

核技术利用建设项目

天铨科技（西安）有限责任公司

工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目

环境影响报告表

（报审稿）

西安桐梓环保科技有限公司

二〇二四年一月

核技术利用建设项目

天铨科技（西安）有限责任公司

工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目

环境影响报告表



天铨科技（西安）有限责任公司

2024 年 1 月

核技术利用建设项目

天铨（西安）有限责任公司

工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目

环境影响报告表



建设单位名称：天铨（西安）有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技

产业园 19 幢 A 座 101 室

邮政编码：710077

联系人：陈慧能

电子邮箱：324402153@qq.com

联系电话：18092785781



营业执照

(副本3-1)

统一社会信用代码

91610131MA6UP95Y61

扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息



建设单位：天铨科技（西安）有限责任公司
项目名称：工业 CT 装置搬迁及新建核技术利用项目
报告类型：环境影响报告表

名称 西安桐梓环保科技有限公司
类型 有限责任公司（自然人投资或控股）
法定代表人 刘艳

注册资本 叁佰万元人民币
成立日期 2017 年 12 月 07 日
营业期限 长期

经营范围 一般项目：环境影响评价技术咨询；竣工环保验收技术咨询；环境监测；辐射检测；建设项目职业病危害放射防护预评价和控制效果评价；应急预案及环境风险评估技术咨询；污染物排放许可核定技术咨询；污染场地风险评估技术咨询；污染场地修复治理技术服务；职业卫生评价；安全评价；安全生产应急预案编制；可行性研究报告、社会稳定性评价、节能评估；水土保持技术咨询；交通影响评价；绿色建筑评价。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

住所 陕西省西安市雁塔区西沣北路 1159 号万智中心 10915 号



登记机关

2021 年 01 月 26 日

编制单位和编制人员情况表

项目编号	u84d3r		
建设项目名称	工业CT装置搬迁及扩建核技术利用项目		
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）	天铭科技（西安）有限责任公司		
统一社会信用代码	91610131MAB0UHM8Y		
法定代表人（签章）	陈慧能		
主要负责人（签字）	陈慧能		
直接负责的主管人员（签字）	陈慧能		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	西安桐梓环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91610131MA6UP95Y61		
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
王振宇	201905035610000018	BH006077	王振宇
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王振宇	报告全文	BH006077	王振宇



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。



中华人民共和国人力资源和社会保障部



中华人民共和国生态环境部

建设单位：天铎科技（西安）有限责任公司
项目名称：工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目
环评报告类型：环境影响报告表



姓名	王振宇
证件号码	610526198810256421
性别	女
出生年月	1988年10月
批准日期	2019年05月19日
管理号	2019050356100000018



验证编号:10024010804931406



验证二维码



“陕西社会保险”APP

陕西省城镇职工基本养老保险 参保缴费证明

姓名:王振宇

身份证号:610526198810256421

人员参保关系ID:61000000000003589115 个人编号:61014001463729

现缴费单位名称:西安桐梓环保科技有限公司

序号	缴费年度	缴费月份	个人缴费	对应缴费单位名称	经办机构
1	2023	202301-202312	4129.94	西安桐梓环保科技有限公司	西安市雁塔区养老保险经办中心



现参保经办机构:西安市雁塔区养老保险经办中心



说明: 1、本证明作为陕西省城镇职工基本养老保险参保缴费证明。2、本证明采用电子验证方式, 不再加盖鲜章。如需查验真伪, 可通过扫描右上角二维码, 下载“陕西社会保险”APP, 点击“我要证明—参保证明真伪验证”查验。3、本证明复印有效, 验证有效期至2024年03月08日, 有效期内验证编号可多次使用。

第1页/共1页

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	18
表 4	射线装置	19
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	20
表 6	评价依据	21
表 7	保护目标与评价标准	22
表 8	环境质量和辐射现状	33
表 9	项目工程分析与源项	36
表 10	辐射安全与防护	41
表 11	环境影响分析	51
表 12	辐射安全管理	75
表 13	结论与建议	89
表 14	审批	93

表 1 项目基本情况

建设项目名称		工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目			
建设单位		天铎科技（西安）有限责任公司			
法人代表		陈慧能	联系人	陈慧能	联系电话 13572104268
注册地址		陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 幢 A 座 101 室			
项目建设地点		陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 幢一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		1800	项目环保投资（万元）	9	投资比例（环保投资/总投资） 0.5%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☒ 其它			占地面积（m ² ） 136.8
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 公司概况

天铎科技（西安）有限责任公司成立于 2021 年 04 月 29 日，注册地位于陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 幢 A 座 101 室，法定代表人为陈慧能。公司经营范围：试验机制造；试验机销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；实验分析仪器制造；实验分析仪器销售；新材料技术研发；绘图、计算及测量仪器制造；绘图、计算及测量仪器销售；计算机软硬件及辅助设备批发；计算机软硬件及辅助设备零售；科技中介服务；标准化服务；信息系统集成服务；软件外包服务；网络与信息安全软件开发；软件销售。

天铎科技（西安）有限责任公司现有辐射工作场所位于陕西省西安市雁塔区朱雀大街南段 222 号西安电炉研究所有限公司科研楼 109 室，现有辐射工作人员 2 人，使用 1 台 240kV 工业 CT 装置用于工件的无损检测。

1.2 核技术应用的目的和项目由来

天铎科技（西安）有限责任公司现有的辐射工作场所为租赁西安电炉研究所有限公

司科研楼 109 室建设，其使用 1 台Ⅱ类射线装置开展专用无损检测工作。该项目于 2022 年 5 月委托西安桐梓环保科技有限公司编制了环境影响报告表，并于 2022 年 8 月 3 取得《西安市生态环境局关于天铨科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置核技术利用项目》的环评批复文件（市环批复〔2022〕91 号）。2022 年 12 月 7 日原有项目通过竣工环保验收，于 2023 年 6 月 14 日取得现行辐射安全许可证（陕环辐证[A2302]号，见附件 2），许可种类和范围为：销售、使用Ⅱ类射线装置；销售Ⅲ类射线装置。

为满足业务发展需要，公司购置陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 栋厂房，该厂房共三层，本项目拟将现有的一台 NNV-240 型工业 CT（位于西安市雁塔区西安电炉研究有限公司科研楼 109 室）搬迁至长信科技产业园 19 栋厂房一层东南角。本项目 NNV-240 型工业 CT 搬迁后，原有检测间交由西安电炉研究有限公司使用，后期若开展放射性工作，则由西安电炉研究有限公司另行办理相关环保手续。

此外，本项目在长信科技产业园 19 栋厂房一层东北角新增 1 台 MSV-600 型工业 CT（最大管电压为 600kV，最大管电流为 4.1A）。

根据《射线装置分类》（2017 年 12 月 6 日），本项目使用的 2 台工业 CT 属于Ⅱ类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》以及《建设项目环境保护管理条例》的规定，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目为“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“.....使用Ⅱ类射线装置的.....”，故应编制环境影响报告表。

天铨科技（西安）有限责任公司于 2023 年 10 月委托西安桐梓环保科技有限公司对其工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目进行环境影响评价工作。接受委托后，我公司组织有关技术人员对该项目进行了实地踏勘和现场调查，同时收集相关基础资料，并依据《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）的相关要求，编制了本项目的环境影响报告表。

1.3 建设规模及工程内容

（1）项目概况

天铨科技（西安）有限责任公司拟将西安电炉研究有限公司科研楼 109 室原有的 NNV-240 型工业 CT 整体搬迁至长信科技产业园 19 栋厂房一层东南角，其最大管电压

为 240kV、最大管电流为 3mA，主射方向朝南侧，用于开展专用无损检测工作；拟在长信科技产业园 19 栋厂房一层东北角新增 1 台 MSV-600 型工业 CT，其最大管电压为 600kV、最大管电流为 4.1A，主射方向朝北侧，用于开展专用无损检测工作。

本项目拟新增、搬迁的工业 CT 工作方式均为固定式室内探伤，不开展现场探伤工作。工业 CT 为整体铅房设计，均采用数字实时成像技术，不进行洗片。本项目的建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容		备注	
主体工程	NNV-240 型工业 CT	240kV 工业 CT 为整体铅房设计，拟安装于 19 栋厂房一层东南角，内净尺寸：3135×1168.5×2010.5（H）mm，本项目所在一层厂房层高 4m，CT 装置与厂房顶部之间有约 1.9m 距离，CT 装置屏蔽体顶部无人员到达。		搬迁	
		防护措施	南侧（主照面）屏蔽措施：15mmPb		
			北侧屏蔽措施：8mmPb		
			东侧、西侧屏蔽措施：10mmPb		
			顶棚屏蔽措施：10mmPb		
			底部屏蔽措施：10mmPb，下方无建筑，为实土层。		
			防护门：铅房工件门洞尺寸：900×1650（H）mm 铅房工件门体尺寸：1048×1765（H）mm×10mmPb 铅房检修门洞尺寸：2680×1750（H）mm 铅房检修门体尺寸：2794.5×1860（H）×10mmPb		
		设备	1 台 NNV-240 型工业 CT，最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA。		
	MSV-600 型工业 CT	600kV 工业 CT 为整体铅房设计，拟安装于 19 栋厂房一层东北角，内净尺寸：4300×2500×3150（H）mm，本项目所在一层厂房层高 4m，CT 装置与厂房顶部之间有约 0.76m 距离，CT 装置屏蔽体顶部无人员到达。		新建	
		防护措施	北侧（主照面）屏蔽措施：90mmPb		
			南侧屏蔽措施：35mmPb		
			东侧、西侧屏蔽措施：45mmPb		
			顶棚屏蔽措施：45mmPb		
			底部屏蔽措施：45mmPb		
			防护门：工件门洞尺寸：1500×2000（H）mm 工件门体尺寸：1700×2200（H）mm×45mmPb		
		设备	1 台 MSV-600 型工业 CT，最大管电压为 600kV，最大管电流为 4.1A。		
辅助工程	操作台	NNV-240 型工业 CT 的操作台位于铅房的西南侧。		新建	
		MSV-600 型工业 CT 的操作台位于铅房的西北侧。		新建	
公用	供配电系统	依托产业园内配电系统，产业园内用电来源于市政供电。		依托	

工程	给水系统	依托产业园给水管网供辐射工作人员生活用水。	依托
	排水系统	辐射工作人员产生的生活污水依托长信科技产业园现有化粪池处理后排入市政污水管网。	依托
环保工程	X 射线辐射防护	采用足够厚度的铅进行屏蔽防护。	新建
	污水处理	辐射工作人员产生的生活污水依托产业园现有化粪池处理后排入污水管网。	依托
	铅房通风	铅房排气口安装风机，设置机械排风系统。	新建
	一般固废	工作人员生活垃圾依托园区生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。	依托

（2）设备概况

根据建设单位提供的资料，该工业 CT 由高频固定式 X 射线探伤机、数字平板成像系统、计算机图像处理系统、机械工装及电气控制系统及防护铅房等组成，一体化设计，射线装置技术参数详见表 1-2。

表 1-2 射线装置技术参数表

型号	MSV-600	NNV-240
X 射线管最高电压	600kV	240kV
X 射线管最高电流	4.1A	3mA
射线管焦点尺寸	1/0.4mm	1 μ m
空间分辨率 lp/mm	5	1000
尺寸测量精度	0.02mm	0.2 μ m
面阵探测器面积	409.6 $\times$ 409.6mm ²	250 $\times$ 300 mm ²
探元尺寸/像素数量	200 μ m/2048 $\times$ 2048	100 μ m/2508 $\times$ 3004
线阵探测器长度/像素尺寸	410mm/200 μ m	307mm/100 μ m
工件最大直径 mm	$\leq$ 1200	$\leq$ 300
检测区最大直径 mm	$\leq$ 600	$\leq$ 300
最大穿透厚度（等效于钢）mm	100	50

（3）探伤工件情况

本项目探伤工件主要材质为钢，厚度小于 100mm，工件参数见表 1-3。

表 1-3 主要探伤工件外形尺寸一览表

序号	采用设备	工件材质	工件最大直径 mm	检测区最大直径 mm	厚度 mm
1	MSV-600	钢	$\leq$ 1200	$\leq$ 600	$\leq$ 100
2	NNV-240		$\leq$ 300	$\leq$ 300	$\leq$ 50

（4）计划工作量

工作量根据公司接到的订单安排，本项目预计全年曝光总次数不大于 6000 次，每次曝光时间根据工件的厚度确定，通常每次曝光时间不超过 5min，年曝光时间约 500h。本项目年工作 50 周，则周实际开机约 10 小时。

项目计划工作量见表 1-4 所示。

表 1-4 项目计划工作量

探伤机 型号	最大管 电压	最大管 电流	工作量	年工作 时间（最大）	周工作 时间（最大）
NNV-240	240kV	3mA	年曝光次数 3600 次	300h	6h
MSV-600	600kV	4.1A	年曝光次数 2400 次	200h	4h
合计				500h	10h

注：年工作时间和周工作时间按每次曝光最大时间 5min 计算。

（5）主要原辅材料

本项目工业 CT 实时成像检测装置采用电子显示器进行判读，评估，电子数据存档，故不涉及胶片、显影液和定影液的使用。

（6）辐射工作人员

本项目配置 4 名辐射工作人员，每两人分为 1 组，共 2 组，从事本次 X 射线无损检测工作。其中 2 人负责 240kV 设备操作，为原有辐射工作人员；另外 2 人负责 600kV 设备操作，为拟新增辐射工作人员。辐射工作人员仅负责操作各自对应的设备，人员不交叉操作其他射线装置。

根据建设单位提供的资料，本项目拟配备的原有辐射工作人员辐射安全与防护考核证书均在有效期内，见附件 3。天铨科技（西安）有限责任公司已为辐射工作人员配备有个人剂量计，辐射工作人员进行无损检测工作时按要求佩戴个人剂量计，并定期送检（连续一年个人剂量监测报告见附件 4）；公司每两年安排辐射工作人员进行职业健康体检（职业健康体检报告见附件 5），并建立个人健康档案。

表 1-5 本项目拟配备的辐射工作人员情况

姓名	性别	辐射安全与防护考核证书编号及有效期	人员职业健康体检时间及结果	连续一年个人剂量累积值（2022.11.22-2023.11.22）	备注
陈慧能	女	FS22SN1200385, 有效期至 2027.08.01	2022.11.16, 可以从事放射工作	0.5mSv/a	原有辐射工作人员
符天璐	/	FS22SN1200383, 有效期至 2027.08.01	2023.05.09, 可以从事放射工作	0.168mSv	（2023.8.22-2023.11.22） 原有辐射工作人员
王鑫	女	FS21SN1200411, 有效期至 2026.09.11	2022.11.25, 可以从事放射工作	0.29mSv	（2022.11.22-2023.8.01） 原有辐射工作人员，后期不再从事本公司辐射工作
待定	/	评价要求持证上岗，考核专业为“X 射线探伤”	评价要求岗前体检合格	/	新增

待定	/	评价要求持证上岗，考核专业为“X射线探伤”	评价要求岗前体检合格	/	新增
----	---	-----------------------	------------	---	----

评价要求，本项目新增的辐射工作人员必须经过辐射安全和防护专业知识以及相关法规的培训，经核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格后方可上岗操作。在进行无损检测工作时应配备相应的个人剂量计等相关防护用品，定期体检，建立个人健康档案。

1.4 项目地理位置及周边环境概况

(1) 项目所在区域周围环境概况

天铨科技(西安)有限责任公司位于陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园内，园区东侧为好利来烘焙工业园，北侧为天工一路，南偏西侧目前为空地，南偏东侧为陕西福运达钛业有限公司，西侧为周武路。本项目地理位置图见图 1-1，本项目厂区四邻关系图见图 1-2。

本项目 2 台工业 CT 装置均位于长信科技产业园 19 号厂房一层，厂房北侧、东侧为园区内部道路；北侧隔园区道路为长信科技产业园 8 号厂房陕西东奥博瑞再生医学科技有限公司；东侧隔路为水泵房；南侧隔路、西侧为陕西天宠生物科技有限公司。厂房共三层，首层高度为 4m，二三层高度为 3.6m，二层为公司预留办公区域，厂房地下无建筑、为实土层，本项目工业 CT 装置所在 19 号厂房四邻关系见图 1-3。

(3) 拟建铅房周围环境状况

本项目 2 台工业 CT 装置位于 19 号厂房一层东侧，NNV-240 型工业 CT(自带铅房)位于厂房一层东南侧，CT 装置西南角为操作台，西侧为储藏室、卫生间及公司前台，东侧为厂房通道，距东墙 0.7m，南侧为空调放置区，北侧为电气设备区域；MSV600 型工业 CT(自带铅房)位于厂房一层东北侧，西北侧为操作台，西侧为工件存放区，距北墙 0.6m，南侧为电气设备区域。本项目所在厂房一层平面布置见图 1-4，项目拟建地及周围环境现状见图 1-5。



图 1-1 天铨科技（西安）有限责任公司厂区地理位置图



图 1-2 本项目厂区四邻关系图



图 1-3 工业 CT 装置所在厂房四邻

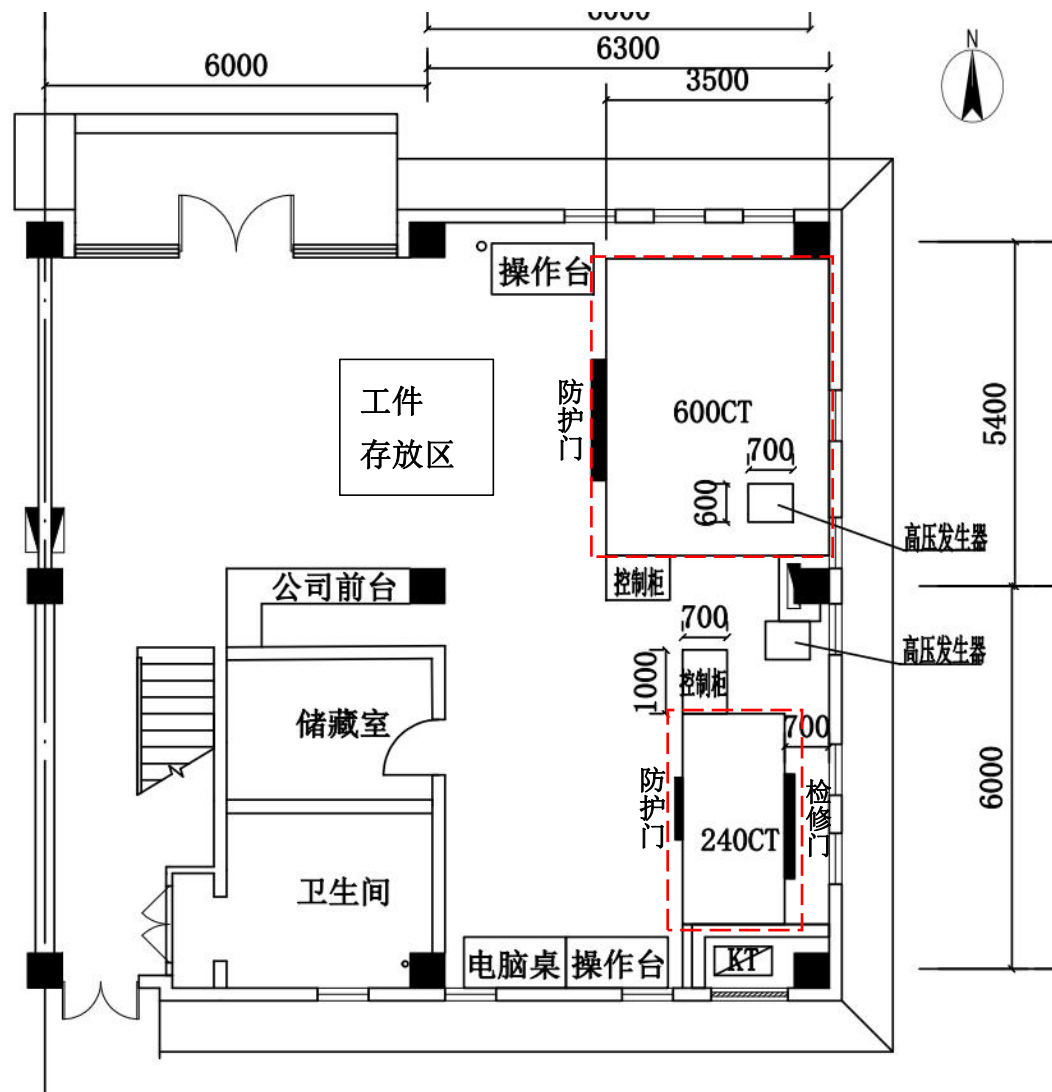


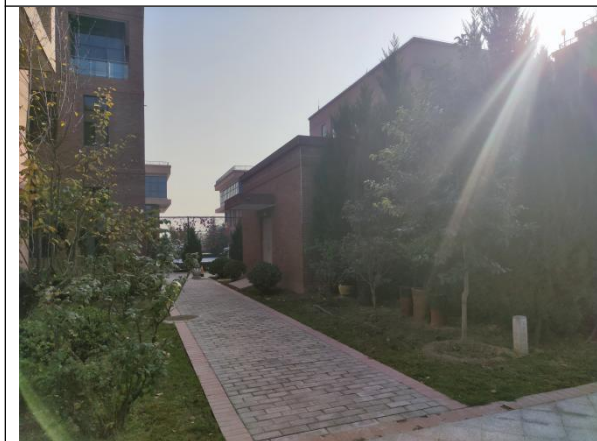
图 1-4 厂房一层平面布置图



本项目所在厂房



厂房西侧紧邻西安天宠生物科技有限公司



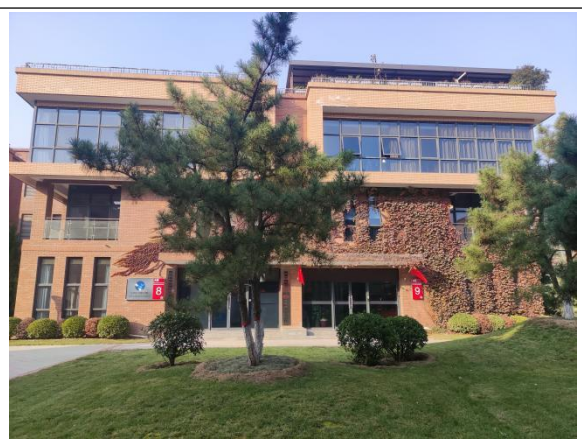
厂房西侧园区道路



厂房东侧水泵房



厂房北侧园区道路



厂房北侧隔路 8 号厂房



1.5 辐射工作场所选址合理性

本项目拟使用的 2 台工业 CT 装置于陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 号厂房内，厂区北侧为天工一路，南侧分别为空地、陕西福运达钛业有限公司，东侧为好利来烘焙工业园，西侧为周武路。工业 CT 装置位于 19 号厂房一层，该厂房建筑结构为 3F，厂房层高为 16.5m，首层高 4m，二三层高 3.6m。厂房外南侧隔厂区道路、西侧紧邻为陕西天宠生物科技有限公司，东侧隔路为水泵房，北侧为园区内部道路。厂房二层为预留办公区，厂房无地下层。

根据工业 CT 装置的辐射安全防护屏蔽理论计算结果分析，工业 CT 装置屏蔽体及铅防护门屏蔽防护能力满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）等要求；根据建设单位提供的屏蔽体和防护门防护厚度预测，探伤时辐射工作人员所受的年附加有效剂量最大为 0.037mSv，远低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a；公众人员因该项目可能导致其所受的年附加有效剂量为 0.088mSv，低于公众人员剂量控制目标值 0.1mSv/a，因此，室内探伤时对工作人员及公众的影响较小。

项目周围 50m 范围内均在园区范围内，不涉及居民住宅区，涉及人员主要为园区的工作人员，辐射工作场所及周围区域人员主要为辐射工作人员和其他办公人员。根据《工业探伤放射防护标准》（GB Z117-2022），操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。工业 CT 装置内部设置视频监控系统，便于辐射工作人员观察工件和探伤机状态及防护门开闭情况。工业 CT 装置屏蔽设计满足相关要求，且辐射工作场所周围相邻区域无公众人员长期驻留区域，从辐射安全与防护的角度分析，在射线装置运行时，可有效减少公众人员的照射剂量，且本项目监督区和控制区划分明确，因此项目选址合理可行。

1.6 环境保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护目标为拟建工业 CT 装置周围活动的辐射工作人员和公众成员，评价范围为工业 CT 装置屏蔽体外 50m 的区域（见图 7-1）。

1.7 建设单位环保手续履行情况

2022 年 5 月，天铨科技（西安）有限责任公司委托西安桐梓环保科技有限公司编制完成了《工业 CT 装置核技术利用项目环境影响报告表》，2022 年 8 月 3 日取得了西安

市生态环境局《关于天铨科技(西安)有限责任公司工业 CT 装置核技术利用项目环境影响报告表的批复》（市环批复〔2022〕91 号），2022 年 12 月 7 日原有项目通过竣工环保验收，环评阶段天铨科技(西安)有限责任公司拟新增 2 台工业 CT，其中 NNV-240 型工业 CT 位于该科研楼 109 室，最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA；MSV-600 型工业 CT 位于该科研楼 107 室，最大管电压为 600kV，最大管电流为 4.1A。验收阶段实际仅安装了 1 台 NNV-240 型工业 CT，MSV-600 型工业 CT 未安装，未进行验收。2023 年 6 月 14 日天铨科技(西安)有限责任公司取得现行辐射安全许可证（陕环辐证[A2302] 号），许可种类和范围为：销售、使用 II 类射线装置；销售 III 类射线装置，有效期至 2028 年 2 月 21 日。

