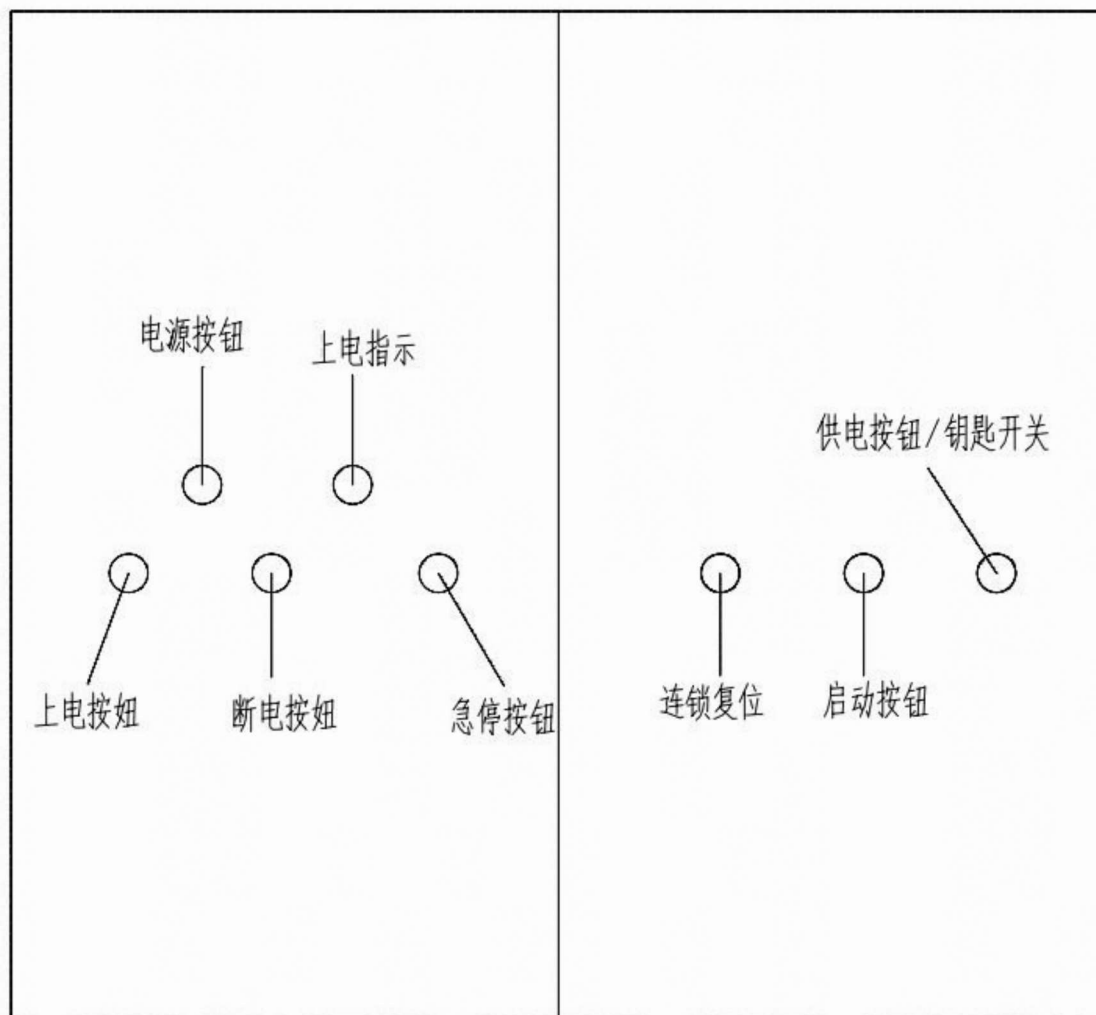


图 10-6 HR225C 型高分辨工业 CT 电控柜相关按钮

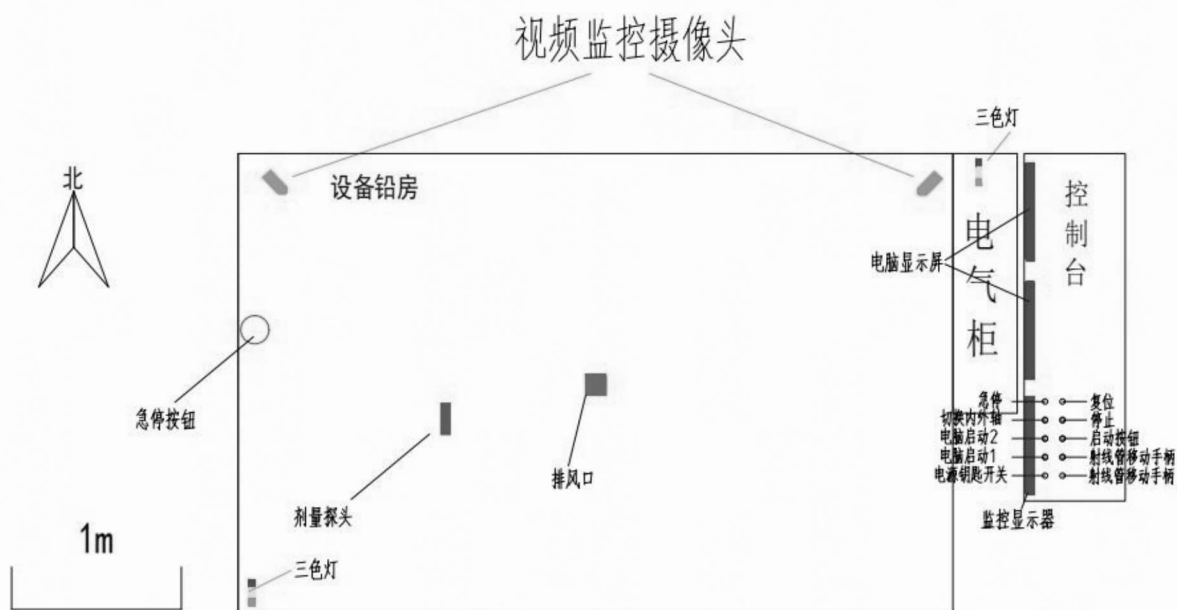


图 10-7 UND160 型 X 射线数字成像检测设备主要控制系统及辐射安全措施

(7) 防止人员误入措施

HR225C 型高分辨工业 CT 设备设置在 3-2#厂房的 CT 室，CT 门设置门禁系统，配合厂区门禁系统、3-2#厂房的门禁系统，可以避免无人人员进入 CT 室。

UND160 型 X 射线数字成像检测设备设置在 14#厂房的液冷板质控区，其进料口、出料口均有传送单位进行进出料，即无需人员进入设备内部，同时进料口出料口设置钢结构围挡，可以避免人员进入设备内部

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 X 射线探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备厂家进行。

（4）个人防护

辐射工作人员佩戴常规个人剂量计外，还应当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

交接班或当班使用个人剂量报警仪前，应检查个人剂量报警仪是否能正常工作。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。只有在设备升降门、维修门关闭、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。

10.1.5 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熟练掌握使用装置时的正确方法及危险；

(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，如安全防护门联锁装置是否可靠、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。

10.1.6 防护用品

根据本次环评项目实际情况，公司拟配备辐射防护和检测用品详见下表。

表 10-3 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	2 台	利旧
固定式场所辐射探测报警装置	2 套	新增 2 套（各 1 个）
个人剂量报警仪	2 个	新增 2 个（各 1 个）
个人剂量计	1 个/人	新增 4 个
电离辐射警告标志	若干	/

10.1.7 与标准的符合性分析

公司辐射安全和防护措施与 GBZ117-2022 标准要求对比情况见下表：

表 10-4 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。	公司已建立辐射安全防护管理领导小组，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。	本项目将为从事探伤工作的辐射工作人员按 GBZ128 的要求配备个人剂量计，并将按标准要求定期进行监测；人员将	符合要求

		按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。	
3	应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	拟配备个人剂量报警仪和辐射剂量率仪。	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。	根据后文分析，HR225C 有用线束朝左（北），同时顶部、底部也视为有用线束照射方向，但该设备操作位位于西南侧。 根据后文分析 UND160 有用线束朝下，同时北侧（右）、南侧（左）也视为有用线束照射方向，但该设备操作位位于东侧 本项目射线装置内部不涉及迷路，防护门与该侧墙体同厚	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。	本项目射线装置拟设置门-机联锁装置，在门关闭后才会进行探伤作业。人员可以进入 HR225C 设备内部，该设备内部设置有紧急停机按钮，人员无法进入 UND160 设备内部。 在探伤过程中，防护门被意外打开时，2 台设备均能立刻停止出束。	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。	本项目射线装置顶部及内部设置了三色灯及蜂鸣器，设置中文说明，并与探伤机联锁。HR225C 设备也设置有灯光报警装置，在出束前提醒设备内部工作人员及时离开	符合要求
9	探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在操作间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。	3-2#厂房 CT 室设置有监控摄像头，可以对工件进出 CT 室大门及控制台操作位进行监控，同时 HR225C 型高分辨工业 CT 设备内部也设置有监控摄像头。 14#厂房设置有视频监控系统，根据建设单位提供的资料，14#厂房的视频监控系统可以覆盖 UND160 型 X 射线数字成像检测设备的上料位、下料为及控制台操作位。	符合要求

10	探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	铅房屏蔽体上以及 CT 室大门处拟张贴符合 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。	HR225C 型高分辨工业 CT 设备内部拟设置 4 个急停按钮，UND160 型 X 射线数字成像检测设备内部拟设置 1 个急停按钮。确保出现紧急事故时，滞留在探伤室内的人员可以第一时间按下急停按钮	符合要求
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 2 台射线装置均设置机械通风系统， <u>废气经设备顶部排风口引至厂房已有的排风管道中，并经排风管排至厂房外。</u> 经后文计算，2 台射线装置内通风换气次数均不小于 3 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。	2 台射线装均拟配置固定式场所辐射探测报警装置， <u>探头设置在机房内部，不在有用线束照射方向上，显示单元位于操作台，便于操作人员获取数据</u>	符合要求

10.1.8 环保投资

本项目总投资 *** 万元，环保投资 *** 万元，占总投资的 ***%。本项目辐射防护设施（措施）及投资估算见表 10-5。

表 10-5 本项目辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

设施（措施）	金额（万元）	备注
铅房（并带有通风装置、声光报警装置、门机联锁、紧急停机按钮等安全设施）	/	已计入设备成本
电离辐射警告标志	***	新增
<u>2 台便携式 X-γ 剂量监测仪</u>	<u>***</u>	<u>利旧</u>
个人剂量报警仪	***	新增 2 个
固定式场所辐射探测报警装置 2 套	***	新增
监控设施	***	新增并依托厂房现有监控系统
辐射监测、环境影响评价、验收等工作	***	包括设备运行期及个人剂量监测等
合计	***	/

10.2 三废的治理

项目运行过程中不产生放射性废水、放射性废气及放射性固体废物。

HR225C 型高分辨工业 CT 设置了机械排风装置，在铅房顶部设置了 2 个排风口，每个排风口各设置 1 个排风机，单个风机风量均为 100m³/h，废气从设备顶部的排风口引出后接入 3-2# 厂房已有的排风管，并经排风管排至厂房外。

UND160 型 X 射线数字成像检测设备设置了机械排风装置，在铅房顶部设置了 1 个

排风口，并安装了 1 台排风机，风机风量为 250m³/h，废气从设备顶部的排风口引出后接入 14#厂房已有的排风管，并经排风管排至厂房外。

本项目射线装置运行过程中会有报废的 X 射线管产生，X 射线管由在厂区内临时暂存后交由厂家回收。

表 11. 环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

本项目本次使用的是成品电气设备，不涉及土建施工建设；本项目射线装置自带屏蔽外壳，进行安装调试后即可使用，调试期间，X 射线是污染环境的主要因子，设备自带屏蔽体能够有效屏蔽 X 射线。X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物，对环境的影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响分析

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) 剂量管理目标值：辐射工作人员 5mSv/a、100 μ Sv/周；公众 0.1mSv/a、2 μ Sv/周。

(3) 工作过程中产生的 X 射线对周围环境的影响采取预测估算的方式进行。选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）确定周围剂量当量率。

备注：本项目公众年剂量管理目标值为 0.1mSv，项目年工作时间 50 周，计算公众周剂量管理目标值为 2 μ Sv/周，本次环评公众周剂量管理目标值为 2 μ Sv/周与 5 μ Sv/周的较小值，即取 2 μ Sv/周。