1.8 与本项目有关的原有核技术应用及污染状况

（1）辐射防护管理机构

天铨科技(西安)有限责任公司已成立了辐射安全与防护领导小组，并加强探伤作业场所的辐射安全管理，杜绝安全与环境事故，或在事故发生后能够有序地开展救援工作，最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，维护正常的工作秩序。

（2）规章制度建设及落实情况

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，天铨科技(西安)有限责任公司针对其应用的工业 X 射线探伤装置，按照相关规定制定并完善了相应的管理制度，包括：《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《射线装置管理制度》《射线装置台账》《射线装置岗位职责、操作规程》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员职业健康体检管理制度》《辐射安全防护设施的维护与维修制度》《辐射环境监测制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》《辐射事故应急预案》等。

（3）辐射工作人员培训情况

天铨科技(西安)有限责任公司原有辐射工作人员共 3 人：陈慧能、符天琚、王鑫。3 人分别于 2022 年 7 月、2021 年 9 月参加 X 射线探伤辐射安全与防护考核，并取得辐射安全与防护培训证书，3 人证书均在有效期内，因公司射线装置拟搬迁，目前探伤工作已暂停。

（4）职业健康检查情况

天铨科技(西安)有限责任公司原有 3 名辐射工作人员分别于 2022 年 11 月、2023 年 5 月进行了职业健康检查，体检结果均为可从事原辐射工作，并建立了职业健康监护档案，职业健康检查报告见附件 5。

按照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）中 5.1.3、5.1.4、5.1.5 要求，本次拟新增的 2 名辐射工作人员应进行上岗前职业健康检查，检查结果符合放射工作人员健康要求的方可参加放射工作。

（5）个人剂量监测

天铨科技(西安)有限责任公司已为原有辐射工作人员配备个人剂量计，并委托浙江杭康检测技术有限公司对本公司现有辐射工作人员进行了剂量监测。根据浙江杭康检测技术有限公司出具的放射工作人员个人剂量监测报告（监测报告见附件 4）。公司原有辐射工作人员个人剂量计算见下表。

表 1-6 原有辐射工作人员个人剂量计算表

姓名	原有放射工作个人剂量（mSv/a）					备注
	2022.11.22-2023.2.21	2023.2.22-2023.5.21	2023.5.22-2023.8.21	2023.8.22-2023.11.21	2022.11.22-2023.12.22	
陈慧能	0.007	0.102	0.176	0.169	0.5	在岗
王鑫	0.007	0.062	0.053	/	0.122	已离岗
	/	/	/	0.168	0.168	在岗

注：根据个人剂量监测报告，MDL 为检测设备最低探测下限（0.014mSv），当工作人员的外照射个人监测结果小于 MDL 时，结果记为 MDL 值的一半即 0.007mSv。

由上表可知，2022 年 11 月 22 日-2023 年 12 月 22 日期间公司辐射工作人员所接受的个人年有效剂量最大值为陈慧能（0.5mSv），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年接受有效剂量 20mSv 剂量限值要求及年剂量约束限值 5mSv。

评价要求，天铨科技(西安)有限责任公司应为拟新增的辐射工作人员配备个人剂量计，进行个人剂量监测。

（6）工作场所及辐射环境监测情况

公司现有 1 台便携式 X-γ剂量率仪，并制定了《天铨科技(西安)有限责任公司辐射环境监测方案》，委托有资质单位对辐射工作场所每年进行 1 次定期监测。

天铨科技(西安)有限责任公司于 2022 年 11 月委托西安桐梓环保科技有限公司对公司现有的 1 台射线装置使用场所进行了辐射防护检测（见附件 9），出具了监测报告（报告编号：XATZ-FS-2022-076 号），检测结论为：NNV-240 型工业 CT 正常工作状态下（工况：电压 240kV，3mA），工业 CT 铅房周围剂量当量率检测结果最大值为 0.142 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求及环评中工业 CT 铅房外各关注点最高周围剂量应 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

（7）现有检测间及其辅助用房

本项目涉及搬迁项目，天铨科技（西安）有限责任公司现有核技术利用项目位于陕西省西安市雁塔区朱雀大街南段 222 号西安电炉研究所有限公司科研楼 109 室。本次设备搬迁后，该检测间交由西安电炉研究所有限公司，后期若开展放射性工作，则由西安电炉研究所有限公司另行办理相关环保手续。

1.9 正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

天铨科技（西安）有限责任公司使用 X 射线探伤的目的是开展工件无损质量检验，确保工件使用安全，该项目建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害。因此，该公司工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求，故本环评认为该项目是正当可行的。

1.10 产业政策符合性分析

工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目主要对工件进行无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，项目符合国家产业政策。

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

[illegible]

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	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II 类	1 台	NNV-240	240kV	3mA	无损检测	NNV-240 型工业 CT 铅房	定向
2	工业 CT	II 类	1 台	MSV-600	600kV	4.1A	无损检测	MSV-600 型工业 CT 铅房	定向
	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 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）； 2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）； 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）； 4、《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）； 5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修订）》（2019 年 10 月 21 日）； 6、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 5 月 1 日）； 7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），2021 年 1 月 4 日； 8、《射线装置分类》（2017 年 12 月 6 日）； 9、《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，2006 年 9 月 26 日实施）； 10、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部 2019 年第 57 号公告）； 11、《产业结构调整指导目录（2024 年本）》； 12、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号，2018 年 6 月 6 日）； 13、《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年 11 月 6 日）。
技术标准	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 3、《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； 4、《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）。
其他	工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目环境影响评价委托书及企业提供的其他资料。

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 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）。

本项目为射线装置应用项目，结合项目能量流污染特征与距离相关关系，室内探伤取所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围为评价范围。



图 7-1 本项目 50m 评价范围示意图

7.2 保护目标

根据项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护目标为工业 CT 装置周围活动的人员。项目拟建地周围环境保护目标统计见表 7-1，本项目评价范围图见图 7-1。

表 7-1 环境保护目标情况

序号	敏感区域	方向	距铅房屏蔽体的距离	基本情况	影响因素	敏感人群	控制目标
1	240kVCT 操作台的操作人员	240kVCT 装置西南侧	紧邻	本企业，活动人员约 2 人	X 射线	辐射工作人员	年受照剂量不大于 5mSv/a
2	600kVCT 操作台的操作人员	600kVCT 装置北侧	紧邻	本企业，活动人员约 2 人			
3	储藏室及卫生间	240kVCT 装置西侧	4.4m	流动人员		公众人员	年受照剂量不大于 0.1mSv/a
4	公司前台	240kVCT 装置西北侧	5m	本企业，活动人员约 1 人			
5	楼梯间	240kV 工业 CT 装置西侧	10m	流动人员			
6	厂房北侧园区道路	600kV 工业 CT 装置北侧	5-21m	流动人员			
7	陕西东奥博睿再生医学科技有限公司	600kV 工业 CT 装置北侧	21-50m	其他企业活动人员约 15 人			
8	探伤工件暂存区	600kV 工业 CT 装置西侧	0-8m	流动人员			
9	陕西天宠生物科技有限公司	工业 CT 装置西侧	8-20m	其他企业活动人员约 10 人			
10	园区内部道路	工业 CT 装置西侧	20-22m	流动人员			
11	西安博睿康宁生物医学中心有限公司	工业 CT 装置西侧	23-50m	其他企业活动人员约 20 人			
12	园区道路	工业 CT 装置西侧	0-7m	流动人员			
13	水泵房	工业 CT 装置西侧	7-16m	流动人员			
14	西安蓝桥新能源科技有限公司	工业 CT 装置西侧	17-50m	其他企业活动人员 12 人			
15	园区道路	240kVCT 装置南侧	0-6m	流动人员			
16	陕西天宠生物科技有限公司	240kVCT 装置南侧	7-40m	其他企业活动人员约 40 人			
17	园区道路	240kVCT 装置南侧	40-50m	流动人员			
18	预留办公区	工业 CT 装置	3.6m	本企业，活动人			

		顶部二层		员约 5 人			
19	董事长办公室	工业 CT 装置 顶部三层	7.2m	本企业, 活动人 员约 1 人			

7.3 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关内容

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

标准附录 B 剂量限值：

B1.1.1.1 条规定：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；

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

本项目取其四分之一，即 5mSv 作为职业工作人员的年有效剂量约束值。

B1.2.1 条规定：实践使公众中有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量 1mSv。

结合本项目射线装置的使用情况，综合考虑射线装置现有使用情况并为企业的远期发展预留空间，本次评估对公众人员的年受照剂量约束值按标准剂量限值的 1/10 执行，即 0.1mSv。

二、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求

本标准规定了 X 射线和γ射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和γ射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

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 GB Z98 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。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 1 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	漏射线空气比释动能率（mGy/h）
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对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制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 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为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。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。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防

护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使

用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

8.2 探伤机检测

8.2.1 防护性能检测

8.2.1.1 检测方法

X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行。

8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。

8.2.1.3 结果评价

X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

8.3 探伤室放射防护检测

8.3.1 检测条件

检测条件应符合如下要求：

a) X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，如使用周向式探伤机应使装置处于周向照射状态；主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。

8.3.2 辐射水平巡测

探伤室的放射防护检测，特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式 X-γ 剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意：

a) 巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定，并关注天空反散射对周围的剂量影响；

b) 无固定照射方向的探伤室在有用线束照射四面屏蔽墙时，应巡测墙上不同位置及门、门四周的辐射水平；探伤室四面屏蔽墙外及楼上如有人员活动的可能，应巡测墙上不同位置及门外 30cm 门四周的辐射水平。

c) 设有窗户的探伤室，应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。

8.3.3 辐射水平定点检测

一般情况下应检测以下各点：

- a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置;
- b) 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处, 门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点;
- c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处, 每个墙面至少测 3 个点;
- d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层(方)外 30cm 处, 至少包括主射束到达范围的 5 个检测点;
- e) 人员经常活动的位置;
- f) 每次探伤结束后, 检测探伤室的入口, 以确保探伤机已经停止工作。

8.3.4 检测周期

探伤室建成后应进行验收检测; 投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。X 射线探伤机额定电压增大时, 应重新测量上述辐射水平, 并根据测量结果对防护措施或设施做出合适的改进。

8.3.5 结果评价

探伤室周围辐射水平应符合本标准第 6.1.3 条和第 6.1.4 条的要求。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员(包括维修人员), 应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测, 并按规定格式记入个人剂量档案中。

三、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

第 3 条 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(H_c)和导出剂量率参考控制水平($\dot{H}_{c,d}$):

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: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$;

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 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (1) 计算:

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (1)$$

式中:

H_c ——周剂量参考控制水平, 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)。

t 按式 (2) 计算:

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \quad (2)$$

式中:

W ——X 射线探伤的周工作负荷 (平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值), $\text{mA} \cdot \text{min/周}$;

60——小时与分钟的换算关系;

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下常用的最大管电流, 单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$:

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$:

$\dot{H}_c$ 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,\max}$ 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 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$) 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为 100 μ Sv/h。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽, 不需要考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时, 通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射, 当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度 (TVL) 或更大时, 采用其中较厚的屏蔽, 当相差不足一个 TVL 时, 则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度 (HVL)。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门, 对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室, 可以仅设人员门, 探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外, 控制室和人员门应避开有用线束照射方向。

3.3.3 屏蔽设计中, 应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时, 按最高管电压和相应管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间, 常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

四、辐射评价标准汇总

综上所述, 本次环评结合上述标准以及项目实际情况, 本项目取 5mSv/a 作为辐射工作人员的年剂量约束值, 取 0.1mSv/a 作为公众人员的年剂量约束限值。同时根据项目实际情况, 确定本项目年有效剂量管理目标及污染物排放指标如表 7-2 所示。

表 7-2 本项目管理目标值及辐射评价标准汇总表

序号	项目	控制值	执行标准
1	年剂量管理目标值	辐射工作人员: 5mSv/a; 公众人员: 0.1mSv/a	GB18871-2002
2	X 射线探伤机要求	管电压>200kV 时, 距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线所致周围剂量当量率: <5mSv/h;	GBZ117-2022
3	X 射线专用探伤室	X 射线探伤室外表面 30cm 处周围剂量率 $\leq$ 2.5 μ Sv/h	GBZ/T250-2014、GBZ117-2022
4	通风要求	探伤室有效通风换气次数应不小于 3 次/h	GBZ117-2022

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

为掌握项目所在地辐射环境质量现状，2023 年 12 月 7 日，天铨科技（西安）有限责任公司委托西安桐梓环保科技有限公司对工业 CT 装置建地及周边环境进行了γ辐射剂量率监测（见附件 11），监测内容如下：

- （1）监测因子：γ辐射剂量率。
- （2）监测仪器：见表 8-1。

表 8-1 检测设备一览表

仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	检定证书编号	有效日期
X、γ射线检测仪	BG9512P	XATZ-YQ-002	0.01μGy/h～30mGy/h	2023H21-20-458 2307001	2023 年 05 月 18 日～ 2024 年 05 月 17 日

（3）质量保证措施：

监测按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）等监测方法，实施全过程质量控制。

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- ②监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- ③所用监测仪器全部经过计量部门检定并在有效期内；
- ④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑤监测数据严格实行审核制度。

（4）监测结果

现状监测结果见表 8-2。监测点位示意图见图 8-1。

表 8-2 拟建区域及周边γ辐射剂量率监测结果

序号	工作场所及设备名称	监测点位描述	γ辐射剂量率（μGy/h）	备注
			环境本底	
1	/	厂房一层 600kV CT 装置拟建地	0.106	室内
2		厂房一层 240kV CT 装置拟建地	0.103	
3		厂房二层预留办公室	0.108	
4		本项目厂房西侧陕西天宠生物科技有限公司北半部	0.105	
5		本项目厂房南侧陕西天宠生物科技有限公司南半部	0.100	
6		本项目厂房西侧西安博睿康宁生物医学中心有限公司北半部	0.104	
7		本项目厂房西南侧西安博睿康宁生物医	0.101	

		学中心有限公司南半部		
8		本项目厂房东侧西安蓝桥新能源科技有限公司北半部	0.104	
9		本项目厂房东侧西安蓝桥新能源科技有限公司南半部	0.100	
10		本项目厂房北侧陕西东奥博瑞再生医学科技有限公司	0.103	
11		本项目厂房北侧园区道路	0.099	室外

表 8-2 所列监测结果为经校准后的 γ 辐射剂量率值，所测地室内 γ 辐射剂量率为 0.100~0.108 $\mu\text{Gy/h}$ （已扣除宇宙射线），室外 γ 辐射剂量率为 0.099 $\mu\text{Gy/h}$ （已扣除宇宙射线）。

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）“西安市道路 γ 辐射剂量率范围为 52.0~121.0nGy/h，室内 γ 辐射剂量率范围为 79.0~130.0nGy/h”。经对比，项目拟建地周边环境的空气比释动能率与西安市天然环境 γ 剂量率处于同一水平，属天然辐射本底水平。故项目所在区域辐射环境现状质量良好。

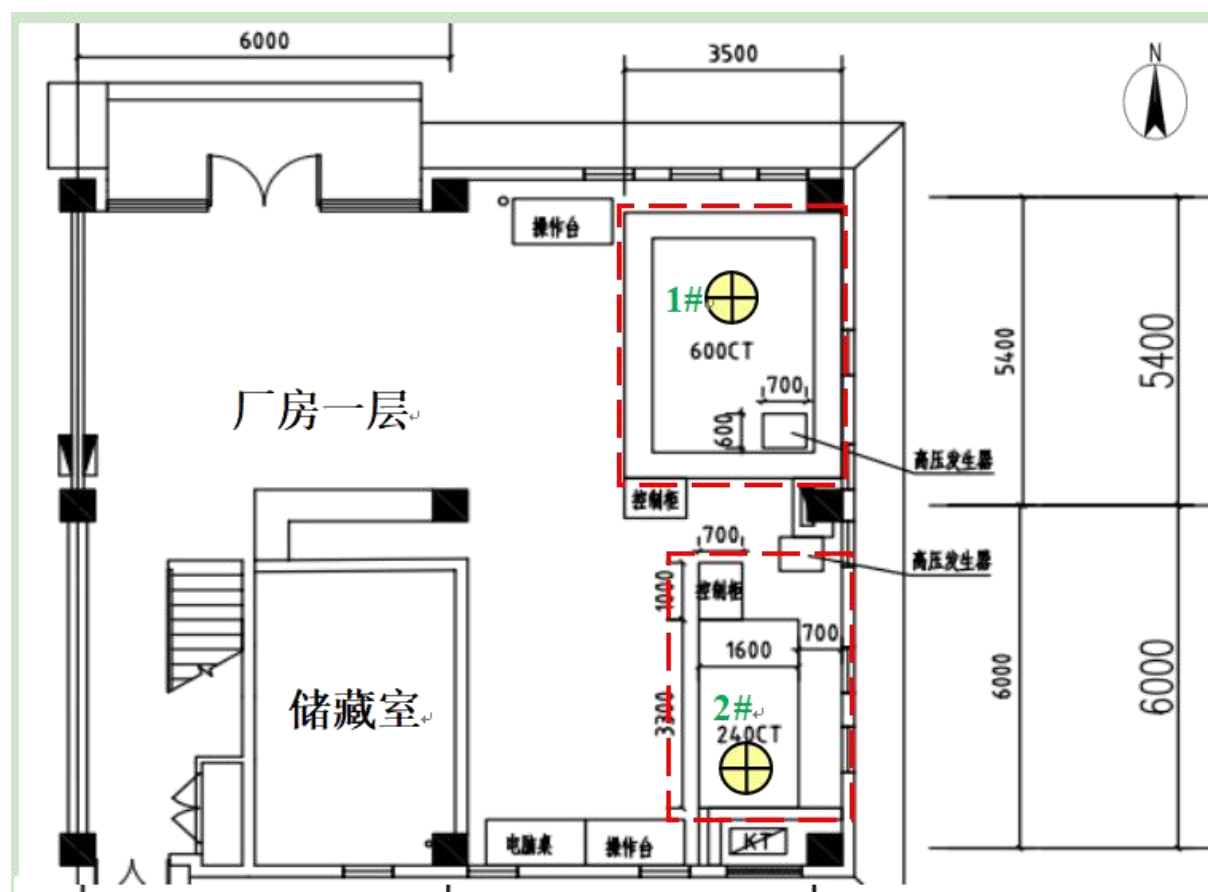


图 8-1 监测点位示意图（室内一层）

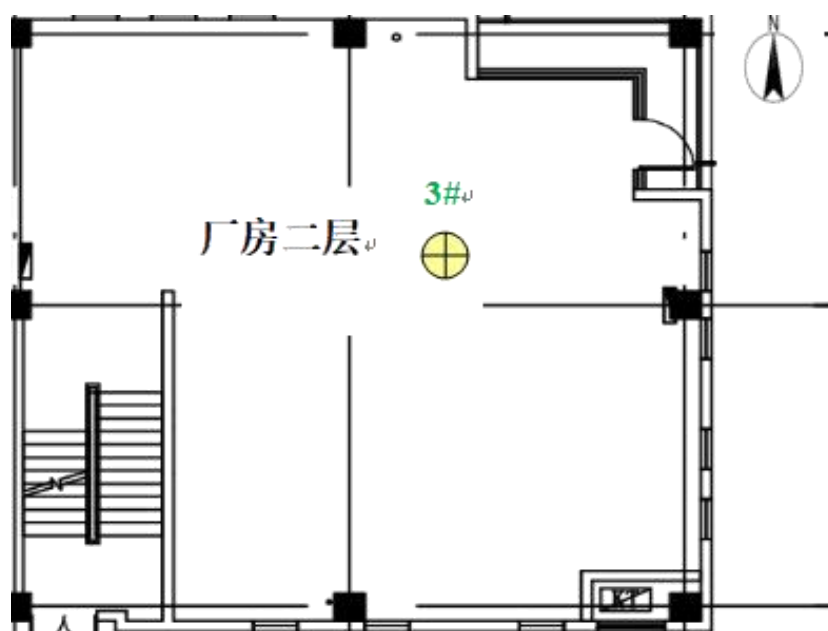


图 8-2 监测点位示意图（室内二层）



图 3 监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期

本项目施工期主要为工业 CT 装置及操作台的建设和设备安装等，施工规模小，施工时间短，施工位置位于项目所在厂区已建厂房，因此施工活动对外环境影响较小，且其影响随着施工结束而消失。

本项目施工期污水主要为施工人员生活污水，废水依托厂区化粪池及污水处理站处理后排入市政污水管网；施工期废气主要为施工扬尘等，拟建项目所在厂房已经建成，本项目主要是工业 CT 装置系统及辅助设备的安装；施工期噪声源主要为铅房安装等；施工期的固体废弃物主要为拆包垃圾等，分类后交由环卫部门统一处理。

综上，本项目工程量较小，施工期短，施工人员少，合理安排施工秩序。随着施工期的结束，这些影响也随即结束。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 X 射线产生原理

X 光机工业 CT 主要由 X 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，阴极通常是装在聚焦杯中的钨制灯丝，阳极靶则根据应用需要，由不同材料制成各种形状，靶体一般用高原子序数难熔金属（如钨、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接射向嵌在金属阳极中靶体，高电压加在 X 射线管两极之间，使电子射到靶体之前被加速到很高速度，这些高速电子轰击靶物质，与其作用产生韧致辐射，释放出 X 射线，X 射线探伤所利用的就是其释放出的 X 射线。

X 射线管结构及原理示意图见图 9-1。

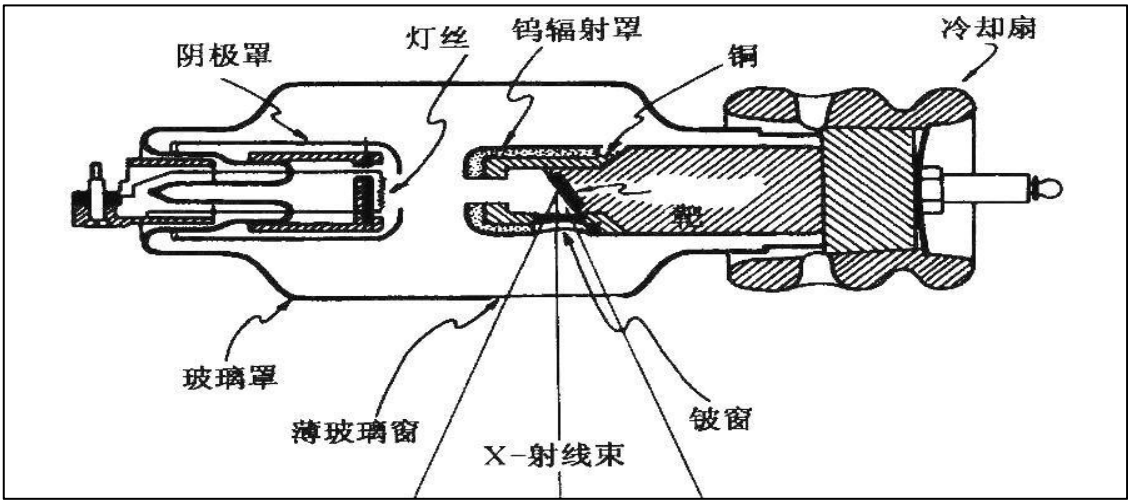


图 9-1 典型 X 射线管结构图

9.2.2 工业 CT

①工作原理

本项目工业 CT 是基于三坐标测量机技术的机械结构设计,系统主要包括以下部分:射线源分系统、探测器分系统、扫描装置分系统、扫描控制分系统、软件系统、辐射安全防护分系统。

其中“射线源分系统”采用 600kV X 光机为 X 射线源,开机出束产生 X 射线。“射线源分系统”包括 X 射线管、高压发生器、冷却器、电缆等部件,并安装钨门、滤片附属装置。X 射线管是 CT 机中的重要部件。真空环境中加热的 X 射线源阴极钨丝释放出大量逃逸电子,然后通过阴阳两极之间的电场高速轰击到阳极靶上,从而转换成 X 射线。

X 射线在穿透旋转的工件过程中,高密度材料(穿透较长的长度)吸收 X 射线能量较多,低密度(比较薄的区域)的则直接被穿透。探测板的感光材料通过 X 射线的衰减变化实现光电、数模信号转换从而形成相关的 2D 图像,工件在精密转台上 360°旋转以及 X、Y、Z 轴的运动,获得的一系列 2D 图像,经过海量的数字运算,完成工件的 3D 三维重构并在计算机上分析处理,从而完成工件的精密测量。