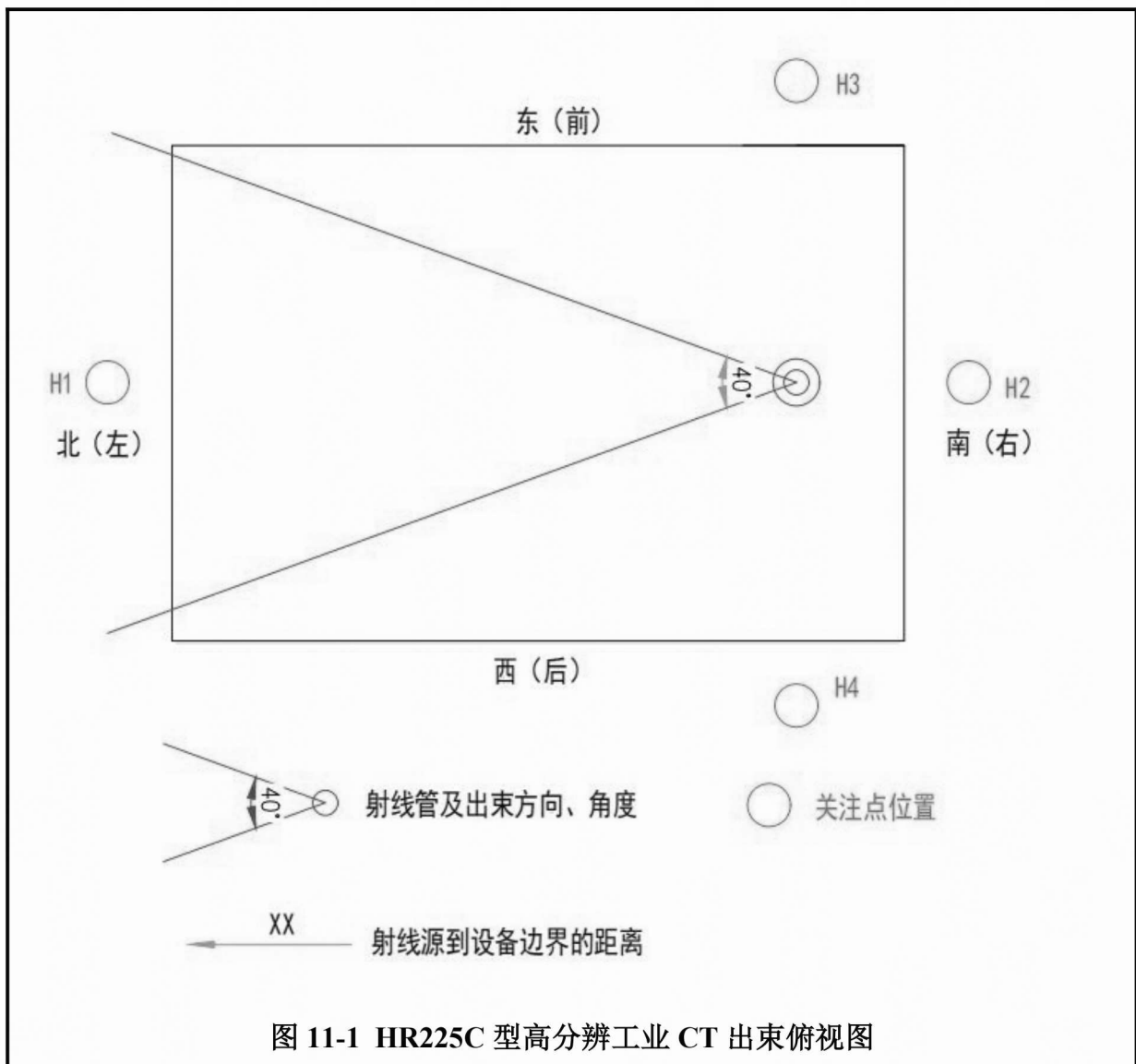
11.2.2 各屏蔽体对应的照射类型及关注点

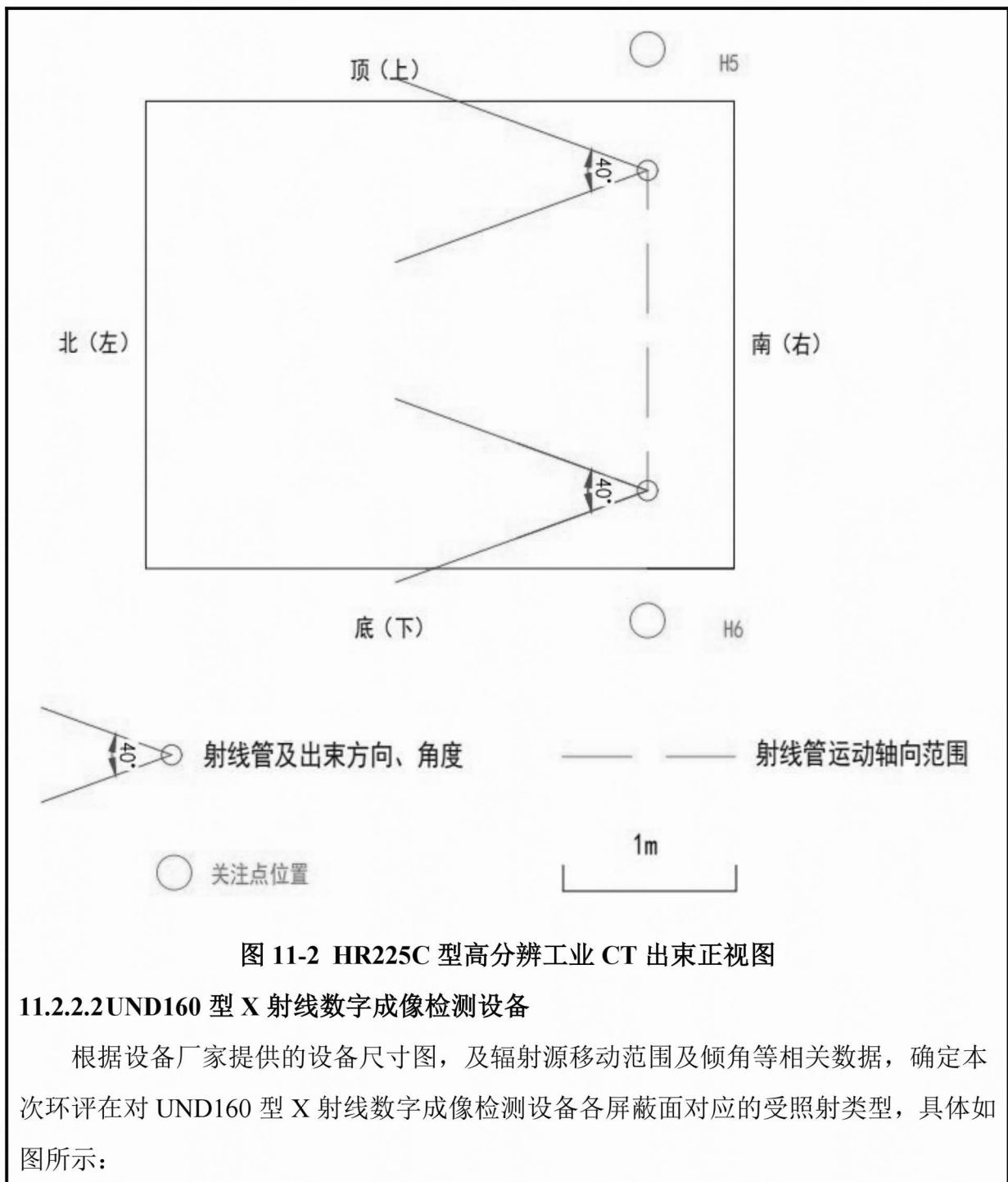
主射方向（有用线束）按照初级 X 射线进行考虑，其他方向按照散射和泄漏 X 射线进行考虑。本项目按最不利原则选取关注点，即对单侧屏蔽体，若局部为有用线束照射，则该侧屏蔽体均按照有用线束进行考虑，否则按照泄露辐射+散射辐射进行考虑。

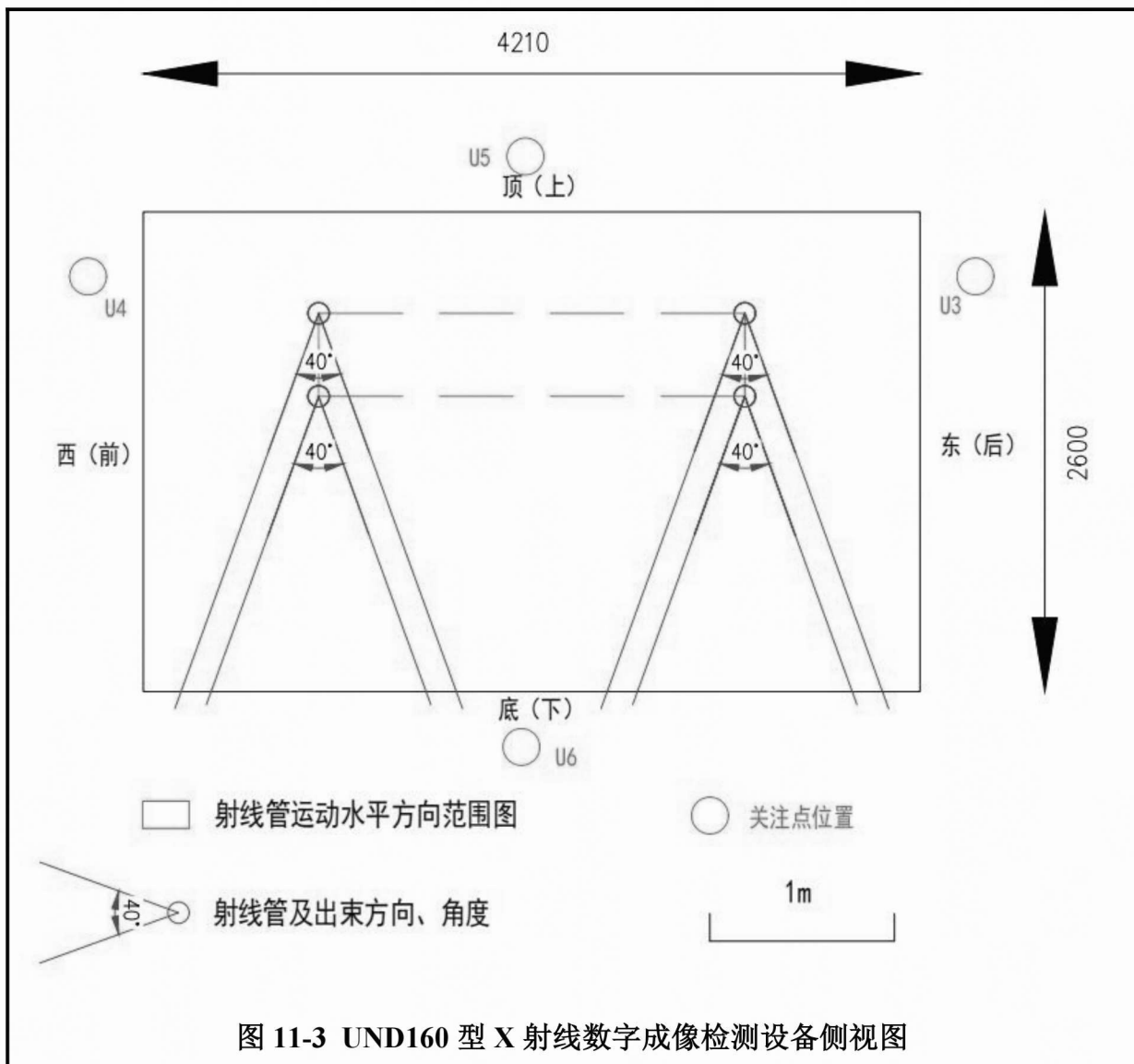
本次环评选取两处射线装置屏蔽体外 30cm 处为关注点，以此开展辐射剂量率的计算。

11.2.2.1 HR225C 型高分辨工业 CT

根据设备厂家提供的设备尺寸图，及辐射源移动范围及倾角等相关数据，确定 HR225C 型高分辨工业 CT 的各屏蔽面对应的受照射类型，由于该设备有用线束向北（左）出束，则北（左）为有用线束照射，南（右）为泄露辐射+散射辐射照射，重点对东（前）、西（后）、顶（上）、底（下）方进行分析判定。







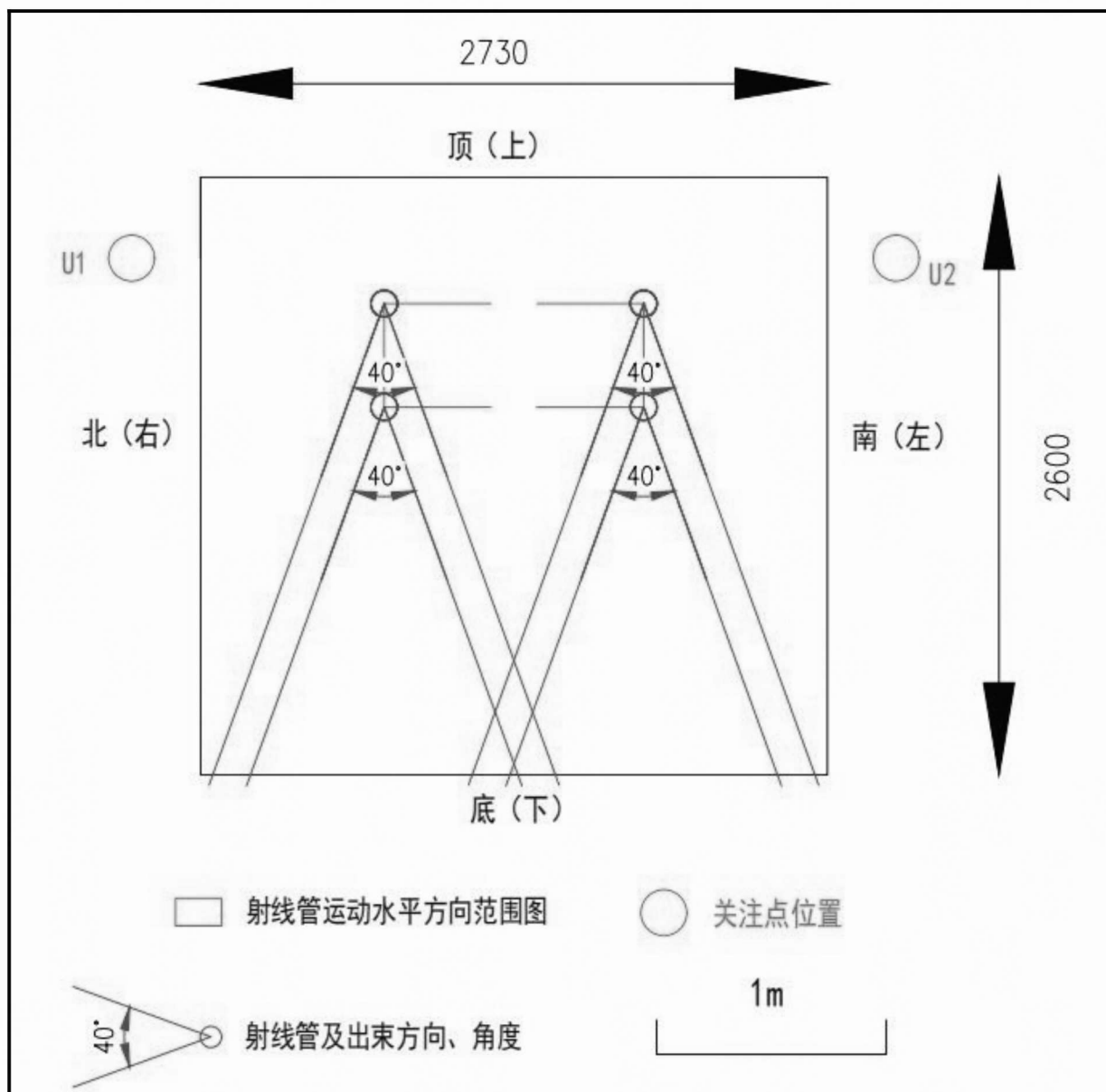


图 11-4 UND160 型 X 射线数字成像检测设备正视图

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A，居留因子取值如下：

表 11-1 居留因子取值

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶尔居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

据此，本次环评确认本项目 2 台射线装置周边关注点选取、居留因子取值及受照射类型如下

表 11-2 射线装置各屏蔽面受照射类型

照射面	关注点	关注点名称	居留因子	有用线	泄漏辐	散射辐
-----	-----	-------	------	-----	-----	-----

		编号		T	束	射	射
HR225C	北侧	H1	北侧屏蔽体外 30cm 处	1/20	√		
	南侧	H2	南侧屏蔽体外 30cm 处	1/20		√	√
	东侧	H3	东侧屏蔽体外 30cm 处	1/20		√	√
	西侧	H4	西侧屏蔽体外 30cm 处	1		√	√
	顶部	H5	顶部屏蔽体外 30cm 处	--	√		
	底部	H6	底部屏蔽体外 30cm 处	--	√		
UND160	北侧	U1	北侧屏蔽体外 30cm 处	--		√	√
	南侧	U2	南侧屏蔽体外 30cm 处	--		√	√
	东侧	U3	东侧屏蔽体外 30cm 处	1		√	√
	西侧	U4	西侧屏蔽体外 30cm 处	1/8		√	√
	顶部	U5	顶部屏蔽体外 30cm 处	--		√	√
	底部	U6	底部屏蔽体外 30cm 处	--	√		

备注：①HR225C 型 CT 周边除西侧按照操作位考虑居留因子外，其他位置均按照非辐射工作人员考虑居留因子，又考虑 CT 室设置了门禁系统，正常情况下非项目工作人员不得入内，故其 CT 室内公众居留因子取 1/40；②--表示人员不可达处。

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 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 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下表：

表 11-3 HR225C 周边关注点剂量率参考控制水平计算一览表

关注点		涉及人员	周剂量参考控制水平 Hc μ Sv/周	使用因子 U	居留因子 T	照射时间 t h/周	导出剂量率参考控制水平 Hc,d μ Sv/h	最高剂量率参考控制水平 Hc,max μ Sv/h	本项目剂量参考控制水平 μ Sv/h
H1	北侧屏蔽体外 30cm 处	公众	2	1	<u>1/40</u>	<u>9.33</u>	<u>8.57</u>	<u>2.5</u>	<u>2.50</u>
H2	南侧屏蔽体外 30cm 处	公众	2	1	<u>1/40</u>	<u>9.33</u>	<u>8.57</u>	<u>2.5</u>	<u>2.50</u>
H3	东侧屏蔽体外 30cm 处	公众	2	1	<u>1/40</u>	<u>9.33</u>	<u>8.57</u>	<u>2.5</u>	<u>2.50</u>
H4	西侧屏蔽体外 30cm 处	辐射工作人员	100	1	<u>1</u>	<u>9.34</u>	<u>10.71</u>	<u>2.5</u>	<u>2.50</u>
H5	顶部屏蔽体外 30cm 处	--	--	--	--	--	--	2.5	2.50
H6	底部屏蔽体外 30cm 处	--	--	--	--	--	--	2.5	2.50

表 11-4 UND160 型关注点剂量率参考控制水平计算一览表

关注点	涉及人员	周剂量参考控制水平 Hc μSv/周	使用因子 U	居留因子 T	照射时间 t h/周	导出剂量率参考控制水平 Hc,d μSv/h	最高剂量率参考控制水平 Hc,max μSv/h	本项目剂量参考控制水平 μSv/h
U1 北侧屏蔽体外 30cm 处	--	--	--	--	--	--	2.50	2.50
U2 南侧屏蔽体外 30cm 处	--	--	--	--	--	--	2.50	2.50
U3 东侧屏蔽体外 30cm 处	辐射工作人员	100	1	1	0.58	172.41	2.50	2.50
U4 西侧屏蔽体外 30cm 处	公众	2	1	1/8	0.58	3.45	2.50	2.50
U5 顶部屏蔽体外 30cm 处	--	--	--	--	--	--	2.50	2.50
U6 底部屏蔽体外 30cm 处	--	--	--	--	--	--	2.50	2.50

11.2.4 辐射环境影响分析

11.2.4.1 有用线束

(1) 有用线束计算公式及参数取值

本次计算公式《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式进行估算：

$$H_{\text{有用线束}} = I \cdot H_0 \cdot B_1 / R^2$$

式中：

B_1 ——有用线束屏蔽透射因子，参考 GBZ/T250-2014 附录 B.1 的曲线得出；

H_0 ——距辐射源（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，

由于设备厂家未给出 HR225C 型高分辨工业 CT 的辐射源强度，参考（GB/T250-2014）附录 B.1，考虑最不利情况，计算 225kV 情况下，HR225C 型高分辨工业 CT 在距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为 $11.4\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，计算为 $684000\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$

根据设备厂家提供的参数，UND160 型 X 射线数字成像检测设备辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $5.94\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，计算为 $356400\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