②设备组成

工业 CT 机有三个主要组成部分:数据采集系统,计算机及图像重建系统,图像显示、记录 and 存储系统,见图 9-2。

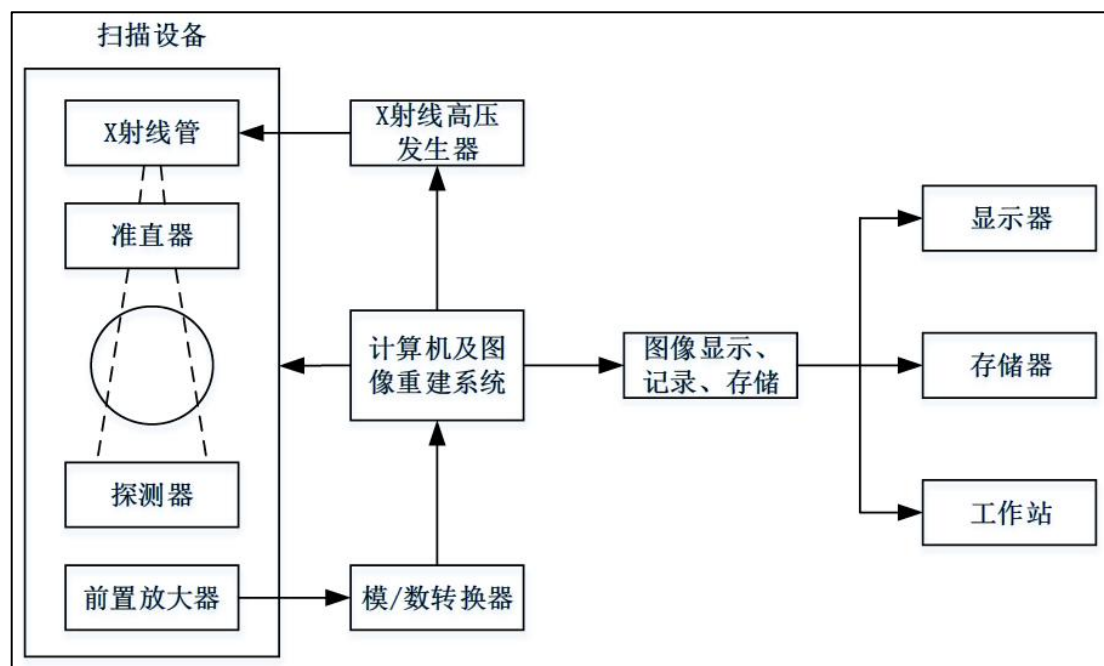


图 9-2 X 光机工业 CT 系统组成图

本项目使用的工业 CT 技术参数见表 9-1。

表 9-1 工业 CT 的主要性能参数表

型号	MSV-600	NNV-240
X 射线管最高电压	600kV	240kV
X 射线管最高电流	4.1A	3mA
射线管焦点尺寸	1/0.4mm	1μm
空间分辨率 lp/mm	5	1000
尺寸测量精度	0.02mm	0.2μm
面阵探测器面积	409.6×409.6mm ²	250×300 mm ²
探元尺寸/像素数量	200μm/2048×2048	100μm/2508×3004
线阵探测器长度/像素尺寸	410mm/200μm	307mm/ 100μm
工件最大直径 mm	≤1200	≤300
检测区最大直径 mm	≤600	≤300
最大穿透厚度（钢） mm	100	50

③工作程序

本项目的工业 CT 工作场所在自带屏蔽体（即铅房）内，工作流程见图 9-3。

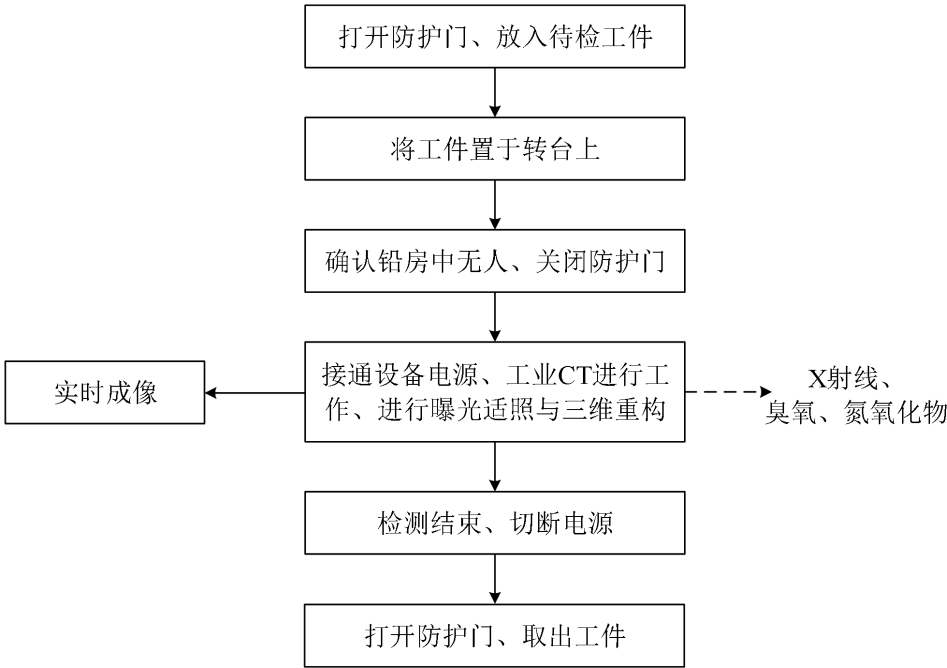


图 9-3 工业 CT 检测工艺流程及产污环节示意图

工业 CT 操作流程简述：

- ①操作人员在工业 CT 断电状态下打开防护门，放入待检工件，将其置于转台上；
- ②确定铅房内无人，防护门关闭到位；
- ③设备接通电源后，工业 CT 进行工作，进行曝光透照与三维重构，计算机实时成像；
- ④检测结束后，切断电源；
- ⑤打开防护门，取出工件。

9.3 污染源项描述

9.3.1 主要污染物

根据工艺流程可知，项目运营期产生的污染物主要有 X 光机工业 CT 曝光时的电离辐射影响、废气（臭氧、氮氧化物）、生活污水、噪声、固体废物（生活垃圾）。

（1）电离辐射

由 X 射线机工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，本项目使用的 X 光机工业 CT 只有在开机状态，并且其工业 CT 组件处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

根据项目 X 光机工业 CT 工作流程，X 光机工业 CT 与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线球管出束照射工件期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

①有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。

②漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。

③散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、射线接收装置、地面、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

（2）臭氧和氮氧化物

本项目使用的 X 光机工业 CT 装置工作时的最大电压为 600kV 和 240kV，当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，因此其运行时产生的 X 射线会使工业 CT 装置内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，产生量少，通过机械排风排入环境。

（3）废水

生活污水：本项目辐射工作人员产生的生活污水依托产业园区现有化粪池处理后排入污水管网。

（4）噪声

2 台工业 CT 装置分别设置一台轴流风机，风机工作时将产生一定的噪声，建设单位拟采用低噪声设备，噪声值约 65dB（A）。

（5）固体废物

生活垃圾：本项目工作人员生活垃圾依托园区生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

综上，本项目产生的污染因子情况如表 9-2 所示。

表 9-2 项目污染因子一览表

污染物	污染因子	治理措施
辐射	X 射线	X 射线通过整体铅房进行屏蔽。
废气	O ₃ 、NO _x	工业 CT 装置设计机械通风装置，安装轴流风机，保证工业 CT 装置内的空气流通，使产生的少量的 O ₃ 、NO _x 得以扩散。
废水	COD、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N	辐射工作人员产生的生活污水依托厂区现有化粪池处理后排入市政污水管网。
噪声	设备噪声	本项目 2 台工业 CT 装置各设置一台风机，经过厂房隔声、选用低噪风机等措施，降低风机噪声对周边环境的影响。
一般固废	生活垃圾	辐射工作人员产生的生活垃圾交由环卫部门统一处理。

9.3.2 X 射线辐射污染途径

1、正常工况

X 射线经透射、漏射和散射，对工作场所及其周围环境产生辐射影响。

2、事故工况

事故工况可分为人为原因导致和不可预见的客观原因导致两类。

（1）人为原因

①扫描检测工作结束后，X 射线单元没有关闭，而操作人员未能使用合适的测量仪器进行测量，发现 X 射线管还继续工作发射射线。

②人为解除或门机联锁装置故障，导致 X 射线探伤时人员误入工业 CT 装置，使其受到不必要的照射。

③人为解除或门机联锁装置故障，导致工业 CT 工作时防护门未关闭，致使 X 射线泄漏，使周围活动的人员受到不必要的照射。

④工件搬运人员未撤离工业 CT 装置，工作人员开机进行 CT 扫描，导致工业 CT 装置滞留人员受照射。

（2）不可预见的客观原因

由于设备突然失灵、损坏或安全系统失效、外界条件突然变化等，以及工业 CT 装置结构不完整、铅门铅沉降等原因，引起的意外照射或辐射事故。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区及布局合理性

(1) 布局合理性分析

本项目两台工业 CT 装置位于长信科技产业园 19 号厂房一层东侧，240kVCT 装置东、西侧立面各设计有 1 个电动防护门，铅房西南侧为操作台，工业 CT 的主照方向为南侧。600kVCT 装置西立面设计有 1 个电动防护门，铅房西北侧为操作台，工业 CT 的主照方向为北侧。根据本项目平面布局，考虑到辐射工作人员安全问题，将本次拟建 240kVCT 装置操作台布置于铅房西侧 0.30m 处；拟建 600kVCT 装置操作台布置于铅房西侧 0.65m 处。综上所述，本项目设计布局满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)“6.1.1 操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)“3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向”的要求。

(2) 工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 6.4 条：“应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制”的要求，划定相应分区：①控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；②监督区：未被确定为控制区，通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)第 7.2.1 条：“探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。”

本项目将工业 CT 装置屏蔽体内部划分为控制区，屏蔽体外其他区域划分为监督区。本项目具体划分见表 10-1，辐射工作场所控制区、监督区分区图见图 10-1。

表 10-1 本项目控制区、监督区分表

分区类型	划分区域
控制区范围	工业 CT 装置内屏蔽体（即铅房）内
监督区范围	工业 CT 装置屏蔽体（即铅房）以外的其他区域

根据上述分区，建设单位须采取必要的措施加强分区管理，主要措施如下：

①控制区：工业 CT 装置（即铅房）内部，以防护门和工业 CT 装置屏蔽体为界。

针对控制区，建设单位拟采取一系列的放射防护与安全措施，设置门-机联锁装置、工作状态指示灯及辐射警示标志等设施，严格限制人员随意进入控制区，射线装置在运行过程中，对控制区进行严格控制，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全。

②监督区：操作台为工作人员操作探伤设备时的工作场所，禁止非辐射工作人员进入。在该检测区域入口处设立表明监督区的标识及避免无关人员进入的警示文字。对该区不采取专门的安全防护措施，但要定期检查其周围剂量当量率。

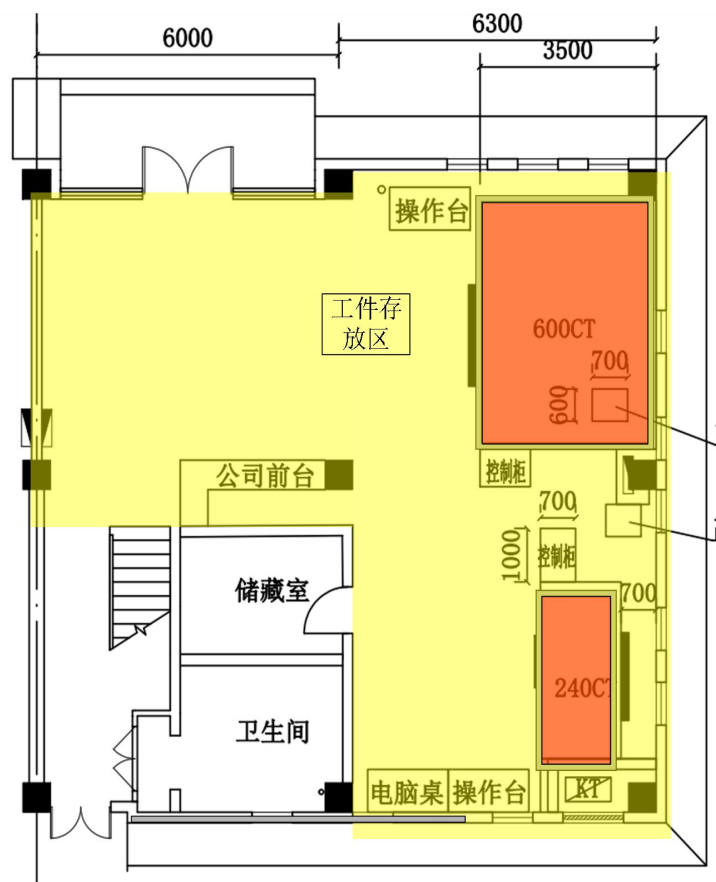


图 10-1 辐射工作场所控制区、监督区分区图

10.1.2 工业 CT 装置布局

(1) 平面布置图

根据设计资料，本项目的 X 射线实时成像系统用房包含工业 CT 装置和操作台。

(2) 布局合理性分析

项目工业 CT 装置配套建设操作台，实时成像，不涉及洗片工作，功能布置齐全，房间布置紧凑，方便工业 CT 扫描工作进行。2 台工业 CT 装置分别位于长信科技产业

园 19 号厂房一层东侧，240kVCT 装置整体位于厂房一层东南角，600kVCT 装置整体位于厂房一层东北角。240kVCT 装置西侧立面设置有工件铅门，用于工件出入；东侧立面设置有检修铅门，用于维护检修工作人员出入。600kVCT 装置西侧立面设置有铅防护门，用于工件出入、维护检修工作人员等出入。综上所述，本项目 CT 装置平面布局合理。

10.1.2 辐射防护屏蔽设施

根据建设单位提供的工业 CT 装置设计资料可知，工业 CT 装置设置轴流风机，工业 CT 装置屏蔽体内容积分别为 7.36m³ 和 33.86m³，轴流风机设计风量分别为 50m³/h 和 210m³/h，工业 CT 装置每小时通风换气次数约 6 次，满足通风需求。工业 CT 装置穿越防护体的管道和电缆采用防护罩。铅防护门设计门-机连锁装置，在工业 CT 装置防护门口和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，照射状态指示装置与工业 CT 连锁，防护门上设置电离辐射警告标识和中文警示说明。工业 CT 装置各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-2。

表 10-2 工业 CT 装置设计屏蔽设计一览表

项目	240kVCT 装置设计屏蔽措施	600kVCT 装置设计屏蔽措施
尺寸（长×宽×高）	内净尺寸：3135×1168.5×2010.5（H）mm	内净尺寸：4300×2500×3150（H）mm
四周屏蔽厚度	南侧：15mmPb 北侧：8mmPb 东侧：10mmPb 西侧：10mmPb	北侧：90mmPb 东侧：45mmPb 南侧：35mmPb 西侧：45mmPb
顶棚屏蔽厚度	10mmPb	45mmPb
底部屏蔽厚度	10mmPb	45mmPb
电动铅防护门尺寸	铅房工件门洞尺寸：900×1650（H）mm 铅房工件门体尺寸：1048×1765（H）mm 铅房检修门洞尺寸：2680×1750（H）mm 铅房检修门体尺寸：2794.5×1860（H）mm	工件门洞尺寸：1500×2000（H）mm 工件门体尺寸：1700×2200（H）mm
电动铅防护门防护厚度	铅房工件门：10mmPb 铅房检修门：10mmPb	45mmPb

10.1.3 探伤作业辐射安全与防护措施

1、设备安全分析

根据 X 射线机工作原理可知，设备在未通电开机运行时，设备不会产生 X 射线，不会对环境产生辐射影响。因此，设备自身安全性较好。

2、拟采取的辐射安全防护措施

本项目拟采取的辐射安全措施如下：

(1) 工业 CT 装置拟设置多重联锁装置，以保护人员和设备安全，防止意外事故。门机联锁：采用电动、手动一体化防护门，与工业 CT 启动电路实行门-机联锁方式，即防护门未关闭之前，工业 CT 无法启动，在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时工业 CT 立即停止出束，关上门不能自动开始 X 射线照射。灯机联锁：为减少公众人员受到不必要的剂量，防护门安装灯机联锁系统，在设备出束时灯亮警示，以预防和控制潜在的照射。

(2) 工业 CT 装置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。“预备”信号可持续足够长的时间，以确保工业 CT 装置内人员可以安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与工业 CT 装置内使用的其他报警信号有明显区别。

(3) 工业 CT 装置内、外醒目位置拟张贴清晰地对“预备”和“照射”信号意义的说明。

(4) 工业 CT 装置防护门上拟张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

(5) 控制台和工业 CT 装置内分别设置紧急停机开关（控制台 1 个，600kVCT 装置东、北及南侧立面各 1 个，防护门外 1 个，防护门内 2 个；240kVCT 装置操作台及防护门外各 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机开关的安装，可以使人员处在工业 CT 装置内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机开关带有标签，标明使用方法。

(6) 工业 CT 装置内设置机械通风装置。通风口位于一体化铅房北侧上方开口，罩有铅防护罩，采用迷宫式防护，产生的废气经排气管道向东穿越厂房东侧窗户后引至厂房外排放，设计每小时有效通风换气次数为 6 次。本项目通风走向图见图 10-2。

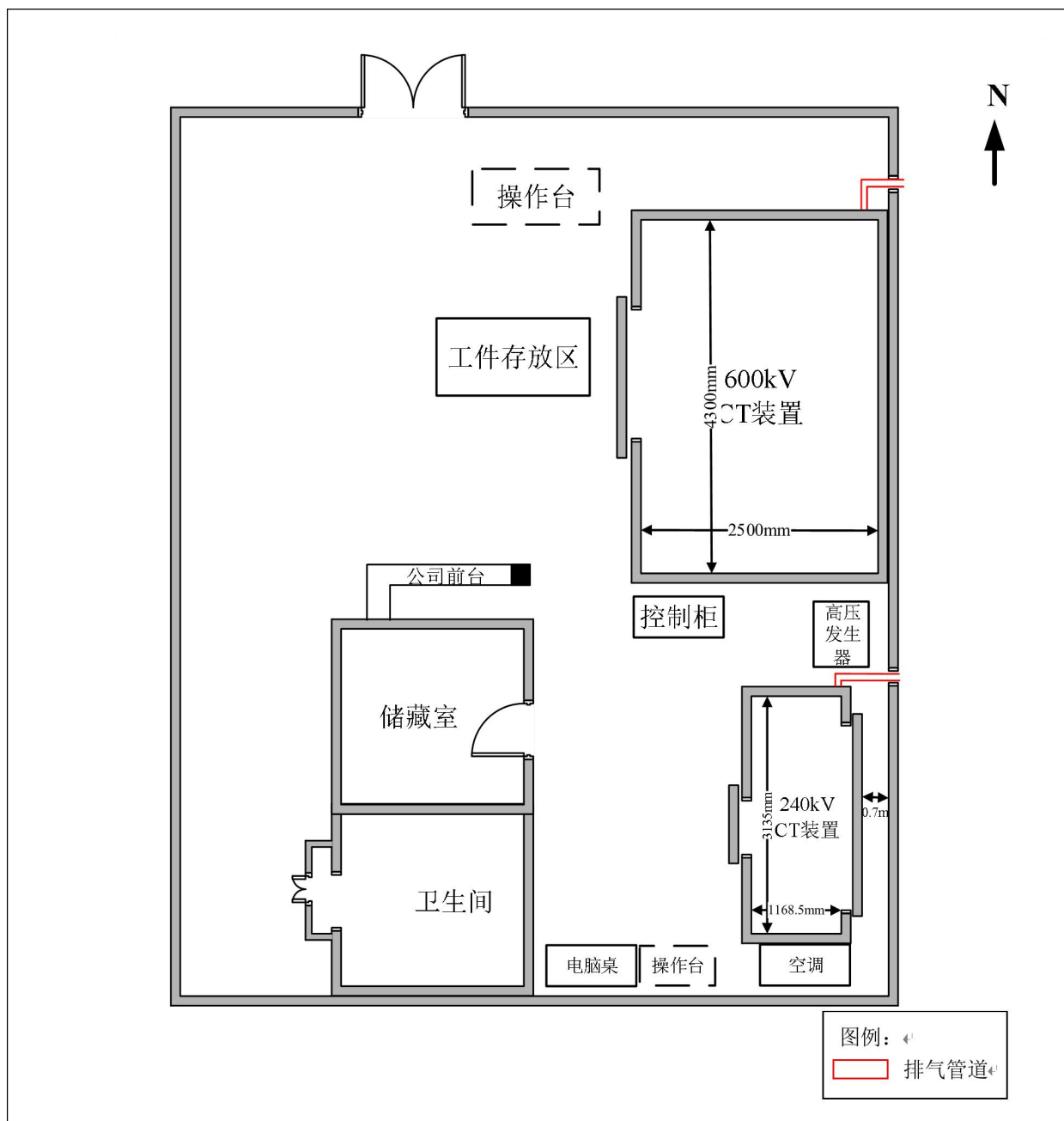


图 10-2 工业 CT 装置通风口位置示意图

(7) 控制台拟设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

(8) 控制台拟设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

(9) 控制台或 X 射线管头组装体上拟设置与工业 CT 装置进出门联锁的接口，当 CT 装置防护门未全部关闭时不能接通 X 射线管的管电压；已接通的 X 射线管的管电压在铅门开启时能立即切断。

(10) 控制台拟设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；

钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(11) 控制台拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(12) 工业 CT 装置内部、防护门入口处、操作台安装监控设备，能完全观察 CT 装置内部。

(13) 工业 CT 装置的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作台应与探伤场所分开并尽量避开有用线束照射的方向。

(14) 对工作区域实行分区管理，将工业 CT 装置屏蔽体墙壁围成的内部区域划为控制区，与屏蔽体外部相邻区域划为监督区。

(15) 辐射工作人员进入工业 CT 装置时除佩戴常规个人剂量计外，还拟配备个人剂量报警仪，并检查联锁装置是否正常。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员立即离开工业 CT 装置，同时禁止其他人进入工业 CT 装置，并立即向辐射防护负责人报告。若联锁装置异常，禁止进入工业 CT 装置内部，并按照程序进行报告、检修。个人剂量计定期送交有资质的检测单位进行测量，并建立个人剂量档案。

(16) 工业 CT 装置内拟各安装 1 台固定式场所辐射探测报警装置，显示屏位于操作台，可以实时监测周围环境中的辐射剂量，当辐射剂量超过安全阈值时，固定式剂量报警仪会自动发出声光报警，提醒操作人员及时采取应急措施，保证人员和环境的安全。

(17) 防护门生产、安装由有生产资质的厂家承担，其搭接长度不小于缝隙的 10 倍。防护门上设置永久性辐射警示标志，采用电动防护门（应急时可手动），工业 CT 装置入口处上方应安装醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯。工业 CT 装置内设置紧急开门按钮。

(18) 本项目 240kV 工业 CT 电缆线走线口设于铅房北侧立面左下角，600kV 工业 CT 电缆线走线口设于铅房南侧立面左下角，内外均设置铅防护罩，铅防护罩铅当量与其所在立面防护墙体的铅当量一致，迷宫式防护。因此电缆线走线口的位置及辐射防护补偿措施设置合理，不会影响一体化铅房的屏蔽能力。铅房走线口屏蔽措施示意图见图 10-3。

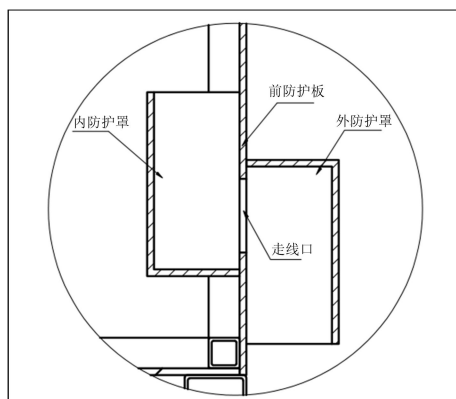


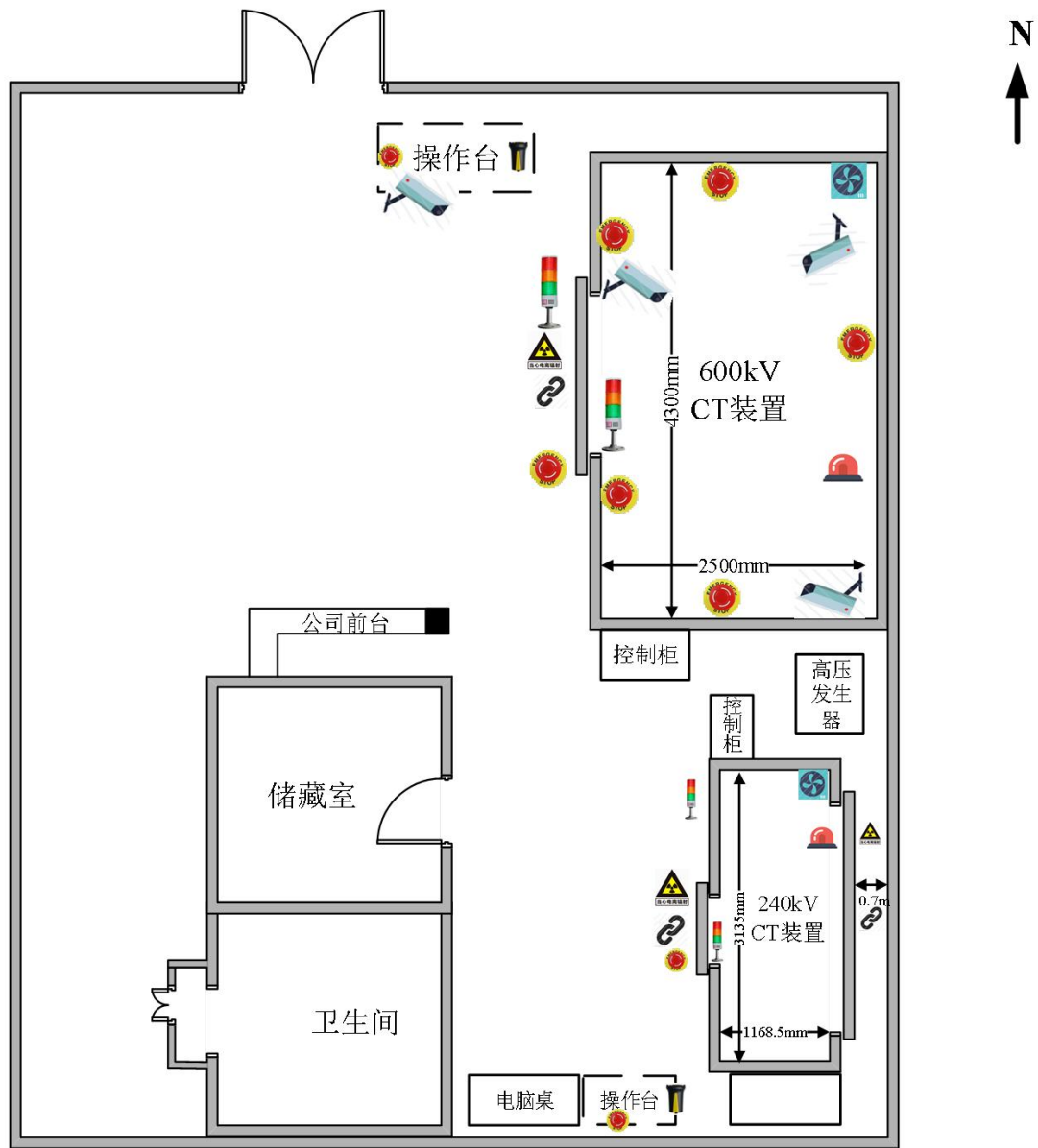
图 10-3 工业 CT 装置走线口屏蔽措施示意图

（19）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。

（20）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。

（22）在每一次照射前，操作人员都应该确认工业 CT 装置内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