I ——为最高管电压下的常用最大管电流，mA；

根据设备厂家提供的参数，HR225C 型高分辨工业 CT 最大管电流为 2mA；

R——为辐射源点到计算点距离，m。具体如下图所示：

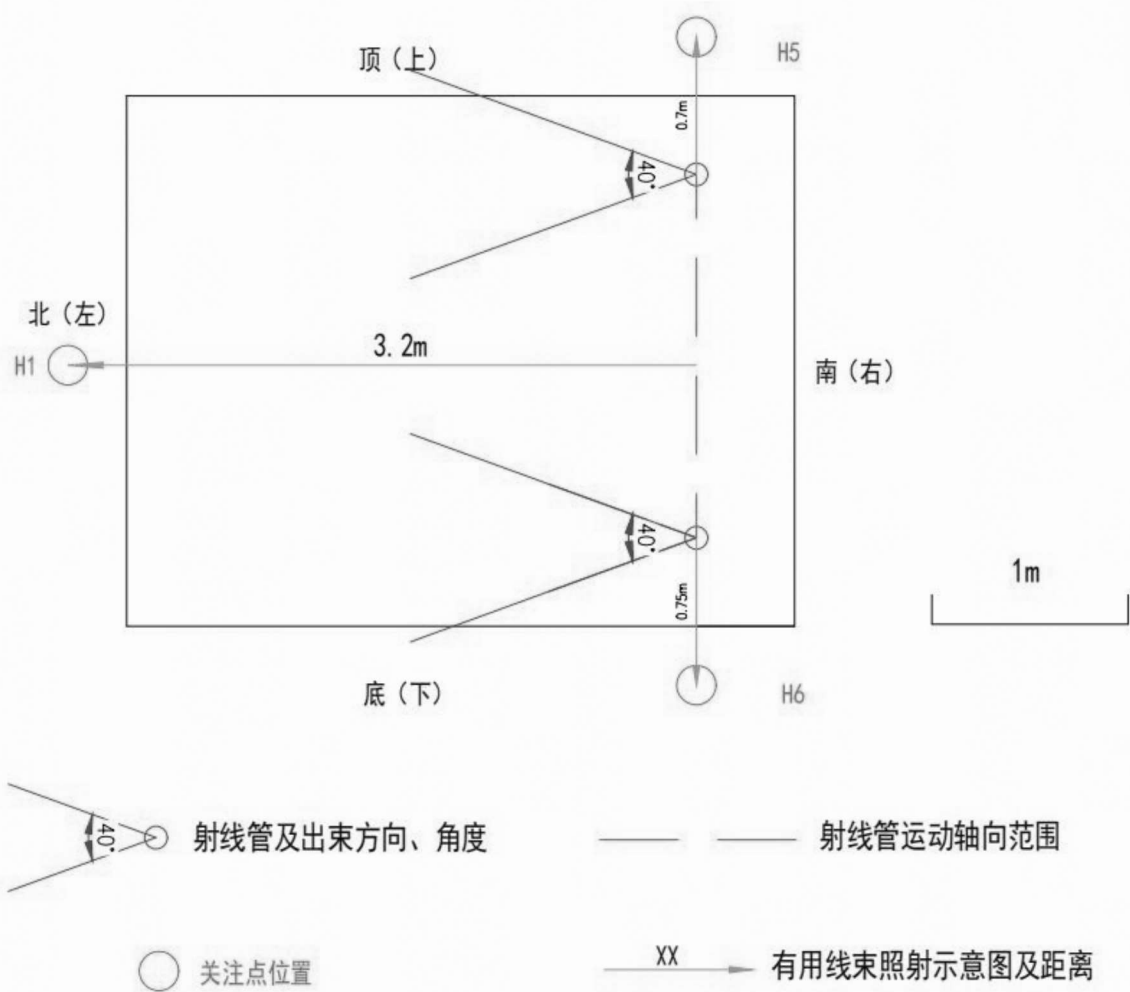
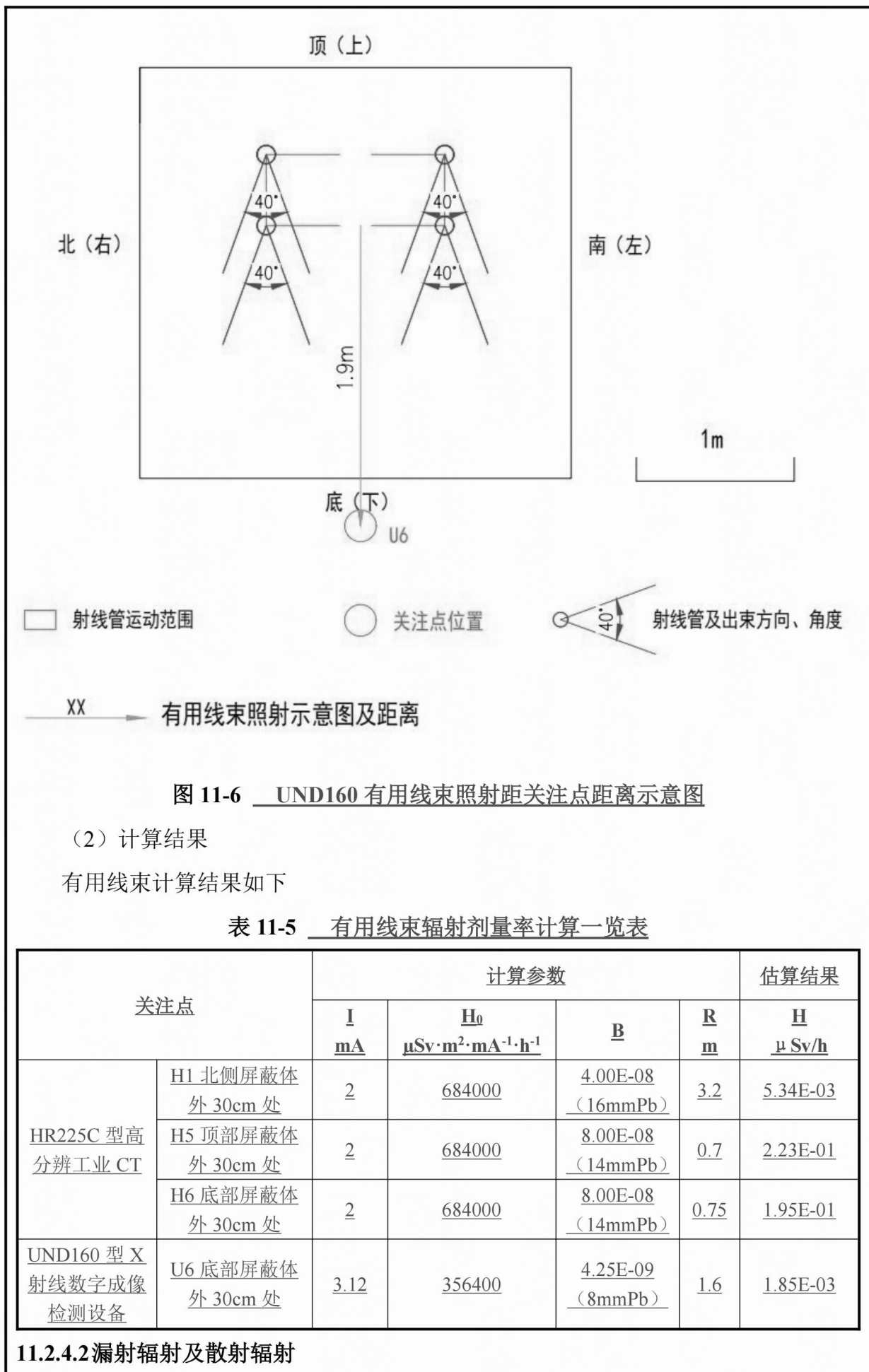


图 11-5 HR225C 有用线束照射距关注点距离示意图



(1) 漏射辐射计算公式及参数取值

在给定关注点剂量率控制值时，按下式计算泄漏辐射屏蔽透射因子：

$$H_{\text{泄漏}}=H_L \cdot B_2/R^2$$

式中：

B_2 ——泄漏辐射屏蔽透射因子；

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 HR225C 型高分辨工业 CT 取 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备取 $2500\mu\text{Sv/h}$ 。

R ——辐射源（靶点）至关注点的距离，m；见后文

对于给定的屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 计算如下：

$$B=10^{-X/\text{TVL}}$$

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。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2，本项目 HR225C 型高分辨工业 CT 泄漏辐射铅的什值层采用插入法计算为 2.15mm。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2，本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备泄漏辐射铅的什值层采用插入法计算为 1.05mm。

(2) 散射辐射计算公式及参数取值

在给定关注点剂量率控制值时，按下式计算泄漏辐射散透射因子：

$$H_{\text{散射}}=I \cdot H_0 \cdot B_3 \cdot F \cdot \alpha / (R_0^2 \cdot R_s^2)$$

式中：

B_3 ——散射辐射屏蔽透射因子；计算方法同泄漏辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，本项目 HR225C 型高分辨工业 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应 200kV 散射辐射，在根据表 B.2，200kV 情况下铅的什值层为 1.4mm。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，，本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应 150kV 散射辐射，在根据表 B.2，150kV 情况下铅的什值层为 0.96mm。