（22）在每一次探伤工作开始前应检查个人剂量报警仪，联锁装置是否正常，检查防护门是否完全关闭，发现异常则不应开始探伤工作。本项目辐射安全设施布局图见图 10-4。



图例



监控装置



门机连锁装置



声光报警装置



电离辐射警示标志



固定式场所辐射探测报警装置



紧急停机按钮



排风装置



个人剂量报警仪

图10-4 辐射安全设施布局图

3、安全操作要求

(1) 操作人员必须遵守各项操作规程, 认真检查安全联锁, 禁止任意去除安全联锁, 严禁在去除可能导致人员伤亡的安全联锁的情况下开机。

(2) 辐射工作人员在工作时, 必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪。工作期间认真做好当班记录。

(3) 严禁操作人员擅自离开岗位, 密切注视控制台仪表及工业 CT 状况, 发现异常

(4) 工作期间, 除设备操作人员外, 操作台不得有其他人员。

(5) 只有通过专用钥匙才能使工业 CT 出束, 钥匙由专人保管。操作人员离开操作台时, 拔出专用钥匙, 妥善保管, 以防他人误操作而发出射线。

10.1.6 机房通风

当 X 射线探伤装置运行时, X 射线与空气相互作用, 可使机房内空气电离, 产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x) 等有害气体。根据 GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》第 6.1.10 条的要求: “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”。本项目工业 CT 装置设置机械排风系统, 废气排放管道位于工业 CT 装置北侧上方。

根据设计资料, 工业 CT 装置通风系统设计情况如表 10-3 所示。

表 10-3 工业 CT 装置通风系统设计

工业 CT 装置容积 (m^3)	设计排风口位置	设计机械排风装置	设计排风量	设计排风次数
$3.135 \times 1.1685 \times 2.0105 = 7.36$	铅房北侧上方	轴流风机	$50m^3/h$	6 次/h
$4.300 \times 2.500 \times 3.150 = 33.86$	铅房北侧上方	轴流风机	$210m^3/h$	6 次/h

由上表可以看出本项目工业 CT 装置每小时有效通风换气次数均满足标准要求。

本项目工业 CT 装置内设置机械通风装置。通风口位于一体化铅房北侧上方开口, 罩有铅防护罩, 铅防护罩铅当量与其所在立面防护墙体的铅当量一致, 采用迷宫式防护, 产生的废气经排气管道向东穿越厂房东侧窗户后引至厂房外排放。排放管道出口位于厂房东侧, 该区域为水泵房, 无人员密集区。排出的臭氧经大气稀释和扩散作用, 浓度进一步降低, 对周围大气环境几乎无影响。通风口屏蔽措施示意图见图 10-5。

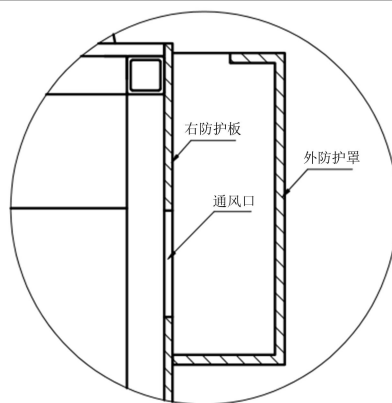


图 10-5 工业 CT 装置通风口屏蔽措施示意图

10.1.5 个人防护用品及监测仪器

本项目拟配置的个人防护用品及监测仪器见下表。

表 10-4 个人防护用品及监测仪器

序号	名称	数量	用途
1	剂量报警仪	2 个	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标
2	个人剂量计	4 枚	辐射工作人员工作期间佩戴，对个人受到的附加剂量进行记录
3	便携式 X-γ 辐射剂量率仪	1 台	工业 CT 装置屏蔽体外定期剂量监测，保证屏蔽体的屏蔽效果

本项目拟配备辐射工作人员 4 名，分 2 组分别负责 2 台工业 CT 装置的探伤工作，其中 2 人负责 240kV 设备操作，另外 2 人负责 600kV 设备操作，辐射工作人员仅负责操作各自对应的设备，人员不交叉操作其他射线装置。辐射工作人员数量满足要求。公司拟配置的个人防护用品和监测仪器能满足项目运行的需要。

10.2 三废的治理

根据对该工业 CT 正常检测时的污染源项分析，本项目主要产生 X 射线及少量的臭氧和氮氧化物。本项目不涉及洗片，不产生废显（定）影液、废胶片等危险废物。

1、废气

本项目工业 CT 使用过程中会产生微量臭氧和氮氧化物，本项目设置机械通风装置，每小时可通风换气 6 次，项目运行期间进行连续通风，工业 CT 装置内的臭氧和氮氧化物浓度基本处于本底水平，出束时，工业 CT 装置无人员停留，不会对工作人员产生影响。排出的臭氧和氮氧化物经大气稀释和扩散作用，浓度进一步降低，对周围大气环境几乎无影响。

2、噪声

本项目 2 台工业 CT 装置各设置一台轴流风机，通过厂房隔声、选用低噪声设备等措施，降低风机噪声对周围环境的影响。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目所在厂房已建成，施工期的环境影响主要是工业 CT 装置及设备安装产生的噪声等环境影响。

本项目施工期主要是在室内安装工业 CT 装置及其配套的辅助工作场所，工业 CT 装置为整体铅房，由供应商负责运输、安装、调试及操作人员培训等相关事项，其建设及安装过程不涉及土建工程。故项目建设期间除安装噪声外，对周围环境影响较小，项目施工期间，不会对周围环境产生辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 工业 CT 装置屏蔽能力理论预测

根据建设单位提供的资料，本项目拟安装使用 2 台工业 CT，均自带整体铅房，其中 240kVCT 装置配备的工业 CT 最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA；600kVCT 装置配备的工业 CT 最大管电压为 600kV，最大管电流为 4.1A。因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的适用范围为 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。因此本项目核算 240kVCT 装置防护性能时采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）进行屏蔽计算，核算 600kVCT 装置防护性能时参照《辐射防护手册》进行屏蔽计算。

I、240kVCT 装置屏蔽能力理论预测

一、探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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

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： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c-d}$ （ μSv ）按式（1）计算：

$$\dot{H}_{c-d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (1)$$

式中：

$\dot{H}_c$ ——周剂量参考控制水平，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 ）。

t 按式（2）计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \quad (2)$$

式中：

W ——X 射线探伤的周工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累计“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值）， $\text{mA} \cdot \text{min/周}$ ；

60 ——小时与分钟的换算系数；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（ mA ）；

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c\text{-max}}$ ：

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

$\dot{H}_c$ 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c-d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c\text{-max}}$ 二者的较小值。

(2) 防护探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角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（1）。

b) 除 a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按（1）的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）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为 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

本项目探伤室顶部为空置区域，但检测间顶部为办公区，故本次评价探伤室顶部的剂量率参考控制水平取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

二、探伤室辐射屏蔽估算公式

(1) 有用线束

- a) 关注点达到剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式(3) 计算, 然后 X 由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度 X 。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad (3)$$

式中:

$\dot{H}_c$ ——按(1)式确定的剂量率参考控制水平, 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$);

R ——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米 (m);

I —— X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA);

H_0 ——距辐射源点(靶点)1m 处输送量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 见附录表 B.1。

- b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B 。关注点的剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按(4) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (4)$$

式中:

I —— X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA);

H_0 ——距辐射源点(靶点)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 6×10^4 , 见附录表 B.1。

B ——屏蔽透射因子;

R ——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米 (m)。

(2) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

- a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X , 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式(5) 计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (5)$$

式中:

X ——屏蔽物质的厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL ——屏蔽物质的什值层厚度, 见附录 B 表 B.2。

b) 对于估算出的屏蔽透射因子 B , 所需的屏蔽物质厚度 X 按式 (6) 计算:

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (6)$$

式中:

TVL ——屏蔽物质的什值层厚度, 见附录 B 表 B.2;

B ——达到剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时所需的屏蔽透射因子。

(3) 泄漏辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时所需的屏蔽透射因子 B 按式 (7) 计算, 然后按式 (6) 计算所需的屏蔽物质厚度 X 。

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad (7)$$

式中:

$\dot{H}$ ——按 3.1 确定的剂量率参考控制水平, 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$);

R ——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的漏射辐射剂量率, 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)。其典型值见表 11-1。

表 11-1 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率

X 射线管电压 (kV)	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv/h}$)
<150	1×10^3
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	2.5×10^3
>200	5×10^3

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B 按式 (5) 计算, 然后按式

(8) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 $\dot{H}$ 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$):

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (8)$$

式中:

B ——屏蔽透射因子;

R ——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。见表 11-1。

(4) 散射辐射屏蔽

散射辐射屏蔽估算方法如下：

a) 90°散射辐射的 *TVL* X 射线 90°散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线（见表 11-2）的什值层（见 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2）计算其在屏蔽物质中的辐射衰减。

表 11-2 X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
150≤kV≤200	150
200<kV≤300	200
300<kV≤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。

a) 关注点达到剂量率参考水平 $\dot{H}_c$ 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 *B* 按式 (9) 计算。按表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90°散射辐射的 *TVL*，然后按式 (6) 计算出所需的屏蔽物质厚度 *X*。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad (9)$$

式中：

$\dot{H}$ ——按 3.1 确定的剂量率参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R_s ——散射点至关注点的距离，单位为米（m）；

R_0 ——辐射原点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m），取 1.0m；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 ——距辐射源点（靶点）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 6×10^4 ，见附录表 B.1；

F—— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ 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。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3。

b) 在给定屏蔽物质厚度 *X* 时，相应的屏蔽透射因子 *B*，按表 2 并查附录 B 表 B.1

的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL ，然后按式（5）计算。关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（10）计算：

$$\dot{H} = \frac{B \cdot I \cdot H_0}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (10)$$

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 ——距辐射源点（靶点）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 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B ——屏蔽透射因子；

F —— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ 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。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

3、辐射剂量估算公式

X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按式（11）计算：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \quad (11)$$

式中：

H_{Er} ——X 或 γ 射线外照射人均年有效剂量当量，单位为毫希（mSv）；

$H_{(10)}$ ——X 或 γ 射线周围剂量当量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子；

t ——X 或 γ 射线照射时间，单位为小时（h）。

三、防护能力估算

1、240kVCT 装置主要技术参数及工作负荷

240kV CT 主要技术参数及工作负荷见表 11-3。

表 11-3 定向 X 射线探伤装置技术参数及工作负荷

设备型号	管电压	管电流	工作量	年工作时间	周工作时间
NNV-240 型	240kV	3mA	年曝光次数 3600 次，每次曝光不超过 5min。	300h	6h

2、核算距离、方向

NNV-240 型工业 CT 为定向曝光，本项目拟将工业 CT 系统整体置于铅房中央处，射线源系统位置偏北侧。工作时工业 CT 射线源的照射方向为南墙，CT 装置地下无建筑，故不对地面进行屏蔽效果计算。240kVCT 装置南墙以有用线束进行估算，东墙、北墙、西墙、防护门和顶棚均以泄漏辐射和散射辐射（非有用线束）进行估算。

本次计算关注点位置示意图见图 11-1。

屏蔽核算时各方向距离核算情况见表 11-4。

表 11-4 各方向核算距离一览表

考察点				核算距离 m
南面	A: 空调放置区域	屏蔽体外 30cm	主射	$1.9+0.3=2.2$
西南侧	B: 操作台	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	2.5
东面	C: 检修门外	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	$0.7+0.3=1.0$
西面	D: 铅屏蔽体外	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	1.2
西面	E: 工件铅门外	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	$0.8+0.3=1.1$
北面	F: 电气设备区域	屏蔽体外 30cm	主射	$1.4+0.3=1.7$
G: 顶棚		屏蔽体外 30cm	散射、漏射	$0.9+0.3=1.2$
H: 正上方二层办公区		距二楼地面 1m	散射、漏射	$1.9+0.9+1=3.8$

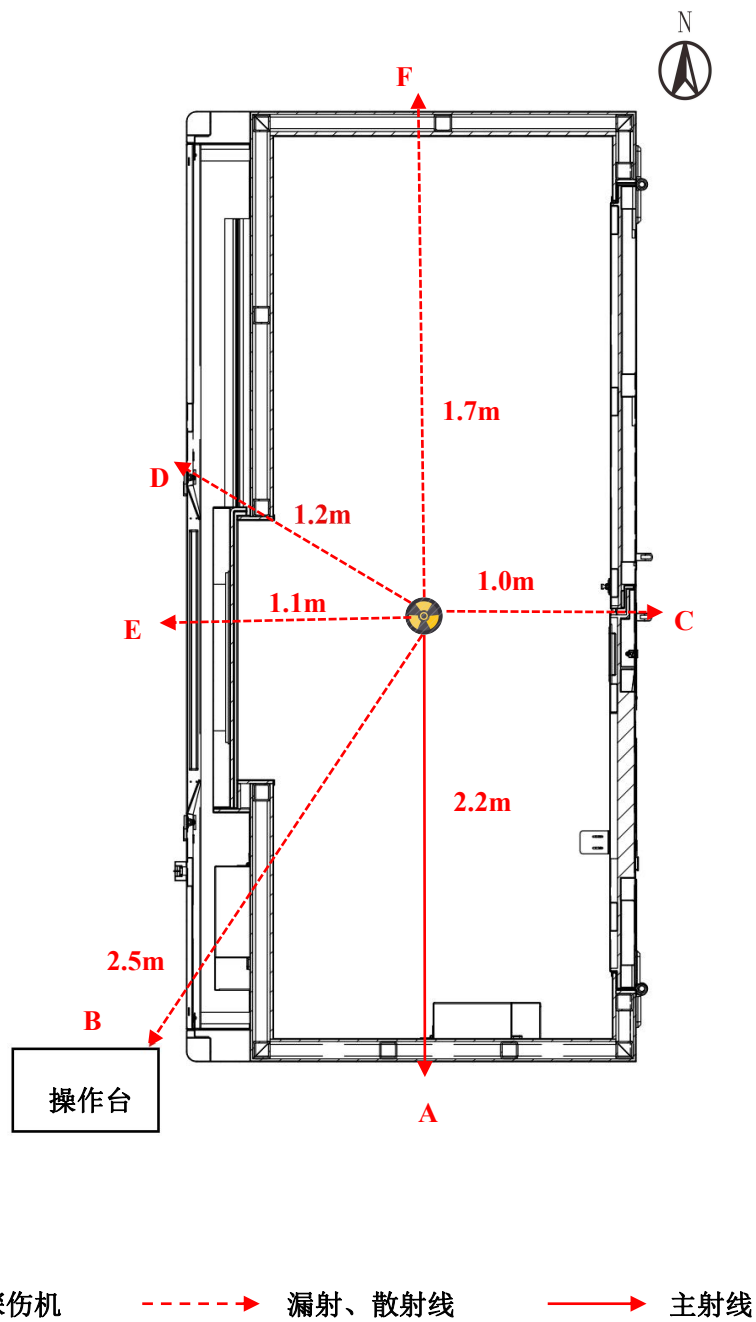


图 11-1 240kV 工业 CT 装置各关注点距离示意图

3、剂量率参考控制水平的确定

剂量率参考控制水平核算见表 11-5。

表 11-5 240kVCT 装置剂量率参考控制水平核算表

方向	$U^{①}$	$T^{②}$	$\dot{H}_{c-d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射源
A: 南墙外(南侧空调放置区域) 30cm	1	1/5	4.17	2.5	主射
B: 西墙外(西南侧操作台)30cm	1	1	16.67	2.5	散射、漏射
C: 东侧检修门外(厂房通道) 30cm	1	1/4	3.33	2.5	散射、漏射
D: 西墙外(过道) 30cm	1	1/5	3.33	2.5	散射、漏射
E: 西侧工件防护门外 30cm	1	1/5	4.17	2.5	散射、漏射
F: 北墙外(北侧电气设备区) 30cm	1	1/5	4.17	2.5	散射、漏射
G: 顶部(屏蔽体外 30cm)	1	1/16	13.33	2.5	散射、漏射

注：①：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A，西南侧为操作台，居留因子取 1；东侧为厂房内通道，居留因子取 1/4；南侧为空调放置区，西侧为过道，居留因子取 1/5；CT 装置顶部与一层厂房顶部之间为空置区域，居留因子取 1/16。

②： H_c 为 $\dot{H}_{c-d}$ 和 $\dot{H}_{c-\max}$ 二者的较小值。

根据表 11-5 可知，240kV 工业 CT 装置东、南、西、北面墙体及顶棚外 30cm 的剂量率参考控制水平均为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

4、240kV 工业 CT 装置防护核算结果

本次搬迁的 240kV 工业 CT 装置设备自带铅房，出束时发出的 X 射线通过设备自带铅房进行屏蔽。迁建时将射线装置设备自带铅房整体搬迁至陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 号厂房一层东南角，设备的结构组成、尺寸等无变化。

本次拟采用现有项目的验收监测数据对设备自带铅房屏蔽能力进行分析，类比可行性见表 11-6。

表 11-6 类比可行性分析表

项目	现有射线装置	本项目射线装置	可类比性
辐射源项	最大管电压 240kV、最大管电流 3mA	最大管电压 240kV、最大管电流 3mA	设备不变，辐射源项无变化
安全设施	设备自带铅房已设置门-机联锁、工作状态指示灯、急停开关、通排风机等	设备自带铅房整体搬迁，安全设施利用现有	安全设施无变化
布局	本项目工业 CT 像装置自带设备自带铅房	设备自带铅房整体搬迁，内部结构及布局维持现状	布局无变化

实体屏蔽	南侧（主照面）屏蔽措施：15mmPb；北侧屏蔽措施：8mmPb；东侧、西侧屏蔽措施：10mmPb；顶棚屏蔽措施：10mmPb；地面屏蔽措施：10mmPb； 防护门：工件防护门：10mmPb；检修防护门：10mmPb	设备自带铅房整体搬迁，铅板厚度、尺寸不改变	铅房整体方位朝向有变化，主射方向为南侧
------	--	-----------------------	---------------------

综上，利用现有射线装置验收监测数据进行类比分析基本可行。

（2）验收监测结果

根据 2022 年 11 月 23 日西安桐梓环保科技有限公司对现有项目验收出具的《工业 CT 装置核技术利用项目工业 CT 铅房防护检测》（XATZ-FS-2022-076 号，见附件 9），验收监测工况见表 11-7，验收监测结果见表 11-8，监测点位布点图见图 11-2。

表 11-7 验收监测工况

探伤机名称、型号	监测工况		验收监测时探伤方式	验收监测时工作场所
	管电压	管电流		
NNV-240 型工业 CT	240kV	3mA	室内探伤	探伤间

表 11-8 工业 CT 扫描室放射防护现场检测结果

序号	工作场所及设备名称	监测点位描述	X 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	天铱科技（西安）有限责任公司探伤间，NNV-240 型工业 CT，设备工作状态下最大管电压 240kV，最大管电流 3mA。	工件进出防护门上缝	0.120~0.128	开机
2		工件进出防护门下缝	0.125~0.132	
3		工件进出防护门左缝	0.122~0.130	
4		工件进出防护门右缝	0.123~0.131	
5		工件进出防护门中表面 30 cm	0.121~0.129	
6		维修人员进出门上缝	0.118~0.126	
7		维修人员进出门下缝	0.120~0.128	
8		维修人员进出门左缝	0.124~0.133	
9		维修人员进出门右缝	0.123~0.131	
10		维修人员进出门中表面 30 cm	0.122~0.130	
11		操作台巡测	0.121~0.128	
12		电缆沟巡测	0.123~0.133	

13		铅房东侧墙外 30 cm 处	0.122~0.130	
14		铅房南侧墙外 30 cm 处	0.126~0.134	
15		铅房西侧墙外 30 cm 处	0.123~0.132	
16		铅房北侧墙外 30 cm 处	0.128~0.134	
17		通风口 1 巡测	0.130~0.136	
18		通风口 2 巡测	0.133~0.139	
19		通风口 3 巡测	0.135~0.142	
20		铅房正上方	0.125~0.131	

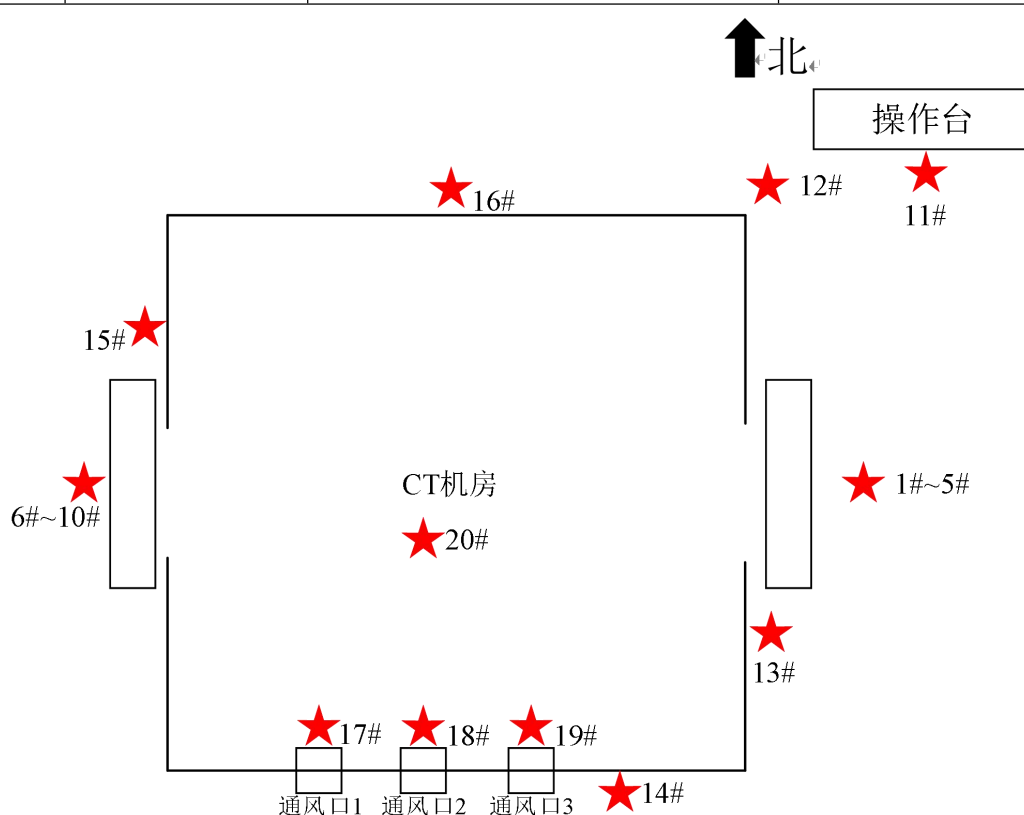


图 11-2 工业 CT 铅房监测点位示意图

根据监测结果可知：正常开机状态下，工业 CT 铅房周围剂量当量率检测结果最大值为 $0.142\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GB Z117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求及环评中工业 CT 机房外各关注点最高周围剂量当量率应 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

验收监测工况为 240kV、3mA，达到最大工况（240kV、3mA），根据表 11-8，验收结果基本处于本底水平，远低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；同时根据建设单位提供的资料，迁建后实际使用时电压与类比监测时相比基本不变，因此使用以上工况下的验收监测结果类比

本项目运行期环境影响可行。可以推测，本项目运行期防护厚度也可以满足防护要求，设备自带铅房的周围剂量当量率也可以满足《工业探伤放射防护标准》（GB Z117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。

5、辐射剂量分析

①辐射工作人员

本项目 MNV-240 型工业 CT 预计年照射曝光次数 3600 次，每次照射时间不超过 5min，年工作时间 300 小时，工作时间与搬迁前相同。根据搬迁后操作台的布局，本项目搬迁后铅房整体摆放方向变化，主射方向由原有朝北照射变为朝南照射，操作台位于铅房西南侧，根据浙江杭康检测技术有限公司出具的辐射工作人员个人剂量检测报告，2022 年 11 月 22 日~2023 年 11 月 22 日期间公司辐射工作人员所接受的个人年附加有效剂量最大值为 0.5mSv/a，以此推算本公司辐射工作人员年附加有效剂量不超过 1mSv/a。因此每名辐射人员所接受的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.2.1 规定，即“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 年平均有效剂量 20mSv”及本项目职业人员的剂量管理目标限值 5mSv/a。

②公众人员

本项目为室内探伤，非放射工作人员在工业 CT 装置所在一层及厂房二三层活动，工业 CT 装置屏蔽体外周围剂量当量率最大为 0.142μSv/h，MNV-240 型工业 CT 年工作最大时间为 300 小时，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）居留因子保守取 1，则项目使用 NNV-240 型工业 CT 开展无损检测工作时，周围公众成员的年附加有效剂量最大为 0.0426mSv/a，低于公众人员剂量控制目标值 0.1mSv/a。