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；取值见有用线束部分。

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（ $1m^2$ ）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；

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）B.4.2，本项目 HR225C 型高分辨工业散射辐射的 $R_0^2/(F \cdot \alpha)$ 为 50。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）B.4.2，本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备散射辐射的 $R_0^2/(F \cdot \alpha)$ 为 60。

R_s ——散射体至关注点的距离，m；如下所示

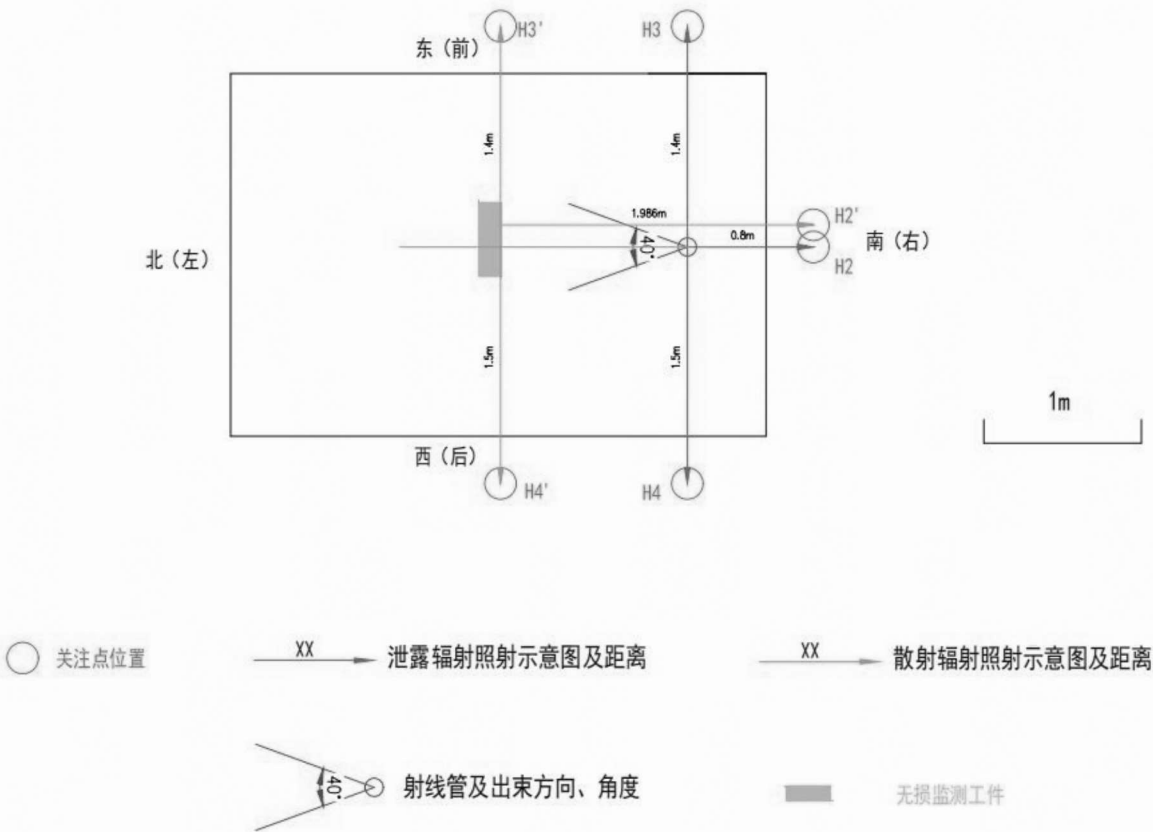


图 11-7 HR225C 泄漏辐射及散射辐射示意图

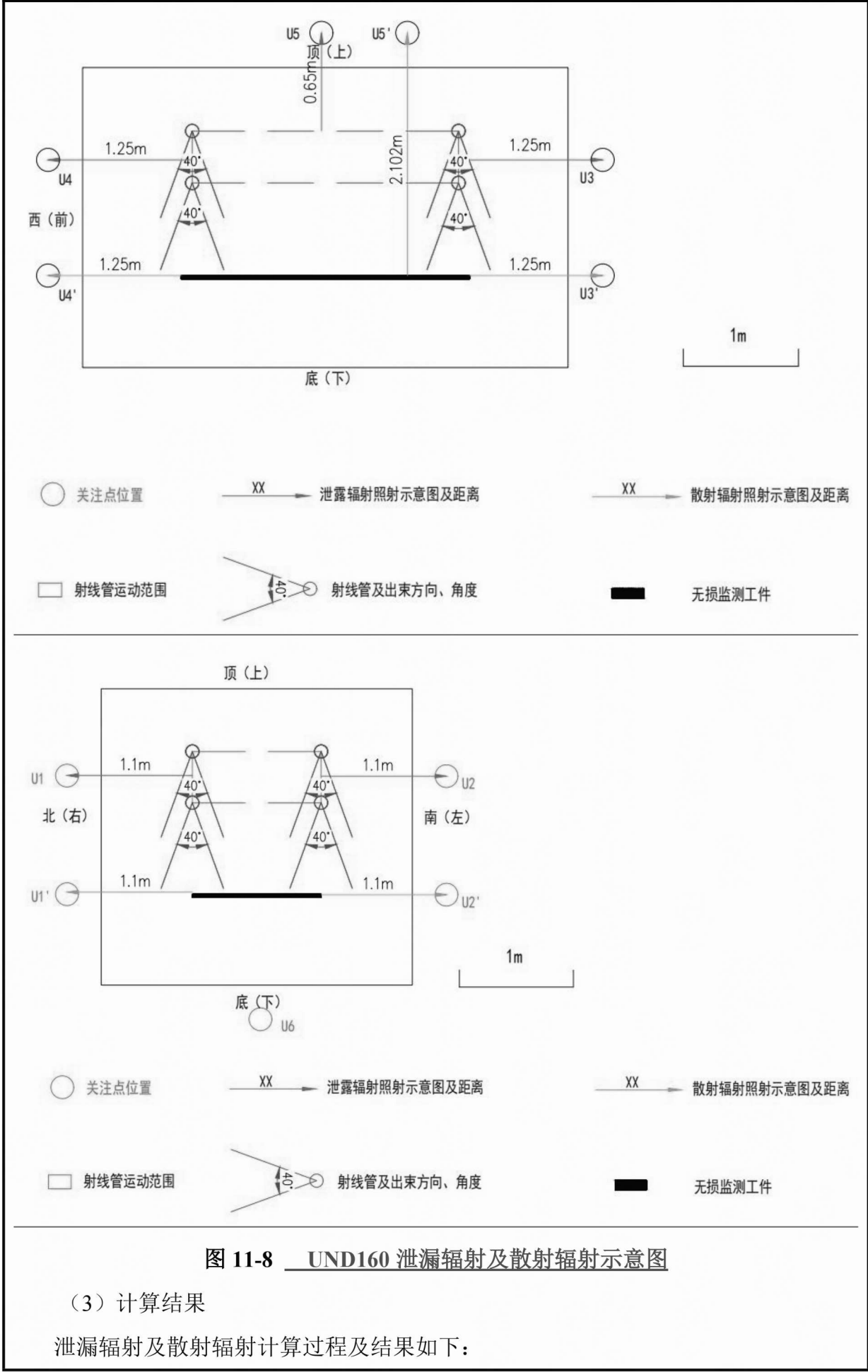


表 11-6 泄漏辐射剂量率计算一览表

关注点		计算参数				计算结果
		$\underline{R}$ $\underline{m}$	$\underline{HL}$ $\underline{\mu Sv/h}$	$\underline{TVL}$ $\underline{mm}$	$\underline{X}$ $\underline{mm}$	$\underline{H}$ 泄漏 $\underline{\mu Sv/h}$
HR225C 型 高分辨工 业 CT	H2 南侧屏蔽体外 30cm 处	0.8	5000	2.15	12	2.05E-02
	H3 东侧屏蔽体外 30cm 处	1.4	5000	2.15	14	7.85E-04
	H4 西侧屏蔽体外 30cm 处	1.5	5000	2.15	14	6.84E-04
UND160 型 X 射线数字 成像检测 设备	U1 北侧屏蔽体外 30cm 处	1.1	2500	1.05	8	4.97E-05
	U2 南侧屏蔽体外 30cm 处	1.1	2500	1.05	8	4.97E-05
	U3 东侧屏蔽体外 30cm 处	1.25	2500	1.05	8	3.85E-05
	U4 西侧屏蔽体外 30cm 处	1.25	2500	1.05	8	3.85E-05
	U5 顶部屏蔽体外 30cm 处	0.65	2500	1.05	8	1.42E-04