II、600kVCT 装置屏蔽能力理论预测

一、探伤室辐射屏蔽估算公式

（1）有用线束

a) 关注点达到剂量控制值 H_{LH} 时，减弱倍数 K 按式（12）计算，然后按式（20）计算所需的屏蔽物质厚度 d 。

$$K = \frac{H \times q \times U}{H_{LH} \times R^2} \quad (12)$$

b) 在给定屏蔽物质厚度 d 时，由式（19）计算出相应的减弱倍数 K 。关注点的剂

量率 H_{LH} ($\mu\text{Gy/h}$) 按 (13) 计算:

$$H_{LH} = \frac{H \times q \times U}{K \times R^2} \quad (13)$$

其中: $H=8.76 \times 10^{-3} \times G \times I \times 60 \times 10^6$

式中: K ——减弱倍数。

H ——X 射线探伤机额定工作条件下, X 射线的输出率 ($\mu\text{Gy/h}$)。

I ——探伤机电流 (mA)。

G ——探伤机发射率 ($\text{R/mA} \cdot \text{min}$)。

H_{LH} ——剂量控制值, $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。

R ——参考点距离 (m)。

U ——利用因子。

q ——居留因子。

8.76×10^{-3} ——转换系数 (Gy/R)。

(2) 泄漏辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量控制值 H_{LH} 时, 减弱倍数 K 按式 (14) 计算, 然后按式 (20) 计算所需的屏蔽物质厚度 d 。

$$K = \frac{H_I \times q}{H_{LH} \times r^2} \quad (14)$$

b) 在给定屏蔽物质厚度 d 时, 由式 (19) 计算出相应的减弱倍数 K 。关注点的剂量率 H_{LH} ($\mu\text{Gy/h}$) 按 (15) 计算:

$$H_{LH} = \frac{H_I \times q}{K \times r^2} \quad (15)$$

式中: H_I ——X 射线探伤机的泄漏剂量率, 根据设计单位提供的资料, 本项目配备的工业 CT 漏射剂量率最大为 5mSv/h 。

(3) 散射辐射屏蔽

90°散射辐射的 TVL X 射线 90°散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量, 使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线的什值层计算其在屏蔽物质中的辐射衰减。X 射线 90°散射辐射的最高能量按式 (16) 计算。

a) 散射能量:

根据辐射防护手册 (第一分册) ——辐射源与屏蔽 P448: 散射后的 X 射线能量可

以用一次散射作偏安全的近似计算。

$$\frac{E}{E_0} = \frac{1}{1 + \frac{E_0}{0.511}(1 - \cos\theta)} \quad (16)$$

式中：\$E\$——散射后的 X 射线能量（MV）；

\$E_0\$——初始 X 射线能量（MV），0.6MV；

\$\theta\$——散射角，90°。

根据上式可得，初始能量为 600kV 的 X 射线经 90°散射后其 X 射线能量为 276kV。

b) 关注点达到剂量控制值 \$H_{LH}\$ 时，减弱倍数 \$K\$ 按式(17)计算。根据散射能量(276kV)确定 90°散射辐射的 \$TVL\$，然后按式（20）计算出所需的屏蔽物质厚度 \$X\$。

$$K = \frac{H \times q \times \alpha \times s}{H_{LH} \times R_1^2 \times R_2^2} \quad (17)$$

c) 在给定屏蔽物质厚度 \$d\$ 时，根据散射能量（276kV）确定 90°散射辐射的 \$TVL\$，然后按式（19）计算出相应的减弱倍数 \$K\$，关注点的散射辐射剂量率 \$H_{LH}\$（μSv/h）按式（18）计算：

$$H_{LH} = \frac{H \times q \times \alpha \times s}{K \times R_1^2 \times R_2^2} \quad (18)$$

式中：\$\alpha\$——散射系数，\$4.75 \times 10^{-6}\$。

\$s\$——散射面积（m²），检测区最大直径 600mm，则最大散射面积为

\$\Pi * r^2 \approx 0.3m^2\$。

\$R_1\$——焦点距散射体距离（m），被检物品距离射线机焦点最大约 800mm，本次计算取 0.8m 计算。

\$R_2\$——散射点至参考点距离（m）。

（4）屏蔽物质厚度 \$d\$ 与减弱倍数 \$K\$ 相应的关系

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 \$d\$，相应的减弱倍数 \$K\$ 按式（19）计算：

$$K = 10^{d/TVL} \quad (19)$$

b) 对于估算出的减弱倍数 \$K\$，所需的屏蔽物质厚度 \$d\$ 按式（20）计算：

$$d = TVL \log K \quad (20)$$

式中：\$d\$——屏蔽厚度（mm）。

\$TVL\$——什值层厚度（mm）。

二、防护能力估算

1、600kVCT 装置主要技术参数及工作负荷

600kVCT 装置主要技术参数及工作负荷见表 11-9。

表 11-9 定向 X 射线探伤装置技术参数及工作负荷

设备型号	最大管电压	最大管电流	工作量	年工作时间	周工作时间
MSV-600 型	600kV	4.1A	年曝光次数 2400 次，每次曝光不超过 5min。	200h	4h
根据设备厂家提供数据：本项目使用的 MSV-600 型 CT 功率为 1500W，最大运行电压为 600kV，最大电压下最大电流为 2.5mA。					

2、核算距离、方向

MSV-600 型工业 CT 为定向曝光，本项目拟将工业 CT 系统整体置于铅房中央处，射线源分系统位于工业 CT 装置屏蔽体内部中央。工作时工业 CT 射线源的照射方向为北侧，厂房地下无建筑，故不对地面进行屏蔽效果计算。工业 CT 装置北侧屏蔽体以有用线束进行估算，东侧、南侧、西侧、防护门和顶棚均以泄漏辐射和散射辐射（非有用线束）进行估算。工业 CT 装置东侧紧邻厂房墙体，该厂房为钢筋混凝土结构，墙体厚度 200mm，故 MSV-600 型工业 CT 东侧关注点为厂房外园区道路。

屏蔽核算时各方向距离核算情况见表 11-10。

表 11-10 600kV 工业 CT 装置各方向核算距离一览表

考察点				核算距离 m
北面	A：北侧空置区域	屏蔽体外 30cm	主射	$2.8+0.3=3.1$
东面	B：园区道路	厂房东墙外 30cm	散射、漏射	$1.7+0.2+0.3=2.2$
西面	C：铅防护门外	防护门外 30cm	散射、漏射	$1.7+0.3=2.0$
	D：操作台	屏蔽体西北侧	散射、漏射	2.5
南面	E：南侧电气设备区域	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	$2.0+0.3=2.3$
西面	F：西侧过道	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	$1.5+0.3=1.8$
G：顶棚		屏蔽体外 30cm	散射、漏射	$2.4+0.3=2.7$
H：正上方二层办公室		距二楼地面 1.0m	散射、漏射	$2.4+0.76+1=4.16$

本次计算关注点位置示意图见图 11-3。

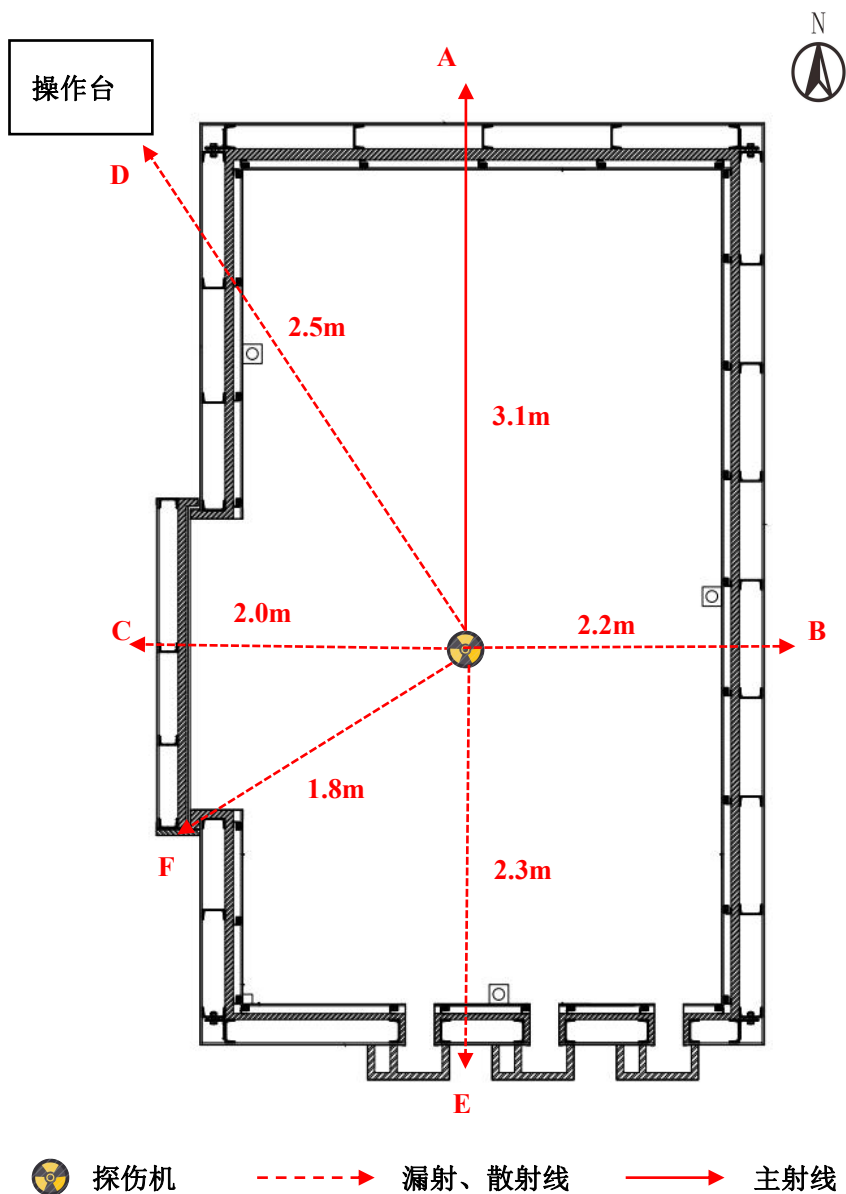


图 11-3 600kV 工业 CT 装置各关注点距离示意图

3、利用因子、居留因子、剂量控制值的确定

利用因子、居留因子、剂量控制值见表 11-11。

表 11-11 600kV 工业 CT 装置各屏蔽体外剂量率参考控制水平核算表

方向	U	T ^①	剂量控制值 H _{LH} (μSv/h)	需屏蔽的 辐射源
A: 北墙外 (北侧空置区域) 30cm	1	1/5	2.5	主射
B: 东墙外 (园区道路) 30cm	1	1/8	2.5	散射、漏射
C: 西侧防护门外 (探伤工件存放区) 30cm	1	1/4	2.5	散射、漏射
D: 西墙外 (西北侧操作台) 30cm	1	1	2.5	散射、漏射
E: 南墙外 (电气设备区域) 30cm	1	1/5	2.5	散射、漏射
F: 西墙外 (过道) 30cm	1	1/2	2.5	散射、漏射
G: 顶部 (屏蔽体外 30cm)	1	1/16	2.5	散射、漏射

注：①：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A，600kV 工业 CT 装置西北侧为操作台；东侧为厂房外园区道路，居留因子取 1/8，西侧为探伤工件存放区，居留因子取 1/4；西侧屏蔽体外为过道，居留因子取 1/2；CT 装置顶部与一层厂房顶部之间为空置区域，居留因子取 1/16；其他方位为厂房内空置区域，居留因子取 1/5。

4、其他参数

本项目屏蔽体核算过程中的相应其他参数见表 11-12 所示。

表 11-12 屏蔽体核算相关参数

型号	MSV-600 型 CT		
最大管电压（kV）	600		
最大管电压对应的电流（mA）	2.5mA		
G（R/mA·min） ^①	13.0（600kV，0.5mm 铜反射靶）		
泄漏辐射剂量率 H _L （μSv/h）	5×10 ³		
什值层（TVL）和半值层（HVL） ^②	铅		
	电压等级 kV	TVL（mm）	HVL（mm）
	600	13.28	4
	276	4.36	1.3

注：①根据《辐射防护手册》（第一分册）P238 中图 4.4e，当电压为 600kV 时，距靶 1 米处的照射量率为 13R/mA.min（0.5mmCu 反射靶）；

②根据 ICRP33 号文（国际放射防护委员会第 33 号出版物）P78 表 3，当电压 600kV 时，什值层、半值层采用内插法所得。

5、复合分析

当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

6、屏蔽体防护核算结果

根据公式 1~10，计算使用 MSV-600 型工业 CT 时各屏蔽体的屏蔽效果。

（1）主照面屏蔽厚度核算

MSV-600 型工业 CT 装置主照面屏蔽体的屏蔽效能核算见表 11-13。

表 11-13 MSV-600 型工业 CT 装置主照面屏蔽效能复核结果

考察点	剂量控制值（μSv/h）	参考点距离（m）	减弱倍数	计算厚度（mmPb）	设计厚度（mmPb）	复核结果
A：北墙外（北侧空置区域）30cm	2.5	3.1	142201.87	68.43	90	符合

（2）非主照面屏蔽厚度核算

MSV-600 型工业 CT 装置非主照面屏蔽体的屏蔽效能核算见表 11-14。

表 11-14 MSV-600 型工业 CT 装置（漏射、散射）屏蔽效能复核结果

关注点		剂量控制值 (μSv/h)	R (m)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	减弱倍数	计算厚度 (mmPb)		实际设计 (mmPb)	复核结果
B：东墙外（园区内道路）30cm	漏射	2.5	2.2	/	/	51.65	22.75	22.75	45	符合
	散射		/	0.8	2.3	0.34	0			
C：西侧防护门外（探伤工件存放区）30cm	漏射	2.5	2.0	/	/	125.00	27.85	27.85		
	散射		/	0.8	2.0	0.90	0			
D：西墙外（西北侧操作台）30cm	漏射	2.5	2.5	/	/	320.00	33.27	33.27		
	散射		/	0.8	2.2	2.96	2.06			
E：南墙外（电气设备区域）30cm	漏射	2.5	2.3	/	/	75.61	24.95	24.95	35	符合
	散射		/	0.8	3.1	0.30	0			
F：西墙外（过道）30cm	漏射	2.5	1.8	/	/	308.64	33.06	33.06	45	符合
	散射		/	0.8	2.3	1.36	0.58			
G：顶部（屏蔽体外 30cm）	漏射	2.5	2.7	/	/	17.15	16.39	16.39	45	符合
	散射		/	0.8	2.7	0.12	0			

根据上述计算结果可知工业 CT 检测系统工作时，四周屏蔽体、顶棚、防护门的厚度均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）屏蔽防护的要求。

本项目工业 CT 检测系统所使用的工业 X 射线机为最大为 600kV，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），本次环评以“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”作为 600kV 工业 CT 装置的防护标准。

根据上述计算结果可知工业 CT 检测系统工作时，600kV 工业 CT 装置四周屏蔽体、顶棚、防护门的厚度均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）屏蔽防护的要求。

（3）辐射剂量分析

按照设计的屏蔽厚度计算各关注点辐射剂量，使用 600kV 工业 CT 装置工作时各关

注点辐射年照射剂量率计算结果见表 11-15。

表 11-15 MSV-600 型工业 CT 工作时关注点辐射剂量率估算表

方位	外环境	敏感人群类别	需屏蔽的辐射源	预测点瞬时剂量（μSv/h）		年最大曝光时间	居留因子	剂量估算（mSv/a）
北面	A：北墙外（北侧空置区域）30cm	公众人员	主射	0.06		200h	1/5	0.0024
东面	B：东墙外（园区内道路）30cm	公众人员	漏射	5.28E-02	5.28E-02		1/8	0.0013
			散射	4.04E-11				
西面	C：西侧防护门外（探伤工件存放区）30cm	公众人员	漏射	1.28E-01	1.28E-01		1/4	0.0064
			散射	1.07E-10				
	D：西墙外（西北侧操作台）30cm	辐射工作人员	漏射	3.27E-01	3.27E-01		1	0.0654
			散射	3.54E-10				
南面	E：南墙外（电气设备区域）30cm	公众人员	漏射	4.38E-01	4.38E-01		1/5	0.0175
			散射	7.00E-09				
西面	F：西墙外（过道）30cm	公众人员	漏射	3.15E-01	3.15E-01		1/2	0.0315
			散射	1.62E-10				
顶部	G：顶部（屏蔽体外30cm）	公众人员	漏射	1.75E-02	1.75E-02		1/16	0.0002
			散射	1.47E-11				
	H：正上方二层办公区	公众人员	漏射	1.18E-01	1.18E-01		1	0.0236
			散射	9.89E-11				

①辐射工作人员

本项目 MSV-600 型工业 CT 拟配备 2 名辐射工作人员, 工业 CT 检测系统配置到位后, 使用 MSV-600 型工业 CT 工作时每名辐射工作人员所受的最大年有效剂量最大为 0.0654mSv/a , 远低于本评价管理目标值 5mSv/a , 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

②公众人员

根据表 11-16 可知，项目使用 MSV-600 型工业 CT 开展无损检测工作时，在工业 CT 装置周围活动的公众成员所受的最大有效剂量为 0.0315mSv/a，低于本评价剂量管理目标值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

（4）2 台工业 CT 装置同时工作时叠加情况

根据本项目平面布置，若 2 台 CT 装置同时工作时会对西侧厂房过道的公众产生附加剂量影响，由于搬迁后 MNV-240CT 装置铅房整体方位朝向有变化，故本次取搬迁前 MNV-240CT 装置东侧屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率检测结果最大值 0.132 μ Sv/h 计算本项目西侧过道公众人员所受的最终附加有效剂量为 0.0396mSv/a，则 2 台工业 CT 装置同时工作时，西侧过道公众人员所受的最终附加有效剂量为 0.0711mSv/a。

（5）年有效剂量统计

本项目共配备 4 名辐射工作人员，每两人分为 1 组，共 2 组，2 台工业 CT 装置各派 1 组人员进行作业。其中 2 人负责 240kV 设备操作，另外 2 人负责 600kV 设备操作，辐射工作人员仅负责操作各自对应的设备，人员不交叉操作其他射线装置。辐射工作人员开展探伤工作时的年有效剂量统计见表 11-16。

表 11-16 辐射工作人员年有效剂量估算一览表 mSv/a

人员	使用 NNV-240 型工业 CT 工作时辐射剂量	使用 MSV-600 型工业 CT 工作时辐射剂量	两台设备同时工作时对辐射工作人员和公众的叠加影响
辐射工作人员	0.5	0.0654	/
公众人员	0.0396	0.0315	0.0711

备注：本项目取西侧过道作为公众人员的剂量叠加，由于操作台位于厂房南北两侧，距离较远，故本项目不考虑辐射工作人员叠加情况。

由上表可知，本项目辐射工作人员所受的年有效剂量低于本评价管理目标值 5mSv/a；在工业 CT 装置周围活动的公众成员所受的最大年附加有效剂量低于本评价管理目标值 0.1mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

（6）对 50m 范围内环境保护目标的影响分析

本次拟使用的 2 台工业 CT 装置位于长信工业园厂房 19 号厂房一层，240kV 工业 CT 东侧为厂房通道，厂房外为园区道路，南侧为空调放置区，西侧隔过道为本公司储藏室、卫生间，北侧为电气设备区域及 600kV 工业 CT。600kV 工业 CT 装置北侧为厂房内空置区域，东侧紧邻厂房墙壁，南侧为电气设备区域，西侧为探伤工件存放区及过

道。本公司厂房建筑结构为 3F，首层高 4m，二三层高均为 3.6m，二层为公司预留办公区，厂房地下无建筑、为实土层。

经评价计算，2 台工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率均低于各关注点的剂量率参考控制水平，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求，2 台工业 CT 装置各屏蔽面的防护效果较好。

同时本项目 2 台工业 CT 装置运行后对周围公众成员的年附加有效剂量低于 0.1mSv/a ，满足公众剂量约束值，表明工业 CT 装置运行时对周围敏感目标产生的辐射影响较小，且 2 台工业 CT 装置与其他不相邻的环境保护目标之间有多道墙体屏蔽，故经距离衰减和墙体屏蔽后，2 台工业 CT 装置使用时对其他较远处的环境保护目标产生的影响将更小，环境影响可接受。

11.2.3 废气对环境的影响分析

工业 CT 工作时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（主要为 NO_2 ）。本项目 2 台工业 CT 装置均设置机械排风装置，排风口接排气管道，将产生的少量的 O_3 、 NO_x 引至室外排放，每小时换气次数为 6 次，满足 GBZ117-2022 标准要求的换气次数“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”。能保证室内空气的流通，使少量的 O_3 、 NO_x 得以扩散。

11.2.4 噪声对环境的影响分析

本项目 2 台工业 CT 装置通排风系统使用轴流风机，其噪声值一般低于 $65\text{dB}(\text{A})$ ，噪声源强较小，通过厂房隔声后对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响轻微。本项目为实时成像，不产生危险废物，综上所述，本项目对环境的影响较小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 风险事故类型

本项目使用的工业 CT 属于Ⅱ类射线装置，工业 CT 产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因此，本项目辐射事故类别主要为检测时或射线装置出束时的意外事故，主要归纳为以下几个方面：

①丧失屏蔽

X 射线探伤机机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探伤机的屏蔽块等移走，或随意加大照射野，使设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽墙外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

②人员滞留在探伤室内

探伤工件搬运人员或探伤机检修人员进入 CT 装置屏蔽体内后未完全撤离，仍有人滞留在铅房内某个不易觉察的地方，操作人员在开启设备前未对铅房内部情况进行查看，从而对铅房内停留人员造成大剂量照射。

③联锁装置失效

由于门-机联锁装置失效，防护门未完全关闭或探伤机工作时门被开启，探伤机仍能开机出束，造成大量射线外泄，对防护门外活动的工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

11.3.2 后果分析

①联锁失效

每次开展探伤工作前，辐射工作人员均会进入铅房，故仅考虑单次照射对铅房外停留人员的误照射造成的伤害。项目工业 600kV 工业 CT 主照射方向为北面，其余墙体和防护门不在主射方向，防护门在未关闭时开展探伤工作，门外周围剂量当量率约为 321 μ Sv/h，防护门上设置有监控和工作状态指示灯，铅房内及操作台均设置急停按钮，工作人员发现机房未关闭而处于照射状态，又有人员位于防护门外，可通过急停按钮紧急停机。综合考虑，从设备出束到发现事故并及时关机的时间为 0.5min，单次照射下人员受照剂量最大为 0.003mSv。

②人员滞留铅房内

每次开展探伤工作前，辐射工作人员均会进入铅房，故考虑单次照射对滞留在铅房内人员误照射造成的伤害。当探伤机工作时，因项目无损检测工件大小不一，本次按考

虑人员在距离辐射源点 0.5m 处受到误照射。项目 600kV 工业 CT 主照射方向为北面，若考虑主射，则在无屏蔽体屏蔽情况下，人员所在位置的周围剂量当量率为 68328000 μ Sv/h，铅房内设置有监控和工作状态指示灯，铅房内及操作台均设置急停按钮，误入铅房的人员发现误照射后，可通过急停按钮紧急停机，综合考虑，从设备出束到发现事故的时间为 0.5min，单次照射下人员受照剂量最大为 0.569Sv。

11.3.3 事故分级

由前述事故工况下的辐射影响估算可知，在上述事故情境下部分事故受照剂量已超过辐射工作人员及公众成员的年剂量限值，探伤机未存放到指定的地方，随意存放，导致非辐射工作人员误通电且长时间处于受照射状态，会达到发生确定性效应阈值，但以轻度：乏力、不适、食欲减退等症状为主，不构成急性重度放射病及局部器官残疾。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）规定，本项目发生事故，事故等级为一般辐射事故。

11.3.4 辐射事故防范措施

①检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆走探伤机的屏蔽材料，不允许加大照射面积。配置便携式 X- γ 辐射剂量率仪和个人剂量报警仪、联锁装置等，可提供纵深防御。不得擅自改变、削弱或破坏工业 CT 装置的铅防护门，如开孔洞、挖沟等。

②撤离工业 CT 装置铅房时应清点人数，辐射工作人员对铅房内进行扫视，确认无人停留在内后才能开始进行操作。同时，如遇 X 射线出束情况下人员滞留铅房内，操作室人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。

③定期检查铅房的门机联锁、灯机联锁装置、声光警示系统的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标识，出现问题时，应就近按下急停开关。对于本项目涉及的安全控制措施及电控系统，制定有定期检查和维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。辐射工作场地因某种原因损坏，公司应立即停止使用，修复后再投入使用。

④配置便携式 X- γ 辐射剂量率仪，定期巡查（每周）工业 CT 装置屏蔽体的屏蔽效能，做好记录，重点巡查铅板接缝处，以确保屏蔽体有足够的屏蔽能力。若发现问题，应及时解决，不得在屏蔽体出现问题后继续探伤作业。

⑤定期认真地对本单位 X 射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事

故发生。

⑥凡涉及对 X 射线机进行操作，必须有明确的操作规程；辐射工作人员严格按照操作规程进行操作，开机参数需两名辐射工作人员确认无误后方可进行；并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可见到的显眼位置。

11.3.5 辐射应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则为：

（1）立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源或就近按下紧急停机按钮，停止 X 射线的产生，上报内部管理机构。

（2）及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

（3）出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理。

（4）在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

（5）事故处理后应累计资料，及时总结报告。建设单位对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点，涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

（6）对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并上报生态环境等相关行政部门，接受监督部门的处理。

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

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当具有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全和环境保护管理工作。

天铨科技（西安）有限责任公司已开展过核技术利用项目，本次涉及工业 CT 装置搬迁及扩建，已配置辐射防护安全领导小组（辐射防护安全领导小组成立文件见附件 8），统筹日常辐射安全监管和协调工作，并设置有专项管理办公室和专（兼）职辐射安全管理人员具体负责相关辐射安全工作，辐射防护安全领导小组主要职责为：

1、领导小组职责：主要工作是贯彻执行国家和上级及地方人民政府有关辐射环境保护的方针、政策、法律、法规，制定和完善辐射安全与防护管理制度，负责公司射线装置安全和防护工作的日常检查与安全隐患问题的整改落实。

2、组长职责：负责单位的辐射安全与防护的全面工作，组织人员制定辐射安全与防护的各项管理规章制度、辐射事故应急措施的编写和落实工作，以及辐射环保手续的办理；对辐射安全与防护工作进行监督检查和指导工作；负责辐射事故案件的处理工作。

3、成员职责：受组长领导，主要负责本公司辐射安全防护和相关管理的协调工作，执行辐射安全与防护的各项管理规章制度分节符对环境监测工作与防护设施日常检查维护，辐射事故应急措施的编写和落实，以及辐射环保手续的协助办理；负责射线装置、监测仪器、防护用品的维修保养和常规检定、校准；上级交办的其他有关辐射工作。

根据调查，天铨科技（西安）有限责任公司辐射防护安全领导小组的具体负责成员学历能满足上述要求。因此，天铨科技（西安）有限责任公司的辐射安全与环境保护管理机构满足相关要求。

核对原陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号）相关规定，天铨科技（西安）有限责任公司的落实情况见表 12-1。

表 12-1 陕西省核技术利用单位机构建设、人员管理内容具体要求

管理内容		管理要求	落实情况
* 机构建设	* 机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专(兼)职人员,以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人。	企业已下发成立辐射防护安全领导小组红头文件。
		就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺,并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。	企业已成立有决策层级的辐射防护安全领导小组。
		年初工作安排和年终工作总结时,应包含辐射环境安全管理工作内容。	企业决策层已将辐射环境安全管理工作纳入年初工作安排和年终工作总结。
		明确辐射安全管理相关部门和岗位的辐射安全职责。	已设置辐射安全管理相关部门,并制定有岗位辐射安全职责。安全管理部门负责为企业提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。
	决策层	提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	已设置辐射安全管理相关部门,并制定有岗位辐射安全职责。安全管理部门负责为企业提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗;熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识。	辐射防护负责人(陈慧能、王鑫)已参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗。
		负责编制辐射安全年度评估报告,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	已落实。
		建立健全辐射安全管理制度,跟踪落实各岗位辐射安全职责。	已建立《辐射事故应急预案》《辐射安全防护领导小组职责》《辐射设备操作规程》《辐射防护管理制度》《辐射环境监测方案》《辐射工作人员健康管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量监测制度》《无损检测设备管理制度》《无损检测岗位职责》等辐射安全管理制度。
	辐射防护负责人	建立辐射安全管理档案。	已落实。
		对辐射工作场所定期巡查,发现安全隐患及时整改,并有完善的巡查及整改记录。	辐射防护负责人应定期对辐射工作场所进行巡查,发现安全隐患及时整改,并建立巡查及整改记录。
		岗前进行职业健康体检,结果无异常。	现有辐射工作人员已进行职业健康体检,结果无异常。新增人员应进行岗前体检,检查结果符合放射工作人员健康要求的方可参加放射工作。
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗。	拟配备 4 名人员,2 人为原有项目辐射工作人员,2 人证书均在有效期内;另外 2 人为新增人员,应参加辐射安全培训与考核,并取得“X 射线探伤”专业的辐射安全与防护考核合格证书。
	直接从事放射工作的作业人员	了解本岗位工作性质,熟悉本岗位辐射安全职责,并对确保岗位辐射安全做出承诺。	新增人员应落实。
		熟悉辐射事故应急预案的内容,发生异常情况	企业定期组织放射事故应急预案演练,培养

	后，能有效处理。	工作人员发生异常情况后的处理能力。
注：表中标注“*”内容为关键项，为强制性规范要求。 环评要求：天铎科技（西安）有限责任公司应根据本项目工业 CT 实际应用情况，按照已成立的辐射安全与环境保护领导机构，不断细化、完善公司决策层、辐射防护负责人、直接从事放射工作的作业人员管理相关要求。后期变更辐射工作人员和负责辐射安全防护的管理人员必须经过辐射安全和防护专业知识以及相关法规的培训，经考核通过后，方可上岗。 12.2 辐射安全管理 12.2.1 辐射安全管理规章制度 天铎科技（西安）有限责任公司使用 II 类射线装置，公司应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订）等相关法律、法规要求，结合所使用的 X 射线装置情况，对已制定的辐射安全管理制度、岗位职责和操作规程等相关的辐射安全管理制度进行不断完善，加强对辐射工作人员的培训，确保射线装置的安全使用。 依据国家相关法规的要求，建设单位制定的辐射安全管理制度有：《辐射事故应急预案》《辐射安全防护领导小组职责》《辐射设备操作规程》《辐射防护管理制度》《辐射环境监测方案》《辐射工作人员健康管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量监测制度》《无损检测设备管理制度》《无损检测岗位职责》等辐射安全管理制度，用于公司射线装置的辐射安全管理。 目前，天铎科技（西安）有限责任公司已成立辐射防护安全领导小组，本项目建成后，公司应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等最新要求对现有辐射安全管理规章制度进行修订和完善。在项目运营前，天铎科技（西安）有限责任公司拟根据本项目工业 CT 装置运行管理和设备操作需求，修订操作规程、岗位职责、辐射事故应急措施等制度并粘贴在辐射工作场所。 12.2.2 档案管理 本项目辐射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将辐射工作人员的健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定执行。按照相关要求建立健全档案制度，对企业的档案进行分类归档。 公司辐射类档案资料分以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置		

台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“年度评估”“辐射应急资料”等。建设单位应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

另外，建设单位项目建成运行后，应及时组织验收并重新申领辐射安全许可证，在许可范围内从事辐射活动。

12.2.3 射线装置台账管理

项目建设单位应制定射线装置台账管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定。射线装置台账应记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度。建立射线装置使用登记制度，每次进行无损检测应进行基本信息记录。

12.2.4 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2021 年修订）第四十二条规定：“辐射工作单位应当编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关，年度评估报告应当包括放射性同位素与射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。”

天铨科技（西安）有限责任公司已建立“年度评估”制度，并按照规定向生态环境主管部门提交《年度评估》文件，年度评估报告包括射线装置及防护用品台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射工作人员管理情况、事故应急等方面的内容，符合要求。

12.3 辐射工作人员

天铨科技（西安）有限责任公司拟配备辐射工作人员 4 名，2 名人员为原有辐射工作人员，另外 2 名为拟新增辐射工作人员。

（1）配置数量合理可行性

本项目共 4 名辐射工作人员，每两人分为 1 组，共 2 组，每台工业 CT 各派 1 组人员进行作业。其中原有辐射工作人员 2 人负责 240kV 设备操作，另外新增 2 人负责 600kV 设备操作，辐射工作人员仅负责操作各自对应的设备，人员不交叉操作其他射线装置。

根据本项目探伤装置的操作需求，进行 X 射线无损检测时，至少应保证 2 名辐射工作人员同时在场。本项目共配置 2 台工业 CT，因此项目拟配置 4 名辐射工作人员是可

行的。

（2）辐射安全培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。同时，根据生态环境部《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》（2019年第57号），各级生态环境部门不再对从事辐射安全培训的单位进行评估和推荐，不再要求从事放射性同位素与射线装置生产、销售、使用等辐射活动的人员参加以上单位组织的辐射安全培训。有相关培训需求的人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

根据建设单位提供的资料，本项目拟配备的原有辐射工作人员辐射安全与防护考核证书均在有效期内。拟新增辐射工作人员应参加辐射安全培训与考核工作并考核合格持证上岗。此外，探伤工作人员正式工作前还应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。在取得辐射安全培训合格证书后，辐射工作人员定期复训，并建立培训档案。

（3）个人剂量管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修订）》第二十九条规定：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

为加强后续个人剂量监测和职业健康检查管理工作，评价提出以下要求。

①监测、检查周期

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第4.3节要求，常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月，最长不得超过3个月。

②个人剂量计佩戴

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第5.3节要求，对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在

左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

③记录要求

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第 8.1.1 条要求，准许工作人员查询本人职业照射记录；职业健康管理人员查询相关职业照射记录及有关资料。

④档案

建设单位已安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。按照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）第 7.2 条要求，放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

另外，辐射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互传借。

（4）职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应进行岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。

从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。建设单位应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

按照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）第 5.1.4 条要求，放射工作人员在岗期间职业健康检查周期按照卫生行政部门的有关规定执行，一般为 1a～2a，不得超过 2a，必要时，可适当增加检查次数。

12.4 从事辐射活动能力评价

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，建设单位从事辐射活动应具备相应的条件，对建设单位从事的辐射活动能力评价如表 12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力的评价

应具备条件	拟落实的情况
使用II类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	本项目已设立专门的辐射安全与环境保护管理领导小组，明确小组成员组成、相关工作职责。建设单位现有一名从事辐射工作 20 年经验的管理人员，专职负责辐射安全与环境保护管理工作，可满足管理要求。
从事放射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	企业原有辐射工作人员 2 名，故本次拟新增 2 名辐射工作人员。拟新增的 2 名辐射工作人员应参加辐射安全培训与考核，考核合格持证上岗。
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备在铅房内工作，铅房有足够屏蔽厚度进行屏蔽；设备安装到位后，拟设置门机联锁、灯机联锁、电离辐射警示标志以及工作状态指示灯、紧急停机按钮。600kV 工业 CT 装置铅房安装三套实时视频监控系统，并连接到控制台；240kV 工业 CT 装置连接电脑显示器。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	建设单位已制定个人剂量管理制度，辐射工作人员在辐射工作场所工作期间，均佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量档案并存档。现有 2 名工作人员已有个人剂量计，公司已有 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率仪。本项目拟为新增专职辐射工作人员均配备 1 枚个人剂量计（共 2 枚），600kV 工业 CT 装置配备个人剂量报警仪 1 台。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	公司制度基本满足现有工作运行要求，本项目依托公司已有的辐射安全管理规章制度，但还需不断完善并落实人员培训制度和培训计划，待本项目建成投运后，将按照相关规定和要求，并将相应制度张贴上墙。
有完善的辐射事故应急措施。	公司已针对拟开展的项目情况制定了辐射事故应急措施，满足拟开展的辐射工作运行要求。

从上表可知，本项目的管理工作依托天铨科技（西安）有限责任公司现有的管理体系，已具备了一定的能力，但还应在本项目建设完成运营前，针对本项目的管理需求完善相应管理规定，安排相关辐射工作人员进行辐射安全与防护培训并考核合格，持证上岗，认真落实上述要求后，方具备从事本项目辐射活动的能力，本项目方可投入正式运行。

12.5 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）等相关法规和标准，必须对射线装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位已配备相应的监测仪器，需委托有资质的单位定期对 2 台工业 CT 装置周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内

容包括个人剂量与工作场所外环境的监测。

12.5.1 常规监测及检查

建设单位在项目建成后应对 2 台工业 CT 装置周围剂量当量率进行监测，监测包括验收监测和日常监测，发现问题及时整改。验收监测应委托有资质的单位进行。

1、验收监测：建设项目正式投产运行前，委托有资质的监测单位对公司放射性射线装置工作场所及其周边环境进行常规监测，编制验收监测报告。

1、常规监测：委托有资质的监测单位对公司放射性射线装置工作场所及其周边环境进行常规监测，每年监测一次。

3、日常监测：公司已配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，定期对射线装置工作场所以及周边环境进行监测，做好辐射的日常监测工作，并将监测数据记录存档保存。

此外建设单位应对射线装置的安全和防护状况每年进行一次安全评估，安全评估报告对存在的安全隐患及时提出整改方案，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.5.2 个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：3 个月测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

12.5.3 监测计划

监测计划应包括以下内容：

1、监测频次：项目竣工环境保护验收时进行一次监测；公司日常巡测每季度一次，年度评估委托有资质单位每年监测一次；涉及设备或者防护设施维修后也应进行监测。

2、监测项目：周围剂量当量率。

3、监测点位：2 台工业 CT 装置周围屏蔽体外、防护门外 30cm 处、屏蔽体搭接处，以及屏蔽体穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置。

综上所述，建设单位应在项目建成后，委托有资质的监测单位对 2 台工业 CT 装置的辐射防护设施进行全面的验收监测，监测合格后方可投入使用。此外建设单位应对 2 台工业 CT 装置外周围剂量当量率进行日常监测，发现问题及时整改，监测计划见表 12-3。

表 12-3 辐射监测计划一览表（建议）

工作场所	监测项目	监测点位	监测频次	监测目的
工业 CT 装置	X-γ辐射空气吸收剂量率	操作人员操作位置；工业 CT 装置屏蔽墙体表面 30cm 处、防护门表面 30cm 处；屏蔽体穿墙管线、防护门门缝等搭接薄弱位置；工业 CT 装置周边人群停留位置；工业 CT 装置周围环境。	①竣工验收监测：正式投入使用前委托有资质单位监测 1 次。 ②常规监测：每年委托有资质单位监测 1 次。 ③自主监测：建设单位每季度至少自行监测 1 次。 ④其他监测：涉及设备或者防护设施维修后等也应进行监测。	确保工作场所周边剂量率符合要求
工作人员个人剂量	个人剂量当量	/	每 3 个月送有资质检测机构检测 1 次；如发现异常可加密监测频率。	掌握放射工作人员有效剂量

12.6 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）第四十一条的规定：“使用射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备”。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）第四十条规定的辐射事故等级，公司已结合实际情况和可能发生的辐射事故情况，制定了《辐射事故应急预案》，以加强对公司射线装置的安全管理，预防辐射事故的发生、控制或减轻事故后果。

在应急预案中，公司明确了辐射安全事故应急处理机构领导小组及其职责，以法人代表为组长，相应管理人员及辐射工作人员为主要组员。针对公司现有核技术利用项目可能发生的辐射事故类型，明确了报告和处理程序、应采取的应急处置措施、信息报告和联系方式，并配备相应的辐射事故应急物资，如对讲机、电离辐射警示标志、巡检仪等。因此，公司制定的辐射事故应急预案具备一定的辐射事故应急处置能力，能够基本满足现有辐射安全管理要求。

本次评价要求，公司应根据相应的管理制度和标准要求，不断修订和完善公司的辐射事故应急预案内容。为确保在发生事故时，能及时启动应急预案，公司应不定期组织相关部门开展辐射事故应急演练，总结演练中存在的问题，及时修订事故应急预案，确保应急预案能及时、有效得到应用。

12.6.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

本项目使用Ⅱ类射线装置，可能发生的辐射事故主要为人员受到不必要的误照射，导致辐射工作人员和公众成员可能受到超过年剂量照射限值，事故等级为一般辐射事故。

12.6.2 响应程序及内容

根据《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）第二条：发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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。

建设单位涉及的射线装置管理最高级别为Ⅱ类，可能发生的辐射事故主要为人员受到不必要的误照射，导致辐射工作人员和公众成员可能受到超过年剂量照射限值。根据分析公司突发辐射事故的应急响应为一般辐射事故应急响应。即发生射线装置故障、误操作，射线装置丢失、被盗而导致工作人员或者公众受到意外、异常照射等事故时，启动一般辐射事故应急响应。

应急响应时，应急指挥部按下列程序和内容响应：

发现→逐级上报→内部管理机构→启动预案开展应急救援工作→上报当地生态环境主管部门和公安部门（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）

确认发生辐射事故后，现场人员立即通知内部管理机构，内部管理机构接到报告后应立即通知相关职能部门，立即启动应急预案，及时组织各部门开展应急救援工作。内部管理机构立即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。

12.6.3 事故应急方案与措施

（1）事故的初始处理

在 X 射线探伤过程中，因突发事故致使工作人员或公众受到（或有可能受到）照射时，应立即到达控制箱或控制台处，立即切断射线装置电源或就近按下紧急停机按钮，

上报内部管理机构；发现便携式 X 射线探伤机丢失或被盗后立即上报内部管理机构。

（2）应急预案启动

应急指挥部接到报告后应立即启动应急预案，采取应急措施，对受辐射人员进行初步的检查与救治，并立即向生态环境主管部门、公安部门和卫生主管部门报告。

事故处理必须在单位总指挥的领导下，若总指挥不在，则由副总指挥领导，在有经验的辐射工作人员和卫生防护人员的参与下进行。发生辐射事故的场所未经防护检测人员允许不得进入事故区域。

在生态环境主管部门、卫生主管部门及公安部门人员到达本单位后（两小时内到达），生态环境主管部门提供处置方案，卫生主管部门估算人员可能受到的剂量，公安部门负责现场的治安，应急领导小组接受各领导部门的指挥并配合做好事故的应急响应、调查处理、定性定级和医疗应急工作。

估计受照人员所受剂量，根据受照剂量情况立即将可能受到辐射伤害的人员送至卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院进行医学处理或治疗或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

（3）事故报告程序

根据本项目的辐射事故等级，本项目一旦发生辐射事故，应迅速电话向内部管理机构、区生态环境局和公安部门报告，并在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向区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）辐射事故应急处置措施

事故发生后，应进行以下几项工作：

①当发生误照射事件后，立即切断设备电源或者就近按下急停按钮，向内部管理机构报告，迅速控制事故发展，消除事故源。

②事故发生后，应迅速安排受辐射人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员介绍清楚，已估算受照剂量，判定事故级别，提出控制措施。

③事故发生后，现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具。

④当发生误照射事件后，应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国

家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故发生后，积极配合有关部门的事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

(5) 辐射事故后处理

启动并组织实施应急方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，配合相关部门做好事故调查处理，并做好事故的善后工作。对可能受到辐射伤害人员，事故单位应当立即将其送至当地卫生部门指定的医院或者有条件救治辐射伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。查找事故原因，排除事故隐患，总结事故发生、处理事故、防止事故的经验教训，杜绝事故的再次发生。

12.7 项目环保投资及竣工环境保护验收清单

12.7.1 项目环保投资

本项目环境保护投资约 9 万元，主要用于辐射防护安全措施、辐射环境监测仪器和个人防护用品购置等，其投资估算如表 12-4 所示。

表 12-4 辐射安全与管理投资估算

内容	措施		投资（万元）
防护监测设备	项目原有辐射工作人员配备个人剂量计 2 枚、X、 γ 辐射剂量率仪 1 台、个人剂量报警仪 1 台。		利用原有
	项目新增辐射工作人员配备个人剂量计 2 枚、个人剂量报警仪 1 台。		1.5
辐射防护安全措施	200kV 工业 CT 装置	门机联锁系统、灯机联锁系统 1 套	利用原有
		紧急停机按钮 2 个，预备、照射指示灯及信号说明装置 1 套	
		新增 1 套固定式场所辐射探测报警装置	
	600kV 工业 CT 装置	门机联锁系统、灯机联锁系统 1 套	2.5
		新增紧急停机按钮 7 个，预备、照射指示灯及信号说明装置 1 套	
		红色信号灯（工作状态警示灯）1 套	
		1 套固定式场所辐射探测报警装置	
管理制度、应急措施	制作图框、制度上墙、警示标牌		1
警示标志	电离辐射警告标志，张贴正确，有中文说明		
人员	人员培训、体检、个人剂量监测及其他劳保用品等。		2.5
合计			9

12.7.2 项目竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。

建设单位应根据“原陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知”（陕环办发〔2018〕29 号），对本项目进行标准化建设和竣工环保验收。

建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。本项目竣工环境保护验收清单见表 12-5。

表 12-5 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收方法		效果和环境预期目标
1	探伤设备	2 台工业 CT，NNV-240 型工业 CT 的最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA；MSV-600 型工业 CT 的最大管电压为 600kV，最大管电流为 4100mA。		射线装置参数（电压）与环评一致
2	自带铅屏蔽体及其防护厚度	240kV 工业 CT 自带铅屏蔽体及其防护厚度	南侧（主照面）屏蔽措施：15mmPb 北侧屏蔽措施：8mmPb 东侧、西侧屏蔽措施：10mmPb 顶棚屏蔽措施：10mmPb 底部屏蔽措施：10mmPb 防护门：工件防护门：10mmPb 检修防护门：10mmPb	自带铅屏蔽体防护厚度满足要求。
		600kV 工业 CT 自带铅屏蔽体及其防护厚度	北侧（主照面）屏蔽措施：90mmPb 南侧屏蔽措施：35mmPb 东侧、西侧屏蔽措施：45mmPb 顶棚屏蔽措施：45mmPb 底部屏蔽措施：45mmPb 防护门：45mmPb	
3	环保手续	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告等齐全。		环保手续齐全
4	工业 CT 装置	屏蔽墙体表面、操作位置		防护门及缝隙、穿墙管线孔、屏蔽墙体四周表面 30cm 处空气吸收剂量率以及操作位置空气吸收剂量率小于 2.5μSv/h，满足 GBZ117-2022 标准要求。
		防护门及缝隙表面		
		屏蔽体的穿墙电缆线、管线孔等均采用铅罩补偿。		
		门-机联锁、门-灯联锁、报警装置、工作状态指示灯。		正常有效，运行良好。
		工业 CT 装置铅房内和操作台分别设置急停开关。		

		预备和照射信号装置。		
		警示标志及操作规程。		工作场所醒目处张贴
		工业 CT 装置铅房内安装通风设施。		确保铅房内通风换气次数不小于 3 次 h。
5	人员要求	2 名新增辐射工作人员，参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核成绩合格。辐射工作人员定期复训，并建立培训档案。		辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核成绩合格。
6	个人剂量档案及健康档案	为每个放射性工作人员配备个人剂量计，探伤作业时按要求佩戴，建立并保存辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查档案。		确保辐射工作人员安全
7	防护监测设备	公司现有个人剂量计 2 枚、X、 γ 辐射剂量率仪 1 台、个人剂量报警仪 1 台；新增 2 名辐射工作人员每人配备 1 枚个人剂量计（共 2 枚）、个人剂量报警仪 1 台。防护监测设备定期检定。		个人剂量计按规定定期进行剂量检测，防护监测设备定期检定。
8	管理机构	设立以公司领导为组长、相关负责人为成员的辐射安全与环境管理领导小组，落实相关管理职责。		负责整个项目辐射安全与环境管理工作。
9	建立健全规章制度	制定：①射线装置管理制度；②射线装置岗位职责、操作规程；③辐射工作人员培训管理制度及培训计划；④辐射工作人员个人剂量管理制度；⑤辐射工作人员职业健康体检管理制度；⑥辐射安全防护设施的维护与维修制度；⑦辐射环境监测制度；⑧辐射环境监测设备使用与检定管理制度；⑨辐射事故应急预案等规章制度。		保障项目污染防治设施及射线装置正常运行。
10	电离辐射控制要求	剂量管理限值	辐射工作人员 5mSv/a； 公众人员 0.1mSv/a。	GB18871-2002、 GBZ117-2022、 GBZ/T250-2014
		工业 CT 装置屏蔽体外剂量限值	工业 CT 装置四周屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

为满足业务发展需要，公司购置陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 栋厂房，该厂房共三层，本项目拟将西安电炉研究有限公司科研楼 109 室原有的 NNV-240 型工业 CT 整体搬迁至长信科技产业园 19 栋厂房一层东南角，其最大管电压为 240kV、最大管电流为 3mA，主射方向朝南侧，用于开展专用无损检测工作；拟在长信科技产业园 19 栋厂房一层东北角新增 1 台 MSV-600 型工业 CT，其最大管电压为 600kV、最大管电流为 4.1A，主射方向朝北侧，用于开展专用无损检测工作。

本项目总投资 1800 万元，其中环保投资 9 万元。

13.1.2 产业政策符合性

工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目主要对工件进行无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，项目符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性

项目使用 X 射线探伤的目的是开展工件无损质量检验，确保工件使用安全。该项目建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

13.1.4 选址合理性

本项目拟建的工业 CT 装置位于陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 号厂房内，厂区北侧为天工一路，南侧分别为空地、陕西福运达钛业有限公司，东侧为好利来烘焙工业园，西侧为周武路。2 台工业 CT 装置位于 19 号厂房一层，该厂房建筑结构为 3F，厂房层高为 16.5m，首层高 4m，二三层高 3.6m。厂房外西侧、南侧隔厂区道路为陕西天宠生物科技有限公司，东侧隔路为水泵房，北侧为园区内部道路。厂房二层为预留办公区，厂房无地下层。

根据工业 CT 装置的辐射安全防护屏蔽理论计算和类比监测结果分析，2 台工业 CT 装置蔽体及铅防护门设计厚度屏蔽防护能力满足《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》（GB Z117-2022）等要求；根据设计提供的屏蔽体和防护门防护厚度预测，室内探伤时辐射工作人员年累积受照射剂量最大

为 0.5mSv，远低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a；公众人员因该项目可能导致年累积受照射剂量为最大为 0.0711mSv，低于公众人员剂量控制目标值 0.1mSv/a，因此，室内探伤时对工作人员及公众的影响较小。

项目周围 50m 范围内均在园区范围内，不涉及居民住宅区，涉及人员主要为产业园区内的工作及办公人员。辐射工作场所区域内人员主要为辐射工作人员和其他办公人员。根据《工业探伤放射防护标准》（GB Z117-2022）要求，有用线束尽量避免直接照射防护门、操作台位置。2 台工业 CT 装置设置视频监控系统，便于辐射工作人员观察工件和探伤机状态及防护门开闭情况。2 台工业 CT 装置屏蔽设计满足相关要求，且工业 CT 装置周围相邻区域无公众人员长期驻留区域，从辐射安全与防护的角度分析，在射线装置运行时，可有效减少公众人员的照射剂量，且本项目监督区和控制区划分明确，因此项目布局合理，选址合理可行。