表 11-7 散射辐射剂量率计算一览表

关注点		计算参数						计算结果
		$\underline{R_s}$ $\underline{m}$	$\underline{I}$ $\underline{A}$	$\underline{H_0}$ $\underline{\mu Sv \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1}}$	$\underline{R_0^2/}$ $\underline{(F \cdot \alpha)}$	$\underline{TVL}$ $\underline{mm}$	$\underline{X}$ $\underline{mm}$	$\underline{H}$ 散射 $\underline{\mu Sv/h}$
HR225C 型高分 辨工业 CT	H2 南侧屏蔽体 外 30cm 处	1.986	2	684000	50	1.4	12	1.86E-05
	H3 东侧屏蔽体 外 30cm 处	1.4	2	684000	50	1.4	14	1.40E-06
	H4 西侧屏蔽体 外 30cm 处	1.5	2	684000	50	1.4	14	1.22E-06
UND160 型 X 射 线数字 成像检 测设备	U1 北侧屏蔽体 外 30cm 处	1.1	3.12	356400	60	0.96	8	7.11E-05
	U2 南侧屏蔽体 外 30cm 处	1.1	3.12	356400	60	0.96	8	7.11E-05
	U3 东侧屏蔽体 外 30cm 处	1.25	3.12	356400	60	0.96	8	5.51E-05
	U4 西侧屏蔽体 外 30cm 处	1.25	3.12	356400	60	0.96	8	5.51E-05
	U5 顶部屏蔽体 外 30cm 处	2.102	3.12	356400	60	0.96	8	1.95E-05

11.2.4.3 小计

综上，本项目辐射剂量率计算结果如下：

表 11-8 辐射剂量率计算结果汇总 单位 $\mu\text{Sv/h}$

设备名称	关注编号及名称	辐射类型			结果汇总	标准限值	是否达标
		有用线束	泄漏辐射	散射辐射			
HR225C 型高分辨工业 CT	H1 北侧屏蔽体外 30cm 处	5.34E-03			5.34E-03	2.50	是
	H2 南侧屏蔽体外 30cm 处		2.05E-02	1.86E-05	2.05E-02	2.50	是
	H3 东侧屏蔽体外 30cm 处		7.85E-04	1.40E-06	7.87E-04	2.50	是
	H4 西侧屏蔽体外 30cm 处		6.84E-04	1.22E-06	6.85E-04	2.50	是
	H5 顶部屏蔽体外 30cm 处	2.23E-01			2.23E-01	2.50	是
	H6 底部屏蔽体外 30cm 处	1.95E-01			1.95E-01	2.50	是
UND160 型 X 射线数字 成像检测设备	U1 北侧屏蔽体外 30cm 处		4.97E-05	7.11E-05	1.21E-04	2.50	是
	U2 南侧屏蔽体外 30cm 处		4.97E-05	7.11E-05	1.21E-04	2.50	是
	U3 东侧屏蔽体外 30cm 处		3.85E-05	5.51E-05	9.35E-05	2.50	是
	U4 西侧屏蔽体外 30cm 处		3.85E-05	5.51E-05	9.35E-05	2.50	是
	U5 顶部屏蔽体外 30cm 处		1.42E-04	1.95E-05	1.62E-04	2.50	是
	U6 底部屏蔽体外 30cm 处	1.85E-03			1.85E-03	2.50	是

经计算，HR225C 型高分辨工业 CT 铅房外各关注点处周围剂量当量率最大值为 $0.223 \mu\text{Sv/h}$ ，UND160 型 X 射线数字成像检测设备铅房外各关注点处周围剂量当量率最大值为 $0.006 \mu\text{Sv/h}$ ，以上均满足本项目铅房屏蔽体外 30cm 处剂量率满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

需要说明的是，本次环评在计算过程中，相关距离为厂家提供设备所能达到的极限最小距离，在实际过程中，企业根据拟无损监测对象的实际尺寸大小，通过软件控制，限制射线管的移动范围，如 UND160 型 X 射线数字成像检测设备拟限制其上下（Z 轴）方向移动，则实际过程中辐射源点到关注点的距离较环评更大，相应辐射剂量率贡献值更小。

根据前文辐射剂量率计算方法，关注点的辐射剂量率与关注点至辐射源项的距离成平方反比关系，本次环评进一步推算设备周边居留因子较大处的关注点剂量率，如

下：

表 11-9 设备周边公众居留因子较大处关注点剂量率

设备名称	周边居留因子较大的敏感点位置	居留因子	辐射源项距相应屏蔽体外 30cm 处关注点距离 m	设备距周边关注点的距离 m	关注点剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
HR225C 型高分辨工业 CT	北侧水质&品质实验室工作位	1	3.2	6.4	6.33E-04
	南侧装配车间办公室工作位	1	0.8	5.2	4.04E-04
	东侧影像室工作位	1	1.4	4.3	5.29E-05
UND160 型 X 射线数字成像检测设备	北侧上料传送带工作位	1	1.1	1.5	2.76E-05
	南侧下料传送带工作位	1	1.1	1.5	2.76E-05

备注：本项目 HR225C 型高分辨工业 CT 所在 CT 室周边的北侧水质&品质实验室、南侧装配车间办公室、东侧影像室内部有货架、走廊、工作位、操作位等，本次环评在距离取值上，考虑居留因子最大的工作位/操作位的距离

11.2.5 工作人员和公众剂量估算及评价

(1) 估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$He = Dr \times T \times t \times 10^{-3} \quad \text{式 11-5}$$

式中：

He —— X、 γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

Dr —— X、 γ 射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T —— 居留因子；

t —— X、 γ 射线照射时间，h/a。

(2) 计算结果

根据前文计算结果，结合项目工作量情况，及周边环境情况，计算本项目工作过程中对辐射工作人员及公众的年受照情况，具体如下：

表 11-10 辐射工作人员及公众年受照剂量估算结果一览表

点位		$\frac{Dr}{\mu\text{ Sv/h}}$	$\frac{T}{\text{h/a}}$	$\frac{t}{\text{h/a}}$	$\frac{He}{\text{mSv/a}}$
HR225C 型 高分辨工 业 CT	设备北侧外 30cm 处	5.34E-03	1/40	466.67	3.12E-05
	设备南侧外 30cm 处	2.05E-02	1/40	466.67	1.20E-04
	设备东侧外 30cm 处	7.87E-04	1/40	466.67	4.59E-06

	设备西侧外 30cm 处（操作位）	6.85E-04	1	466.67	1.60E-04
	CT 室北侧水质&品质实验室	6.33E-04	1	466.67	1.48E-04
	CT 室南侧南侧装配车间办公室	4.04E-04	1	466.67	9.42E-05
	CT 室东侧东侧影像室	5.29E-05	1	466.67	1.23E-05
UND160 型	设备东侧外 30cm 处（操作位）	9.35E-05	1	29.17	1.36E-06
X 射线数	设备西侧外 30cm 处	9.35E-05	1/8	29.17	1.70E-07
字成像检	设备北侧上料传送带工作位	2.76E-05	1	29.17	4.03E-07
测设备	设备南侧下料传送带工作位	2.76E-05	1	29.17	4.03E-07
本项目射线装置实行两班制、射线装置运行时，周边非辐射工作人员也试行两班制					

本项目 HR225C 型高分辨工业 CT 辐射工作人员所受附加年有效剂量约为 1.60E-04mSv，低于 5mSv/a；公众人员所受附加年有效剂量最大值 1.48E-04mSv，小于 0.1mSv/a；

本项目 UND160 型 X 射线数字成像检测设备辐射工作人员所受附加年有效剂量最大值约为 1.36E-06mSv，低于 5mSv/a；公众人员所受附加年有效剂量最大值 4.03E-07mSv，不大于 0.1mSv/a；

以上均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求及公司制定的管理目标值要求。

11.2.6 三废影响分析

本项目均为计算机显像，不产生废显（定）影液、废片等，运行过程中没有放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生，工作过程中空气电离产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）通过通风系统排出设备外。同时，设备报废的 X 射线管交设备厂家处理。项目三废对环境的影响可以接受。

HR225C 型高分辨工业 CT 设置了机械排风装置，在铅房顶部设置了 2 个排风口，每个排风口各设置 1 个排风机，单个风机风量均为 100m³/h，铅房的尺寸（mm）为 3400×2300×2700，计算铅房容积为 21.11m³，则计算小时换气次数为 9.47 次。

UND160 型 X 射线数字成像检测设备设置了机械排风装置，在铅房顶部设置了 1 个排风口，并安装了 1 台排风机，风机风量为 250m³/h，铅房的尺寸（mm）为 4210×2730×2600，计算铅房容积为 29.88m³，则计算小时换气次数为 8.36 次。