13.1.5 辐射环境质量现状

项目拟建地室内及周围室外 γ 辐射剂量率为 0.106~0.108 μ Gy/h，处于辐射环境本底涨落范围内。

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）“西安市道路 γ 辐射剂量率范围为 52.0~121.0nGy/h，室内 γ 辐射剂量率范围为 79.0~130.0nGy/h”。经对比，项目拟建地周边环境的空气比释动能率与西安市天然环境 γ 剂量率处于同一水平，属天然辐射本底水平。故项目所在区域辐射环境现状质量良好。

13.1.6 辐射防护与安全措施

建设单位拟对辐射工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区；控制区范围为 2 台工业 CT 装置屏蔽体内部，以防护门和屏蔽墙为界，监督区为除 2 台工业 CT 装置铅房外其他区域。

根据 2 台工业 CT 装置的辐射安全防护屏蔽理论计算结果分析，探伤机工作时，2 台工业 CT 装置四周屏蔽体、防护门的厚度可满足《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）屏蔽防护的要求，屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。防护门与工业 CT 装置屏蔽体的搭接长度大于间隙宽度的 10 倍。穿越防护墙的管道（电缆线管、排风管）均采取防护措施，不削弱屏蔽体的屏蔽能力。2 台工业 CT 装置铅房内外安装紧急停机按钮，设置门机联锁、灯机联锁装置、声光警示装置，在防护门外张贴电离辐射警告等标志，配备符合开

展项目要求的个人防护用品及监测仪器设备。2 台工业 CT 装置设计有机械排风系统，具有良好的通风。

综上所述，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关要求。

13.1.7 环境影响分析结论

根据效能核算，在采取设计的屏蔽体厚度下，工业 CT 工作时，2 台工业 CT 装置四周屏蔽体、防护门的厚度可满足《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）屏蔽防护的要求，屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。

根据核算，2 台工业 CT 装置辐射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均低于本环评的剂量管理目标的要求（辐射工作人员 5mSv/a，公众成员 0.1mSv/a），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

项目运行不产生放射性废水、放射性废气。少量的臭氧和氮氧化物在机械排风下能迅速排出和扩散，不会对周围环境产生不利影响。本项目为实时成像，不产生危险废物，综上所述，本项目对环境影响较小。

13.1.8 辐射环境管理

建设单位应按照相关要求建立辐射环境管理机构，配置辐射环境专职管理人员，制定相应的管理制度，辐射工作人员持证上岗，并组织复训；建立辐射工作人员健康档案、个人剂量监测档案、辐射环境监测档案等，项目建成后应重新申请《辐射安全许可证》在许可范围内从事辐射活动。

13.1.9 总结论

综上所述，工业 CT 装置核技术利用项目符合国家产业政策，选址合理，符合实践的正当性原则。项目应切实落实本报告表中提出的辐射安全防护措施和建议，严格按照国家有关辐射防护规定执行，在完善相应的辐射安全防护环境管理措施后，项目运行时对周围环境、辐射工作人员和公众产生的影响满足环境保护的要求。因此从辐射安全和环境保护角度论证，该项目在严格落实各项辐射防护措施情况下对环境影响是可以接受的，从辐射环境保护角度分析，本项目建设可行。

13.2 建议

(1) 按照国家相关要求进行标准化建设，该 X 射线探伤装置安装到位投入运行前，应委托有资质的监测单位对 2 台工业 CT 装置的辐射防护设施进行全面的验收监测，监测合格并办理辐射安全许可证后方可开展探伤工作。

(2) 加强对员工的核与辐射安全知识培训，增强员工的安全意识和自我保护意识。

(3) 不断完善各项辐射安全管理规章制度和对事故的预防、处理等措施，定期开展辐射事故应急演练，并总结演练过程中出现的问题，不断细化和完善辐射事故应急预案，确保其具有较好的适用性和可操作性。

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

建设项目环境影响评价 委 托 书

委托单位：天铎科技（西安）有限责任公司

受托单位：西安桐梓环保科技有限公司

委托事项：

我单位拟进行工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目的建设，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》、《中华人民共和国环境影响评价法》等环保法律、法规的规定，特委托西安桐梓环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。

委托单位：天铎科技（西安）有限责任公司



2023 年 10 月 31 日



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：天铎科技（西安）有限责任公司

地 址：高新区科技二路78号城市风景夏日景色2号楼2幢2单元21602室

法定代表人：陈慧能

种类和范围：销售、使用Ⅱ类射线装置；销售Ⅲ类射线装置。

证书编号：陕环辐证[A2302]

有效期至：2028 年 02 月 21 日



发证机关：西安市生态环境局

发证日期：2023 年 06 月 14 日

西安市生态环境局

市环辐批复〔2023〕A081号

西安市生态环境局关于 同意天铎科技（西安）有限责任公司 重新申请辐射安全许可证的批复

天铎科技（西安）有限责任公司：

经审查，你单位重新申请辐射安全许可证的活动种类和范围与环境影响登记表（备案号：202361011300000080）一致，符合国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令）及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定的许可证条件，我局同意向你单位颁发辐射安全许可证。有关事项批复如下：

一、许可项目范围

（一）单位名称：天铎科技（西安）有限责任公司

（二）单位地址：陕西省西安市雁塔区朱雀大街南段222号
西安电炉研究所有限公司科研楼内

（三）法定代表人：陈慧能

（四）证件号码：610121196205134925

（五）联系人：陈慧能

（六）联系电话：13572104268

（七）许可项目：销售、使用Ⅱ类射线装置；销售Ⅲ类射线装置

二、新许可项目内容

销售 II 类射线装置 5 台/年；销售 III 类射线装置 5 台/年（不涉及安装、运输、调试、贮存）。

三、许可证编号

陕环辐证（A2302）

四、许可证期限

本许可证有效期至 2028 年 2 月 21 日。

五、持证期间工作要求

（一）从事辐射工作人员必须定期接受培训，经省生态环境厅认可的辐射安全防护培训合格后，方可上岗。

（二）严格按照国家有关规定和省厅《关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），逐项落实相关制度和防护措施。

（三）加强射线装置管理和辐射工作场所环境管理，定期对工作场所辐射水平进行监测，定期检查辐射防护装置、安全联锁装置和警示标志的完好性，加强探伤作业的辐射防护和安全管理，规范操作流程，健全应急预案。每年 1 月 31 日前，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）第 12 条要求，将你单位上年度安全和防护状况年度评估报告报送我局，并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

（四）必须按照国家和我省有关规定，对固体废物进行分类收集和处置。产生的危险废物应按程序向生态环境部门申报备案，并及时送交有资质单位进行处置。

(五) 定期组织辐射工作人员职业健康体检，建立连续有效的个人剂量档案和职业健康档案。

(六) 终止使用射线装置，或者工作场所及射线装置数量发生变化时，应依法办理相关许可。

(七) 每年1月31日前，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）第12条要求，将你单位上年度安全和防护状况年度评估报告报送我局，并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

(八) 许可证到期需要延续时，应当提前30日向我局提出申请，并提交许可证延期申请资料。

六、你单位应在接到本批复后20个工作日内，将批复分别送雁塔分局、综合执法支队、辐射处，并按规定接受各级生态环境部门的监督检查。



附件 3 辐射工作人员辐射安全与防护考核证书

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



陈慧能，女，1962年05月13日生，身份证：610121196205134925，于2022年07月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22SN1200385 有效期：2022年08月01日 至 2027年08月01日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



王鑫，女，1986年03月14日生，身份证：612127198603141687，于2021年09月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21SN1200411 有效期：2021年09月11 至 2026年09月11日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



符天琚，男，1986年11月06日生，身份证：610113198611060430，于2022年07月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22SN1200383

有效期：2022年08月01日至 2027年08月01日



报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

附件 4 个人剂量检测报告 (2022.11.22-2023.11.22)

报告编号: HKRJ220414-01

第 1 页 共 2 页

检测报告

样品名称	热释光剂量计(TLD)-玻璃管(粉末)-LiF(Mg, Cu, P)	样品受理编号	HKRJ220414
委托单位	天依科技(西安)有限责任公司	委托单位地址	陕西省西安市高新区科技二路 78 号城市风景夏日景色 2 号楼 2 幢 2 单元 21602
用人单位	天依科技(西安)有限责任公司	用人单位地址	陕西省西安市高新区科技二路 78 号城市风景夏日景色 2 号楼 2 幢 2 单元 21602
送样单位	天依科技(西安)有限责任公司		
联系人	陈慧能	联系电话	13572104268
收样日期	2023-02-27	检测日期	2023-02-28
样品数量	3 个, 其中本底 1 个	样品性状	玻璃管(粉末)
检测方法	热释光检测	监测类型	常规监测
检测项目	个人剂量当量	监测的量	$H_r(10)$
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量读出器/BRGD2000-D/ZJHK/ZY-18157		
检测仪器检定(校准)机构/证书编号/有效期	中国辐射防护研究院放射性计量站/校字第(2022)-RD008/至 2023 年 07 月 08 日		
检测依据	GBZ 128-2019 《职业性外照射个人监测规范》		
剂量限值	放射工作人员在正常情况下的职业照射水平应不超过 GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》所规定的以下限值: 1) 连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv; 2) 任何 1 年中的有效剂量, 50mSv.		
检测结果	详见表 1.		
 编制人: 张小燕 批准人: [Signature] (检验检测专用章) 301050175231 审核人: [Signature] 签发日期: 2023 年 3 月 2 日			

职业性外照射个人剂量检测结果

表 1 放射工作人员职业性外照射个人剂量检测结果 (单剂量计)

编号	姓名	性别	职业类别 (1)	剂量计佩戴 起始日期	佩戴时间	个人剂量当量 $H_p(10)$ (2) (mSv)	备注
610113483B2001	陈慧能	女	3B	2022-11-22	3 个月	0.007*	/
610113483B2002	王鑫	女	3B	2022-11-22	3 个月	0.007*	/

备注: [1] “职业类别” 详见GBZ 128-2019附录C中表C.1;

[2] $H_p(10)$ 适用于体表下 10mm深处的器官或组织的监测;

[3] 本报告检测项目和检测结果只适用于 X、 γ 射线外照射;

[4] 最低探测水平 (MDL) 为 0.014mSv; *标注的检测结果小于 MDL, 为便于职业照射统计, 在相应的剂量档案中记录为 1/2MDL;

[5] 表中检测数据已扣除本底;

[6] 本周期的调查水平参考值为: 1.25mSv.



检测报告

样品名称	热释光剂量计(TLD)-玻璃管(粉末)-LiF(Mg, Cu, P)	样品受理编号	HKRJ220414		
委托单位	天铨科技(西安)有限责任公司	委托单位地址	陕西省西安市高新区科技二路78号城市风景夏日景色2号楼2幢2单元21602		
用人单位	天铨科技(西安)有限责任公司	用人单位地址	陕西省西安市高新区科技二路78号城市风景夏日景色2号楼2幢2单元21602		
送样单位	天铨科技(西安)有限责任公司				
联系人	陈慧能	联系电话	13572104268		
收样日期	2023-05-25	检测日期	2023-05-25		
样品数量	3个, 其中本底1个	样品性状	玻璃管(粉末)		
检测方法	热释光检测	监测类型	常规监测		
检测项目	个人剂量当量	监测的量	$H_r(10)$		
检测仪器名称/型号/编号		热释光剂量读出器/BRGD2000-D/ZJHK/ZY-18157			
检测仪器检定(校准)机构/证书编号/有效期		中国辐射防护研究院放射性计量站/校字第(2022)-RD008/至2023年07月08日			
检测依据	GBZ 128-2019 《职业性外照射个人监测规范》				
剂量限值	放射工作人员在正常情况下的职业照射水平应不超过 GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》所规定的以下限值: 1) 连续5年的年平均有效剂量, 20mSv; 2) 任何1年中的有效剂量, 50mSv.				
检测结果	详见表1.				
 审核人: [signature] 签发日期: 2023 年 5 月 31 日					

职业性外照射个人剂量检测结果

表 1 放射工作人员职业性外照射个人剂量检测结果 (单剂量计)

编号	姓名	性别	职业类别 (1)	剂量计佩戴 起始日期	佩戴时间	个人剂量当量 $H_p(10)^{(2)}$ (mSv)	备注
S10113483B2001	陈慧能	女	3B	2023-02-22	3 个月	0.102	/
S10113483B2002	王鑫	女	3B	2023-02-22	3 个月	0.062	/

注: [1] “职业类别” 详见GBZ 128-2019附录C中表C.1;

[2] $H_p(10)$ 适用于体表下 10mm深处的器官或组织的监测;

[3]本报告检测项目和检测结果只适用于 X、 γ 射线外照射;

[4]最低探测水平 (MDL) 为 0.014mSv; *标注的检测结果小于 MDL, 为便于职业照射统计, 在相应的剂量档案中记录为 1/2MDL;

[5]表中检测数据已扣除本底;

[6]本周期的调查水平参考值为: 1.25mSv.



检测报告

样品名称	热释光剂量计（TLD）-玻璃管（粉末）-LiF（Mg，Cu，P）	样品受理编号	HKRJ220414
委托单位	天依科技（西安）有限责任公司	委托单位地址	陕西省西安市高新区科技二路 78 号城市风景夏日景色 2 号楼 2 幢 2 单元 21602
用人单位	天依科技（西安）有限责任公司	用人单位地址	陕西省西安市高新区科技二路 78 号城市风景夏日景色 2 号楼 2 幢 2 单元 21602
送样单位	天依科技（西安）有限责任公司		
联 系 人	陈慧能	联系电话	13572104268
收样日期	2023-09-01	检测日期	2023-09-05
样品数量	3 个，其中本底 1 个	样品性状	玻璃管（粉末）
检测方法	热释光检测	监测类型	常规监测
检测项目	个人剂量当量	监测的量	$H_T(10)$
检测仪器名称/型号/编号		热释光剂量读出器/BRGD2000-D/ZJHK/ZY-18157	
检测仪器检定（校准）机构/证书编号/有效期		上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心/2023H21-10-4643802001 /至 2024 年 07 月 09 日	
检测依据	GBZ 128-2019 《职业性外照射个人监测规范》		
剂量限值	放射工作人员在正常情况下的职业照射水平应不超过 GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》所规定的以下限值： 1）连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv； 2）任何 1 年中的有效剂量，50mSv.		
检测结果	详见表 1.		



审核人: 王明

签发日期: 2023 年 9 月 11 日

职业性外照射个人剂量检测结果

表 1 放射工作人员职业性外照射个人剂量检测结果 (单剂量计)

编号	姓名	性别	职业类别 [1]	剂量计佩戴 起始日期	剂量计佩戴 终止日期	佩戴时间	个人剂量当量 $H_p(10)$ [2] (mSv)	备注
610113483B2001	陈慧彪	女	3B	2023-05-22	2023-08-21	3 个月	0.176	/
610113483B2002	王鑫	女	3B	2023-05-22	2023-08-01	72 天	0.053	/

备注: [1] “职业类别” 详见GBZ 128-2019附录C中表C.1;

[2] $H_p(10)$ 适用于体表下 10mm深处的器官或组织的监测;

[3] 本报各检测项目和检测结果只适用于 X、 γ 射线外照射;

[4] 最低探测水平 (MDL) 为 0.014mSv; *标注的检测结果小于 MDL, 为便于职业照射统计, 在相应的剂量档案中记录为 1/2MDL;

[5] 表中检测数据已扣除本底;

[6] 本周期王鑫的调查水平参考值为: 0.99mSv; 其他人员的调查水平参考值为: 1.25mSv.



检测报告

样品名称	热释光剂量计（TLD）-片状（圆片）-LiF（Mg，Cu，P）	样品受理编号	HKRJ220414
委托单位	天铨科技（西安）有限责任公司	委托单位地址	陕西省西安市高新区科技二路 78 号城市风景夏日景色 2 号楼 2 幢 2 单元 21602
用人单位	天铨科技（西安）有限责任公司	用人单位地址	陕西省西安市高新区科技二路 78 号城市风景夏日景色 2 号楼 2 幢 2 单元 21602
送样单位	天铨科技（西安）有限责任公司		
联 系 人	陈慧能	联系电话	13572104268
收样日期	2023-12-01	检测日期	2023-12-06
样品数量	3 个，其中本底 1 个	样品性状	片状（圆片）
检测方法	热释光检测	监测类型	常规监测
检测项目	个人剂量当量	监测的量	$H_r(10)$
检测仪器名称/型号/编号		热释光剂量读出器/BRGD2000-D/ZJHK/ZY-18157	
检测仪器检定（校准）机构/证书编号/有效期		上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心/2023H21-10-4643802002 /至 2024 年 07 月 09 日	
检测依据	GBZ 128-2019 《职业性外照射个人监测规范》		
剂量限值	放射工作人员在正常情况下的职业照射水平应不超过 GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》所规定的以下限值： 1) 连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv； 2) 任何 1 年中的有效剂量，50mSv.		
检测结果	详见表 1.		



审核人: 王明

签发日期: 2023 年 12 月 13 日

职业性外照射个人剂量检测结果

表 1 放射工作人员职业性外照射个人剂量检测结果 (单剂量计)

编号	姓名	性别	职业类别 [1]	剂量计佩戴 起始日期	剂量计佩戴 终止日期	佩戴时间	个人剂量当量 $H_r(10)$ [2] (mSv)	备注
610113483B2001	陈慧能	女	3B	2023-08-22	2023-11-22	3 个月	0.169	/
610113483B1003	符天璐	男	3B	2023-08-22	2023-11-22	3 个月	0.168	/

备注: [1] “职业类别” 详见GBZ 128-2019附录C中表C.1;

[2] $H_r(10)$ 适用于体表下 10mm深处的器官或组织的监测;

[3]本报告检测项目和检测结果只适用于 X、 γ 射线外照射;

[4]最低探测水平 (MDL) 为 0.014mSv; *标注的检测结果小于 MDL, 为便于职业照射统计, 在相应的剂量档案中记录为 1/2MDL;

[5]表中检测数据已扣除本底;

[6]本周期的调查水平参考值为: 1.25mSv.



附件5 职业健康体检报告

体检编号: 2211030002 姓名: 陈慧能 性别: 女 年龄: 59

体检结论与健康指导建议

检查结论:

*白细胞偏低
*高血压病?

建议:

1、*白细胞偏低

正常值 $(4-10) \times 10^9/L$, 指白细胞计数低于 $4 \times 10^9/L$, 其病因有: 1、病毒感染; 2、血液系统疾病; 3、慢性理化损伤及电离辐射; 4、自身免疫性疾病。

建议复查血常规, 再来我科进行放射适应性评价。

2、高血压病?

高血压病是指收缩期和(或)舒张期动脉血压高于正常, 并连续三次不同日测量, 血压都高于正常标准, 可确定患高血压病。高血压的发病与遗传、精神过度紧张、肥胖、吸烟、酗酒、嗜盐等因素有关。一次血压升高不能确诊为高血压病。如血压持久增高, 可导致心、脑、肾等脏器的损害。建议低盐饮食, 定期监测血压, 必要时心内科诊治。

总检医师签名: 李玲梅

终检意见

主检医师签名: 李玲梅

体检单位盖章: 职业健康体检中心

终检日期: 2022-11-16

复查白细胞

可以从事放射工作(佩戴呼吸防护器具的适应性评价)

白细胞正常



体检编号：2211100026 姓名：王鑫 性别：女 年龄：36

体检结论与健康指导建议

检查结论：

可以从事放射工作（佩戴呼吸防护器具的适任性未评价）

建议：

1、可以从事放射工作（佩戴呼吸防护器具的适任性未评价）
未发现放射工作的职业禁忌证。

总检医师签名：刘其林

终检意见

主检医师签名：

体检单位盖章：

终检日期：2022-11-25

体检结论与健康指导建议

检查结论：

可以从事放射工作（佩戴呼吸防护器具的适任性未评价）

谷丙转氨酶偏高

甲状腺结节

脂肪肝

脾大

建议：

1、可以从事放射工作（佩戴呼吸防护器具的适任性未评价）

未发现放射工作的职业禁忌证。

2、谷丙转氨酶偏高

谷丙转氨酶分布在肝、肾、心、肌肉等组织的细胞浆中，当肝等脏器细胞受损伤时，血中转氨酶可增高，引起的原因多为炎症、缺血、药物及剧烈运动、饮酒、劳累等。单项轻度增高意义不大。必要时复查或专科诊治。

您有脂肪肝，是此酶增高的可能原因，建议治疗脂肪肝，择期复查。

3、甲状腺左叶囊性结节 TI-RADS 2类

甲状腺结节随年龄增长发病率逐年增加，多在彩超检查时发现。根据结节的大小，形态，边界包膜，结节内部的血流及钙化等情况会有一个综合分类，如果分类在3类及3类以下，多考虑良性病变，建议结合临床症状观察，定期复查。如果是4a和4a以上的结节，建议进一步内分泌就诊，必要时行病理检查，再决定下一步治疗方案。

4、脂肪肝

常见于代谢障碍性疾病，如糖尿病、高血脂、肥胖等。亦见于经常饮酒者。中度及重度脂肪肝可造成肝功能损害。建议低脂饮食，少吃动物内脏，多进食蔬菜、水果。控制体重适中，适当运动。定期复查B超及血脂。如有临床症状建议消化科诊治。

5、脾大

就是脾脏增大。脾脏具有储血、滤血、髓外造血及参与免疫等重要功能。除极少数人有先天性脾脏轻度增大外，其他原因的脾大，多数是疾病所致，如感染、寄生虫、肝硬化、血液病、肿瘤等等。故发现脾大建议进一步检查，明确病因。

总检医师签名：朱锦

终检意见

主检医师签名：

体检单位盖章：

终检日期：2023-05-29

合同双方当事人：

出卖人（甲方）：陕西远景华邦置业有限公司

注册地址：西咸新区秦汉新城规划展览中心 001 室（兰池大道中段）

营业执照注册号：916111035835339244

企业资质证书号咸建房【2014】044 号

法定代表人：张 华

联系电话：029-32116778

买受人（乙方）：天铎科技（西安）有限责任公司

注册地址：

营业执照注册号：91610131MAB0UHR8Y

法定代表人：陈慧能

联系电话：

通讯地址：

邮编：

根据《中华人民共和国民法典》的有关规定，甲、乙双方遵循自愿、公平和诚实信用的原则，经协商，就乙方向甲方购买标准厂房和使用配套场地达成如下协议，以资共同遵守。

第一条 本厂房的项目名称及土地状况

本厂房项目【暂定名】长信科技产业园；

本厂房项目占用范围内的土地使用权为出让方式取得，并依法进行了建设用地使用权登记，取得【国有土地使用证】编号为咸国用 2014 第 105 号；

该地块土地面积为 54374 m²，规划用途为工业用地，土地使用年限自 2013 年 11 月至 2063 年 11 月止。

第二条 买受人所购厂房的基本情况

（一）本厂房座落为：西咸新区秦汉新城港务一路以南，临港路以东，编号为2014—105的地块的长信科技产业园第19号厂房；

（二）本厂房所在幢的楼层共计3层（是指本幢楼按规定应该计算层数的所有层数）；

（三）本厂房结构为：**【钢筋混凝土】**；

（四）本厂房建筑面积489.53平方米；

（五）本厂房用途为生产、研发。

第三条 购房价款

（一）本厂房为简装房，以建筑面积计价，总成交金额3206421.50

本页为签章页。

出卖人（签章）：

【法定代表人】

【委托代理人】



（签章）

2023 年 10 月 27 日
签于 长信科技产业园

买受人（签章）：

【法定代表人】

【委托代理人】



（签章）

2023 年 10 月 27 日
签于 _____

西安市生态环境局

市环批复（2022）91 号

西安市生态环境局关于 天铎科技（西安）有限责任公司 工业 CT 装置核技术利用 项目环境影响报告表的批复

天铎科技（西安）有限责任公司：

你单位报来的《工业 CT 装置核技术利用项目环境影响报告表》（以下简称“报告表”）收悉。经审查，现批复如下：

一、项目概况

天铎科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置核技术利用项目位于陕西省西安市雁塔区朱雀大街南段 222 号西安电炉研究所有限公司科研楼内。本次拟新增 2 台工业 CT，其中 NNV-240 型工业 CT 位于该科研楼 109 室，最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA；MSV-600 型工业 CT 位于该科研楼 107 室，最大管电压为 600kV，最大管电流为 4.1A。项目总投资为 1500 万元，环保投资为 8.5 万元，占总投资的 0.57%。

经审查，在全面落实报告表提出的辐射安全防护措施后，对项目辐射工作人员和公众产生的辐射影响符合辐射剂量约束值要求。该项目报告表中所列建设项目的性质、规模、地点和拟采取的环境保护措施可作为项目实施的依据。

二、项目建设和运营管理中应重点做好以下工作

（一）严格落实各项辐射安全防护与警戒警示措施，依规开展辐射环境监测并保存记录。按照有关规范要求划定控制区和监督区，严格按照操作规程和安全规定使用射线装置。

（二）定期对设备进行检修、维护，确保设备、设施性能良好，技术指标符合国家相关标准。

（三）按相关要求编制辐射安全与防护年度评估报告，并报生态环境部门，建立健全并落实辐射安全管理制度。

（四）结合本单位实际情况，制订辐射事故应急预案并进行演练，加强辐射管理和人员培训，操作人员合格取证后持证上岗。

（五）按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

三、该项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度，严格落实各项环境保护措施。项目建成后，须按规定程序实施竣工环境保护验收。

四、建设单位是建设项目选址、建设、运营全过程落实环境保护措施、公开环境信息的主体，应按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》等要求依法依规公开建设项目环评信息，畅通公众参与和社会监督渠道，保障可能受建设项目环境影响公众的环境权益。

五、报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或者辐射安全防护措施发生重大变动的，应当重新报批该项目的环境影响报告表。报告表自批准之日起，如超过 5 年，方决定该项目开工建

设的，应当重新审核报批。

六、你单位应在接到本批复 20 个工作日内，将批准后的《环境影响报告表》分别送雁塔分局和综合执法支队备案，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。



抄送：雁塔分局，综合执法支队，辐射处，西安桐梓环保科技有限公司

天铨科技（西安）有限责任公司

TIANYI TECHNOLOGY (XIAN) COMPANY LIMITED

公司字【2022】001

关于成立辐射安全及防护工作领导小组 小组及岗位职责的通知

为了加强我公司辐射安全与防护工作的组织领导，消除安全隐患，避免辐射事故的发生，特成立辐射安全及防护工作领导小组（下称“领导小组”），全面负责我公司辐射安全与防护各项工作。

领导小组成员名单如下：

组长：陈慧能	职务：技术检测部经理	电话：13572104268
成员：王 鑫	职务：检验员	电话：15934860993
符天璐	职务：检验员	电话：18792911613
陈肖依	职务：检验员	电话：13399292120

主要职责如下：

一、领导小组职责：

主要工作是贯彻执行国家和上级及地方人民政府有关辐射环境保护的方针、政策、法律、法规，制定和完善辐射安全与防护管理制度，负责公司射线装置安全和防护工作的日常检查与安全隐患问题的整改落实。

二、组长职责

负责单位的辐射安全与防护的全面工作，组织人员制定辐射安全与防护的各项管理规章制度、辐射事故应急措施的编写和落实工作，以及辐射环保手续的办理；对辐射安全与防护工作进行监督检查和指导工作；负责辐射事故案件的处理工作。

三、成员职责

受组长领导，主要负责本公司辐射安全防护和相关管理的协调工作，执行辐

射安全与防护的各项管理规章制度,辐射环境监测工作与防护设施日常检查维护,辐射事故应急措施的编写和落实,以及辐射环保手续的协助办理;负责射线装置、监测仪器、防护用品的维修保养和常规检定、校准;上级交办的其他有关辐射工作。



天铎科技(西安)有限责任公司

2022年11月9日

1827
有效期至2023年10月...

检 测 报 告

XATZ-FS-2022-076 号

项目名称: 工业CT装置核技术利用项目工业CT铅房防护检测

委托单位: 天铎科技(西安)有限责任公司

被测单位: 天铎科技(西安)有限责任公司

西安桐梓环保科技有限公司

2022年11月28日



项目名称	工业 CT 装置核技术利用项目探伤间防护检测		
监测日期	2022.11.23		
监测项目	X 辐射剂量率		
监测依据标准	1、《环境监测用X、γ 辐射测量仪 第一部分剂量率仪型》EJ/T 984-95 2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ 117-2015		
监测仪器	仪器名称	仪器型号	仪器编号
	X、γ 剂量率仪	AT1123	XATZ-YQ-014
	测量范围	检定单位	检定证书编号及有效期
	50nSv/h~10Sv/h	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心	检定证书编号： 2022H21-20-4245721001 有效期：2022 年 11 月 14 日~2023 年 11 月 13 日
监测类别	委托监测		
监测地点	陕西省西安市雁塔区朱雀大街南段 222 号西安电炉研究所有限公司 科研楼 109 室		
结论	/		
备注	1、本次监测均未扣除宇宙射线数值。 2、本次监测数据只对本次监测结果负责。 3、监测时距离墙体、门表面 30 cm 处。 4、现场监测人员：郑博、李宇翔 委托方：陈慧能		

西安桐梓环保科技有限公司

检 测 报 告

XATZ-FS-2022-076 号

第 2 页 共 3 页

序号	工作场所及设备名称	监测点位描述	X 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	天铎科技（西安）有限责任公司工业 CT 铅房，NNV-240 型工业 CT，设备工作状态下最大管电压 240kV，最大管电流 3mA。	工件进出防护门上缝	0.120~0.128	开机
2		工件进出防护门下缝	0.125~0.132	
3		工件进出防护门左缝	0.122~0.130	
4		工件进出防护门右缝	0.123~0.131	
5		工件进出防护门中表面 30 cm	0.121~0.129	
6		维修人员进出门上缝	0.118~0.126	
7		维修人员进出门下缝	0.120~0.128	
8		维修人员进出门左缝	0.124~0.133	
9		维修人员进出门右缝	0.123~0.131	
10		维修人员进出门中表面 30 cm	0.122~0.130	
11		操作台巡测	0.121~0.128	
12		电缆沟巡测	0.123~0.133	
13		铅房东侧墙外 30 cm 处	0.122~0.130	
14		铅房南侧墙外 30 cm 处	0.126~0.134	
15		铅房西侧墙外 30 cm 处	0.123~0.132	
16		铅房北侧墙外 30 cm 处	0.128~0.134	
17		通风口 1 巡测	0.130~0.136	
18		通风口 2 巡测	0.133~0.139	
19		通风口 3 巡测	0.135~0.142	
20		铅房正上方	0.125~0.131	

附件：监测点位示意图

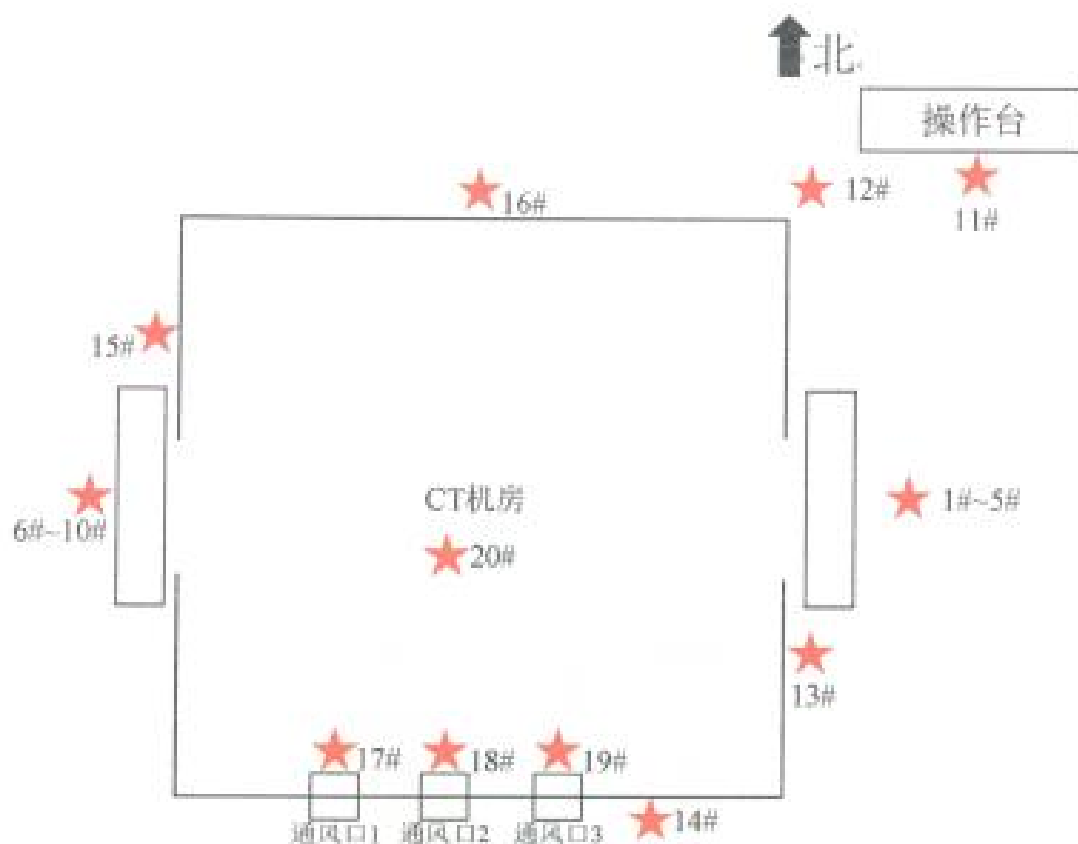


图 NNV-240 型工业 CT 监测点位示意

编制人：郑博
2022 年 11 月 18 日

审核人：牛海青
2022 年 11 月 18 日



天铎科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置核技术
利用项目（NNV-240）竣工环境保护验收意见

依据《建设项目环境保护管理条例(修订)》(国务院令第 682 号)、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评(2017)4 号)的相关要求。2022 年 12 月 7 日，由天铎科技（西安）有限责任公司主持，召开了天铎科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置核技术利用项目（NNV-240）竣工环境保护验收视频会议，会议成立了验收组(名单附后)。特邀 3 名专家、西安桐梓环保科技有限公司(监测单位)，以及天铎科技（西安）有限责任公司(建设单位)的代表共 5 人参加了会议。

验收视频会听取了建设单位关于项目环境保护执行情况的汇报，验收报告编制单位关于项目竣工环境保护验收报告的汇报，视频会议经过认真讨论，形成如下验收意见：

一、基本情况

为满足无损检测工作需要，天铎科技（西安）有限责任公司租赁陕西省西安市雁塔区朱雀大街南段 222 号西安电炉研究所有限公司科研楼 109 室建设 1 座工业 CT 检测间进行无损检测工作。本项目 NNV-240 型工业 CT 的最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA。本项目总投资 1500 万元，其中环保投资 8.5 万元。占总投资比例为 0.57%。本次验收射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 射线装置清单

工作场所	探伤机 型号	最大管 电压	最大管 电流	工作量	年工作 时间 (最 大)	周工作 时间 (最 大)
检测间 1	NNV-240	240kV	3mA	年曝光次数 3600 次	300h	6h

天铨科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置核技术利用项目（NNV-240）于 2022 年 9 月 5 日开始建设，2022 年 10 月 25 日设备基本安装完成，并于 11 月 3 日开始进行调试。

二、工程落实情况

本次验收的工业 CT 实际建设尺寸、屏蔽材料以及屏蔽墙体厚度、设备型号及参数均与环评阶段一致，其工程建设内容与环评报告表进行比较，目前天铨科技（西安）有限责任公司在陕西省西安市雁塔区朱雀大街南段 222 号西安电炉研究所有限公司科研楼 107 室还未建设 600kV 工业 CT 检测间（CT 检测间 2 室），当前不进行验收。

对照生态环境部办公厅《关于印发污染影响类建设项目重大变动清单（试行）的通知》（环办环评函〔2020〕688 号）中性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施五个因素共 13 条内容，本项目未涉及重大变更。

三、辐射防护措施落实情况

经现场检查，工业 CT 工作场所已采取以下辐射防护措施：

1) 探伤室（铅房）设置多重连锁装置，以保护人员和设备安全，防止意外事故。门机连锁：采用电动、手动一体化防护门，与工业 CT 启动电路实行门-机连锁方式，即防护门未关闭之前，工业 CT 无法启动，在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时工业 CT 立即停止出束，关上门不能自动开始 X 射线照射。灯机连锁：为减少公众人员受到不必要的剂量，防护门安装灯机连锁系统，在设备出束时灯亮警示，以预防和控制潜在的照射。

2) 探伤室(铅房)门口和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯。“预备”信号可持续足够长的时间,以确保探伤室内人员可以安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别,并且与探伤室内使用的其他报警信号有明显区别。

3) 探伤室内、外醒目位置张贴清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4) 探伤室防护门上张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

5) 控制室和铅房防护门上以及操作台上分别设置紧急停机开关(控制室1个,铅房防护门上以及操作台上各1个),确保出现紧急事故时,能立即停止照射。紧急停机开关的安装,可以使人员处在扫描室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机开关带有标签,标明使用方法。

6) 工业CT铅房设置机械通风装置。通风口位于一体化铅房南侧上方开口,罩有铅防护罩,采用迷宫式防护,产生的废气经排气管道向北穿越一体化铅房后引至检测间外排放,每小时有效通风换气次数为6次。

7) 控制台设置X射线管电压及高压接通或断开状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

8) 控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

9) 控制台或X射线管头组装体上设置与扫描室进出门联锁的接口,当铅房门未全部关闭时不能接通X射线管的管电压;已接通的X射线管的管电压在铅门开启时能立即切断。

10) 控制台设有钥匙开关, 只有在打开控制台钥匙开关后, X 射线管才能出束; 钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

11) 控制台设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

13) 铅房的设置充分考虑了周围的辐射安全, 操作台应与铅房分开并尽量避开有用线束照射的方向。

14) 对检测间实行分区管理, 将铅房屏蔽体墙壁围成的内部区域划为控制区, 与屏蔽体外部相邻区域划为监督区。

15) 辐射工作人员进入铅房时除佩戴常规个人剂量计外, 还配备有个人剂量报警仪, 并检查联锁装置是否正常。当辐射水平达到设定的报警水平时, 剂量仪报警, 探伤工作人员立即离开探伤室, 同时禁止其他人进入铅房, 并立即向辐射防护负责人报告。若联锁装置异常, 禁止进入铅房, 并按照程序进行报告、检修。个人剂量计定期送交有资质的检测单位进行测量, 并建立个人剂量档案。

16) 防护门上设置永久性辐射警示标志, 采用电动防护门(应急时可手动), 铅房上方安装醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯。铅房门上设置紧急开门按钮。

17) 本项目电缆线走线口设于铅房南面立面右下角, 不在铅房主射方向, 内外均设置铅防护罩, 铅防护罩铅当量与其所在立面防护墙体的铅当量一致, 迷宫式防护。因此电缆线走线口的位置及辐射防护补偿措施设置合理, 不会影响一体化铅房的屏蔽能力。

18) 当使用剂量仪前, 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。

19) 辐射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。

20) 在每一次照射前，操作人员都应该确认铅房内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

21) 在每一次探伤工作开始前应检查个人剂量报警仪，联锁装置是否正常，检查防护门是否完全关闭，发现异常则不应开始探伤工作。

工业 CT 扫描室配备 1 台 X-γ 巡检仪、1 台个人剂量报警仪。

四、辐射安全管理措施落实情况

- 1、本项目控制区为探伤室（即铅房）屏蔽体内，检测间内部铅房屏蔽体以外的其他区域为监督区，实行分区管理。
- 2、为做好辐射安全与防护工作，已成立了辐射环境安全管理小组。
- 3、本次项目涉及辐射人员共 2 名，均已通过了辐射防护培训，公司定期安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台，参加辐射安全与防护培训及复训，并通过考核。
- 4、公司为放射性工作人员配备有个人剂量计，并建立连续有效的个人剂量档案。
- 5、公司组织放射性工作人员进行了健康体检，并建立连续有效的健康档案。根据公司提供的职业健康检查报告，本次天铨科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置核技术利用项目（NNV-240）调配的相关辐射工作人员职业健康体检结论均为可继续原放射工作。

6、辐射环境监测

公司已制定辐射环境监测计划，配备了1台X-γ巡检仪用于工业CT工作场所常规监测，巡检仪已校准合格。

五、辐射屏蔽能力

经竣工验收现场监测，天铎科技（西安）有限责任公司新增工业X射线装置核技术利用项目涉及的职业与公众照射剂量均满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GB Z117-2015）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

因此，该项目的辐射屏蔽能力达标。

六、验收结论

该项目竣工环境保护验收监测报告编制符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）相关要求与标准，该项目基本落实了环评文件及其批复提出的污染防治设施和辐射防护措施，符合建设项目竣工环境保护验收条件，验收组同意项目通过竣工环境保护验收。按照建设单位自主开展竣工环境保护验收的相关要求，完成建设项目竣工环境保护验收后续工作，并登录“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”进行验收信息填报。

七、后续要求

按照陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设的要求，对辐射安全管理制度定期更新。

天铎科技（西安）有限责任公司

2022年12月7日

工业 CT 装置核技术利用项目 (NNV-240)

竣工环境保护验收成员名单

年 月 日

签字

验收组	姓名	单位	职位/职务	签名	联系电话
建设单位	陈慧能	天银科技(西安)有限责任公司	董事长	陈慧能	13572104268
专家	黄磊	陕西省环境调查评估中心	高工	黄磊	13399289526
专家	马源	中圣环境科技发展科技有限公司	高工	马源	13630234669
专家	任春燕	西安市环境保护科学研究院	高工	任春燕	15771757777
检测单位	郑博	西安桐梓环保科技有限公司	技术员	郑博	18729527010



101712050148

有效期至2025年10月27日



检 测 报 告

XATZ-FS-2023-065 号

项目名称：天铨科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置搬迁
及扩建核技术利用项目环境辐射本底检测

委托单位：天铨科技（西安）有限责任公司

被测单位：天铨科技（西安）有限责任公司

西安桐梓环保科技有限公司

2023年12月13日



说 明

1. 报告封面及检测数据处无本公司检验检测专用章无效，报告无骑缝章无效。
2. 本检测报告只对本次放射防护的检测结果负责。
3. 送样委托监测，应书面说明样品来源，我公司仅对委托样品负责。
4. 本检测报告涂改、增删等无效；报告无相关责任人签字无效。
5. 本检测报告无西安桐梓环保科技有限公司“检验检测专用章”、骑缝章、章及审核、签发人签字无效。
6. 未经本单位批准，不得部分或者全部复制本报告，复印报告未重新加盖本单位“检验检测专用章”无效。
7. 本检测报告的检测结果及我公司的名称未经同意不得用于广告、评优及商业宣传。
8. 对本报告有异议者，请于收到报告之日起十五日内向我检测公司书面提出方予受理。

西安桐梓环保科技有限公司

电 话：029-81134939

传 真：029-81134939

邮 编：710065

邮 箱：XATZ2017@163.com

地 址：陕西省西安市雁塔区西沣北路 1159 号万科汇智中心 10915 号

西安桐梓环保科技有限公司
检 测 报 告

XATZ-FS-2023-065 号

第 1 页 共 4 页

项目名称	天铎科技（西安）有限责任公司工业 CT 装置搬迁及扩建核技术利用项目环境辐射本底检测		
监测日期	2023.12.07		
监测项目	γ 辐射剂量率		
监测依据标准	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021		
监测仪器	仪器名称	仪器型号	仪器编号
	X、 γ 射线检测仪	BG9512P	XATZ-YQ-002
	测量范围	检定单位	检定证书编号及有效期
	0.01 μ Gy/h~30mGy/h	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心	检定证书编号： 2023H21-20-4582307001 有效期：2023 年 05 月 18 日~2024 年 05 月 17 日
监测类别	委托监测		
监测地点	陕西省西咸新区秦汉新城周陵街道办周武路 267 号长信科技产业园 19 号厂房一层		
结论	/		
备注	1、本次监测结果均已扣除宇宙射线响应值。 2、本次监测数据只对本次监测结果负责。 3、现场监测人员：郑博、李宇翔 委托方：陈慧能。		

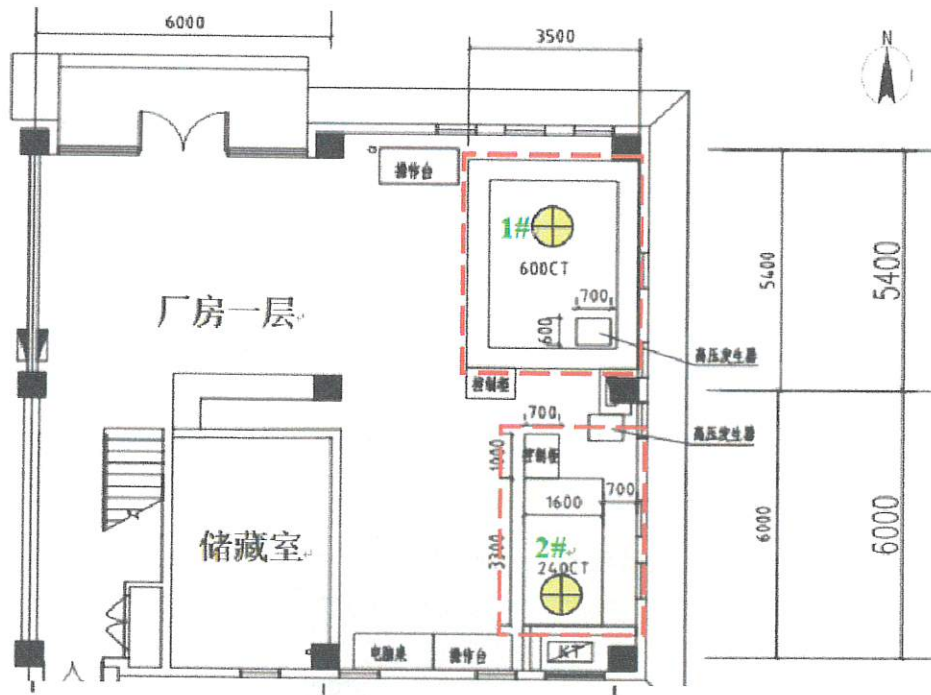
西安桐梓环保科技有限公司
检 测 报 告

XATZ-FS-2023-065 号

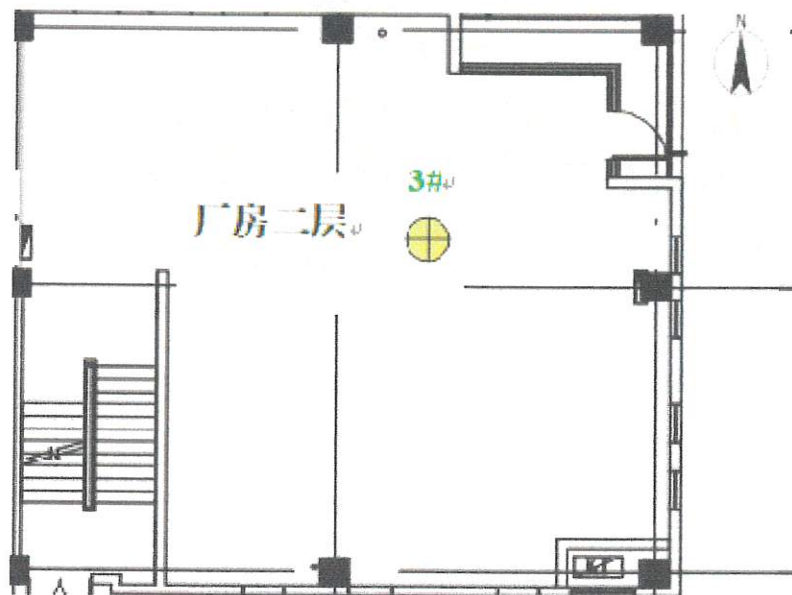
第 2 页 共 4 页

序号	工作场所及 设备名称	监测点位描述	γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
			环境本底	
1	/	厂房一层 600kV CT 装置拟建地	0.106	室内
2		厂房一层 240kV CT 装置拟建地	0.103	
3		厂房二层预留办公室	0.108	
4		本项目厂房西侧陕西天宠生物科技有限公司北半部	0.105	
5		本项目厂房南侧陕西天宠生物科技有限公司南半部	0.100	
6		本项目厂房西侧西安博睿康宁生物医学中心有限公司北半部	0.104	
7		本项目厂房西南侧西安博睿康宁生物医学中心有限公司南半部	0.101	
8		本项目厂房东侧西安蓝桥新能源科技有限公司北半部	0.104	
9		本项目厂房东南侧西安蓝桥新能源科技有限公司南半部	0.100	
10		本项目厂房北侧陕西东奥博瑞再生医学科技有限公司	0.103	
11		本项目厂房北侧园区道路	0.099	室外

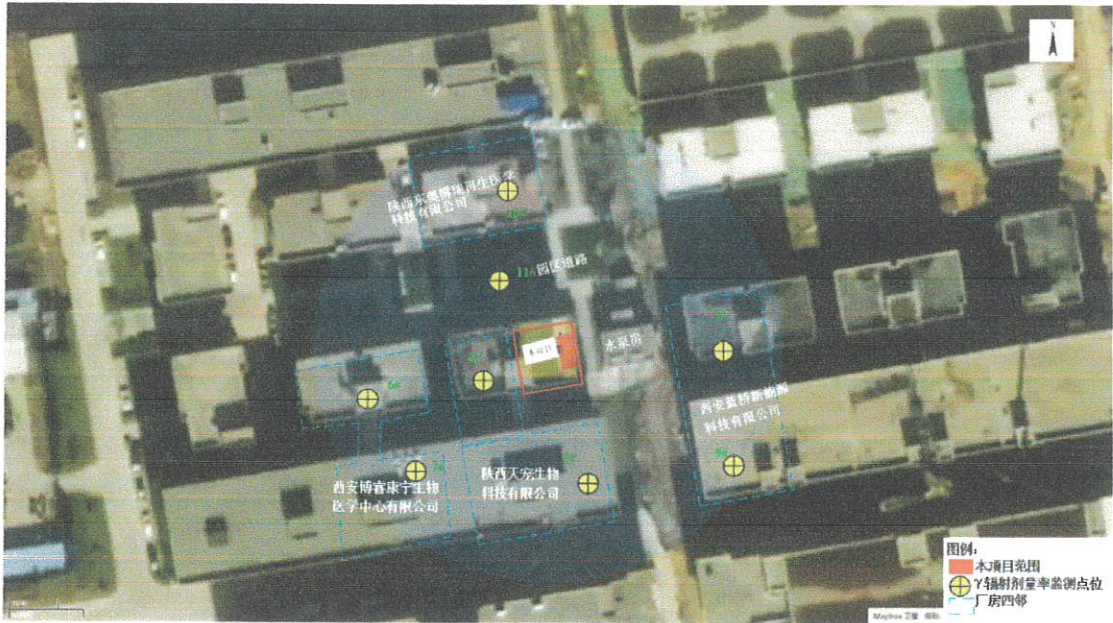
附图：监测点位示意图



附图 1 监测点位示意图（室内一层）



附图 2 监测点位示意图（室内二层）



附图 3 监测点位示意图

附件：监测照片



编制人：郑博

2023 年 12 月 13 日

审核人：朱海

2023 年 12 月 13 日

签发人：王

2023 年 12 月 13 日