以上均满足《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 3 次”的要求。设备内产生的少量废气经排风口引至所在车间的排风管道，并经排风管排至厂房外。

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 2 台射线装置，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（事件）如下：

（1）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；

（2）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 预防措施

为防止上述事故发生，拟采取以下措施：

（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方可上岗。

（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。

11.3.3 应急措施

1、总体要求

1）一旦发生辐射事故，及时启动《辐射事故处理应急预案》。发生辐射事故时，当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组组长，组长随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取应急响应救助措施。

2）发生辐射事故时，应急处理小组各成员应认真履行职责，各相关部门应积极协调配合，以便妥善处理所发生的辐射事故。

3）各类应急救助物资应准备充分、调配及时。

4）发生事故后应在 2 小时内报告生态环境、卫生行政部门。

11.3.4 小结

针对本项目可能的环境风险，企业将制定针对性的预防措施，可以将项目的辐射事故发生概率降低到较低的水平。同时在事故情况下启动应急预案，可以将事故影响降到最低。

总体而言，在落实环评提出的措施前提下，项目的辐射事故及辐射事故影响是可防可控的。

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

郑州弗迪电池有限公司于 2026 年 7 月 1 日调整了辐射管理工作领导小组，成员如下：

组长：胡乾坤

成员：王磊、聂金霄

辐射管理领导小组主要职责：

一、辐射管理领导小组作为公司辐射管理的领导机构，总体负责公司辐射安全管理工作的决策、协调、组织和考核。

二、依据国家环保法律、法规和本公司实际情况，建立辐射管理相关制度，制定管理计划，对制度贯彻落实情况和工作开展情况进行监督检查，督促相关部门对检查中发现的问题及时整改。

三、定期召开公司辐射安全工作会议，及时对公司辐射工作进行总结、部署和安排；及时协调解决存在的问题，确保环保工作顺利开展和有效实施。

四、制定辐射教育和培训计划，定期开展教育培训，并做好记录。

五、将辐射管理工作纳入公司生产经营计划，对任务进行层层分解，明确责任，分工落实，确保辐射工作全面完成。

六、加强对放射源装置的维护和管理，严格操作规程，全天候 24 小时监控，确保放射源装置和涉源人员安全，有效降低辐射风险，杜绝辐射安全事故和生态破坏事件发生。

同时，公示任命工程师王磊为辐射防护负责人（FS23HA2200524），负责本公司辐射安全与环境保护管理工作。

从以上人员配置看，公司辐射管理工作小组满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，辐射安全与环境保护管理领导小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，公司管理人员能满足配置要求。

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，郑州弗迪电池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，郑州弗迪电池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）郑州弗迪电池有限公司根据实际情况制定了一系列的辐射相关管理制度，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、维修人员的岗位职责，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《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》《监测方案》、《操作规程》、《岗位职责》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》等工作制度。

（2）在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；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，郑州弗迪电池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，郑州弗迪电池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）郑州弗迪电池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 辐射监测计划

（1）现有监测计划执行情况

建设单位现委托长润安测科技有限公司开展辐射工作人员个人剂量监测，监测周期为一季度/一次；委托新郑华信民生医院对辐射工作人员进行职业健康体检，监测周期为两年/一次；自行组织辐射人员手持辐射监测仪器对辐射工作场所开展巡检，监测周期为一季度/一次；委托西安云开环境科技有限公司开展工作场所辐射防护监测，监测周期为一年/一次。

企业对监测结果进行存档、目前，相关档案资料完整齐全，同时企业根据监测结果及建议采取针对性的措施，确保核技术利用工作场所满足相关的法律法规及管理要求。

（2）本项目工作场所和周围环境辐射剂量率监测

监测项目：周围剂量当量率

监测频次：每年进行一次辐射水平监测，委托有资质的单位进行，并保存监测记录；每个季度进行自主监测一次，并保存好监测记录

监测点位：铅房外 30cm 处、防护门外 30cm 处、铅房顶部外 30cm 处、操作位、导线口、排风口、人员经常活动的区域。

（3）个人监测

郑州弗迪电池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》GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等相关规定执行，个人剂量监测的监测周期为一季度/一次；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管理目标值 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管理目标值的原因，并采取相应的整改措施。

（4）辐射工作人员健康管理

本项目拟配备 4 名辐射工作人员，上岗前必须进行岗前职业健康体检，并且体检合格才能从事放射工作；必须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；上岗后要求为每名辐射工作人员配备个人剂量计，并定期送检。

表 12-1 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； 铅房顶部外 30cm 处 3、操作位； 4、管线口、排风口； 5、铅房外需要关注的人员经常活动的区域。
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 辐射事故应急预案

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，公司于 2025 年 11 月 17 日修订了《郑州弗迪电池有限公司辐射事故应急预案》：

（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 1 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

报告程序为：发现者报告给辐射事故应急工作小组成员，由其向生态环境部门报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。

辐射事故应急小组办公室电话:15037163706；

郑州航空港区生态环境和城市管理局 0371-61512319；

郑州航空港区教育卫生体育局 0371-86191608。

总体而言，公司辐射事故应急预案应急体系完善、相关人员配置合理，应急处理处置方案可行，应急联络方式准确且畅通，满足医院辐射事故应急的需要。

本次环评要求企业定期根据医院实际情况、人员调整情况、演习暴露出的问题等对预案进行修编，并在本项目建设完成后，投入运行前，开展一次针对本项目的应急演练。

12.5 辐射安全许可

建设单位应在取得本次环评报告批复文件，场所达到使用要求后，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，重新申领“辐射安全许可证”。

12.6 环境保护竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目竣工后，建设单位自主或委托技术机构开展环保竣工验收工作，具体要求如下：

表 12-2 环境保护竣工验收表

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。	《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》、《放射工作人员职业健康管理辦法》 GBZ128-2019
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 处周围剂量当量率不大于本环评导出剂量率控制水平。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管理目标值为	GB18871-2002 及环评批复

		5mSv; ②公众成员年有效剂量管理目标值不超过 0.1mSv。	
8	出现重大变更的情形	该建设项目的性质、规模、地点、工艺、辐射安全与防护措施等发生重大变动的，应重新报批环评报告	国环规环评〔2017〕4号、《核技术利用建设项目重大变动清单》（试行）

表 13. 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

为了提高生产产品的质量，提升企业的整体竞争实力，郑州弗迪电池有限公司拟投资在三期园区新增两台射线，具体为在 3-2#厂房 CT 室新增 1 台 HR225C 型高分辨工业 CT 用于电芯无损监测、在 14#厂房液冷板生产区新增 1 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备用于液冷板无损监测。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

- (1) 根据现场检测，本项目场址部分点位的辐射本底水平略低于开封市本底范围。
- (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：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) 项目拟设置警示与监视、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。

13.1.3 周围剂量当量率及年附加剂量

通过计算，本项目铅房屏蔽体外 30cm 处剂量率满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

通过核算，从事本项目的辐射工作人员的年附加有效剂量均满足职业人员受照年剂量管理目标值（5mSv/a），本项目周边公众成员的年附加有效剂量均满足公众受照年剂量管理目标值（0.1mSv/a），以上均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和建设单位的 management 目标要求。

13.1.4 可行性分析结论

(1) 实践正当性

本项目为工业企业使用 X 射线开展无损监测，本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加探伤场所周围的辐射水平，射线装置的使用及管理的失误会造成严重的辐射安全事故；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。

（2）产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目新增的射线装置属于鼓励类“十四、机械 6、科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上 24 的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

（3）选址可行性及布局合理性

本项目位于郑州弗迪电池有限公司三期园区内部，评价范围内均为企业用地范围，无学校、居民等，在铅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。

本项目射线装置在相对独立、人员相对较少的位置，人员操作位不在有用线束照射方向上，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。

13.1.5 总结论

郑州弗迪电池有限公司三期园区新增两台射线装置核技术利用项目满足“实践的正当性”的原则与要求，项目的建设符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理，区域辐射环境质量现状未见异常。辐射安全与防护措施总体可行，规章制度基本健全，在严格落实本环评提出的各项环境保护及污染防治措施，项目正常运行时产生的辐射及其他污染物排放可以满足国家相关标准的要求，放射工作人员和公众的受照剂量能满足建设单位管理目标值和国家规定的年有效剂量限值。从环境保护和辐射安全的角度看，项目建设可行。

13.2 建议和承诺

（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）郑州弗迪电池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) 郑州弗迪电池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，接受核技术利用辐射安全与防护培训，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办理《辐射安全许可证》。本项目取得环评批复前和取得《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